



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y
resistencia cardiovascular en individuos con
Sarcopenia: un proyecto de investigación

Efficacy of a program of muscle strengthening and cardiovascular endurance in
individuals with Sarcopenia: a research project

Eficacia dun protocolo de fortalecemento muscular e resistencia cardiovascular
en individuos con Sarcopenia: un proxecto de investigación



Facultad de Fisioterapia

Alumna: Dña. Alba Vila Veiga

DNI: 32718201B

Tutora: Dña. Isabel Raposo Vidal

Convocatoria: Junio 2020

AGRADECIMIENTOS

Antes de comenzar con la exposición del proyecto propiamente dicho me gustaría mostrar mi agradecimiento a todas aquellas personas que lo han hecho posible y han estado conmigo incondicionalmente durante su realización.

En primer lugar, a mi profesora y tutora Isabel Raposo Vidal por su apoyo, asesoramiento y dedicación durante el desarrollo del trabajo y por ser una de las personas que a lo largo de la carrera ha despertado en mí el interés por la fisioterapia geriátrica y, por tanto, por este proyecto.

En segundo lugar, a mis compañeros y amigos de esta etapa universitaria, por su colaboración y por su cariño tanto durante la realización del trabajo como en los momentos de descanso. Gracias por estar siempre a mi lado durante estos cuatro años.

En tercer lugar, a mi familia y a mis amigos de toda la vida por haberme apoyado siempre y por ayudarme a conseguir llevar de la mejor manera posible estos últimos meses tan diferentes y difíciles para todos.

En último lugar, pero no menos importante, me gustaría hacer una mención especial a todos aquellos pacientes que han formado parte de mi formación a lo largo de la carrera y han motivado con sus ganas de mejorar y su afecto mi interés por su rehabilitación funcional.

Por todo ello, una parte de este trabajo también es vuestra.

¡Mil gracias a todos!

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
1. ABSTRACT	2
1. RESUMO	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1. Tipo de trabajo	4
2.2. Motivación personal	4
3. CONTEXTUALIZACIÓN	5
3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA.....	5
3.1.1 Envejecimiento	5
3.1.2. Sarcopenia	6
3.1.3 Ejercicio terapéutico y sarcopenia.....	13
3.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	16
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	17
4.1. Hipótesis: nula y alternativa	17
4.2. Pregunta de investigación	17
4.3. Objetivos	17
4.3.1. General.....	17
4.3.2. Específicos	17
5. METODOLOGÍA	18
5.1. Estrategias de búsqueda bibliográfica.....	18
5.1.1 Criterios de selección.....	18
5.1.2 Gestión de los resultados de la búsqueda y selección de artículos.....	19
5.1.3 Variables de estudio	19
5.1.4 Resultados de la búsqueda bibliográfica.....	20
5.1.5 Variables e Instrumentos de medida de los artículos analizados:	22
5.2. Ámbito de estudio	23
5.3. Período de estudio	24
5.4. Tipo de estudio	25
5.5. Criterios de selección.....	26
5.6. Justificación del tamaño muestral	26
5.7. Selección de la muestra	27

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

5.8. Descripción de las variables a estudiar	28
5.9. Mediciones e intervención.....	35
5.9.1 Mediciones	35
5.9.2 Intervención: Programa de ejercicio terapéutico	36
5.10. Análisis estadístico de los datos.....	43
5.11. Limitaciones del estudio y posibles sesgos	44
6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO.....	46
7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES	47
8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO	48
9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS	48
10. MEMORIA ECONÓMICA	49
10.1 Recursos necesarios.....	49
10.2 Distribución del presupuesto	50
10.3 Posibles fuentes de financiación	51
11. BIBLIOGRAFÍA	52
12. ANEXOS	57
1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	57
2. CONSENTIMIENTO INFORMADO	61
3. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS	65
4. IPAC	69
5. CUESTIONARIO DE SALUD SF-36	72
6. SPPB.....	76
7. 6MWT	77
8. Nº DE CAÍDAS (FES-I)	78
9. INTERVENCIÓN: CALENTAMIENTO.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e Instrumentos de medida utilizados en los artículos analizados ..	23
Tabla 2. Clasificación de las variables a estudiar	28
Tabla 3. Descripción de las variables a estudiar.....	29
Tabla 4. Dosificación fortalecimiento y resistencia.....	37
Tabla 5. Ejercicios (6 primeras semanas).....	39
Tabla 6. Circuito de agilidad	40
Tabla 7. Ejercicios (6 últimas semanas)	41
Tabla 8. Ejercicios de flexibilidad.....	43
Tabla 9. Cronograma y plan de trabajo	46
Tabla 10. Distribución del presupuesto.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de fragilidad ²³	12
Figura 2. Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos en la ciudad de A Coruña .	24
Figura 3. Cálculo del tamaño muestral con la fórmula de Murray y Larry (2005)	27
Figura 4. Cuestionario FRAIL para detección de fragilidad.....	31
Figura 5. Fenotipo de FRIED.....	31
Figura 6. Escala de Borg	34

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

SIGLAS	SIGNIFICADO
AVD	Actividades de la vida diaria
cm	Centímetros
ECA	Ensayo clínico controlado aleatorizado
ERP	Ejercicios de resistencia progresiva
ET	Ejercicio terapéutico
EWGSOP	European Working Group on Sarcopenia in Older People
FC	Frecuencia cardíaca
FCM	Frecuencia cardíaca máxima
IMC	Índice de masa corporal
kg	Kilogramos
L/min	Litros/minuto
m	Metros
MMII	Miembros inferiores
MMSS	Miembros superiores
OMS	Organización mundial de la salud
PPM	Pulsaciones por minuto
RM	Repetición máxima
ROS	Especies reactivas de oxígeno
S	Segundos
SatO2	Saturación de oxígeno
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxígeno
VVM	Máxima ventilación voluntaria

1. RESUMEN

Introducción: La sarcopenia puede definirse, según criterios del EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People), como la pérdida de fuerza, masa y función muscular secundaria al envejecimiento. Además, suele asociarse con un aumento del riesgo de caídas y fracturas por fragilidad. En diferentes revisiones, se ha registrado una prevalencia de sarcopenia entre el 5-13% en pacientes mayores de 60 años, del 20% en las personas mayores de 70 años y del 50% de las mayores de 80 años, por lo que representa un importante problema sanitario.

El interés de este proyecto radica en el incremento de la esperanza de vida en mayores de 65 años que viene asociado con un mayor envejecimiento de la población. Por ello, con el objetivo de mejorar su calidad de vida, sería interesante llevar a cabo una prevención de la sarcopenia, o una vez establecida, plantear un tratamiento fisioterápico.

Objetivo: Comprobar si un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular mejora la fuerza muscular, el rendimiento físico y el estado funcional de los adultos mayores con sarcopenia.

Material y metodología: Se plantea un estudio controlado aleatorizado simple ciego con una muestra de 40 mayores de 65 años, diagnosticados de sarcopenia. Serán divididos en dos grupos, uno de ellos realizará un programa de ejercicio terapéutico basado en el fortalecimiento muscular y la resistencia cardiovascular (grupo experimental) y otro no realizará la intervención (grupo control). Ambos grupos continuarán con su tratamiento de fisioterapia habitual. Esta intervención se llevará a cabo durante 12 meses y estará formada por 3 sesiones semanales de una hora de duración. Preintervención, postintervención y a los tres meses, se evaluarán las variables de datos sociodemográficos, medidas antropométricas, nivel de actividad física, calidad de vida, fragilidad, fuerza muscular, función cardiovascular, función respiratoria, rendimiento físico, esfuerzo percibido y riesgo de caídas.

Aplicabilidad: Si los resultados obtenidos confirman la hipótesis alternativa, el programa mostrará resultados significativos tras el período de intervención, manteniéndose el efecto durante el seguimiento y siendo estos mayores que en el grupo control. Su repercusión en la participación, supondría un avance en el abordaje de dicho cuadro clínico y podría transferirse a otros contextos.

Palabras clave: fisioterapia, sarcopenia, envejecimiento, fortalecimiento muscular, resistencia cardiovascular.

1. ABSTRACT

Introduction: Sarcopenia can be defined, according to EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) criteria, as the loss of strength, mass and muscle function secondary to aging. Furthermore, it is usually associated with an increased risk of falls and fragility fractures. In different reviews, a prevalence of sarcopenia has been recorded between 5-13% in patients older than 60 years, 20% in people older than 70 years and 50% of those older than 80 years, so it represents a major health problem.

The interest of this project lies in the increase in life expectancy in people over 65 years of age, which is associated with a greater aging of the population. Therefore, with the aim of improving their quality of life, it would be interesting to carry out a prevention of sarcopenia, or once established, propose a physiotherapy treatment.

Objective: To verify if a program of muscular strengthening and cardiovascular resistance improves muscular strength, physical performance and functional status of older adults with sarcopenia.

Material and methodology: A single blind randomized controlled study with a sample of 40 over 65 years, diagnosed with sarcopenia, is proposed. They will be divided into two groups, one of them will carry out a therapeutic exercise program based on muscular strengthening and cardiovascular resistance (research group) and the other will not carry out the intervention (control group). Both groups will continue with their usual physical therapy treatment. This intervention will take place over 12 months and will consist of 3 weekly sessions lasting one hour. Pre-intervention, post-intervention and at three months, the variables of sociodemographic data, anthropometric measures, level of physical activity, quality of life, fragility, muscular strength, cardiovascular function, respiratory function, physical performance, perceived effort and risk of falls will be evaluated.

Applicability: If the results obtained confirm the alternative hypothesis, the program will show significant results after the intervention period, maintaining the effect during follow-up and these being greater than in the control group. Its impact on participation would represent an advance in the approach to this table and could be extrapolated to other contexts.

Key words: physiotherapy, sarcopenia, aging, muscular strengthening, cardiovascular resistance.

1. RESUMO

Introdución: A sarcopenia defínese según criterios do EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) como a perda de forza, masa e función muscular secundaria ao envellecemento. Ademais, asóciase cun aumento do risco de caídas e fracturas por fragilidade. En diferentes revisións, rexistrouse unha prevalencia de sarcopenia entre o 5-13% en pacientes maiores de 60 anos, do 20% nas persoas maiores de 70 anos e do 50% das maiores de 80 años, polo que representa un importante problema sanitario.

O interese deste proxecto radica no incremento da esperanza de vida en maiores de 65 anos que vai asociado cun aumento do envellecemento da poboación. Polo tanto, co obxectivo de mellorar a súa calidade de vida, sería interesante levar a cabo unha prevención da sarcopenia, ou unha vez establecida, plantexar un tratamento fisioterápico.

Obxectivo: Comprobar se un programa de fortalecemento muscular e resistencia cardiovascular mellora a forza muscular, o rendemento físico e o estado funcional dos adultos maiores con sarcopenia.

Material e metodoloxía: Plantexase un estudo controlado aleatorizado simple cego cunha mostra de 40 maiores de 65 años, diagnosticados de sarcopenia. Dividiranse en dous grupos, un deles realizará un programa de exercicio terapéutico baseado no fortalecemento muscular e na resistencia cardiovascular (grupo experimental) e outro non realizará a intervención (grupo control). Ambos grupos continuarán co seu tratamento de fisioterapia habitual. Esta intervención levarase a cabo durante 12 meses e realizaranse 3 sesións semanais dunha hora de duración. Preintervención, postintervención e aos tres meses, avalíaranse as variables de datos sociodemográficos, medidas antropométricas, nivel de actividade física, calidade de vida, fragilidade, forza muscular, función cardiovascular, función respiratoria, rendemento físico, esforzo percibido e risco de caídas.

Aplicabilidade: Se os resultados obtidos confirman a hipótese alternativa, o programa mostrará resultados significativos tras o período de intervención, manténdose o efecto durante o seguimento e sendo estes maiores que no grupo control. A súa repercusión na participación, supoñería un avance na abordaxe do cadro clínico e podería transferirse a outros contextos.

Palabras clave: fisioterapia, sarcopenia, envellecemento, fortalecemento muscular, resistencia cardiovascular.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Tipo de trabajo

Este trabajo es un proyecto de investigación, a través del cual planteamos la realización de un ensayo clínico controlado y aleatorizado, simple ciego, para determinar si la realización de un protocolo de ejercicio terapéutico, basado en un programa de fortalecimiento muscular y trabajo aeróbico son efectivos para la mejora de la fuerza muscular y la resistencia cardiovascular en individuos con sarcopenia.

Además, también se analizarán otras variables como el nivel de actividad física, la calidad de vida, la fragilidad, la función respiratoria, el rendimiento físico, el esfuerzo percibido y el riesgo de caídas.

Se busca conocer si dicha intervención es satisfactoria para obtener una mejora de la fuerza muscular y de la resistencia cardiovascular del individuo previniendo o reduciendo el avance del cuadro clínico.

Este tipo de trabajo, se caracteriza por la presentación de una idea novedosa con la finalidad de aportar información útil para su posterior aplicabilidad en el ámbito clínico o domiciliario con el fin de ayudar a los pacientes.

2.2. Motivación personal

Desde el primer momento y a lo largo de mi formación de grado, el campo de la Fisioterapia en Geriatría ha sido uno de los que ha generado en mí un mayor interés.

Mi primer contacto con este grupo de pacientes se dio cuando cursé en 2º curso la asignatura de “Fisioterapia Neurológica” al darnos la oportunidad de hacer prácticas voluntarias en la Asociación Parkinson Galicia-Coruña. Además, el pasado curso, gracias a la asignatura de Estancias Clínicas I, pudimos formar parte del proceso de rehabilitación de mayores con diversas patologías lo que hizo que me interesara todavía más por la intervención en este grupo de pacientes.

Vivimos en una sociedad que cada día se encuentra más envejecida por lo que los profesionales de la salud debemos adaptarnos a la situación actual ofreciendo servicios adecuados para las necesidades de la población.

Por ello, creo firmemente que los fisioterapeutas tenemos un papel clave en la mejora de la calidad de vida y la promoción de la salud de pacientes de edad avanzada por lo que me parece que debemos formar parte activa de su proceso asistencial.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

3.1.1 Envejecimiento

El envejecimiento es un proceso natural y universal, pero a la par complejo, donde interactúan variables como la genética, el medio ambiente, el estilo de vida y las enfermedades crónicas. El modo en cómo lo hagan va a depender en gran medida de la forma de envejecer¹.

La estructura demográfica ha experimentado profundos cambios en la última década. La esperanza de vida en los mayores de 65 años se ha incrementado de manera importante y consecuentemente se ha producido un envejecimiento de la población.

Según los datos del Padrón Continuo de Instituto Nacional de Estadística (INE), en España en el año 2019 la población mayor de 65 años era de 9.040.890 personas. Las perspectivas apuntan a que en el año 2025 estas cifras se situarán por encima de los 10 millones y en el año 2050 habrá 16 millones de personas mayores, que corresponden a un 30% de la población total. A nivel mundial se espera para ese año un total de 1,5 billones de personas mayores de 65 años².

En España, la esperanza de vida en buena salud se sitúa en 61,6 años en hombres y 59,4 años en mujeres, cifras que a los 65 años se estiman en 9,2 y 8,63 respectivamente.

El buen estado de salud es el objetivo a alcanzar en este colectivo de mayores. Esto evitará el incremento del gasto sanitario debido al aumento de estancias hospitalarias, reingresos y demanda de recursos sanitarios^{1,3}.

El estilo de vida, los hábitos alimentarios, la actividad física y la presencia de enfermedades determinan su evolución. La independencia y calidad de vida de los mayores sigue siendo uno de los principales desafíos clínicos y de salud pública^{3,4}.

El envejecimiento activo es un concepto introducido por la OMS en 2002 y definido como "el proceso de optimización de oportunidades de salud, participación y seguridad para mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen". Este debe implementarse a todas las personas mayores buscando en todo momento la atención centrada en la persona, es decir, poniendo el foco en sus expectativas, recursos y necesidades y no en los síntomas y enfermedades^{5,6}.

A pesar del conocimiento de los beneficios relacionados con la salud que tienen el envejecimiento activo y la actividad física diaria, la mayoría de personas mayores de 65 años están inactivas la mayor parte del tiempo^{5,6}.

3.1.2. Sarcopenia

1. Definición

La sarcopenia, descrita por primera vez por Rosenberg en 1989, se define como la pérdida involuntaria de masa muscular esquelética asociada al envejecimiento^{14,22}.

Representa un importante problema sanitario ya que afecta al 20% de las personas mayores de 70 años y al 50% de las personas mayores de 80 años. Esta disminución de masa muscular provoca un deterioro contráctil y por tanto una disminución en la fuerza y función muscular y en la capacidad funcional^{3,7-9}.

Debemos tener en cuenta que no solo va a tener consecuencias en la movilidad, sino que además induce el deterioro contráctil y anomalías endocrinas. Afecta al metabolismo, al sistema inmune y a la respuesta inflamatoria^{3,7-9}.

A su vez, el envejecimiento saludable depende de una amplia gama de factores entre los cuales se encuentra la función muscular, que permite al individuo llevar un estilo de vida independiente y gozar de buena salud^{6,10,11}.

Por lo tanto, la detección y el tratamiento tempranos de esta afección son clave para su rehabilitación^{7,12}.

2. Etiología

La sarcopenia es un proceso multifactorial en cuyo desarrollo la predisposición genética juega un papel importante. Se puede atribuir a una combinación de factores "neuronales" y "musculares" y está relacionado con la actividad física, la ingesta nutricional, el estrés oxidativo y los cambios hormonales. Respecto a la ingesta nutricional, la regulación del apetito y la actividad física, afectan al equilibrio energético, disminuyen la masa grasa y la salud muscular^{7,9,12-14}.

Del mismo modo, hay un empeoramiento de la función macrovascular asociado al envejecimiento, medido como rigidez arterial o alteración de la vasodilatación dependiente del endotelio, así como disfunción microvascular, evaluada como reclutamiento capilar y capilarización muscular. Estas alteraciones vasculares pueden contribuir a la disminución de la masa muscular y la función porque el flujo sanguíneo y la perfusión muscular tienen una gran influencia sobre el consumo de oxígeno, las hormonas, y el suministro de sustrato, así como la absorción de nutrientes y aminoácidos en el músculo¹⁵.

