



Universidad
Europea CANARIAS

**Efectos de un programa de
entrenamiento concurrente sobre la
composición corporal, la condición
física, el perfil hormonal y la
microbiota intestinal en mujeres
sedentarias con sobrepeso y
obesidad**

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Europea de Canarias
Curso académico: 2024-2025

MODALIDAD DE TRABAJO

Diseño Estudio

AUTORES

Alejandro Naveros Hernández
Ainhoa Sanatana Betancor

TUTOR/A

José Ángel García Merino

Junio de 2025

Villa de La Orotava, Santa Cruz de Tenerife

ÍNDICE

RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
Definición de sobrepeso y obesidad	11
Incidencia poblacional del sobrepeso y la obesidad	14
Factores de riesgo asociados al sobrepeso y la obesidad	16
Hormonas relacionadas con la composición corporal: miostatina, folistatina, adiponectina y leptina	17
Microbiota intestinal y obesidad	19
Prevención del sobrepeso y la obesidad	21
Análisis de la eficiencia de programas de ejercicio físico en la recomposición corporal	22
Entrenamiento concurrente	23
JUSTIFICACIÓN	24
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	26
Hipótesis	26
Objetivos generales	26
Objetivos específicos	26
METODOLOGÍA	27
Diseño del estudio	27
Muestra	27
Variables e instrumentos de medidas	29
Procedimiento	32
Análisis de datos	47
Equipo investigador	48
VIABILIDAD DEL ESTUDIO	48
CONCLUSIONES	50
CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores relacionados con la obesidad.	12
Tabla 2 Clasificación del sobrepeso y la obesidad según el IMC.	13
Tabla 3 Protocolo de Bruce modificado	31
Tabla 4 Estructura de calentamiento y vuelta a la calma	36
Tabla 5 Microciclo 1º mes	37
Tabla 6 Microciclo 2º mes	39
Tabla 7 Microciclo 3º mes	40
Tabla 8 Microciclo 4º mes	42
Tabla 9 Microciclo 5º mes	44
Tabla 10 Microciclo 6º mes	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diseño experimental	34
------------------------------	----

TABLA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

1RM: Repetición Máxima.

ADPN: Adiponectina.

AF: Actividad Física.

CE: Carácter del Esfuerzo.

CMJ: Salto en Contramovimiento.

EF: Ejercicio Físico.

EHGNA: enfermedad del hígado graso no alcohólica.

EHNA: esteatohepatitis no alcohólica.

ENT: enfermedad no transmisible.

FST: Folistatina.

GDF-8: Factor de Diferenciación de Crecimiento 8.

HDL: Lipoproteínas de Alta Densidad.

IMC: Índice de Masa Corporal.

IPAQ: Cuestionario Internacional de Actividad Física.

LDL: Lipoproteínas de baja densidad.

MSTN: Miostatina.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

RPE: Escala de Percepción del Esfuerzo.

TGF-Beta: Factor de Crecimiento Transformante Beta.

VLDL: Lipoproteínas de Muy Baja Densidad.

VMP: Velocidad Media Propulsiva.

RESUMEN

El sobrepeso y la obesidad constituyen un problema de salud pública a nivel mundial, con consecuencias fisiológicas, hormonales y metabólicas significativas, que afectan de manera especial a mujeres con estilos de vida sedentarios. Estas condiciones no solo alteran negativamente la composición corporal, sino que también están fuertemente asociadas al desarrollo de diversas enfermedades crónicas.

La literatura científica actual respalda que la implementación de programas de ejercicio físico puede generar beneficios relevantes en distintos sistemas del organismo. En particular, se ha observado un impacto positivo sobre la composición corporal, la condición física, el equilibrio hormonal y la diversidad de la microbiota intestinal. Estos efectos incluyen una reducción del tejido adiposo, una mejora en los niveles hormonales y un aumento en la variedad microbiana intestinal. En conjunto, estas adaptaciones no solo promueven una mejor salud general, sino que también actúan como un factor protector frente al desarrollo de patologías asociadas al exceso de peso, como las enfermedades cardiovasculares, metabólicas e inflamatorias.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los efectos de un programa de entrenamiento concurrente sobre la composición corporal, la condición física, el perfil hormonal y la microbiota intestinal en mujeres adultas con sobrepeso u obesidad. Para ello, se propone un ensayo controlado aleatorizado de 6 meses de duración, con grupo de lista de espera, en el que las participantes realizarán un protocolo de entrenamiento concurrente tres veces por semana.

Palabras clave: composición corporal, condición física, entrenamiento concurrente, hormonas, microbiota intestinal, obesidad, sobrepeso.

ABSTRACT

Overweight and obesity represent a global public health issue, with significant physiological, hormonal, and metabolic consequences, particularly affecting women with sedentary lifestyles. These conditions not only negatively impact body composition but are also strongly associated with the development of various chronic diseases.

Current scientific literature supports the implementation of physical exercise programs as a means to produce significant benefits across different bodily systems. Specifically, positive effects have been observed on body composition, physical fitness, hormonal balance, and the diversity of the gut microbiota. These effects include a reduction in adipose tissue, improvements in hormonal levels, and an increase in microbial diversity. Collectively, these adaptations not only promote overall health but also serve as protective factors against diseases linked to excess weight, such as cardiovascular, metabolic, and inflammatory conditions.

In this context, the present study aims to analyze the effects of a concurrent training program on body composition, physical fitness, hormonal profile, and gut microbiota in overweight or obese adult women. To this end, a six-month randomized controlled trial with a wait-list control group is proposed, in which participants will follow a concurrent training protocol three times per week.

Keywords: overweight, obesity, concurrent training, gut microbiota, hormones.

INTRODUCCIÓN

Definición de sobrepeso y obesidad

El sobrepeso y la obesidad son una pandemia activa en todo el mundo, ambas tienen estrecha relación con una elevada tasa de morbilidad y mortalidad. El sobrepeso se define como una acumulación excesiva de grasa corporal, mientras que la obesidad es una enfermedad crónica que incrementa significativamente el riesgo de desarrollar otras patologías (OMS, 2024). El diagnóstico de ambas condiciones se establece mediante el cálculo del índice de masa corporal (IMC), utilizando el peso en kilogramos (kg) dividido por el cuadrado de la altura en metros (m). En este sentido, para la población adulta se considera sobrepeso un IMC entre 25 kg/m² y 29.9 kg/m², mientras que la obesidad se diagnostica con un IMC igual o superior a 30 kg/m² (OMS, 2024). De la misma manera, el porcentaje de grasa corporal es el parámetro más exacto en el diagnóstico del sobrepeso y la obesidad, en el que se ha establecido un porcentaje de entre el 36% al 41,9% para el sobrepeso y superior al 42% en la obesidad (Potter et al., 2024).

Datos de la OMS (2010) indican que desde el año 1980 la obesidad ha aumentado más del doble en todo el mundo. Además, representa una gran carga económica para los presupuestos destinados a salud, debido a los costos asociados tanto de manera directa como indirecta. Se estima que tanto el sobrepeso como la obesidad han provocado un incremento en la prevalencia de padecer diabetes en un 44%, un 23% en cardiopatías isquémicas y entre un 7% y 41% en algunos cánceres (Moreno, G. M., 2012).

Debido a su etiopatogenia es considerada una enfermedad multifactorial, reconociéndose factores genéticos, ambientales, metabólicos y endocrinológicos. Solo entre el 2% y el 3% de los obesos tienen como causa alguna patología a nivel endocrino (Tabla 1).

Tabla 1 Factores relacionados con la obesidad.

Demográficos	Socioculturales	Biológicos	Conductuales	Actividad Física
>Edad	<Nivel educativo	>Paridad	>Ingesta alimentaria	Sedentarismo
Sexo Femenino	<Ingreso económico		Tabaquismo	
Raza			Ingesta de alcohol	

Nota. Adaptado de Moreno, G.M (2012).

Clasificación de los estadios de sobrepeso y obesidad

Se considera que forman parte de esta categoría aquellas personas con un IMC superior a 25 kg/m², clasificándose dentro del rango de sobrepeso hasta alcanzar un valor de 29.9 kg/m²; estas personas presentan un riesgo elevado de desarrollar obesidad, encontrándose en una fase estática cuando su peso se mantiene estable debido a un balance energético equilibrado. Por el contrario, se encuentran en una fase dinámica cuando su peso aumenta como consecuencia de un balance energético positivo, es decir, un exceso de consumo calórico (Moreno, G. M., 2012).

La OMS (2024) clasifica el sobrepeso y la obesidad según el rango de IMC, al cual se le asocia un riesgo para la salud. Se considera sobrepeso a un IMC comprendido entre 25 y 29.9 kg/m², lo que supone un riesgo aumentado de padecer enfermedades crónicas. La obesidad se divide en tres categorías: de grado I o moderada (IMC de 30 a 34.9 kg/m²), relacionándose con un riesgo moderado, mientras que la obesidad de grado II o severa (IMC de 35 a 39.9 kg/m²) incrementa el riesgo de manera significativa; la obesidad de grado III o mórbida (IMC ≥ 40kg/m²) se asocia con un riesgo muy severo para la salud, requiriendo intervenciones más específicas y urgentes (Tabla 2).

Tabla 2 Clasificación del sobrepeso y la obesidad según el IMC.

<i>Clasificación</i>	<i>IMC</i>	<i>Riesgo para la Salud</i>
<i>Sobrepeso</i>	<i>25-29.9</i>	<i>Aumentado</i>
<i>Obesidad Grado I o moderada</i>	<i>30-34.9</i>	<i>Moderado</i>
<i>Obesidad Grado II o severa</i>	<i>35-39.9</i>	<i>Severo</i>
<i>Obesidad Grado II o mórbida</i>	<i>≥ 40</i>	<i>Muy severo</i>

Nota. Adaptado de la OMS (2024).

Muchos de los pacientes con obesidad presentan con frecuencia fluctuaciones de peso, producto de varios tratamientos destinados a la disminución del mismo. Este hecho provoca una disminución y aumento frecuente del peso, conocido como Síndrome del Yo-Yo (Phuong-Nguyen et al., 2024). Se considera que en las primeras etapas de la obesidad, existe una presencia de mínimos desequilibrios energéticos que pueden llevar a una acumulación gradual y persistente de grasa en la composición corporal (OMS 2024).

Las ventajas de utilizar el IMC como instrumento de medición se basan en que existe una adecuada correlación poblacional con el contenido de grasa corporal, y se ha demostrado una correlación positiva con el riesgo de mortalidad, independientemente del sexo. Esta correlación es la que ha determinado los puntos de corte para el diagnóstico de obesidad. Por el contrario, esta no diferencia entre el tejido adiposo o magro, por lo que este valor debe ser utilizado junto con el uso del porcentaje de grasa corporal, con el fin de obtener una mayor exactitud en los resultados (Potter et al., 2024).

Por otro lado, la obesidad abdominal se caracteriza por una acumulación excesiva de grasa en la región central del cuerpo, particularmente alrededor de los órganos internos en la cavidad abdominal (Kusuma, H. et al., 2025). Dentro de este fenómeno, podemos diferenciar la grasa visceral, la cual es un tipo de tejido adiposo que se acumula en la cavidad abdominal, rodeando órganos internos como el hígado, el páncreas y los intestinos (Barnes, S. et al, 2024). A diferencia de la grasa

subcutánea, que se encuentra justo debajo de la piel, la grasa visceral se localiza profundamente en el abdomen y está estrechamente relacionada con un mayor riesgo de enfermedades metabólicas (Reis, J. P. et al, 2013). Para su medición, la persona ha de estar de pie y, después de haber expulsado el aire, debe rodear su abdomen con la cinta métrica a la altura del ombligo, situándose los valores de referencia en la mujer en 88 cm y en hombre en 102 cm (Mason, C. et al, 2009).

