



**Universidad  
Zaragoza**

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO MULTICOMPONENTE Y UN PERIODO DE DESENTRENAMIENTO SOBRE LA CAPACIDAD FUNCIONAL, AGILIDAD Y MIEDO A CAERSE EN PERSONAS MAYORES FRÁGILES Y PREFRÁGILES**

**EFFECTS OF A MULTICOMPONENT EXERCISE PROGRAM AND A PERIOD OF DETRAINING ON FUNCTIONAL CAPACITY, AGILITY AND FEAR OF FALLING IN FRAIL AND PRE-FRAIL ELDERLY PEOPLE**

**AUTOR**

Eric Martín Sánchez

**DIRECTOR**

Ángel Iván Fernández García

Área de Educación Física y Deportiva

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

19 de junio del 2023

## RESUMEN

El objetivo del estudio es comprobar los efectos de un programa de ejercicio multicomponente (MCT) de 6 meses y un periodo de desentrenamiento de 4 meses, sobre la capacidad funcional, agilidad, rendimiento en las actividades de la vida diaria (AVD) y miedo a caerse de las personas mayores frágiles y pre-frágiles. Participaron un total de 99 personas mayores de 65 años, divididas en los grupos control (CON) e intervención (INT). El grupo INT realizó el programa de ejercicio, seguido del periodo de desentrenamiento, mientras que el grupo CON continuó con el estilo de vida normal. Se evaluaron la capacidad funcional y el rendimiento en las AVD mediante la *Short Physical Performance Battery* (SPPB) y el test de Lawton y Brody respectivamente, la agilidad con el “*Timed Up and Go test*”, y el miedo a caerse mediante el índice *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I). Se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas para estudiar posibles cambios en ambos grupos durante los diferentes periodos. Se apreciaron mejoras significativas en el grupo INT, en la capacidad funcional y agilidad, estableciéndose interacción tiempo por grupo en ambas, ( $p \leq 0,005$ ) respecto al grupo CON. No se encontraron variaciones significativas en el miedo a caerse, ni en el rendimiento de las AVD. El único cambio significativo registrado en el grupo CON, fue la mejora en la capacidad funcional durante los 6 primeros meses. El periodo de desentrenamiento influyó negativamente en la capacidad funcional y agilidad ( $p < 0,05$ ). El programa de entrenamiento MCT de 6 meses, mejoró la capacidad funcional y agilidad, pero no produjo cambios en la autopercepción del rendimiento en las AVD ni en el miedo a caerse. El periodo de desentrenamiento de 4 meses, empeoró la capacidad funcional y agilidad, aunque los valores registrados fueron mejores que en la evaluación inicial.

## **ABSTRACT**

The aim of this study is to verify the effects of a 6-months multicomponent (MCT) exercise programme and a 4-months of detraining period, on the functional capacity, agility and fear of falling in elderly people. 99 subjects, divided into control group (CON) and intervention group (INT) take part in the intervention. The INT group carried out a 6-months MCT exercise programme (Elder-fit), followed by a 4-months detraining period, while the CON group continued with the usual lifestyle. During the intervention, both groups received different conferences about healthy lifestyle. The functional capacity was assessed by the Short Physical Performance Battery (SPPB) and the Lawton and Brody test, the agility by using the Timed Up and Go 3 meters test, and the fear of falling with the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). A statistical analysis was performed by the IBM SPSS Statistics software, and subsequently with an ANOVA of repeated measures. Significant differences appeared in the INT group, on the SPPB compared with the initial evaluation and with the CON group ( $10,9 \pm 0,3$ ), and in the Timed Up and Go test ( $9,2 \pm 0,6$ ); a significant interaction of time per group was detected in each test ( $< 0,001$ ) and ( $< 0,005$ ) respectively. No significant differences were observed in the FES-I with respect to fear of falling. The detraining period influences negatively on the SPPB and agility of the INT group ( $p < 0,005$ ). A 6-months MCT exercise programmes, improve the functional capacity and agility, but does not reduce the fear of falling in pre-frail and frail elderly people; simultaneously, a 4-months detraining period decreases the profits obtained on functional capacity and agility.

## ÍNDICE

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Listado de Abreviaturas.....	4
Introducción.....	5
Material y Métodos.....	8
Diseño y estudio de los participantes.....	8
Programa de entrenamiento multicomponente.....	10
Evaluaciones.....	15
Capacidad funcional.....	15
Agilidad.....	15
Miedo a caerse.....	16
Análisis estadístico.....	16
Resultados.....	17
Características descriptivas de la muestra.....	17
Efectos del programa de entrenamiento.....	18
Efectos del periodo de desentrenamiento y efectos residuales.....	19
Discusión.....	21
Efectos del entrenamiento sobre las diferentes variables analizadas.....	21
Efectos del desentrenamiento sobre las diferentes variables analizadas.....	24
Limitaciones del estudio.....	26
Conclusión.....	27
Conclusion.....	27
Financiación.....	28
Agradecimientos.....	28
Bibliografía.....	29

## **LISTADO DE ABREVIATURAS**

MCT: Multicomponente

AVD: Actividades de la Vida Diaria

SPPB: Short Physical Performance Battery

FES-I: Falls Efficacy Scale-International

INE: Instituto Nacional de Estadística

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas

PIB: Producto Interior Bruto

CON: Grupo Control

INT: Grupo Intervención

VO<sub>2</sub>Máx.: Consumo de Oxígeno Máximo.

IBM: International Business Machines Corporation

## INTRODUCCIÓN

La población de personas mayores ha incrementado en los últimos años a nivel mundial, Datos del INE (*Una población envejecida*, s.f.) muestran que en el año 2020, el porcentaje de personas con 65 o más años en la Unión Europea fue del 21%, siendo concretamente en nuestro país del 19,6%. Como consecuencia de este proceso, se incrementa el riesgo de padecer enfermedades crónicas (Mattson & Arumugam, 2018). Además, el envejecimiento está asociado a un deterioro de la **capacidad funcional** y pérdida de autonomía para realizar las actividades de la vida diaria (Samartini & Cândido, 2021). Dicho deterioro puede desembocar en **fragilidad**, la cual se define como un proceso de declive fisiológico progresivo e intrínseco relacionado con la edad, que tiene como resultado un aumento de la vulnerabilidad de las personas que lo padecen (Beard et al., 2016). La fragilidad está asociada al incremento de la posibilidad de sufrir eventos adversos de salud como fracturas, deterioro, cognitivo, hospitalizaciones (Kwak & Thompson, 2021; Martínez-Velilla et al., 2019), y por lo tanto, una reducción de la calidad de vida (Marinho et al., 2020). Concretamente, el **miedo a caerse** puede emerger en una restricción de la actividad física, y aumento de la ingesta de medicamentos y la atención o cuidados institucionales (Yardley et al., 2005). El miedo a caerse puede derivar de diferentes fuentes como son los factores físicos, psicológicos y sociales, entre ellos los más comunes son los físicos. Entre los que se destacan la agilidad y el equilibrio. La falta de estos dos componentes, puede derivar en una reducción de las actividades debido a la percepción de las mismas como peligrosas, enfocándolas hacia un estilo de vida más sedentario el cual incrementa los riesgos para la salud, generados en mayor medida por la inactividad física (Sherrington et al., 2019)

Respecto a la población mundial, el porcentaje y número de personas mayores está al alza. Una revisión del Banco Mundial (2022) recoge que de los 7.888 miles de

millones de habitantes de la población mundial total, 758.631.369 personas tienen más de 65 años, lo cual representa el 9,54% del total de la población. A nivel europeo el 21,1% de la población pertenece al rango de personas con 65 años o mayores (Eurostat, 2022); España sigue la misma tendencia que a nivel europeo (CSIC, 2022), ya que las personas mayores de 65 años, representan el 19,6% de la población nacional, es decir, 9.310.828 personas son mayores de 65 años. Las predicciones de futuro deparan un continuo aumento de la población mayor, llegando al 31,3% de la población europea entre los años 2022 y 2100 (Eurostat, 2022). Esto hace que aumente el número de personas mayores dependientes en un 24,1%, teniendo una proyección de un 57,1% de dependencia en el año 2100 respecto al 33% del año 2022.

