
Evidencia de los efectos del entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT) sobre el tejido adiposo en sujetos con sobrepeso u obesidad con o sin Comorbilidades: Una revisión sistemática

Evidence for the effects of high intensity intermittent training (HIIT) on adipose tissue in overweight or obese subjects with or without comorbidities: A systematic review

ARTÍCULO ORIGINAL

Gómez-Montti, A¹. Cárcamo-Sotomayor, Pablo¹. Álvarez, A¹, Galle, F¹.

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

palabras clave:

Tejido adiposo
Entrenamiento
intermitente de
alta
intensidad,
Adulto.

Resumen

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) es un entrenamiento que parece tener efectos en la varianza de tejido adiposo a través de sus protocolos en población adulta con sobrepeso y obesidad, pero esta varianza no está del todo clara. **Objetivo:** conocer cuáles son los efectos del HIIT sobre el tejido adiposo en personas con sobrepeso u obesidad con o sin comorbilidades. **Material y Método:** Se consideraron aquellos artículos que cumplieron con la frase de búsqueda, y seleccionados sólo aquellos artículos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: a) ensayos clínicos o ensayo controlado aleatorio, b) estudios realizados en adultos con sobrepeso u obesidad, con o sin comorbilidades c) estudios en multilinguaje, d) estudios publicados entre 2016 y 2021, f) artículos clasificados en cuartil 1, 2 o 3, e) artículos donde la intervención sea aplicada a humanos f) artículos de libre acceso. Los criterios de exclusión fueron: a) revisiones narrativas, revisiones sistemáticas o metaanálisis, b) estudios aplicados a niños, adolescentes y adulto mayor c) artículos que no estén indexados. La búsqueda de artículos en las bases de datos arrojó un total de 2561 resultados (Pubmed=48 y ScienceDirect=2513) en un periodo de tiempo desde agosto a octubre de 2021, se seleccionaron artículos por título y/o Abstract, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron un total de 5 artículos originales. **Resultado:** los resultados demuestran varianza hacia la disminución del tejido adiposo, mostrando que el HIIT es una herramienta favorable y aplicable en población con sobrepeso y obesidad. **Conclusión:** la información recopilada evidencia los efectos beneficiosos del entrenamiento físico y sus efectos favorables en la disminución del tejido adiposo. Frente a esto, el HIIT se presenta como una útil alternativa no farmacológica y de bajo costo, el cual aplicado, controlado y adaptado correctamente amplifica sus efectos beneficiosos

Keywords:

Adiposetissue,
High
intensityinterv
al training,
Adult.

Abstract:

High intensity interval training (HIIT) is a training that seems to have effects on the variance of adipose tissue through its protocols in overweight and obese adult population, but this variance is not entirely clear. **Objective:** to know the results are the effects of HIIT on adipose tissue in overweight or obese people with or without comorbidities. **Material and method:** Those articles that met the search phrase were considered, and only those that met the following inclusion criteria were selected: a) clinical trials or randomized controlled trial, b) studies conducted in overweight or obese adults, with or without comorbidities c) multilanguage studies, d) studies published between 2016 and 2021, f) articles classified in quartile 1, 2 or 3, e) articles where the intervention is applied to humans f) free access articles. Exclusion criteria: a) narrative reviews

were systematic reviews or meta-analyzes, b) studies applied to children, adolescents and the elderly c) articles that are not indexed. The search for articles in the databases yielded a total of 2561 results (Pubmed = 48 and Science Direct = 2513) in a period of time from August to October 2021, articles were selected by title and / or Abstract, when applying the Inclusion and exclusion criteria, a total of 5 original articles were obtained. **Result:** the results show variance towards the decrease in adipose tissue, showing that HIIT is a favorable and applicable tool in the overweight and obese population. Conclusion: The information collected shows the enhancing effects of physical training and its favorable effects on the reduction of adipose tissue. Faced with this, HIIT is presented as a useful non-pharmacological and low-cost alternative, which, when applied, controlled and adapted correctly, amplifies its beneficial effects

Recibido:
Enero, 2022

Aceptado:
Junio, 2022

Dirección para correspondencia:

Pablo Cárcamo Sotomayor. Programa Magister en Ejercicio Físico y Salud, Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile. Correo: pablo.carcamo89@gmail.com

Cita: Gómez-Montti, A.; Cárcamo-Sotomayor, P.; Álvarez, A.; Galle, F. Evidencia de los efectos del entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT) sobre el tejido adiposo en sujetos con sobrepeso u obesidad con o sin Comorbilidades: Una revisión sistemática. Rev. horiz. ciencactfis. 2022;(13)1:1-17.

INTRODUCCIÓN

La obesidad (OB) y el sobrepeso se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa la cual se almacena en el cuerpo y puede ser perjudicial para la salud¹. Actualmente existe la siguiente clasificación para la obesidad según el índice masa corporal (IMC); peso normal: entre 18 y 24,9 kg/mt², sobrepeso 25 kg/mt² hasta 29,9 kg/mt² y superior a 30 kg/mt² es considerada obesidad¹. Dicha obesidad trae consigo cambios estructurales en la cantidad de adipocitos y el aumento de estos se ve reflejado en el porcentaje de grasa corporal o porcentaje de tejido adiposo, existiendo la siguiente clasificación: a) Delgado: Hombres menor a 8,0%, mujeres menor a 15,0%. b) Óptimo: Hombres entre 8,1 a 15,9%, mujeres entre 15,1 a 20,9. c) Ligeramente sobrepeso: Hombres entre 16,0 a 20,9%, mujeres entre 21,0 a 25,9%. d) Sobrepeso: Hombres entre 21,0 a 24,9, mujeres entre 26,0 a 31,9%. e) Obeso: Hombres igual o mayor a 25,0%, mujeres igual o mayor a 32,0%². Al hablar de obesidad en la actualidad nos referimos a que es un fenómeno mundial progresivo en el tiempo, que se ha triplicado entre 1975 y 2016. Según los datos que reporta la OMS². En 2016 esta pandemia afectaba a más de 650 millones de personas adultas mayores de 18 años y 41 millones de niños menores de 5 años³. Entre los países más afectados nos encontramos a México: con un 75.20%, Chile: 74.20%, EE. UU: 71%, Portugal y Finlandia: 67.60% y Nueva Zelanda: 65.10% de su población con obesidad⁴. En Chile el panorama de prevalencia de la

obesidad tampoco es alentador, según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) de los años 2016/2017⁵, se reflejan los siguientes estados nutricionales: enflaquecido: 1,3 %, normal: 24,5 %, sobrepeso: 39,8 %, obeso: 31,2% obeso mórbido: 3,2 %⁵, además según datos de la misma ENS 2016-2017, en Chile, la obesidad afecta a tres de cada cuatro personas adultas lo que eleva las cifras a un 74,2% de dicha población, los niños tampoco tienen un panorama alentador observándose que la prevalencia de obesidad en este nivel etario afecta a uno de cada cuatro niños, además se observa que la prevalencia de obesidad más alta se encuentra en las escuelas municipales llegando a un 30%⁵. La tendencia creciente de la obesidad desde principios de la década de 1980 ha supuesto una carga de salud significativa para la población en todo el mundo⁶, transformándose en un fenómeno multifactorial donde las principales causas de su prevalencia son: factores ambientales, socioeducativos, genética, desequilibrio energético, patologías endocrinas que producen alteraciones hormonales, hábitos no saludables en edades tempranas, dietas hipercalóricas, bajos niveles de actividad física contrastados por altos niveles de sedentarismo e higiene del sueño alterada⁽⁷⁻¹⁷⁾.

La obesidad como proceso fisiológico provoca un aumento en el tejido adiposo, por el efecto "ahorrador" de lípidos que tienen los carbohidratos (CHO). El malonil-CoA metabolito derivado de la oxidación de glucosa, tiene la función de inhibir la enzima CPT-1 carnitina

encargada de la translocación de ácidos grasos al interior de la mitocondria, provocando una restricción en la oxidación de grasas, esto porque la capacidad degradativa de la glucosa es alta y capaz de ser intensificada ante mayor oferta de CHO, las grasas, no promueven su oxidación, por lo cual el exceso de grasa es almacenada^{18,19}. Este almacenamiento se concentra principalmente en las áreas subcutáneas y en mayor proporción en la zona de los glúteos, muslos y abdomen, otras zonas donde se almacena tejido adiposo es el área intraabdominal o visceral, ocupando los espacios entre los órganos abdominales manteniéndolos en su lugar, el almacenamiento del tejido adiposo visceral tiene mayor relación con patologías asociadas a la obesidad^{20,21}.

