

**Olaia Berasain Ayesta y Leire Díez Blázquez**

**EFFECTIVIDAD DEL EJERCICIO TERAPÉUTICO EN MUJERES CON SÍNDROME  
METABÓLICO. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Dirigido por la Dra. Laura Menés Fernández**

**Grado de Fisioterapia**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**REUS**

**2025**



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

# FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

## *Vistiplau pel lliurament i defensa del Treball de Fi de Grau de Fisioteràpia*

En/na Laura Menés Fernández.....en la  
seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

Efectividad del ejercicio terapéutico en mujeres con Síndrome Metabólico. Una Revisión Sistemática.

REALITZAT PER:

Olaia Berasain Ayesta y Leire Díez Blázquez  
.....  
.....  
.....  
.....



ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/ data

09/05/2025

## RESUMEN

**Introducción:** El síndrome metabólico (MetS) es un conjunto de factores de riesgo metabólicos especialmente preocupante en mujeres. Cambios hormonales producen desequilibrios metabólicos, favoreciendo la acumulación de grasa visceral, el incremento de la presión arterial y alteraciones en el perfil lipídico. La fisioterapia y el ejercicio terapéutico son eficaces en la mejora de estos componentes. A pesar de esto, aún hay una falta de sistematización y análisis críticos que se centran en mujeres y protocolos fisioterapéuticos. En consecuencia, es necesario una revisión sistemática que valore la efectividad del ejercicio terapéutico como tratamiento del MetS en mujeres. Esta revisión pretende contribuir al abordaje integral de una condición compleja, con visión global y actualizada para diseñar protocolos basados en la evidencia.

**Objetivos:** El objetivo general es evaluar la efectividad de un programa de ejercicio terapéutico en mujeres con síndrome metabólico, analizando su impacto en la composición corporal, sus efectos sobre la capacidad aeróbica y la resistencia muscular y la adherencia al tratamiento.

**Material y métodos:** Se utilizaron las bases de datos Medline y PEDRo. La fórmula de búsqueda empleada fue ("Metabolic Syndrome"[Mesh]) AND "Exercise Therapy"[Mesh]. Los criterios de inclusión fueron mujeres adultas (>18 años) con MetS, intervenidas con ejercicio terapéutico en ensayos clínicos aleatorizados publicados en los últimos 5 años con texto completo gratuito.

**Resultados:** Se comprobó que el ejercicio reduce la obesidad abdominal, mejora la capacidad aeróbica, resistencia muscular y el perfil metabólico. Asimismo, la adherencia a largo plazo es clave para el éxito del tratamiento.

**Conclusiones:** Se concluyó que el ejercicio terapéutico es una herramienta esencial para el abordaje del MetS, destacando la importancia de la fisioterapia basada en la evidencia.

**Palabras clave:** Síndrome Metabólico, Ejercicio Terapéutico, Mujeres.

## ABSTRACT

**Introduction:** Metabolic syndrome (MetS) is a cluster of metabolic risk factors that is especially concerning un women. Hormonal changes lead to metabolic imbalances, promoting visceral fat accumulation, increased blood pressure, and alterations in lipid profiles.

Physiotherapy and therapeutic exercise are effective in improving these components. Despite this, there is still a lack of systematization and critical analysis focusing on women and physiotherapy protocols. Therefore, a systematic review is needed to evaluate the effectiveness of therapeutic exercise as a treatment for MetS in women. This review aims to contribute to the comprehensive management of a complex condition, offering a global and updated perspective to design evidence-based protocols.

**Objectives:** The main objective is to evaluate the effectiveness of a therapeutic exercise program in women with metabolic syndrome, analyzing its impact on body composition, aerobic capacity, muscular endurance, and treatment adherence.

**Materials and Methods:** The databases used were Medline and PEDro. The search formula applied was ("Metabolic Syndrome"[Mesh]) AND "Exercise Therapy"[Mesh]. Inclusion criteria were adult women (>18 years) diagnosed with MetS, treated with therapeutic exercise in randomized clinical trials published in the last five years with free full-text availability.

**Results:** Exercise was found to reduce abdominal obesity, improve aerobic capacity, muscular endurance, and metabolic profile. Long-term adherence was also identified as key to treatment success.

**Conclusions:** Therapeutic exercise is concluded to be an essential tool in managing MetS, highlighting the importance of evidence-based physiotherapy.

**Keywords:** Metabolic Syndrome, Exercise Therapy, Women.

## 1. INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (MetS) es un conjunto de factores de riesgo metabólicos que incluyen la resistencia a la insulina, hipertensión arterial, dislipidemia y obesidad abdominal, aumentando significativamente la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (1). Es especialmente preocupante en mujeres y se ve agravada en etapas de transición hormonal, donde los cambios en la composición corporal y la distribución de grasa visceral aumentan la vulnerabilidad a dicho síndrome (2,3); se estima que afecta al 29% de las mujeres de 35 a 74 años en España y al 46% en países como Indonesia (4,5).

Los cambios hormonales femeninos producen desequilibrios metabólicos, en particular la disminución de los niveles de estrógeno, que contribuyen a alteraciones en la distribución de la grasa corporal, favoreciendo la acumulación de grasa visceral. También son los responsables del incremento de la presión arterial y las alteraciones en el perfil lipídico. Todas estas condiciones se consideran factores clave para el desarrollo del síndrome metabólico (6). Este conjunto de cambios fisiológicos sitúa a las mujeres en una situación de riesgo elevado, en la cual el manejo preventivo y terapéutico resulta fundamental (7).

Ante esta realidad, la fisioterapia emerge como una herramienta clave dentro del abordaje multidisciplinario, proponiendo estrategias no farmacológicas con alto potencial preventivo y terapéutico. En particular, la prescripción de ejercicio terapéutico, es decir, la planificación de un conjunto de actividades estructuradas y supervisadas por un profesional sanitario ha demostrado ser eficaz en la mejora de los componentes de la sensibilidad a la insulina, la tensión arterial, el perfil lipídico y la composición corporal (1,7). Además, la actividad física regular contribuye a reducir la inflamación sistémica de bajo grado y mejorar la función endotelial, ambos aspectos relacionados con el síndrome metabólico (1,7).

A pesar de esto, aún hay una falta de sistematización y análisis crítico de los datos disponibles, especialmente de estudios que se centran específicamente en mujeres y de los protocolos de ejercicio terapéutico basado en la fisioterapia. Muchas búsquedas no diferencian por sexo o aplican intervenciones genéricas de actividad física sin personalización (2,7). Este vacío dificulta la elaboración de guías clínicas adaptadas y basadas en la evidencia para este grupo poblacional concreto, a pesar de tener una mayor prevalencia con respecto a los varones. (8)

En consecuencia, es necesario una revisión sistemática de la literatura científica que permita valorar la efectividad del ejercicio terapéutico en el tratamiento fisioterapéutico del síndrome metabólico en mujeres, identificando los beneficios concretos, las modalidades más adecuadas, la intensidad óptima y el momento vital en que estas intervenciones resultan más eficientes. La necesidad de esta revisión sistemática radica en la importancia de recopilar y analizar las evidencias disponibles que evalúen la efectividad del ejercicio terapéutico, prescrito por fisioterapeutas, como herramienta de tratamiento en mujeres con este síndrome.