Como consecuencia de la acumulación de grasa abdominal, el hígado libera grandes cantidades de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) a la sangre. El aumento de estas lipoproteínas, junto con una disminución en la actividad de la lipoproteína lipasa endotelial, genera hipertrigliceridemia. Esto altera el perfil de lipoproteínas, favoreciendo un aumento de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y una reducción de las de alta densidad (HDL). Esta combinación de factores, elevados niveles de triglicéridos, aumento de LDL y disminución de HDL, se conoce como la tríada de dislipemia aterogénica, una alteración típica del síndrome metabólico y la resistencia a la insulina (Diéguez Martínez, M., 2017). Se establecen como valores de referencia un colesterol total inferior a 200 mg/dL, niveles de HDL inferiores a 130 mg/dL y un LDL inferior a 100 mg/dL (*Niveles de Colesterol*, s. f.).

Según la Fundación Española del Corazón (2024), los pacientes que tienen un aumento importante de grasa visceral presentan un incremento del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por ello, el mantenimiento del perímetro abdominal y los valores medios del LDL, HDL y colesterol total es relevante para el correcto funcionamiento del corazón, los vasos sanguíneos, el metabolismo, los huesos y otros órganos.

Incidencia poblacional del sobrepeso y la obesidad

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (2022), el sobrepeso y la obesidad representan un problema de salud pública en España, afectando a una gran parte de la población. Se estima que el 33.6% de los españoles mayores de 16 años tiene sobrepeso, mientras que el 13.9% sufre obesidad. Al analizar estos datos por sexo, se observa que el 40.5% de los hombres presentan un IMC

correspondiente a sobrepeso, frente al 27.1% de las mujeres en la misma franja de edad. En cuanto a la obesidad, el 15.2% de los hombres la padecen, mientras que en las mujeres este porcentaje se reduce al 12.6%. Además, en el mismo año, el 77.86% de la población declaró no realizar ninguna actividad física (AF), lo que pone de manifiesto la falta de hábitos saludables en un alto porcentaje de la población.

En el ámbito insular, siguiendo los datos del Gobierno de Canarias en el año 2021, se confirma que el sobrepeso y la obesidad también representan un problema significativo en el archipiélago, constituyendo el cuarto factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT), y generando un coste económico adicional tanto para el sistema sanitario como para los pacientes. En este sentido, se estima que el 32.02% de la población canaria mayor de 16 años presenta sobrepeso, mientras que el 18.05% padece obesidad (ISTAC | Encuesta De Salud De Canarias (ESC) / Hábitos De Vida. 2021 | Banco De Datos, n.d.).

Respecto a los niveles de AF medidos a través del cuestionario IPAQ, se halló que el 32.05% de la población tiene un nivel bajo o es completamente inactiva. No obstante, la Encuesta de Salud de Canarias señala que el porcentaje de personas sedentarias ha disminuido progresivamente en comparación con 2015, especialmente en el grupo de edad de 16 a 29 años. Asimismo, se ha observado una mayor participación de las mujeres en actividades físicas ligeras (ISTAC | Encuesta De Salud De Canarias (ESC) / Hábitos De Vida. 2021 | Banco De Datos, n.d.).

Además, según la publicación del Atlas de la Federación Mundial de Obesidad en 2023, se estimó que en 2020 un IMC ≥ 25 kg/m² representó un coste de 1,242 billones de euros de euros para el sistema sanitario en España. Se prevé que esta cifra continúe en aumento, alcanzando los 1,865 billones de euros en 2035, lo que supondría una inversión del 2,4% del PIB (Tim Lobstein et al., 2023).

Factores de riesgo asociados al sobrepeso y la obesidad

El sobrepeso y la obesidad constituyen un importante factor de riesgo para el desarrollo de diversas enfermedades como la diabetes mellitus, accidentes cerebrovasculares y enfermedades cardiovasculares (Wang et al., 2021). Una de las posibles causas puede deberse a que las personas que lo padecen suelen presentar un bajo fitness cardiorespiratorio (CRF), asociado a una reducida capacidad funcional física, expresado mediante el consumo máximo de oxígeno o MET.

Por otro lado, el exceso de grasa puede afectar a la función renal, lo que compromete la regulación de la presión arterial, incrementando el riesgo de sufrir accidentes cerebrovasculares, los cuales ocurren cuando un vaso sanguíneo en el cerebro o cuello se bloquea o colapsa, interrumpiendo el flujo sanguíneo. El aumento de la presión arterial es, por tanto, un factor determinante en la aparición de estos eventos cardiovasculares (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases - NIDDK, 2024).

Otro punto a considerar es que la obesidad es un factor de riesgo significativo para el desarrollo de la enfermedad del hígado graso no alcohólica (EHGNA), una condición caracterizada por la acumulación excesiva de grasa en el hígado en ausencia de consumo excesivo de alcohol (Li, L., 2016). Esta enfermedad puede progresar a fibrosis, cirrosis e insuficiencia hepática. Estudios han demostrado que la obesidad incrementa el riesgo de desarrollar EHGNA en aproximadamente 3.5 veces en comparación con individuos con peso normal, y existe una relación dosis-dependiente entre el IMC y el riesgo de EHGNA (Ko, E. et al, 2023). La progresión de la EHGNA a la esteatohepatitis no alcohólica (EHNA), implica inflamación hepática y daño celular, y se asocia con un aumento en la mortalidad específica por enfermedad hepática. Dado que la EHGNA y la EHNA pueden ser asintomáticas en etapas tempranas, la detección temprana y la intervención mediante cambios en el estilo de vida son esenciales para prevenir la progresión de la enfermedad.

Como indica Jackson et al. (2009) el sobrepeso y la obesidad tienen una relación inversamente proporcional con la fuerza muscular, lo que indicaría que los niveles de masa muscular que poseen son inferiores a los recomendados, con un mayor riesgo de padecer sarcopenia, la cual se puede encontrar exacerbada por la obesidad y se asocia a una mayor prevalencia de discapacidad física y mortalidad (Cruz-Jentoft et al., 2018). Estos valores se ven reflejados en la salud, las actividades diarias y el ejercicio físico (EF), reduciendo los niveles de fuerza, resistencia muscular y el rango de movimiento articular (Batrakoulis et al., 2022).

Hormonas relacionadas con la composición corporal: miostatina, folistatina, adiponectina y leptina

La miostatina (MSTN), también conocida como factor de diferenciación de crecimiento 8 (GDF-8), es un miembro de la súper familia del factor de crecimiento transformante beta (TGF-Beta), que se expresa y secreta principalmente en el músculo esquelético. Esta mioquina actúa como regulador negativo del crecimiento muscular a través de receptores de activina tipo II y factores de transcripción. Sin embargo, estudios recientes han hallado una correlación positiva entre la MSTN y la masa muscular, lo que sugiere que puede utilizarse como biomarcador de la masa muscular (Ishibashi et al., 2024). En adición, se ha relacionado con la fuerza de agarre, fuerza en el miembro inferior y la velocidad de la marcha (Bagheri et al., 2021).

El papel de la MSTN sobre la masa grasa es importante debido a que reduce la acumulación de la misma a nivel visceral, mejora la tolerancia a la glucosa y aumenta la sensibilidad a la insulina (Orioli et al., 2024). Por otro lado, la MSTN está asociada con la homeostasis de la musculatura esquelética y la sarcopenia en mujeres, por lo que es un marcador especialmente relevante en sujetos del género femenino. No obstante, hay una escasez de estudios que examinen la asociación de la MSTN, la reducción de la masa muscular y la obesidad (Bagheri et al., 2021).

Por su parte, la folistatina (FST), es una hormona que participa en la regulación del músculo esquelético, secretada por el mismo junto al hígado, las gónadas y el tejido

adiposo. Este marcador, que aumenta sus niveles con la realización de EF, se une a la MSTN y favorece el anabolismo del músculo esquelético (Kurose et al., 2024) sugiriendo que tiene un papel importante en la adaptación del músculo al entrenamiento. La evidencia científica muestra que los niveles de la FST en personas con obesidad se encuentran reducidos, desencadenando la acumulación de grasa visceral y la reducción de masa muscular (Han et al., 2019). La realización de EF, concretamente de fuerza, produce un aumento en los niveles de FST y en la relación del ratio FTS/MSTN (Bagheri et al., 2024).

Por otra parte, la adiponectina (ADPN), es secretada principalmente por el tejido adiposo y tiene efectos antiinflamatorios y antiaterogénicos. Particularmente, los pacientes con obesidad tienen bajos niveles de este parámetro y, en este sentido, la realización de un programa de EF ha demostrado un aumento de los niveles de ADPN (Kurose et al., 2021). Además, es una hormona sensibilizadora de la insulina, lo cual mejora la oxidación de ácidos grasos en el músculo y regula negativamente la síntesis de lípidos y glucosa en el hígado. Sus niveles plasmáticos están inversamente relacionados con el índice de masa corporal y la cantidad de tejido adiposo visceral (Reyes, 2007).

En última instancia, la Leptina (LPN) se encuentra correlacionada positivamente con la masa grasa corporal y el IMC debido a los efectos centrales en el control del apetito y el gasto energético (Bouassida et al., 2006), es por ello que la realización de EF reduce de manera constante la LPN a nivel plasmático (Fedewa et al., 2018). En suma, produce la modulación del metabolismo muscular, pudiendo estimular la adiponectina vía termogénica con la excitación al pardeamiento de los adipocitos. Es una hormona secretada por el tejido adiposo que promueve la lipólisis e inhibe la lipogénesis, por lo que contribuye a la pérdida de peso (Jiménez et al., 2010).

Este conjunto de hormonas, moduladas por factores modificables como el ejercicio físico, juegan un papel crucial en la regulación de la masa muscular y la adiposidad, influyendo directamente en el equilibrio metabólico de los individuos. Varios estudios han demostrado que el EF, especialmente el entrenamiento de resistencia, puede inducir cambios hormonales que favorecen un perfil metabólico saludable,

aumentando los niveles de hormonas anabólicas como la folistatina, mientras que disminuye la adiposidad (Ishibashi et al., 2024; Kurose et al., 2021). A su vez, la leptina y la adiponectina, dos hormonas relacionadas con la adiposidad, modulan el metabolismo energético, influyendo tanto en el apetito como en la capacidad del organismo para utilizar los ácidos grasos como fuente de energía, lo cual tiene un impacto directo en el control del peso corporal (Barrios et al., 2008; Torres-García et al., 2017).

Microbiota intestinal y obesidad

La microbiota intestinal (MI) es una comunidad compleja y diversa de billones de microorganismos, los cuales desempeñan un papel fundamental en la fisiología, el metabolismo y la inmunidad del huésped (Sorrenti et al., 2020). La misma se encuentra envuelta en multitud de funciones esenciales en las que son responsables el intestino y sus receptores, teniendo una composición única en cada individuo (Komodromou et al., 2024). Diversos factores influyen en su composición y función, entre ellos, los patrones dietéticos y la obesidad. En este sentido, la revisión de Fontané et al. (2018) identificó que la obesidad provoca un desequilibrio en la microbiota, conocido como disbiosis, que impacta negativamente en el metabolismo y la regulación energética.

Una revisión sistemática (Komodromou et al., 2024), indica que el perfil microbiano es diferente entre la población con sobrepeso y obesidad comparado con los individuos de normopeso. La disbiosis ha sido asociada con respuestas inflamatorias en condiciones clínicas, resaltando la influencia que tiene en la salud gastrointestinal y la funcionalidad de los mecanismos fisiológicos ante una situación de enfermedad (Chen et al., 2020). Así, se ha sugerido que la modificación positiva de la MI puede ser una potencial estrategia para la prevención temprana y tratamiento de relevantes condiciones de obesidad (Amabebe et al., 2020).

La MI está compuesta principalmente por cuatro filos bacterianos: Firmicutes (F), Bacteroidetes (B), Actinobacteria (A) y Proteobacteria (P), siendo B y F los más predominantes (Eckburg et al., 2005), representando aproximadamente el 90% de la

microbiota intestinal. Los primeros estudios sugirieron que una mayor proporción de Firmicutes en relación con Bacteroidetes podría estar asociado con la obesidad, indicando que un aumento en la relación F/B podría contribuir al desarrollo de esta condición (Bressa et al., 2017). Sin embargo, investigaciones recientes han reportado resultados incongruentes, lo cuál posiciona este tema como objeto de estudio en la comunidad científica.

