



**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca**
Universidad Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

**MÁSTER EN EVALUACIÓN Y ENTRENAMIENTO FÍSICO
PARA LA SALUD**

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE “ELDERFIT” EN PERSONAS MAYORES CON SARCOPENIA

**EFFECTS OF MULTICOMPONENT TRAINING
"ELDERFIT" IN ELDERLY PEOPLE WITH
SARCOPENIA**

AUTOR:

JORGE FERNANDO ESPINOSA TAIPE

DIRECCIÓN:

**GERMÁN VICENTE RODRIGUEZ
ANA MORADELL FERNÁNDEZ**

Junio 2023

RESUMEN

La disminución de la capacidad funcional es común a la fragilidad y la sarcopenia. El ejercicio físico de tipo multicomponente parece ser un método eficaz en su mejora, pudiendo constituir una herramienta de prevención y tratamiento de ambas.

Objetivo: Evaluar los cambios en la capacidad funcional, fragilidad y riesgo de sarcopenia en personas de al menos en riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia mediante un programa de ejercicio multicomponente “ELDERFIT” en la población adulta mayor.

Metodología: Un total de 92 adultos mayores (69 mujeres y 23 hombres) ($80,6 \pm 6,2$ años) participaron en este estudio. Se dividieron en grupo intervención (GI; $n= 49$) y grupo control (GC; $n= 43$) por conveniencia. El GI realizó un programa de entrenamiento físico multicomponente supervisado de 6 meses y 3 días a la semana, mientras que el GC continuó con sus actividades habituales y se realizaron 2 evaluaciones; una al inicio (pre) y otra tras los 6 meses de entrenamiento (post).

Estadística: Tras analizar la normalidad (Saphiro-Wilk), se realizó un ANOVA de medidas repetidas para estudiar si había cambios significativos tras los seis meses de entrenamiento entre los grupos (GxT) y dentro de cada grupo.

Resultados: Tras los 6 meses de entrenamiento el GI con riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia mejoraron en las variables usadas en los criterios de sarcopenia, en handgrip y velocidad de la marcha (todas $p<0,05$); también en las baterías de fragilidad en las variables SPPB, FTS-5 y Fried (todas $p\leq 0,05$), mientras que el grupo control no muestra cambios en ninguna de estas variables. Ambos grupos de entrenamiento obtienen mejoras similares al no observarse una interacción grupo por tiempo (todas $p>0,05$). En el GI hay un mayor número de personas que mejoran su estado de sarcopenia, siendo estas las personas que consiguen mejorar su masa muscular (todas $p<0,05$).

Conclusiones: El programa de entrenamiento multicomponente de 6 meses parece mejorar las variables asociadas a la sarcopenia y fragilidad en adultos mayores y por tanto revertir el grado de sarcopenia. Se recomienda este tipo de entrenamiento para mejorar fuerza, velocidad de marcha y la capacidad funcional en esta población.

Palabras clave: Envejecimiento, Fragilidad, Sarcopenia, capacidad funcional, ejercicio físico

ABSTRACT

Decreased functional capacity is common to frailty and sarcopenia. Multi-component physical exercise seems to be an effective method for its improvement, being able to constitute a tool for the prevention and treatment of both.

Objective: To evaluate changes in functional capacity, frailty and risk of sarcopenia in people at least at risk of sarcopenia and without sarcopenia through a multicomponent exercise program "ELDERFIT" in the elderly population.

Methodology: A total of 92 older adults (69 women and 23 men) (80.6 ± 6.2 years) participated in this study. They were divided into an intervention group (GI; $n= 49$) and a control group (GC; $n= 43$) for convenience. The IG completed a supervised multicomponent physical training program for 6 months and 3 days a week, while the CG continued with their usual activities and 2 evaluations were performed; one at the beginning (pre) and another after 6 months of training (post).

Statistics: After analyzing normality (Saphiro-Wilk), a repeated measures ANOVA was performed to study whether there were significant changes after six months of training between groups (GxT) and within each group.

Results: After 6 months of training, the IG with risk of sarcopenia and without sarcopenia improved in the variables used in the sarcopenia criteria, in handgrip and gait speed (all $p<0.05$); also, in the frailty batteries in the variables SPPB, FTS-5 and Fried (all $p\leq 0.05$), while the control group did not show changes in any of these variables. Both training groups obtain similar improvements when no group-by-time interaction is observed (all $p>0.05$). In the GI there is a greater number of people who improve their state of sarcopenia, these being the people who manage to improve their muscle mass (all $p<0.05$).

Conclusions: The 6-month multicomponent training program seems to improve the variables associated with sarcopenia and frailty in older adults and therefore reverse the degree of sarcopenia. This type of training is recommended to improve strength, gait speed, and functional capacity in this population.

Keywords: Aging, Frailty, Sarcopenia, functional capacity, physical exercise

ABREVIATURAS

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

AIReF: Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal

OMS: Organización Mundial de la Salud

FRADEA: Frailty and dependence in Albacete

SPPB: Short Physical Performance Battery

FTS-5: Frailty Trait Scale-Short Form-5

GC: Grupo control

GI: Grupo intervención

EWGSOP: Grupo Europeo de Trabajo en Sarcopenia en Personas Mayores

EMC: Entrenamiento multicomponente

ESPEN-SIG: Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo

IWGS: International Working Group on Sarcopenia

MME: Masa muscular esquelética

TUG: Timed Get Up and Go test

pQCT: Tomografía computarizada cuantitativa periférica

DXA: Absorciometría de rayos X de energía dual

IMC: Índice de masa corporal

GxT: Grupo por tiempo

UE: Unión Europea

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Demografía	1
1.2 Proceso del Envejecimiento	3
1.3 Fragilidad.....	4
1.4 Sarcopenia.....	5
1.5 El ejercicio físico como estrategia para la prevención y reversión de la sarcopenia y fragilidad	7
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo general.....	9
2.2 Objetivos específicos	9
3. MATERIAL Y METODOS.....	10
3.1 Diseño del estudio.....	10
3.2 Declaraciones éticas y legales	10
3.3 Recogida de datos	11
3.3.1 Composición corporal	11
3.3.2 Sarcopenia.....	11
3.3.3 Fragilidad	12
3.3.4 Capacidad funcional.....	12
3.4 Programa de entrenamiento multicomponente EXERNET-Elder 3.0.....	12
3.5 Análisis estadístico.....	14
4. RESULTADOS	15
4.1 Diferencias basales entre personas en riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia	15
4.2 Cambios después de 6 meses de entrenamiento entre los grupos en variables relacionadas con la fragilidad y sarcopenia	16
4.3 Cambios en la sarcopenia tras 6 meses de entrenamiento	17
5. DISCUSIÓN	19
6. LIMITACIONES Y FORTALEZAS	21
7. CONCLUSIONES	22
8. REFERENCIAS	23
9. ANEXOS	29
9.1 Anexo I	29
9.2 Anexo II.....	30
9.3 Anexo III.....	31
9.3 Anexo IV	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Personas de 65 años por región 2019-2050.....	1
Tabla 2: Criterios diagnósticos de sarcopenia EWGSOP2.....	6
Tabla 3. Análisis descriptivos de la muestra.....	15
Tabla 4. Diferencias en los cambios con el entrenamiento en el grupo control e intervención entre las personas que están en riesgo de sarcopenia y los de sin sarcopenia.....	16
Tabla 5. Cambios en las variables relacionadas con la sarcopenia en las personas que mejoran el estado de sarcopenia dentro del grupo intervención.....	18

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la población de 65 y más años de 1900 a 2066 (España).....	2
Figura 2: Esperanza de Vida en Hombres-Mujeres.....	2
Figura 3. Número de personas que mejoran, se mantienen o empeoran en sarcopenia.....	17

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Demografía

El envejecimiento mundial de la población es una de las tendencias más significativas en estas épocas, con repercusiones importantes de amplio alcance en muchos aspectos de la sociedad; ofreciendo desafíos económicos, sociales y culturales a las personas, las familias, las sociedades y la comunidad mundial. (1) Dado que las cantidades y las proporciones de personas de edad avanzada aumentan más rápidamente que las correspondientes a cualquier otro grupo de edades, y esto ocurre en una creciente cantidad de países, hay preocupación acerca de las capacidades de las sociedades para abordar los desafíos que conlleva esta transición demográfica. (2) Este envejecimiento de la población es principalmente el resultado de dos efectos demográficos: aumento de la longevidad y disminución de la fertilidad; en donde la esperanza de vida ha mejorado drásticamente en las últimas décadas; a nivel mundial, la proporción de la población de 65 años o más aumentó del 6 % en 1990 al 9 % en 2019. (3)

Tabla 1: Personas de 65 años por región 2019-2050

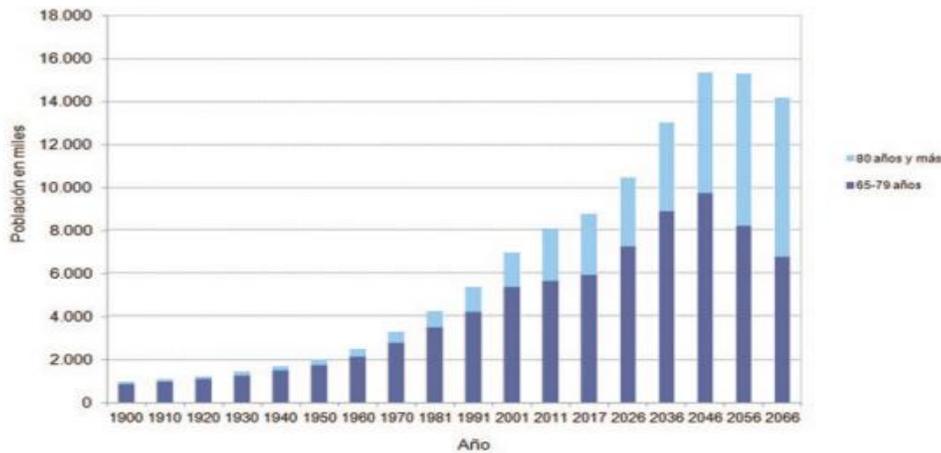
NÚMERO DE PERSONAS DE 65 AÑOS O MÁS, POR REGIÓN, 2019 Y 2050			
Región	Número de personas de 65 años o más en 2019 (millones)	Número de personas de 65 años o más en 2050 (millones)	Cambio porcentual entre 2019 y 2050
Mundo	702.9	1 548.9	120
África Sub-sahariana	31.9	101.4	218
África del Norte y Asia Occidental	29.4	95.8	226
Asia central y meridional	119.0	328.1	176
Asia oriental y sudoriental	260.6	572.5	120
América Latina y el Caribe	56.4	144.6	156
Australia y Nueva Zelanda	4.8	8.8	84
Oceanía excepto Australia y Nueva Zelanda	0.5	1.5	190
Europa y América del Norte	200.4	296.2	48

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, División de Población (2019). Perspectivas de la población mundial 2019.