En concreto, esta revisión propone analizar el impacto del ejercicio terapéutico sobre la composición corporal femenina, con especial atención en la reducción de la grasa abdominal, determinante relevante en la disminución del riesgo metabólico. Asimismo, se desea estudiar los efectos del entrenamiento sobre la capacidad aeróbica y la resistencia muscular en mujeres,

mediante indicadores clave de la salud funcional y metabólica. Por último, también se pretende evaluar el grado de adherencia a largo termino a los programas de fisioterapia basados en el ejercicio físico, para valorar la viabilidad y sostenibilidad como intervención continuada.

Este enfoque permitirá no solo valorar los beneficios fisiológicos y funcionales, sino también identificar que modalidades de ejercicio son más adecuadas, con qué frecuencia e intensidad, y en que etapas de la vida femenina pueden resultar más efectivas.

Este análisis pretende contribuir al abordaje integral de una condición prevalente y compleja, ofreciendo una visión global y actualizada sobre el papel del fisioterapeuta en la gestión de esta patología, optimizando la práctica clínica y diseñando protocolos terapéuticos basados en la evidencia. Por todo ello, el objetivo principal será analizar la efectividad del ejercicio terapéutico del síndrome metabólico en mujeres mediante una revisión sistemática de la literatura científica.

## **2. OBJETIVOS**

### General:

- Evaluar la efectividad de un programa de ejercicio terapéutico en mujeres con síndrome metabólico.

### Específicos:

- Analizar el impacto del ejercicio terapéutico sobre la composición corporal, especialmente en la reducción de la obesidad abdominal.
- Determinar los efectos del entrenamiento en la capacidad aeróbica y la resistencia muscular en mujeres.
- Evaluar la adherencia a largo plazo a un programa de ejercicio terapéutico.

## **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

En el mes de octubre 2024 se elaboró la búsqueda utilizando las bases de datos Medline y PEDRo.

Esta revisión sistemática se ha llevado a cabo siguiendo las recomendaciones establecidas por la guía PRISMA (9), con el objetivo de garantizar la transparencia, la calidad metodológica y la replicabilidad del proceso de investigación y selección de estudios.

Para la formulación de la pregunta de investigación y el establecimiento de los criterios de elegibilidad, se ha aplicado la estrategia PICO (10), que permite estructurar de forma clara los componentes clave de la revisión (Tabla 1).

Tabla 1: Estrategia PICO.

<b>P</b> (Población):	Mujeres con síndrome metabólico
<b>I</b> (Intervención):	Ejercicio terapéutico
<b>C</b> (Comparación):	No aplica
<b>O</b> (Resultados):	Disminución de la composición corporal, aumento de la capacidad aeróbica y resistencia muscular
<b>S</b> (Tipo de estudio):	Ensayos clínicos (aleatorizados)

Este enfoque ha permitido acotar con precisión los objetivos de la revisión y establecer los criterios de elegibilidad para la selección de los estudios incluidos.

### 3. 1. Criterios de elegibilidad

- Criterios de inclusión: población femenina diagnosticada de síndrome metabólico, población adulta (>18 años), tratamiento con ejercicio terapéutico, ensayos clínicos (aleatorizados). Artículos de los últimos 5 años, free full text.
- Criterios de exclusión: población diagnosticada de síndrome metabólico que aborden otros aspectos del síndrome, ensayos clínicos en otros idiomas que no sean español e inglés.

### 3.2. Fuentes de información

Para la identificación de los estudios relevantes, se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica exhaustiva en las bases de datos MEDLINE (vía PubMed) y PEDro (Physiotherapy Evidence Database), consideradas fuentes principales y fiables para la recogida de evidencia científica en el ámbito de la salud y, específicamente, de la fisioterapia.

A través del portal PubMed, se realizó una búsqueda estructurada utilizando descriptores MeSH (Medical Subject Headings) combinados con palabras clave libres, con el objetivo de ampliar al máximo el número de resultados relevantes.

Para complementar y asegurar una cobertura específica de la evidencia relacionada con intervenciones de fisioterapia, se incluyó también la base de datos PEDro, especializada en

ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y guías de práctica clínica en fisioterapia, con filtros específicos por tipos de intervención y calidad metodológica.

Finalmente, se seleccionaron los ensayos clínicos aleatorizados en los que se mencionara el tratamiento mediante ejercicio terapéutico en mujeres con diagnóstico de síndrome metabólico y que cumplieran los criterios de elegibilidad.

### **3.3. Estrategia de búsqueda**

La estrategia de búsqueda bibliográfica se diseñó combinando lenguaje controlado, utilizando los descriptores MeSH en PubMed, y lenguaje libre, empleando sinónimos y términos relacionados para ampliar la sensibilidad de la búsqueda. Se utilizaron operadores booleanos (AND) para relacionar los conceptos clave.

Lenguaje controlado (MESH):

- "Metabolic Syndrome"[Mesh]
- "Exercise Therapy"[Mesh]
- "Exercise"[Mesh]
- "Women"[Mesh]
- "Female"[Mesh]

La fórmula de búsqueda empleada fue ("Metabolic Syndrome"[Mesh]) AND "Exercise Therapy"[Mesh].

### **3.4. Proceso de selección de estudios**

La búsqueda se realizó en las bases de datos de Pubmed (Medline) y PEDro. La selección de los estudios se realizó en varias fases siguiendo una estrategia sistemática. En primer lugar, se aplicaron filtros proporcionados por las bases de datos, como: "5 años", "free full text", "clinical trial", "english", "spanish", "humans" y "female".

En total se obtuvieron 18 resultados aplicando los filtros.

A continuación, se realizó la selección de los estudios mediante el siguiente procedimiento:

1. Selección/eliminación en función del título.
2. Eliminación de los artículos que no cumplieran con los criterios de elección tras la lectura del resumen.

3. Identificar y eliminar artículos duplicados.
4. Lectura completa para comprobar que se cumplen los criterios de inclusión.
5. Incluir los artículos en la revisión y extraer los datos.

Finalmente, se incluyen 7 artículos en la revisión sistemática que cumplen con los criterios de búsqueda detallados en el apartado de metodología.

### **Lista de datos**

La lista de datos y variables que se analizaron fueron:

- Autor.
- Tamaño de la muestra y sus características.
- Intervención y herramientas de valoración para la misma.
- Hallazgos principales.

El proceso de extracción de los datos ha sido manual y se han resumido en una tabla basada en el sistema PICO.

### **3.5. Análisis de datos**

El análisis de los datos se realizó evaluando para cada estudio incluido los datos clave según el sistema PICO, evaluando las características de los participantes, tipo de intervención, método de valoración y resultados principales.

