

Maestría en

**NUTRICIÓN Y DIETÉTICA MENCIÓN EN ENFERMEDADES
METABÓLICAS, OBESIDAD Y DIABETES**

**Tesis previa a la obtención de título de
Magíster en Nutrición y Dietética con mención en
enfermedades metabólicas, obesidad y diabetes**

AUTOR: Hilda Janely Zura Sánchez

TUTOR: Mgtr. Karina Pazmiño

**Efectos del ejercicio combinado: aeróbico y de fuerza sobre
síndrome metabólico en adultos. Revisión bibliográfica**

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Hilda Janely Zura Sánchez declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

Hilda Janely Zura Sánchez

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo Karina Alexandra Pazmiño Estévez certifico que conozco a la autora del presente trabajo de titulación **“Efectos del ejercicio combinado: aeróbico y de fuerza sobre síndrome metabólico en adultos. Revisión bibliográfica”**, Hilda Janelly Zura Sánchez siendo la responsable exclusiva tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

.....

Mg. MSc. Karina Pazmiño

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para continuar adelante y alcanzar una meta que en algún momento parecía distante.

A mis padres, por ser mi ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia. Por enseñarme que cada logro requiere sacrificio y que nunca debemos dejar de luchar por nuestros sueños. Gracias por su amor, confianza y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi familia, por acompañarme durante este proceso, por comprender mis ausencias, mis momentos de cansancio y por brindarme siempre palabras de aliento cuando más las necesitaba.

Me dedico también este logro a mí misma, por no rendirme, por superar cada desafío y por haber tenido la valentía de continuar aun en los momentos más difíciles. Este trabajo representa no solo la culminación de una etapa académica, sino también el resultado de mi esfuerzo, disciplina y perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios por guiar cada uno de mis pasos, por cada bendición en mi vida, por darme la fuerza y perseverancia para superar cada prueba, a toda mi familia, y quienes me motivaron día a día con una palabra de aliento para continuar.

A mis padres por apoyarme incondicionalmente en mi formación académica y en todas las etapas de mi vida, por enseñarme a nunca rendirme ante las adversidades de la vida, en especial agradezco de manera infinita a mi madre por todos los esfuerzos y sacrificios, gracias por siempre ser el pilar fundamental en mi vida y siempre creer en mí, mis más sinceros agradecimientos.

Finalmente agradezco a mi tutora quien ha sido la que me ha acompañado y dirigido de la mejor manera para obtener la excelencia en la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE GENERAL	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras.....	7
LISTADO DE ABREVIATURAS	8
Resumen.....	10
Abstract	11
Introducción.....	12
Justificación	13
Marco teórico.....	15
Síndrome metabólico.....	15
Etiología y factores de riesgo	15
Epidemiología.....	23
Fisiopatología	24
Tratamiento.....	25
Componentes de la dieta y síndrome metabólico: evidencia científica	26
Ejercicio combinado (aeróbico + fuerza)	51
Planteamiento del problema	55
Pregunta de la investigación	58
Objetivo general	59
Objetivos específicos.....	59
Hipótesis.....	59

Metodología	60
Enfoque, tipo y diseño de la investigación.....	60
Estrategía de búsqueda	60
Aspectos éticos de la investigación	61
Criterios de inclusión.....	61
Criterios de exclusión	61
Resultados	65
Respuestas a los objetivos planteados.....	77
Objetivo 1: Identificar cuáles son los efectos del ejercicio: combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico.	77
Objetivo 2: Analizar mediante la bibliografía, cuáles son los componentes del síndrome metabólico son más susceptibles de mejora con intervención de ejercicio combinado.	81
Objetivo 3: Examinar mediante la evidencia científica el impacto en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular asociados con el síndrome metabólico.	83
Objetivo 4: Sintetizar la evidencia científica existente sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en la reducción de la glucemia y la mejora de la sensibilidad a la insulina.	85
Discusión.....	87
Conclusiones	94
Recomendaciones	96
Bibliografía	97

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios diagnósticos del síndrome metabólico según ATP III e IDF	16
Tabla 2 Clasificaciones de la presión arterial	18
Tabla 3 Etiología de la resistencia a la insulina	19
Tabla 4 Criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico	21
Tabla 5 Estrategias dietéticas y posibles beneficios para la salud en el síndrome metabólico.....	35
Tabla 6 Recomendaciones de actividad física en la prevención de enfermedades cardiovasculares.....	50
Tabla 7. Impacto del ejercicio físico sobre síndrome metabólico.	53
Tabla 8 Resumen de los artículos seleccionados.....	66
Tabla 9 Efectos del ejercicio: combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico... ..	77
Tabla 10 Componentes del síndrome metabólico más susceptibles de mejora con intervención de ejercicio combinado.	81
Tabla 11 Impacto en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular asociados con el síndrome metabólico.	83
Tabla 12 Reducción de la glucemia y la mejora de la sensibilidad a la insulina.....	85

Índice de figuras

Figura1. Diagrama PRISMA	62
--------------------------------	----

LISTADO DE ABREVIATURAS

ACC/AHA- American College of Cardiology / American Heart Association

AGL- Ácidos grasos libres

AG-Ácidos grasos

ATP-Adenosín trifosfato

ATP III- - Panel de Tratamiento para Adultos III

AOVE- Aceite de oliva virgen extra

AT- Entrenamiento aeróbico

Ca- Calcio

CH- Carbohidratos

CV- Cardiovascular

DASH- Dietary Approaches to Stop Hypertension

DLP- Dislipidemia o dislipoproteinemia

EC- Enfermedad cardiovascular

ENT- Enfermedades no transmisibles

HbA1c- Hemoglobina glucosilada

HDL- Lipoproteínas de alta densidad

HDL-C- Colesterol de lipoproteínas de alta densidad

HIIT- High-Intensity Interval Training (Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad)

HIC- Hiperinsulinemia compensatoria

INEC- Instituto Nacional de Estadística y Censos

IDF -Federación Internacional de Diabetes

LDL- Lipoproteínas de baja densidad

LDL-C- Colesterol de lipoproteínas de baja densidad

MedDiet- Dieta mediterránea

MET- Equivalente metabólico

MetS- Síndrome metabólico

SM- Síndrome metabólico

Mg- Magnesio

MU- Ácidos grasos monoinsaturados

MUFA- Ácidos grasos monoinsaturados

NHANES- National Health and Nutrition Examination Survey

OMS- Organización Mundial de la Salud

PAD- Presión arterial diastólica

PAS- Presión arterial sistólica

PUFA- Ácidos grasos poliinsaturados

RT- Entrenamiento de resistencia

SM- Síndrome metabólico

TAD- Tensión arterial diastólica

TAS- Tensión arterial sistólica

TG- Triglicéridos

UNESCO- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

VO₂máx- Consumo máximo de oxígeno

VLDL-C- Colesterol de lipoproteínas de muy baja densidad

Resumen

El síndrome metabólico constituye un conjunto de alteraciones metabólicas y cardiovasculares que incrementan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2. Entre las estrategias no farmacológicas para su manejo se encuentra el ejercicio combinado, que integra entrenamiento aeróbico y de fuerza. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del ejercicio combinado sobre el síndrome metabólico en adultos, identificando los componentes más susceptibles de mejora y su impacto sobre la presión arterial, factores de riesgo cardiovascular, glucemia y resistencia a la insulina. Se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica mediante una estrategia de búsqueda estructurada en bases de datos como Google Scholar, Scielo, Scopus y Pubmed. Se incluyeron estudios publicados entre 2020 y 2026, realizados en adultos de 18 a 64 años con síndrome metabólico o que cumplieran criterios diagnósticos internacionalmente aceptados, y que aplicaran programas de ejercicio aeróbico y de fuerza. Finalmente, se seleccionaron siete estudios para el análisis. Los resultados evidenciaron efectos favorables principalmente sobre la presión arterial, el perfil lipídico y la resistencia a la insulina, con reducciones significativas del HOMA-IR y de la presión arterial sistólica y diastólica. Asimismo, se observaron disminuciones de triglicéridos, colesterol total y LDL, acompañadas de incrementos del HDL en algunos estudios. La glucemia en ayunas y la circunferencia de cintura también mostraron respuestas favorables, aunque con mayor variabilidad. Se concluye que el ejercicio combinado puede contribuir al mejoramiento de diferentes componentes del síndrome metabólico, particularmente la resistencia a la insulina, presión arterial y perfil lipídico. Sin embargo, la magnitud y consistencia de los efectos variaron según las características de los participantes y de los programas de entrenamiento. Se recomienda incorporar el ejercicio combinado como estrategia no farmacológica para el manejo del síndrome metabólico y promover investigaciones con protocolos de entrenamiento estandarizados.

Palabras clave: síndrome metabólico; ejercicio combinado; ejercicio aeróbico; entrenamiento de fuerza; resistencia a la insulina; glucemia; presión arterial.

Abstract

Metabolic syndrome is a cluster of metabolic and cardiovascular abnormalities that increases the risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. Among the non-pharmacological strategies for its management is combined exercise, which integrates aerobic and strength training. The objective of this study was to analyze the effects of combined exercise on metabolic syndrome in adults, identifying the components most susceptible to improvement and its impact on blood pressure, cardiovascular risk factors, blood glucose levels, and insulin resistance. A literature review was conducted using a structured search strategy in databases including PubMed, Scopus, Google Scholar, SciELO, Redalyc, and Dialnet. Studies published between 2020 and 2026 involving adults aged 18 to 64 years with metabolic syndrome or who met internationally accepted diagnostic criteria, and that implemented combined aerobic and strength exercise programs, were included. Seven studies were ultimately selected for analysis. The results showed favorable effects primarily on blood pressure, lipid profile, and insulin resistance, with significant reductions in HOMA-IR and systolic and diastolic blood pressure. Decreases in triglycerides, total cholesterol, and LDL cholesterol were also observed, accompanied by increases in HDL cholesterol in some studies. Fasting blood glucose and waist circumference also showed favorable responses, although with greater variability. It is concluded that combined exercise can contribute to improving different components of metabolic syndrome, particularly insulin resistance, blood pressure, and lipid profile. However, the magnitude and consistency of the effects varied according to participants' characteristics and the training programs implemented. Combined exercise is recommended as a non-pharmacological strategy for the management of metabolic syndrome, and further research using standardized training protocols is encouraged.

Keywords: metabolic syndrome; combined exercise; aerobic exercise; strength training; insulin resistance; fasting blood glucose; blood pressure.

Introducción

El síndrome metabólico es un conjunto de trastornos interrelacionados que aumentan de forma significativa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, y diabetes mellitus tipo II. (Swarup, Ahmed, Grigorova, & ., Síndrome metabólico, 2024) Sus componentes principales suelen ser la obesidad central, la resistencia a la insulina, la hipertensión y la dislipidemia aterogénica caracterizada por elevación de triglicéridos y descenso de colesterol HDL. (Villarreal, Quispe, Arreaga, & Alvarado, 2025).

La creciente prevalencia a nivel mundial del síndrome metabólico lo convierte en una prioridad en salud pública. En el contexto latinoamericano, y específicamente en Ecuador, donde se ha observado un aumento significativo en los factores de riesgo metabólicos, vinculados a estilos de vida sedentarios, dietas poco saludables y cambios en los patrones sociodemográficos.

La actividad física es una estrategia no farmacológica fundamental para la prevención y manejo del síndrome metabólico. En varios estudios se destaca el impacto que tiene el ejercicio para mejorar parámetros cardiometabólicos y la composición corporal (Ye Zhou, 2022). Tradicionalmente, se ha estudiado de forma independiente el ejercicio aeróbico y el entrenamiento de fuerza, cada uno con beneficios específicos: el primero mejora la capacidad cardiorrespiratoria y los perfiles lipídicos, mientras que el segundo se centra en aumentar la masa muscular y mejorar la sensibilidad a la insulina. A hora bien, se propone que la combinación de ambos tipos de ejercicios puede tener un mayor impacto y un mejor abordaje integral para el control del síndrome metabólico. (Qilong Zhang, 2025)

En este marco, en el presente estudio se realizará una revisión bibliográfica que tiene como objetivo analizar investigaciones actualizadas sobre los efectos del ejercicio combinado: aeróbico y de fuerza sobre síndrome metabólico en adultos. Para ello, se considerará la intensidad, frecuencia y duración del ejercicio, a través de la recopilación y análisis de estudios científicos relevantes publicados en los últimos años. Mediante diversas plataformas y fuentes como revistas científicas, sitios web de instituciones de salud.

Justificación

El síndrome metabólico representa uno de los principales desafíos para la salud pública debido a su elevada prevalencia y a su estrecha relación con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad renal crónica y mortalidad prematura. La creciente prevalencia de obesidad y de otros factores de riesgo metabólico ha generado la necesidad de fortalecer estrategias de prevención y manejo que contribuyan a disminuir la progresión y las consecuencias asociadas con esta condición (Organización Mundial de la Salud , 2021).

En los últimos años, se ha observado un aumento significativo en la prevalencia del síndrome metabólico a nivel mundial. La OMS ha informado que la incidencia de ese trastorno oscila entre 28 personas por cada 1000 personas-año y más de 70 por cada 1000 personas-año en diferentes regiones del mundo. Esta condición, caracterizada por hipertensión arterial, obesidad central, resistencia a la insulina, dislipidemia e hiperglicemia, han evolucionado hasta convertirse en un problema de salud pública global a causa de su alta prevalencia y su asociación con enfermedades crónicas de gran impacto como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. (Organización Mundial de la Salud , 2021).

En particular, en Ecuador la situación es alarmante, según el World Obesity Atlas 2025, se proyecta que para el año 2025, el 30% de los adultos ecuatorianos tendrán obesidad, y el 71% presentará un índice de masa corporal (IMC) elevado. Además, se estima que para 2030, Ecuador contará con casi 10 millones de personas con IMC alto (superior a 25 kg/m²), lo que incrementa significativamente el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles ENT, como la diabetes tipo II, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, accidentes cerebrovasculares y diversos tipos de cáncer. (WORLD OBESITY ATLAS , 2025). Estos datos evidencian la necesidad de fortalecer estrategias preventivas y terapéuticas dirigidas a los factores de riesgo modificables relacionados con el síndrome metabólico.

Dentro de estas estrategias, el ejercicio físico constituye una intervención relevante, debido a su relación con diferentes componentes metabólicos y cardiovasculares. Tanto el ejercicio aeróbico como el entrenamiento de fuerza han sido estudiados de manera individual; sin embargo,

la combinación de ambas modalidades, denominada ejercicio combinado o entrenamiento concurrente, ha adquirido interés debido a que integra estímulos dirigidos a diferentes componentes de la condición física y puede asociarse con modificaciones en variables como la composición corporal, presión arterial, perfil lipídico y metabolismo de la glucosa.

Sin embargo, persiste un vacío de conocimiento relacionado con la efectividad y magnitud de los efectos asociados específicamente con los programas que combinan ejercicio aeróbico y de fuerza en adultos con síndrome metabólico. Por ello es fundamental profundizar en la revisión y actualización científica sobre el efecto del ejercicio combinado: aeróbico y de fuerza sobre síndrome metabólico en adultos. Debido a que una revisión bibliográfica permitirá sistematizar y analizar críticamente la literatura científica disponible, identificar brechas de conocimiento y orientar futuras investigaciones y recomendaciones prácticas para profesionales de la salud. Esto es especialmente relevante para diseñar estrategias de intervención más eficaces que puedan reducir la carga de este trastorno, mejorar la calidad de vida de los adultos y disminuir los costos asociados al tratamiento del síndrome metabólico a nivel del país.

Marco teórico

Síndrome metabólico

El síndrome metabólico es un trastorno complejo o afección fisiopatológica asintomática que se caracteriza por un conjunto de anomalías como obesidad central, hipertensión arterial, resistencia a la insulina, dislipidemia e hiperglucemia, aumentando el riesgo de desarrollar de enfermedades cardiovasculares ateroscleróticas y diabetes mellitus tipo II. (Organización Mundial de la Salud , 2021)

Los criterios diagnósticos del síndrome metabólico requieren la presencia de 3 o más anomalías metabólicas:

- Perímetro abdominal mujeres >88 cm y hombres (hispanos) >94 cm
- Nivel de triglicéridos séricos de 150 mg/dL o superior
- Colesterol de lipoproteínas de alta densidad reducido, menos de 40 mg/dL en hombres o menos de 50 mg/dL en mujeres
- Glucemia en ayunas elevada de 100 mg/dL o más
- Valores de presión arterial sistólica de 130 mm Hg o superior o diastólica de 85 mm Hg o superior (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome metabólico, 2024)

Etiología y factores de riesgo

La etiología del síndrome metabólico no se conoce con exactitud ya que es multifactorial, se puede señalar algunos factores propuestos donde se incluye la predisposición genética, factores ambientales, estilos de vida como la obesidad, la falta de actividad física y hábitos de alimentación inadecuados o poco saludables. Entre las causas principales se puede señalar es la acumulación de tejido graso en la parte abdominal, también conocida como obesidad centripeta, lo que desarrolla resistencia a la insulina (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome metabólico, 2024).

Otros autores también señalan como causas a parte de la obesidad abdominal y resistencia a la insulina también la dislipidemia y la hipertensión arterial sistémica. (María Peinado Martínez, 2021)

Tabla 1.

Criterios diagnósticos del síndrome metabólico según ATP III e IDF

Parámetros	NCEP ATP III revisado	Federación Internacional de Diabetes
Definición	Cualquiera de las siguientes 5 características	Aumento de la circunferencia de la cintura
Circunferencia de cintura elevada	≥ 102 cm en hombres	Hombres ≥ 90 cm, Mujeres ≥ 80 cm
	≥ 88 cm en mujeres	junto con cualquiera de las 2 siguientes características
Triglicéridos	$\geq 1,7$ mmol/l o tratamiento con TG	
HDL-C	Hombres $< 1,03$ mmol/l o mujeres $< 1,29$ mmol/l o tratamiento con HDL-C	
Presión arterial	Sistólica ≥ 130 mmHg o Diastólica ≥ 85 mmHg o tratamiento de hipertensión o hipertensión previamente diagnosticada	
Glucemia en ayunas	$\geq 5,6$ mmol/l o tratamiento para glucosa elevada o diabetes tipo 2 previamente diagnosticada	

Nota. Los criterios diagnósticos del síndrome metabólico se presentan de acuerdo con la definición revisada del National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III) y la International Diabetes Federation (IDF), según lo descrito por Saif-Ali et al. (2020).

Obesidad abdominal

La obesidad abdominal se define como la acumulación de la masa grasa en el área abdominal, es el componente principal del síndrome metabólico, que provoca resistencia a la insulina, hipertensión y dislipidemia. Además, este factor se caracteriza por el aumento y acumulo

de grasa a nivel visceral, especialmente en el hígado, músculo y páncreas (Emmanuella Magriplis, 2019). Asimismo, se vincula directamente con la insulino resistencia, a causa de una reducción de la lipasa lipoproteína, aumento de la lipasa hepática y disminución de la actividad de la insulina en el proceso de lipólisis (María Peinado Martínez, 2021). Este factor se caracteriza por una circunferencia de cintura >88 cm en la mujer y >102 cm en hombres, según la definición ATP III modificada (Lin Zhu, 2020).

Dislipidemia

Las dislipidemias también llamadas como dislipoproteinemias (DLP) se refiere a niveles anormales de lípidos en el torrente sanguíneo, lo que representa un factor de riesgo significativo para las enfermedades cardiovasculares (CV). (Pappan, Awosika, & ., 2024). Este factor está relacionado con la impericia de la insulina para inhibir la lipólisis a nivel del tejido adiposo, provocando un incremento de ácidos grasos libres (AGL) y un mayor aporte en el hígado. (María Peinado Martínez, 2021). El descontrol de estos niveles lipídicos sea por predisposiciones genéticas o inadecuado estilo de vida puede producir arterosclerosis del perfil lipídico. Para el diagnostico se realiza mediante un análisis de sangre en el cual se mide diferentes niveles de lípidos (Pappan, Awosika, & ., 2024).

Hipertensión arterial

La hipertensión arterial se define como valores superiores de ≥ 140 mmHg TAS y/o ≥ 90 mmHg TAD (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2019), esta es una enfermedad crónica de etiología multifactorial que se caracteriza por un aumento de la presión en el interior de los vasos sanguíneos (arterias). El riesgo de desarrollar hipertensión puede aumentar en estos casos con la edad avanzada, causas genéticas, sobrepeso u obesidad, falta de actividad física, consumir alimentos con mucha sal y beber demasiado alcohol. (Organizacion Mundial de la Salud, 2023)

También, incrementa el riesgo de morbilidad favoreciéndose el desarrollando enfermedades cardiovasculares (insuficiencia cardíaca, ictus, infarto de miocardio), daño renal (neuropatía hipertensiva) y el corazón (cardiopatía hipertensiva) retina (retinopatía hipertensiva). Además, la conexión entre la hipertensión la resistencia a la insulina puede darse debido a los

efectos de la hiperinsulinemia compensatorio (HIC) que eleva la reabsorción de sodio y del agua en el túbulo proximal renal (María Peinado Martínez, 2021).

Tabla 2

Clasificaciones de la presión arterial

Clasificación de la presión arterial	PAS (mm Hg)	PAD (mm Hg)	Categorías de hipertensión ACC/AHA	PAS (mm Hg)	PAD (mm Hg)
Normal	<120	y <80	Normal	<120	y <80
Prehipertensión	120-139	o 80-89	Elevado	120-129	y <80
HTA en etapa 1	140-159	o 90-99	HTA en etapa 1	130-139	o 80-89
HTA en etapa 2	≥160	o ≥100	HTA en etapa 2	≥140	≥90

Nota; Adaptado de Detección de hipertensión en adultos: una revisión sistemática actualizada de la evidencia par el grupo de Trabajo de Servicios Preventivos de EE. UU Dislipidemia, POR Guirguis-Blake JM,2021

Resistencia a la insulina

La resistencia a la insulina es un trastorno metabólico caracterizado por una respuesta reducida de los tejidos diana a la acción de esta hormona, afectando principalmente al hígado, el musculo esquelético y el tejido adiposo. Como consecuencia, disminuye la captación y utilización de la glucosa por las células, lo que induce a las células β pancreáticas a incrementar la secreción de insulina como mecanismo compensatorio, originando un estado de hiperinsulinemia. Este proceso favorece el desarrollo de diversas alteraciones metabólicas, entre ellas hiperglucemia, hipertensión arterial, dislipidemia, hiperuricemia, aumento de marcadores inflamatorios, disfunción endotelial y un estado protrombótico. Si la resistencia a la insulina persiste y la capacidad compensatoria de las células β se deteriora, aumenta significativamente el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (DM2), considerando una de sus principales consecuencias clínicas (Freeman, Acevedo, & Pennings, 2023)

Tabla 3

Etiología de la resistencia a la insulina

Etiologías
1. Exceso de tejido adiposo disfuncional
2. Envejecimiento
3. Inactividad física
4. Desbalance nutricional
5. Fármacos (glucocorticoides, anti-adrenérgicos, inhibidores de proteasa, antipsicóticos atípicos, insulina exógena).
6. Dietas altas en sodio
7. Toxicidad por glucosa
8. Lipotoxicidad por exceso de ácidos grasos circulantes
Genética
1. Distrofia miotónica
2. Ataxia-telangiectasia
3. Síndrome de Alstom
4. Síndrome de Rabson-Mendenhall
5. Síndrome de Werner
6. Lipodistrofia
7. Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP)
8. Resistencia a insulina tipo A
9. Resistencia a insulina tipo B

Nota. Tomado de Resistencia a Insulina: Revisión de literatura, por Edgardo Santos Lozano, 2022, Revista Médica Hondureña,90.