Además de estos depósitos mayoritarios, existen otras áreas donde se almacena tejido adiposo, distinguiendo depósitos a nivel pericardial, perivascular o periarterial, periarticular, retro-orbital, intramuscular, médula ósea y cara²⁰.

Este almacenamiento excesivo de tejido adiposo tributa en un factor de riesgo que ha evolucionado para ser considerado una patología²². La evidencia nos revela que la obesidad comparte con otras patologías el difícil abordaje terapéutico y también la existencia de un estado de inflamación crónica de bajo grado asociado a la misma que perpetúa la enfermedad y se asocia a múltiples complicaciones²³, se ha demostrado que en condiciones de obesidad entre 70% al 80% de los individuos producen un remodelamiento del tejido adiposo tanto a nivel estructural como funcional que provoca una reacción inflamatoria²³.

Dicha reacción inflamatoria tiene base en que el tejido adiposo posee funciones tanto autocrinas, endocrinas como paracrinas, y en dichas funciones actúan variadas enzimas, factores de crecimiento, hormonas, citoquinas y proteínas que son responsables de la comunicación intercelular²³. Las citoquinas involucradas en la modulación de respuestas fisiológicas a cargo del tejido adiposo se denominan adipocitoquinas, algunas de estas son: resistina, factor de necrosis tumoral alfa (TNF α), interleucina-6 (IL-6), leptina, adiponectina, proteína quimioatrayente de monocitos 1 (MCP-1) e inhibidor del activador del plasminógeno (PAI-1)^{24,25}. Cuando el ser humano tiene un aumento del tejido adiposo se produce una hiperplasia e hipertrofia de los adipocitos, que implica un estado de hipoxia lo cual hace mutar a

los macrófagos presentes en el tejido adiposo, que en un estado normal poseen un fenotípico M2 antiinflamatorio a un estado fenotípico M1 proinflamatorio, resultando en que la proporción de macrófagos del tejido adiposo aumenta del 10% al 40% del total de las células presentes²⁶.

A su vez, los macrófagos infiltrados son responsables de la secreción de sustancias pro-inflamatorias y concretamente de más del 50% del TNF- α desde el tejido adiposo. El TNF- α tiene un importante papel en la resistencia a la insulina, ya que inhibe la acción de la insulina en los adipocitos a través de inhibidores en la vía de señalización de esta hormona y también está relacionado con la resistencia insulínica periférica. Por tanto, la población de macrófagos M1 domina el tejido adiposo obeso expresando una serie de factores pro-inflamatorios, lo que demuestra una correlación positiva con la resistencia a la insulina²⁶⁻²⁸, siendo la resistencia a la insulina una de las comorbilidades más frecuentes producto de la inflamación producida por la obesidad y el aumento de tejido adiposo, lo que señala el carácter patológico debido a consecuencias multimetabólicas y hormonales, incluyendo desregulación del apetito, balance energético anormal (positivo), disfunción endocrina (elevados niveles de leptina e insulina resistencia) y función endotelial anormal, entre otras.

En las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), la obesidad merece especial atención, ya que es en sí misma una enfermedad crónica y a la vez un reconocido factor de riesgo de muchas otras^{14,22}, aumentando el riesgo de: muerte súbita, enfermedades cardiovasculares, dislipidemia y varios tipos de cánceres: como el cáncer de esófago, cáncer de páncreas, cáncer de colon rectal, cáncer de mama (en postmenopáusicas), endometrio, renal y vesícula²⁹. Ya se mencionó la relación de la obesidad con la resistencia a la insulina, la cual tiene efectos fisiopatológicos importantes para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 (DM2), síndrome metabólico e hipertensión arterial (HTA)³⁰. Es por tanto que, en el escenario actual de la sociedad, impulsado por altos niveles de sedentarismo y obesidad como también el acceso a dietas hipercalóricas, tributa en generar las condiciones para el desarrollo de enfermedades como la sarcopenia (SP) y la obesidad sarcopénica (OSP)³¹, generando alteraciones en la síntesis y degradación de proteínas, en el sistema de angiotensina a nivel muscular, filtración de tejido adiposo al tejido

muscular y deterioro en la función muscular³².

Múltiples estudios señalan que para combatir el sedentarismo y la obesidad, es necesario considerar altos niveles de actividad y ejercicio físico además de una dieta equilibrada³³, estos permiten disminuir el porcentaje de tejido adiposo o porcentaje de grasa, generando un gasto energético mayor al que el organismo necesita para la ejecución de sus funciones vitales, pero en la actualidad la práctica de actividad y ejercicio físico en la población no alcanzan los parámetros recomendados por la OMS, los cuales son: para niños y jóvenes (5 a 17 años), realizar actividad física superior a 60 min diarios, de intensidad moderada a vigorosa, además de un mínimo de 3 veces por semana de ejercicio de fuerza; en el caso de los adultos (18 a 64 años) realizar actividad física aeróbica moderada entre 150 a 300 min o de mayor intensidad 75 a 150 min por semana, incluyendo además 2 a 3 veces de ejercicios de fuerza; por último, para los adultos mayores (65 años y más), la recomendación es la misma que los adultos, además de incluir actividades físicas variadas con diversos componentes que hagan hincapié en el equilibrio funcional y en el entrenamiento de fuerza 2 o 3 veces por semana³⁴.

Las personas cuya actividad física sea inferior a estas recomendaciones, se considera una persona inactiva físicamente, esto combinado con largas horas en posición sedente, clasifica a las personas como sedentarias^(11,35-37). Debido a esta falta de actividad física, se hace de vital importancia, la prescripción de ejercicio físico, éste tiene variadas metodologías y entre sus principales metodologías o protocolos de ejercicios físicos están los siguientes: 1-. Sistemas energéticos; oxidativos (aeróbicos), glucolíticos (anaeróbicos), fosfocreatina (neuromusculares), 2-. Capacidades coordinativas y condicionantes; Fuerza, resistencia, flexibilidad, velocidad, potencia, flexibilidad, propiocepción, equilibrios, estabilidad, entre otros³⁸.

Como se mencionó anteriormente, la OMS en su afán de prevenir enfermedades crónicas producto de la obesidad, el sobrepeso y la malnutrición por dietas hipercalóricas, recomienda realizar actividades físicas oxidativas y ejercicios de fortalecimiento muscular así como también la mezcla de ambos componentes lo cual proporciona beneficios para la salud disminuyendo el riesgo de dichas enfermedades^{39,40}.

Por otro lado, para lograr que los beneficios del ejercicio físico sean eficientes y seguros para la

salud de las personas, se debe considerar una buena prescripción de los ejercicios, teniendo en cuenta las necesidades, capacidades e historial clínico del entrenado, además de variables como: frecuencia, intensidad, duración, densidad, tipos de ejercicios y los principios de entrenamiento (individualidad, especificidad, periodización, sobrecarga progresiva, supercompensación, entre otros)^{40,41}, ya que estas variables nos permiten organizar y planificar el entrenamiento, para maximizar los resultados y que los estímulos sean suficientes para producir cambios a niveles metabólicos neuromusculares, óseos y cardiorespiratorios³⁸. Dentro de los protocolos de entrenamiento, que presentan evidencia más actualizada sobre rendimiento deportivo y beneficios para la salud nos encontramos al entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT por sus siglas en inglés)⁴². Su origen es poco claro, datando que, desde la antigüedad, donde se han utilizado métodos de trabajo con periodos intervalados de alta intensidad y otros periodos descansos tanto pasivos como activos⁴³.