En 2050, la población mundial de personas de 60 años o más se habrá duplicado (2100 millones). (3) En España se ha pasado por diferentes fases en las últimas décadas en cuanto a demografía se refiere, se ha producido un proceso de envejecimiento progresivo, a pesar del alivio que supuso el importante fenómeno

migratorio temporal en la década de los 2000. (4) En la actualidad se caracteriza por tener una de las tasas de fecundidad más bajas de la UE-27 así como una elevada edad a la maternidad. (5) De cara a las próximas décadas, las proyecciones de población disponibles, parece que se producirá un proceso continuado de envejecimiento hasta el año 2050, donde la tasa de dependencia de las personas mayores prácticamente se multiplicará por dos. (6)

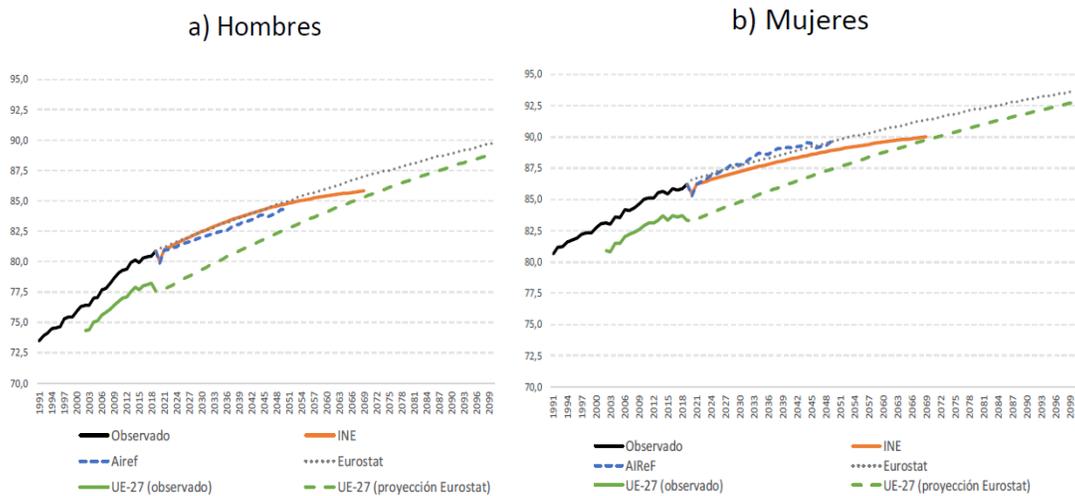
Figura 1: Evolución de la población de 65 y más años de 1900 a 2066 (España)



Fuente: INE

La esperanza de vida continúa su escalada como se observa en la figura 2; en donde España con información disponible del 2021, donde la esperanza de vida está en los (83,3 años) siendo más alta en mujeres con el (85,8 años) y para los hombres de (80,2 años). (4)

Figura 2: Esperanza de Vida en Hombres-Mujeres



Fuente: Esperanza de vida obtenida del INE, AIREF y Eurostat

Es importante también comentar que la esperanza de vida en buena salud se define como el promedio de número de años esperados que vive una persona disfrutando de buena salud en ausencia de limitaciones funcionales o de discapacidad; se ha mantenido estable en los últimos años y que por ello los años que se viven de más no son de mejor calidad, mientras la esperanza de vida en 2019 estaba en 81,1 y 86,7 años en hombres y mujeres, la esperanza de vida con buena salud era 69,4 y 70,4 años, respectivamente. (7) Como resultado de esta situación, la demografía del envejecimiento está cambiando rápidamente llegando a aproximadamente 70 millones o alrededor del 20 % de la población total; este mayor número de personas mayores podría conducir a la epidemia de ciertas enfermedades típicas del envejecimiento y por tanto a una mayor carga en los sistemas sanitarios, económico y social, por ejemplo la evolución de la proporción de personas mayores en la población: en 2020, el 21 % de la población tenía 65 años o más, frente al 16 % en 2001, lo que supone un aumento de 5 puntos porcentuales. (8)

1.2 Proceso del Envejecimiento

Es importante conocer del concepto de envejecimiento que nos indica como el resultado de la acumulación de una gran variedad de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, lo que lleva a un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, a un mayor riesgo de enfermedad y, en última instancia, a la muerte. (9) El envejecimiento provoca cambios en la composición corporal, como el aumento de masa grasa, la pérdida de masa muscular y la disminución de masa ósea. (9) La masa grasa aumenta desde aproximadamente los 30 años de edad donde representa un 15% del peso corporal, hasta los 75 donde es un 30%. Se observa un aumento de la grasa depositada a nivel del tronco donde aumenta la grasa visceral elevando así el riesgo de sufrir obesidad, enfermedades cardiovasculares y metabólicas. (10) Se observa, también una disminución del contenido y densidad mineral ósea, especialmente en las mujeres que pierden un 40% del calcio predisponiéndolas a un mayor riesgo de sufrir osteoporosis. (9) La cantidad de tejido muscular y la fuerza muscular tienden a disminuir también a partir, aproximadamente, de los 30 años; en el varón adulto joven los músculos pasan de suponer un 45% del peso corporal a los 20 años a un 27% a los 70 años. Entre estos cambios, concretamente, se da una infiltración de grasa en los músculos, que están estrechamente relacionados con la disminución de la función de la persona mayor y enfermedades como la fragilidad y la sarcopenia. (10)

En estos últimos tiempos los estudios en geriatría se han esforzado por llevar a cabo intervenciones fáciles de implementar en la práctica clínica que ayuden a revertir estos síndromes geriátricos en especial la fragilidad y sarcopenia ya que ambos son muy prevalentes en la población mayor y están asociadas a eventos negativos relacionados con su salud. (11)

1.3 Fragilidad

La fragilidad es un síndrome geriátrico que se caracteriza por la disminución de la capacidad del organismo para responder a los factores estresantes externos provocando en el individuo: riesgo de caídas, declive funcional, discapacidad, dependencia, institucionalización e incluso la muerte. (11) Es la condición más importante en el deterioro funcional que contribuye a una extrema vulnerabilidad y que aumenta el riesgo de aparición de eventos adversos para la salud. (12) Este síndrome aumenta el riesgo de hospitalización e institucionalización tanto en sitios comunitarios como en instituciones de cuidado del adulto mayor. (13)

En España, la prevalencia de fragilidad es del 18% (IC 95% 15-21%), según un reciente meta-análisis que en la mayoría incluía individuos de 65 años o más, siendo algo más baja en personas mayores no institucionalizadas 12% (IC 95% 10-15%) y mucho más alta en ámbitos institucionalizados 45% (IC 95% 27- 63%). (13) Estos datos unidos al progresivo envejecimiento de la población en España ponen de relevancia la importancia de la fragilidad, pues se asocia a la edad, sin embargo, la fragilidad se puede prevenir, identificar y revertir. (14) Si tenemos en cuenta los datos de los estudios longitudinales realizados en España empleando el fenotipo de fragilidad, la prevalencia en la franja de 70-75 años es de un 2,5%-6%, entre los 75-80 años es del 6,5%-12%, entre los 80-85 años del 15%-26%, y por encima de los 85 años del 18%- 38%. (15) Es un síndrome de consecuencias potencialmente relevantes, no solo en términos de calidad de vida individual, sino de utilización de recursos sanitarios y sociales, con potencial impacto en la sostenibilidad de dichos sistemas. (16)

A modo orientativo, en España hay cálculos que muestran un costo cercano a los 2.500€ por año por cada sujeto con fragilidad, el doble del coste imputable a una persona mayor sin fragilidad, según datos del estudio FRADEA (Frailty and dependence in Albacete), un estudio de fragilidad y dependencia en Albacete. (17) La detección precoz y diagnóstico de fragilidad resulta por lo tanto fundamental, se ha demostrado que es efectiva y se dispone de herramientas validadas para ello. (18) Respecto a su detección precoz, se recomienda las herramientas más utilizadas, que ayudan a determinar un nivel de capacidad funcional baja compatible con fragilidad o riesgo aumentada de padecerla como son: prueba corta de desempeño físico “Short Physical Performance Battery” (SPPB), velocidad de la marcha o la escala FRAIL. Existen otras menos utilizadas como: la Escala Clínica de Fragilidad, Escala de fragilidad Edmonton y la Escala de Rockwood. (19)

Para el diagnóstico de la fragilidad se recomienda el índice de fragilidad de Fried o la escala de rasgos de fragilidad en su forma corta con 5 ítems “Frailty Trait Scale-Short Form” (FTS-5), desarrollada y validada en población española y posee algunas ventajas respecto a las otras dos, su mejor capacidad predictiva y posibilidad de monitorizar la evolución del paciente. (19) En ausencia de herramientas de cribado y

diagnóstico definitivas y los posibles inconvenientes a la hora de evaluar, los instrumentos deben ser elegidos de acuerdo a las características de la población, los objetivos de la evaluación y el contexto clínico-asistencial. (14) El proyecto ADVANTAGE es una acción conjunta de organizaciones liderada por España para definir una estrategia común para Europa que contribuya al abordaje homogéneo de la fragilidad, encaminada a la prevención, detección, evaluación y manejo con el fin último de promocionar el envejecimiento saludable. Este proyecto recomienda aquellas herramientas que cumplen estas cuatro características: rápidos de administrar (menos de 10 minutos), que no requieran equipos especiales, que hayan sido validados y que estén destinados a la detección. (18) Por otro lado, señalan que las intervenciones multifactoriales son más efectivas que las individuales y deben abordar la promoción de estilos de vida, ejercicio físico, nutrición, manejo de patología crónica y la revisión de polifarmacia para promover la independencia y prevenir eventos adversos. (18)

1.4 Sarcopenia

Otra de las enfermedades con mayor prevalencia en personas mayores y que está estrechamente relacionada con la pérdida de la capacidad funcional es la sarcopenia. Se define como una pérdida de la función del músculo esquelético y de la masa muscular asociada con la edad que ocurre en aproximadamente el 6-22% de los adultos mayores. (20) Las estimaciones de prevalencia de la sarcopenia varían ampliamente en diferentes entornos clínicos, lo que se debe principalmente a la divergencia en los enfoques utilizados para su definición. (20) Actualmente su detección se establece a partir de una menor cantidad de tejido muscular y un deterioro en la calidad de este medido a partir de la fuerza y rendimiento muscular. (14) Desde un punto de vista práctico, la sarcopenia podría ser relacionado con una mayor probabilidad de eventos adversos como caídas, fracturas, fragilidad física e incluso mortalidad. (14) La sarcopenia es producto de una combinación de causas genéticas, fisiológicas y de factores ambientales. Es considerada una parte inevitable del envejecimiento, no obstante, el grado de sarcopenia es variable y depende de la presencia de ciertos factores de riesgo. (21)