Hiperglucemia.

La hiperglucemia es una alteración metabólica caracterizada por el incremento de la concentración de glucosa en la sangre por encima de los valores normales. Esta condición puede

ocasionar síntomas como fatiga, debilidad y malestar general, además de favorecer el desarrollo de complicaciones cuando no se controla adecuadamente.

De acuerdo con su evolución, la hiperglucemia puede clasificarse en dos tipos: la hiperglucemia aguda se presenta cuando los niveles de glucosa aumentan de manera rápida en un periodo corto, que puede abarcar días o semanas. En cambio, la hiperglucemia crónica se desarrolla de forma gradual y persistente durante un tiempo prolongado, manteniendo elevadas las concentraciones de glucosa en sangre.

Entre las principales causas de la hiperglucemia se encuentra la producción insuficiente de insulina por parte del páncreas o la incapacidad del organismo para utilizar eficazmente esta hormona fenómeno conocido como resistencia a la insulina. Dado que la insulina facilita el transporte de la glucosa desde el torrente sanguíneo hacia las células para su utilización como fuente de energía, cualquier alteración en su producción o acción provoca la acumulación de glucosa en la sangre, dando lugar a hiperglucemia (Memorial Sloan Kettering Cancer Center , 2023).

Criterios diagnósticos del Síndrome Metabólico según varias organizaciones.

Para establecer los criterios para el diagnóstico del síndrome metabólico, se revisaron y compararon los concesos propuestos por diferentes organizaciones científicas internacionales. Esta comparación resulta necesaria debido a las diferencias existentes entre las definiciones y a las limitaciones metodológicas que dificultan la homogeneidad y comparabilidad de los estudios. En este análisis se consideran los principales componentes diagnósticos incluidos en cada consenso, entre ellos la obesidad abdominal, la glucemia los niveles de triglicéridos, el colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL), la presión arterial y la resistencia a la insulina. Entre las organizaciones cuyas guías fueron evaluadas se encuentran la Organización Mundial de la Salud (OMS), el National Cholesterol Education Program (NCEP) mediante el Adult Treatment Panel III (ATP III), el American College of Endocrinology (ACE) junto con la American Association of Clinical Endocrinologists (AACE), el European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR)

y la International Diabetes Federation (IDF), cuyos criterios han servido como referencia para el diagnóstico del síndrome metabólico en diferentes poblaciones (Laura X. Ramírez-López, 2021)

Tabla 4

Criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico

CRITERIO	IDF	ATPIII/ (NCEP)	OMS	EGIR	AHA/NHL BI	ALAD
CC*	Perímetro de cintura: > 90 cm en hombres y > 80 cm en mujeres (para Asia y Latinoamérica)	Circunferencia de cintura: 102 cm en hombres, 88 cm en mujeres	Relación cintura/cadera (RCC) > 0.90 en hombres; > 0.85 en mujeres o índice de masa corporal > 30 kg/m ²	Circunferencia de cintura ≥ 94 cm en hombres y ≥ 80 cm en mujeres	Circunferencia de cintura: ≥ 102 cm en hombres ≥ 88 cm en mujeres	Perímetro de cintura: > 94 cm en hombres y > 88 cm en mujeres.
TGC*	>150 mg/dl (o en tratamiento con hipolipemiente específico)	=150 mg/dl	Aumento de los triglicéridos plasmáticos (> 150 mg/dl) o HDL colesterol bajo (< 35 mg/dl en hombres y < 40 mg/dl en mujeres)	Triglicéridos > 150 mg/dl	≥150 mg/dl	> 150 mg/dl (o en tratamiento o hipolipemiente)
C-HDL*	< 40 mg/dl en hombres o < 50 mg/dl en mujeres (o en tratamiento)	< 40 mg/dl en hombres o < 50 mg/dl en mujeres.	N/A	HDL-C < 39 mg/dl en ambos sexos	< 40 mg/dl en hombres o < 50	< 40 mg/dl en hombres o < 50

	con efecto sobre cHDL)				mg/dl en mujeres	mg/dl en mujeres (o en tratamient o con efecto sobre cHDL)
PA*	PAS>130 mm Hg y/o PAD>85 mm Hg o en tratamiento hipertensivo.	PAS>130 mm Hg y/o PAD >85 mm Hg	Aumento de la tensión arterial (>140/90 mm Hg) o medicación antihipertensiv a	PA $\geq$ 140/90 mm Hg o con tratamiento antihipertensi vo	PAS > 130 mm Hg y/o PAD > 85 mm Hg	PAS>130 mm Hg y/o PAD > 85 mm Hg o en tratamient o hipertensi vo.
GA*	Glicemia en ayunas >100 mg/dl o DM2 diagnosticada previamente	Glicemia en ayunas >110 mg/dl	Dos horas postcarga de glucosa > 140 mg/dl. Glucemia plasmática en ayunas > 110 mg/dl o 2 horas postcarga de glucosa > 200 mg/dl	glucosa en ayunas $\geq$ 110 mg/dl	Glicemia en ayunas > 100 mg/dl o	Glicemia anormal en ayunas intoleranc ias a la glucosa, o diabetes
Dx	Obesidad abdominal más 2 de los 4 restantes	3 o más de cualquiera de los criterios	3 o más de cualquiera de los criterios	N/A	3 o más criterios	Obesidad abdomina l más 2 de los 4 restantes

MAL	N/A	N/A	Excreción urinaria de albúmina > 20 µg/min o relación albúmina: creatinina > 30 mg/g	N/A	N/A	N/A
-----	-----	-----	---	-----	-----	-----

ALAD: Asociación Latinoamericana de Diabetes; CC: circunferencia de cintura; C-HDL: colesterol de alta densidad; Dx: diagnóstico; EGIR: European Group for the Study of Insulin Resistance; GA: glucosa en ayuno; IDF: Federación internacional de diabetes; MAL: microalbuminuria; NCEP: National Cholesterol Education Program; NHLBI: National Heart, Lung and Blood Institute; OMS: Organización Mundial de la Salud; PA: presión arterial; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica; Panel III (ATP III): National Cholesterol Education Program Adult Treatment; TGC: triglicéridos.

Nota. Reproducido de Síndrome metabólico: una revisión de criterios internacionales, por L. X. Ramírez-López, A. M. Aguilera, C. M. Rubio y Á. M. Aguilar-Mateus, 2021, *Revista Colombiana de Cardiología*, 28(1), 60–66.

Epidemiología

Según datos de la OMS el síndrome metabólico se encuentra entre los principales problemas de salud a nivel mundial ya que la prevalencia de este trastorno ha aumentado en los últimos años ubicándose en torno al 25 % a nivel mundial. Su incidencia esta entre 28 personas por cada 1000 personas-año y más de 70 por cada 1000 personas-año en diferentes partes del mundo. Es alarmante en la forma que el síndrome metabólico ha aumentado en las últimas décadas, en equivalente al aumento mundial de las tasas de obesidad, afectando actualmente a más de una quinta parte de los estadounidenses y europeos. Si la proclividad actual en obesidad y diabetes tipo 2 se mantiene sin cambios, la incidencia del síndrome metabólico aumentara sobre todo en países en vías de desarrollo. (Organizacion Mundial de la Salud , 2021).

En una Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHNES), refiere que la prevalencia del síndrome metabólicos en adultos aumento del 25,3 % al 34,2 % en 2012 en Estados

Unidos (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome metabólico, 2024). A nivel de América latina la prevalencia del síndrome metabólico ha tenido un aumento significativo en los últimos años, sobre todo en la hipertensión arterial, con tasas que varían entre el 25 y el 45% (Hillary Raquel García Delgado, 2024).

En Ecuador, el 63,6 % de la población adulta presentan sobrepeso y la obesidad. La mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad es en mujeres con el 67,4% mientras en hombres es de 59,7%. Resaltando que 8 de cada 10 mujeres de 45 a 69 años presentan sobrepeso y obesidad. (Ministerio de Salud Pública , 2018) . Según el informe del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), las principales causas de mortalidad en general en el 2016 fueron la Enfermedades Cardíacas con el 7%, la diabetes mellitus con el 6,5%, enfermedad cerebro vascular con el 5,3%; todas ellas relacionadas con el síndrome metabólico (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2023)

Fisiopatología

La fisiopatología del síndrome metabólico engloba algunos mecanismos complejos que aún no se han aclarado por completo, por lo cual se sigue estudiando ampliamente en las últimas décadas (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome metabólico, 2024).

El síndrome metabólico es el resultado de una condición clínica multifactorial, debido a variantes genéticas, mecanismos epigenéticos y factores ambientales como el sedentarismo y una alimentación inadecuada que se han identificado como contribuyentes principales al desarrollo del SM. Por otro lado, el tejido adiposo es el principal desencadenante para activar la mayoría de las vías del síndrome metabólico. Además, en otros estudios resalta que la disfunción del tejido adiposo, la inflamación crónica y la resistencia a la insulina, son los componentes básicos de esta patogénesis (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome metabólico, 2024). Este último componente induce al aumento de la insulina basal e hiperglicemia, desarrollando un exceso de ácidos grasos libres (AGL) circulantes, que proceden de las reservas de triglicéridos del tejido adiposo sometido a la lipasa dependiente del monofosfato de adenosina cíclica o también de la lipólisis de lipoproteínas ricas en triglicéridos en tejido lipoproteinlipasa (Juan Enciso-Higueras1, 2022).

Además, los ácidos grasos libres suponen un exceso de sustrato para los tejidos sensibles a la insulina y provocan una alteración en la secreción de la insulina y la señalización lo que provoca alteración en el metabolismo de la glucosa, cardiotoxicidad, deposición de grasa e inflamación crónica, que son rasgos particulares del síndrome metabólico (Juan Enciso-Higueras¹, 2022).

Mientras tanto la obesidad visceral, se relaciona con una resistencia insulínica más marcada y una concentración mayor de lipoproteínas de baja densidad y de muy baja densidad (Floristán, 2021). Tanto la resistencia a la insulina como los ácidos grasos libres desarrollan un papel importante en la patogénesis del estado proinflamatorio, inflamación crónica y de la hipertensión. Esta última está parcialmente mediado por la disfunción endotelial provocada por sustancias producidas por el flujo de ácidos grasos libres, la activación del sistema nervioso simpático inducida por la hiperinsulinemia, efectos de las citoquinas secretadas por el tejido adiposo y enzimas productoras de óxido nítrico (Floristán, 2021). La hipertensión y los efectos de la disfunción endotelial y la dislipidemia debidos al síndrome metabólico pueden provocar el proceso de arteriosclerótico, lo que resulta en una cardiopatía isquémica (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome metabólico, 2024).

Tratamiento

El tratamiento para el síndrome metabólico se debe centrar en identificar, tratar los factores de riesgo y reducir las complicaciones cardiovasculares. Además, en el manejo se puede dividir en modificaciones del estilo de vida y tratamiento médico. En las modificaciones de estilo de vida están relacionados que consiste en promocionar un estilo de vida saludable es una forma eficaz de tratar los factores de riesgo del síndrome metabólico y prevenir las complicaciones cardiovasculares asociadas. El propósito principal de la intervención es lograr un equilibrio entre el requerimiento y la ingesta calóricos. Este incluye promover la actividad física (La Asociación Estadounidense del Corazón y el Colegio Estadounidense de Cardiología recomiendan 150 minutos de actividad física de intensidad moderada o 70 minutos de actividad física de alta intensidad a la semana.), una dieta saludable rica en verduras, frutas, legumbres, cereales integrales, frutos secos y pescado, evitar el consumo de tabaco, una buena higiene del sueño y la disminución del consumo de alcohol, además evitar los alimentos procesados, los carbohidratos

refinados, una dieta rica en grasas saturadas y reducir la cantidad de sodio. (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome Metabólico , 2024)

Componentes de la dieta y síndrome metabólico: evidencia científica

La dieta juega un papel crucial en el síndrome metabólico, para alcanzar una reducción de la morbilidad y mortalidad en el SM, es necesario que se aborden los múltiples factores de riesgo, como la pérdida de peso, el control de los niveles de lípidos, glucosa y presión arterial (Sanchis, 2023).

Entre las recomendaciones energéticas a tomar en cuenta es la reducción del valor energético de la ingesta dietética ya que tiene un efecto beneficioso en personas con sobrepeso y obesidad sobre la reducción del IMC y el porcentaje de la grasa corporal. Asimismo, mejora el perfil lipídico, los niveles de glucosa y una reducción del nivel de inflamación en personas con obesidad (Sanchis, 2023).

Por otro lado, en una revisión bibliográfica realizada por Guamán Chipantiza y Cruz Hidalgo (2023), que incluyó 35 estudios publicados entre 2018 y 2023, se analizaron las principales estrategias nutricionales y de actividad física para el manejo del síndrome metabólico. Los autores concluyen que las intervenciones basadas en cambios del estilo de vida representan el tratamiento de primera línea y constituyen la alternativa más efectiva para el control de los factores de riesgo cardiometabólico (FAO Organization, 2025).

La evidencia científica señala que la dieta mediterránea es uno de los patrones alimentarios con mayor respaldo para el tratamiento de esta condición, debido a su capacidad para mejorar el perfil lipídico, disminuir la inflamación sistémica y aumentar la sensibilidad a la insulina. Asimismo, el consumo de alimentos ricos en compuestos nutraceuticos y un adecuado aporte de micronutrientes, como vitaminas C y D y magnesio, contribuyen favorablemente al control metabólico y a la prevención de complicaciones asociadas (FAO Organization, 2025).

De igual manera, la combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza potencia los beneficios del tratamiento nutricional, favoreciendo una reducción significativa del índice de masa corporal, el peso corporal y la circunferencia de la cintura, además de mejorar parámetros bioquímicos como el colesterol LDL, los triglicéridos y la presión arterial. Estas intervenciones integrales permiten disminuir el riesgo cardiometabólico y mejorar la calidad de vida de las personas con síndrome metabólico (FAO Organization, 2025).

En conjunto, la revisión destaca que, aunque no existe un modelo nutricional único para el manejo del síndrome metabólico, la implementación de un patrón de alimentación saludable, complementado con actividad física regular y educación nutricional, constituye una estrategia basada en evidencia para prevenir la progresión de la enfermedad y reducir la mortalidad prematura. Estos hallazgos respaldan la importancia de desarrollar intervenciones multidisciplinarias centradas en la modificación de los hábitos de vida como eje fundamental del tratamiento y control del síndrome metabólico (FAO Organization, 2025).

Dieta mediterránea

La dieta mediterránea, también conocida como dieta saludable mediante diversos estudios han demostrado disminuir la incidencia de diabetes mellitus y complicaciones asociadas al síndrome metabólico. Además, la dieta mediterránea ha sido reconocida por la UNESCO como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad (Sara Castro-Barquero, 2020).

Esta dieta se basa en plantas que se caracteriza por un elevado consumo de verduras, legumbres, frutas, frutos secos, cereales integrales y acompañado de una bajo consumo de grasas, entre 15% y 25 % (ácidos grasos mono y polinsaturados, prefiriendo entre ellos el aceite de oliva virgen como principal fuente de grasa , moderada-alta ingesta de pescado un bajo consumo de carne roja, moderado-bajo consumo de leche y queso, baja ingesta de carne roja y una moderada y regular ingesta de vino tinto con las comidas. Además de preparaciones con control sódico (Marilyn Anais Guamán Chipantiza, 2023).

Debido a ello, la dieta mediterránea aporta una amplia diversidad de polifenoles que promueven el crecimiento de microorganismos consumidores de grasa, pero no bloquean la transformación de las células madre del tejido adiposo en adipocitos (Marilyn Anais Guamán Chipantiza, 2023).

La MedDiet tradicional se caracteriza por ser un patrón alimentario con alto contenido de grasas y bajo en carbohidratos (CH), aportando entre el 35–45% de la energía diaria total a partir de grasas, aproximadamente el 15% de proteínas y el 40–45% proveniente de carbohidratos. No obstante, el perfil lipídico de esta dieta está constituido principalmente por ácidos grasos (AG) monoinsaturados (MU) y poliinsaturados (PU), siendo el aceite de oliva virgen extra (AOVE) y las nueces las principales fuentes de grasa dietética. El aceite de oliva virgen extra AOVE es un alimento fundamental dentro de la MedDiet y representa la principal fuente de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) en los países que siguen este patrón alimentario. El ácido oleico, su componente predominante, ha sido asociado en numerosos estudios con mejoras en la resistencia a la insulina uno de los principales factores de riesgo del síndrome metabólico (MetS), así como con un perfil lipídico más favorable y una disminución de la presión arterial sistólica y diastólica. (Sara Castro-Barquero, 2020).

El aceite de oliva virgen extra destaca también por su contenido en polifenoles, compuestos con reconocida actividad antioxidante y antiinflamatoria que favorecen el perfil lipídico y la función endotelial. Adicionalmente, el enfoque global del patrón dietético, basado en una elevada ingesta de frutas y verduras junto con un consumo moderado de vino tinto, garantiza el aporte de diversos micronutrientes y fitoquímicos, como vitaminas antioxidantes, folatos y minerales, potencialmente responsables de efectos positivos sobre la salud (Sara Castro-Barquero, 2020).

En varios estudios mencionan que la prescripción de la dieta mediterránea puede usarse como terapia del síndrome metabólico ya que existe una fuerte evidencia del efecto en la obesidad y en la prevención del síndrome metabólico en individuos sanos o con alto riesgo de ECV, así como en el riesgo de mortalidad en individuos con sobrepeso u obesidad. Además, previene el exceso de adiposidad y la respuesta inflamatoria relacionada con la obesidad (Sara Castro-Barquero, 2020).

En el estudio PREDIMED, desarrollado en una cohorte de más de 7.000 individuos con alto riesgo cardiovascular, la adherencia a la dieta mediterránea se asoció con una reducción del 28–30% en la incidencia de eventos cardiovasculares y en la mortalidad total. Este hallazgo resulta particularmente relevante, ya que demuestra que los efectos beneficiosos de este patrón dietético trascienden la pérdida de peso corporal, lo que sugiere una acción directa sobre diversos mecanismos fisiopatológicos, entre ellos la inflamación, el estrés oxidativo y la función endotelial. En este sentido, la dieta mediterránea se configura como una intervención integral capaz de modular múltiples factores de riesgo cardiovascular. Asimismo, en poblaciones con síndrome metabólico, la aplicación de este patrón alimentario permitió reducir la prevalencia del síndrome hasta en un 50%, acompañándose de una disminución del peso corporal, una mejora en la resistencia a la insulina y una reducción de la presión arterial. En conjunto, estos resultados confirman que la dieta mediterránea no solo desempeña un papel preventivo frente a la enfermedad cardiovascular, sino que también constituye una estrategia terapéutica eficaz en el manejo de condiciones metabólicas de alto riesgo (Morales, 2026).

A todo esto, también se debe sumar los beneficios que se resaltan en un estudio transversal, donde se ha demostrado que la dieta mediterránea también es capaz de mejorar la calidad del sueño, es un estudio con 172 adultos obesos, debido al alto consumo de triptófano, ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y melatonina de la dieta, reduciendo la secreción de citoquinas proinflamatorias (Marilyn Anais Guamán Chipantiza, 2023).

Por ende, un punto importante en el tratamiento del síndrome metabólico es la higiene del sueño, por su suma importancia abordar este tema, ya que la apnea del sueño y la privación del sueño pueden desencadenar el síndrome metabólico. Ya que existen estudios que refieren que 3 meses de presión positiva continua en las vías respiratorias pueden reducir la presión arterial en pacientes con apnea del sueño de moderada a grave y potencialmente revertir algunas anomalías del síndrome metabólico. (Swarup, Ahmed, Grigorova, & Zeltser, Síndrome Metabólico, 2024)

Dieta DASH

La dieta DASH tiene un enfoque similar a la dieta mediterránea con la diferencia de tener un mejor control de sodio (2300 – 1500 mg/día) e ingesta de minerales como K (4700 mg/día), Ca (1250 mg/día) y Mg (500 mg/día). Dicho modelo dietético se caracteriza por priorizar la ingesta de verduras, frutas, granos integrales, lácteos bajos o libres de grasa, leguminosas y frutos secos, y por restringir el consumo de carne roja, productos cárnicos procesados y bebidas con alto contenido de azúcares añadidos (Marilyn Anais Guamán Chipantiza, 2023). Además, se distingue por su bajo aporte de grasas, las cuales representan aproximadamente el 27% de la ingesta energética diaria, con una proporción reducida de grasas saturadas (alrededor del 6% de la energía total) y un contenido limitado de colesterol dietético, estimado en 150 mg/día y rica en fibra (>30 g/día), en comparación con otros patrones dietéticos, es por ello que se ha convertido en una estrategia promisorio para el tratamiento de la presión arterial alta, y debido a varios estudios epidemiológicos que le han asociado con un mejor perfil cardio metabólico (Sara Castro-Barquero, 2020).

En este contexto, la dieta DASH ha demostrado ser una estrategia eficaz para el tratamiento de la hipertensión arterial. Un meta-análisis de 30 ensayos clínicos aleatorizados, que incluyó a 5.545 participantes hipertensos y normotensos, evidenció que su aplicación, junto con intervenciones en el estilo de vida, se asoció con reducciones significativas de la presión arterial sistólica y diastólica en comparación con una dieta control. Este efecto fue más pronunciado en sujetos con una ingesta de sodio inferior a 2.400 mg/día, en menores de 50 años y en personas hipertensas que no recibían tratamiento farmacológico. Además de sus efectos sobre la presión arterial, la dieta DASH ha mostrado beneficios frente al exceso de peso y la obesidad abdominal. Intervenciones a mediano plazo se han asociado con reducciones significativas del índice de masa corporal y de la circunferencia de la cintura, lo que refuerza su utilidad como estrategia integral en el manejo del riesgo cardiometabólico (Sara Castro-Barquero, 2020).

