

OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO MUSCULAR EN MUJERES CON SARCOPENIA: COMPARACIÓN ENTRE PROTOCOLO DE POTENCIACIÓN POST ACTIVACIÓN Y ENTRENAMIENTO BASADO EN EXCÉNTRICOS

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL
DEPORTE Y GRADO EN FISIOTERAPIA

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE



Realizado por: Jorge González y Raúl Velasco

Grupo TFG: Mix61

Año Académico: 2023-2024

Tutor/a: Olga López

Área: Diseño de estudio experimental

Resumen

La sarcopenia se define como la pérdida de masa muscular acompañada de una reducción tanto de la fuerza como de la funcionalidad del sujeto que la padece. La primera definición solo tenía en cuenta la pérdida de masa muscular sin tener en cuenta la disminución de los valores de fuerza y funcionalidad asociados a la enfermedad. Por ello es importante saber que la reducción de fuerza muscular es una causa importante de mortalidad y discapacidad, además de otros resultados adversos para salud debido a la pérdida de funcionalidad, provocando en personas ancianas un aumento de probabilidad de padecer otras patologías asociadas y una alta prevalencia a caídas. Por otro lado, varios estudios han demostrado la eficacia de dos protocolos de entrenamiento para la mejora de la fuerza y la masa muscular siendo estos los protocolos de potenciación postactivación (PPA) y los entrenamientos basados en contracciones excéntricas. Sin embargo, hay poca literatura sobre los efectos que pueden provocar estos entrenamientos en sujetos con sarcopenia. Por tanto, teniendo en cuenta las mejoras en la fuerza y masa muscular que pueden aportar estos entrenamientos el objetivo de este estudio es analizar los efectos de un programa de entrenamiento de PPA frente a un protocolo de excéntricos de 12 semanas de duración en las ganancias de fuerza absoluta y relativa, y masa muscular en mujeres de 50 años o más, diagnosticadas con sarcopenia. Para ello, es necesario realizar un estudio experimental en el que participan 238 mujeres diagnosticadas con sarcopenia divididas en tres grupos: un grupo control que únicamente sigue las indicaciones de un entrenamiento de fuerza-hipertrofia genérico; y dos grupos experimentales a los que se les aplica uno de los protocolos de entrenamiento mencionados, o bien PPA o bien Excéntricos.

Palabras Clave: sarcopenia, entrenamiento, actividad física, fuerza.

Summary

Sarcopenia is defined as the loss of muscle mass accompanied by a reduction in both strength and functionality in the affected individual. The initial definition only considered the loss of muscle mass without taking into account the decrease in strength and functionality values associated with the condition. Therefore, it is important to note that the reduction in muscle strength is a significant cause of mortality and disability, along with other adverse health outcomes due to the loss of functionality. This leads to an increased likelihood of developing other associated pathologies and a high prevalence of falls in elderly individuals. On the other hand, several studies have demonstrated the effectiveness of two training protocols for improving strength and muscle mass: Post-activation Potentiation protocols (PAP) and training based on eccentric contractions. However, there is limited literature on the effects these training protocols may have on individuals with sarcopenia. Therefore, considering the potential improvements in strength and muscle mass offered by these training protocols, the aim of this study is to analyze the effects of a 3-month PAP training program compared to an eccentric protocol on absolute and relative strength gains, and muscle mass in women aged 50 or older diagnosed with sarcopenia. To achieve this, an experimental study will be conducted involving 238 women diagnosed with sarcopenia, divided into three groups: a control group following generic strength-hypertrophy training instructions only, and two experimental groups subjected to one of the mentioned training protocols, either PAP or Eccentrics.

Keywords: sarcopenia, training, physical activity, strength.

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1. Sarcopenia..... | 1 |
| 1.2. Histopatología de la sarcopenia | 1 |
| 1.3. Diagnóstico de la sarcopenia | 2 |
| 1.4. Epidemiología y estado actual | 3 |
| 1.5. Actividad física como tratamiento en población con sarcopenia...4 | 4 |
| 1.6. Entrenamiento basado en excéntricos | 5 |
| 1.7. Protocolo de potenciación post activación..... | 6 |
| 2. Justificación | 7 |
| 3. Objetivo principal e hipótesis..... | 8 |
| 3.1. Objetivo principal | 8 |
| 3.2. Objetivos secundarios | 8 |
| 3.3. Hipótesis | 9 |
| 4. Metodología | 9 |
| 4.1. Diseño..... | 9 |
| 4.2. Muestra y formación de grupos..... | 9 |
| 4.2.1. Criterios de inclusión:..... | 10 |
| 4.2.2. Criterios de exclusión:..... | 10 |
| 4.3. Variables y Material de medida | 11 |
| 4.4. Procedimiento | 13 |
| 4.4.1. Reclutamiento | 13 |
| 4.4.2. Consentimiento informado y formación previa..... | 13 |
| 4.4.3. Evaluación previa al estudio y formación de grupos | 14 |
| 4.4.4. Intervención..... | 15 |
| 4.4.5. Evaluación posterior al estudio..... | 16 |
| 4.4.6. Análisis de datos | 16 |
| 5. Equipo investigador..... | 17 |
| 5.1. Investigadores principales..... | 17 |
| 5.2. Investigadores secundarios | 17 |
| 5.3. Personal subcontratado encargado de los protocolos de entrenamientos | 18 |
| 6. Viabilidad del estudio | 18 |
| 6.1. Viabilidad del estudio | 18 |
| 6.2. Limitaciones del estudio..... | 19 |
| 7. Referencias Bibliográficas..... | 21 |

Índice de Tablas

| | |
|--|---|
| TABLA 1 PRUEBAS Y CRITERIOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE SARCOPENIA | 3 |
|--|---|

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA | 10 |
| FIGURA 2 VELOCIDAD EN M/S DE LOS PORCENTAJES DEL 1RM | 14 |

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| ANEXO I COSTOS ASOCIADOS A LA SARCOPENIA..... | 26 |
| ANEXO II NÚMERO DE MUJERES EN LA COMUNIDAD DE MADRID CON 50 AÑOS O MÁS POR GRUPOS QUINQUENALES EN EL 2022..... | 27 |
| ANEXO III CONSENTIMIENTO INFORMADO..... | 28 |
| ANEXO IV SOFTWARE DE ALEATORIZACIÓN DE GRUPOS MEDIANTE NÚMEROS (EJEMPLO 1-9) | 31 |
| ANEXO V HOJA DE ANOTACIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 32 |
| ANEXO VI CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA EN PERSONAS CON SARCOPENIA | 33 |
| ANEXO VII ORGANIGRAMA DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO DURANTE LA INTERVENCIÓN..... | 38 |
| ANEXO VIII ENCODER SPEED4LIFT PARA LA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE EJECUCIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS PORCENTAJES 1RM | 39 |
| ANEXO IX SESIONES TIPO PARA CADA PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO | 40 |
| ANEXO X ORGANIGRAMA DEL EQUIPO INVESTIGADOR..... | 41 |
| ANEXO XI CRONOGRAMA DE ACTUACIÓN DEL EQUIPO INVESTIGADOR..... | 42 |

1. Introducción

1.1. Sarcopenia

La sarcopenia se define como la pérdida de masa muscular acompañada de una reducción tanto de la fuerza como de la funcionalidad del sujeto que la padece. Gracias a este concepto más integro y actual, la sarcopenia pasó a considerarse como enfermedad totalmente independiente en el año 2016 (Suetta et al., 2019). No obstante, si nos remontamos a la primera definición publicada, la cual tuvo lugar en 1989, la sarcopenia únicamente se refería a la disminución de la masa muscular, sin tener en cuenta los valores de fuerza y funcionalidad del sujeto, además de únicamente asociarla al envejecimiento, por lo que no tenían en cuenta otras enfermedades subyacentes que pudieran provocarla (Suetta et al., 2019).

Por ello es importante saber que la reducción de fuerza muscular es una causa importante de mortalidad y discapacidad, además de otros resultados adversos para salud debido a la pérdida de funcionalidad, provocando en personas ancianas una alta prevalencia a caídas (Dhillon & Hasni, 2017). Sin embargo, la sarcopenia puede acelerarse a edades más tempranas debido a un entorno hormonal inadecuado, una mala nutrición, deterioro o pérdida de los sistemas nervioso central y periférico, así como enfermedades crónicas y falta de ejercicio físico, aumentando aún más la carga sanitaria y económica (Lu et al., 2021).

