

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIOSANITARIAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA PREVIO A UNA CIRUGÍA
BARIÁTRICA EN PERSONAS CON OBESIDAD**

AUTOR: ALEJANDRO SERRANO VIVES

Nº Expediente: 825

TUTOR/A: MANUEL MOYA RAMÓN

**Departamento y Área: Facultad de Ciencias Sociosanitarias. Máster en Rendimiento Deportivo
y Salud**

Curso Académico: 2018-2019

Convocatoria Ordinaria de JUNIO

ÍNDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. MATERIAL Y MÉTODO	5
2.1 PARTICIPANTES.....	5
2.2 DISEÑO DE INTERVENCIÓN	6
2.3 MEDICIONES.....	8
2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12
3. RESULTADOS	12
4. CONCLUSIONES.....	12
5. REFERENCIAS.....	13



1. INTRODUCCIÓN

La prevalencia de la obesidad ha aumentado de forma importante en todas las sociedades del mundo durante las últimas 3 décadas, por lo que parece más que probable que siga sin disminuir de cara a un futuro (Finkelstein et al., 2012). Actualmente está estimada en una de cada tres personas de la población mundial, especialmente en mujeres (Hruby & Hu, 2015; The Non-Communicable Disease Risk Factor Collaboration, 2017), alcanzando valores realmente preocupantes.

La obesidad es una acumulación de grasa anormal o excesiva que puede afectar a la salud y los estudios sugieren que, sin intervención, su reversión es poco común. Esta patología genera importantes problemas de salud, ya que se asocia con un riesgo mayor de padecer enfermedades graves asociadas como la hipertensión, diabetes mellitus tipo II, riesgo cardiovascular, hiperlipidemia, algunos tipos de cáncer, afectación de la respuesta inmune y una esperanza de vida menor (Floody et al., 2015; Moya et al., 2014). Según Egger & Swinburn (1997), la obesidad es definida como un índice de masa corporal (IMC) mayor o igual a $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ de la superficie corporal, considerada como una enfermedad no transmisible que se lleva a cabo por la interacción de factores genéticos, ambientales y comportamentales de los individuos. Recientemente se ha informado que, durante estos últimos 30 años, el IMC promedio se ha visto aumentado de forma similar en todo el mundo (The Non-Communicable Disease Risk Factor Collaboration, 2017). El IMC es utilizado para clasificar a los sujetos por rangos, entre $30 - 34,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ se clasifican como obesidad tipo I, entre $35 - 39,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ obesidad tipo II y entre $40 - 49,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ obesidad tipo III u obesidad mórbida. A partir de aquí, se encuentra también la obesidad tipo IV conocida como súperobesidad, asociada a un IMC entre $50 - 59,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ y la obesidad tipo V conocida como súper-súper obesidad, correspondiente a un IMC mayor o igual a $60 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (World Health Organization, 2014; Rubio et al., 2004). Según Fontaine et al. (2003), los tipos de obesidad pertenecientes al rango de III a V son un motivo alarmante de preocupación, ya que se ha visto que un IMC mayor o igual a $45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ se correlaciona con una esperanza de vida más corta.

La obesidad junto con sus enfermedades graves asociadas aumenta el riesgo de mortalidad. Para disminuir el peso y conseguir una buena calidad de vida, las intervenciones deben ir enfocadas a modificar el estilo de vida de estas personas. Se están analizando diferentes fármacos para el tratamiento de la obesidad, pero las pruebas de eficacia son limitadas (Bray et al., 2016). Es por esto que el tratamiento farmacológico se aconseja únicamente como un aspecto adicional en sujetos determinados (Jensen et al., 2014).

Muchas veces estos métodos no llegan a ser válidos, surgiendo la cirugía bariátrica (CB) como mejor alternativa terapéutica para aquellas personas con obesidad severa (Herpertz et al., 2017), o para aquellas con un IMC que oscila entre 30 y $35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ con diabetes mellitus tipo II (Bray et al., 2016). La CB se trata de un método quirúrgico moderno, cuya misión principal es la pérdida de peso corporal, existiendo técnicas restrictivas que limitan la ingesta de alimentos, técnicas malabsortivas que alteran la continuidad gástrica normal (menos utilizadas por entrañar un mayor riesgo) y técnicas mixtas que incluyen una combinación de ambas, clasificándose así según la técnica empleada. Diferentes estudios demuestran que ciertos factores como la edad (Kruseman et al., 2010) o el IMC previos a la CB (Giraldo et al., 2013) se asociaron con una mayor reducción de peso.

Las intervenciones con el propósito de modificar los hábitos de vida de los sujetos con obesidad siguen siendo la prioridad del tratamiento, ya sea antes o después de la operación. Teniendo en cuenta que un gran número de personas presentan un nivel bajo de actividad física (AF) preoperatorio, aumentar la cantidad de AF es uno de los objetivos primordiales comunes a

estas intervenciones. Sin embargo, las variables de los programas de actividad física (PAF) para esta población que incluyen la frecuencia, la intensidad, el tipo y la duración del ejercicio, están aún por definir. Debido a la falta de consenso sobre estos parámetros, deben seguirse hasta el momento las recomendaciones generales de AF para la salud, que incluyen ≥ 150 minutos por semana de ejercicio aeróbico moderado a vigoroso como objetivo principal a alcanzar (Bray et al., 2016; Jensen et al., 2014).

