

EFECTOS DEL HIIT EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON SOBREPESO U OBESIDAD

CAFYD Y FISIOTERAPIA

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: José Ramón Borrego

Cervantes Nº Expediente:

Grupo TFG: M61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Carlos García Martí

Área: Revisión bibliográfica

Resumen: La obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes es uno de los principales problemas de la salud pública mundial en la actualidad, puesto que supone un factor de riesgo añadido de sufrir diferentes enfermedades crónicas, de ahí la importancia de buscar estrategias de entrenamiento para combatir la obesidad y el sobrepeso a estas edades. El objetivo principal de esta revisión ha sido explorar los efectos del HIIT sobre la composición corporal, la capacidad aeróbica y los factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con obesidad/sobrepeso. Se realizó una búsqueda de artículos científicos relacionados con los efectos del HIIT sobre la masa corporal, el índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa, el perímetro de cintura, la presión arterial, el colesterol total y los niveles triglicéridos en niños y adolescentes de entre 5 a 19 años con obesidad y sobrepeso. Los resultados mostraron efectos beneficiosos en la mayoría de las variables analizadas, excepto el IMC, la FCmax y el HDL que no mostraron mejoras significativas tras el entrenamiento HIIT. Por lo tanto, podemos hablar del entrenamiento HIIT como una herramienta muy útil para mejorar la composición corporal, la capacidad aeróbica y los factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes y con ello, reducir el riesgo de que padezcan enfermedades crónicas en un futuro.

Palabras clave: HIIT, entrenamiento de alta intensidad con intervalos, entrenamiento de alta intensidad, niños, adolescentes, jóvenes, sobrepeso y obesidad.

Abstract: Obesity and overweight in children and adolescents is one of the main public health problems in the world today, as it is an added risk factor for different chronic diseases, hence the importance of seeking training strategies to combat obesity and overweight at this age. The main objective of this review was to explore the effects of HIIT on body composition, aerobic capacity and cardiovascular risk factors in obese/overweight children and adolescents. A search for scientific articles related to the effects of HIIT on body mass, body mass index, fat mass percentage, waist circumference, blood pressure, total cholesterol and triglyceride levels in obese and overweight children and adolescents aged 5-19 years was conducted. The results showed beneficial effects on most of the variables analysed, except BMI, FCmax and HDL which did not show significant improvements after HIIT training. Therefore, we can speak of HIIT training as a very useful tool to improve body composition, aerobic capacity and cardiovascular risk factors in children and adolescents and thereby, reduce their risk of developing chronic diseases in the future.

Key words: HIIT, HIT, high intensity interval training, high intensity training, children, adolescents, young adults, overweight and obese

Índice:

Índice de contenidos

1. Introducción.....	5
2. Objetivos:	10
2.1. Objetivo principal:.....	10
2.2. Objetivos específicos	10
3. Metodología:.....	10
3.1. Diseño:.....	10
3.2. Estrategia de búsqueda	10
3.3. Criterios de selección	11
3.4. Diagrama de flujo	12
4. Resultados:	13
4.1. Cuadro resumen.....	13
4.2. Resumen de los artículos empleados	20
5 Discusión:.....	31
5.1. Efectos sobre la composición corporal.....	31
5. 2. Efectos sobre la capacidad aeróbica.....	36
5.3. Efectos sobre factores de riesgo cardiovasculares	41
6. Futuras líneas de investigación	45
7. Conclusión:.....	46
8. Referencias:	47
9. Anexos:	53

Índice de figuras

Figura 1: Valor de percentil del IMC en chicos según la OMS	6
Figura 2: Valor de percentil del IMC en chicas según la OMS	6
Figura 3: Diagrama de flujo	12
Figura 4: Pre y post intervención 12 semanas HIIT de Paahoo et al. (2021)	43

Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro resumen de artículos	13
Tabla 2: Pre y post intervención sobre el IMC Lambrick et al. (2016)	33
Tabla 3: Pre y post intervención HIIT Corte de Araujo et al. (2012)	34
Tabla 4: Pre y post intervención HIIT Lambrick et al. (2016)	37
Tabla 5: Pre y post intervención HIIT Cvetković et al. (2018).....	39
Tabla 6: Pre y post intervención HIIT Racil et al. (2016)	39
Tabla 7: Protocolo HIIT Cvetković et al. (2018)	40
Tabla 8: Protocolo HIIT Racil et al. (2016)	40
Tabla 9: Protocolo HIIT Racil et al. (2013).....	44
Tabla 10: Protocolo HIIT 12 semanas de Paahoo et al. (2020)	44

1. Introducción

Según la OMS (2021) el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.

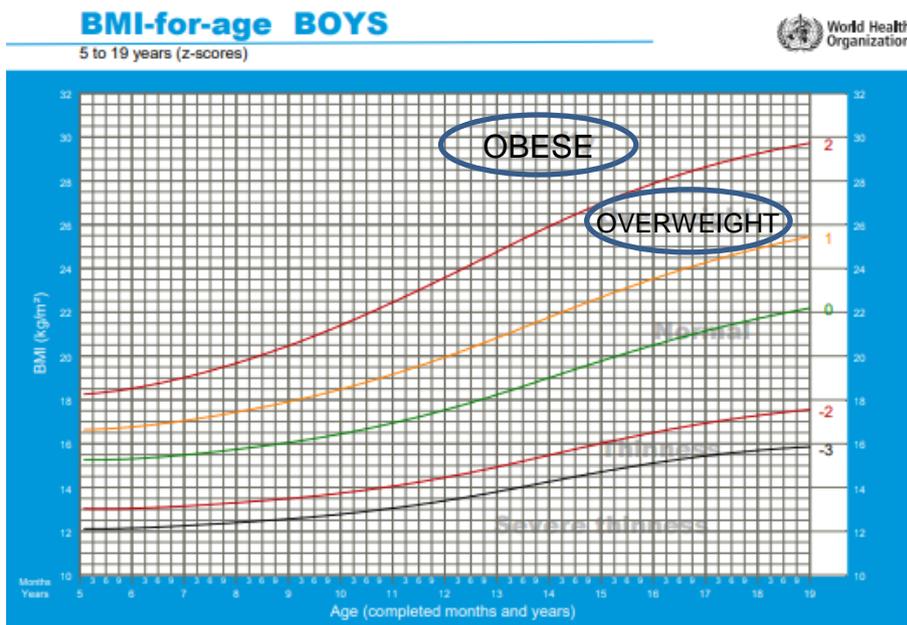
En la revisión de Chooi et al. (2019) la obesidad se define como una enfermedad multifactorial que resulta del desequilibrio que se da cuando el valor de la ingesta energética supera al del gasto energético. El exceso de energía sobrante se convierte en triglicéridos que se almacenan en los depósitos del tejido adiposo provocando el aumento del tamaño de estos, dándose como consecuencia el incremento de la grasa corporal y el peso.

Hay diferentes herramientas para el diagnóstico del sobrepeso y la obesidad una de ellas es la medición a través del índice de masa corporal. La OMS (2021) describe el IMC como una indicación simple entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad. Otros de los métodos más utilizados para el diagnóstico de esta enfermedad son: la medición de pliegues cutáneos de diferentes zonas del cuerpo junto con la medición del perímetro de la cintura, los centímetros de perímetro de cintura muy fiable en el caso de que la grasa se concentre en el abdomen y el porcentaje de masa grasa.

En el caso de los niños de entre 5 y 19 años, el sobrepeso y la obesidad se definen de la siguiente manera según la OMS (2021): el sobrepeso se determina si el IMC para la edad tiene más de una desviación típica por encima de la media (percentil igual o mayor de 25 en chicos e igual o mayor de 30 en chicas) establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS y la obesidad se determina si el IMC es mayor de dos desviaciones típicas por encima de la media (valor de percentil igual o mayor de 30) establecida (Gráfica 1 y 2).

Figura 1

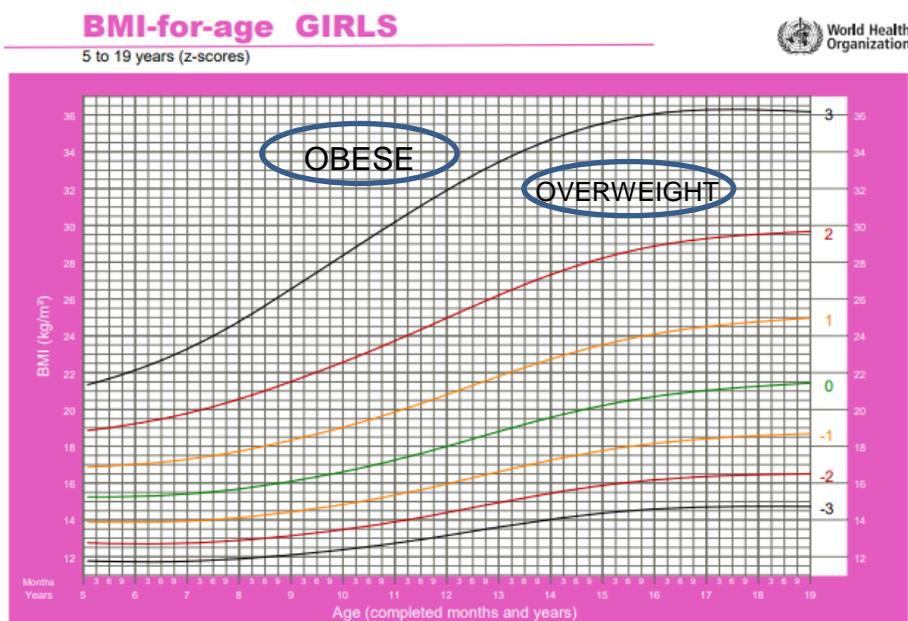
Valor de percentil en chicos en función de su edad y su IMC según la OMS



Nota: Tomado de *Obesidad y Sobrepeso*, por la Organización Mundial de la Salud (2021)

Figura 2

Valor de percentil en chicas en función de su edad y su IMC según la OMS



Nota: Tomado de *Obesidad y Sobrepeso*, por la Organización Mundial de la Salud (2021)

La obesidad y el sobrepeso son dos de los principales problemas de la salud pública mundial en la actualidad y con cada año que pasa el número de personas que sufren esta enfermedad, de diferente sexo, edad y geografía aumenta a un ritmo que alarma. La prevalencia mundial de sobrepeso y obesidad según la OMS (2021) desde el año 1975 se va triplicando cada año, llegando en 2016 a cifras a nivel mundial de más de 1900 millones de adultos que la padecen la enfermedad y 340 millones de niños y adolescentes. Estas cifras son el reflejo del gran problema de educación alimenticia y de la falta de actividad física que existe a nivel mundial.

Según la OMS (2020) el número de niños y adolescentes con edades comprendidas entre 5 y 19 años que padecen obesidad y sobrepeso se ha multiplicado por 10 en los últimos cuatro decenios. La prevalencia del sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes ha aumentado de forma espectacular, del 4 % en 1975 a más del 18% en 2016. Este aumento se ha dado de forma similar en ambos sexos: 18 % en niñas y un 19% en niños.

A nivel nacional las cifras de obesidad y sobrepeso infantil, al igual que en el resto de los países, crecen de forma exponencial año tras año. El estudio ALADINO (2019) muestra que la prevalencia de sobrepeso en la población infantil de entre 6 y 9 años es del 23,3% y la prevalencia de la obesidad, del 17,3%. Es decir, que cuatro de cada diez escolares tienen exceso de peso.

Si bien el sobrepeso y la obesidad se consideraban un problema principalmente de los países más desarrollados y con ingresos más altos, en la actualidad están creciendo el número de casos de ambos trastornos en los países con ingresos medios y bajos, en concreto en entornos urbanos. Mientras que en 1975 a nivel mundial había menos del 1% de niños y adolescentes con obesidad, en 2016 se ha censado el número de 124 millones (un 6 % de las niñas y un 8% de los niños).

El origen de la obesidad y el sobrepeso en este rango de edades es multifactorial, estos factores favorecen a que se dé un balance energético positivo. Los principales factores que desencadenan la enfermedad son los factores genéticos, los ambientales, los psicológicos y los sociales.

Los factores ambientales representan una gran influencia en la mayoría de los casos, puesto que en la actualidad se vive en un ambiente obesogénico debido al fácil acceso a alimentos ricos en energía, azúcares y grasas, además, de los malos hábitos de sueño y la escasa actividad física (Vargas Aguilar et al., 2020).

La evidencia nos demuestra que junto al ambiental uno de los factores más determinantes en el desarrollo de la enfermedad es el genético. Se sabe que los factores relacionados con la herencia explicarían alrededor del 60% de la variabilidad del IMC o porcentaje de grasa corporal. Sin embargo, los conocimientos sobre genética de la obesidad solo permiten explicar un máximo del 6% de esa variabilidad (Bradfield et al., 2012).

También cabe destacar que tanto la obesidad como el sobrepeso a edades tempranas supone un factor riesgo añadido de sufrir diferentes enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares (enfermedades coronarias e hipertensión), dislipemia, diabetes tipo 2, apnea del sueño, hígado graso, problemas ginecológicos y artrosis. El riesgo de padecer enfermedades crónicas asociadas a la obesidad se duplica en los que tuvieron exceso de peso en la niñez y aún es mayor si este se mantuvo durante la adolescencia (OMS 2021).