En un estudio realizado por Jackson, A. W. et al. (2009), se observaron niveles más elevados de actinobacteria en individuos obesos en comparación con individuos con normopeso. En cuanto a las proteobacterias, constituyen una porción menor de la MI, viéndose relacionada con una mayor abundancia de esta en individuos obesos. Todo ello conlleva al desarrollo de la disbiosis intestinal.

Microbiota intestinal y ejercicio físico

El EF es una herramienta que modifica de forma positiva la MI (Cerdá et al., 2016). No obstante, si bien se ha demostrado un claro efecto del EF sobre la MI en modelos animales, existe evidencia menos sólida de estudios en humanos, probablemente, debido a que la realización de EF se asocia con diferentes comportamientos alimentarios, lo que es un factor de confusión al evaluar la respuesta al ejercicio (Bressa, C. et al, 2017). El EF se asocia con un aumento en la diversidad de la microbiota intestinal. De hecho, la realización aguda del mismo induce una serie de cambios metabólicos, tanto a nivel sistémico como local en tejidos específicos que se caracterizan por cambios marcados en el metabolismo y el consumo de oxígeno (Heinonen, I. et al, 2014).

Estudios en modelos animales han evidenciado que la realización de EF a diario contribuye a mejorar condiciones de salud desfavorables, como la obesidad, a través del impacto sobre la composición de la MI (Choi et al., 2013; Evans et al. 2014; Lambert et al., 2015) debido a una alteración en el ratio entre los filos dominantes F/B.

En cuanto a la evidencia del papel del EF en la modulación de la MI humana, se ha descrito que, al comparar mujeres activas con sedentarias, las primeras presentan

una composición de la MI con mayor diversidad (Bressa et al., 2017). En suma, la aplicación de un programa de EF en individuos sedentarios mostró una modulación positiva en la composición y capacidad metabólica de la MI (Allen et al, 2018).

Prevención del sobrepeso y la obesidad

De acuerdo a los datos epidemiológicos, el sobrepeso y la obesidad constituyen un problema de salud global. Por ello, La OMS (2020), establece en sus directrices sobre AF y hábitos sedentarios, las siguientes líneas estratégicas de acción a nivel gubernamental:

- I. Educación, comunicación y concienciación del público.
- II. Declaración de propiedades relacionadas con la salud.
- III. Etiquetado. Los consumidores tienen derecho a recibir una información exacta, estandarizada y comprensible sobre el contenido de los productos alimenticios, permitiéndoles adoptar decisiones saludables.
- IV. Promoción de productos alimenticios con una dieta saludable.
- V. Participación comunitaria y creación de entornos favorables para la realización de ejercicio físico.
- VI. Asociaciones. Creación de organismos clave y partes interesadas a nivel público y privado para elaborar un programa y un plan de trabajo para promover la AF.
- VII. Mensajes públicos claros. Necesidad de transmitir mensajes directos y sencillos sobre la cantidad y calidad de actividad física esencial para lograr beneficios en la salud sustanciales.

Asimismo, las recomendaciones de la OMS sobre la AF para la presencia de un estado saludable son las siguientes:

- I. Todos los adultos han de realizar actividad física con regularidad.
- II. Ejercicio físico aeróbico semanal:
 - A. Moderado. Un mínimo de entre 150 y 300 minutos.
 - B. Vigoroso. Un mínimo de entre 75 y 150 minutos

- III. Entrenamiento fuerza. Fortalecimiento muscular de intensidad moderada o mayor, que involucre a todos los grupos musculares principales en 2 o más días a la semana.

Análisis de la eficiencia de programas de ejercicio físico en la recomposición corporal

Desde hace varias décadas es conocido que el entrenamiento físico produce mejoras en la composición corporal de las personas con sobrepeso y obesidad, es por ello que uno de los principales objetivos de la realización de un programa de EF en este grupo poblacional es lograr una recomposición corporal, lo que implica una reducción del porcentaje de grasa y un incremento de la masa magra. En este sentido, el estudio de Pereira-Monteiro et al. (2024) evidenció que la implementación de un programa de entrenamiento concurrente o funcional durante 16 semanas resultó en una disminución significativa del porcentaje de grasa, junto con un aumento de la masa magra. De manera similar, la revisión sistemática de Ramírez et al. (2024), basada en el análisis de 23 estudios clínicos, concluyó que la realización de EF contribuye a mejoras en la composición corporal, favoreciendo la reducción del tejido adiposo y el incremento de la masa muscular.

En el ámbito de la fuerza, una revisión de Balsalobre et al. (2015), concluyó que el entrenamiento con cargas progresivas impide el aumento de la grasa corporal en personas con sobrepeso y obesidad, reduciendo el porcentaje de grasa significativamente. Asimismo, todos los programas de entrenamiento revisados fueron adecuados para prevenir y/o disminuir el aumento de grasa corporal en personas obesas, realizando una frecuencia de entrenamiento semanal de 2-3 sesiones de 40-45 minutos de duración.

En cuanto a entrenamientos enfocados a la mejora de la resistencia, una revisión sistemática realizada por López et al. (2022) donde se pueden observar resultados específicos del género femenino, concluyó que estos contribuyen significativamente a la reducción del porcentaje de grasa, un aumento de la masa magra y una reducción

del peso corporal, siendo aún mayor los resultados cuando se combina con ejercicios aeróbicos y de fuerza.

Entrenamiento concurrente

Wilson et al., (2012), lo definen como la integración del entrenamiento del componente de fuerza junto con el aeróbico. El primer estudio de entrenamiento concurrente fue realizado por Hickson R.C. (1980), siendo pionero en un tema que ha recibido gran atención en la literatura especializada.

Según un meta-análisis realizado en el año 2012, la mayoría de los trabajos confirman un efecto de interferencia entre ambos estímulos de entrenamiento, conocido como efecto de interferencia. Para ello, se tienen en cuenta una serie de presupuestos neurofisiológicos, metabólicos y morfológicos (Wilson et al., 2012). La hipótesis crónica se apoya en el hecho de que el músculo esquelético es incapaz de adaptarse metabólicamente o morfológicamente a los estímulos inducidos por la fuerza muscular y la resistencia cuando ambas son entrenadas de manera combinada (Leveritt M. et al, 2013). Las posibles explicaciones se encuentran en el reclutamiento de fibras musculares, la hipertrofia muscular o la actuación del sistema endocrino.

En el mismo meta-análisis, se clasificaron los resultados del entrenamiento concurrente teniendo en cuenta la interferencia de la resistencia sobre la fuerza:

1. Primer grupo. Aportaron evidencias sobre afectaciones en el desarrollo de la fuerza. Este grupo sostiene que después de emplear esta metodología de entrenamiento, el incremento de la fuerza muscular se ve limitado cuando es entrenada de manera aislada, fundamentando que es incompatible metabólicamente que susciten ambos estímulos.
2. Segundo grupo. Proporcionan una base fisiológica para asegurar que el entrenamiento concurrente no daña el desarrollo de la fuerza muscular, arrojando incrementos en los niveles de los parámetros neuromusculares y en el ratio de manifestación de la fuerza explosiva.

No obstante, es necesario añadir que, según la mayoría de las investigaciones consultadas, las adaptaciones al entrenamiento de resistencia tienen un efecto positivo en parámetros importantes, como el rendimiento de la carrera, la economía de la misma, el umbral de lactato, la velocidad y la potencia aeróbica. Todas estas adaptaciones transcurrieron sin afectaciones al consumo de VO₂max (Docherty D. y Sporer B.C, 2000; Jones T.W. et al, 2013; Taipale R.S. et al, 2013).

Es importante tener en cuenta que se pueden hacer modificaciones con el objetivo de minimizar la interferencia de este tipo de entrenamiento. Para ello, hay que tener en cuenta ciertos factores como el tipo de ejercicio, el orden y el tiempo óptimo de aplicación del entrenamiento combinado. Estudios científicos evidencian que el volumen de entrenamiento, la especificidad mecánica, la frecuencia semanal y la modalidad del entrenamiento de fuerza y resistencia son cruciales para controlar el efecto de la interferencia (González Badillo, J. y Rivas Serna, J.R., 2002; Leventer, M. et al, 2013).

JUSTIFICACIÓN

Tras la revisión bibliográfica realizada y la información expuesta, podemos argumentar la existencia de numerosos estudios que validan la importancia del ejercicio físico en la prevención y tratamiento del sobrepeso y la obesidad. Sin embargo, a pesar de esta evidencia científica, la incidencia de ambas condiciones en mujeres sedentarias sigue siendo elevada, especialmente a nivel de las Islas Canarias, indicándonos la necesidad de seguir profundizando en estrategias más efectivas y adaptadas a esta población.

Desde nuestra perspectiva como profesionales en el ámbito de la actividad física y el deporte, este trabajo surge con el propósito de analizar los factores que perpetúan esta alta prevalencia y proponer enfoques que fomenten una mayor adherencia a la práctica de EF en este grupo poblacional, teniendo en cuenta parámetros endocrinos, cardiovasculares y de fuerza. De este modo, se busca contribuir al desarrollo de estrategias que refuercen los beneficios del EF en personas con sobrepeso y obesidad, que describan cuáles son los mecanismos fisiológicos y

moleculares por los que tiene un efecto positivo sobre la pérdida de masa grasa y la ganancia de masa muscular.

Según los informes de la Revista Española de Cardiología, el exceso de peso es considerado como el factor de riesgo más prevalente para desarrollar enfermedades cardiovasculares. Destacando que más de dos tercios de los pacientes que han sufrido un infarto de miocardio presentan exceso de peso (López-Jiménez & Cortés-Bergoderi, 2011). Los datos de la OMS (2024) reflejan la severidad de la pandemia de sobrepeso y obesidad: desde 1990 los datos se han duplicado en adultos, dando como resultado que en 2022 el 43% tenía sobrepeso, y el 16% obesidad, provocando 5 millones de muertes anuales por ENT derivadas de estas condiciones.

El ejercicio físico modula la secreción de hormonas como MSTN, FST, ADPN y LPN, desempeñando un papel fundamental en el control del apetito, el metabolismo energético y la respuesta inflamatoria (Krames y Ratammes, 2021), y favoreciendo un entorno microbiano más diverso y saludable, aumentando la presencia de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bacteroides*, halladas principalmente en los procesos donde está involucrado el uso de proteínas (Estaki et al., 2016). Por tanto, la implementación de un programa de EF en personas sedentarias produce cambios positivos en la composición y función de la microbiota intestinal (Allen et al., 2018), asociado a una mejor regulación del peso corporal y una menor inflamación sistémica.

Todo esto nos sugiere que un programa de EF puede ser una herramienta efectiva y accesible en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en mujeres sedentarias. Por un lado, el EF desempeña un papel fundamental en la reducción de factores de riesgo como la hipertensión, la diabetes y el síndrome metabólico, los cuales pueden afectar negativamente a la salud. Por otro lado, como parte del tratamiento, el EF ayuda a mejorar la composición corporal y minimizar las complicaciones derivadas del exceso de grasa, contribuyendo así a una mejor calidad de vida en esta población.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis

La realización de un programa de entrenamiento concurrente en mujeres con sobrepeso u obesidad que no cumplen con las recomendaciones de la OMS sobre los niveles de actividad física podría producir mejoras en la composición corporal, promovidas por un descenso del porcentaje de grasa y un aumento de la masa muscular, así como mejoras en la condición física, reflejadas en un aumento de los niveles de fuerza y CRF, todo ello como consecuencia de cambios en los niveles hormonales asociados con la composición corporal y la MI.

Objetivos generales

- Analizar los efectos de un programa de entrenamiento concurrente de 6 meses de duración sobre la composición corporal, la condición física, los marcadores hormonales relacionados con la composición corporal y MI en mujeres sedentarias con sobrepeso u obesidad que presentan bajos niveles de actividad física.

