UNIVERSIDAD DE JAÉN

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN MUSICAL, PLÁSTICA Y CORPORAL

TESIS DOCTORAL

ACTIVIDAD FÍSICA EXTRACURRICULAR EN EDAD ESCOLAR. EFECTOS SOBRE SALUD, CONDICIÓN FÍSICA Y RENDIMIENTO COGNITIVO

PRESENTADA POR:

SERGIO RELOBA MARTÍNEZ

DIRIGIDA POR:

DR. D. IGNACIO MARTÍN TAMAYO
DR. D. EMILIO J. MARTÍNEZ LÓPEZ
DR. D. LUIS JAVIER CHIROSA RÍOS

JAÉN, 14 DE MARZO DE 2016

ISBN 978-84-16819-72-0

Dr. Ignacio Martín Tamayo

Doctor en Psicología, Universidad de Granada

Dr. Emilio J. Martínez López

Doctor en Didáctica de la Educación Física, Universidad de Jaén

Dr. Luis Javier Chirosa Ríos

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada

CERTIFICAN:

Que la presente Tesis Doctoral titulada *"ACTIVIDAD FÍSICA EXTRACURRICULAR EN EDAD ESCOLAR. EFECTOS SOBRE SALUD, CONDICIÓN FÍSICA Y RENDIMIENTO COGNITIVO"* ha sido realizada bajo nuestra dirección, por Dª. Sergio Reloba Martínez para optar al grado de Doctor en el Programa Oficial de Doctorado en Ciencias sociales y jurídicas. Concluida y reuniendo a nuestro juicio, las condiciones de originalidad y rigor científico necesarios, autorizamos su presentación a fin de que pueda ser defendida ante el tribunal correspondiente. Y para que así conste, expiden y firman este informe en Jaén, a 25 de enero de 2016.

Dr. Ignacio Martín Tamayo	Dr. Emilio J. Martínez López	Dr. Luis Javier Chirosa Ríos

"Nuestras controversias parecerán tan raras a las edades futuras, como las del pasado nos han parecido a nosotros"

Jean Jacques Rousseau

Agradecimientos

Me gustaría que estas palabras sirvieran para expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera han colaborado en la realización de este trabajo, en especial al Dr. Ignacio Martín Tamayo, Dr. Luis Javier Chirosa Ríos y Dr. Emilio J. Martínez López, directores de esta investigación, por su orientación, supervisión y seguimiento a lo largo de todos los años de elaboración de este proyecto.

Mis más sinceras gracias al Dr. Ignacio Martín Tamayo, por visualizar el proyecto mucho antes de su nacimiento, por sus enseñanzas, empatía y apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr. Luis Javier Chirosa Ríos, por transmitirme su amor y entusiasmo hacia la investigación. Por impregnarme del trabajo metódico y de las fuerzas para no rendirme ante las puertas cerradas.

Al Dr. Emilio J. Martínez López, por su capacidad de comprensión, así como por la utilidad de sus enseñanzas, consiguiendo hacerme dudar en numerosas ocasiones de verdades asumidas.

Al grupo de investigación IDAFISAD, por abrirme las puertas desinteresadamente y ponerme en contacto con los profesionales más adecuados para que esta tesis alcanzara la visión multidisciplinar que precisaba.

A la Dra. Laura Guerrero Almeida, por su pasión por la Educación Física. Por su valor para replantear nuevas fórmulas de trabajo y generar la base de esta tesis doctoral.

Al Dr. Rafael Reigal Garrido, por su constante colaboración y trabajo desinteresado. Por abrirme a nuevos campos de conocimiento y enriquecer la calidad de los trabajos presentados de manera realmente significativa.

Al CEIP Cándido Nogales, CEIP Los Llanos y a todos sus integrantes, quienes me acogieron y apoyaron como a un compañero más durante la realización de los estudios realizados.

A Javi, por compartir esos momentos de frustración que se generan irremediablemente en la elaboración de una tesis doctoral, comprendiendo como nadie los mismos.

A todos los pequeños deportistas que han participado en las investigaciones propuestas, contagiando felicidad y optimismo.

Por último, me gustaría también agradecer a mi familia su apoyo pleno e incondicional.

A Natalia, mi compañera de viaje y a mis padres y hermano, quienes siempre confiaron ciegamente en mis posibilidades, ofreciéndome la seguridad necesaria para superar las numerosas adversidades halladas en el camino.

Gracias a todos y cada uno de vosotros, por hacer posible este trabajo.

INDICE DE CONTENIDOS

Investigación desarrollada en la Tesis Doctoral 23
Notas para el lector 25
RESUMEN GENERAL DE LA TESIS 27
I**NTRODUCCIÓN GENERAL** 31
OBJETIVOS 39
METODOLOGÍA 43
Participantes 46
Diseño 46
Procedimiento 47
Instrumental 48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 51
Estudios de Revisión 55
ESTUDIO I. Programas de ejercicio físico extraescolar Revisión de la literatura 57
RESUMEN: 57
INTRODUCCIÓN 59
MÉTODO 60
Estrategias de búsqueda bibliográfica 60
Criterios de inclusión y exclusión 61
RESULTADOS 62
DISCUSIÓN 69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 72
ESTUDIO II. Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares. Revisión de la literatura actual 91
RESUMEN 91
INTRODUCCIÓN 93
MÉTODO 94
Estrategias de búsqueda bibliográfica 94
Criterios de inclusión y exclusión 95
RESULTADOS 95
DISCUSIÓN 105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 107
Estudios Empíricos 113

ESTUDIO III. Efectos de la actividad física extraescolar sobre índices de salud y rendimiento físico de una muestra preadolescente 115
RESUMEN 115
ABSTRACT....116
INTRODUCCIÓN....117
MÉTODO 118
Sujetos 118
Diseño e Instrumentos 119
Procedimiento....120
Análisis Estadístico 121
RESULTADOS 121
DISCUSIÓN 125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 130
ESTUDIO IV. Efectos de un programa escolar de alta intensidad intermitente sobre la salud y la condición física de niños en edad escolar 137
RESUMEN 137
ABSTRACT....138
INTRODUCCIÓN....139
MÉTODO 141
Sujetos 141
Diseño 142
Procedimiento e instrumentos de medición 142
Programas de entrenamiento 144
Análisis Estadístico 145
RESULTADOS 146
DISCUSIÓN 151
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 157
ESTUDIO V. Efectos de la actividad física de alta intensidad sobre los niveles de atención de una muestra preadolescente 169
INTRODUCCIÓN....171
METODO 172
Participantes 172
Diseño 173
Instrumentos....173
Procedimiento....175

Análisis de datos.....176
RESULTADOS 177
DISCUSIÓN 181
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 184
CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA DE FUTURO 191
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS NO PUBLICADAS EN LOS ESTUDIOS PRESENTADOS 197
ANEXOS.....205

ÍNDICE TABLAS

Estudio I. Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura

Tabla I. Índices de medición utilizados en los artículos descriptivos y de intervención realizados 62

Tabla II. Características metodológicas de los programas de intervención llevados a cabo en los diferentes estudios revisados 63

Tabla III. Estudios de intervención con metodologías de trabajo de moderada intensidad 65

Tabla IV. Estudios de intervención con metodologías de trabajo de alta intensidad. 67

Tabla V. Características principales de los programas de intervención incluidos en el artículo de revisión 83

Estudio II. Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: Revisión de la literatura actual

Tabla I. Mediciones utilizadas y métodos de evaluación de las mismas en los estudios descriptivos y de intervención revisados 96

Tabla II. Principales características de los artículos descriptivos analizados en la revisión. 99

Tabla III. Descripción de los programas de intervención llevados a cabo en los 6 estudios experimentales revisados. 101

Tabla IV. Principales características de los artículos de intervención analizados en la revisión. 104

Estudio III. Efectos de la actividad física extraescolar sobre los índices de salud y rendimiento físico de una muestra preadolescente

Tabla 1. Descriptivos Ítems sobre Frecuencia AF 121

Tabla 2. Descriptivos de los estadísticos de salud y rendimiento físico medidos a lo largo del estudio en los momentos PRE y POST: IMC, Velocidad alcanzada, FC máxima y VO_2Max 122

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a las variables de condición física y salud antes de comenzar el programa de AF extraescolar. 123

Tabla 4. Medias marginales estimadas de los estadísticos de salud y rendimiento físico medidos a lo largo del estudio tras la realización del ANCOVA 125

Estudio IV. Efectos de un programa escolar de alta intensidad intermitente sobre la salud y la condición física de niños en edad escolar.

Tabla 1. Detalles del bloque específico de entrenamiento interválico de alta intensidad llevado a cabo durante las 12 semanas de duración de la intervención. 145

Tabla 2. Características de salud y rendimiento físico antes y después de 12 semanas de actividad física extraescolar aeróbica de moderada intensidad (AFAMI) o de alta intensidad (AFAII). 146

Tabla 3. Características antropométricas antes y después de 12 semanas de actividad física extraescolar aeróbica de moderada intensidad (AFAMI) o de alta intensidad (AFAII). 147

Tabla 4. Resultados estadísticos extraídos tras el análisis de los valores proporcionados por los dispositivos Bodyguard, Firstbeat. 148

Tabla 5. Resultados relativos a la capacidad músculo-esquelética del tren inferior 150

Estudio V. Efectos de la actividad física de alta intensidad sobre los niveles de atención de una muestra preadolescente

Tabla 1. Detalles del bloque específico de cada sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad (20 minutos de los 40 de duración total) llevado a cabo durante las 12 semanas de duración de la intervención. 176

Tabla 2. Características de ambos grupos previas a la intervención. Diferencias estadísticas realizadas tras la realización del ANOVA de un factor. 177

Tabla 3. Comparaciones simples para resultados relativos a figuras y búsqueda de letras 179

Tabla 4. Descriptivos y normalidad de las variables de Aptitud cardiorrespiratoria tenidas en cuenta en el estudio en los momentos PRE y POST: Vpico; VO_2máx indirecto 180

ÍNDICE FIGURAS

Estudio III. Efectos de la actividad física extraescolar sobre los índices de salud y rendimiento físico de una muestra preadolescente

Figura 1. Resultados de IMC, Vpico, FCmáx, VO_2máx de los tres grupos y diferencias apreciadas entre los mismos 123

Estudio IV. Un programa escolar de alta intensidad intermitente logra mejorar la salud y la condición física de niños en edad escolar.

Figura 1. Diferencias estadísticas halladas entre grupos en los momentos antes/después tanto de la variable Vpico como de VO_2máx tras la realización del test de 20 metros. 146

Figura 2. Resultados de agilidad/velocidad y salto de longitud tras aplicación de Alpha fitness. 147

Estudio V. Efectos de la actividad física de alta intensidad sobre los niveles de atención de una muestra preadolescente

Figura 1. Resultados relativos a amplitud de atención de ambos grupos en las variables SNA, FCA, FCB. 176

Figura 2. Comparaciones simples para aciertos y errores ERA en ejercicios A (ACA) y B (ACB) de atención selectiva. 177

Figura 3. Diferencias estadísticas halladas entre grupos en los momentos antes/después para las variables Vpico y VO_2máx tras la realización del test de 20 metros. 179

ÍNDICE DOCUMENTOS ANEXOS

1. Permisos especiales

1.1. Informe comité de Bioética U. Jaén

1.2. Informe comité de Ética U. Granada

1.3. Autorización centro 1 para toma de datos

1.4. Autorización centro 2 para toma de datos

1.5. Carta tipo jefe de departamento EF

1.6. Consentimiento participación de familias

2. Informes tipo ofrecidos a familias

2.1. Informe tipo 1 (Valores ejemplificados)

2.2. Informe tipo 2 (Valores ejemplificados)

2.3. Plantilla de apoyo a lectura de informes

2.4. Plantilla de apoyo a lectura de informes II

3. Cuestionarios y test utilizados en este libro

3.1. Cuestionario hábitos de salud 1º intervención

3.2. Test de atención (Intervención II). Proyección de la prueba

3.3. Hoja de respuestas utilizada en test de atención

4. Artículos

4.1. Estudio IV. Versión en inglés. (En revisión en Motriz EF deportes)

4.2. Versión original Estudio I. Salud pública de México

4.3. Certificado publicación Estudio II. Revista Andaluza de Medicina del Deporte

GLOSARIO

ACA: Aciertos A
ACB: Aciertos B
Act: Actividad
AF: Actividad física
AFAII: Actividad física de alta intensidad con ejercicios de carácter intermitente
AFAMI: Actividad física aeróbica de moderada intensidad
AFMV: Actividad Física Moderada Vigorosa
ANCOVA: Análisis de Covarianza
ANOVA: Análisis de varianza
CA: Capacidad Aeróbica
CF: Condición física
DI: Duración de la intervención
Dt: Desviación típica
DTE: Distancia hasta el agotamiento
E: Edad
Ed: Educación
EF: Educación Física
EPOCpico: Pico de consumo de Oxígeno post-ejercicio
ERA: Errores A
ERB: Errores B
Errortip: Error típico
FC: Frecuencia Cardiaca
FCA: 6 Figuras y colores A
FCB: 8 Figuras y colores B
FCmáx: Frecuencia Cardiaca Máxima
FS: Frecuencia semanal
GAF: Grupo de Actividad física
GC: Grupo Control
GD: Grupo Deportes
GE: Grupo experimental
GI: Grupo intervención
IMC: Índice de Masa Corporal
Lpm: Latidos por minuto
M: Media
MC: Medidas Cognitivas
MD: Minutos diarios
MF: Medidas Físicas
MVPA: Moderate to vigorous physical activity
n: tamaño muestral
PA: Physical activity
PC: Pliegue cutáneo

Per: Percentil
Pmáx: Potencia aeróbica máxima
RA: Rendimiento Académico
Rec: Tiempo de recuperación
Sent: Sentadillas
SNA: Span 6 números A
SNB: Span 8 números B
TS: Tiempo de sesión
TTE: Tiempo hasta el agotamiento
V: Velocidad
VFC: Variabilidad de la frecuencia Cardiaca
VMprop: Velocidad Media propulsiva
VO_2máx: Volumen de Oxígeno Máximo
Vpico: Velocidad pico alcanzada en test de esfuerzo máximo

Investigación desarrollada en la Tesis Doctoral

En la presente Tesis Doctoral se han desarrollado y presentado los siguientes estudios:

Artículos

Reloba, S., Martín, I., Martínez EJ., Guerrero, L. (2015). Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura. *Salud Pública de México, 6* (57), 568-576.

Reloba, S., Chirosa, L.J., Reigal, R. E. (2015). Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: Revisión de la literatura actual. *Revista Andaluza de Medicina del deporte*. ACEPTADO PARA PUBLICACIÓN

Reloba, S., Martín, I., Guerrero, L., Reigal, R. E., Moral, J. E., Chirosa, L. J. (2015). Efectos de la actividad física extraescolar sobre índices de salud y rendimiento físico de una muestra preadolescente. *Apunts, Educación Física y deportes*. ENVIADO

Reloba, S., Chirosa, L. J., Martín, I., Guerrero, L., López, M. A., Campos, C. (2015) An after-school, high-intensity, interval physical activity programme improves health-related fitness in children. *Motriz. Journal of Physical Education*. ENVIADO

Reloba, S., Reigal, R. E., Hernández-Mendo, A., Martínez-López E. J., Martín, I., Chirosa, L. J. (2015) Efectos de la actividad física extracurricular vigorosa sobre niveles de atención de preadolescentes. *Revista Psicología del Deporte*. ENVIADO

Comunicaciones en congresos

Reloba, S., Chirosa, L. J., Martín, I., Aguilar, J. Beneficios de la actividad física extraescolar en la salud y la condición física de preadolescentes. VII Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Granada, 15-17 noviembre de 2012.

Notas para el lector

La utilización del género masculino como generalizador en el uso del lenguaje escrito en esta investigación responde únicamente a criterios de simplicidad y fluidez en su redacción y lectura.

Las referencias bibliográficas presentadas en esta Tesis Doctoral están situadas justo después de cada apartado. El formato de las mismas varía en función de la revista a la que ha sido enviado cada artículo. En el resto de casos se ha seguido las normas APA 6ª edición y son presentadas al final del documento, en el apartado de Referencias Bibliográficas.

El estudio IV, fue traducido al inglés para su publicación. En la sección de resultados y discusión, se presenta la versión en castellano correspondiente, recogiéndose la original dentro del epígrafe de anexos. El resto de artículos fueron presentados en castellano.

RESUMEN GENERAL DE LA TESIS

Resumen general:

La principal finalidad de esta tesis doctoral fue la de conocer los efectos que sobre salud, condición física y rendimiento cognitivo produce la actividad física (AF) extracurricular. Dos intervenciones con sujetos de 8 a 12 años fueron realizadas para ello. Como variables dependientes se emplearon entre otros el VO_2máx, el Vpico, el índice de masa corporal, y el nivel de atención. Se consideró como principal variable independiente *el tipo de AF practicada* por las muestras objeto de estudio. Según los resultados desprendidos de este trabajo, la AF extraescolar de moderada intensidad parece ser una herramienta útil para prevenir la obesidad, si bien, la condición física de los participantes no consigue resultados realmente significativos. Por otro lado, parece existir una fuerte relación entre intensidad de AF, mejora cardiovascular y funciones cognitivas, por lo que diseños de programas físicos con metodologías de intensidad más elevada, podrían conseguir resultados altamente beneficiosos y mejorar la calidad de las ofertas actuales de AF.

Palabras Clave: Deporte extraescolar, niños, salud, condición física, rendimiento cognitivo escolar.

Summary:

The main purpose of this thesis was to know the effects on health, physical condition and cognitive performance produced by extracurricular physical activity (PA). Two interventions, with subjects between 8-12 years, were made. Different indicators (VO2máx, Vpeak, BMI, attention, etc.) were used as dependent variables. The main independent variable considered, was the type of PA practiced by the samples under study. According to the results of this work, moderate intensity PA, seems to be a useful tool to prevent obesity, although, physical condition of the participants does not get really significant results. On the other hand, a strong relationship between intensity of PA, cardiovascular improves and cognitive functions, was demonstrated. In this sense, we consider that, designs of physical programs with higher intensity, could get high beneficial results and improve the quality of offers of current PA.

Keywords: Afterschool physical activity, children, health, fitness, school cognitive performance.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Introducción general

Los problemas de salud asociados a hábitos de vida inactivos en la infancia y adolescencia han estado presentes en las sociedades avanzadas desde hace varias décadas. El concepto de actividad física pediátrica, acuñado por autores como Sánchez (2011) y que implica un enfoque de la AF dirigida hacia la consecución de niveles óptimos de salud en niños/as, surge con fuerza como solución a estos problemas de manera paralela a los mismos. Sin embargo, la forma de entender este tipo de AF, no siempre ha sido la misma, estando sujeta a un proceso de continuo cambio asociado a la asignatura de Educación Física, hasta lo que hoy día entendemos como prácticas de AF saludable.

Aunque a lo largo de la historia diferentes culturas han podido considerar la AF como un medio para preservar y mejorar la salud física y mental (Paffenbarger, Blair y Lee, 2001), podemos situar el comienzo de la AF pediátrica allá por mitad del siglo XX, donde la AF dirigida a discentes comienza a orientarse hacia una salud preventiva, tomando como referencia los problemas hallados en la vida adulta en un primer momento (años setenta y ochenta) para posteriormente focalizar la atención en la salud del niño en concreto (años noventa) (Devís y Beltrán, 2007; Devís y Peiró, 1993; García, 1998; Pastor-Vicedo, Gil-Madrona, Prieto-Ayuso, González-Víllora, 2015). Desde estos años y hasta la actualidad, las exigencias motoras de la asignatura de EF en infantes se han ido reduciendo progresivamente hacia una concepción cada vez más lúdica, educativa y pediátrica, con el fin de afianzar un estilo de vida saludable desde etapas tempranas de la vida (Sánchez, 2011).

Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos por conseguir hacer de la AF una eficaz herramienta para combatir los numerosos problemas de salud asociados a hábitos de inactividad, el crecimiento de los índices de sobrepeso y obesidad infantil en los últimos años unidos al sedentarismo cada vez mayor de esta población, se ha convertido en un problema de calado en la sociedad del siglo XXI. El aumento del tiempo frente a pantallas o televisores, los hábitos alimenticios cada vez más alejados de dietas tradicionales, o la disminución progresiva de transportes activos, están generando que la actual coyuntura sea cada vez más preocupante.

Como respuesta a esta agravante situación, en los últimos años hemos sido testigos de una importante eclosión de propuestas de AF extracurricular, que se perfilan como complemento de las horas de AF que los niños y niñas en edad escolar practican dentro del currículo educativo oficial, las cuales resultan insuficientes según cada vez más autores relevantes en la materia (Janssen, 2007; Janssen y Leblanc, 2010; Martínez-Gómez et al., 2010; Sallis, Patrick y Long, 1994). Estas propuestas de AF se han abierto paso en el ámbito de la EF tanto a nivel práctico, a través de programas concretos ofrecidos por instituciones públicas y privadas, como a nivel académico con el fin de encontrar el camino más adecuado para mejorar los estándares de salud de la población infantil actual, meta ésta convertida en el presente, en una asignatura pendiente para los profesionales de la EF.

En referencia a la investigación sobre este tipo de AF emergente, si bien en los últimos años se han conseguido esclarecer relevantes premisas a tener en cuenta, tales como el importante efecto de aumentar el número de horas de práctica de AF sobre diferentes índices de salud (Ara et al., 2006; Hasseltrom et al., 2008; Kriemler et al.,

2010; Salcedo et al., 2010). Otros interrogantes sobre aspectos clave se abren paso firmemente generando nuevas incógnitas; ¿Qué volumen e intensidad de AF es realmente necesaria en el trabajo con niños/as?, ¿Se dedica el tiempo adecuado para el desarrollo del acondicionamiento físico en estas edades?, ¿Qué grado de influencia (positiva o negativa) pueden generar los programas de AF extracurricular sobre el rendimiento académico de sus participantes?

Las respuestas a estas preguntas suscitan en la actualidad diferentes puntos de vista, planteamientos heterogéneos y determinados grados de controversia. Cabe destacar en este sentido, el interesante debate, con base en las características metabólicas puestas en juego durante el ejercicio en la etapa del crecimiento y el cual constituye uno de los ejes vertebradores de esta tesis doctoral. Asimismo, frente a la tradicional creencia de la idoneidad de los ejercicios de carácter aeróbico en niños dada su capacidad anaeróbica glucolítica deficiente, en los últimos años surgen importantes estudios que ponen en tela de juicio los planteamientos científicos relacionados con estas afirmaciones (Guerrero y Naranjo, 2005) y abogan por una AF de mayor intensidad así como el entrenamiento más específico de capacidades físicas básicas, como vía esencial para conseguir una mejor condición física y salud en la niñez que desemboque a su vez en una mayor capacidad aeróbica y por tanto unos mejores niveles de salud en la vida adulta (Baquet, Guinhouya, Dupont, Nourry, Berthoin, 2004; Faigenbaum, 2005; Gamelin, 2009; Myer y Faigenbaum, 2011; Nourry, 2005; Rosenkranz, Welk y Dzewaltowski, 2011; Yu et al., 2005).

Este apasionante debate resulta de gran relevancia en la organización de programas de AF escolar, ya que se están cuestionando las características fisiológicas de

los destinatarios a los que van dirigidos estos programas. Al respecto, Guerrero (2007) en su tesis “Análisis ventilatorio de la participación relativa del metabolismo aeróbico y anaeróbico en niños” sostiene que el estudio del ejercicio de vigorosa intensidad en infantes debería recibir mayor atención, ya que las actividades y juegos que éstos practican de forma natural y espontánea, son y han sido siempre ejercicios de alta intensidad y corta duración. Esta línea argumental resulta cuanto menos coherente y lleva a reconsiderar ciertos temores en relación a las contraindicaciones acerca de los ejercicios de intensidad elevada, desencadenantes de funciones anaeróbicas. De esta manera, la afirmación expuesta en relación a la intensidad en los juegos espontáneos de niños puede extrapolarse a otras situaciones de ejercicio físico llevadas a cabo por grupos concretos de sujetos en estas edades, como son los entrenamientos desde categorías iniciales en clubs o equipos deportivos específicos. Tomando como referencia los deportes colectivos (con mayor tasa de demanda por niños y jóvenes en nuestro país), desde categorías pre-benjamines los jugadores ejecutan prácticas de juego real, a nivel de competición, que implican actividades acíclicas, discontinuas y con intervalos, que requieren mantener tanto la capacidad aeróbica como anaeróbica, siendo esta última determinante (Terrados, Calleja-González y Schelling, 2011). A pesar de que el binomio deporte escolar competitivo y lesiones es frecuente (Granero, Ruiz y García, 2006), no existen en nuestro conocimiento estudios que relacionen las lesiones producidas con los metabolismos energéticos puestos en juego, estando principalmente relacionadas con una incorrecta adaptación de espacios y materiales y con la ansiedad ante los resultados derivados de la competición (Delgado y Tercedor, 2002; Olive, 2000; Pérez-Turpin et al., 2008).

Sea de una u otra forma, el aumento de estudios sobre programas de AF extraescolar en niños y niñas, unido a los avances que estas investigaciones conllevan sobre la calidad de los mismos, permiten contemplar el futuro de este tipo de AF, cada vez de mayor relevancia en la sociedad, de manera cuanto menos optimista. En un intento por contribuir a este deseo común, en este trabajo se pretende llevar a cabo un análisis de la AF extracurricular en la actualidad, centrándonos en la etapa de educación primaria. Dada la controversia entre diferentes aspectos hallados, el planteamiento de este trabajo ha sido elaborado siguiendo las líneas previamente expuestas, con el fin de conocer posibles alternativas reales de ejercicio físico que ayuden a planificar programas eficientes durante esta etapa del crecimiento.

El desarrollo del trabajo se inicia con una revisión de la literatura científica actual, que ofrece una visión específica de la AF extracurricular y sus efectos sobre la salud, condición física y el bienestar general de niños en edad escolar. Partiendo de este análisis, se planteó la necesidad de conocer los efectos que sobre la salud y la condición física producen estas prácticas y generar la base para plantear nuevas propuestas, acordes con las necesidades halladas. Además, se estudió la relación entre la AF y el rendimiento cognitivo del niño, con el fin de comprobar cómo la dedicación habitual de AF, puede influir en el rendimiento académico de escolares, aspecto de fundamental importancia en estas edades.

Tres estudios de campo además de dos revisiones sistemáticas se realizaron para conseguir dichas finalidades. Durante la primera intervención, se analizó el grado de influencia de un programa de AF con una metodología de trabajo similar a la utilizada en un elevado número de centros educativos en la actualidad, dando lugar al estudio III.

Los resultados de este primer trabajo, unido a las conclusiones extraídas en las revisiones de la literatura científica correspondientes a los Estudios I y II, dieron lugar al planteamiento una segunda intervención, de la que se originan los estudios IV y V, y en la que se planteó como objeto de estudio la comparación entre dos programas de entrenamiento físico en niños, con frecuencia recurrentes en la actual literatura, la AF aeróbica de moderada intensidad y la AF de alta intensidad, con el fin de observar si el tipo de AF practicada en estas edades puede influir en la salud y la condición física (Estudio IV) así como en el desarrollo cognitivo del preadolescente (Estudio V).

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir los efectos de la AF extracurricular sobre niños y niñas en edad escolar, y analizar las diferentes metodologías de trabajo implementadas en este tipo de programas de AF, con el fin de llegar a conclusiones que permitan optimizar las ofertas de AF extraescolar actuales.

Objetivos específicos

El desarrollo de la investigación planteada, ha girado en torno a tres grandes objetivos que conforman el eje vertebral de esta tesis doctoral:

1. Determinar qué efectos produce la AF extracurricular sobre la salud y la condición física de escolares. (Estudio III, Estudio IV)

2. Comparar programas de AF escolar con metodologías de trabajo de diferente naturaleza existentes en la literatura científica. (Estudio IV, V)

3. Estudiar la relación entre la AF y el rendimiento cognitivo del niño con el fin de observar como la dedicación habitual de ejercicio físico puede influir en el rendimiento académico de escolares. (Estudio V)

METODOLOGÍA

Metodología

Las actuales exigencias de AF planteadas por expertos, para lograr estilos de vida saludables en niños, dan una importancia cada vez mayor a la AF extracurricular. La principal razón de este protagonismo, radica en la naturaleza de estos programas, que ofrecen a las familias la posibilidad de tener a sus hijos protegidos y controlados, sin renunciar a la práctica de ejercicio y al disfrute de juegos con sus iguales. En este sentido, la responsabilidad de crear programas de AF extraescolar de calidad, va en aumento, al ser éstos, medios cada vez más influyentes en nuestra sociedad para atajar los problemas de sedentarismo y sobrepeso infantil anteriormente mencionados.

Es por ello que, el motivo principal que genera este trabajo parte de la necesidad de dar oportunidades a las nuevas generaciones para conseguir niveles de salud y forma física adecuados a través de programas de ejercicio físico extraescolar de calidad, que faciliten el paso a una vida adulta saludable.

Tomando como base las conclusiones extraídas en la revisión literaria efectuada (Estudios I y II), se propusieron tres estudios empíricos (Estudios III, IV, V) de los cuales el IV y V formaron parte de la misma intervención. Durante el primero de ellos (Estudio III, Intervención I), se analizó el grado de influencia de un programa de AF con una metodología de trabajo similar a la utilizada en un elevado número de centros educativos en la actualidad. Los estudios IV y V (Extraídos de la intervención II), se basaron en determinar los efectos de dos programas de entrenamiento físico en niños, con frecuencia recurrentes en la actual literatura, la AF aeróbica de moderada intensidad y la AF de alta intensidad con el fin de observar si el tipo de AF practicada en

estas edades, puede influir en la salud y la condición física (Estudio IV) así como en el desarrollo cognitivo del preadolescente (Estudio V).

Participantes

La muestra objeto de estudio estuvo compuesta por niños y niñas de entre 8 y 12 años, de las provincias de Jaén y Granada, escolarizados en centros educativos públicos de la consejería de educación, cultura y deportes de la Junta de Andalucía. En el estudio III, la muestra estuvo formada por un total de 80 sujetos entre 10 y 12 años, con una edad media de 10,83 ±0,7 años. Los estudios IV y V por su parte, extraídos ambos de la segunda investigación realizada en esta tesis doctoral, contaron con una muestra de 94 estudiantes, con un rango de edad de entre 7 y 9 años (Edad media 8,23±0,7años).

Diseño

Dos investigaciones longitudinales, ambas con diseño cuasiexperimental, fueron llevadas a cabo. La primera de las intervenciones realizadas (estudio III), consistió en un pretest-postest en el que se tuvo en cuenta como variables independientes, el tipo de AF practicada y el sexo de los participantes, y como variables dependientes, varios indicadores de condición física y salud como Vpico, FCmáx, VO_2máx e IMC. La segunda intervención, mostrada en los estudios IV y V como motivo de la adaptación a las exigencias de formato de las revistas científicas, también consistió en un pre-postest. En estas investigaciones se contó con el tipo de AF practicada por participantes como variable independiente, y se consideró como variables dependientes indicadores de condición física, salud (Estudio IV) y rendimiento cognitivo presentado (Estudio V).

En el estudio III, se trabajó con grupos no equivalentes (León y Montero, 2003) según diferentes tipos de AF realizada durante un curso escolar. En los estudios IV y V se realizó un trabajo intersujetos a través del análisis de las diferencias halladas entre las medias de dos tratamientos con grupos naturales similares (Ato, López y Benavente, 2013). Dadas las características de los datos y los instrumentos de recolección utilizados, sendos estudios comparten una metodología cuantitativa.

Procedimiento

El estudio III, tuvo una duración de 24 semanas. Consistió en la puesta en marcha de un programa deportivo extraescolar ofertado en centros públicos andaluces desde el año 2006 y denominado "Deporte en la escuela" (Decreto 6/2008 de 15 de enero), realizando dos sesiones semanales. Las sesiones constaban de tres partes, una primera de calentamiento y juegos lúdicos variados, una segunda parte de tareas cuyo objetivo era trabajar técnicas básicas de diferentes modalidades deportivas y una última parte, de práctica en situación de juego real.

Partiendo de las conclusiones de esta investigación piloto, se planteó la segunda intervención de la que son fruto los estudios IV y V. La duración de la misma fue de 12 semanas, con dos sesiones semanales de 40 minutos y consistió en poner en marcha dos programas de AF de manera paralela para comparar los resultados de dos metodologías de trabajo diferentes. Por un lado, se llevó a cabo un programa de AF aeróbica de moderada intensidad similar al realizado en la primera intervención y estructurado en 20 minutos de actividades aeróbicas de moderada intensidad (actividades y juegos lúdicos) y 20 minutos de actividades deportivas. Durante estos primeros 20 minutos se

realizaban juegos de velocidad tradicionales (pilla-pilla, pañuelo, policía y ladrón, etc.), juegos con limitaciones en participantes al azar (corriendo sólo por líneas de la pista polideportiva, piernas unidas u ojos vendados, etc.), juegos con balones u otro material alternativo, juegos en grupos, parejas, tríos, etc. Los participantes eran motivados constantemente para que se implicaran al máximo en el desarrollo de las actividades planteadas. Por el otro lado, se elaboró un programa de AF de alta intensidad intermitente teniendo en cuenta planteamientos propuestos en la literatura analizada en estudios de revisión previos (Faigenbaum y Myer, 2011; Behringer et al., 2010; Baquet et al., 2003; Baquet et al., 2004). Este programa consistió en 20 minutos de ejercicios intermitentes de alta intensidad (10-20 segundos aproximadamente) y 20 minutos de actividades deportivas (los programas compartían la segunda parte). Estas sesiones por su parte, comenzaban con series de sentadillas, seguidas de sprint y combinación de actividades a través de circuitos de salto, agilidad/velocidad, transportes de peso, arrastres, etc. Las actividades eran planteadas de manera lúdica y los participantes eran constantemente motivados para que ejecutaran los ejercicios intermitentes de alta intensidad con máximo esfuerzo. La selección de los volúmenes de las cargas y los estímulos dados en las sesiones fueron minuciosamente establecidos para conseguir la mayor eficacia de los mismos (Myer y Faigenbaum, 2011).

Instrumental

Los instrumentos que se utilizaron en la realización de los diferentes estudios fueron los siguientes:

Estudio III

- Tallímetro (Seca A 214) y báscula calibrada (Arimet 7hc (P -5.33)) para obtener *IMC* de los participantes
- Test de 20 metros, Course Navette (*EUROFIT*, 1993) para calcular, de forma indirecta, el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), así como la Velocidad máxima (*Vpico*)
- Pulsómetro (Polar S610i) durante la realización de la prueba para estimar FCmáx.
- Cuestionario sobre la práctica de AF realizada por preadolescentes de elaboración propia.

Estudio IV y V

- Batería ALPHA-Fitness.
  - Test de 20 metros. Permitiendo la extracción de VO_2max y Vpico alcanzada durante el test
  - Dinamómetro manual
  - Test de salto de longitud
  - Perímetro de la cintura.
- Monitor de frecuencia cardiaca y su respectivo software (Bodyguard, Firstbeat SPORTS software, Jyväskylä, Finlandia). Permitió estimar el EPOCpico durante el test de 20 metros a partir de la variabilidad del ritmo cardiaco

- Analizador de composición corporal: Tanita® *Body Composition* Monitor modelo BF-350, para medir el porcentaje de masa grasa, e índice de masa corporal, introduciendo previamente la altura.

- Equipo T-Force System (Ergotech, Murcia, Spain) para registrar VMprop del tren inferior.

- Software para medir rendimiento cognitivo: Se evaluó amplitud de atención y atención selectiva a través de la herramienta software para la evaluación psicosocial de deportistas y entornos deportivos (González, Hernández y Pastrana, 2010)

Los tres estudios siguieron propuestas metodológicas similares. Se informó, por escrito, al centro escolar y a los padres de los alumnos sobre el estudio que se quería realizar. Posteriormente, se obtuvo consentimiento informado de los padres y el permiso de la dirección del centro. Además, durante el proceso de la investigación, también se respetaron los principios de la declaración de Helsinki. Sendos estudios contaron con dos evaluaciones, antes y después de los programas de intervención.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados y Discusión

La sección de Resultados y Discusión se presenta en forma de artículos de investigación, respetando el contenido que ya ha sido originalmente publicado o que se encuentra sometido a revisión, en el momento de depósito de la presente tesis doctoral (enero, 2016).

Estudios de Revisión

Estudio I

Programas de ejercicio físico extraescolar Revisión de la literatura

RESUMEN: El objetivo de esta revisión fue realizar un análisis de la producción científica que sobre AF extra-curricular ha sido llevada a cabo hasta la fecha en niños occidentales de 6 a 12 años. Se utilizaron las bases de datos Medline/Pub-Med, Scopus y metabuscador Google Scholar, recogiendo esta búsqueda, artículos publicados entre enero de 1990 y mayo de 2013. Se analizaron un total de 104 publicaciones. Los indicadores de composición corporal son los más utilizados para valorar los resultados de los estudios, seguidos de aquellos que estiman la capacidad aeróbica máxima. Los artículos de intervención se presentan con unas características metodológicas muy heterogéneas, aunque existen tendencias claras en el uso de determinados aspectos. En cuanto a las revisiones, la mayoría son sistemáticas e incluyen meta-análisis, siendo el IMC el parámetro más utilizado.

Palabras clave: Revisión, actividad física, salud escolar, metodología, niño.

ABSTRACT: The purpose of this review was to analyze the scientific production about extra-curricular PA in western children of 6-12 years. Medline / Pub-Med, Scopus and Google Scholar were used. This search collects articles published between January 1990 and May 2013. A total of 104 publications were analyzed. The body composition parameters are best used to assess the results of the studies, followed by those which estimate the maximum aerobic capacity. Articles of intervention are presented with very heterogeneous methodological features but there are clear trends in the use of certain aspects. As for the reviews, most are systematic and include meta-analysis. In this studies, BMI is the most used parameter.

Keywords: peer review, motor activity, school health, methodology, child.

INTRODUCCIÓN

El ejercicio físico, entendido en términos de gasto energético realizado con el objetivo de mejorar la condición física, es una importante herramienta terapéutica para prevenir y tratar problemas de salud, entre los que destaca la obesidad infantil debido a su incremento considerable en los últimos años[1-2]. La distribución de grasa o la condición cardiovascular, está directamente relacionada con los niveles de fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad y coordinación[2-3] así como en el estado de salud de los más jóvenes, tal y como evidencian actuales investigaciones[3-4]. La práctica continuada de actividades que implican el movimiento de huesos y músculos (AF) en la infancia y adolescencia consigue disminuir la masa grasa y mejorar la composición corporal[5-6,3], aumenta la condición física y cardiovascular[7-9], mejora el contenido mineral oseo[5,10], y combate el sedentarismo entre la población más joven de manera eficaz[11-13].

Estos amplios efectos que sobre la salud tiene el ejercicio de manera particular y la AF de forma general, hacen que el desarrollo de hábitos activos en la población infantil y juvenil tome cada vez más importancia en la sociedad. En este sentido, se aprecia una tendencia en esta última década hacia el aumento de propuestas, a través de programas de AF extra-curriculares, mediante los cuales se ofrece la oportunidad a niños y jóvenes de incrementar sus rutinas de AF habitual[5, 14-15].

La investigación en relación a la realización de AF extra-curricular ha crecido de igual forma exponencialmente, aumentando en los últimos años de manera considerable. Existe una creciente preocupación en la literatura por el hallazgo de programas de intervención que alcancen efectos significativos en aspectos

relacionados con la salud y la condición física encontrando múltiples estudios al respecto con metodologías muy diferentes entre sí [7-8,11,16-17] y que se presentan como alternativas de AF extraescolar[8,3,6,18].

Esta heterogeneidad en la base de la literatura, unida a la importante descompensación en el número de estudios según el tipo de intervención planteada, provoca importantes discrepancias entre estudios de semejante naturaleza. En este sentido, resulta difícil discernir aspectos como las características comunes de las intervenciones de mayores logros o los indicadores de salud y de condición física más adecuados para valorar a niños y jóvenes.

El propósito de esta revisión fue realizar un análisis de la producción científica que sobre ejercicio y AF extra-curricular ha sido llevada a cabo hasta la fecha en niños occidentales de 6 a 12 años. Para ello se llevó a cabo una descripción pormenorizada de las características metodológicas y los índices de medición más recurrentes en la literatura y se realizó un análisis de los objetivos de las investigaciones revisadas, así como de sus resultados.

MÉTODO

Estrategias de búsqueda bibliográfica

Se revisaron artículos originales en inglés y español publicados en las bases de datos de Medline/Pub-Med, Scopus, y Google scholar, de enero de 1990 a mayo de 2013, de estudios descriptivos y de intervención, así como de revisiones literarias, sistemáticas y metaanálisis en relación a la utilización de programas de AF para lograr mejoras en cualquier parámetro observable en niños de 6 a 12 años de edad.

Las palabras clave utilizadas para la revisión propuestas en la búsqueda abarcaron por un lado a la población objeto de estudio: “preteens, children, school-age y childhood”; y por otro, a posibles modelos de AF: “Aftershool physical activity, sport participation y health promotion model”. Dichas palabras fueron insertándose en pareja en las distintas bases de datos (una de cada grupo) a través del conector AND hasta que todas las combinaciones fueron realizadas. La estrategia de búsqueda centró la atención en títulos/keywords. Se incluyeron además otros artículos referidos en estudios originales o de revisión.

La búsqueda desprendió un total de 1413 artículos de los cuales 104 fueron finalmente seleccionados. El trabajo siguió un protocolo de revisión de abstract para la inclusión/exclusión de estudios. Esta fue realizada por un investigador salvo controversia en la inclusión de trabajos. En tal caso se realizó una reunión con otros dos investigadores para llegar a un consenso.

Criterios de inclusión y exclusión

La selección de los estudios científicos estuvo basada en los siguientes criterios de inclusión: a) estudios de revisión, descriptivos o de intervención publicados en revistas con factor de impacto indexadas en bases de datos de prestigio internacional, b) artículos enfocados al análisis de programas de AF para niños de entre 6 y 12 años de edad, c) poblaciones occidentales. La duración de la intervención no fue utilizada como criterio. Por otro lado, como criterios de exclusión se establecieron: a) estudios científicos publicados en forma de resumen y/o comunicaciones cortas, b) redactados en idioma distinto al inglés o español, c) estudios anteriores a 1990, d) uso de muestras con características físicas y antropométricas desiguales o sin randomizar, e) estudios

dirigidos a poblaciones con problemas de salud severos, exceptuando problemas de sobrepeso u obesidad, y f) mala o nula explicación de los programas de intervención analizados.

RESULTADOS

La estrategia de búsqueda permitió obtener un total de 104 publicaciones: 29 trabajos descriptivos, 50 artículos de intervención, y 25 revisiones de la literatura científica sobre la temática. El 75,96% del total de publicaciones revisadas son artículos de intervención y descriptivos. En la tabla 1, se ofrece una clasificación estos estudios en función de los índices de medición utilizados para la extracción de resultados.

Tabla I. Índices de medición utilizados en los artículos descriptivos y de intervención realizados. Número total de veces que cada indicador aparece en un estudio. Porcentaje de artículos que usan cada uno de estos índices

Medición	***Parámetro utilizado***	***% Artículos descriptivos***	***% Artículos de intervención***
Antropometría	*Pliegues cutáneos*	*20,69%*	*6%*
	Perímetros corporales	*10,34%*	*16%*
	Composición corporal	*55,17%*	*68%*
Rendimiento físico	*Salto*	*17,24%*	*10%*
	Velocidad	*6,90%*	*6%*
	Fuerza	*24,14%*	*20%*
	Flexibilidad	*10,34%*	*8%*
	Capacidad Anaeróbica	*10,34%*	*10%*
	Capacidad Aeróbica Máxima	*37,93%*	*48%*
	Frecuencia cardiaca Máxima	*3,45%*	*12%*
Salud	*Niveles de AF*	*41,38%*	*36%*
	Podometría	*3,45%*	*6%*
	Acelerometría para controlar MVPA	*6,90%*	*14%*
	Variabilidad de Frecuencia cardiaca (Control de FC en reposo, basal)	*3,45%*	*8%*
	Control de FC para realizar MVPA	*3,45%*	*0%*
	Índicadores ventilatorios y pulmonares	*6,90%*	*4%*
	Tensión o presión arterial	*13,79%*	*14%*

	Hábitos de salud	*17,24%*	*20%*
	Indicadores bioquímicos (Sensibilidad a insulina; Colesterol, Triglicéridos)	*10,34%*	*22%*
	Control ingesta calórica	*6,90%*	*8%*
Factores psicológicos	*Autoconcepto*	*6,90%*	*6%*
	Somatotipo	*6,90%*	*0%*
Rendimiento cognitivo y académico	*Cualquiera*	*20,69%*	*4%*

Los índices de medición más utilizados en los artículos descriptivos son los de composición corporal, el 55,17% incluyen este parámetro entre sus resultados, seguidos de los indicadores que miden de una u otra manera los niveles de AF realizados por la población (41,38% del total de artículos). En lo que a intervenciones se refiere, esta revisión halló de igual manera, un número muy alto de estudios que incluyen la composición corporal como parámetro básico dentro de sus resultados, así el 68% de artículos lo utilizan, seguido de la valoración de la capacidad aeróbica máxima, (48% del total de artículos) encontrando una importante tendencia al uso del test de 20 metros de Leger.

Tabla II. Características metodológicas de los programas de intervención llevados a cabo en los diferentes estudios revisados

Metodología utilizada	***Categoría***	***nº***	***%***
Edad	*6 años*	*9*	*18%*
	7 años	*14*	*28%*
	8 años	*23*	*46%*
	9 años	*40*	*80%*
	10 años	*35*	*70%*
	11 años	*25*	*50%*
	12 años	*15*	*30%*
Sexo	*Masculino>Femenino*	*9*	*18%*
	Masculino<Femenino	*9*	*18%*
	Equidad (dt≤5%)	*12*	*24%*
	Femenino	*2*	*4%*
	Masculino	*3*	*6%*
	Sin determinar	*15*	*30%*

Tamaño Muestral	*n= 10-40*	*12*	*24%*
	n= 41-100	*11*	*22%*
	n= 101-200	*6*	*12%*
	n= 201-500	*13*	*26%*
	n= +501	*9*	*18%*
Duración de la sesión	*15-29 min*	*5*	*10%*
	30-44 min	*12*	*24%*
	45-59 min	*9*	*18%*
	60-89 min	*11*	*22%*
	+ 90 min	*7*	*14%*
	Sin determinar	*7*	*14%*
Frecuencia semanal	*1 día*	*2*	*4%*
	2 días	*12*	*24%*
	3 días	*16*	*32%*
	4-5 días	*8*	*16%*
	5-7 días	*5*	*10%*
	Voluntaria	*3*	*6%*
	Sin determinar	*6*	*12%*
Duración de la intervención	*Entre 2 y 7 semanas*	*9*	*18%*
	Entre 8 y 16 semanas	*15*	*30%*
	17 semanas a 9 meses	*12*	*24%*
	10 meses a 2 años	*8*	*16%*
	+ 2 años	*6*	*12%*
	Sin determinar	*1*	*2%*
Tipo de intervención	*AF*	*31*	*62%*
	AF + Control de ingesta calórica	*5*	*10%*
	AF+ Programa Ed saludable	*8*	*16%*
	AF+Control ingesta + Ed. Saludable	*2*	*4%*
	Programa Ed Saludable	*4*	*8%*
	Sin determinar	*1*	*2%*
Tipo de programa Realizado durante la intervención	*Metodología tradicional mediante juegos trad. y act. Cardiovasculares.*	*22*	*44%*
	Juegos deportivos	*2*	*4%*
	Act. Intermitentes de alta intensidad	*12*	*24%*
	Combinación a y b	*4*	*8%*
	Combinación b y c	*1*	*2%*
	Combinación a y c	*4*	*8%*
	Actividades para fomentar hábitos	*4*	*8%*
	Sin determinar	*1*	*2%*

a) Metodología cardiovascular, AF, juego; b) Juegos deportivos, deporte; d) Combinación a y b

Se aprecia variabilidad en cuanto a la duración de las sesiones empleadas, aunque destacan artículos que emplean sesiones de entre 30-44 min/día (24% del total), seguidos de aquellos con sesiones superiores a una hora. Un mayor consenso es observado en los patrones de frecuencia semanal de la sesión, siendo entre 2-3 sesiones semanales la elección de la gran mayoría de los programas llevados a cabo. En cuanto a

la duración de las intervenciones, existe una tendencia hacia la elección de duraciones que no sobrepasen los tres meses de experimentación.

Aunque existen un número elevado de intervenciones que combinan la variable programa de AF con otro tipo de variable independiente como clases de educación para la salud o control de ingesta calórica, la gran mayoría de los estudios optan por intervenir utilizando exclusivamente la AF como elemento para conseguir efecto en la muestra. En este sentido, se observa una clara relación entre el perfil del investigador y la elección de variables, de manera que el 100% de los autores que utilizan la combinación de dichas variables se encuentran directamente relacionados con el campo de la medicina[3,9,12].

En cuanto a clases de programas aplicados durante las intervenciones, las metodologías con diferencia más utilizadas en las distintas investigaciones, son por un lado aquellas basadas en juegos y actividades cardiovasculares, las cuales suponen el 44% del total y por otro, las actividades intermitentes de alta intensidad, siendo usadas en el 24% del total de estudios.

De los 29 artículos descriptivos, el 24,14% focalizan su atención en aspectos cualitativos relacionados con la AF extraescolar tales como conocer las motivaciones de escolares en relación a la AF[19], relaciones entre AF y autoconcepto[20] o descripción de hábitos saludables[21]. El 75,86% restante de artículos coinciden en observar el efecto de la AF en la condición física o la salud ofreciendo resultados positivos [14, 22-23]. Destaca el trabajo de Hastie, Sinelnikov y Wadsworth[22], el cual profundiza especialmente al respecto mostrando en su investigación efectos diferenciados entre entrenamiento específico y AF recreativa. Los resultados de este estudio arrojan diferencias significativas entre sus grupos tras la realización del *PACER test* $F_{1, 414} = 38.05$, $\eta^2=0,085$

p < 0,001, con medias favorables para el ejercicio físico específico (entrenamiento específico: x=70,39 vueltas; Dt=29,12; AF lúdico= x=51,19 vueltas; Dt=29,34).