Con el fin de prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas en la etapa adulta de estos niños y adolescentes con obesidad es importante, el diagnóstico precoz y la rápida intervención a través de la modificación de los factores ambientales, que son modificables, principalmente la ingesta energética y la actividad física.

Concretamente en referencia a la variable de la actividad física, la evidencia avala la necesidad de la realización de una mínima actividad física para frenar y reducir el desarrollo de la obesidad y el sobrepeso. La OMS (2020) habla de que la actividad física recomendable que deberían realizar los niños y adolescentes de entre 5 y 17 años tendría que ser al menos de 60 minutos diarios con una intensidad moderada o vigorosa e incorporar actividades aeróbicas intensas como mínimo 3 veces por semana. Desafortunadamente, la prevalencia de niños que cumplen estas recomendaciones de actividad física es de 7 a 15% en los diferentes países a nivel mundial (Morley et al., 2012).

Hasta el día de hoy se han probado diferentes tipos de entrenamiento (continuos, intermitentes, de alta intensidad, de moderada, de baja...), con mayor o menor éxito, con el fin de mejorar la salud de los jóvenes con obesidad y sobrepeso y prevenir futuras enfermedades crónicas. Tradicionalmente se ha prescrito ejercicio cíclico aeróbico como programa de disminución y control de peso, a pesar de los grandes beneficios que tienen en la salud de niños y adolescentes a corto y largo plazo, son programas muy monótonos y que requieren de un tiempo que este grupo de la población no tiene (Hassink, 2010).

En los últimos años ha crecido el interés en el protocolo HIIT (high intensity interval training) como alternativa a los entrenamientos cíclicos aeróbicos de moderada intensidad, puesto que se trata de un método menos monótono y que requiere de menor tiempo para la obtención de mejoras en la salud (Gibala, 2007).

El HIIT se trata de un método de resistencia caracterizado por utilizar series breves e intermitentes a alta intensidad con periodos de recuperación con ejercicios de baja intensidad (Gayda et al., 2012). De igual forma Laursen et al. (2019) considera el HIIT como secuencias de esfuerzo de alta intensidad, ejecutadas por encima del umbral láctico alternando con secuencias de ejercicio de moderada intensidad o recuperación pasiva, proporcionando una clasificación en función de la duración e intensidad del estímulo.

Son varias las razones que hacen relevante el uso del HIIT en poblaciones infantiles con obesidad y sobrepeso. Se trata de un protocolo de entrenamiento con el que se observa una rápida mejoría en la capacidad cardiorrespiratoria (Costigan et al., 2015), consigue mejoras en la composición corporal disminuyendo el porcentaje de masa grasa y el peso corporal en un menor periodo de tiempo en comparación con otros programas de entrenamiento (Atlantis et al., 2006) y también muestra una disminución sobre la presión sistólica, la presión diastólica y la resistencia a la insulina previniendo el desarrollo de enfermedades crónicas en un futuro (García-Hermoso et al., 2013).

El objetivo de este trabajo de revisión es recopilar la evidencia actual que hay sobre los efectos que desencadena la intervención a través del HIIT sobre la composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria y los factores de riesgo cardiovascular en

una población diana como son los niños y adolescentes con problemas de sobrepeso u obesidad.

2. Objetivos:

2.1. Objetivo principal:

Explorar los efectos del HIIT sobre la composición corporal, la capacidad aeróbica y los factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con obesidad/sobrepeso.

2.2. Objetivos específicos

Conocer los efectos del HIIT sobre diferentes variables de composición corporal de niños y adolescentes con obesidad y sobrepeso.

Entender los efectos del HIIT sobre la capacidad aeróbica de niños y adolescentes con obesidad y sobrepeso.

Comprender los efectos del HIIT sobre factores de riesgo cardiovascular de niños y adolescentes con obesidad y sobrepeso.

3. Metodología:

3.1. Diseño:

Se trata de una revisión bibliográfica de estudios, artículos y revistas científicas sobre los efectos del programa HIIT en niños y adolescentes que tienen obesidad o sobrepeso.

3.2. Estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda de estudios originales empleando las siguientes bases de datos disponibles en la biblioteca de la Universidad Europea de Madrid:

Medline, Rehabilitation & Sports Medicine Source, SPORTDiscuss with Full Text, CINAHL with Full text y Academic Search Ultimate, con las siguientes palabras claves unidas a estas ecuaciones de búsqueda << Children or adolescents or youth AND Hiit or hit or high intensity interval training or high intensity training AND Obese or overweight>>.

Tras la búsqueda inicial quedarón 436 documentos, que fueron disminuyendo en número tras aplicar los diferentes filtros de búsqueda, para quedarnos con 155. Para proceder a la selección se revisaron los resúmenes y en caso necesario los artículos completos con el fin de decir si la información contenida era o no acorde a nuestro objetivo.

3.3. Criterios de selección

Se incluyeron todo tipo de estudios con los siguientes criterios:

- En los sujetos tuviesen una edad comprendida entre los 5-19 años.
- En los que al menos uno de los grupos estudiados estuviese compuesto por niños/adolescentes con obesidad/sobrepeso diagnosticados.
- En los que a uno de los grupos se le realizara una intervención únicamente con HIIT.
- Redactados en inglés.
- Publicado en los últimos 10 años.
- Con acceso a texto completo desde la base de datos de la biblioteca.

Se excluyeron todos aquellos artículos:

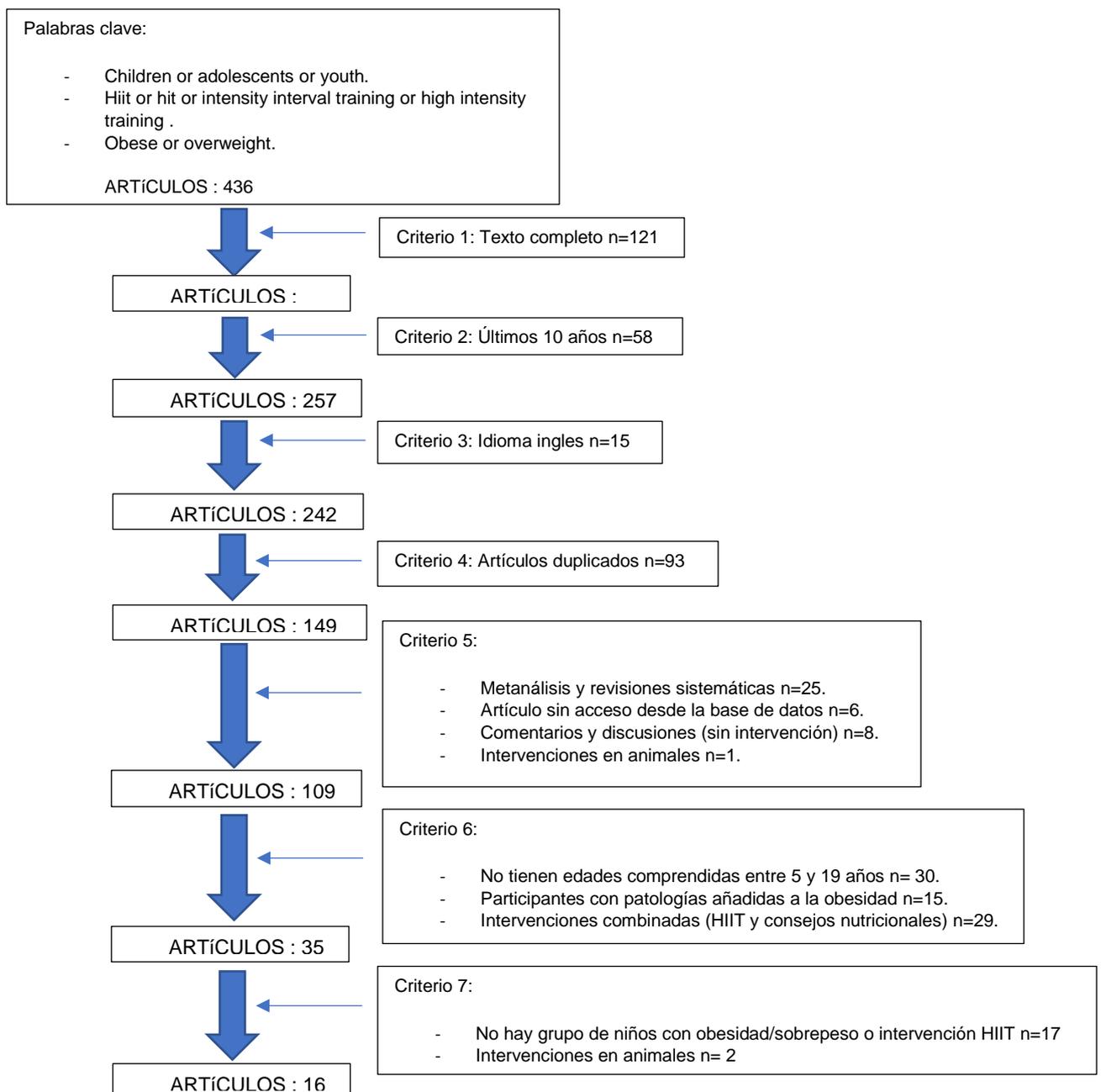
- En los que los sujetos tuvieran enfermedades crónicas o metabólicas.
- Con intervenciones en las que no se estudiara el efecto del HIIT exclusivamente en uno de los grupos, sino que se aplica HIIT combinado con otro tipo de intervención/entrenamiento.
- Donde aparte de la intervención con HIIT se realizaban sesiones semanales de nutrición afectando a los resultados finales.
- En los que no se midiera ninguna de las variables objetivos de la revisión.

- Aquellos en los que no se diferenciaban grupo de estudio de niños y adolescentes con obesidad o sobrepeso de los que tenían peso normal o bajo peso.
- Que realizaran la intervención en animales.
- Que estuviesen repetidos.
- Que fuesen comentarios o discusiones sin intervención.
- Que fuesen revisiones o meta análisis.

3.4. Diagrama de flujo

Figura 3

Diagrama de flujo



4. Resultados:

4.1. Cuadro resumen

Tabla 1

Cuadro resumen de artículos

Referencia	Variables de estudio	Grupos	Edad	Resultados
Cvetković et al. (2018)	<p>Tiempo de aplicación: 12 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), IMC (kg/m²), Masa grasa (kg) y Masa grasa (%).</p> <p>Capacidad aeróbica: yoyo test (m) y FCmax (l.p.m).</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: PS (mm/Hg) y PD (mm/Hg)</p>	<p>42 niños con sobrepeso y obesidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. Fútbol recreacional: 14 - G. HIIT: 14 - G. control (sin entt): 14 	11- 13	<p>Fútbol recreacional: mejora más significativa en la composición corporal, la capacidad muscular y la PD.</p> <p>HIIT: produce mejoras en el descenso de la FCmax y la PS.</p> <p>Grupo control: aumento en de la masa corporal y el IMC.</p>

Lau et al. (2016)	<p>Tiempo de intervención: 6 sem</p> <p>Composición corporal: IMC (kg/m²) y Masa corporal (kg)</p> <p>Capacidad aeróbica:</p>	<p>48 niños de escuela primaria con sobrepeso diagnosticado</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. LIIE: 16 - G. HIIT: 16 - G. control: 16 	10	<p>HIIT: aumento del IMC y MC. Aumento del valor FCmax.</p> <p>LIIE: aumento del IMC y MC</p> <p>Grupo control: no hay cambios significativos.</p>
Racil et al. (2015)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), IMC (z score), Masa grasa (%) y Perímetro de cintura (cm)</p> <p>Capacidad aeróbica VO₂max (ml/kg x min) y Vmax VO₂ (Km/h)</p>	<p>75 chicas adolescentes con obesidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT: 23 - G. P+HIIT: 26 - G. Control: 19 	15-17	<p>HIIT: mejora en la masa corporal y en la masa grasa.</p> <p>HIIT y P: gran efecto en la mejora de la masa corporal. Mayor beneficio en la circunferencia de cintura, en la VO₂max y la Vmax de VO₂.</p>
Boone et al. (2017)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), IMC (kg/m²), IMC (score z), Perímetro de cintura (cm)</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: TC (mm/Hg), HDL (mm/Hg), LDL (mm/Hg), TG (mm/Hg) y BChE (kU/L)</p>	<p>54 niños y adolescentes con obesidad del Sur de Brasil</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT: 34 - G. Control: 20 	10-15	<p>HIIT: disminución de actividad BChE, WC, TC, LDL y aumento de HDL.</p> <p>Grupo Control: incrementa la actividad de BChE pero no hay cambios significativos en el resto de parámetros.</p>
Racil et al. (2016)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p>	<p>47 adolescentes chicas con obesidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT: 17 - G. MIIT: 16 	13-15	<p>HIIT: Disminución de MC, MG (%) y IMC z-score. Mejores resultados en MC y %MG. El PC solo disminuye en este grupo. El valor de Fmax se mantiene. Incremento del VOmax</p>

