

# **EFFECTOS DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA DE 10 SEMANAS EN LA CONDICIÓN FÍSICA, LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA CALIDAD ÓSEA EN MUJERES OBESAS CON Y SIN SÍNDROME METABÓLICO.**

## **Resumen**

En la actualidad la obesidad se ha convertido en un problema mundial, que provoca multitud de muertes anualmente por culpa de las enfermedades crónicas no transmisibles, relacionadas con la misma. El síndrome metabólico (disglucemia, hipertensión, niveles elevados de triglicéridos, niveles bajos de HDL y obesidad abdominal) es un estado físico y metabólico grave con gran prevalencia en España. El sedentarismo, el escaso ejercicio físico, la falta de actividad física diaria y la mala alimentación son las principales causas que propician llegar a este estado. Por lo que, el objetivo de este estudio es mejorar la composición corporal, la calidad ósea y, o la condición física a través de un programa de entrenamiento de fuerza en circuito estructurado en mujeres adultas obesas con y sin síndrome metabólico (cSM) y sin él (NoSM) y observar si existen diferencias entre ambos grupos y entre antes y después de la intervención.

**Palabras clave:** Obesidad, Síndrome Metabólico, Ejercicio Físico, Composición Corporal, Salud Ósea y Condición Física.

**Autor:** Jorge N. Bastos García

**Tutor:** Antonio Jesús Sánchez Oliver

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>4.1. Sobrepeso y Obesidad</b> .....	7
<b>4.2. Síndrome metabólico</b> .....	8
4.2.1. Disglucemia.....	8
4.2.2. Hipertensión .....	9
4.2.3. Hipertrigliceridemia .....	10
4.2.4. Lipoproteínas de alta densidad (HDL) .....	10
4.2.5. Obesidad abdominal .....	11
<b>4.3. Condición Física en el Síndrome Metabólico</b> .....	11
<b>4.4. Calidad ósea en el Síndrome Metabólico</b> .....	12
<b>5. DISEÑO Y MÉTODO</b> .....	13
<b>5.1. Diseño del estudio</b> .....	13
<b>5.2. Participantes</b> .....	13
<b>5.3. Criterios de inclusión y exclusión</b> .....	14
<b>5.4. Intervención</b> .....	15
<b>5.5. Instrumentos</b> .....	18
5.5.1. Instrumentos para la medición de la composición corporal .....	18
5.5.2. Instrumentos para la medición de la condición física .....	19
<b>5.6. Evaluaciones</b> .....	20
<b>5.7. Análisis estadístico</b> .....	23
<b>6. RESULTADOS</b> .....	24
<b>7. DISCUSIÓN</b> .....	32
<b>7.1. Limitaciones del estudio</b> .....	33
<b>7.2. Líneas futuras de investigación</b> .....	34
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36
<b>ANEXOS</b> .....	42



# 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, tanto el sobrepeso como la obesidad son catalogadas como una pandemia no infecciosa. Tanto es así que cada año mueren mundialmente alrededor de 2,8 millones de personas por enfermedades estrechamente relacionadas con este estado físico, como enfermedades cardiovasculares, diversos tipos de cáncer o trastornos del aparato locomotor, además poder padecer depresión u otros trastornos (Bethea et al., 2014; Han et al., 2017; Powell-Wiley et al., 2021). De hecho, el riesgo de contraer este tipo de enfermedades crece con el aumento del IMC (Berrington de Gonzalez et al., 2010). Hoy en día la prevalencia del sobrepeso en la población adulta, mayores de 18 años, es de un 39% y la obesidad es de un 13%. Numerosas de ellas pueden padecer comorbilidad o morbilidad asociada, esto ocurre cuando una misma persona padece dos o más enfermedades o trastornos (World Health Organization: WHO, 2021).

El síndrome metabólico (SM) se caracteriza por la tener tres de las siguientes cinco condiciones; disglucemia, hipertensión, hipertrigliceridemia, niveles bajos de HDL y obesidad o adiposidad abdominal. En España la prevalencia del SM es de un 30%, siendo de los factores más comunes la obesidad abdominal y la hipertensión (Fernández-Bergés et al., 2012). La mala alimentación, y el sedentarismo se hacen los principales responsables de padecer la obesidad o sobrepeso (Bentham et al., 2017; Bovolini et al., 2021). Posiblemente ocasionado por el mal estilo de vida que, por desgracia, hemos normalizado en países desarrollados (Pérez-Rodrigo, C. 2013; World Health Organization: WHO, 2021). Por otra parte, no podemos olvidar que la obesidad también se ve influenciada por, factores psicológicos, biológicos y ambientales, y no solo por una mala alimentación o esca actividad física (Suárez-Carmona et al., 2017).

Como hemos comentado la obesidad es un factor de riesgo cardiovascular. Sin embargo, no solo es importante la cantidad de grasa que el sujeto posea, sino también el lugar dónde se localiza. Cuando la grasa se acumula en la zona abdominal existe mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Maillard et al., 2018; Silveira et al., 2022).

Por otro lado, un aumento de la actividad física diaria y el ejercicio físico estructurado cobra gran importancia y desempeña un papel fundamental en la mejora de la salud y la condición física en personas con obesidad. No solo por el descenso de grasa corporal que este conlleva, sino por el aumento de masa muscular que lleva consigo el entrenamiento de fuerza, y que ha demostrado ser tan eficaz a la hora de reducir el riesgo de padecer enfermedades de esta taxonomía (Prior et al., 2016; Sizoo et al., 2023).

Es por ello, que se planteó este estudio científico y trabajo fin de Máster, con el fin de ayudar a mejorar la condición física y la composición corporal de mujeres con obesidad que tuviesen o no síndrome metabólico a través de un entrenamiento de fuerza en circuito.

## 2. OBJETIVOS

En el presente Trabajo Fin de Máster se buscan tres objetivos principales:

- Analizar los efectos en la condición física, la composición corporal y la calidad ósea de un entrenamiento interválico de fuerza en circuito durante 10 semanas en mujeres de mediana edad con obesidad y con o sin síndrome metabólico.
- Comparar los datos de la condición física, la composición corporal y la calidad ósea después de un entrenamiento interválico de fuerza en circuito de 10 semanas en mujeres de mediana edad con obesidad de las mujeres con síndrome metabólico respecto a las que no.

Como objetivos secundarios se encuentran:

- Integrar el ejercicio físico como hábito saludable en las participantes del estudio
- Ayudar a interiorizar la técnica correcta de ejercicios básicos

### **3. HIPÓTESIS**

En base a la literatura científica existente acerca de los beneficios del entrenamiento en las personas (Dieli-Conwright et al., 2018; Maillard et al., 2018; Sweeney et al., 2019; Wewege et al., 2022) nos planteamos que tras 10 semanas de intervención exista una mejora más significativa tanto en la condición física sobre todo el test de fuerza del tren inferior y el de resistencia cardiovascular como en la composición corporal con una recomposición, es decir, aumento de masa muscular y una disminución de la masa grasa, y quizá en la calidad ósea en todas las participantes del estudio obteniendo.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Sobrepeso y Obesidad

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la obesidad y sobrepeso como una acumulación excesiva de grasa en el cuerpo. Según los datos desde 1975 la obesidad se ha triplicado en todo el mundo, habiendo más de 650 millones adultos obesos. Es decir, 1 de cada 9 personas (Bentham et al., 2017). Es importante diferenciar entre obesidad y sobrepeso. Por ello, la OMS utiliza el Índice de Masa Corporal (IMC) para diferenciar entre sobrepeso ( $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$ ) y obesidad ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ) (World Health Organization: WHO, 2021).

De acuerdo con la Asociación Americana del Corazón (AHA) Heart y la OMS, esta condición está asociada a enfermedades cardiovasculares, diabetes, trastornos del aparato locomotor como la osteoartritis o algunos tipos de cáncer, de ahí su gravedad (Powell-Wiley et al., 2021; World Health Organization: WHO, 2021)

Es cierto que la causa fundamental del sobrepeso y la obesidad podría ser un desequilibrio energético entre las calorías consumidas y gastadas, ocasionada por un aumento de la ingesta de alimentos calóricos y un descenso de la actividad física. Sin embargo, la obesidad es multifactorial y no sólo se debe a estos factores, sino que también existen influencias sociales, la psicología individual de cada uno, y el entorno y el ambiente social de cada uno. Esto significa que este problema no se puede derivar tan solo la falta de actividad física, a una mala nutrición o ambas (Suárez-Carmona et al., 2017).

#### 4.1.1. Índice de Masa Corporal (IMC)

El Índice de Masa Corporal (IMC), también conocido por sus siglas en inglés BMI, es comúnmente utilizado como biomarcador de salud. Este se obtiene a través de la división del peso en kilogramos entre la altura al cuadrado en cm ( $IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$ ) (Walter Suárez-Carmona et al., 2018). El IMC puede ser un buen predictor de posibles enfermedades. De hecho, existen infinidad de artículos que respaldan que niveles normales de IMC, entre 20,0 y 24,9, están asociados con menor mortalidad. Asimismo, niveles muy bajos, y principalmente niveles muy altos, grado II o III de obesidad ( $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$ ) tienen mayor probabilidad de mortalidad (Berrington de Gonzalez et al., 2010; Bethea et al., 2014; Flegal et al., 2013).

Sin embargo, no es un buen marcador ni de salud, ni antropométrico. Esto es así puesto que el IMC solo contempla en su fórmula el peso y la altura, no tiene en cuenta la edad, ni el sexo, ni la etnia de cada uno. Asimismo, el peso puede variar sustancialmente a diferentes horas del día, además este se puede ver incrementado por prótesis o implantes, sin posibilidad de cambiar. De la misma manera, tampoco tiene en cuenta los diferentes tejidos como el tejido musculoesquelético, el cardíaco o el liso, o el lugar donde se acumula la grasa, ni la complexión física de cada uno (Walter Suárez-Carmona et al., 2018).

Por tanto, el IMC es un buen recurso debido a su simpleza, accesibilidad y rapidez de su cálculo, pero este presenta muchas limitaciones (Walter Suárez-Carmona et al., 2018).

## 4.2. Síndrome metabólico

El Síndrome Metabólico (SM) siempre se ha referido a un conjunto de condiciones médicas que coexisten en una misma persona. No obstante, no fue hasta 2009 cuando se realiza una declaración científica conjunta con objeto de explicar y estandarizar el término mencionado, donde se llega al consenso de definir el síndrome metabólico como un complejo de riesgos relacionados con enfermedades cardiovasculares y diabetes (Alberti et al., 2009). Estos factores incluyen las siguientes condiciones; disglucemia, hipertensión, niveles elevados de triglicéridos, niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad (HDL), del colesterol “bueno” y por último obesidad, generalmente la adiposidad central. En esta declaración, aparecen multitud de los organismos principales en relación con la salud, tales como; la Federación Internacional de Diabetes (IDF), el Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y Sangre (NHLBI) y la Asociación Americana del Corazón (AHA), la Federación Mundial del Corazón (WHD), la Sociedad Internacional de Aterosclerosis (IAS) y la Asociación Internacional para el Estudio de la Obesidad (IASO) (Alberti et al., 2009). Al poco tiempo después la OMS excluye de la definición la presencia de enfermedades cardiovasculares y de diabetes, ya que esto sería Síndrome Metabólico Premórbido (Fernández-Bergés et al., 2012; Simmons et al., 2010).

En la actualidad existe gran prevalencia del SM en países desarrollados, siendo esta de un 30% (Alkerwi et al., 2011). En un estudio de Fernández-Bergés et al. (2012) se analizaron a 24 670 personas de entre 35-74 años de 10 comunidades autónomas diferentes, y se observó que el 31% de la muestra tenía SM, las mujeres mostraban un 29% frente al 32% de los hombres. Asimismo, en ellas predominó la presencia de obesidad abdominal y niveles bajos de HDL.

### 4.2.1. Disglucemia

La disglucemia se refiere a los problemas de control de la glucosa en sangre, es decir problemas en la regulación de la glucosa en sangre. Esta engloba 4 variables, hiperglucemia, hipoglucemia, variabilidad de la glucemia y el tiempo en rango objetivo (Aramendi et al., 2017).

Cuando un sujeto tiene hiperglucemia aumenta la generación de glucosa hepática a través de la neoglucogénesis y la glucogénesis y una mayor resistencia a la insulina. La hiperglucemia se da cuando los niveles glucémicos en sangre son superiores a 126 mg/dL en ayunas. Siendo los valores normales según la OMS entre 70 y 110 mg/dL (de 110 a 125 mg/dl se habla de glucemia basal alterada) por lo que cuando un sujeto tiene en ayunos valores inferiores a 70 mg/dL tiene hipoglucemia, siendo esta severa si los valores son inferiores a 40 mg/dL. Estando asociado a un aumento del riesgo de muerte. Sin embargo, cabe mencionar que valores glucémicos superiores a 100 mg/dL, ya se considera glucosa alterada y un indicio de prediabetes (Fragozo-Ramos, 2022; Krinsley et al., 2011; Van den Berghe et al., 2006).

La variabilidad de la glucemia se refiere a cuando la glucosa plasmática oscila de forma muy pronunciada. Según Braithwaite (2013), es la tendencia de un paciente a desarrollar cambios repetidos de glucosa durante un corto periodo de tiempo, excediendo la amplitud para una respuesta fisiológica normal. Por último, el tiempo en rango objetivo está definido como el tiempo acumulado en forma de porcentaje en la que la glucosa se encuentra dentro de los rangos óptimos, estando relacionado con mayor probabilidad de supervivencia en pacientes hospitalizados (Krinsley & Preiser, 2015).