Los resultados relativos a los artículos de intervención coindicen con los anteriores en la positiva relación entre AF y CF/salud (ver tablas III y IV. Para ampliar información consultar apéndice de revisión en ubicación web http://figshare.com/articles/AF_Extraescolar/1504094[24]). Los estudios que analizan otras variables como programas de educación saludable o control de ingesta calórica, también logran efectos positivos (98% del total) a excepción de la investigación dirigida por Robbins et al.[33], cuyo programa de educación saludable, no mostró resultados significativos a pesar de que el grupo intervenido experimentó mejoras.

Tabla III. Estudios de intervención con metodologías de trabajo de moderada intensidad

Autor principal	***Tipo***	***Resultados destacados***
Obert (2001)[34]	*a*	*Incremento de potencia aeróbica máxima (Pmáx=+ 23%, W* kg^{-1})*
Kain (2008)[35]	*a*	*Reducción prevalencia de obesidad; 17 a 12,3% y 14,1 a 10,3% en niños y niñas respectivamente*
HasselstrØm (2008)[36]	*a*	*Aumento de contenido mineral óseo en niñas respecto a G.C. (13,2% p<0,005).*
MacDonald (2008)[37]	*a*	*Aumento de contenido mineral óseo corporal total y lumbar de varones respecto a G.C. (1,7% p=0,03; 2,7% p=0,05)*
Reed (2008)[38]	*a*	*Aumento 20% en condición cardiovascular y disminución de presión sanguínea (5,7% respecto G.C)*
Lopes (2009)[39]	*a*	*Incremento AF de chicos (pre 81.97% ± 12.59 vs post 91.61% ± 7.89) y chicas, (pre 73.47% ± 17.91 vs post 82.79% ± 13.94)*
Ben Ounis (2010)[3]	*a*	*Disminución % de grasa corporal (% grasa=39,8±4,6 vs 35,3±5,4). Aumento de VO_2máx (24,6±2,5 vs 33,1±3,1)*
Colin-Ramirez (2010)[11]	*a*	*Aumento AF moderada (40%, p<0,04). Reducción tiempo frente videojuegos (del 23% al 13%, p< 0,01)*
Hartmann (2010)[40]	*a*	*Se halla efecto sólo en calidad de vida psicosocial de primeras edades (d=0.32; p <0,05)*
Kriemler (2010)[41]	*a*	*Aumento capacidad aeróbica (5%) y AF total realizada en la escuela (18% con respecto al inicio del estudio)*
Pescud (2010)[42]	*a*	*La pérdida de peso y mejora de la confianza influyeron en la continuidad.*
Salcedo (2010)[17]	*a*	*Reducción sobrepeso en niñas (de un 32% a un 26%) y colesterol total en niños (2,68%) y niñas (4,27%);*
Greening et al. (2011)[43]	*a*	*La intervención logra reducir el % de grasa un 2,14%. Aumento de AF y hábitos saludables (3,845% y 2,56% respectivamente).*
Magnusson (2011)[16]	*a*	*Aumento AF dentro del centro en varones (32,93%) durante el primer año.*

Moya (2011)[44]	*a*	*Descenso de indicadores de obesidad (IMC entre Per25 y Per75: % grasa corporal (-0,59%). P.C. tricipital (−1,25mm); IMC > Per75: % grasa corporal (−0,67%). P.C. tricipital (−1,87mm)*
Donnelly (2012)[45]	*a*	*Aumento de energía (Hidratos de carbono de 3 a 6%; grasa de5 a 7%). Mejoras en índices de colesterol (14,3% a favor).*
Hogg (2012)[46]	*a*	*Reducción IMC Per85 y Per<95 (pre 90,03±2,73; post 87,46±4,59, p<0,03)*
Mc Minn (2012)[47]	*a*	*Disminución pasos diarios (p<0,05) en relación a G.C. (G.E: 5062±1644 vs 4633±1722; G.C: 5827±1664 vs 4656±1431.)*
Robbins (2012)[33]	*a*	*Sin efectos significativos*
Sigmund (2012)[48]	*a*	*Aumento significativo de AF (de 1718 a 3247 pasos por día y de 2,1 a 3,6 Kcal / Kg por día) en relación con G.C.*
Wright (2012)[13]	*a*	*Reducción IMC en niñas (16,11% p<047).*
Yin (2012)[9]	*a*	*Se redujo % de grasa corporal y mejoró condición cardiovascular significativamente (p<0,009 y p<0,001 respectivamente)*
Dao (2004)[49]	*b*	*Aumento de VO_2max (2.3±0.3 vs 1.7±0.3 y 32.8±4.5 vs 26.7±4.1 ml/min/kg chicas y 2.8±1.9 vs 1.9±0.4 y 39.1±6.3 vs 27.975.1 ml/min/kg chicos)*
Rosenkranz (2011)[50]	*d*	*Aumento VO_2máx (~24%), disminución del colesterol total (~ 13%) y colesterol LDL (~ 35%)*
Ara (2006)[14]	*d*	*Disminución masa grasa del tronco y de la parte inferior de las extremidades (2,9±2,3 vs 3,7±4,1 kg; 2,4±0,9 vs 2,7±1,4 kg G.E. y G.C. respectivamente)*
Resaland (2011)[51]	*d*	*Aumento significativo pico de VO_2 un 8,8% respecto G.C. (p<0,001)*
Cordova (2012)[6]	*d*	*Aumento VO_2máx (ml/kg/min) (G.C: 31,4±4,1 G.AF 34,9±3,4 G.D 42,7±4,8) y Presión arterial sistólica (mmHg) (G.C: 114±15 G.AF: 113±7 G.D:108±17)*
Park (2012)[52]	*d*	*Dferencias en marcador de células madre hematopoyéticas ($CD34^+$ (0,03 ± 0,01 vs 0,11 ± 0,03%, p = 0,018).*

b) Metodología cardiovascular, AF, juego; b) Juegos deportivos, deporte; d) Combinación a y b

Tabla IV. Estudios de intervención con metodologías de trabajo de alta intensidad

Autor principal	***Tipo***	***Resultados destacados***
Sandercock (2012)[53]	*c*	*Mejoras Fuerza manual: (Última medida: -0,275±0,963* vs 0,243±1,680*); y Test 20m (Última medida: -0,052±0,958 vs -0,169±0,912*)* p<0,05; pre vs post respectivamente)*
Mc Manus (1997)[54]	*c*	*Aumento VO_2máx (p<0,05) y V pico en 5 segundos respecto G.C*
Fuchs (2001)[10]	*c*	*Efecto en densidad mineral ósea en relación al G.C. (2,0%)*
Baquet (2002)[7]	*c*	*Aumento VO_2max (l/m: 9,1%; ml/kg/min: 8,2% p<0,001)*
Baquet (2004)[8]	*c*	*Mejoras en salto de longitud (9,6%, p<0.001) y 20 metros (5,4%, p, 0.001) respecto a G.C.*
Faigenbaum (2005)[55]	*c*	*Aumento de Fuerza del tren inferior (G.E.1: 31,0%; G.E.2: 40,9%) respecto a G.C.*
Nourry (2005)[56]	*c*	*Aumento de capacidad vital forzada (7±4%; p=0,026) y VO_2máx (15,4%; p<0,001) respecto a G.C.*
Yu (2005)[57]	*c*	*Incremento de masa magra (GI: 0,8 kg (2,4%); GC: 0,3 kg (1,0%), p <0,05) y contenido mineral óseo (GI:+46,9 g (3,9%); GC:+33,6 g (2,9%), p< 0,05)*
Berthoin (2006)[58]	*c*	*Relación lineal entre la distancia hasta el agotamiento (DTE) y el tiempo hasta el agotamiento (TTE) en ejercicios de 15 segundos.*
Gamelin (2009)[59]	*c*	*Incremento VO_2máx (ml/kg/min) (pre: 51,6±2,8 vs post 54,1±3,4 p<0,05)*
Sgro (2009)[60]	*c*	*Diferencias entre grupos a favor de G.E. (a partir de semana 8: 5,7% en % de grasa corporal y 5,9% masa grasa total. A partir de semana 16, 10,5% en salto estático)*
Tan (2010)[61]	*c*	*Reducción IMC (25,4±2,2 vs 23,3±2,1) respecto a G.C.*

c) Actividades/ejercicio de alta intensidad; PC: Pliegues cutáneos; Per: Percentiles.

En lo referido a revisiones de la literatura científica, 25 trabajos fueron extraídos suponiendo el 24,14% del total de artículos, encontrando un elevado número de revisiones cuyos análisis están dirigidos a analizar intervenciones de AF con criterios metodológicos comunes.

En lo que a metaanálisis se refiere, casi la totalidad de estos centran su atención en el índice de masa corporal, encontrando en este sentido una alta tendencia al uso de este parámetro como medida de comparación. Todos los estudios miden la eficacia de la AF sobre el *IMC* encontrando resultados positivos la gran mayoría[25-27]. Solo los análisis realizados por Harris, Kuramoto, Schulzer y Retallack[31] y Metcalf, Henley y Wilkin[28], hallaron diferencias no significativas tras las intervenciones de AF.

Escalante, Saavedra, García-Hermoso y Domínguez[29], también optan por la observación de la composición corporal, pero en sus análisis utilizaron como referencia el perfil lipídico en población obesa. Las conclusiones del estudio mostraron que, aunque los programas basados en el ejercicio aeróbico (60 minutos, 3 veces / semana, ≤ 75% de *FCmáx*) optimizaron las concentraciones de LDL-C y TG, los programas de ejercicio combinado (≥ 60 min, > 75% de *FCmáx)* mejoraron además la concentración de HDL-C.

Tan solo la revisión de Baquet, Van Praagh y Berthoin[30] plantea un metaanálisis sin tener en cuenta los estados de composición corporal de las muestras. El objetivo de dicho trabajo fue analizar el impacto que las intervenciones de AF tenían sobre el $VO_2máx$ de niños. Según sus resultados, el $VO_2máx$ solo alcanzó una mejora del 5% al 6% en los diseños de intervención con entrenamientos aeróbicos.

DISCUSIÓN

La presente revisión fue realizada con el fin de analizar el panorama general de la producción científica en torno a la AF extraescolar y conocer cómo la literatura ha abordado el estudio de ésta hasta la fecha, mostrando las necesidades de investigación actuales en relación al área de estudio en cuestión. Los indicadores de composición corporal son los más utilizados para valorar resultados. Las intervenciones se presentan con unas características metodológicas bastante heterogéneas. La mayor parte de trabajos, tanto de intervención como observacionales consultados, coinciden en el objetivo de evaluar el efecto de la AF en la condición física o la salud ofreciendo resultados positivos. En cuanto a las revisiones, la mayoría son sistemáticas e incluyen metaanálisis, siendo el IMC el indicador más utilizado.

La composición corporal es el parámetro de medición más utilizado en los estudios de intervención observados, destacando el uso del IMC. El elevado número de investigaciones que utilizan este índice explica la alta tendencia existente en su elección como medida de comparación en los meta-análisis revisados[25-28,31]. Cabe destacar que aunque la medición del IMC en intervenciones escolares resulta acertada tanto por su idoneidad para la comparación de resultados como por su facilidad de uso en estas edades, su análisis de manera aislada no parece aconsejable ya que según autores como Kweitel[32], es una herramienta que ofrece poca fiabilidad para determinar la composición corporal, ya que se asume de manera directa que todo el peso que exceda de los valores determinados por las tablas talla-peso corresponderá a masa grasa.

Además de la utilización de la composición corporal, los resultados muestran un uso reiterado de indicadores para estimar la capacidad aeróbica máxima. El uso del

VO_2Máx resulta muy común entre los estudios, a pesar de que su utilización, resulta igualmente controvertida en estas edades. En este sentido, se encuentra ampliamente aceptado que la capacidad aeróbica va aumentando con el crecimiento de forma similar a los incrementos en la función pulmonar y cardiovascular, afirmación demostrada ampliamente en estudios como los mencionados con anterioridad de Baquet et al.[30] en los que tras analizar adaptaciones inducidas por el entrenamiento del trabajo aeróbico en niños, se concluye que la mejora media alcanzada con respecto al *VO_2máx* es del 8 al 10% en los estudios que pretendían efectos significativos del entrenamiento y tan sólo del 5% en los demás. Este estudio abre la puerta a la necesidad de comparar el entrenamiento interválico de alta intensidad con el trabajo aeróbico en niños y preadolescentes.

En cuanto a las diferencias metodológicas halladas en los artículos de intervención, el análisis de resultados mostró una serie de tendencias en las características del método de investigación utilizado en los estudios. El 46% de estos utilizan una muestra inferior a 100 participantes, estando el 24% por debajo de los 40 sujetos y provocando que las investigaciones se limiten al ámbito de aplicación. La duración de la sesión tiende a no sobrepasar la hora de duración (en el 32% de los casos la duración estaba por debajo de los 45 minutos) y la frecuencia semanal se sitúa alrededor de los 3 días semanales. En cuanto a los programas de intervención destaca el contraste entre las dos metodologías más utilizadas (metodología lúdica y metodología de intensidad elevada). Coincidiendo con los estudios de Baquet et al.[30], consideramos necesario plantear estudios comparativos entre estas dos líneas de trabajo ya que resultaría muy interesante conocer los efectos de ambos métodos en distintos indicadores de salud y condición física.

Destacar por último la apreciación en los artículos revisados de carencias en cuanto a las explicaciones de los protocolos de entrenamiento, el gran número de estudios que pasan por alto el estadio madurativo de los sujetos sometidos a evaluación, la falta de claridad en la exposición de las características de variables independientes alternativas de la intervención (concreción de controles de ingesta calórica propuestos, aclaración de los contenidos llevados a cabo en las clases de educación para la salud puestas en marcha, etc.); o el establecimiento exacto del número de sesiones llevadas a cabo a lo largo de la intervención, ya que la gran mayoría de los artículos revisados solo marcan la duración de la sesión y el tiempo destinado a la intervención no teniendo en cuenta aspectos que pueden influir en la puesta en marcha del programa como periodos vacacionales o suspensión de sesiones por circunstancias concretas.

Esta revisión presenta una visión global de gran relevancia al abordar la investigación en torno a la AF escolar en la actualidad, dejando la puerta abierta a la creación de nuevos estudios al respecto que consigan mejorar un tipo de AF cada vez más practicada y demandada. En este sentido, sería beneficioso que las futuras investigaciones tuvieran en cuenta algunos de los índices de medición más utilizados, así como los métodos de investigación más repetidos con el fin de facilitar la comparación entre los resultados de diferentes investigaciones. La puesta en marcha de intervenciones con muestras más elevadas es necesaria para poder generalizar resultados a la población juvenil e infantil. De igual forma, consideramos que la realización de estudios para comparar diferentes metodologías de trabajo que ya hayan sido evaluadas en otras investigaciones, con el fin de estimar sus grados de eficacia en diferentes indicadores resultaría de gran interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. Revista española de cardiología. 2013; 66 (5): 371-6.

[2]Vásquez F, Díaz E, Lera L, Meza J, Salas I, Rojas P, et al. Efecto residual del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil. Nutrición hospitalaria. 2013;(28): 333-9.

[3]Ben Ounis O, Elloumi M, Zouhal H, Makni E, Denguezli M, Amri M, et al. Effect of individualized exercise training combined with diet restriction on inflammatory and igf-1/igfbp-3 in obese children. Ann Nutr Metab. 2010; 56: 260-6.

[4]Casajús JA, Ortega FB, Vicente-Rodríguez G, Leiva MT, Moreno L.A, Ara I. Condición física, distribución grasa y salud en escolares aragoneses (7 a 12 años). Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2012;12: 523-37.

[5]Annesi J, Faigenbaum A, Westcott W, Smith A, Unruh J, Hamilton F. (2007). Effects of the Youth Fit For Life protocol on physiological, mood, self-appraisal, and voluntary physical activity changes in African American preadolescents: Contrasting after-school care and physical education formats. International Journal of Clinical and Health Psychology. 2007; 3: 641-59.

[6]Cordova A, Villa G, Sureda A, Rodriguez-Marroyo JA, Sanchez-Collado P. Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. Rev Esp Cardiol.2012; 65 (7): 620-6.

[7]Baquet G, Berthoin S, Dupont G, Blondel N, Fabre C, Van Praagh E. Effects of high intensity intermittent training on peak VO (2) in prepubertal children. Int J Sports Med.2002; 23(6): 439-44.

[8]Baquet G, Guinhouya C, Dupont G, Nourry C, Berthoin S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. Journal of Strength and Conditioning Research. 2004; 18(4): 708-13.

[9]Yin Z, Moore JB, Johnson MB, Vernon MM, Gutin BB. The impact of a 3-year after-school obesity prevention program in elementary school children. *Childhood Obesity. 2012; 8 (*1): 60-70.

[10]Fuchs R, Bauer J, Snow C. Jumping Improves Hip and Lumbar Spine Bone Mass in Prepubescent Children: A Randomized Controlled Trial. Journal of bone and mineral research.2001; 16 (1): 148-56.

[11]Colin-Ramirez E, Castillo-Martínez L, Orea-Tejeda A, Vergara-Castañeda A, Keirns-Davis C, Villa-Romero A. Outcomes of a school-based intervention (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children aged 8–10 years. Health education research.2010; 56: 1-8.

[12]Gortmaker S, Cheung L, Peterson K, Chomitz G, Hammond J, Dart H, et al. Impact of a school-based interdisciplinary intervention on diet and physical activity among urban primary school children. Arch Pediatr Adolesc Med. 1999; 153: 975-83.

[13]Wright K, Giger JN, Norris K, Suro Z. Impact of a nurse-directed, coordinated school health program to enhance physical activity behaviors and reduce body mass index among minority children: A parallel-group, randomized control trial. International Journal of Nursing Studies. 2012; 50 (6): 727–37.

[14]Ara I, Rodriguez V, Perez-Gomez J, Jimenez-Ramirez J, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, Calbet J. Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. International Journal of Obesity. 2006; 30: 1062-71.

[15]Martínez-Vizcaíno V, Sánchez-López M, Salcedo-Aguilar F, Notario-Pacheco B, Solera-Martínez M, Moya-Martínez P, et al. Protocolo de un ensayo aleatorizado de clusters para evaluar la efectividad del programa MOVI-2 en la prevención del sobrepeso en escolares. Rev Esp Cardiol. 2012;65(5): 427–33.

[16] Magnusson KT, Hrafnkelsson H, Sigurgeirsson I, Johannsson E, Sveinsson T. Limited effects of a 2-year school-based physical activity intervention on body composition and cardiorespiratory fitness in 7-year-old children. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2011; 8 (138): 1-13. DOI:10.1186/1479-5868-8-138.

[17] Salcedo F, Martínez-Vizcaíno V, Sánchez M, Solera M, Franquelo R, Serrano S, et al. Impact of an after-school physical activity program on obesity in children. The Journal of Pediatrics. 2010; 157: 36-42.

[18]Gortmaker S, Lee R, Mozaffarian R, Sobol A, Nelson T, Roth B, Wiecha J. Effect of an After-School Intervention on Increases in Children's Physical Activity. Medicine

and science in sports and exercise. 2012; 450-457. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182300128. Extraído en abril de 2013 de la dirección http://www.acsm-msse.org

[19] Fraile A, Diego R. Motivaciones de los escolares europeos para la práctica del deporte escolar. Revista internacional de sociología. 2006; 44: 85-109.

[20]Goñi A, Zulaika L. La participación en el deporte escolar y el autoconcepto en escolares de 10 a 11 años de la provincia de Guipúzcoa. Apunts. Educación física y deportes. 2000; 59: 6-10.

[21]Vadiveloo M, Zhu L, Quatromoni P. Diet an physical activity patterns of school-aged children. Journal of the American dietetic associacition. 2009; 109: 145-151.

[22]Hastie P, Sinelnikov O, Wadsworth D. Aerobic fitness status and out-of-school lifestyle of rural children in América and Russia. Journal of physical activity and health. 2010; 7: 150-155.

[23]Berntsen S, Wisloff T, Nafstad P, Nystad W. Lung function increases with increasing level of physical activity in school children. Pediatric exercice science. 2008; 20: 402-410.

[24] Reloba-Martínez S. AF Extraescolar [documento en internet]. Figshare, 2015. En línea: http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1504094 [consultado el 07 de agosto de 2015].

[25]Lavelle H, Mackay D, Pell J. Systematic review and meta-analysis of school-based interventions to reduce body mass index. Journal of Public Health. 2012; 1-10. Extraído en abril de 2013 de la dirección http://jpubhealth.oxfordjournals.org/

[26]Tremblay M, LeBlanc A, Kho M, Saunders T, Larouche R, Colley R, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2011; 8 (98): 1-22.

[27]Waters E, De Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, et al. (2011). Interventions for preventing obesity in children. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2011; Issue 12: 1-212. Extraído en abril de 2013 de la dirección http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD001871. pub3/ abstract;js essionid=7B250F43FC336BEDCCA9DE78094FC329.f04t03

[28]Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). BMJ. 2012; 1-11. Extraído en abril de 2013 de la dirección http://www.bmj.com/content/345/bmj. e5888?tab=related#webextra

[29]Escalante Y, Saavedra J, García-Hermoso A, Domínguez A. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. Preventive Medicine.2012; 54: 293-301.

[30]Baquet G, Van Praagh E, Berthoin S. Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. Sports Med. 2003;3(15): 1127-43.

[31]Harris K, Kuramoto L, Schulzer M, Retallack J. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. CMAJ. 2009; 180(7): 719-726.

[32]Kweitel S. IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso útil de un deportista. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2007; 7 (28): 274-289.

[33]Robbins, L., Pfeiffer, K., Maier, K., Lo, Y., Wesolek, S. Pilot Intervention to Increase Physical Activity Among Sedentary Urban Middle School Girls A Two-Group Pretest–Posttest Quasi-Experimental Design. The Journal of School Nursing, 2012: Vol 28. 4, 302-315.

[34]Obert, P., Mandigout, M., Vinet, A., Courteix, D. Effect of a 13-week aerobic training programme on the maximal power developed during a force-velocity test in prepubertal boys and girls. International Journal Sports Medicine, 2001: Vol 22. 6, 442-446

[35]Kain, J., Uauy, R., Leyton, B., Cerda, R., Olivares, S., Vio, F. Effectiveness of a dietary and physical activity intervention to prevent obesity in school age children. Revista Médica de Chile, 2008: Vol 136. 1, 22-303

[36]Hasselstrøm, H., Karlsson, M., Hansen, S., Grønfeldt, V., Froberg, K., Andersen, L. A 3-Year Physical Activity Intervention Program Increases the Gain in Bone Mineral and Bone Width in Prepubertal Girls but not Boys: The Prospective Copenhagen School Child Interventions Study (CoSCIS). Calcified Tissue International, 2008: 83, 243-250

[37]Macdonald, H.M., Kontulainen, S.A., Petit, M.A., Beck, T.J., Khan, K.M., McKay, H.A. Does a novel school-based physical activity model benefit femoral neck bone

strength in pre-and early pubertal children?. Osteoporosis International, 2008: Vol 19. 10, 1445-1456

[38]Reed, K., Warburton, D., Macdonald, H., Naylor, P.J., McKay, H. Action Schools! BC: A school-based physical activity intervention designed to decrease cardiovascular disease risk factors in children. Preventive Medicine, 2008: 46, 525-531.

[39]Lopes, L., Lopes, V., Pereira, B. Physical Activity Levels in Normal Weight and Overweight Portuguese Children: An Intervention Study during an Elementary School Recess. International Electronic Journal of Health Education, 2009: 12, 175-184.

[40]Hartmann, T., Zahner, L., Pühse, U. (2010). Effects of a School-Based Physical Activity Program on Physical and Psychosocial Quality of Life in Elementary School Children: A Cluster-Randomized Trial. Pediatric Exercise Science, 2010: 22, 511-522

[41]Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., Brunner-La Rocca, H., Van Mechelen, W., Puder, J. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. BMJ, 2010. Vol 340. 1-8.

[42]Pescud, M., Pettigrew, S., McGuigan, R., Newton, R. Factors influencing overweight children's commencement of and continuation in a resistance training program. BMC Public Health, 2010: 10:709, 1-9.

[43]Greening, L., Harrell, K., Low, A., Fielder, C. Efficacy of a School-Based Childhood Obesity Intervention Program in a Rural Southern Community: TEAM Mississippi Project. Obesity, 2011: 19, 1213-1219.

[44]Moya, P., Sánchez, M., López, J., Escribano, F., Notario, B., Salcedo, F., Martínez-Vizcaino, V. Coste-efectividad de un programa de actividad física de tiempo libre para prevenir el sobrepeso y la obesidad en niños de 9-10 años. Gaceta Sanitaria, 2011: 25(3), 198–204.

[45]Donnelly, J., Jacobsen, D., Whatley, J., Hill, J., Swift, L., Cherrington, A., Polk, B., Tran, Z., Reed, G. Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. Obesity research, 2012: Vol 4. 3, 229-243.

[46]Hogg, J., Diaz, A., Del Cid, M., Mueller, C., Lipman, E.G., Cheruvu, S., Chiu, Y.L., Vogiatzi, M., Nimkarn, S. An after-school dance and lifestyle education program reduces risk factors for heart disease and diabetes in elementary school children. Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism, 2012: Vol 25. 5-6, 509-516

[47]McMinn, D., Rowe, D.A., Murtagh, S., Nelson, N.M. The effect of a school-based active commuting intervention on children's commuting physical activity and daily physical activity. Preventive Medicine, 2012: Vol 54. 15, 316-318.

[48]Sigmund, E., El Ansari, W., Sigmundová, D. Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6¿ 9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. BMC Public Health, 2012: Vol 12. 1, 570-583.

[49]Dao, H.H., Frelut, M., Peres, G., Bourgeois, P., Navarro, J. Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. International Journal of Obesity, 2004: 28, 870-878.

[50]Rosenkranz, R., Welk, G., Dzewaltowski, D. Environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary behavior in after-school recreation sessions. Journal of Physical Activity and Health, 2011: 8, 214-221

[51]Resaland, G.K., Andersen, L.B., Mamen, A., Andersen, S.A. (2011) Effects of a 2-year school-based daily physical activity intervention on cardiorespiratory fitness: The Sogndal school-intervention study. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2011: 21, 302-309

[52]Park, J.H., Miyashita, M.,Kwon, Y.C., Park, H.T., Kim, E.H., Park, J.K., Park, K.B., Yoon, S.R., Chung, J.W., Nakamura, Y., Park, S.K. A 12-week after-school physical activity programme improves endothelial cell function in overweight and obese children: a randomised controlled study. BMC Pediatrics, 2012: Vol 12. 111, 1-9.

[53]Sandercock, G., Cohen, D., Griffin, M. Evaluation of a multicomponent intervention to improve weight status and fitness in children: Upstarts. Pediatrics International, 2012: Vol 54. 6, 911-917.

[54]McManus, A.M., Armstrong, N., Williams, C.A. Effect of training on the aerobic power and anaerobic performance of prepubertal girls. Acta paediatrica, 1997: Vol 86. 5, 456-459

[55]Faigenbaum, A., Westcott, W., LaRosa, R., Long, C. The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and endurance development in children. Pediatrics, 2005: Vol 104. 1, 1-7

[56]Nourry, C., Deruelle, F., Guinhouya, C., Baquet, G., Fabre, C., Bart, F., Berthoin, S., Mucci, P. High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. European Journal of Applied Physiology, 2005: 94(4). 415-23.

[57]Yu, C., Sung, Rita Y.T., So, R., Lui, K.C., Lau, W., Lam, P., Lau, E. Effects of Strength Training on Body Composition and Bone Mineral Content in Children Who Are Obese. Journal of Strength and Conditioning Research, 2005: 19(3), 667–672

[58]Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G., Van Praagh, E. Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. European Journal of Applied Physiology, 2006: 98, 132-138.

[59]Gamelin, F.X., Baquet, G., Berthoin, S., Thevenet, D., Nourry, C., Nottin, S., Bosquet, L. (2009). Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. European Journal of Applied Physiology, 2009: 105, 731-738.

[60]Sgro, M., McGuigan, M., Pettigrew, S., Newton, R. (2009). The effect of duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. Journal of Strength and Conditioning Research, 2009: Vol 23. 4, 1263-1270

[61]Tan, S., Yang, C., Wang, J. (2010). Physical training of 9-to 10-year-old children with obesity to lactate threshold intensity. Pediatric Exercise Science, 2010: Vol 22. 3, 477-485.

APÉNDICE I.

Tabla V. *Características principales de los programas de intervención incluidos en el artículo de revisión.*

Referencia	***N***	***Rango edad***	***P.I. (meses)***	***Objetivo principal***	***Prog.***	***Características de la intervención***	***Resultados principales***
Obert et al. (2001)	33	10-11	3 meses + 1 semana	Analizar efecto de un programa de entrenamiento aeróbico en la potencia máxima	a	Programa aeróbico: intervalos de series repetidas (10 300 m; 15 250m; 4 600m) + Distancias largas y continuas (15 20 min)	Después del entrenamiento la potencia aeróbica máxima (Pmáx) aumentó (Pmax=+ 23%, W* kg^{-1} Tren inferior: + 18%, $p < 0.001$).
Kain et al. (2008)	2431	7-13	11	Analizar si el programa de intervención previene contra la obesidad	a	Alimentación y nutrición: Mediante charlas; Ac Física aumentando dosis de clases de EF, Aplicación del programa Canadian Physical Activity Challenge (motiva para la incorporación de la AF a la rutina diaria), AF en familia, (se motivó a familiares para que realizaran AF con sus hijos), Apoyo teórico a profesores de EF para mejorar sus clases.	La prevalencia de obesidad se redujo significativamente en las escuelas experimentales; 17 a 12,3% y 14,1 a 10,3% en niños y niñas respectivamente, mientras que, en el grupo de control, se mantuvo sin cambios.
HasselstrØm et al. (2008)	243	6-8	36	Evaluar el efecto de aumentar la cantidad de tiempo de educación física sobre la acumulación mineral ósea y el aumento del tamaño de huesos en niños.	a	2 clases extras de EF adicional	El contenido mineral óseo de la zona distal del antebrazo aumentó significativamente tras la intervención en el sexo femenino en comparación con el grupo control (13,2% p<0,005). No hubo sin embargo diferencias en cuanto al sexo masculino.
MacDonald et al. (2008)	410	9-11	11	Analizar efectos de un programa de AF en fuerza y masa del cuello femoral (cadera)	a	Escuela en acción. Se propone 15 min de ejercicio diario guiado por docentes en al aula o pasillo. La AF se centraba en actividades como saltar, juegos de resistencia, de baile.	El contenido mineral óseo corporal total y de la zona lumbar de varones del grupo experimental aumentó significativamente en comparación con el grupo control (1,7% p=0,03; 2,7% p=0,05)
Reed et al. (2008)	268	9-11	16	Determinar si el modelo Action School (AS!BC) mejora el sistema cardiovascular; Determinar el % de niños con elevado riesgo de enfermedad cardiovascular	a	AS! BC. 15 min AF moderada para lograr 75min Semanales; La intervención se lleva a cabo por maestros después de recibir talleres de formación específicos.	El grupo intervenido tuvo un aumento del 20% en la condición cardiovascular y una bajada de la presión sanguínea de un 5,7% en relación al grupo que practicó AF usual.
Lopes, Lopes y Pereira (2009)	158	6-12	2 semanas	Analizar los efectos de una estrategia de intervención durante el recreo escolar en niveles de AF, sexo, edad e índice de masa corporal (IMC)	a	Incorporar en el recreo juegos de estructuras y diferentes equipamientos para aumentar la AF de los niños	Los resultados del estudio indicaron que el suministro de equipos de juego durante el recreo escolar fue efectivo para aumentar el nivel de AF de chicos (pre 81.97% ± 12.59 vs post 91.61% ± 7.89) y chicas, (pre 73.47% ± 17.91 vs post 82.79% ± 13.94 .si bien estas últimas consiguieron una mejora inferior.
Ben Ounis et al. (2010)	28 niños/as obesos	11-14	2	Examinar cambios producidos tras una intervención de ejercicio físico +restricción calórica en la	a	La intervención se compone de AF + restricción calórica. AF: Las sesiones estaban compuestas por	La intervención consiguió disminuir significativamente % de grasa corporal (% grasa=39,8±4,6 vs 35,3±5,4) y concentraciones plasmáticas de insulina (C. Insulina

				composición corporal, insulina factor crecimiento 1 (IGF-1) insulina factor crecimiento 3 (IGFBP-3) y marcadores inflamatorios		calentamiento, correr, saltar y jugar con un globo. La intensidad del ejercicio se controló por FC.	(ng/ml) = 376±32 vs 312±28; C. Insulina proteína-3 (ng/ml) = 3,413±121 vs 3,028±96) al mismo tiempo que aumentó VO_2máx (24,6±2,5 vs 33,1±3,1)
Colin-Ramirez et al. (2010)	498 clase social baja	8-10	12	El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de un programa de intervención en los patrones de actividad física niños	a	Programa RESCATE. Consta de 3 niveles: Individual (clases sobre importancia AF + ejercicio individual 2-10 min: Escuela (Clases normales, pero aumentando tiempo de participación de ejercicio moderado vigoroso 30 min dos veces por semana); Familia (Actividades para llevar a cabo en casa bajo supervisión de padres + recomendaciones a padres para lograr estilo de vida más activo	Hubo un aumento significativo de actividad física moderada entre grupo de intervención (40%, p<0,04). La intervención también mostró una reducción significativa en horas al día dedicadas a videojuegos (del 23% al 13%, p< 0,01)
Hartmann, Zahner y Pühse (2010)	540	6-12	9	Evaluar el efecto de un programa de AF basado en la calidad de vida	a	Se añadió a las clases regladas semanales de Suecia (3 sesiones semanales) 2 sesiones más impartidas por expertos. Se utiliza programa kinder-sportstudie	La intervención de AF tuvo poco efecto sobre la calidad de vida de los niños de primaria. A pesar de ello, en la calidad de vida psicosocial en las primeras edades si que obtuvo efecto significativo (tamaño del efecto d=0.32; p <0,05)
Kriemler et al. (2010)	502	6-13	9	Evaluar la eficacia del programa de AF (KISS) en la salud física y psicológica de los escolares	a	Programa se basa en: 2 Clases adicionales de EF; AF corta durante las clases 2-5 min; Acondicionamiento de los alrededores de los centros intervención; tareas de AF para casa y trabajo con padres. Las clases de EF adicionales estaban basadas en ejercicios como los siguientes: ejercicios de saltos variados, mantener equilibrios, juegos, tareas coordinativas, etc.	La intervención consigue mejorar la capacidad aeróbica un 5% y la AF total realizada en la escuela (aumento del 18% con respecto al inicio del estudio)
Pescud et al. (2010)	11 sobrepeso u obesidad	6-13	2-4-6	Investigar los factores que influyen en la participación de niños con sobrepeso en un entrenamiento de resistencia	a	Consistió en programa de entrenamiento de resistencia para niños con sobrepeso y obesidad. Características Cargas de trabajo manejables, uso de la música, fomento interacción entre participantes	La pérdida de peso y la mejora de la confianza fueron motivadores para continuidad entre los niños, junto con la interacción social con los compañeros e instructores
Salcedo et al. (2010)	1044	9-10	24	Analizar el impacto de 2 años de programa recreativo de AF MOVI	a	Intervención con programa MOVI (www.movidavida.org)	Tras dos años de programa, este reduce el sobrepeso en niñas (se pasa de un 32% a un 26%) y reduce el colesterol total en niños (2,68%) y niñas (4,27%);
Greening et al. (2011)	450	6-12	9	Evaluar efectos de una intervención sobre la obesidad en comunidad rural de sur de EEUU	a	La intervención cuenta con diferentes propuestas a lo largo del curso académico basadas en: Eventos con familias, competiciones de AF, cambios en el servicio de alimentación escolar, Jornadas de AF entre padres y alumnos	La intervención logra reducir el % de grasa corporal un 2,14%. La AF aumenta en el grupo intervenido un 3,845%. Los hábitos saludables relacionados con la dieta también consiguen un aumento significativo 2,56%.

Magnusson et al. (2011)	320	7-8	24	Evaluar en qué medida aumenta la MVPA realizando una intervención dentro del horario escolar	a	Docentes fueron formados mediante talleres organizados por especialistas para la realización de AF a lo largo del horario de clase	Se hallaron efectos durante el primer año de intervención, destacando el aumento de AF dentro del centro escolar del grupo experimental de varones, aumentando en un 32,93%. Durante el segundo año de intervención no se produjeron diferencias significativas.
Moya et al. (2011)	1409	9-10	7	Analizar el coste-efectividad de una intervención de actividad física de tiempo libre diseñada para reducir el sobrepeso, la obesidad y otros factores de riesgo cardiovascular en escolares.	a	La intervención se basa en el programa MOVI (movidavida.org). Compuesto por 15 min de calentamiento, 60 parte principal; 15 vuelta a la calma.	.El grupo de intervención sufrió un descenso del grosor del pliegue cutáneo tricipital (−1,25mm) y del porcentaje de grasa corporal (−0,59%) en los escolares con índice de masa corporal (IMC) entre los percentiles 25 y 75. También se consiguió un descenso del grosor del pliegue cutáneo tricipital (−1,87mm) y del porcentaje de grasa corporal (−0,67%) en los escolares con IMC > P75.
Donnelly et al. (2012)	200	6-11	24	Atenuar la obesidad y mejorar la forma física y metabólica de niños de educación primaria	a	Programa de intervención Lunchpower (programa para modificar almuerzo escolar); Programa Physical Best (Actividad musculares); Lecciones de nutrición.	La energía total del grupo intervenido a partir de hidratos de carbono fue un 3% a un 6% mayor y el porcentaje de energía de la grasa un 5% a un 7% menor, en relación al grupo control. Los resultados relativos al colesterol también mostraron diferencias entre grupos de un 14,3% a favor del grupo experimental. Sin embargo, la AF en clase aumentó sólo un 6% en el grupo experimental y aumentó de manera inversa un 20% (G.C. vs G.E) la AF realizada fuera del centro.
Hogg et al. (2012)	64 riesgo de obesidad	9-11	4	Determinar si un programa intensivo de danza y educación para mantener estados de vida saludable reduce los factores de riesgo de enfermedad cardiaca, diabetes tipo II y mejora los estilos de vida	a	Clases de danza que incluían mambo, cha-cha-cha, hip-hop, swing. + Educación para mantener hábitos de vida saludable	IMC se reduce significativamente en grupo de sujetos de percentiles elevados per85 per<95 (pre 90,03±2,73; post 87,46±4,59, p<0,03)
Martínez-Vizcaíno et al. (2012)	1592	9-11	9	Analizar la efectividad del programa MOVI-2 (Variante del programa MOVI con AF en fines de semana) en la prevención del sobrepeso y la reducción del riesgo cardiovascular.	a	Intervención con programa MOVI (www.movidavida.org)	Protocolo de intervención
Mc Minn et al. (2012)	166	8-9	1 + 2 semanas	Evaluar efectos de una intervención llamada Travelling Green (TG) para fomentar el	a	Intervención consistía en clases y actividades para reforzar la vida activa, AF, y transporte activo.	Se produjo una disminución acusada de pasos diarios totales en ambos grupos influida presumiblemente por el periodo estacional (septiembre-octubre). Sin embargo, esta disminución fue significativamente

				transporte activo de los niños del colegio a casa y viceversa			menos (p<0,05) en el grupo experimental. (G.E: 5062±1644 vs 4633±1722; G.C: 5827±1664 vs 4656±1431.)
Robbins et al. (2012)	69 chicas	11-12	6	Determinar si las niñas que reciben asesoramiento de enfermeras después de la práctica de actividad física muestran una mayor mejoría en la actividad física, condición física cardiovascular y la composición corporal	a	5 min calentamiento, 60 min MVPA controlada por acelerómetro, 5min vuelta a la calma, 20 minutos debate en grupo sobre alimentación saludable y practica de AF. Cada chica contaba con tres reuniones individuales con una enfermera antes y al final de una sesión durante las que recibía asesoramiento específico	El estudio no consigue diferencias estadísticas.
Sigmund, El Ausari y Sigmundová (2012)	176	6-9	24	Evaluar si intervención de AF aumenta niveles de AF diaria y disminuye niveles de obesidad y sobrepeso.	a	Intervención basada en varias propuestas, tiempos de descansos cortos, con actividades en clases de corta duración; recreos activos, fomentando ejercicio físico durante el tiempo de recreo; AF después de las clases lectivas centradas en juegos y actividades lúdicas.	Hubo un aumento significativo de la AF en la escuela durante periodo escolar en el grupo experimental pasando de 1718 a 3247 pasos por día y de 2,1 a 3,6 Kcal / Kg por día en comparación con el control.
Wright et al. (2012)	251	8-12	1+2 semanas	Evaluar impacto de un programa de salud escolar centrado en incidir en hábitos alimentarios con la familia y comportamiento ante AF	a	El programa consistía en 45 minutos de AF estructurada y 45 min de educación nutricional dirigida a padres e hijos llevado a cabo por enfermeras.	La intervención reduce el IMC kg/m^2 en el sexo femenino en un 16,11% p<047. Otros indicadores como realización de AF diaria o visionado de TV también mejoran significativamente en ambos sexos.
Yin et al. (2012)	574	8-9	9-9-9 (3 cursos escolares)	Determinar efectos de un programa de AF sin restricción en el consumo de la dieta	a	Programa Fitkid. El programa se ofreció a diario. Contó con 20 minutos actividades de habilidad y coordinativas, 40 min AF moderada a vigorosa (al menos 150 ppm. 50% participantes fueron controlados a través de monitores durante la sesión) con un tema mensual (fitness, futbol, danza, etc.), 20 min resistencia y enfriamiento; 40 min de merienda saludable.	Intervención redujo el % de grasa corporal a lo largo de los tres años de programa significativamente p<0,009 (AÑO 1: 26.00±9.07 vs 25.53±9.27; AÑO 2 26.89±9.59 vs 26.32±10.04; AÑO 3 28.15±10.37 vs 27.23±9.84). La condición cardiovascular también obtuvo mejoras p<0,001. (AÑO 1 159.25±17.84 vs 154.06±20.31; AÑO 2 161.45±18.33 vs 156.98±20.53; AÑO 3 162.8±21.61 vs 158.26±19.20; pre y post-intervención respectivamente)
Dao et al. (2004)	38 niño/as obesos	10-11	1 mes + 1 semana	Investigar si un programa de pérdida de peso en los adolescentes que sufren obesidad severa permite una mejora de las aptitudes aeróbicas y anaeróbicas.	b	AF con control de FC debiendo estar asociada a un consumo de oxígeno máximo de entre el 70 y el 75%. Se practicaron modalidades como natación, gimnasia, caminar y deportes recreativos equipo. Se animó la actividad espontánea. + Control y restricción de ingesta calórica	VO_2max aumentó en ambos sexos (2.3±0.3 vs 1.7±0.3 y 32.8±4.5 vs 26.7±4.1 ml/min/kg en chicas y 2.8±1.9 vs 1.9±0.4 y 39.1±6.3 vs 27.975.1 ml/min/kg en niños respectivamente)
Sandercock, Cohen y Griffih (2012)	115 clase social baja	9-11	5	Determinar si un programa deportivo de bajo costo en la escuela es capaz de mejorar la salud en relación con la aptitud de los niños.	b	Sujetos elegían el deporte que quisieran dentro de una variada oferta; contaban con sesiones de prueba; las sesiones contaban con calentamiento y vuelta a la calma y entre 30-40 minutos de actividad	Se realizan tres medidas a lo largo del estudio. La fuerza manual mejora a lo largo de toda la investigación. La capacidad aeróbica también mejora, aunque sufre una bajada en la segunda medida. (Fuerza manual: (Medida 1: -0,618±0,936 vs -0,210±1,051*) (Medida 2: -

						específica deportiva; además se contó con charlas motivacionales y educativas	0,275±0,963* vs 0,243±1,680*); Test 20m (Medida 1: -0,023±0,942 vs 0,104±0,968*) (Medida 2: -0,052±0,958 vs -0,169±0,912*)* p<0,05; pre vs post respectivamente)
Mc Manus, Armstrong y Williams (1997)	30 chicas	9-10	2	Evaluar efectos de entrenamiento en potencia aeróbica y rendimiento anaeróbico.	c	División de la muestra en grupo entrenamiento aeróbico, (Usando cicloergonómetro (Pedaleo continuo con FC constante de 160-170 l/min) grupos (2) Entrenamiento anaeróbico (Carreras con sprint: Series 25 m con repeticiones y aumentando intensidad)	Los grupos de entrenamiento anaeróbico incrementaron significativamente (p<0,05) VO2máx y velocidad pico en 5 segundos a diferencia del grupo aeróbico.
Fuchs, Bauer y Snow (2001)	89	6-10	7	Investigar efectos de la alta intensidad de salto sobre el contenido mineral óseo de cadera y lumbares en niños	c	Sesiones basadas en actividades con salto. Las sesiones estaban organizadas de manera que 5min eran estiramiento 10 ejercicio con salto 5 estiramientos y vuelta a la calma	El grupo de saltadores consigue efectos significativos en la densidad mineral ósea en relación al grupo control (2,0%)
Baquet et al. (2002)	53	9-11	1 mes + 3 semanas	Examinar las respuestas de VO_2pico en grupo de preadolescentes tras entrenamiento de alta intensidad	c	Ejercicios cortos e intermitentes de 10 a 20 s. 5 series de 10 repeticiones. Intensidad al 100% 130% de su velocidad aeróbica máxima	Para el grupo experimental de alta intensidad tanto el VO_2max absoluto (l/min) como relacionado con masa corporal VO_2max (ml/kg/min) aumentó significativamente (9,1%; 8,2% respectivamente. P<0,001)
Baquet et al. (2004)	100	9-11	1 mes + 3 semanas	Analizar el efecto de entrenamiento de alta intensidad en diferentes indicadores de forma física de preadolescentes	c	Ejercicios cortos e intermitentes de 10 a 20 s. 5 series de 10 repeticiones. Intensidad al 100% 130% de su velocidad aeróbica máxima	Después del entrenamiento, el grupo experimental muestra mejoras significativas en salto de longitud (9,6%, p<0.001) y test de 20 metros (5,4%, p, 0.001)
Faigenbaum et al. (2005)	43	5-12	2 meses	Comparar efectos de ejercicios de resistencia pesada de baja repetición con programas de repetición máxima de resistencia moderada en las cargas de entrenamiento en relación al desarrollo de la fuerza muscular y la resistencia del niño	c	G.E.1: realizaba de 6 a 8 repeticiones con carga pesada (n=15); G.E.2: de 13 a 15 repeticiones con carga moderada (n=16); G.C. No realizó ningún entrenamiento de resistencia	Fuerza del tren inferior incrementó significativamente en los 2 grupos experimentales (GI.1: 31,0%; GI.2: 40,9%) Resistencia también aumentó en ambos en relación al GC (GI.1: 13,1±6,2 repeticiones; GI.2: 8,7±2,9 repeticiones). En el tren superior solo GI.1 consiguió ganancias en relación al control (Fuerza 16,3%; resistencia 5,2±3,6 repeticiones)
Nourry et al. (2005)	18	9-11	2 meses	Determinar si 8 semanas de entrenamiento intermitente de alta intensidad puede mejorar la función pulmonar y la ventilación	c	Programa de repeticiones carreras cortas e intermitentes con 3 minutos de descanso y recuperación	La capacidad vital forzada del sistema respiratorio aumentó significativamente (7±4%; p=0,026) en grupo experimental en relación a control. De igual manera el Grupo intervenido consiguió los valores más altos de VO2máx (15,4%; p<0,001)
Yu et al. (2005)	82 niños obesos	9-12	1 mes y medio + 7 meses (2 fase)	Probar hipótesis de que el entrenamiento de fuerza, beneficia a los niños obesos con respecto a la masa y adquisición mineral ósea.	c	Programa fuerza realizado durante el verano: 10 min de calentamiento; 30 min dedicados ejercicios de fuerza (series alta intensidad bíceps, press banca, extensión cuádriceps, etc.); 10 min ejercicio aeróbico; 10 min agilidad, 5 vuelta a la calma; El	Después de 6 semanas, el grupo de entrenamiento aumentó significativamente masa corporal magra (GI: 0,8 kg (2,4%); GC: 0,3 kg (1,0%), p <0,05) y contenido

						entrenamiento se basaba en un circuito con 9 estaciones de fuerza, 1 aeróbica, 1 agilidad.	mineral ósea total (GI: +46,9 g (3,9%); GC: +33,6 g (2,9%), p< 0,05) en relación al grupo control.
Berthoin et al. (2006)	11	8-11	1	El propósito de este estudio fue analizar la "Velocidad crítica" en prepúberes para comparar resultados de funcionamiento con ejercicio intermitente o continuo	c	3 Carreras continuas al 90% 100% 110% + 3 carreras intermitentes 120% 130% 140% de velocidad aeróbica máxima hasta el agotamiento. Ejecuciones cada 15s con 15s de recuperación pasiva	Se encuentra relación lineal entre la distancia hasta el agotamiento (DTE) y el tiempo hasta el agotamiento (TTE) en ejercicios intermitentes de 15 segundos. Ejercicio continuo (90% 551±175s; 1,471±414m. 100% 278±93s; 812±260m. 110% 137±38s; 440±106m.) Ejercicios intermitentes (120% 421±121s; 1,458±371m. 130% 233±57s; 888±236m; 140% 136±34s; 556±136m.)
Gamelin et al. (2009)	38	8-11	7	Observar el efecto del entrenamiento de ejercicios intermitentes de alta intensidad en la variabilidad de la frecuencia cardiaca de preadolescentes	c	La intensidad el entrenamiento se determinó en función de la Vpico de cada niño; Sesiones se basaban en carreras cortas intermitentes con secuencias de ejercicios y recuperación; Las intensidades del entrenamiento se establecieron desde 100% al 190% de Vpico	La intervención incrementó significativamente velocidad aeróbica máxima (km/h) (pre: 11,3±0,7 vs post 12,1±0,7 p<0,05) y VO_2máx (ml/kg/min) (pre: 51,6±2,8 vs post 54,1±3,4 p<0,05) a diferencia del grupo control.
Sgro et al. (2009)	31 sobrepeso u obesidad	7-12	2-4-6	Investigar los efectos de las diferentes duraciones de entrenamiento de resistencia en la composición corporal y la potencia en los niños	c	Cargas de entrenamiento variantes cada semana aumentando progresivamente intensidad; Utilización de pesas, balones medicinales, Bandas elásticas, etc.	Cambios significativos en %de grasa corporal (~ 5-7%) se observan a las 8 semanas en todos los grupos. La masa grasa total también disminuye significativamente en la octava semana un 5,9% consiguiendo un 8,1% en la semana 24. El salto estático consigue mejorar significativas a partir de la semana 16 (10,5%).
Tan y Yahg (2010)	60 obesos	9-10	8	Aplicar el concepto de umbral de lactato para desarrollar un programa de ejercicio en niños obesos	c	El entrenamiento se regula atendiendo a la intensidad del ejercicio con el umbral de lactato; Calentamiento 5min, actividades 40 min (correr, saltar, agacharse, arrastrarse, danza aeróbica), vuelta a la calma 5 min	Sujetos entrenados consiguen reducir significativamente el IMC (25,4±2,2 vs 23,3±2,1) estableciéndose diferencias tanto en los momentos de medida como en relación al grupo control.
Rosenkranz et al. (2011)	16	7-12	2	Determinar si existe compatibilidad entre 8 semanas de ejercicio de alta intensidad con mejora de la capacidad de respuesta de las vías respiratorias	c	Entrenamiento de alta intensidad siguiendo estudios de Nourry et al. (2005)	El grupo entrenado tuvo una mejora del VO2máx (~24%), disminución del colesterol total (~ 13%) y colesterol LDL (~ 35%) posterior a la intervención. También hubo mejoras en el volumen espiratorio forzado (pre: -7.60 ± 2.10%, post: -1.10 47 ± 1,80%) y en hiperventilación voluntaria eucápnica (pre: -6.71 ± 2.21%, post: -1.41 ± 1.58%)
Ara et al. (2006)	42 sólo varones	8-12	39	Analizar el efecto de la AF Extraescolar en la masa grasa y en el acondicionamiento físico durante el crecimiento	d	Sesión constata de: 10 minutos baja intensidad + juegos + ejercicios estiramiento; 10-25 minutos ejercicios técnicos deportivos (Lanzar, driblar, patear, etc. (funcionando con aceleraciones y desaceleraciones rápidas)); 20-30 minutos práctica de juego	Tras intervención, masa grasa del tronco y de la parte inferior de las extremidades aumentaron en grupo control en relación con experimental (2,9±2,3 vs 3,7±4,1 kg; 2,4±0,9 vs 2,7±1,4 kg en Grupo experimental y control respectivamente)