Dietas con control glucémico

La alimentación con control glucémico se caracteriza por la inclusión de alimentos integrales con alto contenido de fibra, los cuales promueven un mayor efecto saciante y una mejor respuesta insulínica. En este contexto, un metaanálisis evidenció que la implementación de una dieta de bajo índice glucémico se asoció con una reducción significativa de los niveles de hemoglobina glicosilada y glucosa basal ($p < 0,05$), además de una disminución progresiva o normalización del peso corporal. Asimismo, un ensayo clínico aleatorizado comparó una dieta baja en carbohidratos (39 % Kcal/día de entre 30-200 g/día), con aporte moderado de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, frente a una dieta baja en grasas (56 % calorías de carbohidratos), observando en un periodo de tres meses una disminución de la HbA1c, glucosa basal y posprandial, así como mejoras en indicadores metabólicos como el índice de masa corporal y el colesterol total. Estos efectos podrían explicarse por el mayor poder saciante de los alimentos integrales dentro de una dieta hipocalórica, lo que incrementa la sensación de saciedad y favorece una mejora significativa en la sensibilidad a la insulina (Marilyn Guamán Chipantiza, 2023).

Ahora bien, un estudio reciente clasificó los patrones dietéticos según el aporte diario de carbohidratos en cuatro categorías: muy baja en carbohidratos ($<10\%$ o 20–50 g/día), baja en carbohidratos ($<26\%$ o <130 g/día), moderada (26–44%) y alta en carbohidratos ($\geq 45\%$ de la ingesta energética total). Las dietas bajas en carbohidratos se caracterizan por la restricción de carbohidratos y un mayor consumo de proteínas y grasas saludables, y han sido empleadas para el manejo de la diabetes, la obesidad y el síndrome metabólico, debido a su potencial para mejorar la sensibilidad a la insulina y favorecer la pérdida de peso, aunque su efectividad aún no está completamente confirmada (Mohammed Faris Abdulghani, 2024).

La evidencia sugiere que este tipo de dieta puede mejorar indicadores metabólicos como la circunferencia de la cintura, la presión arterial, el perfil lipídico y los niveles de HbA1c, contribuyendo a la reducción del riesgo cardiovascular y de diabetes mellitus tipo 2 en personas con síndrome metabólico. Asimismo, se ha observado un mejor control de la glucemia, la presión arterial y el colesterol, además de beneficios en la pérdida de peso y la sensibilidad a la insulina, lo que podría disminuir el riesgo y las complicaciones asociadas al síndrome metabólico (Mohammed Faris Abdulghani, 2024).

Dietas basadas en plantas y síndrome metabólico

Las dietas basadas en plantas han adquirido un creciente interés como estrategia nutricional para la prevención y el manejo del síndrome metabólico, debido a sus beneficios sobre la salud cardiometabólico y la sostenibilidad ambiental. No obstante, la evidencia indica que los beneficios de este patrón alimentario dependen en gran medida de la calidad de los alimentos vegetales consumidos, diferenciándose entre dietas ricas en alimentos vegetales saludables y aquellas con superioridad de alimentos vegetales ultra procesados o de baja calidad nutricional (McGrath Lydia, 2022).

McGrath y Fernández, realizaron un análisis secundario con el objetivo de evaluar la asociación entre la calidad de una dieta basada en plantas y diversos biomarcadores del síndrome metabólico en adultos diagnosticados con esta condición. Para lo cual, utilizaron información procedente de un estudio previo desarrollado en 29 participantes entre 35 y 70 años (McGrath Lydia, 2022).

La calidad de la alimentación se evaluó mediante el Healthful Plant-Based Diet Index (hPDI) y el Unhealthful Plant-Based Diet Index (uPDI), dos índices que permiten diferenciar la adherencia a una dieta basada en alimentos vegetales saludables y no saludable, respectivamente. Posteriormente, se analizaron las asociaciones entre estos índices y diferentes indicadores antropométricos y metabólicos, entre ellos el peso corporal, el colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), la presión arterial, la glucemia en ayunas y el perfil lipídico. Los resultados evidenciaron que una mayor adherencia a una dieta basada en alimentos vegetales saludables se asoció con menor peso corporal y mayores concentraciones de HDL-C, mientras que una mayor adherencia a una dieta basada en alimentos vegetales de menor calidad mostró asociaciones opuestas, destacando la importancia de la calidad del patrón alimentario en la salud cardiometabólico de personas con síndrome metabólico (McGrath Lydia, 2022).

Los resultados de este estudio mostraron que una mayor adherencia a una dieta basada en plantas de alta calidad se asoció con menor peso corporal y mayores concentraciones de colesterol HDL, mientras que una mayor adherencia a una dieta basada en plantas de baja calidad presento

asociaciones opuestas. Aunque no se observaron cambios significativos entre otros biomarcadores del síndrome metabólico, los hallazgos resaltan que la calidad de los alimentos vegetales es un factor determinante en los beneficios metabólicos de este patrón alimentario.

Los autores proponen que estos efectos pueden explicarse por el mayor aporte de fibra dietética, antioxidantes, grasas insaturadas, vitaminas y minerales presentes en los alimentos vegetales saludables, los cuales favorecen el control del peso corporal, mejoran el metabolismo lipídico y reducen el riesgo cardiovascular. En contraste, una dieta basada en plantas rica en cereales refinados, bebidas azucaradas, dulces y otros alimentos ultra procesados puede incrementar el consumo de azúcares añadidos, grasas saturadas y sodio, favoreciendo alteraciones metabólicas relacionadas con el síndrome metabólico (McGrath Lydia, 2022).

Dieta cetogénica

La dieta cetogénica es un modelo nutricional el cual se basa en un bajo consumo en carbohidratos (menos del 5-10 %), moderada en proteínas (30-35%) y alta en grasas (50-60 %) siendo la distribución típica de macronutrientes de esta dieta (Daley, Masood, Annamaraju, & ., 2025). El bajo consumo de carbohidratos hidratos de carbono promueve un cambio metabólico de la utilización de glucosa a la producción de cetonas, e n consecuencia, el organismo entra en un estado de cetosis, esto es, un ajuste metabólico lo que conlleva el uso de cuerpos cetónicos como principales combustibles energético. En esta dieta, en vez de descomponer los carbohidratos, el cuerpo utiliza la lipólisis y la β -oxidación de los ácidos grasos para cubrir sus necesidades energéticas (Temesgen Baylie, 2024).

En los últimos años la dieta cetogénica se ha convertido en objeto de investigación en otras áreas de medicina como en obesidad, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico. Además, múltiples ensayos controlados aleatorios y metaanálisis han demostrado su eficacia debido al bajo aporte de carbohidratos ya que mejora el control glucémico, aumenta la sensibilidad a la insulina y puede llevar a la reducción de peso, lo que resulta en una disminución del índice de masa corporal, la hemoglobina A1c y los triglicéridos, y un aumento del colesterol de lipoproteínas de alta densidad

HDL siendo esto un punto importante en el tratamiento del síndrome metabólico (Martyna Winiarska, 2026).

En la práctica clínica se utilizan tres formas principales de la dieta cetogénica, que difieren en composición, nivel de restricción y objetivos terapéuticos.

La dieta cetogénica tradicional fue creada para el tratamiento de pacientes con epilepsia resistente a fármacos, especialmente en niños. La cual se destaca por una elevada proporción en la cantidad de grasa con respecto a proteínas y carbohidratos suele ser de 4:1; en algunos casos puede ser de 3:1. Alrededor del 90% de las calorías totales son fuente de las grasas, con el 6% de las proteínas y un 4 % de los carbohidratos. El propósito central es llegar a niveles de cetonas altos y estables para reducir la frecuencia y la gravedad de las crisis epilépticas (Daley, Masood, Annamaraju, & Suheb, 2025).

La dieta Atkins modificada es un modelo menos restrictivo de la dieta cetogénica tradicional, empleada principalmente en adolescentes y adultos en casos en el que la adherencia al tratamiento convencional es limitada. Se destaca por un mayor aporte de grasa (60-70 % de energía), un consumo moderado de proteínas entre 25 -30 % de calorías y una restricción de hidratos de carbono menos 20 g al día, entre un 5% y un 10 % provocando la cetosis sin requerir el pesaje estricto de los alimentos, lo que facilita la cetosis nutricional (Daley, Masood, Annamaraju, & Suheb, 2025).

En cuanto a lo que se refiere con la dieta cetogénica es muy baja en hidratos de carbono la cual se prescribe con mayor frecuencia para el tratamiento de obesidad, diabetes tipo 2 y el síndrome metabólico. En esta dieta limita la ingesta de carbohidratos entre 20 y 50 gramos diarios, con una mesurada cantidad de proteínas y un aporte entre 60 y 75% de las calorías procedentes de grasas. Este patrón alimentario se basa su efecto en la reducción de la ingesta de carbohidratos para reducir y mantener la cetosis, ofreciendo una mayor flexibilidad y facilitando la adherencia a largo plazo. Dentro sus principales beneficios clínicos se incluyen la disminución del peso, el aumento de la sensibilidad a la insulina y la mejora de diversos parámetros metabólicos (Daley, Masood, Annamaraju, & Suheb, 2025).

En una revisión narrativa, se analizó la evidencia disponible sobre los efectos de la dieta cetogénica en el tratamiento de la obesidad y otros trastornos metabólicos. Los autores describen que el patrón alimentario, caracterizado por un bajo aporte de carbohidratos, un consumo moderado de proteínas y un elevado consumo de grasas, favorece la producción de cuerpos cetónicos y promueve la utilización de los lípidos como principal fuente de energía. La revisión destaca que la dieta cetogénica puede contribuir a la reducción del peso corporal mediante diversos mecanismos, entre ellos la disminución del apetito, la reducción de la lipogénesis, el aumento de las lipólisis, una mayor eficiencia en el metabolismo de las grasas y un incremento del gasto energético. De la misma manera, se reportan beneficios potenciales sobre la resistencia a la insulina, el perfil lipídico, la enfermedad del hígado graso no alcohólico y otros factores de riesgo cardiometabólico. No obstante, los autores destacan que la mayor parte de la evidencia corresponde a efectos observados a corto y mediano plazo, por lo que aún se requieren estudios de mayor duración para confirmar su eficacia y seguridad, así como para esclarecer los mecanismos moleculares implicados en sus efectos terapéuticos (Yeo Jin Choi, 2020).

Tabla 5

Estrategias dietéticas y posibles beneficios para la salud en el síndrome metabólico.

Patrón dietético	Distribución nutricional	Mejoras en los criterios del síndrome metabólico
Dieta mediterránea	-35–45% de las kcal/día provienen de grasas totales (principalmente AGMI, siendo el aceite de oliva virgen extra y los frutos secos la principal fuente). -35–45% kcal/días procedentes de CH -15-18% de las kcal/día provienen de las proteínas.	Reducción de la incidencia y los resultados de las enfermedades cardiovasculares. Disminución de la presión arterial (sistólica y diastólica) Asociación inversa con la mortalidad Mejoras en la dislipidemia Menor incidencia de diabetes tipo 2
Dieta DASH	-Grasas totales 27% kcal/día	Reducción de la presión arterial (sistólica y diastólica)

	-Grasas saturadas 6% kcal/día -colesterol dietético -CH 55% kcal/d -Proteínas 18% kcal/día	Reducción del IMC y de la circunferencia de la cintura. Mejora del perfil cardiometabólico Reducción de la incidencia de diabetes tipo 2
Dietas basadas en plantas	-Reducción o restricción de alimentos de origen animal -Alto consumo de alimentos de origen vegetal -Perfil de grasas rico en ácidos grasos insaturados	Reducción de la presión arterial (sistólica y diastólica) Disminución del peso corporal y riesgo de obesidad Reducción del riesgo de ECV Disminución de la mortalidad por todas las causas Menor riesgo de diabetes tipo 2.
Dietas bajas en carbohidratos y dietas muy bajas en carbohidratos (dietas cetogénicas)	-<50% de las kcal/días procedentes de carbohidratos y <10% de las kcal/días procedentes de CH en dietas cetogénicas -Alto contenido en proteínas (20-30% de kcal/día) -Alto consumo de grasas (30-70% kcal/día)	Pérdida de peso y mantenimiento del peso perdido Reducción de la presión arterial diastólica Reducción de los niveles de LDL-c y triglicéridos Aumento de los niveles de HDL-c Mejoras en la resistencia a la insulina Reducción de los niveles de HbA1c
Dieta baja en grasas	-<30% de las kcal/día provienen de grasas totales (<10% de grasas saturadas) -15-17% de las kcal/día provienen de las proteínas. -50-60% de las kcal/día provienen de CH	Reducción de la presión arterial (sistólica y diastólica) Mejora a corto plazo del perfil de colesterol Pérdida de peso a corto plazo Menor riesgo de mortalidad por todas las causas

Dieta rica en proteínas	-Alto contenido en proteínas (20–30% kcal/día) o 1,34–1,50 g/kg de peso corporal/días provenientes de proteínas -Bajo contenido de CH (40–50% kcal/día)	Reducción de los niveles de triglicéridos
--------------------------------	--	---

Otros patrones y estrategias alimentarias

Dieta nórdica	-Alto contenido de productos integrales ricos en fibra. -Bajo en carne y alimentos procesados.	Reducción de la presión arterial (sistólica y diastólica) Aumento de los niveles de HDL-c
Ayuno intermitente	-Ayuno durante un período prolongado	Pérdida de peso Mejoras en la resistencia a la insulina Mejoras en la dislipidemia Reducción de la presión arterial (sistólica y diastólica) Menor riesgo de diabetes tipo 2. Menor riesgo de enfermedad cardiovascular

Ácidos grasos monoinsaturados, AGMI; aceite de oliva virgen extra, AOVE; carbohidratos, CH; enfermedad cardiovascular, ECV; presión arterial, PA; diabetes mellitus tipo 2, DM2; Enfoques dietéticos para detener la hipertensión, DASH; ácidos grasos insaturados, AGUI; índice de masa corporal, IMC; presión arterial diastólica, PAD; colesterol de lipoproteínas de baja densidad, LDL-c; colesterol de lipoproteínas de alta densidad, HDL-c; hemoglobina glicosilada, HbA1c; ácidos grasos monoinsaturados, AGMI.

Nota: Tomado de “Estrategias dietéticas para el síndrome metabólico: una revisión exhaustiva”, por Castro-Barquero, A. M. Ruiz-León, M. S. Casas-Agustench y R. Estruch, 2020, *Nutrients*,

Antioxidantes y síndrome metabólico

En el síndrome metabólico existe un desequilibrio entre oxidantes y antioxidantes, siendo estos últimos una herramienta efectiva para ayudar a restablecer este equilibrio y proteger de

complicaciones como las enfermedades cardiovasculares. El organismo dispone de un sistema de defensa antioxidante encargado de mantener el equilibrio redox y reducir el daño ocasionado por las especies reactivas de oxígeno (ROS) (Hiva Sharebiani, 2024). Este sistema está compuesto por mecanismos endógenos enzimáticos como la catalasa, el superóxido dismutasa y el glutatión peroxidasa, así como por antioxidantes no enzimáticos, entre ellos el glutatión, el selenio y las vitaminas A, C y E. Además, los antioxidantes obtenidos a través de la alimentación constituyen a neutralizar el exceso de radicales libres y proteger a las células frente el estrés oxidativo.

Entre los antioxidantes dietéticos que más resaltan están los carotenoides (β -caroteno, licopeno, luteína y zeaxantina), que destacan por su capacidad para inactivar especies reactivas de oxígeno y proteger las membranas celulares. Asimismo, el selenio que a través de su incorporación en selenoproteínas, favorece la actividad antioxidante del organismo, mientras que los tocoferoles (vitamina E) ejercen efectos antioxidantes y antiinflamatorios al preservar la integridad de los lípidos de membrana. Los polifenoles, como el resveratrol; los flavonoides, como la quercetina o la antocianina; los carotenoides; la N-acetilcisteína; la melatonina; la L-arginina; las vitaminas, como las vitaminas C y E que pueden controlar tanto el estrés oxidativo como la inflamación neutralizando los radicales libres y reduciendo los niveles de IL-6 y hs-CRP, lo que conduce a una disminución del estrés oxidativo inducido por la inflamación. Además, el incremento de la producción de insulina y los niveles de GLUT-4 por la vitamina C puede ayudar a regular el metabolismo de la glucosa en pacientes con síndrome metabólico (Hiva Sharebiani, 2024). Por otro lado, los minerales, como el zinc, el cobre y el selenio son los principales suplementos antioxidantes considerados para el síndrome metabólico y sus complicaciones. Además, los polifenoles que se encuentran presentes principalmente en frutas, verduras y otros alimentos de origen vegetal, también desempeñan un papel relevante debido a su capacidad para neutralizar radicales libres y quelar metales, propiedades que dependen de su estructura química y del número de grupos hidroxilo presentes en su molécula (Giovanni Martemucci, 2024).

En el síndrome metabólico, el incremento del estrés oxidativo y el desequilibrio redox favorecen el desarrollo de alteraciones metabólicas y cardiovasculares. Por ello, las estrategias nutricionales orientadas a aumentar el consumo de frutas, verduras y otros alimentos ricos en antioxidantes, junto con patrones alimentarios saludables, pueden contribuir a restablecer el equilibrio oxidativo, disminuir el daño celular y reducir el riesgo de complicaciones asociadas a

esta condición. Los antioxidantes ejercen estos efectos mediante la neutralización de radicales libres, la inhibición de la peroxidación lipídica, la quelación de metales y el fortalecimiento de los sistemas antioxidantes endógenos (Giovanni Martemucci, 2024).

Probióticos y prebióticos

La alimentación puede desempeñar un papel fundamental en la regulación de la composición y función del microbiota intestinal, influyendo en procesos metabólicos relacionados con trastornos como la obesidad, la desnutrición aguda y la anorexia nerviosa. En el caso particular de los trastornos metabólicos y del síndrome metabólico, el uso de probióticos y prebióticos surge como una alternativa prometedora frente a los abordajes tradicionales. En este contexto, la acción de estos microorganismos y compuestos favorece el restablecimiento del equilibrio del microbiota intestinal y aporta importantes beneficios para la salud del huésped. Asimismo, investigaciones recientes sugieren que la modulación del microbiota intestinal mediante probióticos, prebióticos y simbióticos podría constituir una estrategia eficaz para el manejo del síndrome metabólico (Marilyn Guamán Chipantiza, 2023).

Los prebióticos desempeñan un papel fundamental para combatir la obesidad debido a su fermentación en el intestino y su impacto en el microbiota intestinal. Los mecanismos implicados en esta respuesta aún no se encuentran completamente esclarecidos; sin embargo, diversas investigaciones sugieren que podrían estar relacionado con la actividad metabólica del microbiota intestinal. Entre los procesos se destaca la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), la reducción de compuestos proinflamatorios derivados de bacterias como los lipopolisacáridos (LPS) y la modulación de la secreción de hormonas intestinales, las cuales participan en la regulación del metabolismo energético, la sensibilidad a la insulina y la homeostasis glucémica (Sanchis, 2023).

Tipos y composición de los carbohidratos no digeribles y otras biomoléculas:

Los carbohidratos no digeribles abarcan dos grupos, entre ellos carbohidratos colónicos y prebióticos. Los primeros comprenden la fibra alimentaria como la celulosa, hemicelulosas, pectinas, gomas y ciertos polisacáridos de soya, los cuales llegan al colon para servir como sustrato energético y nutrientes tanto para los microorganismos como para el hospedador. En cuanto, los prebióticos cumplen estas mismas funciones, pero se diferencian en que estimulan de forma selectiva la proliferación de poblaciones microbianas beneficiosas, destacando géneros como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* (Peña-Montes, 2022).

Entre los carbohidratos con acción prebiótica más comercializados e investigados se encuentran: Beta-glucanos, fructanos (Inulina, oligofructosa y FOS), galacto-oligosacáridos (GOS), oligosacáridos de la leche humana (HMO). Además de los carbohidratos, otras biomoléculas dietéticas han sido identificadas como moduladoras del ecosistema intestinal. Ácidos grasos (AG): Los ácidos grasos reducen la diversidad microbiota e incrementan la presencia patógenos, promoviendo inflamación y resistencia a la insulina. Respecto a los poliinsaturados, los omega-6 se asocian con disbiosis e inflamación, mientras que los omega-3 revierten la disbiosis, restauran la integridad epitelial y ejercen efectos antiinflamatorios (Peña-Montes, 2022).

Proteínas y aminoácidos: Antes la escasez de carbohidratos fermentables, el microbiota recurre a la fermentación proteolítica de proteínas y péptidos para generar ácidos grasos de cadena corta (AGCC), proceso que puede alterar la composición y equilibrio de las comunidades microbianas.

Fitoquímicos: Compuestos vegetales como el resveratrol (presente en uvas, frutos secos y té) alcanzan el colon y son metabolizados por las bacterias locales. Su consumo favorece cambios en el microbiota que mejoran el control glucémico y reducen la acumulación de grasa corporal (Peña-Montes, 2022).

Por su parte, los probióticos son microorganismos vivos que confieren un beneficio para la salud del huésped mediante la modulación positiva del microbiota intestinal. Esta acción ayuda a regular la respuesta inflamatoria, ejerce efectos positivos en regular la función inmunitaria, genera

ácidos orgánicos, productos microbianos y disminuye los factores de riesgo asociados al síndrome metabólico (Sanchis, 2023).

En un estudio clínico realizado por Tenorio-Jiménez et al. (2019) demostraron que la suplementación con *Lactobacillus reuteri* V3401 durante 12 semanas atenuó significativamente el estado inflamatorio en adultos con síndrome metabólico, reduciendo los niveles plasmáticos de IL-6 y sVCAM-1. Asimismo, la caracterización del microbiota fecal reveló que el tratamiento probiótico promovió un incremento significativo en la abundancia relativa del phylum Verrucomicrobia y del género Akkermansia. Si bien no se observaron diferencias significativas en las variables antropométricas ni en el perfil lipídico frente al grupo placebo debido a que ambos grupos mejoraron gracias a la dieta y el ejercicio físico incluidos en el protocolo, los hallazgos confirman la capacidad de la cepa para modular positivamente el ecosistema intestinal y reducir marcadores de inflamación sistémica (Carmen Tenorio-Jiménez, 2019).

La modulación del microbiota mediante probióticos, prebióticos o simbióticos producen reducciones modestas pero significativas en el peso corporal, el índice de masa corporal (IMC) y la masa grasa, Aun así, se requiere más investigación para definir las dosis y poblaciones óptimas (Douglas Xavier-Santos, 2019).

Estilo de vida y síndrome metabólico

Los estilos de vida juegan un papel crucial en la aparición y progresión, del síndrome metabólico, ya que, son un conjunto de comportamientos que una persona adopta, y están influenciados por factores personales, sociales económicos y ambientales. Componentes como el sedentarismo, alimentación inadecuada, consumo de tabaco, alcohol y estrés, se vinculan directamente con las alteraciones metabólicas (Velez, 2026).