#### 4.2.2. Hipertensión

La hipertensión es una enfermedad muy común en personas adultas. Cuando hablamos de hipertensión la OMS, (2023) lo define como “cuando *la presión de la sangre en nuestros vasos sanguíneos es demasiado alta*”. Según los datos que presenta la OMS, se estima que en el mundo hay unos 1280 millones de adultos con hipertensión, y que solo el 54% de estos conocen que padecen la afección comentada. La Sociedad Europea de Cardiología (ESC) y la Sociedad Europea de la hipertensión, establecieron los mismos límites y concretaron diferentes grados de hipertensión:

- Hipertensión grado I: De 140/90 mmHg a 159/99 mmHg
- Hipertensión grado II: De 160/100 mmHg a 179/109 mmHg
- Hipertensión grado III: Valores superiores a 180/110 mmHg

No obstante, es relevante señalar que los límites establecidos por la OMS son de 1998 y que además no contempla a las personas que tienen datos normales, pero están en tratamiento. Es por ello por lo que, otras organizaciones importantes como el Panel de Tratamiento Adulto III (NCEP ATP III), la Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos (AACE), la Federación Internacional de la Diabetes (IDF) y la Asociación Americana del corazón (AHA), establecieron para hablar de hipertensión un límite inferior tanto en la sistólica como diastólica, siendo de 130/85 mmHg. Este nuevo límite es el criterio acordado para el diagnóstico de la hipertensión desde el 2009 (Fragozo-Ramos, 2022).

El problema de esta enfermedad es que no suele presentar síntomas, aunque a veces si puede causar dolor de cabeza, visión borrosa, mareos o dolor en el pecho entre otros síntomas. En casos muy graves (180/120 mmHg o más) puede causar vómitos, ansiedad, hemorragias nasales, pitidos en los oídos y otros síntomas. Además, la hipertensión puede derivar en insuficiencia renal, enfermedades cardíacas y derrames cerebrales (OMS., 2023). Asimismo, esta afección puede estar relacionado con el riesgo de padecer cáncer, sufrir fragilidad, padecer Alzheimer (Abdulrahman et al., 2022; Han et al., 2017; Vetrano et al., 2018).

Las causas de esta enfermedad están muy relacionadas con hábitos pocos saludables. Una mala alimentación, el sedentarismo y falta de actividad física diaria, un consumo excesivo de alcohol, fumar están muy asociados con la hipertensión. Por lo que, el mejor tratamiento para combatir esta enfermedad es mantener un estilo de vida saludable (OMS., 2023).

### 4.2.3. Hipertrigliceridemia

Los triglicéridos son un tipo de grasa que se encuentra en la sangre donde se puede almacenar energía. Según la Fundación Española del Corazón (FEC) niveles altos de los triglicéridos ( $\geq 150$ mg/dL). pueden aumentar los riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, esta afirmación está en discusión. Puesto que, se han visto en algunos estudios que no solo se deben a niveles altos, sino también a la presencia de otros factores, por lo que no se sabe con certeza (Carranza-Madrigal & Carranza-Madrigal, 2017; Ildelfonso Arocha Rodulfo et al., 2009).

Por otro lado, si podemos afirmar que el ejercicio físico ligado a una buena alimentación donde exista un aporte calórico menor al gastado si bajan estos niveles de triglicéridos en sangre (Lee & Lee, 2021a; Patikorn et al., 2023).

El consenso existente para el nivel de los triglicéridos es total, dado que, todas las organizaciones importantes como la OMS, la FEC, el NCEP ATP III, la AACE, la IDF y la AHA concuerdan en que a partir de 150 mg/dL son valores alterados.

### 4.2.4. Lipoproteínas de alta densidad (HDL)

En nuestro organismo podemos encontrar 4 clases de lipoproteínas; los quilomicrones, lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), de baja intensidad (LDL) y alta intensidad (HDL). El LDL también conocido coloquialmente como el colesterol “malo” transporta colesterol hacia las células mientras que la función principal del HDL es transportar los excesos de colesterol hacia el hígado donde puede ser eliminado del cuerpo, por ello, se le conoce como “colesterol bueno” (Carvajal, 2014).

Según la FEC los valores del HDL óptimos para la salud en mujeres tienen que ser superiores a 40 mg/dl, valores menores a estos están asociados a riesgo coronario debido a la falta de protección. No obstante, el criterio unificado por las principales organizaciones para tener valores alterados de HDL en mujeres es cualquier valor inferior a 50 mg/dL o estar en tratamiento para controlarlo (Fragozo-Ramos, 2022).

Mientras que, los niveles saludables del LDL son menores de 100 mg/dL, establecen que el límite superior es de 159 mg/dL. Niveles más altos a los mencionados se relacionan con un aumento del riesgo de infarto. Estos excesos de colesterol de las células se depositan en las paredes de las arterias, paulatinamente estas se estrechan, lo que puede originar la aterosclerosis.

Con el objetivo de reducir los niveles de colesterol o prevenir alcanzar niveles perjudiciales de la FEC propone un plan de acción donde recomienda una alimentación equilibrada, evitando los alimentos con grasas saturadas, como podría ser la dieta mediterránea, combinándolo con la realización de ejercicio físico. Además de evitar el consumo de alcohol y de tabaco.

Las mujeres pueden sufrir alteraciones en los niveles de colesterol durante el embarazo o la menopausia, disminuyendo el HDL y aumentando el LDL, es por ello por lo que deben controlar sus niveles de colesterol aún más.

#### 4.2.5. Obesidad abdominal

El tejido adiposo visceral está definido como la grasa que se encuentra en la zona abdominal y envuelve los órganos principales del cuerpo. Esta se correlaciona con multitud de enfermedades tanto metabólicas como cardiovasculares, ya que la adiposidad visceral perjudica la homeostasis metabólica. Normalmente, se utiliza el perímetro abdominal, puesto que es un gran indicador que nos advierte de posibles enfermedades cardiovasculares, tal y como señala la FEC.

Donde ubiquemos el tejido adiposo es clave, ya que si esta se acumula en la zona abdominal es una señal de peligro. Tal y como indica el Dr. Alfonso Varela Román, Vicesecretario de la Sociedad Española de Cardiología (SEC); *“Es más importante para el paciente conocer cómo se distribuye la grasa en su organismo, que el exceso de peso en sí mismo”*.

Los valores máximos en cuanto al perímetro abdominal para hablar de obesidad abdominal están estipulados en 103 cm o más en hombres y 88 cm o más en mujeres (Fernández-Bergés et al., 2012; Silveira et al., 2022). En la población española femenina que padecen síndrome metabólico el 95% ( $\pm$  93-97) padecía obesidad abdominal (Fernández-Bergés et al., 2012). Sin embargo, es más exacto utilizar el área de grasa abdominal, siendo los valores normales en mujeres inferiores a 80 cm<sup>2</sup>.

La obesidad abdominal está muy ligada a comportamientos sedentarios y a la falta de actividad física diaria, lo que supone un riesgo para padecer enfermedades cardiovasculares (Silveira et al., 2022). Por lo que se propone el ejercicio físico como una herramienta muy útil para mejorar la composición corporal. Es por ello, que podemos encontrar una gran cantidad de estudios que habla sobre los beneficios que tienen tanto el entrenamiento de fuerza como el entrenamiento aeróbico, que muestran como existe una recomposición corporal, es decir una reducción del tejido adiposo y una ganancia de la masa muscular (Lee & Lee, 2021; Maillard et al., 2018; Wewege et al., 2022).

### 4.3. Condición Física en el Síndrome Metabólico

El síndrome metabólico se caracteriza por la presencia de tres de los cinco factores siguientes: obesidad abdominal, niveles anómalos de lípidos en sangre, alteraciones en los niveles de glucosa en sangre, niveles elevados de colesterol e hipertensión. En España, un 29% de las mujeres padecen este síndrome, siendo las patologías más frecuentes la obesidad abdominal y los niveles alterados de colesterol (Fernández-Bergés et al., 2012). Estas condiciones están estrechamente vinculadas con la adopción de hábitos de vida poco saludables, como la falta de actividad física diaria y el sedentarismo, así como una alimentación poco saludable (Silveira et al., 2022).

En este contexto, es importante reconocer que, al referirnos a individuos con síndrome metabólico, estamos tratando con personas que tienen escasa experiencia en el ejercicio físico, con limitado o ningún contacto con el entrenamiento de fuerza, y que tienden a llevar un estilo de vida sedentario. Esta falta o escasa inactividad física, que suele coexistir con el sedentarismo, inducen a un riesgo de muerte prematura, además de un

impacto perjudicial en la salud cardiovascular y metabólica. Asimismo, suelen tener hábitos alimentarios inadecuados, influenciados por creencias erróneas, y que con frecuencia consumen alcohol en exceso. A menudo, estas personas también enfrentan el riesgo de hipertensión. Además, muchas de las personas que sufren de síndrome metabólico pueden ya haber desarrollado enfermedades cardiovasculares o diabetes tipo II debido a la hiperglucemia. Por último, también se habla de la predisposición genética a sufrir síndrome metabólico (Bovolini et al., 2021; Chen et al., 2019; Lo et al., 2023).

Por tanto, es fundamental comprender la complejidad de los factores que rodean a los individuos afectados por el síndrome metabólico, y abordar de manera individualizada cada situación. Esto implica trabajar en la promoción de hábitos saludables, como aumentar la actividad física diaria, reducir el sedentarismo y la mejora de la alimentación y (Bovolini et al., 2021; Silveira et al., 2022).

#### **4.4. Calidad ósea en el Síndrome Metabólico**

La calidad ósea abarca varios factores que influyen directamente en la fuerza ósea y no sólo se refiere a la densidad mineral ósea (DMO). A pesar de que, hoy en día se siga investigando con objeto de desarrollar nuevas técnicas para poder evaluar mejor todos los componentes que influyen en la calidad ósea, si conocemos que para tener una calidad ósea óptima influye la renovación ósea, y que, a su vez, esta depende de la microarquitectura, la concentración de mineral ósea (CMO) o la estructura externa, es decir su forma (Compston, 2006; Martin & Correa, 2010).

Normalmente la calidad ósea se analiza a través de la densitometría (DEXA), que se ha convertido en una herramienta muy útil para el diagnóstico de la osteoporosis. Una enfermedad, también conocida como la “enfermedad silenciosa” que convierte en los huesos se debiliten y que estos se vuelvan quebradizos, existiendo un gran riesgo de fracturas (Branch, 2023).

Si bien es cierto que no existe mucha evidencia que relacione la obesidad, con una mala salud ósea. De hecho, los biomarcadores que se sugieren para padecer o no síndrome metabólico ninguno de ellos está relacionado con la calidad ósea. No obstante, si existe suficiente evidencia que demuestra los efectos del ejercicio físico en la mejora de la salud ósea, gracias a una mayor sedimentación de calcio en ella, que provoca que los huesos se vuelvan más fuertes (Dieli-Conwright et al., 2018; Madrid et al., 2023; Sweeney et al., 2019)

## 5. DISEÑO Y MÉTODO.

### 5.1. Diseño del estudio

En el presente estudio se ha desarrollado con un diseño experimental, longitudinal y cuantitativo. Asimismo, las participantes y los investigadores fueron cegados para que no influyeran en los resultados y para que las participantes no actuaran de una manera diferente según en qué grupo pertenecieran.

Todos los participantes fueron informados sobre los beneficios, los posibles riesgos, además el estudio fue realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki (2008) y fue aprobado por el CEI de los Hospitales Universitarios Virgen Macarena y Virgen del Rocío con el código: 2544-N-21

### 5.2. Participantes

La muestra estuvo conformada por 40 mujeres, todas ellas españolas y caucásicas. Las mujeres no presentaron ni lesiones, ni patologías que le impidieran desarrollar la actividad requerida. Todas ellas fueron informadas detalladamente sobre el contenido del estudio, la actividad, la duración y los horarios. Asimismo, fueron informadas de los beneficios que conllevaría la participación al estudio.

A partir de las 40 mujeres se formaron dos grupos. El primer grupo lo conformaban 16 mujeres con presencia de síndrome Metabólico (cSM= 16) y el segundo grupo, estaba compuesto por 24 mujeres sin SM(NoSM= 24). Ambos grupos presentaban características semejantes, tal y como se presenta en la *Tabla 1*.

El IMC fue utilizado como criterio para establecer un límite, debido a su accesibilidad, a su simpleza y rapidez. No obstante, no fue utilizado para dividir a las participantes en los grupos, ni como uno de los criterios de síndrome metabólico.

Durante el estudio se contabilizaron 5 bajas, 3 por motivos personales, 1 por falta de compromiso y otra por una lesión fuera del entrenamiento. Lo que significa que las evaluaciones finales las realizaron 35 mujeres.