El acúmulo de todos estos factores, genera un incremento de los gastos del dinero público nacional. En España se prevé un aumento del 1% del Producto Interior Bruto (PIB) entre los años 2019 y 2039, pasando de un 6,8% a un 7,8% en sanidad; los gastos para cuidados de larga duración también se verán aumentados en un 0,2% del PIB entre el 2019 y 2039. Este aumento, podría ser del 2% del PIB en el año 2050 (Banco de España, 2022, p.23). Por tanto, la prevención y el tratamiento de la fragilidad es un reto de interés público en la sociedad actual.

En este sentido, son ampliamente conocidos los **beneficios del ejercicio físico** sobre la salud de la población mayor (Fernández-García et al., 2022; Geidl et al., 2020; Montero-odasso et al., 2021; Sampasa-kanyinga et al., 2020; Sherrington et al., 2019; Thomas et al., 2019). Concretamente, los programas de **ejercicio multicomponente** parecen ser una de las mejores estrategias en personal mayores (Eduardo L. Cadore et al., 2014; Eduardo Lusa Cadore et al., 2013), mediante una combinación de entrenamientos aeróbicos, fuerza muscular, flexibilidad, equilibrio y coordinación (Bouaziz et al., 2016). Este tipo de programas han demostrado ser los más efectivos en

las personas mayores con fragilidad o en riesgo de padecerla (Langhammer et al., 2018).

La realización de actividad física de moderada-vigorosa intensidad al menos 150 minutos durante una semana en la población general, podía generar un aumento del PIB a nivel mundial entre un 0,15%-0,24% por año, hasta el 2050 (Hafner et al., 2020). Además de reducir los factores de mortalidad y el gasto económico sanitario, también se genera un aumento de la productibilidad y en el gasto en productos y servicios deportivos, generando un movimiento económico global (Hafner et al., 2019).

Sin embargo, a pesar de los beneficios generados por el ejercicio, parece que el cese temporal de los programas de ejercicio, conocido como desentrenamiento, genera un efecto negativo sobre las diferentes variables de la condición física (Mulasso et al., 2022). Por diferentes motivos (periodos vacacionales, enfermedades,...) dichas interrupciones son habituales en los programas de ejercicio físico para personas mayores. Por lo tanto, debido a consecuencias derivadas de la fragilidad, deterioro funcional y el miedo a caerse, resulta de vital importancia conocer en qué medida se ven afectadas por el desentrenamiento.

Mediante el siguiente estudio, se pretende lograr los siguientes objetivos: (1) analizar los efectos de un programa de ejercicio multicomponente de 6 meses sobre la capacidad funcional, agilidad, rendimiento en las actividades de la vida diaria y el miedo a caerse en personas mayores frágiles o pre-frágiles, y (2) analizar los efectos de un periodo de cuatro meses de desentrenamientos sobre las mismas variables.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### ***Diseño del Estudio y Participantes***

Se realizó un estudio controlado no aleatorizado dentro de la estructura del proyecto EXERNET-Elder 3.0. En el estudio participaron 106 personas mayores de 65 años, en estado de fragilidad o pre-fragilidad, que no padecían demencia ni cáncer. La investigación respetó la legislación española para investigación clínica con humanos (ley 14/2007) y su protocolo fue aprobado por el comité ético del Hospital Fundación de Alcorcón (16/50).

Los sujetos participantes fueron informados de forma detallada sobre el estudio, y aceptaron de forma voluntaria, firmando el consentimiento informado. El estudio está en concordancia con la Declaración de Helsinki de 1961 revisada en el 2013 en Fortaleza (World Medical Association, 2013), y la legislación española actual de estudios clínicos con humanos (Ley 14/2007). El protocolo fue sometido y aprobado por el comité de ética del Hospital Fundación de Alcorcón (16/50), y posteriormente registrado en el repositorio electrónico [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) (número de referencia: NCT03831841).

El estudio ha sido incluido dentro de la estructura del proyecto EXERNET-Elder 3.0. Se llevó a cabo un estudio controlado no-aleatorizado. Los participantes fueron reclutados de cuatro centros de salud y tres residencias de ancianos de Zaragoza, España. Todos los sujetos tenían una edad superior a los 65 años, y se clasificaron en dos grupos, frágiles y prefrágiles, en función a los puntos de corte de la batería “*Short Physical Performance Battery*” SPPB (Perracini et al., 2020; Treacy & Hassett, 2018). Aquellos sujetos que tuviesen cáncer o demencia fueron excluidos de la intervención. Los 110 participantes que cumplieron los criterios iniciales, 102 realizaron al menos dos

de las cuatro evaluaciones llevadas a cabo durante la intervención. La información personal y de salud fueron recogidos mediante un cuestionario.

Se realizó un estudio controlado no aleatorizado. Los participantes se dividieron en dos grupos, grupo control (CON) y el grupo de intervención (INT). Aquellos sujetos que no mostraron disponibilidad para seguir el proceso de entrenamiento de forma regular durante los 6 meses de duración, fueron directamente incluidos en el grupo CON. El grupo INT en cambio, realizó un programa MCT con una duración de 6 meses, al cual le proseguía un periodo de cuatro meses de desentrenamiento; el grupo CON en cambio, continuó con su estilo de vida habitual durante los 10 meses del estudio.

Ambos grupos fueron examinados en tres instantes de la intervención: El primero de ellos al inicio, antes de comenzar la intervención, el segundo al sexto mes, y el último análisis se realizó a los 10 meses tras la finalización del periodo de desentrenamiento.

Asimismo, durante el estudio los participantes recibieron tres charlas de 1h de duración sobre los hábitos saludables con el objetivo principal de disminuir la posibilidad de abandono del grupo CON durante el estudio, como consecuencia de las diversas evaluaciones. La temática de estas ponencias fueron la “capacidad funcional y la fragilidad”, “recomendaciones nutricionales para personas mayores”, y “recomendaciones de actividad física en personas mayores”. Estas charlas, fueron impartidas por un enfermero, una nutricionista y licenciados en ciencias del deporte.

### ***Programa de Entrenamiento Multicomponente***

El programa de entrenamiento multicomponente (MCT) Eelder-fit, consistió en tres sesiones semanales, de 1h de duración durante 6 meses. Cada una de estas sesiones supuso de 10 minutos de calentamiento, 35-40 minutos para la parte principal, y 10-15 minutos de vuelta a la calma. La primera y tercera sesión semanal, fueron utilizadas para mejorar la fuerza, potencia, equilibrio estático y tareas que simulen las actividades de la vida diaria. La segunda sesión de cada semana, fue utilizada para llevar a cabo ejercicios aeróbicos básicos como caminar, subir y bajar escaleras, realizar bicicleta estática o ejercicios coordinativos, para así también poder incidir en la agilidad y en las tareas motoras. Durante todo el programa, se dio una progresión en la carga de entrenamiento con el objetivo de generar el estímulo adecuado para inducir la adaptación necesaria. No obstante, determinadas actividades fueron individualizadas y adaptadas en función a la capacidad funcional y características iniciales de cada participante.

En las tablas 1 y 2, se muestra la periodización y la metodología utilizadas durante el programa de ejercicio. Por otro lado, como reconocimiento al compromiso con el programa de ejercicio, los tres sujetos de cada grupo de INT que mejor porcentaje de asistencia obtuvieran, recibieron equipamiento deportivo como regalo.

