

EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO PARA PACIENTES CON SARCOPENIA

Fisioterapia y CAFYD

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Miguel Díaz Cuenca y María Suárez Daudén

Grupo TFG: Mix61

Año Académico: 2023-2024

Tutor/a: Susana Moral

Área: Diseño de un estudio experimental

RESUMEN

La sarcopenia es un problema grave en las personas mayores y puede tener un impacto negativo en la calidad de vida. Restringir el flujo sanguíneo implica una presión controlada sobre las extremidades durante el ejercicio, lo que puede mejorar el desarrollo muscular con cargas más bajas.

Este enfoque no solo puede ayudar a prevenir la sarcopenia, sino que también puede ser beneficioso para quienes no pueden participar en ejercicios de alta intensidad debido a una lesión o limitaciones físicas. Su investigación ayudará a comprender esta nueva terapia y su aplicación en la lucha contra la sarcopenia. De esta manera, se propone la realización de una programación de 8 semanas de entrenamiento en el que se estudiará los beneficios del entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo en pacientes con sarcopenia entre 65 y 80 años. La muestra es de 239 sujetos, los cuales serán divididos aleatoriamente en 2 grupos de entrenamiento de fuerza, uno con restricción del flujo sanguíneo y otro sin restricción.

Palabras clave: sarcopenia, restricción de flujo sanguíneo, entrenamiento de fuerza e hipertrofia.

SUMMARY

Sarcopenia is a serious problem in the elderly and can have a negative impact on quality of life. Restricting blood flow involves controlled pressure on the limbs during exercise, which can improve muscle development at lower loads.

This approach may not only help prevent sarcopenia but may also be beneficial for those who are unable to participate in high-intensity exercise due to injury or physical limitations. These research will help in understanding this new therapy and its application in the fight against sarcopenia. Thus, we propose to conduct an 8-week training program in which we will study the benefits of strength training with blood flow restriction in sarcopenic patients between 65 and 80 years of age. The sample is 239 subjects, who will be randomly divided into 2 strength training groups, one with blood flow restriction and the other without restriction.

Key words: sarcopenia, blood flow restriction, strength training and hypertrophy.

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	8
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.....	9
4. METODOLOGÍA.....	9
4.1 DISEÑO.....	9
4.2 MUESTRA Y FORMACIÓN DE GRUPOS.....	9
4.3 VARIABLES Y MATERIAL DE MEDIDA.....	13
4.4 PROCEDIMIENTO.....	14
4.5 ANÁLISIS DE DATOS.....	18
5. EQUIPO INVESTIGADOR.....	20
6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	21
7. LIMITACIONES.....	22
8. BIBLIOGRAFÍA.....	23
9. ANEXOS.....	28
ANEXO 1: FIGURAS Y TABLAS.....	28
ANEXO 2: HOJA DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	35
ANEXO 3: CUESTIONARIO CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	38
ANEXO 4: IMÁGENES.....	39

1. INTRODUCCIÓN

Baumgartner et al. (1998) definió la sarcopenia como la disminución de la masa muscular relacionada con la edad o asociada a una masa muscular relativamente baja en población anciana. Dicho autor también cree, que está asociada con deficiencias y discapacidades metabólicas, fisiológicas y funcionales (Baumgartner et al., 1998). Además, también añade que la prevalencia aumenta de un 13-24% en personas de menos de 70 años y aumenta más de un 50% en personas de más de 80 años y la disminución anual de la masa muscular se registra en un intervalo del 1% al 2% a partir de los 50 años (Buford et al., 2010; Marcell, 2003).

Según Abe et al. (2014), la edad al tratarse de un factor no modificable influye significativamente en la probabilidad de desarrollar sarcopenia. En su estudio, observaron que la prevalencia de sarcopenia en hombres era del 7% en menores de 50 años, del 33% entre las edades de 60-69 y de 47% entre 70-85 años (Abe et al., 2014). En cambio, en las mujeres, la prevalencia fue inferior al 3% en menores de 60 años, del 7% entre 60 y 69 años, y 24% entre 70 y 80 años. Además, señalaron que la sarcopenia severa aumenta significativamente con la edad en los hombres no obesos, especialmente a partir de los 50 años, mientras que en las mujeres no se observa el mismo patrón (Abe et al., 2014).

Tras el estudio de Ranee et al. (2022) obtuvieron como conclusiones que las mujeres tienen una mayor afectación que los hombres en cuanto a la sarcopenia; en cuanto a la edad, las mujeres diagnosticadas tenían una edad promedio un poco más alta que los hombres y por último también concluyeron que los adultos mayores de 60 años y aquellos que tienen una ingesta pobre de hierro en su alimentación tienen un mayor riesgo de desarrollar sarcopenia. En el estudio de Dos Santos et al. (2017) concluyeron que la insuficiente actividad física se asoció con sarcopenia u obesidad sarcopénica en individuos de más de 50 años.

En el ámbito de las diversas interpretaciones de la sarcopenia, destaca especialmente la proporcionada por el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP) de Cruz-Jentoft et al. (2010). Según esta definición, la sarcopenia se identifica por la presencia simultánea de baja masa y función muscular deficiente (Cruz-Jentoft et al., 2010). La elección de abordar tanto la masa como la función muscular se basa en la premisa de que la fuerza muscular

es un predictor más efectivo de los resultados negativos para la salud que la masa muscular sola. Además, se reconoce que la fuerza muscular no depende exclusivamente de la masa muscular, destacando así la importancia de considerar ambos aspectos para obtener una comprensión más completa de la sarcopenia, Cruz-Jentoft et al. (2010).

Por otra parte, la restricción del flujo sanguíneo (BFR) es una técnica de ejercicio que restringe parcialmente el flujo sanguíneo arterial al tejido muscular y restringe completamente el flujo sanguíneo venoso durante el ejercicio (Scott et al., 2015). Los beneficios de esta técnica fueron por primera vez descritos en 1997, por Shinohara et al. (1998). Observaron, que 4 semanas de entrenamiento isométrico a una intensidad del 40% de la máxima contracción voluntaria, aumentaba más la fuerza mediante el ejercicio con restricción del flujo sanguíneo que sin dicha restricción del flujo (Shinohara et al., 1998). Originalmente se pensó que la restricción del flujo sanguíneo durante el ejercicio alteraba la actividad neuromuscular a través de retroalimentación aferente. Esto se consigue colocando un dispositivo restrictivo en el miembro superior que reduce el flujo sanguíneo arterial e impide el retorno venoso, creando un ambiente metabólico más hipóxico, haciendo que la sangre y los metabolitos se acumulen en áreas más alejadas de la restricción (Abe et al., 2006).

En la actualidad se conoce como un modelo de entrenamiento que aumenta la intensidad del ejercicio y proporciona adaptaciones de fuerza, hipertrofia y cardiovasculares, similares o mayores que el entrenamiento de alta intensidad (Duarte de Oliveira et al., 2023; He et al., 2023; Jessee et al., 2018). Las técnicas de BFR utilizan sistemas de torniquete neumático, implicando la aplicación de presión externa en las regiones proximales de las extremidades, generalmente utilizando un manguito de torniquete, aunque en lugares como gimnasios o clínicas de rehabilitación una banda no elástica puede ser una sustitución (Duarte de Oliveira et al., 2023; Patterson et al., 2019). A nivel fisiológico, el BFR provoca una reducción temporal del suministro de sangre a los tejidos, lo que conduce a la acumulación de subproductos, inflamación celular y fatiga inducida por metabolitos, aumentando la respuesta de señalización celular para la síntesis proteica, y desencadenando la liberación de factores de crecimiento en el cuerpo (Jessee et al., 2018). De esta manera, la suma del BFR con entrenamiento de baja

intensidad aumenta los niveles de hormona de crecimiento (GH), factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) y testosterona (en hombres jóvenes), que hace que aumente o se mantenga la masa muscular (Jessee et al., 2018). Además, el aumento de la presión del manguito produce mayores niveles de secreción hormonal (Yinghao et al., 2021).

