



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

Entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico

Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciada en Fisioterapia

Autor:

Gunsha Lamiña Karina Marisol

Tutor:

Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Karina Marisol Gunsha Lamiña, con cédula de ciudadanía 0650289945, autora del trabajo de investigación titulado: Entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 15 de julio de 2025.



Karina Marisol Gunsha Lamiña

C.I: 0650289945



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

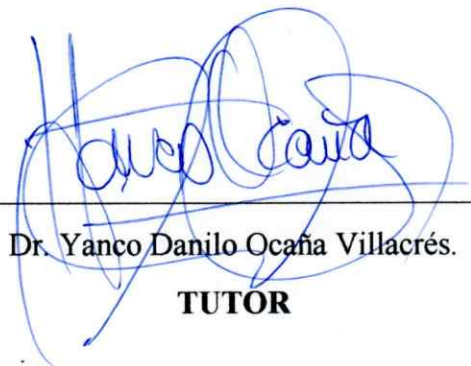
CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo, **Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés** docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación denominado **“Entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico”** elaborado por la señorita **Karina Marisol Gunsha Lamiña** certifico que, una vez realizadas la totalidad de las correcciones el documento se encuentra apto para su presentación y sustentación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando al interesado hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Riobamba, 27 de octubre del 2025

Atentamente,



Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés.
TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“Entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico”** presentado por **Karina Marisol Gunsha Lamiña** con cedula de identidad número **0650289945**, bajo la tutoría del **Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés**, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor, no teniendo nada más que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba octubre de 2025.

Mgs. María Belén Pérez García
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Gabriela Alejandra Delgado Masache
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. María Fernanda López Merino
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **Gunsha Lamiña Karina Marisol**, con CC: **0650289945**, estudiante de la Carrera **Fisioterapia**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"Entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico"**, cumple con el 14%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 28 de octubre de 2025



Dr. Yanco Danilo Ocaña Villacrés.
TUTOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios, por guiar mi camino, brindarme salud y haberme otorgado la sabiduría y fortaleza necesarias para lograr cada anhelo que me he propuesto durante toda esta trayectoria estudiantil.

Con profundo amor, a mis queridos padres Carlos Gunsha y Cristina Lamiña, mis mejores maestros de vida. Ellos son mi mayor ejemplo de esfuerzo, responsabilidad, respeto, humildad y constancia. Su apoyo ha sido fundamental en este reto estudiantil; sin ustedes, no hubiera logrado los objetivos que me he propuesto para ser una persona de bien.

A mis dos hermanas mayores, Verito y Jenny, mis compañeras de vida, por ser ejemplo, guía y fortaleza en cada etapa de mi vida. Quienes han sido una motivación muy importante para alcanzar un logro más; han estado presentes en los momentos más difíciles como en los buenos, cada una ha sido un pilar fundamental en este largo proceso.

A mis hermanas pequeñas, Vanesa y Emily, quienes han sido mi alegría y mi mayor inspiración. Cada uno de mis logros lleva un pedacito de ustedes, porque pensar en su futuro me impulsó a continuar en esta travesía. Siempre estaré presente para acompañarlas a cumplir sus sueños.

A mi compañero de aventuras, quién ha sido una persona muy importante en este camino. Su apoyo incondicional y su fe en mí, incluso cuando yo dudaba, ha sido lo más valioso. Gracias por el apoyo en los momentos difíciles, por celebrar junto a mí cada logro por más pequeño que sea, y por recordarme que todo esfuerzo tiene sentido.

A mi fiel amigo de cuatro patas, Alan, por estar en los momentos difíciles y los momentos de alegría; por acompañarme las noches largas de estudio, con tu silencio lleno de compañía y tu amor incondicional.

A mis ángeles en el cielo, mi abuelita María Natividad y mi padrino Roberto, quienes continúan siendo una luz en mi vida. Gracias, mamita, por enseñarme el valor de la humildad y por acompañarme en mi educación cuando mis padres no pudieron estar presentes. A ti, padrino, gracias por creer en mí y por motivarme a seguir estudiando; sin tus palabras y tu apoyo, no estaría en el lugar donde me encuentro hoy.

A todos ustedes, con amor infinito y mucha gratitud.

Karina Gunsha

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la sabiduría necesaria para concluir esta etapa de mi vida y por siempre hacerme ver que en los peores momentos está presente.

A toda mi familia por su amor incondicional, por ser mi base, mi fuerza y mi refugio. Cada uno de ustedes ha sido una parte esencial en este camino, brindándome amor, apoyo y comprensión en los momentos más importantes. Gracias por creer en mí, por sus palabras de aliento cuando más las necesité y por enseñarme el verdadero significado de la unión familiar.

Expreso con profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarme la oportunidad de formarme académica y personalmente. Agradezco a mis queridos docentes, personal administrativo y a todas las personas que forman parte de esta prestigiosa institución, por su compromiso, dedicación y calidad humana. Llevaré siempre con orgullo el nombre de la universidad.

A mi tutor de tesis Dr. Yanco Ocaña, por su guía, y paciencia a lo largo del desarrollo de este trabajo. Gracias por su tiempo, por impulsarme y acompañarme con profesionalismo y generosidad en cada etapa del proceso.

Con amor y gratitud infinita

Karina Gunsha

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORIA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION..... 13

1.1. Antecedentes..... 13

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 15

2.1. Origen del síndrome metabólico..... 15

2.1.2. Síndrome metabólico..... 15

2.1.3. Manifestaciones clínicas..... 15

2.1.4. Fisiopatología 16

2.1.5. Factores de riesgo 17

2.1.6. Etiología..... 18

2.1.7. Diagnóstico..... 19

2.2. Tratamiento enfocado en abordaje preventivo y HIIT 19

2.2.1. Cambios en el estilo de vida..... 20

2.2.2. Control de la obesidad 20

2.2.3. Disminución de niveles de colesterol LDL 21

2.2.4. Aumento en niveles de colesterol HDL 21

2.2.5. Manejo de presión arterial 21

2.2.6. Manejo de la hiperglicemia en ayunas 22

2.3. Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) 22

2.4. Bases fisiológicas del HIIT 23

2.5. Tipos de HIIT	23
2.6. Componentes básicos del HIIT	24
2.7. Programación HIIT	24
2.8. Prescripción mediante escalas de esfuerzo percibido.....	25
2.9. Protocolo HIIT	25
2.10. Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en síndrome metabólico	26
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	28
3.1. Diseño de la Investigación.....	28
3.2. Tipo de Investigación	28
3.3. Nivel de la Investigación	28
3.4. Método de la Investigación.....	28
3.5. Según la cronología de la investigación	28
3.6. Población	29
3.7. Muestra	29
3.8. Criterios de inclusión.....	29
3.9. Criterios de exclusión	29
3.10. Técnicas de recolección de datos.....	29
3.11. Métodos de análisis y procesamiento de datos	30
3.12. Análisis de artículos científicos según la escala de PEDro	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Resultados.....	39
4.2 Discusión	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	61
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Recomendaciones	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejercicio en casa	26
Tabla 2. Valoración de la calidad metodológica de los estudios controlados aleatorizados mediante la Escala de PEDro.....	31
Tabla 3. Síntesis de los resultados de ensayos controlados aleatorios seleccionados.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección. *.....	30
Figura 2. Escala de PEDro Español. *	70

RESUMEN

El síndrome metabólico es un grupo de afecciones y se caracteriza por la presencia de varios factores de riesgo como resistencia a la insulina, dislipidemia aterogénica, obesidad central e hipertensión, en conjunto, pueden llevar a graves problemas de salud. Se considera a una persona con síndrome metabólico si cumple con tres de los cinco criterios: obesidad central, hipertrigliceridemia, escasa lipoproteína de alta densidad, presión arterial elevada y glicemia basal elevada.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad analizar los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico. Este trabajo de investigación es de tipo documental, bibliográfico, descriptivo, inductivo y retrospectivo fundamentado en la búsqueda de estudios relevantes publicados en bases de datos científicas en línea, según los ítems propuestos por *Physiotherapy Evidence Database* para el aseguramiento de la calidad.

La búsqueda permitió la consulta de artículos científicos obtenidos en bases de datos científicas, como Medline, ResearchGate, Scopus y PEDRo enfocada en ensayos controlados aleatorizados publicados entre 2017-2025. Los estudios analizados han permitido identificar la importancia y eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad como estrategia terapéutica efectiva para el manejo de factores de riesgo del síndrome metabólico.

La evidencia revela que la incorporación de este entrenamiento puede ofrecer beneficios significativos en reducción de grasa visceral, circunferencia de la cintura, entre otros y en mejorar de la calidad de vida de pacientes con síndrome metabólico.

Palabras claves: Entrenamiento interválico; síndrome metabólico; obesidad; dislipidemia; hipertensión; resistencia a la insulina.

ABSTRACT

Metabolic syndrome is characterized by a cluster of risk factors—including insulin resistance, atherogenic dyslipidaemia, central obesity, and hypertension—that collectively increase the risk of serious health problems. An individual is considered to have metabolic syndrome when at least three of the following five criteria are present: central obesity, hypertriglyceridemia, low high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), elevated blood pressure, and elevated fasting plasma glucose.

The objective of this study was to analyse the effects of high-intensity interval training (HIIT) in patients with metabolic syndrome.

This research employed a documentary, bibliographic, descriptive, inductive, and retrospective approach, based on the search for relevant studies in online scientific sources. Methodological quality was assessed using the criteria proposed by the Physiotherapy Evidence Database (PEDro).

The search encompassed scientific articles from MEDLINE, Scopus, PEDro, and ResearchGate, focusing on randomized controlled trials published between 2017 and 2025. The analysed studies indicate that HIIT is an effective therapeutic strategy for managing risk factors associated with metabolic syndrome.

The evidence suggests that incorporating HIIT can provide significant benefits—such as reductions in visceral fat and waist circumference—while also improving patients' quality of life.

Keywords: Interval training; metabolic syndrome; obesity; dyslipidemia; hypertension; insulin resistance.



Mario Nicolas Salazar
Ramos



Revised by
Mario N. Salazar
0604069781

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

El Síndrome metabólico es considerado en el siglo XXI como un problema principal de salud pública, de acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes da a conocer que cuarta parte de toda la población mundial sufre esta patología, según el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol brinda información similar, en la cual el Síndrome Metabólico afecta alrededor del 20 % en países occidentales en la población adulta (1). Suelen existir variaciones en cuanto a la prevalencia de dicho síndrome en base a los diferentes criterios de diagnóstico y entre los distintos grupos étnicos. Varios factores como ambientales, socioculturales, sexo, edad y raza pueden alterar dichas estimaciones (1). La prevalencia del Síndrome Metabólico en América Latina según datos de diversas investigaciones publica porcentajes de 25,3% en mujeres y 23.2 % en varones (2).

Por otra parte, el *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos* no publica datos estadísticos, pero en base a estudios y encuestas nacionales aplicados a la población ecuatoriana, da a conocer cifras de acuerdo a los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT-ECU 2011- 2013 la prevalencia de síndrome metabólico es 27.7% en edades de entre 10 y 59 años. Donde la mayor prevalencia por grupo de edad en un orden decreciente está entre 50 a 59 años (53%), de 40 a 49 años (47.1%) y de 30 a 39 años (36.8%). La prevalencia general en el sexo femenino es 29.9%, y sexo masculino prevalencia del 48.4% (3).

El síndrome metabólico está definido como un conjunto de alteraciones metabólicas entre las cuales se incluyen la resistencia a la insulina, dislipidemia aterogénica, obesidad central e hipertensión. En cuanto a su fisiopatología, se encuentra constituida por diversas entidades genéticas y adquiridas que abarca resistencia a la insulina y la inflamación crónica de bajo grado. En el caso de no ser tratado el Síndrome Metabólico, principalmente se va a asociar con un mayor riesgo de generar diabetes y enfermedades cardiovasculares (4). Además, se caracteriza por ser un síndrome silencioso que representa un importante problema de salud pública a nivel mundial, la predisposición genética y factores ambientales son el papel fundamental en la generación del síndrome (1).

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) es un entrenamiento que se caracteriza por esfuerzos de alta intensidad (85% a 250% VO₂ máximo

durante 6 segundos a 4 minutos) y van alternados con periodos de descanso o recuperación activa de baja intensidad (20% a 40% VO_2 máximo durante 10 segundos a 5 minutos (5). El VO_2 máximo se define como la capacidad de transportar y consumir oxígeno durante un trabajo intenso o extenuante; se relaciona con la aptitud cardiorrespiratoria, mide la capacidad aeróbica y define los límites de la función cardiovascular (6).

El HIIT se caracteriza por series repetidas de esfuerzo relativamente intenso que van intercaladas con periodos de recuperación de esfuerzo leve o descanso. Las articulaciones implicadas van a depender de que tipo de ejercicio se realice ya sean sentadillas va a incluir tobillos, rodillas y caderas, flexiones de hombro, codo, etc. El principal objetivo del HIIT es mejorar el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), tomando en consideración como el camino eficiente para mantener la salud y reducir la mortalidad en las personas y se necesita de menos tiempo para su ejecución. Con relación a los beneficios fisiológicos el HIIT podría contribuir a obtener mejores resultados relacionados a la presión sanguínea, nivel de glucosa en sangre y grasa visceral. En pacientes clínicos, en aquellos con enfermedad cardiovascular crónica el HIIT ayuda a mejorar la capacidad aeróbica, función endotelial y diversas funciones cardiacas (5).

Por lo expuesto el objetivo del siguiente trabajo fue analizar los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico; usando la recopilación bibliográfica de artículos científicos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del síndrome metabólico

El síndrome metabólico (SM) inicialmente conocido como síndrome X, síndrome de resistencia a la insulina o síndrome de Reaven. Se caracteriza por una reducción en la sensibilidad a la insulina, acompañada de obesidad central, dislipidemia, hiperglicemia, hipertensión arterial, inflamación crónica y un mayor riesgo de eventos trombóticos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1998 propuso el término "síndrome metabólico" para agrupar estas condiciones que, en conjunto, incrementan significativamente el riesgo cardiovascular. Diversos estudios prospectivos en poblaciones han demostrado que el SM duplica el riesgo de eventos relacionados con enfermedad vascular aterosclerótica y multiplica entre 3,5 y 5 veces la probabilidad de desarrollar diabetes tipo 2 (7).

La American Heart Association (AHA) y el National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI), dieron a conocer sus criterios en 2005. Similares a los del Adult Treatment Panel III (ATP III), debe cumplir con tres de los cinco criterios: obesidad central por perímetro abdominal, hipertrigliceridemia, lipoproteína de alta densidad (HDL) bajo, presión arterial (PA) elevada >130/ 85, glucemia basal elevada (8).