	<p>Composición corporal: Masa corporal (kg), Masa grasa (%), IMC (score z) y Circunferencia cintura (cm)</p> <p>Capacidad aeróbica: FCmax (l.p.m.), FCrep (l.p.m.) y VO2max (%)</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: PS (mm/Hg) y PD (mm/Hg)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - G. Control: 14 		<p>(%) (2.22±2.99%, p=0.019, ES=0.48). Disminución de la PD (80-74) y de la PS (121-115).</p> <p>MIIT: Disminución de MC, MG (%) y IMC z-score. Incremento del VOMax (%) (3.53±1.39%, p=0.010, ES=0.57). Disminución de la PD (80-74) y de la PS (121-115).</p> <p>Grupo control: No hay diferencias entre pre y post.</p>
Delgado et al. (2018)	<p>Tiempo de intervención: 28 sem</p> <p>Composición corporal: Masa grasa (%), IMC (kg/m²) y Perímetro de cintura (cm)</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: PS (mm/Hg) y PD (mm/Hg)</p> <p>Capacidad aeróbica: FCrep (l.p.m.) y 6MWT (m)</p>	<p>197 niños de escuela con sobrepeso u obesidad</p> <p>G. Experimental: circuito de HIIT en clase</p> <ul style="list-style-type: none"> - EG1: 59 niños con sobrepeso - EG2: 92 niños con obesidad <p>G. Control: clase normal de EF</p> <ul style="list-style-type: none"> - CG1: 17 niños con sobrepeso - CG2: 29 niños con obesidad 	6-11	<p>EG1: IMC descenso de IMC, WC Y %BF (0,6, 0,2 y 0,6). PS aumenta un -0,2 y PD se mantiene. FCrep disminuye 0,1 y 6MWT disminuye -0,9.</p> <p>EG2: descenso de IMC, y %BF (0,4 y 0,4) y aumento de WC (0,1). Factores de riesgo cardiovascular; PS aumenta un -0,3 y PD aumenta en -0,4. FCrep aumenta -0,1 y 6MWT disminuye -0,8.</p> <p>CG1: IMC aumento de IMC, WC Y %BF (-0,3, -0,2 y -0,3). PS disminuye en 0,1 y PD disminuye en 0,1. FCrep aumenta -0,2 y 6MWT disminuye -0,8.</p> <p>CG2: IMC aumento de IMC, WC Y %BF (-0,3, -0,1 y -0,4). PS aumenta en -0,1 y PD se mantiene. FCrep disminuye 0,1 y 6MWT disminuye -0,4.</p>
Racil et al. (2013)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p>	<p>34 chicas adolescentes con obesidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT: 17 - G. MIIT: 16 	15-16	<p>Grupo HIIT: descenso de MC y IMC. Disminución cm de WC (- 3.58 %) y disminución de %BF. El mejor entrenamiento para reducir la BM y las medidas antropométricas. El</p>

	<p>Composición corporal: Masa corporal (kg), Masa grasa (%), IMC (score z) y Circunferencia cintura (cm)</p> <p>Capacidad aeróbica: Pico de VO₂ (ml/min x kg) y VAM (km/h)</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: TC (mmol/L), HDL (mmol/L), LDL (mmol/L), TG (mmol/L) y Adiponectina ((lg ml)</p>	<p>- G. Control: 14</p>		<p>aumento del pico de VO₂max (7,7%). Modificaciones positivas en los niveles de TC (ES = 0.62), TG (ES = 0.47), HDL-C (ES = 0.59) y adiponectin (ES = 0.69) y un descenso de LDL (ES = 0.75). Incremento en la VAM (P<0.01)</p> <p>Grupo MIIT: la reducción de BF%. Incremento en la VAM (P<0.05) y aumento el pico de VO₂ (5,2%). Incremento en los niveles en sangre de HDL y adiponectina (ES = 0.65 y ES = 0.69, respectivamente) y un descenso de LDL (ES = 0.62).</p> <p>Grupo control: no hay diferencias significativas entre el pre y el post.</p>
McNarry (2015)	<p>Tiempo de intervención: 6 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg) y IMC (kg/m²)</p> <p>Capacidad aeróbica: Pico de VO₂ (ml/kg/min), Pico de VO₂ relativo (L/min) y FCmax (lpm).</p>	<p>26 niños con obesidad y 29 niños con peso normal</p> <p>- Grupo HIIT</p> <p>- Grupo Control</p>	12-17	<p>Grupo HIIT: El MC aumenta de 49.1 kg a 49.9 kg y el valor del IMC se mantiene. El VO₂max aumenta ligeramente de 2.24 L/min a 2.36 L/min y la FCmax disminuye de 204 lpm a 202 lpm.</p>

Corte de Araujo et al. (2012)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), Masa corporal (%), Masa grasa (kg), Masa grasa (%), IMC (kg/m²) y Circunferencia cintura (cm).</p> <p>Capacidad aeróbica: Pico de VO₂ absoluto(ml/kg/min), Pico de VO₂ relativo (ml/kg/min) y Cambio absoluto en la recuperación de la FC tras el primer min</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: PS (mm/Hg), PD (mm/Hg), TC (mg/dL), HDL (mg/dL), LDL (mg/dL) y TG (mg/dL)</p>	<p>30 niños con obesidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. de entt de rest: 15 - G. HIIT: 15 	9	<p>Tanto la intervención mediante HIT como ET tuvieron mejoras en el pico de VO₂ absoluto (ET: 26.0%; HIT: 19.0%) y relativo (ET: 13.1%; HIT: 14.6%). AHRR1 y AHRR2 sufrieron un incremento significativo en el grupo de HIT, sin embargo, en el grupo de ET solo se observó mejora en el AHRR2. La masa corporal se vio significativamente reducida en el grupo HIT (2,6%), pero no en el grupo ET (1,2%). Se observó una reducción del IMC similar en ambos grupos (ET: 3.0%; HIT: 5.0%). En cuanto a los valores PS y la PD se ven disminuidos tras la intervención con HIT. Los valores de en sangre de TC, TG, HDL y LDL se ven disminuidos con ambos entrenamientos.</p>
Lambrick et al. (2016)	<p>Tiempo de intervención: 6 semanas</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), Masa grasa (%), IMC (kg/m²) y Circunferencia cintura (cm)</p> <p>Capacidad aeróbica: Pico de VO₂ absoluto (ml/kg/min) y FCmax (lpm).</p>	<p>26 niños con obesidad y 29 niños con peso normal</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT - G. Control 	8-10	<p>Grupo HIIT: el MC aumento de 48.9 kg a 49.9 kg y el valor de IMC se mantuvo. El %MG y especialmente el PC disminuyeron (33.7-32.7 % y 73.2-70.9 cm). El VO₂max disminuye de 37.0 ml/kg/min a 35.5 ml/kg/min y la FCmax se mantuvo.</p>

Paahoo et al. (2020)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), Masa grasa (%), IMC (kg/m²) y Perímetro de cintura (cm)</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: TG (mg/dL), HDL (mg/dL) y TG/HDL (mg/dL)</p>	<p>45 niños con obesidad y sobrepeso</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT: 15 - G. Aeróbico: 15 - G. Control: 15 	10-11	<p>G. HIIT: disminución de PC, IMC, %BF y WC (-0,76, -0,33, -1,25 y -0,015). Disminución TG/HDL (-0,98 ml/min). Mejores resultados.</p> <p>G. Aeróbico: disminución de PC, IMC, %BF y WC (-0,17, -0,07, -0,02 y -0,002). Disminución TG/HDL (-0,49 ml/min).</p> <p>G. Control: disminución PC y IMC (P=0,038 y P=0,037) y aumento de %BF y WC (P=0,415 y P=0,056). Aumento TG/HDL (0,054 ml/min).</p>
Paahoo et al. (2021)	<p>Tiempo de intervención: 12 sem</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: TC (mg/dL) y LDL (mg/dL)</p>	<p>45 niños con obesidad y sobrepeso</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. HIIT: 15 - G. Aeróbico: 15 - G. Control: 15 	10-11	<p>G. HIIT: disminución de TC y LDL (175-155 ml/dL y 100-80 ml/dL)</p> <p>G. Aeróbico: disminución de TC y LDL (180-170 ml/dL y 95-85 ml/dL)</p> <p>G. Control: TC se mantiene y LDL aumenta (95-100 ml/dL)</p>
Ouerghi et al. (2017)	<p>Tiempo de intervención: 8 sem</p> <p>Composición corporal: Masa grasa (%) y IMC (kg/m²).</p> <p>Capacidad aeróbica: VAM (km/h), VO₂max (ml/kg/min) y FCmax (l.p.m.)</p> <p>Factores de riesgo cardiovascular: TC (mg/dL), LDL (mg/dL), HDL (mg/dL) y TG (mg/dL).</p>	<p>18 niños sanos</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. peso normal: 9 - G. obesidad/sobrepeso: 9 	17-19	<p>G. peso normal: Se mantiene %BF y IMC. Incremento de VO₂max y VAM (54,1- 55,6 y 14,9- 15,4). TC, LDL y TG descenso significativo (175- 150, 113- 96,2 y 122- 90,0)</p> <p>G. obesidad/sobrepeso: Disminuye %BF y IMC (22,5-22,1 y 30,8-30,3). Incremento de VO₂max y VAM (42,0- 44,2 y 11,5- 12,1)</p>

Domaradzki et al. (2020)	<p>Tiempo de intervención: 10 sem</p> <p>Composición corporal: Masa corporal (kg), Masa grasa (%), IMC (kg/m²) y Perímetro de cintura.</p> <p>Capacidad aeróbica: PEI</p>	<p>28 chicos y 30 chicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poco peso - Peso normal - Obesidad 	16	<p>Poco peso: BW y IMC aumentan (53,90- 54,49 y 17,30-17,49). WC se mantiene y %BF disminuye (10,50- 9,28). Aumenta el PEI (41,63-45,72).</p> <p>Peso normal: BW, IMC, WC y BF% disminuyen (67,62-66,63, 21,46- 21,14, 0,81-0,78 y 15,10-13,15). Aumenta el PEI (42,36-44,23).</p> <p>Obesidad: BW, IMC, WC y BF% disminuyen (89,12- 84,80, 27,46- 26,67, 0,93-0,89 y 27,58-24,82). Aumenta el PEI (41,45-46,70).</p>
Kargarfard et al. (2016)	<p>Tiempo de intervención: 8 sem</p> <p>Composición corporal: PC y IMC (kg/m²)</p> <p>Capacidad aeróbica: VO₂max rel (ml/kg/min) y VO₂max abs (l/min)</p> <p>Factor de riesgo cardiovascular: PS (mm/Hg) y PD (mm/Hg)</p>	<p>41 adolescentes con obesidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. ET: 10 - G. HIIT: 10 - G. Control: 10 <p>43 con paso normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - G. ET: 10 - G. HIIT: 10 - G. Control: 10 	10-14	<p>Obesidad</p> <p>G. ET: Disminución PC y IMC. Mejora VO₂max rel (20,29-23,86) pero no hay mejora significativa en el VO₂max abs (1,56-1,80). Descenso de PS y DS (128,94- 121,29 y 84,35-71,89)</p> <p>G. HIIT: Disminución más significativa de PC y IMC. Mejora VO₂max rel (20,22- 24,94) pero no hay mejora significativa en el VO₂max abs (1,56-1,85). Descenso de PS y DS (127,33- 116,69 y 85,47-71,63).</p>
Monteiro et al. (2019)	<p>Tiempo de intervención: una sola sesión HIIT</p> <p>Factores de riesgo cardiovasculares: TC (mg/dL) y TG (mg/dL)</p>	<p>19 adolescentes con sobrepeso/obesidad</p> <p>Una única sesión HIIT</p>	11-17	<p>Disminución del colesterol en chicos y en chicas También disminución de número total de triglicéridos en chicos (142.94-114.81 mg/dL) y en chicas (132.92-106.91 mg/dL).</p>

4.2. Resumen de los artículos empleados

En todos los estudios recopilados se exponen los efectos de un protocolo HIIT sobre adolescentes o niños con sobrepeso/obesidad. En la gran mayoría de las intervenciones los participantes se dividen de forma aleatoria entre grupo control (sin entrenamiento) y grupo experimental (grupo HIIT), pero en alguno de los estudios además aparece un tercer grupo intervenido con un tipo de entrenamiento diferente al HIIT con la finalidad de comparar sus efectos.