**Tabla 1.** Periodización del entrenamiento Elder-fit.

Fase	FASE 1 Familiarización (Semana 1-4)				FASE 2 Fuerza (Semana 5-14)								FASE 3 Coordinación y Potencia (Semana 15-21)						FASE 4 Funcionalidad y Potencia (Semana 22-24)					
	Objetivo				Objetivo								Objetivo						Objetivo					
	Adaptaciones del Entrenamiento				Aumento de los Niveles de Fuerza								Inducir la Coordinación Intramuscular Aumento de la Potencia						Aumentar el Rendimiento en las Actividades de la Vida Diaria					
	Aprendizaje de la Ejecución Técnica				Aumento de la Resistencia Muscular								Aumento de la Resistencia Muscular y los Niveles de Fuerza						Aumentar la Potencia y la Coordinación					
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tipo de Sesión	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	P	P	P	P	P	P	P
Sesión/Semana	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
n° Ejercicio/sesión*	6(2)	6(2)	7(2)	7•(2)	7(2)	7(2)	7(2)	8‡(2)	8•(2)	8(2)	8‡(2)	8•(2)	8(2)	8‡(2)	7•(2)	7	7•	7	6•(6)	6‡(6)	7(7)	6•(6)	6‡(6)	6(6)
Series	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Repeticiones y Velocidad	8↓	8↓	10↓	10↓	10→	12→	15→	12→	12→	15→	12→	12→	15→	12→	12→	15→	12→	15→	12↑	12↑	15↑	12↑	12↑	15↑
Balance de Ejercicio	15	15	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	-	-	20	20	20	30	30	30
Descanso entre cada Serie (s.)	90	90	90	90	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	75	75	75	75	90 20 <sub>a</sub>	90 20 <sub>a</sub>	90 20 <sub>a</sub>	90 30 <sub>a</sub>	90 30 <sub>a</sub>	90 30 <sub>a</sub>

**Nota:** s.: Segundos; ↓: Baja velocidad de ejecución (fase excéntrica y concéntrica en 4seg. aproximados); →: Velocidad moderada de ejecución (fase excéntrica y concéntrica en 2. aproximados); ↑: Alta velocidad de ejecución (fase concéntrica ejecutada a máxima velocidad, y fase excéntrica controlada en 2seg. aproximados); •: Cambio de ejercicio; ‡: Sobrecarga; <sub>a</sub>: Realización de ejercicios de equilibrio durante la recuperación activa entre las sesiones funcionales y de potencia; F: Entrenamiento de fuerza; P: Entrenamiento de Potencia; \*: Número de ejercicios de equilibrio entre paréntesis.

**Tabla 2.** Periodización del entrenamiento Eelder-fit.

Fase	FASE 1 Familiarización (Semana 1-4)				FASE 2 Fuerza (Semana 5-14)								FASE 3 Coordinación y Potencia (Semana 15-21)						FASE 4 Funcionalidad y Potencia (Semana 22-24)					
	Objetivo	Aumentar la Capacidad Aeróbica (VO2Max.)				Aumentar la Capacidad Aeróbica (VO2Max.)								Aumentar la Capacidad Aeróbica (VO2Max.)						Mejorar el Rendimiento en las AVD				
Aumentar la Coordinación y el Rendimiento Funcional				Aumentar la Coordinación y el Rendimiento Funcional								Aumentar la Coordinación y el Rendimiento Funcional						Aumento de la Potencia y Coordinación						
Mejorar las Habilidades Motoras y el Equilibrio Dinámico				Mejorar las Habilidades Motoras y el Equilibrio Dinámico								Mejorar las Habilidades Motoras y el Equilibrio Dinámico												
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tipo de Sesión	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	FUN	FUN	FUN
Sesión/Semana n°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Ejercicio/sesión*	7	7	7	7	7•	7	7	7‡	7•	7	7	7‡	7•	7	7	7‡	7•	7	7	7‡	7	6	6	6
Series	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tiempo por Serie	30	30	45	45	60	60	60	60	75	75	75	75	90	90	90	90	90	90	90	90	90	60	75	90
Descanso entre Series	60	60	90	90	90	90	75	75	75	75	60	60	60	60	90 (30 <sub>b</sub> )	90 (30 <sub>b</sub> )	90 (45 <sub>b</sub> )	90 (60 <sub>b</sub> )	90 (60 <sub>b</sub> )	90 (60 <sub>b</sub> )	90 (60 <sub>b</sub> )	60 (30 <sub>a</sub> )	75 (45 <sub>a</sub> )	90 (60 <sub>a</sub> )
Total TT(min.)	7	7	10.5	10.5	14	14	14	14	17.5	17.5	17.5	17.5	21	21	28	28	31.5	31.5	35	35	35	18	24	30
Ratio TT:TD (s.)	1:2	1:2	1:2	1:2	1:1.5	1:1.5	1:1.2 5	1:1.2 5	1:1	1:1	1:25 1	1:25 1	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1	2.25: 1	2.25: 1	2.25: 1	2.25: 1	2.25: 1	1.5:1	21	2.5:1

**Nota:** s.: Segundos; min.: Minutos; ↓: Baja velocidad de ejecución (fase excéntrica y concéntrica en 4seg. aproximados); →: Velocidad moderada de ejecución (fase excéntrica y concéntrica en 2seg. aproximados); †: Alta velocidad de ejecución (fase concéntrica ejecutada a máxima velocidad, y fase excéntrica controlada en 2seg. aproximados); •: Cambio de ejercicio; ‡: Sobrecarga; <sub>a</sub>: Realización de ejercicios de equilibrio durante la recuperación activa entre las sesiones funcionales y de potencia; <sub>b</sub>: Equilibrio estático y dinámico, y coordinación mediante el manejo de pelotas y globos durante los descansos activos de las sesiones aeróbicas de resistencia; FUN: Sesión funcional; AE: Sesiones de resistencia aeróbica; AVD: Actividades de la Vida Diaria; TT: Tiempo de Trabajo; TD: Tiempo de Descanso

**Tabla 3.** Protocolo Metodológico Eelder-fit.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>Fase</b>	<b>FASE 1 Familiarización (Semana 1-4)</b>				<b>FASE 2 Fuerza (Semana 5-14)</b>								<b>FASE 3 Coordinación y Potencia (Semana 15-21)</b>					<b>FASE 4 Funcionalidad y Potencia (Semana 22-24)</b>							
<b>Objetivo</b>	Generar Adaptaciones del Entrenamiento				Aumento de los Niveles de Fuerza								Mejora de la Coordinación Intramuscular					Aumento de la Potencia							
	Aprendizaje de la Ejecución Técnica				Aumento del Rendimiento Muscular								Aumento del Rendimiento y Niveles de Fuerza Musculares					Aumento del Nivel de Fuerza							
<b>Equipamiento</b>	Bandas elásticas de resistencia, pesos libres (mancuernas, balones medicinales y tobilleras con lastre) y fitballs																								
<b>Ejercicios de Fuerza y Potencia</b>	Ejercicios que involucran a grandes grupos musculares mediante movimientos simples tanto en tren superior e inferior				Ejercicios que involucran a grandes grupos musculares mediante movimientos simples tanto en tren superior e inferior								Ejercicios que involucran a grandes grupos musculares combinado con movimiento multiarticulares en tren superior e inferior					Ejercicios que involucran a grandes grupos musculares mediante movimientos simples tanto en tren superior e inferior				Ejercicios que involucran a grandes grupos musculares combinado con movimiento multiarticulares en tren superior e inferior			
	Cargas ligeras con movimientos a baja velocidad				Cargas medias-asltas, con una velocidad de movimiento moderada								Cargas medias con una velocidad máxima en la fase concéntrica.												
	Ejercicios a realizar: Press de pecho y vuelo, press de hombros, flexión y abducción, empuje-patada-extensión por encima de la cabeza de tríceps, curl de bíceps, remo alto y bajo, aperturas, extensión de la zona baja de la espalda, rotación del tronco, crunch abdominal sentado, diferentes tipos de sentadillas, extensión de cuádriceps, curl de pierna, abducción de cadera, aducción, flexión-extensión y elevación de pantorrillas.																								
<b>Ejercicios de Equilibrio</b>	Ejercicios Estáticos				Ejercicios estáticos que disminuyen la implicación de extremidades, variación del centro de gravedad mediante cambios en la base de sustentación e información de los sentidos								Equilibrio incluido en la ejecución de los ejercicios de fuerza.					Ejercicios estáticos que disminuyen la implicación de extremidades, variación del centro de gravedad mediante cambios en la base de sustentación e información de los sentidos							
	Ambos pies juntos, una sola pierna, semi-tándem y tándem en estático				Ambos pies juntos, una sola pierna, semi-tándem y tándem con y sin movimiento de objetos o partes del cuerpo.													Ambos pies juntos, una sola pierna, semi-tándem y tándem con y sin movimiento de objetos o partes del cuerpo.							
<b>Ejercicios Funcionales</b>																							Ejercicios con movimientos dinámicos que simulen las AVD		
	Hacer la compra, caminar superando obstáculos, subir y bajar escaleras, servir alimentos y bebidas, caminar rápido y levantarse del suelo																								

Metodología de la Fuerza, Potencia y Funcionalidad

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>Metodología de Resistencia Aeróbica</b>	<b>Fase</b>	<b>FASE 1 Familiarización (Semana 1-4)</b>				<b>FASE 2 Desarrollo (Semana 5-14)</b>						<b>FASE 3 Mantenimiento (Semana 15-21)</b>													
	<b>Objetivos</b>	Aumento de la capacidad Aeróbica				Aumento de la capacidad Aeróbica						Aumento de la capacidad Aeróbica													
		Mejora de la Coordinación y Funcionalidad				Mejora de la Coordinación y Funcionalidad						Mejora de la Coordinación y Funcionalidad													
		Mejora de las Habilidades Motoras y Equilibrio Dinámico				Mejora de las Habilidades Motoras y Equilibrio Dinámico						Mejora de las Habilidades Motoras y Equilibrio Dinámico													
	<b>Equipamiento</b>	Material de psicomotricidad, escaleras de agilidad, bicicletas estáticas, steps, mancuernas, tobilleras con lastre, balones/pelotas y globos.																							
	<b>Ejercicios Aeróbicos</b>	Ejercicios básicos con aumento de velocidad o frecuencia. Aumento de la carga mediante el aumento de la resistencia en la bicicleta o aumentando ligeramente la carga de los pesos libres durante la ejecución de los ejercicios.																							
	<b>Ejercicios de Equilibrio Dinámico y Agilidad</b>	Caminar, subir escaleras y bicicleta tanto para las piernas, brazos y ambas.																							
		Aumento progresivo de la dificultad tanto en tareas motoras (perturbación del centro de gravedad con materiales, cambios de dirección y velocidad) como cognitivas (ejercicios con tareas duales o multitareas) y aumento de las cargas (incluir pesos ligeros durante la ejecución de los ejercicios).																							
	<b>Habilidades Motoras y Coordinativas</b>	Caminar con cambios de dirección, caminar de talón a punta y marcha en tándem.																							
		Coordinación del ojo derecho e izquierdo. Aumento de la dificultad de forma progresiva mediante las tareas motoras y cognitivas (actividades con tareas duales y multitareas). Habilidades manuales estáticas y dinámicas con balón (rebotes, pases y recepciones, lanzamientos, giros y cambios de dirección) o globos (lograr el control de los globos con las manos o piernas).																							

## *Evaluaciones*

### Capacidad Funcional

Para la valoración de la capacidad funcional, se utilizaron dos métodos. El primero fue la escala de las actividades instrumentales de la vida diaria (Lawton & Brody, 1969) compuesta por 8 ítems: Habilidad para el uso del teléfono, capacidad para hacer la compra, preparación de los alimentos/comida, realizar tareas del hogar, lavado de la ropa, medio de transporte, responsabilidad de la medicación y capacidad de usar el dinero. Cada ítem puede obtener una puntuación máxima de 1 punto, y una puntuación mínima de 0 puntos. Por lo tanto, si la persona entrevistada logra 8 puntos tendrá una independencia total, y si logra 0 puntos una máxima dependencia. El segundo instrumento, la *Short Physical Performance Battery* (SPPB). Esta batería mide diferentes variables: el equilibrio mediante el test de Romberg, manteniéndose de pie durante 10 segundos con los pies juntos, semi tándem y tándem, la velocidad de la marcha contabilizando el tiempo utilizado para realizar 4 metros al mismo ritmo utilizado de forma habitual, y la fuerza de los miembros inferiores contabilizando el tiempo necesario para levantarse cinco veces consecutivas de la silla. Cada una de las tres pruebas mencionadas, puntúa del 0 a 4 puntos, pudiendo lograr un máximo de 12 puntos como cómputo total de la batería SPPB (Guralnik et al., 1994).

### Agilidad

Para evaluar la agilidad, se utilizó el test *Timed Up and Go* (Podsiadlo, D; Richardson, 1991). Para llevarlo a cabo, se utilizó una silla de tamaño estándar (46 centímetros de altura aproximada del asiento) de la que se partía hacia un cono situado a 3 metros, se realizaba un giro alrededor del mismo hasta volver a sentarse en la silla.

## Miedo a Caerse

Por último, la valoración del miedo que pueden tener las personas a caerse se ha evaluado con la *Falls Efficacy Scale-International* (FES-1) (Yardley et al., 2005). Se compone de 16 ítems, en los cuales se valora el grado de preocupación de la persona entrevistada mediante cuatro puntos, siendo 1 “poco preocupado” y 4 “muy preocupado”.

## ***Análisis Estadístico***

El análisis estadístico se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics (v.25.0 para Windows; IBM Corporation Chicago IL). Los datos han sido reportados con los valores medios y la desviación típica o el número de participantes y el porcentaje de acuerdo con la naturaleza de cada variable. Se realizaron los análisis de t de Student y Chi-cuadrado para analizar las diferencias entre grupos (CON vs INT) en la evaluación inicial para las variables continuas y categóricas respectivamente (tabla 4).

Posteriormente, se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas para calcular las diferencias intragrupo y entre grupos, además de la interacción tiempo por grupo durante los tres periodos analizados: 6 meses de entrenamiento, 4 meses del desentrenamiento y efectos residuales al cabo de los 10 meses de estudio. Para este análisis se seleccionaron sólo aquellos participantes que asistieron a las tres evaluaciones realizadas y como no se encontró interacción del sexo para ninguna de las variables, hombres y mujeres se incluyeron dentro del mismo análisis.

## RESULTADOS

### Características descriptivas de la muestra

Las características de la muestra al inicio del estudio se muestran en la Tabla 4. Para este análisis se incluyeron solo aquellos participantes que realizaron al menos dos de las tres evaluaciones. Tal y como se puede ver en la tabla, excepto en la altura ( $p < 0,05$ ), ninguna de las variables manifiesta diferencias estadísticamente significativas entre el grupo CON y el INT. Por su parte, la asistencia media del grupo INT al programa de entrenamiento fue del  $81,9 \pm 13,5\%$ .

**Tabla 1.** Descripción de las Características Iniciales de la Muestra

	CON (n = 42)	INT (n = 57)	P.Value
<b>Edad y Composición Corporal</b>			
Edad (años)	79,7±5,7	80,8±6,1	
Peso Corporal (kg)	69,6±12,0	74,6±13,9	0,077
Estatura (cm)	153,9±7,4	158,5±7,8	0,011
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,6±4,9	29,9±5,1	0,785
<b>Sexo</b>	<b>n(%)</b>	<b>n(%)</b>	<b>n(%)</b>
Mujeres	33 (78,6)	17 (29,8)	
Hombres	9 (21,4)	40 (70,2)	
<b>Capacidad Funcional, Fragilidad y Rendimiento en las AVD</b>			
SPPB	8,1±1,6	7,5±1,8	0,126
Índice de Barthel	94,5±9,5	96,4±5,5	0,267
Puntuación AVD	7,1±1,2	7,0±1,4	0,704
Fried	1,6±1,2	1,4±1,2	0,424
<b>Miedo a Caerse</b>			
FES-I	23,0±10,9	21,3±8,3	
<b>Comportamientos Sedentarios y Actividad Física</b>			
Horas Caminando (h/día)	1,7±1,1	1,9±1,4	0,396
Horas Sentados (h/día)	6,2±2,3	6,1±2,9	0,764
<b>Agilidad</b>			
Agilidad 3m (seg.)	9,8±2,6	10,7±4,8	0,275

CON: Grupo Control; INT: Grupo Intervención; AVD: actividades de la vida diaria; seg.: segundos; cm: centímetros; m: metros; rep.: repeticiones; kg: kilogramos; FES-I: Falss Efficacy Sacle-International; valores de  $p$  en **negrita**: diferencias significativas.

### ***Efectos del Programa de Entrenamiento***

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos por ambos grupos en las diferentes variables objeto de estudio durante las tres evaluaciones realizadas.

Los resultados obtenidos en la en la batería SPPB muestran una mejora significativa en ambos grupos al finalizar los 6 primeros meses, aunque el grupo INT presenta un mayor rendimiento ( $p < 0,001$ ). Además, los análisis muestran una interacción tiempo por grupo significativa ( $p < 0,001$ ).