2.1.2. Síndrome metabólico

El síndrome metabólico es un conjunto de características hereditarias y relacionados entre sí, que se ha vinculado con varios factores fisiopatológicos, entre ellos la dislipidemia aterogénica, la resistencia a la insulina, obesidad central e hipertensión. La base genética de dicho síndrome ha sido bien documentada e incluye múltiples posiciones cromosómicas, diversos polimorfismos que se encuentran asociados a genes candidatos y diferentes variantes genéticas, que se relacionan al síndrome, ya sea como una manifestación directa o componentes relacionadas principalmente con el proceso metabólico (9).

2.1.3. Manifestaciones clínicas

El síndrome metabólico suele presentarse sin sintomatología evidente. Durante la exploración física puede observarse signos como circunferencia abdominal aumentada o presión arterial elevada. La detección de estos indicadores debe alertar al médico a investigar otras alteraciones

bioquímicas asociadas al SM para facilitar un diagnóstico oportuno. En alguno de los casos, aunque con menor frecuencia, pueden hallarse signos como lipodistrofia o acantosis nigricans, los cuales suelen aparecer en situaciones de resistencia a la insulina más severa. La historia clínica y los antecedentes personales deben incluir la evaluación de los síntomas relacionados con la diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular, EPOC, apnea del sueño y síndrome de ovario poliquístico. También los antecedentes familiares son esenciales para estimar el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular o diabetes (10).

2.1.4. Fisiopatología

La fisiopatología tradicional se define por la acumulación de depósitos grasos, aumento en el plasma de ácidos grasos libres (AGL) y acumulación ectópica de lípidos. Esto es el resultado de una condición clínica multifactorial originada por la interacción de variantes genética, mecanismos epigenéticos y factores ambientales, como inactividad física o alimentación inadecuada que generan a obesidad. El desbalance entre ingesta calórica y gasto energético lleva a cabo cambios en la composición del tejido adiposo blanco, de manera esencial el visceral o abdominal, con variaciones tanto en el tamaño y número de adipocitos, mayor secreción de adipocinas proinflamatorias como TNF- α , IL-6 y leptina, la infiltración de células inmunes proinflamatorias. Estos procesos desencadenan a dislipidemia aterogénica, inflamación sistémica de bajo grado y resistencia a la insulina (RI) (11).

Expansión del tejido adiposo provoca una liberación excesiva de ácidos grasos libres (AGL). En el hígado, dichos AGL conducen a una mayor producción de glucosa, triglicéridos y secreción de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), también, reducen la sensibilidad a la insulina en el músculo al inhibir la absorción de glucosa. Por otra parte, adipocitos hipertrofiados son invadidos por células inmunes proinflamatorias y presentan alteraciones en el perfil de secreción de adipocinas (aumenta la liberación de TNF- α , IL-6 y leptina). En conjunto conllevan a dislipidemia aterogénica, inflamación sistémica de bajo grado y resistencia a la insulina. Están implicadas otras moléculas como angiotensina 2 (AT2), especies reactivas de oxígeno (ROS), proteína transportadora de retinol tipo 4 (RBP4), proteína quimiotáctica de monocitos 1(MCP-1) (11).

Por lo tanto, la fisiopatología explicada nos da a conocer que la interacción entre los factores genéticos, epigenéticos y ambientales es compleja ya que da como resultado la expansión disfuncional del tejido adiposo, esencialmente el visceral. Entonces, dicho proceso va a

favorecer la liberación excesiva de ácidos grasos libres (AGL) y la alteración del perfil secretor de adipocinas lo que va a generar un entorno inflamatorio crónico de bajo grado y la resistencia a la insulina. Dichas alteraciones van a promover la dislipidemia aterogénica afectando el metabolismo hepático y muscular, generando un desequilibrio metabólico sistémico. En forma integrada, estos mecanismos interrelacionados son determinantes clave en la aparición y progresión del síndrome metabólico.

2.1.5. Factores de riesgo

- **Resistencia a la insulina:** Se distingue por presentar una menor actividad de insulina a nivel celular, se manifiestan en distintas vías metabólicas, principalmente a nivel del metabolismo glucídico, lipídico y proteico, los órganos más afectados son hígado, músculo y tejido adiposo, pero puede involucrar a otros sistemas. Además, se caracteriza por la disminución de la capacidad de la insulina para activar el transporte de glucosa en las células musculares y adiposas esto debido a un inconveniente del sistema de transporte de glucosa en esos tejidos, un rasgo particular de esta condición es la incapacidad para suprimir la producción de glucosa hepática debido a un aumento persistente de la gluconeogénesis (12).
- **Dislipidemia aterogénica:** Es un incremento de niveles plasmáticos de triglicéridos totales (TG) y un a su vez un descenso de colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (cHDL). Ambas alteraciones lipídicas que conceptualiza la dislipidemia aterogénica, hallamos un aumento de lipoproteínas ricas en triglicéridos (TG) y portadoras de apolipoproteína B (apoB) y generalmente un incremento moderado, en ocasiones con valores cercanos a la normalidad, de la concentración de colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (cLDL), con predominio de partículas LDL pequeñas y densas (13). La dislipidemia aterogénica tiene gran relevancia debido a su relación con distintas enfermedades que presentan una alta prevalencia en la población general y que conllevan un elevado riesgo cardiovascular (VCR), tales como sobrepeso (37%), obesidad (17%), diabetes (14%) y síndrome metabólico (30%) (13).
- **Obesidad central o abdominal:** Es la presencia de depósitos de grasa en exceso en la región abdominal, la grasa mesentérica está formada por tejido adiposo que se adhiere al intestino que cubre la parte posterior de la pared abdominal y está formada por un doble pliegue del peritoneo. Permite el almacenamiento de grasa en la región abdominal

y consiste en una red de vasos sanguíneos para un flujo constante de moléculas de ácidos grasos y lípidos. Esta parte del cuerpo es metabólicamente muy activa y puede tener una absorción constante de grasa que cualquier otra parte del cuerpo. Con un exceso de deposición de grasa, hay mayor liberación de ácidos grasos libres en la circulación y conduce a aterogénesis, hiperlipidemia, hipertensión y enfermedades cardiovasculares (ECV) (14).

La antropometría se ha utilizado ampliamente por su bajo costo, perfil de seguridad favorable, facilidad de uso y aplicabilidad a todos los tamaños corporales. Medidas antropométricas de la obesidad abdominal incluyen circunferencia de la cintura, relación cintura-cadera y relación cintura-estatura (15).

La circunferencia de la cintura es un índice de obesidad central sugerido por Institutos Nacionales de la Salud (NIH), OMS, Asociación Americana del Corazón (AHA) y la Fundación Internacional de la Diabetes (IFD) para la identificación del riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares. Los puntos de corte para la circunferencia de la cintura varían según el sexo y etnia. No existe consenso sobre la mejor ubicación anatómica para medir la circunferencia de la cintura; la OMS recomienda el punto medio entre la última costilla palpable y la cresta ilíaca, y los NIH recomiendan la altura del ombligo (15).

- **Hipertensión:** Se considera como hipertensión arterial cuando los valores de la presión arterial alcanzan o superan los 140/90 mmHg. Los factores de riesgo asociados a HTA se agrupan en modificables dieta y estilos de vida y no modificables edad, género y herencia. Factores de riesgo modificables de la HTA pueden dividirse como comportamentales, esto quiere decir aquellos que están ligados al estilo de vida, susceptibles de cambios en los hábitos adquiridos, como tabaquismo, dieta inadecuada rica en calorías o grasas, pobres en consumo de vegetales y frutas, baja actividad física, ingesta de sodio, estrés, entre otros que podría involucrarse con el riesgo para el desarrollo de enfermedades asociadas (16).

2.1.6. Etiología

El síndrome metabólico (SM) son anormalidades metabólicas que en conjunto se consideran factores de riesgo, y se caracteriza por la aparición simultánea o secuencial de obesidad central, dislipidemias, anormalidades en el metabolismo de la glucosa e hipertensión arterial, asociado

a resistencia a la insulina, considerada como la base del desarrollo del conjunto de anormalidades que lo conforman, sugiriendo a la obesidad abdominal o central como responsable del desarrollo de la insulinoresistencia, donde las adipocinas producidas por el tejido adiposo abdominal actuarían directa o indirectamente en el desarrollo de los componentes del síndrome, es importante mencionar que su etiología exacta no está clara, se sabe que existe una complicada interacción entre factores genéticos, metabólicos y ambientales (17).

2.1.7. Diagnóstico

Se establece cuando una persona presenta tres o más de los cinco criterios definidos por el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP/ATP III). Estos criterios son:

- Presión arterial sistólica ≥ 130 mm/Hg y/o presión arterial diastólica ≥ 85 mm/Hg.
- Triglicéridos en sangre ≥ 150 mg/dl
- Colesterol HDL < 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres
- Glucosa en ayunas ≥ 100 mg/dL
- Circunferencia abdominal ≥ 88 cm mujeres y ≥ 102 cm en hombres

Los niveles de insulina en sangre no se incluyen como criterio diagnóstico debido a que su medición no es rentable como método de tamizaje en poblaciones grandes, en su lugar se utiliza la medición de la circunferencia abdominal como indicado confiable de resistencia a la insulina, por su fácil aplicación clínica. Entonces para el diagnóstico de resistencia a la insulina se utiliza HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance) toma en cuenta los niveles de glucemia e insulinemia en ayuno y debe ser $\geq 2,5$ para diagnosticarse resistencia a la insulina (10).

Para una valoración clínica más completa se puede utilizar medidas antropométricas como el índice de cintura-cadera, relación cintura-talla y conicidad, que permite analizar la distribución de la grasa corporal. La medición de circunferencias de antebrazo, cintura, cadera y pliegues cutáneos ayuda a estimar la proporción de masa muscular y grasa en el cuerpo (10).

2.2. Tratamiento enfocado en abordaje preventivo y HIIT

El tratamiento se enfoca en medidas tanto farmacológicas como no farmacológicas entre las cuales se incluyen principalmente cambios en el estilo de vida con dieta y actividad física esto con el objetivo de mejorar cada uno de sus componentes (10). El síndrome metabólico (SM)

conlleva a un alto riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y la probabilidad de tomar medidas preventivas en dichos sujetos es importante diagnosticar el riesgo de SM en la población, también un desarrollo de programas para impedir la aparición de los factores que lo forman y de esta manera disminuir tanto la prevalencia y mortalidad por ECV sujetadas a él (18).

2.2.1. Cambios en el estilo de vida

La actividad física es un elemento fundamental en el gasto y balance energético, se ha evidenciado que logra un impacto muy positivo sobre el SM y sus componentes, principalmente al revertir la resistencia a la insulina en el tejido muscular y reducir de la lipogénesis hepática (disminuir la producción de grasa en el hígado). Importante mencionar que alcanzar pautas mínimas de actividad física (al menos 150 minutos por semana de actividad de intensidad moderada o 75 minutos por semana de actividad de intensidad vigorosa) tiene beneficios importantes en el riesgo metabólico (10).

2.2.2. Control de la obesidad

Obesidad es un factor central del síndrome metabólico (SM), por ello una estrategia principal es pérdida de peso, con ello suele mejorar la resistencia a la insulina y otros componentes del SM. Una recomendación es reducción de la ingesta calórica con aumento de actividad física. Por cada kilogramo de peso perdido mediante la dieta, reduce 2-3% de grasa visceral y da lugar a beneficios metabólicos como menor inflamación sistémica, disminución de lípidos en sangre y reducción de glucosa e insulina en ayunas (10).

Si tras 3-6 meses de dieta y ejercicio no logra perder peso, pueden optar tratamientos farmacológicos como liraglutida, fentermina, sibutramina u orlistat, en casos de obesidad con factores de riesgo cardiovascular. La cirugía bariátrica aplica a pacientes con IMC ≥ 40 kg/m² o ≥ 35 kg/m² con comorbilidades asociadas que no logran pérdida de peso significativo luego de 2 años de dieta, ejercicio y fármacos (10).

2.2.3. Disminución de niveles de colesterol LDL

La decisión de iniciar tratamiento hipolipemiente debe basarse en el riesgo cardiovascular del paciente. En individuos con SM y DM tipo 2 es importante que el colesterol LDL (lipoproteína de baja densidad o colesterol malo) disminuya a $<70\text{mg/dl}$ y más en aquellos con antecedente de eventos cardiovasculares. Es importante seguir una dieta baja en grasas saturadas ($<7\%$ de calorías), grasas trans (lo mínimo posible) y colesterol ($< 200 \text{ mg/día}$). Las medidas farmacológicas tenemos estatina fármaco de primera línea y logran reducción hasta el 50% en monoterapia, otras opciones tenemos el ezetimibe e inhibidores del PCSK9 (proteína que se une a los receptores de LDL) (10).

2.2.4. Aumento en niveles de colesterol HDL

A parte de la pérdida de peso y dejar de fumar, existen muy pocas estrategias eficaces para elevar los niveles de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad o colesterol bueno). Medicamentos como estatina, fibratos y secuestrados de ácidos biliares tienen muy poco efecto (5-10%), otros fármacos como ezetimibe o ácidos grasos omega 3 no tienen impacto alguno sobre este tipo de colesterol. El compuesto con un efecto claramente definido en el aumento de HDL es el ácido nicotínico, cuya eficacia va a depender de la dosis y puede llegar a elevar los niveles hasta un 30% con respecto a los valores iniciales. No obstante, la evidencia que respalde que el aumento de HDL proporcione beneficios en eventos cardiovasculares agudos independientemente de la reducción de LDL es limitada, principalmente en pacientes con síndrome metabólico (10).

2.2.5. Manejo de presión arterial

En pacientes con síndrome metabólico, la mejor elección es un antihipertensivo inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina o un antagonista del receptor de angiotensina II debido a que ambos medicamentos contribuyen a reducir el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2. Es importante que personas con hipertensión siga una dieta baja en sodio, rica en frutas, verduras y productos lácteos bajos en grasa. La monitorización regular de presión arterial en el hogar ayuda a mantener un control adecuado de dicha condición (10).

2.2.6. Manejo de la hiperglicemia en ayunas

En personas con síndrome metabólico y diabetes mellitus tipo 2, un control intensivo de la glucemia puede ayudar a mejorar los niveles de triglicéridos en ayunas y colesterol LDL. Para quienes aún no han desarrollado diabetes, las intervenciones no farmacológicas, principalmente los cambios en el estilo de vida orientados a la pérdida de peso, son a estrategia inicial recomendada, ya que tienen un fuerte impacto en el metabolismo de la glucosa y reducen significativamente el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 (10).