Los resultados fueron organizados en tablas comparativas para facilitar su interpretación. Se analizaron los tipos de ejercicio, la duración y frecuencia de los programas, así como los efectos reportados en cada estudio.

Además, se evaluó la calidad metodológica, el riesgo de sesgo y el nivel de evidencia de los artículos incluidos mediante las herramientas de CASPe, Cochrane y Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) el respectivamente:

- **CASPe** (Critical Appraisal Skills Programme): Evalúa la calidad metodológica de los estudios incluidos en una revisión. Identifica posibles sesgos, valora la validez interna del estudio y asegura resultados relevantes y aplicables. Los ítems para analizar son la orientación del ensayo (población, intervención y resultados), aleatorización, seguimiento, cegamiento (pacientes, clínicos y el personal de estudio), similitud entre grupos, tratamiento de los grupos, efectos, precisión, aplicación de los resultados,

resultados y justificación de los beneficios. Cada uno de ellos podía ser calificado Sí/No/No sé. (11)

- **Cochrane Risk of Bias Tool:** Evalúa la calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados. Identifica posibles sesgos en diversas áreas, como la aleatorización, el cegamiento y los datos incompletos, asegurando que los resultados sean lo más fiables y válidos posible. (12)
- **Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN):** Todos los artículos trabajados fueron ensayos clínicos aleatorios (ECA) por lo que se clasificaron en función de 3 niveles, 1++ meta-análisis de alta calidad, revisiones sistemáticas (RS) de ensayos clínicos (EC) y ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo, 1+ Metaanálisis bien realizado, revisiones sistemáticas (RS) de ensayos clínicos (EC) o ensayos clínicos bien realizados con poco riesgo de sesgo y 1- Meta-análisis, revisiones sistemáticas (RS) de ensayos clínicos (EC) o ensayos clínicos con alto riesgo de sesgos. (13)

Esta evaluación permitió valorar la fiabilidad de los estudios incluidos y la solidez de sus conclusiones. Los resultados del análisis se han resumido en tablas anexas, facilitando la comparación entre estudios.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descripción del diagrama de flujo: Identificación de nuevos estudios vía base de datos

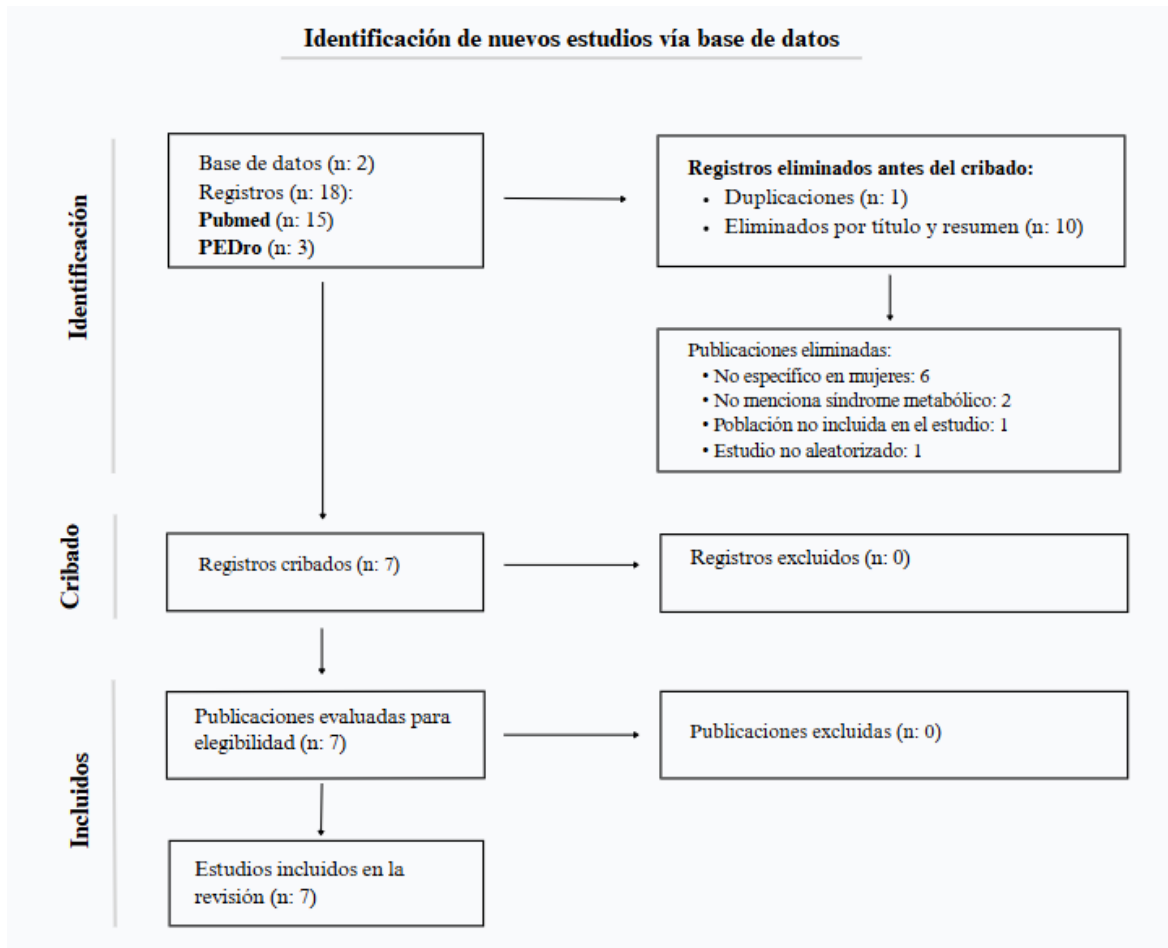
En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo en el que se ilustra el proceso de identificación y selección de estudios para evaluar la efectividad del ejercicio terapéutico en mujeres con síndrome metabólico.

En la primera fase de identificación, la búsqueda inicial se realizó en dos bases de datos: PubMed (con 15 registros) y PEDro (con 3 registros), sumando un total de 18 registros. De estos, se eliminaron 11 registros, de los cuales 1 fue una duplicación, y 10 fueron eliminados por título y resumen, ya que no cumplían los criterios establecidos para el estudio.

A continuación, en la fase de cribado, se realizó el cribado sobre estos 7 registros que cumplían los criterios iniciales. Ninguno de los registros fue excluido en esta etapa, lo que dejó un total de 7 artículos seleccionados para ser evaluados en términos de elegibilidad.

Por último, en la evaluación de elegibilidad e inclusión, los 7 estudios pasaron a la fase de evaluación y ninguno de ellos fue excluido. Finalmente, son 7 registros los considerados elegibles e incluidos para la revisión final.

Figura 1: Diagrama de flujo.