El HIIT posee varias adaptaciones fisiológicas debido a las diversas formas de aplicación, dependiendo de varias variables, entre las más determinantes están: la intensidad, duración y número de intervalos realizados, así como la duración y los patrones de actividad durante recuperación^{42,44}. Al prescribir el HIIT según estas variables, se generan distintas respuestas metabólicas. El sistema metabólico posee tres procesos integrados, distintos pero relacionados, que incluyen 1) la división de los fosfágenos almacenados (trifosfato de adenosina [ATP] y fosfocreatina [PCr]); 2) la descomposición no aeróbica de carbohidratos (producción de energía glicolítica anaeróbica); y 3) la combustión de carbohidratos y grasas en presencia de oxígeno (metabolismo oxidativo o sistema aeróbico), siendo esta vía la más beneficiada por el aumento del Vo₂máx que proporciona las metodologías de HIIT y siendo esta la principal adaptación la cual le da su carácter promotor de salud^{42,44}. Frente a lo anteriormente expuesto considerando los niveles de obesidad, sedentarismo y malnutrición en diferentes poblaciones es que surge la siguiente pregunta ¿Cuál es la evidencia que existe respecto a los efectos del HIIT sobre el tejido adiposo en sujetos con sobrepeso u obesidad con presencia o no de comorbilidades? además se desprende el objetivo de esta revisión sistemática, que es: conocer cuáles son los efectos del HIIT sobre el

tejido adiposo en personas con sobrepeso u obesidad con o sin comorbilidades.

Material y Metodos

Tipo de estudio:

Para el desarrollo de la presente revisión sistemática se utilizaron las normas establecidas por la declaración PRISMA⁴⁵(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). la cual es una guía de publicación de la investigación diseñada para mejorar la integridad del informe de revisiones sistemáticas y metaanálisis⁴⁵

Estrategia de búsqueda para identificar los artículos.

Para la búsqueda se revisaron los siguientes metabuscadores: Pubmed y ScienceDirect en idioma inglés/español. La pregunta de investigación e identificación de palabras claves se realizó a través de la estrategia PICO: P: adultos, I: entrenamiento HIIT, C: grupos de entrenamiento continuo de mediana intensidad (MICT) u entre protocolos de HIIT, O: variación del tejido adiposo. se identificaron las siguientes palabras clave: adipose tissue (tejido adiposo), high intensity interval training (entrenamiento interválico de alta intensidad o HIIT) y Adult;(adulto), las cuales fueron revisadas en el tesoro Decs y Mesh en español/inglés. para la en los metabuscadores utilizó la sintaxis de términos

booleanos, Obteniendo: adipose tissue AND high intensity interval training AND adult. La búsqueda se realizó siguiendo las pautas de la estrategia PRESS⁴⁶, esta estrategia está diseñada para ayudar a orientar y mejorar la revisión por pares de las estrategias de búsqueda de literatura electrónica⁴⁶.

Selección de artículos y criterios de inclusión y exclusión.

Se consideraron aquellos artículos que cumplieron con la frase de búsqueda, y seleccionados sólo aquellos artículos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: a) ensayos clínicos o ensayo controlado aleatorio, b) estudios realizados en adultos con sobrepeso u obesidad, con o sin comorbilidades c) estudios en multilinguaje, d) estudios publicados entre 2016 y 2021, e) artículos clasificados en cuartil 1, 2 o 3, f) artículos cuya intervención sea aplicada a humanos f) artículos de libre acceso.

Los criterios de exclusión fueron: a) revisiones narrativas, revisiones sistemáticas o metanálisis, b) estudios aplicados a niños, adolescentes y adulto mayor c) artículos que no estén indexados.

La búsqueda de artículos en las bases de datos arrojó un total de 2561 resultados (Pubmed=48 y ScienceDirect=2513) en un periodo de tiempo desde agosto a octubre de 2021, se seleccionaron artículos por título y/o Abstract, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron un total de 5 artículos originales (figura 1)

Figura 1. Diagrama de flujo.

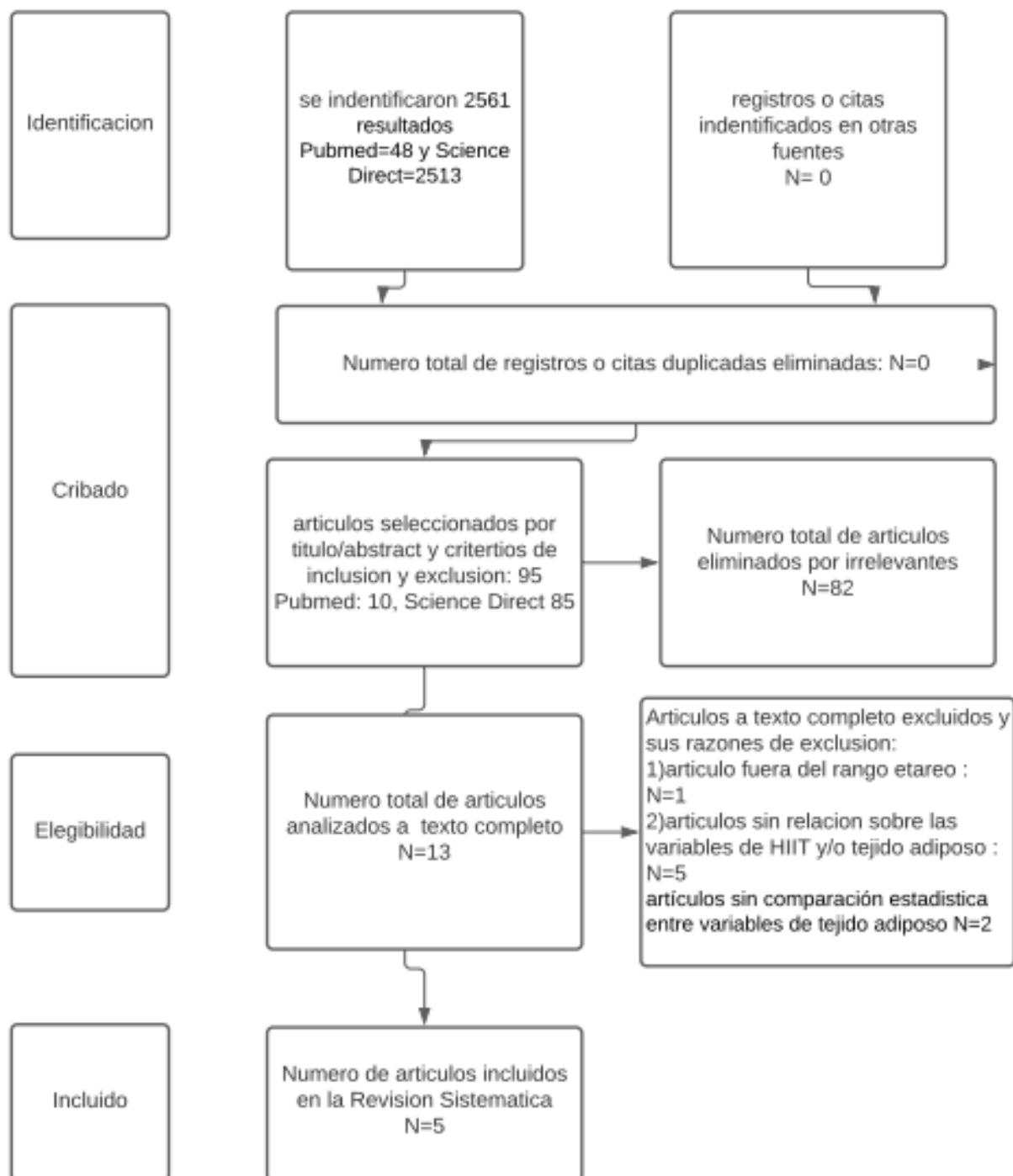


Diagrama de flujo: Elaboración propia

La búsqueda en las bases de datos se realizó durante el período de tiempo de agosto a octubre de 2021, los resultados de la búsqueda fueron distribuidos de la siguiente forma: Pubmed=48 resultados y ScienceDirect=2513 resultados, completando un total de 2513 resultados.

