



Revista Politécnica

ISSN: 1900-2351

ISSN: 2256-5353

rpolitecnica@elpoli.edu.co

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Colombia

Jaramillo Osorno, Andrés Felipe; Giraldo García, Juan Carlos
IMPACTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENTRENAMIENTO FÍSICO SOBRE LA COMPOSICIÓN
CORPORAL EN MUJERES ADULTAS CON OBESIDAD: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Revista Politécnica, vol. 19, núm. 37, 2023, Enero-Junio, pp. 133-150

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Medellín, Colombia

DOI: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n37a10>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=607874723010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

[redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

IMPACTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENTRENAMIENTO FÍSICO SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN MUJERES ADULTAS CON OBESIDAD: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Andrés Felipe Jaramillo Osorno¹; Juan Carlos Giraldo García²

¹Profesional en deporte en formación del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Semillero de Investigación en Fisiología del Ejercicio.

²Médico especialista en Medicina aplicada a la actividad física y el deporte de la Universidad de Antioquia. Doctor en ciencias de la actividad física y el deporte de Universidad Pablo de Olavide, España. Docente de planta del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Grupo de Investigación GESTAS.

Correo electrónico de correspondencia: andres_jaramillo80172@elpoli.edu.co

RESUMEN

Introducción: La obesidad sigue siendo uno de los problemas más grandes de salud pública en todo el mundo. Se conoce que está asociada con una gran variedad de enfermedades; en mujeres obesas, aún se desconoce la forma idónea para realizar una adecuada prescripción física. **Objetivo:** revisar los tipos de entrenamientos físicos de ensayos controlados aleatorizados publicados en la base de datos PubMed entre los años 2015 a 2022 sobre los cambios en la composición corporal en mujeres adultas de 18 a 65 años con obesidad. **Metodología:** se utilizó a modo de filtro la "Herramienta de Evaluación de Calidad Validada para Estudios Cuantitativos". **Resultados:** la búsqueda arrojó 586 artículos, de los cuales el 93.85% fueron eliminados; 6.14% pasaron por un filtro que dejó un total de 1.7%. **Conclusión:** en mujeres adultas con obesidad, se ha demostrado que todos los tipos de entrenamiento físico sirven para generar cambios en la composición corporal.

Palabras clave: Entrenamiento físico, composición corporal, obesidad, mujeres

Recibido: 17 de diciembre de 2022. Aceptado: 26 de febrero de 2023

Received: December 17, 2022. Accepted: February 26, 2023



IMPACT OF DIFFERENT TYPES OF PHYSICAL TRAINING ON BODY COMPOSITION IN ADULT WOMEN WITH OBESITY: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

ABSTRACT

Introduction: Obesity continues to be one of the biggest public health problems worldwide. It is known to be associated with a wide variety of diseases; in obese women, the ideal way to carry out an adequate physical prescription is still unknown. **Objective:** to review the types of physical training in randomized controlled trials published in the PubMed database between 2015 and 2022 on changes in body composition in adult women aged 18 to 65 with obesity. **Methodology:** the "Validated Quality Assessment Tool for Quantitative Studies" was used as a filter. **Outcomes:** the search yielded 586 articles, of which 93.85% were eliminated; 6.14% went through a filter that left a total of 1.7%. **Conclusion:** in adult women with obesity, it has been shown that all types of physical training serve to generate changes in body composition.

Keywords: Physical training, body composition, obesity, women

Cómo citar este artículo: Jaramillo-Osorno, A., F., Giraldo-García, J., C. (2023). "Impacto de los diferentes tipos de entrenamiento físico sobre la composición corporal en mujeres adultas con obesidad: una revisión bibliográfica" Revista Politécnica, 19(37), 133-150. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n37a10>

1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede perjudicar la salud [1]. Un consenso la definió como un trastorno multifactorial, una condición caracterizada por un exceso de grasa corporal (GC) [2]; por su parte Bray [3] la definió como la acumulación excesiva o distribución anormal de GC, que afecta la salud. En adultos, la obesidad se indica de acuerdo al índice de masa corporal (IMC), este cálculo se realiza por medio del peso en kilogramos dividido por la altura en metros al cuadrado ($\frac{kg}{m^2}$) y se clasifica en obesidad cuando es igual o superior a $30 \frac{kg}{m^2}$ [1]. Por otra parte, en niños y adolescentes entre los 2 a los 18 años, el IMC no se usa para su diagnóstico, sino que se usa para detectar los posibles problemas con el peso y la salud; por tal motivo, el IMC se debe complementar con una escala de percentiles basada en el sexo y la edad del niño [4], así que la obesidad se detectará cuando el IMC esté en el percentil 95 o superior.

La obesidad sigue siendo uno de los problemas más grandes de salud pública en todo el mundo [5], inclusive en estos tiempos se le ha considerado como 'la pandemia moderna', ya que durante las últimas tres décadas y media la obesidad casi se ha duplicado en todo el mundo. Ésta, impone una gran carga económica sobre la persona, las familias y las naciones [6, 7]. En 2014, el impacto económico global de la obesidad se estimó en 2 billones de dólares, aproximadamente un 2.8 % del producto interno bruto (PIB) mundial [8]; así mismo, una reciente revisión [9] concluyó que la obesidad es responsable de una gran fracción de costos, tanto para los sistemas de salud como para la sociedad.

Seidell [10] y Bodirsky [11] comentan que se espera que para el 2050 la obesidad afecte hasta el 20 % de la población mundial; la OMS [1] también sobreestima que para el 2025 unos 167 millones de personas estarán menos saludables, esto debido a que tendrán obesidad. Por su parte, se sabe que la obesidad está asociada con una esperanza de vida reducida [12] y con otras enfermedades [13] como: la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) [14], esteatosis hepática, enfermedades cardiovasculares (ECV), ictus, dislipidemia, hipertensión, mayor riesgo de fractura ósea [15, 16], problemas de vesícula biliar, artrosis, apnea del sueño y otros problemas respiratorios [17] y varios tipos de cáncer (endometrio, mama, ovario, próstata, hígado, vesícula biliar, riñón y colon) [18], lo cual conduce a un mayor riesgo de mortalidad [19].

Además de los problemas de salud, recientemente se ha asociado con una deficiencia de la cognición, del control motor y una plasticidad cerebral alterada [20]; también logra afectar a la estructura e inflamación del cerebro, la desregulación de leptina/insulina, el estrés oxidativo, la función cerebrovascular y la barrera hematoencefálica [21, 22, 23, 24, 25], que intervienen en el deterioro de las funciones cognitivas y motoras. Asimismo, en mujeres se ha visto un efecto negativo sobre la infertilidad, la irregularidad menstrual y la patología endometrial [26]. Las mujeres obesas también tienen tasas más altas de complicaciones en el embarazo, incluidos trastornos hipertensivos, diabetes gestacional, parto prematuro y tasas de parto por cesárea [27]. Además, se ha demostrado que el riesgo de infertilidad es tres veces mayor en mujeres obesas que en mujeres no obesas, y varios estudios han demostrado que las mujeres obesas necesitan más tiempo para quedar embarazadas [28].

Por otro lado, la distribución de la obesidad varía ampliamente según el grupo de edad, la región, raza, urbanización y nivel socioeconómico [2]. No obstante, la mayoría de los estudios que exploran estas asociaciones provienen de países de ingresos altos, es decir que la demografía de la obesidad en dicho contexto no se puede extrapolar a países de ingresos bajos y/o medios. Por lo tanto, los datos regionales y específicos de cada país son muy necesarios; sin embargo, hay pocos estudios que han evaluado los correlatos sociodemográficos de la obesidad en Latino América [29, 30].

En Colombia, las encuestas nacionales realizadas en 2005, 2010 y 2015 por la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN), han proporcionado información limitada sobre la distribución de los factores de riesgo relacionados con la obesidad, por ello no hay datos sobre la prevalencia de la obesidad central. Las tasas de exceso de peso en adultos en estas encuestas fueron: 46.0 % (39.9 % para hombres y 49.6 % para mujeres) en el 2005 [31]; 51.1 % (45.6 % para hombres y 55.1 % para mujeres) en el 2010 [32]; y 56.5 % (52.8 % para hombres y 59.6 % para mujeres) en el 2015 [33]. Como se logra observar en estos resultados, en cada encuesta se ve el aumento de la obesidad en la población colombiana, pero principalmente se ve un incremento lineal en los datos para las mujeres colombianas.

El manejo de la obesidad en las mujeres ha sido una preocupación cada vez mayor, ya que los estudios en mujeres obesas a menudo no investigan las respuestas fisiológicas al ejercicio, pues se centran principalmente en mejorar la composición corporal y los niveles de actividad física [34, 35]. En la literatura actual, se ha encontrado que hay más investigaciones de intervenciones físicas propuestas para hombres que para las mujeres; de ahí que la prescripción del ejercicio para esta población se ha basado principalmente en la literatura que se ha realizado en hombres [36, 37] y, por esto mismo, las intervenciones físicas no tienen en cuenta las diferencias biológicas específicas del sexo y los sucesos de la vida que influyen en las respuestas inducidas por el ejercicio. Explicando lo anterior, en primer lugar, aunque las mujeres tienen una propensión a acumular más grasa corporal total y subcutánea [38, 39, 40], se ha demostrado que las diferencias entre sexos en la morfología muscular (proporción de fibras tipo I frente a tipo II) dan como resultado que las mujeres oxidan más grasas que carbohidratos durante el ejercicio de resistencia y alta intensidad [41].

En segundo lugar, se ha demostrado que las diferencias en términos de la fisiología del sistema respiratorio entre los sexos (los pulmones y las vías respiratorias son más pequeñas en las mujeres) influyen en el rendimiento del ejercicio [42, 43]. En tercer lugar, hablando de la respuesta al ejercicio, las investigaciones han indicado que las mujeres pueden experimentar un menor estrés metabólico (acumulación de metabolitos como el lactato) en el músculo esquelético durante el ejercicio, en comparación a los hombres [44, 45]. Aunque esto permite una mayor resistencia a la fatiga y la necesidad de períodos de descanso más cortos para la recuperación entre intervalos de entrenamiento muy intensos, también puede correlacionarse con un menor estímulo adaptativo al ejercicio.

No obstante, la literatura ha sugerido que las intervenciones adaptadas específicamente a las necesidades fisiológicas y metabólicas de las mujeres pueden resultar más eficaces para mejorar los resultados relacionados con la obesidad [46]. Además, revisiones [47] y guías clínicas [48, 49, 50, 51] han adoptado tradicionalmente un enfoque neutral en cuanto al sexo para el control de la obesidad.

Por eso, para tratar de resolver la inquietud que se ha ido generando de cómo realizar una adecuada prescripción física en mujeres obesas (dejando de lado esas revisiones y/o guías adaptadas de la prescripción de los hombres a las mujeres), el objetivo principal fue revisar los tipos de entrenamientos físicos, y sus efectos, de ensayos controlados aleatorizados (ECA) publicados en la base de datos PubMed entre los años 2015 a 2022 sobre los cambios en la composición corporal en mujeres adultas de 18 a 65 años con obesidad.

2. MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos electrónica PubMed, teniendo en cuenta todo artículo publicado en inglés que hablen sobre los cambios en la composición corporal en mujeres con obesidad y que hayan sido publicados entre los años 2015 a 2022.

Se buscaron las siguientes palabras claves en diferentes combinaciones usando los operadores booleanos “AND” u “OR”: *“physical activity OR physical exercise OR strength training OR resistance training OR concurrent training OR aerobic training OR Yoga OR resistance band AND obesity AND women AND body composition”*. Los artículos fueron delimitados en el término: “Randomized Controlled Trial, en el idioma de Inglés, entre los años 2015 – 2022”.

Solo se consideraron artículos originales de texto completo revisados por pares escritos en inglés. Al seleccionar los estudios para su inclusión, se realizó una revisión de todos los títulos relevantes antes de examinar los resúmenes y las versiones de texto completo.

2.1. Criterios de inclusión

Los artículos incluidos fueron todos aquellos que cumplieron por medio de la pregunta PICO: 1) Participantes: mujeres adultas de 18 a 65 años con IMC mayor o igual 30 kg/m² con y sin comorbilidades; 2) Intervención física: que realicen entrenamiento de fuerza, entrenamiento aeróbico, entrenamiento concurrente o donde haya habido algún otro tipo de ejercicio físico; 3) Comparación: donde se encuentre un grupo control con o sin intervención; 4) Resultados: que haya una medición de composición corporal, es decir peso corporal, porcentaje de grasa corporal, masa libre de grasa, masa grasa, etc.; y 5) Idioma: que sean artículos que se hayan publicado en inglés.

2.2. Criterios de exclusión

Se excluyeron todos aquellos artículos donde la población tenga alguna comorbilidad, esté en estado de embarazo, aquellos donde sean en mujeres con cáncer o que no sean estudios principalmente realizados en mujeres. Además, se excluyeron los artículos de revisión, artículos donde no haya habido ningún tipo de entrenamiento físico o actividad física, donde la intervención haya sido por medio de cirugía y/o suplementación, y aquellos estudios relacionados con el entrenamiento que no se centraron en el efecto sobre la composición corporal.

2.3. Extracción de datos

Luego de excluir los artículos, los estudios que quedaron se pasaron por un filtro realizado por la “Herramienta de Evaluación de Calidad Validada para Estudios Cuantitativos” [52] que fue desarrollada en el Proyecto de Práctica de Salud Pública Efectiva (EPHPP) [53]. Esta herramienta (Tabla 1) está compuesta de seis componentes; estos determinan una calificación de ‘fuerte’, ‘moderada’ o ‘débil’. Con respecto a esta calificación, se determinó que un estudio es ‘fuerte’ cuando no tenga ningún componente débil; los estudios que tengan una calificación ‘moderada’, fueron los que tienen un solo componente débil; y los estudios que tuvieron dos o más componentes débiles, fueron de calificación ‘débil’.

Después, se realizó un proceso de recopilación de datos en Microsoft Excel, donde se extrajeron las características principales de los artículos, como: título del artículo, nombre de los autores, el año de publicación, el país donde se realizó el estudio, el objetivo principal, la población (edad y división de grupos), la metodología utilizada en cada artículo, el tipo de intervención física y sus variables del entrenamiento (duración, frecuencia, intensidad, etc.), y los resultados y conclusiones de cada uno.

Tabla 1. Herramienta de Evaluación de Calidad Validada para Estudios Cuantitativos

Quality Assessment Tool for Quantitative Studies	
(A) Selection bias	Do the individuals selected for the study represent the target population? Number of individuals participating in the study.
(B) Study design	Is the study defined as randomized? If yes, is the randomization method specified? If yes, is the method appropriate?
(C) Confounders	Are there significant differences between pre-intervention groups? If yes, is the proportion of situations that cause confusion about the design or analysis indicated?
(D) Blinding	Are the assessors aware of the intervention or the exposure of the participants? Are the study participants aware of the research questions?
(E) Data collection methods	Is the validity of the data collection tools shown? Has the reliability of data collection tools been demonstrated?
(F) Withdrawals and dropouts	Were those who quit or were unable to complete reported? Is the proportion of those completing the study indicated?

Nota: Adaptado de: School-Based Intervention Programs for Preventing Obesity and Promoting Physical Activity and Fitness: A Systematic Review, por Yuksel, et al., 2020, Int J Environ Res Public Health, 3;17(1):347

3. RESULTADOS

La búsqueda en la base de datos arrojó 586 artículos, de los cuales 550 (93.85 %) fueron eliminados basándose únicamente en los títulos y resúmenes de cada uno. De los 36 (6.14 %) que quedaron, se pasaron por la “Herramienta de Evaluación de Calidad Validada para Estudios Cuantitativos” que dejaron un total de 10 (1.7 %) artículos finales en inclusión (Figura 1), los cuales se realizó la lectura de los textos completos.

Se evaluaron 525 mujeres con obesidad, donde se osciló entre 29 y 115 participantes (promedio 52.5; mediana 42 participantes), los estudios tuvieron una duración entre 3 a 52 semanas (promedio 23.1; mediana 12 semanas), la frecuencia de las sesiones de entrenamiento variaron de 2 a 3 veces por semana (promedio 2.8; mediana 3 veces) y la duración de las sesiones osciló entre 10 minutos a 90 minutos (promedio 45; mediana 40 minutos).

Los estudios fueron realizados en: Polonia [54] (n = 1; 10 %), China [55] (n = 1; 10 %), Grecia [56] (n = 1; 10 %), Estados Unidos de América [57, 58] (n = 2; 20 %), Australia [59, 60] (n = 2; 20 %), Corea del Sur [61] (n = 1; 10 %), Alemania [62] (n = 1; 10 %) y Sudáfrica [63] (n = 1; 10 %). La etnia predominante fue la raza blanca no hispana, menos en los estudios de Sudáfrica, China y Corea del Sur, donde todas las mujeres fueron de raza negra y asiática, respectivamente.

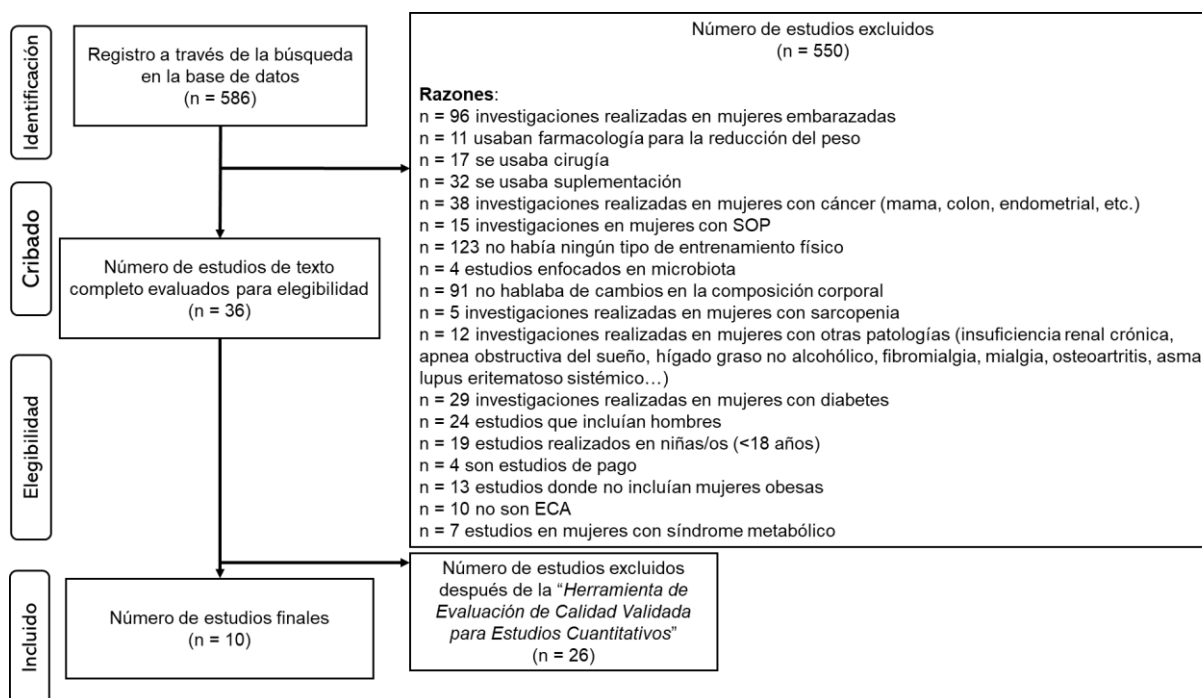


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda y selección de artículos

A continuación se logra observar detalladamente las características principales de cada artículo incluido al final.

En el estudio de Skrypnik et al. [54] compraron la influencia del entrenamiento de resistencia a corto plazo y el entrenamiento de fuerza-resistencia a corto plazo sobre los parámetros antropométricos, la composición corporal, la capacidad física y el sistema circulatorio en 38 mujeres sanas con obesidad abdominal, que dividieron 21 al grupo A ($51,3 \pm 8,3$ años) y 17 al grupo B ($48,2 \pm 11,2$ años). El estudio fue un ensayo aleatorio prospectivo, donde se aleatorizó en 2 grupos (A y B). Con una duración de 3 meses, 3 v/semana. El grupo A realizó resistencia en cicloergómetro: 5 min de calentamiento (50 – 60 % de la FC Máx.); 45 min al 50 – 80 % de la FC Máx.; 5 min de ciclismo sin carga, y 5 min de vuelta a la calma. El grupo B realizó fuerza-resistencia: 5 min de calentamiento (50 – 60 % de la FC Máx.), fuerza 20 min; pausas de 10 a 15 segundos entre series, haciendo ejercicios isométricos + 25 min de resistencia en cicloergómetros (50 - 80% de la FC Máx.); 5 min de ciclismo sin carga, y 5 min de vuelta a la calma. Ambas intervenciones dieron como resultado reducciones significativas en la masa corporal (Grupo A: $p < 0.001$; Grupo B: $p = 0.003$), IMC (Grupo A: $p < 0.001$; Grupo B: $p < 0.001$), circunferencia de cintura (CC) (Grupo A: $p < 0.001$; Grupo B: $p < 0.001$) y circunferencia de cadera (HC) (Grupo A: $p < 0.001$; Grupo B: $p = 0.001$), % de grasa corporal (%GC) total (Grupo A: $p < 0.001$; Grupo B: $p < 0.001$) y masa grasa (FM) corporal total (Grupo A: $p < 0.001$; Grupo B: $p < 0.001$). Solo se observaron aumentos significativos en la masa magra corporal total ($p < 0.001$) y masa libre de grasa (FFM) corporal total ($p < 0.001$) en el grupo B. Las conclusiones fueron que se pudieron lograr beneficios después de 3 meses de entrenamiento de fuerza y resistencia sobre los parámetros antropométricos, la composición corporal, la capacidad física y la función del sistema circulatorio.

Para el estudio de Cao et al. [55] se investigó los efectos del entrenamiento FATmax sobre la composición corporal, el perfil de lípidos, la función cardiovascular, la fuerza muscular y la flexibilidad corporal en 30 mujeres mayores con sobrepeso u obesidad, que fueron divididas en 13 para el grupo de ejercicio ($63,8 \pm 5,9$ años) y 15 en el grupo de control ($64,0 \pm 4,6$ años). Fue un ECA en 2 grupos (grupo FATmax y grupo control). FATmax realizó 12 semanas de entrenamiento con ejercicios FATmax, 1 h/día 3 v/semana, que constó de 10 min calentamiento, 20 - 40 min de caminata o trote (intensidad FATmax individualizada). El tiempo de ejercicio fue de 20 min en semana 1, 30 min en semanas 2 a 4, y 40 min en semanas 5 a 12. Descansos de 1 - 2 min; y vuelta a la calma de 10 min (caminatas lentas y estiramientos). Los resultados dieron que el entrenamiento FATmax disminuyó significativamente la masa corporal ($p < 0.001$), el IMC ($p < 0.001$), el %GC ($p = 0.033$), la FM ($p < 0.001$), la grasa visceral del tronco ($p < 0.001$) y la CC ($p = 0.045$), pero no hubo un aumento significativo de la FFM ($p = 0.074$). En conclusión, 12 semanas de entrenamiento FATmax, logró efectos beneficiosos en la masa corporal, el IMC, el %GC y la FM corporal, disminución de la grasa visceral del tronco y la CC.

En el estudio de Batrakoulis et al. [56] se determinó los efectos de un protocolo de entrenamiento de ejercicio neuromuscular (CINT) con ejercicios para todo el cuerpo utilizando modalidades alternativas sobre (i) masa corporal, (ii) composición corporal, (iii) tasa metabólica en reposo, (iv) balance general de energía y (v) desempeño de 49 mujeres sanas con sobrepeso/obesas de nivel I, que fueron divididas 21 en el grupo control ($36,0 \pm 4,2$ años), 14 en el grupo de entrenamiento (TR) ($36,4 \pm 5,0$ años) o entrenamiento-desentrenamiento (DRT) ($36,9 \pm 4,3$ años). Fue un ECA de 3 grupos (TR, DRT y grupo control). Los entrenamientos fueron supervisado, 3 v/semana y se realizó con peso corporal o modalidades portátiles complementarias. Se hizo 10 min de calentamiento, 5 min de caminar/estiramiento. El circuito se hizo durante 20 segundos de esfuerzo - 40 segundos de recuperación en intervalos, haciendo tantas repeticiones como fuera posible, teniendo ejercicios cardiovasculares (≥ 65 % de la FC reserva), fuerza (intensidad fue cómoda al inicio y hubo una progresión a más pesadas) y neuromotores. Durante las primeras 20 semanas, se dividió en 3 fases caracterizadas por un aumento progresivo de la intensidad y el volumen. Durante las segundas 20 semanas (fase 4), se mantuvo la intensidad y el volumen de la fase 3, pero 2 v/semanas. Los resultados que se obtuvieron fue que hubo una disminución de la masa corporal y el IMC en TR a mitad del entrenamiento (masa corporal: $p < 0.001$; IMC: $p < 0.001$) y demostró una tendencia a una mayor reducción después del entrenamiento (masa corporal: $p = 0.092$; IMC: $p < 0.086$). En DRT, la masa corporal y el IMC disminuyeron a mitad del entrenamiento (masa corporal: $p < 0.001$; IMC: $p < 0.001$) pero aumentaron tras el desentrenamiento (masa corporal: $p < 0.003$; IMC: $p < 0.004$). La grasa corporal aumentó en el grupo control a las 40 semanas (post vs. preentrenamiento: $p < 0.008$) pero en TR y DRT disminuyó tanto a la mitad (TR: $p < 0.001$; TRD: $p < 0.001$) y post entrenamiento (TR: $p < 0.001$; TRD: $p < 0.001$). La FFM se mantuvo sin cambios en el grupo control, pero aumentó a la mitad (TR: $p < 0.001$; TRD: $p < 0.015$) y post intervención (TR: $p < 0.001$; TRD: $p < 0.001$) en los otros dos grupos. La CC, la HC disminuyeron en TR a la mitad del entrenamiento (CC: $p < 0.001$; HC: $p < 0.002$) y permaneció por encima del valor inicial después del entrenamiento (CC: $p < 0.001$; HC: $p < 0.001$). En DRT, la CC, la HC disminuyeron a la mitad del entrenamiento (CC: $p < 0.001$; HC: $p < 0.031$) y aumentó (CC: $p < 0.001$; HC: $p < 0.015$) a las 40 semanas sin entrenamiento. La conclusión fue que en 10 meses de un programa de entrenamiento neuromuscular integrado de tipo circuito en grupos pequeños dio como resultado una reducción de la masa corporal y grasa, mayor fuerza y rendimiento cardiovascular. Por su parte, la recuperación de grasa inducida por el desentrenamiento fue limitada, lo que sugiere que este tipo de entrenamiento físico puede promover el mantenimiento a largo plazo de la pérdida de peso.

Conroy et al. [57] realizaron una intervención de pérdida de peso y actividad física basada en la atención primaria dirigida por un intervencionista que aumentaría los niveles de actividad física y disminuiría el peso en mayor medida que un programa autoguiado a corto plazo (3 meses) y largo plazo (12 meses) en 98 mujeres divididas 49 en el grupo de intervención ($53,8$ años), 49 en el grupo control ($54,0$ años). Fue un ECA de 2 grupos (el grupo dirigido por un intervencionista (IL) y el grupo autoguiado (SG)). El IL realizó 12 sesiones grupales semanales donde hubo 12 temas designados para las sesiones (actividad física u otra actividad, estiramientos, caminata, meditación, yoga, bandas de resistencia, fuerza, entrenamiento en circuito, baile o lo que escoja), dirigidos. El contenido se centró en la actividad física, la dieta y el alivio del estrés, así como partes del Programa de Prevención de la Diabetes (DPP), donde se hizo 30 min de discusiones + 30 min de actividad física grupal de intensidad moderada. El SG recibió un manual autoguiado de 12 semanas basado en el programa Choose to Move de la American Heart Association. Los resultados obtenidos a los 3 meses, mostraron una pérdida de peso bastante modesta ($p = 0.41$) (pérdida media $-1,4$ kg) en ambos grupos, además hubo reducciones a favor de IL en el IMC ($p = 0.23$) y CC ($p = 0.65$). A los 12 meses, la pérdida de peso siguió siendo modesta en ambos grupos ($p = 0.98$) (pérdida media $-1,4$ kg). Con respecto al IMC ($p = 0.69$) y la CC ($p = 0.35$) no hubo diferencias significativas entre los grupos. En sí la

conclusión fue que en ambos grupos se experimentaron disminuciones modestas en el peso, el IMC y la CC tanto a los 3 como a los 12 meses.

En el trabajo de Smith-Ryan et al. [58] evaluaron dos protocolos prácticos de entrenamiento interválico sobre la aptitud cardiorrespiratoria, los lípidos y la composición corporal en 30 mujeres con sobrepeso/obesidad que las dividieron 10 en el grupo de 2 min ($33,6 \pm 11,6$ años), 11 en el grupo de 1 min ($33,2 \pm 12,8$ años) y 9 en el grupo control ($35,2 \pm 11,4$ años). Fue un ECA en bloques de 3 grupos donde se realizó 10 intervalos de alta intensidad de 1 min, 5 intervalos de alta intensidad de 2 min o grupo control. Todo el entrenamiento se realizó en una bicicleta ergométrica con freno electrónico 3 v/semana. Para el grupo de intervalos de alta intensidad de 1MIN se aplicaron 10 repeticiones de 1 min con descanso de 1 min (90 % del VO₂ pico) (total de 10 min). Para el grupo de intervalos de alta intensidad de 2MIN se aplicó 5 series de 2 min con 1 min de descanso (80 - 100 % del VO₂ pico) (total de 10 min); los días 1, 3, 5, 7 y 9 se hizo al 80 % VO₂ pico, y los días 2, 4, 6 y 8 se realizó a modo de escala usando un 85, 90, 95 y 100 % VO₂ pico, respectivamente. Para el grupo control no se realizó ningún ejercicio. Los resultados demostraron que hubo una disminución de la FM de 1,83 kg para el grupo 2MIN y 2,07 kg ($p = 0.330$) para 1MIN, en comparación con 0,50 kg para el grupo control. No hubo cambios significativos en el grosor de la grasa abdominal (AFT) ($p = 0.597$) en ningún grupo. Los grupos de entrenamiento interválico produjeron una reducción en la FM de 1,96 kg después de 3 semanas de entrenamiento. La masa magra no demostró cambios significativos ($p = 0.358$). El %GC no produjo ningún efecto ($p = 0.185$) entre los 3 grupos. Pero, el entrenamiento demostró una disminución de 11,29 cm en AFT ($p = 0.321$). La conclusión principal fue que 10 minutos de trabajo de alta intensidad, es eficaz para disminuir la FM.

Miller et al. [59] trataron de investigar si el entrenamiento físico combinado y una dieta restringida en energía mejoraban la condición física y la composición corporal, en comparación con una dieta restringida en energía sola para 46 mujeres premenopáusicas con obesidad (IMC de $40,4 \pm 6,7$) clínicamente severa. Éstas fueron divididas 22 en el grupo de solo restricción calórica (RE) ($35,9 \pm 10,3$ años), 24 en el grupo de entrenamiento físico + restricción de calorías (EXER) ($37,9 \pm 7,69$ años). Fue un ECA de grupos paralelos de 2 grupos. Para el grupo EXER se les aplicaron 20 - 30 min de entrenamiento aeróbico (60 - 80 % FC reserva) + 30 min de entrenamiento de fuerza (1 a 3 series de 8 a 10 repeticiones para 8 ejercicios) para un total de 60 min, 3 v/semana durante las primeras 6 semanas, 2 v/semana durante las semanas 7 a 12, 1 v/semana durante los siguientes 3 meses y 1 v/quincena durante los últimos 6 meses. Se complementaron con sesiones de ejercicio de intensidad moderada de 300 min/semana. La dieta fue muy baja en calorías, entre 450 y 680 kcal (1900 y 2800 kJ) por día durante la fase intensiva hasta 1200 kcal (5000 kJ) por día durante la fase de estabilización. El contenido promedio diario de macronutrientes durante la fase intensiva fue: proteína 54 g, carbohidratos 59 g, grasa 14 g; más 2 tazas de vegetales bajos en almidón y 1 cucharadita de aceite a elección del participante. Los resultados principales fueron que EXER facilitó la pérdida de masa corporal a los 3 meses, pero no a los 6 o 12 meses. La masa corporal magra se redujo de manera similar en todos los puntos temporales en comparación con el valor inicial para ambos grupos, y no hubo diferencia entre EXER y ER a los 12 meses para la masa corporal magra ($p = 0.352$). Tanto EXER como ER exhibieron reducciones significativas en la masa corporal total en todos los puntos de tiempo en comparación con la línea de base, logrando una pérdida de masa corporal del 5 % o más en el 60 % de los participantes en ER y en el 82 % en EXER a los 12 meses. La FM se redujo en mayor medida en EXER a los 3 meses ($p < 0.001$), tendió a ser mayor a los 6 meses ($p = 0.062$) y no fue diferente significativamente a los 12 meses en comparación con ER. A los 12 meses, la relación entre la pérdida de masa total y la pérdida de masa corporal magra fue de 5,6:1 kg en ER y de 9,3:1 kg en EXER. La fuerza muscular total aumentó significativamente en EXER pero no en ER a los 3 meses ($p = 0.476$), 6 meses ($p = 0.530$) y 12 meses ($p = 0.242$). La conclusión fue que la combinación de entrenamiento físico con una dieta restringida en energía no condujo a una mayor potencia aeróbica o mejoras en la masa corporal magra, la FM o la masa corporal total a los 12 meses en comparación con la restricción energética.

Share et al. [60] evaluaron la efectividad de una intervención en el estilo de vida para reducir el riesgo de ECV en 30 mujeres jóvenes con obesidad abdominal (CC ≥ 80 cm; 18 - 30 años), divididas 19 en el grupo de intervención, 11 en el grupo control. Fue un ECA de 2 grupos (intervención de estilo de vida y grupo control). El grupo de intervención realizó 2 v/semana entrenamiento en circuito supervisado y 1 vez sin supervisión, que fue una sesión en el hogar donde debían de caminar a paso ligero o trotar. Se realizó un calentamiento general que constaba de entrenamiento aeróbico, de fuerza dinámica, acondicionamiento abdominal y estiramientos durante 60 min, la intensidad se aumentó de 6,0 a 8,5 en OMNI, luego de 12 semanas. Para la sesión sin supervisión en el hogar, se realizó una caminata rápida o un trote a una intensidad RPE de 5 a 7 OMNI más intervalos intermitentes de alta intensidad. La duración pasó de 30 min a 45 min. Además, recibieron sesiones semanales de educación nutricional sobre el control del peso sin hacer dieta y los principios

de alimentación saludable. Los resultados mostraron cambios significativamente positivos antes y después de la intervención para la CC ($p = 0.910$), relación cintura-cadera ($p = 0.581$), relación cintura-estatura ($p = 0.927$), IMC ($p = 0.724$) y masa corporal total ($p = 0.609$). La conclusión mostró que la intervención multidisciplinar sobre el estilo de vida que comprendía actividad física, educación nutricional y terapia cognitiva conductual (TCC) fue positiva para la reducción de los factores de riesgo de ECV inmediatamente después de la finalización del programa.

En el estudio de Hong et al. [61] implementaron un programa de ejercicio de telepresencia basado en espejo a 29 mujeres mayores obesas ($>30\%$ de grasa corporal), que las dividieron 12 en el grupo de intervención ($78,41 \pm 2,84$ años) y 17 en el grupo control ($81,05 \pm 3,96$ años); el entrenamiento fue propiciado en teléfonos inteligentes, ya que podían realizar ejercicio de manera segura en el hogar y les permitía la retroalimentación en tiempo real de los instructores. Fue un ECA, doble ciego, de grupos paralelos (grupo de intervención y un grupo control). Para el grupo de intervención se realizó 20 - 40 min, 3 v/semana durante 12 semanas. La intensidad se controló utilizando Borg y se incrementó progresivamente desde RPE 11 a RPE 15. Los entrenamiento de fuerza se hicieron con bandas de resistencia codificadas por colores y una silla. Se hizo 5 min de calentamiento + aeróbico (caminata por el lugar) y fuerza con las bandas de resistencia, que consistió en: flexión de piernas en silla sentada, rotación de la articulación de la cadera en silla sentada, extensión de cadera de pie, flexión de cadera de pie, flexión de rodilla de pie, extensión de rodilla de pie, sentadilla en pared (10 - 30 min); y 5 min de vuelta a la calma (estiramientos). Para el grupo control se realizaron programas de ejercicios grupales similar al grupo de intervención. Después de 12 semanas se mostró un efecto significativo sobre el peso ($p = 0.004$) y el %GC ($p < 0.001$). El peso disminuyó significativamente en el grupo control ($p = 0.006$), el %GC disminuyó significativamente en el grupo de intervención ($p = 0.026$) y en el grupo control ($p = 0.001$), y la masa muscular aumentó significativamente en el grupo control ($p = 0.44$). En conclusión, se dio que un programa de ejercicios de telepresencia basado en teléfonos inteligentes fue igualmente efectivo para reducir el %GC y cambios en la composición corporal que los ejercicios grupales convencionales.

Para Cramer et al. [62] se investigó el efecto del yoga en la CC y otras medidas antropométricas en 60 mujeres con obesidad abdominal (CC = 88 cm; IMC = 25), divididas 20 en el grupo control ($46,4 \pm 8,9$ años), 40 grupo de Yoga ($48,5 \pm 7,9$ años). Fue un ECA unicéntrico, simple ciego (intervención de yoga y grupo control). Para el grupo de Yoga se hicieron 2 clases semanales de 90 min de Hatha yoga tradicional durante 12 semanas. Las clases de yoga se basaron en el yoga integral desarrollado por Swami Sivananda y una adaptación de la secuencia básica yoga-vidya. Por su parte el grupo control no participó en ninguna intervención durante las 12 semanas. Se les pidió que no practicaran yoga y que no cambiaran sus actividades físicas habituales. Los resultados mostraron que los participantes del grupo de yoga disminuyeron significativamente la CC ($p = 0.001$). 13 participantes del grupo de yoga (32.5 %) lograron una reducción clínicamente relevante en la CC de al menos un 5 %. Además, se observaron diferencias entre los grupos para la relación cintura-cadera ($p = 0.034$), peso corporal ($p = 0.003$), IMC ($p = 0.008$), %GC ($p = 0.007$) y % de masa muscular corporal ($p = 0.010$). Así que la conclusión fue que luego de 12 semanas de yoga, se redujo la CC, la relación cintura-cadera, el peso corporal, el IMC y el %GC de las participantes, aumentando así el % de masa muscular.

Para el estudio de Gradidge & Golele [63] se determinó si una intervención de caminar, una forma principal de actividad física entre las poblaciones africanas, podría influir en la composición corporal y la presión arterial de una cohorte de 115 mujeres africanas empleadas en una universidad rural (Universidad de Venda) de Sudáfrica. Se les dividió 66 en el grupo de control ($44,4 \pm 11,5$ años), 49 en el grupo de intervención ($37,4 \pm 8,78$ años). Fue un ECA de 2 grupos (grupo de intervención y grupo control). Para el grupo de intervención se realizó una caminata de 30 min en cintas de correr, 3 v/semana, con intensidad moderada (5 a 5,5 km/h), el esfuerzo percibido fue de 4 a 8/10 y con una pendiente de 0,5 a 1,5°, durante 12 semanas. El grupo control no recibió ningún tratamiento durante el período de prueba. En sí los resultados mostraron cambios significativos en el peso ($p = 0.83$), IMC ($p = 0.95$); además, se observaron cambios en la CC ($p = 0.20$), HC ($p = 0.5$) y relación cadera-altura ($p = 0.13$). Por tal motivo, la conclusión fue que un programa de caminata supervisada de 12 semanas redujeron el IMC y la CC, en comparación con las mujeres del grupo control, que experimentaron aumentos.

4. DISCUSIÓN

En esta revisión bibliográfica, se trató de examinar los tipos de entrenamientos físicos y sus efectos sobre los cambios en la composición corporal en mujeres adultas con obesidad de ECA publicados entre los años 2015 a 2022. El principal hallazgo, es que todas las modalidades o tipos de entrenamiento incluidas (aeróbico, fuerza, combinado/concurrente, yoga, entrenamiento neuromuscular, intervalos de alta intensidad, etc.) tuvieron cambios en la composición corporal, tanto en el IMC como en la FM, FFM, masa muscular, CC, HC, grasa corporal, %GC, entre otros.

Se puede observar la efectividad del entrenamiento aeróbico para la mejora de la composición corporal, que es consistente con revisiones sistemáticas anteriores [64, 54, 66, 67]. Si realizamos comparaciones directas, observamos que el entrenamiento aeróbico es más efectivo que el entrenamiento de fuerza sobre las mejoras en el IMC, FM y FFM, lo que puede ser consistente con estudios previos [68]. Las reducciones en el %GC que han sido demostradas por intensidades moderadas a vigorosas de entrenamiento aeróbico, se alinean fuertemente con literatura previa. De hecho, intensidades del 40 al 70 % del VO₂ Máx., han demostrado ser óptimas para la máxima oxidación de grasas en mujeres con obesidad [69, 70, 71, 72]. Asimismo, un metaanálisis indicó que el entrenamiento combinado fue altamente efectivo para disminuir el %GC [47]. Además, un estudio [73] realizado en 32 mujeres posmenopáusicas, que fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de entrenamiento aeróbico en agua (45 minutos de natación al 40 – 60 % de la FC Máx.), entrenamiento de fuerza (3 series de 10 – 12 repeticiones al 40 – 60 % de 1RM), entrenamiento combinado (agua y fuerza) (22 minutos de entrenamiento de fuerza, 2 series de 10 – 12 repeticiones al 40 – 60 % de 1RM y 22 minutos de entrenamiento aeróbico al 40 – 60 % de la FC Máx.) o grupo control (8 mujeres en cada uno), 3 días a la semana durante 10 semanas; demostró una disminución significativa en el %GC (–0,5 %), peso corporal ($\pm 2,5$ kg) y relación cintura/cadera en los participantes de grupo aeróbico de intensidad moderada en comparación con el grupo de fuerza y control.

En contraste con lo anterior, se encontró una revisión sistemática con metaanálisis [74] de 15 estudios incluidos, con un total de 669 participantes que incluyó tres tipos de entrenamiento de fuerza (propio peso corporal, bandas de resistencia y peso libre), que confirma que las bandas de resistencia mejoran el IMC y reduce significativamente el %GC en personas con sobrepeso y obesidad. Además, el entrenamiento con el propio peso corporal puede aumentar significativamente la masa muscular. Lo anterior puede deberse por: 1) la estructura de las bandas elásticas; que al realizar tracción aumentará la intensidad gradualmente con el estiramiento; 2) puede cambiar la dirección de la resistencia a voluntad; 3) se puede entrenar la mayoría de los músculos del cuerpo en cualquier posición y postura. Aunque, debido a que la intensidad al fin de cuentas no será tan alta, no llegará a provocar un mayor estímulo en el músculo, por lo que el efecto de las bandas de resistencia en la ganancia de masa muscular no es ideal. Por otro lado, para las personas con sobrepeso y obesas, el entrenamiento con el propio peso puede permitir un mayor estímulo, en lugar de un estímulo aislado, es decir que este entrenamiento podría ser más completo para aumentar la masa muscular. Este hallazgo llega a ser más que interesante, ya que anteriormente se informaba que la obesidad podría reducir el efecto del entrenamiento de fuerza sobre la mejora de la composición corporal [68, 75]. Por lo tanto, los hallazgos de esta revisión sistemática podrían romper con el pensamiento de que el entrenamiento aeróbico tradicional es el principal medio para perder peso [76], especialmente para la población con sobrepeso y obesidad. Después de todo, el entrenamiento de fuerza puede aumentar la masa magra corporal y la masa muscular además de reducir el %GC [77, 78, 79, 80], mejorando así la composición corporal. Por tal motivo, este hallazgo brinda un fuerte apoyo al entrenamiento de fuerza como una futura forma efectiva de combatir la obesidad, perder grasa y ganar músculo.

Respecto a otro método, Trapp y colaboradores [81] mostraron una reducción significativamente mayor en la grasa subcutánea en mujeres jóvenes sanas que realizaron entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) (3 veces por semana, durante 15 semanas) en comparación con un entrenamiento aeróbico continuo. Además, un estudio [82] realizado en jóvenes sedentarios con sobrepeso y obesos (6 mujeres y 2 hombres), que hicieron HIIT (sprint de 8 segundos al 85% de la FC Máx.) durante 8 semanas (3 veces/semana); observaron disminuciones en el peso, IMC, CC y HC. De igual manera, un metaanálisis [83] que incluyó 11 ECA con 488 adolescentes obesos, indicó que el HIIT llega a reducir efectivamente el peso corporal, IMC, %GC y CC; donde el HIIT de intervalos cortos puede llegar a reducir más la CC, mientras que el HIIT de intervalos largos es más beneficioso para reducir el IMC y el %GC. Concluyendo así, que el HIIT llega a producir un efecto reductor de grasa más efectivo y seguro que el entrenamiento aeróbico convencional. Sin embargo, esto se contradice con revisiones sistemáticas y metaanálisis [84, 85, 86] que demuestran que el entrenamiento de

alta intensidad (HIT) o el HIIT no tiene efectos significativos en la reducción de la masa corporal, el %GC, IMC en personas con sobrepeso/obesidad comparado con el ejercicio tradicional, pero que sí llega a mostrar reducciones en la CC. Los posibles mecanismos que induce el HIIT sobre la pérdida de grasa, podrían incluir la generación de catecolaminas que aumentan la oxidación de grasas y la liberación de las reservas de grasa visceral [87, 88, 89, 90]. Se ha demostrado que la respuesta de las catecolaminas es sustancialmente elevada después del HIIT [91, 92], dado que los receptores β 3-adrenérgicos se localizan principalmente en el tejido adiposo y la sensibilidad del receptor β -adrenérgico en el tejido adiposo aumenta después del HIIT [93, 94]. Por lo tanto, el HIIT puede ser una estrategia adicional para ayudar con la reducción de tejido adiposo en poblaciones con sobrepeso y/u obesidad [95]. Sin embargo, se requieren más estudios para determinar si el HIIT podría ser una estrategia exitosa en personas con sobrepeso u obesas.

A pesar de la cantidad de revisiones sistemáticas y metaanálisis, no se ha encontrado alguno que hable (o que haya incluido en sus análisis) de los diferentes tipos de entrenamiento que se han observado en esta revisión bibliográfica. Por ejemplo, un estudio [96] realizado en 60 mujeres con sobrepeso u obesidad, donde recibieron una intervención de Hatha yoga de 12 semanas (2 veces/semana), luego de una intervención de 3 meses de pérdida de peso por medio de una guía nutricional; observaron reducciones de peso (kg) luego de la intervención de yoga, aunque estas reducciones de peso e IMC no fueron tan significativas como las que se habían obtenido anteriormente gracias a la guía nutricional. Otro estudio [97], realizado en 68 participantes (63 eran obesos y 5 tenían sobrepeso) de las cuales 35 eran mujeres; se asignaron al azar en 2 grupos (yoga y caminata). Las dos intervenciones fueron realizadas durante 45 minutos 2 veces/día, durante 15 días; el grupo de caminata, caminó aproximadamente 2600 metros por sesión a una velocidad promedio de 3.5 km/h. En sí, tanto el yoga como la caminata mejoraron las variables antropométricas en: IMC, CC, HC y masa magra. Por otro lado, un ECA [98] realizado en 49 mujeres inactivas con sobrepeso y obesidad que fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de control o a un grupo de entrenamiento supervisado en circuito de 20 semanas (3 días/semana; 6 - 15 minutos de ejercicio; 20 segundos de trabajo - 40 segundos de descanso; 2 - 3 series); mostró reducciones en IMC, masa corporal, CC y relación cintura-cadera; demostrando que el entrenamiento neuromuscular podría mejorar aspectos de la salud cardio metabólica en mujeres inactivas obesas y con sobrepeso. En general, otros tipos de entrenamiento como el yoga, caminar o el entrenamiento neuromuscular tienen beneficios sobre la composición corporal en mujeres con sobrepeso/obesidad, disminuyendo el peso corporal, el IMC, la CC y la relación cintura-cadera. No obstante, hace falta más investigaciones con respecto a estas modalidades para definir si son estrategias viables sobre la composición corporal en personas con sobrepeso/obesidad.

Aunque en la presente revisión no se observan diferencias estadísticamente significativas en la reducción del peso, el IMC o la CC entre los diferentes tipos de entrenamiento físico; esto se podría explicar por la ausencia de una intervención dietética que lo acompañe. Dado que la restricción calórica puede mejorar la composición corporal mediante la pérdida acelerada de masa grasa y el aumento progresivo de la FFM, se ha considerado eficaz para la pérdida de peso en poblaciones obesas y con sobrepeso en estudios previos [99, 100]. Por ejemplo, en un ECA [101] realizado sobre pacientes con asma y obesidad, mostró que después de 10 semanas de intervención dietética, intervención de ejercicio o combinada (dieta más ejercicio); se observó una reducción de peso estadísticamente significativa en los pacientes que recibieron intervención dietética o combinada. Además, una revisión sistemática [102] que incluyó 14 ECA, demostró que el entrenamiento, combinado con una restricción calórica, proporciona beneficios en la fuerza muscular y la composición corporal en adultos obesos, documentando un rango de pérdida de masa grasa total de 3,0 a 12,1 kg para la restricción calórica sola y de 2,4 a 13,6 kg para la restricción calórica combinada con entrenamiento físico. Por último, demostró una disminución menor en la FFM cuando se usa entrenamiento aeróbico, de fuerza o concurrente conjunto de la restricción calórica. Además, se logran mayores reducciones en la masa grasa cuando se agrega la restricción calórica en el entrenamiento aeróbico o de fuerza, pero no el entrenamiento concurrente.

Con relación a las variables del entrenamiento de las intervenciones, esta revisión bibliográfica encontró que éstas tuvieron una duración que osciló entre 3 a 52 semanas, la frecuencia de entrenamiento varió de 2 a 3 veces por semana y la duración de las sesiones fluctuó entre 10 a 90 minutos. Una revisión sistemática con metaanálisis [103] demostró en 66 artículos incluidos, que la duración de las intervenciones varió entre 2 y 70 semanas, donde mostró que duraciones muy cortas (2 a 4 semanas) y/o muy largas (>26 semanas) se pueden asociar con efectos menos pronunciados en la reducción de la composición corporal. Además, un metaanálisis [104] que incluyó 8 artículos, con un total de 336 individuos con DM2, con una edad media de 48 a 58 años, mostró que la mayoría de los estudios utilizaron una duración entre 8 a 20 y 21 a 48 semanas. Estos mismos entrenamientos, incluían ejercicios de caminata o ciclismo con una frecuencia de 3 a 5 veces por semana con 30 sesiones de 45 o 60 minutos cada una. Por su parte, los entrenamientos de fuerza tenían

una frecuencia de 2, 3 o 5 veces por semana con sesiones de 45 o 60 minutos. Asimismo, una revisión sistemática con metaanálisis en red [105] de 32 ECA incluidos, donde 13 fueron únicamente en mujeres contando con un total de 4774 participantes; mostró que la duración fluctuó entre 6 a 18 meses y la frecuencia fue de 3 a 5 veces por semana.

En general, 21 estudios usaron entrenamiento aeróbico, empleando caminatas o trotes en cinta rodante, cicloergómetro y hasta saltos; las sesiones duraron entre 20 y 60 minutos. 8 estudios usaron entrenamiento de fuerza, donde el número de series varió de 1 a 4, de 6 a 15 repeticiones, con una intensidad entre el 40 al 100 % del RM. 14 estudios usaron entrenamiento concurrente, y no se encontró ningún estudio que usó HIIT. Otra revisión sistemática con metaanálisis [64] que incluyó 20 artículos, también hablaron del rango de duración de intervención que fue entre 8 a 52 semanas; la duración prescrita más común fue de 12 semanas (37 %; $n = 7$). La mayoría (79 %; $n = 15$) tuvo una frecuencia promedio de 3 sesiones de 47 minutos por semana. Esto es ligeramente inferior a los 150 minutos por semana recomendados por algunas guías [49, 106] y significativamente inferior a 200 minutos por semana o 60 - 90 minutos al día de ejercicio moderado, sugerido por la literatura como la dosis mínima [107, 108, 109]. A su vez, un metaanálisis [85] donde se incluyeron 18 estudios, concuerda en que en la mayoría de estudios incluidos, los ejercicios que más se realizaron fueron en cicloergómetro o en cinta rodante. Esto mismo se logra observar en esta revisión bibliográfica, con un 50 % ($n = 5$) de estudios que usan estas modalidades; aunque se sabe muy poco sobre el efecto o el riesgo de otras modalidades de ejercicio aeróbico, como correr al aire libre o nadar en esta población. Luego de observar las distintas variables del entrenamiento que se han encontrado en la literatura, se puede estimar una planificación de más de 12 semanas de entrenamiento, con una frecuencia de 3 a 5 días a la semana, donde cada sesión tenga una duración superior a los 45 minutos para lograr contemplar cambios significativos sobre la composición corporal en mujeres con obesidad.

La principal limitación que se encuentra en esta revisión es la poca cantidad de estudios incluidos ($n = 10$), que proporciona datos limitados para los cambios en la composición corporal y las modalidades del ejercicio realizado en esta población objetivo. Esta poca cantidad de estudios fue debido a que, de los 586 artículos que se encontraron al inicio, luego de haber sido pasados por filtros (Figura 1), fueron los que mejor criterio de calidad nos reportaron. En segundo lugar, la heterogeneidad de los métodos de entrenamiento, el diseño y la planificación de los entrenamientos, y las etnias estudiadas, podrían aumentar el sesgo de los efectos y resultados de las intervenciones realizadas, ya que es imposible determinar si las diferencias fisiológicas entre etnias podría afectar en las mejoras en la composición corporal entre mujeres con obesidad [110, 111, 112]. Por lo tanto, es recomendable interpretar con mucha cautela los resultados obtenidos de esta revisión.

5. CONCLUSIONES

En mujeres adultas con obesidad, se ha demostrado que todos los tipos de entrenamiento físico analizados (aeróbico, fuerza, combinado/concurrente, yoga, entrenamiento neuromuscular, HIIT, etc.) sirven para generar cambios en la composición corporal. Aunque muchas veces la pérdida de peso suele ser el objetivo principal de la mayoría de mujeres, los profesionales en el área tenemos que buscar mejoras en el estado físico, como reducir el %GC, CC, aumentar la masa muscular, la función muscular, etc.; ya que estos están asociados a mejoras de salud más significativas. Finalmente, sumando la evidencia a la ya existente de recomendaciones de actividad física o entrenamiento físico para mujeres con obesidad, se recomienda una planificación de todos los tipos de entrenamiento mencionados anteriormente, pero que se tenga como pilares fundamentales el entrenamiento de fuerza conjunto al entrenamiento aeróbico (tanto combinado como separados) y siempre acompañado de una intervención nutricional, esto sumado a un aumento de la actividad física durante el tiempo libre. Se requieren más investigaciones para observar la eficacia de otros tipos de entrenamiento físico en esta población, con el propósito de poder identificar una prescripción óptima a futuro.

5.1. Aplicaciones prácticas

Se considera una planificación de más de 12 semanas de entrenamiento, inclusive llegando al año; la frecuencia podría estimarse de 3 a 5 días a la semana, donde estén presentes el entrenamiento de fuerza y el aeróbico; la duración de cada sesión podría llegar a ser mayor a 45 minutos, pero teniendo en cuenta que ésta, así como todas las variables del entrenamiento, se deben de ir incrementando progresivamente, en otras palabras: “aprender a caminar antes de correr”.

Para el entrenamiento de fuerza, se podría establecer una dosificación de 1 a 4 series, de 6 a 20 repeticiones dependiendo del grupo muscular (enfocándose en grupos musculares grandes), de la metodología aplicada y/o del medio utilizado (bandas de resistencia, peso libre, máquinas, etc.). Por su parte, la intensidad se podría establecer entre un 40 al 70 % del RM y la densidad dependerá de cada individuo. Así mismo, para el entrenamiento aeróbico se podría usar una dosificación de 20 a 60 minutos de duración, dependiendo de los métodos y de los medios (cintas, elíptica, cicloergómetro, etc.); la intensidad se puede establecer entre el 40 al 70 % de la FC Máx., y la densidad vuelve y dependerá de cada individuo; además, se puede realizar por intervalos, por ejemplo 3 minutos de intensidad moderada y 1 minuto de alta intensidad.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Facultad de Educación Física, Recreación y Deporte del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, por la calidad de sus docentes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Organización Mundial de la Salud. (2021). Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [2] Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., Mullany, E. C., Biryukov, S., Abbafati, C., Abera, S. F., Abraham, J. P., Abu-Rmeileh, N. M., Achoki, T., AlBuhairan, F. S., Alemu, Z. A., Alfonso, R., Ali, M. K., Ali, R., Guzman, N. A., Ammar, W., ... Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* (London, England), 384(9945), 766–781. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8)
- [3] Bray G. A. (2003). Evaluation of obesity. Who are the obese? *Postgraduate medicine*, 114(6), 19–38. <https://doi.org/10.3810/pgm.2003.12.1544>
- [4] Erickson, K. J., Monsen, K. A., Attleson, I. S., Radosevich, D. M., Oftedahl, G., Neely, C., & Thorson, D. R. (2015). Translation of obesity practice guidelines: measurement and evaluation. *Public health nursing* (Boston, Mass.), 32(3), 222–231. <https://doi.org/10.1111/phn.12169>
- [5] Arroyo-Johnson, C., & Mincey, K. D. (2016). Obesity Epidemiology Worldwide. *Gastroenterology clinics of North America*, 45(4), 571–579. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2016.07.012>
- [6] Lévy, E., Lévy, P., Le Pen, C., & Basdevant, A. (1995). The economic cost of obesity: the French situation. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity*, 19(11), 788–792.
- [7] Birmingham, C. L., Muller, J. L., Palepu, A., Spinelli, J. J., & Anis, A. H. (1999). The cost of obesity in Canada. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 160(4), 483–488.
- [8] Dobbs, R., Sawers, C., Thompson, F., Manyika, J., Woetzel, J. R., Child, P., ... & Spatharou, A. (2014). Overcoming obesity: an initial economic analysis. McKinsey global institute.
- [9] Tremmel, M., Gerdtham, U. G., Nilsson, P. M., & Saha, S. (2017). Economic Burden of Obesity: A Systematic Literature Review. *International journal of environmental research and public health*, 14(4), 435. <https://doi.org/10.3390/ijerph14040435>
- [10] Seidell, J. C., Halberstadt, J., Noordam, H., & Niemer, S. (2012). An integrated health care standard for the management and prevention of obesity in The Netherlands. *Family practice*, 29 Suppl 1, i153–i156. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmr057>
- [11] Bodirsky, B. L., Dietrich, J. P., Martinelli, E., Stenstad, A., Pradhan, P., Gabrysch, S., Mishra, A., Weindl, I., Le Mouél, C., Rolinski, S., Baumstark, L., Wang, X., Waid, J. L., Lotze-Campen, H., & Popp, A. (2020). The ongoing nutrition transition thwarts long-term targets for food security, public health and environmental protection. *Scientific reports*, 10(1), 19778. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75213-3>
- [12] Nunan, E., Wright, C. L., Semola, O. A., Subramanian, M., Balasubramanian, P., Lovern, P. C., Fancher, I. S., & Butcher, J. T. (2022). Obesity as a premature aging phenotype - implications for sarcopenic obesity. *GeroScience*, 44(3), 1393–1405. <https://doi.org/10.1007/s11357-022-00567-7>
- [13] Bray G. A. (2004). Medical consequences of obesity. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 89(6), 2583–2589. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0535>
- [14] Piché, M. E., Tchernof, A., & Després, J. P. (2020). Obesity Phenotypes, Diabetes, and Cardiovascular Diseases. *Circulation research*, 126(11), 1477–1500. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.120.316101>

- [15] Rinonapoli, G., Pace, V., Ruggiero, C., Ceccarini, P., Bisaccia, M., Meccariello, L., & Caraffa, A. (2021). Obesity and Bone: A Complex Relationship. *International journal of molecular sciences*, 22(24), 13662. <https://doi.org/10.3390/ijms222413662>
- [16] Piñar-Gutierrez, A., García-Fontana, C., García-Fontana, B., & Muñoz-Torres, M. (2022). Obesity and Bone Health: A Complex Relationship. *International journal of molecular sciences*, 23(15), 8303. <https://doi.org/10.3390/ijms23158303>
- [17] Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 108(1), 206–211. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00694.2009>
- [18] Mokdad, A. H., Ford, E. S., Bowman, B. A., Dietz, W. H., Vinicor, F., Bales, V. S., & Marks, J. S. (2003). Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA*, 289(1), 76–79. <https://doi.org/10.1001/jama.289.1.76>
- [19] Purnamasari, D., Badarsono, S., Moersadik, N., Sukardji, K., & Tahapary, D. L. (2014). Identification, Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: Clinical Practice Guidelines of the Obesity Clinic, Wellness Cluster Cipto Mangunkusumo Hospital, Jakarta, Indonesia. *Journal of the ASEAN Federation of Endocrine Societies*, 26(2), 117. Retrieved from <https://asean-endocrinejournal.org/index.php/JAFES/article/view/80>
- [20] Wang, C., Chan, J. S., Ren, L., & Yan, J. H. (2016). Obesity Reduces Cognitive and Motor Functions across the Lifespan. *Neural plasticity*, 2016, 2473081. <https://doi.org/10.1155/2016/2473081>
- [21] Arnoldussen, I. A., Kiliaan, A. J., & Gustafson, D. R. (2014). Obesity and dementia: adipokines interact with the brain. *European neuropsychopharmacology : the journal of the European College of Neuropsychopharmacology*, 24(12), 1982–1999. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2014.03.002>
- [22] Freeman, L. R., Haley-Zitlin, V., Rosenberger, D. S., & Granholm, A. C. (2014). Damaging effects of a high-fat diet to the brain and cognition: a review of proposed mechanisms. *Nutritional neuroscience*, 17(6), 241–251. <https://doi.org/10.1179/1476830513Y.0000000092>
- [23] Frisardi, V., Solfrizzi, V., Seripa, D., Capurso, C., Santamato, A., Sancarlo, D., Vendemiale, G., Pilotto, A., & Panza, F. (2010). Metabolic-cognitive syndrome: a cross-talk between metabolic syndrome and Alzheimer's disease. *Ageing research reviews*, 9(4), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2010.04.007>
- [24] Nguyen, J. C., Killcross, A. S., & Jenkins, T. A. (2014). Obesity and cognitive decline: role of inflammation and vascular changes. *Frontiers in neuroscience*, 8, 375. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00375>
- [25] Smith, E., Hay, P., Campbell, L., & Trollor, J. N. (2011). A review of the association between obesity and cognitive function across the lifespan: implications for novel approaches to prevention and treatment. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 12(9), 740–755. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00920.x>
- [26] Broughton, D. E., & Moley, K. H. (2017). Obesity and female infertility: potential mediators of obesity's impact. *Fertility and sterility*, 107(4), 840–847. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.01.017>
- [27] Knight, M., Kurinczuk, J. J., Spark, P., Brocklehurst, P., & UK Obstetric Surveillance System (2010). Extreme obesity in pregnancy in the United Kingdom. *Obstetrics and gynecology*, 115(5), 989–997. <https://doi.org/10.1097/AOG.0b013e3181da8f09>
- [28] Silvestris, E., de Pergola, G., Rosania, R., & Loverro, G. (2018). Obesity as disruptor of the female fertility. *Reproductive biology and endocrinology : RB&E*, 16(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0336-z>
- [29] Corvalán, C., Garmendia, M. L., Jones-Smith, J., Lutter, C. K., Miranda, J. J., Pedraza, L. S., Popkin, B. M., Ramirez-Zea, M., Salvo, D., & Stein, A. D. (2017). Nutrition status of children in Latin America. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18 Suppl 2(Suppl Suppl 2), 7–18. <https://doi.org/10.1111/obr.12571>
- [30] Lanas, F., Bazzano, L., Rubinstein, A., Calandrelli, M., Chen, C. S., Elorriaga, N., Gutierrez, L., Manfredi, J. A., Seron, P., Mores, N., Poggio, R., Ponzio, J., Olivera, H., He, J., & Irazola, V. E. (2016). Prevalence, Distributions and Determinants of Obesity and Central Obesity in the Southern Cone of America. *PLoS one*, 11(10), e0163727. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163727>
- [31] ENSIN. (2005). Encuesta Nacional de Situación Nutricional, 2005. https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/libro_2005.pdf
- [32] ENSIN. (2010). Encuesta Nacional de Situación Nutricional, 2010. <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/resumenfi.pdf>
- [33] ENSIN. (2015). Encuesta Nacional de Situación Nutricional, 2015. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFl/ensin-colombia-2018.pdf>
- [34] Baker, A., Sirois-Leclerc, H., & Tulloch, H. (2016). The Impact of Long-Term Physical Activity Interventions for Overweight/Obese Postmenopausal Women on Adiposity Indicators, Physical Capacity, and Mental Health Outcomes: A Systematic Review. *Journal of obesity*, 2016, 6169890. <https://doi.org/10.1155/2016/6169890>

- [35] Hassan, Y., Head, V., Jacob, D., Bachmann, M. O., Diu, S., & Ford, J. (2016). Lifestyle interventions for weight loss in adults with severe obesity: a systematic review. *Clinical obesity*, 6(6), 395–403. <https://doi.org/10.1111/cob.12161>
- [36] Hutchesson, M. J., de Jonge Mulock Houwer, M., Brown, H. M., Lim, S., Moran, L. J., Vincze, L., Rollo, M. E., & Hollis, J. L. (2020). Supporting women of childbearing age in the prevention and treatment of overweight and obesity: a scoping review of randomized control trials of behavioral interventions. *BMC women's health*, 20(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s12905-020-0882-3>
- [37] Pegington, M., French, D. P., & Harvie, M. N. (2020). Why young women gain weight: A narrative review of influencing factors and possible solutions. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 21(5), e13002. <https://doi.org/10.1111/obr.13002>
- [38] Mauvais-Jarvis F. (2015). Sex differences in metabolic homeostasis, diabetes, and obesity. *Biology of sex differences*, 6, 14. <https://doi.org/10.1186/s13293-015-0033-y>
- [39] Power, M. L., & Schulkin, J. (2008). Sex differences in fat storage, fat metabolism, and the health risks from obesity: possible evolutionary origins. *The British journal of nutrition*, 99(5), 931–940. <https://doi.org/10.1017/S0007114507853347>
- [40] White, M. C., Fleeman, R., & Arnold, A. C. (2019). Sex differences in the metabolic effects of the renin-angiotensin system. *Biology of sex differences*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13293-019-0247-5>
- [41] Ansdell, P., Thomas, K., Hicks, K. M., Hunter, S. K., Howatson, G., & Goodall, S. (2020). Physiological sex differences affect the integrative response to exercise: acute and chronic implications. *Experimental physiology*, 105(12), 2007–2021. <https://doi.org/10.1113/EP088548>
- [42] Dominelli, P. B., Ripoll, J. G., Cross, T. J., Baker, S. E., Wiggins, C. C., Welch, B. T., & Joyner, M. J. (2018). Sex differences in large conducting airway anatomy. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 125(3), 960–965. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00440.2018>
- [43] Sheel, A. W., Dominelli, P. B., & Molgat-Seon, Y. (2016). Revisiting dysanapsis: sex-based differences in airways and the mechanics of breathing during exercise. *Experimental physiology*, 101(2), 213–218. <https://doi.org/10.1113/EP085366>
- [44] Ansdell, P., Brownstein, C. G., Škarabot, J., Hicks, K. M., Howatson, G., Thomas, K., Hunter, S. K., & Goodall, S. (2019). Sex differences in fatigability and recovery relative to the intensity-duration relationship. *The Journal of physiology*, 597(23), 5577–5595. <https://doi.org/10.1113/JP278699>
- [45] Ansdell, P., Škarabot, J., Atkinson, E., Corden, S., Tygart, A., Hicks, K. M., Thomas, K., Hunter, S. K., Howatson, G., & Goodall, S. (2020). Sex differences in fatigability following exercise normalised to the power-duration relationship. *The Journal of physiology*, 598(24), 5717–5737. <https://doi.org/10.1113/JP280031>
- [46] Sharkey, T., Whatnall, M. C., Hutchesson, M. J., Haslam, R. L., Bezzina, A., Collins, C. E., & Ashton, L. M. (2020). Effectiveness of gender-targeted versus gender-neutral interventions aimed at improving dietary intake, physical activity and/or overweight/obesity in young adults (aged 17–35 years): a systematic review and meta-analysis. *Nutrition journal*, 19(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00594-0>
- [47] O'Donoghue, G., Blake, C., Cunningham, C., Lennon, O., & Perrotta, C. (2021). What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22(2), e13137. <https://doi.org/10.1111/obr.13137>
- [48] Durrer Schutz, D., Busetto, L., Dicker, D., Farpour-Lambert, N., Pryke, R., Toplak, H., Widmer, D., Yumuk, V., & Schutz, Y. (2019). European Practical and Patient-Centred Guidelines for Adult Obesity Management in Primary Care. *Obesity facts*, 12(1), 40–66. <https://doi.org/10.1159/000496183>
- [49] Yumuk, V., Tsigos, C., Fried, M., Schindler, K., Busetto, L., Micic, D., Toplak, H., & Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity (2015). European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obesity facts*, 8(6), 402–424. <https://doi.org/10.1159/000442721>
- [50] Tsigos, C., Hainer, V., Basdevant, A., Finer, N., Fried, M., Mathus-Vliegen, E., Micic, D., Maislos, M., Roman, G., Schutz, Y., Toplak, H., Zahorska-Markiewicz, B., & Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity (2008). Management of obesity in adults: European clinical practice guidelines. *Obesity facts*, 1(2), 106–116. <https://doi.org/10.1159/000126822>
- [51] Wharton, S., Lau, D. C. W., Vallis, M., Sharma, A. M., Biertho, L., Campbell-Scherer, D., Adamo, K., Alberga, A., Bell, R., Boulé, N., Boyling, E., Brown, J., Calam, B., Clarke, C., Crowshoe, L., Divalentino, D., Forhan, M., Freedhoff, Y., Gagner, M., Glazer, S., ... Wicklum, S. (2020). Obesity in adults: a clinical practice guideline. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 192(31), E875–E891. <https://doi.org/10.1503/cmaj.191707>
- [52] Yuksel, H. S., Şahin, F. N., Maksimovic, N., Drid, P., & Bianco, A. (2020). School-Based Intervention Programs for Preventing Obesity and Promoting Physical Activity and Fitness: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 347. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010347>

- [53] Thomas, B. H., Ciliska, D., Dobbins, M., & Micucci, S. (2004). A process for systematically reviewing the literature: providing the research evidence for public health nursing interventions. *Worldviews on evidence-based nursing*, 1(3), 176–184. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475X.2004.04006.x>
- [54] Skrypnik, D., Bogdański, P., Mądry, E., Karolkiewicz, J., Ratajczak, M., Kryściak, J., Pupek-Musialik, D., & Walkowiak, J. (2015). Effects of Endurance and Endurance Strength Training on Body Composition and Physical Capacity in Women with Abdominal Obesity. *Obesity facts*, 8(3), 175–187. <https://doi.org/10.1159/000431002>
- [55] Cao, L., Jiang, Y., Li, Q., Wang, J., & Tan, S. (2019). Exercise Training at Maximal Fat Oxidation Intensity for Overweight or Obese Older Women: A Randomized Study. *Journal of sports science & medicine*, 18(3), 413–418.
- [56] Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Georgakouli, K., Draganidis, D., Deli, C. K., Papanikolaou, K., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Leontini, D., Tsimeas, P., Comoutos, N., Bouglas, V., Michalopoulou, M., & Fatouros, I. G. (2018). High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detaining randomized controlled trial. *PloS one*, 13(8), e0202390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202390>
- [57] Conroy, M. B., Sward, K. L., Spadaro, K. C., Tudorascu, D., Karpov, I., Jones, B. L., Kriska, A. M., & Kapoor, W. N. (2015). Effectiveness of a physical activity and weight loss intervention for middle-aged women: healthy bodies, healthy hearts randomized trial. *Journal of general internal medicine*, 30(2), 207–213. <https://doi.org/10.1007/s11606-014-3077-5>
- [58] Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., Wingfield, H. L., & Blue, M. N. (2016). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in overweight/obese women. *Journal of sports sciences*, 34(21), 2038–2046. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1149609>
- [59] Miller, C. T., Fraser, S. F., Selig, S. E., Rice, T., Grima, M., van den Hoek, D. J., Ika Sari, C., Lambert, G. W., & Dixon, J. B. (2020). Fitness, Strength and Body Composition during Weight Loss in Women with Clinically Severe Obesity: A Randomised Clinical Trial. *Obesity facts*, 13(4), 307–321. <https://doi.org/10.1159/000506643>
- [60] Share, B. L., Naughton, G. A., Obert, P., Peat, J. K., Aumand, E. A., & Kemp, J. G. (2015). Effects of a Multi-Disciplinary Lifestyle Intervention on Cardiometabolic Risk Factors in Young Women with Abdominal Obesity: A Randomised Controlled Trial. *PloS one*, 10(6), e0130270. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130270>
- [61] Hong, J., Kim, S. W., Joo, H., & Kong, H. J. (2022). Effects of smartphone mirroring-based telepresence exercise on body composition and physical function in obese older women. *Aging clinical and experimental research*, 34(5), 1113–1121. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-02033-4>
- [62] Cramer, H., Thoms, M. S., Anheyer, D., Lauche, R., & Dobos, G. (2016). Yoga in Women With Abdominal Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Deutsches Arzteblatt international*, 113(39), 645–652. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0645>
- [63] Gradidge, P. J., & Golele, P. N. (2018). Walking as a feasible means of effecting positive changes in BMI, waist, and blood pressure in black South African women. *African health sciences*, 18(4), 917–921. <https://doi.org/10.4314/ahs.v18i4.10>
- [64] Davis, M. E., Blake, C., Perrotta, C., Cunningham, C., & O'Donoghue, G. (2022). Impact of training modes on fitness and body composition in women with obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 30(2), 300–319. <https://doi.org/10.1002/oby.23305>
- [65] Celik, O., & Yildiz, B. O. (2021). Obesity and physical exercise. *Minerva endocrinology*, 46(2), 131–144. <https://doi.org/10.23736/S2724-6507.20.03361-1>
- [66] Oppert, J. M., Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Carraça, E. V., Encantado, J., Ermolao, A., Pramono, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Dicker, D., & Busetto, L. (2021). Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and recommendations from the European Association for the Study of Obesity Physical Activity Working Group. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13273. <https://doi.org/10.1111/obr.13273>
- [67] Shaw, K., Gennat, H., O'Rourke, P., & Del Mar, C. (2006). Exercise for overweight or obesity. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2006(4), CD003817. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003817.pub3>
- [68] Schranz, N., Tomkinson, G., Parletta, N., Petkov, J., & Olds, T. (2014). Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 48(20), 1482–1488. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092209>

- [69] Tan, S., Wang, J., Cao, L., Guo, Z., & Wang, Y. (2016). Positive effect of exercise training at maximal fat oxidation intensity on body composition and lipid metabolism in overweight middle-aged women. *Clinical physiology and functional imaging*, 36(3), 225–230. <https://doi.org/10.1111/cpf.12217>
- [70] Haufe, S., Engeli, S., Budziarek, P., Utz, W., Schulz-Menger, J., Hermsdorf, M., Wiesner, S., Otto, C., Fuhrmann, J. C., Luft, F. C., Boschmann, M., & Jordan, J. (2010). Determinants of exercise-induced fat oxidation in obese women and men. *Hormone and metabolic research = Hormon- und Stoffwechselforschung = Hormones et métabolisme*, 42(3), 215–221. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1242745>
- [71] Kim, K. B., Kim, K., Kim, C., Kang, S. J., Kim, H. J., Yoon, S., & Shin, Y. A. (2019). Effects of Exercise on the Body Composition and Lipid Profile of Individuals with Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of obesity & metabolic syndrome*, 28(4), 278–294. <https://doi.org/10.7570/jomes.2019.28.4.278>
- [72] Zhang, H., Tong, T. K., Qiu, W., Zhang, X., Zhou, S., Liu, Y., & He, Y. (2017). Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. *Journal of diabetes research*, 2017, 5071740. <https://doi.org/10.1155/2017/5071740>
- [73] Soori, R., Rezaeian, N., Khosravi, N., Ahmadizad, S., Taleghani, H.M., Jourkesh, M., Stannard, S.R. (2017). Effects of water-based endurance training, resistance training, and combined water and resistance training programs on visfatin and ICAM-1 levels in sedentary obese women. *Science & Sports*, 32(3), 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2016.12.004>
- [74] Liu, X., Gao, Y., Lu, J., Ma, Q., Shi, Y., Liu, J., Xin, S., & Su, H. (2022). Effects of Different Resistance Exercise Forms on Body Composition and Muscle Strength in Overweight and/or Obese Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 12, 791999. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.791999>
- [75] Hintze, L. J., Messier, V., Lavoie, M. É., Brochu, M., Lavoie, J. M., Prud'homme, D., Rabasa-Lhoret, R., & Doucet, É. (2018). A one-year resistance training program following weight loss has no significant impact on body composition and energy expenditure in postmenopausal women living with overweight and obesity. *Physiology & behavior*, 189, 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.03.014>
- [76] Villanova, N., Pasqui, F., Burzacchini, S., Forlani, G., Manini, R., Suppini, A., Melchionda, N., & Marchesini, G. (2006). A physical activity program to reinforce weight maintenance following a behavior program in overweight/obese subjects. *International journal of obesity* (2005), 30(4), 697–703. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803185>
- [77] García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Ramírez-Campillo, R., Peterson, M. D., & Martínez-Vizcaíno, V. (2018). Concurrent aerobic plus resistance exercise versus aerobic exercise alone to improve health outcomes in paediatric obesity: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(3), 161–166. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096605>
- [78] Lopez, P., Radaelli, R., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., Bassanesi, R. N., Turella, D. J. P., & Rech, A. (2022). Moderators of Resistance Training Effects in Overweight and Obese Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 54(11), 1804–1816. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002984>
- [79] Lopez, P., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., Bassanesi, R. N., Turella, D. J. P., & Rech, A. (2022). Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(5), e13428. <https://doi.org/10.1111/obr.13428>
- [80] Wewege, M. A., Desai, I., Honey, C., Coorie, B., Jones, M. D., Clifford, B. K., Leake, H. B., & Hagstrom, A. D. (2022). The Effect of Resistance Training in Healthy Adults on Body Fat Percentage, Fat Mass and Visceral Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(2), 287–300. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01562-2>
- [81] Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity* (2005), 32(4), 684–691. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803781>
- [82] Alarcón Hormazábal, M., Delgado Floody, P., Castillo Mariqueo, L., Thuiller Lepelegy, N., Bórquez Becerra, P., Sepúlveda Mancilla, C., & Rebolledo Quezada, S. (2016). Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO 2 máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutrición hospitalaria*, 33(2), 104. <https://doi.org/10.20960/nh.104>
- [83] Zhu, Y., Nan, N., Wei, L., Li, T., Gao, X., & Lu, D. (2021). The effect and safety of high-intensity interval training in the treatment of adolescent obesity: a meta-analysis. *Annals of palliative medicine*, 10(8), 8596–8606. <https://doi.org/10.21037/apm-21-757>
- [84] Batacan, R. B., Jr, Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British journal of sports medicine*, 51(6), 494–503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>

- [85] Türk, Y., Theel, W., Kasteleyn, M. J., Franssen, F. M. E., Hiemstra, P. S., Rudolphus, A., Taube, C., & Braunstahl, G. J. (2017). High intensity training in obesity: a Meta-analysis. *Obesity science & practice*, 3(3), 258–271. <https://doi.org/10.1002/osp4.109>
- [86] Zhu, L., Liu, J., Yu, Y., & Tian, Z. (2021). Effect of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in childhood obesity: a meta-analysis. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 61(5), 743–752. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11329-X>
- [87] Boutcher S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011, 868305. <https://doi.org/10.1155/2011/868305>
- [88] Ryan, B. J., Schleh, M. W., Ahn, C., Ludzki, A. C., Gillen, J. B., Varshney, P., Van Pelt, D. W., Pitchford, L. M., Chenevert, T. L., Gioscia-Ryan, R. A., Howton, S. M., Rode, T., Hummel, S. L., Burant, C. F., Little, J. P., & Horowitz, J. F. (2020). Moderate-Intensity Exercise and High-Intensity Interval Training Affect Insulin Sensitivity Similarly in Obese Adults. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 105(8), e2941–e2959. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa345>
- [89] LaForgia, J., Withers, R. T., & Gore, C. J. (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *Journal of sports sciences*, 24(12), 1247–1264. <https://doi.org/10.1080/02640410600552064>
- [90] Børsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(14), 1037–1060. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333140-00002>
- [91] Gratas-Delamarche, A., Le Cam, R., Delamarche, P., Monnier, M., & Koubi, H. (1994). Lactate and catecholamine responses in male and female sprinters during a Wingate test. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 68(4), 362–366. <https://doi.org/10.1007/BF00571458>
- [92] Vincent, S., Berthon, P., Zouhal, H., Moussa, E., Catheline, M., Bentué-Ferrer, D., & Gratas-Delamarche, A. (2004). Plasma glucose, insulin and catecholamine responses to a Wingate test in physically active women and men. *European journal of applied physiology*, 91(1), 15–21. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0957-5>
- [93] Collins S. (2022). β -Adrenergic Receptors and Adipose Tissue Metabolism: Evolution of an Old Story. *Annual review of physiology*, 84, 1–16. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-060721-092939>
- [94] Crampes, F., Beauville, M., Riviere, D., & Garrigues, M. (1986). Effect of physical training in humans on the response of isolated fat cells to epinephrine. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 61(1), 25–29. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.61.1.25>
- [95] Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(6), 635–646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>
- [96] Unick, J. L., Dunsiger, S. I., Bock, B. C., Sherman, S. A., Braun, T. D., & Wing, R. R. (2022). A preliminary investigation of yoga as an intervention approach for improving long-term weight loss: A randomized trial. *PloS one*, 17(2), e0263405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263405>
- [97] Telles, S., Sharma, S. K., Yadav, A., Singh, N., & Balkrishna, A. (2014). A comparative controlled trial comparing the effects of yoga and walking for overweight and obese adults. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 20, 894–904. <https://doi.org/10.12659/MSM.889805>
- [98] Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Draganidis, D., Georgakouli, K., Tsimeas, P., Poullos, A., Syrou, N., Deli, C. K., Papanikolaou, K., Tournis, S., & Fatouros, I. G. (2021). Hybrid Neuromuscular Training Improves Cardiometabolic Health and Alters Redox Status in Inactive Overweight and Obese Women: A Randomized Controlled Trial. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 10(10), 1601. <https://doi.org/10.3390/antiox10101601>
- [99] Astrup, A., Meinert Larsen, T., & Harper, A. (2004). Atkins and other low-carbohydrate diets: hoax or an effective tool for weight loss?. *Lancet (London, England)*, 364(9437), 897–899. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16986-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16986-9)
- [100] Chawla, S., Tessarolo Silva, F., Amaral Medeiros, S., Mekary, R. A., & Radenkovic, D. (2020). The Effect of Low-Fat and Low-Carbohydrate Diets on Weight Loss and Lipid Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12(12), 3774. <https://doi.org/10.3390/nu12123774>
- [101] Scott, H. A., Gibson, P. G., Garg, M. L., Pretto, J. J., Morgan, P. J., Callister, R., & Wood, L. G. (2013). Dietary restriction and exercise improve airway inflammation and clinical outcomes in overweight and obese asthma: a randomized trial. *Clinical and experimental allergy : journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 43(1), 36–49. <https://doi.org/10.1111/cea.12004>
- [102] Miller, C. T., Fraser, S. F., Levinger, I., Straznicky, N. E., Dixon, J. B., Reynolds, J., & Selig, S. E. (2013). The effects of exercise training in addition to energy restriction on functional capacities and body composition in obese adults during weight loss: a systematic review. *PloS one*, 8(11), e81692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081692>

- [103] van Baak, M. A., Pramono, A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. M. (2021). Effect of different types of regular exercise on physical fitness in adults with overweight or obesity: Systematic review and meta-analyses. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13239. <https://doi.org/10.1111/obr.13239>
- [104] Nery, C., Moraes, S. R. A., Novaes, K. A., Bezerra, M. A., Silveira, P. V. C., & Lemos, A. (2017). Effectiveness of resistance exercise compared to aerobic exercise without insulin therapy in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Brazilian journal of physical therapy*, 21(6), 400–415. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.06.004>
- [105] Morze, J., Rücker, G., Danielewicz, A., Przybyłowicz, K., Neuenschwander, M., Schlesinger, S., & Schwingshackl, L. (2021). Impact of different training modalities on anthropometric outcomes in patients with obesity: A systematic review and network meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22(7), e13218. <https://doi.org/10.1111/obr.13218>
- [106] Kushner, R. F., & Ryan, D. H. (2014). Assessment and lifestyle management of patients with obesity: clinical recommendations from systematic reviews. *JAMA*, 312(9), 943–952. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.10432>
- [107] Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., Smith, B. K., & American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(2), 459–471. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181949333>
- [108] Jakicic, J. M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J. E., Foreyt, J., Melanson, E., Volek, J., Volpe, S. L., & American College of Sports Medicine (2001). American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 2145–2156. <https://doi.org/10.1097/00005768-200112000-00026>
- [109] Saris, W. H., Blair, S. N., van Baak, M. A., Eaton, S. B., Davies, P. S., Di Pietro, L., Fogelholm, M., Rissanen, A., Schoeller, D., Swinburn, B., Tremblay, A., Westerterp, K. R., & Wyatt, H. (2003). How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 4(2), 101–114. <https://doi.org/10.1046/j.1467-789x.2003.00101.x>
- [110] Ceaser, T., & Hunter, G. (2015). Black and White race differences in aerobic capacity, muscle fiber type, and their influence on metabolic processes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(5), 615–623. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0318-7>
- [111] Davis, K. K., Tate, D. F., Lang, W., Neiberg, R. H., Polzien, K., Rickman, A. D., Erickson, K., & Jakicic, J. M. (2015). Racial Differences in Weight Loss Among Adults in a Behavioral Weight Loss Intervention: Role of Diet and Physical Activity. *Journal of physical activity & health*, 12(12), 1558–1566. <https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0243>
- [112] Shook, R. P., Hand, G. A., Wang, X., Paluch, A. E., Moran, R., Hébert, J. R., Swift, D. L., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2014). Low fitness partially explains resting metabolic rate differences between African American and white women. *The American journal of medicine*, 127(5), 436–442. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.02.003>