**Tabla 1.**

*Características de la muestra.*

	<b>cSM (n= 16)</b>	<b>NoSM (n=24)</b>	<b>Total (N=40)</b>
Edad (años)	51,63 ( $\pm 8,33$ )	50,88 ( $\pm 8,43$ )	51,18 ( $\pm 8,19$ )
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	36,13 ( $\pm 4,77$ )	33,55 ( $\pm 4,32$ )	34,58 ( $\pm 4,63$ )
Peso (Kg)	95,08 ( $\pm 13,26$ )	87,71 ( $\pm 11,73$ )	90,73 ( $\pm 12,58$ )
% Grasa	46,37 ( $\pm 4,20$ )	46,26 ( $\pm 3,71$ )	46,30 ( $\pm 3,81$ )

**Fuente:** *Elaboración propia.*

**Tabla 2.**

*Distribución de la muestra en cuanto a criterios del Síndrome Metabólico.*

	<b>cSM (n= 16)</b>	<b>NoSM (n=24)</b>	<b>Total (N=40)</b>
Glucosa basal (>100 mg/dL)	4 (25,00%)	1 (4,17%)	5 (12,50%)
HDL (<50 mg/dL)	6 (37,50%)	0 (0,00%)	6 (15,00%)
Triglicéridos (≥150mg/dL)	13 (81,25%)	1 (4,17%)	14 (35,00%)
Hipertensión (>130/85 mmHg)	16 (100,00%)	17 (70,83%)	33 (82,50%)
Obesidad Abdominal (>80 cm2)	16 (100,00%)	21 (87,50%)	39 (97,50%)

**Fuente:** *Elaboración propia.*

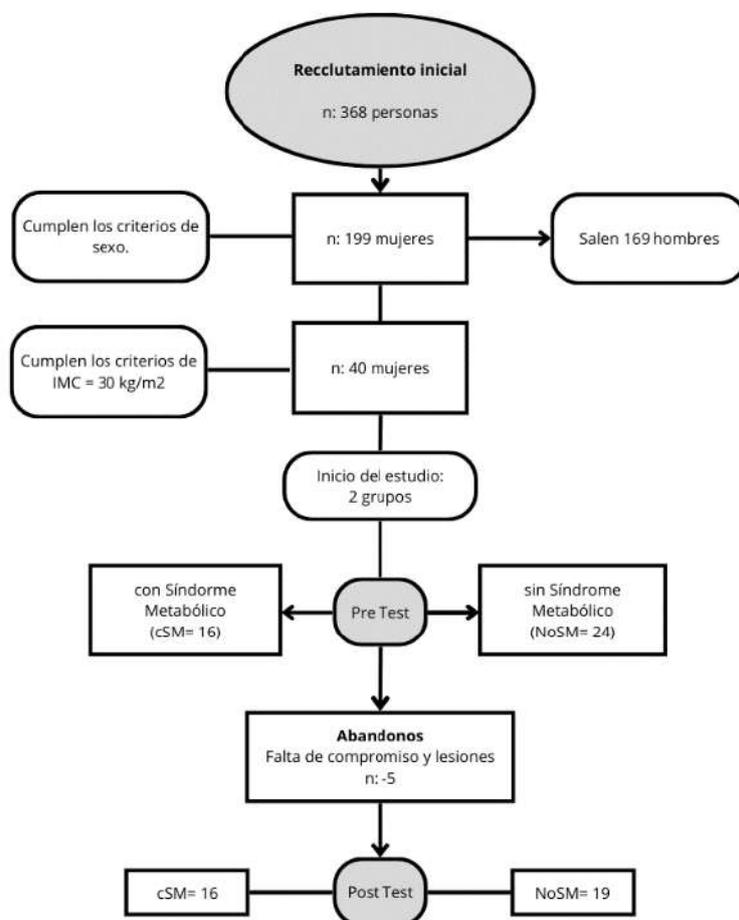
### **5.3. Criterios de inclusión y exclusión**

Se seleccionaron un total de 93 mujeres, que, tras los criterios de inclusión y exclusión, y confirmar la asistencia se contabilizaron 40 mujeres para el inicio del estudio. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, lo finalizaron 35 mujeres. Toda esta información, se muestra en la *figura 1*.

Los criterios de inclusión y exclusión para la participación en esta participación son que fueran únicamente mujeres. Todas aquellas que tuvieran un IMC inferior a 30,0 kg/m<sup>2</sup>, quedo descartada para la participación de este estudio. Las mujeres tenían que ser sedentarias y con baja actividad física diaria y tampoco pudieron participar mujeres con patologías graves.

**Figura 1.**

*Diagrama de flujo de las participantes durante el estudio.*



**Fuente:** *Elaboración propia.*

## **5.4. Intervención**

La duración total de la intervención del estudio ha sido de 12 semanas, tal y como se muestra en la *Figura 1*. En la primera semana, 9 de enero, se realizaron las evaluaciones iniciales. Las 10 semanas posteriores, del 16 de enero al 20 de marzo, consistieron en las semanas de entrenamiento. Las participantes del estudio entrenaban tres veces por semana, no pudiendo realizar más de dos sesiones días consecutivos. Se ofrecieron tres entrenamientos por día, con el fin de facilitar a las participantes su asistencia, una sesión de mañana (10:00-11:00) y dos sesiones de tarde (17:00-18:00 y 18:00-19:00). La asistencia se recogió minuciosamente todos los días y se estableció al inicio del estudio que las participantes que faltasen a más del 85% de las sesiones totales (3 sesiones) quedaban fuera del mismo. Sin embargo, se les concedió la oportunidad para continuar entrenando con el grupo. La doceava semana, 27 de mayo, se realizaron las evaluaciones finales con el fin de comparar los resultados obtenidos en ambas pruebas.

**Figura 2.**

*Cronograma sobre el programa de intervención del estudio.*



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Todos los entrenamientos, se desarrollaron en la Universidad Pablo de Olavide, carretera de Utrera, km 1. En el edificio 27, conocido por ser el Centro de Investigación en rendimiento Físico y Deportivo, un pabellón cubierto ideal para desarrollar estas actividades.

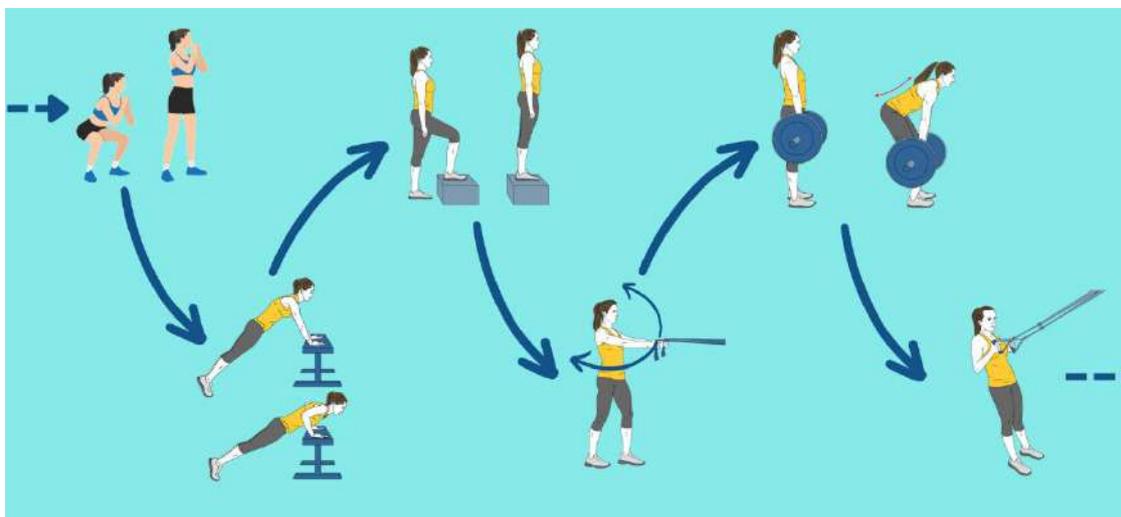
Durante la segunda semana se realizaron varias presentaciones sobre una alimentación sana, con objeto de desmentir falsas creencias asociados a una “alimentación saludable” o “fit”, dar consejos para evitar tentaciones insanas dentro del hogar y dar recomendaciones básicas sobre el etiquetado y ligeros cambios de alimentos que pueden mejorar la alimentación diariamente. Estas ponencias se desarrollaron al finalizar los entrenamientos tanto en las sesiones matutinas como en las vespertinas para que todas las mujeres del estudio pudiesen asistir a una.

Los entrenamientos fueron siempre supervisados por al menos dos personas siendo mínimo una de ellas graduados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Antes del comienzo de cada sesión se tomaba la tensión con un tensiómetro, se estableció de límite 160/120. Bajo estas circunstancias, se retomaba al transcurrir cinco minutos. Si a pesar de ello, continuaba estando en niveles superiores a los establecidos no le permitíamos llevar a cabo el entrenamiento.

Las sesiones estaban estructuradas siempre de la misma manera; calentamiento donde se realizaba movilidad articular, activación de los músculos implicados y caminar durante unos minutos con el objetivo de elevar la frecuencia cardíaca. La parte principal estaba compuesta por un circuito constituido por los siguientes seis ejercicios; Subida al banco, flexiones inclinadas, sentadilla, abducción hombros con banda elástica, peso muerto y remo en TRX, que se muestran gráficamente en la *figura 2*. Por último, la vuelta en la calma consistía en caminar a un ritmo muy bajo para atenuar las elevadas pulsaciones y estiramientos de los músculos implicados. En ocasiones, realizábamos una vuelta a modo de calentamiento y/o vuelta a la calma, como a partir de la semana 6, que se observa en la *Tabla 1*.

### Figura 3.

Orden de los ejercicios del programa.



Fuente: *Elaboración propia.*

La *tabla 1*, muestra como fue incrementando la intensidad a medida que avanzaban las semanas. La primera semana de las diez que eran de entrenamiento fue de familiarización, donde se explicaron los ejercicios del circuito, *figura 2*, así como el orden, y la ejecución de estos. En esta primera semana se realizaron 3 vueltas al circuito y sin carga. Asimismo, se proporcionó a todas las participantes una explicación detallada sobre el concepto de RPE (Rate of Perceived Exertion, tasa de percepción de esfuerzo) a través de la escala de Borg, y se registraron los datos al concluir cada sesión. De manera gradual, la intensidad del ejercicio se incrementó mediante el aumento en el número de vueltas, prolongación del tiempo de trabajo y reducción del período de descanso, o mediante la adición de carga, ya sea más peso, mayor resistencia en las bandas elásticas o mayor altura del banco.

**Tabla 2.***Estructura y planificación del programa de entrenamiento*

Semana	Volumen		Intensidad	
	Nº Vueltas	Tiempo	Carga	RPE
1	3	30" W 30" r / R: 2'	Muy baja	2
2	3	45" W 30" r / R: 2'	Baja	3
3	3	45" W 15" r / R: 2'	Baja-Moderada	4
4	4	45" W 15" r / R: 2'	Moderada	5
5	4	45" W 15" r / R: 2'	Moderada	5
6	1 calent.	45" W 15" r / R: 2'	Moderada	5
	2	60" W 15" r / R: 2'		
7	1 v. calma	45" W 15" r / R: 2'	Moderada-Alta	6
	3	60" W 15" r / R: 2'		
8	1 calent.	45" W 15" r / R: 2'	Moderada-Alta	6
	3	60" W 15" r / R: 2'		
9	1 calent.	45" W 15" r / R: 2'	Moderada-Alta	7
	3	60" W 15" r / R: 2'		
10	1 calent.	45" W 15" r / R: 2'	Moderada	5
	3	60" W 15" r / R: 2'		

**Nota:** W= Work (Trabajo) r= Rest (descanso entre ejercicios) R= Rest (descanso entre vueltas)**Fuente:** *Elaboración propia*

## 5.5. Instrumentos

### 5.5.1. Instrumentos para la medición de la composición corporal

El instrumento utilizado para la valoración de la composición corporal fue con un densitómetro, también conocido como DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry), cuya marca era Hologic, modelo Horizon A. Este dispositivo cuenta con una camilla que puede soportar hasta 227 kg de peso. El escáner se compone por 216 detectores digitales de alta resolución que permiten un rápido escaneado completo del cuerpo que se muestran en el software.

### Figura 3.

DEXA Hologic, Horizon A de la Universidad Pablo de Olavide



**Fuente:** Tomado de “Laboratorio de Composición Corporal. DEXA UPO”  
<https://www.upo.es/upotec/catalogo/salud/laboratorio-de-composicion-corporal-dexaupo/>

Este dispositivo es el *gold standard* para la medición de la composición corporal. Debido a su precisión y fiabilidad comparados con otros métodos, siendo su error estándar de tan solo de entre 2,5 y 3,5%. Sin embargo, es de difícil acceso por su elevado coste, lo voluminoso que es y la titulación que requiere su uso.

#### 5.5.2. Instrumentos para la medición de la condición física

Para llevar a cabo las evaluaciones para la medición de la condición física, se utilizó tanto en el pre-test como en el post-test, el siguiente equipo:

- **T-FORCE:** Es un sistema dinámico de medida muy utilizado para la evaluación y el entrenamiento de Fuerza. Este dispositivo registra el desplazamiento, la aceleración, la fuerza, la velocidad, la potencia (*T-FORCE: Dynamic measurement System, 2007*). En nuestro caso, se utilizó para registrar la velocidad de ejecución de los ejercicios de prensa de piernas y press banca.

#### Figura 4.

Dispositivo T-force.



Fuente: Tomado de “¿Qué es el T-FORCE System”, T-force Dynamic measurement. <http://www.tforce.com/index.php>

- **Dinamómetro Takei Hand Grip:** Dispositivo utilizado para la evaluación de la fuerza de agarre. Este tiene la posibilidad de ajustarse y adaptarse a las diferentes manos. En la pantalla que posee el dispositivo da un valor de 0 a 100 kg de Fuerza (HaB Direct, 2023).

