

# **Revisión bibliográfica: Actividad Física, Deporte y hábitos saludables en adultos con sobrepeso y obesidad**

Trabajo de Fin de Grado: Patricia Villalba Lucena

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte



**Universidad Miguel Hernández de Elche**

Curso Académico 2015-2016

**Tutora Académica: Antonia Pelegrín Muñoz**

**Índice:**

1. Contextualización	3-4
2. Procedimiento de revisión (Metodología)	4
3. Revisión Bibliográfica (Desarrollo)	4-5
3.1. Entrenamiento en adultos con sobrepeso y obesidad	5-8
4. Discusión	8-9
5. Propuesta práctica	9
6. Bibliografía	10
7. Anexos	11



## 1. CONTEXTUALIZACIÓN

La asociación de un estilo de vida sedentario y el sobrepeso u obesidad ha sido identificada como un factor de riesgo que aumenta las posibilidades de sufrir diversas enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, hipertensión, dislipemias, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer (Rodríguez, López- Plaza, López-Saboler y Ortega, 2011).

Según la Organización Mundial de la Salud (2015), el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.

Se trata de un problema de salud público prioritario debido, por una parte, al gran número de personas afectadas, y que continúa en aumento, y, por otra, a sus graves consecuencias sobre la salud. Es considerada la epidemia del siglo XXI.

En España, según un estudio realizado al respecto en población adulta (entre 25 y 60 años), en el año 2000, la prevalencia de sobrepeso era del 38,5% y la obesidad del 14,5%, lo que significa que uno de cada dos adultos presenta un peso superior al recomendable. Además se prevé que estas cifras continúen en aumento y se estima que, si no se actúa inmediatamente, para el año 2030 la población obesa masculina aumentará en el 33% y la femenina en el 37%. El incremento que se viene produciendo se debe fundamentalmente a dos factores, por un lado, el consumo excesivo de alimentos de gran contenido calórico, y por otro, la disminución de la actividad física, imponiéndose un estilo de vida cada vez más sedentario (Rodríguez, López- Plaza, López- Saboler y Ortega, 2011).

Existen diferentes métodos para estimar la distribución de la grasa corporal, pero son los métodos antropométricos los más utilizados. El índice de masa corporal (IMC) es un buen indicador para la valoración inicial de adiposidad corporal, y se obtiene dividiendo el peso en kilogramos entre la altura en metros al cuadrado. Según los datos obtenidos podemos saber en qué condiciones nos encontramos sirviéndonos de guía la siguiente clasificación de la obesidad según la SEEDO (2000):

IMD (Kg/m <sup>2</sup> )	Grado de obesidad
<18.5	Peso insuficiente
18.5- 24.9	Normopeso
25- 26.9	Sobrepeso grado I
27-29.9	Sobrepeso grado II (preobesidad)
30- 34.9	Obesidad tipo I
35- 39.9	Obesidad tipo II
40- 49.9	Obesidad tipo III (mórbida)
>50	Obesidad tipo IV (extrema)

Tabla 1: Clasificación y estratificación de la obesidad según el IMC.

Actualmente, están proliferando otros métodos de medición como el índice cintura-cadera, que se determina dividiendo la circunferencia a nivel del ombligo y el máximo de circunferencia de las caderas y glúteos; este índice es mayor en el hombre que en la mujer, por la distribución de la grasa en ambos sexos y tiende a aumentar con la edad (Torres Luque, García Maros, Villaverde Gutiérrez y Garatachea Vallejo, 2010).

El nivel de condición física así como el riesgo cardiovascular relacionado con el sobrepeso y la obesidad en personas adultas, está condicionado en gran medida por el nivel de condición física que se posee en la infancia y adolescencia. El American College of Sport Medicine (2009), señala que al realizar una práctica física adecuada, además de la posible pérdida de peso, se mejoran los porcentajes de masa grasa y masa muscular y, a su vez,

umentan los niveles en parámetros cardiovasculares y fuerza muscular (Torres Luque, García Maros, Villaverde Gutiérrez y Garatachea Vallejo, 2010).

El objetivo de este trabajo, será determinar cuáles son los hábitos saludables y qué métodos de entrenamiento se deberán adoptar para mejorar el sistema metabólico, así como la calidad de vida y reducir los factores de riesgo provocados por el sobrepeso y la obesidad en adultos.

### 2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN

Para la realización de esta revisión bibliográfica, se llevó a cabo una búsqueda de artículos en las diferentes bases de datos electrónicas como son *PubMed*, *Dialnet* y *Researchgate*. Se usaron los siguientes términos en inglés en el buscador de la página web: “obesity physical activity adult”; “obesity, adult”; “resistance training”; “health and obesity”; y “obesity training”. Además de otros términos en español como son: “actividad física y obesidad en adultos”; “entrenamiento y obesidad”; “hábitos saludables en personas obesas” y “entrenamiento de fuerza en obesos”.

Los términos se determinaron con el fin de encontrar artículos relacionados con el tema elegido: actividad física, deporte y hábitos saludables en adultos con sobrepeso y obesidad, así como los métodos de entrenamiento más apropiados para prevenir y combatir este problema.

La búsqueda bibliográfica comenzó a principios de Marzo y se alargó hasta finales de Abril. Una vez finalizada la búsqueda, se obtuvieron 26 artículos relacionados con el tema, la mayoría de ellos en lengua inglesa ya que pertenecían a la base de datos *PubMed*, o *Researchgate* si no se permitía descargar el texto completo en la anterior base de datos mencionada. Posteriormente fueron eliminados 15 artículos por tratarse de revisiones en su gran parte, no pertenecer a la población deseada, o no tratar sobre el tema en cuestión. Por lo tanto, se seleccionan 11 artículos que tratan de la actividad física y estilo de vida en adultos con sobre peso y obesidad, pero solo 5 sobre el entrenamiento en adultos con sobrepeso y obesidad.