1.2. Histopatología de la sarcopenia

En el análisis más en detalle sobre el tejido muscular en personas con sarcopenia, Dhillon y Hasni (2017) detalla que no solo se pueden ver cambios en el tamaño del músculo, sino que también se pueden describir cambios en la propia calidad del tejido, produciéndose una sustitución de fibras musculares por tejido adiposo, generando cambios en el metabolismo muscular que aumentarán el estrés oxidativo, degenerando la unión neuromuscular y aumentando la fibrosis, lo que desembocará en mayor fragilidad y disfunción muscular. Por otro lado, si nos fijamos en cómo afecta la sarcopenia a los tipos de fibras musculares, se puede apreciar que las principales fibras afectadas son las de tipo 2 (contracción rápida), llegando a disminuir su tamaño hasta en un 50% lo que produce una gran disminución de la potencia y rapidez muscular mientras que las fibras tipo 1 de

contracción lenta presentan cambios, pero no tan notorios (Dhillon & Hasni, 2017). Por otro lado, en estudios comparativos con personas jóvenes y mayores, se puede ver una reducción de 50% de las fibras tipo 1 y tipo 2, lo que plantea que la sarcopenia no solo reduce el tamaño, sino que también el número de fibras musculares. (Dhillon & Hasni, 2017)

1.3. Diagnóstico de la sarcopenia

Suetta et al. (2019) explica que para el diagnóstico de la sarcopenia y medición de la masa del músculo esquelético existen pruebas de imagen como son la tomografía computarizada y la resonancia magnética, las cuales son las más populares, pero es posible el uso de otras como son la impedancia bioeléctrica o la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), siendo esta última la más recomendable para cuantificar la masa magra ya que tiene un bajo costo unido a una alta fiabilidad con bajas dosis de radiación. Además, en la última década se ha ido mejorando el software de análisis permitiendo así, evaluaciones de variaciones sobre la composición corporal más precisas con datos de mayor calidad (Suetta et al., 2019). Por otro lado, existen varios métodos o test alternativos mencionados por Dhillon y Hasni (2017), como son la circunferencia de la pierna, la velocidad de caminar y la fuerza de prensión manual indicada anteriormente, que no supone grandes gastos económicos como las pruebas de imagen mencionadas. Sin embargo, todas estas pruebas por sí solas son muy poco concluyentes o específicas para poder analizar la sarcopenia, por lo que es recomendable aplicar el mayor número posible de pruebas al sujeto a analizar (Dhillon & Hasni, 2017).

Así mismo, recalcar la existencia de criterios oficiales presentados por Cruz-Jentoft et al. (2019), como son los del Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP y EWGSOP2), que consisten en que, para determinar la sarcopenia, los sujetos deben de someterse a los tests mostrados en la tabla 1, los cuales serán distintos en función del sexo, pero indistintamente del rango de edad. Principalmente valoran tanto el volumen como la acción muscular.

Tabla 1

Pruebas y criterios para el diagnóstico de sarcopenia

| Prueba | Marcas para mujeres | Marcas para hombres | |
|--|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Fuerza de agarre | <27 kg | <16 kg | Fuerza muscular |
| Elevaciones desde una silla | >15 segundos 5 elevaciones | | |
| Masa muscular | <20 kg | <15 kg | Cantidad muscular |
| Masa muscular relacionada con la altura | <7 kg/m ² | <5.5 kg/m ² | |
| Velocidad de marcha | <0,8 m/s | | Rendimiento muscular |
| Elevaciones desde una silla + caminar 3m + volver a sentarse | ≥ 20 segundos | | |
| Caminata de 400 metros | ≥ 6 minutos/no completar | | |
| Prueba de equilibrios | ≤8 puntos | | |

Nota. Si el sujeto da positivo los criterios de fuerza muscular, la sarcopenia se considera probable. Si da positivo en fuerza muscular y cantidad muscular se diagnostica con sarcopenia. Por último, si cumple todos los criterios fuerza, cantidad y rendimiento muscular se considera sarcopenia grave. Adaptado de Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis, por Cruz-Jentoft et al. (2018). Age and ageing, 48(1), p16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>. Elaboración propia

1.4. Epidemiología y estado actual

Debido a la mejora de la calidad de vida a nivel mundial, la esperanza de vida ha llegado hasta los 60 años de media, esto hace que todos los países estén experimentando un aumento de la cantidad de población mayor, lo que provoca una mayor manifestación de los trastornos musculoesqueléticos ligados al envejecimiento (World Health Organization: WHO, 2022). De hecho, aproximadamente 1710 millones de personas sufren de trastornos musculoesqueléticos a nivel mundial, siendo el más frecuente el dolor lumbar (568

millones de personas) y a su vez siendo una de las principales causas de discapacidad en 160 países, provocando una gran limitación a nivel de movilidad, destreza y participación laboral y social, generando así dependencia (World Health Organization: WHO, 2022).

En referente a la prevalencia de la sarcopenia, se realizó un metaanálisis en el cual la prevalencia oscilaba entre el 10% y el 27% de la población de todos los estudios elegidos (Petermann-Rocha et al., 2021). Si nos fijamos en los rangos de edad, observamos que la prevalencia más alta se encuentra en Oceanía, con un 36% en personas menores de 60 años y un 27% en personas mayores de 60 años, mientras que, en Europa, encontramos que en personas menores de 60 años tienen una prevalencia del 8% y en mayores de 60 años del 10% (Petermann-Rocha et al., 2021).

Acerca de la prevalencia en España, el estudio de Salvà et al. (2016) analizó la sarcopenia en ancianos que se encuentran en residencias, con una media de edad de 87,2 años, demostrando que un 37% de las personas tenían sarcopenia, de los cuales un 15% eran hombres y un 46% mujeres, señalando una mayor afectación en mujeres. Por otro lado, al basarse en los criterios EWGSOP, hay sujetos a los que no se puede catalogar de padecer sarcopenia, sin embargo, el 90% de los sujetos analizados padecen alteraciones musculoesqueléticas, pero con la masa muscular preservada (Salvà et al., 2016).

1.5. Actividad física como tratamiento en población con sarcopenia

El tratamiento por excelencia utilizado para contrarrestar o frenar la pérdida de masa muscular debido al envejecimiento o factores adversos, siempre ha consistido en la programación del ejercicio físico (Donath et al., 2015). En concreto los programas de entrenamiento de fuerza y propiocepción han ayudado en gran medida a prevenir caídas en población mayor de 65 años que padece sarcopenia según declara Donath et al. (2015). Sin embargo, también podemos encontrar programas de ejercicios basados tanto en la fuerza explosiva y velocidad de ejecución, los cuales ayudan a mantener o aumentar los niveles de potencia muscular previniendo caídas y mejorando la calidad de vida (programas centrados en entrenamientos excéntricos mejorando la fuerza máxima y reduciendo la pérdida de masa muscular e incluso aumentándola) (Donath et al., 2015). En cuanto al uso

de entrenamientos de resistencia aeróbica, no tienen un enfoque tan centrado en la fuerza y el volumen muscular, pero con este tipo de entrenamiento los sujetos consiguen una menor fatiga provocada por el control postural y las actividades de la vida diaria, así como en los programas de fuerza mencionados anteriormente, generando la posibilidad de combinar los programas de ejercicios para obtener mejores resultados según explica Donath et al. (2015).

Respecto al deterioro neuromuscular inducido por la sarcopenia, existen programas de ejercicio físico que buscan integrar las funciones cardiocirculatorias, neuromusculares, cognitivas y sensoriomotoras con tareas que requieran cambios de dirección, toma de decisiones, patrones de anticipación y controles reactivos con fases musculares excéntricas y concéntricas, otorgando una intervención mucho más global (Donath et al., 2015).

Finalmente, en cuanto a la posibilidad de tratamiento farmacológico, es cierto que no existe un estándar o un fármaco diseñado exclusivamente para este proceso degenerativo (Dolan et al., 2019). No obstante, se podría considerar interesante la suplementación con creatina, ya que este aminoácido posee efectos tanto a nivel anabólico y anticatabólico, como bioenergéticos, consiguiendo estimular de manera más eficiente a las células madre que forman un papel clave en la regeneración muscular tras esfuerzos (Dolan et al., 2019). Todos estos aspectos hacen que combinar el tratamiento mediante ejercicio físico junto con la suplementación de creatina pueda ser óptimo para potenciar los resultados (Dolan et al., 2019).

1.6. Entrenamiento basado en excéntricos

En los entrenamientos convencionales de fuerza, el sujeto debe vencer una carga mediante una contracción muscular concéntrica, pero para que esto sea posible, previamente ha tenido que suceder un estiramiento muscular debido a que la fuerza aplicada por el músculo es menor que la carga a mover, lo que se denomina como fase muscular excéntrica (Douglas et al., 2016). En esta fase excéntrica, la tensión muscular y el estrés fisiológico producido por el alargamiento muscular, provoca efectos importantes en la arquitectura y morfología de la unidad musculo-tendinosa al igual que beneficios en la función mecánica del músculo (Douglas et al., 2016).

Una de las grandes ventajas que tienen los programas de entrenamientos basados únicamente en contracciones excéntricas, es la posibilidad de añadir cargas las cuales el sujeto no es capaz de mover de forma concéntrica como detalla Núñez et al. (2018). A esto se le conoce como “sobrecarga excéntrica”, y se debe a que es posible generar mayores niveles de fuerza en movimientos excéntricos, obteniendo así, mayores ganancias de fuerza máxima y causando un mayor estrés mecánico que provoque el aumento de masa muscular (Núñez et al., 2018).

Destacar también los cambios fisiológicos inducidos por este tipo de entrenamiento como son la reducción del porcentaje graso y aumento de la masa libre de grasa (Suárez-Arrones et al., 2018). En cuanto a la mejora de explosividad muscular, el entrenamiento basado únicamente en excéntricos con cargas supra máximas no produce grandes mejoras, sin embargo, al utilizar sistemas inerciales, si se observan mejoras sustanciales (Suárez-Arrones et al., 2018).

1.7. Protocolo de potenciación post activación

Los protocolos de potenciación post activación, también conocidos como PPA, consisten principalmente en que, tras una estimulación determinada del músculo, este es capaz de generar una mayor fuerza con cargas submáximas debido a una fosforilación de la cadena ligera reguladora de la miosina, lo que provoca una mayor creación de puentes cruzados, permitiendo tanto un aumento de la magnitud de la fuerza ante cargas submáximas, como la velocidad en aplicar la misma según Taylor-Burt et al. (2020). En el procedimiento de activación muscular, no es necesario trabajar únicamente con cargas submáximas, también se ha demostrado en personas que, tras una contracción voluntaria máxima, como puede ser un isométrico ante una carga que no es posible mover, presentan beneficios posteriores en el aumento de fuerza de contracción (Taylor-Burt et al., 2020).

