

ORIGINALRecibido: 4 de agosto de 2016
Aceptado: 2 de noviembre de 2016
Publicado: 21 de noviembre de 2016

EFECTO DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD SOBRE MASA GRASA CORPORAL EN ADOLESCENTES

Alba Camacho-Cardenosa, Javier Brazo-Sayavera, Marta Camacho-Cardenosa, Marta Marcos-Serrano, Rafael Timón y Guillermo Olcina.

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. Cáceres. España

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en la realización del estudio.

El estudio presentado en este trabajo recibió financiación de la Junta de Extremadura. (Número de expediente: GR15020).

RESUMEN

Fundamentos: La infancia y la adolescencia son etapas claves para el desarrollo de enfermedades crónicas, siendo la distribución de grasa un importante factor en este sentido. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos sobre parámetros de grasa de un programa de alta intensidad desarrollado en adolescentes durante las clases de educación física.

Métodos: Durante el año 2013, 35 escolares cacereños participaron en el estudio divididos en dos grupos. El grupo de alta intensidad realizó durante 8 semanas de 4 a 6 series de *sprints* de 20 segundos a máxima intensidad con una relación esfuerzo/recuperación de 1:3 a 1:1. El otro grupo desarrolló ejercicio aeróbico continuo durante el mismo tiempo. Se llevó a cabo una evaluación de la masa grasa antes y tras el programa de entrenamiento. El test ANOVA de medidas repetidas se usó para analizar si existían diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Resultados: El grupo de entrenamiento aeróbico continuo mostró diferencias estadísticamente significativas en el análisis intra-grupo en el porcentaje de masa grasa del tronco (Pre:15,66±4,16 vs Post:16,95±4,03; +1,29%; p=0,04) y el porcentaje de grasa total (Pre:21,58±3,93/ Post:22,34±3,70; p=0,05).

Conclusiones: El programa de entrenamiento de actividad física de alta intensidad en la escuela llevado a cabo durante las clases de Educación Física no mejoró los parámetros de masa grasa evaluados. Sin embargo, el mantenimiento de estos parámetros podría ser un buen resultado durante el desarrollo de esta etapa, donde se produce un incremento.

Palabras Clave: Obesidad, Ejercicio aeróbico, Adolescentes, distribución de la grasa corporal, Actividad física, Estudiantes, Colesterol, Insulina.

ABSTRACT

Effects of High Intensity Interval Training on Fat Mass Parameters in Adolescents

Background: Childhood and adolescence are key to the development of chronic disease stages, the distribution of fat an important factor in this regard. The aim of the study was to evaluate the effects on fat parameters of a high intensity program developed in adolescents during physical education classes.

Methods: In 2013, 35 school-age children of Cáceres taken part in this study divided into two groups. The high-intensity group performed for 8 weeks, 4-6 sets of 20 seconds at maximal intensity with a ratio effort / recovery of 1: 3 to 1: 1. The other group, developed continuous aerobic exercise during the same time. It conducted an assessment of fat mass before and after the training program. Repeated measures ANOVA test was used to observe that there were no statistically significant differences.

Results: Continuous aerobic training group showed statistically significant differences in intra-group analysis in the percentage of fat mass trunk (Pre: 15.66 ± 4.16 vs Post: 16.95 ± 4.03; +1, 29%; p = 0.04) and the percentage of total fat (Pre: 21.58 ± 3.93 / Post: 22.34 ± 3.70; p = 0.05). Statistically significant differences were not found in the analysis between-groups in any of the studied variables.

Conclusions: The training program high intensity physical activity at school carried out during physical education classes did not improve fat mass parameters evaluated. However, maintaining these parameters could be a good result during the development of this stage, where an increase of these occurs.

Keywords: Adolescent, Obesity, Aerobic exercise, Body Fat Distribution, Physical activity, Students, Cholesterol, Insulin, Spain.

Correspondencia

Alba Camacho-Cardenosa
Facultad de Ciencias del Deporte
Av. Universidad, s/n
10003 Cáceres
España
albacc@unex.es

Cita sugerida: Camacho-Cardenosa A, Brazo-Sayavera J, Camacho-Cardenosa M, Marcos-Serrano M, Timón R, Olcina G. Efecto de un protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre masa grasa corporal en adolescentes. Rev Esp Salud Pública. 2016; Vol. 90; 21 de noviembre e1-e9.