En un estudio realizado en la ciudad de Quito, Ecuador, cuyo objetivo fue analizar la relación entre el estilo de vida y los factores asociados al síndrome metabólico, se evaluó a 146 funcionarios públicos de la Administración Zonal La Mariscal mediante un diseño descriptivo-correlacional. La muestra estuvo conformada por 50.7% eran mujeres y un 49.3% hombres;

además, el grupo etario con mayor representación correspondió a las personas de 38 a 47 años (35.6%), seguido por el 48 a 58 años (29.5%), concentrándose en estas edades la mayor frecuencia del síndrome metabólico. Para la evaluación del estilo de vida se empleó el Test FANTASTIC, y a partir de indicadores antropométricos, bioquímicos y clínicos se realizó el diagnóstico de síndrome metabólico (Velez, 2026).

En cuanto a los estilos de vida, predominó la clasificación de regular y malo, especialmente entre los participantes de 38 a 57 años, reflejando hábitos poco saludables en una proporción importante de la población evaluada. Estos resultados sugieren la presencia de conductas relacionadas con mayor riesgo cardiometabólico, como sedentarismo, alimentación inadecuada y dificultades para mantener estilos de vida saludables. Con el análisis detallado del Test FANTASTIC se pudo evidenciar que las principales áreas de preocupación fueron la actividad física, la alimentación y el manejo del estrés. Más del 40% de los participantes reportó que casi nunca realizaba actividad física de forma regular y alrededor del 52% indicó que casi nunca manejaba adecuadamente el estrés, identificándose estos factores como los principales aspectos susceptibles de intervención dentro del entorno laboral. Como conclusión de este estudio no se encontró una asociación estadística significativa entre el estilo de vida y el síndrome metabólico, los resultados descriptivos evidenciaron una alta frecuencia de estilos de vida por saludables y una mayor concentración del síndrome en adultos de mediana edad. De igual manera los autores del estudio destacan la importancia de fortalecer programas de promoción de la salud en el ámbito laboral enfocados en incrementar la actividad física, mejorar los hábitos alimentarios y reducir el estrés, con el propósito de prevenir enfermedades cardiometabólicas y mejorar la calidad de vida de los trabajadores (Velez, 2026).

En cambio, en otro estudio que tuvo como objetivo la relación entre el estilo de vida y el síndrome metabólico en adultos de 50 a 60 años atendidos en la Unidad de Medicina Familiar del IMSS, Puebla. Se realizó una investigación observacional y ambispectiva en una muestra de 272 participantes, evaluando los estilos de vida mediante el Test FANTÁSTICO y el síndrome metabólico según los criterios del National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III). En cuanto a los resultados de esta investigación se evidencio que el 90,4% de los participantes presentó síndrome metabólico, predominando el sexo femenino (72.8%). Entre

los principales factores de riesgo identificados destacaron la circunferencia abdominal muy elevada en el 99.4% de las mujeres, obesidad grado 1 en el 68,4 de la población, hipertensión arterial estadio 1 (57,4% para presión sistólica y 41.9% para presión diastólica) e hiperglucemia en el 79,0 % de los participantes. A hora bien con respecto a los estilos de vida, el 39,7% presento un nivel bajo y el 3.7% un nivel malo, lo que refleja una alta frecuencia de hábitos poco saludables. En consecuencia, el análisis estadístico mostro una asociación significativa entre el estilo de vida y el síndrome metabólico (χ^2 ; $p=0,000$). Además. Se encontró una relación estadísticamente significativa entre el estilo de vida y la circunferencia abdominal en mujeres ($p=0,025$), así como la presión arterial sistólica ($p=0,001$) y diastólica ($p=0,016$). Además, se observó una asociación leve entre el estilo de vida y variables como el índice de masa corporal, los triglicéridos, el colesterol total y la glucosa. Los autores llegaron a la conclusión que los estilos de vida no saludables incrementan el riesgo de desarrollar síndrome metabólico y sus complicaciones cardiovasculares, resaltando la importancia de implementar estrategias de promoción de hábitos saludables para la prevención y el control de esta enfermedad (Jorge Daniel Ramos Durán, 2025).

Recientemente, se realizó una revisión sistemática y metaanálisis por parte de Park et al. (2024) que tenía como objetivo evaluar la eficacia de las intervenciones integrales de modificación del estilo de vida en adultos con síndrome metabólico, analizando tanto los cambios en parámetros clínicos como la adherencia a hábitos saludables. Esta revisión incorporo siete estudios publicados entre 2005 y 2022, de los cuales cinco fueron ensayos clínicos aleatorios, uno cuasiexperimental y un estudio de factibilidad. Las intervenciones se desarrollaron principalmente en el hogar y combinaron al menos dos componentes del estilo de vida, siendo la alimentación saludable y el ejercicio los componentes fundamentales. Las intervenciones tuvieron una duración de dos a seis meses donde se incorporó aparte de la dieta y la actividad física, estrategias para la salud, asesoramiento nutricional, monitoreo de la salud, terapia cognitivo- conductual, fortalecimiento de la autoeficacia y herramientas tecnológicas, como plataformas web y mensajes de texto para favorecer la adherencia a los cambios de comportamiento. A través, de estas estrategias promovieron la mejorar en la calidad de la dieta, el aumento de la actividad física, el control, del consumo de alcohol, el abandono del consumo del tabaco, una mejorar calidad del sueño y una mayor calidad de vida relacionada con la salud. Los autores concluyeron que las intervenciones integrales de modificación del estilo de vida, especialmente aquellas que combinan alimentación saludable y

ejerció físico durante al menos seis meses, constituyen una estrategia eficaz para mejorar los comportamientos relacionados con la salud y reducir algunos parámetros clínicos del síndrome metabólico. No obstante, se destaca la importancia de realizar programas de mayor duración, con medidas objetivas para evaluar la adherencia y con estrategias que favorezcan el mantenimiento de los cambios de estilo de vida a largo plazo (Parque Sungwon, 2024).

El estrés y el síndrome metabólico

El estrés agudo es la forma más común de estrés que afecta repentinamente a una persona en un periodo de tiempo determinado con una naturaleza controlable (Sahar Eftekhari, 2021). Por lo contrario, el estrés crónico es una exposición prolongada que pone en riesgo la salud de una persona, ya que se activa el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, lo que incrementa los niveles de cortisol y otros mediadores inflamatorios que favorecen la resistencia a la insulina, el aumento de la presión arterial y la acumulación de grasa visceral, lo que contribuye a desarrollar síndrome metabólico (Á.A. López-González, 2025).

El estrés es un factor de riesgo que se puede cambiar que puede influir en muchos factores de riesgo de estilo de vida establecidos para ECV, incluyendo la presión arterial alta, el consumo de tabaco, sedentarismo, una alimentación poco saludable y el consumo excesivo de alcohol. Asimismo, se considera que el estrés en forma de tensión laboral y largas jornadas de trabajo puede aumentar levemente el riesgo de una persona de padecer enfermedades cardiometabólicas (Uchechukwu Martha Chukwuemeka, 2025). Además, el estrés laboral sucede en tres momentos generales de aspectos mentales, físicos y conductuales a través de los cuales, el estrés físico puede aparecer como lesiones en diferentes órganos, como enfermedades que afectan al sistema cardiovascular, gastrointestinal y respiratorio. Vinculándose el estrés en el trabajo y la probabilidad de desarrollar trastornos cardiovasculares (Sahar Eftekhari, 2021).

Eftekhari et al. (2021) realizaron un estudio transversal con la finalidad de evaluar la alianza entre el estrés laboral y el síndrome metabólico en 3.537 trabajadores de la Universidad de Ciencias Médicas de Teherán, Irán. Los integrantes pertenecían a los departamentos clínicos, administrativos y de servicios, y el síndrome fue diagnosticado de acuerdo con los criterios de la

Federación Internacional de Diabetes (IDF). El estrés laboral se analizó mediante el Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ), que evalúa diferentes dimensiones psicosociales del entorno de trabajo. Los resultados indicaron un predominio de síndrome metabólico del 22.1 %. La frecuencia fue significativamente mayor en los hombres (25,3%), en los trabajadores casados (24,8%), en el personal con empleo permanente y en los trabajadores administrativos y de servicios, en comparación con el personal clínico. También, una mayor demanda laboral se asoció con niveles elevados de triglicéridos, glucosa en ayunas y presión arterial, mientras que una organización laboral deficiente y una inadecuada interacción entre el trabajo y la vida personal se relacionaron con mayor índice de masa corporal y alteraciones glicémicas. El análisis de regresión logística confirmó que el desgaste del dominio salud y bienestar permaneció considerablemente vinculado con el síndrome metabólico inclusive después de ajustar por variables demográficas y sociodemográficas y socioeconómicas, como edad, sexo, estado civil, nivel educativo y categoría laboral. Los autores concluyeron que el estrés laboral conforma un factor asociado al desarrollo del síndrome metabólico y destacan la importancia de implementar estrategias orientadas a disminuir los factores psicosociales adversos en el entorno laboral para disminuir el riesgo de trastornos metabólicos y mejorar la salud de trabajadores (Sahar Eftekhari, 2021).

Por otro lado, Chukwuemeka et al. (2025), llevaron a cabo un estudio trasversal con el objetivo de precisar la prevalencia del síndrome metabólico y examinar la relación entre el nivel de actividad física, el estrés y los factores de riesgo cardiometabólicos en 270 trabajadores universitarios de Nigeria. Para ello realizaron un diagnóstico del síndrome metabólico según los criterios del National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III), entre tanto que la actividad física, el estrés y las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas fueron analizadas mediante instrumentos estandarizados. Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron una prevalencia de síndrome metabólico del 36.3 %, además de una elevada frecuencia de factores de riesgo cardiometabólico, resaltando un 75% de los participantes con circunferencia de cintura de alto riesgo, 40.7% con hipertensión sistólica, 38,2% con hipertensión diastólica y 35% con hiperglucemia. Asimismo, el 27,3% de muestra fue clasificado como físicamente inactivo y la mayoría presentó niveles moderados o altos de estrés. El análisis de regresión logística mostró que la edad, el estrés, la hipertensión arterial y los triglicéridos elevados fueron predictores relevantes del síndrome metabólico. A pesar de que, la actividad física no

alcanzo relevancia estadística dentro del modelo predictivo, los participantes físicamente activos presentaron 3,35 veces más posibilidades de no desarrollar síndrome metabólico en comparación con los inactivos, lo que avala el efecto protector del ejercicio. Adicionalmente, se observó una asociación significativa entre la actividad física y menores índices de adiposidad, principalmente la circunferencia de cintura. Los autores concluyeron que la promoción de la actividad física y las estrategias para el manejo del estrés constituyen intervenciones determinantes para reducir el riesgo de síndrome metabólico y mejorar la salud cardiometabólico de la población trabajadora (Uchechukwu Martha Chukwuemeka, 2025).

Ejercicio y síndrome metabólico

La OMS define a la actividad física como todo movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos (Organización Mundial de la Salud, 2024). Mientras que el ejercicio físico es una subcategoría de la actividad física, que se diferencia por el hecho que es planificada, repetitiva, estructurada (Kang Wan, 2024).

El ejercicio físico y la dieta son estrategias fundamentales en la intervención no farmacológica para el manejo del SM como tratamiento en primera línea. El entrenamiento físico mejora la salud cardiovascular y por ende mejorar los parámetros bioquímicos de la glucosa, estado lipídico y la aptitud física (Kang Wan, 2024)

Además, cabe destacar que integrar el ejercicio físico en la rutina diaria puede favorecer la pérdida de peso y, por ende, la reducción de la grasa visceral. Asimismo, ayuda a mejorar la sensibilidad a la insulina y a revertir la resistencia a la misma, siendo estos considerados componentes principales desencadenantes para el desarrollo del síndrome metabólico (Jennifer Pamela Menéndez-Iguasnia, 2024).

Cabe destacar, que los programas de ejercicios combinados (aeróbicos + fuerza), prometen tener efectos más efectivos en los marcadores cardiometabólico, que los entrenamientos únicos. Paralelamente, el HIIT entrenamiento de alta intensidad desataca como una alternativa eficaz y

rápida para mejorar la salud metabólica en personas con exceso de peso, síndrome metabólico, ofreciendo beneficios comparables (Rumbau, 2025).

Impacto del ejercicio sobre cada componente del síndrome metabólico

Obesidad

En diversos estudios se ha demostrado que el ejercicio tiene un cierto grado de reducción en la adiposidad central, especialmente se puede evidenciar esta pérdida en protocolos de ≥ 12 semanas, ya que no presenta una pérdida de peso inmediata. Sin embargo, produce cambios favorables en la composición corporal, un control de peso a largo plazo, mejor captación máxima de oxígeno. Además, se resalta la reducción del riesgo de mortalidad, perfil lipídico, hipertensión, sensibilidad a la insulina y de grasa visceral que es una de las causas de la inflamación sistémica, que conduce a la resistencia a la insulina, la diabetes tipo 2 y la arterosclerosis (Jennifer Pamela Menéndez-Iguasnia, 2024). No obstante, el realizar ejercicios combinados y el HIIT suelen producir reducciones más pronunciadas (Rumbau, 2025).

Hipertensión

El ejercicio físico tiene efectos relevantes en estos pacientes, el cual es considerado como una estrategia no farmacológica por parte de la Sociedad Internacional de Hipertensión para reducir la presión arterial, junto con cambios en el estilo de vida y la alimentación (Jennifer Pamela Menéndez-Iguasnia, 2024). El ejercicio aeróbico o entrenamientos físico regular produce efectos favorables en la morfología y función de diversos de vasos sanguíneos. Además, contribuye a la reducción de la presión arterial, ya que disminuye la rigidez aortica y una mejora en la dilatación arterial vinculada al flujo sanguíneo. Asimismo, tiene efectos hipotensores parecidos a los fármacos (Floristán, 2021). Al reducir la presión arterial sistólica en un 10 mmHg y la presión arterial diastólica en 5 mmHg se podría reducir los incidentes cardiovasculares en una cuarta parte y los accidentes cerebrovasculares en un tercio (Tomasz Chomiuk, 2024).

Dislipidemia

La dislipidemia se caracteriza por un desequilibrio en los niveles de lípidos en sangre, manifestado por alteraciones en las concentraciones de HDL-C, LDL-C o TG (Jennifer Pamela Menéndez-Iguasnia, 2024). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2021 la dislipidemia fue identificada como el octavo factor principal de riesgo de mortalidad a nivel mundial. La práctica regular de actividad física o el ejercicio estructurado ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar el perfil lipídico. Ahora bien, el ejercicio aeróbico en este componente produce un incremento en el HDL-c y l reducción de LDL-c y VLDL-c, este cambio en el perfil lipídico está vinculada al incremento en VO2máx (Neil A. Smart, 2025).

Diversos estudios, como os realizados por Durstine et al. y Kraus et al. concluyeron que la intensidad del ejercicio es menos determinante que el gasto energético total. No obstante, una mayor intensidad permite alcanzar un volumen de ejercicio en menos tiempos y aumenta el consumo de energía posterior al ejercicio. Asimismo, se ha observado que el entrenamiento aeróbico de alta intensidad mejora más el perfil lipídico, particularmente en los niveles HDL-C, en comparación con la intensidad moderada. En relación con las recomendaciones internacionales, la OM sugiere realizar al menos 11,25 MET-horas de ejercicio semanal para obtener beneficios significativos en la salud cardiovascular. En este contexto el entrenamiento aeróbico (AT) ha demostrado tener un efecto significativo en los niveles de lípidos en sangre, mientras que el entramiento de resistencia (RT) se asocia principalmente con mejorar en los niveles de HDL-C. Finalmente, es importante señalar el impacto en la mortalidad cardiovascular, debido a la reducción de 38,7 mg/dl en LDL-C se asocia con una disminución del 22% en la mortalidad cardiovascular. El ejercicio puede reducir LDL-C en aproximadamente 7,22 mg/dl, lo que implica una reducción del 4,5% en la mortalidad (Neil A. Smart, 2025).

Efectos de diferentes modalidades de ejercicio sobre el síndrome metabólico

Ejercicio aeróbico

El ejercicio aeróbico se define como una actividad física continua y rítmica que abarca grandes grupos musculares del cuerpo y que se puede sostenerse durante varios minutos gracias a un incremento en la función del corazón, los pulmones los músculos. (Qilong Zhang, 2025)

Este tipo de entrenamiento favorece una mayor entrada de oxígeno en los músculos esqueléticos y se basa principalmente en el metabolismo energético aeróbico para producir ATP durante periodos prolongados, lo que contribuye a mejorar los parámetros del síndrome metabólico. Entre los ejercicios aeróbicos se encuentra: caminar, andar en bicicleta nadar y trotar (Floristán, 2021). Además, este tipo de ejercicio ha demostrado ser efectivo para la reducción de la adiposidad central, perfil lipídico, presión arterial y resistencia a la insulina, estos dos últimos, tienen menor impacto, a diferencia de las de ejercicios combinados o HIIT (Rumbau, 2025)

Efectos sobre el organismo

Cabe destacar que los beneficios metabólicos del ejercicio aeróbico se pueden observar en intervenciones a largo, mediano e incluso corto plazo.

El entrenamiento aeróbico puede reducir la presión arterial, debido a una reducción de la rigidez aortica, mejor dilatación arterial vinculada al flujo sanguíneo, además debido a los efectos sobre la función anatómica, mejor función endotelial y a la reducción de la inflamación de la pared vascular (Floristán, 2021). En un estudio se menciona que la presión arterial sistólica se reduce en 8-12 mmHg y la presión arterial diastólica en 5-6 mmHg en adultos hipertensos (Tomasz Chomiuk, 2024)

Entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza también se conoce como entrenamiento de resistencia. Este tipo de entrenamiento guía a un aumento en la fuerza y potencia muscular como efecto de adaptaciones neuromusculares, incremento en el área de sección transversal muscular y alteraciones en la rigidez

del tejido conectivo. Los ajustes al entrenamiento de resistencia generalmente son evidentes después de 8 a 12 semanas (David C. Hughes, 2018).

El entrenamiento de fuerza tiene efectos positivos en la salud metabólico, ya que mejora la sensibilidad a la insulina y reduce la grasa corporal y visceral, factores claves en la prevención de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Además, estudios demuestran que el entrenamiento de resistencia ayuda a disminuir la tensión arterial, mejorando así la salud cardiovascular (María Blas Sánchez, 2024).

Tabla 6

Recomendaciones de actividad física en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Tipo de PA	Frecuencia	Intensidad	Actividades
Entrenamiento aeróbico	150–300min/semana de intensidad moderada o	3–5,9 MET	Aspirar, jardinería, caminar a paso ligero, baile de salón, aeróbic acuático, tenis (dobles), ciclismo a 15 km/h.
	75–150 intensidad vigorosa	≥ 6 MET	Correr, bailar aeróbicamente, tenis (individuales), saltar la cuerda, trabajos pesados en el jardín (cavar), andar en bicicleta a más de 15 km/h.
Entrenamiento de resistencia	Al menos 2 veces por semana 1–3 conjuntos 8–12 repeticiones 8-10 ejercicios diferentes	60%–80% RM	Ejercicios con carga, barras, discos, mancuernas, pesas rusas, máquinas de resistencia

Nota: Adaptada de “Actividad física en el síndrome metabólico,” por Tomasz Chomiuk, Natalia Niezgodna, Artur Mamcarz, Daniel Śliż, 2024, *Frontiers in Physiology*

Ejercicio combinado (aeróbico + fuerza)

El ejercicio combinado o entrenamiento concurrente se refiere a la integración de ejercicios de resistencia aeróbica y entrenamiento de fuerza o resistencia muscular dentro de un mismo programa de ejercicio. Esta combinación puede organizarse mediante diferentes estructuras temporales, como la realización de ambos componentes dentro de una misma sesión (intra-sesión), en sesiones diferentes dentro de un mismo periodo de entrenamiento (inter-sesión) o dentro de un mismo microciclo de entrenamiento. El entrenamiento concurrente permite desarrollar de manera conjunta adaptaciones relacionadas con la capacidad cardiorrespiratoria y las características neuromusculares, incluyendo mejoras en la fuerza muscular, hipertrofia, composición corporal y capacidad funcional (Orlando Gómez-Rossel, 2024).

Además, en una revisión sistemática con metaanálisis se evaluó el impacto de diferentes modalidades de ejercicio físico (aeróbico, anaeróbico y concurrente) sobre los indicadores bioquímicos, fisiológicos y antropométricos del síndrome metabólico en adultos. Los resultados evidencian que el ejercicio constituye una intervención no farmacológica eficaz para mejorar diversos componentes del síndrome metabólico, aunque la magnitud de sus efectos varía según el tipo de entrenamiento aplicado (Brandon Galván, 2025).

El entrenamiento aeróbico mostró efectos estadísticamente significativos en la reducción del colesterol total ($z = 3,02$; $p = 0,003$), la glucosa en sangre en ayunas ($z = 2,26$; $p = 0,02$) y la presión arterial diastólica ($z = 2,29$; $p = 0,02$), consolidándose como una estrategia efectiva para mejorar el perfil cardiometabólico (Brandon Galván, 2025).

Por su parte, el entrenamiento concurrente presentó beneficios significativos en el aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) ($z = 2,86$; $p = 0,004$) y en la disminución de la glucemia en ayunas ($z = 2,52$; $p = 0,01$), sugiriendo una mayor eficacia en la optimización del metabolismo lipídico y glucémico. Sin embargo, no se encontraron efectos significativos sobre las lipoproteínas de baja densidad (LDL), el índice de masa corporal ni el peso corporal total (Brandon Galván, 2025)..

Mientras que el entrenamiento anaeróbico, se observaron mejoras significativas únicamente en el colesterol total, mientras que sus efectos sobre la presión arterial diastólica no alcanzaron significancia estadística. Asimismo, los indicadores de triglicéridos, presión arterial sistólica y circunferencia de cintura no presentaron cambios estadísticamente significativos, por lo que fueron excluidos del metaanálisis debido a la insuficiencia de evidencia disponible (Brandon Galván, 2025).

En conjunto, los hallazgos respaldan que la prescripción de ejercicio físico es una estrategia eficaz para el manejo del síndrome metabólico, siendo el entrenamiento aeróbico y el concurrente las modalidades que ofrecen mayores beneficios sobre los indicadores cardiometabólicos. No obstante, la elevada heterogeneidad entre los estudios incluidos sugiere la necesidad de estandarizar las características de las intervenciones para fortalecer la evidencia científica y optimizar las recomendaciones clínicas (Brandon Galván, 2025).

Por otro lado, en un estudio donde se realizó una revisión sistemática tuvo como objetivo analizar la efectividad de las diferentes modalidades de ejercicio terapéutico en adultos con síndrome metabólico, siguiendo la metodología PRISMA. Para ello, se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, identificando 1.245 estudios, de los cuales se seleccionaron 14 ensayos clínicos aleatorizados que evaluaron intervenciones basadas en ejercicio aeróbico, entrenamiento de resistencia, entrenamiento concurrente, entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y programas multicomponentes (María Paula Calispa Espín, 2026).