Entre los factores de riesgo que podemos mencionar referente a la sarcopenia tenemos: deficiencia nutricional, estilo de vida sin ejercicio, desequilibrio de hormonas y citoquinas, metabolismo de proteínas, remodelación de la unidad motora, influencias tempranas del desarrollo y base evolutiva. (22) Aunque actualmente hay en uso al menos tres grandes consensos de grupos que abordan el problema de la sarcopenia: “European Working Group on Sarcopenia in Older People” (EWGSOP), “European Society for Clinical Nutrition and Metabolism Special Interest Group” (ESPEN-SIG), and “International Working Group on Sarcopenia” (IWGS), aún falta acuerdo a nivel mundial sobre la definición. Probablemente, la definición más aceptada y utilizada de sarcopenia es del Grupo de Trabajo Europeo. (23) La última actualización de EWGSOP2 en el 2018 determina que es probable que exista sarcopenia en una persona

que tenga baja fuerza muscular y se confirma el diagnóstico si a esto se le añade la comprobación de baja cantidad y calidad muscular; por lo que se concluye que cuando existen las 3 variables juntas (baja fuerza muscular, baja cantidad/calidad muscular y bajo rendimiento físico) la enfermedad debe ser considerada severa. (23)

Las evaluaciones de fuerza generalmente se realizan con dinamometría manual y se sugiere como una evaluación sensible y específica, no invasiva y reproducible en la práctica clínica, que se transforma en un método útil para identificar a las personas de todas las edades con debilidad muscular. Para la evaluación de la masa muscular se recomiendan técnicas más precisas como la densitometría dual de rayos X (DXA), sin embargo, se puede utilizar técnicas como la impedancia bioeléctrica que es más accesible y rápida que los métodos standard. (24) Para la determinación de la severidad de sarcopenia la EWGSOP2 recomienda la prueba de velocidad de la marcha, el SPPB o el “Time-Up and Go” (TUG). Aunque todas ellas son fáciles de administrar y no requieren mucho material, sin duda la velocidad de la marcha es la más sencilla, no ocupa gran espacio para aplicarla y se caracteriza por una gran facilidad técnica, los cuales son aspectos a valorar especialmente en el entorno de atención primaria. (23)

Una manera sencilla de abordaje diagnóstico es la recomendada por EWGSOP2 como se observa en la tabla 2. **1.** Identificar individuos de alto riesgo: Con el cuestionario SARC-F o por sospecha clínica debido a sintomatología / signos. **2.** Valorar evidencia de sarcopenia probable: Con la prueba de fuerza de prensión manual o la de levantarse de la silla. **3.** Confirmar diagnóstico: Evidenciar baja cantidad / calidad muscular con DXA. **4.** Determinar severidad: SPPB, velocidad de la marcha y prueba de marcha de 400 metros. (20)

Tabla 2: Criterios diagnósticos de sarcopenia EWGSOP

Criterios diagnósticos de Sarcopenia		
Sarcopenia (probable)	Sarcopenia (confirmación)	Sarcopenia severa
Baja fuerza muscular	Baja fuerza muscular	Baja fuerza muscular
	Baja cantidad/calidad muscular	Baja cantidad/calidad muscular
		Bajo rendimiento físico
Fuerza de prensión manual: Hombres < 27 kg Mujeres < 16 kg	Masa muscular esquelética (peso/altura ²): Hombres < 7,0 kg/m ² Mujeres < 5,5 kg/m ²	SPPB ≤ 8 Velocidad de marcha ≤ 0,8 m/s TUG ≥ 20 s 400 m ≥ 6 min para completar
Datos adaptados según el consenso europeo para definición y diagnóstico de sarcopenia: SPPB: Short Physical Performance Battery, TUG: time up and go.		

1.5 El ejercicio físico como estrategia para la prevención y reversión de la sarcopenia y fragilidad

La inactividad física se asocia a una pérdida de fuerza y masa muscular, por lo que la prescripción de ejercicios sería fundamental en el tratamiento de la sarcopenia. El entrenamiento físico tiene múltiples beneficios en las personas mayores, tales como aumento en la resistencia cardiopulmonar, resistencia musculo esquelética, fuerza, movilidad, coordinación, aumento en la velocidad de respuesta, mejora la homeostasis y la adaptación a estímulos externos. (25) La combinación de entrenamiento de resistencia y fuerza han demostrado ser efectivos para prevención y tratamiento de sarcopenia, en especial el de fuerza que influye en el sistema neuromuscular aumentando las concentraciones y tasas de producción de proteína. (26) Por otro lado en un metanálisis en personas mayores con sarcopenia, los hallazgos muestran que los modos de entrenamiento multicomponente tienen efectos positivos en la fuerza muscular y rendimiento físico; disminuyendo el posible riesgo de enfermedades articulares. (27) Actualmente el entrenamiento de fuerza según la revisión de la literatura es un método efectivo para combatir esta enfermedad y probablemente una de las medidas preventivas más eficaces para retrasar la aparición de la sarcopenia. (28)

Se ha demostrado que una intervención de entrenamiento multicomponente reduce la fragilidad y mejora las funciones físicas y cognitivas en personas mayores que viven en la comunidad. (29) Estudios demuestran que el ejercicio físico regular prolonga la longevidad y reduce el riesgo de discapacidad que predispone a la fragilidad. (30) Las recomendaciones globales sobre actividad física para la salud de la OMS establecen que los adultos mayores de 65 años deben realizar 150 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada o 75 minutos de intensidad vigorosa y dos o más días de actividad de fortalecimiento muscular, es decir, fuerza/resistencia por semana. (31) Se sugiere que el entrenamiento con ejercicios de componentes múltiples que incluya entrenamiento del equilibrio y fortalecimiento muscular (al menos 2 días a la semana) y actividades aeróbicas de al menos intensidad moderada se realicen 3 o más veces por semana durante una duración de 30 a 45 minutos por sesión durante al menos 3 a 5 meses parece más eficaz para aumentar la capacidad funcional en adultos mayores con fragilidad. (32)

El papel del ejercicio en la prevención de enfermedades y condiciones relacionadas con la edad es cada vez más evidente, incluidos los síndromes para los cuales el beneficio del tratamiento farmacológico es controvertido. Hay pruebas sólidas de la actividad física y el ejercicio como estrategia preventiva y terapéutica para las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y la obesidad; mejora de la función muscular, salud mental y calidad de vida; y reducción de la mortalidad. (33) Del mismo modo, la combinación de entrenamiento de equilibrio y resistencia es la intervención más efectiva para reducir las caídas, para las cuales no se dispone de terapia farmacológica y el entrenamiento de resistencia es el tratamiento central para la sarcopenia y fragilidad. (34)

El manejo y prevención de la sarcopenia y fragilidad en el paciente deben realizarse mediante esfuerzos coordinados de un equipo multidisciplinario que ofrezca un manejo personalizado y evaluaciones periódicas que permitan ajustes en un manejo individualizado y abonen a una mejor calidad de vida en el paciente. (35)

Por lo expuesto anteriormente sobre el aumento de la población mayor a nivel mundial, la falta de información para su prevención ante los síndromes geriátricos y su posterior tratamiento, además de la aportación positiva de la literatura existente sobre este tipo de intervenciones y como objetivo principal de este estudio, proponemos valorar el efecto de un entrenamiento multicomponente para utilizarse como una estrategia para mejorar la función en personas mayores con riesgo de discapacidad; así como la fragilidad en relación a la condición o riesgo de sarcopenia. El presente trabajo forma parte del proyecto EXERNET-Elder 3.0 (Anexo I) que a través del programa de entrenamiento ELDERFIT, un programa de ejercicio multicomponente que ha mostrado efectos positivos sobre la función y fragilidad. Por lo cual nuestra aportación con este trabajo de fin de máster será importante para ampliar el conocimiento sobre si esos efectos positivos previamente observados se ratifican o modifican en función de la condición o riesgo de sarcopenia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar los cambios en la fragilidad y capacidad funcional en personas en al menos riesgo de ser sarcopénicos y sin sarcopenia mediante un programa de ejercicio multicomponente “ELDERFIT” en la población adulta mayor.

2.2 Objetivos específicos

- Describir las diferencias entre personas mayores en riesgo de sufrir sarcopenia y sin sarcopenia.
- Analizar el porcentaje de personas frágiles con las diferentes escalas que hay dentro de los grupos con riesgo de sarcopenia.
- Estudiar los cambios en las diferentes escalas para la evaluación de la capacidad funcional fragilidad y sarcopenia entre personas con riesgo de sufrir sarcopenia y sin sarcopenia que siguen un programa de entrenamiento de 6 meses de duración.
- Evaluar si existen cambios en la prevalencia de sarcopenia tras 6 meses de entrenamiento.

3. MATERIAL Y METODOS

3.1 Diseño del estudio

Este estudio se realizó en 2018 en el marco del proyecto EXERNET-Elder 3.0, un estudio de intervención controlado no aleatorio en el que se llevó a cabo un entrenamiento multicomponente con el objetivo principal de mejorar la función física en adultos mayores frágiles y prefrágiles. (36) El estudio se llevó a cabo en un total de 10 meses que incluyeron: una primera fase de 6 meses de intervención y una segunda, en la que se estudió los efectos de un periodo de 4 meses de desentrenamiento. En el presente trabajo se incluyen datos de los primeros 6 meses.

Los participantes fueron reclutados de cuatro centros de salud y tres residencias de adultos mayores para personas no dependientes de la ciudad de Zaragoza, España. Se incluyeron en el estudio personas mayores de 65 años que puntuaron entre 5-9 de la SPPB; seleccionando así personas mayores con capacidad funcional limitada. (19) Los criterios de exclusión fueron tener cáncer o demencia, y finalmente participaron 92 adultos mayores que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión y completaron todas las pruebas iniciales. La muestra se dividió homogéneamente en grupo control (GC) y grupo de intervención (GI) de acuerdo con las preferencias y disponibilidad de los voluntarios para maximizar la asistencia a los entrenamientos. Es decir, aquellos adultos mayores que no querían o que no pudieron asistir regularmente a las sesiones de entrenamiento durante los 6 meses fueron incluidos directamente en el grupo control que continuó con sus actividades habituales. El grupo intervención realizó un entrenamiento multicomponente supervisado de 6 meses y 3 días a la semana en sesiones de una hora, que más adelante se explica con más detalle.

