



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**“Los beneficios de las metodologías de entrenamiento, aeróbico, fuerza y combinado, aplicado a población con síndrome metabólico.”**

**Nombre:** José Miguel Chaves De Fez.

**Tutor académico:** Francisco David Barbado Murillo.

**Grado:** Ciencias de la actividad física y el deporte.

**Curso académico:** 2023 – 2024.

## ÍNDICE

1. <i>Introducción</i> .....	2
2. <i>Método</i> .....	3
3. <i>Resultados</i> .....	5
4. <i>Discusión</i> .....	7
5. <i>Propuesta práctica</i> .....	9
6. <i>Bibliografía</i> .....	9
7. <i>Anexos</i> .....	10



## 1. Introducción

El Síndrome metabólico (SM) es una patología que se puede definir cuando una persona presenta al menos 3 de los siguientes hallazgos clínicos: obesidad central o aumento de la circunferencia de cintura (CC); una presión arterial elevada, mediante o un aumento de la presión arterial sistólica (PAS  $\geq$  130 mmHg) o de la presión arterial diastólica (PAD  $\geq$  85 mmHg); triglicéridos séricos elevados (TG  $\geq$  150 mg/dl); niveles reducidos de lipoproteínas séricas de alta densidad (HDL  $<$  40 mg/dl en hombres y HDL  $<$  50 en mujeres) y altos niveles de glucosa en sangre en ayunas (FBG  $\geq$  100 mg/dl) (Amin et al., 2023; Ostman et al., 2017).

El SM es una patología cada vez más presente en la sociedad, y en constante crecimiento, la prevalencia está aumentando en todos los grupos étnicos y de edad en todo el mundo, principalmente debido a factores modificables como el sedentarismo, la inactividad física y la dieta (Wewege et al., 2018). Se estima que más del 20% de la población mundial cumple los criterios del diagnóstico del SM. Esto conlleva a un mayor riesgo para la salud de las personas ya que la población con SM tiene 3 veces más probabilidades de desarrollar ECV y 5 veces más DM 2. (Ostman et al., 2017) Además, la población que presenta con diabetes tipo 2 (DM 2) tienen un mayor riesgo de desarrollar Mets con comparación con personas sin DM 2.

Los hábitos de vida poco saludables, como la inactividad física y el sedentarismo, contribuyen a la prevalencia del SM. Aunque existen medicamentos y herramientas farmacológicas para tratarlas, se buscan alternativas más allá de los medicamentos, se recomienda y considera la actividad física como una alternativa no farmacológica para mejorar la salud cardiometabólica (Tan et al., 2023).

Se ha demostrado que el estilo de vida (dieta y ejercicio) es eficaz para resolver el SM y reducir la gravedad de algunos parámetros relacionados con el SM. (Ostman et al., 2017) Hablando más específicamente del deporte, el ejercicio regular provoca reducciones en los factores de riesgo cardiometabólicos independientes a través de mejoras en la PA; composición corporal, resistencia a la insulina y HDL entre otros. (Tan et al., 2023)

Se ha visto en otros estudios los beneficios del ejercicio aeróbico (TA) en algunos parámetros del SM (Wewege et al., 2018) o del entrenamiento de fuerza (ST) (Ostman et al., 2017). Sin embargo, al contrario que para otras patologías como la DT 2 donde se ha identificado la actividad física como un aspecto importante en el tratamiento de esta, los efectos de la actividad física sobre los marcadores del SM no han sido bien documentados (Amin et al., 2023)

No obstante, ningún artículo ha revisado exhaustivamente los 3 métodos de entrenamiento, menos en personas sin DM II (Wewege et al., 2018), además hay literatura limitada que compara los 3 métodos de entrenamiento, y falta evidencia de cuál es mejor modo de ejercicio para mejorar los problemas metabólicos y factores de riesgo cardiovascular. (Liang et al., 2021) Por otro lado, tampoco está claro qué tipo de ejercicio y con qué intensidad es óptimo. (Ostman et al., 2017)

Por ello, a través de esta revisión se pretende observar en qué estado se encuentra la literatura en relación con las 3 metodologías de entrenamiento (aeróbico, fuerza y combinado) respecto a los parámetros del SM, y cuál puede ser más eficaz. Además de poder determinar si existe una intensidad más adecuada que otra.

