

Efectividad de ejercicio físico intervalado de alta intensidad en las mejoras del fitness cardiovascular, muscular y composición corporal en adolescentes: una revisión

JAVIERA ABARZÚA V.^{1,a}, WILLIAMS VILOFF C.^{1,a},
 JAVIERA BAHAMONDES V.^{1,a}, YERITZA OLIVERA P.^{1,a},
 CARLOS POBLETE-ARO^{2,3,4,b}, TOMÁS HERRERA-VALENZUELA^{3,5,c},
 CAROLINA OLIVA^{6,d}, DIEGO F. GARCÍA-DÍAZ^{7,e}

High intensity interval training in teenagers

This review analyzes the effects of high intensity interval training (HIIT) on muscle and cardiovascular fitness and body composition in teenagers. A search was carried out in international databases, finding 145 papers and selecting five for analysis. In all the reviewed manuscripts, peak oxygen uptake improved after HIIT. In the three manuscripts that measured muscle strength, it also increased. We conclude that HIIT improves muscle strength and cardiovascular fitness in school age children. A 12 weeks protocol with three 12-minute sessions per week would be ideal.

(Rev Med Chile 2019; 147: 221-230)

Key words: Adolescent; Exercise; High-Intensity Interval Training; Physical Fitness.

En los países de occidente, la obesidad en la población escolar ha aumentado drásticamente en los últimos años, y Chile no es la excepción.

Según los resultados del Estudio Nacional de Educación Física, prueba que se realiza a nivel nacional y que evalúa diferentes parámetros del fitness, el 2015 de un total de 9.568 estudiantes de octavo básico evaluados, 20% presenta obesidad y 25% sobrepeso. El 25% de los estudiantes evaluados presenta riesgo cardiovascular y metabólico, mientras que en los test de fuerza muscular, 26% de los estudiantes necesita mejorar la fuerza ab-

dominal, 64% necesita mejorar la fuerza muscular del tren inferior y 91% necesita mejorar la fuerza del tren superior. Además, en el test de potencia aeróbica, 72% de los estudiantes evaluados necesita mejorar esta cualidad¹.

Estos resultados son de preocupación para la salud pública nacional, ya que la falta de fuerza muscular se ha asociado a una mayor mortalidad², así como a un aumento en la probabilidad de desarrollo de patologías lumbopélvicas³, mientras que, el bajo rendimiento aeróbico, se ha asociado a una menor sobrevida por cualquier causa⁴. Adicionalmente, un fitness físico deficitario, se asocia

¹Facultad de Educación, Escuela de Educación Física, Universidad de las Américas UDLA, Santiago, Chile.

²Centro de Investigación en Rehabilitación y Salud CIRES, Escuela de Educación Física, Facultad de Educación, Universidad de las Américas UDLA, Santiago, Chile.

³Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Facultad de Ciencias Médicas. Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile.

⁴Facultad de Medicina, Programa de Farmacología Molecular y Clínica, Laboratorio de Nefrototoxicidad y Estrés Oxidativo. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

⁵Escuela de Ciencias del Deporte, Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.

⁶Hospital Clínico Universidad de Chile, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

⁷Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

^aProfesor de Educación Física.

^bTerapeuta en Actividad Física y Salud, Profesor de Estado de Educación Física, Mg. en Fisiología, Phd© en Ciencias Biomédicas.

^cProfesor de Educación Física, Doctor en Ciencias de la Motricidad Humana.

^dMédico Cirujano, Estudiante Doctorado Ciencias Médicas.

^eIngeniero en Biotecnología, Doctor en Fisiología y Alimentación.

Trabajo recibió apoyo de Beca Doctorado Nacional CONICYT. Gobierno de Chile. Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido el 16 de julio de 2018, aceptado el 12 de diciembre de 2018.

Correspondencia a:

Carlos Poblete-Aro

Centro de Investigación en Rehabilitación y Salud CIRES, Universidad de las Américas UDLA, Santiago de Chile. Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Facultad de Ciencias Médicas. Universidad de Santiago de Chile, Santiago Chile.

carlos.poblete.aro@gmail.com

al desarrollo de patologías metabólicas como la hipertensión arterial⁵, resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2⁶, hígado graso no alcohólico⁷, cáncer⁸, entre otros.

Diversas estrategias de salud pública han tratado de mejorar estos parámetros en la población adolescente nacional. Intervenciones del ámbito nutricional y de ejercicio físico han demostrado ser efectivos para este propósito, sin embargo, las modificaciones en los hábitos alimentarios se asocia a los años de estudio⁹, tipo de carrera universitaria¹⁰ y poder adquisitivo⁹.