Además, durante los 6 meses del proyecto, los participantes de ambos grupos recibieron tres charlas relacionadas con hábitos saludables para involucrar a los participantes del grupo control a lo largo del estudio, reduciendo el posible abandono durante los periodos de evaluación. Las charlas tuvieron la duración de una hora y fueron realizadas por una enfermera, una nutricionista y una graduada en ciencias de la actividad física. Los temas fueron “capacidad funcional y fragilidad”, “recomendaciones nutricionales para adultos mayores” y “recomendaciones de ejercicio físico para adultos mayores”; de esta manera se intentó asegurar la continuidad del grupo control.

3.2 Declaraciones éticas y legales

El protocolo del estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Fundación Alcorcón (16/50), y siguió las pautas éticas del Hospital Universitario Fundación Alcorcón (16/50), y las pautas éticas de la Declaración de Helsinki de 1961, revisada en Fortaleza (2013),

cumpliendo la legislación española y la normativa legal para la investigación clínica en humanos (Ley 14/2007 sobre investigación biomédica). (Anexo II) El estudio se registró en Clinicaltrials.gov (NCT03831841). Los participantes recibieron información detallada tanto oralmente como por escrito sobre el propósito del estudio, los procedimientos, los beneficios, riesgos y las molestias que podrían resultar de su participación en este estudio. (Anexo III) Todos los sujetos que voluntariamente accedieron a participar firmaron un documento de consentimiento informado antes de la primera evaluación. (Anexo IV)

3.3 Recogida de datos

Las personas mayores participantes fueron evaluadas antes del período de entrenamiento (pre-entrenamiento) y al final de los 6 meses de entrenamiento para examinar los efectos inmediatos tras el entrenamiento (post-entrenamiento). A continuación, se detallan los cuestionarios, test y evaluaciones incluidas en este trabajo.

3.3.1 Composición corporal

Se utilizó un analizador de impedancia bioeléctrica portátil con una capacidad máxima de 200 kg y un margen de error de ± 50 g (TANITA BC 418MA, Tanita Corp., Tokio, Japón) para evaluar el peso corporal (kg) y estimar el peso corporal total, masa grasa corporal, el porcentaje de grasa corporal y la masa libre de grasa. Antes del pesaje, las personas mayores se quitaban los zapatos y la ropa pesada. Después se los ubicó en posición anatómica, descalzo y en estado de inspiración para medir desde el suelo hasta el punto más alto de la cabeza para la talla.

Posteriormente se calculó el índice de masa corporal (IMC) siguiendo la fórmula $IMC = \text{peso (kg)}/\text{altura (m)}^2$. Para determinar la masa libre de grasa se utilizó la fórmula que se describe a continuación: masa muscular esquelética (kg) = $[(T^2/R \times 0,401) + (\text{sexo} \times 3,825) + (\text{edad} \times -0,071)] + 5,102$, T es la talla en centímetros, R la resistencia de la bioimpedancia eléctrica en ohms, el sexo femenino equivale a 0 y el masculino a 1, y la edad se registra en años. Esta fórmula fue desarrollada por Janssen et al, a partir de datos de impedancia bioeléctrica de la masa del músculo esquelético. (37)

3.3.2 Sarcopenia

Se siguieron los criterios de diagnóstico recomendado por EWGSOP2 se identificó criterio 1 de sarcopenia probable con la prueba de fuerza de prensión manual en hombres < 27 kg y mujeres < 16 kg; criterio 2 para la confirmación de sarcopenia con datos de la masa muscular esquelética en hombres $< 7,0$ kg/m² y mujeres $< 5,5$ kg/m²; y criterio 3 para sarcopenia grave el SPPB ≤ 8 y velocidad de marcha $\leq 0,8$ m/s. (23) Para este trabajo se crearon 2 grupos: los que al menos tenían riesgo de sarcopenia y los no sarcopénicos. Esto se debió a tener pocas personas con riesgo de sarcopenia (n=31), sarcopenia (n=10) y sin sarcopenia (n=51).

3.3.3 Fragilidad

La fragilidad se evaluó a través de Fried y FTS-5; donde los criterios de Fried se basan en cinco ítems: pérdida de peso involuntaria (más de 4,5 kg en el último año o 5% del peso corporal), agotamiento autorreportado (se sintió especialmente cansado durante la última semana), debilidad con baja fuerza de agarre, velocidad de marcha habitual lenta (4,5 m) y baja actividad física (menos de 2 h de caminata por semana para las mujeres y 2,5 h para los hombres). (38) Si se cumplen tres o más de estos ítems, el grado era de fragilidad, si sólo uno o dos ítems denota prefragilidad y si no se puntúa en ningún ítem se considera a la persona robusta. (38)

La FTS-5 es una escala que incluye 5 criterios derivados de la escala FTS-20 que incluye mayores números de dominios; esta incluye solo aquellos con mejor capacidad predictiva y resulta ser una herramienta validada y de fácil uso. (19) Los cinco ítems son balance energético o nutrición evaluados por índice de masa corporal (IMC), actividad a través del cuestionario Escala de Actividad Física para Ancianos (PASE) (39), sistema nervioso con prueba progresiva de Romberg, fuerza medida por fuerza de prensión y la velocidad de la marcha evaluada por ritmo habitual en 4 m. Cada ítem va de 0 a 10 según los criterios de puntuación, arrojando un sumatorio de 0 (totalmente robusto) a 50 (totalmente frágil). El rango de 0 a 25 evalúa el camino de robusto a frágil y de 26 a 50, que son extremadamente frágiles. (40)

3.3.4 Capacidad funcional

La capacidad funcional se evaluó mediante SPPB; esta batería mide el equilibrio mediante el test progresivo de Romberg (capacidad de mantenerse de pie durante 10 s con los pies posicionados de tres formas: con los pies juntos (semitándem y tándem), velocidad de la marcha (tiempo para completar una caminata de 4 m al ritmo habitual) y fuerza de miembros inferiores (tiempo para levantarse cinco veces de una silla). Cada prueba se puntuó de 0 a 4, con una puntuación total de la batería de 12 puntos. (41) La capacidad funcional se utilizó como criterio de inclusión y sólo se seleccionaron los que puntuaron entre 5-9 puntos; posteriormente se utilizó para el diagnóstico de severidad de sarcopenia, y se evaluaron los cambios en capacidad funcional con esta misma herramienta.

3.4 Programa de entrenamiento multicomponente EXERNET-Elder 3.0

La planificación semanal consistió en tres sesiones de entrenamiento de 1 h cada una. En general estas sesiones estaban compuestas por dos sesiones de fuerza, los lunes y viernes y una sesión de resistencia los miércoles. Las sesiones se separaron 48 h para evitar una fatiga muscular excesiva y se dividieron en 10 min de calentamiento (con ejercicios de movilidad articular, equilibrio y cardiorrespiratorios), 35-40 min de ejercicio principal y 10-15 min de vuelta a la calma consistentes en ejercicios de flexibilidad y tareas

cognitivas, que incluían ejercicios de memoria, cálculo, orientación, lenguaje, razonamiento y funciones ejecutivas. Durante las sesiones, los adultos mayores realizaron diferentes ejercicios para mejorar los niveles de fuerza y potencia de los miembros superiores e inferiores y del tronco, además del equilibrio estático y el desempeño funcional. Los ejercicios de resistencia se emplearon para realizar ejercicios para aumentar los niveles de aptitud cardiorrespiratoria, el equilibrio dinámico, la coordinación y las habilidades. El protocolo de entrenamiento ha sido descrito en detalle por Fernández-García et al. (36) A continuación se resume algunos de los aspectos más importantes.

Protocolo de fuerza: Los adultos mayores realizaron una variedad de ejercicios que involucraban grandes grupos musculares a través de movimientos multiarticulares únicos o combinados (p. ej., press de pecho y vuelo, press de hombros, flexión y abducción, empuje hacia abajo de tríceps, extensiones por encima de la cabeza, curl de bíceps, pulldown, remo alto y bajo, extensión de la espalda baja, rotación del tronco, contracción abdominal a través de una posición sentada, diferentes tipos de sentadillas, extensión de cuádriceps, curl de piernas, abducción, aducción, flexión y extensión de cadera y elevación de pantorrillas). La progresión se realizó mediante la modificación de variables como la intensidad, la velocidad de ejecución, el nivel de coordinación (miembros inferiores y superiores por separado o simultáneamente), los tiempos de recuperación de 60 a 90 segundos.

Protocolo de resistencia: Se incluyeron tres tipos de ejercicio: 1) ejercicios aeróbicos básicos (caminata, step y bicicleta estática para piernas), 2) ejercicios dinámicos de equilibrio y coordinación, incluyendo desplazamientos de diferentes tipos, cambios de dirección o superación de obstáculos y 3) tareas de motricidad relacionadas con el manejo de balones y globos. Las variables utilizadas para establecer la progresión fueron el tiempo de ejercicio (30-90 s), número de ejercicios (6 a 8), series (1 a 2) y tiempo de descanso (de 90 a 30 s). Además, otras variables relacionadas con la intensidad fueron modificadas a través de diferentes fases con los mismos criterios que en la periodización de la fuerza. El equipamiento utilizado para protocolo fue material de psicomotricidad, escaleras de agilidad, bicicletas estáticas, step, mancuernas, tobilleras lastradas, balones y globos.

Adherencia y Motivación: Los instructores registraron la asistencia de los participantes del grupo intervención en cada sesión. Se motivó la persistencia en el programa tanto del grupo control como del grupo intervención con la realización de tres charlas a lo largo del estudio sobre los siguientes temas de salud: “Capacidad funcional y fragilidad”, “Recomendación nutricional para personas mayores” y “Ejercicio físico para mejorar la salud en personas mayores”.

3.5 Análisis estadístico

Se utilizó SPSS statistics 25 para Windows para analizar los datos. La normalidad de la distribución muestral se evaluó mediante pruebas de Saphiro-Wilk. Para los análisis descriptivos se utilizaron T de student para variables continuas y chi-cuadrado para las variables categóricas. Los datos descriptivos se reportan como media y desviación estándar (DE), número de participantes (n) o porcentaje (%). Se llevó cabo un ANOVA de medidas repetidas para estudiar si había cambios significativos tras los seis meses de entrenamiento entre los grupos (interacción grupo por tiempo) y dentro de cada grupo. Además, mediante este mismo análisis se estudiaron las diferencias entre grupos en el pre-entrenamiento y el post-entrenamiento. Para analizar si hubo cambios en la prevalencia de sarcopenia se realizó un análisis de chi-cuadrado, y para estudiar los cambios de aquellas personas que mejoraron el grado de sarcopenia se realizó un análisis de diferencias de medias para muestras relacionadas y el nivel de significación estadística de todos los análisis se fijó en $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1 Diferencias basales entre personas en riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia

La muestra total de personas mayores fue 92 con una media de edad 80,6 años en donde observamos diferencias basales entre el grupo de sarcopénicos y no sarcopénicos en variables como talla, dinamometría, velocidad de la marcha, Fried, SPPB y FTS-5, todos los valores de $p < 0,05$.