Resaland et al. (2011)	256	9-10	24	Describir cambios en condición física cardiorespiratoria siguiendo intervención de AF de 2 años de duración	d	Intervención con moderada-vigorosa intensidad de AF. Esta incluía actividades competitivas y no competitivas, actividades como correr, carreras de obstáculos, así como práctica de diferentes modalidades deportivas, principalmente con balón.	Los sujetos experimentales incrementaron su pico de VO_2 un 8,8% obteniendo diferencias significativas en relación al grupo control que sólo aumentó un 0,8% (p<0,001)
Cordova et al. (2012)[6]	137	11-13	3	Determinar si 3 meses de actividad física desarrollada en la escuela puede reducir la tendencia al sobrepeso y los factores de riesgo derivados de la obesidad en niños.	d	Un grupo practica AF en horario escolar. Otro 3Horas de AF extra similar clase de Educación Física. Un tercer grupo practica deportes variados.	Grupo deportes consiguió diferencias significativas en relación a los otros dos grupos con menos nivel de AF principalmente en Insulina (µUI/ml) (G.C: 15,5±9,5 G.AF: 11,4±2, G.D: 8 9,1±3,1) VO_2máx (ml/kg/min) (G.C: 31,4±4,1 G.AF 34,9±3,4 G.D 42,7±4,8) y Presión arterial sistólica (mmHg) (G.C: 114±15 G.AF: 113±7 G.D:108±17)
Park et al. (2012)	29 sobrepeso u obesidad	12-13	3	Investigar los efectos de un programa de ejercicio después de la escuela en la función de la célula endotelial en niños con sobrepeso y obesos.	d	Combinado actividad aeróbica y de resistencia. 10 minutos calentamiento y 10 vuelta a la calma; Ac. Aeróbica: 30 minutos caminar entre 50% y 60% FC de 1 a 6 semana, después entre 60% y 70%; Resistencia: 2 rotaciones en circuito de 7 ejercicios con menos de 30 seg de descanso. press de banca, flexiones de bíceps, tríceps, prensas, extensiones de pierna, curl de piernas y pantorrillas. La primera repetición se consideró como la resistencia máxima, las siguientes repeticiones se establecieron al 60% de esta primera repetición	Se hallan diferencias en marcador de células madre hematopoyéticas ($CD34^+$ (0,03 ± 0,01 vs 0,11 ± 0,03%, p = 0,018).
Eather, Morgan y Lubans (2013)	213	10-11	6	Evaluar impacto de programa Fit-4-fun sobre la salud y la AF	d	Programa de estudio (PE): Lecciones en clase de teoría y práctica; Programa de casa (PC): sesiones de AF en casa; Recreo (R):AF dirigida durante el recreo (Propuesta de diferentes juegos como small sided games, retos y juegos de fuerza, etc.)	Después de 6 meses, no se encontraron diferencias significativas entre grupos en la condición cardiorrespiratoria. Sin embargo, si en la composición corporal (IMC -0,96 kg / m2, p<0.001; IMC z score media -0.47, p<0.001), y la actividad física diaria (media, 3.253 pasos / día, p<0.001).
Vamvakoudis et al. (2007)	38 varones	11-13	18	Examinar los efectos de la formación profesional de baloncesto prolongada en máxima potencia aeróbica, fuerza isocinética, la movilidad articular y la grasa corporal porcentaje de jóvenes jugadores de baloncesto, y los controles de la misma edad	e	Grupo experimental siguió entrenamientos rutinarios de Baloncesto con la diferencia de más intensidad y mayor duración; mientras que el control siguió el currículo habitual del área de EF en su centro.	Se aumentó la potencia aeróbica en todos los rangos de edad (VO_2máx(ml/kg/min):11½=51±3,9 vs 42,2±5,3; 12=52,1±4,7 vs 43,1±6,3; 12½=52,8±4,1 vs 44,6±5,9; 13=55,8±4,1 vs 45,6±6,4. Intervención y control respectivamente.
Annesi et al. (2007)	241	9-12	3	Evaluar eficacia de programa youth fit for life en la conducta hacia el ejercicio	f	Programa youth fit for life. Compuesto de sesiones cardiovasculares a través de juegos no competitivos, 20 min entrenamiento de resistencia	No se hallan diferencias importantes entre grupo de AF extraescolar y Grupo de EF.

						dos días a la semana, información sobre nutrición adecuada 5 min cada sesión.	
Gortmaker et al. (2012)	212	5-11	9	Evaluar el efecto de una intervención después de la escuela sobre los cambios físicos y los comportamientos individuales de niños	f	Refuerzo de conductas relacionadas con la participación en AF u juego; Ingerir 1 pieza de fruta o vegetales cada día, no servir en ningún centro comidas con grasas saturadas, utilizar el agua como la principal bebida, no servir bebidas azucaradas; Limitar a una hora por día el tiempo frente al ordenador o televisor.	La AF aumentó en los escolares que se acogieron al programa de intervención. La AF moderada-vigorosa aumento 10,5 minutos diarios (MD) (p<0,017), la AF moderada 5,6 MD (p<0,020) la AF vigorosa 5,1 MD (P<0,051)
Tompkins et al. (2012)	100	7-11	3	Examinar el efecto de AF antes de la escuela en el rendimiento académico, comportamiento en el aula, las emociones y otras medidas relacionadas con la salud.	f	El grupo intervenido realizaba la AF que más le gustara, pero esta debía tener una intensidad de moderada a vigorosa para lo cual se controló FC	Protocolo de intervención
Simons-Morton et al. (1991)	SD	8-10	24	Analizar efectos de un programa escolar para mejorar la dieta y los comportamientos de AF de los escolares	g	Clases de educación saludable y beneficios de AF; Mejorar calidad de servicios de alimentación de los centros; AF fue sólo observada	El % de grasa y grasa saturada bajó en bajó en los dos centros intervenidos significativamente un 15,5 %/ 31,7 % y un 10,3%/18,8%.
Gortmaker et al. (1999)	479	8-10	24	Evaluar el impacto de un programa interdisciplinar basado en intervención en salud y actividad física	g	Uso del programa Eat Well and Keep Moving, el cual promueve la dieta saludable, así como la AF a través de clases educativas y motivacionales	Los % de grasa y grasa saturada mejoraron en el grupo intervenido (1,4% p<0,04; 0,60% p<0,05) También se redujeron las horas frente al TV (0,55 horas al día (p<0,06)
Jurg et al. (2006)	510	9-12	9	Analizar la eficacia del programa JUMP sobre la actividad física, así como sus determinantes sociales cognitivas en una población de alumnos de primaria	g	Motivación hacia la participación de AF deportiva extraescolar; estimulación del alumno para aumentar horas de AF diaria y semanal; Clase en movimiento, consistente en pequeñas AF dentro de clase; lecciones para crear consciencia de la importancia de la EF; Información a padres sobre importancia de AF; Información a padres sobre abanico de clubs donde pueden inscribir a su hijo para que practique AF	Los grupos intervenidos aumentan la práctica de AF tras la intervención. Las mayores diferencias estadísticas se encuentran entre el grupo control e intervención de mayor edad. Mientras GC baja un 33,11% su práctica, GI la mantiene prácticamente 4,4%
Harrison et al. (2006)	312 clase social baja	9-11	4	Evaluar la eficacia de la intervención "Switch Off-Get Active" en la reducción de tiempo frente pantalla y IMC en niños de primaria	g	Intervención se basa en clases o lecciones de educación para la salud centradas en dar dos mensajes claros: minimizar el tiempo frente a la TV y aumentar la práctica de AF; Clases impartidas por los propios maestros los cuales fueron adiestrados para el cometido.	El estudio muestra diferencias en la AF moderada-vigorosa entre el grupo control e intervención (G.C. 3,04±0,41 / 5,14±0,33; G.E. 3,11± 0,37/ 5,94± 0,30 pre/post respectivamente.

N: tamaño de la muestra; P.I.: Programa de intervención; S.D.: Sin determinar. a) Metodología cardiovascular, AF, juego; b) Juegos deportivos, deporte; c) Actividades/ejercicio de alta intensidad; d) Combinación a y b; e) Combinación b y c; f) Combinación a y c; g) Actividades para fomentar hábitos de vida saludabl

Estudio II

Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares

Revisión de la literatura actual

RESUMEN: Si bien los beneficios de la AF sobre la salud en edades tempranas se encuentran ampliamente contrastados, la asociación entre AF y cognición no parece tan contundente. El objetivo de esta revisión fue analizar los efectos del ejercicio físico sobre los procesos cognitivos del niño/a, así como los patrones de AF más adecuados para alcanzarlos. Se revisaron artículos originales en inglés y español publicados en las bases de datos de Medline/Pub-Med, Scopus, Dialnet, así como en Metabuscador Google Scholar, de enero de 1999 a marzo de 2014 atendiendo a los efectos de la AF sobre cualquier proceso cognitivo en niños de 6 a 12 años de edad. Un total de 27 artículos fueron analizados. La AF tiene una influencia positiva sobre los procesos cognitivos del discente si bien estos no parecen ser apreciables en su RA a corto plazo. La utilización de RA como variable utilizando calificaciones escolares parece poco acertada, teniendo la mayoría de artículos consultados al respecto, resultados débiles o nulos. Por otro lado, parece existir una fuerte relación entre intensidad de AF y funciones ejecutivas.

Palabras clave: Actividad física, intensidad, cognición, rendimiento académico, niños.

ABSTRACT: Although the benefits of PA on different aspects related to health in children are widely contrasted, the association between PA, academic performance and cognition does not seem so clear. The aim of this review was to examine the effects of exercise on cognitive performance of children and to determine the kind of PA more suitable to get it. Medline / PubMed, Scopus, Dialnet and Google Scholar were reviewed attending to effects of PA on cognitive process in children 6 to 12 years-old. The collecting was limited to original articles in English or Spanish language, published between January 1999 and March 2014. A total of 27 publications were analyzed. PA has a positive influence on cognitive achievement although these effects were not significant in short-term AP. The use of AP as variable using official marks is not advisable, most articles reviews has weak results. On the other hand, there seems to be a strong relationship between intensity of PA and executive functions.

Keywords: Physical activity, high intensity, cognition, academic achievement, children.

INTRODUCCIÓN

Los beneficios de la actividad física (AF) sobre niños y jóvenes están ampliamente demostrados[1-3]. En la actualidad el ejercicio físico resulta fundamental en el proceso educativo de escolares, tanto para el desarrollo de valores sociales e individuales[4], como para el fomento de hábitos saludables que hagan frente a los actuales problemas de salud pública presentes en la infancia y adolescencia y entre los que destacan los preocupantes hábitos sedentarios y la obesidad[5-7].

Si bien la influencia de la AF en la salud cardiovascular, la condición física o en aspectos como la socialización, el autoconcepto y el bienestar general del alumno está profundamente contrastada, cada vez son más las investigaciones que además la señalan como un elemento determinante en los procesos cognitivos de niños y jóvenes[8].

Se aprecian en la literatura por un lado estudios que sostienen que niveles adecuados de AF están asociados a un enriquecimiento del rendimiento académico, estructuras cognitivas y funciones cerebrales[9-11,2], frente a los que no encuentran evidencias en la relación entre variables como AF y rendimiento académico (RA)[12-13], atención[14] o rendimiento cognitivo general[15] .

En este sentido, Keeley et al.[15] afirman que, aunque existen numerosas evidencias de corte transversal entre AF y logro académico, éstas son débiles siendo demasiados los factores que pueden influir en la relación entre ambas variables (influencia del ambiente familiar y de estudio, extra motivación física de niños/as más exitosos académicamente, relación entre inactividad, enfermedad, y ausencias a centros educativos, etc.). Hillman et al.[16] señalan que la fuerte asociación evidenciada

en diferentes estudios entre AF y salud cerebral influye ampliamente sobre el RA del discente. Coe, Pivarnik, Womack, Reeves y Malina[17] por su parte, realizan un estudio de intervención donde a pesar de que el RA no se relacionó significativamente con los niveles de AF, las calificaciones más altas fueron asociadas con el ejercicio físico vigoroso.

Se hace complicado en definitiva, discernir cuales son los aspectos cognitivos sobre los que la AF puede llegar a influir de manera más contundente, siendo el objetivo de esta revisión realizar un análisis de la producción científica actual sobre AF y cognición, con el fin de analizar los efectos del ejercicio físico sobre los procesos cognitivos del niño/a según autores, así como las pautas de AF más adecuadas para alcanzarlos, de manera que el documento pueda servir como guía para plantear programas de AF en las escuelas que consigan que los jóvenes mejoren académicamente al mismo tiempo que incrementan su condición física y salud general.

MÉTODO

Estrategias de búsqueda bibliográfica

Se revisaron artículos originales en inglés y español principalmente publicados en las bases de datos de Medline/Pub-Med, Scopus, Dialnet, así como en Metabuscador Google Scholar, de enero de 1999 a marzo de 2014, de estudios descriptivos y de intervención, así como de revisiones literarias, sistemáticas y metaanálisis en relación a los efectos de la AF sobre cualquier proceso cognitivo en niños de 6 a 12 años de edad.

Las palabras clave utilizadas para la revisión fueron combinadas de manera que la búsqueda abarcara por un lado a la población objeto de estudio, siendo las siguientes: "*preteens, children, childhood, prepubescent*"; y, por otro lado, los siguientes términos específicos "*cognitive control, executive attention, mental function, academic performance, academic archievement*" enlazados con "*physical activity*".

Criterios de inclusión y exclusión

La selección de los estudios científicos estuvo basada en los siguientes criterios de inclusión: a) estudios de revisión; b) estudios descriptivos; c) estudios de intervención). Dichos estudios debían estar enfocados al análisis de los efectos de la AF sobre la cognición de niños de entre 6 y 12 años de edad. Por otro lado, como criterios de exclusión se establecieron: a) estudios científicos publicados en forma de resumen y/o comunicaciones cortas; b) artículos redactados en idioma distinto al inglés o español; c) estudios anteriores a 1999; d) población con problemas físicos o cognitivos asociados. Otros criterios de exclusión fueron las limitaciones serias en lo que a diseño se refiere (muestreo, características de la población, etc.).

RESULTADOS

La estrategia de búsqueda permitió obtener un total de 27 publicaciones bajo los criterios de inclusión establecidos: 10 artículos descriptivos, 6 intervenciones (5 intervenciones y 1 protocolo de intervención), 6 revisiones sistemáticas y 5 artículos teóricos/revisiones narrativas.

Se observa una amplia heterogeneidad en cuanto a los instrumentos de evaluación utilizados, tanto para medir el nivel de AF o condición física como el

rendimiento cognitivo y/o académico de la muestra. Tanto las mediciones físicas (MF) como las relativas a cognición (MC) son muy diferentes en los artículos descriptivos y de intervención revisados.

Tabla I. Mediciones utilizadas y métodos de evaluación de las mismas en los 10 estudios descriptivos y 6 estudios de intervención revisados tanto de las medidas físicas (MF) realizadas a los participantes como de las medidas cognitiva (MC) llevadas a cabo.

Actividad observada	***Medición***	***Método***	***Estudios descriptivos***		***Estudios de intervención***	
			nº	*%*	*nº*	*%*
MF	***Hábitos de vida activos***	*Cuestionarios*	*3*	*30*	*2*	*33,33*
		Entrevistas	*0*		*1*	*16,66*
		Instrumentos de evaluación objetiva de AF (Podómetros, acelerómetros, etc.)	*4*	*40*	*0*	*0*
	Capacidad aeróbica	*Fitnessgram (PACER)*	*2*	*20*	*1*	*16,66*
		Otros	*2*	*20*	*3*	*50*
	Capacidad muscular	*Fitnessgram*	*2*	*20*	*0*	*0*
		Otros	*0*	*0*	*0*	*0*
	Composición corporal	*IMC*	*3*	*30*	*2*	*33,33*
		% Grasa	*1*	*10*	*0*	*0*
		Otros	*0*	*0*	*1*	*16,66*
MC	***Rendimiento académico***	*Test estandarizados*	*3*	*30*	*3*	*50*
		Calificaciones curriculares	*1*	*10*	*2*	*33,33*
	Función Cerebral	*Electroencefalograma*	*2*	*20*	*1*	*16,66*
		Resonancia magnética	*0*	*0*	*1*	*16,66*
		Test de inteligencia	*0*	*0*	*1*	*16,66*
		Atención	*4*	*40*	*0*	*0*
		Memoria de trabajo	*3*	*30*	*1*	*16,66*
		Inhibición	*3*	*30*	*0*	*0*

El % responde al número de trabajos que utilizan un método determinado, siendo calculado en función de estudios descriptivos y de intervención revisados (10 y 6 respectivamente). Los estudios son susceptibles a la utilización de uno o más métodos de medición.

En cuanto a MF, en estudios descriptivos destaca la utilización de hábitos de vida activos como variable dependiente, principalmente a través de la utilización de acelerómetros y podómetros en mayor medida. En estudios de intervención la valoración de la capacidad aeróbica es utilizada en la gran mayoría de investigaciones, destacando el uso del Volumen de oxígeno máximo (VO_2máx) como parámetro de medición más recurrido.

La utilización de *Fitnessgram*, programa estandarizado para la evaluación de la condición física de niños en edad escolar[18] es utilizado en varios estudios tanto descriptivos[10,19] como de intervención[20] (Ver tabla I). Consta de varios test (*PACER; 1-Mile run; Walk Test; Pull-ups; 90 Push-ups; Curl-ups; Trunk lift; Back-Saver Sit and Reach; Shoulder Stretch; Body mass index; Skinfold Measurements; Bioelectric Impedance Analyzers*) los cuales determinan capacidad aeróbica, composición corporal, fuerza y resistencia muscular, y flexibilidad de los participantes.

En lo referido a MC, la valoración del RA es la más frecuente con diferencia en estudios de intervención, si bien en artículos observacionales las funciones ejecutivas también suelen ser estudiadas. Se observa como una amplia proporción de estudios centran sus objetivos en comparar las relaciones establecidas entre RA y el tiempo regular de AF.

Destaca la utilización de *Eriksen flanker tast*[21], prueba que incluye un conjunto de actividades de inhibición de respuesta, evaluando la capacidad de suprimir éstas que no son apropiadas. El conjunto de tareas mide el procesamiento de la información y la atención selectiva.

Artículos descriptivos

Entre todos los estudios analizados, los observacionales son los más frecuentes en las bases de datos consultadas. En la tabla II se ofrecen los rasgos principales de los artículos que cumplieron los criterios de inclusión de esta revisión.

De los diez artículos descriptivos analizados, cuatro de ellos relacionan la AF con el RA. Tal solo el trabajo de Syväoja et al.[22] establece una asociación positiva entre estas

dos variables cuando la medición de los niveles de AF se lleva a cabo de manera subjetiva a través de autoinformes. El mismo artículo señala una falta de efecto cuando el control del ejercicio se estima de manera objetiva mediante acelerómetros. Tanto los estudios de LeBlanc et al.[13] como lo de Tremblay, Inman y Willms[23] señalan una débil relación entre el RA e incremento de AF. Wang, Huang, Wu y Wang[24] por su parte, también analizan AF y RA, pero centrando la atención en la influencia del gasto energético diario en ésta. El grupo con gasto intermedio fue el que consiguió mejores resultados en RA.

El resto de trabajos relacionan la AF con diferentes aspectos cognitivos, destacando el análisis de la función ejecutiva. Todas las investigaciones hallan efectos positivos significativos entre las variables observadas. Destacan las publicaciones de Booth et al.[25], Hillman et al.[19] y Pirrie y Lodewyk[14], las cuales analizan la influencia de la intensidad del ejercicio sobre las funciones ejecutivas coincidiendo en la fuerte asociación entre dichas funciones y la AF moderada/vigorosa (AFMV).

Tabla II. Principales características de los artículos descriptivos analizados en la revisión.

Primer autor	año	Objetivo principal	Medidas	División de la muestra	n	Edad	Principales conclusiones
Drollete	2014	Evaluar el efecto del ejercicio aeróbico de moderada intensidad sobre dos niveles de forma física diferentes (alto vs bajo)	MF: VO_2máx; IMC; FCmáx; Media de pasos por minuto; MC: Electroencefalogramas; Eriksen flanker task.	Según niveles de forma física de los sujetos	40	9-10	El ejercicio aeróbico moderado mejora la función cerebral y la cognición en niños con el nivel de forma física más bajo en relación a los de mejor nivel de forma física.
LeBlanc	2012	Analizar la hipótesis según la cual en niños la adiposidad y los niveles de AF están asociados a un R.A. positivo.	MF: IMC; % grasa; acelerómetro; MC: R.A. a través de resultados de asignaturas	x	1963	11-12	Los resultados no soportan la hipótesis de que la adiposidad y la AF están relacionadas con el R.A.
Tremblay	2000	Examinar la relación entre niveles de AF, IMC y autoconcepto con resultados en lectura y matemáticas.	MF: IMC; Cuestionario sobre participación en AF semanal; MC: Test en matemáticas, lectura, ciencias y escritura; OTROS Cuestionario autoconcepto; Cuestionarios para analizar estructuración familiar y estatus socioeconómico.	x	6923	11-12	1 Los niveles de AF estuvieron relacionados significativamente con el autoconcepto; 2 El incremento de AF vigorosa estuvo asociado a una mejora progresiva del autoconcepto. 3. El incremento de AF tuvo una relación muy débil con el R.A. 4 Los incrementos de AF estuvieron asociados con un bajo IMC.
Booth	2013	Explorar si el volumen de AF medida objetivamente está relacionada con la atención y la función ejecutiva.	MF: Acelerómetros; MC: Test of everyday attention for children	x	4755	11-13	El aumento de AF moderada-vigorosa, se asoció con unos mejores resultados de función ejecutiva/atención en adolescentes varones. Los resultados fueron menos convincentes en mujeres.
Hillman	2009	Analizar la relación entre AF y control ejecutivo	MF: Fitnessgram; MC: Eriksen flanker tast; Kaufman brief intelligance test (KBIT); Electroencefalogramas (Actividad cerebral (Event-related potencial (ERP)).)	Se tuvo en cuenta la capacidad aeróbica (CA) de los sujetos (bajo alto nivel de Capacidad aeróbica)	38	8-11	La alta capacidad aeróbica se relacionó con una mejor función cognitiva. Los datos neuroeléctricos apoyan las diferencias en la ejecución de la tarea.

Best	*2012*	*Analizar si el uso de videojuegos activos (exergaming) influye en la función ejecutiva de niños.*	*MC: Función ejecutiva a través de Flanker tast modificado (Rueda et al., 2004)*	*Se realizaron dos grupos, uno de ellos practicó con videojuegos físicamente activos y otro con videojuegos normales (sedentarios)*	*33*	*6-10*	*La participación cognitiva en juegos no tuvo efecto alguno sobre la ejecución de la tarea, sin embargo, hubo mejoras sustanciales en el grupo exergaming.*
Chomitz	*2009*	*Determinar la relación entre AF y rendimiento académico en colegios públicos urbanos*	*MF: Fitnessgram* *MC: Test de RA de puntuación Massachusetts Comprehensive assessment system con test en matemáticas e inglés.*	*x*	*1478*	*10-12*	*Hubo diferencias estadísticas significativas en la relación entre AF y RA tanto en matemáticas como en inglés.*
Pirrie	*2013*	*Investigar la influencia de la AF moderada-vigorosa en los procesos cognitivos de planificación y atención.*	*MF: monitor de FC para medir la intensidad; MC: Test Cognitive assessment system (Das y Naglieri, 1997) (CAS)*	*x*	*40*	*9-10*	*Hubo mejoras significativas en los test de planificación después de la realización de AF. No se observaron mejoras en atención.*
Syväoja	*2013*	*Determinar la relación entre medidas objetivas y subjetivas de AF, comportamiento sedentario y RA en niños finlandeses.*	*MF: Medidas objetivas de AF: acelerómetros; Medidas subjetivas Cuestionario Who health behvior in school-aged children (HBSC); MC: RA: Promedio de calificaciones proporcionadas por los servicios de educación de la ciudad de Jyväskylä*	*x*	*277*	*11-13*	*Las medidas subjetivas de AF/Autoinformes fueron directamente proporcionales al RA; El comportamiento sedentario tuvo una asociación negativa; Medidas objetivas de AF no se relacionaron con RA.*
Wang	*2014*	*Investigar el efecto del gasto energético diario en el RA*	*MF: Gasto energético: 3 Day physical activity recall (3-DPAR), la intensidad de las actividades fue categorizada en baja intensidad, media y alta; MC: RA a través de calificaciones obtenidas en centros.*	*x*	*1065*	*9-12*	*Los estudiantes con un gasto energético moderado fueron los que mayores efectos consiguieron en RA. Los chicos con mejor RA estaban dentro de intensidad intermedia; las chicas con mayores resultados académicos en intensidad baja.*

Artículos de intervención

En la tabla III pueden observarse las principales características de los programas de intervención propuestos por las diferentes publicaciones analizadas.

Tabla III. Descripción de los programas de intervención llevados a cabo en los 6 estudios experimentales revisados. Autor principal; año de publicación del estudio; breve descripción del programa, tiempo dedicado a la sesión (TS); frecuencia semanal (FS); y duración de la intervención (DI)

Autor	Año	Descripción del programa de intervención	T.S.	F.S.	D.I.
Ahamed	2007	AF con AS! BC dentro de clase impartida por propios tutores incluyendo actividades de danza, skipping, etc.	15 min	5 días	16 meses
Coe	2006	Control y observación sistemática de la AF realizada (tiempo e intensidad), para analizar los efectos de esta en el R.A.	libre	libre	9 meses
Chaddock	2013	Se llevó a cabo un programa para mejorar la salud cardiovascular, concretamente Fit kid CATCH	120 min	5 días	9 meses
Kamijo	2011	Un día a la semana se realizaba AF moderada vigorosa controlando FC y otro AF normal (clase tradicional de EF). En el fin de semana se motivaba al grupo experimental a seguir practicando AF con sus familias.	120 min	5 días	9 meses
Hansen	2014	La impartían los propios tutores, instruidos para impartir AF moderada vigorosa.	100 min	más de 3 días	36 meses
Tompkins	2012	Los participantes del programa elegían la AF que querían realizar (walking, jogging, running, soccer, jump rope o basketball). Todos los participantes portaban un monitor de FC y se pedía que mantuvieran su FC dentro de los rangos de AF moderada-vigorosa (Entre 120-180 lpm)	45 min	3 días	meses

La mayoría de las intervenciones son de larga duración abarcando al menos un curso escolar, a excepción de la propuesta de Tompkins, Hopkins, Goddard y Brock[26] de duración menor. El tiempo dedicado a la sesión de AF tanto de manera diaria como semanal difiere entre los programas, aunque ninguno sobrepasa las 2 horas diarias y todos estipulan una frecuencia semanal mínima de 3 días.

De los seis artículos, tres de ellos incluyen en sus programas AF moderada-vigorosa. Solo Chaddock et al.[9] y Ahamed et al.[12] utilizan programas de AF estandarizados (*Fit kid CATCH; Action Schools! BC* respectivamente). En la tabla IV se

ofrecen los rasgos principales de las intervenciones que cumplieron los criterios de inclusión de esta revisión.

Tres de los cinco artículos de intervención analizan los efectos de la AF sobre el RA. Tan solo Hansen et al.[20] obtienen una asociación positiva en RA en lo relativo a ortografía y matemáticas después de la realización de la prueba *Weschsler individual achievement test* (No hubo relación significativa en la prueba de lectura). Ahamed et al.[12] y Coe et al.[17] no obtienen resultados estadísticos significativos entre AF y RA, coincidiendo con los resultados relativos a los artículos descriptivos anteriormente analizados.

Los dos artículos restantes Chaddock et al.[9] y Kamijo et al.[27] estudian activación cerebral y memoria de trabajo hallando ambas investigaciones efectos cognitivos positivos. (Ver tabla IV)

Revisiones

En cuanto a las revisiones halladas en la literatura, es destacable el amplio número de estas frente a artículos descriptivos y de intervención. Encontramos 6 revisiones sistemáticas, entendiendo éstas como aquellas que utilizan un protocolo de búsqueda, incluyendo solo una de ellas[11] metaanálisis y 5 revisiones narrativas.

Tanto los resultados de cinco de las revisiones sistemáticas como las conclusiones de la totalidad de artículos narrativos consultados, apoyan los efectos positivos de la AF sobre la cognición de niños y sostienen que esta juega un importante papel en el RA de los más jóvenes. Únicamente la revisión de Keeley et al.[15] con 18

artículos analizados, apunta a una débil asociación entre AF, condición física y RA y cognitivo.

Tabla IV. Principales características de los artículos de intervención analizados en la revisión.

Primer autor	***año***	***Objetivo principal***	***Medidas***	***División de la muestra***	***n***	***Edad***	***Principales conclusiones***
Ahamed	*2007*	*Analizar efectividad del programa AS! BC sobre el RA.*	*MF: Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C).MC: Canadian Achievement Test(CAT-3) (TotScore) para medir RA*	*Randomizada*	*288*	*10-12*	*No hay diferencias entre los grupos en lo que a RA se refiere. El programa consigue mejorar la forma física de los sujetos sin influir de manera negativa en el RA.*
Coe	*2006*	*Determinar los efectos de las clases de EF y la AF sobre el RA*	*MF: SOFIT; 3DPAR; MC: Resultados en las asignaturas de Matemáticas, ciencias, inglés, sociales con el test (Terra Nova percentiles).*	*Se utilizó 3-D physical activity recall (3DPAR) para determinar la AF realizada, dividiendo al grupo en 1 (Nada AF) 2 (Algo AF) 3 (AF dentro de recomendaciones)*	*214*	*11-12*	*Aunque no hubo diferencias significativas en relación al RA entre los grupos, las puntuaciones más altas fueron asociadas al grupo 3.*
Chaddock	*2013*	*Evaluar la influencia de un programa de AF de 9 meses de duración en la activación cerebral en la infancia*	*MF: VO2máx; IMC; MC: functional magnetic resonance imaging (fMRI); Kaufman Brief Intelligence Test (KBIT);*	*Randomizada*	*32*	*8-9*	*La disminución de la activación frontal cerebral está asociada a un mejor control cognitivo. El grupo intervenido sufre dicha disminución. La AF en la infancia desarrolla elementos específicos involucrados en la función del cortex cerebral*
Kamijo	*2011*	*Examinar los efectos de 9 meses de trabajo de AF sobre salud cardiovascular y memoria de trabajo.*	*MF: VO_2máx utilizando protocolo de Balke modificado (American College of Sports Medicine, 2006); MC: Sternberg task Modificado; Event-related brain utilizando electrodos para medir función neurocognitiva.*	*Randomizada*	*43*	*7-9*	*El incremento de la salud cardiovascular está asociado a un mejor control cognitivo de la memoria de trabajo en niños.*
Hansen	*2014*	*Analizar asociación lineal y no lineal de la AF, la condición física y el RA.*	*MF: PACER; MC: Weschsler individual achievement test (3º edición) para medir RA. (La prueba mide lectura, ortografía y matemáticas).*	*17 escuelas aleatorizadas (9 intervención y 8 control)*	*687*	*7-9*	*La condición física tuvo una asociación positiva con ortografía y con matemáticas*

DISCUSIÓN

La presente revisión fue realizada con el objeto de analizar los efectos del ejercicio físico sobre los procesos cognitivos del niño/a, así como las pautas de AF más adecuadas para alcanzarlos. Los resultados de la revisión muestran como la AF tiene una influencia positiva sobre el control cognitivo en general, si bien lo resultados difieren en lo referido a RA donde parece existir una débil asociación teniendo en cuenta las investigaciones sometidas a revisión.

Los beneficios de la AF sobre la salud cerebral son contundentes. Según Khan y Hillman[28] la infancia es un periodo crítico en el desarrollo del cerebro caracterizado por la maduración prolongada de circuitos destinados a apoyar las operaciones cerebrales, permitiendo este desarrollo, oportunidades únicas para optimizar las funciones cognitivas a través de la AF. En este sentido, Chaddock et al.[9] en su intervención para analizar la influencia de un programa de AF sobre la activación cerebral en la infancia, consiguen disminuir activación frontal del grupo experimental, mejorando su control cognitivo. Revisiones como las de Haapala[29] o Hillman el al[16] evidencian los efectos positivos de la AF sobre la salud cerebral o sobre aspectos más específicos como la atención, concentración o memoria de trabajo. Kamijo et al.[27] observan efectos sobre la memoria de trabajo en niños de 7-9 años tras un programa de 9 meses de duración. Investigaciones como las de Liang, Matheson, Kaye y Boutelle[30] o Chaddock, Hillman, Buck y Cohen[31] por su parte, aprecian una relación negativa entre una baja condición física y niveles de atención y control cognitivo respectivamente.

En cuanto al tipo de ejercicio físico analizado por los diferentes artículos objeto de estudio, la práctica de AFMV parece perfilarse como la que produce mejores

resultados. Autores como Booth et al.[25] con un estudio observacional donde analizan los efectos del volumen de AF y en el que participaron 4755 niños/as de 11 a 13 años de edad, asocian la AFMV a mejores resultados de función ejecutiva/atención. Pirrie y Lodewyk[14] tras una sesión en la que se incluyeron 20 min de AFMV y Kamijo et al.[27] con 1 sesión semanal de AFMV incluida en su programa de intervención, consiguen efectos sobre planificación y control cognitivo. Hillman et al.[19] asocia la alta capacidad aeróbica a una mejor función ejecutiva. Coe et al.[17] observan de igual manera mejor rendimiento académico en los sujetos que registraron los niveles más altos en cuanto a intensidad de AF, aunque en dicha investigación no llegaron a establecerse diferencias significativas entre grupos.

En lo referido finalmente a los resultados de RA, la totalidad de investigaciones consultadas a excepción de las correspondientes a Hansen et al.[20] y Syväoja et al.[22] señalan una débil asociación con la práctica de ejercicio físico. Hansen et al.[20] obtienen resultados en ortografía y matemáticas a través del *Weschsler individual achievement test* (3ªedición). Syväoja et al.[22] solo relacionan el RA con la AF medida subjetivamente, sin embargo, a través de acelerómetros no hallan diferencia alguna entre grupos. El resto de estudios consultados coinciden en la ausencia de efecto entre AF y RA. Estos resultados contradictorios pueden guardar una importante conexión con el método de medición utilizado. Así, se diferencian dos tipos de investigaciones, por un lado, las que tienen en cuenta calificaciones curriculares oficiales y por otro las que utilizan test específicos en diferentes áreas de trabajo (lectura, matemáticas, ortografía, idiomas, etc.). Una importante proporción de estudios consultados tiene en cuenta las notas de los centros escolares donde las calificaciones quedan sujetas a multitud de variables extrañas como actitud del alumno en clase, trabajo diario del mismo, exigencia del tutor,

clima de estudio en casa, motivación y orientación tutorial, etc. En cuanto a los artículos que utilizan pruebas de habilidades en las diferentes áreas, aunque el método de medición resulta mucho más objetivo, éste obvia la habilidad del alumno a la hora de enfrentarse ante las características del test, los procesos de aprendizaje previos del discente, etc. Teniendo en cuenta estos factores, a nuestro juicio la utilización de variables de RA resulta delicada ya que, a pesar de que la AF puede tener efectos sobre ésta, los resultados sobre el rendimiento del alumno podrían ser apreciables a largo plazo y difícilmente cuantificables.

En conclusión, la AF tiene una influencia positiva sobre los procesos cognitivos del discente si bien estos efectos no parecen ser apreciables en su rendimiento académico a corto plazo. La utilización de RA como variable utilizando calificaciones escolares parece poco acertada, teniendo la mayoría de artículos consultados al respecto, resultados débiles o nulos. Por otro lado, parece existir una fuerte relación entre intensidad de AF y funciones ejecutivas, por lo que más investigación resultaría de gran interés para la comunidad científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]Lanigan J. Physical Activity for Young Children: A Quantitative Study of Child Care Providers' Knowledge, Attitudes, and Health Promotion Practices. Early Childhood Education Journal. 2014; 42(1): 11-18.

[2]Pontifex MB, Raine LB, Johnson CR, Chaddock L, Voss MW, Cohen, NJ, et al. Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. Journal of Cognitive Neuroscience. 2011; 23: 1332–45.

[3]Howie EK, Pate RR. Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. Journal of Sport and Health Science. 2012; 1:160-9.

[4]Ruiz G, Cabrera D. Los valores en el deporte. Revista de Educación. 2004; 335: 9-19.

[5]Colín-Ramínez E, Castillo-Martínez L, Orea-Tejeda A, Vergara-Castañeda A, Keirns-Davis C, Villa-Romero A.Outcome s of a school-based intervention (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children. Health education research. 2010; 25 (6): 1042-9.

[6]Escalante Y, Saavedra J, García-Hermoso A, Domínguez A. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. Preventive Medicine. 2012; 54: 293-301.

[7]Taverno SE, Byun W, Dowda M, McIver KL, Saunders RP, Pate RR. Sedentary behaviors in fifth-grade boys and girls: where, with whom, and why?. Childhood Obesity. 2013; 9(6): 532-9.

[8]González J, Portolés A. Actividad física extraescolar: relaciones con la motivación educativa, rendimiento académico y conductas asociadas a la salud. Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte. 2014; 1 (9): 51-65.

[9]Chaddock-Heyman L, Erickson K, Voss MV, Knecht AM, Pontifex MB, Castelli D, et al. The effects of physical activity on functional MRI activation associated with

cognitive control in children: a randomized controlled intervention. Frontiers in Human Neuroscience. 2013; 72 (7): 1-13.

[10]Chomitz V, Slining M, McGowan R, Mitchell S, Dawson G, Hacker K. Is There a Relationship Between Physical Fitness and Academic Achievement? Positive Results From Public School Children in the Northeastern United States. Journal of School Health. 2009; 1 (79): 30-7.

[11]Fedewa A, Soyeon A. The effects of physical activity and physical fitness on children´s achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis. Research Quarterty for Exercise and Sport. 2011. 3 (82): 521-53

[12]Ahamed Y, Macdonald K, Reed P, Naylor T, Liu-Ambrosed T, Mckay H. School-Based Physical Activity Does Not Compromise Children`s Academic Performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006; 2 (39): 371–6.

[13]LeBlanc M, Han H, Newton R, Sothern M, Webber LS, et al. Adiposity and Physical Activity Are Not Related to Academic Achievement in School-Aged Children. Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics. 2012; 33(6): 486–94.

[14]Pirrie AM, Lodewyk KR. (2012) Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. Mental Health and Physical Activity. 2012; 5: 93-8.

[15]Keeley T, Fox K. (2009). The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. International Review of Sport and Exercise Psychology. 2009; 2 (2): 198-214.

[16]Hillman CH, Kamijo K, Scudder M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. Preventive medicine. 2011; 1: 1-15.

[17]Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006; 1515-9.

[18]Welk GJ, Morrow JRJ, Falls HB. FITNESSGRAM reference guide. Dallas, TX: Cooper Institute. 2002.

[19]Hillman C, Buck S, Themanson J, Pontifex M, Castelli D. Aerobic Fitness and Cognitive Development: Event-Related Brain Potential and Task Performance Indices of Executive Control in Preadolescent Children. Developmental Psychology. 2009; 1 (45):114–29.

[20]Hansen D, Herrmann D, Lambourne K, Lee J, Donnelly J. (2014). Linear/Nonlinear Relations of Activity and Fitness with Children's Academic Achievement. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2014; 12 (46): 2279-85.

[21]Eriksen CW, Eriksen BA. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non-search task. Perception and Psychophysics. 1974;16: 143–149.

[22]Syväoja H, Kantomaa M, Ahonen T, Hakonen H, Kankaanpää A, Tammelin T. Physical activity, sedentary behavior, and academic performance in finnish children. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2013; 45(11): 2098-104.

[23]Tremblay M, Inman J, Willms D. The relationship between phycial activity, self-esteem, and academic achievement in 12-year old children. Pediatric Exercise Science. 2000; 12: 312-23.

[24]Wang P, Huang Y, Wu SF. Effects of daily energy expenditure on academic performance of elementary students in Taiwan. Japan Journal of Nursing Science. 2014;11: 1–9.

[25]Booth JN, Tomporowski PD, Boyle JM, Ness AR, Joinson C, Leary SD, et al. Associations between executive attention and objectively measured physical activity in adolescence: Findings from ALSPAC, a UK cohort. Mental Health and Physical Activity. 2013; 6: 212-9.

[26]Tompkins C, Hopkins J, Goddard L, Brock DW. The effect of an unstructured, moderate to vigorous, before-school physical activity program in elementary school children on academics, behavior, and health. BMC Public Health. 2012; 12: 1-5.

[27]Kamijo K, Pontifex M, Leary K, Scudder M, Wu CT, Castelli D, et al. (2011) The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. Developmental Science. 2011; 14(5): 1046–58.

[28]Khan N, Hillman CH. The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition: A Review. Pediatric Exercise Science. 2014; 26: 138-46.

[29]Haapala E. (2012). Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. Baltic journal of health and physical activity. 2012;1(4): 53-61.

[30]Liang J, Matheson BE, Kaye WH, Boutelle KN. Neurocognitive correlates of obesity and obesity-related behaviors in children and adolescents. International Journal of Obesity. 2013; 1–13.

[31]Chaddock L, Pontifex MB, Hillman CH, Kramer A.F. A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. Journal of the International Neuropsychological Society. 2011; 17: 1–11.

Estudios Empíricos

Estudio III

Efectos de la actividad física extraescolar sobre índices de salud y rendimiento físico de una muestra preadolescente

RESUMEN

El principal objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un programa de AF extraescolar de carácter habitual en centros educativos, en la salud y la condición física de población escolar. 80 sujetos con una edad media de 10,83 ± 0,72 años participaron en el estudio. La intervención se basó en la puesta en marcha de un programa deportivo escolar. Un pre/postest fue realizado recogiendo *FCmáx, VO_2máx* y *Vpico* alcanzada, mediante el test de Leger. También se tomaron medidas antropométricas *(IMC)*. Tras 24 semanas de intervención con 2 sesiones semanales de AF (1h/día), se establecieron diferencias en *IMC, FCmáx y Vpico*, entre el G.C.1 y el G.E.1 ($p < 0,05$). Sin embargo, no se hallaron diferencias en relación al *VO_2máx*. La intervención fue una útil herramienta para prevenir la obesidad infantil y juvenil de la muestra de escolares seleccionada. La condición física de estos también sufrió ciertas mejoras, aunque una mayor investigación es necesaria para determinar la conveniencia del uso de indicadores como el *VO_2máx* en este tipo de intervenciones en escolares.

Palabras clave: Programas de actividad física, VO_2máx, deporte extra-escolar; deporte; salud pública; sedentarismo, niños

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of after-school physical activity programs in the health and fitness of school population. 80 subjects with a mean age of 10.83 ± 0.72 years participated in this study. The intervention was based on the implementation of a school sports program. A pre/posttest was performed and *HRmax, VO_2max* and *Vmax* was measured by the Leger test. In addition, anthropometric measurements (BMI) were also taken. After 24 weeks of intervention with 2 weekly sessions of PA (1h/day), statistical significance was set at *BMI*, *HRmax* and *Vmax*, between GC1 and GE1 $p < 0.05$. However, we didn´t find differences in relation to *VO_2max* between groups. The intervention was able to prevent childhood and adolescent obesity in the sample. The physical performance also experienced some improvement, although more research is needed to determine the convenience of using parameters like *VO_2max* in interventions with children.

Keywords: Physical activity programs, after-school sport, public health, sedentary, children

INTRODUCCIÓN

Diferentes estudios subrayan la necesidad de integrar la actividad física y deportiva, a la rutina diaria de la población adolescente desde sus edades más tempranas, con la finalidad de promover estilos de vida saludable (Shamsul y Borrmann, 2012; Uvacsek, Tóth, Ridgers, 2011). Esta promoción de hábitos de vida activos, está más que justificada, y así lo corroboran multitud de investigaciones que desde hace años describen como el sedentarismo que sufren las nuevas generaciones es cada vez mayor (Ballesteros, Dal-Re Saavedra, Pérez-Farinós, y Villar, 2007; Capdevila, Niñerola, y Pintanel, 2004; León-Prados, 2011).

Según diferentes investigaciones (Eisenmann, Wickel, Welk y Blair, 2005; Ferreira et al., 2005) aunque las manifestaciones clínicas de diversas enfermedades se presentan en la edad adulta, el origen de dichas patologías puede encontrarse en factores existentes en la infancia y la adolescencia tales como la condición física o la composición corporal, derivados, a su vez, de los hábitos de vida promovidos en estas edades. Sea de una u otra forma, resulta fundamental ofrecer alternativas, no sólo para incorporar la práctica de Actividad Física (AF) al tiempo libre de niños y jóvenes, sino además para que esta perdure en el tiempo y se convierta en un hábito duradero.

Existe una preocupación generalizada por el fomento de hábitos saludables en escolares, jugando la AF un papel fundamental y así lo demuestra la bibliografía existente al respecto, encontrando diferentes estudios que avalan la utilización y el fomento de distintos planes y programas de AF en las escuelas (Herrmann, Hebestreit y Ahrens, 2012; Wright, Giger, Norris y Siro, 2012). A pesar de esto, las tasas de obesidad infantil y juvenil en España siguen siendo muy altas (Sánchez-Cruz, Jiménez

Moleón, Fernández-Quesada, Sánchez, 2013), nuestros jóvenes son cada vez más sedentarios y su motivación hacia la práctica deportiva, así como su condición física es cada vez más deficiente (Ballesteros et al, 2007; Capdevila et al., 2004; León-Prados, 2011). Ante estos hechos paradójicos, los profesionales de la AF nos deberíamos plantear si las metodologías de los programas de AF llevados a cabo son suficientemente eficaces, ya que resulta muy necesario revertir dicha situación.

El propósito de este trabajo fue analizar el grado de influencia de un programa de AF con una metodología de trabajo similar a la utilizada en un elevado número de centros educativos en la actualidad (Annesi et al., 2007; Martínez-Vizcaino et al., 2010; Resaland, Anderssen, Mamen, Andersen, 2011). Para su evaluación, se utilizaron indicadores fisiológicos comúnmente usados por la comunidad científica en la población escolar, por un lado, en relación con la salud, como son el Índice de Masa Corporal (*IMC*) y el consumo máximo de O_2 (*VO_2máx*) y por otro con el rendimiento físico, utilizando para ello el test de Leger, para determinar, tanto frecuencia cardiaca máxima (*FCmáx*), como la velocidad máxima alcanzada en dicho test (*Vpico*).

MÉTODO

Sujetos

Formaron parte de este estudio un total de 80 sujetos entre 10 y 12 años, con una edad media de 10,83 ±0,72 años, procedentes de la provincia de Jaén, de los cuales el 61,3% fueron hombres (n=49) y el 38,8% (n=31) restante mujeres. La muestra estuvo formada por tres grupos, siendo la misma incidental dado que, en la división se tuvo en cuenta a los participantes federados en competición deportiva y hubo que respetar la

voluntariedad en la inscripción al programa deportivo planteado como intervención. 29 prepuberales participaron en dicho programa, formando el grupo experimental de la investigación (G.E.1). Los otros dos grupos tenidos en cuenta fueron, por un lado, todos aquellos escolares no inscritos a ningún tipo de actividad deportiva (G.C.1), y por otro (G.C.2) aquellos alumnos federados en competición, a los cuales se solicitó carnet de federado de la temporada.

