



Universidad de Jaén

Escuela de Doctorado

TESIS DOCTORAL



ASOCIACIÓN ENTRE LA FUERZA DEL MIEMBRO INFERIOR Y SUPERIOR, LOS PATRONES DE LA MARCHA Y EL ESTADO COGNITIVO, CON EL RIESGO DE SUFRIR CAÍDAS EN PERSONAS MAYORES DE 60 AÑOS.

**PRESENTADA POR:
Antonio Orihuela Espejo**

**DIRIGIDA POR:
Antonio Martínez Amat
José Daniel Jiménez García**

JAÉN, 07 DE FEBRERO 2023

ISBN



Universidad de Jaén

Escuela de Doctorado

Profesor Dr. Antonio Martínez Amat
Profesor Contratado Doctor

Departamento de Ciencias de la Salud
Universidad de Jaén

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Antonio Martínez Amat y el Dr. D. Daniel Jiménez García, Directores de la
Tesis Doctoral titulada

*“ASOCIACIÓN ENTRE LA FUERZA DEL MIEMBRO INFERIOR Y SUPERIOR, LOS PATRONES DE
LA MARCHA Y EL ESTADO COGNITIVO, CON EL RIESGO DE SUFRIR CAÍDAS EN PERSONAS
MAYORES DE 60 AÑOS.”,*

realizada por D. Antonio Orihuela Espejo
en el Departamento de Ciencias de la Salud.

Autorizan su presentación a trámite dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.
Lo firmo, para dar cumplimiento a los Reales Decretos 56/2005 y 778/98, en
Jaén a 9 de febrero de 2023.

MARTINEZ
AMAT
ANTONIO -
45711228Q

Firmado digitalmente
por MARTINEZ AMAT
ANTONIO -
45711228Q
Fecha: 2023.02.13
14:14:53 +01'00'

Dr. D. Antonio Martínez Amat

JIMENEZ
GARCIA JOSE
DANIEL -
74895450K

Firmado digitalmente
por JIMENEZ GARCIA
JOSE DANIEL -
74895450K
Fecha: 2023.02.13
12:44:52 +01'00'

Dr. D. Daniel Jiménez García

Departamento de Ciencias de la Salud
Paraje Las Lagunillas, s/n – Edificio B3 - 23071 – Jaén
Tel. (+34) 953.21.18.51 - Fax (+34) 953 21 29 43

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta tesis no hubiese sido posible sin la colaboración y apoyo de un gran número de personas a las que les debo todo mi agradecimiento.

Agradecimiento a mis directores. Al Dr. José Daniel Jiménez García, toda una inspiración, por su enorme dedicación, motivación y facilidad organizativa. Al Dr. Antonio Martínez Amat, por confiar en este proyecto, por su capacidad para orientarnos hacia un trabajo eficaz y eficiente.

A mis compañeros del grupo de investigación, doctorandos y doctores, por su incansable predisposición y ayuda, su capacidad de trabajo e inestimable generosidad compartiendo sus conocimientos y experiencia.

A la Universidad Jaén, EADE y a los Ayuntamientos de Málaga y Pízarra. Todo han sido facilidades, tanto en la prestación de instalaciones, como en la colaboración para el acceso a la muestra.

A las personas que han participado en este estudio, por su ilusión y dedicación. Así como a sus familiares, cuya extraordinaria ayuda ha resultado imprescindible para la asistencia a las sesiones. Ha sido un placer para mí poder vivir esta experiencia.

A mi hermana y a mis padres, inagotable faro en mi proyecto de vida. Mil gracias por vuestro apoyo incondicional.

A Raquel, mi compañera de vida por tantos años, y a mis hijos Pablo y Claudia. Os debo horas y horas de dedicación, que prometo devolveros.

A todos, gracias.



ÍNDICE

Resumen	3
1. Introducción	4
1.1 Envejecimiento de la población	4
1.2 Teorías del envejecimiento	7
1.3 Modificaciones biológicas asociadas al envejecimiento	8
1.4 Riesgo de caídas en personas mayores	22
1.5. Asociación del estado funcional y cognitivo con el riesgo de caída	29
2. Hipótesis y objetivos	35
2.1.Hipótesis	35
2.2.Objetivos	35
3. Metodología	36
3.1.Diseño del estudio	36
3.2.Participantes	36
3.3.VARIABLES e instrumentos de medición	37
3.4. Recogida de datos	46
3.5. Análisis estadístico	46
3.6. Plan de trabajo y fases	46
4. Resultados	48
5. Discusión	51
6. Conclusiones	54
7. Bibliografía	55
8. Anexos	78



RESUMEN.

El objetivo de este estudio fue analizar las asociaciones entre la fuerza de los miembros superiores e inferiores, los parámetros de la marcha y el deterioro cognitivo, con el riesgo de sufrir caídas en personas mayores de 60 años.

Métodos: Se utilizó un estudio transversal con 115 participantes adultos mayores para evaluar el impacto de la fuerza de las extremidades superiores (dinamómetro de agarre de mano) e inferiores (prueba de posición en silla), los parámetros de la marcha (OptoGait-System) y el deterioro cognitivo (Falls Efficacy Scale-International) con el miedo a las caídas en las personas mayores.

Resultados: El análisis de regresión lineal multivariante mostró varias asociaciones independientes con el miedo a las caídas. Un mayor tiempo para realizar la prueba de bipedestación en silla se asoció con puntuaciones más altas en la FES-I ($R^2 = 0,231$), mientras que una puntuación más baja en la fluidez semántica y en la fluidez fonológica se asoció con una puntuación menor en la FES-I ($R^2 = 0,052$ y $0,035$).

Conclusiones: Una mayor longitud de paso y de zancada (OptoGait), una menor fuerza corporal (prueba de la silla) y una menor fluidez semántica (S COWA) y fonológica (F COWA) se asociaron con el miedo a las caídas.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

La población mundial ha venido experimentando un importante envejecimiento en las últimas décadas. España no escapa de este fenómeno demográfico, situándose como uno de los países con una mayor previsión de envejecimiento en 2050 [1]. Este proceso, que situará la población mayor de 65 años por encima del 25% en Europa y América del Norte, y un 20% a nivel mundial según las previsiones, supone un reto para las diferentes sociedades, que deben preocuparse por alargar la calidad de vida para hacer el sistema sostenible [2].

La esperanza de vida, que como promedio se sitúa cercana a los 80 años, es el principal factor relacionado con el envejecimiento de la población. Este promedio es aún mayor en mujeres. En Estados Unidos ya hay 1,3 millones de mujeres de más de 90 años, y para 2050 se prevé que esa cifra se duplique con creces [3].

En este sentido, España está envejeciendo como consecuencia, no solo del aumento de la esperanza de vida, sino también la reducción de las tasas de mortalidad y morbilidad y la disminución de las tasas de natalidad. Esto ha provocado un aumento de la tasa de dependencia entre las personas mayores, que ahora se sitúa en el 30,3% [4]. Las personas con relaciones de dependencia suelen tener que alterar su modo de vida, ya sea viviendo con varias generaciones, mudándose solas tras el fallecimiento de su pareja, o siendo cuidadas o alojadas por un compañero o un familiar.

Todo ello también puede conducir a un aumento de las enfermedades crónicas, y con ello, a una mayor dependencia. Esto requiere una mayor atención de la administración y unos mayores costes en servicios sociales y de salud, así como los asociados al uso de medicamentos para enfermedades crónicas y hospitalizaciones [5].

Este aumento de la longevidad se ha relacionado principalmente con el deterioro de las funciones físicas y cognitivas en adultos mayores, siendo éstas algunas de las modificaciones biológicas notables y que se asocian directamente con la capacidad del sujeto para interactuar con el mundo [5,6]. Este fenómeno merece atención, porque la evidencia ha demostrado que las deficiencias en las funciones físicas y cognitivas son factores de riesgo para el desarrollo de discapacidad funcional y fragilidad [7]. Además, los procesos asociados con la edad que conducen a la fragilidad en los adultos mayores,



son responsables del envejecimiento cerebral y el deterioro cognitivo. Generando un aumento de problemas sobre el estado cognitivo en personas mayores frágiles, siendo dicha asociación bidireccional.

El deterioro cognitivo leve (DCL) es una condición definida como un estado, que podemos llamar de transición, entre las normales modificaciones biológicas sufridas durante el envejecimiento y la demencia [8]. Los adultos mayores con DCL tienen un mayor riesgo de evolucionar hacia la demencia, pero también es cierto que más del 50% permanecen estables, o incluso, retornan hacia una situación de normalidad [9]. Por lo tanto, la detección del DCL en una fase temprana y el desarrollo de un programa de intervención para prevenir la progresión hacia la demencia, son importantes como estrategia de prevención. En este sentido, literatura reciente sugiere que la actividad física dirigida constituye una estrategia eficaz para promover la función cognitiva. De hecho, en un panel de consenso sobre la demencia, se concluyó que la actividad física es la única intervención con suficiente evidencia para ser recomendada para prevenir el deterioro cognitivo [10].

Otro aspecto a considerar, en relación al envejecimiento, es el de la fragilidad, entendida como un síndrome que se relaciona con biomarcadores a nivel neuroendocrino, inmunológico, cardiovascular, músculo-esquelético y metabólico. Se caracteriza por una menor capacidad del anciano para adaptarse a las exigencias del entorno, así como por una mayor vulnerabilidad a sufrir episodios adversos tales como caídas o enfermedades, que pueden conducirlo hacia la dependencia o la institucionalización [11]. Además, este síndrome, ha cobrado especial importancia como predictor de mortalidad [12].

La dependencia, además del impacto que genera sobre la economía de una sociedad [13], tiene consecuencias muy negativas sobre la calidad de vida del mayor. De ahí la importancia de una intervención temprana. Más aún cuando puede tratarse de un síndrome reversible en las etapas iniciales. [14, 15].

También en relación con la fragilidad, las caídas, con una elevada morbilidad, tanto por el traumatismo, como por las secuelas psicosociales que produce, constituyen un hecho muy frecuente en adultos mayores. En torno al 30% de los mayores de 65 años se caen una vez al año, incrementándose progresivamente el riesgo al aumentar la edad.



Sin embargo, a pesar del conocimiento epidemiológico, no hay una tendencia que apunte claramente hacia la disminución de la incidencia de caídas, existiendo cierta pasividad ante un importante problema de salud. Por otro lado, la evidencia sugiere que aproximadamente el 50% de la población mayor del mundo es físicamente inactiva. Esta prevalencia se incrementa aún más en la población más mayor y dependiente [17].

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda que los programas de ejercicio físico para la promoción de la salud incluyan diferentes regímenes de ejercicio, incluyendo desarrollo aeróbico, de fuerza, equilibrio y flexibilidad, en búsqueda de unos efectos beneficiosos superiores [16]. El entrenamiento multicomponente surge como principal propuesta que reúne las recomendaciones del ACSM, contemplando su estructura la realización de diferentes tipos de ejercicio, orientados a diferentes cualidades físicas en una misma sesión. [18]

Desde el punto de vista social, el envejecimiento humano es entendido como un proceso multidimensional, heterogéneo, intrínseco e irreversible; que comprende cambios físicos y psicológicos que resultan de la interacción continua con la vida social, económica, cultural y ecológica de una comunidad a lo largo del tiempo.

Cronológicamente se consideran personas mayores a las personas de 60 años o más, este límite de edad es reconocido por la Organización de las Naciones Unidas.

El envejecimiento debe ser enfrentado como un proceso natural, es inevitable, no necesariamente atado a estereotipos, y es una etapa de la vida apta para el crecimiento y el aprendizaje continuo [19].

Debido a la disminución de la masa muscular esquelética (sarcopenia) y a los cambios estructurales en el músculo, el envejecimiento de la población está relacionado con una disminución de la integridad y el rendimiento neuromuscular, así como, en parte, con una disminución de la fuerza.

Estas adaptaciones pueden tener entonces un efecto significativo en la funcionalidad de la persona, como la disminución del ritmo de la marcha, el aumento del riesgo de caídas, la posibilidad de recorrer distancias más largas y la menor capacidad para realizar las tareas cotidianas, lo que puede reducir gradualmente su nivel de independencia y su calidad de vida [20]. Dependiendo de las circunstancias, este proceso de envejecimiento está marcado de muchas maneras y está estrechamente ligado a las condiciones de salud



como la función, la historia patológica, los recursos económicos y sociales y los cambios epidemiológicos [21].

Así como con los hábitos de vida, como son el tabaquismo, el alcohol, el tipo de alimentación, la situación socioeconómica, el nivel educativo y las condiciones de trabajo; y por supuesto, el sedentarismo.

1.2. Teorías del Envejecimiento

Se entiende el envejecimiento como “un proceso deletéreo, progresivo, intrínseco y universal que acontece en todo ser vivo con el tiempo, como expresión de la interacción entre el programa genético del individuo y su medio ambiente”[22];

Para tratar de justificar porqué envejecemos, surgen diversas teorías. Estas teorías no son excluyentes entre sí, evidenciando una multitud de factores y mecanismos que inciden en el fenómeno biológico del envejecimiento en mayor o menor medida [23]. Las teorías del envejecimiento se clasifican en estocásticas, genéticas, deterministas y evolutivas [24].

Las teorías estocásticas, tienen como referencia el genoma humano como el principal responsable de cómo se desarrolla el proceso de envejecimiento, así como también, la ruptura del equilibrio celular causado por factores ambientales del entorno celular. Dentro de este grupo de teorías, se encuentran la teoría de la regulación génica, teoría de la diferenciación terminal y teoría de inestabilidad del genoma.

Las teorías genéticas realizan una propuesta diferente, tomando el genoma nuclear, como elemento que actúa como un "reloj molecular", que se torna responsable de programar las modificaciones que se producirán en el desarrollo de un organismo a lo largo de las distintas fases de su vida.

Estas teorías incluyen la teoría de la acumulación de productos de desecho, la teoría de los radicales libres, la teoría del error-catástrofe, la teoría de los enlaces cruzados y la teoría inmunológica. [25]

La idea de que el envejecimiento está predeterminado genéticamente es la base de las teorías deterministas. En este sentido, el envejecimiento puede ser el resultado de un cambio en la secuencia original (por ejemplo, la teoría de la mutación somática y la teoría de la acumulación de errores) o porque las modificaciones celulares se incorporan al



código del ADN desde la concepción, impidiendo que las células viejas se repliquen en presencia de ciertos fallos del factor de crecimiento y de proteínas que impiden la síntesis y replicación del ADN. [26]

La teoría del gen del retinoblastoma, la teoría del error primario de Orgel, la teoría de la telomerasa, la teoría de la proteína p66, la teoría de la mutación mitocondrial, la teoría de la capacidad replicativa celular finita y la teoría del reloj biológico son sólo algunas de las hipótesis que entran en esta categoría. [27]

Por último, las teorías evolutivas lo explican en términos de selección natural, adaptaciones ambientales y adaptaciones necesarias para el desarrollo y la regeneración de las poblaciones. Entre ellas se encuentran la física, las matemáticas, la teoría de los tejidos y la teoría evolutiva.

En cualquier caso, a medida que las personas envejecen, tienen una serie de manifestaciones morfofisiológicas que repercuten en las condiciones del movimiento como entidad relacional a muchos niveles. [28]

1.3. Modificaciones biológicas asociadas al envejecimiento

1.3.1. Sistema músculo esquelético

Fuerza Muscular

Tanto las extremidades superiores como las inferiores pierden fuerza con la edad. En el caso de las superiores, la pérdida de fuerza se agudiza entre los 75 y los 80 años [29].

Desarrollamos las mayores capacidades físicas en la década comprendida entre los 20 y los 30 años, produciéndose pequeños cambios en la masa muscular y la fuerza a partir de los 30 años; sin embargo, es a partir de los 50 años, que se producen los cambios más significativos en la masa muscular y la fuerza, viéndose reducida alrededor del 15% por década. [30]. La debilidad muscular de las extremidades inferiores, más habitual que miembros superiores, es un importante factor de riesgo para las caídas [31].

La sarcopenia, es un síndrome caracterizado por la pérdida sistémica y progresiva de masa muscular esquelética. Suele asociarse con una tendencia a la inactividad física, un enlentecimiento de la marcha, una disminución de la movilidad y de la capacidad para



realizar ejercicios de fuerza. Por todo ello, es un predictor de morbilidad y mortalidad en los adultos mayores y se asocia con elevados costes para el sistema sanitario [32] .

El área transversal del músculo del muslo se ve reducida entre un 25% y un 40 % a lo largo de la vida. El aumento de la apoptosis nuclear, el estrés oxidativo, la denervación muscular y la disminución de la capacidad de regeneración o de las células satélite, están implicados en esta pérdida de masa y fuerza muscular. El efecto catabólico sobre el hueso y el músculo está causado por un entorno hormonal desfavorable, que se caracteriza por una disminución de las hormonas anabólicas [33].

Se han encontrado, además, cambios especialmente sustanciales en sujetos de edad avanzada en cuanto a la disminución del tamaño de las fibras tipo II y sus unidades motoras (10 a 40 %), siendo este tipo de fibras más propensas a una pérdida de la función, en relación a las fibras tipo I, prácticamente no afectadas [33].

Los músculos flexores de la cadera y de los extensores de la rodilla, son los que más ven afectada su capacidad de producción de fuerza. Lo que se asocia a pérdida del equilibrio y disminución en la velocidad de la marcha, de ahí la recomendación de incidir en estos grupos musculares en los programas de intervención [34].

Amplitud de movimiento

Se trata de una cualidad esencial que requiere movilidad articular y flexibilidad muscular. En el adulto mayor esta cualidad permite una mayor autonomía [36]. El envejecimiento también va acompañado de un aumento del tejido conectivo en tendones y ligamentos, así como de una importante disminución del movimiento articular como consecuencia de cambios mecánicos y bioquímicos [37,38]. La reducción de la flexibilidad de las fibras musculares, el deterioro de los cartílagos, los ligamentos y el líquido sinovial.

Estas modificaciones afectan la movilidad en patrones habituales de la vida cotidiana del mayor, tales como agacharse, levantarse, caminar y subir escaleras. Incluso pueden venir acompañadas de enfermedades del sistema músculo-esquelético [33,40].