Tabla 3. Análisis descriptivos de la muestra

	En riesgo de sarcopenia (N=41)	Sin sarcopenia (N=51)	Valor-p
Sexo	N (%)	N (%)	0,545
Masculino	9 (22,0)	14 (27,5)	
Femenino	32 (78,0)	37 (72,5)	
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Edad (años)	81,8 ± 5,8	79,4 ± 6,0	0,056
Peso (kg)	70,9 ± 15,4	74,8 ± 14,7	0,224
Talla (cm)	153,3 ± 8,2	159,2 ± 8,8	0,002
IMC (kg/m²)	29,9 ± 6,5	29,6 ± 4,8	0,874
PASE	60,9 ± 32,5	75,1 ± 56,6	0,159
Horas/caminata/día	1,36 ± 0,7	-0,2 ± 13,0	0,397
Horas/sentado/día	6,9 ± 2,5	4,0 ± 13,9	0,170
MME (kg/m²)	6,9 ± 1,5	7,0 ± 1,4	0,855
Handgrip (kg)	15,3 ± 4,8	24,0 ± 7,5	< 0,001
Velocidad marcha	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	< 0,001
	Mean ± SD	Mean ± SD	
SPPB	6,9 ± 1,4	7,8 ± 1,3	0,005
	N (%)	N (%)	
Frágil	17 (41,5)	9 (17,6)	
Pre-frágil	24 (58,5)	42 (82,4)	
	Mean ± SD	Mean ± SD	
FRIED	2,2 ± 1,2	1,1 ± 1,0	< 0,001
	N (%)	N (%)	
Frágil	12 (29,3)	7 (13,7)	
Pre-frágil	16 (39,0)	10 (19,6)	
Robusto	13 (31,7)	34 (66,7)	
	Mean ± SD	Mean ± SD	
FTS-5	22,8 ± 5,1	16,7 ± 4,8	< 0,001
	N (%)	N (%)	
Frágil	9 (22,0)	3 (5,9)	
Robusto	32 (78,0)	48 (94,1)	

IMC: Índice de masa corporal; MME: Masa muscular esquelética; SPPB: Batería de rendimiento físico corto; FTS-5: Escala de rasgos frágiles (Frail Trait Scale-5); PASE: Escala de actividad física para adultos mayores (Physical Activity Scale for the Elderly); se considera diferencia significativa valores ($p < 0,05$)

4.2 Cambios después de 6 meses de entrenamiento entre los grupos en variables relacionadas con la fragilidad y sarcopenia

Como se observa en la tabla 4 tras 6 meses de entrenamiento dentro del grupo intervención los que tienen riesgo de sarcopenia y los no sarcopénicos, mejoran en las variables de handgrip, velocidad de la marcha, SPPB, Fried y FTS-5 (todas $p < 0,05$). Sin embargo, no hay cambios en ninguno de los grupos en el peso y la MME ($p < 0,05$). No se observan diferencias grupo x tiempo para ninguna de las pruebas ($p > 0,05$). Por otro lado, del grupo control sólo los de sin sarcopenia muestran mejoras en la batería del SPPB ($p < 0,05$) observándose además diferencias grupo x tiempo frente a los que están en riesgo de sarcopenia ($p < 0,05$).

Tabla 4. Diferencias en los cambios con el entrenamiento en el grupo control e intervención entre las personas que están en riesgo de sarcopenia y los de sin sarcopenia.

CONTROL							
	EN RIESGO DE SARCOPENIA			SIN SARCOPENIA			
	Pre- inter	Post-inter	Valor p	Pre- inter	Post-inter	Valor p	GxT
Handgrip (kg)	15,4 ± 5,3 ^a	16,6 ± 3,9 ^b	0,347	21,1 ± 4,8 ^a	21,1 ± 5,7 ^c	0,411	0,910
MME (kg/m²)	7,3 ± 2,0	7,4 ± 2,0	0,355	6,6 ± 1,5	6,6 ± 1,3	0,919	0,460
Peso (kg)	74,0 ± 14,5	74,3 ± 13,8	0,623	71,3 ± 15,1	70,8 ± 15,0	0,356	0,322
Velocidad (m/s)	6,8 ± 2,0 ^a	7,4 ± 3,0 ^{bc}	0,370	5,1 ± 0,6 ^a	4,6 ± 0,5 ^c	0,385	0,216
SPPB	7,0 ± 1,4 ^a	6,6 ± 3,0 ^{bc}	0,446	8,1 ± 0,8 ^a	9,9 ± 1,4 ^c	0,003	0,011
FTS-5	24,1 ± 6,4 ^a	22,5 ± 10,8 ^{bc}	0,376	14,7 ± 4,4 ^a	15,8 ± 3,5 ^c	0,571	0,309
Fried	2,4 ± 1,2 ^a	1,9 ± 1,1	0,160	1,2 ± 0,8 ^a	1,1 ± 1,0	0,832	0,355
INTERVENCIÓN							
	EN RIESGO DE SARCOPENIA			SIN SARCOPENIA			
	Pre- inter	Post-inter	Valor p	Pre- inter	Post-inter	Valor p	GxT
Handgrip (kg)	15,7 ± 4,3 ^a	19,0 ± 4,4 ^b	< 0,001	25,9 ± 9,0 ^a	27,9 ± 8,6 ^b	0,012	0,210
MME (kg/m²)	6,8 ± 1,3	7,0 ± 1,6	0,139	7,3 ± 1,3	7,5 ± 1,3	0,279	0,703
Peso (kg)	72,4 ± 14,8	72,0 ± 15,3	0,427	77,3 ± 12,8	76,6 ± 13,2	0,156	0,720
Velocidad (m/s)	6,5 ± 2,1	4,4 ± 1,8	< 0,001	6,1 ± 3,9	4,4 ± 1,8	0,001	0,568
SPPB	7,2 ± 1,5	10,6 ± 1,7	< 0,001	7,7 ± 1,4	11,1 ± 1,3	< 0,001	0,828
FTS-5	21,7 ± 4,7 ^a	14,5 ± 6,2	< 0,001	16,8 ± 5,5 ^a	11,5 ± 4,7	< 0,001	0,304
Fried	1,7 ± 0,9	1,0 ± 0,8	0,012	1,3 ± 1,1	0,7 ± 0,9	0,019	0,803

MME: Masa muscular esquelética; SPPB: Batería de rendimiento físico corto; FTS-5: Escala de rasgos frágiles (Frail Trait Scale-5); Pre-inter: Evaluación pre-intervención (inicial); Post-inter: Evaluación post-intervención (final); GxT: Grupo por tiempo; ^a: diferencia significativa pre-intervención entre riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia del grupo; ^b: diferencia significativa post-intervención entre riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia; ^c: diferencia significativa en el post-intervención entre control e intervención; se considera diferencia significativa valores ($p < 0,05$)

Al comparar grupo control e intervención de cada grupo referente a la sarcopenia, también se observan algunas diferencias grupo x tiempo. Concretamente, dentro del grupo de riesgo de sarcopenia se observaron diferencias grupo x tiempo en las variables de velocidad de la marcha (GC, desde pre: $6,8 \pm 2,0$ m/s, hasta post: $7,4 \pm 3,0$ m/s vs GI: desde pre: $6,5 \pm 2,1$ m/s, hasta post: $4,5 \pm 1,1$ m/s, $G \times T = 0,002$), SPPB (GC, desde pre: $7,0 \pm 1,4$, hasta post: $6,6 \pm 3,0$ vs GI: desde pre: $7,2 \pm 1,5$, hasta post: $10,6 \pm 1,7$, $G \times T < 0,001$) y FTS-5 (GC, desde pre: $24,1 \pm 6,4$, hasta post: $22,5 \pm 10,8$ vs GI, desde pre: $21,7 \pm 4,7$, hasta post: $14,5 \pm 6,2$, $G \times T = 0,026$) todas $p < 0,05$.

Dentro del grupo de sin sarcopenia se observan diferencias grupo x tiempo en las variables de SPPB (GC, desde pre: $8,1 \pm 0,8$, hasta post: $9,9 \pm 1,4$ vs GI, desde pre: $7,7 \pm 1,4$, hasta post: $11,1 \pm 1,3$, $G \times T = 0,001$) y FTS-5 (GC, desde pre: $14,7 \pm 4,4$, hasta post: $15,8 \pm 3,5$ vs GI, desde pre: $16,8 \pm 5,5$, hasta post: $11,5 \pm 4,7$, $G \times T = 0,001$). No se observan diferencias en las demás variables todas $p < 0,05$.

4.3 Cambios en la sarcopenia tras 6 meses de entrenamiento

En la figura 3 encontramos diferencias entre el número de personas que mejoran, empeoran y se mantienen en sarcopenia; se observa que en el grupo intervención mejoran más participantes ($n=12$) que en el grupo control ($n=4$). Además, al analizar en estos participantes que mejoran su estado de sarcopenia en las variables que constituyen su diagnóstico (tabla 5), se observa una mejora del 33,1% en handgrip, del 50% en velocidad de la marcha y 7,5% en MME todos los valores de $p < 0,05$.

Figura 3. Número de personas que mejoran, se mantienen o empeoran en sarcopenia

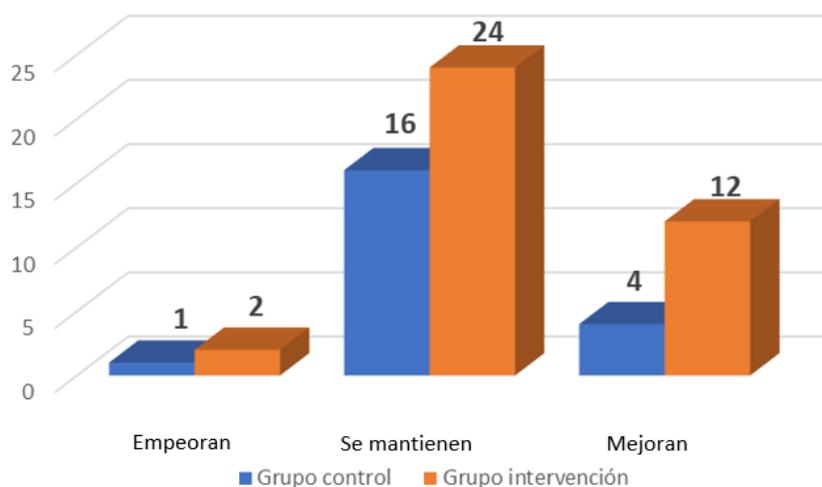


Tabla 5. Cambios en las variables relacionadas con la sarcopenia en las personas que mejoran el estado de sarcopenia dentro del grupo intervención.