#### 4.2. Proceso de inclusión y exclusión

Durante el proceso de selección, se excluyeron varios estudios tras la revisión del título y resumen por no cumplir con los criterios previamente establecidos. En total se descartaron 11 estudios: seis por no ser específicos en mujeres, dos por no mencionar el síndrome metabólico, uno por no tratarse de un estudio aleatorizado, uno por no incluir población y uno por ser un registro duplicado.

Tabla 2: Resumen de los motivos de exclusión.

Motivo de exclusión	Estudio (autor principal y año publicación)
---------------------	---

No específico en mujeres	Reljic D, 2025; Suárez Cuenca JA, 2025; Morales-Palomo F, 2023; Haufe S, 2021; Reljic D, 2021; Botosaneanu A, 2021;
No menciona síndrome metabólico	Vreijling SR, 2025; Ali Ismail AM, 2023
No es un estudio aleatorizado	Cárcamo-Regla R, 2023
Población no incluida	Seo YG, 2021
Duplicado	Dietz de Loos, 2021

La siguiente tabla muestra los estudios analizados para esta revisión, indicando cuáles fueron incluidos o excluidos y los motivos correspondientes. La selección se basó en criterios como la especificidad en mujeres, la presencia del síndrome metabólico y el diseño del estudio.

Tabla 3: Tabla de artículos incluidos o excluidos.

Título del estudio	Incluido/Excluido	Motivo de exclusión
Impact of Different Low-Volume Concurrent Training Regimens on Cardiometabolic Health, Inflammation, and Fitness in Obese Metabolic Syndrome Patients.	Excluido	No es específico en mujeres.
Effect of Mediterranean Diet in Combination with Isokinetic Exercise Therapy on Body Composition and Cytokine Profile in Patients with Metabolic Syndrome.	Excluido	No es específico en mujeres.
Running therapy or antidepressants as treatments for immunometabolic depression in patients with depressive and anxiety disorders: A secondary analysis of the MOTAR study.	Excluido	No menciona el síndrome metabólico.
Multicomponent and power training with elastic bands improve metabolic and inflammatory parameters, body composition and anthropometry, and physical function in older women with metabolic syndrome: A 20-week randomized, controlled trial.	Incluido	
Efficacy of morning versus afternoon aerobic exercise training on reducing metabolic syndrome components: A randomized controlled trial.	Excluido	No específico en mujeres.
Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial.	Incluido	
[Metabolic and cardiorespiratory fitness changes in women undergoing a physical exercise program assisted by a mobile application. A non-randomized controlled study].	Excluido	No es un estudio aleatorizado y se centra en el programa asistido por una aplicación móvil.
Dietary and exercise interventions for metabolic health in perimenopausal women in Beijing.	Incluido	
Metabolic health during a randomized controlled lifestyle intervention in women with PCOS.	Incluido	

Resistance Band Exercise Training Prevents the Progression of Metabolic Syndrome in Obese Postmenopausal Women.	Incluido	
Telemonitoring-Supported Exercise Training in Employees With Metabolic Syndrome Improves Liver Inflammation and Fibrosis.	Excluido	No específico en mujeres.
Iron Beats Electricity: Resistance Training but Not Whole-Body Electromyostimulation Improves Cardiometabolic Health in Obese Metabolic Syndrome Patients during Caloric Restriction-A Randomized-Controlled Study.	Excluido	No específico en mujeres.
Metabolic syndrome and the benefit of a physical activity intervention on lower-extremity function: Results from a randomized clinical trial.	Excluido	No específico en mujeres.
Effects of Exercise Intervention on Mitochondrial Stress Biomarkers in Metabolic Syndrome Patients: A Randomized Controlled Trial.	Incluido	
Effects of circuit training or a nutritional intervention on body mass index and other cardiometabolic outcomes in children and adolescents with overweight or obesity.	Excluido	Población no incluida en el estudio.
Response of lipid profile to laser acupuncture along with diet and Pilates exercise in obese women with systemic lupus erythematosus: a randomized controlled trial	Excluido	No menciona el síndrome metabólico.
Comparison of the effectiveness of lifestyle interventions and multi-interventional therapy on biochemical parameters of metabolic syndrome among women	Incluido	
Metabolic health during a randomized controlled lifestyle intervention in women with PCOS	Excluido	Duplicado.

### 4.3. Características de los estudios

El proceso de extracción de los datos ha sido realizado manual por las autoras de este trabajo con el objetivo de sistematizar éstos en una tabla, basada en los apartados PICO (Tabla 4).

Tabla 4: Tabla de características de estudios.

Estudio	Participantes	Intervención	Valoración	Resultados
Gargallo P et al. 2024	Mujeres adultas con síndrome metabólico. <b>N: 90</b> - GMC: 30 - GP: 30 - GC: 30  No se especifica el rango de edad.	<b>GMC:</b> Entrenamiento de equilibrio, fuerza a baja velocidad y aeróbico. 2 veces por semana. <b>GP:</b> Entrenamiento de resistencia a alta velocidad. 2 veces por semana compuesto por 3-4 series de 10 repeticiones de 6	Se evaluaron las variables relacionadas con el MetS (glucosa, triglicéridos y circunferencia de la cintura) y los factores de riesgo cardiovascular: HDL, hemoglobina glucosilada, colesterol total, LDL, proteína C reactiva y perfil antropométrico.	Ambos grupos de entrenamiento mejoraron de manera similar la mayoría de los parámetros del perfil glucémico y lipídico, la composición corporal y la antropometría y la función física. El <b>GMC</b> mejoró el equilibrio y disminuyó el estado inflamatorio al regular negativamente la proteína C reactiva.