Los artículos elegidos para esta revisión, están publicados entre el año 2007 y 2016, con la intención de obtener los datos más actuales y así tener una revisión más próxima en el tiempo del tema a elaborar.

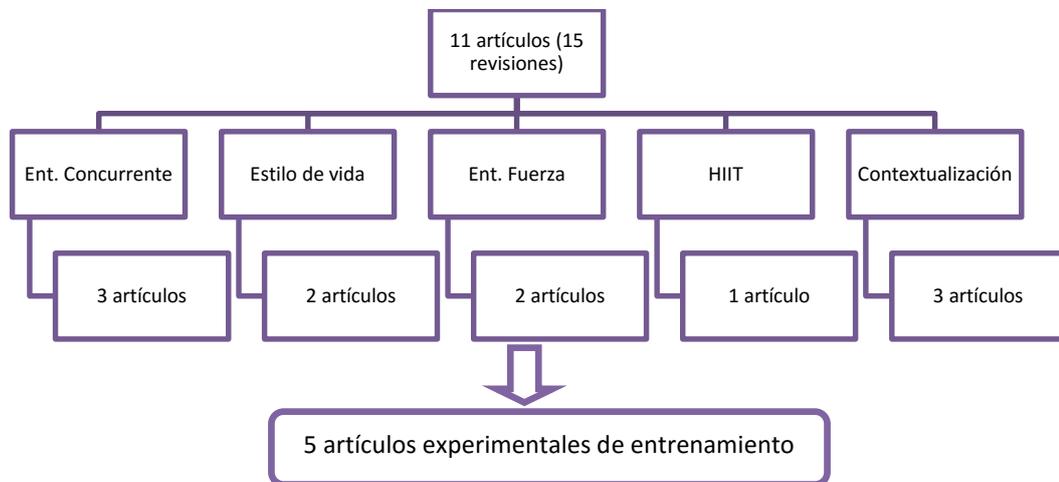
Estos 5 artículos en los que hemos basado la parte del entrenamiento del trabajo, son artículos experimentales que nos darán información relevante sobre la prevención y cómo combatir el problema de la obesidad y el sobrepeso con el ejercicio físico. En la Tabla 2, vemos la información más importante a modo de esquema sobre estos artículos. Los 6 restantes, muestran una serie de conceptos e información relevantes para el trabajo ya que cierta información ha sido utilizada para la elaboración del mismo. En la Figura 1 se muestra el total de artículos analizados para la realización del trabajo.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

Como se ha tratado anteriormente, el sobrepeso y la obesidad es un problema que está afectando cada vez a un mayor número de personas en la población adulta. Cuando hablamos de este problema, se hace referencia a una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, por lo que es aquí, donde haremos hincapié para poder combatir este problema. La reducción de ese porcentaje de grasa extra, es un aspecto muy importante a tener en cuenta para la reducción de los factores de riesgo. Como se verá a continuación, existen evidencias científicas de que el entrenamiento ayuda a combatir este problema y con ello mejorar la calidad de vida de las personas que lo sufren, como puede ser el entrenamiento combinado (entrenamiento aeróbico y de fuerza en la misma sesión). Aunque también existen otros tipos de entrenamiento como es el HIIT, o el entrenamiento por

separado de fuerza y aeróbico, los cuales también podrían ser beneficiosos para la reducción de las medidas antropométricas y las mejoras de los niveles lipídicos, insulina y glucosa.

Figura1. Resultados de la búsqueda bibliográfica realizada para el entrenamiento en adultos con sobrepeso y obesidad.



### 3.1. Entrenamiento en adultos con sobrepeso y obesidad.

En este apartado se expondrán los artículos que tratan sobre el entrenamiento para prevenir y combatir el sobrepeso y la obesidad.

El primera artículo (Brunelli et al., 2015), trata sobre los efectos del entrenamiento concurrente en la inflamación subclínica en hombres obesos de mediana edad. La inflamación subclínica se trata de un efecto asociado a obesidad con ausencia de enfermedad manifiesta, por el aumento de los niveles circulantes de marcadores pro-inflamatorios (IL-6, TNF- $\alpha$ , CRP, leptina y resistina) y reducción de los marcadores anti-inflamatorios (IL-10 y adiponectina). Estos niveles altos de marcadores inflamatorios se consideran factores predictores de riesgo de mortalidad en personas de mediana edad.

En esta investigación reúnen a 30 hombres obesos (IMC:  $31.00 \pm 0.29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) que son sometidos a 24 semanas de entrenamiento combinado. Fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, entrenamiento combinado (N= 17) y un grupo control (N= 13). Realizaron una prueba de familiarización con dos series de ejercicios de intensidad moderada para reducir efectos de aprendizaje y establecer la reproducibilidad de los ejercicios. El protocolo del grupo de entrenamiento concurrente se dividió en tres etapas, cada uno compuesto de 8 semanas de entrenamiento gradual. Comenzaban con seis ejercicios de fuerza (leg press, leg extension, curl de piernas, press banca, pulldown lateral y curl de bíceps), con 3 series de máx. 10 repeticiones y 1 min de descanso entre series. Después realizaban 30 minutos de entrenamiento aeróbico como correr o caminar con intensidad variable (5' a intensidad menor que el umbral ventilatorio, 10' por encima de UV y menos que la compensación respiratoria, 5' a una intensidad menor que el UV), entre el 50 y 85% del  $\text{VO}_2$  pico. Las siguientes etapas usaban los mismos ejercicios aumentando carga en los ejercicios de fuerza y ajustando la zona de entrenamiento y tiempo de duración en el entrenamiento aeróbico. La duración total de las sesiones fue de 60 minutos.