Sin embargo, a pesar de dar prioridad al ejercicio de carácter aeróbico, algunas revisiones sistemáticas recientes han señalado la aplicación de distintas modalidades de ejercicio como el ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada, el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), entrenamiento de fuerza resistencia, entrenamiento de la flexibilidad e incluso sesiones de entrenamiento concurrente en donde se trabajan diferentes cualidades físicas en el contexto de CB (Al-Hazzaa, 2016; Baillot et al., 2013, 2014, 2016, 2017; Batacan et al., 2017; Filou et al., 2018; Moya et al., 2014). En el estudio llevado a cabo por Baillot et al. (2013), se comprobó el efecto de un PAF de 12 semanas sobre diferentes variables antropométricas, de composición corporal y de condición física. Dicho PAF combinó 30 minutos de ejercicio cardiorrespiratorio a una intensidad que oscilaba entre el 55-85% de la frecuencia cardíaca de reserva (FCR), con 20-30 minutos de ejercicios de fuerza y una frecuencia semanal de 3 días. Los resultados del estudio mostraron una pérdida de peso significativa, una disminución de la masa grasa y del IMC, aumentando también de forma paralela el nivel de condición física medido en equivalentes metabólicos (MET'S) previo a la CB. Estos resultados también coinciden con otras observaciones vistas en un estudio de Sánchez et al. (2014), en el que se realizó un PAF que consistía en sesiones de ejercicio aeróbico y de fuerza combinados con un plan nutricional específico, viéndose una pérdida significativa de peso y reducciones del IMC, del porcentaje de masa grasa y de grasa visceral, reduciéndose así el riesgo cardiometabólico previo a la CB. Sin embargo, en contraste con el anterior estudio, en este último no se vieron mejoras significativas a nivel de la condición física medida sobre la distancia recorrida caminando durante 6 minutos.

Debido a la gran variabilidad en los diseños de estudios, características de la muestra y otros aspectos como las diferentes variables físicas y cardiometabólicas medidas (Moya et al., 2018), parece ser que hasta la fecha no se puede obtener una información válida y cerrada, por lo que se debe ser prudente y crítico ante estos hallazgos.

Aunque actualmente la evidencia es todavía limitada, se plantea la intervención de un PAF en sujetos en lista de espera de CB, ya que se pretende reducir cualquier riesgo ligado a complicaciones quirúrgicas mediante una disminución de peso previa (Schneider et al., 2018), y que disminuyan el período de estancia hospitalaria asociada a posibles complicaciones posquirúrgicas facilitando la recuperación (Al-Hazzaa, 2016; Baillot et al., 2014; Sánchez et al., 2014).

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) ha demostrado ser eficiente ya que requiere menos tiempo y, además, en algunos estudios que lo comparan con el entrenamiento aeróbico continuo a intensidad moderada e incluso de máxima oxidación de grasas (Fatmax), se muestran resultados similares en el aumento de la capacidad aeróbica y la masa muscular (Fisher et al., 2015; Keating et al., 2017; Lanzi et al., 2015; Little et al., 2014; Robinson et al., 2015). Sin embargo, parece que no hay evidencia científica concluyente hasta la fecha que analice los efectos de un PAF para aumentar o mantener la masa muscular combinando HIIT con entrenamiento de fuerza-resistencia. Además, se podría creer que el HIIT no sería la mejor opción para esta población durante las primeras fases de un PAF, ya que muchos no están acostumbrados a realizar ejercicio físico y menos a alta intensidad. Por lo tanto, parecería más razonable optar por una alternativa más segura como el ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada (40-60% del VO_2 de reserva o de la FCR) a intensa (50-75% del VO_2 de reserva o de la FCR), priorizando en las fases iniciales la duración para posteriormente aumentar

la intensidad y contribuir así a la adherencia al ejercicio físico y el bienestar (ACSM, 2010). Dicho esto, se sugiere que el entrenamiento aeróbico al Fatmax podría ser un buen punto de partida para garantizar la continuidad del PAF y obtener así las mejoras deseadas en esta población.

Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es comprobar el efecto de un PAF basado en un entrenamiento aeróbico al Fatmax, combinado con un entrenamiento de fuerza-resistencia en personas con obesidad en lista de espera para la CB, bajo la hipótesis de que se producirán mejoras en las diversas variables de interés medidas, las cuales contribuirán a un mejor resultado de la CB y a la implantación de hábitos de vida saludables para aumentar tanto la esperanza como la calidad de vida de esta población.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 PARTICIPANTES

Tres participantes en espera de CB participaron de forma voluntaria en el proyecto planteado desde el Laboratorio de Análisis y Optimización del Rendimiento de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), no sin antes siendo derivados a participar por parte del equipo médico de cirugía de obesidad del Hospital Universitario de Vinalopó de Elche, el cual tiene convenio con la UMH, y del Hospital General Universitario de Elche. La muestra total del estudio estuvo compuesta por tres mujeres (n = 3), a las que se les llevó a cabo un seguimiento de control de 3 meses de duración para después, incorporarse al PAF propuesto de 12 semanas.

Tabla 1. Características basales de las participantes previas al PAF.

Variables	Total (n = 3)
Edad (años)	40 ± 3,46
Talla (cm)	163,73 ± 6,55
Peso (kg)	127,30 ± 7,37
IMC (Kg·m ⁻²)	47,80 ± 6,22
Masa Grasa (%)	50,47 ± 4,12
Masa Libre de Grasa (%)	49,53 ± 4,12
Grasa Visceral (%)	16,30 ± 1,53
VO2 max (ml·min)	2042,33 ± 135,50
VO2 max (ml·kg·min)	16,1 ± 1,99
PPo (W)	160 ± 0
Fatmax (W)	40,33 ± 8,50
VO2 Fatmax (%)	44,33 ± 6,01
Metabolismo Basal (Kcal/día)	1867,78 ± 245,38
TAS (mmHg)	123,13 ± 11,76
TAD (mmHg)	76,66 ± 6,69
FCRep (lat/min)	72,77 ± 11,89
MVC Cuádriceps Dominante (N·m)	175,63 ± 2,33
MVC Isquiosurales Dominante (N·m)	79,63 ± 23,32
Fuerza de Presión Manual Dominante (Kgf)	29,33 ± 1,15

Los valores son las medias ± las desviaciones típicas. ; Kg = kilogramos; m = metros; cm = centímetros; ml = mililitros; min = minuto; W = vatios; Kcal/día = calorías diarias; TAS = tensión arterial sistólica; TAD = tensión arterial diastólica; mmHg = milímetros de mercurio; IMC = índice de masa corporal; % = porcentaje; VO2 = consumo de oxígeno; PPo = potencia pico; FCRep = frecuencia cardíaca de reposo; lat = latidos; MVC = contracción voluntaria máxima; N·m = newtons por metro; Kgf = kilogramos de fuerza.