Los resultados evidenciaron que el ejercicio terapéutico produce mejoras significativas en la resistencia a la insulina, glucosa en ayunas, circunferencia de cintura, presión arterial, composición corporal y capacidad funcional, además de favorecer la calidad de vida de los participantes. Entre las modalidades analizadas, el entrenamiento concurrente, que combina ejercicios aeróbicos y de resistencia, mostró los efectos más consistentes sobre los diferentes componentes del síndrome metabólico, mientras que el HIIT demostró beneficios cardiometabólicos relevantes mediante sesiones de menor duración, favoreciendo la adherencia al tratamiento (María Paula Calispa Espín, 2026).

Asimismo, la revisión destaca que la respuesta al ejercicio depende de factores como la edad, el sexo, el estado funcional y las comorbilidades del paciente, por lo que la prescripción debe individualizarse para garantizar la seguridad y maximizar los beneficios terapéuticos. También se señala que la combinación del ejercicio con educación nutricional y modificaciones del estilo de vida potencia los resultados obtenidos (María Paula Calispa Espín, 2026).

En conclusión, la evidencia científica respalda al ejercicio terapéutico estructurado como una intervención eficaz para el manejo integral del síndrome metabólico, siendo el entrenamiento combinado la estrategia que ofrece mayores beneficios sobre los factores de riesgo cardiometabólicos. Estos hallazgos sustentan la incorporación de programas de actividad física personalizados dentro de las intervenciones multidisciplinarias dirigidas a esta población y aportan evidencia relevante para el desarrollo de investigaciones (María Paula Calispa Espín, 2026).

La evidencia científica indica que las personas que mantiene un estilo de vida físicamente activo presentan un menor riesgo de desarrollar alteraciones metabólicas. En este contexto, la revisión realizada por Myers, señala que cumplir con las recomendaciones de realizar al menos 150 minutos semanales de actividad física de intensidad moderada o 75 minutos de ejercicio de intensidad vigorosa contribuye significativamente a disminuir la prevalencia del síndrome metabólico (SM). Asimismo, los resultados de diversos ensayos clínicos aleatorizados (ECA) respaldan estos hallazgos, demostrando que la combinación de ejercicio aeróbico con entrenamiento de fuerza o resistencia produce mejoras en el perfil lipídico, la presión arterial, el peso corporal y otros indicadores antropométrico

Tabla 7.

Impacto del ejercicio físico sobre síndrome metabólico.

Tipos de Actividad física	Características del estudio	Componentes del síndrome metabólico			
		Hiperglicemia	Hipertensión	Dislipidemia	Obesidad
Actividad física aeróbica + fuerza	ECA, 18 meses N= 151 adultos entre 50 y 69 años, con	↑ Glu B.	↔ PAS ↑ PAD	↔ TG ↓ HDL-C ↓ no significativo	↓ CC ↓ Cadera ↓ Peso

	riesgo de SM no Diabéticos. Australia occidental			CT y LDL-C	
Actividad física de resistencia 30 min/día + Vit C 500 mg/día	ECA, controlado con placebo, 12 semanas, en 120 adultos con SM	↔ Glu B	↓ PAS ↔ PAD	↓ CT ↔ TG ↔ LDL-C ↔ HDL-C	↔ Peso ↔ CC
Actividad física aeróbica	ECA con 86 diabéticos obesos, durante 6 meses	x↓ HbA1c ↓ Glu B. ↓ Glu P. ↓ HOMA-IR	a No registra	↓ TG ↓ CT ↓ LDL-C ↑ HDL-C	↓ CC ↓ IMC ↓ Peso
Actividad física aeróbica de resistencia (45 min) Vs. ejercicio de fuerza y carga (51 min)	ECA con 28 sujetos adultos insulinoresistentes con sobrepeso u obesidad, por 12 semanas	<i>Ambos</i> ↓ insulina en ayunas ↔ Glu B. ↓ Glu P.	No registra	No registra	<i>Ambos</i> ↓ Peso <i>Grupo aeróbico</i> ↓ IMC ↓ porcentaje grasa corporal <i>Grupo fuerza</i> IMC, % graso no relevante

Abreviaturas: Glu B: Glucosa basal; Glu P: Glucosa Pospandrial; HbA1c: Hemoglobina glicosilada; HOMA-IR: Índice de resistencia a la insulina; PAD: Presión arterial diastólica; PAS: Presión arterial sistólica; TG: Triglicéridos; HDL-C: Lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: Lipoproteínas de baja densidad; CT: Colesterol total; CC: Circunferencia de la cintura; IMC: Índice de masa corporal.

Nota: Tomado de Abordaje nutricional en el síndrome metabólico: Un estudio de revisión", por M. A. Guamán Chipantiza y P. A. Cruz Hidalgo, 2023, Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.

Planteamiento del problema

El síndrome metabólico representa uno de los principales desafíos para la salud pública debido a su elevada prevalencia y a su estrecha relación con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad renal crónica y mortalidad prematura. Este trastorno se caracteriza por la coexistencia de obesidad abdominal, hipertensión arterial, alteraciones del metabolismo de la glucosa y dislipidemias, condiciones que incrementan significativamente el riesgo de morbilidad y deterioro de la calidad de vida. La Organización Mundial de la Salud señala que, en 2022, el 43% de los adultos presentaban sobrepeso y el 16% obesidad, condiciones estrechamente relacionadas con el desarrollo del síndrome metabólico (OMS, 2025).

En un estudio de revisión sistemática y análisis de modelado que incluyó más de 45 millones de adultos de 198 países estimó que la prevalencia mundial aumentó del 11,9 % en el año 2000 al 28,4 % en 2023, afectando aproximadamente a 1,54 mil millones de personas, con mayor frecuencia en mujeres, adultos mayores y poblaciones urbanas. Un mayor incremento de la prevalencia se registró en Asia Oriental entre las mujeres (+28,1 %) y en Europa Central entre los hombres (+42,7 %), mientras que los menores aumentos se observaron en África Central (+3,0 % en mujeres) y en la región de Asia Pacífico de altos ingresos (+2,5 % en hombres). En 2023, la prevalencia osciló entre el 7,5 % en mujeres y el 6,5 % en hombres en África Central, alcanzando valores de hasta el 45,0 % en mujeres de países angloparlantes de altos ingresos y el 59,6 % en hombres de Europa Central (Jean Jacques Noubiap, 2025).

En Latinoamérica, la magnitud del problema es especialmente preocupante. Una revisión sistemática y metaanálisis realizada por Parra-Gómez et al. (2025), que analizó 89 estudios observacionales desarrollados entre 2009 y 2024 e incluyó 165.201 adultos de 17 países latinoamericanos, estimó una prevalencia global del síndrome metabólico del 40%. La prevalencia fue mayor cuando se aplicaron los criterios diagnósticos JIS 2009 (44%), seguida por IDF 2006 (41%), AHA/NHLBI (40%) y NCEP-ATP III (38%), lo que demuestra que esta enfermedad afecta aproximadamente a cuatro de cada diez adultos de la región (Parra-Gómez, 2025).

Este incremento se relaciona principalmente con el sedentarismo, la alimentación poco saludable y el aumento de la obesidad, factores que han impulsado la búsqueda de estrategias eficaces para su prevención y tratamiento. En este contexto, el ejercicio físico, especialmente la combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza, se considera una intervención no farmacológica prometedora; sin embargo, aún existe evidencia heterogénea sobre su efectividad, lo que justifica la realización de una revisión bibliográfica que sintetice los efectos del ejercicio combinado en adultos con síndrome metabólico (Jean Jacques Noubiap, 2025).

El estudio también identificó importantes diferencias entre países. México presentó la mayor prevalencia del síndrome metabólico, con 61%, seguido de Ecuador, con 50%, mientras que Argentina (19%) y Perú (21%) registraron las cifras más bajas. Asimismo, la prevalencia fue significativamente mayor en mujeres, en adultos de 60 años o más, donde alcanzó hasta el 61%, y en personas residentes en áreas urbanas, evidenciando la influencia del envejecimiento, la urbanización y los estilos de vida poco saludables sobre el desarrollo de esta enfermedad (Parra-Gómez, 2025).

En el contexto nacional, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador (ENSANUT-ECU 2012) muestra resultados donde síndrome metabólico en la población ecuatoriana de 10 a 59 años fue del 27,0 %, aumentando progresivamente con la edad hasta alcanzar el 50,5 % en las personas de 50 a 59 años. Asimismo, la prevalencia fue mayor en mujeres (29,2 %) que en hombres (25,2 %). Según el área de residencia, la población urbana presentó una mayor prevalencia (29,4 %) en comparación con la rural (21,7 %), mientras que las zonas de planificación 5 y 8 registraron las mayores proporciones de síndrome metabólico del país. Adicionalmente, la ENSANUT-ECU concluye que el país enfrenta una epidemia de sobrepeso y obesidad asociada al consumo elevado de alimentos con alta densidad energética y a la insuficiente práctica de actividad física (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2014).

En Ecuador, la información nacional sobre la prevalencia del síndrome metabólico continúa basándose principalmente en los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU 2012), sin embargo, ya se inició la segunda ronda de la Encuesta STEPS en 2025, pero aún no se han difundido resultados nacionales sobre la prevalencia del síndrome

metabólico. El Ministerio de Salud Pública, el INEC y la OPS informaron que la encuesta tiene como objetivo actualizar los indicadores de enfermedades no transmisibles y sus factores de riesgo.

Estos hallazgos ponen de manifiesto que el síndrome metabólico representa una carga creciente para los sistemas de salud latinoamericanos, especialmente en países como Ecuador, donde la elevada prevalencia incrementa el riesgo de diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular, discapacidad y muerte prematura. Además del impacto sobre la salud de las personas, esta condición genera un aumento de los costos sanitarios y una disminución de la calidad de vida, lo que convierte su prevención y control en una prioridad para la salud pública.

Frente a esta problemática, las intervenciones sobre el estilo de vida constituyen la primera línea de tratamiento. Entre ellas, el ejercicio físico ha demostrado mejorar la sensibilidad a la insulina, reducir la adiposidad abdominal, controlar la presión arterial y favorecer el perfil lipídico. En los últimos años, el ejercicio combinado, que integra entrenamiento aeróbico y de fuerza, ha despertado un creciente interés por sus potenciales beneficios sobre múltiples componentes del síndrome metabólico.

En este contexto, resulta necesario analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre los efectos del ejercicio combinado en adultos con síndrome metabólico, con el propósito de aportar información actualizada que contribuya a orientar la práctica clínica, fortalecer las estrategias de prevención y apoyar la toma de decisiones en salud pública para disminuir la carga de esta enfermedad en la población adulta.

Pregunta de la investigación

¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) sobre el síndrome metabólico en adultos, mediante una revisión bibliográfica estructurada de la literatura científica?

¿Cuáles son las evidencias disponibles sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en adultos con síndrome metabólico?

¿Qué componentes del síndrome metabólico son más susceptibles de mejora mediante ejercicio combinado en adultos?

¿Cuáles son las evidencias científicas disponibles sobre el impacto del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular asociados con el síndrome metabólico en adultos?

¿Cuáles son los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) sobre la glucemia y la sensibilidad a la insulina en adultos con síndrome metabólico?

OBEJTIVOS

Objetivo general

Determinar mediante una revisión bibliográfica estructurada los efectos del ejercicio combinado, aeróbico y de fuerza sobre síndrome metabólico en adultos

Objetivos específicos

- Identificar cuáles son los efectos del ejercicio: combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico.
- Analizar mediante la bibliografía, cuáles son los componentes del síndrome metabólico son más susceptibles de mejora con intervención de ejercicio combinado
- Examinar mediante la evidencia científica el impacto en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular asociados con el síndrome metabólico.
- Sintetizar la evidencia científica existente sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en la reducción de la glucemia y la mejora de la sensibilidad a la insulina.

Hipótesis

El ejercicio combinado, por entrenamiento aeróbico y de fuerza, tiene un efecto positivo en la mejora de los componentes del síndrome metabólico en adultos.

Metodología

Enfoque, tipo y diseño de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, descriptivo, retrospectivo no experimental, ya que tuvo como propósito analizar, interpretar y sintetizar de manera crítica la evidencia científica disponible sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en adultos con síndrome metabólico. En concordancia con este enfoque, el estudio busco comprender el estado actual del conocimiento a partir de la revisión e integración de los hallazgos reportados en la literatura científica. Asimismo, facilito la identificación de coincidencias, discrepancias y vacíos existentes en la evidencia, aportando una visión integral que sustento las conclusiones de la investigación.

El diseño metodológico asumió una característica de revisión documental en el entendido de la lectura y análisis de la literatura científica divulgada al respecto, a efectos de la formulación de la perspectiva teórica del estudio. La identificación y selección de los estudios se realizó mediante la consulta de bases de datos académicas y científicas de reconocido prestigio publicada entre 2020 y 2026 desde los buscadores académicos como Google Scholar, Scielo, Scopus y Pubmed, garantizando la inclusión de literatura científica revisada por pares. Estas fuentes permitieron acceder a evidencia científica relevante, actual y de calidad.

Estrategia de búsqueda

Metodológicamente, la búsqueda documental en las bases de datos se utiliza los operadores boléanos: ("Metabolic Syndrome"[Mesh] OR "metabolic syndrome"[tiab] OR MetS[tiab]) AND ("combined training"[tiab] OR "combined exercise"[tiab] OR "concurrent training"[tiab] OR "combined aerobic and resistance training"[tiab] OR ("aerobic exercise"[tiab] OR "aerobic training"[tiab] OR "resistance training"[tiab] OR "strength training"[tiab] OR "weight endurance training"[tiab])) AND ("Adult"[Mesh] OR adult*[tiab]) NOT (animals[Mesh] NOT humans[Mesh])

("metabolic syndrome" OR "síndrome metabólico") ("combined training" OR "combined exercise" OR "concurrent training" OR "combined aerobic and resistance training") ("aerobic exercise" OR "aerobic training") ("resistance training" OR "strength training") (adult OR adults) - elderly -aged -geriatric -"older adults" -"older people"

("metabolic syndrome") AND ("combined training" OR "combined exercise" OR "concurrent training" OR "aerobic exercise" OR "resistance training") AND (adults)

Aspectos éticos de la investigación

Al tratarse de una revisión de estudios publicados, no se requiere una aprobación ética

.

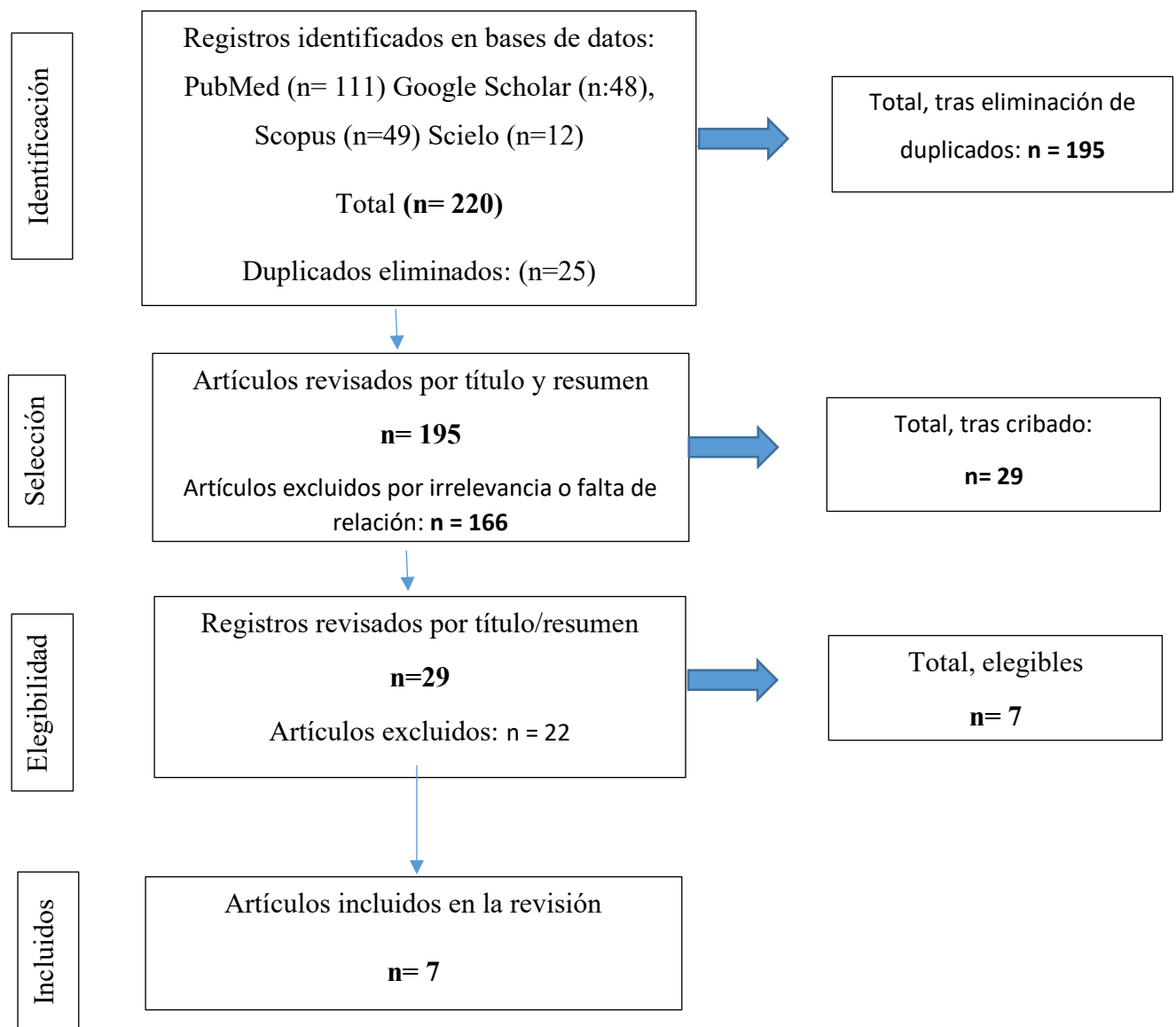
Criterios de inclusión

- Investigaciones publicadas entre los años 2020 y 2026, con el fin de incorporar la evidencia científica más reciente, publicados en español e inglés
- Artículos científicos disponibles en texto completo.
- Ensayos clínicos aleatorizados, ensayos clínicos no aleatorizados, estudios cuasiexperimentales, estudios observacionales (cohortes, casos y controles y estudios transversales) y revisiones sistemáticas o metaanálisis que aporten evidencia relevante.
- Investigaciones realizadas en personas adultas de 18 a 64 años diagnosticadas con síndrome metabólico o que cumplan criterios diagnósticos internacionalmente aceptados.
- Estudios que evalúen los efectos del ejercicio, como la intervención que integra ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza dentro del mismo programa de ejercicio.

Criterios de exclusión

- Investigaciones publicadas antes del año 2020.
- Artículos de opinión, editoriales, cartas al editor, protocolos de investigación, resúmenes de congresos, capítulos de libros, tesis y literatura gris.
- Estudios duplicados o publicados en más de una base de datos.
- Estudios realizados en animales o modelos experimentales.

FIGURA1. DIAGRAMA PRISMA 1



Elaborado por: Janelly Zura

Proceso de selección de los estudios

Los registros recuperados de las bases de datos se organizaron en el gestor bibliográfico [Mendeley/EndNote]. Posteriormente, se eliminaron los artículos duplicados. La selección se desarrolló en dos etapas. En la primera se revisaron los títulos y resúmenes para descartar publicaciones que no guardaban relación con el objetivo de la investigación. En la segunda se examinaron los textos completos de los artículos potencialmente elegibles y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión.

El proceso se representó mediante un diagrama de flujo PRISMA 2020, en el que se detallaron los estudios identificados, evaluados, excluidos e incluidos en la síntesis final.

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante instrumentos seleccionados de acuerdo con el diseño de cada investigación.

Se analizaron aspectos relacionados con la claridad de los objetivos, las características y selección de los participantes y criterios compatibles, la descripción y aplicación de los programas de ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) y análisis de los resultados.

Asimismo, se consideraron criterios relacionados con el control de posibles factores de confusión, las pérdidas o abandonos durante el seguimiento, la validez de los procedimientos estadísticos empleados y la correspondencia entre los resultados obtenidos y las conclusiones planteadas por los autores. Se prestó especial atención a la información relacionada con los principales componentes del síndrome metabólico.

Los estudios no fueron excluidos exclusivamente por presentar limitaciones metodológicas; sin embargo, estas fueron consideradas durante la síntesis e interpretación de los hallazgos, con el propósito de valorar la consistencia de la evidencia disponible sobre los efectos del ejercicio combinado, aeróbico y de fuerza, en adultos con síndrome metabólico.

En este orden de ideas para seleccionar los artículos para la presente Revisión bibliográfica, se priorizaron los artículos que abordan los siguientes temas: Efectos del ejercicio combinado: aeróbico y de fuerza sobre síndrome metabólico en adultos. Del total de artículos, solo son elegibles 7 artículos publicados en las bases de datos de Google Scholar, Scielo, Scopus y Pubmed,

Al respecto, en el apartado de resultados se analizan a profundidad los 7 artículos que resultaron elegibles.

Resultados

A continuación, se expondrá el análisis de la evidencia científica recopilada en torno al tema central de estudio que corresponde a los efectos del ejercicio combinado: aeróbico y de fuerza sobre síndrome metabólico. Para ello, se ejecutó la búsqueda sistemática descrita en la metodología, identificándose 7 estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad previamente establecidos, para presentar las respuestas a los objetivos planteados en la presentación.

TABLA 8

RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS

Autores /Año	Título	Enfoque	Grupo (s) de intervención/ control	Puntos centrales de la estadística	Resultados principales
(Dejan Reljic, 2025)	Impacto de diferentes regímenes de entrenamiento concurrente de bajo volumen en la salud cardiometabólica, la inflamación y la condición física en pacientes obesos con síndrome metabólico.	Comparar los efectos de diferentes modalidades de entrenamiento concurrente de bajo volumen sobre la salud cardiometabólica, la inflamación.	4 grupos de intervención LOW-HIIT + WB-EMS, WB-EMS + LOW-HIIT, LOW-HIIT + 1-RT y 1-RT + LOW-HIIT.	Ensayo clínico aleatorio con 93 pacientes obesos con síndrome metabólico, sometidos a restricción calórica. Entrenamientos concurrentes de bajo volumen durante 12 semanas.	LOW-HIIT y 1-RT produjo mejoras superiores en la presión arterial, los lípidos sanguíneos, los marcadores de inflamación (CRP, hsCRP), la puntuación de gravedad del MetS y la condición física general
(Mohamed Ahmed, 2020)	Efectos de la dieta frente a la dieta combinada con ejercicio aeróbico y de resistencia sobre el síndrome metabólico en hombres jóvenes obesos.	Comparar la eficacia de una intervención para la reducción de peso basada en la restricción calórica, el ejercicio aeróbico de bajo impacto y un programa de resistencia para mejorar la composición corporal.	2 grupos: 1 – Dieta (DG 9 participantes un programa dietético sin añadir ejercicio y 2 grupo de intervención 14 participantes (restricción calórica más ejercicios aeróbicos)	Ensayo clínico aleatorio, se evaluaron cambios pre y postintervención durante 16 semanas, con 12 semanas de entrenamiento, comparando un programa dietético solo frente a un programa dietético combinado con sesiones supervisadas de ejercicio aeróbico y de resistencia.	Entre los resultados a destacar se encuentra la pérdida significativa de peso corporal, IMC, circunferencia de cintura, % de grasa corporal, presión arterial sistólica y diastólica, colesterol total, LDL-c y VLDL-C triglicéridos.

(Andrade, 2022)	Entrenamiento concurrente y respuesta interindividual en mujeres con un alto número de factores de riesgo del síndrome metabólico.	Evaluar los efectos de 20 semanas de entrenamiento concurrente sobre los factores de riesgo y marcadores del síndrome metabólico en mujeres con obesidad.	28 mujeres, con obesidad mórbida asignadas a dos grupos distribuidos según un número alto (≥ 3, $n = 11$) o bajo (< 3, $n = 17$) de factores de riesgo de síndrome metabólico.	Estudio de En entrenamiento de concurrente mejoró diversos factores de riesgo cardiometabólico, especialmente en el grupo H-MetS. con disminución de presión arterial sistólica, glucemia en ayunos triglicéridos, y aumento de HDL-c. en el grupo L-MetS disminuyó la circunferencia de la cintura.
(Montaña Abrougui, 2026)	Veinticuatro semanas de entrenamiento físico combinado previenen la progresión del síndrome metabólico en mujeres adultas: evidencia de un ensayo controlado aleatorizado.	Evaluar los efectos de 24 semanas de entrenamiento combinado sobre la progresión y los factores de riesgo del síndrome metabólico en mujeres adultas.	Grupo de intervención: entrenamiento combinado (CT, $n=84$), con ejercicio aeróbico y de resistencia supervisado 3 veces. Grupo control ($n=21$), sin entrenamiento combinado.	Ensayo clínico aleatorizado controlado con 105 mujeres. Se evaluaron los cambios longitudinales entre grupos en variables antropométricas, metabólicas, cardiovasculares y de condición física. Entrenamiento combinado aeróbico y de resistencia durante 24 semanas

(Agnieszka Suder, 2024)	Efectos del ejercicio sobre la asprosin y los índices de aterogenicidad y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado	Evaluar los efectos de 12 semanas de entrenamiento aeróbico y combinado (aeróbico – resistencia) sobre la composición corporal, resistencia a la insulina, índices de aterogenicidad y concentración de asprosin en hombres adultos con síndrome metabólico.	Tres grupos: (EG1, n=21): realizó entrenamiento aeróbico, grupo de ejercicio combinado (EG2, n=21): realizó entrenamiento aeróbico + entrenamiento de resistencia. Grupo control (CG, n=20): no realizó programa de ejercicio mantuvo sus actividades.	Ensayo controlado aleatorio con 62 hombres adultos con síndrome metabólico, distribuidos en tres grupos. Se realizaron evaluaciones al inicio, a las 6 y 12 semanas, y un seguimiento posterior de 4 semanas, se realizaron los cambios intra e intergrupales en variables antropométricas, metabólicas, resistencia a la insulina e índices de aterogenicidad, considerando la significancia de la diferencia entre grupos.	El ejercicio combinado mejoró significativamente la resistencia a la insulina (HOMA-IR), el índice de aterogenicidad y algunos indicadores de composición corporal, incluida la grasa visceral.
(Aria Dianatinasab, 2020)	Efectos del ejercicio aeróbico, de resistencia y combinado sobre los niveles plasmáticos de irisina, HOMA-IR y el perfil lipídico en mujeres con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado.	Examinar los efectos del ejercicio aeróbico (EA), ejercicio de resistencia (ER) y el ejercicio combinado (EC) sobre los niveles plasmáticos de irisina y algunos índices metabólicos y antropométricos	Cuatro grupos (n=15 por grupo): ejercicio aeróbico, ejercicio de resistencia y ejercicio combinado y control.	Se compararon las mediciones antes y después de 8 semanas de intervención, analizando cambios en HOMA-IR, glucemia, perfil lipídico, composición corporal e irisina, mediante comparación es intra e intergrupales y considerando la	El ejercicio combinado durante 8 semanas mejoró significativamente la resistencia a la insulina (HOMA-IR; p=0,003), aumento la masa muscular y redujo el porcentaje de la grasa corporal, los triglicéridos y el colesterol total.

(Diba Hosaini Seyed Amir Hosain, 2023)	Efecto de ocho semanas de entrenamiento concurrente sobre los niveles séricos de paraxonasa-1, irisina, perfil lipídico y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico.	Evaluar el efecto de 8 semanas de entrenamiento concurrente en los niveles séricos de irisina, PON 1, perfil lipídico y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico.	Dos grupos de entrenamiento concurrente (n=15) y control (n=15). Se realizaron tres sesiones del programa de entrenamiento por semana durante un intervalo de 8 semanas.	significancia de las diferencias. Estudio cuasiexperimental, en el cual se realizaron mediciones antes y después de 8 semanas de intervenciones, los datos fueron analizados mediante pruebas t independientes y dependientes para determinar las diferencias intra e intergrupales.	Las 8 semanas de entrenamiento concurrente redujeron significativamente los niveles de resistencia a la insulina, triglicéridos, colesterol. Lipoproteína de baja densidad (LDL), presión arterial sistólica y diastólica en hombres con síndrome metabólico.
---	---	---	--	--	---

Elaborado por: Janelly Zura

Al analizar los artículos seleccionados, se puede observar, que en el primer estudio presentado por Dejan Reljic, (2025), con el tema “Impacto de diferentes regímenes de entrenamiento concurrente de bajo volumen en la salud cardiometabólica, la inflamación y la condición física en pacientes obesos con síndrome metabólico”, este estudio se enfocó en comparar los efectos de diferentes modalidades de entrenamiento concurrente de bajo volumen sobre la salud cardiometabólica, las adaptaciones y la condición física en adultos con obesidad y síndrome metabólico, y que combinación entre, LOW-HIIT más WB-EMS o LOW-HIIT más 1-RT, produce mejores resultados.

Se realizaron 4 grupos de intervención (A) LOW-HIIT seguido de WB-EMS (LOW-HIIT+WB-EMS), (B) WB-EMS seguido de LOW-HIIT (WB-EMS+LOW-HIIT), (C) LOW-HIIT seguido de 1-RT (LOW-HIIT+1-RT) y (D) 1-RT seguido de LOW-HIIT (1-RT+LOW-HIIT), los 93 participantes fueron asignados mediante un proceso de aleatorización estratificada basada en su VO₂máx basal, edad, sexo e índice de masa corporal. La asignación de grupos se gestionó utilizando el software MinimPy (licencia pública general GNU versión 3.0) con el fin de garantizar un equilibrio adecuado entre los estratos, además los participantes recibieron asesoría dietética estándar para la restricción calórica y participaron en sesiones de entrenamiento dos veces por semana durante 12 semanas.

Los principales resultados que se encontraron fueron que grupo en el cual se combinó LOW-HIIT y 1-RT logró mejoras superiores en la presión arterial, los lípidos sanguíneos, los marcadores de inflamación (CRP, hsCRP), la puntuación de gravedad del MetS y la condición física general en comparación con la combinación de LOW-HIIT y WB-EMS.

En cuanto al estudio presentado por Mohame et al. 2020 titulado “Efectos de la dieta frente a la dieta combinada con ejercicio aeróbico y de resistencia sobre el síndrome metabólico en hombres jóvenes obesos” se desarrollo un ensayo clínico aleatorio con 23 hombres jóvenes de la Universidad Rey Faisal (KFU), entre las edades comprendidas de 19 y 24 años, que cumplieron los tres primeros criterios de inclusión que fueron: estilo de vida sedentario (caminar menos de 2,4 km al día), tener un IMC entre 30 y 40 kg /m², la ausencia de contraindicaciones para realizar ejercicio físico según las directrices del Colegio Americano de Medicina Deportiva, y presentar las características del síndrome metabólico (MetS) según lo definido por el ATP III.2

Con el fin de comparar la eficacia de una intervención para la reducción de peso basada en la restricción calórica, el ejercicio aeróbico de bajo impacto y un programa de resistencia para

mejorar la composición corporal, los parámetros metabólicos y los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en estudiantes obesos diagnosticados con síndrome metabólico.

En el cual se evaluaron cambios pre y postintervención durante 16 semanas, con 12 semanas de entrenamiento, comparando un programa dietético solo frente a un programa dietético combinado con sesiones supervisadas de ejercicio aeróbico y de resistencia, considerando la significancia estadística de los cambios antropométricos, cardiovasculares y metabólicos. Para las mediciones antropométricas de este estudio se realizaron con el analizador de composición corporal segmentaria y de cuerpo completo multifrecuencia ACCUNIQ BC360 (fabricado por SELVAS Healthcare en Daejeon, Corea del Sur), que mide los cambios en la grasa y la musculatura corporal mediante tecnología de análisis de impedancia bioeléctrica. Por otro lado, el protocolo dietético se estableció un programa de restricción dietética equilibrado y personalizado para cada participante, basado en la evaluación inicial del comportamiento alimentario mediante registro dietético, de cuatro días con pesaje durante la semana previa a la intervención. Todas las listas de alimentos se analizaron utilizando un software de asesoramiento alimentario (SCDA Nutrisoft) y las tablas de alimentos publicadas por el Ministerio de Salud de Arabia Saudita. El déficit calórico diario objetivo de los participantes fue de aproximadamente 500 kcal/día, y sus dietas se compusieron de entre un 15 - 20 % de proteínas y entre un 25 - 30 % de lípidos, mientras que los carbohidratos representaron el resto del aporte calórico. Mientras que, en la actividad física el programa incluyó tres secciones por semana durante un periodo de 12 semanas de ejercicio aeróbico de bajo impacto y de resistencia realizados en máquinas o con pesas libres. Cada sesión englobó un ejercicio para cada grupo muscular, y cada ejercicio se realizaba en tres series de 8 a 12 repeticiones, con un descanso de 1 minuto entre series y un descanso de 3 minutos entre ejercicios. La carga de entrenamiento inicial se fijó en el 60 % de la repetición máxima (1-RM) y se incrementó cada cuatro semanas en un 5 % a un 10 %. Los valores de 1-RM se predijeron a partir de las pruebas de 4 a 6 repeticiones máximas (4-6-RM) realizadas en el primer entrenamiento de la primera semana. En cuanto a los resultados que arrojó este estudio fue que el entrenamiento combinado aeróbico y de resistencia durante 24 semanas produjo mejoras significativas en el control glucémico, la resistencia a la insulina, la presión arterial y la condición física, además en la mejora de la composición corporal y composición física. Demostrando un efecto preventivo sobre la progresión del síndrome metabólico.

En el estudio realizado por Andrade et al. (2022), sobre el “Entrenamiento concurrente y respuesta interindividual en mujeres con un alto número de factores de riesgo del síndrome metabólico”. Se valoró la prevalencia de no respondedores NR después de 20 semanas de entrenamiento concurrente de mujeres con obesidad mórbida con un número alto o bajo de factores de riesgo de síndrome metabólico. Este estudio fue cuasiexperimental desarrollado para mujeres con obesidad mórbida pertenecientes a la Asociación de Obesidad Mórbida para Candidatas a Cirugía Bariátrica de Temuco, Chile. Para este estudio se reclutaron 37 participantes las cuales fueron asignadas según el número de factores de riesgo de SM: un número elevado de factores de riesgo de SM ≥ 3 (SM-A, $n = 15$) o un número bajo de factores de riesgo de SM < 3 (SM-B, $n = 22$). Tras 20 semanas de seguimiento, nueve participantes fueron excluidos por diversas razones (4 excluidos del grupo SM-A y 5 excluidos del grupo SM-B). Por ende, el tamaño final de la muestra fue de $n = 28$ (SM-A, $n = 11$ y SM-B, $n = 17$). Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó G*Power, versión 3.1.2. El estudio se llevó a cabo siguiendo la Declaración de Helsinki. En cuanto a la medición de la composición corporal se utilizó la báscula de bioimpedancia digital (TANITA™, modelo 331).

En cambio, la condición física de los participantes en los grupos H-MetS y L-MetS se midió mediante pruebas de resistencia y fuerza muscular. La fuerza de agarre manual se evaluó utilizando un dinamómetro digital (Baseline™ Hydraulic Hand Dynamometers). Para determinar la calidad de vida se utilizó el cuestionario SF-36, este instrumento cuantificó ocho dominios relacionados con la salud física y mental. En cuanto al programa implementado, se realizó un entrenamiento concurrente que constaba de dos secciones de entrenamiento de resistencia (RT) y entrenamiento concurrente, que combinó entrenamiento de fuerza y entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), la intervención tuvo una duración de 20 semanas con 2 sesiones semanales de aproximadamente 60 min, el entrenamiento de fuerza que incluyó ejercicios para diferentes grupos musculares, mientras que el ejercicio aeróbico se realizó mediante intervalos de alta intensidad en bicicleta estática. Los resultados a destacar de esta intervención se encuentran que el entrenamiento concurrente mejoró diversos factores de riesgo cardiometabólico, especialmente en el grupo H-MetS con disminución de presión arterial sistólica, glucemia en ayunos triglicéridos, y aumento de HDL-c. en el grupo L-MetS disminuyó la circunferencia de la cintura.

En el estudio de Montaña et al. (2026), con el tema: Veinticuatro semanas de entrenamiento físico combinado previenen la progresión del síndrome metabólico en mujeres adultas: evidencia de un ensayo controlado aleatorizado.

La metodología utilizada se basó en un ensayo clínico aleatorizado controlado con 105 mujeres, donde se evaluaron los cambios longitudinales entre grupos en variables antropométricas, metabólicas, cardiovasculares y de condición física, considerando la significancia estadística de las diferencias observadas. Este estudio se elaboró siguiendo las directrices CONSORT, y se centró en analizar los efectos combinados sobre el control glucémico (glucemia, HbA1c, insulina y HOMA-IR), perfil lipídico (triglicéridos, colesterol total, LDL-c y HDL-c), salud cardiovascular (presión arterial media y frecuencia cardíaca), la composición corporal y condición física. Además, se realizaron tres series de mediciones en momentos distintos: *línea de base*, antes de la intervención; *a mitad de la intervención*, al final de la semana 12; y *después de la intervención*, 48-72 h después de la conclusión del entrenamiento de 24 semanas. El tamaño de muestra óptimo para este estudio se determinó utilizando el programa G*Power.

En el grupo de intervención se realizó: entrenamiento combinado (CT, n=84), con ejercicio aeróbico y de resistencia supervisado 3 veces a la semana durante 24 semanas. Grupo control (n=21), sin entrenamiento combinado. ambos grupos fueron evaluados al inicio, a las 1 semanas y a las 24 semanas. El programa que se utilizó para este estudio fue entrenamiento físico concurrente el cual consistió en la combinación de ejercicios aeróbicos y de fuerza /resistencia muscular dentro de una misma sesión. Estas sesiones se llevaron a cabo 3 veces a la semana, con una duración de 60 min cada una durante 24 semanas.

Los resultados obtenidos en este ensayo sobre el entrenamiento combinado aeróbico y de resistencia durante 24 semanas demostró las mejoras significativas en el control glucémico, la resistencia a la insulina, la presión arterial y la condición física, además en la mejora de la composición corporal y composición física. Demostrando un efecto preventivo sobre la progresión del síndrome metabólico.

En el estudio Suder, et al. (2024), Efectos del ejercicio sobre la asprosina y los índices de aterogenicidad y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado. Este estudio es un ensayo controlado aleatorio con 62 hombres adultos con síndrome metabólico, distribuidos en tres grupos. Se realizaron evaluaciones al inicio, a las 6 y 12 semanas, y un seguimiento posterior de 4 semanas, se realizaron los cambios intra e intergrupales en variables antropométricas, metabólicas, resistencia a la insulina e índices de aterogenicidad, considerando la significancia de la diferencia entre grupos.

El enfoque centra de este estudio fue evaluar los efectos de 12 semanas de entrenamiento aeróbico y combinado (aeróbico – resistencia) sobre la composición corporal, resistencia a la insulina, índices de aterogenicidad y concentración de asprosina en hombres adultos con síndrome metabólico, comparados con un grupo control sin intervención. Se llevaron a cabo intervenciones de 12 semanas en tres grupos: grupos de ejercicio aeróbico (EG1, n=21): realizó entrenamiento aeróbico durante 12 semanas. Grupo de ejercicio combinado (EG2, n=21): realizó entrenamiento aeróbico + entrenamiento de resistencia durante 12 semanas. Grupo control (CG, n=20): no realizó programa de ejercicio y mantuvo sus actividades habituales. En el ejercicio combinado se realizaron circuitos con pesas, mancuernas, poleas o máquinas de fuerza dirigidas a los grandes grupos musculares, seguidos o combinados con bloques de cardio

Se pidió a los participantes que no modificaran su dieta durante el proyecto. Las intervenciones de ejercicio se llevaron a cabo en un gimnasio de Cracovia bajo la supervisión de un entrenador personal. Los resultados de este estudio fueron que el ejercicio combinado mejoró significativamente la resistencia a la insulina HOMA-IR, además de mejorar el índice de aterogenicidad y algunos indicadores de composición corporal, incluida la grasa visceral.

En el estudio de Dianatinasab, et al, (2020) sobre “Efectos del ejercicio aeróbico, de resistencia y combinado sobre los niveles plasmáticos de irisina, HOMA-IR y el perfil lipídico en mujeres con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado”, el enfoque principal de este estudio fue examinar los efectos del ejercicio aeróbico (EA), ejercicio de resistencia (ER) y el ejercicio combinado (EC) sobre los niveles plasmáticos de irisina y algunos índices metabólicos y antropométricos.

La metodología aplicada fue mediante un ensayo controlado aleatorio según el diagrama de flujo CONSORT para examinar los efectos del ejercicio aeróbico (EA), el ejercicio de resistencia (ER) y el ejercicio combinado (EC). Se compararon las mediciones antes y después de 8 semanas de intervención, analizando cambios en HOMA-IR, glucemia, perfil lipídico, composición corporal e irisina, mediante comparación intra e intergrupales y considerando la significancia de las diferencias. Las 60 mujeres con sobrepeso y síndrome metabólico que participaron fueron asignados equitativamente a cuatro grupos: ejercicio aeróbico, ejercicio de resistencia y ejercicio combinado y control. En los ejercicios de combinación se realizaron simultáneamente ejercicios aeróbicos y de resistencia en una misma sesión. El grupo EC realizó dos sesiones semanales durante las dos primeras semanas y tres sesiones durante el resto del periodo de intervención. El programa incluía sesiones de estiramiento 10 min y 20 min de caminatas en cinta, seguidos de 5 min de descanso y una serie de entrenamiento de fuerza, compuesta por 10 ejercicios diferentes similares al programa de ER. Además, las sesiones finalizaban con 10 min de ejercicios de equilibrio.

Se compararon los valores antes y después de 8 semanas de intervención, analizando cambio en HOMA-IR, glucemia, perfil lipídico, composición corporal e irisina, mediante comparaciones intra e intergrupales y considerando la significancia estadística de las diferencias. Los hallazgos encontrados en este estudio fue que el ejercicio combinado durante 8 semanas mejoró significativamente la resistencia a la insulina (HOMA-IR; $p=0,003$), aumento la masa muscular y redujo el porcentaje de la grasa corporal, los triglicéridos y el colesterol total.

Finalmente, el estudio de Hosain, et al. (2023 “Efecto de ocho semanas de entrenamiento concurrente sobre los niveles séricos de paraxonasa-1, irisina, perfil lipídico y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico”). Este artículo tuvo como objetivo evaluar el efecto de 8 semanas de entrenamiento concurrente en los niveles séricos de irisina, PON 1, perfil lipídico y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico. Fue un estudio cuasiexperimental, en el cual se realizaron mediciones antes y después de 8 semanas de intervenciones, los datos fueron analizados mediante pruebas t independientes y dependientes para determinar las diferencias intra e intergrupales. Participaron 30 hombres con síndrome metabólico de (25 a 35 años y con masa corporal $> 25 \text{ kg/m}^2$) fueron seleccionados intencionalmente y divididos

aleatoriamente en dos grupos de entrenamiento concurrente (n=15) y control (n=15). Se realizaron tres sesiones del programa de entrenamiento por semana durante un intervalo de 8 semanas. El entrenamiento concurrente incluyó calentamiento, resistencia (20 min de entrenamiento, resistencia) y resistencia (25 min de actividad en una bicicleta estática con una intensidad del 50-80% de la frecuencia cardíaca máxima).

Los resultados de este tipo de programa de 8 semanas de entrenamiento concurrente redujeron significativamente los niveles de resistencia a la insulina, triglicéridos, colesterol, lipoproteína de baja densidad (LDL), presión arterial sistólica y diastólica en hombres con síndrome metabólico.

Respuestas a los objetivos planteados

A continuación, se presenta los objetivos planteados y el resumen de los hallazgos obtenidos:

Objetivo 1: Identificar cuáles son los efectos del ejercicio: combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico.

Esta tabla presenta los resultados de un análisis comparativo de los efectos del ejercicio: combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico

TABLA 9

EFFECTOS DEL EJERCICIO: COMBINADO AERÓBICO Y DE FUERZA SOBRE EL SÍNDROME METABÓLICO.

Autor y año	Lugar	Tipo de estudio	Muestra	Intervención	Resultados
Dianatinasab et al., (2020)	Irán	Ensayo Clínico aleatorio	13 mujeres	8 semanas Modalidad de ejercicio aeróbico -Caminata rápida /trote suave /ciclismo Modalidad de entrenamiento de fuerza -Ejercicios de fuerza para diferentes grupos musculares ejercicios como prensa de piernas, press de banca y sentadillas profundas Frecuencia: 3 v/s Intensidad Bloque aeróbico 60% a 75-80% de la FC _{máx} Bloque de fuerza: 60% al 70% de 1-RM Duración: 60 min	Reducción significativa de la resistencia a la insulina, evidenciada por la reducción de HOMA-IR (p=0,003). Además, produjo efectos favorables sobre el perfil lipídico, particularmente una reducción significativa del colesterol total (p=0,022).
Said et al., 2020	Arabia Saudita	Ensayo clínico aleatorizado	14 hombres	12 semanas acompañado de intervención dietética Modalidad de ejercicio aeróbico -Caminata en cinta, elíptica y/o TAEBO Modalidad de ejercicio de fuerza	El estudio encontró una disminución de la presión arterial sistólica (p=0,016) y diastólica (p=0,013),

				-Circuito de ejercicios de resistencia con máquinas y pesos libres Frecuencia: 5 v/s Intensidad Componente aeróbico: Intensidad moderada 50% y el 75% de la FC_{máx} Componente de fuerza: De carga moderada-baja 50% y el 55% de 1-RM (una repetición máxima) Duración 60 min	triglicéridos (p=0,026), colesterol total (p=0,016) y LDL (p=0,001). También se observaron diferencias significativas entre grupos en glucemia en ayunas (p=0,022) y triglicéridos (p=0,001).
Delgado-Floody et al., 2022	Chile	Estudio cuasiexperimental de intervención	11 mujeres	20 semanas Modalidad de ejercicio aeróbico -HIIT en bicicleta estática Modalidad de entrenamiento fuerza -Entrenamiento de resistencia para diferentes grupos musculares (prensa de piernas y ejercicios de empuje/tracción) Frecuencia: 2 v/s Intensidad Bloque aeróbico: alta intensidad entre 8 y 10 puntos (esfuerzo "duro" a "máximo"). Bloque de Fuerza (RT): resistencias moderadas a altas Duración 60 min	Reducciones significativas de presión arterial sistólica (-10,2±11,4 mmHg) y glucemia en ayunas (-5,8±8,2 mg/dL), así como disminución de triglicéridos (-8,8±33,8 mg/dL) y aumento de HDL (+4,0±5,9 mg/dL; p<0,05).

Hosaini et al., 2023	Irán	Estudio cuasiexperimental con grupo control	15 hombres	8 semanas	Modalidad de ejercicio aeróbico -Bicicleta estática Modalidad de entrenamiento de fuerza: Máquinas de pesas de gimnasio convencional para trabajar grandes grupos musculares de manera global. Frecuencia: 3 v/s Intensidad Bloque aeróbico: intensidad moderada a progresiva 50% y el 80% de la frecuencia cardíaca máxima Bloque de Fuerza; adaptando las cargas progresivamente de acuerdo con la tolerancia del participante Duración: 60 min	Reducción significativa de HOMA-IR ($3,75 \pm 1,29$ a $2,77 \pm 1,30$; $p=0,001$), disminuyeron LDL ($p=0,021$), colesterol total ($p=0,002$), TG ($p=0,004$), PAS ($p=0,002$) y PAD ($p=0,010$), mientras que aumentó el HDL ($p=0,0001$). Asimismo, aumentaron PON-1 ($p=0,002$) e irisina ($p=0,0001$).
Suder et al., 2024	Polonia	Ensayo clínico aleatorizado y controlado	21 hombres	12 semanas	Modalidad de ejercicio aeróbico Caminata rápida o carrera Modalidad de ejercicio aeróbico Grupos musculares de manera global (sentadillas, press de banca y polea al pecho) Frecuencia: 3 v/s Intensidad: Bloque de Fuerza: Se ejecutaron ejercicios de fuerza típicos (con cargas/resistencias adaptadas) Bloque Aeróbico: De intensidad moderada-vigorosa, 70% de la frecuencia cardíaca máxima Duración: 60 min	HOMA-IR ($p=0,04$) se observó una reducción y una mejora de la composición corporal, expresada por un aumento de la relación masa libre de grasa/masa grasa ($p<0,001$), además una disminución de la grasa visceral ($p=0,04$) y del índice de riesgo aterogénico.

Reljic et al., 2025	Alemania	Ensayo aleatorizado	clínico	60 sujetos	12 semanas Modalidad de ejercicio aeróbico bicicletas estáticas Modalidad de entrenamiento de fuerza - Entrenamiento de fuerza en máquinas (1-RT) circuito guiado dirigido a los principales grupos musculares (tren superior, tren inferior y zona core) utilizando el propio peso corporal o resistencias adaptadas Frecuencia: 3 v/s Intensidad: -Componente Aeróbico alta intensidad 90% al 95% de la FC máx -Componente de Fuerza: alta carga Duración: 30-40 min	Se observaron reducciones del PAS (−6 mmHg; p=0,025), PAD (−5 mmHg; p=0,011), presión arterial media (−5 mmHg; p=0,009), triglicéridos (−22 mg/dL; p=0,046). Además, se observó un aumento del HDL-colesterol aumentó 3 mg/dL (p=0,015) y reducción de marcadores inflamatorios, incluyendo PCR (p=0,031) y hs-PCR (p=0,024). La puntuación de severidad del síndrome metabólico disminuyó 1,9 unidades (p<0,001).
Abrougui et al., 2026	Túnez	Ensayo aleatorizado controlado	clínico y	84 sujetos	24 semanas Modalidad de ejercicio aeróbico Caminata en cinta Modalidad entrenamiento d fuerza Ejercicios de resistencia con cargas progresivas (circuito de ejercicios multiarticulares: tren superior, tren inferior y core) Frecuencia: 3 v/s Intensidad Bloque aeróbico: intensidad moderada a vigorosa Bloque de fuerza: Progresivo Duración 40-50 min	Reducciones de glucemia (−36,4%), HbA1c (−22,8%), HOMA-IR (−12,5%) y presión arterial media (−16,9%)

Elaborado por: Janelly Zura.

Objetivo 2: Analizar mediante la bibliografía, cuáles son los componentes del síndrome metabólico son más susceptibles de mejora con intervención de ejercicio combinado.

Esta tabla presenta los componentes del síndrome metabólico más susceptibles de mejora con intervención de ejercicio combinado.

TABLA 10

COMPONENTES DEL SÍNDROME METABÓLICO MÁS SUSCEPTIBLES DE MEJORA CON INTERVENCIÓN DE EJERCICIO COMBINADO.

Eje teórico desarrollado	Estudios que evidenciaron mejoría	Resultados centrales obtenidos de la revisión teórica	Aporte al objetivo
Presión arterial	Said et al., 2020	Se observó una disminución de la presión arterial sistólica ($p=0,016$) y disminución presión arterial diastólica de ($p=0,013$).	Los estudios revisados evidenciaron reducciones principalmente de la presión arterial sistólica y, en algunos casos, de la presión arterial diastólica después de intervenciones de ejercicios combinados. La presión arterial, especialmente la PAS, se identifica como uno de los componentes del síndrome metabólico con una respuesta más susceptibilidad mediante al ejercicio combinado
	Delgado-Floody et al., 2022	Disminución PAS $10,2 \pm 11,4$ mmHg.	
	Hosaini et al., 2023	Disminución PAS ($p=0,002$) y disminución PAD ($p=0,010$).	
	Reljic et al., 2025	Disminución PAS 6 mmHg ($p=0,025$) y una disminución PAD 5 mmHg ($p=0,011$).	
	Abrougui et al., 2026	Disminución de la presión arterial media 16,9%.	
Triglicéridos	Dianatinasab et al., 2020	↓ TG ($p<0,05$).	Constituye uno del componente que presenta una respuesta favorable y relativamente consistente al ejercicio combinado.
	Said et al., 2020	↓ TG ($p=0,026$).	
	Delgado-Floody et al., 2022	↓ TG ($p<0,05$).	
	Hosaini et al., 2023	↓ TG ($p=0,004$)	

	Reljic et al., 2025	↓ TG 22 mg/dL (p=0,046).	
Glucemia en ayunas	Delgado-Floody et al., 2022	↓ 5,8±8,2 mg/dL	Se observaron disminuciones de la glucosa en ayunas en varios estudios, pero la magnitud y significancia de los cambios fueron variables entre las intervenciones.
	Abrougui et al., 2026	↓ glucemia 36,4%	
HDL-colesterol	Delgado-Floody et al., 2022;}	↑ HDL 4,0±5,9 mg/dL (p<0,05)	Se considera un componente susceptible de mejora, aunque con una respuesta menos homogénea que la presión y los triglicéridos.
	Hosaini et al., 2023	Hosaini et al.: ↑ HDL (p=0,0001)	
	Reljic et al., 2025	↑ HDL 3 mg/dL (p=0,015).	
Circunferencia de cintura	Said et al., 2020	↓ circunferencia de cintura (p=0,042).	Respuesta favorable, pero menos consistente que la observada para presión arterial y triglicéridos.
	Delgado-Floody et al., 2022	↓ cintura en determinados grupos, aunque la respuesta no fue uniforme.	
	Reljic et al., 2025	Reducción de indicadores de adiposidad corporal.	

Elaborado por: Janelly Zura

Objetivo 3: Examinar mediante la evidencia científica el impacto en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular asociados con el síndrome metabólico.

Esta tabla presenta un resumen en cuanto el impacto en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular asociados con el síndrome metabólico.

TABLA 11

IMPACTO EN LA PRESIÓN ARTERIAL Y OTROS FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR ASOCIADOS CON EL SÍNDROME METABÓLICO.

Eje teórico desarrollado	Estudios que evidenciaron mejoría	Resultados centrales obtenidos de la revisión teórica	Aporte al objetivo
Presión arterial	Said et al., 2020	↓ PAS (p=0,016) y ↓ PAD (p=0,013).	Permite establecer que el ejercicio combinado tiene un impacto beneficioso sobre la presión arterial, constituyendo al control de uno d ellos factores del riesgo cardiovascular del SM.
	Delgado-Floody et al., 2022	↓ PAS 10,2±11,4 mmHg (p<0,05)	
	Hosaini et al., 2023	↓ PAS (p=0,002) y ↓ PAD (p=0,010).	
	Reljic et al., 2025	↓ PAS 6 mmHg (p=0,025), ↓ PAD 5 mmHg (p=0,011)	
	Abrougui et al., 2026	↓ presión arterial media 16,9%.	
Triglicéridos	Said et al., 2020	↓ TG (p=0,026)	Evidencia que el ejercicio combinado puede mejorar el perfil lipídico y contribuir a disminuir los factores de riesgo cardiovascular asociado con la dislipidemia en el SM
	Delgado-Floody et al., 2022	↓ TG 8,8±33,8 mg/dL (p<0,05)	
	Hosaini et al., 2023	↓ TG (p=0,004)	

	Reljic et al., 2025	↓ TG 22 mg/dL (p=0,046).	
HDL-colesterol	Delgado-Floody et al., 2022 Hosaini et al., 2023	↑ HDL 4,0±5,9 mg/dL (p<0,05) ↑ HDL (p=0,0001)	El aumento del HDL, considerado un factor protector cardiovascular
Adiposidad central / circunferencia de cintura	Reljic et al., 2025 Said et al., 2020 Delgado-Floody et al., 2022	↑ HDL 3 mg/dL (p=0,015). ↓ circunferencia de cintura (p=0,042). ↓ cintura 3,8±5,0 cm (p=0,009).	Impacto favorable sobre la adiposidad central, aunque menos uniforme. La reducción de la adiposidad centra puede contribuir indiferentemente a disminuir el riesgo cardiovascular, al entrar relacionado con hipertensión y alteraciones del perfil metabólico.
Inflamación asociada al riesgo cardiovascular	Reljic et al., 2025	↓ PCR 1,9 g/L (p=0,031) y ↓ hs-PCR 1,8 g/L (p=0,024).	La reducción significativa de marcadores inflamatorios asociados al riesgo cardiometabólico.

Elaborado por: Janelly Zura

Objetivo 4: Sintetizar la evidencia científica existente sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en la reducción de la glucemia y la mejora de la sensibilidad a la insulina.

Esta tabla presenta un resumen de los principales efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza) en la reducción de la glucemia y la mejora de la sensibilidad a la insulina

TABLA 12

REDUCCIÓN DE LA GLUCEMIA Y LA MEJORA DE LA SENSIBILIDAD A LA INSULINA.

Eje teórico desarrollado	Estudios	Resultados centrales obtenidos de la revisión teórica	Aporte al objetivo
Glucemia en ayunas	Said et al., 2020	La glucemia en ayunas disminuyó de $116,36 \pm 10,10$ a $109,79 \pm 10,93$ mg/dL, evidenciando una reducción de 6,57 mg/dL ($p = 0,022$)	Los estudios mostraron reducciones de la glucemia en ayunas después de intervenciones de ejercicio combinado, aunque la magnitud y significancia de los cambios variaron según las características de la población Evidencia que el ejercicio combinado puede contribuir a la reducción y control de la glucemia en personas con síndrome metabólico.
	Delgado-Floody et al., 2022	La glucemia disminuyó $5,8 \pm 8,2$ mg/dL.	
	Abrougui et al., 2026	Reducción de la glucemia de 36,4% ($p < 0,05$).	

HOMA-IR / resistencia a la insulina	Dianatinasab et al., 2020	Reducción significativa de HOMA-IR frente al control (p=0,003).	Varios estudios reportan reducciones significativas del índice HOMA-IR después del entrenamiento combinado de 8-12-24 semanas. En algunos estudios se observaron cambios estadísticamente significativos, por ende, aporta evidencia de una mejor sensibilidad de la insulina asociada con el ejercicio combinado
	Diba Hosaini et al., 2023	HOMA-IR disminuyó de $3,75 \pm 1,29$ a $2,77 \pm 1,30$ (p=0,001)	
	Suder et al., 2024	Reducción significativa de HOMA-IR (p=0,04).	
	Abrougui et al., 2026	Presentó una reducción de HOMA-IR de 12,5% (p<0,05).	
HbA1c	Abrougui et al., 2026	En este estudio presentó una reducción de HbA1c de 22,8% (p<0,05).	La disminución de HbA1c indica una mejora del control glucémico posterior a la intervención combinada.

Elaborado por: Janelly Zura

Discusión

La presente revisión bibliográfica permitió integrar la evidencia disponible sobre los efectos asociados con el ejercicio, aeróbico y de fuerza, en adultos con síndrome metabólico.

A partir de los estudios analizados, se identificó que esta modalidad de ejercicio puede generar efectos favorables sobre diferentes componentes metabólicos y cardiovasculares. Sin embargo, la magnitud y consistencia de estos efectos varió según las características de los participantes, duración, frecuencia, intensidad y estructura de los programas de entrenamiento, así como con la incorporación de otras intervenciones, particularmente modificaciones dietéticas.

En relación con el primer objetivo, enfocado a identificar los efectos del ejercicio combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico, los resultados de los ensayos analizados mostraron efectos favorables sobre diferentes componentes del síndrome metabólico. Aunque la respuesta no fue uniforme para todas las variables. Los resultados más consistentes se observaron en la presión arterial y algunos parámetros del perfil lipídico, mientras que la glucemia, la composición corporal y los indicadores de resistencia a la insulina presentaron respuestas más heterogéneas.

En relación al primer objetivo, enfocado a identificar los efectos del ejercicio combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico, los resultados de los ensayos analizados muestran que este tipo de ejercicio puede producir beneficiarios multidimensionales. Esta variabilidad puede explicarse, en parte, por las diferencias existentes entre los protocolos de entrenamiento. Los estudios incluidos utilizaron programas con diferentes períodos de intervención, desde aproximadamente 8 semanas hasta 24 semanas, además de variaciones en la frecuencia, intensidad y distribución de los componentes aeróbico y de fuerza. Por tanto, los resultados no permiten establecer que exista un único protocolo de ejercicio combinado asociado con una respuesta metabólica determinada.

En relación al primer objetivo, enfocado a identificar los efectos del ejercicio combinado aeróbico y de fuerza sobre el síndrome metabólico, los resultados de los ensayos analizados muestran que este tipo de ejercicio puede producir beneficios multidimensionales. En uno de los estudios revisados, realizado en hombres jóvenes con obesidad y síndrome metabólico, se encontró que al añadir tres sesiones semanales de ejercicio aeróbico y de resistencia a una intervención dietética produjo una disminución significativa en cuanto el peso corporal, circunferencia de la cintura, IMC, grasa corporal, presión arterial, triglicéridos, colesterol total, LDL-c y VLDL-C. Además, se evidenciaron diferencias entre grupos en glucemia en ayunas, triglicéridos y diferentes indicadores lipídicos, lo que sugiere un beneficio adicional al incorporar el ejercicio a la intervención dietética (Mohamed Ahmed, 2020).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Reljic et al. (2025), quienes evaluaron durante 12 semanas un programa de entrenamiento concurrente de bajo volumen en participantes con obesidad y síndrome metabólico. En el grupo que realizó la combinación de ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza se observaron cambios favorables en diversos indicadores cardiometabólicos, entre ellos una reducción de la presión arterial sistólica de aproximadamente 6 mmHg y de la presión arterial diastólica de 5 mmHg, así como una disminución de los triglicéridos de aproximadamente 22 mg/dL y un incremento del HDL-colesterol de 3 mg/dL. Estos hallazgos sugieren una asociación favorable entre la combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza y la mejora de algunos factores de riesgo cardiometabólico. No obstante, debido a que los participantes también recibieron orientación dietética, los cambios observados deben interpretarse considerando la posible influencia de esta intervención concomitante (Dejan Reljic, 2025).

Además, es importante también tomar en cuenta que los resultados van a variar dependiendo de las características individuales como la edad, la composición corporal y la calidad muscular. Como se observó en el ensayo realizado por Delgado-Floody et al, donde la respuesta interindividual al entrenamiento concurrente en mujeres con obesidad mórbida y diferentes números de factores de riesgo del síndrome metabólico. Tras 20 semanas, se observaron modificaciones en la circunferencia de la cintura, glucemia, HDL-c, triglicéridos y presión arterial; no obstante, la proporción de participantes que respondieron o no respondieron fue diferente según el número de factores de riesgo presentes inicialmente (Andrade, 2022). En general, estos

resultados permiten considerar que el ejercicio puede actuar de manera simultánea sobre los diferentes componentes del síndrome metabólico. Sin embargo, la heterogeneidad observada entre los estudios impide afirmar que todos los participantes obtendrán el mismo grado de beneficio en las diferentes alteraciones características del síndrome metabólico.

Respecto al segundo objetivo, la presión arterial también la respuesta fue uno de los componentes que mostró una respuesta más consistente entre los estudios revisados. Se observaron reducciones de la presión arterial sistólica y diastólica en diferentes investigaciones, incluyendo aquellas en las que el ejercicio constituyó la principal intervención. En el estudio de Reljic et al. (2025), por ejemplo, se reportaron disminuciones aproximadas de 6 mmHg en la presión arterial sistólica y de 5 mmHg en la diastólica (Dejan Reljic, 2025), mientras que Delgado-Floody et al. (2022) observaron una disminución de la presión sistólica en participantes con mayor número de factores de riesgo metabólico. Asimismo, Diba Hosaini et al. (2023) reportaron reducciones significativas de la presión arterial sistólica y diastólica.

La concordancia entre estos resultados sugiere una tendencia favorable de la presión arterial asociada con los programas de ejercicio combinado. Esta respuesta podría relacionarse con adaptaciones cardiovasculares derivadas de la práctica regular de ejercicio aeróbico y con los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la capacidad funcional y la composición corporal. No obstante, la magnitud de los cambios fue diferente entre las investigaciones, por lo que no es posible establecer un efecto uniforme.

En cuanto a los triglicéridos también presentaron una respuesta favorable en varios de los estudios incluidos. Se observaron reducciones en Dianatinasab et al. (2020), Delgado-Floody et al. (2022), Reljic et al. (2025) y Diba Hosaini et al. (2023). En este último estudio, los triglicéridos disminuyeron de $173,20 \pm 38,99$ a $154,40 \pm 35,53$ mg/dL ($p=0,004$), mientras que Reljic et al. (2025) reportaron una reducción aproximada de 22 mg/dL. La coincidencia de estos hallazgos indica una tendencia favorable particularmente relevante dentro del perfil lipídico. Además algunos estudios identificaron modificaciones favorables en el colesterol total, LDL y HDL. Diba Hosaini et al. (2023) reportaron disminuciones significativas de colesterol total y LDL, acompañadas de un incremento del HDL. Reljic et al. (2025) también observó un aumento

aproximado de 3 mg/dL en HDL. No obstante, estos hallazgos no fueron homogéneos en todos los estudios, por lo que el perfil lipídico parece presentar una respuesta favorable pero dependiente de las características de la población y del protocolo aplicado.

Con respecto a la glucemia en ayunas, los resultados fueron menos consistentes. Delgado-Floody et al. (2022) reportaron una reducción de $5,8 \pm 8,2$ mg/dL, mientras que Abrougui et al. (2026) informó una disminución porcentual más pronunciada. La diferencia entre estos resultados podría relacionarse con las características metabólicas iniciales de los participantes, la duración de las intervenciones y las diferencias en la estructura de los programas. Por ello, la evidencia disponible permite identificar una tendencia favorable, pero no una respuesta uniforme de la glucemia.

En cuanto al colesterol HDL también presento de igual manera una tendencia favorable en varios estudios. Delgado-Floody et al. (2022), Diba Hosaini et al. (2023) y Reljic et al. (2025) reportaron incrementos de este parámetro. No obstante, al igual que en la glucemia, las diferencias en la magnitud de los cambios impiden establecer una respuesta homogénea. En conjunto, los hallazgos permiten considerar que la presión arterial y los triglicéridos estuvieron entre las variables con resultados más consistentes, mientras que la glucemia, el HDL-colesterol y otros componentes presentaron una mayor variabilidad.

En la relación con el tercer objetivo, los resultados de los estudios muestran que el ejercicio combinado puede generar efectos favorables sobre diferentes factores asociados con el riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico. Entre estos factores, la presión arterial presentó una de la respuesta más consistentes frente al entrenamiento concurrente, aunque la magnitud de los cambios vario entre los estudios. La reducción de la presión arterial observada en varios estudios resulta relevante debido a que la hipertensión constituye uno de los componentes centrales del síndrome metabólico y un importante factor de riesgo cardiovascular. La coincidencia de resultados entre intervenciones de diferente duración sugiere que este parámetro podría presentar una respuesta relativamente sensible al entrenamiento combinado.

El perfil lipídico mostró igualmente modificaciones favorables, particularmente en los triglicéridos. Además, se identificaron reducciones de colesterol total y LDL y aumentos de HDL en algunos estudios. Estos resultados podrían estar relacionados con cambios en el metabolismo lipídico asociados con la actividad física regular. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de las intervenciones y de las poblaciones estudiadas, estos hallazgos deben interpretarse como asociaciones observadas, sin atribuir exclusivamente al ejercicio los cambios identificados.

Con respecto al último objetivo planteado, orientado a sintetizar la evidencia científica sobre los efectos del ejercicio combinado (aeróbico y de fuerza), en la reducción de la glucemia la sensibilidad a la insulina, los estudios revisados muestran una tendencia favorable hacia la mejora del metabolismo glucémico. En particular los estudios que analizaron la resistencia a la insulina mediante el índice HOMA-IR reportaron disminuciones después de programas de entrenamiento combinado. Dianatinasab et al. (2020) reportaron una diferencia significativa en este indicador ($p=0,003$), mientras que Diba Hosaini et al. (2023) observó una disminución de $3,75 \pm 1,29$ a $2,77 \pm 1,30$ ($p=0,001$). De manera concordante, Suder et al. (2024) identificó una disminución significativa del HOMA-IR ($p=0,04$).

Estos hallazgos sugieren que la combinación del ejercicio aeróbico y de fuerza puede favorecer el control glucémico y disminuir la resistencia a la insulina. La coincidencia de estos resultados en diferentes poblaciones constituye uno de los hallazgos más relevantes de la revisión. Una posible explicación es que el ejercicio regular puede favorecer la utilización de glucosa por el tejido muscular y modificar la capacidad metabólica del músculo; sin embargo, estos mecanismos representan posibles explicaciones fisiológicas y no permiten establecer causalidad a partir de los estudios incluidos.

En relación con la glucemia en ayunas, también se observaron resultados favorables, aunque con mayor variabilidad entre los estudios. Delgado-Floody et al. (2022) reportaron una reducción de $5,8 \pm 8,2$ mg/dL en el grupo correspondiente, mientras que Abrougui et al. (2026) observaron una disminución de la glucemia del 36,4% después de la intervención. Estas diferencias en la magnitud de los cambios podrían estar relacionadas con las características iniciales de los participantes, la duración y las características específicas de los programas de ejercicio. En

conjunto, los resultados de los estudios incluidos indican que el ejercicio combinado puede favorecer el control de la glucemia y, de manera más consistente, disminuir la resistencia a la insulina. No obstante, es importante precisar que el HOMA-IR constituye un indicador indirecto de resistencia a la insulina y no una medición directa de la sensibilidad a la insulina.

Un aspecto fundamental a tomar en cuenta en la presente revisión bibliográfica, es que no todos los estudios evaluaron el ejercicio como única intervención. Algunos incorporaron modificaciones dietéticas, por lo que los cambios observados en determinadas variables no pueden atribuirse exclusivamente al ejercicio combinado.

Esta consideración es especialmente relevante para el estudio de Mohamed Ahmed et al. (2020), en el que se comparó una intervención dietética con una intervención que combinó dieta y ejercicio aeróbico y de resistencia. Los resultados fueron más favorables en determinadas variables cuando el ejercicio se incorporó a la intervención; sin embargo, debido a que ambos grupos estuvieron expuestos a modificaciones dietéticas, no sería metodológicamente correcto atribuir todos los cambios exclusivamente al ejercicio combinado.

Esta diferenciación es importante porque permite evitar una sobre interpretación de los resultados y reconocer que el síndrome metabólico requiere un abordaje multifactorial en el que pueden intervenir simultáneamente alimentación y actividad física.

De manera global, la integración de los resultados correspondientes los objetivos permiten observar que los efectos del ejercicio combinado no se limitan a un único componente del síndrome metabólico. La combinación de ejercicios aeróbicos y fuerza mostró efectos favorables sobre diferentes dimensiones relacionadas con el síndrome metabólico, incluyendo factores cardiovasculares, metabólicos, perfil lipídico y algunos indicadores de composición corporal. Esta respuesta multidimensional resulta relevante, debido a que el síndrome metabólico comprende un conjunto de alteraciones que interactúan entre sí y que incrementan el riesgo cardiometabólico. Otro aspecto relevante corresponde a la duración de las intervenciones. Los estudios con intervenciones de 8-12 semanas ya muestran modificaciones favorables en variables metabólicas y cardiovasculares como la resistencia a la insulina, presión arterial y perfil lipídico. mientras que

intervenciones con 24 semanas, evidencia que algunos beneficios pueden mantenerse o incrementarse con intervenciones más prologadas. También debe considerarse que algunos estudios combinaron el ejercicio con la restricción calórica. Por lo tanto, determinados cambios en peso, adiposidad o parámetros metabólicos no pueden atribuirse exclusivamente al ejercicio, como en el caso de estudio realizado por Said et al. en el cual comparo dieta sola frente a la dieta acompañada con el ejercicio combinado y encontró mayores beneficios en las variables cuando el ejercicio fue incorporado al programa (Mohamed Ahmed, 2020).

La heterogeneidad encontrada constituye un aspecto central para interpretar estos resultados. Las diferencias en edad y características metabólicas de los participantes, número de factores de riesgo, duración de las intervenciones, frecuencia e intensidad del ejercicio y presencia de intervenciones concomitantes pueden explicar, al menos parcialmente, las discrepancias entre estudios.

Se pueden mencionar finalmente limitaciones que se han presentado en la investigación, entre ellas, al tratarse de una revisión bibliográfica con síntesis cualitativa, los resultados están condicionados por la calidad metodológica, el rigor y transparencia de los estudios primarios incluidos. En consecuencia, posibles sesgos de selección medición o reporte presente en las investigaciones analizadas podrían influir en la interpretación y solidez de los resultados obtenidos. Asimismo, se identificó diversidad entre los estudios respecto a las características de los participantes, duración e intensidad de las intervenciones y protocolos de ejercicio, lo que dificulta establecer comparaciones directas y determinar una magnitud uniforme del efecto del ejercicio combinado sobre los componentes del síndrome metabólico. Para lo cual, los hallazgos deben interpretarse considerando estas diferencias metodológicas y poblacionales.

Conclusiones

La evidencia revisada sugiere una asociación favorable en la práctica de ejercicio combinado aeróbico y de fuerza, y diferentes alteraciones relacionadas con el síndrome metabólico, principalmente en la presión arterial, perfil lipídico, composición corporal y metabolismo glucémico. Sin embargo, la magnitud y consistencia de estos efectos no fueron uniformes entre los estudios, lo que podría relacionarse con diferencias en las características de los participantes, así como en la frecuencia, duración, intensidad y estructura de los programas de entrenamiento.

En relación con los componentes del síndrome metabólico, los hallazgos mostraron respuestas favorables principalmente en la presión arterial, los triglicéridos, el HDL-colesterol, la adiposidad central y algunos indicadores de resistencia a la insulina en determinados estudios. No obstante, la respuesta fue variable y no todos los estudios evidenciaron cambios estadísticamente significativos en la totalidad de los componentes evaluados. Estos resultados sugieren que la respuesta puede estar relacionada con las características metabólicas iniciales y las particularidades de la intervención aplicada.

En relación con los factores de riesgo cardiovascular, la evidencia revisada mostro una tendencia favorable sobre la presión arterial y determinados componentes del perfil lipídico, principalmente triglicéridos y HDL-colesterol además de modificaciones en algunos índices relacionados a la aterogenicidad. Estos hallazgos sugieren que la combinación del ejercicio aeróbico y de fuerza pueden contribuir al mejoramiento del perfil cardiovascular de los adultos con síndrome metabólico.

A partir de la evidencia revisada, se mostró una tendencia hacia la disminución de la glucemia, insulina y HOMA-IR, lo que propone una mejora la respuesta metabólica a la insulina después de las intervenciones del ejercicio combinado. No obstante, la respuesta fue variable entre los estudios y estuvo limitada por diferencias en la programación del entrenamiento.

En conclusión, la evidencia analizada permite establecer que el ejercicio combinado aeróbico y de fuerza puede ayudar favorablemente al control de múltiples componentes del síndrome metabólico. Por lo que se requiere mayor evidencia con protocolos estandarizados y seguimiento prolongados para establecer con mayor precisión la magnitud y permanencia de sus efectos.

Recomendaciones

Se recomienda promover la incorporación de programas de ejercicio combinado aeróbico y de fuerza como parte de las estrategias no farmacológicas para el manejo del síndrome metabólico en adultos.

Es importante que los programas de ejercicio sean progresivos, estructurados e individualizados, tomando en cuenta la condición física, edad, composición corporal y la presencia de factores de riesgo de cada persona.

Se recomienda realizar un seguimiento periódico de los principales componentes del síndrome metabólico, con el fin de identificar la respuesta individual al ejercicio y ajustar oportunamente la intervención.

Para futuras intervenciones, se recomienda realizar ensayos clínicos con mayor duración del seguimiento y protocolos de entrenamiento más homogéneos, especificado la frecuencia, intensidad, duración del ejercicio combinado. Esto permitirá realizar comparaciones más precisas entre, los estudios y establecer que características del entrenamiento generan mayores beneficios.

Finalmente crear políticas de promoción de la actividad física, que incluyan programas de educación sobre los beneficios del ejercicio desde edades tempranas, orientado al desarrollo de hábitos saludables que puedan mantenerse durante las diferentes etapas de la vida, con el fin de prevenir el síndrome metabólico y enfermedades futuras.

Bibliografía

- Á.A. López-González, E. M.-A.-M. (2025). Asociación entre las variables sociodemográficas, los hábitos saludables y el estrés con síndrome metabólico: un estudio descriptivo y transversal. *Medicina de Familia.SEMERGEN* .
- Agnieszka Suder, K. M. (2024). Efectos del ejercicio sobre la asprosin y los índices de aterogenicidad y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado. *Scientific Reports* .
- Albornoz López, R., & Pérez Rodrigo, I. (2012). Nutrición y síndrome metabólico. *Nutricion clinica y Dietetica hHospitalaria*.
- Andrade, P. D.-F.-R.-N.-B.-V.-Á.-E.-S.-M. (2022). Entrenamiento concurrente y respuesta interindividual en mujeres con un alto número de factores de riesgo del síndrome metabólico. *Frontiers in Physiology*.
- Aria Dianatinasab, R. K.-H. (2020). Efectos del ejercicio aeróbico, de resistencia y combinado sobre los niveles plasmáticos de irisina, HOMA-IR y el perfil lipídico en mujeres con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado. *Revista de Ciencias del Ejercicio y Fitness*.
- Asociacion Americana de Diabetes . (2024). *Diagnóstico y clasificación de la diabetes: Estándares de atención en diabetes—2025*.
- Brandon Galván, L. A.-M.-R.-B.-H. (2025). Eficacia del ejercicio físico sobre los indicadores del síndrome metabólico en adultos: una revisión sistemática con metaanálisis de ensayos clínicos. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*.
- Carmen Tenorio-Jiménez, M. J.-R.-C.-I.-L.-D. (2019). Lactobacillus reuteri V3401 reduce los biomarcadores inflamatorios y modifica la microbiota gastrointestinal en adultos con síndrome metabólico: El estudio PROSIR. *Nutrients* .
- Carvajal, C. C. (2017). Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *SciELO*, 175-193.

- Carvajal, C. C. (2017). Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *Medicina Legal de Costa Rica*.
- Daley, S. F., Masood, W., Annamaraju, P., & ., M. Z. (2025). La dieta cetogénica: aplicaciones clínicas, indicaciones basadas en la evidencia e implementación. *StatPearls* .
- Daley, S. F., Masood, W., Annamaraju, P., & Suheb, M. Z. (2025). La dieta cetogénica: aplicaciones clínicas, indicaciones basadas en la evidencia e implementación. *StatPearls*.
- David C. Hughes, S. E. (2018). Adaptaciones al entrenamiento de resistencia y fuerza. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* .
- Dejan Reljic, H. J. (2025). Impacto de diferentes regímenes de entrenamiento concurrente de bajo volumen en la salud cardiometabólica, la inflamación y la condición física en pacientes obesos con síndrome metabólico. *Nutrientes*.
- Diba Hosaini Seyed Amir Hosain, V. M. (2023). Efecto de ocho semanas de entrenamiento concurrente sobre los niveles séricos de paroxonasa-1, irisina, perfil lipídico y resistencia a la insulina en hombres con síndrome metabólico. *HORMOZGAN MEDICAL JOURNAL*.
- Douglas Xavier-Santos, ., D. (2019). Impacto de los probióticos y prebióticos en el tratamiento del síndrome metabólico. *Revista de Alimentos Funcionales*.
- Emmanuella Magriplis, E. A. (2019). *Nutrición en la prevención y el tratamiento de la obesidad abdominal (segunda edición)*. Academic Press,. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816093-0.00021-5>.
- FAO Organization, F. a. (2025). *Abordaje nutricional en el síndrome metabólico: un estudio de revisión 2023*.
- Felipe Caamaño-Navarrete, C. G.-C.-M.-D.-F. (2025). Efectos del entrenamiento concurrente en los marcadores del síndrome metabólico de pacientes con obesidad mórbida según el índice de calidad muscular y la edad. *Nutrición Hospitalaria* .

- Floristán, M. A. (2021). *Revisión bibliográfica de la asociación entre la práctica de ejercicio de fuerza y la presencia de síndrome metabólico sus criterios definitorios* .
- Freeman, A. M., Acevedo, L. A., & Pennings, N. (2023). Resistencia a la insulina. *StatPearls* .
- Gerardo Heiss, M. L.-S. (2014). Prevalencia del síndrome metabólico entre hispanos/latinos de diversos orígenes: Estudio de salud de la comunidad hispana/Estudio de latinos. *Diabetes Care* .
- Giovanni Martemucci, M. K. (2024). Estrategias integrales para el síndrome metabólico: cómo la nutrición, los polifenoles dietéticos, la actividad física y las modificaciones del estilo de vida abordan la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y las afecciones neurodegenerativas. *Metabolites* .
- Hillary Raquel García Delgado, J. D. (2024). Síndrome metabólico: una mirada a los factores de riesgo y su abordaje integral. *RECIMUNDO*.
- Hiva Sharebiani, M. M. (2024). Efectos de la suplementación con antioxidantes en los mecanismos patológicos del síndrome metabólico y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. *Nutrients* .
- Instituto Nacional de Estadística y Censos . (2023). *Estadísticas Vitales Registro Estadístico de Defunciones Generales de 2022*.
- Jean Jacques Noubiap, J. R.-L.-Y. (2025). Tendencias mundiales del síndrome metabólico entre 2000 y 2023: una revisión sistemática y un análisis de modelos. *Comunicaciones de la naturaleza*.
- Jennifer Pamela Menéndez-Iguasnia, C. N.-B.-C.-M. (2024). El impacto de la actividad física en la prevención del síndrome metabólico:un enfoque teórico. *SAPIENS*.
- Jorge Daniel Ramos Durán, G. B. (2025). Estilo Vida y Síndrome Metabólico en Población Adulta . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* .
- Juan Enciso-Higueras¹, A. J.-A.-G.-L. (2022). Prevalencia del Síndrome Metabólico en el ámbito laboral. *ENE Revista de Enfermería*.

- Kang Wan, Y. J. (2024). Explorando los mecanismos moleculares del ejercicio sobre el síndrome metabólico: un estudio bibliométrico y de visualización utilizando CiteSpace. *Frontiers in Endocrinology*.
- Laura X. Ramírez-López, A. M.-M. (2021). Síndrome metabólico: una revisión de criterios internacionales. *Revista Colombiana de Cardiología*.
- Lin Zhu, C. S. (2020). La definición de la IDF es más adecuada para la detección del síndrome metabólico y la estimación de los riesgos de diabetes en adultos asiático-americanos: evidencia de NHANES 2011-2016. *Journal of Clinical Medicine*.
- Lohmann LH, A. J. (2026). ¿Qué es el ejercicio de resistencia? Una revisión de sus usos actuales y posibles vías de desarrollo. *Springer*.
- Lozano, E. S. (s.f.). Resistencia a Insulina: Revisión de literatura. *Revista Médica Hondureña* 2022, 90.
- Lydia McGrath, M. -L. (2022). Dietas basadas en plantas y síndrome metabólico: Evaluación de la influencia de la calidad de la dieta. *Revista de Investigación Agrícola y Alimentaria*.
- María Blas Sánchez, S. Á. (2024). Revisión sistemática sobre los beneficios del entrenamiento de fuerza muscular. *Revista Snitaria de Investigacion*.
- María Paula Calispa Espín, S. I. (2026). Ejercicio terapéutico en adultos con síndrome metabólico: revisión sistemática. *REVISTA CIENTIFICA INNOVACIÓN INTEGRAL*.
- María Peinado Martínez, I. D. (2021). Síndrome Metabólico en Adultos: Revisión Narrativa de la Literatura. *iMedPub Journals*, 5.
- Marilyn Anais Guamán Chipantiza, P. A. (2023). Abordaje nutricional en el síndrome metabólico: Un estudio de revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.
- Marilyn Guamán Chipantiza, P. C. (2023). Abordaje nutricional en el síndrome metabólico: Un estudio de revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.
- Martyna Winiarska, D. W. (28 de junio de 2026). El impacto de la dieta cetogénica en la salud de los pacientes con síndrome metabólico: una revisión exploratoria. *Nutrición Frontal*.

- Memorial Sloan Kettering Cancer Center . (2023). *Información sobre la hiperglucemia (nivel alto de azúcar en la sangre)*.
- Ministerio de Salud Pública . (2018). *Vigilancia de enfermedades no transmisibles y factores de riesgo*. QUITO .
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2019). *Hipertensión Arterial*. Quito: Dirección Nacional de Normatización, MSP.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador, & I. (2014). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador ENSANUT-ECU 2012*.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2017). *Diabetes mellitus tipo 2. Guía de Práctica*. Quito.
- Mohamed Ahmed, M. A. (2020). Efectos de la dieta frente a la dieta combinada con ejercicio aeróbico y de resistencia sobre el síndrome metabólico en hombres jóvenes obesos. *Revista de Ciencias del Ejercicio y Fitness*.
- Mohammed Faris Abdulghani, S. A.-F. (2024). El efecto de un régimen bajo en carbohidratos dirigido por enfermeras sobre los parámetros antropométricos y de laboratorio de pacientes con síndrome metabólico: un estudio cuasiexperimental. *public health* .
- Montaña Abrougui, R. H. (2026). Veinticuatro semanas de entrenamiento físico combinado previenen la progresión del síndrome metabólico en mujeres adultas: evidencia de un ensayo controlado aleatorizado. *Biology og sport*.
- Morales, K. P. (2026). EL IMPACTO DE LA DIETA MEDITERRÁNEA EN LA SALUD CARDIOVASCULAR. *Revista Científicade Salud BIOSANA*.
- Mouri, M., & ., M. B. (2023). Hiperglucemia. *StatPearls*.
- Neil A. Smart, G. N. (2025). Entrenamiento físico para el manejo de la dislipidemia. Declaración de postura de Exercise and Sports Science Australia (ESSA). *Revista de Ciencia y Medicina del Deporte*.
- OMS. (2025). *Obesidad y sobrepeso*.

- Organizacion Mundial de la Salud . (2021). *Incidencia y factores asociados al síndrome metabólico en el sureste de la República Islámica del Irán.*
- Organización Mundial de la Salud . (2021). *Incidencia y factores asociados al síndrome metabólico en el sureste de la República Islámica del Irán.*
- Organizacion Mundial de la Salud. (2023). *Hipertensión.*
- Organización Mundial de la Salud. (2024). *Actividad física.* Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Organizacion Mundial de Salud . (2024). *Malnutrición.*
- Orlando Gómez-Rossel, E. M.-N. (2024). Efectos del entrenamiento concurrente en indicadores de condición física y calidad de vida de adultos sanos. *Retos* .
- Pappan, N., Awosika, A. O., & ., A. R. (2024). Dislipidemia. *StatPearls* .
- Parque Sungwon, J. L. (2024). Intervenciones integrales de modificación del estilo de vida para el síndrome metabólico: una revisión sistemática y un metaanálisis. *Journal of Nursing Scholarship* .
- Parra-Gómez, J. P. (2025). Prevalencia del síndrome metabólico en Latinoamérica: una revisión sistemática y metaanálisis de estudios observacionales. *Diabetes y síndrome metabólico: investigación clínica y revisiones.*
- Pedro Delgado-Floody, M. A.-P.-R.-S.-N. (2021). Efectos de dos configuraciones diferentes de entrenamiento concurrente sobre marcadores del síndrome metabólico y la condición física en mujeres con obesidad severa/mórbida: un ensayo controlado aleatorizado. *Frontiers in psychology.*
- Peña-Montes, C.-H. A.-C.-V.-G.-R. (2022). Prebióticos y microbiota: Factores clave en el síndrome metabólico. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas.*
- Qilong Zhang, Y. G. (2025). Efectos del entrenamiento aeróbico, de resistencia, de intervalos y combinado sobre el metabolismo de la glucosa en adultos mayores: información sobre el tipo, la dosis y el mecanismo. *Frontier.*

- Rumbau, Y. S. (2025). Ejercicio físico y Síndrome Metabólico: Actualización sobre la evidencia (2015–2025). *Revista Científica Cultura, Comunicación y Desarrollo*.
- Sahar Eftekhari, F. A. (2021). La relación entre el estrés laboral y el síndrome metabólico entre el personal de las universidades de medicina. *Journal of Diabetes & Meabolic Disorders*.
- Sanchis, M. D. (2023). Tratamiento dietéticonutricional en el síndrome metabólico. *NPunto*.
- Sara Castro-Barquero, A. M. (2020). Estrategias dietéticas para el síndrome metabólico: una revisión exhaustiva. *Nutrients*.
- Swarup, S., Ahmed, I., Grigorova, Y., & ., R. Z. (2024). Síndrome metabólico. *StatPearls*.
- Swarup, S., Ahmed, I., Grigorova, Y., & Zeltser, R. (2024). Síndrome metabólico. *StatPearls*.
- Swarup, S., Ahmed, I., Grigorova, Y., & Zeltser, R. (2024). Sindrome Metabolico . *StatPearls*.
- Temesgen Baylie, T. A. (2024). Efecto de la dieta cetogénica sobre la obesidad y otros trastornos metabólicos: revisión narrativa. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*.
- Tomasz Chomiuk, N. N. (2024). Actividad física en el síndrome metabólico. *Frontiers in Physilogy*.
- Uchechukwu Martha Chukwuemeka, P. O. (2025). Prevalencia del síndrome metabólico y su relación con los niveles de estrés y actividad física: un estudio transversal con personal universitario en Nigeria. *Springer Nature*.
- UNICEF . (2021). *Desnutrición Crónica Infantil*.
- Velez, L. M. (2026). Estilo de vida y factores asociados al síndrome metabólico en funcionarios públicos de la administración Zonal La Mariscal –DMQ durante el año 2025. *Salud Mdicina e Innovacion Journal*.
- Villarroel, T. E., Quispe, J. R., Arreaga, G. B., & Alvarado, R. d. (2025). Síndrome metabólico: una mirada a los factores de riesgo y su abordaje integral. Una revisión sistemática. *Mundo de la Investigación y el Conocimiento*.

WORLD OBESITY ATLAS . (2025). *Overweight, obesity and non-communicable diseases*.

Ye Zhou, W. W. (2022). Beneficios de diferentes combinaciones de ejercicio aeróbico y de resistencia para mejorar el metabolismo plasmático de la glucosa y los lípidos y la calidad del sueño en pacientes ancianos con síndrome metabólico: un ensayo controlado aleatorizado. *Revista endocrina*.

Yeo Jin Choi, S.-M. J. (2020). Impacto de una dieta cetogénica en los parámetros metabólicos en pacientes con obesidad o sobrepeso, con o sin diabetes tipo 2: un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios. *Nutrientes*.