Diseño e Instrumentos

Se realizó un diseño de intervención pretest-postest en el que se tuvo en cuenta como variables independientes, el sexo y el grupo del que formaban parte los participantes y como variables dependientes, indicadores de condición física y salud (*Vpico, FCmáx,* VO_2*máx* e *IMC).* Se trabajó con un diseño de grupos no equivalentes (León y Montero, 2003) aplicado a los diferentes tipos de AF practicada.

En cuanto al instrumental utilizado, se tomó la talla y el peso de los sujetos para calcular el *IMC* utilizando un tallímetro (Seca A 214) y una báscula calibrada (Arimet 7hc (P -5.33)), y se analizó, VO_2*Max* consumido de manera indirecta utilizando test de 20 m ida y vuelta (test de Leger) así como *FCmáx* utilizando pulsómetro (Polar S610i) durante dicho test. Además, se tomaron datos en relación a la frecuencia con la que los participantes practicaban AF (excluyendo el tiempo dedicado dentro del programa extraescolar o en clubs o equipos deportivos).

Procedimiento

La investigación fue realizada durante el curso académico 2011/2012. En el diseño de la misma, se tuvo en cuenta la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos), la ley de protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999), así como los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki (revisión de 2013). El estudio consistió en la puesta en marcha de un programa deportivo extraescolar ofertado en centros públicos andaluces desde el año 2006 "Deporte en la escuela".

Las sesiones del programa deportivo se llevaron a cabo en horario de tarde durante dos días a la semana (1 h/día) a lo largo del año académico. Estas constaban de tres partes, una primera de calentamiento y juegos lúdicos variados, una segunda parte de tareas cuyo objetivo era trabajar técnicas básicas de diferentes modalidades deportivas y una última parte, de práctica en situación de juego real.

La recogida de datos tuvo lugar dentro del horario curricular del área de Educación Física (E.F.), (entre las 9:00 pm y las 11:00 pm), de enero a julio de 2012, contando para ello con la colaboración del profesor de E.F. y los responsables del centro. Todos los participantes fueron evaluados por el mismo investigador. A lo largo del primer mes se comenzó con el pretest de los indicadores relacionados con la salud y el rendimiento físico (*IMC*, VO_2*máx*, *FCmáx* y *Vpico* alcanzada en el test). Para ello se pesó y midió al alumnado y se realizó el test de 20m. (Leger y Rouillard, 1983), el cual era conocido y había sido realizado anteriormente por todos estos alumnos/as. La ejecución de dicho test se llevó a cabo de manera individualizada, con el objeto de que los sujetos no se vieran influenciados por los resultados del resto de la muestra. Los cuestionarios se cumplimentaron durante la primera semana de inicio del programa. Finalizada la

intervención, se repitieron las medidas postest de los indicadores de condición física y salud objeto de estudio.

Análisis Estadístico

Se realizaron dos tipos de análisis. Para analizar las respuestas de los sujetos a los cuestionarios se realizó un ANOVA bifactorial con las variables "*grupo*" y "*sexo*" como independientes para los datos cuantitativos y un análisis Chi-cuadrado para los cualitativos. Para las variables dependientes *IMC*, VO_2max, *FCmáx* y *Vpico* alcanzada, se llevó a cabo un ANCOVA en el que la variable dependiente fue la segunda medida tras el tratamiento y la covariable fue la medida previa de esa variable antes del tratamiento y como variables independientes "*grupo*" y "*sexo*". El análisis ANCOVA es recomendable cuando hay un diseño con grupos no equivalentes con medida pre y post tratamiento ya que permite eliminar el influjo inicial de los grupos en los que los sujetos no han sido asignados aleatoriamente (León y Montero, 2003). Para el estudio de las comparaciones significativas se utilizó la prueba de Bonferroni. El análisis de datos fue realizado con el paquete estadístico SPSS en su versión 20. (IBM, SPSS Inc., Chicago, Illinois)

RESULTADOS

Los datos obtenidos por los sujetos en las dos preguntas realizadas a través de cuestionario se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Descriptivos items sobre Frecuencia AF

			G.C.1	***G.C.2***	***G.E.1***	***Total***
Frecuencia AF libre o juego	*7 días anteriores al cuestionario*	*M*	*2,96*	*4,33*	*3,64*	*3,66*
		DT	*1,24*	*1,54*	*1,44*	*1,50*
	Habitual	*M*	*2,96*	*4,63*	*3,75*	*3,80*
		DT	*1,81*	*1,14*	*1,20*	*1,54*

(M: Media y DT: Desviación típica)

En lo concerniente a los resultados del ítem 1 ("Frecuencia de AF en 7 días anteriores al cuestionario") el análisis estadístico muestra diferencias significativas en la variable *grupo* (F = 4,271 p = 0,018; η^2 = 0,103; 1-β = 0,729) no hallándose ni en la variable *sexo* (F = 3,307; p = 0,073; η^2 = 0,040; 1-β = 0,434) ni en la interacción (F = 0,007; p = 0,993; η^2 = 0,0001; 1-β = 0,051). Los resultados de las comparaciones por Bonferroni en la variable grupo mostraron diferencias únicamente entre el G.C.1 y el G.C.2. (p = 0.024).

Idénticos resultados se obtuvieron en el ítem 2 ("Frecuencia de AF semanal habitual") con significación en la variable *grupo* (F = 8,578 p = 0,001; η = 0,188; 1-β = 0,962) y sin ella ni en el *sexo* (F = 0,109; p = 0,742; η = 0,001; 1-β = 0,06), ni en la interacción (F = 0,461; p = 0,632; η = 0,012; 1-β = 0,123). Se obtuvieron diferencias tras las comparaciones de Bonferroni en la variable grupo entre el G.C.1 y G.C.2 (p = 0.008).

En cuanto al análisis de *IMC, Vpico, FCmáx* y *VO_2máx*, en las tablas 2 y 3 pueden apreciarse las medias y desviaciones típicas de las variables correspondientes a los estadísticos relacionados con la salud y el rendimiento físico del estudio, así como el análisis de varianza previo a la intervención puesta en marcha.

Tabla 2. Descriptivos de los estadísticos de salud y rendimiento físico medidos a lo largo del estudio en los momentos PRE y POST: IMC, Velocidad alcanzada, FC máxima y VO_2Max

			G.C. 1	***G.C.2***	***G.E.1***	***Total***
IMC $\frac{Kg}{m2}$	*PRE*	*M*	*18,96*	*18,85*	*19,42*	*19,08*
		DT	*3,29*	*2,68*	*3,54*	*3,16*
	POST	*M*	*19,62*	*18,80*	*18,93*	*19,10*
		DT	*2,93*	*2,63*	*3,45*	*3,01*
Vpico alcanzada en el test Km/h	*PRE*	*M*	*9,359*	*10,155*	*9,777*	*9,777*
		DT	*0,610*	*0,668*	*0,658*	*0,715*
	POST	*M*	*9,697*	*10,763*	*10,336*	*10,281*
		DT	*0,562*	*0,632*	*0,837*	*0,810*
FCmáx lpm	*PRE*	*M*	*185,04*	*188,00*	*186,82*	*186,66*
		DT	*12,074*	*11,167*	*12,97*	*12,01*
	POST	*M*	*171,52*	*190,26*	*192,61*	*185,23*
		DT	*17,995*	*8,780*	*8,273*	*11,68*

	PRE	*M*	*41,839*	*45,356*	*44,121*	*43,825*
VO₂max $\boldsymbol{ml/kg/min}$		*DT*	*3,328*	*3,453*	*3,136*	*3,568*
	POST	*M*	*43,140*	*47,680*	*46,429*	*45,823*
		DT	*2,908*	*3,510*	*4,044*	*3,975*

(M: Media y DT: Desviación típica)

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a las variables de condición física y salud antes de comenzar el programa de AF extraescolar.

		Grupo	***Sexo***	***Interacción***
IMC $\frac{Kg}{m2}$	$F_{5,79}$	*0,001*	*3,324*	*2,269*
	η^2	*0,001*	*0,043*	*0,058*
	1-β	*0,050*	*0,436*	*0,448*
	p	*0,999*	*0,072*	*0,111*
Vpico alcanzada en el test Km/h	$F_{5,79}$	*6,757*	*1,282*	*0,091*
	η^2	*0,154*	*0,017*	*0,002*
	1-β	*0,907*	*0,201*	*0,063*
	p	*0,002***	*0,261*	*0,913*
FCmáx $\boldsymbol{lpm}$	$F_{5,79}$	*0,156*	*4,920*	*4,352*
	η^2	*0,004*	*0,62*	*0,105*
	1-β	*0,073*	*0,591*	*0,737*
	p	*0,855*	*0,030***	*0,016***
VO₂max $\boldsymbol{ml/kg/min}$	$F_{5,79}$	*4,797*	*1,602*	*0,282*
	η^2	*0,115*	*0,021*	*0,008*
	1-β	*0,781*	*0,239*	*0,093*
	p	*0,011**	*0,210*	*0,755*

*(** p<,01; *p<,05)*

En la tabla 4 por su parte, se muestra el análisis de Covarianza llevado a cabo como motivo de las diferencias halladas entre variables dependientes en los indicadores de condición física y salud estudiados.

Tabla 4. Medias marginales estimadas de los estadísticos de salud y rendimiento físico medidos a lo largo del estudio tras la realización del ANCOVA: IMC, Vpico, FCmáx y VO₂max alcanzados en el test de 20 metros.

		G.C. 1	***G.C.2***	***G.E.1***
IMC $\frac{Kg}{m2}$	*Media*	*19,73*	*19,05*	*18,59*
	ErrorTip	*0,248*	*0,285*	*0,238*
V. máx Km/h	*Media*	*10,003*	*10,426*	*10,346*
	ErrorTip	*0,107*	*0,119*	*0,097*
FC. Máx $\boldsymbol{lpm}$	*Media*	*172,24*	*189,68*	*193,06*
	ErrorTip	*3,420*	*3,931*	*3,284*
VO₂máx $\boldsymbol{ml/kg/min}$	*Media*	*44,57*	*46,23*	*46,28*
	ErrorTip	*0,528*	*0,581*	*0,481*

(M: Media y ET: Error Típico)

Los análisis de *IMC* no mostraron diferencias en la variable sexo, ($F_{1,73}$ = 0,116; p = 0,734; η^2 = 0,002 y 1-β = 0,063), ni en la interacción entre las dos variables (sexo por tipo de AF ($F_{2,73}$ = 0,313; p = 0,732; η^2 = 0,009 y 1-β = 0,98)). Sin embargo, sí que aparecieron diferencias en el tipo de AF ($F_{2,73}$ = 5,537; p = 0,006; η^2 = 0,132 y 1-β = 0,839). Las comparaciones por Bonferroni para dicha variable mostraron diferencias estadísticamente significativas sólo entre el G.C.1 y el G.E.1. (p = 0,004) (Ver Figura 1) no hallándose entre G.C.1 y G.C.2 (p = 0,222) ni entre G.C.2 y G.E.1 (p = 0,673).

En lo referido a *Vpico* alcanzada en la prueba el análisis estadístico, establece diferencias en función del tipo de AF ($F_{2,73}$ = 4,036; p = 0,022; η^2 = 0,100 y 1-β = 0,703), mostrando las comparaciones por Bonferroni efecto significativo tanto entre el G.C.1 y G.C.2 (p = 0,040) como entre G.C.1 y G.E.1 (p = 0,056) no hallándose entre G.C.2. y G.E.1 (p = 1,000) (Ver figura 1). En cuanto al sexo y a la interacción no se encontraron diferencias, sexo ($F_{1,73}$ = 0,076; p = 0,783; η^2 = 0,001 y 1-β = 0,059) sexo por grupo ($F_{2,73}$ = 0,692; p = 0,504; η^2 = 0,019 y 1-β = 0,162). (Ver figura 1).

Los análisis de la *FCmáx* por su parte, mostraron diferencias estadísticamente significativas en el tipo de actividad física practicada de la misma forma que todos los índices de salud y rendimiento físico analizados con anterioridad ($F_{2,73}$ = 10,680; p = 0,001; η^2 = 0,226 y 1-β = 0,987), no encontrándose significación ni en sexo ($F_{1,73}$ = 0,007; p = 0,935; η^2 = 0,001 y 1-β = 0,051) ni en la interacción entre las variables ($F_{2,73}$ = 0,448; p = 0,640; η^2 = 0,012 y 1-β = 0,120).

El estudio de comparaciones mediante Bonferroni para la variable tipo de AF muestra diferencias entre el G.C.1 y G.E.1. (p = 0,001) y entre G.C.1 y G.C.2 (p = 0,004) no hallándose diferencia alguna entre G.C.2 y G.E.1. (Ver figura 1).

Por último, se procedio al análisis del *VO_2máx*. No se hallaron diferencias ni en el sexo ($F_{1,73}$ = 0,416; p = 0,521; η^2 = 0,06 y 1-β = 0,098) ni en la interacción de este con el tipo de AF practicada ($F_{2,73}$=1,310; p=0,276; η^2=0,035 y 1-β=0,275). Si que se hallan desigualdades el la variable tipo de AF ($F_{2,73}$ = 3,299; p = 0,043; η^2 = 0,083 y 1-β = 0,609). Sin embargo, las comparaciones por Bonferroni para dicha variable no muestran diferencias significativas entre ninguno de los grupos observados.

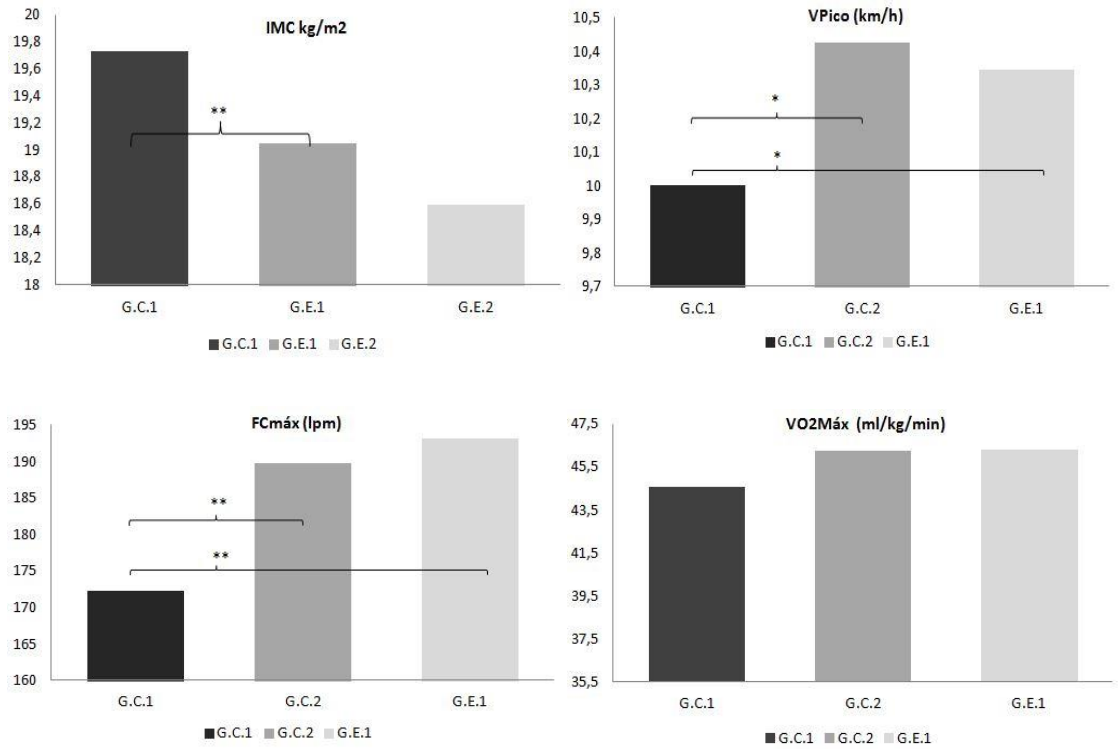


*Figura 1. Resultados de IMC, Vpico, FCmáx, VO_2máx de los tres grupos y diferencias apreciadas entre los mismos posteriores a la realización de las comparaciones por Bonferroni entre las tres diferentes clases de AF practicada a lo largo de estudio (AF libre (GC1); Deporte de competición (GC2); Deporte extraescolar (GE1)) (** p<,01; *p<,05)*

DISCUSIÓN

Esta investigación ha sido llevada a cabo con el objetivo de determinar la influencia de un programa de AF concreto basado en juegos tradicionales y actividades

cardiovasculares sobre indicadores de salud y rendimiento físico de una muestra determinada, no pretendiendo ir más allá del ámbito de aplicación del estudio. Las mayores diferencias se encuentran en el *IMC* dejando constancia de la influencia positiva del programa como herramienta para la reducción de la obesidad infantil y juvenil. La *Vpico* alcanzada en el test de Leger también aumentó significativamente. En ninguno de los indicadores medidos se apreciaron diferencias entre el grupo de federados en actividades deportivas y el grupo de AF extraescolar. Por otro lado, son destacables los resultados relativos a $VO_2máx$, los cuales no arrojaron diferencias estadísticas entre ninguno de los grupos a diferencia de los demás índices de salud y condición física medidos, coincidiendo con líneas actuales de investigación que ponen en tela de juicio la eficacia de dicho parámetro en intervenciones de este tipo. En cuanto a los cuestionarios realizados, estos ofrecen datos preocupantes en relación a la Frecuencia de AF de los grupos.

El grupo de federados es el que más tiempo dedica a la AF, seguido por el G.E.1. y el G.C.1. Teniendo en cuenta que, dentro de estos días, se incluyen las sesiones de E.F. que los chicos y chicas practican en el centro, resulta evidente que las rutinas de trabajo son insuficientes principalmente en el G.C.1. tanto en los siete días anteriores al cuestionario (M=2,96 días) como en la práctica semanal (M=2,96 días) y reflejando claramente que la AF es llevada a la práctica casi en su totalidad dentro de la asignatura de EF. Teniendo en cuenta distintas investigaciones (Janssen, 2007, Janssen y Leblanc, 2010; Martínez-Gomez et al., 2010; Sallis et al., 1994) un niño dentro de esta franja de edad, debería acumular unos 60 minutos diarios de AF moderada/ vigorosa, por lo que resulta evidente que las dosis de ejercicio físico halladas en este estudio no son las adecuadas. Un gran número de investigaciones aportan datos parecidos (Nuviala, Ruiz y

García, 2003; Hernández et al., 2007) y sustentan la preocupación manifestada en la introducción en relación al progresivo aumento del sedentarismo en estas edades. La necesidad de ofrecer alternativas de AF en este sentido, se hace patente teniendo en cuenta estos resultados, ya que los escolares no tienden hacia la inclusión de la AF dentro de su tiempo libre y de ocio.

Los resultados del *IMC* mostraron valores dentro de la normalidad para la edad tanto el G.C.2 como el G.E.1 a diferencia del G.C.1 cuya media estimada es elevada en relación a los otros dos grupos (M=19,73 et=0,248) (Cole, Bellizzi, Flegar y Dietz, 2000). Las comparaciones entre grupos arrojaron diferencias significativas entre el grupo control 1 y el de inscritos mostrándose el efecto positivo de la intervención, diferencias estas destacables, teniendo en cuenta que, durante el prestest, el grupo de inscritos llegó a alcanzar un *IMC* más alto incluso que el G.C.1 (G.C.1=18,96; G.C.2=18,85; G.E.1=19,42). Estos datos son similares a gran cantidad de estudios al respecto. Trabajos como los de Tremblay et al. (2011) con una revisión sistemática de 232 estudios o Leung (2012) con 12 revisiones sobre la temática, coinciden en que la mejora del *IMC* se encuentra asociada a la reducción de conductas sedentarias. Estos resultados permiten afirmar que los programas extraescolares de AF pueden reducir la adiposidad, particularmente en niños de entre 10 y 12 años de manera muy eficaz.

En cuanto a la *Vpico,* los resultados conseguidos por el grupo experimental, establecieron diferencias significativas en relación al G.C.1 aunque fueron ligeramente inferiores a los del grupo de federados (ver figura 1). Dichos resultados están directamente relacionados con los relativos a la *FCmáx* de manera que, el G.C.1 con los resultados de *Vpico* más bajos tuvieron una *FCmáx* durante la prueba por debajo de los

175 *lpm* a diferencia de los otros dos grupos con un *Vpico* alcanzada superior y con unos rangos alrededor de los 190 *lpm*. Se aprecia, sin embargo, como el G.C.2. (Federados) a pesar de conseguir una *Vpico* superior en el test de 20 metros, utiliza una *FCmáx* más baja que el G.E.1, siendo este un indicador del nivel de condición física, ya que los resultados de *FCmáx* en la totalidad de los grupos podrían ser más elevados si alcanzaran niveles más altos de intensidad ante el esfuerzo (*FCmáx* teórica 220-edad). Estudios como los de Cordova et al. (2012) obtienen resultados parecidos, aunque con valores ligeramente superiores (194±28, 201±7, 202±9; Grupo sedentario, activo y grupo de deportes respectivamente), así tras la realización de un pretest-postest a niños de entre 11 y 13 años con 1 grupo control y 2 grupos activos, y en los que la intervención de 3 meses era de carácter aeróbico, dichos autores encuentran diferencias significativas en la *FCmáx* tras la realización del test de Leger entre el grupo control y los experimentales. Estudios como los de Dotan et al. (2003) o Prado et al. (2009) consiguen unos valores más similares a los alcanzados en este trabajo (M=195±6,3; M=191±2,6; respectivamente).

Pese a las mejoras descritas por los sujetos practicantes de AF durante los meses de intervención, los resultados de $VO_2máx$ no muestran diferencias entre ninguno de los tres grupos después de los seis meses de duración del programa.

Así, aunque los valores de $VO_2máx$ de este artículo son similares a los de estudios de similar naturaleza (Ara et al., 2007; Stabelini et al., 2008; Meyer et al., 2007), no se aprecian diferencias entre estos grupos. De esta manera, se registran valores muy parecidos entre grupos a pesar de las diferencias encontradas en las demás mediciones realizadas. Estos resultados convergen con hallazgos de investigaciones similares que

sostienen que la capacidad aeróbica aumenta con el crecimiento de forma similar a los incrementos en la función pulmonar y cardiovascular (Baquet et al. 2002, Baquet et al. 2004). Al respecto, Baquet Praagh y Berthoin realizan en 2003 un metaanálisis en el que se analizan las adaptaciones inducidas por el entrenamiento del trabajo aeróbico en niños, concluyendo que las mejoras medias alcanzadas con respecto al *VO_2máx* son del 8 al 10% en los estudios que pretendían efectos significativos del entrenamiento y tan sólo del 5% en los demás. En la misma línea Nourry et al. (2005) afirman que en edades tempranas solo una metodología de trabajo basada en ejercicios intermitentes de corta duración y alta intensidad conseguiría mejoras en la capacidad aeróbica. Aunque estos hallazgos no dejan de ser controvertidos, cada vez son más los expertos que apoyan planteamientos similares (Baquet et al., 2010; Berthoin, S, Baquet, G, Dupong, G, 2006; Faigenbaum, A, Westcott, W, LaRosa R, Long, C, 2005; Ratel et al., 2004) dejando una puerta abierta a la investigación en este campo. Autores como Guerrero y Naranjo (2005) señalan en este sentido que del planteamiento de la inmadurez anaeróbica subyacen numerosos interrogantes, que deben ser planteados y analizados con cautela.

En definitiva, la intervención, basada en juegos tradicionales y actividades cardiovasculares, fue una útil herramienta en la prevención de la obesidad infantil y juvenil de la muestra de escolares seleccionada. La condición física de estos también sufrió ciertas mejoras, aunque más investigación es necesaria para determinar la eficacia de este tipo de intervenciones. En cuanto *VO_2máx,* su utilización en intervenciones de similar naturaleza como índice de medición y comparación de niños y jóvenes, debería llevarse a cabo teniendo en cuenta la controversia en relación a su eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraldes, J.A., Argudo, F.M. (2009). Análisis de la motivación, participación y actitud en actividad física extraescolar. *Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 15*, 61-63.

Annesi, J., Faigenbaum, A., Westcott, W., Smith, A., Unruh, J., Hamilton, F. (2007). Effects of the Youth Fit For Life protocol on physiological, mood, self-appraisal, and voluntary physical activity changes in African American preadolescents: Contrasting after-school care and physical education formats. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 3,* 641-659.

Ara, I., Moreno, L., Leiva, M., Gutin, B., Casajus, J. (2007). Adiposity, Physical Activity, and Physical Fitness Among Children From Aragón, Spain. *Obesity, 15*, 1918 – 1924.

Ballesteros, J.M., Dal-Re Saavedra, M., Pérez-Farinós, N., Villar, P. (2007). La estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad (estrategia naos). *Revista Española de Salud Pública, 81, 443*-449.

Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C., Van Praagh, E. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO (2) in prepubertal children. *International Journal Sports Medicine, 23(6),* 439-44.

Baquet, G., Gamelin, F.X., Mucci, P., Thévenet, D., Van Praagh, E., Berthoin, S. (2010). Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24(5),* 1381-8.

Baquet, G; Van Praagh, E; Berthoin, S. (2003). Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Medicine, 33(15),*1127-1143.

Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G. (2006). Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. *European Journal of Applied Physiology, 98,* 132-138.

Capdevila, L., Niñerola, J., Pintanel, M. (2004). Motivación y actividad física: el autoinforme de motivos para la práctica de ejercicio físico (ampef)*. *Revista de Psicología del Deporte, 1,* 55-74.

Cole, T., Bellizi, M., Flegal, K., Dietz, W. (2000) Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ, 320,* 1-6.

Cordova, A., Villa, G., Sureda, A., Rodriguez-Marroyo, J.A. (2012). Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. *Revista Española de Cardiología, 65(7),* 620–626.

Dotan, R., Ohana, S., Bediz, C., Falk, B. (2003). Blood Lactate Disappearance Dynamics in Boys and Men Following Exercise of Similar and Dissimilar Peak-Lactate Concentrations. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism, 16,* 419-429.

Eisenmann, J.C., Wickel, E.E., Welk, G.J., Blair, S.N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: The Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *American Heart Journal, 149 (1),* 46-53.

Faigenbaum, A., Westcott, W., LaRosa R., Long, C. (2005) The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children. *Pediatrics,104,* 1-7.

Ferreira, I., Twisk, J.W., Stehouver, C.D., Van Mechelen, W., Kemper, H.C., Stehouwer, C. (2005). The metabolic syndrome, cardiopulmonary fitness, and subcutaneous trunk fat as independent determinants of arterial stiffness: The Amsterdam growth and health longitudinal study. *Archives of International Medicine, 165 (8),* 75-82.

Guerrero, L., Naranjo, J. (2005) ¿Qué sabemos realmente acerca del trabajo físico en los niños? (I). *Archivos de Medicina del deporte, 108,* 311-317.

Hernández, J.L., Velázquez, R., Alonso, D., Garoz, I., López, C., López, A., Maldonado, A., Martínez, M. E., Moya, J.M., Castejón, F. J. (2007) Evaluación de ámbitos de la capacidad biológica y de hábitos de práctica de actividad física. estudio de la población escolar española. *Revista de Educación, 343*, 177-198.

Herrmann, D., Hebestreit, A., Ahrens, W. (2012). Impact of physical activity and exercise on bone health in the life course: A review. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz, 55(1)*, 35-54.

Janssen, I., Leblanc, A. (2010). Systematic Review of the Health Benefits of Physical Activity in School-Aged Children and Youth. International Journal of Behavioural *Nutrition and Physical Activity, 7*(40), 1-16.

Janssen, I. (2007) Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism, 32,* 109–121.

Leger, L., Rouillard, M. (1983). Speed reliability of cassette and tape players. *Cananidan Journal of Applied Sport Science, 8,* 47-8.

León-Prados, J.A., Fuentes, I., González-Jurado, J.A., Fernández. A., Costa, E., Ramos, A.M. (2011). Actividad física y salud percibida en un sector de la población sevillana; estudio piloto*. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 10 (41)* 164-180. Extraído en abril de 2014 de Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista41/artactividad202.htm

Leung, M., Agaronov, A., Grytsenko, K., Yeh, M.C. (2012). Intervening to Reduce Sedentary Behaviors and Childhood Obesity among School-Age Youth: A Systematic Review of Randomized Trials. *Journal of Obesity,* 1-14.

Martinez-Gomez, D., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Veiga, O.I., Moliner-Urdiales, D., Mauro, B., Galfo, M., Manios, Y., Widhalm, K., Béghin, L., Moreno, L.A., Molnar, D., Marcos, A., Sjostrom, M. (2010). recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in european adolescents: the helena study. *the american journal* of *preventive medicine, 39*(3), 203-211.

Martínez-Vizcaíno, V., Sánchez-López, M., Salcedo-Aguilar, F., Notario-Pacheco, B., Solera-Martínez, M., Moya-Martínez, P., Franquelo-Morales, P., López-Martínez, S., Rodríguez-Artalejo, F. (2012) Protocolo de un ensayo aleatorizado de clusters para evaluar la efectividad del programa MOVI-2 en la prevención del sobrepeso en escolares. *Revista Española de Cardiología, 65(5),* 427–433.

Meyer, F., Laitano, O., Bar-Or, O., McDougall, D., Heigenhauser, G. (2007). Effect of age and gender on sweat lactate and ammonia concentrations during exercise in the

heat. *Swraezailti acno mJopuornsiatilo onf aMs ead fiucanlc tainodn Bofi oalogeg icaanld R geesnedarecrh, 40*, 135-143.

Montero, I., León, O.G. (2003). *Métodos de investigación en psicología y educación*. 3ª edición. McGraw-Hill/Interamericana.

Nourry, C., Deruelle, F., Guinhouya, C., Baquet, G., Fabre, C., Bart, F., Berthoin, S., Mucci, P. (2005). High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *European Journal of Applied Physiology, 94(4),* 415-23.

Nuviala, A., Ruiz, F., García, E. (2003) Tiempo libre, ocio y actividad física en adolescentes. La influencia de los padres. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 6*, 13-20.

Ratel. S., Lazaar, N., Dore, E., Baquet, G., Williams, C.A., Berthoin, S., Van Praagh, E., Bedu, M., Duche, P. (2004). High-intensity intermittent activities at school: controversies and facts. The *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 44(3),* 272-80.

Resaland, G.K., Andersen, L.B., Mamen, A., Andersen, S.A. (2011) Effects of a 2-year school-based daily physical activity intervention on cardiorespiratory fitness: The Sogndal school-intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 302-309.

Sallis, J.F., Patrick, K., Long, B.L. (1994) Overview of the International Consensus Conference on Physical Activity Guidelines for Adolescents. *Pediatric Exercise Science, 6*, 299-301.

Sánchez-Cruz, J.J., Jiménez-Moleón, J.J., Fernández-Quesada, F., Sánchez, M.J. (2013). Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en Espan˜a en 2012. *Revista española de cardiología, 66* (5), 371-376.

Salcedo, F., Martínez-Vizcaíno, V.,Sánchez M., Solera, M., Franquelo, R., Serrano, S., López-García; E., Rodríguez-Artalejo, F. (2010) Impact of an after-school physical activity program on obesity in children. *The Journal of Pediatrics, 157*, 36-42.

Shamsul, B.A., Borrmann, B.B. (2012). The healthy hour" - Evaluation of an health promotion project at primary schools. *Pravention und Gesundheitsforderung*, 1-7.

Stabelini, A., Bozza, R., Zampier, A., Vasconcelos, I., Mascarenhas, L., Boguszewski, M., De Campos, W. (2008). Fatores de Risco para Aterosclerose Associados à Aptidão Cardiorrespiratória e ao IMC em Adolescentes. *Arquivos Brasileiros de Endocrinología y Metabología, 52 (6),* 1024-1030.

Tremblay, M., LeBlanc, A., Kho, M., Saunders, T., Larouche, R., Colley, R., Goldfield, G., Gorber, S. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth*. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 8 (98)*, 2-22.

Uvacsek, M.A., Tóth, M.A., Ridgers, N.D. (2011). Examining physical activity and inactivity in 9-12 years old children. *Acta Physiologica Hungarica. Volumen, 98,* 313-320.

Waters, E., Silva-Sanigorski, A., Hall, B.J., Brown, T., Campbell, K.J., Gao, Y., Armstrong, R., Prosser, L., Summerbell, C.D. (2011). Interventions for preventing obesity in

children (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews.* Doi: 10.1002/14651858.CD001871.pub3.

Wright, K., Giger, J.N., Norris, K., Suro, Z. (2012). Impact of a nurse-directed, coordinated school health program to enhance physical activity behaviors and reduce body mass index among minority children: A parallel-group, randomized control trial. *International Journal of Nursing Studies*. Doi: 10.1016/j.ijnurstu.2012.09.004;10.1016/j.ijnurstu. 2012.09.004.

Estudio IV

Efectos de un programa escolar de alta intensidad intermitente sobre la salud y la condición física de niños en edad escolar

RESUMEN

Los problemas de salud en la infancia y adolescencia asociados al sedentarismo, han provocado un aumento de la investigación en torno a la AF extraescolar. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de dos tipos de intervención con diferentes niveles de AF sobre la salud y condición física de escolares. 94 niñas y niños entre 7 y 9 años, fueron asignados a un grupo control (G.C.) o experimental (G.E.). La intervención duró 12 semanas en las que G.C. reprodujo un programa de AF escolar habitual mientras G.E. siguió uno de fuerza de alta intensidad. Al inicio y tras la intervención, se valoró capacidad aeróbica, fuerza muscular, velocidad-agilidad, y composición corporal. Los resultados muestran que el G.E. incrementó la capacidad motora (Velocidad/agilidad), *Vpico, VO_2máx* y *EPOC* ($p < 0,05$), así como capacidad la músculo-esquelética del tren inferior (*VMprop y salto de longitud*, $p < 0,05$). Ninguno de ambos programas de AF tuvo efecto sobre las variables antropométricas ni sobre los valores de fuerza manual. Los resultados mostraron como un programa de fuerza con cargas de entrenamiento controladas y adaptadas a niños de 12 semanas de duración, consiguió mejorar significativamente diferentes índices de salud y condición física en comparación con un programa de AF habitual.

Palabras Clave: Niños, Condición física, entrenamiento aeróbico, alta intensidad, salud, alpha-fitness.

ABSTRACT

Health problems related to a low level of physical activity (PA) in children and adolescents have prompted research into extracurricular PA programmes. This study was designed to determine the effects of two different levels of PA on the health-related fitness of schoolchildren. girls and boys between 7 and 9 years, were randomly assigned to a control group (CG) or intervention group (IG). Over a 12-week study period, children in CG undertook a similar PA programme to a standard school physical education programme while those in IG completed a high-intensity interval training (HIIT) programme. Both programmes involved two 40-min extracurricular sessions per week. Our findings indicate that the HIIT intervention improved motor capacity (speed/agility), *Vpeak, VO_2max* and *excess post-exercise oxygen consumption (EPOC)* ($p < 0.05$) along with the musculoskeletal capacity of the lower trunk (mean propulsive velocity and standing long jump, $p < 0.05$). Neither PA programme had an effect on anthropometric variables or hand-grip strength. These data indicate that a 12-week strength training programme using workloads adapted to children may significantly improve several markers of health and physical fitness compared to a standard school PA programme.

Key words: Children, physical condition, aerobic training, high intensity, health, 24 Alpha-fitness.

INTRODUCCIÓN

La preocupación por el creciente sedentarismo, sobrepeso y obesidad (Janssen, 2007; Ortega et al., 2005), junto a la reducción de actividad física (AF) en población pediátrica (Reverter, Plaza, Jové y Hernández, 2014; Troiano et al., 2008) ha conducido en los últimos años a una serie de investigaciones en relación a la práctica de AF extracurricular (Escalante et al., 2012; García-Cantó y Pérez, 2014; González y Portoles, 2014), destacando su efecto positivo sobre diversos marcadores de salud y condición física (Annesi et al., 2007; Cordova, 2012; Hasselstrøm et al., 2008; Hogg et al., 2012; Resaland et al., 2011), al mismo tiempo que combaten el sedentarismo (Colín-Ramirez et al., 2010; Wright, 2012).

Aunque el beneficio de este tipo de actividades es incuestionable, autores como Leek et al. (2010) o Myer y Faigenbaum (2011) señalan que estas, no están asegurando que los jóvenes alcancen los niveles de salud y de práctica de AF recomendados por diferentes organismos y autores de relevancia. Este tipo de planteamientos han ocasionado un crecimiento exponencial de la investigación en relación al efecto de la AF extracurricular en los últimos años.

Tal y como puede observarse en la amplia literatura al respecto, la mayoría de intervenciones de AF propuestas por la comunidad científica utilizan AF aeróbica de moderada intensidad (AFAMI) basada en metodologías de trabajo similares a las de una clase tradicional de educación física escolar (Ben Ounis, 2010; Cordova, 2012; Kriemler et al.., 2010; Sandercock, 2012; Sigmund et al.., 2012). Complementando a estas investigaciones, durante la última década han comenzado a surgir estudios que proponen AF de alta intensidad mediante ejercicios de carácter intermitente (AFAII

adaptados a niños y preadolescentes (Faigenbaum, 2005; Gamelin, 2009; Nourry, 2005; Rosenkranz et al., 2011; Yu et al., 2005), demostrando un efecto positivo sobre índices de salud cardiovascular y condición física de escolares (Baquet et al., 2004; Myer y Faigenbaum, 2011), perfilándose como alternativas efectivas de AF escolar.

Al respecto, Baquet, Van Praagh y Berthoin (2003) sugieren una intensidad mayor del 80% de la frecuencia cardiaca máxima para conseguir cambios significativos sobre el Volumen de Oxígeno máximo (*VO_2máx)* de prepuberales. Myer y Faigenbaum (2011) por su parte, abogan por el desarrollo neuromuscular y el trabajo de las habilidades motoras, como elemento fundamental para mejorar la salud de los más jóvenes. En la misma línea, Naclerio y Faigembaum (2011) destacan la eficacia de los programas de alta intensidad en la salud y condición física de escolares. Al mismo tiempo, otros autores señalan los efectos positivos de la AFAII sobre el crecimiento y el desarrollo (Behringer et al., 2010; Faigenbaum et al., 2009; Slining et al., 2010), la estabilidad y control postural (Mickle et al., 2011), predisposición a incrementar de manera espontánea la AF durante el día (Faigembaum y Meyer, 2010) y la reducción en el riesgo de lesiones durante la práctica deportiva (Myer y Faigenbaum, 2011).

Si bien los efectos positivos de la AFAMI, y con menor sustento los de la AFAII, se han descrito en la literatura, hasta donde los autores conocemos no se ha comparado el efecto de ambas metodologías de entrenamiento sobre la salud y condición física de niños. Además, las variables analizadas en investigaciones con AFAMI y AFAII, las metodologías de entrenamiento usadas en estos (e.j. duración, frecuencias, volúmenes, intensidades, etc.), junto con una serie de variables interventoras como la educación nutricional (Ben Ounis et al., 2010; Donnelly et al., 2012; Gortmaker et al., 2012) o

hábitos saludables (Colin-Ramirez et al., 2010; McMinn, Rowe, Murtagh, Nelson, 2012) son diversas, dificultando la comparación de resultados.

Por tanto, el objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto de un programa de AFAMI frente a uno de AFAII sobre la salud y condición física de escolares. Para ello se aplicó la batería Alpha-fitness, utilizada en numerosos estudios actuales para medir a niños y adolescentes (Cuenca-García et al. 2011; Serra-Paya et al. 2013; Torrijos-niño et al., 2014;) teniendo además en cuenta otros indicadores comúnmente utilizados para medir salud y condición física. El uso de estos instrumentos de medición se realizó con el fin de determinar tanto la funcionalidad de dicha batería en sujetos prepuberales, como la utilización del *VO_2máx*, el consumo de oxígeno posterior al ejercicio (*EPOC)* y la velocidad media propulsiva del tren inferior (*VMprop)* en población escolar.

MÉTODO

Sujetos

Un total de 94 niños (42 niñas y 52 niños) con un rango de edad de entre 7-9 años (8,2 ± 0,7 años) de la provincia de Granada participaron en el estudio asignados a un grupo control (programa extraescolar de AFAMI (G.C.; n = 56; 34 niños y 22 niñas) o experimental (programa extraescolar de AFAII (G.E.; n = 38; 18 niños y 20 niñas) respetando los grupos naturales del centro educativo donde se llevaron a cabo los programas. La selección de la edad atendió a criterios de idoneidad para la iniciación neuromuscular en niños (Naclerio y Faigenbaum, 2011). Dos criterios de exclusión fueron tenidos en cuenta: 1) Historiales médicos con dificultades potenciales para el

estudio en los 3 meses anteriores al mismo. 2) Problemas médicos u ortopédicos que dificultaran el desempeño del programa.

Diseño

El estudio consistió en un pre-postest con grupos naturales de características similares. Como variables dependientes se utilizaron los siguientes indicadores de condición física y salud: Volumen de Oxígeno máximo (*VO_2max*); Velocidad pico alcanzada en test de esfuerzo máximo (*Vpico*); Fuerza de presión manual; Saltabilidad; Velocidad media propulsiva de tren inferior (*VMprop*); Pico de consumo de oxígeno post ejercicio (*EPOCpico*); porcentaje de masa grasa *(% grasa corporal*); índice de masa corporal (*IMC*); Perímetro de cintura. El tipo de AF practicada por los participantes fue empleado como variable independiente.

Procedimiento e instrumentos de medición

Todos los sujetos fueron familiarizados con las mediciones realizadas antes y después de 12 semanas de intervención.

-Batería ALPHA-Fitness. La descripción de esta batería ha sido previamente descrita (Ruiz et al., 2011). Brevemente, esta batería permitió medir: a) capacidad aeróbica a través del test de ida y vuelta de 20 metros. El test de 20 m de Leger et al. (1988) comienza con una velocidad de 8 km/h, los participantes corren una distancia de 20 metros de ida y vuelta y la velocidad aumenta 1 $km \cdot h^{-1}$ cada minuto (controlado por una señal sonora). Finalizada la prueba se registró la *Vpico* alcanzada por cada uno de los participantes. De igual forma, la prueba permitió la extracción de *VO_2max* mediante ecuación de Leger, Mercier, Gadoury y Lambert (1988) para menores de 18 años; b)

fuerza de prensión mediante dinamometría de mano derecha e izquierda; c) saltabilidad mediante salto de longitud; y d) perímetro de la cintura.

-Analizador de composición corporal: Se utilizó la herramienta Tanita® *Body Composition* Monitor modelo BF-350, para medir el porcentaje de masa grasa, e índice de masa corporal, introduciendo previamente la altura.

-Equipo T-Force System (Ergotech, Murcia, Spain) para registrar *VMprop* del tren inferior. Durante la medición, los sujetos realizaron 5 repeticiones de sentadilla media sin peso añadido, utilizando una barra de madera adaptada de bajo peso. Todos los sujetos fueron cuidadosamente instruidos y motivados verbalmente para realizar cada fase concéntrica del movimiento a la mayor velocidad posible. Se dedicaron 6 sesiones de familiarización con el gesto. Se ofreció feedback respecto a la velocidad de ejecución de cada repetición.

-Monitor de frecuencia cardiaca y su respectivo software (Bodyguard, Firstbeat SPORTS software, Jyväskylä, Finlandia). Permitió estimar el *EPOCpico* durante el test de 20 metros a partir de la variabilidad del ritmo cardiaco.

La evaluación del estadio madurativo de Tanner no se consideró necesaria dada la edad de la muestra, asumiendo que estos se encontraban en Tanner I (Muñoz y Pozo, 2011).

Programas de entrenamiento

Todos los participantes y sus padres o tutores legales, fueron plenamente informados sobre los procedimientos experimentales y los posibles riesgos y beneficios asociados. El estudio se realizó de conformidad con la Declaración de Helsinki y aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Granada, España.

El G.E. fue sometido a un programa de entrenamiento interválico de 12 semanas, con 2 sesiones de 40 minutos por semana, con 20 minutos de ejercicios intermitentes de alta intensidad (10-20 segundos aproximadamente) y 20 minutos de actividades deportivas, teniendo en cuenta estudios previos realizados por Faigenbaum y Myer (2011), Behringer et al. (2010), Baquet et al. (2003) y Baquet et al. (2004). Las sesiones comenzaban con series de sentadillas, seguidas de sprint y combinación de actividades a través de circuitos de salto, agilidad/velocidad, transportes de peso, arrastres, etc. Las actividades eran planteadas de manera lúdica/competitiva y los participantes eran constantemente motivados para que ejecutaran los ejercicios intermitentes de alta intensidad con máximo esfuerzo (ver Tabla 1). La selección de los volúmenes de las cargas y los estímulos dados en las sesiones fueron minuciosamente establecidos para conseguir la mayor eficacia de los mismos (Myer y Faigenbaum, 2011).

El G.C. fue sometido al mismo programa de entrenamiento, pero en lugar de completar 20 minutos de ejercicios intermitentes, completaba 20 min de actividades aeróbicas de moderada intensidad. Durante estos primeros 20 min se realizaban juegos de velocidad (Tradicionales (e.j. pilla-pilla, pañuelo, policía y ladrón, etc.), con limitaciones en participantes al azar (e.j. corriendo sólo por líneas de la pista polideportiva, piernas unidas u ojos vendados, entre otros) etc.); Juegos con balones u

otro material alternativo; juegos en grupos, parejas, tríos, etc. Los participantes eran estimulados constantemente para que se implicaran al máximo en el desarrollo de las actividades planteadas.

Todos los participantes tuvieron un porcentaje de asistencia de al menos un 87,5% y siguieron con sus rutinas de AF independientes al programa propuesto.

Tabla 1. Detalles del bloque específico de cada sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad (20 minutos de los 40 de duración total) llevado a cabo durante las 12 semanas de duración de la intervención.

Nº de sesión	*Programa AFAII*	*Nº de sesión*	*Programa AFAII*
1	*Sentadillas 3x5: (barra 1; 2'rec)*	*7*	*Sentadillas 3x7: (barra 3; 2'rec)*
2	*Spring 3 x 10 m.: 2.5' rec.*	*8*	*Spring 4 x 20 m.: 2' rec.*
3	*Circuito combinado*	*9*	*Circuito combinado*
4	*Sentadillas 3x6: (barra 2; 2'rec)*	*10*	*Sentadillas 3x9: (barra3; 2'rec)*
5	*Spring 3 x 15 m.: 2.5' rec.*	*11*	*Spring 4 x 25 m.: 2' rec.*
6	*Circuito combinado*	*12*	*Circuito combinado*

barra1: barra transversal acolchada 2kg; barra2: 2,5kg; barra3: 3kg; rec: tiempo de recuperación. Todas las sesiones incluían calentamiento formal inicial.

Análisis Estadístico

Los valores estadísticos fueron expresados a través de medias ± desviación típica (M ± DT). Un análisis de varianza (ANOVA 1 vía) fue realizado para comprobar que los dos grupos eran homogéneos de acuerdo con los indicadores antropométricos, de salud y condición física recogidos antes de comenzar con los programas de entrenamiento. Todas las variables dependientes fueron analizadas mediante un ANOVA con un factor, tipo de AF y en dos momentos de medida diferentes, al inicio y al final de los programas de AF. Para el estudio de las interacciones significativas ($p<0,05$) se aplicó la prueba de Bonferroni. El análisis de datos fue realizado con el paquete estadístico SPSS en su versión 20,0 (IBM, SPSS Inc., Chicago, Illinois)

RESULTADOS

En las tablas 2 y 3 pueden apreciarse las medias y desviaciones típicas de las variables correspondientes a los índices de salud y rendimiento físico, así como las relativas a las medidas antropométricas tras la realización de la intervención. Las figuras 1-2 y las tablas 4-5 muestran el efecto de los programas de AF en los diferentes indicadores de salud y condición física.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de salud y rendimiento físico antes y después de 12 semanas de actividad física extraescolar aeróbica de moderada intensidad (AFAMI) o de alta intensidad (AFAII). Velocidad pico (Vpico); Volumen de oxígeno máximo (VO_2máx); Pico de consumo de oxígeno post ejercicio (EPOCpico) Agilidad y velocidad; Salto de longitud; Velocidad media propulsiva (VMprop); Dinamometría.

		G.E.	G.C.	Total
Vpico (Km/h)	**Antes**	9,4 ± 0,55	9,5 ± 0,45	9,4 ± 0,43
	Después	10,6 ± 1,11	10,1 ± 0,56	10,3 ± 0,94
VO_2máx indirecto (ml/kg/min)	**Antes**	46,4 ± 2,51	47,0 ± 2,50	46,8 ± 2,50
	Después	51,5 ± 4,91	49,6 ± 3,59	50,4 ± 4,26
EPOCpico (ml/kg)	**Antes**	23,7 ± 12,83	23,2 ± 14,82	23,4 ± 13,97
	Después	37,2 ± 27,41	25,8 ± 23,84	30,3 ± 25,80
Agilidad/velocidad (s)	**Antes**	15,84 ± 1,29	15,45 ± 1,72	15,61 ± 1,60
	Después	14,79 ± 1,43	15,56 ± 1,65	15,24 ± 1,60
Salto de longitud (cm)	**Antes**	139,7 ± 16,53	138,7 ± 14,85	139,10 ± 15,46
	Después	149,3 ± 20,34	139,3 ± 21,87	143,31 ± 21,73
VMprop (m/s)	**Antes**	1,18 ± 0,19	1,11 ± 0,24	1,14 ± 0,22
	Después	1,21 ± 0,23	0,99 ± 0,27	1,08 ± 0,28
Dinamometría mano izquierda(kg)	**Antes**	12,8 ± 2,20	13,7 ± 3,23	13,3 ± 2,89
	Después	13,5 ± 3,38	13,7 ± 4,38	13,6 ± 3,99
Dinamometría mano derecha(kg)	**Antes**	14,0 ± 2,71	14,7 ± 3,41	14,4 ± 3,15
	Después	14,4 ± 3,58	14,4 ± 4,52	14,4 ± 4,14

Datos se presentan como media ± desviación típica

Tabla 3. Estadísticos descriptivos antropométricos antes y después de 12 semanas de actividad física extraescolar aeróbica de moderada intensidad (AFAMI) o de alta intensidad (AFAII).