Objetivos específicos

- Determinar los cambios producidos en la composición corporal tras la realización de un programa de entrenamiento concurrente de 6 meses de duración en mujeres con sobrepeso u obesidad.
- Analizar los efectos sobre la condición física de un programa de entrenamiento concurrente de 6 meses de duración en mujeres sedentarias con sobrepeso u obesidad.
- Estudiar el efecto de un programa de entrenamiento concurrente de 6 meses de duración sobre las hormonas relacionadas con la composición corporal: MSTN, FST, ADPN, LPTN.
- Evaluar los posibles cambios en el perfil de la MI tras la realización de un programa de entrenamiento concurrente de 6 meses de duración.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se llevará a cabo un ensayo controlado aleatorizado con grupo de lista de espera (Wait-list controlled trial) de una duración de seis meses. A continuación, se detallarán los procedimientos para la consecución del estudio.

Muestra

- Tamaño muestral

Para obtener el tamaño muestral se utilizó el software G*Power 3.1.9.7 (<http://www.gpower.hhu.de/>) (Fault et al., 2007). En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de determinar la variabilidad del IMC, considerada como la variable principal del estudio. Sustentado en estudios previos, el valor medio \pm desviación estándar fue de 4,2kg/m² (Kamila L. Haganes, 2022) y, para determinar una mejora en el IMC, la diferencia debe ser de 2.1 kg/m² (Jayedi et al., 2024). En consecuencia, asumiendo un error alfa del 0,05 y un error beta de 0,2, así como una pérdida estimada de participantes del 10%, se determina que serán necesarios 72 sujetos por grupo, es decir, un total de 144 participantes, para alcanzar la significación estadística en la comparación entre grupos.

- Población de estudio

La muestra estará conformada por empleadas del ámbito sanitario (auxiliares, administrativas, enfermeras y médicas) de hospitales privados de la isla de Tenerife que mantienen convenios de colaboración con la Universidad Europea de Canarias.

El reclutamiento de las participantes se llevará a cabo mediante un enfoque colaborativo con los departamentos de recursos humanos y servicios de prevención de riesgos laborales de los hospitales. Se solicitará su colaboración para difundir la convocatoria del estudio entre el personal femenino que cumpla con los criterios de inclusión. La comunicación se realizará a través de correos electrónicos internos,

carteles informativos en áreas comunes y sesiones informativas presenciales y virtuales, según la disponibilidad y normativa de cada centro.

Las interesadas recibirán una hoja informativa detallada que explicará los objetivos del estudio, los procedimientos a seguir, los posibles beneficios y riesgos, la duración del estudio y los derechos de las participantes, incluyendo la confidencialidad de los datos y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin repercusiones.

Asimismo, el protocolo del estudio será sometido a la evaluación y aprobación del Comité de Ética del Hospital Universitario de Canaria (CEIM HUC), garantizando que se respetan los derechos, la seguridad y el bienestar de las participantes, conforme a la legislación española. Asimismo, se garantizará un estricto cumplimiento de las consideraciones éticas establecidas en la Declaración de Helsinki de 1964 y sus posteriores modificaciones.

- Criterios de inclusión

Serán incluidas en el estudio mujeres con edades comprendidas entre 30 y 50 años, que presenten un IMC ≥ 25 kg/m² y un estilo de vida sedentario, es decir, que realicen menos de 150 minutos semanales de AF moderada o menos de 75 minutos de actividad intensa, determinado mediante el IPAQ.

- Criterios de exclusión

Dentro de los criterios de exclusión se establecen: estar en la transición menopáusica; tener alguna contraindicación médica para realizar ejercicio físico; utilizar medicación o suplementación con sustancias que puedan influir en la composición corporal o en el perfil hormonal; tener diagnosticado algún trastorno del aparato digestivo que pueda alterar la microbiota intestinal, como el síndrome del intestino irritable, SIBO o enfermedad de Crohn; estar embarazada o en periodo de lactancia; haber participado en un programa de entrenamiento durante los 6 meses previos al inicio del proyecto.

- Formación de grupos del estudio

Los participantes del estudio serán asignados aleatoriamente en uno de los grupos de intervención mediante un procedimiento de doble ciego. Para el proceso de aleatorización se empleará la función RAND de Microsoft Excel (García-Merino, et al., 2022). Este sistema genera números aleatorios de distribución uniforme, permitiendo una asignación imparcial de los sujetos a los grupos. Asimismo, se utilizará un diseño doble ciego, por lo que los participantes y los evaluadores estarán cegados.

Variables e instrumentos de medidas

- Valoración de la composición corporal:
 - La talla y el peso corporal se evaluará utilizando una báscula con tallímetro Baxtran RGT Teycomur Maquinaria S.L., España.
 - El IMC se calculará mediante la fórmula estándar de peso (kg) dividido por la estatura al cuadrado (m²) (Feng, Q. et al, 2024).
 - La Bioimpedancia se realizará con una Tanita BC-418 MA (Tanita Corporation, Tokyo, Japón).
- Valoración de los hábitos de ejercicio físico y nutricionales:
 - El nivel de AF se evaluará con el Cuestionario IPAQ.
 - La frecuencia de consumo de alimentos se analizará con el cuestionario de Vioque et al., 2003.
- Valoración condición física:
 - La fuerza de presión manual se medirá mediante dinamometría con un dinamómetro manual Jamar® (Sammons Preston, Bolingbrook, IL, EE. UU.).
 - La agilidad se evaluará mediante el Test de Illinois, validado por Hachana et al. (2013). El circuito consiste en un recorrido de 10 metros de longitud y 5 metros de ancho, delimitado por ocho conos. Cuatro conos se colocan en las esquinas del rectángulo para marcar los puntos de inicio y finalización, así como los puntos de giro. Los otros cuatro conos se disponen en línea recta a lo largo del eje central del rectángulo, separados entre sí por 3,3 metros. La

participante comienza en sedestación detrás de la línea de salida. A la señal del evaluador, se levanta rápidamente y corre 10 metros hasta el cono opuesto, gira alrededor de este y regresa al punto de partida. A continuación, realiza un zigzag entre los conos centrales, rodeandolos alternadamente por la derecha e izquierda, hasta llegar al último cono central, desde donde corre en línea recta hacia el cono final, completando así el recorrido. El tiempo total empleado se registra con un cronómetro (Anexo 1).

- La evaluación de la fuerza en el miembro inferior se llevará a cabo mediante la medición de la Velocidad Media Propulsiva (VMP) durante la ejecución del ejercicio de sentadilla. Para ello, se empleará un encoder lineal Chronojump-Boscosystem (Chronojump S.L., Barcelona, España) . Con base en la tabla de referencia propuesta por González-Badillo y Sánchez-Medina (2010) se determinará la carga correspondiente al 50% del 1RM (repetición máxima). El procedimiento consistirá en realizar dos repeticiones a la máxima intensidad posible, incrementando progresivamente la carga hasta alcanzar una VMP de 0,99 m/s, valor que representa aproximadamente el 50% del 1RM.
- La evaluación de la fuerza de empuje de los miembros superiores se llevará a cabo mediante la medición de la VMP durante la ejecución de un press banca. Para ello, se empleará un encoder lineal Chronojump-Boscosystem (Chronojump S.L., Barcelona, España). Con base en la tabla de referencia propuesta por González-Badillo y Sánchez-Medina (2010) se determinará la carga correspondiente al 50% del 1RM. El procedimiento consistirá en realizar dos repeticiones a la máxima intensidad posible, incrementando progresivamente la carga hasta alcanzar una VMP de 0,89 m/s.
- La medición de la fuerza de tracción se realizará mediante la VMP durante la ejecución de un remo con barra, donde se empleará un encoder lineal Chronojump-Boscosystem (Chronojump S.L., Barcelona, España). Con base en la tabla de referencia propuesta por González-Badillo y Sánchez-Medina (2010) se determinará la carga correspondiente al 50% del 1RM. El procedimiento consistirá en realizar dos repeticiones a la máxima intensidad

posible, incrementando progresivamente la carga hasta alcanzar una VMP de 1,17 m/s.

- Para la altura de salto vertical se utilizará un salto en contramovimiento (CMJ) con una plataforma de contacto Chronojump-Boscosystem (Chronojump S.L., Barcelona, España). El test comienza con el sujeto en bipedestación, con las piernas separadas a la altura de la cadera. Desde esa posición, se realiza una flexión de rodillas y cadera para obtener impulso y extenderse rápidamente, buscando alcanzar la mayor altura posible. El aterrizaje debe realizarse con ambos pies sobre la plataforma, sin flexionar durante la fase de vuelo ni realizar balanceo de brazos.
- El CRF será analizado mediante una prueba de esfuerzo siguiendo el protocolo de Bruce modificado (Ver tabla 3) en un tapiz rodante h/p/cosmos/pulsar Treadmill Ergometer.

Tabla 3 *Protocolo de Bruce modificado*

Etapas	Tiempo (total)	Velocidad	Pendiente	METS (aprox.)
1	3 min (3)	2.7 km/h	0	1.7
2	3 min (6)	2.7 km/h	5	2.8
3	3 min (9)	2.7 km/h	10	5.4
4	3 min (12)	4.0 km/h	12	7.0
5	3 min (15)	5.4 km/h	14	10
6	3 min (18)	6.7 km/h	16	13
7	3 min (21)	8.0 km/h	18	17
8	3 min (24)	8.9 km/h	20	20

Nota. Elaborado y adaptado por la Asociación Española de Enfermería en Cardiología, 2009

- Evaluación de muestras biológicas.
- Niveles de HDL, LDL y Colesterol total. Analizado en muestra de plasma utilizando el kit Cholesterol, HDL and LDL Assay Kit – Abcam (ab65390) (Abcam, Cambridge, UK).
- Niveles de miostatina. Analizada en muestras de plasma utilizando la técnica ELISA. Para ello, se emplea el Cusabio – Human Myostatin (MSTN) ELISA Kit (Cusabio Biotech Co., Ltd., Wuhan, China), siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Niveles de folistatina. Analizada en muestras de plasma utilizando la técnica ELISA. Para ello, se empleará el kit comercial Human Follistatin ELISA Kit (ab192147) (Abcam, Cambridge, Reino Unido), el cual ofrece una alta sensibilidad de 28 pg/mL y un protocolo simplificado de 90 minutos.
- Niveles de leptina. Analizada en muestras de plasma utilizando la técnica ELISA. Para ello, se empleará el Invitrogen™ Human Leptin ELISA Kit (KAC2281) (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, EE. UU).
- Microbiota intestinal. Extracción del ADN bacteriano a partir de muestras de heces utilizando el kit de extracción E.Z.N.A. (Omega-Biotek, Norcross, GA), siguiendo las instrucciones del fabricante y se empleará el homogeneizador de muestras Bullet Blender (Next Advance, Averill Park, NY). Tras la extracción, las muestras se enviarán para su secuenciación al Servicio Genómico de la Universidad de La Laguna (ULL), ubicado en Tenerife.

Procedimiento

Para la consecución de los objetivos marcados en el presente estudio y evaluar de manera adecuada las variables propuestas, distinguiremos 2 momentos, un pre-intervención correspondiente al momento inicial, antes de comenzar el programa de entrenamiento físico concurrente y un post-intervención correspondiente a la evaluación posterior a los 6 meses de intervención (Ver figura 1).

A. Valoración inicial. Momento pre-intervención

Punto inicial del estudio, se llevará a cabo durante tres días consecutivos la recolección de muestras biológicas, la evaluación de la composición corporal y de la condición física.

Día 1: Recolección de Muestras Biológicas

En la primera jornada, todos los sujetos han de acudir en ayunas. En ella, firmarán un consentimiento informado para participar en el estudio y realizarán el cuestionario IPAQ junto al cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (Vioque et al., 2003). Tras esto, se recogerá la edad, toma de talla y peso, junto a una bioimpedancia de cada participante y se obtendrán las muestras biológicas para análisis específicos por parte del equipo sanitario.