		ejercicios generales. Escala de esfuerzo-OMNI: 3-4. <b>GC:</b> No recibe intervención.	La función física se evaluó mediante pruebas de equilibrio, fuerza y movilidad.	El <b>GP</b> mostró mejoras en la fuerza de agarre manual, mientras que el GMC no lo hizo.
Kazemi SS et al. 2023	Mujeres postmenopáusicas con síndrome metabólico.  <b>N: 45</b> - GI 1: 15 - GI 2: 15 - GC: 15  Edad: De 45 a 65 años.	<b>GI 1:</b> Entrenamiento de fuerza. Realizó entrenamiento de resistencia para EESS y EEII.  <b>GI 2:</b> Entrenamiento de alta intensidad (HIIT). Completaron 3min de entrenamiento al 80-90% de su frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) y seguidamente una caminata moderada durante 3min al 55-65% de la FCmáx.  <b>GC:</b> No recibe intervención.	Las sesiones se llevaron a cabo durante 8 semanas y 3 veces por semana. Las muestras se recogieron al inicio y al final del tratamiento. Variables: - Peso - Circunferencia cintura - IMC - Masa grasa - Lipoproteínas de baja densidad - Triglicéridos - Colesterol - Glucemia en ayunas - Hemoglobina A1c - Presión sistólica y diastólica	Disminuyeron los valores de las variables mencionadas. En el grupo <b>HIIT</b> : disminuyeron la presión arterial sistólica, el colesterol, la HbA1C y la FBS. En el grupo <b>GI 1</b> aumentaron más la masa muscular esquelética y la repetición máxima (1RM).
Hao S et al. 2021	Mujeres premenopáusicas en Beijing.  <b>N: 78</b> Se dividieron aleatoriamente en 3 grupos: - Grupo A - Grupo B - Grupo C No se especifica el rango de edad.	Realizaron las siguientes indicaciones durante 3 meses: <b>A:</b> Participar en seminarios educativos. <b>B:</b> Participar en seminarios educativos y recibir orientación dietética individualizada. <b>C:</b> Participar en seminarios educativos de manera intensiva, orientación dietética individualizada y ejercicio de resistencia intensivo.	Los índices metabólicos anormales que presentaban los pacientes:  - Circunferencia de cintura - HDL - TG	Los pacientes con una circunferencia de cintura $\geq$ 80cm en los grupos B y C disminuyeron significativamente. Los grupos control y dieta tuvieron niveles más altos de HDL en comparación con el grupo integral, y esta diferencia fue estadísticamente significativa. Los TG en el grupo integral fueron más bajos que en el grupo control.
Dietz de Loos A et al. 2021	Mujeres con síndrome de ovario poliquístico (SOP) con un IMC > 25kg/m2.  <b>N: 183</b>	La intervención tuvo un 1 año de duración.  Grupo <b>LSI</b> con o sin apoyo de mensajes de texto (SMS):	Se evaluaron las variables al inicio y al final del estudio. - Prevalencia del síndrome metabólico - Puntuación z del síndrome metabólico continuo (cMetS z-score): Se calcula	El grupo LSI con SMS mostró la mayor reducción del MetS (-21,6%), seguido del LSI sin SMS (-16,5%) y el grupo CAU (+7%). La diferencia entre los grupos LSI y CAU fue de -25,9%.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo LSI (<i>lifestyle intervention</i>)</li> <li>- Grupo CAU (<i>care as usual</i>)</li> </ul> <p>No se especifica el rango de edad, tampoco el número de pacientes por grupo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terapia cognitivo-conductual</li> <li>- Dieta</li> <li>- Ejercicio</li> </ul> <p>Grupo <b>CAU</b>: Se les proporcionó asesoramiento sobre la pérdida de peso.</p>	<p>basándose en varios parámetros metabólicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parámetros metabólicos: 1. Glucosa en sangre 2. Presión arterial 3. Nivel de triglicéridos 4. Colesterol HDL 5. Obesidad abdominal</li> <li>- Pérdida de peso: tiene impacto en los parámetros metabólicos y en la gravedad del MetS.</li> </ul>	<p>La pérdida de peso mejoró todos los parámetros metabólicos.</p> <p>LSI, especialmente con soporte SMS, fue la intervención más efectiva en mujeres con SOP y exceso de peso.</p>
Son WM et al. 2021	<p>Mujeres posmenopáusicas obesas con MetS.</p> <p><b>N: 35</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EX: 18</li> <li>- CON: 17</li> </ul>	<p>Grupo <b>EX</b>: Entrenamiento con bandas de resistencia. Frecuencia: 3 veces/semana. No especifica la duración del estudio.</p> <p>Grupo <b>CON</b>: No recibe intervención.</p>	<p>Se valoraron los siguientes parámetros al inicio y final del estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glucosa</li> <li>- Insulina</li> <li>- HOMA-IR</li> <li>- Perfil lipídico</li> <li>- Presión arterial sistólica</li> <li>- Composición corporal</li> <li>- Circunferencia de la cintura</li> <li>- Masa magra</li> </ul>	<p>El grupo de ejercicio mejoró significativamente en comparación con el grupo control:</p> <p>Disminuyeron la glucosa, insulina, HOMA-IR, perfil lipídico, presión arterial sistólica, grasa corporal y circunferencia de cintura.</p> <p>Por otro lado, aumentaron la masa magra y el colesterol HDL.</p>
Chang JS et al. 2021	<p>Mujeres adultas con síndrome metabólico.</p> <p><b>N: 42</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- GI: no especifica</li> <li>- GC: no especifica</li> <li>- Grupo de voluntarias sanas (GVS): 12</li> </ul> <p>Edad: no especifica.</p>	<p>El estudio tuvo una duración de 12 semanas.</p> <p><b>GI</b>: Ejercicio supervisado (no especifica).</p> <p><b>GC</b>: No realizaron ejercicio.</p> <p><b>GVS</b>: No recibe intervención.</p>	<p>Biomarcadores medidos: FGF21, GDF15 y ANGPTL6.</p> <p>Parámetros clínicos evaluados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la insulina (HOMA-IR)</li> <li>- Masa magra apendicular (ALM)</li> <li>- Triglicéridos séricos</li> <li>- Leptina</li> </ul>	<p>El ejercicio físico ayuda a reducir el estrés metabólico, lo que permite normalizar los niveles alterados de mitocinas y hepatocinas. Así mismo, disminuye la necesidad de que el cuerpo active mecanismos compensatorios para regular el metabolismo, ya que el entrenamiento mejora directamente el metabolismo de la glucosa y los lípidos.</p>
Elizabeth AJ et al. 2024	<p>Mujeres pertenecientes a grupos de autoayuda de 9 sociedades en vías de desarrollo en el sur de la India con síndrome metabólico</p>	<p>Grupo <b>LI</b>: Ajuste de la ingesta calórica según el IMC, ejercicio de intensidad moderada: caminar 30 min/día, 5 días a la semana y se les impartió educación sanitaria.</p>	<p>Se evaluaron:</p> <p>Parámetros bioquímicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HDL</li> <li>- Triglicéridos</li> <li>- Glucosa en sangre</li> </ul> <p>Además, para la valoración se tuvieron en cuenta las variables demográficas y clínicas.</p>	<p>Las intervenciones de ambos grupos resultaron en mejoras significativas en los parámetros bioquímicos.</p> <p>El grupo MIT fue más eficaz para reducir los triglicéridos, mientras que no hubo diferencias significativas entre MIT e IL para aumentar el HDL.</p> <p>Ambas intervenciones pueden ser consideradas</p>

	<b>N: 270</b> - Grupo LI: 90 - Grupo MIT: 90 - GC: 90  Rango de edad: 35-55 años.	Grupo <b>MIT</b> : Se realizó la misma intervención que al grupo LI; además de, masaje de reflexología podal (30min/sesión).  <b>GC</b> : No recibió intervención.		efectivas en la mejora de los parámetros bioquímicos y el manejo del síndrome metabólico en mujeres.
--	--	--	--	--

#### 4.4. Resumen de los resultados

Diversos estudios han demostrado que el ejercicio terapéutico, combinado con intervenciones dietéticas e integradas, mejora significativamente el perfil glucémico y lipídico, la composición corporal, la antropometría y la función física en mujeres con síndrome metabólico (14,15). En particular, se observaron mejoras en el equilibrio, la fuerza de agarre manual y la reducción del estado inflamatorio, con diferencias según el tipo de entrenamiento (14).