		G.E.	G.C.	Total
Índice de masa corporal (kg/m²)	**Antes**	17,8 ± 3,4	18,1 ± 3,7	18,0 ± 3,6
	Después	18,8 ± 3,6	18,8 ± 3,6	18,8 ± 3,6
Grasa corporal (%)	**Antes**	18,7 ± 7,9	19,8 ± 8,9	19,3 ± 8,5
	Después	22,5 ± 8	22,5 ± 9,1	22,5 ± 8,6
Perímetro cintura (cm)	**Antes**	61,2 ± 8,7	62,9 ± 7,9	62,2 ± 8,2
	Después	62,9 ± 8,5	62,4 ± 6,7	62,6 ± 7,5

Datos se presentan como media ± desviación típica.

En la *Vpico* alcanzada por los grupos, el análisis de resultados ofrece relevantes diferencias estadísticas. Aunque no se aprecian cambios significativos en la variable tipo de AF ($F_{1,79}$ =1,927; η^2=0,024;1-β =0,279 p=0,169), si aparecen en el momento ($F_{1,79}$ =155,88; η^2=0,664;1-β =1,000; p=0,001) y en la interacción de ambas variables ($F_{1,79}$ =12,306; η^2=0,135;1-β =0,934; p= 0,001). La comparación de los momentos antes y después no establece cambios entre los grupos en el momento de medida antes (p=0,627) pero si en el después (p=0,002). Ambos grupos consiguen efectos significativos en el postest en relación al pretest, G.E. (p=0,001), G.C (p=0,001).

El *VO_2máx* tuvo diferencias tanto en el momento de medida ($F_{1,79}$ =129,697; η^2=0,621;1-β =0,9999; p=0,001), como en su interacción con el tipo de AF ($F_{1,79}$ = 15,370; η^2=0,163;1-β =0,972; p= 0,001) (No se hallaron en el tipo de AF ($F_{1,79}$ =0,757; η^2=0,009;1-β =0,138; p=0,387)). Las comparaciones por pares muestran efecto entre los momentos antes/después en los dos grupos (G.E. (p=0,001); G.C (p=0,001)), así como diferencias entre grupos en el postest (p=0,044) no encontrándose en el pretest (p=0,207).

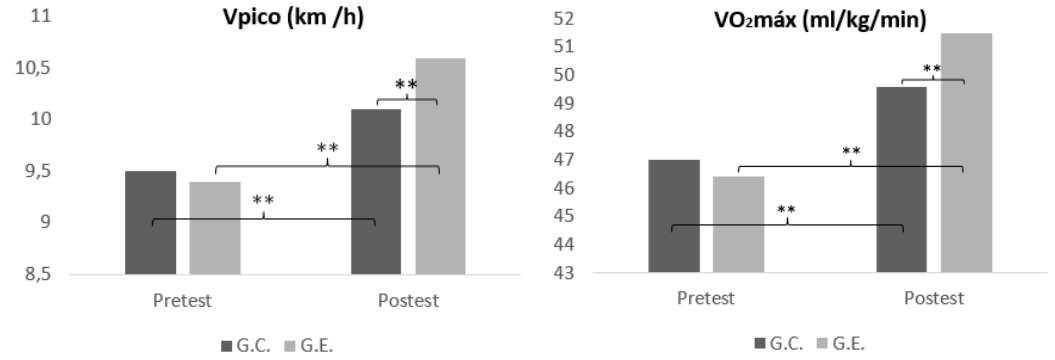


*Figura 1. Diferencias estadísticas halladas entre grupos en los momentos antes/después tanto de la variable Vpico como de VO_2máx tras la realización del test de 20 metros. (** p<,01; *p<,05).*

En *EPOCpico* se establecen diferencias en la variable momento y en la interacción entre estas dos variables (No existen en el tipo de AF) (Ver tabla 4). En el pretest no existen diferencias entre grupos (p=0,560) pero si en el postest (p=0,050). El G.C no experimenta cambios tras la comparación de sus dos momentos de medida (p=0,534) a diferencia de G.E. (p=0,001).

Tabla 4. Resultados estadísticos extraídos tras el análisis de los valores proporcionados por los dispositivos Bodyguard, Firstbeat.

	$F_{1,79}$	p	η^2	1-β	Comparación por pares			
EPOCpico						G.C./G.E	G.C.	G.E
Antes/Después	16,254	0,001**	0,171	0,978	Antes	0,560		
Tipo AF	1,323	0,254	0,016	0,206	Después	0,050*		
Interacción	10,534	0,002	0,118	0,894	Antes/ Después		0,534	0,001**

*(** p<,01; *p<,05)*

Resultados similares son hallados tras los análisis de la prueba 4x10m de *velocidad y agilidad*, los cuales mostraron efectos estadísticos tanto en la variable momento de medida ($F_{1,85}$ =11,398; η^2=0,018;1-β =0,916; p=0,001), como en la interacción de esta con el tipo de AF practicada ($F_{1,85}$ =17,483; η^2=0,171;1-β =0,985; p= 0,001) (No existiendo en el tipo de AF ($_{,85}$=0,291; η^2=0,003;1-β =0,083; p=0,591)). En las

comparaciones por Bonferroni, no se aprecian diferencias entre los grupos antes (p=0,219) pero si después (p=0,027). No existen diferencias significativas en el G.C en relación a los momentos de medida (p=0,533), pero si en el G.E. (p=0,001).

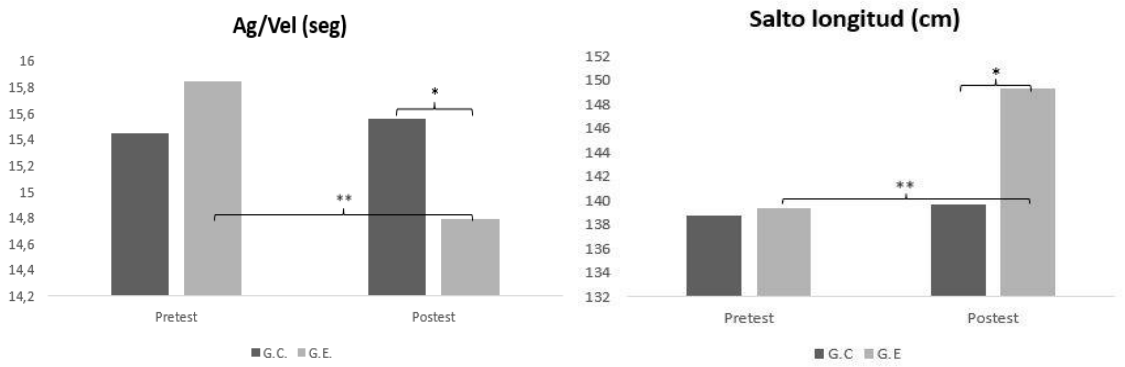


*Figura 2. Resultados de agilidad/velocidad y salto de longitud tras aplicación de Alpha fitness. (** p<,01; *p<,05).*

En lo referido a la capacidad músculo-esquelética, los resultados del salto *de longitud* son significativos en la variable momento de medida ($F_{1,90}$ =8,019; η^2=0,082;1-β =0,800; p=0,006) y en la interacción entre esta variable con el tipo de AF practicada ($F_{1,90}$ =6,095; η^2=0,063;1-β =0,685; p= 0,015) (Tipo AF: $F_{1,90}$ =2,237; η^2=0,024;1-β =0,316; p=0,138). Las comparaciones por Bonferroni no ofrecen diferencias entre grupos en el pretest (p=0,768), pero si en el postest (p=0,036). No se aprecian cambios significativos en el G.C en relación a la toma antes/después (p=0,772) pero si en G.E. (p=0,001) (Ver figura 2). En la *VMprop* se aprecian cambios en la variable tipo de AF, así como en la interacción entre las dos variables. Durante el postest el G.C baja sus resultados estableciéndose diferencias en la comparación del momento antes/después (p=0,001) a diferencia del G.E. que los incrementa ligeramente (Ver tabla 2 y 5).

Tabla 5. Resultados relativos a la capacidad músculo-esquelética del tren inferior

	$F_{1,81}$	p	η^2	1-β	Comparación por pares			
VMprop						G.C./G.E	G.C.	G.E
Antes/Después	3,763	0,056	0,044	0,483	Antes	0,227		
Tipo AF	8,658	0,004**	0,097	0,828	Después	0,001**		
Interacción	8,390	0,005**	0,094	0,816	Antes/ después		0,001**	0,531

*(** p<,01; *p<,05)*

Ningún programa de AF alcanzó significación estadística alguna en lo relativo a dinamometría manual, ni en la variable momento (Izquierda ($F_{1,90}$=0,927; η^2=0,010;1-β =0,159; p=0,338) Derecha ($F_{1,89}$=0,012; η^2=0,0001;1-β=0,051; p=0,912)), ni en tipo de AF practicada (Izquierda ($F_{1,90}$=0,728; η^2=0,008;1-β=0,135; p=0,396) Derecha ($F_{1,89}$=0,257; η^2=0,003;1-β=0,079; p=0,613)) ni en la interacción (Izquierda ($F_{1,90}$=0,953; η^2=0,010;1-β=0,162; p=0,332) Derecha ($F_{1,89}$=0,486; η^2=0,005;1-β=0,106; p=0,488)).

En cuanto a los resultados estadísticos relativos a los indicadores antropométricos analizados, mostraron un aumento de estos tanto en el G.E. como en el G.C. (Ver tabla 3). Se aprecian diferencias en los momentos (antes/después) de medida del *IMC* ($F_{1,83}$=22,550; η^2=0,214;1-β=0,997; p=0,001), sin embargo, no hay cambios significativos en la variable tipo de AF ($F_{1,83}$=0,021; η^2=0,0001;1-β=0,052; p=0,885) ni en la interacción entre ambas variables ($F_{1,83}$=0,101; η^2=0,001;1-β=0,061; p=0,752). El *% de grasa* presenta diferencias de igual modo en la variable momento ($F_{1,83}$=55,488; η^2=0,401;1-β=0,9999; p=0,001), y no en tipo de AF ($F_{1,83}$=0,002; η^2=0,0001;1-β=0,050; p=0,965) ni en la interacción ($F_{1,83}$=0,060; η^2=0,001;1-β=0,057; p=0,807). El perímetro de cintura no presenta significación ni en el momento de medida ($F_{1,83}$=3,720; η^2=0,043;1-β=0,479; p=0,057) ni en la variable tipo de AF ($F_{1,83}$=0,001; η^2=0,0001;1-β=0,050; p=0,970), ni en la interacción entre ambas ($F_{1,83}$=2,447; η^2=0,029;1-β=0,340; p=0,122).

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de este estudio mostraron como el programa de fuerza con cargas de entrenamiento controladas y adaptadas a niños, de 12 semanas de duración consiguió mejorar significativamente diferentes índices de salud y condición física en relación a un programa de AF habitual. Las actividades de alta intensidad intermitente llevadas a cabo en el programa de fuerza experimental indujeron a una mejora significativa de la *Vpico, VO_2máx*, *EPOCpico* y *VMprop del tren inferior,* así como de los resultados del *test de agilidad y del salto de longitud*, en el G.E.

Todos los resultados extraídos tras la realización del test de 20 metros tuvieron un incremento significativo en el grupo experimental. Estos efectos conseguidos por el programa neuromuscular tanto sobre la *Vpico* como sobre el *VO_2máx* son similares a un importante número de estudios (Baquet et al., 2004; Baquet et al., 2002; Berthoin, Baquet y Dupont, 2006; Gamelin et al., 2009). Aunque el *VO_2máx* de ambos grupos logra alcanzar efectos significativos en relación al momento de medida, el G.E. consigue mejores resultados logrando distanciarse significativamente del G.C. en el postest (ver figura 1). Estos hallazgos convergen con las conclusiones de Baquet et al. (2003), según los cuales la mejora del *VO_2máx* a través de AF aeróbica habitualmente llevada a cabo en estas edades es reducida y confirman el mayor efecto de las actividades de alta intensidad y corta duración sobre la salud cardiovascular de niños. En este sentido los ejercicios intermitentes y ejecutados a máxima intensidad son inherentes y se encuentran presentes durante la actividad espontánea del niño (Ratel et al., 2004). Bailey et al. (1995) demostraron que la duración de las actividades físicas de niños de edades comprendidas entre los 6 y los 10 años tenían una duración media máxima de 3

segundos ejecutándose las mismas a alta intensidad, no superando en el 95% de los casos los 15 segundos. En este sentido, aunque en diferentes estudios se ha señalado a la inmadurez del metabolismo glucolítico como el factor responsable del menor rendimiento anaeróbico en niños (Falgairette, 1991; Van Praagh et al., 1991), desestimando por tanto el uso de actividades de alta intensidad en estas edades, cada vez son más las investigaciones que contradicen este planteamiento (Armstrong et al., 1997; Petersen et al., 1999; Van Praagh y Doré, 2002). Así, autores como Van Praagh et al., (2002) sostienen que las concentraciones más bajas de lactato en músculo y sangre deberían ser explicadas por la menor masa muscular implicada durante la realización del esfuerzo físico. Según Ratel et al. (2004) no existe una base fisiológica que sostenga que los ejercicios de alta intensidad son perjudiciales para niños y avalan el uso de este tipo de programas como alternativa ya que consiguen amplios efectos sobre la aptitud tanto aeróbica como la anaeróbica en prepuberales, conclusión esta que coincide con los resultados de este artículo.

Los resultados relativos a *Vpico* y *VO_2máx* se encuentran relacionados a los del análisis del *EPOCpico alcanzado*. El regreso a la calma del metabolismo, provoca un consumo calórico importante que se mantiene hasta que todos los procesos metabólicos vuelven a su estado basal. Los valores de *EPOC* de este estudio fueron tomados durante la fase rápida de consumo de oxígeno, dentro de la primera hora de recuperación (Børsheim y Bahr, 2003; Lamont et al., 2010). Los mayores niveles de *EPOC* del G.E. durante el postest se relacionan con una mayor perturbación metabólica (Earnest y Scott, 2011) dada por el incremento del *VO_2máx* consumido durante la ejecución del test de 20 metros. Estudios descriptivos como los de Bahr et al. (1992) o Laforgia et al. (1997) en población adulta, muestran como la intensidad en la ejecución

del ejercicio afecta al consumo de O_2 post-ejercicio de manera significativa (3 x 2 minutos, cicloergómetro al 108% del *VO_2máx*; 20x1 minuto, carreras al 105% del *VO_2máx* respectivamente). Según la revisión realizada por Borsheim y Bahr, (2003) en la cual se analizan los efectos de la intensidad, duración y clase del ejercicio en el consumo de O_2 post-ejercicio, las actividades de alta intensidad estimulan significativamente los valores de *EPOC* corroborando los resultados de nuestra intervención. A pesar de ser un parámetro utilizado con frecuencia en adultos, no existen a nuestro conocimiento intervenciones que apliquen este parámetro de medición en población infantil, limitando el hecho la comparación de resultados.

Además de la mejora cardiovascular experimentada, el programa de mayor intensidad consigue mejorar los niveles de *agilidad/velocidad*, alcanzando el G.E. mejores valores asociados a la condición física tras el postest, afirmando nuevamente el efecto positivo de la intervención experimental (ver figura 2). En este sentido, son numerosas las investigaciones que encuentran relaciones entre la condición cardiovascular y otros componentes de condición física entre los que se encuentra la agilidad/velocidad (Ara et al., 2006; Baquet et al. 2004; Ortega et al. 2005; Secchi et al. 2014;). En contraposición encontramos resultados como los de Ardoy et al. (2011), quienes no hallaron efectos en la comparación por pares de los dos grupos experimentales a pesar de que en uno de ellos se había elevado la intensidad constatada a través de mayor *FC* promedio.

En lo referido finalmente a la capacidad músculo-esquelética, se obtuvieron diferencias significativas en la fuerza explosiva de las extremidades inferiores, tanto en el *salto de longitud* a pies juntos, como en la *VMprop*. Hubo un aumento significativo en

la distancia alcanzada en el salto por parte del G.E. en el postest, estableciéndose además diferencias entre los grupos en este segundo momento de medida (ver figura 2). Estos resultados son similares a los conseguidos por Baquet et al. (2004), Secchi et al. (2004) o Cuenca-García et al. (2011), siendo estos últimos ligeramente inferiores a los de nuestro estudio y apoyan el efecto positivo del programa sobre la fuerza del tren inferior. En cuanto a la *VMprop*, no se vio afectada por el tratamiento, posiblemente por la poca estabilidad del gesto de sentadilla en estas edades.

Los programas de AF aplicados no tuvieron efecto ni sobre la dinamometría manual ni sobre los indicadores de composición corporal. Estudios como los de Dao et al. (2004) o Sandercock et al. (2012) con programas de AF similares a los de este artículo, si que encuentran diferencias en los niveles de fuerza manual. Sollerhed y Ejlertsson (2008) por su parte realizan una intervención de 3 años de duración en la que incrementan las horas de AF y tampoco aprecian resultados en lo que a fuerza muscular se refiere. Los resultados contradictorios pueden ser debidos al tipo de actividades planteadas en los programas de intervención y a su efecto sobre el tren superior. En nuestra intervención en concreto no se llevaron a cabo actividades específicas para miembros superiores lo que puede explicar la falta de efecto en la medición de este parámetro.

En cuanto a las medidas antropométricas, estas aumentaron significativamente en los dos grupos, no hallándose diferencias entre los dos tipos de AF analizados. Los valores extraídos tanto en el pretest como en el postest coinciden con los de estudios similares en niños (Cuenca-García et al., 2011; De Hoyo y Sañudo, 2007; Mederico et al., 2013; Moya-Martínez et al. 2011;), sin embargo, la composición corporal en este estudio

no ha mejorado en ninguno de los grupos. Resultados parecidos son hallados en revisiones como las de Harris et al. (2009), Metcalf et al. (2012) o intervenciones como las de Ardoy et al. (2011), Rosenkranz et al., 2011 o Ara et al. (2006). Investigaciones como las de Yin et al. (2005), encuentran diferencias entre grupos en índices antropométricos como la *grasa corporal* medida con DEXA (Dual-Energy X-ray Absorciometry), pero no en *IMC* o *perímetro de cintura*, lo que demuestra la importancia de la precisión de las medidas tal y como indica Ardoy et al. (2011), más si cabe en estudios sin control nutricional, con sujetos en pleno proceso de desarrollo y de tan corta duración como el nuestro. Intervenciones llevadas a cabo en intervalos de tiempo similares a los de este trabajo (Annesi et al., 2007; Hogg et al., 2012; Wright et al., 2012), de 12, 16, y 6 semanas de duración respectivamente, pero con sesiones específicas dedicadas al trabajo de hábitos alimenticios y de vida saludable, sí que consiguen efectos significativos en indicadores como la *grasa corporal* y el *IMC*, por lo que asumimos que la combinación de la AF planteada, con un programa de alimentación saludable adecuado, podría haber reportado mejores resultados sobre las mediciones antropométricas recogidas.

Finalmente señalar que la batería Alpha-fitness fue aplicada con facilidad y requirió de poco equipamiento. Su ejecución no precisó de experiencia por lo que resulta muy adecuada para docentes, monitores y entrenadores que pretendan medir salud y desarrollo motor de grupos de niños y preadolescentes. No obstante, resulta a nuestro criterio necesario añadir dentro de la batería los valores de *VO_2máx* alcanzados en et test de 20 metros junto a los paliers del test, ya que el uso de este parámetro en la literatura es muy común y facilita la comparación de resultados. Aunque no ocurre lo mismo con el *VO_2máx post-ejercicio* (*EPOC*) y con la *VMprop*, aconsejamos igualmente

su utilización en estas edades ya que corroboran firmemente los resultados relativos a *Vpico y* VO_2*máx,* así como los referentes al *salto de longitud* y enriquecen ampliamente la información sobre la condición física de la muestra.

El trabajo cuenta con varias limitaciones. Por un lado, la repetición de las sesiones de familiarización para la correcta ejecución de la sentadilla en la medida de la *VMprop,* deberían haberse llevado a cabo en el G.C. antes del postest. Del mismo modo, actividades específicas para el trabajo de extremidades superiores debieron contemplarse en el diseño del programa. Por último, señalar que, debido al tiempo disponible para las sesiones, durante los entrenamientos del programa de fuerza no fue posible recoger la *FC* de los sujetos, por lo que no se ha podido establecer de manera precisa la intensidad del trabajo realizado durante el programa de fuerza propuesto.

En definitiva y de acuerdo con los resultados de este estudio, las actividades neuromusculares de corta duración realizadas alta intensidad se presentan como una efectiva opción para mejorar la salud cardiovascular y la condición física de niños en edad escolar. En la actualidad este tipo de actividades se plantean casi exclusivamente en clubs y equipos deportivos, donde suele sesgarse a la población por su nivel de competencia motriz. En este sentido, la inclusión de este tipo de programas en el contexto educativo, bien curricular o extracurricularmente, supondría una poderosa herramienta para mejorar la forma física de nuestros escolares, independientemente de su nivel de inquietud hacia una u otra modalidad deportiva. En nuestra opinión, este tipo de actividades llevadas a cabo de manera combinada con las metodologías de trabajo usualmente practicadas en la actualidad suponen una opción ideal para combatir el sedentarismo y los niveles de sobrepeso y obesidad, al mismo tiempo que

se incrementa la condición física de los más jóvenes. En este sentido, más investigación al respecto es necesaria, destacando el análisis de aspectos como la motivación ante intervenciones de más larga duración, el nivel de abandono/adhesión a este tipo de programas, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annesi, J., Faigenbaum, A., Westcott, W., Smith, A., Unruh, J., Hamilton, F. (2007). Effects of the Youth Fit For Life protocol on physiological, mood, self-appraisal, and voluntary physical activity changes in African American preadolescents: Contrasting after-school care and physical education formats. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 3,* 641-659.

Ara, I., Rodriguez, V., Perez-Gomez, J., Jimenez-Ramirez, J., Serrano-Sanchez, J.A., Dorado, C., Calbet, J. (2006). Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. *International Journal of Obesity, 30*, 1062-1071.

Ardoy, D., Fernández-Rodríguez, J.M., Ruiz, J.R., Chillón, P., España-Romero, V., Castillo, M., Ortega, F. (2011) Mejora de la condición física en adolescentes a través de un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT. *Revista Española de Cardiología, 64* (6), 484-491.

Armstrong, N., Welsman, J.R., Kirby B.J. (1997) Performance on the Wingate anaerobic test and maturation. *Pediatric Exercise Science, 9*, 253-261.

Bahr, R., Grønnerød, O., Sejersted, O.M. (1992). Effect of supramaximal exercise on excess postexercise O2 consumption. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 1* (24), 66-71.

Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C., Van Praagh, E. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO (2) in prepubertal children. *International Journal of Sports Medicine, 23*(6), 439-44

Baquet, G., Guinhouya, C., Dupont, G., Nourry, C., Berthoin, S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*(4), 708-713.

Baquet, G., Van Praagh, E., Berthoin, S. (2003). Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Medicine, 33*(15), 1127-1143.

Bailey, R., Olson, J., Pepper, S., Porszasz, J., Barstow, T., Cooper, D. (1995). The level and tempo of children´s physical activities: an observational study. *Medicine and science in sports and exercise, 7*(27), 1033-1041.

Behringer, M., Vom Heede, A. et al. (2010) Effects of resistence training in children an adolescents: a metaanálisis*. Pediatrics, 126* (5), 199-210.

Ben Ounis, O., Elloumi, M., Zouhal, H., Makni, E., Denguezli, M., Amri, M., Lac, G., Tabka, Z. (2010). Effect of individualized exercise training combined with diet restriction on inflammatory and igf-1/igfbp-3 in obese children. *Annals of Nutrition and Metabolism, 56,* 260-266.

Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G., Van Praagh, E. (2006). Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. *European Journal of Applied Physiology, 98,* 132-138.

Børsheim, E., Bahr, R. (2003). Effect of Exercise Intensity, Duration and Mode on Post-Exercise Oxygen Consumption. *Sports, 14* (33), 1037-1060.

Colín-Ramírez, E., Castillo-Martínez, L., Orea-Tejeda, A., Vergara-Castañeda, A., Keirns-Davis, C., Villa-Romero, A. (2010). Outcomes of a school-based intervention (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children. *Health Education research, 25* (6), 1042-1049.

Cuenca-García, M., Jiménez-Pavón, D., España-Romero, V., Artero, E., Castro-Peñero, J.C., Ortega, F., Ruiz, J. R., Castillo, M. (2011) Condición física relacionada con la salud y hábitos de alimentación en niños y adolescentes: propuesta de addendum al informe de salud escolar. *Revista de Investigación en Educación, 9* (2), 35-50.

Cordova, A., Villa, G., Sureda, A., Rodriguez-Marroyo, J.A., Sanchez-Collado, P. (2012). Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. *Revista Española de Cardiología, 65* (7), 620-626.

Dao, H.H., Frelut, M., Peres, G., Bourgeois, P., Navarro, J. (2004). Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. *International Journal of Obesity, 28*, 870-878.

De hoyo, M., Sañudo, B. (2007). Composición corporal y actividad física como parámetros de salud en niños de una población rural de Sevilla. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 6* (3), 52-62.

Donnelly, J., Jacobsen, D., Whatley, J., Hill, J., Swift, L., Cherrington, A., Polk, B., Tran, Z., Reed, G. (2012) Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. *Obesity research, 3* (4), 229-243.

Earnest, C.P., Scott, C.B. (2011) Resistance Exercise Energy Expenditure is Greater with Fatigue as Compared to Non-Fatigue. *Journal of Exercise and Physiology online, 14* (1), 1-10.

Escalante, Y., Saavedra, J., García-Hermoso, A., Domínguez, A. (2012). Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. *Preventive Medicine, 54*, 293-301.

Faigenbaum, A., Myer, G.D. (2009). Resistence training among young athletes: safety, efficacy an injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine, 44*, 56-63.

Faigenbaum, A., Myer, G.D. (2011). Resistance training and pediatric health. *Kronos, 10* (1), 31-38.

Faigenbaum, A., Westcott, W., LaRosa, R., Long, C. (2005) The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and endurance development in children. *Pediatrics, 1* (104), 1-7.

Falgairette, G., Bedu, M., Fellman, N., Van Praagh, E., Coudert, J. (1991). Bioenergetic profile in 144 boys aged from 6 to 15 years with special reference to sexual maturation. *European Journal of Applied Physiology, 62,* 151-156.

Gamelin, F.X., Baquet, G., Berthoin, S., Thevenet, D., Nourry, C., Nottin, S., Bosquet, L. (2009). Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *European Journal of Applied Physiology, 105*, 731-738.

García-Cantó, E., Pérez, J.J. (2014) Programa para la promoción de actividad física saludable en escolares murcianos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 25,* 131-135.

González, J., Portolés, A. (2014). Actividad física extraescolar: relaciones con la motivación educativa, rendimiento académico y conductas asociadas a la salud. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte, 1* (9), 51-65.

Gortmaker, S., Lee, R., Mozaffarian, R., Sobol, A., Nelson, T., Roth, B., Wiecha, J. (2012). Effect of an After-School Intervention on Increases in Children's Physical Activity. *Medicine and science in sports and exercise, 44*(3), 450-457.

Harris, K., Kuramoto, L., Schulzer, M., Retallack, J. (2009). Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal, 180* (7), 719-726.

Hasselstrøm, H., Karlsson, M., Hansen, S., Grønfeldt, V., Froberg, K., Andersen, L. (2008) A 3-Year Physical Activity Intervention Program Increases the Gain in Bone Mineral and Bone Width in Prepubertal Girls but not Boys: The Prospective

Copenhagen School Child Interventions Study (CoSCIS). *Calcified Tissue International, 83*, 243-250.

Hogg, J. et al. (2012) An after-school dance and lifestyle education program reduces risk factors for heart disease and diabetes in elementary school children. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism, 25*(5-6), 509–516.

Janssen, I. (2007) Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism, 32*, 109–121.

Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., Brunner-La Rocca, H., Van Mechelen, W., Puder, J (2010) Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. BMJ, (340), 1-8.

Laforgia, J., Withers, T., Shipp, J., Gore, J. (1997). Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *Journal of Applied Physiology, 2* (82), 661–666.

Leek, D., et al. (2010) Physical Activity During Youth Sports Practices. *The Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine, 4* (165), 294-299.

Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences, 6*, 93-101.

McMinn, D., Rowe, D.A., Murtagh, S., Nelson, N.M. (2012) The effect of a school-based active commuting intervention on children's commuting physical activity and daily physical activity. *Preventive Medicine, 15* (54), 316-318.

Mederico, M. et al. (2013). Valores de referencia de la circunferencia de la cintura e índice de la cintura/cadera en escolares y adolescentes de Mérida, Venezuela: comparación con referencias internacionales. *Endocrinology Nutrition, 60* (5), 235-242.

Metcalf, B., Henley, W.,Wilkin, T. (2012). Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). *BMJ*. 1-11. Doi: 10.1136/bmj.e5888.

Mickle, K. J., Munro, B. J., Steele, J.R. (2011). Gender and age affect balance performance in primary school-aged children. *Journal of Science of Medicine Sport, 14*, 243-248.

Moya-Martínez, Sánchez-López, López-Bastida, J., Escribano-Sotos, F., Notario-Pacheco., B., Salcedo-Aguilar, F., Martínez Vizcaíno, V. (2011). Coste-efectividad de un programa de actividad física de tiempo libre para prevenir el sobrepeso y la obesidad en niños de 9-10 años. *Gaceta Sanitaria, 2*5(3), 198–204.

Muñoz, M.T., Pozo, J. (2011). Pubertad normal y sus variantes*. Pediatr Integral, 15* (6), 507-518.

Myer, G.D., Faigenbaum, A.D. (2011). Exercise is sports medicine in youth: Integrative neuromuscular training to optimize motor development and reduce risk of sports related injury. *Kronos, 10* (1), 39-48.

Naclerio, F., Faigenbaum, A. (2011). Integrative neuromuscular training for youth. *Kronos, 10* (1), 49-56.

Nourry, C., Deruelle, F., Guinhouya, C., Baquet, G., Fabre, C., Bart, F., Berthoin, S., Mucci, P. (2005). High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *European Journal of Applied Physiology, 94*(4), 415-23.

Ortega, F., et al. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). R*evista Española de Cardiología, 58*(8), 898-909.

Petersen, S.R., Gaul, C.A., Stanton, M.M., Hanstock, C.C. Skeletal muscle metabolism during short-term, high-intensity exercise in prepuberal and pubertal girls. *Journal of Applied Physiology, 21* (87), 51-56.

Ratel et al. (2004) High-intensity intermittent activities at school: controversies and facts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 44,* 272-280.

Resaland, G.K., Anderssen, L.B., Mamen, A., Anderssen, S.A. (2011). Effects of a 2-year school-based daily physical activity intervention on cardiorespiratory fitness. The Sogndal school-intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 21*, 302-309.

Reverter, J., Plaza, D., Jové, C., Hernández, V. (2014) Actividad físico-deportiva extraescolar en alumnos de primaria: el caso de Torrevieja (Alicante). *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 25*, 48-52.

Rosenkranz, R., Welk, G., Dzewaltowski, D. (2011) Environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary behavior in after-school recreation sessions. *Journal of Physical Activity and Health, 8*, 214-221.

Ruiz, J.R. (2011) Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria, 26,* 1210-1214.

Sandercock, G., Cohen, D., Griffin, M. (2012) Evaluation of a multicomponent intervention to improve weight status and fitness in children: Upstarts. *Pediatrics International, 6* (54), 911-917.

Secchi, J.D., García, C., España-Romero, V., Castro-Piñero, J. (2014) Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPHA. *Archivos Argentinos de Pediatría, 1*12 (2), 132-140.

Serra-Paya, N., Ensenyat, A., Real, J., Castro-Viñuales, I., Zapata, A., Galindo, G., Solé-Mir, E., Bosch-Muñoz, J., Mur, J.M., Teixido, C. (2013). Evaluation of a family intervention programme for the treatment of overweight and obese children (Nereu Programme): a randomized clinical trial study protocol. *BMC Public Health, 13,* 1-14.

Sigmund, E., El Ansari, W., Sigmundová, D. (2012). Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6¿ 9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. *BMC Public Health, 1* (12), 570-583.

Slining, M., Adair, L.S., Goldman, B.D., Borja, J.B., Bentley, M. (2010). Infant overweight is associated with delayed motor development. Journal of Pediatric, 157, 20-25.

Sollerhed, A.C., Ejlertsson, G. (2008) Physical benefits of expanded physical education in primary school: findings from a 3-year intervention study in Sweden. *Scandinavian Journal* of *Medicine* and Sciences in Sports, *18*, 102-107.

Torrijos-niño, C., Martínez-Vizcaino, V., Pardo-Guijarro, M.J., García-Prieto, J.C., Arias-Palencia, N.M., Sánchez-López, M. (2014). Physical Fitness, Obesity, and Academic Achievement in Schoolchildren. *The Journal of Pediatrics, 1 (165), 104-109.*

Troiano, R.P., Berrigan, D., Dodd, K.W., Masse, L.C., Tilert, T., McDowell, M. (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine Science of Sports Exercise, 40*(1), 181-188.

Van Praagh, E., Bedu, M., Falgairette, G., Fellmann, N., Coudert, J (1991). Oxygen uptake during a 30-s supramaximal exercise in 7 to 15-year-old boys. In: R Frenkl, 1 editors. Children and exercise XV. *Budapest, National Institute for health promotion*, 281-287.

Van Praagh, E., Doré, E. (2002) Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Medicine, 32,* 701-708.

Wright, K., Giger, J.N., Norris, K., Suro, Z. (2012) Impact of a nurse-directed, coordinated school health program to enhance physical activity behaviors and reduce body mass index among minority children: A parallel-group, randomized control trial. *International Journal of Nursing Studies, 50* (6), 727-737.

Yin, Z., Moore, J.B., Johnson, M.B., Vernon, M.M., Gutin, B.B. (2012). The impact of a 3-year after-school obesity prevention program in elementary school children. *Childhood Obesity, 1* (8), 60-70.

Yu, C., Sung, Rita Y.T., So, R., Lui, K.C., Lau, W., Lam, P., Lau, E. (2005) Effects of Strength Training on Body Composition and Bone Mineral Content in Children Who Are Obese. *Journal of Strength and Conditioning Research, 19*(3), 667-672.

Estudio V

Efectos de la actividad física de alta intensidad sobre los niveles de atención de una muestra preadolescente

Resumen: El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto sobre la atención de escolares de dos programas de actividad física (moderada y alta intensidad). Participaron 94 niños (*n* = 52) y niñas (*n* = 30), (Edad *M* = 8,20; *DT* = 0,70) de la ciudad de Granada (España). Se empleó un diseño cuasi-experimental con un grupo control y otro experimental. Se analizó amplitud de la atención y atención selectiva. Como variable de control se evaluó la aptitud cardiorrespiratoria a través de consumo de oxígeno máximo y la velocidad pico alcanzada durante actividad aeróbica máxima. Se aprecian efectos significativos a favor del programa de alta intensidad sobre dos pruebas de *span* atencional y ejercicios de atención selectiva, así como en valores de condición física. Se concluye que la práctica física de alta intensidad intermitente, practicada regularmente podría tener implicaciones positivas sobre el rendimiento cognitivo de niños y que la mejora de la condición física podría ser uno de los factores vinculados a estos cambios.

Palabras clave: Actividad Física; Atención; Funcionamiento Cognitivo; niños; rendimiento escolar.

Abstract: The aim of this study was to analyze the effect of two programs of physical activity (moderate and high intensity physical activity), in the levels of attention of a sample of young in scholar aged. 94 children (boys=52; girls=30) (Age M = 8,20; SD = 0,70) from Granada (Spain) participated in the investigation. A quasi-experimental design was used, with control and experimental group. Evidence of attentional span and search items on matrices with the purpose of analyzing the amplitude of the attention and selective attention were applied. As a control variable, cardiorespiratory fitness by maximum oxygen uptake and peak speed reached during maximal aerobic activity was evaluated. The results showed significant effects in favor of high-intensity program on two tests of attentional span and exercises selective attention, as well as the values of fitness. These data suggest that the physical practice of intermittent high intensity practiced regularly could have positive implications on cognitive performance of children and improving the physical condition could be one of the factors linked to these changes.

Keywords: Physical Activity; Care; Cognitive Functioning; children; Lifestyle.

INTRODUCCIÓN

Según numerosas investigaciones, los comportamientos sedentarios en edades tempranas han ido creciendo en detrimento del ejercicio físico regular, generando una gran preocupación entre la comunidad científica (Lanigan, 2014; Taverno et al., 2013; Vedul-Kjelsäs, Sigmundsson, Stensdotter y Haga, 2011). Ante tal situación, las ofertas de actividad física (AF) extraescolar se sitúan como uno de los recursos más eficaces para la promoción de hábitos activos durante la infancia y adolescencia, supliendo la cada vez más escasa práctica de AF espontánea (Tompkins, Hopkins, Goddard y Brock, 2012; Janssen, 2007). Estas propuestas de AF toman más relevancia en la actualidad, entre otras razones, por los datos aportados en diversos estudios que señalan fuertes relaciones entre ejercicio físico y desarrollo cognitivo en estas edades (Chaddock et al., 2013; Khan y Hillman, 2014; Scudder, Federmeier, Raine, Direito y Boyd, 2014)

Según autores como Khan et al. (2014), la práctica de AF en las primeras etapas de la vida puede optimizar las funciones cognitivas de los niños debido a que favorece el proceso de maduración cerebral y permite un mejor desarrollo de las redes neuronales. Otros estudios recientes han demostrado de igual forma la existencia de relaciones positivas entre práctica de AF y funcionamiento ejecutivo, memoria o lenguaje (Chaddock, Hillman, Buck y Cohen, 2011; Kamijo et al., 2011; Scudder et al., 2014) así como entre la AF y otros aspectos como la atención y concentración (Chaddock et al., 2013; Haapala, 2012; Hillman, Kamijo y Scudder, 2011; Trudeau y Shephard, 2008).

A pesar de que los beneficios de la AF sobre el desarrollo cognitivo están causado gran interés científico, (Hansen, Lambourne, Lee y Donnelly, 2014; LeBlanc et al., 2012; Syväoja et al., 2013), la investigación en relación al tipo de ejercicio físico necesario para

llegar a conseguir estos efectos de la manera más eficaz posible, no ha sido tan ampliamente descrita. Así, aunque varios de los estudios consultados señalan la mejora aeróbica como la responsable de la mayor eficacia en tareas cognitiva (Hillman, Buck, Themanson, Pontifex y Castelli, 2009; Pontifex et al., 2011;), no resulta fácil encontrar investigaciones que evalúen programas concretos de AF, de manera que se pueda conocer la existencia de relaciones entre el tipo de AF y la mejora cognitiva experimentada. En este sentido, aunque parece claro el efecto de la AF aeróbica sobre la función mental infantil y juvenil, no se conoce con la misma profundidad cómo otras variantes de AF podrían afectar a esta evolución cognitiva.

En base a este argumento, el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto sobre la atención de una muestra de escolares, de dos programas de entrenamiento físico extracurricular en niños de entre siete y nueve años con frecuencia recurrentes en la actual literatura, la AF aeróbica de moderada intensidad (AFAMI) y la AF de alta intensidad intermitente (AFAII), con el fin de comprobar si el tipo de AF puede influir en la evolución cognitiva infantil subyacente al ejercicio físico.

METODO

Participantes

Un total de 52 niños y 42 niñas con un rango de edad de entre siete y nueve años participaron en el estudio (Ver tabla dos), distribuidos en dos grupos: grupo control (programa extraescolar AFAMI del centro (*n* = 56; 34 varones; Edad media 8,14 ± 0,65) y experimental (programa extraescolar de AFAII propuesto (*n* = 38; 18 varones; Edad media 8,37 ± 0,72). En cuanto a los criterios de exclusión, se tuvieron en cuenta los siguientes: a) Historiales médicos con dificultades potenciales para el estudio en los tres

meses anteriores al mismo. b) Problemas médicos u ortopédicos que dificultaran el desempeño del programa.

Diseño

Se empleó un diseño de investigación cuasiexperimental intersujetos a través del análisis de las diferencias halladas entre las medias de dos tratamientos administrados al azar (Ato, López y Benavente, 2013). Como variables dependientes, se utilizaron cuatro ejercicios de span atencional (SNA, SNB, FCA, FCB) y dos de atención selectiva (ACA, ERA, ACB, ERB). Además, se midió volumen de oxígeno máximo (VO2max) y velocidad pico alcanzada en test de esfuerzo máximo (Vpico). El tipo de AF practicada por los participantes fue la variable independiente del estudio.

Instrumentos

Para comparar efectos producidos tras doce semanas de intervención, se efectuaron dos medidas (pre y post) de seis pruebas para estudiar el rendimiento cognitivo y un test para valorar capacidad aeróbica máxima fue llevado a cabo.

Rendimiento cognitivo

Todos los grupos realizaron cuatro ejercicios para analizar la amplitud de la atención y dos para evaluar la atención selectiva. En todos los casos de llevó a cabo la evaluación a primera hora de la mañana (de 9:00 a 10:00 pm) para que la fatiga o las actividades escolares ordinarias no afectasen a la medida. Los participantes efectuaron sus ejercicios en espacios sin ruidos, amplios y sin distractores que pudieran condicionar los datos obtenidos. Para evaluar la atención se utilizaron ejercicios del *software Procesos Atencionales* de la plataforma informatizada *MenPas 1.0* (González Ruiz, Hernández-Mendo, Pastrana Brincones, 2010).

Amplitud de la atención: Se emplearon ejercicios de *span* atencional de tipo visual, a través de la proyección de imágenes en pizarra digital. Este tipo de ejercicios se han utilizado en numerosas ocasiones en investigación, en versiones auditiva o visual, dígitos o figuras, así como en sus versiones simples o complejas (Monaco, Costa, Caltagirone y Carlesimo, 2013; Redick y Lindsey, 2013). En primer lugar, se desarrollaron dos ejercicios de *span* de dígitos. El primero consistió en intentar recordar seis dígitos que eran proyectados secuencialmente con un lapso de un segundo (SNA). El segundo consistió en el mismo ejercicio, pero con ocho dígitos (SNB). Una vez finalizada la cadena de números, los alumnos/as debían escribir todos los que recordasen y en el mismo orden de aparición. En segundo lugar, se realizaron dos tareas *span* en las que había que recordar un conjunto de figuras geométricas y sus colores correspondientes. Estos dos ejercicios tenían un conjunto de seis (FCA) y ocho (FCB) figuras respectivamente. Las correspondientes al ejercicio FCA fueron proyectadas durante un tiempo de cinco segundos. Pasado este tiempo la proyección desaparecía y los participantes tenían un tiempo de veinticinco segundos para ubicarlas en el lugar correspondiente en la hoja de respuestas. Las figuras de FCB se proyectaron durante siete segundos, y el tiempo para plasmarlas en papel fue de treinta segundos.

Atención selectiva: Se utilizaron dos ejercicios de búsqueda de letras en matrices. Este tipo de instrumento, basado en la búsqueda y discriminación visual de diferentes ítems, se ha utilizado ampliamente en investigación para evaluar la atención selectiva (Brickenkamp, 2002; Hernández-Mendo, Martínez-Jiménez, Pastrana-Brincones y Morales-Sánchez, 2012). En cada uno de ellos, los alumnos/as tenían un tiempo de cuarenta y cinco segundos para tachar cuatro letras dadas en una matriz formada por 225 grafemas, respetando entre mayúsculas y minúsculas (Ejercicio A: B, V, h, y: 56

apariciones; Ejercicio B: C, R, f, t: 112 apariciones). En cada ejercicio se contabilizaron los aciertos y lo errores. En total se analizaron cuatro variables: Ejercicio A: Aciertos A (ACA); Errores A (ERA); Ejercicio B: Aciertos B (ACB); Errores B (ERB).

Evaluación de la Condición Física

Se calculó de forma indirecta el consumo máximo de oxígeno (VO_2max). Para ello se utilizó la prueba de la batería EUROFIT (1993) Course Navette, test incremental de ida y vuelta, sobre una distancia de 20 metros, con un aumento de la velocidad de 0,5 km cada minuto, partiendo de una velocidad inicial de 8,5 km/h. La fórmula con la que se extrajo el VO_2máx (Leger, Mercier, Gadoury y Lambert (1988)) fue la siguiente: VO_2máx (ml/kg/min) = 31,025 + (3,238 x V) - (3,248 x E) + (0,1536 x V x E) (V: velocidad máxima alcanzada; E: Edad del participante).

Procedimiento

El grupo intervención (AFAII) fue sometido a un programa de entrenamiento interválico de doce semanas, con dos sesiones de cuarenta minutos por semana, con veinte minutos de ejercicios intermitentes de alta intensidad (10-20 segundos aproximadamente) y veinte minutos de actividades deportivas, tomando como base estudios previos realizados por Faigenbaum y Myer, (2011), Behringer, Vom Heede, Yue y Mester (2010), Baquet, Van Praagh, y Berthoin (2003) y Baquet Guinhouya, Dupont, Nourry y Berthoin (2004). Las actividades eran planteadas de manera lúdica pero los participantes eran constantemente motivados para que ejecutaran los ejercicios

intermitentes de alta intensidad con máximo esfuerzo. El grupo control (AFAMI) siguió el mismo programa de entrenamiento, pero en lugar de completar veinte minutos de ejercicios intermitentes, completaba veinte minutos de actividades aeróbicas de

moderada intensidad (e.g. actividades y juegos lúdicos) y veinte minutos de actividades deportivas. Todos los participantes tuvieron un porcentaje de asistencia de al menos un 87,5%

Tabla 1. Detalles del bloque específico de cada sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad (20 minutos de los 40 de duración total) llevado a cabo durante las 12 semanas de duración de la intervención.

Nº de sesión	*Programa AFAII*	*Nº de sesión*	*Programa AFAII*
1	*Sentadillas 3x5: (barra 1; 2'rec)*	*7*	*Sentadillas 3x7: (barra 3; 2'rec)*
2	*Spring 3 x 10 m.: 2.5' rec.*	*8*	*Spring 4 x 20 m.: 2' rec.*
3	*Circuito combinado*	*9*	*Circuito combinado*
4	*Sentadillas 3x6: (barra 2; 2'rec)*	*10*	*Sentadillas 3x9: (barra3; 2'rec)*
5	*Spring 3 x 15 m.: 2.5' rec.*	***11***	*Spring 4 x 25 m.: 2' rec.*
6	*Circuito combinado*	***12***	*Circuito combinado*

barra1: barra transversal acolchada 2kg; barra2: 2,5kg; barra3: 3kg; rec: tiempo de recuperación. Todas las sesiones incluían calentamiento formal inicial.

Análisis de datos

Análisis descriptivos y de normalidad a través de la prueba *Kolmogórov-Smirnov* así como ANOVA de un factor para comparar las características físicas antes de la intervención fueron realizados de manera previa al análisis de resultados. Los efectos de entrenamiento fueron estudiados a través de ANOVA bifactorial mixto para las variables con distribución normal, siendo un primer factor el *grupo* con dos niveles (control y experimental) y un segundo factor la variable *pre-post*. Del mismo modo se analizaron los efectos principales y la interacción entre variables. El análisis post-hoc se ajustó mediante *Bonferroni.* Para el estudio de las variables no normales se aplicaron técnicas no paramétricas (*U* de *Mann-Whitney* y *Wilcoxon*). Se utilizó el paquete estadístico SPSS en su versión 20.

RESULTADOS

Valores previos de los grupos

Tabla 2. Características de ambos grupos previas a la intervención. Diferencias estadísticas realizadas tras la realización del ANOVA de un factor.

	AFAMI (M ± DT)	*AFAII (M ± DT)*	*Total (M ± DT)*	*p*
Edad	*8,14 ± ,65*	*8,37 ± ,72*	*8,23 ± ,7*	*0,112*
Peso	*32,1±8,3*	*30,6±9,1*	*31,5±8,6*	*0,409*
Talla	*132,2±7,1*	*132,4±6,1*	*132,3±6,7*	*0,921*
IMC (kg/m^2)	*18,1 ± 3,7*	*17,8 ± 3,4*	*18,0 ± 3,6*	*0,342*
Grasa corporal (%)	*19,8 ± 8,9*	*18,7 ± 7,9*	*19,3 ± 8,5*	*0,545*
Perímetro cintura (cm)	*62,9 ± 7,9*	*61,2 ± 8,7*	*62,2 ± 8,2*	*0,348*
Vpico (km/h)	*9,46 ± ,45*	*9,42 ± ,55*	*9,45±0,49*	*0,707*
VO_2máx (ml/kg/min)	*47,03 ± 2,50*	*46,45 ± 2,51*	*46,85±2,51*	*0,281*

M: Media; DT: Desviación típica.

Evaluación cognitiva

Los resultados hallados tras el análisis de varianza bifactorial indicaron efectos significativos en la variable pre-post para los factores SNA ($F_{1,89}$ = 38,05; η^2 = 0,30; $1-\beta$ = 0,99; p < 0,01) y SNB ($F_{1,89}$ = 14,42; η^2 = 0,14; $1-\beta$ = 0,96; p < 0,001). Asimismo, se observan efectos significativos para la prueba SNA tanto en la variable grupo ($F_{1,89}$ = 11,13; η^2 = 0,11; $1-\beta$ = 0,91; p < 0,01) como en la interacción entre variables (pre/post x grupo) ($F_{1,89}$ = 4,17; η^2 = 0,05; $1-\beta$ = 0,52; p < 0,05).

Como se puede observar en la figura número uno, las comparaciones simples realizadas para SNA mostraron que no hubo diferencias significativas en la medida pretest (-0,33; p > 0,05) y sí en la postest (-1,14; p < 0,01) a favor del grupo intervención, y que tanto el grupo control (-0,82; p < 0,01) como el experimental (-1,62; p < 0,001) mejoraron sus puntuaciones en el postest, aunque el grupo intervención mostró cambios más elevados.