Dentro del propio método de entrenamiento de BFR existe disparidad entre el uso de cargas y presiones altas o bajas. Respecto al uso de cargas, en un estudio realizado por Cassidy et al. (2023) se enfrentaron las variables “Ejercicio de restricción del flujo sanguíneo con carga baja (LL-BFR)” y “Ejercicio de resistencia convencional con carga más pesada (HL-RT)” siendo 3 series de 15 repeticiones al 20% de su 1RM para LL-BFR y 4 series de 12 repeticiones al 70% de su 1-RM para HL-RT. Se consideró el entrenamiento LL-BFR como una opción de rehabilitación eficaz para pacientes con limitaciones que no pueden tolerar el entrenamiento de alta resistencia (HL-RT), ya que puede promover la mejoría clínica sin cargas mecánicas pesadas (Cassidy et al., 2023). En general, cargas bajas de entre 20-50% RM produce ganancias similares en el tamaño y la fuerza muscular que el entrenamiento de resistencia de alta cargas (>70%RM) (Cassidy et al., 2023; Lixandrão et al., 2018; Scott et al., 2015).

Respecto a las presiones, los resultados de Bartolomei et al. (2022) indicaron que, a pesar de que una presión alta del manguito (80% de la presión de oclusión arterial) puede inducir una condición más hipóxica y un menor número de repeticiones en comparación con una presión más baja del manguito (40% de la presión de oclusión arterial), se pueden registrar respuestas de recuperación similares atendiendo a la fatiga muscular de los sujetos (Bartolomei et al., 2022).

Para concluir, hay que mencionar que existe poca evidencia respecto al uso del BFR en pacientes con sarcopenia. En este sentido, Kong et al. (2023) corroboraron que el entrenamiento de BFR produce beneficios en la masa muscular, destacando un aumento superior de la fuerza muscular en el grupo que utilizó cargas bajas en comparación con el grupo sometido al entrenamiento tradicional en pacientes con sarcopenia. En otra intervención realizada por Letieri et al. (2019), en mujeres mayores de 60 años con sarcopenia se mostraron beneficios significativos tanto en términos de fuerza como de masa muscular. Lo notable es que estas mejoras fueron evidentes en un período relativamente corto, observándose resultados

positivos a partir de las primeras ocho semanas de la intervención (Letieri et al., 2019).

2. JUSTIFICACIÓN

El envejecimiento de la población es un fenómeno global que ha llevado a un aumento significativo en la prevalencia de multitud de afecciones, las cuales a su vez pueden provocar aspectos como la fragilidad o caídas (Organización Mundial de la Salud, 2022). Entre estas enfermedades de la población de tercera edad destaca la sarcopenia, la cual cursa con la disminución de la masa muscular relacionada con deficiencias y discapacidades metabólicas, fisiológicas y funcionales (Baumgartner et al., 1998). Entre las alternativas para su tratamiento, los hallazgos muestran que el entrenamiento de fuerza o su combinación con el entrenamiento aeróbico tienen efectos positivos sobre la fuerza y pruebas de rendimiento físico como velocidad de la marcha o levantarse de la silla (Grutter Lopes et al., 2019). Para estos fines, se recomiendan intensidades $>60-70\%$ de 1 repetición máxima (RM) (American College of Sports Medicine, 2009). Sin embargo, en entornos clínicos no siempre es factible implementar rutinas de alta intensidad, especialmente en el caso de pacientes mayores frágiles (Ferraz et al., 2018). Como alternativa, algunos estudios han demostrado que las rutinas de baja intensidad asociadas a la restricción del flujo sanguíneo (BFR) serían capaces de promover adaptaciones hipertróficas y neurales a través de diversos mecanismos endocrinos, neurales y metabólicos en comparación con los protocolos tradicionales de mayor intensidad (Cassidy et al., 2023; Grutter Lopes et al., 2019; Jessee et al., 2018). Sin embargo, se necesitan más investigaciones hallazgos actuales y demostrar los efectos potenciales del entrenamiento con BFR sobre la función muscular y la salud vascular de los ancianos con problemas de salud (Grutter Lopes et al., 2019). De esta manera, se propone la combinación de la BFR junto al entrenamiento de fuerza de baja intensidad para la realización de este estudio experimental y descubrir los efectos que puede tener en una intervención a corto plazo, ya que muchos estudios de larga duración mencionan posibles resultados a un corto período de tiempo (Grutter Lopes et al., 2019; Letieri et al., 2019).

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

Objetivo principal:

Analizar el impacto del entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo en individuos que padecen sarcopenia a lo largo de un período de ocho semanas.

Objetivos secundarios:

- Investigar los cambios en la masa y fuerza muscular tras el entrenamiento indicado.
- Estudiar un nuevo método de entrenamiento junto a la sarcopenia y su viabilidad como método “Gold Estándar” para su tratamiento.
- Conocer como adaptar el entrenamiento a este tipo de pacientes según sus preferencias y características interindividuales, y así conseguir adherencia a futuros programas de ejercicios de BFR.

Hipótesis

El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo es una opción muy efectiva, rápida y cómoda para pacientes con sarcopenia, generando mejoras de la masa muscular durante las 8 semanas del tratamiento.

4. METODOLOGÍA

4.1 Diseño

El diseño de este estudio es de tipo experimental aleatorizado, ya que tiene como objetivo evaluar una hipótesis asignando a los participantes de manera aleatoria a un grupo de intervención.

4.2 Muestra y formación de grupos

Este estudio emplea un método de muestreo probabilístico aleatorio estratificado, donde se dividen la población en subgrupos y se seleccionan sujetos de forma aleatoria en cada subgrupo, según la cantidad necesaria. La asignación al azar será llevada a cabo por una persona no involucrada en el estudio utilizando el IBM SPSS Statistics v29 (Inc., Armonk, NY, USA) El SPSS, es la abreviatura de Statistical

Package for the Social Sciences y lo usan los investigadores para analizar datos estadísticos complejos.

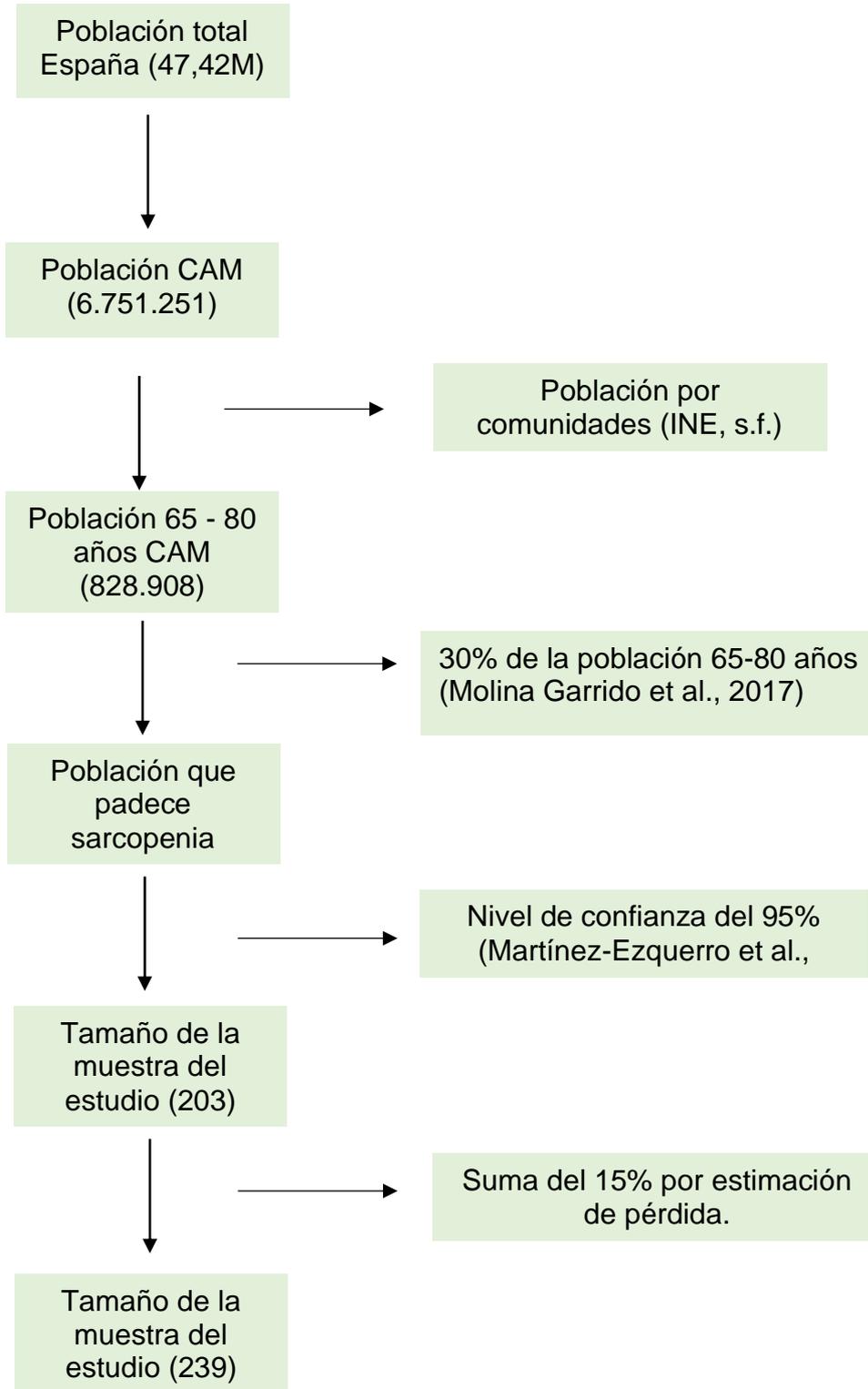
Aleatoriamente se dividirán los 239 participantes seleccionados de la muestra según la (Figura 1), dependiendo si están en el grupo de entrenamiento de fuerza o en el grupo de entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo. El grupo control realizará durante las 8 semanas un entrenamiento de fuerza guiado por un especialista, usando una carga óptima para el sujeto. En el grupo de entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo, también se realizará una intervención de 8 semanas y usarán también una carga óptima para cada sujeto, pero siempre bajo la vigilancia de un especialista.