Por su parte, los resultados obtenidos del “*Timed Up and Go test*”, también muestran una mejora significativa en la agilidad en el grupo INT ( $p < 0,05$ ), mientras que no se aprecian cambios en el grupo CON. Al igual que en la variable anterior, existe interacción tiempo por grupo en esta variable ( $p < 0,005$ ).

Los resultados en el test de Lawton y Brody, no muestran cambios significativos en ninguna de las tres evaluaciones realizadas en cada grupo ( $p > 0,05$ ), como tampoco se suceden entre el grupo CON y grupo INT ( $p > 0,05$ ). La interacción tiempo por grupo tampoco es significativa ( $p > 0,005$ ).

Los resultados obtenidos en el cuestionario FES-I, no muestran variaciones significativas en el miedo a caerse en ninguno de los grupos durante el periodo de entrenamiento ( $p > 0,05$ ), aunque si se aprecian diferencias entre grupos en la evaluación post entrenamiento ( $p < 0,05$ ).

### ***Efectos del Periodo de Desentrenamiento y Efectos Residuales***

Los resultados obtenidos por el grupo INT en la valoración de la capacidad funcional (SPPB) y en el test de agilidad, muestran un empeoramiento significativo de ambas durante el periodo de desentrenamiento ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, a pesar del descenso de rendimiento, los valores en dicha evaluación son significativamente mejores que en la evaluación inicial ( $p > 0,05$ ).

Por su parte, el grupo INT, no mostró cambios significativos en la autopercepción del rendimiento en las AVD, ni en el miedo a caerse en las evaluaciones realizadas a los 6 y a los 10 meses del estudio. El grupo CON no mostró cambios en ninguna variable durante las evaluaciones realizadas a los 6 y 10 meses respectivamente.

**Tabla 5.** Resultados de las distintas evaluaciones realizadas en durante el estudio.

Variable	CON (n = 24)			INT (n = 49)			Int TxG (p)
	Pre-Ent	Post-Ent	Desent	Pre-Ent	Post-Ent	Desent	
SPPB	8,3±0,3	9,1±0,4 <sup>a</sup>	9,1±0,4	7,6±0,3	10,9±0,3 <sup>a*</sup>	9,5±0,3 <sup>ab</sup>	<b>&lt;0,001</b>
Agilidad 3m (s.)	9,6±0,9	9,5±0,8	9,6±0,8	10,8±1,3	8,6±0,6 <sup>a</sup>	9,2±0,6 <sup>ab</sup>	<b>0,002</b>
AVD Lawton	7,0±0,3	7,1±0,3	7,2±0,3	7,0±0,2	7,1±0,2	7,3±0,2	0,932
FES-I	24,4±2,1	23,4±1,2	25,7±1,6	19,8±1,7	20,2±0,9*	22,0±1,2	0,837

AVD: Actividades de la Vida Diária; FES-I: Falls Efficacy Scale-International; SPPB: Short Physical Performance Battery; CON: Grupo Control; INT: Grupo Intervención; Pre-Ent: Evaluación inicial; Post-Ent: Evaluación realizada tras el periodo de Entrenamiento; Desent: Evaluación posterior al Desentrenamiento; \*: Diferencias significativas entre grupos en la misma evaluación: <sup>a</sup>: Diferencias significativas intragrupo con respecto a la evaluación inicial; <sup>b</sup>: Diferencias significativas intragrupo con respecto a la evaluación tras el periodo de entrenamiento; s.: Segundos; valores en **negrita** muestran interacción tiempo por grupo significativa.

## DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del estudio han sido los siguientes: (1) el programa de entrenamiento MCT de 6 meses de duración mejora la capacidad funcional y la agilidad de las personas mayores frágiles y pre frágiles, mientras que el grupo CON, también mejoró su capacidad funcional en los primeros 6 meses; (2) un periodo de 4 meses de desentrenamiento empeora la capacidad funcional y agilidad; (3) a pesar del descenso del rendimiento sufrido durante el periodo de desentrenamiento, los valores de capacidad funcional y la agilidad son superiores a los valores obtenidos en el inicio del estudio y (4) no se apreció variación en el miedo a caerse durante el estudio de ninguno de los grupos y periodos.

### *Efectos del Programa de Entrenamiento sobre las Diferentes Variables Analizadas*

En relación a la **capacidad funcional**, los estudios previos concluyen que programas de entrenamiento MCT, como Eelder-fit, generan una mejora en la capacidad funcional, como en el **rendimiento de las AVD** (Cuomo et al., 2022; Jofré-Saldía et al., 2023; Tornero-Quñones et al., 2020). Estos resultados concuerdan parcialmente con nuestro estudio, ya que el grupo INT de cada uno de los estudios citados en las líneas anteriores, consiguió mejorar significativamente su capacidad funcional en la SPPB ( $6,9\pm 3,0$ ;  $10,8\pm 0,47$  y  $10,41\pm 1,61$ ). Sin embargo, nuestro grupo INT no mostró cambios significativos en la autopercepción del rendimiento en las AVD. La falta de concordancia entre algunas de las referencias respecto a nuestro estudio en las AVD es debido a la utilización de otro método de evaluación, como la medición de la fuerza mediante handgrip y con el *Índice de Barthel*. En aquellas intervenciones donde se han producido mejoras significativas en el test de Lawton y Brody (Tornero-Quñones et al., 2020), se ha podido deber a un programa de ejercicio MCT diferente.

Estas mejoras pueden considerarse de especial relevancia, ya que una baja capacidad afecta negativamente a diferentes parámetros relacionados con la salud de las personas mayores, como su autonomía, rendimiento en las actividades instrumentales diarias, equilibrio y socialización, como consecuencia de ellos, disminuye su calidad de vida (Patil et al., 2013).

No obstante, a diferencia de los anteriores, en nuestro estudio, el grupo CON mejoró también los valores de capacidad funcional durante los 6 primeros meses. Esta mejora podría guardar algún tipo de relación con varios factores. En primer lugar, el estilo de vida que llevan a cabo las personas del grupo CON. Es importante subrayar, que pese a que los participantes del grupo CON no realizaran el programa de entrenamiento Eelder-fit, se les permitió que continuaran con todas aquellas tareas y actividades que realizan en su día a día, por lo que aquellos inscritos en algún programa de ejercicio, pudieron continuar con él. Además, tal y como se ha comentado previamente, a lo largo del estudio, ambos grupos recibieron diferentes charlas sobre hábitos de vida saludable. De forma que, las charlas pudieron tener influencia sobre los sujetos del grupo CON, generando cambios positivos en los niveles de actividad física.

Estos resultados, se ven apoyados con otros estudios en los que realizar al menos 3 sesiones de actividad física a la semana, mejoran el nivel de independencia de las personas mayores, al mismo tiempo que se ve reducido la aceleración del proceso de envejecimiento y la posibilidad de padecer algún tipo de patología o enfermedad crónica (Casas-Herrero et al., 2022; Oliveira A et al., 2019).

Las mejoras en la **agilidad** mediante programas de entrenamiento MCT, comienzan a apreciarse en las primeras 12 semanas de la intervención respecto a los valores iniciales del grupo INT, lográndose a su vez, mejores valores para cada una de

las evaluaciones del grupo INT en comparación con el grupo CON (Sadjapong et al., 2020).

Cabe destacar la importancia que tiene el grado de fragilidad (no frágil, pre-frágil y frágil) sobre la agilidad de las personas mayores, ya que aquellos individuos categorizados como frágiles, logran mayores tiempos en comparación con los no frágiles y pre-frágiles (Ansai et al., 2019; Rodrigues et al., 2023). Otros factores como el sexo (Inoue et al., 2017), la fuerza del tren inferior y el patrón de movimiento de los ejercicios de fuerza del tren inferior (Aartolahti et al., 2020), afectan tanto a la velocidad de la marcha que pueden desempeñar las personas mayores como a la agilidad de las mismas.

Respecto a la agilidad, estudios previos destacan una mejora, medida a través del “*Time Up & Go test*”, mediante programas de entrenamiento MCT en comparación con programas de entrenamiento de mayor especificidad en determinadas tareas o capacidades (Rezola-Pardo et al., 2022; Thaiyanto et al., 2020).