No hubo diferencias en los valores pretest y postest entre los grupos AFAMI y AFAII para el ejercicio FCA, auque sí en el ejercicio FCB. En el ejercicio FCA los valores del grupo AFAMI (p < 0,01) y AFAII variaron ambos significativamente (p < 0,001), si bien en el ejercicio FCB sólo ocurrió en el grupo AFAII (p < 0,001).

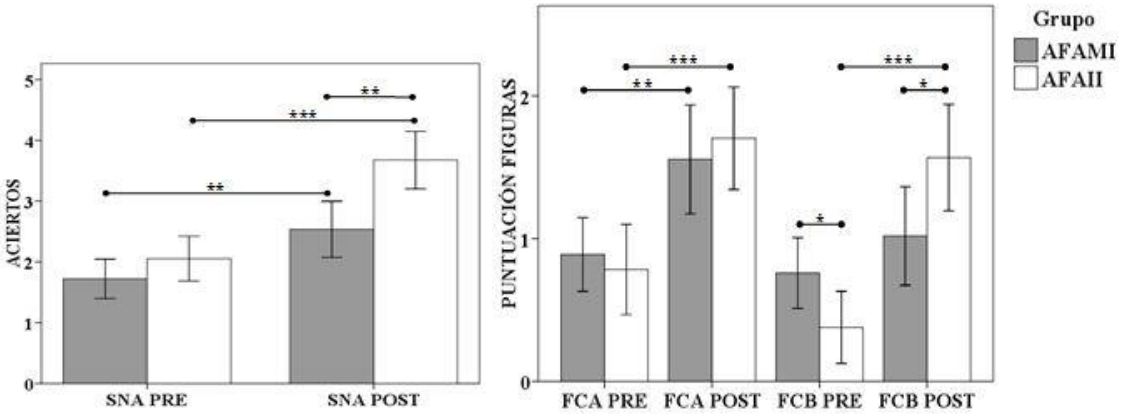


*Figura 1. Resultados relativos a amplitud de atención de ambos grupos en las variables SNA y FCA, FCB. (*** p<0,001; ** p<0,01)*

En lo referido a atención selectiva, aunque en los valores pretest entre los grupos no se aprecian diferencias en los ejercicios ACA y ACB, sí que son visibles en los valores postest en ambos casos (ACA, p < 0,01; ACB, p < 0,05). Los valores del grupo control no variaron significativamente, aunque sí los del grupo intervención que incrementaron significativamente los aciertos en los ejercicios ACA (p < 0,01) y ACB (p < 0,001). Por otro lado, hubo una disminución significativa de los errores en el ejercicio A.

En la tabla número tres se muestran las diferencias intergrupo e intragrupo tanto para las pruebas de figuras como para la búsqueda de letras.

Tabla 3. Comparaciones simples para resultados relativos a figuras y búsqueda de letras.

	Grupo		Factor	
	AFAMI	AFAII	Pretest	Postest
	Pre vs. Post	Pre vs. Post	C vs. E	C vs. E
FCA	*-3,04***	*-3,33****	*-0,59*	*-0,96*
FCB	*-1,35*	*-4,20****	*-2,29**	*-2,53**
ACA	*-0,58*	*-1,96**	*-0,06*	*-3,02***
ERA	*-1,52*	*-2,44**	*-1,26*	*-0,41*
ACB	*-1,89*	*-4,36****	*-0,41*	*-2,03**
ERB	*-0,11*	*-1,73*	*-0,70*	*-1,24*

**** p <0,001; ** p<0,01; *p<0,05*

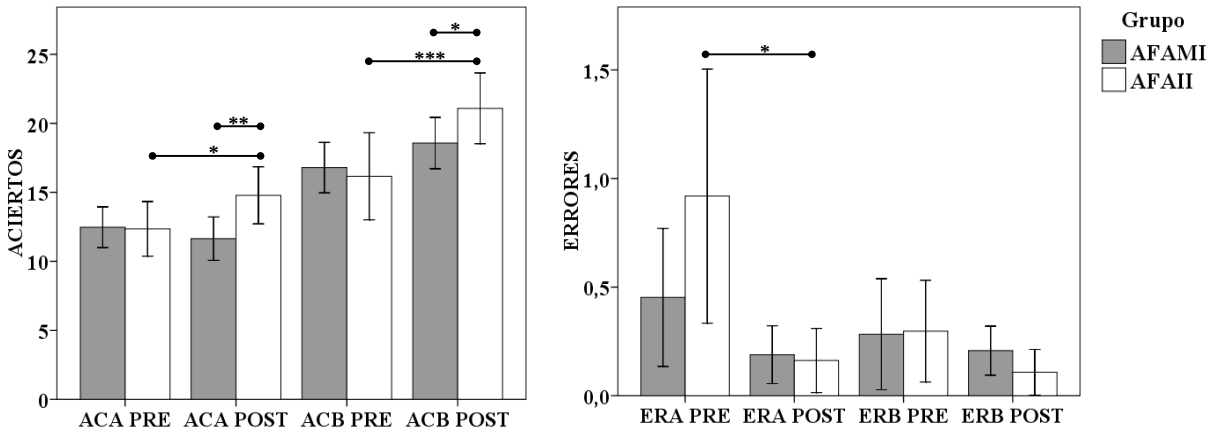


*Figura 2. Comparaciones simples para aciertos y errores ERA en ejercicios A (ACA) y B (ACB) de atención selectiva. (*** p<.001; ** p<.01; *p<.05)*

Evaluación de la condición física

En la tabla cuatro se muestran las puntuaciones de aptitud cardiorrespiratoria analizadas en el estudio. Como se puede apreciar las distribuciones presentaron normalidad.

Tabla 4. Descriptivos y normalidad de las variables de aptitud cardiorrespiratoria tenidas en cuenta en el estudio en los momentos PRE y POST: Vpico; VO_2máx indirecto

		AFAMI				*AFAII*			
		M ± DT	*A*	*C*	*Z*	*M ± DT*	*A*	*C*	*Z*
V pico *km/h*	*Pre*	*9,46 ± 0,45*	*0,98*	*0,24*	*1,4*	*9,42 ± 0,55*	*1,21*	*0,76*	*1,34*
	Post	*10,11 ± 0,76*	*0,77*	*0,60*	*1,2*	*10,58 ± 1,11*	*1,16*	*0,49*	*1,14*
VO_2 máx *ml/kg /min*	*Pre*	*47,03 ± 2,50*	*0,49*	*0,58*	*0,6*	*46,45 ± 2,51*	*0,38*	*0,18*	*0,54*
	Post	*49,58 ± 3,59*	*0,64*	*0,22*	*0,7*	*51,51 ± 4,91*	*1,59*	*0,80*	*1,03*

*M: Media; DT: Desviación típica; A: Asimetría; C: Curtosis; Z: normalidad (Kolmogórov-Smirnov) (**p<0,01; *p<0,05)*

La Vpico alcanzada durante el test de 20 metros, ofrece relevantes diferencias entre grupos tras la intervención. Aunque no se aprecian cambios significativos en la variable tipo de AF ($F_{1,79}$ = 1,93; η^2 = 0,02; *1-β* = 0,28 p > 0,05), si aparecen en el momento ($F_{1,79}$ = 155,88; η^2 = 0,66; *1-β* = 0,99; p < 0,001) y en la interacción de ambas variables ($F_{1,79}$ = 12,31; η^2 = 0,13; *1-β* = 0,93; p < 0,001). La comparación de los momentos antes y después no establece cambios entre los grupos en el momento de medida pre (p > 0,05) pero si en post (p < 0,05). Ambos grupos consiguen efectos significativos en el postest en relación al pretest, G. AFAII. (p < 0,001), G. AFAMI (p < 0,001).

De igual forma el VO_2máx tuvo diferencias tanto en el momento de medida ($F_{1,79}$ = 129,70; η^2 = 0,621; *1-β = 0,*99; p < 0,001), como en su interacción con el tipo de AF ($F_{1,79}$ = 15,37; η^2 = 0,16; *1-β* = 0,97; p < 0,001) (No se hallaron en el tipo de AF ($F_{1,79}$ = 0,76; η^2 = 0,01; *1-β* = 0,14; p > 0,05). Las comparaciones simples muestran efecto entre los momentos antes/después en los dos grupos (G. AFAII (p < 0,001); G. AFAMI (p < 0,001)), así como diferencias entre grupos en el postest (p < 0,05) no encontrándose en el pretest (p > 0,05).

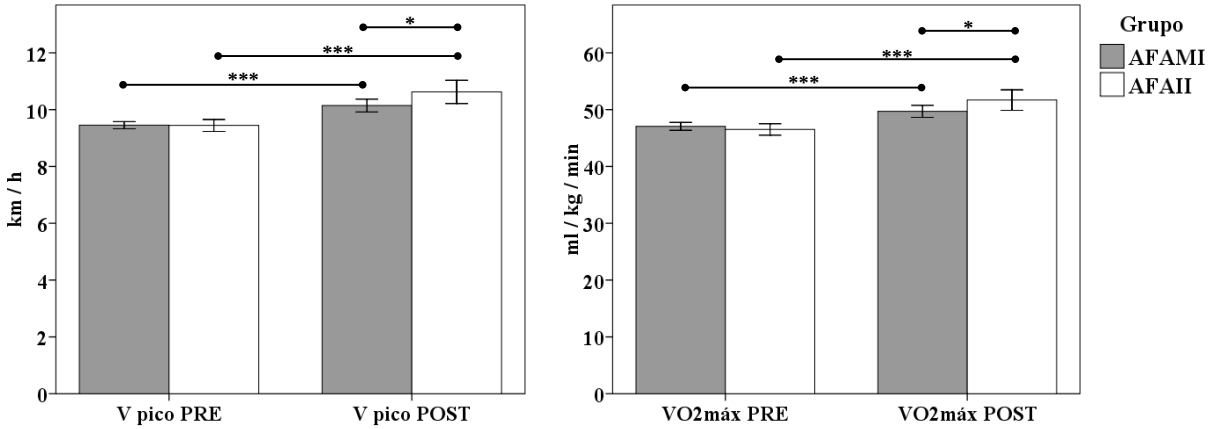


*Figura 3. Diferencias estadísticas halladas entre grupos en los momentos antes/después para las variables Vpico y VO_2máx tras la realización del test de 20 metros. (*** p<.001; ** p<.01; *p<.05).*

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un programa de AF de moderada intensidad (AFAMI) comparado a uno de alta intensidad intermitente (AFAII) tras doce semanas de intervención en parámetros de atención, amplitud y atención selectiva, y otros de condición física en un grupo de niños en edad escolar. Los principales hallazgos del estudio indican que el programa AFAII con cargas de entrenamiento controladas tuvo un mayor efecto sobre las medidas de atención y condición física que aquellos que desarrollaron el programa de AF de moderada intensidad (AFAMI).

Los resultados en cuanto al rendimiento cognitivo de los participantes, similares a los de autores como Budde Voelcker-Rehage, Pietraßyk-Kendziorra, Ribeiro y Tidow, (2008), Fedewa y Ahn, (2011) o Pontifex et al. (2011) han evidenciado efectos positivos tras un programa de alta intensidad en dos de los cuatro ejercicios que evaluaban la amplitud de la atención. Varios trabajos al respecto ya habían puesto de manifiesto los efectos positivos de la actividad física regular en este tipo de tareas *span* y, en general, en aquellas que requieren un adecuado control cognitivo de la información atendida

(Chaddock et al., 2013; Chaddock, Pontifex Hillman y Kramer, 2011; Kamijo et al., 2011). Aunque la ausencia de efecto en el *span* de números de mayor tamaño (SNB ocho dígitos) y en el span de figuras (FCA seis figuras), resta impacto a los resultados, estos podrían ser justificables. Atendiendo al primer caso (SNB ocho dígitos), problemas relacionados con *span* de gran amplitud se han encontrado en otros estudios en los que se han utilizado este tipo de pruebas (Kamijo et al., 2011), lo que podría deberse a efectos de interferencia producidos por la secuencia tan extensa de números a memorizar y que podría estar enmascarando los beneficios del programa de alta intensidad. En lo relativo al segundo caso (FCA seis figuras), se podría considerar que ha existido un proceso más eficiente en la identificación del ítem, sus características y su localización en el espacio, lo que sugiere un mejor funcionamiento de los sistemas atencionales dedicados a procesamiento de información visoperceptiva y visuoespacial (Estévez-González, García-Sánchez y Junqué, 1997).

En cuanto a los ejercicios de atención selectiva, estos han mostrado resultados más consistentes respecto a los efectos del programa AFAII sobre la muestra de escolares. Los datos se encuentran relacionados a los de aquellos trabajos que habían indicado efectos positivos de la AF sobre la atención selectiva, en tareas preferentemente de búsqueda visual y cancelación (Budde et al., 2008). Además, los datos obtenidos también manifiestan la relación de la AF con los procesos atencionales implicados en la velocidad de procesamiento cognitivo y en el control inhibitorio necesarios para tener éxito en este tipo de ejercicios (Hillman et al., 2009; Pontifex et al., 2011). De hecho, el grupo del programa de alta intensidad disminuyó en mayor medida el número de errores presentados.

Los resultados obtenidos en este estudio tienen una estrecha relación con diferentes estudios que habían puesto de relieve la relación entre la condición física y el desarrollo cognitivo (Pontifex et al., 2011). Además, los hallazgos del presente trabajo resultan de gran interés ya que, además de situarse próximos a otras investigaciones en la vinculación de la capacidad aeróbica y el rendimiento cognitivo (Chaddock et al., 2013; Haapala, 2012; Pontifex et al., 2011; Scudder et al. 2014), sugieren que el uso de la AF de alta intensidad en niños podría ser una vía eficaz para influir en este fenómeno a través del incremento de la aptitud cardiorrespiratoria. En este sentido, la comparación realizada en el presente artículo entre AFAMI y AFAII ofrece datos que se encuentran en línea con otros trabajos (Baquet et al., 2002; Baquet et al., 2003, Baquet et al., 2004; Berthoin, Baquet y Dupont, 2006; Gamelin et al., 2009) en el que se había señalado que la mejora del VO_2máx a través de AF aeróbica habitualmente llevada a cabo en estas edades es reducida y que existe un efecto mayor cuando se desarrollan actividades de alta intensidad y corta duración.

Se concluye que la práctica de AF de alta intensidad con cargas de entrenamiento controladas practicada regularmente, podría tener mayores implicaciones sobre el rendimiento cognitivo y la atención de los niños que la práctica de AF moderada. Además, la mejora de la condición física presenta relación con estos cambios, lo que sugiere que, estructurar programas orientados a este objetivo, podría reportar resultados de gran interés cognitivo, educativo y físico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ato, M., López, J. J. y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, *29,* 1038-1059. Doi: http://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511

Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C. y Van Praagh, E. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO (2) in prepubertal children. *International Journal of Sports Medicine, 23,* 439-44. Doi: http://dx.doi.org/10.1055/s-2002-33742

Baquet, G., Guinhouya, C., Dupont, G., Nourry, C. y Berthoin, S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18,* 708-713.

Baquet, G., Van Praagh, E. y Berthoin, S. (2003). Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Medicine, 33,* 1127-1143. Doi: http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200333150-00004

Behringer, M., Vom Heede, A. Yue, Z., y Mester, J. (2010). Effects of resistence training in children and adolescents: a metaanálisis. *Pediatrics, 126,* 199-210. Doi: http://dx.doi.org/10.1542/peds.2010-0445

Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G. y Van Praagh, E. (2006). Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. *European Journal* of *Applied Physiology, 98,* 132-138. Doi: http://dx.doi.org/10.1007/s00421-006-0253-2

Brickenkamp, R. (2002). *d2, test de atención*. Madrid: TEA Ediciones.

Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P. y Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters, 441,* 219-223. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2008.06.024

Chaddock, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Hillman, C. H. y Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 1-13. Doi: http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2013.00072

Chaddock, L., Hillman, C. H., Buck, S. M. y Cohen, N. J. (2011). Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43,* 344-349. Doi: http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e3181e9af48

Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H. y Kramer, A. F. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *Journal of the International Neuropsychological Society, 17,* 975-985. Doi: http://dx.doi.org/10.1017/s1355617711000567

Eriksen, C. W. y Eriksen, B. A. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non-search task. *Perception and Psychophysics, 16,* 143–149. Doi: http://dx.doi.org/10.3758/bf03203267

Estévez-González, A., García-Sánchez, C. y Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. *Revista de Neurología*, *25,* 1989-1997.

Faigenbaum, A. y Myer, G. D. (2011). Resistance training and pediatric health. *Kronos, 10,* 31-38.

Fedewa, A. L., y Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *82*, 521-535. Doi: http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2011.10599785

Gamelin, F. X., Baquet, G., Berthoin, S., Thevenet, D., Nourry, C., Nottin, S. y Bosquet, L. (2009). Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *European Journal Applied Physiology, 105,* 731-738. Doi: http://dx.doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8

González Ruiz, S. L. y Hernández Mendo, A., Pastrana Brincones, J. L. (2010). Herramienta software para la evaluación psicosocial de deportistas y entornos deportivos. *Lecturas: EF y Deportes*. *Revista Digital, 15* (144). Mayo. Extraído de https://www.efdeportes.com/ efd144/evaluacion-psicosocial-de-deportistas.htm [Consulta: 12 de julio de 2014]

Haapala, E. (2012). Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. *Baltic journal of health and physical activity, 4,* 53-61.

Hansen, D., Herrmann, D., Lambourne, K., Lee, J. y Donnelly, J. (2014). Linear/Nonlinear Relations of Activity and Fitness with Children's Academic Achievement. *Medicine* & *Science* in *Sports* & *Exercise, 46*, 2279-2285. Doi: http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000000362

Hernández-Mendo, A., Martínez-Jiménez, M. Á., Pastrana-Brincones, J. L. y Morales-Sánchez, V. (2012). Programa informático para evaluación y entrenamiento de la atención. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, *7*(2), 339-358.

Hillman, C. H., Buck, S. M., Themanson, J. R., Pontifex, M. B. y Castelli, D. (2009). Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Developmental Psychology, 45,* 114-129. Doi: http://dx.doi.org/10.1037/a0014437

Hillman, C. H., Kamijo, K. y Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive medicine, 52,* 21-28. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.024

Janssen, I. (2007) Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism, 32,* 109–121. Doi: http://dx.doi.org/10.1139/h07-109

Kamijo, K., Pontifex, M., Leary, K., Scudder, M., Wu, C. T., Castelli, D. y Hillman, C. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science, 14,* 1046–1058. Doi: http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x

Khan, N. y Hillman, C. H. (2014). The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition: A Review. *Pediatric Exercise Science, 26,* 138-146. Doi: http://dx.doi.org/10.1123/pes.2013-0125

Lanigan, J. (2014). Physical Activity for Young Children: A Quantitative Study of Child Care Providers' Knowledge, Attitudes, and Health Promotion Practices. *Early Childhood Education Journal, 42,* 11-18. Doi: http://dx.doi.org/10.1007/s10643-013-0583-8

LeBlanc, M., Martin, C., Han, H., Newton, R., Sothern, M., Webber, L. et al. (2012) Adiposity and Physical Activity Are Not Related to Academic Achievement in School-Aged Children. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics, 33,* 486–494. Doi: http://dx.doi.org/10.1097/dbp.0b013e31825b849e

Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C. y Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences, 6,* 93-101. Doi: http://dx.doi.org/10.1080/02640418808729800

Liang, J., Matheson, B. E., Kaye, W. H. y Boutelle, K. N. (2013). Neurocognitive correlates of obesity and obesity-related behaviors in children and adolescents. *International Journal of Obesity*, *38*, 494-506. Doi: http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2013.142

Monaco, M., Costa, A., Caltagirone, C., y Carlesimo, G. A. (2013). Forward and backward span for verbal and visuo-spatial data: standardization and normative data from an Italian adult population. *Neurological Sciences*, *34*, 749-754. Doi: http://dx.doi.org/10.1007/s10072-012-1130-x

Myer, G. D. y Faigenbaum, A. D. (2011). Exercise is sports medicine in youth: Integrative neuromuscular training to optimize motor development and reduce risk of sports related injury. *Kronos, 10 (1),* 39-48.

Naclerio, F. y Faigenbaum, A. (2011). Integrative neuromuscular training for youth. *Kronos, 10 (1),* 49-56.

Pontifex, M. B., Raine, L. B., Johnson, C. R., Chaddock, L., Voss, M. W., Cohen, N. J., Kramer, A. F. y Hillman, C. H. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23,* 1332-1345. Doi: http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2010.21528

Redick, T. S. y Lindsey, D. R. (2013). Complex span and n-back measures of working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*, 1102-1113. Doi: http://dx.doi.org/10.3758/s13423-013-0453-9

Scudder, M. R., Federmeier, K. D., Raine, L. B., Direito, A. y Boyd, J. K. (2014). The association between aerobic fitness and language processing in children: Implications for academic achievement. *Brain and Cognition, 87,* 140-152. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2014.03.016

Syväoja, H., Kantomaa, M., Ahonen, T., Hakonen, H., Kankaanpää, A. y Tammelin, T. (2013) Physical activity, sedentary behavior, and academic performance in finnish children. *Medicine* & *Science* in *Sports* & *Exercise, 45,* 2098-104. Doi: http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e318296d7b8

Taverno, S. E., Byun, W., Dowda, M., McIver, K. L., Saunders, R. P., y Pate, R. R. (2013). Sedentary behaviors in fifth-grade boys and girls: where, with whom, and why? *Childhood Obesity, 9,* 532-539.

Tompkins, C., Hopkins, J., Goddard, L. y Brock, D. W. (2012). The effect of an unstructured, moderate to vigorous, before-school physical activity program in

elementary school children on academics, behavior, and health. *BMC Public Health, 12,* 300. Doi: http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-12-300

Trudeau, F. y Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 5*, 10. Doi: http://dx.doi.org/10.1186/1479-5868-5-10

Vedul-Kjelsäs, V., Sigmundsson, H., Stensdotter, A. K. y Haga, M. (2011). The relationships between motor competence, physical fitness and self-perception in children. *Child: Care, Health and Development, 38*, 394-402. Doi: http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2214.2011.01275.x

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA DE FUTURO

Conclusiones generales

Teniendo en cuenta los diferentes estudios realizados durante la realización de esta tesis doctoral, podemos concluir lo siguiente:

- Un programa de AF extraescolar sistemático, de 12 a 24 semanas de duración, dos sesiones semanales (40-60min/d), y de una intensidad moderada reduce significativamente el IMC de escolares, mejora la Vpico, y la respuesta cardiaca máxima durante un test de esfuerzo máximo.

- Un programa de AF extraescolar de alta intensidad, de 12 semanas de duración y dos sesiones semanales (40 min/d), aumenta significativamente valores de VO_2máx, Vpico y EPOCpico. También desarrolla la capacidad músculo-esquelética e incrementa el VMprop del tren inferior.

- Los resultados de VO_2máx tienen un efecto reducido en programas de AF aeróbica de moderada intensidad en relación con las mejoras registradas en programas de AF con mayor intensidad de trabajo.

- Un programa de AF extracurricular de alta intensidad con cargas de entrenamiento adaptadas a niños/as, obtiene mayores resultados que los conseguidos por AF extraescolar de moderada intensidad en indicadores de salud y rendimiento físico como VO_2máx, Vpico, EPOCpico, VMprop, así como sobre agilidad, velocidad, o longitud de salto en escolares.

- Las rutinas de AF extraescolar que emplean programas de moderada o alta intensidad mejoran significativamente la amplitud de la atención de niños/as en edad escolar, influyendo de manera positiva sobre su rendimiento académico.

- Un programa de AF extracurricular de alta intensidad con cargas de entrenamiento adaptadas a niños/as, obtiene mejores resultados que los conseguidos por AF extraescolar de moderada intensidad, en ejercicios de atención selectiva que implican búsqueda y discriminación visual, consiguiendo mayores beneficios sobre el rendimiento cognitivo de escolares.

Prospectiva futura de investigación

Este trabajo contribuye a consolidar la importancia de la AF en edad infantil y juvenil y al mismo tiempo demuestra la imperiosa necesidad de seguir estudiando sus efectos sobre diferentes variables de manera concienzuda dadas las importantes lagunas y controversias existentes en la literatura en determinados aspectos.

Las principales propuestas de investigación futura subyacentes a esta tesis doctoral, se centran por un lado en plantear nuevos programas de intervención similares a los propuestos pero con permisos especiales , con el fin de que las medidas tomadas puedan ser recogidas en laboratorio, pudiendo trabajar de esta manera con variables fisiológicas y cognitivas más específicas a través de instrumentales que ofrezcan mayor precisión que los comúnmente utilizados para trabajar con muestras de esta edad. Por otro lado, sería interesante plantear intervenciones con muestras de estudio más amplias para llegar a conclusiones más allá del ámbito de aplicación.

Entre los futuros estudios que podrían derivar de este trabajo, se plantean los siguientes:

- Resultados asociados del ejercicio de vigorosa intensidad sobre la variabilidad de la Frecuencia Cardiaca de niños y jóvenes.

Durante la segunda intervención llevada a cabo en esta tesis doctoral, una de las variables que se controló fue la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (*VFC*). Aunque finalmente se llegó a la decisión de no incluir estos resultados en las publicaciones que componen este trabajo, los hallazgos relacionados con la VFC de niños fueron muy

llamativos y merecen ser estudiados con detenimiento, más si cabe teniendo en cuenta la poca investigación al respecto en la literatura científica actual.

- Efecto de diferentes intensidades de trabajo sobre los niveles de *VO_2máx* en niños en edad escolar.

Estudios con muestras representativas que consiguieran ampliar la información en torno al efecto, que las actividades de alta intensidad tienen sobre el parámetro de salud cardiovascular más utilizado para medir a poblaciones de este tipo, nos brindaría la oportunidad de esclarecer muchas de las dudas y reticencias en relación a este tipo de AF.

- Influencia de un programa de intervención de alta intensidad sobre diferentes variables de atención y rendimiento cognitivo.

Plantear nuevos estudios de rendimiento cognitivo utilizando test de atención informatizados, así como instrumentos que midan diferentes variables cognitivas asociadas, reportarían más información sobre la temática y afianzaría la relación entre la AF y los procesos cognitivos en la literatura.

Referencias Bibliográficas no publicadas en los estudios presentados

Referencias Bibliográficas

Ara, I., Moreno, L., Leiva, M., Gutin, B., Casajus, J. (2007). Adiposity, Physical Activity, and Physical Fitness Among Children from Aragón, Spain. *Obesity, 15*, 1918 – 1924.

Baquet G, Guinhouya C, Dupont G, Nourry C, Berthoin S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 708-13.

DECRETO 6/2008, de 15 de enero, por el que se regula el deporte en edad escolar en Andalucía.

Delgado, M. Tercedor, P. (2002). *Estrategias de intervención en educación para la salud desde la Educación Físic*a. Barcelona: INDE.

Devís, J. y Beltrán, V. (2007). La educación física escolar y la promoción de la actividad física y la salud. *En D.P. Cevallos y N.C. Molina (Eds.), Educación corporal y salud: gestación, infancia y adolescencia.* 29-43.

Devis, J. y Peiró, C. (1993). La actividad física y la promoción de la salud en niños/as y jóvenes: la escuela y la educación física. *Revista de Psicología del Deporte*, 4, 71-86.

Eather, N., Morgan, P., Lubans, D. (2013) Improving the fitness and physical activity levels of primary school children: Results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial. Preventive Medicine, 56, 12-19.

García, I (1998) Promoción de la salud en el medio escolar. *Revista española de Salud Pública*, 72, 285-7.

Guerrero, L (2007). Análisis ventilatorio de la participación relativa del metabolismo aeróbico y anaeróbico en niños. (Tesis doctoral). Extraído de http://digibug.ugr.es/handle/10481/1619#.VdIho_ntmko

Guerrero, L., Naranjo, J. (2005) ¿Qué sabemos realmente acerca del trabajo físico en los niños? (I). *Archivos de Medicina del deporte*, 108, 311-317.

Granero, A., Ruiz, F., y García, ME. (2006). Lesiones y problemas físicos padecidos por senderistas y cicloturistas en una ruta por etapas. El caso del camino de Santiago. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6 (22), 99-109.

Harrison, M., Burns, C., McGuinness, M., Heslin, J., Murphy, N. (2006). Influence of a health education intervention on physical activity and screen time in primary school children: `Switch off-get active`. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 9, 399-394.

Hasselstrøm, H., Karlsson, M., Hansen, S., Grønfeldt, V., Froberg, K., Andersen, L. (2008) A 3-Year Physical Activity Intervention Program Increases the Gain in Bone Mineral and Bone Width in Prepubertal Girls but not Boys: The Prospective Copenhagen School Child Interventions Study (CoSCIS). *Calcif Tissue Int,* 83, 243-250

Hebestreit, H., Meyer, F., Htay-Htay, Heigenhauser G.J., Bar-Or, O. (1996). Plasma metabolites, volume and electrolytes following 30-s high-intensity exercise in

boys and men. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 72 (5-6), 563-9.

Jurg, M., Kremers, S., Candel, M., Van Der Wal, M., Meij, J. (2006) A controlled trial of a school-based environmental intervention to improve physical activity in Dutch children: JUMP-in, kids in motion. *Health Promotion International*, 21 (4), 320-30.

Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., Brunner-La Rocca, H., Van Mechelen, W., Puder, J (2010) Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, (340), 1-8.

Olive, R. (2000). *Patología en medicina del deporte*. Barcelona: Ed. Menarini.

Paffenbarger RS Jr, Blair, SN, Lee IM. (2001) A history of physical activity, cardiovascular health and longevity: the scientific contributions of Jeremy N Morris, DSc, DPH, FRCP. *International Journal of Epidemiologic*, 30 (5), 1184-92.

Pastor-Vicedo, J.C., Gil-Madrona, P., Prieto-Ayuso, A., González-Víllora, S. (2015). Los contenidos de salud en el área de educación física: Análisis del currículum vigente Health contents in Physical Education: Analysis of the current curriculum. *Retos*, 28, 134-40.

Pérez-Turpin, J.A.; Cortell-Tormo, J.M.; Suárez-Llorca, C.; Andreu-Cabrera, E.; Chinchilla -ira, J.J.y Cejuela-Anta, R. (2008). La salud en la competición deportiva escolar. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 31(8), 212-223

Ratel, S., Bedu, M., Hennegrave, A., Dore, E., Duche, P. (2002). Effects of age and recovery duration on peak power output during repeated cycling sprints. *International Journal of Sports Medicine*, 23 (6), 397-402

Ratel, S y Martin, V (20012) Les exercices anaérobies lactiques chez les enfant: La fin d'une idée rec¸ue ?. Lactic anaerobic exercise in children: The end of a belief?. *Science and Sports*, 27, 195-200.

Rosenkranz, R., Welk, G., Dzewaltowski, D. (2011) Environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary behavior in after-school recreation sessions. *Journal of Physical Activity and Health,* 8, 214-221.

Salcedo F, Martínez-Vizcaíno V, Sánchez M, Solera M, Franquelo R, Serrano S, et al. (2010) Impact of an after-school physical activity program on obesity in children. *The Journal of Pediatrics*, 157, 36-42.

Sánchez Bañuelos, F (2011). *La actividad física pediátrica*. Kronos, 10 (1), 3-4.

Simons-Morton, B., Parcel, G., Baranowski, T., Forthofer, R., O`Hara, N. (1991). Promoting physical activity and a healthful diet among children: Results of a school-based intervention study. *American Journal of Public Health*, 81(8), 987-991.

Terrados, N., Calleja-González, J., Schelling, X. (2011). Bases fisiológicas comunes para deportes de equipo. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(2), 84-88

Tompkins, C., Hopkins, J., Goddard, L., Brock, D. (2012). The effect of an unstructured, moderate to vigorous, before-school physical activity program in elementary

school children on academics, behavior, and health. *BMC, Public Health*. Extraído de http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/300

Vamvakoudis, E., Vrabas, I., Galazoulas, C., Stefanidis, P., Metaxas, T., Mandroukas, K. (2007). Effects of basketball training on maximal oxygen uptake, muscle strength and joint mobility in young basketball players. *Journal of strenght and conditionaning research,* 21(3), 930-6.

Williams J, Armstrong N. (1994) La influencia de la edad y la maduración sexual en la respuesta del ácido láctico al ejercicio, en niños. R*evista de Actualización en Ciencias del Deporte.* Vol. 2 nº5. Extraído en agosto de 2015 de http://g-se.com/es/actividad-fisica-y-entrenamiento-en-ninos-y-adolescentes/articulos/la-influencia-de-la-edad-y-la-maduracion-sexual-en-la-respuesta-del-acido-lactico-al-ejercicio-en-ninos-208

Yu, C., Sung, Rita Y.T., So, R., Lui, K.C., Lau, W., Lam, P., Lau, E. (2005) Effects of Strength Training on Body Composition and Bone Mineral Content in Children Who Are Obese. Journal of Strength and Conditioning Research, 19(3), 667-672

Zafeiridis, A., Dalamitros, A., Dipla K., Manou, V., Galanis, N., Kellis, S. (2005). Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens, and men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (3), 505-12.

ANEXOS

1. **Permisos especiales**

1.1. Informe comité de Bioética U. Jaén

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

COMISIÓN DE ÉTICA

Tipo de actividad: Proyecto de tesis

Referencia: CEIH 031213-2

Título de la actividad: Efecto de diferentes programas de actividad física extracurricular sobre parametros antropométricos, de salud, condición física y bienestar general de niños en edad escolar

Convocatoria y/o entidad a la que se presenta: Proyecto de tesis doctoral UJA

Doctorando: Sergio Reloba Martínez

Tipo de documentación examinada: Protocolo del proyecto; Modelo de consentimiento informado; Autorización de centros de realización

Tipo de experimentación o actividad sometida a informe: Investigación en humanos: intervención no invasiva; entrevistas, encuestas y test

Informe que se emite: FAVORABLE CON RECOMENDACIONES

Observaciones: Revisar la información, sobre cuestionarios a utilizar, contenida en la hoja de consentimiento para que concuerde con la incluida en el protocolo del proyecto.

Jaén, 13 de enero de 2014

Mª Ángeles Peinado Herreros
Presidenta Comisión de Ética

1.2. Informe comité de Ética U. Granada

Universidad de Granada
Vicerrectorado de Política
Científica e Investigación

COMISIÓN DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

La Comisión de Ética en Investigación de la Universidad de Granada, oído el informe preliminar del Presidente del Comité en Investigación Humana, emite informe favorable a la metodología en la investigación titulada "INFLUENCIA DE LA PRACTICA DE ACTIVIDAD FISICA EXTRAESCOLAR. EFECTOS SOBRE PARAMETROS ANTROPOMETICOS, DE SALUD Y DE RENDIMIENTO FISICO. MOTIVACION HACIA LA PRACTICA Y MEJORA DEL RENDIMIENTO COGNITIVO EN JOVENES EN EDAD ESCOLAR" que dirige D./Dña. Sergio Reloba Martinez, quedando registrada con el nº: 818.

Granada a 04 de octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE GRANADA VICERRECTORADO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E INVESTIGACIÓN

LA PRESIDENTA

Fdo: Mª Dolores Suárez Ortega

LA SECRETARIA

Fdo: Irene Luque Fernández

1.3. Autorización centro 1 para toma de datos

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Jaén, Octubre de 2013

Sr/a. Director/a.

Desde la Universidad de Jaén se está llevando cabo una investigación bajo la temática "*Efecto de diferentes programas de Actividad Física extracurricular sobre parametros antropométricos, de salud, condición física y bienestar general de niños en edad escolar.*".

De forma paralela se ha informado al Jefe/a del Departamento y profesores de Educación Física del CEIP Los Llanos. Ellos nos han manifestado su apoyo y deseo de participación en esta investigación.

Solicitamos su autorización para que el tutor/a o profesor/a de Educación Física junto con investigadores responsables del estudio pasen unos cuestionarios y realicen una serie de mediciones para determinar la salud y condición física del alumnado de Educación Primaria de su Centro. A los padres/madres también se les solicitará la autorización correspondiente. En todos los casos las madres/padres tendrán información detallada del proceso realizándose al respecto una reunión inicial informativa y una reunión final para informar de los resultados obtenidos por sus hijos/as. Todos los datos tendrán un carácter anónimo. Le adjuntamos carta informativa y de autorización dirigida a las madres/padres del alumnado.

Agradeciéndole de antemano su colaboración, reciba un cordial saludo.

Sergio Reloba Martínez
Universidad de Jaén

Dirección:

Don Siglredo López García

Jefe de departamento del Área de E.F.

Don Miguel Angel Rodríguez Gomez

Paraje de las lagunillas, s/n. Edificio D-2 despacho 126 – 23071 JAEN Teléfono 953 212187

1.4. Autorización centro 2 para toma de datos

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Jaén, Octubre de 2013

Sr/a. Director/a.

Desde la Universidad de Jaén se está llevando cabo una investigación bajo la temática "*Efecto de diferentes programas de Actividad Física extracurricular sobre parametros antropométricos, de salud, condición física y bienestar general de niños en edad escolar.*".

De forma paralela se ha informado al Jefe/a del Departamento y profesores de Educación Física del CEIP Cándido Nogales. Ellos nos han manifestado su apoyo y deseo de participación en esta investigación.

Solicitamos su autorización para que el tutor/a o profesor/a de Educación Física junto con investigadores responsables del estudio pasen unos cuestionarios y realicen una serie de mediciones para determinar la salud y condición física del alumnado de Educación Primaria de su Centro. A los padres/madres también se les solicitará la autorización correspondiente. En todos los casos las madres/padres tendrán información detallada del proceso realizándose al respecto una reunión inicial informativa y una reunión final para informar de los resultados obtenidos por sus hijos/as. Todos los datos tendrán un carácter anónimo. Le adjuntamos carta informativa y de autorización dirigida a las madres/padres del alumnado.

Agradeciéndole de antemano su colaboración, reciba un cordial saludo.

Director del Centro Educativo
AUTORIZO (firma y sello)
CEIP CÁNDIDO NOGALES

JUNTA DE ANDALUCIA

Sergio Reloba Martínez
Universidad de Jaén

Paraje de las lagunillas, s/n. Edificio D-2 despacho 126 – 23071 JAEN Teléfono 953 212187

1.5. Carta tipo jefe de departamento EF

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Jaén, _____ de 20___

JEFE/A DEL DPTO. DE EDUCACIÓN FÍSICA

Estimado profesor/a,

Desde la Universidad de Jaén se está llevando a cabo una investigación bajo la temática "*Efecto de diferentes programas de Actividad Física extracurricular sobre parametros antropométricos, de salud, condición física y bienestar general de niños en edad escolar.*".

En primer lugar, queremos agradecerle su apoyo y colaboración con nuestro estudio. En éste, pretendemos obtener medidas antropométricas de los alumnos, datos de pruebas de aptitud física, así como rellenar una serie de cuestionarios sobre motivación hacia la práctica de actividad física

Le adjuntamos carta informativa y de autorización dirigida a las madres/padres del alumnado.

A los profesores de Educación Física del Centro se expedirá, por la UJA, un certificado de participación activa en este trabajo de investigación

Agradeciéndole de antemano su colaboración, reciba un cordial saludo.

Sergio Reloba Martínez

Universidad de Jaén

Paraje de las lagunillas, s/n. Facultad de Educación - Edificio D-2 – Teléfono 953 21 21 87 – 23071 JAEN

1.6. Consentimiento participación de familias

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIO 1.

Estimados padres/madres:

Desde la Universidad de Jaén se está llevando a cabo una investigación bajo la temática **"***Efecto de diferentes programas de Actividad Física extracurricular sobre parametros antropométricos, de salud, condición física y bienestar general de niños en edad escolar.***".**

Se trata de un estudio, en el cual se realizará un test para medir la salud cardiorrespiratoria de su hijo consistente en realizar una prueba en la cual se comenzará andando y se irá aumentando progresivamente la velocidad, desplazándose de un punto a otro situado a 20 metros de distancia. Su hijo finalizará la prueba en el momento en que él o un especialista consideren que no puede seguir el ritmo exigido por el test. A lo largo de esta prueba se registrará su frecuencia cardiaca, y concluida la misma se medirá y pesará a cada alumno para analizar su Índice de Masa Corporal (IMC). Por último se pasará un breve cuestionario sobre estilos de vida saludable.

Contamos previamente con la aprobación de la Dirección del Centro de su hijo/a. No obstante, le informamos de que está en su completo derecho a no otorgar su consentimiento a participar, no suponiendo tal acción perjuicio ni discriminación alguna para su hijo/a, de la misma forma que, aun dando dicho consentimiento, en cualquier momento a lo largo de la investigación, podrá **revocar el mismo** de igual manera.

Del mismo modo, debe saber que:

- **La implicación de su hijo/a en la investigación se centra**, única y exclusivamente, en la realización y cumplimentación del breve test y el cuestionario anónimo sobre hábitos saludables.
- Todo el proceso de **realización y cumplimentación del test y cuestionario estará supervisado por el profesor/a de Educación Física de su hijo/a** así como por personal especializado en la materia.
- Los resultados recogidos formarán parte de una base de datos general donde **en ningún caso se utilizarán datos personales.**
- Si lo consideran oportuno, el equipo de investigación le facilitará sin compromiso alguno, los resultados de su hijo **informándole de su estado actual de salud.**

D. _____, con DNI _____ madre/padre o tutor legal de _____con DNI_____ autorizo a mi hija/o a participar en la Investigación sobre beneficios de la actividad deportiva extraescolar, en la que es Investigador principal D. Sergio Reloba Martínez, responsable de las escuelas deportivas en el CEIP "Cándido Nogales", y en la que participa D. Ignacio Martín Tamayo profesor de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada y Emilio J Martínez López, profesor del la Universidad de Jaén.

Jaén, _____ de _____ de_____

Fdo.

Datos de contacto del primer investigador responsable:
Sergio Reloba Martínez
DNI 77349285D
Móvil: 610325671

ANEXO 2: INFORMACIÓN SOBRE EL ESTUDIO 2 Y AUTORIZACIÓN PARA PARTICIPAR EN EL MISMO.

Estimados padres/madres:

Desde la Universidad de Jaén se está llevando a cabo una investigación en relación a la influencia y efectividad de la actividad física extraescolar sobre la salud de los jóvenes de Educación Primaria. Esta investigación precisa de la colaboración de varios centros educativos entre los cuales se encuentra, tras la aprobación del proyecto por parte del equipo directivo, el C.E.I.P Los llanos.

Se pretende llevar a cabo un programa de actividad física (totalmente gratuito), que será impartido en horario de tarde por expertos en la materia, tendrá una duración de 3 meses, y cuyo principal objetivo se centrará en conseguir mejoras sustanciales en la salud y la forma física de los participantes al mismo.

Con el fin de evaluar estas mejoras, se llevarán a cabo un conjunto de pruebas físicas y se recogerán una serie de datos (registros comúnmente realizados en clases de EF), con el objetivo de estimar el estado de salud de los alumnos, tanto al inicio como al final del trimestre escolar (coincidiendo con el principio y el fin del programa).

Contamos previamente con la aprobación de la Dirección del Centro de su hijo/a. No obstante, le informamos de que está en su completo derecho a no otorgar su consentimiento a participar, no suponiendo tal acción perjuicio ni discriminación alguna para su hijo/a, de la misma forma que, aun dando dicho consentimiento, en cualquier momento a lo largo de la investigación, podrá **revocar el mismo** de igual manera.

Del mismo modo, debe saber que:

- La implicación de su hijo/a en la investigación se basará en la participación en el programa de actividad física dos días a lo largo de la semana (1 hora/día) así como en la realización y cumplimentación de los test y cuestionarios anónimos.
- Cualquier alumno/a perteneciente al segundo ciclo de educación primaria del centro (3º y 4º de primaria) podrá participar en el programa.
- Todo el proceso de realización y cumplimentación de los test y cuestionarios estarán supervisados por el profesor/a de Educación Física de su hijo/a así como por personal especializado en la materia.
- Los resultados recogidos formarán parte de una base de datos general donde en ningún caso se utilizarán datos personales.
- El equipo de investigación le facilitará sin compromiso alguno, un dosier con informes detallados de los resultados y avances del estado de salud de su hijo.

D. _____, con DNI _____ madre/padre o tutor legal de _____con DNI_____ autorizo a mi hija/o a participar tanto en el programa como en la Investigación sobre beneficios de la actividad deportiva extraescolar, en la que es Investigador principal D. Sergio Reloba Martínez, y en la que participa D. Ignacio Martín Tamayo profesor de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada y Emilio J Martínez López, profesor de la Universidad de Jaén

Jaén, _____ de _____ de_____

Fdo.

Datos de contacto del primer investigador responsable:

Sergio Reloba Martínez
DNI 77349285D
Móvil: 610325671

2. Informes tipo ofrecidos a familias

2.1. Informe tipo 1 (Valores ejemplificados)

Informe: Estado de salud y condición física

Alumno/a FIGURADO en un nivel de forma física dentro de la normalidad

Edad: 9 años

Composición Corporal					Capacidad Músculo - esquelética			Capacidad Motora	Funcionamiento Cardiaco				Test de atención	
Perímetro de cintura	*% de grasa corporal*	*Í.M.C.*	*Peso*	*Altura*	*Niveles de fuerza manual con dinam*		*Fuerza de tren inferior con salto a pies juntos*	*Test de agilidad y velocidad 4x10m*	FC min	FC máx	Tiempo en FCmáx (por encima de 180 p/m)	Tiempo para recuperar (por debajo de 120 p/m)	Span atencional	Atención selectiva
					Mano Izquierda	*Mano Derecha*								
65,4	**22**	**18,4**	**34**	**136**	**11,8**	**13**	**143**	**00:15:06**	**70**	**198**	**01min 46seg**	**01 min 48 seg**	**1 de 6** **2,5 de 8**	**32%**
cm	%	índice	kg	cm	kg	kg	cm	min/seg/dec	Pul/ min	Pul/ min			**2 de 6** **1de 8**	**10 %**

Jefe de departamento de EF CEIP Los Llanos
Miguel Ángel López Gómez

Grupo de Investigación IDAFISAD
Sergio Reloba Martínez

2.2. Informe tipo 2 (Valores ejemplificados)

Informes finales de Salud y Condición física

Alumno:
Participante en el programa de fuerza Neuromuscular

Composición Corporal	*Perímetro de cintura (cm)*	*% de grasa corporal*	*Í.M.C.*
Septiembre	*93,2*	*30,5*	*26,1*
Diciembre	90,1	37,2	27,8

Capacidad músculo esquelética	*Niveles de fuerza manual medido a través de dinamometría (Kg)*		*Fuerza de tren inferior con salto a pies juntos (cm)*	***Capacidad Motora*** *(min/seg/dec)*
	Mano Izquierda	*Mano Derecha*		*Test de agilidad y velocidad 4x10m*
Septiembre	*15,8*	*17*	*123*	*00:17:16*
Diciembre	*16,7*	*16,5*	*140*	*00:15:86*

Funcionamiento cardiaco ante el esfuerzo	*FC máx*	*Tiempo en FCmáx (por encima de 180 p/m)*	*Tiempo para recuperar (por debajo de 120 p/m)*
Septiembre	*179*	*00min 00seg*	*01 min 39 seg*
Diciembre	*185*	*02min 52seg*	*02min 02seg*

Resultados test de atención	*Atención Selectiva*			*Span atencional (retención de números)*			*Span atencional (retención de figuras y colores)*		
	Aciertos 1	*Aciertos 2*	*TOTAL*	*Span 1*	*Span 2*	*TOTAL*	*Span 3*	*Span 4*	*TOTAL*
Septiembre	*8*	*18*	*26*	*3*	*4*	*7*	*2,5*	*1,5*	*4*
Diciembre	*23*	*19*	*42*	*1*	*4*	*5*	*2*	*2,5*	*4,5*

Observaciones:_____
_____
_____
_____
_____
_____

Jefe de departamento de EF CEIP Los Llanos
Miguel Ángel López Gómez

Grupo de Investigación IDAFISAD
Sergio Reloba Martínez

2.3. Plantilla de apoyo a lectura de informes

La *condición física* relacionada con la salud se define como la habilidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor. A pesar de que la mayoría de las enfermedades crónicas así como accidentes cardiovasculares ocurren durante o después de la quinta década de vida, la evidencia científica indica que los orígenes de la enfermedad cardiovascular se encuentran en la infancia y adolescencia. Por lo tanto, la evaluación de la condición física relacionada con la salud en estas edades es de gran interés desde el ámbito clínico y de la salud pública. La condición física relacionada con la salud incluye como principales componentes la capacidad aeróbica (Funcionamiento cardiaco), capacidad músculo-esquelética, capacidad motora, y composición corporal.

COMPOSICIÓN CORPORAL

La evaluación de la **composición corporal** es indispensable para formular recomendaciones nutricionales y prescripciones de ejercicios.

PERÍMETRO DE CINTURA: Mide la grasa corporal abdominal. Un perímetro elevado es un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular.

Valores de referencia que marcan exceso de grasa corporal		
Edad	niños	niñas
7	62,0	62,9
8	64,7	65,3
9	67,3	67,7

% GRASA CORPORAL: La estimación del % de grasa que tenemos en el cuerpo es fundamental para determinar los niveles de sobrepeso y obesidad de un individuo.

Rangos de referencia para población saludable		
Edad	niños	niñas
7	17,2	18,5
8	18,7	20,3
9	20,3	18,9

IMC: El índice de masa corporal tiene como objetivo medir el tamaño corporal. Un IMC demasiado alto se asocia a un peor perfil cardiovascular.

edad	Normopeso		Sobrepeso		Obesidad	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
7,5	16,8	17,2	18,16	18,03	21,09	21,01
8	17,8	17,6	18,44	18,35	21,60	21,57
8,5	17,8	17,6	18,76	18,69	22,17	22,18
9	18,1	17,8	19,10	19,07	22,77	22,81

CAPACIDAD MÚSCULO-ESQUELÉTICA

La fuerza muscular está inversamente asociada con factores de riesgo cardiovascular, dolor de espalda y con la densidad y contenido mineral óseo. A mayor fuerza, menos riesgo de padecer estas problemáticas.