- Muestra de heces: se recogerá una muestra fecal para analizar la composición de la microbiota intestinal. Se les proporcionará previamente a cada participante un kit de recogida de muestras biológicas, compuesto por una nevera portátil con todos los elementos necesarios. Un papel específico para la recogida de heces (Fe-col, Alpha Laboratories, Eastleigh, Inglaterra), un recipiente colector para muestras fecales, una bolsa isotérmica, acumuladores de frío para garantizar la conservación de las muestras, un par de guantes y un manual de instrucciones de cómo se debe realizar correctamente la recogida.
- Muestra de sangre: se extraerá una muestra sanguínea para evaluar los niveles hormonales y el perfil lipídico (HDL, LDL y Colesterol Total). La extracción será realizada por personal sanitario cualificado, asegurando el cumplimiento de los protocolos de higiene y seguridad, se recogerán en tubos Vacutainer®.

Día 2: Evaluación de la condición física

El segundo día se dedicará a la realización de los test de condición física con el objetivo de evaluar la capacidad física funcional. Para ello, los profesionales en

actividad física y deporte irán realizando los diferentes test de manera progresiva a cada sujeto (Anexo 2).

El orden de realización será el siguiente:

- Dinamometría.
- Test de Potencia de CMJ.
- Test de Illinois.
- Potencia miembro inferior con sentadilla.
- Potencia empuje con press banca.
- Potencia en tracción con remo.

Día 3: Prueba de Esfuerzo

En la tercera jornada, se llevará a cabo la prueba de esfuerzo por el equipo de cardiología junto con los educadores físico-deportivos para evaluar el CFR de las participantes.

B. Valoración final. Momento post-intervención

Esta valoración seguirá el mismo protocolo en cuanto a organización de la valoración inicial, con el objetivo de tener las menos interferencias posibles. Con el fin de minimizar los factores de confusión, se tendrá en cuenta que se realizará en la misma franja horaria.

Figura 1 *Diseño experimental*



Intervención

El programa se desarrollará durante un periodo de 6 meses con una metodología de entrenamiento concurrente, donde se realizarán ejercicios con peso corporal, resistencia variable o resistencia fija.

El plan se estructurará de la siguiente manera:

- Frecuencia: 3 días a la semana de 45 a 75 min.
- Calentamiento: movilidad articular y elevación de la frecuencia cardiaca, siguiendo los parámetros de Silva et al. (2018).
- Parte principal: bloques de fuerza, seguidos de un bloque enfocado en el trabajo aeróbico.
- Vuelta a la calma: estiramientos y descenso de la frecuencia cardiaca.

Este programa de entrenamiento estará formado por 6 mesociclos de un mes de duración cada uno, durante los cuales se alternarán los entrenamientos de la siguiente forma:

- Movimientos de empuje del miembro superior + movimientos dominantes de cadena anterior del miembro inferior.
- Movimiento de tracciones del miembro superior + movimientos dominantes de cadena posterior del miembro inferior.
- Fullbody, en esta sesión se trabajará los grandes músculos del cuerpo combinando los patrones de movimiento realizados los dos días anteriores.

La herramienta que se empleará para fijar las intensidades de los ejercicios de manera individualizada será la escala de percepción del esfuerzo subjetivo (RPE), esta es una herramienta subjetiva para estimar la intensidad del ejercicio físico basándose en la percepción individual del esfuerzo realizado. Se utilizará la escala de Borg del 0 al 10, donde 0 no supone ningún esfuerzo y 10 supone un esfuerzo máximo (Borg, G., 1970). Junto a ella, se empleará el uso del carácter del esfuerzo (CE) en los ejercicios de fuerza, la cual es una herramienta que permite identificar la

intensidad o esfuerzo que supone una carga. Para ello, se expresa el número de repeticiones que se pautan (10) y el número de repeticiones que se podrían hacer (15), es por ello que, según el CE, los entrenamientos se expresarán de la siguiente manera: 10(15) (Badillo & Ayestarán, 1995). Para un mayor control por parte de los evaluadores se desarrollará una hoja de registro donde se anotará la asistencia individual de cada sujeto, junto con las cargas utilizadas (Anexo 3).

Todas las sesiones comenzarán con un calentamiento centrado en la movilidad articular y la elevación de la frecuencia cardiaca, con el objetivo de activar a la musculatura para el entrenamiento. De igual forma, se finalizarán las sesiones con una vuelta a la calma con estiramientos y el descenso de la FC (Silva et al., 2018) (Tabla 4).

Tabla 4 Estructura de calentamiento y vuelta a la calma

Calentamiento		
Ejercicio	Dosificación	Intensidad
<ul style="list-style-type: none"> ● Retracción-protracción escapular ● Anteversión-retroversión de pelvis ● Flexo-extensión de hombro ● 90/90 de cadera en sedestación ● Dorsiflexión de tobillo (Rodilla 90°) 	Circuito de 2 x 10 repeticiones cada ejercicio	1-2 RPE
<ul style="list-style-type: none"> ● Jumping Jacks ● Rodillas al pecho ● Desplazamiento lateral 	Circuito de 2x10" cada ejercicio	5-6 RPE
<ul style="list-style-type: none"> ● Sentadillas cortas ● Zancadas traseras cortas 	Circuito de 2 x 10 repeticiones cada ejercicio	5-6 RPE
Vuelta a la calma		
Ejercicio	Dosificación	Intensidad
<ul style="list-style-type: none"> ● Estiramiento de cuádriceps en bipedestación ● Estiramiento de isquiotibiales en bipedestación ● Estiramiento de mariposa en sedestación ● Estiramiento lumbar en decúbito 	Circuito de 3x10" cada ejercicio	1-2 RPE

- supino
- Estiramiento dorsal en decúbito
prono
- Estiramiento de pectoral con TRX

Durante el primer microciclo, se emplearán ejercicios de baja complejidad, donde el objetivo principal es la familiarización con el uso del RPE y el CE, junto al aprendizaje correcto de la técnica de cada movimiento. Para garantizar la integración del aprendizaje de la metodología, se realizarán ejercicios como la sentadilla, el press banca y el remo con un encoder lineal, en los que se pautará 3x10(15). Este número de repeticiones se asocia con una VMP del 65%, la cual se relaciona con un número de repeticiones posibles de 15 (Velocidad media propulsiva y esfuerzo, González Badillo & Ribas Serna, 2019). De igual modo el RPE se asocia a un porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (Lorente et al., 2016), por ello en el bloque aeróbico y el día 3 se realizará un seguimiento de la frecuencia con el objetivo de tener una correcta correlación con el RPE (Tabla 5).

Tabla 5 *Microciclo 1º mes*

Día 1 - Empuje miembro superior + dominante de cadena anterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Press banca 2. Zancada Atrás 3. Press Pallof	3x10(15). Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque II	1. Peckdeck en máquina 2. Sentadilla con mancuerna 3. Bird-dog	3x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque III	1. Press militar con banda 2. Extensión de rodilla con máquina 3. Plancha estática	3x10(15) 3x30" Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque IV	1. 15´ de caminata	Intercalando 1´ rápido RPE 7-8 /1´ lento RPE 2-3

Día 2 - Tracción miembro superior + dominante de cadena posterior miembro inferior

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remo con barra 2. Puente de glúteo 3. Bird-dog inverso 	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentadilla goblet 2. Jalón en máquina 3. Rotaciones con banda lado izq. 	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Separación cadera con minibanda 2. Remo en máquina 3. Rotaciones con banda lado Dch. 	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bicicleta estática 	10' a un RPE 3-4

Día 3 - Full body

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentadilla con barra 2. Press con mancuernas 3. Remo con TRX 	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pallof con rotación lado izq. 2. Subida y bajada de step 3. Zancada atrás en TRX 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 30" de descanso por ejercicio. RPE 5-6
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pallof con rotación lado dch. 2. Elevación lateral con banda 3. Puente de glúteo 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 30" de descanso por ejercicio. RPE 5-6
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pasos laterales 5 metros 2. Press militar con banda 3. Plancha frontal 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 30" de descanso por ejercicio. RPE 5-6

Durante el segundo mes, se seguirá haciendo uso del encoder lineal en los mismos ejercicios del microciclo anterior, junto con la medición de la frecuencia cardiaca. Además, se incrementará progresivamente la carga manteniendo la intensidad en

los ejercicios, aumentando a 12 repeticiones con el mismo CE. Junto a esto, en el tercer día se aumentará el tiempo de trabajo a 40", de igual modo que se aumenta el tiempo de trabajo en los bloques aeróbicos (Tabla 6).

Tabla 6 Microciclo 2º mes

Día 1 - Empuje miembro superior + dominante de cadena anterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Press banca con barra 2. Zancada atrás con mancuerna misma mano 3. Press Pallof ambos lados	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	1. Peck deck con máquina 2. Sentadilla con mancuerna 3. Bird-dog	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	1. Press militar con banda 2. Extensión de rodilla en máquina 3. Plancha frontal estática	3x12(15) 3 x 30" Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque IV	1. 15' de caminata	Intercalando 1,5' rápido RPE 7-8 1' lento RPE 2-3
Día 2 - Tracción miembro superior + dominante de cadena posterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Remo con barra 2. Puente de glúteo 3. Bird-dog inverso	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	1. Sentadilla Goblet 2. Jalón en máquina 3. Rotaciones con banda lado izq.	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	1. Separación cadera con minibanda 2. Remo en máquina 3. Rotaciones con banda lado	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque

Dch.

Bloque IV	1. Bicicleta estática	12' a un RPE 3-4
Día 3 - Full body		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Sentadilla con barra 2. Press con mancuerna 3. Remo con TRX	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	1. Pallof con rotación lado izq. 2. Subida y bajada de step 3. Zancada atrás en TRX	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 30" de descanso por ejercicio RPE 5-6
Bloque III	1. Pallof con rotación lado dch. 2. Elevación lateral de hombro con banda lado izq. 3. Puente de glúteo	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 30" de descanso por ejercicio RPE 5-6
Bloque IV	1. Pasos laterales 5 m 2. Elevación lateral de hombro con banda lado dch. 3. Plancha frontal	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 30" de descanso por ejercicio RPE 5-6

Tras dos meses de entrenamiento, se prevé que las participantes tengan interiorizado el uso del RPE y el CE, junto a la correcta ejecución técnica de los ejercicios, por lo que se llevará a cabo una reestructuración de los mismos, añadiendo la carga unilateral en patrones del miembro superior, como el empuje y las tracciones. Debido al aumento de intensidad, se volverá a realizar un CE de 10(15). Se incrementará la demanda en los ejercicios aeróbicos aumentando el RPE, de igual modo que se reduce el tiempo de descanso en el tercer día de entrenamiento (Tabla 7).

Tabla 7 *Microciclo 3º mes*

Día 1 - Empuje miembro superior + dominante de cadena anterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Press banco con mancuerna 2. Sentadilla con mancuerna	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el

	3. Press Pallof	bloque
Bloque II	1. Apertura de pectoral con mancuerna 2. Zancada Atrás con mancuernas 3. Bird-dog	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	1. Plancha dinámica-tocar adelante 2. Press militar con mancuerna 3. Extensión de rodilla en máquina	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque IV	1. 15' de caminata	Intercalando 1,5' rápido RPE 7-8 1' lento RPE 2-3

Día 2 - Tracción miembro superior + dominante de cadena posterior miembro inferior

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Remo a una mano, con apoyo en banco lado izq. 2. Remo a una mano, con apoyo en banco lado dch. 3. Puente de glúteo con minibanda	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	1. Sentadilla Goblet 2. Tracción vertical con banda lado izq. 3. Rotaciones con banda lado izq.	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	1. Subida lateral al step 2. Tracción vertical con banda lado Dch. 3. Rotaciones con banda lado Dch.	3x10(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque IV	2. Bicicleta estática	12' a un RPE 4-5

Día 3 - Full body

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Sentadilla + salto corto 2. Remo con TRX 3. Plancha lateral lado izq.	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7

Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subida y bajada de step 2. Empuje con banda 3. Plancha lateral lado dch. 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rodilla al pecho 2. Puente de glúteo monopodal 3. Bird-dog 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pasos laterales con minibanda 2. Press militar con mancuerna 3. Plancha con rodillas al pecho 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7

El cuarto microciclo se estructurará como una progresión del anterior, por lo que se aumentará el número de repeticiones y la CE pasará a ser de 12(15). Así, el tiempo de trabajo en el tercer día será de 40'' con un descanso de 20'', teniendo una relación 2:1 trabajo-descanso.. Por otro lado, se incorporarán ejercicios nuevos en la programación, tales como el jalón en máquina, el peso muerto rumano y las planchas dinámicas, así como una nueva modalidad de cardio, el remo ergómetro (Tabla 8).