## 2. Método

### Criterios de selección de inclusión y exclusión

Los estudios incluidos en la presente revisión debían cumplir que incluyeran 1) revisiones sistemáticas; 2) población adulta con SM; 3) el idioma utilizado fuera inglés; 4) aplicará al menos uno de los métodos de entrenamiento (aeróbico, fuerza o concurrente).

Se excluyeron todos aquellos artículos que no fueran estudios científicos publicados en revistas; cuyo idioma no fuera el inglés; no detallarán el tipo de ejercicio aplicado; no mostraran los beneficios del entrenamiento en al menos un parámetro del SM; los beneficios que no deriven directamente del entrenamiento y que se realizaran en animales (tabla 1).

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
3. Revisiones sistemáticas 4. Población adulta con SM 5. Inglés como idioma 6. Aplicar al menos 1 método de entrenamiento.	1. No ser estudio de revista científica. 2. Idioma diferente al inglés. 3. No detallar el método de entrenamiento. 4. No mostrar los beneficios en, al menos, un parámetro del SM. 5. Beneficios no asociados al entrenamiento. 6. Realizado en animales.

Tabla 1: criterios de inclusión y exclusión.

### Estrategia de búsqueda y cribado

La búsqueda se realizó en cuatro de las bases de datos: PubMed, Web of Science, Scopus y SPORTDiscus. Para ello se realizó una búsqueda en todas las bases de datos ya mencionadas utilizando las siguientes palabras clave: metabolic syndrome; combined training; concurrent training; mixed training; aerobic training; resistance training; mixed exercise; combined exercise; concurrent exercise; aerobic exercise y resistance exercise. Las búsquedas se realizaron sin límite de fecha de registro hasta el día 9/1/2024 aplicando los filtros de revisión sistemática e inglés (tabla 2)

PubMed	((("metabolic syndrome") AND ("combined training" OR " concurrent training" OR "mixed training" OR "aerobic training" OR "resistance training" OR "combined exercise" OR " concurrent exercise" OR "mixed exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance exercise")))
Scopus	("metabolic syndrome") AND ("combined training" OR " concurrent training" OR "mixed training" OR "aerobic training" OR "resistance training" OR "combined exercise"

	OR " concurrent exercise" OR "mixed exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance exercise")
SPORTDiscus	((("metabolic syndrome") AND ("combined training" OR " concurrent training" OR "mixed training" OR "aerobic training" OR "resistance training" OR "combined exercise" OR " concurrent exercise" OR "mixed exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance exercise")))
Web of Science	TS=(((("metabolic syndrome") AND ("combined training" OR " concurrent training" OR "mixed training" OR "aerobic training" OR "resistance training" OR "combined exercise" OR " concurrent exercise" OR "mixed exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance exercise"))))

Tabla 2: Búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos.

Realizadas las búsquedas en las diferentes bases de datos se obtuvieron 734 resultados: 31 en PubMed; 311 en Scopus; 10 en SPORTDiscus y 377 en Web Of Science, de los cuales, tras eliminar duplicados, resultaron 592.

A continuación, se procedió a la lectura de título y resumen, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión mencionados en la tabla 1. Se descartaron un total de 575 estudios, quedando como resultado 18 estudios que pasaron a leer a texto completo. Por último, tras realizar una lectura a texto completo de los estudios resultantes, se extrajeron 8 estudios de manera definitiva para realizar la revisión.

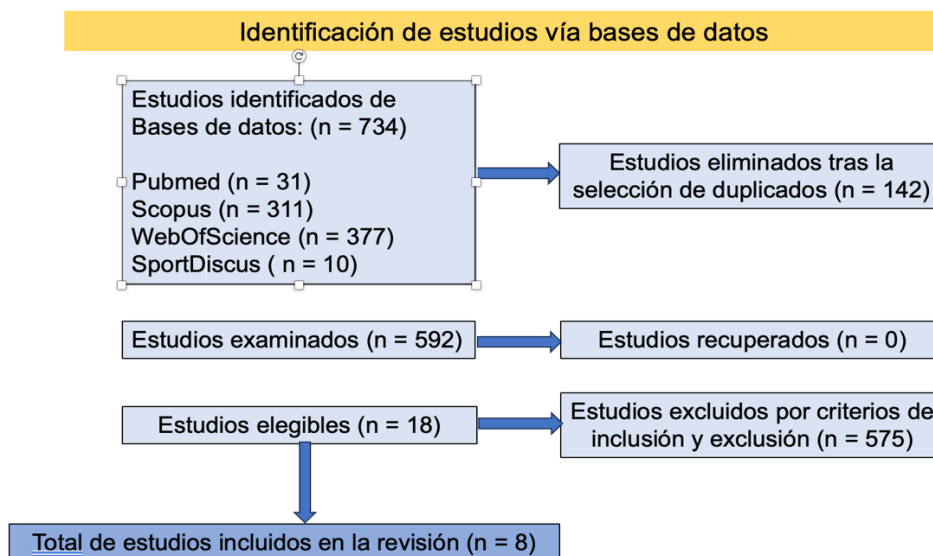


Figura1: Diagrama de flujo de la búsqueda y selección de artículos (guía prisma).

### 3. Resultados

En la literatura existen trabajos, cada vez más, que buscan estudiar dentro de los beneficios del deporte en población con SM, cuáles son los beneficios de diferentes metodologías y cuál puede ser tener mayores beneficios:

En una revisión realizada por (Lemes et al., 2018) revisaron los posibles beneficios del entrenamiento aeróbico (TA) dentro de los diferentes parámetros del SM: Circunferencia de cintura (CC); triglicéridos (TG); lipoproteínas de alta densidad (HDL); glucosa plasmática en ayunas (FBS) y presión arterial (PA), tanto sistólica (PAS) como diastólica (PAD). Se incluyeron 17 estudios donde se incluye toda TA supervisada, incluyendo todos sus tipos independientemente de su intensidad, frecuencia y duración. El periodo de intervención de los sujetos va desde los 6 a los 12 meses. Los autores encontraron una mejora en la presión arterial tanto sistólica, en 5 unidades, como diastólica, en 3 unidades; una reducción en la circunferencia de cintura en 2 unidades y un incremento en las HDL en 3 unidades. Sin embargo, no hallaron mejoras significativas en la BFS y en los TG. Los resultados obtenidos poseen una alta evidencia clínica pero una baja calidad metodológica debido a la heterogeneidad de los estudios.

En otro estudio llevado a cabo por (Wewege et al., 2018) observaron los resultados de realizar tanto TA como de fuerza (ST) en personas con SM sin diabetes tipo 2 en los diferentes parámetros del SM. Se incluyeron 16 estudios, 12 donde se estudiaba el entrenamiento aeróbico y 4 el de fuerza. Las intervenciones aeróbicas fueron de más de 12 semanas, entre 12 y 52; más de 3 días por semana, entre 3 y 5, y la intensidad fue para la mitad de la muestra, moderada, y para la otra, intensa; el tipo de entrenamiento realizado fue caminar, trotar, correr y bicicleta. Por otro lado, el entrenamiento de fuerza de 18 semanas de media, con una frecuencia de entre 3 y 5 días, para realizarlos utilizaron tanto máquinas como peso libre. El entrenamiento aeróbico mejoró la CC en 3,4 cm, la HDL más de 4% y redujo los TG un 14%, también observaron una reducción significativa, pero limitada, de la glucosa en ayunas y la PAD. De manera secundaria, se mejoraron parámetros como la capacidad cardiorrespiratoria, el colesterol, la composición corporal y la FC. Respecto al entrenamiento de fuerza, ningún parámetro mejoró de manera significativa, asociándolo a la baja cantidad de estudios. Por último, concluyen que el ejercicio aeróbico es beneficioso para personas con Mets sin diabetes tipo 2, aunque factores como el sexo o la edad pueden influir en estos efectos. Sugieren que la duración mínima debe ser de 12 semanas y realizarse 3 días a la semana, obteniendo resultados extra con una progresión a intensidades más altas.

La revisión de (Amin et al., 2023) estudió el efecto de las diferentes modalidades de entrenamiento (Aeróbico y fuerza) en los diferentes parámetros que conforman el SM en población con dicha patología que además tenía diabetes tipo II. Se incluyeron 26 estudios y 10 metaanálisis con una muestra de 406 personas con una duración de entre 12 y 52 semanas, una media de 23. El entrenamiento aeróbico se llevó a cabo con intensidad moderada mediante caminar, trotar, bici, bailar, elíptica, cinta de correr y cicloergómetro o con intensidad ligera mediante estiramientos y flexibilidad. El entrenamiento de fuerza consistió en máquinas y ejercicios de peso libre como flexiones. El entrenamiento concurrente fue una combinación de ambos. El entrenamiento aeróbico mejoró de manera significativa la CC (-0,34 cm), la HDL (2 mmol/l) de manera poco significativa y los TG (-1,08 mmol/l), la FBS (-0,23 mg/dl) y la PAS (0,61) y la PAD (-0,55) de manera no significativa. Por otro lado, el entrenamiento de fuerza mostró tendencia de mejoras en CC (-0,24), en la HDL (0,25), los triglicéridos (-1,03) y en la PA, tanto la PAS (-0,06) como la PAD (-0,43) pero no fueron significativas. Los autores con esta revisión atribuyen una mejora significativa en el CC en el entrenamiento aeróbico. Para el resto de las variables o mediante el entrenamiento de fuerza se puede ver como una tendencia hacia la mejora, pero estos cambios no son atribuibles de manera significativa.

En el estudio de (Liang et al., 2021) observaron el efecto de las diferentes modalidades de entrenamiento (aeróbico, fuerza y resistencia) para la población con SM, sin otras patologías, en los principales parámetros: CC; TG; HDL-C; PA, PAS y PAD, y glucosa en ayunas. Se incluyen 15 estudios con una muestra de 536 personas, la duración del entrenamiento fue 14,5 semanas con una duración de 177,5 a 181 minutos por sesión. El entrenamiento aeróbico consistió en caminar o correr en una cinta rodante o trotar y andar en bicicleta; consideraron entrenamiento de fuerza, estiramientos, uso de bandas elásticas y máquinas de pesas de Techno Gyms; el combinado, fue una combinación de ambos. Respecto a los niveles de glucosa encontraron diferencias significativas ente aeróbico o fuerza y combinado; en cuanto al perfil lipídico, los TG tuvieron una mayor reducción con el entrenamiento combinado mientras que la HDL en el aeróbico. Tanto en la PA como la CC no encontraron diferencias significativas entre grupos, siendo los cambios más favorables de CC y PAD en el entrenamiento concurrente y de la PAS en el de fuerza. Los autores concluyen que el entrenamiento de fuerza contribuye más a la mejora del perfil lipídico, que el aeróbico tiene ventajas en el metabolismo de la glucosa y que el entrenamiento combinado obtiene beneficios de ambos tipos de entrenamiento.

El estudio de (Tan et al., 2023) observa los beneficios de los diferentes tipos de entrenamiento (fuerza, aeróbico y combinado) sobre los parámetros del SM en mujeres postmenopáusicas. La muestra fue de 40 estudios con un total de 2132 mujeres cuya edad estaba comprendida entre los 52,9 y los 76 años. Además de las modalidades de entrenamiento, compararon también diferentes intensidades (ligero-moderado; ligero -vigoroso; moderado-vigoroso) y diferentes duraciones (corto, < 12 semanas; largo, > 6 semanas; muy largo > 6 meses). 21 estudios incluyeron la CC con un gran efecto de mejora (-2,62 cm); 23 incluyeron la PA, con un gran efecto en la mejora de la PAS (- 4,14) y en la PAD (-5,95); 26 incluyeron la HDL donde también observaron un gran efecto de mejora (0,84); sin embargo, en la glucosa (-0,38) y los TG (0,40) se vieron mejoras con poco efecto con 20 y 25 estudios respectivamente. Detectaron que el largo plazo mejoraba todos parámetros excepto los TG. Para la HDL, y la CC, el mayor beneficio se alcanzaba a medio plazo y respecto a la intensidad vigorosa había poca evidencia. El entrenamiento combinado a moderada intensidad tenía un efecto significativo en la disminución de los factores de riesgo de SM excepto las HDL. Para terminar, los autores determinan que la actividad física regular como herramienta no farmacológica sirve para mejorar y obtiene mejoras significativas con intervenciones a partir de las 8 – 10 semanas, que el entrenamiento combinado a intensidad moderada beneficia significativamente parámetros como la CC, los TG y el BFS entre otros; por último, parece que el entrenamiento combinado o una intensidad ligera-moderada prevalecen porque son sostenibles para esta población.

La revisión de (Lemes et al., 2016) incluye un metaanálisis donde estudian el efecto del entrenamiento de fuerza en los principales parámetros del SM. En él se incluyen 8 metaanálisis, de los cuales 3 son solo de hombres y 5 ambos sexos, que incluyen una muestra de 519 sujetos donde 341 son hombres y 178 mujeres. Los autores concluyen que el entrenamiento de fuerza solo mejora de manera significativa la PAS (4,1), en el resto de los parámetros (CC, TG; BFS, HDL y PAD) donde no observan dicha mejoría.

En la revisión de (Pattyn et al., 2013) buscan observar los beneficios de las diferentes metodologías de entrenamiento (resistencia, fuerza y combinado) sobre los diferentes parámetros del SM en población con esta patología. Para ello, obtuvieron 7 estudios con una muestra de 104 personas, todo hombres, con una media de edad de 52 años (rango entre 46 – 64). Esta población fue dividida en 9 grupos de trabajo aeróbico, 2 interválicos; 1 de fuerza y 2 combinando ambas metodologías mediante entrenamiento combinado. La frecuencia de los entrenamientos oscilo entre 2 y 5 días, con una mediana de 3, y una duración media de 47,5 minutos (40 – 60 minutos). En el entrenamiento de resistencia, encontraron mejoras en CC, PA y HDL mientras que en glucosa y TG no hubo cambios significativos, sin embargo, cuando se



excluyeron las personas que además tenían DM 2 solo la PAS fue significativa; en el trabajo de fuerza encontraron que se reduce significativamente la CC (-1,4 cm) mientras que el resto de parámetros permanecieron estadísticamente inalterados y, por último, con la combinación de ambos la CC mejoró en ambos grupos mientras que la HDL en uno de ellos. Los autores concluyen que el entrenamiento aeróbico es que mejora en un mayor número de variables en detrimento del trabajo de fuerza, que solo mejora una variable, o el entrenamiento combinado.

Por último, en el estudio de (Ostman et al., 2017) revisaron los beneficios del entrenamiento aeróbico y la modalidad de concurrente en población con SM para los diferentes parámetros que la componen (CC; PA; TG; FBS; HDL). Se obtuvieron los datos de 16 estudios con una muestra de 800 personas. Además, también estudiaron la diferencia entre aplicar diferentes intensidades. Con el trabajo aeróbico encontraron que mejoraron de manera significativa todas las variables mientras que en el entrenamiento combinado estos cambios significativos solo se obtuvieron en CC, PAS y HDL; sin embargo, no obtuvieron una mejora significativa comparando los resultados de un tipo de entrenamiento respecto del otro. También encontraron diferencias entre diferentes intensidades dentro de una misma metodología de entrenamiento, en la PAS se encontró una mejoría mayor a alta intensidad; en la PAD a intensidad moderada en el ejercicio aeróbico y a intensidad alta en el combinado y en la glucosa en el ejercicio aeróbico tanto a intensidad moderada como alta se obtuvo un efecto similar. Por ello, los autores concluyen que el ejercicio aeróbico obtiene mayores beneficios para la población con SM que el trabajo concurrente, donde son más limitados; sin embargo, estas diferencias entre metodologías no son significativas y tampoco puede determinar, bajo su evidencia, que haya una intensidad que obtenga mayores beneficios que otras.

#### 4. Discusión

Se ha visto que la actividad física regular funciona como herramienta no farmacológica para mejorar la salud metabólica, siendo un componente clave para el tratamiento de la morbilidad y mortalidad por ECV (10), con al menos 150 minutos de intensidad moderada o 75 de vigorosa según asociaciones como la OMS, el ACSM o los CMO. Además, se ha comprobado que en personas con SM produce mejoras en los diferentes parámetros a partir de las 8 – 10 semanas (Tan et al., 2023).

Por tanto, esta revisión sistemática busca reunir y proporcionar toda la evidencia respecto a las 3 metodologías de entrenamiento, Aeróbico (TA), fuerza (ST) y combinado aplicado a los principales parámetros en población con síndrome metabólico (SM), y la intensidad con la que aplicarlas, con el fin de aportar información sobre una patología que está cada vez más presente en el mundo:

En relación con el TA, en el trabajo de (Lemes et al., 2018) encontraron evidencia de que esta metodología es efectiva para reducir la PA, tanto la sistólica como la diastólica, la CC e incrementar los niveles de HDL de manera significativa a nivel clínico. Por el contrario, no se vio que tuviera influencia en otros parámetros como los TG y la FBS. Por otro lado, en el estudio de (Wewege et al., 2018) también observan la reducción en la CC y un incremento de la HDL, sin embargo, en este caso también encuentran que se produce una reducción en los TG, la FBS y la PAD, aunque tanto en la FBS como en la PAD no fue significativa. Además, se observó algo interesante y es que durante el transcurso del entrenamiento algunos pacientes “eliminaron” el diagnóstico de SM. Desde el punto de vista de (Amin et al., 2023) coinciden con otros trabajos donde el TA reduce la CC, en este caso, esta reducción la relacionan con mejoras en la HDL, la FBS, siendo mejor opción que el ST, o la PA. En el caso de la TA, observaron que el TA tiene un menor efecto en aquellos participantes que son normotensos respecto a los que son hipertensos. (Tan et al., 2023) respaldan hallazgos anteriores que el TA mejora la PAD y PAS. En



este caso, las mejoras se dieron realizando dicho entrenamiento a una intensidad ligera – moderada durante 8 – 10 semanas. El trabajo de (Pattyn et al., 2013) asocian el TA con efectos favorables en la mayoría de los parámetros del SM, la PA, la CC y la HDL. La mejora en la CC se tradujo en una mejora de la composición corporal que provocó cambios en el perfil lipídico a través de los mecanismos relacionados con la resistencia a la insulina. La reducción de la PA se asoció a reducción en el riesgo de enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular y mortalidad. Por último, en el estudio de (Ostman et al., 2017) confirman lo comentado en otras revisiones, el TA a nivel de composición corporal mejora CC, sugiriendo que esta metodología puede ser muy útil para reducir la obesidad central. A nivel cardiovascular, confirman los beneficios sobre la PA, sugiriendo que puede ser superior al ST o combinado. Y, por último, a nivel metabólico lo asociaron a mejoras tanto en el FBS como en los TG.

Respecto al entrenamiento de fuerza, no hay tanta evidencia siendo los resultados más limitados. En su trabajo, (Wewege et al., 2018) vieron que el ST no mejoraba ningún parámetro del SM, aunque esto se podía asociar al bajo número de estudios. Aunque otros estudios sí vieron una disminución en la PAS cuando el ejercicio era a largo plazo (> 6 meses) con una intensidad moderada – vigorosa. El estudio de (Liang et al., 2021) es muy interesante porque planea algo no visto en otros estudios, y es el planteamiento de que el ST tiene mayores beneficios respecto al TA. El ST es eficaz y significativo para la mejora de la composición corporal que está ligado a la CC. También fue más efectivo para la mejora de la PAS, debido a la mejora de la función endotelial fruto de la mejora de la sensibilidad al óxido nítrico, lo que conlleva una reducción del tono simpático. Los máximos beneficios del ST se lograron tras una hora de entrenamiento a la semana con una media de 14,5 semanas de seguimiento. Dentro de la revisión de (Tan et al., 2023), se observaron resultados en la línea de (Liang et al., 2021). El ST tras un entrenamiento de 7 – 24 semanas, personas con SM obtuvieron mejoras en la PA, tanto PAS como PAD, la HDL, los TG y la FBS, sin embargo, en mujeres posmenopáusicas el beneficio significativo se redujo a la HDL y la CC. Además, en el caso de CC, se vio que la reducción se dio a intensidades ligeras – moderadas con programas que duraron 12 semanas o más. En el trabajo de (9), se centraron solo en el trabajo de ST y solo se mejoró en la PAS, reduciéndola. En el resto de los parámetros no encontraron efecto.

En relación con el trabajo combinado en el SM, la evidencia es mucho más limitada debido al bajo número de estudios y la baja muestra que hay de los mismos. En el trabajo de (Wewege et al., 2018) el ejercicio combinado tuvo beneficios, pero su alcance es más limitado respecto al obtenido en el TA. En otro trabajo de (Liang et al., 2021) el ejercicio combinado fue el que obtuvo la mejoría más significativa en el control de la glucosa. Por otro el estudio de (Tan et al., 2023) observó que el entrenamiento combinado redujo los niveles de TG.

Dentro de las observaciones extraídas de los estudios se puede concluir que el TA puede ser una buena opción para mejorar la mayoría de los parámetros del SM. Por el contrario, el ST ha mostrado beneficios más limitados, también en parte, por la limitación en la cantidad de estudios, aportando el mayor beneficio para la PAS. En el caso del entrenamiento combinado, se ha visto que aportar beneficios más limitados, pero hay muy poca evidencia.

Respecto a otro parámetro como la intensidad, ningún autor ha reportado una que destaque significativamente respecto a otras y, con relación al sexo o la edad, (Liang et al., 2021) comentan que es más frecuente en mujeres y personas mayores, las mujeres experimentan mayores mejoras en los parámetros de SM, lo cual indica que el sexo y la edad pueden modificar la respuesta al ejercicio por lo que requiere mayor investigación.

Por todo lo comentado, para futuras investigaciones, es necesario seguir profundizando en los beneficios de las diferentes metodologías de entrenamiento, especialmente de fuerza y

combinado, además de compararlas entre sí para ver cual puede aportar más beneficios. Además, es importante saber también a qué intensidad puede ser más beneficioso o si debemos tener en sexo de las personas también a la hora de prescribir un tipo de entrenamiento u otro. Es importante responder a todas estas cuestiones con el fin de que, en el futuro, otros trabajos puedan aportar luz a este tema y así poder tratar con mejor calidad a este tipo de población.

## 5. Propuesta práctica

La evidencia existente arroja algo de luz sobre los beneficios de las diferentes metodologías del entrenamiento para población con SM, sin embargo, falta mucho por investigar y hay muchas limitaciones en los datos obtenidos porque no se detalla cómo se aplica la metodología de entrenamiento, no se comenta la intensidad o la duración de las sesiones.

Tras revisarla, para población con SM, mi propuesta sería aplicar TA principalmente, ya que se ha visto que es el que mayores beneficios presenta, junto con ST, pero separada en el tiempo. Ambas se ha visto que aportan beneficios, pero combinadas hay limitaciones y no está claro si sería más beneficioso que realizarlas por separado. La duración del entrenamiento sería de mínimo 8 – 10 semanas en adelante, con una media de 3 sesiones a la semana. La duración de la sesión sería de 60 minutos.

## 6. Bibliografía

Amin, M., Kerr, D., Atiase, Y., Aldwikat, R. K., & Driscoll, A. (2023). Effect of Physical Activity on Metabolic Syndrome Markers in Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports* (Vol. 11, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/sports11050101>

Lemes, Í. R., Ferreira, P. H., Linares, S. N., MacHado, A. F., Pastre, C. M., & Netto, J. (2016). Resistance training reduces systolic blood pressure in metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 50, Issue 23, pp. 1438–1442). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094715>

Lemes, Í. R., Turi-Lynch, B. C., Cavero-Redondo, I., Linares, S. N., & Monteiro, H. L. (2018). Aerobic training reduces blood pressure and waist circumference and increases HDL-c in metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. In *Journal of the American Society of Hypertension* (Vol. 12, Issue 8, pp. 580–588). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.06.007>

Liang, M., Pan, Y., Zhong, T., Zeng, Y., & Cheng, A. S. K. (2021). Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. In *Reviews in Cardiovascular Medicine* (Vol. 22, Issue 4, pp. 1523–1533). IMR Press Limited. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204156>

Ostman, C., Smart, N. A., Morcos, D., Duller, A., Ridley, W., & Jewiss, D. (2017). The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12933-017-0590-y>

Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R. T., & Vanhees, L. (2013). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. In *Sports Medicine* (Vol. 43, Issue 2, pp. 121–133). <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z>

Tan, A., Thomas, R. L., Campbell, M. D., Prior, S. L., Bracken, R. M., & Churm, R. (2023). Effects of exercise training on metabolic syndrome risk factors in post-menopausal women – A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical Nutrition*, 42(3), 337–351. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.01.008>

Wewege, M. A., Thom, J. M., Rye, K. A., & Parmenter, B. J. (2018). Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*, 274, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002>

## 7. Anexos



Referencia	Muestra	Media de edad	Parámetro de referencia	Tipo de entrenamiento	Periodo de intervención	Intensidad	Frecuencia	Resultado
(Lemes et al., 2018)	495 sujetos: 299 H 196 M		CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON	6 a 12 meses	-	-	PAD: - 5 mmHg PAS: - 3 mm Hg CC: - 2 cm HDL: +3 mg/dl
(Wewege et al., 2018)	588 sujetos	51 (38 – 60)	CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON ST vs CON	12 o >12 semanas	50% moderada 50 % intensa a vigorosa	3 a 5 días/semana	Aeróbico: CC: - 3,4 cm HDL: + 4 % TG: - 14% Fuerza: Estudios limitados
(Amin et al., 2023)	406 sujetos		CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON ST vs CON CT vs CON	23 promedio (12 a 52 semanas)			Aeróbico: PAD: - 0,55 mmhg PAS: - 0,61 mmhg FBS: -0.23 mg/dl TG: -1,08 mmol/l HDL: +2 mmol/l CC: -0,34 cm Fuerza: PAD: -0,43 mmhg PAS: -0-06 mmhg FBS: 0.16 mmhg/dl HDL: + 0,25 mg/dl CC: - 0,24 cm Concurrente: Estudios limitados

(Liang et al., 2021)	536 sujetos: 113 H 363 M 60 N/C		CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON ST vs CON CT vs CON	14, 5 promedio (6 a 48 semanas)	-	-	
(Tan et al., 2023)	2132 sujetos Mujeres		CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON ST vs CON CT vs CON	Corto: < 12 semanas Largo: > 12 semanas Muy largo: >6 meses	Ligero- moderado (L-M) Ligero-vigoroso (L-V) Moderado- vigoroso (M-V)		<p>CC: - 2.62 cm</p> <p>Intensidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L-M: - 3,49</li> <li>• L-V: - 4,00</li> <li>• M-V: - 3,66</li> </ul> <p>Modalidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TA: - 1,74</li> <li>• ST: - 3,36</li> <li>• CT: - 2,84</li> </ul> <p>Duración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto: - 2,18</li> <li>• Largo: -2,77</li> <li>• M Largo: -2,55</li> </ul> <p>PAD: - 4,14 mmHg</p> <p>Intensidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L-M: -5,98</li> <li>• M-V: - 3,70</li> </ul> <p>Modalidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TA: -4,78</li> <li>• CT: -4,16</li> </ul> <p>Duración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto: -4,61</li> <li>• Largo: -4,41</li> </ul>



PAS: -5,95 mmHg

Intensidad:

- L-M: -8,22
- M-V: -5,44

Modalidad:

- TA: -7,53
- CT: -7,28

Duración:

- Corto: -6,10
- Largo: -6,9

FBS: -0,38 mg/dl

Intensidad:

- M-V: -0,54 ¿?

Modalidad:

- CT: -0,59

Duración:

- Largo: -0,6

HDL: + 0,84 mmol/l

Intensidad:

- L-M: +1,97

Modalidad:

- TA: +1,12
- ST: +0,96

Duración:

- Corto: -0,96

								TG: Intensidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• L-M: -0,54</li> </ul> Modalidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CT: -1,08</li> </ul> Duración: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto: -0,96</li> </ul>
(Lemes et al., 2016)	519 sujetos: 341H 178M		CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	ST vs CON				PAS: -4,1 mmHg
(Pattyn et al., 2013)	272 sujetos hombres	52 (46 – 64)	CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON ST vs CON CT vs CON			3 (2 – 5 sesiones)	TA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CC: - 3,36</li> <li>• PA: -7,11/-5,15</li> <li>• HDL: + 0,06</li> </ul> ST: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CC: -1,4 cm</li> </ul> CT: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CC: reduce significativamente</li> </ul>
(Ostman et al., 2017)	800 Sujetos	-	CC; TG; HDL; FBS; PAS y PAD	TA vs CON CT vs CON				TA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CC: -1,37 cm</li> <li>• PAD: -2,54 mmHg</li> <li>• PAS: -2,27 mmHg</li> <li>• FBS: -0,16 mmol</li> <li>• TG: -0,21 mmol/l</li> </ul> CT:



- CC: -3,80 cm
- PAS: -3,79 mmHg
- HDL: +0,14 mmol/l