El ejercicio también mostró efectos positivos en la reducción de presión arterial, colesterol, glucosa en ayunas y circunferencia de cintura, así como en el aumento de la masa muscular y la fuerza máxima (16). Las intervenciones dietéticas e integrales redujeron la proporción de pacientes con alteraciones metabólicas, y se observaron beneficios adicionales en los niveles de HDL y triglicéridos, según el tipo de intervención (17).

A largo plazo, los programas intensivos de estilo de vida mostraron mayor efectividad que la atención habitual en la reducción de la prevalencia del síndrome metabólico (18). Además, la pérdida de peso por sí sola generó mejoras significativas en diversos parámetros metabólicos (18).

El ejercicio también se asoció con una disminución en marcadores inflamatorios y metabólicos como FGF21, GDF15 y ANGPTL6, cuyos cambios se correlacionaron con mejoras en la resistencia a la insulina, masa magra y regulación de la leptina, reflejando su papel en la modulación del metabolismo (19). Por último, el ejercicio de intensidad media demostró ser más beneficioso que la baja intensidad o la ausencia de intervención (15).

#### 4.5. Análisis cualitativo

El análisis mediante la herramienta CASPe (11) mostro que la mayoría de los estudios incluidos presentaron una calidad metodológica alta. En todos los estudios, los objetivos estaban bien

definidos, presentaban una adecuación correcta y aplicaban una metodología evidenciable. Asimismo, la reflexividad, la exposición de resultados y la aplicabilidad estaba presente en todos los estudios. En la mayoría de los casos, la selección de participantes se hizo de manera aleatorizada, aunque en algunos no se detalló este proceso de selección. Además, varios estudios no proporcionaban información sobre el proceso de recogida de datos ni especificaban un análisis de datos exhaustivo. A pesar de estas limitaciones, los beneficios clínicos observados superan los riesgos, y los resultados pueden considerarse aplicables al contexto fisioterapéutico en mujeres con MetS.

Tabla 5: Tabla análisis cualitativo CASPe.

(Autor, año)	Objetivos metodológica rigurosa	Metodología	Adecuación objetivos	Selección de participantes	Técnicas de recogida de datos	Reflexividad	Análisis de datos	Exposición de los resultados	Aplicabilidad	Nivel de evidencia
Gargallo P et al., 2024	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	1+
Kazemi SS et al., 2023	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NOSE	SÍ	SÍ	1-
Hao S et al., 2021	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NOSE	SÍ	SÍ	1+
Dietz de Loos A et al., 2021	SÍ	SÍ	SÍ	NOSE	NO	SÍ	NOSE	SÍ	SÍ	1+
Son WM et al., 2021	SÍ	SÍ	SÍ	NOSE	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	1+
Chang JS et al., 2021	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	1++
AJ Elizabeth et al., 2024	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	1+

#### 4.6. Nivel de evidencia y grado de recomendación

La mayoría de los estudios analizados fueron ensayos clínicos aleatorizados con nivel de evidencia 1+, lo que indica una calidad metodológica moderada y bajo riesgo de sesgo. Estos estudios obtuvieron en su mayoría un grado de recomendación A. Un estudio (Chang JS et al., 2021) destacó por su alta calidad, clasificado como 1++, con un grado de recomendación A.

Solo un estudio presentó limitaciones significativas (1-). En conjunto, los estudios ofrecen una base sólida de evidencia científica.

Tabla 6: Grado recomendación SIGN.

(autor, año)	Diseño del estudio	Nivel de evidencia	Calidad metodológica	Grado de recomendación	Conclusiones principales
Gargallo P et al., 2024	Ensayo clínico aleatorizado	1+	Moderada	A	ECA bien realizado, con algún riesgo de sesgo
Kazemi SS et al., 2023	Ensayo clínico aleatorizado	1-	Baja	B	ECA con alto riesgo de sesgo
Hao S et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	1+	Moderada	A	ECA bien realizado, pero con algún riesgo de sesgo
Dietz de Loos A et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	1+	Moderada	A	ECA bien realizado, pero con algún riesgo de sesgo
Son WM et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	1+	Moderada	A	ECA bien realizado, pero con algún riesgo de sesgo
Chang JS et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	1++	Alta	A	ECA de alta calidad con bajo riesgo de sesgo. Aplicable y consistente
AJ Elizabeth et al., 2024	Ensayo clínico aleatorizado	1+	Moderada	A	ECA bien realizado, pero con algún riesgo de sesgo

#### 4.7. Evaluación del riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de los estudios incluidos mediante la herramienta Cochrane (12) mostro una calidad metodológica con bajo riesgo en la mayoría de los estudios. La valoración mostro un riesgo medio en el proceso de selección, debido a la falta de ocultación de asignación. En cambio, casi todos los estudios presentaban bajo riesgo de sesgo con relación a la realización, detección, desgaste y notificación, ya que los estudios incluían información adecuada sobre los participantes y evaluadores, un manejo de pérdidas durante el seguimiento y una presentación de resultados bien definidos. Estos hallazgos indican una buena calidad metodológica en la mayoría de los ensayos incluidos, a excepción de uno que se clasifica con

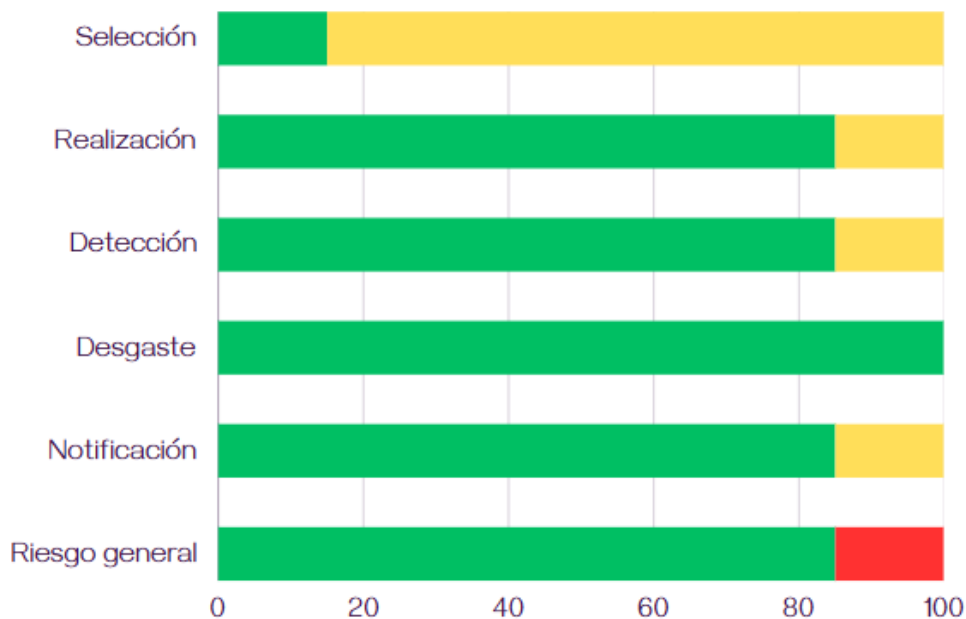
riesgo muy alto, que a pesar de obtener una puntuación de alta calidad en de desgaste, tiene una calidad media en selección, realización, detección y notificación.