El grupo control estará formado por 119 participantes y el grupo de intervención por otros 120 participantes y como se ha mencionado anteriormente serán asignados de manera aleatoria. Al tratarse de una muestra total impar, hay un grupo que cuenta con un sujeto más que la otra, este proceso se llevó a cabo de forma aleatoria mediante el IBM Statistics v29 (Inc., Chicago, IL, USA). Se organizarán los horarios de ambos grupos para que no coincidan y así no sepan cual es el grupo control y el de intervención.

Este proyecto de investigación se adhiere a la declaración de Helsinki y además la investigación será aprobada por un comité ético de investigación del Hospital Universitario 12 de octubre (World Medical Association, 2013). Se contratará un seguro de responsabilidad civil durante el tiempo de la intervención, ya que lo exige el comité de investigación. Además, hay que añadir que todos los pacientes tendrán que firmar un consentimiento informado (Ver Anexo 3), en el cual se establecen los riesgos y los beneficios de esta intervención.

Figura 1

Tamaño muestral



Nota. Elaboración propia.

Criterios de inclusión

- Pacientes con sarcopenia según los criterios establecidos por el Consenso europeo sobre su definición y diagnóstico (Cruz-Jentoft et al., 2018) representados en la Tabla 1.
- Pacientes cuya edad esté comprendida entre los 65 y 80 años.
- Se requiere que el participante firme un consentimiento informado (Ver Anexo 3) que describa la intervención, incluyendo procedimientos, beneficios y riesgos.

Tabla 1

Criterios establecidos por el Consenso europeo sobre su definición y diagnóstico.

Variables	Fuerza muscular	Masa muscular	Rendimiento físico
Test	-Dinamometría: -Hombres<27kg -Mujeres<16kg -Test de la silla: Levantarse 5 veces en menos de 15 segundos.	-DEXA ASM -Hombres<20kg -Mujeres<15kg ASM/height ² -Hombres< 7kg/m ² -Mujeres<5,5kg/m ²	-Velocidad de la marcha ≤0.8 m/s -Caminar 400m -SPPB ≤8 puntuación -Timed up and go test ≥20, sin completar o ≥6 minutos para completarlo.

Nota. Recuperado de “Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis” de Cruz-Jentoft et al. (2018).

Criterios de exclusión

- Fumadores
- Enfermedades cardiovasculares graves, trombosis venosa profunda, hipertensión no controlada u otras afecciones médicas que puedan aumentar los riesgos asociados con la restricción de flujo sanguíneo.
- Personas con experiencia anterior en el entrenamiento de fuerza.
- Pacientes con lesiones musculoesqueléticas.

- Tener dos ausencias consecutivas o cuatro intercaladas en las sesiones de intervención.

4.3 Variables y material de medida

Con el fin de abordar el objetivo principal, se evaluarán las variables de intensidad de entrenamiento (pre y post programación) mediante el porcentaje de repetición máxima (RM), así como la cantidad de masa y fuerza muscular proporcionadas por el uso o no uso de la BFR.

Para atender a los objetivos específicos, se llevará a cabo la medición de variables como la densidad mineral ósea (DMO), el esfuerzo percibido post-sesión mediante la “Escala de fuerza percibido (RPE)”, y la probabilidad de presencia de sarcopenia a través del cuestionario SARC-F (Figura 2, situada en Anexo1). El SARC-F (Figura 2, situada en Anexo 1) es un cuestionario de 5 ítems que los pacientes completan por sí mismos como una evaluación del riesgo de sarcopenia. Las respuestas se basan en la percepción del paciente sobre sus limitaciones en fuerza, capacidad para caminar, levantarse de una silla, subir escaleras y sus experiencias con caídas. También nos serán útiles la medición del dolor (si este existiese) mediante la escala visual analógica (EVA).

Intensidad de entrenamiento: Variable independiente cuantitativa continua, se refiere al porcentaje respecto a la repetición máxima (RM) medida en kilogramos (kg.) del sujeto y que utilizará en su entrenamiento (Helms et al., 2019).

Cantidad de masa muscular: Variable dependiente cuantitativa continua, engloba la cantidad de tejido muscular presente. Usaremos una prueba DEXA para su medición que será en kilogramos (kg) (Cruz-Jentoft et al., 2018).

Fuerza muscular: Variable dependiente cuantitativa continua, es la capacidad de los músculos para generar tensión y realizar un trabajo físico. Usaremos el porcentaje de RM para medirla (Helms et al., 2019)

Presión de restricción de flujo sanguíneo (BFR): Variable independiente cuantitativa continua, se medirá mediante el porcentaje de oclusión de la presión arterial sistólica (PAS) del miembro entrenado (Grutter Lopes et al., 2019).

Densidad Mineral Ósea (DMO): Variable dependiente cuantitativa continua, cantidad de minerales, como calcio y fósforo, presentes en una determinada

cantidad de hueso. Usaremos un DEXA para su medición (Cruz-Jentoft et al., 2018).

Esfuerzo percibido: Variable independiente cualitativa ordinal, es la percepción subjetiva de una persona al realizar una actividad física. Usaremos la escala RPE para su medición (Helms et al., 2019).

Dolor o molestias: Variable independiente cuantitativa ordinal, es una sensación desagradable, tanto a nivel sensorial como emocional, que se asocia con daño real o posible en los tejidos del cuerpo. Usaremos la escala EVA para su medición (Helms et al., 2019; Letieri et al., 2019).

Presencia de sarcopenia: Variable dependiente cuantitativa discreta, usaremos el cuestionario SARC-F (Figura 2, situada en Anexo 1). (Cruz-Jentoft et al., 2018).

Utilización de restricción de flujo sanguíneo (BFR): variable cualitativa dicotómica, de esta manera se medirá mediante sí o no (Lixandrão et al., 2018).

4.4 Procedimiento

La selección de participantes procederá de diversas fuentes, incluyendo hospitales, centros de atención primaria y residencias geriátricas, todos ubicados en la Comunidad de Madrid. Se procederá a solicitar un listado de pacientes en el rango de edad de 65 a 80 años, con quienes se contactará posteriormente. A aquellos interesados en ser incluidos en el estudio se les proporcionará una explicación detallada de sus beneficios e inconvenientes, y en el caso de que decidan participar se les citará en las instalaciones del Campus de Villaviciosa de Odón de la Universidad Europea de Madrid, y se les pedirá que acudan con ropa deportiva. El punto de encuentro será la cafetería del edificio D, donde se les dirigirá a las aulas preestablecidas para la realización de los cuestionarios. Los cuestionarios serán el SARC-F (Figura 2, situada en Anexo 1) y un documento que deberán rellenar donde aparecerán otros criterios de inclusión y exclusión relevantes para el estudio (Ver Anexo 3). Tras finalizar los cuestionarios, serán guiados a la realización de diferentes mediciones, entre ellas la de la tensión arterial y de densitometría ósea y masa muscular analizadas mediante DEXA. Ambas pruebas serán llevadas en aulas distintas. Tras la finalización de estas, se les pedirá que vayan al gimnasio y a la sala de fuerza para realizar los test expuestos por Cruz-Jentoft et al. (2018). Se

puede ver la distribución de los participantes en la recogida de datos y evaluación inicial en la (Figura 4, situada en Anexo 1).

