

**Universidad CEU Cardenal Herrera**

**Departamento de Fisioterapia**



**LA EFECTIVIDAD DE UN PROTOCOLO  
DE EJERCICIOS DOMICILIARIO A  
CORTO PLAZO SOBRE LA CAPACIDAD  
FUNCIONAL EN PERSONAS MAYORES**

**TESIS DOCTORAL**

Presentada por:

Alejandro Sendín Magdalena

Dirigida por:

Dr. Vicent Benavent Caballer

Dr. Pedro Rosado Calatayud

Dr. Juan Franciso Lisón Párraga

VALENCIA

2017









**CEU**  
*Universidad  
Cardenal Herrera*

**TESIS DOCTORAL**

---

**TÍTULO**

**La efectividad de un protocolo de ejercicios domiciliario a corto plazo  
sobre la capacidad funcional en personas mayores**

---

**AUTOR**

**Alejandro Sendín Magdalena**

---

**DIRECTORES**

**Dr. D. Vicent Benavent Caballer**

**Dr. D. Pedro Pablo Rosado Calatayud**

**Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga**

**Departamento de Fisioterapia**

**Universidad CEU Cardenal Herrera**

**Valencia, 2017**



Memoria presentada por Alejandro Sendín Magdalena para aspirar al grado de Doctor por la Universidad CEU Cardenal Herrera, bajo la dirección de:

- Dr. Vicent Benavent Caballer.
- Dr. Pedro Pablo Rosado Calatayud.
- Dr. Juan Francisco Lisón Párraga.

Esta monografía se presenta siguiendo la normativa reguladora de tesis doctorales establecida por la reguladora de tesis doctorales establecida por la Universidad CEU Cardenal Herrera (Valencia, 2017).



Dr. D. Vicent Benavent Caballer, Profesor Colaborador Doctor del Departamento de Fisioterapia de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

Dr. D. Pedro Pablo Rosado Calatayud, Profesor Colaborador Doctor del Departamento de Fisioterapia de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga, Profesor Agregado del Departamento de Medicina de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

### **CERTIFICAN**

1. Que D. Alejandro Sendín Magdalena, Diplomado en Fisioterapia por la Universitat de les Illes Balears, ha realizado bajo su dirección el trabajo de Tesis Doctoral que lleva por título: La efectividad de un protocolo de ejercicios domiciliario a corto plazo sobre la capacidad funcional en personas mayores.

2. Que revisado el trabajo, expresan su conformidad para que este sea sometido a defensa frente al tribunal correspondiente, ya que consideran que la presentación del mismo reúne los requisitos necesarios para optar al grado de Doctor.

**Dr. D. Vicent Benavent Caballer. Dr. D Pedro Pablo Rosado Calatayud. Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga.**

**Departamento de Fisioterapia.  
Universidad CEU Cardenal Herrera.**

**Valencia, 2017**



## **AGRADECIMIENTOS**

Resulta difícil expresar en unas líneas todo el agradecimiento y el sentimiento que comportan estos años de mi formación. Una formación diferente a todas las que haya realizado previamente, pues el doctorado ha sido una de las experiencias más complejas y enriquecedoras que he vivido a lo largo de mi vida y que, sin duda para mí, supone un punto de inflexión en la misma. No solo por el tiempo dedicado o el conocimiento adquirido, sino también por el enorme crecimiento y desarrollo personal vivido durante este proceso, que te sitúa en el eje central de un gran proyecto y te impulsa a dar lo mejor de ti mismo.

Durante este periodo he coincidido con muchos, y resulta complicado mencionar mi gratitud hacia tantas personas, entidades, centros, etc. que han colaborado en este proyecto. Llegados a este punto, uno sabe que esto es el fruto de un largo viaje que comenzó hace más tiempo del que se imaginaba. Y que, aunque uno asume la responsabilidad de su propio trabajo, una tesis doctoral no es posible sin el apoyo cercano de un gran equipo personal y profesional. Por suerte, he caminado entre los mejores.

En primer lugar, mi agradecimiento va dirigido a mis abuelos paternos Jesús y Carmen y maternos Ángel, Josefa y a mi tía-abuela Carmen, a quien considero como tal. Sin ellos, hoy jamás estaría donde me encuentro. Vuestro esfuerzo es hoy mi resultado. Muchas gracias de corazón.

En segundo lugar, quisiera dar gracias a mi padre Carlos, a mi madre Esperanza y a mi hermana Carla, por haber hecho posible este camino. Por haber logrado mantenerme firme y estable ante las adversidades, haberme educado, formado, apoyado y acompañado siempre, recibiendo el amor y cariño familiar que hoy me permiten poder agradecerlos tanto. Sois mi inspiración y mi ejemplo, el espejo en el cual mirarme. Muchas gracias de corazón.

En tercer lugar, quisiera agradecer a la Universidad CEU Cardenal Herrera, que me ha otorgado la posibilidad de doctorarme en ella, a los profesores que me han instruido y guiado en este ilusionante, arduo y exitoso camino en la investigación científica que supone realizar una tesis doctoral.

Principalmente a quien me ha enseñado y ha trabajado codo a codo conmigo durante estos años, mis directores, Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga, Dr. D. Pedro Rosado Calatayud y, especialmente, a mi director y tutor Dr. D. Vicent Benavent Caballer, quien ha sido de ayuda extraordinaria. Sinceramente, muchas gracias a todos.

Quisiera, por supuesto, agradecer también a todas las personas, alumnos, compañeros y copartícipes que han colaborado en esta tesis doctoral, ayudando a que fuese posible estructurar, coordinar y llevar a cabo tanto trabajo. A todos los colaboradores de esta investigación, destacando a Juan Herreros García, quien durante los registros de la misma ha sido una ayuda fundamental. Muchas gracias a todos.

Por último, y de forma muy especial, quisiera agradecer profunda e intensamente a la persona que ha estado presente en todo momento, lugar y situación durante este camino. La mejor amiga, pareja y compañera que uno puede desear, Lucía Ortega Pérez de Villar. No solo por haber recorrido este viaje juntos, sino también por haberlo realizado a la vez. Su apoyo incondicional, su cariño y su ejemplo, me aportan cada día lo necesario para afrontar con actitud los retos que se me plantean. Por el ánimo, la inestimable ayuda y por estar siempre que lo necesito, mi gratitud es inmensa. Muchísimas gracias.

A todos vosotros y a todos los que, sin poder mencionar, tengo presentes por cada uno de los momentos que hemos compartido, gracias de todo corazón.

**«Pero el hombre no es independiente porque el movimiento comience en él, sino porque puede inhibir el movimiento. Rompe, pues, su propia espontaneidad y naturalidad»**

**Georg Wilhelm Friedrich Hegel**



## ÍNDICE

---

<b>1.</b>	<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>PÁG 19</b>
-----------	------------------------------	---------------

---

<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>PÁG 21</b>
-----------	---------------------	---------------

---

<b>2.1.</b>	<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVO</b>	<b>PÁG 35</b>
-------------	-----------------------------	---------------

---

<b>3.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>PÁG 37</b>
-----------	---------------------------	---------------

---

<b>3.1.</b>	<b>DISEÑO DE ESTUDIO</b>	<b>PÁG 39</b>
-------------	--------------------------	---------------

<b>3.2.</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>PÁG 40</b>
-------------	----------------------	---------------

<b>3.3.</b>	<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>PÁG 41</b>
-------------	-------------------------------	---------------

<b>3.4.</b>	<b>ALEATORIZACIÓN DE LA MUESTRA Y CEGADO</b>	<b>PÁG 42</b>
-------------	--	---------------

<b>3.5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES</b>	<b>PÁG 42</b>
-------------	-------------------------------------	---------------

---

**3.5.1.**RECOGIDA DE DATOS PERSONALES

**3.5.2.**MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

**3.5.3.**ÍNDICE DE BARTHEL

**3.5.4.**PHYSICAL ACTIVITY SCALE FOR ELDERLY

**3.5.5.**DINAMOMETRÍA DE MANO

**3.5.6.**SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY

---

**3.5.6.1.** Stand Test

**3.5.6.2.** Gait Speed Test

**3.5.6.3.** Repeated Chair and Stand Test

- 
- 3.5.7. TIMED UP AND GO TEST**
  - 3.5.8. BERG BALANCE SCALE**
  - 3.5.9. ONE LEG STAND TEST**
  - 3.5.10. 6 MINUTS WALKING TEST**
- 

**3.6. PROGRAMA PÁG 66**

- 3.6.1. PRIMER NIVEL**
  - 3.6.2. SEGUNDO NIVEL**
  - 3.6.3. TERCER NIVEL**
  - 3.6.4. CUARTO NIVEL**
- 

**3.7. DIRECTRICES Y FAMILIARIZACIÓN PÁG 84**

**3.8. SEGUIMIENTO Y ADHERENCIA PÁG 84**

---

**4. RESULTADOS PÁG 89**

---

**4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA PÁG 91**

**4.2. ADHERENCIA PÁG 94**

**4.3. EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN PÁG 95**

---

- 4.3.1. MOVILIDAD FUNCIONAL – TUG**
- 4.3.2. FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES – STS5**
- 4.3.3. EQUILIBRIO – BBS**
- 4.3.4. EQUILIBRIO – SPPB**
- 4.3.5. EQUILIBRIO – OLST**
- 4.3.6. MOVILIDAD – GST**

**4.3.7.FUERZA DE AGARRE – DINAMOMETRÍA**

**4.3.8.CAPACIDAD DE LA MARCHA – 6MWT**

---

<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>PÁG 105</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>PÁG 117</b>
<b>7. FUTURAS PERSPECTIVAS</b>	<b>PÁG 121</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>PÁG 125</b>
<b>9. REFERENCIAS</b>	<b>PÁG 149</b>

---



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>BBS</b>	BERG BALANCE SCALE
<b>CMAPM</b>	CENTRO MUNICIPAL DE ACTIVIDADES PARA PERSONAS MAYORES
<b>GB</b>	GROUP BASED
<b>GC</b>	GRUPO CONTROL
<b>GI</b>	GRUPO INTERVENCIÓN
<b>GST</b>	GAIT SPEED TEST
<b>HB</b>	HOME BASED
<b>HIPRT</b>	ENTRENAMIENTO PROGRESIVO DE RESISTENCIA DE BAJA-MODERADA INTENSIDAD
<b>LIPRT</b>	ENTRENAMIENTO PROGRESIVO DE RESISTENCIA DE ALTA INTENSIDAD
<b>MDC</b>	MÍNIMO CAMBIO CLÍNICO DETECTABLE
<b>OLST</b>	ONE-LEG STAND TEST
<b>OEP</b>	OTAGO EXERCISE PROGRAMME

<b>OEP-GB</b>	OTAGO EXERCISE PROGRAMME- GROUP BASED
<b>OEP-HB</b>	OTAGO EXERCISE PROGRAMME-HOME BASED
<b>PASE</b>	PHYSICAL ACTIVITY SCALE FOR ELDERLY
<b>PRT</b>	ENTRENAMIENTO PROGRESIVO DE RESISTENCIA
<b>SPPB</b>	SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY
<b>STS-5</b>	REPEATED CHAIR STAND TEST
<b>TUG</b>	TIMED UP AND GO TEST
<b>UE</b>	UNIÓN EUROPEA
<b>6MWT</b>	SIX MINUTS WALKING TEST

# **INTRODUCCIÓN**



El envejecimiento es una experiencia única para cada individuo, que ha sido definido como el proceso de cambios fisiológicos que ocurren con el paso del tiempo y que se relacionan con la enfermedad y la muerte en la edad avanzada ([Hardman, 1981](#)). Pero el concepto de envejecimiento se ha descrito también como *“cualquier cambio en un organismo con el tiempo”*, entendido como un proceso que se inicia en la vida celular y continúa a lo largo de su desarrollo, representando no solo la senescencia o el deterioro, sino también el crecimiento y el desarrollo ([Boower y Atwood, 2004](#)).

El proceso de envejecimiento es un fenómeno complejo y multifactorial cuyos cambios no son lineales ni uniformes, sino que supone un proceso particular ya que muchos de sus mecanismos son aleatorios y están influenciados por el entorno y el comportamiento individual ([OMS, 2015](#)). Pero, más allá de que afecte personalmente a cada individuo, envejecer también afecta a las características de una comunidad o población, variando su estructura, tamaño, necesidades, demandas, etc. ([Christensen, 2009](#)).

Durante el último siglo XX y la primera década del siglo XXI se ha producido un fenómeno de crecimiento poblacional que tiene lugar en cualquier parte del mundo. Según las Naciones Unidas, la población mundial alcanzó los 7.200 millones de personas en 2014, y se espera que para 2050 haya aumentado en más de 2.000 millones. Además, se prevé que el número y la proporción de personas mayores continúe creciendo en el futuro ([Naciones Unidas, 2014](#)).

La proporción global de personas mayores (60 años o más) aumentó del 9% en 1994 al 12% en 2013 y seguirá creciendo en proporción a la población mundial, alcanzando el 21% para el año 2050. Las proyecciones indican que el número de personas mayores de 60 años, pasará de 841 millones en 2013, a más de 2.000 millones en 2050 ([United Nations, 2013](#)).

La Unión Europea (UE) también ha experimentado este proceso de crecimiento poblacional. Mientras que en 2005 la población total era de 494,5 millones de habitantes, en 2015 el número de habitantes pasó a ser de 508,5 millones. Además, las proyecciones poblacionales indican que para el año 2050

crecerá hasta los 525,5 millones de habitantes, lo que supone un aumento de 17,1 millones de personas ([Eurostat, 2016](#)).

Este crecimiento poblacional, unido al aumento de la esperanza de vida, está produciendo un fenómeno de “envejecimiento poblacional”. Según las previsiones, en la UE, la esperanza de vida al nacer de los varones aumentará desde los 77,6 años de 2013 hasta los 84,7 años de media en 2060, y para las mujeres, se prevé que aumente desde los 83,1 años de 2013 hasta los 89,1 años en el mismo periodo ([European Commission, 2014](#)). De hecho, se prevé que, en 2050, en la UE, las personas mayores de 65 años pasen de ser el 18,9% actual al 28,1% de la población total ([Eurostat, 2016](#)).

En España, este fenómeno sucede de forma muy similar. Entre 1994 y 2014 la esperanza de vida de los hombres pasó de ser de 74,4 años a 80,1 años y la de las mujeres de 81,6 años a 85,6 años, lo que supone un importante incremento ([INE, 2016](#)). En el futuro, se prevé que este incremento continúe, y según las proyecciones en España, la esperanza de vida al nacer alcanzará los 84 años en los hombres y los 88,7 en las mujeres para el año 2029. Esto, supone un cambio respecto a los valores actuales, que aumentará en 3,9 años y 3,1 años la esperanza de vida para los hombres y las mujeres españolas respectivamente. Además, estos valores crecerán hasta alcanzar los 91 años de esperanza de vida al nacer para los hombres y de 94,3 años para las mujeres en el año 2063 ([INE, 2016](#)).

Por otra parte, y asociado al aumento de la esperanza de vida, en España también se ha producido un incremento de la población mayor durante las últimas décadas. En 1996 el porcentaje de adultos mayores de 64 años suponía el 15,3% de la población española, mientras que actualmente, este porcentaje ha ascendido al 18,7% y continúa creciendo ([INE, 2016](#)). Este dato es incluso más relevante si analizamos la expectativa de vida en la población mayor. En 2015, la esperanza de vida media para los mayores de 65 años era de 18,8 años para los hombres y 22,7 años para las mujeres, un dato situado por encima de la media de la UE ([INE, 2016](#)).

El hecho de que la longevidad sea ahora considerablemente superior que hace unas décadas, supone un gran éxito para el avance de la sociedad, e implica que existe la inmediata obligación de alcanzar un envejecimiento digno, es decir, un envejecimiento próspero, libre de discapacidad y dependencia (Hayflick, 2000).

Dos de las principales consecuencias de este envejecimiento poblacional son la prevalencia de las enfermedades crónicas (enfermedades cardíacas, enfermedades de las vías respiratorias, diabetes, cáncer, hipertensión, obesidad, etc.) y la pérdida de la capacidad funcional (Paterson y Warburton, 2010).

La capacidad funcional puede ser definida como la facultad que presentan los adultos mayores para vivir de forma independiente o realizar las actividades de la vida diaria de manera independiente (OMS, 2015). En otras palabras, la pérdida o incapacidad funcional hace referencia a la dificultad o necesidad de ayuda para ejecutar las tareas del día a día (Yang y George, 2005).

El actual concepto de salud, no se refiere solamente a la ausencia de enfermedad, sino al completo estado de bienestar en tres planos: físico, mental y social (OMS, 2006). En este contexto, la salud de los mayores debe comprender también los aspectos funcionales, tales como la capacidad para sentarse-levantarse, cuidar la higiene personal, caminar, alimentarse, etc. La prevención de la incapacidad funcional y la discapacidad son objetivos importantes para las personas mayores ya que, por ejemplo, en España un 56,23% de las personas de más de 80 años se encuentran en situación de dependencia (SAAD, 2011). Por tanto, el mantenimiento de la capacidad funcional supone un aspecto fundamental en este proceso.

La pérdida de la capacidad funcional se encuentra estrechamente relacionada con la inactividad física (Warburton et al., 2006) y los cambios fisiológicos producidos por el envejecimiento, especialmente la pérdida de masa muscular y la fuerza (Evans 1997; Evans, 1995; Evans y Lexell, 1995; Tanzkoff y Norris, 1978). La OMS ha identificado la inactividad física como el cuarto factor

de riesgo mundial de mortalidad, siendo uno de los factores de riesgo modificables más importantes de las enfermedades no transmisibles, incluidas las enfermedades crónicas (OMS, 2010), mientras que una creciente evidencia propone el ejercicio físico como una de las mejores herramientas para combatirlo (ACSM, 2009). Esta relación entre el envejecimiento, la inactividad física y el deterioro funcional supone un verdadero obstáculo ya que los adultos mayores son uno de los segmentos más sedentarios de la sociedad (Paterson y Warburton, 2010). Desde este prisma, fomentar un estilo de vida saludable, que favorezca la práctica regular de ejercicio físico, la conservación de la capacidad funcional y la independencia, supone un requisito indispensable para evitar que el presente aumento de la esperanza de vida no se vea afectado por la insuficiencia de nuestras capacidades en los últimos años de vida (Paterson y Warburton, 2010).

Algunos de los cambios más relevantes ocurridos durante el envejecimiento en la composición corporal, que afectan a la capacidad funcional, se producen en la estructura muscular (Larson et al., 1979). La fuerza muscular es la capacidad máxima que tiene una persona para producir fuerza (Macaluso y DeVito, 2004). La evidencia indica que la fuerza muscular permanece estable hasta aproximadamente los 50 años de edad. De aquí en adelante, se produce una pérdida sucesiva de la misma, entorno al 12-15% por década que se acrecienta a partir de los 65 años (Macaluso y DeVito, 2004). A menudo, la pérdida de masa muscular supone un serio contratiempo para el mantenimiento de la capacidad funcional ya que la disminución de la fuerza termina afectando al rendimiento en las actividades de la vida diaria. Una de las enfermedades musculares más relevantes asociadas al envejecimiento es la sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2010). La sarcopenia es una disminución progresiva de la masa y la fuerza muscular que se desarrolla como consecuencia de la edad (Morley et al., 2001). A partir de la tercera década de vida, la masa muscular disminuye aproximadamente entre el 1% y el 2% anual, especialmente en las extremidades inferiores, incrementándose esta pérdida hasta un 3% anual después de la sexta década de vida, y llegando a su pico máximo a partir de los 75 años de edad (Von Haeling et al., 2010; Doherty, 2003; Hughes et al., 2002).

La tasa de prevalencia de la sarcopenia varía según la literatura consultada y puede situarse entre el 8% y el 40% de las personas mayores de 60 años (Van Kan, 2009), y desde el 11% al 50% en mayores de 80 años (Morley, 2008). El desarrollo de esta enfermedad produce debilidad muscular, pérdida de la independencia, discapacidad y aumento de la mortalidad en adultos mayores (Cruz-Jentoft et al., 2010; Rolland et al., 2008).

La estructura muscular se encuentra formada por dos tipos de fibras musculares: las fibras tipo I o fibras de acción lenta y las fibras tipo II o fibras de acción rápida (Brooke y Kaiser, 1970). Los cambios en la estructura muscular producidos por la sarcopenia y el avance de la edad generan alteraciones caracterizadas por la disminución general del tamaño y el número de fibras musculares, principalmente las fibras tipo II (Lexell et al., 1995). En este sentido, la sarcopenia muestra una diferencia fundamental respecto a la atrofia por desuso, que implica solo una disminución en el tamaño de las fibras, pero no en el número de estas. (Narici y Maffulli, 2010).

Pese a que existe una mayor disminución de fibras tipo II respecto a las fibras tipo I, se ha observado una mayor afectación fibrilar producida en el subgrupo de fibras tipo IIb, es decir, aquellas fibras que se reclutan para esfuerzos más rápidos e intensos (Narici y Maffulli, 2010). Además, tras la disminución fibrilar, se produce una acentuada aparición de tejido fibroso y adiposo en el músculo (Lexell et al., 1995). Esta afectación en el número y tamaño de las fibras de acción rápida y su reemplazo por otros tejidos durante el envejecimiento, presenta especial relevancia sobre la capacidad funcional ya que podría afectar sensiblemente a la capacidad para realizar muchas actividades diarias de las personas mayores.

Además de la fuerza muscular, otro importante factor que disminuye con la edad y afecta a la capacidad funcional del individuo es el equilibrio (Judge, 2003; Wolfson, 2001). El equilibrio se define como *“la habilidad para mantener la proyección de la masa del centro del cuerpo dentro de los límites de la base de*

*sustentación, en posición de pie, sentado o en movimiento, hacia una nueva base de sustentación” (Yang et al., 2012; Winter, 1995).*

Para mantener el equilibrio, es necesario el control postural. El control postural se define como el control de la posición del cuerpo en el espacio con el propósito de orientar el equilibrio (Shumway-Cook y Woollacott, 2001). La habilidad para el control de la postura puede describirse como un proceso dinámico desarrollado a lo largo de la vida (Granacher et al., 2011). Existe evidencia de que los niños pequeños y los adultos mayores muestran mayores oscilaciones cuando son evaluados sobre una plataforma de fuerza/presión para mantener la postura y el equilibrio. De esta forma, puede postularse una relación en forma de “U” entre el equilibrio y la edad (Hytönen et al., 1993; Oberg et al., 1993).

El equilibrio depende de varios sistemas del cuerpo (sistema músculo-esquelético, sistema vestibular, sistema óculo-visual, sistema nervioso) (Daubney y Culham 1999; Lord et Clark, 1991) y su complejidad abarca también los cambios producidos por el proceso de envejecimiento (Barrett y Lichtwark, 2008; Laughon et al., 2003; Bohannon et al., 1984). En las últimas décadas, múltiples investigaciones han mostrado la relación entre la edad avanzada y el control del equilibrio (Means et al., 2005; Maki et al., 1991; Woollacott y Shumway-Cook, 1990). Los cambios como la reducción de la fuerza (Daubney et al., 1999), el rango articular, el tiempo de reacción o alteraciones en los sistemas sensoriales (Stelmach, 1994; Berg 1989), combinados con afectaciones en los sistemas que los controlan, pueden producir efectos negativos que generen incapacidad funcional en las personas mayores (Yang et al., 2012).