Los autores tomaron como medidas de referencia antropometría, ingesta alimentaria, prueba cardiorrespiratoria, evaluación de la fuerza muscular, las concentraciones séricas de marcadores pro- y anti- inflamatorios, concentraciones séricas de insulina, glucosa y HOMA-IR.

Tras las 24 semanas de intervención se sacaron los siguientes resultados para el grupo de entrenamiento concurrente: se redujeron los índices de insulina, glucosa, HOMA-IR, CRP, %

de grasa corporal y concentraciones séricas de marcadores pro- inflamatorios. Además aumentó el % de masa grasa libre, pico de  $VO_2$ , y fuerza máxima.

El siguiente artículo (Da Silva et al., 2015), tuvo como objetivo evaluar los parámetros antropométricos, resistencia a la insulina y el estrés oxidativo, en individuos obesos sometidos a dos tipos de entrenamiento concurrente a la misma intensidad, pero que difieren en la frecuencia. 25 individuos sedentarios con un IMC de 30-40  $kg/m^2$  fueron divididos en dos grupos: entrenamiento concurrente 1 (5 días/ semana) y entrenamiento concurrente 2 (3 días /semana), los cuales realizaron un total de 26 sesiones de entrenamiento de 70 minutos, con la misma intensidad progresiva del 50-70%  $VO_2$  pico monitoreado por la escala de Borg. Cada sesión de entrenamiento se dividió en 5 minutos de calentamiento inicial, 30 minutos de caminata, 30 minutos de ejercicio de fuerza, y 5 minutos de estiramientos.

Antes del inicio del período de entrenamiento, todos los individuos se sometieron a una prueba cardiorrespiratoria, RM, medidas antropométricas, análisis de glucosa, insulina y perfil oxidativo.

Con los datos obtenidos después del proceso de investigación, se consiguieron los siguientes resultados: CT1 disminuyó significativamente el % de grasa corporal; la circunferencia de la cadera; carbonilos y actividad GPx y aumenta la masa libre de grasa; metabolismo basal; y el nivel de insulina en ayunas. CT2 redujo la circunferencia del abdomen y cadera; nivel de glucosa en ayunas; HOMA-IR; actividad GPx; y aumentaron los niveles de TBARS.

Los autores Hernán Jiménez et al., (2011), querían evaluar si un programa de entrenamiento de fuerza dirigido en 8 semanas, mejora la sensibilidad a la insulina, el perfil lipídico y la composición corporal en sujetos con sobrepeso y obesidad. La muestra de esta investigación la formaban 16 sujetos jóvenes con sobrepeso u obesidad ( $<25 kg/m^2$ ). Se les realizaron medidas bioquímicas (glucosa, colesterol, triglicéridos, sensibilidad a la insulina).

Los participantes se asignaron al azar a un grupo experimental (n=8) que siguió un programa de entrenamiento de 8 semanas, que consta de 4 sesiones por semana, a una intensidad que va desde un 50% a un 80% de la repetición máxima (RM). Realizaban ocho ejercicios con máquinas y pesas que implican la mayoría de los segmentos y grupos de músculos. El grupo control (n=8) no siguió el programa de entrenamiento.

Al final de la intervención los participantes en el grupo experimental mostraron, en comparación con los valores basales, una disminución del 18% en la sensibilidad a la insulina, una disminución del 10% en los niveles de LDL-C, y una disminución del 13% en el índice arterial, así como un 8% de un aumento en los niveles de HDL-C. Aunque no se encontraron cambios en el peso corporal.

El cuarto artículo (Kim et al., 2015), trata de conocer los efectos del entrenamiento aeróbico y de fuerza en los niveles de circulación de irisina y sus asociaciones con el cambio de la composición corporal en adultos con sobrepeso/obesidad. La irisina es una hormona descubierta recientemente que aumenta durante el ejercicio y posee la capacidad de generar calor, debido a que puede convertir el tejido blanco (uniocular) en tejido adiposo pardo (multiocular).

Fueron seleccionados 48 adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad. De estos, 38 sujetos fueron asignados aleatoriamente en el grupo de entrenamiento aeróbico y de fuerza y 10 sujetos fueron asignados al grupo control. A todos ellos se les hicieron medidas