Los participantes serán citados en grupos de 10 personas y tendrán que venir a una hora previamente acordada. A cada uno de ellos se les entregará una hoja (Figura 5, situada en Anexo 1) donde se recogerán todos los resultados de las pruebas realizadas y que se usarán para saber quién es apto o no para la intervención, también se usará para la recogida de datos durante toda la intervención. Toda esta fase de recogida de datos y de evaluación será llevada a cabo durante aproximadamente los 2 primeros meses de la intervención, (Figura 3, situada en Anexo 1). En las Figuras 5 y 6, situadas en Anexo 1, se puede ver de forma detallada el horario a seguir de los participantes. Una vez terminadas todas las pruebas y en base a los criterios establecidos anteriormente y expuestos en el apartado 4.2, se obtendrá una muestra de 239 participantes. Una vez firmado el consentimiento informado (Ver Anexo 3), se distribuirán en dos grupos: uno de control con 119 participantes, y otro de intervención, con 120. Esta división de grupos se realizará aleatoriamente mediante el uso del IBM SPSS Statistics v29 (Inc., Armonk, NY, USA).

Posteriormente, se citará a la muestra de ambos grupos en el centro “David Lloyd Serrano” (Calle de Serrano, 61), donde disponen de máquinas “TECHNOGYM®”, las cuales serán utilizadas para la realización de los test de fuerza, en los distintos horarios mostrados en la (Tabla 2, situada en Anexo 1). Estos consistirán en una prueba de 8 RM (8 repeticiones máximas que pueda realizar con un peso interindividual) de miembro superior e inferior. Para la prueba de 8 RM se utilizarán: la extensión de cuádriceps y el curl de isquiotibiales en máquina como ejercicios de miembro inferior; y la extensión de tríceps y curl de bíceps como ejercicios de miembro superior. Estos ejercicios se muestran en la (Tabla 3) y (Figuras de la 10-13, situadas en Anexo 4). Con la prueba de 8 RM, se tendrá como objetivo estimar una RM de los participantes. Usaremos esta sesión también para enseñarles la manera correcta de realizar todos los ejercicios que comprenderán la sesión para evitar cualquier tipo de dolor o molestia durante la realización de esta. La sesión de aprendizaje técnico se puede ver en la (Tabla 3). Todo esto tiene como objetivo facilitar la puesta en marcha en las sesiones durante las 8 semanas. Cabe destacar

que ambos grupos realizarán los mismos test de fuerza y que serán indispensables para luego el paso a las sesiones.

Tabla 3

Sesión propuesta para el aprendizaje de la técnica y toma de RM

CALENTAMIENTO	PARTE PRINCIPAL		VUELTA A LA CALMA
Movilidad articular activo	Miembro inferior	Curl isquios	Foam roller (pasadas lentas)
		Extensión de pierna	
Activación cardiovascular (bicicleta estática)	Miembro superior	Curl bíceps guiado	Pistola de masaje
		Extensión tríceps	

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la organización de las sesiones de intervención (Tabla 4, situada en Anexo 1), se separarán grupo control y de intervención en 6 días distintos, de tal manera que cada grupo realizará dos sesiones de entrenamiento. El grupo control dispondrá del horario de mañana mientras que el de intervención el horario de tarde. Cada día entrenarán 10 grupos (5 de intervención y 5 de control) y cada grupo estará formado por 8 participantes. La sesión tendrá una duración de 50 minutos, que se dividirán en: 10 minutos de calentamiento, 30 minutos en la parte principal y 10 minutos de vuelta a la calma (Ver Tabla 5). Al contar con solo una máquina de cada ejercicio a realizar, es decir 4 máquinas, los participantes trabajarán por parejas, es decir, cada máquina será usada por 2 participantes, mientras uno hace el ejercicio el otro usará ese tiempo como descanso. Respecto a los ejercicios, el volumen de series, repeticiones y descanso será el mismo para ambos grupos. Serán 3 series en las que se dispondrá de alrededor de 7 minutos (contabilizando 1 minuto y 20 segundos de preparación y realización del ejercicio; y 1 minuto de descanso) para finalizarlas y cambiar de máquina. Las intensidades del entrenamiento dependerán de la semana de entrenamiento y del grupo. El

periodo de entrenamiento estará comprendido por 8 semanas. Las primeras 4 el grupo control realizará un entrenamiento de fuerza convencional de 15 repeticiones (15 repeticiones máximas) con su 60% RM interindividual y 12 repeticiones al 70% RM para las siguientes 4. A diferencia de este, al grupo experimental se le aplicará la BFR, la cual consistirá en colocar un manguito de nailon de tamaño (11x85 cm) conectado a un inflador neumático de manguitos (Figura 9, situado en Anexo 3) en el tercio proximal de las extremidades superiores e inferiores, inflado hasta alcanzar el 50% de la presión arterial sistólica (PAS) en reposo (Grutter Lopes et al., 2019). Debido a ello, las 4 primeras semanas realizarán 15 repeticiones con su aproximado 20%RM y las siguientes 4, 12 repeticiones a su 30% RM. (Tabla 6, situada en Anexo 1). De esta manera, cada grupo trabajará 2 días a la semana. En cada sesión semanal se trabajará tanto miembro superior como miembro inferior (Ver Tabla 5). Estas sesiones se llevarán a cabo bajo la supervisión de profesionales, tanto las que realice el grupo control como las que realice el grupo de intervención tal y como aparece en el cronograma (Figura 3, situada en Anexo 1).

Tabla 5

Ejemplo de sesión tipo

CALENTAMIENTO	PARTE PRINCIPAL		VUELTA A LA CALMA
Movilidad articular activo	Miembro inferior	Curl isquios	Foam roller (pasadas lentas)
		Extensión de pierna	
Activación cardiovascular (bicicleta estática)	Miembro superior	Curl bíceps guiado	Pistola de masaje
		Extensión tríceps	

Nota. Elaboración propia.

Una vez hayan pasado las 4 primeras semanas, a mitad de la intervención en la semana 5, se reevaluará a todos los participantes. En esta sesión se evaluarán la

fuerza de agarre con el dinamómetro y la fuerza del miembro inferior y superior con los mismos ejercicios que se desarrollan en las sesiones habituales con un 8RM (aproximadamente el 80%RM). Añadir, que el grupo intervención no dispondrá del manguito de oclusión. El objetivo de esta reevaluación es determinar si en las primeras 4 semanas se ha observado evoluciones y poder reestructurar o realizar cambios si es necesario.

Las 4 semanas siguientes continuarán las sesiones de intervención. Con el RM establecido en estas últimas pruebas se cambiarán el porcentaje de RM y número de repeticiones a realizar, quedando en un 12RM (aproximadamente el 70%RM) para el grupo control, y 12 repeticiones al 30% para el grupo intervención utilizando el manguito de oclusión al 50% de la PAS. (Ver Tabla 6, situada en Anexo 1).

Transcurridas las 8 semanas de intervención se volverán a realizar todas las pruebas hechas con anterioridad (DEXA, test de fuerza de miembro superior e inferior y de Cruz-Jentoft et al. (2018) y el cuestionario SARC-F (Figura 2, situada en Anexo 1) en los respectivos centros adjudicados para las pruebas, con el fin de determinar las variaciones desde el inicio hasta el final del estudio. Todos los horarios de los test se pueden ver detallados en las (Tablas 7 y 8, situadas en Anexo 1). Ya reclutados todos los datos se estará preparado para realizar el análisis con el IBM SPSS Statistics v29 (Inc., Armonk, NY, USA) teniendo en cuenta las variables del punto 4.3 y según lo expuesto en el apartado 4.5 sobre la comparación de las variables entre sí.

La fase final del estudio consistirá en el análisis de dichos resultados, y a partir de ellos elaborar un informe detallado. A aquellos participantes interesados en los resultados y efectos en ellos, se les proporcionarán unas recomendaciones personalizadas. Estas recomendaciones servirán como una guía para aquellos que deseen continuar con un entrenamiento, brindándoles un plan tipo que les sirva de guía. Por último, se procederá a la publicación del estudio en una revista científica y en bases de datos de bibliografía científica.

Todo el proceso está esquematizado en la (Figura 6, situada en Anexo 1).

4.5 Análisis de datos

Para la realización del análisis de datos tendremos en cuenta las siguientes variables explicadas detenidamente en el apartado 4.3:

- Intensidad de entrenamiento
- Cantidad de masa muscular
- Fuerza muscular
- Presión de restricción de flujo sanguíneo (BFR)
- Densidad Mineral Ósea (DMO)
- Esfuerzo percibido
- Dolor o molestias
- Presencia de sarcopenia
- Utilización de restricción de flujo sanguíneo (BFR)

Estas variables serán analizadas con SPSS Statistics v29 (Inc., Armonk, NY, USA) de la siguiente manera.