Paahoo et al. (2021) realizaron un estudio en el que examinaron los efectos de dos protocolos de entrenamiento sobre el nivel de salusina, los marcadores inflamatorios y el perfil lipídico en niños con obesidad y sobrepeso. Reclutaron 45 niños con una edad de entre 9-12 años, con un IMC medio de 25.12 kg/m², que no habían realizado actividad organizada y regular en los 6 meses previos a la intervención y sin ninguna otra patología. Los participantes se dividieron en los siguientes tres grupos de forma aleatoria: grupo HIIT (trabajando del 100-110% de la velocidad aeróbica máxima), grupo de entrenamiento aeróbico (40%-70% de la frecuencia cardiaca de reserva) o grupo control (continuaron con su rutina habitual). Tanto en el protocolo HIIT como en el aeróbico los participantes entrenaron 3 veces por semana (días no consecutivos) durante 12 semanas. Las sesiones HIIT se comenzaron después de calcular la VAM de cada uno de los integrantes del grupo, estas sesiones duraban un total de 45 minutos distribuidos en tres bloques: se empezaba con 10 minutos de calentamiento con trote y 8 minutos de estiramientos dinámicos, seguidos de 3 series de 10 repeticiones con intervalos de descanso entre ellas de 10 segundos (también entre series se daban descansos pasivos de 3-4 minutos) y, para terminar, se realizaban 8 minutos de recuperación activa. Las sesiones aeróbicas duraban un total de 45 minutos distribuidos también en tres bloques: se empezaba con 5 minutos de calentamiento con trote y 5 minutos de estiramientos, seguido de 30 minutos de carrera continua y terminando con 5 minutos de recuperación activa. Los resultados mostraron que 12 semanas de entrenamiento HIIT tienen más efectos positivos que 12 semanas de entrenamiento

aeróbico sobre el nivel de salusina, los marcadores inflamatorios (IL-6 y CRP), el perfil lipídico y la composición corporal de niños con obesidad y sobrepeso.

Cvetković et al. (2018) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de comparar los efectos del fútbol recreacional con los del HIIT sobre la composición corporal, la capacidad muscular y la capacidad cardiorrespiratoria en niños con obesidad y sobrepeso. Participaron 42 niños con obesidad/sobrepeso, con edades de 11 a 13 años y sin más enfermedades metabólicas o crónicas. Los niños fueron divididos de forma aleatoria en tres grupos: grupo de fútbol recreacional, grupo HIIT o grupo control (sin entrenamiento). El grupo de fútbol recreacional y el grupo HIIT realizaron además de las clases de Educación Física (dos por semana) 3 sesiones de entrenamiento semanales durante 12 semanas, mientras que el grupo control solo participó en las clases. Cada sesión de fútbol recreacional duraba un total de 60 minutos incluía: un calentamiento de 10 minutos de baja intensidad, seguido por 4 series de 8 minutos cada una de juego en campo con descansos pasivos entre series de 2 minutos y terminaban con 10 minutos de vuelta a la calma. Las sesiones HIIT estaban compuestas por tres bloques: los primeros 10 minutos eran de calentamiento, seguido de 3 series de 5-10 repeticiones cada una (intervalos de trabajo/recuperación activa de 10-20/10-20) al 100% de la VAM (entre series se daban periodos de 3 minutos de recuperación pasiva) y terminaban la sesión con 10 minutos de vuelta a la calma. Como resultado, se observó que tras 12 semanas de entrenamiento con fútbol recreacional o HIIT aparecían mejoras en los valores de la capacidad muscular y cardiorrespiratoria en niños con obesidad/ sobrepeso. Si bien ambas intervenciones mejoraron la capacidad física, también es cierto que el fútbol recreacional mejoró todos los aspectos físicos en mayor medida que el HIIT. En el grupo control la masa corporal, el IMC y la masa grasa aumentaron, lo que indica que no es suficiente con las clases de educación física para combatir la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso en estas edades, siendo una buena alternativa el fútbol y el entrenamiento HIIT.

Kargarfard et al. (2016) desarrollaron un estudio en el que el principal objetivo fue evaluar el efecto de 8 semanas de entrenamiento de resistencia (baja intensidad y alta frecuencia) y HIIT (alta intensidad y baja frecuencia) sobre la adhesión molecular intracelular (ICAM-1) y la adhesión molecular vascular (VCAM-1) en adolescentes con obesidad y peso normal. Se reclutaron 30 adolescentes con obesidad (IMC >30) y 30 adolescentes con peso normal (IMC <22) todos con edades de entre 10 a 14 años y sin patologías asociadas. Los adolescentes fueron asignados en tres grupos de forma aleatoria: grupo ET, grupo HIIT y grupo control. El entrenamiento de resistencia consistió en 5 sesiones semanales supervisadas, en cada una de ellas se llevaba a cabo 50-60 minutos de carrera continua en cinta a una intensidad de 60-70% FCres (primera semana), la intensidad se iba incrementando en un 5 % cada dos semanas hasta llegar en la octava a una intensidad de 80-90% FCres. Por otro lado, los integrantes del grupo HIIT participaron en 3 sesiones semanales durante 8 semanas, las sesiones consistían en 50-60 minutos de carrera continua comenzando con una intensidad del 60-70 % de la frecuencia cardiaca de reserva durante los primeros 4 minutos, seguido por una reducción de la velocidad y declinación de la pendiente para trabajar a una intensidad menor del 40-50% de la frecuencia cardiaca de reserva durante 2 minutos, después de esos 2 minutos se volvía a la intensidad de 60-70%. La carga de trabajo se incrementaba en un 5% cada dos semanas hasta llegar a trabajar a una intensidad del 80-90% la última semana. Los datos recopilados tras el estudio muestran que ambos protocolos de entrenamiento son efectivos para mejorar los valores de la presión sistólica y presión diastólica en adolescentes con obesidad y con peso normal. Los resultados también indicaron que los dos entrenamientos son útiles para reducir el riesgo cardiovascular.

Boone et al. (2017) realizaron un estudio con el propósito de evaluar los cambios en la actividad de la BChE y en el riesgo cardiovascular después de 12 semanas de HIIT en adolescentes y niños con obesidad. Participaron en la intervención 54 niños y adolescentes diagnosticados con obesidad de entre 10 y 15 años. Fueron distribuidos en dos grupos de forma aleatoria: grupo HIIT o grupo control. El programa de ejercicios del grupo HIIT se aplicó de forma independiente a las

actividades escolares de los sujetos, los integrantes recibieron 3 sesiones de HIIT semanales durante 12 semanas. Cada sesión duraba 45 minutos distribuidos en tres bloques: primero se iniciaba con un calentamiento, seguido por 2 series de 4 esprines (cada serie) de 30 segundos cada uno (100 % del pico de velocidad) con descansos activos entre esprines de 60 segundos caminando (50 % del pico de velocidad) y 4 minutos de descanso entre las series. Los resultados demostraron que tras 12 semanas de HIIT provocan una disminución en la actividad de la BChE y cambios positivos en el riesgo cardiovascular de los sujetos.

En el estudio de Racil et al. (2016) se examinaron los efectos del HIIT en comparación con los efectos del MIIT sobre la salud cardiometabólica, los niveles de leptina en sangre, la percepción de esfuerzo y la composición corporal en chicas adolescentes con obesidad. Se obtuvieron voluntariamente para el estudio 47 chicas adolescentes con obesidad con una media de edad de 14 años y sin patologías asociadas. Los participantes fueron asignados de forma aleatoria entre los tres grupos: grupo MIIT, grupo HIIT o grupo control (sin entrenamiento). Los grupos de entrenamiento tuvieron sesiones 3 semanales durante 12 semanas. Las sesiones de MIIT y HIIT tuvieron un protocolo similar con la diferencia del incremento de la intensidad en grupo HIIT durante el periodo de entrenamiento intermitente, la sesión quedaba dividida en tres bloques: primero un calentamiento (10 minutos de trote al 50 % de la VAM, 5 minutos de estiramientos dinámicos y 5 aceleraciones de 20 metros con 1 minuto de recuperación entre repeticiones), seguido de una segunda parte de entrenamiento intermitente y, para terminar, se realizaban 10 minutos de vuelta a la calma. El entrenamiento intermitente sufría un incremento en su tiempo de trabajo cada 4 semanas, de la semana 1-4 se realizaron 3 series de 4 minutos cada una, intervalos durante ese tiempo de 15 segundos de trabajo (HIIT 100% VAM y MIIT 80% VAM) y 15 segundos de recuperación activa (50% VAM) con perdidos de recuperación de 5 minutos entre series, de la semana 4-8 se aumentó el tiempo de trabajo a 6 minutos y de la semana 8-12 se aumentó a 8. Los resultados de este estudio demostraron que, en chicas adolescentes con obesidad, el entrenamiento HIIT y MIIT fueron eficientes en la mejora de los niveles de capacidad aeróbica (VO₂max) y en el descenso de la concentración de leptina

en sangre tras 12 semanas de intervención. Sin embargo, los datos recopilados nos hablan que mejores resultados sobre la composición corporal y la percepción del esfuerzo de los participantes se obtienen con el protocolo HIIT, lo que nos indica que los entrenamientos alta intensidad con intervalo pueden producir mejores efectos en la salud.

Ouerghi et al. (2017) exploraron los diferentes efectos que tenía el HIIT sobre la respuesta del plasma omentin-1 en jóvenes con obesidad/sobrepeso y jóvenes con peso normal. Reclutaron de forma voluntaria para el estudio a 9 jóvenes con obesidad/sobrepeso y 9 jóvenes con peso normal con una edad media de 18 años, que no tenían patologías crónicas, que no tomaban medicación y que no entrenaban de forma regular. Los participantes fueron divididos en función de su IMC en dos grupos peso normal o sobrepeso/obesidad. Los jóvenes siguieron un programa HIIT realizando 3 sesiones semanales durante 2 meses. Cada sesión estaba compuesta por: un calentamiento de 15 minutos (trote, estiramientos dinámicos y 5 aceleraciones de 20 m), seguido de la parte principal donde se realizaban 2 series con 8 repeticiones cada serie (repeticiones de 30 segundos de carrera al 100-110% de la VAM), repeticiones separadas por periodos de recuperación activa de 30 segundos al 50% de la VAM y finalmente los participantes realizaban 10 minutos de vuelta a la calma con carrera de baja intensidad y estiramientos estáticos. Los datos recopilados del estudio nos muestran que el entrenamiento de alta intensidad con intervalos provoca un aumento en la omentina circulante y mejora las características cardiometabólicas en jóvenes con obesidad.

Racil et al. (2015) llevó a cabo un estudio con el objetivo de comparar el efecto del entrenamiento HIIT y el efecto del entrenamiento pliométrico combinado con HIIT sobre las medidas antropométricas, bioquímicas y la capacidad física en chicas jóvenes con obesidad. Participaron 68 chicas adolescentes con obesidad y sin ninguna enfermedad crónica o metabólica añadida. Los participantes fueron asignados de forma aleatoria a uno de los siguientes 3 grupos: grupo HIIT, grupo HIIT + pliométrico y grupo control (sin entrenamiento). Las sesiones de entrenamiento se realizaron 3 veces por semana (días no consecutivos) durante

las 12 semanas que duró el estudio. En las sesiones HIIT de ambos grupos se realizaban 2 series de 6 (la primera semana)- 8 (la última semana) repeticiones cada serie. En cada repetición se daba un periodo de trabajo de 30 segundos al 100% del VO₂max y un periodo de recuperación activa de 30 segundos entre repeticiones, con descansos de 4 minutos entre series. En el grupo HIIT + pliométrico las sesiones de ejercicios pliométricos estaban compuestas por 2 bloques de 3 ejercicios cada bloque, cada ejercicio tenía una duración de 2 minutos con intervalos de 15 segundos de trabajo y 15 segundos de recuperación pasiva, secuencia repetida de forma continua hasta completar los 2 minutos de ejercicio. Entre ejercicios la recuperación era de 30 segundos y entre bloques de 1 minuto. Los resultados del estudio demostraron que el entrenamiento HIIT es una buena herramienta para combatir obesidad en chicas adolescentes y un tipo de entrenamiento con mayor adherencia que el entrenamiento convencional aeróbico. Por otro lado, con el entrenamiento combinado de HIIT + pliométrico los datos reflejan que se consiguen mayores adaptaciones fisiológicas que solo con entrenamiento HIIT.

Delgado et al. (2018) plantearon como objetivo principal del estudio el determinar los efectos de 28 semanas de entrenamiento HIIT sobre la composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria y la presión arterial en niños de escuela con obesidad y sobrepeso. La participación en este estudio fue voluntaria, participaron 197 niños de escuela (108 chicas y 89 chicos), de edades comprendidas entre 6 y 11 años con obesidad y sobrepeso diagnosticados según los criterios del Centro de Control y Prevención de Enfermedades. Los niños con sobrepeso y obesidad fueron distribuidos en cuatro grupos: grupo experimental 1, grupo experimental 2, grupo control 1 o grupo control 2. Todas las sesiones de HIIT se llevaron a cabo durante las clases de Educación Física, con un total de 56 sesiones de 60 minutos cada una, dos sesiones por semana (con un trabajo efectivo total de 40 minutos). Los participantes del grupo control llevaron a cabo en cada sesión 15 minutos de calentamiento con carrera de baja intensidad y móvil articular, seguidos de 35 minutos de clase grupal y se terminaba con 10 minutos de vuelta a la calma. Las sesiones HIIT del grupo experimental consistían en 5 minutos de calentamiento con

trote y movilidad articular, seguido de 4 series x 4 repeticiones de 4-6 minutos cada repetición, a intensidades del 80-90% de la FCmax, (30 seg. -60 seg. de actividad y 30-60 seg. de recuperación) con descansos de 1-2 minutos entre series y en la última parte se realizaban 5 minutos de vuelta a la calma. Los datos recopilados tras la intervención mostraron que 28 semanas de entrenamiento HIIT, aplicado durante las clases EF, provocan una reducción significativa en el número de niños con obesidad, sobrepeso, prehipertensión e hipertensión. Además, la intervención fue eficaz para la mejora de las capacidades aeróbicas y las variables antropométricas.