#### Figura 5.

Dinamómetro Takei Hand Grip



Fuente: Tomado de “Takei Hand Grip Dynamometer”, por HaB direct (2023) <https://www.habdirect.com/product/takei-hand-grip-dynamometer/>

### 5.6. Evaluaciones

En este estudio, se llevaron a cabo dos valoraciones: una al inicio del estudio y otra al concluir las diez semanas de intervención. Estas valoraciones se componían de una medición de la composición corporal mediante un DEXA y 5 evaluaciones diseñadas para evaluar la condición física de las mujeres que formaron parte de la investigación, para ello, se valoró el equilibrio, la fuerza y, por último, la capacidad aeróbica.

Todas las pruebas, se realizaron en el Centro de Investigación de Rendimiento Físico y Deportivo (CIRFD), edificio 27 de la Universidad Pablo de Olavide. A continuación, se muestran las pruebas realizadas.

- **Densitometría (DEXA):** Esta prueba se desarrolló en el laboratorio 27.1.11 del edificio 27 la realizó un investigador debidamente cualificado y externo a todo el proceso de la intervención. Se citó a todas las participantes distribuidas durante las mañanas tanto de la primera como de la última semana, puesto que tenían que asistir en ayunas para que los resultados fueran válidos. Iban ingresando en el laboratorio de una en una y al finalizarla, o bien realizaban una ingesta para interrumpir el ayuno y poder realizar las pruebas físicas o realizaban dichas pruebas en otro día. A través de este dispositivo recogeremos el peso, el porcentaje de grasa, la masa grasa y la masa magra, la grasa visceral y para observar la calidad ósea; la concentración de mineral óseo (CMO), la densidad de mineral óseo (DMO) y el T-score.
- **Equilibrio estático monopodal (1 Single-Leg):** Se le pedía a la participante mantener el equilibrio el máximo de tiempo posible (límite establecido: 60 segundos) tan solo con una pierna apoyada en el suelo y la contraria reposaba sobre la cara interna de la pierna que estaba en contacto con el suelo, las manos debían permanecer en la cadera (brazos en jarra). Esta prueba la llevaron a cabo con ambas piernas y cada participante disponía de dos intentos con cada pierna.

**Figura 6.**

*Equilibrio estático monopodal.*



- **Fuerza de agarre con dinamometría (Handgrip):** Para el test de prensión manual, el primer paso era adaptar el dinamómetro a la mano de cada participante, luego toman asiento y mantienen una posición erguida (90° cadera), con el brazo extendido y se deja caer al suelo con el dinamómetro en la mano a valorar. A continuación, realizaban una contracción máxima voluntaria (isométrica) con la mano para valorar la fuerza de agarre. Cada mano se valoró en 3 ocasiones y se registró el valor más alto de todas.

- **Test de sobrecarga progresiva (Prensa de Pierna, LP):** Las participantes tuvieron que hacer el ejercicio en una prensa de piernas de 45° y el peso sin carga era de 35 kg. Antes de la evaluación se realizaba un calentamiento realizando 2 series de 5-6 repeticiones sin carga. Para la evaluación tenían que hacer 2 ó 3 repeticiones con cada carga, si en una de ellas obtenían más de 1 m/s se subían 10 kg, en el caso de menos de 0,80 m/s se elevaba la carga 5 kg y cuando bajaban de 0,70 m/s concluía el test y se apuntaba la carga absoluta con la que habían finalizado.

Durante la ejecución de la prueba, dos investigadores permanecían en la prensa para atenuar el impacto y que las rodillas de las participantes no sufrieron, además de preparar las próximas cargas, como se muestra en la *figura 7*.

**Figura 7.**

*Test de sobrecarga progresiva de Prensa de Pierna*



- **Test de sobrecarga progresiva (Press banca, PB):** La prueba se ejecutó en una máquina *multipower*, en la que la barra a levantar suponía una carga de 17 kg. Como esto suponía ya una carga excesiva para algunas participantes, en el calentamiento realizaban las repeticiones asistidas. Una vez se daba por concluido el calentamiento, daba comienzo el test con una dinámica parecida a la prueba anterior. Colocadas en decúbito supino en la banca, flexionando las rodillas y apoyando el pie en una silla. Las participantes realizaban 2 repeticiones con cada carga, si hacían la repetición más de 0,60 m/s se elevaba 5 kg la carga. Si por el contrario no conseguían llegar a esta velocidad de ejecución se concluía la prueba.

## Figura 8.

*Test de sobrecarga progresiva de Press banca*



- **6 minute-walk:** La prueba consiste en recorrer la mayor distancia posible en 6 minutos caminando, sin llegar a correr. Para ello, se marcó en el suelo con conos un rectángulo con un perímetro de 46 metros (18,4m x 4,6m), Asimismo, cada 4,6m se colocó un cono para cuando finalizasen los 6 minutos las evaluadas pararan y esperarán en el sitio para poder calcular con facilidad la distancia recorrida.

### 5.7. Análisis estadístico

Todos los datos fueron recogidos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (año), con objeto de ser analizados por el programa informático SPSS (IBM, SPSS versión 25, Chicago, IL, EEUU.) Para la estadística descriptiva los datos se han presentado como media y desviación típica (DT). Asimismo, la normalidad de la distribución de todas las variables se verificó a través de la prueba de Shapiro-Wilk, puesto que la muestra es inferior a 50 participantes. Al observar la normalidad, se procedió a realizar la prueba *t-student* para muestras relacionadas con el fin de comprobar si existían diferencias significativas en los diferentes momentos temporales de la intervención dentro de cada grupo y de manera absoluta, es decir ambos grupos de manera conjunta. Para aquellas variables que no seguían una normalidad, se utilizó el método no paramétrico con la prueba de *Wilcoxon* de los Rangos con Signo, que se caracteriza por comparar las medianas en lugar de las medias. Se estableció un nivel de significancia estadística de  $p < 0,05$ .

Con objeto de comprobar si existían diferencias entre ambos grupos, cSM y NoSM se realizó un ANOVA para las variables normales, para aquellas que no lo eran se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman. Las gráficas fueron creadas a través de Microsoft Excel (Microsoft 365 MSO, versión 2309).

## 6. RESULTADOS

Al realizar la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk se observó, que, prácticamente todas las variables seguían una distribución normal ( $p < 0,05$ ). Por parte de las variables atribuidas a la composición corporal todas las variables mantenían una distribución normal. Del mismo modo, ocurría para las variables de calidad ósea como son; la concentración mineral ósea (CMO) y la densidad mineral ósea (DMO).

No obstante, respecto a las variables de condición física, casi todas siguieron una distribución normal en ambos grupos, SM y NoSM. Excepto la prueba de sobrecarga progresiva de press de piernas (LP) en el grupo cSM y la prueba de equilibrio estático monopodal con apoyo del pie derecho (1SL-Right) del grupo NoSM. Para las variables comentadas se utilizó la prueba no paramétrica de *Wilcoxon*.

En la *Tabla 3*, se presentan las medias obtenidas de cada una de las variables del estudio y tras realizar la prueba *t-student* para comparar los resultados entre el pre-test y el post-test, se observa que el pvalor para las variables, grasa visceral y equilibrio estático monopodal con apoyo del pie izquierdo (1SL-Left), era significativo. Es decir, para dichas variables se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $pvalor < 0,05$ ). Asimismo, para las variables porcentaje de grasa (% grasa) y Prensa de Pierna (LP) se obtuvo un pvalor menor a 0,01. Por lo que se obtuvieron diferencias muy significativas para ambas pruebas de condición física.

**Tabla 3.**

*Descripción y comparación de las variables de composición corporal y la condición física en el pre-test y el post-test en el Grupo SM.*

	Grupo SM		
	Pre-Test	Post-Test	Pre VS Post (pvalor)
<b>Peso (kg)</b>	95,680 ( $\pm 13,491$ )	95,160 ( $\pm 12,981$ )	0,278
<b>% Grasa</b>	46,026 ( $\pm 4,395$ )	45,157 ( $\pm 4,013$ )	0,003**
<b>M. Grasa (kg)</b>	44,975 ( $\pm 10,348$ )	43,648 (9,633)	0,024*
<b>M. Magra (kg)</b>	49,125 ( $\pm 5,594$ )	50,066 ( $\pm 5,010$ )	0,080
<b>Gr. Visceral (kg)</b>	0,924 ( $\pm 0,221$ )	0,865 ( $\pm 0,174$ )	0,048*
<b>CMO (kg)</b>	2,086 ( $\pm 0,328$ )	2,016 ( $\pm 0,354$ )	0,218
<b>DMO (g/cm<sup>2</sup>)</b>	1,038 ( $\pm 0,112$ )	1,034 ( $\pm 0,108$ )	0,251
<b>T-score</b>	-0,881 ( $\pm 1,437$ )	-1,342 ( $\pm 1,135$ )	0,459
<b>LP (kg)</b>	132,451 ( $\pm 41,900$ )	162,433 ( $\pm 47,429$ )	0,001**
<b>PB (kg)</b>	26,663 ( $\pm 6,299$ )	28,273 ( $\pm 6,577$ )	0,016*
<b>HG-Right (kg)</b>	28,614 ( $\pm 4,382$ )	29,329 ( $\pm 3,216$ )	0,359
<b>HG-Left (kg)</b>	27,350 ( $\pm 3,643$ )	28,036 ( $\pm 3,916$ )	0,348
<b>1SL-Right (s)</b>	44,573 ( $\pm 19,779$ )	42,991 ( $\pm 16,768$ )	0,728
<b>1SL-Left (s)</b>	44,101 ( $\pm 20,101$ )	51,107 ( $\pm 15,332$ )	0,042*
<b>6m-Walk (m)</b>	585,571 ( $\pm 30,794$ )	592,571 ( $\pm 44,698$ )	0,559

\*Significativa en  $p < 0,05$ . \*\*Muy Significativa en  $p < 0,01$ . Los datos están expresados como media  $\pm$  desviación típica (DT) para cada punto temporal evaluado; PESO = peso total; % Grasa = Porcentaje grasa; M. GRASA = masa grasa total; M. MAGRA = masa magra total; GR. VISCERAL= Grasa Visceral; CMO = concentración mineral ósea; DMO = densidad mineral ósea; TSCORE = T-score; LP= Prensa de Piernas; PB = Press banca; HG-Right= Fuerza Agarre Mano Derecha; HG-Left= Fuerza Agarre Mano Izquierda; 1SL-Right = Equilibrio monopodal con pierna derecha; 1SL-Left = Equilibrio monopodal con pierna izquierda; 6m-WALK= 6 minutos andando.

No obstante, observamos que, en el resto de las variables, a pesar de que las mejoras no sean estadísticamente significativas, las participantes mejoran en casi todos los parámetros seleccionados en el presente estudio, tal y como se aprecia en la *Tabla 3*.

Siguiendo la misma dinámica que con el grupo cSM, para el grupo NoSM, *Tabla 4*. Observamos que, para las variables relacionadas con la composición corporal existen diferencias significativas para % Grasa, Masa Grasa. Por el lado de las variables de condición física se existían diferencias significativas en el 1SL-Right y diferencias muy significativas para la prueba de LP y para la caminata de 6 minutos (6min-Walk). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para las variables atribuidas a la calidad ósea.

De igual manera que ocurría con el grupo cSM, para este también existían mejoras no significativas en el resto de las variables tras la intervención, puesto que mejoraron los resultados con respecto a aquellos obtenidos en el pre-test.

**Tabla 4.**

*Descripción y comparación de las variables de composición corporal y la condición física en el pre-test y el post-test en el Grupo NoSM.*

<b>Grupo NoSM</b>			
	<b>Pre-Test</b>	<b>Post-Test</b>	<b>Pre VS Post (p<sub>valor</sub>)</b>
<b>Peso (kg)</b>	85,706 (±11,994)	84,729 (±11,908)	0,112
<b>% Grasa</b>	45,764 (±3,798)	45,024 (±3,797)	0,011*
<b>Masa Grasa (kg)</b>	39,251 (±8,174)	38,222 (±8,056)	0,011*
<b>Masa Magra (kg)</b>	44,045 (±5,277)	44,229 (±5,640)	0,473
<b>Gr. Visceral (kg)</b>	0,782 (±0,236)	0,733 (±0,228)	0,077
<b>CMO (kg)</b>	1,999 (±0,241)	1,989 (±0,239)	0,101
<b>DMO (g/cm<sup>2</sup>)</b>	1,012 (±0,071)	1,010 (±0,074)	0,482
<b>T-score</b>	-1,053 (±1,078)	-1,194 (±1,006)	0,352
<b>LP (kg)</b>	97,260 (±18,605)	120,669 (±27,465)	0,002**
<b>PB (kg)</b>	23,682 (±6,392)	22,868 (±4,193)	0,589
<b>HG-Right (kg)</b>	27,519 (±3,698)	28,588 (±3,733)	0,054
<b>HG-Left (kg)</b>	26,838 (±4,028)	26,838 (±4,028)	0,496
<b>1SL-Right (s)</b>	31,873 (±21,104)	41,512 (±20,604)	0,020*
<b>1SL-Left (s)</b>	38,943 (±20,194)	44,740 (±19,438)	0,188
<b>6m-Walk (m)</b>	571,938 (±44,181)	600,750 (±36,902)	0,008**

\*Significativa en  $p < 0,05$ . \*\*Muy Significativa en  $p < 0,01$ . Los datos están expresados como media  $\pm$  desviación típica (DT) para cada punto temporal evaluado; PESO = peso total; % Grasa = Porcentaje grasa; M. GRASA = masa grasa total; M. MAGRA = masa magra total; GR. VISCERAL= Grasa Visceral; CMO = concentración mineral ósea; DMO = densidad mineral ósea; TSCORE = T-score; LP= Prensa de Piernas; PB = *Press* banca; HG-Right= Fuerza Agarre Mano Derecha; HG-Left= Fuerza Agarre Mano Izquierda; 1SL-Right = Equilibrio monopodal con pierna derecha; 1SL-Left = Equilibrio monopodal con pierna izquierda; 6m-WALK= 6 minutos andando.