Artículo	Muestra	Intervención/ grupos	Mediciones	Resultados	Conclusiones
Brunelli et al. (2015)	N= 54 hombres	E. concurrente: - CT; N= 27 (ejercicios de fuerza + 30' de ejercicio aeróbico) - CG; N= 27	M. antropométricas, ingesta alimentaria, prueba cardiorrespiratoria, RM, concentraciones séricas de marcadores anti- inflamatorios, concentración sérica de insulina y glucosa	CT: ↓ % grasa corporal, índices de insulina, glucosa, HOMA-IR, CRP, concentraciones séricas de m. pro inflamatorios. ↑ %masa grasa libre, pico VO <sup>2</sup> , fuerza máxima	CT en períodos prolongados puede ser eficaz para el tratamiento de la inflamación subclínica asociada a la obesidad.
Da Silva et al. (2015)	N= 25 (18 mujeres y 7 hombres)	E. concurrente: - CT1; N= 12. 5 días/ semana - CT2; N= 13. 3 días/ semana	P. cardiorrespiratoria, RM, m. antropométrica, glucosa, insulina, perfil oxidativo, nivel de proteínas carbonilo, actividad de las enzimas antioxidantes catalasa (CAT)	CT1: ↓ % grasa corporal, circunf. y cadera, carbonilos y actividad GPx. ↑ masa libre de grasa, met. Basal, insulina en ayunas. CT2: ↓ circunf. abdomen y cadera, glucosa en ayunas, HOMA-IR, actividad GPx. ↑ niveles TBARS	CT es una alternativa a la reducción de peso y el IMC, mayor beneficio a mayor frecuencia. Los efectos sobre el estrés oxidativo y la resistencia a la insulina son contradictorios.
Hernán Jiménez et al. (2011)	N= 16	E. de fuerza: - GE; N=8 - GC; N=8	M. bioquímicas (insulina, glucosa, colesterol...), m. antropométricas y RM	GE: ↓ sensibilidad insulina, LDL-C, índice arterial. ↑ HDL-C	8 semanas de e. con pesas ↑ la sensibilidad a la insulina y el perfil lipídico sin modificar el peso corporal.
Kim et al. (2015)	N= 48	E. aeróbico y fuerza: 8 semanas - GE; N= 38 - GC; N=10	M. antropométricas y bioquímicas (irisina, colesterol, glucosa, insulina...), RM.	GE: ↑ músculo esquelético, nivel circulante de irisina ↓ masa grasa.	El ↑ del nivel de circulación de irisina está relacionado con el e. de fuerza.
Lanzi et al. (2015)	N= 20 hombres	HIIT: 5 semanas - G. Fatmax; N=10 - G. HIIT adaptado; N= 10	P. cardiorrespiratoria, m. bioquímicas y antropométricas.	Ambos: ↓ masa corporal, IMC, pico VO <sup>2</sup> , tasas de oxidación CHO G. Fatmax: ↓ insulina en ayunas	E. Fatmax mejora la disminución de insulina en ayunas. Se necesitan investigaciones a largo plazo.

Tabla 2: Información más importante de los artículos analizados

antropométricas y bioquímicas (perfiles lipídicos, glucosa, insulina, y niveles de irisina en plasma).

El protocolo de ejercicios fue ejecutado 5 días /semana durante 8 semanas en el gimnasio. El programa de entrenamiento aeróbico consistió en sesiones de un ejercicio de todo el cuerpo de 60 minutos. La duración de cada ejercicio se progresó gradualmente hasta una duración máxima de 50 minutos, basado en las capacidades del individuo, entre el 65-80% de la FC máx. Los sujetos alternan los dos modos de ejercicio aeróbico (50 minutos caminando solo o la combinación de 25 minutos de bicicleta y 25 minutos elíptica), cada día durante 8 semanas. El programa de entrenamiento de fuerza consistió en sesiones de 60 minutos para la parte superior o inferior del cuerpo; seis ejercicios para la parte superior realizado lunes y miércoles (press de hombro, remo sentado, press banca, flexiones, aperturas de pectoral) y cinco ejercicios para la parte inferior realizado martes y jueves (sentadillas, leg extensión, prensa, abdominales), y viernes entrenamiento combinado parte superior e inferior. La carga aplicada era de entre 65-85% del RM. Se pidió que realizaran entre 10-12 repeticiones y 3 series con descansos entre series de menos de 1 minuto.

Los resultados de la investigación fueron: los sujetos dentro del grupo experimental (sobre todo en el entrenamiento de fuerza) aumentaron el tamaño del músculo esquelético, el nivel circulante de irisina y redujeron el porcentaje de masa grasa.

El último artículo (Lanzi et al., 2015), trata de comparar los efectos de dos modalidades de entrenamiento de dos semanas de duración (Fatmax vs. HIIT adaptado), con respecto al trabajo mecánico, la aptitud aeróbica y metabólica, en hombres con clase II y III de obesidad.

Los participantes en esta investigación fueron 20 hombres con obesidad (IMC:  $\geq 35$ ; clase II: n=7, clase III: n=13). Siguió un programa de educación de estilo de vida de 5 semanas, el cual incluye la dieta, 30 minutos al día de actividades recreativas de baja intensidad, y un seguimiento psicológico. Además de este programa, los sujetos realizaron un programa de entrenamiento de 2 semanas de duración que comenzó aproximadamente 15 días después. Tras la prueba de pre-entrenamiento, los sujetos fueron asignados a dos grupos de entrenamiento: grupo Fatmax (n=10; clase II, n=4, clase III: n=6) y grupo HIIT adaptado (n=10; clase II: n=3, clase III, n=7). La intervención del entrenamiento consistió en ocho sesiones de ciclismo distribuidas en 14 días. Para el GHIIT, cada sesión consistía en intervalos de ciclismo 10x 60 s trabajando al 90% de la FC máx. Intercalados de 60 s de recuperación a 50W. El trabajo de GFatmax consistió en 40-50 minutos de ejercicio continuo con una intensidad que correspondía a la persona como Fatmax. Se les pidió que calificaran su esfuerzo percibido (RPE) durante el ejercicio (GFatmax: cada 10 min; GHIIT: al final de cada intervalo) utilizando la escala de BORG (0-10) y se calculó el promedio de la sesión.

Se les hicieron medidas antropométricas, prueba de esfuerzo y medidas bioquímicas. Con todo ello, los resultados obtenidos fueron los siguientes: tras el entrenamiento, la masa corporal, el IMC y las tasas de oxidación de CHO durante el ejercicio disminuyeron significativamente en ambos grupos, mientras que el pico de  $VO_2$ , la tasa de oxidación de grasas y el PPOIncr aumentaron en ambos grupos. El RPE medio durante las sesiones de entrenamiento fue significativamente mayor para GHIIT en comparación con GFatmax. Los niveles plasmáticos de insulina en ayunas disminuyeron significativamente en reposo solo en GFatmax.