3. Fisiopatología

Se ha documentado que la masa muscular y la fuerza disminuyen a medida que se produce el envejecimiento. La sarcopenia se ha asociado principalmente con el envejecimiento. Sin embargo, el desarrollo de dicho cuadro clínico podría estar relacionado con otros factores:

- Cambios en la estructura y la función muscular: El músculo esquelético se compone de fibras: tipo I (lentas) y tipo II (rápidas). Las tipo I son resistentes a la fatiga, ya que incluyen una mayor densidad de mitocondrias, capilares y mioglobina por lo que apenas se ven afectadas por el envejecimiento. Las tipo II se subdividen en tipo IIa y tipo IIb. Las fibras IIb tienen un potencial glucolítico mayor, menor capacidad oxidativa, y una respuesta más rápida mientras que las IIa tienen características propias de fibras lentas. Un estudio de seguimiento de mayores mostró una reducción del 14% de fibras de tipo IIa y reducción del 25% de fibras de tipo IIb en los músculos esqueléticos, lo que sugiere la susceptibilidad mayor de fibras tipo IIb con el envejecimiento^{14,16,17}.
- Capacidad cardiorrespiratoria: El consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$; a veces denominado capacidad o resistencia aeróbica) es un indicador principal de la función cardiorrespiratoria. Existe variabilidad entre estudios, pero la tasa promedio de disminución del $VO_2\text{max}$ en mayores es $\geq 4\text{--}5 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{18}$.
Con el envejecimiento, se produce una importante reducción del gasto cardíaco máximo pero también se da una disminución de la diferencia máxima de oxígeno arteriovenoso y esto contribuye a la reducción del $VO_2\text{max}^{18}$.
Además, la musculatura reduce su capacidad para usar el O_2 debido a varios factores, como son la disminución de la masa muscular, la resistencia periférica aumentada, la densidad capilar muscular reducida, la disfunción endotelial, los cambios en la microcirculación del músculo esquelético y la reducción de la capacidad oxidativa del músculo¹⁸.
- Síntesis de proteínas: Algunos estudios mostraron que los sujetos de edad avanzada presentan una tasa de síntesis de proteínas inferior a la normal, además los músculos de individuos con sarcopenia exhiben deterioro en la activación y el crecimiento del músculo inducida por la carga excesiva, por lo que esta última, podría estar involucrada en el desarrollo de la sarcopenia^{16,19,20}.
- Estrés oxidativo e inflamación sistémica: El estrés oxidativo es un desequilibrio en los niveles de oxidante y antioxidante. El envejecimiento asociado con inactividad aumenta la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que supone mayor estrés oxidativo en los músculos esqueléticos. ROS modulan factores relacionados

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

con la inflamación y promueven la producción de citoquinas inflamatorias, induciendo la inflamación crónica sistémica de bajo grado. Altos niveles de ROS pueden dañar macromoléculas tales como lípidos, ácidos nucleicos y proteínas, dañar el ADN mitocondrial y causar disfunción mitocondrial, lo que podría inducir apoptosis de las células del músculo esquelético^{14,16,20}.

- Disfunción de las células satélite musculares: Las células musculares satélite juegan un papel clave en la regeneración de la fibra muscular, la reparación y el crecimiento muscular. Con el envejecimiento, el número de células satélite de músculo disminuyen sustancialmente y su función se deteriora^{16,20}.
- Envejecimiento neuromuscular: En el sistema nervioso central, los niveles de dopamina, receptores de la dopamina postsinápticos, y transportadores presinápticos se reducen, y esto se traduce en una menor señalización de dopamina. Por otra parte, la programación motora, la función ejecutiva y la coordinación motora se reducen también^{16,17}.

En el sistema nervioso periférico, el número de unidades motoras se reduce, y se incrementa el número de fibras musculares que es lo que se conoce como reorganización compensatoria. Sin embargo, la excitabilidad de las neuronas motoras y la máxima velocidad de disparar unidades motoras disminuyen con el envejecimiento, lo que resulta en una reducción de energía producida. Además, la velocidad de conducción nerviosa de los nervios periféricos y la amplitud de los potenciales de acción muscular compuesto también se reducen^{16,17}.

- Relación entre los músculos y los huesos: Estudios clínicos recientes han analizado la relación entre la sarcopenia y la osteoporosis. El aumento de la masa muscular parece relacionarse con el aumento de la masa ósea y con una reducción del riesgo de fractura¹⁶.

Algunas de las asociaciones entre el tejido muscular y el metabolismo óseo pueden ser reguladas por la liberación de factores humorales. El músculo esquelético se supone que es el mayor órgano endocrino en el cuerpo, y por su parte, los huesos también funcionan como tal¹⁶.

- Desequilibrio hormonal: El ambiente hormonal se altera con la edad, con la disminución de hormonas anabólicas y con los factores de crecimiento, lo que contribuyen a la aparición del fenotipo sarcopénico y la consiguiente pérdida de la independencia funcional y la calidad de vida^{5,8}.

Existen diferencias sustanciales entre los efectos de los andrógenos y los estrógenos en el músculo esquelético. El efecto de cualquiera de las clases de esteroides sexuales

dependerá del nivel de expresión del receptor muscular y de la sensibilidad de un tipo muscular versus otro a estas hormonas^{5,8}.

4. Diagnóstico

La dificultad en el diagnóstico de la sarcopenia viene dada por la falta de un método de referencia para medir la masa muscular esquelética y de valores de referencia en la población sana. Por otra parte, se desconoce a partir de qué cantidad de masa muscular la función contráctil es deficiente⁷.

Sin embargo, aunque no se ha alcanzado un consenso, la naturaleza bidimensional de este cuadro está cada vez más aceptada, abarcando tanto las disminuciones cuantitativas y cualitativas del músculo esquelético como la pérdida de masa muscular, fuerza y potencia⁴.

Para poder confirmar el diagnóstico debemos encontrarnos con una masa muscular baja asociada o bien con menor fuerza muscular o con menor rendimiento físico⁹.

Una vez diagnosticado, el Grupo Europeo de Trabajo de la Sarcopenia en personas mayores habla de tres grados de dicho cuadro clínico:

- Presarcopenia: caracterizada por una baja masa muscular con fuerza muscular y rendimiento físico normales.
- Sarcopenia: caracterizada por la baja cantidad o calidad muscular y baja fuerza muscular o rendimiento físico.
- Sarcopenia severa: rendimiento físico reducido junto con una disminución de la fuerza muscular y la calidad o cantidad muscular^{9,21}.

Métodos para medir la masa muscular

Existen diferentes métodos a través de los cuales podemos medir la masa muscular, destacamos:

1. Medidas antropométricas: medición de perímetros, como la circunferencia muscular del brazo o la del muslo, comparándolos con los valores de referencia para iguales edad y sexo. Se considera patológico un perímetro inferior al percentil 10.
2. Medida de la calidad muscular: entendida como la relación entre la fuerza y la masa muscular. La calidad muscular de las extremidades inferiores se mide calculando la razón entre las fuerzas de flexión y de extensión de la rodilla medida con dinamómetro y la masa magra de la extremidad inferior.

Además, también suelen emplearse la densitometría ósea (DXA), el índice de masa muscular esquelética relativa, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética, el potasio corporal total y la excreción de creatinina urinaria^{7,9}.

Métodos de medición de la fuerza muscular

1. Medida de la fuerza de prensión (hand-grip), con un dinamómetro. Se considera el valor máximo alcanzado en 3 mediciones consecutivas en ambas manos.
2. Time up and go: mide la fuerza muscular de las extremidades inferiores y el rendimiento físico. Se registra el mejor tiempo de 3 intentos.
3. Medida de velocidad de la marcha: se registra el tiempo necesario para caminar una distancia determinada de la manera más rápida y segura posible^{7,9}.

5. Consecuencias

La sarcopenia incrementa el riesgo de caídas, de fracturas y aumenta la vulnerabilidad a las lesiones, y consecuentemente puede ser causa de dependencia funcional y de discapacidad en el mayor. Esta afección, se integra dentro del síndrome del anciano frágil, siendo uno de los principales factores de riesgo de discapacidad y muerte en la población de edad avanzada. Además, la disminución de la masa muscular se acompaña de otros cambios en la composición corporal, como un incremento progresivo de la masa grasa pudiendo dar lugar a lo que se conoce como obesidad sarcopénica^{7,9,12-14}.

6. Sarcopenia y fragilidad

Se entiende por fragilidad el debilitamiento de la salud definida como la capacidad de recuperación o capacidad para hacer frente, mantener y restaurar la integridad, el equilibrio y la sensación de bienestar en tres dominios: físico, mental y social⁸.

La “fragilidad” predice la discapacidad, el deterioro en la movilidad y el riesgo de caídas, la hospitalización y/o la muerte. Su prevalencia en sujetos sanos se ha estimado en un 7% de las personas mayores de 65 años y hasta de un 20% de los sujetos de más de 80 años⁸.

Aunque ninguna definición es universalmente aceptada, existen dos modelos predominantes para comprender la fragilidad:

- Enfoque fenotípico de Fried para la fragilidad física (PF)
- Modelo de acumulación de déficit de Rockwood

En la literatura científica actual, el fenotipo de Fried es el método más utilizado para definir la fragilidad. En él se define dicho cuadro como un síndrome multifactorial caracterizado por una

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

disminución de la fuerza, de la resistencia y una función fisiológica reducida que aumenta la vulnerabilidad del individuo para desarrollar mayor dependencia y/o la muerte^{14,22}.

El índice de Rockwood considera que no solo son importantes los aspectos físicos de la fragilidad sino que también lo son otros como los psicológicos y sociales. Una gran diferencia entre ambos es que el último modelo puede incluir cualquier grado de discapacidad como un factor de vulnerabilidad (es decir, la discapacidad actual aumenta la fragilidad), mientras que el modelo de Fried considera la fragilidad como la etapa previa a la discapacidad. Por ello, estos dos enfoques deben considerarse como complementarios y no como mutuamente excluyentes^{14,22}.

A nivel clínico, la fragilidad puede definirse como un síndrome geriátrico consecuencia de deterioros acumulativos relacionados con la edad de varios sistemas fisiológicos y que tienen como consecuencia una alteración de la reserva homeostática y una reducción de la capacidad del organismo para soportar el estrés. El concepto de fragilidad, sin embargo, va más allá de los factores físicos, de modo que también abarca dimensiones psicológicas y sociales, como el estado cognitivo, el apoyo social u otros factores ambientales. La fragilidad, por lo tanto, aumenta el riesgo de estados de salud adversos^{7,22}.

Recientes investigaciones confirman que el fenotipo de fragilidad de Fried y la definición de sarcopenia del Grupo Europeo de Trabajo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP) están fuertemente correlacionados. Ambas entidades son los predictores de resultados negativos para la salud tales como caídas, discapacidad, hospitalización y muerte. Por lo tanto es necesaria su intervención para revertir el estado de fragilidad y tratar la sarcopenia para evitar resultados negativos para la salud^{9,14,22}.

En el año 2001, Fried y cols. validaron un fenotipo para el diagnóstico de fragilidad, utilizado hasta hoy en día. Para su identificación hay que cumplir al menos tres de los siguientes cinco criterios:

- 1) Pérdida de peso no intencionada
- 2) Agotamiento
- 3) Actividad física reducida
- 4) Velocidad de la marcha lenta
- 5) Fuerza de presión de la mano disminuida (debilidad muscular)⁷

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Además, en los mayores frágiles existen circunstancias que pueden exacerbar el riesgo de pérdida funcional:

- Pérdida de peso
- Pérdida de masa muscular (sarcopenia)
- Anorexia.
- Desnutrición crónica por ingesta deficitaria de proteínas y energía⁷

Estas deben identificarse y tratarse para evitar que el círculo patológico se retroalimente y genere mayor discapacidad⁷.

Linda P. Fried y cols. desarrollaron una hipótesis de fragilidad considerando que las manifestaciones clínicas presentes en este síndrome estaban relacionadas entre sí, y podían unificarse dentro de un ciclo de fragilidad (figura 1), cuyos elementos centrales, que subyacen a las manifestaciones clínicas, son un ciclo negativo de malnutrición crónica, sarcopenia, disminución de la fuerza, tolerancia al ejercicio y disminución del gasto energético total. Cualquier elemento externo o interno (enfermedad, depresión, caídas, estrés, reacción adversa a medicamentos, etc.), puede activar el círculo vicioso o potenciarlo, pudiendo iniciarse el síndrome por cualquier parte del ciclo²³.

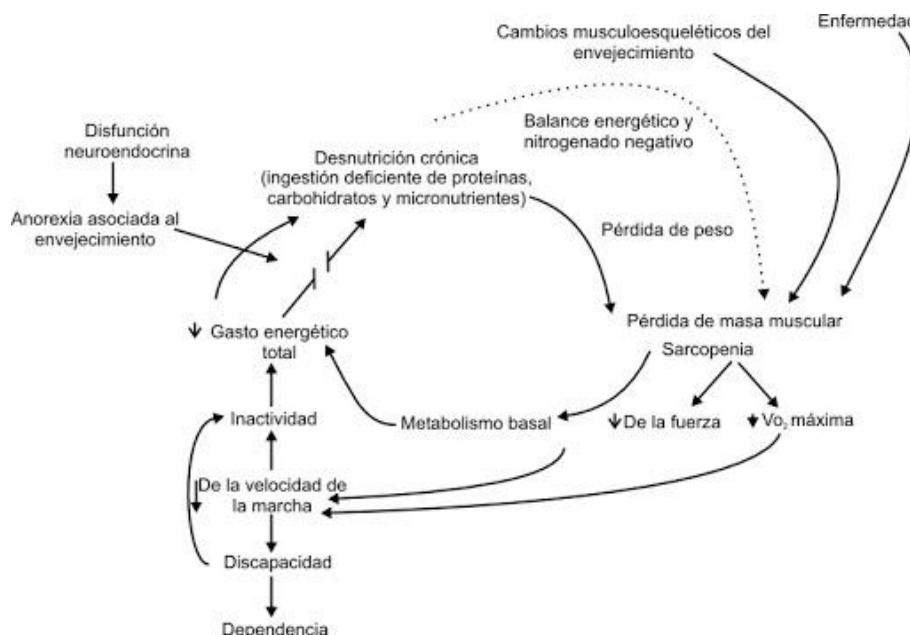


Figura 1. Ciclo de fragilidad ⁽²³⁾

Por otra parte, las caídas se relacionan con este cuadro clínico. Son frecuentes en la población mayor y constituyen un importante problema de salud pública. Un tercio de las personas mayores sanas tendrán al menos una caída al año. Los factores de riesgo asociados a las

caídas son: la edad avanzada, el sexo femenino, la debilidad muscular, las limitaciones de la movilidad, el déficit en la marcha asociado a una baja velocidad al caminar y el equilibrio, la presencia de vértigos y mareos, el deterioro cognitivo y la confusión, el dolor y las limitaciones funcionales con dependencia en las actividades básicas de la vida diaria²⁴⁻²⁷.

Estas pueden acarrear graves consecuencias: traumatismos, dolor, deterioro de la función, pérdida de confianza en la realización de las actividades básicas de la vida diaria, pérdida de independencia y autonomía, e incluso la muerte^{28,29}.

3.1.3 Ejercicio terapéutico y sarcopenia

La intervención clínica de la sarcopenia se basa, principalmente, en los tratamientos nutricionales, hormonales y en el ejercicio terapéutico.

El ejercicio físico es uno de los pilares fundamentales tanto en la prevención como en el tratamiento de la sarcopenia. Es, probablemente, la mejor opción terapéutica contra esta entidad, dado que favorece el aumento de la masa y la función muscular. Además, se ha comprobado que el ejercicio es significativamente superior a todas las intervenciones conocidas nutricionales y hormonales para estabilizar, aliviar y revertir la sarcopenia^{3,13,25,26,30}.

Para actuar sobre la sarcopenia y reducir la fragilidad hay que actuar sobre su principal factor de riesgo: la inactividad. La inactividad física es un elemento nuclear en el desarrollo de la fragilidad, puesto que es esencial en determinar el estado cardiovascular, la resistencia insulínica y el deterioro musculo-esquelético (sarcopenia), al tiempo que contribuye al deterioro cognitivo y la depresión. Las intervenciones centradas en la actividad física han demostrado su eficacia en retrasar e incluso revertir la fragilidad y la discapacidad. También tienen demostrada eficacia en mejorar el estado cognitivo y fomentar el bienestar emocional^{3,14,27}.

Los programas de ejercicio terapéutico basados en el entrenamiento de fuerza y resistencia constituyen las intervenciones más eficaces para retrasar los cuadros clínicos relacionados con el envejecimiento. Para la obtención de resultados óptimos, el diseño de un programa de ejercicio físico en el mayor frágil debe acompañarse necesariamente de recomendaciones sobre variables tales como la intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento ideales en esta población^{17,26}.

Algunos investigadores combinaron intervenciones de ejercicio terapéutico basadas en el fortalecimiento muscular y suplementos nutricionales y analizaron la interacción entre ambas en individuos con sarcopenia^{11,19,20,31,32}.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Deslandes y col. revisaron la evidencia en los últimos 20 años sobre la eficacia del ejercicio (ejercicios aeróbicos y de fuerza) para prevenir y tratar enfermedades y disminuir los efectos nocivos de envejecimiento. Aunque los estudios longitudinales informan que la regularidad, la adherencia y la periodización del ejercicio son más importantes que el tipo de ejercicio, los efectos del ejercicio en algunos parámetros van a depender del modelo de entrenamiento³³.

De todas las opciones terapéuticas existentes para el tratamiento de la sarcopenia, sólo el ejercicio físico de resistencia ha demostrado su eficacia en incrementar la masa muscular esquelética, asociado o no a suplementación nutricional³⁴. Por ello, se recomienda un entrenamiento de resistencia para inducir hipertrofia muscular máxima o adaptación de la fibra muscular. Algunos autores estudiaron que el entrenamiento de resistencia progresiva se tolera en adultos mayores. Lamentablemente, una intensidad elevada puede no ser alcanzada por sujetos frágiles. No obstante, menores intensidades de entrenamiento físico (es decir, del 50% al 75% de 1RM) pueden ser suficiente para inducir ganancias de fuerza. La mayor parte de las publicaciones encontradas apuntan a que los ejercicios de resistencia progresiva (ERP) son los que mejores resultados producen ya que los cambios que producen en la morfología muscular se asocian con importantes aumentos en la fuerza muscular, más que cualquier otra variante^{6,7,13,19,26}.

No obstante, a pesar de las recomendaciones comúnmente aceptadas, no ha habido una receta estándar definitiva para un modelo de programa de ejercicio de resistencia. Esto se debe, en parte, a la heterogeneidad de los resultados de la tarea, la demografía de los participantes y los regímenes de capacitación (dosis, modo y progresión)^{30,35}.

Los ejercicios de resistencia consisten en la realización de contracciones dinámicas o estáticas contra una resistencia; como por ejemplo levantando pesas, con máquinas de resistencia o utilizando bandas elásticas. Estos ejercicios van a aumentar el contenido en mioglobina muscular entre el 75-80%, lo que favorece el almacenamiento de oxígeno, incrementa el número y tamaño de las mitocondrias y aumenta las enzimas oxidativas. Todos estos cambios que se llevan a cabo en el músculo, junto con las adaptaciones en el sistema de transporte de oxígeno, producen un funcionamiento más intenso del sistema oxidativo y una mejoría en la capacidad de resistencia. Además, este tipo de ejercicio no solo aumenta la masa y potencia muscular, sino que mejora la capacidad aeróbica y otras limitaciones funcionales^{3,30,36}.