El tratamiento farmacológico, la metformina resulta eficaz en la prevención de diabetes al disminuir la producción hepática de glucosa y mejorar su captación muscular. La tiazolidinedionas promueve genes relacionados con el metabolismo de carbohidratos, aumentando GLUT-4 (proteína transportadora de glucosa) en el músculo y niveles de adiponectina. Los agonistas del receptor GLP-1 (péptido similar al glucagón tipo 1, hormona intestinal) contribuye al control glucémico al estimular la secreción de insulina, retrasa el vaciamiento gástrico y reduce el apetito, favoreciendo la pérdida de peso. Los inhibidores de DPP-4 (dipeptidil peptidasa-4) potencian la acción del GLP-1, aunque su papel en la resistencia a la insulina requiere mayor investigación (10).

2.3. Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT)

Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad son ejercicios cortos e intermitentes de actividad vigorosa intercalados con periodos de recuperación pasiva o activa. Considerado una alternativa eficaz para mejorar el acondicionamiento físico y reducir el sobrepeso y la obesidad (19).

Además, son ejercicios que se caracterizan por ráfagas relativamente cortas de actividad vigorosa realizada con una carga de trabajo relativa alta que corresponde a $\geq 90\%$ del $VO_{2\text{máx}}$, $>75\%$ de la potencia máxima, a $\geq 90\%$ de la velocidad mínima de carrera requerida para obtener el $VO_{2\text{máx}}$, y en un rango de tasa de esfuerzo percibido de “duro” a “muy duro” (≥ 6 en una escala de 10 Borg y ≥ 15 en una escala de 6 a 20). La duración de cada esfuerzo puede variar desde unos pocos segundos hasta varios minutos, dependiendo de cuán intensa sea la actividad, y suelen repetirse varias veces con intervalos de descanso breves o actividad ligera entre cada uno (20).

2.4. Bases fisiológicas del HIIT

Considerar que por concepto el tiempo total en HIIT (es el resultado de la suma de todos los intervalos de ejercicio), que debería ser mayor que el tiempo que el deportista puede alcanzar en una sesión de ejercicio continuo a la misma intensidad hasta el agotamiento. Esto quiere decir que, si un deportista a 19 km/h soporta 10 min hasta el agotamiento, la suma tiempos de 6 intervalos de 3 min ejecutados en 19 km/h da un total de 18 min en una sesión, superando dichos 10 min. El objetivo del entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad es lograr un mayor tiempo en intensidades de ejercicio que no podrían ser mantenidos de manera continua durante un largo tiempo (21).

Es importante la toma de distintas decisiones a la hora de estructurar una sesión de HIIT. El punto de partida hace referencia a la selección de la intensidad que se basa en datos fisiológicos conseguidos de manera directa (ergoespirometría) o indirecta. Como segundo punto importante es la decisión del tiempo hasta la fatiga que el paciente es capaz de resistir a dicha intensidad y si ese tiempo es idóneo para conseguir las adaptaciones que se aspira obtener. Si el tiempo no es el adecuado, la alternativa sería diseñar un entrenamiento interválico manteniendo la intensidad, pero con intervalos más cortos para de esta manera obtener el agotamiento (21).

Lograr una mejora del $VO_2\text{max}$ implica conseguir mejorías en todos los órganos y sistemas del organismo humano ya que de manera directa o indirecta participan en el proceso de llevar el oxígeno desde el aire atmosférico hasta las mitocondrias. Es por ello que el $VO_2\text{max}$ es considerado una variable muy integradora fisiológicamente, no solo en el rendimiento de resistencia aeróbica, sino para el fitness cardiorrespiratorio del paciente de la salud en general (21).

2.5. Tipos de HIIT

El HIIT se puede clasificarse en tres grupos, de acuerdo al tiempo de actividad y los periodos de descanso, de la siguiente manera 3:

1. Intervalos largos de HIIT: 4 minutos de alta intensidad con 3 minutos de recuperación activa o pasiva.
2. Intervalos moderados de HIIT: 1 a 2 minutos de ejercicio de alta intensidad con 1 a 4 minutos de recuperación con ejercicios de baja intensidad.

3. Intervalos cortos de HIIT: 15 a 60 segundos de actividad de alta intensidad con descansos de 15 a 20 segundos con ejercicio de baja intensidad (22).

2.6. Componentes básicos del HIIT

- **Intensidad del intervalo:** se puede establecer con la frecuencia cardiaca máxima (FCM) o con la percepción subjetiva del esfuerzo y en cuanto a las intensidades deberán ser cercanas al 90% (5).
- **Duración del intervalo:** establecido en un rango de 90 a 150 segundos. Este tiempo del intervalo deberá ser determinado, una vez conocido el tiempo que necesita el sujeto para alcanzar su velocidad aeróbica máxima (5).
- **Intensidad de la recuperación:** la recuperación activa debería ser transitoria e intensa, donde se requiere conservar un mínimo de VO_2 y los siguientes intervalos sean eficientes. Si en el entrenamiento se pretende maximizar la capacidad de trabajo durante los siguientes intervalos, se debería realizar una recuperación pasiva (caminar por 2 min) (5).
- **Duración de la recuperación:** no es exacta, va a depender de la percepción subjetiva del deportista, conocimiento y experiencia del entrenador (5).
- **Número de intervalos:** no se encuentra protocolizado, estos dependen de la intensidad del ejercicio y estado del sujeto (5).

2.7. Programación HIIT

El HIIT se basa en la intensidad y es importante conocer la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) para determinar la intensidad del ejercicio. La FC_{máx} va a indicar la intensidad con la que trabaja el sujeto y se expresa en porcentaje, siendo directamente proporcional a la intensidad. Existen diversos métodos para calcular la FC_{máx}, pero se recomienda realizar una prueba de esfuerzo. Sin embargo, existe una fórmula comúnmente utilizada que consiste en realizar una resta entre la cantidad de 220 menos la edad (Ejemplo para un sujeto de 40 años: $FC_{max} = 220 - 40 = 180$ pulsaciones por minuto (ppm.)). Una vez conocido el valor de la FC_{máx}, se puede determinar el 100% de la intensidad del ejercicio (23).

2.8. Prescripción mediante escalas de esfuerzo percibido.

La escala de esfuerzo percibido puede ser la de Borg, se ha vuelto común en el entrenamiento tanto de fuerza como cardiovascular. Su uso habitual se debe a su alta validez y fiabilidad. Esta escala es muy precisa, ya que considera aspecto como el descanso, el disconfort y otros factores subjetivos que pueden influir en el rendimiento del deportista (23).

La escala de esfuerzo percibido de Borg se aplica para evaluar la percepción de esfuerzo durante la actividad física. Esta herramienta facilita pautas para ajustar la intensidad del ejercicio, es decir, la carga de trabajo, y de esta manera determinar las distintas intensidades en deportes y rehabilitación. El concepto de esfuerzo percibido se basa en la evaluación subjetiva que refleja la opinión del individuo sobre la intensidad del esfuerzo realizado (24). Se aplica un intervalo numérico de 6 a 20. Mientras se ejecuta el ejercicio, se le solicita al sujeto que asigne un número para manifestar la sensación subjetiva de la cantidad de trabajo realizado. Cada número se va a relacionar con una descripción verbal (25).

- 6: Sin ningún esfuerzo.
- 9: Esfuerzo muy ligero (similar a caminar lento).
- 13: Moderadamente difícil (un esfuerzo manejable, pero con algo de dificultad).
- 17: Muy difícil (requiere gran esfuerzo y complicado de mantener).
- 19: Extremadamente difícil (casi insostenible).
- 20: Esfuerzo máximo (el límite absoluto que se puede soportar) (25).

2.9. Protocolo HIIT

La aplicación del HIIT en la práctica es fundamental para optimizar los resultados a largo plazo de los pacientes. Para el entrenamiento en gimnasio, el protocolo se puede adaptar a diversas máquinas, como ergómetros de remo, elípticas o ergometría de brazos según preferencias o las limitaciones musculoesqueléticas. Las alternativas las cintas de correr o cicloergómetros en casa pueden incluir caminar en cuestas empinadas, trotar, subir escaleras, subir escalones, marchar con las rodillas en alto o bailar. En cuanto a la duración de los intervalos se puede cronometrar con pistas musicales de 3 a 4 minutos o utilizando colinas específicas o postes de luz como referencia al hacer ejercicio al aire libre. Es fundamental educar a los pacientes sobre los principios de la sobrecarga progresiva para mantener la intensidad deseada (26).

Ejemplo:

Este tipo de entrenamiento se puede realizar en casa con la utilización de una colchoneta, un cronómetro o reloj. La velocidad de cada ejercicio puede ser mayor o menor, según el nivel de condición física, pero anima al participante a lograr su máximo potencial. Se recomienda realizar un calentamiento de 5 minutos caminando o marchando en el mismo lugar antes del entrenamiento, y enfriamiento de 5-10 minutos con movimientos más lentos que permitan disminuir gradualmente la frecuencia cardíaca, junto con estiramientos, para finalizar el entrenamiento (27).

Tabla 1. Ejercicio en casa

Ejercicio	Tiempo
Estocadas o zancadas laterales, alternando de derecha a izquierda	30 segundos
Sentadillas (variación para mayor intensidad: sentadillas con salto)	30 segundos
Flexiones en el suelo (modificación: en un ángulo de 45 grados sobre una silla resistente o contra la pared)	30 segundos
Saltos de tijera (modificación: alternar golpeteos con los dedos del pie derecho e izquierdo hacia los costados mientras se llevan los brazos por encima de la cabeza como si se tratara de un salto de tijera)	30 segundos
Fondos de tríceps usando una silla o cama resistente	30 segundos
Elevaciones alternas de rodillas (variación para mayor intensidad: trotar elevando las rodillas)	30 segundos
Abdominales (modificación: abdominales sobre una pelota de estabilidad o abdominales en el suelo)	30 segundos

15 segundos de marcha lenta en el mismo lugar, luego de cada ejercicio. Al finalizar el entrenamiento un descanso de 1 minuto y repetir la sesión 2 veces más (27).

2.10. Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en síndrome metabólico

De acuerdo con la evidencia científica, durante el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2, el HIIT contribuye a la mejora de la acción de la insulina, principalmente en el músculo esquelético, al reducir los marcadores proinflamatorios y aumentar el flujo sanguíneo, la capacidad oxidativa y los transportadores GLUT4. La evidencia sugiere que el entrenamiento a intervalos no modifica la resistencia a la insulina en el hígado (evaluada mediante HOMA-IR e

insulina en ayunas) durante el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2. Considerando que la acción de la insulina y el metabolismo de la glucosa en el hígado contribuyen a la lipogénesis de novo, es posible que los TG generados a partir de la glucosa sigan afectando al cerebro (28). Por el contrario, la evidencia experimental indica que el HIIT redujeron la HbA1c durante la diabetes tipo 2 y el síndrome metabólico, sugiere que los niveles de productos finales de glicación avanzada (AGE) podrían ser más bajos después del entrenamiento a intervalos. Por lo tanto, predecimos que el daño inducido por (AGEs) en la barrera hematoencefálica (BHE) y el cerebro tras el entrenamiento a intervalos podría atenuarse o revertirse (28).

Finalmente, varios estudios demuestran que el HIIT redujo la glucosa posprandial (PPG concentraciones de glucosa en sangre después de una comida) en poblaciones con síndrome metabólico, y en pacientes con diabetes tipo 2, la hiperglucemia aguda deteriora la función cognitiva y el estado de ánimo. Se desconoce el impacto de la hiperglucemia aguda en la función cerebral en pacientes con síndrome metabólico. Por lo tanto, se necesitan estudios para identificar los efectos de la hiperglucemia aguda en el cerebro en pacientes con síndrome metabólico. Estos datos podrían complementar los hallazgos relativos a la atenuación de la PPG inducida por el HIIT en pacientes con síndrome metabólico (28).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1. Diseño de la Investigación

La presente investigación se realizó mediante una revisión documental, que se fundamentó en la búsqueda, recopilación, análisis de información científica, obtenida a partir de bases de datos científicas, sin excluir información considerada de importancia, relacionados con el entrenamiento interválico de alta intensidad en síndrome metabólico, lo que permitirá identificar la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo bibliográfica debido a que se realizó una lectura y análisis detallado de artículos digitales de diversas bases de datos científicas como Medline, Scopus, Research Gate y PEDro (Physiotherapy Evidence Database), gracias a lo que se obtuvo información sobre el entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico.

3.3. Nivel de la Investigación

Se utilizó el nivel descriptivo, debido a que se realizó la búsqueda en varias literaturas dentro del campo de la fisioterapia logrando recopilar características de cada artículo y aquellos que han sido publicados en años anteriores describiendo a la patología y el entrenamiento interválico de alta intensidad.

3.4. Método de la Investigación

Se aplicó el método inductivo, ya que se determinará la efectividad entrenamiento interválico de alta intensidad en síndrome metabólico a partir del análisis detallado de diversas investigaciones realizadas por distintos autores.

3.5. Según la cronología de la investigación

La investigación fue de carácter retrospectivo, debido a que se recopilará información de diversos documentos ya publicados, para realizar una lectura, análisis e interpretación acerca del entrenamiento interválico de alta intensidad en síndrome metabólico.

3.6. Población

La población de interés para la investigación está constituida por 702 estudios científicos, cuya temática aporta con información relevante y actualizada sobre el entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con síndrome metabólico.

3.7. Muestra

La muestra está constituida por 20 artículos científicos seleccionados, específicamente aquellos que cumplen con los criterios de inclusión definidos para esta investigación. Estos artículos constituyen la base de la revisión y permiten abordar de manera precisa el entrenamiento interválico de alta intensidad en síndrome metabólico.

3.8. Criterios de inclusión

Ensayos clínicos aleatorizados publicados dentro del periodo 2017– 2025.

Información científica con al menos una de las variables del estudio.

Artículos científicos en idioma español e inglés.

Ensayos clínicos aleatorizados con una calificación según la escala de PEDro (Physiotherapy Evidence Database) igual o mayor a 6

3.9. Criterios de exclusión

Artículos científicos duplicados en las diferentes bases de datos.

Artículos pertenecientes a investigaciones desarrolladas en animales.