Para mayores de 65 años, la American Heart Association y el American College of Sports Medicine, recomiendan 3ejercicios de flexibilidad dos veces a la semana durante 10 minutos, manteniendo cada ejercicios durante un periodo de 10 a 30 segundos.



1.3.2. Composición corporal

Los descensos de la masa libre de grasa relacionados con la edad han sido validados por investigaciones longitudinales de adultos mayores. Fleg afirma que se mantiene constante durante las primeras décadas en ambos sexos. A continuación, experimenta un descenso acelerado a partir de los años 50 en el caso de los hombres y de los 60 en las mujeres. La masa libre de grasa de hombres y mujeres disminuye 0,9 kg y 0,4 kg, respectivamente, por década [41,42].

Por otro lado, la masa grasa tiende a aumentar con la edad. Es habitual asociar los términos de sobrepeso y obesidad con la población anciana, entendidos como una acumulación excesiva y no saludable de grasa [41-44].

En una investigación longitudinal, descubrieron que mientras la masa grasa aumentaba de forma similar en ambos sexos (7,5% por década), la masa libre de grasa disminuía en los hombres pero no en las mujeres (2,0% cada década) [45].

Según los estudios, la edad provoca una disminución de la estatura debido fundamentalmente a cambios estructurales relacionados con la edad en el sistema esquelético que implican desmineralización ósea, lo que acorta la longitud de los huesos de las extremidades inferiores y reduce la amplitud vertebral. Los hombres de edades comprendidas entre los 80 y los 84 años son un 2,7% más bajos que los hombres de edades comprendidas entre los 65 y los 69 años, mientras que en las mujeres la diferencia entre estos grupos de edad era de un 2,7% menos que las de edades comprendidas entre los 65 y los 69 años, eran un 2,7% más bajas que las de edades comprendidas entre los 65 y los 69 años. Hay una diferencia del 4% en estos grupos de edad [46,47].

Como herramienta estandarizada a nivel mundial para evaluar el sobrepeso y la obesidad, se utiliza el índice de masa corporal (IMC). La obesidad en los adultos está relacionada con la diabetes, la hipertensión y la morbilidad cardiovascular. La pérdida de peso o la desnutrición en los ancianos se asocia con el deterioro funcional, la enfermedad y la mortalidad en sentido contrario. Se cree que la dependencia funcional está en peligro tanto por los niveles de IMC altos como por los bajos [48].

Independientemente del índice de masa corporal (IMC), las medidas antropométricas de la grasa abdominal (circunferencia de la cintura y la cadera) están relacionadas de



forma significativa y favorable con la muerte por cáncer y enfermedades cardiovasculares [49]. Un perímetro de cintura elevado es un factor de riesgo de muerte y un signo de problemas de movilidad y agilidad en las personas mayores [50]. Según un estudio de Andreyeva, España tiene la mayor prevalencia de obesidad entre 10 países europeos desarrollados entre hombres (20,2%) y mujeres (25,6%) mayores de 50 años. El 50% de los adultos mayores en España, sufre sobrepeso y el 30% obesidad. Este porcentaje se eleva hasta el 57% en el caso de la abdominal. Este estado sobregeso, especialmente abdominal, constituye un entorno proinflamatorio, que puede incrementar la pérdida muscular y originar trastornos metabólicos [51]. Tanto la obesidad como el sobrepeso están asociados a enfermedades crónicas como la diabetes, la hipercolesterolemia, la hipertensión y la artritis.

Este rápido crecimiento de la obesidad en comparación con décadas pasadas y las diferencias encontradas entre distintos países con poblaciones similares indican que los patrones de obesidad son ambientales y que la causa de su propagación es social. Por último, existe una clara asociación entre un bajo nivel de forma física y los parámetros de composición corporal. Los parámetros de composición corporal, con sujetos físicamente activos, tienen menos probabilidades de presentar una masa corporal elevada [52].

1.3.3. Modificaciones óseas

El hueso, un tejido con gran capacidad de regeneración y respuesta a los cambios fisiológicos, está siempre en remodelación. Los osteocitos (osteoblastos completamente formados incrustados en la matriz mineralizada y verdaderos orquestadores del proceso de remodelación [54], los osteoclastos, los osteoblastos y otros tipos celulares conforman lo que se conoce como unidades de remodelación ósea, donde tiene lugar este proceso.

El resultado del equilibrio óseo viene determinado por el grado en que las variables genéticas, mecánicas, hormonales y óseas locales influyen en la remodelación ósea. Tanto los hombres como las mujeres alcanzan su masa ósea máxima en torno a la adolescencia. Mientras que los huesos de las mujeres son más pequeños, tienen un diámetro menor y presentan un menor grosor cortical, los segundos tienen una mayor masa ósea y unos huesos más grandes y anchos. En ambos sexos se observa un balance óseo negativo (con predominio de la resorción ósea) a partir de la tercera década de la vida, lo que provoca



una pérdida constante de masa ósea similar en ambos sexos, primero en el hueso trabecular y después en el cortical [55].

Los estrógenos, sustancias con demostrada actividad antioxidante, se pierden tras la menopausia en las mujeres, lo que acelera esta reducción y contribuye a que las mujeres mantengan una masa ósea inferior a la de los hombres a medida que envejecen.

Los cambios metabólicos relacionados con la edad que afectan al hueso incluyen la disminución de los cambios neuromusculares relacionados con la movilidad, el aumento de la producción endógena de glucocorticoides y la insuficiencia renal con disminución de la síntesis de calcitriol. El hueso también pierde su capacidad de cicatrizar microfracturas a medida que envejece, y las fibras de colágeno óseo sufren cambios estructurales [56].

Todos estos factores influyen en el aumento de las tasas de fractura. Los estudios realizados en modelos experimentales, principalmente en ratones, han aportado la mayor parte de los conocimientos actuales sobre el desarrollo de la osteoporosis senil. Sin embargo, a la hora de interpretar estos datos hay que tener en cuenta varias peculiaridades óseas que presentan los roedores en comparación con los humanos, como el modelado óseo continuo a partir del cartílago de crecimiento o la ausencia de menopausia.

Sin embargo, también se ha demostrado que los roedores presentan una reducción de la masa ósea relacionada con la edad [57]. La edad se ha relacionado con una disminución de la capacidad estructural y de cicatrización de los huesos largos en ratas [58]. La pérdida de masa ósea relacionada con la edad en ratas se correlaciona con una disminución de la maduración osteoblástica y un aumento de los osteoclastos en el hueso trabecular en contraposición a los osteoblastos [59]. Del mismo modo, la pérdida de masa ósea asociada a la edad en el hueso trabecular en ratones consanguíneos, en los que la masa ósea está influida principalmente por determinantes genéticos, puede suponer hasta un 10% de la masa ósea total, lo que está relacionado con un deterioro de la remodelación ósea [60-63].

De forma similar a lo observado en ratas, la pérdida de masa ósea trabecular predomina en los seres humanos con el envejecimiento, sobre todo en las mujeres [64]; esto se atribuye en parte a una disminución de la actividad física y, como consecuencia, a la estimulación mecánica en el tejido óseo. A partir de los 70 años, se produce un aumento de la porosidad intracortical del fémur y una disminución más notable del grosor



cortical, mientras que el área medular aumenta tanto en hombres como en mujeres [65]. Un riesgo elevado de fracturas osteoporóticas está relacionado con estas alteraciones. Sin embargo, un aumento prolongado del mineral subperióstico, que eleva el momento de inercia, garantiza que las características mecánicas del tejido óseo se conserven en gran medida tanto en ratones como en humanos [65].

1.3.4. Modificaciones cardiovasculares

Estructuralmente, se produce un endurecimiento e incremento de la pared arterial, ocasionada por la degeneración de fibras lisas y elásticas, y el incremento de las de colágeno. Lo que provoca situaciones de arterioesclerosis.

Funcionalmente, estas modificaciones se traducen en una disfunción en la regulación vasodilatadora-vasoconstrictora, de la tensión arterial, aumentando la presión arterial sistólica. La disminución en la función cardíaca se agudiza al realizar ejercicio físico [66]

1.3.4.1. Envejecimiento arterial

Este envejecimiento se caracteriza por un aumento de la rigidez arterial. Se produce como resultado de las alteraciones estructurales de la pared arterial, principalmente en las arterias de conducto (diámetro superior a 300 micrómetros), y puede aparecer incluso antes de que se desarrolle la hipertensión arterial.

Según las investigaciones realizadas en animales, el incremento en el número de células musculares de la túnica lisa, viene acompañado de un incremento de la tensión y el esfuerzo de la pared arterial. Sin embargo, a medida que las personas envejecen, la cantidad de células musculares lisas de la túnica media en la pared arterial se ve reducida, fundamentalmente, debido a la apoptosis [66].

La matriz extracelular se modifica durante el envejecimiento arterial, con aumento de las fibras de colágeno, disminución de la elastina y activación de metaloproteinasas [66]. Las fibras elásticas envejecen y degeneran. Junto con una disminución del espacio que ocupan en la pared arterial [66]. La cantidad de fibras de colágeno también crece, al mismo tiempo que se produce una microcalcificación de la pared arterial, relacionada con la arteriosclerosis. El depósito de productos finales de la glicación se produce en grados variables junto con estas modificaciones [67,68].



Otra alteración de los vasos sanguíneos asociada al envejecimiento es la disfunción endotelial. Desde la infancia, la disfunción endotelial se caracteriza por una disminución de la función vasodilatadora dependiente del endotelio y la aparición de procesos inflamatorios. Se produce antes de las alteraciones estructurales de los vasos sanguíneos [67].

Alteraciones en la estructura de los vasos sanguíneos. Los cambios relacionados con la edad incluyen la disminución de la producción de NO, el aumento de la producción de factores vasoconstrictores y el aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, el estrés oxidativo y el aumento de la NADPH oxidasa, que produce radicales de oxígeno. La formación de aterosclerosis, que es la primera etapa del proceso de envejecimiento endotelial, también está influida por el aumento de la producción de citoquinas proinflamatorias [66-72].

El aumento de la producción de moléculas de adhesión celular y el incremento del número de leucocitos son algunas de las alteraciones relacionadas con la "activación endotelial".

La hipertrofia de las arterias de resistencia (30-300 micrómetros de diámetro) es otro signo de envejecimiento, que se caracterizan por el estrechamiento del lumen y el engrosamiento de la pared. La presión arterial se eleva como resultado de una mayor reflexión de la onda del pulso, de la rigidez de las arterias de conducción y del aumento de la resistencia periférica.

Mientras que la presión arterial diastólica sólo aumenta hasta los 55 años, tras lo cual se estabiliza o desciende ligeramente, la presión arterial sistólica aumenta constantemente con la edad. [66-72].

1.3.4.2. Envejecimiento cardíaco.

Cuando se mide la función sistólica del ventrículo izquierdo, el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo y el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo en reposo, el rendimiento cardíaco en reposo de las personas sanas de edad avanzada permanece prácticamente inalterado [73-76]. Sin embargo, la distensibilidad cardiovascular y la capacidad del corazón para responder fisiológicamente al ejercicio (reserva funcional cardíaca) se ven afectadas negativamente por el envejecimiento. Al



igual que ocurre a nivel arterial, con la edad, se ve incrementada la rigidez de la pared ventricular [76-81].

Investigaciones recientes sugieren que el corazón humano tiene células madre y que, a lo largo de 100 años de vida, hasta el 40% de los cardiomiocitos son sustituidos por otros nuevos. A lo largo de un siglo de vida, los cardiomiocitos son sustituidos por otros nuevos. [82-84]

Sin embargo, el agrandamiento cardíaco asociado al envejecimiento se acompaña de una disminución de los cardiomiocitos, como resultado de la necrosis y la apoptosis, que también da lugar a una reducción del número total de cardiomiocitos [78,81]. Dado que la hipertrofia cardíaca está precedida por la pérdida de cardiomiocitos y la hipertrofia, se considera generalmente que la hipertrofia cardíaca es el resultado de modificaciones producidas en la composición de la matriz extracelular y otras estructuras del corazón [78,79].

Los estudios sobre la activación, la contracción y la relajación de los cardiomiocitos aislados revelan que el envejecimiento está vinculado a cambios en la expresión genética y a la alteración de la activación, la contracción y la relajación [78]. En los cardiomiocitos que envejecen, se produce una alteración de la expresión de las proteínas de la cadena respiratoria mitocondrial, una alteración de la expresión de las proteínas transportadoras que participan en la homeostasis del calcio libre intracelular, una disminución de la expresión de las proteínas de choque térmico, una disminución de la expresión de las proteínas protectoras del estrés oxidativo y una disminución de la expresión de las proteínas protectoras del estrés oxidativo [78,85].

Las estructuras de anclaje y soporte celular de los vasos sanguíneos son proporcionadas por la matriz extracelular miocárdica, que también determina la geometría y la estructura del corazón. El envejecimiento está relacionado con la fibrosis miocárdica, que incluye alteraciones del componente contráctil, así como el aumento de los niveles de colágeno miocárdico total y de reticulación del colágeno en la matriz extracelular. Las modificaciones de la matriz extracelular reducirían la eficacia de transmisión fuerza, como resultado del acortamiento de los cardiomiocitos. Por otro lado, aumentará el peligro de arritmias y se verá afectada la eficacia del acoplamiento excitación-contracción [81,86].



Además, al verse alterada la comunicación entre los receptores de la membrana celular y las moléculas de la matriz, estando estas encargadas de la regulación de la homeostasis celular, también se produce una modulación negativa de la homeostasis de los cardiomiocitos [81], como consecuencia de dicha alteración en las proteínas de la matriz.

La activación de la metaloproteinasa, la disminución de las proteínas de la matriz y el desplazamiento de los cardiomiocitos, son factores que se encuentran relacionados con la remodelación fibrótica del intersticio cardíaco, lo que daría lugar a una reducción del número de capas musculares en un segmento de la pared ventricular [81]. La fase de llenado ventricular precoz disminuye con el envejecimiento como consecuencia del aumento de la rigidez de la pared ventricular, como demuestran los cambios en la relación E/A en la ecocardiografía [73-77].

Con la edad, los cambios estructurales de las valvas también se producen con mayor frecuencia [79]. En los adultos mayores, hasta el 80% de las valvas de la válvula aórtica presentan mayor rigidez, calcificación y cicatrización. El aumento de la prevalencia de la estenosis aórtica y la regurgitación aórtica relacionado con la edad se debe a estas alteraciones estructurales [79].

La edad también se ha relacionado con alteraciones estructurales de la válvula mitral, como la calcificación del anillo mitral. En general, el aumento de la poscarga y la remodelación de la pared ventricular están causados por el deterioro de la estructura y la función de la válvula [79].

El ejercicio muestra los efectos más significativos del envejecimiento sobre la función cardíaca. Los jóvenes y los ancianos responden al ejercicio con volúmenes de eyección (VE) iguales. Aunque en los jóvenes predomina un aumento de la fracción de eyección, el aumento del VE con el ejercicio en los ancianos se produce principalmente a costa de un aumento del volumen diastólico final. Los ancianos experimentan un menor aumento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio y un mayor aumento de la presión arterial [73-88].

La disminución de la respuesta fisiológica a las catecolaminas y la degeneración axonal de las neuronas que inervan las aurículas son responsables de la disminución de la capacidad de aumentar la frecuencia cardíaca. Además, el número de células



marcapasos del nódulo sinoauricular disminuye con la edad, pasando del 50% en la infancia a cerca del 30% en los adultos mayores [74].

La pérdida de células marcapasos en el nódulo sinoauricular, es otro signo de que se está deteriorando el control del sistema nervioso autónomo sobre el corazón [74]. La falta de variabilidad de la frecuencia cardíaca en reposo es otro indicio de ello [79].

1.3.5. Modificaciones neurológicas.

El cerebro es particularmente vulnerable al deterioro fruto del envejecimiento. En torno al 10-20% de los adultos mayores entre 60-80 años, tiene alguna enfermedad neurológica, siendo la enfermedad de Alzheimer una de las más prevalentes junto con los accidentes cerebrovasculares [89].

Existen numerosas evidencias de modificaciones estructurales y morfológicas en las neuronas durante el envejecimiento fisiológico [90]. Los estudios más recientes utilizando técnicas precisas de recuento celular, como son las técnicas estereológicas, y en contraposición a los estudios tradicionales, descartan la existencia de muerte neuronal, o bien, considera esta escasa en el cerebro de los ancianos sanos [91].

En mayor medida, los cambios se producen en torno a una disminución en la arborización dendrítica y axonal y, por lo tanto, del tamaño de las neuronas. Así como de una reducción significativa del número de contactos sinápticos. Esto, se une a que el proceso de neurogénesis, formación de nuevas neuronas a partir de células madre neurales, se encuentra sustancialmente disminuido en el envejecimiento. [92]

Varios estudios respaldan la actividad física regular debido a sus efectos protectores sobre la función cerebral y su particular importancia durante el envejecimiento. Ya que tiene el potencial de estimular la neurogénesis del hipocampo. Puede aumentar el volumen del hipocampo en un 2 % en un año y mejorar significativamente la función cognitiva [93].

La edad es el factor que más afecta a la atención y la memoria. El ritmo de procesamiento de la información disminuye y la concentración de la atención se vuelve más difícil [89]. La memoria de trabajo se ve afectada, la actividad cerebral está menos concentrada, el procesamiento es más lento y la destreza motora disminuye [94].



1.3.5.1. Envejecimiento cerebral.

El sistema nervioso central experimenta numerosos cambios morfológicos y funcionales a medida que las personas envejecen, y estos cambios tienen una gran importancia biomédica ya que, además de ser relativamente comunes, dependiendo de su gravedad, también pueden ser importantes predictores de discapacidad [94-97]. Ha sido un reto analizar estas alteraciones en gran parte porque muchos estudios han incluido participantes con enfermedades vasculares o neurodegenerativas, lo que hace difícil distinguir entre cambios patológicos y normales [98].

Una vez superados los 40 años de edad, la masa del cerebro humano disminuye gradualmente con la edad, a un ritmo de alrededor del 5% de su peso por década [97]. Dado que la reducción del tejido cerebral se ve acompañada de un progresivo incremento del líquido cefalorraquídeo, quizás como resultado de una disminución del aclaramiento del líquido cefalorraquídeo, el contenido intracraneal permanece constante [99].