Estos cambios pueden afectar tanto al equilibrio estático (habilidad para controlar la oscilación postural en una posición fija) como al equilibrio dinámico (capacidad para reaccionar a los cambios posturales y mantener el equilibrio durante el movimiento) (ACSM, 2016). Por ejemplo, sabemos que la capacidad para mantener el apoyo sobre una sola pierna disminuye con la edad (Campbell et al., 1989), por tanto, muchas personas de edad avanzada son incapaces de

mantener el equilibrio sobre una pierna más de unos pocos segundos (Lord et al., 1991). Esta disminución de nuestra capacidad para mantener la postura estable podría transferirse en una dificultad para caminar y ejecutar las tareas diarias en los adultos mayores por miedo a caerse (Chamberlin et al., 2005).

A menudo, las caídas suelen afectar a la capacidad funcional de los adultos mayores, por ello se consideran una de las posibles causas de discapacidad en esta población (Fabrício et al., 2004). La pérdida del equilibrio, la disminución en el tiempo de reacción, problemas de visión, así como una menor fuerza muscular en las extremidades inferiores, han sido identificados como importantes factores de riesgo para la producción de caídas de los adultos mayores (Lord et al., 2009; Campbell et al., 1989). Por tanto, la capacidad de mantener el control de la postura es primordial para no caerse y realizar con éxito la mayoría de actividades diarias (Daubney y Culham, 1999).

Otro de los graves problemas asociados a la pérdida de masa muscular y fuerza son las alteraciones que afectan la movilidad (Buchner, 1997). La movilidad se define como la habilidad para caminar con seguridad y de forma independiente (Patel et al., 2006). La pérdida de la movilidad también es un factor que se relaciona con una disminución de la capacidad funcional, un mayor riesgo de caídas y producción de lesiones que suelen derivar en una limitación en la participación en las actividades diarias (King y Tinetti, 1995; Studenski et al., 1994). Durante el proceso de envejecimiento la reducción de la movilidad representa una fase crucial en el proceso de envejecimiento ya que en gran medida acrecienta el riesgo de incapacidad (Lauretani et al., 2003; Rantanen et al., 1999).

Existen una serie de indicadores, tales como el nivel de actividad realizada, la presencia de síntomas neurológicos, el control del equilibrio, la fuerza muscular o la flexibilidad articular, que se asocian con la capacidad funcional y la predisposición a sufrir caídas (Means et al., 1998; Graafmans et al., 1996; Lord et al., 1994). De entre estos indicadores, la fuerza y el equilibrio se encuentran estrechamente relacionados con la habilidad para caminar en las

personas mayores. De hecho, la incapacidad asociada a la marcha se multiplica por 10 ante la presencia de déficits en la fuerza y el equilibrio en personas de avanzada edad. Además, un mayor número de incapacidades presentes en un mismo individuo se asocia con una mayor dependencia funcional ([Rantanen et al., 1999](#)). Por estos motivos, la conservación de la movilidad durante el proceso de envejecimiento supone un pilar fundamental para evitar la incapacidad, la dependencia y, en consecuencia, reducir la mortalidad ([Guralnik et al., 2000](#); [Guralnik et al., 1995](#)).

Todos estos cambios producidos durante el proceso de envejecimiento — pérdida de fuerza, equilibrio y movilidad — se aceleran en mayor o menor medida a partir de la sexta década de vida, limitando la capacidad funcional, dificultando las actividades de la vida diaria y la calidad de vida de la gente mayor ([Reeves et al., 2006](#)). A pesar de que ningún tipo de actividad física puede detener el proceso de envejecimiento, existen evidencias que indican que el ejercicio físico practicado de forma regular puede minimizar e incluso revertir los efectos negativos derivados del proceso de envejecimiento, además de favorecer una vida activa, limitando la disminución de la capacidad funcional ([ACSM, 2009](#)).

Tanto la pérdida de fuerza, como de equilibrio y movilidad pueden ser tratados y mejoradas con ejercicio y fisioterapia ([Daley y Spinks, 2000](#)). Participar en programas de intervención con protocolos eficaces es fundamental para atenuar las consecuencias del envejecimiento sobre la capacidad funcional. ([ACSM, 2009](#); [Liu y Latham, 2009](#); [Cress et al., 1999](#)).

El ejercicio físico es una de las mejores herramientas disponibles para conservar un buen estado de salud. La actividad física practicada de forma regular, ha demostrado mejorar la fuerza muscular, mantener la independencia funcional y reducir algunas de las principales causas de muerte en los adultos mayores ([Buchner et al., 1992](#)). Así mismo, los programas de ejercicio enfocados a mejorar el equilibrio han demostrado ser eficaces y reducir la tasa caídas en

los adultos mayores, lo cual facilita el mantenimiento de la capacidad funcional y de la salud. ([Chang et al., 2004](#); [Gardner et al., 2000](#)).

Dos de los tipos de ejercicio más comunes son el entrenamiento aeróbico y el entrenamiento de resistencia (fuerza-resistencia) ([ACSM, 2009](#)). El entrenamiento aeróbico es el ejercicio o conjunto de ejercicios que incluyen grandes grupos musculares que se mueven de forma rítmica o cíclica en períodos de tiempo mantenidos. El entrenamiento de fuerza-resistencia es el ejercicio o conjunto de ejercicios que producen trabajo muscular, aplicando o manteniendo dicho trabajo contra una fuerza o un peso ([ACSM, 2009](#)). La combinación de ambos puede ser una buena estrategia para mantener y/o mejorar la función neuromuscular y cardiorrespiratoria durante el envejecimiento, teniendo en cuenta que los protocolos adecuados para personas de edad avanzada deben adaptarse a las características de la población mayor. Además, se recomienda a todos los pacientes con alguna enfermedad severa que incluyan programas de ejercicio en sus tratamientos y rutinas diarias ([Cadore e Izquierdo, 2013](#)).

A pesar de que algunas publicaciones han demostrado que el entrenamiento de fuerza-resistencia en los adultos mayores puede conseguir incrementos significativos en la fuerza de las extremidades inferiores ([Dadgari et al., 2016](#); [Campbell et al., 1997](#)) este tipo de ejercicios no parecen tener un claro efecto positivo sobre el equilibrio ([Orr et al., 2008](#); [Judge et al., 1993](#); [Fiatarone et al., 1990](#)). Según los resultados de la revisión sistemática llevada a cabo por [Ridwik et al.](#), el entrenamiento de fuerza-resistencia aislado parece no ser suficiente para producir mejoras sobre el equilibrio ([Ridwik et al., 2004](#)).

La evaluación del equilibrio en las personas mayores presenta oscilaciones ligeramente superiores cuando son comparadas con personas jóvenes ([Yang et al., 2012](#); [Era y Heikkinen, 1985](#)) y esta ligera diferencia se relaciona con un mayor riesgo de sufrir caídas ([Lord et al., 1991](#); [Campbell et al., 1989](#)). Así, es importante incluir ejercicios específicos de equilibrio (y no solo de

fuerza-resistencia) en los protocolos, para mejorar la capacidad funcional y prevenir las caídas de las personas mayores.

El entrenamiento progresivo de resistencia (PRT) es una de las variedades de programas más utilizados para el mantenimiento de la capacidad funcional de los adultos mayores. El PRT consiste en ejercicios de entrenamiento de fuerza con carga muscular progresiva contra resistencia o carga isométrica (Orr et al., 2008). Este programa cuenta con dos modalidades de intensidad de ejecución: baja-moderada intensidad (LIPRT) y alta intensidad (HIPRT). Mientras que los ejercicios HIPRT suelen llevarse a cabo con máquinas de musculación (Liu y Latham., 2009), los ejercicios LIPRT para personas mayores incluyen, levantamiento de pesos ligeros, o el uso de bandas elásticas (Liu y Latham, 2009; Orr et al., 2008; DHHS, 2008). La literatura actual respalda la efectividad de ambas modalidades del programa que han resultado ser efectivos para la mejorar la fuerza, el equilibrio y la funcionalidad de la población mayor (Liu y Latham 2009; Latham et al., 2004). Sin embargo, debido a la gran heterogeneidad de los adultos mayores y su elevada carga de trabajo, el HIPRT puede no ser adecuado para toda la población de edad avanzada (Vechin et al., 2005). Además, el material necesario es más costoso, ocupa más espacio y es menos común, pudiendo no estar disponible en todo tipo de instalaciones (Seynnes et al., 2004). Por tanto, el LIPRT tiene una aplicación práctica más accesible y segura para el conjunto de la población mayor de 65 años.

Uno de los LIPRT más extendidos es el Otago Exercise Programme (OEP). El OEP fue concebido originalmente en Nueva Zelanda en 1997 como un protocolo anual de ejercicios para la prevención de caídas de los adultos mayores de 80 años (Campbell et al., 1997). La base de datos Cochrane Collaboration, identifica explícitamente el OEP como el protocolo de ejercicios con mayor evidencia científica en la prevención de caídas (Gillespie et al., 2009). El OEP consiste en una serie ejercicios para el entrenamiento progresivo de la fuerza-resistencia y el equilibrio, reforzado con ejercicios aeróbicos de deambulación (Campbell et al., 1997). El protocolo de ejercicios del OEP puede ser llevado a cabo en dos modalidades diferentes: “*home-based*” o modalidad

domiciliaria (HB) y “*group based*” o modalidad en grupo (GB) y la durabilidad de su aplicación varía entre los 4 y los 12 meses.

Se han encontrado resultados significativos empleando tanto el OEP-HB (Gawler et al., 2016; Yang et al., 2011; Campbell et al., 1997; Campbell et al., 1997), como OEP-GB (Benavent-Caballer et al., 2015; Kyrдалen et al., 2014), comparados con no realizar ejercicio o realizar programas placebo (Gillespie, 2012; Sherrington et al., 2008). Algunas de las principales recomendaciones para su ejecución incluyen: 1) Adaptar el programa de forma individual según la capacidad funcional y la salud del participante, 2) Incrementar la dificultad de forma progresiva, 3) Establecer el programa tras una serie de visitas del instructor y posteriormente realizar dos o tres revisiones al año, 4) Incluir un programa de deambulaci3n complementario al trabajo de fuerza y equilibrio que ayude a mejorar la capacidad funcional (Gardner et al., 2001). Como hemos visto, características como la fuerza, el equilibrio o la movilidad son pilares fundamentales de la capacidad funcional. El OEP es un programa que incluye estos tres elementos.

Además de su concepci3n para la prevenci3n de las caídas, la puesta en práctica de este programa supone una fuente semanal de actividad física con ejercicios de fuerza, equilibrio y movilidad pensados para las actividades diarias de la poblaci3n mayor. Con el tiempo, desde la concepci3n original que Campbell utiliz3 en sus primeras investigaciones hasta hoy, los estudios con OEP han evolucionado investigando y evaluando sus efectos en diferentes situaciones o patologías. Además de nuevos estudios para la reducci3n de caídas (Gawler et al., 2016; Robertson et al 2002), han investigado su efecto en personas mayores de 80 años (Binns y Taylor, 2011; Campbell et al., 1999), problemas de visi3n (Kovács et al., 2012; Campbell 2005), capacidad cognitiva (Liu-Ambrose, 2008), artritis reumatoide (Williams et al., 2010), esclerosis múltiple (Sosnoff JJ 2013), alzhéimer (Suttanon et al., 2012), hemofilia (Hill et al., 2010), personas con problemas de equilibrio y movilidad (Yang et al., 2011), realidad aumentada (Hana Yoo et al., 2013), demencia (Burton et al., 2015), personas con caídas previas (Kyrдалen et al., 2014), capacidad funcional con apoyo audiovisual (Benavent-

Caballer, 2015), poblaciones de países en vías de desarrollo (Dadgari et al., 2016), comunidades rurales (Agha et al., 2015) y accidentes cerebrovasculares (Park y Yang, 2016).

Numerosos estudios con OEP han desarrollado el programa en periodos de intervención a largo plazo, entre 6 y 12 meses de duración, evaluando principalmente su papel sobre la prevención de caídas (Dadgari et al., 2016; Gawler et al., 2016; Campbell et al., 1999; Campbell et al., 1997). Sherrington et al., determinaron que serían necesarias al menos un total de 50h de aplicación del OEP para reducir significativamente la tasa de caídas (Sherrington et al., 2008).

No obstante, se han obtenido resultados significativos sobre la capacidad funcional en intervenciones con OEP a corto plazo, aplicando el protocolo entre 12 y 16 semanas de duración (Benavent-Caballer et al., 2015; Kyrdalen et al., 2014; Ha-na Yoo et al., 2013; Williams et al, 2010). Por tanto, el OEP aplicado a corto plazo podría resultar beneficioso para el mantenimiento de la capacidad funcional en intervalos de tiempo menores a los empleados más frecuentemente.

Entre las investigaciones realizadas a corto plazo sobre la capacidad funcional, dos se han llevado a cabo con OEP-GB (Benavent-Caballer et al., 2015; Kyrdalen et al., 2014) y otras dos con OEP-HB: una en pacientes con artritis reumatoide (Williams et al; 2010) y otra que compara el OEP y el OEP con realidad aumentada (Ha-na Yoo et al., 2013). Sin embargo, que tengamos constancia, todavía no se ha llevado a cabo ninguna investigación sobre la capacidad funcional con OEP-HB a corto plazo (16 semanas) en personas mayores sanas mayores, residentes en la comunidad, comparado con un grupo control de similares características. Además, este sería el primer estudio de estas características en población española.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVO**

La hipótesis de esta investigación es que la aplicación de un protocolo OEP en modalidad home-based durante un periodo de 4 meses resulta efectivo para mejorar la capacidad funcional de las personas mayores.

El objetivo de esta investigación será evaluar la efectividad del Otago Exercise Programme en modalidad home-based durante un periodo de 4 meses, sobre la fuerza de miembros inferiores, movilidad, marcha, equilibrio, fuerza de agarre y capacidad funcional de un grupo de personas iguales o mayores de 65 años sanas, residentes en la comunidad.



# **MATERIAL Y MÉTODOS**



## Diseño de estudio

El presente estudio se diseñó cumpliendo las recomendaciones del Consolidated Standards of Reporting Statements ([Altman et al., 2001](#)). Se trata de un ensayo clínico controlado aleatorizado. El programa de estudio, el diseño de la intervención, los protocolos de valoración y el consentimiento informado fueron previamente aprobados por el Comité de Bioética e Investigación Clínica de la Universidad CEU-Cardenal Herrera. Se siguieron las directrices éticas de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes fueron previamente informados por escrito sobre las condiciones del estudio mediante un consentimiento informado. Tras de la evaluación inicial, los participantes del estudio fueron aleatoriamente asignados en un grupo intervención (GI) y un grupo control (GC). Los participantes que fueron evaluados inicialmente, fueron reevaluados cuatro meses después por los mismos evaluadores independientes.

La capacidad funcional puede ser definida como la facultad que presentan los adultos mayores para vivir de forma independiente o realizar las actividades de la vida diaria de manera independiente ([OMS, 2015](#)). Este ensayo controlado aleatorizado consistió en evaluar los cambios producidos sobre la capacidad funcional de un grupo participantes, adultos iguales o mayores de 65 años, sanos, tras la realización del Otago Exercise Programme en su modalidad home-based, durante un periodo de 4 meses. A su vez, se determinaron los cambios en los mismos parámetros de otro grupo de participantes, de iguales características, que no llevó a cabo el programa. El GI realizó el Otago Exercise Programme dividiendo sus fases en cuatro niveles de dificultad, que aumentaban de forma progresiva cada mes. Los participantes pertenecientes al GC no realizaron ninguna actividad y se les comunicó que continuaran con sus rutinas diarias habituales.

## Participantes

Para llevar a cabo esta investigación, se tomó una muestra de personas mayores, de edad igual o mayor de 65 años, sanas y residentes en la comunidad en España. La participación por parte de cada sujeto dentro del estudio fue totalmente voluntaria. La información necesaria para participar en el estudio fue transmitida en varias reuniones en diferentes Centros Municipales de Actividades para Personas Mayores (CMAPM) de la ciudad de Valencia. Para hacer llegar esta información, en primer lugar, se realizó una primera reunión con los directores y responsables de los centros, presentando el proyecto de estudio y los requisitos necesarios para ponerlo en marcha. Fue necesaria la aprobación de la dirección de los CMAPM para publicitarlo. Después, se emplazó a todos los interesados a asistir a una reunión informativa para conocer los detalles del estudio. Un fisioterapeuta, explicó detalladamente el propósito del estudio, las bases científicas, la estructura organizativa, los objetivos, la duración, los riesgos y los beneficios del programa.

Los presentes en la reunión informativa tuvieron la oportunidad de poder realizar cualquier pregunta relacionada con la realización del estudio a fin de poder despejar cualquier duda al respecto. Finalizada la reunión, los voluntarios interesados en participar en la investigación, proporcionaron sus datos personales al fisioterapeuta responsable del estudio. Este mismo sistema se llevó a cabo en cuatro CMAPM:

- CMAPM Sant Pau.
- CMAPM Giorgeta.
- CMAPM Malvarrosa.
- CMAPM Trafalgar.

## **Criterio de selección**

Un total de ochenta y dos potenciales participantes (n=82) se presentaron voluntariamente para participar en el estudio. Previamente a la realización de las pruebas, un médico determinó las posibles alteraciones cardiovasculares, neurológicas, o traumatológicas que pudieran representar un riesgo para la realización del protocolo de ejercicios. Además, todos los participantes tuvieron que firmar un consentimiento informado y cumplimentar el Índice de Barthel (IB) bajo la supervisión de un fisioterapeuta, para valorar su independencia funcional a fin de garantizar la capacidad y seguridad de los participantes, tanto para realizar las pruebas como el protocolo domiciliario. Aquellos participantes con un IB inferior a 60 puntos (dependencia leve) no podrían continuar el estudio. Una puntuación mayor de 60 supone un punto de inflexión para pacientes que pasan de la dependencia a la independencia asistida ([Granger et al., 1979](#)).

Los criterios de inclusión establecidos fueron los siguientes:

1. Edad igual o mayor de 65 años.
2. Residentes en la Comunidad Valenciana.
3. Capaces de comunicarse sin dificultad.
4. Entrega firmada del consentimiento informado previo.

Los criterios de exclusión establecidos fueron los siguientes:

1. IB inferior a 60 puntos.
2. Enfermedad cardiovascular severa.
3. Desorden o alteración traumatológica o neurológica grave.
4. Cualquier otra afección que comprometa o suponga un riesgo para la realización de ejercicio físico.

Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, setenta y cinco participantes (n=75) fueron incluidos en el estudio.

### **Aleatorización de la muestra y cegado**

Basándose en los resultados de la escala *Physical Activity Scale for Elderly*, y utilizando un programa informático para generar números aleatorios, se dividió a los participantes en dos grupos: GI y GC. En todo momento se mantuvo oculta la secuencia de aleatorización. Los evaluadores que recogían los datos de las pruebas realizadas y los encargados de realizar las sesiones de familiarización desconocían la asignación de los grupos.

### **Descripción de las variables**

Se contactó telefónicamente con los participantes para acudir a efectuar las mediciones previas a la intervención en el día y la hora indicados. Las pruebas se llevaron a cabo en las instalaciones de los CMAPM, en salas cedidas para dicho propósito que debían ser amplias, estar limpias, bien iluminadas con suelo antideslizante y nivelado. Las pruebas fueron supervisadas por un fisioterapeuta con experiencia y realizadas siempre por los mismos fisioterapeutas colaboradores en el orden que se describe a continuación:

#### **1. Recogida de datos personales**

Se solicitó a todos los participantes sus datos de carácter personal:

- Nombre y apellidos.
- Dirección de residencia.
- Teléfono de contacto.

## **2. Medidas antropométricas**

Se midió la altura y el peso de todos los sujetos de estudio. Para medir la altura, se utilizó un estadiómetro (marca Seca, modelo 213 de hasta 205cm y divisiones de 1mm). Se pidió a cada sujeto que, descalzo, con los talones en contacto con el rodapié, la espalda en ligero contacto sobre la pared y mirando al frente, realizase una inspiración, consiguiendo una postura lo más erguida posible sin elevar los talones. Se anotó en centímetros la altura marcada en cada caso.

Para medir el peso, se utilizó una báscula digital (marca Seca, modelo 803; plataforma de fuerza 150kg y división cada 100g). Se pidió a cada sujeto que, con el menor número posible de prendas de ropa, se subiese a la báscula, mantuviera una postura estable sin agarrarse ni apoyarse en otros elementos. Se apuntó en kg el valor marcado por la báscula en cada caso.

### 3. Índice de Barthel.

Diseñado por Mahoney y Barthel en 1965 ([Mahoney y Barthel, 1965](#)) el IB es un cuestionario auto administrado con 10 ítems que se utiliza para medir el grado de independencia personal respecto a las actividades básicas diarias. El rango de posibles valores obtenidos en el Índice de Barthel se establece entre 0 y 100 puntos, con intervalos de 5 puntos. Puntuaciones altas representan mayor grado de independencia.

El objetivo principal de este cuestionario es establecer el grado de independencia en relación a actividades básicas de la vida diaria como el cuidado personal (higiene personal, bañarse, comer, ir al baño, vestirse, control de las deposiciones y control de la micción) o la movilidad (deambulación, silla de ruedas, subir/bajar escaleras, transferencia silla-cama), valorando si necesita algún tipo de ayuda física ([Mahoney y Barthel, 1965](#)). Requerir repetidamente ayuda de otra persona implica un bajo grado de independencia personal. Sin embargo, está permitido el uso de ayudas técnicas; en tal caso se considera al participante independiente.

**Protocolo:** El cuestionario fue respondido directamente por los participantes bajo la supervisión de un fisioterapeuta. El fisioterapeuta indicó a los participantes que las respuestas al cuestionario debían señalar cómo realizaban las tareas y no cómo creen que podían hacerlas.

**Puntuación:** Se establece bajo un total de 10 ítems con puntuaciones diferentes, que pueden ser entre 0 – 5 puntos (lavarse o arreglarse), 0 - 5 -10 puntos (comer, vestirse, deposiciones, micciones, uso del retrete, escalones) o 0 - 5 - 10 - 15 puntos (trasladarse o deambular), dependiendo del grado asistencia física requerida en cada uno de ellos, siendo 0 la puntuación más baja (“necesita ayuda” o “es incapaz de realizarlo”) y 15 la más alta (“puede realizarlo de forma independiente”). El sumatorio de puntos de cada ítem particular otorga una puntuación individual máxima de 100 puntos, que representa una independencia completa.

#### 4. Physical Activity Scale for Elderly

El Physical Activity Scale for Elderly (PASE) es un cuestionario de 12 preguntas que mide el nivel de actividad física realizado recientemente (durante los últimos 7 días) por personas mayores de 65 años. Las preguntas hacen referencia al tipo, duración y frecuencia de las tareas del hogar, las actividades realizadas en el tiempo libre y sobre la actividad laboral o colaboración (si existe) en alguna empresa, entidad o similar (Washburn et al., 1993).

**Protocolo:** El cuestionario fue cumplimentado directamente por los participantes bajo la supervisión de un fisioterapeuta.

**Puntuación:** Cada uno de los 12 ítems se puntúa de forma diferente dependiendo de la actividad realizada por parte del participante. Por ejemplo, respecto al tiempo libre y las actividades de fortalecimiento las preguntas se valoran como “nunca”, “pocas veces” (1-2 días por semana), “algunas veces” (3-4 días por semana), y “muchas veces” (5-7 veces por semana). Y la duración de estas actividades se valora como menos de 1 hora, 1-2 horas, 2-4 horas y más de 4 horas. Por otro lado, las actividades domésticas y de trabajo se puntúan con la respuesta “sí” o “no”. Y en las actividades relacionadas con la actividad laboral, ya sea remunerada o no, se contabilizan las horas por semana realizadas. El total de la puntuación se calcula multiplicando el tiempo invertido en cada actividad (horas por semana), la carga realizada (días por semana) y la participación (es decir, sí / no) en una actividad, por ponderaciones de los artículos obtenidos empíricamente y luego sumando las actividades generales. La puntuación final del PASE oscila entre 0 puntos a más de 400 puntos. Las puntuaciones más altas corresponden con un mayor nivel de actividad.