Si a continuación, *tabla 5*, realizamos el mismo procedimiento que en los casos anteriores, solo que en esta ocasión sin diferenciar entre ambos grupos. Observamos que se obtienen resultados parecidos a los expuestos anteriormente. En los aspectos de composición corporal se encontraron diferencias significativas en el peso total de las participantes, además se encontraron diferencias muy significativas en % Grasa y en la cantidad de grasa visceral. A pesar de que no se encontrará una mejora en la cantidad de masa magra sí es cierto que hubo un aumento de esta.

Con lo que respecta a las variables de condición física, solo se encontraron diferencias significativas para el 6m-Walk y muy significativa la prueba LP. Sin embargo, si que hubo una mejoría entre antes del entrenamiento y después del mismo en prácticamente todos los test que desempeñaron las participantes.

**Tabla 5.**

*Descripción y comparación de las variables de composición corporal y la condición física en el pre-test y el post-test de todas las participantes.*

<b>cSM + NoSM</b>			
	<b>Pre-Test</b>	<b>Post-Test</b>	<b>Pre VS Post (p<sub>valor</sub>)</b>
<b>Peso (kg)</b>	90,318 (±13,284)	89,530 (±11,908)	0,037*
<b>% Grasa</b>	46,012 (±4,055)	45,188 (±3,891)	0,000**
<b>Masa Grasa (kg)</b>	41,943 (±9,304)	40,781 (±8,932)	0,000**
<b>Masa Magra (kg)</b>	46,235 (±5,775)	46,781 (±5,874)	0,039
<b>Gr. Visceral (kg)</b>	0,829 (±0,239)	0,773 (±0,219)	0,003**
<b>CMO (kg)</b>	2,061 (±0,290)	2,019 (±0,300)	0,086
<b>DMO (g/cm<sup>2</sup>)</b>	1,031 (±0,093)	1,028 (±0,094)	0,347
<b>T-score</b>	-1,217 (±1,039)	-1,253 (±1,043)	0,300
<b>LP (kg)</b>	115,256 (±37,092)	140,877 (±43,325)	0,000**
<b>PB (kg)</b>	24,660 (±6,282)	24,937 (±6,016)	0,724
<b>HG-Right (kg)</b>	27,868 (±3,836)	28,579 (±3,456)	0,088
<b>HG-Left (kg)</b>	26,591 (±3,323)	27,091 (±3,861)	0,249
<b>1SL-Right (s)</b>	36,534 (±20,919)	42,700 (±18,707)	0,064
<b>1SL-Left (s)</b>	40,395 (±19,796)	46,301 (±17,944)	0,051
<b>6m-Walk (m)</b>	577,677 (±38,015)	595,742 (±40,091)	0,020*

\*Significativa en  $p < 0,05$ . \*\*Muy Significativa en  $p < 0,01$ . Los datos están expresados como media  $\pm$  desviación típica (DT) para cada punto temporal evaluado; PESO = peso total; % Grasa = Porcentaje grasa; M. GRASA = masa grasa total; M. MAGRA = masa magra total; GR. VISCERAL= Grasa Visceral; CMO = concentración mineral ósea; DMO = densidad mineral ósea; TSCORE = T-score; LP = Prensa de Piernas; PB = Press banca; HG-Right= Fuerza Agarre Mano Derecha; HG-Left= Fuerza Agarre Mano Izquierda; 1SL-Right = Equilibrio monopodal con pierna derecha; 1SL-Left = Equilibrio monopodal con pierna izquierda; 6m-WALK= 6 minutos andando.

Al realizar el análisis para observar si existían diferencias significativas entre los grupos en los diferentes momentos temporales del estudio, *Tabla 6*, se apreció que en algunas variables existían diferencias significativas antes de la intervención, como fue el caso de la masa magra, la grasa visceral y el test físico LP (diferencias muy significativas).

En determinadas ocasiones estas diferencias se atenuaron a posteriori de las 10 semanas de entrenamiento, tal y como pudo ser en el LP, en el 1 Single-Leg o en el test de presión manual se muestra en la *Tabla 6*. Por otro lado, en algunas variables ocurrió lo contrario y aumentaron aún más las diferencias como en el peso o la masa magra.

**Tabla 6.**

*Diferencias existentes entre ambos grupos antes de la intervención (pre-test) y después de la misma (post-test).*

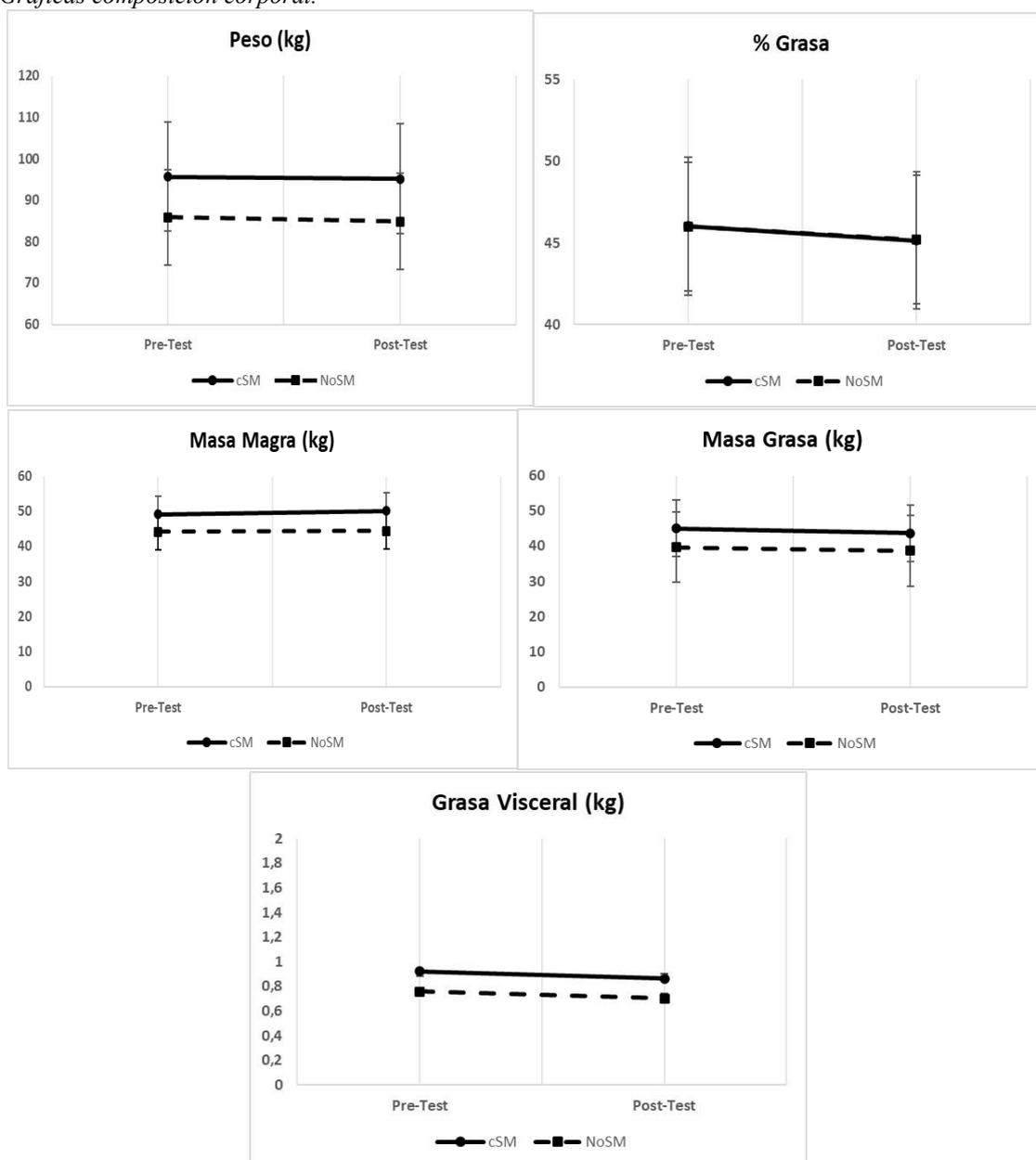
<b>cSM vs NoSM</b>		
	<b>Pre-Test</b>	<b>Post-Test</b>
<b>Peso (kg)</b>	0,069	0,023*
<b>% Grasa</b>	0,985	0,970
<b>Masa Grasa (kg)</b>	0,126	0,128
<b>Masa Magra (kg)</b>	0,013*	0,004**
<b>Gr. Visceral (kg)</b>	0,049*	0,030*
<b>CMO (kg)</b>	0,691	0,961
<b>DMO (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,707	0,802
<b>T-score</b>	0,762	0,720
<b>LP (kg)</b>	0,006**	0,007**
<b>PB (kg)</b>	0,209	0,025*
<b>HG-Right (kg)</b>	0,596	0,798
<b>HG-Left (kg)</b>	0,607	0,594
<b>1SL-Right (s)</b>	0,057	0,691
<b>1SL-Left (s)</b>	0,550	0,595
<b>6m-Walk (m)</b>	0,390	0,485

\*Significativa en  $p < 0,05$ . \*\*Muy Significativa en  $p < 0,01$ . Los datos están expresados como el resultado del pvalor calculado para cada punto temporal evaluado; PESO = peso total; % Grasa = Porcentaje grasa; M. GRASA = masa grasa total; M. MAGRA = masa magra total; GR. VISCERAL= Grasa Visceral; CMO = concentración mineral ósea; DMO = densidad mineral ósea; TSCORE = T-score; LP = Prensa de Piernas; PB = Press banca; HG-Right= Fuerza Agarre Mano Derecha; HG-Left= Fuerza Agarre Mano Izquierda; 1SL-Right = Equilibrio monopodal con pierna derecha; 1SL-Left = Equilibrio monopodal con pierna izquierda; 6m-WALK= 6 minutos andando.

Con objeto de clarificar alguno de los resultados expuestos. A continuación, se muestran las gráficas, *figura 8*, *figura 9*, *figura 10*. Gracias a ellas, podemos apreciar algunas de las cuestiones explicadas y de una manera más visual. Las siguientes gráficas serán, del mismo modo implantadas en el *Anexo 1*, al final del documento en una versión más ampliada de las mismas.

**Figura 8.**

*Gráficas composición corporal.*



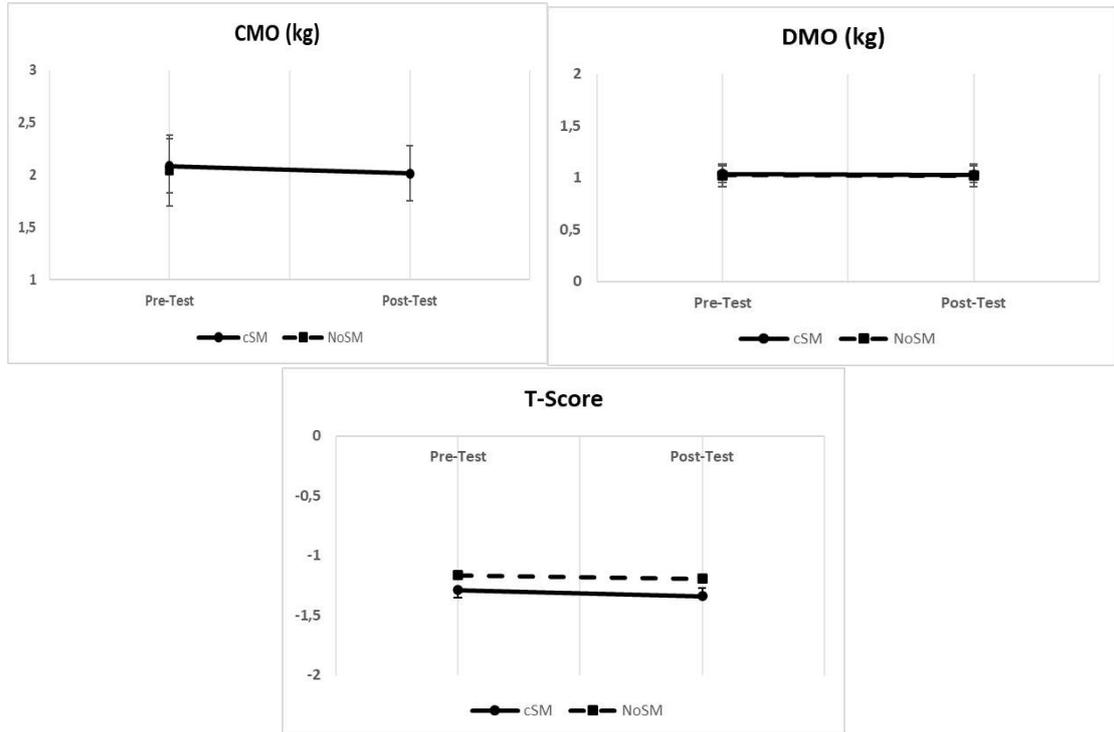
**Fuente:** *Elaboración propia.*

A través de la *figura 8*, y de acuerdo con las tablas expuestas anteriormente, podemos observar que el peso mejora significativamente más en el grupo NoSM. Sin embargo, en la masa magra se observa un mayor crecimiento en el grupo cSM. Asimismo, observamos las diferencias existentes en la grasa visceral entre ambos grupos y que estas se mantuvieron al finalizar la intervención.