A partir de este total de resultados, se aplicaron los criterios de inclusión y de exclusión, obteniendo un total de 95 artículos los

cuales adicionalmente fueron filtrados por título y abstract eliminando 82 resultados por ser irrelevantes, quedando un total de 13 artículos originales, los cuales al ser analizados a texto completo se eliminaron 8 artículos por 3 razones: a) artículos fuera de rango etario(n=1), b) artículos sin relación con las variables HIIT y/o tejido adiposo (n=5), c) artículos sin comparación estadística entre variables de tejido adiposo(n=2), obteniendo un total de 5 artículos para ser incluidos

en esta revisión sistemática, los cuales fueron analizados por la escala de evaluación metodológica PEDro⁴⁷ (PhysiotherapyEvidenceDatabase / Fisioterapia Basada en la Evidencia).

Evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación de la calidad metodológica se utilizó la escala PEDro⁴⁷ (PhysiotherapyEvidenceDatabase / Fisioterapia Basada en la Evidencia)⁴⁷ La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht⁴⁷. La identificación de la validez interna de los artículos se realizó a través de los ítems 2 al 9. Se puntuó con “0” aquellos criterios donde no se encontró explícitamente en los artículos la información que solicitan los ítems del 5 al 7, por otro lado, la validez externa propuesta por los criterios de los ítems 10 y 11, fueron puntuados en todos los estudios con “1” por encontrarse suficiente

información estadística para hacer que los resultados sean interpretables⁴⁷.

Es por este último punto que los investigadores deciden incluir los artículos en esta revisión sistemática. Esta escala posee un criterio Adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa (generalizabilidad o aplicabilidad del ensayo) el cual ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro” (PhysiotherapyEvidenceDatabase / Fisioterapia Basada en la Evidencia)⁴⁷.

Al evaluar la calidad metodológica, se analizó cada texto por separado sin comunicación entre los autores para luego hacer la comparación entre ellos por texto y no se encontró texto con evaluaciones disímiles entre los 3 autores. Los resultados de la calidad metodológica de los artículos se presentan en la tabla 1. Los artículos que fueron seleccionados para esta revisión sistemática presentan una calidad metodológica entre 6 y 7 puntos de un máximo de 10 puntos

Tabla 1. Escala PEDro para evaluación de calidad metodológica de los artículos seleccionados.

Autores	Ítems											Puntuación final
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Haifeng et al ⁴⁸	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Smith-Ryan et al ⁴⁹	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Spyridon et al ⁵⁰	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Gerosa-Neto et al ⁵¹	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Gaitán et al ⁵²	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7

RESULTADOS

Tabla 2. Características de las intervenciones

Autor	Sujetos (n)/sexo	Grupos/Tamaño del grupo	Modalidad/intensidad	Frecuencia	protocolo series x tiempo	Tiempo total de la sesión	recuperación	Tiempo total de la intervención
Haifeng et al ⁴⁸ .	43/F	HIIT/ 15 MICT/15 CON/13	Ciclismo/ 90% de Vo2max	4 veces por semana	3x4 minutos	34,4 ± 3,8 minutos	3 minutos	12 semanas
Smith-Ryan et al ⁴⁹ .	30/F	HIIT N°1/11 HIIT N°2/10 CON/9	Ciclismo 90%VO2pico Ciclismo 80-100% VO2pico	3 veces por semana	10x1 minutos 5x2 minutos	20 minutos 30 minutos	1 minutos 1 minutos	3 semanas
Spyridon et al ⁵⁰ .	16/M	HIIT 10/8 HIIT 60(8)	Ciclismo/ 100% de W pico Ciclismo/ 100% W pico	3 veces por semana 3 veces por semana	10 segundos x 48 series 60 segundos x 10 series	20 minutos 20 minutos	15 segundos 90 segundos	8 semanas
Gerosa-Netoet al ⁵¹ .	32/H	HIIT/13 MICT/13 CON/6	HIIT: cinta de correr al 100% VAM MICT: cinta de correr al 65% VAM	3 veces por semana	HIIT: 10x1:1 MICT: 30 minutos	20 minutos 30 minutos	5 minutos a 5km/h 5 minutos a 5km/h	6 semanas
Gaitán et al ⁵² .	17/F 5/M=22	INT/11 CONT/11	Intervalos de 3 minutos 90%FCpico y 3 minutos 50% FCpico durante 1 hora/cicloergómetro CONT: 70%FCpico/cicloergómetro	13 días seguidos	3 minutos al 90%FCpico x 3 minutos al 50 % FCpico 60 min continuo al 70% FCpico	60 minutos	3 minutos	2 semanas

W pico = potencia máxima, VO2 máximo = consumo máximo de oxígeno, HIIT= Entrenamiento intermitente de alta intensidad, MICT= Entrenamiento continuo de moderada intensidad, CON= Grupo control, min = Minutos, VAM= Velocidad aeróbica máxima, km/h=kilómetros por hora, INT=Entrenamiento de intervalos, CONT=Entrenamiento de ejercicio continuo, INT=Entrenamiento a intervalos, FC pico=Frecuencia cardiaca máxima, VO2pico=Consumo pico de oxígeno, F=Femenino, M=Masculino.

Tabla 3. Características principales de los estudios y resultados

Autor	Muestra		Intervención	Variable evaluada	Resultados
	Participantes	Características			
Haifeng et al ⁴⁸ .	43 F	Edad: de 18 a 22 años; índice de masa corporal (IMC) ≥ 25 kg / m ² ; porcentaje de grasa corporal ≥ 30	Protocolo de HIIT	Masa corporal, % de grasa visceral abdominal (AVFA) y el área de grasa subcutánea abdominal (ASFA)	Reducción significativa en IMC y el porcentaje de grasa corporal en ambos grupos de intervención ($p < 0,05$), pero no en el grupo CON
Smith-Ryan et al ⁴⁹ .	30 F	Mujeres; Peso: $88,1 \pm 15,9$ kg; IMC: $32,0 \pm 6,0$ kg·m ² que declararon no haber perdido 10 libras o más en los últimos 3 meses y no haber consumido medicamentos para la pérdida de grasa o aceleración del metabolismo.	2 diferentes protocolos HIIT	La composición corporal y los lípidos	Disminución de grasa abdominal.
Spyridon et al ⁵⁰ .	16 M	Varones inactivos con una edad, $38,9 \pm 7,3$ años, grasa corporal de $31,8 \pm 3,9\%$, consumo máximo de oxígeno (VO ₂ pico) de $30,9 \pm 4,1$ ml / kg / min; media \pm DE)	2 protocolos de HIIT, con diferentes intensidades y duración	IMC, perímetro de cintura, composición corporal	Disminución en la masa grasa total y segmentaria en ambos grupos, entre 1,45 y 1,81 kg de masa grasa total pérdida y disminución de perímetro de cintura.
Gerosa-Neto et al ⁵¹ .	36 M	Hombres entre 18 y 35 años, IMC ≥ 30 (kg/m ²) y no practicar actividades físicas habituales (\leq dos veces por semana y VO ₂ máx < 47 ml/kg/min). No se incluyeron personas con enfermedades establecidas, fumadores, con alto consumo de alcohol y quienes practicaban ejercicio físico de forma regular.	HIIT en cinta de correr	Composición corporal, grasa visceral, grasa subcutánea	La masa corporal (IMC), grasa visceral y grasa subcutánea disminuye, pero no significativamente.
Gaitán et al ⁵² .	22 F=17 M=5	Obesos, IMC = $32,2 \pm 1,2$ kg·m ⁻² ; adultos, edad = $62,8 \pm 1,6$ años, rango 43-74 años; sedentarios, < 60 min/semana de ejercicio estructurado; no fumadores y libres de enfermedades cardiovasculares, cáncer (en los últimos 5 años) y complicaciones respiratorias o enfermedad metabólica conocida.	Ejercicio de INT y CONT	Masa corporal (IMC), masa libre de grasa, circunferencia de cintura.	Pérdida de masa corporal no significativa en ambos grupos, No hubo cambios significativos en la circunferencia de cintura.

F=Femenino, M=Hombre, HIIT=Entrenamiento intervalico de alta intensidad, IMC=Índice de masa corporal, INT=Entrenamiento de intervalos, CONT=Entrenamiento de ejercicio continuo, Pvalor=Valor de significancia.

