

Lucía Sagarra Romero

Factores condicionantes de la
composición corporal y la
condición física en la población
mayor española

Departamento
Fisiatría y Enfermería

Director/es
Gómez Cabello, Alba María
Vicente Rodríguez, Germán
Ara Royo, Ignacio

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Reconocimiento – NoComercial – SinObraDerivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

© Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

FACTORES CONDICIONANTES DE LA
COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA CONDICIÓN
FÍSICA EN LA POBLACIÓN MAYOR ESPAÑOLA

Autor

Lucía Sagarra Romero

Director/es

Gómez Cabello, Alba María
Vicente Rodríguez, Germán
Ara Royo, Ignacio

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Fisiatría y Enfermería

2018



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Departamento de Fisiatría y Enfermería

Factores condicionantes de la composición corporal y la condición física en la población mayor española

Tesis Doctoral presentada por

Lucía Sagarra Romero, Licenciada en Ciencias de la Actividad Física
y el Deporte, para optar al título de Doctor por la Universidad de
Zaragoza.

- Lucía Sagarra-



UNIVERSITY OF ZARAGOZA

Department of Physiatriy and Nursing

Conditioning factors of body composition and physical fitness in Spanish elderly population

PhD Thesis presented by

Lucía Sagarra Romero, Bachelor in Sports Sciences

-Lucía Sagarra-





A mis padres, incondicionales



Departamento de
Fisiatría y Enfermería
Universidad Zaragoza

Factores condicionantes de la composición corporal y la condición física en la población mayor española

*Conditioning factors of body composition and physical
fitness in Spanish elderly population*

DIRECTORES DE TESIS

Dr. Germán Vicente Rodríguez	Dr. Ignacio Ara Royo	Dra. Alba M^a Gómez Cabello
<i>Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Huesca.</i>	<i>Facultad de Ciencias del Deporte, Toledo</i>	<i>Centro Universitario de la Defensa, Academia General Militar</i>
Universidad de Zaragoza	Universidad de Castilla-La Mancha	Universidad de Zaragoza
PhD	PhD	PhD

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

PRESIDENTA	SECRETARIO	VOCAL 1º
Dra. Nuria Garatachea Vallejo	Dr. Luis Alegre	Dr. Armando Manuel Mendonça Raimundo
<i>Departamento de Fisiatría y Enfermería.</i>	<i>Facultad de Ciencias del Deporte, Toledo</i>	<i>Departamento de Desporto e Saúde</i>
Universidad de Zaragoza	Universidad de Castilla-La Mancha	Universidad de Evora-Portugal
PhD	PhD	PhD



Dr. Germán Vicente Rodríguez, Profesor titular del
Departamento de Fisiatría y Enfermería de la Universidad
de Zaragoza,

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral realizada por **Dña. Lucía Sagarra Romero**, con el título: “**Factores condicionantes de la composición corporal y la condición física en la población mayor Española**”, bajo mi dirección, reúne los requisitos necesarios de calidad, originalidad y presentación para optar al título de Doctor, y está en condiciones de ser sometida a valoración de la Comisión encargada de juzgarla.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en
Zaragoza, a 28 de Septiembre de 2018



Dr. Ignacio Ara Royo, Profesor titular del Departamento de Actividad Física y Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla-La Mancha,

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral realizada por **Dña. Lucía Sagarra Romero**, con el título: **“Factores condicionantes de la composición corporal y la condición física en la población mayor Española”**, bajo mi dirección, reúne los requisitos necesarios de calidad, originalidad y presentación para optar al título de Doctor, y está en condiciones de ser sometida a valoración de la Comisión encargada de juzgarla.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en
Zaragoza, a 28 de Septiembre de 2018



Dra. Alba María Gómez Cabello, Profesora del Centro Universitario de la Defensa (Centro adscrito a la Universidad de Zaragoza),

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral realizada por **Dña. Lucía Sagarra Romero**, con el título: **“Factores condicionantes de la composición corporal y la condición física en la población mayor Española”**, bajo mi dirección, reúne los requisitos necesarios de calidad, originalidad y presentación para optar al título de Doctor, y está en condiciones de ser sometida a valoración de la Comisión encargada de juzgarla.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en
Zaragoza, a 28 de Septiembre de 2018

La siguiente tesis doctoral está formada por los artículos que se detallan a continuación:

- Relación entre el nivel educativo y la composición corporal en personas mayores no institucionalizadas: proyecto multicéntrico EXERNET. Rev Esp Salud Pública. 2017; 30(91).
- Is sitting time related with physical fitness in spanish elderly population?. The EXERNET multicenter study (enviado a Revista Maturitas).

Además, con datos del proyecto de investigación de esta tesis doctoral, se han presentado comunicaciones en los siguientes congresos de ámbito internacional:

- IX Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Toledo (Spain), 2016.
- I Congreso Internacional en Ciencias de la Salud y del Deporte. Huesca (Spain), 2017.
- 64th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine. Denver-Colorado (USA), 2017.

- HEPA Europe Conference. Annual Meeting. Zagreb (Croazia), 2017.
- Jornadas Internacionales SEMEG-CIBERFES “Envejecimiento activo y Fragilidad”. Pamplona (Spain), 2017.
- 10th Conference on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders. Rome (Italy), 2017.

ABREVIATURAS

-ABBREVIATIONS-

Listado de abreviaturas

AF	Actividad Física
CC	Composición Corporal
CF	Condición Física
CMO	Contenido Mineral Óseo
CVRS	Calidad de Vida Relacionada con la Salud
DE	Desviación Estándar
DXA	Absorciometría fotónica dual de rayos X
DMO	Densidad Mineral Ósea
EV	Estilo de Vida
EVS	Estilo de Vida Saludable
Fc	Frecuencia Cardíaca
FEV1	Volumen Espiratorio Forzado el primer segundo
FVC	Capacidad Vital Forzada
GH	Hormonal del Crecimiento
GC (%)	Porcentaje de Grasa Corporal
IL-6	Citoquina Interleuquina 6
IMC	Índice de Masa Corporal

IMSERSO	Instituto de Mayores y Servicios Sociales
INE	Instituto Nacional de Estadística
MG(%)	Porcentaje de Masa Grasa
MGT	Masa Grasa Total
MMT	Masa Muscular Total
NE	Nivel Educativo
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización Naciones Unidas
PA	Presión Arterial
PC	Perímetro de Cintura
pQCT	Tomografía Axial Computerizada Periférica
QUS	Ultrasonografía cuantitativa del calcáneo
ROS	Especies Reactivas de Oxígeno
TNF- α	Factor de Necrosis Tumoral alfa
VO ₂ máx	Volumen Máximo de Oxígeno
VIP	Péptido Intestinal Vasoactivo

**ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y
FIGURAS**

-INDEX OF TABLES, GRAPHS AND FIGURES-

Índice de tablas

Tabla 1. Esperanza de vida de la población residente en España (2007-2017).

Tabla 2. Cambios estructurales e implicaciones en las diferentes funciones asociadas con el envejecimiento.

Tabla 3. Cambios en la capacidad aeróbica máxima (20-80 años).

Tabla 4. Equivalencias según intensidades de rendimiento de trabajo aeróbico.

Tabla 5. Porcentaje de personas mayores en España que realizan deporte o actividad física.

Índice de gráficos

Gráfico 1. Distribución de los grupos de edad poblacional (%) del mundo, distribuidos por continentes (año 2017).

Gráfico 2. Predicción del porcentaje de declive asociado con la edad del volumen espiratorio forzado (FEV1).

Gráfico 3. Disminución gradual de la talla lo largo de los años según el sexo.

Gráfico 4. Porcentaje de personas que no cumplen las recomendaciones de actividad física semanal según grupo de edad.

Gráfico 5. Porcentaje de población que no realizó actividad física entre los años 2011-2012 y 2014 según rangos de edad.

Gráfico 6. Porcentaje de personas a nivel mundial que permanecen sentadas $>4h \cdot d^{-1}$ organizadas por grupo de edad.

Índice de figuras

Figura 1. Elementos determinantes del envejecimiento activo según la OMS.

Figura 2. Perspectiva global de la evolución demográfica mundial (1950-2070).

Figura 3. Pirámide poblacional de España (2015) según sexo y edad.

Figura 4. Previsión de la pirámide poblacional de España en el año 2060 según sexo y edad.

Figura 5. Cambios en el tejido cardiovascular asociado con el proceso de envejecimiento.

Figura 6. Corte axial mediante resonancia magnética del cuádriceps de una persona octogenaria.

Figura 7. Mecanismos fisiológicos y moleculares relacionados con la sarcopenia.

Figura 8. Estructura microscópica de un corte transversal de hueso adulto sano comparado con hueso envejecido osteoporótico.

Figura 9. Componentes relacionados con la condición física funcional.

Figura 10. Pirámide de independencia funcional.

Figura 11. Asociación de los determinantes socioeconómicos y educacionales relacionados con la salud.

Figura 12. Los estilos de vida en las personas mayores.

Figura 13. Curva dosis-respuesta de la actividad física y los beneficios para la salud.

Figura 14. Modelo de Toronto de condición física, actividad física y salud.

Figura 15. Beneficios de la práctica de actividad física a nivel multidimensional de la persona.

Figura 16. Conductas sedentarias relacionadas con bajo gasto energético (<1,5 METs).

Figura 17. Determinación de la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica.

Figura 18. Imagen del equipo de DXA utilizado para la medición de la composición corporal.

Figura 19. Dispositivo utilizado para realizar las pruebas de tomografía axial computerizada.

Figura 20. *Flamingo Test*.

Figura 21. *Chair Stand Test*.

Figura 22. *Arm Curl Biceps Test*.

Figura 23. *Chair Sit and Reach Test*.

Figura 24. *8 Foot-Up and Go Test*.

Figura 25. *Brisk Walking Test*.

ÍNDICE

-INDEX-

"La forma de envejecer se relaciona con la forma de vivir todas las edades, pues en todas las edades se envejece"

Fernández, 1999



Proyectos de investigación.....	23
Resumen.....	28
1. Introducción.....	32
1.1 El proceso de envejecer. Contextualización.....	33
1.1.1 Perspectivas de un presente.....	33
1.1.2 Perspectiva socio-demográfica mundial.....	35
1.1.3 Perspectiva socio-demográfica en España.....	40
1.2 Cambios asociados con el proceso de envejecer.....	43
1.2.1 Cambios biológicos en el adulto mayor.....	43
1.2.2 Cambios en la composición corporal del adulto mayor....	49
1.2.3 Cambios en la condición física en el adulto mayor.....	60
1.2.4 Cambios psicológicos y sociales en el adulto mayor.....	71
1.3 Estilo de vida y hábitos modificables en el proceso de envejecer.....	74
1.3.1 Estilo de vida y salud en el adulto mayor.....	74
1.3.2 La conducta sedentaria en el adulto mayor.....	87
2. Hipótesis.....	92
3. Objetivos.....	94
4. Material y Métodos.....	97
5. Resultados y Discusión.....	111
6. Principales aportaciones de la tesis doctoral.....	135
7. Conclusiones.....	137
8. Referencias.....	140
9. Agradecimientos.....	156
10. Artículos publicados o enviados a revistas.....	158
ANEXOS.....	195

Researchers Projects	23
Abstract	28
1. Introduction (Spanish language)	32
1.1 The aging process. A conceptual framework.....	33
1.1.1 Present perspectives.....	33
1.1.2 World demographic perspective.....	35
1.1.3 Demographic perspective in Spain.....	40
1.2 Age-related changes.....	43
1.2.1 Age-related biological changes.....	43
1.2.2 Age-related changes in body composition.....	49
1.2.3 Aged-related changes in fitness and function.....	60
1.2.4 Aged-related changes in psychological and social changes.....	71
1.3 Lifestyle and healthy habits related with aging process.....	74
1.3.1 Lifestyle and health in elderly.....	74
1.3.2 Sedentary behavior in elderly.....	87
2. Hypothesis	92
3. Objectives	94
4. Material and Methods	97
5. Results and discussion	111
6. Main contributions of the doctoral thesis	135
7. Conclusions	137
8. References	140
9. Acknowledgements	156
10. Published or submitted articles	158
SUPPLEMENTARY MATERIAL	195

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

-RESEARCH PROJECTS-

El presente trabajo de investigación ha sido posible gracias a la financiación y subvenciones que se detallan a continuación:

“Evaluación de los Niveles de Condición Física y su relación con Estilos de Vida Saludables en población mayor española no institucionalizada. Estudio Multicéntrico” (1004/07).

- Entidad Financiadora: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales- IMSERSO.
- Investigador principal: Dr. Ignacio Ara Royo.

“Masa ósea, condición física y estilos de vida saludables en población aragonesa mayor de 65 años” (UZ 2008-BIO-01).

- Entidad Financiadora: Universidad de Zaragoza
- Investigador principal: Dr. Ignacio Ara Royo.

“Estudio Longitudinal EXERNET: Influencia del estilo de vida en el deterioro de la condición física, la composición corporal y la calidad de vida en personas mayores de 65 años no institucionalizadas” (147/11).

- Entidad Financiadora: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad-IMSERSO.
- Investigador principal: Dr. Ignacio Ara Royo.

“Evolución de la condición física, composición corporal y la calidad de vida en personas mayores de 65 años. Mediación de

la vitamina D y efectos de un programa de ejercicio: Estudio longitudinal EXERNET” (DEP2016-78309-R).

- Entidad Financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad-MINECO.
- Investigador principal: Dr. Germán Vicente Rodríguez.

“Efectos de un programa de entrenamiento sobre la función física, composición corporal y calidad de vida en personas mayores de Aragón” (UZCUD2017-BIO-01).

- Entidad Financiadora: Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza Academia General Militar.
- Investigador principal: Dra. Alba María Gómez Cabello y Alejandro González de Agüero Lafuente.

The present research project has been made possible through the following grants and public funding:

“Assessment of fitness levels and its relation to healthy lifestyles in Spanish non-institutionalized elderly population. Multi-center Study”.

- Funding: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales IMSERSO.
- Principal Investigator (PI): Dr. Ignacio Ara Royo.

“Bone mass, physical fitness and healthy lifestyles in people over 65 years from Aragon”.

- Funding: University of Zaragoza
- Principal Investigator (PI): Dr. Ignacio Ara Royo.

“The EXERNET longitudinal study: influence of lifestyle on physical activity, body composition and quality of life deterioration in non-institutionalized people over 65 years”.

- Funding: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad-IMSERSO.
- Principal Investigator (PI): Dr. Ignacio Ara Royo.

“Evolution of physical fitness, body composition and quality of life in elderly people. Mediation of vitamin D and effects of an exercise program: The EXERNET Longitudinal Study.

- Funding: Ministerio de Economía y Competitividad-MINECO.
- Principal Investigator (PI): Dr. Germán Vicente Rodríguez.

“Effects of an exercise program in functional capacity, body composition and quality of life in elderly from Aragón”.

- Funding: Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza Academia General Militar.
- Principal Investigator (PI): Dra. Alba María Gómez Cabello and Alejandro González de Agüero Lafuente

RESUMEN

-ABSTRACT-

RESUMEN

La edad *per se* está relacionada con una involución multidimensional de la persona y un declive progresivo que puede afectar su día a día. Además, los hábitos y el estilo de vida son considerados como marcadores pronósticos de un envejecimiento satisfactorio y están asociados en gran medida con el nivel social y educativo de la persona.

La reducción de los niveles de actividad física que tiene lugar durante la senectud se ha relacionado con ciertos aspectos de salud como la predisposición a desarrollar ciertas enfermedades, cambios en la composición corporal, un deterioro en el mantenimiento de la independencia, una alteración de la función motriz y cognitiva o una pérdida de autonomía, entre otros.

Desde las últimas décadas se ha observado como la conducta sedentaria está presente en un porcentaje elevado de la sociedad occidental, siendo catalogada como un factor de riesgo independiente de los niveles actividad física y con repercusiones igualmente negativas para la salud y la condición física de las personas. Pese a que las personas mayores son el grupo poblacional que más tiempo permanece en conducta sedentaria a lo largo del día, pocos estudios hasta la fecha han determinado la influencia que este hecho puede tener en el deterioro de la condición física funcional, descrita como uno de los mejores predictores de aspectos relacionados con la salud.

Por lo tanto, el objetivo general de la presente tesis doctoral es el de ampliar el conocimiento científico sobre las relaciones que se establecen entre los diferentes estilos de vida, la composición corporal y los niveles de condición física en una muestra representativa de la población mayor española no institucionalizada.

Un total de 3136 personas mayores de 65 años procedentes de 6 comunidades autónomas de España participaron en el Proyecto Multicéntrico EXERNET. Se evaluó la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica. Los hábitos de actividad física, horas de caminar, horas de estar sentado y otros aspectos socio-económicos y de salud se registraron a través de un cuestionario previamente validado. Para la evaluación de la condición física se realizaron ocho test pertenecientes al “*Senior Fitness Test Battery*” y al “*Eurofit Testing Battery*”.

El nivel educativo se observó que estaba inversamente relacionado con el desarrollo de la obesidad (%GC) y de la obesidad central en las personas mayores. Además, las prevalencias de obesidad central, cuantificada a través del perímetro de

cintura (PC), son significativamente más elevadas para los hombres y mujeres con bajo nivel educacional.

En relación a la influencia que un estilo de vida sedentario puede tener en la condición física, los resultados muestran que las personas mayores que permanecen sentadas durante más tiempo a lo largo del día, poseen peor condición física en las variables de fuerza, equilibrio, agilidad, velocidad de la marcha, capacidad aeróbica y flexibilidad.

Como conclusión, el nivel educativo, así como el número de horas de sedestación, son dos de los factores condicionantes de la composición corporal y la condición física durante el envejecimiento.

ABSTRACT

The aging process *per se* is associated with a multidimensional involution of the persons and a progressive decline that might affect their daily life. Moreover, elements such as lifestyle factors are considered to have potential adverse influences during the aging process and could be associated with the educational level, which have a considerable impact on population health.

The level of physical activity has been shown to decrease across the aging process and this has been associated with the incidence of several diseases; changes in body composition; problems in maintaining independence; a decline functional capacity; a decline in cognitive function and loss of autonomy.

In addition, over recent decades, sedentary behavior has increased in modern societies and has been indicated as a strong risk factor independent from overall physical activity levels and with a direct negative impact on health and fitness level.

Although it is known that elderly population are the most sedentary age group, there is a lack of evidence concerning the effects of sedentary behavior on their fitness level -one of the best predictors of health status-.

The general aim of this Doctoral Thesis is to explore the scientific knowledge on the influence of lifestyle factors on body composition and on fitness levels during the aging process in a representative sample of Spanish elderly population.

A total of 3136 people over 65 years from 6 different regions of Spain participated in the studies. Body composition was evaluated by electrical impedance. Physical activity habits, walking time, sitting time and other socio-economic factors and health information were recorded through a questionnaire. The *Senior Fitness Test Battery* and *Eurofit Testing Battery (eight tests)* were used to evaluate physical fitness.

Educational level appears to be inversely related to obesity in the elderly. Moreover, abdominal obesity, determined by waist measurements, is higher for man and women with low educational level.

The effect of sedentary lifestyle on the functional fitness show that sitting for long periods has a negative influence on strength, balance, agility, walking speed, endurance and flexibility in seniors.

The aging process leads with changes in body composition that might be inversely related with educational level in the elderly; further sitting time for long periods has a negative influence on the functional fitness among elderly.

1. INTRODUCCIÓN

-INTRODUCTION-

"Todas aquellas partes del cuerpo que tienen una función, si se usan con moderación y se ejercitan en el trabajo para el que están hechas, se conservan sanas, bien desarrolladas y envejecen lentamente"

Hipócrates IV a.C



1.1 El proceso de Envejecer. Contextualización

1.1.1. *Perspectivas de un presente.*

El envejecimiento ha sido y continúa siendo un área de investigación científica creciente, con implicaciones a nivel político, económico, social y sanitario, entre otras. El hecho de que las personas en la actualidad sean capaces de vivir más años, está produciendo que los países desarrollados actuales asistan a un cambio profundo en la estructura poblacional, de modo que hoy en día “*se vive y convive*” en una sociedad con un alto porcentaje de personas mayores, de ahí la repercusión que este fenómeno genera a todos los niveles.

El proceso de envejecer es inherente a la vida y está asociado a una involución progresiva con afectación multidimensional, que está presente durante más de un tercio del ciclo vital (1, 2).

Tradicionalmente, el envejecimiento ha sido abordado desde una perspectiva peyorativa, con un claro matiz estigmatizado y con estereotipos asociados como el deterioro físico, la incapacidad intelectual o la pérdida de la salud, entre otros (3). Sin embargo, el concepto actual de la vejez ha cambiado, fruto en gran medida de los cambios sociales y el aumento de la esperanza de vida (4), de forma que las personas hoy en día llegan a una edad avanzada en mejores condiciones de salud que hace algunos años.

Tanto es así que, desde las últimas décadas, el proceso de envejecer y por ende la consideración de la vejez, se centra en un nuevo enfoque positivista que aboga por hacer perdurable la autonomía y la independencia en las personas mayores a medida que estas envejecen.

Esta actual consideración de la vejez fue acuñada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el término “*envejecimiento activo*”, y trata de reforzar el concepto reduccionista de “*envejecimiento saludable*” utilizado en los años 90 y que, fundamentalmente, se circunscribía a un estado de bienestar de salud (5).

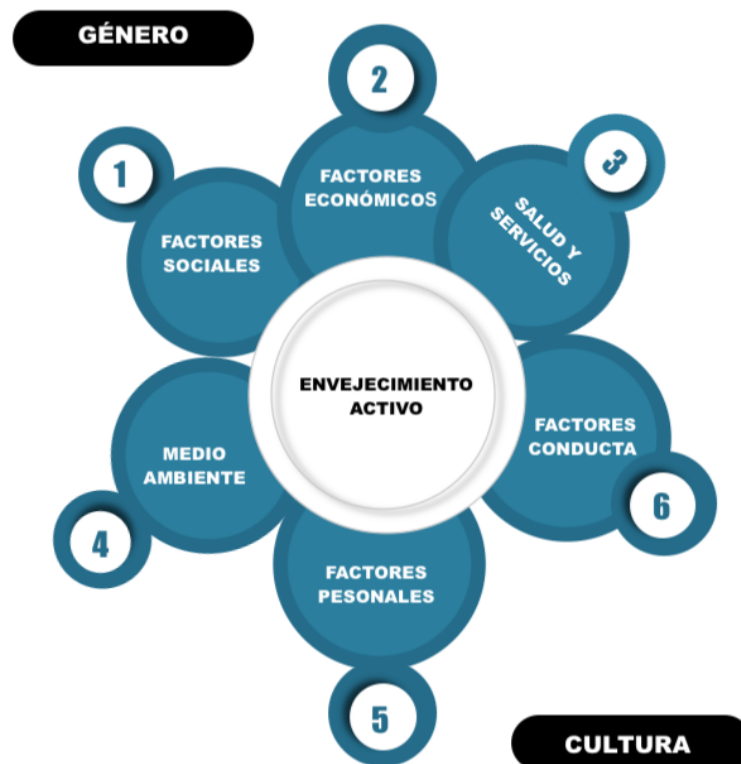
Envejecer activamente implica conferir un sentido a esta etapa de la vida, entendiendo y tomando conciencia de que cada tiempo, cada edad, implica un mundo diferente de nuevas opciones vitales. De ahí que el envejecimiento se contemple en la

actualidad como un fenómeno multidimensional, “*un totus*” que conjuga aspectos bio-psico-sociales de las personas, entendiendo que esto implica una serie de cambios y modificaciones en cada una de las dimensiones de la vida de la persona; desde cambios morfo-fisiológicos o neuro-psicológicos, hasta del ambiente social de la persona (6).

Existen diversos factores determinantes del envejecimiento activo (figura 1), de modo que el término “*activo*” hace referencia a la participación de la persona en aspectos económicos, culturales, cívicos, sociales y espirituales, y no únicamente al hecho de ser activos física o económicamente (1).

Este modelo de envejecimiento centrado en la persona como unidad, complementa la teoría evolutiva desarrollada por Baltes (7) sobre el desarrollo evolutivo de la persona, definida como “*teoría lifespan*” y a través de la cual se establece que el desarrollo humano debe ser considerado como un proceso de cambio continuo en el que intervienen factores de tipo biológico y socioculturales.

Figura 1. Elementos determinantes del envejecimiento activo según la OMS (elaboración propia).



De acuerdo con la OMS, este nuevo enfoque de envejecimiento activo se define como “*el proceso de optimización de oportunidades de salud, participación y seguridad con el objetivo de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen; permite a las personas realizar su potencial de bienestar físico, social y mental a lo largo de todo su ciclo vital y participar en la sociedad de acuerdo con sus necesidades, deseos y capacidades, mientras que les proporciona protección, seguridad y cuidados adecuados*” (5).

Fernández (8) afirma que el envejecimiento no es un proceso controlable pero sí moldeable, de modo que las personas envejecen a ritmos y de maneras diferentes, siendo en gran medida responsables de su propio envejecimiento. Por ello, algunas personas consideran la vejez como una etapa final, mientras que para otras es una etapa con nuevas posibilidades de realización personal.

1.1.2. Perspectiva socio-demográfica mundial.

La sociedad mundial envejece a un ritmo acelerado, tanto es así que el aumento de la proporción de personas mayores en la población está a punto de convertirse en uno de los mayores cambios sociales del S.XXI (9). De hecho, este segmento poblacional es el mayor crecimiento está teniendo a nivel mundial (10).

Existen diversos modelos que tratan de explicar el fenómeno de envejecimiento demográfico en los diferentes continentes del mundo, concretamente el modelo Europeo establece que este continente “está a la cabeza” de población envejecida, atribuyendo este hecho a la caída de la natalidad, el aumento de la esperanza de vida y el descenso de la mortalidad, entre otros (11).

El descenso de la natalidad viene ocurriendo en la sociedad desde mediados de los años 70 del siglo pasado y es uno de los factores contribuyentes en el envejecimiento poblacional. Además, desde 1960, se ha producido un incremento de ocho años en la esperanza de vida de las personas, y existen previsiones un aumento adicional de cinco años durante los próximos cuarenta.

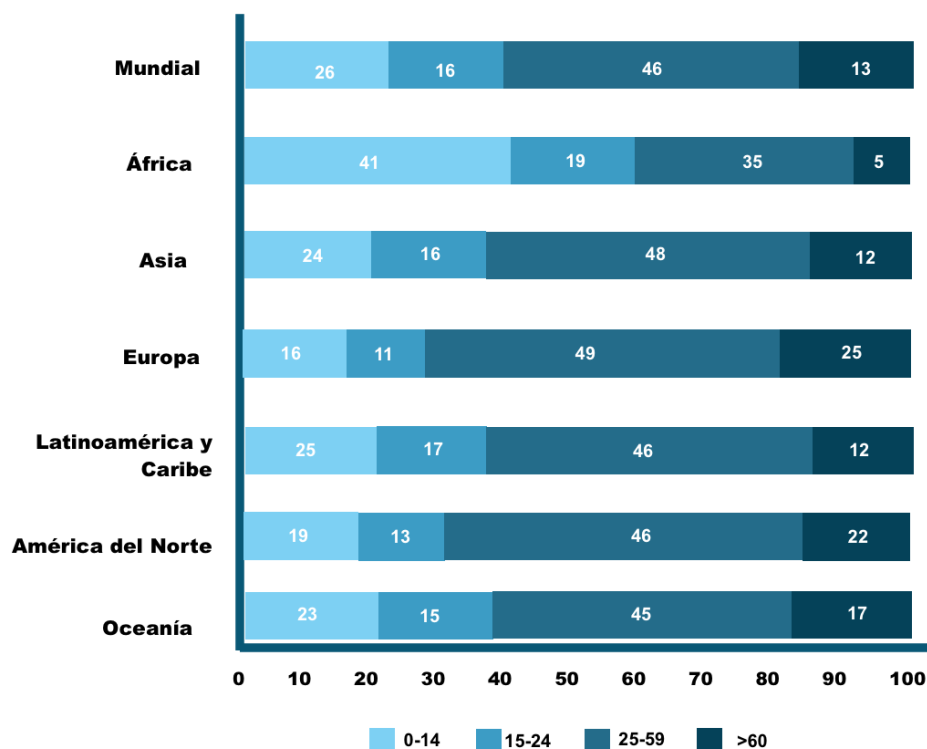
La prolongación de la vida y el descenso de la natalidad, conllevan un aumento de la población mayor a nivel mundial (a excepción de los países más pobres) y representan un nuevo reto de actuación política, económica y social, que deberá permitir encarar la

situación de este fenómeno poblacional (12). Además, es posible observar otro fenómeno demográfico que se está experimentado en los países desarrollados, como es la tendencia a la feminización de la vejez, de tal forma que el mundo del envejecimiento “*es y será principalmente femenino en términos de longevidad y mayores esperanzas de vida*” (13). Este hecho se debe fundamentalmente a diferencias en la mortalidad entre sexos, mayor entre los hombres.

El aumento de la esperanza de vida presente en la mayoría de los países desarrollados ha sido posible gracias a los avances científicos, las mejoras en los sistemas sanitarios y acceso a los recursos, así como el desarrollo de nuevas políticas sociales; consecuentemente, en la actualidad, las personas viven más tiempo y con mejores condiciones de vida.

La fuerte caída de la fecundidad producida durante las últimas décadas, junto con el incremento de la esperanza de vida, están contribuyendo a un fenómeno de *inversión demográfica* (1), caracterizada por una reestructuración de los grupos poblacionales. Según datos publicados recientemente, en el año 2017 se calculó que había 962 millones de personas mayores de 60 años, datos que representan el 13% de la población mundial (14) (gráfico 1).

Gráfico 1. Distribución de los grupos de edad poblacional (%) del mundo, distribuidos por continentes (año 2017) (15).



En base a estimaciones realizadas por la Organización de Naciones Unidas (ONU), se prevé que el año 2050 sea un punto de inflexión demográfico, debido a que el 21% de la población mundial tendrá más de 60 años, representado en cifras por más de 2 billones de personas mayores (16) (figura 2).

Figura 2. Perspectiva global de la evolución demográfica mundial (1950-2070) (17).

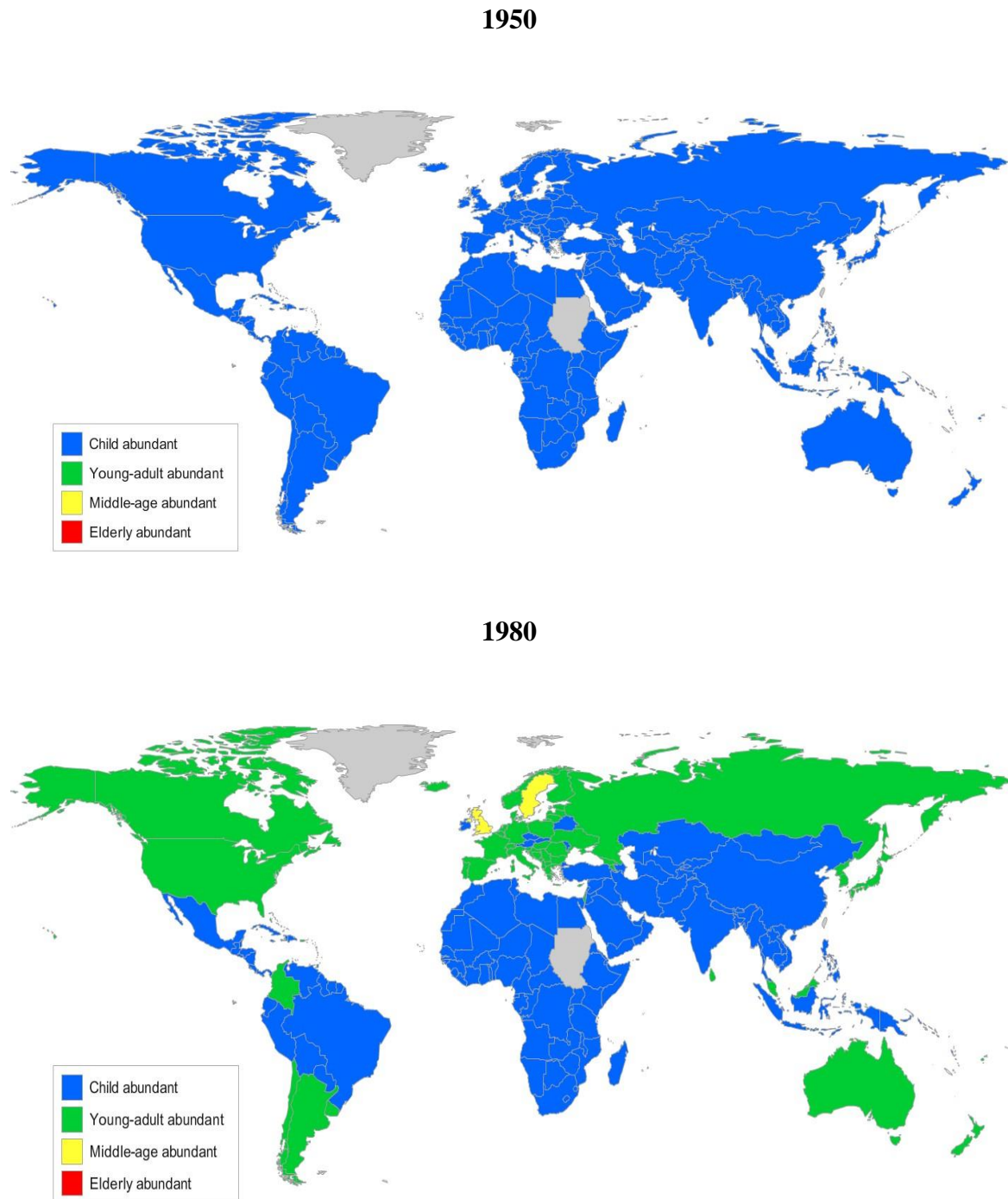


Figura 2. Perspectiva global de la evolución demográfica mundial (1950-2070) (continuación).

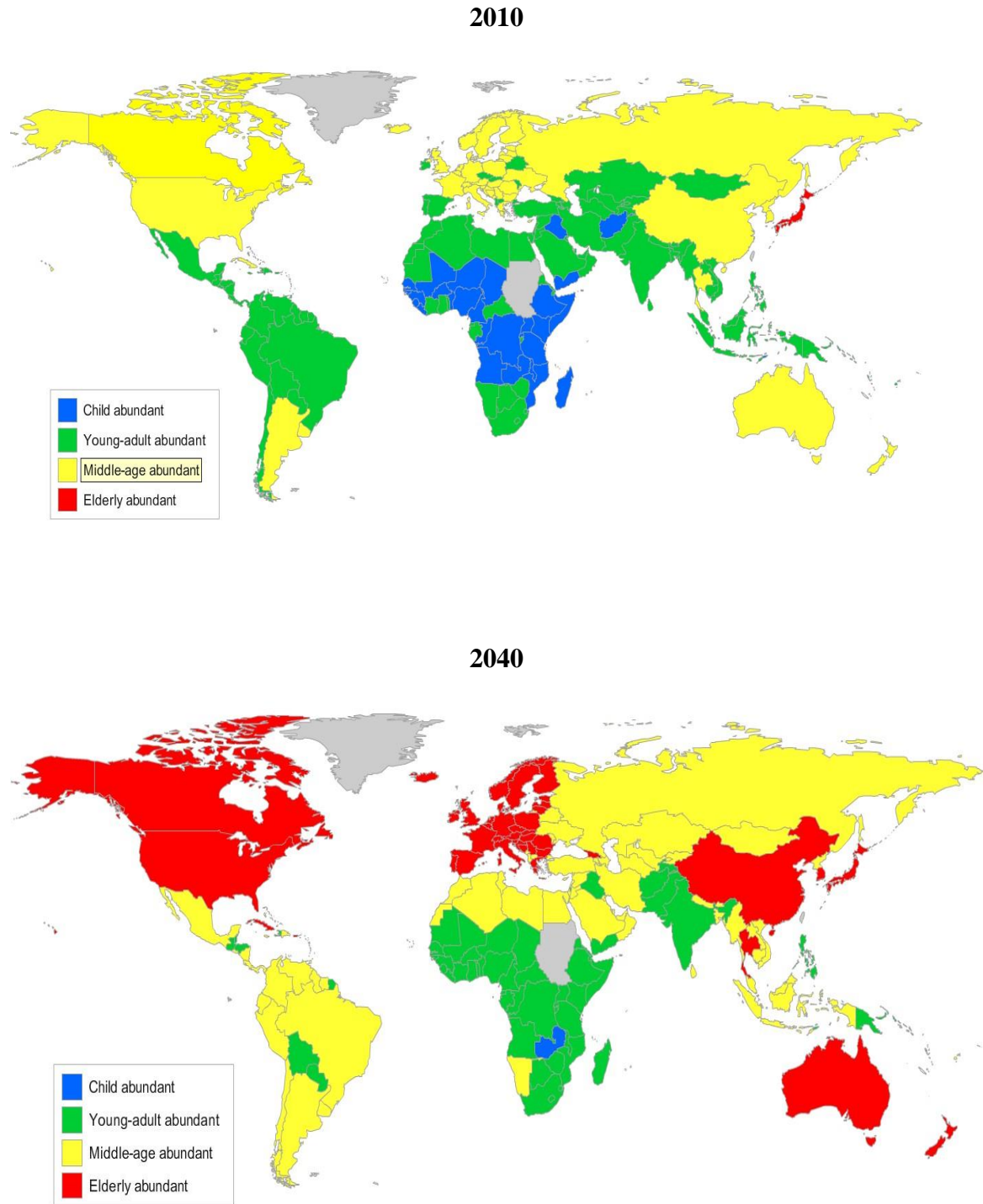
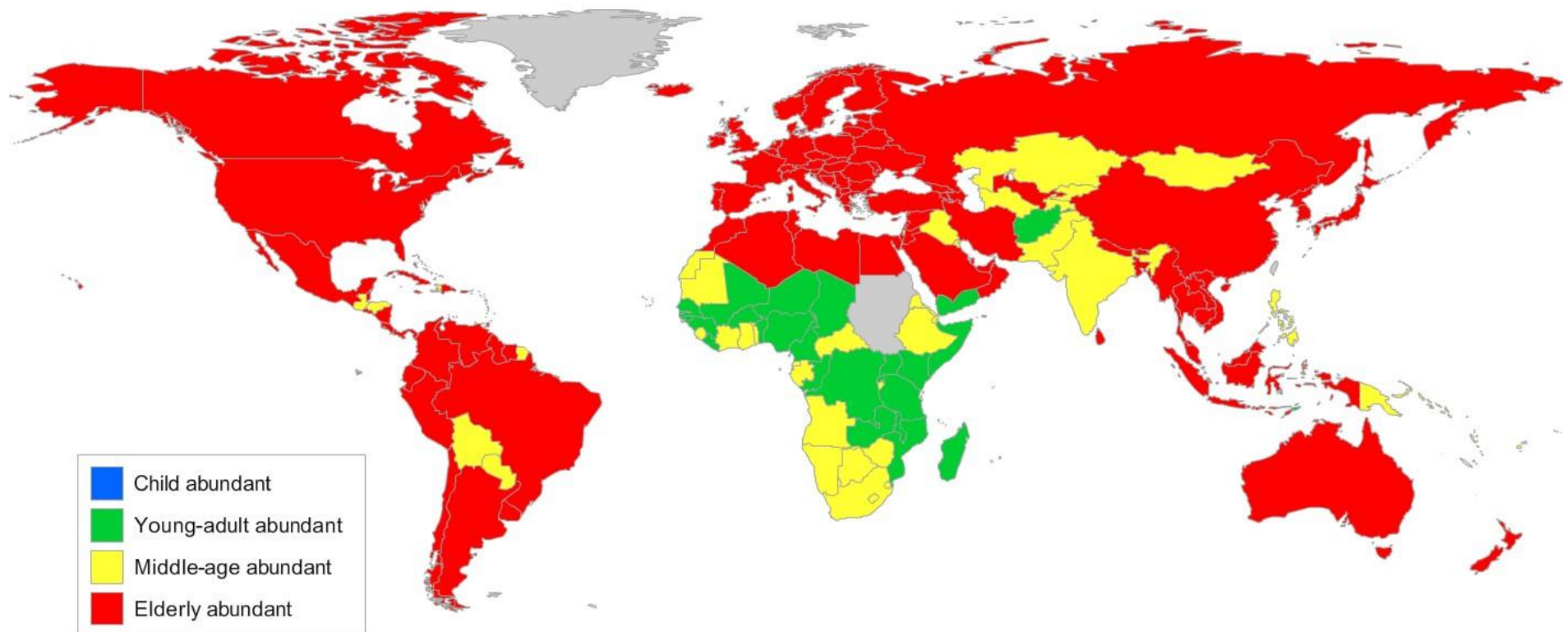


Figura 2. Perspectiva global de la evolución demográfica mundial (1950-2070) (continuación).

2070



1.1.3. Perspectiva socio-demográfica en España.

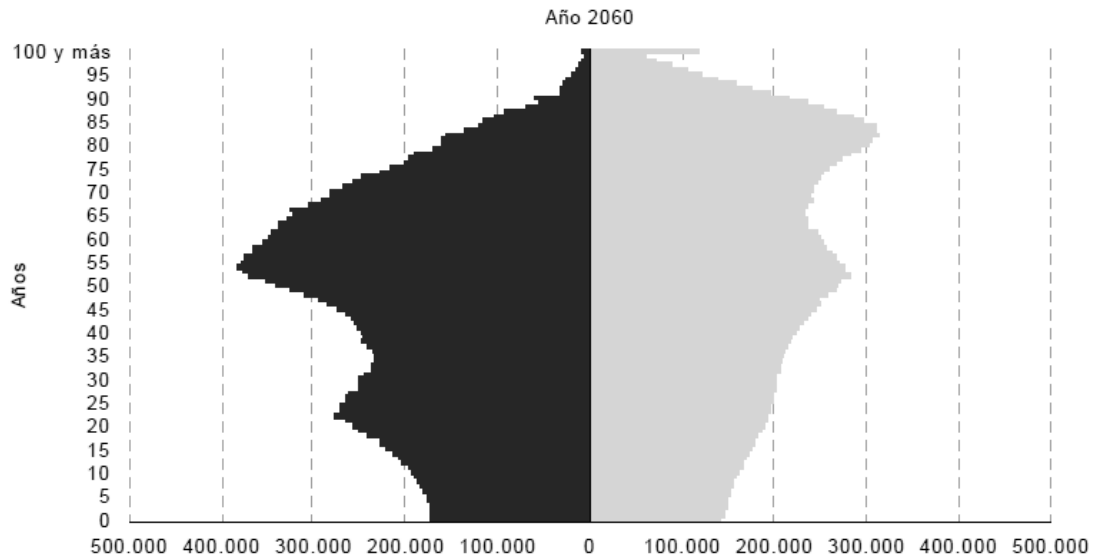
El proceso de envejecimiento poblacional en España mantiene una estructura muy similar al resto del mundo, aunque en proporciones diferentes. El número de españoles ha aumentado de forma significativa durante las últimas décadas, siendo el grupo de edad de 65 años el que ha experimentado un mayor crecimiento (9).

La estructura de la población española por edades destaca en la actualidad por un abandono de la estructura piramidal clásica, con una evidente tendencia a la inversión en la distribución de la población (18). En este sentido, la pirámide poblacional Española del año 2015, muestra de forma gráfica cómo la generación denominada del “baby-boom”, nacida entre 1957-1977, que cuenta con edades entre 41 y 61 años, se encuentra ahora en edad laboral, y se estima que llegará a la edad de jubilación en torno al 2020, aumentando el ratio de personas mayores de 65 años por cada 100 personas (9) (figuras 3-4).

Figura 3. Pirámide poblacional de España (2015) según sexo y edad. Fuente: INE: INEbase: “Proyecciones de población 2016-2066”.



Figura 4. Previsión de la pirámide poblacional de España en el año 2060 según sexo y edad. Fuente: INE: INEbase: “Proyecciones de población 2016-2066”.



Según el “informe 2016 sobre las personas mayores en España” publicado por el IMSERSO (9), el proceso de envejecimiento en nuestro país ha sido tan significativo, que en la actualidad los mayores de 65 años representan un porcentaje de un 18,8% de la población española. Además, las proyecciones estadísticas prevén un aumento de estas cifras, pudiendo ascender hasta alcanzar en torno al 35% en el año 2065 en el caso de las personas mayores de 65 años y un 18% correspondiente a las personas octogenarias.

Este hecho representará un aumento de las cifras absolutas del total de personas mayores, y anticipa un acontecimiento cada vez más presente, como es el aumento de la población octogenaria y centenaria en la sociedad, que progresivamente dejará de ser algo excepcional para convertirse en algo habitual (1).

Romero et at. (18) afirman que el perfil del envejecimiento en España destaca por su enorme heterogeneidad, derivada fundamentalmente de aspectos de índole social como los movimientos migratorios así como la composición rural o urbana. En este sentido, las comunidades autónomas con mayor porcentaje de personas mayores (19-24%) corresponden a: Castilla y León (24,4%), Asturias (24,4%), Galicia (24,3%), País Vasco (21,5%), Aragón (21,3%), Cantabria (20,7%), La Rioja (20,1), Extremadura (19,9%) y Navarra (19,2%) (9).

La siguiente franja de envejecimiento corresponde a las comunidades de Castilla la Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, Madrid y Andalucía, con porcentajes de envejecimiento de entre el 18% y el 16%. Por último, las comunidades de Baleares, Canarias y Región de Murcia, presentan un porcentaje de envejecimiento similar y significativamente inferior a la media de España, situado alrededor del 15%, mientras que Ceuta y Melilla (11%) son las comunidades autónomas con menor porcentaje de población mayor de 65 años (9).

La esperanza de vida al nacer, es uno de los indicadores más utilizados para expresar el estado de salud de la población y su progreso a lo largo de las décadas. En España, el aumento de la esperanza de vida de los mayores de sesenta y cinco años ha sido uno de los mayores del mundo, superior al aumento observado en otros países desarrollados (19). De acuerdo con este hecho, la esperanza de vida actual en España se sitúa en 83,1 años, existiendo diferencias entre hombres y mujeres. Concretamente, en el año 2017 la esperanza de vida al nacimiento fue de 80,4 en el caso de los hombres y de 85,7 para las mujeres (20).

En base a estos datos, una persona que alcance la edad de 65 años, tiene una esperanza de vida media de 19,1 años si es hombre y de 23,0 si es mujer (tabla 1).

Tabla 1. Esperanza de vida de la población residente en España (2007-2017) (20).

AÑO	65 AÑOS (Ambos sexos)	HOMBRES	MUJERES
2007	19,8	17,6	21,7
2008	20,0	17,9	21,8
2009	20,2	18,1	22,1
2010	20,5	18,4	22,4
2011	20,7	18,6	22,5
2012	20,6	18,5	22,4
2013	21,0	18,9	22,8
2014	21,1	19,1	22,9
2015	20,8	18,8	22,6
2016	21,2	19,1	23,1
2017(*)	21,2	19,1	23,0

(*) Datos provisionales

1.2 Cambios asociados con el proceso de envejecer

De forma inexorable cada individuo llega a la vejez con un estado determinado de salud y forma física, definido como envejecimiento biológico y de la condición física funcional; una función cognitiva-emocional atribuible al envejecimiento psicológico, y un nivel de participación social que se relaciona con el envejecimiento social.

En los siguientes apartados se detallan los principales cambios multidimensionales que se observan durante el proceso de envejecimiento.

1.2.1 Cambios biológicos en el adulto mayor.

Desde un punto de vista **biológico**, el proceso de envejecimiento es consecuencia de la acumulación de una gran diversidad de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, que produce un aumento del riesgo de enfermedad y un descenso gradual de las capacidades, lo que conduce finalmente la muerte.(21) En este sentido, el envejecimiento biológico está relacionado con un proceso de involución funcional y morfológica progresiva, que tiene como resultado una alteración conjunta (22, 23).

Este enfoque hace referencia específicamente al descenso de las funciones fisiológicas que se presentan en la vejez debido al deterioro celular y a la reducción de la capacidad del organismo de autorregulación, reparación y adaptación a las demandas ambientales (24).

El ser humano, como todo ser vivo, está programado genéticamente para envejecer. Por ello, el concepto de envejecimiento ordinario o natural se relaciona con un proceso dinámico caracterizado por un deterioro de los diferentes sistemas del cuerpo humano, entre los que destacan cambios en el sistema cardiovascular, respiratorio-pulmonar, endocrino-metabólico y nervioso, entre otros (25).

Cambios en el sistema cardiovascular

Durante la vejez ocurren cambios importantes a nivel cardíaco, que pueden estar presentes incluso en personas sin antecedentes cardíacos previos ni manifestación de enfermedad (26).

De acuerdo con De Paz et al. (27), los cambios no patológicos más comunes son:

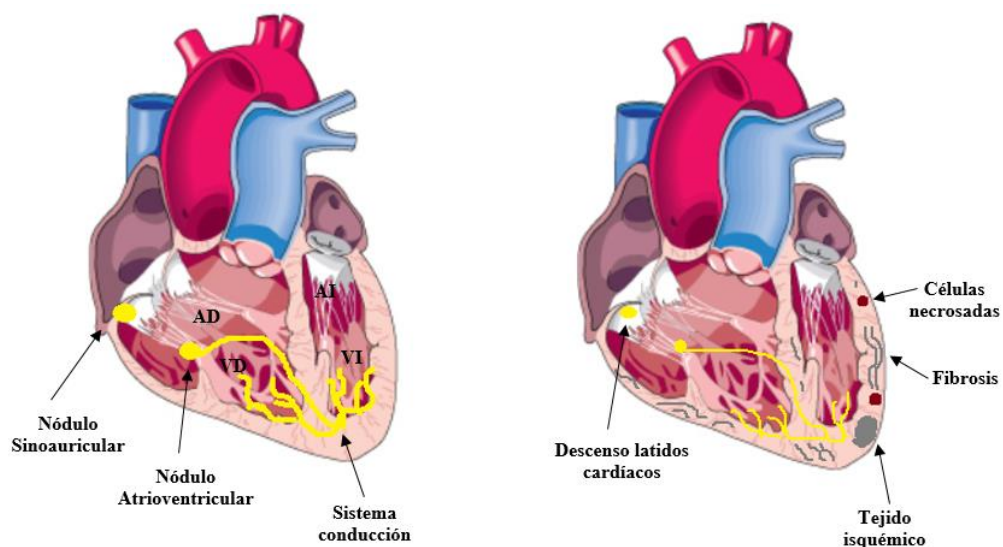
- Degeneración leve de las células del músculo cardíaco.
- Engrosamiento y rigidez de las válvulas del corazón que controlan la dirección del flujo sanguíneo (arteroesclerosis).
- Rigidez valvular.

Morfológicamente también es posible observar una remodelación estructural del corazón, este se hace más grande; siendo el incremento de tamaño mayor en el lado inferior izquierdo (ventrículo izquierdo). Además, la pared cardíaca y los diámetros arteriales interno y externo, también incrementan su grosor (27).

Estas variaciones morfológicas afectan a la rigidez de la aorta y pueden asociarse con pérdidas de contractibilidad y distensibilidad, de forma que esta pierde su elasticidad, incrementa la eyección sanguínea y consecuentemente produce un aumento progresivo de la presión sistólica, (18, 28) asociada a su vez con un aumento de la presión sanguínea; de ahí que las personas mayores padezcan en la mayoría de los casos hipertensión sistólica aislada (29).

Es posible que algunos de estos cambios predispongan a que las personas mayores sean más susceptibles de padecer una isquemia o un infarto (26).

Figura 5. Cambios en el tejido cardiovascular asociado con el proceso de envejecimiento (Adaptado de Norht et al. (30)).



Estos hechos ponen de manifiesto la necesidad de comprender los cambios fisiológicos que ocurren a nivel cardíaco con la edad y que pueden permitir el desarrollo de nuevos tratamientos para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas mayores.

Cambios en el sistema respiratorio

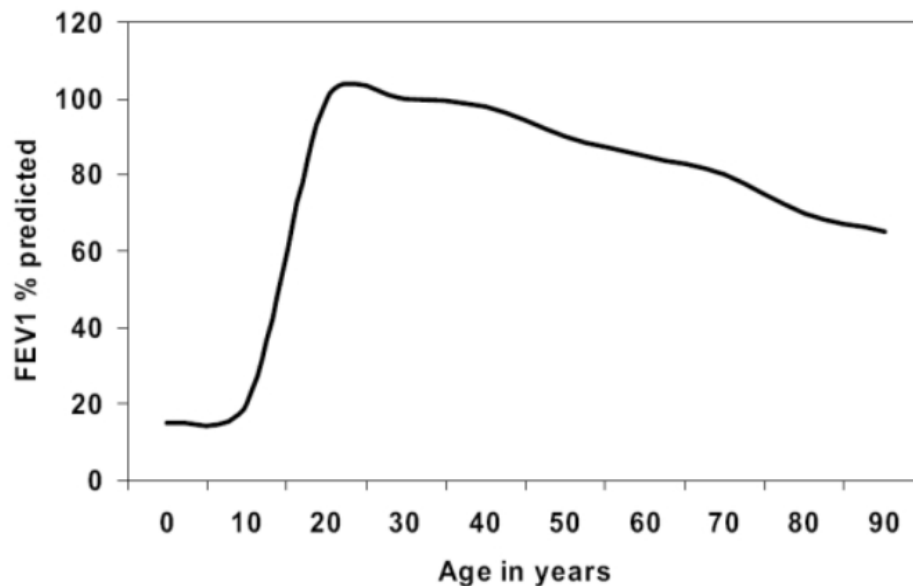
Los cambios en el sistema respiratorio durante el período de envejecimiento son variables y pueden provocar modificaciones en las estructuras básicas y en la funcionalidad.

Se estima que a partir de los 35 años la función pulmonar comienza a disminuir (31), los pulmones pierden parte del tejido y los alveolos disminuyen.

Asimismo, se han evidenciado cambios relacionados con el control ventilatorio, que influyen directamente en la disminución de la capacidad respiratoria máxima y en un vaciado pulmonar menos eficaz. La musculatura respiratoria se debilita y este hecho puede influir en la fatigabilidad precoz; además, los mecanismos respiratorios y el intercambio de gases se vuelven menos eficientes. Se produce una disminución de la elasticidad de la caja torácica y de la pared costal, atribuibles a la pérdida de elastina en el tejido pulmonar y que producen un aumento en la rigidez de las estructuras internas de los bronquios. El diafragma y la musculatura intercostal también se debilitan deteriorando la función respiratoria (18, 27, 32).

A nivel general, la función pulmonar puede estar dividida en tres categorías: volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1), capacidad vital forzada (FVC) y el ratio entre ambas (31). Con los años se observa una reducción de la eficiencia respiratoria asociada a una disminución de la capacidad espiratoria máxima y volumen espiratorio forzado. Además, el envejecimiento pulmonar conlleva deficiencias en el intercambio de gases que afectan al colapso alveolar, como consecuencia de la disminución de la presión inspiratoria y espiratoria (32).

Gráfico 2. Predicción del porcentaje de declive asociado con la edad del volumen espiratorio forzado (FEV1)% (Publicado con el permiso de Sharma et al.(31)).



Cambios en el sistema endocrino-metabólico

Las funciones endocrinas y metabólicas en el adulto mayor sufren alteraciones que repercuten en el control hormonal. Los principales cambios se relacionan con el páncreas, la tiroides, el metabolismo del calcio y la regulación del volumen de osmolaridad plasmática (33).

Se han descrito deficiencias en el sistema endocrino con diferencias entre mujeres y hombres. Concretamente, la menopausia se relaciona con cambios en el metabolismo de los lípidos, pérdida de masa ósea y síntomas vasomotores. En el caso de los hombres el descenso de la función gonadal que se produce con la andropausia tiene influencias en el incremento de masa grasa, pérdida de músculo y masa ósea; además puede producir fatiga, depresión, anemia, disfunción eréctil y aumento de la resistencia a la insulina (34).

En términos de patología endocrinológica la diabetes es la enfermedad más prevalente en la población mayor. Según García (33), más del 50% de las personas mayores de 80 años tienen menor tolerancia a la glucosa. Estos cambios a nivel endocrino hacen que las personas mayores tengan menor sensibilidad a la insulina y mayor resistencia a la misma en los tejidos periféricos (35).

Con la senectud, la tiroides se vuelve nodular, provocando alteraciones en la función tiroidea que en algunos casos se asocia con un incremento de la hormona tiroestimulante (TSH), que junto con las hormonas T3 y T4 pueden desencadenar enfermedades de hiper e hipotiroidismo (36).

El cortisol, considerada como la hormona del estrés por excelencia, incrementa con el paso de los años, siendo este cambio más acusado en las mujeres (37). Estas alteraciones homeostáticas pueden influir en la función del hipocampo y se han relacionado con mayores niveles de estrés, peor función cognitiva y disminución de la memoria (35, 38).

Los cambios descritos, muestran la necesidad de evaluar las funciones endocrinas de las personas mayores y las manifestaciones clínicas que ocurren durante el envejecimiento, con la finalidad de poder llevar a cabo medidas preventivas en esta población.

Cambios en el sistema nervioso

En relación al envejecimiento del sistema nervioso se ha evidenciado que con el paso de los años, el cerebro sufre modificaciones y cambios tanto de tipo estructural como de tipo bioquímico.

A nivel estructural destaca la disminución del volumen y peso del cerebro (entre los 20 y los 90 años el peso del cerebelo disminuye entre un 5 y un 10%), hecho que se relaciona con cambios degenerativos neuronales (39). Además, existe una tendencia a la atrofia cortical y a la dilatación ventricular, existiendo un ensanchamiento de los surcos corticales y aumento del líquido cefalorraquídeo. Se produce igualmente una reducción de las circunvoluciones cerebrales, en particular de las frontales y parietales (18, 40).

Las modificaciones a nivel bioquímico se relacionan con cambios en la homeostasis de los neurotransmisores, disminución de la mielina y densidad de conexiones dendríticas, cambios que producen una ralentización del sistema nervioso. Se estima que la velocidad de conducción nerviosa disminuye alrededor de un 10-15% entre los 30 y los 80 años (41).

Resulta complejo determinar cuándo el envejecimiento cerebral es atribuible a aspectos propios de la involución de este órgano o por el contrario, los cambios tienen un origen patológico. En este aspecto, el envejecimiento normal parece estar relacionado con

la reducción del tamaño y efectividad de la sinapsis nerviosa (42); concretamente, a partir de los 60 años aparece un déficit progresivo de ciertos neurotransmisores en el cerebro, relacionado con la disminución de la actividad de diferentes enzimas, como los neurotransmisores tipo amina (catecolaminas) u otros neuropéptidos periféricos como el polipéptido intestinal vasoactivo (VIP) o la sustancia P; así como con la reducción de los receptores de dichas sustancias. Estos cambios producen afectación en la activación muscular frente a un estímulo, de modo que el adulto mayor presenta una reducción de la habilidad para procesar y manipular la información, así como para generar una respuesta (18).

A modo de síntesis, los principales cambios morfofuncionales que se producen en el sistema nervioso durante el envejecimiento son (43, 44):

- Disfunción mitocondrial que afecta a la capacidad de metabolización neuronal (aumento de sustancias como la lipofuscina y proteínas neurofibrilares y amiloides).
- Alteraciones en la función sináptica y en la transmisión.
- Alteraciones en la memoria y la atención relacionadas con defectos o pérdidas dendríticas.
- Alteraciones en las estructuras presinápticas y postsinápticas en la síntesis de neurotransmisores, secreción y reconocimiento.

Estos hechos ponen de manifiesto la necesidad de conocer el conjunto de modificaciones que presenta el sistema nervioso con el paso del tiempo, atribuibles a un envejecimiento no patológico, debido a su implicación en el funcionamiento cognitivo de la persona y la implicación que puede tener en su salud y en la detención precoz de ciertas enfermedades.

A lo largo del presente apartado se han detallado los cambios biológicos más relevantes que se producen en las personas mayores durante el envejecimiento, y que afectan de forma global a los diferentes sistemas y órganos del cuerpo. A continuación, se muestra una tabla resumen en la que se detallan los principales cambios y los efectos que producen en el organismo.

Tabla 2. Cambios estructurales e implicaciones en las diferentes funciones asociadas con el envejecimiento (adaptado y traducido de Geithner et al.(45)).

SISTEMA	CAMBIO ESTRUCTURAL	EFECTOS
SISTEMA CARDIOVASCULAR	Disminución conducción eléctrica del miocardio. Incremento del grosor del ventrículo izq. y de los diámetros arteriales Reducción volumen diastólico e incremento del volumen sistólico. Pérdida elasticidad.	Descenso de la Fc máxima. Descenso del VO ₂ máx. (1-2% década) y del gasto cardíaco. Incremento de la presión arterial y enfermedad cardiovascular (ECV). Reducción del flujo sanguíneo al tejido muscular.
SISTEMA RESPIRATORIO	Descenso elasticidad pulmonar (elastina) Mayor rigidez en la tráquea, bronquios y pared torácica. Diafragma y musculatura intercostal debilitados. Reducción en la eficiencia respiratoria.	40-50% Reducción de la capacidad vital y ventilatoria máxima. Función pulmonar máxima disminuida. Reducción del volumen espiratorio forzado (1 sg.). 20% Incremento trabajo musculatura respiratoria.
SISTEMA ENDOCRINO	Disfunción en la regulación de la homeostasis hormonal. Alteraciones función pancreática, tiroides, metabolismo del calcio y osmolaridad plasmática. Incremento niveles cortisol	Menor sensibilidad a la insulina y mayor resistencia a ésta en tejidos periféricos. Desarrollo enfermedades tiroideas. Aumento nivel del estrés, disminución función cognitiva y de la memoria.
SISTEMA NERVIOSO	Reducción tamaño del cerebelo. Degeneración neuronal. Cambios homeostáticos. Disminución de la velocidad de conducción sináptica.	Reducción de la capacidad de procesar y manipular información. Alteraciones en la memoria y la capacidad de atención.

1.2.2 Cambios en la composición corporal del adulto mayor.

La composición corporal (CC) hace referencia a la distribución de la masa grasa, masa muscular y tejido óseo en el cuerpo humano. Durante los últimos años se ha establecido que la determinación de la CC en los diferentes grupos poblacionales, puede ser considerada como un aspecto fundamental en la valoración funcional del cuerpo humano y de la salud de la persona. De hecho, alteraciones en la CC se han relacionado con diversas enfermedades y condiciones mórbidas, de ahí la importancia de su evaluación para poder prevenirla y tratarla.

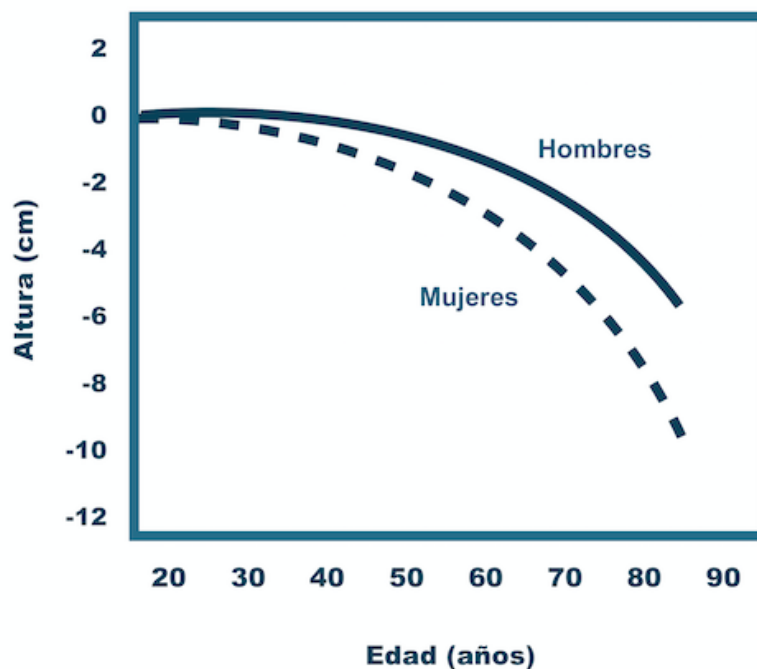
En este apartado se exponen los principales cambios relacionados con la CC que se producen durante la senectud y que pueden tener repercusiones para el organismo y la salud de las personas mayores.

Cambios en la talla o estatura

Con el paso de los años, cuando las personas envejecen, es frecuente observar una disminución gradual de la estatura corporal, que es consecuencia de cambios que se producen a nivel de los discos intervertebrales, como son la pérdida de agua, pérdida de flexibilidad de la columna y la artrosis de las vértebras, entre otros (46).

La pérdida de altura en las personas se produce de forma progresiva, siendo esta más acusada a partir de los 60 años (47). Concretamente, Perissinotto et al. (48), en un estudio realizado con una muestra representativa (n=3356) de personas mayores de Italia, establecieron descensos de 2-3 cm por década, datos comparables a otros resultados mostrados en estudios anteriores. Además, las mujeres parecen ser las más afectadas por esta reducción gradual de la talla a lo largo de los años, pudiendo existir diferencias de 1cm en la altura con respecto a los hombres (49) (gráfico 3).

Gráfico 3. Disminución gradual de la talla a lo largo de los años según sexo. Datos extraídos del estudio longitudinal del envejecimiento (Baltimore 1958-1993) (47).



Cambios en el peso corporal

El peso corporal es otra de las variables de la CC que sufre cambios y variaciones durante la senectud; de modo que diversos estudios han observado un aumento del peso corporal hasta unas determinadas edades, seguido de un descenso del mismo (50, 51).

Existen discrepancias sobre la edad a partir la cual comienza a disminuir la masa corporal (52); sin embargo, es posible determinar un descenso anual aproximado del 0,4% del peso corporal total (53).

Además de la edad, es posible determinar cambios en el peso corporal relacionadas con el dimorfismo sexual. Concretamente, en el caso de los hombres se observa un incremento hasta los 50-70 años y posteriormente una disminución, mientras que en las mujeres el aumento se produce hasta los 50-60 años y luego desciende (18, 54).

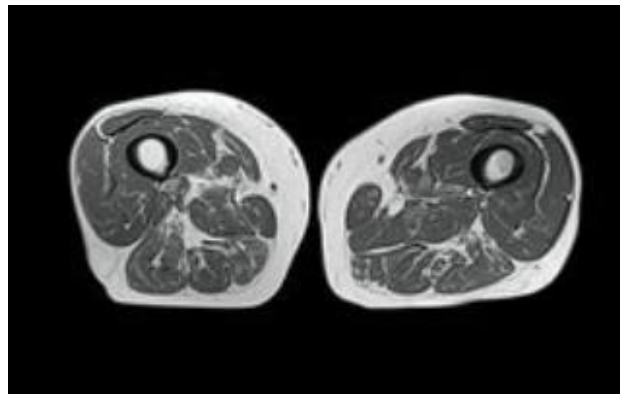
El descenso del peso corporal durante el envejecimiento ha sido considerado como un factor que puede acelerar una muerte prematura en las personas mayores (55). Además, se ha evidenciado que existe una relación causal entre la pérdida de peso en las mujeres y el riesgo de sufrir una fractura ósea. En este sentido, Langlois et al. (56) en un estudio llevado a cabo con personas institucionalizadas (>67 años), determinó que la pérdida de peso a partir de los 50 años estaba relacionada con el riesgo de sufrir una fractura ósea de cadera. Los cambios en el peso corporal de las personas tienen un origen multifactorial y se relacionan tanto con factores genéticos y ambientales, como con cambios hormonales e inflamatorios o de estilo de vida, entre otros (57). De ahí la importancia de promover estrategias tempranas que puedan contribuir a una estabilidad en el peso corporal de las personas mayores en las diferentes etapas del envejecimiento, previniendo acontecimientos de salud adversos.

Cambios en el tejido graso

El envejecimiento trae consigo desequilibrios energéticos que se relacionan con la ganancia de tejido graso hasta una determinada edad (39). De este modo, la masa grasa total sigue un patrón de cambio concreto, aumentando progresivamente (0,3 y 0,4 kg/año), en los adultos mayores hasta los 70 años, etapa a partir de la cual disminuye (50, 58, 59).

Otro de los cambios que se pueden observar durante la senectud es una redistribución y remodelación del tejido adiposo, que puede además no influir en los parámetros del peso corporal total. Concretamente, se ha constatado un aumento del tejido graso intra e intermuscular (ver figura 6) y un incremento de la grasa visceral, abdominal o centrípeta que tiende a acumularse a nivel central del organismo (obesidad central) (60, 61).

Figura 6. Corte axial mediante resonancia magnética del cuádriceps de una persona octogenaria (fuente: banco imágenes digitales libre acceso).



Se ha establecido que las mujeres a partir de los 60 años, presentan una mayor tendencia en la redistribución de la grasa corporal a nivel abdominal, que puede suponer un incremento de hasta 4 cm (62). En la misma línea, Gomez-Cabello et al. (63) observaron en una muestra representativa de personas mayores de 65 años, que las mujeres presentaban una mayor prevalencia de obesidad central (determinada a partir de perímetro de cintura como indicativo) con respecto a los hombres (62,5% y 34,1%, respectivamente).

Los cambios en el tejido adiposo durante el envejecimiento se han relacionado con el aumento del riesgo cardiovascular, la enfermedad cardíaca, o el síndrome metabólico, entre otros (64-66). Así mismo, se ha descrito el tejido adiposo como un importante órgano activo con funciones endocrinas; concretamente, durante el envejecimiento se observa una alteración en los procesos metabólicos de la glucosa, relacionados con las funciones endocrinas y de producción de mediadores inflamatorios como la secreción de citoquinas pro-inflamatorias de acción catabólica, como la interleuquina (IL)-6 y el factor

de necrosis tumoral (TNF)- α , la disminución de hormonas de acción anabólica como la hormona del crecimiento (GH) o la testosterona y la secreción de adipocinas como leptina y adiponectina, ambas involucradas en el metabolismo de la glucosa y que se relacionan con la predisposición a padecer diabetes tipo II (66, 67).

De acuerdo con Schaap et al., el 60% de las personas mayores que padecen obesidad, son más susceptibles de tener un deterioro funcional más acusado que las personas normopesas de su misma edad (68).

Por último, hay que considerar que en las personas mayores es posible que este incremento y redistribución del tejido adiposo corporal ocurra de forma simultánea a una disminución de la masa muscular, sin producir variaciones en el peso corporal (60). Por ello, los cambios en la redistribución de los tejidos corporales descritos anteriormente, sin producir cambios en el peso, deben tenerse en cuenta a la hora de la determinación del grado de sobrepeso y obesidad en las personas mayores, de modo que no pueden ser utilizados los mismos criterios diagnósticos que se utilizan en el resto de la población.

Estos hechos confirman la necesidad de incorporar en el ámbito de la geriatría y la salud nuevos aspectos de clasificación de la CC específicos para este grupo de población, que permitan ajustarse a la realidad de las personas mayores.

Cambios en el sistema muscular

El sistema muscular sufre importantes alteraciones con el devenir de los años, de modo que la acumulación de la masa muscular va cambiando. Concretamente, en la etapa adulta (25-30 años) la masa muscular aumenta progresivamente, conservando su estructura y función hasta los 40-50 años. A partir de los 50 años, la masa muscular disminuye en torno a un 1-2% anual, incrementándose este porcentaje hasta un 3% a partir de los 60 años (69), siendo esta pérdida más pronunciada en hombres que en mujeres (53).

Este hecho de pérdida progresiva de masa muscular y la diferencia entre sexos, ha sido constatado en estudios longitudinales llevados a cabo con personas mayores de 75 años, observándose un descenso más prominente en los hombres, particularmente en las extremidades inferiores (70). A pesar de estas diferencias entre sexos, se ha establecido que en las últimas etapas de la vejez (70-80 años), la capacidad de contracción muscular

máxima desciende entre un 20-40%, tanto en hombres como en mujeres; hechos que pueden estar relacionados con la calidad y cantidad muscular (71).

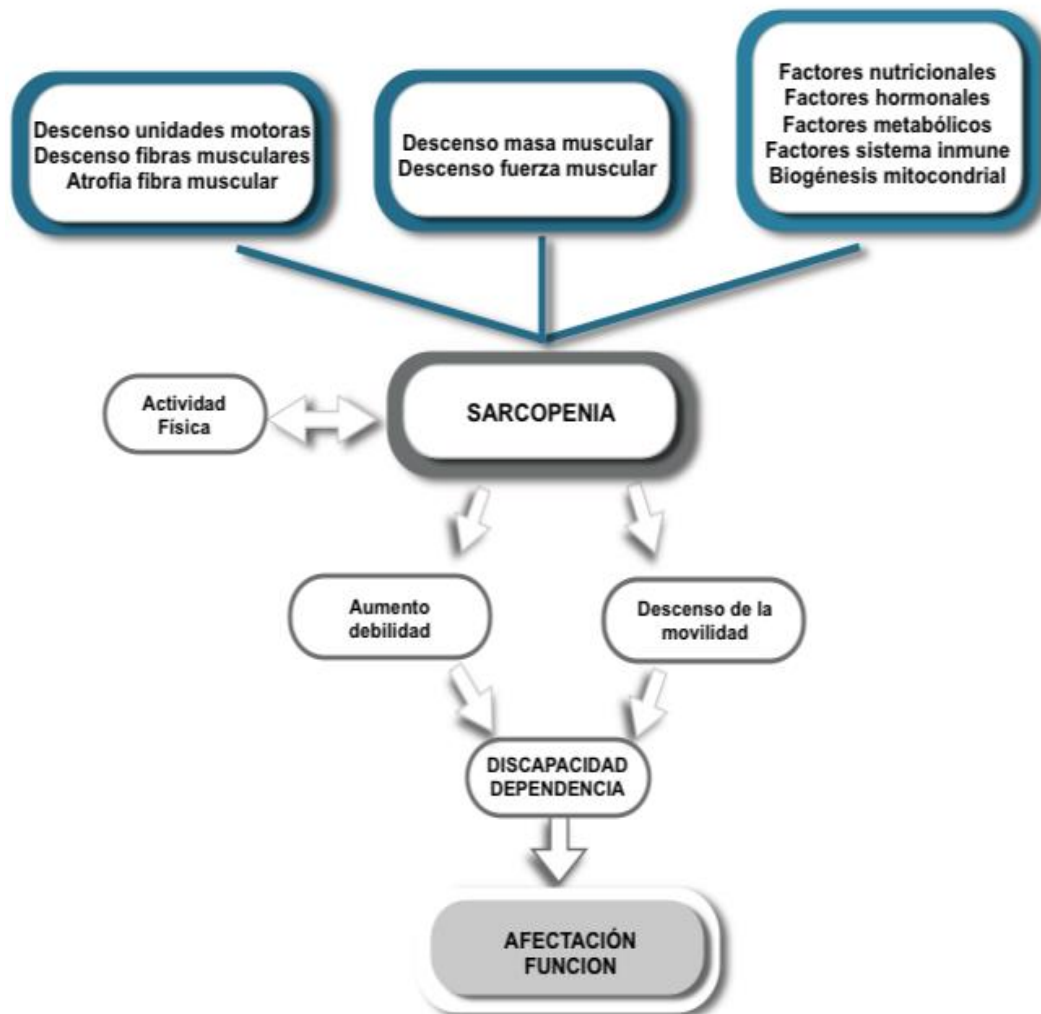
El descenso gradual de la masa muscular que ocurre durante el envejecimiento, fue definido por Ronsenberg (72) como sarcopenia (en griego “sarx” carne y “penia” pérdida) y se produce como consecuencia de cambios en la composición y cantidad muscular.

La puesta en conocimiento de esta alteración en el sistema muscular, ha provocado durante las últimas décadas el estudio a fondo de los mecanismos que se relacionan con la aparición de la sarcopenia, así como de sus consecuencias y posible prevención. En este sentido, se han incorporado nuevas definiciones que incluyen aspectos relacionados con la pérdida de fuerza, el rendimiento físico y la función muscular (73).

Más específicamente, desde el área de la geriatría, la sarcopenia ha sido definida recientemente como un síndrome que se caracteriza no solo por la pérdida progresiva de masa muscular, sino también de la fuerza muscular y que se relaciona, consecuentemente, con el riesgo de padecer otros efectos adversos para la salud (74).

Existe un exhaustivo conocimiento sobre el mecanismo de acción de la sarcopenia; sin embargo, resulta altamente complejo determinar una única causa-efecto asociada con la pérdida de masa muscular, de forma que los cambios que se producen en el tejido muscular durante el envejecimiento pueden ser exacerbados por cambios hormonales, inflamatorios, agentes metabólicos, dieta, estado nutricional o disminución del nivel de actividad física (75) (ver figura 7).

Figura 7. Mecanismos fisiológicos y moleculares relacionados con la sarcopenia. Adaptado de Doherty (71) .



Mastaglia et al. (76) establecen que la sarcopenia es atribuible a procesos celulares que se relacionan con pérdidas de la neurona motora, afectando a la denervación de grupos de fibras musculares; cambios hormonales (disminución de las hormonas sexuales, factor de crecimiento, factor anabólico, anticatabólico y antiapoptótico de las fibras musculares esqueléticas) y el aumento de los factores inflamatorios y de estrés oxidativo (ROS) que pueden favorecer la mayor degradación de las fibras musculares. Además, las alteraciones de la masa muscular podrían estar relacionadas con la reducción de la síntesis proteica que se produce en las personas mayores (75). De hecho, la ingesta proteica ha sido relacionada positivamente con una menor pérdida de la masa muscular en

personas mayores independientes (70-79 años) (77), siendo en la actualidad un tema de controversia científica.

Es posible que durante el envejecimiento converjan alteraciones en la CC, atribuibles tanto a la simultaneidad en el aumento de masa grasa, como a la disminución de la masa muscular; este hecho ha sido definido como obesidad sarcopénica y se relaciona con la presencia concomitante de sarcopenia y obesidad (78). Gómez-Cabello et al. (79) en el estudio EXERNET, realizado con la misma muestra representativa de personas mayores de 65 años incluida en esta tesis doctoral, observaron una prevalencia del 15% de obesidad sarcopénica en la población española.

Uno de los *hándicap* en la detección precoz de la excesiva pérdida de masa muscular, es que en la actualidad no existen parámetros estandarizados para determinar cuándo una persona sufre sarcopenia. De hecho, únicamente se dispone de unos estándares para establecer un criterio diagnóstico, basado en tres aspectos, de los cuales al menos uno debe estar presente (74):

- Descenso de la masa muscular (medida con densitometría axial computarizada (DXA)).
- Descenso de la fuerza muscular (medida con dinamometría manual).
- Descenso de la condición física (medida con el *Short physical performance battery-SPPB*).

En términos de salud, la sarcopenia se asocia con eventos desfavorables, entre los que se incluye la depresión, pérdida de calidad de vida, discapacidad física, y en el peor de los casos la muerte (73). Además, está bien establecido que en las personas mayores, la pérdida acusada de masa muscular, produce una reducción en el número de motoneuronas y conlleva importantes deterioros en la función muscular (80, 81). A nivel neuromotriz, estos cambios pueden afectar a la coordinación, tiempo de reacción, equilibrio o velocidad de la marcha, y pueden incrementar el riesgo de caída y consecuente fractura (75).

La solidez de los fenómenos descritos, relacionados con la disminución del anabolismo muscular y las consecuencias para la salud que derivan de estos hechos, muestran la necesidad de implementar intervenciones destinadas a prevenir y/o mejorar la pérdida de masa y el rendimiento muscular en las personas mayores.

Cambios en el sistema óseo-estructural

El esqueleto humano está formado aproximadamente por 206 huesos que, junto con los cartílagos, ligamentos y tendones, permiten llevar a cabo funciones de soporte y mantenimiento postural, sostén mecánico y protección. Además, el esqueleto tiene la capacidad de producir células sanguíneas, regulación endocrina, funciones metabólicas y actúa como fuente de reserva de calcio y fósforo (82).

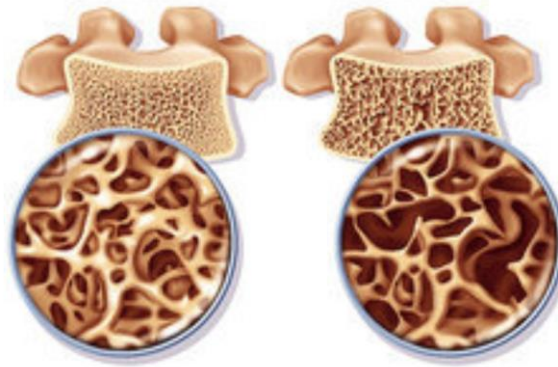
La pérdida progresiva de masa ósea es uno de los cambios más evidenciados durante el envejecimiento. Así, con el paso de los años, la actividad osteoclástica aumenta mientras que la actividad osteoblástica disminuye. Esta alteración en la osteogénesis se traduce en una disminución drástica de las superficies de formación ósea frente a las de resorción, y tiene consecuencias en la calidad ósea (83).

El estado de salud del tejido óseo está determinado en gran medida por la densidad mineral ósea (DMO) y el contenido mineral óseo (CMO), de forma que sus valores reflejan la cantidad de minerales que hay en una superficie determinada del hueso (11).

Existen evidencias sobre las pérdidas en la DMO asociadas a la edad, tanto es así que es posible establecer un descenso del 6-8% de la DMO por década, a partir de los 35 años (18).

Estos cambios relacionados con el deterioro óseo que tienen lugar con el paso de los años, se asocian con ciertos procesos metabólicos óseos y que pueden afectar a la pérdida de masa ósea tanto del hueso trabecular o esponjoso (parte interior del hueso), como del hueso cortical o compacto (parte que recubre a los huesos) (84). Además, la pérdida de masa mineral ósea durante el envejecimiento, también se relaciona con enfermedades sistémicas, entre estas la osteoporosis, que fue definida por la OMS (85) en 1993 como una enfermedad del organismo, caracterizada por una disminución de la masa ósea que se produce como consecuencia de un deterioro global en la microarquitectura tejido óseo, incrementando la fragilidad del mismo, con el consecuente aumento del riesgo de fractura. (Figura 8).

Figura 8. Estructura microscópica de un corte transversal de hueso adulto sano comparado con hueso envejecido osteoporótico (fuente: banco imágenes digitales libre acceso).



Esta definición ha sido completada en años sucesivos, de modo que en la actualidad, la osteoporosis no solo conlleva una disminución de la masa ósea, sino que afecta a la denominada “resistencia ósea”, integrando componentes de funcionalidad y calidad del hueso (macro y microarquitectura, mineralización o capacidad de reparación) (86).

Según la definición proporcionada por la OMS, los criterios diagnósticos de la osteoporosis se agrupan en cuatro categorías posibles y se establecen a partir de los resultados obtenidos en una prueba de densitometría ósea (DXA). Se ha establecido que una persona sufre osteoporosis cuando sus valores de DMO son inferiores a -2,5 desviaciones estándar ($T\text{-score} \leq -2,5 \text{ DE}$) respecto de la media de pico de masa ósea, considerado como la cantidad de tejido óseo constituido al final del proceso de maduración esquelética (20-30 años) (87, 88).

Este parámetro representa el número de DE que se aleja de la DMO de un grupo poblacional de adultos jóvenes del mismo sexo. A continuación, se detallan los cuatro criterios diagnósticos de la osteoporosis, establecidos por la OMS (88):

1-Normal: DMO mayor que 1 DE por debajo de los adultos jóvenes de referencia ($T\text{-score} \geq -1 \text{ DE}$).

2-Osteopenia: DMO más de una DE por debajo de los adultos jóvenes de referencia pero menos de 2,5 DE (T-score <-1 y $>-2,5$ DE).

3-Osteoporosis: DMO 2,5 DE o más por debajo de los adultos jóvenes de referencia (T-score $\leq -2,5$ DE).

4-Osteoporosis severa: DMO 2,5 DE o más por debajo de los adultos jóvenes de referencia en presencia de 1 o más fracturas por fragilidad.

La disminución de las funciones metabólicas óseas pueden depender tanto de factores hereditarios (70%), como de factores fisiológicos, hormonales, nutricionales, ambientales y/o patológicos, entre otros (89, 90), de ahí que resulte altamente complejo determinar una única causa atribuible a este proceso de decadencia ósea; sin embargo, se ha evidenciado que el déficit de estrógenos puede tener una función importante en el balance osteogénico. De hecho, se ha demostrado que la corrección del déficit de niveles de estrógenos puede atenuar la pérdida ósea (91).

El descenso de masa ósea presenta diferencias entre sexos, existiendo una predisposición de pérdida mayor en las mujeres durante la menopausia, atribuible principalmente a la deficiencia hormonal de estrógenos; sin embargo, a partir de los 65-70 años, las pérdidas de masa ósea se producen paulatinamente, tanto en hombres como en mujeres (91). Esta disminución gradual a lo largo de los años y la diferencia entre sexos, ha sido constatada con estudios longitudinales, estimando una pérdida anual a nivel de la cabeza del fémur en las personas mayores de 60 años en 0,82% y 0,96% (hombres y mujeres respectivamente) (92).

Existe una relación plausible entre la pérdida de masa ósea y la fragilidad o el riesgo a sufrir fracturas osteoporóticas por caídas; capaces de aumentar la morbilidad de la persona y producir alteraciones en su independencia funcional. Cuando una persona mayor cae, existe una probabilidad elevada de que se produzca una fractura de cadera, este hecho requiriere largos procesos de hospitalización y afecta a la salud de la persona, con consecuencias físicas, psicosociales y económicas importantes (93).

1.2.3 Cambios en la condición física en el adulto mayor.

La condición física engloba aspectos físico-motrices de la persona y está compuesta por un conjunto de capacidades físicas (o cualidades físicas), que a su vez pueden ser divididas en capacidades motoras o básicas, capacidades coordinativas o perceptivo-motoras, capacidades resultantes y capacidades facilitadoras (94).

En este apartado se detallan las principales capacidades físicas relacionadas con el movimiento y la condición física, así como los efectos que el envejecimiento puede producir sobre estas; finalmente se analizan las consecuencias que puede generar en las personas los cambios relacionados con la condición física.

Tal y como se ha indicado anteriormente, el envejecimiento conlleva alteraciones estructurales y funcionales en diversos sistemas del organismo que pueden suceder de forma “no lineal” en las personas. De hecho, la variabilidad entre sujetos de la misma edad, hace que el criterio de edad cronológica pierda importancia cuando se hace alusión al concepto integral de salud. Cordero et al. (95) establecen que la heterogeneidad asociada al proceso de envejecimiento se relaciona con variedad de respuestas entre individuos de la misma edad, cambios con implicaciones diversas de las funciones en cuestión de grado y tiempo e implicación de factores intrínsecos y extrínsecos en la sucesión de cambios funcionales.

En base a esta descripción, es posible observar cómo diversos grupos de personas mayores, con similares edades cronológicas, pueden presentar diferentes grados de deterioro físico, y consecuentemente ser más o menos independientes en su día a día.

Durante años, la condición física ha estado centrada mayoritariamente en la cuantificación y el análisis de aspectos relacionados con el rendimiento físico y eficacia deportiva de personas jóvenes; sin embargo, desde las últimas décadas el concepto de condición física basado exclusivamente en términos de capacidad óptima de rendimiento deportivo ha quedado obsoleto, dando paso a un nuevo concepto de condición física relacionada con la salud, definida hoy en día como la capacidad funcional.

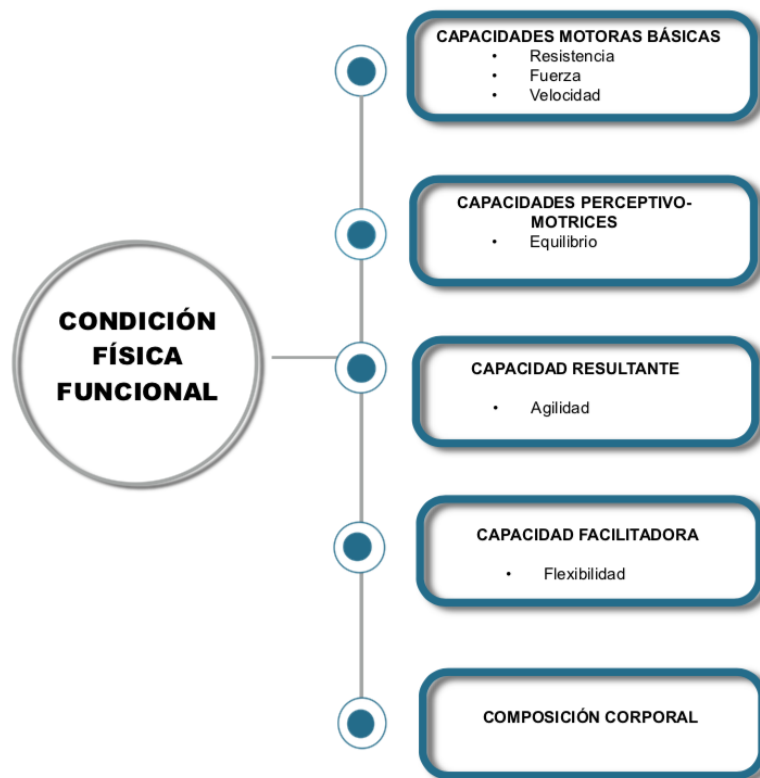
Este nuevo término, en inglés “*functional fitness*”, ha sido ampliamente descrito desde diferentes ámbitos y áreas de estudio, y engloba aspectos relacionados con la autonomía, la independencia o la discapacidad de la persona, siendo el denominador común de todos ellos, la capacidad de la persona. Concretamente, la condición física ha sido definida como la capacidad de una persona de llevar a cabo actividades en su día a

día, de forma segura y sin fatigarse (96). Por ello, cuando se enfoca hacia la población mayor, está orientado a la funcionalidad y la capacidad para desarrollar las actividades de la vida diaria (97).

Rodríguez (98), define este concepto como un *“estado dinámico de energía y vitalidad que permite a las personas llevar a cabo las tareas diarias habituales, disfrutar del tiempo de ocio activo, afrontar las emergencias imprevistas sin una fatiga excesiva, a la vez que ayuda a evitar las enfermedades hipocinéticas, y a desarrollar el máximo de la capacidad intelectual, experimentando plenamente la alegría de vivir”*.

Este paradigma de condición física actual planteado desde la óptica de la salud, incorpora además de los componentes clásicos, como la dimensión de autocuidado básico o el desempeño de tareas instrumentales de la vida diaria, otros elementos claves e influyentes en el nivel de independencia funcional de la persona como son la resistencia, la fuerza, la velocidad, la agilidad, el equilibrio y la flexibilidad (99-101). Existe un séptimo componente que puede influir en la condición física de la persona como es la CC, de la que ya se ha hablado en el apartado anterior (102) (figura 9).

Figura 9. Componentes relacionados con la condición física funcional (elaboración propia).



Este nuevo concepto de condición física relacionada con la salud a nivel global, pone de manifiesto la necesidad de conocer los cambios que se producen en los diferentes componentes que la integran y que pueden influir directamente en la capacidad funcional de la persona mayor.

Cambiar implica “*alterar la condición o apariencia física de una persona*” (RAE). La condición física sufre cambios no lineales a lo largo de todo el ciclo vital. Así, hasta la etapa adulta la mayor parte de las capacidades físicas mejoran; concretamente estas evolucionan desde edades tempranas hasta alcanzar los valores máximos entre la tercera o cuarta década de vida, y luego descienden progresivamente. Particularmente, es durante el envejecimiento cuando se evidencian los mayores cambios involutivos relacionados con la condición física.

A continuación, se detallan los cambios más relevantes que experimentan los componentes de la condición física funcional durante el proceso de envejecimiento y las implicaciones que estos cambios tienen en la vida de las personas mayores.

1. Cambios en la Resistencia

Con el avance de la edad, se produce un descenso de la capacidad funcional del sistema cardiovascular; cuantificada a través del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), y cuyos valores son el resultado del producto del gasto cardíaco (componente central) y la diferencia del oxígeno arterial y venoso (componente periférico) (26, 103).

El VO_{2max} indica la capacidad individual de las personas para llevar a cabo una actividad física continuada y mantenida durante un cierto tiempo (104). Su disminución durante el envejecimiento tiene un origen multifactorial, que puede atribuirse a aspectos relacionados con la frecuencia cardíaca máxima, volumen sistólico, diferencia arteriovenosa de oxígeno, masa muscular o un incremento de la adiposidad, entre otros (105).

La capacidad aeróbica se considera un excelente indicador de la condición física, sin embargo, con el paso de los años esta capacidad merma, pudiendo llegar a descender entre un 10% por década en personas sedentarias (<25 años) (106) y un 15% entre los 50-75 años (107) (tabla 3).

Tabla 3. Cambios en la capacidad aeróbica máxima (20-80 años). Adaptado de Aronow et al. (108)

Variable	Cambios atribuidos al envejecimiento
<i>Consumo de oxígeno</i>	↓ 50%
<i>Diferencia oxígeno arteriovenoso</i>	↓ 25%
<i>“Output” cardíaco</i>	↓ 25%
<i>Frecuencia cardíaca</i>	↓ 25%
<i>Volumen diastólico (Ventrículo Izquierdo)</i>	↑ 30%
<i>Volumen sistólico (Ventrículo Derecho)</i>	↑ 275%
<i>Contractilidad (Ventrículo Izquierdo)</i>	↓ 60%
<i>Resistencia vascular sistémica</i>	↑ 30%

No existe una edad concreta que permita establecer los límites de involución de la capacidad aeróbica; en este sentido, algunos autores han constatado pérdidas acusadas de la capacidad aeróbica en edades inferiores a los 75 años, observando un “pico de caída” del 20% por década, a partir de los 70 años (109, 110).

En relación al género, Stanhokostas et al. (111) en un estudio longitudinal, determinaron ritmos diferentes en la pérdida de capacidad aeróbica. En este estudio, los hombres tenían inicialmente valores superiores de VO₂max. respecto a las mujeres (55-85 años); sin embargo, a los 10 años el porcentaje de disminución era del 14,7% en hombres y el 7% en mujeres.

2. Cambios en la Fuerza

Con el paso de los años se produce una pérdida progresiva de fuerza muscular, debido fundamentalmente a la atrofia del músculo y a la pérdida de fibras musculares, especialmente las de tipo II o de contracción rápida (112).

El descenso de la fuerza comienza alrededor de los 50 años, produciendo un deterioro agudo que puede llegar hasta un 15% de pérdida por década (113). A partir de los 70 años existe un aumento considerable que puede alcanzar el 30% de pérdida de fuerza por década. Además, entre los 65 y 84 años existe una disminución de la potencia muscular de un 3,5% por año (114).

Esta disminución de la cantidad y calidad de la masa muscular, ha sido constatada como uno de los principales factores que influyen en la disminución de la capacidad para mantener la independencia en el día a día (115). Reid et al. (116) en un estudio llevado a cabo con personas mayores (74,2 años), determinaron que un bajo nivel de masa muscular de extremidades inferiores se relacionaba con peor estado de salud, incluida la discapacidad funcional.

Por ello en la actualidad, el mantenimiento y mejora de la fuerza muscular de las personas mayores se considera como un buen predictor de expectativa de vida independiente.

3. Cambios en la Velocidad

La reducción de la velocidad con la edad es un hecho comprobado, que puede relacionarse con aspectos involutivos de la motricidad, así como, con fallos en el sistema de control del movimiento (sistema nervioso central).

Con el envejecimiento se producen alteraciones en la capacidad de elaboración de respuestas que consecuentemente afectan a la rapidez de ejecución de una acción (117). Este hecho está determinado por el tiempo de reacción motora o velocidad de reacción, y es definido como el tiempo que transcurre entre el inicio de un estímulo y el inicio de la respuesta solicitada al sujeto (117).

En un estudio llevado a cabo en 1980 se observó que los tiempos de respuesta a un estímulo implicaban los dos hemisferios cerebrales, demostrando que con la edad el tiempo de respuesta es diferente (118). Además, el deterioro de la velocidad en las personas mayores mantiene una estrecha relación con alteraciones en la capacidad del movimiento y de la marcha. En la actualidad está demostrado que la velocidad de la marcha es un importante indicador funcional y de estado de salud de las personas mayores (119). Entre los principales efectos de la edad sobre la marcha destacan (18):

- Disminución de la velocidad.

- Disminución de la longitud de zancada y aumento de su anchura.
- Disminución de la cadencia.
- Disminución del ángulo del pie con el suelo.
- Prolongación de la fase bipodal.
- Reducción de tiempo de balanceo/tiempo de apoyo.
- Aumento de la anchura del paso y disminución de la altura.
- Pérdida del balanceo de los brazos.
- Reducción de las rotaciones pélvicas.
- Menor rotación de cadera y rodilla.

Se han evidenciado igualmente diferencias en la marcha entre sexos, observándose que las mujeres mayores presentan menor longitud de zancada y velocidad de la marcha que los hombres de su misma edad (120).

4. Cambios en el Equilibrio

La capacidad de mantener el centro de masa corporal asentado entre los límites de la base de apoyo, puede verse mermada con el paso de los años. De hecho, durante el envejecimiento se observan alteraciones en el sistema musculoesquelético y nervioso, que afectan directamente a los procesos de reflejos posturales y de elaboración de respuesta sensorial (121).

El deterioro de la visión, el sistema vestibular y somatosensorial que se produce en el proceso de envejecimiento, se relaciona con la aparición del vértigo y el mareo (prevértigo), influyendo directamente en la capacidad de equilibrio y de la marcha, y pueden afectar al desarrollo de tareas simples como estar de pie, inclinarse, caminar o responder a perturbaciones externas, entre otros (122, 123).

Las alteraciones en la capacidad perceptiva del equilibrio se originan alrededor de los 65-75 años, pudiendo no manifestar ningún tipo de síntoma en el 70% de las personas de estas edades (124).

Uno de los principales problemas de la falta de equilibrio en las personas mayores, son las caídas. Robinovitch et al. (125) en un estudio realizado en un centro con personas mayores institucionalizadas, observaron que más del 80% de las caídas de los residentes,

estaban relacionadas con un inadecuado cambio de peso de una pierna a otra (41%), así como tropiezos y pérdidas de apoyo (43%).

5. Cambios en la Agilidad

Durante el envejecimiento se produce una pérdida progresiva de la función sensorial y motora que puede influir directamente en la capacidad de agilidad de las personas, alterando su habilidad para mover el cuerpo y cambiar de dirección rápidamente (126).

Con el proces de envejecer, los cambios en el rendimiento motor y el procesamiento de la información se traducen en una disminución en la capacidad de percibir y realizar ejecuciones motoras. En este sentido, es posible observar una disminución en el tiempo de reacción frente a un estímulo, con la consecuente lentitud en la toma de decisiones, así como dificultad para coordinar dos o más movimientos de forma simultánea (127).

Era y Heikkinen (128) establecieron que las alteraciones neuronales que se producen en el sistema nervioso durante el envejecimiento, tienen repercusiones negativas en la capacidad de agilidad.

En las personas mayores, se ha demostrado la relación directa que existe entre déficits en la capacidad de equilibrio y agilidad con el riesgo de caerse (129). Además, es posible establecer diferencias entre sexos. En este sentido, Muñoz-Arribas et al. (130) determinaron que los hombres octogenarios tenían mejor agilidad y velocidad de la marcha que mujeres de la misma edad ($6,7 \pm 2,1$ s; $8,3 \pm 6,1$ s; $7,5 \pm 2,4$ s; $21,7 \pm 6,3$ s; respectivamente).

6. Cambios en la Flexibilidad

El concepto de flexibilidad se ha relacionado con aspectos de la movilidad articular, la elasticidad muscular, y la elongación músculo-ligamentosa (131); cualidades que tienen una implicación directa con la amplitud articular y por tanto con la capacidad funcional motriz.

La falta de movilidad articular aumenta con la edad, limitando el recorrido articular de los movimientos. De hecho, una extensa revisión llevada a cabo por Holland

et al. (132), determinó que el rango de movimiento de las personas mayores puede disminuir en mayor o menor grado, dependiendo de la articulación. En este sentido, estos autores reportaron disminuciones en la flexibilidad de la musculatura extensora de la espalda, cadera, y flexora de rodilla y de hombro. Otros autores, han observado diferencias en las extremidades inferiores, con una disminución acusada de la flexibilidad, respecto a las articulaciones de las extremidades superiores (133).

En lo que respecta a diferencias entre fenotipo sexual, se ha demostrado que los hombres tienen peores niveles de flexibilidad en comparación con las mujeres (134, 135). Sin embargo, en las personas mayores, las diferencias de flexibilidad entre sexos no están completamente demostradas, de modo que la tendencia observada es que se produzcan descensos similares tanto en hombres como mujeres. En base a este hecho, Stathokostas et al. (136) en un estudio transversal, registraron descensos significativos en ambos sexos para los valores correspondientes a flexión de cadera y de hombro, existiendo un empeoramiento más acusado a partir de los 71 años.

Como se ha comentado anteriormente, la edad *per se* contribuye al deterioro de la condición física de las personas mayores que afecta a su capacidad funcional (137-139), siendo la pérdida de autonomía una de las principales consecuencias en las personas mayores.

De acuerdo con la OMS: *“La salud y la capacidad funcional son de vital importancia para la calidad de la vida social de las personas: el nivel de capacidad funcional determina la medida en que pueden manejarse con autonomía dentro de la comunidad, participar en distintos eventos, visitar a otras personas, utilizar los servicios y facilidades que les ofrecen las organizaciones y la sociedad, y en general, enriquecer sus propias vidas y las de las personas próximas a ellos”* (140); por ello la condición física funcional mantiene una relación directa con la salud de la persona y viceversa (figura 10).

Figura 10. Pirámide de independencia funcional (adaptado de Kenny et al. (141)).



Esta relación causa-efecto (envejecimiento-declive funcional), permite establecer asociaciones entre los conceptos de independencia física y funcionalidad, en el sentido de que ambos atañen aspectos de la autonomía de la persona (142). En Europa, por ejemplo, el 43% de los hombres y el 60% de mujeres mayores de 50 años manifiestan tener al menos una limitación en movilidad y funcionalidad que les condicionan su día a día (143). Además, en muchas ocasiones, estas limitaciones funcionales y de independencia están relacionadas con acciones básicas como deambular, subir escaleras o levantarse (144).

Pese a que el descenso de la capacidad física incrementa con el paso de los años, se trata de un fenómeno previsible que aunque no puede detenerse, sí que puede ralentizarse. Por lo tanto, conocer los cambios a nivel físico-motriz que se producen durante la senectud, así como los factores que afectan a estas variaciones que se producen como consecuencia de la edad, permite desarrollar estrategias preventivas capaces de atenuar el deterioro funcional de la persona, anticipando episodios adversos.

Consecuencias de los cambios en la condición física en el adulto mayor.

Una vez descritos los principales cambios en la condición física atribuibles al proceso de envejecer, es necesario conocer las consecuencias que se derivan de los mismos, y la influencia que pueden tener en la capacidad física o funcional de las personas conforme estas envejecen.

Concretamente, el declive de ciertas capacidades como la cardiorrespiratoria puede tener implicaciones importantes relacionadas con la independencia funcional y la calidad de vida en las personas mayores (110). En este sentido, diversos autores (145-147) han establecido un “*functional cut point*”, que permite determinar los valores mínimos, relacionados con el consumo máximo de oxígeno, que una persona mayor debería tener para ser funcionalmente independiente y autónomo/a. Concretamente, Paterson et al. (147) determinaron que el nivel mínimo de $VO_2\text{max.}$ en las personas mayores, necesario para llevar una vida completamente independiente, debía comprender valores mínimos de 17,7 ml/kg/min en el caso de los hombres y 15,4 ml/kg/min para las mujeres. Resultados similares han sido obtenidos en el estudio de Shephard (148), que determinó que la independencia funcional de las personas mayores se relacionaba con

consumos de oxígeno de $>15-18\text{ml/kg/min}$ (valores para hombres y mujeres respectivamente).

Así, las deficiencias en los parámetros del VO_2max . han sido relacionadas con diversos indicadores de salud en personas mayores, como aumento del riesgo de fragilidad, dependencia, pérdida de autonomía y en el peor de los casos, la muerte (149, 150). Por consiguiente, es necesario siempre que sea posible, incorporar trabajo cardiovascular y ejercicios que fomenten la capacidad aeróbica de las personas mayores, debido a su relación directa con la capacidad para llevar a cabo actividades sin fatigarse (151).

Otra muestra de la pérdida de capacidad física con los años, se observa en el estudio de Milanovic et al. (152), que registraron diferencias significativas en la condición física de hombres y mujeres de 70-80 años al compararlos con adultos mayores de 60-69 años. Este mismo autor, observó los peores estados de condición física (fuerza de extremidades, flexibilidad, agilidad, capacidad aeróbica y porcentaje de grasa corporal) en el grupo de personas de mayor edad.

Junto con la capacidad aeróbica, la fuerza es otro de los componentes con importantes repercusiones en la salud y la independencia funcional de las personas. Existe abundante evidencia científica sobre la implicación de esta capacidad en el nivel de autonomía e independencia de las personas (153, 154). Concretamente, la fuerza de extremidades inferiores se ha relacionado con una mejor percepción subjetiva del estado funcional (155), capacidad para caminar, subir escaleras o levantarse de una silla (113, 156). En un estudio transversal ($n=3075$), llevado a cabo con personas mayores de 70-79 años, se investigó la influencia de varios parámetros musculares y de fuerza en la condición física funcional, determinando un aumento en las limitaciones de movilidad en un 22,3% en los hombres y un 31,8% en las mujeres con el paso de los años (154).

En las personas mayores, además de la implicación de la fuerza muscular en la capacidad de autonomía, es necesario tener en cuenta la potencia muscular, definida como el producto de la fuerza y la velocidad, y que es considerada hoy en día como un excelente indicador funcional, relacionándose positivamente con el equilibrio dinámico, balanceo postural y riesgo de caídas (155, 157, 158). De acuerdo a estos hechos, Alcazar et al. (159) en un estudio reciente llevado a cabo con personas mayores hospitalizadas, determinaron que la pérdida de la potencia muscular se relacionaba directamente con una menor capacidad funcional y peor función cognitiva.

Otro aspecto que puede verse modificado con el paso de los años es la capacidad de deambular o caminar de forma autónoma, de ahí que la conservación de la marcha hasta edades avanzadas sea sinónimo de independencia. En este sentido, es posible establecer asociaciones entre la capacidad de equilibrio y la agilidad con aspectos de la deambulación o la estabilidad de la zancada al caminar (160). Por el contrario, se ha observado que los trastornos asociados a la deambulación tienen un impacto negativo en la vida del adulto mayor, y se relacionan con el riesgo de caídas, aumento de morbilidades e incluso la muerte (161, 162).

En relación a la flexibilidad, es posible que la pérdida de elasticidad de los tendones, ligamentos y cápsulas articulares se vea aumentada con la edad, generando una mayor rigidez articular y dificultad para llevar a cabo acciones de la vida diaria como flexionarse, agacharse, levantar y alcanzar objetos (132). Además, el descenso de la flexibilidad y de la amplitud articular, puede tener repercusiones músculo esqueléticas en hombres y mujeres, afectando a su rango de movimiento y limitando su independencia por igual (163).

Siguiendo las consideraciones de Rikli et al. (137) el conjunto de capacidades físicas descritas, se relaciona con una serie de funciones físicas que la persona es capaz de llevar a cabo, permitiéndole realizar tareas comunes de su día a día. Por ello, los cambios en los diferentes componentes de la condición física detallados, han demostrado ser determinantes en la independencia física de las personas mayores (164).

Esta realidad, pone de manifiesto la necesidad de cuantificar la función física de las personas mayores, dado el alto poder predictivo que tiene en aspectos relacionados con la salud (137). Por consiguiente, una primera línea de actuación consiste en conocer en profundidad aquellos factores que pueden influir en el declive de la condición física funcional de las personas mayores, para poder de este modo, diseñar programas de intervención adaptados e individualizados; ajustados a las particularidades de cada individuo y a su “ritmo funcional” de envejecer.

1.2.4 Cambios psicológicos y sociales en el adulto mayor.

De acuerdo con Cornachione (165), el envejecimiento relacionado con la dimensión psicológica está asociado a los cambios cognitivos, afectivos y de personalidad

que tienen lugar en esta etapa del ciclo vital, y que contrariamente a lo que se pensaba hace algunos años, forman parte de un proceso gradual a lo largo del tiempo.

Durante la senectud es posible observar una serie de cambios comportamentales relacionados con un deterioro cognitivo progresivo, que pueden afectar a la memoria, la capacidad de aprendizaje, el rendimiento motor y el procesamiento de la información de las personas mayores (166). Este declinar cognitivo puede estar relacionado tanto con factores intrínsecos (estructura cerebral, genética, capacidad vital de adaptación) como con alteraciones extrínsecas (enfermedades orgánicas, salud mental, alteraciones sensoriales) de la persona (167).

Además de estos factores, es posible observar cambios cognitivos en la memoria de trabajo, episódica y de recuerdo libre (44). Se ha establecido que salvo que exista una enfermedad neurológica, las personas mayores presentan un deterioro en las habilidades visoespaciales, de cálculo y aprendizaje; mientras que las habilidades verbales y de conocimiento general permanecen conservadas (165, 167).

Las nuevas evidencias en esta parcela del envejecimiento, apuestan por la mejora del funcionamiento cognitivo de la persona tras un entrenamiento, que debe iniciarse en edades tempranas, y que hace referencia a la plasticidad cognitiva, definida como “*potencial de aprendizaje y modificabilidad cognitiva*” (1). Este hecho, pone de manifiesto la importancia de que el aprendizaje se estimule durante toda la vida, incluida la senectud.

Por otro lado, el envejecimiento desde una perspectiva social conlleva la identificación de factores relacionados con el rol que la persona desempeña en la sociedad, aspectos familiares y de relaciones interpersonales.

Uno de los factores sociales que más puede influir en la vida de las personas mayores es el cese de la actividad laboral remunerada, que durante años ha sido considerada como un punto de inflexión con connotaciones negativas y discriminativas. En la actualidad, la transición a la jubilación implica que la persona puede jubilarse habiendo alcanzado un bienestar económico y una plenitud física y psicológica. El concepto de júbilo se expresa como *vivir alegremente* (RAE); por lo tanto, es a partir de este momento cuando la persona puede gozar de un aumento del tiempo disponible para realizar actividades en áreas vitales y que no están relacionadas con el trabajo remunerado (168). En este sentido, una estrategia de intervención desde un enfoque social consistirá

en proporcionar oportunidades que permitan a las personas jubiladas sentirse identificadas y capacitadas para desarrollar determinados roles en la sociedad.

El ajuste social en la vejez también conlleva cambios en las relaciones sociales; la persona mayor necesita un bienestar psico-afectivo, concretamente necesita sentir que pertenece a un estrato social concreto y desempeña una serie de funciones y roles dentro de una sociedad y una familia, adecuados a su edad cronológica, su capacidad y cultura (169). Algunos autores han establecido que estas dimensiones de participación y productividad pueden dividirse en cuatro grupos: trabajo familiar y/o doméstico, trabajo de voluntariado, trabajo remunerado y actividades educativas-culturales (170, 171). De ahí la importancia de la inclusión generacional de las personas mayores, reconociendo su contribución real en el ámbito familiar, comunitario y social.

En resumen a lo expuesto a lo largo de este capítulo, es posible afirmar que el envejecimiento es un proceso intrínseco, inherente e inexorable del ser humano, condicionado por factores muy diversos y con un denominador común que se caracteriza por cambios funcionales en el organismo que se traduce en una lentitud e imposibilidad de adaptación a situaciones de sobrecarga biológica, física, psicológica, social o ambiental (172). Consecuentemente, la persona llega a la vejez en un estado determinado y condicionado por varios ámbitos multidimensionales, entre los que destacan: una buena salud y forma física, un óptimo funcionamiento cognitivo, un alto nivel de funcionamiento y una participación social determinada (3).

Además, tal y como se ha indicado, el fenómeno del envejecimiento y de la vejez tiene implicaciones a nivel global de la sociedad, constituye una realidad de la evolución y la prosperidad de un país y es una muestra del desarrollo sanitario, económico o social.

Esta evidencia confirma la necesidad de abordar el estudio del envejecimiento y de la vejez de las personas desde una perspectiva global e integrada que permita promover acciones a través de las cuales las personas mayores se sientan productivas e integradas en una sociedad, estando vinculadas a esta y manteniendo su independencia (173).

1.3 Estilo de vida y hábitos modificables en el proceso de envejecer

El estilo de vida (en adelante EV) que las personas adoptan a lo largo de todo el ciclo vital influye en su calidad de vida y en la forma que estas envejecen. De ahí que el EV de las personas mayores sea el reflejo de sus circunstancias sociales, económicas, educativas y políticas, así como de sus condicionamientos psico-biogenéticos (174).

A lo largo del siguiente apartado se abordan aspectos relacionados con las alteraciones en el EV que se producen durante el envejecimiento, así como aquellos hábitos que son previsiblemente modificables, y que tienen repercusión integral en la persona mayor.

1.3.1 Estilo de vida y salud en el adulto mayor.

El EV puede ser definido como un patrón de comportamiento que engloba hábitos, actitudes, conductas, tradiciones, actividades y decisiones que adopta una persona, o un grupo de personas, como respuesta a las diversas circunstancias en las que el ser humano se desarrolla, y que son susceptibles de ser modificadas (175). Más concretamente, el EV está determinado por un conjunto de opciones elegidas libremente dentro de un contexto cultural, y que están determinadas por la educación y la propia vida de la persona (5). Hoy en día está altamente demostrado que los patrones de conducta modificables que la persona adopta a lo largo de su vida, se relacionan directamente con la predisposición a la enfermedad, la funcionalidad o la discapacidad. De ahí que un EV adecuado pueda ser un factor determinante en una longevidad satisfactoria y plena (176).

Como se ha comentado con anterioridad, el proceso de envejecer es el resultado de una compleja interacción entre componentes del desarrollo vital, entre los que figuran factores endógenos como la edad, el sexo o la genética. Sin embargo, es posible determinar otros factores de tipo exógeno, entre los que destaca el ambiente, y que tienen una influencia muy importante sobre la salud de las personas.

Por ello, el EV en las personas mayores de 65 años y la influencia que el ambiente ejerce sobre el proceso de envejecimiento ha sido considerado como un indicador de salud en todas las épocas (8). Así, la OMS establece que la salud de un individuo está determinada en un 15% por su carga genética, mientras que un 70% dependería de su ambiente y EV (177). En esta misma línea, Knowles (178) establece que alrededor del

99% de los humanos nacen sanos y enferman debido a un inadecuado EV, sumado al factor ambiental.

Otros autores como Lalonde (179), afirman que biología humana, el medio ambiente, el sistema de asistencia sanitaria y el EV, son los cuatro elementos que determinan la salud de los habitantes de una comunidad; estando el EV constituido por la suma de las decisiones individuales que influyen en la salud de la persona y sobre las que se puede ejercer un cierto grado de control.

Ciertamente, el patrón de comportamiento de la persona está ligado estrechamente a los hábitos que esta adquiere a lo largo de la vida y le predisponen a envejecer con un estado de salud determinado. Este hecho está ampliamente asentado y se relaciona con el concepto de envejecimiento saludable, definido en la actualidad como envejecimiento activo. De acuerdo con Rowe et al. (180) el envejecimiento saludable o “*successful aging*” es el resultado de la homeostasia entre tres aspectos:

- 1) ausencia de enfermedad o enfermedad relacionada con la discapacidad.
- 2) adecuada capacidad funcional.
- 3) compromiso activo de vida.

Además, según el “*Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*”, publicado por la OMS (181), el envejecimiento saludable implica aspectos relacionados con la salud y el entorno de la persona; establecidos a través de su capacidad funcional y su capacidad intrínseca (combinación de las capacidades físicas y mentales que presenta una persona); así como aquellos factores del mundo exterior que forman parte del contexto de vida de una persona.

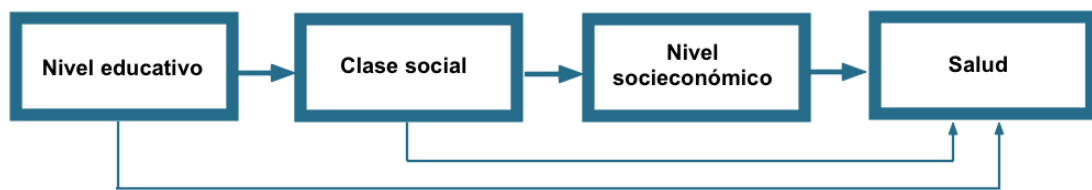
Por ello, el EV es considerado desde las últimas décadas, como un aspecto fundamental que alberga el conjunto de acciones y conductas que las personas adoptan libremente, con implicaciones multidimensionales, siendo estos comportamientos independientes a la edad cronológica (182).

Estilo de vida y nivel educativo en el adulto mayor

El estado de salud de una persona está representado en gran medida por el nivel social y educativo que esta posee; de ahí que la educación pueda ser considerada como un aspecto objetivable con capacidad para determinar el nivel socioeconómico y de ingresos

de una persona, y consecuentemente en el acceso a los recursos que esta posee y el uso que hace de los mismos (183). Más detalladamente, es posible observar como el NE alcanzado por la persona se puede definir en términos laborales y económicos, y junto con la clase social, son considerados como potentes indicadores de desigualdades de salud (183) (figura 11).

Figura 11. Asociación de los determinantes socioeconómicos y educacionales relacionados con la salud (183).



En relación a estos hechos, investigadores como Mirowsky et al. (184) consideran la educación como un aspecto fundamental de la persona, con capacidad de influir en determinantes de la salud como la empleabilidad, el bienestar económico y el estilo de vida saludable.

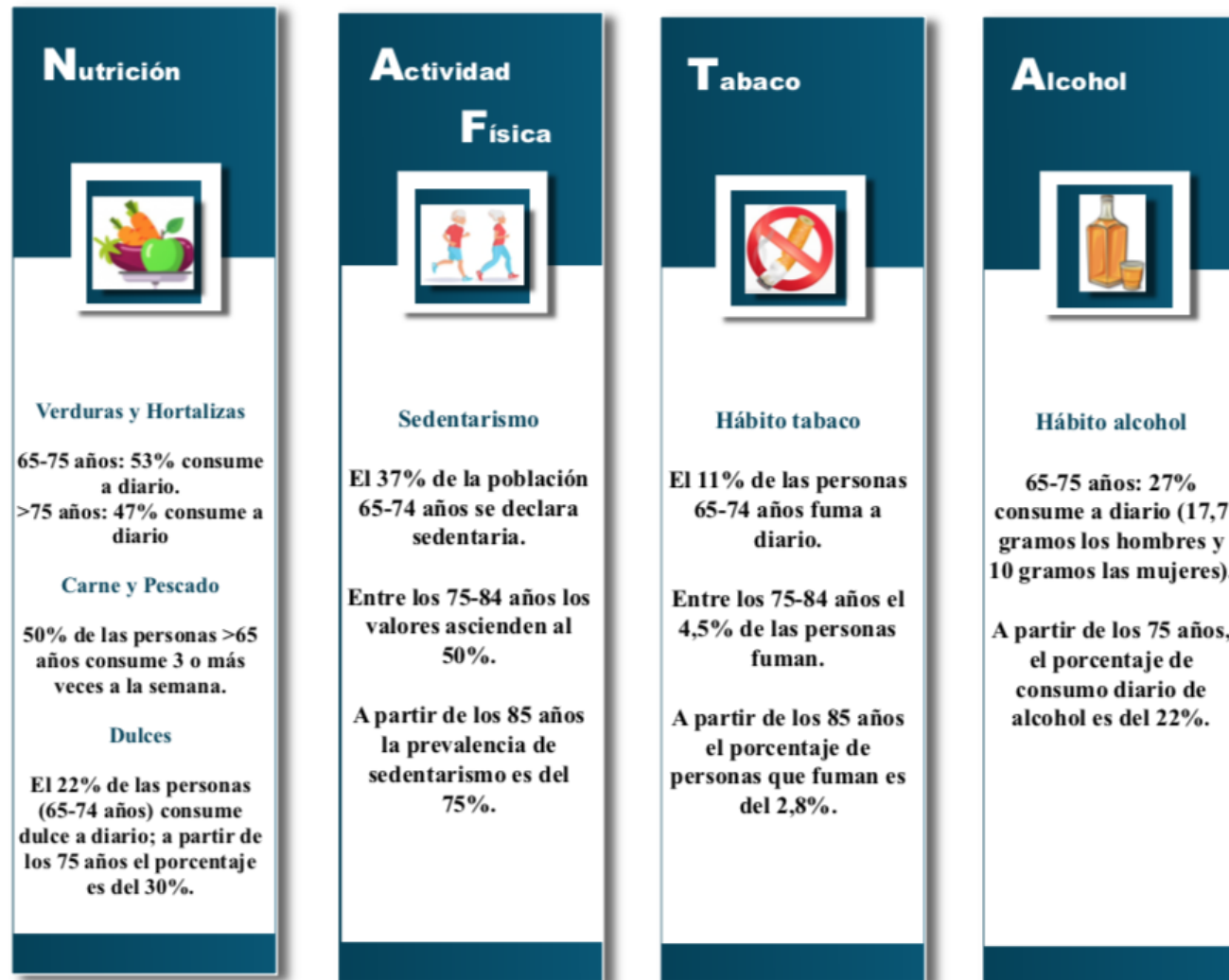
Por ello, el NE debe ser un aspecto a considerar en las personas mayores por la influencia que puede ejercer en la toma de decisiones, así como en aspectos de comprensión y concienciación sobre EV y hábitos saludables. Así por ejemplo, autores como Lopata (185), sostienen que la educación de la persona es un factor clave en cuanto al modo en que los adultos adquieren nuevas formas de compromiso social; mientras que otros autores, establecen que el NE se asocia con el mantenimiento de conductas de promoción de la salud en la vejez (186).

Existen evidencias de que un NE bajo se relaciona con un peor estado de salud percibida o con el desarrollo de ciertas enfermedades o con la presencia de conductas poco saludables (187, 188).

Los factores determinantes de la salud, relacionados con un inadecuado EV, han sido bien definidos a lo largo de los años por organismos sociales y sanitarios de índole mundial, siendo los hábitos alimenticios, el consumo de sustancias nocivas o la falta de actividad física (en adelante AF), los más prevalentes en la población mayor y los causantes de un precario estadio de salud (189).

A continuación, se muestran de forma gráfica, los hábitos de las personas mayores de España en relación a cada uno de estos factores relacionado con el EV saludable.

Figura 12. Los estilos de vida en las personas mayores. Datos obtenidos de la encuesta Europea de Salud en España (9) (elaboración propia).



Como ya se ha detallado, el proceso de envejecer no es controlable, pero sí modificable (5). Por ello, el resultado de mantener un estilo de vida saludable (EVS) durante la etapa del envejecimiento se relaciona con una mejora en el estado de salud de las personas mayores. Además, tener una percepción satisfactoria del paso de los años, permite crear expectativas positivas de futuro (8, 9).

Rizzuto et al. (190) en un estudio longitudinal, llevado a cabo con personas mayores de 75 años, observaron asociaciones entre hábitos tóxicos, AF y mortalidad, demostrando que las personas que no fumaban y eran físicamente activas, presentaban una mayor supervivencia. Otro estudio longitudinal llevado a cabo con personas mayores (65-83 años), demostró asociaciones inversas entre hábitos saludables (dieta pobre en sal, leche desnatada, ingesta de alcohol, hábitos tabaco y AF) y el riesgo de mortalidad. Los resultados determinaron que aquellas personas con un EVS podían llegar a vivir 5,4 años más que los que no seguían un EVS (176).

Estilo de vida y actividad física en el adulto mayor

La AF se define como cualquier movimiento realizado con el cuerpo gracias a la acción conjunta de los músculos esqueléticos y que generan un gasto de energía superior al estado de reposo (191). Pese a esta concreción terminológica, la AF es un modo de comportamiento complejo que atañe aspectos fisiológicos, psicosociales y ambientales de la persona, que a su vez pueden variar en función de la edad, el sexo o el estado socioeconómico, entre otros (192).

Según datos publicados en un reciente meta-análisis, la práctica de AF puede influir en el retraso o aminoración del deterioro funcional en personas con y sin discapacidad (193). De ahí que la práctica regular de AF se considere como un aspecto clave, con capacidad para prevenir el desarrollo de enfermedades, mantener la autonomía e independencia de la persona mayor, así como mejorar su salud y consecuentemente su calidad de vida (194, 195).

Se considera que una persona mantiene un EV físicamente activo cuando la AF está presente en su día a día como un hábito de vida. A lo largo de los años, diversas entidades han invertido esfuerzos en diseñar protocolos y establecer recomendaciones necesarias sobre la práctica de AF y los niveles aconsejados, ajustando las directrices de

acción según los diferentes grupos poblacionales. En este sentido, la OMS (196) establece las siguientes recomendaciones de AF en las personas mayores de 65 años:

1) Invertir un mínimo de 150 minutos semanales a realizar AF moderada de tipo aeróbico (actividades recreativas o de ocio, desplazamientos y paseos, tareas domésticas, juegos, actividades familiares o comunitarias), o bien algún tipo de AF vigorosa aeróbica durante 75 minutos, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas (tabla 4).

2) Este tipo de prácticas aeróbicas, podrán fraccionarse en sesiones de 10 minutos (mínimo) que serán acumulativos a lo largo del día y la semana.

3) En el caso de querer asegurar un mayor beneficio para la salud, los adultos mayores de 65 años, pueden dedicar hasta 300 minutos semanales a la práctica de AF moderada aeróbica, o alternativamente 150 minutos semanales de AF aeróbica vigorosa, o una combinación de ambas, moderada y vigorosa.

4) Los adultos mayores que presenten movilidad reducida, deberán realizar actividades para mejorar su equilibrio e impedir de este modo el riesgo de caídas, al menos 3 días por semana.

5) Se aconseja introducir ejercicios de fortalecimiento muscular al menos 2 días a la semana; estos deberán implicar grandes grupos musculares.

6) Finalmente, aquellos adultos mayores que estén limitados para realizar un nivel de AF recomendada dado su estado de salud, deberán mantenerse activos en la medida en que dicho estado se lo permita.

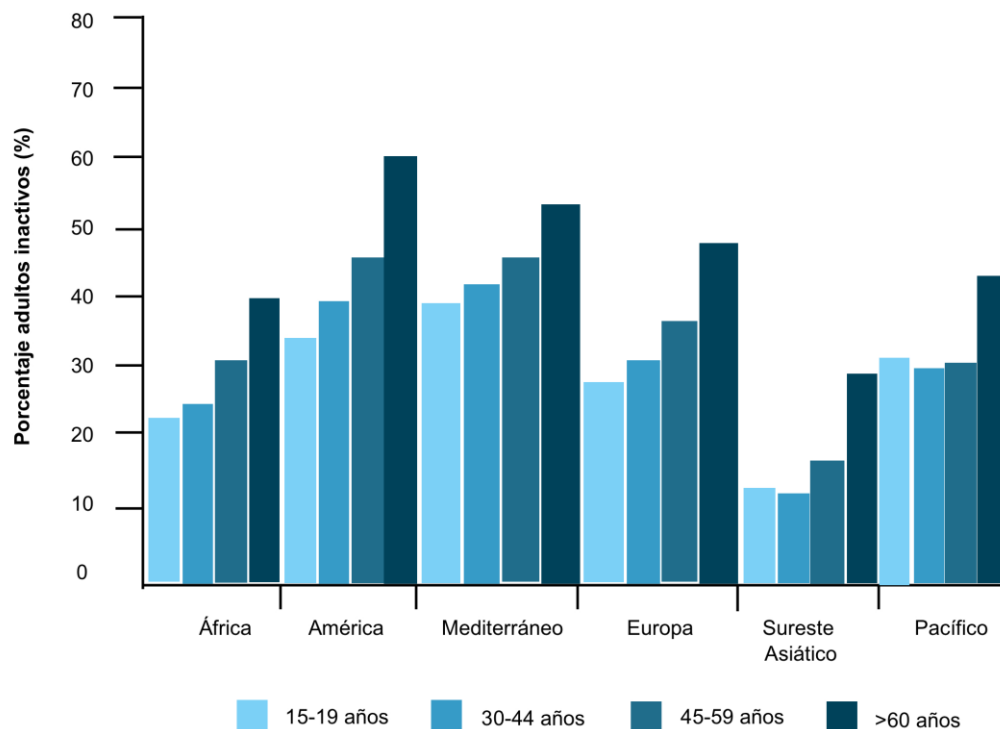
Tabla 4. Equivalencias según intensidades de rendimiento del trabajo aeróbico (197).

TIPO INTENSIDAD	EQUIVALENTE METABÓLICO	VELOCIDAD	% VO ₂ máx.
Intensidad Moderada	3-6 MET	4,8-6,4 km/h	40-60% VO ₂ máx.
Intensidad Vigorosa	> 6 MET	>6,4 km/h	>60% VO ₂ máx.

Existe constancia de que con el paso de los años las personas, disminuyen sus actividades cotidianas y, consecuentemente, su nivel de AF (196), además, se han descrito cambios no solo en relación a la cantidad o el nivel de actividad, sino al tipo de intensidad con la que se lleva a cabo, siendo esta menor en personas de mayor edad.

En el caso de las personas mayores de 65 años, con la llegada de la jubilación, son muchas las que tienden a reducir su ritmo de vida. En base a datos publicados, es posible afirmar que las personas mayores son el grupo poblacional más inactivo en todos los continentes del mundo, siendo las mujeres el colectivo con mayor porcentaje de inactividad (gráfico 4). Estas afirmaciones han sido constatadas en un estudio realizado en 20 países sobre los niveles de AF entre sus ciudadanos, en el que se llegó a la conclusión de que los hombres eran más activos que las mujeres y que existía una relación inversa entre el nivel de AF y la edad (198). Se observa, además, cómo el continente Europeo sigue la misma tendencia que el resto del mundo, de modo que alrededor del 50% de las personas mayores de 65 años, manifiestan no cumplir las recomendaciones generales de AF semanal (ver gráfico 4).

Gráfico 4. Porcentaje de personas que no cumplen las recomendaciones de actividad física semanal según grupos de edad (199) .



En España, datos publicados en el 2012 por el IMSERSO (200), muestran cómo la cifra de personas que realiza AF disminuye considerablemente según grupos de edad.

Estos hechos se confirman al observar el elevado porcentaje de personas mayores de 80 años (98,3%) que manifiesta no realizar ningún tipo de deporte o AF (tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de personas mayores en España que realizan deporte o actividad física. Fuente: IMSERSO. Encuesta sobre la realidad de las personas mayores.

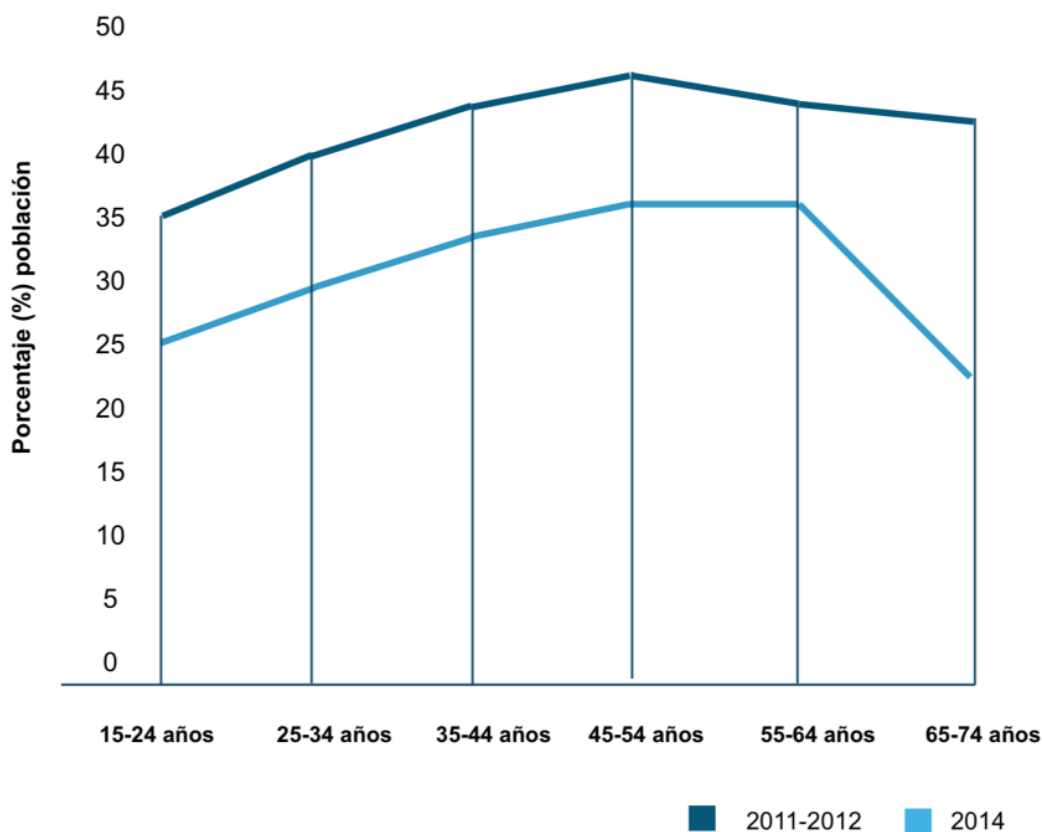
	HACER ALGÚN DEPORTE O ACTIVIDAD FÍSICA		
	DIARIO	SEMANAL	NO REALIZÓ
TOTAL	10,5 %	18,1 %	70,8 %
SEXO			
HOMBRE	18,6 %	20,0 %	60,8 %
MUJER	4,5 %	16,7 %	78,1 %
EDAD			
65-69	25,3 %	32,7 %	42,0 %
70-74	12,3 %	22,3 %	65,1 %
75-79	4,7 %	18,8 %	75,5 %
>80	0,0 %	0,3 %	98,3 %

El binomio envejecimiento vs inactividad ha generado reacciones políticas e institucionales a nivel mundial. Concretamente, la OMS (5) en su política sobre el envejecimiento activo, determinó una serie de pautas necesarias para envejecer saludablemente; destacando la recomendación de “*tener un buen funcionamiento físico: mantener la AF y realizar ejercicio físico*”. Más recientemente, en el 2010, se hicieron públicas las “*recomendaciones mundiales sobre la AF para la salud*”, con un objetivo

firme de prevenir las enfermedades no transmisibles mediante la práctica de AF en todos los grupos poblacionales (196).

Afortunadamente, estas medidas parecen haber empezado a tener el impacto necesario en la sociedad, de forma que los últimos datos publicados en el informe sobre la AF y el sedentarismo en la población adulta española (201), muestran cómo el grupo de edad de 65 a 74 años han reducido la inactividad en comparación con años anteriores (gráfico 5), aunque necesitamos un seguimiento a más años con abordaje científico para corroborar este descenso que podría ser puntual.

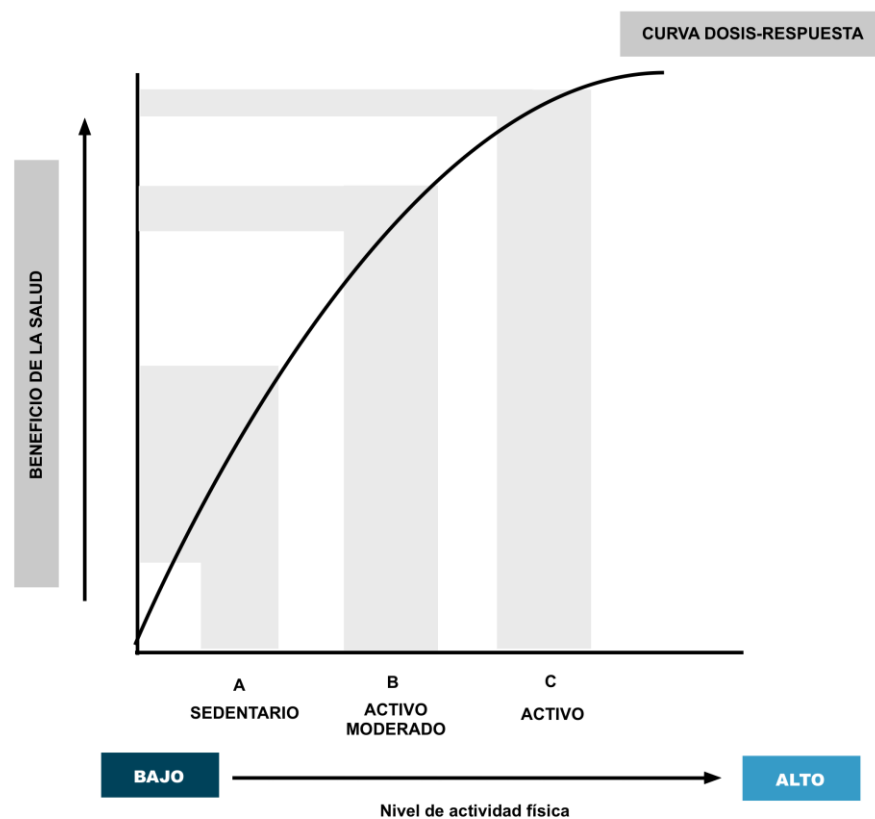
Gráfico 5. Porcentaje de población que no realizó actividad física entre los años 2011-2012 y 2014 según rangos de edad (201).



La práctica de AF durante la senectud debe ser considerada como uno de los principales logros de un estilo de vida saludable y de una auténtica protección y promoción de la salud a lo largo de los años (202). Se sabe que la AF y la salud se relacionan siguiendo un patrón de dosis-respuesta, de forma que a mayores niveles de AF

realizada, mayores serán los beneficios para la salud (203). Además, tal y como se observa en la figura, estos beneficios se producen incluso en personas con escaso nivel de AF (figura 13).

Figura 13. Curva dosis-respuesta de la actividad física y los beneficios para la salud (elaboración propia). Adaptado de Pate et al. (203).

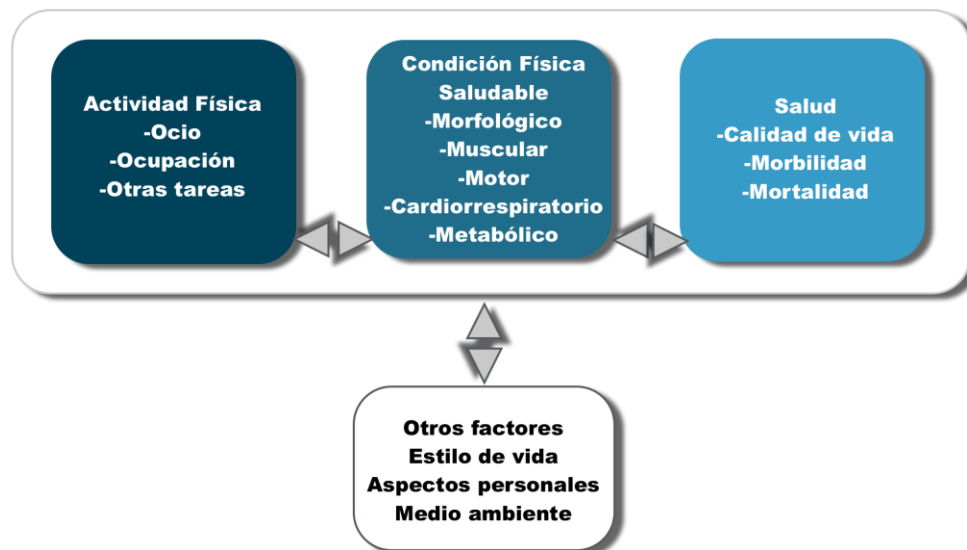


A lo largo de los años se ha generado abundante evidencia científica que respalda fuertemente los efectos positivos que la AF tiene a nivel fisiológico, psicológico y emocional o de bienestar en la senectud (204); tan es así que, en relación al estilo de vida y las conductas saludables orientadas hacia un envejecimiento activo, la práctica regular de AF es considerada como el agente de salud más eficaz, con capacidad para mejorar la calidad de vida y atenuar la aparición de la discapacidad en la persona mayor (205).

Según el modelo de Toronto, es posible establecer asociaciones entre el nivel de actividad y condición física, los hábitos de vida, el estado de salud y en definitiva calidad de vida de la persona (206) (figura 14). En este sentido, la condición física y la AF se

configuran como parámetros relacionados, pero independientes y con capacidad de afectar el estado de salud de la persona. De hecho, un EV poco activo se traduce en una disminución en la realización de AF de la persona, que a su vez influye en el deterioro de la condición física, en la autonomía y en la capacidad funcional de esta, con afectación directa en su salud y calidad de vida.

Figura 14. Modelo de Toronto de condición física, actividad física y salud. Adaptado de Bouchard & Shepard (206).



Atendiendo a la estructura del esquema anterior, se pueden establecer relaciones multidireccionales entre contextos, de forma que uno puede tener influencias sobre los otros dos y viceversa.

De acuerdo con la OMS, la AF resulta un componente clave en la prevención primaria y terciaria (207). Por ello, es considerada como un factor de riesgo modificable y una de las mayores medidas preventivas con capacidad para reducir las morbilidades asociadas con el proceso de envejecer (205). Más concretamente, en las personas mayores, un comportamiento activo se considera como un factor protector capaz de atenuar los efectos del envejecimiento, mejorando la salud y la calidad de vida (208, 209).

Existe una base científica incontestable sobre los beneficios que aporta la realización de AF regular en las personas mayores a nivel multisistémico (210-212) (figura 16); concretamente se le atribuyen mejoras a nivel de consumo de oxígeno (213), incremento de la fuerza y mejora de la función (214). Se han evidenciado igualmente asociaciones entre la práctica de AF, la capacidad de equilibrio y la disminución del riesgo de caídas (215), aspectos de gran importancia para procurar el mantenimiento de la independencia de las personas mayores y, consecuentemente alargar los años de vida.

Otros estudios (216) han observado efectos positivos de la práctica de AF y la habilidad cognitiva en las personas mayores de 65 años. Concretamente, la mejora del rendimiento cognitivo en personas mayores al realizar AF, puede relacionarse con aspectos como el incremento de la perfusión cerebral y el aumento de la neurogénesis (217, 218).

Por el contrario, un EV inactivo ha sido relacionado con la morbilidad y desarrollo de enfermedades como diabetes tipo II, síndrome metabólico, enfermedad coronaria, hipertensión arterial y algunos tipos de cáncer (219-221). Merecen especial atención dos meta-análisis que estimaron un riesgo relativo de reducción de infarto del miocardio en un 11-15% en personas que realizaban AF a intensidades moderadas frente al 19-22% de reducción a intensidades vigorosas (222, 223). Además de estos procesos de salud y enfermedad, la AF también ha sido relacionada con la reducción de hasta un 35% del riesgo de mortalidad (224).

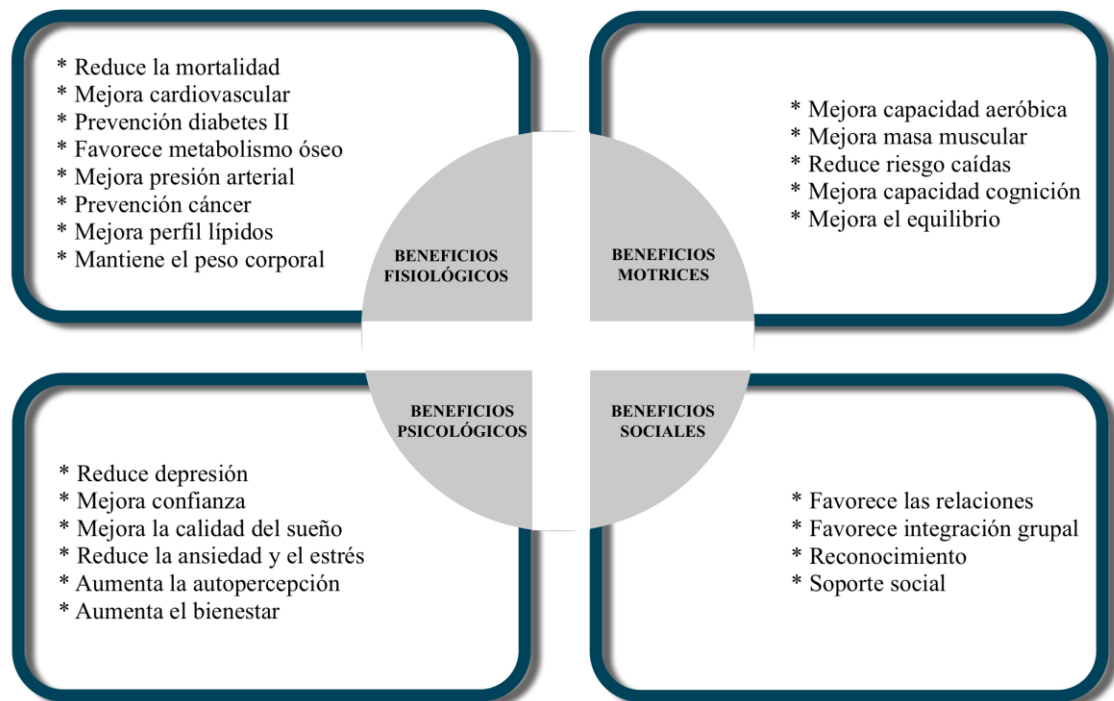
Perseverar un estilo de vida activo, que incluya la práctica de AF de forma regular, puede influir positivamente en el mantenimiento del peso corporal y la prevención de la obesidad en las personas mayores (225). May et al. (226) en un estudio longitudinal observaron que en las personas mayores, un incremento del nivel de AF producía efectos de atenuación en la ganancia del peso corporal y de la grasa corporal, acontecimiento característico del proceso de envejecimiento; además esta tendencia se mantenía a lo largo de los años.

La práctica de AF también se ha relacionado positivamente con una atenuación en la pérdida de densidad mineral ósea. En un estudio llevado a cabo con mujeres menopáusicas, un programa basado en caminar frecuentemente, produjo mejoras en el metabolismo óseo de las participantes (227).

Pese a que los efectos relacionados con la densidad mineral ósea, son de carácter heterogéneo, es posible que programas de AF que incluyan de forma regular ejercicio de

fuerza entre sus rutinas, puedan producir estímulos necesarios para el mantenimiento óseo durante el envejecimiento (192).

Figura 15. Beneficios de la práctica de actividad física a nivel multidimensional de la persona (elaboración propia).



Además de los beneficios detallados, es necesario añadir el aspecto psico-social, inherente a la práctica de actividad regular, que permite a las personas mayores relacionarse, afiliarse y sentirse identificadas y reconocidas en un grupo. Por ello, el sentimiento de “sentirse útil”, favorece una mejora en la autonomía de la persona, generando sensación de bienestar (228, 229).

Tal y como se ha descrito, es posible afirmar que existe una conexión directa y fuertemente respaldada científicamente sobre la práctica regular de AF y la prevención de ciertas enfermedades, el mantenimiento de la independencia o la mejora de la salud y la calidad de vida (194). Por ello, la práctica regular de AF debe ser planteada como una de las terapias de actuación más efectivas en todas las dimensiones de las personas mayores;

es decir, como una herramienta no farmacológica que aporta grandes beneficios y con un coste sanitario muy reducido.

Los hechos puestos de relieve en este capítulo, relacionados con el EV y los factores modificables en la senectud, ponen de manifiesto la importancia de reestructurar el acceso que las personas mayores tienen con el exterior y con su entorno físico y ambiental. Por ello, las políticas y planes de actuación, deberían tratar de implementar acciones de replanteamiento urbanístico, de accesibilidad y creación de espacios que promuevan acciones saludables. Igualmente, las administraciones deberían apostar por crear campañas de difusión que informen, conciencien y asesoren a toda la población mayor, independientemente de su nivel socio-económico y cultural, sobre los beneficios de la AF y sobre cómo incrementar los niveles de esta durante la senectud, que modo que puedan contribuir a evitar, mitigar o retrasar la aparición de enfermedades o el deterioro funcional.

1.3.2 *La conducta sedentaria en el adulto mayor.*

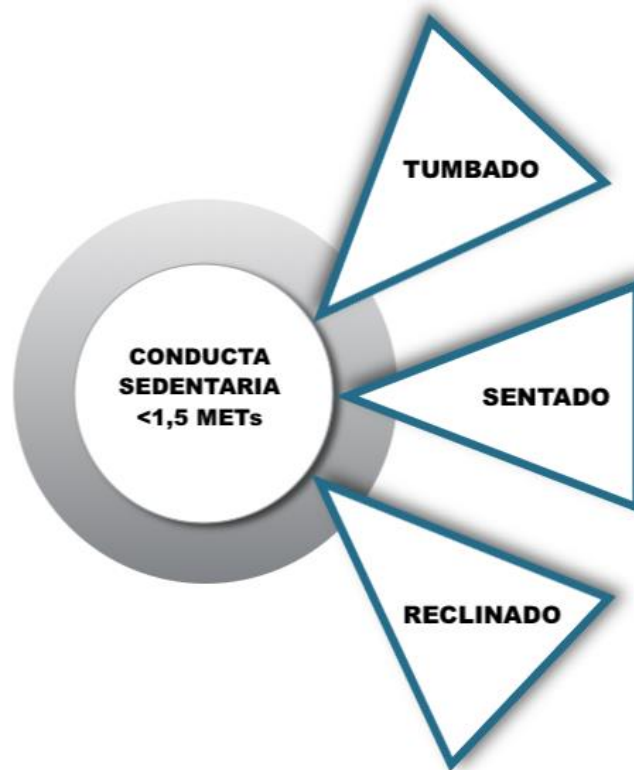
El inmenso desarrollo económico y el gran avance tecnológico que se ha producido en los países desarrollados durante el siglo XX ha transformado profundamente el EV del ser humano, que se ha visto obligado a adoptar nuevos hábitos de vida, con consecuencias en la reducción del gasto energético y consumo de energía diaria necesaria para sobrevivir y en el desuso muscular.

Los conceptos de *inactividad física vs sedentarismo* se han utilizado de forma arbitraria durante años para hacer alusión a una conducta física poco activa de la persona; sin embargo, desde la última década, este hecho ha sido objeto de debate y ha generado múltiples discrepancias en la comunidad científica, que ha invertido esfuerzos en esclarecer el tema, elaborando y aprobando nuevos constructos científicos relacionados con estos términos atribuibles al tipo de EV de las personas.

Por ello, los nuevos paradigmas teóricos establecen que la tendencia de relacionar la inactividad física o el bajo nivel de AF con el sedentarismo no es del todo correcta, considerándose la conducta sedentaria como un factor de riesgo independiente al nivel de AF de la persona (230, 231). Siguiendo las afirmaciones de Halt et al. (232), se considera que una persona es sedentaria cuando realiza actividades físicas diarias con un gasto

energético $<1,5 \text{ METS}\cdot\text{h}$, y además pasa la mayor parte del tiempo sentado, tumbado o reclinado (figura 16).

Figura 16. Conductas sedentarias relacionadas con bajo gasto energético ($<1,5 \text{ METs}$) (elaboración propia).



Consecuentemente, el comportamiento sedentario debe ser entendido como el tiempo diario que una persona dedica a estar sentado, y que conlleva un gasto energético bajo, y no la ausencia de AF, como se ha considerado tradicionalmente. Bajo esta suposición, es posible encontrar personas que cumplen en su día a día con las recomendaciones de AF regular, pero que al mismo tiempo permanecen la mayor parte del día en posturas sedentarias.

A continuación, se detallan los cuatro perfiles posibles de personas, en función de la combinación entre AF y sedentarismo:

1. **Persona inactiva y sedentaria:** no realiza 30 minutos de AF diaria y permanece sentada durante largos períodos de tiempo a lo largo del día.
2. **Persona inactiva y no sedentaria:** no realiza 30 minutos de AF diaria pero no permanece sentada durante largos períodos de tiempo a lo largo del día.

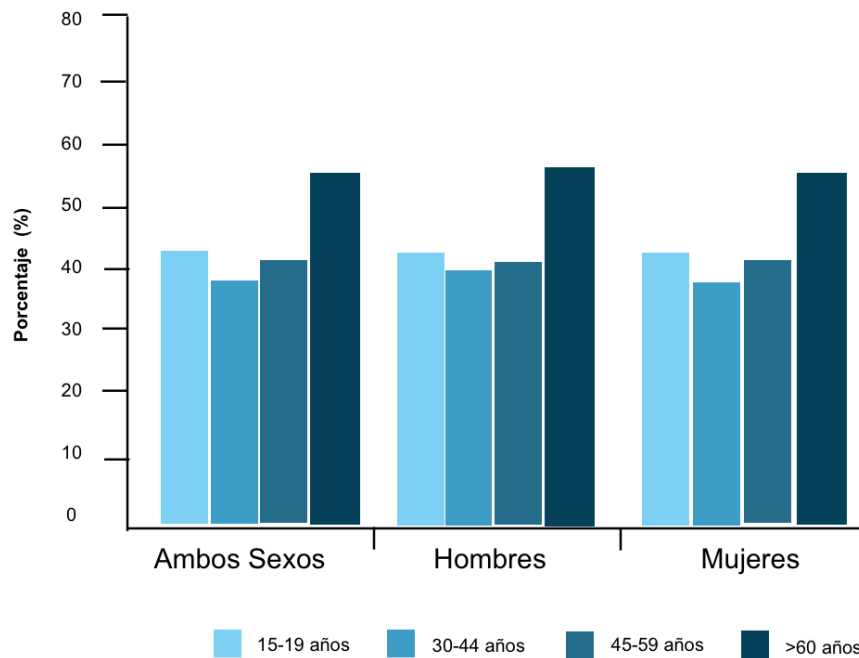
3. **Persona activa y sedentaria:** realiza 30 minutos de AF diaria, pero permanece sentada durante largos períodos de tiempo el resto del día.
4. **Persona activa y no sedentaria:** realiza 30 minutos de AF diaria y no permanece sentada durante largos períodos de tiempo a lo largo del día.

En la actualidad, el sedentarismo es un tema de repercusión importante que afecta a nivel global. Concretamente, la OMS establece que la prevalencia mundial de este tipo de conducta en la población adulta está en torno al 41,5% (233). Este dato indica de forma abrumadora, que casi la mitad de la población adulta del mundo acumula 4 o más horas al día sentado, siendo las personas mayores de 65 años el grupo poblacional que más horas permanece sentado a lo largo del día (233) (gráfico 6).

En relación a este hecho, resultados de un estudio reciente, han demostrado que alrededor del 70% de las personas mayores permanecen una media de 8,5 h·d⁻¹ sentadas (234). En la misma línea, una revisión sistemática que incluyó estudios de 10 países determinó que las personas mayores acumulaban conductas sedentarias alrededor de 9,4 horas a lo largo del día (235). Además se estableció que el comportamiento sedentario más habitual entre la población mayor correspondía al de estar sentado y ver la televisión, con medias diarias de 5,3 y 3,3 horas respectivamente (235).

El patrón de conducta sedentario es similar en hombres y mujeres mayores de 75 años, comparados con grupos de edades inferiores (65-74 años), en los que sí se ha observado que las mujeres permanecen más horas viendo la televisión (234).

Gráfico 6. Porcentaje de personas a nivel mundial que permanecen sentadas $>4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ organizadas por grupos de edad (236).



En la actualidad no existe un consenso sólido que permita determinar el volumen de horas diarias a partir del cual se considera que una persona es sedentaria; sin embargo, hay constancia sobre las repercusiones que la conducta sedentaria tiene en la salud (237, 238). Ciertamente, este patrón de comportamiento de carácter multifactorial, se ha relacionado con aspectos como dolor o el manejo de la enfermedad, disminución de la energía, limitaciones de movilidad y funcionalidad o pérdida de confianza y motivación (239).

En el presente, el sedentarismo es considerado como un tema de salud importante, catalogado como un nuevo factor de riesgo, por la cantidad de comorbilidades asociadas que produce en las personas (240). Tanto es así, que la OMS reconoce que los estilos de vida sedentarios son una de las primeras diez causas de muerte y discapacidad en el mundo (241). De hecho, la conducta sedentaria se ha listado como un factor determinante para la salud y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (237).

La aminoración del ritmo de vida que se produce con el envejecimiento influye en el aumento de largos períodos de escasa actividad, de ahí que recientes estudios longitudinales hayan demostrado sobradamente que aquellas personas que permanecen durante tiempos prolongados en actividad sedentaria, tienen un mayor riesgo de

mortalidad por enfermedad cardiovascular y por todas las causas (242-244). Además, un meta-análisis reciente ha demostrado igualmente esta causa-efecto atribuida al sedentarismo y el riesgo de mortalidad, que se ve únicamente contrarrestado en personas que realizan elevado nivel de AF diaria (60-75 minutos/día) a intensidad moderada (245).

El sedentarismo tiene un impacto cardio-metabólico que algunos autores han relacionado con la prevalencia de ciertas enfermedades como la obesidad, la diabetes o el síndrome metabólico (246). En las personas mayores Gómez-Cabello et al. (247) observaron una relación directa entre las horas de estar sentado y el riesgo de sobrepeso y la obesidad central.

El sedentarismo también puede afectar la condición física funcional durante la senectud, mermando la capacidad física de la persona. De hecho, la conducta sedentaria puede afectar a la función de las personas mayores (248, 249), siendo esta asociación independiente al nivel de AF (231).

Algunos estudios científicos han demostrado que la conducta sedentaria mantenida durante períodos de tiempo prologados está relacionada con la rigidez articular y con el deterioro neural de los músculos, pudiendo influir en la fuerza, y con repercusiones importantes en la capacidad funcional de ciertas actividades básicas de la vida diaria como el hecho de levantarse o desplazarse (250). Pese a estas evidencias, escasos estudios hasta la fecha han determinado con solidez los efectos que la conducta sedentaria puede tener en la condición física de las personas mayores.

Es probable, tal y como ha quedado establecido en apartados anteriores, que la falta de motivación para moverse junto a las propias limitaciones funcionales o posibles cuadros de dolor, se traduzcan en la adquisición de conductas sedentarias en las personas mayores (251).

Los hechos detallados sugieren la necesidad de implementar nuevas estrategias de actuación encaminados a reducir las conductas sedentarias en la población mayor y contribuyendo de este modo a mejorar su salud. En este sentido, una posible intervención puede consistir en reemplazar largos periodos sedentarios por acciones que incluyan estar de pie o actividades de intensidad ligera, aspectos hasta ahora poco estudiados en este grupo poblacional.

2. HIPÓTESIS

-HYPOTHESIS-

*"Ni el cabello blanco, ni las arrugas
pueden, de repente, destruir el
prestigio, sino que, si se ha vivido
honradamente en la etapa anterior,
la última etapa recoge los frutos del
prestigio"*

Cicerón, S.I a.C



HIPÓTESIS

El envejecimiento conlleva cambios en la composición corporal de las personas mayores, que pueden estar relacionados con factores culturales y con el nivel educativo.

Los cambios en el estilo de vida de las personas mayores, relacionados con el descenso de la actividad física o la conducta sedentaria, influyen en la condición física funcional.

HYPOTHESIS

Ageing is normally associated with changes in body composition that may be attributed to cultural factors and educational level.

Lifestyle changes in the elderly, including decrease in physical activity or sedentary behavior, may influence their physical function condition.

3. OBJETIVOS

-OBJECTIVES-

OBJETIVOS

El objetivo general de la presente tesis doctoral es ampliar el conocimiento científico sobre las relaciones que se establecen entre los diferentes estilos de vida, la composición corporal y los niveles de condición física en una muestra representativa de la población mayor española no institucionalizada.

En detalle, los objetivos específicos de cada uno de los artículos que componen la tesis doctoral son:

Artículo I: evaluar los parámetros antropométricos (talla, masa corporal, circunferencias corporales, masa grasa y masa muscular) y su relación con el nivel educativo, en una muestra representativa de la población mayor española no institucionalizada mediante test específicos.

Artículo II: examinar las relaciones que se establecen entre un estilo de vida sedentario y los niveles de condición física (velocidad, resistencia aeróbica, fuerza de las extremidades superiores, fuerza de las extremidades inferiores, agilidad, equilibrio, flexibilidad de las extremidades superiores y flexibilidad de las extremidades inferiores), en una muestra representativa de la población mayor española no institucionalizada.

OBJECTIVES

The main aim of the present doctoral thesis is to enlarge the scientific knowledge about the influence of lifestyle in body composition and fitness level during the aging process in a representative sample of Spanish elderly population.

In detail, the specific objectives of the two manuscripts that constitute this Doctoral Thesis are:

Manuscript I: To evaluate the relationship between anthropometric measurements (height, weight, circumferences, fat mass and muscle mass) and educational level in a representative sample of the Spanish elderly population.

Manuscript II: To examine whether sedentary behavior is associated with physical fitness level (walking speed, endurance, strength, agility, balance and flexibility) in a representative sample of the Spanish elderly population.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

-MATERIAL AND METHODS-

4.1 Diseño de estudio y muestra

El proyecto Multi-céntrico para la evaluación de los niveles de condición física y su relación con estilos de vida saludables en población mayor española no institucionalizada EXERNET, se trata de un estudio longitudinal que abarca una fase transversal y dos fases de seguimiento posteriores. Todos estos están enmarcados dentro de las diversas acciones que se desarrollan en la Red de Investigación en ejercicio físico y salud en poblaciones especiales (www.spanishexernet.com).

4.1.1 Muestra

Esta tesis se centra exclusivamente en el estudio Multi-céntrico transversal que se realizó durante los años 2008-2009 y que incluyó una muestra representativa de la población mayor española (>3000 personas mayores de 65 años) pertenecientes a un total de seis comunidades autónomas de España: Aragón, Canarias, Castilla-León, Castilla la Mancha, Extremadura y Madrid.

A continuación, se muestra la selección de poblaciones de cada nodo que fueron elegidas para la participaron en el estudio:

1. Aragón: Utebo, Barbastro, Monzón, Huesca y Zaragoza.
2. Canarias: Centro de Medicina del Deporte, Cabildo de Gran Canarias.
3. Castilla León: Astorga-Benavente, Ponferrada y León.
4. Castilla la Mancha: Tomelloso, Talavera de la Reina y Toledo.
5. Extremadura: Don Benito-Villanueva, Mérida y Cáceres.
6. Madrid: Galapagar, Rivas Vaciamadrid y Madrid.

Con la finalidad de garantizar una muestra representativa de las personas mayores no institucionalizadas de España, así como una distribución uniforme de las diferentes regiones, se eligieron tres ciudades diferentes de cada región (la capital de la provincia, y otras dos ciudades, una de al menos de 10000-40000 habitantes y otra de 40000-100000 habitantes).

Para reclutar a las personas participantes en el estudio se realizaron acciones de diversa índole que incluyeron la invitación directa, la publicación de anuncios en prensa

local, la captación de voluntarios que se encontraban realizando cursos, estudios o formación en diversos centros (i.e. Universidad de la Experiencia) y otros. A todos los interesados se les entregó una carta de invitación, acompañada de información pormenorizada del estudio a realizar, así como de los posibles riesgos y beneficios del mismo junto con las instrucciones previas al desarrollo de las pruebas y valoraciones.

El número de participantes se calculó con un error estimado del $\pm 1,5\%$ y una variabilidad del $p=q=0,5$; se estableció que el número total fuera de 3000 para garantizar una muestra representativa del país.

Finalmente, la muestra de estudio incluyó a 3136 participantes (724 hombres y 2412 mujeres) mayores de 65 años.

Los criterios de exclusión fueron:

- Edad menor de 65 años.
- Padecer enfermedades como cáncer y/o demencia.
- Ser persona dependiente, incapaz de cuidar de sí misma.
- Estar institucionalizado.

4.1.2 Metodología

La metodología que se detalla a continuación corresponde a la totalidad de las variables analizadas en el estudio multicéntrico nacional EXERNET (fase transversal y los 2 seguimientos posteriores); sin embargo, en la presente tesis doctoral únicamente se han utilizado aquellas que metodológicamente han sido necesarias para la elaboración de los artículos científicos.

Previamente a la recogida de datos de las diferentes variables del estudio, se organizó una jornada de estandarización con el grupo de investigadores de cada nodo para establecer los protocolos de medición y determinar el cálculo del error intra-observador (propio entre los evaluadores de un mismo nodo), minimizando de este modo el margen de error y asegurando unas mediciones precisas (57).

Para la recogida de datos, cada participante realizó la totalidad de las pruebas en un solo día (dos máximos), estableciéndose para ello un orden idéntico para todos los sujetos, con el fin de evitar que una alteración en dicho orden a la hora de realizar los test físicos pudiera influir en el resultado de los mismos.

Todos los participantes incluidos en el estudio fueron informados previamente de los riesgos y beneficios de la participación en el proyecto y firmaron un consentimiento informado previo a la realización de las pruebas (ANEXO I).

Al finalizar el estudio, cada participante recibió un informe final con los resultados obtenidos (ANEXO II).

4.1.2.i Comité de ética

El estudio se llevó a cabo siguiendo las *Normas Deontológicas* reconocidas por la *Declaración de Helsinki de 1975* (revisada de la 52ª Asamblea General en Edimburgo, Escocia, Octubre 2000 y sigue cumpliendo los requisitos vigentes tras la revisión en Fortaleza 2013), las *Normas de Buena Práctica Clínica* y cumpliendo la legislación y la normativa legal española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 223/2004 sobre regulación de ensayos clínicos). El proyecto fue aprobado por el *Comité de Ética de Investigación Clínica de Aragón* (CEICA), recibiendo el dictamen favorable de dicho Comité (18/2008) (ANEXO III).

4.1.2.ii Aspectos socio-demográficos de estilo de vida y salud

Se diseñó un cuestionario (ANEXO IV) que incluía datos socio-demográficos, situación actual de salud, hábitos de AF, horas de caminar, horas de estar sentado, consumo de tabaco, consumo de alcohol, conductas sedentarias y aspectos sociales, entre otros.

El estudio incluyó otros cuestionarios validados, que permitieron obtener información acerca de los niveles de AF, actividades de la vida diaria y otros temas relevantes en la materia de estudio. A continuación, se detalla la descripción de los mismos:

- *EQ-5D*: es un instrumento genérico y estandarizado elaborado para describir y valorar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). Comprende cinco dimensiones: movilidad, autocuidado, actividades habituales, dolor/malestar y ansiedad/depresión.

- *Stages of Change Questionnaire* (252): es un cuestionario que se utiliza para identificar los cambios en la práctica de la AF de la persona.

4.1.2.iii Valoración fisiológica -Presión arterial (PA) y frecuencia cardíaca (Fc)-

La PA y Fc, fueron registradas por duplicado mediante un tensiómetro Omron M3 Intellisense (Omron Healthcare, Kyoto, Japón). La persona debía estar sentada en una silla y permanecer en reposo durante al menos los 5 minutos previos. Para poder realizar la medición de forma efectiva, se debía dejar el brazo al descubierto, retirándose las prendas necesarias y evitando enrollarlas en el brazo, de forma que no lo comprimiesen. El manguito debía quedar ajustado al brazo, sin holgura, pero sin llegar a comprimir. La toma de presión se efectuó en el brazo derecho sobre la arteria braquial.

4.1.iv Valoración antropométrica y composición corporal

Las mediciones antropométricas se realizaron según el protocolo internacional que marca la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK (253).

Todas las determinaciones se llevaron a cabo dos veces, siendo la media de ambas el valor correspondiente a la prueba. En el caso de que la discrepancia entre el primer y segundo valor superase los valores recomendados por ISAK, el evaluador realizaba una tercera medición. En este caso, se calculaba el valor de la mediana para el análisis de datos. Previamente se realizó un estudio de validación de las diferentes medidas antropométricas (57).

Talla

Para realizar la medición de la talla, se empleó un tallímetro portátil (Seca 711, Hamburgo, Alemania), con una precisión de 1 mm. El protocolo consistió en medir en centímetros la distancia entre el vértex y la planta de los pies. La medición se realizó después de que la persona realizase una inspiración profunda mientras se alineaba la cabeza en el plano Frankfort.

Composición Corporal (peso corporal, masa grasa y masa muscular)

Los datos referentes al peso (kg), masa muscular total (kg), masa grasa total (kg) y el porcentaje de masa grasa (%), se obtuvieron con un equipo de bioimpedancia eléctrica (Tanita BC 418-MA, Tanita Corp., Tokyo, Japón), con una capacidad máxima de 200 kg y un margen de error de ± 100 g de peso corporal. Durante la prueba, los participantes se colocaron descalzos, desprovistos de ropa pesada y complementos metálicos (figura 17).

Figura 17. Determinación de la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica.



Índice de masa corporal (IMC)

El IMC se calculó a partir de la talla (m) y el peso (kg), mediante la relación $IMC = \text{kg/m}^2$ (254). La categorización de sobrepeso y obesidad se calculó en base a las guías de la OMS (21, 255), considerando los valores de $IMC \geq 25\text{kg/m}^2$ como sobrepeso y $\geq 30\text{kg/m}^2$ como obesidad.

Obesidad Central

La distribución de la grasa a nivel abdominal se determinó a través del perímetro de cintura (PC) y el de cadera. Ambas mediciones se realizaron de acuerdo a la normativa

ISAK, utilizando una cinta métrica flexible no elástica (Rosscraft). Los participantes debían permanecer en bipedestación, con los pies juntos y dejando los brazos a ambos lados del cuerpo. La medición se registró en centímetros y se realizó después de una espiración normal, siendo el PC el nivel intermedio entre el último arco costal y la cresta ilíaca.

Utilizando la misma cinta antropométrica citada anteriormente, el perímetro de cadera se midió a nivel del máximo relieve de los músculos glúteo, casi siempre coincidiendo con el nivel de la sínfisis pubiana en la parte frontal del sujeto. Durante la medición el participante debía permanecer en posición anatómica estática, con los pies juntos y la masa glútea completamente relajada.

Altura de rodilla

La altura de rodilla se midió en centímetros con un antropómetro (Rosscraft Surrey, British Columbia, Canadá) con una precisión milimétrica. Esta medición se define como la distancia desde la superficie anterior del muslo, justo proximal a la rótula, a la planta del pie cuando la rodilla y el tobillo se flexionan en un ángulo de 90°.

4.1.2.v Absorciometría fotónica dual de rayos-X (DXA) -(Sólo Zaragoza)-

Además de las pruebas indicadas anteriormente, en Zaragoza, para la medición de la composición corporal se utilizó un DXA QDR-Explorer (QDR-Explorer, Hologic Corp., Software versión 12.4, Waltham, MA, USA) (figura 18).

Figura 18. Imagen del equipo DXA utilizado para la medición de la composición corporal.



El equipamiento fue calibrado con un fantoma de espina lumbar y con un fantoma de densidades siguiendo las recomendaciones del fabricante. Los participantes se colocaban en decúbito supino, y los escáneres se realizaban en alta resolución. Con esta prueba se obtuvieron valores de masa grasa (kg), masa magra (kg) y masa ósea [área (cm^2), CMO (g) y DMO (g/cm^2)], tanto de cuerpo completo como en análisis regionales. En concreto, se obtuvieron valores de tejidos blandos de extremidades superiores e inferiores, de la región del tronco y la pelvis; y valores de masa ósea de cuerpo completo, cadera (con las subregiones siguientes: trocánter, región intertrocantérica y cuello femoral) y columna lumbar (calculada como la medida de las vértebras lumbares L1-L4). Todas las exploraciones, que se completaron con el mismo dispositivo y software, las llevó a cabo el mismo técnico, el cual había sido previamente entrenado en el funcionamiento del escáner, posicionamiento de los sujetos y análisis de los resultados, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4.1.2.vi Tomografía axial computerizada periférica (pQCT) – (Sólo Zaragoza; 2ª Fase proyecto: estudio longitudinal)-

La tomografía axial computerizada se realizó mediante un dispositivo XCT 2000L, Stratec a los participantes de la ciudad de Zaragoza. Para garantizar la estabilidad

de la máquina, el dispositivo de pQCT se calibró diariamente con un fantoma (Stratec Medizintechnik, Pforzheim, Alemania) (figura 19).

Figura 19. Dispositivo utilizado para realizar la tomografía axial computerizada.



Los participantes se sentaban en una silla regulable, la cual se colocaba a la altura adecuada en función de la estatura de cada persona. Se obtuvieron datos de DMO trabecular y cortical en g/cm^3 , así como estimaciones de fuerza ósea. Las regiones evaluadas fueron la tibia (4%, 14% y 38%) y el radio (4% y 66%) de la pierna o brazo no dominante. De manera similar al DXA, todas las exploraciones se completaron con el mismo dispositivo y software, y fueron llevadas a cabo por el mismo técnico, el cual había sido previamente entrenado en el funcionamiento del escáner, posicionamiento de los sujetos y análisis de los resultados, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4.1.2.vii Ultrasonografía cuantitativa del calcáneo (QUS) – (Sólo Aragón)-

Se realizó esta prueba con un *equipo de ultrasonido Aquiles InSight* (GE Healthcare, Waukesha, Wisconsin, Estados Unidos). Diariamente se realizó un control de calidad del instrumento utilizando para ello un fantoma-talón proporcionado por el fabricante. La prueba se realizó en ambos pies. Este instrumento mide la velocidad del sonido que viaja a través del calcáneo (SOS-*Speed of Sound*), medido en m/s, la BUA (*Broadband ultrasound attenuation*) o atenuación de ultrasonido de banda ancha (dB/MHz) y el QUI (*Quantitative Index*) o índice de ultrasonografía cuantitativa, sin

unidades de medida. Con estos dos parámetros, se calcula el índice de rigidez para cada medición utilizando la ecuación apropiada, en la que el QUI se obtiene a partir del BUA y del SOS, por medio de la fórmula:

$$\text{QUI} = 0,41 (\text{SOS}) + 0,41 (\text{BUA}) - 571$$

La estimación de la DMO se realiza mediante la ecuación:

$$\text{DMO} = 0,002592 \times (\text{BUA} + \text{SOS}) - 3,687 \text{ en g/cm}^2$$

4.1.3 Evaluación de la condición física (ANEXO V)

Todas las pruebas relativas a la condición física fueron realizadas por cada participante en el mismo día, por el mismo personal cualificado y en la misma semana en la que se habían realizado las pruebas de composición corporal. Para la evaluación de la condición física de los participantes se realizaron 8 test físicos combinados de la batería *Senior Fitness Test Battery* y el *Eurofit Testing Battery* (256, 257).

Equilibrio: *Test de Flamingo*

El/la participante comienza de pie, con ambos pies en el suelo. Tras la señal, intenta sostenerse sobre la planta de un pie, y se registra, hasta un máximo de sesenta segundos, el tiempo que el/la participante es capaz de mantenerse en esa postura. El test se realizó de forma alternativa, dos veces con cada pierna; se contabilizó el mejor intento de los cuatro (figura 20).

Fuerza de extremidades inferiores: *Chair Stand Test*

El/la participante parte de una posición sentada con los brazos cruzados y las palmas de las manos apoyadas sobre los hombros. Se contabilizó el número de veces que, en treinta segundos, el/la participante fue capaz de levantarse y sentarse (figura 21). El test se realizó una única vez.

Figura 20. Flamingo Test.



Figura 21. “Chair Stand” Test.



Fuerza de extremidades superiores: *Arm Curl Biceps Test*

Se midió el número de flexo-extensiones que el/la participante fue capaz de realizar en un máximo de treinta segundos, sentado/a en un banco y sosteniendo una mancuerna de 4 kg (varones) o 2,5 kg (mujeres) (figura 22). El test se realizó una vez con cada brazo.

Figura 22. Arm Curl Biceps test.



Flexibilidad de extremidades inferiores: *Chair Sit-and-Reach Test*

El/la participante comienza el test sentado/a, con una pierna extendida y el talón apoyado en el suelo, mientras las manos se dirigen hacia los dedos del pie de dicha pierna. Se midió la distancia conseguida (positiva o negativa) en centímetros, entre la punta de los dedos de cada mano (figura 23). El test se llevó a cabo dos veces, una con cada brazo.

Figura 23. “Chair Sit and Reach” test.



Flexibilidad de extremidades superiores: *Back Scratch Test*

El/la participante coloca una mano por encima del hombro de ese mismo brazo, y la mano contraria de abajo a arriba, intentando que ambas se toquen. Se ha de intentar tocar o superponer los dedos de ambas manos. Se midió la distancia en centímetros (positivos o negativos) entre la punta de los dedos de cada mano. El test se llevó a cabo dos veces, una con cada brazo.

Agilidad: *8-Foot Up-and-Go Test*

Desde una posición de sentado, se contabilizó el tiempo (s) que el/la participante tardó en levantarse, ir caminando hasta un cono situado a 2,45m, rodearlo, y volver a sentarse (figura 24). El test se realizó dos veces con al menos un minuto de descanso entre las repeticiones y se registró el mejor resultado.

Figura 24. 8 Foot up and go Test.



Velocidad: *Brisk Walking Test*

Se midió el tiempo (s) que tardó cada participante en recorrer 30 m caminando (figura 25). Se realizaron dos repeticiones con un minuto de descanso entre ambas y se registró el mejor de los resultados.

Figura 25. Brisk Walking Test.



Resistencia: *6-Minute Walk Test*

La prueba se realizó en un circuito de 46 metros limitados por conos. Durante seis minutos el/la participante debía recorrer el circuito. Se registraron los metros totales que cada individuo fue capaz de recorrer caminando.

Los participantes que aparecen en las imágenes mostradas, dieron su consentimiento para ser observados, fotografiados y/o grabados en vídeo.

Análisis estadístico

A continuación, se describen brevemente las pruebas estadísticas generales que se realizaron para obtener los resultados de la presente tesis doctoral. Además, es posible encontrar de forma más detallada en los artículos una descripción exhaustiva de las pruebas utilizadas en cada caso.

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete informático *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS versión 21.0 para Windows). Los datos se presentan como media y desviación estándar (DE) o como porcentajes (%).

Se estudió la normalidad en la distribución de las variables continuas mediante el *test de Kolmogorov-Smirnov*. Cuando la distribución de una determinada variable cumplía con la normalidad, las diferencias entre grupos se establecían mediante el *test de análisis de las varianzas* (ANOVA). En el caso de algunas pruebas estadísticas, se utilizaron covariables para ajustar variables que pudieran estar influenciadas por otras, en esos casos se efectuó el *test de análisis de las covarianzas* (ANCOVA) junto con el *test de Bonferroni*.

Las asociaciones entre variables se estudiaron mediante *regresión logística*. A partir del modelo logístico se calculó el valor del *Odds Ratio* (OR), para establecer los valores medios de riesgo de las diferentes categorías. Finalmente, el nivel de significación estadístico fue tomado, como normal general como $p < 0,05$.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

-RESULTS AND DISCUSSION-

El apartado que se muestra a continuación es una recopilación de los resultados y la discusión de los trabajos científicos pertenecientes a la presente tesis doctoral y que han sido publicados o están en vía de publicación.

Los artículos completos en el formato de publicación o envío a la revista se encuentran en el capítulo diez, “artículos publicados o enviados a revistas”.

	Nombre Revista	Área	Cuartil	Factor Impacto	ISSN	Estado
ARTÍCULO I	Revista Española de Salud Pública	Medicina Salud Pública Salud Laboral	Q3	0,25	11355727	Publicado
ARTÍCULO II	Journal of Nutrition, Health and Aging	Medicina Geriatría Gerontología Enfermería Nutrición y Dieta	Q1	1,25	12797707	Enviado

ESTUDIO 1

Relación entre el nivel educativo y la composición corporal en personas mayores no institucionalizadas: Proyecto Multi-céntrico EXERNET”

Resultados

Descripción de los participantes

El agrupamiento de la muestra según el nivel de estudios mostró que el 65% de los varones y el 74% de las mujeres poseían estudios primarios, frente al 7% y 4% con estudios universitarios, hombres y mujeres respectivamente.

La tabla 1 muestra las características generales de los participantes del estudio. Los varones presentaron 77,2 cm., 54,8 kg., 99 cm., en las variables de altura, peso, MMT y PC, respectivamente ($p < 0,01$); mientras que las variables correspondientes al IMC, MGT y % MG fueron de 29,3 kg/m², 27,5 kg, 39,4%, en las mujeres (todas $p < 0,01$).

Tabla 1. Características generales de la muestra.

	Todo el grupo			Varones			Mujeres		
	(n= 2706)			(n= 629)			(n=2077)		
	Media	±	DE	Media	±	DE	Media	±	DE
Edad (años)	72,1	±	5,3	72,3	±	5,4	72,1	±	5,2
Peso (kg)	70,5	±	11,2	77,2	±	10,8	68,5**	±	10,6
Talla (cm)	155,8	±	8,1	165,5	±	6,6	152,8**	±	5,9
IMC (kg/m ²)	29,1	±	4,2	28,2	±	3,4	29,3**	±	4,3
MMT (kg)	44,4	±	7,6	54,8	±	6,5	41,2**	±	4,3
MGT (kg)	26,4	±	7,4	22,7	±	6,1	27,5**	±	7,4
MG (%)	37,0	±	6,9	29,0	±	5,1	39,4**	±	5,4
PC (cm)	94,0	±	12,1	99,0	±	9,8	93,0**	±	12,4

DE: Desviación estándar, IMC: Índice de masa corporal, MMT: masa muscular total, MGT: masa grasa total, %MG: porcentaje de masa grasa, PC: perímetro de cintura. ** $p \leq 0.01$; diferencias entre varones y mujeres.

Prevalencia de sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa en función del nivel educativo

La tabla 2 muestra las prevalencias de sobrepeso/obesidad (IMC), obesidad central (PC) y exceso de grasa corporal (% MG) en relación al nivel de estudios de varones y mujeres. Al relacionar el IMC con el nivel de estudios, se observó una mayor prevalencia de obesidad (37% hombres y 56% mujeres) en aquellos participantes que no sabían leer ni escribir (nivel 1).

En relación a la obesidad central se observaron resultados similares, de forma que a mayor nivel de estudios menores fueron los porcentajes de obesidad central en ambos sexos (51 vs. 28% en hombres y 81 vs. 41% en mujeres; grupos 1 y 4, respectivamente).

Los grupos de varones, independientemente del nivel de estudios, mostraron una prevalencia del 81% de exceso de masa grasa. Sin embargo, en las mujeres la prevalencia de exceso de grasa fue mayor en aquellas que no sabían leer y escribir (75 vs. 40%, grupos 1 y 4 respectivamente).

Tabla 2. Prevalencia de sobrepeso/obesidad (IMC), obesidad central (PC) y exceso de grasa corporal (% grasa) en relación al nivel de estudios de varones y mujeres.

		IMC (kg/m ²)			PC (cm)			% MASA GRASA			
		N	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	N	No	Sí	N	No exceso	Sí exceso de
		2582	(15%) (n=381)	(47%) (n=1210)	(38%) (n=991)	2658	Obs. central	Obs. central	2543	de grasa	grasa
Varones	Total	604	14% (n=85)	59% (n=358)	27% (n=161)	621	65% (n=407)	34% (n=214)	596	18% (n=110)	81% (n=486)
	Nivel 1	41	12% (n=5)	51% (n=21)	37% (n=15)	41	49% (n=20)	51% (n=21)	38	21% (n=8)	79% (n=30)
	Nivel 2	397	15% (n=58)	58% (n=230)	27% (n=109)	403	64% (n=258)	36% (n=145)	386	18% (n=70)	82% (n=316)
	Nivel 3	105	12% (n=13)	66% (n=69)	22% (n=23)	110	74% (n=81)	26% (n=29)	108	17% (n=18)	83% (n=90)
	Nivel 4	61	15% (n=9)	62% (n=38)	23% (n=14)	67	72% (n=48)	28% (n=19)	64	22% (n=14)	78% (n=50)
Mujeres	Total	1978	15% (n=296)	43% (n=852)	42% (n=830)	2037	36% (n=740)	64% (n=1297)	1947	37% (n=712)	63% (n=1235)
	Nivel 1	232	9% (n=20)	36% (n=83)	56% (n=129)	240	19% (n=46)	81% (n=194)	231	25% (n=58)	75% (n=173)
	Nivel 2	1462	13% (n=191)	44% (n=639)	43% (n=632)	1504	35% (n=531)	65% (n=973)	1439	35% (n=509)	65% (n=930)
	Nivel 3	201	29% (n=58)	46% (n=92)	25% (n=51)	206	54% (n=112)	46% (n=94)	194	49% (n=95)	51% (n=99)
	Nivel 4	83	32% (n=27)	46% (n=38)	22% (n=18)	87	59% (n=51)	41% (n=36)	83	60% (n=50)	40% (n=33)

IMC: Índice de masa corporal. Obesidad central: PC ≥ 102 cm varones y ≥ 88 cm mujeres. Exceso de grasa: % GRASA $\geq 25\%$ varones y $\geq 38\%$ mujeres.

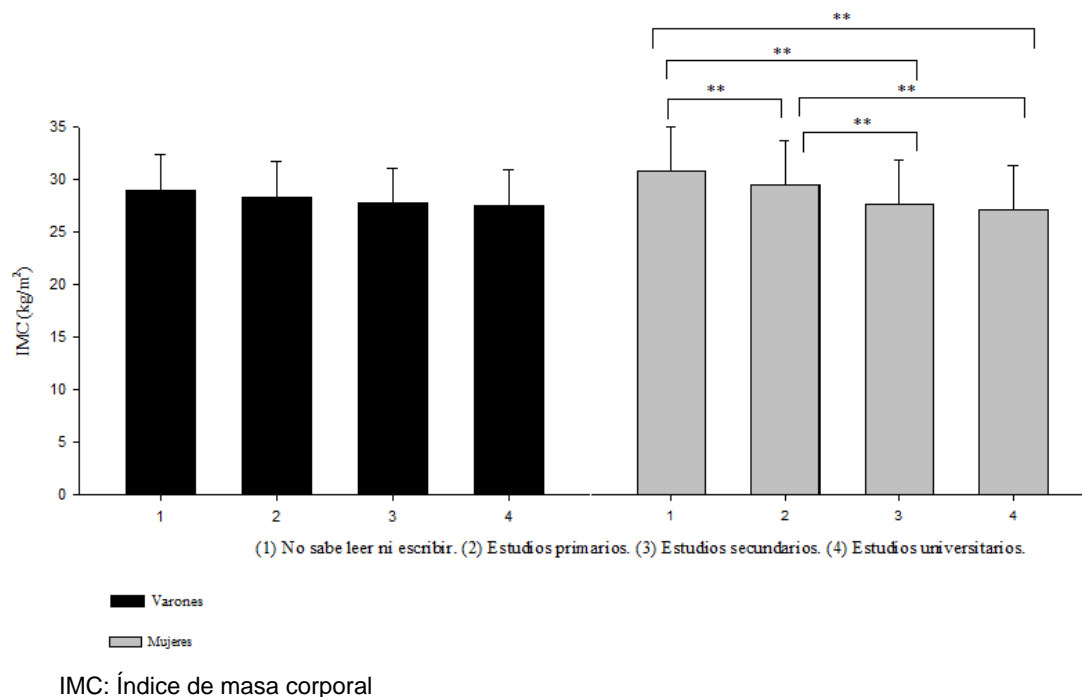
Nivel 1: no sabe leer ni escribir. Nivel 2: estudios primarios. Nivel 3: estudios secundarios. Nivel 4: estudios universitarios.

Análisis de la composición corporal en función del nivel educativo

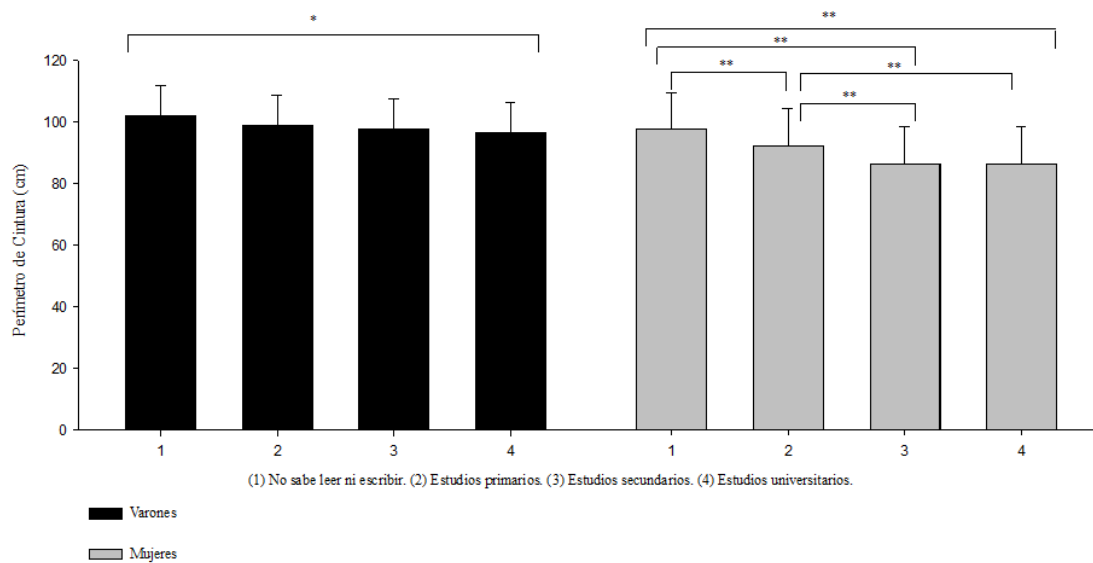
La figura 1 muestra la media y DE del IMC según sexo y nivel educativo. Las mujeres con mayor nivel de estudios presentaron mejores resultados en relación al IMC (nivel 1: $31,0 \pm 4,2$ kg/m², nivel 2: $29,5 \pm 4,2$ kg/m², nivel 3: $27,6 \pm 4,2$ kg/m² y nivel 4: $27,1 \pm 4,2$ kg/m²), se observaron diferencias entre grupos ($p < 0,01$), a excepción de la comparativa entre el 3 y 4.

En los varones se observó la misma tendencia inversa (nivel 1: $29,0 \pm 3,4$ kg/m², nivel 2 $28,3 \pm 3,4$ kg/m², nivel 3 $27,7 \pm 3,4$ kg/m², nivel 4: $27,5 \pm 3,4$ kg/m²), no observándose diferencias significativas.

Figura 1. Media y DE del IMC agrupados por sexo y nivel de estudios.



En los resultados relativos al PC (figura 2), únicamente los varones del nivel 1 ($102,1 \pm 9,8$ cm) y el 4 ($96,6 \pm 9,8$ cm) de estudios, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$). En la comparativa por pares en mujeres, se observó el mismo patrón que el encontrado en el IMC, de manera que el PC era mayor en los grupos de nivel educativo inferior (nivel 1: $97,5 \pm 12,1$ cm y nivel 2: $93,0 \pm 12,0$ cm; ambos $p < 0,01$).

Figura 2. Media y DE del PC agrupado por sexo y nivel de estudios.

Los resultados relacionados con la MMT y MGT se muestran en las figuras 3 y 4 respectivamente.

En relación a los valores de MMT, aquellos varones con estudios universitarios mostraron valores más elevados que aquellos con estudios primarios ($56 \pm 6,2$ kg vs. $54 \pm 6,2$ kg, respectivamente, $p < 0,05$). Sin embargo, las mujeres con estudios secundarios resultaron tener menor MMT que las que no sabían leer o escribir (40 kg vs. 41kg, respectivamente, $p < 0,05$).

En los resultados relacionados con la MGT en los grupos de estudio de las mujeres se muestran en la figura 4; se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todos los grupos de estudios (nivel 1: $29,5 \pm 7,3$ kg, nivel 2: $27,6 \pm 7,3$ kg, nivel 3: $25,3 \pm 7,3$ kg, nivel 4: $25,0 \pm 7,3$ kg), a excepción de la comparativa entre el nivel 3 y 4. En el caso de los varones, los datos no mostraron diferencias significativas en la comparativa por pares (nivel 1: $23,5 \pm 6,1$ kg, nivel 2: $22,6 \pm 6,1$ kg, nivel 3: $22,7 \pm 6,1$ kg, nivel 4: $23,0 \pm 6,1$ kg).

Figura 3. Media y DE de la MMT agrupados por sexo y nivel de estudios.

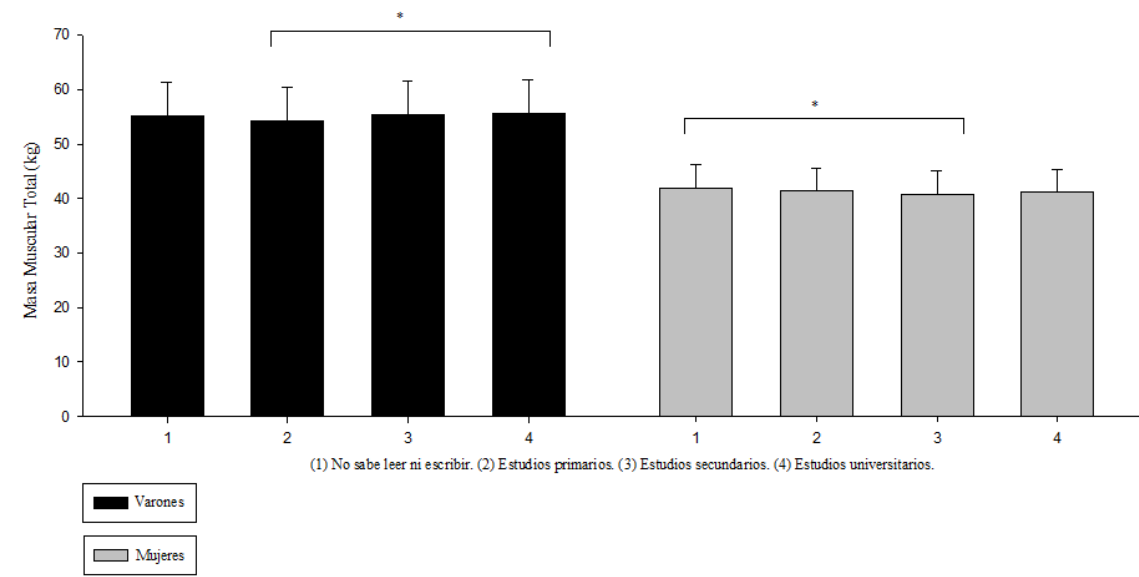
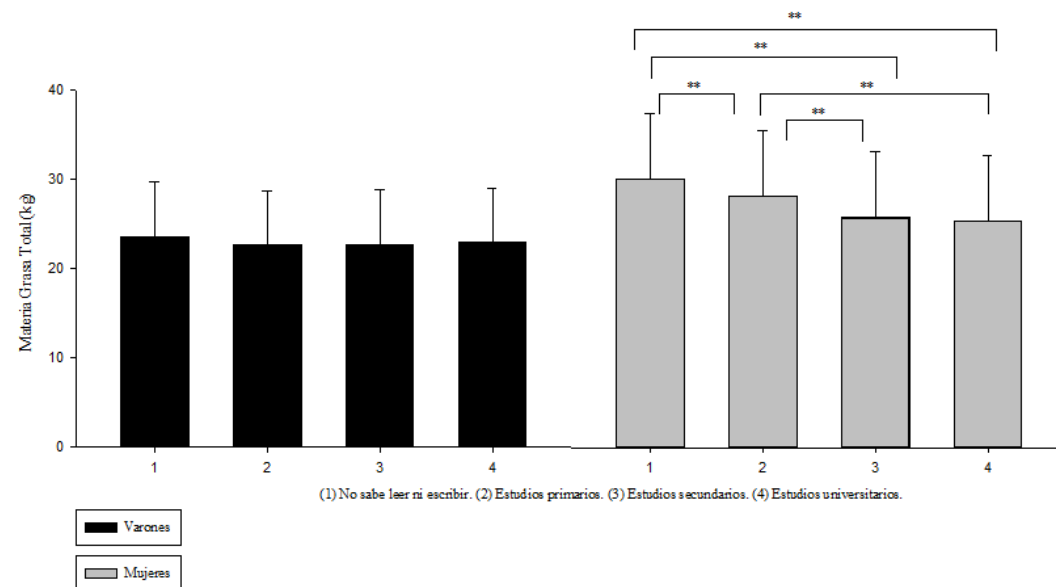
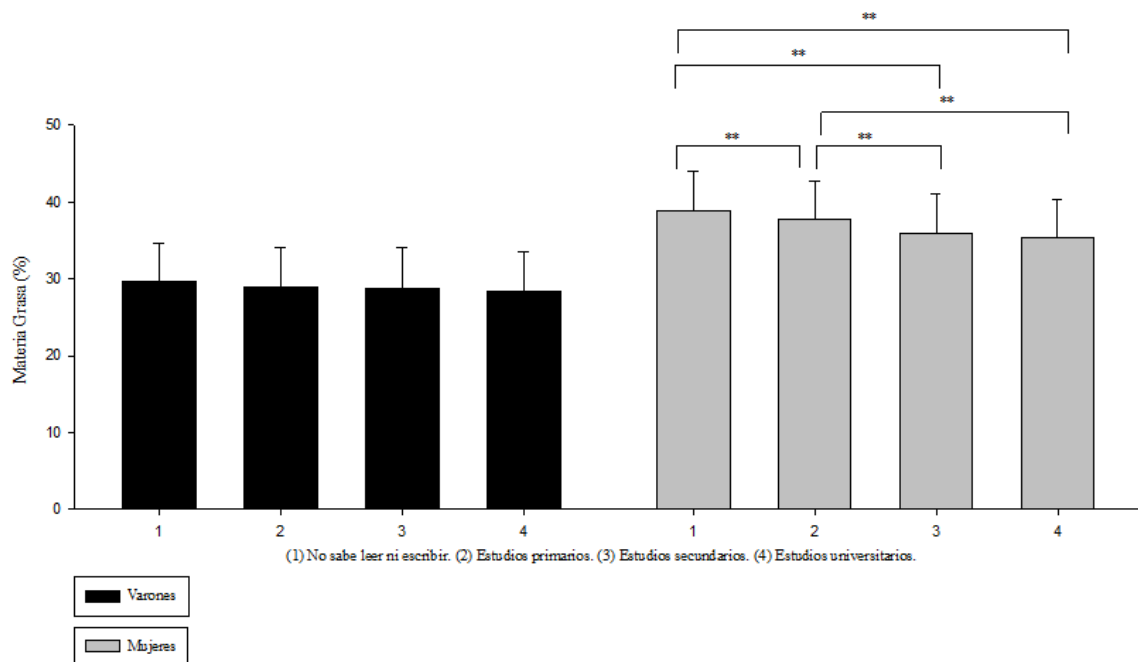


Figura 4. Media y DE de la MGT agrupados por sexo y nivel de estudios.



Por último, la figura 5 muestra el porcentaje de MG según sexos. Sólo en las mujeres el % de MG fue mayor en los niveles educativos más bajos (nivel 1: $41,0 \pm 5,3\%$, nivel 2: $39,5 \pm 5,3\%$, nivel 3: $38,0 \pm 5,3\%$ y nivel 4: $37,0 \pm 5,3\%$; $p < 0,01$).

Figura 5. Media y DE del %MG agrupados por sexo y nivel de estudios.

Asociaciones entre el nivel educativo y el riesgo de tener sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa

En las mujeres, el riesgo de tener sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa se veía ampliamente incrementado en aquellas que no sabían leer/escribir o que tenían únicamente estudios primarios, respecto a las mujeres con estudios universitarios (OR: 4,519-5,975; $p < 0,01$; tabla 3, modelo 1).

En el caso de los varones, la influencia del nivel educativo en el riesgo de obesidad era menor, ya que sólo tenían incrementado su riesgo de padecer obesidad central aquellos varones que no sabían leer ni escribir, en relación a los que tenían formación universitaria (OR: 2,653; $p < 0,05$; tabla 3, modelo 1).

En ambos sexos, posteriores análisis ajustando por edad, horas de caminar y horas de estar sentado (modelos 2 y 3) no modificaron estas asociaciones.

Tabla 3. Riesgo (odds ratio) de padecer sobrepeso, obesidad central y exceso de grasa en función del nivel de estudios.

NIVEL EDUCATIVO	VARONES						MUJERES					
	SOBREPESO-OBESIDAD		OBESIDAD CENTRAL		EXCESO DE GRASA		SOBREPESO-OBESIDAD		OBESIDAD CENTRAL		EXCESO DE GRASA	
	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC
<i>MODELO 1</i>												
No sabe leer/escribir	1,246	0,386-4,027	2,653	1,179-5,967*	1,050	0,394-2,796	5,111	2,671-9,779**	5,975	3,502-10,193**	4,519	2,658-7,684**
Estudios primarios	1,012	0,473-2,164	1,420	0,804-2,508	1,264	0,662-2,413	3,208	1,978-5,204**	2,596	1,673-4,029**	2,768	1,760-4,353**
Estudios secundarios	1,225	0,490-3,059	0,904	0,458-1,785	1,400	0,642-3,052	1,189	0,685-2,063	1,189	0,716-1,974	1,579	0,937-2,661
<i>MODELO 2</i>												
No sabe leer/escribir	1,392	0,426-4,545	2,823	1,247-6,390*	1,033	0,386-2,767	5,169	2,695-9,912**	5,739	3,358-9,808**	4,553	2,675-7,752**
Estudios primarios	1,057	0,492-2,269	1,456	0,823-2,577	1,256	0,657-2,401	3,223	1,986-5,230**	2,551	1,642-3,962**	2,778	1,766-4,369**
Estudios secundarios	1,192	0,476-2,984	0,890	0,451-1,759	1,406	0,645-3,068	1,189	0,685-2,064	1,183	0,712-1,966	1,580	0,937-2,663
<i>MODELO 3</i>												
No sabe leer/escribir	1,520	0,460-5,020	2,841	1,243-6,497*	1,109	0,411-2,994	4,864	2,522-9,380**	6,096	3,518-10,562**	4,491	2,603-7,746**
Estudios primarios	1,089	0,502-2,364	1,333	0,746-2,380	1,303	0,675-2,516	3,181	1,946-5,200**	2,517	1,605-3,950**	2,783	1,748-4,433**
Estudios secundarios	1,329	0,520-3,400	0,888	0,443-1,779	1,503	0,679-3,328	1,173	0,671-2,052	1,144	0,681-1,922	1,543	0,903-2,636

OR: Odds ratio (95% intervalo confianza)

Modelo 1: sin ajustar; Modelo 2: ajustando por edad; Modelo 3: ajustando por edad, horas de caminar y horas de estar sentado.*P<0.05; **P<0.01

Discusión

Este estudio muestra una sólida e inversa asociación entre el nivel de estudios y los niveles de adiposidad en mujeres no institucionalizadas mayores de 65 años. Además, el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central y exceso de grasa en este grupo de población, se incrementa cuanto menor es el nivel académico.

Es sabido que las personas mayores experimentan fluctuaciones en el peso, diferentes en función del sexo, y que son consecuencia de cambios en la altura, pérdida de masa muscular, incremento de masa grasa así como una redistribución en el tejido adiposo, con tendencia a acumularse en la parte central del cuerpo y las vísceras (258). Sin embargo, escasos estudios han llevado a cabo hasta la fecha, asociaciones entre el nivel educativo de la población mayor y las variables que conforman la composición corporal.

El presente estudio muestra, de forma pionera, la relación que existe entre el nivel de estudios y los parámetros de MMT, MGT y %MG (además del IMC y PC, que ya han sido estudiados con anterioridad), en personas mayores de 65 años no institucionalizadas en España; así como el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central o exceso de grasa en función del nivel educativo.

Resulta interesante observar cómo el acceso a la educación y escolarización ha ido cambiando a lo largo de la historia, de modo que estudios epidemiológicos, representativos de la escolarización en España (259), han detallado la realidad socioeducativa de los años 1930-1950, mostrando que la mayoría de las personas de esa época tenían estudios primarios. En relación a los datos registrados de nuestro estudio, se observa igualmente cómo la mayoría de la muestra manifestó poseer estudios primarios (65% varones, 74% mujeres).

En el cálculo de la composición corporal, el IMC ha sido aceptado como un indicador fiable que permite clasificar el grado de delgadez u obesidad de las personas; sin embargo, los umbrales deberían ser modificados para la población mayor (258, 260).

En este sentido, tal y como se ha realizado en este estudio, los resultados del IMC deberían compararse (siempre que exista la posibilidad), con otro tipo de mediciones antropométricas complementarias como el PC y el %MG, ya que estos muestran información relevante sobre la cantidad y distribución corporal de la grasa.

Roskam et al.(261) analizaron las asociaciones existentes entre el nivel educativo y la prevalencia de sobrepeso y obesidad (medida a través del IMC) en las personas adultas (22-44 años) de 19 países europeos. Este estudio mostró que mientras que en la mayoría de países europeos se observó una fuerte asociación inversa entre el nivel académico y el sobrepeso y obesidad, principalmente en las mujeres de los países mediterráneos, no ocurría lo mismo en los países Bálticos y de Europa del este, en los que los varones con sobrepeso y obesidad eran los que mayor nivel de estudios poseían

En la comparativa entre el nivel de estudios y el IMC, del presente estudio, únicamente las mujeres presentaron asociaciones inversas, de modo que los resultados fueron significativamente mayores para aquellas mujeres que no sabían leer ni escribir. En este sentido, Gutiérrez-Fisac et al. (262) en un estudio anterior al nuestro, realizado con población mayor española (≥ 60 años), observaron igualmente asociaciones entre el IMC y el nivel de estudios. En este caso, la frecuencia de obesidad (IMC) y obesidad central disminuyó con el aumento del nivel educativo. Por ejemplo, el 41,8% de la muestra sin estudios, tenía obesidad frente a sólo el 17,5% de las personas con estudios universitarios.

Estas evidencias ponen de manifiesto la asociación inversa que parece existir entre el IMC y el grado de escolaridad o estudios de las personas mayores, concretamente en las mujeres. Sin embargo, la complejidad y variabilidad de los factores que pueden influir en la composición corporal de las personas mayores no ha permitido establecer unas razones sólidas y concluyentes que ayuden a esclarecer las diferencias entre la composición corporal en función del género y el nivel de estudios, en este grupo de población.

Estudios epidemiológicos (263, 264) llevados a cabo en población adulta y mayor, han mostrado asociaciones inversas entre el IMC, el PC y el nivel académico, observando mayores niveles de sobrepeso y obesidad en aquellas personas con bajo nivel educativo; resultados que hemos visto confirmados en nuestro estudio, donde la prevalencia mayor de obesidad central (PC) fue para los varones y mujeres que no sabían leer ni escribir (51%-81% respectivamente).

En otro estudio reciente (265), en el que se analizó la relación entre el nivel educativo y la obesidad abdominal en personas adultas (25-64 años), los resultados revelaron igualmente que el riesgo de sufrir obesidad central aumentaba en ambos sexos

para aquellos con un nivel educativo bajo, respecto a los de mayor nivel de estudios. Además, en este estudio los autores observaron que aquellas personas con un nivel de estudios primarios, permanecían más tiempo viendo la televisión, realizaban menos ejercicio y consumían menos energía; hechos que podrían explicar los resultados obtenidos y que adquieren una gran relevancia, ya que hoy en día es sabido que la grasa a nivel intra-abdominal incrementa con la edad y favorece la aparición de alteraciones metabólicas (260).

Durante el envejecimiento existe una redistribución del tejido adiposo que a su vez se relaciona con una “lipodistrofia” o irregularidad en el metabolismo subcutáneo de los lípidos. Este hecho hace que aumente la cantidad de grasa visceral y otros depósitos ectópicos (266).

En el caso de los varones de nuestro estudio, los resultados entre el PC y el IMC muestran una tendencia similar (mejores valores para aquellos con mayor nivel educacional), existiendo únicamente diferencias significativas en el caso del PC. Esta evidencia, puede relacionarse por un lado con la cantidad y calidad de la ingesta de grasas en las personas con un bajo nivel educacional así como con el hecho de que la acumulación de grasa visceral durante el envejecimiento, puede ocurrir de forma independiente a los cambios en el peso corporal (60).

En nuestro estudio, el cálculo del riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central y/o exceso de grasa en función del nivel de estudios ha mostrado evidencias muy interesantes; de hecho, en el caso de los varones, aquellos que no sabían leer ni escribir presentaron 2,8 veces más riesgo de padecer obesidad central; mientras que las mujeres que no sabían leer ni escribir presentaron 5 veces más riesgo de padecer sobrepeso y/u obesidad, casi 6 veces más riesgo de sufrir obesidad central y hasta 4,5 veces más riesgo del tener exceso de grasa; resultados que no variaron cuando se incluyeron las horas de caminar o de estar sentado como covariables en el modelo.

En España, un estudio reciente ha mostrado en personas adultas (25-64 años) que el riesgo de padecer obesidad central (analizada a partir del PC) estaba aumentado en un 69% en hombres y un 85% en mujeres con un bajo nivel educativo (265).

En relación a la grasa corporal, diversos autores han establecido hipótesis sobre la MGT y el nivel de estudios en varones y mujeres (≥ 30 años), sugiriendo que un nivel académico medio y alto se relaciona con menor cantidad de masa grasa (263), al

compararlo con personas de menor nivel de estudios. En nuestro estudio, particularmente en el caso de los varones, no se observan diferencias significativas en la cantidad de MGT (kg) ni %MG, al relacionarlo con el nivel de estudios. Estos resultados evidencian que el nivel de estudios en los varones, parece no tener influencias en la distribución de la grasa a nivel global del cuerpo, existiendo una clara tendencia a acumular grasa a nivel intra-abdominal.

La paradoja de estos resultados puede estar relacionada nuevamente con el hecho de que la acumulación de la grasa corporal intra-abdominal en las personas mayores puede ser independiente a la grasa total o al peso corporal (60).

En las mujeres se observaron diferencias significativas en la mayoría de los grupos de estudio, similares a las encontradas con el IMC y PC. De este modo, el incremento de ambos valores (MGT y %MG) es una característica de las mujeres con bajo nivel académico. Contrarios a nuestros resultados, Seppänen-Nuijten et al.(263), únicamente observaron cambios significativos en la MGT en los varones ≥ 65 años y con menor nivel educativo, lo que puede ser debido a que niveles educacionales superiores se relacionan con mayor cantidad de músculos.

Pocos estudios se han centrado en un análisis exclusivo que relacione estas dos variables y el nivel académico en mujeres; aunque en nuestro estudio no se han analizado las causas por las que un bajo nivel educativo se asocia a mayores niveles de adiposidad en las mujeres mayores, es probable que tenga un carácter multifactorial, pudiendo estar relacionada con la alimentación, a través de un aumento de la ingesta calórica diaria y cambios alimenticios, una disminución de los niveles de actividad física y un aumento de las conductas sedentarias, así como del estado de la menopausia de la mujer (267, 268).

Desde el punto de vista socio-económico, las personas con mayor clase social tienen tendencia a seguir una dieta saludable y equilibrada, con bajo contenido en grasas (269), mientras que la tendencia observada en relación a mayores valores de obesidad cuanto menor es el nivel educativo puede relacionarse con otros factores e influencias culturales y de salud como la educación parental o acceso a la educación en función del número de miembros en la familia, niveles de actividad física o hábitos tóxicos (tabaco y alcohol), entre otros (265, 270).

Se sabe que la MMT desciende de forma acusada a partir de los 60 años (52, 79), constituyéndose como un indicador clave en el deterioro de la funcionalidad de las

personas mayores (260). En nuestro estudio, se observó que los varones con estudios universitarios tenían mayor MMT que aquellos con estudios primarios; mientras que las mujeres que no sabían leer ni escribir tuvieron mayor MMT que aquellas con estudios universitarios. Este último aspecto podría deberse a que en este grupo de población existe una elevada correlación entre la masa grasa y la masa muscular en las personas mayores (271), por lo que si las mujeres de un nivel educativo bajo tienen más grasa corporal, es probable que al mismo tiempo también tengan más cantidad de masa muscular.

ESTUDIO 2

Is sitting time related with physical fitness in Spanish elderly population? The EXERNET multicenter Study.

Resultados

Características descriptivas

Las características descriptivas de la muestra de estudio (por sexo) y los parámetros de condición física (CF) (media \pm DE) se muestran en la Tabla 1.

La altura y el peso fueron mayores en los hombres que en las mujeres (todos $p < 0,001$). Las mujeres presentaron un IMC más alto que los hombres ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias en la edad entre sexos. Hubo diferencias estadísticas entre los sexos ($p < 0,001$) para todas las pruebas de CF. Los hombres mostraron mejores resultados en las pruebas físicas de equilibrio, fuerza de las extremidades inferiores y superiores, agilidad, velocidad de la marcha y resistencia aeróbica; mientras que las mujeres presentaron mejores valores de la flexibilidad de las extremidades inferiores y superiores.

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra relacionadas con los valores antropométricos y de CF según sexo.

	Hombres				Mujeres				P
	N	Mean	\pm	SD	N	Mean	\pm	SD	
Edad (años)	724	72.4	\pm	5.4	2412	72.2	\pm	5.3	0.260
Talla (cm)	710	165.2	\pm	6.7	2357	152.8	\pm	5.9	<0.001
Peso (kg)	702	77.0	\pm	11.0	2335	68.2	\pm	11.0	<0.001
BMI (kg/m ²)	702	28.1	\pm	3.5	2335	29.2	\pm	4.4	<0.001
Equilibrio (s)	690	32.0	\pm	23.0	2297	24.7	\pm	20.3	<0.001
Fuerza extremidades inferiores (reps)	693	15.3	\pm	4.0	2299	14.3	\pm	3.5	<0.001
Fuerza brazo derecho (reps)	690	17.1	\pm	4.0	2267	16.2	\pm	4.0	<0.001
Fuerza brazo izquierdo (reps)	686	17.2	\pm	4.1	2273	16.4	\pm	4.1	<0.001
Flexibilidad pierna derecha (cm)	695	-8.4	\pm	12.0	2314	-2.5	\pm	10.0	<0.001
Flexibilidad pierna izquierda (cm)	689	-8.4	\pm	12.1	2312	-2.1	\pm	10.0	<0.001
Flexibilidad brazo derecho (cm)	695	-16.0	\pm	13.7	2306	-8.3	\pm	11.0	<0.001
Flexibilidad brazo izquierdo (cm)	694	-19.0	\pm	12.7	2301	-13.0	\pm	11.0	<0.001
Agilidad (s)	697	5.5	\pm	1.5	2314	6.0	\pm	1.7	<0.001
Velocidad (s)	634	15.4	\pm	3.7	2211	18.0	\pm	4.0	<0.001
Resistencia (m)	630	566.0	\pm	98.0	2137	513.0	\pm	91.0	<0.001

Diferencias en los valores de CF según el tiempo sentado (inferior o mayor a 4 h · d⁻¹)

Las variables de CF de la muestra de estudio en función del sexo y del tiempo sentado (h · d⁻¹) se muestran en la Tabla 2.

El grupo de hombres y mujeres que eran sedentarios (≥ 4 h · d⁻¹) presentaron peores valores de equilibrio, agilidad, velocidad de la marcha y resistencia aeróbica (todos $p < 0.001$). Los hombres sedentarios también mostraron menos fuerza en las extremidades inferiores (16.0 ± 3.5 vs 14.6 ± 4.0 ; $p < 0.05$). Además, las mujeres que permanecían sentadas más de 4 h · d⁻¹ mostraron peores valores en la flexibilidad de las extremidades inferiores (pierna derecha e izquierda, ambas $p < 0,001$).

Tabla 2. Diferencias en los parámetros de condición física en función del tiempo sentado ($\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$) agrupados por sexo.

	< 4h sentado/día				≥ 4h sentado/día				P
	N	Mean	±	SD	N	Mean	±	SD	
	Hombres								
Equilibrio (s)	372	35.5	±	22.9	210	27.4	±	22.1	<0.001
Fuerza extremidades inferiores (reps)	370	16.0	±	3.5	212	14.6	±	4.0	0.020
Fuerza brazo derecho (reps)	367	17.1	±	4.0	212	17.0	±	4.0	0.715
Fuerza brazo izquierdo (reps)	366	17.2	±	4.0	213	17.0	±	4.0	0.867
Flexibilidad pierna derecha (cm)	371	-8.2	±	11.6	212	-8.6	±	12.4	0.915
Flexibilidad pierna izquierda (cm)	370	-8.0	±	11.5	210	-8.6	±	13.1	0.911
Flexibilidad brazo derecho (cm)	371	-15.0	±	13.7	213	-16.0	±	13.7	0.834
Flexibilidad brazo izquierdo (cm)	370	-18.4	±	12.7	213	-19.2	±	11.1	0.885
Agilidad (s)	373	5.2	±	1.0	214	5.8	±	1.8	<0.001
Velocidad (s)	351	15.0	±	2.7	191	16.0	±	4.1	<0.001
Resistencia (m)	355	579.4	±	84.5	192	538.4	±	108.0	<0.001
	Mujeres								
Equilibrio (s)	1364	26.0	±	20.5	568	22.2	±	19.5	<0.001
Fuerza extremidades inferiores (reps)	1367	14.2	±	3.4	570	14.0	±	3.5	0.266
Fuerza brazo derecho (reps)	1350	16.1	±	4.0	559	16.0	±	3.8	0.542
Fuerza brazo izquierdo (reps)	1350	16.2	±	4.1	561	16.2	±	4.0	0.394
Flexibilidad pierna derecha (cm)	1373	-2.2	±	9.8	576	-4.1	±	10.6	<0.001
Flexibilidad pierna izquierda (cm)	1373	-2.0	±	9.8	574	-3.6	±	10.6	<0.001
Flexibilidad brazo derecho (cm)	1368	-7.7	±	10.7	573	-8.7	±	10.6	0.472
Flexibilidad brazo izquierdo (cm)	1365	-12.5	±	10.7	572	-13.4	±	10.7	0.450
Agilidad (s)	1374	6.0	±	1.5	576	6.3	±	1.9	<0.001
Velocidad (s)	1329	17.7	±	3.6	546	18.7	±	4.1	<0.001
Resistencia (m)	1337	517.4	±	84.7	533	495.6	±	101.6	<0.001

Asociación entre el estilo de vida sedentario y el riesgo de baja CF

La Tabla 3 presenta el Odds Ratio por tener bajos niveles de CF en aquellas personas mayores que permanecían sentadas $\geq 4\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$, en comparación con las que permanecían menos de $4\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$.

En los hombres, estar sentado más de 4h al día se relacionó con un mayor riesgo de tener baja fuerza de extremidades inferiores, peor agilidad y resistencia aeróbica, (1,8, 2,4 y 2,0; respectivamente. Todos $p < 0,05$), en comparación con aquellos que estaban sentados menos de $4\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$ (Modelo I).

En las mujeres, la conducta sedentaria de permanecer sentado más de 4h al día, aumentó el riesgo de tener baja capacidad física en las siguientes pruebas: equilibrio, flexibilidad de la pierna izquierda, agilidad y velocidad de la marcha (1,4, 1,4, 1,5 y 1,6; respectivamente), (todas $p < 0,05$) (Modelo I).

Al ajustar los valores del estudio en función del tiempo dedicado a caminar (Modelo II), los resultados fueron similares. Sin embargo, los hombres también aumentaron el riesgo de tener baja flexibilidad en ambas piernas. En las mujeres, el tiempo sentado se asoció con un mayor riesgo de tener bajos niveles de fuerza de las extremidades inferiores, fuerza de las extremidades superiores (brazo izquierdo), flexibilidad de las extremidades inferiores (pierna derecha), agilidad y resistencia aeróbica (1,5, 1,4, 1,3, 1,5 y 2,0, respectivamente).

Tabla 3. Efectos de la conducta sedentaria en los parámetros de la condición física agrupados por sexo.

	OR	Hombres 95% CI	OR	Mujeres 95% CI
Modelo I				
Equilibrio (s)	1.350	0.884 - 2.062	1.470	1.155 - 1.856*
Fuerza extremidades inferiores (reps)	1.870	1.199 - 2.903*	1.078	0.832 - 1.398
Fuerza brazo derecho (reps)	0.675	0.412 - 1.103	0.771	0.588 - 1.011
Fuerza brazo izquierdo (rep)	0.839	0.511 - 1.378	0.801	0.608 - 1.056
Flexibilidad pierna derecha (cm)	1.036	0.672 - 1.598	1.262	0.997 - 1.596
Flexibilidad pierna izquierda (cm)	1.040	0.677 - 1.597	1.441	1.142 - 1.818*
Flexibilidad brazo derecho (cm)	1.043	0.679 - 1.603	1.047	0.814 - 1.347
Flexibilidad brazo izquierdo (cm)	1.000	0.644 - 1.553	0.949	0.739 - 1.218
Agilidad (s)	2.470	1.308 - 4.666*	1.560	1.122 - 2.169
Velocidad (s)	1.687	0.912 - 3.120	1.646	1.192 - 2.272*
Resistencia (m)	2.034	1.324 - 3.124*	1.204	0.937 - 1.547
Modelo II				
Equilibrio (s)	1.468	0.931 - 2.314	1.494	1.183 - 1.882*
Fuerza extremidades inferiores (reps)	1.689	1.050 - 2.716*	1.477	1.155 - 1.888*
Fuerza brazo derecho (reps)	0.971	0.575 - 1.640	1.264	0.989 - 1.615
Fuerza brazo izquierdo (rep)	1.125	0.662 - 1.914	1.393	1.086 - 1.788*
Flexibilidad pierna derecha (cm)	1.715	1.092 - 2.695*	1.292	1.029 - 1.622*
Flexibilidad pierna izquierda (cm)	1.725	1.102 - 2.700*	1.234	0.982 - 1.550
Flexibilidad brazo derecho (cm)	1.097	0.683 - 1.762	1.040	0.817 - 1.325
Flexibilidad brazo izquierdo (cm)	1.260	0.784 - 2.023	1.211	0.957 - 1.532
Agilidad (s)	2.300	1.203 - 4.396*	1.488	1.073 - 2.064*
Velocidad (s)	1.249	0.633 - 2.465	1.928	1.401 - 2.653**
Resistencia (m)	2.205	1.396 - 3.484**	2.028	1.600 - 2.570**

Odds Ratio (OR); 95% Intervalo Confianza (CI). Conducta sedentaria en hombres y mujeres ($\geq 4\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$).

Modelo I: incluye el "sedentarismo" como variable independiente.

Modelo II: modelo ajustado por horas de caminar.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Discusión

Los principales resultados del presente estudio son que 1) la conducta auto-referida relacionada con estar sentado/a tiene una influencia negativa sobre la CD de las personas mayores, tanto en hombres como en mujeres. Específicamente, aquellas personas que se sientan menos de 4h · d-1 tienen niveles más altos de CF en la mayoría de las pruebas estudiadas. 2) Las variables menos afectadas son aquellas que involucran las extremidades superiores. 3) Los hombres (36%) y las mujeres (30%) que permanecen sentados más de 4h · d-1 tiene un mayor riesgo de presentar un nivel bajo de CF, siendo esta asociación independiente al tiempo de caminar.

Existe una ingente evidencia científica que demuestra los beneficios que la AF tiene para la salud en la población mayor, tales como aumentos en el desempeño cardio-respiratorio, beneficios en la fuerza y la función muscular, prevención de caídas y posibles beneficios cognitivos con reducción en la incidencia de demencia (212). Contrariamente, la ausencia de actividad regular en personas mayores se ha relacionado con algunas enfermedades y discapacidades tales como enfermedad cardíaca, accidente cerebrovascular, diabetes tipo 2, presión arterial alta, síndrome metabólico, algunos tipos de cáncer o disminución de la capacidad cardiorrespiratoria y muscular (219).

El nivel de AF en las personas mayores está además relacionado con una vida autónomo e independiente; sin embargo, en la actualidad está surgiendo un nuevo concepto, que sugiere que el sedentarismo debe ser considerado como un nuevo factor de riesgo para la salud independientemente del nivel de AF (230). De hecho, los períodos prolongados en una postura sentada, reclinada o acostada, se han relacionado con algunos problemas de salud como el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular, síndrome metabólico, biomarcadores cardio metabólicos, mayor riesgo de obesidad y, en el peor de los casos, mortalidad (237, 247, 272). En vista de esta asociación negativa, muchos estudios han centrado sus esfuerzos en tratar de comprender si las consecuencias adversas para la salud del paciente son causadas de forma aislada por una reiterada y prolongada conducta sedentaria o, puede además atribuirse a un nivel de AF muy bajo (273). En relación a estos hechos, este estudio verifica que, tanto en hombres como en mujeres mayores, el tiempo sentado se asociaba negativamente con el nivel CF.

Pese a que existe una fuerte evidencia sobre la influencia de la AF en el rendimiento físico entre sujetos mayores, como se informó anteriormente, hay una falta de estudios que se centren en la influencia de SB y PF en este grupo de población.

La cantidad de tiempo que las personas pasan en conducta sedentaria aumenta con la edad; específicamente, una revisión sistemática reciente (233) muestra que las personas mayores (≥ 60 años) gastan un promedio de 9.4h por día en conducta sedentaria, lo que equivale a 65-80% de su día. Por lo tanto, este estilo de vida característico de la población de edad avanzada puede conducir al desarrollo de ciertas patologías y problemas de salud.

Se ha evidenciado que el nivel de CF en adultos mayores tiene una gran influencia en la capacidad para mantener independencia funcional y confianza en sí mismos (274, 275); de hecho es sabido que la disminución de la fuerza muscular o la velocidad de la marcha puede afectar negativamente la capacidad de las personas mayores para realizar tareas funcionales como levantarse y sentarse en una silla, caminar una cierta distancia (276, 277), aumentando consecuentemente, el riesgo de fragilidad durante el proceso de envejecimiento (278). Por ello, entre los adultos mayores, la mayor prioridad debería ser encontrar estrategias para mantener la capacidad funcional y la independencia.

En términos de aptitud, los resultados de este estudio mostraron que los períodos largos de estar sentado ($> 4 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$) tienen una influencia negativa en el nivel de CF de las personas mayores, afectando en la capacidad de fuerza muscular, equilibrio, flexibilidad, agilidad, velocidad de marcha y resistencia. Estos resultados están en la misma línea que los obtenidos en un estudio llevado a cabo por Santos et al. (229); estos autores estudiaron una muestra compuesta por 312 adultos mayores mayores de 65 años y demostraron que los períodos largos de conducta sedentaria (medida con acelerometría) se relacionaba con una peor fuerza superior e inferior del cuerpo, pero capacidad de agilidad, de equilibrio dinámico y una menor flexibilidad. Por otra parte, encontraron una relación positiva entre el tiempo de AF moderada a vigorosa y la aptitud funcional. Sin embargo, mientras que Santos et al. observaron asociaciones entre la conducta sedentaria y la fuerza de las extremidades superiores, en nuestro estudio encontramos que este patrón sedentario no se asoció con un menor rendimiento en esta prueba. Nuestra hipótesis es que las personas mayores realizan actividades con sus brazos mientras están sentados, y por lo tanto, este patrón de conducta sedentaria, puede no afectar a este componente de la CF. La

discordancia entre los estudios podría explicarse en parte por el número de horas pasadas en el SB. En este sentido, es posible que $4h \cdot d^{-1}$ no sea suficiente para afectar negativamente la fuerza de la parte superior del cuerpo; sin embargo, un tiempo más prolongado en esta actividad sedentaria podría llevar a un rendimiento inferior en esta prueba.

Otros parámetros de acondicionamiento físico, como el equilibrio y el rendimiento de la agilidad, disminuyen progresivamente con la edad y podrían relacionarse con caídas y pérdida de confianza. Para nuestro conocimiento, el equilibrio, la longitud de la zancada y la velocidad al caminar se reducen en los adultos mayores indica un dominio postural más pronunciado en esta población (279). Cooper et al. (280) observaron en un estudio de cohortes con adultos mayores (rango 60.3-64.9 años) que la conducta sedentaria estaba fuertemente asociada con el peor tiempo de equilibrio estático. En este sentido, también encontramos una asociación negativa entre el sedentarismo y la capacidad de agilidad, en ambos sexos. De hecho, sentarse más de $4h \cdot d^{-1}$ se relacionó con el riesgo de ser menos ágil (OR 2,3; 95% 1.20-4.36; O 1.4; 95% 1.07-2.06, hombres y mujeres, respectivamente), independientemente de las horas de caminar al día (Modelo II). Además, sentarse más de $4h \cdot d^{-1}$ se asoció con un mayor riesgo de caminar lentamente (OR 1.6, 95% 1.19-2.27) y menos capacidad de equilibrio (OR 1.4; 95% 1.15-1.85) en las mujeres. Por lo tanto, las intervenciones futuras pueden ir orientadas a disminuir el tiempo que las personas mayores permanecen en conducta sedentaria, especialmente en las mujeres, con el fin de prevenir el riesgo de tener una mala aptitud postural y también para prevenir caídas, tan prevalentes en este grupo poblacional.

En relación a la capacidad aeróbica, abundante evidencia científica indica que existe una disminución progresiva en el sistema cardiovascular a lo largo del proceso de envejecimiento. Junto a este hecho, un estilo de vida sedentario en los ancianos produce una disminución acelerada del VO_{2max} (26, 281). De hecho, en un estudio reciente llevado a cabo con adultos y personas mayores (18-91 años), encontró una asociación inversa entre el tiempo de estar diario total ($\geq 10h \cdot d^{-1}$) y la aptitud cardiorrespiratoria. De manera similar, en nuestro estudio encontramos los peores valores en capacidad aeróbica en hombres y mujeres que permanecían sentados más de $4h \cdot d^{-1}$ ($p < 0.05$). Además, tener un estilo de vida activo se asoció con un menor riesgo de tener menos capacidad aeróbica en las personas mayores (hombres y mujeres). En base a estos hechos,

los largos períodos sedentarios deberían evitarse en las personas mayores, con el objetivo de mantener su independencia funcional y la calidad de vida.

En términos globales, nuestros hallazgos confirmaron que los adultos mayores que permanecen en conducta sedentaria (sentados) de forma prolongada tienen una influencia negativa en términos de nivel de CF.

6. APORTACIONES

-CONTRIBUTIONS-

Artículo I

La obesidad abdominal, cuantificada a través del perímetro de cintura, es más prevalente en los hombres y mujeres con bajo nivel educacional (51% y 81%, respectivamente) en comparación con aquellas con un nivel educativo alto (28% hombres y 41% en mujeres).

Los resultados del estudio indican que la consideración de factores contextuales como el nivel educativo de las personas mayores, podrían ser incluidos como aspectos a considerar en la prevención y detección precoz de problemas de salud como el sobrepeso y la obesidad.

Artículo II

Estar durante períodos prolongados realizando conductas sedentarias afecta negativamente a la fuerza, equilibrio, agilidad, velocidad de la marcha, capacidad aeróbica y flexibilidad de las personas mayores.

Los resultados sugieren que tener un estilo de vida sedentario afecta negativamente a la condición física relacionada con la salud y por tanto que evitar los periodos de tiempo de sedentarismo prolongado, puede tener efectos positivos en la funcionalidad durante el envejecimiento.

7. CONCLUSIONES

-CONCLUSIONS-

CONCLUSIONES

- El nivel educativo de las personas mayores está inversamente relacionado con aspectos de salud como la composición corporal.
- Poseer un bajo nivel de estudios puede aumentar las posibilidades de padecer sobrepeso y obesidad en las mujeres y obesidad central en hombres y mujeres.
- Un nivel educativo bajo aumenta el riesgo de las mujeres (>65 años) de padecer sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa; mientras que en los hombres, el hecho de no saber leer ni escribir aumenta el riesgo de tener obesidad central.
- El estilo de vida, concretamente el sedentarismo, parece ser un factor determinante en el nivel de condición física de las personas mayores no institucionalizadas.
- Las personas mayores no institucionalizadas que permanecen sentadas más de cuatro horas diarias tienen peor capacidad física relacionada con la fuerza, el equilibrio, la agilidad, la velocidad, la capacidad aeróbica y la flexibilidad.
- Las personas mayores no institucionalizadas que permanecen diariamente más de cuatro horas sentadas, tienen un mayor riesgo de presentar peor condición física funcional; siendo esta asociación independiente a las horas diarias de caminar.

CONCLUSIONS

- The level of education in elderly is inversely associated with health aspects such as body composition.
- A low educational level increases the possibility of having overweight or obesity in women and to have an increased abdominal obesity in both sexes.
- A low educational level increases the risk of being overweight or obese, having abdominal obesity and having body fat in women (>65 years). Men with a low educational level have an increased risk of having abdominal obesity.
- The sedentary lifestyle in the elderly seems to be a determinant factor in the impairment and loss of functional fitness in non-institutionalized population.
- Non-institutionalized elderly people who spend more than four hours per day sitting down is associated with worst physical function in terms of strength, balance, agility, walking speed, endurance and flexibility.
- Non-institutionalized men and women who sit more than four hours per day is related with an increased risk of having low levels of physical function independently of walking time.

8. REFERENCIAS

-REFERENCES-

1. Libro blanco del envejecimiento activo. Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO). Secretaría General de Política Social y Consumo. Ministerio de Sanidad PSeI, 2011.
2. Organización Mundial de la Salud OMS. Planificación y organización de los servicios geriátricos. 1974.
3. Gázquez JJ, Pérez-Fuentes MC, Fernández M, González L, Ruiz I, Díaz A. Old-age stereotypes related to the gerontology education: ain intergenerational study. *European Journal of Education and Psychology*. 2009;2:263-73.
4. Diaz MC, Martín Y, Peraita H. Intervención cognitiva en personas de la tercera edad. Madrid: Uned; 2006.
5. World Health Organization. Active Aging: A policy Framework. Geneva: WHO. 2002.
6. Matellanes B. DU, Montero JM^a. El proceso de envejecer: una perspectiva integradora, evaluación e intervención biopsicosocial. Bilbao: Universidad de Deusto.; 2010.
7. Baltes PB. Life-span developmental psychology. Basic theoretical principles. *Psychologische Rundschau*. 1990;41(1):1-24.
8. Fernández López L. El envejecimiento: ¿un fenómeno de nuestro tiempo?. *Escuela abierta*. 1999;3:55-87.
9. IMSERSO. Informe 2016. Las personas mayores en España. Datos estadísticos, estatales por comunidades autónomas. 2017.
10. Jenkins C. Mejoremos la salud a todas las edades. Un manual para el cambio de comportamiento. Washington: Panamericana Health Organization; 2005.
11. Romero Rizos L, Martín Sebastá E, Navarro López JL, Luengo Márquez C. El paciente anciano: demografía, epidemiología y utilización de recursos. In: Gerontología. SEdGy, editor. Tratado de geriatría para residentes. Madrid.2006.
12. (EC) EC. Special Eurobarometer 378 on active ageing. 2012.
13. Osorio P. Exclusión Generacional: la tercera edad. *Revista Mad-Universidad de Chile*. 2006;14.
14. United Nations DoEaSA, Population Division. World Population Prospects: The 2017 revision, key findings and advance tables.2017.
15. United Nations DoEaSA, Population Division. World Population Prospects: The 2017 revision 2017.
16. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division O. World Population Prospects: The 2012 Revision. Highlights and Advance Tables. . 2013.
17. Miller T. Population Aging in Latin America and the Caribbean: A New Era Calgary Ageing in Development Panel by the Canadian Development Economics Study Group (CDESG) Naciones Unidas. 2012.
18. Gerontología SEdGy. Tratado de Geriatría para Residentes.: International Marketing & Communication, S.A (IM&C). 2006.
19. Giró J. Envejecimiento y sociedad. Una perspectiva pluridisciplinar. La Rioja.: Universidad de la Rioja.; 2004.
20. Estadística. INd. Movimiento natural de la población (nacimientos, defunciones y matrimonios). Indicadores demográficos básicos. Año 2017. Datos provisionales 2018 [Available from: http://www.ine.es/prensa/mnp_2017_p.pdf].
21. WHO. Envejecimiento y salud. World Health Organization. 2005.
22. Spirduso W. Physical dimensions of aging. Champaign.: Human Kinetics; 1995.
23. Timiras PS. Bases fisiológicas del envejecimiento y geriatría. Barcelona: Masson; 1997.

24. Birren J, Zarit, JM. Concepts of health, behavior, and aging. In: Birren J, Livingston, JM., editor. *Cognition, stress, and aging*. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1985.
25. Geithner C, McKenney, DR. Strategies for aging well. *Strength and conditioning journal*. 2010;32:36-52.
26. Fleg JL, Strait J. Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. *Heart Fail Rev*. 2012;17(4-5):545-54.
27. De Paz Fernández JA, González Gallego J. Envejecimiento de los diferentes órganos y sistemas. In: Wanceulen, editor. *Actividad Física y Envejecimiento*. Sevilla 2006.
28. Oxenham H, Sharpe N. Cardiovascular aging and heart failure. *European journal of heart failure*. 2003;5(4):427-34.
29. Sierra Benito C, Coca Payeras A. La hipertensión arterial en el anciano. *Med Integral*. 2002;40(10):8.
30. North BJ, Sinclair DA. The intersection between aging and cardiovascular disease. *Circ Res*. 2012;110(8):1097-108.
31. Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*. 2006;1(3):253-60.
32. Vaz Fragoso CA, Gill TM. Respiratory impairment and the aging lung: a novel paradigm for assessing pulmonary function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(3):264-75.
33. García C. Enfermedades endocrinas en el adulto mayor. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2013;24:866-73.
34. Chahal HS, Drake WM. The endocrine system and ageing. *J Pathol*. 2007;211(2):173-80.
35. Melmed S, Conn PM. *Endocrinology. Basic and Clinical Principles*. Totowa. New Jersey: Human Press; 2007.
36. Boix E, Picó AM. Funciones endocrinas y envejecimiento. *Endocrinol Nutr*. 2000;47:113-21.
37. Larsson CA, Gullberg B, Rastam L, Lindblad U. Salivary cortisol differs with age and sex and shows inverse associations with WHR in Swedish women: a cross-sectional study. *BMC Endocr Disord*. 2009;9:16.
38. Lavretsky H, Newhouse PA. Stress, inflammation, and aging. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2012;20(9):729-33.
39. Garatachea N. *Actividad Física y Envejecimiento*. Sevilla: Wanceulen S.L; 2007.
40. Mueller EA, Moore MM, Kerr DC, Sexton G, Camicioli RM, Howieson DB, et al. Brain volume preserved in healthy elderly through the eleventh decade. *Neurology*. 1998;51(6):1555-62.
41. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
42. West RL. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychol Bull*. 1996;120(2):272-92.
43. Alvarez VA, Sabatini BL. Anatomical and physiological plasticity of dendritic spines. *Annu Rev Neurosci*. 2007;30:79-97.
44. Glisky EL. Changes in Cognitive Function in Human Aging. In: Riddle DR, editor. *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*. Frontiers in Neuroscience. Boca Raton (FL) 2007.
45. Geither CA, McKenney DR. Strategies for Aging Wel. *Strength and Conditioning Journal*. 2010;32 (5).

46. Andersson GB. What are the age-related changes in the spine? *Baillieres Clin Rheumatol*. 1998;12(1):161-73.
47. Sorkin JD, Muller DC, Andres R. Longitudinal change in height of men and women: implications for interpretation of the body mass index: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Epidemiol*. 1999;150(9):969-77.
48. Perissinotto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Group IW. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *Br J Nutr*. 2002;87(2):177-86.
49. Dey DK, Rothenberg E, Sundh V, Bosaeus I, Steen B. Height and body weight in the elderly. I. A 25-year longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. *Eur J Clin Nutr*. 1999;53(12):905-14.
50. Going S, Williams D, Lohman T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. *Exerc Sport Sci Rev*. 1995;23:411-58.
51. Baumgartner RN, Stauber PM, McHugh D, Koehler KM, Garry PJ. Cross-sectional age differences in body composition in persons 60+ years of age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995;50(6):M307-16.
52. Kyle UG, Genton L, Hans D, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *Eur J Clin Nutr*. 2001;55(8):663-72.
53. Visser M, Pahor M, Tylavsky F, Kritchevsky SB, Cauley JA, Newman AB, et al. One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *J Appl Physiol (1985)*. 2003;94(6):2368-74.
54. Rissanen A, Heliovaara M, Aromaa A. Overweight and anthropometric changes in adulthood: a prospective study of 17,000 Finns. *Int J Obes*. 1988;12(5):391-401.
55. Losonczy KG, Harris TB, Cornoni-Huntley J, Simonsick EM, Wallace RB, Cook NR, et al. Does weight loss from middle age to old age explain the inverse weight mortality relation in old age? *Am J Epidemiol*. 1995;141(4):312-21.
56. Langlois JA, Harris T, Looker AC, Madans J. Weight change between age 50 years and old age is associated with risk of hip fracture in white women aged 67 years and older. *Arch Intern Med*. 1996;156(9):989-94.
57. Gomez-Cabello A, Vicente-Rodriguez G, Albers U, Mata E, Rodriguez-Marroyo JA, Olivares PR, et al. Harmonization process and reliability assessment of anthropometric measurements in the elderly EXERNET multi-centre study. *PLoS One*. 2012;7(7):e41752.
58. Guo SS, Zeller C, Chumlea WC, Siervogel RM. Aging, body composition, and lifestyle: the Fels Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr*. 1999;70(3):405-11.
59. Ding J, Kritchevsky SB, Newman AB, Taaffe DR, Nicklas BJ, Visser M, et al. Effects of birth cohort and age on body composition in a sample of community-based elderly. *Am J Clin Nutr*. 2007;85(2):405-10.
60. Kuk JL, Saunders TJ, Davidson LE, Ross R. Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing Res Rev*. 2009;8(4):339-48.
61. Vlassopoulos A, Combet E, Lean ME. Changing distributions of body size and adiposity with age. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38(6):857-64.
62. Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans WJ, Fiatarone Singh MA. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(2):475-82.
63. Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, Luzardo L, Juez-Bengoechea A, Mata E, et al. Prevalence of overweight and obesity in non-institutionalized people aged 65 or over from Spain: the elderly EXERNET multi-centre study. *Obes Rev*. 2011;12(8):583-92.

64. Liu Y, Qi LT, Ma W, Yang Y, Meng L, Zhang BW, et al. [Correlation between anthropometric parameters and arteriosclerosis biomarker in the middle-aged and the elderly]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2014;46(3):455-9.
65. Kenchaiah S, Evans JC, Levy D, Wilson PW, Benjamin EJ, Larson MG, et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med*. 2002;347(5):305-13.
66. Wang Y, Rimm EB, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB. Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *Am J Clin Nutr*. 2005;81(3):555-63.
67. Zeyda M, Stulnig TM. Obesity, inflammation, and insulin resistance--a mini-review. *Gerontology*. 2009;55(4):379-86.
68. Schaap LA, Koster A, Visser M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiol Rev*. 2013;35:51-65.
69. von Haehling S, Morley JE, Anker SD. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2010;1(2):129-33.
70. Dey DK, Bosaeus I, Lissner L, Steen B. Changes in body composition and its relation to muscle strength in 75-year-old men and women: a 5-year prospective follow-up study of the NORA cohort in Goteborg, Sweden. *Nutrition*. 2009;25(6):613-9.
71. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985). 2003;95(4):1717-27.
72. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997;127(5 Suppl):990S-1S.
73. Beaudart C, Zaaria M, Pasleau F, Reginster JY, Bruyere O. Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2017;12(1):e0169548.
74. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-23.
75. Martone AM, Lattanzio F, Abbatecola AM, Carpia DL, Tosato M, Marzetti E, et al. Treating sarcopenia in older and oldest old. *Curr Pharm Des*. 2015;21(13):1715-22.
76. Mastaglia S, Mautalen C. Sarcopenia: Enfoque Clínico. *Actual Osteol*. 2014;10(2):136-51.
77. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tylavsky FA, Newman AB, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *Am J Clin Nutr*. 2008;87(1):150-5.
78. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(6):693-700.
79. Gomez-Cabello A, Vicente Rodriguez G, Vila-Maldonado S, Casajus JA, Ara I. [Aging and body composition: the sarcopenic obesity in Spain]. *Nutr Hosp*. 2012;27(1):22-30.
80. Hairi NN, Cumming RG, Naganathan V, Handelsman DJ, Le Couteur DG, Creasey H, et al. Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: the Concord Health and Ageing in Men Project. *J Am Geriatr Soc*. 2010;58(11):2055-62.
81. Tolea MI, Galvin JE. Sarcopenia and impairment in cognitive and physical performance. *Clin Interv Aging*. 2015;10:663-71.
82. Guntur AR, Rosen CJ. Bone as an endocrine organ. *Endocr Pract*. 2012;18(5):758-62.

83. Portal-Nuñez S, Lozano D, De la Fuente M, Esbrit P. Fisiopatología del envejecimiento óseo. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2012;47(3):125-31.
84. Portal-Nuñez SL, D. De la Fuente, M. Esbrit, P. Fisiopatología del envejecimiento óseo. *Revista Española de Geriatria y Gerontología.* 2012;47:125-31.
85. WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1994;843:1-129.
86. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. NIH Consens Statement. 2000;17(1):1-45.
87. Bonjour JP, Theintz G, Law F, Slosman D, Rizzoli R. Peak bone mass. *Osteoporos Int.* 1994;4 Suppl 1:7-13.
88. World Health Organization W. Assessment of osteoporosis at the primary health care level. Sumary Report of a WHO Scientific Group 2007.
89. Ishimi Y. Osteoporosis and Lifestyle. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2015;61 Suppl:S139-41.
90. Seeman E, Hopper JL. Genetic and environmental components of the population variance in bone density. *Osteoporosis International.* 1997;7:10-6.
91. Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General. Reports of the Surgeon General. Rockville (MD)2004.
92. Jones G, Nguyen T, Sambrook P, Kelly PJ, Eisman JA. Progressive loss of bone in the femoral neck in elderly people: longitudinal findings from the Dubbo osteoporosis epidemiology study. *BMJ.* 1994;309(6956):691-5.
93. Nih Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention D, Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA.* 2001;285(6):785-95.
94. Catalunya G. Guia de perscripció d'exercici físic per a la salut: Generalitat de Catalunya; 2007.
95. Cordero MA, Medina H. Fisiología del Envejecimiento. En *Práctica de la Geriatria.* Ciudad de México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.; 2011.
96. Kostic R, Pantelic S, Uzonovic S, Djuraskovic R. A comparative analysis of the indicators of the functional fitness of the elderly. *Facta Uni Ser Phys Educ Sport.* 2011;9(2):161-71.
97. Baldini M, Bernal A, Jiménez R, Garatachea N. Valoración de la condición física funcional en ancianos. *Revista Digital EFDeportes.* 2006;103.
98. Rodríguez F. Prescripción de ejercicio para la salud (I). Resistencia cardiorrespiratoria. *Apunts de Educació Física y Deportes.* 1995;39:87-102.
99. den Ouden ME, Schuurmans MJ, Mueller-Schotte S, van der Schouw YT. Identification of high-risk individuals for the development of disability in activities of daily living. A ten-year follow-up study. *Exp Gerontol.* 2013;48(4):437-43.
100. Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV, 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;55(4):M221-31.
101. Phillips WT, Haskell WL. Muscular Fitness. Easing the burden of disability for elderly adults. *Journal of Aging and Physical Activity.* 1995:261-89.
102. Bouchard C, Shephard RJ. *Physical Actibity, Fitness and Health.* . Champaign: Human Kinetics; 1994. 106-18 p.
103. Castillo-Garzón M. La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y de mañana. Selección: *Revista española e iberoamericana de medicina de la educación física y el deporte.* 2007;16:2-8.

104. Bouaziz W, Kanagaratnam L, Vogel T, Schmitt E, Drame M, Kaltenbach G, et al. Effect of Aerobic Training on Peak Oxygen Uptake Among Seniors Aged 70 or Older: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Rejuvenation Res.* 2018.
105. Betik AC, Hepple RT. Determinants of VO₂ max decline with aging: an integrated perspective. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(1):130-40.
106. Inbar O, Oren A, Scheinowitz M, Rotstein A, Dlin R, Casaburi R. Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70-yr-old men. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(5):538-46.
107. Rogers MA, Hagberg JM, Martin WH, 3rd, Ehsani AA, Holloszy JO. Decline in VO₂max with aging in master athletes and sedentary men. *J Appl Physiol* (1985). 1990;68(5):2195-9.
108. Aronow WS, Fleg JL. *Cardiovascular disease in the elderly.* New York.: Marcel Dekker.; 2004.
109. Hollenberg M, Yang J, Haight TJ, Tager IB. Longitudinal changes in aerobic capacity: implications for concepts of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(8):851-8.
110. Fleg JL, Morrell CH, Bos AG, Brant LJ, Talbot LA, Wright JG, et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* 2005;112(5):674-82.
111. Stathokostas L, Jacob-Johnson S, Petrella RJ, Paterson DH. Longitudinal changes in aerobic power in older men and women. *J Appl Physiol* (1985). 2004;97(2):781-9.
112. Lexell J. Evidence for nervous system degeneration with advancing age. *J Nutr.* 1997;127(5 Suppl):1011S-3S.
113. Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing.* 1994;23(5):371-7.
114. Young A, Skelton DA. Applied physiology of strength and power in old age. *Int J Sports Med.* 1994;15(3):149-51.
115. Casas Herrero A, Cadore EL, Martinez Velilla N, Izquierdo Redin M. [Physical exercise in the frail elderly: an update]. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2015;50(2):74-81.
116. Reid KF, Naumova EN, Carabello RJ, Phillips EM, Fielding RA. Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. *J Nutr Health Aging.* 2008;12(7):493-8.
117. Ketcham C, Stelmach, GE. *Movement control on the older adult.* National Research Council Steering Committee for the Workshop on Technology for Adaptive Aging. Washington: National Academies Press; 2004.
118. Stern JA, Oster PJ, Newport K. Reaction time measures, hemispheric specialization, and age. *Aging in the 1980s: Psychological issues.* Washington, DC1980. p. 309-26.
119. Pasma JH, Stijntjes M, Ou SS, Blauw GJ, Meskers CG, Maier AB. Walking speed in elderly outpatients depends on the assessment method. *Age (Dordr).* 2014;36(6):9736.
120. van Kooten D, Hettinga F, Duffy K, Jackson J, Taylor MJD. Are there associations with age and sex in walking stability in healthy older adults? *Gait Posture.* 2018;60:65-70.
121. Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. *Clin Geriatr Med.* 1996;12(4):635-58.
122. Stones MJ, Kozman A. Balance and age in the sighted and blind. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 1987;66:85-9.
123. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin.* 2008;38(6):467-78.

124. Ruwer SL, Rossi AG, Simon LF. [Balance in the elderly]. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2005;71(3):298-303.
125. Robinovitch SN, Feldman F, Yang Y, Schonnop R, Leung PM, Sarraf T, et al. Video capture of the circumstances of falls in elderly people residing in long-term care: an observational study. *Lancet.* 2013;381(9860):47-54.
126. Rikli R, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for a community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity.* 1999;7:129-61.
127. Caracuel JC, Jaenes JC. Beneficios psicológicos de ser activos. In: MAD E, editor. *Mayores activos Propuestas para una actividad física saludable.* Sevilla2009.
128. Era O, Heikkinen K. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 1985;40:287-95.
129. Zhao Y, Chung PK. Differences in Functional Fitness Among Older Adults With and Without Risk of Falling. *Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci).* 2016;10(1):51-5.
130. Munoz-Arribas A, Mata E, Pedrero-Chamizo R, Espino L, Gusi N, Villa G, et al. [Sarcopenic obesity and physical fitness in octogenarians: the multi-center EXERNET Project]. *Nutr Hosp.* 2013;28(6):1877-83.
131. Chicharro JL, Mojares LM. *Fisiología clínica del ejercicio.* Madrid: Ed. Panamericana; 2008.
132. Holland GJ TK, Shigematsu R, Nakagaichi M. . Flexibility and physical functions of older adults: A review. . *Journal of Aging and Physical Activity.* 2002;10:169-206.
133. Bell RD, Hoshizaki TB. Relationships of age and sex with range of motion of seventeen joint actions in humans. *Can J Appl Sport Sci.* 1981;6(4):202-6.
134. Marques EA, Baptista F, Santos R, Vale S, Santos DA, Silva AM, et al. Normative functional fitness standards and trends of Portuguese older adults: cross-cultural comparisons. *J Aging Phys Act.* 2014;22(1):126-37.
135. Araujo CG. Flexibility assessment: normative values for flexitest from 5 to 91 years of age. *Arq Bras Cardiol.* 2008;90(4):257-63.
136. Stathokostas L, McDonald MW, Little RM, Paterson DH. Flexibility of older adults aged 55-86 years and the influence of physical activity. *J Aging Res.* 2013;2013:743843.
137. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist.* 2013;53(2):255-67.
138. Tuna H, Edeer A, Malkoc M, Aksakoglu G. Effect of age and physical activity level on functional fitness in older adults. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2009;6:99-106.
139. de Souza Santos CA, Dantas EE, Moreira MH. Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly women submitted to a post-menopausal physical activities program. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;53(3):344-9.
140. Organización Mundial de la Salud OMS. *Envejecimiento saludable. El envejecimiento y la actividad física en la vida diaria.* Ginebra1998.
141. Kenny GP, Groeller H, McGinn R, Flouris AD. Age, human performance, and physical employment standards. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016;41(6 Suppl 2):S92-S107.
142. Laguado E, Del Consuelo K, Campo E, De la Caridad M. Funcionalidad y grado de dependencia en los adultos mayores institucionalizados en centros de bienestar. *Gerokomos.* 2017;20(3):135-41.
143. Mackenbach J, Avendano M, Andersen-Ranberg K, Aro APhIB-SA, Brugiavini A, Jürges H, Mackenbach J, Siegrist J, Weber G. *Health, Ageing and Retirement in Europe: First Results From the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe. Physical health.* Mannheim: Institute for the Economics of Aging (MEA); 2005.

144. Verbrugge LM, Jette AM. The disablement process. *Soc Sci Med.* 1994;38(1):1-14.
145. Morey MC, Pieper CF, Cornoni-Huntley J. Is there a threshold between peak oxygen uptake and self-reported physical functioning in older adults? *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(8):1223-9.
146. Cress ME, Meyer M. Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther.* 2003;83(1):37-48.
147. Paterson DH, Cunningham DA, Koval JJ, St Croix CM. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(12):1813-20.
148. Shephard RJ. Maximal oxygen intake and independence in old age. *Br J Sports Med.* 2009;43(5):342-6.
149. de Oliveira Brito LV, Maranhao Neto GA, Moraes H, Emerick RF, Deslandes AC. Relationship between level of independence in activities of daily living and estimated cardiovascular capacity in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr.* 2014;59(2):367-71.
150. Bouaziz W, Vogel T, Schmitt E, Kaltenbach G, Geny B, Lang PO. [Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 or over: A systematic review]. *Presse Med.* 2017;46(9):794-807.
151. Lemura LM, von Duvillard SP, Mookerjee S. The effects of physical training of functional capacity in adults. Ages 46 to 90: a meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000;40(1):1-10.
152. Milanovic Z, Pantelic S, Trajkovic N, Sporis G, Kostic R, James N. Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clin Interv Aging.* 2013;8:549-56.
153. Clark BC, Manini TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13(3):271-6.
154. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(3):324-33.
155. Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(4):M192-9.
156. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iLSIRENTE study. *Clin Nutr.* 2012;31(5):652-8.
157. Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, Lopez JL, Hakkinen K. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999;79(3):260-7.
158. Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(3):461-7.
159. Alcazar J, Rodriguez-Lopez C, Ara I, Alfaro-Acha A, Rodriguez-Gomez I, Navarro-Cruz R, et al. Force-velocity profiling in older adults: An adequate tool for the management of functional trajectories with aging. *Exp Gerontol.* 2018;108:1-6.
160. Bronstein AM. B, T., Wollacott MH., . Balance control in the elderly. *Clinical disorders of balance, posture and gait.* London: Arnold; 1996.
161. Villar San Pio T, Mesa Lampre MP, Esteban Gimeno E, Sanjoaquin Romero A, Fernández Arín E. Alteraciones de la marcha, inestabilidad y caídas. Madrid2007.

162. Toots A, Rosendahl E, Lundin-Olsson L, Nordstrom P, Gustafson Y, Littbrand H. Usual gait speed independently predicts mortality in very old people: a population-based study. *J Am Med Dir Assoc.* 2013;14(7):529 e1-6.
163. Fabre JM, Wood RH, Cherry KE, Su LJ, Cress ME, King CM, et al. Age-related deterioration in flexibility is associated with health-related quality of life in nonagenarians. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(1):16-22.
164. Wennie Huang WN, Perera S, VanSwearingen J, Studenski S. Performance measures predict onset of activity of daily living difficulty in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2010;58(5):844-52.
165. Cornachione Larrínaga MA. Psicología del desarrollo. Vejez, aspectos biológicos, psicológicos y sociales. Argentina: Editorial Brujas; 2008.
166. Petersen RC, Smith GE, Waring SC, Ivnik RJ, Tangalos EG, Kokmen E. Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Arch Neurol.* 1999;56(3):303-8.
167. Amor Andres MS, Martín Correa E. Deterioro cognitivo leve. In: Gerontología. SEdGy, editor. Tratado de geriatría para residentes. Madrid 2006.
168. Leturia Arrazola F. Jubilación y calidad de vida. *Revista Española de Geriatría y Gerontología.* 1998;33:9009-16.
169. IMSERSO. La participación social de las personas mayores. 2008.
170. Miralles I. Vejez Productiva. *Kairos Revista de Temas Sociales.* 2010;26.
171. Escuder-Mollón P, Cabedo S. Educación y calidad de vida en personas mayores. Castellón: Universitat Jaume I; 2013.
172. Macías Nuñez JF. Geriatría desde el principio. Barcelona: Editorial Glosa; 2005.
173. IMSERSO. Envejecimiento Productivo. La provisión de cuidados de los abuelos a los nietos. Implicaciones para su salud y bienestar. 2008.
174. CSD. Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte. 2010.
175. Sanabria P, González L, Urrego D. Estilos de vida saludable en profesionales de la salud colombianos. Estudio exploratorio. *Revista Med.* 2007;15 (2):207-17.
176. Rizzuto D, Fratiglioni L. Lifestyle factors related to mortality and survival: a mini-review. *Gerontology.* 2014;60(4):327-35.
177. Organización Mundial de la Salud OMS. Informe sobre la salud en el mundo. 2001.
178. Knowles JH. The responsibilities of the individuals In J.H. Knowles (Ed.). In: Press N, editor. *Doing better and feeling worse: Health in the United States.* New York 1977. p. 57-80.
179. Lalonde M. A new perspective on the health of Canadians. Ottawa: Office of the Canadian Minister of National Health and Welfare; 1974.
180. Rowe JW, Kahn RL. Human aging: usual and successful. *Science.* 1987;237(4811):143-9.
181. Organización Mundial de la Salud O. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. 2015.
182. Casajús J, Vicente Rodríguez, G. Ejercicio Físico y Salud en Poblaciones Especiales. EXERNET. Madrid: Consejo Superior de Deportes; 2010.
183. Lahelma E, Martikainen P, Laaksonen M, Aittomaki A. Pathways between socioeconomic determinants of health. *J Epidemiol Community Health.* 2004;58(4):327-32.
184. Mirowsky J, Ross, C.E. Education, social status and health. New York: Aldine; 2003.
185. Lopata HZ. Loneliness. In: Maddox GL, editor. *The Encyclopedia of Aging:* Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2001.

186. Schieman S, Campbell JE. Age variations in personal agency and self-esteem: the context of physical disability. *J Aging Health*. 2001;13(2):155-85.
187. Melchior M, Berkman LF, Niedhammer I, Chea M, Goldberg M. Social relations and self-reported health: a prospective analysis of the French Gazel cohort. *Soc Sci Med*. 2003;56(8):1817-30.
188. Boylan S, Lallukka T, Lahelma E, Pikhart H, Malyutina S, Pajak A, et al. Socio-economic circumstances and food habits in Eastern, Central and Western European populations. *Public Health Nutr*. 2011;14(4):678-87.
189. Wong R, Ofstedal MB, Yount K, Agree EM. Unhealthy lifestyles among older adults: exploring transitions in Mexico and the US. *Eur J Ageing*. 2008;5(4):311-26.
190. Rizzuto D, Orsini N, Qiu C, Wang HX, Fratiglioni L. Lifestyle, social factors, and survival after age 75: population based study. *BMJ*. 2012;345:e5568.
191. JA. C, G. V-R. Ejercicio Físico y Salud en Poblaciones Especiales. Exernet. Madrid, Spain.: Consejo Superior de Deportes; 2010.
192. DiPietro L. Physical activity in aging: changes in patterns and their relationship to health and function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56 Spec No 2:13-22.
193. Tak E, Kuiper R, Chorus A, Hopman-Rock M. Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2013;12(1):329-38.
194. Spirduso WW, Cronin DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6 Suppl):S598-608; discussion S9-10.
195. Taylor AH, Cable NT, Faulkner G, Hillsdon M, Narici M, Van Der Bij AK. Physical activity and older adults: a review of health benefits and the effectiveness of interventions. *J Sports Sci*. 2004;22(8):703-25.
196. WHO. Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization. 2011.
197. Earle RW, Baechle TR. Manual NSCA. Fundamentos del entrenamiento personal. Badalona: Editorial Paidotribo; 2008.
198. Bauman A, Bull F, Chey T, Craig CL, Ainsworth BE, Sallis JF, et al. The International Prevalence Study on Physical Activity: results from 20 countries. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2009;6:21.
199. WHO. Global health observatory data repository. World Health Organization. 2011.
200. IMSERSO. Informe 2010. Las Personas Mayores en España. Datos estadísticos Estatales y por Comunidades Autónomas. Madrid: IMSERSO; 2012.
201. Mayo X. DVF, Jiménez A. . Termómetro del sedentarismo en eEspaña. Informe sobre la inactividad física y el sedentarismo en la población adulta española. : Fundación España Activa; 2017.
202. Rosa SM. Actividad física y salud: Editorial Díaz de Santos, S.A.; 2013.
203. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273(5):402-7.
204. Bowling A, Banister D, Sutton S, Evans O, Windsor J. A multidimensional model of the quality of life in older age. *Ageing Ment Health*. 2002;6(4):355-71.
205. Bauman A, Merom D, Bull FC, Buchner DM, Fiatarone Singh MA. Updating the Evidence for Physical Activity: Summative Reviews of the Epidemiological Evidence, Prevalence, and Interventions to Promote "Active Aging". *Gerontologist*. 2016;56 Suppl 2:S268-80.

206. Bouchard C, Shepard R. Physical activity, fitness and health: The model and key concepts. Champaign: Human Kinetics; 1993. 11-24 p.
207. World Health Organization WHO. World Report on Ageing and Health. 2015.
208. Afonso C, Graca P, Kearney JM, Gibney MJ, de Almeida MD. Physical activity in European seniors: attitudes, beliefs and levels. *J Nutr Health Aging*. 2001;5(4):226-9.
209. Balboa-Castillo T, Guallar-Castillon P, Leon-Munoz LM, Graciani A, Lopez-Garcia E, Rodriguez-Artalejo F. Physical activity and mortality related to obesity and functional status in older adults in Spain. *Am J Prev Med*. 2011;40(1):39-46.
210. Taylor D. Physical activity is medicine for older adults. *Postgrad Med J*. 2014;90(1059):26-32.
211. Chin APMJ, van Uffelen JG, Riphagen I, van Mechelen W. The functional effects of physical exercise training in frail older people : a systematic review. *Sports Med*. 2008;38(9):781-93.
212. Vogel T, Brechat PH, Lepretre PM, Kaltenbach G, Berthel M, Lonsdorfer J. Health benefits of physical activity in older patients: a review. *Int J Clin Pract*. 2009;63(2):303-20.
213. Limacher MC. Aging and cardiac function: influence of exercise. *South Med J*. 1994;87(5):S13-6.
214. Capodaglio P, Capodaglio EM, Ferri A, Scaglioni G, Marchi A, Saibene F. Muscle function and functional ability improves more in community-dwelling older women with a mixed-strength training programme. *Age Ageing*. 2005;34(2):141-7.
215. Kannus P, Sievanen H, Palvanen M, Jarvinen T, Parkkari J. Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *Lancet*. 2005;366(9500):1885-93.
216. Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJ, Aleman A, Vanhees L. Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008(3):CD005381.
217. Galvan V, Jin K. Neurogenesis in the aging brain. *Clin Interv Aging*. 2007;2(4):605-10.
218. van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1999;96(23):13427-31.
219. Elsayy B, Higgins KE. Physical activity guidelines for older adults. *Am Fam Physician*. 2010;81(1):55-9.
220. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*. 2003;107(24):3109-16.
221. El Bilbeisi AH, Hosseini S, Djafarian K. The Association between Physical Activity and the Metabolic Syndrome among Type 2 Diabetes Patients in Gaza Strip, Palestine. *Ethiop J Health Sci*. 2017;27(3):273-82.
222. Diep L, Kwagyan J, Kurantsin-Mills J, Weir R, Jayam-Trouth A. Association of physical activity level and stroke outcomes in men and women: a meta-analysis. *J Womens Health (Larchmt)*. 2010;19(10):1815-22.
223. Wendel-Vos GC, Schuit AJ, Feskens EJ, Boshuizen HC, Verschuren WM, Saris WH, et al. Physical activity and stroke. A meta-analysis of observational data. *Int J Epidemiol*. 2004;33(4):787-98.
224. Paganini-Hill A, Kawas CH, Corrada MM. Activities and mortality in the elderly: the Leisure World cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011;66(5):559-67.

225. Riebe D, Blissmer BJ, Greaney ML, Garber CE, Lees FD, Clark PG. The relationship between obesity, physical activity, and physical function in older adults. *J Aging Health*. 2009;21(8):1159-78.
226. May AM, Bueno-de-Mesquita HB, Boshuizen H, Spijkerman AM, Peeters PH, Verschuren WM. Effect of change in physical activity on body fatness over a 10-y period in the Doetinchem Cohort Study. *Am J Clin Nutr*. 2010;92(3):491-9.
227. Yoo EJ, Jun TW, Hawkins SA. The effects of a walking exercise program on fall-related fitness, bone metabolism, and fall-related psychological factors in elderly women. *Res Sports Med*. 2010;18(4):236-50.
228. Guedes DP, Hatmann AC, Martini FA, Borges MB, Bernardelli R, Jr. Quality of life and physical activity in a sample of Brazilian older adults. *J Aging Health*. 2012;24(2):212-26.
229. McAuley E, Doerksen SE, Morris KS, Motl RW, Hu L, Wojcicki TR, et al. Pathways from physical activity to quality of life in older women. *Ann Behav Med*. 2008;36(1):13-20.
230. van der Ploeg HP, Hillsdon M. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14(1):142.
231. Santos DA, Silva AM, Baptista F, Santos R, Vale S, Mota J, et al. Sedentary behavior and physical activity are independently related to functional fitness in older adults. *Exp Gerontol*. 2012;47(12):908-12.
232. Hart TL, Craig CL, Griffiths JM, Cameron C, Andersen RE, Bauman A, et al. Markers of sedentarism: the joint Canada/U.S. Survey of health. *J Phys Act Health*. 2011;8(3):361-71.
233. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012;380(9838):247-57.
234. Harvey JA, Chastin SF, Skelton DA. Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(12):6645-61.
235. Harvey JA, Chastin SF, Skelton DA. How Sedentary are Older People? A Systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. *J Aging Phys Act*. 2015;23(3):471-87.
236. WHO. Global health observatory data repository. 2011.
237. Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*. 2012;55(11):2895-905.
238. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2015;162(2):123-32.
239. Chastin SF, Fitzpatrick N, Andrews M, DiCroce N. Determinants of sedentary behavior, motivation, barriers and strategies to reduce sitting time in older women: a qualitative investigation. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(1):773-91.
240. Owen N, Sparling PB, Healy GN, Dunstan DW, Matthews CE. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc*. 2010;85(12):1138-41.
241. World Health Organization W. World Health Report. World Health Organization. 2002.
242. Inoue M, Iso H, Yamamoto S, Kurahashi N, Iwasaki M, Sasazuki S, et al. Daily total physical activity level and premature death in men and women: results from a large-

- scale population-based cohort study in Japan (JPHC study). *Ann Epidemiol.* 2008;18(7):522-30.
243. Warren TY, Barry V, Hooker SP, Sui X, Church TS, Blair SN. Sedentary behaviors increase risk of cardiovascular disease mortality in men. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):879-85.
244. Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, et al. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One.* 2013;8(11):e80000.
245. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet.* 2016;388(10051):1302-10.
246. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes.* 2007;56(11):2655-67.
247. Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, Hernandez-Perera R, Rodriguez-Marroyo JA, Mata E, et al. Sitting time increases the overweight and obesity risk independently of walking time in elderly people from Spain. *Maturitas.* 2012;73(4):337-43.
248. Davis MG, Fox KR, Stathi A, Trayers T, Thompson JL, Cooper AR. Objectively measured sedentary time and its association with physical function in older adults. *J Aging Phys Act.* 2014;22(4):474-81.
249. Sardinha LB, Santos DA, Silva AM, Baptista F, Owen N. Breaking-up sedentary time is associated with physical function in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2015;70(1):119-24.
250. Hirvensalo M, Rantanen T, Heikkinen E. Mobility difficulties and physical activity as predictors of mortality and loss of independence in the community-living older population. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48(5):493-8.
251. Satariano WA, Haight TJ, Tager IB. Reasons given by older people for limitation or avoidance of leisure time physical activity. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48(5):505-12.
252. Adaptado de MBH, Forsyth L.H. *Motivating People to be Physical Active.* Champaign, IL: Human Kinetics. 2003.
253. Marfell-Jones M OT, Stewart A, Carter L. *International standards for antropometric assessment.* ISAK: Potchefstroom, South Africa. 2006.
254. McPhee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology.* 2016;17(3):567-80.
255. WHO. *Expert Committee in Physical Status: The use and interpretation of anthropometric physical status 2005.*
256. Rikli R, Jones J. *Senior Fitness test manual: Human Kinetics; 2001.*
257. EUROFIT. *Test europeo de aptitud física.* Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.; 1992.
258. Sanchez-Garcia S, Garcia-Pena C, Duque-Lopez MX, Juarez-Cedillo T, Cortes-Nunez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC public health.* 2007;7:2.
259. De Gabriel Fernández N. Alfabetización y escolarización en España (1887-1950). *Revista de Educación.* 1997;314:217-43.
260. Han TS, Tajar A, Lean ME. Obesity and weight management in the elderly. *British medical bulletin.* 2011;97:169-96.

261. Roskam AJ, Kunst AE, Van Oyen H, Demarest S, Klumbiene J, Regidor E, et al. Comparative appraisal of educational inequalities in overweight and obesity among adults in 19 European countries. *International journal of epidemiology*. 2010;39(2):392-404.
262. Gutierrez-Fisac JL, Lopez E, Banegas JR, Graciani A, Rodriguez-Artalejo F. Prevalence of overweight and obesity in elderly people in Spain. *Obesity research*. 2004;12(4):710-5.
263. Seppanen-Nuijten E, Lahti-Koski M, Mannisto S, Knekt P, Rissanen H, Aromaa A, et al. Fat free mass and obesity in relation to educational level. *BMC public health*. 2009;9:448.
264. Gutierrez-Fisac JL, Guallar-Castillon P, Leon-Munoz LM, Graciani A, Banegas JR, Rodriguez-Artalejo F. Prevalence of general and abdominal obesity in the adult population of Spain, 2008-2010: the ENRICA study. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2012;13(4):388-92.
265. Leon-Munoz LM, Gutierrez-Fisac JL, Guallar-Castillon P, Regidor E, Lopez-Garcia E, Martinez-Gomez D, et al. Contribution of lifestyle factors to educational differences in abdominal obesity among the adult population. *Clin Nutr*. 2014;33(5):836-43.
266. Despres JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*. 2006;444(7121):881-7.
267. Merino Ventosa M, Urbanos-Garrido RM. Disentangling effects of socioeconomic status on obesity: A cross-sectional study of the Spanish adult population. *Economics and human biology*. 2016;22:216-24.
268. Tian S, Morio B, Denis JB, Mioche L. Age-Related Changes in Segmental Body Composition by Ethnicity and History of Weight Change across the Adult Lifespan. *International journal of environmental research and public health*. 2016;13(8).
269. Power EM. Determinants of healthy eating among low-income Canadians. *Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique*. 2005;96 Suppl 3:S37-42, S-8.
270. Cohen AK, Rai M, Rehkopf DH, Abrams B. Educational attainment and obesity: a systematic review. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2013;14(12):989-1005.
271. Fantin F, Di Francesco V, Fontana G, Zivelonghi A, Bissoli L, Zoico E, et al. Longitudinal body composition changes in old men and women: interrelationships with worsening disability. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2007;62(12):1375-81.
272. Pandey A, Salahuddin U, Garg S, Ayers C, Kulinski J, Anand V, et al. Continuous Dose-Response Association Between Sedentary Time and Risk for Cardiovascular Disease: A Meta-analysis. *JAMA Cardiol*. 2016;1(5):575-83.
273. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev*. 2010;38(3):105-13.
274. Mullen SP, McAuley E, Satariano WA, Kealey M, Prohaska TR. Physical activity and functional limitations in older adults: the influence of self-efficacy and functional performance. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2012;67(3):354-61.
275. McAuley E, Konopack JF, Morris KS, Motl RW, Hu L, Doerksen SE, et al. Physical activity and functional limitations in older women: influence of self-efficacy. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2006;61(5):P270-7.
276. Westerterp KR. Daily physical activity, aging and body composition. *J Nutr Health Aging*. 2000;4(4):239-42.
277. Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bamman MM, Weinsier RL. The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks

- of daily living in younger and older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56(10):B443-8.
278. Guyonnet S, Secher M, Vellas B. Nutrition, Frailty, Cognitive Frailty and Prevention of Disabilities with Aging. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 2015;82:143-52.
279. Ruffieux J, Keller M, Lauber B, Taube W. Changes in Standing and Walking Performance Under Dual-Task Conditions Across the Lifespan. *Sports Med.* 2015;45(12):1739-58.
280. Cooper AJ, Simmons RK, Kuh D, Brage S, Cooper R, scientific N, et al. Physical activity, sedentary time and physical capability in early old age: British birth cohort study. *PLoS One.* 2015;10(5):e0126465.
281. Aparicio-Ugarriza R, Pedrero-Chamizo R, Bibiloni MDM, Palacios G, Sureda A, Melendez-Ortega A, et al. A Novel Physical Activity and Sedentary Behavior Classification and Its Relationship With Physical Fitness in Spanish Older Adults: The PHYSMED Study. *J Phys Act Health.* 2017;14(10):815-22.

9. AGRADECIMIENTOS

-ACKNOWLEDGEMENTS-

Mis palabras de agradecimiento.....

Es en este preciso instante cuando quiero tratar de plasmar en unas líneas mis palabras más sinceras de agradecimiento a todas aquellas personas que a lo largo de este arduo proceso han aparecido o permanecido en mi camino, ayudándome y apoyándome para que esta etapa de mi vida tan anhelada, llegara a puerto.

Por ello en primer lugar quiero dar las gracias a mi familia, a mis padres, a mi hermana y a Francisco, porque todos ellos han sabido entender mis ganas de crecer y seguir aprendiendo, han comprendido mis ausencias en reuniones familiares y mi renuncia en su tiempo y en los acontecimientos familiares importantes.

Quiero de forma entrañable nombrar a mis dos Abuelas, un claro ejemplo de longevidad con sus casi 90 años; en especial mi abuela Rosario, la viva estampa de “vida a los años” y que el otro día me decía eso de “hacer por vivir es lo más importante”.

No puedo obviar a mis amigas de siempre, a María, a Belén y a Mari C.; a ellas las he privado de momentos juntas.... de mi tiempo, y han comprendido siempre que en esta etapa, nuestras “micro-reuniones” de chicas podían ser igual de importantes para seguir unidas.

Dedicar unas líneas para Merche o Antonio es algo más que necesario, dos referentes para mí y que han sido críticos y comprensivos por igual, siempre ofreciendo su verdad y buenos consejos que tanto me han ayudado.

Agadecer a Anna la oportunidad que me brindó para poder hacer mi estancia en Edimburgo, fruto de ella ha surgido una gran amistad y nuevas sinergias de trabajo futuro.

El broche final de agradecimientos, como no podría ser de otra forma debe ser para mis directores de tesis: Germán, Nacho y Alba. Gracias por vuestra comprensión y paciencia y por ofrecerme la posibilidad de trabajar juntos. Sóis unos referentes para mí a los que admiro personal y profesionalmente.

**10. ARTÍCULOS PUBLICADOS O ENVIADOS A
REVISTAS**

-PUBLISHED OR SUBMITTED ARTICLES-

ORIGINAL

Recibido: 24 de mayo de 2017
 Aceptado: 5 de octubre de 2017
 Publicado: 30 de octubre de 2017

RELACIÓN ENTRE EL NIVEL EDUCATIVO Y LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN PERSONAS MAYORES NO INSTITUCIONALIZADAS: PROYECTO MULTI-CÉNTRICO EXERNET (*)

Sagarra-Romero L (1,2), Gómez-Cabello A (3,4,5,6,7), Pedrero-Chamizo R (8), Vila-Maldonado S (2,7), Gusi-Fuertes N (9), Villa-Vicente JG (10), Espino-Torón L (11), González-Gross M (8), Casajús-Mallén JA (4,5,6,12), Vicente-Rodríguez G (4,5,6,12), Ara Royo I (2,7).

(1) Grupo de investigación Valor-A. Universidad de San Jorge, Zaragoza, Spain.

(2) Grupo de Investigación GENU D Toledo, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Spain.

(3) Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza, Spain.

(4) GENU D (Growth, Exercise, Nutrition and Development) Research Group, Universidad de Zaragoza, Spain.

(5) Centro de Investigación Biomédica en Red de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBERO-bn), Spain.

(6) Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2).

(7) CIBER de Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES), Spain.

(8) ImFINE Research Group. Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Universidad Politécnica de Madrid. Spain.

(9) Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain.

(10) Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León, León, Spain.

(11) Unidad de Medicina del Deporte. Cabildo de Gran Canaria, Spain.

(12) Faculty of Health and Sport Sciences (FCSD), Department of Physiatry and Nursing, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain.

(*) Financiación: El estudio multi-céntrico EXERNET para la evaluación de la condición física en personas mayores ha sido financiado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales IMSERSO (104/07), la Universidad de Zaragoza (UZ 2008-BIO-01), el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad-IMSERSO (147/11), el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (DEP2016-78309-R), Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza (UZCUD2016-BIO-01) y el Centro de Investigación Biomédica en Red de Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES) y cofinanciado con fondos FEDER (CB16/10/00477).

RESUMEN

Fundamentos: El nivel educacional se ha relacionado inversamente con la composición corporal, sin embargo esta asociación ha sido evidenciada mayoritariamente en población joven y adulta. El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre la composición corporal de las personas mayores de 65 años y su nivel educativo, y determinar si tener un nivel educativo alto puede prevenir el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central o exceso de grasa durante la senectud.

Métodos: El estudio se realizó entre los años 2008-2009, sobre una muestra representativa de personas mayores de España (n= 2,706; 629 varones, 2,077 mujeres; edad media 72,1 ± 5,3 años), pertenecientes al Proyecto Multi-céntrico EXERNET. La composición corporal se evaluó mediante bio-impedancia eléctrica. Se utilizó ANCOVA para determinar las diferencias entre grupos. La asociación entre el nivel educativo y el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central o exceso de grasa se analizó mediante regresión logística.

Resultados: En el perímetro de cintura, los hombres y mujeres con mayor nivel de estudios presentaron 96,6 cm y 86,3 cm, respectivamente (p<0,05 y p<0,01, respectivamente). Las mujeres con menor nivel de estudios presentaron 29,5 kg de masa grasa total y 40,8% de masa grasa (p<0,05 y p<0,01, respectivamente). Los varones no presentaron diferencias en estas mediciones.

Conclusiones: Poseer un bajo nivel de estudios aumenta las posibilidades de padecer sobrepeso y obesidad en las mujeres y de tener mayor perímetro de cintura en ambos sexos.

Palabras clave: Envejecimiento, Nivel Estudios, Obesidad, Adiposidad, Tercera Edad.

ABSTRACT

Relation between educational level and body composition in non-institutionalized elderly: The elderly EXERNET multi-center study

Background: There is an inverse association between educational level and body composition; however this association has strongly focused in young and adults population. The aim of this study was to analyze the educational levels attained in overweight and obesity Spanish elderly and to investigate if there was a correlation between having a low educational level and the risk of having overweight, central obesity or excess fat mass during the aging process.

Methods: A representative sample of 2706 elderly (629 men and 2077 women; mean age of 72.1 ± 5.3 years) from Spain were assessed in the elderly EXERNET multi-center study between 2008 and 2009. Body composition was assessed in all subjects by bioelectrical impedance. ANCOVA was used to compare the averages between the groups. Logistic regression was used to calculate the association between educational level and the risk of having overweight, central fat or obesity.

Results: We observed significances between waist circumference and educational level in both sex (men 96.6 cm, women 86.3 cm); (p<0.05 and p<0.01, respectively). There is an inverse association between the academic level, fat mass (29.5 kg) and percentage of body fat (40.8%) in women (p<0.05, p<0.01, respectively). No differences were observed in men.

Conclusions: A low educational level increases the possibility of having overweight or obesity in women and to have an increased waist circumference in both sexes.

Keywords: Aging, Educational Level, Obesity, Adiposity, Old People.

Correspondencia

Dr. Ignacio Ara
 Grupo de Investigación GENU D Toledo
 Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)
 Campus Tecnológico Antigua Fábrica de Armas
 Avda. Carlos III s/n. 45071, Toledo
 Ignacio.Ara@uclm.es

Cita sugerida: Sagarra-Romero L, Gómez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Vila-Maldonado S, Gusi-Fuertes N, Villa-Vicente JG, Espino-Torón L, González-Gross M, Casajús-Mallén JA, Vicente-Rodríguez G, Ara Royo I. Relación entre el nivel educativo y la composición corporal en personas mayores no institucionalizadas: Proyecto Multi-céntrico EXERNET. Rev Esp Salud Pública.2017;91:30 de octubre e201710041.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la prevalencia de obesidad en las poblaciones desarrolladas actuales es un hecho tangible que los expertos han catalogado como la pandemia de nuestro siglo⁽¹⁾. Los datos registrados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2014, revelaron que el 39% de las personas adultas padecían sobrepeso, mientras que el 13% eran obesas. En España, los datos no difieren del resto del mundo; de forma que un estudio llevado a cabo con una muestra representativa destacó que el 22,9% de la población adulta (>18 años) padece obesidad, frente al 36% que presenta obesidad abdominal⁽²⁾.

La frecuencia del sobrepeso y la obesidad incrementa con la edad, afectando de forma crítica a las personas mayores de 65 años⁽²⁾. En nuestro país, según datos de este mismo estudio publicados con anterioridad, el 84% de la población mayor padece sobrepeso u obesidad, el 67% presenta un exceso de masa grasa y un 56% sufre obesidad central⁽³⁾.

El envejecimiento se caracteriza por variedad de cambios, entre ellos el empeoramiento de la composición corporal⁽⁴⁾; la masa grasa incrementa con la edad mientras que la masa magra incrementa hasta los 50 años y luego descende drásticamente⁽⁵⁾. La combinación simultánea de la pérdida de masa muscular (sarcopenia) y el incremento de masa grasa, son conocidos como obesidad sarcopénica^(6,7).

Sin embargo, existen evidencias sobre el descenso del peso corporal a partir de una determinada edad y el aumento del riesgo de mortalidad en las personas mayores, hecho conocido como “paradoja de la obesidad” y que diversos autores han relacionado con el posible efecto protector que puede tener la obesidad en las personas mayores^(8,9).

Aunque las variaciones en la composición corporal son inherentes al envejecimiento, existen algunos factores predisponentes que conviene conocer para poder identificar a aquellas personas con un elevado riesgo de

sufrir patologías relacionadas con la distribución y contenido de masa grasa.

Entre estos factores se encuentran los relacionados con el estilo y hábitos de vida, como son el sedentarismo o la inactividad; factores, además, muy prevalentes en la senectud, tal y como mostraron Harvey et al. en su estudio en el que el 67% de las personas mayores permanecían sentadas más de 8,5 horas al día⁽¹⁰⁾.

Además del estilo de vida, existen factores contextuales y sociales que también se han relacionado con el sobrepeso y la obesidad presente en la población adulta^(11,12). En este sentido, diversos estudios muestran la asociación que existe entre el estado socioeconómico y el nivel educativo en relación con el índice de masa corporal (IMC) y los niveles de sobrepeso/obesidad, mostrando que estos problemas de salud son mayores en aquellas personas con un nivel socioeconómico y educativo bajo^(13,14,15).

En relación a las personas de edad avanzada, hasta la fecha tan sólo existe en España un estudio que ha relacionado estados de sobrepeso y obesidad con el nivel académico, analizando valores de IMC y perímetro de cintura (PC)⁽¹⁶⁾.

La determinación del grado de sobrepeso y obesidad en la mayoría de los casos se realiza mediante el IMC o el PC, hecho que puede conllevar una distorsión de los resultados obtenidos ya que en la población mayor se produce un aumento del tejido adiposo y disminución de la masa magra aunque el IMC no varíe. Por este motivo, analizar en qué medida la masa muscular o el porcentaje de grasa se relacionan con el nivel educativo en esta población, podría ser de gran interés con el objetivo de detectar de manera prematura a aquellas personas con un riesgo incrementado de padecer patologías relacionadas con la composición corporal.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) conocer la prevalencia de sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa

en función del nivel de estudios; 2) evaluar las diferencias existentes en la composición corporal de las personas mayores de 65 años no institucionalizadas en función de su nivel educativo y 3) comprobar si tener un bajo nivel de estudios aumenta el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central o exceso de grasa durante el envejecimiento.

SUJETOS Y MÉTODOS

Participantes

La muestra de este estudio (3.136 participantes) pertenece a la cohorte del proyecto “Estudio multi-céntrico para la evaluación de la condición física en personas mayores” que forma parte de la red EXERNET (Red de investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales; www.spanishexernet.com)⁽³⁾. En este estudio se seleccionaron aquellos participantes que tenían registradas todas las variables de composición corporal y nivel educativo, resultando en una muestra final de 2706 sujetos (629 varones y 2077 mujeres), con una edad media de $72,1 \pm 5,3$ años.

Este proyecto se realizó entre Junio de 2008 y Octubre de 2009 en un total de 6 comunidades autónomas (Aragón, Madrid, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura y Canarias), incluyendo una muestra representativa de las personas mayores no institucionalizadas de España. Los criterios de exclusión fueron: edad menor de 65 años, ser incapaces de cuidar de sí mismos o estar institucionalizados y sufrir cáncer y/o demencia. Tras recibir información previa sobre las mediciones que se les iba a realizar, así como los posibles riesgos y beneficios de la participación en el estudio, los participantes firmaron el consentimiento informado.

Este proyecto fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) de Aragón (18/2008) y se realizó conforme a las directrices éticas para estudios de investigación recogidas en la declaración de Helsinki.

Valoración antropométrica

La talla se midió mediante un tallímetro portátil (Seca 711, Hamburgo, Alemania), con una precisión de 1mm. El protocolo consistió en medir la distancia entre el vértex y la planta de los pies. Se le pedía a la persona que realizase una inspiración profunda mientras se le alineaba la cabeza en el plano de Frankfort.

El PC se midió de acuerdo con la normativa de la Sociedad Internacional para el avance de la cineantropometría (ISAK), utilizando una cinta métrica flexible no elástica (Rosscraft). Los participantes debían permanecer en bipedestación, con los pies juntos y dejando los brazos a ambos lados del cuerpo. La medición se registró en centímetros y se realizó después de una espiración normal, siendo el PC el nivel intermedio entre el último arco costal y la cresta ilíaca⁽¹⁷⁾.

Análisis de la composición corporal

Los datos referentes al peso, masa muscular total (MMT), masa grasa total (MGT) y el porcentaje de masa grasa (% MG), se obtuvieron con un equipo de bioimpedancia eléctrica (Tanita BC 418-MA, Tanita Corp., Tokyo, Japón) con una capacidad máxima de 200 kg y un margen de error de ± 100 g de peso corporal.

Durante la prueba, los participantes se colocaron descalzos, desprovistos de ropa pesada y complementos metálicos.

Definición de sobrepeso, exceso de grasa y obesidad central

El IMC se calculó a partir de la talla (m) y el peso (kg), mediante la relación $IMC = \text{kg}/\text{m}^2$.

La prevalencia (%) de sobrepeso y obesidad se calculó en base a las guías de la OMS⁽¹⁸⁾, considerando los valores de $IMC \geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$ como sobrepeso y $\geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$ como obesidad.

El porcentaje de personas con un exceso de MG fue calculado en base a los puntos de corte publicados por Gallagher et al.⁽¹⁹⁾: valores de $\geq 25\%$ y $\geq 38\%$, para varones y mujeres respectivamente, fueron considerados como excesiva MG.

El PC se utilizó para definir a los participantes con obesidad central, considerándose como tal valores de ≥ 88 cm para las mujeres y ≥ 102 cm para varones⁽²⁰⁾.

Estilo de vida y nivel de estudios

El cuestionario diseñado para el “estudio multi-céntrico EXERNET para la evaluación de la condición física en personas mayores”, incluía información sobre la salud, estilo de vida y aspectos sociodemográficos, entre otros.

Las variables consideradas en el presente estudio fueron la edad, el sexo, el número de horas de caminar y de estar sentado y el nivel de estudios.

Las preguntas sobre el número de horas de caminar y de estar sentado han sido recientemente validadas, mostrando una correlación significativa con los resultados obtenidos a través de un acelerómetro⁽²¹⁾.

En relación al nivel de estudios, los participantes tenían que responder a la siguiente pregunta: ¿qué estudios tiene?, con la que se establecieron cuatro categorías: grupo 1 “no sabe leer ni escribir”, grupo 2 “estudios primarios”, grupo 3 “estudios secundarios” o grupo 4 “estudios universitarios”.

Análisis estadístico

La media, desviación estándar (DE) y porcentajes se presentan como estadísticos descriptivos de las variables registradas. Las diferencias entre sexos y entre grupos fueron estudiadas mediante ANOVA de un factor, junto con el test de Bonferroni para ver las diferencias cuando el número de grupos era mayor de dos.

Para relacionar las variables de composición corporal en función del nivel de estudios de los participantes se realizaron tablas de contingencia.

El análisis de covarianza (ANCOVA) se utilizó para analizar las diferencias entre los grupos, con el objetivo de ajustar los resultados por la covariable edad.

La asociación del nivel educativo con el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central o exceso de grasa se realizó mediante regresión logística multivariada a través de 3 modelos: modelo 1 (sin ajustar), modelo 2 (ajustando la edad) y modelo 3 (ajustando la edad, las horas de caminar y horas de estar sentado).

En los modelos de regresión logística, las variables dependientes fueron el sobrepeso-obesidad (categorizada como 1 si $BMI \geq 25-30$), obesidad central (categorizada como 1 si $PC \geq 102$ en hombres y ≥ 88 en mujeres) y exceso de grasa (categorizada como 1 si $MG \geq 25$ en hombres y ≥ 38 en mujeres). En cuanto a la variable independiente, al tratarse la educación de una variable con 4 categorías, se construyeron variables dummy. Estas fueron creadas automáticamente por el programa SPSS que las convertía en tantas variables dummies como categorías menos una tenía la variable inicial.

Se utilizó el grupo de estudios universitarios como categoría de referencia.

Los análisis de las regresiones se llevaron a cabo de forma separada en varones y mujeres. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS, versión 21. Se fijó el nivel de significación estadística en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Descripción de los participantes

El agrupamiento de la muestra según el nivel de estudios mostró que el 65% de los varones y el 74% de las mujeres poseían es-

tudios primarios, frente al 7% y 4% con estudios universitarios, hombres y mujeres respectivamente.

La **tabla 1** muestra las características generales de los participantes del estudio. Los varones presentaron 77,2 cm., 54,8 kg., 99 cm., en las variables de altura, peso, MMT y PC, respectivamente ($p < 0,01$); mientras que las variables correspondientes al IMC, MGT y % MG fueron de 29,3 kg/m², 27,5 kg., 39,4%, en las mujeres (todas $p < 0,01$).

Prevalencia de sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa en función del nivel educativo

La **tabla 2** muestra las prevalencias de sobrepeso/obesidad (IMC), obesidad central (PC) y exceso de grasa corporal (% MG) en relación al nivel de estudios de varones y mujeres. Al relacionar el IMC con el nivel de estudios, se observó una mayor prevalencia de obesidad (37% hombres y 56% mujeres) en aquellos participantes que no sabían leer ni escribir (nivel 1).

En relación a la obesidad central se observaron resultados similares, de forma que a mayor nivel de estudios menores fueron los porcentajes de obesidad central en ambos sexos (51 vs. 28% en hombres y 81 vs. 41% en mujeres; grupos 1 y 4, respectivamente).

Los grupos de varones, independientemente del nivel de estudios, mostraron una prevalencia del 81% de exceso de masa grasa. Sin embargo, en las mujeres la prevalencia de exceso de grasa fue mayor en aquellas que no sabían leer y escribir (75 vs. 40%, grupos 1 y 4 respectivamente).

Análisis de la composición corporal en función del nivel educativo

La **figura 1** muestra la media y DE del IMC según sexo y nivel educativo. Las mujeres con mayor nivel de estudios presentaron mejores resultados en relación al IMC (nivel 1: 31,0 ± 4,2 kg/m², nivel 2: 29,5 ± 4,2 kg/m², nivel 3: 27,6 ± 4,2 kg/m² y nivel 4: 27,1 ± 4,2 kg/m²), se observaron diferencias entre grupos ($p < 0,01$), a excepción de la comparativa entre el 3 y 4.

Tabla 1
Características generales de la muestra

Variable	Todo el grupo (n= 2706)		Varones (n=629)		Mujeres (n= 2077)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad (años)	72,1	± 5,3	72,3	± 5,4	72,1	± 5,2
Peso (kg)	70,5	± 11,2	77,2	± 10,8	68,5*	± 10,6
Talla (cm)	155,8	± 8,1	165,5	± 6,6	152,8*	± 5,9
IMC (kg/m ²)	29,1	± 4,2	28,2	± 3,4	29,3*	± 4,3
MMT (kg)	44,4	± 7,6	54,8	± 6,5	41,2*	± 4,3
MGT (kg)	26,4	± 7,4	22,7	± 6,1	27,5*	± 7,4
MG (%)	37,0	± 6,9	29,0	± 5,1	39,4*	± 5,4
PC (cm)	94,0	± 12,1	99,0	± 9,8	93,0*	± 12,4

DE: Desviación estándar, IMC: Índice de masa corporal, MMT: masa muscular total, MGT: masa grasa total, %MG: porcentaje de masa grasa, PC: perímetro de cintura. * $p < 0,01$; diferencias entre varones y mujeres

Tabla 2
Prevalencia de sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa corporal en relación al nivel de estudios de varones y mujeres

Nivel de estudios		IMC (kg/m ²)				PC (cm)			% MASA GRASA		
		N 2582	Normopeso (15%) (n=381)	Sobrepeso (47%) (n=1210)	Obesidad (38%) (n=991)	N 2658	No Obs. central	Sí Obs. central	N 2543	No exceso de grasa	Sí exceso de grasa
Varones	Total	604	14% (n=85)	59% (n=358)	27% (n=161)	621	65% (n=407)	34% (n=214)	596	18% (n=110)	81% (n=486)
	Nivel 1	41	12% (n=5)	51% (n=21)	37% (n=15)	41	49% (n=20)	51% (n=21)	38	21% (n=8)	79% (n=30)
	Nivel 2	397	15% (n=58)	58% (n=230)	27% (n=109)	403	64% (n=258)	36% (n=145)	386	18% (n=70)	82% (n=316)
	Nivel 3	105	12% (n=13)	66% (n=69)	22% (n=23)	110	74% (n=81)	26% (n=29)	108	17% (n=18)	83% (n=90)
	Nivel 4	61	15% (n=9)	62% (n=38)	23% (n=14)	67	72% (n=48)	28% (n=19)	64	22% (n=14)	78% (n=50)
Mujeres	Total	1978	15% (n=296)	43% (n=852)	42% (n=830)	2037	36% (n=740)	64% (n=1297)	1947	37% (n=712)	63% (n=1235)
	Nivel 1	232	9% (n=20)	36% (n=83)	56% (n=129)	240	19% (n=46)	81% (n=194)	231	25% (n=58)	75% (n=173)
	Nivel 2	1462	13% (n=191)	44% (n=639)	43% (n=632)	1504	35% (n=531)	65% (n=973)	1439	35% (n=509)	65% (n=930)
	Nivel 3	201	29% (n=58)	46% (n=92)	25% (n=51)	206	54% (n=112)	46% (n=94)	194	49% (n=95)	51% (n=99)
	Nivel 4	83	32% (n=27)	46% (n=38)	22% (n=18)	87	59% (n=51)	41% (n=36)	83	60% (n=50)	40% (n=33)

IMC: Índice de masa corporal. Obesidad central: PC ≥102 cm varones y ≥88 cm mujeres. Exceso de grasa: % GRASA ≥25% varones y ≥38% mujeres. Nivel 1: no sabe leer ni escribir. Nivel 2: estudios primarios. Nivel 3: estudios secundarios. Nivel 4: estudios universitarios.

En los varones se observó la misma tendencia inversa (nivel 1: 29,0 ± 3,4 kg/m², nivel 2 28,3 ± 3,4 kg/m², nivel 3 27,7 ± 3,4 kg/m², nivel 4: 27,5 ± 3,4 kg/m²), no observándose diferencias significativas.

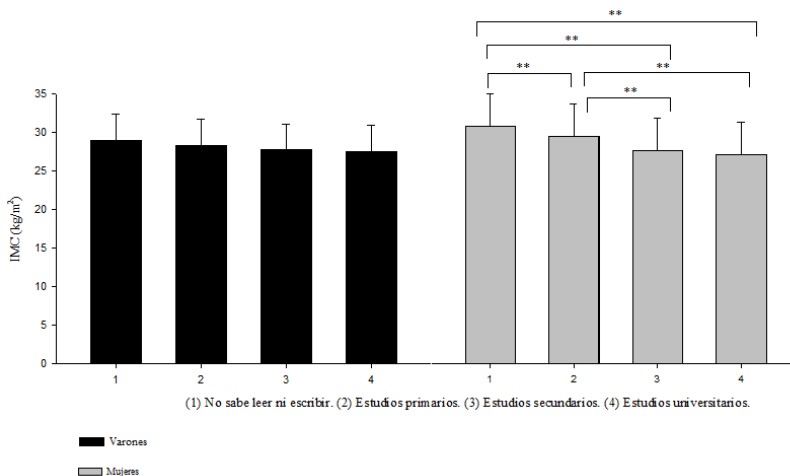
En los resultados relativos al PC (figura 2), únicamente los varones del nivel 1 (102,1 ± 9,8 cm) y el 4 (96,6 ± 9,8 cm) de estudios, presentaron diferencias significativas (p<0,05). En la comparativa por pares en mujeres, se observó el mismo patrón que el encontrado en el IMC, de manera que el PC era mayor en los grupos de nivel educativo inferior (nivel 1: 97,5 ± 12,1 cm y nivel 2: 93,0 ± 12,0 cm; ambos p<0,01).

Los resultados relacionados con la MMT y MGT se muestran en las figuras 3 y 4 respectivamente.

En relación a los valores de MMT, aquellos varones con estudios universitarios mostraron valores más elevados que aquellos con estudios primarios (56 ± 6,2 kg vs. 54 ± 6,2 kg, respectivamente, p<0,05). Sin embargo, las mujeres con estudios secundarios resultaron tener menor MMT que las que no sabían leer o escribir (40 kg vs. 41kg, respectivamente, p<0,05).

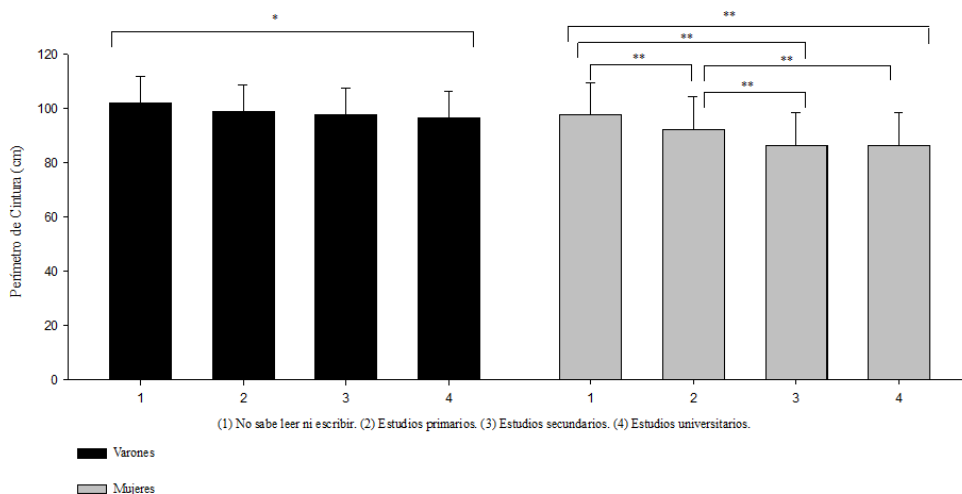
En los resultados relacionados con la MGT en los grupos de estudio de las mujeres se muestran en la figura 4; se observaron diferencias significativas (p<0,05) entre todos los grupos de estudios (nivel 1: 29,5 ± 7,3 kg, nivel 2: 27,6 ± 7,3 kg, nivel 3: 25,3 ± 7,3 kg, nivel 4: 25,0 ± 7,3 kg), a excepción de la comparativa entre el nivel 3 y 4. En el caso de los varones, los datos no mostraron diferen-

Figura 1
Media y DE del IMC agrupados por sexo y nivel de estudios



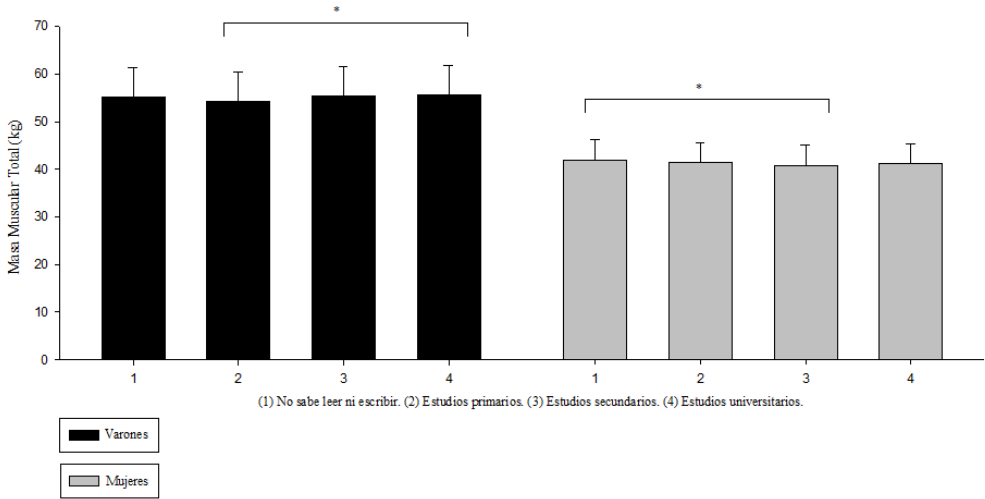
IMC: Índice de masa corporal. **p<0,01.

Figura 2
Media y DE del PC agrupados por sexo y nivel de estudios



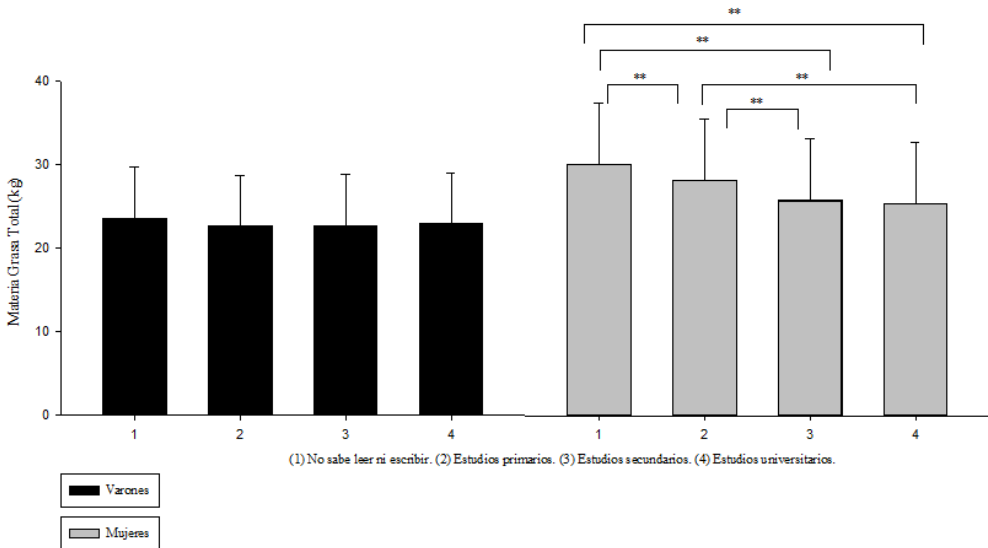
*p<0,05 **p<0,01.

Figura 3
Media y DE de la MMT agrupados por sexo y nivel de estudios



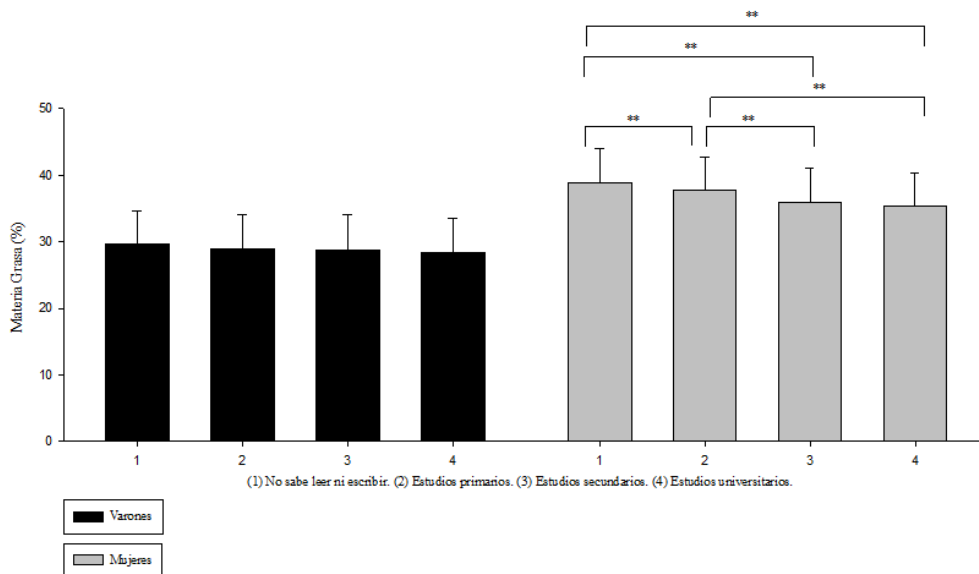
*p < 0,05.

Figura 4
Media y DE de la MGT agrupados por sexo y nivel de estudios



**p < 0,01.

Figura 5
Media y DE del %MG agrupados por sexo y nivel de estudios



**p< 0,01.

cias significativas en la comparativa por pares (nivel 1: $23,5 \pm 6,1$ kg, nivel 2: $22,6 \pm 6,1$ kg, nivel 3: $22,7 \pm 6,1$ kg, nivel 4: $23,0 \pm 6,1$ kg).

Por último, la **figura 5** muestra el porcentaje de MG según sexos. Sólo en las mujeres el % de MG fue mayor en los niveles educativos más bajos (nivel 1: $41,0 \pm 5,3\%$, nivel 2: $39,5 \pm 5,3\%$, nivel 3: $38,0 \pm 5,3\%$ y nivel 4: $37,0 \pm 5,3\%$; $p<0,01$).

Asociaciones entre el nivel educativo y el riesgo de tener sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa

En las mujeres, el riesgo de tener sobrepeso/obesidad, obesidad central y exceso de grasa se veía ampliamente incrementado en

aquellas que no sabían leer/escribir o que tenían únicamente estudios primarios, respecto a las mujeres con estudios universitarios (OR: 4,519-5,975; $p<0,01$; **tabla 3**, modelo 1).

En el caso de los varones, la influencia del nivel educativo en el riesgo de obesidad era menor, ya que sólo tenían incrementado su riesgo de padecer obesidad central aquellos varones que no sabían leer ni escribir, en relación a los que tenían formación universitaria (OR: 2,653; $p<0,05$; **tabla 3**, modelo 1).

En ambos sexos, posteriores análisis ajustando por edad, horas de caminar y horas de estar sentado (modelos 2 y 3) no modificaron estas asociaciones.

Tabla 3
Riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central y exceso de grasa en función del nivel de estudios

NIVEL EDUCATIVO		VARONES						MUJERES					
		SOBREPESO - OBESIDAD		OBESIDAD CENTRAL		EXCESO DE GRASA		SOBREPESO - OBESIDAD		OBESIDAD CENTRAL		EXCESO DE GRASA	
		OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC	OR	95% IC
MODELO 1	No sabe leer/escribir	1,246	0,386-4,027	2,653	1,179-5,967*	1,050	0,394-2,796	5,111	2,671-9,779**	5,975	3,502-10,193**	4,519	2,658-7,684**
	Estudios primarios	1,012	0,473-2,164	1,420	0,804-2,508	1,264	0,662-2,413	3,208	1,978-5,204**	2,596	1,673-4,029**	2,768	1,760-4,353**
	Estudios secundarios	1,225	0,490-3,059	0,904	0,458-1,785	1,400	0,642-3,052	1,189	0,685-2,063	1,189	0,716-1,974	1,579	0,937-2,661
MODELO 2	No sabe leer/escribir	1,392	0,426-4,545	2,823	1,247-6,390*	1,033	0,386-2,767	5,169	2,695-9,912**	5,739	3,358-9,808**	4,553	2,675-7,752**
	Estudios primarios	1,057	0,492-2,269	1,456	0,823-2,577	1,256	0,657-2,401	3,223	1,986-5,230**	2,551	1,642-3,962**	2,778	1,766-4,369**
	Estudios secundarios	1,192	0,476-2,984	0,890	0,451-1,759	1,406	0,645-3,068	1,189	0,685-2,064	1,183	0,712-1,966	1,580	0,937-2,663
MODELO 3	No sabe leer/escribir	1,520	0,460-5,020	2,841	1,243-6,497*	1,109	0,411-2,994	4,864	2,522-9,380**	6,096	3,518-10,562**	4,491	2,603-7,746**
	Estudios primarios	1,089	0,502-2,364	1,333	0,746-2,380	1,303	0,675-2,516	3,181	1,946-5,200**	2,517	1,605-3,950**	2,783	1,748-4,433**
	Estudios secundarios	1,329	0,520-3,400	0,888	0,443-1,779	1,503	0,679-3,328	1,173	0,671-2,052	1,144	0,681-1,922	1,543	0,903-2,636

OR: Odds ratio (95% intervalo confianza). Modelo 1: sin ajustar; Modelo 2: ajustando por edad; Modelo 3: ajustando por edad, horas de caminar y horas de estar sentado.*p< 0,05 **p< 0,01.

DISCUSIÓN

Este estudio muestra una sólida e inversa asociación entre el nivel de estudios y los niveles de adiposidad en mujeres no institucionalizadas mayores de 65 años. Además, el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central y exceso de grasa en este grupo de población, incrementa cuanto menor es el nivel académico.

Es sabido que las personas mayores experimentan fluctuaciones en el peso, diferentes en función del sexo, y que son consecuencia de cambios en la altura, pérdida de masa muscular, incremento de masa grasa así como una redistribución en el tejido adiposo, con tendencia a acumularse en la parte central del cuerpo y las vísceras⁽²²⁾. Sin embargo, escasos estudios han llevado a cabo hasta la fecha,

asociaciones entre el nivel educativo de la población mayor y las variables que conforman la composición corporal.

El presente estudio muestra, de forma pionera, la relación que existe entre el nivel de estudios y los parámetros de MMT, MGT y %MG (además del IMC y PC, que ya han sido estudiados con anterioridad), en personas mayores de 65 años no institucionalizadas en España; así como el riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central o exceso de grasa en función del nivel educativo.

Resulta interesante observar cómo el acceso a la educación y escolarización ha ido cambiando a lo largo de la historia, de modo que estudios epidemiológicos, representativos de la escolarización en España⁽²³⁾, han detallado la realidad socioeducativa de los años 1930-

1950, mostrando que la mayoría de las personas de esa época tenían estudios primarios. En relación a los datos registrados de nuestro estudio, se observa igualmente como la mayoría de la muestra manifestó poseer estudios primarios (65% varones, 74% mujeres).

En el cálculo de la composición corporal, el IMC ha sido aceptado como un indicador fiable que permite clasificar el grado de delgadez u obesidad de las personas; sin embargo, los umbrales deberían ser modificados para la población mayor^(22, 24). En este sentido, tal y como se ha realizado en este estudio, los resultados del IMC deberían compararse (siempre que exista la posibilidad), con otro tipo de mediciones antropométricas complementarias como el PC y el %MG, ya que estos muestran información relevante sobre la cantidad y distribución corporal de la grasa.

Roskam et al.⁽²⁵⁾ analizaron las asociaciones existentes entre el nivel educativo y la prevalencia de sobrepeso y obesidad (medida a través del IMC) en las personas adultas (22-44 años) de 19 países europeos. Este estudio mostró que mientras que en la mayoría de países europeos se observó una fuerte asociación inversa entre el nivel académico y el sobrepeso y obesidad, principalmente en las mujeres de los países mediterráneos, no ocurría lo mismo en los países Bálticos y de Europa del este, en los que los varones con sobrepeso y obesidad eran los que mayor nivel de estudios poseían.

En la comparativa entre el nivel de estudios y el IMC, del presente estudio, únicamente las mujeres presentaron asociaciones inversas, de modo que los resultados fueron significativamente mayores para aquellas mujeres que no sabían leer ni escribir. En este sentido, Gutiérrez-Fisac et al.⁽¹⁶⁾ en un estudio anterior al nuestro, realizado con población mayor española (≥ 60 años), observaron igualmente asociaciones entre el IMC y el nivel de estudios. En este caso, la frecuencia de obesidad (IMC) y obesidad central disminuyó con el aumento del nivel educativo. Por ejemplo, el 41,8% de la muestra sin estudios, tenían obesidad frente

a sólo el 17,5% de las personas con estudios universitarios.

Estas evidencias ponen de manifiesto la asociación inversa que parece existir entre el IMC y el grado de escolaridad o estudios de las personas mayores, concretamente en las mujeres. Sin embargo, la complejidad y variabilidad de los factores que pueden influir en la composición corporal de las personas mayores no ha permitido establecer unas razones sólidas y concluyentes que ayuden a esclarecer las diferencias entre la composición corporal en función del género y el nivel de estudios, en este grupo de población.

Estudios epidemiológicos^(2, 26) llevados a cabo en población adulta y mayor, han mostrado asociaciones inversas entre el IMC, el PC y el nivel académico, observando mayores niveles de sobrepeso y obesidad en aquellas personas con bajo nivel educativo; resultados que hemos visto confirmados en nuestro estudio, donde la prevalencia mayor de obesidad central (PC) fue para los varones y mujeres que no sabían leer ni escribir (51%-81% respectivamente).

En otro estudio reciente⁽²⁷⁾ en el que se analizó la relación entre el nivel educativo y la obesidad abdominal en personas adultas (25-64 años), los resultados revelaron igualmente que el riesgo de sufrir obesidad central aumentaba en ambos sexos para aquellos con un nivel educativo bajo, respecto a los de mayor nivel de estudios. Además, en este estudio los autores observaron que aquellas personas con un nivel de estudios primarios, permanecían más tiempo viendo la televisión, realizaban menos ejercicio y consumían más energía; hechos que podrían explicar los resultados obtenidos y que adquieren una gran relevancia, ya que hoy en día es sabido que la grasa a nivel intra-abdominal incrementa con la edad y favorece la aparición de alteraciones metabólicas⁽²⁴⁾.

Durante el envejecimiento existe una redistribución del tejido adiposo que a su vez se relaciona con una "lipodistrofia" o irre-

gularidad en el metabolismo subcutáneo de los lípidos. Este hecho hace que aumente la cantidad de grasa visceral y otros depósitos ectópicos⁽²⁸⁾.

En el caso de los varones de nuestro estudio, los resultados entre el PC y el IMC muestran una tendencia similar (mejores valores para aquellos con mayor nivel educacional), existiendo únicamente diferencias significativas en el caso del PC. Esta evidencia, puede relacionarse por un lado con la cantidad y calidad de la ingesta de grasas en las personas con un bajo nivel educacional así como con el hecho de que la acumulación de grasa visceral durante el envejecimiento, puede ocurrir de forma independiente a los cambios en el peso corporal⁽²⁹⁾.

En base a los resultados obtenidos, el cálculo del riesgo de padecer sobrepeso, obesidad central y/o exceso de grasa en función del nivel de estudios ha mostrado evidencias muy interesantes; de hecho, en el caso de los varones, aquellos que no sabían leer ni escribir presentaron 2,8 veces más riesgo de padecer obesidad central; mientras que las mujeres que no sabían leer ni escribir presentaron 5 veces más riesgo de padecer sobrepeso y/u obesidad, casi 6 veces más riesgo de sufrir obesidad central y hasta 4,5 veces más riesgo del tener exceso de grasa; resultados que no variaron cuando se incluyeron las horas de caminar o de estar sentado como covariables en el modelo.

En España, un estudio reciente ha mostrado en personas adultas (25-64 años) que el riesgo de padecer obesidad central (analizada a partir del PC) estaba aumentado en un 69% en hombres y un 85% en mujeres con un bajo nivel educativo (27).

En relación a la grasa corporal, diversos autores han establecido hipótesis sobre la MGT y el nivel de estudios en varones y mujeres (≥ 30 años), sugiriendo que un nivel académico medio y alto se relaciona con menor cantidad de masa grasa⁽²⁶⁾, al compararlo con personas de menor nivel de estudios. En nues-

tro estudio, particularmente en el caso de los varones, no se observan diferencias significativas en la cantidad de MGT (kg) ni %MG, al relacionarlo con el nivel de estudios. Estos hallazgos evidencian que el nivel de estudios en los varones, parece no tener influencias en la distribución de la grasa a nivel global del cuerpo, existiendo una clara tendencia a acumular grasa a nivel intra-abdominal. La paradoja de estos resultados puede estar relacionada nuevamente con el hecho de que la acumulación de la grasa corporal intra-abdominal en las personas mayores puede ser independiente a la grasa total o al peso corporal⁽²⁹⁾.

En las mujeres se observaron diferencias significativas en la mayoría de los grupos de estudio, similares a las encontradas con el IMC y PC. De este modo, el incremento de ambos valores (MGT y %MG) es una característica de las mujeres con bajo nivel académico. Contrarios a nuestros resultados, Seppänen-Nuijten et al.⁽²⁶⁾, únicamente observaron cambios significativos en la MGT en los varones ≥ 65 años y con menor nivel educativo, lo que puede ser debido a que niveles educacionales superiores se relacionan con mayor cantidad de músculos.

Pocos estudios se han centrado en un análisis exclusivo que relacione estas dos variables y el nivel académico en mujeres; aunque en nuestro estudio no se han analizado las causas por las que un bajo nivel educativo se asocia a mayores niveles de adiposidad en las mujeres mayores, es probable que tenga un carácter multifactorial, pudiendo estar relacionada con la alimentación, a través de un aumento de la ingesta calórica diaria y cambios alimenticios, una disminución de los niveles de actividad física y un aumento de las conductas sedentarias, así como del estado de la menopausia de la mujer^(5, 13).

Desde el punto de vista socio-económico, las personas con mayor clase social tienen tendencia a seguir una dieta saludable y equilibrada, con bajo contenido en grasas⁽³⁰⁾, mientras que la tendencia observada en relación a mayores valores de obesidad cuanto

menor es el nivel educativo puede relacionarse con otros factores e influencias culturales y de salud como la educación parental o acceso a la educación en función del número de miembros en la familia, niveles de actividad física o hábitos tóxicos (tabaco y alcohol), entre otros^(27, 31).

Se sabe que la MMT desciende de forma acusada a partir de los 60 años^(4, 32), constituyéndose como un indicador clave en el deterioro de la funcionalidad de las personas mayores⁽²⁴⁾. En nuestro estudio, se observó que los varones con estudios universitarios tenían mayor MMT que aquellos con estudios primarios; mientras que las mujeres que no sabían leer ni escribir tuvieron mayor MMT que aquellas con estudios universitarios. Este último aspecto podría deberse a que en este grupo de población existe una elevada correlación entre la masa grasa y la masa muscular en las personas mayores⁽³³⁾, por lo que si las mujeres de un nivel educativo bajo tienen más grasa corporal, es probable que al mismo tiempo también tengan más cantidad de masa muscular.

Limitaciones

Entre las limitaciones del estudio cabe destacar el hecho de no haber incluido factores socio-económicos que pudieran aportar información adicional al nivel educacional.

Otras de las limitaciones del estudio pueden atribuirse al hecho de no haber considerado aspectos relacionados con enfermedades crónicas asociadas (comorbilidades), interferencia farmacológica, niveles de fragilidad y dependencia, hábitos alimenticios y/o dieta (ingesta diaria), niveles de actividad física (aparte de las horas de caminar), además de horas de vigilia-sueño, hecho que ha demostrado tener relación con los niveles de obesidad⁽³⁴⁾.

Por último, en la realización de la impedancia (BIA), pese a haber realizado las mediciones en base a una metodología de trabajo común para todos los sujetos del estudio, es

posible que entre los resultados exista algún falso positivo o negativo como consecuencia del propio estado de hidratación de la persona o errores de la máquina de medición, circunstancias ajenas a nuestra voluntad.

Conclusiones

El nivel educativo tiene una relación diferente con la composición corporal en personas mayores de 65 años en función del género. Mientras que no existe gran relación entre la composición corporal y el nivel de estudios en los varones (a excepción del PC), en las mujeres se observa para la mayoría de las variables analizadas una relación inversa entre el nivel de estudios y la composición corporal; siendo mayores los valores de adiposidad y el riesgo de sobrepeso en las mujeres con menor nivel académico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores también desean dar las gracias a todos los voluntarios y centros participantes, cuya colaboración y dedicación hicieron posible este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Prentice AM. The emerging epidemic of obesity in developing countries. *International journal of epidemiology*. 2006 Feb;35(1):93-9.
2. Gutierrez-Fisac JL, Guallar-Castillon P, Leon-Munoz LM, Graciani A, Banegas JR, Rodriguez-Artalejo F. Prevalence of general and abdominal obesity in the adult population of Spain, 2008-2010: the ENRICA study. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2012 Apr;13(4):388-92.
3. Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, Luzardo L, Juez-Bengochea A, Mata E, et al. Prevalence of overweight and obesity in non-institutionalized people aged 65 or over from Spain: the elderly EXER-NET multi-centre study. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2011 Aug;12(8):583-92.
4. Gomez-Cabello A, Vicente Rodriguez G, Vila-Maldonado S, Casajus JA, Ara I. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutrición hospitalaria*. 2012 Jan-Feb;27(1):22-30.

5. Tian S, Morio B, Denis JB, Mioche L. Age-Related Changes in Segmental Body Composition by Ethnicity and History of Weight Change across the Adult Lifespan. *International journal of environmental research and public health*. 2016 Aug 13;13(8).
6. Yu SC, Khaw KS, Jadcak AD, Visvanathan R. Clinical Screening Tools for Sarcopenia and Its Management. *Current gerontology and geriatrics research*. 2016;2016:5978523.
7. Cauley JA. An Overview of Sarcopenic Obesity. *Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry*. 2015 Oct-Dec;18(4):499-505.
8. Kastorini CM, Panagiotakos DB. The obesity paradox: methodological considerations based on epidemiological and clinical evidence--new insights. *Maturitas*. 2012 Jul;72(3):220-4.
9. Oreopoulos A, Kalantar-Zadeh K, Sharma AM, Fonarow GC. The obesity paradox in the elderly: potential mechanisms and clinical implications. *Clinics in geriatric medicine*. 2009 Nov;25(4):643-59.
10. Harvey JA, Chastin SF, Skelton DA. Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2013 Dec;10(12):6645-61.
11. McLaren L, Godley J, MacNair IA. Social class, gender, and time use: implications for the social determinants of body weight? *Health reports*. 2009 Dec;20(4):65-73.
12. McLaren L. Socioeconomic status and obesity. *Epidemiologic reviews*. 2007;29:29-48.
13. Merino Ventosa M, Urbanos-Garrido RM. Disentangling effects of socioeconomic status on obesity: A cross-sectional study of the Spanish adult population. *Economics and human biology*. 2016 Sep;22:216-24.
14. Abbott G, Backholer K, Peeters A, Thornton L, Crawford D, Ball K. Explaining educational disparities in adiposity: the role of neighborhood environments. *Obesity*. 2014 Nov;22(11):2413-9.
15. Markwick A, Vaughan L, Ansari Z. Opposing socioeconomic gradients in overweight and obese adults. *Australian and New Zealand journal of public health*. 2013 Feb;37(1):32-8.
16. Gutierrez-Fisac JL, Lopez E, Banegas JR, Graciani A, Rodriguez-Artalejo F. Prevalence of overweight and obesity in elderly people in Spain. *Obesity research*. 2004 Apr;12(4):710-5.
17. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. ISAK: Potchefstroom, South Africa. 2006.
18. World Health Organization. Expert Committee in Physical Status: The use and interpretation of anthropometric physical status. 2005.
19. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American journal of clinical nutrition*. 2000 Sep;72(3):694-701.
20. Salas-Salvado J, Rubio MA, Barbany M, Moreno B, Grupo Colaborativo de la S. [SEEDO 2007 Consensus for the evaluation of overweight and obesity and the establishment of therapeutic intervention criteria]. *Medicina clinica*. 2007 Feb 10;128(5):184-96; quiz 1 p following 200.
21. Lopez-Rodriguez C, Laguna M, Gomez-Cabello A, Gusi N, Espino L, Villa G, et al. Validation of the self-report EXERNET questionnaire for measuring physical activity and sedentary behavior in elderly. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2017 Mar - Apr;69:156-61.
22. Sanchez-Garcia S, Garcia-Pena C, Duque-Lopez MX, Juarez-Cedillo T, Cortes-Nunez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC public health*. 2007;7:2.
23. De Gabriel N. Alfabetización y Escolarización en España (1887-1950). *Revista de educación*. 1997;314: 217-43.
24. Han TS, Tajar A, Lean ME. Obesity and weight management in the elderly. *British medical bulletin*. 2011;97:169-96.
25. Roskam AJ, Kunst AE, Van Oyen H, Demarest S, Klumbiene J, Regidor E, et al. Comparative appraisal of educational inequalities in overweight and obesity among adults in 19 European countries. *International journal of epidemiology*. 2010 Apr;39(2):392-404.
26. Seppanen-Nuijten E, Lahti-Koski M, Mannisto S, Knekt P, Rissanen H, Aromaa A, et al. Fat free mass and obesity in relation to educational level. *BMC public health*. 2009 Dec 04;9:448.
27. Leon-Munoz LM, Gutierrez-Fisac JL, Guallar-Castillon P, Regidor E, Lopez-Garcia E, Martinez-Gomez D, et al. Contribution of lifestyle factors to educational differences in abdominal obesity among the adult population. *Clinical nutrition*. 2014 Oct;33(5):836-43.
28. Despres JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*. 2006 Dec 14;444(7121):881-7.
29. Kuk JL, Saunders TJ, Davidson LE, Ross R. Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing research reviews*. 2009 Oct;8(4):339-48. PubMed PMID: 19576300.

30. Power EM. Determinants of healthy eating among low-income Canadians. *Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique*. 2005 Jul-Aug;96 Suppl 3:S37-42, S-8. PubMed PMID: 16042163.
31. Cohen AK, Rai M, Rehkopf DH, Abrams B. Educational attainment and obesity: a systematic review. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2013 Dec;14(12):989-1005.
32. Kyle UG, Genton L, Hans D, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European journal of clinical nutrition*. 2001 Aug;55(8):663-72.
33. Fantin F, Di Francesco V, Fontana G, Zivelonghi A, Bissoli L, Zoico E, et al. Longitudinal body composition changes in old men and women: interrelationships with worsening disability. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2007 Dec;62(12):1375-81.
34. Shankar A, Syamala S, Kalidindi S. Insufficient rest or sleep and its relation to cardiovascular disease, diabetes and obesity in a national, multiethnic sample. *PLoS one*. 2010;5(11):e14189.

The journal of nutrition, health & aging

Is sitting time related with physical fitness in Spanish elderly population? The EXERNET multicenter Study --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	JNHA-D-18-00405
Full Title:	Is sitting time related with physical fitness in Spanish elderly population? The EXERNET multicenter Study
Article Type:	Original Paper
Corresponding Author:	LUCIA SAGARRA ROMERO Universidad San Jorge SPAIN
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidad San Jorge
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	LUCIA SAGARRA ROMERO
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	LUCIA SAGARRA ROMERO GERMÁN VICENTE-RODRÍGUEZ RAQUEL PEDRERO-CHAMIZO SARA VILA-MALDONADO NARCIS GUSI GERARDO VILLA LUIS ESPINO MARCELA GONZÁLEZ-GROSS JOSE ANTONIO CASAJUS IGNACIO ARA ALBA GÓMEZ-CABELLO
Order of Authors Secondary Information:	
Funding Information:	
Abstract:	<p>Background: Older adults spend most of their waking hours performing sedentary activities. The influence of these lifestyle patterns on the physical fitness (PF) levels of this population has not yet been sufficiently investigated. Objective: The aim of the study was to examine whether sedentary behavior (SB) (h·d⁻¹sitting) is associated with PF, and specifically to analyze whether sitting >4 h·d⁻¹ is associated with higher risk of having lower levels of fitness in seniors. Design: EXERNET multi-center study. Participants and Settings: A representative sample of 3136 non-institutionalized elderly (aged 72.25.3 years), from 6 Regions of Spain were included in the study. Measurements: PF was assessed using 8 different tests from the EXERNET battery. Lifestyle patterns were collected using a validated questionnaire. ANCOVA was used to compare the groups according to the hours of sitting. Binary logistic regression was used to calculate the association between the SB and low levels of fitness. Results: For both genders, those who spent sitting >4 h·d⁻¹ had lower levels of balance, agility, walking speed and aerobic endurance (p<0.001). Sedentary men also had less strength of lower extremities (p<0.05), whereas, sedentary women were less flexible in the lower extremities (p<0.001). More than 4 h·d⁻¹ sitting was associated, in men, to higher odds for having low strength (lower extremities), agility, flexibility (lower</p>

	extremities) and aerobic endurance ($p < 0.05$); and in women, to higher risk of low balance, strength (lower and upper extremities), flexibility (lower extremities), agility, walking speed and aerobic endurance ($p < 0.05$). Conclusions: Seniors that sit > 4 h·d ⁻¹ have lower levels of fitness and this behavior is related with an increased risk of having low levels of PF in this population.
Suggested Reviewers:	

**Is sitting time related with physical fitness in Spanish elderly population?
The EXERNET multicenter Study**

Sagarra-Romero L (1,2), Vicente-Rodríguez G (3,4,5,6), Pedrero-Chamizo R (7), Vila-
Maldonado S (2,8), Gusi N (8,9), Villa G (10), Espino L (11), González-Gross M (7), Casajus
JA (3,4,5,12), Ara I (2,8), Gómez-Cabello A (3, 4, 5, 8, 13).

(1) Faculty of Health Sciences. University of San Jorge, Zaragoza, Spain.

(2) GENUUD Toledo Research Group, University of Castilla-La Mancha, Toledo, Spain.

(3) GENUUD Research Group, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain.

(4) Centro de Investigación Biomédica en Red de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBn), Spain.

(5) Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2).

(6) Faculty of Health and Sport Sciences (FCSD), Department of Physiatry and Nursing, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain.

(7) ImFINE Research Group, Department of Health and Human Performance, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain.

(8) CIBER de Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES), Spain.

(9) Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, Cáceres, Spain.

(10) Institute of Biomedicine (IBIOMED), University of León, León, Spain.

(11) Unit of Sport Medicine, Cabildo of Gran Canaria, Gran Canaria, Spain.

(12) Faculty of Health Sciences. Department of Physiatry and Nursing, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain.

(13) Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza, Spain.

Corresponding author:

Dr. Alba Gómez-Cabello

Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza

Carretera de Huesca s/n 50090. Zaragoza

Teléfono: 976739794

Email: agomez@unizar.es

Abstract

Background: Older adults spend most of their waking hours performing sedentary activities. The influence of these lifestyle patterns on the physical fitness (PF) levels of this population has not yet been sufficiently investigated. *Objective:* The aim of the study was to examine whether sedentary behavior (SB) ($\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ sitting) is associated with PF, and specifically to analyze whether sitting $>4 \text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ is associated with higher risk of having lower levels of fitness in seniors. *Design:* EXERNET multi-center study. *Participants and Settings:* A representative sample of 3136 non-institutionalized elderly (aged 72.2 ± 5.3 years), from 6 Regions of Spain were included in the study. *Measurements:* PF was assessed using 8 different tests from the EXERNET battery. Lifestyle patterns were collected using a validated questionnaire. ANCOVA was used to compare the groups according to the hours of sitting. Binary logistic regression was used to calculate the association between the SB and low levels of fitness. *Results:* For both genders, those who spent sitting $>4 \text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ had lower levels of balance, agility, walking speed and aerobic endurance ($p<0.001$). Sedentary men also had less strength of lower extremities ($p<0.05$), whereas, sedentary women were less flexible in the lower extremities ($p<0.001$). More than $4 \text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ sitting was associated, in men, to higher odds for having low strength (lower extremities), agility, flexibility (lower extremities) and aerobic endurance ($p<0.05$); and in women, to higher risk of low balance, strength (lower and upper extremities), flexibility (lower extremities), agility, walking speed and aerobic endurance ($p<0.05$). *Conclusions:* Seniors that sit $>4 \text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ have lower levels of fitness and this behavior is related with an increased risk of having low levels of PF in this population.

Key words: Lifestyle, Physical activity, Functional capacity, Health, Ageing.

Introduction

1 The global average life expectancy has increased by 5 years between 2000 and 2015, resulting
2 in a significant growth of the elderly population worldwide (1).
3

4 In Spain, like most developed countries, according to data registered in 2016, the population
5 over the age of 65 years has increased notably around 18,8% and it is expected to increase up
6 to 35% in 2065 (2). Moreover, 6% of the Spanish population is octogenarian and it is also
7 estimated to increase up to 18% in 2065 (2).
8

9 The multidimensional process of ageing is inherent in humans and leads to a progressive
10 physical and psychological decline and also to many social changes (3). Specifically, above
11 the age of 60 years, ageing has been associated with a substantial decline in global physical
12 performance (4), less functional efficiency and worse mental functions, all of which affect the
13 degree of dependence in elderly people (5). Apart from that, nowadays it is well known that
14 many chronic illnesses and disabilities increase with age and are associated with low levels of
15 several components of physical fitness (PF), such as aerobic endurance, strength or balance
16 (6).
17

18 Although the ageing process leads to many changes as reported above, it is widely proven that
19 lifestyle plays an important role in ameliorating the age-related conditions. In this regards,
20 increased levels of physical activity (PA) have been proposed as one of the key strategies to
21 guarantee a successful ageing (7).
22

23 It is known that moderate and regular physical exercise in older adults are associated with
24 benefits on cardiovascular fitness (reduction in the decline of peak oxygen consumption (VO_2
25 $_{peak}$)), prevention of falls, higher bone mineral density or strength and muscular function (8-
26 10). Moreover, it has benefit on the primary prevention of stroke, is also associated with a
27 reduction in cardiovascular diseases (optimization of blood pressure, lipid profile and type 2
28 diabetes) and it can produce changes in body composition (reduction of body fat and age-
29 related sarcopenia) (11,12).
30

31 Traditionally, a large body of evidence has focused on the relationship between PA level and
32 health; however, the new emerging concept of sedentary behavior (SB, defined as sitting,
33 reclining or lying down posture, during prolonged periods) has been demonstrated to be a new
34 risk factor, independently of the PA level (13-16). There is substantial evidence that shows
35 the relationship between high volumes of sedentary time and many detrimental health
36 outcomes, such as the increased risk of cardiovascular disease or even death (17,18). In fact, a
37 recent investigation developed by Rezende et al. (18) reported that sitting time ($>3h \cdot d^{-1}$) is
38 responsible for 3.8% of all-cause mortality among countries from all over the world, being
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

this conduct higher in the Western Pacific region (5.7%), followed by European (4.4%), Eastern Mediterranean (3.3%), American (3.2%), and Southeast Asian (2.0%).

Other researchers also found an association between sitting time and cardio-metabolic disorders, negative changes in body composition such as adiposity and muscle quality or frailty (15,19-21). Among older adults, long sitting periods have been also related to geriatric outcomes including physical status, cognitive function and mental health (22,23). Although physical function is of great relevance in seniors, only few studies have examined the relationship between the amount of SB per day and PF in this population (24-26).

Some evidence has reported that elderly people are generally less physically active than younger adults and have more mobility limitations that increase the amount of time spent on SB (8). In fact, the results of a recent study shows that over 70% of older adults spend around 8.5 h·d⁻¹ sitting (27).

In this alarming scenario, it is necessary to keep in mind the importance of maintaining high levels of PF throughout ageing, as well as establishing the relationship between SB and the different components of PF in the elderly.

Therefore, the aims of this study were to examine whether sedentarism has influence on fitness performance in elderly men and women and to analyze if sitting time is associated with higher risk of having low levels of PF in a representative sample of non-institutionalized Spanish elderly people.

Methods

Participants and design

The present study was performed on a representative sample of non-institutionalized elderly residing in six different regions from Spain: Aragón, Madrid, Castilla León, Castilla-La Mancha, Extremadura and Canarias. The complete methodology of the elderly EXERNET multi-center study has been described in detail elsewhere (28).

The exclusion criteria of this cross-sectional study were refusals, age under 65 years, people living in nursing homes or not able to care for themselves and those having severe advanced illnesses (i.e. dementia or cancer). A total of 3136 seniors (724 men and 2412 women; 72.2±5.3 years) were included in the study. All participants were informed of the aims, benefits and possible risks derived from participation in the tests. Afterwards, written informed consent was obtained from all participants prior to participate in the study.

The ethical guidelines for human research studies as stated in the Helsinki Declaration were followed throughout the study and the protocol was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Aragon (18/2008).

Data were collected between June 2008 and November 2009. Information was collected through personal interviews using a structured questionnaire followed by an examination to measure anthropometrics and PF. After the fieldwork participants who did not fulfill the inclusion criteria were excluded.

Anthropometric measurements

Training workshops were organized to harmonize the assessment of anthropometrics before starting the study. The standardization process and reliability of the anthropometric measurements carried out in the pilot study and during the final workshop guaranteed the quality of the anthropometrics in the EXERNET multi-centre study (29). Height was measured to the nearest millimeter using a portable stadiometer (SECA, Hamburg, Germany) with 2.10 m maximum capacity and a 0.001m error margin. Subjects stood with their scapula, buttocks and heels resting against a wall; the neck was held in a natural non-stretched position, the heels were touching each other with the toe tips spread to form 45° angle; and the head was held straight with the inferior orbital border in the same horizontal plane as the external auditory tube (Frankfort's plane) (30).

Weight was measured using a TANITA BC 418-MA (Tanita Corp. Tokyo, Japan) with a 200 kg maximum capacity and a ±100g error margin. Individuals removed shoes, socks, and

1 heavy clothes prior to weighing. Body Mass Index (BMI) was calculated as weight (kg)
2 divided by squared height (m²).
3
4

5 **Active and sedentary behavior variables**

6
7 The information about active and SB was collected using a validated self-administrated
8 questionnaire (31), which also included information about their demographic characteristics,
9 medication, quality of life and socioeconomic status. The variables considered in the present
10 study were gender, age, sitting time (SB) and walking time (active behavior), and this
11 information was obtained in 100%, 100%, 83.7% and 86.8% of those interviewed,
12 respectively. Specifically, sitting time was recorded through the following question: How
13 many hours do you usually spend sitting per day? The question covered any activity in which
14 the person had to be sitting (i.e. watching television, reading, sewing, etc.) and it referred to
15 the present time. Walking time was recorded through the following question: How many
16 hours do you usually spend walking per day? For these questions, each participant had to
17 choose one of the following answers: <1 h/day, 1–2 h/day, 2–3 h/day, 3–4 h/day, 4–5 h/day or
18 >5 h/day.
19

20 Hours sitting per day were used to classify subjects into: non-sedentary (<4 h/day) and
21 sedentary (≥4 h/day). The cut-off points to define this SB are based on ROC curves carried
22 out with the same sample and reported in a previous study (15).
23
24
25
26
27
28

29 **Physical fitness evaluation**

30 Researchers responsible for the PF measurements were trained to work according to a
31 standard protocol. The inter-observer reliability of each assessment was studied in a sample of
32 10 elderly from the city of Toledo (32).
33

34 PF was assessed using the following eight tests (modified from the batteries “Senior Fitness
35 Test” and Eurofit: EXERNET battery) (33,34).
36

37
38 1. Balance: Flamingo Balance Test. Number of seconds keeping balance with one foot
39 on the floor and the other resting on the opposite ankle (maximum 60 s). The test was
40 performed twice with right and left feet alternatively. The best result obtained among the four
41 attempts was recorded. This test measures ability to balance successfully on a single leg,
42 which is important to walk safely and fall prevention.
43

44
45 2. Strength of lower extremities: Chair Stand Test. Number of full stands from a seated
46 position that can be completed in 30 s with arms folded across chest. This test, which was
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

performed once, assesses lower-body strength needed for numerous tasks such as climbing stairs, walking, and getting out of a chair, tube or car.

3. Strength of upper extremities: Arm Curl Test. Number of biceps curls that can be completed in 30 s holding a hand weight; 2.5 kg for women, 4 kg for men. The test was performed twice, one with each hand. The average of both results was recorded. This test evaluates upper-body strength needed for performing household and other activities involving lifting and carrying things such as groceries, suitcases and grandchildren.

4. Flexibility of lower extremities: Chair Sit-and-Reach Test. From a sitting position at the front of a chair, with leg extended and hands reaching towards toes, the number of centimeters (plus or minus) between the extended fingers and the tip of the toe. The test was performed twice, one with each leg, and the average of both results was recorded. This test measures lower-body flexibility, which is important for good posture, normal gait patterns, and various mobility tasks such as getting in and out of a bathtub or car.

5. Flexibility of upper extremities: Back Scratch Test. With one hand reaching over the shoulder and one up the middle of the back, the number of centimeters between the extended middle fingers (plus or minus) is measured. The test was performed twice, one with each hand. The average of both results was recorded. This test assesses upper-body (shoulder) flexibility, which is important in tasks such as combing one's hair, putting and overhead garments or reaching for a seatbelt.

6. Agility: 8-Foot Up-and-Go Test. Number of seconds required to get up from a seated position, walk 2.45 m, turn and return to a seated position. The test was performed twice, with at least one minute of rest between repetitions. The best result was recorded. This test evaluates the agility/dynamic balance important in tasks that require quick maneuvering such as getting up to attend to something in the kitchen, going to the bathroom or answering the phone.

7. Walking speed: Brisk Walking Test. Number of seconds required to walk 30 m. The test was performed twice, with at least one minute of rest between repetitions. The best result was recorded. This test measures the speed of walk, important in tasks that require fast walking such as get the bus or go early to a meeting.

8. Endurance: 6-Minute Walk Test. Number of meters that can be walked in 6 min around 46 m track. This test was performed once and assesses aerobic endurance, which is very important for walking distances, climbing stairs, shopping, etc.

Gender and age-specific PF levels (percentiles) were cataloged based on the multicentre EXERNET study reference values (32), which evaluated the PF level in a representative

1 sample of the non-institutionalized Spanish elderly population. In the present study, the 20th
2 percentile of each test was established in order to classify people with low levels of PF.
3
4

5 **Statistical analysis**

6
7 Data of descriptive statistics and differences between men and women were analyzed by 2-
8 way ANOVA and are presented as means and standard deviation (means \pm SD).
9

10
11 The differences in PF depending on sitting time (<4 h/day or \geq 4 h/day) were also analyzed by
12 2-way ANOVA.
13

14 The associations between sit \geq 4h·d⁻¹ and the PF level (categorized by age) were calculated by
15 binary logistic regression. Odds ratios (OR) with 95% confidence intervals (CI) obtained from
16 logistic regression are reported for the studying models. First, we built a model I, which
17 included the independent sedentary related variable and secondly, we created a model II,
18 which incorporated walking time (number of hours per day) as possible confounder. These
19 analyses were carried out separately by gender.
20
21

22 All analyses were carried out with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, Inc.
23 Chicago, USA) Windows software, version 21.0. Statistical significance was set at $p < 0.05$.
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Results

Descriptive characteristics

Descriptive characteristics and PF parameters (mean \pm SD) of the study sample by gender are displayed in Table 1. Height and weight were higher in men than in women (all $p < 0.001$). Women had higher BMI than men ($p < 0.001$). No differences were found in age between genders. There were statistical differences between genders ($p < 0.001$) for all fitness tests. Men were better in balance, strength of lower and upper extremities, agility, walking speed and aerobic endurance, while women performed better in flexibility of lower and upper extremities.

Differences in PF values depending on sitting time (less or more than 4 h·d⁻¹)

PF variables of the study sample by gender and sitting time ($\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$) are shown in Table 2. The group of men and women that were sedentary ($\geq 4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$) had lower level of balance, agility, walking speed and aerobic endurance (all $p < 0.001$). Sedentary men also had less strength of lower extremities (16.0 ± 3.5 vs. 14.6 ± 4.0 ; $p < 0.05$). Moreover, women who sat more than 4 $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ were significantly less flexible in the lower extremities (right and left leg; both $p < 0.001$).

Association between sedentary lifestyle and risk of low fitness

Table 3 presents the Odds Ratio for having low levels of physical fitness in those sitting $\geq 4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$, compared with the elderly who sat less than 4 $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$.

In men, more than 4 h of sitting a day was related with higher risk (1.8, 2.4 and 2.0-fold higher odds) of having low strength of lower extremities, agility and aerobic endurance, respectively (all $p < 0.05$), compared to those sitting less than 4 $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ (Model I). In women, this SB increased the risk (1.4, 1.4, 1.5 and 1.6-fold higher odds) of having low fitness in the following tests: balance, flexibility of left leg, agility and walking speed, respectively (all $p < 0.05$) (Model I).

Associations after adjustment for time spent walking (Model II) showed similar results. However, men increased also the risk of having low flexibility in both legs. In women, sitting time was associated with 1.5, 1.4, 1.3, 1.5 and 2.0-fold higher odds of having low levels of strength of lower extremities, strength of upper extremities (left arm), flexibility of lower extremities (right leg), agility and aerobic endurance.

Discussion

1 In this study, we investigated the influence of SB on PF in seniors. The main results of the
2 present study are that 1) Self-reported sitting time has a negative influence on PF, both in men
3 and women. Specifically, those sitting less than 4h·d⁻¹ have higher levels of PF in most of the
4 studied tests. 2) The least affected variables are those that involve the upper extremities. 3)
5 Men (36%) and women (30%) who sit more than 4h·d⁻¹ is related with an increased risk of
6 having low levels of PF independently of walking time and this negative influence is different
7 between the genders.
8

9 Large body of evidence has reported across the years the beneficial health benefits of PA
10 among older adults, such as increases in cardio-respiratory performance, benefits on strength
11 and muscular function, prevention of falls and possible cognitive benefits with reduction in
12 incidence of dementia (8,11,35-37). On the contrary, the absence of regular activity in seniors
13 has been related to some diseases and disabilities such as heart disease, stroke, type 2
14 diabetes, high blood pressure, metabolic syndrome, some types of cancer or decreases in
15 cardiorespiratory and muscular fitness (38-40).
16

17 It is well known that PA is important for independent living in older adults; nevertheless, a
18 new concept is emerging, suggesting that SB has to be considered as a new risk factor for
19 health independently of the PA level (14,41). In fact, prolonged periods in a sitting, reclining
20 or lying posture, have been related to some health problems such as the risk of developing
21 cardiovascular disease, metabolic syndrome, cardio-metabolic biomarkers, increased risk of
22 obesity and in the worst case, mortality (15,42,43). In view of this negative association, many
23 studies have centered their efforts in trying to understand whether the adverse consequences
24 to patients health are caused by SB only, or rather they can also be attributed to too little PA
25 (44). For instance, in this study we verified that, in Spanish elderly population, sitting time
26 was negatively associated with the level of fitness.
27

28 Although there is strong evidence about the influence of PA on fitness performance among
29 older subjects, as reported above, there is a lack of studies focusing on the influence of SB
30 and PF in this group of population.
31

32 It has been previously reported that the amount of time that people spend in SB increases with
33 age. Specifically, a recent systematic review (45) shows that elderly people (≥ 60 years old)
34 spend an average of 9.4 h a day in SB, that equating to 65-80% of their waking day.
35 Therefore, this characteristic lifestyle of the elderly population may lead to the development
36 of certain pathologies and health issues.
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

As fitness level in older adults has a strong influence on the capability for maintaining functional independence and being self-confident (46,47), and considering that decreases in muscle strength or walking speed may affect negatively the ability of older people to perform functional tasks such as raise and sit in a chair, walk a certain distance (48,49) or increase the risk of frailty during the ageing process (50) ,among older adults the highest priority should be to find strategies for maintaining the functional ability and independence.

In terms of fitness, results from this study showed that long sitting periods ($>4 \text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$) have a negative influence on PF level in seniors, affecting their muscle strength, balance, flexibility, agility, walking speed and endurance. Thus, our results are in line with the study carried out by Santos et al. (26) with 312 older adults over 65 years. They showed that long periods of time in SB (measured with accelerometers) were related with worse upper and lower body strength, agility, dynamic balance and lower flexibility. Moreover, they found a positive relationship between time spent in moderate-to-vigorous PA and functional fitness, independently of SB. However, while Santos et al. found associations between SB and the strength of upper extremities, in our study we found that this sedentary pattern was not associated with lower performance in this test. Our hypothesis is that seniors perform activities with their arms while they are sitting, and therefore, SB may not affect this PF component. The discordance between studies could be partially explained by the number of hours spent in the SB. It is possible that $4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ may not be enough to negatively affect upper body strength; however, longer time in this sedentary activity could lead to a lower performance in this test.

Other fitness parameters such as balance and agility performance progressively decline with age and could be related with falls and loss of confidence. To our knowledge balance, stride length and walking speed are reduced in older adults indicates a more pronounced postural sway in this population (51). Cooper et al. (52) observed in a cohort study with older adults (range 60.3-64.9 years) that SB was strongly associated with worst standing balance time. In this regard, we also found a negative association between SB and agility, in both genders. In fact, sitting more than $4 \text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ was related with the risk of being less agile (OR 2.3; 95% 1.20-4.36; OR 1.4; 95% 1.07-2.06, men and women, respectively), independent of walking time a day (Model II). Moreover, sitting more than $4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ is strongly associated with an increased risk of walking slowly (OR 1.6; 95% 1.19-2.27) and less balance capacity (OR 1.4; 95% 1.15-1.85) in women. Hence, future interventions may decrease SB in this population, especially in women, in order to prevent the risk of having a bad postural fitness and also to prevent falls.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Accumulating evidence indicates that there is a progressive decline in the cardiovascular system across the aging process. Moreover, sedentary lifestyle in elderly produces an accelerated decline in VO_{2max} (53,54). In fact, in a recent study carried with adults and seniors (18-91 years), found an inverse association between total daily sitting time (≥ 10 h·d⁻¹) and cardiorespiratory fitness. Similarly, we found worst values in aerobic capacity in men and women who were sitting more than 4 h·d⁻¹ ($p < 0.05$). In addition, having an active lifestyle was associated with a decreased risk of having less aerobic capacity in seniors (men and women). According to this evidence, long sedentary periods should be avoided with the goal of maintain functional independence and quality of life in senior.

In global terms, our findings confirmed that older adults with prolonged SB (such as sitting down) have a negative influence in terms of PF level.

Some limitations should be acknowledged. Firstly, the results could be partially based by the fact that only independent non-institutionalized elderly were included in the present study. Results from an institutionalized elderly population might not be identical. Among the strengths, we included the multi-centric study design and a large sample size with a large variety of tests used to measure the PF; however, there is a limitation related with the large difference between men and women in sample size.

In conclusion, sitting time is a risk factor for having low levels of PF in the Spanish seniors, and this association is independent of the walking time. Overall, we observed that men and women who spend more than 4 h·d⁻¹ in sitting posture, have less PF than those who were sitting less than 4 hours, especially in lower extremities. Moreover this sedentary lifestyle was associated in men, to higher risk of having low strength, agility, flexibility and aerobic endurance; and in women to higher risk of low balance, strength, flexibility, agility, walking speed and aerobic endurance.

Taking into account the findings of the present study, it is necessary to recommend less time sitting and maybe to create new policies of health behavior for elderly, focusing on new strategies of interventions. It is also necessary to incorporate new programs and activities for implementing changes in lifestyle, such as interventions aimed to reduce the total volume of sitting per day and breaking up prolonged periods of sitting time among this group of population.

Acknowledgments: The Elderly EXERNET Multi-center Study was supported by the Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (104/07), Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad (147/2011), University of Zaragoza (UZ 2008-BIO-01), Centro Universitario de la

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Defensa de Zaragoza (UZCUD2016-BIO-01), Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (DEP2016-78309-R), the Biomedical Research Networking Center on Frailty and Healthy Aging (CIBERFES) and FEDER funds from the European Union (CB16/10/00477). The authors are also grateful to all the volunteers and collaborators whose cooperation and dedication made this study possible.

Disclosure statement: The authors declare they have no competing interest.

Ethical Standards: The ethical guidelines for human research studies as stated in the Helsinki Declaration were followed throughout the study. The protocol was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Aragón (18/2008). Written informed consent was obtained from all the participants.

References

1. (WHO) WHO. Global health and aging. *NIH Publication*. 2011;11-7737.
2. IMSERSO. *Informe 2016. Las personas mayores en España. Datos estadísticos estatales por comunidades autónomas*. 2017.
3. Dziechciaz M, Filip R. Biological psychological and social determinants of old age: bio-psycho-social aspects of human aging. *Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM*. 2014;21(4):835-838.
4. Mendonca GV, Pezarat-Correia P, Vaz JR, Silva L, Heffernan KS. Impact of Aging on Endurance and Neuromuscular Physical Performance: The Role of Vascular Senescence. *Sports medicine*. 2016.
5. Dijkstra A, Hakverdioglu G, Muszalik M, Andela R, Korhan EA, Kedziora-Kornatowska K. Health related quality of life and care dependency among elderly hospital patients: an international comparison. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2015;235(3):193-200.
6. McPhee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*. 2016;17(3):567-580.
7. Gopinath B, Kifley A, Flood VM, Mitchell P. Physical Activity as a Determinant of Successful Aging over Ten Years. *Sci Rep*. 2018;8(1):10522.
8. Taylor D. Physical activity is medicine for older adults. *Postgrad Med J*. 2014;90(1059):26-32.
9. Suominen H. Muscle training for bone strength. *Aging clinical and experimental research*. 2006;18(2):85-93.
10. Chin APMJ, van Uffelen JG, Riphagen I, van Mechelen W. The functional effects of physical exercise training in frail older people : a systematic review. *Sports Med*. 2008;38(9):781-793.
11. Vogel T, Brechat PH, Lepretre PM, Kaltenbach G, Berthel M, Lonsdorfer J. Health benefits of physical activity in older patients: a review. *International journal of clinical practice*. 2009;63(2):303-320.
12. Allen J, Morelli V. Aging and exercise. *Clinics in geriatric medicine*. 2011;27(4):661-671.
13. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *American journal of preventive medicine*. 2011;41(2):207-215.
14. van der Ploeg HP, Hillsdon M. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2017;14(1):142.
15. Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, et al. Sitting time increases the overweight and obesity risk independently of walking time in elderly people from Spain. *Maturitas*. 2012;73(4):337-343.

16. Davis MG, Fox KR, Stathi A, Trayers T, Thompson JL, Cooper AR. Objectively measured sedentary time and its association with physical function in older adults. *J Aging Phys Act.* 2014;22(4):474-481.
17. Endorsed by The Obesity S, Young DR, Hivert MF, et al. Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation.* 2016;134(13):e262-279.
18. Rezende LF, Sa TH, Mielke GI, Viscondi JY, Rey-Lopez JP, Garcia LM. All-Cause Mortality Attributable to Sitting Time: Analysis of 54 Countries Worldwide. *American journal of preventive medicine.* 2016;51(2):253-263.
19. Bankoski A, Harris TB, McClain JJ, et al. Sedentary activity associated with metabolic syndrome independent of physical activity. *Diabetes care.* 2011;34(2):497-503.
20. Chastin SF, Ferrioli E, Stephens NA, Fearon KC, Greig C. Relationship between sedentary behaviour, physical activity, muscle quality and body composition in healthy older adults. *Age and ageing.* 2012;41(1):111-114.
21. Del Pozo-Cruz B, Manas A, Martin-Garcia M, et al. Frailty is associated with objectively assessed sedentary behaviour patterns in older adults: Evidence from the Toledo Study for Healthy Aging (TSHA). *PloS one.* 2017;12(9):e0183911.
22. Copeland JL, Ashe MC, Biddle SJ, et al. Sedentary time in older adults: a critical review of measurement, associations with health, and interventions. *British journal of sports medicine.* 2017;51(21):1539.
23. Rosenberg DE, Bellettiere J, Gardiner PA, Villarreal VN, Crist K, Kerr J. Independent Associations Between Sedentary Behaviors and Mental, Cognitive, Physical, and Functional Health Among Older Adults in Retirement Communities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2016;71(1):78-83.
24. Sardinha LB, Santos DA, Silva AM, Baptista F, Owen N. Breaking-up sedentary time is associated with physical function in older adults. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences.* 2015;70(1):119-124.
25. Gennuso KP, Gangnon RE, Matthews CE, Thraen-Borowski KM, Colbert LH. Sedentary behavior, physical activity, and markers of health in older adults. *Medicine and science in sports and exercise.* 2013;45(8):1493-1500.
26. Santos DA, Silva AM, Baptista F, et al. Sedentary behavior and physical activity are independently related to functional fitness in older adults. *Experimental gerontology.* 2012;47(12):908-912.
27. Harvey JA, Chastin SF, Skelton DA. Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10(12):6645-6661.
28. Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, et al. Prevalence of overweight and obesity in non-institutionalized people aged 65 or over from Spain: the elderly EXERNET multi-centre study. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity.* 2011;12(8):583-592.
29. Gomez-Cabello A, Vicente-Rodriguez G, Albers U, et al. Harmonization process and reliability assessment of anthropometric measurements in the elderly EXERNET multi-centre study. *PloS one.* 2012;7(7):e41752.
30. Sanchez-Garcia S, Garcia-Pena C, Duque-Lopez MX, Juarez-Cedillo T, Cortes-Nunez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC public health.* 2007;7:2.
31. Ravens-Sieberer U, Wille N, Badia X, et al. Feasibility, reliability, and validity of the EQ-5D-Y: results from a multinational study. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation.* 2010;19(6):887-897.
32. Pedrero-Chamizo R, Gomez-Cabello A, Delgado S, et al. Physical fitness levels among independent non-institutionalized Spanish elderly: the elderly EXERNET multi-center study. *Archives of gerontology and geriatrics.* 2012;55(2):406-416.
33. Jones R. Senior Fitness Test Manual. Human Kinetics ed., Champaign, IL. 2001.
34. Carvalho C, Sunnerhagen KS, Willen C. Walking speed and distance in different environments of subjects in the later stage post-stroke. *Physiother Theory Pract.* 2010;26(8):519-527.
35. Varma VR, Tan EJ, Wang T, et al. Low-intensity walking activity is associated with better health. *J Appl Gerontol.* 2014;33(7):870-887.

36. Kannus P, Sievanen H, Palvanen M, Jarvinen T, Parkkari J. Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *Lancet*. 2005;366(9500):1885-1893.
37. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009(3):CD002759.
38. Elsayy B, Higgins KE. Physical activity guidelines for older adults. *American family physician*. 2010;81(1):55-59.
39. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*. 2003;107(24):3109-3116.
40. El Bilbeisi AH, Hosseini S, Djafarian K. The Association between Physical Activity and the Metabolic Syndrome among Type 2 Diabetes Patients in Gaza Strip, Palestine. *Ethiop J Health Sci*. 2017;27(3):273-282.
41. Owen N. Sedentary behavior: understanding and influencing adults' prolonged sitting time. *Prev Med*. 2012;55(6):535-539.
42. Pandey A, Salahuddin U, Garg S, et al. Continuous Dose-Response Association Between Sedentary Time and Risk for Cardiovascular Disease: A Meta-analysis. *JAMA cardiology*. 2016;1(5):575-583.
43. Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*. 2012;55(11):2895-2905.
44. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exercise and sport sciences reviews*. 2010;38(3):105-113.
45. Harvey JA, Chastin SF, Skelton DA. How Sedentary are Older People? A Systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. *Journal of aging and physical activity*. 2015;23(3):471-487.
46. Mullen SP, McAuley E, Satariano WA, Kealey M, Prohaska TR. Physical activity and functional limitations in older adults: the influence of self-efficacy and functional performance. *The journals of gerontology Series B, Psychological sciences and social sciences*. 2012;67(3):354-361.
47. McAuley E, Konopack JF, Morris KS, et al. Physical activity and functional limitations in older women: influence of self-efficacy. *The journals of gerontology Series B, Psychological sciences and social sciences*. 2006;61(5):P270-277.
48. Westerterp KR. Daily physical activity, aging and body composition. *The journal of nutrition, health & aging*. 2000;4(4):239-242.
49. Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bamman MM, Weinsier RL. The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2001;56(10):B443-448.
50. Guyonnet S, Secher M, Vellas B. Nutrition, Frailty, Cognitive Frailty and Prevention of Disabilities with Aging. *Nestle Nutrition Institute workshop series*. 2015;82:143-152.
51. Ruffieux J, Keller M, Lauber B, Taube W. Changes in Standing and Walking Performance Under Dual-Task Conditions Across the Lifespan. *Sports medicine*. 2015;45(12):1739-1758.
52. Cooper AJ, Simmons RK, Kuh D, et al. Physical activity, sedentary time and physical capability in early old age: British birth cohort study. *PLoS one*. 2015;10(5):e0126465.
53. Fleg JL, Strait J. Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. *Heart Fail Rev*. 2012;17(4-5):545-554.
54. Aparicio-Ugarriza R, Pedrero-Chamizo R, Bibiloni MDM, et al. A Novel Physical Activity and Sedentary Behavior Classification and Its Relationship With Physical Fitness in Spanish Older Adults: The PHYSMED Study. *J Phys Act Health*. 2017;14(10):815-822.

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Table 1. Descriptive characteristics (anthropometrics and physical fitness values) by gender.

	Men				Women				P
	N	Mean	±	SD	N	Mean	±	SD	
Age (years)	724	72.4	±	5.4	2412	72.2	±	5.3	0.260
Height (cm)	710	165.2	±	6.7	2357	152.8	±	5.9	<0.001
Weight (kg)	702	77.0	±	11.0	2335	68.2	±	11.0	<0.001
BMI (kg/m ²)	702	28.1	±	3.5	2335	29.2	±	4.4	<0.001
Balance (s)	690	32.0	±	23.0	2297	24.7	±	20.3	<0.001
Strength of lower extremities (reps)	693	15.3	±	4.0	2299	14.3	±	3.5	<0.001
Strength of upper extremities (right arm) (reps)	690	17.1	±	4.0	2267	16.2	±	4.0	<0.001
Strength of upper extremities (left arm) (reps)	686	17.2	±	4.1	2273	16.4	±	4.1	<0.001
Lower body flexibility (right leg) (cm)	695	-8.4	±	12.0	2314	-2.5	±	10.0	<0.001
Lower body flexibility (left leg) (cm)	689	-8.4	±	12.1	2312	-2.1	±	10.0	<0.001
Upper body flexibility (right arm) (cm)	695	-16.0	±	13.7	2306	-8.3	±	11.0	<0.001
Upper body flexibility (left arm) (cm)	694	-19.0	±	12.7	2301	-13.0	±	11.0	<0.001
Agility/Dynamic Balance	697	5.5	±	1.5	2314	6.0	±	1.7	<0.001
Walking speed (s)	634	15.4	±	3.7	2211	18.0	±	4.0	<0.001
Aerobic endurance (m)	630	566.0	±	98.0	2137	513.0	±	91.0	<0.001

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Table 2. Differences in Fitness Test values depending on sitting time (h·d) stratified by gender.

	< 4h sitting/day				≥ 4h sitting/day				P
	N	Mean	±	SD	n	Mean	±	SD	
Men									
Balance (s)	372	35.5	±	22.9	210	27.4	±	22.1	< 0.001
Strength of lower extremities (reps)	370	16.0	±	3.5	212	14.6	±	4.0	0.020
Strength of upper extremities (right arm) (reps)	367	17.1	±	4.0	212	17.0	±	4.0	0.715
Strength of upper extremities (left arm) (reps)	366	17.2	±	4.0	213	17.0	±	4.0	0.867
Lower body flexibility (right leg) (cm)	371	-8.2	±	11.6	212	-8.6	±	12.4	0.915
Lower body flexibility (left leg) (cm)	370	-8.0	±	11.5	210	-8.6	±	13.1	0.911
Upper body flexibility (right arm) (cm)	371	-15.0	±	13.7	213	-16.0	±	13.7	0.834
Upper body flexibility (left arm) (cm)	370	-18.4	±	12.7	213	-19.2	±	11.1	0.885
Agility/Dynamic Balance (s)	373	5.2	±	1.0	214	5.8	±	1.8	< 0.001
Walking speed (s)	351	15.0	±	2.7	191	16.0	±	4.1	< 0.001
Aerobic endurance (m)	355	579.4	±	84.5	192	538.4	±	108.0	< 0.001
Women									
Balance (s)	1364	26.0	±	20.5	568	22.2	±	19.5	< 0.001
Strength of lower extremities (reps)	1367	14.2	±	3.4	570	14.0	±	3.5	0.266
Strength of upper extremities (right arm) (reps)	1350	16.1	±	4.0	559	16.0	±	3.8	0.542
Strength of upper extremities (left arm) (reps)	1350	16.2	±	4.1	561	16.2	±	4.0	0.394
Lower body flexibility (right leg) (cm)	1373	-2.2	±	9.8	576	-4.1	±	10.6	< 0.001
Lower body flexibility (left leg) (cm)	1373	-2.0	±	9.8	574	-3.6	±	10.6	< 0.001
Upper body flexibility (right arm) (cm)	1368	-7.7	±	10.7	573	-8.7	±	10.6	0.472
Upper body flexibility (left arm) (cm)	1365	-12.5	±	10.7	572	-13.4	±	10.7	0.450
Agility/Dynamic Balance (s)	1374	6.0	±	1.5	576	6.3	±	1.9	< 0.001
Walking speed (s)	1329	17.7	±	3.6	546	18.7	±	4.1	< 0.001
Aerobic endurance (m)	1337	517.4	±	84.7	533	495.6	±	101.6	< 0.001

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Table 3. Odds Ratio for having low levels of physical fitness in sedentary men and women.

	OR	Men 95% CI	OR	Women 95% CI
Model I				
Balance (s)	1.350	0.884 - 2.062	1.470	1.155 - 1.856*
Strength of lower extremities (reps)	1.870	1.199 - 2.903*	1.078	0.832 - 1.398
Strength of upper extremities (right arm)	0.675	0.412 - 1.103	0.771	0.588 - 1.011
Strength of upper extremities (left arm)	0.839	0.511 - 1.378	0.801	0.608 - 1.056
Flexibility of lower extremities (right leg)	1.036	0.672 - 1.598	1.262	0.997 - 1.596
Flexibility of lower extremities (left leg)	1.040	0.677 - 1.597	1.441	1.142 - 1.818*
Flexibility of upper extremities (right arm)	1.043	0.679 - 1.603	1.047	0.814 - 1.347
Flexibility of upper extremities (left arm)	1.000	0.644 - 1.553	0.949	0.739 - 1.218
Agility (s)	2.470	1.308 - 4.666*	1.560	1.122 - 2.169
Walking speed (s)	1.687	0.912 - 3.120	1.646	1.192 - 2.272*
Aerobic endurance (m)	2.034	1.324 - 3.124*	1.204	0.937 - 1.547
Model II				
Balance (s)	1.468	0.931 - 2.314	1.494	1.183 - 1.882*
Strength of lower extremities (reps)	1.689	1.050 - 2.716*	1.477	1.155 - 1.888*
Strength of upper extremities (right arm)	0.971	0.575 - 1.640	1.264	0.989 - 1.615
Strength of upper extremities (left arm)	1.125	0.662 - 1.914	1.393	1.086 - 1.788*
Flexibility of lower extremities (right leg)	1.715	1.092 - 2.695*	1.292	1.029 - 1.622*
Flexibility of lower extremities (left leg)	1.725	1.102 - 2.700*	1.234	0.982 - 1.550
Flexibility of upper extremities (right arm)	1.097	0.683 - 1.762	1.040	0.817 - 1.325
Flexibility of upper extremities (left arm)	1.260	0.784 - 2.023	1.211	0.957 - 1.532
Agility (s)	2.300	1.203 - 4.396*	1.488	1.073 - 2.064*
Walking speed (s)	1.249	0.633 - 2.465	1.928	1.401 - 2.653**
Aerobic Endurance (m)	2.205	1.396 - 3.484**	2.028	1.600 - 2.570**

Odds Ratio (OR); 95% Confidence Interval (CI). Sedentary men and women (those who spent sitting $\geq 4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$).

Model I: included the independent sedentary related variable

Model II: incorporated walking time as possible confounder

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

ANEXOS

-SUPPLEMENTARY MATHHERIAL-

ANEXO I



Red de Investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales (EXERNET)
--

ESTUDIO MULTI-CÉNTRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN PERSONAS MAYORES

CONSENTIMIENTO INFORMADO / FORMULARIO DE DESCARGA DE RESPONSABILIDADES

Ha sido usted invitado a participar en la realización de una serie de test para evaluar su condición física. Su participación es totalmente voluntaria. Si usted accede a participar, se le pedirá que realice una serie de test diseñados para la evaluación de su fuerza (extremidades superiores e inferiores), resistencia aeróbica, flexibilidad y agilidad. Estas evaluaciones incluyen actividades como andar, permanecer de pie y estirarse. El riesgo de llevar a cabo estas actividades es similar al riesgo de desarrollar ejercicios moderados y por tanto podría llegar a provocar fatiga, agujetas, esguinces, lesión muscular, mareos o desvanecimientos. Así mismo, existe el riesgo de sufrir una parada cardiaca, infarto o muerte súbita.

Si actualmente sufre alguno de los siguientes casos, usted no debería tomar parte en los test físicos a menos que un facultativo le autorizara por escrito a hacerlo:

1.- Su médico le ha desaconsejado la realización de ejercicio como consecuencia de alguna enfermedad.

2.- Ha sufrido recientemente un fallo cardiaco

3.- Actualmente cuando realiza ejercicio sufre dolor articular, dolor en el pecho, mareos o angina de pecho (incluyendo los siguientes síntomas: rigidez- opresión en el pecho, dolor o sensación de pesadez)

4.- Tiene presión arterial descontrolada (160/100 o superior)

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

Si como consecuencia de la realización de los test sufriera cualquier lesión, el personal que lleva a cabo los test únicamente está autorizado a darle los primeros auxilios y atenciones básicas. Posteriormente será usted mismo quien deberá buscar tratamiento en su propio médico si lo necesitara.

Recuerde que siempre puede dejar de realizar las pruebas en el momento que usted lo desee y así lo solicite. Mediante la firma de este consentimiento usted asume:

1.- Que ha leído el contenido completo de este documento. Que conoce el propósito de los test y los posibles riesgos que puede sufrir.

2.- Está de acuerdo en controlar su esfuerzo físico durante la realización de los test y está de acuerdo en parar y comunicar al instructor cualquier anomalía o síntoma inusual.

3.- Asume toda la responsabilidad de una posible lesión o muerte como resultado de la realización de los test. Así como la necesidad de buscar los medios propios para curar cualquier tipo de lesión.

Mi firma abajo indica que he tenido la oportunidad de preguntar y recibir contestación a cualquier pregunta y que libremente decido dar consentimiento para realizar las pruebas para la evaluación de mi condición física.

Firma _____

Fecha _____ Nombre _____

ANEXO III



CEIC Aragón (CEICA)

Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. ICS08/0040 - C.I. PI08/09

24 de septiembre de 2008

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que este Comité en su reunión de 24 de septiembre de 2008, correspondiente al Acta nº 14/2008, ha evaluado la propuesta del investigador referida al estudio:

Título: Estudio multicéntrico para la Evaluación de los niveles de condición Física y su relación con Estilos de Vida Saludables en población mayor española no institucionalizada.

Investigador: Ignacio Ara Royo

Versión Inicial Protocolo: 28/02/2008

Versión Inicial Hoja Información al Paciente: v.2 de julio/2008

2º. Considera que

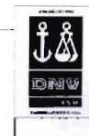
- Se respetan los principios éticos básicos y es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- Se realiza de conformidad con lo establecido en la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica.

3º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

Lo que firmo en Zaragoza, a 24 de septiembre de 2008

Fdo:

Dña. María González Hinjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)



Página 1 de 1

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

Nombre:

Lugar de evaluación:

Edad:

Fecha de evaluación:

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

La condición física se define como la habilidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor. Un buen nivel de condición física se asocia con un menor riesgo de enfermedades crónicas y muerte prematura. Sus principales componentes son: capacidad cardiorrespiratoria, capacidad músculo-esquelética y capacidad motora. En personas mayores es importante mantener un nivel adecuado de condición física para asegurarse la independencia al realizar las actividades de la vida cotidiana.

Los valores que se obtuvieron tras su evaluación fueron los siguientes:

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Equilibrio					
Fuerza piernas					
Fuerza brazos					
Flexibilidad piernas					
Flexibilidad brazos					
Agilidad					
Velocidad					
Resistencia					

OBSERVACIONES

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La composición corporal está relacionada con distintos parámetros de salud. Tener un excesivo perímetro de cintura o grasa corporal aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

Los valores que se obtuvieron tras su evaluación fueron los siguientes:

Talla:

Peso:

Perímetro de cintura:

Porcentaje de grasa:

OBSERVACIONES

ANEXO IV



Red de Investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales (EXERNET)

ESTUDIO MULTI-CÉNTRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN PERSONAS MAYORES

Código:

Fecha de la encuesta: _____

El presente documento constituye la primera parte de una serie de cuestionarios relacionados con la salud y la práctica de actividad física. Las preguntas redactadas a lo largo de las siguientes páginas hacen referencia a aspectos nutricionales, de educación, renta, historia deportiva, satisfacción personal... así como los datos personales. **No rellenar los cuadros sombreados.**

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos _____

Fecha de Nacimiento:

--	--	--	--	--	--

Edad: _____ años.

Sexo: Hombre (1) Mujer (2)

Edad de Menopausia: _____ años.

Domicilio: _____

Localidad: _____ 8. Provincia: _____

Teléfono/s: _____

Estado civil: Soltero/a (1) Casado/a (2)
Divorciado/a (3) Viudo/a (4)

Lugar de residencia habitual hasta los 15 años:

INFORMACIÓN GENERAL

1. Actualmente, ¿realiza actividad física de manera organizada (gimnasio, actividades del ayuntamiento, club deportivo...)? Sí (1)
No (2)

2. ¿Qué tipo de actividad? []

Natación (1) Acuagym (2) Gimnasia Mantenimiento (3)

Yoga (4) Otra (5) Indique cuál: _____

3. ¿Cuántas horas a la semana? _____ horas []

4. En su juventud, ¿practicó algún tipo deporte o hizo ejercicio físico de manera regular? Si (1)
No (0) []

5. ¿Qué tipo de actividad? []

Natación (1)
Gimnasia Mantenimiento (2)
Fútbol (3)
Otro (4) Indique cuál: _____

6. ¿A qué nivel? []

Élite (1)
Competición (2)
Recreación (3)
Otro (4) Indique cuál: _____

7. Respecto a su vida laboral, ¿trabajó fuera del hogar? Sí (1) No (0) []

8. ¿A qué se dedicaba? []

- *Dirección de empresas y administraciones públicas (1)
- *Técnicos y profesionales científicos e intelectuales (2)
- *Técnicos y profesionales de apoyo (3)
- *Empleados de tipo administrativo (4)
- *Trabajadores de servicio de restauración, personales, protección y Vendedores de comercio (5)
- *Trabajadores cualificados en agricultura y en la pesca (6)
- *Artesanos y trabajadores cualificados de industrias manufactureras, Construcción, y minería, excepto operadores de instalación y Maquinaria (7)
- *Operadores instalaciones y maquinaria, y montadores (8)
- *Trabajadores no cualificados (9)
- *Fuerzas armadas (10)
- *Trabajo en el hogar (11)
- *Desempleado (12)
- *Otra (indicar): _____ (13)

13. ¿Toma bebidas alcohólicas de manera habitual? (Incluye cerveza y vino)
 Sí (1) No (0)
14. ¿Cuánta cantidad? _____
15. ¿Vive sólo? Sí (1) No (0)
16. ¿Con quién?
- Cónyuge (1) Hijo/a (2)
 Hermano/a (3) Otro (4) Indique cuál: _____
17. ¿En su casa tiene ascensor? Sí (1) No (0)
18. ¿En qué piso vive? _____
19. ¿Qué estudios tiene?
- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| No sabe leer ni escribir | <input type="checkbox"/> (1) |
| Estudios primarios | <input type="checkbox"/> (2) |
| Estudios secundarios | <input type="checkbox"/> (3) |
| Estudios universitarios | <input type="checkbox"/> (4) |
20. ¿Cuál es su nivel de renta actual?
- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| Menos de 600 €/mes | <input type="checkbox"/> (1) |
| Entre 600 y 900 €/mes | <input type="checkbox"/> (2) |
| Más de 900 €/mes | <input type="checkbox"/> (3) |

CUESTIONARIO DE SALUD EUROQOL-5D (EQ-5D)

Marque con una cruz la respuesta de cada apartado que mejor describa su estado de salud en el día de hoy.

21. MOVILIDAD:

No tengo problemas para caminar.

(1)

Tengo algunos problemas para caminar.

(2)

Tengo que estar en la cama.

(3)

22. CUIDADO PERSONAL:

No tengo problemas con el cuidado personal.

(1)

Tengo algunos problemas para lavarme o vestirme.

(2)

Soy incapaz de lavarme o vestirme.

(3)

23. ACTIVIDADES COTIDIANAS: (p.ej. trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o durante el tiempo libre).

No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas.

(1)

Tengo algunos problemas para realizar mis actividades cotidianas.

(2)

Soy incapaz de realizar mis actividades cotidianas.

(3)

24. DOLOR/ MALESTAR:

No tengo dolor ni malestar.

(1)

Tengo moderado dolor o malestar.

(2)

Tengo mucho dolor o malestar.

(3)

25. ANSIEDAD/ DEPRESIÓN:

No estoy ansioso o deprimido.

(1)

Estoy moderadamente ansioso o deprimido.

(2)

Estoy muy ansioso o deprimido.

(3)

26. Comparado con mi estado general de salud durante los últimos 12 meses, mi estado de salud hoy es:

Mejor. (1)

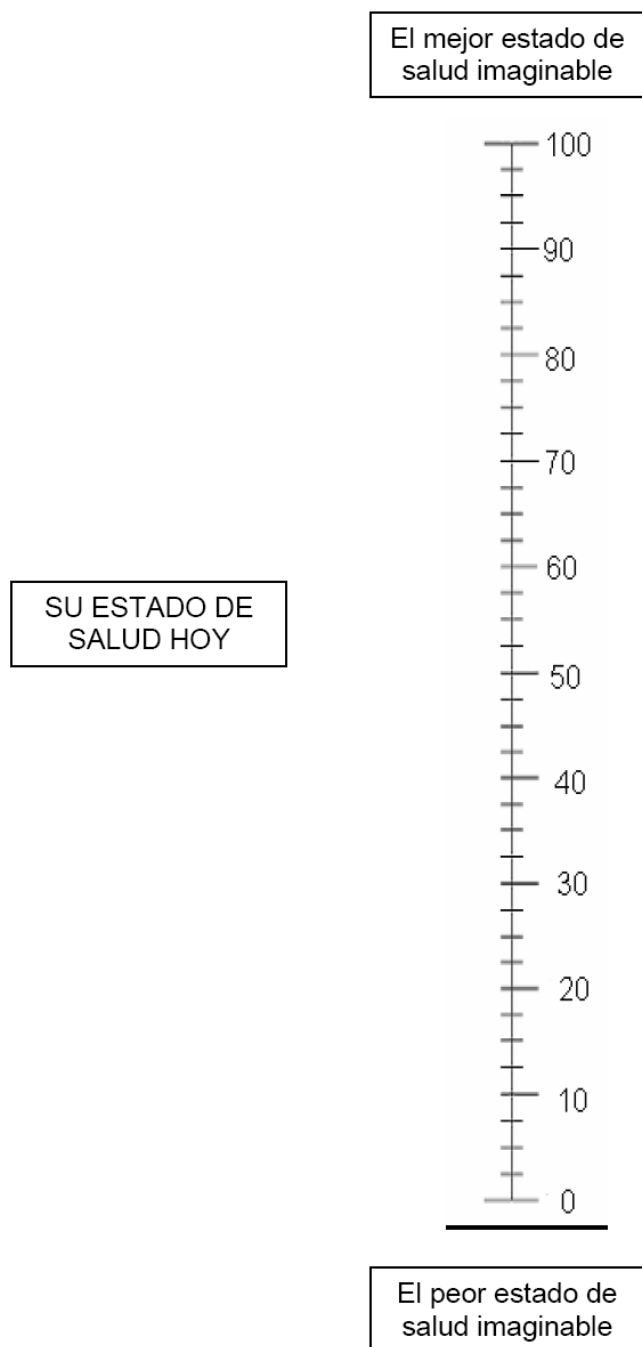
Igual. (2)

Peor. (3)

27. Para ayudar a la gente a describir lo bueno o malo que es su estado de salud hemos dibujado una escala parecida a un termómetro en la cual se marca con un 100 el mejor estado de salud que se pueda imaginar y con un 0 el peor estado de salud que se pueda imaginar.

Nos gustaría que nos indicara en esta escala, en su opinión, lo bueno o lo malo que es su estado de salud en el día de hoy.

Por favor, dibuje una línea desde el casillero donde dice "Su estado de salud hoy" hasta el punto del termómetro que en su opinión indique lo bueno o lo malo que es su estado de salud en el día de hoy.



STAGES OF CHANGE QUESTIONNAIRE

“Cuestionario de los estados de cambio”

La **Actividad Física moderada** se refiere a aquellas actividades físicas tales como andar deprisa, subir escaleras, practicar algún deporte, realizar las tareas domésticas, etc. en las que nuestra temperatura corporal se eleva y nuestro ritmo respiratorio se acelera. Resumiendo, al realizar dichas actividades *podemos hablar al mismo tiempo pero nos cuesta*.

Por favor marca un Sí o NO para cada respuesta.

28. Actualmente participo en actividades físicas moderadas Sí ⁽¹⁾ No ⁽⁰⁾

29. Pretendo incrementar mi participación en actividades físicas moderadas durante los próximos 6 meses Sí ⁽¹⁾ No ⁽⁰⁾

Para que la actividad física moderada sea **regular** debe realizarse al menos 5 días por semana y llegar a acumular 30 minutos al día.

30. Actualmente participo en actividad física moderada regular. Sí ⁽¹⁾ No ⁽⁰⁾

31. Llevo participando en actividad física moderada regular desde hace 6 meses o más. Sí ⁽¹⁾ No ⁽⁰⁾

32. En el pasado, fui regular en mi práctica de actividad física moderada por un periodo de al menos 3 meses. Sí ⁽¹⁾ No ⁽⁰⁾

Este es el final de los cuestionarios, **gracias por su participación.**



Red de Investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales (EXERNET)

ESTUDIO MULTI-CÉNTRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN PERSONAS MAYORES

1.- TEST DE EQUILIBRIO ESTÁTICO



PROCEDIMIENTO:

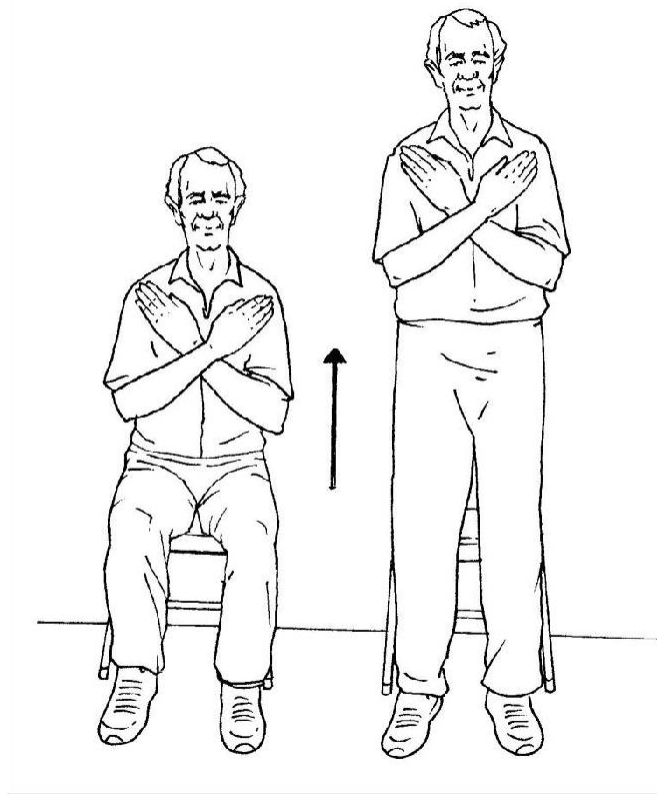
- Colocarse en bipedestación (de pie) con las manos en las caderas.
- Permanecer apoyado sobre la planta de un pie. El otro pie permanecerá apoyado sobre el tobillo del pie sobre el que se sustenta.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.
- Se efectuarán dos intentos con cada pie.

RESULTADO:

Tiempo transcurrido desde la señal de inicio hasta el momento en el que el participante apoya el pie en el suelo. Se tendrá en cuenta el mejor intento de los cuatro. Tiempo máximo: 60 segundos.

2.- TEST DE FUERZA PARA LAS EXTREMIDADES INFERIORES

(Test de levantarse y sentarse en la silla)



PROCEDIMIENTO:

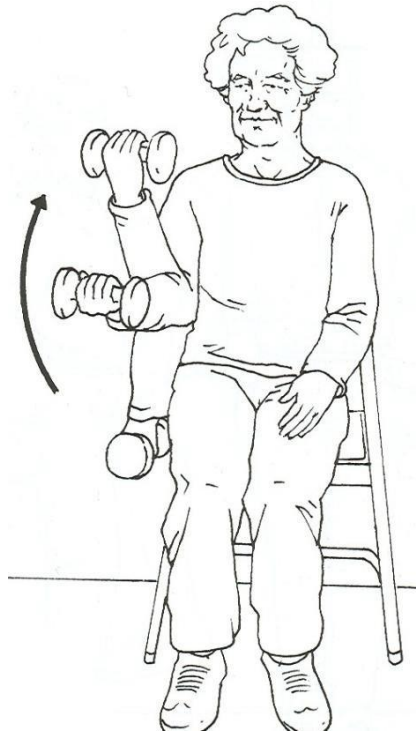
- Sentarse en mitad de una silla tamaño estándar (43-44 cm de altura).
- Mantener los brazos cruzados y pegados al pecho.
- A la señal de “ya”, habrá que levantarse y volverse a sentar tantas veces como sea posible.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

Número máximo de repeticiones realizadas en 30 segundos.

3.- TEST DE FUERZA PARA LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

(Test de flexión y extensión de brazo con mancuernas)



PROCEDIMIENTO:

- Sentarse en una silla tamaño estándar (43-44 cm de altura).
- Agarrar la mancuerna (2'5 kg mujeres – 4 kg hombres) con la mano que se vaya a realizar el test.
- A la señal de “ya”, habrá que flexionar y extender el brazo tantas veces como sea posible.
- Se efectuará un intento con cada brazo.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

Número máximo de repeticiones realizadas en 30 segundos.

4.-TEST DE FLEXIBILIDAD PARA LAS EXTREMIDADES INFERIORES



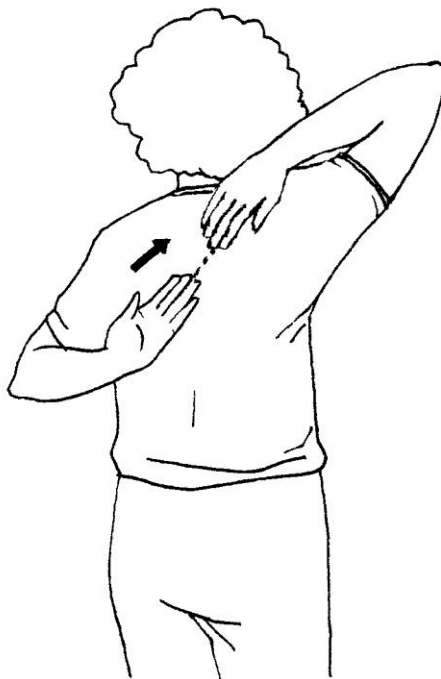
PROCEDIMIENTO:

- Sentarse en el borde de una silla tamaño estándar (43-44 cm).
- Una pierna permanece flexionada con la planta del pie apoyada en el suelo. La otra está estirada lo máximo posible siguiendo la línea de la cadera, con el talón en contacto con el suelo y el pie en flexión de 90°.
- La espalda permanecerá recta, con la cabeza en línea con el tronco.
- Las manos deben estar colocadas una encima de otra, de manera que los dedos más largos queden superpuestos.
- Intentar alcanzar poco a poco la punta del pie con las manos, mientras se expulsa el aire.
- Se realizarán dos intentos (uno con cada pierna).
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

La máxima distancia alcanzada (cm +/-) y mantenida durante 2 segs.

5.- TEST DE FLEXIBILIDAD PARA LAS EXTREMIDADES SUPERIORES



PROCEDIMIENTO:

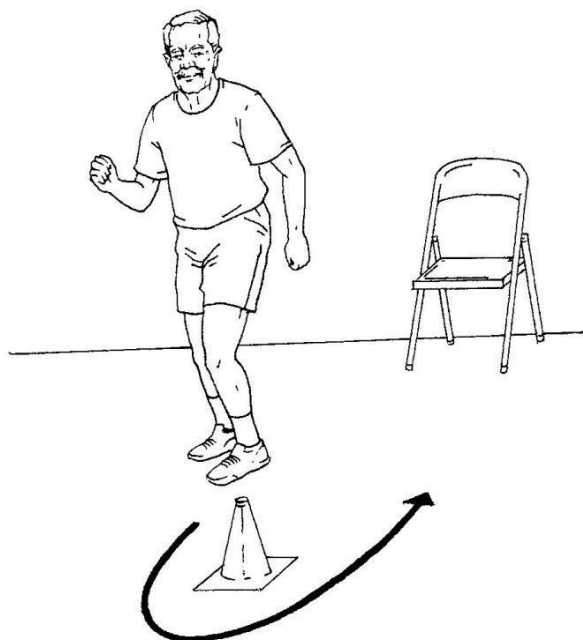
- Colocarse en bipedestación (de pie).
- Situarse una de las manos por encima del hombro, con el codo apuntando hacia arriba, los dedos extendidos con la palma de la mano hacia dentro e intentando deslizar ésta lo máximo posible a lo largo de su espalda.
- Al mismo tiempo, coloca la otra mano detrás de la espalda, con la palma hacia fuera e intenta alcanzar o sobrepasar la otra mano.
- Se realizarán dos intentos (uno con cada brazo).
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

La máxima distancia alcanzada (cm +/-) y mantenida durante 2 segs.

6.- TEST DE AGILIDAD

(Test de levantarse, caminar (2'45 m y volver a sentarse)



PROCEDIMIENTO:

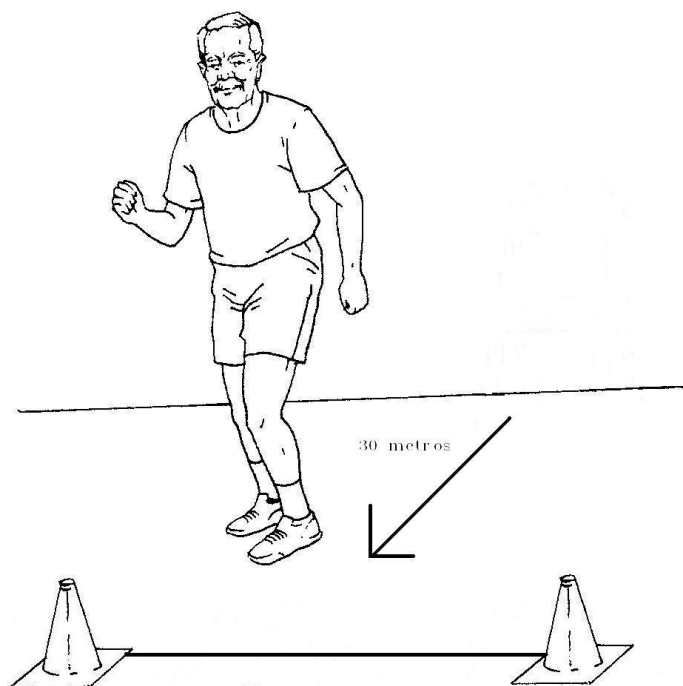
- Sentarse en el medio de una silla tamaño estándar (43-44 cm de altura) con la espalda recta y las manos sobre los muslos.
- Una pierna permanece ligeramente adelantada sobre la otra.
- Cuando indique el monitor, hay que levantarse de la silla, caminar lo más rápido posible hacia el cono, rodearlo (por cualquiera de sus lados) y volver a sentarse de nuevo en la silla.
- Se realizan dos intentos separados entre sí, al menos, por un minuto de descanso.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

Tiempo necesario desde la señal de inicio hasta el momento en que el participante vuelve a estar sentado en la silla. Se tendrá en cuenta el mejor intento de los dos.

7.- TEST DE VELOCIDAD DE LA MARCHA

(Test de caminar deprisa 30 m)



PROCEDIMIENTO:

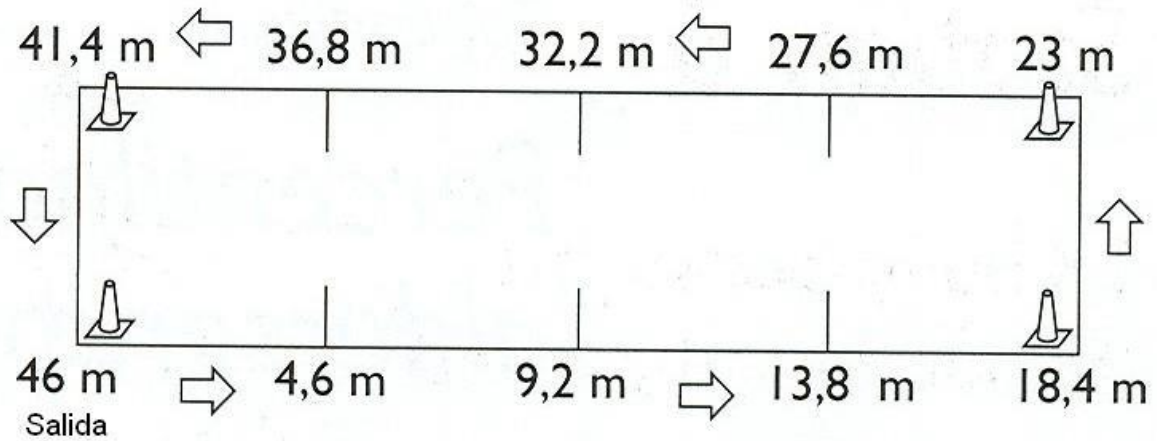
- Situarse de pie, con los pies paralelos, delante de la línea de salida.
- Cuando indique el monitor, hay que caminar lo más rápido posible hacia la línea de meta.
- Se realizan dos intentos separados entre sí, al menos, por un minuto de descanso.
- NOTA: no se puede correr.

RESULTADO:

Tiempo transcurrido desde la señal de inicio hasta el momento en que el participante cruza la línea de llegada. Se tendrá en cuenta el mejor intento de los dos.

8.- TEST DE RESISTENCIA AERÓBICA CAMINANDO

(Test de los 6 minutos)



PROCEDIMIENTO:

- Situarse de pie a la altura del cono de salida.
- La prueba consiste en caminar durante 6 minutos alrededor de los conos situados en el suelo.
- El inicio tendrá lugar cuando indique el monitor.
- Conviene no comenzar demasiado rápido para mantener las fuerzas hasta el final.

NOTA: si se siente demasiado cansado, mareado, o con algún otro tipo de malestar, PARE y avise al monitor. No se puede correr.

RESULTADO:

Número de metros que recorre la persona en los 6 minutos.