	Sarcopenia revertida (n=12)		
	Pre-inter	Post-inter	Valor de p
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	
Handgrip (kg)	15,4 \pm 4,5	20,5 \pm 4,6	< 0,001
MME (kg/m²)	6,6 \pm 1,4	7,1 \pm 1,8	0,010
Velocidad (m/s)	0,6 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1	< 0,001

MME: Masa muscular esquelética; Pre-inter: Evaluación pre-intervención (inicial); Post-inter: Evaluación post-intervención (final)

5. DISCUSIÓN

Los principales resultados de este trabajo nos muestran en primer lugar que inicialmente se observan diferencias entre personas con riesgo de sarcopenia y sin sarcopenia en las variables de fragilidad y capacidad funcional siendo el grupo de riesgo de sarcopenia los que muestran peores valores en estas variables. En segundo lugar, se observa que tanto los de riesgo de sarcopenia como los de sin sarcopenia del grupo intervención mejoran por igual en las variables relacionadas con sarcopenia y fragilidad; concretamente los criterios de handgrip, la velocidad de la marcha, SPPB, Fried y FTS-5. Por último, 24 personas del grupo intervención mejoran su estado de riesgo de sarcopenia, y 12 personas pasan a ser robustos los cuales incrementan los valores en todas las variables relacionadas con la sarcopenia, incluida la MME.

En nuestros resultados descriptivos vemos peores valores de fragilidad en las personas con riesgo de sarcopenia, como se demuestra en el estudio de Betty Davies y cols, un estudio longitudinal español sobre envejecimiento en salud que concluye que la sarcopenia juega un papel relevante en el aumento del riesgo de deterioro funcional asociado a la fragilidad; sin embargo, comentan que la sarcopenia y la fragilidad predicen por separado la discapacidad y la muerte en la vejez. Por lo que es necesario evaluar la sarcopenia como pilar del trabajo clínico tras el diagnóstico de fragilidad. (42) Estudios previos han relacionado la fragilidad y la sarcopenia en personas mayores, por ejemplo, en el estudio de Francisco Landi y cols donde realizaron una intervención de ejercicio multicomponente y obtuvieron resultados en cambios de la fuerza de prensión manual y masa muscular, pero que en su caso no acompañaron con incrementos en masa muscular, lo que podría estar relacionado con la duración o carga de cada uno de los programas de entrenamiento. (43)

Tras 6 meses de intervención con un entrenamiento multicomponente en estas personas mayores con capacidad funcional limitada observamos mejoras tanto en el grupo de sin sarcopenia como en los que están en riesgo de sarcopenia, por lo que el entrenamiento parece ser efectivo para prevenir, detener e incluso revertir la sarcopenia. Se ha demostrado en revisiones sistemáticas que los programas de entrenamiento multicomponente en adultos mayores hoy en día son la mejor estrategia de ejercicio para mejorar los resultados funcionales en esta población (44). En un estudio de Roberto Bernabei y cols, donde hubo una intervención multicomponente obtuvieron mejoras similares al de este trabajo a pesar de que su muestra tenía inicialmente peores puntajes en capacidad funcional. (45) Otro estudio que evaluó la fragilidad geriátrica y la sarcopenia de Ding Cheng y cols, 2017 mostró mejorías en las variables de criterio para sarcopenia como handgrip y velocidad de la marcha, que coincide con los resultados de nuestro trabajo. (46) Por otro lado, el estudio de Hyuma Makizako y cols, donde también realizaron una intervención

multicomponente de 12 semanas obtuvieron los mismos resultados que nuestro estudio; mejoras en la capacidad funcional pero no en un aumento en la masa muscular. Además, comentan que a pesar de no haber cambio significativo en la masa muscular hay una tendencia a prevenir su pérdida, lo que podría estar dándose también en nuestra muestra. (47) Se observa al analizar el grupo que mejora su estado de sarcopenia, que son aquellos que consiguen mejorar su masa muscular esquelética; por lo que este hecho remarca la importancia de diseñar una estrategia de entrenamiento que ponga más atención en este aspecto, lo que podría estar indicando la necesidad de una mayor individualización y precisión en la programación del entrenamiento de esta población.

Es posible que para conseguir un aumento de esta masa muscular se necesiten entrenamientos más específicos de fuerza con cargas mayores, sin embargo, estos entrenamientos pueden no mostrar una suficiente adherencia. (34) El programa ELDERFIT realizado en este trabajo mostró con éxito alrededor de un 85% de asistencia, siendo 75% de asistencia a las sesiones el valor más bajo. Además, todos los participantes mostraron su deseo de participar en un próximo programa de ejercicio, tanto los del grupo control como los de intervención.

En relación al grupo control, los no sarcopénicos mostraron una mejora en la variable del SPPB, esto podría estar relacionado con un efecto motivacional por las charlas o por sentirse evaluados y como se sometieron a continuas evaluaciones, actividades como sentarse y levantarse pudieron ser replicadas en casa mejorando en los puntajes de evaluación final. Finalmente se observaron en estudios de una revisión sistemática sobre el entrenamiento de resistencia y fuerza que además de ser efectivos para la prevención y tratamiento de la sarcopenia su intervención debe durar como mínimo 3 meses para lograr un impacto en la función muscular; por ello como nuestra intervención duró 6 meses parece ser efectiva en todos estos aspectos. (48)

Teniendo en cuenta la evidencia acumulada durante muchas décadas sobre los beneficios del ejercicio en adultos mayores frágiles, no es justificable no prescribir ejercicio físico a estos individuos. (49) Uno de los principales desafíos para el futuro es integrar programas de ejercicio como parte obligatoria de la atención de pacientes mayores prefrágiles/frágiles en todos los hospitales, pacientes ambulatorios y entornos de atención al adulto mayor. (33) El consenso de Recomendaciones Internacionales de Ejercicio en Adultos Mayores (ICFSR), nos deja muy claro la combinación de ejercicios estructurados para beneficio de esta población con capacidad funcional limitada. (40) Además, actuar sobre la capacidad funcional de la persona puede ayudar a prevenir y revertir ambas, la fragilidad y la sarcopenia, dado que es el punto de convergencia entre ambas. Por último, esta población es muy diversa y contar con estudios de prescripción de ejercicio en adultos mayores de diferentes características: prefrágiles, frágiles, robustos, con sarcopenia o sin ella; hace que cada vez esté más cerca de encontrar la dosis/carga ideal del ejercicio que maximice los efectos

en cada grupo. Sin embargo, lo ideal sería buscar la prevención; es decir, que el ejercicio debe ser incluido desde edades más tempranas para evitar los altos impactos de las enfermedades propias del envejecimiento.

Finalmente, los hallazgos de este trabajo resaltan varias direcciones futuras en las que se debería abordar una valoración de la sarcopenia y fragilidad. Además, sería interesante encontrar una única herramienta accesible y fácil de administrar que facilitará no sólo el diagnóstico de estos síndromes, sino que ayudará a la prescripción del ejercicio.

6. LIMITACIONES Y FORTALEZAS

Este estudio no está exento de limitaciones, algunas de ellas son que no se realizó la aleatorización de los participantes los cuales se tuvieron que acomodar a los grupos de acuerdo a sus preferencias y disponibilidad; por lo que de esta manera se aseguraba su asistencia. Otra limitación es el abandono de los adultos mayores a lo largo de la última evaluación que hizo perder datos sobre variables de sarcopenia y fragilidad. Esto se debió a que la evaluación se realizó en junio y julio y muchos de los participantes se iban de vacaciones. Además, no se pudo monitorizar objetivamente el esfuerzo realizado durante las sesiones, lo cual podría haber aumentado el conocimiento de los efectos específicos de la carga del entrenamiento. Controlar otras variables como la toma de medicamentos o la nutrición podrían ser interesantes para futuros estudios.

Por el contrario, encontramos fortalezas, como que todas las sesiones de entrenamiento fueron supervisadas por profesionales. El entrenamiento mostró resultados y una gran adherencia; además de que está descrito con gran detalle, al contrario que otras intervenciones. Este trabajo cuenta además con pruebas validadas y de uso extensivo como las tres baterías de fragilidad. Toda la toma de datos y recogida de información fue rigurosamente tomada por investigadores previamente entrenados. Además, se ha usado uno de los criterios más utilizados y recomendados para el diagnóstico de la sarcopenia, el de la EWGSOP2. Para la valoración de la masa muscular se recomienda el DXA, pero no se cuenta con este método se puede utilizar otros dispositivos de estimación objetiva como Impedancia bioeléctrica de menos costo y de fácil acceso.

7. CONCLUSIONES

Aquellas personas mayores en riesgo de sarcopenia presentan peores valores de fragilidad. El programa de entrenamiento multicomponente de 6 meses parece ser efectivo independientemente del grado de sarcopenia que se tenga sarcopénicos, en riesgo o sin sarcopenia, donde se observan mejoras en las variables asociadas a la sarcopenia y fragilidad. Podemos recomendar este tipo de entrenamiento, y especialmente el programa ELDERFIT, para mejorar fuerza y velocidad de marcha; así como para mejorar la capacidad funcional tanto en adultos mayores con y sin sarcopenia. Sin embargo, es necesario investigar si se precisa de un ejercicio más específico para la variable de masa muscular esquelética, la cual no se obtuvo una mejoría significativa generalizada, aunque parece efectiva en algunas personas sarcopénicas. Además, el hecho de que aquellos que mejoran la masa muscular son los que mejoran su estado de sarcopenia lo hace más importante.