En concreto, se ha demostrado mediante estudios en deportistas de élite, que los porcentajes de intensidad óptimos para realizar este protocolo se encuentra entre el 75% y el 90% de la repetición máxima (1-RM) específica Golaś et al. (2016). Por otro lado, el uso de cargas supra máximas con un fin excéntrico no tiene grandes efectos en la potencia muscular excepto con porcentajes del 130% RM en atletas muy entrenados, los cuales sí presentan variaciones en su rendimiento (Golaś et al., 2016). A su vez, los sujetos que más se benefician de los efectos de la PPA,

son los que poseen mayor cantidad de fibras musculares tipo 2, debido a que la potenciación post activación repercute altamente en la activación de este tipo de fibras (Gołaś et al., 2016). No obstante, es importante permitir el descanso necesario e individualizado entre cada serie del protocolo para poder obtener los mayores beneficios según Gołaś et al. (2016).

2. Justificación

La sarcopenia, un síndrome geriátrico vinculado al envejecimiento, ha emergido como un fenómeno preocupante caracterizado por la disminución de la masa del músculo esquelético, la fuerza muscular y el rendimiento físico, provocando una disminución de la funcionalidad llegando a generar incluso dependencia (Giallauria et al., 2016). Sus consecuencias adversas, que abarcan desde caídas y fracturas hasta insuficiencia pulmonar y deterioro cognitivo, imponen cargas sustanciales tanto en términos médicos como económicos (Giallauria et al., 2016). En el Anexo I se detalla el gasto económico que supone la sarcopenia según una revisión sistemática. (Bruyère et al., 2019).

Esta realidad subraya la necesidad de abordar de manera integral esta condición, no solo por su impacto en la calidad de vida, sino también por su implicación directa en la mortalidad prematura (Lu et al., 2021).

Investigaciones, respaldadas por Giallauria et al. (2016) y Lu et al. (2021), han identificado diversos factores que aceleran el proceso de sarcopenia, desde enfermedades crónicas hasta la propia inactividad. Las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina Deportiva y la OMS indican la importancia de la actividad física en la población mayor, destacando la necesidad de explorar enfoques específicos para prevenir y tratar esta condición (Nelson et al., 2007).

La literatura revela que, después de alcanzar la mediana edad, la masa muscular y la fuerza disminuyen significativamente, subrayando la complejidad de los cambios musculares relacionados con el envejecimiento (Ghiotto et al., 2022). A pesar de esta realidad, existe una brecha en la investigación, ya que no se ha llevado a cabo una comparación exhaustiva entre intervenciones clave, como ejercicios excéntricos y programas de PPA.

Las fracturas de cadera, costosas a nivel económico y social, están estrechamente ligadas a la sarcopenia. Según Veronese et al. (2018), las hospitalizaciones anuales en los Estados Unidos por fracturas de cadera tienen un costo significativo, indicando una relación directa entre la salud muscular y los costos asociados al tratamiento. Por tanto, es importante emprender un estudio experimental que evalúe métodos efectivos para prevenir la sarcopenia, no solo con miras a mejorar la salud, sino también a reducir los impactos económicos asociados.

En este contexto, se propone un estudio controlado aleatorizado (ECA) que compare la eficacia de ejercicios excéntricos y programas de PPA en mujeres con sarcopenia que ayude a demostrar la factibilidad de implementar estos protocolos. Además, se abordarán consideraciones éticas mediante el consentimiento informado, garantizando la confidencialidad y destacando los beneficios potenciales para los participantes y la sociedad.

Este estudio buscará contribuir a reducir la brecha existente, así como proporcionar una comprensión más profunda de las posibles intervenciones para mitigar la pérdida de masa muscular y fuerza y los problemas derivados de ello.

3. Objetivo principal e hipótesis

3.1. Objetivo principal

Analizar los efectos de un programa de entrenamiento basado en excéntricos con cargas supra máximas frente a los efectos de un programa basado en potenciación post activación durante 12 semanas para determinar cuál de los dos programas de entrenamiento es más eficaz a la hora de contrarrestar o frenar la sarcopenia en mujeres que la padecen.

3.2. Objetivos secundarios

- 1) Comparar los cambios que se producen en la fuerza máxima, potencia y explosividad tras la intervención con los dos programas propuestos.
- 2) Describir los cambios producidos en la hipertrofia y volumen muscular con ambos protocolos.

3.3. Hipótesis

El programa propuesto de entrenamiento basado en excéntricos aumenta la fuerza máxima e hipertrofia muscular, mientras que el entrenamiento basado en potenciación post activación aumenta los valores tanto de fuerza máxima como de potencia y explosividad muscular. Sin embargo, las ganancias en hipertrofia se verán en valores más reducidos con este protocolo que en el programa basado en excéntricos.

4. Metodología

4.1. Diseño

El tipo de estudio que se llevará a cabo consistirá en un estudio experimental controlado aleatorizado (ECA), en el que las mujeres participantes se dividirán en tres grupos, formando así dos grupos experimentales y un grupo control. A su vez, será simple ciego ya que los investigadores desconocerán la asignación de grupos. Se trata de un estudio experimental y longitudinal, para establecer una relación entre los efectos de los protocolos de entrenamiento mantenidos en el tiempo, por ello también tendrá un enfoque prospectivo, ya que se comenzará a recopilar datos en el momento en el que comience el estudio.

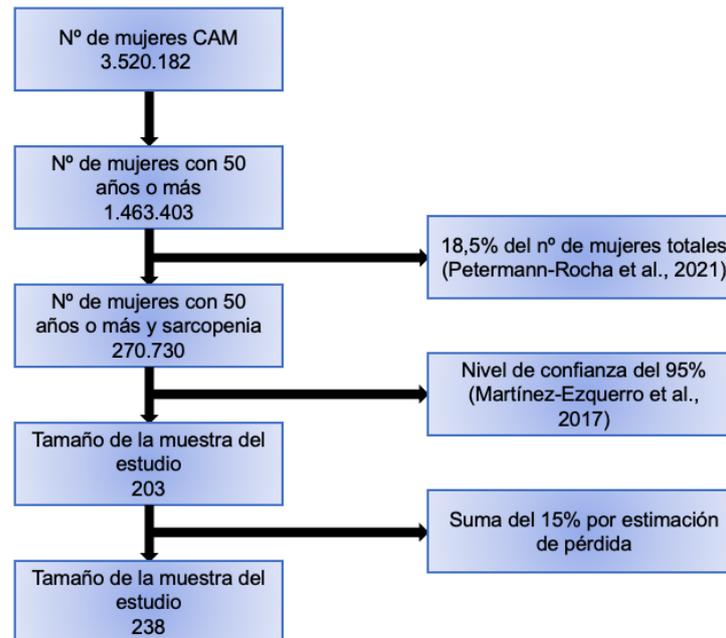
4.2. Muestra y formación de grupos

Según el INE (Instituto Nacional de Estadística) podemos encontrar un total de 3.520.182 mujeres en la Comunidad de Madrid, de las cuales 1.463.403 tienen 50 o más años como se puede observar en el Anexo II. Considerando una prevalencia de la sarcopenia entre el 10% y el 27% en la población global (Petermann-Rocha et al., 2021), se tomará una prevalencia media estimada del 18.5% de mujeres diagnosticadas con sarcopenia en la Comunidad de Madrid, dando un número aproximado de 270.730 mujeres que padecen sarcopenia. En base a este número de mujeres y tomando un 95% de nivel de confianza junto con una precisión del 3% y una proporción del 5%, el tamaño de la muestra sería de 238 mujeres teniendo en cuenta las pérdidas (Martínez-Ezquerro et al., 2017) tal y como se muestra en la Figura 1.

Por lo que corresponde a la división de los grupos remarcados anteriormente, se organizarán dos grupos experimentales (grupo A y grupo B) de 80 mujeres cada uno, y un grupo control (grupo C) de 80 mujeres totalmente aleatorios.

Figura 1

Obtención de la muestra



Nota. Elaboración propia.

4.2.1. Criterios de inclusión:

- Mujeres mayores de 50 años.
- Diagnosticadas con sarcopenia desde hace al menos 6 meses.
- Con 1 año mínimo de experiencia en el entrenamiento de fuerza.

4.2.2. Criterios de exclusión:

- Enfermedades neuromusculares graves:
 - Patologías como distrofias musculares, espasticidad u otras condiciones que afecten directamente la función neuromuscular.
- Enfermedades Metabólicas Influyentes:
 - Diabetes mellitus descontrolada, hipotiroidismo, hipertiroidismo, hipercolesterolemia, fenilcetonuria.
- Enfermedades Inflamatorias Crónicas:

- Artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, espondilitis anquilosante, psoriasis, vasculitis u otras condiciones similares, serán excluidos.
- Enfermedades Cardiovasculares Severas:
 - Insuficiencia cardíaca congestiva avanzada enfermedad vascular periférica severa, antecedentes de infarto de miocardio, angina de pecho inestable, arritmias graves, aneurisma aórtico.
- Enfermedades Respiratorias Crónicas Descompensadas:
 - Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), Asma, Fibrosis pulmonar idiopática, bronquiectasias graves, enfermedad pulmonar vascular.
- Enfermedades Renales Graves:
 - Insuficiencia renal en etapas avanzadas, enfermedad renal poliquística, nefropatía diabética, amiloidosis renal, síndrome hemolítico urémico.
- Enfermedades Neurológicas Degenerativas:
 - Enfermedad de Parkinson avanzada o la esclerosis lateral amiotrófica (ELA).
- Mujeres con Osteoporosis.
- Incompatibilidad con el ejercicio de fuerza debido a prescripción médica o imposibilidad física.
- Participación en otros estudios que puedan afectar a la condición física.
- Uso de medicamentos que afecten a la condición física.
- Problemas psiquiátricos graves.