Tabla 8 *Microciclo 4º mes*

Día 1 - Empuje miembro superior + dominante de cadena anterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Press banco con mancuerna 2. Sentadilla con mancuerna 3. Press Pallof 	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apertura de pectoral con mancuerna 2. Zancada Atrás con mancuernas 3. Bird-dog 	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plancha dinámica-tocar adelante 2. Press militar con mancuerna 3. Extensión de rodilla 	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. 15' de caminata 	Intercalando 2' rápido RPE 7-8 1' lento RPE 2-3

Día 2 - Tracción miembro superior + dominante de cadena posterior miembro inferior

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remo a una mano, con apoyo en banco lado izq. 2. Remo a una mano, con apoyo en banco lado dch. 3. Puente de glúteo con minibanda 	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentadilla goblet 2. Jalón unilateral en máquina lado izq. 3. Bird-dog invertido 	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subida lateral al step 2. Jalón unilateral en máquina lado Dch. 3. Peso muerto rumano con mancuerna 	3x12(15) Descanso 1' entre ejercicios, 2' al finalizar el bloque
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remo ergómetro 	5'. RPE 5-6

Día 3 - Full body

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentadilla + salto corto 2. Remo con TRX 3. Plancha lateral lado izq. 	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subida y bajada de step + rodilla al pecho 2. Flexiones 3. Plancha lateral lado dch. 	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Skipping 2. Puente de glúteo monopodal 3. Bird-dog 	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 6-7
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevaciones laterales de hombro con mancuerna 	Circuito de 4 x 40" de trabajo con 20" de

2. Rugby squat con banda elástica descanso por ejercicio.
3. Plancha con rodilla al pecho RPE 6-7

En el quinto microciclo se volverá a hacer uso del encoder en los ejercicios de press banca, remo con barra y sentadilla con barra, junto con el control de la frecuencia cardiaca en los ejercicios de demanda aeróbica y el tercer día de entrenamiento. Se continuará con la progresión de los movimientos con un aumento en el número de series y la incorporación de nuevos patrones como la sentadilla con barra hexagonal, el pull over y el press con banco inclinado (Tabla 9).

Tabla 9 *Microciclo 5º mes*

Día 1 - Empuje miembro superior + dominante de cadena anterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Press banca barra 2. Sentadilla con barra hexagonal 3. Press Pallof 	4x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Press con mancuerna banco inclinado 2. Zancada Atrás con mancuernas 3. Bird-dog 	4x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Press militar con mancuerna 2. Extensión de rodilla en máquina 3. Escaladores 	4x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. 15´ de caminata 	Intercalando 2.5´ rápido RPE 7-8 30" lento RPE 2-3

Día 2 - Tracción miembro superior + dominante de cadena posterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remo con barra 2. Puente de glúteo con 	4x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el

	mancuerna	bloque
	3. Press pallof + rotación lado izq.	
Bloque II	1. Pull over en polea 2. Peso muerto rumano con mancuerna 3. Press pallof + rotación lado dch.	4x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque III	1. Jalón unilateral en máquina lado izq. 2. Jalón unilateral en máquina lado dch. 3. Subida lateral al step	4x10(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque IV	1. Remo ergómetro	5´. RPE 5-6

Día 3 - Full body

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Elevación de cadera con empuje de mancuerna 2. Remo con TRX 3. Plancha dinámica lateral lado izq.	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 7-8
Bloque II	1. Subida y bajada de step + rodilla al pecho 2. Flexiones 3. Plancha dinámica lateral lado dch.	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 7-8
Bloque III	1. Desplazamiento lateral con minibanda 2. Remo con mancuerna 3. Escaladores	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 7-8
Bloque IV	1. Elevación lateral de hombro con mancuerna 2. Rugby squat con banda elástica 3. Plancha antebrazo/mano	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 20" de descanso por ejercicio. RPE 7-8

El sexto mes del programa de entrenamiento concurrente tiene una estructura similar al mes anterior, haciendo uso del encoder y el control de la frecuencia cardiaca. En este último mes de la intervención, únicamente se aumentará el número de repeticiones, por lo que el CE será de 12 (15) (Tabla 10).

Tabla 10 *Microciclo 6º mes*

Día 1 - Empuje miembro superior + dominante de cadena anterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Press banco barra 2. Sentadilla con barra hexagonal 3. Press Pallof	4x12(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque II	1. Press con mancuerna banco inclinado 2. Zancada Atrás con mancuernas 3. Bird-dog	4x12(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque III	1. Press militar con mancuerna 2. Extensión de rodilla en máquina 3. Escaladores	4x12(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque IV	1. 15´ de caminata	Intercalando 2.5´ rápido RPE 7-8 30" lento RPE 2-3
Día 2 - Tracción miembro superior + dominante de cadena posterior miembro inferior		
<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	1. Remo con barra 2. Puente de glúteo con mancuerna 3. Press pallof + rotación lado izq.	4x12(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque II	1. Pull over en polea 2. Peso muerto rumano con mancuerna 3. Press pallof + rotación lado dch.	4x12(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque
Bloque III	1. Jalón unilateral en máquina lado izq. 2. Jalón unilateral en máquina lado dch. 3. Subida lateral al step	4x12(15) Descanso 1´ entre ejercicios, 2´ al finalizar el bloque

Bloque IV 1. Remo ergómetro 7'. RPE 5-6

Día 3 - Full body

<u>Bloque</u>	<u>Ejercicio</u>	<u>Dosificación e Intensidad</u>
Bloque I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevación de cadera con empuje de mancuerna 2. Remo con TRX 3. Plancha dinámica lateral lado izq. 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 15" de descanso por ejercicio. RPE 7-8
Bloque II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subida y bajada de step + rodilla al pecho 2. Flexiones 3. Plancha dinámica lateral lado dch. 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 15" de descanso por ejercicio. RPE 7-8
Bloque III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desplazamiento lateral con minibanda 2. Remo con mancuerna 3. Escaladores 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 15" de descanso por ejercicio. RPE 7-8
Bloque IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevación lateral de hombro con mancuerna 2. Rugby squat con banda elástica 3. Plancha antebrazo/mano 	Circuito de 4 x 30" de trabajo con 15" de descanso por ejercicio. RPE 7-8

Análisis de datos

El análisis estadístico se llevará a cabo mediante el software SPSS 29.0 (SPSS, Chicago, IL, EE.UU.). Se llevará a cabo la estadística descriptiva de las variables relacionadas con la composición corporal y la condición física, conformada por la media \pm la desviación estándar y se realizará un estudio de los valores mínimos y máximos con el objetivo de identificar posibles valores extremos. En cuanto a los test estadísticos en primer lugar, se estudiará la normalidad de la distribución con el test Kolmogorov-Smirnov, mientras que la homogeneidad de la varianza se realizará con el test Levene. En caso de que los datos sigan una distribución normal se aplicará el T-test. Mientras que, en caso de que no siga la normalidad, se aplicarán pruebas no paramétricas, tales como los test de Wilcoxon, Kruskal-Wallis y

Mann-Whitney. El análisis de la MI se realizará en un centro especializado en la interpretación de los datos.

Equipo investigador

Estará formado por un equipo multidisciplinar compuesto por:

- 2 Cardiólogos deportivos, encargados de realizar la prueba de esfuerzo e interpretar los datos obtenidos.
- 1 Bioquímico clínico con el fin de analizar y evaluar los parámetros hormonales.
- 1 Microbiólogo clínico encargado del estudio y caracterización de la microbiota a partir de muestras fecales.
- 1 Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte encargado de realizar las valoraciones de la composición corporal y de la condición física, y 2 Graduados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, encargados del diseño del programa de entrenamiento.

VIABILIDAD DEL ESTUDIO

La viabilidad del presente estudio se fundamenta en varios aspectos esenciales que garantizan tanto su correcta ejecución como la obtención de resultados válidos y confiables.

En primer lugar, la población está claramente definida, mujeres empleadas de los distintos hospitales de la isla de Tenerife, con edades comprendidas entre 30 y 50 años, que presenten un estilo de vida sedentario y un IMC superior a 25 kg/m². El cálculo del tamaño muestral ha determinado que se necesitarán 144 participantes, lo que asegura una significancia estadística adecuada dada la población total que cumple con estos criterios.

El diseño del estudio es un ensayo controlado aleatorizado con grupo de lista de espera, con una intervención de seis meses que comprende una valoración inicial y una valoración final, ambas desarrolladas con la misma metodología. Esto posibilita una comparación directa de los efectos del programa de entrenamiento concurrente

en la composición corporal, la condición física, los parámetros hormonales y la MI. Se ha seleccionado este tipo de diseño debido a que desde un punto de vista ético, si una la intervención resulta beneficiosa para una población, estamos obligados a implementar tanto en el grupo experimental como en el grupo control, diferenciándose únicamente en el momento en el que reciben dicha intervención. De este modo, se garantiza el acceso equitativo al beneficio del programa de entrenamiento sin comprometer la validez del estudio.

Asimismo, el equipo investigador multidisciplinar está constituido por profesionales de diversas disciplinas, incluyendo cardiólogos deportivos, Graduados y Doctorados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, así como especialistas en el análisis de muestras biológicas. Esta colaboración interdisciplinaria fortalece la solidez metodológica del estudio y asegura una interpretación rigurosa de los resultados.

Por último, se garantiza el estricto cumplimiento de todas las consideraciones éticas, en conformidad con la Declaración de Helsinki (1964 y sus modificaciones posteriores) y con la normativa europea y española en materia de investigación clínica y protección de datos.

No obstante, deben considerarse algunas limitaciones que se pueden dar a la hora de llevar a cabo esta propuesta de estudio. El primero de ellos, es la necesidad de un tamaño muestral elevado teniendo en cuenta la logística disponible, ya que el reclutamiento, la evaluación y el mantenimiento durante 6 meses de un grupo de gran tamaño puede ser complicado en este sentido, arriesgándose a una alta tasa de abandono.

Otra posible limitación en el estudio es el sesgo que podrían introducir los cambios en los hábitos nutricionales de las participantes, especialmente si se produce una mejora en la calidad de la alimentación durante la intervención. Estos cambios podrían influir en los parámetros analizados, como los niveles de HDL, LDL, colesterol total o la composición de la microbiota intestinal, dificultando atribuir los efectos observados únicamente al programa de entrenamiento concurrente. Para

controlar este posible factor de confusión, se administrará un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos tanto al inicio como al final del estudio, lo que permitirá identificar y considerar posibles modificaciones en la dieta que puedan haber afectado los resultados.

CONCLUSIONES

La realización de un programa de entrenamiento concurrente de 6 meses de duración en mujeres sedentarias con sobrepeso u obesidad produce mejoras en la composición corporal, la condición física, el perfil hormonal y la microbiota intestinal.

CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

El presente trabajo contribuye al desarrollo del ODS 3, salud y bienestar, que tiene como objetivo garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades; en nuestro caso, con esta propuesta de estudio se ha de considerar el ejercicio físico como una herramienta esencial para la mejora de la salud y la prevención de enfermedades en mujeres adultas con sobrepeso u obesidad. Para ello, se promueve un estilo de vida activo con la realización de ejercicio físico 3 veces a la semana mediante un programa de entrenamiento concurrente, esto favorecerá la recomposición corporal, una mejora en la condición física, la regulación hormonal y el equilibrio de la microbiota intestinal.