8. REFERENCIAS

1. Publicado por el Fondo de Población de Naciones Unidas (UNFPA). Envejecimiento en el Siglo XXI: Una Celebración y un Desafío Resumen ejecutivo. New York; 2012.
2. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud. Suiza; 2022 Oct.
3. Department of Economic and Social Affairs. World Population Ageing 2019. New York; 2019.
4. Conde J, González Clara. El proceso de envejecimiento en España: Estudios sobre la Economía Española - 2021/07. España; 2021 Feb.
5. AIREF. Actualización de Previsiones Demográficas y de gasto en Pensiones. MADRID; 2020.
6. Fundación Adecco. El envejecimiento se dispara en España en 2021 hasta el 129%: se contabilizan 129 mayores de 64 años por cada 100 menores de 16. España; 2021.
7. Instituto Nacional de Estadística. Esperanza de vida a diferentes edades. INE. 2019.
8. Instituto Nacional de Estadística. Una población envejecida [Internet]. 2020 [cited 2023 May 22]. Available from: https://www.ine.es/prodyser/demografia_UE/bloc-1c.html
9. Jafari Nasabian P, Inglis JE, Reilly W, Kelly OJ, Ilich JZ. Aging human body: changes in bone, muscle and body fat with consequent changes in nutrient intake. J Endocrinol [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2023 Apr 15];234(1):R37–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28442508/>
10. Kim S, Won CW. Sex-different changes of body composition in aging: a systemic review. Arch Gerontol Geriatr [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2023 Apr 15];102. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35588612/>
11. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. Lancet [Internet]. 2013 [cited 2023 Apr 15];381(9868):752–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23395245/>
12. Vellas B, Cesari M, Li J, Rodriguez Mañas L, Rodriguez MC, López Martínez S, et al. Editor Jefe Editor asociado de la versión española. [cited 2023 Apr 15]; Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=A3euyAg4zIw>
13. Ministerio de Sanidad. Actualización del documento de consenso sobre prevención de la fragilidad en la persona mayor (2022). Madrid; 2022.

14. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Woodhouse L, Rodríguez-Mañas L, Fried LP, et al. Physical Frailty: ICFSR International Clinical Practice Guidelines for Identification and Management. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2023 Apr 15];23(9):771–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31641726/>
15. Álamo González Cecilio, Cuesta Triana F, Gómez Pavón J, Roja C, José Santa Adela S, Alfonso González Ramírez M, et al. Dra. Montserrat Lázaro Del noGal.
16. García-Nogueras I, Aranda-Reneo I, Peña-Longobardo LM, Oliva-Moreno J, Abizanda P. Use of Health Resources and Healthcare Costs associated with Frailty: The FRADEA Study. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2023 Apr 15];21(2):207–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28112778/>
17. Abizanda Soler P, López-Torres Hidalgo J, Romero Rizo L, López Jiménez M, Sánchez Jurado PM, Atienzar Núñez P, et al. Fragilidad y dependencia en Albacete (estudio FRADEA): razonamiento, diseño y metodología. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2011 Mar 1 [cited 2023 May 15];46(2):81–8. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-articulo-fragilidad-dependencia-albacete-estudio-fradea--S0211139X10002544>
18. European Union's Health Programme ADVANTAJE. PROMOTING HEALTHY AGEING through a FRAILTY PREVENTION APPROACH.
19. García-García FJ, Carnicero JA, Losa-Reyna J, Alfaro-Acha A, Castillo-Gallego C, Rosado-Artalejo C, et al. Frailty Trait Scale-Short Form: A Frailty Instrument for Clinical Practice. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2023 Apr 15];21(9):1260-1266.e2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32005416/>
20. Rojas BC, Buckcanan VA, Benavides JG. Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor. *Revista Médica Sinergia*. 2019 May;4:24–345.
21. Dhillon RJS, Hasni S. Pathogenesis and Management of Sarcopenia. *Clin Geriatr Med* [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2023 Apr 15];33(1):17–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27886695/>
22. Tagliafico AS, Bignotti B, Torri L, Rossi F. Sarcopenia: how to measure, when and why. *Radiol Med* [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2023 Apr 15];127(3):228–37. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35041137/>

23. 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* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2023 Apr 15];48(1):16–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30312372/>
24. Cooper R, Kuh D, Hardy R. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* [Internet]. 2010 Sep 25 [cited 2023 Apr 15];341(7774):639. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20829298/>
25. Yarasheski KE. Exercise, aging, and muscle protein metabolism. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2003 Oct [cited 2023 Apr 15];58(10):918–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14570859/>
26. Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia - PubMed [Internet]. [cited 2023 Apr 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10936901/>
27. Lu L, Mao L, Feng Y, Ainsworth BE, Liu Y, Chen N. Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 Apr 15];21(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34911483/>
28. Padilla Colón CJ, Collado PS, Cuevas MJ. [Benefits of strength training for the prevention and treatment of sarcopenia]. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014 [cited 2023 Apr 15];29(5):979–88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24951975/>
29. Yu R, Tong C, Ho F, Woo J. Effects of a Multicomponent Frailty Prevention Program in Pre frail Community-Dwelling Older Persons: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2023 Apr 15];21(2):294.e1-294.e10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31706917/>
30. Aguirre LE, Villareal DT. Physical Exercise as Therapy for Frailty. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser* [Internet]. 2015 [cited 2023 Apr 15];83:83–92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26524568/>
31. Organización Mundial de la Salud. DIRECTRICES DE LA OMS SOBRE ACTIVIDAD FÍSICA Y HÁBITOS SEDENTARIOS.
32. Cabezas E. Informe Científico del Comité Asesor de Directrices de Actividad Física 2018. [Internet]. [cited 2023 May 15]. Available from:

https://www.academia.edu/43300878/Informe_Cient%C3%ADfico_del_Comit%C3%A9_Asesor_de_Directrices_de_Actividad_F%C3%ADsica_2018

33. Izquierdo M, Duque G, Morley JE. Physical activity guidelines for older people: knowledge gaps and future directions. *Lancet Healthy Longev* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2023 May 6];2(6):e380–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36098146/>
34. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H, et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2023 May 15];25(7):824–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34409961/>
35. Billot M, Calvani R, Urtamo A, Sánchez-Sánchez JL, Ciccolari-Micaldi C, Chang M, et al. Preserving Mobility in Older Adults with Physical Frailty and Sarcopenia: Opportunities, Challenges, and Recommendations for Physical Activity Interventions. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2020 [cited 2023 Apr 29];15:1675–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32982201/>
36. Fernández-García ÁI, Moradell A, Navarrete-Villanueva D, Subías-Perié J, Pérez-Gómez J, Ara I, et al. Effects of Multicomponent Training Followed by a Detraining Period on Frailty Level and Functional Capacity of Older Adults with or at Risk of Frailty: Results of 10-Month Quasi-Experimental Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2023 Apr 29];19(19). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36231712/>
37. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* (1985) [Internet]. 2000 [cited 2023 May 15];89(2):465–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10926627/>
38. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in Older Adults Evidence for a Phenotype. *The Journals of Gerontology: Series A* [Internet]. 2001 Mar 1 [cited 2023 May 4];56(3):M146–57. Available from: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/56/3/M146/545770>
39. Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The physical activity scale for the elderly (PASE): Development and evaluation. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 1993 Feb 1 [cited 2023 May 4];46(2):153–62. Available from: <http://www.jclinepi.com/article/0895435693900534/fulltext>
40. García-García FJ, Carnicero JA, Losa-Reyna J, Alfaro-Acha A, Castillo-Gallego C, Rosado-Artalejo C, et al. Frailty Trait Scale-Short Form: A Frailty Instrument for Clinical Practice. *J Am*

- Med Dir Assoc [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2023 May 4];21(9):1260-1266.e2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32005416/>
41. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *J Gerontol* [Internet]. 1994 Mar 1 [cited 2023 May 4];49(2):M85–94. Available from: <https://academic.oup.com/geronj/article/49/2/M85/595537>
 42. Davies B et al. Asociación diferencial de fragilidad y sarcopenia con mortalidad y discapacidad: información que respalda los subtipos clínicos de fragilidad. *Revista de la Asociación Estadounidense de Directores Médicos*. 2022;23:10.
 43. Landi F, Cesari M, Calvani R, Cherubini A, Di Bari M, Bejuit R, et al. The “Sarcopenia and Physical Frailty IN older people: multi-component Treatment strategies” (SPRINTT) randomized controlled trial: design and methods. *Aging Clin Exp Res* [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2023 May 15];29(1):89–100. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-016-0715-2>
 44. Bouaziz W, Lang PO, Schmitt E, Kaltenbach G, Geny B, Vogel T. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *Int J Clin Pract* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2023 May 4];70(7):520–36. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijcp.12822>
 45. Bernabei R, LF, CR, CM, DSS, ASD, BR, BP, CA, CJ, A. J. DBM, FT, GAC, GH, JPV, KM, LF, MM, ML, M. Multicomponent intervention to prevent mobility disability in frail older adults: randomised controlled trial (SPRINTT project). *BMJ*. 2022;
 46. Chan DCD, Tsou HH, Chang C Bin, Yang R Sen, Tsao JY, Chen CY, et al. Integrated care for geriatric frailty and sarcopenia: a randomized control trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2023 May 4];8(1):78–88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27897406/>
 47. Makizako H, Nakai Y, Tomioka K, Taniguchi Y, Sato N, Wada A, et al. Effects of a Multicomponent Exercise Program in Physical Function and Muscle Mass in Sarcopenic/Pre-Sarcopenic Adults. *J Clin Med* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2023 May 15];9(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32397192/>
 48. Rodríguez Rivas Á, Rodríguez-Martín B. Efectividad de las intervenciones multicomponente para la promoción de la actividad física en personas mayores: una revisión sistemática. *Gerokomos*

(Madr, Ed impr) [Internet]. 2020 [cited 2023 May 4];149–57. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2020000300149&lng=es&nrm=iso&tlng=es

49. Izquierdo M, Fiatarone Singh M. Promoting resilience in the face of ageing and disease: The central role of exercise and physical activity. *Ageing Res Rev.* 2023 Jul 1;88:101940.

9. ANEXOS

9.1 Anexo I

Declaración de investigador principal del proyecto

Datos del proyecto:

- Código del proyecto: DEP2016-78309-R
- Título: DEP2016-78309-R: EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y FRAGILIDAD EN PERSONAS MAYORES DE 65 AÑOS. MEDIACIÓN DE LA VITAMINA D Y EFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO: ESTUDIO LONGITUDINAL EXERNET.
- Investigador Principal: Germán Vicente Rodríguez.

Germán Vicente Rodríguez con DNI 11830923E, profesor Titular de universidad de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte e investigador principal del proyecto DEP2016-78309-R: EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y FRAGILIDAD EN PERSONAS MAYORES DE 65 AÑOS. MEDIACIÓN DE LA VITAMINA D Y EFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO: ESTUDIO LONGITUDINAL EXERNET.

Expone:

Dicho proyecto obtuvo el dictamen favorable por EL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO FUNDACIÓN ALCORCÓN. Código 16/50 de 30 de junio de 2016.

Declara:

El estudiante Jorge Fernando Espinosa Taipe con Documento de Identidad Y9025235A va a participar en el proyecto previamente descrito y va a realizar su Trabajo Final de Máster con el mismo sin que se produzca ninguna alteración de la metodología del proyecto.