Por otro lado, apreciamos como la masa grasa total y el % Grasa mantienen pocas diferencias entre ambos grupos. Si bien es cierto, que esta segunda sufre una mejora muy significativa en las evaluaciones finales en ambos grupos, de ahí su descenso en picado.

**Figura 9.**

*Gráficas calidad ósea.*

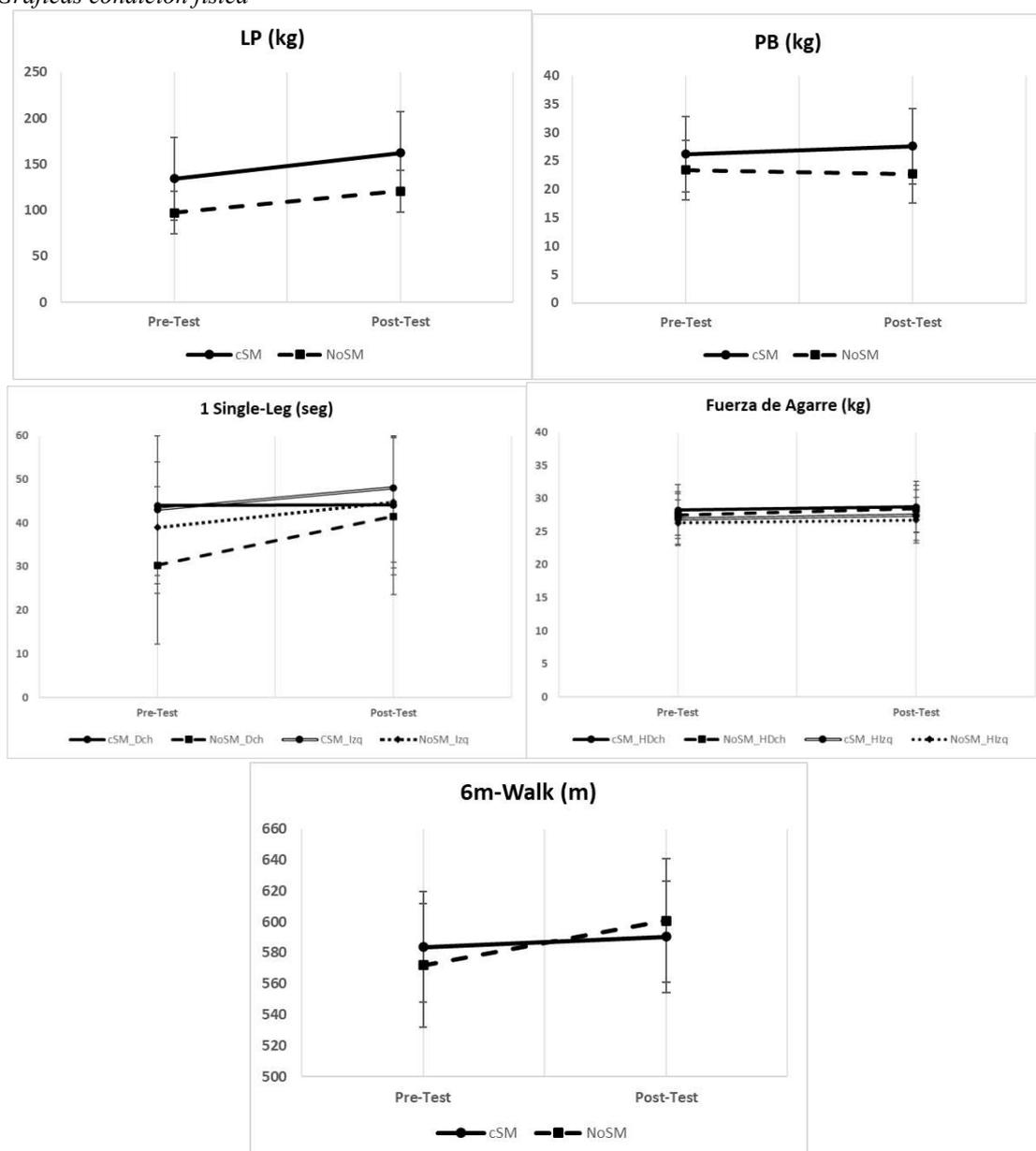


**Fuente:** *Elaboración propia.*

A pesar de no haber encontrado diferencias significativas en las variables relacionadas con calidad ósea ni entre grupos, cSM y NoCM, ni entre los diferentes momentos temporales de la investigación, Pre-Test y Post-Test, no podemos obviar que existen mejoras leves tanto en el T-score como en la Densidad de Mineral Óseo (DMO) y que la Concentración de Mineral Óseo (CMO) se mantiene estable, reduciendo su DE.

**Figura 10.**

*Gráficas condición física*



Fuente: *Elaboración propia.*

La figura 10, muestra como el grupo NoSM, presentaba mayores niveles de fuerza en el test de sobrecarga progresiva tanto de prensa de piernas (LP), como de press banca (PB), con respecto al grupo de SM, que a priori debería presentar mejor condición física. Para continuar observamos la estabilidad que presenta el test de presión manual durante todo el estudio en los dos grupos y con ambas manos, existiendo solo una leve mejora entre el pre-test y el post-test.

En 6 min Walk, observamos como el grupo NoSM tiene una mejora muy importante, tras el periodo de entrenamiento, llegando incluso a superar al grupo cSM, que de nuevo obtenía mejores valores, pero no significativos.

Para la prueba de equilibrio estático monopodal (1 Single-Leg), tenemos que tener en cuenta que el máximo que las participantes podían alcanzar eran 60 segundos. Por ello, observamos que la pierna derecha se mantiene estable en el grupo cSM, mientras que la izquierda si sufre mejoras estadísticamente significativas con la pierna izquierda (pvalor= 0,042). Asimismo, el grupo NoSM, también vivencia una mejoría con la pierna izquierda, aunque no significativa. No obstante, la pierna derecha si mejora significativamente (pvalor= 0,020).

## 7. DISCUSIÓN

Desde hace tiempo, la literatura siempre ha puesto el foco en la grasa corporal dándole a esta más importancia que al tejido muscular. Sin embargo, esta segunda es fundamental y tener una escasa masa muscular está relacionada con mayor mortalidad en personas con sarcopenia (Hamer & O'Donovan, 2017; Prior et al., 2016). De acuerdo con eso y en la misma línea se concluyen sujetos que tienen menos masa muscular tienen mayor riesgo de enfermedad y mortalidad, independientemente de su porcentaje de grasa, además de estar asociada con mayor riesgo de padecer diabetes tipo 2 (Galancho, 2022; Sizoo et al., 2023). Por lo que, el grupo NoSM obtuviera resultados significativos entre el pre y el post en la masa magra y el grupo cSM, tuviera una tendencia positiva es un hallazgo importante. En una revisión sistemática de Bellicha et al. (2021), se mostraron resultados muy similares a los obtenidos. Una escasa reducción de peso en kilogramos. Sin embargo, se observó como el entrenamiento aeróbico fue más efectivo que el de fuerza para la pérdida de peso. A pesar de conocer estos resultados consideramos que tal y como indican otros autores consideramos fundamental preservar la masa muscular (Hamer & O'Donovan, 2017; Prior et al., 2016) y que se redujera el peso, aunque las diferencias post intervención no fuesen significativas. Es por ello, que a pesar de que las participantes bajaran de peso, tras la intervención, no se podía aislar. Puesto que, aunque de primera pensemos que bajar de peso, puede ser bueno, habría que comprobar si se trata de un descenso de la masa magra, de la masa grasa, o de ambas. En este caso, la masa magra aumenta ligeramente, mientras que la masa grasa si desciende significativamente. Por lo que el % de grasa obtiene mejoras muy significativas. Asimismo, la Grasa Visceral si obtiene una reducción significativa en el grupo cSM, lo que de acuerdo con Silveira et al (2022), reduce el riesgo de padecer enfermedades coronarias.

Según los estudios más recientes acerca del SM concluyen que el ejercicio físico mejora significativamente los factores de riesgo de padecerlo. Es decir, que una manera de mejorar los parámetros que involucran al mismo; la circunferencia de la cadera, los triglicéridos, el HDL, la glucosa en ayunas y la tensión arterial. No obstante, estos resultados se mostraron para estudios de una prolongación mayor al nuestro, más de 12 semanas, de ahí que, en algunos parámetros del SM, no obtuviera mejoras significativas ninguno de los dos grupos de nuestro estudio (Tan et al., 2023). Del mismo modo, la literatura reciente apoya la idea de la selección de entrenamiento de fuerza y en circuito en este tipo de población (Isidro-Donate, F., et al., 2023), aunque quizás hubiese sido más conveniente realizar el entrenamiento con mayor intensidad tal y como sugieren otros autores (Dupuit et al., 2020; Grossman et al., 2018). Sin embargo, existe ambigüedad en la literatura entre que tipo de entrenamiento; de fuerza, aeróbico o combinado, es más efectivo. En nuestro caso optamos por el entrenamiento de fuerza, aunque, según los últimos artículos también se obtienen diferencias significativas en los parámetros relacionados con el SM con otros tipos de entrenamiento (Amin et al., 2023; Liang et al., 2021; Wewege et al., 2018).

Por otro lado, es cierto que no existe una relación entre la obesidad y la calidad ósea y que en esta investigación no se han encontrado diferencias significativas entre el pre-test y el post-test en ninguna de las tres variables (CMO, DMO y T-score), si hubo una ligera mejora. Esto puede explicarse porque los participantes partían inicialmente valores óptimos. Otra opción puede ser que la duración del entrenamiento no haya sido suficiente, en los estudios revisados la duración fue superior a la nuestra (Dieli-Conwright et al., 2018; Madrid et al., 2023)

La mejora tan significativa en el test de sobrecarga progresiva LP pudo deberse a un mayor dominio de la actividad pudiendo reclutar más fibras para el movimiento y no tanto a una ganancia de la masa muscular. De hecho, observamos como, aunque si existe un aumento de la masa magra, no es tal como la mejora de LP.

En definitiva, y a pesar de no realizar el entrenamiento con una intensidad alta. Observamos que, existen diferencias en la composición corporal de cSM, con respecto a mujeres del grupo NoSM con obesidad ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ). Del mismo modo, observamos que la condición física de la que partía cSM era superior con respecto a NoSM. Existieron mejoras del grupo cSM en el % grasa, masa grasa y grasa visceral. Mientras que, el grupo NoSM obtuvo mejoras el % grasa, la masa grasa y la masa magra. Ambos grupos tuvieron mejoras en las evaluaciones de la condición física después del periodo de entrenamiento. Con respecto a la calidad ósea los resultados obtenidos no fueron significativos y tampoco se observó una relación entre la obesidad y una mala calidad ósea.

Para terminar, he de comentar que gracias a una intervención de 10 semanas hubo mejoras en marcadores relacionados con la salud. En la actualidad, nos hemos olvidado de cuidar nuestra salud, el sedentarismo y los avances tecnológicos que han propiciado un mayor uso de las telecomunicaciones, uso de patinetes eléctricos, el trabajo en oficina. Todos estos factores que sin duda nos han facilitado la vida, quizás también nos la esté quitando.

## **7.1. Limitaciones del estudio.**

En este estudio, se intentaron controlar todas las variables posibles. Sin embargo, no se controló el ciclo menstrual a la hora de realizar las evaluaciones, esto pudo interferir en los resultados de estas. Asimismo, durante la intervención no se comprobó si las participantes cambiaron su comportamiento diario realizando más actividad física diaria, pudiendo estar relacionadas esas mejoras a esa actividad física realizada al margen del estudio y no nuestro ejercicio físico programado.

## **7.2. Líneas futuras de investigación.**

Para futuras investigaciones que continúen esta línea sería interesante observar si con más tiempo y un grupo con peores resultados en calidad ósea estas variables mejorarían significativamente. Asimismo, realizar un estudio que fuera de este ámbito, pero con un entrenamiento de fuerza de mayor intensidad y observar si las mejoras que se obtuvieran tras la intervención fueran superiores.

Del mismo modo, considero que sería relevante ajustar, este estudio hacia adolescentes con obesidad (sin síndrome metabólico), puesto que serán demasiado jóvenes para desarrollar las enfermedades y observar si los valores de condición física y composición corporal mejoran.

## **8. CONCLUSIONES**

Este estudio refuerza la importancia de incorporar la práctica de ejercicio físico de manera habitual, como herramienta para combatir, reducir y mejorar los parámetros relacionados con el SM. El entrenamiento de fuerza y en circuito durante 10 semanas ha demostrado ser beneficioso en los marcadores de SM de ambos grupos, además de mejorar significativamente tanto la composición corporal, como la condición física de los grupos cSM y NoSM. Sin embargo, no se han evidenciado diferencias significativas en la calidad ósea de ninguno de los grupos.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulrahman, H., van Dalen, J. W., den Brok, M., Latimer, C. S., Larson, E. B., & Richard, E. (2022). Hypertension and Alzheimer's disease pathology at autopsy: A systematic review. *Alzheimer's & dementia : the journal of the Alzheimer's Association*, 18(11), 2308–2326. <https://doi.org/10.1002/alz.12707>
- Alberti, K. G., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., Fruchart, J. C., James, W. P., Loria, C. M., Smith, S. C., Jr, International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention, National Heart, Lung, and Blood Institute, American Heart Association, World Heart Federation, International Atherosclerosis Society, & International Association for the Study of Obesity (2009). Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*, 120(16), 1640–1645. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644>
- Alkerwi, A., Donneau, A., Sauvageot, N., Lair, M., Scheen, A., Albert, A., & Guillaume, M. (2011). Prevalence of the metabolic syndrome in Luxembourg according to the Joint Interim Statement definition estimated from the ORISCAV-LUX study. *BMC Public Health*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-4>
- Amin, M., Kerr, D., Atiase, Y., Aldwikat, R. K., & Driscoll, A. (2023). Effect of Physical activity on Metabolic syndrome markers in Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports*, 11(5), 101. <https://doi.org/10.3390/sports11050101>
- Aramendi, I., Burghi, G., & Manzanares, W. (2017). Dysglycemia in the Critically Ill patient: Current evidence and Future Perspectives. *Revista Brasileira De Terapia Intensiva*, 29(3). <https://doi.org/10.5935/0103-507x.20170054>
- Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., & Oppert, J. M. (2021). Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13256. <https://doi.org/10.1111/obr.13256>
- Berrington de Gonzalez, A., Hartge, P., Cerhan, J. R., Flint, A. J., Hannan, L., MacInnis, R. J., Moore, S. C., Tobias, G. S., Anton-Culver, H., Freeman, L. B., Beeson, W. L., Clipp, S. L., English, D. R., Folsom, A. R., Freedman, D. M., Giles, G., Hakansson, N., Henderson, K. D., Hoffman-Bolton, J., Hoppin, J. A., ... Thun, M. J. (2010). Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *The New England journal of medicine*, 363(23), 2211–2219. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1000367>

- Bethea, T. N., Kitahara, C. M., Sonderman, J., Patel, A. V., Harvey, C., Knutsen, S. F., Park, Y., Park, S. Y., Fraser, G. E., Jacobs, E. J., Purdue, M. P., Stolzenberg-Solomon, R. Z., Gillanders, E. M., Blot, W. J., Palmer, J. R., & Kolonel, L. N. (2014). A pooled analysis of body mass index and pancreatic cancer mortality in african americans. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 23(10), 2119–2125. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-14-0422>
- Bovolini, A., Garcia, J., Andrade, M. A., & Duarte, J. A. (2021). Metabolic Syndrome Pathophysiology and Predisposing Factors. *International journal of sports medicine*, 42(3), 199–214. <https://doi.org/10.1055/a-1263-0898>
- Branch, N. S. C. A. O. (2023, 6 octubre). *Información de salud del NIAMS sobre la osteoporosis*. National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. <https://www.niams.nih.gov/es/informacion-de-salud/osteoporosis#:~:text=La%20osteoporosis%20es%20una%20enfermedad,q ue%20usted%20no%20presente%20s%C3%ADntomas>.
- Carmona, W. S., & Sanchez-Oliver, A. J. (2018). Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. relación con la fuerza y la. . . *ResearchGate*. <https://doi.org/10.7400/NCM.2018.12.3.5067>
- Carranza-Madrigal, J. (2017). Triglicéridos y riesgo cardiovascular. *Medicina interna de México*, 33(4), 511-514. Recuperado en 11 de agosto de 2023, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-48662017000400511&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662017000400511&lng=es&tlng=es).
- Carvajal, Carlos. (2014). Lipoproteínas: metabolismo y lipoproteínas aterogénicas. *Medicina Legal de Costa Rica*, 31(2), 88-94. Retrieved August 16, 2023, from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152014000200010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152014000200010&lng=en&tlng=es).
- Chen, S. H., Chen, S. C., Lai, Y. P., Chen, P. H., Huang, T. Y., Lin, C. C., & Yeh, K. Y. (2019). Correlates Between Health Beliefs and Health-Promoting Lifestyle Profiles in the Development of Metabolic Syndrome in Taiwan. *Asia-Pacific journal of public health*, 31(1), 30–38. <https://doi.org/10.1177/1010539518816245>
- Colesterol y Riesgo Cardiovascular*. (s.f.). Fundación Española del Corazón. <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/colesterol.html>
- Compston J. (2006). Bone quality: what is it and how is it measured?. *Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia*, 50(4), 579–585. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302006000400003>
- Dieli-Conwright, C. M., Courneya, K. S., Demark-Wahnefried, W., Sami, N., Lee, K., Sweeney, F. C., Stewart, C., Buchanan, T. A., Spicer, D., Tripathy, D., Bernstein, L., & Mortimer, J. E. (2018). Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer

- survivors: a randomized controlled trial. *Breast cancer research : BCR*, 20(1), 124. <https://doi.org/10.1186/s13058-018-1051-6>
- Dupuit, M., Rance, M., Morel, C., Bouillon, P., Pereira, B., Bonnet, A., Maillard, F., Duclos, M., & Boisseau, N. (2020). Moderate-Intensity Continuous Training or High-Intensity Interval Training with or without Resistance Training for Altering Body Composition in Postmenopausal Women. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(3), 736–745. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002162>
- Editorial, E. (2008). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. *Arbor*, 184(730), 349–352. Recuperado a partir de <https://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/183>
- ESH/ESC. (2013) Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. *European Heart Journal*, 34(28), 2159-2219. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh151>
- Fernández-Bergés, D., De León, A. C., Sanz, H., Elosua, R., Guembe, M., Alzamora, M., Vega-Alonso, T., Félix-Redondo, F. J., Ortiz-Marrón, H., Rigo, F., Lama, C., Gavrila, D., Segura-Fragoso, A., Lozano, L., & Marrugat, J. (2012). Síndrome metabólico en España: prevalencia y riesgo coronario asociado a la definición armonizada y a la propuesta por la OMS. Estudio DARIOS. *Revista Espanola De Cardiologia*, 65(3), 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.10.015>
- Flegal, K. M., Kit, B. K., Orpana, H., & Graubard, B. I. (2013). Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 309(1), 71–82. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.113905>
- Fragozo-Ramos, M. C. (2022). Síndrome metabólico: revisión de la literatura. *Medicina y Laboratorio*, 26(1), 47-62. <https://doi.org/10.36384/01232576.559>
- Galancho, I. (2022). *Fuerza, músculo, capacidad cardiorrespiratoria y salud*. Ismael Galancho. Rigor y Ciencia. <https://ismaelgalancho.com/fuerza-musculo-capacidad-cardiorrespiratoria-y-salud/>
- Grossman, J. A., Arigo, D., & Bachman, J. L. (2018). Meaningful weight loss in obese postmenopausal women: a pilot study of high-intensity interval training and wearable technology. *Menopause (New York, N.Y.)*, 25(4), 465–470. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001013>
- HaB Direct. (2023). *Takei Hand Grip Dynamometer | HAB Direct*. <https://www.habdirect.com/product/takei-hand-grip-dynamometer/>
- Hamer, M., & O'Donovan, G. (2017). Sarcopenic obesity, weight 38os, and mortality: the English Longitudinal Study of Ageing. *The American journal of clinical nutrition*, 106(1), 125–129. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.152488>
- Han, H., Guo, W., Shi, W., Yu, Y., Zhang, Y., Ye, X., & He, J. (2017). Hypertension and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 7, 44877. <https://doi.org/10.1038/srep44877>

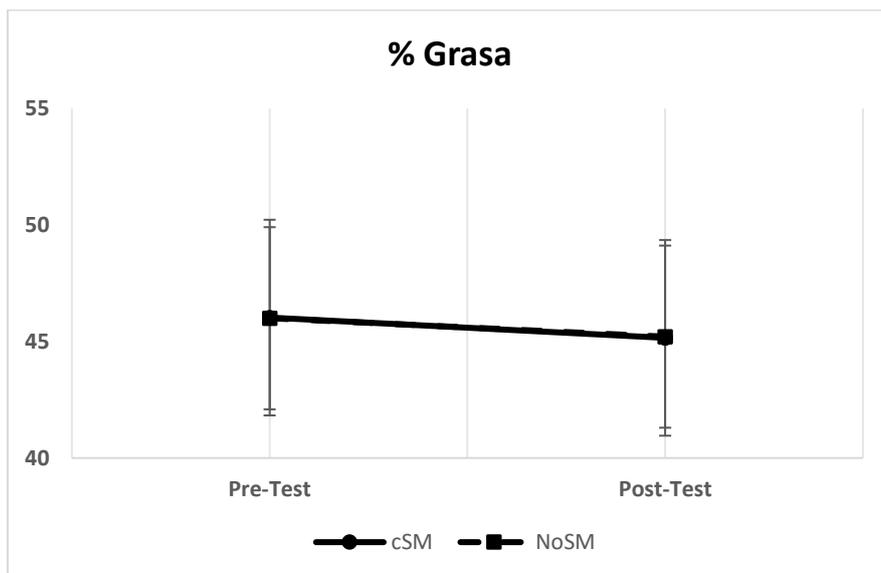
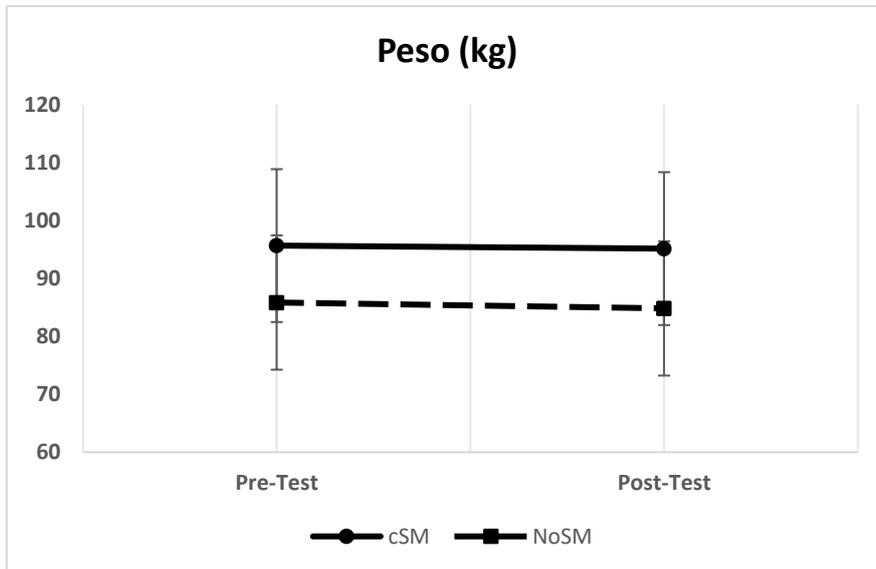
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3-12. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31818cb278>
- Isidro-Donate, F., Sánchez-Oliver, A. J, Benito, P., Heredia-Elvar, J. R., Suárez Carmona, W. (2023). *Vista de Guía para el diseño de programas de intervención en población con obesidad: Documento de Posicionamiento del Grupo Ejercicio Físico de la Sociedad Española de Estudio de la Obesidad (SEEDO) (Guide for designing intervention programs for populations with obesity: Positioning Document by the Physical Exercise Group of the Spanish Society for the Study of Obesity (SEEDO))*. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/99282/73406>
- Krinsley, J. S., Schultz, M. J., Spronk, P. E., Harmsen, R. E., van Braam Houckgeest, F., van der Sluijs, J. P., Mélot, C., & Preiser, J. C. (2011). Mild hypoglycemia is independently associated with increased mortality in the critically ill. *Critical care (London, England)*, 15(4), R173. <https://doi.org/10.1186/cc10322+>
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Effects of Combined Exercise and Low Carbohydrate Ketogenic Diet Interventions on Waist Circumference and Triglycerides in Overweight and Obese Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 18(2), 828. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020828>
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Effects of Exercise Interventions on Weight, Body Mass Index, Lean Body Mass and Accumulated Visceral Fat in Overweight and Obese Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2635. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052635>
- Liang, M., Pan, Y., Zhong, T., Zeng, Y., & Cheng, A. S. K. (2021). Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. *Reviews in cardiovascular medicine*, 22(4), 1523–1533. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204156>
- Lo, S. F., Lu, F. T., O Yang, A. C., Zeng, J. L., Yang, Y. Y., Lo, Y. T., Chang, Y. H., & Pai, T. H. (2023). Metabolic Syndrome-Related Knowledge, Attitudes, and Behavior among Indigenous Communities in Taiwan: A Cross-Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*, 20(3), 2547. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032547>
- Madrid, D. A., Beavers, K. M., Walkup, M. P., Ambrosius, W. T., Rejeski, W. J., Marsh, A. P., & Weaver, A. A. (2023). Effect of exercise modality and weight loss on changes in muscle and bone quality in older adults with obesity. *Experimental gerontology*, 174, 112126. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112126>