Artículos científicos incompletos

Artículos científicos de acceso restringido

3.10. Técnicas de recolección de datos

Los procedimientos para la recolección de datos implicaron una búsqueda en múltiples fuentes de información fidedigna, recopilando artículos científicos de tipo ensayo clínico aleatorizado en distintas bases de datos reconocidas como: PubMed, Research Gate y Scopus. Para optimizar los resultados de búsqueda, se aplicó una estrategia basada en el uso preciso de descriptores de Ciencias de la Salud Decs/mesh como: “Interval Training”, “Metabolic Syndrome”; así como operadores boléanos: “AND” y “OR”, con el fin de establecer combinaciones precisas durante la búsqueda. Esta estrategia permitió la selección de artículos científicos previamente validados, que aportaron evidencia relevante para el desarrollo de la presente investigación.

3.11. Métodos de análisis y procesamiento de datos

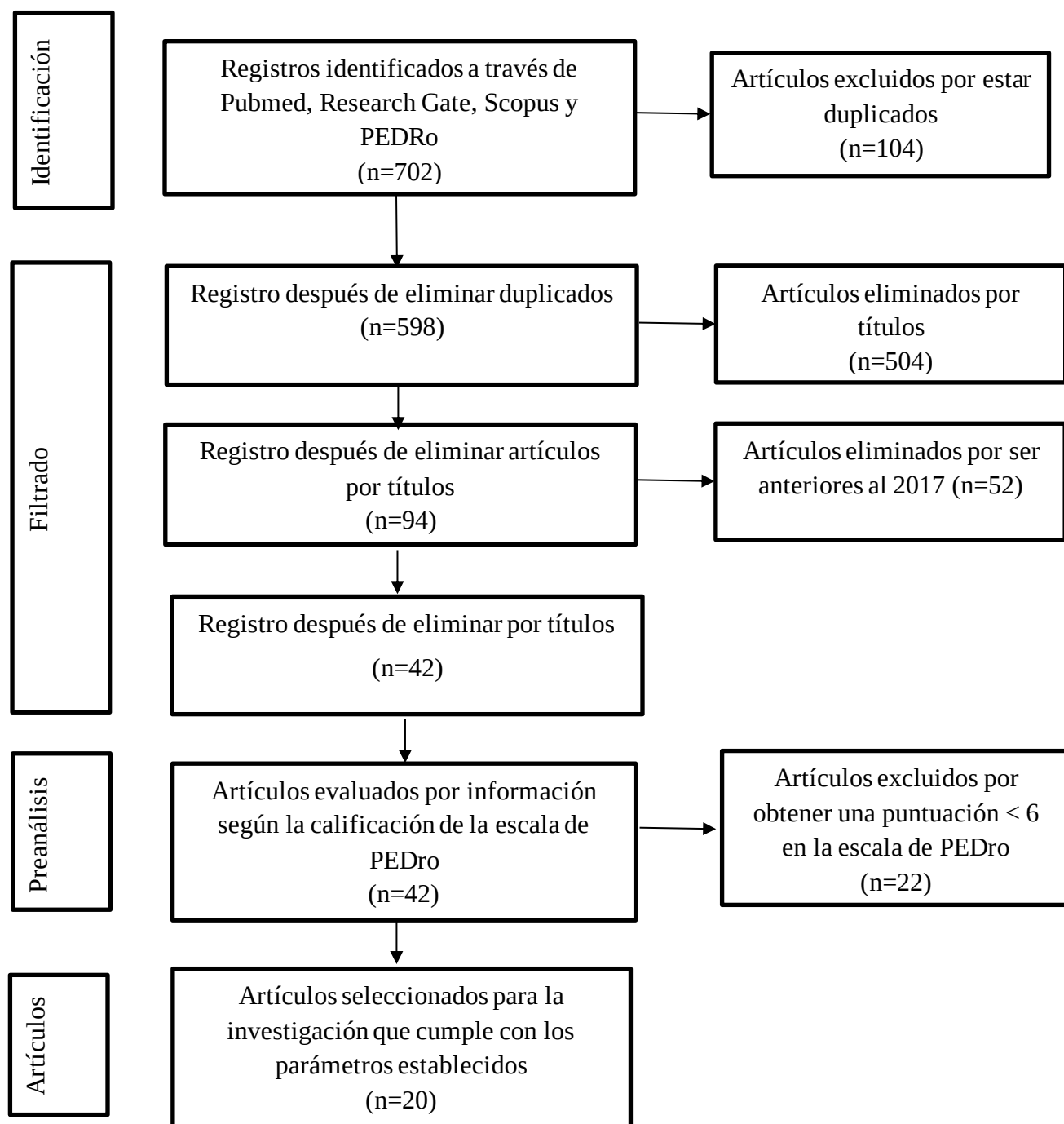


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección. *

***Tomado de:** Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Moher D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. Systematic reviews. 2021; 10(1): 1-11 (29)

3.12. Análisis de artículos científicos según la escala de PEDro

Tabla 2. Valoración de la calidad metodológica de los estudios controlados aleatorizados mediante la Escala de PEDro

Nº	AUTOR/AÑO	TÍTULO ORIGINAL	TÍTULO TRADUCIDO	BASE CIENTÍFICA	CALIFICACIÓN ESCALA PEDro
1	Petro 2024 (30)	Efficacy of high-intensity interval training versus continuous training on serum myonectin and lipid outcomes in adults with metabolic syndrome: A post-hoc analysis of a clinical trial	Eficacia del entrenamiento en intervalos de alta intensidad frente al entrenamiento continuo sobre los niveles séricos de mionectina y lípidos en adultos con síndrome metabólico: un análisis post-hoc de un ensayo clínico	PubMed	7/10
2	Pashaei 2024 (31)	Effects of HIIT training and HIIT combined with circuit resistance training on measures of physical fitness, miRNA expression, and metabolic risk factors in	Efectos del entrenamiento HIIT y del HIIT combinado con entrenamiento de resistencia en circuito sobre las medidas de aptitud física, expresión de miRNA y factores de riesgo metabólico en mujeres de	PEDro	7/10

	overweight/obese middle-aged women	mediana edad con sobrepeso/obesidad		
3	Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial	Efecto del entrenamiento de resistencia y del entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre los parámetros metabólicos y el nivel sérico de Sirtuin1 en mujeres posmenopáusicas con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorio.	PubMed	6/10
	Kazemi 2023 (32)			
4	"HIIT the Inflammation": Comparative Effects of Low-Volume Interval Training and Resistance Exercises on Inflammatory Indices in Obese Metabolic Syndrome Patients Undergoing Caloric Restriction	HIIT y la inflamación: efectos comparativos del entrenamiento interválico de bajo volumen y ejercicios de resistencia sobre los índices inflamatorios en pacientes con síndrome metabólico obeso sometidos a restricción calórica	PubMed	7/10
	Reljic 2022 (33)			

5	Mendelson 2022 (34)	Effects of high intensity interval training on sustained reduction in cardiometabolic risk associated with overweight/obesity. A randomized trial	Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en la reducción sostenida del riesgo cardiometabólico asociado con el sobrepeso/obesidad. Un ensayo aleatorizado.	PEDro	6/10
6	Matos 2021 (35)	Two Weekly Sessions of High-Intensity Interval Training Improve Metabolic Syndrome and Hypertriglyceridemic Waist Phenotype in Older Adults: A Randomized Controlled Trial	Dos sesiones semanales de entrenamiento en intervalos de alta intensidad mejoran el síndrome metabólico y el fenotipo de cintura hipertrigliceridémica en adultos mayores: un ensayo controlado aleatorizado	PubMed	6/10
7	Reljic 2021 (36)	Effects of very low volume high intensity versus moderate intensity interval training in obese metabolic syndrome patients: a randomized controlled study	Efectos del entrenamiento en intervalos de muy bajo volumen y alta intensidad frente al entrenamiento en intervalos de intensidad moderada en pacientes obesos con síndrome metabólico:	PEDro	6/10

un estudio controlado aleatorizado				
8	Von Korn 2021 (37)	The Effect of Exercise Intensity and Volume on Metabolic Phenotype in Patients with Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial	El efecto de la intensidad y el volumen del ejercicio sobre el fenotipo metabólico en pacientes con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado	PubMed 6/10
9		Exercise Training Intensity and the Fitness- Fatness Index in Adults with Metabolic Syndrome: A Randomized Trial	Intensidad del entrenamiento físico e índice de adiposidad- condición física en adultos con síndrome metabólico: un ensayo aleatorizado	PubMed 6/10
10		Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Epicardial Fat Thickness and Endothelial Function	Efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad frente al entrenamiento continuo de intensidad moderada sobre el espesor de la grasa epicárdica y la función endotelial en el síndrome metabólico hipertensivo	PubMed 6/10

in Hypertensive Metabolic Syndrome				
11	So 2020 (40)	Effects of using high-intensity interval training and calorie restriction in different orders on metabolic syndrome: A randomized controlled trial	Efectos del uso de entrenamiento en intervalos de alta intensidad y restricción calórica en diferentes órdenes sobre el síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado	Scopus 7/10
12	Ramos 2020 (41)	Effect of Different Volumes of Interval Training and Continuous Exercise on Interleukin-22 in Adults with Metabolic Syndrome: A Randomized Trial	Efecto de diferentes volúmenes de entrenamiento por intervalos y ejercicio continuo sobre la interleucina-22 en adultos con síndrome metabólico: un ensayo aleatorizado	PubMed 6/10
13	Da Silva 2020 (42)	The Effects of Concurrent Training Combining Both Resistance Exercise and High-Intensity Interval Training or Moderate-Intensity Continuous	Los efectos del entrenamiento concurrente que combina ejercicios de resistencia y entrenamiento en intervalos de alta intensidad o entrenamiento	PEDro 6/10

		Training on Metabolic Syndrome	continuo de intensidad moderada sobre el síndrome metabólico		
14	Ramos 2020 (43)	Optimizing the Interaction of Exercise Volume and Metformin to Induce a Clinically Significant Reduction in Metabolic Syndrome Severity: A Randomised Trial	Optimización de la interacción del volumen de ejercicio y la metformina para inducir una reducción clínicamente significativa de la gravedad del síndrome metabólico: un ensayo aleatorizado	Scopus	6/10
15	Taylor 2020 (44)	Effect of High-Intensity Interval Training on Visceral and Liver Fat in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial	Efecto del entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre la grasa visceral y hepática en la rehabilitación cardíaca: un ensayo controlado aleatorizado	PEDro	8/10
16	Lee 2020 (45)	Effect of High-Intensity Interval Training on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes and Overweight or Obesity: A	Efecto del entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre el control glucémico en adultos con diabetes tipo 1 y sobrepeso u obesidad: un ensayo controlado aleatorizado con cruce parcial	PEDro	6/10

		Randomized Controlled Trial With Partial Crossover			
17	Reljic 2020 (46)	Low-volume high- intensity interval training improves cardiometabolic health, work ability and well-being in severely obese individuals: a randomized-controlled trial sub-study	El entrenamiento en intervalos de alta intensidad y bajo volumen mejora la salud cardiometabólica, la capacidad de trabajo y el bienestar en personas con obesidad severa: un subestudio de ensayo controlado aleatorizado	PEDro	6/10
18	Byrd 2019 (47)	Personalized Moderate- Intensity Exercise Training Combined with High-Intensity Interval Training Enhances Training Responsiveness	El entrenamiento personalizado de ejercicios de intensidad moderada combinado con el entrenamiento en intervalos de alta intensidad mejora la capacidad de respuesta al entrenamiento.	PubMed	6/10
19	Ramírez 2017 (48)	Similar cardiometabolic effects of high- and moderate-intensity training among	Efectos cardiometabólicos similares del entrenamiento de intensidad alta y moderada entre adultos inactivos aparentemente	PubMed	7/10

		apparently healthy inactive adults: a randomized clinical trial	sanos: un ensayo clínico aleatorizado		
20	Ramos 2017 (49)	High-intensity interval training and cardiac autonomic control in individuals with metabolic syndrome: A randomised trial	Entrenamiento en intervalos de alta intensidad y control autonómico cardíaco en personas con síndrome metabólico: un ensayo aleatorizado	PubMed	6/10

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Tabla 3. Síntesis de los resultados de ensayos controlados aleatorios seleccionados.

N°	Autor/Año	Participantes	Intervención	Variables	Resultados
1	Petro 2024 (30)	60 cumplieron con los criterios de participación y fueron asignados al azar. Asignados a los grupos Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) (n = 29) Entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n = 31).	Los adultos de los dos sexos con síndrome metabólico, se sometieron a un programa supervisado de entrenamiento en cinta rodante, 3 veces por semana, a lo largo de 12 semanas. HIIT: seis intervalos con fases de alta intensidad de un minuto al 90 % del consumo máximo de oxígeno (VO ₂ pico) durante un total de 22 min. MICT: entrenó al 60 % del VO ₂ pico durante 36 min.	Los participantes se sometieron a un examen completo. Se registró la información sociodemográfica, antecedentes personales y familiares. La presión arterial y frecuencia cardíaca se midieron en sedestación y bipedestación. La cuantificación de la actividad física, se usó el Cuestionario Global de Actividad Física (GPAQ) validada.	Cambios en los niveles circulantes de mionectina sérica, colesterol lipoproteína de baja densidad (LDL), colesterol lipoproteínas de alta densidad (HDL), triglicéridos (TG), colesterol total (CT), colesterol total lipoproteína de alta densidad (CT/HDL) y los ácidos grasos libres no fueron significativos en ningún grupo, pero el HIIT mostró una tendencia al aumento después de intervención, el enfoque estadístico dio a conocer un cambio significativo, con una p = 0,042. Índice de masa grasa apendicular (AFMI) (p = 0,713) y

						masa magra apendicular (ALM) (p = 0,810).
2	Veintisiete mujeres con sobrepeso/obesidad de entre 35 y 50 años fueron asignadas aleatoriamente a grupos Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) (n=14) y Entrenamiento interválico de alta intensidad + entrenamiento de resistencia en circuito (HIIT+HCRT) (n=13). Por una mala condición física se perdió seguimiento en ambos grupos resultando HIIT (n=12) y HIIT+HCRT (n=12)	Grupo HIIT: ejercicios de carrera (5 repeticiones x 4 min por sesión) con recuperación activa entre repeticiones durante 10 semanas con 5 sesiones semanales. Grupo HCRT: 10 semanas de HIIT y entrenamiento de resistencia con 3 sesiones semanales de HIIT y 2 sesiones semanales de HCRT.	Evaluaron medidas antropométricas como masa corporal, además capacidad cardiovascular, fuerza muscular, niveles de micro reguladores de la expresión génica (miRNA) (miR-9, -15a, -34a, -145 y -155), perfiles lipídicos colesterol total (CT), triglicéridos (TG), colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; colesterol de lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) y colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (c-HDL) y resistencia a la insulina. Evaluación del modelo homeostático: resistencia a la insulina (HOMA-IR).	El HIIT mostró un aumento significativo del miR-155 entre el pre y el postentrenamiento (p = 0,045). Además el programa de HIIT aumentó la expresión de miR-155 en las células mononucleares de sangre periférica (PBMC). Cabe mencionar que, tanto el HIIT como el HCRT mejoraron los factores de riesgo metabólicos seleccionados, como los perfiles lipídicos y el metabolismo de la glucosa y la insulina, en mujeres de mediana edad con sobrepeso/obesidad.		