## 5. Dinamometría de mano

El dinamómetro hidráulico de mano Jamar (JAMAR) es una herramienta para medir la fuerza máxima de agarre. La fuerza de agarre de la mano no es sólo una medida directa de la fuerza muscular de una parte del cuerpo, también es un indicador de la fuerza global, resistencia y capacidad general del cuerpo (Bautmans et al., 2007; Lauretani et al., 2003), así como un predictor de la discapacidad en adultos mayores (Giampaoli et al., 1999). Además, la fuerza de prensión manual actúa como predictor del deterioro cognitivo, las limitaciones funcionales, la discapacidad, la hospitalización prolongada, y la mortalidad en los adultos mayores. La dinamometría ha demostrado ser una prueba simple, fiable, barata, y que se considera como la mejor medida para la fuerza de agarre (Mathiowetz et al., 1984).

**Equipamiento:** Un Dinamómetro analógico regulable estandarizado JAMAR (JAMAR, Sammons Preston Roylan, Chicago, Illinois, USA), una hoja de registro y una silla estándar sin reposabrazos.

**Disposición:** Previamente al inicio de la prueba se determinó la mano dominante del participante, entendida como aquella con la que realiza la mayoría de sus acciones cotidianas, tales como comer o escribir. El evaluador preguntó a cada participante “¿Eres diestro o zurdo?” y “¿Cuál es la mano que utilizas habitualmente para comer o escribir?” escogiendo para la prueba la mano preferente. Para estandarizar la prueba, se estableció la segunda posición de la empuñadura del dinamómetro para todos los participantes (valor fijo: 5,5 cm) (Ruiz-Ruiz et al., 2002). Los valores de pico máximo se producen con más frecuencia en la segunda o tercera posición de la empuñadura y en el primero o segundo intento de una serie de ensayos sucesivos. La American Society of Hand Therapists recomienda utilizar la segunda posición de la empuñadura del dinamómetro en la evaluación de la fuerza de agarre (Mathiowetz et al., 1984).

**Protocolo:** Los participantes se sentaron en una posición cómoda en una silla sin reposabrazos, con el hombro en aducción y rotación neutra, codo en flexión de 90° y el antebrazo y la muñeca entre 0° y 15° de desviación cubital y

flexión dorsal. El evaluador instruyó a los participantes para sujetar la empuñadura y apretar tan fuerte como les fuera posible durante 3 a 5 segundos. Primero, el evaluador demostró la forma correcta de realización de la prueba y a continuación cedió el dinamómetro al participante. Con el participante situado adecuadamente, a la orden de “YA” comenzó a apretar la empuñadura del dinamómetro tan fuerte como le fue posible. Durante los tres registros de la prueba el evaluador utilizó fuertes comandos verbales para animar al participante como: "*¡Vamos fuerte, fuerte, fuerte!*"

**Puntuación:** Se registró en kg la media obtenida entre los 3 registros realizados como medida de la fuerza de agarre de los participantes.

## 6.The Short Physical Performance Battery

La Short Physical Performance Battery (SPPB) es una prueba para la evaluación de la capacidad funcional de los miembros inferiores compuesta por tres sub-tareas independientes: el Stand Test (ST) o equilibrio estático en bipedestación, el Gait Speed Test (GST) o prueba de la velocidad de la marcha habitual y el Repeated Chair Stand Test (STS-5) o prueba de la capacidad para “sentarse-levantarse” de una silla. Cada tarea posee una puntuación entre 0 y 4 puntos, con un máximo de 12 puntos en total, puntuaciones más altas corresponde a mayor nivel de ejecución (Guralnik et al., 1994). El SPPB ha sido ampliamente utilizado para proporcionar información objetiva sobre la capacidad funcional en poblaciones de adultos mayores. Se tardan pocos minutos en completar la batería de pruebas del SPPB, requiere poca capacitación y un sencillo equipamiento.

**Equipamiento:** Un pasillo de 10 m, una hoja de registro, un cronómetro, un metro, dos conos de plástico, cinta adhesiva y una silla sin reposabrazos.

**Disposición:** Debido a que la prueba consiste en la evaluación del equilibrio estático (ST), la velocidad habitual de la marcha (GST) y capacidad de sentarse-levantarse en una silla (STS-5), la zona estaba bien iluminada y presentaba un suelo antideslizante y sin desnivel. Para la evaluación de la velocidad de la marcha se utilizó una distancia de 4 m de largo, delimitada por dos marcas de cinta adhesiva y dos conos de plástico con un espacio de dos metros por detrás de cada marca. Para la evaluación de la prueba STS-5 se dispuso una silla sin reposabrazos, colocada con el respaldo contra la pared, evitando un posible desplazamiento de la misma.

**Seguridad:** El evaluador permaneció cerca de los sujetos para garantizar su seguridad y evitar posibles caídas.

**Puntuación:** cada sub-tarea tiene una puntuación entre 0 y 4 puntos que se establecen función de la capacidad de realizar cada una de ellas (mantener el equilibrio estático, realizar la marcha normal y sentarse-levantarse de una silla)

dentro de unos rangos de tiempo determinados. La puntuación final se encuentra entre los 0 y los 12 puntos mediante el sumatorio de la puntuación obtenida en cada sub-tarea. Las puntuaciones más altas corresponden con mejores niveles de capacidad funcional.

## **Protocolos:**

### **6.1. Stand Test**

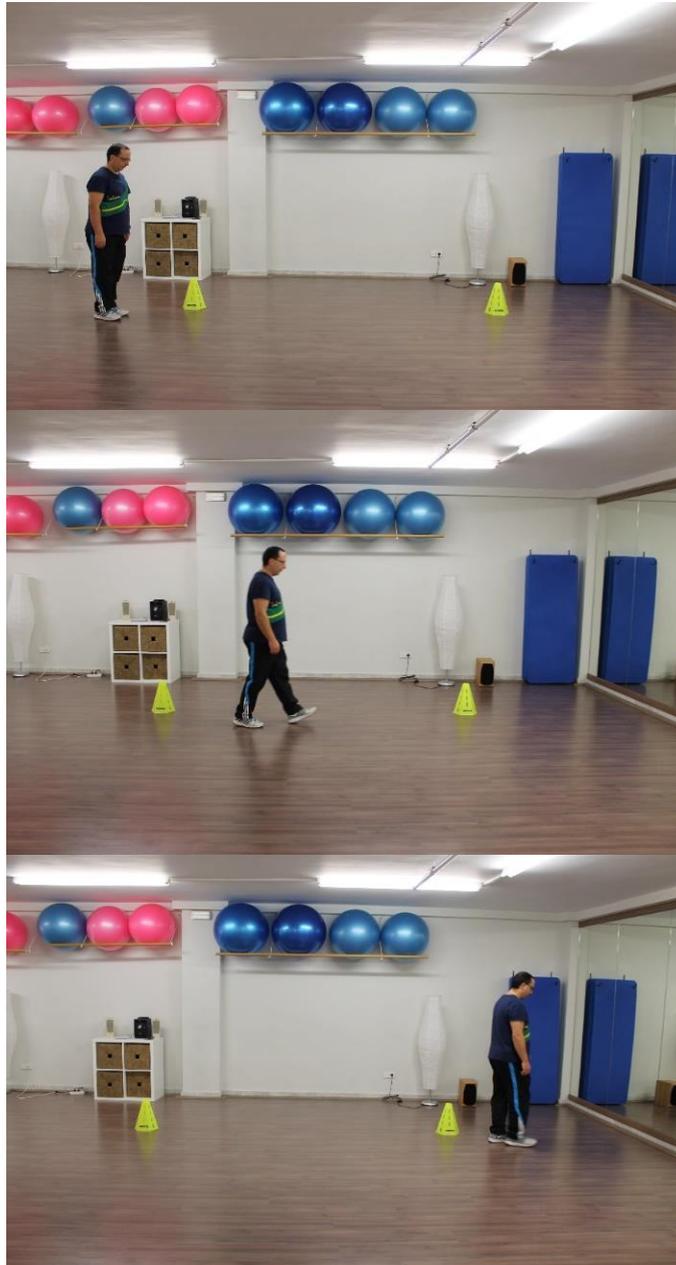
Para medir el Stand Test o equilibrio estático, un fisioterapeuta solicitó a los participantes colocar los pies juntos (en paralelo, uno pegado al otro a la misma altura), en semi-tándem (en paralelo, el talón de un pie pegado al ante pie del otro por su cara interna) y en tándem (en perpendicular, en contacto uno tras otro, siguiendo una línea recta) tratando de mantener la postura durante 10 segundos cada una.



Figura 2. Ilustración de la prueba Short Physical Performance Battery: Stand Test. Posiciones: a) pies juntos, b) semi-tándem y c) tándem.

## **6.2. Gait Speed Test**

El Gait Speed Test o prueba de la velocidad habitual de la marcha fue medida sobre un pasillo de 4 metros de longitud, sin inclinación y con una superficie no deslizante, delimitado por dos marcas realizadas en el suelo y dos conos situados 2 metros por detrás dichas marcas. Para iniciar la marcha los pacientes se colocaron a la altura de uno de los conos en dirección al cono contrario y comenzaron la marcha. El cronómetro se activó al cruzar la primera marca y se detuvo al cruzar la segunda, 4 metros después. Los participantes finalizaban la marcha al llegar al cono situado al otro extremo del pasillo, colocado 2 metros por detrás de la marca de llegada.



*Figura 3. Ilustración de la prueba Gait Speed Test.*

### 6.3. Repeated Chair Stand Test

Para la evaluación de la prueba Repeated Chair Stand Test, se solicitó a los participantes que, desde una posición de sedestación sobre una silla sin reposabrazos, con los brazos cruzados y las manos apoyadas sobre el pecho, se levantaran completamente y se volvieran a sentar 5 veces seguidas en el menor tiempo posible. Antes de iniciar el registro se procedió a realizar una demostración por parte del evaluador encargado del registro. Desde la posición de sedestación y a la orden de: *“preparados, listos, ¡Ya!”*, se activó el cronómetro y el participante inició la prueba levantándose y sentándose. El cronómetro se paró cuando el paciente alcanzaba la posición de bipedestación completa en la quinta repetición, concluyendo así la prueba. El evaluador podía motivar a los participantes mediante comandos verbales, como, por ejemplo: *¡Vamos!* o *¡Muy bien, continúa!* Para garantizar la seguridad de ejecución de la prueba, el evaluador se cercioró previamente de la capacidad de cada participante para sentarse y levantarse de la silla sin apoyo de las manos de forma independiente y segura, mediante una demostración previa supervisada.



*Figura 4. Ilustración de la prueba Repeated Chair Stand Test.*

## 7. Timed Up and Go test

La prueba Timed Up and Go test (TUG), es una prueba que mide el tiempo necesario para levantarse de una silla, caminar una distancia de 3 m, girar sobre un cono de plástico, volver a caminar hasta la silla y sentarse de nuevo. Mathias et al., desarrolló originalmente esta prueba como una medida clínica de equilibrio en las personas mayores, con el nombre de "Get-up and Go Test" (Mathias et al., 1986). Más tarde fue modificada y propuesta como una prueba corta para la valoración de la movilidad (Podsiadlo et al., 1991). La movilidad física es un pilar fundamental para la calidad de vida. Su evaluación y conservación es vital ya que facilita en gran medida la independencia personal. Las personas mayores deben ser capaces de realizar "actividades básicas relacionadas con la movilidad" como caminar unos pasos, entrar y salir de una habitación, acostarse y levantarse de una cama o sentarse y levantarse de una silla. Por tanto, el TUG es una prueba útil, rápida y fácil de realizar que no requiere de entrenamiento previo ni material sofisticado.

**Equipamiento:** Espacio de 10 m, hoja de registro, cronómetro, esparadrapo, cono de plástico, metro y una silla estándar sin reposabrazos.

**Disposición:** Debido a que la prueba consiste en caminar, girar sobre un cono y sentarse en una silla, la zona donde se realizó la prueba estaba bien iluminada con suelo antideslizante y nivelado. En un extremo, se colocó una silla con el respaldo pegado a la pared y desde la base de la silla se midió una distancia de 3 m, señalizada con el cono. El área para realizar el giro contaba con un diámetro de 2 m libres de obstáculos para asegurar y facilitar el giro.

**Protocolo:** Los participantes fueron instruidos para que, desde la posición de sedestación, con la espalda apoyada en el respaldo de la silla y a la orden de "¡Ya!", se levantasen de la silla y de forma rápida, pero con seguridad, caminasen hasta rodear el cono para volver sentarse de nuevo en el menor tiempo posible. Los participantes podían hacer uso de sus ayudas técnicas habituales en caso de ser necesario, pero no recibieron ayuda física por parte de los evaluadores. Así mismo, los evaluadores permanecieron cerca de los participantes para

garantizar su seguridad. Se midió el tiempo desde que el evaluador dio la orden “¡Ya!” hasta que el participante volvió a sentarse apoyando la espalda en el respaldo de la silla. La prueba se registró dos veces y previamente el participante realizó una prueba de demostración acompañado del evaluador.

**Seguridad:** El evaluador permaneció cerca de los participantes para garantizar su seguridad y evitar posibles caídas.

**Puntuación:** El resultado fue medido en segundos, registrándose el mejor tiempo de dos intentos.



Figura 5. Ilustración de la prueba Timed Up and Go test.

## 8. Berg Balance Scale

La Berg Balance Scale (BBS) es una escala para evaluar el equilibrio dinámico. Consta de una batería de pruebas que se utiliza para determinar la capacidad o incapacidad de un paciente para mantener el equilibrio de forma segura durante una serie de tareas predeterminadas (Berg et al., 1992). Originalmente fue diseñada para medir el equilibrio en las personas mayores, y se ha utilizado en adultos mayores sanos y con déficits de equilibrio. La prueba consiste en 14 tareas comunes en la vida cotidiana (5 estáticas y 9 dinámicas) que varían su dificultad. Se tarda aproximadamente 20 minutos en completarla.

**Equipamiento:** Hoja de registro, cronómetro, dos sillas estándar (una con reposabrazos y otra sin), regla de 30 cm, tres objetos (una mancuerna, un reloj y un libro) y un step.

**Disposición:** La sala destinada para realizar las tareas era amplia y con el espacio distribuido para valorar el equilibrio de forma segura y confortable para los participantes. Se encontraba bien iluminada, con suelo no deslizante y nivelado. En este espacio, se posicionaron las dos sillas en paralelo, con el respaldo pegado a la pared y ligeramente separadas ocupando una parte de la sala. En otra parte de la sala, se colocó el step, igualmente en contacto con la pared, con el fin de evitar su deslizamiento.

**Protocolo:** Un fisioterapeuta experimentado dirigió la prueba siguiendo las directrices publicadas (Berg et al., 1992). Los 14 ítems de los que está compuesta la prueba evalúan la habilidad para mantener el equilibrio incrementando la dificultad en la siguiente progresión: mantenerse de pie, mantenerse de pie con los ojos cerrados, mantenerse de pie en semi-tándem o tándem, mantenerse de pie en apoyo unipodal. Otros ítems evalúan el equilibrio dinámico y la habilidad para realizar tareas diarias como: transferencia de una silla a otra, extenderse hacia delante sin mover los pies, girar sobre uno mismo, agacharse y elevar la pierna sobre un obstáculo.

**Seguridad:** El evaluador permaneció cerca de los participantes para garantizar su seguridad y evitar posibles caídas.

**Puntuación:** Se establece una escala de 0 a 4 puntos por cada tarea, asignando 0 puntos si el participante “no puede realizar la tarea o necesita ayuda para realizarla”, hasta 4 puntos si el participante “puede realizar la tarea de forma independiente”. La puntuación final se obtiene de la suma total de los puntos obtenidos en cada tarea, con un máximo de 56 puntos, que representa una mejor ejecución relacionada con el equilibrio dinámico.



Figura 6. Ilustración esquemática de la prueba Berg Balance Scale. Ejemplos de los ítems: recoger un objeto del suelo, girar sobre el hombro y transferencia de una silla a otra.

## 9. One-Leg-Stand Test

La prueba One-Leg-Stand Test (OLST) de apoyo unipodal, es un método fácil, rápido y eficaz para detectar alteraciones del equilibrio en la población mayor. Esta prueba mide la capacidad de permanecer de pie sobre una pierna durante 5 segundos o más (Vellas et al., 1997). El OLST se utiliza como indicador clínico, predictor de caídas y predictor del deterioro funcional en los adultos mayores (Drusini et al., 2002).

**Equipamiento:** Hoja de registro y cronómetro.

**Disposición:** Al tratarse de una prueba para valorar el equilibrio, el espacio destinado para realizar la tarea era amplio y confortable. Se encontraba bien iluminado, con suelo no deslizante y nivelado.

**Protocolo:** Previamente a iniciar la prueba los participantes probaron y eligieron la pierna con la que realizar el ejercicio (escogiendo aquella con la que se sentían más capaces). El fisioterapeuta encargado de la valoración explicó a los participantes que debían permanecer de pie, apoyados sobre una sola pierna, elevando el pie contrario con una ligera flexión de rodilla, separando el pie del suelo sin tocar o apoyarse en la pierna contraria. Esta maniobra se realiza con los ojos abiertos, pudiendo mover los brazos para balancearse o reequilibrarse durante el registro. Los participantes debían permanecer sobre el apoyo de una sola pierna el mayor tiempo posible hasta un máximo de 60 segundos.

**Seguridad:** El evaluador permaneció cerca de los participantes para garantizar su seguridad y evitar posibles caídas.

**Puntuación:** Se contabilizó el tiempo máximo, en segundos, que el participante permaneció en equilibrio de pie sobre una pierna.



Figura 7. Ilustración de la prueba One Leg Stand Test.

## 10.6-minute Walk Test

La prueba 6-minute Walk Test (6MWT) evalúa la distancia máxima que puede recorrer un participante durante seis minutos entre dos puntos separados por 30 metros. (Rikli y Jones, 1999). La prueba es una modificación de la prueba 12-minute Walk-Run Test desarrollada originalmente por Butland et al., en 1982 (Butland et al., 1982). El 6MWT ha sido utilizada previamente para valorar la resistencia aeróbica y se ha utilizado también en pacientes con diferentes afecciones médicas, discapacidad y en adultos mayores sanos. Para realizar muchas actividades cotidianas como caminar, ir de compras o practicar una actividad deportiva es necesario un adecuado nivel de resistencia aeróbica.

**Equipamiento:** Pasillo de 40 metros, cinta métrica, hoja de registro, cronómetro, conos de plástico, cinta adhesiva, sillas y un tensiómetro.

**Disposición:** Al tratarse de una prueba que incorpora un largo periodo de deambulación, el recorrido estaba bien iluminado, con suelo antideslizante y superficie nivelada. Para realizar la prueba se colocan dos conos alejados 30 metros uno respecto al otro y se indica con una marca de cinta adhesiva en intervalos cada dos metros. Además, se proporciona un espacio de dos metros añadidos alrededor de cada cono para poder girar con seguridad. Se colocan varias sillas con reposabrazos a lo largo del lateral del pasillo para que los participantes puedan descansar en caso necesario.

**Protocolo:** Previamente al inicio de la prueba, el fisioterapeuta que se encargaba de la evaluación tomó la frecuencia cardiaca y la tensión arterial de los participantes asegurando que no se encontraban por encima de los valores de seguridad recomendados de ritmo cardíaco y presión arterial (200mm Hg y 120 ppm). Para iniciar la prueba, cada participante permanecía de pie en frente del punto de partida y la señal de “¡Ya!” iniciaba la marcha lo más rápido posible (sin correr) con seguridad, recorriendo el pasillo y rodeando los conos el mayor número posible de veces que fuesen capaces. Los participantes podían cesar la marcha, descansar o retirarse siempre que lo necesitasen, pudiendo sentarse en las sillas dispuestas para tal fin a lo largo del pasillo y retomar la marcha si fuese

posible. El fisioterapeuta evaluador caminaba junto a los participantes que precisaban de supervisión para garantizar la seguridad. Se emplearon comandos verbales estandarizados para alentar a los participantes durante la prueba. Durante los minutos 1, 3 y 5 se animó: “¡Vas muy bien!” y/o “¡Sigue, buen trabajo!”. La prueba finalizaba una vez transcurridos 6 minutos.

**Seguridad:** En caso de que los participantes, previamente o durante el transcurso de la prueba, presentasen síntomas como, tensión arterial o frecuencia cardíaca elevada, dolor en el pecho, mareos, o disnea respiratoria, la prueba se daba concluida inmediatamente. Se colocaron sillas en las zonas laterales del pasillo a lo largo del recorrido para facilitaban el acceso al descanso o reposo en caso de que algún participante lo requiriese. Tras la realización de la prueba los participantes debían continuar caminando a un ritmo más moderado durante aproximadamente un minuto con el objetivo de “volver a la calma” de forma progresiva.

**Puntuación:** Se contabilizó el número total de metros recorridos por cada participante durante los seis minutos de duración de la prueba.



Figura 8. Ilustración de la prueba 6 Minuts Walking Test.

## Programa

El Otago Exercise Programme (OEP) es un programa de entrenamiento progresivo de la fuerza-resistencia muscular, el equilibrio y la capacidad aeróbica. EL OEP combina ejercicios globales de fortalecimiento muscular de los miembros inferiores, ejercicios para la mejora del equilibrio estático y dinámico y pequeñas caminatas orientadas al trabajo aeróbico y la función cardiovascular (Gardner et al., 2001).

Inicialmente el programa fue diseñado como método para la prevención de caídas en los adultos mayores por Campbell y Robertson en 1997 (Campbell et al., 1997). Posteriormente fue aplicado en su formato home-based incorporando un seguimiento por parte de un fisioterapeuta durante un periodo de seis meses que duró la intervención. Las directrices del programa OEP recomiendan realizarlo al menos tres veces por semana en días alternos, con una duración aproximada de 30 minutos por sesión. Además, se insta a los participantes a realizar pequeñas caminatas al término de cada una de ellas con una duración total de 30 minutos semanales entre los tres paseos.

Debido a su eficacia, el OEP se ha popularizado e implementado como método para prevenir las caídas en pacientes con patologías tales como alzhéimer (Suttanon et al., 2012; Hill et al., 2009), hemofilia (Hill et al., 2010) o demencia (Burton et al., 2015); y aplicado en la modalidad group-based en poblaciones con dificultad para mantener el equilibrio, (Asmidawati et al., 2014) o con caídas previas (Kyrdalen et al., 2014), y en la modalidad group-based, con apoyo audiovisual en población sana (Benavent-Caballer et al., 2015), entre otras.

En el presente estudio, se ha utilizado el OEP en su modalidad home-based para mejora de la capacidad funcional en pacientes sanos. Los ejercicios se estructuraron en 4 niveles progresivos de entrenamiento. Cada uno de los cuatro niveles corresponde a cada uno de los 4 meses de intervención. De manera que el primer mes corresponde con el primer nivel, el segundo mes con

el segundo nivel, el tercer mes con el tercer nivel y el cuarto mes con el cuarto nivel.