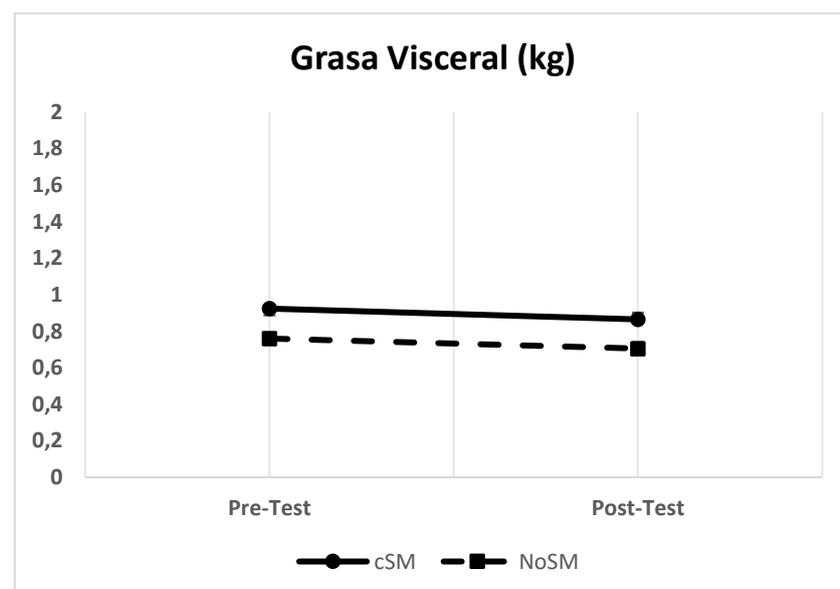
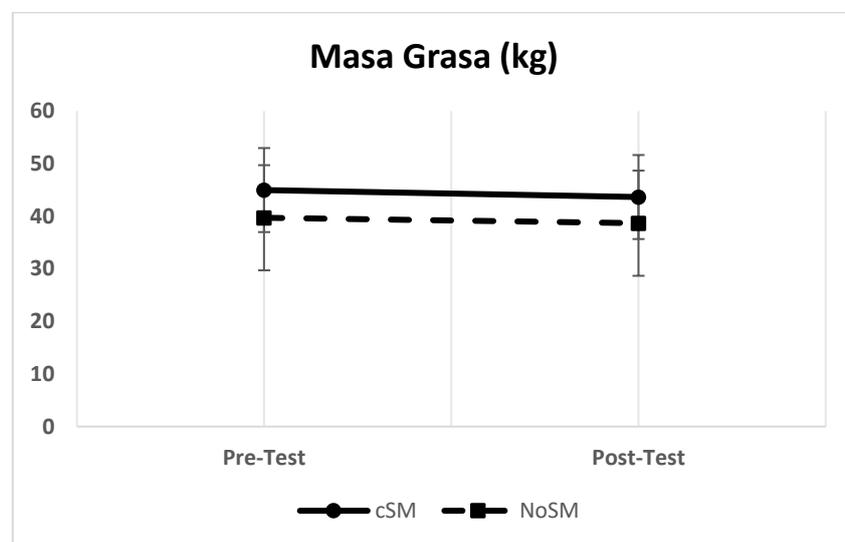
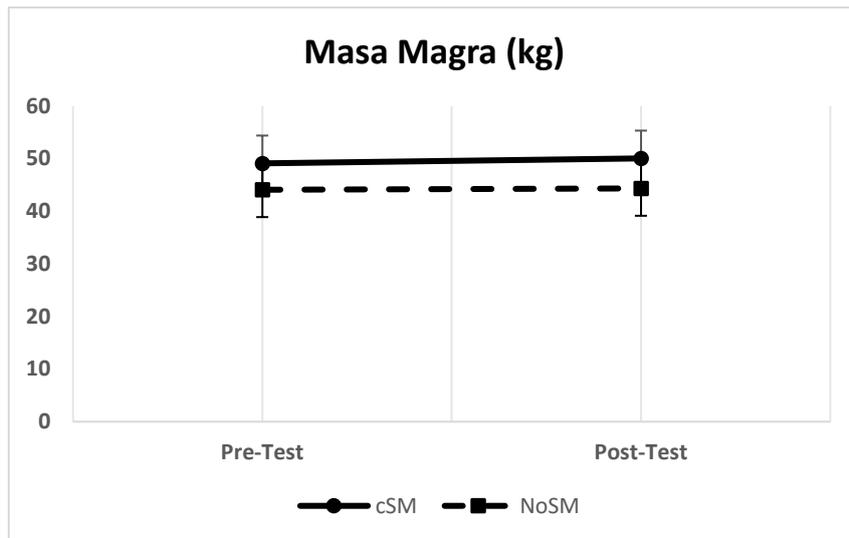
- Maillard, F., Pereira, B., & Boisseau, N. (2018). Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(2), 269–288. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0807-y>
- Martin, R. M., & Correa, P. H. (2010). Bone quality and osteoporosis therapy. *Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia*, 54(2), 186–199. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302010000200015>
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet (London, England)*, 390(10113), 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
- Pérez Rodrigo, Carmen. (2013). Current mapping of obesity. *Nutrición Hospitalaria*, 28(Supl. 5), 21-31. Recuperado en 30 de octubre de 2023, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112013001100003&lng=es&tlng=](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001100003&lng=es&tlng=).
- Powell-Wiley, T. M., Poirier, P., Burke, L. E., Després, J., Gordon-Larsen, P., Lavie, C. J., Lear, S. A., Ndumele, C. E., Neeland, I. J., Sanders, P., & St-Onge, M. (2021). Obesity and cardiovascular Disease: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 143(21). <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000973>
- Prior, S. J., Ryan, A. S., Blumenthal, J. B., Watson, J. M., Katznel, L. I., & Goldberg, A. P. (2016). Sarcopenia Is Associated With Lower Skeletal Muscle Capillarization and Exercise Capacity in Older Adults. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 71(8), 1096–1101. <https://doi.org/10.1093/gerona/glw017>
- Rodulfo, J. I. A., Negretti, C. I. P., & Candia, F. A. (2009). Triglicéridos en ayunas y posprandiales, y su contribución al estudio del riesgo cardiometabólico. *Clinica e Investigación en Arteriosclerosis*. [https://doi.org/10.1016/s0214-9168\(09\)72959-6](https://doi.org/10.1016/s0214-9168(09)72959-6)
- Silveira, E. A., Mendonça, C. R., Delpino, F. M., Elias Souza, G. V., Pereira de Souza Rosa, L., de Oliveira, C., & Noll, M. (2022). Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clinical nutrition ESPEN*, 50, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.06.001>
- Simmons, R. K., Alberti, K. G., Gale, E. A., Colagiuri, S., Tuomilehto, J., Qiao, Q., Ramachandran, A., Tajima, N., Brajkovich Mirchov, I., Ben-Nakhi, A., Reaven, G., Hama Sambo, B., Mendis, S., & Roglic, G. (2010). The metabolic syndrome: useful concept or clinical tool? Report of a WHO Expert Consultation. *Diabetologia*, 53(4), 600–605. <https://doi.org/10.1007/s00125-009-1620-4>
- Sizoo, D., Stam, S. P., De Heide, L. J. M., Emous, M., Van Zutphen, T., Van Dijk, P. R., & Van Beek, A. P. (2023). The association of low muscle mass with prevalence

- and incidence of Type 2 diabetes in different BMI classes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 195, 110197. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.110197>
- Suárez-Carmona, Walter, Sánchez-Oliver, Antonio Jesús, & González-Jurado, José Antonio. (2017). Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. *Revista chilena de nutrición*, 44(3), 226-233. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182017000300226>
- Tan, A. S. Y., Thomas, R. L., Campbell, M. D., Prior, S. L., Bracken, R. M., & Churm, R. (2023). Effects of exercise training on metabolic syndrome risk factors in postmenopausal women – A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical Nutrition*, 42(3), 337-351. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.01.008>
- T-FORCE: dynamic measurement system for strength testing & resistance training.* (2007) <http://www.tforcesystem.com/index.php>
- Upo, O. (2023). *Laboratorio de Composición Corporal. DEXA UPO. OTRI UPO.* <https://www.upo.es/upotec/catalogo/salud/laboratorio-de-composicion-corporal-dexaupo/>
- Van den Berghe, G., Wilmer, A., Hermans, G., Meersseman, W., Wouters, P. J., Milants, I., Van Wijngaerden, E., Bobbaers, H., & Bouillon, R. (2006). Intensive insulin therapy in the medical ICU. *The New England journal of medicine*, 354(5), 449–461. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa052521>
- Vetrano, D. L., Palmer, K. M., Galluzzo, L., Giampaoli, S., Marengoni, A., Bernabei, R., Onder, G., & Joint Action ADVANTAGE WP4 group (2018). Hypertension and frailty: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 8(12), e024406. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-024406>
- Wewege, M. A., Desai, I., Honey, C., Coorie, B., Jones, M. D., Clifford, B. K., Leake, H. B., & Hagstrom, A. D. (2022). The Effect of Resistance Training in Healthy Adults on Body Fat Percentage, Fat Mass and Visceral Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(2), 287–300. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01562-2>
- Wewege, M. A., Thom, J. M., Rye, K. A., & Parmenter, B. J. (2018). Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*, 274, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002>
- World Health Organization: WHO & World Health Organization: WHO. (2023). Hipertensión. *www.who.int*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- World Health Organization: WHO. (2021). Obesidad y sobrepeso. *www.who.int*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

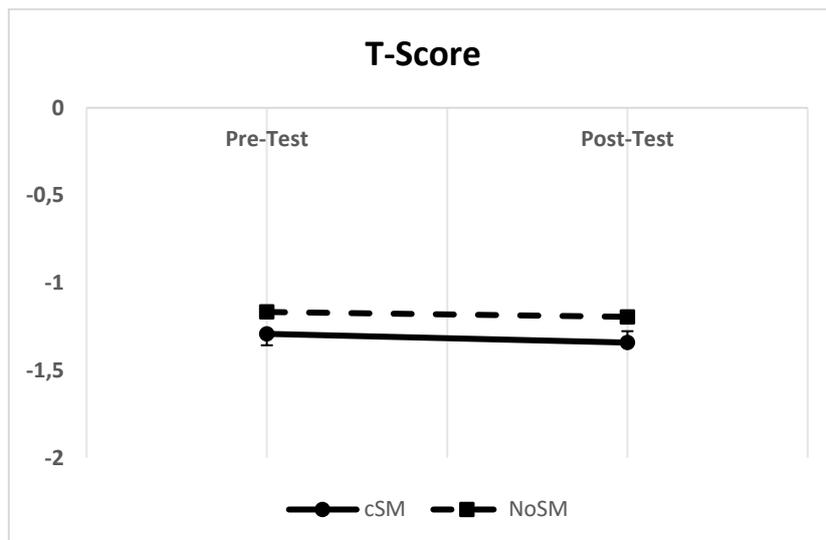
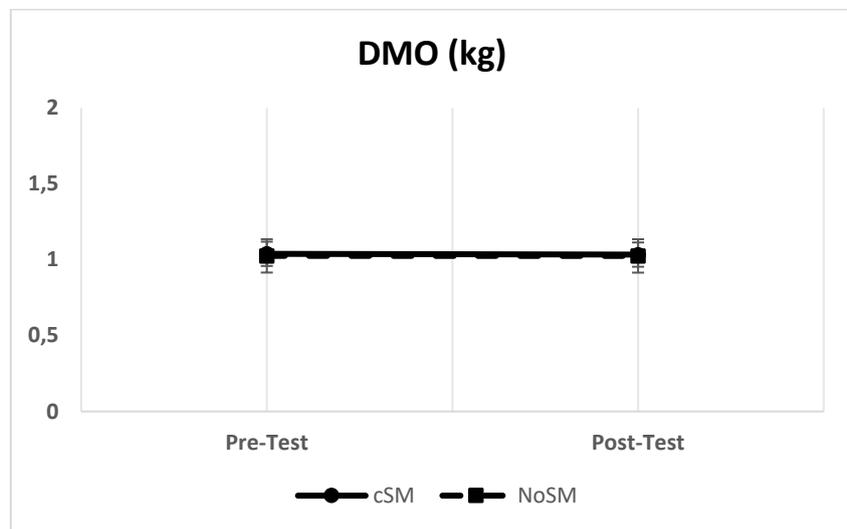
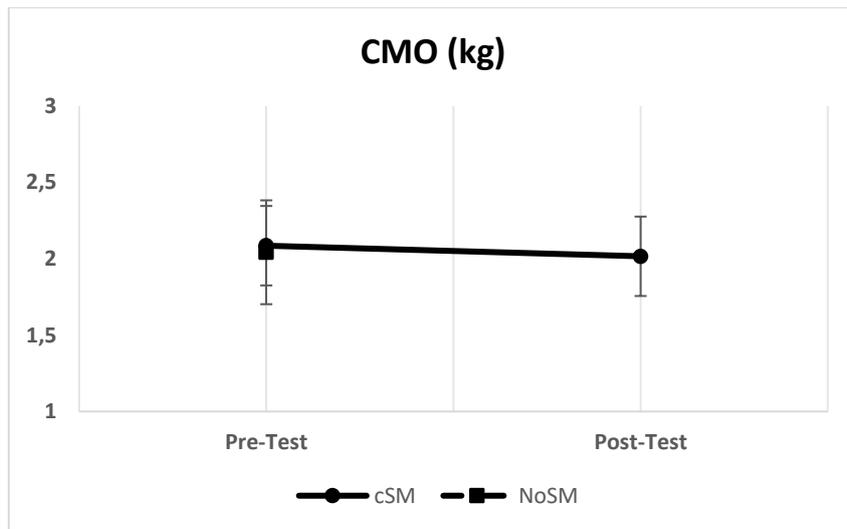
## ANEXOS

Gráficas composición corporal:





Gráficas calidad ósea:



Gráficas condición física:

