



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL  
DEPORTE

Curso Académico 2017/2018

ESTUDIO LONGITUDINAL DE LA EVOLUCIÓN DE LA FUERZA,  
FLEXIBILIDAD, AGILIDAD Y EQUILIBRIO EN ADULTOS  
MAYORES ACTIVOS DE LA CIUDAD DE LEÓN.

Longitudinal study of the evolution of the strenth, flexibility, agility  
and balance in active elderly people in the city of León.

Autor/a: **ELBA DÍAZ SERRADILLA**

Tutor/a: Dr. José Gerardo Villa Vicente  
Departamento de Educación Física y Deportiva

Fecha: 02/07/2018

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 2  |
| 1. JUSTIFICACIÓN .....   | 3  |
| 1.1 ORIGINALIDAD Y TRANSFERENCIAS FUTURAS .....                        | 3  |
| 2. INTRODUCCIÓN .....  | 4  |
| 2.1 EJERCICIO Y TERCERA EDAD .....                                     | 5  |
| 2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES PERSONAS MAYORES .....                 | 5  |
| 2.1.2 BENEFICIOS EJERCICIO FÍSICO .....                                | 7  |
| 2.1.3 ENVEJECIMIENTO Y CONDICIÓN FÍSICA .....                          | 10 |
| 2.1.4 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA.....                           | 13 |
| 3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....   | 14 |
| 3.1 COMPETENCIAS .....   | 15 |
| 4. METODOLOGÍA.....  | 15 |
| 4.1 SUJETOS .....  | 15 |
| 4.2 MATERIAL.....  | 16 |
| 4.3 PROCEDIMIENTO.....   | 16 |
| 4.4 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA.....                             | 17 |
| 4.4.1 COMPOSICIÓN CORPORAL.....  | 17 |
| 4.4.2 BATERÍA DE PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA EXERNET –ELDER 3.0.....   | 17 |
| 4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y BIBLIOGRÁFICO .....                         | 17 |
| 5. RESULTADOS .....  | 18 |
| 5.1 COMPOSICIÓN CORPORAL .....   | 18 |
| 5.2 PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA .....                                  | 18 |
| 5.2.1 EVALUACIÓN DE FUERZA, FLEXIBILIDAD Y EQUILIBRIO POR DÉCADAS..... | 18 |
| 5.2.2 EVALUACIÓN DE FUERZA, VELOCIDAD Y EQUILIBRIO POR LUSTROS .....   | 20 |
| 5.2.3 EVOLUCIÓN POR DIFERENCIAS DE GÉNERO.....                         | 21 |
| 5.2.4 EVALUACIÓN POR LATERALIDAD DOMINANTE .....                       | 23 |
| 5.2.5 RELACIONES ENTRE COMPONENTES DE LA CONDICIÓ FÍSICA.....          | 23 |
| 6. DISCUSIÓN .....   | 24 |
| 7. CONCLUSIONES.....   | 26 |
| 7.1 LÍNEAS FUTURAS Y APLICABILIDAD .....                               | 26 |
| 7.2 VALORACIÓN CRÍTICA.....  | 26 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA .....  | 27 |
| ANEXO 1: BATERÍA PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICAS EXERNET– ELDER 3.O ..... | 30 |

## RESUMEN

**Introducción:** cada vez hay una mayor esperanza de vida, este aumento conlleva que se deba dedicar una mayor atención a incrementar nuestra calidad de vida y niveles de independencia, para ello el ejercicio físico juega un papel primordial, en concreto el entrenamiento de la fuerza, el cual está muy relacionado con un aumento de la calidad y esperanza de vida (Skugawa, et al., 2018). **Objetivo:** evaluar la evolución de la fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio de personas mayores inmersas en un programa de gimnasia de mantenimiento. **Resultados:** la mayor reducción se ha dado en las pruebas de equilibrio y agilidad y en la proporción de masa magra (significación respectivamente de 0,02 – 0,007 y 0,001). Comparando entre mujeres y varones las primeras tenían una mayor reducción en las capacidades físicas antes de los 75 años y los varones después. Se observó una intensa correlación entre la masa magra y las pruebas de fuerza. **Conclusión:** al realizar ejercicio físico se reducen en menor medida la fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio con el paso de los años en adultos mayores.

**Palabras clave:** envejecimiento, condición física, sarcopenia, fuerza, equilibrio y flexibilidad.

## ABSTRACT

**Introduction:** nowadays there is a longer life expectancy, this improvement means that more attention must be devoted to increase our quality of life and levels of independence, to achieve this physical condition, exercise plays a key role, specifically strength training, which is closely related to an increase in quality and life expectancy (Skugawa, et al., 2018). **Objective:** to evaluate the evolution in the strength, flexibility, agility and balance of elderly people immersed in a maintenance gymnastics program. **Results:** the greatest reduction has been observed in the tests of balance and agility and in the proportion of lean mass (significance respectively of 0.021 - 0.007 and 0.000). Comparing women and men, the former had a greater reduction in physical abilities before the age of 75 and the latter after that. An intense correlation was observed between lean mass and strength tests. **Conclusion:** while performing physical exercise, strength, flexibility, agility and balance are reduced to a lesser extent over the years in older people.

**Key words:** elderly, physical fitness, fitness test, sarcopenia, strength, balance and flexibility

# 1. JUSTIFICACIÓN

En la última década ha aumentado el sedentarismo en toda la población (el tiempo que se considera como sedentario es todo aquel que ocupemos en actividades que supongan un gasto energético menor a 1,5 METS) y cada vez pasamos más tiempo sentados reduciendo así los niveles de actividad y ejercicio físico. Esto se traduce en cifras en que más del 67% de la población adulta mayor pasa más de 8 horas y media sentado al día y de ellas más de 3 sentado delante de una pantalla. Este aumento del sedentarismo se ha relacionado con el aumento en la discapacidad y una reducción en los niveles de independencia y calidad de vida de las personas mayores (Biswas, et al., 2015).

Por lo tanto es un gran reto de nuestra época el aumentar la actividad física y reducir este comportamiento sedentario ya que realizar un mayor nivel de actividad supone una disminución de la obesidad, riesgo de enfermedad cardiovascular, enfermedades metabólicas, muchos tipos de cáncer y un menor riesgo de mortalidad por todas las causas (Tabla 1). (Biswas, et al., 2015).

Tabla 1: Relación sedentarismo y diferentes problemas de salud:

|   |   |
|---|---|
| Biswas et al (2015)                           | Mortalidad por todas las causas, incidencia enfermedad cardiovascular, mortalidad por enfermedad cardiovascular, mortalidad e incidencia cáncer y riesgo de diabetes tipo II. |
| Blümel et al (2016)                           | Síntomas menopáusicos más severos, depresión, ansiedad e insomnio. Mayor circunferencia de la cintura y mayor obesidad.   |
| Mayor (2015)                                  | Mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, diabetes tipo II y cáncer.   |
| Rezende, Rey-López, Matsudo y do Carmo (2014) | Mortalidad por todas las causas, síndrome metabólico, mayor circunferencia cintura, obesidad, menos salud mental y mayor número de caídas.                                    |

Viendo la gran incidencia de sedentarismo en nuestra sociedad en el presente estudio tratamos de analizar los beneficios que tiene realizar ejercicio físico de forma dirigida en todos los factores relacionados con el envejecimiento y la condición física.

## 1.1 ORIGINALIDAD Y TRANSFERENCIAS FUTURAS

A penas existen estudios longitudinales que evalúen la evolución de la condición física por lo que se trata de un trabajo innovador, al repetirse estas pruebas tras 9 años consecutivos de gimnasia de mantenimiento, lo que puede aportar mucha información sobre qué componentes de la condición física se ven más afectados por el envejecimiento y en qué proporción, lo que puede permitir hacer las prescripciones de ejercicio físico para las personas mayores de forma más específica incidiendo en los factores más importantes y facilitando así una mayor calidad de vida en esta población.

## 2. INTRODUCCIÓN

La población mundial está envejeciendo, entre 1970 y 2025 se prevé un aumento del 223% de personas mayores en el planeta. En concreto en España hay un 18,7% de población mayor de 65 años y se prevé que en 2031 alcance el 25,6% (Jacobzone & Oxley, 2002). Esto significa que cada vez debemos hacer mayores esfuerzos para que no solo vivamos más años sino con mayor calidad de vida, que definida por The World Health Organization (2002, p. 13) es "la percepción de un individuo de su posición en la vida en el contexto del sistema de cultura y valores en el que viven, y en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones".

No se trata solo de mejorar las posibilidades físicas sino también de disminuir el riesgo de sufrir enfermedades degenerativas y de tener una correcta salud mental, hay que involucrar los tres planos, físico, social y psicológico para así tener un buen estado de salud, es decir, alcanzar el completo bienestar físico, mental y social (The World Health Organization, 2002).

Este aumento de la edad de la población tiene una gran repercusión económica y uno de los aspectos en los que más influye es en los gastos médicos como recoge Jacobzone y Oxley (2002) un 9% del PIB de los países de la OCDE es destinado a la asistencia sanitaria a personas mayores y tres cuartas partes de éste se financian con dinero público. Estos gastos podrían disminuirse si aumentase el nivel de actividad física de la población tal y como establecen Martínez-López y Grajales (2010) que compararon los gastos médicos de un grupo de población activa y de otro sedentario y obtuvieron que el grupo sedentario suponía un costo 4,6 veces mayor que el grupo de personas activas. El ejercicio físico ha demostrado ser de gran utilidad preventiva y con capacidad para aumentar la esperanza de vida, las personas que no tienen una buena aptitud física tienen una mayor tasa de mortalidad por todas las causas y específicamente por enfermedades cardiovasculares (Gillon, Nielsen, Steel, Cornwall & Sheard, 2018).

En la tercera edad se ha encontrado una intensa correlación entre un mayor número de caídas, más sensación de inestabilidad y menos autopercepción de salud en los sedentarios respecto a los activos. También se ha relacionado la inactividad con mayores niveles de depresión y menos satisfacción con la vida (Ackermann, 2018).

Las dos principales causas de muerte en España en 2014 fueron las enfermedades cardíacas y el cáncer (Abellán, Ayala & Pujol, 2017) ambas se ha demostrado que se pueden prevenir mediante el ejercicio físico en artículos como el de Vuori (2010) en el que se relacionan ejercicio física y un menor riesgo de sufrir una cardiopatía, o el de Heywood, McCarthy y Skinner (2018) que recogen la capacidad preventiva del ejercicio en el cáncer de mama.

## **2.1 EJERCICIO Y TERCERA EDAD**

### **2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES PERSONAS MAYORES**

#### ➤ SOCIALES

Las personas mayores tienen que adaptarse a muchos procesos de pérdida de personas cercanas así como perder lazos de amistad debido al cese de su actividad laboral o también que sus hijos abandonen la casa familiar y asumir la nueva disposición de tiempo libre a la que no están acostumbrados, esto puede provocar un mayor sentimiento de soledad que en otras etapas de la vida (The World Health Organization, 2002).

#### ➤ BIOLÓGICAS

El envejecimiento afecta a las células con cambios en su estructura y función. Se produce una disminución del número de mitocondrias y un aumento de tamaño de las mismas así como una acumulación de radicales libres en la membrana celular que provocan alteraciones en la excitabilidad o transporte celular por lo que puede cambiar la sensibilidad a diferentes hormonas (Landi, et al., 2015).

Se reduce la masa muscular total y la sección transversal del músculo y aumenta el porcentaje de grasa corporal. Se reduce el tamaño de las fibras musculares tipo II, se pierden unidades motoras sobre todo de estas fibras y disminuye la síntesis proteica. Todos estos cambios explican la disminución de la resistencia aeróbica con la edad (Gillon, et al., 2018). La masa muscular disminuye de un 20 a un 40% y se producen cambios en las estructuras musculares con la consecuencia de pérdida de velocidad de contracción y fuerza lo que disminuye la capacidad de realizar esfuerzos y hace que la fatiga aparezca antes (Tabla 2). Todos estos cambios pueden producir sarcopenia que es la pérdida de masa muscular con la edad (Landi, et al., 2015).

Con la edad se produce una disminución del tamaño y peso cerebral (alrededor de un 12%) probablemente debido a una disminución en el número de neuronas, estas pérdidas afectan sobre todo al sueño, la locomoción y la homeostasis. En contraposición se produce un aumento en el número y tamaño de células de la glia por lo que el índice glia/ neurona aumenta con la edad. Todos estos cambios en lo que se ven traducidos a nivel de actividad física es en que se produce una pérdida de equilibrio, falta de coordinación en la marcha así como disminución de los reflejos, también se produce una merma en la flexibilidad y se adoptan posturas más encorvadas (Landi, et al., 2015).

Los pulmones son más voluminosos pero los alveolos que son los encargados del intercambio gaseoso se aplanan y disminuye el tejido elástico por lo que los pulmones se expanden menos y se reduce el volumen pulmonar. También aumenta el volumen residual y disminuye la capacidad para alcanzar una alta frecuencia respiratoria. Aumenta la rigidez

de la caja torácica lo que provoca que cueste más esfuerzo la inspiración. Todo esto hace que se tenga una menor resistencia a los esfuerzos físicos (Heywood, McCarthy & Skinner, 2018).

El consumo máximo de oxígeno disminuye en alrededor de 4,5 ml/kg/min cada década y la máxima diferencia arterio-venosa de oxígeno disminuye un 3% cada década. También disminuye la capacidad de los músculos para usar el oxígeno, se aumentan las resistencias periféricas, se reduce la densidad capilar y la capacidad oxidativa del músculo (Garatachea, et al., 2015)

Con la edad las arterias se vuelven más rígidas y disminuye el diámetro interno de las más pequeñas. El hecho de que las arterias se hagan más rígidas hace que al corazón le cueste más expulsar sangre y aumente la presión sanguínea. Las paredes capilares se engruesan lo que dificulta el intercambio de nutrientes. Disminuye la contractibilidad cardíaca y se pueden producir ciertos trastornos eléctricos. También disminuye la adaptación al ejercicio físico ya que aumenta menos la frecuencia cardíaca con el esfuerzo (Vuori, 2010).

Tabla 2: Cambios musculares con el envejecimiento:

| <b>Cambios musculares con el envejecimiento</b>   |
|---|
| 1. Disminución de la masa y del área de sección transversal del músculo. (Garatachea, et al., 2015) |
| 2. Acumulación de grasa. (Ryan, 2000)   |
| 3. Disminución de las fibras musculares tipo I y II. (Garatachea, et al., 2015)                     |
| 4. Descolocación de los miofilamentos y líneas Z. (Landi, et al., 2015)                             |
| 5. Proliferación del retículo sarcoplásmico y del sistema tubular T. (Gillon, et al., 2018)         |
| 6. Acumulación de lipofucsina y de nemalina. (Aparicio, Carbonell & Delgado, 2010).                 |
| 7. Disminución del número y reclutamiento de unidades motoras. (Ryan, 2000)                         |

#### ➤ PSICOLÓGICAS

Se producen modificaciones en el tratamiento de la información con posibles pérdidas de memoria momentáneas. También puede aparecer cierto sentimiento de pérdida y tristeza debido a que se empiezan a perder seres queridos, disminuye el círculo social. (Moroz, 2014). Disminuye la velocidad a la hora de tratar la información, la capacidad de aprendizaje, la capacidad para resolver problemas y una disminución en la capacidad de adaptación a los cambios aunque esto se ve muy influenciado por el tipo de vida seguido en la juventud, la forma de enfrentarse al proceso de envejecimiento y los niveles de autoeficacia percibida por la persona (The World Health Organization, 2002).

Por tanto, el envejecimiento provoca cambios tanto a nivel biológico como psicológico como social (Tabla 3) que hacen que tengamos que establecer ciertas medidas de ejercicio físico y de hábitos saludables para asegurar un buen estado de salud y calidad de vida.

Tabla 3: Resumen características biológicas, sociales y psicológicas de la tercera edad:

| <b>RESUMEN CARACTERÍSTICAS TERCERA EDAD</b>                                   |
|---|
| Aumento de enfermedades degenerativas aparato locomotor (Landi, et al., 2015) |
| Posibilidad de enfermedades cardiorrespiratorias (Vuori, 2010).               |
| Mayores alteraciones degenerativas sistema nervioso (Landi, et al., 2015)     |
| Aparecen ciertos tipos de cáncer (Heywood, McCarthy & Skinner, 2018)          |
| Aumento de la grasa corporal (Garatachea, et al., 2015)                       |
| Disminuye la agudeza visual y auditiva (Rolland, Abellan & Vellas, 2008)      |
| Aparecen arrugas en la piel (Moroz, 2014)                                     |
| Disminuye el metabolismo basal (Vuori, 2010).                                 |
| Disminución de la memoria (Rolland, Abellan & Vellas, 2008)                   |
| Pérdida de capacidades físicas (Garatachea, et al., 2015)                     |
| Disminución de su estatus social (Moroz, 2014)                                |
| Mayor sentimiento de soledad (Moroz, 2014)                                    |
| Mayor preocupación por su estado de salud (Ackermann, 2018)                   |
| Mayor disposición de tiempo libre (Ackermann, 2018)                           |

### 2.1.2 BENEFICIOS EJERCICIO FÍSICO

La práctica de ejercicio físico es una de las mejores formas no farmacológicas de prevenir la aparición de muchas enfermedades así como de disminuir los síntomas si ya se padece una. En numerosos artículos de la literatura se demuestran los beneficios del ejercicio físico para la salud y en concreto para la tercera edad (Tabla 4).

Tabla 4: Resumen de los beneficios de la actividad física:

| <b>BENEFICIOS</b>   |
|---|
| 1-Dismuye incidencia de enfermedades cardiovasculares y los factores de riesgo asociados como concentraciones HDL, LDL o presión sanguínea. (Vuori, 2010) |
| 2-Disminuye el riesgo de padecer diabetes tipo II. (Ryan, 2000)   |
| 3-Aumenta la densidad mineral ósea. (Becerro, 2012)   |
| 4-Menor riesgo de tener cáncer de colon. (Brown, Winters-Stone, Lee & Schmitz, 2012)  |
| 5-Disminuye porcentaje de grasa corporal, mejora su distribución y aumenta la masa magra. (Becerro, 2012)   |
| 6- Mejora el funcionamiento cerebral. (Rolland, Abellan & Vellas, 2008)   |
| 7-Mejora el estado de ánimo y favorece las interacciones sociales. (Becerro, 2012)  |
| 8-Disminuye los dolores músculo-esqueléticos. (Aparicio, Carbonell & Delgado, 2010).  |
| 9-Combate la inmunosenescencia. (Aparicio, Carbonell & Delgado, 2010).  |

Pedersen y Saltin (2006) concluyen que el ejercicio físico tiene un efecto positivo en la prevención de enfermedades, en la reducción de los síntomas asociados a una enfermedad, mejorar la aptitud física y cardio-respiratoria y mejorara la calidad de vida. Para Aparicio, Carbonell y Delgado (2010) los posibles beneficios de la actividad física son:



## 1) CARDIOVASCULARES:

En el estudio de Vuori (2010) se muestra que hay una gran correlación entre el ejercicio físico y un menor riesgo de sufrir un infarto o un accidente cerebro-vascular. El ejercicio también disminuye la presión sanguínea basal principalmente la sistólica pero también la diastólica, esta disminución es todavía mayor en sujetos hipertensos. Por otro lado se encontró que aumenta la concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y disminuye las concentraciones de triglicéridos, también se observó una disminución en las lipoproteínas de baja densidad (LDL) pero no fue estadísticamente significativa. El realizar ejercicio físico de moderado a vigoroso ayuda en la pérdida de peso en sujetos con sobrepeso lo que disminuye uno de los principales factores de riesgo cardiovascular.

## 2) METABÓLICOS

El ejercicio disminuye varios de los factores de riesgo de síndrome metabólico como la obesidad central, la dislipemia, las altas concentraciones de glucosa o la hipertensión. Como se ha comentado anteriormente con el envejecimiento aumenta el peso corporal, la masa grasa y la adiposidad visceral lo que se correlaciona con la resistencia a la insulina, tanto el ejercicio aeróbico como el de fuerza han demostrado disminuir todos estos factores aumentando la sensibilidad a la insulina y mejorando la tolerancia a la glucosa. (Ryan, 2000).

## 3) OSTEOPOROSIS Y RIESGO FRACTURAS

Se ha observado una mayor densidad mineral ósea en personas que en su juventud han sido activas que en las sedentarias por lo que hay que destacar un rol preventivo del ejercicio físico en la juventud. También se ha visto que las mujeres que hacen ejercicio pierden menos masa ósea a causa de la menopausia lo que disminuye el riesgo de desarrollar osteoporosis. El realizar ejercicios de fuerza, equilibrio, resistencia y velocidad de reacción puede disminuir el riesgo de sufrir caídas (Becerro, 2012).

## 4) CÁNCER

Se relaciona la actividad física con un menor riesgo de padecer cáncer de colon y se establece que también podría ser beneficioso en los de pecho, ovarios, endometrio, próstata y testículos pero son necesarios más estudios. También el ejercicio ha demostrado ser efectivo para disminuir los síntomas y aumentar la capacidad funcional en personas que sufran alguna de estas enfermedades (Brown, Winters-Stone, Lee & Schmitz, 2012).

## 5) OBESIDAD

El ejercicio físico produce cambios en la composición corporal disminuyendo la grasa y aumentando la masa magra, la tasa de pérdida de peso se ha relacionado con la frecuencia y duración de la sesión de ejercicio. También el ejercicio provoca una mejor distribución de la masa corporal. Por tanto, realizar ejercicio y seguir una buena dieta son factores determinantes a la hora de prevenir la obesidad (Becerro, 2012).

## 6) FUNCIÓN COGNITIVA

El ejercicio mejora la citoarquitectura cerebral, aumenta el flujo de sangre al cerebro y con ello el oxígeno que le llega al cerebro aumenta, mejora sus propiedades electrofisiológicas, aumenta los factores de crecimiento cerebral y aumenta el nivel de calcio en el sistema nervioso central, por todo esto Rolland, Abellan y Vellas (2008) concluyen que una vida activa mejora el funcionamiento cerebral en la población de edad avanzada y que puede ralentizar el curso de la enfermedad en personas con Alzheimer.

## 7) PSICOSOCIALES

El ejercicio induce cambios en las concentraciones de neuroreceptores como la norepinefrina, dopamina o sustancias como la endorfina que pueden ayudar a mejorar el estado de ánimo o reducir el dolor. También el aumento de la temperatura corporal provocado por el ejercicio puede favorecer una disminución de la tensión muscular. Por otro lado el practicar ejercicio favorece las interacciones sociales, aumenta la autonomía, la sensación de autoeficacia percibida y reduce el estrés y la ansiedad (Becerro, 2012).

## 8) MUSCULAR

Ha sido demostrado que el ejercicio aeróbico reduce los dolores músculo-esqueléticos en personas entre 62 y 76 años en un 25% frente a personas sedentarias (Aparicio, Carbonell & Delgado, 2010). El ejercicio también aumenta la fuerza del tren inferior y la prensión manual, cuya disminución ha sido establecida como predictores de mortalidad en personas mayores. El entrenamiento de fuerza tiene una gran importancia en la mejora de la calidad de vida de personas de edad avanzada. (Aparicio, Carbonell & Delgado, 2010)

## 9) SISTEMA INMUNE

Con el envejecimiento se produce una inmunosenescencia que son alteraciones moleculares y celulares que provocan una desregulación del sistema inmune haciendo que aumente el riesgo de padecer enfermedades infecciosas u otras enfermedades del sistema inmunitario. El ejercicio ha demostrado ser eficaz para combatir la inmunosenescencia ayudando en la regulación del sistema inmune (Aparicio, Carbonell & Delgado, 2010).







| ENVEJECIMIENTO  |   |                               | EJERCICIO |   |
|---|---|-------------------------------|-----------|---|
|   | — | <b>FUNCIÓN CEREBRAL</b>       |           | + |
|   | + | NEUROGÉNESIS                  |           | — |
|    | + | NEURODEGENERACIÓN             |           | — |
|   | — | <b>FUNCIÓN CARDIOVASCULAR</b> |           | + |
|    | + | VO2 MAX                       |           | — |
|   | — | PRESIÓN SANGUÍNEA             |           | + |
|   | — | VOLUMEN SANGUÍNEO             |           | + |
|   | — | FUNCIÓN ENDOTELIAL            |           | + |
|    | — | <b>FUNCIÓN PULMONAR</b>       |           | + |
|   | — | VENTILACIÓN                   |           | + |
|   | — | CAPACIDAD PULMONAR            |           | + |
|   | — | <b>FUNCIÓN MUSCULAR</b>       |           | + |
|   | — | FUERZA MUSCULAR               |           | + |
|   | — | RESISTENCIA MUSCULAR          |           | + |
|   | — | EQUILIBRIO Y MOVILIDAD        |           | + |
|   | — | DESARROLLO Y CONTROL MOTOR    |           | + |
|   | — | FLEXIBILIDAD Y ROM            |           | + |
|   | — | DIF. ARTERIO-VENOSA DE O2     |           | + |
|   | — | <b>COMPOSICIÓN CORPORAL</b>   |           | — |
|  | — | PESO                          |           | + |
|   | — | MASA LIBRE DE GRASA           |           | + |
|   | — | MASA MUSCULAR                 |           | — |
|   | — | ADIPOSIDAD REGIONAL           |           | + |
|   | — | DENSIDAD ÓSEA                 |           | + |
|   | — | <b>METABOLISMO</b>            |           | + |
|  | — | METABOLISMO BASAL             |           | + |
|   | — | SÍNTESIS DE PROTEÍNA MUSCULAR |           | + |
|   | — | OXIDACIÓN DE GRASAS           |           | + |

Figura 1: Comparativa de efectos del envejecimiento y los beneficios de la actividad física. (Gillon, et al., 2018)

### 2.1.3 ENVEJECIMIENTO Y CONDICIÓN FÍSICA

Las cualidades físicas pueden tener mayor sustento en el metabolismo aeróbico (capacidad y resistencia aeróbica) o tener un mayor componente anaeróbico (fuerza máxima o explosiva), o bien no sustentarse en ellos como la flexibilidad.

En relación a la condición aeróbica hay que decir que a medida que aumenta la edad va disminuyendo el consumo máximo de oxígeno haciendo que actividades que antes no suponían ningún esfuerzo cada vez sean más fatigantes y si esto no se previene llegará

un momento en que la persona sea dependiente. Por ello es de gran importancia realizar ejercicios para aumentar la resistencia aeróbica, con un carácter submáximo para evitar posibles consecuencias cardíacas. Pero es vital evitar esa pérdida de consumo de oxígeno y lograr adaptaciones periféricas en el transporte de oxígeno para ser independientes y poder llevar una vida activa (Vuori, 2010).

Respecto a la fuerza y flexibilidad, están directamente relacionadas con el proceso de envejecimiento y un correcto trabajo de las mismas conduce a una mejora en la calidad de vida, la capacidad de vivir de forma independiente, la disminución del riesgo de muchas enfermedades degenerativas, disminución de la resistencia a la insulina, menor riesgo de sufrir caídas, mejora la densidad ósea disminuyendo así el riesgo de osteoporosis, influye de forma positiva en el sueño y reduce la depresión (Gielen, et al., 2015).

Para Cruz-Jentoft et al. (2011) la prevalencia de la sarcopenia es de un 20% en los varones entre 70 y 75 años y un 50% entre los mayores de 80. En el caso de las mujeres del 25% en el primer grupo de edad y 40% en el segundo. En el muestran los mecanismos de actuación de la sarcopenia, que se esquematiza en la Figura 2:

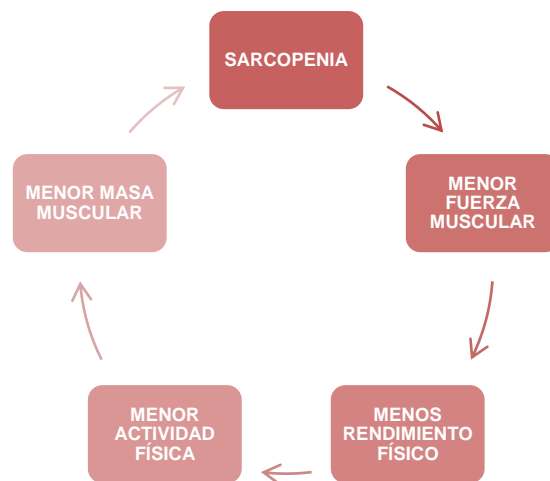


Figura 2: Mecanismos de actuación de la sarcopenia (Cruz-Jentoft, et al., 2011).

La fuerza disminuye con la edad debido a diferentes factores (Salguero, 2010):

- Cambios en las fibras musculares.
- Atrofia progresiva de las fibras rápidas.
- Disminución en la sección transversal del músculo.
- Pérdida de rigidez en los tendones.
- Poca activación del músculo agonista y aumenta la activación de los antagonistas.
- Alteraciones en la síntesis de proteínas.
- Aumento estrés oxidativo (aumento radicales libres).

Según recoge Salguero (2010) la fuerza disminuye entre un 12 y 15% por década a partir de los 30 años por lo que al llegar a los 70 años puede haber disminuido de un 30 a un

40%. En el caso de las mujeres la mayor disminución se produce con la menopausia, a partir de ese momento disminuye de forma más o menos constante hasta los 80 años donde se vuelve a notar un descenso considerable en ambos sexos. Esta pérdida de fuerza a los grupos musculares a los que más afecta es a los de cuello, abdomen, espalda y glúteos, es decir, principalmente a los músculos de la cadena posterior junto con los abdominales. (Alonso & Izquierdo, 2003). La Sarcopenia o pérdida de fuerza muscular con la vejez se relaciona con un mayor número de caídas y también afecta a actividades cotidianas como subir escaleras, cargar con las bolsas de la compra o coger ollas y sartenes para cocinar.

En personas de edad avanzada, la cantidad de fibras musculares y unidades motoras disminuye. Las unidades motoras restantes pierden su funcionalidad (disminución de la frecuencia de descarga y mayor fluctuación de la descarga) particularmente aquellas que contienen fibras de tipo II. La renovación de las proteínas intracelulares disminuye, lo que crea un balance negativo entre las pérdidas diarias de proteínas y las capacidades para renovarlas. La actividad de la proteína quinasa que estimula la síntesis de proteínas disminuye; mientras que los factores de degradación de las proteínas se activan (Salguero, 2010).

La disminución en los niveles séricos de esteroides sexuales, en particular la testosterona, así como 25-hidroxivitamina D y el factor de crecimiento IgF1 se han considerado factores de riesgo potenciales para la sarcopenia ya que estas hormonas están involucradas en la proliferación y diferenciación miogénica de células satélite y promueven la síntesis de proteína muscular. La 25-dihidroxivitamina también regula la síntesis de proteínas que influyen en el transporte de calcio y la contractilidad muscular. La concentración de vitamina D también afecta a la inflamación y a la secreción y sensibilidad a la insulina, todos estos factores se han relacionado con la sarcopenia (Gielen, et al., 2015).

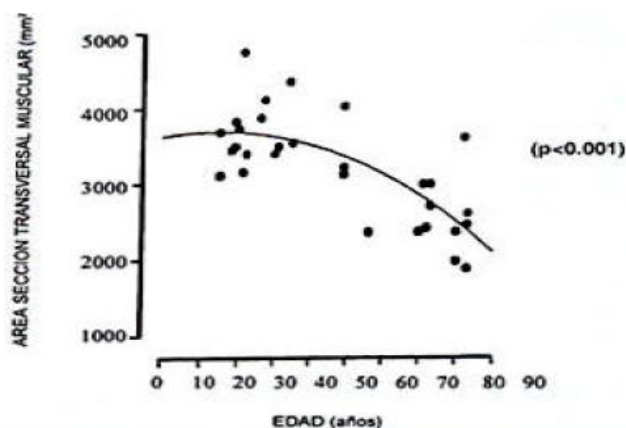
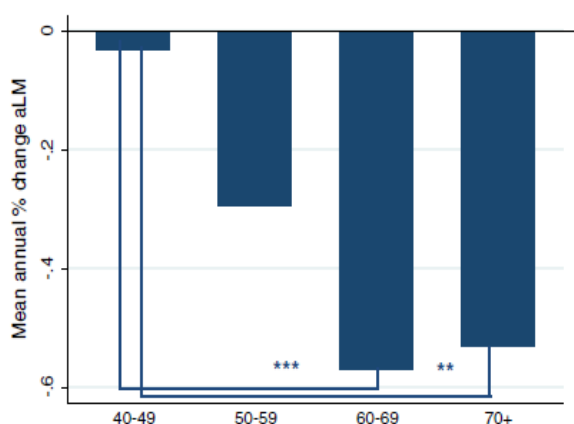


Figura 3: Pérdida de masa muscular con la edad. Figura 4: Evolución del área transversal muscular.

Gielen et al. (2015) establecieron la relación entre la edad y la masa muscular, viendo que la edad a la que se produce una mayor disminución es entre los 60 y 70 años aunque a partir de los 70 la reducción también es significativa (Figura 3). Izquierdo y Aguado (1998) detallaron la evolución del área transversal muscular, que está muy relacionada con la fuerza máxima, produciéndose el mayor descenso a partir de los 50 años. Desde los 20 a los 80 años puede disminuir hasta un 40% (Figura 4).

## 2.1.4 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

A lo largo de la historia se han utilizado diferentes métodos para medir la condición física de las personas, nosotros hemos escogido algunos de ellos y los hemos clasificado según Cruz-Jentoft et al. (2010) (Tabla 6), centrándonos principalmente en la evaluación de la fuerza ya que es el principal objetivo de este trabajo:

Tabla 2: Valoración de la fuerza y la condición física general

| TIPO DE MÉTODO | VARIABLE         | PRUEBA                        | DESCRIPCIÓN  | CITA   |
|----------------|------------------|-------------------------------|--|--|
| DIRECTO        | FUERZA MUSCULAR  | RM                            | Test para calcular el peso máximo que puedes movilizar.  | Brzycki (1993)                               |
| INDIRECTO      | MASA MUSCULAR    | DEXA                          | Análisis de la composición corporal mediante radiación ionizante.  | Marks, Van Meel, Robinson, y Robinson (2015) |
|                |                  | BIO-IMPEDANCIA                | Calcula la composición corporal gracias a las propiedades eléctricas de los tejidos.                                     | Marks, Van Meel, Robinson, y Robinson (2015) |
|                |                  | ANTROPO-METRÍA                | Conocer a través del peso, talla, pliegues cutáneos... la composición corporal de la persona.                            | Marks, Van Meel, Robinson, y Robinson (2015) |
|                | FUERZA MUSCULAR  | FUERZA DE AGARRE              | Medir la fuerza de agarre manual isométrica mediante un dinamómetro.   | Mancilla, Ramos y Morales (2016)             |
|                |                  | FLEXO-EXTENSIÓN PIERNAS       | Evalúa la fuerza-resistencia mediante las veces que es capaz de levantarse y sentarse de una silla por unidad de tiempo. | Cruz-Jentoft et al. (2010)                   |
|                |                  | FLUJO AIRE ESPIRADO           | Mide la fuerza de los músculos espiratorios mediante una espirometría.   | Cruz-Jentoft et al. (2010)                   |
|                | CONDICIÓN FÍSICA | SPPB                          | Evalúa el rendimiento físico mediante pruebas de marcha, fuerza, resistencia y equilibrio.                               | Cruz-Jentoft et al. (2010)                   |
|                |                  | EXERNET ELDERY 3.0            | Mide la condición física mediante pruebas de flexibilidad, fuerza, equilibrio, agilidad y velocidad.                     | Pedrero et al. (2012)                        |
|                |                  | TEST DE ASCENSO DE ESCALRERAS | Mide el tiempo que se tarda en subir un tramo de escaleras, relaciona la potencia con la fuerza de tren inferior.        | Cruz-Jentoft et al. (2010)                   |
|                |                  | VELOCIDAD NORMAL DE LA MARCHA | Se ha establecido una relación entre la velocidad de la marcha habitual y la fuerza de piernas.                          | Cruz-Jentoft et al. (2010)                   |

Consideramos que en la tercera edad la fuerza es la principal capacidad a evaluar porque está directamente relacionada con la sarcopenia, una de las enfermedades provocadas por el sedentarismo más comunes en las personas mayores, además a través de medir la fuerza en sus diferentes manifestaciones (máxima, explosiva y resistencia) conocemos la capacidad de transporte de oxígeno de la persona por lo que lo podemos relacionar con su capacidad aeróbica (Silva, Oliveira, Fleck, Leon, & Farinatti, 2014).

En este estudio hemos utilizado la Batería de pruebas de condición física de Exernet-Elder 3.0 ya que se trata de un conjunto de pruebas que miden todas las capacidades importantes que determinan una buena condición física del sujeto, las pruebas están perfectamente adaptadas a la tercera edad siendo fáciles de llevar a cabo y sin necesitar gran cantidad de material ni espacio, por lo que era la opción perfecta para este estudio.

### **3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

1- **Realizar una revisión bibliográfica** sobre el envejecimiento y la condición física, especialmente lo relativo a la fuerza y flexibilidad en el ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

2- **Objetivos del estudio:**

- ❖ **Objetivo general:** Evaluar la evolución en una década de la fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio como componentes de la condición física en personas de tercera edad inmersas en un programa de gimnasia de mantenimiento.
- ❖ **Objetivos específicos:**
  - ✓ Valorar la fuerza en sus diferentes manifestaciones (máxima, fuerza-resistencia y explosiva) de las personas mayores que practican gimnasia de mantenimiento en la ciudad de León.
  - ✓ Valorar la flexibilidad de miembros superiores e inferiores de las personas mayores que practican gimnasia de mantenimiento en la ciudad de León.
  - ✓ Valorar la agilidad y equilibrio de las personas mayores que practican gimnasia de mantenimiento en la ciudad de León.
  - ✓ Estudiar el efecto del envejecimiento en estos componentes de la condición física.
  - ✓ Analizar diferencias de género y de lateralidad dominante en los mismos.

La hipótesis que barajamos es que realizar gimnasia de mantenimiento no tiene efectos en la mejora de la condición física ya que no se hace ni con la frecuencia ni duración necesaria ni a una intensidad que de verdad suponga un estímulo para el organismo por lo que no se darán adaptaciones fisiológicas tras la participación en este tipo de programas.

### **3.1 COMPETENCIAS**

(Memoria del Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de León, 2018)

#### **3.1.1- Competencias generales:**

- ✓ Conocer y comprender los objetos de estudio de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
- ✓ Promover y evaluar la formación de hábitos de práctica de la actividad física y del deporte, orientados al mantenimiento y mejora de la condición física y la salud.
- ✓ Desarrollar competencias para el aprendizaje autónomo y la adaptación a las nuevas situaciones.

#### **3.1.2- Competencias específicas:**

- ✓ Adquirir la formación científica básica para comprender, promover y evaluar la formación de hábitos de práctica de la actividad física y del deporte, orientados al mantenimiento y mejora de la condición física y la salud.
- ✓ Aplicar los fundamentos científicos de la motricidad humana (principios fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales) a la mejora de la salud y la calidad de vida.
- ✓ Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición o estimación, tanto de laboratorio como de campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en diferentes grupos de población: docencia, salud, entrenamiento y rendimiento deportivo...
- ✓ Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y del deporte.
- ✓ Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 SUJETOS**

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión la muestra final constó de 28 personas (20 mujeres y 8 varones).

#### **Criterios de inclusión:**

- ❖ Realizar consecutivamente gimnasia de mantenimiento durante los últimos 10 años.
- ❖ No padecer ninguna lesión en el momento de realizar las pruebas.
- ❖ Acudir ininterrumpidamente al menos a dos sesiones de gimnasia a la semana.

#### **Criterios de exclusión:**

- ❖ No haber participado en el anterior estudio.
- ❖ Tener menos de 60 años.



Estas personas acuden tres días de la semana a realizar gimnasia de mantenimiento durante una hora cada día. En dicha actividad realizan ejercicios de movilidad articular tanto estáticos como dinámicos aunque evitando los balísticos, ejercicios de fuerza con el fin de evitar la sarcopenia propia de la edad y sobre todo presente entre las mujeres, aunque no realizan ejercicios de fuerza máxima, utilizan ejercicios calisténicos y actividades con la ayuda de gomas o pelotas. A los monitores se les ha dado la consigna de que la intensidad no supere el 70%, y la mayoría de ejercicios son de baja intensidad y con suficiente descanso entre ellos. Unido a este trabajo de fuerza también se realiza un trabajo de equilibrio sobre todo mediante ejercicios con apoyos unipodales. Por último, también se trabaja la capacidad cardio-respiratoria mediante ejercicios en superseries y también caminando a diferentes intensidades.

## **4.2 MATERIAL**

Las pruebas se llevaron a cabo en diferentes pabellones de la ciudad de León y para las mismas se utilizó el siguiente material:

- ❖ Tallímetro SECA® (precisión 2 mm).
- ❖ Báscula de bioimpedancia Tanita BC-418 MA® que mediante las propiedades eléctricas del cuerpo permite estimar la composición corporal.
- ❖ Dinamómetro TTK-5401 para medir la fuerza de prensión manual.
- ❖ Cajones estandarizados de 44 cm.
- ❖ Material de gimnasio necesario para las pruebas: conos, mancuernas de 2 y 5 kilos, cronómetros y una cinta métrica.

## **4.3 PROCEDIMIENTO**

El primer paso fue llamar a los participantes del anterior estudio para establecer la muestra disponible y saber si era viable la realización del estudio. Al tratarse de una población mayor fueron muchos los casos en que las personas ya no eran válidas para participar ya sea por motivos de salud, porque no disponíamos de su número de teléfono o ya no estaba disponible, no tenían motivación, se habían mudado o por fallecimiento. De las 248 personas que participaron en el anterior estudio solamente 54, un 21,77%, estaban dispuestas a volver a realizar las pruebas.

Una vez que teníamos a los potenciales participantes se diseñó el protocolo a llevar a cabo, se decidieron las fechas y los lugares de realización y se volvió a llamar a todas las personas, volviéndose a reducir la muestra por motivos de disponibilidad a 30 personas.

El siguiente paso fue la realización de los test de condición física, de las 30 personas se presentaron 28 que fue la muestra final. Todos los participantes fueron informados de la finalidad del estudio y riesgos y su participación fue totalmente voluntario. Así mismo firmaron un consentimiento informado antes de pasar a realizar las pruebas.

Las pruebas fueron llevadas a cabo en la misma semana en horario de mañana en tres pabellones diferentes de León en las condiciones estandarizadas tal y como se recoge en la literatura. Los sujetos debían acudir en ayunas para así poder realizar la bioimpedancia, al finalizar se les daba algo para comer antes de las pruebas. Posteriormente se pasaba a realizar todas las pruebas de la Batería de pruebas de condición física de Exernet- Elder 3.0 que se detallan más adelante (Anexo 1).

## **4.4 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA**

### **4.4.1 COMPOSICIÓN CORPORAL**

Se analizó la composición corporal mediante una bioimpedancia eléctrica, para llevar a cabo la misma se siguieron las siguientes normas:

- ❖ No llevar puesto ningún objeto metálico (pulsera, anillo, reloj...)
- ❖ Orinar antes de realizar la prueba.
- ❖ No beber ni comer 8 horas antes de realizar la prueba.
- ❖ No tomar diuréticos la semana antes.
- ❖ No realizar ejercicio extenuante el día anterior.
- ❖ No consumir alcohol durante los dos días previos a la prueba.
- ❖ En caso de tener un marcapasos o una prótesis metálica no realizaban la prueba.

### **4.4.2 BATERÍA DE PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA EXERNET –ELDER 3.0**

Se llevó a cabo la Batería de pruebas de condición física de Exernet- Elder 3.0 (Anexo 1), basado en el Senior Fitness Test, ideado por Rikli y Jones (1999) y que ha sido modificado posteriormente. Esta batería consta de diez pruebas aunque solo se han llevado a cabo las que tienen por finalidad evaluar la fuerza, equilibrio, agilidad y flexibilidad que son los objetos de estudio de este trabajo. A parte de los test anteriormente comentados de la batería de Exernet hemos realizado la prueba de dinamometría manual ya que los resultados en esta prueba han sido relacionados con la esperanza de vida del sujeto (Mancilla, Ramos, & Morales, 2016) por lo que nos aportan información relevante a la hora de evaluar la condición física y salud de la persona.

No se tenía un orden establecido a la hora de realizar las pruebas, se llevaban a cabo mediante un circuito por estaciones pero la prueba de resistencia de fuerza de piernas siempre se llevaba a cabo en último lugar ya que es la que más fatiga produce y podía tener un efecto de interferencia negativa con las siguientes pruebas.

## **4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y BIBLIOGRÁFICO**

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos Pubmed, Research Gate, Dialnet y Google Académico utilizando como palabras clave “eldery”, “physical fitness”, “fitness test”, “sarcopenia”, “strength”, “balance” y “flexibility”. Se buscaron los

artículos por orden de publicación tratando de tener la bibliografía más actualizada posible. Como información previa tenemos los resultados de las pruebas llevadas a cabo hace 9 años a esta misma población y con los mismos test, que se usarán para realizar una comparativa con sus resultados actuales.

Se creó la hoja de cálculo Excel 2010 (Microsoft Windows) para recogida y tratamiento de datos y cálculo de la media y desviación típica, además de la realización de tablas y figuras. Mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics v.24 (Statistical Package for the Social Sciences) se establece la diferencia entre medias entre décadas y lustros mediante la t de Student para muestras relacionadas, y la T de Student para muestras independientes para diferencias de género y de dominancia. Para calcular la correlación entre los datos se usó el Coeficiente de Pearson. Se consideran diferencias significativas si el valor es inferior a  $p < 0,05$  con un intervalo de confianza del 95%.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 COMPOSICIÓN CORPORAL

En la tabla 7 podemos observar los resultados de la prueba de composición corporal de los 28 participantes. Los valores de IMC de las mujeres fueron muy similares a los de los varones, estando ambos ligeramente por encima del límite que los categoriza como sobrepeso de  $25 \text{ kg/m}^2$ . En porcentaje de masa grasa las mujeres tienen un 9,5% más que los hombres mientras que los hombres tienen un 28% más de masa magra.

Tabla 3: Antropometría y composición corporal.

|                          | MUJERES      | VARONES      | "p" |
|--------------------------|--------------|--------------|-----|
| EDAD (años)              | 65,85 ± 2,03 | 77,13 ± 2,74 | n.s |
| TALLA (cm)               | 153,78 ± 1,6 | 167,65 ± 2   | *** |
| PESO (kg)                | 60,97 ± 2,08 | 73,6 ± 2,8   | **  |
| IMC                      | 26,11 ± 0,8  | 26,26 ± 0,9  | n.s |
| MASA GRASA (%)           | 33,91 ± 2,05 | 24,38 ± 1,76 | **  |
| MASA LIBRE DE GRASA (kg) | 38,91 ± 0,77 | 54 ± 2,74    | *** |

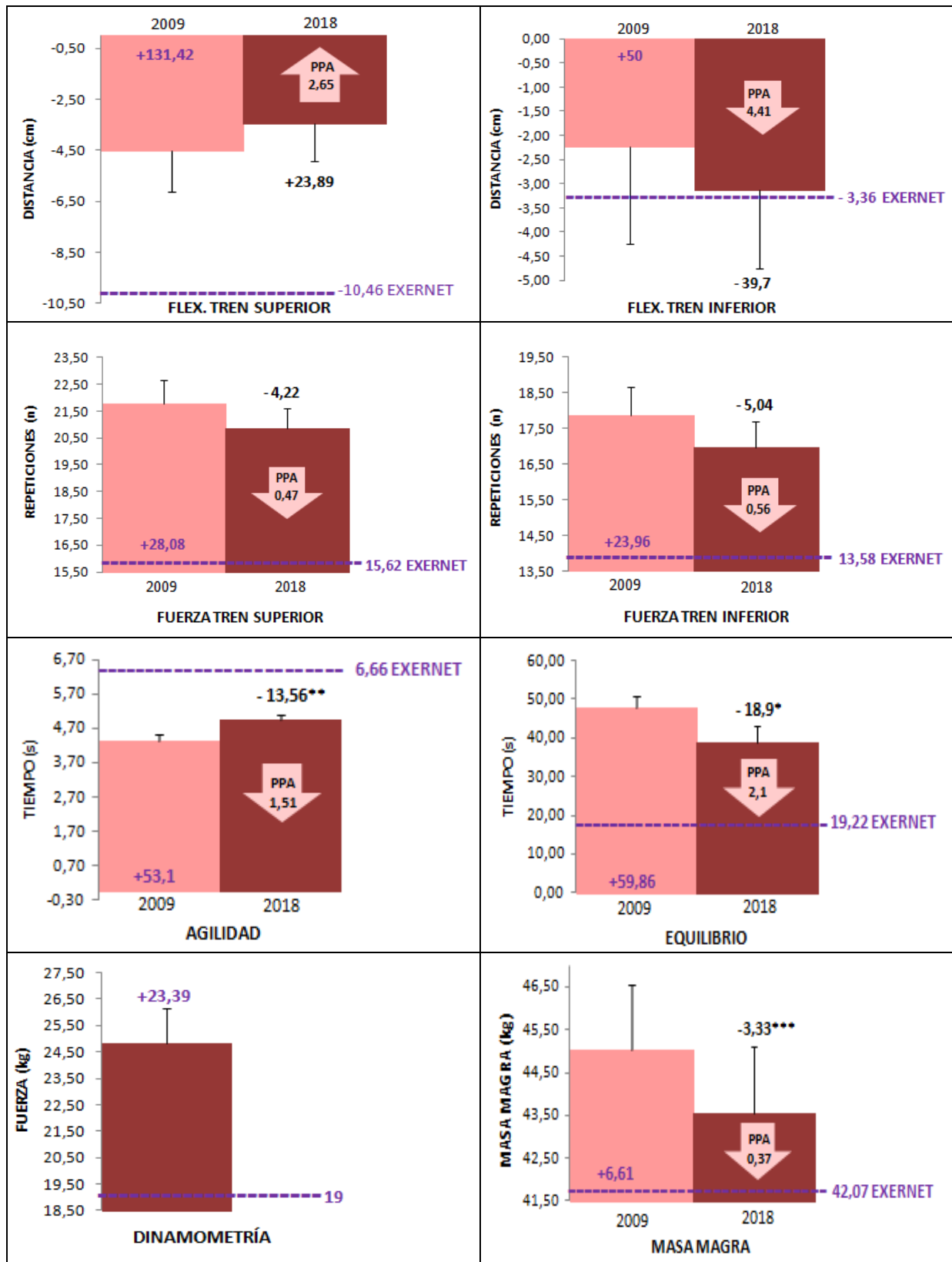
Valores medios ± EEM. \* = Diferencias significativas entre varones y mujeres. Niveles de significación: \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ ; n.s = no significativas.

### 5.2 PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA

#### 5.2.1 EVALUACIÓN DE FUERZA, FLEXIBILIDAD Y EQUILIBRIO POR DÉCADAS

En la Figura 3 se puede observar una comparación entre los resultados obtenidos en 2009 y en la actualidad en las pruebas físicas de la batería Exernet Eldery 3.0, así como la media de la población nacional de referencia obtenida de anteriores estudios de Exernet (Pedrero, et al., 2012), el porcentaje de pérdida o ganancia que han tenido en estos 9 años en estos componentes de la condición física, el porcentaje de diferencia entre las pruebas de 2009 y la población de referencia y el porcentaje de pérdida por año (PPA).

Figura 5: Evolución en la última década de la fuerza, flexibilidad y equilibrio en mayores de 60 años.



Valores medios  $\pm$  EEM. \* = Diferencias significativas entre 2009 y 2018. Niveles de significación: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ . Donde PPA = porcentaje pérdida por año y "n" = número de repeticiones.

En el caso de la prueba de dinamometría no tenemos resultados de 2009 pero hemos comparado con el estudio realizado por Mancilla, Ramos y Morales (2016) en adultos mayores chilenos ya que se trataba de un estudio actual, con una población similar y con los mismos rangos de edad. Los resultados de fuerza de nuestro estudio fueron superiores pero la diferencia no fue significativa.

Únicamente se obtuvieron descensos significativos en la variable de equilibrio que disminuyó un 18,9%, la agilidad que lo hizo en un 13,56% y la masa magra en un 3,33% entre las pruebas antiguas y las actuales (respectivamente  $p < 0,03$ ;  $p < 0,008$  y  $p < 0,001$ ), en casi todos los casos los resultados actuales fueron peores a los de las anteriores pruebas aunque no se obtuvieron más diferencias significativas. En la prueba de flexibilidad de tren superior se obtuvieron mejores resultados en las pruebas actuales que en las antiguas pero con una diferencia no significativa.

### **5.2.2 EVALUACIÓN DE FUERZA, VELOCIDAD Y EQUILIBRIO POR LUSTROS**

En la tabla 8 se muestran los valores medios separando a la muestra en 4 lustros: menores de 65 años, 70-74 años, 75-79 años y mayores de 80 años. Se decidió hacer estas agrupaciones ya que eran las más utilizadas en la bibliografía consultada y las que mejor se ajustaban a nuestro tamaño muestral a la hora de realizar la separación por grupos. Se expresa la media de la población del Estudio Multicéntrico de Exernet (Pedrero, et al., 2012), la media de las pruebas realizadas en 2009, la media actual y los porcentajes de ganancia o pérdida entre los datos de 2009 y la media de Exernet y el porcentaje de pérdida entre 2009 y 2018, este último valor también se expresó como porcentaje de pérdida por año (PPA).

Tan solo se hallaron diferencias significativas entre las pruebas de 2009 y las de 2018 en el lustro de 70-74 años en la prueba de agilidad con un porcentaje de pérdida de 19,31% ( $p < 0,03$ ) y en la flexibilidad de tren superior en el lustro de 75-79 años (18,87%).

La variable que tiene un mayor porcentaje de pérdida es la flexibilidad tanto de tren superior como inferior y se observa una tendencia a que la mayor disminución se produzca en los primeros lustros y se atenúe con la edad. En alguna de las pruebas obtuvieron mejores resultados que en la anterior medición pero las diferencias no fueron significativas.

Las pruebas de fuerza sufren un deterioro progresivo y bastante homogéneo reduciéndose una media de 5,5% en el caso del tren superior y del 3% en el tren inferior, en el caso de la dinamometría no podemos conocer su porcentaje de pérdida pero sabemos que los valores obtenidos son una media de 22,5% mejor que los descritos en la literatura.

El equilibrio también sufre un gran deterioro, sobre todo a partir de los 80 años, en este lustro disminuye un 30% más que en los tres anteriores juntos aunque probablemente debido al escaso tamaño muestral no se hallaron diferencias significativas.

Tabla 4: Comparación pruebas físicas por lustros.

|                             | LUSTROS | EXERNET | 2009  | EXERNET-2009  | 2018          | 2009-2018 | PPA    |
|-----------------------------|---------|---------|-------|---------------|---------------|-----------|--------|
| <b>FLEX. TREN SUPERIOR</b>  | <69     | >609,3  | -6,1  | -0,86 ± 7,06  | -2 ± 6,73     | <132,6    | <14,73 |
|                             | 70-74   | >340    | -7,7  | -1,75 ± 3,57  | 1,5 ± 7,45    | >216,67   | >24,07 |
|                             | 75-79   | >96,23  | -10,4 | -5,3 ± 10,64  | -6,3 ± 7,43   | <18,87    | <2,10  |
|                             | >80     | >93,94  | -12,8 | -6,6 ± 10,49  | -6,28 ± 8,23  | >5,1      | >0,57  |
| <b>FUERZA TREN SUPERIOR</b> | <69     | >25,72  | 17,3  | 23,29 ± 5,19  | 21,86 ± 4,3   | <6,14     | <0,68  |
|                             | 70-74   | >30,21  | 16,4  | 23,5 ± 3,62   | 21,67 ± 1,86  | <7,79     | <0,87  |
|                             | 75-79   | >27,44  | 15,6  | 21,5 ± 2,89   | 20 ± 3,81     | <6,98*    | <0,78  |
|                             | >80     | >26,26  | 14,6  | 19,8 ± 4,66   | 20,1 ± 5,22   | >1,49     | >0,17  |
| <b>FLEX. TREN INFERIOR</b>  | <69     | >142,33 | -0,8  | 1,89 ± 8,19   | -2,07 ± 11,28 | <209,52   | <23,28 |
|                             | 70-74   | >340    | -1,8  | 0,75 ± 4,29   | 0,25 ± 8,44   | <66,67    | <7,41  |
|                             | 75-79   | >157,81 | -3,3  | -1,28 ± 16,94 | -4,9 ± 6,97   | <282,8    | <31,42 |
|                             | >80     | >16,42  | -5,6  | -6,7 ± 8,58   | -5,7 ± 7,47   | >17,44    | >1,94  |
| <b>FUERZA TREN INFERIOR</b> | <69     | >25,5   | 14,9  | 20 ± 4,08     | 19 ± 2,37     | <5        | <0,56  |
|                             | 70-74   | >17,71  | 14,4  | 17,5 ± 2,66   | 18,17 ± 2,48  | >3,69     | >0,41  |
|                             | 75-79   | >19,77  | 13,8  | 17,2 ± 4,97   | 17,25 ± 3,59  | >0,3      | >0,03  |
|                             | >80     | >23,67  | 12,9  | 16,9 ± 4,72   | 14,9 ± 4,38   | <11,83    | <1,31  |
| <b>AGILIDAD</b>             | <69     | >32,53  | 5,5   | 4,15 ± 0,91   | 4,67 ± 0,88   | <12,53    | <1,39  |
|                             | 70-74   | >46,04  | 5,9   | 4,04 ± 0,35   | 4,82 ± 0,43   | <19,31*   | <2,15  |
|                             | 75-79   | >46,45  | 6,4   | 4,37 ± 0,67   | 5,16 ± 1      | <18,08    | <2,01  |
|                             | >80     | >54,51  | 7,2   | 4,66 ± 1,16   | 5,1 ± 0,93    | <9,44     | <1,05  |
| <b>EQUILIBRIO</b>           | <69     | >44,28  | 32,8  | 58,87 ± 2,99  | 55,14 ± 9,23  | <6,34     | <0,7   |
|                             | 70-74   | >56,01  | 23,7  | 53,87 ± 10,72 | 40,67 ± 22    | <24,5     | <2,72  |
|                             | 75-79   | >65,44  | 17,9  | 51,79 ± 15,69 | 52 ± 12       | >0,41     | >0,05  |
|                             | >80     | >64,19  | 12,4  | 34,63 ± 18,2  | 19,7 ± 22,7   | <43,11    | <4,79  |
| <b>DINAMO-METRÍA</b>        | <69     | >30,79  | 20,14 | -             | 29,1 ± 5,64   | -         | -      |
|                             | 70-74   | >6,21   | 19,63 | -             | 20,93 ± 1,95  | -         | -      |
|                             | 75-79   | >26,2   | 18,82 | -             | 25,5 ± 9,02   | -         | -      |
|                             | >80     | >26,63  | 17,44 | -             | 23,77 ± 7,93  | -         | -      |

Valores medios ± EEM. \* = Diferencias significativas entre 2009 y 2018. Niveles de significación: \* = p<0,05. Donde PPA = porcentaje pérdida por año y "n" = número de repeticiones.

### 5.2.3 EVOLUCIÓN POR DIFERENCIAS DE GÉNERO

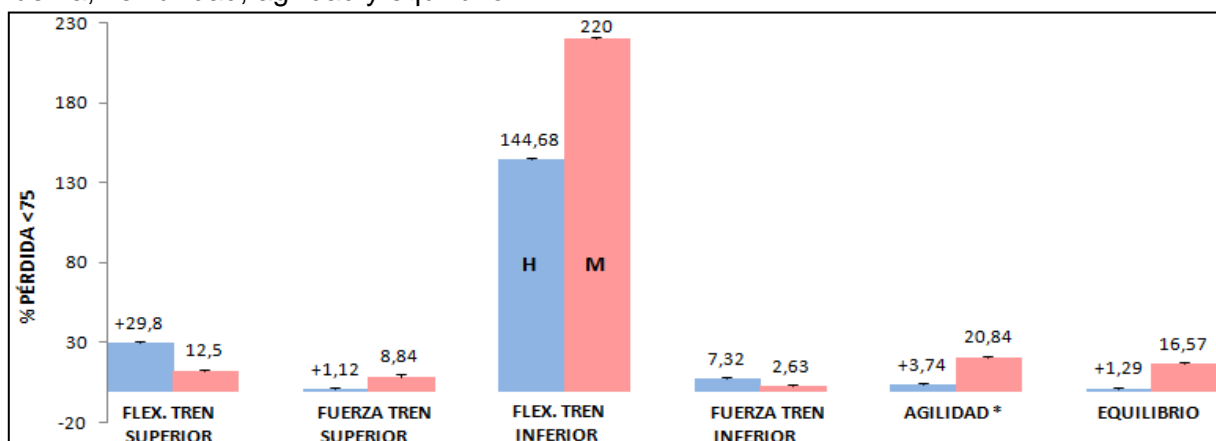
En las siguientes Figuras 4 y 5 se muestran las diferencias en el porcentaje de pérdida de los diferentes componentes de la condición física en las pruebas de 2009 y las de 2018 entre hombres y mujeres agrupados por edad entre menores y mayores de 75 años.

Se hallaron mayores pérdidas en las mujeres que en los hombres, con un descenso medio global de las mujeres del 47% mientras que el de los hombres fue de un 20%. Las mujeres mayores de 75 años disminuyen un 12,5% su desempeño físico y los hombres un 5%. Se observa una tendencia a una disminución en el descenso del rendimiento con el aumento de la edad hallándose un descenso medio total del 67% en los menores de 75 años y del 17,5% en los que superan esa edad.

Únicamente se obtuvo diferencias significativas en la prueba de agilidad en el grupo de mujeres menores de 75 años, con un porcentaje de pérdida del 21% ( $p < 0,02$ ).

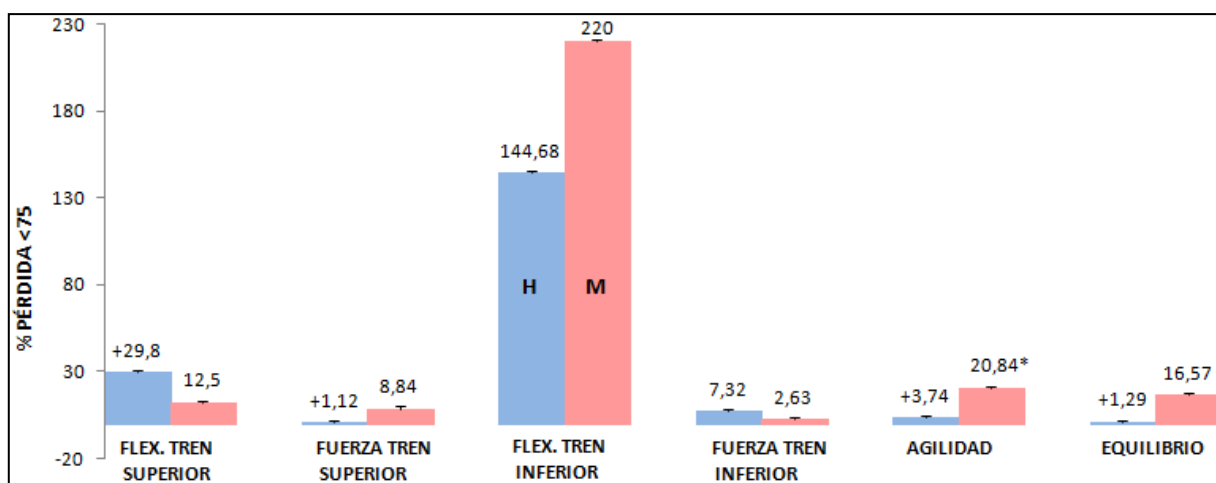
En algunas de las pruebas se mejoraron los resultados respecto a los obtenidos en 2009, sobre todo en el caso de los hombres, esto puede deberse a un efecto de aprendizaje o por el reducido tamaño de la muestra.

Figura 6: Diferencias de género en población de 60 a 75 años en el porcentaje de pérdida de fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio.



Valores medios  $\pm$  EEM. \* = Diferencias significativas de género. Nivel de significación: \* =  $p < 0,05$ . Donde: H = Hombres y M = Mujeres.

Figura 7: Diferencias de género en mayores de 75 años en el porcentaje de pérdida de fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio.



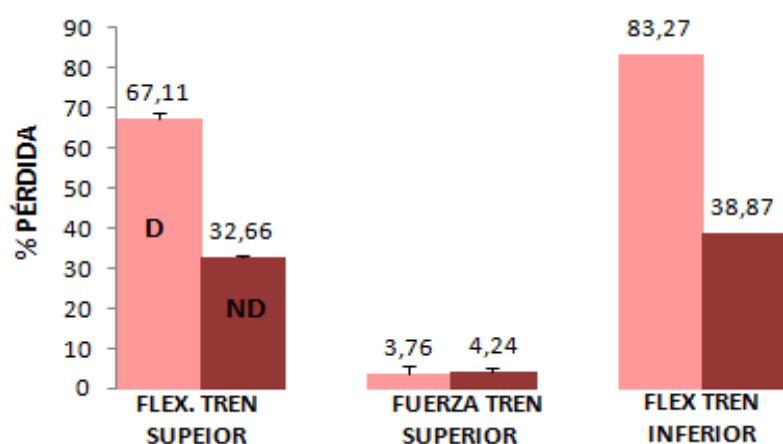
Valores medios  $\pm$  EEM. . \* = Diferencias significativas de género. Nivel de significación: \* =  $p < 0,05$ . Donde: H = Hombres y M = Mujeres.

## 5.2.4 EVALUACIÓN POR LATERALIDAD DOMINANTE

En la Figura 8 se muestra la diferencia en el porcentaje de pérdida entre el año 2009 y el 2018 en las pruebas de flexibilidad de tren superior, fuerza de tren superior y flexibilidad de tren inferior entre el miembro dominante y el no dominante.

En la fuerza a penas hay diferencias entre ambos miembros pero en la flexibilidad sí que se obtuvieron grandes diferencias, siendo el miembro dominante el que más pierde, perdiendo un 35% más en caso de la flexibilidad de tren superior y un 45% en el caso de la del tren inferior.

Gráfica 1: Comparación porcentaje de pérdida entre miembro dominante y no dominante



Valores medios  $\pm$  EEM. Donde: D= miembro dominante, ND= no dominante

## 5.2.5 RELACIONES ENTRE COMPONENTES DE LA CONDICIÓN FÍSICA

En la tabla 9 se muestran las correlaciones significativas que se han obtenido entre las diferentes variables de las mediciones realizadas en 2018. Se encontró una gran correlación entre miembros dominantes y no dominantes tanto en fuerza ( $p < 0,001$ ) como en flexibilidad ( $p < 0,001$ ), también se relacionó la masa magra con las pruebas de fuerza de tren superior ( $p < 0,4$ ) y el rendimiento en la prueba de equilibrio estuvo inversamente relacionado con la edad ( $p < 0,02$ ). El nivel de flexibilidad en el tren inferior se relacionó con el del tren superior ( $p < 0,01$ )

Tabla 5: Correlación de Pearson entre edad, masa magra, dinamometría, fuerza, flexibilidad y equilibrio en personas mayores de 60 años.

|   |         |
|---|---------|
| EDAD - EQUILIBRIO   | - 0,56* |
| MASA MAGRA - DINAMOMETRÍA                                   | 0,87*** |
| FUERZA BRAZO DERECHO - FUERZA BRAZO IZQUIERDO               | 0,88*** |
| FLEXIBILIDAD PIERNA DERECHA - FLEXIBILIDAD PIERNA IZQUIERDA | 0,86*** |
| FLEXIBILIDAD TREN INFERIOR- FLEXIBILIDAD TREN SUPERIOR      | 0,62**  |

Relación lineal de Pearson. Nivel de significación: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,001$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ .



## 6. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la condición física de personas mayores inmersas en un programa de gimnasia de mantenimiento, para ello es necesario dividir a la muestra tanto por sexos como por grupos de edad ya que la tercera edad es un grupo muy heterogéneo y amplio y de nuestro estudio se puede extraer que tanto la edad como el sexo son aspectos a incluir en el análisis de datos.

La principal observación del presente estudio es que tanto los hombres como mujeres disminuyen su capacidad física con la edad en prácticamente todas las pruebas, datos que coinciden con los de otros estudios (Pedrero, et al., 2012), aunque ellos encontraron que las mujeres disminuían más su rendimiento que los hombres pero en nuestro caso esto solo se cumple en los menores de 75 años, ya que en los mayores los hombres fueron los que tuvieron mayores porcentajes de pérdida, esto puede deberse a que nuestra muestra de hombres era bastante reducida y no fuese significativa de la población general. Esta reducción es de gran importancia ya que una disminución en los niveles de flexibilidad reduce el rango de movimiento que unido a un déficit de fuerza puede provocar un descenso en los niveles de independencia y calidad de vida (Biswas, et al., 2015).

Los niveles de fuerza disminuyeron aproximadamente un 10% por década, siendo únicamente un descenso estadísticamente significativo entre los 75 y 79 años, este descenso es menor al encontrado en otros estudios por ejemplo Salguero (2010) estableció que la fuerza total disminuye entre un 12% y un 15% por década.

La fuerza del tren inferior disminuyó un 3% y la del superior un 5% estos resultados también son menores a los expresados en la literatura, Rikli y Jones (1999) determinaron un descenso del 15% para el tren superior y un 12% para el tren inferior. En el estudio de Gielen et al. (2015) obtuvieron que la edad a la que se produce un mayor descenso de la fuerza se da entre los 60 y 70 años aunque en nuestro caso es entre 70 y 80 años.

La disminución en los niveles de fuerza tiene valores semejantes a los expresados en el anterior estudio Multicéntrico de Exernet (Pedrero, et al., 2012), en ambos estudios la disminución es de alrededor de un 5% por lustro y también coincide la edad de máxima reducción en la fuerza entre los 70 y 80 años. La diferencia respecto a los otros estudios puede ser debida a que no se realizaron las mismas pruebas de evaluación. Comparando nuestros resultados con los de la anterior evaluación (Pedrero, et al., 2012) nuestra muestra obtuvo mejores valores en todas las pruebas evaluadas, esto puede ser debido a que continuaron realizando gimnasia de mantenimiento durante los últimos 9 años, o que pueden ser más activos en su vida cotidiana (estudio no realizado).

En la prueba de dinamometría manual se obtuvieron valores similares a los del estudio de Mancilla, Ramos y Morales (2016) con una media entre las mujeres de alrededor

de 20 kg y los hombres de 30 kg, en este caso no podemos analizar el efecto del envejecimiento de forma longitudinal, pero sí de forma transversal en nuestra propia muestra, la mayor reducción se produce entre los 65 y 70 años y después permanece prácticamente constante hasta los 80 años. En el estudio anteriormente citado la disminución es homogénea y no establecen periodos de descenso más acelerado.

El componente de la condición física que más disminuye con la edad es el equilibrio estático, de tal forma en las personas de edad más avanzada resulta difícil incluso adoptar la posición. Se encontraron diferencias significativas con la edad, siendo la pérdida más significativa entre los mayores de 75 años y disminuyendo en mayor medida en los hombres. De hecho encontramos, a pesar de la escasa muestra, una correlación significativa entre edad y equilibrio. Estos resultados están en la misma línea que los expresados por Pedrero et al. (2012) pero en su estudio la reducción se va suavizando con la edad. En esta prueba había un máximo de 60 segundos, momento en el que se les mandaba parar por lo que los resultados de las personas con mejor equilibrio son menores a su máximo, lo que puede explicar que el descenso en esta prueba sea el más acusado (Pedrero, et al., 2012), esto debería tenerse en cuenta en el diseño de posteriores estudios.

La flexibilidad en el tren superior mejoró con la edad, resultado que coincide con el de Vidarte, Quintero y Herazo (2012) pero no con los de otros estudios (Pedrero, et al., 2012; Rikli & Jones, 1999) en que se observó una disminución con la edad. La flexibilidad del tren inferior sí que disminuye con la edad, igual que en estos estudios. La media de la población de nuestro estudio es mejor que la de otros estudios en tren superior e inferior (Vidarte, Quintero, & Herazo, 2012; Pedrero, et al., 2012; Rikli & Jones, 1999).

La agilidad disminuye un 15% por lustro hallándose diferencias significativas entre los 70 y 74 años, estos resultados no coinciden con el estudio previo nacional de Pedrero et al. (2012), que encontraron que la máxima disminución se producía a partir de los 79 años, apreciándose pocos cambios en las primeras décadas. Nuestro grupo obtuvo mejores resultados en esta prueba con diferencias cercanas a un segundo.

En la prueba de dinamometría manual no se encontraron diferencias significativas según la dominancia aunque en anteriores estudios (Mancilla, Ramos, & Morales, 2016) si que fueron reportadas. En la prueba de fuerza de tren superior tampoco se encontraron diferencias significativas según la dominancia pero en las que sí que hubo diferencias fue en las de flexibilidad de miembro superior donde encontramos diferencias de hasta un 50%, siendo mejor la del brazo dominante, resultado que coincide con el de Pedrero et al. (2012). La relación entre masa muscular y calidad y expectativas de vida recién descrita en la literatura da mucha relevancia a la alta y significativa correlación que hemos encontrado entre la dinamometría manual y la masa muscular.

## **7. CONCLUSIONES**

1. A pesar de la esperada reducción de la masa magra, la evolución de los componentes de la condición física en personas mayores de 60 años tras 9 años de mantenerse en programa de gimnasia de mantenimiento logra mantener los niveles de fuerza y flexibilidad de tren superior e inferior, reduciéndose significativamente la agilidad y el equilibrio
2. Una década más tarde los valores que han mantenido de fuerza y flexibilidad, y los que se han reducido en agilidad y equilibrio, siguen siendo mejores que los valores medios de referencia del estudio nacional Multicéntrico EXERNET de 2009 para sus grupos de edad.
3. Los porcentajes de pérdida por año son menores que los descrito, y mientras la fuerza disminuye de forma bastante homogénea con la edad (~5% por lustro, mayormente en primeros lustros y luego atenuarse con la edad), la flexibilidad de miembro superior llega a aumentar, aunque a partir de 80 años se acentúan las reducciones 30% equilibrio, lo que orienta sobre los aspectos a trabajar con la edad.
4. Las mujeres reducen en mayor medida su condición física entre los 65 y 75 años (salvo la flexibilidad de tren superior) y los varones a partir de 75 (salvo en fuerza de tren superior).
5. No existe lateralidad dominante en la fuerza, pero si predominio en la flexibilidad.

### **7.1 LÍNEAS FUTURAS Y APLICABILIDAD**

Mediante este estudio hemos analizado la evolución en una década en programas de gimnasia mantenimiento de personas mayores y establecido unos valores medios para diferentes componentes de la condición física, así como su ritmo de pérdida, lo que resulta de interés para tener una referencia evaluativa y como medida de referencia y para una correcta interpretación de los datos. Futuras investigaciones deberán aumentar el tamaño de la muestra para obtener diferencias más significativas, sobre todo en el caso de los varones y sería interesante tratar de relacionar el nivel de condición física con el sedentarismo.

### **7.2 VALORACIÓN CRÍTICA**

Mediante esta investigación he aplicado conocimientos transversales al Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte adquiridos en diferentes asignaturas como Valoración de la condición física o Actividad física y calidad de vida, lo que me ha permitido integrar los conocimientos adquiridos en el grado. También he adquirido competencias en el uso de nuevas tecnologías, en la redacción de artículos científicos y en la búsqueda y análisis bibliográfico, pericias que son de gran importancia en el mercado laboral actual.

Por último me gustaría agradecer a todas las personas que se han prestado a participar en el presente estudio, a René González Boto, nuestro intermediario con los monitores de gimnasia de mantenimiento del Ayuntamiento de León y a mí tutor, José Gerardo Villa Vicente por todas las horas que ha invertido en nuestra formación.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abellán, A., Ayala, A., & Pujol, R. (2017). Un perfil de las personas mayores en España. Indicadores estadísticos básicos.
2. Ackermann, R. J. (2018). Issues in Geriatric Care: Maintaining Health and Vigor. *FP essentials*, 468, 11-17.
3. Alonso, A., & Izquierdo, M. (2003). Condición física saludable: envejecimiento y ejercicio físico (I). *Selección: Revista española de medicina de la educación física y el deporte*, 12(1), 28-33.
4. Aparicio, V., Carbonell, A., & Delgado, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 10(40), 4–20.
5. Becerro, J.F. (2012). El ejercicio en la prevención y tratamiento de las enfermedades en personas mayores. *Archivos de Medicina del Deporte*, 29(150), 784-802.
6. Biswas, A., Oh, P. I., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., & Alter, D. A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Annals of internal medicine*, 162(2), 123-132.
7. Blümel, J. E., Fica, J., Chedraui, P., Mezones-Holguín, E., Zuñiga, M. C., Witis, S., ... Ojeda, E. (2016). Sedentary lifestyle in middle-aged women is associated with severe menopausal symptoms and obesity. *Menopause*, 23(5), 488-493.
8. Brown, J., Winters-Stone, K., Lee, A., & Schmitz, K. (2012). Cancer, Physical Activity, and Exercise. *Comprehensive Physiology*, 2(4), 2775–2809.
9. Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90.
10. Calbet, J. A. L., Jiménez, J., & Arteaga, R. (1999). Factores estructurales determinantes de la fuerza muscular: métodos de estudio. *Biomecánica de la fuerza muscular y su valoración. Análisis cinético de la marcha, natación, gimnasia rítmica, bádminton y ejercicios de musculación*, 27-55.
11. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423.
12. Cruz-Jentoft, A. J., Triana, F. C., Gómez-Cabrera, M. C., López-Soto, A., Masanés, F., Martín, P. M., ... Formiga, F. (2011). La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 46(2), 100-110.

13. Garatachea, N., Pareja-Galeano, H., Sanchis-Gomar, F., Santos-Lozano, A., Fiuza-Luces, C., Morán, M., & Lucia, A. (2015). Exercise Attenuates the Major Hallmarks of Aging. *Rejuvenation Research*, 18(1), 57–89.
14. Gielen, E., O'Neill, T. W., Pye, S. R., Adams, J. E., Wu, F. C., Laurent, M. R., ... Vanderschueren, D. (2015). Endocrine determinants of incident sarcopenia in middle-aged and elderly European men. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 6(3), 242-252.
15. Gillon, A., Nielsen, K., Steel, C., Cornwall, J., & Sheard, P. (2018). Exercise attenuates age-associated changes in motoneuron number, nucleocytoplasmic transport proteins and neuromuscular health. *GeroScience*, 1-16.
16. Heywood, R., McCarthy, A. L., & Skinner, T. L. (2018). Efficacy of exercise interventions in patients with advanced cancer: A systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*.
17. Izquierdo, M., & Aguado, X. (1998). Efectos del envejecimiento sobre el sistema neuromuscular. *Archivos de Medicina del Deporte*, 15(66), 299-306.
18. Jacobzone, S., & Oxley, H. (2002). Ageing and Health Care Costs. *Intenationale Politik Und Gesellschaft*, (1), 137–156.
19. Landi, F., Calvani, R., Cesari, M., Tosato, M., Martone, A. M., Bernabei, R., ... Marzetti, E. (2015). Sarcopenia as the biological substrate of physical frailty. *Clinics in geriatric medicine*, 31(3), 367-374.
20. Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer., & Granacher. (2015). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45, 1721–1738.
21. Mancilla, E., Ramos, S., & Morales, P. (2016). Fuerza de presión manual según edad, género y condición funcional en adultos mayores Chilenos entre 60 y 91 años. *Revista médica de Chile*, 144(5), 598-603.
22. Marks, P., Van Meel, M., Robinson, J., & Robinson, C. L. (2015). Body composition differences by assessment methods such as dexa, hydrostatic, bio-impedance, and skin fold. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 8(3), 39.
23. Martínez-López, E., & Grajales, I. C. (2010). A health promotion programme's effectiveness in reducing medical care costs. *Revista de Salud Publica*, 12(6), 938–949.
24. Mayer, F., Scharhag-Rosenberger, F., Carlsohn, A., Cassel, M., Müller, S., & Scharhag, J. (2011). The intensity and effects of strength training in the elderly. *Deutsches Ärzteblatt International*, 108(21), 359–64.
25. Mayor, S. (2015). Prolonged sitting increases risk of serious illness and death regardless of exercise, study finds. *BMJ: British Medical Journal (Online)*, 350.

26. McDermott, A. Y., & Mernitz, H. (2006). Exercise and older patients: Prescribing guidelines. *American Family Physician*, 74(3), 437-444.
27. Memoria del Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (2018). Competencias de Grado. Recuperado de <https://www.fcafd.com/grado-cafd>
28. Moroz, I. N. (2014). Physical and psychological health components of elderly and old people and their satisfaction with medical and social care. *Advances in gerontology*, 27(4), 678-682.
29. Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(1), 3–63.
30. Pedrero, R., Gómez, A., Delgado, S., Rodríguez, S., Rodríguez, J.A., Cabanillas, E., Meléndez., ... Gonzálz, M. (2012). Physical fitness levels among independent non-institutionalized Spanish elderly: The elderly EXERNET multi-center study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55(2), 406–416.
31. Rezende, L. F. M., Rey-López, J. P., Matsudo, V. K. R., & do Carmo Luiz, O. (2014). Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. *BMC public health*, 14(1), 333.
32. Rikli, R., & Jones, C. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7, 129–161.
33. Rolland, Y., Abellan van Kan, G., & Vellas, B. (2008). Physical Activity and Alzheimer's Disease: From Prevention to Therapeutic Perspectives. *Journal of the American Medical Directors Association*, 9(6), 390-405.
34. Ryan, A.S. (2000). Insulin resistance with aging: effects of diy and exercise. *Sports Medicine*, 30(5), 327-346.
35. Salguero, A. R. C. (2010). El envejecimiento y su influencia en la fuerza muscular. *Ser Corporal*, (3), 19-24.
36. Silva, N. L., Oliveira, R. B., Fleck, S. J., Leon, A. C., & Farinatti, P. (2014). Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose–response relationships. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 337-344.
37. Vidarte, J. A., Quintero, M. V., & Herazo, Y. (2012). Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores. *Hacia la Promoción de la Salud*, 17(2), 79-90.
38. Vuori, I. (2010). Physical activity and cardiovascular disease prevention in Europe: An update. *Kinesiology*, 42, 5–15.
39. The World Health Organization. (2002). Active Ageing: A Policy Framework. *WHO*, 5, 1-3.

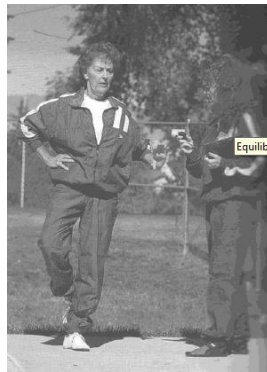
## ANEXO 1: BATERÍA PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICAS EXERNET– ELDER 3.0

Batería de pruebas original de Rikli y Jones (1999):

### ➤ Test de equilibrio estático

El test se lleva a cabo en posición de bipedestación con las manos en la cadera, cuando el examinador diga ya, el sujeto debe ponerse en apoyo monopodal y con el otro pie tocar el tobillo contrario.

Antes de realizar la prueba se les aconseja mirar un punto fijo para que sea más sencillo mantener el equilibrio. El test puede durar un máximo de 60 segundos y en caso de que se alcancen no se lleva a cabo ningún intento más pero si no se consigue se realizan dos intentos con cada pierna. El examinador mandará parar la prueba en caso de que el sujeto pierda el equilibrio o apoye el pie en el suelo.



### ➤ Dinamometría manual (test de fuerza de agarre)

En posición de bipedestación con el brazo completamente extendido y un poco separado del cuerpo, se agarra el dinamómetro de forma que la segunda falange del dedo corazón forme un ángulo de 90°. Cuando el examinador lo indique el sujeto deberá hacer fuerza hasta que el examinador diga basta. Se realizarán dos intentos con cada brazo y se anotará el resultado obtenido en los mejores intentos en kilogramos.



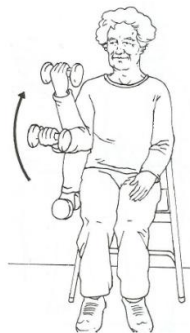
➤ Test de fuerza de las extremidades inferiores

La prueba consiste en levantarse y sentarse del cajón estandarizado el máximo número de veces posibles durante 30 segundos. Los brazos deben de estar cruzados a la altura del pecho y al levantarse se debe de extender el tronco completamente, no está permitido realizar balanceos para facilitar la realización de la prueba.



➤ Test de fuerza de las extremidades superiores

La prueba consiste en realizar el máximo número posible de flexiones y extensiones de brazo en 30 segundos. Para la misma se utilizará una mancuerna de 2,5 kg en el caso de las mujeres y 4 kg si se trata de un hombre. La prueba se realiza sentado en el cajón estandarizado. Para que una repetición cuente se debe de extender el brazo completamente. Se efectuará un intento con cada brazo.



➤ Test de flexibilidad de las extremidades inferiores

Esta prueba se realiza sentado en el borde del cajón, una pierna debe de estar flexionada y la otra estirada lo máximo posible y con el pie flexionado en ángulo recto. Se efectúa una flexión lenta de tronco tratando de llegar con las manos, que estarán colocadas una encima de la otra, lo más lejos posible. Se mide la distancia a la que quedan éstas del pie (en cuyo caso será negativa) o la distancia que sobrepasan el pie (en ese caso será positiva). Se debe de aguantar en esta posición de máxima flexión al menos dos segundos. Se realizan dos intentos, uno con cada pierna.





➤ Test de flexibilidad de las extremidades superiores

Se realiza en posición de bipedestación, una mano se coloca con el codo apuntando hacia arriba y con la mano intentando bajar lo máximo posible por la espalda. La otra mano se coloca por detrás de la espalda tratando de tocarse ambas manos o sobrepasarla en caso de que sea posible. Se mide la distancia a la que queda una mano de la otra (en cuyo caso será negativa) o la distancia que se sobrepasan (en este caso será positiva). Se realizan dos intentos, uno con cada brazo.



➤ Test de agilidad

La prueba se realiza sentado en el cajón estandarizado con la espalda recta, una pierna un poco adelantada y las manos sobre las rodillas. Consiste en levantarse sin ayuda de las manos, andar lo más rápido posible 2,45 metros hasta un cono, dar la vuelta y volver a sentarse. No se puede correr, se debe de realizar andando. Se realizan dos intentos y se apunta el mejor de los dos tiempos.