Estadística descriptiva:

En las variables “Intensidad de entrenamiento, Cantidad de masa muscular, Fuerza muscular, Densidad Mineral Ósea (DMO)” se calcularán medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar, rango) para describir la distribución de los datos.

En la variable “Presión de restricción de flujo sanguíneo (BFR)” se aplicarán la media para conocer el valor promedio y la desviación estándar para entender cuanto varían los datos respecto a la media.

Para las variables cualitativas ordinales (Esfuerzo percibido, Dolor o molestias), se les otorgará un valor numérico a cada categoría. A la variable “esfuerzo percibido” se aplicará la media y la moda. En cuanto a la variable “dolor o molestias” se calculará también la moda para saber cuál es el valor que más se repite.

En el caso de la variable “Presencia de sarcopenia” medida con el cuestionario SARC-F (Figura 2, situada en Anexo 1). Al tratarse de un cuestionario se realizarán la media, y la mediana para devolver la tendencia central en el caso de que la distribución numérica esté sesgada.

Estadística inferencial:

Con el análisis de correlación se evaluará la relación entre las variables cuantitativas (Intensidad de entrenamiento, Cantidad de masa muscular, Fuerza

muscular, DMO, Presión de BFR) mediante coeficientes de correlación como Pearson (r) si son paramétricas o Spearman (r) si no son paramétricas.

Se realizarán pruebas de hipótesis. Para medidas relacionadas de 2 variables cuantitativas paramétricas se utilizará T-test (relacionadas) y para no paramétricas Wilcoxon. Para comparar grupos según la utilización de BFR, variable cualitativa de dos categorías (sí o no), con las variables dependientes (Cantidad de masa muscular, Fuerza muscular o DMO) se realizará T-Test (independientes) para variables paramétricas y U de Mann-Whitney para no paramétricas.

5. EQUIPO INVESTIGADOR

Figura 7

Organigrama



Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 7, el equipo investigador estará formado por:

- Los 2 investigadores principales se encargarán de dirigir el estudio, desempeñando roles destacados como líderes visibles encargados de orientar la investigación, gestionar las consultas y responsabilidades, así como de coordinar la comunicación con la muestra. También se encargarán de la reserva de espacios y de la adquisición de materiales. De manera simultánea, estos investigadores proporcionarán una detallada explicación a los participantes sobre los procedimientos a seguir en el estudio. Por último, analizarán los resultados y a elaborarán un informe detallado y

proporcionarán recomendaciones sobre qué tipo de ejercicio es más beneficioso a los participantes que lo deseen. Añadir, que uno de los investigadores principales es integrante del conjunto de investigadores de la Universidad Europea de Madrid, además de técnico de DEXA y otro es coordinador del equipo de readaptadores del David Lloyd Serrano.

- 2 técnicos de DEXA (uno de ellos también investigador principal), para realizar tanto la pruebas antes de empezar la intervención, a mitad intervención y al final. Su función será la realización de las pruebas de forma adecuada y tener un buen manejo de esta.
- 8 licenciados en CAFYD y especializados en el entrenamiento de la salud en personas de la tercera edad. Su función será ayudar en las sesiones de entrenamiento a todos los participantes, corregir la técnica, elaborar un plan de entrenamiento, hacer un seguimiento de este y también realizarán la medición de la tensión arterial.
- 10 alumnos de prácticas del grado de CAFYD o CAFYD + fisioterapia de la Universidad Europea de Madrid. Estos ayudarán en el reclutamiento de la muestra, pasarán el cuestionario SARC-F (Figura 2, situada en Anexo 1) y ayudarán en la realización de los test. También realizarán un seguimiento de los planes de entrenamiento y estarán presencialmente en las sesiones de entrenamiento.
- 1 técnico estadístico, que realizará la aleatorización de la muestra y el análisis con el IBM SPSS Statistics v29 (Inc., Armonk, NY, USA).

En las fases de recogida de datos y evaluación inicial la distribución del equipo investigador será como se puede ver en (Figura 8, situada en Anexo1).

6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO

Este estudio se ha realizado para que sea llevado a cabo en las instalaciones de la Universidad Europea de Madrid. Estos han aceptado que se haga uso de estas y de su equipo DEXA, a cambio de que la universidad salga como colaboradora en el estudio.

- Sueldo de 2 investigadores: 1300€ brutos mensuales. Como estarán durante 8 meses, llevara un coste de 20.800€.

- Sueldo de 8 entrenadores: 10€/h, los cuales estarán 6,5 horas al día durante 6 días a la semana. Por lo que cada uno trabaja 39 horas semanales y 312 horas mensuales y como cada entrenador trabajará durante 3 meses, es un total de 936 horas, que multiplicado por 10€/h es un total de 9.360€. Al tener 8 entrenadores el coste total es de 74.880€.
- 2 técnicos DEXA: 20€/h, cada prueba por participante dura 30 minutos. Por lo que al tener una muestra mínima de 239 participantes, se calcula que ambos técnicos estarán un total de 300 horas; y esto conllevará un coste de 3000€.
- Técnico estadístico: que cobrara 750€.
- Compra de 10 paquetes de oclusores del flujo sanguíneo. Cada paquete contiene manguitos de oclusión, un medidor y un manual de instrucciones. Cuesta 107,95€ por paquete, por lo tanto el total según las necesidades del estudio es de 1.079,50€ por 10 paquetes de oclusores (Occlusion Cuff Elite, n. d.)

Se puede ver en el cronograma situado (Figura 3, situado en Anexo 1).

Como se observa los costes del estudio son un total de 100.509,5€. Será financiado por la convocatoria pública de becas de formación e investigación del organismo autónomo Madrid Salud 2024 (Sede electrónica del Ayuntamiento de Madrid, n. d.) que se hará cargo de todos los gastos del estudio tanto los mencionados anteriormente como todo el material fungible.

7. LIMITACIONES

La limitación más significativa es la edad de la muestra, ya que, al tratarse de personas mayores, existe la posibilidad de que en algún momento de la intervención tengan algún problema de salud y no puedan acudir a las sesiones. Otra limitación asociada a la muestra es que al tratarse de sujetos no entrenados y con poca masa muscular y fuerza todos ellos van a mostrar incrementos en los valores de fuerza, quedando comprometidos los resultados.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol*, *100*, 1460–1466. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01267.2005>.-Previous
- Abe, T., Thiebaud, R. S., Loenneke, J. P., Loftin, M., & Fukunaga, T. (2014). Prevalence of site-specific thigh sarcopenia in Japanese men and women. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, *36*(1), 417–426. <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9539-6>
- American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. (2009). En *Medicine and science in sports and exercise* (Vol. 41, Número 3, pp. 687-687–708). <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- Bartolomei, S., Montesanto, P., Lanzoni, I. M., Gatta, G., Cortesi, M., & Fantozzi, S. (2022). A Comparison between High and Low Cuff Pressures on Muscle Oxygen Saturation and Recovery Responses Following Blood-Flow Restriction Resistance Exercise. *Sensors*, *22*(23). <https://doi.org/10.3390/s22239138>
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Garry, P. J., & Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American journal of epidemiology*, *147*(8), 755–763. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009520>
- Buford, T. W., Anton, S. D., Judge, A. R., Marzetti, E., Wohlgemuth, S. E., Carter, C. S., Leeuwenburgh, C., Pahor, M., & Manini, T. M. (2010). Models of accelerated sarcopenia: Critical pieces for solving the puzzle of age-related muscle atrophy. En *Ageing Research Reviews* (Vol. 9, Número 4, pp. 369–383). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2010.04.004>
- Cassidy, R. P., Lunt, K. M., Coppack, R. J., Bennett, A. N., Bilzon, J. L. J., Mcguigan, M. P., Egginton, N., Sellon, E., Day, J., & Ladlow, P. (2023). Adaptations to low load blood flow restriction exercise versus conventional heavier load resistance exercise in UK military personnel with persistent knee pain: protocol for the