3	Cuarenta y cinco mujeres posmenopáusicas de 45-65 años con síndrome metabólico se asignaron aleatoriamente a tres grupos: 1) Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) (n = 15) 2) Entrenamiento de resistencia (RT) (n = 15) 3) Grupo control (n = 15).	Para cada grupo 3 días de entrenamiento por semana durante 8 semanas. Iniciaron con calentamiento de 10 min y ejercicios de estiramiento, posterior de enfriamiento al finalizar los ejercicios. Grupo HIIT: ejercicio aeróbico interválico de alta intensidad, alternando caminata y carrera a paso ligero con 2 periodos de recuperación activa a ritmo moderado. RT: Realizaron ejercicios, para miembro superior e inferior como prensa de piernas, prensa de pecho, etc. Constaba 8-10 repeticiones, descanso 60s. Intensidad de ejercicios se fijó 75 % de su 1RM (máximo en una repetición) de los sujetos.	Se evaluaron medidas antropométricas y fisiológicas como peso, altura, índice de masa corporal (IMC). Se midieron la circunferencia de cintura y cadera para calcular el índice cintura-cadera. La masa grasa, masa muscular esquelética, presión arterial y la frecuencia cardíaca. El consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{pico}}$) se evaluó con la prueba de caminata de 6 minutos.	Se mostró que el peso, circunferencia de cintura, índice de masa corporal, masa grasa, lipoproteínas de baja densidad, triglicéridos, colesterol, glucemia en ayunas, hemoglobina glicosilada (HbA1c) y la presión arterial sistólica y diastólica disminuyeron, y que la sirtuina 1 proteína nuclear (SIRT1) aumentó significativamente en ambos grupos de entrenamiento. Es importante mencionar que presión arterial sistólica, colesterol, HbA1c y glucemia en ayunas disminuyeron más en el grupo de HIIT. La masa muscular esquelética y la 1 repetición máxima (1RM) aumentaron más en el grupo de entrenamiento de resistencia.
---	---	--	--	--

Kazemi
2023
(32)

4	Un total de 104 participantes fueron asignados aleatoriamente a:	LOW-HIIT (14 min/sesión): Se realizaron en cicloergómetros con freno electrónico, calentamiento 2 min, 5 intervalos de 1 min a una intensidad de ejercicio 80-95 % de la FC _{máx} , recuperación de 1 min baja intensidad y enfriamiento 3 min.	Se realizaron medición de la presión arterial, extracción de sangre para evaluar concentraciones séricas de marcadores inflamatorios proteína C reactiva (C-CRP), marcadores cardiometabólicos, glucosa en ayunas, triglicéridos, colesterol total, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) y colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL-C). Además, los marcadores inflamatorios interleucina-1 beta (IL-1 β), interleucina-6 (IL-6), interferona- gamma (IFN γ) y proteína transportadora de lipopolisacáridos.	A pesar de tener efectos similares sobre el peso corporal, las modalidades de ejercicio de bajo volumen tienen un impacto diferente en los resultados inflamatorios y cardio metabólicos en pacientes con síndrome metabólico. El HIIT presenta una eficacia superior para mejorar la inflamación en comparación con el 1-RT y la WB-EMS. El ejercicio de resistencia parece requerir un mayor volumen para promover un impacto beneficioso sobre la inflamación.
Reljic 2022 (33)	Entrenamiento interválico de alta intensidad de bajo volumen (LOW-HIIT) (n= 26) Entrenamiento de resistencia de una serie (1-RT) (n=17) Entrenamiento de resistencia de tres series (3-RT) (n=19) Electroestimulación corporal total (WB-EMS) (n=20) Grupo control (CON) (n=22).	1-RT (15 min/sesión): 5 min calentamiento en bicicleta ergométrica de baja intensidad. Realizaron 5 ejercicios de fuerza con máquinas de pesas. Carga de entrenamiento progresivamente cada 4 semanas según un porcentaje de la fuerza máxima (F _{máx}): 50–60 % (semanas 1–4), 60–75 % (semanas 5–8) y 70–80 % (semanas 9–12). (3-RT (50 min/sesión): Similar 1RT realizó tres series. WB-EMS (20 min/sesión): usaron dispositivos y trajes de		

		ejercicio específico, incluyó manguitos para brazos y muslos, cinturón lumbar y chaleco con electrodos integrados para generar estimulación eléctrica muscular. Cada grupo realizó 2 veces por semana durante 12 semanas, o a un grupo control.		
5	60 sujetos (19 mujeres), no activos con sobrepeso/obesidad (edad: 54 ± 11 años). Todos los sujetos fueron aleatorizados en tres grupos:	Todas las sesiones de entrenamiento fueron supervisadas. En MICT, la carga de trabajo de ciclismo se adaptó al 50 % de potencia máxima de salida (PPO)	Evaluaron las características antropométricas, composición corporal, aptitud cardiorrespiratoria (CRF), oxidación de grasas, perfil lipídico, equilibrio glucémico, inflamación leve, función vascular, actividad física espontánea y motivación para comer en tres distintos momentos.	El HIIT/HIIT-RM condujo una mayor mejora en el VO ₂ máx, la potencia de salida en los umbrales ventilatorios y a la tasa máxima de oxidación de grasas y la circunferencia de la cintura en comparación con el MICT, y tendió a disminuir la resistencia a la insulina. Durante el período de seguimiento de cuatro meses, durante el cual se prescribió ejercicio en autonomía, el HIIT indujo una mayor preservación de la aptitud cardiorrespiratoria (CRF), disminuciones en la masa
Mendelson 2022 (34)	Ejercicio continuo de ciclismo de intensidad moderada (MICT; n = 20) Ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT; n = 20) Ejercicio interválico de alta intensidad con modulación de la duración de la recuperación (HIIT-RM; n = 20)	HIIT: 45 minutos de ejercicio intermitente que se basó en 22 series de ciclismo empleado en 1 minuto al 100 % de PPO intercaladas con 1 minuto de recuperación pasiva. El HIIT-RM se realizó igual que el programa de HIIT.		

					grasa total y abdominal y el colesterol total/HDL.
6	140 hombres y mujeres mayores fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC), luego fueron excluidos ciertos participantes resultando Grupo experimental entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) (n=58) y Grupo control no realizó ningún tipo de ejercicio (n=46).	El GE realizó dos sesiones semanales de HIIT durante 12 semanas. Las sesiones de HIIT consistieron en 40 minutos de carrera/caminata en cinta: un calentamiento de 10 minutos al 50-60 % de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), seguido de 10 series de 1 minuto al 85-90 % de la FCmáx, intercaladas con 1 minuto de caminata a un ritmo seleccionado (un total de 20 minutos) y 10 minutos de enfriamiento caminando a un ritmo seleccionado. El GC no ejecutó ningún tipo de ejercicio intenso en el período de intervención.	Evaluación antropométrica consistió en mediciones de masa corporal, altura e índice de masa corporal (IMC), además circunferencia de la cintura (CC). Se utilizó una báscula digital y un estadiómetro integrados para medir el peso y altura con precisión. La CC se midió con cinta métrica no elástica en el punto medio entre la costilla inferior y la cresta ilíaca, al final de una exhalación normal. Dichas mediciones se realizaron dos veces para obtener mayor precisión.	Los participantes del grupo experimental (GE) de los dos sexos presentaron valores reducidos de síndrome metabólico (SM), fenotipo de cintura hipertriglicéridémica (CHT), presión arterial, colesterol y glucemia. Después del entrenamiento, el número de hombres hipertensos disminuyó un 100 % y el de mujeres disminuyó un 70 %. Además, se observó reducción del 75 % en mujeres con diabetes, una reducción del 100 % en los indicadores de síndrome metabólico y una reducción de más del 80 % en el peso corporal total en participantes de los dos sexos.	

Matos
2021
(35)

7	Un total de 117 individuos fueron asignados aleatoriamente a: (i) entrenamiento de intervalos de alta intensidad y bajo volumen (HIIT, n = 40), (ii) entrenamiento de intervalos de intensidad moderada y bajo volumen (MIIT, n = 37), (iii) un grupo de control inactivo (CON, n = 40). Después de la aleatorización y antes de la intervención, 10 participantes se retiraron del estudio debido a la insatisfacción con la asignación del grupo (MIIT = 7, CON = 3) y durante el período de intervención, 20 participantes abandonaron (HIIT = 8, MIIT = 8, CON = 4) por ciertos motivos. Un total de 87 participantes completaron el estudio y	El entrenamiento se realizó en cicloergómetros con freno electrónico, las sesiones de ejercicio se realizaron dos veces por semana durante 12 semanas. El HIIT, en una fase de calentamiento de 2 minutos, 5 series a intervalos de 1 minuto al 80-95 % de la FC _{máx} , intercaladas con 1 minuto de recuperación a baja intensidad y fase de enfriamiento de 3 minutos. El protocolo MIIT (2 min de calentamiento, 5 series de intervalos de 1 min intercaladas con 1 min de recuperación de baja intensidad y 3 min de enfriamiento; tiempo total de la sesión: 14 min).	Medición de presión arterial Muestras de sangre se extrajeron con venopunción antecubital, se analizaron concentraciones séricas de glucosa, colesterol total, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL), colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL) y triglicéridos. Las mediciones antropométricas fueron composición corporal y circunferencia de cintura. La puntuación z del síndrome metabólico se calculó para cada sexo basadas en CC, presión arterial media (PAM), concentraciones séricas de glucosa en ayunas (GLU), triglicéridos (TG) y colesterol HDL.	El estudio reveló que 28 minutos semanales de HIIT de bajo volumen mejoraron la capacidad cardiorrespiratoria (CRF) y el riesgo cardiometabólico en pacientes obesos con síndrome metabólico (MetS). El grupo HIIT obtuvo las mayores mejoras en VO ₂ max y puntuación z de MetS, aunque el MIIT también fue efectivo. La restricción calórica sin ejercicio ayudó a reducir peso, pero solo los grupos que realizaron ejercicio mostraron beneficios en salud cardiovascular y calidad de vida.
---	--	--	--	---

	fueron incluidos en el análisis final (HIIT: n=32, MIIT: 22, CON: n=33.			
8	Participantes evaluados para elegibilidad fueron (n=48), posterior a ello se excluyeron (n=19) por incumplimiento de criterios de inclusión (n=11), por otras razones (n=8) quedando un total de participantes(n=29) que fueron aleatorizados a entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n=11), entrenamiento interválico de alta intensidad 1 serie de 4 minutos (1HIIT) (n=8) y entrenamiento interválico de alta intensidad 4 series de 4 minutos (4HIIT) (n=8). Un participante abandono el estudio por	Los pacientes fueron aleatorizados tras dar su consentimiento informado a 16 semanas de entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT, 5x30 min/semana, 35-50 % de reserva de frecuencia cardíaca (FCR = FC _{máx} -FC _{reposo})), 1HIIT (3x17 min/semana, incluidos 4 min al 80 %-90 % de FCR) y 4HIIT (3x38 min/semana, incluidos 4x4 min al 80 %-90 % de FCR). El HIIT comenzaron con calentamiento de 10 minutos al 35%-50% de la FC, seguido de una fase de intervalos de 4 minutos de intervalo alto al 80%-90% de la FC con un intervalo bajo de 3 minutos al 35%-50% de	La prueba de ejercicio cardiopulmonar (PECP) fue realizada por personal médico experimentado en un cicloergómetro estacionario se utilizó un protocolo de rampa personalizado para alcanzar la carga máxima prevista (ajustada al sexo, la edad, la altura y el peso. La altura y el peso se midieron con ropa ligera según las técnicas estándar. La Circunferencia de la Cintura (CC) se midió sobre la piel desnuda en la circunferencia más ancha de la cintura, entre el hueso ilíaco superior y la caja torácica. Presión arterial se midió en decúbito supino después de 2	Observaron que el 1HIIT es eficaz, así como el MICT para reducir la gravedad del síndrome metabólico (SM), lo que ayuda a contribuir a la eficiencia del enfoque 1HIIT para disminuir el fenotipo de SM y el manejo de los factores de riesgo. Se mostró mayor cambio en el índice de masa corporal (IMC) en el grupo 1HIIT, y un mayor cambio en la circunferencia de la cintura (CC) y triglicéridos (TG) se observó en el grupo 4HIIT. El índice cintura-talla disminuyó significativamente, sin diferencias significativas entre los grupos. El VO ₂ máx mejoró significativamente desde el inicio
Von Korn 2021 (37)				

	razones personales del grupo 4HIIT.	la FC, repetido una vez en el HIIT 1 y cuatro veces en el HIIT 4.	minutos de reposo y se realizó un electrocardiograma en reposo de 12 canales.	hasta la finalización del estudio en toda la población del estudio.
9	Noventa y nueve participantes fueron asignados aleatoriamente a: MICT (n=34), 4HIIT (n=34) y 1HIIT (n=31) de cada grupo fueron excluidos ciertos participantes por diversas razones al final de cada grupo fueron analizados: entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n=26), entrenamiento interválico de alta intensidad 4 series de 4 minutos (4HIIT) (n=25) y entrenamiento interválico de alta intensidad 1 serie de 4 minutos (1HIIT) (n=26).	Grupo MICT 5 sesiones de ejercicio por semana, el grupo HIIT 3 veces por semana, debían asistir a dos sesiones supervisadas por semana el resto sin supervisión. Sesiones de ejercicio sin supervisión fueron actividades al aire libre como caminar, correr o andar en bicicleta. Grupo MICT entrenó durante 30 minutos al 60-70 % de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx)/RPE (índice de esfuerzo percibido), 4HIIT y 1HIIT inició con calentamiento 10 min y concluyó con enfriamiento de 3 minutos al 50-70 % de la FCmáx. Grupo 4HIIT 4 series de 4 min al 85-95 % de la FCmáx/RPE, con 3 minutos de	Índice de Adiposidad Física se calculó como la relación entre la aptitud cardiorrespiratoria, expresada como equivalente metabólico (MET), y Circunferencia de cintura/talla CC/F. La circunferencia de cintura y la talla se midió al menos dos veces en el punto más estrecho entre el borde costal inferior (décima costilla) y la parte superior de la cresta ilíaca, perpendicular al eje longitudinal del tronco. Composición corporal se usó absorciometría de rayos X de energía dual para evaluar los índices de grasa corporal y masa magra. Actividad Física Moderada a Vigorosa usaron	Se investiga los cambios en el Índice de Adiposidad Física (IAF) tras los diferentes volúmenes de ejercicio en adultos con síndrome metabólico. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los cambios del IAF entre los grupos de ejercicio. Es importante destacar que el HIIT, independientemente del volumen de entrenamiento (HIIT de alto volumen: 114 min/semana; HIIT de bajo volumen: 51 min/semana), indujo una mayor proporción numérica de probables respondedores a una mejora clínicamente significativa del IAF (HIIT de alto volumen: 60 %; HIIT de bajo volumen: 65 %), en