INTRODUCCIÓN

Las guías internacionales sobre actividad física recomiendan que todos los niños y jóvenes lleven a cabo al menos 60 minutos al día de actividad física de moderada intensidad o un mínimo de 20 minutos de vigorosa actividad tres veces a la semana⁽¹⁾. Sin embargo, la mayoría de los jóvenes no realizan estas recomendaciones⁽²⁾. La actividad física disminuye en un 65% durante la adolescencia⁽³⁾.

Ya que la infancia y la adolescencia son etapas claves para el desarrollo de hábitos saludables y para el desarrollo de enfermedades crónicas, es esencial incluir estrategias para la mejora de la salud cardiovascular⁽⁴⁾. La distribución de grasa parece tener una mayor influencia sobre el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares que la masa grasa total. La grasa en el área abdominal es un importante predictor de triglicéridos en sangre, lipoproteína de baja densidad (LDL), colesterol total y presión arterial sistólica. Así, la disminución de la grasa central reduce el riesgo cardiovascular⁽⁵⁾. Sin embargo, hasta donde conocemos, no existen evidencias científicas que relacionen la distribución de grasa en otras zonas corporales con este tipo de enfermedades.

Los niños y adolescentes pasan la mayor parte del día en el colegio. Así, un gran porcentaje de las recomendaciones sobre actividad física podrían ser llevadas con intervenciones escolares durante las clases de educación física (EF)^(6,7). Las intervenciones escolares basadas en actividad física muestran una gran eficacia reduciendo la obesidad e incrementando la condición física de los escolares⁽⁸⁾. La mayoría de estos programas son capaces de disminuir los efectos negativos de un estilo de vida sedentario con intervenciones de corta duración⁽⁹⁾.

La actividad física durante la infancia y adolescencia es espontánea, así la actividad física intermitente de alta intensidad es natural⁽¹⁰⁾. Los adolescentes podrían encontrar los períodos de actividad física de alta intensidad

más atractivos y, por tanto, la adhesión podría ser más fácil que a las recomendaciones tradicionales de moderada intensidad. Actualmente, las investigaciones no solo tienen como objetivo conocer nuevos métodos de entrenamiento que produzcan beneficios en la actividad física sino que también se estudian los beneficios de la intensidad de la actividad⁽¹¹⁾. El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) es un económico y efectivo protocolo de ejercicio capaz de reducir la grasa en individuos con sobrepeso⁽¹²⁾, así este tipo de entrenamiento podría también usarse como una herramienta preventiva para este tipo de patologías. Típicamente, el HIIT consiste en realizar *sprints* repetidos de corta duración a la máxima intensidad seguido por períodos de baja intensidad o recuperación. La duración de los *sprints* y los períodos de recuperación ha variado de 6 segundos a 4 minutos. Este tipo de ejercicio es una estrategia eficiente en cuanto a tiempo porque implica un notable volumen de entrenamiento menor para conseguir los mismos beneficios y adaptaciones sobre la salud que otros programas de entrenamiento aeróbico tradicionales⁽¹²⁾. En los últimos años, ha ganado un creciente interés en edades tempranas como son la infancia y la adolescencia^(13,14,15,16,17,18,19,20,21).

Un estudio que investigó los efectos de HIIT en diferentes factores de riesgo cardiometabólico en adolescentes, obtuvo mejoras estadísticamente significativas en el índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de masa grasa. Sin embargo, también se encontraron tales mejoras en el grupo control⁽¹³⁾.

Resaland y cols.⁽⁶⁾ llevaron a cabo una intervención escolar basada en actividad física de mayor duración, exactamente 2 años. Durante las clases de educación física, los niños desarrollaron de 15 a 55 minutos de clase de alta intensidad. Los autores no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en relación al IMC ni al índice cintura cadera (ICC). Sin embargo, la composición corporal podría ser alterada positivamente incluso en aquellos casos donde el

IMC no sufrió cambios. Al finalizar 3 meses de entrenamiento, durante la evaluación de seguimiento, el grupo HIIT mostró mejoras en el IMC, VO_2 max, porcentaje de masa grasa y presión arterial media. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

En otro estudio reciente⁽¹⁷⁾, el IMC y la sensibilidad a la insulina experimentaron mejoras en ambos grupos. Sin embargo, las mejoras significativas en el análisis intragrupo fueron encontradas solo en el grupo HIIT.

Algunos estudios comparan intervenciones con moderada y alta intensidad. Racil y cols.⁽²⁰⁾ investigaron diferentes períodos de duración de moderada y de alta intensidad. Ambos protocolos eran iguales en todos los parámetros excepto para la intensidad del período de ejercicio. El programa de HIIT produjo mayores beneficios en LDL colesterol, colesterol total, sensibilidad a la insulina, porcentaje de masa grasa e IMC, comparado con los programas de entrenamiento de moderada intensidad. Recientes investigaciones han establecido prometedoras mejoras sobre factores de riesgo cardiovascular al utilizar programas de entrenamiento de alta intensidad en lugar de moderada intensidad en escolares. Así, períodos cortos de este tipo de ejercicio podría ser una alternativa para conseguir beneficios sobre la salud en esta población. Además, parámetros como la capacidad aeróbica, sensibilidad a la insulina, insulina en ayunas y adiponectinas mejoraron con HIIT en mayor medida que con un entrenamiento de baja intensidad. Sin embargo, aún se desconoce en qué medida el entrenamiento de alta intensidad proporciona mayores cambios en el IMC, porcentaje de grasa corporal, circunferencia de la cintura, glucemia en ayunas y LDL colesterol que el entrenamiento de intensidad moderada en niños.

Por otro lado, existe una gran discrepancia en cuanto a la duración total del protocolo de entrenamiento⁽⁴⁾. En este sentido, una revisión⁽¹²⁾ establece que son necesarios más estudios para determinar la duración, frecuencia

y recuperación que podrían producir mayores mejoras sobre los factores de riesgo cardiovascular, como la masa grasa.

Así el objetivo del estudio fue evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de alta intensidad en adolescentes durante las clases de educación física sobre parámetros de grasa: total, en el tronco y en las piernas.

MATERIAL Y MÉTODOS

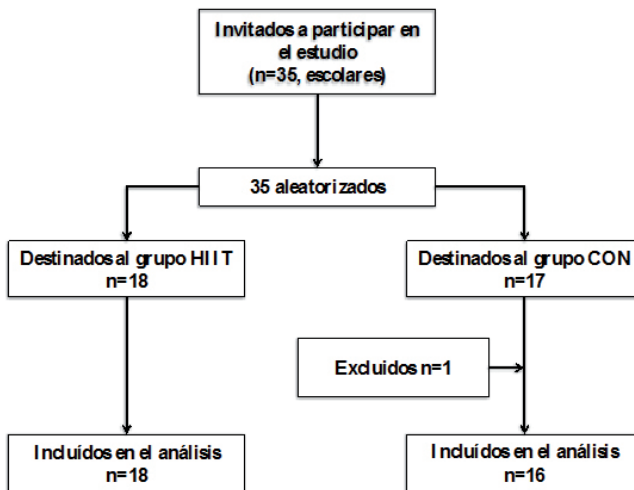
Durante el segundo trimestre del curso 2012-2013, treinta y cinco estudiantes de la localidad de Cáceres (19 chicos y 16 chicas) participaron en el estudio. Los sujetos, divididos en dos grupos, desarrollaron 3 sesiones semanales durante 8 semanas de HIIT o entrenamiento aeróbico de moderada intensidad (CON).

El flujo de participantes se representa en la **figura 1**. El Comité de Bioética de la Universidad de Extremadura aprobó el estudio y todos los padres o tutores legales de los sujetos firmaron un consentimiento informado consintiendo la participación en el estudio. Los criterios de inclusión fueron: ser adolescentes, no cambiar sus hábitos alimenticios ni de actividad física durante el estudio y participar en al menos el 80% de las sesiones.

El estudio fue llevado a cabo durante las clases de educación física (EF). El protocolo experimental consistió en dos semanas de evaluación antes (pre) y después (post) de un período de 8 semanas de actividad física supervisada (24 sesiones de entrenamiento). Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los dos grupos de entrenamiento con ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT: n=18; el 5,88% tenían un IMC>25) o ejercicio continuo de moderada intensidad (CON: n=17; el 5,88% tenían un IMC>25). Todos los sujetos realizaron una sesión de familiarización con la sesión de entrenamiento previo a la evaluación.

El programa de entrenamiento incluyó 3 sesiones semanales. Cada una tuvo la misma estructura y duración para ambos grupos (**figura 2**). Sin embargo, la actividad física específica

Figura 1
Flujo de participantes en el estudio



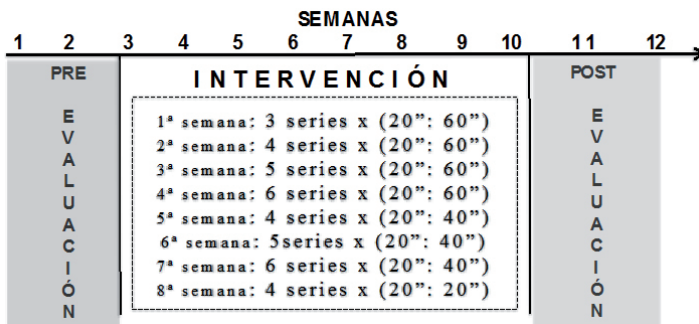
desarrollada era diferente en cada uno de ellos.

Después de un calentamiento general de aproximadamente 10 minutos con variedad de ejercicios, se llevaba a cabo la intervención. Tras ella, los sujetos realizaban una clase convencional de educación física sobre deportes de equipo de oposición-colaboración (balonmano y baloncesto) programada y dirigida por el profesor.

Durante la intervención, el grupo HIIT realizaba 20 segundos de esfuerzo recorriendo

una distancia de 20 metros separada con conos. *Sprints* de 20 metros son medidas de rendimiento anaeróbico que ya han sido validados por estudios previos⁽²²⁾. El entrenamiento evolucionaba de 3 series con 60 segundos de recuperación pasiva a 6 series con 20 segundos de recuperación pasiva (figura 2). Se pidió a los participantes realizar estas series a máxima intensidad. El grupo CON realizó un protocolo de la misma duración que el grupo HIIT pero corriendo de forma continua a una intensidad de entre 65-75% de frecuencia car-

Figura 2
Relación esfuerzo: recuperación durante las 8 semanas de trabajo



díaca máxima (FC max). La FC max fue obtenida por medio de un test de Course Navette utilizando un pulsómetro (Forerunner 210, Garmin, Schaffhausen, Suiza). La intensidad fue controlada por media de pulsómetros. En cada sesión de entrenamiento, la percepción subjetiva del esfuerzo⁽²³⁾ (escala de 0 a 10) fue registrada inmediatamente después del entrenamiento. Un investigador supervisó todos los ejercicios durante las clases de EF.

Para garantizar que los resultados tras la intervención no estaban condicionados por la dieta o el ejercicio externo a la intervención, se indicó a los participantes que no cambiaran sus hábitos alimenticios y de actividad física durante el estudio. Aún así, estas posibles variables contaminantes fueron controladas antes y después de la intervención.

Para detectar una posible interacción con otras formas de actividad física, todos los participantes completaron el cuestionario PAQ-C⁽²⁴⁾. No se encontraron cambios estadísticamente significativos entre ambas evaluaciones.

Se llevó a cabo un registro de 7 días de los hábitos alimenticios. Para calcular la cantidad de nutrientes y calorías totales consumidas por día se utilizó el software Nutriber v 1.1.1.r5. No se encontraron cambios estadísticamente significativos entre ambas evaluaciones.

La altura fue medida siguiendo protocolos estandarizados. El índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa total, porcentaje de masa grasa en el tronco y en ambas piernas fue analizado mediante un sistema de biompedancia bioeléctrica con un medidor de composición corporal estandarizado (Tanita BC 418 MA, Tanita Corp., Tokio, Japón).

Para caracterizar la muestra se midieron otros parámetros como el índice cintura-cadera o el volumen máximo de oxígeno (VO₂max). El índice cintura-cadera fue medido con una cinta métrica. Para medir el diámetro de la cadera, el sujeto se colocaba recto con los pies

juntos y se medía la máxima circunferencia de los glúteos. En la misma posición, se midió la circunferencia máxima entre el ombligo y la xifoide para calcular el diámetro de la cintura⁽²⁵⁾. El VO₂max fue medido de forma indirecta mediante el test de Course Navette. Los sujetos tenían que correr de una línea a otra separada 20 metros a un ritmo incremental (aumentaba cada minuto), marcado por un audio. Los sujetos comenzaban a ocho kilómetros por hora, el primer minuto aumentaba a nueve kilómetros por hora y a partir de ahí cada minuto aumentaba 0,5 kilómetros por hora. El test finalizaba cuando no podían mantener el ritmo⁽²⁶⁾. El VO₂max fue calculado mediante la ecuación predictiva descrita por Leger, Mercier⁽²⁷⁾.

Los datos son presentados como media±desviación típica (DT). Para calcular la media y la DT se utilizaron métodos estadísticos estandarizados. Antes del análisis se llevó a cabo el test de normalidad Shapiro-Wilks y el test de homogeneidad de la varianza de Levene. Se utilizó un modelo mixto lineal univariado ANOVA para analizar la interacción entre el tipo de entrenamiento (HIIT vs CON) y el tiempo (pre y post intervención). Cuando se obtuvieron diferencias generales en el tiempo, se llevó a cabo un análisis *post hoc* de Bonferroni para identificar donde ocurrían los cambios. Se consideraron cambios estadísticamente significativos para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Las características iniciales así como diferencias iniciales entre grupos son mostrados en la **tabla 1**. La edad de los participantes estaba entorno a los 11 años y presentaron unos valores de IMC de normopeso (inferiores a 21 kg/m² en ambos grupos).

En la **tabla 2** se muestran las diferencias entre grupos en relación a la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) y el porcentaje de frecuencia cardíaca durante el tratamiento. La PSE fue 3,66±1,07 en el grupo HIIT, mientras que el grupo de entrenamiento continuo presentó un valor de 2,13±1,65. El porcentaje

Tabla 1
Características de los sujetos en la línea base en el grupo Entrenamiento interválico de alta intensidad y en el grupo Entrenamiento aeróbico de moderada intensidad

| | Entrenamiento interválico de alta intensidad n=18 | Entrenamiento aeróbico de moderada intensidad n = 16 | p |
|---|--|---|------|
| Edad, años | 11,06 ± 0,24 | 11,29 ± 0,47 | 0,06 |
| Frecuencia cardíaca máxima en ppm | 202,08 ± 8,66 | 189,21 ± 35,35 | 0,21 |
| IMC, kg/m ² | 18,43 ± 2,83 | 20,06 ± 3,32 | 0,13 |
| ICC, kg/m ² | 0,84 ± 0,05 | 0,84 ± 0,06 | 0,97 |
| VO ₂ max, ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹ | 46,10 ± 5,66 | 45,55 ± 6,55 | 0,80 |

IMC: índice de masa corporal, ICC: índice cintura cadera, VO₂max: volumen máximo de oxígeno. Los valores son media±desviación típica.

Tabla 2
Intensidad de los tipos de entrenamiento

| | Entrenamiento interválico de alta intensidad n = 18 | Entrenamiento aeróbico de moderada intensidad n = 16 | p |
|-------------------------------------|--|---|--------|
| PSE, escala de Borg | 3,66 ± 1,07 | 2,13 ± 1,65 | 0,03 |
| Frecuencia cardíaca media (ppm) | 181,35 ± 9,33 | 152,03 ± 17,61 | < 0,01 |
| Frecuencia cardíaca alcanzada (ppm) | 192,05 ± 8,96 | 166,85 ± 19,89 | < 0,01 |
| Porcentaje FC % | 89,93 ± 4,38 | 72,92 ± 7,25 | < 0,01 |

FCmax: frecuencia cardíaca máxima, IMC: índice de masa corporal, ICC: índice cintura cadera, VO₂max: volumen máximo de oxígeno. Valores son media ± desviación típica. ppm: pulsaciones por minuto

Tabla 3
Efectos de 8 semanas de entrenamiento sobre diferentes parámetros de masa grasa

| | Variable | Preintervención | Postintervención | p intra-grupo | Tamaño del efecto <i>d</i> |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|----------------------------|
| Masa grasa total (%) | HIIT (n=18) | 24,26 ± 5,74 | 24,99 ± 5,31 | 0,06 | 0,13 |
| | CON (n=16) | 21,58 ± 3,93 | 22,34 ± 3,70 | 0,05 | 0,20 |
| Masa grasa del tronco (%) | HIIT (n=18) | 18,37 ± 6,57 | 19,50 ± 5,80 | 0,06 | 0,18 |
| | CON (n=16) | 15,66 ± 4,16 | 16,95 ± 4,03 | 0,04 | 0,32 |
| Masa grasa de la pierna derecha (%) | HIIT (n=18) | 30,52 ± 4,73 | 30,48 ± 4,90 | 0,90 | 0,01 |
| | CON (n=16) | 27,90 ± 4,69 | 27,64 ± 4,55 | 0,40 | 0,06 |
| Masa grasa de la pierna izquierda (%) | HIIT (n=18) | 30,76 ± 5,00 | 30,62 ± 5,00 | 0,56 | 0,03 |
| | CON (n=16) | 28,18 ± 4,34 | 28,13 ± 4,20 | 0,87 | 0,01 |

HIIT: Entrenamiento interválico de alta intensidad. CON: Entrenamiento aeróbico de moderada intensidad.

de trabajo en términos de porcentaje de frecuencia cardíaca fue de 89,93%±4,38 en el grupo HIIT y 72,92 ± 7,25 en el grupo CON. En cuanto a la FC alcanzada por cada grupo, se observaron distintos valores para el grupo HIIT (192,05±8,96) que para el grupo CON (166,85±19,89).

de intervención (PRE: 15,66±4,16 vs POST: 16,95±4,03; +1,29%). Diferencias estadísticamente significativas fueron observadas en el grupo CON en el porcentaje de masa grasa total (PRE: 21,58±3,93 vs POST: 22,34±3,70; +0,76%).

DISCUSIÓN

Los efectos de la intervención escolar basada en actividad física sobre la masa grasa total, masa grasa en el tronco y masa grasa en piernas izquierda y derecha son mostrados en la **tabla 3**. El porcentaje de masa grasa en el tronco sufrió un aumento estadísticamente significativo en el grupo CON después de 8 semanas

Tras aplicar un programa de ejercicio de 24 sesiones en un grupo de escolares durante las clases de educación física, el grupo de entrenamiento aeróbico continuo mostró un aumento estadísticamente significativo en el análisis intra-grupo en el porcentaje de masa grasa del

tronco y el porcentaje de grasa total. Aunque no se encontraron cambios significativos en ninguno de los parámetros de masa grasa tras aplicar HIIT, los resultados obtenidos en el presente estudio podrían suponer un resultado positivo.

Como era esperado para establecer diferentes protocolos de entrenamiento en cada grupo, estos tenían similares características generales en la línea base.

Tras 8 semanas de intervención con dos diferentes tipos de entrenamiento, la masa grasa total y del tronco aumentó de forma estadísticamente significativa en el grupo CON.

Un reciente estudio demuestra que la cantidad de grasa abdominal podría ser independiente del nivel de actividad física en edades tempranas cercanas a la adolescencia⁽²⁶⁾. Por otro lado, es bien sabido que durante etapas tempranas de la pubertad, un incremento de grasa ocurre en ambos géneros⁽²⁸⁾. En este sentido, los valores conseguidos en nuestra investigación podrían ser un gran logro. Aunque los parámetros de masa grasa no mejoraron, en el grupo HIIT se mantuvo la cantidad de masa grasa total y masa grasa en el tronco al contrario que en el grupo CON.

Diferentes estudios obtuvieron mejoras en la composición corporal después de aplicar un programa de HIIT en jóvenes adolescentes^(13,17,20,21). Estos resultados son contradictorios con nuestro estudio. El grupo HIIT consiguió mantener la masa grasa total y la masa grasa del tronco pero no se obtuvo una disminución de estos valores.

En una investigación previa, los sujetos completaron 3 series de 2 repeticiones de 10 segundos al 100-120% velocidad máxima con 10 segundos de recuperación entre repeticiones y 3 minutos entre series durante 10 semanas⁽¹³⁾. Obtuvieron un descenso significativo en el porcentaje de masa grasa pero no cambios estadísticamente significativos en comparación con el grupo CON. Después de aplicar un programa de entrenamiento de alta inten-

sidad 3 veces por semana durante 3 meses, se obtuvieron mejoras significativas en el porcentaje de masa grasa y otros parámetros de la composición corporal⁽²¹⁾. En un estudio con niños que realizaron un programa de HIIT (3-6 series de 60 segundos al 100% FCmax con una recuperación activa de 3 minutos al 50% FCmax) durante 12 semanas, el IMC mejoró. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,680$) en el porcentaje de masa grasa al final del entrenamiento⁽¹⁷⁾.

Racil y cols.⁽²⁰⁾ aplicaron 2 diferentes protocolos durante 12 semanas: el grupo HIIT desarrolló dos series de 6 repeticiones de 30 segundos al 100% velocidad máxima con 30 segundos de recuperación activa al 50% velocidad máxima. El programa de moderada intensidad siguió la misma estructura, pero los periodos de trabajo eran desarrollados al 70% de la velocidad máxima. Encontraron mejoras significativas en el IMC y en la capacidad aeróbica. Adicionalmente, el programa de HIIT consiguió grandes beneficios en LDL colesterol, colesterol total, sensibilidad a la insulina, porcentaje de masa grasa total e IMC en comparación con el grupo CON.

En estudios en los que se realizaron un programa de HIIT durante 7 semanas no encontraron un descenso significativo en el porcentaje de masa grasa^(14,15,16,18). En una investigación previa^(14,15,16) se obtuvieron mejoras en la capacidad aeróbica y otros parámetros físicos después de 7 semanas de entrenamiento. Los participantes desarrollaron de 4 a 6 series de 20 metros durante 30 segundos con 30 segundos de recuperación. Sin embargo, el IMC, el índice cintura-cadera o el porcentaje de masa grasa no mostraron mejoras. Con el mismo protocolo⁽¹⁸⁾ se aplicó HIIT en adolescentes durante 7 semanas (3 veces al día). Después de aumentar la intensidad del entrenamiento y disminuir el tiempo de recuperación a lo largo del programa, se observaron mejoras de $\dot{V}O_{2max}$ sin cambios en los parámetros antropométricos.

La falta de cambios observados en la masa grasa de las piernas coincide con estudios pre-

vios que desarrollaron entrenamiento interválico de alta intensidad en personas obesas. Estos estudios tampoco encontraron mejoras en ninguno de los parámetros relacionados⁽²⁹⁾.

Algunos investigadores recomiendan incluir intervenciones con una duración mayor a 7 semanas⁽³⁰⁾. Sin embargo, las 8 semanas de entrenamientos programadas en este estudio no fueron suficientes para encontrar reducciones significativas en adolescentes sanos. Podría ocurrir que la duración del programa no fuese suficiente para provocar cambios metabólicos encontrados en otros estudios llevados a cabo en esta misma población. Así, podrían ser necesarias intervenciones de más de 8 semanas para encontrar cambios significativos en parámetros antropométricos, además de aumentar la intensidad del protocolo.

La maduración sexual puede tener grandes efectos sobre variables metabólicas, ya que las implicaciones hormonales de la pubertad sobre el metabolismo son de vital importancia para la validación de los resultados⁽⁴⁾. Probablemente la falta de control de la maduración sexual ha sido una limitación para conseguir los resultados previamente encontrados en otros estudios. Otra limitación es el tipo de muestra utilizado. Solo el 5,88% de los sujetos en cada grupo presentaba sobrepeso u obesidad. El hecho de que la mayoría tuviera unos valores normales de peso podría explicar que no se consigan grandes cambios en la composición corporal.

En conclusión, tras llevar a cabo una intervención escolar basada en actividad física en las clases de educación física durante 8 semanas, ninguno de los protocolos (intermitente y continuo) mejoró los parámetros de composición corporal en adolescentes. Aunque no se encontraron cambios significativos en la masa grasa total y del tronco tras aplicar HIIT, los cambios obtenidos en el presente estudio podrían suponer un resultado positivo durante el desarrollo de esta etapa donde se produce un gran incremento de la masa grasa. De este modo durante las clases de educación física, HIIT podría ser más útil que un programa de