Entrevista personal

Los participantes accedieron a formar parte del estudio y fueron entrevistados en el Laboratorio de Análisis y Optimización del Rendimiento, perteneciente al Centro de Investigación del Deporte (CID) de la UMH de Elche. Se les explicó detalladamente el protocolo de entrenamiento, obteniendo sus consentimientos informados por escrito e indicándoles la posibilidad de poder abandonarlo cuando ellos quisieran, independientemente del motivo.

Se trataron aspectos como antecedentes de salud propios y familiares, experiencias previas en AF y el tipo de evaluaciones y objetivos que se persiguen con el PAF propuesto. En dicha entrevista se quiso recalcar la importancia de implantar la AF como pilar fundamental dentro de los hábitos de vida saludables, con el objetivo de prevenir el sedentarismo y aumentar así tanto la esperanza como la calidad de vida de estas personas. Por último, se establecieron unas fechas para la realización de una evaluación inicial.

Los criterios de inclusión para ser elegible en el estudio fueron ser pacientes a la espera de CB con un IMC ≥ 35 y considerados sedentarios, bajo la condición de realizar menos de una hora de ejercicio estructurado semanalmente. Por otro lado, los criterios de exclusión fueron presentar cardiopatías, hipotiroidismo subclínico no controlado, asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), limitaciones funcionales severas que pudiesen impedir la realización del PAF con normalidad e imposibilidad para participar en la intervención por motivos personales.

2.2 DISEÑO DE INTERVENCIÓN

La intervención tuvo una duración total de 6 meses, los cuales fueron divididos en 3 meses sin realizar AF (control), seguidos de 3 meses de realización del PAF (experimental).

Los participantes realizaron un PAF de 3 meses de duración basado en entrenamiento aeróbico a intensidad Fatmax, entrenamiento de la fuerza-resistencia y entrenamiento de la flexibilidad. Cada mes poseía unas características diferentes en cuanto a frecuencia, volumen e intensidad de entrenamiento, siguiendo una progresión lógica y respetando los principios de adaptación. Cada sesión de entrenamiento tuvo una duración aproximada de 75 minutos. El PAF realizado se muestra en la Tabla 2.

	MES 1	MES 2	MES 3
Frecuencia semanal	2	3	4
Entrenamiento de carácter muscular	- 2 días/semana - 5 ejercicios - 20 repeticiones - 2 series - $\approx 20\%$ RM	- 1 día/semana - 8 ejercicios - 30 repeticiones - 3 series - $\approx 25\%$ RM	- 2 días - 8 ejercicios - 30 repeticiones - 4 series - $\approx 30\%$ RM
Entrenamiento cardiorrespiratorio	- 2 días continuo 40' (W correspondientes al Fatmax)	- 2 días continuo 50' (W correspondientes al Fatmax)	- 2 días continuo 60' (W correspondientes al Fatmax)
Flexibilidad	- 2 días - 4 ejercicios por día - 1' grupo muscular	- 3 días - 4 ejercicios - 1' grupo muscular	- 4 días - 4 ejercicios - 1' grupo muscular

TABLA 2. Características del PAF realizado por los participantes.

Como se puede apreciar en la tabla 2, durante el primer mes se hicieron 2 sesiones semanales que consistían en la realización de 40 minutos de entrenamiento aeróbico y, una vez terminado, se pasó a realizar 2 series para el entrenamiento de fuerza. Este patrón se modificó para los siguientes meses quedando para cada sesión el trabajo específico de cada componente de forma aislada de modo que se alternaba el tipo de trabajo en cada sesión y, además, se aumentó la frecuencia hasta 3 y 4 días para el segundo y tercer mes.

Las sesiones se llevaron a cabo en las instalaciones del edificio El Clot de la UMH de Elche bajo la supervisión de un graduado en Ciencias de la AF y del Deporte. Se registró la asistencia de los participantes estableciendo como criterio un mínimo del 80% para continuar con el programa y no considerarlo como muerte experimental. Cabe destacar aquí que, por motivos de disponibilidad de fechas para la CB, se produjo una muerte experimental ya que una de las participantes tuvo que interrumpir el programa a las 7 semanas para someterse a la CB.

Entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza se realizó bajo una metodología de fuerza-resistencia en circuito sin descanso entre ejercicios y series (lo que se tardaba en ir al siguiente ejercicio). Para el orden de ejecución de los ejercicios se siguió la premisa de alternar uno de tren superior y uno de tren inferior para evitar así una gran fatiga local (Fleck & Kraemer, 2004). Además, cada participante obtuvo el orden individual de los ejercicios con sus respectivas cargas para garantizar así el dinamismo de la sesión evitando posibles pausas.

El primer mes se basó en un proceso de familiarización de la técnica de los ejercicios a realizar, todos ellos llevados a cabo en máquinas debido al excesivo peso corporal que presentaban las participantes y a su escasa experiencia en el entrenamiento de la fuerza. Los ejercicios realizados fueron: leg extension (extensión de rodilla para cuádriceps), chest press (empuje horizontal para pectoral), leg curl (flexión de rodilla para isquiosurales), lat pull down machine (jalón al pecho para dorsal) y leg press (flexión plantar en prensa para gastrocnemios). Una vez cumplido el primer mes, se realizó un test indirecto para hallar el RM mediante la fórmula de Bryzcki (1993), y poder ajustar las cargas de entrenamiento para los siguientes meses en base a los porcentajes del 1RM estimado en dicho test.

En los siguientes meses se añadieron los ejercicios de shoulder press (press militar sentado en multipower para deltoides), biceps curl (flexión de codo con agarre supino en polea baja con barra para bíceps) y triceps extension (extensión de codo con agarre prono en polea alta con barra V para tríceps). Además, previo a la sesión de fuerza se hicieron 5 minutos de calentamiento en tapiz rodante a un ritmo de caminata media (4-5 km/h) con un nivel de inclinación 1 para simular el entorno natural. Se volvió a repetir al finalizar la sesión de fuerza para garantizar una buena vuelta a la calma mediante una recuperación activa que contribuyera al descenso de la frecuencia cardíaca (FC) y del ritmo respiratorio.

Entrenamiento cardiorrespiratorio

Se llevó a cabo en cicloergómetro y se monitorizó la FC mediante el uso de sensores de FC y su registro en la aplicación Polar Beat. La intensidad en vatios (W) del entrenamiento aeróbico continuo se prescribió a la intensidad de máxima oxidación de grasas (Fatmax), que se obtuvo en la prueba cardiorrespiratoria previa al inicio del programa, la cual se repitió a la sexta semana para ajustar la carga de entrenamiento. El volumen de entrenamiento se dividió en 2 bloques homogéneos para una mayor comodidad de los sujetos, dejando 1' de recuperación entre bloques.

Entrenamiento de flexibilidad

Los participantes realizaron al finalizar la sesión de entrenamiento estiramientos estáticos de los principales grupos musculares implicados durante la sesión, que fueron cuádriceps, isquiosurales, pectoral, dorsal y gastrocnemios. Además, algunos de estos estiramientos se tuvieron que adaptar a la funcionalidad de cada participante, de modo que algunos tuvieron que ayudarse de algún elemento externo como alguna máquina para apoyarse y realizar los estiramientos. La duración establecida para los estiramientos fue de 30 segundos por músculo, aumentando la intensidad de manera progresiva, pero sin sobrepasar el umbral de dolor.

Se tuvieron en cuenta ciertas consideraciones durante las sesiones de EF, las cuales fueron: consultar la ingesta de alimentos previa a la sesión para prevenir así alguna posible hipoglucemia o deshidratación; controlar la técnica de los ejercicios de fuerza recalando la importancia de un buen ajuste de la máquina para una mayor comodidad e higiene postural; educar en el control del ritmo respiratorio de manera que exhalaran en la fase concéntrica e inhalaran en la excéntrica y mantuvieran una velocidad de ejecución de 1:1 (concéntrica-excéntrica); y controlar el registro de la FC para evitar posibles maniobras de Valsalva durante las sesiones de fuerza.

Al finalizar la sesión y después de realizar los estiramientos, los participantes realizaron un cuestionario online basado en el control de los efectos del EF en variables psicológicas, el cual proporciona información sobre cómo se encuentran los participantes a nivel físico-psicológico después de realizar la sesión. Seguido a esto, debían indicar una nota de 0 a 10 mediante el uso de una escala de percepción subjetiva del esfuerzo (modificada de Borg) para posteriormente, registrar la variable RPE Sesión en un Excel y cuantificar así la carga para comprobar cómo evolucionan y se adaptan los participantes a lo largo del programa.

2.3 MEDICIONES

Los participantes fueron medidos en 3 momentos temporales durante un período de intervención de 6 meses. Las primeras mediciones se realizaron 3 meses antes de empezar el PAF y pasados 3 meses, se hicieron valoraciones de nuevo una semana previa al inicio del PAF y una semana después de su finalización. Cabe destacar que una vez iniciado el PAF, se llevaron a cabo valoraciones a las 4 semanas para estimar el 1RM y a las 6 semanas para medir la intensidad al Fatmax y ajustar las cargas de entrenamiento debido a las adaptaciones producidas.

Antropometría y composición corporal

Los participantes visitaron el laboratorio entre las 7:00 y la 9:00 después de haber realizado un ayuno de 12 horas y con la vejiga vacía. Se prohibió el consumo de cafeína y alcohol, el EF intenso 48 horas antes y beber durante las 5 horas previas a la prueba. El peso, la composición corporal y el IMC se midieron a través de bioimpedancia con una báscula digital (TANITA BC-420MA Londres, Reino Unido).

Para los perímetros de cintura y cadera, se utilizó una cinta métrica convencional no elástica y se registraron 3 medidas para cada zona corporal alternando mediciones entre zonas corporales, para posteriormente sacar el promedio. En el caso de la cintura las mediciones se llevaron a cabo de 2 formas, la convencional y otra basada en medir 2cm más arriba, ya que el exceso de masa grasa en la zona puede dar valores alterados. Se observaron los valores medidos para los 2 tipos de mediciones de cintura y se escogió el tipo que ofrecía valores más estables. Dichos perímetros se midieron siguiendo el protocolo ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

Para la medición de la estatura (cm) se empleó un estadiómetro mecánico junto a una pared y se pidió a los participantes que se descalzaran, se colocaran erguidos con los pies juntos y los brazos relajados a los lados del cuerpo, mantuvieran la mirada al frente y se quedaran muy próximos a la pared sin apoyarse.

Tensión arterial y frecuencia cardíaca en reposo

Los niveles de TAS y TAD (mmHg) se midieron siguiendo las recomendaciones establecidas por un estudio de Pickering et al. (2005). Se utilizó un tensiómetro (OMRON M2, Tokio, Japón) midiendo primero el brazo derecho y posteriormente el brazo izquierdo apoyándolos en una mesa a la altura del corazón. En el brazo que resultara la medida más alta se volvió a repetir la medición 2 veces más para sacar un promedio de las 3 medidas, respetando un tiempo de 2 minutos entre mediciones para asegurar los valores normales de flujo sanguíneo. Este instrumento además mostraba valores de FCRep (lat/min) para cada medición.

Consumo máximo de oxígeno (VO₂max)

Los participantes se sometieron a una prueba previa a la de medición para garantizar una familiarización y evitar así datos contaminados. Se halló el VO₂max relativo de cada participante mediante un analizador de gases (CareFusion MaterScreen-CPX Jaeger, Friedberg, Alemania) y un software específico sincronizado (JLAB). Previamente a todas las pruebas con analizador de gases, había que realizar un proceso de calibración del instrumental. El protocolo para el test incremental en cicloergómetro (Technogym Bike Mmed, Technogym, Gambettola, Italia) fue extraído de un estudio previo (Lanzi et al., 2015), el cual constó de un calentamiento de 5 minutos movilizándolo a una carga de 40W a una velocidad de 60 rpm para posteriormente, pasar a la fase incremental donde cada estadio duró 1 minuto y se incrementaba la carga en 20W pidiéndole al participante que mantuviese una cadencia entre 70 y 80 rpm. Algunos criterios establecidos para la finalización de la fase incremental fueron una cadencia de pedaleo menor a 60 rpm durante un minuto, aparición de una meseta para el VO₂, una reserva respiratoria muy baja (disnea), un cociente respiratorio (RER) superior a 1,15 o algún problema de tipo vascular o metabólico como una posible hipotensión o hipoglucemia. Una vez llegado este momento, el participante pasó a una fase de recuperación activa de 5 minutos movilizándolo a una carga de 25W a 60 rpm para posteriormente, establecerle de nuevo la última carga que fue capaz de movilizar previa al agotamiento y así poder verificar el escalón de validación y su potencia pico (Sawyer et al., 2015). Por último, se pasó a realizar 3 minutos de recuperación activa con la misma carga y velocidad que en el calentamiento.

Intensidad a la máxima oxidación de grasas (Fatmax)

Al igual que en la prueba de VO₂, los participantes habían realizado anteriormente la prueba para familiarizarse a ella. Se utilizó el mismo analizador de gases para observar los niveles de utilización de los diferentes sustratos energéticos a determinadas intensidades de ejercicio. Para realizar esta prueba fue necesario hallar previamente la PPO de cada participante, que se registró durante el test incremental de VO₂max. El protocolo Fatmax se extrajo también del estudio realizado por Lanzi et al. (2015), el cual constó de un calentamiento de 10 minutos movilizándolo a una carga (W) correspondiente al 20% de la PPO a una cadencia de 60 RPM, para posteriormente pasar a una primera fase incremental con estadios de 5 minutos de duración y aumentos de un 10% de la PPO manteniendo 60 rpm. Una vez llegado al 70% de la PPO que coincide con los 35 minutos de la prueba o si previamente se mantiene estable el RER por encima de 1 durante todo un estadio, se pasó a la segunda fase incremental donde los estadios duraban 1 minuto y se producían incrementos de 15W, aumentando la cadencia para mantenerse a una similar a la que los participantes mantuvieron en el test incremental de VO₂max entre 70 y 80. Los criterios de finalización fueron los comentados previamente para el test incremental del

VO₂max. Por último, se pasó a realizar recuperación activa de 3 minutos con la carga y velocidad establecida en el calentamiento.

Para analizar y obtener el Fatmax individual se hizo uso de un estudio previo realizado por Achten et al. (2002), en el cual se observó la curva de oxidación de grasas asociada a la intensidad del ejercicio mediante diferentes protocolos. Otro estudio realizado por Frayn (1983), sirvió de base para determinar la forma de oxidación de grasas, carbohidratos y el gasto de energía utilizando ecuaciones estequiométricas, las cuales tuvieron en cuenta un aporte oxidativo proveniente de las proteínas y un consumo de nitrógeno despreciable. Mediante el uso del software Sigmaplot que utiliza ecuaciones polinómicas de tercer grado, se obtuvo el % VO₂, el % FC y la potencia (W) asociados a la máxima oxidación de grasas. Estos datos fueron la base para ajustar la intensidad del ejercicio durante las sesiones al Fatmax.

Metabolismo basal

Para la medición del metabolismo basal se colocó a los participantes en decúbito supino en una camilla. El instrumento utilizado fue el analizador de gases ya comentado y la prueba tuvo una duración de 30 minutos. Los participantes debían respetar unas normas para poder realizar esta prueba que fueron: ayuno de 12 horas, no ingerir café, té ni alcohol ni realizar AF intensa las 48 horas previas a la prueba. Durante la prueba se establecieron criterios para simular lo mejor posible un estado basal, manteniendo durante esos 30 minutos la sala en silencio y con luminosidad baja para que los participantes pudieran relajarse con normalidad.

Fuerza y capacidad funcional

Se midió la fuerza máxima dinámica (FDM) e isométrica (FIM) de los músculos cuádriceps e isquiosurales con un dinamómetro isocinético (Biodex System 4; Biodex Medical Systems, Nueva York, Estados Unidos), y el protocolo de medición fue una adaptación de un estudio realizado por Picó et al. (2019). Los sujetos llevaron a cabo un calentamiento de 5 minutos en un cicloergómetro (Technogym Bike Med, Technogym, Gambettola, Italia) a una intensidad del 60% de la frecuencia cardíaca máxima (FCM). A continuación, pasaron a colocarse en el dinamómetro, de manera que se sentaron con el respaldo del asiento inclinado a un ángulo de 85° entre la cadera y la espalda respectivamente. Se usaron 2 cintas de velcro para ajustar y fijar la extremidad inferior y el tronco al asiento y evitar, de este modo, movimientos descontrolados y compensatorios que pudieran influir en gran medida en los resultados obtenidos. El eje rotacional del dinamómetro se alineó con el epicóndilo femoral lateral para hacer posible el movimiento en el plano sagital. Cada extremidad fue evaluada mediante 3 pruebas unilaterales, basadas en una prueba de tipo isocinético y 2 de tipo isométrico. Se tuvo en cuenta la lateralidad de los sujetos y se midió en primer lugar el miembro dominante, seguido del miembro no dominante, con un descanso de 2 minutos entre las pruebas y de 3 minutos entre ambos miembros. El ángulo de referencia anatómica se marcó en 90° para las pruebas.

FDM. Se llevaron a cabo 4 series compuestas por 4 contracciones de tipo concéntrico (extensión/flexión) de rodilla a una velocidad angular establecida de 60 ° / s con un descanso de 60 segundos entre series. El rango de movimiento articular comprendido fue de 10° - 105°. Los sujetos realizaron la primera serie a una intensidad subjetiva del 50% a modo de familiarización con la prueba y el evaluador, además, le proporcionó ayuda guiándole el movimiento al inicio mediante feedback táctil y verbal. Las 3 series restantes se hicieron bajo la condición de máximo esfuerzo individual y se apoyó a los sujetos verbalmente con la idea de que consiguieran mantener dicho esfuerzo máximo durante todas las contracciones. El valor más alto obtenido de las 3 series maximales se escogió para registrar el par máximo (N·m).

FIM. Los participantes completaron la prueba de contracción voluntaria máxima (MVC) compuesta por 4 repeticiones de 5 segundos cada una y 15 segundos de descanso entre ellas. Al igual que en la prueba dinámica, la primera serie sirvió de aprendizaje y adaptación a la propia prueba y los sujetos recibieron feedback verbal para llevar a cabo la MVC. La angulación predeterminada para la medición de los miembros inferiores fue de 105° para cuádriceps y de 45° para isquiosurales.

La fuerza de presión manual se midió utilizando un dinamómetro hidráulico manual (JAMAR, J00105, Estados Unidos) y fue expresada en kilogramos de fuerza. El protocolo para la medición consistió en realizar 2 mediciones con cada mano empezando por mano dominante y alternando manos, donde el participante partiendo de una posición de bipedestación natural, con el brazo extendido al lado del cuerpo y el antebrazo en posición neutra, debía realizar la máxima fuerza posible durante 5 segundos a la vez que era animado verbalmente por el evaluador (Muñoz et al., 2018). Se descansaban 30 segundos entre mediciones y se registraban los valores obtenidos. Se escogió el valor más alto obtenido para cada mano. El margen de error entre mediciones de la misma mano se estableció en un 10% y si se superaba, se volvía a repetir la medición para entonces sacar un promedio de los 3 registros.

La funcionalidad se midió a través de la prueba Chair Stand Test extraída de la batería "SENIOR FITNESS TEST" aplicado a personas adultas con obesidad (Aparicio et al., 2014), que ofrece información sobre la fuerza en el tren inferior. El test consiste en levantarse y sentarse de una silla las máximas veces posibles durante 30 segundos. El participante debía partir de una posición cómoda con la espalda bien apoyada en el respaldo de la silla y los pies bien apoyados en el suelo. El uso de las manos para levantarse o sentarse o la realización de un rebote previo para impulsarse con las piernas serían considerados como nulo, por lo que se les dijo a los participantes que cruzaran los brazos en el pecho y no despegaran los pies del suelo en ningún momento. Debían levantarse y sentarse completamente para que se contabilizara cada repetición. El test empezaba a contar cuando el evaluador daba la señal de "ya". Previamente el evaluador hizo una demostración de la prueba y luego los participantes hicieron un ensayo a modo de familiarización para asegurar que habían entendido el test y descansaron 1 minuto para realizarlo y evitar una posible influencia de la fatiga en los resultados. El valor obtenido se comparó con valores de referencia normativos al tipo de obesidad para estimar así el grado de funcionalidad.

Para evaluar la funcionalidad mediante un test de agilidad y equilibrio dinámico se utilizó la prueba 8 Foot Time Up and Go Test, extraída también del "SENIOR FITNESS TEST" aplicada para mujeres de un amplio rango de edad (Isles et al., 2004). La prueba consiste en levantarse de una silla partiendo de las mismas premisas que en el test anterior, caminar para bordear un cono colocado a 2,44 metros de distancia y volver a sentarse sin ayuda de las manos y apoyando la espalda en el respaldo, todo ello en el menor tiempo posible. Al igual que en el anterior, el evaluador daba la señal de "ya" para dar inicio al test e hizo una demostración previa de la prueba. Seguidamente los participantes hicieron un ensayo previo para familiarizarse con el test y verificar que lo habían entendido, descansando 1 minuto para realizarlo y evitar una posible influencia de la fatiga. El test se realizó 2 veces con 1 minuto de descanso entre ambas repeticiones. El valor obtenido fue el mejor de las 2 repeticiones y se comparó con valores de referencia normativos por edad y género para estimar así el grado de funcionalidad.

Estado de salud y calidad de vida percibida

Se realizaron mediciones del estado de salud a través del cuestionario de salud SF-36 versión española (1999), el cual engloba 36 preguntas (ítems) que miden los estados positivos y negativos de salud (Vilagut et al., 2005). El SF-36 recoge 8 dimensiones que representan los conceptos más empleados habitualmente en los principales cuestionarios de salud, así como de aquellos más relacionados con la enfermedad y el tratamiento. Las puntuaciones de cada dimensión estaban comprendidas en un rango de 0 a 100, de forma que el valor 0 representaba un mínimo estado de salud y el valor 100 un estado de salud máximo, por lo que se asumía que a mayores puntuaciones el estado de salud era mejor y viceversa. Además, el cuestionario permitía el cálculo de las puntuaciones de 2 dimensiones globales, una que hacía referencia al componente global físico y otra al componente global mental.

2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se presentan como media \pm SD. Se realizó un ANOVA de medidas repetidas para comprobar los cambios producidos en las diferentes variables observadas. Dichas variables fueron categorizadas en variables antropométricas, cardiovasculares y respiratorias, oxidación de sustratos durante el Fatmax y el metabolismo basal, fuerza y funcionalidad y del estado de salud y calidad de vida. Se observaron dichos cambios en los 3 momentos temporales que se hicieron las mediciones (3 meses previo al PAF = Control, 1 semana previa al PAF = Pre y una semana después del PAF (Post).

El tamaño del efecto (ES) se calculó utilizando el coeficiente de Cohen (Cohen, 1988), que permitió establecer la magnitud de los cambios entre las pruebas en función del rendimiento de la sesión de entrenamiento (es decir, ES de ≥ 0.2 = pequeño; ≥ 0.5 = moderado; ≥ 0.8 = grandes magnitudes de cambio, respectivamente) y sus límites de confianza de establecieron para el 90% (CL).

El análisis estadístico se realizó con el paquete de programas SPSS (versión 25, SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos.) Y la hipótesis nula se rechazó al nivel de significación del 95% ($p \leq 0.05$).

3. RESULTADOS

4. CONCLUSIONES

5. REFERENCIAS

- Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., & Agyemang, C. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, *390*(10113), 2627-2642.
- Achten, J., Gleeson, M., & Jeukendrup, A. E. (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine and science in sports and exercise*, *34*(1), 92-97.
- Al-Hazzaa, H. M. (2016). Physical activity prescription before bariatric surgery: Feasibility, health impacts, and practical implications. *Saudi Journal of Obesity*, *4*(1), 3.
- Aparicio, V. A., Segura-Jiménez, V., Álvarez-Gallardo, I. C., Estévez-López, F., Camiletti-Moirón, D., Latorre, P. A., & Carbonell-Baeza, A. (2014). Are there differences in quality of life, symptomatology and functional capacity among different obesity classes in women with fibromyalgia? The al-Ándalus project. *Rheumatology international*, *34*(6), 811-821.
- Baillot, A., Audet, M., Baillargeon, J. P., Dionne, I. J., Valiquette, L., Rosa-Fortin, M. M., & Langlois, M. F. (2014). Impact of physical activity and fitness in class II and III obese individuals: a systematic review. *Obesity reviews*, *15*(9), 721-739.
- Baillot, A., Boissy, P., Tousignant, M., & Langlois, M. F. (2017). Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *Journal of telemedicine and telecare*, *23*(5), 529-535.
- Baillot, A., Mampuya, W. M., Comeau, E., Méziat-Burdin, A., & Langlois, M. F. (2013). Feasibility and impacts of supervised exercise training in subjects with obesity awaiting bariatric surgery: a pilot study. *Obesity surgery*, *23*(7), 882-891.
- Baillot, A., Mampuya, W. M., Dionne, I. J., Comeau, E., Méziat-Burdin, A., & Langlois, M. F. (2016). Impacts of supervised exercise training in addition to interdisciplinary lifestyle management in subjects awaiting bariatric surgery: a randomized controlled study. *Obesity surgery*, *26*(11), 2602-2610.
- Barbat-Artigas, S., Filion, M. E., Plouffe, S., & Aubertin-Leheudre, M. (2012). Muscle quality as a potential explanation of the metabolically healthy but obese and sarcopenic obese paradoxes. *Metabolic syndrome and related disorders*, *10*(2), 117-122.
- Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*, *51*(6), 494-503.
- Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International journal of sports physiology and performance*, *1*(1), 50-57.
- Bray, G. A., Frühbeck, G., Ryan, D. H., & Wilding, J. P. (2016). Management of obesity. *The Lancet*, *387*(10031), 1947-1956.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, *64*(1), 88-90.

- Budziareck, M. B., Duarte, R. R. P., & Barbosa-Silva, M. C. G. (2008). Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clinical nutrition*, 27(3), 357-362.
- Cohen, J. Análisis estadístico para las ciencias del comportamiento; Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ, EE. UU., 1988.
- Delgado Floody, P., Caamaño Navarrete, F., Jerez Mayorga, D., Campos Jara, C., Ramírez Campillo, R., Osorio Poblete, A., & Saldivia Mansilla, C. (2015). Efectos de un programa de tratamiento multidisciplinar en obesos mórbidos y obesos con comorbilidades candidatos a cirugía bariátrica. *Nutrición Hospitalaria*, 31(5), 2011-2016.
- Egger, G., & Swinburn, B. (1997). An "ecological" approach to the obesity pandemic. *Bmj*, 315(7106), 477-480.
- Filou, V., Richou, M., Bughin, F., Fédou, C., de Mauverger, E., Mercier, J., & Brun, J. F. (2018). Complémentarité de la chirurgie bariatrique et de l'activité physique. *Science & Sports*, 33(2), 65-72.
- Finkelstein, E. A., Khavjou, O. A., Thompson, H., Trogdon, J. G., Pan, L., Sherry, B., & Dietz, W. (2012). Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *American journal of preventive medicine*, 42(6), 563-570.
- Fisher, G., Brown, A. W., Brown, M. M. B., Alcorn, A., Noles, C., Winwood, L., & Allison, D. B. (2015). High intensity interval-vs moderate intensity-training for improving cardiometabolic health in overweight or obese males: a randomized controlled trial. *PLoS one*, 10(10), e0138853.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). Resistance training and exercise prescription. Designing resistance training programs. Champaign: Human Kinetics, 81-179.
- Fonseca-Junior, S. J., Sá, C. G. A. D. B., Rodrigues, P. A. F., Oliveira, A. J., & Fernandes-Filho, J. (2013). Physical exercise and morbid obesity: a systematic review. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, 26, 67-73.
- Fontaine, K. R., Redden, D. T., Wang, C., Westfall, A. O., & Allison, D. B. (2003). Years of life lost due to obesity. *Jama*, 289(2), 187-193.
- Frayn, K. N. (1983). Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *Journal of applied physiology*, 55(2), 628-634.
- Gadducci, A. V., de Cleve, R., de Faria Santarém, G. C., Silva, P. R. S., Greve, J. M. D. A., & Santo, M. A. (2017). Muscle strength and body composition in severe obesity. *Clinics*, 72(5), 272-275.
- Giraldo Villa, A., Serna López, Á. M., Calleja, M., Gregoria, K., López Gómez, L. M., Donado Gómez, J., & Toro Escobar, J. M. (2013). Factores relacionados con la pérdida de peso en una cohorte de pacientes obesos sometidos a bypass gástrico. *Nutrición Hospitalaria*, 28(3), 623-630.
- Herpertz, S., Kessler, H., & Jongen, S. (2017). Psychosomatic and Psychosocial Questions Regarding Bariatric Surgery: What Do We Know, or What Do We Think We Know?. *Zeitschrift Für Psychosomatische Medizin Und Psychotherapie*, 63(4), 344-369.

- Hopkins, W. G., Batterham, A. M., Marshall, S. W., & Hanin, J. (2009). *Progressive statistics. Sportscience*, 13(39), 55-70.
- Hruby, A., & Hu, F. B. (2015). The epidemiology of obesity: a big picture. *Pharmacoeconomics*, 33(7), 673-689.
- Isles, R. C., Choy, N. L. L., Steer, M., & Nitz, J. C. (2004). Normal values of balance tests in women aged 20–80. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1367-1372.
- Jaunoo, S. S., & Southall, P. J. (2010). Bariatric surgery. *International Journal of Surgery*, 8(2), 86-89.
- Jensen, M. D., Ryan, D. H., Apovian, C. M., Ard, J. D., Comuzzie, A. G., Donato, K. A., & Loria, C. M. (2014). 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Journal of the American college of cardiology*, 63(25 Part B), 2985-3023.
- Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity Reviews*, 18(8), 943-964.
- Kim, B., Tsujimoto, T., So, R., Zhao, X., Oh, S., & Tanaka, K. (2017). Changes in muscle strength after diet-induced weight reduction in adult men with obesity: a prospective study. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 10, 187.
- Kruseman, M., Leimgruber, A., Zumbach, F., & Golay, A. (2010). Dietary, weight, and psychological changes among patients with obesity, 8 years after gastric bypass. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(4), 527-534.
- Kyle, U.G.; Bosaeus, I.; De Lorenzo, A.D.; Deurenberg, P.; Elia, M.; Manuel Gómez, J.; Lilienthal Heitmann, B.; Kent-Smith, L.; Melchior, J.C.; Pirlich, M.; et al. Bioelectrical impedance analysis—Part II: Utilization in clinical practice. *Clin. Nutr.* 2004, 23, 1430–1453.
- Lanzi, S., Codecasa, F., Cornacchia, M., Maestrini, S., Capodaglio, P., Brunani, A., ... & Malatesta, D. (2015). Short-term HIIT and Fatmax training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obesity*, 23(10), 1987-1994.
- Little, J. P., Jung, M. E., Wright, A. E., Wright, W., & Manders, R. J. (2014). Effects of high-intensity interval exercise versus continuous moderate-intensity exercise on postprandial glycemic control assessed by continuous glucose monitoring in obese adults. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 39(7), 835-841.
- Marfell-Jones, M.; Stewart, A.; de Ridder, J.H. International Standards for Anthropometric Assessment; The International Society for the Advancement of Kinanthropometry: Wellington, New Zealand, 2012.
- Moya, M., Hernández, A., Sarabia, J. M., Sánchez-Martos, M. Á., Hernández-Davó, J. L., López-Gruoso, R., ... & Fernández-Fernández, J. (2014). Bariatric surgery, weight loss and the role of physical activity: a systematic review. *European Journal of Human Movement*, 32, 145-160.

- Muñoz, G. A. D., Martínez, P. C., Malagón, V. C., & Millán, S. J. C. (2018). Concordancia-conformidad entre los dinamómetros de mano Camry y Jamar en adultos. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 1(1): 35-41.
- Pickering, T. G., Hall, J. E., Appel, L. J., Falkner, B. E., Graves, J., Hill, M. N., & Roccella, E. J. (2005). Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*, 111(5), 697-716.
- Picó-Sirvent, I., Aracil-Marco, A., Pastor, D., & Moya-Ramón, M. (2019). Effects of a Combined High-Intensity Interval Training and Resistance Training Program in Patients Awaiting Bariatric Surgery: A Pilot Study. *Sports*, 7(3), 72.
- Ramon, M. M., Sirvent, I. P., & Marco, A. A. (2018). Effects of physical activity programmes in severe obesity before and after bariatric surgery: a current framework. *European Journal of Human Movement*, (41), 103-123.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Senior fitness test manual. Human Kinetics.
- Robinson, E., Durrer, C., Simtchouk, S., Jung, M. E., Bourne, J. E., Voth, E., & Little, J. P. (2015). Short-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training reduce leukocyte TLR4 in inactive adults at elevated risk of type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, 119(5), 508-516.
- Rubio, M. A., Martínez, C., Vidal, O., Larrad, A., Salas-Salvadó, J., Pujol, J., & Moreno, B. (2004). Documento de consenso sobre cirugía bariátrica. *Rev Esp Obes*, 4, 223-249.
- Sánchez Ortega, L., Sánchez Juan, C., & Alfonso García, A. (2014). Valoración de un programa de ejercicio físico estructurado en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 64-72.
- Sawyer, B. J., Tucker, W. J., Bhammar, D. M., & Gaesser, G. A. (2015). Using a Verification Test for Determination of V [Combining Dot Above] O₂max in Sedentary Adults With Obesity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12), 3432-3438.
- Schneider, A., Hutcheon, D. A., Hale, A., Ewing, J. A., Miller, M., & Scott, J. D. (2018). Postoperative outcomes in bariatric surgical patients participating in an insurance-mandated preoperative weight management program. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 14(5), 623-630.
- Symons, T. B., Vandervoort, A. A., Rice, C. L., Overend, T. J., & Marsh, G. D. (2005). Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 777-781.
- Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer-Miralda, G., Quintana, J. M., ... & Alonso, J. (2005). El cuestionario de salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta sanitaria*, 19(2), 135-150.

Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635-646.

World Health Organization. (2014). Global status report on noncommunicable diseases 2014 (No. WHO/NMH/NVI/15.1). World Health Organization.