El **miedo a caerse** está relacionado de forma estrecha con la capacidad funcional, la fragilidad, el rendimiento en las AVD y agilidad (Donath et al., 2016; Sampaio et al., 2020). Dicho miedo a posibles caídas, es una de las principales causas por la cual se ven reducidas las relaciones sociales y la autonomía (Aziz Merchant et al., 2020), al mismo tiempo que aumenta el riesgo de mortalidad y de lesiones, lo cual deriva en un aumento de la morbilidad (Cuevas-Trisan, 2017).

Los resultados obtenidos en el estudio, muestran una mejora significativa en el miedo a caerse, medida a través de la *Physiological Profile Assessment* (PPA) (Chittrakul et al., 2020). Aunque el grupo CON tampoco experimentó un incremento del mismo, la ausencia de cambios podría no ser del todo negativa, ya que podría

interpretarse como una “desaceleración” de los efectos del envejecimiento en este grupo de población. Estudios previos con mitad de duración (12 semanas), han logrado reducir el miedo a caerse (Chittrakul et al., 2020; Stanghelle et al., 2020). Esto podría deberse al trabajo realizado para la mejora de reacción de los participantes. Sin embargo, pese a que el miedo a caerse no experimentó variación durante el programa de entrenamiento, las mejoras obtenidas en la batería SPPB probablemente ayudarán a reducir las caídas, ya que el equilibrio, la velocidad de la marcha y la fuerza muscular están asociadas con el miedo a caerse (Aziz Merchant et al., 2020; Chittrakul et al., 2020; Cuevas-Trisan, 2017; Stanghelle et al., 2020).

El grado de agilidad, está altamente ligado con el miedo a caerse que tiene cada individuo, de forma que cuanto menor sea el tiempo realizado en el test de *Time Up & Go* de 3 metros, mejor será la agilidad, y por consiguiente, el miedo a caerse se verá reducido (Morita et al., 2022; Ugarte L.L. & Vargas R., 2021).

### ***Efectos del Desentrenamiento sobre las Diferentes Variables Analizadas.***

El periodo de **desentrenamiento** y sus efectos sobre la capacidad funcional, rendimiento en las AVD, agilidad y miedo a caerse, ha sido poco evaluado hasta la actualidad. Siendo este estudio, uno de los primeros en los que se evalúa el efecto de dicho periodo de 4 meses de desentrenamiento sobre las 4 capacidades citadas en las líneas anteriores.

En relación con los efectos del desentrenamiento sobre la **capacidad funcional y agilidad**, la evaluación realizada tras el periodo de 4 meses de desentrenamiento, muestra un descenso del rendimiento en ambas. Sin embargo, dichos valores son

significativamente mejores que los obtenidos en la evaluación inicial. Estos resultados se muestran acordes a los aportados por la literatura, ya que los valores obtenidos tras un periodo de desentrenamiento de 15 semanas (Sakugawa et al., 2019) y 6 semanas (Courel-Ibáñez et al., 2022) indican una mejor capacidad funcional y agilidad en comparación con los valores obtenidos antes del comienzo de la intervención.

En relación al miedo a caerse, trabajos previos concluyen que de desentrenamiento o ausencia de actividad física entre 8 y 12 semanas, inducen un incremento del miedo a caerse, aunque este sea menor que el detectado antes del comienzo de la intervención (Esain et al., 2017; Nogueira Rodrigues et al., 2022; Vogler et al., 2012).

Lo cual, hace indicar que no se debe de cesar la actividad física, sino que se debe de prescribir una cantidad de actividad física o ejercicio físico MCT de mantenimiento, y así reducir tanto las desadaptaciones como el aumento del miedo a caerse, en aquellos periodos donde se practica menor cantidad de actividad y ejercicio físico. De esta forma, además de generar una mejora y mantenimiento de la salud de las personas mayores, el gasto sanitario público se verá beneficiado. Actualmente (Aldonza Torres, 2022), se estima que el gasto económico sanitario producido por las caídas es de 14,3 millones de euros. Además, muchas de las caídas derivan en roturas de cadera, requiriendo una rápida intervención quirúrgica, lo cual aumenta el gasto público, situándolo en más de 150 millones de euros (Folch Marín et al., 2019), a los cuales se les debe de añadir los gastos farmacológicos posteriores a la intervención (Molina Berna et al., 2022).

. En términos generales, se podría decir que el actual estudio presenta ciertas innovaciones respecto a estudios de la misma índole, debido a la evaluación del miedo a caerse que tienen las personas mayores, y el efecto de un periodo de desentrenamiento de 4 meses tanto en la capacidad funcional, fragilidad, AVD, miedo a caerse y en la agilidad. De esta forma, se ha podido observar como un programa de ejercicio MCT tiene efectos positivos reduciendo el miedo que pueden padecer dichas personas a caerse; del mismo modo, se ha comprobado que un periodo de desentrenamiento influye negativamente en las ganancias obtenidas gracias al programa de entrenamiento MCT sobre los parámetros citados con anterioridad. No obstante, los valores posteriores al periodo de desentrenamiento, son mejores que los adquiridos inicialmente por el grupo INT. El efecto negativo del desentrenamiento se puede deber a diversos factores, pero sobre todo a aquellos que están relacionados estrechamente con la fuerza y volumen muscular (Carvalho et al., 2009; Correa et al., 2016; Sherk et al., 2012).

### **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

El presente trabajo fin de grado presenta algunas limitaciones que deben de ser mencionadas. En primer lugar, con respecto al número de participantes que comenzaron el estudio, se redujo sustancialmente el número de ellos que llevaron a cabo todas las evaluaciones del proyecto. Este riesgo trató de minimizarse con la invitación a las diferentes charlas que se llevaron a cabo durante el estudio, pero fue especialmente complicado con los participantes del grupo CON. Por otro lado, estas mismas charlas pudieron influir en el cambio de actitud o padecer de los individuos. En segundo lugar, no se realizó la aleatorización de la muestra por razones éticas (Izquierdo et al., 2016) y para favorecer un alto porcentaje de asistencia. Pese a ello, en la evaluación inicial sólo hubo diferencias en la variable altura entre el grupo CON y el INT.

## **CONCLUSIÓN**

En conclusión, los programas de entrenamiento MCT con una duración de 6 meses, mejoran la capacidad funcional y agilidad de las personas mayores pre-frágiles y frágiles. No obstante, un periodo de desentrenamiento de 4 meses, disminuye las ganancias obtenidas durante el proceso de entrenamiento en las mismas variables. Para evitar o minimizar la reducción del rendimiento, sería recomendable acortar los periodos de desentrenamiento o llevar a cabo iniciativas mediante las que los mayores pudieran continuar realizando ejercicio, como incluir programas de entrenamiento no supervisado durante los periodos de interrupción.

El miedo a caerse, no se ha visto mejorado a lo largo de la intervención, aunque la mejora de la capacidad funcional y agilidad, podrían tener un efecto indirecto en la reducción de las caídas.

## **CONCLUSION**

In conclusion, MCT training programs with a 6-month duration, improve the functional capacity and agility in frail and pre-frail elderly people. However, 4-month detraining period, reduce the progress generated by the training programme on the same variables. With the aim of minimizing the reduction of performance, it would be recommended to shorten detraining periods by implementing unsupervised exercise programs.

The fear of falling, has not been improved during the intervention, even though the enhance of the functional capacity and agility, could have an indirect effect on the reduction of falls.

## **FINANCIACIÓN**

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad perteneciente al Gobierno de España [número de subvención DEP2016-78309-R], Centro Universitario de Defensa de Zaragoza [número de subvención UZCUD2019-BIO-01], Universidad de Zaragoza [número de subvención UZ2021-BIO-05], Centro de Investigación de Redes Biomédicas sobre la Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES) y Fundación FEDER de la Unión Europea [número de CB16/10/00477].

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar me gustaría agradecer la contribución que han realizado las residencias, centros de salud, participantes y servicios sociales del ayuntamiento, todos ellos de Zaragoza, ya que mediante su colaboración y dedicación, han hecho posible el poder realizar este estudio.

También quiero dar las gracias a Ángel Iván Fernández García, tutor del Trabajo de Fin de Grado por su ayuda indispensable para poder llevar a cabo el proyecto, además de la implicación y disponibilidad que ha tenido diariamente tanto para la resolución de dudas, correcciones y enseñanza de nuevos conocimientos necesarios para llevar a cabo todo el trabajo realizado. De manera simultánea, agradezco al proyecto EXERNET-Elder 3.0, del cual forma parte Ángel Iván Fernández García, el permitirme colaborar con ellos en la investigación que están llevando a cabo.