Firmado digitalmente por
VICENTE RODRIGUEZ
GERMAN - DNI 11830923E
Fecha: 2022.12.14 12:12:11
+01'00'

Firmado: Germán Vicente Rodríguez

9.2 Anexo II

MODELO DE EVALUACIÓN ÉTICA. INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Dña. Ana María Tato Ribera, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Fundación Alcorcón,

CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta para que se realice el estudio titulado "Evolución de la condición física, composición corporal y fragilidad en personas mayores de 65 años. Mediación de la vitamina D y efectos de un programa de ejercicio: Estudio longitudinal EXERNET" y considera que:

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.

La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

El Investigador se compromete a responder a los informes de seguimiento que desde el CEIC se les requiera

Y que este Comité acepta que dicho estudio sea realizado por el Dr. Germán Vicente Rodríguez como investigador principal.

Lo que firmo en Alcorcón, a 30 de junio de 2016


Fdo.: Dra. Ana María Tato Ribera
Secretaria del CEIC del HUFA

9.3 Anexo III



Hoja de información para el voluntario

Evolución de la condición física, composición corporal y fragilidad en personas mayores de 65 años. Mediación de la vitamina D y efectos de un programa de ejercicio: Estudio longitudinal EXERNET

Estimado/a amigo/a:

El proyecto en el cual le invitamos a participar es un estudio financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y por la Comisión Europea, que se centra en analizar el efecto de un programa de ejercicio físico multicomponente de 8 meses de duración sobre la condición física, composición corporal, calidad de vida y estado de salud general en las personas mayores. **ESTE PROYECTO ES MUY IMPORTANTE PARA MEJORAR LA SALUD DE LA POBLACIÓN MAYOR.**

El proceso de envejecimiento viene acompañado de multitud de cambios, entre los que se encuentran los de la composición corporal y condición física. Este hecho, junto al crecimiento de la población mayor en las últimas décadas, puede conducir a un aumento de la prevalencia de enfermedades como la obesidad, sarcopenia, osteoporosis o fragilidad y discapacidad en la sociedad actual. El estilo de vida y concretamente la actividad física, el sedentarismo o programas específicos de entrenamiento pueden tener una relación importante con la masa grasa, magra y ósea, la condición física y la calidad de vida en este grupo de población.

El término fragilidad hace referencia a un síndrome asociado al envejecimiento, caracterizado por una pérdida importante de la reserva funcional de las personas que las conduce a un estado de pre-discapacidad. La fragilidad es un buen predictor de eventos adversos de salud a corto, medio y largo plazo, como caídas, pérdida de movilidad, hospitalización, discapacidad, institucionalización y, en última instancia, la muerte. Para prevenirla es fundamental actuar sobre su principal factor de riesgo, la inactividad.

Por este motivo, desde el grupo de investigación GENU (Crecimiento, Ejercicio, Nutrición y Desarrollo) de la Universidad de Zaragoza, se ha diseñado el presente proyecto, que se centra en analizar los efectos de un programa específico de entrenamiento en las personas mayores con fragilidad y prefragilidad, con el objetivo de intentar revertir este síndrome, mejorar la capacidad funcional y composición corporal, y en última instancia mejorar la calidad de vida de estas personas.

Si usted accede a participar en este estudio, se le incluirá en uno de estos dos grupos:

-Grupo intervención: se le pedirá que realice un programa de ejercicio físico 3 veces por semana durante un periodo de 6 meses.

-Grupo control: se le pedirá que mantenga su estilo de vida actual (actividad física y nutrición) sin ninguna variación importante durante un periodo de 6 meses.

Además, ambos grupos realizarán antes y después de los 6 meses de seguimiento, así como a los 3 meses de su finalización, las pruebas que se detallan a continuación.

- Un análisis de sangre para determinar niveles de biomarcadores en sangre, vitamina D y marcadores genéticos.
- Pruebas de condición física.
- Composición corporal, analizada por bioimpedancia y tomografía axial computerizada.
- Cuestionario general y de salud, de actividad física, adherencia a la dieta mediterránea y calidad del sueño.

Una vez finalizadas las pruebas, se le hará entrega de un informe de resultados. En el supuesto de que algún resultado de estas pruebas fuese negativo para la salud, el equipo del proyecto se pondría en contacto con Ud. y posteriormente le remitiría a su médico de cabecera.

SU PARTICIPACIÓN ES MUY IMPORTANTE. Los avances científicos sólo son posibles gracias al entusiasmo y apoyo de muchas personas, sobre todo voluntarios que se prestan a participar en este tipo de estudios. El estudio que se plantea se va a realizar de este modo por primera vez en Aragón. Por lo tanto, somos pioneros y necesitamos su apoyo para poder seguir adelante.

SU PARTICIPACIÓN ES COMPLETAMENTE VOLUNTARIA. Para poder participar en el estudio, es necesario que firme la hoja de consentimiento informado que se adjunta. Usted tiene el derecho de dejar de participar en el estudio en cualquier momento, sin alegar razones y sin que ello repercuta en ningún modo en ningún aspecto relacionado con su vida personal.

Reciba un cordial saludo.

Germán Vicente-Rodríguez (Investigador Principal del proyecto).

9.3 Anexo IV



Consentimiento informado por escrito del voluntario

"Evolución de la condición física, composición corporal y fragilidad en personas mayores de 65 años. Mediación de la vitamina D y efectos de un programa de ejercicio: Estudio longitudinal EXERNET"

Ha sido usted invitado/a a participar en una investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad y por la Comisión Europea, que incluye la realización de una analítica de sangre, una batería de test para evaluar su condición física y su composición corporal, una serie de cuestionarios para conocer su estado de salud, hábitos y calidad de vida, así como la realización de un programa de entrenamiento multicomponente de 6 meses de duración, en el caso de ser seleccionado como participante del grupo de intervención.

El Ministerio de Economía y Competitividad y la Comisión Europea han mostrado su interés en apoyarnos en la realización de un estudio científico de gran importancia para la salud de las personas mayores. Este estudio se va a llevar a cabo siguiendo escrupulosamente la legislación vigente y ha sido aprobado por el Comité de Ética del Hospital de Alcorcón.

Su participación es totalmente voluntaria. Si usted accede a participar en este estudio, se le incluirá en uno de estos dos grupos:

-Grupo intervención: se le pedirá que realice un programa de ejercicio físico 3 veces por semana durante un periodo de 6 meses.

-Grupo control: se le pedirá que mantenga su estilo de vida actual (actividad física y nutrición) sin ninguna variación importante durante un periodo de 6 meses.

Además, ambos grupos realizarán antes y después de los 6 meses de seguimiento, así como a los 3 meses de su finalización, las pruebas que se detallan a continuación.

-Un análisis de sangre para determinar niveles de biomarcadores en sangre, vitamina D y marcadores genéticos. Además, se guardarán muestras para analizar en el futuro si es necesario.

-Pruebas de Condición Física.

-Composición corporal, analizada por bioimpedancia y tomografía axial computerizada.

-Cuestionario general y de salud, de actividad física, adherencia a la dieta mediterránea y calidad del sueño.

Una vez finalizadas las pruebas, se le hará entrega de un informe de resultados. En el supuesto de que algún resultado de estas pruebas fuese negativo para la salud, el equipo del proyecto se pondría en contacto con Ud. y posteriormente le remitiría a su médico de cabecera.

Las limitaciones para la determinación de la composición corporal son:

-Llevar marcapasos -Tener prótesis metálicas

Si este es su caso, no podrá someterse a esta determinación.

El riesgo de llevar a cabo los test de condición física, así como el programa de entrenamiento es similar al riesgo de desarrollar ejercicios moderados y por tanto, podría llegar a provocar fatiga, agujetas, esguinces, lesión muscular, mareos o desvanecimientos. Así mismo, existe el riesgo de sufrir una parada cardíaca, infarto o muerte súbita. Si actualmente sufre alguno de los siguientes casos, **usted no debería tomar parte en los test físicos ni en el programa de entrenamiento** a menos que un facultativo le autorizara por escrito a hacerlo:

1. Su médico le ha desaconsejado la realización de ejercicio como consecuencia de alguna enfermedad.
2. Ha sufrido recientemente un fallo cardíaco.
3. Actualmente cuando realiza ejercicio sufre dolor articular, dolor en el pecho, mareos o angina de pecho (incluyendo los siguientes síntomas: rigidez-opresión en el pecho, dolor o sensación de pesadez).
4. Tiene presión arterial descontrolada (180/100 o superior).

Durante la realización de los test y los ejercicios del programa de entrenamiento se le pedirá que los realice dentro de su "zona de confort" y nunca se le presionará hasta un punto de sobre-solicitación o por encima de lo que usted crea es seguro. Comuníquese a la persona que le evalúa si tiene algún síntoma o sensación extraña como pérdida de aliento, mareo, dolor en el pecho, taquicardias, entumecimiento, pérdida de equilibrio, náuseas o visión borrosa.

Si tuviera alguna molestia debido a la participación en el estudio, déjelo inmediatamente y consúltelo con su entrenador o médico. Durante las sesiones de ejercicio, y durante cierto tiempo después de estas, puede que tenga dolor muscular y un poco de cansancio, aunque estas pequeñas incomodidades desaparecerán en 48 horas.

Si como consecuencia del entrenamiento sufre cualquier lesión, el monitor únicamente está autorizado a darle los primeros auxilios y atenciones básicas. Posteriormente será usted mismo quien deberá buscar tratamiento en su propio médico si lo necesitara.

Recuerde que su participación en el estudio es voluntaria y que siempre puede dejar de realizar el entrenamiento o las pruebas en el momento que usted lo desee y así lo solicite.

La información y datos recogidos en los diferentes cuestionarios realizados durante este estudio respetarán siempre lo establecido por la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, y por tanto cualquier información obtenida de este estudio será confidencial, y sólo será hecha pública con su consentimiento expreso. Los resultados de este estudio pueden ser publicados en foros científicos (revistas y congresos), utilizando únicamente los datos agrupados.

Por tanto, le rogamos, **una vez leída la carta adjunta**, que firme el siguiente consentimiento informado.

Yo, (nombre y apellidos del voluntario)

- He recibido información (oral y escrita), he leído la carta adjunta y conozco el propósito del estudio, así como los posibles riesgos que puedo sufrir.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y resolver mis dudas.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- He hablado con: (nombre del investigador).
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que para el estudio he de donar una muestra de sangre.
- Comprendo que puedo abandonar el estudio en cualquier momento por decisión propia.
- Estoy de acuerdo en controlar mi esfuerzo físico durante la realización de los test y programa de entrenamiento y en parar y comunicar al instructor cualquier anomalía o síntoma inusual.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

En Zaragoza, a de de 2018.

Firma del voluntario

Firma del investigador

..... con DNI revoca

el consentimiento prestado para participar en el estudio.

En _____, a _____ de _____ de 201__

Firma: