

## Efectos de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre los factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes: Una revisión sistemática.

Effects of a high intensity interval training program on cardiometabolic risk factors in adolescents: A systematic review.

### ARTÍCULO ORIGINAL

Francisco Javier Martínez-Paz<sup>(1)</sup>, Julio Patricio Gallardo-Peña<sup>(1)</sup>, Luis Ariel Toro-Arismendi<sup>(1)</sup>, Rodolfo Miguel Gacitúa Fernández<sup>(1)</sup>, Dany Sobarzo-Soto<sup>(2)</sup>

1 Programa Magíster en Ejercicio Físico y Salud, Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile.

2 Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Puerto Montt, Chile.

#### PALABRAS CLAVE

Adolescente

Cardiometabólico

HIIT

#### Resumen

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) tiene conocidos efectos beneficiosos en los factores cardiometabólicos de los adultos, pero la cantidad de evidencia disponible en relación a estos efectos en los adolescentes es menor.

**Objetivo:** Evaluar los artículos publicados para determinar los efectos de un entrenamiento HIIT sobre los factores de riesgo cardiometabólico en adolescentes. **Método:** Se realizó una búsqueda en PubMed, ScienceDirect y Google Scholar. Los criterios de elegibilidad fueron establecidos en base al acrónimo PICOS: (P) adolescentes en su mayoría entre 10 y 19 años, (I) protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad, (C) grupo control u otro protocolo de entrenamiento, (O) efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre factores de riesgo cardiometabólicos, (S) cualquier diseño de estudio experimental, publicado desde 2015 a septiembre de 2020 en inglés o español. **Resultados:** Se identificaron 95 artículos, de los cuales solo 10 cumplen con los criterios de inclusión. Se observaron mejoras en los factores de riesgo cardiometabólicos. **Conclusión:** Los programas HIIT con características multicomponentes y con un adecuado control nutricional generan una disminución de los factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes, desde la quinta semana.

#### KEYWORDS

Adolescent

Cardiometabolic

HIIT

#### Abstract

High-intensity interval training (HIIT) has known beneficial effects on the health of adults, but there is insufficient evidence on its effectiveness in adolescents.

**Objective:** To evaluate the available evidence to determine the effects of HIIT training on cardiometabolic risk factors in adolescents. **Method:** PubMed, ScienceDirect and Google Scholar were searched. The eligibility criteria were established based on the acronym PICOS: (P) adolescents mostly between 10 and 19 years old, (I) high intensity interval training protocol, (C) control group or other training protocol, (O) effect of high intensity interval training on cardiometabolic risk factors, (S) any experimental study design, published from 2015 to September 2020 in English or Spanish. **Results:** 95 articles were identified, of which only 10 met the inclusion criteria. Improvements in cardiometabolic risk factors were observed. **Conclusion:** HIIT programs with multicomponent characteristics and with adequate nutritional control generate a decrease in cardiometabolic risk factors in adolescents, from the fifth week.

#### Recibido:

Diciembre, 2020

#### Aceptado:

Mayo, 2021

#### Dirección para correspondencia:

Francisco Javier Martínez-Paz, Programa Magíster en Ejercicio Físico y Salud, Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile.

Correo: [fcomartinpaz@gmail.com](mailto:fcomartinpaz@gmail.com)

**Cita:** Martínez-Paz, F., Gallardo-Peña, J., Toro-Arismendi, L., Sobarzo-Soto, D. Efectos de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre los factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes: Una revisión sistemática. Rev. horiz. cienc act ffs. 2021;(12)1:17-33.

## INTRODUCCIÓN

Existe evidencia contundente respecto a los beneficios de la actividad física (AF) y estilos de vida saludables sobre la salud en la adolescencia. Dentro de estos beneficios podemos encontrar mejoras en el fitness cardiorrespiratorio, fitness muscular, salud ósea, salud cardiometabólica y efectos beneficiosos sobre el peso (1). Lamentablemente la inactividad física ha aumentado en forma preocupante en la población, es considerada una pandemia mundial y es además uno de los problemas de salud pública más importantes del siglo XXI (2), teniendo una prevalencia mundial del 31% en los adultos (3). En el caso de los adolescentes, para el año 2008, se estimó que la prevalencia de aquellos que no cumplían con las recomendaciones de actividad física era de un 80,3% (4) y en datos más actualizados del 2010 era bastante similar, de 78,4% para los niños y 84,4% para las niñas (5). De la mano con la inactividad física vienen todos los efectos secundarios deletéreos en la salud ya que es un importante factor de riesgo para desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tales como las enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y algunos tipos de cánceres (6).

De toda esta evidencia se desprende la importancia de considerar las recomendaciones entregadas por la

Organización Mundial de la Salud (OMS) para la realización de AF, las cuales han sido actualizadas en este año 2020 y dictan que los niños y adolescentes deben: 1) Realizar al menos 60 minutos al día de actividad física de moderada a vigorosa intensidad a lo largo de la semana y 2) al menos 3 días a la semana deberían incorporar actividades aeróbicas de intensidad vigorosa, así como actividades que refuercen los músculos y los huesos (7). Además, que todos los beneficios para la salud de la actividad física durante la infancia o adolescencia se trasladan a la adultez.

A parte de la obesidad, es necesario usar un término más amplio que englobe todos los factores de riesgos que se desprenden de la inactividad física, este término fue acuñado en el año 2001 como “Síndrome Metabólico” (8). Para hacer el diagnóstico de este síndrome es necesario que se cumplan 3 de 5 características en un paciente: hiperglicemia, hipertrigliceridemia, adiposidad central (evaluado con la circunferencia abdominal), presión arterial (PA) elevada y descenso en los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL) (9), estos factores en su conjunto son los denominados factores de riesgo cardiometabólicos.

Dentro de los adolescentes con sobrepeso, una de las principales barreras que presentan para la realización de AF es la falta de tiempo (10), por tanto, el tratar de optimizar los entrenamientos es una herramienta muy importante. Esto se puede conseguir ajustando

la intensidad del entrenamiento con el objetivo de lograr acortar los tiempos de entrenamiento.

El entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT por sus siglas en inglés) consiste en una serie de ejercicios de alta intensidad intercaladas con periodos de descanso entre series (11). Este tipo de entrenamiento ha adquirido popularidad en años recientes y con importante evidencia favorable tanto en adultos sanos como obesos (12).

La aplicación de un protocolo HIIT en niños y adolescentes y por ende sus posibles beneficios en la salud de estos ha sido de interés más reciente comparado con los adultos y por ende la cantidad de evidencia con la que se dispone es menor, pero va aumentando progresivamente.

Dado el aumento constante de la inactividad física y factores de riesgo cardiometabólicos en los niños y adolescentes es de suma importancia poder contar con una herramienta que demuestre potenciales efectos beneficiosos. Además, dado que no existen antecedentes específicos de los efectos del HIIT sobre las variables cardiometabólicas en adolescentes con sobrepeso u obesidad, es un sustento importante para realizar esta revisión sistemática de la literatura científica.

Por tanto, la presente revisión tiene como objetivo conocer cuáles son los efectos de un programa de actividad física interválico de alta

intensidad sobre los factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes.

## **METODOLOGIA**

### **Tipo de estudio**

La revisión sistemática se realizó en acuerdo a las normas establecidas por la declaración PRISMA (13).

### **Estrategia de búsqueda para la identificación de artículos**

Se revisaron las siguientes bases de datos: MEDLINE por PubMed, Science Direct y Google Scholar. La búsqueda abarcó el período comprendido entre 2015 al 2020 en idioma inglés y español. Para el desarrollo de la búsqueda, se utilizaron los términos MeSH: “Cardiometabolic”, Adolescent” y “High intensity interval training”, presentes en MeSH Database. La estrategia de búsqueda siguió las pautas de Peer Review of Electronic Search Strategies (PRESS)(14). La sintaxis general de búsqueda fue: (“cardiometabolic” AND “adolescent” AND “high intensity interval training”).

### **Selección de los artículos y criterios de inclusión**

Fueron considerados todos aquellos artículos que cumplieron con la frase de búsqueda, y seleccionados sólo aquellos artículos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: a) Muestra: adolescentes con una

edad de 10 a 19 años; b) Idioma: inglés y español; c) Diseño Metodológico: Estudios experimentales, ensayos clínicos controlados. No se incluyeron revisiones, documentos

**Tabla 1.** *Criterios de inclusión de los artículos.*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
a. Tipo de intervención b. Duración	a. HIIT b. Tener una duración de al menos 2 semanas
Rango etario	Adolescentes de 10 a 19 años
Tipo de artículo	Artículo original, con diseño experimental y asignación aleatoria y no aleatoria

### **Evaluación de la calidad metodológica**

La evaluación de la calidad metodológica se realizó utilizando la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database / Fisioterapia Basada en la Evidencia) (15). La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada en el Departamento de

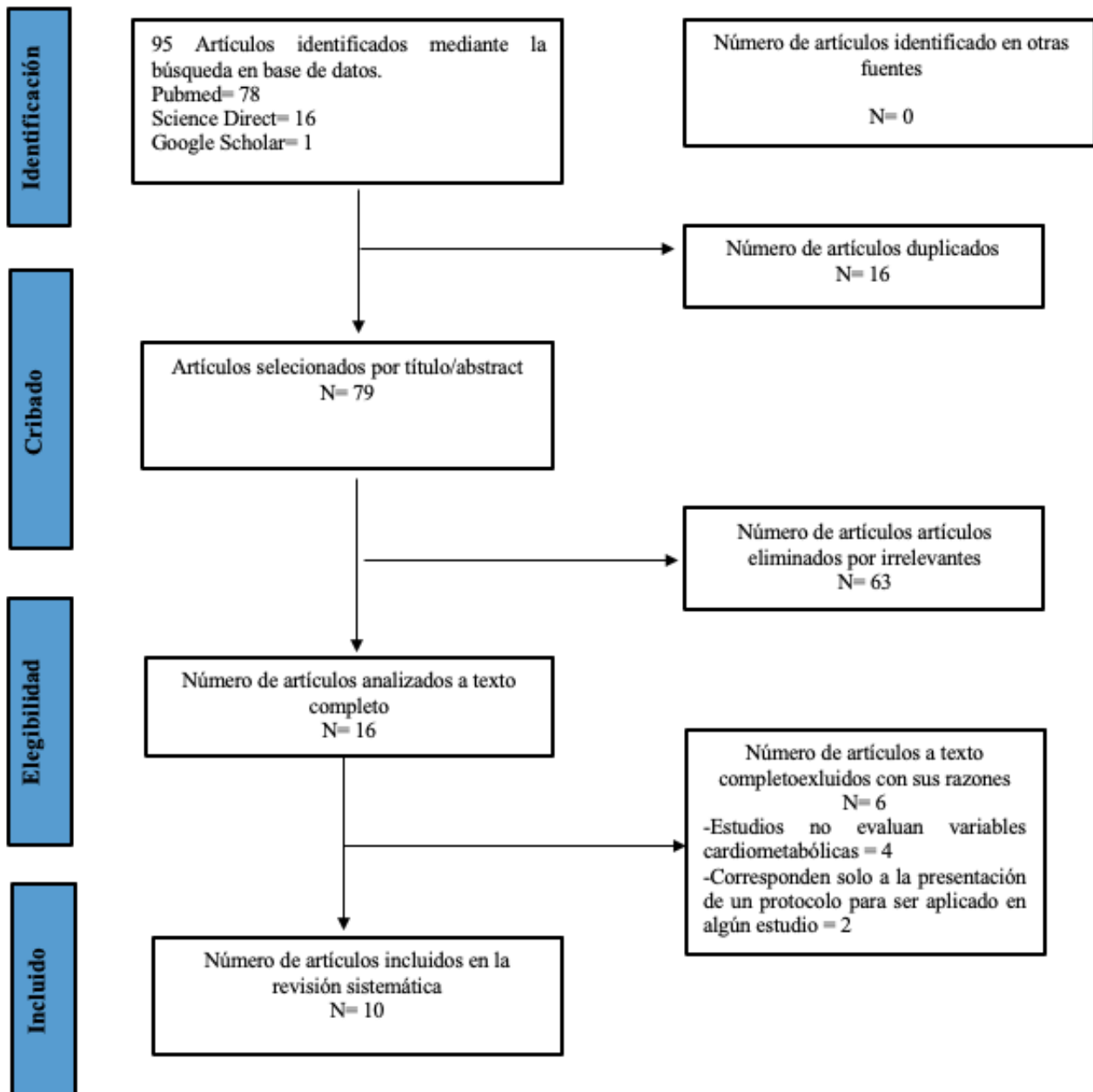
editoriales o tesis. Los artículos seleccionados por título y resumen debían cumplir las condiciones indicadas en la Tabla 1.

Epidemiología, Universidad de Maastricht (16).

Los resultados de la calidad metodológica de cada artículo seleccionado para la revisión sistemática se presentan en la Tabla 2. Los artículos seleccionados en la presente revisión sistemática presentan una calidad metodológica según la escala de PEDro entre 4 y 7 puntos de un rango de 11 puntos.

La búsqueda de artículos en las bases de datos arrojó un total de 95 artículos originales en el periodo de tiempo de 2015 a 2020, distribuidos de la siguiente forma: PubMed 78 artículos, Science Direct 16 artículos y Google Scholar 1 artículo. A partir de este número total se eliminaron los artículos duplicados quedando un total de 16 artículos originales. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión y de exclusión obteniendo un total de 10 artículos (Figura 1).

**Figura 1.** Diagrama de flujo utilizando la estrategia PRISMA para seleccionar los artículos analizados.



**Tabla 2.** Calidad metodológica de los artículos seleccionados con la escala PEDro.

Autores y Año de Publicación	ÍTEMS											Puntuación Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Plavsic <i>et al.</i> , 2020	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Días <i>et al.</i> , 2018	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	6
Cockcroft <i>et al.</i> , 2019	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	4
Blüher <i>et al.</i> , 2016	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Van Biljon <i>et al.</i> , 2018	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Racil <i>et al.</i> , 2016	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Melrose <i>et al.</i> , 2016	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Ouerghi <i>et al.</i> , 2017	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Alvarez <i>et al.</i> , 2017	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Costigan <i>et al.</i> , 2015	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	7

Fuente: Ayala F., y Sainz de Baranda P. (2013)

### Criterios de Elegibilidad

Se Establecieron los siguientes criterios de Participantes, Intervención, Comparación, Resultados y Diseño de Estudio (PICOS) para la elegibilidad de los estudios:

- **P** (Participantes / población): Adolescentes en su mayoría entre 10 y 19 años.
- **I** (Intervención): Protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad.
- **C** (Comparación): Grupo control u otro protocolo de entrenamiento.
- **O** (Resultados): Efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre

factores de riesgo cardiometabólicos (Presión arterial, Resistencia a la insulina, obesidad, triglicéridos, HDL y LDL).

- **S** (diseño del estudio): Cualquier diseño de estudio experimental, publicado desde el 2015 a septiembre del 2020 en inglés o español.

No se consideró la literatura gris, ya que se prefirió centrarse en investigaciones revisadas por pares de alta calidad. También se excluyeron los estudios con falta de detalles cuantitativos o resultados que no fueran pertinentes al alcance de la presente revisión.

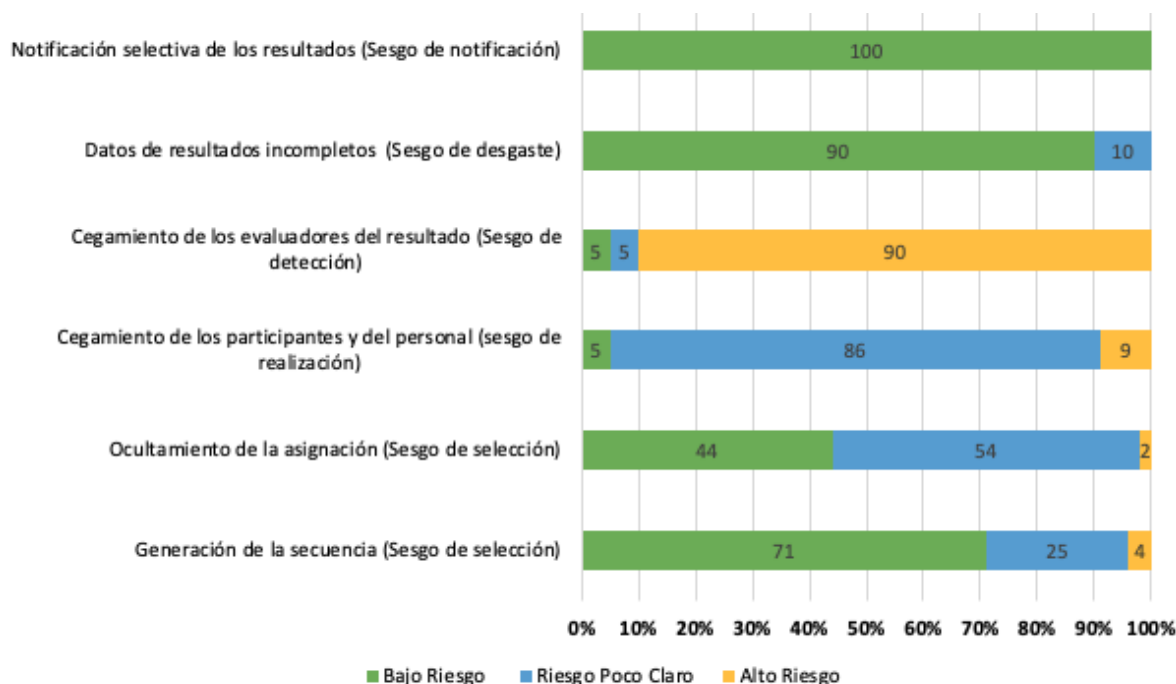
## Herramienta de evaluación de riesgo de sesgo.

Se utilizó la herramienta Cochrane: “Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de Intervenciones” (17), para hacer una evaluación de la validez metodológica de los artículos incluidos en esta revisión, evaluando el riesgo de sesgo en cada uno de los ítems propuestos por este manual, detallados a continuación: a) Sesgo de selección, b) Sesgo de realización, c) Sesgo de detección, d) Sesgo de desgaste y e) Sesgo de notificación, sólo no fue considerado el ítem: “Otros sesgos”. Los resultados de este análisis son presentados,

agrupando todos los artículos analizados, a modo de gráfico (Figura 2).

En lo que respecta al análisis por tipo de sesgo, es posible apreciar que la distribución de sesgos clasificados como Bajo Riesgo o Riesgo Poco Claro fue similar, con excepción del Sesgo de realización que presentó un 86% de Riesgo Poco Claro, y del Sesgo de notificación, que presentó un 100% de Bajo Riesgo. Sólo 4 tipos de sesgos presentaron clasificación de Alto Riesgo, aunque solo el sesgo de detección presentó un riesgo alto del 90%.

**Figura 2.** Evaluación de riesgo de sesgo de los artículos seleccionados.



## DESARROLLO y/o RESULTADOS

### Características de los participantes

El total de participantes de los 10 estudios analizados fueron 472 adolescentes distribuidos en 195 mujeres y 277 hombres, con edades que oscilaban entre los 7 y 19 años. Se declaran a 217 participantes clasificados como sobrepeso/obesidad. No se describen patologías en los integrantes de los estudios.

### Características de las intervenciones

En la presente revisión sistemática los protocolos de actividad física aplicados en los diferentes estudios se describen en la tabla 3.

**Tabla 3.** Características de las intervenciones

Estudio	Sujetos (n)	Grupos	Tamaño del grupo	Modalidad / Intensidad	Frecuencia	Duración	Recuperación	Tiempo total	Duración de la intervención
<b>Plavsic et al., 2020 (18)</b>	44 niñas (13-19 años)	HIIT+dieta Solo dieta	22 22	Correr 85-90% Fcmax	2 por semana	4x4min	3min al 60-70% FCmax	43min	12 sem
<b>Días et al., 2018 (14)</b>	99 niños (7-16 años)	HIIT MICT Solo dieta	33 33 34	Ejercicio 85-95% FCmax Ejercicio 60-70% FCmax	3 por sem 3 por sem	4x4min	3min al 50-60% FCmax	40min 44min	12 sem
<b>Crockcroft et al., 2019 (19)</b>	7 niños (14±0,3 años)	HIIT	7	Bicicleta 90% potencia max	2 por sem	8x1 min aumento 1 serie c/2 sesiones	75 seg sin carga	20-24min	2 sem
<b>Blüher et al., 2016 (20)</b>	28 niños (13-18 años)	HIIT	28	Ejercicio 80-95% FCmax	2 por sem	No descrito	50-60% FCmax	60min	24 sem
<b>Van Biljon et al., 2018 (21)</b>	109 (67 niñas, 10-13 años)	HIIT MICT HIIT+MICT GC	29 29 27 24	Correr > 80% FCmax Caminata 65-70% FCmax Correr > 80% FCmax Caminata 65-70% FCmax	3 por sem 3 por sem 3 por sem	10x1min 33min 10x1min 23 min	<70% FCmax - No descrito	23min 33min 23/33min	5 sem
<b>Racil et al., 2016 (22)</b>	47 niñas (12±1,2 años)	HIIT MIIT GC	17 16 14	Correr 100% VAM Correr 80% VAM	3 por sem 3 por sem	3x 4min aumento 2 min c/4 sem	3min al 50% VAM	30min	12 sem



<b>Melrose et al., 2016 (23)</b>	26 niños (12-18 años)	HIIT 1 HIIT 2 HIIT 3 HIIT 4 HIIT 5	5 5 6 5 5	Ejercicio 90-100% FCmax Ejercicio 90-100% FCmax Ejercicio 90-100% FCmax Ejercicio 90-100% FCmax	3 por sem 3 por sem 3 por sem 3 por sem 3 por sem	4x20 seg X 2 series X 3 series X 4 series X 5 series	10seg pasivo 10seg pasivo 10seg pasivo 10seg pasivo 10seg pasivo	1min50s 3min40s 5min30s 7min20s 9min10s	8 sem
<b>Ouerghl et al., 2017 (24)</b>	18 niños	Sobrepeso/Obesidad Normopeso	9 9	Correr 100-110% VAM  Correr 100-110% VAM	3 por sem 3 por sem	2x30seg 2x30seg	30seg al 50% VAM 30seg al 50% VAM	1min30s 1min30s	8 sem
<b>Alvarez et al., 2017 (25)</b>	29 (17 niñas, 12 niños, 8-13 años)	EM HIIT NM HIIT	12 17	Bicicleta 50-70 rpm  Bicicleta 50-70 rpm	3 por sem 3 por sem	8-12x40-60seg 8-12x40-60seg	120seg pasivo 120seg pasivo	No descrito No descrito	6 sem
<b>Costigan et al., 2015 (26)</b>	65 (20 niñas, 45 niños, 15±0,6 años)	HIIT AEP HIIT RAP GC	21 22 22	No descrito No descrito	3 por sem 3 por sem 3 por sem	No descrito No descrito No descrito	No descrito No descrito	No descrito No descrito No descrito	8 sem

**HIIT:** High intensity interval training/ **FCmax:** Frecuencia cardiaca máxima/ **MICT:** Moderate intensity continuous training/ **MIIT:** Moderate intensity interval training/ **VAM:** Velocidad aeróbica máxima/ **EM:** Early maturation/ **Normal maturation/ GC:** grupo control.

Dentro de las variables analizadas en los artículos seleccionados para esta revisión sistemática, están las correspondientes a composición corporal, IMC y medidas antropométricas. La forma en que se estimó la composición corporal no fue uniforme en todos los estudios dado que se utilizaron diferentes métodos como son bioimpedanciometría (18, 21), resonancia magnética (RM) (19), absorciometría con rayos x de doble energía (DXA) (24) y utilizando sumatoria de pliegues (21, 25, 26). La medición de IMC fue estándar en todos los estudios, al igual que las medidas

antropométricas realizadas, la cual fue principalmente circunferencia de cintura, salvo en un estudio (22), donde además se midió circunferencia de cadera.

Los parámetros bioquímicos medidos en relación a factores de riesgo cardiometabólicos que fueron evaluados en casi todos los estudios fueron glucosa en ayunas (12 horas de ayuno), insulina en ayunas (12 horas de ayuno) y de estos desprendían la estimación del modelo homeostático para evaluar la resistencia a la insulina (HOMA IR, por sus siglas en inglés). Perfil lipídico completo fue medido en 4 estudios (18, 19, 21, 25) y solo triglicéridos

(TG), HDL y lipoproteínas de baja densidad (LDL) en un solo estudio (24).

La aptitud cardiorrespiratoria de los sujetos de los estudios fue calculada de distintas formas, por un lado, se realizó el cálculo del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  max) en cicloergómetro a través de una prueba incremental (18, 20, 24), también se midió por prueba incremental en treadmill (19), mediante

la prueba de lanzadera de 20 metros (22, 27) y con una prueba en pista (25).

Las mediciones de PA fueron similares en todos los estudios a través de esfigmomanómetros digitales y con un periodo de reposo de a lo menos 5 minutos. En la tabla 4 se resumen las características principales de los estudios analizados.

**Tabla 4.** Características principales de los estudios incluidos.

Autores y año de publicación	Muestra		Intervención	Variable evaluada	Resultados
	Participantes	Características			
<b>Plavsic et al., 2020</b>	N= 44	44 mujeres 13-19 años IMC: $33,0 \pm 3,1$	-Asesoramiento dietético + HIIT -Asesoramiento dietético  Por 12 semanas	-Composición corporal. -Parámetros antropométricos -PCR, glucosa, perfil lipídico, insulina. -CRF -Presión arterial	HIIT y consejos nutricionales aumentan la sensibilidad a la insulina y disminuyen el IMC, la grasa corporal, la PAS, PCR y la PAD
<b>Dias et al., 2018</b>	N= 99	99 hombres 7-16 años IMC: 30	-HIIT + consejos nutricionales -MICT + consejos nutricionales -Solo asesoramiento nutricional  Por 12 semanas	-Composición corporal -CRF -Perfil lipídico, glucosa, insulina, ferritina, HbA1c -Resistencia a insulina	-HIIT aumenta de manera significativa CRF. -HIIT no es mejor que MICT para reducir masa grasa o biomarcadores cardiometabólicos
<b>Cockcroft et al., 2019</b>	N= 7	7 hombres $14 \pm 0,3$ años IMC: $21,6 \pm 2,6$	6 sesiones de HIIT en 2 semanas	-IMC -CRF -Glucosa, insulina	Con la intervención de 2 semanas no hubo cambios en insulina, glucosa ni resistencia a la insulina
<b>Blüher et al., 2016</b>	N= 28	28 hombres 13 - 18 años IMC $\geq$ Percentil 90	Protocolo HIIT 2 veces por semana  Por 24 semanas	-Composición corporal -PA -IMC, circunferencia de cintura -Glucosa, insulina, perfil lipídico	Se observaron cambios pequeños pero significativos en grasa corporal, PAS. Sin cambios significativos en bioquímica.

<b>Van Biljon et al., 2018</b>	N= 109	67 mujeres 42 hombres 10 - 13 años	-HIIT 3 veces a la semana -MICT 3 veces a la semana -HIIT + MICT 3 veces a la semana -Control sin actividad  Por 5 semanas	-PCR, glucosa, insulina -PA -Circunferencia de cintura, circunferencia de cadera -CRF	-Vo2max, glucosa, relación cintura cadera, PCR mejoraron estadísticamente en ambos (mayor en HIIT)  -La combinación de MICT + HIIT puede inducir reducciones superiores en indicadores de obesidad central (circ. de cintura)
<b>Racil et al., 2016</b>	N= 47	47 mujeres 12 ± 1,2 años	-HIIT -MIIT -Control  Por 12 semanas	-Glucosa, insulina, leptina -HOMA-IR -CRF -IMC, circ. de cintura -PA	HIIT produce efectos más positivos sobre los determinantes de salud comparado con MIIT
<b>Melrose et al., 2016</b>	N= 26	26 hombres 12 - 18 años IMC: 23	HIIT 2 veces por semana + 1 sesión de fuerza por semana  Por 8 semanas	-IMC -CRF -Composición corporal -Insulina, TG, HDL, LDL, IL6 -HOMA -PA	-Se produjeron mejoras en CRF, composición corporal, PA. -Series de HIIT adicionales provocan pequeñas mejoras
<b>Ouerghi et al., 2017</b>	N= 18	18 hombres IMC > 25 y < 25	HIIT 3 veces por semana  Por 8 semanas	-IMC -Composición corporal -CRF -Insulina, glucosa, colesterol total, HDL, TG, LDL, PCR -HOMA IR	-IMC, grasa corporal, Col T., LDL, TG, HOMA-IR disminuyó en obesos. -CRF mejora en obesos y normopesos
<b>Alvarez et al., 2017</b>	N= 29	17 mujeres 12 hombres 8 - 13 años IMC grupo MT: 26,2 ± 5,6 IMC grupo MN: 27,0 ± 4,7	-Adolescentes con maduración normal + HIIT 3 veces por semana -Adolescentes con maduración temprana + HIIT 3 veces por semana  Por 6 semanas	-Glucosa, insulina -HOMA IR -PA -IMC -Circ. de cintura -Composición corporal	-Se observó disminución de insulina y HOMA IR. -Mejoras en PA y pliegues cutáneos

<b>Costigan et al., 2015</b>	N= 65	20 mujeres 45 hombres 15,8 ± 0,6 años	-HIIT AEP 3 veces por semana -HIIT RAP 3 veces por semana -Control  Por 8 semanas	-CRF -Composición corporal -IMC	-CRF con mejoras no estadísticamente significativas -Circunferencia de cintura con disminución significativa en RAP -IMC con disminución significativa en AEP
------------------------------	-------	---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**IMC:** Índice de masa corporal/ **HIIT:** High intensity interval training/ **CRF:** Cardiorespiratory fitness/ **PCR:** Proteína C reactiva/ **MICT:** Moderate intensity continuous training / **PAS:** Presión arterial sistólica/ **PAD:** Presión arterial diastólica/ **VO<sub>2</sub> max:** Consumo máximo de oxígeno/ **HOMA IR:** Homeostatic model assessment of insulin resistance/ **RAP:** Resistance and aerobic exercise program/ **AEP:** Aerobic exercise program.

## DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión fue sintetizar la literatura y evaluar los efectos de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre los factores de riesgo cardiometabólicos en los adolescentes. Los resultados mostraron que HIIT es una herramienta efectiva para el manejo de los factores de riesgo cardiometabólicos, especialmente ejerciendo efectos sobre IMC (18, 21, 23, 25, 27), composición corporal (18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27), factores relacionados con el metabolismo de la glucosa, como son glucosa en ayunas, insulina en ayunas y HOMA IR (18, 22, 23, 25, 26), presión arterial (18, 21, 22, 23, 24, 26) y a la vez generando aumentos en el VO<sub>2</sub>max (18, 19, 22, 23, 24, 25, 27). Un factor que aumenta los efectos beneficiosos es el manejo nutricional, por tanto, se pudo determinar que los mejores resultados en cuanto a las variables medidas se vieron al

realizar una intervención mixta de HIIT asociado con una intervención nutricional (18), esto fue en el único estudio que asoció estas dos variables.

Se encontraron disminuciones de IMC que eran estadísticamente significativas en los grupos que realizaban el protocolo de entrenamiento HIIT, lo que va de la mano con hallazgos descritos en metaanálisis publicados con anterioridad en relación a adultos (28). En lo que respecta al resto de variables relacionadas con la composición corporal de los participantes (circunferencia de cintura, masa grasa, porcentaje de grasa corporal), también se vieron mejoras en relación a la aplicación de un protocolo HIIT, aunque estos resultados fueron más heterogéneos, pero la tendencia general fue hacia mejorar las cifras. En 2017 se realizó un metaanálisis donde también HIIT indujo mejoras en los resultados sobre grasa corporal y circunferencia de

cintura, en este caso en adultos (29) y en otro metanálisis con 873 individuos hubo también resultados similares (30). Cabe destacar que uno de los estudios que fueron evaluados en esta revisión no mostró mejoras en los valores de IMC ni en el resto de variables de composición corporal luego de la intervención HIIT (20), esto puede explicarse por el tiempo de intervención que fue solo de 2 semanas, bastante menor a los aplicados en el resto de los estudios, en donde el promedio de tiempo de intervención fue de 8 semanas, llegando incluso hasta las 24 semanas.

Los marcadores bioquímicos de riesgo cardiometabólico son importantes en el seguimiento de los pacientes obesos, con riesgo aumentado y/o con patología cardiometabólica diagnosticada. En la evidencia disponible actualmente se han visto respuestas inconsistentes de los niveles de glucosa en ayuna frente a HIIT, pero con tendencia a mostrar disminuciones de sus valores en ayunas (31). En cuanto a la insulina y HOMA IR, se observó que presentan una respuesta favorable estadísticamente significativa con la práctica de un protocolo HIIT en la gran mayoría de los estudios revisados. Esta respuesta favorable de insulina y HOMA IR es similar a la encontrada en otras revisiones o estudios previos (32). Respecto a lo observado con la respuesta de la glucosa en ayunas, que fue bastante irregular en los estudios analizados en esta revisión, se puede destacar que los estudios en donde se observó

una respuesta favorable contundente, eso quiere decir con significado estadístico, fueron aquellos en donde la intervención no fue únicamente de HIIT, sino que este fue asociado o a una intervención nutricional (18), una asociación de HIIT con otra modalidad de entrenamiento como el entrenamiento continuo de moderada intensidad (MICT por sus siglas en inglés) (22) y nuevamente también es factor relevante el tiempo de duración de la intervención, observándose mejores resultados desde la quinta semana de intervención en adelante.

El  $VO_2$  max es reconocido actualmente como un indicador de salud, por ende, la importancia en poder medirlo y tratar mejorar sus valores. Especialmente en pacientes con sobrepeso/obesidad o con patologías que ven mermados sus valores. Ya se ha visto el potencial de HIIT en lograr mejoras en los valores de  $VO_2$  max en pacientes adultos con alguna patología crónica (33) y en relación a salud cardiometabólica como bien lo demuestran algunas revisiones sistemáticas con metaanálisis (34). Esta evidencia está en concordancia con lo demostrado por nuestra revisión, dado que los valores de  $VO_2$  max fueron significativamente más altos en los grupos que realizaron la intervención de HIIT.

Las cifras de PA mostraron reducciones significativas en la gran mayoría de trabajos analizados en esta revisión. Si bien los individuos de estos estudios no son hipertensos, si es importante poder contar con

una herramienta más para poder manejar cifras tensionales, para así evitar que adolescentes con factores de riesgo cardiometabólicos se conviertan en adultos enfermos. Hallazgos similares se encontraron en un metaanálisis del año 2018 donde no hubo diferencias en disminuir PAS y PAD con HIIT o con MICT en adultos hipertensos (35).

Se pudo ver en esta revisión que HIIT tiene efectos favorables en la gran mayoría de factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes, hubo cierta variación de resultados entre algunos estudios, pero la gran mayoría con tendencia a mostrar mejoras de las variables al aplicar un protocolo HIIT. Importantes diferencias se observaron en relación con el tiempo de duración del protocolo de ejercicio, donde claramente estos deben ser mayores a las 5 semanas de duración, además otro punto a tomar en cuenta es que los mejores resultados fueron vistos al asociar HIIT con una intervención alimentaria y además complementado con otros tipos de ejercicios, como son los de fuerza e incluso con ejercicios continuos.

Hay que tener en cuenta el número reducido de participantes en todos los estudios, por ende, es importante tomar los resultados con cautela dado que no podemos extrapolar completamente estos resultados a la población total de adolescentes. Esto da pie a mantener la investigación de esta modalidad de ejercicio en la población adolescente, dado que hasta el momento está mostrando buenos resultados.

## **CONCLUSIÓN**

En la presente revisión sistemática se analizaron los efectos de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre los factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes. Sobre esto, la revisión sistemática mostró que los programas de entrenamiento interválicos de alta intensidad con características multicomponentes, principalmente aeróbico combinado con un adecuado control nutricional genera una disminución de los factores de riesgos cardiometabólicos en adolescentes en comparación a los programas que solo realizaron HIIT.

Los efectos positivos en la disminución de los factores de riesgo cardiometabólicos se evidencian y son significativos desde la semana 5 de entrenamiento. El entrenamiento HIIT aumenta la sensibilidad a la insulina, disminuyendo también el IMC, el porcentaje de grasa corporal, la presión arterial sistólica y diastólica, PCR y perfil lipídico en adolescentes normopesos con sobrepeso y obesidad.

## **CONFLICTOS DE INTERESES**

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses al redactar el artículo.

## REFERENCIAS

- 1.- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. U.S. Department of Health and Human Services; Washington, DC: 2018. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report.
- 2.-Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med.* 2009;43(1):1-2.
- 3.- Kohl HW 3rd, Craig CL, Lambert EV, et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet.* 2012;380(9838):294-305. doi:10.1016/S0140-6736(12)60898-8.
- 4.- Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet.* 2012;380(9838):247-257. doi:10.1016/S0140-6736(12)60646-1
- 5.- Sallis JF, Bull F, Guthold R, et al. Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *Lancet.* 2016;388(10051):1325-1336. doi:10.1016/S0140-6736(16)30581-5
- 6.- Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol.* 2012;2(2):1143-1211. doi:10.1002/cphy.c110025.
- 7.- World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2020.
- 8.- Laaksonen DE, Lakka HM, Niskanen LK, Kaplan GA, Salonen JT, Lakka TA. Metabolic syndrome and development of diabetes mellitus: application and validation of recently suggested definitions of the metabolic syndrome in a prospective cohort study. *Am J Epidemiol.* 2002;156(11):1070-1077. doi:10.1093/aje/kwf145
- 9.- Magge SN, Goodman E, Armstrong SC; Committee on Nutrition; section on endocrinology; section on obesity. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics.* 2017;140(2):e20171603. doi:10.1542/peds.2017-1603
- 10.- Zabinski MF, Saelens BE, Stein RI, Hayden-Wade HA, Wilfley DE. Overweight children's barriers to and support for physical activity. *Obes Res* 2003; 11: 238–246.
- 11.- Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 2012; 590: 1077–1084.
- 12.- Lunt H, Draper N, Marshall HC et al. High intensity interval training in a real world setting: a randomized controlled feasibility study in overweight inactive adults, measuring change in maximal oxygen uptake. *PLoS One* 2014; 9: e83256.
- 13.- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7): e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097
- 14.- McGowan J, Sampson M, Salzwedel DM, Cogo E, Foerster V, Lefebvre C. PRESS Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Statement. *J Clin Epidemiol.* 2016; 75:40-46. doi: 10.1016/j.jclinepi.2016.01.021
- 15.- Yamato TP, Arora M, Stevens ML, Elkins MR, Moseley AM. Quality, language,

- subdiscipline and promotion were associated with article accesses on Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Physiotherapy*. 2018;104(1):122-128. doi: 10.1016/j.physio.2017.08.003
- 16.- Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(12):1235-1241. doi:10.1016/s0895-4356(98)00131-0
- 17.- Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from: [www.cochrane-handbook.org](http://www.cochrane-handbook.org).
- 18.- Plavsic L, Knezevic OM, Sovtic A, et al. Effects of high-intensity interval training and nutrition advice on cardiometabolic markers and aerobic fitness in adolescent girls with obesity. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2020;45(3):294-300. doi:10.1139/apnm-2019-0137
- 19.- Dias KA, Ingul CB, Tjønnå AE, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sports Med*. 2018;48(3):733-746. doi:10.1007/s40279-017-0777-0
- 20.- Cockcroft EJ, Bond B, Williams CA, et al. The effects of two weeks high-intensity interval training on fasting glucose, glucose tolerance and insulin resistance in adolescent boys: a pilot study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2019; 11:29. Published 2019 Dec 9. doi:10.1186/s13102-019-0141-9
- 21.- Blüher S, Käßlinger J, Herget S, et al. Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (aFABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents. *Metabolism*. 2017;68:77-87. doi:10.1016/j.metabol.2016.11.015
- 22.- Van Biljon A, McKune AJ, DuBose KD, Kolanisi U, Semple SJ. Do Short-Term Exercise Interventions Improve Cardiometabolic Risk Factors in Children?. *J Pediatr*. 2018;203:325-329. doi:10.1016/j.jpeds.2018.07.067
- 23.- Racil G, Coquart JB, Elmontassar W, et al. Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biol Sport*. 2016;33(2):145-152.
- 24.- Logan GR, Harris N, Duncan S, Plank LD, Merien F, Schofield G. Low-Active Male Adolescents: A Dose Response to High-Intensity Interval Training. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(3):481-490. doi:10.1249/MSS.0000000000000799
- 25.- Ouerghi N, Ben Fradj MK, Bezrati I, Feki M, Kaabachi N, Bouassida A. Effect of High-Intensity Interval Training on Plasma Omentin-1 Concentration in Overweight/Obese and Normal-Weight Youth. *Obes Facts*. 2017;10(4):323-331. doi:10.1159/000471882
- 26.- Alvarez C, Ramírez-Campillo R, Ramírez-Vélez R, Izquierdo M. Effects of 6-Weeks High-Intensity Interval Training in Schoolchildren with Insulin Resistance: Influence of Biological Maturation on Metabolic, Body Composition, Cardiovascular and Performance Non-responses. *Front*



*Physiol.* 2017;8:444. Published 2017 Jun 29.  
doi:10.3389/fphys.2017.00444

27.- Costigan SA, Eather N, Plotnikoff RC, et al. Preliminary efficacy and feasibility of embedding high intensity interval training into the school day: A pilot randomized controlled trial. *Prev Med Rep.* 2015;2:973-979. Published 2015 Nov 14. doi:10.1016/j.pmedr.2015.11.001

28.- Su L, Fu J, Sun S, et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One.* 2019;14(1):e0210644. Published 2019 Jan 28. doi: 10.1371/journal.pone.0210644

29.- Wewege M, van den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2017;18(6):635-646. doi:10.1111/obr.12532

30.- Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev.* 2017;18(8):943-964. doi:10.1111/obr.12536

31.- Earnest CP, Lupo M, Thibodaux J, et al. Interval training in men at risk for insulin resistance. *Int J Sports Med.* 2013;34(4):355-363. doi:10.1055/s-0032-1311594

32.- Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell MI. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia.* 2017;60(1):7-23. doi:10.1007/s00125-016-4106-1

33.- Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation.* 2008;118(4):346-354. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822

34.- Batacan RB Jr, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med.* 2017;51(6):494-503. doi:10.1136/bjsports-2015-095841

35.- Costa EC, Hay JL, Kehler DS, et al. Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training On Blood Pressure in Adults with Pre- to Established Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Sports Med.* 2018;48(9):2127-2142. doi:10.1007/s40279-018-0944-y