#### 4. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo ha sido analizar en qué consiste el sobrepeso y la obesidad y cómo está afectando en la actualidad a la población adulta. Una vez establecidas estas bases, se ha buscado en la bibliografía cuáles pueden ser los hábitos más apropiados para poder, de este modo, combatir el problema.

Una vez reunida y revisada la información obtenida, vemos que hay evidencia científica sobre qué tipos de entrenamientos pueden ayudar a prevenir o tratar el tema del sobrepeso o la obesidad en adultos.

La mayoría de los artículos trataban el entrenamiento combinado como la mejor opción para conseguir los beneficios buscados en esta población. Al contrario de lo que se ha estado tratando tradicionalmente, el ejercicio de fuerza empieza a incluirse en el tratamiento para el sobrepeso y la obesidad debido al aumento del músculo esquelético que provoca un mayor gasto energético incluso después de la realización del ejercicio físico. Esto combinado con el entrenamiento aeróbico, producen una mejora en los niveles de lipídicos, insulina y glucosa en sangre, beneficiosos para reducir los factores de riesgo cardiovasculares relacionados con el exceso de grasa.

Finalmente, respecto a la frecuencia de trabajo, Da Silva et al (2015), trató de descubrir cuantas veces a la semana se debe repetir la sesión de ejercicio para que se obtengan mayores beneficios. Después de comparar 2 grupos de intervención, en los que se analizaba si una mayor frecuencia iba relacionado con las mejoras antropométricas, niveles lipídicos, y resistencia a la insulina. Concluyó que una mayor frecuencia semanal de entrenamiento (5 sesiones/ semana) está relacionado con mayores beneficios en adultos con sobrepeso y obesidad.

### 5. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La actividad física se suele practicar para mejorar la salud y calidad de vida de la población. Los adultos que sufren sobrepeso y obesidad suelen ser personas sedentarias y que realizan poco o ningún ejercicio físico durante su actividad diaria, ni siquiera lo mínimo recomendado que son 150 minutos a la semana de actividad física moderada, además de tener unos malos hábitos alimenticios.

Es necesario un plan de actuación para poder educar y concienciar a esta población sobre cuáles podrían ser los métodos de entrenamiento óptimos, para poder mejorar este problema que con los años se va acentuando en la población afectada.

Una limitación encontrada ha sido la muestra reducida de los artículos y la escasa duración en alguno de ellos, por lo que no daban toda la información que podrían darnos.

Una vez revisada la bibliografía, hemos podido destacar ciertos tipos de entrenamientos que parecen tener unos resultados muy positivos para reducir el sobrepeso y la obesidad. Estos entrenamientos, según lo analizado son: el entrenamiento concurrente, haciendo resaltar la importancia de la fuerza en las sesiones.

Por tanto, con la información extraída de los artículos, realizar entre 3-5 sesiones de entrenamiento combinado, parece una opción acertada para los adultos con sobrepeso y obesidad. Realizando una progresión lineal que se adapta a las características de cada sujeto y ajustándose cada ocho semanas. Comenzando con seis ejercicios de fuerza con 3 series de un máximo de 10 repeticiones entre el 65-85% del RM y 1 minuto de descanso entre series, continuando con 30 minutos de ejercicio aeróbico como correr o caminar a intensidad variable entre el 50-85% del VO<sup>2</sup> pico.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Brunelli, D. T., Chacon- Mikahil, M. P. T., Gáspari, A.F., Lopes, W. A., Bonganha, V., Bonfante, I. L. P., . . . Cavaglieri, C. R. (2015). Combined training reduces subclinical inflammation in obese middle-age men. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Carrasco, F., Moreno, M., Irribarra, M., Lorena, R., Martín, M. A., Alarcón, A., . . . Atalah, E. (2008). Evaluación de un programa piloto de intervención en adultos con sobrepeso y obesidad, en riesgo de diabetes. *Rev. Méd. Chile*, 136: 13-21.
- Da Silva, N., Guichard, F., Schraiber, A., De Lomos, L., Rozales, T., Pires, G., . . . Dani, C. (2015). Effects of concurrent training on oxidative stress and insulin resistance in obese individuals. *Oxidative medicine and cellular longevity*.
- Hernán Jiménez, O., & Ramírez- Vélez, R. (2011). Strength training improves insulin sensitivity and plasma lipid levels without altering body composition in overweight and obese subjects. *Endocrinología y nutrición*, 169-174.
- Kim, H., Lee, H. L., So, B., Son, J., Yoon, D., & Song, W. (2015). Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiological research/ Academia Scientiarum Bohemoslovaca*.
- Lanzi, S., Codecasa, F., Cornacchia, M., Maestrini, S., Capodaglio, P., Brunani, A., . . . Malatesta, D. (2015). Short- Term HIIT and Fatmax training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obesity*.
- Regidor, E., Gutierrez- Fisac, J. L., Banegas, R. J., Dominguez, V., & Rodriguez- Artalejo, F. (2007). Influencia a lo largo de la vida de las circunstancias socioeconómicas, de la inactividad física y de la obesidad sobre la presencia de síndrome metabólico. *Revista española de salud pública*, 25-31.
- Rodriguez- Rodriguez, E., Lopez- Plaza, B., Lopez- Sobaler, A. M., & Ortega, R. M. (2011). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos españoles. *Nutrición hospitalaria*.
- Romo-Perez, V., Souto, D., & Mota, J. (2016). Walking body mass index, and self-rated health in a representative sample of Spanish adults. *Cadernos de saúde pública*.
- Rubin, D. A., Pham, H. N., Adams, E. S., Tutor, A. R., Hackney, A. C., Coburn, J. W., & Judelson, D. A. (2015). Endocrine response to acute resistance exercise in obese versus lean physically active men. *Arbeitsphysiologie*.
- Torres Luque, G., García-Martos, M., Villaverde Gutiérrez, C., & Garatachea Vallejo, N. (2010). Papel del ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la obesidad en adultos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 47-51.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la intervención de Brunelli et al. (2015).