El EF se presenta como una vía accesible, sostenible y eficaz para aumentar el bienestar físico y funcional de las participantes, potenciando su calidad de vida. Así, se contribuye al desarrollo de una cultura del movimiento y a la consolidación de hábitos saludables, que son pilares fundamentales del ODS 3, al margen de su uso exclusivamente preventivo o terapéutico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Activity, M. P. (s. f.). *Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo*.
<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240014886>
- Administrator. (s. f.). *Obesidad*. Fundación Española del Corazón.
<https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/obesidad-abdominal.html>
- Allen, J. M., Mailing, L. J., Niemi, G. M., Moore, R., Cook, M. D., White, B. A., Holscher, H. D., & Woods, J. A. (2018). Exercise Alters Gut Microbiota Composition and Function in Lean and Obese Humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 50(4), 747–757.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001495>
- Amabebe, E., Robert, F. O., Agbalalah, T., & Orubu, E. S. F. (2020). Microbial dysbiosis-induced obesity: role of gut microbiota in homeostasis of energy metabolism. *The British journal of nutrition*, 123(10), 1127–1137.
<https://doi.org/10.1017/S0007114520000380>
- Bagheri, R., Ashtary-Larky, D., Elliott, B. T., Willoughby, D. S., Kargarfard, M., Alipour, M., Lamuchi-Deli, N., Kooti, W., Asbaghi, O., & Wong, A. (2023). The effects of gradual vs. rapid weight loss on serum concentrations of myokines and body composition in overweight and obese females. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 129(3), 821–828.
<https://doi.org/10.1080/13813455.2021.1874020>
- Balsalobre Fernández, C., & Tejero-González, C. M. (2015). Efecto del entrenamiento con cargas sobre la grasa corporal en personas obesas: revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, Vol. 15(15.58), 371-386.
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/667007>
- Barnes, S., Kinne, E., Chowdhury, S., Loong, S., Moretz, J., & Sabate, J. (2024). Comparison and precision of visceral adipose tissue measurement techniques

- in a multisite longitudinal study using MRI. *Magnetic resonance imaging*, 112, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2024.07.002>
- Barrios, V., Gómez-Huelgas, R., Rodríguez, R., & De Pablos-Velasco, P. (2008). Adiponectina, un factor de riesgo cardiovascular emergente. Estudio REFERENTE. *Revista Española de Cardiología*, 61(11), 1159-1167. <https://doi.org/10.1157/13127847>
- Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Tsimeas, P., Poullos, A., Perivoliotis, K., Syrou, N., Papanikolaou, K., Draganidis, D., Deli, C. K., Metsios, G. S., Angelopoulos, T. J., Feito, Y., & Fatouros, I. G. (2022). Hybrid-type, multicomponent interval training upregulates musculoskeletal fitness of adults with overweight and obesity in a volume-dependent manner: A 1-year dose-response randomised controlled trial. *European Journal of Sport Science*, 23(3), 432-443. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2025434>
- Bagheri, N., Bagheri, R., Mesinovic, J., Ghobadi, H., Scott, D., Kargarfard, M., & Dutheil, F. (2024). Effects of Resistance Training on Muscular Adaptations and Inflammatory Markers in Overweight and Obese Men. *Medicine & Science In Sports & Exercise*. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000003592>
- Balboa-Castillo, T., Muñoz, S., Serón, P., Andrade-Mayorga, O., Lavados-Romo, P., & Aguilar-Farias, N. (2023). Validity and reliability of the international physical activity questionnaire short form in Chilean adults. *PloS one*, 18(10), e0291604. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291604>
- Bell, G. J., Petersen, S. R., Wessel, J., Bagnall, K., & Quinney, H. A. (1991). Physiological adaptations to concurrent endurance training and low velocity resistance training. *International journal of sports medicine*, 12(4), 384–390. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024699>
- Bressa, C., Bailén-Andrino, M., Pérez-Santiago, J., González-Soltero, R., Pérez, M., Montalvo-Lominchar, M. G., Maté-Muñoz, J. L., Domínguez, R., Moreno, D., & Larrosa, M. (2017). Differences in gut microbiota profile between women with active lifestyle and sedentary women. *PloS one*, 12(2), e0171352. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171352>

- Borg G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 2(2), 92–98.
- Bouassida, A., Zalleg, D., Bouassida, S., Zaouali, M., Feki, Y., Zbidi, A., & Tabka, Z. (2006, 1 junio). *Leptin, its Implication in Physical Exercise and Training: A Short Review*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3827558/>
- Castaner, O., Goday, A., Park, Y. M., Lee, S. H., Magkos, F., Shiow, S. T. E., & Schröder, H. (2018). The Gut Microbiome Profile in Obesity: A Systematic Review. *International journal of endocrinology*, 2018, 4095789. <https://doi.org/10.1155/2018/4095789>
- Cerdá, B., Pérez, M., Pérez-Santiago, J. D., Tornero-Aguilera, J. F., González-Soltero, R., & Larrosa, M. (2016). Gut Microbiota Modification: Another Piece in the Puzzle of the Benefits of Physical Exercise in Health?. *Frontiers in physiology*, 7, 51. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00051>
- Chen, Y., Wu, G., & Zhao, Y. (2020). Gut Microbiota and Alimentary Tract Injury. *Advances in experimental medicine and biology*, 1238, 11–22. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2385-4_2
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I., Baeyens, J., Cesari, M., Schols, J. (2018). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age And Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- De la Salud, O. P. (2019). *Plan de acción mundial sobre Actividad Física 2018-2020. Más personas activas para un mundo sano*. <https://doi.org/10.37774/9789275320600>
- Diéguez Martínez, M., Miguel Soca, P. E., Rodríguez Hernández, R., López Báster, J., & Ponce de León, D. (2017). Prevalencia de obesidad abdominal y factores de riesgo cardiovascular asociados en adultos jóvenes. *Revista cubana de salud pública*, 43, 396-411.
- Docherty, D., & Sporer, B. (2000). A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports*

medicine (Auckland, N.Z.), 30(6), 385–394.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200030060-00001>

- Estaki, M., Pither, J., Baumeister, P., Little, J. P., Gill, S. K., Ghosh, S., Ahmadi-Vand, Z., Marsden, K. R., & Gibson, D. L. (2016). Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity and distinct metagenomic functions. *Microbiome*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40168-016-0189-7>
- Evans, C. C., LePard, K. J., Kwak, J. W., Stancukas, M. C., Laskowski, S., Dougherty, J., Moulton, L., Glawe, A., Wang, Y., Leone, V., Antonopoulos, D. A., Smith, D., Chang, E. B., & Ciancio, M. J. (2014). Exercise prevents weight gain and alters the gut microbiota in a mouse model of high fat diet-induced obesity. *PloS one*, 9(3), e92193. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092193>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Fedewa, M. V., Hathaway, E. D., Ward-Ritacco, C. L., Williams, T. D., & Dobbs, W. C. (2018). The Effect of Chronic Exercise Training on Leptin: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports Medicine*, 48(6), 1437-1450. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0897-1>
- Feng, Q., Kim, J. H., Xie, J., Bešević, J., Conroy, M., Omiyale, W., Wu, Y., Woodward, M., Lacey, B., & Allen, N. (2024). Use of Sex-Specific Body Mass Index to Optimize Low Correlation With Height and High Correlation With Fatness: A UK Biobank Study. *American journal of epidemiology*, 193(2), 296–307. <https://doi.org/10.1093/aje/kwad195>
- García-Merino, J. A., de Lucas, B., Herrera-Rocha, K., Moreno-Pérez, D., Montalvo-Lominchar, M. G., Fernández-Romero, A., Santiago, C., Pérez-Ruiz, M., & Larrosa, M. (2022). Flavanol-Rich Cocoa Supplementation Inhibits Mitochondrial Biogenesis Triggered by Exercise. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 11(8), 1522. <https://doi.org/10.3390/antiox11081522>
- González Badillo, J. y Rivas Serna, J.R. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona, España: INDE Publicaciones.

- González Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2019). *Fuerza, velocidad y rendimiento físico y deportivo* (2.^a ed.). Editorial INDE.
- Gonzalez-Badillo, J. J., & Gorostiaga Ayeararán, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Inde.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. (2013). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 27(10), 2752–2759. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182890ac3>
- Han, X., Møller, L. L. V., De Groote, E., Bojsen-Møller, K. N., Davey, J., Henríquez-Olguin, C., Li, Z., Knudsen, J. R., Jensen, T. E., Madsbad, S., Gregorevic, P., Richter, E. A., & Sylow, L. (2019). Mechanisms involved in follistatin-induced hypertrophy and increased insulin action in skeletal muscle. *Journal Of Cachexia Sarcopenia And Muscle*, 10(6), 1241-1257. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12474>
- Heinonen, I., Kalliokoski, K. K., Hannukainen, J. C., Duncker, D. J., Nuutila, P., & Knuuti, J. (2014). Organ-specific physiological responses to acute physical exercise and long-term training in humans. *Physiology (Bethesda, Md.)*, 29(6), 421–436. <https://doi.org/10.1152/physiol.00067.2013>
- Hickson R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 45(2-3), 255–263. <https://doi.org/10.1007/BF00421333>
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (s. f.). INEbase/ Sociedad / Salud. INE. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735573175

- Ishibashi, C., Nakanishi, K., Nishida, M. et al. (2024). Myostatin as a plausible biomarker for early stage of sarcopenic obesity. *Scientific Reports*, 14, 28629. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79534-5>
- (ISTAC | Encuesta De Salud De Canarias (ESC) / Hábitos De Vida. 2021 | Banco De Datos, n.d.)
- Jackson, A. W., Lee, D., Sui, X., Morrow, J. R., Church, T. S., Maslow, A. L., & Blair, S. N. (2009). Muscular strength is inversely related to prevalence and incidence of obesity in adult men. *Obesity*, 18(10), 1988-1995. <https://doi.org/10.1038/oby.2009.422>
- Jayedi, A., Soltani, S., Emadi, A., Zargar, M., & Najafi, A. (2024). Aerobic Exercise and Weight Loss in Adults. *JAMA Network Open*, 7(12), e2452185. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.52185>
- Jiménez, E. G., Cordero, M. J. A., De Jesús García García, C., López, P. A. G., Ferre, J. Á., & López, C. A. P. (2010). Leptina: un péptido con potencial terapéutico en sujetos obesos. *Endocrinología y Nutrición*, 57(7), 322-327. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2010.03.018>
- Jones, T. W., Howatson, G., Russell, M., & French, D. N. (2013). Performance and neuromuscular adaptations following differing ratios of concurrent strength and endurance training. *Journal of strength and conditioning research*, 27(12), 3342–3351. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b2cf39>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Medicine*, 35(4), 339-361. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535040-00004>
- Ko, E., Yoon, E. L., & Jun, D. W. (2023). Risk factors in nonalcoholic fatty liver disease. *Clinical and molecular hepatology*, 29(Suppl), S79–S85. <https://doi.org/10.3350/cmh.2022.0398>
- Komodromou, I., Andreou, E., Vlahoyiannis, A., Christofidou, M., Felekis, K., Pieri, M., & Giannaki, C. D. (2024). Exploring the Dynamic Relationship between the Gut Microbiome and Body Composition across the Human Lifespan: A Systematic Review. *Nutrients*, 16(5), 660. <https://doi.org/10.3390/nu16050660>