Por último, me gustaría agradecer a mi familia, tanto a mi padre como a mi madre, por todo el sacrificio realizado hasta ahora, especialmente en estos últimos 4 años donde además de hacerse cargo de los gastos económicos de los estudios y de residencia, han sido un gran apoyo tanto en los buenos como en los malos momentos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aartolahti, E., Lönnroos, E., Hartikainen, S., & Häkkinen, A. (2020). Long-term strength and balance training in prevention of decline in muscle strength and mobility in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(1), 59–66. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01155-0>
- Aldonza Torres, M. (2022). Incidencia de Caídas en Hospitales en España y Estimación del Coste Sanitario. *Ocronos*, 5(6), 110. <https://revistamedica.com/incidencia-caidas-coste-sanitario/#Consecuencias-de-las-caidas>
- Ansai, J. H., Farche, A. C. S., Rossi, P. G., De Andrade, L. P., Nakagawa, T. H., & Takahashi, A. C. D. M. (2019). Performance of Different Timed Up and Go Subtasks in Frailty Syndrome. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(4), 287–293. <https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000162>
- Aziz Merchant, R., Zhixuan Chen, M., Ling Ling Wong, B., Ee Ng, S., & Yi Lim, J. (2020). Relationship Between Fear of Falling, Fear-Related Activity Restriction, Frailty, and Sarcopenia. *The American Geriatrics Society*, 00(00), 1–7. <https://doi.org/10.1111/jgs.16719>
- Beard, J. R., Officer, A. M., & Cassels, A. K. (2016). The World Report on Ageing and Health. *The Gerontologist*, 56 Suppl 2, S163–S166. <https://doi.org/10.1093/GERONT/GNW037>
- Bouaziz, W., Lang, P. O., Schmitt, E., Kaltenbach, G., Geny, B., & Vogel, T. (2016). Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *International Journal of Clinical Practice*, 70(7), 520–536. <https://doi.org/10.1111/IJCP.12822>
- Cadore, Eduardo L., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F., Idoate, F., Millor, N., Gómez, M., Rodríguez-Mañas, L., & Izquierdo, M. (2014). Multicomponent

- exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 36(2), 773–785. <https://doi.org/10.1007/S11357-013-9586-Z>
- Cadore, Eduardo Lusa, Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Research*, 16(2), 105–114. <https://doi.org/10.1089/REJ.2012.1397>
- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55(1), 41–48. <https://doi.org/10.1159/000140681>
- Casas-Herrero, Á., Sáez de Asteasu, M. L., Antón-Rodrigo, I., Sánchez-Sánchez, J. L., Montero-Odasso, M., Marín-Epelde, I., Ramón-Espinoza, F., Zambom-Ferraresi, F., Petidier-Torregrosa, R., Elexpuru-Estomba, J., Álvarez-Bustos, A., Galbete, A., Martínez-Velilla, N., & Izquierdo, M. (2022). Effects of Vivifrail multicomponent intervention on functional capacity: a multicentre, randomized controlled trial. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(2), 884–893. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12925>
- Chittrakul, J., Siviroj, P., Sungkarat, S., & Sapbamrer, R. (2020). Multi-System Physical Exercise Intervention for Fall Prevention and Quality of Life in Pre-Frail Older Adults : A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3102), 1–13.
- Correa, C. S., Cunha, G., Marques, N., Oliveira-Reischak, Ã., & Pinto, R. (2016). Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36(4), 306–310. <https://doi.org/10.1111/cpf.12230>

- Courel-Ibáñez, J., Buendía-Romero, Á., Pallarés, J. G., García-Conesa, S., Martínez-Cava, A., & Izquierdo, M. (2022). Impact of Tailored Multicomponent Exercise for Preventing Weakness and Falls on Nursing Home Residents' Functional Capacity. *Journal of the American Medical Directors Association*, 23(1), 98-104.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.05.037>
- Cuevas-Trisan, R. (2017). Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 28(4), 727–737. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.006>
- Cuomo, G., Lorenzo, A. Di, Tramontano, A., Iannone, F. P., D'Angelo, A., Pezzella, R., Testa, C., Parlato, A., Merone, P., Pacileo, M., D'Andrea, A., Cudemo, G., Venturini, E., Iannuzzo, G., Vigorito, C., & Giallauria, F. (2022). Exercise Training in Patients with Heart Failure: From Pathophysiology to Exercise Prescription. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 23(4). <https://doi.org/10.31083/j.rcm2304144>
- Donath, L., van Dieën, J., & Faude, O. (2016). Exercise-Based Fall Prevention in the Elderly: What About Agility? *Sports Medicine*, 46(2), 143–149. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0389-5>
- Esain, I., Rodriguez-Larrad, A., Bidaurrezaga-Letona, I., & Gil, S. M. (2017). Health-related quality of life , handgrip strength and falls during detraining in elderly habitual exercisers. *Health and Quality of Life Outcomes*, 15(226), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12955-017-0800-z>
- Fernández-García, Á. I., Moradell, A., Navarrete-Villanueva, D., Subías-Perié, J., Pérez-Gómez, J., Ara, I., González-Gross, M., Casajús, J. A., Vicente-Rodríguez, G., & Gómez-Cabello, A. (2022). 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12417), 1–23. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912417>
- Folch Marín, B., Donato Ripoll, C., Ruivo Rodrigues, M., Ruiz García, A., Tapia Cepeda, A., Palop Larrea, V., Pitarch Corresa, S., Pedrero Sánchez, J. F., Garrido Jaén, D., & Andrade Celdrán, X. (2019). Innovación Sanitaria en la Gestión del Riesgo de Caídas de Personas Mayores en Atención Primaria. *Revista de Biomecánica*, 15(23).
- Geidl, W., Schlesinger, S., Mino, E., Miranda, L., & Pfeifer, K. (2020). Dose-response relationship between physical activity and mortality in adults with noncommunicable diseases: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(109), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01007-5>
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A., & Wallace, R. B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journals of Gerontology*, 49(2), 85–94. <https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.M85>
- Hafner, M., Yerushalmi, E., Phillips, W., Pollard, J., Deshpande, A., Whitmore, M., Millard, F., Subel, S., & Van Stolk, C. (2019). The Economic Benefits of a More Physically Active Population: An International Analysis. *RAND Europe*. [www.randeurope.org](http://www.randeurope.org)
- Hafner, M., Yerushalmi, E., Stepanek, M., Phillips, W., Pollard, J., Deshpande, A., Whitmore, M., Millard, F., Subel, S., van Stolk, C., & Europe, R. (2020). Estimating the global economic benefits of physically active populations over 30

- years (2020-2050). *Br J Sports Med*, 54, 1482–1487.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102590>
- Inoue, W., Ikezoe, T., Tsuboyama, T., Sato, I., Malinowska, K. B., Kawaguchi, T., Tabara, Y., Nakayama, T., Matsuda, F., & Ichihashi, N. (2017). Are there different factors affecting walking speed and gait cycle variability between men and women in community-dwelling older adults? *Aging Clinical and Experimental Research*, 29(2), 215–221. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0568-8>
- Izquierdo, M., Rodriguez-Mañas, L., Casas-Herrero, A., Martinez-Velilla, N., Cadore, E. L., & Sinclair, A. J. (2016). Is It Ethical Not to Prescribe Physical Activity for the Elderly Frail? *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(9), 779–781. <https://doi.org/10.1016/J.JAMDA.2016.06.015>
- Jofré-Saldía, E., Villalobos-Gorigoitía, Á., Cofré-Bolados, C., Ferrari, G., & Gea-García, G. M. (2023). Multicomponent Training in Progressive Phases Improves Functional Capacity, Physical Capacity, Quality of Life, and Exercise Motivation in Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph20032755>
- Kwak, D., & Thompson, L. V. (2021). Frailty: Past, present, and future? *Sports Medicine and Health Science*, 3, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2020.11.005>
- Langhammer, B., Bergland, A., & Rydwick, E. (2018). The Importance of Physical Activity Exercise among Older People. *BioMed Research International*, 2018, 1–3. <https://doi.org/10.1155/2018/7856823>
- Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*, 9(3), 179–186. [https://doi.org/10.1093/geront/9.3\\_Part\\_1.179](https://doi.org/10.1093/geront/9.3_Part_1.179)