- ADAPT study, a multi-centre randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06693-3>
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., & Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
- Dos Santos, V. R., Araujo, M.Y.C., Cardoso, M. R., Batista, V. C., Christofaro, D. G. D., & Gobbo, L. A. (2017). Association of insufficient physical activity with sarcopenia and sarcopenic obesity in individuals aged 50 years or more. *Revista De Nutrição* 30(2), 175-184. <https://doi.org/10.1590/1678-98652017000200003>
- Duarte de Oliveira, J. L., Vieira, J. G., Sabino de Queiros, V., Mourão Júnior, C. A., Panza, P. S., Krzysztofik, M., Bichowska, M., Guilherme de Araújo Tinôco Cabral, B., Rolnick, N., Wilk, M., & Vianna, J. M. (2023). Cardiovascular and Perceptual Responses to Resistance Training with Practical Blood Flow Restriction Induced by a Non-Elastic Band vs. Pneumatic Cuff: A Crossover Randomized Study. *Perceptual and Motor Skills*, 130(3), 1152–1167. <https://doi.org/10.1177/00315125231162732>
- Ferraz, R. B., Gualano, B., Rodrigues, R., Kurimori, C. O., Fuller, R., Lima, F. R., De Sá-Pinto, A. L., & Roschel, H. (2018). Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(5), 897–905. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001530>
- Grutter Lopes, K., Alexandre Bottino, D., Farinatti, P., Coelho De Souza, M. das G., Alves Maranhão, P., De Araujo, C. M. S., Bouskela, E., Alves Lourenço, R., & De Oliveira, R. B. (2019). Strength training with blood flow restriction – a novel therapeutic approach for older adults with sarcopenia? A case report. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1461–1469. <https://doi.org/10.2147/CIA.S206522>

- He, J., Ruan, T., Ying, C., & Pan, B. (2023). BLOOD FLOW RESTRICTION THERAPY APPLIED TO SPORTS TRAINING. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0641
- Helms, E., Morgan, A., Marie Valdez, A., Alvarez, A., Reyes, V., & De Francisco, J. C. (2019). *The Muscle and Strength Pyramid: Entrenamiento* (E. Helms, Ed.; 2a ed., Vol. 1).
- Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Mouser, J. G., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2018). Mechanisms of Blood Flow Restriction: The New Testament. <https://www.aic.cuhk.edu.hk/web8/Muscle.htm>.
- Kong, J., Li, Z., Zhu, L., Li, L., & Chen, S. (2023). Comparison of blood flow restriction training and conventional resistance training for the improvement of sarcopenia in the older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine and Health Science*, 5(4), 269–276. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smhs.2022.12.002>
- Letieri, R. V., Guilherme, ;, Furtado, E., Marcelo, P., Barros, N., Mayrhon, ;, Abrantes De Farias, J., Fernandes Antunez, B., Beatriz, ;, Gomes, B., Miranda, A. M., & Teixeira, B. (2019). Effect of 16-Week Blood Flow Restriction Exercise on Functional Fitness in Sarcopenic Women: A Randomized Controlled Trial Efecto del Ejercicio de Restricción del Flujo Sanguíneo de 16 Semanas sobre la Aptitud Funcional en Mujeres Sarcopénicas: Un Ensayo Controlado Aleatorio. *En Int. J. Morphol* (Vol. 37, Número 1). www.randomization.com
- Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Berton, R., Vechin, F. C., Conceição, M. S., Damas, F., Libardi, C. A., & Roschel, H. (2018). Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *En Sports Medicine* (Vol. 48, Número 2, pp. 361–378). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0795-y>
- Marcell, T. J. (2003). *Sarcopenia: Causes, Consequences, and Preventions*. <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/58/10/M911/534906>

- Molina Garrido, M. J., Guillén Ponce, C., Fernández Félix, B. M., Muñoz Sánchez, M. del M., Soriano Rodríguez, M. del C., Olaverri Hernández, A., & Santiago Crespo, J. A. (2017). Detección y evaluación del papel de la sarcopenia en ancianos con cáncer tratados con quimioterapia. Proyecto ONCOSARCO. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 52(3), 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2016.02.003>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Envejecimiento y Salud*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. En *Frontiers in Physiology* (Vol. 10, Número MAY). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Ranee, R., Shahar, S., You, Y. X., Singh, D. K. A., & Sakian, N. I. M. (2022). Prevalence and Risk Factors of Sarcopenia Among Community Dwelling Older Adults in Klang Valley. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 18(1), 177-186.
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. En *Sports Medicine* (Vol. 45, Número 3, pp. 313–325). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0288-1>
- Sede electrónica del Ayuntamiento de Madrid. (n. d.). Convocatoria pública de becas de formación e investigación del organismo autónomo Madrid Salud 2024. Recuperado 22 de enero de 2024, de <https://sede.madrid.es/portal/site/tramites/menuitem.62876cb64654a55e2dbd7003a8a409a0/?vgnextoid=e64874c8fcb6b810VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=69cd5d53be9a0210VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnnextfmt=pd>

Shinohara, M., Kouzaki, M., Yoshihisa, T., & Fukunaga, T. (1998). Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(1–2), 189–191. <https://doi.org/10.1007/s004210050319>

World Medical Association declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. (2013). En *JAMA* (Vol. 310, Número 20, pp. 2191–2194). American Medical Association. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Yinghao, L., Jing, Y., Yongqi, W., Jianming, Z., Zeng, G., Yiting, T., & Shuoqi, L. (2021). Effects of a blood flow restriction exercise under different pressures on testosterone, growth hormone, and insulin-like growth factor levels. *Journal of International Medical Research*, 49(9). <https://doi.org/10.1177/03000605211039564>

9. ANEXOS

ANEXO 1: FIGURAS Y TABLAS

Figura 2

Cuestionario SARC-F



SARC-F

Objetivo:
Identificar la presencia de probable sarcopenia en la persona mayor.

Instrucciones:
Aplique el cuestionario, marcando la puntuación para cada pregunta. Sume los puntos, anote el puntaje total y marque la interpretación que corresponda.

Datos de la persona mayor

Nombre completo: _____
 Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____

Preguntas		Puntaje
Strength (Fuerza)	¿Qué tanta dificultad tiene para llevar o cargar 4.5 kg?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz = 2
Assistance in walking (Asistencia para caminar)	¿Qué tanta dificultad tiene para cruzar caminando por un cuarto?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha, usando auxiliares o incapaz = 2
Rise from chair (Levantarse de una silla)	¿Qué tanta dificultad tiene para levantarse de una silla o cama?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz sin ayuda = 2
Climb stairs (Subir escaleras)	¿Qué tanta dificultad tiene para subir 10 escalones?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz = 2
Falls (Caídas)	¿Cuántas veces se ha caído en el último año?	Ninguna = 0 1-3 caídas = 1 4 o más caídas = 2

Puntuación total: _____

Interpretación

Alta probabilidad de sarcopenia = 4 o más probabilidades.
1, 2 ó 3 puntos = Baja probabilidad de sarcopenia.

Referencias:
 • Tomado de: Parra-Rodríguez L, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the spanish-language version of the SARC-F to assess sarcopenia in mexican community-dwelling older adults. J Am Med Dir Assoc. 2016;17(12):1142. PMID: 27815111.

Este material está registrado bajo licencia Creative Commons internacional, con permisos para reproducir, publicar, descargar y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátria.



Nota. Recuperado de “Cross-cultural adaptation and validation of the spanish-language version of the SARC-F to assess sarcopenia in mexican community-dwelling older adults” de Parra-Rodríguez L, et al. (2016).

Tabla 2

Calendario test de fuerza: evaluación inicial, media y final.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
8:00-9:30	GRUPO CONTROL 1	GRUPO INTERVENCIÓN 1	GRUPO CONTROL 6	GRUPO INTERVENCIÓN 6	GRUPO CONTROL 11	GRUPO INTERVENCIÓN 11
9:30-11:00	GRUPO CONTROL 2	GRUPO INTERVENCIÓN 2	GRUPO CONTROL 7	GRUPO INTERVENCIÓN 7	GRUPO CONTROL 12	GRUPO INTERVENCIÓN 12
11:00-12:30	GRUPO CONTROL 3	GRUPO INTERVENCIÓN 3	GRUPO CONTROL 8	GRUPO INTERVENCIÓN 8	GRUPO CONTROL 13	GRUPO INTERVENCIÓN 13
12:30-14:00	GRUPO CONTROL 4	GRUPO INTERVENCIÓN 4	GRUPO CONTROL 9	GRUPO INTERVENCIÓN 9	GRUPO CONTROL 14	GRUPO INTERVENCIÓN 14
14:00-15:30	GRUPO CONTROL 5	GRUPO INTERVENCIÓN 5	GRUPO CONTROL 10	GRUPO INTERVENCIÓN 10	GRUPO CONTROL 15	GRUPO INTERVENCIÓN 15

Nota. Elaboración propia.