- Kurose, S., Onishi, K., Miyauchi, T., Takahashi, K., & Kimura, Y. (2024). Effects of weight loss rate on myostatin and follistatin dynamics in patients with obesity. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1418177. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1418177>
- Kurose, S., Onishi, K., Takao, N., Miyauchi, T., Takahashi, K., & Kimura, Y. (2021). Association of serum adiponectin and myostatin levels with skeletal muscle in patients with obesity: A cross-sectional study. *PLoS ONE*, 16(1), e0245678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245678>
- Kusuma, H., Lee, H. F., Yen, M., Fetzer, S. J., & Lam, L. T. (2025). Obesity measurement methods estimated mortality risk in patients undergoing hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *International urology and nephrology*, 57(5), 1585–1600. <https://doi.org/10.1007/s11255-024-04312-1>
- Lambert, J. E., Myslicki, J. P., Bomhof, M. R., Belke, D. D., Shearer, J., & Reimer, R. A. (2015). Exercise training modifies gut microbiota in normal and diabetic mice. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 40(7), 749–752. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0452>
- Leveritt, M., Abernethy, P. J., Barry, B. K., & Logan, P. A. (1999). Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 28(6), 413–427. <https://doi.org/10.2165/00007256-199928060-00004>
- Li, L., Liu, D. W., Yan, H. Y., Wang, Z. Y., Zhao, S. H., & Wang, B. (2016). Obesity is an independent risk factor for non-alcoholic fatty liver disease: evidence from a meta-analysis of 21 cohort studies. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17(6), 510–519. <https://doi.org/10.1111/obr.12407>
- López-Jiménez, F., & Cortés-Bergoderi, M. (2011). Obesidad y corazón. *Revista Española de Cardiología*, 64(2), 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2010.10.010>
- Lorente, V. M., Medina, J. Á., & Marqueta, P. M. (2016). Control de las cargas de entrenamiento a través de la percepción subjetiva. *Predicción de la frecuencia*

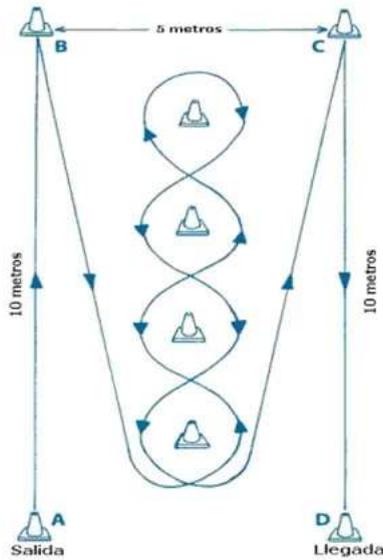
- cardiaca*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5425890>
- Mason, C., & Katzmarzyk, P. T. (2009). Variability in waist circumference measurements according to anatomic measurement site. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 17(9), 1789–1795. <https://doi.org/10.1038/oby.2009.87>
- Merino RJA, Taracena PS, Díaz GEJ, Rodríguez WFL. Microbiota intestinal: “el órgano olvidado”. *Acta Med.* 2021; 19 (1): 92-100. <https://dx.doi.org/10.35366/98577>
- Moreno, G. M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica las Condes*, 23(2), 124-128. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(12\)70288-2](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(12)70288-2)
- Orioli, L., Samaras, S., Sawadogo, K., de Barys, M., Lause, P., Deswysen, Y., Navez, B., Thissen, J. P., & Loumaye, A. (2024). Circulating myostatin as a biomarker of muscle mass and strength in individuals with cancer or obesity. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 43(7), 1800–1808. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.05.046>
- Pereira-Monteiro, M. R., Aragão-Santos, J. C., Vasconcelos, A. B. S., de Resende-Neto, A. G., de Almeida, A. F. S., Gobbo, L. A., Hermosilla-Perona, F., Heredia-Elvar, J. R., Del Vecchio, F. B., Aidar, F. J., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2024). Functional and Combined Training Promote Body Recomposition and Lower Limb Strength in Postmenopausal Women: A Randomized Clinical Trial and a Time Course Analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 12(9), 932. <https://doi.org/10.3390/healthcare12090932>
- Phuong-Nguyen, K., O’Hely, M., Kowalski, G. M., McGee, S. L., Aston-Mourney, K., Connor, T., Mahmood, M. Q., & Rivera, L. R. (2024). The Impact of Yoyo Dieting and Resistant Starch on Weight Loss and Gut Microbiome in C57Bl/6 Mice. *Nutrients*, 16(18), 3138. <https://doi.org/10.3390/nu16183138>
- Potter, A. W., Chin, G. C., Looney, D. P., & Friedl, K. E. (2024). Defining Overweight and Obesity by Percent Body Fat Instead of Body Mass Index. *The Journal Of Clinical Endocrinology & Metabolism*. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae341>
- Ramírez, Y. V. P., Calvo, M. M., & Patón, R. N. (2024). *Efectos de programas de ejercicio físico en la composición corporal, condición física y calidad de vida*

- de personas mayores con sobrepeso u obesidad: una revisión sistemática.*
Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9452622>
- Redcreativos. (s. f.). *Manual de Enfermería en Prevención y Rehabilitación Cardíaca.*
Asociación Española de Enfermería En Cardiología - AEEC.
<https://enfermeriaencardiologia.com/publicaciones/manuales/manual-de-enfermeria-en-prevencion-y-rehabilitacion-cardiaca>
- Reis, J. P., Loria, C. M., Lewis, C. E., Powell-Wiley, T. M., Wei, G. S., Carr, J. J., Terry, J. G., & Liu, K. (2013). Association between duration of overall and abdominal obesity beginning in young adulthood and coronary artery calcification in middle age. *JAMA*, 310(3), 280–288.
<https://doi.org/10.1001/jama.2013.7833>
- Reyes, C. A. D. (2007). Adiponectina: el tejido adiposo más allá de la reserva inerte de energía. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 15(3), 149-155.
- Riesgos del sobrepeso y la obesidad para la salud - NIDDK.* (s. f.). National Institute Of Diabetes And Digestive And Kidney Diseases.
<https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/control-de-peso/en-que-consisten-sobrepeso-obesidad-en-adultos/riesgos>
- Rodríguez, J. M., Sobrino, O. J., Marcos, A., Collado, M. C., Pérez-Martínez, G., Martínez-Cuesta, M. C., Peláez, C., & Requena, T. (s. f.). *¿Existe una relación entre la microbiota intestinal, el consumo de probióticos y la modulación del peso corporal?*
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000700003
- Støren, Ø., Ulevåg, K., Larsen, M. H., Støa, E. M., & Helgerud, J. (2013). Physiological determinants of the cycling time trial. *Journal of strength and conditioning research*, 27(9), 2366–2373.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827f5427>
- Tabone, M., Bressa, C., García-Merino, J.A. *et al.* The effect of acute moderate-intensity exercise on the serum and fecal metabolomes and the gut microbiota of cross-country endurance athletes. *Sci Rep* 11, 3558 (2021).
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-82947-1>

- Taipale, R. S., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., & Häkkinen, K. (2013). Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European journal of applied physiology*, 113(2), 325–335. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2440-7>
- Tim Lobstein, Rachel Jackson-Leach, Jaynaide Powis, & Hannah Brinsden. (2023). World Obesity Atlas 2023. In *World Obesity*. https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/wof-files/World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf
- Torres-García, R., Del Socorro Camarillo-Romero, E., Majluf-Cruz, A., De Anda, G. F. V., Loe-Ochoa, A. M., Montenegro-Morales, L. P., Cerecero-Aguirre, P., Huitrón-Bravo, G. G., & De Jesús Garduño-García, J. (2017). [Effect of exercise on the serum concentrations of leptin and adiponectin in adolescents with risk factors of developing diabetes]. *PubMed*, 55(6), 708-714. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29190863>
- Vioque, J., & Quiles, J. (2003). Encuesta de Nutrición y Salud de la Comunidad Valenciana.
- Wang, K., Zhu, Y., Wong, S. H., Chen, Y., Siu, P. M., Baker, J. S., & Sun, F. (2021). Effects and dose–response relationship of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 39(24), 2829-2846. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1964800>
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 26(8), 2293–2307. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d>
- World Health Organization: WHO. (2024, marzo 1). Obesidad y sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

ANEXOS

Anexo 1 Test de Illinois



Nota: Adaptado de Valenzuela, 2013

Anexo 2 Hoja de registro de los test

Usuaría:				
Test	1º Intento - Pre	2º Intento - Pre	1º Intento - Post	2º Intento - Post
Dinamometría				
Illinois Test				
CMJ				
VMP SQ				
VMP PB				
VMP Remo				
Bruce Test				

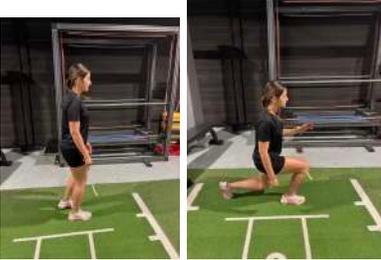
Anexo 3 Hoja de registro de asistencia

Hoja de asistencia	Nº de sesión/semana		
Nº semana/mes	1	2	3
1			
2			
3			
4			

Pesos levantados			
Bloque	Día 1	Día 2	Día 3
1			
2			
3			

Anexo 4 Descripción gráfica de los ejercicios

<p>Retracción-protracción escapular</p> 	<p>Anteversión-retroversión de pelvis</p> 	<p>Flexo-extensión de hombro</p> 	<p>90/90 de cadera en sedestación</p> 
<p>Dorsiflexión de tobillo (Rodilla 90°)</p> 	<p>Jumping Jacks</p> 	<p>Rodillas al pecho</p> 	<p>Desplazamiento lateral</p> 
<p>Sentadillas cortas</p> 	<p>Zancadas traseras cortas</p> 	<p>Estiramiento de cuádriceps en bipedestación</p> 	<p>Estiramiento de isquiotibiales en bipedestación</p> 

<p>Estiramiento de mariposa en sedestación</p> 	<p>Estiramiento lumbar en decúbito supino</p> 	<p>Estiramiento dorsal en decúbito prono</p> 	<p>Estiramiento de pectoral con TRX</p> 
<p>Press banca</p> 	<p>Zancada Atrás</p> 	<p>Press Pallof</p> 	<p>Peckdeck en máquina</p> 
<p>Sentadilla con mancuerna</p> 	<p>Bird dog</p> 	<p>Press militar con banda</p> 	<p>Extensión de rodilla con máquina</p> 

<p>Plancha estática</p> 	<p>caminata</p> 	<p>Remo con barra</p> 	<p>Puente de glúteo</p> 
<p>Bird-dog inverso</p> 	<p>Sentadilla goblet</p> 	<p>Jalón en máquina</p> 	<p>Rotaciones con banda</p> 
<p>Separación cadera con minibanda</p> 	<p>Remo en máquina</p> 	<p>Bicicleta estática</p> 	<p>Sentadilla con barra</p> 

<p>Press con mancuernas</p> 	<p>Remo con TRX</p> 	<p>Subida y bajada de step</p> 	<p>Zancada atrás en TRX</p> 
<p>Elevación lateral con banda</p> 	<p>Pasos laterales 5 metros</p> 	<p>Zancada atrás con mancuerna misma mano</p> 	<p>Apertura de pectoral con mancuerna</p> 
<p>Plancha dinámica-tocar adelante</p> 	<p>Remo a una mano, con apoyo en banco</p> 	<p>Press militar con mancuerna</p> 	<p>Puente de glúteo con minibanda</p> 

<p>Tracción vertical con banda</p> 	<p>Sentadilla + salto corto</p> 	<p>Rodilla al pecho</p> 	<p>Puente de glúteo monopodal</p> 
<p>Pasos laterales con minibanda</p> 	<p>Plancha con rodillas al pecho</p> 	<p>Jalón unilateral en máquina</p> 	<p>Peso muerto rumano con mancuerna</p> 
<p>Remo ergómetro</p> 	<p>Plancha lateral</p> 	<p>Subida y bajada de step + rodilla al pecho</p> 	<p>Flexiones</p> 

<p>Skipping</p> 	<p>Elevaciones laterales de hombro con mancuerna</p> 	<p>Rugby squat con banda elástica</p> 	<p>Sentadilla con barra hexagonal</p> 
<p>Press con mancuerna banco inclinado</p> 	<p>Puente de glúteo con mancuerna</p> 	<p>Pull over en polea</p> 	<p>Subida lateral al step</p> 
<p>Elevación de cadera con empuje de mancuerna</p> 	<p>Plancha dinámica lateral</p> 	<p>Plancha antebrazo/mano</p> 	