Tabla 7: Tabla evaluación de sesgos Cochrane.

	Selección	Realización	Detección	Desgaste	Notificación	Riesgo general
Gargallo P et al., 2024	⊘	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Kazemi SS et al., 2023	⊘	⊘	⊘	⊕	⊘	⊖
Hao S et al., 2021	⊘	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Dietz de Loos A et al., 2021	⊘	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Son WM et al., 2021	⊘	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Chang JS et al., 2021	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
AJ Elizabeth et al., 2024	⊘	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

La evaluación de riesgo de sesgos realizada mediante la herramienta Cochrane (12) muestra un gráfico una calidad metodológica adecuada en la mayoría de los estudios, como se muestra en la figura 2. En general, la calidad fue adecuada, aunque se identificaron algunas limitaciones en dominios específicos. En el dominio de desgaste, todos presentaron un bajo riesgo (100%), lo que indica un adecuado manejo de las pérdidas durante el seguimiento. Los dominios de realización, detección y notificación también mostraron una proporción alta de estudios con bajo riesgo (85%) aunque uno presento riesgo medio (15%). En cuanto a selección se observó un mayor número de estudios con riesgo medio (85%). En conclusión, el riesgo general clasifico con bajo riesgo en el 85% y con alto riesgo en el 15%.

Figura 2: Grafico Cochrane



## 5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de un programa de ejercicio terapéutico en mujeres con síndrome metabólico.

Los resultados obtenidos en la presente revisión ponen de manifiesto varios hallazgos de especial interés. Destaca, en primer lugar, la comprobación de la efectividad del ejercicio terapéutico, que sugiere un aumento de la calidad de vida y capacidad funcional de las mujeres con síndrome metabólico (14). Además, se observaron cambios importantes en la composición corporal y la función física de mujeres que realizaron entrenamiento de fuerza o de resistencia 2 veces a la semana (14), lo que refuerza la utilidad de la intervención con ejercicio terapéutico en mujeres con esta condición.

La mejora del perfil glucémico y lipídico, junto con una reducción del tejido adiposo, contribuye a optimizar la sensibilidad a la insulina, disminuir la inflamación crónica de bajo grado y reducir el riesgo cardiovascular global, lo que resulta fundamental en el manejo del síndrome metabólico (14,18).

Estos resultados pueden interpretarse como una muestra del potencial terapéutico del ejercicio, especialmente en el síndrome metabólico. La mejora observada en los niveles séricos de mitoquinas y HDL en esta revisión tendría beneficios potenciales sobre la salud de personas con este síndrome, ya que está relacionado con la disminución de patologías cardiovasculares,

debido a que ambas moléculas desempeñan en la modulación del estrés oxidativo y la función endotelial factores de riesgo fundamentales para la prevención arterioesclerosis (15,17).

Además, la reducción de la presión arterial sistólica, el colesterol y la glucemia es clave en el manejo del síndrome metabólico, ya que disminuye la sobrecarga cardiovascular, mejora la función endotelial y reduce la resistencia a la insulina, disminuyendo así el riesgo de eventos cardiovasculares y progresión hacia la diabetes tipo 2 (18,19).

En términos de aplicabilidad clínica, la evidencia respalda la incorporación del ejercicio terapéutico como componente fundamental dentro del abordaje integral del síndrome metabólico y sus consecuencias, siempre que se adapte a las características individuales de cada paciente. Se ha demostrado que una adherencia prolongada al programa de ejercicio, superior a dos meses, resulta beneficiosa en la pérdida de masa magra (16,17). Asimismo, se ha comprobado que tanto el entrenamiento de fuerza como el de resistencia generan efectos positivos sobre la salud cardiovascular, siendo la combinación de ambos la estrategia más eficaz para promover el aumento de masa muscular y optimizar el perfil metabólico (14,20).

Al comparar estos resultados con los hallazgos de estudios previos, se identifica una tendencia coincidente con lo descrito por otros autores, quienes también reportaron mejoras en la salud metabólica de pacientes y participantes con síndrome metabólico tras la implementación de ejercicio terapéutico. Dichos beneficios fueron aún más significativos en aquellos estudios que aplicaron protocolos de entrenamiento con una frecuencia de tres días por semana (20), y su eficacia se vio potenciada cuando el ejercicio fue combinado con intervenciones de modificación dietética (15,17).

### **Limitaciones**

A pesar de los resultados positivos, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, no se tuvieron en cuenta las posibles variaciones hormonales de estrógenos y progesterona en las mujeres participantes, lo que podría haber influido en la respuesta fisiológica al entrenamiento y en los resultados metabólicos obtenidos.

Otra limitación relevante es la escasez de estudios realizados exclusivamente en población femenina, lo que dificulta la comparación de los resultados obtenidos con la evidencia existente y limita la solidez de las conclusiones específicas para este grupo. Además, la falta de

seguimiento a largo plazo podría influir en la interpretación de los efectos observados. Estas limitaciones no invalidan los resultados, pero sí invitan a interpretar los datos con cautela.

### **Líneas futuras**

A partir de estas limitaciones, se identifican diversas oportunidades para futuras investigaciones. Sería recomendable realizar estudios con protocolos con intervenciones más focalizadas en mujeres y orientarlas según las muestras hormonales recibidas de cada mujer participante, así como incluir variables como los niveles de estrógenos y progesterona de cada mujer, ya que influyen en el metabolismo lipídico, la sensibilidad a la insulina y la distribución de la grasa corporal, factores clave para optimizar los resultados terapéuticos en mujeres.

Asimismo, deberían incluirse futuras investigaciones centradas exclusivamente en el estudio de la población femenina para aumentar la cantidad de evidencia existente y comparar los resultados existentes entre ellos y fomentar la discusión. Por último, se deberían prolongar el seguimiento para observar cambios a largo plazo y comprobar la adherencia al tratamiento.

### **Aplicabilidad**

En términos prácticos, los hallazgos de este estudio aportan información relevante para la intervención fisioterapéutica en el Síndrome Metabólico. Incorporar el ejercicio terapéutico en la práctica clínica puede contribuir a mejorar la calidad de vida y reducir el riesgo de patologías cardiovasculares o diabetes mellitus en mujeres, especialmente cuando se adapta a las necesidades individuales del paciente y se integra dentro de un enfoque multidisciplinar.