Tabla 4
Calendario de intervención

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
8:00-8:50	GRUPO CONTROL 1	GRUPO CONTROL 6	GRUPO CONTROL 11	GRUPO CONTROL 1	GRUPO CONTROL 6	GRUPO CONTROL 11
8:40-9:30	GRUPO CONTROL 2	GRUPO CONTROL 7	GRUPO CONTROL 12	GRUPO CONTROL 2	GRUPO CONTROL 7	GRUPO CONTROL 12
9:20-10:10	GRUPO CONTROL 3	GRUPO CONTROL 8	GRUPO CONTROL 13	GRUPO CONTROL 3	GRUPO CONTROL 8	GRUPO CONTROL 13
10:00-10:50	GRUPO CONTROL 4	GRUPO CONTROL 9	GRUPO CONTROL 14	GRUPO CONTROL 4	GRUPO CONTROL 9	GRUPO CONTROL 14
10:40-11:30	GRUPO CONTROL 5	GRUPO CONTROL 10	GRUPO CONTROL 15	GRUPO CONTROL 5	GRUPO CONTROL 10	GRUPO CONTROL 15
11:30-13:00	DESCANSO					
13:00-13:50	GRUPO INTERVENCIÓN 1	GRUPO INTERVENCIÓN 6	GRUPO INTERVENCIÓN 11	GRUPO INTERVENCIÓN 1	GRUPO INTERVENCIÓN 6	GRUPO INTERVENCIÓN 11
13:40-14:30	GRUPO INTERVENCIÓN 2	GRUPO INTERVENCIÓN 7	GRUPO INTERVENCIÓN 12	GRUPO INTERVENCIÓN 2	GRUPO INTERVENCIÓN 7	GRUPO INTERVENCIÓN 12
14:20-15:10	GRUPO INTERVENCIÓN 3	GRUPO INTERVENCIÓN 8	GRUPO INTERVENCIÓN 13	GRUPO INTERVENCIÓN 3	GRUPO INTERVENCIÓN 8	GRUPO INTERVENCIÓN 13
15:00-15:50	GRUPO INTERVENCIÓN 4	GRUPO INTERVENCIÓN 9	GRUPO INTERVENCIÓN 14	GRUPO INTERVENCIÓN 4	GRUPO INTERVENCIÓN 9	GRUPO INTERVENCIÓN 14
15:40-16:30	GRUPO INTERVENCIÓN 5	GRUPO INTERVENCIÓN 10	GRUPO INTERVENCIÓN 15	GRUPO INTERVENCIÓN 5	GRUPO INTERVENCIÓN 10	GRUPO INTERVENCIÓN 15

Nota. Elaboración propia.

Tabla 6

Dosis y progresión de la intervención

GRUPO	SEMANA	SERIES	REPETICIONES POR EJERCICIO	% RM
GRUPO CONTROL	1-4	3	15	60% RM
GRUPO INTERVENCIÓN	1-4	3	15	20% RM
GRUPO CONTROL	6-9	3	12	70% RM
GRUPO INTERVENCIÓN	6-9	3	12	30% RM

Nota. Elaboración propia.

Figura 3

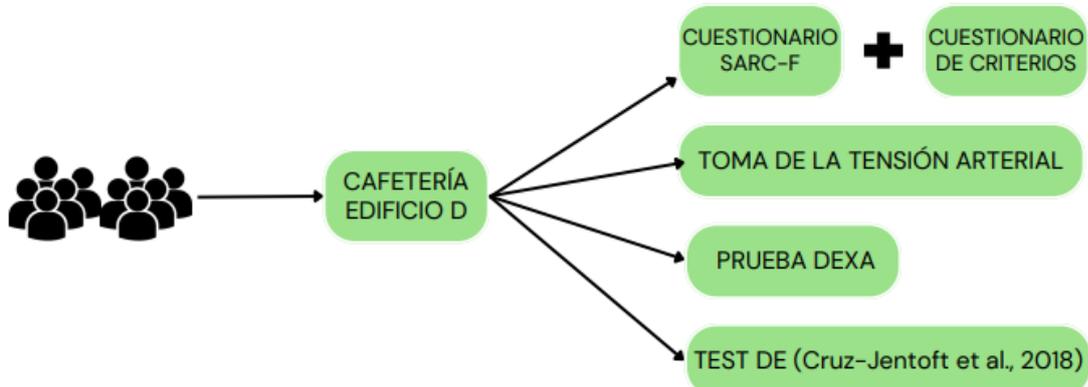
Cronograma

Actividades y tareas	Persona responsables y equipo de trabajo	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Reclutamiento	Equipo de reclutamiento	X	X	X	X				
Firma de Consentimiento General del Estudio	Equipo de reclutamiento	X	X						
Cuestionario de criterios de inclusión y exclusión	Equipo de reclutamiento		X						
Cuestionario SARC-F	Equipo de reclutamiento		X			X			
Criterios de Cruz-Jentoft et al., 2018	Equipo de reclutamiento + entrenadores		X			X			
Aleatorización	Técnico estadístico		X						
Prueba DXA	Técnico DXA		X			X			
Test de fuerza	Investigadores + equipo de reclutamiento + entrenadores		X		X	X			
Entrenamiento	Entrenadores			X	X	X			
Medición Tensión Arterial sistólica	Entrenadores		X		X	X			
Análisis de resultados	Técnico estadístico					X	X		
Publicación de resultados	Investigadores							X	X

Nota. Elaboración propia.

Figura 4

Distribución de los participantes en la recogida datos y evaluación inicial



Nota. Elaboración propia.

Figura 5

Hoja recogida datos

NOMBRE PARTICIPANTE:		
INICIO INTERVENCIÓN	MITAD INTERVENCIÓN	FIN INTERVENCIÓN
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Puntuación SARC-F:	PAS:	Puntuación SARC-F:
PAS:	DEXA ASM:	TA:
Masa muscular:	DEXA ASM/height2:	Masa muscular:
DEXA ASM:		DEXA ASM:
DEXA ASM/height2:		DEXA ASM/height2:
Dinamometría:		Dinamometría:
Test silla:		Test silla:
Velocidad marcha:		Velocidad marcha:
Caminar 400m:		Caminar 400m:
SPPB		SPPB
Timed up and go:		Timed up and go:

Nota. Elaboración propia.

Tabla 7
Calendario DEXA evaluación final.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
SEMANA 1						
8:30-13:30	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO
13:30-14:20	DESCANSO					
14:30-19:30	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO
SEMANA 2						
8:30-13:30	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	DESCANSO
13:30-14:20	DESCANSO					
14:30-19:30	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	DESCANSO

Nota. Elaboración propia.

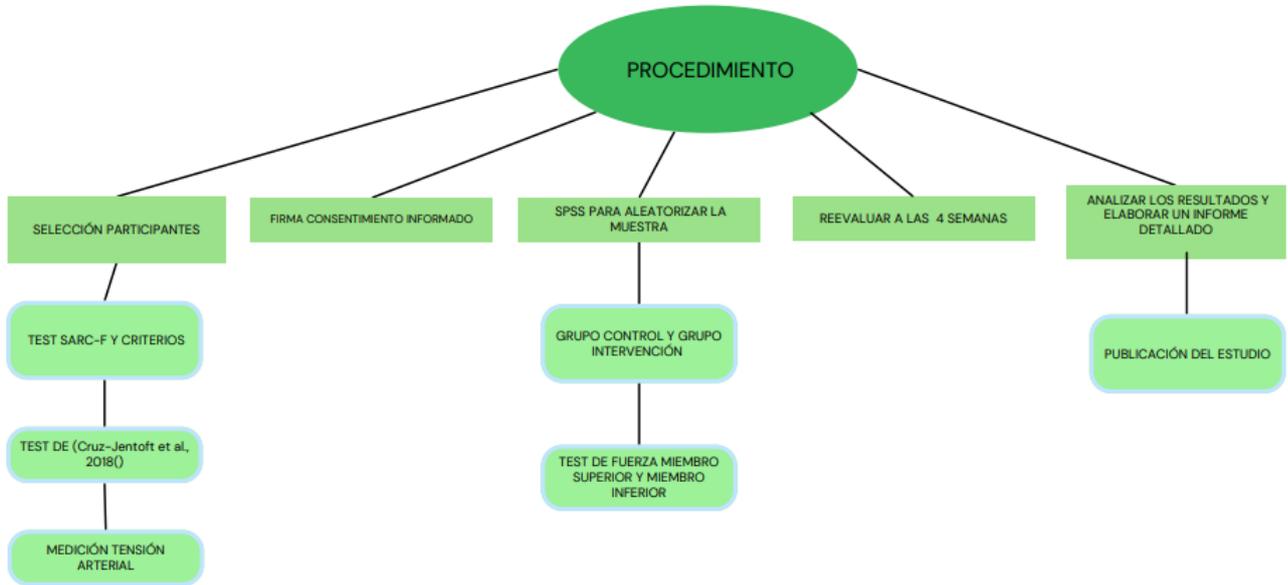
Tabla 8
Calendario cuestionario SARC-F y criterios de Cruz-Jentoft et al. (2018) evaluación final.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
8:00-9:30	GRUPO INTERVENCIÓN 1	GRUPO CONTROL 1	GRUPO INTERVENCIÓN 6	GRUPO CONTROL 6	GRUPO INTERVENCIÓN 11	GRUPO CONTROL 11
9:30-11:00	GRUPO INTERVENCIÓN 2	GRUPO CONTROL 2	GRUPO INTERVENCIÓN 7	GRUPO CONTROL 7	GRUPO INTERVENCIÓN 12	GRUPO CONTROL 12
11:00-12:30	GRUPO INTERVENCIÓN 3	GRUPO CONTROL 3	GRUPO INTERVENCIÓN 8	GRUPO CONTROL 8	GRUPO INTERVENCIÓN 13	GRUPO CONTROL 13
12:30-14:00	GRUPO INTERVENCIÓN 4	GRUPO CONTROL 4	GRUPO INTERVENCIÓN 9	GRUPO CONTROL 9	GRUPO INTERVENCIÓN 14	GRUPO CONTROL 14
14:00-15:30	GRUPO INTERVENCIÓN 5	GRUPO CONTROL 5	GRUPO INTERVENCIÓN 10	GRUPO CONTROL 10	GRUPO INTERVENCIÓN 15	GRUPO CONTROL 15

Nota. Elaboración propia.

Figura 6

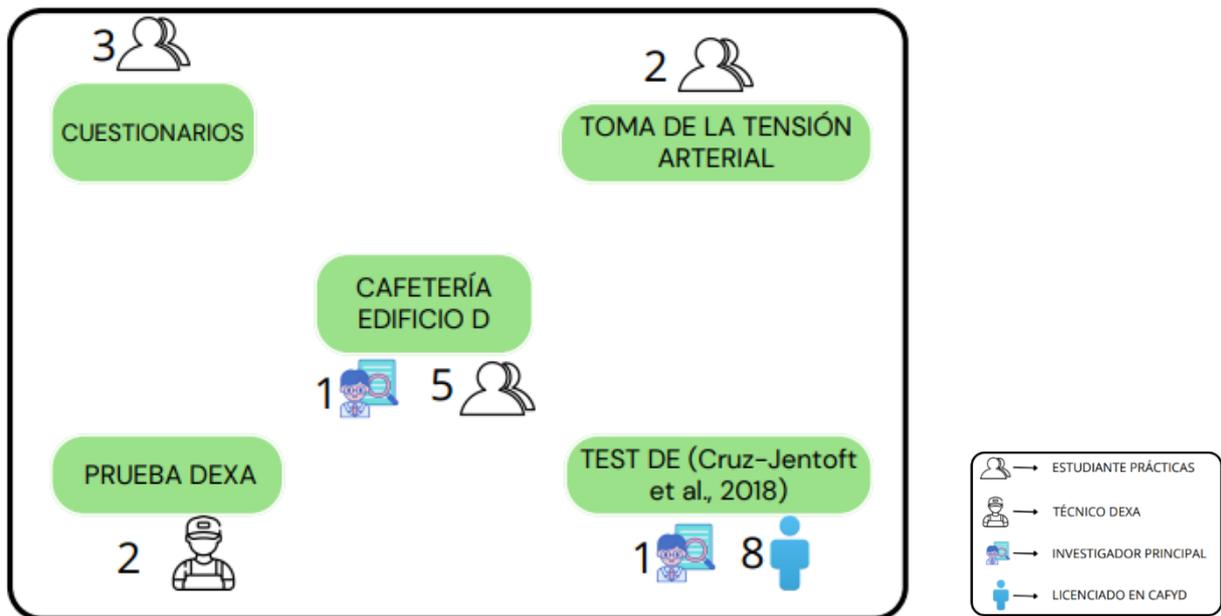
Esquema de procedimiento



Nota. Elaboración propia.

Figura 8

Distribución del equipo en la recogida datos y evaluación inicial



Nota. Elaboración propia.

ANEXO 2: HOJA DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO.

EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO PARA PACIENTES CON SARCOPENIA

Nos ponemos en contacto con usted para informarle sobre el estudio de investigación que se llevará a cabo en la Universidad Europea de Madrid y para extenderle una invitación a participar. El propósito de este documento es proporcionarle la información necesaria para que pueda decidir si quiere participar o no.

El procedimiento de la intervención consiste en una intervención que dura 8 semanas. El objetivo principal del estudio es saber que es más beneficioso: el entrenamiento de fuerza o el entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo en personas con sarcopenia. La intervención con la que cuenta el estudio es realizar un entrenamiento de fuerza 2 veces a la semana y dependiendo en que grupo le toque lo tendrá que realizar con restricción del flujo sanguíneo o no. Para este estudio necesitaremos una muestra de 239 participantes. La intervención ha sido diseñada por un experto de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y será supervisada también por un experto.

La participación de estudio es voluntaria. Si quiere participar, puede retirar su consentimiento en cualquier momento de la intervención sin que haya ningún problema ni con el equipo de intervención y tampoco cause perjuicio en su tratamiento. Si decide abandonar el estudio, tiene dos opciones: permitir el uso de datos recopilados hasta el momento usándolos con el único fin de ayudar en el estudio, o si no se borrarán todos los registros y mediciones realizadas. Queremos asegurarnos de que se sienta cómodo con su participación y que tenga el control total sobre su decisión en todo momento.

Si usted acepta, se comprometerá a:

- Cumplimiento de dos cuestionarios al principio de estudio, los cuales deben responderse con total sinceridad y veracidad.
- Prueba DEXA, la cual la tendremos que realizar 3 veces en el proceso de la intervención: una antes de empezar, otra a mitad intervención y otra al final de la intervención.
- Medición de la tensión arterial mediante un tensiómetro.

- Realizar un conjunto de mediciones y test de (Cruz-Jentoft et al., 2018). Realizaremos esta batería de test ya que es uno de los criterios de inclusión.
- Realizar 3 ejercicios de fuerza para poder evaluar el punto de partida de cada participante de la intervención, será una prueba de fuerza de miembro superior, una de prueba inferior y por último una prueba de agarre.
- Comprometerse a realizar las sesiones en los horarios preestablecidos por creadores de la intervención

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. De acuerdo con lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo los investigadores del estudio podrán relacionar dichos datos con usted. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal. Sólo se transmitirán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, número de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país. El acceso a su información personal quedará restringido al investigador del estudio, siempre manteniendo la confidencialidad de estos de acuerdo con la legislación vigente.

A continuación, le adjuntamos el formulario que debe rellenar, si está conforme en participar en el estudio.

ANEXO 3: CUESTIONARIO CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

CUESTIONARIO

Participante (nombre):

Edad:

Fumador:

- SI
- NO

¿Ha sido diagnosticado d?:

- Enfermedades cardiovasculares graves:
 - o SI
 - o NO
- Trombosis venosa profunda
 - o SI
 - o NO
- Hipertensión no controlada
 - o SI
 - o NO
- Alguna otra enfermedad de relevancia:
 - o

¿Ha hecho alguna vez entrenamiento de fuerza?

- SI
- NO

Si en la respuesta anterior ha redondeado que sí, ¿Hace cuánto tiempo?

-

¿Padece alguna lesión musculoesquelética?

- SI
- NO

ANEXO 4: IMÁGENES

Figura 9

Oclusion Cuff



Nota: Sistema de oclusión para la restricción del flujo sanguíneo. Recuperado de Oclusion Cuff Elite®. (s. f.).

<https://occlusioncuff.com/products/occlusion-cuff-elite>

Figura 10

Curl de bíceps



Nota. Elaboración propia.

Figura 11

Extensión de tríceps



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Patada de cuádriceps



Nota. Elaboración propia.

Figura 13

Curl de isquios



Nota. Elaboración propia.