Mientras que el ejercicio físico ha demostrado ser efectivo frente a esta situación, ya que mejora parámetros de fuerza¹¹ y potencia aeróbica¹², el tiempo que dedican los adolescentes a realizar actividad física cada vez es menor. Por lo anterior, es necesaria una adecuada planificación de ejercicios físicos dentro del desarrollo de las clases de educación física que demuestren mejorar los parámetros de fitness de fuerza muscular y potencia aeróbica, siendo una posible solución para este problema los ejercicios intervalados de alta intensidad^{13,14}.

Ejercicio intervalado de alta intensidad

El ejercicio intervalado de alta intensidad o HIIT (“*high intensity interval training*”) se caracteriza por estímulos de corta duración, entre 15 seg a 1 min, de moderada a alta intensidad, y con pausas entre 15 seg a 2 min, con la realización de patrones motores cíclicos como correr, trotar, etc; o acíclicos, como ejercicios de fuerza con cargas externas, pudiendo utilizar bandas elásticas, mancuernas, discos, etc.^{13,14}. El HIIT ha demostrado mejorar variables cardiovasculares y de fuerza muscular, y en comparación con ejercicios aeróbicos de intensidad moderada, ha demostrado ser más motivante y entretenido para estudiantes de educación media¹⁵, por lo que puede generar una mayor adherencia en la realización de las clases de educación física. Sin embargo, existen diversos métodos de entrenamiento dentro de HIIT¹³, sin estar claro cuál puede ser el más efectivo dentro de contexto escolar para mejorar el fitness cardiovascular y muscular.

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es describir y analizar artículos publicados en donde se evalúe el efecto de los diferentes modelos de ejercicios físicos intermitentes en sujetos con edad

escolar, en el fitness muscular y cardiovascular, además de los efectos en la antropometría, para poder generar una recomendación que pueda ser aplicable en el contexto escolar.

Búsqueda de las publicaciones

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, WoS y Scopus con las palabras claves, “*teenagers*” OR “*adolescents*” AND “*high intensity interval training*” OR “*high intensity circuit training*” OR “*high intensity interval exercise*” OR “*high intensity intermittent training*” AND “*fitness*” OR “*physical condition*”, artículos en Inglés y Español (Tabla 1). Adicionalmente se realizó una búsqueda manual revisando las referencias de los artículos encontrados, así mismo, se realizó una búsqueda informal de la literatura en revistas específicas y en el sitio web www.researchgate.net.

El criterio temporal de la búsqueda consistió en identificar artículos publicados en los últimos 10 años desde enero de 2008 hasta el 17 de abril de 2018. La búsqueda se realizó el 17 de abril de 2018. Al finalizar este período de búsqueda se identificaron 145 registros de artículos concordantes con las palabras utilizadas y la combinación descrita anteriormente.

Selección de publicaciones para la revisión

Para el análisis se incluyeron estudios desde el año 2008 hasta 2018. Como criterios de inclusión se consideraron trabajos en sujetos desde los 13 hasta los 18 años, hombres y mujeres. Como criterios de exclusión sujetos entre 13 a 18 años que fueran deportistas, para que fueran similares al común de los escolares chilenos; además, de trabajos que hayan incluido estudiantes con patologías respiratorias y trabajos que presentaran una cointervención nutricional. Además se excluyeron trabajos de revisiones a la literatura, revisiones sistemáticas, metaanálisis, comentarios y capítulos de libros (Tabla 2).

Identificación

En la fase 1, de un total de 145 artículos encontrados en las bases de datos, se restaron 26 artículos por duplicado por medio de EndNote quedando 119 artículos. En la fase 2, se revisó el título y abs-

Tabla 1. Estrategia de búsqueda usando y seleccionando las palabras clave

Paso	Palabras clave	Pubmed	Scopus	WOS
1	teenagers	1.899.622	11.061	8.036
2	adolescents	1.922.855	2.119.051	216.606
3	1 OR 2	1.924.405	796.999	221.363
4	high intensity interval training	1.655	1.192	2.212
5	high intensity circuit training	75	9	120
6	High intensity interval exercise	1.968	232	2.474
7	High intensity intermittent training	606	62	692
8	4 OR 5 OR 6 OR 7	2.481	1.388	3.468
9	fitness	81.017	85.333	66.570
10	physical condition	359.642	8.788	96.941
11	9 OR 10	25.822	93.861	161.364
12	3 AND 8 AND 11	13	70	62

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

	Inclusión	Exclusión
Diseño del estudio	Estudios clínicos aleatorizados y cuasiexperimentales	Estudios experimentales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, comentarios, capítulos de libros
Población	Adolescentes entre 13 a 18 años	Deportistas juveniles y jóvenes con patologías respiratorias
Intervención	Entrenamiento con ejercicios intervalados de alta intensidad	Cointervención nutricional Ejercicio agudo
Outcome	Variables de condición física tales como fuerza, resistencia y perfil antropométrico	
Resultados	Positivos o negativos	
Idioma	Inglés y español	

tract de los 119 artículos restantes, seleccionando 36. En la fase 3, de los 36 seleccionados por título y abstract, al ser leídos completamente, se eliminaron 31 artículos por criterios de inclusión y exclusión; de los cuales 15 por estar fuera de edad, 6 por considerar deportistas juveniles, 5 por ser revisiones, 1 por evaluar un outcome diferente, 1 por ser efecto agudo al ejercicio, 3 por cointervenir nutricionalmente (Figura 1).

Resultados en el fitness

Fitness muscular

Respecto al fitness muscular, en el trabajo de Buchan y cols¹⁶, se observó que 7 semanas

de entrenamiento de HIIT, entre 4 a 6 series, de 30 segundos en modalidad "all sprint", con una pausa de 30 segundos entre series, promueven mejoras en la velocidad del sprint en 10 m, salto contramovimiento (SCM) y agilidad. Mientras que en el trabajo de Racil y cols¹¹ se realizaron dos protocolos de entrenamiento en adolescentes mujeres obesas de $16 \pm 1,3$ años, un protocolo HIIT y un protocolo de entrenamiento de fuerza más HIIT (F+HIIT). En el protocolo HIIT los estudiantes realizaron un programa durante 12 semanas, 3 veces por semana, con esfuerzos de 30 segundos y pausas de 30 segundos, 2 bloques de 6 repeticiones cada uno, con una pausa de 4 min entre bloques, mientras que las estudiantes que

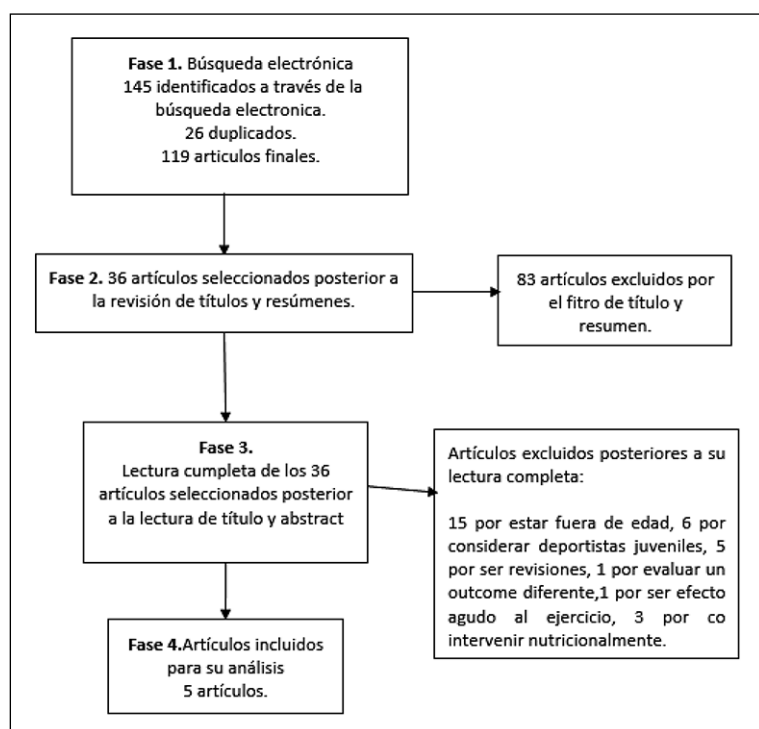


Figura 1. Proceso de selección de artículos.

realizaron el protocolo F+HIIT realizaban diversos ejercicios de fuerza antes de la sesión propiamente del protocolo HIIT. En ambos grupos se observó un aumento significativo de los test SCM y “Squat Jump” (SJ), que evalúan la fuerza del tren inferior. Junto con lo anterior, en el trabajo de Barker y cols¹⁷, en el cual se entrenó durante 2 semanas 10 varones entre 14 y 16 años por medio de un programa de HIIT en cicloergómetro, de 4 repeticiones de 30 segundos en “all sprint out” y pausas activas de 4 min entre las repeticiones, mostraron un aumento significativo en la potencia mecánica generada en el cicloergómetro.

Fitness cardiovascular

Respecto al fitness cardiovascular, en el trabajo de Huerta y cols¹⁸, se observó que 8 semanas de ejercicios HIIT, dos veces por semana, entre 95 al 115% de la velocidad aeróbica máxima (VAM), con una relación trabajo:pausa de 1:2, específicamente con carreras de 10s y pausas de 20s, mejoraron significativamente el $VO_{2máx}$.

Junto con lo anterior, en el trabajo de Weston y cols¹⁹, se realizó un programa de intervención a

estudiantes entre 13 y 14 años, durante 10 semanas, tres veces por semana, con 4 repeticiones de 45s de ejercicio de esfuerzo tipo “all-out” (baloncesto, boxeo, baile y simulacros de fútbol) con una recuperación de 90s entre cada repetición, lograron mejorar el desempeño en el test de 20 metros, mientras que en el trabajo de Racil y cols¹¹ realizado en adolescentes mujeres obesas los protocolos HIIT y F+HIIT mostraron un aumento significativo en el $VO_{2máx}$ y en la velocidad asociada al $VO_{2máx}$. Junto con lo anterior, en el trabajo de Barker y cols¹⁷, se observó una mejora en el $VO_{2máx}$ y una mejora en el cociente respiratorio (CR) a favor de la oxidación de ácidos grasos por sobre los hidratos de carbono.

Composición corporal

Respecto a la composición corporal, en el trabajo de Buchan¹⁶, en el cual se realizaron 7 semanas de entrenamiento de HIIT tipo “all-out” con una relación trabajo:pausa de 1:1 específicamente, de 30s:30s, con entre 4 a 6 series, no se observaron cambios significativos en la composición corporal.

Tabla 3. Análisis metodológico de los artículos seleccionados

Autores Características en base a la escala de PEDro	RACIL 2016 ¹¹		BUCHAN 2013 ¹⁶		BARKER 2014 ¹⁷		HUERTA 2017 ¹⁸		WESTON 2016 ¹⁹	
	Sí/No	Comentarios	Sí/No	Comentarios	Sí/No	Comentarios	Sí/No	Comentarios	Sí/No	Comentarios
1. Criterios de selección fueron especificados	Sí	Estudiantes obesos de 5 colegios	Sí	S/C	Sí	S/C	Sí	S/C	Sí	S/C
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos	Sí	S/C	Sí	Hombres y mujeres en grupo intervención	No	Estudio cuasi-experimental (pre y post)	No	No lo declara	No	Declara que estudio no fue aleatorio
3. La asignación fue oculta	No	No lo declara	No	No lo declara	No	Estudio cuasi-experimental (pre y post)	No	No lo declara	No	No lo declara
4. Grupos fueron similares al inicio de la intervención	Sí	S/C	Sí	S/C	No	Estudio cuasi-experimental (pre y post)	Sí	S/C	Sí	S/C
5. Los sujetos fueron cegados	No	No lo declara	No	No lo declara	No	Estudio cuasi-experimental (pre y post)	No	No lo declara	No	No lo declara
6. Los terapeutas fueron cegados	No	No lo declara	No	No lo declara	No	No lo declara	No	No lo declara	No	No lo declara
7. Los evaluadores que evaluaron al menos un resultado clave fueron cegados	No	No lo declara	No	No lo declara	No	No lo declara	No	No lo declara	No	No lo declara
8. Estudio terminó con menos del 85% de la muestra inicial	Sí	MI = 75 MF = 65 Adherencia de 87%	Sí	MI = 89 MF = 89 Adherencia de 100%	No	MI = 12 MF = 10 Adherencia de 83%	Sí	MI = 28 MF = 28 Adherencia de 100%	Sí	MI = 101 MF = 99 Adherencia de 98%
9. Presentaron todos los datos de sujetos que participaron o se realizó análisis de intención a tratar	Sí	Se presentaron los datos de todos los participantes	Sí	Se presentaron los datos de todos los participantes	No	Estudio cuasi-experimental (pre y post)	Sí	Se presentaron los datos de todos los participantes.	Sí	Se presentaron los datos de todos los participantes
10. Resultados de comparaciones estadísticas en al menos un resultado clave	Sí	Se presentaron resultados de un resultado clave para esta revisión	Sí	Se presentaron resultados de un resultado clave para esta revisión	Sí	Se presentaron resultados de un resultado clave para esta revisión	Sí	Se presentaron resultados de un resultado clave para esta revisión	Sí	Se presentaron resultados de un resultado clave para esta revisión
11. Estudio presenta medidas puntuales y la variabilidad de al menos un resultado clave	Sí	Presenta promedios y desvío estándar	Sí	Presenta promedios y desvío estándar	Sí	Presenta promedios y desvío estándar	Sí	Presenta promedios y desvío estándar	Sí	Presenta promedios y desvío estándar
Puntos totales	7/11		7/11		3/11		6/11		6/11	

Abreviaciones: S/C: Sin Comentarios. MI: Muestra inicial. MF: Muestra final.

Tabla 4. Efecto del ejercicio HIIT en parámetros de fitness cardiovascular, muscular, parámetros clínicos y composición corporal

Autores	Población	Metodología	Fitness cardiovascular	Fitness muscular	Variables clínicas	Composición corporal
Racil, G. (2016) ¹¹	65 estudiantes mujeres que presentan obesidad Grupo HIIT:	2 protocolos de HIIT y un protocolo de entrenamiento de fuerza más HIIT (F+HIIT) En el protocolo HIIT las estudiantes realizaron ejercicios de HIIT durante 12 semanas, 3 veces por semana, con esfuerzos de 30 segundos y pausas de 30 segundos, 2 bloques de 6 repeticiones cada uno, con una pausa de 4 min por bloque	HIIT ↑ VO2 máx. ↑ Velocidad del peak de VO2 máx.	HIIT ↑ CMJ ↑ SJ	HIIT ↓ Glucosa en plasma ↓ Leptina en plasma ↓ HOMA ↑ Adiponectina	HIIT ↓ Peso (kg) ↓ IMC ↓ % Grasa ↓ Circunferencia cintura
	F+HIIT:	En el protocolo F+HIIT mientras que las estudiantes que realizaron el protocolo F+HIIT realizaban diversos ejercicios de fuerza antes de la sesión propiamente del protocolo HIIT	F + HIIT ↑ VO2 máx. ↑ Velocidad del peak de VO2 máx.	F + HIIT ↑ CMJ ↑ SJ	F + HIIT ↓ Glucosa en plasma ↓ Insulina en plasma ↓ HOMA ↑ Adiponectina ↓ Leptina/adiponectina	F + HIIT ↓ Peso (kg) ↓ IMC ↓ % Grasa ↑ Masa libre de grasa ↓ Circunferencia cintura
Buchan, D. (2013) ¹⁶	Los participantes en el estudio fueron escolares adolescentes (64 niños, 25 niñas)	Realizaron un sprint de 30 s de esfuerzo máximo dentro de los 20 m distancia separada por conos. Validez y fiabilidad del sprint de 20 m como medida del rendimiento anaeróbico. Inicialmente, los participantes repitió el protocolo cuatro veces con una recuperación de 30 s período entre sprints que equivale a 2 min de carrera de esfuerzo máxima intercalada con 2 min de recuperación El protocolo se realizó 3 veces por semana	↑ Velocidad (10 m sprint) ↑ Test de agilidad 5-0-5 (s) ↑ Test CRF	↑ CMJ	↔ Adiponectina ↔ Proteína reactiva C ↔ Glucosa ↔ HDL ↔ Insulina ↓ LDL ↔ Colesterol total ↔ Triglicéridos ↓ PAS ↔ PAD	↔ Estatura ↔ Peso corporal ↔ IMC ↔ Circunferencia cintura

Tabla 4. Efecto del ejercicio HIIT en parámetros de fitness cardiovascular, muscular, parámetros clínicos y composición corporal (continuación)

Autores	Población	Metodología	Fitness cardiovascular	Fitness muscular	Variables clínicas	Composición corporal
Barker, A. (2014) ¹⁷	10 estudiantes de 15 ± 0,3 años de edad, que realizan 6 horas actividad física recreacional en sus clases de educación física	2 semanas de entrenamiento, 6 sesiones en total, 30 segundos de <i>sprint out</i> en cicloergómetro con pausas activas de 4 min	↔ Frecuencia cardiaca ↑ VO2 máx ↑ RER y oxidación de grasas ↓ Oxidación de CHO ↑ TTE	↑ Potencia máxima en cicloergómetro	↔ PAS ↔ PAD	↔ IMC ↔ Peso corporal
Huerta, O. (2017) ¹⁸	28 adolescentes de octavo año básico	8 semanas de ejercicios HIIT entre 95 al 115% de la velocidad aeróbica máxima, carreras de 10 segundos y pausas de 20 segundos dos veces por semana. La intensidad del ejercicio se cambió cada semana en base a un programa de entrenamiento	↑ VO2 máx ↑ Tiempo de carrera (test de Course Navette)	NM	NM	↔ IMC ↔ Relación cintura-estatura
Weston, K. (2016) ¹⁹	99 adolescentes fueron reclutados de cuatro escuelas; dos fueron designados como sitios de intervención (n = 40) y dos como control (n = 59) (13 y 14 años)	La intervención comprendió 4 a 7 repeticiones de 45 s ejercicio de esfuerzo máximo (baloncesto, boxeo, baile y simulacros de fútbol) intercalados con descanso de 90 s, tres veces por semana durante 10 semanas La intervención tuvo lugar durante 13 semanas, lo que incorporó la intervención de 10 semanas La intervención tuvo lugar tres veces por semana	↑ Desempeño test de 20 metros	↓ Triglicéridos ↔ Presión arterial ↔ Colesterol ↔ Glucosa	↓ Circunferencia de cintura ↔ % de grasa ↔ Peso	

Abreviaciones: ↔ Sin cambio significativo, ↓ Disminución significativa, ↑ Aumento significativo. HIIT: Ejercicio Intervalado de Alta Intensidad, F+ HIIT: Ejercicio Intervalado de Alta Intensidad con Ejercicio de Fuerza, VO2 máx: Consumo Máximo de Oxígeno, TTE: Tiempo hasta el agotamiento, RER: Intercambio Respiratorio, PAS: Presión Arterial Sistólica, PAD: Presión Arterial Diastólica. IMC: Índice de Masa Corporal, HDL: Lipoproteínas de alta Densidad, LDL: Lipoproteínas de Baja Densidad, HOMA: Homeostasis model assessment CHO: Hidratos de Carbono.

En el trabajo de Huerta y cols¹⁸, 8 semanas de ejercicios HIIT entre 95 y 115% de la velocidad aeróbica máxima, carreras de 10 segundos y pausas de 20 segundos dos veces por semana, no mejoraron el IMC de los estudiantes que participaron de la intervención. Weston y cols¹⁹ observaron que existe una disminución en sus composiciones corporales respecto a la circunferencia de cintura, además, se observó que no hubo variación en su peso como en el porcentaje de grasa corporal.

Por el contrario, en el trabajo de Racil y cols¹¹ con adolescentes obesas, los programas de HIIT y F+HIIT disminuyeron significativamente el peso corporal (PC), el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura, además el protocolo F+HIIT aumentó significativamente la masa libre de grasa.

Por último, en el trabajo de Barker y cols¹⁷, 2 semanas de entrenamiento de HIIT en cicloergómetro no mejoraron la composición corporal en adolescentes varones.

Efectos variables clínicas

Respecto a variables clínicas, en el trabajo de Buchan y cols¹⁶, se observó que 7 semanas de entrenamiento de HIIT de 30 segundos en “*all-out*” entre 4 a 6 series, con una pausa de 30 segundos entre series, disminuyó la presión arterial sistólica significativamente además del colesterol LDL, mientras que Weston y cols¹⁹ observaron una disminución en los triglicéridos, pero no se observaron modificaciones significativas en la presión arterial, colesterol y glucosa. Por el contrario, Racil y cols¹¹, observaron en mujeres obesas adolescentes que los protocolos HIIT y F+HIIT redujeron significativamente la glucosa en sangre, la leptina en plasma, mejoraron el índice HOMA y aumentaron los niveles de adiponectina en plasma. Por último, en el trabajo de Barker y cols¹⁷, un entrenamiento de 2 semanas de HIIT en cicloergómetro no mejoró la presión arterial sistólica ni tampoco la diastólica.

Discusión

En el presente trabajo, se han presentado diversos estudios en los cuales se observan los efectos de un protocolo HIIT sobre el fitness en estudiantes

entre 13 a 18 años que no fueran deportistas, para analizar trabajos que tuvieran una aproximación a la condición física que presentan la mayoría de los estudiantes en los colegios de Chile.

Los principales resultados fueron una mejora en el fitness cardiovascular y fuerza en los grupos que realizaron HIIT en período de tiempo de al menos 2 semanas de ejercicio HIIT, mientras que para mejoras en la composición corporal son necesarios al menos 3 meses de entrenamiento.

Respecto al fitness muscular, todos los trabajos que evaluaron esta variable mostraron mejoras con el método HIIT, principalmente en la fuerza de tren inferior medida a través de la potencia peak en cicloergómetro y saltabilidad (SJ y SCM)^{11,16,17}. Los protocolos que mejoraron esta variable incluyen ejercicios en cicloergómetro¹⁷ y carreras con distancias de 20 metros¹⁶. Interesantemente, y asociado con el aumento de fuerza muscular, en el trabajo de Racil y cols¹¹, con estudiantes mujeres adolescentes con obesidad, el ejercicio F+HIIT además de aumentar la fuerza medida por los test de SJ y SCM, aumentaron el porcentaje de masa libre de grasa, siendo el único trabajo de los analizados que mostró mejoras en la masa libre de grasa. Este resultado indica que, si bien el ejercicio HIIT mejora la fuerza de los estudiantes que lo practican, al agregar 1 día a la semana de ejercicios de fuerza, este aumento de fuerza muscular se puede ver acompañado de aumentos en la masa muscular, en particular en adolescentes de sexo femenino con obesidad¹¹.

Sobre el fitness cardiovascular, en la mayoría de los trabajos en los que se midió esta variable se observa una mejora en el $VO_{2máx}$, con protocolos con un mínimo de 2 sesiones por semana entre 95 y 115% de la VAM, durante 8 semanas¹⁸ hasta protocolos de 12 semanas de duración, 3 veces por semana, con esfuerzos de 30s y pausas de 30s, 2 bloques de 6 repeticiones cada uno, con una pausa de 4 min entre bloques¹¹.

Sobre la composición corporal, no todos los trabajos que evaluaron esta variable mostraron mejoras con el método HIIT, aquellos que trabajaron menos de 10 semanas no mostraron cambios significativos, sin embargo, aquellos que trabajaron 10 semanas o más obtuvieron mejoras significativas en la composición corporal. En el trabajo de Weston y cols¹⁹ obtuvieron cambios significativos en la relación cintura-cadera pero no mejoras en el porcentaje de grasa y PC, mientras

que Racil y cols¹¹ obtuvo mejoras en todos los sentidos, disminución del porcentaje de grasa, PC y aumentó significativamente la masa libre de grasa. Estos resultados indican que, las semanas mínimas que debe tener un protocolo de HIIT para poder obtener cambios en la composición corporal son un total de 10, además, si integramos trabajos de fuerza aumentaremos significativamente la masa libre de grasa.

Por último, respecto a las modificaciones en parámetros clínicos como presión arterial, solo el protocolo de ejercicio HIIT de Buchan y cols¹⁶ de 10 semanas de duración, 3 veces por semana, con ejercicios del tipo “*all-out*” de 30 segundos de duración logró mejorar esta variable, mientras que el programa de ejercicio de Racil y cols¹¹ mejoró variables asociadas a la prevención de resistencia a la insulina y diabetes mellitus tipo 2.

Conclusiones

El objetivo de esta revisión es describir y analizar artículos publicados en donde se evalúe el efecto de los diferentes modelos de ejercicios físicos intermitentes en sujetos con edad escolar, en el fitness muscular y cardiovascular, además de los efectos en la composición corporal, para poder generar una recomendación que pueda ser aplicable en el contexto escolar.

Como limitación de la presente revisión, se encuentra la no inclusión de literatura gris acerca del tema. Los artículos encontrados presentaron metodologías heterogéneas de entrenamiento y evaluación, por lo que es difícil realizar una recomendación en base a los trabajos encontrados. Sin embargo, aunque la evidencia de los estudios presentados en este trabajo es de una calidad metodológica heterogénea, podemos concluir que el método HIIT en estudiantes entre los 13 a 18 años es efectivo para mejorar el fitness general y la composición corporal.

Los estudios que presentaron mejoras en el fitness cardiovascular, muscular y composición corporal, realizaron un protocolo de ejercicio que al menos considerara ejercicios 3 veces por semana, con sesiones de 12 min de duración como mínimo, considerando ejecuciones de 30s y pausas de 30s, durante 12 semanas, con una intensidad cercana o superior al 90% de la VAM, incluyendo 1 sesión a la semana de ejercicios de fuerza, siendo el

método “*all-out*” el más utilizado por los trabajos analizados, esta intensidad se puede evaluar por medio de la escala de percepción de esfuerzo²⁰.

Al momento de prescribir ejercicios en base a HIIT en adolescentes, para evitar posibles problemas de salud, es necesario que los estudiantes presenten un certificado médico que acredite que pueden realizar actividad física de alta intensidad.

Aplicaciones prácticas

En base a las metodologías de los artículos analizados, la aplicación de un método HIIT en los colegios es plausible, ya que se puede realizar en espacios habilitados sin gran implementación y con actividades dirigidas o juegos en base a HIIT¹⁹. Es importante que al momento de realizar un protocolo de HIIT en estudiantes entre 13 a 18 años, se evalúe constantemente el desempeño de los estudiantes y su percepción del esfuerzo mientras realizan los ejercicios, ya que esta estrategia nos puede servir como forma de evaluar la intensidad de los ejercicios.

Referencias

1. Agencia de Calidad de la Educación. Informe de Resultados Estudio Nacional Educación Física 8^{vo} Básico 2015; Disponible en http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Nacional_EducacionFisica2015.pdf [Consultado el 17 de abril de 2018].
2. García-Hermoso A, Cavero-Redondo I, Ramírez-Vélez R, Ruiz JR, Ortega FB, Lee DC, et al. Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Arch Phys Med Rehabil* 2018; 99 (10): 2100-13.
3. Gordon R, Bloxham S. A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare* 2016; 4 (22): 1-19.
4. Kodoma S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy men and Women: A meta-analysis. *JAMA* 2009; 301 (19): 2024-35.
5. Korsager Larsen M, Matchkov VV. Hypertension and physical exercise: The role of oxidative stress. *Medicina (Kaunas)* 2016; 52 (1): 19-27.

6. Poblete-Aro C, Russel-Guzmán J, Parra P, Soto-Muñoz M, Villegas-González B, Cofré-Bolados C, et al. Efecto del ejercicio físico sobre marcadores de estrés oxidativo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Rev Med Chile* 2018; 146: 362-72.
7. Guzmán R, Karachon L, Gacitúa T, Freundlich A, Poblete-Aro C, Rodrigo R. Role of exercise in the mechanisms ameliorating hepatic steatosis in non-alcoholic fatty liver disease. *Sport Sci Health* 2018; Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11332-018-0459-9> [Consultado el 20 de abril de 2018].
8. Gould DW, Lahart I, Carmichael AR, Koutedakis Y, Metsios GS. Cancer cachexia prevention via physical exercise: molecular mechanisms. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2013; 4 (2): 111-24.
9. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Disponible en: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf> [Consultado el 17 de abril de 2018].
10. Valdés-Badilla P, Godoy-Cumillaf A, Herrera-Valenzuela T, Durán-Aguero S. Comparación en hábitos alimentarios y condición física entre estudiantes de educación física y otras carreras universitarias. *Nutr Hosp* 2015; 32 (2): 829-36.
11. Racil G, Zouhal H, Elmontassar W, Abderrahmane B, De Sousa MV, Chamari K, et al. Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016; 41 (1):103-9.
12. Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slødahl SA, Odegård 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.
13. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med* 2013; 43 (5): 313-38.
14. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sport Med* 2013; 43 (10): 927-54.
15. Malik AA, Williams CA, Bond B, Weston KL, Barker AR. Acute cardiorespiratory, perceptual and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in adolescents to high-intensity interval exercise in adolescents. *Eur J Sport Sci* 2017; 17 (10): 1335-42.
16. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Cooper S, Shield JPH, 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: 1-12.
17. Barker AR, Day J, Smith A, Bond B, Williams CA. The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. *J Sports Sci* 2014; 32 (8): 757-65.
18. Huerta Á, Galdames S, Cataldo M, Barahona G, Rozas T, Cáceres P. Efectos de un entrenamiento intervalado de alta intensidad en la capacidad aeróbica de adolescentes. *Rev Med Chile* 2017; 145: 972-9.
19. Weston K, Azevedo L, Bock S, Weston M, George K, Batterham A. Effect of Novel, School-Based High-Intensity Interval Training (HIT) on Cardiometabolic Health in Adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts) - An Exploratory Controlled Before-And-After Trial. *PLoS One* 2016; 11 (88): 1-18.
20. Poblete-Aro C, Russell-Guzmán J, Soto M, Villegas B. Effects of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on the reduction of oxidative stress in type 2 diabetic adult patients: CAT. *Medwave* 2015; 15 (7): e6212.