

Universidad Europea De Valencia

Facultad De Ciencias De La Salud



**Universidad
Europea** VALENCIA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Omega 3 y obesidad

Autor:

MARÍA ELENA GUERRERO LECUONA

Tutor:

VIRGINIA BLANCO MORALES

Curso 2023 – 2024

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de tablas	II
Índice de figuras	II
Listado de símbolos y siglas	III
Resumen / <i>Abstract</i>	IV
1. Introducción	1
1.1 Sobrepeso y obesidad	1
1.1.1 <i>Definición y prevalencia</i>	1
1.1.2 <i>Clasificación y causas</i>	1
1.1.3 <i>Consecuencias para la salud pública</i>	2
1.1.4 <i>Intervenciones comunes para tratar el sobrepeso y la obesidad</i>	7
1.2 Ácidos grasos omega 3	10
1.2.1 <i>Definición y tipos</i>	10
1.2.2 <i>Fuentes dietéticas y recomendaciones</i>	11
1.2.3 <i>Beneficios comprobados de la suplementación</i>	12
2. Objetivos	14
3. Material y métodos	15
3.1 Criterios de elegibilidad	15
3.2 Fuentes de información	16
3.3 Estrategias de búsqueda	16
4. Resultados	17
5. Discusión	36
6. Conclusiones	41
7. Bibliografía	42

Índice de tablas

Tabla 1.	Clasificación de sobrepeso y obesidad según la OMS.	2
Tabla 2.	Características de los estudios.	18
Tabla 3.	Resultados antropométricos De Fina et al. (2011)	19
Tabla 4.	Resultados del test de antojos DeFina et al. (2011)	20
Tabla 5.	Resultados del test POMS DeFina et al. (2011)	20
Tabla 6.	Resultados antropométricos de la fase de pérdida de peso. Munro et al. (2013)	21
Tabla 7.	Resultados antropométricos en la fase de mantenimiento. Munro et al. (2013)	22
Tabla 8.	Resultados antropométricos Harden et al. (2014)	23
Tabla 9.	Resultados antropométricos Huerta et al. (2015)	24
Tabla 10.	Resultados antropométricos Seyed et al. (2016)	26
Tabla 11.	Resultados antropométricos Haghavan et al. (2016)	27
Tabla 12.	Resultados antropométricos Sedláček et al. (2018)	29
Tabla 13.	Resultados antropométricos Félix-Soriano et al. (2021)	31
Tabla 14.	Resultados antropométricos y MoCA. Salman et al. (2022)	32
Tabla 15.	Resumen de los principales resultados	35

Índice de figuras

Figura 1.	Factores de riesgo y consecuencias de la obesidad.	6
Figura 2.	Estructura química del ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA).	11
Figura 3.	Diagrama de flujo para la selección de artículos	17

Listado de símbolos y siglas

2C	Doble ciego
A	Aleatorizado
AACE	<i>American Association of Clinical Endocrinology</i>
AG	Ácidos grasos
AGL	Ácidos grasos libres
AL	Ácido linoleico
ALA	Ácido α -linolénico
C:	Cruzado
CC:	Contorno de cintura
CCd:	Contorno de cadera
c-HDL	Lipoproteínas de alta densidad
c-LDL	lipoproteínas de baja densidad
c-VLDL	lipoproteínas de muy baja densidad
DHA	Ácido Docosahexaenoico
DM2	Diabetes mellitus tipo 2
DPA	Ácido Docosapentaenoico
ECV	Enfermedad cardiovascular
EHGNA	Esteatosis no alcohólica
Ej	Ejercicio
EjA	Ejercicio aeróbico
EjF	Ejercicio de fuerza
EPA	Ácido Eicosapentaenoico
FCI	Inventario de antojos de alimentos
FEN	Fundación Española de la Nutrición
FNT- α	Factor de necrosis tumoral α
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
HTA	Hipertensión arterial
ICC	Índice cintura cadera
IMC	Índice masa corporal
IL-6	Interleuquina 6
IMC	Índice de Masa Corporal
LSM	Cambio de estilo de vida
MG	Masa grasa
MM	Masa magra
MoC	Sociedad Española de Nutrición Comunitaria
ODS	Objetivo de desarrollo sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
P	Placebo
PICO	<i>Population, Intervention, Comparison, Outcome</i>
PIA	Pliegue abdominal
PIS	Pliegue suprailíaco
POMS	<i>Profile of Moods States</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis</i>
RI	Resistencia a la insulina
RT	Entrenamiento de resistencia

SAO	Síndrome de apnea obstructiva del sueño
SDA	Ácido estearidónico
SM	Síndrome Metabólico
TA	Tejido Adiposo
TANE	Trastorno alimentario no especificado
TCA	Trastorno de conducta alimentaria
TG	Triglicéridos
TMB	Tasa metabólica basal
TNF	Factor de necrosis tumoral
VLED	Dieta muy baja en calorías

RESUMEN

El presente trabajo analizó el efecto de la suplementación con ácidos grasos omega-3 (AG ω -3) sobre la composición corporal y la pérdida de peso en personas con sobrepeso y obesidad. Se realizó una revisión de estudios previos que evaluaron la influencia de los AG ω -3 en estas variables en personas con sobrepeso y obesidad. Los resultados obtenidos fueron inconsistentes. En algunos estudios, se observó una reducción significativa en el peso corporal y la masa grasa tras la suplementación con AG ω -3, especialmente cuando se combinó con una dieta hipocalórica (entre 1 y 7 kg).

Sin embargo, otros trabajos no encontraron cambios relevantes en el peso, aunque sí mejoras en la composición corporal, como una reducción del perímetro de la cintura (entre 1 y 5 cm,) y de la masa grasa (entre 1% y 6%) sin una pérdida de peso notable. Asimismo, se destacó una mayor respuesta a los AG ω -3 en mujeres, posiblemente debido a factores hormonales, como el estrógeno, que parecen favorecer la pérdida de peso, en particular en aquellas con altos niveles de DHA. Dada la falta de consistencia en los resultados, es necesario realizar estudios adicionales, a largo plazo y con una mayor representación de hombres y mujeres, para obtener conclusiones más precisas.

Palabras clave: “medidas antropométricas”, “composición corporal”, “DHA”, “EPA”, “obesidad” “omega 3”, “sobrepeso”, “PUFA”

ABSTRACT

The present work analyzed the effect of supplementation with omega-3 fatty acids (ω -3 FA) on body composition and weight loss in overweight and obese people. A review of previous studies that evaluated the influence of ω -3 FAs on these variables in overweight and obese people was carried out. The results obtained were inconsistent. In some studies, a significant reduction in body weight and fat mass was observed after supplementation with ω -3 FA, especially when combined with a hypocaloric diet (between 1 and 7 kg.).

However, other studies did not find relevant changes in weight, although they did find improvements in body composition, such as a reduction in waist circumference (between 1 and 5 cm) and fat mass (between 1% and 6%). without noticeable weight loss. Likewise, a greater response to ω -3 FAs was highlighted in women, possibly due to hormonal factors, such as estrogen, that appear to promote weight loss, particularly in those with high levels of DHA. Given the lack of consistency in the results, it is necessary to conduct additional long-term studies with a greater representation of men and women, to obtain more precise conclusions.

Keywords: “anthropometric measurements”, “body composition”, “DHA”, “EPA”, “obesity” “omega 3”, “overweight”, “PUFA”

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Sobrepeso y obesidad

1.1.1. Definición y prevalencia

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como “una acumulación excesiva de grasa, que presenta un riesgo para la salud” (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). La Federación Mundial de la Obesidad la define como “un proceso de enfermedad crónico” (Bray et al., 2017). El Colegio Americano de Endocrinología la define como “una enfermedad crónica basada en la adiposidad” (Garvey., 2014).

La obesidad se ha convertido en uno de los mayores problemas de salud pública en todo el mundo, con tasas de prevalencia en constante aumento. La OMS elabora un informe donde refleja esta situación con datos del año 2016. En él, se refleja que 650 millones de personas adultas sufrían obesidad, es decir, el 13% de la población adulta. Otro dato que resalta la OMS es que desde el año 1975, la obesidad se ha triplicado en la población mundial (OMS, 2024)

Ante este panorama mundial, en España se ha constituido el Observatorio de la Nutrición y de Estudio de la Obesidad como “un sistema de información para conocer la situación nutricional y la obesidad de la población española”. El análisis que hace de los datos del año 2020 llega a estas conclusiones: el 55,6% de la población adulta residente en España presenta exceso de peso, de ellos, el 18,7% refiere obesidad. La prevalencia de la obesidad severa alcanza el 4,9% de la población adulta, aumentando ésta con la edad, excepto en el grupo de 70 - 80 años, donde disminuye ligeramente. No se han encontrado diferencias significativas en la prevalencia bruta de obesidad entre los participantes de nacionalidad española, y de otras nacionalidades. Estos datos confirman los obtenidos por la OMS, y ratifican que es un problema de salud en crecimiento (Luján del Castillo et al., 2023).

1.1.2. Clasificación y causas

La OMS clasifica la obesidad en base al Índice de Masa Corporal (IMC), que es una medida que relaciona la altura y el peso de una persona mediante la siguiente fórmula: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m}^2\text{)}$. Según el valor del IMC que tenga una persona, se clasifica el sobrepeso y la obesidad según se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de sobrepeso y obesidad según la OMS

IMC (kg / m²)	CLASIFICACIÓN
25 - 29,9	Sobrepeso
30 – 34,9	Obesidad tipo 1
35 – 39,9	Obesidad tipo 2
40 – 49,9	Obesidad tipo 3
≥50	Obesidad tipo 4

El IMC es un indicador de uso frecuente, pero con un efecto limitado, ya que no diferencia la masa grasa de la muscular. Por eso surge la necesidad de complementar la información que proporciona esta medida con otros parámetros, como determinadas medidas antropométricas (contorno de cintura, de cadera, pliegues cutáneos...), y medidas de composición corporal (bioimpedancia...). El contorno de cintura se considera como un buen indicador de la obesidad abdominal, y se establece que un contorno igual o superior a 120 cm en hombres, y 80 cm en mujeres se asocia a un aumento del riesgo de sufrir complicaciones cardiovasculares (Holmes et al., 2021).

Otro parámetro que también se utiliza es el Índice cintura cadera (ICC), calculado mediante la fórmula $ICC = \text{perímetro de cintura (cm)} / \text{perímetro de cadera (cm)}$. El ICC da una idea de la tendencia de una persona a acumular grasa a nivel abdominal, por eso tiene su utilidad como indicador de la obesidad central. Valores de ICC superiores a 1 en hombres y a 0,85 en mujeres indican un mayor riesgo de complicaciones metabólicas asociadas a esta patología. (Generales et al., 2012).

La obesidad es una patología que puede estar influenciada en su desarrollo por diversos factores: genéticos, hormonales, metabólicos, ambientales, y el estilo de vida. Se ha sugerido que en determinadas personas existe una carga genética que les hace ser más susceptibles a desarrollar esta enfermedad. El aumento creciente de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad, difícilmente se puede explicar únicamente con la influencia genética, sino que parece estar más relacionada con cambio en el estilo de vida: mayor ingesta energética y disminución de la actividad física. (Generales et al., 2012)

1.1.3. Consecuencias para la salud pública

La obesidad está considerada como una patología crónica y progresiva, que provoca muchas complicaciones en las personas que la sufren, como las sociales y emocionales, además de las que se producen sobre la salud física. El aumento de la adiposidad característica de la obesidad se establece como punto de partida en el desarrollo del marco clínico de esta patología.

La primera consecuencia que se produce es un incremento de la masa grasa, con el consiguiente aumento en el peso corporal, y en el IMC. Como consecuencia, las articulaciones pueden alterar su biomecánica, afectando a la movilidad y soporte del individuo. Patologías asociadas a la obesidad provocan una acelerada destrucción del cartílago articular, limitando la funcionalidad del segmento corporal afectado. Las articulaciones que soportan el peso corporal, y más sufren este efecto son: columna sacro-lumbar, caderas, rodillas y tobillos. También pueden aparecer complicaciones ortopédicas, ya que el excesivo peso puede provocar patología osteoarticular como el Genu Valgo, epifisiólisis de la cabeza femoral, tibia vara, pie plano, fracturas y dolores (Jemio et al., 2011).

Actualmente hay evidencia científica que confirma que la inflamación crónica de bajo grado del tejido adiposo está vinculada mecánicamente a enfermedades metabólicas y complicaciones en los tejidos orgánicos en el organismo con sobrepeso y obesidad. El tejido adiposo blanco es el principal depósito de almacenamiento de grasa y también sirve como el órgano endocrino más grande para secretar adipocinas y citocinas sistémicamente. (Kawai et al., 2021).

Las adipocinas están involucradas en varias cascadas de señalización metabólica y fisiológica y regulan la señalización de la insulina, la captación de glucosa, la oxidación de ácidos grasos y otros procesos metabólicos. Además, regulan la inflamación. El aumento de peso y la obesidad causan un cambio fenotípico del tejido adiposo blanco, que se caracteriza por la aparición de adipocitos inflamados y disfuncionales junto con la infiltración de células inmunes. Estos adipocitos inflamados secretan, local y sistémicamente, citocinas proinflamatorias, que a su vez alteran la función normal del propio tejido adiposo, así como la de órganos remotos, por tanto, desde este punto de vista, el tejido adiposo puede considerarse como un órgano inmunológico y secretor, y la obesidad una enfermedad inmunológica inflamatoria. (Kawai et al., 2021).

Otra de las consecuencias que se observan en de la obesidad es la resistencia a la insulina (RI). Es un defecto en la acción de la insulina, que genera una elevación de la concentración basal de la misma para mantener la glucemia dentro de un rango normal. No todos los tejidos presentan la misma sensibilidad a dicha resistencia, y su aparición suele preceder a situaciones patológicas como la diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), o el síndrome metabólico (SM).(Ruze et al., 2023).

Este proceso se produce cuando el tejido adiposo, ya aumentado, segrega adipoquinas (factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) e interleucina 6 (IL-6)) que interfieren en el receptor de la insulina, dificultando el transporte de la misma en la célula. Al mantenerse alto el nivel de glucemia, el páncreas, segrega más insulina para intentar normalizarlo. Cuando no se consigue, puede acabar derivándose en una DM2. (Ruze et al., 2023).

También se pueden presentar dislipemias, que son alteraciones en los niveles de ciertos lípidos en la sangre, como el colesterol transportado por las lipoproteínas de baja densidad (c-LDL), las lipoproteínas de muy baja densidad (c-VLDL) y los triglicéridos, acompañados de una disminución en los niveles de colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (c-HDL). Esta condición se ve frecuentemente asociada a la obesidad, ya que el exceso de grasa corporal puede contribuir al desequilibrio en el metabolismo de los lípidos. Estas variaciones pueden aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares si no se controlan adecuadamente. (Pi-Sunyer., 2002).

En un estado de obesidad, los adipocitos, ya aumentados en tamaño y número, aumentan los niveles de adipoquinas proinflamatorias y ácidos grasos libres (AGL), resultando un estado de inflamación, dislipidemia y acumulación de grasa ectópica. El exceso de c-LDL plasmático está involucrado en la cascada de la aterosclerosis, lo que sugiere que la dislipidemia es un factor de riesgo clave de las enfermedades cardiovasculares (ECV) (Pi-Sunyer et al., 2002).

Otra consecuencia es la hipertensión arterial (HTA), que se produce cuando la presión de la sangre sobre los vasos sanguíneos es demasiado alta, superando los niveles establecidos como normales (140/90 mmHg). Se ha podido observar una relación directamente proporcional entre la HTA y el aumento del IMC. Pacientes con IMC superior a 40kg/m², presentan un aumento de la grasa perirrenal, y ésta comprime la médula renal, tensionando el tejido renal, disminuyendo el flujo en el asa de Henle, favoreciendo la hipertensión. Además, se ha señalado que la insulina juega un papel fundamental en la retención de sodio y en la actividad simpática, lo que favorece el desarrollo de esta patología asociada. (García et al., 2017).

Otra posible consecuencia de la obesidad es la enfermedad de hígado graso no alcohólico (EHGNA) o esteatosis hepática, una patología en la que se produce una acumulación excesiva de grasa en el hígado en ausencia de un consumo excesivo de alcohol, de otras patologías como la hepatitis viral crónica, o el uso de ciertos tratamientos farmacológicos. En la EHGNA, también se observa asociada una inflamación y un daño en las células hepáticas, que pueden evolucionar hasta el desarrollo de fibrosis o cicatrización del hígado, o evolucionar a cirrosis y/o cáncer. En este sentido, el estado de inflamación crónica al que está sometido el tejido adiposo en la obesidad permite establecer un nexo de unión entre las alteraciones metabólicas que conducen al acúmulo de TG, a la inflamación hepática, y refuerza la lipootoxicidad hepatocelular de esta enfermedad. Se considera que la obesidad, y las alteraciones que produce, favorecen la progresión de la enfermedad hepática. (Lazarus, 2021).

La obesidad también es un factor de riesgo para el desarrollo de colelitiasis (formación de cálculos en el interior de la vesícula biliar), ya que el exceso de colesterol y bilirrubina en la bilis, unido al descenso de la respuesta contráctil del músculo liso vesicular a la hormona colecistoquinina, favorecen la precipitación de cristales en la bilis, lo que puede conducir a la formación de cálculos biliares. Se estima que la población obesa mórbida, tiene una incidencia anual de colelitiasis del 2% (Andrés-Imaz et al., 2021).

Otra consecuencia observada en pacientes obesos es la alteración de la respiración durante el sueño. Estas alteraciones varían desde roncopatías (apnea obstructiva del sueño, SAOS) hasta hipoventilación alveolar, o una combinación de ambos. El indicador antropométrico que se asocia con la gravedad de la apnea es la circunferencia del cuello, al disminuir la respuesta ventilatoria del cuello. Una circunferencia de 47 cm. o mayor, se correlaciona con un mayor riesgo de alteraciones respiratorias durante el sueño, presentando un índice de eventos respiratorios por hora superiores o iguales a 65, saturaciones de oxígeno en sangre inferior al 65%, y mayor frecuencia de arritmias cardíacas. (Valencia-Flores et al., 2001).

La cronicidad de la apnea de sueño (10 o más años) acompañada de episodios repetidos de hipoxia e hipercapnia puede dar lugar a disminución en la respuesta ventilatoria, y esta alteración en los gases puede asociarse con hipertensión pulmonar. La medida terapéutica de mayor éxito es la que se dirige a la reducción del peso corporal, para disminuir la apnea obstructiva del sueño y aumentar el impulso ventilatorio. (Valencia-Flores et al., 2001).

La apnea no es la única consecuencia respiratoria que puede producir la obesidad, ya que cada vez hay más evidencia de que el asma, en personas obesas, está aumentando su prevalencia. La obesidad, a través de mecanismos inflamatorios y/o cambios en el estilo de vida, puede desencadenar los síntomas asmáticos en personas genéticamente susceptibles. La interacción dieta-genes puede causar alteraciones en los patrones de crecimiento corporal (originar obesidad) y/o alterar el tono de la vía aérea (originar asma), pudiendo interaccionar ambas (Castro - Rodríguez, 2007).

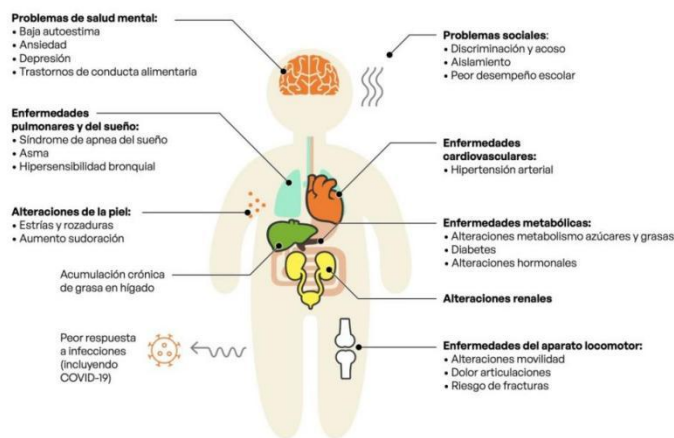
La obesidad tiene también efectos psicológicos que pueden favorecer el desarrollo de enfermedades psiquiátricas, como baja autoestima, fobia, personalidad antisocial, estrés, ansiedad o depresión. Estas alteraciones mentales pueden desempeñar un papel importante en la identificación de los factores etiopatológicos que desarrollan la obesidad. Por eso, establecer relaciones entre la obesidad y la patología psiquiátrica, es un objetivo crucial en la práctica clínica habitual, ya que tiene implicaciones significativas para el tratamiento integral de los pacientes y, a su vez, impacta en la salud pública (Baile et al., 2011).

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) son otra de las consecuencias que se pueden encontrar en personas con obesidad y/o sobrepeso. Estos trastornos son un conjunto de alteraciones graves relacionadas con la ingesta de comida cuyo origen se encuentra en múltiples factores. Es un problema de salud mental en el que la percepción que tiene el individuo de su posición en la sociedad se basa de modo casi exclusivo, en el peso y la forma de su cuerpo originando una conducta anómala en el modo de alimentarse, y en el control del peso, impactando en la salud física, psicológica y social. Estos trastornos son: anorexia nerviosa, bulimia nerviosa, y trastornos de alimentación no especificados (TANE) (Errandonea et al., 2012).

El desarrollo del cáncer es otro de los efectos de la obesidad. Los tumores se generan por la inflamación crónica producida en el tejido adiposo, La hiperadiposidad no controlada conduce a trastornos metabólicos, producción alterada de hormonas esteroides e inflamación subclínica crónica, que producen una perturbación en el microambiente. Datos epidemiológicos establecen una asociación entre ésta y el desarrollo y progresión de diferentes tipos de cánceres (del tubo digestivo, pulmón, vejiga)(Iyengar et al., 2016).

Caracterizar con precisión el estado de obesidad e identificar a los pacientes con mayor riesgo de desarrollar y progresar el cáncer probablemente requerirá evaluaciones más precisas que el índice de masa corporal por sí solo. Los biomarcadores de la inflamación del tejido adiposo ayudarían a identificar poblaciones de alto riesgo. Además, la inflamación adiposa es un proceso reversible y representa un nuevo objetivo terapéutico que justifica un estudio más profundo para romper el vínculo entre la obesidad y el cáncer (Iyengar et al., 2016). La obesidad es una enfermedad crónica asociada a muchas otras patologías. En la Fig. 1 se muestran las patologías asociadas, y los factores de riesgo asociados a la obesidad.

Figura 1. Factores de riesgo y consecuencias de la obesidad. Fuente: Larena et al (2022).



Fuente: Adaptado de Ebbeling et al. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. 2002.

1.1.4 Intervenciones comunes para tratar el sobrepeso y la obesidad

✧ Ejercicio

El sedentarismo provoca el doble de muertes que la obesidad y el riesgo asociado a la inactividad es comparable, o mayor, que el de los factores de riesgo cardiovasculares tradicionales. La OMS considera que la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de mortalidad, vinculada a un 6 % de los fallecimientos a nivel global (OMS, 2024).

La actividad física como todo movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiere consumir energía. El ejercicio físico se define como la actividad física planificada, estructurada y repetida, cuyo objetivo es adquirir, mantener o mejorar la condición física, por tanto conlleva un entrenamiento estructurado para conseguir unos resultados. Una actividad física como caminar, se convierte en ejercicio físico al programar su intensidad, duración y frecuencia. Los beneficios de la actividad física sobre la salud se observan en el peso y en aparato locomotor, así como en la disminución de la grasa abdominal y el aumento de los niveles de vitamina D, densidad ósea y masa muscular (Escalante, 2011).

La práctica del ejercicio físico presenta otros efectos beneficiosos en diversos factores o patologías asociadas a la obesidad como: ayuda en el control de la HTA, mejora la RI, el control de la DM2, disminuyendo su incidencia. También mejora la EHGNA, y estabiliza los valores del perfil lipídico (c-LDL, c-VLDL, TG y c-HDL) y algunos marcadores inflamatorios. Esos beneficios se vinculan a la cantidad de peso perdido. A nivel psicológico, la práctica de ejercicio físico mejora la autoestima, y los niveles de estrés, depresión y ansiedad (Burgos et al., 2017).

El ejercicio físico tiene efectos a nivel funcional, metabólico, muscular y cardiovascular. Podrían favorecer principalmente cambios en la composición corporal del paciente. Sin embargo, la evidencia científica nos muestra un bajo rango de efectividad de todos los modelos de ejercicio físico ($\leq 20\%$) en la pérdida de peso corporal total cuando esta modalidad terapéutica es aplicada de manera aislada. Cuando el objetivo del ejercicio físico es la reducción del peso y la grasa corporal, la dieta o restricción calórica de los alimentos deben incluir uno varios modelos de ejercicio físico como terapia integral para maximizar las posibilidades del tratamiento (Burgos et al., 2017).

El ejercicio se puede clasificar como aeróbico o anaeróbico. En el ejercicio aeróbico, también llamado ejercicio de resistencia o ejercicio cardiovascular, los grandes músculos del cuerpo se mueven de una manera rítmica durante un largo período de tiempo. El ejercicio anaeróbico, también llamado estático, reúne aquellos ejercicios que requieren más esfuerzo, son de alta intensidad, y se llevan a cabo en series de corto tiempo (Burgos et al., 2017).

Las personas deben adoptar hábitos de por vida pues las medidas temporales pueden lograr una pérdida de peso rápida pero transitoria. Además, el ejercicio por sí solo como única herramienta para perder peso, no muestra un claro beneficio y por eso debe ir acompañado de una intervención dietética (Burgos et al., 2017).

Los tipos de ejercicio deben ser seleccionadas de forma racional, efectiva y eficiente tomando en consideración variables interindividuales, de tolerancia y de adhesión al tratamiento, siendo esta última pilar fundamental en el logro de objetivos a largo plazo en pacientes con sobrepeso u obesidad (Burgos et al., 2017).

La mortalidad de las personas obesas por episodios cardiovasculares disminuye con la realización de 2,5-5 h/semana de ejercicio aeróbico de intensidad moderada; 1-1,5 h/semana de ejercicio aeróbico vigoroso; o una combinación equivalente de ambos ejercicios. A mayor duración de la actividad física o ejercicio físico, mayores son los beneficios obtenidos (Burgos et al., 2017).

✧ Tratamiento farmacológico

El tratamiento farmacológico está indicado en pacientes que presentan un IMC > 30 kg/m², o alguna patología asociada como DM2, dislipemias, HTA, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular, enfermedad respiratoria, cáncer de endometrio, mama, próstata, colon. La OMS y la *American Association of Clinical Endocrinology (AACE)*, permiten su uso también en pacientes con IMC inferiores, IMC > 25 kg/m² según la OMS, e IMC > 27 kg/m² según la AACE. Nunca debe utilizarse como sustituto de un estilo de vida que modifique malos hábitos dietético ni sedentarismo, sino que refuerza los mismos. Los fármacos pueden actuar por diferentes mecanismos de acción (Navarro-Falcón et al., 2023):

- Anorexígenos: Estos fármacos son inhibidores del apetito, y ayudan a reducir la ingesta calórica. El más recetados es la fentermina.
- Agonistas del receptor GLP-1: aumentan la sensación de saciedad al actuar imitando el efecto del péptido similar al glucagón-1 (GLP-1) que controla el apetito. De esta manera, facilita la pérdida de peso ayudando a reducir la ingesta de alimentos. Un ejemplo es la Semaglutida (Ozempic®)
- Inhibidores de la absorción de grasa a nivel intestinal: impiden la absorción de grasas por unión selectiva al lugar activo de las lipasas gástricas y pancreáticas, con escaso o nulo efecto sobre el resto de las enzimas digestivas. Ejemplo: orlistat.
- Regulación hormonal del comportamiento alimentario: Las hormonas del intestino interactúan con las del cerebro, y su regulación es un proceso complicado y delicado. Estas hormonas actúan de forma sinérgica o contrarreguladora para proteger las reservas de grasa y mantener el peso corporal lo más estable posible". Un ejemplo es la semaglutida.

La terapia farmacológica en la obesidad debe ser considerada conjuntamente con otras medidas no farmacológicas, como la dieta y el ejercicio físico. Muchos de los pacientes que pierden peso, vuelven a recuperarlo cuando la administración del fármaco se suspende. Por este motivo, la obesidad requiere tratarla a largo plazo, y probablemente, con terapias combinadas (Navarro-Falcón et al., 2020).

✧ Dieta

La relación entre la dieta y la obesidad es clave, ya que los hábitos alimentarios influyen directamente en el desarrollo y mantenimiento de esta condición. El consumo frecuente de alimentos altos en calorías, grasas saturadas y azúcares, combinado con una ingesta insuficiente de frutas, verduras, cereales integrales y fibra, provoca un desequilibrio energético en el que las calorías ingeridas superan a las que el cuerpo quema, lo que lleva a la acumulación de grasa. No solo la cantidad de alimentos influye en el peso, sino también la calidad de los mismos, ya que dietas pobres en nutrientes pueden incrementar el riesgo de enfermedades asociadas como la DM2 y problemas cardiovasculares. Además, la ingesta de alimentos ultraprocesados y ricos en azúcares y grasas trans promueve el aumento de peso, afectando las señales de saciedad y provocando un consumo excesivo de comida. Hábitos alimentarios inadecuados, como comer en grandes cantidades en una sola ocasión o el consumo constante entre comidas, también contribuyen al problema (Jiménez et al., 2020).

Las grasas juegan un papel importante en esta relación dieta-obesidad. En sentido, es necesario destacar que no todas las grasas son iguales. El consumo excesivo de grasas saturadas y trans, como se ha comentado anteriormente, contribuye al aumento de peso y por tanto al desarrollo de obesidad. Estas grasas tienden a ser más difíciles de metabolizar y promueven la acumulación de tejido adiposo (Jimenez et al., 2020).

Por otro lado, las grasas insaturadas, que incluyen las monoinsaturadas y poliinsaturadas, como las que se encuentran en los aceites vegetales, los frutos secos, el aguacate y los pescados, pueden tener un efecto positivo en la salud. Estas grasas insaturadas ayudan a mejorar los niveles de colesterol y juegan un papel en la regulación del apetito, lo que puede ayudar a prevenir el aumento de peso. Dentro de las grasas poliinsaturadas, los ácidos grasos omega-3 (AG ω -3), destacan por sus efectos antiinflamatorios y su capacidad para mejorar la salud cardiovascular. A continuación, en el siguiente apartado se detalla la importancia de los AG ω -3, sus fuentes alimentarias y su posible impacto en la prevención y manejo de la obesidad (Jimenez et al., 2020).

1.2 Ácidos grasos omega 3 (AG ω -3)

1.2.1. Definición y tipos

Los AG son compuestos orgánicos formados por una larga cadena de carbonos, unida a un grupo carboxílico (COOH). Pueden presentar dobles enlaces en su estructura, clasificándose en AG saturados, cuando no los tienen, y AG insaturados, cuando presentan alguno de ellos. Los AG poliinsaturados que participan en múltiples procesos fisiológicos, tiene una función estructural en los fosfolípidos de membrana celular, y son sustratos para la síntesis de diversos mediadores fisiológicos, entre otros (Herrera et al., 2006).

Los AG ω -3 son ácidos grasos poliinsaturados formados por cadenas de, generalmente, 18 a 22 carbonos, y presentan insaturaciones en su estructura. La nomenclatura " ω " hace referencia como carbono principal al átomo de carbono del grupo metilo terminal del ácido graso. (Herrera et al., 2006).

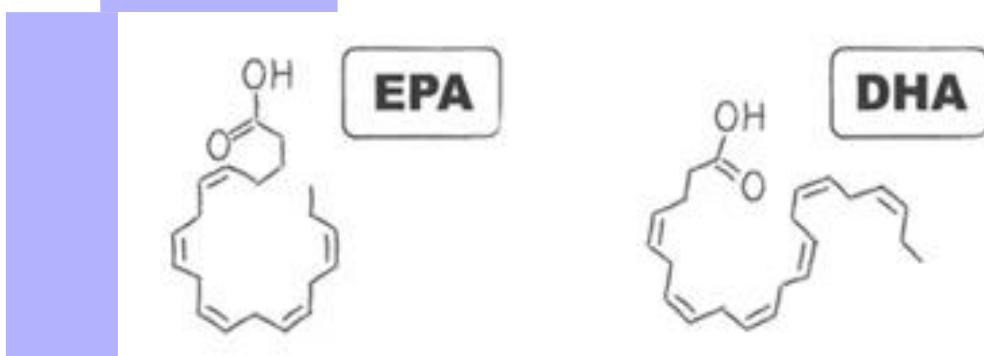
Los AG que forman parte de esta familia son:

- Ácido α -linolénico (ALA; 18:3 ω -3)
- Ácido estearidónico (SDA; 18:4 ω -3)
- Ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5 ω -3)
- Ácido docosapentaenoico (DPA; 22:5 ω -3)
- Ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6 ω -3).

Los AG ω -3 más estudiados, y en los que se centra esta revisión son: el ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5 ω -3) y el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6 ω -3). El ALA es un ácido graso esencial, es decir, el organismo no lo produce; por lo tanto, hay que obtenerlo a partir de los alimentos de la dieta. También actúa como precursor del EPA y DHA, pero en cantidades muy pequeñas, insuficiente para cubrir las propias necesidades del organismo. Por este motivo se hace necesario asegurar una ingesta adecuada de EPA y DHA, para cubrirlas, a través de los alimentos o suplementos dietéticos. Este trabajo se centra en los AG ω -3 EPA y DHA. En la Figura 2 se muestra la estructura de estas dos moléculas (Herrera et al., 2006).

Figura 2. Estructura química del ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA).

Fuente: Puromega.com



✧ Ácido eicosapentaenoico (EPA)

El EPA está formado por una cadena de 20 carbonos, y cinco dobles enlaces a partir del tercer carbono (20:5, ω -3). Es un AG poliinsaturado, precursor de algunos eicosanoides (derivados con veinte átomos de carbono) como la prostaglandina 3, tromboxano 3 y leucotrieno 5 (Palacios et al., 2014).

✧ Ácido docosahexaenoico (DHA)

El DHA está formado por una cadena de 22 carbonos y 6 dobles enlaces a partir del tercer carbono (22:6, ω -3). En el organismo es sustrato para la formación de prostaglandinas 3, ayuda a normalizar los niveles de colesterol en sangre, es importante para la formación del sistema nervioso, y tiene un efecto regulador de la respuesta inflamatoria, entre otras funciones (Palacios et al., 2014).

1.2.2 Fuentes dietéticas y recomendaciones

Las principales fuentes dietéticas tanto de EPA como el DHA son los pescados ricos en grasas (salmón, sardinas, jurel, arenques, sardinas, salmón, jurel, verdel) o aceites de pescado (aceite de hígado de bacalao) (Swanson et al., 2012).

Hay fuentes más concretas para obtener EPA, como es la leche materna (en el caso de lactantes) o microalgas (que ya se están desarrollando como fuentes comerciales). Aunque no es frecuente la presencia de EPA en plantas superiores, si se han encontrado ciertas cantidades en plantas como verdolaga (*Portulaca oleracea*) (Swanson et al. 2012).

El DHA se puede obtener de algas unicelulares como la *Cryptocodinium cohnii*, siendo una opción dietética apta para vegetarianos y veganos y que además ya está comercializada (Carrero et al., 2005).

Las recomendaciones dietéticas para el consumo de EPA y DHA varían en función de la organización que las emitan. La OMS recomienda un consumo entre 250 - 2000 mg/día de EPA y DHA (OMS, 2024). En términos generales, las recomendaciones internacionales aconsejan la ingesta de al menos 500 mg/día de EPA y DHA a través de la dieta, ya sea incorporando dos raciones de pescado azul a la semana, consumiendo alimentos enriquecidos o utilizando suplementos nutricionales. (Carrero et al., 2006). Sin embargo, la población suele tener dificultades para alcanzar estos niveles de consumo. En España, por ejemplo, la ingesta de EPA y DHA es inferior a 200 mg/día (Carrero et al., 2005). La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, ha establecido que hasta 5 g diarios de AG ω -3 se considera una dosis segura. (Carrero et al., 2005).

La ingesta recomendada de AG ω -3 establecida por la Fundación española de la nutrición, para adultos con una actividad física moderada, está entre 3,3 – 6,6 g/día para hombres y entre 2,6 – 5,1 g/día, para mujeres no gestantes. La Fundación Española del Corazón recomienda un consumo diario de 250 mg/día de AG ω -3 para mantener una buena salud cardiovascular (Llano et al., 2022).

1.2.3. Beneficios comprobados de la suplementación con AG ω -3

La suplementación con AG ω -3, especialmente EPA y DHA, ha demostrado múltiples beneficios para la salud. Algunos de los efectos positivos más importantes incluyen:

- Desarrollo fetal

Se ha observado que la ingesta de AG ω -3 en el embarazo aumenta el peso del recién nacido en el momento del nacimiento, porque aumenta el tiempo de gestación. Los mecanismos que pueden explicar este hecho son: el retraso del tiempo en el inicio del parto como consecuencia de una disminución de las concentraciones de prostaglandinas, y el aumento del crecimiento fetal como consecuencia del aumento del flujo sanguíneo placentario provocado por el descenso de la relación tromboxano/prostaciclina (López-Torres et al., 2007).

Además, los AG ω -3 juegan un papel importante como mediadores bioquímicos en la fisiología del parto, favoreciendo las contracciones uterinas, la maduración cervical y la ruptura de la bolsa amniótica. Previo al inicio del parto, se detecta una elevación de los AG ω -6 y sus derivados eicosanoides en la circulación materna, con un descenso de sus concentraciones plasmáticas tras su finalización. Se ha observado que mujeres con antecedentes de partos prematuros presentan concentraciones superiores de AG ω -6 y sus derivados eicosanoides en relación con los AG ω -3. Sin embargo, tras la suplementación con AG ω -3, estas mujeres presentaron un incremento en la duración de la gestación (López-Torres et al., 2007).

- Hipertensión arterial

La prevalencia de la hipertensión en el embarazo es una de las causas más frecuentes de crecimiento intrauterino retardado. El mecanismo fisiopatológico de la hipertensión se atribuye a una disfunción endotelial con un aumento de la sensibilidad a los agentes vasopresores. La vasoconstricción mantenida, mediada por el tromboxano A2 (un derivado del AG ω -6) presente en el plasma y tejido placentario de la gestante con preeclampsia, podría justificar esta hipótesis. En este contexto, la suplementación con AG ω -3 podría corregir el desequilibrio entre prostaciclina y tromboxano, reducir la viscosidad sanguínea y los efectos vasopresores y, en definitiva, ayudar a prevenir la aparición de hipertensión durante el embarazo (López-Torres et al., 2007).

- Cerebro y sistema nervioso

El cerebro tiene en su composición distintos ácidos grasos, de ellos, el DHA es el más importante, mientras que el EPA está presente en una menor cantidad. Investigaciones recientes apuntan al beneficio del EPA y DHA en enfermedades del sistema nervioso central, ya que pueden modular el perfil de ácidos grasos del cerebro e incorporarse a las membranas celulares neuronales. Hay evidencia de que el DHA modula aspectos críticos de la función cerebral, así como efectos beneficiosos del DHA o el EPA en trastornos del estado de ánimo, en enfermedades de Parkinson y Alzheimer (Luchtman et al., 2013). En un experimento donde se determinó cómo los ácidos grasos entran en el cerebro, se descubrió que tanto el EPA como el DHA lo hacen a velocidades similares, cruzando la barrera hematoencefálica por difusión simple (Ouellet et al., 2009).

El DHA es fundamental para el crecimiento y desarrollo del cerebro, especialmente durante el embarazo y la infancia, al contribuir a la formación de las neuronas y las conexiones sinápticas. En la edad adulta el DHA sigue siendo importante para mantener la estructura y función de las neuronas. (Dyall et al., 2015).

- Efecto antiinflamatorio

Los ácidos grasos omega-3, particularmente el EPA y el DHA, han demostrado tener importantes propiedades antiinflamatorias (Vignesh et al., 2024). Estos ácidos grasos actúan inhibiendo la producción de moléculas proinflamatorias, regulando la expresión de genes relacionados con la inflamación, disminuyendo la formación de eicosanoides proinflamatorios. Además, aumentan la actividad de las enzimas antioxidantes, que contribuye a reducir los radicales libres, responsables del daño celular y de la inflamación crónica (Vignesh et al., 2024).

Estas propiedades antiinflamatorias son especialmente relevantes en el contexto de enfermedades crónicas como la artritis y la diabetes tipo 2, donde los AG ω -3 pueden ayudar a aliviar los síntomas y mejorar la calidad de vida. También juegan un papel clave en la salud cardiovascular, ya que la inflamación crónica es un factor de riesgo en el desarrollo de enfermedades del corazón. Además, el consumo regular de alimentos ricos en omega-3 se ha asociado con una menor incidencia de trastornos cardiovasculares, como la hipertensión y la enfermedad coronaria. (Vignesh et al., 2024).

- Efecto cardiovascular

Los AG ω -3 inhiben el avance de las lesiones ateroscleróticas al intervenir en la expresión de moléculas de adhesión, la migración de monocitos y macrófagos, y la proliferación de células musculares lisas vasculares. Además, los AG ω -3 de cadena larga están implicados en la estabilidad de la placa aterosclerótica y en la prevención de la formación de trombos plaquetarios, lo que podría generar beneficios tanto cardiovasculares como metabólicos.

Además, se ha informado que los AG ω -3 contribuyen a reducir los niveles de TG en la sangre y tienen un impacto positivo en la inflamación y la función de las células endoteliales vasculares. (Calder et al., 2010).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar el efecto de la suplementación dietética con AG ω -3, específicamente EPA y/o DHA, en la reducción de peso, medidas antropométricas y composición corporal en adultos con sobrepeso u obesidad.

Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los estudios que examinan la intervención de suplementación con EPA y/o DHA en adultos con sobrepeso u obesidad, comparando los efectos entre diferentes grupos.
- Evaluar los resultados obtenidos en términos de peso corporal, IMC, medidas antropométricas y composición corporal tras la suplementación con EPA y/o DHA.

3. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este trabajo se ha realizado una búsqueda bibliográfica mediante el método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*), que

establece una guía por medio de unos puntos o ítems, de modo que los autores de revisiones sistemáticas puedan documentar de un modo transparente el motivo de la revisión, qué pasos siguieron, y los resultados obtenidos. El método PRISMA 2020 (Page et al., 2021) sustituye al del 2009 (Moher et al., 2009), modificando las pautas a seguir para la presentación de las publicaciones que incluyen los avances en los métodos para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar estudios.

3.1. Criterios de elegibilidad

Para establecer los criterios de elegibilidad se ha utilizado el modelo PICO, acrónimo que significa:

P: *Population* (población)

I: *Intervention* (intervención)

C: *Comparison* (comparación)

O: *Outcome* (resultados)

En concreto, en esta revisión, aplicando el modelo PICO, se circunscribe de este modo:

P: Como población de estudio se engloban todos aquellos sujetos adultos (edad superior a 18 años) que presenten sobrepeso u obesidad.

I: se examina el efecto de la suplementación dietética con EPA y/o DHA

C: se incluyen estudios que evalúan los efectos de la suplementación con EPA y/o DHA en sujetos con sobrepeso y/o obesidad, así como estudios que determinen el diferente efecto de esta intervención en sujetos con sobrepeso, obesidad.

O: Los resultados valoran variaciones en medidas de peso, medidas antropométricas y composición corporal.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen los siguientes criterios de inclusión:

- Sujetos con sobrepeso (IMC igual o superior a 25) u obesidad (IMC igual o superior a 30), que no tengan otra patología asociada, mayores de 18 años
- Se incluirán estudios donde se realicen intervenciones de suplementación de EPA y/o DHA, que comparen el resultado obtenido en el mismo grupo de estudio o sobre un grupo control.
- Estudios que determinen el efecto de la suplementación en parámetros como el peso, IMC, medidas antropométricas y/o de composición corporal.

Los criterios de exclusión que se consideran son:

- Estudios en los que los sujetos presenten un IMC inferior a 25 kg/m²
- Estudios en los que no se establezca la cantidad específica suplementada de EPA y/o DHA.
- Estudios que no evalúen variaciones de peso, medidas antropométricas, y/o de composición corporal.
- Estudios realizados en animales o estudios *in vitro*.
- Estudios de revisión o metaanálisis.

3.2 Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas han sido las bases de datos Pubmed y Scopus, donde se han encontrado las publicaciones necesarias para realizar esta revisión. La búsqueda bibliográfica se comenzó a realizar el 25 de febrero de 2024 en las bases anteriormente citados, y actualizada el 15 de julio de 2024.

3.3 Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda en Scopus se realizó de la siguiente manera:

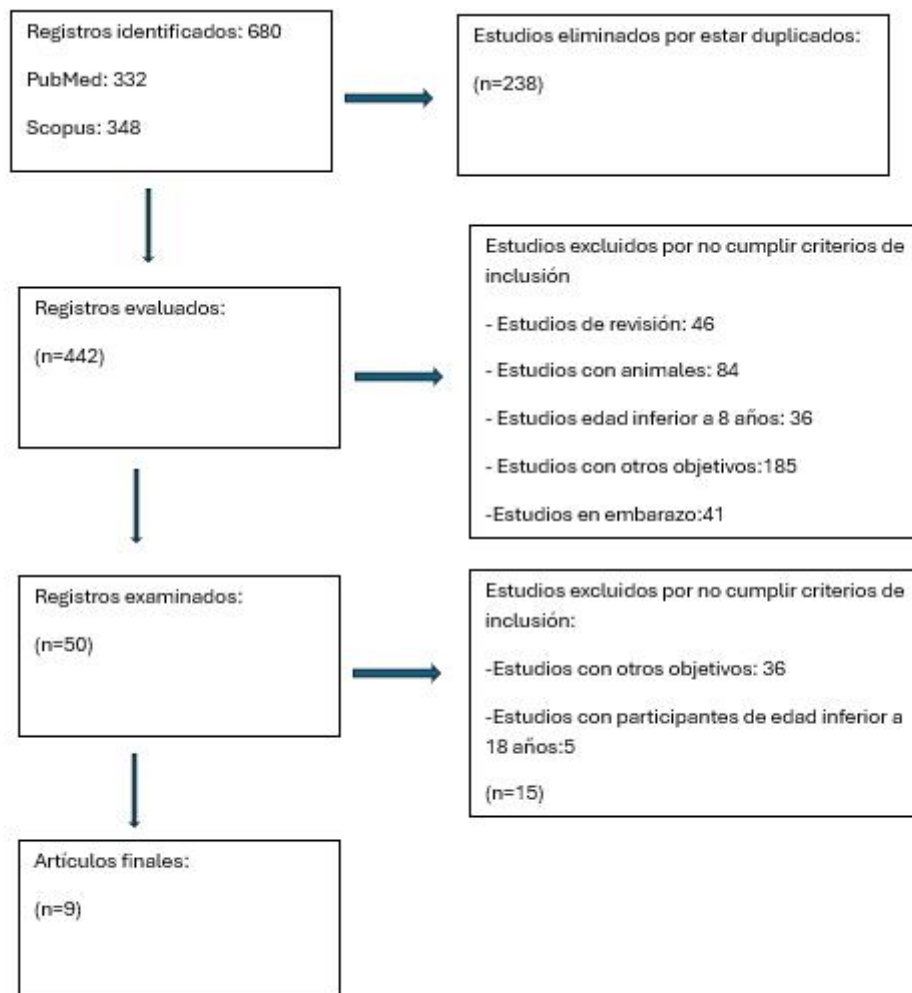
- Se utilizó la función “*search within*” para buscar en los títulos de los artículos, resúmenes y palabras clave
- Como palabras clave se utilizaron “EPA”, “DHA”, “PUFA”, “OMEGA 3”, “obesity”, “obese”, “anthropometric measurements”, “body composition” así como sus posibles sinónimos.
- Como operadores booleanos se utilizaron *OR*, *AND*.

La estrategia realizada en Pubmed se realizó utilizando la En concreto, la combinación de estas palabras claves utilizadas en la búsqueda, con los operadores booleanos es la siguiente: (EPA OR DHA OR PUFA OR “OMEGA 3”) AND (obesity OR obese OR overweight) AND (body composition OR anthropometric measurements) AND Clinical trial.

La estrategia realizada en Pubmed se realizó utilizando la fórmula avanzada de búsqueda, y se añadieron los términos de búsqueda en el cuadro correspondiente a “*All fields*”. Las palabras clave, y los operadores booleanos fueron las mismas que las especificadas anteriormente para la búsqueda de Scopus. En ambas bases de datos se aplicó el filtro de la limitación de tiempo a los últimos 15 años.

4. RESULTADOS

Figura 3. Diagrama de flujo para la selección de artículos



En la Figura 3 queda reflejado el proceso realizado para la selección de los artículos incluidos en la revisión. Tras la búsqueda en las bases de datos con las palabras clave anteriormente especificadas, se obtienen un total de 680 artículos.

De estos, se excluyen 238 artículos por estar duplicados en ambas bases de datos. Se leen el título y el resumen de las 442 publicaciones restantes. Se descartan aquellos trabajos que no cumplen con los criterios de inclusión de la presente revisión. En este caso, se eliminan 46 artículos por ser estudios de revisión o metaanálisis, 84 por ser estudios con animales, 36 por ser en pacientes con edad inferior a 18 años y 185 por ser estudios con otros objetivos, y 41 por ser artículos de mujeres embarazadas. De esta manera se descartan un total de 50 artículos.

De las 50 publicaciones restantes, tras realizar una lectura completa, se eliminan 41 artículos por no cumplir los criterios de inclusión, 36 por medir variables diferentes a las del objetivo de estudio, y 6 por ser en sujetos con una edad inferior a 18 años. Por tanto, para la presente revisión se incluyen un total de 9 artículos. En la tabla 2 se recogen los principales resultados obtenidos.

Tabla 2. Características de los estudios.

AUTOR	ESTUDIO	PARTICIPANTES Y DURACIÓN	GRUPOS DE INTERVENCIÓN	CANTIDAD
DeFina et al. (2011)	E.C.A.P.	81 adultos IMC: 26-40kg/m ² 24 semanas	P (aceite maíz y soja (1:1)) AG ω-3 (5:1) Los dos grupos: EjA + EjF	P: no especificado AG: 1,2g / dosis Ej. A: 150 min / semana Ej.F: 40-60 min / sem
Irene A Munro Eet al. (2013)	E.C.A.2C.GP	40 mujeres 18-60 años IMC: 30-40 Kg/m ² 4 semanas	G1: P + VLED G2: AG ω-3 + VLED	P: 1g/día AG ω-3: 1,62 g DHA y 0,42g EPA/día
Harden et al. (2014)	E.C.A.2C.GP	40 mujeres 23-60 años IMC: 25-39.9 kg/m ²	P: aceite oleico al 45% AG ω-3 al 45%	DHA: 2,8 g / día
Huerta, AE et al. (2015)	E.C.A.2C.GP	77 mujeres 20 y 50 años IMC: 27,5-40 Kg/m ² 10 semanas	G1: P1 + P2: G2: EPA + P1 G3: AL + P1 G4: EPA + AL <u>Todos: reducción de peso</u>	EPA: 1,3 g/d AL: 0,3 g/d
Seyed Ali, et al. (2016)	E.C.A.2C.GP	45 mujeres IMC≥25 kg/m ² 12 semanas	G1: AG ω-3 G2: P	EPA: 0,18 g/d DHA: 0,12 g/d 20 min Ej modrada / día
S Haghavan et al. (2016)	E.A. 2C. GP	44 mujeres 20-45 años. IMC: 25-29.9kg/m ² 8 semanas	G1: AG ω-3 + EjA + dieta hipocalórica G2: P + EjA + dieta hipocalórica.	AG ω-3: 600mg EPA +300 mg DHA/ día
Sedláček et al. (2018)	E.A.GP	34 mujeres 20-60 años IMC: 25-29,9 kg/m ² 12 semanas	G1: P (aceite de maíz) G2: P + LSM G3: AG ω-3 + LSM	P: 1.5 g / día EPA+DHA: 0,6g/d
Félix-Soriano, et al. (2021)	E.C.A.2C GP.	124 mujeres 55-70 años IMC: 27,5-35 kg/m ² 16 semanas.	G1: P (aceite de oliva) G2: aceite de pescado G3: Placebo + RT G4: aceite de pescado + RT	G1: 6 caps 0,5g. / día. G2: 1,65g. DHA + 0,15g. EPA / día. G3: 6 caps 0,5g / día + RT: 2 sesiones /semana G4: 1,65 g DHA + 0,15g. EPA / día + RT: 2 sesiones/semana
Salman et al. (2022)	EC.A	40 adultos IMC: 27 y 35 kg/m ² 12 semanas	G1 P + pérdida de peso G2: ω-3 + pérdida de peso	G1 G2 ω-3: 102 mg /día 580 mg. EPA + 390 mg DHA + 50 mg. Otros.

2C: doble ciego, A: aleatorizado, AG ω-3: Ácidos grasos omega 3, C: Cruzado, CC: Contorno de cintura, ICC: Índice cintura-cadera, E: Estudio, Ej: Ejercicio, Ej A: ejercicio aeróbico, Ej F: ejercicio de fuerza, FCI: Inventario de antojos de alimentos, IMC: Índice de masa corporal, G1: Grupo 1, G2: Grupo 2, G3: Grupo 3, G4: Grupo 4, GP: Grupos paralelos, P: placebo, POMS: *Profile of Mood States*, .TMB: Tasa metabólica basal, VLED: dieta muy baja en calorías

En un ensayo clínico (DeFina et al., 2011) se evaluó si una suplementación con EPA y DHA (en una proporción 5:1) junto con una intervención dietética y ejercicio físico durante 24 semanas, podrían ejercer algún efecto sobre la pérdida de peso en sujetos con sobrepeso y obesidad. Para ello, 81 participantes (hombres y mujeres sedentarios) fueron aleatorizados en dos grupos de intervención. El grupo placebo consumió 5 cápsulas de placebo al día que consistían en aceite de soja y de maíz en una proporción 1:1. (sin especificar la dosis exacta de placebo). El grupo experimental consumió también 5 cápsulas al día, pero en este caso, de concentrado de aceite de pescado, que proporcionaban 3g / día. Tanto las cápsulas placebo como las cápsulas con AG ω -3 eran idénticas en color, forma y sabor, además de ser isocalóricas.

El modo de administración de las cápsulas también fue idéntico en ambos grupos: los participantes debían ingerir 2 cápsulas con la primera comida y 3 cápsulas con la segunda comida, ambas a su elección. Ambos grupos recibieron asesoramiento nutricional y se aplicó una intervención dietética para cuantificar el consumo de calorías. Se recomendó a los participantes que mantuvieran su consumo habitual de pescado y mariscos durante toda la duración del estudio. Además, se les instruyó para practicar ejercicio aeróbico durante 150 minutos por semana y ejercicios de fortalecimiento al menos dos veces por semana durante 20 a 30 minutos. Todos los participantes completaron un registro alimentario de 3 días al inicio y al final de la intervención con el objetivo de determinar su consumo calórico diario.

Los participantes completaron el Inventario de Antojos de Alimentos (FCI), que mide los antojos de dulces, alimentos ricos en grasas, carbohidratos/almidones y grasas de comida rápida, y el Perfil de Estados de Ánimo (POMS), que mide el malestar psicológico, al principio y al final del estudio. En la tabla 3 se recogen los resultados antropométricos. Se miden las variaciones medias de los parámetros, desde el inicio hasta el final del periodo.

Tabla 3: Resultados antropométricos DeFina et al. (2011)

Grupos estudio	Peso (kg)	IMC Kg/m ²	CC	MG %	TMB (kcal/día)
Placebo	92,4-86,5 -5,8	32,4-30,4 -2,0	101,1-95,4 -5,7	37,9-36 -1,9	1591-1449 -6,2
AG ω 3	94,7-89,5 -5,2	32,8-31,0 -1,8	103,2-97,2 -6,0	39,1-36,8 -2,3	1673-1524 -148
<i>p</i>	0,29	0,42	0,77	0,70	0,88

En la tabla 3 se presenta el intervalo de valores iniciales y finales para cada variable y la diferencia para cada variable tras la intervención. CC: contorno de cintura; IMC: índice de masa corporal; MG: masa grasa, TMB: tasa metabólica basal. Los valores de *p* corresponden al análisis de significancia estadística de los cambios en cada variable entre los grupos placebo y AG ω -3 con respecto a sus valores basales.

Tras 24 semanas de intervención, se observó en ambos grupos (placebo vs. AG ω -3) una reducción, aunque no estadísticamente significativa, en los valores de peso corporal,

IMC y CC con respecto a los valores basales. Al finalizar el estudio, los participantes de ambos grupos perdieron en promedio más del 5% tanto en el peso corporal, grasa corporal y circunferencia de cintura. En el grupo placebo, el peso promedio perdido fue de 94,7 kg, y al finalizar, éste se redujo hasta los 89,5 kg (-5,2 kg), mientras que, en el grupo suplementado con AG ω -3, el peso basal era de 92,4 kg, y se redujo hasta 86,5 kg (-5,8) ($p = 0,29$). El contorno de cintura del grupo AG ω -3 disminuyó en 6 cm, mientras que en el grupo placebo, lo hizo en 5,7 cm ($p = 0,77$). La grasa corporal se redujo en el grupo placebo un 1,9 %, mientras que el grupo suplementado con AG ω -3 lo hizo un 2,3 % ($p = 0,7$). El IMC también se vio reducido, siendo ésta de -1,8 cm en el grupo AG ω -3, y -2 cm, en el grupo placebo ($p = 0,42$), sin significancia estadística.

Por tanto, no se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa en la disminución de ninguna de las mediciones antropométricas evaluadas entre los grupos. La tasa metabólica en reposo (TMB), mostró una variación muy ligera entre sus valores, al inicio y al finalizar el estudio. En el grupo placebo, la TMB era de 1673 kcal, que se redujeron a 1534 kcal, y en el grupo de AG ω -3, la TMB era 1591 kcal, y disminuyó a 1449 kcal ($p = 0,88$).

Los registros dietéticos evidenciaron una disminución en la ingesta calórica total en ambos grupos; sin diferencias estadísticamente significativas (sin especificar el valor de la significancia) entre el grupo placebo (-142 kcal/día) y el grupo experimental (-148 kcal/día) La tasa de cumplimiento en la ingesta de cápsulas fue de 79,4 % en el grupo del suplemento y de 82,8 % en el grupo placebo ($p = 0,42$). El grupo del AG ω -3 aumentó significativamente en la concentración medida de AG ω -3.

En la tablas 4 y 5 se recogen los resultados obtenidos en el test de antojos de alimentos (FCI), y en el de POMS, que mide el perfil de estado de ánimo, y el malestar psicológico, respectivamente.

Tabla 4: Resultados del test de antojos DeFina et al. (2011)

FCI	Control	AG ω -3	p
Dulces	-4,1	-3,9	0,80
Carbohidratos	-2,9	-3,6	0,41
Rico en grasa	-2,8	-2,6	0,78
Procesada	-2,5	-2,3	0,72

En esta tabla se muestran los valores obtenidos de los Parámetros estudiados.

Tabla 5: Resultados del test Poms DeFina et al. (2011)

POMS	Placebo	AG ω -3	p
Depresión	-0,84	0,78	0,05
Vigor	3,76	1,6	0,05

En esta tabla se muestran los valores obtenidos de Los parámetros estudiados.

Los antojos disminuyeron en ambos grupos, sin ningún efecto estadísticamente significativo del suplemento. El POMS aumentó la puntuación del parámetro "vigor" en 1,6

puntos en el grupo placebo, mientras que en el grupo AG ω -3 fue de 0,78 puntos ($p = 0,05$). Un cambio estadísticamente significativo, pero clínicamente irrelevante.

En un estudio posterior, (Munro et al. 2013) investigó si la suplementación dietética con AG ω -3 de cadena larga junto con una dieta muy baja en calorías durante un programa de pérdida de peso, mejoraban la pérdida de éste, y su mantenimiento. peso. Para ello, los participantes se aleatorizan en dos grupos paralelos. Uno de los grupos (grupo placebo), se suplementó con 6 cápsulas al día consistentes en 1 g de aceite monoinsaturado. El otro grupo (AG ω -3) se suplementó con 6 cápsulas al día de 1 g de aceite de pescado que aportaban 1,62 g de DHA y 0,42 g de EPA al día.

Ambos grupos siguieron una dieta muy baja en calorías (3000 kJ, 717 kcal) durante 4 semanas, y continuaron otras 10 semanas de mantenimiento. Para mejorar el cumplimiento de la dieta y homogeneizar la misma, durante las primeras dos semanas, se administraron a los participantes barras y batidos Optifast®, para sustituir las comidas, según la fase Intensiva del Programa de Dieta Muy Baja en Calorías Optifast® (Novartis). Los participantes recibieron una suplementación diaria con verduras crudas y cocidas, y dos litros de agua. La dieta comprendía un 40% de hidratos de carbono, 16% de grasas, y 40% de proteínas.

Paralelamente, recibieron asesoramiento nutricional suficiente para construir una dieta saludable utilizando las pautas de la Guía Australiana para una Alimentación Saludable. Estos conocimientos se aplicaron en las semanas tercera y cuarta, donde se sustituyeron los suplementos anteriores, por comidas saludables controladas en la misma cantidad de calorías. Se recogieron, mediciones antropométricas y diarios de recogida de alimentos de 3 días (2 días entre semana y uno en fin de semana) al inicio y al final de la intervención. En la tabla 6 se recogen los principales resultados obtenidos tras la cuatro primeras semanas de intervención, correspondientes a la fase de pérdida de peso.

Tabla 6: Resultados antropométricos de la fase de pérdida de peso. Munro et al. (2013)

Grupo	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	CCd (cm)	ICC	MG (kg)	MM (kg)
Placebo	94,2-87,6 (-6,6)	33-30,8 (-2,2)	103,1-98,1 (-5,0)	118-113,8 (-4,2)	0,87-0,86 (-0,01)	40,7-35,2 (-5,5)	53,5-52,5 (-1,0)
<i>p</i>	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,05)
AG ω 3	88,9-82,0 (-6,9)	32,7-30,3 (-2,4)	100,8-94,3 (-6,5)	117,1-112,6 (-4,5)	0,86-0,84 (-0,02)	38-32,5 (-5,5)	50,9-49,5 (-1,5)
<i>p</i>	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)	(0 - 0,01)	(0 - 0,001)	(0 - 0,001)

En la tabla se presentan el intervalo de valores iniciales y finales para cada variable y la diferencia para cada variable tras la intervención. La *p* muestra la significancia estadística de cada grupo respecto al valor de inicio. CC:

contorno cadera, CCd: contorno de cadera, ICC: índice cadera cintura, IMC: índice de masa corporal, , MG: masa grasa, MM: masa magra

Tras finalizar las 4 primeras semanas, se detectó un aumento del doble en los niveles plasmáticos de EPA y DHA, en el grupo suplementado con AG ω -3. Al inicio del estudio, las mediciones iniciales de peso, IMC, MG, MM, cintura y cadera no fueron significativamente diferentes entre ambos grupos (placebo vs ω -3). Tras la intervención, el grupo suplementado con AG ω -3 mostró una reducción significativa en el peso corporal (-7,7 %, equivalente a -6,9 kg), en la masa grasa (-15 % equivalente a -5,47 kg) y en la masa libre de grasa (-2,6 % equivalente a -5,5 kg), con un valor de $p < 0,001$ en todas las mediciones. De manera similar, en el grupo placebo también se registraron disminuciones significativas en el peso (-6,9 % equivalente a -6,6 kg) y en la masa grasa (-13,9 % equivalente a -5,5 kg), con $p < 0,001$ en ambos casos. En cuanto a la circunferencia de la cintura, ambos grupos presentaron reducciones significativas: -6,4 % en el grupo AG ω -3 y -4,8 % en el grupo placebo ($p < 0,001$). Asimismo, se observó una disminución significativa en la medida de la cadera: -3,7 % en el grupo AG ω -3 y -3,5 % en el grupo placebo ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas en los cambios entre ambos grupos. La tabla 7 muestra los resultados obtenidos en el periodo de mantenimiento (10 semanas) una vez finalizada la reducción de peso.

Tabla 7 :Resultados antropométricos de la fase de mantenimiento. Munro et al (2013).

Grupos estudio	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	CCd (cm)	ICC	MG (kg)	MM (kg)
Placebo	87,6-82 -5,6	30,8-29,9 -0,9	98,1-93,5 -4,6	113,8-110,7 -3,1	0,86-0,84 -0,01	35,2-32,5 -2,7	52,5-49,7 -2,8
AG ω 3	82,0-81,2 -0,8	30,3-29,9 -0,4	94,3-92,2 -2,1	112,6-110,7 -4,5	0,84-0,83 -0,02	32,5-31,3 -1,2	49,5-50 0,5

En esta table se muestran los valores iniciales de cada parámetro estudiado, y la diferencia obtenida tras la intervención. CC: contorno cadera, CCd: contorno de cadera, ICC: índice cadera cintura, IMC: índice de masa corporal, , MG: masa grasa, MM: masa magra

Durante esta fase de mantenimiento, las medidas de los parámetros antropométricos continúan descendiendo paulatinamente. Los datos de significancia del grupo placebo no están disponibles por parte del autor, pero en el grupo AG ω -3, hay una disminución estadísticamente significativa en los parámetros de: peso, IMC, CC, CCd y MG. Si se observó, para AG ω -3 una correlación significativa y positiva entre la pérdida de peso y el nivel de DHA ($p = 0-02$) y entre la pérdida de masa grasa y el nivel e DHA ($p = 0-025$).

Otros resultados aportados por el autor indican que para el grupo AG ω -3. se observó una correlación significativa y positiva entre el aumento de los niveles de EPA y una reducción de la masa grasa ($p: 0 - 0,02$). Otra correlación significativa encontrada es entre el nivel de leptina y la pérdida de peso, y la leptina y el EPA y el DHA. Por tanto, la

suplementación dietética con AG ω -3. durante un programa de pérdida de peso no parece ayudar en la pérdida del mismo.

Debido a que los aceites de pescado están compuestos predominantemente de AG ω -3 de cadena larga y pueden ayudar en el tratamiento de las comorbilidades de la obesidad, su efecto sobre el peso corporal y el IMC es de interés. Harden et al. (2014) plantea la hipótesis de que la suplementación diaria con DHA podría reducir la ingesta calórica y el peso corporal en mujeres con sobrepeso y obesidad en comparación con la suplementación con aceite rico en ácido oleico. Para ello, 40 mujeres voluntarias, entre 23 y 60 años e IMC comprendidos entre 29 y 40 kg/m² se aleatorizaron en dos grupos: el grupo placebo recibió una emulsión de ácido oleico en agua al 45%; mientras que el grupo experimental recibió una emulsión de aceite rico en DHA al 45%. Se midieron: el IMC, el peso corporal, el % de grasa corporal, y el tejido magro, al inicio del estudio y tras 12 semanas. Se completaron diarios dietéticos en estos momentos para estimar la ingesta de energía y macronutrientes. La tabla 8 muestra los principales datos recogidos de la variación en las medidas antropométricas al principio y al final del periodo de intervención

Tabla 8. Resultados antropométricos. Harden et al. (2014)

Grupos	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	MG (%)	MM (kg)	Ingesta (kcal/día)
Placebo	85,7-84,3	31,1-30,3	40,6-35	50,5-54,1	19492-1822,7
	-1,4	-0,8	-5,6	3,6	-126,45
AG ω 3	79,3-76,4	29,7-28,4	38,5-32,6	48,6-51,2	1891,1-1290,3
	-2,9	-1,3	-5,9	2,6	-600,7
<i>p</i>	0,089	0,126	0,997	0,069	0,020

En la tabla se presentan el intervalo de valores iniciales y finales para cada variable y la diferencia para cada variable tras la intervención, y la significancia estadística entre ellos. IMC: índice de masa corporal, MG: masa grasa, MM: masa magra

Con los datos aportados por los participantes, se evidenció una disminución en la ingesta de energía (-126,45 kcal vs -600,7 kcal) Aunque no se observaron cambios significativos en la masa y composición corporal debido al tratamiento, la disminución del peso corporal en el grupo que recibió DHA estuvo cerca de alcanzar significancia estadística.

Otros investigadores que también estudiaron este efecto fueron Huerta et al. (2015). Se diseñó un ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo, a corto plazo (10 semanas) y con grupos paralelos, para evaluar el posible efecto en la reducción del peso corporal tras una suplementación con EPA y ácido α -lipoico, por separado y/o combinado, en mujeres sanas con sobrepeso y/o obesidad. Para ello reclutaron mujeres de entre 20 y 50 años.

Las participantes fueron asignadas a uno de los cuatro grupos experimentales mediante aleatorización simple. Los grupos de intervención variaron en el tipo de suplemento diario. El grupo G1 (grupo placebo) se suplementa con 3 cápsulas de placebo-I (que contienen aceite de girasol) y 3 cápsulas de placebo-II (que contienen los mismos excipientes que las cápsulas de ácido α -lipoico). El grupo G2 se suplementa con EPA: 1300 mg/día distribuidos en 3 cápsulas de EPA 80 (433,3 mg de EPA y 13,8 mg de DHA) y 3 cápsulas de placebo-II. Al grupo G3 se le administran 3 cápsulas que contienen 100 mg de ácido α -lipoico y 3 cápsulas de placebo-I. Por último, al grupo G4 se le proporciona EPA + ácido α -lipoico en la siguiente proporción: 1300 mg/día de EPA (distribuidos en 3 cápsulas de EPA 80) y 300 mg/d de ácido α -lipoico (de 3 cápsulas que contenían 100 mg de ácido α -lipoico). Cada participante consumió un total de 6 cápsulas por día (2 en el desayuno, 2 en el almuerzo y 2 en la cena). Tanto las cápsulas de placebo-I como las de EPA, eran similares en forma y tamaño. Lo mismo ocurría con las cápsulas de placebo-II y las de ácido α -lipoico que eran similares en apariencia.

Todos los grupos de intervención siguieron un programa de reducción de peso que consistía en una dieta equilibrada con restricción calórica (55 % de carbohidratos, 30 % de lípidos y 15 % de proteínas) de acuerdo con las directrices de la *American Heart Association*, y prescrita individualmente por un dietista. Esta dieta tenía una restricción de calorías de un 30 % del gasto energético total. Se pidió a los participantes que no cambiaran el patrón de actividad física durante el período de intervención de 10 semanas. Además, se recomendó a los voluntarios que evitaran cualquier suplemento de AG ω -3 comercializado y productos enriquecidos. En la tabla 9 se pueden observar los resultados obtenidos en los parámetros estudiados. Se muestra el valor basal, y la variación sufrida tras la intervención

Tabla 9. Resultados antropométricos. Huerta et al.(2015)

Grupos	Peso (kg)	CC (cm)	CCd (cm)	ICC	MG (kg)	MM (kg)	TMB (kcal/día)	ingesta (kcal/día)
Placebo	84,6 -5,2	99,1 -5,3	115,4 -4,3	0,85 -0,014	39,1 -4,3	42,6 -1	1571,7 -954,11	1828 -607,93
<i>p</i>	--	--	--	--	--	--	--	--
AG ω 3	88,4 -5,4	101,4 -6,6	117,7 -3,6	0,86 -0,033	41,2 -4,4	45,2 -0,6	1641 -72,89	2178 -882,7
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,039	ns
α -lipoico	83,5 -7,0	95,6 -6,2	115,0 -5,5	0,83 -0,015	38,6 -5,6	42,1 -1,4	1548,5 -107,26	2027 -652,9
<i>p</i>	0,032	ns	0,010	ns	0,029	ns	ns	ns
AG ω 3 + α -lipoico	84,9 -6,5	97,5 -6,3	114,8 -5,3	0,85 -0,018	39,3 -5,4	42,5 -0,8	1553,7 -88,50	1994,7 -727,8
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

En la tabla se presentan el valor inicial de cada variable, y entre paréntesis se muestra la diferencia para cada variable tras la intervención. El valor de p muestra la significancia estadística en los grupos de estudio, los suplementados con AG ω -3 y/o α -lipoico, respecto al valor inicial. CC: contorno de cintura, CCd: contorno de cadera, ICC: índice cintura cadera, MG: masa grasa, MM: masa magra, ns: sin significancia estadística, TMB: tasa metabólica basal.

Tras diez semanas de intervención, se pudieron apreciar diferencias significativas ($p < 0,05$) en la disminución del peso, en la circunferencia de la cintura, de la cadera, en la relación cintura-cadera (ICC), tasa metabólica en reposo (TMR) en relación con el valor inicial, acompañados de una disminución de masa grasa total, masa magra en todos los grupos de intervención. La variación en la pérdida de peso del grupo G1 (placebo) fue de -5,02 kg., en el grupo G2 (AG ω -3) fue de -5,4 kg., en el grupo 3 (α -lipoico) fue de -7,00 kg., y en el G4 (α -lipoico + DHA) fue de -6,5 kg. Respecto a los valores de contorno de cintura, el descenso fue de -5,3 cm., en el G1, de -6,6 cm. en el G2, de -6,2 cm en el G3, y -6,3 cm en el G4. El contorno de cadera también sufrió variaciones tras el periodo de intervención siendo ésta de -4,3 cm en G1, de -3,6 cm en G2, de -5,5 cm en G3, y -5,3 cm en G4. Por tanto, el ICC también varía, y lo hizo en estos términos, en el G1, -0,014, en el G2, -0,033, en el G3 -0,014, y en el G4 -0,017. La TMR también se redujo en estos términos, en G1 fue de -399,2 Kj/día, en G2 lo hizo de -305,0 Kj/día, en G3, de -421 Kj/día, y en G4 -358,7 Kj/día

Al comparar las diferencias observadas entre todos los grupos, pudo apreciarse que los participantes que recibieron una suplementación de ácido α -lipoico (G3 y G4) mostraron un descenso estadísticamente mayor ($p = 0,032$) en el valor del peso corporal. La suplementación con EPA no ofreció diferencias significativas en los parámetros anteriores. En cambio, si se observó una disminución moderada del ICC ($p < 0,05$), y TMB aun ajustándolo a la pérdida de peso obtenida.

En los grupos con ácido α -lipoico, la disminución de la TMB no presentó un cambio significativo frente al grupo control, a pesar de la mayor pérdida de peso observada en los mismos. Del mismo modo, tampoco hubo cambios en la ingesta de energía, sin verse afectado por la pérdida de peso ($p = 0,48$).

El autor nos aporta también otro dato respecto a la grelina y la leptina. La intervención nutricional supuso una reducción significativa ($p < 0,01$) en los niveles de leptina en todos los grupos, excepto los suplementados con EPA (G2 y G4), donde la disminución fue significativamente menor ($p < 0,001$). Así, los grupos suplementados con ácido α -lipoico (G3 y G4) mostraron una disminución significativa en el nivel de la leptina paralela a la reducción de la masa grasa. Los grupos G2 y G4 evidenciaron que los cambios en la leptina se asociaban significativamente de modo positivo con las variaciones de TMB ($r = 0,42$, $p < 0,001$). El grupo G4 mostró un aumento estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en la grelina al final del ensayo, pero sin diferencias entre el resto de los grupos.

Seyed Ali et al. (2016) diseñaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con AG ω -3 en el peso corporal y la depresión en mujeres con obesidad. Las pacientes fueron aleatorizadas en dos grupos: el grupo placebo (el estudio no especifica la composición del placebo) y el grupo experimental (6 cápsulas al día con AG ω -3). En el grupo experimental cada cápsula contenía 180 mg de EPA y 120 mg de DHA. En ambos casos, debían ingerir 2 cápsulas en cada comida. Se contó con la ayuda de un psiquiatra para ayudar en el diagnóstico de la depresión.

Todos los participantes en el estudio recibieron una dieta de pérdida de peso de entre 500 a 1000 kcal de la ingesta dietética habitual y ésta se controló mediante registros de alimentos de tres días durante el estudio. Para coordinar y controlar la actividad física, se recomendó a las participantes mantener 20 minutos de actividad física moderada. En la visita inicial, y al finalizar se realizaron evaluaciones antropométricas y de composición corporal (incluido el peso corporal), inventario de depresión de Beck, cuestionario de antojos de alimentos, apetito y abstinencia de alimentos escalas analógicas visuales.

Un mes después de suspender las cápsulas en la visita de seguimiento, se midió el peso para comparar la recuperación de peso entre los dos grupos. Se les pidió a las participantes que completaran un registro de alimentos de tres días, en casa durante dos días laborables no consecutivos y un día en fin de semana. Los días se asignaron al azar. En la tabla 10 se pueden observar los principales resultados recogidos tras el periodo de estudio.

Tabla 10. Resultados obtenidos. Seyed et al. (2016)

Grupos de estudio	Peso (kg.)	Depresión	Apetito	Abstinencia
Placebo	-1,16	-0,92	-1,28	1,04
AG ω 3	-3,07	-6,95	-2,50	0,47

En la tabla se muestra entre paréntesis la diferencia obtenida ente el valor inicial y el final de los parámetros estudiados.

En cuanto a la variación de peso, se observó una diferencia significativa entre los dos grupos. El grupo suplementado con AG ω -3 mostró una pérdida de peso media de $3,07 \pm 3,4$ kg, en comparación con el grupo placebo, que presentó una reducción de $1,16 \pm 2,7$ kg. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0,049$). El resultado relacionado con la depresión mostró que el grupo suplementado con AG ω -3 experimentó una reducción significativa en los niveles de depresión en comparación con el grupo placebo, con un valor de $p = 0,05$.

No hubo un efecto significativo de los AG ω -3 sobre el apetito ($p = 0,32$). El efecto de interacción del grupo y el tiempo tampoco fue significativo ($p = 0,26$). Así mismo, no se observó un efecto significativo de los AG ω -3 sobre la autocontención alimentaria ($p = 0,28$).

No hubo diferencias significativas tampoco entre el grupo experimental y el placebo durante el estudio con respecto a la puntuación del Cuestionario de Ansia por la Comida ($p = 0,65$).

Un mes después de finalizar el estudio, se observó una recuperación de $2,8 \pm 3,6$ kg de peso en el grupo suplementado con AG ω -3, mientras que los sujetos del grupo placebo continuaron perdiendo peso, con una reducción de $0,21 \pm 0,9$ kg. La diferencia entre grupos fue significativa ($p = 0,002$).

La hipótesis de que el consumo de AG ω -3, junto con una modificación del estilo de vida, podría alterar las medidas antropométricas en mujeres con sobrepeso fue planteada por Haghavan et al. (2016). Para dar respuesta a esta cuestión, diseñaron un estudio en el que participaron 50 mujeres con sobrepeso, de entre 20 y 45 años. A través de este estudio, se buscó evaluar los efectos combinados de la suplementación con AG ω -3 y los cambios en el estilo de vida sobre la composición corporal y la capacidad aeróbica de estas mujeres.

Las mujeres se dividieron aleatoriamente en dos grupos. El grupo G1 recibió suplementos de AG ω -3 (600 mg de EPA y 300 mg de DHA) y se les pidió que realizaran ejercicio aeróbico aportándoles asesoramiento nutricional. El grupo G2 recibió cápsulas de placebo (el estudio no especifica la composición del mismo) en lugar de cápsulas de omega 3. Ambos grupos tomaron una cápsula al día durante 8 semanas. Se supervisó la prueba de ejercicio, y se planificaron ocho semanas de sesiones de ejercicio. Se informó a cada participante sobre cómo realizar el registro de alimentos de 24 horas, que hicieron al principio y al final del periodo de intervención.

Se utilizó la ecuación de Harris Benedict, para calcular el gasto energético personal, y las dietas se prepararon personalmente, restando entre 500 y 1000 kcal al valor obtenido. Se les asesoró personalmente sobre alimentos permitidos, excluidos y tamaño de las raciones, y se les proporcionó una lista de intercambio de alimentos. Se les realizó una prueba de esfuerzo y las mediciones antropométricas. Se midió el peso, la altura, la circunferencia de cadera y cintura, el grosor de los pliegues cutáneos (abdominal y suprailíaco), el porcentaje de grasa corporal, masa magra blanda y masa corporal magra. En la tabla 11 se recogen los resultados antropométricos obtenidos

Tabla 11. Resultados antropométricos obtenidos. Haghavan et al. (2016)

Grupos	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	CCd (cm)	MG (%)	MM (%)	PIA (mm)	PIS (mm)
Placebo	71,63	27,59	95,23	101,88	35,50	46,15	30,61	25,96
	-0,8	-0,31	-1,39	-1,52	-0,33	-0,28	-1,08	(-1,61)
ω 3	71,43	27,90	95,59	102,13	36,54	45,25	32,03	27,51
	-2,33	-0,89	-3,75	-3,04	-1,24	-0,73	-2,35	(-1,81)
<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,006	0,009	0,201	0,001	(0,603)

En esta tabla se muestra el valor inicial y la diferencia obtenida entre el valor inicial y el final de los parámetros estudiados. La p refleja si hay significancia estadística entre los grupos, con respecto a su valor inicial. IMC: Índice de masa corporal, CC: contorno de cintura, CCd: contorno de cadera, MG: masa grasa, MM: masa muscular, PIA: pliegue abdominal, PIS: pliegue suprailíaco

Tras 8 semanas de intervención, el grupo suplementado con AG ω -3 mostró una reducción de peso significativamente mayor ($p = 0,001$) en comparación con el grupo control. En el grupo control, el peso medio al inicio era de 71,63 kg y disminuyó a 70,83 kg al final del estudio. Por otro lado, en el grupo AG ω -3, el peso medio pasó de 71,43 kg a 69,10 kg. La variación en el IMC también fue significativa ($p = 0,001$), con el grupo placebo cambiando de 27,59 a 27,29 kg/m² y el grupo AG ω -3 de 27,90 a 27,01 kg/m².

La masa grasa corporal disminuyó de manera significativa ($p = 0,009$), pasando de 35,50 % a 35,17 % en el grupo placebo, y de 36,54 % a 35,17 % en el grupo AG ω -3. Asimismo, se observó una reducción significativa en la circunferencia de la cintura ($p = 0,001$), disminuyendo de 95,23 cm a 93,84 cm en el grupo placebo, y en el grupo AG ω -3 también se notó una reducción notable. El pliegue cutáneo abdominal también mostró una reducción significativa ($p = 0,001$), con valores que disminuyeron de 30,61 cm a 29,53 cm en el grupo placebo, y de 32,03 cm a 29,68 cm en el grupo AG ω -3. En las demás mediciones, no se encontraron variaciones estadísticamente significativas.

Posteriormente, Sedláček et al. (2018) estudió si el efecto que tenía una suplementación de AG ω -3 en dosis bajas, (0,6 g/día) podría modular el efecto de estilo de vida saludable en mujeres sanas con sobrepeso. También se quiere valorar el efecto de la combinación de AG ω -3 y el ejercicio físico en la modulación del tejido adiposo.

Para ello realizaron un ensayo aleatorizado de tres brazos, de grupos paralelos, de 12 semanas de duración. Se reclutaron mujeres adultas de entre 20 y 60 años, con sobrepeso, sin enfermedades crónicas y con el objetivo de perder peso corporal. Las mujeres que no quisieron adherirse al protocolo de modificación del estilo de vida fueron separadas e incluidas en el grupo placebo.

Se asignó aleatoriamente a las participantes en tres grupos: el grupo G1 se suplementó con 1,5 g/día de aceite de maíz (placebo); el grupo G2 se suplementó con aceite de maíz (1,5 g/día) y se sometió a un programa de cambio de estilo de vida; y el grupo G3 se suplementó con un concentrado de aceite (1,5 g/día), que contenía 0,6 g de (EPA + DHA) y se le sometió a un programa de cambio de estilo de vida. La ingesta dietética habitual se documentó al principio y en la semana 13 mediante un cuestionario semicuantitativo sobre la frecuencia de los alimentos y se pidió a los participantes que llevaran un registro dietético de 24 horas.

El cambio de estilo de vida consistió en un programa autoadaptado de 3 meses de actividad física y dieta definidas y supervisadas. La actividad física incluía 30 minutos de caminata continua de 10.000 pasos al día, dos veces por semana, y 1,5 horas de actividad aeróbica controlada y monitorizada a la semana, realizadas en dos sesiones de 45 minutos cada una.

Se elaboraron recomendaciones dietéticas personalizadas en los grupos G2 y G3 a partir de la evaluación del gasto energético en combinación con la evaluación de la ingesta calórica habitual. El asesoramiento dietético fue individualizado para cada persona y se animó a los participantes a no reducir la ingesta calórica por debajo de la cantidad habitual, sino a aumentar la ingesta de verduras, frutas, legumbres, semillas, frutos secos y carbohidratos complejos ricos en fibra, aceites vegetales con ácidos grasos monoinsaturados, pescado y productos lácteos bajos en grasa; y a disminuir la ingesta de grasas saturadas y trans, sal, azúcares y carne roja. Se les indicó que limitaran la ingesta de aceites vegetales con AG ω -6 y que excluyeran de la dieta, en la medida de lo posible, los alimentos muy procesados. Basándose en el contenido energético recomendado, los participantes obtuvieron planes dietéticos marco y fueron educados inicialmente y sus dietas fueron controladas semanalmente por dietistas. En la tabla 12, figuran los principales resultados de las medidas antropométricas obtenidos durante la intervención.

Tabla 12. Resultados antropométricos. Sedláček et al. (2018)

Grupos	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	CCd (cm)	MG %	ingesta (kcal/día)
Placebo	77,50 -0,05	28 -0,05	90,6 -1,0	106,4	31,6	19,9
<i>p</i>	<0,05	<0,05	<0,05	--	--	--
LSM	75,90 -3,25	27,6 -1,25	86,1 -7	106,8	31,1	83,1 -324,3
<i>p</i>	<0,05	<0,05	<0,05	--	--	--
AG ω 3 + LSM	72,90 -4,2	26,3 -1,4	83,1 -5	105,2	29,0	-289,9
<i>p</i>	ns	ns	--	--	--	--

En esta tabla se muestra el valor basal de los parámetros estudiados en cada grupo, y la diferencia observada en los mismos. La *p* indica si hay significación estadística en el grupo, con referencia a su valor inicial. IMC: índice de masa corporal, CC: contorno de cintura, CCd: contorno de cadera, MG: masa grasa, ns: sin significancia estadística, --: el autor no aporta el dato.

Se evidenció una significancia estadística ($p < 0,05$) en el peso, IMC, y contorno de cintura entre los grupos placebo vs LSM+AG ω -3. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos LSM+AG ω 3 y LSM. Al finalizar la intervención, se observó una diferencia significativa ($p < 0,01$) entre los grupos que realizaron un cambio en su estilo de vida en comparación con el grupo que no lo hizo. Esta diferencia se reflejó en una mayor

disminución del peso corporal y en el IMC. La reducción de peso del grupo placebo fue de -0,05 kg, mientras que en los grupos G2 y G3 fue de -3,25 kg y -4,2 kg, respectivamente. Respecto a las variaciones de contorno de cintura, se evidenció una reducción en el grupo G1, de -1 cm, en el G2 de -7 cm, y en el G3 de -5 cm, sin evidenciarse una reducción estadísticamente significativa con respecto a los valores basales.

El estudio de Félix-Soriano et al. (2021) fue diseñado con el objetivo de conocer si la suplementación de AG ω -3, junto con un programa de resistencia progresivo, solo o en combinación, durante 16 semanas, aporta algún beneficio en la mejora de la composición corporal, así como en la fuerza y calidad muscular, en mujeres postmenopáusicas con sobrepeso y obesidad.

Se realizó un estudio aleatorizado, doble ciego controlado con placebo, donde se agruparon en cuatro grupos de intervención paralelos, durante 6 semanas. El grupo G1 recibió cápsulas de placebo con aceite de oliva (6 cápsulas de 0,5g de aceite/día), el grupo G2 recibió cápsulas con un concentrado de aceite de pescado rico en DHA (1650 mg/día) y EPA (150 mg/día). El grupo G3 recibió las mismas cápsulas de placebo que el G1, y un entrenamiento de resistencia (RT) progresivo de dos sesiones/semana. El grupo G4, recibió las mismas cápsulas de AG ω -3 que el grupo G2, y el mismo plan de entrenamiento de resistencia del G3. Se tomaron medidas al principio y al final del estudio. A las participantes se les asesoró dietéticamente con recomendaciones escritas basadas en la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC, 2016).

Cada dos semanas se realizaban consultas dietéticas de seguimiento, y se evaluaban los patrones dietéticos a través de un cuestionario validado de adherencia a la dieta mediterránea, y un cuestionario de frecuencia de alimentos, con el fin de evaluar posibles cambios a lo largo de la intervención. Recibieron los suplementos correspondientes, y se les pidió que devolvieran las cajas, para ver el grado de adherencia contando las pastillas sobrantes. La actividad física se controló con un cuestionario que los participantes completaron al principio y al final de la intervención.

La ingesta de los suplementos se realizaba consumiendo 2 cápsulas en cada comida (desayuno, comida y cena). Los aceites de oliva y de pescado se proporcionaron en cápsulas de gelatina dura transparentes rellenas de líquido y eran similares en forma y tamaño. Solo se pudo apreciar una pequeña diferencia en el grosor/color de los aceites. La dosis del suplemento de DHA se seleccionó de acuerdo con las recomendaciones de la FDA. Para cumplir con estos criterios, el consumo de pescado se controló dependiendo de su composición en ω -3, de acuerdo con las recomendaciones de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria para la función cardíaca normal (250 mg/día).

Los participantes asignados a los grupos de entrenamiento realizaron ejercicios de resistencia dinámica. Antes de la prueba y el entrenamiento, los sujetos asistieron a tres sesiones para familiarizarse con el procedimiento de producción de fuerza voluntaria. Se realizaron pruebas de fuerza al inicio, y al final de la prueba para obtener datos de ganancia o pérdida de fuerza y así ajustar las cargas de entrenamiento a la fuerza de cada voluntario. En cada sesión, uno de los investigadores estuvo presente para dirigir y ayudar a cada sujeto a asegurar un rendimiento adecuado en cada ejercicio, siguiendo las pautas del Colegio Americano de Medicina del Deporte para adultos mayores.

Todos los grupos también mostraron una adherencia similar al patrón de dieta mediterránea y una ingesta de grasa dietética y una relación de AG ω -3 similar. Los cuatro grupos informaron de una reducción en la ingesta total de grasa al final del ensayo, pero no se observaron cambios significativos entre ellos. También mostraron niveles similares de ejercicio, según lo estimado por los cuestionarios validados. La adherencia media al programa de entrenamiento y suplementación fue superior al 95% en todos los grupos. En la tabla 13 se observan los resultados antropométricos obtenidos tras el periodo de intervención.

Tabla 13. Resultados antropométricos. Félix - Soriano et al. (2021)

Grupos	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	CCd (cm)	ICC	MG %	MM %
Placebo	76,75 (-2,66)	30,25 (-1,07)	93,11 (-3,45)	110,68 (-2,40)	0,84 (-0,01)	47,44 (-1,17)	49,76 (2,21)
<i>p</i>	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
AG ω -3	80,34 (-2,65)	30,39 (-1,03)	95,0 (-3,18)	112,50 (-3,00)	0,85 (-0,01)	45,55 (-1,58)	51,52 (1,49)
<i>p</i>	0,01	0,001	0,01	0,01	< 0,05	0,001	0,001
Placebo + RT	77,76 (-2,21)	30,79 (-0,90)	92,67 (-3,08)	110,65 (-3,17)	0,84 (0,00)	47,05 (-1,77)	50,16 (1,70)
<i>p</i>	0,001	0,001	< 0,05	< 0,05	ns	0,001	0,001
AG ω -3 +RT	80,57 (-2,70)	31,09 (-1,06)	93,90 (-4,03)	113,35 (-3,06)	0,83 (-0,02)	46,70 (-2,12)	50,53 (2,01)
<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,01	< 0,05	0,001	0,01

En esta tabla se muestran los valores basales de los parámetros de cada grupo, y entre paréntesis, la diferencia entre los valores iniciales y los finales. La *p* corresponde a la diferencia significativa de cada grupo respecto a sus valores basales. IMC: índice de masa corporal, CC: contorno de cintura, CCd: contorno de cadera, ICC: índice cintura cadera, MG: masa grasa, MM: masa magra.

Al finalizar el estudio, todos los grupos mostraron una disminución moderada, pero estadísticamente significativa, en el peso corporal, el IMC y el porcentaje de masa grasa. En cuanto a la pérdida de peso, el grupo G1 redujo -2,66 kg, el grupo G2 -2,65 kg, el grupo G3 -2,21 kg, y el grupo G4 -2,70 kg. En relación con el IMC, las reducciones observadas fueron: G1: -1,07 kg/m², G2: -1,03 kg/m², G3: -0,90 kg/m², y G4: -1,06 kg/m². Respecto al

porcentaje de masa grasa, se registraron disminuciones de -2,27 % en el G1, -1,58 % en el G2, -1,77 % en el G3 y -2,12 % en el G4. En las demás medidas no se observaron diferencias significativas. Es importante señalar que el contenido mineral óseo (CMO) disminuyó de manera significativa en los grupos que no realizaron entrenamiento de resistencia (G1 y G2). Todos los grupos mostraron una reducción en la circunferencia de cintura (en G1 fue de -3,45 cm., en G2 fue de -3,15 cm., en G3: de -3,01 cm., y en G4: fue de -4,04 cm), y de cadera (en G1 fue de -2,40 cm., en G2: -3,00 cm., en G3: -3,17 cm., y G4: -3.06 cm.) , pero el ICC sólo se observó de un modo significativo en los grupos G1 y G2.

Por último, en un estudio reciente, Salman et al. (2022) investigaron el efecto de la suplementación con AG ω -3 sobre la pérdida de peso y la función cognitiva en adultos obesos o con sobrepeso que siguieron una dieta de pérdida de peso. Para ello los voluntarios participaron en un programa de reducción de peso, con un asesoramiento dietético. Se asignaron aleatoriamente a cada uno de los dos grupos: uno recibió suplementación de un aceite de AG ω -3 (1020 mg. al día (EPA 580 mg, DHA 390 mg, 50 mg de otros AG ω -3) además de su programa de dieta para bajar de peso. El otro grupo recibió un placebo durante doce semanas. Se realizaron mediciones antropométricas y análisis de composición corporal al inicio y al final del estudio. Las funciones cognitivas se midieron al principio y al final del periodo de estudio utilizando la prueba de Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA).

La dieta que recibió cada participante fue basada en sus hábitos alimentarios y su estilo de vida. El consumo semanal de pescado era el mismo en todos los pacientes: 150 g de salmón, dos veces a la semana. En la tabla 14, se reflejan los resultados obtenidos en los parámetros antropométricos, y en el test MoCA, tras la finalización del periodo de estudio.

Tabla 14. Resultados antropométricos y MoCA. Salman et al.

Grupos	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	MG (kg)	MoCA
Placebo	89,37	31,44	101,29	31,51	24,60
	-7,58	-2,53	-4,42	-4,83	1,15
<i>p</i>	ns	ns	ns	< 0.05	ns
AG ω -3	85,06	30,29	96,59	29,45	24,95
	-5,78	-2,02	-1,96	-4,8	1,8
<i>p</i>	ns	ns	ns	< 0.05	ns

Esta tabla muestra los valores basales de los parámetros, en cada uno de los grupos, y la variación que se produce entre el valor inicial y el final tras la intervención. Los valores de *p* expresan la significancia estadística de los grupos respecto al valor inicial. IMC: índice de masa corporal, CC; contorno de cintura, MG: masa grasa, ns: no significativo.

Al final del ensayo, se observó una disminución, aunque no significativa (*p* > 0,05), en el peso, el perímetro de cintura y el IMC en ambos grupos. El grupo control varó su peso en -7,58 kg., y el grupo AG ω -3 lo hizo en -5,78 kg. Respecto al perímetro de cintura, el grupo

placebo lo redujo en -4,42 cm., y el grupo AG ω -3 lo hizo en -4,07 cm.. El IMC también sufrió reducción, siendo en el grupo placebo de -2,53 kg/m², y en el grupo AG ω -3 fue de -2,02 kg/m²

El porcentaje de grasa abdominal disminuyó en los dos grupos, pero de un modo significativo en el grupo de AG ω -3. Esta reducción fue de -1,05% en el grupo placebo, mientras que fue de -2,69% en el grupo AG ω -3. Por tanto, la suplementación con éstos AG ω -3 aumentó la reducción de la masa y del porcentaje de grasa abdominal en personas con sobrepeso u obesidad que seguían una dieta de pérdida de peso.

Para facilitar el análisis de estos resultados, la tabla 17, muestra un resumen de los principales resultados obtenidos tras el análisis de los artículos de estudio.

Tabla 15. Resumen de los principales resultados obtenidos.

Estudio	Grupos de estudio	Tiempo / intervención	Peso (kg.)	IMC (kg/m ²)	CC (cm.)	CCd (cm.)	ICC	masa grasa (kg)	masa grasa %	masa magra (kg)	masa magra %	TMB (kcal/día)	ingesta (kcal/día)
DeFina et al. (2011)	Placebo	24 sem ω-3: 3g / día	0,61	0,16	-0,28				-0,39		-0,28		-6,2
	Omega 3	EjA: 150 min / sem EjF 40-60min / sem	-5,2	-1,8	-6,0				-2,3		-0,73		-148
Munro et al. (2013)	Placebo	4 sem pérdida peso	-6,54*	-2,27*	-5,53*	-1,00*	-4,96*	-5,53*		-1,00*			
	AGω3	10 sem manten. VLED	-1,57*	-0,61*	-4,96*	-4,23*	-0,01*	-0,99*		-0,46*			
		ω-3: 2,04g / día	-6,87**	-2,46**	-6,53**	-4,44**	-0,02**	-5,47**		-1,36**			
		10 sem mantenimiento	-1,69**	-0,61**	-2,29**	-2,38**	0,00**	-1,62**		0,01**			
Harden et al. (2014)	Placebo	-- sem	-1,4	-0,8					-5,6	3,6			-126,45
	AGω3	ω-3: 2,8 g / día	-2,9	-1,3					-5,9	2,6			-600,76
Huerta et al. (2015)	Placebo	10 sem	-5,2		-5,3	-4,3	-0,014	-4,3		-1		-954,11	-607,93
	AG ω3	ω-3: 1,3 g / día	-5,4		-6,6	-3,6	-0,033	-4,4		-0,6		-72,89	-882,7
	α-lipoico	Dieta: ↓30%GET	-7,0		-6,2	-5,5	-0,015	-5,6		-1,4		-1072,65	-652,9
	AGω3+α-lipoico	Ej físico habitual	-6,5		-6,3	-5,3	-0,018	-5,4		-0,8		-88,50	-727,8
Seyed et al. (2016)	Placebo	ω-3: 1,8g / día	-1,16										
	AGω3	Dieta ↓500-1000kcal 20 min Ej moderado	-3,07										
Haghravan et al. (2016)	Placebo	8 semanas ω-3: 0,9g / día	-0,8	-0,31	-1,39	-1,52			-0,33		-0,28		
	AGω3	Dieta ↓500-1000kcal EjA	-2,33	-0,89	-3,75	-3,04			-1,24				
Sedláček et al. (2018)	Placebo	12 semanas	-0,05	-0,05	-1								19,9
	LSM	ω-3: 0,6g / día	-3,25	-1,25	-7								-324,3
	AGω3 + LSM	10.000pasos, 2 / sem EjA: 1,5h / sem	-4,2	-1,4	-5								-289,9
Félix-Soriano et al. (2021)	Placebo	16 semanas	-2,66	-1,07	-3,45	-2,40	-0,01		-1,17		2,21		
	AGω3	ω3: 1,8g / día	-2,65	-1,03	-3,18	-3,00	-0,01		-1,58		1,49		
	Control + RT	RT: 2 sesiones / sem	-2,21	-0,90	-3,08	-3,17	0,00		-1,77		1,70		
	AGω3 +RT		-2,70	-1,06	-4,03	-3,06	-0,02		-2,12		2,01		
Salman et l. (2022)	Placebo		-7,58	-2,53	-4,42				-4,83				
	AGω3	ω3: 1,02g / día	-5,78	-2,02	-1,96				-4,8				

*: 4 semanas pérdida de peso, **10 semanas mantenimiento. Ej. Ejercicio, EjA: Ejercicio aeróbico, EjF: Ejercicio de fuerza, GET: gasto energético total, LSM: cambio de estilo de vida; manten. mantenimiento sem. semana, RT: entrenamiento de resistencia, TMB: tasa metabólica basal, VLED: dieta muy baj en calorías.

4.- DISCUSIÓN

Los suplementos de AG ω -3 son una estrategia prometedora en la prevención y tratamiento de diversos trastornos cardiovasculares, inflamatorios, inmunológicos, psicológicos y neurológicos (Delpino et al., 2021). Los datos de diferentes investigaciones avalan los efectos beneficiosos de los AG ω -3 en el síndrome metabólico, obesidad, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas relacionadas con el envejecimiento (Delpino et al., 2021). Sin embargo, las pruebas científicas sobre el efecto de los AG ω -3 en la pérdida de peso son todavía inconsistentes.

De los 9 artículos incluidos en la revisión, 2 de ellos (DeFina et al., 2011; Harden et al., 2014) no observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de peso y/o grasa corporal tras la suplementación con AG ω -3. En cambio, en 7 de ellos (Munro., 2013; Huerta et al., 2015; Seyed et al., 2016; Haghavan et al., 2016; Sedláček et al., 2018, Félix - Soriano et al., 2021; Salman et al., 2022) se observó un efecto positivo en la reducción de peso, IMC o en la mejora de la composición corporal tras la suplementación con AG ω -3. De estos estudios, 4 incluyeron una dieta con restricción calórica (Munro et al., 2013, Huerta et al., 2015), lo que podría explicar parte de la pérdida de peso observada, ya que el déficit calórico es un factor clave para perder peso (Mendes et al., 2021). No obstante, dado que todos los grupos en esos estudios siguieron la misma dieta con restricción calórica, se sugiere que la suplementación con AG ω -3 también podría haber contribuido a la pérdida de peso. Además, en los otros 2 estudios (Harden et al., 2014; Huerta et al., 2015), donde no se aplicó ninguna restricción calórica, también se observaron mejoras en la composición corporal. Esto refuerza la hipótesis de que los AG ω -3 pueden tener un efecto beneficioso sobre la composición corporal, incluso sin reducir la ingesta calórica.

Los posibles mecanismos por los cuales los AG ω -3 influyen en el peso corporal y la masa grasa incluyen la modulación del metabolismo lipídico, la regulación de las adipocinas como la adiponectina y la leptina, y la reducción de la inflamación del tejido adiposo (Huang et al., 2019). Algunos estudios sugieren que los AG ω -3 podrían ayudar a aumentar la termogénesis y reducir el apetito, lo que facilitaría la pérdida de peso (Huang et al., 2019). Además, la suplementación con AG ω -3 podría alterar la expresión génica implicada en la oxidación de grasas en el tejido adiposo, promoviendo así una mayor utilización de las grasas como fuente de energía.

En el estudio de DeFina et al., 2011, la ausencia de diferencias en la pérdida de peso entre el grupo placebo y el grupo suplementado con AG ω -3 se atribuye principalmente a cambios en el estilo de vida. Ambos grupos redujeron su ingesta calórica de manera similar y realizaron ejercicio con la misma frecuencia e intensidad, lo que resultó en un gasto energético comparable. Estos factores probablemente igualaron los efectos de la

intervención, lo que explica por qué no se observaron diferencias significativas en la pérdida de peso entre los grupos. Como resultado, ambos grupos perdieron más del 5% de su peso corporal, considerado clínicamente significativo. Sin embargo, una limitación importante del estudio es el uso de autoinformes para registrar tanto la ingesta calórica como la actividad física, lo que podría haber llevado a una sobreestimación del gasto energético y una subestimación del consumo de alimentos. Esto podría haber afectado la precisión de los resultados.

Munro et al., 2012 observaron que la suplementación con AG ω -3 podría tener un efecto dependiente del tiempo, lo que ayudaría a mantener la pérdida de peso a largo plazo debido a su influencia sobre la leptina. Esto sugiere que los efectos de la suplementación podrían ser más visibles tras un periodo prolongado, ya que la acumulación de AG ω -3 en el cuerpo podría contribuir a estabilizar el peso. En línea con esta observación, el estudio de Munro et al. 2012 mostró que, aunque en un corto periodo de tiempo (cuatro semanas) no se observaron cambios significativos en las mediciones antropométricas tras la suplementación con AG ω -3 sin restricción calórica, el aumento en los niveles de EPA y DHA en el grupo suplementado fue notable. No obstante, en las cuatro semanas siguientes, se detectaron reducciones significativas en las medidas antropométricas de todos los grupos. Específicamente, el grupo de AG ω -3 mostró un mayor porcentaje de pérdida de peso en mujeres (7,21%) en comparación con hombres (6,3%), aunque esta diferencia no fue significativa. En el grupo placebo la pérdida de peso fue mayor en hombres (7,69%) en comparación con mujeres (5,82%), sin significancia estadística. Esto podría atribuirse a que las mujeres tienden a perder menos peso que los hombres cuando siguen dietas con restricción energética similar. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela debido al bajo número de hombres involucrados en el estudio y a la relación entre DHA y EPA en el suplemento utilizado (1,62 g/día de DHA frente a 0,42 g/día de EPA). En estudios previos se han observado diferencias significativas en cuanto a la respuesta a la suplementación con AG ω -3 entre hombres y mujeres. En concreto, se ha observado que las mujeres pueden responder mejor a los efectos metabólicos de los AG ω -3, posiblemente debido a la influencia del estrógeno. En este sentido, un estudio realizado por Kunesova et al. (2006) mostró que las mujeres extremadamente obesas mostraron una mayor pérdida de peso tras la suplementación con AG ω -3, especialmente en relación con los niveles de DHA. Esto sugiere que el DHA podría ser el componente activo en la mejora de la pérdida de peso en mujeres.

Apoyando esta hipótesis, Thorsdottir et al. (2007) llevaron a cabo un ensayo controlado aleatorizado con una dieta equilibrada y restricción calórica durante 8 semanas, en el que observaron una mayor pérdida de peso en los hombres que consumían pescado o aceite de pescado en comparación con el grupo de control. Además, el perímetro de la cintura disminuyó en el grupo que consumió aceite de pescado con el tiempo. No obstante, no se

encontraron diferencias significativas entre los grupos en general, y la significación estadística se observó únicamente en los sujetos masculinos, no en las mujeres.

De los artículos incluidos en esta revisión, únicamente 3 de ellos (DeFina et al., 2011; Salman et al., 2022) incluyeron tanto a hombres como a mujeres, mientras que en los otros 6 estudios participaron exclusivamente mujeres. Esta representación desigual entre géneros podría limitar la generalización de los resultados obtenidos, lo que sugiere que serían necesarios más estudios que incluyan tanto a hombres como a mujeres para poder obtener conclusiones más precisas y completas.

Un aspecto importante para considerar es que la menopausia marca una etapa crucial en la vida de las mujeres, caracterizada por cambios hormonales que conducen a una redistribución de la grasa corporal hacia la región visceral, así como una pérdida de masa muscular y ósea. Estos cambios aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas como la resistencia a la insulina, dislipemias y diabetes tipo 2, riesgos que se ven exacerbados en mujeres con obesidad durante la transición menopáusica.

En cuanto a la variable de contorno o perímetro de cintura, varios estudios evidencian con significación estadística una reducción de este parámetro en los grupos suplementados con AG ω -3 (Munro et al., 2013; Sedláček et al., 2018; Félix - Soriano et al., 2021). También se ha podido evidenciar un mayor descenso en la masa grasa y en el porcentaje de grasa abdominal, en el grupo suplementado con AG ω -3, a veces sin ir acompañado de un efecto significativo en la pérdida de peso (Munro et al., 2013; Huerta et al., 2015; Haghvan et al., 2016, Sedláček et al., 2018, Félix-Soriano et al., 2021).

En el estudio de Huerta et al. (2015) se observa el efecto de la suplementación con ácido α -lipoico (sólo o en combinación con EPA), en dosis bajas (300 mg/día) para ver si podría ayudar en la pérdida de peso y en la reducción de la masa grasa, lo que podría asociarse a la disminución significativa ($p < 0,01$) de los niveles de leptina, en personas sanas y mujeres con sobrepeso u obesidad que siguen un régimen equilibrado de energía restringida, frente al grupo suplementado con EPA, donde la reducción de la misma fue significativamente menor ($p < 0,001$). Sin embargo, estos datos no respaldan una mayor saciedad del ácido α -lipoico en la dosis utilizada en este ensayo, ya que no se detectaron diferencias en la ingesta energética entre los grupos. En esta línea hay estudios (Doucet et al., 2020) que proponen que, tras la pérdida de peso, la disminución de la tasa metabólica basal ajustada por la masa grasa y la masa libre de grasa puede tener su explicación en los niveles de leptina plasmática circulante.

Por otra parte, 4 de los estudios revisados (DeFina et al., 2011; Haghvan et al., 2016; Sedláček et al., 2018; Félix-Soriano et al., 2021) incluyeron la práctica de ejercicio físico,

tanto aeróbico como de resistencia, para evaluar su influencia en las variables antropométricas y de composición corporal. En general, los estudios que combinaron la suplementación con AG ω -3 y el ejercicio mostraron mejoras en la composición corporal, especialmente en la reducción de grasa corporal. Un estudio que evaluó el efecto del entrenamiento de resistencia en mujeres posmenopáusicas observó una disminución significativa de la masa grasa en las extremidades inferiores, lo que sugiere que la distribución natural de la adiposidad en las mujeres puede estar relacionada con la respuesta al ejercicio y a la suplementación con AG ω -3 (Mendes et al., 2021).

No se observó un efecto potenciador de la suplementación con AG ω -3 solos o combinados con entrenamientos de resistencia sobre los cambios en la composición corporal inducidos por los entrenamientos de resistencia. Otros grupos (Zhang et al., 2017) han observado resultados similares utilizando DHA y EPA en dosis similares (1,62 g/día, 1,9:1 DHA:EPA). Se ha descrito que el principal efecto sinérgico de los AG ω -3 con el entrenamiento de resistencia sobre la composición corporal es que favorece la síntesis de proteínas musculares, mejorando el sistema neuromuscular (Mendes et al., 2021) Los resultados obtenidos mostraron efectos de la resistencia en el aumento de la masa muscular, fuerza y calidad significativa en las extremidades inferiores y superiores, mientras que los AG ω -3 revelaron en las extremidades inferiores, ya que provocan una mayor activación y respuesta neuromuscular al ejercicio de resistencia en grupos suplementados con AG ω -3 (Zhang et al., 2017).

Se evaluaron también las consideraciones psicológicas en la pérdida de peso, incluidos los antojos y el estado de ánimo, y se observó una disminución en todos los indicadores anteriores en ambos grupos, y similar en grado (DeFina et al., 2011; Seyed et al., 2016; Salman et al., 2022) No se tiene conocimiento de ningún estudio publicado que compare el efecto de la suplementación con AG ω -3 en las puntuaciones del test de evaluación cognitiva Montreal (MoCA) en individuos obesos o con sobrepeso que siguen una dieta de adelgazamiento, pero si hay numerosos estudios que indican un efecto positivo de los suplementos de AG ω -3 sobre la función cognitiva. Dos de los estudios incluidos en la presente revisión, además de las características antropométricas y de composición corporal, observan si la suplementación con AG ω -3, puede tener influencia en estados de depresión, evidenciando una disminución de la misma, en los grupos que tomaron esta suplementación. (Mendes et al., 2021). El estado cognitivo basal de los sujetos también puede influir en las pruebas de función cognitiva. Las limitaciones del estudio son el escaso número de hombres con edad superior a 65 años, y la duración del estudio (Mendes et al., 2021).

Los estudios que han evaluado el efecto de los AG ω -3 en la depresión (Huerta et al., 2015; Seyed et al., 2016) evidencian que la dosis asignada redujo significativamente los síntomas de depresión en comparación con el placebo. Otros estudios también refuerzan el

efeto beneficioso de los AG ω -3 en la mejora de la depresión y en los trastornos del estado de ánimo. Tajalizadekhoob et al. (2019), en un estudio doble ciego en 66 pacientes adultos con depresión leve a moderada, utilizaron diariamente 300 mg de (EPA + DHA) durante 6 meses, observaron un cambio significativo ($p < 0,001$) en la Escala de depresión geriátrica-15. Rondanelli et al. (2019) también realizaron un estudio clínico donde utilizaron AG ω -3 en mujeres con depresión durante 2 meses. El grupo que recibió AG ω -3 recibió 1,6 g de EPA y 0,83 g de DHA y el grupo de control recibió placebo. Las puntuaciones de la prueba GDS se compararon antes y después de 8 semanas y se observó una reducción significativa en el grupo que recibió AG ω -3. Sinn et al. (2017) evidenciaron en su estudio los efectos de diferentes dosis de AG ω -3 en los síntomas depresivos de pacientes ancianos con depresión leve a moderada. Reclutaron a 50 pacientes ancianos, y durante 6 meses, un grupo compuesto por 17 pacientes recibió principalmente EPA (1,67 g/día) y DHA (0,16 g/día). El otro grupo estuvo formado por 18 pacientes que recibieron principalmente DHA (1,55 g/día) y EPA (0,4 g/día) y el tercer grupo AG ω -6 (2,2 g/día). Compararon la puntuación GDS entre los grupos, y ésta, en el grupo que recibió EPA y DHA, mejoró significativamente.

Los estudios de metaanálisis ponen de manifiesto un mayor efecto del EPA que del DHA en la reducción de los síntomas de depresión. Sablt et al. (2018) dividieron los estudios clínicos de AG ω -3 sobre la depresión en dos categorías: estudios en los que la dosis de EPA era inferior al 60% del EPA y DHA total y otros estudios en los que el EPA era igual o superior al 60% del total. Pusieron en evidencia que la suplementación con EPA 60% tiene un mejor efecto en la mejora de los síntomas depresivos. La dosis de EPA osciló entre 200 y 2200 mg por día. Todos los estudios anteriores indican que las dosis terapéuticas de ω -3 son eficaces para reducir los síntomas de depresión leve a moderada.

Es importante destacar que en varios estudios incluidos en esta revisión el placebo utilizado fue el aceite de oliva, que también puede tener ciertos beneficios para la salud y contribuir, aunque sea de forma moderada, a la pérdida de peso. Sin embargo, la cantidad utilizada (3 g/día) es significativamente menor que la recomendada en una dieta equilibrada (aproximadamente 45 g/día), lo que sugiere que es poco probable que este placebo haya influido de manera significativa en los resultados.

La contribución de este trabajo a la sostenibilidad en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se puede determinar en varios aspectos. En primer lugar, el trabajo promueve la salud y el bienestar (ODS 3), ya que estudia los efectos de los AG ω -3 en el peso y composición corporal, lo que puede mejorar la calidad de vida de las personas. Además, al analizar los beneficios de estos suplementos, se puede reducir la carga económica en el sistema de salud al prevenir enfermedades relacionadas con la obesidad.

5. CONCLUSIÓN

Del presente trabajo se extraen las siguientes conclusiones:

Los estudios revisados muestran resultados inconsistentes sobre el efecto de la suplementación con AG ω -3 en la pérdida de peso. Algunos estudios evidencian una reducción significativa del peso corporal, mientras que otros no observan cambios relevantes.

En aquellos estudios en los que se combinó la suplementación con AG ω -3 y una dieta hipocalórica, se observó una mayor pérdida de peso. Esto sugiere que el déficit calórico es el factor clave en la reducción de peso, aunque los AG ω -3 podrían tener un efecto sinérgico.

Parece que las mujeres con obesidad responder mejor a la suplementación con AG ω -3, posiblemente debido a factores hormonales como los niveles de estrógeno. Además, el DHA parece tener un mayor impacto en la pérdida de peso en estos sujetos.

Dada la falta de consistencia en los resultados y las limitaciones en los tamaños de muestra y diseño de los estudios, sería necesario desarrollar más investigaciones, especialmente estudios a largo plazo y con mayor equilibrio en la representación de hombres y mujeres, para obtener conclusiones más robustas. Por otra parte, también sería interesante determinar el efecto de estas suplementaciones con AG ω -3 sobre la composición de la microbiota intestinal ya que la interacción entre la microbiota y el metabolismo podría influir en la regulación del peso corporal y en la eficacia de la pérdida de peso.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés-Imaz, A., Martí-Gelonch, L., Eizaguirre-Letamendia, E., Asensio-Gallego, J. I., & Enríquez-Navascués, J. M. (2021). Incidencia y factores de riesgo para el desarrollo de colestasis tras cirugía bariátrica. *Cirugía española*, 99(9), 648-654
- Baile, J. I., & González, M. J. (2011, August). Comorbilidad psicopatológica en obesidad. In *Anales del sistema sanitario de Navarra* (Vol. 34, No. 2, pp. 253-261). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Bray, G. A., Kim, K. K., Wilding, J. P., & World Obesity Federation. (2017). Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obesity reviews*, 18(7), 715-723.
- Burgos, C., Henríquez-Olguín, C., Ramírez-Campillo, R., Mahecha Matsudo, S., & Cerda-Kohler, H. (2017). ¿ Puede el ejercicio físico per se disminuir el peso corporal en sujetos con sobrepeso/obesidad?. *Revista médica de Chile*, 145(6), 765-774.
- Carrero, J. J., Martín-Bautista, E., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza, J. J., & López-Huertas, E. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria*, 20(1), 63-69
- Castro-Rodríguez, J. A. (2007). Relación entre obesidad y asma. *Archivos de Bronconeumología*, 43(3), 171-175.
- DeFina, L. F., Marcoux, L. G., Devers, S. M., Cleaver, J. P., & Willis, B. L. (2011). Effects of omega-3 supplementation in combination with diet and exercise on weight loss and body composition. *The American journal of clinical nutrition*, 93(2), 455-462.
- Delpino, F. M., Figueiredo, L. M., & da Silva, B. G. C. (2021). Effects of omega-3 supplementation on body weight and body fat mass: A systematic review. *Clinical Nutrition Espen*, 44, 122-129.
- Dyall, S. C. (2015). Long-chain omega-3 fatty acids and the brain: a review of the independent and shared effects of EPA, DPA and DHA. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 52.
- Errandonea, U. I. (2012). Obesidad y trastornos de alimentación. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 165-171.
- Escalante, Y. (2011). Actividad física, ejercicio físico y condición física en el ámbito de la salud pública. *Revista española de salud pública*, 85(4), 325-328.
- Félix-Soriano, E., Martínez-Gayo, A., Cobo, M. J., Pérez-Chávez, A., Ibáñez-Santos, J., Palacios Samper, N., ... & Moreno-Aliaga, M. J. (2021). Effects of DHA-rich n-3 fatty acid supplementation and/or resistance training on body composition and cardiometabolic biomarkers in overweight and obese post-menopausal women. *Nutrients*, 13(7), 2465.
- García Casilimas, G. A., Martín, D. A., Martínez, M. A., Merchán, C. R., Mayorga, C. A., & Barragán, A. F. (2017). Fisiopatología de la hipertensión arterial secundaria a obesidad. *Archivos de cardiología de México*, 87(4), 336-344.
- Garvey, W. T., Mechanick, J. I., & Einhorn, D. (2014). The American Association of Clinical Endocrinologists and the American College of Endocrinology: 2014 advanced framework for a new diagnosis of obesity as a chronic disease. *Endocrine practice: official journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*, 20(9), 977.
- Generales, V. C. (2012). Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta
- Harden, C. J., Dible, V. A., Russell, J. M., Garaiova, I., Plummer, S. F., Barker, M. E., & Corfe, B. M. (2014). Long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation had no effect on body weight but reduced energy intake in overweight and obese women. *Nutrition research*, 34(1), 17-24.
- Haghravan, S., Keshavarz, S. A., Mazaheri, R., Alizadeh, Z., & Mansournia, M. A. (2016). Effect of omega-3 PUFAs supplementation with lifestyle modification on anthropometric indices and Vo2 max in overweight women.
- Herrera, M. C., y León, S. V., Tolentino, R. G., Fernández, B. G., & González, G. D. (2006). Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. *Revista de educación bioquímica*, 25(3), 72-79.
- Holmes, C. J., & Racette, S. B. (2021). The utility of body composition assessment in nutrition and clinical practice: an overview of current methodology. *Nutrients*, 13(8), 2493.

- Huerta, A. E., Navas-Carretero, S., Prieto-Hontoria, P. L., Martínez, J. A., & Moreno-Aliaga, M. J. (2015). Effects of α -lipoic acid and eicosapentaenoic acid in overweight and obese women during weight loss. *Obesity*, 23(2), 313-321.
- Iyengar, N. M., Gucalp, A., Dannenberg, A. J., & Hudis, C. A. (2016). Obesity and cancer mechanisms: tumor microenvironment and inflammation. *Journal of clinical oncology*, 34(35), 4270-4276.
- Jemio, F. G., Milán, O. M., & Arzabe, A. A. (2011). Alteraciones biomecánicas articulares en la obesidad. *Gaceta Médica Boliviana*, 34(1), 52-56.
- Jiménez, J. L. U., Cuberos, R. C., Molero, P. P., & Granizo, I. A. R. (2020). Influencia de la dieta y hábitos físico-saludables en escolares. *riccafd: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(1), 106-113
- Kawai T, Autieri MV, Scalia R. Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2021 Mar 1;320(3):C375-C391. doi: 10.1152/ajpcell.00379.2020. Epub 2020 Dec 23. PMID: 33356944; PMCID: PMC8294624.
- Keshavarz, S. A., Mostafavi, S. A., Akhondzadeh, S., Mohammadi, M. R., Hosseini, S., Eshraghian, M. R., & Chamari, M. (2018). Omega-3 supplementation effects on body weight and depression among dieter women with co-morbidity of depression and obesity compared with the placebo: A randomized clinical trial. *Clinical nutrition ESPEN*, 25, 37-43.
- Larena et al. Plan Estratégico Nacional para la Reducción de la Obesidad (2022 - 2030), (2022).
- Lazarus, Fundación Gaspar Casal, EHGNA: un estudio integral, 2021)
- Llano, A. T., Alonso, P. R., Krug, A. C., Torres, J. M. Á., & Moreiras, G. V. Fundación Española de la Nutrición (FEN).
- López-Torres, E., Doblaz, P. A., del Valle, V. G., & de Linares, M. C. (2007). Evaluación clínica de los ácidos grasos omega-3 en la gestación, la lactancia y el desarrollo infantil. *Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia*, 34(3), 100-105.
- Luchtman, D. W., & Song, C. (2013). Cognitive enhancement by omega-3 fatty acids from child-hood to old age: findings from animal and clinical studies. *Neuropharmacology*, 64, 550-565.
- Luján del Castillo, C., & Gómez Guizado, G. L. (2023). Vigilancia de la situación del sobrepeso, obesidad y sus determinantes en el marco del Observatorio de Nutrición y estudio del sobrepeso y obesidad. Informe técnico 2023. In *Vigilancia de la situación del sobrepeso, obesidad y sus determinantes en el marco del Observatorio de Nutrición y estudio del sobrepeso y obesidad. Informe técnico 2023* (pp. 228-228).
- Munro, I. A., & Garg, M. L. (2012). Dietary supplementation with n-3 PUFA does not promote weight loss when combined with a very-low-energy diet. *British Journal of Nutrition*, 108(8), 1466-1474.
- Navarro-Falcón, M., & Jáuregui-Lobera, I. (2020). Tratamiento farmacológico de la obesidad. *Journal of Negative and No Positive Results*, 5(12), 1464-1469.
- Organización Mundial de la Salud. (1 de marzo de 2024). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Ouellet, M., Emond, V., Chen, C. T., Julien, C., Bourasset, F., Oddo, S., et al. (2009). Diffusion of docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids through the bloodbrain barrier: an *in situ* cerebral perfusion study. *Neurochem. Int*. 55, 476-482.
- Palacios, S., Cancelo, M. J., Castaño, M. R., García, A., de la Gándara, J. J., Pintó, X., ... & Gil, E. (2014). Recomendaciones de ingesta de omega-3 en los diferentes periodos de la vida de la mujer. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*, 57(1), 45-51.
- Pi-Sunyer, F. X. (2002). The obesity epidemic: pathophysiology and consequences of obesity. *Obesity research*, 10(S12), 97S-104S
- Ruze, R., Liu, T., Zou, X., Song, J., Chen, Y., Xu, R., ... & Xu, Q. (2023). Obesity and type 2 diabetes mellitus: connections in epidemiology, pathogenesis, and treatments. *Frontiers in endocrinology*, 14, 1161521.
- Salman, H. B., Salman, M. A., & Akal, E. Y. (2022). The effect of omega-3 fatty acid supplementation on weight loss and cognitive function in overweight or obese individuals on weight-loss diet. *Nutr Hosp*, 39(4), 803-13

- Sedláček, P., Plavinová, I., Langmajerová, J., Dvořáková, J., Novák, J., Trefil, L., ... & Müllerová, D. (2018). Effect of n-3 fatty acids supplementation during life style modification in women with overweight. *Central European journal of public health*, 26(4), 265-271
- Swanson, D., Block, R., & Mousa, S. A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in nutrition*, 3(1), 1-7
- Valencia-Flores, M., Rebollar-González, V., Orea-Tejeda, A., Castaño-Meneses, A., García-Ramos, G., & González-Barranco, J. (2001). Apnea del sueño en el paciente obeso. *Rev Endocrinol Nutr*, 9, 97-102.
- Castro-Rodríguez, J. A. (2007). Relación entre obesidad y asma. *Archivos de Bronconeumología*, 43(3), 171-175.
- Vignesh, A., Amal, T. C., Sarvalingam, A., & Vasanth, K. (2024). A Review on the Influence of Nutraceuticals and Functional Foods on Health. *Food Chemistry Advances*, 100749.
- Zhang, Y. Y., Liu, W., Zhao, T. Y., & Tian, H. M. (2017). Efficacy of omega-3 polyunsaturated fatty acids supplementation in managing overweight and obesity: a meta-analysis of randomized clinical trials. *The Journal of nutrition, health and aging*, 21(2), 187-192