Los resultados obtenidos evidencian los efectos en la varianza del tejido adiposo el cual se ve disminuido en menor o mayor medida con diferentes intervenciones de protocolos de entrenamiento interválicos de alta intensidad(HIIT).

Haifeng et al⁴⁸, en su artículo publicado en enero del año 2017, el cual examinó los efectos de los programas HIIT y entrenamiento continuo de moderada intensidad (MICT), durante un periodo de 12 semanas sobre la reducción de la grasa corporal total, visceral abdominal y subcutánea abdominal en mujeres obesas chinas. Preliminarmente había un total de 52 mujeres elegibles, de las cuales 43 terminaron la intervención. Las mujeres fueron asignadas aleatoriamente a 3 grupos, el grupo uno recibió un régimen MICT con un trabajo prescrito de 300 kilojoules(kJ), en la mayoría de las sesiones de entrenamiento; el grupo dos recibió un régimen HIIT con un trabajo prescrito en cada sesión de entrenamiento idéntico al de MICT; el grupo tres fue el grupo de control (CON) que no recibió entrenamiento. Se evaluó: los cambios en la grasa abdominal regional y de todo el cuerpo, incluso en el área de grasa visceral abdominal (AVFA) y el área de grasa subcutánea abdominal (ASFA) posterior a las 12 semanas de intervención y se compararon los tres grupos.

En el protocolo de ejercicios los participantes del grupo MICT realizaron ejercicio continuo en un cicloergómetro (Monark, 839E, Suecia) a una intensidad del 60% del VO₂ max hasta alcanzar los 300 kJ de trabajo planificados. Los participantes del grupo HIIT repitieron series de ejercicios de ciclismo de 4 minutos a una intensidad del 90%. VO₂ max, seguido de una recuperación pasiva de 3 minutos hasta que se logró el objetivo de 300 kJ de trabajo.

Después de la intervención de 12 semanas, se observó una reducción significativa en la masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en ambos grupos de intervención, pero no en el grupo CON. Los cambios en la masa corporal y el porcentaje de grasa corporal no difirieron significativamente entre los grupos HIIT y MICT. Después de la intervención de 12 semanas, se observaron reducciones significativas en todas las variables (masa grasa de todo el cuerpo y la masa grasa de las regiones androide, ginoidea y del tronco) entre los grupos HIIT y MICT; el grupo CON no tuvo cambios después de la intervención de 12 semanas. Una reducción en la grasa visceral abdominal revelada por una alternancia en el AVFA del valor inicial correspondiente se descubrió en ambos

grupos de intervención; no se notó ningún cambio en el grupo CON.

Los cambios en las variables entre los grupos de intervención no fueron diferentes. También se produjo una reducción significativa en el ASFA, en un grado similar en los grupos HIIT y MICT después de la intervención. El siguiente estudio de Smith-Ryan et al⁴⁹, publicado el año 2016, tuvo como propósito evaluar dos protocolos de entrenamiento en intervalos sobre la aptitud cardiorrespiratoria, lípidos y composición corporal en mujeres con sobrepeso u obesidad.

Para los criterios de elegibilidad 32 de 44 mujeres cumplieron con los requisitos y 2 abandonaron, quedando un total de 30 mujeres que completaron el estudio (media \pm DE; Peso: 88,1 \pm 15,9 kg; IMC: 32,0 \pm 6,0 kg m²). Las participantes fueron asignadas al azar en tres grupos. Los grupos respectivos consistieron en: Grupo 1=11 participantes, Intervalos de alta intensidad 1MIN: 10 repeticiones de episodios de 1 minuto con períodos de descanso de 1 minuto al 90% de la producción de potencia obtenida durante el pico de VO₂ (total de 10 minutos de ciclismo); Grupo 2= 10 participantes, Intervalos de alta intensidad 2MIN: 5 series de 2 minutos en bicicleta con 1 minuto de recuperación utilizando intensidades onduladas (80-100% pico de VO₂); y Grupo control: 9 participantes.

El consumo máximo de oxígeno (VO₂ pico), la producción de potencia máxima, la composición corporal y los lípidos en sangre en ayunas se evaluaron antes y después de 3 semanas de entrenamiento, completado 3 días a la semana. En los resultados, las comparaciones de los tres grupos no demostraron interacciones o efectos del tratamiento estadísticamente significativos para la composición corporal, lo que sugiere que no hay diferencia en el enfoque de entrenamiento, 1:1 frente a 2:1, en la población actual, pero el entrenamiento demostró una disminución de 11,29 cm (\pm 18,4 cm) en el grosor de la grasa abdominal, en comparación con una disminución de 3,44 cm (\pm 9,21 cm) en el grupo de control. Spyridon al⁵⁰ estudió los efectos de dos protocolos de entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) sobre la composición corporal regional y la oxidación de grasas en hombres con obesidad.

Se compararon mediante un diseño aleatorio paralelo. Una muestra de dieciséis varones inactivos con una edad, 38,9 \pm 7,3 años, grasa corporal de 31,8 \pm 3,9%, consumo máximo de oxígeno (VO₂pico) de 30,9 \pm 4,1 ml / kg / min; media \pm DE) fueron asignados aleatoriamente a dos protocolos de: HIIT 10 que constaba de 48 series \times

10 segundos al 100% de la potencia máxima (W pico), con 15 segundos de recuperación o al grupo HIIT 60 que consistió en 8 series × 60 segundos al 100% W pico con 90 segundos de recuperación. Los dos grupos entrenaron 3 veces por semana durante 8 semanas y cada grupo realizó ciclismo además de mantener la misma dieta.

Cada sesión duró 20 min y las sesiones estuvieron separadas por al menos 48 horas. Las variables evaluadas fueron: composición corporal, incluida la masa grasa total y regional (FM), la masa libre de grasa (FFM) y el contenido mineral óseo (BMC), se midieron mediante absorciometría de rayos X de energía dual de cuerpo entero (DEXA). Este estudio arrojó los siguientes resultados: un efecto principal del tiempo sobre la grasa corporal, mostrando una disminución en la masa grasa total y segmentaria en ambos grupos.

La disminución de la masa grasa total se atribuyó principalmente a la pérdida de masa grasa del tronco (1,45 de 1,81 kg de masa grasa total perdida), este último se acompañó de una disminución de la circunferencia de la cintura. Además, hubo un aumento en la masa corporal magra de $0,82 \pm 0,55$ kg, que se atribuyó principalmente al aumento de la masa corporal magra de las piernas, ya que hubo cambios mínimos y no significativos en la masa magra del brazo y el tronco y en el mineral óseo total del cuerpo.

En el estudio de Gerosa-Neto et al⁵¹. publicado el año 2019, se compararon los efectos de dos programas de ejercicio realizados en diferentes intensidades, pero con el mismo gasto energético total (EE), considerándose los siguientes criterios de inclusión: ser hombre, entre 18 y 35 años, $IMC \geq 30$ (kg / m^2) y no practicar actividades físicas habituales (\leq dos veces por semana y $VO_{2max} < 47$ ml / kg / min). No se incluyeron en el estudio personas con enfermedades establecidas, fumadores, con alto consumo de alcohol y quienes practicaban ejercicio físico de forma regular, también se excluyeron los resultados de aquellos que completaron menos del 75% de las sesiones de entrenamiento.

En total 115 participantes no cumplieron con los criterios de inclusión, 26 no realizaron las principales evaluaciones del estudio (variables de rendimiento y presión arterial) dejando un tamaño de muestra de 32 participantes ($n = 13$ en entrenamiento de intervalo de alta intensidad, $n = 13$ en entrenamiento continuo de intensidad moderada y $n = 6$ en grupo control).

La

aleatorización se estratificó según los valores de grasa visceral y VO_{2max} . El protocolo de entrenamiento físico tuvo una frecuencia de tres veces por semana y se realizó durante seis semanas. La evaluación de la composición corporal se realizó por impedancia bioeléctrica con un dispositivo de ocho electrodos (InBody 720 - Biospace, Seúl, Corea).

La evaluación de la grasa visceral (FV) y subcutánea (SF) se realizó mediante un dispositivo de ecografía (TOSHIBA-Eccocee, transductor convexo de 3,7 MHz, Tokio, Japón). Como parte de la sesión de ejercicio, los participantes realizaron antes y después de cada sesión de HIIT o MICT, 5 minutos a 5 km/h para calentamiento y enfriamiento en caminadora.

El protocolo HIIT adoptado estaba compuesto por 10 esfuerzos de trote al 100% de la velocidad aeróbica máxima (VAM), con 1 min de duración intercalados por un intervalo de recuperación pasiva de 1 min ($10 \times 1: 1$ min). Los integrantes del grupo MICT también realizaron el mismo protocolo y los valores de EE sirvieron de referencia en la prescripción del modelo continuo, sometándose a una sesión de trote de 30 min al 65% del VAM. Los resultados en relación a la composición corporal, representados por el HIIT la grasa visceral disminuye $-0,34$ cm y en el caso del MICT: disminuye $-0,12$ cm.

Los valores de los depósitos de grasa no cambiaron significativamente después de seis semanas de entrenamiento, ni tampoco el IMC. Por último, el estudio de Gaitán et al⁵². publicado el año 2019, buscó comparar el efecto de dos semanas de entrenamiento, por un lado, entrenamiento de intervalos (INT) versus entrenamiento continuo (CONT). Veintidós participantes (mujeres $n = 17$; hombres $n = 5$) obesos ($IMC = 32,2 \pm 1,2$ $kg m^{-2}$) adultos (edad = $62,8 \pm 1,6$ años, rango 43-74 años) se inscribieron en estos dos bloques aleatorizados de intervención de ejercicio semanal (INT=11 y CONT=11).

Los sujetos eran sedentarios (es decir, < 60 min/semana de ejercicio estructurado), no fumaban y estaban libres de enfermedad cardiovascular, cáncer (en los últimos 5 años), complicaciones respiratorias o enfermedad metabólica conocida.

Con el fin de aislar el efecto de la intensidad del entrenamiento en los resultados, los autores diseñaron sesiones de ejercicio para tener la misma frecuencia cardíaca promedio para equiparar el gasto de energía. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a 12 días de entrenamiento de

ejercicio CONT o INT isocalóricototalmente supervisado en un cicloergómetro durante un período de 13 días. El protocolo de INT consistió en intervalos alternos de 3 min al 90% de la FC pico y 3 min al 50% de la FC pico durante 60 min. Y, por otro lado, el protocolo CONT consistió en uno de 70% FCpico durante los 60 minutos completos. Como resultados se observó que ambos grupos experimentaron una pérdida de masa corporal no

clínicamente significativa y estadísticamente, la disminución después del protocolo INT fue mayor que después del ejercicio CONT. Pero no hubo cambios significativos en la circunferencia de la cintura. Entre ambos grupos, la grasa corporal se mantuvo sin cambios y la masa libre de grasa disminuyó ($p < 0.01$).

DISCUSIÓN

Tejido adiposo

Los hallazgos reportados a través de los artículos seleccionados arrojan evidencia de que el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), tiene como efecto la disminución del tejido adiposo dando respuesta a nuestra pregunta de investigación, sin embargo, podemos observar disimilitud en relación a si los resultados son estadísticamente significativos, por ejemplo en el primer artículo de Haifeng et al⁴⁸, podemos ver que los resultados son estadísticamente significativos, mientras que en los otros cuatro incluidos nos arrojan lo siguiente: El segundo artículo de Smith-Ryan et al⁴⁹, donde se comparan dos protocolos HIIT uno con una relación entre trabajo y descanso (densidad), de 1:1 y el otro con una relación de 1:2 muestran que si bien en ambos existe una reducción del tejido adiposo, no existe una diferencia significativa entre uno y otro protocolo. En el tercer artículo de Spyridon et al.⁵⁰mostró una disminución en la masa grasa total y segmentaria en ambos grupos, el cuarto artículo presentado por Gerosa-Neto et al⁵¹ nos presenta que la masa corporal (IMC), grasa visceral y grasa subcutánea disminuye, pero nuevamente los resultados no son significativos estadísticamente. En el último estudio de Gaitán et al⁵², los resultados nos evidencian que los efectos del HIIT sobre el tejido adiposo, tienden a disminuir el porcentaje de grasa, pero una vez más los resultados no presentan valores significativos. El único artículo que presentó valores significativos fue el mencionado de Haifeng et al⁴⁸. donde se obtuvo una reducción significativa en la masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en ambos grupos de intervención. Uno de los factores por los cuales pudo provocarse esta disminución significativa pudo deberse a la frecuencia semanal de 4 sesiones en comparación a los demás artículos⁴⁹⁻⁵¹, que tenían una frecuencia de 3 sesiones semanales, exceptuando el estudio de Gaitán⁵² que fueron 13 días consecutivos completando solo 2 semanas de intervención. También como variable que pudo incidir en lo poco significativo de los resultados fue el número de semanas, en donde el primer artículo⁴⁸ presentó 12 semanas de entrenamiento en comparación a las 8 semanas de Spyridon et al⁵⁰, que fue el segundo protocolo con más semanas de intervención, pero como se describe más arriba sus resultados no evidencian una disminución estadísticamente significativa en el tejido adiposo.

Instrumentos de evaluación:

Los artículos incluidos en esta revisión muestran una gran heterogeneidad en los instrumentos de medición utilizados, dos utilizaron DEXA (absorciometría de rayos X de energía dual de cuerpo entero)^{48,50} para composición corporal, mientras que en otros, como el segundo artículo⁴⁹ utilizaron métodos más complejos como modelos multicompartimentales que son los más sensibles y válidos, ya que utilizan diferentes mediciones para obtener de forma certera la composición corporal, el cuarto artículo de Geroza⁵¹ utilizó impedancia bioeléctrica para medir composición corporal, al igual que el último artículo de Gaitán et al⁵². También se utilizaron cintas y balanzas específicas en cada uno de los estudios para determinar el índice de masa corporal. Son estos factores y el tiempo total de las intervenciones que parecen afectar en cuanto a si la disminución de tejido adiposo es significativa o no.

Tiempos de protocolo:

Como punto para destacar en varios artículos incluidos (^{48,51,52}), donde se contraponen protocolos de HIIT vs protocolos de MICT, se observa que el HIIT presenta una mayor adherencia por el tiempo reducido de sus sesiones, las cuales van desde los 20 hasta los 35 minutos aproximadamente (⁴⁸⁻⁵²), lo cual es del gusto y preferencia de los usuarios, además también se observa que los beneficios comparativos entre protocolos mencionados anteriormente sobre el tejido adiposo son similares (^{48,51,52})

Protocolos:

Las intervenciones de corta duración muestran que a pesar de su breve periodo de ejecución evidencian resultados favorables en la reducción del tejido adiposo a partir de dos semanas⁵².

La metodología en cuanto a la aplicación de HIIT, fue diferente en varios estudios, por ejemplo; Haifeng et al⁴⁸. utilizaron un protocolo de ciclismo al 90% del Vo2max por 12 semanas y frecuencia de 4 sesiones semanal, en donde se realizaron 3 series de 4 minutos por 3 minutos de descanso, dando una densidad de 1:0,75 que presentó resultados significativos en cuanto a la disminución del tejido adiposo, este protocolo aplicado en ciclismo se relaciona con dos estudios también ejecutados en ciclismo, los de Smith-Ryan et al⁴⁹ y Spyridon et al⁵⁰, la diferencia fue la frecuencia, el tiempo de duración del protocolo, la densidad utilizada y los porcentajes de intensidad, Smith-Ryan et al⁴⁹, que presenta dos protocolos, el primero; presentó una densidad de 1:1 (10 series, 1

minuto de trabajo por 1 minuto de descanso al 90%VO₂pico), el segundo protocolo; presentó una densidad de 2:1, (5 series, 2 minutos de trabajo por 1 de descanso entre el 80% y 100% del Vo₂pico), ambos protocolos fueron por 3 semanas con una frecuencia de 3 sesiones semanal. La intervención de Spyridon et al⁵⁰ que también presentó dos protocolos de HIIT, por 8 semanas con frecuencia de 3 sesiones semanales, el primero protocolo consistió en una intensidad de 100% W pico, por 48 series, con una densidad de 1:1,5: 10 con segundos de trabajo por 15 segundos de descanso. El segundo protocolo; una intensidad de 100% W pico, por 10 series, con una densidad de 1;1,5 con 60 segundos de trabajo por 90 segundos de descanso. Ambos estudios Smith-Ryan et al⁴⁹ y Spyridon et al⁵⁰ con sus 2 protocolos, cada uno manifestó disminución del tejido adiposo, pero no fueron significativos estadísticamente. Gerosa-Neto et al⁵¹ fue el único, que en su protocolo utilizó la cinta de correr a una intensidad del 100% de la VAM, con una duración de 6 semanas y una frecuencia de 3 sesiones semanales, tuvo una densidad de 1:1 con 1 minuto de trabajo por 1 de descanso activo a 5 km/h. A pesar del alto impacto que genera correr, este protocolo disminuyó el porcentaje de tejido adiposo, pero no de manera significativa. También con un protocolo diferente en el artículo de Gaitán et al⁵² el que utilizó cicloergómetro a una intensidad del 90% de la FCpico, con una duración de 2 semanas y una peculiar frecuencia 13 sesiones consecutivas, se realizaron 10 series, con una densidad de 1:1, con 3 minutos de trabajo y 3 minutos de descanso al 50% de la FCpico.

La modalidad de ejecución más utilizada fue la bicicleta⁽⁴⁸⁻⁵⁰⁾ y la densidad más utilizada fue 1:1^(48,49,51,52), en cuanto a las intensidades todas fueron sobre el 80% de la FCpico, el Vo₂máx, VAM y la otra variable de intensidad utilizada fueron los Watt de potencia⁵⁰ y fueron sometidos al 100% de la potencia que pudieran ejecutar.

Esta revisión sistemática pudo demostrar que a pesar de que el HIIT es un protocolo desconocido para algunos y muchas veces temido, puede ser eficaz en la disminución del tejido adiposo a través de sus variables como IMC y composición corporal principalmente, además son muchas las variables de HIIT sobre las cuales se puede ir ensayando para obtener mejores resultados, pero como todo entrenamiento debe ser planificado, estructurado y lo más importante individualizado.

Recomendaciones:

Esta metodología de entrenamiento debido a su característica de poseer un bajo volumen de tiempo (minutos al día), potencia una mayor adherencia y bajo abandono de participantes, además, queda en evidencia el alto gasto energético empleado en cada sesión, similar a otros protocolos como el MICT, los cuales poseen tiempos de intervención muchos más extensos, entrenamientos repetitivos y sin pausas o con pausas mínimas, en consecuencia, existe una gran diferencia de tiempo a favor del paciente al practicar HIIT.

También cabe destacar, que para maximizar los beneficios es adecuado implementar una intervención nutricional en conjunto a la intervención de ejercicio físico, lo cual aumenta los beneficios en la disminución de tejido adiposo.

CONCLUSIÓN

La información recopilada evidencia los efectos beneficiosos del entrenamiento físico y sus efectos favorables en la disminución del tejido adiposo. Frente a esto, el HIIT se presenta como una útil alternativa no farmacológica y de bajo costo, el cual aplicado, controlado y adaptado correctamente amplifica sus efectos beneficiosos.

CONFLICTOS DE INTERESES

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

REFERENCIAS

1. Organización mundial de la salud. obesidad [Internet]. 2021 [citado 10 mayo 2021]. Disponible en: https://www.who.int/es/health-topics/obesity#tab=tab_1
2. Cardozo L, Cuervo Y, Murcia J. Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso - obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá. Nutr. clín. diet. hosp. 2016 [citado 09 noviembre 2020]; 36(3):68-75
3. Organización mundial de la salud. Obesidad y sobrepeso [Internet]. 2020 [citado 10 noviembre 2020]. Disponible en:

- <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (3)
4. OECD. Población con sobrepeso u obesidad [internet].internacional: [actualizada en enero 2021;consultado 10 de enero de 2021].disponible en: <https://data.oecd.org/healthrisk/overweight-or-obese-population.htm>
 5. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta nacional de salud [Internet]. 2017 [citado 12 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
 6. Ioue Y, Qin B, Poti J, Sokol R, Gordon-Larsen P. Epidemiology of Obesity in Adults: Latest Trends. *Curr Obes Rep.* 2018 [citado 10 noviembre 2020];7(4):276-288.
 7. Lozano-Rojas, G., Cabello-Morales, E., Hernández-Díaz, H, Loza-Munarriz, C. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes de un distrito urbano de Lima, Perú 2012. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública.* 2014 [citado 10 noviembre 2020]; 31(3):494-500
 8. Magallanes M, Gallegos E, Carrillos A, Sifuentes D, Olvera M. Sobrepeso, obesidad y dislipidemias en población universitaria del noreste de México. *Inv. Educ. Enferm.* 2010 [citado 11 noviembre 2020]; 28(1):101-107
 9. Villena J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. *Rev. Perú. Ginecol. Obstet.* 2017 [citado 11 noviembre 2020]; 63(4):593-598
 10. Ambroa de frutos G. Impacto del sedentarismo sobre la práctica de actividad física y la salud. Análisis de la situación en España. *REEFD.* 2016 [citado 11 noviembre 2020]; 412:33-44
 11. Marquéz S, Garatachea N. Actividad Física y Salud.[Internet].Madrid.Ediciones Díaz de Santos, S.A.2013 [Consultado 29 de Diciembre de 2020].Disponible en: <https://n9.cl/zjyn>
 12. Petermann-Rocha F, Martínez-Sanguinetti M, Villagrán M, Ulloa N, Nazar G, Troncoso-Pantoja C, et al.Desde una mirada global al contexto chileno: ¿Qué factores han repercutido en el desarrollo de obesidad en Chile? (Parte 1).*Rev.chilnutr.*Abril 2020;47(2):299-306.
 13. Sociedad Chilena de Obesidad[Internet]. Causas de la obesidad;(2020)[Citado 28 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.sochob.cl/web/causas-de-la-obesidad/>
 14. García A, Creus E.La obesidad como factor de riesgo, sus determinantes y tratamiento. *Rev. Cubana. Med. Gen. Integr.* 2016 [citado 28 noviembre 2020];32(3):1-13
 15. Rodrigo-Cano S,Soriano del Castillo J. Obesity's causes and treatment. *Nutr. Clín. Diet. Hosp.* 2017 [citado 29 noviembre 2020]; 37(4):87-92
 16. Yu Y. FourDecades of ObesityTrendsamong Non-HispanicWhites and Blacks in theUnitedStates: AnalyzingtheInfluences of EducationalInequalities in Obesity and PopulationImprovements in Education. *PLoSOne.* 2016 noviembre [citado 30 noviembre 2020];11(11):1-12
 17. Hales C, Fryar C, Carroll M,Freedman D, Aoki Y, Ogden C. Diferencias en la prevalencia de obesidad por características demográficas y nivel de urbanización entre adultos en los Estados Unidos, 2013-2016. *JAMA.* 2018 [citado 30 noviembre 2020]; 319(23): 2419-2429
 18. Díaz B, Galgani F. Aspectos metabólicos y dietarios involucrados en la etiología de la obesidad en mujeres chilenas. *Rev. Méd. Chile.* (1999) [citado 05 diciembre 2020]: 127(9): 1126-1135
 19. Raiman E, Cornejo V. Defectos de la oxidación de acidos grasos como causa de hipoglucemia no cetósica en el niño. *Rev. Chil. Nutr.* 2007. [citado 20 diciembre 2020]; 34(1):28-34
 20. Esteve M. Tejido adiposo: Heterogeneidad celular y diversidad funcional. Elsevier. 2014 [citado 20 diciembre 2020]; 61(2):100-112
 21. Vega-Robledo G, Rico-Rosillo M.Tejido adiposo: función inmune y alteraciones inducidas por obesidad. *Rev. Alerg. Mex.* 2019 [citado 23 diciembre 2020]; 66(3):340-353
 22. Aguilera, C., Labbé, T., Busquets, J., Venegas, P., Neira, C., Valenzuela, Á. Obesidad: ¿Factor de riesgo o enfermedad? *Rev. Méd. Chile.* 2019 [citado 23 diciembre 2020];147(4):470-474
 23. Izaola O, de Luis D, Sajoux I, Domingo J, Vidal M. Inflamación y obesidad (lipoinflamación). *Nutr.*

- Hosp. 2015 [citado 28 diciembre 2020]; 31(6):2352-2358
24. de Luis D, González M, Conde R, Aller R, Izaola O, Castro M. Adipocitocinas circulantes en pacientes obesos mórbidos, relación con factores de riesgo cardiovascular y parámetros antropométricos. *Nutr. Hosp.* 2011 [citado 30 diciembre 2020]; 26(1): 91-6
 25. Sánchez F, García R, Alarcón F, Cruz. Adipocinas, tejido adiposo y su relación con células del sistema inmune. *Gac. Méd. Méx* [revista en la Internet]. 2005 Dic [consultado 02 de septiembre 2021]; 141(6): 505-512. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132005000600009&lng=es.
 26. Soltani N, Marandi S, Kazemi M, Esmaeil N. The Exercise Training Modulatory Effects on the Obesity-Induced Immunometabolic Dysfunctions. *Diabetes. Metab. Syndr. Obes.* 2020 [citado 10 enero 2021]; 13:785-810.
 27. Heilbronn L, Campbell L. Adipose tissue macrophages, low grade inflammation and insulin resistance in human obesity. *Curr. Pharm. Des.* 2008 [citado 12 enero 2021]; 14(12):1225-1230
 28. Weisberg S, McCann D, Desai M, Rosenbaum M, Leibel R, Ferrante A. Obesity is associated with macrophage accumulation in adipose tissue. *J Clin Invest.* 2003 [citado 12 enero 2020]; 112(12):1796-1808
 29. Sánchez R, Ibáñez C, Klaassen J. Obesidad y cáncer: la tormenta perfecta. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2014 Febrero [consultado el 10 de septiembre de 2021]; 142(2): 211-221. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872014000200010&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872014000200010>.
 30. Rosen H. Is obesity a disease or a behavior abnormality? Did the AMA get it right? *J. Missouri State Med. Assoc.* 2014 [citado 12 enero 2021]; 111(2):104-108
 31. Hernández J, Licea M, Castelo E. Algunos aspectos de interés relacionados con la obesidad sarcopénica. *Rev. Cubana. Endocrinol.* 2015 [citado el 17 de enero del 2021]; 26(3):263-277
 32. Cruz-Jentoft A, Baeyens J, Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010 [citado 20 enero 2021]; 39(4):412-23.
 33. Hernández J, Licea M. Papel del ejercicio físico en las personas con diabetes mellitus. *Rev. Cubana. Endocrinol.* 2010 [citado el 16 de enero 2021]; 21(2):182-201.
 34. OMS [Internet]. Actividad física; 2020; [citado el 15 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/physical-activity>
 35. Escalante Y. Actividad Física, Ejercicio Físico y Condición en el ámbito de la salud pública. *Rev. Esp. Salud Pública.* 2011 [citado 16 septiembre 2021]; 84(4):325-328
 36. OMS [Internet]. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. 2020; [citado el 11 de enero de 2021]. Disponible en: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es
 37. Cristi-Montero C, Celis-Morales C, Ramírez-Campillo R, Aguilar-Farías N, Álvarez C, Rodríguez-Rodríguez F. ¿Sedentarismo e inactividad física no son lo mismo!: Una actualización de conceptos orientada a la prescripción del ejercicio físico para la salud. *Rev. Med, Chile.* 2015 [citado 20 septiembre 2021]; 143:1089-1090.
 38. Gobierno de Chile. recomendaciones para la práctica de actividad física según curso de vida [internet]. Chile. diciembre 2017. [consultado el 10 de septiembre de 2021] disponible en: <http://selloseligevivirsano.cl/wp-content/uploads/2019/03/guia-de-recomendaciones-af-curso-de-vida.pdf>
 39. Chodzko-Zajko W, Schwingel A, Romo-Pérez V. Un análisis crítico sobre las recomendaciones de actividad física en España. Elsevier. 2012 [citado 24 septiembre 2021]; 26(6):525-533.-

40. Gómez R, Monteiro H, Cossio-Bolaños M, Fama-Cortez D, Zanesco A. El ejercicio físico y su prescripción en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública*. 2010 [citado 24 septiembre 2021];27(3):379-386.
41. Roldan E. Bases fisiológicas de los principios del entrenamiento deportivo. *Rev. Polit.* 2009 [citado 05 octubre 2021];5(8):84-93.
42. López J, Vicente, D. HIIT: Entrenamiento interválico de alta intensidad [Internet]. Madrid: ExercisePhysiology& Training; Universidad Francisco de Vitoria (UFV Madrid); 2018 [Revisado 2018; Consultado el 12 de enero 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/399003568/LIBRO-Varios-Hiit-Entrenamiento-intervalico-de-alta-intensidad-pdf>
43. Cofré-Bolados C, Sánchez-Aguilera P, Zafra-Santos E, Espinoza-Salinas A. Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Rev. Univ. Ind. Santander Salud*. 2016 [citado 06 octubre 2021];48(3): 275-284.
44. Buchheit, M., Laursen, P. High-IntensityInterval Training, Solutions to theProgrammingPuzzle. *Sports. Med.* 2013 [citado 15 octubre 2021];43: 313–338
45. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D. PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS. Med.* 2009 [citado 16 octubre 2021];6(7):1-6
46. McGowan J, Sampson M, Salzwedel D, Cogo E, Foerster V, Lefebvre C. PRESS Peer Review of ElectronicSearchStrategies. 2015 GuidelineStatement. *J. Clin. Epidemiol.* 2016 [citado 20 octubre 2021]; 75:40-46
47. Yamato T, Arora M, Stevens M, Elkins M, Moseley A. Quality, language, subdiscipline and promotionwereassociatedwitharticle accesses on PhysiotherapyEvidenceDatabase (PEDro). *Physiotherapy*. 2018 [citado 28 octubre 2021];104(1):122-128
48. Zhang H, Tong T, Qiu W, Zhang X, Zhous, Liu Y, He Y. Efectos comparables del entrenamiento en intervalos de alta intensidad y en entrenamientos con ejercicio continuo prolongado sobre la reducción de la grasa visceral abdominal en mujeres jóvenes obesas. *J. diabetes. Res.* 2017 [citado 28 octubre 2021];9:1-9
49. Smith-Ryan A, Trexler E, Wingfield H, México M. Efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre los factores de riesgo cardiometabólico en mujeres con sobrepeso/obesidad. *J. Sports. Sci.* 2016 [citado 28 octubre 2021];34(21):1-9
50. Tsirigkakis S, Mastorakos G, Koutedakis Y, Mougios V, Nevill A, Pafili Z, Bogdanis G. Efectos de dos protocolos de entrenamientos en intervalos de alta intensidad con carga de trabajo sobre la composición corporal regional y la oxidación de grasas en hombres obesos. *Nutrients*. 2021 [citado 01 diciembre 2021];13(4):1-5.
51. Gerosa-Neto J, Leme V, Alves P, Sayuri D, Procópio J, Figueiredo C, Moura A, Peter J, Santos F. El entrenamiento de intensidad alta o moderada promueve cambios en la aptitud cardiorrespiratoria, pero no en la grasa visceral, en hombres obesos: un ensayo aleatorizado de ejercicio con el mismo gasto energético. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2019 [citado 03 diciembre 2021]; 266:150-155.
52. Gaitan J, Gilbertson N, Heiston E, Weltman A, Malin S. Dos semanas de entrenamiento por intervalos mejoran la oxidación de grasas durante el ejercicio en adultos obesos con prediabetes. *J. Sports. Sci. Med.* 2019 [citado 04 diciembre 2021];18(4):636-64