4.3. Variables y Material de medida

- **Variables Independientes:**

Protocolo de Potenciación Post activación:

- Categoría de la variable: variable independiente
- Escala de medida: cualitativa nominal.
- Elemento de medición/ material: encoder speed4lift.
- Procedimiento: Se tomarán medidas de la velocidad de ejecución en los ejercicios de prensa, jalón al pecho y press de banca en multipower, mediante el encoder speed4lift para estimar los diferentes % de RM de cada sujeto, pudiendo de esta

manera realizar el protocolo PPA de forma individualizada, pero con la misma progresión de %RM en todos los sujetos.

Protocolo de Excéntricos:

- Categoría de la variable: variable independiente
- Escala de medida: cualitativa nominal.
- Elemento de medición/ material: encoder speed4lift.
- Procedimiento: al conocer los 1RM estimados de cada sujeto gracias a los test de velocidad de ejecución, podremos saber las cargas con las que deben trabajar en el protocolo de excéntricos siendo el mismo % para todos los sujetos, pero diferente carga para cada uno.

- **Variables Dependientes:**

Fuerza absoluta: se pretende medir la variación de fuerza, si la hay, entre el comienzo y el final del estudio.

- Categoría de la variable: variable dependiente
- Escala de medida: cuantitativa continua.
- Elemento de medición/ material: encoder speed4lift.
- Procedimiento: realización de mediciones al comienzo de la intervención y al final de las 12 semanas de la misma. Se tomarán medidas de la velocidad de ejecución en los ejercicios de sentadilla y press de banca.

Fuerza relativa (FR): se pretende medir la relación de fuerza conseguida con respecto al peso de cada sujeto.

- Categoría de la variable: variable dependiente
- Escala de medida: cuantitativa continua.
- Elemento de medición/ material: Formula de Wilk, relación entre el peso levantado y la altura (Vanderburgh et al., 1999)
- Procedimiento: realización de mediciones al comienzo de la intervención y al final de las 12 semanas de la misma. Se calculará con la fórmula de Wilk la FR de cada sujeto teniendo en cuenta el RM, estimado con el encoder speed4lift, y el peso del sujeto al inicio y final de la intervención.

Masa Muscular

- Categoría de la variable: variable dependiente
- Escala de medida: cuantitativa continua.
- Elemento de medición/ material: DEXA (Absorciometría de Rayos X de Doble Energía).

- Procedimiento: realización de mediciones al comienzo de la intervención y al final de las 12 semanas de la misma. Comparación al inicio y final de la cantidad de masa muscular de los sujetos.

4.4. Procedimiento

Con el fin de reducir la pérdida de fuerza, potencia y masa muscular en mujeres adultas diagnosticadas con sarcopenia, se ha realizado una exhaustiva revisión bibliográfica que da lugar a una nueva investigación aplicable a personas que sufren sarcopenia mediante la comparación de distintos protocolos de entrenamiento.

El estudio se realizará en base a los principios de la última adaptación de Helsinki (The World Medical Association, 2013), y siendo aprobado por el comité ético de investigación del Hospital Universitario de Getafe (Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, 2022).

4.4.1. Reclutamiento

Comenzando el reclutamiento en el mes de febrero de 2024, se procederá a contactar a los hospitales públicos de Madrid (La Paz, Gregorio Marañón, 12 de Octubre, Clínico San Carlos, Ramón y Cajal, Puerta de Hierro-Majadahonda, Princesa, Niño Jesús, Fundación Jiménez Díaz e Infanta Leonor), con el fin de obtener la muestra diagnosticada con sarcopenia que cumpla los criterios especificados.

4.4.2. Consentimiento informado y formación previa

En el mes de marzo de 2024 se procederá a realizar una formación práctica de dos semanas de duración (dos sesiones por semana), para la cual es necesario haber firmado el consentimiento informado de participación en el estudio (este documento se especifica en el Anexo III). En la formación se explicará y practicará la técnica de los ejercicios al igual que se ejecutarán sesiones para que los sujetos aprendan a ejercer la máxima fuerza posible a la máxima velocidad en los ejercicios, con esto se ayudará por un lado a familiarizar con el entrenamiento de fuerza y a reducir el índice de lesiones posibles, además de que las mediciones de fuerza-velocidad sean las más fiables posibles de cara al inicio del estudio. Con el consentimiento informado se asignará a cada sujeto un número del 1 al 240 para poder aleatorizar

la muestra mediante un software de aleatorización (Cristianvia, 2023) expuesto en el Anexo IV y formar dos grupos experimentales y un grupo control.

4.4.3. Evaluación previa al estudio y formación de grupos

A partir del mes de abril, se comenzará a realizar los tests iniciales. Estos tests consistirán, en primer lugar, una evaluación corporal mediante DEXA, y posteriormente mediciones de fuerza y potencia realizadas mediante la medición de la velocidad de ejecución para de esta forma poder estimar los porcentajes del 50,75 y 90% del 1RM, además de estimar el valor del 1RM. En cada uno de los ejercicios se tomará de referencia las velocidades expuestas por González-Badillo y Sánchez-Medina (2010) y Conceição et al. (2015) mostradas en la Figura 2, todos estos datos serán anotados en hojas de registro observables en el Anexo V. Por último, se proporcionará el cuestionario de calidad de vida SarQoL (Anexo VI) ya que se ha demostrado su fiabilidad tanto en personas que sufren de sarcopenia como en las que no, a la hora de detectar las diferencias de calidad de vida (Beaudart et al., 2023).

Figura 2

Velocidad en m/s de los porcentajes del 1RM

| <u>Ejercicios</u> | <u>Velocidad de ejecución en m/s para cada porcentaje de 1RM</u> | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| Press Banca | 0,95 | 0,87 | 0,78 | 0,7 | 0,62 | 0,55 | 0,47 | 0,39 | 0,32 | 0,25 | 0,18 |
| Remo tumbado | 1,21 | 1,13 | 1,06 | 0,99 | 0,92 | 0,85 | 0,78 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,53 |
| Prensa de piernas | 1,06 | 0,97 | 0,89 | 0,79 | 0,71 | 0,63 | 0,54 | 0,45 | 0,37 | 0,28 | 0,19 |

Nota. Elaboración propia

La primera semana de abril se llevará a cabo todas las mediciones corporales mediante DEXA, se evaluarán 50 sujetos por día, durante la franja horaria de 8 am-11 am y 12 am-15 pm, dando lugar a 8 sujetos por hora y un total de 6 horas de trabajo por día del técnico en radiodiagnóstico en DEXA. La segunda semana de abril tendrá lugar el cuestionario de calidad de vida y los test de fuerza, para ello se organizarán 5 grupos de 50 sujetos (uno por día de la semana) que deberán asistir a las 9 am para realizar el cuestionario, y a partir de las 10 am hasta las 14 pm se

realizarán las mediciones de fuerza muscular en el gimnasio de la Universidad Europea de Madrid.

4.4.4. Intervención

Finalmente, se procederá a iniciar la intervención del estudio a partir de la tercera semana de abril de 2024 y tendrá una duración de 12 semanas, finalizando la segunda semana de Julio de 2024. Cada grupo se dividirá en 3 subgrupos (27 sujetos) para que de esta forma las sesiones de entrenamiento sean viables y mantengan una duración de 1 hora. Cada grupo tendrá asignado una franja horaria que rota a lo largo de los días, junto con una asistencia a 3 sesiones de entrenamiento a la semana (Anexo VII). Cada sesión estará monitorizada por 3 titulados en Ciencias de la Actividad Física y Deporte y contará con 3 ejercicios (prensa, remo tumbado y press banca en multipower), tendrán una duración estimada de una hora y se llevarán a cabo en el gimnasio de la Universidad Europea de Madrid junto con el uso de los encoder speed4lift (Anexo VIII) del laboratorio de entrenamiento, gracias a la participación como investigador principal de uno de los profesores de la facultad. Por otro lado, en cada sesión de entrenamiento habrá 1 enfermero/a que se encargará de suplir cualquier necesidad sanitaria que surja.

El grupo A (experimental), realizará un entrenamiento de repeticiones excéntricas supramáximas tomando de referencia a Badillo y Ayestarán (2002). Cabe añadir que los sujetos recibirán ayuda para superar la fase concéntrica sin dificultad. Para ello se estimará el 110% del 1RM y 3 series de 6 repeticiones por cada ejercicio con 3 minutos de descanso ($3 \times 6(110\%1RM)/3'$).

El grupo B (experimental) realizará un entrenamiento de pirámide decreciente basado en el principio PPA y modificado de Badillo y Ayestarán (2002). Consistirá en realizar 3 series por ejercicio, pero cada serie con porcentaje menor del 1RM. La primera serie se realizará con el 90%-1RM, la segunda con el 75%-1RM, y la última con un porcentaje del 50%-1RM. A su vez el número de repeticiones aumentará a medida que descienda el porcentaje de la repetición máxima y el descanso será de 3 minutos por serie ($1 \times 2(90\%1RM) + 1 \times 6(75\%1RM) + 1 \times 10(50\%1RM)/3'$)

Por último, el grupo C (control) realizará entrenamientos de hipertrofia con cargas moderadas altas del 75%1RM (Vikberg et al., 2019). Los ejercicios tendrán un volumen de 3 series con 6 repeticiones y 3 minutos de descanso (3x6(75%1RM)/3')

Todos los protocolos de entrenamiento tendrán el mismo volumen final, otorgando 18 repeticiones totales por ejercicio, sin embargo, las intensidades serán diferentes debido a la dinámica de los distintos protocolos.

Previamente a los entrenamientos se realizarán 10 minutos de calentamiento enfocados a la movilidad articular y liberación muscular mediante el uso de un foam roller. Por otro lado, los últimos 5 minutos de la sesión serán destinados para una vuelta a la calma mediante una marcha continua a baja intensidad.

En el anexo IX se detalla una sesión tipo para cada protocolo de entrenamiento.

4.4.5. Evaluación posterior al estudio

Tras la intervención, se utilizarán las dos últimas semanas de Julio de 2024 para la reevaluación de las mediciones corporales mediante DEXA y los tests de fuerza realizados previamente a la intervención. La organización será la misma expuesta en la evaluación previa al estudio y los datos se anotarán en las mismas hojas de registro utilizadas previamente (Anexo V).

4.4.6. Análisis de datos

Para realizar el análisis de datos de los resultados obtenidos, se utilizará el software estadístico IBM SPSS v26.0 (Inc., Chicago, IL, USA). Teniendo en cuenta que la muestra de este estudio es de 240 sujetos siendo todos mujeres, su distribución se evaluará mediante tablas de frecuencia.

Tras haber recogido los datos, se analizará la distribución de todas las variables para determinar si son paramétricas (distribución normal ($p \leq 0,05$)) o no paramétricas (distribución no normal ($p > 0,05$)) a través de la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Para evaluar las variables cuantitativas (Fuerza máxima, Fuerza Relativa y Masa muscular) se recogerá la media, mediana, desviación típica y puntuación

diferencial. Para evaluar las variables cualitativas (PPA y Excéntricos) se utilizarán tablas de frecuencia (frec. Absoluta, frec. Relativa y porcentaje).

El siguiente paso, es analizar la estadística inferencial. En caso de ser variables paramétricas, para analizar la relación entre las variables de PPA y excéntricos, y las variables de Fuerza Máxima, Fuerza Relativa y Masa muscular, utilizaremos el test de Pearson (r). Por otro lado, en caso de ser variables no paramétricas, es decir, la distribución de la muestra no es normal, utilizaremos el test de Spearman para el análisis de asociación y el de Mc Nemar para el análisis de diferencias.

Además, para evaluar las medidas cuantitativas a lo largo de la intervención (pre y post) se realizará una prueba de ANOVA de medidas repetidas (distribución normal) o una prueba de Friedman (distribución no normal).

5. Equipo investigador

Seguidamente, se detallarán las personas encargadas de la realización y seguimiento del estudio, haciendo que se desarrolle de forma correcta además de cubrir todas las necesidades derivadas del proyecto. El Anexo X muestra un organigrama de la organización del equipo involucrado en el estudio.

5.1. Investigadores principales

- Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Fisioterapia, responsable tanto del desarrollo del estudio como de la intervención y reclutamiento de la muestra.
- Profesor de la facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Fisioterapia de la Universidad Europea de Madrid, responsable tanto del desarrollo del estudio como de la intervención y reclutamiento de la muestra.

5.2. Investigadores secundarios

- Grupo sanitario formado por 3 enfermeros/as, uno por cada grupo de la muestra, encargados de cubrir cualquier tipo de emergencia sanitaria en los grupos de entrenamiento.
- Un técnico especializado en el radiodiagnóstico de composición corporal mediante DEXA trabajador de la Universidad Europea de Madrid.

- Tres graduados de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte encargados del análisis de datos de las variables y de los resultados.

5.3. Personal subcontratado encargado de los protocolos de entrenamientos

- 9 titulados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 3 por cada grupo de la muestra, encargados de monitorizar y desarrollar los protocolos de entrenamiento.
- 9 graduados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 3 por cada grupo de entrenamiento, encargados de recoger los datos a analizar.

En el Anexo XI se muestra el cronograma de actuación de cada uno de los colaboradores del proyecto de estudio.

6. Viabilidad del estudio

6.1. Viabilidad del estudio

La ejecución propuesta del estudio dispone de una alta factibilidad, dado que contamos con un acceso sencillo tanto a los recursos materiales como a los recursos humanos necesarios.

En cuanto a ambos recursos mencionados, la Universidad Europea de Madrid proporcionará los medios e instrumentos necesarios para llevar a cabo pruebas específicas requeridas en este proyecto, como por ejemplo la disponibilidad y acceso al encoder speed4lift para las mediciones de fuerza necesarias como el uso del DEXA para las mediciones corporales. Además, se cuenta con las instalaciones del laboratorio de entrenamiento de dicho centro para las sesiones de entrenamiento y la realización de los tests a lo largo de la intervención.

Gracias a la colaboración con los hospitales públicos de Madrid, el estudio contará con la muestra necesaria para llevar a cabo la investigación.

Por otro lado, en las sesiones realizadas durante el procedimiento se intenta proporcionar la mayor seguridad gracias al grupo sanitario formado por 3 enfermeros/as que estarán presentes durante dichas sesiones, así como el seguimiento y supervisión de 9 entrenadores titulados en CAFYD. Estos colaboradores en el estudio realizarán una formación práctica de 3 semanas de

duración en el mes de marzo de 2024 a los sujetos de la muestra y tras esto empezarán con la intervención el mes de abril de 2024 durante 12 semanas, 3 sesiones de entrenamiento a la semana, siendo finalmente un total de 36 sesiones de entrenamiento por sujeto. Tanto los enfermeros como los titulados en CAFYD se repartirán las sesiones de los sujetos resultando en que durante 3 semanas cada entrenador trabajará 3 días siendo lunes, miércoles y viernes durante 7 horas cada día.

Desde la perspectiva financiera, el proyecto se financia a través de la concesión de AYUDAS A LA INVESTIGACION IGNACIO H. DE LARRAMENDI proporcionado por la Fundación Mapfre. Se estima que con una asignación de 30.000 euros se podrán cubrir los costos asociados a la ejecución de este proyecto, tanto los recursos materiales como el personal profesional involucrado en el estudio.

Cabe añadir que, tras la obtención de los resultados, se dará la oportunidad a los sujetos de poder realizar el protocolo de entrenamiento que mayor beneficio otorgue a las personas que padezcan sarcopenia.

6.2. Limitaciones del estudio

En relación con las posibles limitaciones, podríamos enfrentarnos a desafíos al intentar alcanzar el número necesario de participantes, tal como se determinó a través del cálculo de la muestra.

Por otro lado, la falta de consistencia y el eventual abandono de los participantes a lo largo de todo el programa de entrenamiento podrían añadir complejidad al desarrollo del estudio.

Considerando el periodo de 12 semanas, es crucial asegurar el compromiso de asistencia, el cual podría verse influenciado por factores como la presencia de otras enfermedades, la falta de interés por parte de los participantes, posibles lesiones durante la intervención, entre otros. Asimismo, establecer un horario adecuado para todos los sujetos podría presentar desafíos logísticos adicionales.

Como alternativas ante estas posibles limitaciones proponemos ampliar el periodo de reclutamiento para aumentar el tamaño de la muestra y llegara al objetivo planteado de sujetos, explorar la posibilidad de colaborar con más instituciones para reclutar más participantes, implementar estrategias de incentivos para motivar la participación, establecer una comunicación constante y apoyo emocional para

mantener la motivación y prevenir la falta de consistencia y abandonos, proporcionar flexibilidad en los horarios para adaptarse a las diversas circunstancias de los participantes. En general, la flexibilidad, la comunicación efectiva y la adaptabilidad son clave para abordar estas limitaciones potenciales, permitiendo así una implementación más exitosa del estudio. Por otro lado, si se da el caso de no disponer de materiales de medida como el encoder speed4lift aportado por la universidad planteamos la opción de utilizar el acelerómetro ActiGraph (Wu et al., 2023).

7. Referencias Bibliográficas

- Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. (2022, 13 diciembre). Portada. <https://www.aemps.gob.es/>
- Asociación Médica Mundial. (2013). Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.7.
- Beudart, C., Reginster, J. Y., Amuthavalli Thiyagarajan, J., Bautmans, I., Bauer, J., Burlet, N., Cesari, M., Cherubini, A., Cooper, C., Cruz-Jentoft, A. J., Dawson-Hughes, B., Fielding, R. A., Harvey, N. C., Landi, F., Laslop, A., Maggi, S., Montero-Erasquin, B., Concepción, P. Y. M., Rolland, Y., Rizzoli, R., ... Bruyère, O. (2023). Measuring health-related quality of life in sarcopenia: summary of the SarQoL psychometric properties. *Aging clinical and experimental research*, 35(8), 1581–1593. <https://doi.org/10.1007/s40520-023-02438-3>
- Bruyère, O., Beudart, C., Ethgen, O., Reginster, J. Y., & Locquet, M. (2019). The health economics burden of sarcopenia: A systematic review. *Maturitas*, 119, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.11.003>. PMID: 30502752.
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jiménez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of sports sciences*, 34(12), 1099–1106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
- Cristianvia. (2023, 26 noviembre). ▷ Generador de grupos aleatorios - RecursosTIC.net. RecursosTIC.net. <https://recursostic.net/generador-de-grupos-aleatorios/>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2 (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and

diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16–31.

<https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>

Dhillon, R. J., & Hasni, S. (2017). Pathogenesis and management of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 33(1), 17-26.

<https://doi.org/10.1016/j.cger.2016.08.002>

Dolan, E., Artioli, G. G., Pereira, R. M. R., & Gualano, B. (2019, October 23). Muscular Atrophy and Sarcopenia in the Elderly: Is There a Role for Creatine Supplementation? *Biomolecules*, 9(11), 642.

<https://doi.org/10.3390/biom9110642>.

Donath, L., Van Dieën, J. H., & Faude, O. (2015). Exercise-Based fall Prevention in the elderly: What about agility? *Sports Medicine*, 46(2), 143-149.

<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0389-5>

Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. R. (2016). Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic review. *Sports Medicine*, 47(5), 917-941.

<https://doi.org/10.1007/s40279-016-0628-4>

Ghiotto, L., Muollo, V., Tatangelo, T., Schena, F., & Rossi, A. P. (2022, July 28). Exercise and physical performance in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 913953.

<https://doi.org/10.3389/fendo.2022.913953>.

Giallauria, F., Cittadini, A., Smart, N. A., & Vigorito, C. (2016). Resistance training and sarcopenia. *Monaldi archives for chest disease*, 84(1-2).

<https://doi.org/10.4081/monaldi.2015.738>

Gołaś, A., Maszczyk, A., Zając, A., Mikołajec, K., & Šťastný, P. (2016). Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of Human Kinetics*, 52(1), 95-106.

<https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0197>

González Badillo, J. J., Gorostiaga Ayestarán, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. España: INDE Publicaciones.

- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(05), 347-352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Guía: Determinación del tamaño muestral - Fisterra. (2023). <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/#sec4>
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (s. f.-b). Población por comunidades, edad (grupos quinquenales), Españoles/Extranjeros, sexo y año. INE. <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e245/p08/l0/&file=02002.px#!tabs-grafico>
- Lu, L., Mao, L., Feng, Y., Ainsworth, B. E., Liu, Y., & Chen, N. (2021, December 15). Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 21(1), 708. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02642-8>.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., ... Castaneda-Sceppa, C. (2007, August). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1435-1445. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616aa2>.
- Núñez, F., Santalla, A., Carrasquilla, I., Reina, J. I., & Suárez-Arrones, L. (2018). The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PLOS ONE*, 13(3), e0193841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193841>
- Petermann-Rocha, F., Balntzi, V., Gray, S. R., Lara, J., Ho, F. K., Pell, J. P., & Celis-Morales, C. (2021). Global prevalence of sarcopenia and Severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(1), 86-99.

<https://doi.org/10.1002/jcsm.12783>

P-Themes. (s. f.). Improve your strength | Velocity based training. Vitruve Store EU. https://shop.eu.vitruve.fit/?gclid=CjwKCAiAmsurBhBvEiwA6e-WPKgkwIAds6jqLmXSAvqSldgUHUSPu8a1cg00pvrVRffcqdrvj9PrdRoCr4gQAvD_BwE

Salvà, A., Rexach, J. A. S., Artaza, I., Formiga, F., Luque, X. R. I., Cuesta, F., López-Soto, A., Masanés, F., Ruiz, D., & Cruz-Jentoft, A. J. (2016). La prevalencia de sarcopenia en residencias de España: comparación de los resultados del estudio multicéntrico ELLI con otras poblaciones. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 51(5), 260-264. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2016.02.004>

SARQOL | Sarcopenia - Quality of Life. (s. f.). <https://www.sarqol.org/en>

Suárez-Arrones, L., De Villarreal, E. S., Núñez, F., Di Salvo, V., Petri, C., Buccolini, A., Maldonado, R. A., Torreño, N., & Méndez-Villanueva, A. (2018). In-season eccentric-overload training in elite soccer players: effects on body composition, strength and sprint performance. *PLOS ONE*, 13(10), e0205332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205332>

Suetta, C., Haddock, B., Alcázar, J., Noerst, T., Hansen, O. M., Ludvig, H., Kamper, R. S., Schnohr, P., Prescott, E., Andersen, L. L., Frandsen, U., Aagaard, P., Bülow, J., Hovind, P., & Simonsen, L. (2019). The Copenhagen Sarcopenia Study: Lean mass, strength, power, and physical function in a Danish cohort aged 20–93 years. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 10(6), 1316-1329. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12477>

Taylor-Burt, K. R., Konow, N., & Biewener, A. A. (2020). Post-activation muscle potentiation and its relevance to cyclical behaviours. *Biology Letters*, 16(6), 20200255. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0255>.

Vanderburgh, P. M., & Batterham, A. M. (1999). Validation of the Wilks powerlifting formula. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(12), 1869-1875. <https://doi.org/10.1097/00005768-199912000->

00027. PMID: 10613442.

Veronese, N., & Maggi, S. (2018). Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury*, 49(8), 1458–1460. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.04.015>

Vikberg, S., Sörlén, N., Brandén, L., Johansson, J., Nordström, A., Hult, A., & Nordström, P. (2019). Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.09.011>

World Health Organization: WHO. (2022, 14 julio). Trastornos musculoesqueléticos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Wu, W. J., Yu, H. B., Tai, W. H., Zhang, R., & Hao, W. Y. (2023). Validity of Actigraph for Measuring Energy Expenditure in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sensors (Basel)*, 23(20), 8545. <https://doi.org/10.3390/s23208545>. PMID: 37896640; PMCID: PMC10610851.

ANEXOS

Anexo I

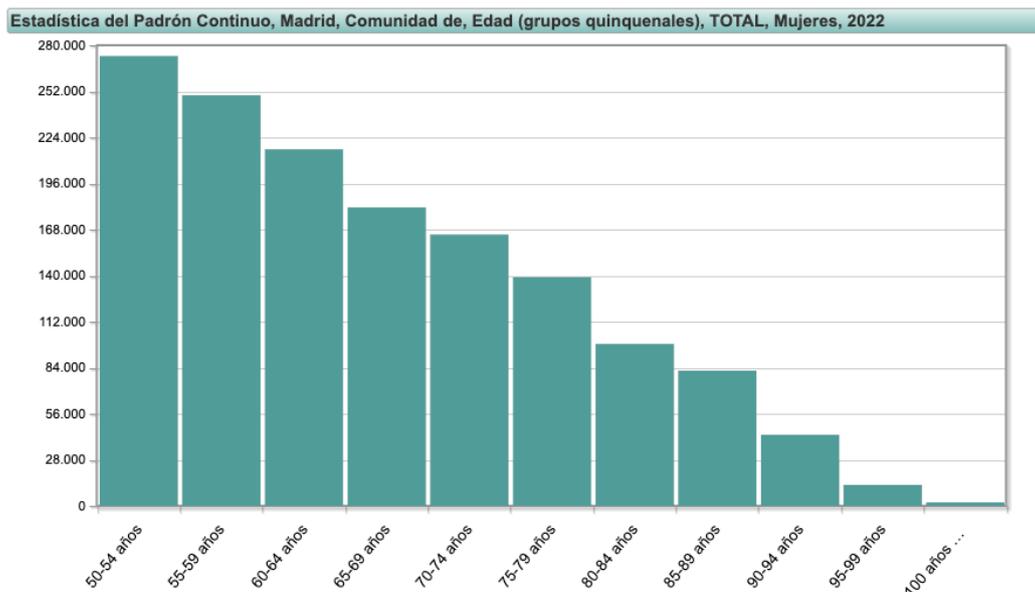
Costos asociados a la sarcopenia

| | <i>Tipo de costo de atención médica</i> | <i>Costo del sarcopénico</i> | <i>valor p</i> | <i>Tipo de costo de atención médica</i> | <i>Costo del sarcopénico</i> |
|----------------------|--|------------------------------|----------------|---|------------------------------|
| <i>Sousa, 2016</i> | Costos hospitalarios totales medios durante la estancia hospitalaria | 3151 € | <0,00 1 | / | / |
| <i>Huang, 2016</i> | Costos hospitalarios medios | 63.995,8 yenes | 0.001 | / | / |
| <i>Gani, 2016</i> | Costos hospitalarios medios (sistema de salud) | \$38.804 | <0,00 1 | Mediana de pagos netos totales (paciente) | \$37 335 |
| <i>Lo, 2017</i> | Costo medio de hospitalización | \$77 500 | <0,00 1 | Gasto médico total medio | \$102 000 |
| <i>Kaplan, 2016</i> | Costos hospitalarios medios | \$ 31600 | 0,82 | / | / |
| <i>Kirk, 2015</i> | Costos hospitalarios medios | \$67 525 | <0,00 1 | / | / |
| <i>Bokshan, 2017</i> | Costo total medio de hospitalización | \$53 128 | 0,04 | / | / |

Nota. Síntesis de los análisis de costos entre los 14 estudios incluidos de la revisión. Recuperado de “The health economics burden of sarcopenia: A systematic review”, por Bruyère, O., Beudart, C., Ethgen, O., Reginster, J. Y., & Locquet, M., 2019, *Maturitas*, 119, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.11.003>.

Anexo II

Número de mujeres en la Comunidad de Madrid con 50 años o más por grupos quinquenales en el 2022



Nota. Recuperado de “Estadística del padrón continuo, Madrid, Comunidad de, edad (grupos quinquenales), total, mujeres, 2022”, por INE, s. f., <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e245/p08/l0/&file=02002.px#ltabs-grafico>

Anexo III

Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Estudio: “Optimización del rendimiento muscular en mujeres con sarcopenia: comparación entre protocolo de potenciación post activación y entrenamiento basado en excéntricos”.

Investigadores Principales:

- Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Fisioterapia
- Profesor de la facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Fisioterapia de la Universidad Europea de Madrid

Información del estudio:

La sarcopenia es un proceso de pérdida tanto de masa como de funcionalidad muscular. Esta puede manifestarse debido a causas naturales de envejecimiento, como a la baja actividad física o patologías asociadas. Debido a la disminución de la funcionalidad, esto puede provocar casos de dependencia de cara a familiares y amigos.

Las investigaciones actuales declaran que el mejor tratamiento para contrarrestar la sarcopenia es el ejercicio físico, en concreto, el entrenamiento de fuerza e hipertrofia. Por ello, este estudio trata de comparar 2 protocolos de entrenamientos distintos con el fin de poder elaborar programas de entrenamiento más eficientes enfocados a personas diagnosticadas con sarcopenia.

Tests y valoraciones corporales:

- Cuestionario sobre la calidad de vida tanto al principio como al final del estudio.
- Mediciones de fuerza y potencia muscular al principio y al finalizar el estudio.
- Mediciones de la composición corporal mediante DEXA, al principio y al final del estudio.
- Participar en 3 sesiones de entrenamiento por semana durante 12

semanas.

Objetivos del estudio:

Los objetivos del estudio consistirán en analizar los efectos de un programa de entrenamiento basado en excéntricos con cargas supramáximas frente a un protocolo de potenciación post activación para determinar cuál de los dos es más beneficioso a la hora de contrarrestar o frenar los efectos de la sarcopenia.

Por otro lado, los objetivos secundarios serán analizar los cambios producidos en la fuerza máxima, potencia y explosividad muscular, al igual que examinar las variaciones de volumen e hipertrofia muscular inducidas por los entrenamientos.

Duración del estudio:

El estudio tendrá una duración de 12 semanas.

Número de participantes:

El estudio constará con una participación total de 240 mujeres

Seguros:

Se contratará un seguro que se hará cargo de cualquier necesidad e inconveniente que pueda surgir en relación a la salud de los sujetos involucrados en la participación del estudio.

Formulario:

Yo _____ con DNI_____ he recibido la información necesaria otorgada por _____ colaborador/a del estudio.

Tras la lectura de este documento declaro que:

- He leído y comprendido la información otorgada en el documento.
- He comprendido que mi participación es voluntaria.
- He comprendido los fines de la investigación como su naturaleza.
- He comprendido que mis datos serán tratados de forma confidencial, de forma que los colaboradores puedan revisarlas para poder realizar el estudio.

Fecha:

Firma del Investigador:

Firma del participante:

Cancelación del consentimiento informado

Yo _____ con DNI _____ cancelo mi consentimiento para participar la investigación: “Optimización del rendimiento muscular en mujeres con sarcopenia: comparación entre protocolo de potenciación post activación y entrenamiento basado en excéntricos”

Fecha:

Firma:

Nota. Elaboración propia.

Anexo IV

Software de aleatorización de grupos mediante números (ejemplo 1-9)

Cantidad de grupos:

Generador de grupos

Escribe los nombres separados por comas:

1 x 2 x 3 x 4 x 5 x 6 x 7 x 8 x 9 x

Grupo 1
1
5
7

Grupo 2
6
2
8

Grupo 3
4
9
3

Crear grupos

Nota. Recuperado de “Generador de grupos aleatorios”
<https://recursostic.net/generador-de-grupos-aleatorios/>

Anexo V

Hoja de anotación de los resultados

| | |
|------------------------|--|
| Número asignado | |
|------------------------|--|

| | | |
|-------------|----------------|--|
| DEXA | %Grasa | |
| | %Masa Magra | |
| | %Masa Muscular | |

| Medición de fuerza | Ejercicio | %1RM | Velocidad Ejecución | Estimación 1RM |
|---------------------------|---------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|
| | Press Banca (Multipower) | 90 | | |
| | | 75 | | |
| | | 50 | | |
| | Prensa de piernas | 90 | | |
| | | 75 | | |
| | | 50 | | |
| | Remo tumbado | 90 | | |
| | | 75 | | |
| | | 50 | | |

Nota. Elaboración propia

Anexo VI

Cuestionario de calidad de vida en personas con sarcopenia



Cuestionario I Duración: ± 10 min.

Calidad de vida en la sarcopenia

Este cuestionario trata sobre la **sarcopenia**

Consiste en una **debilidad muscular que aparece con la edad** y que puede repercutir en su vida cotidiana. Esta encuesta nos permitirá saber si este estado muscular **afecta a su calidad de vida actual**.

Por favor, marque **la respuesta más apropiada** para cada pregunta. Responder a este cuestionario sólo le llevará unos 10 minutos.

1. Actualmente, ¿sufre usted una disminución:

| | Mucho | Bastante | Un poco | Nada en absoluto |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| De fuerza en los brazos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| De fuerza en las piernas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| De masa muscular ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| De energía? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| De capacidades físicas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| De flexibilidad muscular? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. ¿Sufre usted dolores musculares?

- Frecuentemente
- De vez en cuando
- Casi nunca
- Nunca



3. Cuando realiza esfuerzos físicos **ligeros** (andar despacio, planchar, limpiar el polvo, lavar los platos, hacer bricolaje, recoger piñas o frutos en el jardín, regar el jardín, etc.) ¿se resiente:

| | Frecuentemente | De vez en cuando | Casi nunca | Nunca | Nunca realizo esfuerzos físicos de este tipo |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| De la dificultad? | <input type="checkbox"/> |
| Del cansancio? | <input type="checkbox"/> |
| Del dolor? | <input type="checkbox"/> |

4. Cuando realiza esfuerzos físicos **moderados** (andar rápido, limpiar los cristales, pasar el aspirador, lavar el coche, arrancar las malas hierbas del jardín, etc.) ¿se resiente:

| | Frecuentemente | De vez en cuando | Casi nunca | Nunca | Nunca realizo esfuerzos físicos de este tipo |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| De la dificultad? | <input type="checkbox"/> |
| Del cansancio? | <input type="checkbox"/> |
| Del dolor? | <input type="checkbox"/> |

5. Cuando realiza esfuerzos físicos **importantes** (correr, hacer una excursión, levantar objetos pesados, mudarse, cavar en el jardín, etc.), ¿se resiente:

| | Frecuentemente | De vez en cuando | Casi nunca | Nunca | Nunca realizo esfuerzos físicos de este tipo |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| De la dificultad? | <input type="checkbox"/> |
| Del cansancio? | <input type="checkbox"/> |
| Del dolor? | <input type="checkbox"/> |

6. Actualmente, ¿tiene usted el sentimiento de ser mayor?

- Sí, totalmente
- Sí, bastante
- Sí, un poco
- No, en absoluto



7. Si la respuesta es sí, ¿qué es lo que le produce esta impresión?
(Puede elegir varias respuestas)

- Caigo enfermo más fácilmente
- Tomo muchos medicamentos
- Siento debilidad muscular
- Tengo problemas de memoria
- Varias personas cercanas han fallecido
- Tengo menos energía, me canso más a menudo
- Mi vista ha empeorado
- Otro:

8. ¿Se siente físicamente débil?

- Sí, totalmente
- Bastante
- Un poco
- Nada en absoluto

9. Actualmente, ¿sufre limitación en:

| | Mucho | Bastante | Un poco | Nada en absoluto |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| El tiempo de paseo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| El número de veces que va andando a los sitios? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Las distancias de los paseos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| La velocidad de su marcha? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| La longitud de sus pasos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

10. Cuando anda...

| | Frecuentemente | De vez en cuando | Casi nunca | Nunca | Ya no ando |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ¿Siente una fatiga importante? | <input type="checkbox"/> |
| ¿Necesita sentarse regularmente para recuperarse? | <input type="checkbox"/> |
| ¿Tiene dificultades para cruzar una carretera o una calle suficientemente rápido? | <input type="checkbox"/> |
| ¿Tiene dificultades en terrenos irregulares? | <input type="checkbox"/> |



11. ¿Tiene problemas de equilibrio?

- Frecuentemente
- De vez en cuando
- Casi nunca
- Nunca

12. ¿Se cae?

- Frecuentemente
- De vez en cuando
- Casi nunca
- Nunca

13. ¿Cree usted que su aspecto físico ha cambiado?

- Sí, totalmente
- Sí, bastante
- Sí, un poco
- No, en absoluto

14. Si la respuesta es sí, ¿de qué manera?

(Puede elegir varias respuestas)

- Cambios en el peso (aumento o pérdida de peso)
- Aparición de arrugas
- Disminución de la talla (altura)
- Pérdida de masa muscular
- Pérdida de pelo
- Aparición de canas/pelo gris
- Otro:

15. Si la respuesta es sí, ¿se siente inquieto por este cambio?

- Mucho
- Bastante
- Un poco
- Nada



16. ¿Tiene la sensación de ser frágil?

- Sí, totalmente

- Un poco

- Nada en absoluto

17. Actualmente, ¿tiene dificultades para realizar estas actividades de la vida cotidiana?

| | Totalmente incapaz | Mucha dificultad | Poca dificultad | Sin dificultad | Nunca realizo esta actividad |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Subir un tramo de escaleras | <input type="checkbox"/> |
| Subir varios tramos de escaleras | <input type="checkbox"/> |
| Subir uno o varios escalones sin barandilla | <input type="checkbox"/> |
| Ponerse de cuclillas o arrodillarse | <input type="checkbox"/> |
| Agacharse o inclinarse para recoger un objeto del suelo | <input type="checkbox"/> |
| Levantarse del suelo sin apoyo | <input type="checkbox"/> |
| Levantarse de un sillón bajo o una silla sin reposabrazos | <input type="checkbox"/> |
| Pasar, de forma general, de estar sentado a ponerse de pie | <input type="checkbox"/> |
| Cargar objetos pesados (bolsa de la compra grande, cacerola llena de agua, etc...) | <input type="checkbox"/> |
| Abrir una botella o un tarro | <input type="checkbox"/> |
| Utilizar el transporte público | <input type="checkbox"/> |
| Subir o bajar de un coche | <input type="checkbox"/> |
| Hacer la compra | <input type="checkbox"/> |
| Hacer las tareas del hogar, como hacer la cama, pasar el aspirador, planchar, lavar los platos, etc... | <input type="checkbox"/> |

Nota. Recuperado de SARQOL | Sarcopenia - Quality of Life. (s. f.). <https://www.sarqol.org/en>

Anexo VII

Organigrama de las sesiones de entrenamiento durante la intervención

| Horas | Lunes | | Martes | Miercoles | | Jueves | Viernes | |
|-------------|---------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|
| 8:00-9:00 | Grupo A (Experimental) | Subgrupo A | <i>Libre</i> | Grupo C (Control) | Subgrupo C | <i>Libre</i> | Grupo B (Experimental) | Subgrupo B |
| 9:00-10:00 | | Subgrupo A | | | Subgrupo C | | | Subgrupo B |
| 10:00-11:00 | | Subgrupo A | | | Subgrupo C | | | Subgrupo B |
| 11:00-12:00 | Grupo B (Experimental) | Subgrupo B | | Grupo A (Experimental) | Subgrupo A | | Grupo C (Control) | Subgrupo C |
| 12:00-13:00 | | Subgrupo B | | | Subgrupo A | | | Subgrupo C |
| 13:00-14:00 | | Subgrupo B | | | Subgrupo A | | | Subgrupo C |
| 16:00-17:00 | Grupo C (Control) | Subgrupo C | | Grupo B (Experimental) | Subgrupo B | | Grupo A (Experimental) | Subgrupo A |
| 17:00-18:00 | | Subgrupo C | | | Subgrupo B | | | Subgrupo A |
| 18:00-19:00 | | Subgrupo C | | | Subgrupo B | | | Subgrupo A |

Nota. Elaboración propia

Anexo VIII

Encoder speed4lift para la medición de la velocidad de ejecución y estimación de los porcentajes 1RM



Nota. Recuperado de “Improve your strength | Velocity based training” por P-Themes. (s. f.) https://shop.eu.vitruve.fit/?gclid=CjwKCAiAmsurBhBvEiwA6e-WPKgkwIAds6jqLmXSAvgSldgUHUSPu8a1cg00pvrVRffcqdrvj9PrdRoCr4gQAvD_BwE

Anexo IX

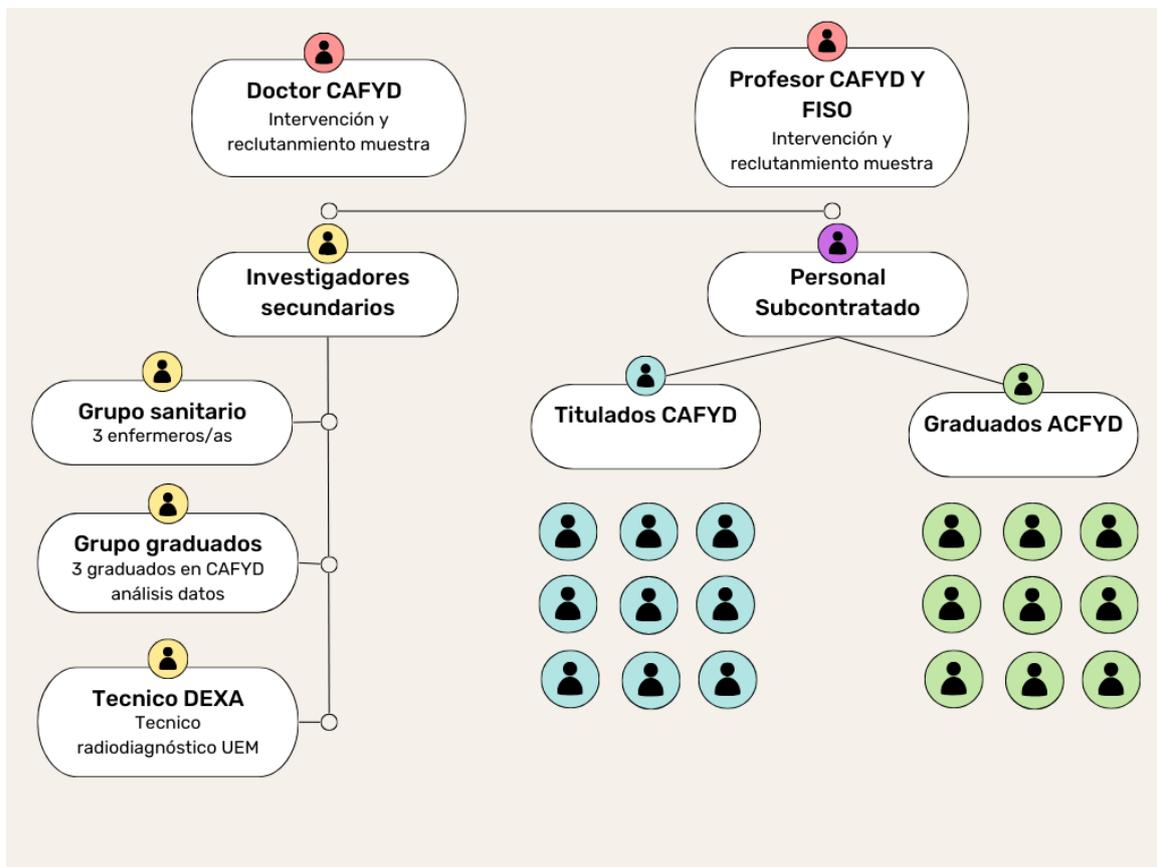
Sesiones tipo para cada protocolo de entrenamiento

| Calentamiento General para todos los protocolos (10 minutos) | | Movilidad articular junto con liberación fascial y muscular mediante foam roller | | | |
|---|--|--|---------------|---------------------|-------------|
| | | Aproximaciones a los pesos objetivos en los ejercicios a realizar | | | |
| Parte principal (45 minutos) | <u>Protocolos de entrenamiento</u> | <u>Ejercicios</u> | <u>series</u> | <u>repeticiones</u> | <u>%1RM</u> |
| | Protocolo de repeticiones excéntricas (Grupo A-Experimental) | Prensa de piernas | 3 | 6 | 110% |
| | | Press banca (multipower) | | | |
| | | Remo tumbado | | | |
| | Protocolo de potenciación post activación (Grupo B-Experimental) | Prensa de piernas | 1 | 2 | 90% |
| | | | 1 | 6 | 75% |
| | | | 1 | 10 | 50% |
| | | Press banca (multipower) | 1 | 2 | 90% |
| | | | 1 | 6 | 75% |
| | | | 1 | 10 | 50% |
| Remo tumbado | | 1 | 2 | 90% | |
| | | 1 | 6 | 75% | |
| | | 1 | 10 | 50% | |
| Entrenamiento de Fuerza-Hipertrofia (Grupo C-Control) | Prensa de piernas | 3 | 6 | 75% | |
| | Press banca (multipower) | | | | |
| | Remo tumbado | | | | |
| Vuelta a la Calma (5 minutos) | | Marcha continua a baja intensidad | | | |

Nota. Elaboración propia

Anexo X

Organigrama del equipo investigador



Nota. Elaboración propia.

Anexo XI

Cronograma de actuación del equipo investigador

| Actividades y tareas | Persona responsable | M1 | M2 | M3 | | | | M4 | | | | M5 | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Feb 2024 | Marzo | Abril | Abril | Abril | Abril | Mayo | Mayo | Mayo | Mayo | Junio | Junio | Junio | Junio | Julio | Julio | Julio | Julio |
| | | | | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| Reclutamiento | Doctor CAFYD/Profesor CAFYD Y FIS | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Firma consentimiento | Doctor CAFYD/Profesor CAFYD Y FIS | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo de Formación | Titulados CAFYD | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evalu. C. Corporal DEXA | Técnico Radiodiagnóstico | | | x | | | | | | | | | | | | | | x | x |
| Test de Fuerza | Titulados CAFYD | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | x |
| Cuestionario Calidad vida | Doctor CAFYD/Profesor CAFYD Y FIS | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| aleatorización muestra | Doctor CAFYD/Profesor CAFYD Y FIS | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| Entrenamientos | Titulados CAFYD | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 enfermero/a | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| Análisis de los resultados | Graduados CAFYD | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x |

Nota. Elaboración propia.