Cada una de las sesiones de entrenamiento se estructura en 4 fases: la primera fase correspondiente a los ejercicios de calentamiento, la segunda fase correspondiente a los ejercicios de fortalecimiento, la tercera fase correspondiente a los ejercicios de equilibrio y la cuarta fase correspondiente al ejercicio de deambulaci3n. Los ejercicios de la fase de calentamiento fueron iguales durante toda la intervenci3n y en todos los niveles. El ejercicio de la fase de deambulaci3n fue igual durante toda la intervenci3n y en todos los niveles. La deambulaci3n consisti3a en caminar 10 minutos al finalizar los ejercicios de equilibrio de cada nivel.

Los ejercicios de calentamiento, incluían 10 repeticiones de cada uno de los siguientes movimientos, realizados a una velocidad moderada:

- 1) Movimientos de rotaci3n de cuello, girando la cabeza hacia el lado derecho e izquierdo, de forma que se realizan cinco rotaciones a cada lado.



*Figura 9. Imagen extraída del OEP*

2) Movimientos de flexión y extensión de cuello, llevando el mentón al pecho y separándolo del mismo.



*Figura 10. Imagen extraída del OEP*

3) Suaves movimientos de extensión de espalda con las manos apoyadas sobre las caderas.



*Figura 11. Imagen extraída del OEP*

- 4) Movimientos de rotación derecha e izquierda del tronco, con las manos apoyadas sobre las caderas.

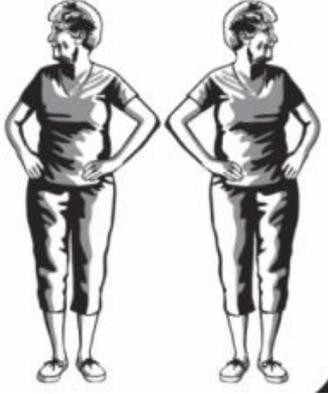


Figura 12. Imagen extraída del OEP

- 5) Movimientos de flexión y extensión de tobillo, en posición sentado sobre una silla.



Figura 13. Imagen extraída del OEP

## Primer nivel

En el primer nivel los **ejercicios de fortalecimiento** consistieron en 10 repeticiones con apoyo de los siguientes ejercicios:

- 1) Flexo-extensión de rodilla, en posición sentado.



Figura 14. Imagen extraída del OEP

- 2) Flexión de rodilla, en posición de pie.

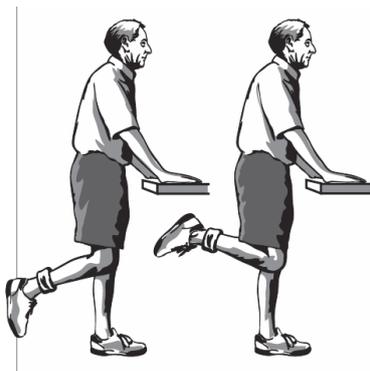


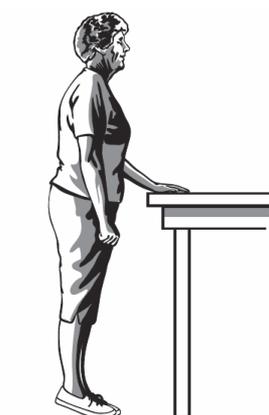
Figura 15. Imagen extraída del OEP

- 3) Abducción de cadera, en posición de pie.



*Figura 16. Imagen extraída del OEP*

- 4) Elevarse sobre las puntas de los pies.



*Figura 17. Imagen extraída del OEP*

- 5) Colocarse sobre los talones de los pies.



Figura 18. Imagen extraída del OEP

En el primer nivel los **ejercicios de equilibrio** consistieron en lo siguiente:

- 1) Flexo-extensión de rodilla, en posición de pie, 10 repeticiones con apoyo.



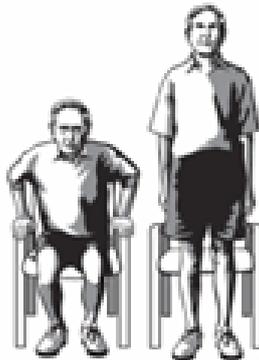
Figura 19. Imagen extraída del OEP

- 2) Mantener el equilibrio, en posición tándem, durante 10 segundos con apoyo.



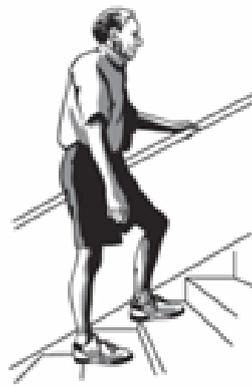
*Figura 20. Imagen extraída del OEP*

- 3) Sentarse y levantarse de una silla, 5 repeticiones con apoyo de las dos manos.



*Figura 21. Imagen extraída del OEP*

- 4) Subir y bajar dos pisos por las escaleras.



*Figura 22. Imagen extraída del OEP*

## Segundo nivel

En el segundo nivel los **ejercicios de fortalecimiento** consistieron en 10 repeticiones sin apoyo de los siguientes ejercicios:

- 1) Flexo-extensión de rodilla, en posición sentado.



Figura 23. Imagen extraída del OEP

- 2) Flexión de rodilla, en posición de pie.

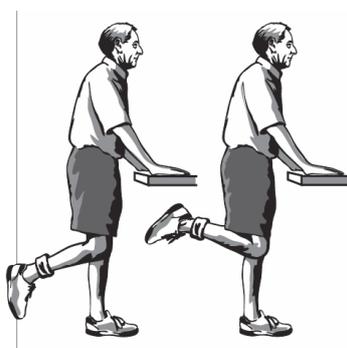


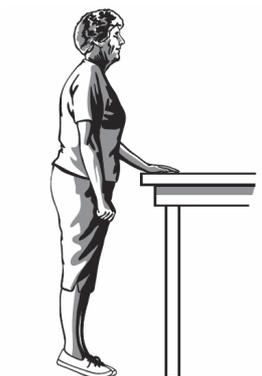
Figura 24. Imagen extraída del OEP

- 3) Abducción de cadera, en posición de pie.



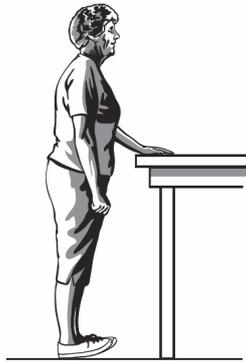
*Figura 25. Imagen extraída del OEP*

- 4) Elevarse sobre las puntas de los pies.



*Figura 26. Imagen extraída del OEP*

- 5) Colocarse sobre los talones de los pies.



*Figura 27. Imagen extraída del OEP*

En el segundo nivel los **ejercicios de equilibrio** consistieron en lo siguiente:

- 1) Flexo-extensión de rodilla, en posición de pie, 10 repeticiones sin apoyo.
- 2) Mantener el equilibrio, en posición tándem, durante 10 segundos, sin apoyo.
- 3) Sentarse y levantarse de una silla, 5 repeticiones con apoyo de las dos manos.
- 4) Subir y bajar dos pisos por las escaleras.
- 5) Marcha lateral, 10 pasos, 4 series, con apoyo.



Figura 28. Imagen extraída del OEP

- 6) Caminar 10 pasos hacia atrás, 4 series, con apoyo.

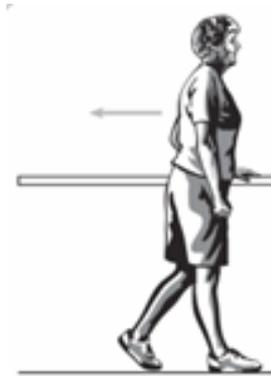


Figura 29. Imagen extraída del OEP

- 7) Caminar dibujando un “8”, 2 series, con apoyo.



Figura 30. Imagen extraída del OEP

- 8) Mantener el equilibrio en apoyo unipodal, durante 10 segundos, pudiendo ayudarse del apoyo de los brazos.



*Figura 31. Imagen extraída del OEP*

### Tercer nivel

En el tercer nivel los **ejercicios de fortalecimiento** consistieron en los siguientes ejercicios:

- 1) 10 Repeticiones de flexo-extensión de rodilla, en posición sentado, con un lastre.
- 2) 10 Repeticiones de flexión de rodilla, en posición de pie, con un lastre y con apoyo.
- 3) 10 repeticiones de abducción de cadera, en posición de pie, con un lastre y con apoyo.
- 4) 20 repeticiones con apoyo de elevarse sobre las puntas de los pies.
- 5) 20 repeticiones con apoyo de colocarse sobre los talones de los pies.

En el tercer nivel los **ejercicios de equilibrio** consistieron en lo siguiente:

- 1) Flexo-extensión de rodilla, en posición de pie, 20 repeticiones sin apoyo.
- 2) Marcha en tándem, 20 pasos, con apoyo.
- 3) Marcha lateral, 10 pasos, 4 series, sin apoyo.
- 4) Sentarse y levantarse de una silla, 10 repeticiones sin apoyo de las manos o 20 repeticiones con apoyo de una mano.
- 5) Subir y bajar dos o tres pisos por las escaleras.
- 6) Marcha sobre las puntillas, 10 pasos, 4 series, con apoyo.

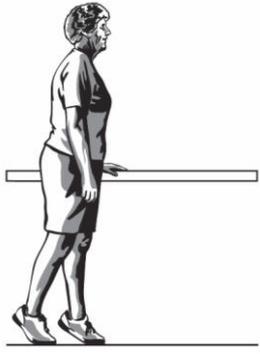


Figura 32. Imagen extraída del OEP

- 7) Marcha sobre los talones, 10 pasos, 4 series, con apoyo.

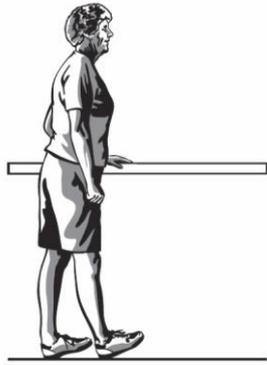


Figura 33. Imagen extraída del OEP

- 8) Caminar dibujando un "8", 2 series, sin apoyo.
- 9) Mantener el equilibrio en apoyo unipodal, durante 10 segundos, sin ayudarse del apoyo de los brazos.

## Cuarto nivel

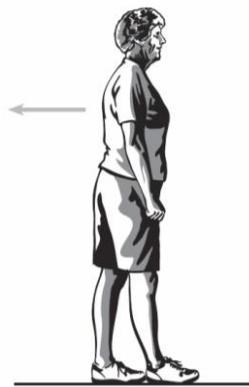
En el cuarto nivel los **ejercicios de fortalecimiento** consistieron en los siguientes ejercicios:

- 1) 20 Repeticiones series de flexo-extensión de rodilla, en posición sentado, con un lastre.
- 2) 20 Repeticiones de flexión de rodilla, en posición de pie, con un lastre y sin apoyo.
- 3) 20 repeticiones de abducción de cadera, en posición de pie, con un lastre y sin apoyo.
- 4) 20 repeticiones sin apoyo de elevarse sobre las puntas de los pies.
- 5) 20 repeticiones sin apoyo de colocarse sobre los talones de los pies.

En el cuarto nivel los **ejercicios de equilibrio** consistieron en lo siguiente:

- 1) Flexo-extensión de rodilla, en posición de pie, 30 repeticiones, sin apoyo.
- 2) Caminar 10 pasos hacia atrás, 4 series, con apoyo.
- 3) Marcha en tándem, 20 pasos, sin apoyo.
- 4) Sentarse y levantarse de una silla, 20 repeticiones sin apoyo de las manos.
- 5) Subir y bajar dos o tres pisos por las escaleras.
- 6) Marcha sobre las puntillas, 10 pasos, 4 series, con apoyo.

- 7) Marcha sobre los talones, 10 pasos, 4 series, con apoyo.
- 8) Marcha atrás en tándem, 20 pasos, sin apoyo.



*Figura 34. Imagen extraída del OEP*

- 9) Mantener el equilibrio en apoyo unipodal, durante 30 segundos, sin ayudarse del apoyo de los brazos.

Los detalles del programa de ejercicios han sido publicados por la Universidad de Otago ([Otago Medical School, 2003](#)).

## **Directrices y familiarización**

En una fase previa a la puesta en marcha de la primera sesión del programa, se desarrollaron en los propios CMAPM una o varias sesiones de familiarización en grupo. Estas sesiones tenían como fin conseguir la total o máxima comprensión posible por parte de cada uno de los participantes sobre las directrices del programa, intentando resolver aquellas dudas o cuestiones de conflicto que pudiesen surgir durante la realización del mismo. Para lograr este objetivo se convocó a los participantes del grupo intervención de cada CMAPM a una reunión donde se explicaron con detalle los pasos de la investigación, el programa de ejercicios y se llevaron a cabo sesiones demostrativas sobre cómo realizar correctamente el programa.

Cada participante recibió un dossier que incluía: un libro ilustrado con las imágenes y descripciones de los ejercicios, una “guía rápida” que incluía la información básica de los ejercicios específicos de cada nivel concreto (para evitar tener que recurrir al libro de forma constante), una plantilla de registro donde apuntar el día y la hora de la consecución de cada sesión (tratando así de generar una motivación extra de adherencia al programa) y un lastre de 1kg de peso, necesario para la realización de algunos de los ejercicios de los niveles más avanzados.

## **Seguimiento y adherencia**

Una vez por semana se llevó a cabo un control telefónico de cada sujeto perteneciente al grupo intervención, para valorar la integración en el estudio, resolver dudas y proporcionar el apoyo necesario para la consecución del objetivo. En caso de que el contacto telefónico no fuese suficiente, el participante podía concertar una nueva sesión de familiarización con el fisioterapeuta en el CMAPM. Del mismo modo, al inicio de cada nuevo nivel, cada participante podía solicitar una sesión de familiarización, enfocada a los nuevos ejercicios. No se realizaron visitas físicas a los domicilios de los participantes.

Concluido el periodo de intervención, los participantes de ambos grupos regresaron para realizar las mismas pruebas que habían completado cuatro meses antes. Los sujetos del grupo intervención entregaron la plantilla de registro cumplimentada y los lastres. Tanto las llamadas telefónicas como la plantilla de registro de las sesiones realizadas se utilizaron para calcular la adherencia al programa. El cálculo de la adherencia se realizó en base al tanto por ciento de sesiones totales completadas durante los cuatro meses de programa; con un total de 56 sesiones posibles (100% de adherencia) los criterios de evaluación se establecieron de la siguiente manera:

- **Muy baja o nula:** menos del 25% de sesiones completadas. Realizan menos de 1 sesión semanal.
- **Baja:** entre el 25 y el 50% de sesiones completadas. Realizan entre 1 y 2 sesiones semanales.
- **Media:** entre el 50 y el 75% de sesiones completadas. Realizan entre 2 y 3 sesiones semanales.
- **Alta:** entre el 75 y el 100% de sesiones completadas. Realizan 3 o más sesiones semanales.

Se regaló a cada participante el libro de ejercicios y la guía rápida para que pudiesen continuar con el protocolo libremente.

Finalizados los registros, por motivos de “igualdad de oportunidades” y ética profesional e investigadora, se ofreció la posibilidad a todos los participantes del grupo control de realizar el mismo programa y se les entregó toda la información, documentación y material necesario para ello.

## **Análisis de datos**

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se estableció la distribución normal entre grupos tras el registro pre en las variables nominales (edad, peso, altura), mientras que la prueba Chi-cuadrado fue utilizada para las variables categóricas (género). El cálculo del tamaño muestral fue llevado a cabo por un investigador externo, ciego a la investigación, en base a los posibles cambios en la variable TUG. El cálculo fue estimado en función de la reducción del tiempo empleado para completar la prueba en 1,5 segundos, reducción que se consideró como significativa. Con una potencia estadística del 80% y un error alpha de 0,05, se consideró que eran necesarios al menos 33 participantes en cada uno de los dos grupos.

Todos los análisis estadísticos, realizados una vez finalizada la intervención y los registros post, se llevaron a cabo con intención de tratar. Para comparar la correcta aleatorización de la muestra de estudio en los dos grupos, se realizaron pruebas T-student (variables nominales) y Chi-cuadrado (variables categóricas).

El método estadístico utilizado para calcular las diferencias inter-grupo e intra-grupo ha sido un ANOVA de dos factores (grupo x tiempo) con medidas repetidas en un factor (tiempo). Se ha explorado si las variables dependientes cumplían los supuestos de normalidad de la muestra (prueba de Kolmogórov-Smirnov, Asimetría y Curtosis), la homogeneidad de las varianzas (prueba de Levene) y la igualdad de las matrices de covarianzas (estadístico de Box). En caso de que se haya cumplido la homogeneidad de varianzas, la prueba post-hoc empleada ha sido el test de Tukey, y en caso contrario se ha utilizado la prueba de Games-Howel. Para evitar una inflación del error tipo I al realizarse varios análisis sobre una misma muestra se ha aplicado una corrección de Bonferroni. Los resultados de estos análisis están expresados como media y desviación estándar (DE). Finalmente, todos los análisis estadísticos fueron realizados empleando el software SPSS 17.0 para Windows (SPSS INC.,

Chicago, IL, USA) y se consideraron valores estadísticamente significativos aquellos inferiores o iguales a  $P < 0,05$ .



# RESULTADOS



## **Características de la muestra**

Los participantes de este estudio controlado aleatorizado fueron registrados entre enero de 2014 y julio de 2015. Un total de 82 posibles participantes se presentaron voluntarios, de los cuales 75 de ellos superaron los criterios de inclusión y 7 de ellos cumplían uno o varios de los criterios para ser excluidos. Concretamente, 2 de ellos no superaron los 60 puntos en el índice de Barthel, otros 2 presentaban alteraciones traumatológicas graves y 3 estaban fuera del rango de edad establecido.

Los restantes 75 participantes fueron aleatorizados, 38 al grupo intervención (GI) y 37 al grupo control (GC) (Figura 35). De los 38 participantes del GI, 2 abandonaron el programa por dolor o prescripción médica, (1 por dolor y otro fue intervenido quirúrgicamente), 1 por voluntad propia y 1 por problemas personales.

De los 37 participantes del GC, 1 abandonó el programa por enfermedad, 1 por voluntad propia y 2 por problemas personales.

La media de edad de la muestra una vez aplicados los criterios de inclusión/exclusión fue de  $71.8 \pm 5.7$  años y un 93.3% eran mujeres. (Figura 2). Todos los participantes superaron la puntuación de 90 puntos en el índice de Barthel, presentando una independencia alta en las actividades de la vida diaria.

### CONSORT 2010 Flow Diagram

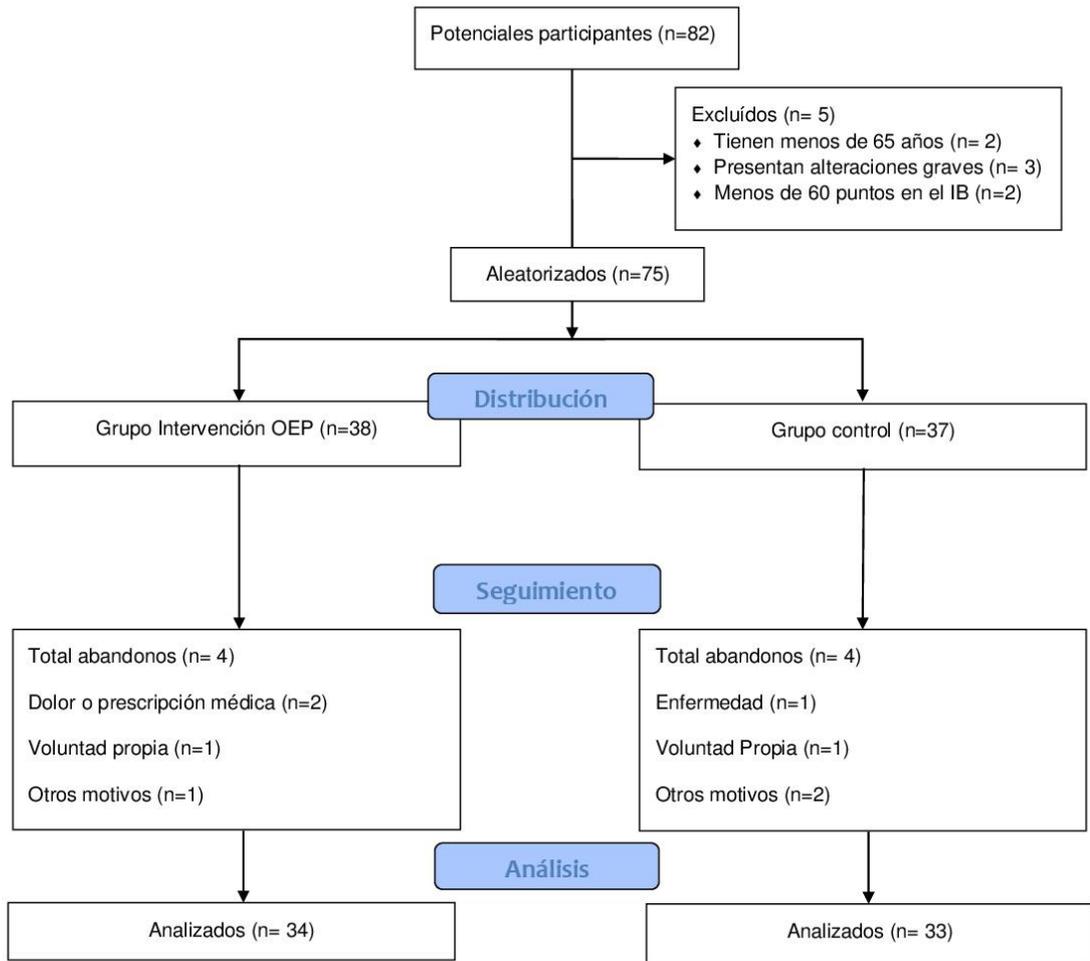


Figura 35. Diagrama de flujo

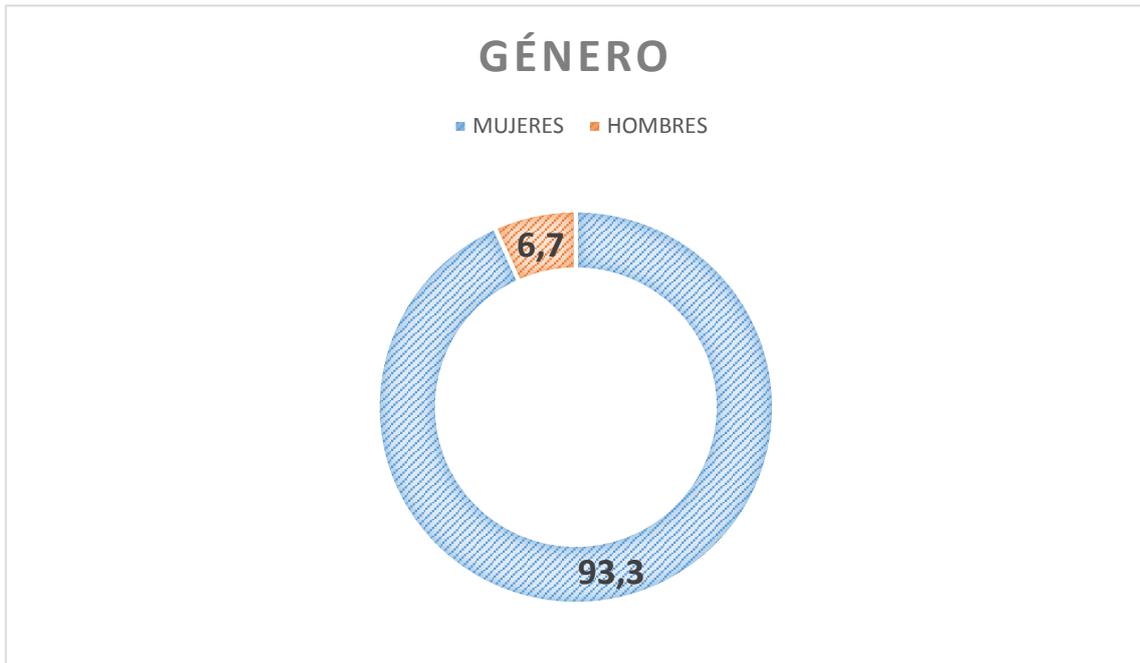


Figura 36. Representación según el género de los participantes.

## Adherencia

Un total de 14/38 participantes cumplieron el más del 75% de las sesiones del programa, 8/38 cumplieron entre el 50 y el 75% del programa, 6/38 participantes se situaron entre el 25 y el 50% de sesiones completadas y 10/38 participantes cumplieron menos del 25% o no cumplieron el programa. Es decir, un 37% de los participantes tuvo alta adherencia al programa, un 21% adherencia media, un 16% adherencia baja y un 26% tuvo una muy baja o nula adherencia al programa (Figura 36). Si lo dividimos en dos grupos, un 58% de los participantes realizó el programa, al menos, dos veces por semana, mientras que un 42% realizó menos de dos sesiones semanales.

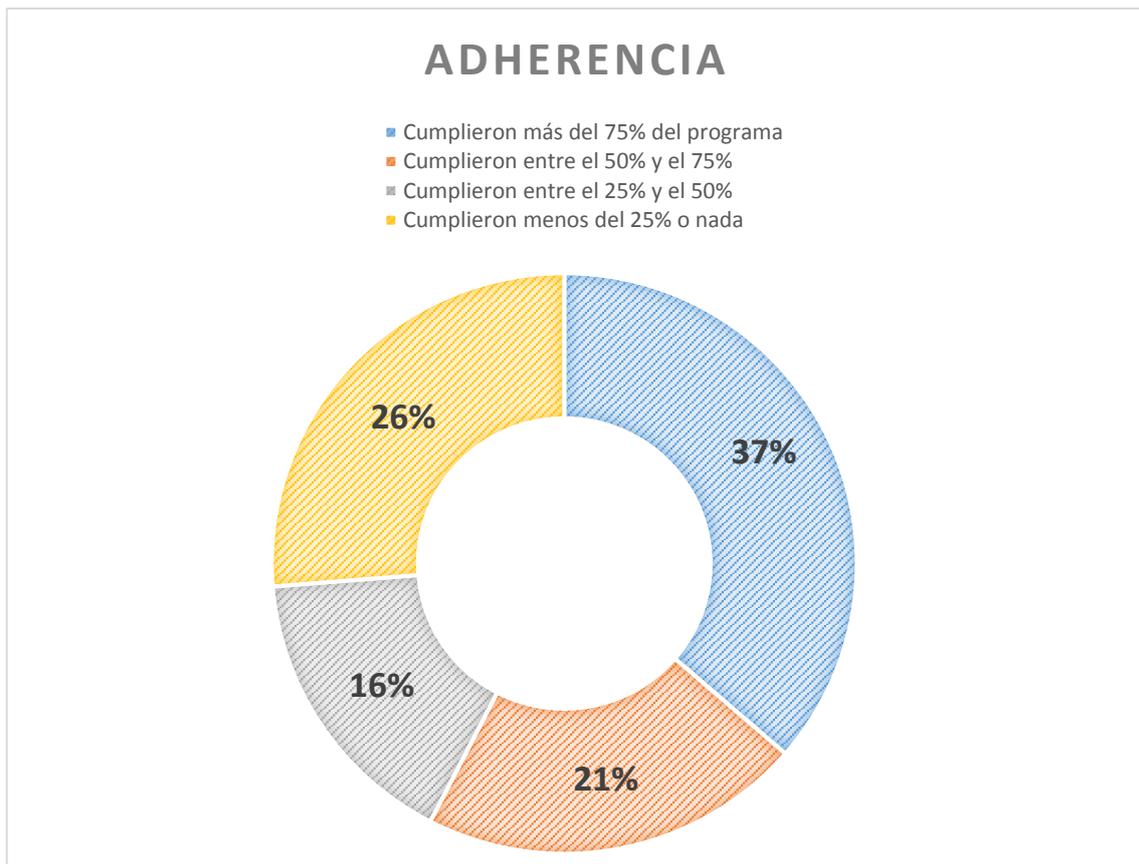


Figura 37. Representación del cumplimiento del programa.

## **Efectos de la intervención**

### **Timed “Up and Go” Test**

Las medias y las desviaciones estándar de la movilidad funcional (TUG) previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

**TABLA 1. Resultados del ANOVA de dos factores (grupo x tiempo)**

Variable	Grupo	Media pre	Media post	Post Hoc Análisis*		Efectos principales (grupo x tiempo) P-valor	Tamaño del efecto		
				Entre grupos (post) Diferencia de media (95% IC)	Intra grupos (IG) Diferencia de media (95% IC)				
TUG	GI	8.5±1.4	7.2±1.8	-1.3(-2.4 a -0.2)	0.018	1.2(-1.6 a -0.8)	<0.001	0.001	0.415
	GC	7.8±2.1	8.6±2.8						
BBS	GI	53±3.6	53.8±3.6	0.3(-1,5 a 2)	0.8	0.9(2 a 1.5)	0.012	0.008	0.096
	GC	54.1±3.4	53.6±4						
SPPB (Total)	GI	10.6±2.1	11.1±2.1	0.4(-0.5 a 1.2)	0.4	0.9(0.2 a 0.8)	0.001	0.020	0.074
	GC	10.7±1.7	10.7±1.7						
SPPB (GST)	GI	4.2±1.3	3.9±1.3	0.1(-0.5 a 0.7)	0.7	-0.3(-0.5 a -0.1)	0.009	0.621	0.004
	GC	4.0±1.0	3.8±0.9						
SPPB (STS-5)	GI	11.0±2.9	9.2±2.2	-2.5(-3.8 a 1.2)	<0.001	-1.8(-2.5 a -1.5)	<0.001	0.008	0.098
	GC	12.2±3.2	11.6±3.1						
OLST	GI	16.4±15.7	24.9±20.6	10.6(2.3 a 18.8)	0.013	8.5(3.6 a 13.5)	<0.001	0.005	0.112
	GC	15.7±13.6	14.3±13						
Dinamometría	GI	16.6±8.4	16.5±8.6	1.8(-1.8 a 5.4)	0.324	-0.73(-1.2 a 1)	0.898	0.778	0.001
	GC	15±7.3	14.7±6.4						
6MWT	GI	384±79	403±76	34(-8 a 77)	0.113	19(-4 a 41)	0.105	0.007	0.107
	GC	396±65	368±98						

Tabla 1. Resultados del Anova de dos factores (grupo x tiempo) \*TUG (Timed Up and Go Test) \*BBS 96 (Berg Balance Scale) \*SPPB (Short Physical Performance Battery) \*GST (Gait Speed Test) \*STS-5 (Repeat Seat Stand Test) \*OLST (One Leg Stand Test) \*6MWT (Six Minuts Walking Test) \*GC (Grupo Control) \*GI (Grupo Intervención)

Los resultados del ANOVA de los efectos principales mostraron significación estadística en la interacción grupo x tiempo. Las pruebas post-hoc mostraron diferencias significativas entre grupos tras la intervención, con mejores resultados para el grupo de intervención, que realizó la prueba en menor tiempo (Figura 38). Asimismo, la comparación intra-grupo también reveló una mejora significativa en el grupo de intervención.

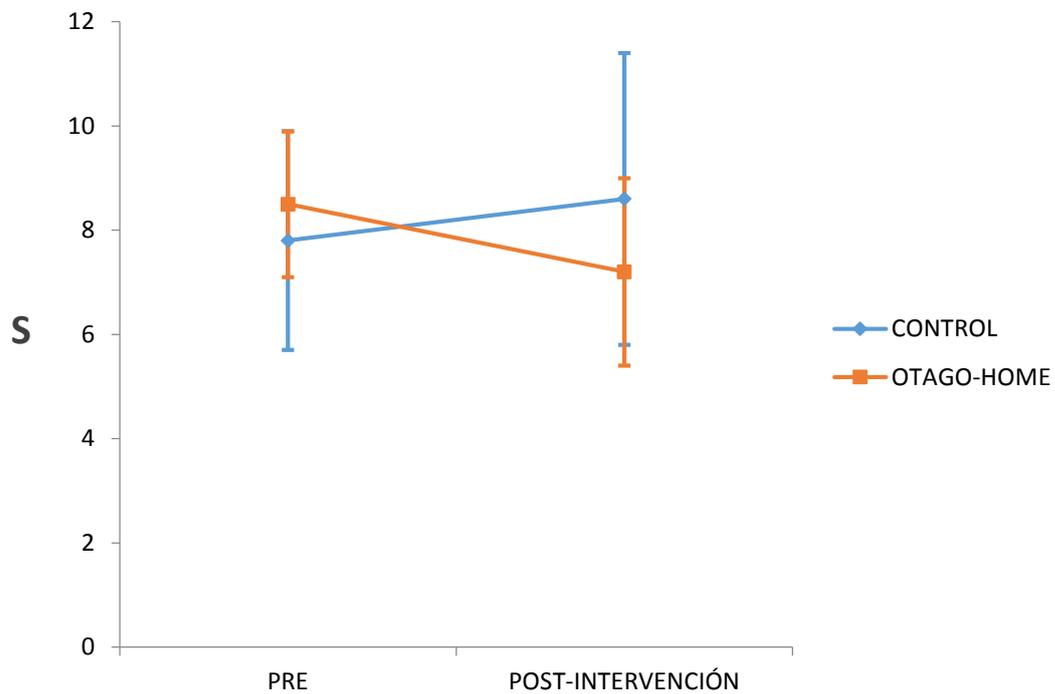


Figura 38. Representación de los valores de la prueba Timed Up and Go.

## Repeated Chair Stand Test

Las medias y las desviaciones estándar de la fuerza de los miembros inferiores medidas mediante la prueba Repeated Chair Stand Test (STS-5) incluida dentro de la batería Short Physical Performance Battery (SPPB) previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

Los resultados del ANOVA de los efectos principales mostraron significación estadística en la interacción grupo x tiempo. Las pruebas post-hoc mostraron diferencias significativas entre grupos tras la intervención, con mejores resultados para el grupo de intervención, que realizó la prueba en menor tiempo (Figura 39). Asimismo, la comparación intra-grupo también reveló una mejora significativa en el grupo de intervención.

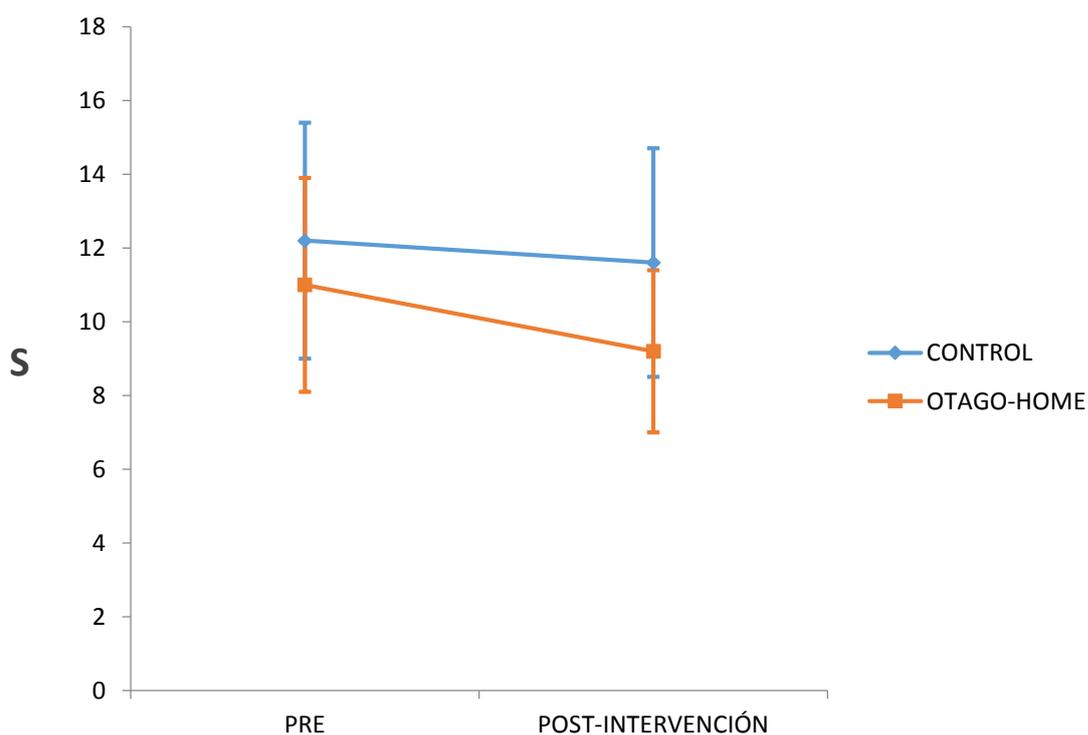


Figura 39. Representación de los valores de la prueba Repeated Chair Stand Test.

## One-Leg Stand Test

Las medias y las desviaciones estándar del equilibrio en apoyo unipodal (OLST) previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

Los resultados del ANOVA de los efectos principales mostraron significación estadística en la interacción grupo x tiempo. Las pruebas post-hoc mostraron diferencias significativas entre grupos tras la intervención, con mejores resultados para el grupo de intervención, que mejoró el tiempo de la prueba (Figura 40). Asimismo, la comparación intra-grupo también reveló una mejora significativa en el grupo de intervención.

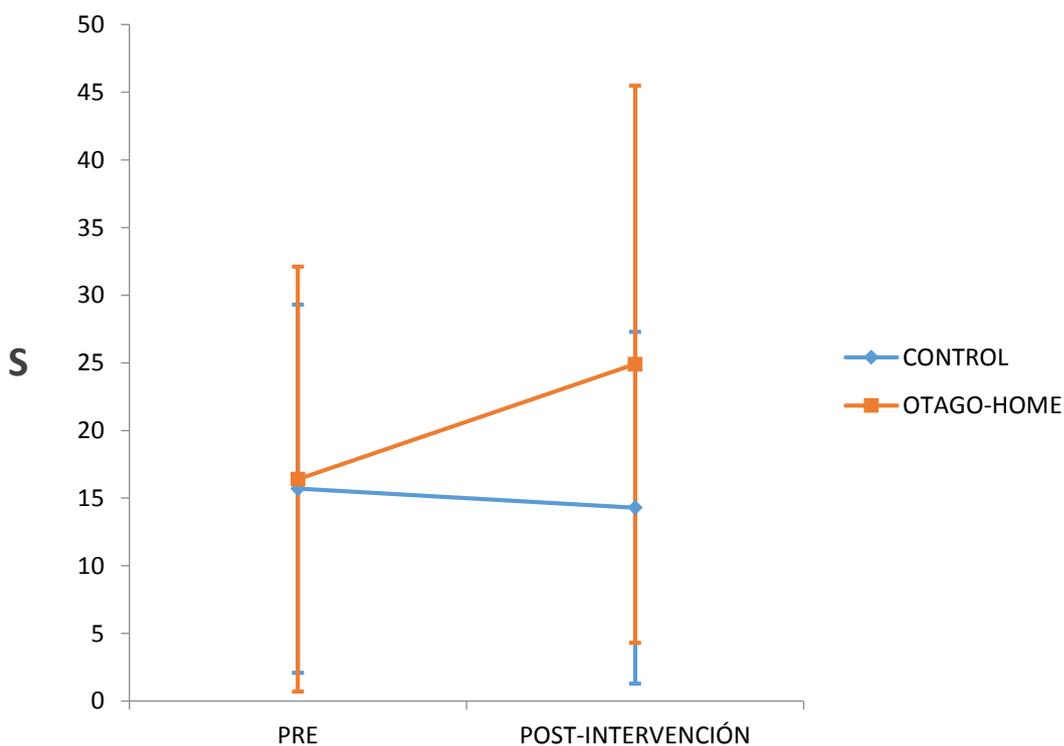


Figura 40. Representación de los valores de la prueba One Leg Stand Test.

## Berg Balance Scale

Las medias y las desviaciones estándar del equilibrio en la prueba BBS previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

El ANOVA de los efectos principales reveló cambios significativos en la interacción grupo x tiempo. Sin embargo, la comparación entre grupos no mostró diferencias al finalizar la intervención (Figura 41).

El análisis de la comparación intra-grupo sí que mostró una mejora significativa en el grupo de intervención.

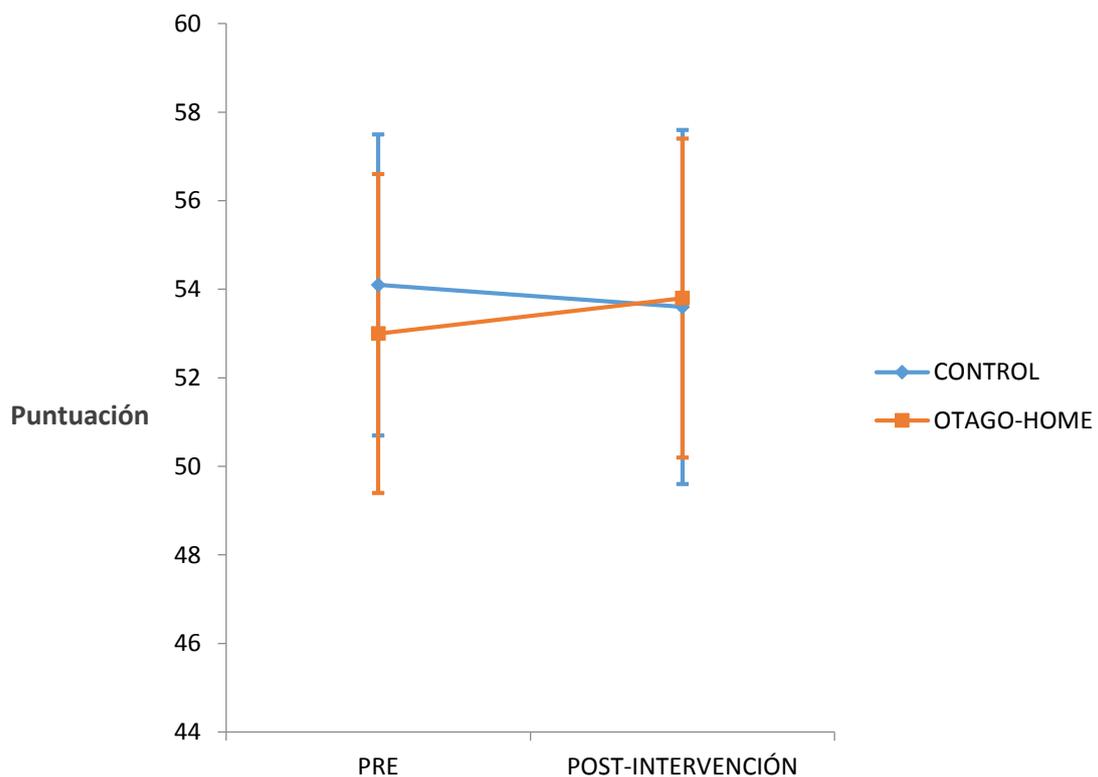


Figura 41. Representación de los valores de la prueba Berg Balance Scale y el efecto techo.

## Short Physical Performance Battery

Las medias y las desviaciones estándar de la capacidad funcional en la prueba SPPB previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

El ANOVA de los efectos principales reveló cambios significativos en la interacción grupo x tiempo. Sin embargo, la comparación entre grupos no mostró diferencias al finalizar la intervención (Figura 42).

El análisis de la comparación intra-grupo sí que mostró una mejora significativa en el grupo de intervención.

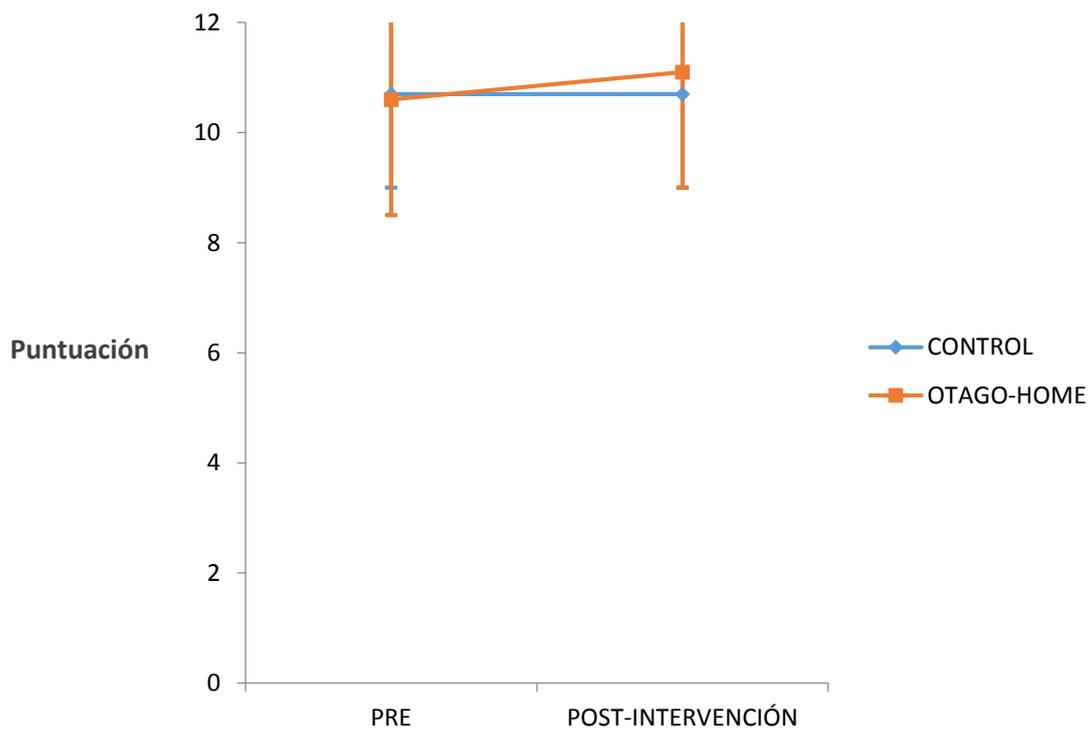


Figura 42. Representación de los valores de la prueba SPPB total y el efecto techo.

## Gait Speed Test

Las medias y las desviaciones estándar de la resistencia en la prueba GST (SPPB) previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

El ANOVA de los efectos principales no mostró significación estadística para la interacción grupo por tiempo.. Las pruebas post-hoc no mostraron diferencias entre grupos al finalizar la intervención (Figura 43).

El análisis de datos intra-grupo sí que mostró mejoras significativas en el grupo de intervención.

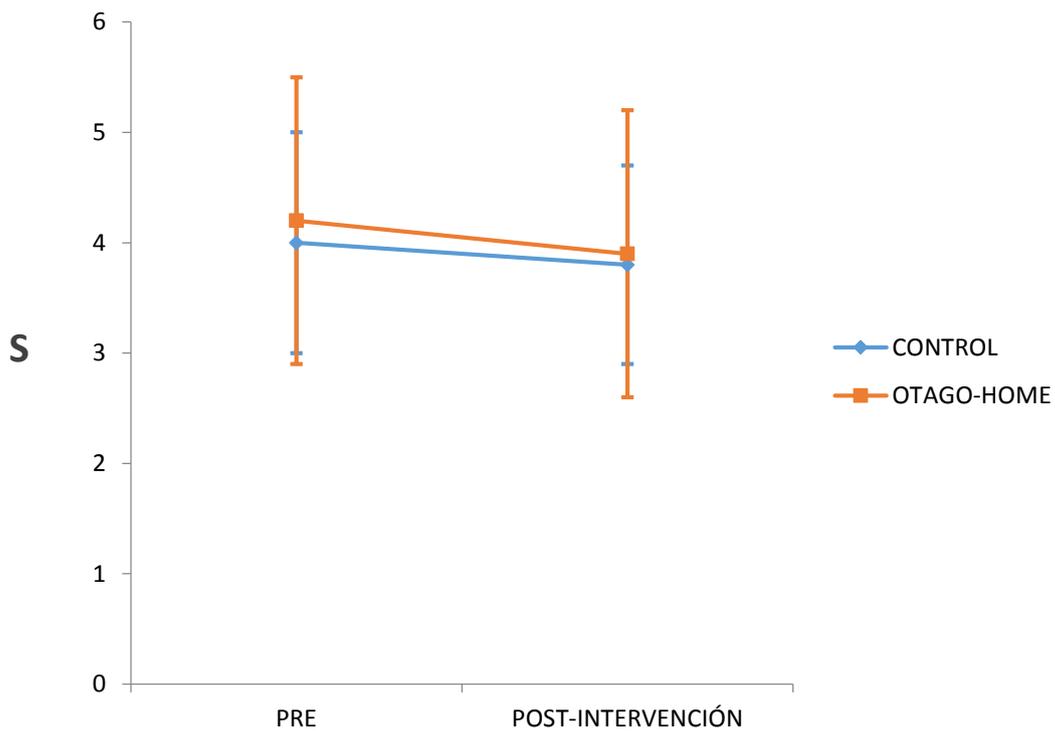


Figura 43. Representación de los valores de la prueba Gait Speed Test.

## Fuerza de Agarre

Las medias y las desviaciones estándar de la Fuerza de Agarre en la prueba de la dinamometría, previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

El ANOVA de los efectos principales no mostró significación estadística en la interacción grupo por tiempo. Asimismo, los resultados de las comparaciones inter e intra-grupo tampoco mostraron diferencias significativas.

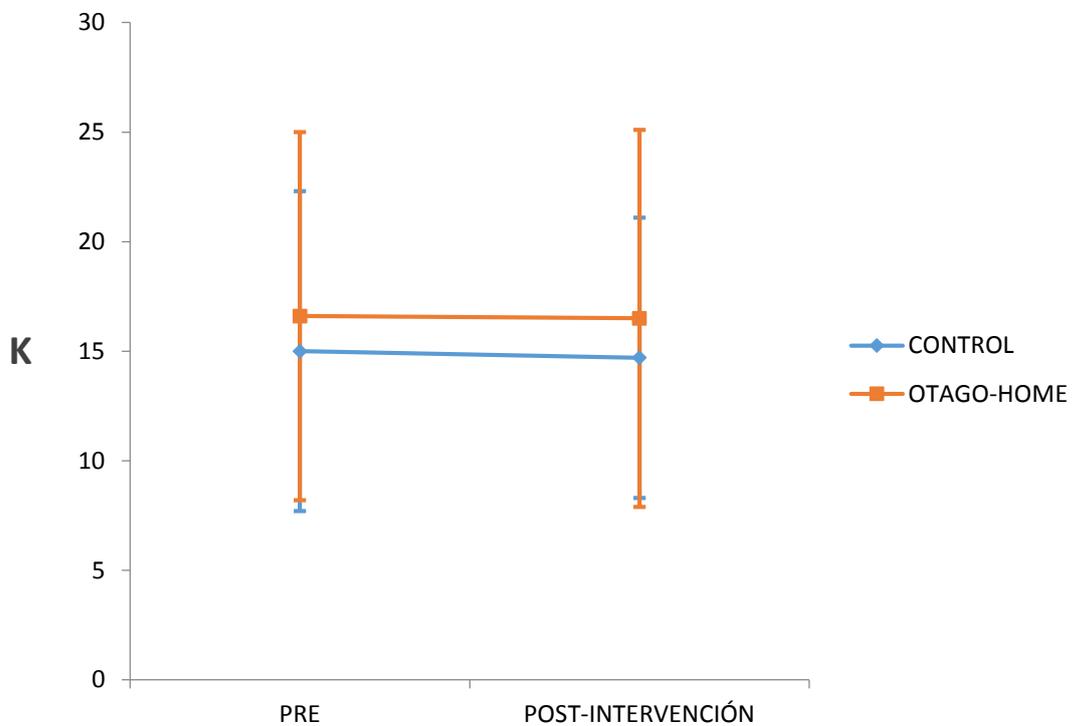


Figura 44. Representación de los valores de la prueba Dinamometría.

## 6-minute Walk Test

Las medias y las desviaciones estándar de la capacidad aeróbica en la prueba del 6 Minutos Marcha, previas y posteriores al programa para los 75 participantes se muestran en la tabla 1.

El análisis estadístico no mostró diferencias inter e intra-grupo.

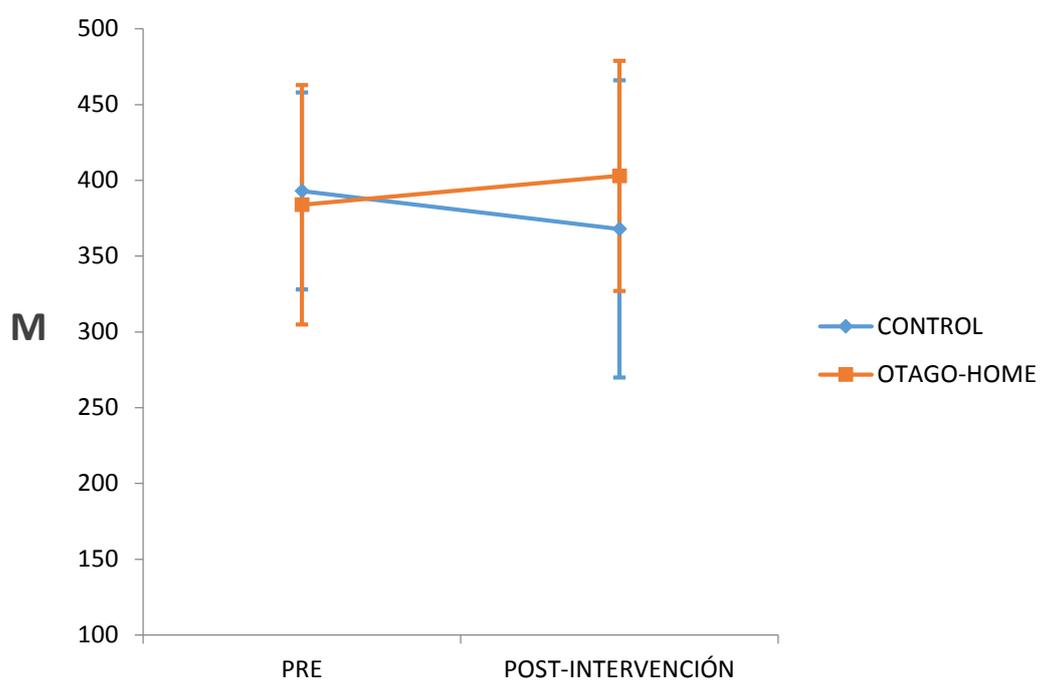


Figura 45. Representación de los valores de la prueba 6 Minuts Walking Test.

# DISCUSIÓN



En el OEP podemos diferenciar 3 bloques de ejercicios: equilibrio, fortalecimiento de la musculatura de MMII y resistencia aeróbica a través de la marcha. En línea con nuestra hipótesis, tras 16 semanas de intervención, hemos encontrado mejoras significativas en las pruebas de movilidad (TUG), equilibrio (OLST) y fuerza de miembros inferiores mediante la prueba STS-5 incluida en la batería SPPB. Además, los resultados de la comparación intra-grupo han mostrado mejorías significativas para todas las variables (TUG, OLST, STS-5, GST y SPPB total), con la excepción de 6MWT y la dinamometría de mano. Respecto a la adherencia al programa, el 37% de los participantes tuvieron una alta participación y un 58% cumplió más del 50% del programa. Estos resultados demuestran que es posible mejorar la capacidad funcional de los adultos mayores con un programa de corta duración y mínima supervisión.

Estudios previos han demostrado la ausencia de cambios significativos en sus evaluaciones respecto a la evaluación de la movilidad mediante la prueba TUG. Liu-Ambrose et al., tras realizar un estudio basado en 6 meses de entrenamiento con el OEP, no encontraron diferencias significativas en la prueba TUG de un grupo de adultos mayores de 70 años que presentaba al menos una caída previa, comparándolo con un grupo control ([Liu-Ambrose et al., 2008](#)). Puede que estas diferencias sean debidas a la mayor adherencia reportada en nuestro programa. Mientras que en el estudio de Liu-Ambrose et al., el porcentaje de participantes que cumplieron tres o más sesiones semanales fue del 25%, en nuestro caso fue del 37%. Y a pesar de que en el estudio de Liu-Ambrose et al., se redujo la media de tiempo en realizar la prueba en 0,6 segundos, esta reducción no fue suficiente para obtener un resultado significativo. La adherencia, por tanto, podría explicar las diferencias encontradas.

Otro estudio llevado a cabo por Suttanon et al., tampoco halló cambios significativos en la prueba TUG tras 6 meses de entrenamiento domiciliario individualizado, frente a un grupo control en pacientes con alzhéimer ([Suttanon et al., 2013](#)). En este caso, el hecho de realizar la investigación en pacientes con una enfermedad previa pudo haber condicionado sus resultados. Así, el protocolo aplicado en pacientes sanos, a diferencia de un protocolo aplicado

sobre una población patológica con deterioro cognitivo (alzhéimer), puede funcionar de forma más eficaz como medida preventiva frente al deterioro funcional.

De igual manera, Williams et al., tampoco detectaron cambios significativos en la evaluación de la movilidad con la prueba TUG tras aplicar durante 2 meses el OEP personalizado para un grupo de personas con osteoartritis o artritis reumatoide (Williams et al., 2010). Aquí, es plausible pensar que 8 semanas de intervención pudieron no haber sido suficientes para producir un cambio significativo. De nuevo nos encontramos ante el ejemplo de sujetos de estudio con una enfermedad previa, lo cual también puede determinar que un periodo de dos meses no sea suficiente para producir adaptaciones que mejoren significativamente la movilidad de sujetos de avanzada edad con deterioro articular en los miembros inferiores.

De igual modo, en otra investigación llevada cabo por Binns y Taylor, no se reportaron cambios significativos en la movilidad medida mediante el TUG, tras un periodo de 6 meses de entrenamiento con el OEP (Binns y Taylor, 2011). Este dato nos plantea una reflexión sobre las causas de tales diferencias. En primer lugar, esta intervención se llevó a cabo en una población con un rango de edad elevado (mayores de 70 años) y que presentaban caídas previas. En segundo lugar, una de las principales limitaciones del estudio realizado por Binns y Taylor fue no haber registrado el grado de adherencia al programa ni el tiempo de ejercicio realizado por sesión. Sabemos que la adherencia es un factor determinante en intervenciones con programas de ejercicio. En nuestro caso un 58% de los participantes completaron al menos la mitad de las sesiones programadas. Asimismo, el bajo número de sujetos que participaron en dicho estudio (n=37) podría también explicar los diferentes resultados encontrados.

A pesar de esto, nuestros resultados sí coinciden con los datos obtenidos por otros investigadores en estudios similares. Por ejemplo, un reciente estudio realizado por Benavent-Caballer et al., obtuvo mejoras significativas en la prueba TUG para la evaluación de la movilidad, durante el mismo periodo de

entrenamiento, si bien su metodología fue basada en ejercicio en grupo y con apoyo audiovisual (Benavent-Caballer et al., 2015). Este dato refuerza nuestro resultado ya que la muestra del estudio de Benavent-Caballer, al igual que la nuestra, también fueron personas mayores sanas y residentes en la comunidad.

Otros autores como Kyrдалen et al., también encontraron cambios significativos en la prueba TUG tras la aplicación de un programa OEP realizado en grupo y el OEP domiciliario en un periodo de tan solo 12 semanas de entrenamiento (Kyrдалen et al., 2014). En este estudio cabe destacar que los participantes que se incluyeron presentaban un alto riesgo de sufrir caídas. Dos de los requisitos fundamentales fueron que hubiesen sufrido alguna caída en el año previo o que tuviesen problemas de equilibrio. La media del registro inicial para la prueba TUG en el grupo de ejercicio en casa fue de 18,3 segundos, mientras que el nuestro fue de 8,5 segundos. Esta clara diferencia podría explicar sus resultados en un periodo de tiempo más corto, de tres meses. Es plausible pensar que participantes con niveles iniciales más bajos puedan obtener mayores ganancias en menor tiempo.

Por otra parte, en referencia a la evaluación de la fuerza de miembros inferiores, previamente Suttanon et al., no encontraron cambios significativos en la prueba STS-5 tras 6 meses de aplicación del OEP (Suttanon et al., 2013). Su investigación fue realizada en pacientes con alzhéimer y esto podría haber condicionado sus resultados. Sin embargo, nosotros sí encontramos mejoras significativas, que además coinciden con las reportadas por otros autores. En 1997 Campbell et al., obtuvieron resultados significativos tras aplicar el OEP domiciliario durante un periodo de un año en pacientes sanos (Campbell et al., 1997). En otra investigación más reciente realizada por Yang et al., en pacientes con disfunción leve del equilibrio, también encontraron cambios significativos en un periodo de 6 meses de intervención (Yang et al., 2012). Más recientemente, Benavent-Caballer et al., también obtuvieron mejoras significativas en la fuerza de MMII medida mediante la prueba STS-5 tras un periodo de 4 meses de aplicación del OEP con apoyo audiovisual (Benavent-Caballer et al., 2015). Todos estos datos se encuentran en concordancia con nuestros resultados y

sugieren que este programa es efectivo para mejorar la fuerza de los miembros inferiores en esta población.

Respecto a la evaluación del equilibrio con apoyo unipodal, diferentes autores han concluido sus investigaciones aportando la idea de que el OLST es una medida clínica de equilibrio práctica y viable para los adultos mayores residentes en la comunidad ([Giorgetti et al.,1998](#)) y una buena prueba para la predicción de caídas ([Vellas et al.,1997](#)). A su vez, otros estudios han tratado de determinar cuál es el mínimo cambio clínico detectable (MDC) para esta prueba. Mientras que Maribo et al., determinaron que se requerían 6,88s para detectar el MDC en pacientes con dolor lumbar ([Maribo et al., 2009](#)), Goldberg et al., observaron que era necesario superar los 24,1 segundos para poder considerar un cambio real en personas mayores residentes en la comunidad ([Goldberg et al., 2011](#)). Sin embargo, la investigación de Golberg concluyó que, la baja fiabilidad absoluta del OLST, que presentaba un elevado error de medición (40,8%) y un alto valor porcentual (113,1%), indica que es poco probable que sea sensible para detectar el MDC en los estudios de investigación clínica.

En nuestro caso, además de conseguir un resultado estadísticamente significativo, hemos obtenido una diferencia media de 10,6 segundos frente al GC. Estos resultados se encuentran notablemente por encima del MDC propuesto por Maribo et al., y, además, continúan en la línea marcada por la investigación de Benavent-Caballer et al., en 2015, que mostró una mejora de 23,5 segundos en un mismo periodo de intervención de 16 semanas ([Benavent-Caballer et al., 2015](#)).

Si profundizamos en este aspecto, podemos observar que entre nuestra intervención y la de Benavent-Caballer et al., ha habido una diferencia de 12,9 segundos en el resultado, lo que probablemente sea debido a la modalidad de programa. Mientras que en este estudio hemos utilizado la modalidad domiciliaria, el estudio de Benavent-Caballer et al., se realizó en modalidad grupal, y además fue apoyado con un vídeo que proyectaba los ejercicios.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el OEP puede ser un programa efectivo para mejorar el equilibrio en apoyo unipodal, en personas mayores sanas, residentes la comunidad.

Por otro lado, nuestra investigación no ha obtenido mejorías significativas en las pruebas de la BBS, SPPB, GST, dinamometría de mano y 6MWT, correspondientes a la evaluación del equilibrio dinámico, la movilidad, la capacidad funcional, la fuerza de agarre y la capacidad de la marcha, respectivamente.

Los efectos positivos del OEP sobre el control del equilibrio y la prevención de caídas están bien documentados ([Kyrдалen et al., 2014](#); [Kovács et al., 2012](#); [Campbell et al., 1999](#)), y se han encontrado resultados significativos en periodos de corta duración. Por ejemplo, un novedoso estudio comparativo entre el OEP y OEP mediante el uso de realidad aumentada en sujetos sanos demostró mejorar el equilibrio con resultados significativos en ambos grupos basándose en una intervención de corta duración ([Yoo et al., 2013](#)). A pesar de esto, nuestros resultados en la prueba BBS no han sido significativos. Una posible explicación se puede atribuir al llamado efecto techo. Los datos de nuestra puntuación media, obtenidos previos a la intervención fueron de  $53 \pm 3,6/56$  puntos para el GI y  $54,1 \pm 3,4/56$  puntos para el GC. Se puede apreciar que estos valores iniciales se encuentran muy cercanos a la puntuación máxima. Es decir, puesto que nuestra muestra han sido adultos mayores de 65 años independientes, es posible que inicialmente ya se encontraran en niveles adecuados de equilibrio, lo cual limita o dificulta su incremento. Una creciente evidencia sugiere que las evaluaciones que se utilizan actualmente para el equilibrio (como por ejemplo el BBS) pueden tener efecto techo cuando se utilizan en los adultos mayores activos e independientes residentes en la comunidad ([Lundin-Olsson, 2010](#); [Boulgarides et al., 2003](#)).

En línea con estas afirmaciones, en el estudio realizado por [Pardasaney et al.](#), sobre los cambios detectables sobre el equilibrio en los adultos mayores, se encontró que solamente el subgrupo con severas limitaciones funcionales no

mostró efecto techo en la BBS, lo que sugiere que puede ser una prueba más apropiada para los adultos mayores con menos capacidades ([Pardasaney et al., 2012](#)). Igualmente, Boulgarides et al., concluyeron que algunas de las pruebas para valorar el rendimiento comúnmente utilizadas en la población mayor no son adecuadas para los adultos mayores con un nivel alto de funcionalidad, incluso cuando están en riesgo de sufrir caídas ([Boulgarides et al., 2003](#)).

Pese a la ausencia de cambios significativos en el análisis entre grupos, los resultados de la comparación intra-grupo sí que nos han aportado una mejora significativa en la variable BBS para el GI, mientras que el GC ha empeorado. Esto nos indica que el entrenamiento del equilibrio, incluso en personas con niveles iniciales altos, puede tener efectos positivos en su conservación, y que complementar las valoraciones con otras pruebas que no limiten los resultados es importante en estos casos.

Tampoco se han encontrado resultados significativos en la prueba Gait Speed Test (Velocidad de la Marcha). Existen pocos trabajos que presenten resultados satisfactorios empleando el OEP en este parámetro. Benavent-Caballer et al., utilizando el OEP en su modalidad group-based y apoyo audiovisual, obtuvieron resultados significativos, aplicando el protocolo durante un periodo de 4 meses ([Benavent-Caballer et al., 2015](#)). Quizás la metodología de trabajo en grupo unido a una gran adherencia al programa podría explicar las diferencias. Mientras que el grado de cumplimiento íntegro de nuestro programa domiciliario fue del 36%, en su caso el grupo que realizaba el ejercicio tuvo una asistencia media del 77% a las sesiones planificadas en el centro. Otra explicación posible se fundamenta en la relación no lineal que se establece entre la fuerza y la capacidad motriz (como la velocidad de la marcha). Primero debemos aclarar que la relación entre la fuerza y la capacidad motriz no es lineal y se establece en umbrales ([Buchner et al., 1996](#)), de manera que las ganancias en la fuerza muscular no siempre se relacionan con mejoras en la capacidad de la marcha.

La determinación de los umbrales es un asunto complejo que no ha sido definido de forma generalizada. Sus valores varían dependiendo de las adaptaciones fisiológicas que cada individuo puede generar, de manera que el umbral en el que la debilidad muscular empieza a afectar al rendimiento puede variar de persona a persona. Sin embargo, se ha propuesto que una fuerza por debajo de cierto umbral genera dificultades a la hora de caminar a una cierta velocidad. Del mismo modo, cuando la fuerza necesaria se encuentra por encima del umbral óptimo, un aumento de la misma no se corresponde con un aumento en la velocidad de la marcha (Buchner et al.,1996; Buchner et al., 1992). Esta relación no lineal explicaría porque no hemos obtenido un cambio significativo en la velocidad normal de la marcha de nuestros participantes. Tal y como afirma Buchner et al., “Cuando las capacidades de fuerza y resistencia previas al entrenamiento son adecuadas, no debemos esperar que este afecte a la capacidad de realizar tareas básicas tales como la velocidad habitual para caminar” (Buchner et al.,1997). Entrando en detalle, según una revisión sistemática de 2006, solo las dosis de entrenamiento de alta intensidad producen un efecto significativo en la velocidad de la marcha habitual (Lopopolo et al., 2006). Esta misma revisión sugiere que dosis más bajas de entrenamiento podrían ser suficientes para producir cambios significativos en sujetos con bajos niveles de rendimiento previos o múltiples enfermedades crónicas. En nuestro caso, sabemos que el OEP es un programa de ejercicios considerado de moderada intensidad que hemos aplicado sobre individuos independientes de la comunidad. Por tanto, tienen sentido que no hallamos obtenido modificaciones en el resultado inter-grupo este parámetro.

A pesar de la comentada relación no lineal, y del mismo modo que ha ocurrido con el equilibrio en la BBS, el análisis intra-grupo para la velocidad de la marcha sí nos ha mostrado mejoras significativas en el GST. Estos datos, pese a no ser determinantes, marcan una tendencia que no debemos desestimar, y sugieren que este ejercicio tiene al menos efectos positivos sobre la conservación y mantenimiento del equilibrio y la capacidad funcional.

Ante la ausencia de estudios previos que analicen la influencia del programa OEP sobre la fuerza de agarre, nuestros resultados indican que este programa no produce mejoras en este parámetro. La media para ambos grupos permaneció prácticamente invariable, sin resultados significativos ni mejoras en el análisis inter o intra grupo. La justificación más lógica para esta circunstancia viene determinada por la inexistencia de ejercicios enfocados a los MMSS en el OEP.

Por otro lado, la prueba 6MWT tampoco ha revelado cambios significativos en la capacidad de la marcha entre el GI y el GC. Que tengamos constancia solo dos estudios realizados con el OEP han utilizado como variable la prueba del 6MWT. En el primer estudio, realizado por Campbell et al., no se hallaron cambios significativos en la capacidad de la marcha tras realizar 10 minutos deambulaci3n al finalizar cada sesi3n del programa (Campbell et al., 1997). M1s recientemente, Benavent-Caballer et al., tampoco encontraron cambios significativos entre el GI y el GC (Benavent-Caballer et al., 2015); sin embargo, sus resultados y los nuestros s3 coinciden en el an1lisis intra-grupo, mostrando un incremento significativo de 21 y 19 metros respectivamente. A la luz de estos resultados, se vislumbra una tendencia positiva que quiz1s pudiese mejorar en intervenciones con una mayor duraci3n.

## **Limitaciones y ventajas del estudio**

El presente estudio muestra una serie de limitaciones. En primer lugar, la principal limitación de este estudio ha sido el alto porcentaje de mujeres de la muestra (93,3%). Aunque la aleatorización determinó que no existían diferencias por sexo en los grupos, el bajo número de hombres presentes en nuestra investigación es un dato a tener en consideración. Asimismo, los resultados mostrados en este estudio corresponden a una población de adultos mayores independientes y residentes en la comunidad, por lo cual deben analizarse con cautela, sin poder trasladarse a poblaciones con individuos dependientes, institucionalizados o con enfermedades diagnosticadas.

En segundo lugar, no haber asistido a los domicilios particulares de cada participante nos ha privado de poder observar el estado y las condiciones en las cuales se han realizado los ejercicios, para poder ayudar a mejorar la calidad de la zona en la cual se han desarrollado las intervenciones.

En tercer lugar, en la selección de la muestra no se utilizó ninguna herramienta para valorar el estado o la capacidad cognitiva de los participantes, pudiendo existir diferencias entre unos y otros en cuanto a la capacitación para la comprensión y correcta realización del trabajo domiciliario.

Por último, no se ha llevado a cabo ningún tipo de seguimiento tras la finalización del programa, no pudiendo así valorar los efectos de la intervención a largo plazo, si existieron cambios en los niveles de actividad física del grupo intervención en los meses posteriores, o los efectos del desentrenamiento en el caso del cese de la actividad.

Por otro lado, es necesario destacar que este estudio también presenta una serie de ventajas que merecen ser citadas. Una de las principales ventajas de este estudio es que se ha llevado a cabo sobre un espectro de población muy determinado, incluyendo personas iguales o mayores de 65 años, sanas y residentes en la comunidad en España.

Otras de las fortalezas de este estudio es que ha sido pionero en demostrar que la mejora de la capacidad funcional de los adultos mayores se puede llevar a cabo con un equipo de bajo coste y material simple, lo cual puede facilitar y animar a los participantes a continuar realizando la rutina de ejercicios una vez finalizada la intervención.

# CONCLUSIONES



1. La aplicación de un programa OEP en su modalidad home-based, de 4 meses de duración, muestra una mejora de la movilidad, la fuerza de miembros inferiores y el equilibrio unipodal, en una población de adultos mayores sanos que residen en la comunidad.
2. La aplicación, con intención de tratar, de un programa OEP en su modalidad home-based, de 4 meses de duración, presenta una adherencia con valores semejantes a otros estudios OEP de similares características.
3. La aplicación de un programa OEP en su modalidad home-based, de 4 meses de duración, no se muestra eficaz para la mejora de la fuerza de agarre de los miembros superiores, ni para la capacidad de la marcha para cubrir largas distancias.
4. La aplicación de un programa OEP en su modalidad home-based, de 4 meses de duración, resulta eficaz para la mejora y el mantenimiento de la capacidad funcional de las personas mayores.



# **PERSPECTIVAS FUTURAS**



El envejecimiento saludable es uno de los actuales retos de la humanidad y de su futuro más próximo. En este marco, la prevención se presenta como una de las principales herramientas para conseguir este objetivo. Desde las ciencias de la salud es primordial trabajar en conjunto, de forma multidisciplinar, para poder atajar con garantías los retos de un envejecimiento saludable.

En el espacio que la fisioterapia ocupa en este terreno, el ejercicio planificado, basado en la evidencia y con objetivos realistas y concretos es un tratamiento clave que, como hemos visto, puede no solo atenuar las consecuencias, sino facilitar y mejorar la experiencia del proceso de envejecimiento. Las actuales investigaciones se encuentran centradas en los principales problemas asociados al avance de la edad y en las necesidades que plantean. Actualmente conocemos los beneficios de la práctica regular de ejercicios enfocados a mantener la capacidad funcional, sin embargo, todavía es necesario profundizar qué tipo de ejercicio es el más adecuado para cada situación, ya que la variabilidad individual plantea unas necesidades diferentes. Pero debemos profundizar también, no solo en el tipo, sino en la forma de los programas; los horarios, los plazos, en qué medida podemos alcanzar esas mejoras y de qué manera se cumplen. Sabemos que ciertos protocolos como el OEP han demostrado obtener buenos resultados sobre la prevención de las caídas y la mejora de capacidad funcional. En esta investigación hemos obtenido efectos positivos sobre la conservación y mejora de capacidad funcional a corto plazo, sin embargo, quedan muchas preguntas por resolver y muchas hipótesis por despejar. Los efectos de programas de modalidad mixta (ejercicio domiciliario combinado con ejercicio en grupo), los efectos sobre la capacidad cognitiva de los participantes a corto plazo, programas para personas mayores con altos niveles de funcionalidad, o los posibles cambios en la resistencia aeróbica tras la aplicación de programa a largo plazo, son algunos de los posibles temas que pueden desarrollar futuras investigaciones.

Por otra parte, es necesario seguir investigando, no solo en pacientes sanos, sino en aquellos grupos poblaciones que sufran patologías concretas como, enfermedades neurológicas, enfermedades del sistema musculo-

esquelético, enfermedades cardiovasculares, etc. En la actualidad existen algunos estudios en procesos patológicos, pero, todavía son necesarios muchos más, que profundicen y amplíen los conocimientos sobre los efectos que la fisioterapia y el ejercicio físico puede producir en estas situaciones. Por tanto, futuras investigaciones podrían realizar más estudios en estas poblaciones.

Por otro lado, sin duda, los resultados se encuentran estrechamente ligados a la adherencia al programa, por tanto, es necesario plantearse algunas preguntas, ¿Cómo podemos mejorar la adherencia al programa? ¿Cuál es la adherencia necesaria para obtener los resultados que deseamos? O ¿Cómo varía la adherencia en función de la muestra? En este sentido, futuras investigaciones deberían plantear y estudiar cómo conseguir mejorar la adherencia a los mismos, para obtener el máximo beneficio posible en nuestras intervenciones.

# **ANEXOS**



## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nº

Este proyecto de investigación consiste en estudiar los efectos de un protocolo de actividad física para personas mayores, realizado en el domicilio particular, durante un periodo de 4 meses, manteniendo semanalmente un seguimiento telefónico personal para la posterior evaluación de los mismos.

Los pacientes que se incluirán en el programa deberán haber superado satisfactoriamente las pruebas iniciales de valoración.

### *1.- Entrevista y valoración inicial:*

- Los pacientes serán evaluados al inicio del programa, previo al comienzo de la actividad física. Aquellas personas que no cumplan los criterios de inclusión del estudio, no podrán participar.
- Se tomarán las medidas antropométricas de cada participante y se realizarán los siguientes test: Escala de Berg, Escala de Borg, *Funcional Fitness Battery*, Índice de Barthel, y SPPB, que consisten en realizar actividades como la marcha, ponerse de puntillas o levantarse de una silla y medir los tiempos que tarda el sujeto en realizar esas actividades o el número de repeticiones que alcanza y unos test de equilibrio.
- Se rellenarán tres cuestionarios, el SF-36 (medición de calidad de vida), el P.A.S.E. (escala de actividad física) y el H.A.P. (perfil de actividad humana).

### *2.- Realización del programa de ejercicio:*

- Una vez el paciente es valorado, los pacientes susceptibles de poder realizar ejercicios serán incluidos en el programa. Dicho programa tiene una duración aproximada de 4 meses, y se realizará tres veces por semana en casa.
- Los pacientes serán asignados de forma aleatoria a uno de los dos posibles grupos: **grupo de ejercicio en casa (experimental)** y **grupo sin actividad (control)**
- Los pacientes que se encuentren en el grupo experimental realizará ejercicio de intensidad moderada y progresiva en cuatro niveles A, B, C y D adaptados a sus características cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de vida de la persona que lo realiza.
- De forma semanal, se llevará a cabo un control telefónico del cumplimiento del protocolo y el fisioterapeuta o coordinador del programa estará disponible para consultar cualquier duda que pueda surgir durante la realización del mismo.

### *3.- Valoración final:*

- Una vez finalizadas las semanas estipuladas de ejercicio se volverá a citar a los participantes y se realizarán de nuevo las pruebas realizadas en la valoración inicial.

**Por favor, conteste las siguientes preguntas, trazando un círculo sobre la respuesta apropiada:**

- ¿Ha tenido usted la oportunidad de preguntar sus dudas y discutir sobre el estudio?    SÍ    NO
- ¿Ha recibido usted respuestas satisfactorias a todas sus preguntas?    SÍ    NO
- ¿Ha recibido usted suficiente información sobre el estudio?    SÍ    NO
- ¿Entiende usted que es libre de abandonar este estudio?
- en cualquier momento    SÍ    NO
  - sin tener que dar una razón para abandonar
  - y sin que ello afecte a sus cuidados médicos en un futuro
- ¿Consiente usted en tomar parte en este estudio?    SÍ    NO

*Anexo I. Ilustración del documento "Consentimiento Informado" que se entregó a los participantes*

¿Entiende usted que es libre de abandonar este estudio?

- en cualquier momento
- sin tener que dar una razón para abandonar
- y sin que ello afecte a sus cuidados médicos en un futuro

SÍ NO

¿Consiente usted en tomar parte en este estudio?

SÍ NO

### ACUERDO DE PARTICIPACION EN EL ESTUDIO

Efectos de un protocolo de ejercicio "home-based" (a domicilio) en personas mayores de 65 años.

Yo \_\_\_\_\_ estoy de acuerdo en participar en el estudio

mencionado anteriormente. Los objetivos del estudio se me han explicado y entiendo que cualquier información sobre mi persona es estrictamente confidencial.

Entiendo que si en cualquier momento decido que no deseo participar en este estudio, puedo abandonarlo. También entiendo que si abandono el estudio o si decido no participar esto no afectará a cualquier tratamiento presente o futuro que precise.

**Firmado** \_\_\_\_\_ **Fecha** \_\_\_\_\_

**Teléfono** \_\_\_\_\_

Anexo 2. Ilustración del documento "Consentimiento Informado" que se entregó a los participantes.

# **I MES – NIVEL A**

## **1. EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO**



## **2. EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO**

10 REPETICIONES con apoyo



## **3. EJERCICIOS DE EQUILIBRIO**

### **1. FLEXIÓN DE RODILLAS**



10 REPETICION CON APOYO

### **2. EQUILIBRIO TALÓN-PUNTA**



10 SEG. CON APOYO

### **3. SENTAR-LEVANTAR DE LA SILLA**



5 REPETICION CON APOYO

2 MANOS

### **4. ESCALERAS**



SUBIR Y BAJAR 2 PISOS

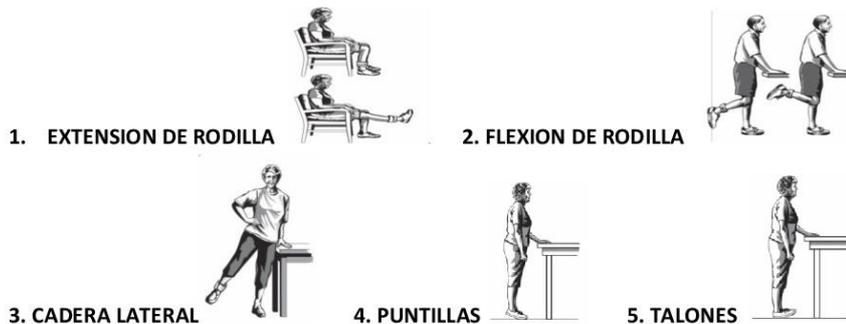
**5.PASEAR – CAMINAR**  **10 – 20 minutos.**

*Anexo 3. Ilustración del Nivel I de la Guía Rápida entregada a los participantes*

## 2 MES - NIVEL B

**1. EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO** → Igual que el primer mes

**2. EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO** 10 REPETICIONES sin apoyo



### 3. EJERCICIOS DE EQUILIBRIO

#### 1. FLEXIÓN DE RODILLAS



10 REPETICION SIN APOYO  
O 20 REPETICIONES CON APOYO

#### 2. EQUILIBRIO TALÓN-PUNTA



10 SEG. SIN APOYO

#### 3. SENTAR-LEVANTAR DE LA SILLA



5 REPETICION CON APOYO  
2 MANOS

#### 4. ESCALERAS



SUBIR Y BAJAR 2 PISOS

#### 5. MARCHA ATRÁS



10 PASOS  
4 VECES CON APOYO

#### 6. MARCHA EN OCHOS



REALIZAR UN "8"  
2 VECES CON AYUDA

#### 7. EQUILIBRIO UNIPODAL



10 SEGUNDOS CON APOYO

#### 8. MARCHA LATERAL



10 PASOS - 4 VECES CON AYUDA

Anexo 4. Ilustración del Nivel II de la Guía Rápida entregada a los participantes.

**9. PASEAR – CAMINAR**  **10 – 20 minutos.**

*Anexo 4. Ilustración del Nivel II de la Guía Rápida entregada a los participantes.*

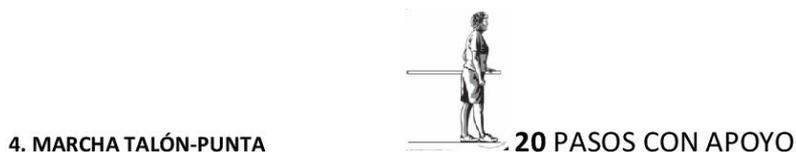
### 3 MES - NIVEL C

**1. EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO** → Igual que el primer mes

**2. EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO** 10 REPETICIONES con apoyo + lastre (peso)



### 3. EJERCICIOS DE EQUILIBRIO

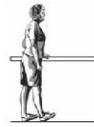


**5. EQUILIBRIO UNIPODAL**



**10 SEGUNDOS SIN APOYO**

**6. MARCHA SOBRE TALONES**



**10 PASOS x 4 VECES CON AYUDA**

**7. MARCHA SOBRE PUNTILLAS**



**10 PASOS x 4 VECES CON AYUDA**

**8. SENTAR-LEVANTAR DE LA SILLA**



**10 REP. SIN MANOS O**

**20 REP. 1 MANO**

**9. ESCALERAS**



**SUBIR Y BAJAR 2 O 3 PISOS**

**10. PASEAR – CAMINAR**



**10 – 20 minutos.**

*Anexo 5. Ilustración del Nivel III de la Guía Rápida entregada a los participantes.*

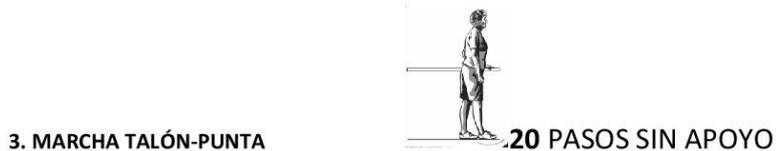
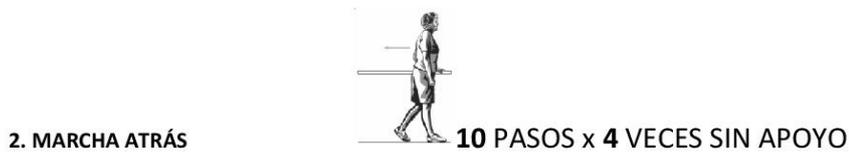
## 4 MES - NIVEL D

**1. EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO** → Igual que el primer mes

**2. EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO** 20 REPETICIONES sin apoyo + lastre (peso)



### 3. EJERCICIOS DE EQUILIBRIO



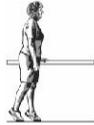
Anexo 6. Ilustración del Nivel IV de la Guía Rápida entregada a los participantes.

**5. MARCHA SOBRE TALONES**



**10 PASOS x 4 VECES SIN AYUDA**

**6. MARCHA SOBRE PUNTILLAS**



**10 PASOS x 4 VECES SIN AYUDA**

**7. MARCHA ATRÁS TALÓN-PUNTA**



**20 PASOS SIN APOYO**

**8. SENTAR-LEVANTAR DE LA SILLA**



**20 REPETICIONES SIN MANOS**

**9. ESCALERAS**



**SUBIR Y BAJAR DE 2 A 4 PISOS**

**10. PASEAR – CAMINAR**



**10 – 20 minutos.**

*Anexo 6. Ilustración del Nivel IV de la Guía Rápida entregada a los participantes.*

LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>
 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>	 DÍA:  HORA:	Realizado <input type="checkbox"/>

Anexo 7. Ilustración de la Hoja de Registro Diaria entregada a los participantes.



# Escala de actividad física para las personas de edad avanzada (**P.A.S.E.**)



Nombre: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Código: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ PRE: \_\_\_\_\_ POST: \_\_\_\_\_  
Estudio: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Complete este cuestionario marcando con una "X" la respuesta que considere correcta. Responda con la mayor precisión posible a las preguntas. Recuerde que toda la información aquí plasmada es estrictamente confidencial.

### ACTIVIDADES DE TIEMPO LIBRE

**1.** Durante los últimos 7 días, ¿cuántas veces ha participado usted en actividades que impliquen una **posición sentada** tal como leer, ver la televisión o hacer manualidades?

- Nunca.
- Pocas veces (1-3 días).
- Algunas veces (3-4 días).
- Muchas veces (5-7 días).

\*\*\*En caso de señalar "Nunca" pase a la pregunta 2.

1a. ¿Cuáles fueron estas actividades? \_\_\_\_\_

**1b.** De media, ¿cuántas horas al día ha dedicado usted a estas actividades que implican una posición sentada, durante los últimos 7 días?

- Menos de una hora al día.
- Entre una y dos horas al día.
- Entre dos y cuatro horas al día.
- Más de cuatro horas al día.

**2.** Durante los últimos 7 días, ¿con qué frecuencia caminó usted fuera de su casa o por el jardín?

- Nunca.
- Pocas veces (1-3 días).
- Algunas veces (3-4 días).
- Muchas veces (5-7 días).

\*\*\*En caso de señalar "Nunca" pase a la pregunta 3.

2a. De media, ¿cuántas horas al día ha dedicado a caminar durante los últimos 7 días?

- Menos de una hora al día.
- Entre una y dos horas al día
- Entre dos y cuatro horas al día.
- Más de cuatro horas al día.

2b. ¿Cuál fue la distancia total recorrida (km/millas/manzanas) que caminó usted en los últimos 7 días? (1km=8manzanas), (1milla=1,6Km).

Número total de Km/manzanas recorridas en los últimos 7 días \_\_\_\_\_

- Menos de 1,6 Km.
- Entre 1,6Km y 3,2Km.
- Entre 3,2 y 6,4Km.
- Más de 6,4Km.

**3. Durante los últimos 7 días ¿cuántos tramos de escaleras ha subido? (1tramo de escalera=10 peldaños)**

Número total de tramos de escalera/peldaños subidos durante los últimos 7 días: Tramos de escalera \_\_\_\_\_ Peldaños \_\_\_\_\_

- Menos de un tramo de escalera.
- Entre uno y dos tramos de escalera.
- Entre dos y cuatro tramos de escalera.
- Más de cuatro tramos de escalera.

**4. Durante los últimos 7 días, ¿con qué frecuencia participó usted en actividades deportivas o recreativas ligeras tales como paseo en bicicleta, jugar a los bolos, golf con un carro motorizado, yoga, taichí, pescar... u otras actividades similares?**

- Nunca.
- Pocas veces (1-3 días).
- Algunas veces (3-4 días).
- Muchas veces (5-7 días).

\*\*\*En caso de señalar "Nunca" pase a la pregunta 5.

4a. ¿Cuáles fueron estas actividades? \_\_\_\_\_

4b. De media, ¿cuántas horas al día ha dedicado usted a estas actividades deportivas/recreativas **ligeras** durante los últimos 7 días?

- Menos de una hora al día.
- Entre una y dos horas al día.
- Entre dos y cuatro horas al día.
- Más de 4 horas al día.

5. Durante los últimos 7 días, ¿con qué frecuencia participó usted en actividades deportivas o recreativas de **intensidad moderada** tales como jugar a tenis (dobles), bailes de salón, practicar golf sin carro motorizado... u otras actividades similares?

- Nunca.
- Pocas veces (1-3 días).
- Muchas veces (5-7 días).
- Algunas veces (3-4 días).

\*\*\*En caso de señalar "Nunca" pase a la pregunta 6.

5a. ¿Cuáles fueron estas actividades? \_\_\_\_\_

5b. De media, ¿cuántas horas al día ha dedicado usted a estas actividades deportivas/recreativas de **intensidad moderada** durante los últimos 7 días?

- Menos de una hora al día.
- Entre una y dos horas al día.
- Entre dos y cuatro horas al día.
- Más de 4 horas al día.

6. Durante los últimos 7 días, ¿con qué frecuencia participó usted en actividades deportivas o recreativas **agotadoras** tales como carrera continua, natación, ciclismo, tenis, esquí de fondo... u otras actividades similares?

- Nunca.
- Pocas veces (1-3 días).
- Muchas veces (5-7 días).
- Algunas veces (3-4 días).

\*\*\*En caso de señalar "Nunca" pase a la pregunta 7.

6a. ¿Cuáles fueron estas actividades? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6b. De media, ¿cuántas horas al día ha dedicado usted a estas actividades deportivas/recreativas **agotadoras** durante los últimos 7 días?

- Menos de una hora al día.
- Entre una y dos horas al día.
- Entre dos y cuatro horas al día.
- Más de 4 horas al día.

7. Durante los últimos 7 días, ¿con qué frecuencia realizó ejercicios especialmente indicados para aumentar la **fuerza muscular** o la **resistencia** tales como levantar pesas o hacer flexiones de brazos?

- Nunca.
- Pocas veces (1-3 días).
- Muchas veces (5-7 días).
- Algunas veces (3-4 días).

\*\*\*En caso de señalar "Nunca" pase a la pregunta 8.

7a. ¿Cuáles fueron estas actividades? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7b. De media, ¿cuántas horas al día ha dedicado usted a estas actividades para **aumentar la fuerza muscular o la resistencia** durante los últimos 7 días?

- Menos de una hora al día.
- Entre una y dos horas al día.
- Entre dos y cuatro horas al día.
- Más de 4 horas al día.

### ACTIVIDADES EN EL HOGAR

8. Durante los últimos 7 días, ¿ha realizado alguna tarea del hogar **ligera** tal como quitar el polvo o fregar los platos?

- Si.
- No.

9. Durante los últimos 7 días, ¿ha realizado alguna tarea del hogar **pesada** tal como pasar la aspiradora, fregar el suelo, limpiar las ventanas o transportar madera?

- Si.
- No.

10. Durante los últimos 7 días, ha realizado alguna de las siguientes actividades:

	No	Si
- Reparaciones del hogar como pintar, empapelar paredes, electricidad... etc.	0	1
- Cortar césped, retirar hojas, retirar la nieve, cortar madera... etc.	0	1
- Trabajo de jardinería al aire libre	0	1
- Cuidar de personas dependientes como niños, cónyuge, anciano...etc.	0	1

## ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL TRABAJO

11. Durante los últimos 7 días, ¿ha tenido algún trabajo remunerado o ha trabajado como voluntario?

- Sí.
- No.

\*\*\*En caso de señalar "Sí" responda a las preguntas 11a y 11b.

11a. ¿Cuántas horas semanales dedicó a ese trabajo o al voluntariado?

Horas dedicadas \_\_\_\_\_

11b. ¿Cuál de las siguientes categorías describe mejor la actividad física que ha desarrollado usted en su trabajo o voluntariado?

- a. Normalmente sentado, ligero trabajo con los brazos (ej. Trabajo de oficina, trabajo de relojería, sentado trabajando en una cadena de montaje, conductor de autobús... etc.).
- b. Sentado o de pie con ligeros paseos (ej. Cajero, oficinista, trabajo con herramienta ligera... etc.).
- c. Transportar pesos ligeros, generalmente menores de 23Kg (50 libras) (ej. Cartero, camarero, trabajador de la construcción, trabajador con herramienta pesada... etc.).
- d. Caminar y trabajar con material pesado que requiere habitualmente de manipulación con pesos superiores a 23Kg (50 libras) (ej. Leñador, albañil, granjero... etc.).

## Puntuación PASE

Actividad PASE	Puntuación	Valor PASE	Puntuación PASE
Fuerza/resistencia muscular*	(h/d)	30	
Actividades agotadoras*	(h/d)	23	
Actividades de intensidad moderada*	(h/d)	23	
Actividades ligeras*	(h/d)	21	
Actividad que implique estar de pie o caminar*	(h/d)	21	
Caminar*	(h/d)	20	
Cortar césped/cuidados del jardín		36	
Cuidado de otras personas		35	
Reparaciones del hogar		30	
Tareas del hogar pesadas		25	
Tareas del hogar ligeras		25	
Trabajo de jardinería al aire libre		20	
<b>PASE TOTAL</b>			

\*Determinar la media de horas/día (h/d) durante un periodo de 7 días.

1=Realiza la actividad durante los últimos 7 días.

0=No realiza la actividad durante los últimos 7 días

## Paffenbarger Score \*\*\*Cuestionario de valoración física en ancianos sanos

	Manzanas caminadas	X	8 Kcal/manzana	=	Kcal
	Tramos de escalera subidos	X	4 Kcal/tramo	=	Kcal
	Minutos de actividades ligeras	X	5 Kcal/min	=	Kcal
	Minutos de Actividades de intensidad moderada/ Fuerza/Resistencia muscular	X	7,5 Kcal/min	=	Kcal
	Minutos actividades agotadoras	X	10 Kcal/min	=	Kcal
<b>TOTAL</b>					Kcal/semana

Anexo 8. Ilustración de la escala PASE. Documento cedido por Dr. Vicent Benavent Caballer

## Índice de Barthel para las Actividades de la Vida Diaria

Nombre \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha registro \_\_\_\_\_

**Instrucciones Evaluador:** Elija la puntuación que más se ajusta al nivel de capacidad que manifiesta el participante con sus respuestas a cada uno de los siguientes 10 ítems. Registre la valoración actual y no la posible (potencial). El test puede ser cumplimentado por parte de algún familiar/persona cercana al participante, puede ser autocumplimentado por el participante, o por el propio evaluador.

Es importante recordarle al participante que este test trata de valorar **como realiza** estas actividades y **no como podría** realizarlas.

El objetivo principal de este test es establecer el grado de independencia y si necesita algún tipo de ayuda física o verbal.

La necesidad de supervisión implica un bajo grado de independencia.

Esta permitido el uso de ayudas técnicas. En tal caso se considerará independiente.

La suma de la puntuación de todos los ítems corresponde a la valoración final, siendo 0 la puntuación mínima y 100 la máxima. Puntuaciones bajas se corresponde a un grado de discapacidad elevado. Un cambio en 2 puntos en la valoración final, puede asociarse a una mejora del grado de independencia.

Interpretación Resultados	
Puntuación	Grado de dependencia
Menos de 20	Total
Entre 20 y 35	Grave
Entre 40 y 55	Moderada
Más de 60	Leve
100	Independiente

Puntuación Final \_\_\_\_\_

Ítem	Actividad Básica Vida Diaria	Puntuación
<b>Comer</b>	Totalmente independiente.	10
	Necesita ayuda para cortar carne, el pan, etc.	5
	Dependiente.	0
<b>Lavarse</b>	Independiente: entra y sale solo del baño.	5
	Dependiente.	0
<b>Vestirse</b>	Independiente: capaz de ponerse y de quitarse la ropa, abrocharse la camisa, atarse los zapatos etc.	10
	Necesita ayuda.	5
	Dependiente.	0
<b>Arreglarse</b>	Independiente para lavarse la cara, las manos, peinarse, afeitarse, maquillarse, etc.	5
	Dependiente.	0
<b>Deposiciones (semana previa)</b>	Contiene.	10
	Ocasionalmente algún episodio de incontinencia, o necesita ayuda para administrarse supositorios o lavativas.	5
	Incontinencia.	0
<b>Micción (semana previa)</b>	Contiene. Es capaz de cuidar de la sonda en caso de tenerla.	10
	Un episodio diario como máximo de incontinencia, o necesita ayuda para cuidar de la sonda.	5
	Incontinencia.	0
<b>Uso del retrete</b>	Independiente para ir al WC, quitarse y ponerse al ropa.	10
	Necesita ayuda para ir al WC, pero se limpia solo.	5
	Dependiente.	0
<b>Trasladarse</b>	Independiente para ir del sillón a la cama.	15
	Mínima ayuda física o supervisión para hacerlo.	10
	Necesita gran ayuda, pero es capaz de mantenerse aseado solo.	5
	Dependiente.	0
<b>Deambular</b>	Independiente, camina solo 50 metros.	15
	Necesita ayuda física o supervisión para caminar 50 metros.	10
	Independiente en silla de ruedas sin ayuda.	5
	Dependiente.	0
<b>Escalones</b>	Independiente para bajar y subir escaleras.	10
	Necesita ayuda física o supervisión para hacerlo.	5
	Dependiente.	0

Anexo 9. Ilustración del índice de Barthel. Documento cedido por Dr. Vicent Benavent Caballer

# REFERENCIAS



- Agha A, Liu-Ambrose TY, Backman CL, et al. Understanding the Experiences of Rural Community-Dwelling Older Adults in Using a New DVD-Delivered Otago Exercise Program: A Qualitative Study. *Interact J Med Res* 2015 Aug 13;4(3):e17.
- Altman DG, Schulz KF, Moher D, et al. The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2001;134(8):663-694.
- American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009 Mar;41(3):687-708.
- Barrett R, Lichtwark GA. Effect of altering neural, muscular and tendinous factors associated with aging on balance recovery using the ankle strategy: a simulation study. *J Theor Biol* 2008;254(3):546-554.
- Bautmans I, Gorus E, Njemini R, et al. Handgrip performance in relation to self-perceived fatigue, physical functioning and circulating IL-6 in elderly persons without inflammation. *BMC geriatrics* 2007;7(1):1.
- Benavent-Caballer V, Rosado-Calatayud P, Segura-Ortí E, et al. The effectiveness of a video-supported group-based Otago exercise programme on physical performance in community-dwelling older adults: a preliminary study. *Physiotherapy* 2015.
- Berg K. Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiotherapy Canada* 1989;41(5):240-246.
- Berg K, Wood-Dauphine S, Williams J, et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* 1989;41(6):304-311.
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992 Jul-Aug;83 Suppl 2: S7-11.

- Binns E, Taylor D. The effect of the Otago Exercise Programme on strength and balance in community dwelling older women. *New Zealand Journal of Physiotherapy* 1980:63.
- Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, et al. Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 1984 Jul;64(7):1067-1070.
- Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA, et al. Use of clinical and impairment-based tests to predict falls by community-dwelling older adults. *Phys Ther* 2003 Apr;83(4):328-339.
- Bowen RL, Atwood CS. Living and dying for sex. A theory of aging based on the modulation of cell cycle signaling by reproductive hormones. *Gerontology* 2004 Sep-Oct;50(5):265-290.
- Brooke MH, Kaiser KK. Muscle fiber types: how many and what kind? *Arch Neurol* 1970;23(4):369-379.
- Buchner DM, Beresford SA, Larson EB, et al. Effects of physical activity on health status in older adults II: Intervention studies. *Annu Rev Public Health* 1992;13(1):469-488.
- Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997 Jul;52(4):M218-24.
- Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997 Jul;52(4):M218-24.
- Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, et al. Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing* 1996 Sep;25(5):386-391.
- Buchner DM, Wagner EH. Preventing frail health. *Clin Geriatr Med* 1992 Feb;8(1):1-17.
- Burton E, Cavalheri V, Adams R, et al. Effectiveness of exercise programs to reduce falls in older people with dementia living in the community: a

systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging* 2015 Feb 9;10:421-434.

Butland RJ, Pang J, Gross ER, et al. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1982 May 29;284(6329):1607-1608.

Cadore E, Izquierdo M. How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: an update. *Age* 2013;35(6):2329-2344.

Cadore E, Izquierdo M. New strategies for the concurrent strength-, power-, and endurance-training prescription in elderly individuals. *J Am Med Dir Assoc* 2013 Aug;14(8):623-624.

Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol* 1989;44(5):M112-M117.

Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing* 1999 Oct;28(6):513-518.

Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 1997 Oct 25;315(7115):1065-1069.

Chamberlin ME, Fulwider BD, Sanders SL, et al. Does fear of falling influence spatial and temporal gait parameters in elderly persons beyond changes associated with normal aging? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005 Sep;60(9):1163-1167

Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 2004 Mar 20;328(7441):680.

Christensen K, Doblhammer G, Rau R, et al. Ageing populations: the challenges ahead. *Lancet* 2009 Oct 3;374(9696):1196-1208.

- Clark BA. Tests for fitness in older adults: AAHPERD Fitness Task Force. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* 1989;60(3):66-71.
- Cooper R, Kuh D, Hardy R. Physical capability and subsequent mortality: a systematic review and meta-analysis of published data. *J Epidemiol Community Health* 2009;63(Suppl 2):68-68.
- Cooper R, Kuh D, Cooper C, et al. Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review. *Age Ageing* 2011 Jan;40(1):14-23.
- Cress ME, Buchner DM, Questad KA, et al. Exercise: effects on physical functional performance in independent older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 1999;54(5):M242-M248.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010 Jul;39(4):412-423.
- Dadgari A, Hamid TA, Hakim MN, et al. Randomized control trials on Otago exercise program (OEP) to reduce falls among elderly community dwellers in Shahroud, Iran. *Iranian Red Crescent medical journal* 2016;18(5).
- Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Medicine* 2000;29(1):1-12.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther* 1999 Dec;79(12):1177-1185.
- Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985) 2003 Oct;95(4):1717-1727.
- Drusini A, Eleazer G, Caiazzo M, et al. One-leg standing balance and functional status in an elderly community-dwelling population in northeast Italy. *Aging clinical and experimental research* 2002;14(1):42-46.

- Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 1985 May;40(3):287-295.
- European Commission. The 2015 Ageing Report. EUROPEAN ECONOMY, 2014. Available:  
[http://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/european\\_economy/2014/pdf/ee8\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/2014/pdf/ee8_en.pdf)
- Eurostat. The EU in the world. Edition 16 2016
- Fabrício SCC, Rodrigues RAP, Costa Junior, Moacyr Lobo da. Falls among older adults seen at a São Paulo State public hospital: causes and consequences. *Revista de Saúde Pública* 2004;38(1):93-99.
- Fiatarone MA, Evans WJ. Exercise in the oldest old. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 1990;5(2):63-77.
- Fiatarone MA. Physical activity and functional independence in aging. *Res Q Exerc Sport* 1996;67(sup3):S-70-S-70.
- Gardner MM, Buchner DM, Robertson MC, et al. Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. *Age Ageing* 2001 Jan;30(1):77-83.
- Gardner MM, Robertson MC, Campbell AJ. Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2000 Feb;34(1):7-17.
- Giampaoli S, Ferrucci L, Cecchi F, et al. Hand-grip strength predicts incident disability in non-disabled older men. *Age Ageing* 1999 May;28(3):283-288.
- Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;2(CD007146).

- Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;9(11).
- Giorgetti MM, Harris BA, Jette A. Reliability of clinical balance outcome measures in the elderly. *Physiotherapy Research International* 1998;3(4):274-283.
- Goldberg A, Casby A, Wasielewski M. Minimum detectable change for single-leg-stance-time in older adults. *Gait Posture* 2011;33(4):737-739.
- Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HM, et al. Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol* 1996 Jun 1;143(11):1129-1136.
- Granacher U, Muehlbaue T, Zahner L, et al. Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Medicine* 2011;41(5):377-400.
- Granger CV, Dewis LS, Peters NC, et al. Stroke rehabilitation: analysis of repeated Barthel index measures. *Arch Phys Med Rehabil* 1979 Jan;60(1):14-17.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 1995;332(9):556-562.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000 Apr;55(4):M221-31.
- Harman D. The aging process. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1981 Nov;78(11):7124-7128.
- Hayflick L. The future of ageing. *Nature* 2000;408(6809):267-269.

- Hill K, Fearn M, Williams S, et al. Effectiveness of a balance training home exercise programme for adults with haemophilia: a pilot study. *Haemophilia* 2010;16(1):162-169.
- Hill K, Fearn M, Williams S, et al. Effectiveness of a balance training home exercise programme for adults with haemophilia: a pilot study. *Haemophilia* 2010;16(1):162-169.
- Hill KD, LoGiudice D, Lautenschlager NT, et al. Effectiveness of balance training exercise in people with mild to moderate severity Alzheimer's disease: protocol for a randomised trial. *BMC Geriatr* 2009 Jul 16; 9:29-2318-9-29.
- Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, et al. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr* 2002 Aug;76(2):473-481.
- Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H, et al. Postural control and age. *Acta Otolaryngol* 1993;113(2):119-122.
- Instituto Nacional de Estadística. Nota de prensa 976. Productos y Servicios / Publicaciones / Publicaciones de descarga gratuita / Mujeres y hombres en España / Salud (actualizado 2 junio 2016) / 4.1 Esperanza de vida, INE.
- Jette AM, Lachman M, Giorgetti MM, et al. Exercise--it's never too late: the strong-for-life program. *Am J Public Health* 1999 Jan;89(1):66-72.
- Judge JO. Balance training to maintain mobility and prevent disability. *Am J Prev Med* 2003;25(3):150-156.
- Judge JO, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D. Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther* 1993 Apr;73(4):254-62; discussion 263-5.
- King MB, Tinetti ME. Falls in Community-Dwelling Older Persons. *J Am Geriatr Soc* 1995;43(10):1146-1154.

- Kovacs E, Tóth K, Dénes L, et al. Effects of exercise programs on balance in older women with age-related visual problems: a pilot study. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;55(2):446-452.
- Kyrdalen IL, Moen K, Røysland AS, et al. The Otago Exercise Program Performed as Group Training Versus Home Training in Fall-prone Older People: A Randomized Controlled Trial. *Physiotherapy Research International* 2014;19(2):108-116.
- Larsson L, Grimby G, Karlsson J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1979 Mar;46(3):451-456.
- Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004 Jan;59(1):48-61.
- Laughton CA, Slavin M, Katdare K, et al. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture* 2003;18(2):101-108.
- Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol (1985)* 2003 Nov;95(5):1851-1860.
- Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995 Nov;50 Spec No:11-16.
- Liu C, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *The Cochrane Library* 2009.
- Liu-Ambrose T, Donaldson MG, Ahamed Y, et al. Otago Home-Based Strength and Balance Retraining Improves Executive Functioning in Older Fallers: A Randomized Controlled Trial. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(10):1821-1830.
- Liu-Ambrose TY, Ashe MC, Graf P, et al. Increased risk of falling in older community-dwelling women with mild cognitive impairment. *Phys Ther* 2008 Dec;88(12):1482-1491.

- Lopopolo RB, Greco M, Sullivan D, et al. Effect of therapeutic exercise on gait speed in community-dwelling elderly people: a meta-analysis. *Phys Ther* 2006 Apr;86(4):520-540.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(12):1194-1200.
- Lord SR, Smith ST, Menant JC. Vision and falls in older people: risk factors and intervention strategies. *Clin Geriatr Med* 2010;26(4):569-581.
- Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiological Factors Associated with Falls in Older Community-Dwelling Women. *J Am Geriatr Soc* 1994;42(10):1110-1117.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol* 1991 May;46(3):M69-76.
- Lundin-Olsson L. Community-dwelling older adults with balance impairment show a moderate increase in fall risk, although further research is required to refine how balance measurement can be used in clinical practice. *Evid Based Nurs* 2010 Jul;13(3):96-97.
- Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol* 2004;91(4):450-472.
- Mahoney FI. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J* 1965;14:61-65.
- Mahoney FI, Barthel DW. Functional Evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J* 1965 Feb;14:61-65.
- Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. Fear of falling and postural performance in the elderly. *J Gerontol* 1991 Jul;46(4):M123-31.
- Maribo T, Iversen E, Andersen NT, et al. Intra-observer and interobserver reliability of One Leg Stand Test as a measure of postural balance in low back pain patients. *Int Musculoskelet Med* 2009;31(December (4)):172-7.

- Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986 Jun;67(6):387-389.
- Mathiowetz V, Weber K, Volland G, et al. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg* 1984;9(2):222-226.
- Means KM, Rodell DE, O'Sullivan PS. Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program. *Am J Phys Med Rehabil* 2005 Apr;84(4):238-250.
- Means KM, Rodell DE, O'Sullivan PS. Obstacle course performance and risk of falling in community-dwelling elderly persons. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79(12):1570-1576.
- Michael E. Rogers. Balance and Falls Prevention. 2016; 1:1, Disponible en: <http://www.acsm.org/public-information/articles/2016/10/07/balance-and-fall-prevention>
- Ministerios de sanidad, política social e igualdad. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL SAAD. 2011.
- Morley JE, Anker SD, von Haehling S. Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology—update 2014. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle* 2014;5(4):253-259.
- Morley J. Sarcopenia: diagnosis and treatment. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 2008;12(7):452-456.
- Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, et al. Sarcopenia. *J Lab Clin Med* 2001;137(4):231-243.
- Naciones Unidas. División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas. La situación demográfica en el mundo 2014. Informe Conciso. 2014;Edición 1.
- Narici MV, Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull* 2010;95:139-159.

- Öberg T, Karsznia A, Öberg K. Basic gait parameters: reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of rehabilitation research and development* 1993;30:210-210.
- Organización Mundial de la Salud. Constitución. Documentos básicos, suplemento de la 45a edición. 2006
- Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. 2015.
- Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física par la salud. 2010.
- Orr R, Raymond J, Singh MF. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. *Sports Medicine* 2008;38(4):317-343.
- OtagoMedical School. The Otago Exercise Programme (ACC). Otago: Otago Medcial School, Otago University, 2003. (Available at: [www.acc.co.nz/otagoexerciseprogramme](http://www.acc.co.nz/otagoexerciseprogramme)) (Accessed March, 2003)
- Pardasaney PK, Latham NK, Jette AM, et al. Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community-dwelling older adults. *Phys Ther* 2012 Mar;92(3):388-397.
- Patel KV, Coppin AK, Manini TM, et al. Midlife physical activity and mobility in older age: The InCHIANTI study. *Am J Prev Med* 2006;31(3):217-224.
- Paterson DH, Warburton DE. Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010 May 11;7:38-5868-7-38.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-148.
- Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R, et al. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(2):130-135.

- Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age. *Man Ther* 2006 Aug;11(3):192-196.
- Rikli RE, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act* 1999;7:162-181.
- Rikli RE, Jones CJ. The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *J Aging Phys Act* 1998;6:363-375.
- Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, et al. Preventing injuries in older people by preventing falls: A meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(5):905-911.
- Rolland Y, Czerwinski S, Van Kan GA, et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 2008;12(7):433-450.
- Ruiz-Ruiz J, Mesa JL, Gutiérrez A, et al. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg* 2002;27(5):897-901.
- Rydwik E, Frandin K, Akner G. Effects of physical training on physical performance in institutionalised elderly patients (70+) with multiple diagnoses. *Age Ageing* 2004 Jan;33(1):13-23.
- Seynnes O, Fiatarone Singh MA, Hue O, et al. Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004 May;59(5):503-509.
- Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales public health bulletin* 2011;22(4):78-83.
- Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, et al. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(12):2234-2243.

- Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences* 2000;55(1):M10.
- Shumway-Cook A, Woollacott M. Aging and postural control. *Motor Control* 2001;2:234-240.
- Shumway-Cook A, Woollacott M. Normal postural control. *Motor control theory and Practical Application*. 2nd ed. Philadelphia: LWW 2001:163-191.
- Sosnoff JJ, Finlayson M, McAuley E, et al. Home-based exercise program and fall-risk reduction in older adults with multiple sclerosis: phase 1 randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2014 Mar;28(3):254-263.
- Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2010 May;42(5):902-914.
- Stelmach GE, Castiello U, Jeannerod M. Orienting the finger opposition space during prehension movements. *J Mot Behav* 1994;26(2):178-186.
- Studenski S, Duncan PW, Chandler J, et al. Predicting falls: the role of mobility and nonphysical factors. *J Am Geriatr Soc* 1994;42(3):297-302.
- Suttanon P, Hill KD, Said CM, et al. Balance and mobility dysfunction and falls risk in older people with mild to moderate Alzheimer disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2012 Jan;91(1):12-23.
- Suttanon P, Hill KD, Said CM, et al. Feasibility, safety and preliminary evidence of the effectiveness of a home-based exercise programme for older people with Alzheimer's disease: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2013 May;27(5):427-438.
- Tzankoff SP, Norris AH. Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1978 Oct;45(4):536-539.

- Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults?: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2010 Nov;39(6):681-687.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). *World Population Ageing 2013*. ST/ESA/SER.A/348.
- Van Kan GA. Epidemiology and consequences of sarcopenia. *JNHA-The Journal of Nutrition, Health and Aging* 2009;13(8):708-712.
- Vechin FC, Libardi CA, Conceicao MS, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res* 2015 Apr;29(4):1071-1076.
- Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, et al. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997;45(6):735-738.
- Von Haehling S, Morley JE, Coats AJ, et al. Ethical guidelines for authorship and publishing in the *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* 2010;1(1):7-8.
- Warburton DE, Glendhill N, Quinney A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol* 2001 Apr;26(2):161-216.
- Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006 Mar 14;174(6):801-809.
- Washburn RA, Smith KW, Jette AM, et al. The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *J Clin Epidemiol* 1993;46(2):153-162.
- Williams SB, Brand CA, Hill KD, et al. Feasibility and outcomes of a home-based exercise program on improving balance and gait stability in women with lower-limb osteoarthritis or rheumatoid arthritis: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(1):106-114.

- Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995;3(4):193-214.
- Wolfson L. Gait and balance dysfunction: a model of the interaction of age and disease. *Neuroscientist* 2001 Apr;7(2):178-183.
- Woollacott MH, Shumway-Cook A. Changes in posture control across the life span--a systems approach. *Phys Ther* 1990 Dec;70(12):799-807.
- Yang XJ, Hill K, Moore K, et al. Effectiveness of a targeted exercise intervention in reversing older people's mild balance dysfunction: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2012 Jan;92(1):24-37.
- Yang Y, George LK. Functional disability, disability transitions, and depressive symptoms in late life. *J Aging Health* 2005 Jun;17(3):263-292.
- Yoo H, Chung E, Lee B. The effects of augmented reality-based Otago exercise on balance, gait, and falls efficacy of elderly women. *Journal of physical therapy science* 2013;25





**CEU**  
*Universidad  
Cardenal Herrera*

**TESIS DOCTORAL**

---

**TÍTULO**

**La efectividad de un protocolo de ejercicios domiciliario a corto plazo  
sobre la capacidad funcional en personas mayores**

---

**AUTOR**

**Alejandro Sendín Magdalena**

---

**DIRECTORES**

**Dr. D. Vicent Benavent Caballer**

**Dr. D. Pedro Pablo Rosado Calatayud**

**Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga**

**Departamento de Fisioterapia**

**Universidad CEU Cardenal Herrera**

**Valencia, 2017**