Ramos
2021
(38)

		recuperación activa al 50-70 % de la FCmáx, total 38 minutos. Grupo 1HIIT serie de 4 minutos de ejercicio al 85-95 % de la FCmáx/RPE, con un total de 17 minutos por sesión.	acelerómetros para evaluar tiempo promedio diario de MICT (38 %). dedicado.	comparación con 150 min/semana de MICT (38 %).
10	Se incluyó 37 pacientes con hipertensión y Síndrome Metabólico (hombres = 19, mujeres = 18), de este número se excluyeron 3 participantes por ciertos motivos quedando (n=34), los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo HIIT (n = 17 y MICT (n = 17).	Participantes de los grupos HIIT y MICT realizaron ejercicio aeróbico en cinta de correr 3 días a la semana durante 8 semanas bajo supervisión. HIIT: calentamiento de 5 minutos al 40 % de la FC de reserva y calentamiento de 5 minutos al 60 % de la FC con trote ligero, seguido de cinco intervalos de 3 minutos al 80 % de la FC, con recuperación activa de 3 minutos al 40 % de la FC entre cada intervalo. MICT: calentamiento de 5 minutos al 40 % de la FC,	Posterior a un ayuno nocturno de 8 horas, se extrajo sangre venosa para medir metabolitos de NO (NOx), células madre embrionarias (CPE), glucosa y lípidos. Evaluaron presión arterial, frecuencia cardíaca en reposo, talla y peso. Luego de 2 días se realizó medición de la densidad mineral ósea (DMF), prueba de esfuerzo físico (EFT) y prueba de esfuerzo gradual en cinta rodante.	Los participantes de HIIT y MICT mostraron ligera reducción de 1,1 % y 1,7 % en peso corporal, frecuencia cardíaca en reposo, redujo significativamente en el grupo HIIT. La presión arterial sistólica (PAS) se redujo con HIIT y MICT no hubo diferencias significativas, en la función endotelial los participantes de los grupos HIIT y MICT mostraron una mejora en el diámetro de la arteria braquial y participantes del grupo HIIT mostraron una mayor reducción en el grosor de la grasa pericárdica.

		seguido de 35 minutos de carrera continua al 60 % de la FC.		
11	Los participantes fueron de edad 30-59 años 32 fueron seleccionadas y fueron asignados aleatoriamente a: 1) HIIT luego de Restricción calórica (RC) (n=16) 2) RC luego de HIIT (n=16) de este último fue excluido un individuo por falta de datos de seguimiento.	Todos los sujetos participaron en el programa que duró 8 semanas. HIIT 3 días a la semana: tres ejercicios de ciclismo de 3 minutos al 80-85 % del consumo máximo de oxígeno (VO ₂ pico) con 2 minutos de descanso activo al 50 % del VO ₂ pico entre series, lo que resultó en una sesión de 15 minutos (incluyendo 1 minuto de calentamiento y 1 minuto de enfriamiento). Programa RC de 3 semanas: con una frecuencia semanal (tres sesiones de 90 minutos), comprendió conferencias, sesiones prácticas y asesoramiento.	Realizaron mediciones antropométricas y evaluaciones de los factores de riesgo del Síndrome Metabólico (SM) y aptitud cardiorrespiratoria (CRF) al inicio. Ingesta total de energía en kilocalorías se evaluó al inicio, durante la intervención (semanas 1 a 11) Durante la posintervención (semanas 12 a 19), se recogieron muestras de sangre de la vena antecubital tras un ayuno nocturno de 12 horas. Se les indicó que completaran las dos pruebas una en el laboratorio para el pico de VO ₂ y otra en el hospital para mediciones como las de los	Se observaron diferencias significativas para los niveles de triglicéridos (TG). Durante el período de intervención de 11 semanas, la composición corporal (peso corporal, IMC, CC y masa grasa) y variables de condición física (VO ₂ máx, frecuencia cardíaca (FC) en reposo e ingesta total de energía) cambiaron significativamente dentro de cada grupo. Los TG disminuyeron significativamente solo en el grupo HIIT-luego CR, la leptina disminuyó significativamente en ambos grupos. Cambios durante el programa de 8 semanas postintervención el IMC, CC y masa grasa solo mostraron reducciones continuas significativas en el grupo HIIT.
So 2020 (40)				

			factores de riesgo del síndrome metabólico.	
12	Treinta y nueve participantes que fueron signados aleatoriamente (estratificados por edad, sexo y centro) en una de las intervenciones de ejercicio de 16 semanas	Entrenaron 5 y 3 veces por semana los grupos MICT y HIIT respectivamente, 2 sesiones con supervisión el resto sin supervisión. Sesiones supervisadas: en cinta de correr o bicicleta ergométrica. No supervisadas: actividades al aire libre como caminar, correr, nadar o remar.	Se realizó pruebas para medir los resultados primarios y secundarios IL22 y proteína C reactiva de alta sensibilidad (PCRus), gravedad del síndrome metabólico; resistencia a la insulina (RI); tejido adiposo visceral y capacidad cardiorrespiratoria (CRF). Se obtuvieron muestras de sangre para la evaluación de biomarcadores (IL-22, PCRus, IR), medición de presión arterial, absorciometría de rayos X de energía dual y evaluaciones antropométricas (índices de composición corporal) y prueba de esfuerzo máximo (CRF).	No observaron diferencias significativas en el cambio de IL-22 entre los grupos de entrenamiento, sugieren que las diferentes intensidades de los ejercicios pueden tener efectos opuestos en los niveles circulantes de IL-22, en cuanto a la puntuación z del síndrome metabólico disminuyó luego de todos los programas de ejercicio, la intervención de 4HIIT mejoró significativamente la aptitud cardiorrespiratoria (CRF), tras el entrenamiento ambos grupos de HIIT mostraron una mayor magnitud de reducción de peso en comparación con el MICT.
Ramos 2020 (41)	1) Entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n = 10) 2) Entrenamiento interválico de alta intensidad (4HIIT) (n = 13) 3) 1HIIT (n=16).	MICT: ejercicio continuo de 30 min al 60–70% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx). 4HIIT: 38 min que incluyeron 4 intervalos de 4 min al 85–95% FCmáx, con 3 min de recuperación activa al 50–70% FCmáx, más calentamiento (10 min) y enfriamiento (3 min). 1HIIT: similar protocolo, con solo un intervalo de 4 minutos al		

			85–95% FC _{máx} , totalizando 17 minutos por sesión.		
13	Da Silva 2020 (42)	Treinta y nueve hombres y mujeres fueron asignados aleatoriamente a uno de tres grupos: (a) entrenamiento de resistencia (RT) más MICT (n=13) (b) RT más HIIT (n=13) (c) grupo control (CON) – sin ejercicio formal (n=13).	La duración de ejercicio fue de 12 semanas (3 sesiones/semana, 50 min/sesión). La intensidad fue el 60 % y el 70 % de la frecuencia cardíaca máxima (FC _{máx}) en el grupo de entrenamiento de resistencia RT+MICT. Grupo de RT+HIIT varió entre el 55 %-65 % y 80 %-90 % de la FC _{máx} . Los resultados se evaluaron al inicio y al final de la intervención (12 semanas). Los participantes del grupo CON no participaron en un programa de ejercicio formal.	Evaluación antropométrica incluyó mediciones de masa corporal, estatura, circunferencia de cintura, masa grasa y masa libre de grasa. Se midió la composición corporal, el índice de masa corporal (IMC). Las muestras de sangre fueron recolectadas y se utilizó suero sanguíneo para la cuantificación de cLDL, cHDL, colesterol total (CT), TG, glucosa en ayunas (GA), proteína C reactiva de alta sensibilidad (PCR-us), insulina, péptido C (PC), y (HOMA-IR) se usó para determinar la resistencia a la insulina.	Tras la intervención, los participantes de los grupos de RT+MICT y RT+HIIT disminuyeron moderadamente la circunferencia de la cintura (CC), presentaron una reducción moderada del colesterol LDL (c-LDL) y una ligera disminución de la glucosa en ayunas, la insulina. También el grupo RT+MICT, se observó una disminución significativa de los triglicéridos (TG). Los participantes del grupo CON presentaron una reducción significativa únicamente del c-LDL.
14	Ramos 2020	Noventa y nueve adultos con síndrome metabólico fueron	Los grupos de HIIT y MICT entrenaron tres y cinco veces por	Se realizaron pruebas en ayunas tanto de glucosa y perfil	Tas diferentes volúmenes de ejercicio en personas con

(43)	asignados aleatoriamente a un programa de ejercicio de 16 semanas que completaron: (i) entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n = 34) (ii) entrenamiento interválico de alta intensidad y alto volumen (HIIT) (n = 34) (iii) HIIT de bajo volumen (n = 31). De cada grupo fueron excluido ciertos participantes resultando los analizados: MICT (n = 20) 4HIIT (n = 22) 1HIIT (n = 23)	semana, respectivamente, con un día de descanso entre sesiones. Sesiones supervisadas se realizaron en cinta de correr o bicicleta ergométrica. Las sesiones no supervisadas fueron actividades caminar, correr, nadar o remar. Grupo MICT: entrenó 30 minutos por sesión al 60-70 % de su frecuencia cardíaca máxima. Sesiones de 4HIIT y 1HIIT comenzaron con un calentamiento de 10 minutos y finalizaron con un enfriamiento de 3 minutos, con duración de ejercicio de 38-17 minutos por sesión.	lipídico, presión arterial en reposo (sistólica y diastólica) y medidas antropométricas (circunferencia de cintura e IMC). Puntuación z del síndrome metabólico se calculó de acuerdo al sexo, y resistencia a la insulina se evaluó mediante el modelo HOMA-IR, usando la calculadora HOMA2. La aptitud cardiorrespiratoria (CRF) se evaluó mediante prueba de ejercicio máximo gradual (GXT).	síndrome metabólico que toman o no toman metformina se obtuvo que en los participantes que tomaron metformina y completaron un entrenamiento de alta intensidad (HIIT) de alto volumen, se observó una proporción significativamente a una reducción clínicamente significativa de la gravedad del síndrome metabólico en comparación con los participantes que no tomaban metformina.
15 Taylor 2020 (44)	Cuarenta y dos participantes con enfermedad coronaria fueron asignados aleatoriamente a	Tras un calentamiento de 4 minutos, el HIIT consistió en 4 intervalos de alta intensidad de 4 minutos con una percepción del esfuerzo (RPE) de 15 a 18 (de	La grasa hepática se evaluó mediante la cuantificación de lípidos intrahepáticos. La composición corporal mediante absorciometría de rayos X de	Tras 3 meses de entrenamiento, ambos grupos redujeron la grasa hepática; sin embargo, el HIIT tendió a mostrar una mayor reducción, que fue el doble en

	HIIT (n= 19 al inicio, 13 analizados para grasa hepática al final) Entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n=23 al inicio, 16 analizados para grasa hepática al final).	intenso a muy intenso) en una escala de Borg de 6 a 20, intercalados con 3 minutos de recuperación activa. El MICT (cuidado habitual) consistió en 34 minutos de ejercicio de intensidad moderada con una RPE de 11 a 13 (de ligero a algo intenso) tras un calentamiento de 3 minutos (mínimo de 20 minutos por máquina de ejercicio).	energía dual. Se midió el perfil lipídico, enzimas hepáticas, glucosa en ayunas y proteína C reactiva de alta sensibilidad y la insulina plasmática. La resistencia a la insulina mediante el modelo homeostático.	comparación con el MICT. Además, en ese mismo tiempo de entrenamiento, el HIIT redujo el tejido adiposo visceral (VAT) en un 10 % en comparación con el 13 % del MICT. Tanto el HIIT como el MICT presentaron pequeñas reducciones en el peso corporal, el IMC, la circunferencia de la cintura, la masa grasa y la masa libre de grasa durante 3 y 12 meses.
16 Lee 2020 (45)	Treinta adultos fueron asignados aleatoriamente a: Grupo intervención HIIT (n=15) Grupo control (n=15). 3 participantes abandonaron el grupo de intervención en las 2 primeras semanas. Al final del período de estudio 12 y 15 participantes completaron la intervención de HIIT y el	La intervención HIIT tres veces por semana durante 12 semanas. Una sesión semanal fue supervisada en el gimnasio. El HIIT se realizó en un cicloergómetro o cinta de correr y como caminata o trote en casa, tuvo una duración de 33 minutos y consistió en 5 minutos de calentamiento al 60 % de la frecuencia cardíaca máxima	Recogieron muestras de sangre venosa antecubital y muestras de orina al azar por la mañana y fueron analizadas. Prueba de hemoglobina glicosilada (HbA1c) se analizó con cromatografía líquida de alta resolución. Las Mediciones cardiovasculares se tomaron con el participante en decúbito supino luego de 15 minutos de	La hemoglobina glicosilada (HbA1c) disminuyó un en el grupo de intervención después de 12 semanas, en cuanto a la composición corporal se mantuvo sin cambios en el grupo de intervención después de 12 semanas. Además, se observaron aumentos significativos en el peso corporal, el IMC, la circunferencia de la cintura y la masa grasa total

	grupo de control, respectivamente.	(FCmáx), cuatro series de intervalos de alta intensidad de 4 minutos al 85-95 % de la FCmáx, intercaladas con tres series de intervalos de recuperación de 3 minutos al 50-70 % de la FCmáx, y concluyó con 3 minutos de enfriamiento. Los participantes del GC siguieron con sus actividades diarias y dieta, sin recomendaciones ni restricciones para el ejercicio.	reposo, las medidas antropométricas incluyeron peso corporal, talla, índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura y composición corporal. La aptitud cardiorrespiratoria se evaluó mediante una prueba de esfuerzo máxima graduada en una cinta ergométrica.	en el grupo control. La presión arterial no varió en el grupo de intervención; y se observó un aumento de la leptina (disminución del apetito, el aumento del gasto energético y la regulación del balance energético) circulante en el grupo de intervención, pero no en el grupo control.
17	Un total de 49 participantes completaron el estudio y fueron incluidos en el análisis final Grupo intervención	El protocolo HIIT consistió en una fase de calentamiento de 2 minutos, 5 series interválicas de 1 minuto al 80-95 % de la FCmáx, intercaladas con 1 minuto de recuperación de baja intensidad y una fase de enfriamiento de 3 minutos. Grupo control inactivo (CON), solo recibía asesoramiento nutricional, o a diferentes grupos	Se midieron fotométricamente los valores séricos de glucosa, triglicéridos, colesterol total, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) y colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (cHDL). Midieron la presión arterial sistólica y diastólica con un tensiómetro automático de brazo, además se midió la	Se reveló que ambos grupos redujeron significativamente el peso corporal después de la intervención HIIT: (7,3 a 3,3 kg), CON: (5,2 a 2,1 kg). En ambos grupos, no revelaron cambios significativos en la masa libre de grasa. Las pruebas post hoc solo mostraron una disminución significativa de la circunferencia
Reljic 2020 (46)	Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT: n = 30) y Grupo control (CON: n = 19).			