El estudio realizado por Racil et al. (2013) se desarrolló con el objetivo de investigar los efectos de 12 semanas de entrenamiento HIIT en la composición corporal, la composición lipídica y el nivel de adipocitos en chicas adolescentes con obesidad. 34 chicas con obesidad participaron en el estudio, tenían una edad media de 16 años, con un IMC >97th acuerdo con el percentil del estándar francés y que no realizaban más de 3 horas semanales de actividad física antes del estudio. Los participantes fueron asignados de forma aleatoria en tres grupos: grupo HIIT (ejercicio al 100-110% de la VAM), grupo MIIT (ejercicios al 70-80% de la VAM) o grupo control (no ejercicio). Los grupos de entrenamiento realizaron 3 sesiones semanales (días no consecutivos) durante 12 semanas. Todas las sesiones constaban de tres partes: calentamiento, entrenamiento HIIT y vuelta a la calma. Una primera parte de calentamiento con 10 minutos de trote continuo a una intensidad de 50% de la VAM, seguido de 5 minutos de estiramientos dinámicos y 5 repeticiones cortas de 20 metros de aceleración en pista. Una segunda parte compuesta por intervalos de carrera a alta intensidad (100% VAM) y recuperaciones activas mediante carrera a intensidad moderada (70% VAM), con distancias acordes a las capacidades de cada sujeto. Por último, una tercera parte de vuelta a la calma con carrera de baja intensidad y estiramientos estáticos. Los datos tras la intervención mostraron una gran mejoría en la composición corporal y el perfil lipídico asociado en chicas adolescentes con obesidad. Por lo tanto, se demostró que el entrenamiento HIIT es una estrategia más útil que el entrenamiento

MIIT para la prevención y manejo de la obesidad, las enfermedades metabólicas, los factores de riesgo cardiovasculares y los trastornos hormonales en adolescentes.

Lau et al. (2015) plantearon como principal objetivo del estudio el examinar los efectos de 6 semanas de entrenamiento HIIT, a diferentes intensidades, sobre la composición corporal, la marcha funcional y la resistencia aeróbica en niños con sobrepeso. Participaron 48 niños de escuela primaria, con una edad media de 10 años y con sobrepeso diagnosticado. Los participantes fueron divididos en tres grupos: grupo LIIE (menor intensidad, pero mayor duración), grupo HIIT (mayor intensidad, pero menor duración) o grupo control (no recibieron sesiones de entrenamiento intermitente). Durante 6 semanas todos los participantes de los grupos de entrenamiento recibieron 3 sesiones semanales, calculando antes de comenzar la intervención la VAM individual de cada uno. En cada sesión el grupo LIIE se realizaban 16 intervalos (cada intervalo de 15 segundos de trabajo y 15 segundos de recuperación activa) de carrera al 100% de la VAM (8 min. de duración total del ejercicio) y el grupo HIIT realizaba 12 intervalos (cada intervalo 15 segundos de trabajo 15 segundos de recuperación activa) de carrera al 120% de la VAM (6 min. de duración total del ejercicio). Los hallazgos del estudio demuestran que el HIIT reduce significativamente la masa grasa (pliegues cutáneos), aumenta la capacidad aeróbica y mejora la marcha funcional en niños con sobrepeso.

McNarry et al. (2015) investigaron la influencia de 6 semanas de un programa de juegos de alta intensidad sobre la captación de oxígeno y peso corporal de niños y preadolescentes con obesidad o peso normal. Se presentaron voluntariamente para el estudio 26 niños con obesidad y 29 niños con peso normal (los percentiles del IMC de los niños se utilizaron para clasificar a los niños con obesidad o peso normal). Los participantes fueron asignados de forma aleatoria entre dos grupos: grupo experimental o grupo control (distribución equitativa del número de niños con obesidad y sobrepeso entre los dos grupos). Los participantes del grupo experimental completaron 2 sesiones semanales (40 min de actividad) de un programa de juegos discontinuos de alta intensidad durante 6 semanas. En las sesiones trabajaron con juegos de 6 minutos de duración a alta intensidad seguidos

de 2 minutos de recuperación. Cada sesión estaba compuesta por 6 juegos y 4 minutos de circuito. En conclusión, este estudio demostró que una intervención de 6 semanas mediante juegos discontinuos de alta intensidad mejoro la cinética del VO₂ en preadolescentes con obesidad.

Lambrick et al. (2016) desarrollaron un estudio donde investigaron los efectos de 6 semanas de juegos de alta intensidad con intervalos sobre la fisiología y los índices antropométricos de niños con obesidad o peso normal. Participaron de forma voluntaria 55 niños, de edades entre 8 y 10 años. Los percentiles del IMC de cada individuo sirvieron para clasificar a los niños en peso normal (valores de percentil entre 5-85) o con obesidad (valores de percentil ≥ 95). Los niños fueron divididos entre dos grupos de forma aleatoria: grupo ejercicio o grupo control, con representación uniforme de niños con peso normal y niños con obesidad en ambos grupos. Los participantes del grupo ejercicio completaron un programa de juegos de alta intensidad, específico para niños, de 2 sesiones semanales (48h de separación entre sesiones) durante 6 semanas. Los niños en cada sesión tomaron parte en 6 juegos de alta intensidad con intervalos (6 minutos de juego y 2 minutos de recuperación pasiva) más un circuito de 4 minutos de duración. Además, tanto grupo ejercicio como grupo control continuaron con sus sesiones de Educación Física. Este estudio demostró que solo 6 semanas de entrenamiento de alta intensidad utilizando juegos pueden mejorar diferentes aspectos relacionados con la salud (mejora cardiorrespiratoria y antropométrica) en niños de 8-10 años con obesidad. En especial se observaron mejoras en la capacidad aeróbica máxima, en la reducción de costo de O₂ en ejercicios submáximos y en los índices de masa corporal.

En el reciente estudio de Paahoo et al. (2020) el objetivo principal fue comparar los efectos de 12 semanas de HIIT vs. 12 semanas de entrenamiento aeróbico continuo sobre los niveles de los biomarcadores preartereoscleróticos y antiescleróticos en niños con obesidad y sobrepeso. Se reclutaron 45 niños con obesidad o sobrepeso de forma voluntaria, de una edad media de 12 años y que no habían realizado actividad física organizada y regular en los 6 meses previos a la intervención. Los

sujetos fueron distribuidos de forma aleatoria entre tres grupos: grupo HIIT (100-110% VAM), grupo aeróbico (40-70% de la FC de reserva) o el grupo control (sin ejercicio). Los grupos de ejercicio (HIIT y aeróbico) completaron 3 sesiones semanales (no días consecutivos) durante 12 semanas. Las sesiones HIIT incluían 3 partes (45 minutos): un calentamiento inicial con 10 minutos de trote y 8 minutos de estiramientos dinámicos, seguidos de 3 series de 5 minutos cada una de ejercicios HIIT (10 seg. x 10 seg.) trabajando a una intensidad del 100 % VAM (aumentando en 5% la intensidad cada 4 semanas hasta llegar al 110% de la VAM) con descansos entre series de 3-4 minutos y por último 8 minutos de vuelta a la calma. Las sesiones de entrenamiento aeróbico también incluían tres partes (45 minutos): primera parte de 5 minutos de calentamiento y 5 minutos de estiramientos dinámicos, seguidos de una segunda parte de 30 minutos de ejercicio aeróbico al 40-50% de la FC de reserva (aumentando en un 10% la intensidad hasta llegar al 60-70% en las últimas cuatro semanas) y se finalizaba con 5 minutos de vuelta a la calma. Los resultados del estudio nos indican que 12 semanas de entrenamiento HIIT tienen un efecto preventivo en el desarrollo de enfermedades crónicas a causa de estilos de vida sedentarios en niños con obesidad o sobrepeso. También los datos muestran cómo el entrenamiento HIIT tiene efectos antiescleróticos y mejora la salud cardiometabólica en niños con obesidad o sobrepeso.

Corte de Araujo et al. (2012) compararon los efectos de dos modalidades de entrenamiento como son el entrenamiento de resistencia y el entrenamiento HIIT sobre parámetros relacionados con la salud en niños con obesidad. Se seleccionaron 39 niños con edades de entre 8 y 12 años, con percentiles del IMC de 95th, no sometidos a ningún tratamiento farmacológico, sin más patologías al inicio del estudio y que no realizaban ejercicio regular en los 6 meses previos a la intervención. Los niños fueron asignados aleatoriamente entre dos grupos: grupo de entrenamiento aeróbico y grupo de entrenamiento HIIT. El protocolo de entrenamiento consistió en ejercicios de caminar/correr en cinta dos días por semana (días no consecutivos) durante 12 semanas. El grupo de entrenamiento de resistencia llevó a cabo 30 minutos de trabajo de resistencia continuo al 80% del pico de FC (cada tres semanas se aplicaba un incremento de 10 minutos de

duración en el ejercicio, hasta llegar a un total de 60 minutos durante las últimas 3 semanas). El protocolo HIIT consistió en repeticiones de 60 segundos de esfuerzo al 100% del pico de velocidad, separadas por 30 segundos de recuperación activa al 50% del pico de velocidad (la progresión del entrenamiento se llevó a cabo aumentando el número de repeticiones cada tres semanas se inició con 3 repeticiones las primeras tres semanas y se acabó con 6 repeticiones las últimas 3 semanas). Como resultado final se comprobó que ambos protocolos eran igual de efectivos para mejorar los parámetros más importantes de la salud (capacidad aeróbica, resistencia a la insulina, IMC...) en niños con obesidad.

Monteiro et al. (2019) plantearon como objetivo principal de su estudio el analizar los efectos de una sesión de HIIE sobre la respuesta inflamatoria y metabólica en chicas y chicos con obesidad y sobrepeso. En la intervención participaron 19 adolescentes con obesidad y sobrepeso (acordes a su IMC en función de su edad y peso) de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 11 y 17 años, sin mayores enfermedades, sin contraindicaciones clínicas de ejercicio y que no practicaran ejercicio de forma regular. La sesión HIIE consistió en 10 series de 2 minutos al 95% del pico máximo de velocidad con un 1 minuto de recuperación pasiva entre repeticiones, sesión duró un total de 34 minutos. Los resultados mostraron un incremento sobre los triglicéridos y el cortisol, relacionados con un aumento de los marcadores inflamatorios (IL-6) en adolescentes con obesidad/sobrepeso tras realizar una sesión de entrenamiento HIIE.

En el reciente estudio Domaradzki (2020) evaluaron los efectos del protocolo Tabata (HIIT) sobre la composición corporal, la capacidad aeróbica y el desarrollo motor en adolescentes con poco peso, sobrepeso y peso normal (dividido por géneros). Participaron 28 niños y 30 niñas del primer curso de educación secundaria, con una media de edad de 16 años y sin enfermedades metabólicas o asma. Los participantes se dividieron en tres grupos en función de su IMC: poco peso ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$), peso normal ($IMC = 18,5 - 24,99 \text{ kg/m}^2$) y sobrepeso ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$). Los adolescentes con poco peso y sobrepeso fueron asignados al grupo experimental y los compararon con los adolescentes con peso normal que formaron

el grupo control. El protocolo Tabata fue seguido por los niños que realizaron una sesión semanal de HIIT durante 10 semanas. Las sesiones HIIT se realizaban durante una de las clases semanales de Educación Física. Las sesiones se comenzaban con 10 minutos de calentamiento que consistía en 5 minutos de trote seguido de 5 minutos de estiramiento (dinámicos y estáticos). La parte fundamental de la sesión HIIT se basaba en un protocolo Tabata, con un tiempo total de 14 minutos en los que se realizaban 3 series de 4 minutos cada una, con recuperaciones pasivas entre series de 1 minuto. En cada serie se realizaban 8 repeticiones de trabajo de 20 segundos al 75-85% de la FCmax, con recuperaciones activas de 10 segundos entre cada serie. Para finalizar la sesión se realizaban ejercicios de flexibilidad y recuperación. Los resultados de este estudio muestran que el programa Tabata (HIIT) es una herramienta útil para combatir los problemas de salud que se inician con el sobre peso en adolescentes.

5 Discusión:

5.1. Efectos sobre la composición corporal

5.1.1. Masa corporal

El efecto del HIIT sobre la masa corporal en adolescentes y niños con obesidad o sobrepeso según los estudios revisados varía mucho en función de cómo se aplique el protocolo de entrenamiento (intensidad y duración) y la edad de los sujetos a los que se les aplica.

En los estudios de Lau et al. (2015), McNarry et al. (2015) y Lambrick et al. (2016) se observa un aumento en la MC de los sujetos tras la intervención, casualmente en estos tres artículos los sujetos tienen edades comprendidas entre los 8 y 10 años, y el tiempo de aplicación del entrenamiento es de 6 semanas. Esto nos indica que 6 semanas de protocolo HIIT no son suficientes para conseguir una

disminución de la MC y destaca la importancia de las edades de crecimiento sobre los resultados finales.

Por otro lado, en el estudio de Domaradzki et al. (2020) tras la aplicación de una sesión HIIT semanal durante 10 semanas, en chicos y chicas de 16 años con sobrepeso, se vio una disminución en la MC tanto en chicos como en chicas.

También se observaron efectos positivos sobre la MC en chicas adolescentes con sobrepeso en los tres estudios de Racil et al. (2016), Racil et al. (2015) y Racil et al. (2013) tras la aplicación de 12 semanas de protocolo HIIT (intensidades de 100-110%), intervenciones con algo más de duración.

En los estudios de Cvetković et al. (2018) y Pizzi et al. (2017) tras 12 semanas de intervención mediante HIIT los valores de MC, en sujetos de entre 10 a 15 años con obesidad/sobrepeso, no presentaron cambios notables.

Estos datos reflejan que el protocolo HIIT reduce o mantiene los valores de MC en niños y adolescentes cuando el entrenamiento tiene una duración de 10 o más semana con intensidades de 100-110% de la VAM. En niños antes de la aplicación de estos programas tenemos que tener en cuenta que están en edades de crecimiento que pueden provocar variaciones en los resultados.

5.1.2. Índice de masa corporal

Es un valor de la composición corporal que según los diferentes artículos revisados (Paahoo et al., 2021; Ouerghi et al., 2017; Cvetković et al., 2018; Kargarfard et al., 2016; Boone et al., 2017; McNarry et al., 2015; Lambrick et al., 2016; Paahoo et al., 2020; Racil et al., 2016; Racil et al., 2015; Racil et al., 2013) no sufre una gran modificación en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad que siguen programas supervisados de entrenamiento de alta intensidad con intervalos.

Cabe destacar los resultados de estudios como los de Delgado et al. (2018) y Corte de Araujo (2012) donde se observan las mejoras más significativas en el IMC tras la aplicación del protocolo HIIT. En ambas intervenciones los sujetos tenían un

rango de edad similar de entre 6 a 12 años y se realizan intervenciones de larga duración (12-28 sem).

Tabla 2

Pre y post intervención HIIT de 28 semanas sobre el IMC Delgado et al. (2016)

Variables	Groups	Girls				Boys	
		Pre mean (SD)	Post mean (SD)	<i>p</i> value (group × time)	Cohen's d	Pre mean (SD)	Post mean (SD)
BMI (Kg/m ²)	CG1	20.11 (1.76)	19.83 (2.53)	0.560	0.2	19.33 (1.24)	18.86 (2.53)
<i>p</i> value (time/group)	EG 1	19.62 (1.33)	18.66 (1.66)	<0.001	0.6	19.71 (2.03)	18.58 (2.04)
		0.374	0.107			0.626	0.751
	CG2	23.71 (2.96)	24.31 (3.48)	0.193	-0.3	22.35 (2.13)	22.59 (3.20)
	EG 2	23.64 (2.73)	22.38 (2.98)	<0.001	0.4	23.11 (2.31)	22.12 (3.01)

Nota: Tomado de *Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: a pilot trial* (p.1022), por Delgado et al. (2016).

Podemos ver la reducción del IMC (Tabla 2) que se da en el estudio de Delgado et al. (2018) tanto en chicos como en chicas con obesidad/sobrepeso (EG2/EG1) tras 2 sesiones semanales durante 28 semanas de HIIT con intensidades de 80-90 de la FCmax

Tabla 3

Pre y post intervención HIIT de 12 semanas de Cortes de Araujo et al. (2012)

Variable	PRE	POST	p (within-group comparison)	ES
Fat mass (%)				
ET (n = 15)	37 (4)	36 (4)	0.980	-0.150
HIIT (n = 15)	38 (5)	37 (4)	0.680	-0.048
Fat mass (Kg)				
ET (n = 15)	25 (8)	25 (8)	0.990	0.031
HIIT (n = 15)	28 (7)	27 (6)	0.540	-0.191
FFM (%)				
ET (n = 15)	63 (4)	64 (4)	0.990	0.157
HIIT (n = 15)	63 (5)	62 (6)	0.820	-0.240
FFM (Kg)				
ET (n = 15)	43 (10)	43 (9)	1.000	-0.035
HIIT (n = 15)	46 (6)	43 (4)	0.280	-0.473
Weight (Kg)				
ET (n = 15)	68 (16)	67 (16)	0.600	-0.050
HIIT (n = 15)	74 (10)	72 (10)	0.030*	-0.182
Height (cm)				
ET (n = 15)	150 (0)	151 (0)	0.001*	0.128
HIIT (n = 15)	152 (0)	154 (0)	0.008*	0.269
BMI (Kg/m²)				
ET (n = 15)	30 (4)	29 (4)	0.003*	-0.213
HIIT (n = 15)	32 (3)	30 (3)	0.0001*	-0.454

Nota: Tomado de *Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children* (p.4), por Cortes de Araujo et al. (2012).

Se observa la notable reducción del IMC entre el pre y post intervención en niños (Tabla 3) y adolescentes con obesidad al aplicar un entrenamiento HIIT durante 12 semanas, datos que se ven reflejados en el estudio de Cortes de Araujo (2012).

También en Domaradzki et al. (2020) muestran resultados positivos en esta variable en sujetos con obesidad de mayor edad (edad media de 16 años) y con una intervención de menor duración e intensidad (10 semanas y 75-85% de la FCmax).

En el estudio de Lau et al. (2015) el valor del IMC de los sujetos post intervención incluso aumenta. Esto se puede asociar, al igual que pasaba con la MC, a la corta duración del programa de entrenamiento y a las edades de los niños que participan

en la intervención, que se encuentran en etapas de crecimiento. En este estudio en concreto la altura y peso aumentan pasados los 6 meses de intervención, afectando de forma indirecta al valor del IMC.

5.1.3. Porcentaje de masa grasa

En la mayoría de los estudios revisados (Paahoo et al., 2021; Cvetković et al., 2018; Lambrick et al., 2016; Corte de Araujo et al., 2012; Paahoo et al., 2020) se puede observar como el entrenamiento HIIT, aplicado siguiendo diferentes protocolos y duración, es una herramienta útil para la reducción del porcentaje de MG en niños y adolescentes (tanto chicas como chicos) con sobrepeso/obesidad.

Claros ejemplo del efecto positivo del HIIT sobre el porcentaje de MG, concretamente en chicas con obesidad de entre 14 y 16 años, son los tres estudios del mismo autor Racil et al. (2016), Racil et al. (2015) y Racil et al. (2013), intervenciones todas de 12 semanas de duración con tres sesiones semanales, con protocolos (15 /15 – 30/30) e intensidades similares (100-110 de la VAM).

En chicos con obesidad y sobrepeso los efectos fueron igualmente positivos como nos muestran Delgado et al. (2018) y Domaradzki et al. (2020), siendo estudios muy diferentes entre ellos. En la intervención de Delgado et al. (2018) se realizan 2 sesiones durante 28 semanas con tiempos de trabajo y recuperación mayores (30-60s/30-60s) y en el de Domaradzki et al. (2020) 1 sesión durante 10 semanas con tiempos de trabajo y recuperación menores (20/10). Ambos obtuvieron resultados beneficiosos con una reducción importante del porcentaje de MG.

El único estudio que evaluando esta variable no obtuvo resultados positivos fue el de Ouerghi et al. (2017) en el que tras 8 semanas realizando 3 sesiones semanales de HIIT a una intensidad del 100-110% la VAM el porcentaje de MG no tuvo variación. Estos resultados pueden venir dados por la pequeña muestra solo participaron 9 sujetos con obesidad, la edad de los sujetos, 18 años, edad en la que

ya hay cierta madurez corporal y el corto periodo de duración del protocolo (2 meses).

5.1.4. Perímetro de cintura

Al igual que lo observado con el porcentaje de MG, según los datos aportados por los diferentes estudios revisados (Boone et al., 2017; Racil et al., 2016; Racil et al., 2015; Racil et al., 2013; Lambrick et al., 2016; Corte de Araujo et al., 2012) el PC es una variable que se reduce en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad tras el seguimiento de un programa de entrenamiento HIIT.

Lambrick et al. (2016) es la única intervención que tiene una duración menor de 12 semanas, su protocolo es diferente también ya que está enfocado a sujetos de menor edad de ahí que se realice un programa específico de juegos HIIT. Este estudio nos indica que ya se pueden observar mejoras significativas en el PC a partir de las 6 semanas de intervención HIIT en niños con obesidad.

En el resto de intervenciones (Boone et al., 2017; Racil et al., 2016; Racil et al., 2015; Racil et al., 2013; Corte de Araujo et al., 2012), que analizaban el PC, se aplicaron programas de entrenamiento de 12 semanas de duración, con intensidades de 100-110% de la VAM y protocolos de sesiones HIIT muy similares. En estos estudios se observa una mayor reducción en el valor de PC que la reflejada por Lambrick et al. (2016), lo que demuestra que un mayor tiempo de entrenamiento HIIT influye en una mayor reducción.

5. 2. Efectos sobre la capacidad aeróbica

5.2.1. VO2max

Esta variable es un indicador de la mejora de la capacidad aeróbica y tras la revisión de los distintos estudios recopilados que median el VO2max (Lambrick et al., 2016; Ouerghi et al., 2017; Kargarfard et al., 2016; Racil et al., 2015; Racil et al., 2013; Corte de Araujo et al., 2012), se puede observar como hay un aumento del VO2max

y por lo tanto un aumento de la capacidad aeróbica en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad que siguen un programa de alta intensidad con intervalos.

Un programa de 6 semanas HIIT con dos sesiones semanales trabajando a una intensidad del 100 % de la VAM según los datos de Lambrick et al. (2016) sería suficiente para provocar mejoras significativas en el VO₂max en niños de 8 a 10 años con obesidad (Tabla 4).

Tabla 4

Pre y post intervención HIIT de 6 semanas Lambrick et al. (2016)

	Baseline						Post-intervention					
	EX			CON			EX			CON		
	NW	OB	Total	NW	OB	Total	NW	OB	Total	NW	OB	Total
VO ₂ peak (ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	57.7 ± 6.7	46.1 ± 5.8	51.4 ± 8.5	58.5 ± 7.0	51.0 ± 8.6	55.4 ± 8.4	60.1 ± 8.1	49.2 ± 7.9	54.3 ± 9.6*	56.7 ± 5.6	52.1 ± 9.0	54.9 ± 7.4
VO ₂ peak (ml · kg ^{-FFM} · min ⁻¹)	68.9 ± 8.3	69.7 ± 7.8	69.3 ± 7.9	75.6 ± 8.1	73.6 ± 13.0	74.9 ± 10.0	68.7 ± 9.4	73.4 ± 8.1	71.2 ± 8.9	74.5 ± 6.6	72.5 ± 9.3	73.8 ± 7.5
HR _{max} (b · min ⁻¹)	203 ± 7	204 ± 9	204 ± 8	201 ± 11	203 ± 12	202 ± 11	202 ± 7	203 ± 14	203 ± 11	202 ± 10	202 ± 13	202 ± 7
VE peak (l · min ⁻¹)	54.0 ± 9.1	68.9 ± 16.0	62.0 ± 15.0	59.3 ± 13.2	73.1 ± 14.7	64.9 ± 15.2	58.0 ± 6.8	73.6 ± 16.3	66.4 ± 14.9	61.5 ± 16.4	79.8 ± 19.9	69.0 ± 19.8
RER	0.96 ± .06	0.99 ± .06	0.98 ± .06	0.94 ± .05	0.98 ± .07	0.96 ± 0.06	0.98 ± .07	1.02 ± .06	1.00 ± 0.06	0.96 ± .07	0.99 ± .08	0.97 ± 0.08
E-P scale	8.9 ± 2.3	9.0 ± 1.8	8.9 ± 2.0	9.3 ± 1.2	8.4 ± 2.4	8.8 ± 2.0	9.1 ± 2.1	8.9 ± 1.7	9.0 ± 1.6	8.7 ± 1.7	9.0 ± 1.7	8.8 ± 1.7
Peak speed (km · h ⁻¹)	11.6 ± 1.9	11.0 ± 1.5	11.3 ± 1.7	11.5 ± 1.5	11.3 ± 1.5	11.4 ± 1.5	12.7 ± 1.4 [#]	11.1 ± 1.6	11.9 ± 1.7*	11.4 ± 1.5	11.6 ± 1.6	11.4 ± 1.6
VO ₂ (ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹) @ GET	38.4 ± 5.7	33.6 ± 5.5	35.8 ± 6.1	40.2 ± 3.3	35.6 ± 5.3	38.2 ± 4.7	38.5 ± 4.8	31.6 ± 5.9	34.8 ± 6.4*	40.8 ± 4.1	36.8 ± 6.4	39.2 ± 5.4
VO ₂ (%) @ GET	67 ± 10	73 ± 11	70 ± 11	65 ± 7	70 ± 8	67 ± 8	66 ± 9	65 ± 9	66 ± 9*	68 ± 9	70 ± 8	69 ± 8

Nota: Tomado de *The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children* (p.194), por Lambrick et al. (2016).

Ouerghi et al. (2017) y Kargarfard et al. (2016) demostraron que el seguimiento de un programa de entrenamiento HIIT durante 8 semanas, a pesar de trabajar con protocolos (cinta mayor duración y pista menor duración) e intensidades diferentes durante sus intervenciones, resulta una estrategia muy útil para el aumento del VO₂max en adolescentes de 10 a 18 años de edad con obesidad. Es cierto que el protocolo realizado por Kargarfard et al. (2016) obtuvo un mayor aumento del VO₂max (20.22-24.94 ml/kg x min), esto se puede deber a la edad de los participantes del estudio que era menor (10-14 años vs. 18 años), por tener una mayor participación en la intervención de adolescentes con obesidad (9 vs. 30) o por el tipo de protocolo e intensidad aplicadas en la intervención.

También se vieron incrementos en el VO₂max en chicas adolescentes en los estudios de Racil et al. (2015), Racil et al. (2013) y en niños con obesidad en la intervención realizada por Corte de Araujo et al. (2012) con programas de entrenamiento HIIT de mayor duración, 12 semanas con 2-3 sesiones semanales. En todas estas intervenciones se dieron efectos positivos sobre el VO₂max, pero sin diferencias muy significativas en cuanto a la mejora observada en estudios con programas de menor duración.

5.2.2. FCmax

Esta otra de variable no muestra mejoras significativas según los estudios revisados en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad que siguen un programa de entrenamiento de alta intensidad con intervalos.

La intervención realizada por Cvetković et al. (2018) es la única que tras aplicar 2 sesiones semanales de entrenamiento HIIT (Tabla 7), a una intensidad del 100% de la VAM, durante 12 semanas en adolescentes de 10 a 13 años con sobrepeso/obesidad obtiene una disminución significativa en la FCmax (Tabla 5). Racil et al. (2016) lleva a cabo un estudio donde aplica un protocolo HIIT muy similar al de Cvetković et al. (2018) (Tabla 8), la misma duración (12 semanas) y una muestra parecida en cuanto a número y población (adolescentes con obesidad), sin embargo, los resultados son muy diferentes puesto que el valor de la FCmax prácticamente se mantiene estable tras la intervención (Tabla 6). Las únicas diferencias entre estudios estarían en la especificidad de la intervención (solo chicas), detalles minúsculos de los protocolos (como es el caso las recuperaciones pasivas o activas entre series) y en aplicar 3 sesiones semanales en lugar de 2 por parte de Cvetković et al. (2018).

Tabla 5
Pre y post intervencion estudio de Cventkovic et al. (2018)

	Football group (n = 10)		Δ (%)	HIIT group (n = 11)		Δ (%)
	Initial	Final		Initial	Final	
Muscular fitness						
CMJ with arm swing (cm)	17.57 ± 4.24	20.56 ± 3.62	17.0	22.21 ± 5.39	23.54 ± 5.73	6.0
Agility <i>t</i> test	8.58 ± 1.05	7.67 ± 0.63 ⁺	-10.6	7.84 ± 0.61	7.41 ± 0.26 ⁺	-5.4
Sit and reach (cm)	5.00 ± 3.73	8.93 ± 6.27	78.7	11.48 ± 7.47	16.10 ± 7.85	40.2
Cardiorespiratory fitness						
Yo-Yo test (m)	476.0 ± 182.4	856.0 ± 456.0 ⁺	79.8	567.2 ± 305.6	1028.0 ± 552.4 ⁺	81.2
Resting HR (b.p.m.)	86.30 ± 12.95	77.50 ± 9.50 ⁺	-10.2	88.36 ± 15.11	76.90 ± 11.11 ^b	-13.0
Maximal HR (b.p.m.)	211.50 ± 8.32	203.90 ± 3.07 ⁺	-3.6	203.36 ± 4.97	198.30 ± 2.90	-2.5
SBP (mm/Hg)	121.00 ± 11.74	117.50 ± 11.12	-2.9	123.64 ± 12.47	116.50 ± 14.15	-5.8
DBP (mm/Hg)	70.00 ± 10.80	64.00 ± 3.94	-8.6	73.18 ± 15.85	66.00 ± 8.00	-9.8

Nota: Tomado de *Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness* (p. 25), por Cvetković et al. (2018).

Tabla 6
Pre y post intervencion estudio de Racil et al. (2016)

	HIIT group (n=17)	
	Before	After
Maximal heart rate (bpm)	203.8 ± 2.4	202.8 ± 2.1
Resting heart rate (bpm)	70 ± 3	67 ± 2 ^{ab}
Systolic blood pressure (mmHg)	121 ± 8	115 ± 5 ^a
Diastolic blood pressure (mmHg)	80 ± 4	74 ± 2 ^a

Nota: Tomado de *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* (p.148), por Racil et al. (2016).

Tabla 7*Protocolo Cventkovic et al. (2018)*

	Weeks 0-4	Weeks 5-8	Weeks 9-12
Work:rest interval duration (s)	10:10	15:15	20:20
Work:rest interval intensity	100:0% MAS	100:0% MAS	100:0% MAS
Number of repetitions	5	8	10
Number of sets	3	3	3
Rest between sets (s)	180	180	180

Nota: Tomado de *Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness* (p. 23), por Cvetković et al. (2018).

Tabla 8*Protocolo Racil et al. (2016)*

	HIIT group	MIIT group
Warm-up period	10 min of jogging at 50% MAS	
	5 min of dynamic stretching exercises	
	5 accelerations on 20-m with 1 min of recovery between	
Interval training period	Weeks 1-4: 3 sessions × 4 min (15 s/15 s)	
	Weeks 5-8: 3 sessions × 6 min (15 s/15 s)	
	Weeks 9-12: 3 sessions × 8 min (15 s/15 s)	
	100%/50% MAS	80%/50% MAS
Cooling down period	3-min of inter-session passive recovery period	
	5 min of jogging at low intensity	
	5 min of static stretching exercises	

Nota: Tomado de *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* (p.147), por Racil et al. (2016).

Destacan también los resultados obtenidos por Lau et al. (2015) que muestran un aumento de la FCmax en niños de 10 años después de realizar tres sesiones semanales de HIIT durante 6 semanas, en el estudio se aplican dos intensidades

de HIIT diferentes (100% de la VAM o 120% de la VAM) y con ambas se da un aumento (0.9% y 1.9%). En otros protocolos HIIT también de 6 semanas de duración como el de McNarry et al. (2015) y Lambrick et al. (2016), ambos con intervenciones mediante juegos de alta intensidad con intervalos (protocolos idénticos), los resultados en cuanto a la FCmax, en los niños con obesidad, no son relevantes (se mantienen).

5.3. Efectos sobre factores de riesgo cardiovasculares

5.3.1. Presión arterial

Por lo general en la mayoría de los estudios (Cvetković et al., 2018; Kargarfard et al., 2016; Racil et al., 2016; Corte de Araujo et al., 2012) la presión arterial tanto sistólica como diastólica en los niños y adolescentes después de seguir un programa de entrenamiento HIIT supervisado (diferentes protocolos, tiempos, participantes e intensidades) disminuye significativamente.

Cvetković et al. (2018), Racil et al. (2016) y Corte de Araujo (2012) obtuvieron los tres resultados muy positivos en cuanto a la disminución de los valores de PS y PD en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad. Todos ellos realizan intervenciones HIIT relativamente similares en duración de la intervención (12 semanas x 2-3 sesiones semanales), con protocolos parecidos (Tabla 7 y Tabla 8) a excepción de Corte de Araujo et al. (2012) (realiza intervalos de trabajo y descanso más extensos) y todos los participantes están en el mismo rango de edad (8-14 años).

En el estudio Kargarfard et al. (2016) con un protocolo diferente al resto de las intervenciones, entrenamiento en cinta de 50-60 min con intervalos de trabajo de alta intensidad y recuperaciones activas, y con una menor duración de programa HIIT (6 semanas), consiguió resultados muy similares en cuanto a disminución de PS y PD en niños y adolescentes con obesidad, que estudios con protocolos de mayor duración e intensidad.

Por lo contrario, Delgado et al. (2018) a pesar de realizar la intervención HIIT más duradera en el tiempo (28 semanas) y con mayor muestra (59 escolares con sobrepeso y 92 escolares con obesidad) los resultados post entrenamiento fueron adversos en cuando a la presión arterial, puesto PS y PD aumentaron o se mantuvieron. Los valores de presión arterial aumentaron especialmente en las chicas tanto con sobrepeso como obesidad, sin embargo, los resultados de la intervención HIIT en chicas de 14 años de Racil et al. (2016) son positivos viéndose una disminución.

5.3.2. Colesterol en sangre

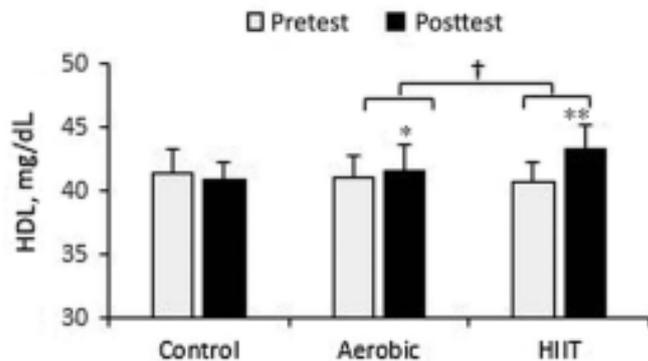
Tras realizar la revisión de los diferentes artículos que realizan mediciones (pre y post intervención) de las variables de colesterol (TC, HDL y LDL), se puede ver como hay un claro efecto de mejora tras el seguimiento del programa HIIT, en niños y adolescentes con obesidad/sobrepeso, en cuanto a la disminución del valor de colesterol total en sangre y la disminución de LDL. Por otro lado, el efecto sobre la variable HDL queda en duda puesto que en función de la intervención sus niveles en sangre se mantienen, disminuyen o aumentan.

Paahoo et al. (2021), Boone et al. (2017) y Racil et al. (2013) obtuvieron disminuciones significativas en los valores en sangre de colesterol total y LDL, realizando estudios con protocolos HIIT muy parecidos: trabajos a intensidades del 100-110% de la VAM todos, con un número similar de series (3-4) de intervalos de actividad y recuperación activa en las sesiones y con la misma duración (12 semanas).

Por lo contrario, el efecto beneficioso del entrenamiento sobre el HDL en estos programas similares no es tan claro, llegando incluso a disminuir su valor (52.2-46.20 mg/dl) en el estudio de Boone et al. (2017) y prácticamente a mantenerse en de Racil et al. (2013). Solo en la intervención de Paahoo et al. (2021) hay aumento beneficioso del HDL (Grafica 1). También en la intervención HIIT que realizó el mismo autor Paahoo et al. (2020) durante 12 semanas en 45 niños de 12 años con sobrepeso/obesidad se observó un aumento del HDL.

Figura 4

Pre y post intervención de 12 semanas HIIT de Paahoo et al. (2021)



Nota: Tomado de *Effectiveness of continuous aerobic versus high-intensity interval training on atherosclerotic and inflammatory markers in boys with overweight/obesity* (p.136), por Paahoo et al. (2021).

El estudio de Ouerghi et al. (2017) destaca por conseguir mediante una intervención de tan solo 8 semanas resultados igual de beneficiosos en cuanto reducción de colesterol total y LDL que los estudios con entrenamientos HIIT de 12 semanas. También es cierto que la muestra es reducida, solo 9 adolescentes con obesidad, el resultado sería más fiable con un número mayor de participantes. El valor de HDL en este estudio se mantiene post intervención (37.0-37.2 mg/dl)

5.3.3. Triglicéridos en sangre

También en los diferentes artículos revisados los resultados post intervención muestran, por lo general, tras el seguimiento de un programa HIIT se da una disminución significativa en el valor de triglicéridos totales en niños y adolescentes con obesidad.

Los protocolos Ouerghi et al. (2017), Racil et al. (2013) y Paahoo et al. (2020) consiguen una clara reducción en el nivel de triglicéridos de niños y adolescentes con obesidad/sobrepeso. Racil et al. (2013) y Paahoo et al. (2020) realizaron

intervenciones muy similares en cuanto a intensidades (Tabla 9 y Tabla 10) y duración (12 semanas los dos), dan ambos resultados muy favorables en cuanto al número de triglicéridos totales, aunque fueron algo mejores (150.53-117.00) en el estudio de Paahoo et al (2020).

Tabla 9

Protocolo HIIT de 12 semanas de Racil et al. (2013)

		Weeks 1–4	Weeks 5–8	Weeks 9–12
Training programs	HIIT	2× (6 × 30 s/30 s) 100 %/50 % MAS R = 4 min MHR = 194.2 b min ⁻¹ TL: 450 ATU	2× (8 × 30 s/30 s) 105 %/50 % MAS R = 4 min MHR = 191.9 b min ⁻¹ TL: 620 ATU	2× (8 × 30 s/30 s) 110 %/50 % MAS R = 4 min MHR = 192.3 b min ⁻¹ TL: 640 ATU

Nota: Tomado de *Effects of high vs. Moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females* (p.2534), por Racil et al. (2013).

Tabla 10

Protocolo HIIT de 12 semanas de Paahoo et al. (2020)

Weeks	HIIT Group Exercise Protocol					Overall Time
	Warm-Up	Dynamic Stretching	Exercise	Recovery Between Training Periods	Cooling Down	
1st to 4th	10	8	3 × (10 × 10 seconds); 100 maximum aerobic speed - active rest	3	8	45
5th to 8th	10	8	3 × (10 × 10 seconds); 105 maximum aerobic speed - active rest	4	8	45
9th to 12th	10	8	3 × (10 × 10 seconds); 110 maximum aerobic speed - active rest	4	8	45

Nota: Tomado de *Effect of two chronic exercise protocols on pre-atherosclerotic and anti-atherosclerotic biomarkers levels in obese and overweight children* (p.3), por Paahoo et al. (2020).

La diferencia de la intervención realizada por Ouerghi et al. (2017) es el tiempo de duración, que es tan solo de 8 semanas, sin embargo, realiza un protocolo parecido

al de los artículos de Racil et al. (2013) y Paahoo et al. (2020) y consigue una reducción similar en nivel de triglicéridos. Hay que destacar que este estudio tuvo una muestra algo reducida (9 adolescentes con obesidad) y sus participantes tenían una media de edad de 18 años, mayores que en los estudios con los que se compara.

Los únicos resultados negativos se mostraron en el estudio de Boone et al. (2017) que tras aplicar un programa de entrenamiento HIIT de 12 semanas de duración y con un protocolo similar al de los otros estudios que realizan intervenciones de 12 semanas, reflejó un aumento en el valor de los triglicéridos totales (82.75-102.3) en sujetos de 10 a 15 años con obesidad.

Un estudio que aporta datos muy interesantes, para la valoración del nivel de triglicéridos en adolescentes con obesidad/sobrepeso, es el de Monteiro et al. (2019) intervención en la que se realizó una medición pre y post de esta variable tras la realización de una sola sesión HIIT. Los resultados fueron sorprendentes ya que el número de triglicéridos, tras una sesión de 35 minutos de trabajo con intervalos al 90% de la FCmax, ya se ve una disminución significativa tanto en chicos (142.94-114.81 mg/dl) como en chicas (132.92-106.91 mg/dl).

En general los diferentes estudios revisados muestran mejoras sobre variables de la composición corporal, la capacidad aeróbica y los factores de riesgo cardiovasculares en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad que se realizan un programa HIIT. Las únicas variables sobre las que el entrenamiento HIIT no tiene un claro efecto beneficioso son el índice de masa corporal, la frecuencia cardíaca máxima y el HDL.

6. Futuras líneas de investigación

La revisión está centrada exclusivamente en los efectos del HIIT en una población concreta y que presenta valores de sobrepeso/obesidad, pero sería necesario seguir investigando acerca de los efectos del HIIT en individuos de mayor edad con obesidad y sobrepeso, saber si los efectos son similares o no. Otra línea de

investigación muy interesante es la de las intervenciones combinadas con HIIT, en especial la combinación con un programa de nutrición, saber si dando clases semanales de educación nutricional y modificando la dieta de los participantes durante el programa de entrenamiento HIIT los resultados finales varían. Por último, se requiere de más exploración acerca de los efectos del HIIT sobre otra de las alteraciones metabólicas más presentes en niños y adolescentes como es la diabetes y saber si es una herramienta útil para mejorar controlar este tipo de enfermedad crónica.

7. Conclusión:

La principal conclusión en referencia al objetivo de la revisión, es confirmar que el entrenamiento de alta intensidad con intervalos de actividad (100-110% VAM-70-80% Fcmax) y recuperación (pasiva o activa) supervisado y realizado de forma regular provoca efectos positivos en la composición corporal, la capacidad aeróbica y los factores de riesgo cardiovascular de niños y adolescentes con obesidad/sobrepeso.

En referencia a los objetivos más específicos relacionados con los efectos del HIIT sobre diferentes variables de la composición corporal, la capacidad aeróbica y los factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con obesidad/sobrepeso, podemos concluir:

1. El entrenamiento HIIT tiene efectos positivos de mejora o mantenimiento de la masa corporal en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, que siguen un programa de entrenamiento de al menos 10 semanas de duración a una intensidad del 100-110% de la VAM.
2. El entrenamiento HIIT no tiene claros efectos de mejora sobre el índice de masa corporal de niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad.
3. El entrenamiento HIIT tiene efectos beneficiosos sobre el porcentaje de masa grasa en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, tras seguir programas de al menos 12 semanas de duración.

4. El entrenamiento HIIT tienen efectos beneficiosos sobre el perímetro de cintura en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, tras seguir programas de entrenamiento de al menos 6 semanas de duración.
5. El entrenamiento HIIT tiene efectos de mejora sobre el VO₂max en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, tras seguir programas de entrenamiento de al menos 6 semanas de duración.
6. El entrenamiento HIIT no tiene efectos de mejora evidentes sobre la FCmax en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad.
7. El entrenamiento HIIT tiene evidentes efectos de mejora sobre la presión arterial, tanto sistólica como diastólica, en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, tras seguir programas de entrenamiento de al menos 6 semanas de duración.
8. El entrenamiento HIIT tiene efectos beneficiosos sobre el colesterol en sangre consiguiendo la disminución del colesterol total y del LDL (colesterol malo) en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, tras seguir programas de entrenamiento de al menos 8 semanas de duración.
9. El entrenamiento HIIT no tiene efectos de mejora significativos sobre el aumento del HDL (colesterol bueno) en niños y adolescentes.
10. El entrenamiento HIIT tiene efectos beneficiosos sobre el número total de triglicéridos en sangre en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, tras seguir programas de entrenamiento de al menos 8 semanas de duración.

8. Referencias:

Atlantis, E., Barnes, E. H., & Singh, M. A. F. (2006). Efficacy of exercise for treating overweight in children and adolescents: A systematic review. In *International Journal of Obesity* (Vol. 30, Issue 7, pp. 1027–1040).
<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803286>

- Boone, T., Board, R., Astorino, T., Baker, J., Brock, S., Dalleck, L., Goulet, E., Gotshall, R., Hutchison, A., Knight-Maloney, M., Kravitz, L., Laskin, J., Lim, Y. A., Lowery, L., Marks, D., Mermier, C., Robergs, R., Vella, C., Wagner, D., ... Leite, N. (2017). Reduction in Butyrylcholinesterase Activity and Cardiovascular Risk Factors in Obese Adolescents after 12-Weeks of High-Intensity Interval Training. *JEPonline*, 20(3).
- Bradfield, J. P., Taal, H. R., Timpson, N. J., Scherag, A., Lecoecur, C., Warrington, N. M., Hypponen, E., Holst, C., Valcarcel, B., Thiering, E., Salem, R. M., Schumacher, F. R., Cousminer, D. L., Sleiman, P. M. A., Zhao, J., Berkowitz, R. I., Vimalaswaran, K. S., Jarick, I., Pennell, C. E., ... Grant, S. F. A. (2012). A genome-wide association meta-analysis identifies new childhood obesity loci. *Nature Genetics*, 44(5), 526–531. <https://doi.org/10.1038/ng.2247>
- Chooi, Y. C., Ding, C., & Magkos, F. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 92, 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>
- Corte de Araujo, A. C., Roschel, H., Picanço, A. R., do Prado, D. M. L., Villares, S. M. F., de Sá Pinto, A. L., & Gualano, B. (2012). Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PLoS ONE*, 7(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042747>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1253–1261. <https://doi.org/10.1136/bjsports>
- Cvetković, N., Stojanović, E., Stojiljković, N., Nikolić, D., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2018). Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28, 18–32. <https://doi.org/10.1111/sms.13241>

- Delgado-Floody, P., Espinoza-Silva, M., García-Pinillos, F., & Latorre-Román, P. (2018). Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: a pilot trial. *European Journal of Pediatrics*, 177(7), 1019–1027. <https://doi.org/10.1007/s00431-018-3149-3>
- Domaradzki, J., Cichy, I., Rokita, A., & Popowczak, M. (2020). Effects of Tabata training during physical education classes on body composition, aerobic capacity, and anaerobic performance of under-, normal- and overweight adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 876. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030876>
- García-Hermoso, A., Saavedra, J. M., & Escalante, Y. (2013). Effects of exercise on resting blood pressure in obese children: A meta-analysis of randomized controlled trials. In *Obesity Reviews* (Vol. 14, Issue 11, pp. 919–928). <https://doi.org/10.1111/obr.12054>
- Gayda, M., Juneau, M., & Nigam, A. (2012). Comment on the paper by Gibala, Little, Macdonald and Hawley entitled Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. In *Journal of Physiology* (Vol. 590, Issue 14, pp. 3389–3389). <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.232652>
- Gibala, M. J. (2007). High-intensity interval training: A time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, 6(4), 211–213. 10.1097/01.CSMR.0000306472.95337.e9
- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2019). *Estudio sobre la Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2019*. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/detalle/aladino_2019.htm
- Hassink, S. (2010). *Obesidad Infantil. Prevención, intervenciones y tratamiento en atención primaria*. Madrid: Médica Panamericana.

- Kargarfard, M., Lam, E. T. C., Shariat, A., Asle Mohammadi, M., Afrasiabi, S., Shaw, I., & Shaw, B. S. (2016). Effects of endurance and high intensity training on ICAM-1 and VCAM-1 levels and arterial pressure in obese and normal weight adolescents. *Physician and Sportsmedicine*, 44(3), 208–216. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1200442>
- Lambrick, D., Westrupp, N., Kaufmann, S., Stoner, L., & Faulkner, J. (2016). The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 190–198. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1048521>
- Lau, P. W. C., Wong, D. P., Ngo, J. K., Liang, Y., Kim, C. G., & Kim, H. S. (2015). Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 182–190. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.933880>.
- Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and application of high-intensity interval training*. Champaign: Human Kinetics.
- McNarry, M. A., Lambrick, D., Westrupp, N., & Faulkner, J. (2015). The influence of a six-week, high-intensity games intervention on the pulmonary oxygen uptake kinetics in prepubertal obese and normal-weight children. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 40(10), 1012–1018. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0051>
- Monteiro, P. A., Freitas Junior, I. F., Zagatto, A. M., Ribeiro, J. P. J., Cabral-Santos, C., Inoue, D. S., Gerosa-Neto, J., & Lira, F. S. (2019). Acute effect of high-intensity interval training on metabolic and inflammatory markers in obese and overweight adolescents: Pilot study. In *European Journal of Inflammation* (Vol. 17). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/2058739219877710>
- Morley, B., Scully, M., Niven, P., Baur, L. A., Crawford, D., Flood, V., Okely, A. D., Pratt, I. S., Salmon, J., & Wakefield, M. (2012). Prevalence and socio-demographic distribution of eating, physical activity and sedentary behaviours among Australian adolescents. *Health Promotion Journal of*

Australia: Official Journal of Australian Association of Health Promotion Professionals, 23(3), 213–218. <https://doi.org/10.1071/HE12213>

Organización Mundial de la Salud. (2021, 9 de junio). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Organización Mundial de la Salud. (2020, 26 de noviembre). *Actividad física*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Ouerghi, N., ben Fradj, M. K., Bezrati, I., Feki, M., Kaabachi, N., & Bouassida, A. (2017). Effect of High-Intensity Interval Training on Plasma Omentin-1 Concentration in Overweight/Obese and Normal-Weight Youth. *Obesity Facts*, 10(4), 323–331. <https://doi.org/10.1159/000471882>

Paahoo, A., Tadibi, V., & Behpoor, N. (2020). Effect of two chronic exercise protocols on pre-atherosclerotic and anti-atherosclerotic biomarkers levels in obese and overweight children. *Iranian journal of pediatrics*, 30(2). <https://doi.org/10.5812/ijp.99760>

Paahoo, A., Tadibi, V., & Behpoor, N. (2021). Effectiveness of continuous aerobic versus high-intensity interval training on atherosclerotic and inflammatory markers in boys with overweight/obesity. *Pediatric Exercise Science*, 33(3), 131–136. <https://doi.org/10.1123/pes.2020-0138>

Racil, G., ben Ounis, O., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K., & Amri, M. (2013). Effects of high vs. Moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European Journal of Applied Physiology*, 113(10), 2531–2540. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2689-5>

Racil, G., Coquart, J. B., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., Amri, M., & Chamari, K. (2016). 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. *Biology of Sport*, 33(2), 145–152. 10.5604/20831862.1198633

Racil, G., Zouhal, H., Elmontassar, W., Abderrahmane, A. ben, de Sousa, M. V., Chamari, K., Amri, M., & Coquart, J. B. (2015). Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41(1), 103–109. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0384>

Vargas Aguilar, K., Polanco Méndez, D., González Villegas, W., & Ramírez Garita, J. (2020). Obesidad en niños: un diagnóstico cada vez más frecuente. *Revista Ciencia y Salud Integrando Conocimientos*, 4(3). <https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v4i3.149>

9. Anexos:

ANEXO IX
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Convocatoria Ordinaria

Convocatoria Extraordinaria

D./Dña. José Ramón Borrego Cervantes, con nº de expediente 21621484, declara ser el autor/a del TFG entregado. Cuyo texto y contenido es original, redactado y editado por el autor expresamente para el trabajo en cuestión. Y que todas las fuentes y/o textos ajenos se encuentran debidamente citados.

Y para que así conste a todos los efectos.

Firma del estudiante



En Villaviciosa de Odón a 17 de enero del 2022