NIVELES DE FUERZA MANUAL:

Rangos de referencia para población con niveles de fuerza adecuados a la edad.				
Edad	niños		niñas	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
7	8,8	9,1	8,8	8,9
8	10,1	10,6	9,6	10,1
9	11,7	12,0	11,2	11,4

FUERZA TREN INFERIOR CON SALTO A PIES JUNTOS:

Distancia media alcanzada por niños/as del centro	
3º curso	4º curso
135,21	144,43

CAPACIDAD MOTORA

TEST DE AGILIDAD Y VELOCIDAD 4X10: Este test pretende medir la velocidad de movimiento, agilidad y coordinación del niño/a, ya que las mejoras en la velocidad/agilidad tienen un efecto positivo sobre la salud de los huesos.

Tiempo medio alcanzado por niños/as del centro	
3º curso	4º curso
00:16:31 (min/seg/dec)	00:15:22 (min/seg/dec)

FUNCIONAMIENTO CARDIACO

Los niños tienen un número de pulsaciones más alto que los adultos. La medición de la frecuencia cardiaca proporciona información importante acerca de la salud cardiovascular de un individuo, permitiendo confirmar que su corazón bombea adecuadamente. Además permite determinar la respuesta del cuerpo al esfuerzo a través de la frecuencia cardiaca máxima y la condición atlética del individuo al observar su nivel de recuperación después de la actividad.

Valores normales de FC mínima para niños de 2 a 10 años	
Entre 60 y 90 ppm	
Valores normales de FC máxima para niños de 7 a 9 años	
años	FCmáx (±6,4 ppm)
7	201
8	200
9	199
Tiempo medio de recuperación de los niños del centro	
3º curso	4º curso
01min 35seg	01min 42seg

CONDICIÓN FÍSICA Y ATENCIÓN

La atención resulta fundamental en el aprendizaje escolar. A mayor nivel de atención, el niño captará más y mejor la información dada, lo que facilitará enormemente el aprendizaje y en consecuencia mejorará su rendimiento académico. Actuales investigaciones señalan a la condición física como un factor importante en el aprendizaje y la memoria de los niños lo que añade aun más valor a la relevancia de conseguir que los jóvenes en edad escolar estén en buena forma física

Media de resultados alcanzados en 4º curso				
Span atencional (sa)	2,06	1,58	1,64	1,58
Atención selectiva (at)	25,65%		19,07%	

sa: Número de estímulos que el alumno es capaz de repetir mentalmente; at: Capacidad del alumno de concentrarse en una parte concreta de la realidad

sa: Número de estímulos que el alumno es capaz de repetir mentalmente; at: Capacidad del alumno de concentrarse en una parte concreta de la realidad

2.4. Plantilla de apoyo a lectura de informes II

Información sobre resultados globales

La interpretación de los informes personales resulta complicada y es necesario llevarla a cabo con cautela, más aun teniendo en cuenta el corto intervalo de tiempo transcurrido entre la primera toma y la toma final, así como la edad de los participantes. Por ello, se recomienda hacer uso de las tutorías, dentro del horario de atención a las familias que se llevará a cabo en el C.E.P. los Llanos, por el personal responsable de la investigación.

COMPOSICIÓN CORPORAL

En términos generales, la composición corporal general ha sufrido una tendencia al alza. Esta tendencia, hasta cierto puesto es normal, puesto que los participantes se encuentran en plena etapa del desarrollo, además de, en la mayoría de los casos positiva, al ajustar la composición a estados ideales. Por el contrario, en casos concretos de sobrepeso y obesidad, esta tendencia al alza resulta bastante negativa, y muestra la necesidad de aumentar la dosis de ejercicio físico cardiovascular, para bajar estos niveles, cada vez más perjudiciales para el niñ@ a medida que pasa el tiempo.

PERÍMETRO DE CINTURA: Mide la grasa corporal abdominal. Un perímetro elevado es un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular.

Valores de referencia que marcan exceso de grasa corporal		
Edad	niños	niñas
7	62,0	62,9
8	64,7	65,3
9	67,3	67,7

% GRASA CORPORAL: La estimación del % de grasa que tenemos en el cuerpo es fundamental para determinar los niveles de sobrepeso y obesidad de un individuo.

Rangos de referencia para población saludable		
Edad	niños	niñas
7	17,2	18,5
8	18,7	20,3
9	20,3	18,9

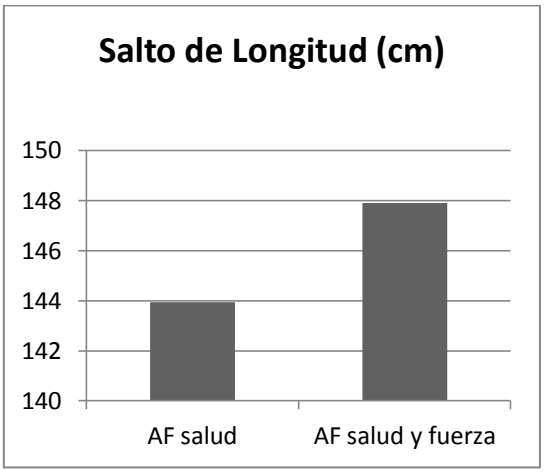
IMC: El índice de masa corporal tiene como objetivo medir el tamaño corporal.

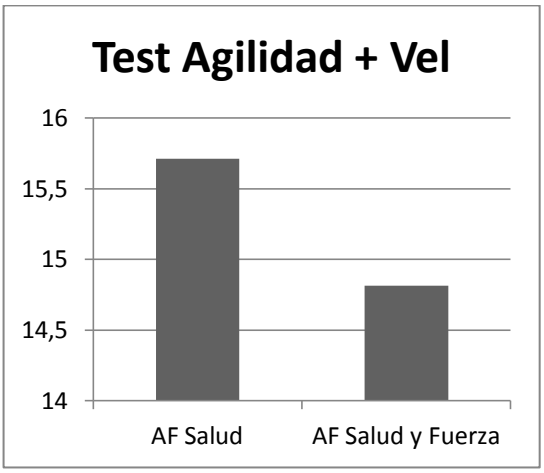
edad	Normopeso		Sobrepeso		Obesidad	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
7,5	16,8	17,2	18,16	18,03	21,09	21,01
8	17,8	17,6	18,44	18,35	21,60	21,57
8,5	17,8	17,6	18,76	18,69	22,17	22,18
9	18,1	17,8	19,10	19,07	22,77	22,81

CAPACIDAD MÚSCULO – ESQUELÉTICA Y MOTORA

La capacidad músculo – esquelética y motora ha aumentado de manera notoria en los dos grupos participantes en el programa de fuerza neuromuscular. Este aumento de fuerza está inversamente asociado a factores de riesgo cardiovascular, dolor de espalda, problemas posturales, etc. y al mismo tiempo, directamente relacionado con una mayor densidad y contenido mineral óseo.

Gráficos 1 y 2. Mejoras destacables alcanzadas tras los tres meses de duración de los programas de AF



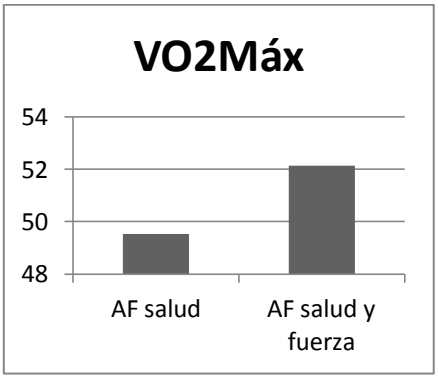


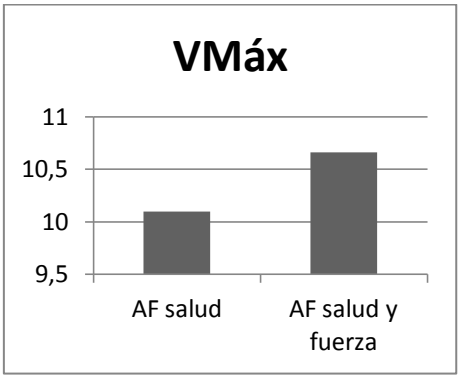
FUNCIONAMIENTO CARDIACO Y RESPIRATORIO

En general se observa la evolución positiva de un gran número de alumnos/as en lo que a funcionamiento de los mecanismos cardiorespiratorios se refiere. Esta evolución es fundamental, sobre todo para los participantes con niveles de composición corporal cercanos al sobrepeso, ya que un aumento en el rendimiento aeróbico, puede considerarse un primer paso, para hacer frente a conductas sedentarias. En este sentido, es necesario animar y motivar a estos niños hacia la práctica de ejercicio físico de manera especial, ya que la mejora cardiorrespiratoria sufrida, les ofrece una mayor capacidad ante el esfuerzo, incitándoles a practicar AF y en consecuencia a mejorar progresivamente los niveles de composición corporal en el tiempo.

Aunque la mejora es destacable en todos los grupos, los beneficios alcanzados por el programa de fuerza neuromuscular son superiores, y se reflejan de manera global en los resultados de consumo de oxígeno máximo consumido por los participantes a lo largo de las pruebas de esfuerzo máximo, así como en la velocidad máxima que estos son capaces de llegar a soportar. (Estos parámetros nos aparecen en los informes personales, puesto que están directamente relacionados con el tiempo en FCmáx y con el tiempo de recuperación del participante, y no se ha considerado necesaria su inclusión en los mismos)

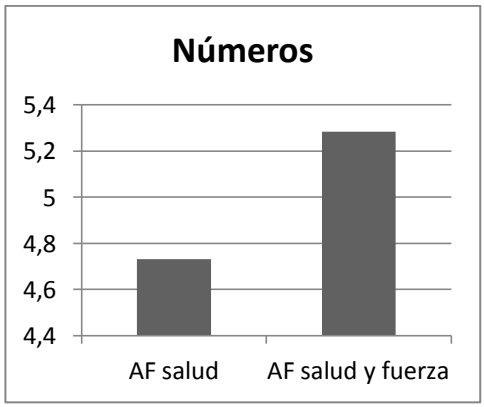
Gráficos 3 y 4. Diferencias alcanzadas tras los tres meses de duración de los programas de AF de los parámetros de VO2máx y Vmáx que muestran la capacidad cardiorespiratoria de los participantes de manera general.

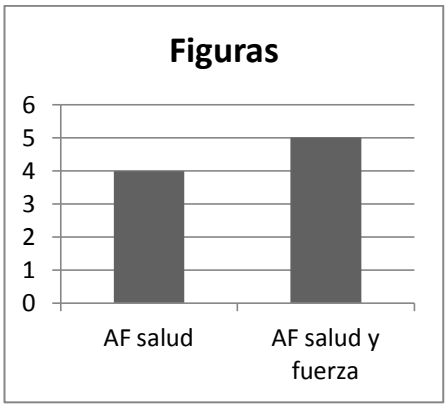


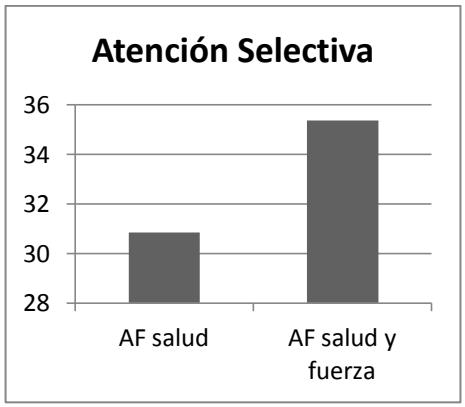


TEST DE ATENCIÓN

En cuanto a la atención, el aumento sufrido en el grupo que ha seguido el programa de fuerza neuromuscular, resulta altamente significativo, dejando abierta una muy interesante puerta a la investigación no solo en lo referido a la importancia de trabajar la fuerza neuromuscular en niños desde edades tempranas sino también a la relación de esta con el rendimiento cognitivo y por consiguiente académico de los discentes.







3. Cuestionarios y test utilizados en este libro

3.1. Cuestionario hábitos de salud 1º intervención

CUESTIONARIO HÁBITOS SALUDABLES

Este pequeño cuestionario pretende analizar tus hábitos de actividad física, lee atentamente las preguntas y responde con sinceridad.

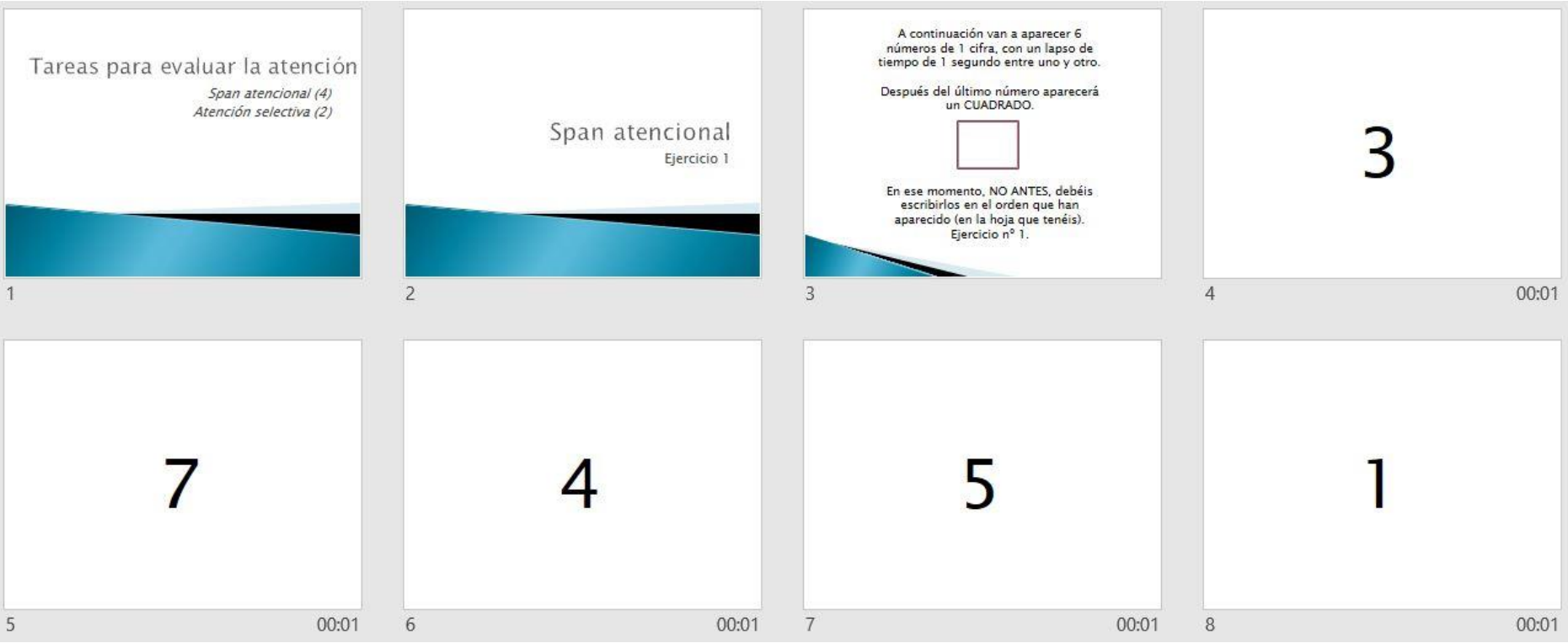
Nombre: _____ **Apellidos:** _____

Fecha de nacimiento: _____ **Curso:** _____

1. Actividad física semanal

	0 Días	1 Día	2 Días	3 Días	4 Días	5 Días	6 Días
En los últimos 7 días, ¿en cuántos hiciste, al menos, 60 minutos de actividad física?							
En una semana cualquiera, ¿cuántos días hiciste, al menos, 60 minutos de actividad física?							

3.2. Test de atención (Intervención II). Proyección de la prueba


Tareas para evaluar la atención
Span atencional (4)
Atención selectiva (2)
1
Span atencional
Ejercicio 1
2
A continuación van a aparecer 6 números de 1 cifra, con un lapso de tiempo de 1 segundo entre uno y otro.
Después del último número aparecerá un CUADRADO.
En ese momento, NO ANTES, debéis escribirlos en el orden que han aparecido (en la hoja que tenéis).
Ejercicio nº 1.
3
3
4
00:01
7
5
00:01
4
6
00:01
5
7
00:01
1
8
00:01

9

9 00:01

10 00:01

11

Span atencional

Ejercicio 2

12

A continuación van a aparecer 8 números de 1 cifra, con un lapso de tiempo de 1 segundo entre uno y otro.

Después del último número aparecerá un CUADRADO.

En ese momento, NO ANTES, debéis escribirlos en el orden que han aparecido (en la hoja que tenéis). Ejercicio nº 2.

13

2

14 00:01

6

15 00:01

5

16 00:01

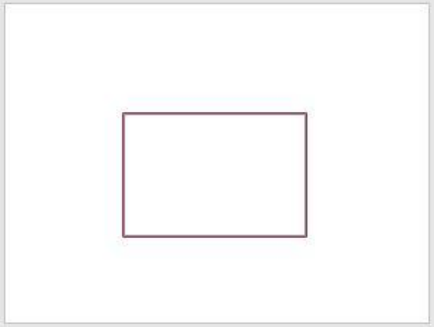
17 00:01

18 00:01

19 00:01

20 00:01

21 00:01



22 00:01

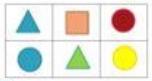
23

24

A continuación van a aparecer 6 figuras geométricas durante 5 segundos.

Debéis memorizarlas durante ese tiempo. Posteriormente, cuando aparezca el símbolo

tendrás 25 segundos para ubicarlas en el lugar correspondiente en tu hoja de respuestas (ejercicio nº 3).

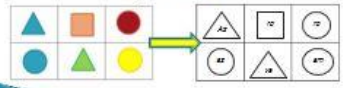


25

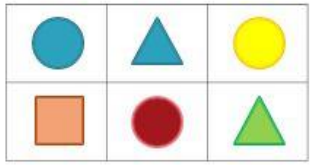
A continuación van a aparecer 6 figuras geométricas durante 5 segundos.

Debéis memorizarlas durante ese tiempo. Posteriormente, cuando aparezca el símbolo

tendrás 25 segundos para ubicarlas en el lugar correspondiente en tu hoja de respuestas (ejercicio nº 3).



26



27 00:05

28 00:25

Span atencional

Ejercicio 4

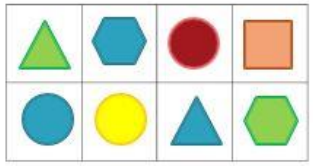
29

A continuación van a aparecer 8 figuras geométricas durante 7 segundos.

Debéis memorizarlas durante ese tiempo. Posteriormente, cuando aparezca el símbolo

tendrás 30 segundos para ubicarlas en el lugar correspondiente en tu hoja de respuestas (ejercicio nº 4).

30



31 00:07

32 00:30

Atención selectiva

Ejercicio 5

33

A continuación, durante 45 segundos aparecerá una matriz con un conjunto de letras. Debes tachar las siguientes:

B V h y

Marcarlo en la hoja de registro. Ejercicio nº5

34

Atención selectiva

Ejercicio 6

35

A continuación, durante 45 segundos aparecerá una matriz con un conjunto de letras. Debes tachar las siguientes:

C R f t

Marcarlo en la hoja de registro. Ejercicio nº5

36

3.3. Hoja de respuestas utilizada en test de atención

Nombre y apellidos_____

TEST ATENCIÓN

Ejercicio 1:

Ejercicio 2:

Ejercicio 3:

Ejercicio 4:

B V h y

h	O	H	k	L	n	N	H	I	B	a	y	W	F	D
n	V	B	y	B	p	X	W	a	y	s	h	F	c	T
h	y	n	y	S	J	p	o	N	H	J	S	f	j	y
t	P	y	C	a	V	n	H	A	c	P	D	b	A	L
k	t	y	r	f	y	P	i	s	B	V	h	t	H	i
x	B	j	a	p	B	i	E	h	v	G	T	w	W	Z
O	r	B	y	E	r	y	M	c	y	n	B	E	s	L
V	S	E	d	o	B	b	M	e	W	s	b	V	U	n
J	t	h	B	B	O	c	V	Z	s	D	Q	W	N	y
n	f	h	W	G	I	f	o	T	w	E	Q	J	d	u
z	y	r	s	G	S	h	S	y	B	e	P	O	a	m
y	n	Q	U	S	h	A	H	N	L	r	E	G	R	O
m	F	D	h	R	h	t	B	h	Y	P	T	F	s	y
v	B	B	O	p	h	u	R	s	y	n	E	Y	x	y
y	i	U	y	B	A	m	N	P	w	r	q	W	H	X

C R f t

f	t	g	X	K	C	R	S	C	C	P	C	R	G	t
f	R	m	v	R	I	t	m	V	T	I	R	f	L	t
R	N	t	q	n	f	R	O	w	f	i	f	U	t	H
t	v	R	G	W	C	R	Q	i	R	C	m	C	x	X
N	R	C	t	t	f	k	R	Y	i	H	D	V	t	R
n	T	R	f	R	E	C	m	g	R	r	F	n	o	r
O	C	Y	R	C	m	c	M	t	K	A	C	y	c	w
g	e	C	O	z	f	F	f	R	R	f	R	f	f	w
D	f	f	F	R	w	t	C	P	t	I	o	m	B	K
c	C	t	R	v	z	I	C	f	C	r	V	f	C	D
L	t	a	X	R	C	C	X	Z	C	X	q	C	C	H
C	d	Q	y	P	Y	t	f	g	R	P	v	g	R	i
R	q	a	f	I	t	R	t	q	O	t	C	o	t	t
h	t	t	f	C	C	C	R	t	C	g	f	h	f	J
Q	f	f	R	t	t	X	p	R	N	q	R	C	R	v

4. Artículos

4.1. Estudio IV. Versión en inglés. (En revisión en Motriz EF deportes)

AN AFTER-SCHOOL, HIGH-INTENSITY, INTERVAL PHYSICAL ACTIVITY PROGRAMME IMPROVES HEALTH-RELATED FITNESS IN CHILDREN

Abstract

Health problems related to a low level of physical activity (PA) in children and adolescents have prompted research into extracurricular PA programmes. This study was designed to determine the effects of two different levels of PA on the health-related fitness of schoolchildren. 94 girls and boys between 7 and 9 years were assigned to a control group (CG) or experimental group (EG). Over a 12-week study period, children in CG undertook a similar PA programme to a standard school physical education programme while those in EG completed a high-intensity interval training (HIIT) programme. Both programmes involved two 40-min extracurricular sessions per week. Our findings indicate that the HIIT intervention improved motor capacity (speed/agility), Vpeak, VO_2max and excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) ($p < 0.05$) along with the musculoskeletal capacity of the lower trunk (mean propulsive velocity and standing long jump, $p < 0.05$). Neither PA programme had an effect on anthropometric variables or hand-grip strength. These data indicate that a 12-week strength training programme using workloads adapted to children may significantly improve several markers of health and physical fitness compared to a standard school PA programme.

Key words: Children, physical condition, aerobic training, high intensity, health, Alpha-fitness.

INTRODUCTION

Concern about growing sedentary behaviour, overweight and obesity (Janssen, 2007; Ortega et al., 2005) along with reduced physical activity (PA) among children (Reverter, Plaza, Jové and Hernández, 2014; Troiano et al., 2008) has recently prompted a series of investigations designed to assess the benefits of extracurricular PA programmes (Escalante et al., 2012; García-Cantó and Pérez, 2014; González and Portoles, 2014). Such studies have indicated beneficial effects of PA interventions on various health and fitness markers (Annesi et al., 2007; Cordova, 2012; Hasselstrøm et al., 2008; Hogg et al., 2012; Resaland et al., 2011) as well as diminishing sedentary habits (Colín-Ramirez et al., 2010; Wright, 2012).

Although the benefits of this type of programme are clear, authors such as Leek et al. (2010) or Myer and Faigenbaum (2011) argue that they currently do not guarantee that young people attain the levels of health and PA recommended by the different organisms and authors. This has sparked an exponential increase in research into the impact of extracurricular PA.

As may be inferred from the vast amount of literature available on the topic, most PA interventions proposed involve moderate-intensity aerobic PA, or so-called moderate-intensity training (MIT), based on working techniques similar to those of a traditional school physical education (PE) programme (Ben Ounis, 2010; Cordova, 2012; Kriemler et al., 2010; Sandercock, 2012; Sigmund et al., 2012). However, over the past 10 years several complementary studies have started to emerge that suggest that high-intensity intermittent aerobic exercise, otherwise known as high-intensity interval training (HIIT), adapted to children and preadolescents (Faigenbaum, 2005; Gamelin, 2009; Nourry, 2005; Rosenkranz et al., 2011; Yu et al., 2005) shows a beneficial effect on

cardiovascular health and fitness (Baquet et al., 2004; Myer and Faigenbaum, 2011). This type of PA programme has been proposed as an alternative to the conventional school PE syllabus.

For HIIT, Baquet, Van Praagh and Berthoin (2003) suggest a relative exercise intensity ≥80% of the maximum heart rate to produce significant changes in the maximal oxygen consumption (VO_2max) of prepubertal children. Myer and Faigenbaum (2011) targeted neuromuscular development and motor skills to improve the health of young children while Naclerio and Faigembaum (2011) highlighted the efficacy of high-intensity exercise in improving the health and fitness of schoolchildren. Other authors have also described positive effects of HIIT programmes on growth and development (Behringer et al., 2010; Faigenbaum et al., 2009; Slining et al., 2010), along with improved postural control and stability (Mickle et al., 2011), a spontaneous increase in PA during the day (Faigembaum and Meyer, 2010), and a reduced risk of injury during sports (Myer and Faigenbaum, 2011).

Despite the well-established beneficial effects of MIT and in smaller measure of HIIT, to the best of our knowledge no study has compared the effects of both training strategies on the health-related fitness of children. In addition, the different variables and training protocols (e.g. duration, frequency, volume, intensity etc.) assessed along with intervening factors such as nutrition education (Ben Ounis et al., 2010; Donnelly et al., 2012; Gortmaker et al., 2012) or healthy habits (Colin-Ramirez et al., 2010; McMinn, Rowe, Murtagh, Nelson, 2012) hinder indirect comparisons between the two PA intervention strategies.

This study was designed to determine the effects of a moderate-intensity PA and a high-intensity interval PA programme on the health-related fitness of schoolchildren. As

markers of health and fitness, we used the Alpha-fitness battery of tests designed for children and adolescents (Cuenca-García et al., 2011; Serra-Paya et al., 2013; Torrijos-niño et al., 2014) along with several other frequently used markers. A further objective of this study was to assess the use of the Alpha-fitness test battery and of the indicators *VO_2max*, excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) and mean propulsive velocity of the lower trunk (MVprop) in schoolchildren.

METHODS

Subjects

The study participants were 52 boys and 42 girls aged 7-9 years (mean 8.2 ± 0.7 years) randomly assigned to a control group (CG, n = 56; 34 boys) undertaking an extracurricular moderate-intensity aerobic PA programme or an experimental group (EG, n = 38; 18 boys) undertaking a similar duration high-intensity interval training (HIIT) PA programme. The age range selected was based on criteria identifying the onset of neuromuscular coordination in children (Naclerio and Faigenbaum, 2011). Exclusion criteria were: 1) any illness suggesting possible difficulty in completing the study in the 3 months prior to its onset; or 2) any medical or orthopaedic problem that could impair completion of the exercise programme.

Design

The study consisted of a pre-posttest with natural groups of similar characteristics, which study had as independent variable, the type of PA practiced by the participants and as dependent variables the following indicadors of fitness and health: Maximum oxygen consumption (VO_2max); Peak velocity (Vpeak); Hand-grip; Jump ability; Speed/agility; Lower trunk mean propulsive velocity (MVprop); Excess post-exercise

oxygen consumption (EPOC); and Body composition (%body fat; body mass index (BMI); and waist circumference)

Data acquisition and measurements

To compare the two interventions, the following tests were performed before and after each programme. All participants undertook several practise sessions before each set of tests.

Alpha-fitness battery. This battery of tests has been described in detail elsewhere (Ruiz et al., 2011). The following tests were performed:

- **Maximum oxygen consumption (**VO_2max**)**. As a measure of aerobic capacity, VO_2max was determined in the 20 m shuttle run test. For the test, subjects ran 20 m (there and back) in time with an acoustic signal. The signal sets a starting velocity of 8 km/h, which thereafter increases by 1 $km \cdot h^{-1}$ each minute. The test ends when the subject cannot keep up with the rhythm set. The authors of the Alpha-fitness test battery express the test results as the "stage" completed by the subject. However, we indirectly calculated VO_2max by entering the maximum velocity recorded for each subject in the equation described by Leger, Mercier, Gadoury and Lambert (1988) for children under 18 years of age.
- **Peak velocity (Vpeak)**. Also as a measure of aerobic capacity, we determined Vpeak as the maximum velocity recorded before the child abandoned the 20 m shuttle run test.
- **Speed/agility**. As a measure of motor capacity, speed/agility was determined in the 4x10 m shuttle run test. In this test, the subject runs 10 m picks up a cone, returns to the starting line, switches the cone for another cone and continues the process to cover 4 x 10 m. The result is expressed in seconds.

- **Hand-grip**. Hand strength (right and left) was measured by dynamometry in kilograms.
- **Jump ability**. The distance jumped in a standing long jump was recorded in centimetres. Starting with the legs at shoulders' width, the subjects were instructed to jump as far as possible, landing with their feet together.
- **Waist circumference.** As a measure of central body fat, waist circumference was measured in centimetres.

Body composition analyser. Body composition was assessed through bioimpedance measured using a body composition analyser (Tanita® *Body Composition* Monitor model BF-350). This instrument provides body fat and body mass index (BMI) when height is introduced.

T-Force equipment to measure lower trunk mean propulsive velocity (MVprop). This variable was measured using a force platform (T-Force System, Ergotech, Murcia, Spain) when subjects performed 5 half-squat repetitions using a lightweight wooden barbel with no added weights. The children were carefully instructed and verbally encouraged to undertake the concentric phase of the athletic movement as quickly as possible. Feedback was provided by an observer, who informed the subject of the velocity reached in each repetition. Six practice sessions were performed before the test.

Heart rate monitor equipped with the corresponding software (Bodyguard, Firstbeat SPORTS software, Jyvaskyla, Finland). With this monitor Excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) was measured. This variable was estimated after the 20 m shuttle run test from the variation produced in heart rate (HR).

All participants were assigned to stage I of Tanner's development stage (Muñoz and Pozo, 2011).

Training interventions

All participants (and their parents or legal guardians) were informed of the procedures involved and possible risks or benefits. The study protocol was approved by the Bioethics Committee of the Universidad de Granada (Granada, Spain) and adhered to the tenets of the Declaration of Helsinki.

Experimental group (EG)

Subjects in EG underwent an interval training programme for 12 weeks consisting of 2 sessions of 40 min duration per week. Each session involved 20 min of high-intensity intermittent exercises (around 10-20 s) and 20 min of sports activities as described in prior studies by Faigenbaum and Myer (2011), Behringer et al. (2010), Baquet et al. (2003) and Baquet et al. (2004). Following a standard warm up, sessions commenced with several sets of half squats followed by sprints and a training circuit consisting of jumps, speed/agility tasks, carrying weights, pulling exercises, etc. Activities were performed as games or in a competitive manner and participants were constantly encouraged verbally to perform the high-intensity exercises with maximum effort. The details of the HIIT performed in each session are provided in Table 1. Workloads and stimuli in each session were carefully designed for maximum efficiency (Myer and Faigenbaum, 2011).

Control group (CG)

The CG subjects underwent the same 12-week extracurricular training programme but instead of completing 20 min of interval exercises they undertook 20 min of moderate-intensity aerobic exercises and games followed also by 20 min of

sports. In this first 20 min, different moderate-intensity aerobic exercises were realized, like: Traditional games (eg: catch-up, Steal the flingsock, cops and robbers, etc.) Games with restrictions in the rules (running only along the lines of the playground, with legs together or blindfolded); Games with balls or other alternative materials; games in groups, couples, trios, etc. Participants were constantly stimulated with de purpose of involving them everything possible, in the practice of all the proposed activities.

All participants had an attendance rate of at least 87.5% and continued their routines of PA, independents of the proposed of the programs.

TABLA 1

Statistical Analysis

Data are provided as means and their corresponding standard deviations (M ± SD). The homogeneity of the two study groups in terms of the anthropometric and health-related fitness variables recorded at baseline was confirmed by one-way ANOVA. Intervention effects were assessed through ANOVA of pre/postintervention data by examining PA intervention and measurement time point as the independent variables along with their interactions. Significant interactions were subjected to Bonferroni correction. All statistical tests were performed using the software package SPSS version 20.0 for Windows (Chicago, IL, USA). Significance was set at $p<0.05$.

RESULTS

The required level of assistance to the programme (≥87.5%) was fulfilled by each participant.

The means and standard deviations of the health-related fitness and anthropometric variables recorded before and after the intervention are provided in Tables 2 and 3.

Figures 1 and 2 and Tables 4 and 5 illustrate the effects of each intervention on the health-related fitness variables.

TABLA2

TABLA 3

The HIIT intervention led to improved motor capacity (speed/agility), Vpeak, VO_2max and EPOC, along with improved musculoskeletal capacity of the lower trunk (MVprop and standing long jump). As may be observed in Tables 2 and 3, differences in means following the intervention were higher in GI than in CG. Both PA programmes had no effects on anthropometric or hand strength measurements.

No significant differences were detected when Vpeak values were compared between the two interventions ($F_{1,79}$=1.927; η^2=0.024;1-β=0.279; p=0.169) though differences were observed between pre- and postintervention values ($F_{1,79}$=155.88; η^2=0.664; 1-β=1.000; p=0.001) and for the interaction between time point and intervention ($F_{1,79}$ =12.306; η^2=0.135; 1-β=0.934; p=0.001). When Vpeak values between CG and IG were compared, no significant differences were recorded before the intervention (p=0.627) but differences did emerge after the intervention (p=0.002). In addition, both groups showed significant effects of the intervention when pre- and postintervention data were compared (EG p=0.001; CG p=0.001).

VO_2max values differed significantly both according to the measurement time point ($F_{1,79}$ =129.697; η^2=0.621;1-β =0.9999; p=0.001) and its interaction with the intervention ($F_{1,79}$ =15.370; η^2=0.163; 1-β=0.972; p=0.001). No differences in VO_2max were recorded according to the type of intervention ($F_{1,79}$ =0.757; η^2=0.009; 1-β=0.138; p=0.387). Paired comparisons revealed an effect of the time point (pre- vs postintervention) in both groups (EG p=0.001; CG p=0.001) along with differences between groups in postintervention VO_2max values (p=0.044) but not preintervention values (p=0.207).

FIGURA 1

EPOC values varied according to the measurement time point and the interaction time point x intervention. No effects were observed of the intervention type (see Table 4). Preintervention EPOC values failed to vary between groups (p=0.560) but postintervention values did so (p=0.050). No differences in pre- and postintervention EPOC values were recorded in CG (p=0.534) but differences were detected in EG (p=0.001).

TABLA 4

Similarly, when we compared the results of the 4x10m speed/agility test significant effects were observed of the measurement time point ($F_{1,85}$ =11.398; η^2=0.018;1-β =0.916; p=0.001) and of the interaction time point x intervention ($F_{1,85}$ =17.483; η^2=0.171; 1-β=0.985; p=0.001). No effects of the intervention were noted ($F_{1,85}$=0.291; η^2=0,003;1-β =0.083; p=0.591). In the Bonferroni test comparisons, speed/agility showed no inter-group differences before the intervention (p=0.219) but did differ after the intervention (p=0.027). Differences between the two time points were not observed in CG (p=0.533) yet were detected in IG (p=0.001).

FIGURA 2

Standing long jump results differed significantly according to both the measurement time point ($F_{1,90}$ =8.019; η^2=0.082; 1-β =0.800; p=0.006) and the interaction time point x intervention ($F_{1,90}$ =6.095; η^2=0.063; 1-β =0.685; p=0.015). No effects of the intervention were detected ($F_{1,90}$ =2.237; η^2=0.024;1-β =0.316; p=0.138). Bonferroni test comparisons revealed no differences between the CG and EG in preintervention long jump results (p=0.768), yet differences in postintervention results were observed (p=0.036). No differences in before/after long jump distances were detected in CG (p=0.772) but these emerged in EG (p=0.001) (see Figure 2). MVprop varied according to the intervention and the

interaction time point x intervention. After the intervention, this variable decreased in CG to provide before/after differences (p=0.001) whereas MVprop showed a slight increase in EG (see Tables 2 and 5).

TABLA 5

No significant effects were produced on the dynamometer results of the measurement time point (left hand $F_{1,90}$=0.927, η^2=0.010;1-β =0.159, p=0.338; right hand $F_{1,89}$=0.012, η^2=0.0001, 1-β=0.051, p=0.912), intervention (left hand $F_{1,90}$=0.728, η^2=0.008;1-β=0.135, p=0.396; right hand $F_{1,89}$=0.257, η^2=0.003, 1-β=0.079, p=0.613) or interaction time point x intervention (left hand $F_{1,90}$=0.953, η^2=0.010, 1-β=0.162, p=0.332; right hand ($F_{1,89}$=0.486, η^2=0.005, 1-β=0.106, p=0.488).

The anthropometric variables examined increased both in EG and CG (see Table 3). Significant differences in BMI values were observed for the different measurement time points ($F_{1,83}$=22.550; η^2=0.214; 1-β=0.997; p=0.001) yet no changes were observed according to intervention type ($F_{1,83}$=0.021; η^2=0.0001;1-β=0.052; p=0.885) or the interaction between time point and intervention ($F_{1,83}$=0.101; η^2=0.001;1-β=0.061; p=0.752). Percentage body fat similarly varied according to the time point ($F_{1,83}$=55.488; η^2=0.401;1-β=0.9999; p=0.001), but not according to the intervention ($F_{1,83}$=0.002; η^2=0.0001;1-β=0.050; p=0.965) or the interaction time point x intervention ($F_{1,83}$=0.060; η^2=0.001;1-β=0.057; p=0.807). Waist circumference failed to vary significantly according to the time point ($F_{1,83}$=3.720; η^2=0.043;1-β=0.479; p=0.057), intervention ($F_{1,83}$=0.001; η^2=0.0001;1-β=0.050; p=0.970), or interaction time point x interaction ($F_{1,83}$=2.447; η^2=0.029;1-β=0.340; p=0.122).

DISCUSSION

The main findings of this study were that a 12-week extracurricular strength training programme consisting of controlled workloads adapted to children was able to improve several health-related fitness variables over the effects of a more conventional

lower intensity PA programme. The high-intensity interval activities undertaken in the training intervention led to significant improvements in Vpeak, VO_2max, EPOC and lower trunk MVprop as well as in performance at speed/agility tests and long jump.

All the variables recorded after a 20 m shuttle run test were significantly improved in the intervention group. The effects produced on both Vpeak and VO_2max resemble those described in a large number of studies (Baquet et al., 2004; Baquet et al., 2002; Berthoin, Baquet and Dupont, 2006; Gamelin et al., 2009). Despite improvements in postintervention VO_2max values recorded in both our intervention and control groups, greatest effects were produced in the EG to the extent that significant postintervention differences were observed with respect to CG (see Figure 1). These findings are consistent with the conclusions made by Baquet et al. (2003), who reported that the VO_2max improvement produced in response to the aerobic PA generally undertaken by children in this age group is reduced over the effects of high-intensity short-duration activities on the cardiovascular health of children. In effect, intermittent exercises performed at maximum intensity may be observed in a child's spontaneous activity (Ratel et al., 2004). In a study by Bailey et al. (1995), it was found that the mean duration of the physical activities of children between the ages of 6 and 10 years was no more than 3 seconds (under 15 seconds in 95% of cases) and that intensities were high. Many authors attribute the lower anaerobic performance of children to a non fully-developed glucose metabolism pathway (Falgairette, 1991; Van Praagh et al, 1991) thus contraindicating high-intensity PA. However, the results of several studies seem to challenge this idea (Armstrong et al, 1997; Petersen et al, 1999; Van Praagh y Doré, 2002). Hence, Van Praagh et al. (2002) argue that lower blood and muscle lactate concentrations in children may be explained by the lower muscle mass involved in physical exercise. According to Ratel et al. (2004) there is no sound physiological

evidence to indicate that high-intensity exercise could be harmful for children and these authors endorse this type of programme based on their observation of appreciable effects on both the aerobic and anaerobic capacity of prepubertal children. These findings are in line with the present results.

The Vpeak and VO_2max improvements observed are related to the EPOC values attained by our subjects. During the stage of recovery following exercise, calorie intake increases and this increase is maintained until all metabolic processes return to their baseline state. In our study EPOC were recorded during the rapid stage of oxygen consumption within the initial hour of recovery (Børsheim and Bahr, 2003; Lamont et al., 2010). The highest postintervention EPOC levels recorded in EG may be related to a greater metabolic disruption (Earnest and Scott, 2011) as a consequence of the increased oxygen consumption, or VO_2max, during the 20-m sprint. Descriptive studies in adults such as those of Bahr et al. (1992) or Laforgia et al. (1997) have shown that the intensity at which an exercise is executed (3 x 2 min on a cycle ergometer at 108% VO_2max; 20 x 1 min sprints at 105% VO_2max, respectively) will significantly affect excess post-exercise oxygen consumption. In a review of the effects of the exercise intensity, duration and modality on excess post-exercise oxygen consumption, Borsheim and Bahr (2003) reported that high-intensity activities significantly increase EPOC values, supporting the results of our intervention. Despite the frequent use of this variable in adults, as far as we know no such data are available for children precluding any comparisons.

Besides the beneficial cardiovascular effects observed, our HIIT programme also led to better agility/velocity levels (see Figure 2). Other authors have also described a link between cardiovascular status and other fitness-related factors including agility/velocity (Ara et al., 2006; Baquet et al., 2004; Ortega et al., 2005; Secchi et al., 2014). In

contrast, Ardoy et al. (2011) observed no such improvement in pairwise comparisons in two experimental groups despite a high-intensity of exercise in one of the groups reflected by a high mean heart rate.

Among the factors related to muscular-skeletal capacity, we detected significant improvements in the explosive force generated in the legs both in the standing long jump test and in the variable MVprop. Thus, following the intervention, subjects in EG covered a significantly longer distance in the long jump compared to those in CG (see Figure 2). These data are consistent with those reported by Baquet et al. (2004), Secchi et al. (2004) or Cuenca-García et al. (2011) supporting the beneficial effects of a HIIT programme on lower trunk strength. The mean propulsive velocity, MVprop, was unaffected by the intervention, most likely because of the instability of squat exercises undertaken at this age.

Both PA programmes examined here had no effects on grip strength measured by dynamometry or the body composition variables assessed. In studies such as those of Dao et al. (2004) or Sandercock et al. (2012) assessing similar PA programmes to ours, effects were detected on hand strength, while Sollerhed and Ejlertsson (2008) observed no such effects in response to a 3-year intervention in which the number of PA hours was increased. The contradictory results reported by the groups of Dao and Sandercock may be attributed to the training interventions showing different effects on the upper trunk.

The anthropometric measurements made in our subjects showed significant increases in response to both PA interventions and no differences were detected according to the type of intervention. Both the pre- and postintervention values recorded were in line with those observed in similar studies performed in children (Cuenca-García et al., 2011; De Hoyo and Sañudo, 2007; Mederico et al., 2013; Moya-Martínez et al., 2011),

yet we detected no beneficial effects on body composition in either of our two groups. Similar conclusions were drawn in reviews by Harris et al. (2009), and Metcalf et al. (2012) and in the interventions assessed by Ardoy et al. (2011), Rosenkranz et al. (2011) or Ara et al. (2006). Authors such as Yin et al. (2005) detected differences between subject groups in body fat, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) but not in BMI or waist circumference. This suggests the importance of measurement precision as pointed out by Ardoy et al. (2011), especially in studies without nutrition control performed in children who are at a stage of peak development. Thus, interventions have been proposed of similar duration to our intervention (Annesi et al., 2007; Hogg et al., 2012; Wright et al., 2012) (12-, 16- and 6-week interventions, respectively) but involving sessions in which healthy food and living habits were encouraged. We speculate that the addition of a healthy nutrition programme to our PA intervention would have led to improved anthropometric measurements.

Finally, we should mention that the Alpha-fitness test battery was easy to administer and required limited equipment. In addition, little experience is required on the part of the tester such that the procedure is ideal for teachers and coaches to assess the health and motor development of groups of preadolescent children. As a recommendation, we would add VO_2max and Vpeak data to the reference values provided by the developers of the Alpha-fitness test battery since these variables are commonly reported and this would thus aid comparisons. Although the variables post-exercise VO_2max (EPOC) and MVprop are not so frequently reported, we also recommend their use since they firmly confirm results related to Vpeak and VO_2max as well as long jump distances and widely expand the information offered regarding the physical fitness of the study sample.

Our study has several limitations. For the postintervention tests, our CG subjects had less practice at the half squats than their peers in the EG. In addition, the HIIT

intervention should have included exercises designed to improve upper limb strength. Finally, owing to the time available for the PA sessions, HR data could not be obtained during the strength training exercises such that the work intensity during the strength training programme proposed could not be accurately determined.

In conclusion, the findings of our study indicate that short-duration high-intensity neuromuscular exercises are an effective option to improve the health-related physical fitness of schoolchildren. To date, this kind of programme has only been implemented in sports' clubs and teams in which population bias exists due to the level of motor competence. Hence, this type of training programme in an education setting, whether curricular or extracurricular, would be a powerful tool to improve the physical fitness of children, regardless of their unwillingness to participate in one sport or another. We feel that such a HIIT programme combined with the habitual PE programme undertaken by a child in school would be ideal to tackle sedentary behaviour, overweight and obesity while improving the physical fitness of our children. More work in the field is needed with special emphasis on aspects such as motivation levels during longer-duration programmes or levels of adherence to such programmes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annesi, J., Faigenbaum, A., Westcott, W., Smith, A., Unruh, J., Hamilton, F. (2007). Effects of the Youth Fit For Life protocol on physiological, mood, self-appraisal, and voluntary physical activity changes in African American preadolescents: Contrasting after-school care and physical education formats. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *3*, 641-659.

Ara, I., Rodriguez, V., Perez-Gomez, J., Jimenez-Ramirez, J., Serrano-Sanchez, J.A., Dorado, C., Calbet, J. (2006). Influence of extracurricular sport activities on

body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. *International Journal of Obesity, 30*, 1062-1071.

Ardoy, D., Fernández-Rodríguez, J.M., Ruiz, J.R., Chillón, P., España-Romero, V., Castillo, M., Ortega, F. (2011) Mejora de la condición física en adolescentes a través de un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT. *Revista Española de Cardiología, 64* (6), 484-491.

Armstrong, N., Welsman, J.R., Kirby B.J. (1997) Performance on the Wingate anaerobic test and maturation. *Pediatric Exercise Science, 9*, 253-261.

Bahr, R., Grønnerød, O., Sejersted, O.M. (1992). Effect of supramaximal exercise on excess postexercise O2 consumption. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 1* (24), 66-71.

Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C., Van Praagh, E. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO (2) in prepubertal children. *International Journal of Sports Medicine, 23*(6), 439-44

Baquet, G., Guinhouya, C., Dupont, G., Nourry, C., Berthoin, S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*(4), 708-713.

Baquet, G., Van Praagh, E., Berthoin, S. (2003). Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Medicine, 33*(15), 1127-1143.

Bailey, R., Olson, J., Pepper, S., Porszasz, J., Barstow, T., Cooper, D. (1995). The level and tempo of children´s physical activities: an observational study. *Medicine and science in sports and exercise, 7*(27), 1033-1041.

Behringer, M., Vom Heede, A. et al. (2010) Effects of resistence training in children an adolescents: a metaanálisis. *Pediatrics, 126* (5), 199-210.

Ben Ounis, O., Elloumi, M., Zouhal, H., Makni, E., Denguezli, M., Amri, M., Lac, G., Tabka, Z. (2010). Effect of individualized exercise training combined with diet restriction on inflammatory and igf-1/igfbp-3 in obese children. *Annals of Nutrition and Metabolism, 56,* 260-266.

Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G., Van Praagh, E. (2006). Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. *European Journal of Applied Physiology, 98,* 132-138.

Børsheim, E., Bahr, R. (2003). Effect of Exercise Intensity, Duration and Mode on Post-Exercise Oxygen Consumption. *Sports, 14* (33), 1037-1060.

Colín-Ramírez, E., Castillo-Martínez, L., Orea-Tejeda, A., Vergara-Castañeda, A., Keirns-Davis, C., Villa-Romero, A. (2010). Outcomes of a school-based intervention (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children. *Health Education research, 25* (6), 1042-1049.

Cuenca-García, M., Jiménez-Pavón, D., España-Romero, V., Artero, E., Castro-Peñero, J.C., Ortega, F., Ruiz, J. R., Castillo, M. (2011) Condición física relacionada con la salud y hábitos de alimentación en niños y adolescentes: propuesta de addendum al informe de salud escolar. *Revista de Investigación en Educación, 9* (2), 35-50.

Cordova, A., Villa, G., Sureda, A., Rodriguez-Marroyo, J.A., Sanchez-Collado, P. (2012). Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. *Revista Española de Cardiología, 65* (7), 620-626.

Dao, H.H., Frelut, M., Peres, G., Bourgeois, P., Navarro, J. (2004). Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. *International Journal of Obesity, 28*, 870-878.

De hoyo, M., Sañudo, B. (2007). Composición corporal y actividad física como parámetros de salud en niños de una población rural de Sevilla. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 6* (3), 52-62.

Donnelly, J., Jacobsen, D., Whatley, J., Hill, J., Swift, L., Cherrington, A., Polk, B., Tran, Z., Reed, G. (2012) Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. *Obesity research, 3* (4), 229-243.

Earnest, C.P., Scott, C.B. (2011) Resistance Exercise Energy Expenditure is Greater with Fatigue as Compared to Non-Fatigue. *Journal of Exercise and Physiology online, 14* (1), 1-10.

Escalante, Y., Saavedra, J., García-Hermoso, A., Domínguez, A. (2012). Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. *Preventive Medicine, 54*, 293-301.

Faigenbaum, A., Myer, G.D. (2009). Resistence training among young athletes: safety, efficacy an injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine, 44*, 56-63.

Faigenbaum, A., Myer, G.D. (2011). Resistance training and pediatric health. *Kronos, 10* (1), 31-38.

Faigenbaum, A., Westcott, W., LaRosa, R., Long, C. (2005) The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and endurance development in children. *Pediatrics, 1* (104), 1-7.

Falgairette, G., Bedu, M., Fellman, N., Van Praagh, E., Coudert, J. (1991). Bioenergetic profile in 144 boys aged from 6 to 15 years with special reference to sexual maturation. *European Journal of Applied Physiology, 62,* 151-156.

Gamelin, F.X., Baquet, G., Berthoin, S., Thevenet, D., Nourry, C., Nottin, S., Bosquet, L. (2009). Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *European Journal of Applied Physiology, 105*, 731-738.

García-Cantó, E., Pérez, J.J. (2014) Programa para la promoción de actividad física saludable en escolares murcianos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 25,* 131-135.

González, J., Portolés, A. (2014). Actividad física extraescolar: relaciones con la motivación educativa, rendimiento académico y conductas asociadas a la salud. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte, 1* (9), 51-65.

Gortmaker, S., Lee, R., Mozaffarian, R., Sobol, A., Nelson, T., Roth, B., Wiecha, J. (2012). Effect of an After-School Intervention on Increases in Children's Physical Activity. *Medicine and science in sports and exercise, 44*(3), 450-457.

Harris, K., Kuramoto, L., Schulzer, M., Retallack, J. (2009). Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal, 180* (7), 719-726.

Hasselstrøm, H., Karlsson, M., Hansen, S., Grønfeldt, V., Froberg, K., Andersen, L. (2008) A 3-Year Physical Activity Intervention Program Increases the Gain in

Bone Mineral and Bone Width in Prepubertal Girls but not Boys: The Prospective Copenhagen School Child Interventions Study (CoSCIS). *Calcified Tissue International, 83,* 243-250.

Hogg, J. et al. (2012) An after-school dance and lifestyle education program reduces risk factors for heart disease and diabetes in elementary school children. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism, 25*(5-6), 509–516.

Janssen, I. (2007) Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism, 32,* 109–121.

Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., Brunner-La Rocca, H., Van Mechelen, W., Puder, J (2010) Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. BMJ, (340), 1-8.

Laforgia, J., Withers, T., Shipp, J., Gore, J. (1997). Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *Journal of Applied Physiology, 2* (82), 661–666.

Leek, D., et al. (2010) Physical Activity During Youth Sports Practices. *The Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine, 4* (165), 294-299.

Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences, 6,* 93-101.

McMinn, D., Rowe, D.A., Murtagh, S., Nelson, N.M. (2012) The effect of a school-based active commuting intervention on children's commuting physical activity and daily physical activity. *Preventive Medicine, 15* (54), 316-318.

Mederico, M. et al. (2013). Valores de referencia de la circunferencia de la cintura e índice de la cintura/cadera en escolares y adolescentes de Mérida, Venezuela: comparación con referencias internacionales. *Endocrinology Nutrition, 60* (5), 235-242.

Metcalf, B., Henley, W.,Wilkin, T. (2012). Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). *BMJ*. 1-11. Doi: 10.1136/bmj.e5888.

Mickle, K. J., Munro, B. J., Steele, J.R. (2011). Gender and age affect balance performance in primary school-aged children. *Journal of Science of Medicine Sport, 14*, 243-248.

Moya-Martínez, Sánchez-López, López-Bastida, J., Escribano-Sotos, F., Notario-Pacheco., B., Salcedo-Aguilar, F., Martínez Vizcaíno, V. (2011). Coste-efectividad de un programa de actividad física de tiempo libre para prevenir el sobrepeso y la obesidad en niños de 9-10 años. *Gaceta Sanitaria, 2*5(3), 198–204.

Muñoz, M.T., Pozo, J. (2011). Pubertad normal y sus variantes. *Pediatr Integral, 15* (6), 507-518.

Myer, G.D., Faigenbaum, A.D. (2011). Exercise is sports medicine in youth: Integrative neuromuscular training to optimize motor development and reduce risk of sports related injury. *Kronos, 10* (1), 39-48.

Naclerio, F., Faigenbaum, A. (2011). Integrative neuromuscular training for youth. *Kronos, 10* (1), 49-56.

Nourry, C., Deruelle, F., Guinhouya, C., Baquet, G., Fabre, C., Bart, F., Berthoin, S., Mucci, P. (2005). High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *European Journal of Applied Physiology, 94*(4), 415-23.

Ortega, F., et al. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). R*evista Española de Cardiología, 58*(8), 898-909.

Petersen, S.R., Gaul, C.A., Stanton, M.M., Hanstock, C.C. Skeletal muscle metabolism during short-term, high-intensity exercise in prepuberal and pubertal girls. *Journal of Applied Physiology, 21* (87), 51-56.

Ratel et al. (2004) High-intensity intermittent activities at school: controversies and facts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 44*, 272-280.

Resaland, G.K., Anderssen, L.B., Mamen, A., Anderssen, S.A. (2011). Effects of a 2-year school-based daily physical activity intervention on cardiorespiratory fitness. The Sogndal school-intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 21*, 302-309.

Reverter, J., Plaza, D., Jové, C., Hernández, V. (2014) Actividad físico-deportiva extraescolar en alumnos de primaria: el caso de Torrevieja (Alicante). *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 25*, 48-52.

Rosenkranz, R., Welk, G., Dzewaltowski, D. (2011) Environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary behavior in after-school recreation sessions. *Journal of Physical Activity and Health, 8*, 214-221.

Ruiz, J.R. (2011) Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria, 26,* 1210-1214.

Sandercock, G., Cohen, D., Griffin, M. (2012) Evaluation of a multicomponent intervention to improve weight status and fitness in children: Upstarts. *Pediatrics International, 6* (54), 911-917.

Secchi, J.D., García, C., España-Romero, V., Castro-Piñero, J. (2014) Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPHA. *Archivos Argentinos de Pediatría, 1*12 (2), 132-140.

Serra-Paya, N., Ensenyat, A., Real, J., Castro-Viñuales, I., Zapata, A., Galindo, G., Solé-Mir, E., Bosch-Muñoz, J., Mur, J.M., Teixido, C. (2013). Evaluation of a family intervention programme for the treatment of overweight and obese children (Nereu Programme): a randomized clinical trial study protocol. *BMC Public Health, 13,* 1-14.

Sigmund, E., El Ansari, W., Sigmundová, D. (2012). Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6¿ 9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. *BMC Public Health, 1* (12), 570-583.

Slining, M., Adair, L.S., Goldman, B.D., Borja, J.B., Bentley, M. (2010). Infant overweight is associated with delayed motor development. Journal of Pediatric, 157, 20-25.

Sollerhed, A.C., Ejlertsson, G. (2008) Physical benefits of expanded physical education in primary school: findings from a 3-year intervention study in Sweden. *Scandinavian Journal* of *Medicine* and Sciences in *Sports, 18,* 102-107.

Torrijos-niño, C., Martínez-Vizcaino, V., Pardo-Guijarro, M.J., García-Prieto, J.C., Arias-Palencia, N.M., Sánchez-López, M. (2014). Physical Fitness, Obesity, and Academic Achievement in Schoolchildren. *The Journal of Pediatrics, 1 (165), 104-109.*

Troiano, R.P., Berrigan, D., Dodd, K.W., Masse, L.C., Tilert, T., McDowell, M. (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine Science of Sports Exercise, 40*(1), 181-188.

Van Praagh, E., Bedu, M., Falgairette, G., Fellmann, N., Coudert, J (1991). Oxygen uptake during a 30-s supramaximal exercise in 7 to 15-year-old boys. In: R Frenkl, 1 editors. Children and exercise XV. *Budapest, National Institute for health promotion*, 281-287.

Van Praagh, E., Doré, E. (2002) Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Medicine, 32,* 701-708.

Wright, K., Giger, J.N., Norris, K., Suro, Z. (2012) Impact of a nurse-directed, coordinated school health program to enhance physical activity behaviors and reduce body mass index among minority children: A parallel-group, randomized control trial. *International Journal of Nursing Studies, 50* (6), 727-737.

Yin, Z., Moore, J.B., Johnson, M.B., Vernon, M.M., Gutin, B.B. (2012). The impact of a 3-year after-school obesity prevention program in elementary school children. *Childhood Obesity, 1* (8), 60-70.

Yu, C., Sung, Rita Y.T., So, R., Lui, K.C., Lau, W., Lam, P., Lau, E. (2005) Effects of Strength Training on Body Composition and Bone Mineral Content in Children Who Are Obese. *Journal of Strength and Conditioning Research, 19*(3), 667-672.

4.2. Versión original Estudio I. Salud pública de México

Programas de actividad física extraescolar. Revisión de la literatura

Sergio Reloba-Martínez, Mtr,[1] Ignacio Martín-Tamayo, D en Psic,[2]
Emilio José Martínez-López, D en EF,[3] Laura Guerrero-Almeida, D en EF.[4]

Reloba-Martínez S, Martín-Tamayo I, Martínez-López EJ, Guerrero-Almeida L. Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura. Salud Publica Mex 2015;57:568-576.

Resumen

El objetivo fue realizar un análisis de la producción científica desarrollada hasta la fecha sobre actividad física (AF) extracurricular en niños occidentales de 6 a 12 años. Se utilizaron las bases de datos Medline/Pub-Med, Scopus y metabuscador Google Scholar para recoger artículos publicados entre enero de 1990 y mayo de 2013. Se analizó un total de 104 publicaciones. Los parámetros de composición corporal son los más utilizados para valorar los resultados de los estudios, seguidos de aquellos que estiman la capacidad aeróbica máxima. Los artículos de intervención se presentan con unas características metodológicas muy heterogéneas, aunque existen tendencias claras en el uso de determinados aspectos. En cuanto a las revisiones, la mayoría son sistemáticas e incluyen metaanálisis; el índice de masa corporal (IMC) es el parámetro más utilizado.

Palabras clave: revisión; actividad física; salud escolar; metodología; niño

Reloba-Martínez S, Martín-Tamayo I, Martínez-López EJ, Guerrero-Almeida L. Afterschool physical activity programs. Literature review. Salud Publica Mex 2015;57:568-576.

Abstract

The purpose of this review was to analyze the scientific production about extra-curricular physical activity (PA) in western children of 6-12 years. Medline / Pub-Med, Scopus and Google Scholar were used. This search collects articles published between January 1990 and May 2013. A total of 104 publications were analyzed. The body composition parameters are best used to assess the results of the studies, followed by those which estimate the maximum aerobic capacity. Articles of intervention are presented with very heterogeneous methodological features but there are clear trends in the use of certain aspects. As for the reviews, most are systematic and include meta-analysis. In this studies, body mass index (BMI) is the most used parameter.

Keywords: review; motor activity; school health; methodology; child

(1) Grupo Investigación y Desarrollo en Actividad Física, Salud y Deporte, CTS-642, Universidad de Granada. España.
(2) Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Facultad de Psicología, Universidad de Granada. España.
(3) Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Jaén. España.
(4) Departamento Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla. España.

Fecha de recibido: 4 de marzo de 2015 • **Fecha de aceptado**: 28 de agosto de 2015
Autor de correspondencia: Sergio Reloba Martínez. C/Ronda Astrónomo Al-jayyani, nº7 1°c, Jaén (Jaén). CP 23002610325671, Jaen, España.
Correo electrónico: reloba.s@gmail.com

El ejercicio físico, entendido en términos de gasto energético realizado con el objetivo de mejorar la condición física (CF) es una importante herramienta terapéutica para prevenir y tratar problemas de salud, entre los que destaca la obesidad infantil debido a su incremento considerable en los últimos años.[1,2] La distribución de grasa o la condición cardiovascular está directamente relacionada con los niveles de fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad y coordinación,[2,3] así como el estado de salud de los más jóvenes, tal y como evidencian actuales investigaciones.[3,4] La práctica continuada de actividades que implican el movimiento de huesos y músculos, es decir, actividad física (AF), en la infancia y adolescencia consigue disminuir la masa grasa y mejorar la composición corporal,[3,5,6] aumenta la CF y cardiovascular,[7-9] mejora el contenido mineral oseo[5,10] y combate el sedentarismo entre la población más joven de manera eficaz.[11-13]

Estos amplios efectos que tiene sobre la salud el ejercicio de manera particular, y la AF de forma general, hacen que el desarrollo de hábitos activos en la población infantil y juvenil tome cada vez más importancia en la sociedad. En este sentido, se aprecia una tendencia en esta última década hacia el aumento de propuestas, a través de programas de AF extra-curriculares, los cuales ofrece la oportunidad a niños y jóvenes de incrementar sus rutinas de AF habitual.[5,14,15]

La investigación en relación con la realización de AF extracurricular ha crecido exponencialmente, aumentando en los últimos años de manera considerable. Existe una creciente preocupación en la literatura por el hallazgo de programas de intervención que alcancen efectos significativos en aspectos relacionados con la salud y la CF; entre ellos se encuentran múltiples estudios al respecto, con metodologías muy diferentes entre sí,[7,8,11,16,17] y que se presentan como alternativas de AF extraescolar.[3,6,8,18]

Esta heterogeneidad en la base de la literatura científica, además de la importante descompensación en el número de estudios según el tipo de intervención planteada, provoca importantes discrepancias entre estudios de semejante naturaleza. En este sentido, resulta difícil discernir aspectos como las características comunes de las intervenciones de mayores logros o los parámetros de salud y de condición física más adecuados para valorar a niños y jóvenes.

El propósito de esta revisión fue realizar un análisis de la producción científica que se ha realizado hasta la fecha sobre ejercicio y AF extracurricular en niños occidentales de 6 a 12 años. Para ello, se llevó a cabo una descripción pormenorizada de las características metodológicas y los parámetros de medición más recurridos en la bibliografía, y se realizó un análisis de los objetivos de las investigaciones revisadas, así como de sus resultados.

Material y métodos

Estrategias de búsqueda bibliográfica

Se revisaron artículos originales en inglés y español publicados en las bases de datos de Medline/Pub-Med, Scopus, y Google Scholar, de enero de 1990 a mayo de 2013, referentes a estudios descriptivos y de intervención, así como de revisiones literarias, sistemáticas y metaanálisis en relación con la utilización de programas de AF para lograr mejoras en cualquier parámetro observable en niños de 6 a 12 años.

Las palabras clave utilizadas para la revisión propuestas en la búsqueda abarcaron, por un lado, a la población objeto de estudio: "*preteens, children, school-age* y *childhood*"; y por otro, a posibles modelos de AF: "*aftershool physical activity, sport participation* y *health promotion model*". Tales palabras fueron insertándose en pareja en las distintas bases de datos (una de cada grupo) a través del conector AND, hasta que se realizaron todas las combinaciones. La estrategia de búsqueda centró la atención en títulos/keywords. Se incluyeron además otros artículos referidos en estudios originales o de revisión.

La búsqueda desprendió un total de 1 413 artículos, de los cuales 104 fueron finalmente seleccionados. El trabajo siguió un protocolo de revisión de abstract para la inclusión/exclusión de estudios, realizada por un investigador salvo controversia en la inclusión de trabajos. En tal caso se realizó una reunión con otros dos investigadores para llegar a un consenso.

Criterios de inclusión y exclusión

La selección de los estudios científicos estuvo basada en los siguientes criterios de inclusión: a) estudios de revisión, descriptivos o de intervención publicados en revistas con factor de impacto, indexadas en bases de datos de prestigio internacional; b) artículos enfocados al análisis de programas de AF para niños de entre 6 y 12 años; y c) poblaciones occidentales. La duración de la intervención no fue utilizada como criterio. Por otro lado, como criterios de exclusión se establecieron: a) estudios científicos publicados en forma de resumen y/o comunicaciones cortas; b) redactados en idioma distinto al inglés o español; c) estudios anteriores a 1990; d) uso de muestras con características físicas y antropométricas desiguales o sin randomizar; e) estudios dirigidos

a poblaciones con problemas de salud severos, excepto problemas de sobrepeso u obesidad; f) mala o nula explicación de los programas de intervención analizados.

Resultados

La estrategia de búsqueda permitió obtener un total de 104 publicaciones: 29 trabajos descriptivos, 50 artículos de intervención y 25 revisiones de la literatura científica sobre la temática. Del total de publicaciones revisadas, el 75.96% son artículos de intervención y descriptivos. En el cuadro I se ofrece una clasificación de estos estudios en función de los parámetros de medición utilizados para la extracción de resultados.

Los parámetros de medición más recurridos en los artículos descriptivos son los de composición corporal; 55.17% incluye este parámetro entre sus resultados, seguido de los parámetros que miden de una u otra manera los niveles de AF realizados por la población (41.38% del total de artículos). En lo referente a intervenciones, esta revisión halló, de igual manera, un número muy alto de estudios que incluyen la composición corporal como parámetro básico dentro de sus resultados; así, 68% de artículos lo utilizan, seguido de la valoración de la capacidad aeróbica máxima (48% del total de artículos), con lo que se encuentra una importante tendencia al uso del test de 20 metros de Leger (cuadro II).

Se aprecia variabilidad en la duración de las sesiones requeridas, aunque destacan artículos que necesitan sesiones de entre 30-44 min/día (24% del total), seguidos de aquéllos con sesiones superiores a una hora. Se observa un mayor consenso en los patrones de frecuencia semanal de la sesión, al ser de entre 2-3 sesiones semanales la elección de la gran mayoría de los programas llevados a cabo. En cuanto a la duración de las intervenciones, existe una tendencia hacia la elección no más de tres meses de experimentación.

Cuadro I

Parámetros de medición utilizados en los artículos descriptivos y de intervención realizados. Número total de veces que cada parámetro aparece en un estudio. Porcentaje de artículos que usan cada uno de los parámetros. Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura

Medición	*Parámetro utilizado*	*% Artículos descriptivos*	*% Artículos de intervención*
Antropometría	Pliegues cutáneos	20.69	6
	Perímetros corporales	10.34	16
	Composición corporal	55.17	68
Rendimiento físico	Salto	17.24	10
	Velocidad	6.90	6
	Fuerza	24.14	20
	Flexibilidad	10.34	8
	Capacidad anaeróbica	10. 34	10
	Capacidad aeróbica máxima	37.93	48
	Frecuencia cardiaca máxima	3.45	12
Salud	Niveles de AF	41.38	36
	Podometría	3.45	6
	Acelerometría para controlar MVPA	6.90	14
	Variabilidad de frecuencia cardiaca (control de FC en reposo, basal)	3.45	8
	Control de FC para realizar MVPA	3.45	0
	Parámetros ventilatorios y pulmonares	6.90	4
	Tensión o presión arterial	13.79	14
	Hábitos de salud	17.24	20
	Parámetros bioquímicos (sensibilidad a insulina; colesterol, triglicéridos)	10.34	22
	Control ingesta calórica	6.90	8
Factores psicológicos	Autoconcepto	6.90	6
	Somatotipo	6.90	0
Rendimiento cognitivo y académico	Cualquiera	20.69	4

Cuadro II

Características metodológicas de los programas de intervención llevados a cabo en los diferentes estudios revisados. Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura

Metodología utilizada	*Categoría*	*nº*	*%*
Edad (años)	6	9	18
	7	14	28
	8	23	46
	9	40	80
	10	35	70
	11	25	50
	12	15	30
Sexo	Masculino>femenino	9	18
	Masculino<femenino	9	18
	Equidad (dt≤5%)	12	24
	Femenino	2	4
	Masculino	3	6
	Sin determinar	15	30
	Frecuencia cardiaca máxima	3.45	12
Tamaño muestral (n)	10-40	12	24
	41-100	11	22
	101-200	6	12
	201-500	13	26
	+501	9	18
Duración de la sesión (min.)	15-29	5	10
	30-44	12	24
	45-59	9	18
	60-89	11	22
	+ 90	7	14
	Sin determinar	7	14
Frecuencia semanal (días)	1	2	4
	2	12	24
	3	16	32
	4-5	8	16
	5-7	5	10
	Voluntaria	3	6
	Sin determinar	6	12
Duración de la intervención	Entre 2 y 7 semanas	9	18
	Entre 8 y 16 semanas	15	30
	17 semanas a 9 meses	12	24
	10 meses a 2 años	8	16
	+ 2 años	6	12
	Sin determinar	1	2
Tipo de intervención	AF	31	62
	AF + Control de ingesta calórica	5	10
	AF+ Programa Educación Saludable	8	16
	AF+ Control ingesta + Educación Saludable	2	4
	Programa Educación Saludable	4	8
	Sin determinar	1	2
Tipo de programa realizado durante la intervención	a. Metodología tradicional mediante juegos tradicionales y actividades cardiovasculares	22	44
	b. Juegos deportivos	2	4
	c. Actividades intermitentes de alta intensidad	12	24
	d. Combinación a y b	4	8
	e. Combinación b y c	1	2
	f. Combinación a y c	4	8
	g. Actividades para fomentar hábitos	4	8
	h. Sin determinar	1	2

AF: actividad física

Aunque existe un número elevado de intervenciones que combinan la variable programa de AF con otro tipo de variable independiente, como clases de educación para la salud o control de ingesta calórica, la gran mayoría de los estudios opta por intervenir utilizando exclusivamente la AF como elemento para conseguir un efecto en la muestra. En este sentido, se observa una clara relación entre el perfil del investigador y la elección de variables, de manera que 100% de los autores que utilizan la combinación de dichas variables se encuentran directamente relacionados con el campo de la medicina.[3,9,12]

En cuanto a clases de programas aplicados durante las intervenciones, las metodologías con diferencia más utilizadas en las distintas investigaciones son, por un lado, aquéllas basadas en juegos y actividades cardiovasculares, las cuales suponen 44% del total, y por otro, las actividades intermitentes de alta intensidad utilizadas en 24% del total de los estudios.

De los 29 artículos descriptivos, 24.14% focaliza su atención en aspectos cualitativos relacionados con la AF extraescolar, tales como conocer las motivaciones de escolares en relación con la AF,[19] relaciones entre AF y autoconcepto[20] o descripción de hábitos saludables.[21] El resto de los artículos (75.86%) coincide en observar el efecto de la AF en la CF o en la salud, ofreciendo resultados positivos.[14,22,23] Destaca el trabajo de Hastie, Sinelnikov y Wadsworth,[22] el cual profundiza especialmente al respecto al mostrar en su investigación efectos diferenciados entre entrenamiento específico y AF recreativa. Los resultados de este estudio arrojan diferencias significativas entre sus grupos tras la realización del *PACER test* $F_{1, 414}= 38.05$, $\eta^2=0.085$ $p<0.001$, con medias favorables para el ejercicio físico específico (entrenamiento específico: x=70.39 vueltas; dt=29.12; AF lúdico= x=51.19 vueltas; dt=29.34).

Los resultados relativos a los artículos de intervención coincidencen con los anteriores en la relación positiva entre AF y CF/salud (cuadros III y IV).*,[24] Los estudios que analizan otras variables, como programas de educación saludable o control de ingesta calórica, también logran efectos positivos (98% del total) a excepción de la investigación dirigida por Robbins[55] y colaboradores, cuyo programa de educación saludable no mostró resultados significativos a pesar de que el grupo intervención experimentó mejoras.

En relación con revisiones de la literatura científica, se extrajeron 25 trabajos que suponían 24.14% del total de artículos, con lo que se encontró un elevado número de revisiones cuyos análisis están dirigidos a intervenciones de AF con criterios metodológicos comunes. En lo que a metaanálisis se refiere, casi la totalidad de estos estudios centra su atención en el índice de masa corporal; en este sentido se encuentra una alta tendencia al uso de este parámetro como medida de comparación. Todos los estudios miden la eficacia de la AF sobre el IMC, y se encontraron resultados positivos en la gran mayoría.[56-58] Sólo los análisis realizados por Harris, Kuramoto, Schulzer y Retallack,[59] y Metcalf, Henley y Wilkin,[60] hallaron diferencias no significativas tras las intervenciones de AF.

Escalante, Saavedra, García-Hermoso y Domínguez[61] también optan por la observación de la composición corporal, pero en sus análisis utilizaron como referencia el perfil lipídico en población obesa. Las conclusiones del estudio mostraron que aunque los programas basados en el ejercicio aeróbico (60 minutos, 3 veces / semana, ≤ 75% de *FCmáx*) optimizaron las concentraciones de LDL-C y TG, los programas de ejercicio combinado (≥ 60 min, > 75% de *FCmáx)* mejoraron además la concentración de HDL-C.

Tan solo la revisión de Baquet, Van Praagh y Berthoin[62] plantea un metaanálisis sin tener en cuenta los estados de composición corporal de las muestras. El objetivo de dicho trabajo fue analizar el impacto que las intervenciones de AF tenían sobre el $VO_2máx$ de niños. Según sus resultados, el $VO_2máx$ sólo alcanzó una mejora de 5 a 6% en los diseños de intervención con entrenamientos aeróbicos.

Discusión

La presente revisión se realizó con el fin de analizar el panorama general de la producción científica en torno a la AF extraescolar y conocer cómo la literatura ha abordado su estudio hasta la fecha, para así mostrar las necesidades de investigación actuales en relación con el área de estudio en cuestión. Los parámetros de composición corporal son los más utilizados para valorar resultados. Las intervenciones se presentan con unas características metodológicas bastante hetereogéneas. La mayor parte de los trabajos consultados, tanto de intervención como observacionales, coinciden en el objetivo de evaluar el efecto de la AF en la condición física o la salud, ofreciendo resultados positivos. En cuanto a las revisiones, la mayoría son sistemáticas e incluyen metaanálisis, donde el IMC es el parámetro más utilizado con diferencia.

La composición corporal es el parámetro de medición más utilizado en los estudios de intervención observados, en los que destaca el uso del IMC. El elevado número de investigaciones que utilizan este índice explica la alta tendencia que existe en su elección como medida de comparación en los meta-análisis re-

* Para ampliar información consultar apéndice de revisión en ubicación web http://figshare.com/articles/AF_Extraescolar/1504094.

Cuadro III
Estudios de intervención con metodologías de trabajo de moderada intensidad. Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura

Autor principal	*Tipo**	*Resultados destacados*
Obert (2001)[25]	a	Incremento de potencia aeróbica máxima (Pmáx=+23%, W* kg^{-1})
Kain (2008)[26]	a	Reducción prevalencia de obesidad; 17 a 12.3% y 14.1 a 10.3% en niños y niñas, respectivamente
HasselstrØm (2008) [27]	a	Aumento de contenido mineral óseo en niñas respecto a G.C. (13.2% *p*<0.005).
MacDonald (2008)[28]	a	Aumento de contenido mineral óseo corporal total y lumbar de varones respecto a G.C. (1.7% *p*=0.03; 2.7% *p*=0.05)
Reed (2008)[29]	a	Aumento de 20% en condición cardiovascular y disminución de presión sanguínea (5.7% respecto G.C)
Lopes (2009)[30]	a	Incremento AF de chicos (pre 81.97% ± 12.59 vs post 91.61% ± 7.89) y chicas (pre 73.47% ± 17.91 vs post 82.79% ± 13.94)
Ben Ounis (2010)[3]	a	Porcentaje de disminución de grasa corporal (% grasa=39.8±4.6 vs 35.3±5.4). Aumento de VO_2máx (24.6±2.5 vs 33.1±3.1)
Colin-Ramirez (2010)[11]	a	Aumento AF moderada (40%, *p*<0.04). Reducción tiempo frente videojuegos (de 23 a 13%, *p*< 0.01)
Hartmann (2010)[31]	a	Se halla efecto sólo en calidad de vida psicosocial de primeras edades (d=0.32; *p*<0.05)
Kriemler (2010)[32]	a	Aumento capacidad aeróbica (5%) y AF total realizada en la escuela (18% con respecto al inicio del estudio)
Pescud (2010)[33]	a	La pérdida de peso y mejora de la confianza influyeron en la continuidad
Salcedo (2010)[17]	a	Reducción sobrepeso en niñas (de 32 a 26%) y colesterol total en niños (2.68%) y niñas (4.27%)
Greening et al (2011)[34]	a	La intervención logra reducir el porcentaje de grasa 2.14%. Aumento de AF y hábitos saludables (3.845 y 2.56% respectivamente)
Magnusson (2011)[16]	a	Aumento AF dentro del centro en varones (32.93%) durante el primer año
Moya (2011)[35]	a	Descenso de indicadores de obesidad [IMC entre Per25 y Per75: % grasa corporal (-0.59%). P.C. tricipital (-1.25mm); IMC > Per75: porcentaje de grasa corporal (−0.67%). P.C. tricipital (-1.87mm)]
Donnelly (2012)[36]	a	Aumento de energía (hidratos de carbono de 3 a 6%; grasa de 5 a 7%). Mejoras en índices de colesterol (14.3% a favor).
Hogg (2012)[37]	a	Reducción IMC Per85 y Per<95 (pre 90.03±2.73; post 87.46±4.59, *p*<0.03)
Mc Minn (2012)[38]	a	Disminución pasos diarios (*p*<0.05) en relación a G.C. (G.I: 5062±1644 vs 4633±1722; G.C: 5827±1664 vs 4656±1431.)
Robbins (2012)[39]	a	Sin efectos significativos
Sigmund (2012)[40]	a	Aumento significativo de AF (de 1718 a 3247 pasos por día y de 2.1 a 3.6 kcal/kg por día) en relación con G.C.
Wright (2012)[13]	a	Reducción IMC en niñas (16.11% *p*<047).
Yin (2012)[9]	a	Se redujo el porcentaje de grasa corporal y mejoró condición cardiovascular significativamente (*p*<0.009 y *p*<0.001 respectivamente)
Dao (2004)[41]	b	Aumento de VO_2max (2.3±0.3 vs 1.7±0.3 y 32.8±4.5 vs 26.7±4.1 ml/min/kg chicas y 2.8±1.9 vs 1.9±0.4 y 39.1±6.3 vs 27.975.1 ml/min/kg chicos)
Rosenkranz (2011)[42]	c	Aumento VO_2máx (~24%), disminución del colesterol total(~13%) y colesterol LDL (~ 35%)
Ara (2006)[14]	c	Disminución masa grasa del tronco y de la parte inferior de las extremidades (2.9±2.3 vs 3.7±4.1 kg; 2.4±0,9 vs 2.7±1.4 kg G.E. y G.C. respectivamente)
Resaland (2011)[43]	c	Aumento significativo pico de VO_2 8.8% respecto G.C. (*p*<0.001)
Cordova (2012)[6]	c	Aumento VO_2máx (ml/kg/min) (G.C: 31.4±4.1 G.AF 34.9±3.4 G.D 42.7±4.8) y Presión arterial sistólica (mmHg) (G.C: 114±15 G.AF: 113±7 G.D:108±17)
Park (2012)[44]	c	Diferencias en marcador de células madre hematopoyéticas ($CD34^+$ (0.03 ± 0.01 vs 0.11 ± 0.03%, *p*= 0.018).

*Véase cuadro II para la identificación del tipo de programa realizado durante la intervención

visados.[56-60] Cabe destacar que aunque la medición del IMC en intervenciones escolares resulta acertada tanto por su idoneidad para la comparación de resultados como por su facilidad de uso en estas edades, su análisis de manera aislada no parece aconsejable ya que, según autores como Kweitel,[63] es una herramienta que ofrece poca fiabilidad para determinar la composición corporal, pues asume de manera directa que todo el peso que exceda de los valores determinados por las tablas talla-peso corresponderán a masa grasa.

Además de la utilización de la composición corporal, los resultados muestran un uso reiterado de parámetros para estimar la capacidad aeróbica máxima. El uso del *VO_2Máx* resulta muy común entre los estudios, a pesar de que su utilización resulta igualmente controvertida en estas edades. En este sentido, se encuentra ampliamente aceptado que la capacidad aeróbica aumenta con el crecimiento de forma similar a los incrementos en la función pulmonar y cardiovascular, afirmación demostrada considerablemente en estudios como los mencionados con

Cuadro IV
Estudios de intervención con metodologías de trabajo de alta intensidad. Programas de ejercicio físico extraescolar. Revisión de la literatura

Autor principal	*Tipo**	*Resultados destacados*
Sandercock (2012)[45]	c	Mejoras Fuerza manual: (Última medida: -0.275±0.963* vs 0.243±1.680*); y Test 20m (última medida: -0.052±0.958 vs -0.169±0.912*)* $p<0.05$; pre vs pos, respectivamente)
Mc Manus (1997)[46]	c	Aumento VO_2máx ($p<0.05$) y V pico en 5 segundos respecto G.C
Fuchs (2001)[10]	c	Efecto en densidad mineral ósea en relación al G.C. (2.0%)
Baquet (2002)[7]	c	Aumento VO_2max (l/m: 9.1%; ml/kg/min: 8.2% $p<0.001$)
Baquet (2004)[8]	c	Mejoras en salto de longitud (9.6%, $p<0.001$) y 20 metros (5.4%, p, 0.001) respecto a G.C.
Faigenbaum (2005)[47]	c	Aumento de Fuerza del tren inferior (G.E.1: 31.0%; G.E.2: 40.9%) respecto a G.C.
Nourry (2005)[48]	c	Aumento de capacidad vital forzada (7±4%; $p=0.026$) y VO_2máx (15.4%; $p<0.001$) respecto a G.C.
Yu (2005)[49]	c	Incremento de masa magra (Gl: 0.8 kg (2,4%); GC: 0.3 kg (1.0%), p <0.05) y contenido mineral óseo (Gl:+46.9 g (3.9%); GC:+33.6 g (2.9%), $p<0.05$)
Berthoin (2006)[50]	c	Relación lineal entre la distancia hasta el agotamiento (DTE) y el tiempo hasta el agotamiento (TTE) en ejercicios de 15 segundos.
Gamelin (2009)[51]	c	Incremento VO_2máx (ml/kg/min) (pre: 51.6±2.8 vs post 54.1±3.4 $p<0.05$)
Sgro (2009)[52]	c	Diferencias entre grupos a favor de G.E. (a partir de semana 8: 5.7% en % de grasa corporal y 5.9% masa grasa total. A partir de semana 16, 10.5% en salto estático)
Tan (2010)[53]	c	Reducción IMC (25.4±2.2 vs 23.3±2.1) respecto a G.C
Eather (2013)[54]	e	Diferencias favorables a G.E. en composición corporal (IMC -0.96 kg / m2, $p<0.001$; IMC z score media -0.47, $p<0.001$).

*Véase cuadro II para la identificación del tipo de programa realizado durante la intervención

anterioridad, de Baquet y colaboradores,[30] en los que, tras analizar adaptaciones inducidas por el entrenamiento del trabajo aeróbico en niños, se concluye que la mejora media alcanzada con respecto al *VO_2máx* es de 8 a 10% en los estudios que pretendían efectos significativos del entrenamiento y sólo de 5% en los demás. Este estudio abre la puerta a la necesidad de comparar el entrenamiento de interválico de alta intensidad con el trabajo aeróbico en niños y preadolescentes.

En cuanto a las diferencias metodológicas halladas en los artículos de intervención, el análisis de resultados mostró una serie de tendencias en las características del método de investigación utilizado en los estudios. De éstos, 46% utiliza una muestra inferior a 100 participantes, donde 24% está por debajo de los 40 sujetos; esto provoca que las investigaciones se limiten al ámbito de aplicación. La duración de la sesión tiende a no ser de más de una hora (32% de los casos, la duración estaba por debajo de los 45 minutos) y la frecuencia semanal es de alrededor de tres días. En cuanto a los programas de intervención, destaca el contraste entre las dos metodologías más utilizadas (lúdica y de intensidad elevada). En coincidencia con los estudios de Baquet y colaboradores,[30] se considera necesario plantear estudios comparativos entre estas dos líneas de trabajo, ya que resultaría muy interesante conocer los efectos de ambos métodos en distintos parámetros de salud y CF.

Por último, destacan las carencias en los artículos revisados referentes a las explicaciones de los protocolos de entrenamiento, el gran número de estudios que pasan por alto el estadio madurativo de los sujetos sometidos a evaluación, la falta de claridad en la exposición de las características de variables independientes alternativas de la intervención (concreción de controles de ingesta calórica propuestos, aclaración de los contenidos llevados a cabo en las clases de educación para la salud puestas en marcha, etc.) o el establecimiento exacto del número de sesiones llevadas a cabo a lo largo de la intervención, ya que la gran mayoría de los artículos revisados sólo marcan la duración de la sesión y el tiempo destinado a la intervención sin tener en cuenta aspectos que pueden influir en la puesta en marcha del programa como periodos vacacionales o suspensión de sesiones por circunstancias concretas.

Esta revisión presenta una visión global de gran relevancia al abordar la investigación en torno a la AF escolar en la actualidad, que deja la puerta abierta a la creación de nuevos estudios al respecto que logren mejorar un tipo de AF cada vez más practicada y demandada. En este sentido, sería beneficioso que las futuras investigaciones tuvieran en cuenta algunos de los parámetros de medición más utilizados, así como los métodos de investigación más repetidos con el fin de facilitar la comparación entre los resultados de diferentes investigaciones. Es necesaria

la puesta en marcha de intervenciones con muestras más elevadas para poder generalizar los resultados a la población juvenil e infantil. De igual forma, en el presente trabajo se considera que la realización de estudios para comparar diferentes metodologías de trabajo que ya hayan sido evaluadas en otras investigaciones, con el fin de estimar sus grados de eficacia en diferentes parámetros, resultaría de gran interés.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. Revista española de cardiología 2013;66(5):371-376.
2. Vásquez F, Díaz E, Lera L, Meza J, Salas I, Rojas P, *et al*. Efecto residual del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil. Nutrición Hospitalaria 2013;(28):333-339.
3. Ben-Ounis O, Elloumi M, Zouhal H, Makni E, Denguezli M, Amri M, *et al.* Effect of individualized exercise training combined with diet restriction on inflammatory and igf-1/igfbp-3 in obese children. Ann Nutr Metab 2010;56:260-266.
4. Casajús JA, Ortega FB, Vicente-Rodríguez G, Leiva MT, Moreno LA, Ara I. Condición física, distribución grasa y salud en escolares aragoneses (7 a 12 años). Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte 2012;12:523-537.
5. Annesi J, Faigenbaum A, Westcott W, Smith A, Unruh J, Hamilton F. Effects of the Youth Fit For Life protocol on physiological, mood, self-appraisal, and voluntary physical activity changes in African American preadolescents: Contrasting after-school care and physical education formats. Int J Clin Health Psychol 2007;3:641-659.
6. Cordova A, Villa G, Sureda A, Rodriguez-Marroyo JA, Sanchez-Collado P. Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. Rev Esp Cardiol 2012;65(7):620-626.
7. Baquet G, Berthoin S, Dupont G, Blondel N, Fabre C, Van Praagh E. Effects of high intensity intermittent training on peak VO(2) in prepubertal children. Int J Sports Med 2002;23(6):439-444.
8. 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(4):708-713.
9. Yin Z, Moore JB, Johnson MB, Vernon MM, Gutin BB. The impact of a 3-year after-school obesity prevention program in elementary school children. Childhood Obesity. 2012;8(1):60-70.
10. Fuchs R, Bauer J, Snow C. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: A randomized controlled trial. J Bone Miner Res 2001;16(1):148-156.
11. Colin-Ramirez E, Castillo-Martínez L, Orea-Tejeda A, Vergara-Castañeda A, Keirns-Davis C, Villa-Romero A. Outcomes of a school-based intervention (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children aged 8–10 years. Health education research 2010;56:1-8.
12. Gortmaker S, Cheung L, Peterson K, Chomitz G, Hammond J, Dart H, *et al.* Impact of a school-based interdisciplinary intervention on diet and physical activity among urban primary school children. Arch Pediatr Adolesc Med 1999;153:975-983.
13. Wright K, Giger JN, Norris K, Suro Z. Impact of a nurse-directed, coordinated school health program to enhance physical activity behaviors and reduce body mass index among minority children: A parallel-group, randomized control trial. Int J Nurs Stud 2012;50(6):727-737.
14. Ara I, Rodriguez V, Perez-Gomez J, Jimenez-Ramirez J, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, Calbet J. Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. Int J Obes 2006;30:1062-1071.
15. Martínez-Vizcaíno V, Sánchez-López M, Salcedo-Aguilar F, Notario-Pacheco B, Solera-Martínez M, Moya-Martínez P, *et al.* Protocolo de un ensayo aleatorizado de clusters para evaluar la efectividad del programa MOVI-2 en la prevención del sobrepeso en escolares. Rev Esp Cardiol 2012;65(5):427-433.
16. Magnusson KT, Hrafnkelsson H, Sigurgeirsson I, Johannsson E, Sveinsson T. Limited effects of a 2-year school-based physical activity intervention on body composition and cardiorespiratory fitness in 7-year-old children. Int J Behav Nutr Phys Act 2011;8(138):1-13. DOI:10.1186/1479-5868-8-138.
17. Salcedo F, Martínez-Vizcaíno V, Sánchez M, Solera M, Franquelo R, Serrano S, *et al*. Impact of an after-school physical activity program on obesity in children. J Pediatr 2010;157:36-42.
18. Gortmaker S, Lee R, Mozaffarian R, Sobol A, Nelson T, Roth B, Wiecha J. Effect of an after-school intervention on increases in children's physical activity. Med Sci Sports Exerc 2012;450-457. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182300128. Extraído en abril de 2013 de la dirección http://www.acsm-msse.org
19. Fraile A, Diego R. Motivaciones de los escolares europeos para la práctica del deporte escolar. Revista Internacional de Sociología 2006;44:85-109.
20. Goñi A, Zulaika L. La participación en el deporte escolar y el autoconcepto en escolares de 10 a 11 años de la provincia de Guipúzcoa. Apuntes. Educación física y deportes 2000;59:6-10.
21. Vadiveloo M, Zhu L, Quatromoni P. Diet an physical activity patterns of school-aged children. J Am Diet Assoc 2009;109:145-151.
22. Hastie P, Sinelnikov O, Wadsworth D. Aerobic fitness status and out-of-school lifestyle of rural children in América and Russia. J Phys Act Health 2010;7:150-155.
23. Berntsen S, Wisloff T, Nafstad P, Nystad W. Lung function increases with increasing level of physical activity in school children. Pediatr Exerc Sci 2008;20:402-410.
24. Reloba S, Martínez S. AF Extraescolar [documento en internet]. Figshare, 2015 [consultado el 7 de agosto de 2015]. Disponible en: http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1504094
25. Obert P, Mandigout M, Vinet A, Courteix D. Effect of a 13-week aerobic training programme on the maximal power developed during a force-velocity test in prepubertal boys and girls. Int J Sports Med 2001;22(6):442-446.
26. Kain J, Uauy R, Leyton B, Cerda R, Olivares S, Vio F. Effectiveness of a dietary and physical activity intervention to prevent obesity in school age children. Rev Med Chil 2008;136(1):22-303.
27. Hasselstrøm H, Karlsson M, Hansen S, Grønfeldt V, Froberg K, Andersen L. A 3-year physical activity intervention program increases the gain in bone mineral and bone width in prepubertal girls but not boys: The prospective Copenhagen School Child Interventions Study (CoSCIS). Calcif Tissue Int 2008;83:243-250.
28. Macdonald HM, Kontulainen SA, Petit MA, Beck TJ, Khan KM, McKay HA. Does a novel school-based physical activity model benefit femoral neck bone strength in pre-and early pubertal children? Osteoporosis International 2008;19(10):1445-1456.
29. Reed K, Warburton D, Macdonald H, Naylor PJ, McKay H. Action Schools! BC: A school-based physical activity intervention designed to decrease cardiovascular disease risk factors in children. Preventive Medicine 2008;46;525-531.
30. Lopes L, Lopes V, Pereira B. Physical Activity Levels in Normal Weight and Overweight Portuguese Children: an Intervention Study during an Elementary School Recess. Int Electron J Health Educ 2009;12:175-184.
31. Hartmann T, Zahner L, Pühse U. Effects of a School-Based Physical Activity Program on Physical and Psychosocial Quality of Life in Elementary School Children: A Cluster-Randomized Trial. Pediatr Exerc Sci 2010;22:511-522.

32. 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;340:1-8.
33. Pescud M, Pettigrew S, McGuigan R, Newton R. Factors influencing overweight children's commencement of and continuation in a resistance training program. BMC Public Health 2010;10(709):1-9.
34. Greening L, Harrell K, Low A, Fielder C. Efficacy of a School-Based Childhood Obesity Intervention Program in a Rural Southern Community: TEAM Mississippi Project. Obesity 2011;19:1213-1219.
35. Moya P, Sánchez M, López J, Escribano F, Notario B, Salcedo F, *et al*. Coste-efectividad de un programa de actividad física de tiempo libre para prevenir el sobrepeso y la obesidad en niños de 9-10 años. Gaceta Sanitaria 2011;25(3);198-204.
36. Donnelly J, Jacobsen D, Whatley J, Hill J, Swift L, Cherrington A, *et al.* Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. Obes Res 2012;4(3):229-243.
37. Hogg J, Diaz A, Del Cid M, Mueller C, Lipman EG, Cheruvu S, *et al.* An after-school dance and lifestyle education program reduces risk factors for heart disease and diabetes in elementary school children. J Pediatr Endocrinol Metab 2012;25(5-6):509-516.
38. McMinn D, Rowe DA, Murtagh S, Nelson NM. The effect of a school-based active commuting intervention on children's commuting physical activity and daily physical activity. Prev Med 2012;54(15):316-318.
39. Robbins L, Pfeiffer K, Maier K, Lo Y, Wesolek S. Pilot Intervention to Increase Physical Activity Among Sedentary Urban Middle School Girls A Two-Group Pretest–Posttest Quasi-Experimental Design. J Sch Nurs 2012;28(4):302-315.
40. Sigmund E, El Ansari W, Sigmundová D. Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6¿ 9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. BMC Public Health 2012;12(1):570-583.
41. Dao HH, Frelut M, Peres G, Bourgeois P, Navarro J. Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. Int J Obes 2004;28:870-878.
42. Rosenkranz R, Welk G, Dzewaltowski D. Environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary behavior in after-school recreation sessions. J Phys Act Health 2011;8;214-221.
43. Resaland GK, Andersen LB, Mamen A, Andersen 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;21:302-309
44. Park JH, Miyashita M, Kwon YC, Park HT, Kim EH, Park JK, *et al*. A 12-week after-school physical activity programme improves endothelial cell function in overweight and obese children: a randomised controlled study. BMC Pediatrics 2012;12(111):1-9.
45. Sandercock G, Cohen D, Griffin M. Evaluation of a multicomponent intervention to improve weight status and fitness in children: Upstarts. Pediatrics International 2012;54(6):911-917.
46. McManus AM, Armstrong N, Williams CA. Effect of training on the aerobic power and anaerobic performance of prepubertal girls. Acta Paediatrica 1997;86:5:456-459.
47. Faigenbaum A, Westcott W, La Rosa R, Long C. The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and endurance development in children. Pediatrics 2005;104(1):1-7.
48. Nourry C, Deruelle F, Guinhouya C, Baquet G, Fabre C, Bart F, *et al.* High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. Eur J Appl Physiol 2005;94(4):415-23.
49. Yu C, Sung-Rita YT, So R, Lui KC, Lau W, Lam P, Lau E. Effects of Strength Training on Body Composition and Bone Mineral Content in Children Who Are Obese. J Strength Cond Res 2005;19(3):667-672.
50. Berthoin S, Baquet G, Dupont G, Van Praagh E. Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. Eur J Appl Physiol 2006;98:132-138.
51. Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L. Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. Eur J Appl Physiol 2009;105:731-738.
52. Sgro M, McGuigan M, Pettigrew S, Newton R. The effect of duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. J Strength Cond Res 2009;23(4):1263-1270.
53. Tan S, Yang C, Wang J. Physical training of 9-to 10-year-old children with obesity to lactate threshold intensity. Pediatr Exerc Sci 2010;22(3):477-485.
54. Eather N, Morgan P, Lubans D. Improving the fitness and physical activity levels of primary school children: Results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial. Prev Med 2013;56:12-19.
55. Robbins L, Pfeiffer K, Maier K, Lo Y, Wesolek S. Pilot Intervention to Increase Physical Activity Among Sedentary Urban Middle School Girls A Two-Group Pretest–Posttest Quasi-Experimental Design. Journal of School Nursing 2012;28(4):302-315.
56. Lavelle H, Mackay D, Pell J. Systematic review and meta-analysis of school-based interventions to reduce body mass index. J Public Health 2012; 1-10 [consultado en abril de 2013]. Disponible en: http://jpubhealth.oxfordjournals.org/
57. Tremblay M, LeBlanc A, Kho M, Saunders T, Larouche R, Colley R, *et al.* Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. Int J Behav Nutr Phys Act 2011;8(98):1-22.
58. Waters E, De Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, *et al.* Interventions for preventing obesity in children. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2011; Issue 12:1-212 [consultado en abril de 2013]. Disponible en: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD001871.pub3/ abstract;js essionid=7B250F43FC336BEDCCA9DE78094FC329.f04t03
59. Harris K, Kuramoto L, Schulzer M, Retallack J. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. CMAJ 2009;180(7):719-726.
60. Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). BMJ 2012;1-11 [consultado en abril de 2013]. Disponible en: http://www.bmj.com/content/345/bmj. e5888?tab=related#webextra
61. Escalante Y, Saavedra J, García-Hermoso A, Domínguez A. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. Prev Med 2012;54:293-301.
62. Baquet G, Van Praagh E, Berthoin S. Endurance training and aerobic fitness in young people. Sports Med 2003;3(15):1127-1143.
63. Kweitel S. IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso útil de un deportista. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte 2007;7(28):274-289.

4.3. Certificado publicación Estudio II. Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Elsevier España
Avda. Josep Tarradellas, 20-30 1º
08029 Barcelona. España
Tel.: 93 200 07 11
FAX: 93 209 11 36

Dña. Mª Eugenia Eisman en calidad de Publishing Editor Medical Research de Elesevier España S. L. U

C E R T I F I C A :

Que D. Sergio Reloba Martínez es autor del artículo titulado "R**elación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual**" que ha sido aceptado para su próxima publicación en la Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Para que así conste firmo el presente a petición de D. Sergio Reloba Martínez en Madrid a 13 de octubre 2015.

Mª Eugenia Eisman
Publishing Editor Medical Research
ELSEVIER ESPAÑA, S. L