		de ejercicio, que realizaban tipos específicos de entrenamiento a intervalos.	circunferencia de la cintura con una cinta métrica.	de la cintura en el grupo HIIT de (9,8 a 5,1 cm). Análisis nutricionales revelaron que la ingesta energética diaria promedio disminuyó en ambos grupos HIIT: (733 a 342 kilocalorías (kcal)); CON: (923 a 90 kcal).	
18	Byrd 2019 (47)	Se reclutaron cincuenta y cuatro hombres y mujeres no fumadores (de 21 a 55 años), fueron asignados aleatoriamente a un grupo de control sin ejercicio (n=15). Un programa de entrenamiento continuo de intensidad moderada + entrenamiento interválico de alta intensidad (MICT + HIIT) personalizado basado en las pautas del modelo de Entrenamiento Físico Integrado (IFT) del Consejo Americano de	Grupo de control sin ejercicio se indicó que sigan sus hábitos de vida habituales. El MICT para ambos grupos de ejercicio se realizó en diversas modalidades aeróbicas: cicloergómetros y remo, elíptica y cinta de correr. HIIT se realizó en la cinta de correr e iniciaron calentamiento de 5 min a intensidad baja y concluyeron con enfriamiento de 5 min. Programa de entrenamiento de resistencia para grupo estandarizado consistió en ejercicios monoarticulares y multiarticulares realizados con	Se obtuvieron diversas mediciones antropométricas, cardiovasculares y cardio metabólicas de todos los participantes al inicio y a las 13 semanas. Las mediciones antropométricas incluyeron altura, peso, circunferencia de la cintura y porcentaje de grasa corporal. Han utilizado previamente una escala de evaluación de puntuación de riesgo continuo (puntuación z del Síndrome metabólico (MetS)) para identificar cambios en la gravedad del	Después de 13 semanas, los cambios en el VO2máx y puntuación z del síndrome metabólico en el grupo MICT + HIIT personalizado fueron significativamente favorables en comparación con los grupos MICT estandarizado y control. Cambios de grasa corporal y la CC desde el inicio hasta la semana 13 en los grupos MICT estandarizado y MICT + HIIT personalizado fueron significativamente mayores en comparación con el grupo control.

	Ejercicio (ACE) (n=16), o un programa MICT estandarizado diseñado de acuerdo con las pautas actuales del American College of Sports Medicine (ACSM) (n=16).	máquinas. Programa de entrenamiento de resistencia grupo personalizado consistió en ejercicios multiarticulares/multiplanares realizados con peso libre y máquinas.	(MetS) tras intervenciones de MICT y HIIT.	
19	Un total de 28 sujetos, siete de ellos fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión. Diez participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) y 11 al grupo entrenamiento de alta intensidad (HIT).	MICT: consistió en un calentamiento (5 min), seguido 15-55 min de caminata/carrera en cinta (15-35 min durante la fase preparatoria de 2 semanas) y un período final de relajación/enfriamiento (10 min). HIT: realizó una fase preparatoria de 2 semanas con 4 intervalos de 4 minutos al 60–80% de la frecuencia cardíaca de reserva (FCR), intercalados con 4 minutos de recuperación activa al 55% FCR. Desde la semana 3 hasta la 12, realizaron 4 intervalos de 4 minutos al 85–	Se recopilaron simultáneamente, peso, talla, índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de la cintura (CC) y presión arterial. Las muestras de sangre se obtuvieron de la vena antecubital. El perfil bioquímico incluyó triglicéridos lipídicos plasmáticos, colesterol total, c-HDL, c-LDL y glucosa (medida mediante métodos colorimétricos enzimáticos).	El presente estudio demuestra que el entrenamiento de alta intensidad (HIT) fue un estímulo más potente que el entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) para mejorar un conjunto sensible de factores de riesgo de síndrome metabólico. Además, el HIT produjo cambios más fuertes y moderadamente significativos en la puntuación Z de síndrome metabólico en términos de peso, índice de masa corporal IMC y grasa corporal. El HIT o el MICT redujeron significativamente los factores de riesgo individuales,

Ramírez
2017
(48)

			95% FCR, con 4 minutos de recuperación activa al 65% FCR y una vuelta a la calma de 5 minutos. La duración total de cada sesión fue de 35 a 55 minutos.		como los niveles de triglicéridos, la masa grasa, la obesidad abdominal y la presión arterial media.
20	Ramos 2017 (49)	Individuos con síndrome metabólico (n = 56) fueron asignadas aleatoriamente a las siguientes intervenciones de entrenamiento i) entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) (n = 16); ii) entrenamiento interválico de alta intensidad 4 series de 4 minutos (4 HIIT) (n = 19); o iii) entrenamiento interválico de alta intensidad 1 serie de 4 minutos (1 HIIT) (n = 21).	El grupo MICT entrenó cinco veces por semana 30 minutos al 60-70 % de la FC _{máx} , mientras que los grupos HIIT entrenaron tres veces por semana. Las sesiones de HIIT su duración fue de 30 minutos a una intensidad objetivo del 60-70 % de la FC _{máx} . Ambos grupos de HIIT realizaron calentamiento previo de 10 minutos y finalizados con un enfriamiento de 3 minutos. El grupo 4HIIT entrenó durante 38 minutos por sesión, que consistió en 4 series de intervalos de 4 minutos al 85-95 % de la FC _{máx} , separadas por 3 minutos de	Las siguientes evaluaciones realizadas (1) presión arterial sistólica braquial (PAS) y presión arterial diastólica (PAD); (2) glucemia en ayunas y perfil lipídico (triglicéridos y colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (cHDL); y (3) medidas antropométricas (perímetro de cintura y peso). La resistencia a la insulina también se determinó mediante la escala HOMA-IR, calculada con la calculadora HOMA2 versión 2.2.	El 4HIIT mostró mayor magnitud de cambio en los índices de función autonómica cardíaca (CAF) en comparación con MICT y 1HIIT. Factores de riesgo de síndrome metabólico hubo una mayor reducción de colesterol lipoproteínas de alta densidad (HDL) y la circunferencia de la cintura (CC) tras 1HIIT en comparación con 4HIIT de alto volumen y MICT; y una mayor reducción de la presión arterial tras MICT (PAS: -6 %; PAD: -7 %) y 1HIIT (PAS: -7 %; PAD: -5 %), en comparación con 4HIIT (PAS: -2 %; PAD: -4 %). (Presión

recuperación activa al 50-70 % de la FC_{máx}. El grupo 1HIIT completó solo una serie de ejercicio de 4 minutos al 85-95 % de la FC_{máx} (17 minutos por sesión).

arterial sistólica-Presión arterial diastólica). Curiosamente, 8 de los 56 participantes ya no tenían diagnóstico de síndrome metabólico. La magnitud de la reducción del peso y del porcentaje de grasa corporal total fue mayor después de 1HIIT y 4HIIT, respectivamente.

4.2 Discusión

En los últimos años, las entidades de salud promueven una serie de estrategias para implementar la actividad física en la población en general. A pesar de dicho trabajo, las estadísticas actuales acerca de la inactividad física en las personas se han incrementado y esta tendencia continúa, se proyecta que la proporción de individuos que no alcanzan los niveles recomendados de actividad física, pueden ser más propensos a padecer enfermedades metabólicas y puede ocasionar la mortalidad.

Este problema de salud global, puede tener diversas causas entre las principales tenemos la falta de tiempo para optar por un estilo de vida que incluya la actividad física. En este sentido, el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) se caracteriza en realizar series repetidas de ejercicio relativamente intenso intercaladas con periodos de recuperación de trabajo más suave o descanso y lo más importante se realiza por un corto periodo de tiempo.

Es por ello que, según diversas investigaciones recientes mencionan que el HIIT es una opción fisioterapéutica eficaz y ofrece importantes beneficios morfofisiológicos en el manejo del síndrome metabólico. Además, puede llegar a producir mejoras similares en los componentes del síndrome metabólico mostrando resultados en menos tiempo. La actividad física en general optimiza la salud tanto física como mental, en este contexto, el presente estudio busca analizar la efectividad de este tipo de entrenamiento.

En el análisis realizado de los 20 ensayos controlados aleatorizados, se logró evidenciar diversos efectos favorables que brinda el HIIT. Según Petro (30), Von Korn (37), Ah Jo (39), Ramos (43), Taylor (44), Byrd (47), Ramírez (48) y Ramos (49) con la aplicación del HIIT conjuntamente con el MICT se obtuvo mejoras sobre los factores de riesgo del síndrome metabólico. Es importante mencionar que el HIIT disminuyó significativamente el índice de masa corporal (IMC), así como otros factores como colesterol, triglicéridos, circunferencia de la cintura, peso corporal y el índice de masa grasa y magra apendicular, esto en comparación con otros programas de entrenamiento.

Kazemi (32) menciona que el HIIT junto con el entrenamiento de resistencia (RT), aumentó significativamente la sirtuina 1 proteína nuclear (SIRT1) su activación mejora la resistencia a la insulina y la homeostasis de la glucosa, además es eficaz para la prevención y el tratamiento del síndrome metabólico. Sin embargo, Kazemi (32) y Lee (45) indican que el HIIT disminuyó

considerablemente la hemoglobina glicosilada (HbA1c) así como también glucemia en ayunas, presión arterial sistólica y presión arterial diastólica.

Por otra parte, Ramos (41) dio a conocer resultados positivos del HIIT y MICT en cuanto a la interleucina-22 (IL-22), que forma parte de la familia de citocinas IL-10. La IL-22 aumentó en el grupo HIIT lo que contribuye al alivio del síndrome metabólico (SM) mediante la protección de las células beta y endoteliales pancreáticas frente al daño oxidativo y lipídico. Cabe destacar que en el grupo MICT la IL-22 disminuyó dando un contraste a mantener niveles de IL-22 normales con la aplicación de estos dos tipos de entrenamiento, ya que menciona que un aumento elevado de dicho componente puede ser perjudicial para la salud en determinados casos.

Mendelson (34), Reljic (36) y So (40) mencionan que el HIIT mejora a salud cardio metabólica. El HIIT logró mejoras significativas en el VO_2 máx, la aptitud cardiorrespiratoria y en los factores de riesgo del síndrome metabólico. La acumulación de factores de riesgo cardio metabólicos adicionales en conjunto con obesidad, exceso de grasa abdominal, hipertensión, dislipidemia o hiperglucemia conocido como síndrome metabólico, va a aumentar el riesgo de padecer enfermedades graves, como enfermedades cardiovasculares (ECV), diversos tipos de cáncer y mortalidad prematura.

Todas las modalidades de entrenamiento ofrecieron beneficios positivos en el síndrome metabólico, es importante mencionar que el HIIT es una alternativa eficiente para disminuir los factores de riesgo generales del SM, ya que es una aplicación de entrenamiento donde se aplica muy poco tiempo y está indicado para toda la población en general para optar por un estilo de vida que incluya la actividad física.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El síndrome metabólico (SM) se asocia a un mayor riesgo de mortalidad en la población, tanto para su prevención y su recurrencia se debe adoptar un estilo de vida saludable que su enfoque principal incluya actividad física regular el cual es un pilar fundamental en la rehabilitación multidisciplinar en personas con SM. Con el propósito de mantener la funcionalidad y primordial la calidad de vida de estas personas.

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) ha demostrado ser una alternativa eficiente para mejorar la salud en pacientes con síndrome metabólico. A través de estudios, se ha evidenciado que, con este tipo de entrenamiento de corta duración favorece la adherencia al ejercicio. Es uno de los métodos eficientes el cual proporciona resultados positivos en cuanto a los factores de riesgo que implica el síndrome metabólico. Entonces, se puede sostener que el entrenamiento interválico de alta intensidad es una de las mejores alternativas de ejercicio, particularmente porque se puede ejecutar en un corto tiempo. Incorpora una serie de ejercicios personalizados y un trabajo multidisciplinario con otros expertos de salud.

Esta perspectiva integral no solo potencia la condición física del paciente, sino también le brinda la posibilidad de continuar con sus actividades diarias con mayor confianza, influyendo de manera positiva en su calidad de vida.

5.2 Recomendaciones

Proporcionar información acerca de los riesgos y ventajas del HIIT, con el objetivo de impulsar el hábito de la actividad física en la vida diaria. Para conseguirlo, es aconsejable implementar programas educativos que destaquen la importancia del ejercicio en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico, promoviendo hábitos saludables.

Es fundamental incorporar el HIIT de manera progresiva para garantizar su seguridad y eficacia, es importante asegurar una adecuada supervisión tanto médica como fisioterapéutica. La intensidad y duración del entrenamiento se debe adaptar a cada condición clínica y al nivel de entrenamiento del paciente es decir debe ser individualizado para evitar sobrecargas o esfuerzos. Importante incluir la colaboración de un equipo multidisciplinario para incrementar los efectos positivos del HIIT en la disminución de grasa visceral y hepática. Aquello implica controles médicos consecutivos y la intervención de un nutricionista que supervise la alimentación. Esto contribuye en conjunto a una sensación de bienestar y mejora en cuanto a la composición corporal y mayores resultados positivos en el entrenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bovolini A, Garcia J, Andrade MA, Duarte JA. Metabolic Syndrome Pathophysiology and Predisposing Factors. *Int J Sports Med* [Internet]. 2021 [cited 2024 Nov 30];42(3):199–214. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33075830/>
2. Espinoza-Rivera S, Rivera PA, Sueldo YB. Prevalence and components of premorbid metabolic syndrome in workers insured by social health in an area of moderate altitude in Peru. *Acta Medica Peruana*. 2022 [cited 2024 Nov 30];39(4):362–8.
3. Apolo Montero A. Análisis descriptivo del síndrome metabólico en trabajadores de empresas situadas en la costa ecuatoriana. *Revista San Gregorio*. 2020 [cited 2024 Nov 30];18(2): p.4-7. Available from: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072020000200162.
4. Fahed G, Aoun L, Zerdan MB, Allam S, Zerdan MB, Bouferraa Y, et al. Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2022 [cited 2024 Dec 1];23(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35054972/>
5. Gómez-Piqueras P, Sánchez-González M. Entrenamiento de intervalos de alta intensidad (hiit) en adultos mayores: una revisión sistemática. *Pensar en Movimiento: Revista de ciencias del ejercicio y la salud* [Internet]. 2019 [cited 2025 Jun 27];17(1):118–39. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-44362019000100118&lng=en&nrm=iso&tlng=es
6. Pedraza Montenegro A, Monares Zepeda E, Aguirre Sánchez JS, Camarena Alejo G, Franco Granillo J, Pedraza Montenegro A, et al. Determinación del umbral del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máximo) estimado por fórmula como marcador pronóstico en pacientes con sepsis y choque séptico en una unidad de terapia intensiva. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)* [Internet]. 2017 [cited 2025 Jun 27];31(3):145–51. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092017000300145&lng=es&nrm=iso&tlng=es
7. Fernando Carrasco N, José Eduardo Galgani F, Marcela Reyes J. Síndrome de resistencia a la insulina. estudio y manejo. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2013 [cited 2025 Apr 21];24(5):827–37. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-sindrome-resistencia-insulina-estudio-manejo-S071686401370230X>

8. Pineda CA. Síndrome metabólico: definición, historia, criterios. Vol. 39. Colombia médica; 2008 [cited 2025 Apr 21]. pp. 96-106. <https://www.redalyc.org/pdf/283/28339113.pdf>
9. Rana S, Ali S, Wani HA, Mushtaq QD, Sharma S, Rehman MU. Metabolic syndrome and underlying genetic determinants-A systematic review. Vol. 21, Journal of Diabetes and Metabolic Disorders. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2022 [cited 2025 Apr 21]. p. 1095–104. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35673448/>
10. Alejandro Castro Quintanilla D, Natalia Rivera Sandoval D, San Rafael Ángel de Alajuela H, Rica C. revista médica sinergia. Revista Médica Sinergia [Internet]. 2023 [cited 2025 Apr 23];8(2): e960–e960. Available from: <https://www.revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/960/2071>
11. Fragozo-Ramos MC. Metabolic syndrome: a literature review. Vol. 26, Medicina y Laboratorio. Universidad de Antioquia; 2022 [cited 2025 Apr 21] p. 47–62. <https://doi.org/10.36384/01232576.559>
12. Lozano ES. Resistencia a Insulina: Revisión de literatura. Rev Med Hondur [Internet]. 2022 [cited 2025 Apr 21];90(1):63–70. Available from: <https://camjol.info/index.php/RMH/article/view/13824>.
13. Ascaso JF, Millán J, Hernández-Mijares A, Blasco M, Brea Á, Díaz Á, et al. Dislipidemia aterogénica 2019. Documento de consenso del Grupo de Dislipidemia Aterogénica de la Sociedad Española de Arteriosclerosis. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis [Internet]. 2020 [cited 2025 Apr 21];32(3):120–5. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-15-articulo-dislipidemia-aterogenica-2019-documento-consenso-S0214916820300024>.
14. Dhawan D, Sharma S. Abdominal Obesity, Adipokines and Non-communicable Diseases. Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology [Internet]. 2020 [cited 2025 Apr 21];203. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32818561/>
15. Fang H, Berg E, Cheng X, Shen W. How to best assess abdominal obesity. Curr Opin Clin Nutr Metab Care [Internet]. 2018 [cited 2025 Jun 29];21(5):360. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6299450/>
16. Álvarez-Ochoa R, Torres-Criollo LM, Ortega JPG, Coronel DCI, Cayamcela DMB, Pelaez V del RL, et al. Factores de riesgo de hipertensión arterial en adultos. Una revisión crítica.

- Revista Latinoamericana de Hipertensión [Internet]. 2022 [cited 2025 Apr 21];17(2). Available from: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_lh/article/view/25572
17. Peinado Martínez M, Dager Vergara I, Quintero Molano KS, Mogollón Pérez M, Puello Ospina A. Síndrome metabólico en adultos: Revisión narrativa de la literatura. Archivos de medicina, ISSN-e 1698-9465, Vol 17, N° 2, 2021 [Internet]. 2021 [cited 2025 Apr 21];17(2):4. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7848788&info=resumen&idioma=ENG>
 18. Fernando Garza Benitoa, Ignacio J. Ferreira Monterob y Alfonso del Río Ligorí. Prevención y tratamiento del síndrome metabólico Metabolic Syndrome: Prevention and Treatment. Servicio de Cardiología. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza. España; 2020 [cited 2025 Apr 23]; p. 46-52.
 19. Dos Santos LL, Silva ATB, Da Cruz MADSP, Da Rosa SE, Fortes MDSR, Nunes RDM, et al. Effects of long and sprint high-intensity interval training on body mass composition, aerobic capacity, and biochemical markers of metabolic syndrome and liver damage in physical activity practitioners adults. Muscles Ligaments Tendons J. 2024 [cited 2025 Apr 23];14(2):256–68.
 20. Atakan MM, Li Y, Koşar ŞN, Turnagöl HH, Yan X. Evidence-Based Effects of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity and Health: A Review with Historical Perspective. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021 [cited 2025 Apr 27];18(13):7201. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8294064/>
 21. López Chicharro J, Vicente Campos D. Bases fisiológicas y aplicaciones prácticas. Hiit entrenamiento interválico de alta intensidad. 2018;96.
 22. Perez Becerra NM, Rodríguez Mojica YM. Papel del ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT) en los programas de rehabilitación cardíaca. Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación. 2022 [cited 2025 Jun 28]; Dec 1;32(2):181–94. Available from: <http://doi.org/10.28957/rcmfr.357>
 23. Martin-Rivera F. HIIT, aplicaciones prácticas. University of Valencia. 2016 [cited 2025 Jun 28]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/305032124>
 24. Burkhalter N. Evaluation of Borg's perceived exertion scale in cardiac rehabilitation. Rev Lat Am Enfermagem [Internet]. 1996 [cited 2025 Jun 27];4(3):65–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9070794/>

25. Araya, Jaime Ibacache. "Percepción de esfuerzo físico mediante uso de escala de Borg." Salud Ocupacional Instituto de salud pública de Chile. 2019. [cited 2025 Jun 27]. Available from: [https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota_T%C3%A9cnica_BORG%20_140819%20\(2\)_pdf.pdf](https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota_T%C3%A9cnica_BORG%20_140819%20(2)_pdf.pdf)
26. Taylor JL, Holland DJ, Spathis JG, Beetham KS, Wisløff U, Keating SE, et al. Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Prog Cardiovasc Dis* [Internet]. 2019 [cited 2025 Jul 13];62(2):140–6. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033062019300313?casa_token=SJfOn1KPh0gAAAAA:PrK7DbMWtMgn9VErs4VV0CY0qZRRBabTDSQ9rHHyh4GZNpL61QfdO-1XkXbwDqoJKOgntPKRMA
27. Jiménez-Maldonado A, García-Suárez PC, Rentería I, Moncada-Jiménez J, Plaisance EP. Impact of high-intensity interval training and sprint interval training on peripheral markers of glycemic control in metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease* [Internet]. 2020 [cited 2025 Jul 12];1866(8):165820. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443920301654>
28. Jiménez-Maldonado A, García-Suárez PC, Rentería I, Moncada-Jiménez J, Plaisance EP. Impact of high-intensity interval training and sprint interval training on peripheral markers of glycemic control in metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease* [Internet]. 2020 [cited 2025 Jul 12];1866(8):165820. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443920301654>
29. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Moher D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic reviews*. 2021; 10(1): 1-11
30. Petro JL, Fragozo-Ramos MC, Milán AF, Aristizabal JC, Calderón JC, Gallo-Villegas J. Efficacy of high-intensity interval training versus continuous training on serum myonectin and lipid outcomes in adults with metabolic syndrome: A post-hoc analysis of a clinical trial. *PLoS One* [Internet]. 2024 [cited 2025 May 1];19(7):e0307256–e0307256. Available from: <https://europepmc.org/articles/PMC11257237>
31. Pashaei Z, Malandish A, Alipour S, Jafari A, Laher I, Hackney AC, et al. Effects of HIIT training and HIIT combined with circuit resistance training on measures of physical fitness,

miRNA expression, and metabolic risk factors in overweight/obese middle-aged women. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 2024 [cited 2025 May 13];16(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38812051/>

32. Kazemi SS, Heidarianpour A, Shokri E. Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Lipids Health Dis* [Internet]. 2023 [cited 2025 May 13];22(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37858156/>

33. Reljic D, Dieterich W, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. “HIIT the Inflammation”: Comparative Effects of Low-Volume Interval Training and Resistance Exercises on Inflammatory Indices in Obese Metabolic Syndrome Patients Undergoing Caloric Restriction. *Nutrients* [Internet]. 2022 [cited 2025 Apr 29];14(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35631137/>

34. Mendelson M, Chacaroun S, Baillieul S, Doutreleau S, Guinot M, Wuyam B, et al. Effects of high intensity interval training on sustained reduction in cardiometabolic risk associated with overweight/obesity. A randomized trial. *J Exerc Sci Fit* [Internet]. 2022 [cited 2025 May 13];20(2):172–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35401768/>

35. De Matos DiG, De Almeida-Neto PF, Moreira OC, De Souza RF, Tinoco Cabral BGDA, Chilibeck P, et al. Two Weekly Sessions of High-Intensity Interval Training Improve Metabolic Syndrome and Hypertriglyceridemic Waist Phenotype in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Metab Syndr Relat Disord* [Internet]. 2021 [cited 2025 May 13];19(6):332–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33761288/>

36. Reljic D, Frenk F, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Effects of very low volume high intensity versus moderate intensity interval training in obese metabolic syndrome patients: a randomized controlled study. *Sci Rep* [Internet]. 2021 [cited 2025 Apr 29];11(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33531522/>

37. Von Korn P, Keating S, Mueller S, Haller B, Kraenkel N, Dinges S, et al. The Effect of Exercise Intensity and Volume on Metabolic Phenotype in Patients with Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Metab Syndr Relat Disord* [Internet]. 2021 [cited 2025 May 13];19(2):107–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33232639/>

38. Ramos JS, Dalleck LC, Fennell M, Martini A, Welmans T, Stennett R, et al. Exercise Training Intensity and the Fitness-Fatness Index in Adults with Metabolic Syndrome: A

Randomized Trial. *Sports Med Open* [Internet]. 2021 [cited 2025 May 13];7(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34951682/>

39. Jo EA, Cho KI, Park JJ, Im DS, Choi JH, Kim BJ. Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Epicardial Fat Thickness and Endothelial Function in Hypertensive Metabolic Syndrome. *Metab Syndr Relat Disord* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 13];18(2):96–102. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31928506/>

40. So R, Matsuo T. Effects of using high-intensity interval training and calorie restriction in different orders on metabolic syndrome: A randomized controlled trial. *Nutrition* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 13];75–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32279030/>

41. Ramos JS, Dalleck LC, Stennett RC, Mielke GI, Keating SE, Murray L, et al. Effect of different volumes of interval training and continuous exercise on interleukin-22 in adults with metabolic syndrome: A randomized trial. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* [Internet]. 2020 [cited 2025 Apr 29];13:2443–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32765023/>

42. Da Silva MAR, Baptista LC, Neves RS, De França E, Loureiro H, Lira FS, et al. The Effects of Concurrent Training Combining Both Resistance Exercise and High-Intensity Interval Training or Moderate-Intensity Continuous Training on Metabolic Syndrome. *Front Physiol* [Internet]. 2020 [cited 2025 Apr 29];11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32595518/>

43. Ramos JS, Dalleck LC, Keith CE, Fennell M, Lee Z, Drummond C, et al. Optimizing the interaction of exercise volume and metformin to induce a clinically significant reduction in metabolic syndrome severity: A randomised trial. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 13];17(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32456272/>

44. Taylor JL, Holland DJ, Mielke GI, Bailey TG, Johnson NA, Leveritt MD, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Visceral and Liver Fat in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Obesity* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 13];28(7):1245–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32475048/>

45. Lee AS, Johnson NA, McGill MJ, Overland J, Luo C, Baker CJ, et al. Effect of high-intensity interval training on glycemic control in adults with type 1 diabetes and overweight or obesity:

- A randomized controlled trial with partial crossover. *Diabetes Care* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 13];43(9):2281–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32647051/>
46. Reljic D, Frenk F, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Low-volume high-intensity interval training improves cardiometabolic health, work ability and well-being in severely obese individuals: a randomized-controlled trial sub-study. *J Transl Med* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 13];18(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33160382/>
47. Byrd BR, Keith J, Keeling SM, Weatherwax RM, Nolan PB, Ramos JS, et al. Personalized moderate-intensity exercise training combined with high-intensity interval training enhances training responsiveness. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2019 [cited 2025 May 18];16(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31200443/>
48. Ramírez-Vélez R, Tordecilla-Sanders A, Téllez-T LA, Camelo-Prieto D, Hernández-Quíñonez PA, Correa-Bautista JE, et al. Similar cardiometabolic effects of high- and moderate-intensity training among apparently healthy inactive adults: A randomized clinical trial. *J Transl Med* [Internet]. 2017 [cited 2025 May 13];15(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28558739/>
49. Ramos JS, Dalleck LC, Borrani F, Beetham KS, Mielke GI, Dias KA, et al. High-intensity interval training and cardiac autonomic control in individuals with metabolic syndrome: A randomised trial. *Int J Cardiol* [Internet]. 2017 [cited 2025 May 19];245:245–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28747269/>

ANEXOS

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no ☐ sí ☐	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no ☐ sí ☐	donde:
3. La asignación fue oculta	no ☐ sí ☐	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no ☐ sí ☐	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no ☐ sí ☐	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no ☐ sí ☐	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no ☐ sí ☐	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no ☐ sí ☐	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no ☐ sí ☐	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no ☐ sí ☐	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no ☐ sí ☐	donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) 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.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Figura 2. Escala de PEDro Español. *

* **Tomado de:** *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. (2016). Available from: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>