## **6. CONCLUSIONES**

Este trabajo, con el objetivo principal de evaluar la efectividad de un programa de ejercicio terapéutico en mujeres con síndrome metabólico, estableció una exhausta investigación para determinar y evaluar la información científica actual en diferentes bases de datos, identificar los métodos más efectivos y valorar el impacto funcional de la terapia asociada a las actividades de la vida diaria y la calidad de vida.

A lo largo del desarrollo del trabajo se ha comprobado que los objetivos específicos planteados han sido conseguidos satisfactoriamente, permitiendo alcanzar una comprensión sólida del tema abordado. En primer lugar, se ha logrado analizar el efecto del ejercicio sobre la composición corporal, encontrando como consecuencia la reducción de la obesidad abdominal

en las mujeres que se sometieron a estos estudios. También se pudo determinar que la intervención terapéutica tenía un impacto positivo en la capacidad aeróbica y la resistencia muscular de las mujeres. Finalmente, el análisis de la adherencia terapéutica a largo plazo ha puesto de manifiesto su papel clave en la efectividad del tratamiento.

En definitiva, el ejercicio terapéutico se consolida como una herramienta esencial en el abordaje del síndrome metabólico, reforzando el valor de la fisioterapia basada en la evidencia.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pattyn N, Cornelissen VA, Eshghi SR, Vanhees L. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2013;33(6):368–77.
2. De Souza PB, Bankoff ADP, de Sá K, et al. Prevalence of metabolic syndrome in pre- and postmenopausal women. *Arch Endocrinol Metab*. 2017;61(2):160–6.
3. Verywell Health. Menopause raises the risk of fatty liver disease. changing hormones may be the reason why [Internet]. 2025 [cited 2025 Apr 4]. Available from: <https://www.verywellhealth.com/menopause-fatty-liver-disease-risk-11709466>
4. Fernández-Bergés D, Cabrera de León A, Sanz H, Elosua R, Guembe MJ, Alzamora M, et al. Síndrome metabólico en España: prevalencia y riesgo coronario asociado a la definición armonizada y a la propuesta por la OMS. Estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol*. 2012;65(3):241–8.
5. Sigit FS, Tahapary DL, Trompet S, Sartono E, Willems van Dijk K, Rosendaal FR, de Mutsert R. The prevalence of metabolic syndrome and its association with body fat distribution in middle-aged individuals from Indonesia and the Netherlands: a cross-sectional analysis of two population-based studies. *Diabetol Metab Syndr*. 2020;12(1):2.
6. Eshtiaghi R, Esteghamati A, Nakhjavani M. Menopause is an independent predictor of metabolic syndrome in Iranian women, *Maturitas*. 2010;65(3):262-6.
7. Yavari A, Najafipour F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biol Sport*. 2012;29(2):135–43.
8. Guallar-Castillón P, Magnitud y manejo del síndrome metabólico en España en 2008-2010: Estudio ENRICA [Internet]. 2014 [cited 2025 Apr 20]. Available from:

<https://www.revespcardiol.org/index.php/es-magnitud-y-manejo-del-sindrome-metabolic-articulo-S0300893213004533>

9. Page MJ, McKenzie JE., Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *PLOS Med.* 18(3):e1003583. doi:10.1371/journal.pmed.1003583.
10. Richardson WS, Wilson MC, Nishikawa J, Hayward RS. The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *ACP J Club.* 1995;123(3):A12–3.
11. Critical Appraisal Skills Programme (CASP). Herramientas CASPe para lectura crítica [Internet]. 2018 [cited 2025 Mar 14]. Available from: <https://caspespana.es>
12. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343:d5928. doi:10.1136/bmj.d5928.
13. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). SIGN 50: A guideline developer’s handbook [Internet]. Edinburgh: SIGN; 2015 [cited 2025 Mar 14]. Available from: [https://www.sign.ac.uk/assets/sign50\\_2015.pdf](https://www.sign.ac.uk/assets/sign50_2015.pdf)
14. Gargallo P, Tamayo E, Jiménez-Martínez P, Jueas A, Casaña J, Benítez-Martínez JC, et al. Multicomponent and power training with elastic bands improve metabolic and inflammatory parameters, body composition and anthropometry, and physical function in older women with metabolic syndrome: a 20-week randomized, controlled trial. *Exp Gerontol.* 2024;185:112340. doi:10.1016/j.exger.2023.112340. PMID: 38061437.
15. Elizabeth AJ, Aruna J, Mercy PJ. Comparison of the effectiveness of lifestyle interventions and multi-interventional therapy on biochemical parameters of metabolic syndrome among women. *J Educ Health Promot.* 2024;12:443. doi:10.4103/jehp.jehp\_495\_23. PMID: 38464644; PMCID: PMC10920743.
16. Kazemi SS, Heidarianpour A, Shokri E. Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Lipids Health Dis.* 2023;22(1):177. doi:10.1186/s12944-023-01940-x. PMID: 37858156; PMCID: PMC10588115.
17. Hao S, Tan S, Li J, Li W, Li J, Cai X, et al. Dietary and exercise interventions for metabolic health in perimenopausal women in Beijing. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2021;30(4):624–31. doi:10.6133/apjcn.202112\_30(4).0009. PMID: 34967191.

18. Son WM, Park JJ. Resistance band exercise training prevents the progression of metabolic syndrome in obese postmenopausal women. *J Sports Sci Med.* 2021;20(2):291–9. doi:10.52082/jssm.2021.291. PMID: 34211322; PMCID: PMC8219266.
19. Dietz de Loos A, Jiskoot G, Beerthuisen A, Busschbach J, Laven J. Metabolic health during a randomized controlled lifestyle intervention in women with PCOS. *Eur J Endocrinol.* 2021;186(1):53–64. doi:10.1530/EJE-21-0669. PMID: 34714771; PMCID: PMC8679850.
20. Chang JS, Namkung J. Effects of exercise intervention on mitochondrial stress biomarkers in metabolic syndrome patients: a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(5):2242. doi:10.3390/ijerph18052242. PMID: 33668309; PMCID: PMC7956208.

## CUADRO ABREVIATURAS

Tabla 7: Cuadro abreviaturas.

Abreviatura	Significado
MetS	Metabolic Syndrome
FGF21	Factor crecimiento fibroblastos-21
GDF15	Factor de diferencia crecimiento-15
ANGPTL6	Angiopoyetina-like 6
HDL	High density lipoprotein
FBS	Fasting Blood Sugar
SOP	Síndrome de ovario poliquístico
HIIT	High Intensity Interval Training

## AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las personas que han contribuido a la realización de este Trabajo de Fin de Grado. En primer lugar, agradecemos a nuestra tutora, Laura Menés, por su guía y valiosas orientaciones a lo largo de todo el proceso. Su apoyo académico y profesional ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo. También agradecemos a todos los profesores que nos han acompañado, cada uno desde su área, durante toda la carrera.

Finalmente agradecemos a todas las personas e instituciones que han contribuido al acceso a la información y datos necesarios para llevar a cabo esta revisión.