En cuanto a los ejercicios de resistencia cardiovascular, estos se basan en contracciones dinámicas repetidas asociadas a una actividad funcional. Por ejemplo, caminar, subir escaleras o incluir bandas elásticas en actividades funcionales^{3,38}.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Las señalizaciones celulares asociadas a la sarcopenia pueden verse detenidas, e incluso superadas, por las señalizaciones celulares a favor de la hipertrofia, gracias al entrenamiento de fuerza. El ejercicio de resistencia va a inducir la secreción de hormonas androgénicas y anabólicas, que incrementarán la masa muscular. Pese a que la respuesta es menor en mayores, el entrenamiento neuromuscular desencadena su liberación, obteniendo efectos biológicos sobre el sistema neuromuscular^{3,30,36}.

Los incrementos de fuerza inducidos por el entrenamiento se asocian principalmente en las primeras semanas a una adaptación del sistema nervioso, ya sea por un aumento en la activación de la musculatura agonista o bien por cambios en los patrones de activación de la musculatura antagonista. Sin embargo, a partir de la semana 6-7 la hipertrofia muscular es un hecho evidente, aunque los cambios en los tipos de fibras y síntesis de proteínas ocurran antes. Además, se ha observado disminución de la grasa corporal, incremento de la densidad ósea, mejora en la utilización de glucosa y discreta mejoría en el consumo de oxígeno^{3,30,36}.

La mayor parte de las publicaciones encontradas apuntan a que los ejercicios de resistencia progresiva (ERP) son los que mejores resultados producen en el mantenimiento y ganancia de masa y fuerza muscular. Los autores inciden en que los cambios en la morfología muscular se asocian con aumentos en la fuerza muscular, más que cualquier otra medida^{3,13,19,25,37}.

Los ERP podemos encontrarlos combinados con otros ejercicios, como los de equilibrio, aeróbicos o pliométricos. Además de las ganancias en fuerza, potencia y en la sección transversal muscular, consiguieron mejoras en la funcionalidad y una reducción en la incidencia de caídas. Los ejercicios de flexibilidad no han demostrado cambios significativos a nivel muscular, pero son imprescindibles para el calentamiento muscular previo al ejercicio de fuerza y/o aeróbico y para el enfriamiento posterior^{3,13,19,25,37}.

En resumen, la personalización de los programas de ejercicio de acuerdo con los factores genéticos, el estado de la condición física, la edad de los participantes y las modalidades de ejercicio aplicado sigue siendo la clave para el diseño y la evaluación del impacto del tratamiento de la sarcopenia. Además, se recomiendan estrategias preventivas para maximizar el pico de masa muscular durante la edad adulta y reducir la disminución de la masa muscular en la mediana edad, de modo que la función muscular se conserve el mayor tiempo posible; y, afectando así positivamente a la mejora de la calidad de vida y a la promoción de la salud^{3,7}.

3.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Teniendo en cuenta los antecedentes y estado actual del tema, este proyecto de investigación se justifica por los siguientes motivos:

- Porque el aumento en la esperanza de vida ha generado un envejecimiento de la población con un creciente número de personas mayores de 65 años.
- Porque los adultos mayores de 65 años tienen una serie de problemas de salud entre los que se encuentra la sarcopenia.
- Porque existe evidencia científica de que los programas de ejercicio terapéutico en adultos mayores con sarcopenia, que incluyen la mejora en la fuerza muscular y aumento de la resistencia cardiovascular (en sarcopenia), reducen el riesgo de sufrir caídas y de sus lesiones asociadas.
- Y además, relacionado con lo anterior, existe un marco amplio promovido por la OMS, el llamado “envejecimiento activo”, que promueve el mantenimiento de una buena capacidad funcional tanto física como cognitiva de la población mayor.
- Porque tras la realización de una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos del ámbito sanitario y deportivo, se ha podido constatar que existen estudios (publicados en los últimos 5 años) que utilizan programas de ejercicio terapéutico basados en el fortalecimiento muscular y la resistencia cardiovascular para la prevención y/o tratamiento de la sarcopenia. (Anexo 1)
- A su vez, aunque se ha demostrado que los programas de ejercicio terapéutico mejoran la fuerza muscular y la resistencia cardiovascular, la falta de evidencia hace que todavía se desconozca realmente el efecto del ejercicio aeróbico sobre la pérdida de la función asociada a la sarcopenia.
- Porque para evaluar la eficacia de la intervención que se propone, existen medidas o pruebas clínicas simples y fiables que permiten evaluar la fuerza muscular, el consumo máximo de oxígeno, el rendimiento físico, la fragilidad y el riesgo de caerse.
- Finalmente, porque la intervención cumple los requisitos para ser incluida en los Programas Multidimensionales Preventivos y de Promoción de la Salud del Mayor. Supondría un proyecto para el fisioterapeuta dentro del equipo multidisciplinar e interdisciplinar.

Ante esta situación, este proyecto de investigación trata de cuantificar la eficacia de un programa de ejercicio terapéutico, centrado en el fortalecimiento muscular y en la resistencia cardiovascular en los adultos mayores con sarcopenia con el objetivo de ampliar nuestros conocimientos en este ámbito.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

4.1. Hipótesis: nula y alternativa

- Hipótesis nula (H_0): un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular no mejora la fuerza muscular, el rendimiento físico y el estado funcional de los adultos mayores con sarcopenia.
- Hipótesis alternativa (H_1): un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular mejora la fuerza muscular, el rendimiento físico y el estado funcional de los adultos mayores con sarcopenia.

4.2. Pregunta de investigación

¿Un programa de ejercicio terapéutico de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular mejora de forma significativa la fuerza muscular, el rendimiento físico y el estado funcional en los adultos mayores con sarcopenia en comparación con la ausencia de dicho programa de ejercicio terapéutico?

Dicha pregunta se formula atendiendo a los cuatro componentes básicos descritos por Ebell, en lo que se conoce con el acrónimo de pregunta PICO:

- **Paciente:** individuos mayores de 65 años que presentan sarcopenia y son independientes en las actividades básicas de la vida diaria.
- **Intervención:** programa de ejercicio terapéutico progresivo basado en fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular.
- **Comparación:** no realizar dicha intervención terapéutica.
- **Otros (resultados):** medición objetiva del grado de mejoría a través de diferentes variables de estudio.

4.3. Objetivos

4.3.1. General

Comprobar la efectividad de un programa de ejercicio terapéutico basado en el trabajo de la fuerza muscular y la resistencia cardiovascular en adultos mayores con sarcopenia.

4.3.2. Específicos

- Determinar si un programa de ejercicio terapéutico de fuerza muscular y resistencia cardiovascular aumenta la fuerza y la resistencia de los principales grupos musculares.
- Estudiar el efecto que tiene un programa de ejercicio terapéutico de fuerza muscular y resistencia cardiovascular sobre el rendimiento físico.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

- Determinar si el efecto de dicho programa de ejercicio terapéutico de fuerza muscular y resistencia cardiovascular, genera cambios en el estado de fragilidad.
- Determinar si el efecto de dicho programa de ejercicio terapéutico de fuerza muscular y resistencia cardiovascular, genera cambios en el riesgo de caerse.
- Determinar si el efecto de dicho programa de ejercicio terapéutico fuerza muscular y resistencia cardiovascular, genera cambios en la función respiratoria.
- Determinar la relación entre los datos sociodemográficos y antropométricos y los cambios en la fuerza muscular y rendimiento físico.

5. METODOLOGÍA

5.1. Estrategias de búsqueda bibliográfica

A partir de la pregunta PICO se lleva a cabo una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos y buscadores específicos con el objetivo de analizar la máxima evidencia disponible actualmente sobre la eficacia de los programa de ejercicio terapéutico en la mejora de la sarcopenia en mayores. Dicha búsqueda se realiza desde el 12 de febrero hasta el 22 de marzo, empleando las siguientes plataformas del ámbito de las Ciencias de la Salud:

- Bases de datos internacionales de Ciencias de la Salud: PubMed
- Bases de datos de revisiones sistemáticas: Cochrane Library Plus y PEDro
- Bases de datos internacionales multidisciplinares: Scopus, Web of Science, Cinahl y Sportdiscus

Los términos de búsqueda utilizados se han ido adaptando al lenguaje documental de cada base de datos, de forma general han sido: “Sarcopenia”, “Exercise Therapy” y “Therapeutic Exercise”.

Se puede consultar la estrategia de búsqueda específica utilizada para cada base de datos en el Anexo 1a.

5.1.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Estudios realizados con individuos mayores de 65 años.
- Estudios que se refieran a la aplicación de programas de ejercicio terapéutico a adultos mayores con sarcopenia.
- Sujetos independientes o con un grado de dependencia mínimo en las actividades de la vida diaria (Índice de Barthel de 90 o mayor).

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

- Tipo de estudios: Meta-análisis, revisión sistemática, ensayo clínico, ensayo clínico controlado y/o aleatorizado y guías de práctica clínica.
- Estudios realizados en humanos.
- Estudios publicados desde el año 2015.
- Estudios en español, inglés o francés.

Criterios de exclusión

- Estudios en los que los pacientes reciban otras terapias o técnicas como la hidroterapia, nuevas tecnologías y realidad virtual, yoga u otros métodos.
- Estudios que traten la eficacia de un programa de ejercicio en adultos mayores diagnosticados de Parkinson, esclerosis múltiple o cualquier otra entidad nosológica aunque presenten sarcopenia.
- Artículos duplicados en las distintas bases de datos.

5.1.2 Gestión de los resultados de la búsqueda y selección de artículos

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica fueron obtenidas 838 referencias bibliográficas.

En primer lugar, se aplicaron los criterios de selección definidos para esta búsqueda, quedándonos con un total de 111 artículos. A continuación se eliminaron manualmente los artículos duplicados (31 artículos) en las diferentes bases de datos, seleccionando un total de 78 artículos para su posterior lectura a texto completo. Tras la lectura a texto completo, finalmente se han seleccionado 47 artículos.

El gestor bibliográfico utilizado para elaborar las diferentes citas y referencias bibliográficas de este proyecto ha sido Zotero.

En el Anexo 1b se expone el diagrama de flujo con dichos datos.

5.1.3 Variables de estudio

En los artículos seleccionados se han analizado las siguientes variables de estudio: tipo de estudio, objetivos de estudio, número de grupos de estudio y de sujetos que forman cada grupo, terapia utilizada y dosificación de la misma, duración de la terapia, número y distribución de las sesiones, variables e instrumentos de medida utilizados y resultados.

5.1.4 Resultados de la búsqueda bibliográfica

Se analizaron un total de **47 artículos** (7 meta-análisis, 9 revisiones, 16 ensayos clínicos 1 guía de práctica clínica y 14 artículos de revisión).

A través de nuestra búsqueda bibliográfica buscamos identificar y analizar los protocolos de ejercicio terapéutico que se utilizan en la actualidad en individuos con sarcopenia y conocer sus efectos sobre dicha entidad clínica.

Los **objetivos** de los diferentes estudios se basan, principalmente, en comprobar, bien a partir de las últimas investigaciones existentes o bien con la realización de ensayos clínicos, la efectividad del ejercicio terapéutico en el tratamiento de la sarcopenia^{3,4,33,38}. Dentro de la **intervención**, los ejercicios de resistencia son los más estudiados para el tratamiento del cuadro clínico seguidos por aquellos basados en el fortalecimiento muscular. Además, algunos de los estudios incluyen otras modalidades de ejercicios complementarios a las anteriores, destacamos ejercicios de equilibrio, coordinación, flexibilización y de entrenamiento cognitivo^{4,10,33,35,39,40}.

En cuanto a la **dosificación**, la mayor parte de los estudios^{3,5,6,10,13,26,40,41} distribuyen el programa de fortalecimiento muscular y resistencia en dos o tres sesiones semanales. El número de series de 8-12 repeticiones cada una, que incluyan los 8-10 grupos musculares mayores, con una intensidad del 70-80% de la potencia máxima que pueda realizarse con ese grupo muscular y con un descanso de un minuto entre las series. Los ejercicios deben realizarse aumentando en intensidad de manera progresiva y a medida que la fuerza aumenta. Esta intensidad se prescribe generalmente en función del porcentaje de peso máximo que se puede levantar una sola vez (1 RM: una repetición máxima). El objetivo es determinar el peso necesario para completar una serie de 8 a 15 repeticiones y que está lleve al grupo muscular al cansancio. El entrenamiento de resistencia, además, debe incluir ejercicios como caminar con cambios en el ritmo y la dirección, caminar en la cinta, elevaciones, subir escaleras y ciclismo estacionario. El ejercicio de resistencia puede comenzar entre 5 y 10 minutos durante las primeras semanas de capacitación y progreso a 15-30 minutos por el resto del programa. Algunos autores recomiendan también realizar movimientos dinámicos, con preferencia sobre los estáticos, exhalando en el levantamiento e inhalando durante el descenso del movimiento, ya que la apnea durante el levantamiento puede elevar la presión arterial^{3,6,10,26,38,40}.

La mayoría de los estudios^{4,19,22,24,33,41} coinciden en incluir **2 grupos de estudio** para comparar 2 tipos de intervenciones o, lo más común, un grupo control con un grupo experimental. En cuanto al **número de individuos**, que forman parte del estudio y como se distribuyen en los

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

grupos, existen bastantes diferencias entre unos y otros pero la media de todos ellos se situaría en unos 50-60 sujetos distribuidos equitativamente entre los grupos de estudio^{4,5,11,19,22,24,33,41}.

Para obtener una mejora significativa en los parámetros musculares (principalmente la fuerza muscular), el **tiempo de intervención** debe ser de al menos 3-6 meses y la **frecuencia del ejercicio** debe ser de dos o más sesiones no consecutivas por semana de una duración aproximada del 50-60 minutos^{7,12,25,27}.

Se recomienda realizar en la sesión entre 8-12 **ejercicios** atendiendo a las zonas más debilitadas (previa valoración) y con mayor predominancia de ejercicios para miembros inferiores. Además, los **descansos** entre uno y otro ejercicio deben ser suficientes para afrontar la siguiente serie o siguiente ejercicio con éxito, estos serán activos y de unos 2-5 minutos aproximadamente¹⁰.

Como la sarcopenia involucra a los grandes grupos musculares del cuerpo, se recomienda realizar un ejercicio terapéutico que abarque al mayor número de grupos posibles para obtener unos resultados satisfactorios^{7,13}.

La mayor parte de los protocolos de ejercicio terapéutico empleados en individuos con sarcopenia se dividen en 3 fases: calentamiento (5-10 minutos), parte central (40 minutos), y vuelta a la calma (10 minutos) con una duración total de 60 minutos^{4,33,38,41,42}.

- **Calentamiento:** los estudios se enfocan en la realización de ejercicios de coordinación motora buscando la movilidad articular de las principales articulaciones seguido de un periodo de marcha progresiva de intensidad moderada durante 5-10 minutos^{4,41}.
- **Parte central:** en la mayoría de los artículos analizados se trabajan diferentes variables teniendo en común entre ellos que se busca por un lado el fortalecimiento muscular con ejercicios de intensidad baja/ moderada progresiva (desde 30% hasta 85% de 1RM) para los diferentes grupos musculares clave para los cuales pueden emplearse cargas externas (pesas, balones medicinales...). La mayoría de autores buscan ejercicios que involucren los grupos musculares principales (pectorales, bíceps, tríceps, abdominales, cuádriceps, isquiotibiales y abductores/ aductores). Por otro lado, se realizarán ejercicios buscando trabajar la resistencia cardiovascular (caminar, cicloergómetro, elíptica...), de acuerdo con las pautas ACSM la intensidad del ejercicio se controlará utilizando la escala de Borg modificada para medir el grado de fatiga en miembros inferiores y la disnea^{4,10,38,42,43}.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

- **Vuelta a la calma:** en general, los estudios analizados se centran en la realización de estiramientos musculares autopasivos de al menos 20s por grupo muscular, ejercicios para la movilidad articular y grupos musculares específicos según lo determinado durante el entrenamiento y por último una fase de relajación con ciclos de respiración completa^{33,44}.

5.1.5 Variables e Instrumentos de medida de los artículos analizados:

VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDIDA
Medidas antropométricas	<ul style="list-style-type: none"> - IMC^{4,9,11,20,30,52,53} - Antropometría y composición corporal^{4,30,32} - Índice de masa magra, índice de masa apendicular e índice de masa esquelética^{12,18,36,50} - Circunferencias de brazo y muslo^{20,21,51}
Fragilidad	- FRAIL ^{5,20}
Fuerza muscular	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza de presión de la mano con dinamometría^{4, 16,18,20,21,23,29,32} - Fuerza muscular de extensión de rodilla con dinamometría^{11,12,21,23,30} - Medición de la fuerza isocinética de flexión y extensión rodilla (Nm / kg) con el dispositivo Good Strength (V.3.14 Bluetooth; Metitur, Finlandia)^{48,50}.
Función cardiovascular	- Presión arterial y ritmo cardiaco durante la sesión de ejercicio terapéutico ⁴⁹
Función respiratoria	<ul style="list-style-type: none"> - VO₂max por calorimetría indirecta (Quark, Cosmed USA, Chicago, IL)^{13,20,39,44} - SatO₂³⁹ - Pico de flujo espiratorio^{21,22} - Ventilación por minuto⁴⁴
Rendimiento físico	- Short Physical Performance Battery (SPPB) ^{7, 9,16,19, 21,23,34,41,47} .

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

	<ul style="list-style-type: none"> - The timed 'up and go' test^{7,9,11,16,21,23,29,37,41} - 6 MWT^{11,12,20,36,53} - Gait Speed Test^{7,9,16,21,23,28} - The 400-m walk test^{7,9,16,18,34,48} - 30' chair stand test^{9,16,18,28,30,34,45} - Morton Mobility Index (DEMMI)^{18,29} - Test de sentarse y levantarse 5 veces (Five Times Sit to Stand test)²⁹.
Esfuerzo percibido	- Escala de Borg durante la sesión de ejercicio terapéutico ^{45,51}
Caídas	- FES-I ^{21,41}
Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> - SF-36^{48,50} - EuroQol-5Dimensiones-3Niveles (EQ-5D-3L)^{18,47} - Evaluación cognitiva de Montreal (MoCA)⁴⁷ - Calidad de vida de individuos con sarcopenia (versión SarQoL_GR)⁵¹.

Tabla 1. Variables e Instrumentos de medida utilizados en los artículos analizados

5.2. Ámbito de estudio

El estudio se realizará en el Complejo Gerontológico de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos de la ciudad de A Coruña (Figura 2) que cuenta con un total de 146 mayores residentes y 40 mayores que acuden a su centro de día⁴⁵.

La Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos es una asociación sin ánimo de lucro que nace en 1918. Si bien su finalidad ha cambiado a lo largo del tiempo, en la actualidad acoge una Escuela Infantil, un Complejo Gerontológico y un Albergue de Transeúntes⁴⁵.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación



Figura 2. Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos en la ciudad de A Coruña

Como población de estudio se incluye a todos los adultos mayores (65 o más años) que presentan sarcopenia y acuden al servicio de Fisioterapia del Complejo Gerontológico de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos de la ciudad de A Coruña.