actividad física continuo de moderada intensidad para evitar ganancias en la masa grasa total y la masa grasa del tronco en adolescentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, et al. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci.* 2010;28(6):573-91.
2. Ekelund U, Tomkinson G, Armstrong N. What proportion of youth are physically active? Measurement issues, levels and recent time trends. *Br J Sports Med.* 2011;45(11):859-65.
3. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol.* 2011;40(3):685-98.
4. Logan GR, Harris N, Duncan S, Schofield G. A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Med.* 2014;44(8):1071-85.
5. Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL, Khoury P, Kimball TR. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Circulation.* 1999;99(4):541-5.
6. Resaland GK, Anderssen SA, Holme IM, Mamen A, Andersen LB. Effects of a 2-year school-based daily physical activity intervention on cardiovascular disease risk factors: the Sogndal school-intervention study. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(6):e122-31.
7. Lee SM, Burgeson CR, Fulton JE, Spain CG. Physical education and physical activity: results from the School Health Policies and Programs Study 2006. *J Sch Health.* 2007;77(8):435-63.
8. Coleman KJ, Tiller CL, Sanchez J, Heath EM, Sy O, Milliken G, et al. Prevention of the epidemic increase in child risk of overweight in low-income schools: the El Paso coordinated approach to child health. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2005;159(3):217-24.
9. Paradis G, Levesque L, Macaulay AC, Cargo M, McComber A, Kirby R, et al. Impact of a diabetes prevention program on body size, physical activity, and diet among Kanien'keha:ka (Mohawk) children 6 to 11 years old: 8-year results from the Kahnawake Schools Diabetes Prevention Project. *Pediatrics.* 2005;115(2):333-9.
10. Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(7):1033-41.

11. Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, Maximova K, Ball GD, Majumdar SR, et al. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardio-metabolic risk factors in youth. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38(1):16-21.
12. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*. 2011;2011:868305.
13. Baquet G, Berthoin S, Gerbeaux M, Van Praagh E. High-intensity aerobic training during a 10 week one-hour physical education cycle: effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16. *Int J Sports Med*. 2001;22(4):295-300.
14. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Cooper SM, Shield JP, Baker JS. High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents. *BMC Public Health*. 2013;13:498.
15. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *Am J Hum Biol*. 2011;23(4):517-26.
16. Buchan DS, Young JD, Simpson AD, Thomas NE, Cooper SM, Baker JS. The effects of a novel high intensity exercise intervention on established markers of cardiovascular disease and health in Scottish adolescent youth. *J Public Health Res*. 2012;1(2):155-7.
17. Corte de Araujo AC, Roschel H, Picanco AR, do Prado DM, Villares SM, de Sa Pinto AL, et al. Similar Health Benefits of Endurance and High-Intensity Interval Training in Obese Children. *PLoS ONE*. 2012;7:1-8.
18. Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, et al. Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol*. 2009;105(5):731-8.
19. Koubaa A, Trabelsi H, Masmoudi L. Effect of intermittent and continuous training on body composition cardio-respiratory fitness and lipid profile in obese adolescents. *IOSR-JPBS*. 2013;3(2):31-7.
20. Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(10):2531-40.
21. Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, Volden M, Slordahl SA, Odegard R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)*. 2009;116(4):317-26.
22. Baker J, Ramsbottom R, Hazeldine R. Maximal shuttle running over 40 m as a measure of anaerobic performance. *Br J Sports Med*. 1993;27(4):228-32.
23. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*. 1970;2 (2):92-8.
24. Herazo-Beltran AY, Dominguez-Anaya R. The reliability of a questionnaire regarding Colombian children's physical activity] *Rev Salud Publica (Bogota)*. 2012;14(5):802-9.
25. ACSM. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 8th edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
26. Labayen I, Ruiz JR, Ortega FB, Huybrechts I, Rodriguez G, Jimenez-Pavon D, et al. High fat diets are associated with higher abdominal adiposity regardless of physical activity in adolescents; the HELENA study. *Clin Nutr*. 2014;33(5):859-66.
27. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101.
28. Muñoz MO. Trastornos menstruales en la adolescencia. *Rev Chil Pediatr* 1999;7.
29. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(4):684-91.
30. Steene-Johannessen J, Kolle E, Andersen LB, Anderssen SA. Adiposity, aerobic fitness, muscle fitness, and markers of inflammation in children. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(4):714-21.