- Marinho, M., De Medeiros, D., Carletti, T. M., Magno, M. B., Cople Maia, L., Cavalcanti, Y. W., Cunha, R., & Rodrigues-Garcia, M. (2020). Does the institutionalization influence elderly's quality of life? A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 20(44), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-1452-0>
- Martínez-Velilla, N., Casas-Herrero, Á., & Zambom-Ferraresi, F. (2019). Effect of Exercise Intervention on Functional Decline in Very Elderly Patients During Acute Hospitalization: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Internal Medicine*, 179(1), 28–36. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.4869>
- Mattson, M. P., & Arumugam, T. V. (2018). Cell Metabolism Perspective Hallmarks of Brain Aging: Adaptive and Pathological Modification by Metabolic States. *A Cell Metabolism*, 27(6), 1176–1199. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.05.011>
- Molina Berna, F. J., Cruces Aguilera, J., De la Fuente Sanz, L., & Martínez Poza, A. (2022). Observatorio Social de las Personas Mayores para un Envejecimiento Activo. *Pensionistas CCOO*.
- Montero-odasso, M. M., Kamkar, N., Pieruccini-faria, F., Osman, A., & Sarquis-adamson, Y. (2021). Evaluation of Clinical Practice Guidelines on Fall Prevention and Management for Older Adults A Systematic Review. *Jama Network Open*, 4(12), 1–15. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.38911>
- Morita, K., Nogawa, K., Watanabe, Y., Sakuma, S., Sakata, K., Ito, K., Kumeda, C., & Suwazono, Y. (2022). Possible Association between Physical and Cognitive Function and Stumbling and Falling in Elderly Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph192113826>
- Mulasso, A., Roppolo, M., Rainoldi, A., & Rabaglietti, E. (2022). Effects of a

- Multicomponent Exercise Program on Prevalence and Severity of the Frailty Syndrome in a Sample of Italian Community-Dwelling Older Adults. *Healthcare*, *10*(5), 911. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE10050911>
- Nogueira Rodrigues, R., Carballeira, E., Silva, F., Caldo-Silva, A., Abreu, C., Furtado, G. E., & Teixeira, A. M. (2022). The Effect of a Resistance Training, Detraining and Retraining Cycle on Postural Stability and Estimated Fall Risk in Institutionalized Older Persons: A 40-Week Intervention. *Healthcare*, *10*(776), 1–15. <https://doi.org/10.3390/healthcare10050776>
- Oliveira A, Nossa P, & Mota-Pinto A. (2019). Assessing functional capacity and factors determining functional decline in the elderly: A cross-sectional study. *Revista Científica Da Ordem Dos Médicos*, *32*(10), 654–660. <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11974/5773>
- Patil, R., Uusi-Rasi, K., Kannus, P., Karinkanta, S., & Sievänen, H. (2013). Concern about falling in older women with a history of falls: Associations with health, functional ability, physical activity and quality of life. *Gerontology*, *60*(1), 22–30. <https://doi.org/10.1159/000354335>
- Perracini, M. R., Mello, M., De Oliveira Máximo, R., Bilton, T. L., Ferriolli, E., Lustosa, L. P., & Da Silva Alexandre, T. (2020). Diagnostic Accuracy of the Short Physical Performance Battery for Detecting Frailty in Older People. *Physical Therapy*, *100*(1), 90–98. <https://doi.org/10.1093/PTJ/PZZ154>
- Podsiadlo, D; Richardson, S. (1991). The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, *39*(2), 142–148.
- Rezola-Pardo, C., Irazusta, J., Mugica-Errazquin, I., Gamio, I., Sarquis-Adamson, Y.,

- Gil, S. M., Ugartemendia, M., Montero-Odasso, M., & Rodriguez-Larrad, A. (2022). Effects of multicomponent and dual-task exercise on falls in nursing homes: The AgeingOn Dual-Task study. *Maturitas*, *164*(October 2021), 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2022.06.006>
- Rodrigues, F., Teixeira, J. E., & Forte, P. (2023). The Reliability of the Timed Up and Go Test among Portuguese Elderly. *Healthcare (Switzerland)*, *11*(7), 1–7. <https://doi.org/10.3390/healthcare11070928>
- Sadjapong, U., Yodkeeree, S., Sungkarat, S., & Siviroj, P. (2020). Multicomponent exercise program reduces frailty and inflammatory biomarkers and improves physical performance in community-dwelling older adults: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17113760>
- Sakugawa, R. L., Moura, B. M., Orssatto, L. B. da R., Bezerra, E. de S., Cadore, E. L., & Diefenthaler, F. (2019). Effects of resistance training, detraining, and retraining on strength and functional capacity in elderly. *Aging Clinical and Experimental Research*, *31*(1), 31–39. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0970-5>
- Samartini, R. S., & Cândido, V. C. (2021). Reflections on elderly autonomy and its meaning for the practice of nursing care. *Revista Brasileira de Enfermagem*, *74*(3), 1–5. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0723>
- Sampaio, A., Marques-Aleixo, I., Seabra, A., Mota, J., Marques, E., & Carvalho, J. (2020). Physical fitness in institutionalized older adults with dementia: association with cognition, functional capacity and quality of life. *Aging Clinical and Experimental Research*, *32*(11), 2329–2338. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01445-7>
- Sampasa-kanyinga, H., Colman, I., Goldfield, G. S., Janssen, I., Wang, J., Podinac, I.,

- Tremblay, M. S., Saunders, T. J., Sampson, M., & Chaput, J. (2020). Combinations of Physical Activity , Sedentary Time , and Sleep Duration and Their Associations With Depressive Symptoms and Other Mental Health Problems in Children and Adolescents : A Systematic Review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *17*(72), 1–16.
- Sherk, K. A., Bembien, D. A., Brickman, S. E., & Bembien, M. G. (2012). Effects of resistance training duration on muscular strength retention 6-month posttraining in older men and women. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *35*(1), 20–27. <https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e3182203c90>
- Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *1*, CD012424. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.PUB2>
- Stanghelle, B., Bentzen, H., Giangregorio, L., Pripp, A. H., Skelton, D., & Bergland, A. (2020). Effects of a resistance and balance exercise programme on physical fitness , health-related quality of life and fear of falling in older women with osteoporosis and vertebral fracture : a randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, *31*, 1069–1078.
- Thaiyanto, J., Sittichoke, C., Phirom, K., & Sungkarat, S. (2020). Effects of Multicomponent Exercise on Cognitive Performance and Fall Risk in Older Women with Mild Cognitive Impairment. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, *25*(2), 160–164. <https://fbirc.neura.edu.au/fallscreen>
- Thomas, E., Battaglia, G., Patti, A., Brusa, J., Leonardi, V., Palma, A., & Bellafiore, M. (2019). Physical Activity Programs For Balance and Fall Prevention in Elderly: A

Systematic Review. *Medicine*, 98(27), 1–9.

<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016218>

- Tornero-Quiñones, I., Sáez-Padilla, J., Díaz, A. E., Robles, M. T. A., & Robles, Á. S. (2020). Functional ability, frailty and risk of falls in the elderly: Relations with autonomy in daily living. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031006>
- Treacy, D., & Hassett, L. (2018). The Short Physical Performance Battery. *Journal of Physiotherapy*, 64(1), 61. <https://doi.org/10.1016/J.JPHYS.2017.04.002>
- Ugarte L.L., J., & Vargas R., F. (2021). Sensibilidad y Especificidad de una prueba Timed Up and Go. Tiempos de corte y edad en Cuevas Renaud, Corina Alejo Martínez, Amaliaadultos mayores. *Revista Médica de Chile*, 149(9), 1302–1310.
- Vogler, C. M., Menant, J. C., Sherrington, C., Ogle, S. J., & Lord, S. R. (2012). Evidence of detraining after 12-week home-based exercise programs designed to reduce fall-risk factors in older people recently discharged from hospital. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(10), 1685–1691. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.03.033>
- Yardley, L., Beyer, N., Hauer, K., Kempen, G., Piot-Ziegler, C., & Todd, C. (2005). Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age and Ageing*, 34(6), 614–619. <https://doi.org/10.1093/AGEING/AFI196>