Previamente a la realización del estudio, serán solicitados los pertinentes permisos a la dirección de la institución, a los pacientes que voluntariamente decidan participar en el estudio y al Comité de Ética e Investigación de Galicia (CEI).

Una vez que los participantes sean informados sobre el estudio y en el caso de que decidan participar voluntariamente en el mismo, firmarán un consentimiento informado (CI) antes del inicio de la actividad. (Anexo 2)

Tanto la captación como las valoraciones y la propia intervención terapéutica serán realizadas dentro de las instalaciones de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos.

5.3. Período de estudio

La duración total del proyecto será de **12 meses** (desde que se realiza el planteamiento del proyecto seguido de la captación de los pacientes hasta la difusión de los resultados obtenidos).

En primer lugar, se informará del estudio a la dirección de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos, a continuación, se informará a los miembros de la institución sobre las características de nuestro proyecto. Una vez que los mismos hayan aceptado participar en el proyecto voluntariamente y se haya verificado que cumplen los criterios de selección, deberán firmar el consentimiento informado antes de comenzar. Cada uno de los participantes se

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

incluirá en uno de los dos grupos que constituyen nuestro estudio (grupo control o grupo experimental).

La duración de la intervención propiamente dicha será de **20 semanas** (5 meses), desde la captación de los pacientes hasta completar la valoración final de los mismos. Podemos desglosar este período en:

- 4 semanas de captación, selección y aleatorización de los pacientes.
- 2 semanas de valoración inicial.
- 12 semanas de programa de ejercicio terapéutico: se llevarán a cabo 3 sesiones semanales en días alternos de 1 hora de duración basadas en el fortalecimiento muscular y la mejora de la resistencia cardiovascular.
- 2 semanas de valoración final.

3 meses después de la finalización del proyecto se realizará una nueva valoración (valoración a posteriori) para ver si los resultados se han mantenido en el tiempo.

5.4. Tipo de estudio

En este proyecto de investigación se propone un ensayo clínico controlado aleatorizado (ECA), simple ciego, de tipo experimental, en paralelo, longitudinal y prospectivo. En el que se realizará un seguimiento de 3 meses.

Los sujetos son pacientes asignados aleatoriamente, de forma que los grupos sean homogéneos y comparables, en los diferentes grupos donde serán sometidos o no a la intervención de fisioterapia, pudiendo observar una secuencia temporal entre las variables (longitudinal) y donde se evaluará el impacto de realizar o no el programa de ejercicio terapéutico. Se trata de un estudio experimental porque se establecieron las variables de estudio de forma premeditada, y analítico ya que se planteará un contraste de hipótesis comparando dos grupos, estableciéndose así una relación causa-efecto. Además, es un estudio simple ciego, ya que los pacientes no van a saber a cuál de los dos grupos pertenecen. Por último, se considera prospectivo, debido a que la posible mejoría la observaríamos una vez finalicemos el proyecto.

5.5. Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Individuos mayores de 65 años con diagnóstico de sarcopenia o presencia de cuadro clínico característico de la patología (Cuestionario SARC-F \geq a 4).
- Pacientes que tengan un buen estado cognitivo y estén orientados espacial y temporalmente (puntuación en el Mini-Mental State Examination \geq 23 puntos).
- Sujetos independientes o con un grado de dependencia mínimo en las actividades de la vida diaria (Índice de Barthel de 90 o mayor).
- Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Individuos mayores diagnosticados de Parkinson, esclerosis múltiple u otra alteración neurológica que le impida cumplir los criterios de selección aunque presenten sarcopenia.
- Individuos que reciban otras técnicas como la hidroterapia, nuevas tecnologías y realidad virtual, yoga u otros métodos.
- Individuos con problemas musculoesqueléticos que alteren o impidan la marcha.
- Individuos con limitaciones auditivas y visuales no corregibles que impidan la correcta recepción de las señales auditivas y visuales.

5.6. Justificación del tamaño muestral

El objetivo del estudio va a ser establecer un contraste entre ambas hipótesis (nula y alternativa), explicadas anteriormente.

Basándonos en los valores estadísticos convencionalmente aceptados, se buscará un nivel de confianza del 95%. Esto quiere decir que existe el riesgo (probabilidad) de cometer un error tipo I, es decir, no aceptar la hipótesis nula (H_0) siendo esta verdadera en la población como máximo de un 5% α . Además, siguiendo esta misma metodología, se establecerá una potencia estadística del 95%. Esto representa el riesgo de cometer un error de tipo II, es decir, no rechazar la hipótesis nula siendo esta falsa en la población como máximo de un 5% β .

La población de estudio viene dada por los integrantes de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos que acuden a tratamiento individualizado y/o terapias grupales, constituyendo un total de 185 mayores. Basándonos en la literatura actual sobre la prevalencia de sarcopenia en mayores de 65 años nos situamos en un 20% por lo que la población de referencia será de 37 individuos^{9,14,16,21}.

Para proceder al cálculo del tamaño muestral, se realiza una estimación poblacional a través de la fórmula propuesta por Murray y Larry (2005):

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Figura 3. Cálculo del tamaño muestral con la fórmula de Murray y Larry (2005)

- n = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener. Al aplicar la fórmula obtenemos un total de **33 individuos**
- N = es el tamaño de la población total (37 individuos)
- σ = representa la desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato se utiliza un valor constante que equivale a 0.5
- Z = su valor es una constante, en nuestro caso partimos de un grado de confianza del 95% para el cual su valor es 1.96.
- e = representa el límite aceptable de error muestral, siendo 5% (0.5) el valor estándar usado en las investigaciones.

En conclusión, teniendo en cuenta un porcentaje de posibles abandonos del 20%, una muestra aleatoria de **40 individuos** es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de +/- 5 unidades porcentuales nuestra población de estudio.

5.7. Selección de la muestra

El reclutamiento de los pacientes para el estudio se llevará a cabo mediante una charla informativa sobre las características del proyecto impartida por la alumna que lo lleva a cabo en la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos, junto con una copia del consentimiento informado para distribuir a aquellos interesados en participar en el mismo (Anexo 2). Este documento contendrá toda la información acerca del proyecto, quienes son susceptibles de participar, qué objetivos se persiguen con el mismo y medios de contacto con los investigadores. En caso de estar interesados o tener alguna duda, se organizará una reunión con los pacientes y/o familiares.

Tras la captación de los pacientes para el proyecto, se realizará una reunión a la que asistirán los tutores o representantes legales si los hubiese, así como cualquier familiar interesado. En

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

esta se recogerán una serie de datos (personales, sobre su patología, tratamientos, estado funcional, físico y cognitivo.) recogidos en el Anexo 4 (apartado de anamnesis), los cuales servirán para comprobar si cumplen los criterios del estudio. Además, se solicitarán, a la institución, los informes médicos de los que dispongan para completar la información.

Aquellos pacientes que decidan voluntariamente participar en el estudio y que cumplan con los criterios de selección propuestos, se irán aleatorizando en dos grupos, con un total de 20 sujetos en cada grupo.

- **Grupo control:** los sujetos pertenecientes a este grupo control recibirán su tratamiento habitual de fisioterapia (en el caso de recibirlo) pero no formarán parte de nuestra intervención.
- **Grupo experimental:** los sujetos pertenecientes a este grupo realizarán el protocolo de ejercicio terapéutico basado en el fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular.

5.8. Descripción de las variables a estudiar

A continuación se recogen las variables seleccionadas para nuestro estudio, basándonos en todo momento en la evidencia actual acerca de su eficacia y reproducibilidad en nuestro grupo de sujetos.

VARIABLES INDEPENDIENTES	MEDIDAS DE RESULTADO
Datos sociodemográficos	Fragilidad
Medidas antropométricas	Fuerza muscular
Nivel de actividad física	Función cardiovascular
Calidad de vida	Función respiratoria
	Rendimiento físico
	Esfuerzo percibido
	Caídas

Tabla 2. Clasificación de las variables a estudiar

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDIDA
Datos sociodemográficos	-Edad (años) -Sexo (hombre/mujer)
Medidas antropométricas	-Peso (kg) -Altura (m) - IMC (kg/m ²) -Circunferencias de brazo y muslo (cm)
Nivel de actividad física	-IPAQ (mets)
Calidad de vida	- SF-36 (0-100)
Fragilidad	- FRAIL (0-5) - Fenotipo de FRIED (0-5)
Fuerza muscular	- Fuerza muscular global MMSS y MMII (prensión de mano y cuádriceps 0-5)
Función cardiovascular	-Frecuencia cardíaca durante la sesión de ejercicio terapéutico (ppm)
Función respiratoria	- SatO ₂ durante la sesión de ejercicio terapéutico (%) - Máxima ventilación voluntaria en 1 minuto (L/min)
Rendimiento físico	- Short Physical Performance Battery (SPPB 0-12). - The timed 'up and go' test (s) - 6 MWT (m)
Esfuerzo percibido	- Escala de Borg modificada durante la sesión de ejercicio terapéutico (0-10)
Caídas	- FES-I (16-64)

Tabla 3. Descripción de las variables a estudiar

Las variables analizadas, y los instrumentos de medida utilizados, recogidos en las tablas anteriores, al inicio y al final del proyecto quedan reflejadas en:

1. ANAMNESIS

En la hoja de recogida de datos (Anexo 3) se expondrán los datos sociodemográficos (edad y sexo), las medidas antropométricas (peso, altura, IMC y perímetros medidos con una báscula con estadímetro, una cinta métrica y una calculadora), los antecedentes patológicos y la medicación actual.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

- **Medidas antropométricas (perímetros):**

Medición de la circunferencia muscular del brazo y la circunferencia del muslo, comparándolos con los valores de referencia para iguales edad y sexo. Se considera patológico un perímetro inferior al percentil 10.

- Circunferencia del brazo (CMB): El material utilizado es una cinta métrica inelástica con una precisión de 0,1 centímetros. Colocaremos al sujeto de pie. Procederemos a calcular el punto medio entre el acromion y olecranon, con el brazo flexionado en un ángulo de 90°. Una vez localizado el punto medio, se deja caer el brazo de manera natural y colocaremos la cinta métrica horizontalmente alrededor del punto marcado. El punto de corte es de 26 cm para hombres y 24 cm para mujeres.
- Circunferencia del muslo: Usaremos la misma cinta métrica. Localizamos el punto con mayor circunferencia de la pantorrilla. Seguidamente, colocaremos la cinta métrica horizontalmente alrededor del punto indicado y anotaremos el resultado. El punto de corte en la CP es de 31 centímetros. Si es igual o mayor se considera un valor normal.

2. TESTS ESPECÍFICOS

- **Nivel de actividad física (IPAQ)**

El Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) consta, en su formato corto, de 7 preguntas acerca de la frecuencia, duración e intensidad de la actividad (moderada e intensa) realizada los últimos siete días. Este cuestionario utiliza como indicadores de gasto energético los MET (Metabolic Equivalent Task). Los datos referentes a la fórmula para el cálculo del gasto energético, así como los niveles de actividad física se especifican en el Anexo 4.

- **Calidad de vida (Cuestionario de salud SF-36)**

Los ítems de la escala están puntuados de forma que a mayor puntuación mejor es el estado de salud. Después de la introducción de los datos, los ítems se puntúan en tres pasos:

1. Recodificación de los ítems, para los 10 ítems que requieren recodificación.
2. Cálculo de la puntuación de las escalas sumando los ítems en la misma escala (puntuación cruda de la escala)
3. Transformación de las puntuaciones crudas de las escalas a una escala de 0-100 (puntuaciones transformadas de la escala).

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Se recomienda que tanto la recodificación de ítems como la puntuación de la escala se hagan utilizando el software disponible para ordenador (Medical Outcomes Trust, 1994). (Anexo 5)

- **Cuestionario FRAIL para detección de fragilidad**

Instrumento de cribado en la población general, fácil de aplicar, con preguntas que responde el paciente, y además, no incorpora pruebas físicas ni parámetros de laboratorio.

Respuesta afirmativa: 1 a 2 = prefrágil; 3 o más = frágil
¿Está usted cansado?
¿Es incapaz de subir un piso de escaleras?
¿Es incapaz de caminar una manzana?
¿Tiene más de cinco enfermedades?
¿Ha perdido más del 5% de su peso en los últimos 6 meses?

FRAIL: *Fatigue, Resistance, Aerobic, Illnesses, Loss of weight*
Adaptado de: Morley JE, Vellas B, Van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. *Frailty consensus: a call to action*. J Am Med Dir Assoc. 2013;14(6):392-7. doi: 10.1016/j.jamda.2013.03.022.

Figura 4. Cuestionario FRAIL para detección de fragilidad

- **Fenotipo de FRIED**

Método más utilizado para definir la fragilidad. Define dicho cuadro como un síndrome multifactorial caracterizado por una disminución de la fuerza, de la resistencia y una función fisiológica reducida que aumenta la vulnerabilidad del individuo para desarrollar mayor dependencia y / o muerte.

FENOTIPO DE FRAGILIDAD

Tabla 2. Criterios de fragilidad de Fried.

Pérdida de peso no intencionada 5 kilogramos o bien >5% del peso corporal en el último año.
Debilidad muscular Fuerza prensora <20% del límite de la normalidad ajustado por sexo y por índice de masa corporal.
Baja resistencia-cansancio Autorreferido por la misma persona e identificado por dos preguntas de la escala CES-D. (<i>Center Epidemiological Studies-Depression</i>)
Lentitud de la marcha Velocidad de la marcha, para recorrer una distancia de 4,5 m <20% del límite de la normalidad ajustado por sexo y altura.
Nivel bajo de actividad física Cálculo del consumo de calorías semanales por debajo del quintil inferior ajustado por sexo.

La presencia de 3 ó más de estos criterios nos indica fragilidad.

Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001;56:M146-56.

Figura 5. Fenotipo de FRIED

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

• Fuerza muscular global MMSS y MMII (fuerza de prensión de mano y cuádriceps)

A partir de la máxima contracción isométrica voluntaria, esta nos indica la capacidad de realizar una activación muscular máxima, sin desplazamiento del segmento corporal durante un tiempo de 30 segundos (s). Su medición se realiza con dinamómetro.

- Prensión de mano: paciente en sedestacion con los brazos en aducción, el antebrazo sin apoyo, el codo flexionado a 90°, y la muñeca en posición neutra. Se solicita una contracción isométrica de prensión de mano. Se mide en kg.
- Cuádriceps: paciente en sedestación con los MMII extendidos. Se solicita una contracción isométrica de extensión de rodilla (si es necesario colocaremos un elemento propioceptivo en el 1/3 distal posterior del muslo para favorecer la activación). Se mide un Newtons (N)

Una vez que el sujeto haya comprendido el movimiento que se le solicita, se pedirán 3 repeticiones de cada contracción y nos quedaremos con el valor mayor de todas las mediciones, las cuales se realizan bilateralmente.

• Función cardiovascular

Se medirá la frecuencia cardíaca durante toda la sesión de ejercicio terapéutico a partir de una pulsera de actividad con medidor de la FC (situada en la muñeca) a partir de la cual podremos recibir la información en un ordenador/tablet.

Usando de referencia la fórmula que propuso, En 2001, Tanaka para calcular la FCM en adultos: $FCM = 208,75 - (0,73 * edad)$ de manera que si el sujeto supera el 85% de dicho límite deberá finalizar la sesión en ese mismo momento.

• Función respiratoria

1) SatO₂

Se medirá la saturación de O₂ durante toda la sesión de ejercicio terapéutico a partir de una pulsera de actividad con medidor de la SatO₂ (situada en la muñeca) a partir de la cual podremos recibir la información en un ordenador/tablet.

Debemos controlar que dicho valor se mantenga en los niveles de referencia de manera que no sea en ningún caso menor del 85%, en caso de que eso ocurriera el sujeto finalizaría la sesión en ese momento.

2) Máxima ventilación voluntaria (VVM)

Entendida como la cantidad máxima de aire que se puede movilizar en 1 minuto.

Al no ser capaces de mantenerla 1 minuto (ya que entraríamos en alcalosis), se mide en 10-15 segundos y luego se hace la extrapolación para obtener el resultado. Para su realización necesitamos un espirómetro.

Se recomiendan frecuencias respiratorias que oscilen a 90 respiraciones/min. Buscamos un comando rápido y breve para indicarle al paciente y guiarle en el ritmo.

Una vez calibrado el equipo, introducimos los datos referentes al paciente y a las condiciones del medio. En cuanto se introduzca la boquilla en la boca, le pedimos que tome aire y lo eche, y le indicamos con nuestra premisa “toma, tira” para que siga el ritmo necesario para efectuar la prueba.

El flujo de referencia es de 178 L/min. La normalidad está entre el 80 y el 120%.

- **Cuestionarios de rendimiento físico**

1) SPPB:

Consiste en la realización de tres pruebas: equilibrio (en tres posiciones: pies juntos, semi-tándem y tándem), velocidad de la marcha (sobre 2.4 o 4 metros) y levantarse y sentarse en una silla cinco veces. La explicación de las pruebas, la puntuación y la valoración del resultado final se recogen en el Anexo 6.

2) TIMED UP AND GO

Variante de la prueba “Up and Go” especialmente indicada para medir el rendimiento físico y la fuerza en personas mayores.

Se necesita una silla, un cronómetro y una marca en el suelo situada a 3 m de la silla. Se medirá el tiempo necesario para levantarse de la silla (preferiblemente sin utilizar los brazos), caminar hasta la marca situada a 3 m, (ambos pies deben rebasar la marca), darse la vuelta y sentarse nuevamente en la silla. El tiempo se comienza a medir cuando el evaluador dice la orden acordada. El cronómetro se detiene justo cuando el paciente se sienta de nuevo.

En el caso de utilizar un punto de apoyo habitualmente (bastón, andador...) podrá emplearlo durante la prueba y se anotará la utilización del mismo y la posible información útil acerca del uso del mismo. Se caminará a paso lo más rápido posible (sin correr), caminando a un paso ligero pero seguro.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Puntuación:

- Menos de 10 segundos: bajo riesgo de caída.
- Entre 10 y 20 segundos: indica fragilidad (riesgo de caída).
- Más de 20 segundos: Elevado riesgo de caída.

3) 6MWT

Prueba de esfuerzo (o de tolerancia al ejercicio) de carga submáxima y constante.

Se ejecuta en un espacio de 30 metros lineal, interior, llano, no resbaladizo y despejado. Para su realización se necesitan pulsioxímetro, cronómetro, dos conos para marcar los extremos del recorrido, escala de Borg modificada (disnea y la fatiga muscular de MMII), hoja de registros (Anexo 7), cinta métrica (para medir la distancia a recorrer) y una silla.

- **Escala de esfuerzo percibido de Borg modificada**

Mediremos tanto la disnea como la fatiga a nivel de MMII durante toda la sesión de ejercicio terapéutico, preguntándole cada cierto tiempo por su valor. No debe superar un 6/7, de ser superior se finalizaría la sesión.



Figura 6. Escala de Borg

- **Nº de caídas (FES-I)**

Está compuesta por 16 elementos que evalúan el miedo de caer durante la realización de las actividades básicas de la vida diaria. Los ítems analizados son: limpiar la casa, vestirse o quitarse la ropa, preparar comidas sencillas, bañarse o ducharse, ir a las compras, sentarse o levantarse de una silla, subir o bajar escaleras, caminar, coger un objeto de arriba del nivel de la cabeza o del suelo, atender el teléfono, andar en una superficie resbaladiza, visitar a un amigo o pariente, andar en lugares con multitudes, andar en superficies irregulares, subir o bajar una rampa, y frecuentar un evento social. La puntuación total varía entre los 16 puntos (no se preocupa) y los 64 puntos (muy preocupado). La escala se recoge en el Anexo 8.

5.9. Mediciones e intervención

5.9.1 Mediciones

Una vez realizado el cálculo del tamaño muestral, y la aleatorización de la muestra, a medida que cada sujeto decide participar en el estudio de forma voluntaria, y se verifica que cumple con los criterios de selección, se procede a incluirlo en uno de los dos grupos expuestos anteriormente (grupo control o grupo experimental).

Cada uno de los participantes del estudio será sometido a tres evaluaciones, una al inicio, otra al final del estudio y la última 3 meses después de la finalización del estudio. Dichas valoraciones se realizarán siempre por el mismo examinador, un fisioterapeuta diferente al responsable de la intervención lo que permitirá que este último sea ciego en el proceso de evaluación. Además la valoración se realizará siempre bajo las mismas condiciones para todos los individuos. Estas evaluaciones serán plasmadas en una hoja de recogida de datos que cada paciente tendrá durante todo el desarrollo del proyecto (Anexo 3).

- **1ª evaluación (evaluación inicial):** Evaluación inicial que se realizará antes del inicio de la intervención.
- **2ª evaluación (evaluación final):** Al finalizar las 12 semanas del programa de ejercicio terapéutico propuesto.
- **3ª evaluación (valoración de seguimiento):** 3 meses después de haber concluido el programa de ejercicio terapéutico, con el fin de comprobar si los valores de las variables de estudio han variado con respecto al momento de finalización de la intervención.

5.9.2 Intervención: Programa de ejercicio terapéutico

A) GRUPO CONTROL:

Los individuos del grupo control recibirán su tratamiento habitual de fisioterapia (en el caso de recibirlo) pero no formarán parte de nuestra intervención.

B) GRUPO EXPERIMENTAL:

Los sujetos del grupo experimental, además de recibir su tratamiento habitual de fisioterapia (en el caso de recibirlo), formaran parte de nuestro programa de ET.

Varios de los artículos analizados afirman los beneficios procedentes de los programas grupales de ejercicio terapéutico, razón por la que se ha decidido realizar uno de ellos en nuestra intervención buscando, además, obtener la máxima adherencia posible.

El protocolo tendrá una duración de 60 minutos por sesión, 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes) durante 12 semanas y con un total de 36 sesiones. Los sujetos se dividirán en 2 franjas horarias de manera que 10 formarán parte del grupo de mañana y los 10 restantes del grupo de tarde.

Todos los ejercicios que componen esta sesión, basada principalmente en el fortalecimiento muscular y la mejora cardiovascular, han sido seleccionados basándonos en la máxima evidencia actual sobre ejercicio terapéutico en individuos mayores con sarcopenia^{1,4,10,11,13,19,22,30,35,37-44,46-53}.

En el inicio de las sesiones empezaremos con ejercicios sencillos para controlar la respiración, de forma que los pacientes se colocarán en sedestación, bien alineados, con los pies apoyados en el suelo y con las manos encima del abdomen (como estímulo para hacer de forma correcta una respiración diafragmática). Les solicitaremos que cojan aire por la nariz y lo suelten por la boca de forma lenta. Una vez los pacientes se relajen y tengan controlada la respiración empezaremos a darles más comandos.

Criterios de suspensión de la sesión

- Cuando la FC durante el ejercicio alcanza el 85% de la máxima teórica (calculada previamente).
- Saturación de oxígeno por debajo del 85%.
- Cuando la disnea y/o la fatiga de MMII y MMSS supera una puntuación de 6/7 en la escala de Borg modificada.
- Sensación de desvanecimiento, mareos

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

- Visión borrosa
- Sudoración profusa
- Cianosis.
- Debilidad muscular excesiva y/o claudicación.
- Dolor precordial

Además, en toda la sesión se respetará la regla de no dolor, es decir, si el paciente siente molestias en algún ejercicio deberá comunicárnoslo y se decidirá si modificar el ejercicio o suprimir su realización.

1. CALENTAMIENTO (10 min)

Combinaremos una serie de ejercicios de movilización global de cabeza y cuello, MMSS, tronco y MMII con ciclos respiratorios. A continuación, se llevarán a cabo 5 minutos de marcha progresiva y luego se comenzara con la fase central del programa. Todo ello se encuentra detallado en el Anexo 9.

2. FASE CENTRAL (40 min)

FORTALECIMIENTO Y RESISTENCIA

Nos centraremos en los principales grupos musculares de MMSS, tronco y MMII. Realizaremos, si es posible, la mayoría de los ejercicios en bipedestación.

<u>DOSIFICACIÓN</u>	
Frecuencia	3 días a la semana con un mínimo de 1 día de descanso entre sesión y sesión.
Nº de ejercicios	10
Volumen	Se empezará con 3 series de 10 repeticiones hasta intentar alcanzar 5 series de 12 repeticiones. O bien se realizará el ejercicio durante 30 segundos hasta intentar alcanzar los 2 minutos.
Intensidad	Empezaremos con el 30% de 1 RM del paciente hasta intentar alcanzar el 85%. *Dicho valor será calculado en las sesiones de valoración inicial de los pacientes.
Descanso	Debe de ser el suficiente para afrontar la siguiente serie o ejercicio con éxito (entre 2-3 minutos).

Tabla 4. Dosificación fortalecimiento y resistencia

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

EJERCICIOS (6 primeras semanas)	
Flexión de codos (bíceps braquial)	<p>Brazos a lo largo del cuerpo con la palma de la mano orientada hacia el mismo con pesas de 1kg en ambos MMSS, manteniendo una ligera separación del cuerpo, desde esa posición flexionar codos llevando las manos en dirección a los hombros.</p> <p><u>Progresión:</u> aumentaremos el peso de la pesa empleada a 2kg. La siguiente progresión sería con mancuernas de 3kg.</p>
Extensión de codos (tríceps braquial)	<p>Ambos brazos elevados por detrás de la cabeza y con flexión de codos con una mancuerna de 1kg entre ambas manos, se realiza extensión de los dos codos a la vez, elevando los brazos por encima de la cabeza. <u>Progresión:</u> aumentar la carga a 2 o 3kg.</p>
Deltoides	<p>Elevación anterior de los dos brazos hasta la altura de los hombros (90°) con pesas en ambos MMSS.</p> <p>Desde esa posición, se realiza la apertura de los brazos (ABD), lo máximo posible sin compensación (idóneo hasta la línea media del hombro). Se suben los brazos por encima de la cabeza. Se descienden hasta la altura de los hombros. Se juntan delante del pecho. Se colocan las pesas en horizontal y se bajan los MMSS. Importante: no flexionar los codos en la realización del movimiento. <u>Progresión:</u> aumentar la carga a 2 o 3kg.</p>
Trabajo de tronco y flexión de hombros (fascículo anterior del deltoides y coracobraquial)	<p>Elevar hacia arriba un aro (flexión) lo máximo posible, volver a la posición neutra inicial y a continuación llevarlo hacia adelante inclinando el tronco, meterlo dentro de la cabeza, sacarlo y volver a la posición inicial. *En este ejercicio tenemos que buscar la anteversión pélvica necesaria para el paso de sedestación a bipedestación, y no la retroversión*. <u>Progresión:</u> cambiar el aro por un balón medicinal de 2kg. Podríamos aumentar la carga del balón medicinal a 4kg.</p>
Potenciación del complejo del	<p>Una persona sujeta un theraband (resistencia leve-moderada) y la otra hace el ejercicio. En este caso van a realizarse un ejercicio enfocado al trapecio medio (con codos flexionados a 90° y brazos pegados al tronco, que realicen extensión de</p>

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

hombro por parejas	hombro juntando las escápulas) y otro a los rotadores internos y externos (con codo a 90° de flexión y brazo sujetando una toalla con el tronco, separar la muñeca del tronco o acercarla a la barriga). <u>Progresión:</u> cambiar el theraband por otro de resistencia moderada-fuerte.
Sentadillas (cuádriceps)	Con las piernas abiertas al ancho de caderas y la espalda recta. Desde esta posición el paciente realiza una flexión de rodilla y de cadera. Es importante que al bajar lo haga siempre con la espalda recta. <u>Progresión:</u> aumentar el rango de movimiento y realizarlo sosteniendo un balón medicinal en MMSS de 2 o 4kg.
Trabajo sobre step (gemelos y soleo)	En bipedestación con un step delante para subirse y realizar primero una contracción concéntrica de 3-4 segundos y luego una excéntrica de otros 3-4 segundos. <u>Progresión:</u> lastres de 2kg en tobillos y/o pesas de 1,2 o 3kg en MMSS.
Extensores de cadera (glúteo mayor)	En bipedestación se realiza la extensión de cadera. <u>Progresión:</u> lastres de 2kg en tobillos.
Abducción de cadera (glúteo medio)	En bipedestación se realiza la abducción de cadera. <u>Progresión:</u> lastres de 2kg en tobillos.
Transferencia de peso hacia un MI	En bipedestación abrir las piernas con una anchura mayor que la de los hombros (aumento de base de sustentación) y solicitar transferencia de peso a cada una. <u>Progresión:</u> adelantar una pierna como si se estuviera dando un paso y desde esa posición se pide transferencia de peso hacia la pierna de delante y de atrás alternamente.

Tabla 5. Ejercicios (6 primeras semanas)

En la última sesión de cada una de las semanas de intervención se valorará la capacidad individual de cada paciente para aumentar la dificultad o la carga (realizar la progresión) de cada uno de los ejercicios.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

CIRCUITO DE AGILIDAD (Resistencia aeróbica)	
Longitud y altura de paso	Colocamos una serie de aros de distintos colores y tamaños distanciados unos de otros.
Marcha lateral	Situaremos una serie de barras paralelas y le pediremos al paciente que camine lateralmente, buscando además reducir la base de sustentación.
Altura de paso	Conos con una barra por el medio para que la pasen por encima influyendo así en la altura de paso.
Disociación pélvica y escapular	El paciente deberá caminar con una barra que mantendrá con sus MMSS situada a nivel de tronco horizontalmente.
Dirección	Marcha en zigzag con conos para trabajar los cambios de dirección.
Coordinación	Marcha botando un balón en una distancia previamente marcada.

Tabla 6. Circuito de agilidad

Se empezará con la realización de 4 vueltas al circuito e iremos progresando en número de vueltas y dificultad de los obstáculos.

Trascurridas las 6 primeras semanas, se comprobará el estado funcional de cada paciente y si están preparados para progresar en la dificultad de los ejercicios de fuerza propuestos, adaptándonos siempre a las peculiaridades de cada individuo del programa. En el caso de no ser así el individuo en cuestión continuaría con los ejercicios previos de las primeras 6 semanas.

EJERCICIOS (6 últimas semanas)	
Flexión de codos y abducción de cadera	Con los brazos a lo largo del cuerpo, flexionar codos llevando las manos en dirección a los hombros con pesas de 1,2 o 3 kg. Al mismo tiempo se lleva a cabo un paso lateral (alternando hacia un lado y hacia el otro).
Flexión de hombros y extensión de cadera	El paciente tendrá una pica con la cual realizará un flexión de hombros con ambos MMSS a la vez que traslada un MI hacia posterior (realizando la extensión de cadera). A continuación se realizara el mismo procedimiento con el otro MI.
Sentadilla con lastre en tronco	El paciente realiza una flexión de rodilla y de cadera con un balón medicinal de 2-4 kg mantenido a nivel anterior de tronco.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

	Es importante que al bajar lo haga siempre con la espalda recta y sin dolor.
Extensión de codos y flexión plantar	El paciente sostiene una pica, le pediremos que sitúe los hombros a 90° de ABD y codos a 90° de flexión, y desde ahí, suba hasta alcanzar la extensión de codos. Al mismo tiempo que extiende los codos realiza una flexión plantar situándose en posición de puntillas.
Extensión de hombros y flexión de cadera	El paciente sostiene en cada MS una mancuerna de 1,2 o 3 kg y realiza con codos extendidos una extensión de hombros a la vez que flexiona la cadera de un MI hasta un rango seguro. A continuación se realiza el mismo ejercicio con el otro MI.
V anterior con brazos en jarra	El paciente desde bipedestación dará un paso con un MI y a continuación con el otro con cierta flexión de cadera y con una cierta anchura (a nivel de hombros aproximadamente) y volverá a la posición inicial. Se hará el mismo ejercicio pero iniciando el movimiento con el otro MI.
Trabajo sobre step incluyendo MMSS	En bipedestación con un step delante para subirse y realizar primero una contracción concéntrica en 3-4 segundos y luego una excéntrica en otros 3-4 segundos. Cuando sube un MI realiza una flexión de hombro con el MS contrario.
Transferencia de peso en posición de caballero y rotación de tronco	En bipedestación, adelantar una pierna como si se estuviera dando un paso y desde esa posición se pide transferencia de peso hacia la pierna de delante. A la vez que realiza la transferencia de peso realiza una rotación de tronco hacia el lado contrario del MI adelantado. Se repetirá el ejercicio cambiando la posición de los MMII y por tanto el sentido de rotación.
Flexión de rodilla	En bipedestación con brazos en jarra, se realiza una flexión de rodilla con un MI y a continuación con el otro.
Puente glúteo	En decúbito supino sobre una esterilla o, de no ser posible, sobre una camilla con MMII en triple flexión y con pies apoyados sobre ella, pediremos que active la musculatura glútea, realice el puente y mantenga la posición entre 5-10s. Posteriormente debe bajar hasta la posición inicial de manera controlada.

Tabla 7. Ejercicios (6 últimas semanas)

3. VUELTA A LA CALMA (10 minutos)

A) FLEXIBILIDAD

Se realizaran estiramientos autopasivos durante 20-25 segundos por cada grupo muscular para desencadenar el reflejo miotático inverso.

1. <u>CABEZA Y CUELLO (en bipedestación)</u>	
Extensores cervicales	Flexionar el cuello y acompañar el movimiento con la mano para aumentar la tensión.
Flexores cervicales	Extensión de cuello.
Trapezio superior	Inclinación de cabeza hacia el lado contralateral, acompañando el movimiento con la mano.
Escalenos	Inclinación y rotación hacia el lado contralateral.
2. <u>MMSS (en bipedestación)</u>	
Tríceps	Sé tocará con la mano de un hemicuerpo la escápula de ese mismo lado y con la mano contraria se realizará un empuje hacia posterior del codo.
Bíceps	Con el brazo extendido en posición horizontal, con el cuerpo girado, el paciente se agarrará a una columna u otra superficie y girará el torso para estirar.
Pectorales	Colocando los brazos en un ángulo de 90° de ABD y flexión de 90° de codos. Desde esta posición se llevarán los MMSS hacia posterior.
3. <u>TRONCO (en bipedestación)</u>	
Dorsal ancho	El paciente se sitúa al lado de una pared, coloca los brazos estirados hacia el techo y la mano externa sujeta la muñeca más próxima a la pared. Desde ahí, el paciente imprime un movimiento de flexión anterolateral.
Cuadrado lumbar	Se cruza una pierna por encima de la otra, mientras que con los brazos elevados por encima de la cabeza y las manos entrecruzadas se realiza una inclinación al mismo lado de la pierna que cruzamos.
	En posición de cuadrupedia con la cabeza en dirección hacia el medio del pecho se busca realizar la máxima encorvación

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Zona abdominal y espalda	posible con la espalda, en la misma dirección. A continuación, dirección de la cabeza hacia atrás mirando hacia el techo, con arqueamiento de la espalda tratando de llevar la barriga hacia el suelo.
---------------------------------	--

4. <u>MMII</u>	
Cadena posterior	En sedestación, con la pierna a estirar situada en extensión, se intenta tocar con la mano del mismo lado la punta del pie del mismo hemicuerpo.
Cuádriceps	En bipedestación, se sujeta la parte anterior de un pie con la mano, tirando de él lentamente hacia las nalgas. Con la otra mano puede agarrarse a algo estable si no se mantiene el equilibrio sobre una pierna.
Gemelos y sóleo	De pie, se coloca la planta del pie sobre la pared con la rodilla estirada y debe tratar de llevar el cuerpo hacia delante.

Tabla 8. Ejercicios de flexibilidad

B) RELAJACIÓN

Al final de la sesión se llevara a cabo una técnica de relajación mediante la realización de lo que se conoce como respiración completa que busca aprovechar al máximo nuestra capacidad pulmonar.

Los pacientes se situaran con los ojos cerrados en decúbito supino con las piernas en ligera flexión con una cuña bajo los huecos poplíteos y de manera guiada por la fisioterapeuta llevarán a cabo los ciclos respiratorios indicados con una mano a nivel abdominal y la otra a nivel clavicular para facilitar el ejercicio. Se realizaran unos 10-15 ciclos respiratorios.

5.10. Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico de los resultados que se obtengan del proyecto se llevará a cabo mediante el programa SPSS (IBM SPPS Statistics versión 24.0).

En primer lugar, se procederá al análisis descriptivo de la muestra a través de las variables cuantitativas, edad, peso y altura, y de las cualitativas, sexo, antecedentes patológicos y medicación actual. Posteriormente se realizará el análisis del resto de las variables cuantitativas del estudio, las cuales se dividen en continuas (circunferencias de brazo y muslo, fuerza muscular global MMSS y MMII, 6MWT, timed up and go, y máxima ventilación

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

voluntaria en 1 min) y discretas (IMC, fenotipo de FRIED, test de FRAIL, frecuencia cardíaca, satO₂ y escala de Borg modificada, SPPB, IPAQ, FES-I y SF-36).

A continuación, para conocer los efectos de la intervención, siempre que las variables de estudio evidencien una distribución normal y cumplan la homogeneidad de la muestra, se empleará una prueba paramétrica de análisis de la varianza de medidas repetidas (ANOVA-MR) para cada una de las variables, habrá un factor intersujeto que incluye dos niveles, el grupo control y el grupo experimental, y un factor intrasujeto con tres niveles, que se corresponden con las valoraciones realizadas en el programa (evaluación inicial, evaluación final y valoración de seguimiento).

Por último, el tamaño del efecto del estudio se obtendrá mediante la *d* de Cohen y los resultados se reflejarán en función de la media y la desviación típica, aceptando la significancia estadística cuando el *p* valor sea < a 0.05.

5.11. Limitaciones del estudio y posibles sesgos

El diseño de este proyecto de investigación presenta algunas **limitaciones**:

- Los participantes seleccionados para este proyecto tienen todos más de 65 años de edad, por lo que no podemos saber si los cambios observados tendrían lugar en una población con distintos rangos de edad y/o diferentes estadios de gravedad del cuadro clínico.
- La variabilidad en la capacidad de trabajo y de mejora que tiene cada individuo complicará la progresión en la ejecución de los diferentes ejercicios que componen el programa.

Podemos clasificar los **posibles sesgos** del estudio en:

- **Sesgo de selección:** hace referencia a cualquier fallo derivado del procedimiento de identificación de la población a estudiar. En nuestro estudio, para tratar de reducir este sesgo, los participantes serán repartidos en los dos grupos de manera aleatoria.
- **Sesgos de información:** los resultados obtenidos pueden verse alterados por la falta de experiencia a la hora de pasar los test, las escalas o cuestionarios. Se tratarán de reducir a través de la realización de la recogida de datos por un profesional cualificado y que tenga un cierto control en la utilización de esas medidas (la fisioterapeuta encargada del estudio). Además, durante la recopilación de los datos o en las

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

evaluaciones, habrá que tener en cuenta las posibles inexactitudes que puedan cometerse.

Las mediciones de las variables de estudio se realizarán con instrumentos de medida validados y, de ser posible, específicos para la sarcopenia. Los cuestionarios que deben cubrir los pacientes serán explicados previamente por la fisioterapeuta, y en el caso de que fuera necesario les ayudaría a completar el los mismos.

- **Sesgos de precisión:** la duración del programa de ET condicionará la consecución de los objetivos del proyecto. Partiendo de la base de que la sarcopenia es una entidad patología crónica que aumenta con el envejecimiento, el periodo de estudio tendría que mantenerse durante un largo período de tiempo para lograr resultados clínicos significativos.

6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

AÑO	2020				2021							
MES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Solicitud de permisos	■	■										
Selección de pacientes y aleatorización			■									
Valoraciones iniciales				■	■							
Protocolo de ejercicio terapéutico				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Valoraciones finales							■	■				
Extracción de datos								■	■	■	■	■
Valoraciones de seguimiento (3 meses después)											■	■
Análisis de los datos y difusión de resultados											■	■

Tabla 9. Cronograma y plan de trabajo

7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

Para llevar a cabo este estudio se requerirá su aprobación al **Comité Autonomo de Ética de la Investigación Clínica de Galicia** (CAEI). Además, será remitido al **Comité de ética de la Universidad de A Coruña** (UDC) para conseguir la autorización para su posterior desarrollo.

Para poder proceder a la realización de este proyecto de investigación es necesario seguir una serie de leyes principales de la legislación española.

La primera ley que se cumplirá es la **ley 14/2007** del 3 de junio de investigación biomédica junto con los principios éticos de la **declaración de Helsinki** (2013), relativos a los derechos humanos y a la bioética.

Deben conocerse y seguirse también los artículos establecidos en la **ley 44/2003**, del 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias.

A partir de la hoja de **consentimiento informado** elaborada para la realización de este estudio (anexo 2) se puntualiza toda la información relevante para la participación en el estudio, entre la que se encuentran: la finalidad del estudio, en que consiste la participación, los posibles beneficios y el manejo de los datos. Los participantes podrán formar parte del proyecto una vez hayan leído y entendido toda la información referente al estudio para posteriormente firmar dicho documento, basándonos en la **ley 41/2002**, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente, de derechos y de obligaciones en materia de información y documentación clínica.

Por otro lado, destacar también que el derecho a preservar la integridad propia de cada sujeto participante en el estudio será respetado. Por este motivo, el tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos obtenidos se realizarán conforme a lo dispuesto en la **Ley Orgánica 15/1999**, 13 de Diciembre, de **Protección de Datos de Carácter Personal**. Todos los datos de los individuos que formen parte del estudio serán procesados de forma codificada, es decir, se asignará un número de identificación a cada participante, que será el que constará en los documentos de la investigación.

Se debe tener en cuenta que los participantes no tienen ninguna obligación con el proyecto y pueden abandonarla en cualquier momento de su desarrollo sin dar explicaciones y sin repercusiones. De igual modo, ningún individuo deberá abandonar sus tratamientos habituales.

En último lugar, se cumplirán las normas y códigos éticos del Complejo Gerontológico de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos de la ciudad de A Coruña.

Finalizada la investigación, los resultados obtenidos serán anonimizados para su conservación y posible uso en futuras investigaciones similares o complementarias.

8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

La finalidad de este estudio es conocer si un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular mejora la fuerza muscular, el rendimiento físico y el estado funcional de los adultos mayores con sarcopenia. En el caso de que los resultados obtenidos confirmen la hipótesis alternativa, el proyecto podrá ser planteado ante la comunidad científica. Además, el programa terapéutico realizado en este estudio podría servir como referencia en futuras investigaciones sobre la sarcopenia en mayores con el objetivo de mejorar la evidencia en este ámbito.

A continuación, se procedería a dar a conocer el uso de este programa en los diferentes centros sanitarios, tanto públicos o privados, residencias y asociaciones donde se aborden pacientes mayores con sarcopenia. Los resultados satisfactorios de este estudio mostrarían la importancia del diseño de estrategias terapéuticas para el trabajo de fuerza y resistencia en dichos individuos, y la posible extrapolación de los mismos, entre otros, a alcanzar la mayor funcionalidad posible en las ABVD.

Además, los parámetros empleados para la dosificación del ejercicio en el programa podrían tomarse de referencia para futuros abordajes del cuadro clínico, así como, para nuevas investigaciones que se centren en esta población o similares y en otros contextos.

9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La publicación de los resultados obtenidos se realizará tras el análisis de los datos y la formulación de las conclusiones, una vez haya finalizado el proyecto, pretendiendo llegar al ámbito científico y profesional y también a la sociedad.

Antes que nada, se realizará una reunión con los participantes en el estudio (y sus familiares o representantes legales, si los hubiese, si así lo desean) para informarles de los resultados obtenidos en la intervención.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Dichas conclusiones y resultados se intentarán divulgar a través de comunicaciones orales o posters científicos en distintos **congresos y jornadas** que tengan relación con la fisioterapia y concretamente la fisioterapia en mayores, con interés especial en la sarcopenia:

- Congreso Internacional de la WCPT (World Confederation for Physical Therapy)
- Congreso Europeo de Fisioterapia (ER-WCPT)
- Congreso Nacional de Fisioterapia de la AEF
- Congreso Nacional de Estudiantes de Fisioterapia en A Coruña (CNEF)
- Congreso de la Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología
- Conferencia Internacional de Investigación sobre la Fragilidad y la Sarcopenia (ICFSR 2020)
- Congreso Internacional de Envejecimiento Saludable (San Sebastián, 2020)

De la misma manera, se intentarán realizar publicaciones en **revistas científicas** de impacto nacional e internacional relacionadas con fisioterapia, sarcopenia y geriatría:

- Physiotherapy
- Journal of Physiotherapy
- Disability and Rehabilitation
- Revista Fisioterapia
- Revista de Fisioterapia Galega, COFIGA.

En el caso de que los resultados sean los esperados, se difundirá la información a través de comunicaciones a la institución en la que se ha realizado el estudio así como a aquellas asociaciones, residencias, centros u otros lugares que tengan un perfil similar.

10. MEMORIA ECONÓMICA

10.1 Recursos necesarios

La realización de este proyecto implica un gasto en recursos, tanto materiales como humanos. Dentro los **recursos materiales**, se engloban los materiales inventariables y los fungibles que se encuentran desarrollados en la tabla IX.

Parte de dichos materiales serán prestados, para su uso por parte de los participantes en el estudio, por la Facultad de Fisioterapia de la UDC y por el Complejo Gerontológico de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos de A Coruña y se recogen, sin su importe, en la tabla de distribución del presupuesto.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Por otro lado, entre los **recursos humanos** se encuentran la fisioterapeuta que llevará a cabo la intervención y, de ser posible, una psicóloga que será la encargada de pasarles a los sujetos el test cognitivo Mini Mental (criterio de inclusión).

Ninguno de los investigadores ni pacientes que forman parte de este proyecto recibirá algún tipo de compensación económica.

Con relación a la **infraestructura** necesaria, el estudio se desarrollará en el Complejo Gerontológico de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos. En las instalaciones del complejo dispondremos de una sala de tratamiento para los ejercicios. Por lo tanto, no habrá gastos provenientes de la utilización de espacios físicos.

10.2 Distribución del presupuesto

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO FINAL
1. INFRAESTRUCTURA		
Sala de tratamiento en el Complejo Gerontológico Padre Rubinos	1	0,00€
2. RECURSOS HUMANOS		
Fisioterapeuta	2	0,00€
Psicóloga	1	0,00€
3. RECURSOS MATERIALES FUNGIBLES		
Bolígrafos bic	5	2,50€
Folios	Paquete de 500 Hojas A4	6,25€
4. RECURSOS MATERIALES INVENTARIABLES		
Báscula digital con estadímetro y LCD	1	192,99€
Cinta métrica inelástica (Quirumed)	1	5,45€
Calculadora Casio MX-8B-WE	1	8,90€
Cronómetro Amison	1	2,96€
Ordenador portátil	1	0,00€
Dinamómetro digital 300N SH-300	1	163,49€
Pulsera Actividad Cresta 1907401 PM233XL (con medidor de FC y SatO2)	20	767,8€
Espirómetro (facultad de Fisioterapia)	1	0,00€

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Balón de baloncesto	10	44,9€
Conos (10 Uds.)	1	0,00€
Picas (3 Uds.)	3	0,00€
Theraband de resistencia leve-moderada	5	0,00€
Theraband de resistencia moderada-fuerte	5	0,00€
Aros	10	00,0€
Silla con respaldo	10	0,00€
Juego de Mancuernas Hexagonales SONGMICS - 2 x 1 kg, 2 x 2 kg, 2 x 3 kg	10	429,9 €
Esterillas	10	25,9€
Balón medicinal Sveltus 2kg	10	227,8€
Balón medicinal Sveltus 4kg	10	292,0€
Lastres de tobillos de 2kg	20	279,8€
Step	10	219,9€
IMPORTE TOTAL:		2.670,54€

Tabla 10. Distribución del presupuesto

10.3 Posibles fuentes de financiación

A) Fuentes públicas:

- Xunta de Galicia: a través de la convocatoria de subvenciones para desarrollar programas de actividades de rehabilitación en grupos con necesidades sociosanitarias.
- Diputación de A Coruña
- Consellería de Sanidade da Xunta de Galicia
- Universidade de A Coruña

B) Fuentes privadas:

- Obra Social “La Caixa”: convocatorias de carácter anual para ayudar a organizaciones sin ánimo de lucro a desarrollar proyectos destinados a la promoción de la autonomía personal y atención al envejecimiento, a la discapacidad y a la enfermedad.
- Fundación Mapfre: convocatorias de carácter anual para ayudar a investigadores del ámbito profesional o académico, a implantar programas de investigación de las áreas de: seguro y previsión social, promoción de la salud.
- Becas de la Fundación Barrié: subvenciones destinadas a universitarios que realicen proyectos de investigación en cualquier área de conocimiento.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. B L-P, C G-C, Lm B. Problemática nutricional relacionada con la fragilidad y la sarcopenia en personas de edad avanzada [6ª Jornadas UCM-ASEN]. *Nutrición Hospitalaria*. 2019; 36(Extra 3):49-52.
2. Una panorámica de la población mayor, 2018. – EnR? [Internet]. [Citado 19 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://envejecimientoenred.es/perfil-las-personas-mayores-espana-2018/>
3. Rubio del Peral JA, Gracia Josa Mª S, Rubio del Peral JA, Gracia Josa Mª S. Ejercicios de resistencia en el tratamiento y prevención de la sarcopenia en ancianos. Revisión sistemática. *Gerokomos*. 2018; 29(3):133-7.
4. Piastra G, Perasso L, Lucarini S, Monacelli F, Bisio A, Ferrando V, et al. Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women. Vol. 2018, *BioMed Research International*. Hindawi; 2018 [citado 1 de marzo de 2020]. p. e5095673. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/5095673/>
5. Grönstedt H, Vikström S, Cederholm T, Franzén E, Seiger Å, Wimo A, et al. A study protocol of Older Person's Exercise and Nutrition Study (OPEN) - a sit-to-stand activity combined with oral protein supplement - effects on physical function and independence: a cluster randomized clinical trial. *BMC Geriatr*. 07 de 2018; 18(1):138.
6. Ciolac EG, Rodrigues-da-Silva JM. Resistance Training as a Tool for Preventing and Treating Musculoskeletal Disorders. *Sports Med*. Septiembre de 2016; 46(9):1239-48.
7. Damanti S, Azzolino D, Roncaglione C, Arosio B, Rossi P, Cesari M. Efficacy of Nutritional Interventions as Stand-Alone or Synergistic Treatments with Exercise for the Management of Sarcopenia. *Nutrients*. 23 de agosto de 2019; 11(9).
8. Rubio-Ruiz ME, Guarner-Lans V, Pérez-Torres I, Soto ME. Mechanisms Underlying Metabolic Syndrome-Related Sarcopenia and Possible Therapeutic Measures. *International Journal of Molecular Sciences*. Enero de 2019; 20(3):647.
9. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 1 de enero de 2019; 48(1):16-31.
10. Ordóñez M. ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA Y SARCOPENIA. EVIDENCIAS ACTUALES. 2013; 18.
11. Yamada M, Kimura Y, Ishiyama D, Nishio N, Otobe Y, Tanaka T, et al. Synergistic effect of bodyweight resistance exercise and protein supplementation on skeletal muscle in sarcopenic or dynapenic older adults. *Geriatr Gerontol Int*. Mayo de 2019; 19(5):429-37.
12. Lu Y, Niti M, Yap KB, Tan CTY, Zin Nyunt MS, Feng L, et al. Assessment of Sarcopenia Among Community-Dwelling At-Risk Frail Adults Aged 65 Years and Older Who Received Multidomain Lifestyle Interventions: A Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 16 de octubre de 2019; 2(10):e1913346.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

13. Sgrò P, Sansone M, Sansone A, Sabatini S, Borrione P, Romanelli F, et al. Physical exercise, nutrition and hormones: three pillars to fight sarcopenia. *Aging Male*. Junio de 2019; 22(2):75-88.
14. Keller K. Sarcopenia. *Wien Med Wochenschr*. Mayo de 2019; 169(7-8):157-72.
15. Prior SJ, Ryan AS, Blumenthal JB, Watson JM, Katzell LI, Goldberg AP. Sarcopenia Is Associated With Lower Skeletal Muscle Capillarization and Exercise Capacity in Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Agosto de 2016; 71(8):1096-101.
16. Yakabe M, Hosoi T, Akishita M, Ogawa S. Updated concept of sarcopenia based on muscle-bone relationship. *J Bone Miner Metab*. Enero de 2020; 38(1):7-13.
17. Musumeci G. Sarcopenia and Exercise “The State of the Art”. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. Diciembre de 2017; 2(4):40.
18. Garatachea N, Pareja-Galeano H, Sanchis-Gomar F, Santos-Lozano A, Fiuza-Luces C, Morán M, et al. Exercise attenuates the major hallmarks of aging. *Rejuvenation Res*. Febrero de 2015; 18(1):57-89.
19. Gade J, Beck AM, Bitz C, Christensen B, Klausen TW, Vinther A, et al. Protein-enriched, milk-based supplement to counteract sarcopenia in acutely ill geriatric patients offered resistance exercise training during and after hospitalisation: study protocol for a randomised, double-blind, multicentre trial. *BMJ Open*. 1 de febrero de 2018; 8(2):e019210.
20. Martone AM, Marzetti E, Calvani R, Picca A, Tosato M, Santoro L, et al. Exercise and Protein Intake: A Synergistic Approach against Sarcopenia [Internet]. Vol. 2017, *BioMed Research International*. Hindawi; 2017 [citado 20 de marzo de 2020]. p. e2672435. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/2672435/>
21. Ebner N, Anker SD, Haehling S von. Recent developments in the field of cachexia, sarcopenia, and muscle wasting: highlights from the 12th Cachexia Conference. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2020; 11(1):274-85.
22. Lozano-Montoya I, Correa-Pérez A, Abraha I, Soiza RL, Cherubini A, O’Mahony D, et al. Nonpharmacological interventions to treat physical frailty and sarcopenia in older patients: a systematic overview; the SENATOR Project ONTOP Series. *CIA*. Abril de 2017; Volume 12:721-40.
23. Molés Julio MP, Lavedán Santamaría A, Jürschik Giménez P, Nuin Orrio C, Botigué Satorra T, Maciá Soler L. Estudio de fragilidad en adultos mayores: diseño metodológico. *Gerokomos*. Marzo de 2016; 27(1):8-12.
24. Hopewell S, Copsey B, Nicolson P, Adedire B, Boniface G, Lamb S. Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20 000 participants. *Br J Sports Med*. 21 de agosto de 2019;
25. Arai H, Wakabayashi H, Yoshimura Y, Yamada M, Kim H, Harada A. Chapter 4 Treatment of sarcopenia. *Geriatrics & Gerontology International*. 2018; 18(S1):28-44.

26. Beaudart C, Dawson A, Shaw SC, Harvey NC, Kanis JA, Binkley N, et al. Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporos Int.* 1 de junio de 2017; 28(6):1817-33.
27. Izquierdo M. Prescripción de ejercicio físico. El programa Vivifrail como modelo. *Nutr Hosp* [Internet]. 2019 [citado 1 de marzo de 2020]; Disponible en: <https://www.nutricionhospitalaria.org/articles/02680/show>
28. Yeung SSY, Reijnierse EM, Pham VK, Trappenburg MC, Lim WK, Meskers CGM, et al. Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2019; 10(3):485-500.
29. Martins AC, Santos C, Silva C, Baltazar D, Moreira J, Tavares N. Does modified Otago Exercise Program improves balance in older people? A systematic review. *Prev Med Rep.* 10 de julio de 2018; 11:231-9.
30. Lai C-C, Tu Y-K, Wang T-G, Huang Y-T, Chien K-L. Effects of resistance training, endurance training and whole-body vibration on lean body mass, muscle strength and physical performance in older people: a systematic review and network meta-analysis. *Age Ageing.* 1 de mayo de 2018; 47(3):367-73.
31. Luo D, Lin Z, Li S, Liu S-J. Effect of nutritional supplement combined with exercise intervention on sarcopenia in the elderly: A meta-analysis. *Int J Nurs Sci.* 16 de octubre de 2017; 4(4):389-401.
32. Robinson S, Granic A, Sayer AA. Nutrition and Muscle Strength, As the Key Component of Sarcopenia: An Overview of Current Evidence. *Nutrients.* Diciembre de 2019; 11(12):2942.
33. Sbardelotto ML, Costa RR, Malysz KA, Pedroso GS, Pereira BC, Sorato HR, et al. Improvement in muscular strength and aerobic capacities in elderly people occurs independently of physical training type or exercise model. *Clinics* [Internet]. 2019 [citado 1 de marzo de 2020]; 74. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1807-59322019000100243&lng=en&nrm=iso&tlng=en
34. Liao C-D, Chen H-C, Huang S-W, Liou T-H. The Role of Muscle Mass Gain Following Protein Supplementation Plus Exercise Therapy in Older Adults with Sarcopenia and Frailty Risks: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis of Randomized Trials. *Nutrients.* Agosto de 2019; 11(8):1713.
35. Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging.* 2017; 12:955-61.
36. Bosaeus I, Rothenberg E. Nutrition and physical activity for the prevention and treatment of age-related sarcopenia. *Proceedings of the Nutrition Society.* Mayo de 2016; 75(2):174-80.
37. Xu D, Wang H, Chen S, Ross S, Liu H, Olivencia-Yurvati A, et al. Aerobic Exercise Training Improves Orthostatic Tolerance in Aging Humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* Abril de 2017; 49(4):728–735.

38. Palop Montoro MV, Párraga Montilla JA, Lozano Aguilera E, Arteaga Checa M. Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *Nutrición Hospitalaria*. Abril de 2015; 31(4):1481-90.
39. Kerr J, Rosenberg D, Millstein RA, Bolling K, Crist K, Takemoto M, et al. Cluster randomized controlled trial of a multilevel physical activity intervention for older adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 02 de 2018; 15(1):32.
40. de Mello RGB, Dalla Corte RR, Gioscia J, Moriguchi EH. Effects of Physical Exercise Programs on Sarcopenia Management, Dynapenia, and Physical Performance in the Elderly: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials [Internet]. Vol. 2019, *Journal of Aging Research*. Hindawi; 2019 [citado 8 de marzo de 2020]. p. e1959486. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jar/2019/1959486/>
41. Chan D-C, Chang C-B, Han D-S, Hong C-H, Hwang J-S, Tsai K-S, et al. Effects of exercise improves muscle strength and fat mass in patients with high fracture risk: A randomized control trial. *J Formos Med Assoc*. Julio de 2018; 117(7):572-82.
42. Rodriguez-Larrad A, Arrieta H, Rezola C, Kortajarena M, Yanguas JJ, Iturburu M, et al. Effectiveness of a multicomponent exercise program in the attenuation of frailty in long-term nursing home residents: study protocol for a randomized clinical controlled trial. *BMC Geriatr*. 23 de febrero de 2017; 17(1):60.
43. Stec MJ, Thalacker-Mercer A, Mayhew DL, Kelly NA, Tuggle SC, Merritt EK, et al. Randomized, four-arm, dose-response clinical trial to optimize resistance exercise training for older adults with age-related muscle atrophy. *Exp Gerontol*. 01 de 2017; 99:98-109.
44. Shen S-S, Chu J-J, Cheng L, Zeng X-K, He T, Xu L-Y, et al. Effects of a nutrition plus exercise programme on physical function in sarcopenic obese elderly people: study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*. 30 de 2016; 6(9):e012140.
45. Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos [Internet]. [Citado 26 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.padrerubinos.org/>
46. Liew LK, Tan MP, Tan PJ, Mat S, Majid LA, Hill KD, et al. The Modified Otago Exercises Prevent Grip Strength Deterioration Among Older Fallers in the Malaysian Falls Assessment and Intervention Trial (MyFAIT): *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2019; 42(3):123-9.
47. Ferguson B. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* 9th Ed. 2014. J Can Chiropr Assoc. Septiembre de 2014; 58(3):328.
48. Wiśniowska-Szurlej A, Ćwirlej-Sozańska A, Wilmowska-Pietruszyńska A, Milewska N, Sozański B. The influence of 3 months of physical exercises and verbal stimulation on functional efficiency and use of free time in an older population under institutional care: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 11 de 2017; 18(1):376.
49. Steffl M, Bohannon RW, Sontakova L, Tufano JJ, Shiells K, Holmerova I. Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging*. 2017; 12:835-45.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

50. Eriksen CS, Garde E, Reisleiv NL, Wimmelmann CL, Bieler T, Ziegler AK, et al. Physical activity as intervention for age-related loss of muscle mass and function: protocol for a randomised controlled trial (the LISA study). *BMJ Open*. 02 de 2016; 6(12):e012951.
51. Tsekoura M, Billis E, Tsepis E, Dimitriadis Z, Matzaroglou C, Tyllianakis M, et al. The Effects of Group and Home-Based Exercise Programs in Elderly with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med* [Internet]. 26 de noviembre de 2018 [citado 14 de marzo de 2020]; 7(12). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6306785/>
52. Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Australasian Journal on Ageing*. 2018; 37(3):169-83.
53. Byrne C, Faure C, Keene DJ, Lamb SE. Ageing, Muscle Power and Physical Function: A Systematic Review and Implications for Pragmatic Training Interventions. *Sports Med*. Septiembre de 2016; 46(9):1311-32.

12. ANEXOS

1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

1.1. BASES DE DATOS

1) PubMed (MeSH):

BASE DE DATOS	PUBMED (MESH)
Ecuación de búsqueda	("Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise"[Mesh]) OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh]) OR "Physical Exertion"[Mesh]) OR "Fatigue"[Mesh]) OR "Asthenia"[Mesh]) OR "Muscle Weakness"[Mesh]) AND (((("Sarcopenia"[Mesh] OR "Aging"[Mesh]) OR "Muscular Atrophy"[Mesh]) OR "Muscular Disorders, Atrophic"[Mesh])
Tipo de búsqueda	Búsqueda avanzada
Límites	<u>Fecha de publicación:</u> últimos 5 años. <u>Tipo de estudio:</u> Meta-análisis, revisión sistemática, revisión, ensayos clínicos, ensayos clínicos controlados, ensayo controlado aleatorizado. <u>Especie:</u> Humanos. <u>Idioma:</u> Inglés, Español y Francés. <u>Edad:</u> mayores de 65 años
Resultados obtenidos	197
Artículos seleccionados	28

2) The Cochrane Library:

BASE DE DATOS	THE COCHRANE LIBRARY
Ecuación de búsqueda	("sarcopenia") AND ("exercise therapy" OR "therapeutic exercise")
Tipo de búsqueda	Búsqueda avanzada
Límites	<u>Fecha de publicación:</u> últimos 5 años.
Resultados obtenidos	45
Artículos seleccionados	0

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

3) PEDro:

BASE DE DATOS	PEDro
Ecuación de búsqueda	1. ("sarcopenia") AND ("exercise therapy") 2. ("sarcopenia") AND "therapeutic exercise")
Tipo de búsqueda	Búsqueda avanzada
Límites	<u>Fecha de publicación</u> : últimos 5 años.
Resultados obtenidos	22
Artículos seleccionados	6

4) Scopus:

BASE DE DATOS	SCOPUS
Ecuación de búsqueda	("sarcopenia") AND ("exercise therapy" OR "therapeutic exercise")
Tipo de búsqueda	Búsqueda de documentos
Límites	<u>Fecha de publicación</u> : últimos 5 años. <u>Tipo de estudio</u> : artículos y revisiones. <u>Idioma</u> : Inglés, Español y Francés
Resultados obtenidos	199
Artículos seleccionados	10

5) Web of Science:

BASE DE DATOS	WEB OF SCIENCE
Ecuación de búsqueda	("sarcopenia") AND ("exercise therapy" OR "therapeutic exercise")
Tipo de búsqueda	Búsqueda básica
Límites	<u>Fecha de publicación</u> : últimos 5 años. <u>Idioma</u> : Inglés, Español y Francés
Resultados obtenidos	115
Artículos seleccionados	0

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

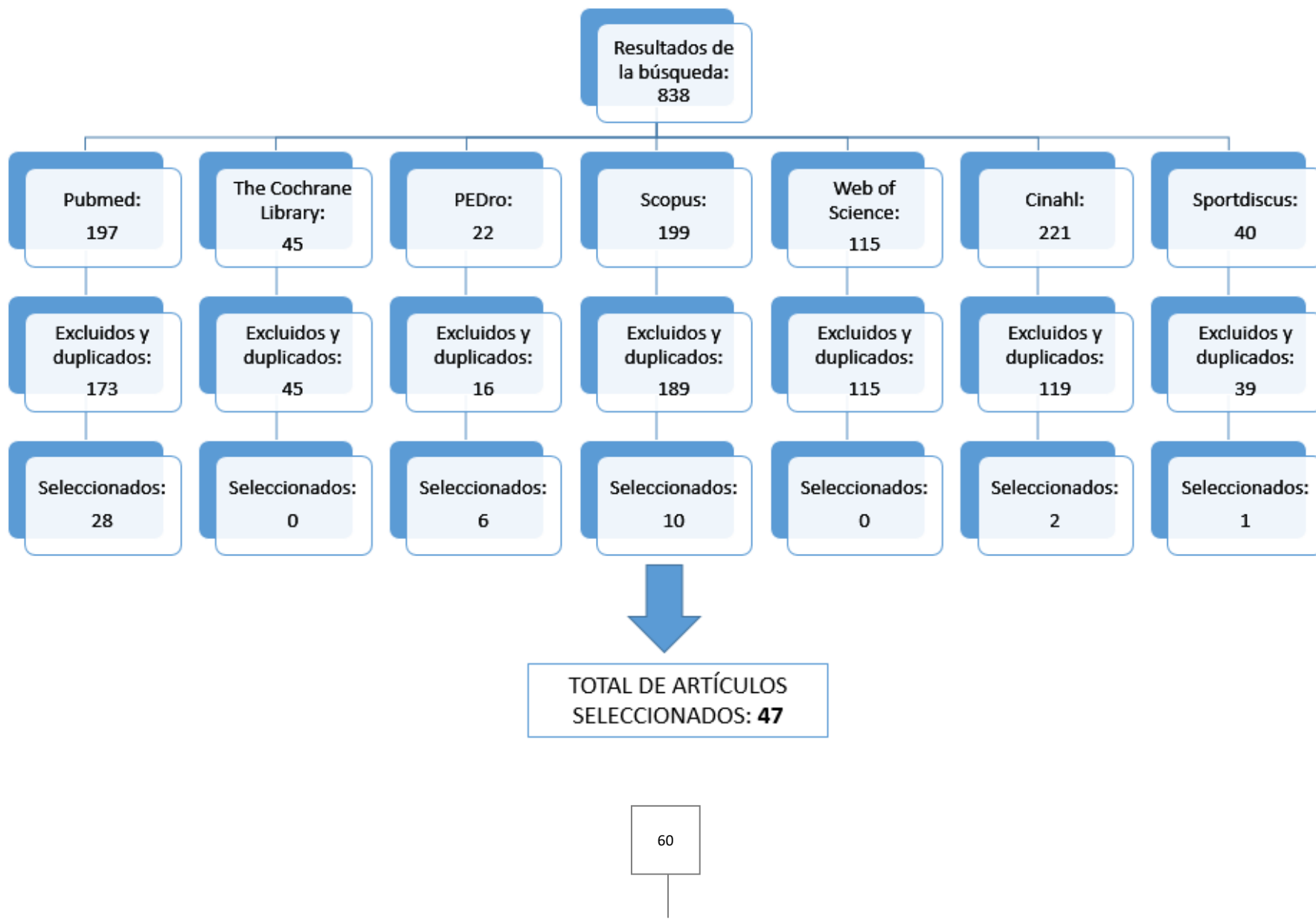
6) Cinahl:

BASE DE DATOS	CINAHL
Ecuación de búsqueda	("sarcopenia") AND ("exercise therapy" OR "therapeutic exercise")
Tipo de búsqueda	Búsqueda básica
Límites	<u>Fecha de publicación</u> : últimos 5 años. <u>Idioma</u> : Inglés, Español y Francés
Resultados obtenidos	221
Artículos seleccionados	2

7) Sportdiscus:

BASE DE DATOS	SPORTDISCUS
Ecuación de búsqueda	("sarcopenia") AND ("exercise therapy" OR "therapeutic exercise")
Tipo de búsqueda	Búsqueda básica
Límites	<u>Fecha de publicación</u> : últimos 5 años. <u>Idioma</u> : Inglés, Español y Francés
Resultados obtenidos	40
Artículos seleccionados	1

1.2 DIAGRAMA DE FLUJO



2. CONSENTIMIENTO INFORMADO



Facultade de Fisioterapia
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL ESTUDIO: EFICACIA DE UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR Y RESISTENCIA CARDIOVASCULAR EN INDIVIDUOS CON SARCOPENIA

Este consentimiento tiene como objeto informarle sobre una actividad académica en la que solicitamos su participación y, en el caso de que usted desee participar, recoger su consentimiento.

ALUMNA QUE LO LLEVA A CABO:

Si desea alguna información adicional antes de dar su consentimiento, puede ponerse en contacto con:

- Alba Vila Veiga (alumna) al email: alba.vila.veiga@udc.es
- Isabel Raposo Vidal (tutora del TFG) al email: isabel.raposo.vidal@udc.es

CENTRO: REAL INSTITUCIÓN BENÉFICO SOCIAL PADRE RUBINOS

Este documento tiene como objetivo ofrecerle información sobre un proyecto de investigación de una alumna de 4º curso del Grado de Fisioterapia de la Universidad de A Coruña en el que se le invita a participar. El programa constará de un conjunto de sesiones grupales de ejercicio terapéutico enfocadas al fortalecimiento muscular y la mejora de la resistencia cardiovascular, además de una valoración del estado inicial y final de los participantes. El proyecto se realizará en sesiones de 1 hora de duración los lunes, miércoles y viernes de 16 a 17 horas y dará comienzo las 2 primeras semanas de diciembre con una valoración inicial de los pacientes; el programa de ejercicio terapéutico se realizará durante las 12 semanas siguientes hasta la segunda semana de marzo. Finalmente las 2 últimas semanas de marzo se realizará la valoración final de los participantes.

Si decide participar en el mismo debe recibir información personalizada de la alumna encargada del mismo, **leer antes este documento** y hacer todas las preguntas que precise

para comprender los detalles sobre el mismo. Si así lo desea puede llevarse este documento, consultarlo con otras personas, y tomar el tiempo necesario para decidir si participar o no.

1. PARTICIPACIÓN:

La participación en este estudio es completamente **voluntaria**. Usted puede decidir no participar o, si acepta hacerlo, cambiar de parecer retirando el consentimiento en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones. Le aseguramos que esta decisión no afectará a la relación con los profesionales sanitarios que le atienden ni a la asistencia sanitaria a la que usted tiene derecho.

2. ¿CUÁL ES LA FINALIDAD DEL ESTUDIO?

Por un lado, se busca evaluar la eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y mejora de la resistencia cardiovascular en pacientes con sarcopenia. Por otro lado, ofrecer un servicio a la comunidad (en este caso a residentes de la Real Institución Benéfico Social Padre Rubinos) a través de un programa de ejercicio terapéutico enfocado a mejorar la fuerza muscular, el rendimiento físico y el estado funcional de individuos con sarcopenia.

3. ¿POR QUÉ ME OFRECEN PARTICIPAR A MI?

Usted ha sido invitado a participar porque cumple las características de nuestros criterios de selección.

4. ¿EN QUÉ CONSISTE MI PARTICIPACIÓN?

Durante un período aproximado de 12 meses se llevará a cabo un plan de tratamiento que incluye una valoración inicial, un conjunto de sesiones grupales de ejercicio terapéutico guiado, una valoración final y una valoración a los 3 meses de finalizar el programa.

Deberá avisar si en algún momento presenta algún malestar o lesión durante la sesión.

Al finalizar el estudio puede ser necesario contactar con el participante para conseguir nuevos datos acerca de su estado después de la intervención.

5. BENEFICIOS DERIVADOS DEL ESTUDIO

Se estima conseguir un aumento de la fuerza muscular y una mejora a nivel de resistencia cardiovascular.

6. ¿QUÉ MOLESTIAS O INCONVENIENTES PUEDE TENER?

Su participación no implicaría ningún inconveniente añadido al de una sesión grupal de ejercicio terapéutico habitual.

7. ¿OBTENDRÉ ALGÚN BENEFICIO POR PARTICIPAR?

Este proyecto de investigación busca obtener ganancias a nivel de sus capacidades físicas, principalmente de su fuerza muscular y resistencia cardiovascular, que le permitan realizar las actividades de su práctica diaria de la manera más eficaz posible. Además, esta información podrá ser de utilidad en un futuro para futuras investigaciones.

8. ¿RECIBIRÉ LA INFORMACIÓN QUE SE OBTENGA EN EL ESTUDIO?

Si usted lo desea, se le facilitará toda la información y resultados obtenidos en el estudio.

9. INFORMACIÓN REFERENTE A SUS DATOS:

La obtención, tratamiento, conservación, comunicación y cesión de sus datos se hará conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento UE 2016-679 del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016), la normativa española sobre protección de datos de carácter personal vigente, la Ley 14/2007 de investigación biomédica y el RD 1716/2011.

La información recogida sobre usted será confidencial indefinidamente. La normativa que rige el tratamiento de datos de personas, le otorga derecho a acceder a sus datos, oponerse, corregirlos, cancelarlos, limitar su tratamiento, restringir o solicitar la supresión de sus datos. También puede solicitar una copia de los mismos o que ésta sea remitida a un tercero (derecho de portabilidad).

Para ejercer estos derechos puede usted dirigirse a la alumna encargada de este estudio en el correo electrónico: alba.vila.veiga@udc.es

10. COMPENSACIÓN ECONÓMICA

Ud. no será retribuido por participar en el estudio.

Muchas gracias por su colaboración.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO: EFICACIA DE UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR Y RESISTENCIA CARDIOVASCULAR EN INDIVIDUOS CON SARCOPENIA

Yo (Nombre y apellidos)

_____ Confir
mo que:

- *He leído la hoja de información al participante del estudio arriba mencionado que se me entregó, pude conversar con la alumna encargada del proyecto (Alba Vila Veiga) y hacer todas las preguntas necesarias.*
- *He recibido la suficiente información escrita y verbal sobre el proyecto.*
- *Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados en el centro.*
- *Accedo a que se utilicen mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información al participante.*
- *Presto libremente mi conformidad para participar en este estudio.*

Firmado.: El/la participante,

Firmado.: La alumna encargada que solicita el consentimiento

Nombre y apellidos: _____

Nombre y apellidos: _____

Fecha:

Fecha:

3. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS EVALUACIÓN INICIAL

ANAMNESIS

- **Nombre:** _____
- **Edad:** _____
- **Sexo:** _____
- **Peso:** _____
- **Altura:** _____
- **IMC:** _____
- **Antecedentes patológicos:** _____
- **Medicación actual:** _____

TESTS ESPECÍFICOS

- **Medidas antropométricas:**
 - **Circunferencia muscular del brazo:** _____
 - **Circunferencia muscular del muslo:** _____
- **Cuestionario de nivel de actividad física (IPAQ):** _____
- **Calidad de vida (SF36):** _____
- **Cuestionario FRAIL para detección de fragilidad:** _____
- **Fenotipo de FRIED:** _____
- **Fuerza muscular global:**
 - **MS derecho (prensión de mano):** _____
 - **MS izquierdo (prensión de mano):** _____
 - **MI derecho (cuádriceps):** _____
 - **MI izquierdo (cuádriceps):** _____
- **Función cardiovascular:**
 - **FC durante la sesión:** _____

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

- **Función respiratoria:**
 - **SatO2 durante la sesión:** _____
 - **MVV (1 min):** _____
- **Cuestionarios de rendimiento físico**
 - **SPPB:** _____
 - **TIMED UP AND GO:** _____
 - **6MWT:** _____
- **Esfuerzo percibido (Borg modificada durante la sesión)**
 - **Disnea:** _____
 - **Fatiga a nivel de MMII:** _____
- **Nº de caídas (FES-I):** _____

EVALUACIÓN DURANTE EL PROGRAMA

PREVIO A LA ACTIVIDAD

¿HA SENTIDO ALGÚN SÍNTOMA O PROBLEMA EN LA ÚLTIMA SEMANA?

DOLOR ESCALA EVA: ____/10

DURANTE LA ACTIVIDAD

¿HA SENTIDO ALGÚN SÍNTOMA O PROBLEMA MIENTRAS REALIZABA LA ACTIVIDAD O LA HORA POSTERIOR A SU REALIZACIÓN?

DOLOR ESCALA EVA: ____/10

ESCALA DE BORG

- Disnea: _____
- Fatiga en MMII: _____

EVALUACIÓN FINAL

Tests específicos

- **Medidas antropométricas:**
 - Circunferencia muscular del brazo: _____
 - Circunferencia muscular del muslo: _____
- **Cuestionario de nivel de actividad física (IPAQ):** _____
- **Calidad de vida (SF36):** _____
- **Cuestionario FRAIL para detección de fragilidad:** _____
- **Fenotipo de FRIED:** _____
- **Fuerza muscular global:**
 - MS derecho (prensión de mano): _____
 - MS izquierdo (prensión de mano): _____
 - MI derecho (cuádriceps): _____
 - MI izquierdo (cuádriceps): _____
- **Función cardiovascular:**
 - FC durante la sesión: _____
- **Función respiratoria:**
 - SatO2 durante la sesión: _____
 - MVV (1 min): _____
- **Cuestionarios de rendimiento físico**
 - SPPB: _____
 - TIMED UP AND GO: _____
 - 6MWT: _____
- **Esfuerzo percibido (Borg modificada durante la sesión)**
 - Disnea: _____
 - Fatiga a nivel de MMII: _____
- **Nº de caídas (FES-I):** _____

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

4. IPAC

Piense en todas las actividades intensas que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades físicas intensas se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante al menos 10 minutos seguidos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ días por semana

_____ ninguna actividad física intensa → vaya a la pregunta 3

2. ¿Habitualmente cuánto tiempo en total dedicó a una actividad intensa en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

_____ no sabe/no está seguro

Piense en todas las actividades moderadas que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense sólo en aquellas actividades físicas que realizó durante al menos 10 minutos seguidos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? No incluya caminar.

_____ días por semana

_____ ninguna actividad física moderada → Vaya a la pregunta 5

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

_____ no sabe /no está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye caminar en casa (residencia) para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

5. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

_____ días por semana

_____ ninguna caminata → Vaya a la pregunta 7

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

_____ no sabe /no está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted sentado durante los días hábiles de los últimos 7 días. Esto incluye el tiempo dedicado en casa (residencia) y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en coche o medio de transporte público, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los últimos 7 días ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?

_____ horas por día

_____ minutos por día

_____ no sabe /no está seguro

Se evalúan tres características de la actividad física (AF): intensidad (leve, moderada o vigorosa), frecuencia (días por semana) y duración (tiempo por día).

La actividad semanal se registra en Mets (Metabolic Equivalent of Task o Unidades de Índice Metabólico) por minuto y semana. MET total a la semana

- Caminar: 3,3 Mets x minutos totales por semana
- Actividad física moderada: 4 Mets x minutos totales por semana
- Actividad física vigorosa: 8 Mets x minutos totales por semana

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

Bajo (Categoría 1)	No realiza ninguna actividad física.
	La actividad física que realiza no es suficiente para alcanzar las categorías 2 o 3.
Moderado (Categoría 2)	3 o más días de actividad física vigorosa durante al menos 25 minutos por día.
	5 o más días de actividad física moderada y/o caminar al menos 30 minutos por día.
	5 o más días de una combinación de caminar y/o actividad de intensidad moderada y/o vigorosa, alcanzando un gasto energético de al menos 600 Mets por minuto y por semana.
Alto (Categoría 3)	Realiza actividad vigorosa al menos tres días por semana alcanzando un gasto energético de 1500 Mets por minuto y semana.
	7 o más días por semana de una combinación de caminar y/o actividad de intensidad moderada y/o vigorosa alcanzando un gasto energético de al menos 3000 Mets por minuto y por semana.

Fig. 2: Niveles de actividad física según los criterios establecidos por el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

5. CUESTIONARIO DE SALUD SF-36

Por favor conteste las siguientes preguntas. Algunas preguntas pueden parecerse a otras pero cada una es diferente.

Tómese el tiempo necesario para leer cada pregunta, y marque con una la casilla que mejor describa su respuesta.

¡Gracias por contestar a estas preguntas!

1. En general, usted diría que su salud es:

<input type="checkbox"/> ¹ Excelente	<input type="checkbox"/> ² Muy buena	<input type="checkbox"/> ³ Buena	<input type="checkbox"/> ⁴ Regular	<input type="checkbox"/> ⁵ Mala
--	--	--	--	---

2. ¿Cómo diría usted que es su salud actual, comparada con la de hace un año?:

Mucho mejor ahora que hace un año <input type="checkbox"/> ¹	Algo mejor ahora que hace un año <input type="checkbox"/> ²	Más o menos igual que hace un año <input type="checkbox"/> ³	Algo peor ahora que hace un año <input type="checkbox"/> ⁴	Mucho peor ahora que hace un año <input type="checkbox"/> ⁵
--	---	--	--	---

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

3. Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

	Sí, me limita mucho	Sí, me limita un poco	No, no me limita nada
a <u>Esfuerzos intensos</u> , tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
b <u>Esfuerzos moderados</u> , como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
c Coger o llevar la bolsa de la compra. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
d Subir <u>varios</u> pisos por la escalera. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
e Subir <u>un sólo</u> piso por la escalera. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
f Agacharse o arrodillarse. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
g Caminar <u>un kilómetro o más</u> -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
h Caminar varios centenares de metros. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
i Caminar unos 100 metros. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³
j Bañarse o vestirse por sí mismo. -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³

4. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas? -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³ -----	<input type="checkbox"/> ⁴ -----	<input type="checkbox"/> ⁵
b ¿ <u>Hizo menos</u> de lo que hubiera querido hacer? -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³ -----	<input type="checkbox"/> ⁴ -----	<input type="checkbox"/> ⁵
c ¿Tuvo que <u>dejar de hacer algunas tareas</u> en su trabajo o en sus actividades cotidianas? -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³ -----	<input type="checkbox"/> ⁴ -----	<input type="checkbox"/> ⁵
d ¿Tuvo <u>dificultad</u> para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal)? -----	<input type="checkbox"/> ¹ -----	<input type="checkbox"/> ² -----	<input type="checkbox"/> ³ -----	<input type="checkbox"/> ⁴ -----	<input type="checkbox"/> ⁵

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

5. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas <u>por algún problema emocional</u> ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b ¿Hizo <u>menos</u> de lo que hubiera querido hacer <u>por algún problema emocional</u> ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c ¿Hizo su trabajo o sus actividades cotidianas <u>menos cuidadosamente</u> que de costumbre, <u>por algún problema emocional</u> ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

6. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

7. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

No, ninguno	Sí, muy poco	Sí, un poco	Sí, moderado	Sí, mucho	Sí, muchísimo
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

8. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

9. Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿con qué frecuencia...

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a se sintió lleno de vitalidad?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
b estuvo muy nervioso?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
c se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
d se sintió calmado y tranquilo?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
e tuvo mucha energía?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
f se sintió desanimado y deprimido?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
g se sintió agotado?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
h se sintió feliz?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
i se sintió cansado?	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵

10. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵

11. Por favor diga si le parece CIERTA o FALSA cada una de las siguientes frases:

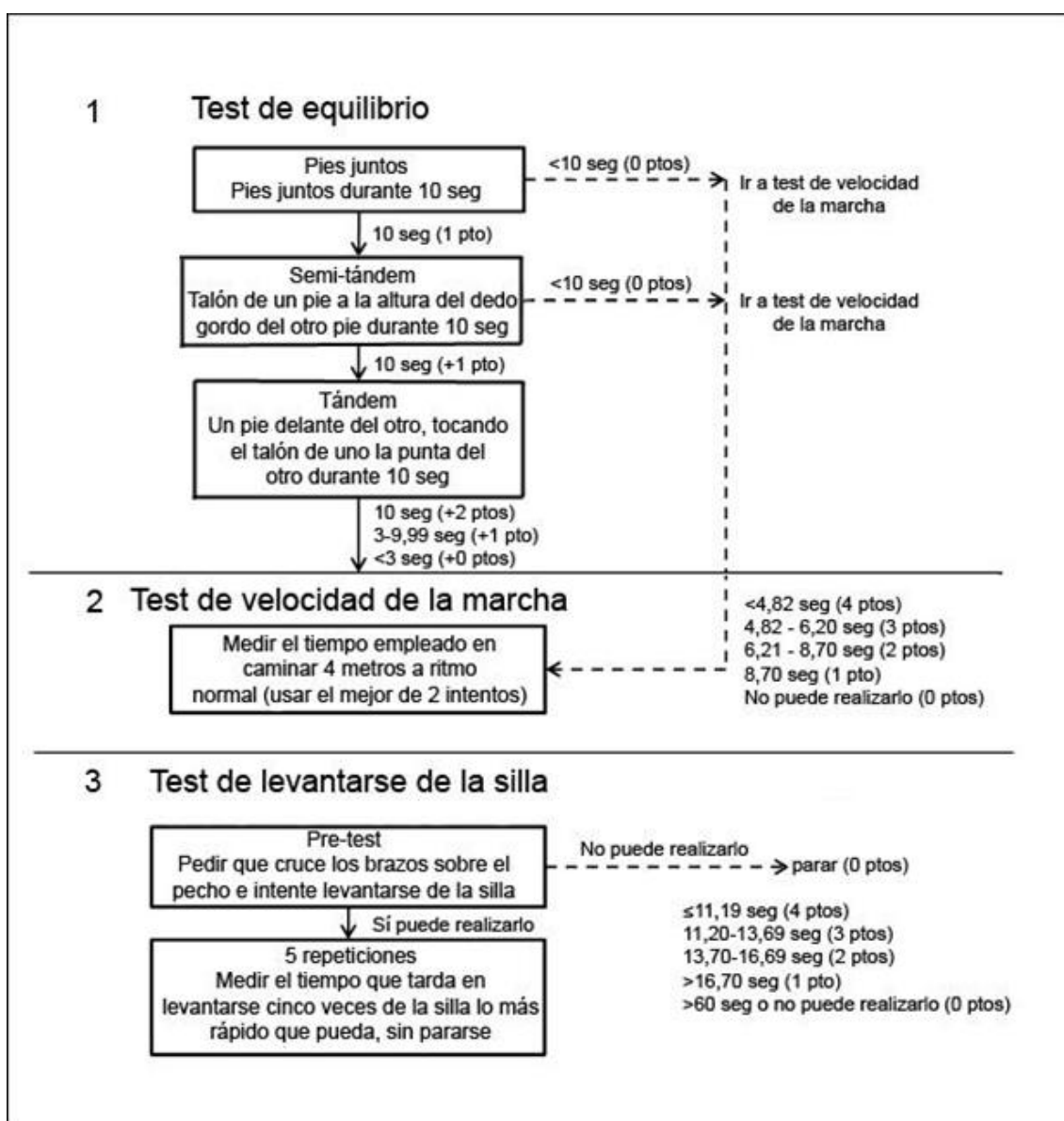
	Totalmente cierta	Bastante cierta	No lo sé	Bastante falsa	Totalmente falsa
a Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
b Estoy tan sano como cualquiera	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
c Creo que mi salud va a empeorar	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵
d Mi salud es excelente	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²	<input type="checkbox"/> ³	<input type="checkbox"/> ⁴	<input type="checkbox"/> ⁵

Gracias por contestar a estas preguntas

6. SPPB

Es muy importante respetar la secuencia de las pruebas, ya que si empezamos por las levantadas, el paciente se puede fatigar y ofrecer rendimientos falsamente bajos en los otros dos subtests. El tiempo medio de administración, con entrenamiento, se sitúa entre los 6 y los 10 minutos. Los valores normativos para la población española se han establecido en diversos estudios de cohortes poblacionales y en atención primaria.

La puntuación y valoración del resultado total del SPPB resulta de la suma de los tres subtests, y oscila entre 0 (peor) y 12; cambios en 1 punto tienen significado clínico. Una puntuación por debajo de 10 indica fragilidad y un elevado riesgo de discapacidad, así como de caídas.



Eficacia de un programa de fortalecimiento muscular y resistencia cardiovascular en individuos con Sarcopenia: un proyecto de investigación

7. 6MWT

La prueba se para ante dolor torácico, disnea intolerable, calambres musculares o fatiga muscular, diaforesis inexplicable o profusa, palidez, sensación de desvanecimiento o mareo, cianosis, $\text{satO}_2 < 85$ o presencia de claudicación.

Al inicio y al final de la prueba se mide: fatiga de MMII y disnea (Borg modificada), FC, satO_2 , tensión arterial y frecuencia respiratoria.

Además, se deben dar estímulos verbales con énfasis y siempre deben ser los mismos: avisar minuto a minuto y siempre con el mismo incentivo.

El paciente marca su propia velocidad de paso, nunca el fisioterapeuta, de manera que este debería ir siempre un paso por detrás del paciente, cerca, pero por detrás.

PRUEBA DE MARCHA DE 6 MINUTOS

NUMID: _____ Centro: _____

Nombre: _____

Edad (años): _____ Sexo (H/M): _____ Talla (m): _____ Peso (Kg): _____

Examinador: _____ **FC-máx [210 - (edad x 0.65)] =** _____

PRUEBA 1				30 m
Fecha:		Hora:		
Tramo	Metros acum.	Tiempo	FC	
1	30			
2	60			
3	90			
4	120			
5	150			
6	180			
7	210			
8	240			
9	270			
10	300			
11	330			
12	360			
13	390			
14	420			
15	450			
16	480			
17	510			
18	540			
19	570			
20	600			
21	630			
22	660			
23	690			
24	720			
25	750			
26	780			
27	810			
28	840			
29	870			
30	900			
Distancia adicional caminada				m
Distancia TOTAL caminada				m
Nº de paradas				-
Tiempo total de paradas				min, seg

PRUEBA 1		
Valores BASALES		
FC		ppm
Disnea		Borg
Fatiga EEII		Borg

INCENTIVO	
min 1	Lo está haciendo muy bien, faltan 5 minutos
min 2	Perfecto, continúe así, faltan 4 minutos
min 3	Está en la mitad de la prueba, lo está haciendo muy bien
min 4	Perfecto, continúe así, faltan 2 minutos
min 5	Lo está haciendo muy bien, falta 1 minuto
min 5' 45"	Deberá detenerse con la indicación de PARE
min 6	Pare!

Valores FINALES		
FC		ppm
Disnea		Borg
Fatiga EEII		Borg

Frecuencia Cardíaca de Recuperación		
min 1		ppm
min 2		ppm
min 3		ppm
min 4		ppm
min 5		ppm

Paradas	Tiempo al parar	Tiempo al reanudar
1		
2		
3		

Observaciones: _____

8. N° DE CAÍDAS (FES-I)

Ahora le queremos hacer algunas preguntas relacionadas con su preocupación sobre la posibilidad de caerse. Para cada una de las actividades siguientes, por favor haga un círculo en la frase que más se aproxime a su opinión que muestre la medida en que está preocupado/a que pueda caerse si hiciera esta actividad. Por favor conteste pensando en la manera habitual que tiene de realizar la actividad. Si Ud. no realiza actualmente actividad (ej., si alguien compra por usted), por favor conteste en relación a mostrar si usted estaría preocupado/a de caerse SI usted realizara dicha actividad.

☑ si usted estaría preocupado/a de caerse si usted realizara dicha actividad.					
		<i>No preocupado/a en absoluto</i>	<i>Algo preocupado/a</i>	<i>Bastante preocupado/a</i>	<i>Muy preocupado/a</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Limpiar la casa (ej., barrer, pasar la aspiradora o limpiar el polvo)	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
2	Vestirse o desvestirse	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
3	Preparar comidas cada día	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
4	Bañarse o ducharse	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
5	Ir a la compra	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
6	Sentarse o levantarse de una silla	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
7	Subir o bajar escaleras	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
8	Caminar por el barrio (o vecindad, fuera de casa)	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
9	Coger algo alto (por encima de su cabeza) o en el suelo	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10	Ir a contestar el teléfono antes de que deje de sonar	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
11	Caminar sobre una superficie resbaladiza (ej., mojada o con hielo)	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
12	Visitar a un amigo o familiar	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
13	Caminar en un lugar con mucha gente	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
14	Caminar en una superficie irregular (ej., pavimento en mal estado, sin asfaltar)	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
15	Subir y bajar una rampa	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
16	Salir a un evento social (por ejemplo, religioso, reunión familiar o reunión social)	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

9. INTERVENCIÓN: CALENTAMIENTO

1. CABEZA Y CUELLO

Flexión/extensión cervical, rotación a la derecha/izquierda e inclinación a la derecha/izquierda.

2. MMSS

Flexo-extensiones alternas de hombro, cruzar y descruzar los brazos por delante del cuerpo de manera alterna (ABD/ADD de hombro) y circunducciones de los brazos en diferentes sentidos (uno hacia delante y otro hacia atrás y viceversa).

3. TRONCO

Inclinación de tronco elevando el brazo contrario hacia el lado de la inclinación, rotaciones de tronco y cadera con los brazos en jarra y flexiones anteriores de tronco

4. MMII

Circunducciones de rodillas hacia ambos sentidos, flexo-extensiones de cadera y circunducciones de tobillo hacia ambos sentidos.



5. MARCHA PROGRESIVA

1. Marcha suave durante 2 min.
2. Marcha incrementando la velocidad progresivamente durante 2 min.
3. Marcha elevando las rodillas de manera alterna con los brazos, durante 1 minuto.