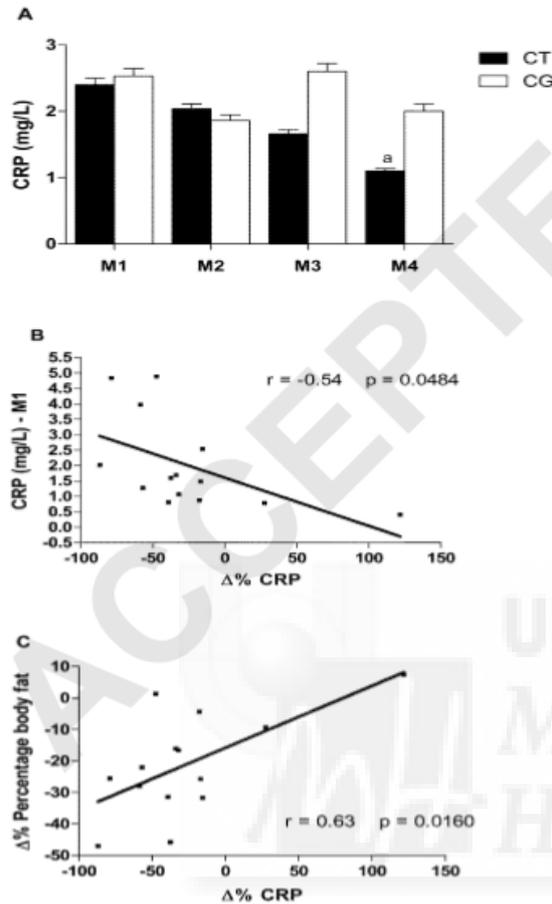


Figure 2. Serum concentrations of CRP at all moments of evaluation (2A); correlation between baseline CRP concentration and  $\Delta\%$  CRP (2B); correlation between  $\Delta\%$  CRP and  $\Delta\%$  percentage body fat (3C). A significantly different from M1.  $p < 0.05$ .

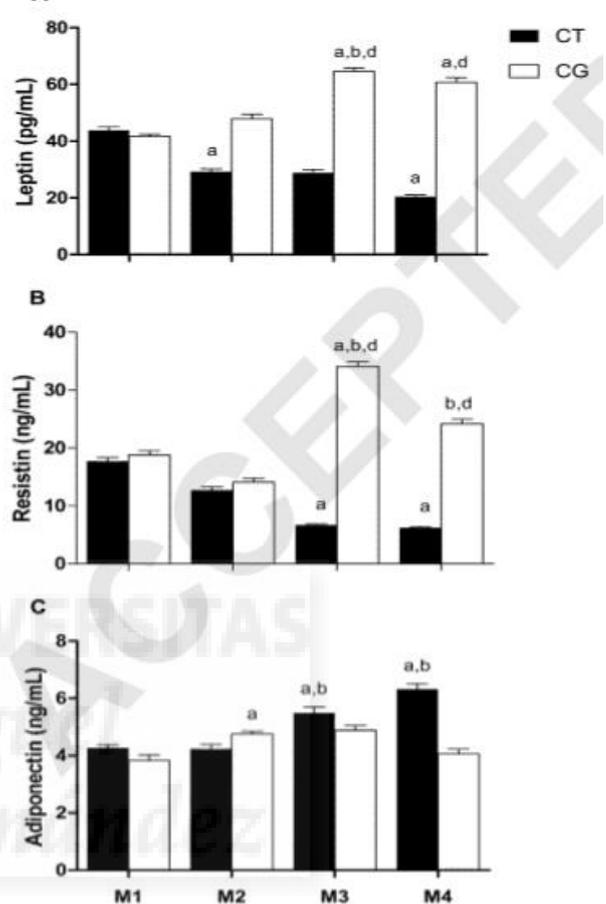


Figure 4. Serum concentrations of leptin (4A), resistin (4B) and adiponectin (4C) during the experimental period. a Significantly different from M1; b Significantly different from M2; d Significantly different between groups.  $p < 0.05$ .

Anexo 2. Resultados intervención de Da Silva et al. (2015)

TABLE 2: Anthropometric parameters of obese individuals before and after concurrent training with different frequencies.

Anthropometric parameters	CT1			CT2		
	Before	After	P	Before	After	P
Body weight (kg)	96.06 ± 4.32	93.34 ± 4.26	<0.001	89.98 ± 4.64	87.20 ± 4.30	0.013
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	36.73 ± 1.60	35.68 ± 1.55	<0.001	33.53 ± 1.03	32.55 ± 1.00	0.011
FFM (kg)	59.59 ± 2.90	61.74 ± 3.25	0.021	56.41 ± 3.68	57.27 ± 4.27	0.541
BF (%)	37.35 ± 1.57	33.78 ± 1.91	<0.001	38.11 ± 0.98	36.68 ± 1.39	0.062
WC (cm)	102.94 ± 2.94	101.91 ± 2.87	0.177	97.77 ± 2.55	95.11 ± 2.68	0.077
AC (cm)	113.27 ± 3.15	111.14 ± 2.79	0.074	105.33 ± 1.69	101.26 ± 1.25	0.026
HC (cm)	117.55 ± 2.27	113.23 ± 1.99	<0.001	113.79 ± 2.01	111.16 ± 1.80	0.007
BMR (kcal)	1825.82 ± 87.00	1872.36 ± 99.31	0.033	1715.77 ± 111.94	1735.54 ± 129.26	0.651

Variables presented as mean ± standard error. CT1: concurrent training 5 times per week; CT2: concurrent training 3 times per week. BMI: body mass index; FFM: free fat mass; BF%: body fat percentage; WC: waist circumference; AC: abdominal circumference; HC: hip circumference; BMR: basal metabolic rate.  $P < 0.05$  (significantly different). Paired *t*-test was utilized to compare before and after training in the same group.

TABLE 3: Comparison of markers of insulin resistance and oxidative stress in obese individuals before and after concurrent training.

	CT1			CT2		
	Before	After	P	Before	After	P
<b>Insulin resistance markers</b>						
Fasting glucose (mg/dL)	96.50 ± 3.85	85.66 ± 4.13	0.096	100.96 ± 3.76	85.69 ± 4.13	0.001
Fasting insulin (uUI/mL)	10.54 ± 0.84	14.29 ± 0.77	0.002	9.55 ± 0.77	8.54 ± 0.64	0.293
HOMA-IR	2.56 ± 0.26	3.77 ± 0.35	0.005	2.34 ± 0.56	1.79 ± 0.52	0.009
<b>Oxidative stress markers</b>						
TBARS (nmol/mL)	3.69 ± 0.31	3.69 ± 0.11	0.987	4.70 ± 0.17	6.35 ± 0.049	0.015
Carbonyl (nmol DNPH/mg)	116.36 ± 18.36	34.45 ± 7.46	0.012	24.96 ± 9.67	24.39 ± 8.57	0.965
Sulfhydryl (μM/mg)	11.83 ± 11.03	9.03 ± 1.23	0.145	5.20 ± 1.04	4.09 ± 0.41	0.169
CAT (UCAT/mg)	2.79 ± 0.66	4.73 ± 1.24	0.281	3.26 ± 0.63	1.83 ± 0.28	0.074
SOD (USOD/mg)	1.85 ± 0.50	2.40 ± 0.86	0.667	1.29 ± 0.46	3.07 ± 1.38	0.235
GPx (UGPx/mg)	3.86 ± 0.40	3.37 ± 0.37	<0.001	4.57 ± 0.45	4.22 ± 0.42	0.002

Variables presented as mean ± standard error. CT1: concurrent training 5 times per week; CT2: concurrent training 3 times per week. HOMA-IR: homeostasis model of insulin resistance; TBARS: thiobarbituric acid reactive substances; CAT: catalase activity; SOD: superoxide dismutase activity; GPx: glutathione peroxidase activity.

$P < 0.05$  (significantly different). Paired *t*-test was utilized to compare before and after training in the same group.

Anexo 3. Resultados intervención de Hernán Jiménez et al. (2011).

**Table 1** Results of body composition and metabolic profile variables by group before and after intervention

Variable	Control group at baseline (n= 8)	Experimental group at baseline (n= 8)	p <sup>a</sup>	Control group at study end (n= 8)	p <sup>b</sup>	Experimental group at study end (n= 6)	p <sup>c</sup>
Weight, kg	89.2 ± 8.0	78.9 ± 13.4	0.10	88.0 ± 11.6	0.62	75.9 ± 13.4	0.87
Height, cm	172.0 ± 6.9	164.0 ± 8.9	0.89	171.0 ± 6.9	0.42	163.1 ± 10.2	0.70
BMI, kg/m <sup>2</sup>	30.1 ± 1.9	29.1 ± 2.8	0.45	29.7 ± 3.1	0.94	28.3 ± 2.2	0.72
Body fat, %	26.4 ± 2.2	26.4 ± 2.4	0.99	25.8 ± 3.6	0.67	24.9 ± 2.5	0.28
Fat weight, kg	11.6 ± 2.6	9.9 ± 3.9	0.34	11.1 ± 4.2	0.51	8.0 ± 2.7	0.58
Muscle mass, %	37.4 ± 1.9	38.5 ± 2.8	0.39	37.7 ± 1.8	0.52	39.8 ± 2.0	0.57
Endomorphic component	8.27 ± 0.48	8.45 ± 0.36	0.31	7.92 ± 0.56	0.56	8.17 ± 0.85	0.60
Mesomorphic component	5.87 ± 1.10	6.00 ± 1.10	0.17	5.78 ± 1.17	0.66	5.90 ± 0.79	0.35
Ectomorphic component	0.20 ± 0.48	0.10 ± 0.50	0.73	0.38 ± 0.79	0.19	0.27 ± 0.41	0.97
Waist circumference	95.7 ± 6.5	92.6 ± 8.6	0.91	93.8 ± 8.7	0.98	89.5 ± 8.2	0.17
Waist/hip ratio	0.84 ± 0.08	0.84 ± 0.08	0.35	0.87 ± 0.09	0.33	0.85 ± 0.06	0.34
Insulin, µU/mL	17.7 ± 2.5	17.2 ± 9.1	0.29	19.0 ± 7.4	0.80	14.1 ± 8.2	0.38
Glucose mg/dL	77.4 ± 7.2	84.0 ± 6.8	0.76	82.5 ± 6.6	0.34	83.6 ± 6.4	0.58
HOMA index	3.6 ± 0.7	3.5 ± 0.9	0.33	3.6 ± 1.4	0.65	2.9 ± 1.2	0.04
Triglycerides, mg/dL	163.9 ± 85.8	99.2 ± 40.9	0.07	223.8 ± 140.8	0.08	119.3 ± 55.3	0.38
Cholesterol, mg/dL	161.4 ± 30.3	170.5 ± 18.3	0.57	170.5 ± 14.8	0.86	166.3 ± 13.3	0.24
HDL-C, mg/dL	48.4 ± 9.4	43.7 ± 8.0	0.71	39.2 ± 7.4	0.44	46.9 ± 5.6	0.04
LDL-C, mg/dL	85.6 ± 23.1	106.9 ± 20.8	0.34	89.4 ± 27.0	0.88	95.5 ± 14.2	0.03
VLDL-C, mg/dL	32.8 ± 17.2	23.8 ± 11.0	0.12	35.6 ± 15.6	0.63	19.8 ± 8.2	0.38
Arterial index	3.5 ± 0.5	4.0 ± 0.6	0.99	4.2 ± 0.8	0.69	3.5 ± 0.5	0.01

HDL-C: high density lipoprotein cholesterol; LDL-C: low density lipoprotein cholesterol; VLDL-C: very low density lipoprotein cholesterol; BMI: body mass index.

Values are mean ± standard deviation, adjusted for sex, age, and BMI.

Group differences by Wilcoxon signed rank test.

<sup>a</sup>p: comparison of both groups before intervention.

<sup>b</sup>p: comparison of baseline versus 8 weeks in the control group.

<sup>c</sup>p: comparison of baseline versus 8 weeks in the experimental group.

Anexo 4. Resultados intervención de Kim et al. (2015)

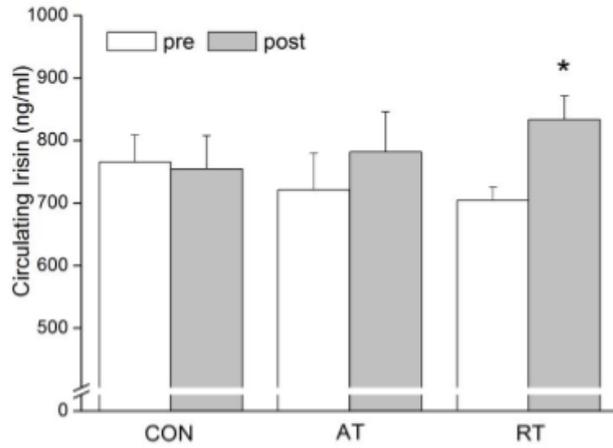


Figure 1. Effect of 8 weeks of aerobic and resistance exercise training on circulating irisin level in control versus aerobic and resistance exercise training group. The white bar means pre exercise and black bar means post exercise training. \* Indicate a significant difference between pre and post values ( $p < 0.05$ ).

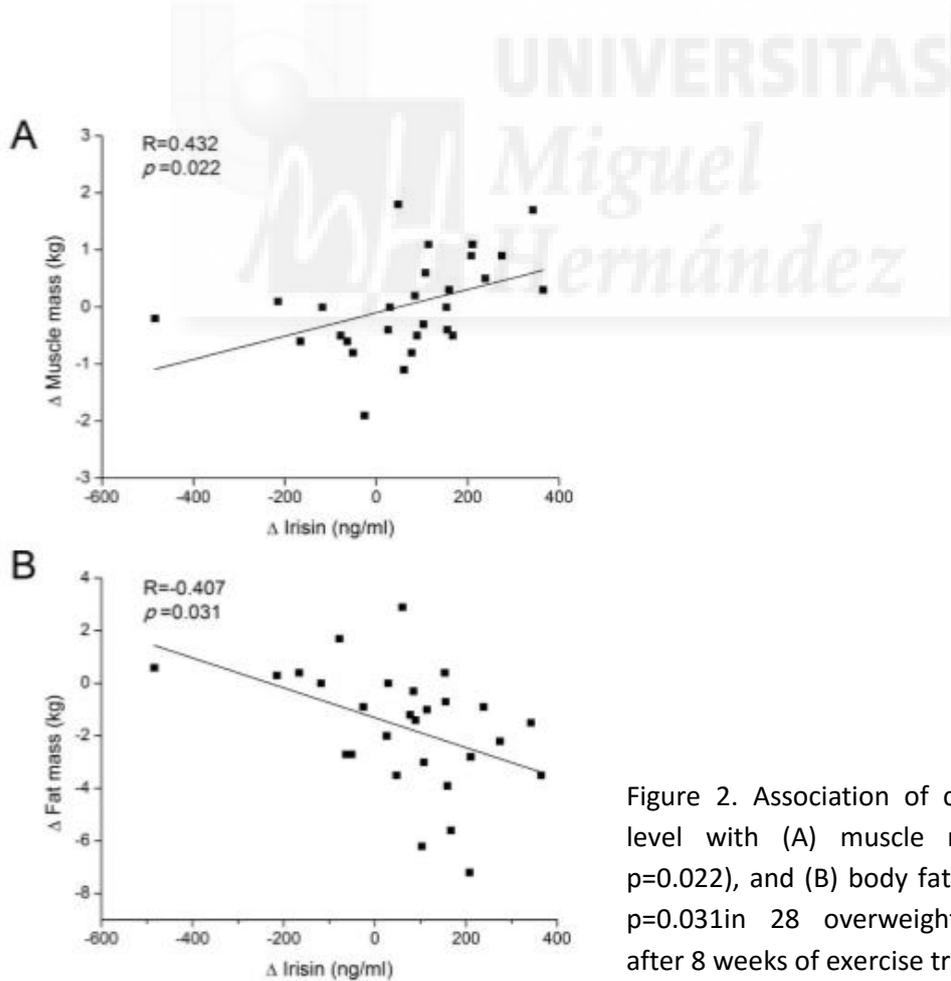


Figure 2. Association of circulating irisin level with (A) muscle mass ( $r=0.432$ ,  $p=0.022$ ), and (B) body fat mass ( $r=0.407$ ,  $p=0.031$ ) in 28 overweight/obese adults after 8 weeks of exercise training.