Al igual que otras células del cuerpo, las células del sistema nervioso central también presentan cambios relacionados con el envejecimiento en sus componentes, como un aumento del estrés oxidativo y una acumulación de daños en proteínas, lípidos y ácidos nucleicos [100]. Dado que la disfunción mitocondrial contribuye a la producción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, que están relacionadas con el daño celular, parece ser un factor importante en el envejecimiento del cerebro [101]. En consonancia con esto, se sabe que la restricción calórica sin inanición disminuye la pérdida de la función cognitiva relacionada con la edad al reducir la generación de radicales libres mitocondriales y el daño oxidativo al que se ve sometida la masa cerebral [102,103].

El mito de que el envejecimiento está relacionado con una disminución considerable y generalizada del número de neuronas corticales se creó en los años 50 [98]. Sin embargo, el número de neuronas corticales disminuye de forma significativa y generalizada con la edad, según investigaciones más recientes, producidas con los avances técnicos en el procesamiento e interpretación de imágenes [98]. La pérdida de neuronas relacionada con el envejecimiento es limitada y no generalizada, según el procesamiento e interpretación de imágenes.

Tradicionalmente se ha descrito que la longitud dendrítica, su distribución, así como el volumen de espinas sinápticas en varios nichos de la corteza cerebral disminuyen de forma significativa y generalizada. Sin embargo, ahora se entiende que, durante el un



proceso normal de envejecimiento, estos cambios no se producen de forma generalizada, sino en zonas geográficas relativamente definidas.

En algunas regiones del cerebro, se ha demostrado incluso que la arborización dendrítica aumenta con el envejecimiento [105,98].

Los cambios relacionados con la edad relativos a la expresión genética y de proteínas relacionadas con la transmisión, tales como los canales de calcio y los receptores GABA, podrían inclinar la balanza a favor de este último tipo de neurotransmisión, favoreciendo el último en términos de edad. Este desequilibrio contribuiría a los mayores niveles de actividad neuronal observados en el córtex prefrontal, lo que podría dar lugar a la excitotoxicidad y causar daños en el córtex [106].

En la actualidad se reconoce comúnmente que la neurogénesis, que es continua durante toda la vida, se produce en el cerebro adulto, incluido el cerebro de los seres humanos [107]. La región subventricular y el hipocampo son los dos nichos distintos de los que surgen estas nuevas neuronas. Han demostrado la capacidad de integrarse en los circuitos existentes y son cruciales para funciones cognitivas como el aprendizaje y la memoria [108]. Las alteraciones de la neurogénesis están asociadas al envejecimiento y a diversas enfermedades neurodegenerativas, y actualmente se está investigando su importancia fisiopatológica en estos procesos [109].

Según las investigaciones de imágenes cerebrales funcionales, los cerebros de las personas mayores responden a las entradas de la función ejecutiva de forma menos coordinada y localizada espacialmente, especialmente en la corteza prefrontal. La pérdida de localización es sorprendente, ya que mejora la capacidad cognitiva de las personas mayores en comparación con sus contemporáneos de mayor edad que mantienen una excelente localización. contrapartes de mayor edad que siguen mostrando la alta localización observada en los más jóvenes [110].

La atención y la memoria constituyen los aspectos cognitivos que se ven más afectados [111], describiéndose una ralentización generalizada del procesamiento de la información [112] y una reducción en el potencial para modificar o alterar el foco de atención [113-115]. Los cambios asociados a la edad en la función cognitiva no son uniformes, al igual que las alteraciones en el volumen neuronal y dendrítico. Estas capacidades varían mucho entre los individuos, y se ha planteado la hipótesis de que su mal funcionamiento puede contribuir al deterioro de otros dominios cognitivos, incluida



la memoria [109-115]. La memoria a corto plazo, o la capacidad de recordar información de forma inalterada durante breves periodos de tiempo, suele deteriorarse sólo ligeramente con la edad.

Si bien la “memoria de trabajo” es un concepto que comprende la atención, la concentración y memoria a corto plazo [112], existe una fuerte percepción de su deterioro, lo que hace difícil determinar si su compromiso es primario o se debe a la degradación de alguno de sus componentes [112]. El declive de la función ejecutiva que conlleva el envejecimiento puede ser la causa de esta disminución de la manipulación de la memoria a corto plazo, y se ha propuesto que este declive puede tener una base anatómica en las alteraciones de carácter funcional y degenerativos de la corteza prefrontal [104].

En lo relativo al largo plazo, la memoria semántica, asociada al conocimiento en el largo plazo, tiende a la inestabilidad a medida que envejecemos, a la vez que disminuye la memoria episódica, que es la memoria a largo plazo que se vincula con la experiencia y desarrollo en un contexto [112]. Aunque hay indicios de que los cambios cognitivos que acabamos de describir podrían empeorar nuestra capacidad de percibir el entorno como consecuencia del deterioro de nuestras capacidades visuales y auditivas que conlleva el envejecimiento, la conexión causal entre estos dos dominios sigue sin estar clara. Uno de estos dominios sigue siendo objeto de investigación y debate [116,117]

1.3.6. Función Física.

Las disfunciones que repercuten en la autonomía y la calidad de vida podrían ser consecuencia de los cambios en el proceso de envejecimiento [118]. Numerosos aspectos, como la velocidad de la marcha, la movilidad funcional, el equilibrio dinámico, la estabilidad y la potencia de las extremidades inferiores, se ven alterados en este deterioro físico [118,119].

Las anomalías de la marcha están causadas por patrones de movimiento anormales, alteraciones de la postura y mal funcionamiento de los órganos [120]. A pesar de que estos cambios dificultan la marcha, el 35% de los mayores de 70 años, el 85% de los mayores de 60 años y el 20% de los mayores de 80 años pueden seguir haciéndolo [121]. Caminar es la actividad más frecuente entre las personas mayores, y el gasto energético es mayor que el de los adultos [122].



Parámetros biomecánicos, como la extensión de la cadera, la longitud de la zancada y la cadencia, así como el desplazamiento de las extremidades y el control de la velocidad del cuerpo, están relacionados con este mayor gasto energético. Además, la marcha puede producir un gasto energético cercano al consumo máximo de oxígeno (75-85%), dejando muy poca energía disponible para otras actividades [123].

Las alteraciones de la posición también pueden influir en la marcha. Los primeros indicios de un cambio de postura empiezan a aparecer a partir de los 40 años; después de los 60, el progreso se acelera, especialmente en las mujeres.

Numerosas variables, como la disminución de la actividad neuronal central y periférica, la disminución de la densidad del tejido óseo y muscular, la pérdida de peso, la debilidad del tejido conjuntivo, la disminución del tono muscular y las alteraciones del tejido muscular, los ligamentos y el cartílago articular, son responsables de estos cambios.

Además de todo esto, la postura erguida y el peso del cuerpo son los que más afectan a los estabilizadores activos y pasivos de la columna vertebral, lo que provoca la deformación y el malformado de la columna y las caderas. La postura encorvada habitual está causada por el desplazamiento de la cabeza hacia delante, la cifosis de la columna torácica, la lordosis de la columna lumbar, así como un ensanchamiento de la base de sustentación, una pequeña flexión de la rodilla y una flexión anterior del tronco. Se añadió la flexión de la cadera para tener en cuenta estas modificaciones [124,125].

Además, este cambio de posición hace que el tronco se flexione, lo que aumenta el consumo de oxígeno. Esto es especialmente cierto porque los músculos que sostienen la cabeza y el tronco contra la gravedad y mantienen el equilibrio están trabajando más como resultado de este cambio de posición. Las alteraciones biomecánicas reducidas provocan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad y una inclinación del tronco, que tienen un efecto adverso en los patrones de la marcha, aumentan el riesgo de discapacidad, reducen la calidad de vida y aumentan la probabilidad de caídas [126].

1.3.7. Metabolismo de la glucosa y envejecimiento.

Los trastornos del metabolismo de la glucosa son especialmente frecuentes en las personas mayores, y se calcula que la diabetes mellitus afecta hasta al 25% de ellas [127]. Debido a los cambios en los hábitos alimentarios y la actividad física, así como al hecho



de que los pacientes diabéticos viven más tiempo, se prevé que la incidencia y la prevalencia de la diabetes aumenten en los próximos años [128,129].

Las personas mayores presentan cambios significativos en su constitución física. Ya se ha abordado la sarcopenia, una condición en la que la masa muscular disminuye de forma constante a partir de la tercera década de la vida [130].

La resistencia a la insulina se ha relacionado con la sarcopenia, que se cree que está causada por la disminución de la masa muscular y la disfunción mitocondrial en las fibras restantes [131]. Con el envejecimiento y la sarcopenia se produce un aumento gradual del porcentaje de peso corporal compuesto por grasa, siendo el aumento de la grasa visceral el más notable [132,133]. La producción de adipocinas como la leptina y la adiponectina, que regulan el metabolismo de la glucosa, así como de mediadores proinflamatorios como el TNF- y la IL-6, ha demostrado que el tejido adiposo es un órgano endocrino muy activo [135]. Además, se ha demostrado que el tejido adiposo visceral desempeña un papel importante en la síntesis de mediadores inflamatorios, contribuyendo a la aparición de la resistencia a la insulina.

La obesidad sarcopénica, una condición muy común y que en algunos estudios ha demostrado ser un mejor predictor del síndrome metabólico que la obesidad y la sarcopenia por sí solas, es una combinación de pérdida de masa muscular y aumento del tejido adiposo con efectos perjudiciales en el perfil metabólico de los sujetos de edad avanzada [136].

También se ha sugerido que la senescencia de las células desempeña un papel en el proceso de disminución de la producción de insulina. Se sabe que las células tienen un potencial replicativo durante la edad adulta que disminuye gradualmente con el envejecimiento [137]. Un mecanismo importante del fracaso de la producción de insulina es la pérdida del potencial replicativo, o senescencia celular, que se acompaña de un aumento de la apoptosis y da lugar a una disminución de la masa celular [129].

Es fundamental tener en cuenta los patrones de alimentación y el estilo de vida sedentario de las personas mayores, que no siempre son voluntarios. A partir de la tercera década de vida, las necesidades calóricas disminuyen gradualmente junto con la actividad física, pero la ingesta de calorías, así como la ingesta nutricional en general, rara vez cambia para satisfacer las necesidades energéticas individuales [138].



La respuesta contrarreguladora a la hipoglucemia es menor en las personas mayores, como demuestran los niveles reducidos de glucagón y hormona del crecimiento. La población adulta mayor corre más riesgo de sufrir hipoglucemia y sus peligrosos efectos secundarios debido a este trastorno, que está vinculado a los déficits cognitivos y físicos relacionados con el envejecimiento [127].

1.3.8. Calidad del sueño.

Es necesaria una cantidad de sueño adecuada para poder afrontar las actividades normales de la vida diaria. Esta duración óptima está comprendida en el intervalo entre las 7 y 8 horas. Lo cual, dependerá de cada persona, su edad, el estado emocional y el estado de salud [139]. El sueño, facilita la realización de funciones fisiológicas básicas de equilibrio físico y químico, ayuda al restablecimiento homeostático del sistema central, de las reservas energéticas a nivel celular y potencia la memoria. Por tanto, es de enorme importancia alcanzar una duración adecuada de sueño. El hecho de no dormir lo suficiente está relacionado con problemas fisiológicos en la población en general, tales como la obesidad, la diabetes, la intolerancia a la lactosa, la hipertensión y la hipertensión; todo lo cual aumenta el riesgo de muerte [140-144]. La prevalencia y la gravedad de los problemas de sueño entre los ancianos van en aumento. Según las estadísticas, los trastornos del sueño afectan al 9-12% de los adultos, al 20-30% de los ancianos en las naciones occidentales y al 35-45% de los ancianos en China. Existen pruebas de que, a los 60 años, la latencia del sueño sigue disminuyendo significativamente [145-147]. Sin embargo, según los datos epidemiológicos, casi el 50% de los adultos declaran tener trastornos del sueño, que incluyen sueño insuficiente, somnolencia, sueño ineficaz y disminución de la duración del sueño [148].

Los problemas de sueño en las personas mayores pueden tener efectos importantes, como el aumento de la fatiga, la somnolencia diurna, el deterioro funcional, el malestar emocional, los problemas de salud mental y una menor calidad de vida. Estos problemas de mala calidad del sueño pueden verse agravados por la apnea obstructiva del sueño y el insomnio, dos trastornos del sueño cuya prevalencia aumenta con la edad más que en los ancianos [149,150]. Además, los adultos mayores tienen los ritmos circadianos más



alterados que los jóvenes, lo que sugiere que los ciclos de sueño y vigilia no están sincronizados con las señales externas, como el ciclo de luz y oscuridad [151].

Para evaluar la cantidad y la calidad del sueño pueden utilizarse tanto herramientas de monitorización como medidas subjetivas, como cuestionarios de autoevaluación prospectivos y retrospectivos. El método objetivo más utilizado es la polisomnografía, aunque existen otras técnicas objetivas fiables como la fotoactivación [140,152].

1.3.9. Distrés psicológico.

Se describe como una condición de malestar emocional caracterizada principalmente por síntomas de ansiedad y depresión [153], y puede considerarse como un trastorno del estado de ánimo que tiene un gran impacto en la vida cotidiana y el funcionamiento social [154]. La depresión y la ansiedad son condiciones incapacitantes que afectan a una gran parte de la población. Estas consecuencias se producen a nivel social, individual y económico [155,156]. La concentración de una serie de problemas reales durante al menos seis meses constituye la ansiedad [157].

La depresión se caracteriza por un mal estado de ánimo persistente o una falta de interés en las tareas rutinarias durante más de dos semanas. Para identificarla, se pueden utilizar numerosos signos, como el bajo estado de ánimo, la pérdida de interés y disfrute, y el aumento o la pérdida de peso [157].

La ansiedad cumple una función fisiológica similar a la del miedo, la rabia, la tristeza o la alegría. Afecta a la mente, el cuerpo y los músculos. El 20,5% de las personas padecen trastornos de ansiedad, que a menudo se manifiestan como episodios discretos y transitorios de terror junto con síntomas adicionales como sudoración rápida, ahogo, náuseas y parestesia [158]. Otros factores, como el dinero, el trabajo, la familia, la comunidad, la sexualidad, la salud, la cultura (por ejemplo, la percepción de la menopausia), el ejercicio y el tabaquismo, están relacionados con los síntomas de ansiedad y depresión [159-163].

Existen cuestionarios adicionales para evaluar la depresión fuera de la Escala de Ansiedad y Depresión Hospitalaria (HADS) [164], que mide ambas, como la Escala de Depresión de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CES-D) [165], que ha demostrado ser útil en personas mayores [166]. La Escala de Calificación



de la Depresión de Hamilton y la Escala de Detección de la Depresión Geriátrica (GDS) [167] (HAMD). Para la evaluación, también se puede utilizar la Escala de Ansiedad de Hamilton (HAM-A) y el Inventario de Ansiedad Relacionado con la Edad (GAI) [168]. En las personas mayores, la ansiedad y la depresión son problemas bastante prevalentes [169], con tasas de depresión en adultos mayores que oscilan entre el 15 y el 20% [157] y de ansiedad entre el 15 y el 40% [170].

Debido a los problemas físicos que coexisten con los síntomas de ansiedad y depresión y a la falsa noción de que estas condiciones son una parte normal del envejecimiento, puede ser un reto diagnosticar estas condiciones [171]. La ansiedad y la depresión pueden reducir la calidad de vida, empeorar otras enfermedades importantes y acortar la esperanza de vida si no se tratan [172]. La obesidad y las enfermedades cardiovasculares son enfermedades relacionadas con la depresión. Además, la enfermedad coronaria y la ansiedad están relacionadas [173,174].

1.4. RIESGO DE CAÍDA EN PERSONAS MAYORES

1.4.1. Estado actual y problemas asociados al riesgo de caídas.

Según las OMS, los incidentes no intencionados que hacen que una persona pierda el equilibrio y caiga al suelo o a otra superficie dura se denominan caídas. Las caídas contribuyen significativamente al deterioro de los adultos mayores, una de sus principales consecuencias y uno de los efectos negativos de la fragilidad.

Aproximadamente el 30% de los individuos mayores de 65 años y el 50% de los mayores de 80 años que viven en el barrio sufren al menos una caída anual [175]. La mitad de las personas mayores que se caen experimentan caídas repetidas, y el 50% lo hacen dentro del mismo año. Por lo tanto, caerse supone un riesgo de sufrir más caídas.

Las caídas en las personas mayores pueden tener consecuencias graves; más del 70% de ellas tienen consecuencias clínicas como fracturas, lesiones, esguinces, etc., y más de la mitad de ellas tienen efectos a largo plazo [176]; el 50% de las personas que se fracturan la cadera debido a una caída experimentan consecuencias graves y no recuperan su nivel funcional anterior a la fractura. Además, una de cada diez caídas provoca lesiones graves, como fracturas de cadera.



Los pacientes de edad avanzada ingresan en los hospitales por lesiones relacionadas con las caídas con una frecuencia cinco veces mayor que los pacientes más jóvenes, lo que indica que la edad es un factor de riesgo clave para estos accidentes. La cantidad y las características de las lesiones que se producen con regularidad en esta franja de edad se ven muy afectadas por el gran aumento de la proporción de personas mayores.

Si bien las caídas con resultado de muerte son algo de enorme importancia, otras secuelas de caídas tienen una influencia considerablemente mayor en la salud general de la población. Según las estimaciones, 24 personas habrán sido hospitalizadas por fracturas de cadera, aproximadamente 100 personas mayores habrán sufrido una caída importante y casi 1.000 personas habrán sufrido una caída grave, por cada persona que fallece como consecuencia de una caída. El inicio de la incapacidad en las personas mayores suele estar causado por los efectos médicos de las caídas, en particular el llamado síndrome del miedo a caer [177].

Los costes asociados a las caídas en España son también importantes para el sistema sanitario. En concreto, la fractura de cadera es uno de los efectos más peligrosos. El motivo más frecuente de ingreso hospitalario para tratamientos traumatológicos y ortopédicos entre las personas mayores es la fractura de cadera.

Se trata de un daño cada vez más importante en la sociedad, tanto a nivel económico como social. Según las estimaciones, las caídas son la causa del 90% de los casos. En los últimos años se ha producido un aumento constante de esta causa, sobre todo entre las mujeres. Las mujeres son más propensas que los hombres a sufrir caídas y experimentan efectos más graves, incluyendo una mayor tasa de fracturas de cadera [175-177].

Implicaciones de las caídas

Existen diversas complicaciones relacionadas con las caídas. Por un lado, las caídas pueden provocar lesiones que van desde pequeños cortes, contusiones o hemorragias hasta fracturas o hemorragias internas. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, una caída supone un deterioro físico o funcional, ya sea de forma directa o indirecta a través de los efectos psicológicos que tiene, interfiriendo en los sentimientos de inseguridad o pérdida de confianza. El temor a las caídas es una noción que ha generado un gran interés científico, especialmente en las últimas décadas [178-180].



Físicas. El efecto más perjudicial de las caídas es la fractura. Las personas que han sufrido una fractura de cadera tienen un riesgo de mortalidad entre un 10 y un 20% mayor, en comparación con personas del mismo sexo y edad sin fractura. Por otro lado, aproximadamente la mitad de los que sobreviven a ella, lo hacen con una futura discapacidad física. Sólo el 50% de los individuos que sobreviven recuperan su condición funcional preexistente [178, 179].

Tejidos blandos. Las lesiones de los tejidos blandos son otro efecto. El daño a los tejidos blandos, el traumatismo de los tejidos nerviosos y el traumatismo nervioso son otros efectos. La hipotermia, la deshidratación, las infecciones, en particular las respiratorias son efectos, poco frecuentes, pero graves [179].

Psíquicas. Provocan una sensación persistente de ansiedad o el miedo a caer de nuevo. Disminución de la autoestima, aislamiento social y pérdida de confianza en sí mismo [180].

Sociales. Los miembros de la familia suelen responder con ansiedad, limitando y sobreprotegiendo en determinadas ocasiones, a sus seres queridos después de una caída. [180].

1.4.2. Factores de riesgo de caídas.

Las caídas pueden ocurrir como resultado de una degeneración osteoarticular y/o neurológica relacionada con el envejecimiento o como resultado de una mala condición clínica que afecta los mecanismos de equilibrio y estabilidad [181].

Las caídas están vinculadas a una serie de factores de riesgo relacionados con la salud, bien de tipo agudo o crónico.

Enfermedades agudas.

En ocasiones, una caída puede ser el signo inicial de una serie de enfermedades agudas o un agravamiento de una enfermedad de larga duración, tales como una insuficiencia cardíaca.



Enfermedades crónicas

Pero lo más frecuente es que las caídas se produzcan por el avance de las condiciones patológicas crónicas en las personas mayores [182]. Por lo tanto, podríamos destacar:

La enfermedad de Parkinson, la demencia y los antecedentes de enfermedades cerebrovasculares son ejemplos de enfermedades neurológicas.

Los problemas de visión, como la mala vista, las cataratas y el glaucoma.

Anomalías del sistema vestibular que afectan al equilibrio. Estos problemas del sistema vestibular son comunes en la vejez.

Cambios en la movilidad provocados por los cambios osteoarticulares que alteran la biomecánica y la pérdida de masa muscular habitual del envejecimiento.

Enfermedades cardiovasculares

Las arritmias y otras afecciones cardiovasculares como la hipotensión ortostática, la cardiopatía isquémica y la hipotensión ortostática también están implicadas.

Condiciones psiquiátricas

Enfermedades mentales como la ansiedad y la depresión.

Una clasificación más amplia de los factores de riesgo de caída, desde un prisma más amplio, puede hacerse teniendo en cuenta factores internos y externos. Los rasgos relacionados con la edad o las variables clínicas, como la debilidad, los mareos y las enfermedades crónicas, son ejemplos de factores intrínsecos. Los factores extrínsecos incluyen características del entorno circundante, como superficies irregulares e iluminación inadecuada [183].

1.4.2.1. Factores intrínsecos

Equilibrio dinámico. Nuestro sentido del equilibrio disminuye con la edad. En respuesta a este cambio en el equilibrio, el cuerpo activa mecanismos reguladores para fomentar una marcha estable y equilibrada. Para ello, reduce la velocidad de la marcha y aumenta la estabilidad y la fase de apoyo. Sin embargo, esta adaptación se retrasa y en ocasiones es ineficaz, lo que aumenta el riesgo de caídas [184].



La fuerza de la parte inferior del cuerpo está relacionada con el equilibrio dinámico [185]. Aunque la fuerza muscular y la potencia muscular son similares, sus responsabilidades en el mantenimiento del equilibrio son diferentes, estando la potencia muscular más relacionada con el equilibrio dinámico que con el estático [186].

Tras los factores de riesgo inherentes a las caídas, la **movilidad funcional** es otra consideración crucial. La discapacidad está causada por la falta de movilidad funcional, y los adultos mayores tienen más probabilidades de padecerla que los grupos más jóvenes [187]. Las causas de la movilidad funcional reducida son complejas. La edad avanzada, la inactividad, la obesidad, la falta de fuerza y equilibrio y las enfermedades crónicas son los factores de riesgo más frecuentes [188].

Otro factor que reduce la movilidad funcional y el equilibrio es el dolor musculoesquelético, ya que impide a las personas hacer ejercicio, lo que debilita sus músculos y reduce su movilidad funcional. La potencia muscular es también otro elemento crucial. En particular, los extensores de la rodilla y los flexores y extensores del tronco son los músculos más débiles [189].

Velocidad de la marcha.

Se cree que uno de los factores de riesgo más importantes para las caídas y las fracturas son los problemas de la marcha [190]. Una velocidad de la marcha inferior a 1 m/s se considera anormal, una velocidad de la marcha inferior a 0,8 m/s se considera que tiene una capacidad limitada para caminar, y una velocidad de la marcha igual o inferior a 0,4 m/s se relaciona con personas que no pueden realizar sus tareas cotidianas. Por ello, se considera que la velocidad de la marcha es una buena medida para detectar a las personas que corren riesgo de caerse, pero que aún no son dependientes y que podrían beneficiarse de una actividad de prevención de caídas [184].

Los dorsiflexores del tobillo, los flexores plantares del tobillo, los extensores de la rodilla, los flexores de la cadera y los extensores de la cadera, así como las anomalías musculoesqueléticas de la columna vertebral, como el aumento de la inclinación de la columna, son los grupos musculares relacionados con este déficit [191, 192]. Además, no deben pasarse por alto los aspectos psicológicos, ya que también pueden influir en la velocidad de la marcha, como el miedo a las caídas [184]. Creemos que la medición de la velocidad de la marcha es crucial, ya que se ha asociado con el riesgo de mortalidad,



la cantidad de atención médica necesaria, las hospitalizaciones, el aumento de la dependencia diaria y el ingreso en una residencia de ancianos [184].

Estilo de vida y estado nutricional.

El comportamiento sedentario, que se define como "cualquier actividad diurna caracterizada por un gasto energético inferior o igual a 1,5 mets (equivalentes metabólicos) mientras se está sentado, reclinado o tumbado", se considera otro factor de riesgo intrínseco para las caídas [193], y las personas mayores tienden a practicarlo con más frecuencia que las más jóvenes [194]. Dado que las personas que se han caído presentan mayores signos de desnutrición que las que no se han caído, la desnutrición también se considera un factor de riesgo intrínseco de las caídas [195]. Se ha demostrado que los suplementos de vitamina D y calcio reducen el riesgo de caídas [196]. Además, la obesidad, determinada por el IMC, está relacionada con un mayor riesgo de caídas y también se considera un factor de riesgo intrínseco [195].

Autoeficacia relacionada con las caídas.

Uno de los componentes psicológicos intrínsecos más representativos de las caídas es la autoeficacia relacionada con las caídas. La capacidad de planificar y llevar a cabo diversas acciones, que afecta a las decisiones relativas a realizar o evitar determinadas actividades o lugares, fue creada por Bandura en 2001 [197].

Miedo a caerse.

Se describe como un miedo persistente a caerse y una sensación de poca confianza que hace que las personas se abstengan de realizar tareas que aún son capaces de llevar a cabo [198]. Esto repercute en la vida cotidiana al restringir la movilidad, las interacciones sociales, el bienestar y la calidad de vida [199].

Entre el 21 y el 85% de las personas mayores afirman tener algún nivel de miedo a las caídas; este miedo aumenta con la edad y es más prominente en las mujeres [200]. El miedo a las caídas afecta al bienestar emocional y social de las personas mayores, así como a las alteraciones espaciales y temporales de los parámetros de la marcha. Estos cambios incluyen una velocidad de marcha más lenta, una longitud de zancada más corta, una zancada más amplia y un periodo de tiempo más largo durante el cual se apoyan ambas extremidades [201]. El aumento de la discapacidad a largo plazo [202], el mayor



riesgo de caídas [201] y el deterioro funcional se han relacionado con el miedo a las caídas [203].

Como un tipo de agorafobia, Marks mencionó inicialmente el término "fobia al espacio" en el campo de la psiquiatría en [204]. Murphy e Isaacs examinaron los efectos de una caída en 36 pacientes en un entorno hospitalario [205]. Según este estudio, el "síndrome postcaída" es una reacción física de rigidez u obstrucción física vinculada a las anomalías de la marcha que hace que la persona no pueda caminar de forma independiente. Ese mismo año se mencionó la ptofobia, o el miedo a estar de pie o deambular [206].

Desde entonces, la idea del miedo a las caídas ha surgido como una reacción que se produce en personas que se han caído previamente y que también puede afectar a quienes nunca se han caído. El temor a volver a caer es una reacción que experimentan las personas que se han caído [207]. Las personas que aún no se han caído pero corren el riesgo de hacerlo también experimentan esta ansiedad. No está claro qué es lo primero que ocurre entre los dos.

Algunos individuos experimentan el miedo antes de caerse, mientras que otros lo hacen después. Por este motivo, algunas personas mayores pueden caer en un estado de inactividad debido a la pérdida de confianza provocada por el miedo a las caídas. Se trata de una pérdida de confianza provocada por la inseguridad y la inseguridad, lo que impide realizar ejercicio físico, lo cual también se relaciona con la inseguridad, la necesidad de asistencia y la consiguiente pérdida de independencia [206,207]

Este enfoque es coherente con la idea de fragilidad, que se describe como una condición en la que una persona se enfrenta a riesgos de dependencia; por lo tanto, las caídas y el miedo a caer son indicadores de fragilidad en las personas mayores. Este ciclo se traduce en un estado de disminución de la calidad de vida, limitaciones en las interacciones sociales y problemas psicológicos que acaban desembocando en estados depresivos [207].

Escalas para medir el miedo a caerse.

Se utilizan para cuantificar el miedo a caer. Para detectarlo, existen varias escalas con diferentes adaptaciones.



FES

La escala internacional de eficacia de la caída (FES) [208], la crea Tinetti ampliando la estimación del miedo al nivel de confianza de una persona en la realización de determinadas tareas. Los ítems relacionados con las actividades domésticas, fuera del hogar y sociales conforman el FES.

ABC

La escala ABC, o Confianza en el Equilibrio Específico de las Actividades [209]. En respuesta a las limitaciones del FES en la evaluación fuera del hogar, Powell y Myers crearon el ABC. Las preguntas del ABC se refieren a la confianza de la persona en mantener el equilibrio y la bipedestación mientras realiza diversas actividades físicas.

SAFE

La escala SAFE (Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly Scale) mide estas preocupaciones) [210]. Esta escala de 11 ítems indaga sobre las actividades que se restringen debido al miedo tanto dentro como fuera del hogar.

El cuestionario FES-I (Falls-efficacy Scale-International) y el ABC-16 son dos de los principales instrumentos utilizados para evaluar la autoeficacia relacionada con las caídas (Activities-Specific Balance Scale, versión de 16 ítems).

ABC-16

El ABC-16 mide la confianza de una persona en su capacidad para mantener el equilibrio mientras realiza actividades cotidianas. Al introducir ítems más difíciles, el ABC-16 mejora la respuesta de la FES I a la percepción de la persona de su capacidad para realizar actividades sin perder el equilibrio [211].

Un grave problema de salud [212] que impide a las personas participar en la vida diaria y realizar ejercicio físico es la falta de confianza en el equilibrio [213, 214]. Se ha demostrado que intervenciones como el entrenamiento del equilibrio [215], la actividad física [216] y el Taichi [217], este último considerado también como una de las mejores terapias para mejorar la confianza en el equilibrio, pueden aumentar la confianza en el equilibrio [218].



1.4.2.2. Factores extrínsecos.

Se refieren al entorno inmediato de una persona, incluyendo aspectos tales como obstáculos, iluminación, solería, accesibilidad de los objetos cotidianos, ausencia de dispositivos de asistencia y ayuda personal, calzado y ropa inadecuada [219-222].

1.5. ASOCIACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL Y COGNITIVO CON EL RIESGO DE CAÍDAS.

Al igual que las caídas, el deterioro cognitivo puede aumentar significativamente la morbilidad y la mortalidad entre las personas mayores. De hecho, estos dos eventos a menudo coexisten en esta población y contribuyen a aumentar significativamente los gastos de atención médica y la reducción de la calidad de vida.

Además, se han observado problemas de la marcha en personas que experimentan pérdida cognitiva. [222] Por lo tanto, el deterioro de la función cognitiva puede afectar negativamente a la estabilidad postural, aumentando el riesgo de caídas [223].

A pesar de la información recopilada hasta ahora, todavía no está claro cómo se relacionan exactamente el deterioro cognitivo y el riesgo de caídas. Estas dos afecciones siempre se han abordado como síndromes geriátricos distintos, lo que dificulta la comprensión de las interacciones cognitivo-motoras. [224] Los estudios han indicado que el deterioro cognitivo, específicamente con respecto a la atención y las funciones ejecutivas, puede comprometer la marcha y contribuir a la aparición de caídas en la población de edad avanzada. [225, 226],¹⁰ Además, la prevalencia del deterioro de la marcha es mayor entre las personas mayores con mayor deterioro neurocognitivo (DNM). [227].

La comprensión de las relaciones entre la cognición y el movimiento se ha visto históricamente obstaculizada por el tratamiento de estas dos enfermedades como síndromes geriátricos separados. [228]

9279 personas mayores que vivían en la comunidad, participaron en un estudio prospectivo basado en la población, para determinar si su historial reciente de caídas estaba relacionado con su riesgo actual de caídas y la función cognitiva, después de ajustar todas las posibles variables de confusión [229]. Los resultados de este estudio demostraron que las personas mayores con una experiencia de caída tenían una



estimación del rendimiento cognitivo que era un 0,13 % más baja (intervalo de confianza del 95 %, IC: 0,023 a 0,002; valor P: 0,017) que la estimación para aquellos no habían sufrido una experiencia de caída. [229]

Por lo tanto, la evaluación de la función cognitiva de las personas con caídas mayores se vuelve crucial. Además, otro estudio trató de evaluar la función cognitiva y sus correlaciones con el equilibrio, antecedente de caídas y miedo a caer, entre 250 ancianos. Se encontró que las personas mayores con deterioro cognitivo tenían mayor miedo a las caídas que las personas mayores sin deterioro cognitivo ($P = 0,008$) [230].

Estos hallazgos respaldan la necesidad de evaluar si ha habido caídas recientes en este grupo demográfico.

Los dominios cognitivos más afectados en presencia de caídas no han sido estudiados a fondo por muchos estudios. 462 ancianos participantes en una investigación transversal que analizó la relación entre la capacidad cognitiva y las caídas, y encontró que la prevalencia de caídas entre aquellos con deterioro cognitivo evaluados mediante el MiniExamen del Estado Mental fue del 42%, lo que confirmó la fuerte asociación entre estas variables [230].

Para mantener la salud física y cognitiva a lo largo del proceso de envejecimiento, una evaluación más exhaustiva de los dominios cognitivos alterados en personas mayores con antecedentes de caídas, puede ayudar a desarrollar intervenciones enfocadas en prevenir la ocurrencia de estos dos resultados negativos en dominios específicos.

A la luz de la posibilidad de que la frecuencia de las caídas pueda indicar mayores riesgos para la salud, algunas investigaciones se han centrado en la importancia de evaluar la frecuencia de las caídas [231]. Una investigación que analiza a 325 residentes mayores de la comunidad que sufrieron al menos una caída el año anterior encontró que un mayor número de caídas se asoció con una mayor frecuencia de factores de riesgo, como fracturas, pérdida de movilidad por temor a volver a caer y hospitalizaciones. Estos fueron considerados como predictores de una menor calidad de vida de esta población. [232]

A la luz de esto, medir la función cognitiva y el número de caídas entre la población de edad avanzada puede ayudar en la planificación de una intervención temprana y ayudarnos a comprender mejor la relación entre las caídas y la cognición.



1.5.1. Demencia.

Dado que la demencia es una de las enfermedades no transmisibles más prevalentes y significativas y un contribuyente significativo a la dependencia, la tendencia al envejecimiento de la población aumenta la aparición de problemas relacionados con la salud y alteraciones fisiológicas que generan dependencia y discapacidad en los adultos mayores [233]. Este proceso de envejecimiento junto con el aumento de la esperanza de vida a nivel mundial ha supuesto un aumento de las demencias [234]. Aproximadamente, 50 millones de personas viven con demencia y se prevé que este número aumente a 152 millones para 2050 en todo el mundo [231-235].

La demencia fue nombrada como la mayor preocupación mundial para la atención sanitaria y social en el siglo XXI por la anterior Comisión Lancet en 2017. Existen varias demencias, entre ellas la demencia vascular, la enfermedad de Alzheimer, la demencia frontotemporal, la demencia por cuerpos de Lewy [234]; siendo la demencia por enfermedad de Alzheimer la forma más prevalente de demencia y representando el 70-80% de casos [235].

Según la Organización Mundial de la Salud, la enfermedad de Alzheimer (EA) es una afección neurodegenerativa de causa desconocida que se define por la pérdida gradual de memoria y el deterioro cognitivo [235]. La proteína tau y la beta-amiloide son los dos principales indicadores cerebrales de esta enfermedad [232]. El consejo actual destaca la necesidad de concentrar los recursos y las tácticas en la atribuyen una mayor eficacia en el aplazamiento de la aparición de la fase clínica de demencia

1.5.2. Deterioro cognitivo leve.

Deterioro cognitivo leve (DCL) es el término utilizado para describir esta etapa preclínica. Además, no todos los casos de DCL progresan y no todos son precursores de la EA; afortunadamente, algunos casos han demostrado la capacidad de volver a un estado normal de cognición [235-239]. En concreto, el DCL se describe como una pérdida cognitiva superior a la esperada para la edad y el nivel intelectual, pero que no afecta a las actividades de la vida diaria. La página web idea de DCL pretende definir el deterioro cognitivo intermedio, que es típicamente una etapa de transición entre los cambios cognitivos típicos asociados a la edad y los síntomas habituales de la demencia [235-239].



Dado que el DCL, la EA y la demencia no tienen actualmente un tratamiento viable, las medidas no farmacológicas son cruciales para detener la progresión de las enfermedades [237]. El estilo de vida puede desempeñar un papel clave en el proceso de envejecimiento, por lo que para mantener un grado suficiente de salud física llevando una vida activa y haciendo ejercicio

El ejercicio podría considerarse un auténtico método antienvjecimiento [238]. La literatura demuestra que el ejercicio regular tiene un impacto significativo en la rapidez con la que las personas envejecen.

Lo que indica que la actividad física con el tipo, la intensidad y la duración adecuados podría ayudar para aumentar los beneficios antienvjecimiento y la aptitud física. Además, estar en forma físicamente puede reducir la posibilidad de mortalidad entre personas con deterioro cognitivo [238].

La investigación de alta calidad en esta área apoya el uso de programas de ejercicio para promover la salud del cerebro en las personas mayores, con un enfoque en la conexión entre la aptitud física y la salud del cerebro [239].

En este estudio, nos proponemos analizar las posibles asociaciones entre el riesgo de caídas, la fuerza de las extremidades superiores e inferiores, la velocidad de la marcha y el deterioro cognitivo en personas mayores de 60 años.



2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis

La hipótesis de este trabajo de investigación contempla que bajos niveles de fuerza (en segmentos inferiores y superiores), una baja velocidad de la marcha y un peor estado cognitivo aumentan el miedo de sufrir caídas en personas mayores de 60 años.

3.2. Objetivos

El **objetivo principal** del presente estudio descriptivo transversal es analizar la asociación entre la fuerza del miembro inferior y superior, los patrones de la marcha y el estado cognitivo con el riesgo de sufrir caídas en personas mayores de 60 años.

Objetivos secundarios:

Analizar la relación existente entre el miedo a caerse y la fluencia verbal en personas mayores de 60 años.

Analizar la relación existente entre la velocidad de la marcha y la fluencia verbal en personas mayores de 60 años.

Analizar la relación existente entre la calidad de vida y la fluencia verbal en personas mayores de 60 años.

Analizar la relación existente entre la fuerza del miembro inferior y la fluencia verbal en personas mayores de 60 años.



3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño del estudio

Estudio descriptivo transversal y analítico, tras un reclutamiento de datos realizado a un total de 115 ancianos mayores de 60 años, y seleccionados de forma aleatoria a través del área de asuntos sociales del ayuntamiento de Málaga y del ayuntamiento de Pízarra (Málaga). Este estudio se llevó a cabo tras la aprobación por la Comisión de Ética de la Universidad de Eade. (OCT.18/4.PRY).

3.2. Participantes

La población participante han sido personas mayores de 60 años de edad, seleccionados de manera aleatoria entre la base de datos del Área de Derechos Sociales del Ayuntamiento de Málaga, así como del Centro de Día y a la Concejalía de Bienestar Social del Ayuntamiento de Pízarra.

Cuando no pudo incluirse en la muestra a una persona seleccionada, sea porque no se tuvo acceso a él, por no mostrar predisposición o por no cumplir los criterios de inclusión; se sustituyó por la siguiente persona en lista, con el objetivo de mantener el tamaño muestral de referencia. Para la determinación del tamaño muestral, se utilizó el software G*Power (Versión 3.1.9.2).

Así, habiéndose estimando un 30% de caídas (al menos una vez al año) en la población objeto de estudio, hemos calculado el tamaño de la muestra de estudio mediante la fórmula de estimación de una proporción, donde la tasa esperada era de 0,3, con un $\alpha = 0,05$ y una precisión de $\pm 0,06$; añadiendo un 25% para contrarrestar errores de registro, exclusiones o personas que no quisieran participar. Con estos criterios, se obtuvo una muestra necesaria de 179 sujetos.

Una vez seleccionada la muestra, el reclutamiento se completó con charlas de presentación del programa a usuarios y sus familiares. En estas charlas, se informó sobre los aspectos fundamentales para una mejor organización y eficiencia en las sesiones de evaluación. Aspectos tales como distribución de horarios y grupos, indumentaria, ayuno, puntos de recepción. Igualmente, se presentó al equipo de evaluadores.



Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Hombres y mujeres mayores de 60 años	Personas menores de 60 años
Residentes en los municipios de Málaga y Pizarra.	Sufrir alteraciones neurológicas centrales o periféricas.
Estar registrados como tales en el área de derechos sociales de dichos Ayuntamientos.	Sufrir enfermedades somáticas o psiquiátricas graves.
Tener la posibilidad de realizar las pruebas físicas de evaluación de este estudio.	Tener marcapasos tuvieran marcapasos o prótesis.
Tener capacidad de comprender y cubrir los cuestionarios y test de este estudio.	Padecer cualquier tipo de alteración o patología que pudiera alterar el equilibrio y la actividad funcional (alteraciones auditivas o vestibulares).
Haber facilitado la confirmación de participación escrita a través de la firma de consentimiento informado.	No haber firmado el consentimiento informado.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

3.3. Variables e instrumentos de medición.

3.3.1. Datos sociodemográficos y antropométricos:

Para el registro de los datos sociodemográficos, se utilizó un cuestionario específico, de manera individualizada y con total discreción, en dos espacios habilitados para tal fin. Una vez contrastados nombre completo y edad en la correspondiente base de datos, se



asignó un código correspondiente para la rápida identificación de cada sujeto en la muestra.

Junto con sus datos personales, se solicitó información relativa.

3.3.2. Composición corporal.

El análisis de la composición corporal se evaluó utilizando un instrumento de bioimpedancia multi-frecuencia segmental directo, como es el InBody 720 BioSpace. Cuyo nivel de precisión y fiabilidad ha sido avalado por diversas publicaciones identificado con un 98% de correlación con los valores obtenidos por DEXA. [240, 241].



Figura 1: Inbody para determinación de la composición corporal.

Esta herramienta nos permitió obtener los siguientes indicadores sobre la composición corporal: composición del agua corporal, entendida como la suma de agua extracelular e intracelular; ratio de agua extracelular, medido como la cantidad de agua extracelular en relación al agua corporal total; porcentaje de grasa corporal (PGC), en relación al peso corporal; masa magra segmental, valorando la distribución equilibrada; área de grasa visceral, siendo esta la estimada alrededor de los órganos internos del abdomen; análisis de grasa segmental, entendida como la distribución por los diferentes segmentos del cuerpo; contenido mineral óseo; índice de masa libre de grasa e índice de masa grasa.





Figura 2: Participantes realizando la valoración de la compsoción corporal.

Las mediciones tuvieron en cuentas las especificaciones, con los usuarios descalzos, tras un período de ayunas de al menos 4 horas y sin haber ingerido ningún líquido.

Para obtener el peso, altura e índice de masa corporal (IMC) se utilizó una balanza con tallímetro incorporado modelo T201-T4 ASIMED.

Por último, para obtener el **perímetro abdominal** (cintura), se utilizó una cinta flexible de 1,5 m (Lufkin, W606PM,MD, EE.UU.), tomando como referencia el punto equidistante entre la última costilla y la cresta ilíaca, realizando dos mediciones con el sujeto en bipedestación.

3.3.3. Miedo a caerse.

Este aspecto, junto con la confianza en la realización de actividades diarias, se evaluó con la Falls Efficacy Scale-International (FES-I), en su versión española [243].

Se trata de una escala compuesta por 16 elementos que evalúan el miedo a caerse durante la realización de las actividades básicas de la vida diaria. La puntuación de cada elemento por parte del encuestado oscila entre 1 (nada preocupado) y 4 (muy preocupado). Resultando una valoración total entre 16 y 64 puntos, correlacionándose una mayor puntuación, con un mayor miedo al caer. La versión española de la FES-I, fue validada en población posmenopáusica [242].



La Red Europea de Prevención de Caídas PROFANE desarrolló la Escala de Eficacia de las Caídas I (FES-I), una herramienta utilizada para medir el miedo de las personas mayores a las caídas. Según Delbaere et al. en su estudio, muestra un valor predictivo de la probabilidad de futuras caídas en personas mayores frágiles [243].

El cuestionario original consta de 16 ítems que describen diversas actividades cotidianas, como prepararse o subir una colina. En una escala de Likert de cuatro puntos, se pide al paciente que califique el grado de ansiedad que siente por caerse al realizar estas actividades, siendo 1 la menor preocupación y 4 la mayor.

3.3.4. Fuerza del miembro inferior.

La fuerza de las extremidades inferiores fue evaluada a través del Chair Stand Test [244], consistente en levantarse y sentarse en una silla 5 veces lo más rápido posible, manteniendo los brazos cruzados a la altura del pecho. En función del tiempo invertido, la puntuación para esta prueba es: 4 puntos = menos de 11,19 s; 3 puntos = entre 11,20 – 13,69 s; 2 puntos = entre 13,70 – 16,69 s; 1 punto = entre 16,7 - 59 s; 0 puntos = más de 60 s o incapaz.

Los exámenes físicos de personas con diversos trastornos médicos suelen incluir pruebas de la función muscular. Una forma de medir el rendimiento muscular es mediante pruebas de fuerza funcional, que implican el uso del peso corporal como resistencia durante actividades funcionales. La prueba de fuerza funcional más popular es, sin duda, la prueba cronometrada de sentarse y levantarse (STS). La prueba STS tiene varias versiones. La primera sugerencia de Csuka y McCarty fue registrar el tiempo necesario para completar 10 STS [245]. Desde entonces, otras personas han cronometrado las 1, 3 y 5 repeticiones de la maniobra, o han especificado cuántas pueden terminarse en 10 o 30 segundos [246]. Sin embargo, parece que el tiempo necesario para 5 repeticiones es el más utilizado [247].



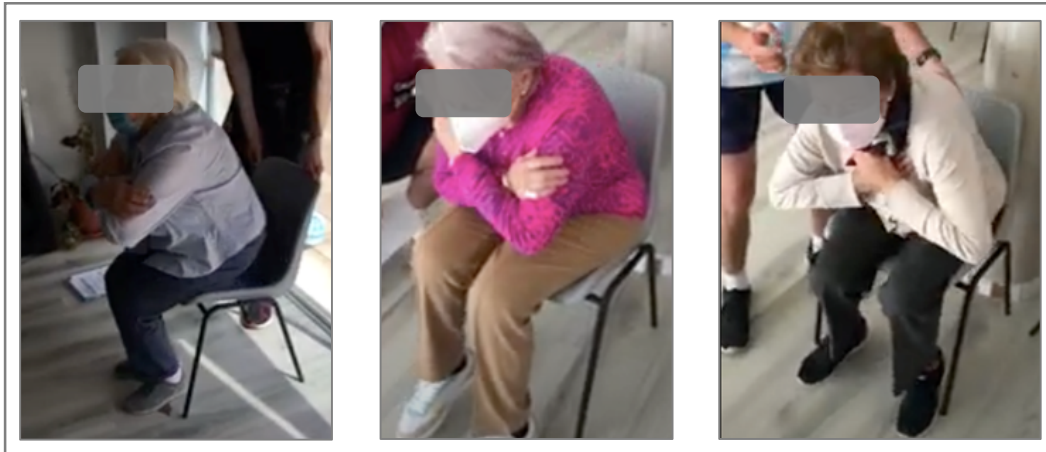


Figura 3: Participantes realizando la prueba sentarse y levantarse de la silla para la determinación de fuerza de tren inferior.

1.3. Fuerza muscular extremidades superiores.

Se realizó una valoración de la prensión manual para lo cual se contó con un dinamómetro hidráulico manual (TKK 5401 Grip-D, Takey, Tokyo, Japan), empleado habitualmente para la evaluación de la fuerza muscular en este tipo de estudios. La flexión enérgica de todas las articulaciones de los dedos da lugar a la fuerza de prensión de la mano [248]. Existen varias formas de medir la fuerza de la mano y, a lo largo del tiempo, se han utilizado técnicas como miómetros modificados, métodos de equilibrio de muelles, sistemas de prensión, pruebas musculares manuales y dinamometría [249,250].

Los neurólogos americanos crearon el dinamómetro como herramienta a finales del siglo XIX [251]. Después del dinamómetro de Garca Fraguas, se fabricó el dinamómetro de Zander en 1904. El primer ergómetro isocinético fue creado por Levyn y Gimán en 1927, y la curva fuerza/velocidad de Hill se inventó en 1938. Bechtol creó el dinamómetro de Jamar poco después, en 1954, como técnica para medir objetivamente la fuerza muscular utilizando una variedad de posturas ajustables con la mano [252].

Se considera que el dinamómetro es una herramienta adecuada y fiable para evaluar la fuerza de prensión manual del paciente, aunque la precisión de la evaluación puede verse afectada por factores como el sexo, el peso y la posición corporal [253]. Un estudio dinamométrico isocinético e isotónico debe preceder siempre a una evaluación isométrica, que está contraindicada en presencia de dolor o restricción articular. La dinamometría isométrica desempeña el papel más importante en la evaluación de la fuerza de prensión manual [254,255].



La edad, el sexo, los rasgos antropométricos, el índice de grasa y el índice de masa corporal afectan a la fuerza de prensión manual isométrica que se mide [256,257]. No hay movimiento articular durante la actividad isométrica, y la separación entre el origen y la inserción del músculo permanece constante [258].

La fuerza es entre un 5 y un 40% mayor en la mano dominante, lo que puede estar relacionado o no con las actividades laborales, y esta relación entre fuerza de prensión y dominancia es significativa [259]. Los hombres tienen una fuerza de prensión hasta un 60% mayor que las mujeres [260]. Los sujetos en su tercera o cuarta década de vida tienen más fuerza, lo que concuerda con estar en edad laboral [261].

Dado que el control motor mejora con una postura ideal, una buena postura corporal parece ser un elemento importante para la medición de la fuerza. Por ello, para conseguir una mayor fiabilidad y una menor variabilidad, la Sociedad Americana de Terapeutas Ocupacionales estableció la postura estándar en 1992. Se establece que la fuerza de prensión es mayor cuando el hombro está a 0° de flexión y abducción, el antebrazo está en pronosupinación a neutro y la muñeca está en extensión de 15 a 30° [262].

El participante debe mantener la contracción durante al menos tres segundos antes de medirla, y se le debe ofrecer apoyo verbal durante todo este tiempo para garantizar el máximo esfuerzo. Las personas sanas pueden ejercer su mayor fuerza en menos de dos segundos y mantenerla constante durante al menos tres segundos [255].



Figura 4: Participantes realizando la prueba de prensión manual con dinamómetro.



1.4. Evaluación de la marcha.

Diferentes estudios han venido estudiando la longitud del paso y de la zancada, su velocidad, aceleración y duración, como predictores de riesgo de caída, dependencia, institucionalización y mortalidad. [263,264]. En este cometido, el uso de diferentes instrumentos tecnológicos, ha venido acompañando la evaluación más tradicional. Entre los elementos sensoricos utilizados, los sistemas de valoración optoelectrónicos, se han venido generalizando por su fiabilidad y coste.

En nuestro estudio, para evaluar los parámetros de la marcha, empleamos un sistema opto-eléctrico de medida; en concreto OptoGait-System (Bolzano, Italy).

Este sistema está compuesto de una barra óptica transmisora (que cuenta con 96 leds infrarrojos) y una receptora, lo que permite detectar eventuales interrupciones y su duración, y por lo tanto, la obtención de datos relativos a la marcha, su longitud, velocidad, aceleración, tiempos de vuelo y contacto; con gran precisión y fiabilidad.

Los participantes caminaron durante 2 minutos en una cinta de correr, para adaptarse al test, el cual tiene una duración de 30 segundos caminando a una velocidad constante de

3,5 km/h lo que proporciona suficiente distancia que permita la aceleración y deceleración desde el estado de reposo.

El método de evaluación empleado fue el siguiente. En primer lugar, procedíamos a la colocación ambas barras del OptoGait en los costados de la caminadora. Un aspecto muy, desde el punto de vista de la seguridad, fue realizar la instalación evitando que los cables de alimentación y conexión a puertos obstaculizaran el paso, para evitar tropiezos y caídas. En segundo lugar, nos asegurábamos de que el equipo informático y software de evaluación estuviesen detectando correctamente el movimiento, para evitar errores en las mediciones y, por tanto, test nulos.

Posteriormente, programamos en el sistema la velocidad adecuada de la marcha para nuestro test. En este caso, 3,5 km/h. A medida que el sujeto se acostumbra a caminar, le pedimos que camine durante 30 segundos en la segunda fase, que sería cronometrada. Las características del ciclo de la marcha, incluidas las variaciones entre las piernas derecha e izquierda, fueron registradas de forma instantánea por el sistema. Una vez finalizado el test, se procedía a guardar los resultados en la base de datos.



El análisis de la marcha permite evaluar la restricción funcional de un sujeto, controlando la movilidad del mismo y midiendo cuantitativamente los elementos críticos.

El llamado "**ciclo del paso**", también conocido como **ciclo de la marcha**, comienza cuando el talón de un pie hace contacto con el suelo y termina cuando ese mismo pie aterriza después de dar un paso. El ciclo comienza con una fase de postura, donde el pie se apoya desde el talón hasta la punta, y termina con una fase de balanceo, cuando el pie se eleva y se mueve por el aire (en promedio, la fase de postura ocupa el 60% del ciclo tiempo y la fase de oscilación ocupa el 40%).

Cada ciclo de marcha tiene dos períodos de "doble apoyo" en los que ambos pies están en contacto con el suelo. El primero de estos períodos, que se muestra en la Figura 1 como DS1, también se conoce como "Respuesta de carga", mientras que el segundo, DS2, se conoce como "Pre oscilación". Por el contrario, nos referimos a apoyo único cuando sólo un pie está en contacto con el suelo.

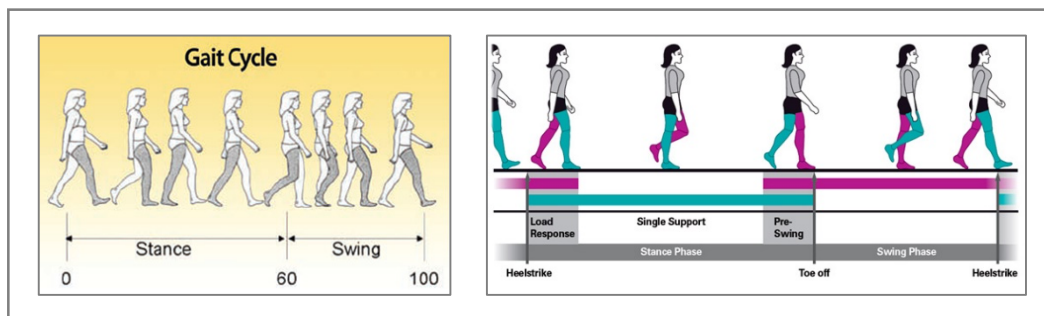


Figura 5: Prueba de evaluación de la marcha con OptoGait

(Microgate Italy, Bolzano-Bozen, Italia)

La definición de **paso** es la separación entre los dos dedos de los pies en sucesión, o la separación entre los dos talones de los pies en sucesión.

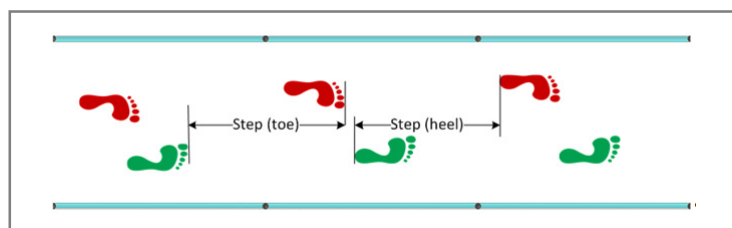


Figura 6: Descripción gráfica de paso



La definición de **zancada** es la distancia entre los talones de dos pasos consecutivos dados con el mismo pie o la distancia entre los dedos de dos pasos consecutivos dados con el mismo pie.

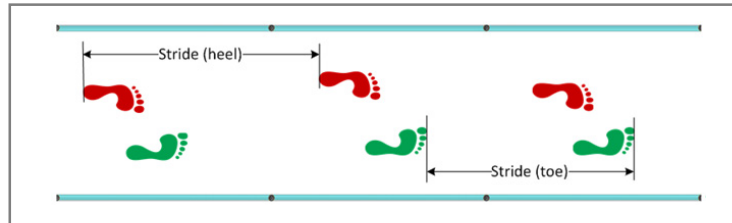


Figura 7: Descripción gráfica de zancada

La **velocidad se calcula** como el producto del tiempo de contacto inicial (T_c) y el tiempo de vuelo, dividido por la distancia entre los dos pies (T_v)

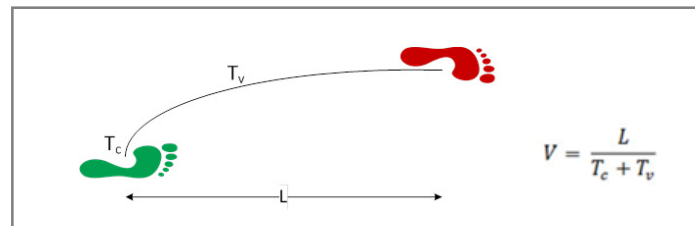


Figura 8: Descripción gráfica y cálculo de velocidad de la marcha

La **aceleración** se determina dividiendo el total de los períodos de contacto y vuelo por el delta de las velocidades de los dos pasos.

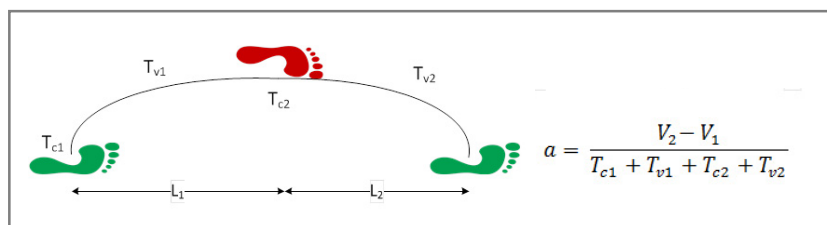


Figura 9: Descripción gráfica y cálculo de aceleración de la marcha



3.3.7. Fluencia semántica y fonológica

Para evaluar la fluidez verbal, se utilizará el test de asociación de palabras COWAT [265]. Se trata de una prueba de fluidez verbal que mide la producción espontánea de palabras que pertenecen a la misma categoría o que comienzan con alguna letra designada. El sujeto, debe producir oralmente, durante 60 segundos, tantas palabras como sea posible, comenzando con una letra determinada del abecedario. No permitiéndose nombres propios o derivaciones de una misma palabra.

El COWAT es un procedimiento muy utilizado para evaluar la fluidez verbal, ya que se trata de un indicador sensible a la disfunción cerebral. La administración de tareas de fluidez verbal, se reconoce como un componente importante en la evaluación integral del funcionamiento neuropsicológico.

Pedimos a alguien que realice una tarea de fluidez verbal (FV) cuando le pedimos que diga tantas palabras como pueda a partir de una indicación. Aunque la FV es una actividad de producción que requiere la ejecución de procesos subyacentes de acceso al léxico, también requiere el uso de procesos de inhibición, atención focal, atención sostenida y la capacidad de realizar búsquedas de palabras no habituales. Todos estos sistemas forman parte de lo que se conoce como funciones ejecutivas.

Los procesos cognitivos conocidos como funciones ejecutivas incluyen los procesos de anticipación y fijación de objetivos, la creación de planes y programas, la iniciación de actividades y operaciones mentales, los procesos de comparación, clasificación y categorización, la autorregulación de tareas y la capacidad de completarlas de forma eficaz. Por lo tanto, describen la actividad de un grupo de procesos cognitivos conectados al funcionamiento coordinado de las redes corticales y subcorticales de los lóbulos frontales [266, 267].

Desde que los estudios de Borkowski et al [268] sugirieron la necesidad de evaluar la FV en individuos con daño cerebral, se considera que las medidas de la FV deberían incluirse en todo proceso de evaluación neuropsicológica. Una de las razones clave es que la FV, que se define como la precisión de la búsqueda, la utilización de estrategias, la actualización de conocimientos y la salida de elementos en un tiempo determinado, es un buen predictor del funcionamiento ejecutivo [269].

Todas estas actividades están conectadas con el cerebro prefrontal. La FV suele evaluarse mediante pruebas en las que se pide al encuestado que produzca el mayor



número posible de palabras de una categoría específica en un tiempo determinado (normalmente 60 segundos). La evaluación de la FV suele dividirse en las dos categorías siguientes: una prueba conocida como fluidez verbal semántica (FVS), en la que se pide al participante que nombre cada elemento de una categoría semántica (por ejemplo, animales, frutas); y una prueba conocida como fluidez verbal fonológica (PVF), en la que se indica al individuo que diga todas las palabras que empiezan por una letra específica.

Aunque ambos exámenes plantean varias exigencias ejecutivas, se ha planteado la hipótesis de que no utilizan los mismos procesos y métodos cognitivos. La realización de enlaces semánticos y la comprensión del significado de las palabras son cruciales para el recuerdo de palabras en la tarea FVS. Se utilizaría la memoria y el conocimiento semántico [270]. La FVF requiere el empleo de técnicas no convencionales, porque buscar palabras por su primera letra no es común y requiere un trabajo extra. Además, la FVF requiere la supresión de la respuesta incorrecta, lo que exige un mayor esfuerzo mental [271].

Los correlatos neuroanatómicos relacionados con la FVF y la FVS se han identificado a través de varias investigaciones. El FVF está vinculado a la corteza frontal, mientras que el SVF está vinculado al cerebro temporal. De forma similar, la tarea de FVS provoca una mayor activación del córtex temporal y una mayor actividad en el lóbulo frontal anterior [272].

Seleccionamos la categoría de animales para evaluar la FVS, así como las consignas F, A y M para evaluar la FVF. Ello implica la sustitución de la letra S (habitualmente utilizada en este tipo de estudios) por la letra M. Esto se ha sido justificado por el fenómeno de seseo presente en diversas regiones hispanohablantes, donde los fonemas [θ] y [s] no se diferencian en la producción oral. Esto puede resultar un inconveniente importante debido a que la búsqueda y selección de las palabras pueden verse condicionadas por la forma de hablar y conocimiento ortográfico del sujeto [273].

3.4. Recogida de datos.

Cada evaluación comprende una entrevista personal, así como la aplicación de las pruebas de evaluación, y fue dirigida por evaluadores previamente entrenados.



3.5. Análisis estadístico.

El tratamiento y análisis de los datos fué realizado con el paquete estadístico SPSS para las ciencias sociales para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.).

Se realizó un análisis descriptivo de la muestra, utilizando medidas, distribución y dispersión. La normalidad de las variables (prueba K-S), así como la correlación entre variables mediante correlación de Pearson, ajustando los análisis estadísticos con variables confusoras (IMC, edad, sexo y nivel de educación). En aquellos casos que se mostraron asociaciones significativas, se aplicó un análisis bivariado y multivariado.

3.6. Plan de trabajo y fases.

El estudio se lleva a cabo de acuerdo a tres fases que se desarrollan a continuación:

Fase I	Selección y configuración del equipo investigador
	Revisión sistemática sobre la temática de estudio
	Diseño de investigación
	Reclutamiento de la muestra
	Admisión y recogida de consentimiento
	Comité de ética
Fase II	Toma de contacto con instalaciones
	Familiarización con materiales evaluación
	Entrenamiento equipo evaluador
	Distribución muestra por grupos según calendario de evaluación
Fase III	Realización evaluaciones durante 3 semanas
	Registro y tratamiento de datos
	Entrega informes y recomendaciones a participantes

Tabla 2: Descripción de fases del estudio.



4. RESULTADOS.

La tabla 2 muestra los datos descriptivos de los participantes. Un total de 115 ancianos, con una media de edad de 70,33 años ($\pm 8,16$ años), participaron finalmente en el presente estudio. Siendo la media del índice de masa corporal (IMC) de 29,34 kg/m² ($\pm 5,03$ kg/m²).

Respecto al nivel de formación, la mayoría de los participantes han cursado estudios reglados (86,08%). Siendo el grupo que ha realizado estudios primarios el más representativo (61,74%). Se aprecia en este segmento una diferencia de más de 20 puntos entre hombres (75,67%) y mujeres (55,12%).

En lo relativo al análisis de la marcha, los datos descriptivos de las variables analizadas mostraron como la velocidad de la marcha fue de $1,11 \pm 1,46$ m/s, con una aceleración de $0,02 \pm 0,22$, duración del paso de $0,47 \pm 0,21$ s y amplitud de zancada de $112,67 \pm 25,36$ cm. Mientras que la distancia recorrida fue de $3704,37 \pm 6596,85$. El análisis de estas variables muestran datos muy similares con independencia del sexo.

En cuanto a los niveles de fuerza, el tiempo para realizar la prueba de bipedestación en silla fue de $14,32 \pm 4,92$ seg. La fuerza de prensión de manos fue de $23,24 \pm 8,51$ kg, observándose en este caso una mayor diferencia entre los resultados obtenidos por los hombre $31,28 \pm 9,07$ y las mujeres $19,43 \pm 4,78$.

En la evaluación del deterioro cognitivo, el número de palabras para la fluidez semántica fue de $28,35 \pm 10,83$ w, mientras que el número de palabras para la fluidez fonológica fue de $32,07 \pm 12,08$ w.

Por último, en el análisis del miedo a caerse, nuestra variable dependiente, la puntuación de la FES-I fue de $24,68 \pm 8,09$.



Tabla 3. Datos descriptivos de la muestra (n = 115).

Características		Valores		Valores	Hom	Valores	Muj
		Total=115	s	s	bres =37	res	eres=78
Edad (años)		70,33	8,16	71,94	8,59	69,56	7,89
IMC (kg/m ²)		29,34	5,03	29,09	3,63	29,46	5,60
Educación nivel, n (%)	Educación no formal	16	13,92	4	10,82	12	15,38
	Educación primaria	71	61,74	28	75,67	43	55,12
	Educación secundaria	23	20	4	10,82	19	24,35
	Educación universitaria	5	4,34	1	2,69	4	5,14
S-COWA (palabras)		28,35	10,83	29,94	13,98	27,60	8,98
P-COWA (palabras)		32,07	12,08	30,75	13,97	32,70	11,11
Longitud del paso (cm)		56,29	12,83	56,24	14,24	56,32	12,19
Doble apoyo (s)		0,31	0,15	0,33	0,14	0,30	0,16
Duración del paso		0,47	0,21	0,48	0,18	0,47	0,21
Longitud de zancada (cm)		112,67	25,36	112,78	28,92	112,62	24,05
Velocidad de la marcha (m/s)		1,11	1,46	0,89	0,21	1,21	1,76
Aceleración		0,02	0,22	0,01	0,03	0,03	0,27
Distancia		3704,37	6596,85	2952,67	525,82	4060,94	7993,75
Fuerza de agarre (kg)		23,24	8,51	31,28	9,07	19,43	4,78
Levantarse de la silla (sec)		14,32	4,92	13,92	5,40	14,53	4,70
FES score		24,68	8,09	24,64	8,95	24,70	7,72

IMC: Índice de masa corporal S-COWA: Fluidez semántica.

P-COWA: Fluidez fonológica FES: Escala Internacional de Eficacia de las Caídas.



El análisis bivalente (Tabla) mostró que la variable dependiente del presente trabajo, el miedo a las caídas, se correlacionó positivamente de forma significativa tanto con la Longitud de Paso como con la Longitud de Zancada. Además, las puntuaciones más altas en la FES-I también se correlacionaron con un mayor tiempo para realizar la prueba de bipedestación en silla. En cuanto a la fluidez semántica y fonológica, el miedo a la caída se correlacionó de forma significativamente negativa con ambas. El miedo a las caídas no se correlacionó con la edad, el sexo y el nivel educativo de nuestros participantes.

Tabla 4. Correlaciones de Pearson entre los datos analizados en este estudio.

	FES score (s)
S COWA	-0.229 ¹
F COWA	-0.188 ¹
Longitud del paso (cm)	0.222 ¹
Doble apoyo	0.001
Duración del paso	0.109
Longitud de zancada	0.222 ¹
Velocidad de zancada	0.043
Aceleración	0.005
Distancia	0.994
Fuerza de agarre	-0.075
Levantarse de la silla	0.481 ¹
Sexo	0.003
Nivel de estudios	-0.178
Edad (años)	0.016
IMC (kg/m ²)	0.143

¹ p < 0.05. ² p < 0.01.

El análisis de regresión lineal multivariante (Tabla 3) mostró varias asociaciones independientes con el miedo a las caídas. Un mayor tiempo para realizar la prueba de ponerse de pie en la silla se asoció con puntuaciones más altas en la FES-I (R²= 0,231),



mientras que una puntuación más baja tanto en la fluidez semántica como en la fluidez fonológica se asoció con una puntuación menor en la FES-I ($R^2 = 0,052$ y $263 0,035$).

Tabla 5. Análisis de regresión lineal multivariante para los factores asociados a los parámetros de reacción temporal.

Variable		B	β	t	95% CI		P-valor
Puntuación FES (s)	S COWA	0.180	0.241	2.459	0.325	0.035	0.015
	F COWA	0.158	0.235	2.233	0.297	0.018	0.028
	Chair Stand	0.793	0.482	5.604	0.513	1.073	0.000

B: coeficiente no estandarizado. β : coeficiente estandarizado. IC: intervalo de confianza.

Gráficos de dispersion

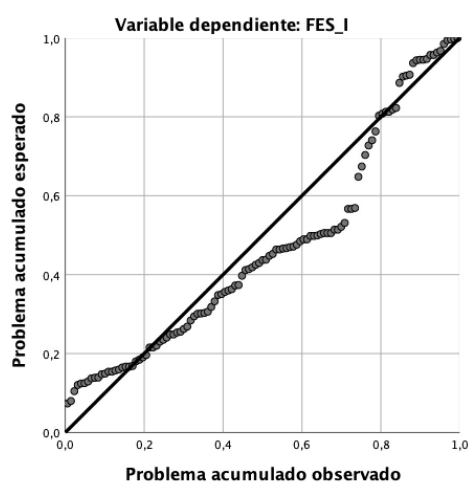


Gráfico 1. Relación fluencia fonológica - FES



Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado

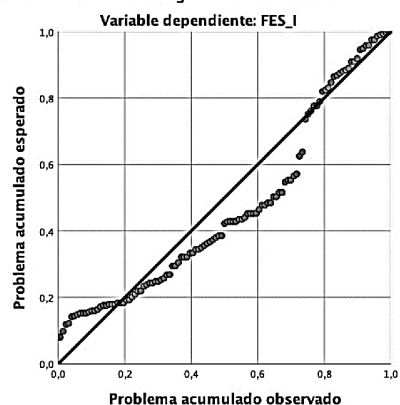


Gráfico 2. Relación fluencia semántica - FES

Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado

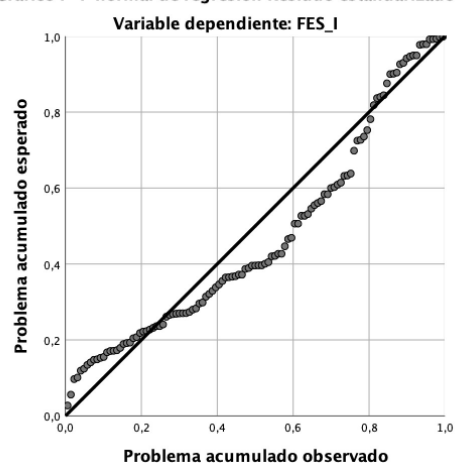


Gráfico 3. Relación fuerza extremidades inferiores - FES



5. DISCUSIÓN.

El objetivo de este estudio fue analizar las asociaciones entre la fuerza de los miembros superiores e inferiores, la velocidad de la marcha y el deterioro cognitivo en personas mayores con riesgo de caídas. Los principales resultados del estudio, en el que participaron 115 adultos mayores de más de 60 años, apuntan a una asociación positiva significativa entre una mayor longitud de paso y zancada (OptoGait) y la fuerza de la parte inferior del cuerpo (prueba de la silla) con el riesgo de caídas ($P < 0,05$). Por el contrario, también se observó una asociación negativa significativa entre una menor fluidez semántica (S COWA) y fonológica (F COWA) con el riesgo de caídas ($P < 0,05$). Esto sugiere que no sólo las características físicas, sino también las cognitivas, pueden desempeñar un papel en la predicción de un mayor riesgo de caídas, lo que, a su vez, podría traducirse también en un empeoramiento de la calidad de vida de estos pacientes, tal y como han puesto de manifiesto investigaciones anteriores [274-276].

Aunque investigaciones anteriores han analizado una probable relación entre algunos de estos factores de riesgo y la probabilidad de caídas [277-286], [MDE1] hasta donde sabemos, éste es uno de los pocos estudios que exploran el impacto de la fuerza de las extremidades superiores e inferiores, la velocidad de la marcha y el deterioro cognitivo en la misma muestra. Como resultado, además de añadirse a la investigación actual, nuestro trabajo proporciona una amplia comprensión de cómo estas características pueden tener un impacto perjudicial en la probabilidad de caídas y, por lo tanto, en la calidad de vida de las personas mayores.

Nuestros resultados, tanto de la longitud de los pasos como de la zancada, muestran asociaciones positivas significativas ($P < 0,05$) entre ambos tipos de longitud y un mayor riesgo de caídas de nuestros participantes de edad avanzada. Esto concuerda con el hecho de que las longitudes de paso más largas y las velocidades de marcha más lentas han demostrado estar directamente asociadas con un mayor riesgo de caídas [287-291], y están correlacionadas con puntuaciones más bajas en las escalas de equilibrio clínico [292]. En la misma línea, un estudio realizado por Moyer et al., 2006, y cuyo objetivo era estudiar los parámetros de la marcha como predictores de la gravedad del resbalón en adultos jóvenes y mayores, mostró cómo los adultos mayores acortan espontáneamente la longitud de sus pasos en respuesta a un suelo resbaladizo conocido, pero también cómo los pasos más largos se asociaban a una mayor probabilidad de resbalar [280]. Por lo



tanto, estos resultados apuntan a una estrategia de intervención en esta población que se centra en la modulación de la velocidad de la marcha (más rápida) sin aumentar necesariamente la longitud de los pasos. No obstante, esperábamos encontrar asociaciones negativas significativas entre la fuerza de agarre de la mano (medida mediante dinamometría) y la velocidad de la marcha con el riesgo de caídas, dado que los individuos con baja fuerza de agarre y marcha más lenta se han relacionado previamente con la fragilidad y la propensión a las caídas [281]. En este punto, una posible explicación de por qué nuestro estudio no encontró diferencias significativas entre nuestros participantes es que en la mayoría de los estudios, el valor de la dinamometría manual se obtiene promediando tres intentos en la mano dominante, mientras que en nuestro caso, el valor total de esta variable se obtuvo sumando todos los intentos entre ambas manos (dominante y no dominante), [MDE2] lo que puede haber influido en los resultados obtenidos. En cuanto a la velocidad de la marcha, especulamos que nuestros resultados pueden deberse a que el análisis de la marcha se realizó con un sistema de células fotoeléctricas que evaluó la velocidad de la marcha junto con otros parámetros de la misma, mientras que la mayoría de los estudios utilizan una única herramienta de evaluación, como el Time up and Go Test (TUG), para llegar a conclusiones.

Además de los aspectos mencionados, nuestros resultados sugieren que existe una asociación negativa significativa entre una menor fluidez semántica (S COWA) y fonológica (F COWA) con el riesgo de caídas ($P < 0,05$). Estos resultados corroboran investigaciones anteriores que han demostrado que las personas con una función cognitiva global disminuida tienen un mayor riesgo de caídas [282-284]. A pesar de que la disminución del rendimiento cognitivo global se ha reconocido como un factor de riesgo de caídas [285], los dominios cognitivos específicos que están más relacionados con las caídas están empezando a comprenderse. En este sentido, los primeros estudios sobre la relación entre la función cognitiva y las caídas suelen utilizar medidas de cognición global, como el Mini-Mental Status Examination [286,293], mientras que sólo unos pocos se han centrado en dominios específicos de la función cognitiva, como las funciones ejecutivas y la capacidad de doble tarea, concluyendo que ambos aspectos estaban altamente asociados con las caídas o el riesgo de caídas [294,295]. Por este motivo, este es uno de los pocos estudios que exploran y especulan sobre cómo otros indicadores cognitivos diferentes, como la fluidez verbal, pueden también desempeñar un papel en el aumento del riesgo de caídas en las personas mayores. Por lo tanto, las



investigaciones futuras deberían seguir teniendo en cuenta la variación en la evaluación del deterioro cognitivo para comprender mejor qué habilidades mentales contribuyen más al riesgo de caídas.

Por último, el análisis de regresión multivariante mostró asociaciones para algunos factores predisponentes con un mayor riesgo de caídas. Los periodos de tiempo más largos para realizar la prueba de la silla se asociaron con un aumento de la puntuación de la FES-I, mientras que las puntuaciones más bajas en la fluidez semántica (S COWA) y fonológica (F COWA) se asociaron con un aumento de la puntuación de la FES-I. En adelante, los profesionales sanitarios deberían indagar más sobre qué características físicas y cognitivas aumentan la probabilidad de caídas en estos pacientes, evitando un impacto negativo en su calidad de vida.



6. CONCLUSIONES.

Los hallazgos de este estudio sugieren que, en adultos mayores de ≥ 60 años, tanto una mayor longitud de paso y de zancada (OptoGait), como una menor fuerza corporal (Chair test), y tanto una peor fluidez semántica (S COWA) como fonológica (F COWA) se asociaron con el miedo a las caídas. Por lo tanto, para gestionar y prevenir el miedo a las caídas y un posible riesgo de caídas en esta población, que podría tener una influencia directa en su calidad de vida, deberían tenerse en cuenta estas características físicas y cognitivas.



7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Nacional de Estadística. Encuesta personas mayores. 2010.
- [2] Instituto Nacional de Estadística. 2020.
- [3] Chang AY, Skirbekk VF, Tyrovolas S, Kassebaum NJ, Dieleman JL. Measuring population ageing: an analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Public Health*. 2019 4(3): 159-167. 3
- [4] United States Census Bureau. 2011.
- [5] Abades M, Rayón E. El envejecimiento en España: ¿un reto o problema social? *Gerokomos* [Internet]. 2012;23:151–5.
- [6] Ministerio de Sanidad y Política Social, Imsero. Las personas mayores en España. Datos estadísticos estatales y por comunidades Autónomas. 2008.
- [7] García A, Esparza Catalán A, Solidaridad C. Familia y Dependencia entre las personas mayores.
- [8] Lorenzo L. Consecuencias del envejecimiento de la población: el futuro de las pensiones.
- [9] Sawabe M. Vascular aging: from molecular mechanism to clinical significance: Vascular aging. *Geriatr Gerontol Int* [Internet]. 2010;10 Suppl 1:S213-20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1447-0594.2010.00603.x>
- [10] Van Craenenbroeck EM, Conraads VM. Endothelial progenitor cells in vascular health: focus on lifestyle. *Microvasc Res* [Internet]. 2010;79(3):184–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mvr.2009.12.009>
- [11] Salech MF, Jara LR. Physiological changes associated with normal aging. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2012;23(1):19–29.
- [12] Wilson M, O'Hanlon R, Basavarajaiah S, George K, Green D, Ainslie P, et al. Cardiovascular function and the veteran athlete. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2010;110(3):459–78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1534-3>
- [13] Bernhard D, Laufer G. The aging cardiomyocyte: a mini-review. *Gerontology* [Internet]. 2008;54(1):24–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1159/000113503>



- [14] Biernacka A, Frangogiannis NG. Aging and cardiac fibrosis. *Aging Dis.* 2011;2(2):158–73.
- [15] Shankar SK. Biology of aging brain. *Indian J Pathol Microbiol.* 2010; 53(4): 595-604.
- [16] Preston JE. Ageing choroid plexus- cerebrospinal fluid system. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2001;52(1):31–7. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0029\(20010101\)52:1<31::aid-jemt5>3.3.co;2-k](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0029(20010101)52:1<31::aid-jemt5>3.3.co;2-k)
- [17] Burke SN, Barnes CA. Neural plasticity in the ageing brain. *Nat Rev Neurosci.* 2006; 7(1): 30-40.
- [18] Glisky E. Changes in cognitive function in human aging. En: *Brain Aging*. CRC Press; 2007. p. 3–20.
- [19] Beekman, E.; Verhagen, A. Clinimetrics: Hospital anxiety and depression scale. *J. Physiother.* 2018, 64, 198.
- [20] Pisciotto MVC, Pinto SS, Szejnfeld VL, Castro CHM. The relationship between lean mass, muscle strength and physical ability in independent healthy elderly women from the community. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2014;18(5):554–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12603-013-0414-z>
- [21] Clark S, Parisi J, Kuo J, Carlson MC. Physical activity is associated with reduced risk of executive function impairment in older women. *J Aging Health* [Internet]. 2016;28(4):726–39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0898264315609908>
- [22] Beckman KB, Ames BN. The free radical theory of aging matures. *Physiol Rev* [Internet]. 1998;78(2):547–81. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.1998.78.2.547>
- [23] Gershon D. The mitochondrial theory of aging: is the culprit a faulty disposal system rather indigenous mitochondrial alterations? *Exp Gerontol.* 1999;
- [24] Kirkwood, T.B. & Austad, S.N. (2000). Why do we age? *Nature*, 408, 233-8. doi:10.1038/3504168.
- [25] Tamparillas M. Progresos en genética humana en envejecimiento y longevidad. Discurso de ingreso leído por el académico electo en el acto de su recepción solemne



celebrado el día 12 de mayo del año 2005. Zaragoza Real Academia de Ciencias Exactas. 2005;

[26] Terman A. Garbage catastrophic theory of aging; imperfect removal of oxidative damage? Redox Rep. 2001;6(1):15–26.

[27] Tam, C.F. & Walford, R.L. (1980). Alterations in cyclic nucleotides and cyclase-specific activities in T lymphocytes of aging normal humans and patients with Down's syndrome. J Immunol, 125(4), 1665-70.

[28] Vijg J. Somatic mutations and aging: a re-evaluation. Mutat Res [Internet]. 2000;447(1):117–35. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0027-5107\(99\)00202-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0027-5107(99)00202-x)

[29] Tankó LB, Movsesyan L, Mouritzen U, Christiansen C, Svendsen OL. Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. Metabolism. 2002;51(1):69–74.

[30] Kamel HK. Sarcopenia and aging. Nutr Rev. 2003; 61(5): 157-167.

[31] Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. J Appl Physiol [Internet]. 2003;95(5):1851–60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.00246.2003>

[32] Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: Prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. J Am Med Dir Assoc [Internet]. 2011;12(4):249–56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>

[33] Serra JA. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2006;21(3):46–50.

[34] Rughwani N. Normal anatomic and physiologic changes with aging and related disease outcomes: a refresher: Anatomic and physiologic changes with aging. Mt Sinai J Med [Internet]. 2011;78(4):509–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/msj.20271>

[35] Sawabe M. Vascular aging: from molecular mechanism to clinical significance: Vascular aging. Geriatr Gerontol Int [Internet]. 2010;10 Suppl 1:S213-20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1447-0594.2010.00603.x>



[36] Araujo A, Travison T, Bhasin S, Esche G, Williams RE, Clark RV, et al. Association between testosterone and estradiol and age-related decline in physical function in a diverse sample of men. *Journal of American Geriatric Society*. 2000;56.

[37] Doriot, N., & Wang, X. (2006). Effects of age and gender on maximum voluntary range of motion of the upper body joints. *Ergonomics*, 49 (3), 269-281.

[38] Barnes CJ, Van Steyn SJ, Fischer RA. The effects of age, sex, and shoulder dominance on range of motion of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* [Internet]. 2001;10(3):242–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1067/mse.2001.115270>

[39] Troke, M.; Moore, A. P.; Maillardet, F. J., & Cheek, E. (2005). A normative database of lumbar spine ranges of motion. *Manual Therapy*, 10, 198-206.

[40] Sforza C, Grassi G, Fragnito N, Turci M, Ferrario VF. Threedimensional analysis of active head and cervical spine range of motion: effect of age in healthy male subjects. *Clinical Biomechanics*. 2002;17:611–4.

[41] Kyle UG, Melzer K, Kayser B, Picard-Kossovsky M, Gremion G, Pichard C. Eight-year longitudinal changes in body composition in healthy Swiss adults. *J Am Coll Nutr* [Internet]. 2006;25(6):493–501. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/07315724.2006.10719564>

[42] Kyle, U. G.; Morabia, A.; Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20, 255-260.

[43] Chen R, Lin S-Q, Lin X, Chen Y, Yang Q-H, Zhou Y, et al. Effect of age on body composition in healthy Beijing women. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi*. 2008;43(1):36–40.

[44] Coin A, Sergi G, Minicuci N, Giannini S, Barbiero E, Manzato E, et al. Fat-free mass and fat mass reference values by dualenergy X-ray absorptiometry (DEXA) in a 20-80 year-old Italian population. *Clinical Nutrition*. 2008;27(1):87–94.

[45] Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MAF. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2002;76(2):473–81. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/76.2.473>



- [46] Dey, D. K.; Bosaeus, I.; Lissner, L., & Steen, B. (2009). 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 Göteborg, Sweden. *Nutrition*, 9.
- [47] Rossi, A.; Fantin, F.; Di Francesco, V.; Guariento, S.; Giuliano, K.; Fontana, G.; Micciolo, R.; Solerte, S. B.; Bosello, O., & Zamboni, M. (2008). Body composition and pulmonary function in the elderly: a 7-year longitudinal study. *International Journal of Obesity*, 32(9), 1423-1430.
- [48] Sánchez-García S, García-Peña C, Duque-López MX, Juárez-Cedillo T, Cortés-Núñez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC Public Health* [Internet]. 2007;7(1):2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-7-2>
- [49] Zhang C, Rexrode KM, van Dam RM, Li TY, Hu FB. Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: sixteen years of follow-up in US women: Sixteen years of follow-up in US women. *Circulation* [Internet]. 2008;117(13):1658–67. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.739714>
- [50] Fleg, J. L.; Morrell, C. H.; Bos, A. G.; Brant, L. J.; Talbot, L. A.; Wright, J. G., & Lakatta, E. G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112, 674-682.
- [51] Alfonzo-González G, Doucet E, Bouchard C, Tremblay A. Greater than predicted decrease in resting energy expenditure with age: cross-sectional and longitudinal evidence. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2006;60(1):18–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602262>
- [52] Krems C, Lührmann PM, Strassburg A, Hartmann B, Neuhäuser-Berthold M. Lower resting metabolic rate in the elderly may not be entirely due to changes in body composition. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2005;59(2):255–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602066>
- [53] Andreyeva T, Michaud P-C, van Soest A. Obesity and health in Europeans aged 50 years and older. *Public Health* [Internet]. 2007;121(7):497–509. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2006.11.016>



[54] Eriksen EF. Cellular mechanisms of bone remodeling. *Rev Endocr Metab Disord* [Internet]. 2010;11(4):219–27. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11154-010-9153-1>

[55] Khosla S, Riggs BL. Pathophysiology of age-related bone loss and osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am* [Internet]. 2005;34(4):1015–30, xi. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecl.2005.07.009>

[56] Bailey AJ, Knott L. Molecular changes in bone collagen in osteoporosis and osteoarthritis in the elderly. *Exp Gerontol*. 1999;34:337-51.

[57] Wang L, Banu J, McMahan CA, Kalu DN. Male rodent model of age-related bone loss in men. *Bone*. 2001;29:141-8.

[58] Liang CT, Barnes J, Seedor JG, Quartuccio HA, Bolander M, Jeffrey JJ, et al. Impaired bone activity in aged rats: alterations at the cellular and molecular levels. *Bone*. 1992;13:435-41.

[59] Roholl PJ, Blauw E, Zurcher C, Dormans JA, Theuns HM. Evidence for a diminished maturation of preosteoblasts into osteoblasts during aging in rats: an ultrastructural analysis. *J Bone Miner Res*. 1994;9:355-66.

[60] Kobayashi Y, Goto S, Tanno T, Yamazaki M, Moriya H. Regional variations in the progression of bone loss in two different mouse osteopenia models. *Calcif Tissue Int*. 1998;62:426-36.

[61] Ferguson VL, Ayers RA, Bateman TA, Simske SJ. Bone development and age-related bone loss in male C57BL/6J mice. *Bone*. 2003;33:387-98.

[62] Turner CH, Hsieh Y-F, Müller R, Bouxsein ML, Baylink DJ, Rosen CJ, et al. Genetic Regulation of Cortical and Trabecular Bone Strength and Microstructure in Inbred Strains of Mice. *J Bone Miner Res*. 2000;15:1126-31.

[63] Weiss A, Arbell I, Steinhagen-Thiessen E, Silbermann M. Structural changes in aging bone: osteopenia in the proximal femurs of female mice. *Bone*. 1991;12:165-72.

[64] Feik SA, Thomas CD, Clement JG. Age-related changes in cortical porosity of the midshaft of the human femur. *J Anat*. 1997;191:407-16. 20. Stein MS, Thomas CD,



Feik SA, Wark JD, Clement JG. Bone size and mechanics at the femoral diaphysis across age and sex. *J Biomech*. 1998;31:1101-10.

[65] Stein MS, Thomas CD, Feik SA, Wark JD, Clement JG. Bone size and mechanics at the femoral diaphysis across age and sex. *J Biomech*. 1998;31:1101-10.

[66] Safar. Arterial aging-hemodynamic changes and therapeutic options *Nature Publishing Group* (2010) vol. 7 (8) pp. 442-449.

[67] Herrera et al. Endothelial dysfunction and aging: an update. *Ageing Res Rev* 2010. vol. 9 (2) pp. 142-52.

[68] Cavalcante et al. Aortic Stiffness. *JAC* (2011) vol. 57 (14) pp. 1511- 1522

[69] Van Craenenbroeck y Conraads. Endothelial progenitor cells in vascular health: Focus on lifestyle. *Microvascular Research* (2010) vol. 79 (3) pp. 184-192.

[70] Gates et al. Human endothelial function and microvascular ageing. *Exp Physiol* (2009) vol. 94 (3) pp. 311-316.

[71] Csiszar et al. Aging-induced proinflammatory shift in cytokine expression profile in coronary arteries. *FASEB J* (2003) vol. 17 (9) pp. 1183-5.

[72] Csiszar et al. Differential proinflammatory and prooxidant effects of bone morphogenetic protein-4 in coronary and pulmonary arterial endothelial cells. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* (2008) vol. 295 (2) pp. H569-77.

[73] Wilson et al. Cardiovascular function and the veteran athlete. *Eur J Appl Physiol* (2010) vol. 110 (3) pp. 459-478.

[74] Wong et al. Aging, telomeres and heart failure. *Heart Fail Rev* (2010) vol. 15 (5) pp. 479-486.

[75] Lumens. Impaired subendocardial contractile myofiber function in asymptomatic aged humans, as detected using MRI. *AJP: Heart and Circulatory Physiology* (2006) vol. 291 (4) pp. H1573-H1579.

[76] Lakatta. Arterial and Cardiac Aging: Major Shareholders in Cardiovascular Disease Enterprises: Part II: The Aging Heart in Health: Links to Heart Disease. *Circulation* (2003) vol. 107 (2) pp. 346-354.



[77] Lakatta. Arterial and Cardiac Aging: Major Shareholders in Cardiovascular Disease Enterprises: Part I: Aging Arteries: A "Set Up" for Vascular Disease. *Circulation* (2003) vol. 107 (1) pp. 139-146.

[78] Bernhard y Laufer. The Aging Cardiomyocyte: A Mini-Review. *Gerontology* (2008) vol. 54 (1) pp. 24-31.

[79] Karavidas et al. Aging and the cardiovascular system. *Hellenic J Cardiol* (2010) vol. 51 (5) pp. 421-7.

[80] Rosen. Left Ventricular Concentric Remodeling Is Associated With Decreased Global and Regional Systolic Function. The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Circulation* (2005) pp. 1-9.

[81] Biernacka y Frangogiannis. Aging and Cardiac Fibrosis. *Aging and disease* (2011) vol. 2 (2) pp. 158-173.

[82] Kajstura et al. Cardiomyogenesis in the Adult Human Heart. *Circ Res* (2010) vol. 107 (2) pp. 305-315.

[83] Kajstura et al. Myocyte Turnover in the Aging Human Heart. *Circ Res* (2010) vol. 107 (11) pp. 1374-1386.

[84] Anversa et al. Life and death of cardiac stem cells: a paradigm shift in cardiac biology. *Circulation* (2006) vol. 113 (11) pp. 1451-63.

[85] Volkova et al. Aging-associated changes in cardiac gene expression. *Cardiovasc Res* (2005) vol. 66 (2) pp. 194-204.

[86] Weiss y Fontana. Caloric restriction: powerful protection for the aging heart and vasculature. *AJP: Heart and Circulatory Physiology* (2011) vol. 301 (4) pp. H1205-H1219.

[87] Stratton et al. Cardiovascular responses to exercise. Effects of aging and exercise training in healthy men. *Circulation* (1994) vol. 89 (4) pp. 1648-55.

[88] Schotten et al. Pathophysiological Mechanisms of Atrial Fibrillation: A Translational Appraisal. *Physiol Rev* (2011) vol. 91 (1) pp. 265-325

[89] Shankar SK. Biology of aging brain. *Indian J Pathol Microbiol.* 2010; 53(4): 595-604.16. Preston JE. Ageing choroid plexus-cerebrospinal fluid system. *Microsc Res Tech.* 2001; 52(1): 31-37.



- [90] Burke SN, Barnes CA. Neural plasticity in the ageing brain. *Nat Rev Neurosci*. 2006; 7(1): 30-40.
- [91] Glisky EL. Changes in Cognitive Function in Human Aging. In: Riddle DR, editor. *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2007.
- [92] Kail R, Salthouse TA. Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychol (Amst)*. 1994; 86(2-3): 199-225.
- [93] Basak C, Verhaeghen P. Aging and switching the focus of attention in working memory: age differences in item availability but not in item accessibility. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2011; 66(5): 519-526.
- [94] Budson AE, Price BH. Memory dysfunction. *N Engl J Med*. 2005; 352(7): 692-699. Borson. *Cognition, Aging, and Disabilities: Conceptual Issues*. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* (2010) vol. 21 (2) pp. 375-382.
- [95] Gonzalez et al 2009. Estudio Nacional de la Dependencia en las Personas Mayores. SENAMA. 1ra edición, Santiago de Chile, Gráfica Puerto Madero, 1-120.
- [96] Agüero-Torres et al. The impact of somatic and cognitive disorders on the functional status of the elderly. *J Clin Epidemiol* (2002) vol. 55 (10) pp. 1007-12.
- [97] Shankar. Biology of aging brain. *Indian J Pathol Microbiol* (2010) vol. 53 (4) pp. 595-604.
- [98] Burke y Barnes. Neural plasticity in the ageing brain. *Nat Rev Neurosci* (2006) vol. 7 (1) pp. 30-40.
- [99] Preston. Ageing choroid plexus-cerebrospinal fluid system. *Microsc Res Tech* (2001) vol. 52 (1) pp. 31-7.
- [100] Mattson y Magnus. Ageing and neuronal vulnerability. *Nat Rev Neurosci* (2006) vol. 7 (4) pp. 278-94.
- [101] Boveris y Navarro. Brain mitochondrial dysfunction in aging. *IUBMB Life* (2008) vol. 60 (5) pp. 308-314.



[102] Ingram et al. Dietary restriction benefits learning and motor performance of aged mice. *J Gerontol* (1987) vol. 42 (1) pp. 78-81.

[103] Barja. Free radicals and aging. *Trends Neurosci* (2004) vol. 27 (10) pp. 595-600.

[104] Wager y Smith. Neuroimaging studies of working memory: a metaanalysis. *Cogn Affect Behav Neurosci* (2003) vol. 3 (4) pp. 255-74.

[105] Flood et al. Age-related dendritic growth in dentate gyrus of human brain is followed by regression in the 'oldest old'. *Brain Res* (1985) vol. 345 (2) pp. 366-8.

[106] Bishop et al. Neural mechanisms of ageing and cognitive decline. *Nature* (2010) vol. 464 (7288) pp. 529-35.

[107] Lazarov et al. When neurogenesis encounters aging and disease. *Trends Neurosci* (2010) vol. 33 (12) pp. 569-579.

[108] Deng et al. New neurons and new memories: how does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory?. *Nat Rev Neurosci* (2010) vol. 11 (5) pp. 339-350.

[109] Ming y Song. Adult neurogenesis in the mammalian brain: significant answers and significant questions. *Neuron* (2011) vol. 70 (4) pp. 687-702

[110] Lautenschlager et al. Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *JAMA* (2008) vol. 300 (9) pp. 1027-37.

[111] Snowden et al. Effect of exercise on cognitive performance in community-dwelling older adults: review of intervention trials and recommendations for public health practice and research. *Journal of the American Geriatrics Society* (2011) vol. 59 (4) pp. 704-16.

[112] Glisky E. Changes in Cognitive Function in Human Aging. En: *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*. Riddle DR, editor. Boca Rato (FL): CRC Press; 2007.

[113] Kail y Salthouse. Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychol (Amst)* (1994) vol. 86 (2-3) pp. 199-225.



[114] Basak y Verhaeghen. Aging and Switching the Focus of Attention in Working Memory: Age Differences in Item Availability But Not in Item Accessibility. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences [REV. MED. CLIN. CONDES - 2012; 23(1) 19-29] and Social Sciences (2011) vol. 66B (5) pp. 519-526.

[115] Darowski et al. Age-related differences in cognition: the role of distraction control. Neuropsychology (2008) vol. 22 (5) pp. 638-44.75. Budson y Price. Memory dysfunction. N Engl J Med (2005) vol. 352(7) pp. 692-9

[116] Lindenberger et al. The strong connection between sensory and cognitive performance in old age: not due to sensory acuity reductions operating during cognitive assessment. Psychology and Aging (2001) vol. 16 (2) pp. 196-205.

[117] Valentijn et al. Change in sensory functioning predicts change in cognitive functioning: results from a 6-year follow-up in the Maastricht aging study. Journal of the American Geriatrics Society (2005) vol. 53 (3) pp. 374-80.

[118] Rughwani N. Normal anatomic and physiologic changes with aging and related disease outcomes: a refresher. Mt Sinai J Med. 2011; 78(4): 509-514.

[119] Albert SM, Bear-Lehman J, Anderson SJ. Declines in mobility and changes in performance in the instrumental activities of daily living among mildly disabled community-dwelling older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2015; 70(1): 71-77.

[120] Cruz-Jimenez M. Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2017; 28(4): 713-725.

[121] Sudarsky L. Gait disorders: prevalence, morbidity, and etiology. Adv Neurol. 2001; 87: 111-117.

[122] Wert DM, BJ, Van Swearingen J. Energy cost of walking contributes to physical function in older adults. In: American Geriatrics Society Annual Conference. 2009. Annual Scientific Meeting Abstract Book. 2009. 57

[123] Wert DM, Brach J, Perera S, Van Swearingen JM. Gait biomechanics, spatial and temporal characteristics, and the energy cost of walking in older adults with impaired mobility. Phys Ther. 2010; 90(7): 977-985.



[124] Hayes C. Ambulation in older people – mobility explained. *Br J Health Assistants*. 2014; 8(3): 124–129.

[125] Saha D, Gard S, Fatone S, Ondra S. The effect of trunk-flexed postures on balance and metabolic energy expenditure during standing. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007; 32(15): 1605-1611.

[126] Drzał-Grabiec J, Snela S, Rykała J, Podgórska J, Banaś A. Changes in the body posture of women occurring with age. *BMC Geriatr*. 2013 Oct; 13(1): 108-115

[127] Viljoen y Sinclair. Diabetes and insulin resistance in older people. *Med Clin North Am* (2011) vol. 95 (3) pp. 615-29, xi-ii.

[128] Fortes et al. 2009. Las Personas Mayores en Chile: Situación, Avances y Desafíos del Envejecimiento y la Vejez. SENAMA. 1ra edición, Santiago de Chile, Maval. 1-155.

[129] Muoio y Newgard. Mechanisms of disease: Molecular and metabolic mechanisms of insulin resistance and beta-cell failure in type 2 diabetes. *Nat Rev Mol Cell Biol* (2008) pp.

[130] Rosenberg. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr* (1997) vol. 127 (5 Suppl) pp. 990S-991S. 29

[131] Lechleitner. Obesity and the Metabolic Syndrome in the Elderly – A Mini Review. *Gerontology* (2008) vol. 54 (5) pp. 253-259.

[132] Schutz et al. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 1898 y. *Int J Obes Relat Metab Disord* (2002) vol. 26 (7) pp. 953-60.

[133] Chumlea et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes Relat Metab Disord* (2002) vol.26 (12) pp. 1596-609.

[134] Zeyda y Stulnig. Obesity, inflammation, and insulin resistance--a minireview. *Gerontology* (2009) vol. 55 (4) pp. 379-86.

[135] Arai et al. Adipokines and aging. *J Atheroscler Thromb* (2011) vol. 18 pp. 545-50.

[136] Lim et al. Sarcopenic Obesity: Prevalence and Association With Metabolic Syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). *Diabetes Care* (2010) vol. 33 (7) pp. 1652-1654.



[137] Sharpless y DePinho. How stem cells age and why this makes us grow old. *Nat Rev Mol Cell Biol* (2007) vol. 8 (9) pp. 703-13.

[138] Elia et al. Total energy expenditure in the elderly. *Eur J Clin Nutr* (2000) vol. 54 Suppl 3 pp. S92-103

[139] Casas RS, Pettee Gabriel KK, Kriska AM, Kuller LH, Conroy MB. Association of leisure physical activity and sleep with cardiovascular risk factors in postmenopausal women. *Menopause*. 2012; 19(4): 413-419.

[140] Hung HC, Yang YC, Ou HY, Wu JS, Lu FH, Chang CJ. The association between self-reported sleep quality and metabolic syndrome. *PLoS One*. 2013; 8(1): e54304.

[141] Cappuccio FP, Taggart FM, Kandala NB, Currie A, Peile E, Stranges S, Miller MA. Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults. *Sleep*. 2008; 31(5): 619-626.

[142] Gottlieb DJ, Redline S, Nieto FJ, Baldwin CM, Newman AB, Resnick HE, Punjabi NM. Association of usual sleep duration with hypertension: the Sleep Heart Health Study. *Sleep*. 2006; 29(8): 1009-1014.

[143] Hall MH, Muldoon MF, Jennings JR, Buysse DJ, Flory JD, Manuck SB. Self-reported sleep duration is associated with the metabolic syndrome in midlife adults. *Sleep*. 2008; 31(5): 635-643.

[144] Kripke DF, Garfinkel L, Wingard DL, Klauber MR, Marler MR. Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Arch Gen Psychiatry*. 2002; 59(2): 131-136.

[145] Irwin MR, Cole JC, Nicassio PM. Comparative meta-analysis of behavioral interventions for insomnia and their efficacy in middle-aged adults and in older adults 55+ years of age. *Health Psychol*. 2006; 25(1): 3-14.

[146] Gu D, Sautter J, Pipkin R, Zeng Y. Sociodemographic and health correlates of sleep quality and duration among very old Chinese. *Sleep*. 2010; 33(5): 601-610.

[147] Ohayon MM, Carskadon MA, Guilleminault C, Vitiello MV. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep*. 2004 Nov; 27(7): 1255-1273.



[148] Foley D, Ancoli-Israel S, Britz P, Walsh J. Sleep disturbances and chronic disease in older adults: results of the 2003 National Sleep Foundation Sleep in America Survey. *J Psychosom Res.* 2004; 56(5): 497-502.

[149] Punjabi NM. The epidemiology of adult obstructive sleep apnea. *Proc Am Thorac Soc.* 2008; 5(2): 136-143.

[150] Roth T. Insomnia: definition, prevalence, etiology, and consequences. *J Clin Sleep Med.* 2007; 3(5): 7-10.

[151] Hofman MA, Swaab DF. Living by the clock: the circadian pacemaker in older people. *Ageing Res Rev.* 2006; 5(1): 33-51.

[152] Shaver JL, Woods NF. Sleep and menopause: a narrative review. *Menopause.* 2015; 22(8): 899-915.

[153] Mirowsky J, Ross CE. Measurement for a human science. *J Health Soc Behav.* 2002; 43(2): 152-170.

[154] Wheaton B. The twain meet: distress, disorder and the continuing conundrum of categories (comment on Horwitz). *Health (London).* 2007; 11(3): 303-319.

[155] Wells KB, Stewart A, Hays RD, Burnam MA, Rogers W, Daniels M, Berry S, Greenfield S, Ware J. The functioning and well-being of depressed patients. Results from the Medical Outcomes Study. *JAMA.* 1989; 262(7): 914-919.

[156] Kouzis AC, Eaton WW. Emotional disability days: prevalence and predictors. *Am J Public Health.* 1994; 84(8): 1304-1307.

[157] American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition.* Washington, DC: American Psychiatric Association; 2013.

[158] Vallejo J. *Trastornos afectivos de ansiedad.* España: Edita; 2005.

[159] Amick BC 3rd, Kawachi I, Coakley EH, Lerner D, Levine S, Colditz GA. Relationship of job strain and iso-strain to health status in a cohort of women in the United States. *Scand J Work Environ Health.* 1998; 24(1): 54-61.

[160] Schmidt PJ, Murphy JH, Haq N, Rubinow DR, Danaceau MA. Stressful life events, personal losses, and perimenopause-related depression. *Arch Womens Ment Health.* 2004; 7(1): 19-26.



[161] Caspi A, Sugden K, Moffitt TE, Taylor A, Craig IW, Harrington H, McClay J, Mill J, Martin J, Braithwaite A, Poulton R. Influence of life stress on depression: moderation by a polymorphism in the 5-HTT gene. *Science*. 2003; 301(5631): 386-389.

[162] Woods NF, Mariella A, Mitchell ES. Depressed mood symptoms during the menopausal transition: observations from the Seattle Midlife Women's Health Study. *Climacteric*. 2006; 9(3): 195-203.

[163] Joffe H, Hall JE, Soares CN, Hennen J, Reilly CJ, Carlson K, Cohen LS. Vasomotor symptoms are associated with depression in perimenopausal women seeking primary care. *Menopause*. 2002; 9(6): 392-398

[164] Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1983; 67(6): 361-370.

[165] Radloff LS. The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied psychological measurement*. 1977; 1(3): 385-401.

[166] Lewinsohn PM, Seeley JR, Roberts RE, Allen NB. Center for depression among community-residing older adults. *Psychol Aging*. 1997; 12(2): 277-287.

[167] Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, Leirer VO. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res*. 1982; 17(1): 37-49.

[168] Pachana NA, Byrne GJ, Siddle H, Koloski N, Harley E, Arnold E. Development and validation of the Geriatric Anxiety Inventory. *Int Psychogeriatr*. 2007; 19(1): 103-114.

[169] Polyakova M, Sonnabend N, Sander C, Mergl R, Schroeter ML, Schroeder J, Schönknecht P. Prevalence of minor depression in elderly persons with and without mild cognitive impairment: a systematic review. *J Affect Disord*. 2014; 152: 28-38.

[170] Mehta KM, Simonsick EM, Penninx BW, Schulz R, Rubin SM, Satterfield S, Yaffe K. Prevalence and correlates of anxiety symptoms in well-functioning older adults: findings from the health aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*. 2003; 51(4): 499-504.



[171] Benek-Higgins M, McReynolds C, Hogan E, Savickas, S. Depression and the elder person: The enigma of misconceptions, stigma, and treatment. *Journal of Mental Health Counseling*. 2008; 30(4): 283-296.

[172] Freudenstein U, Jagger C, Arthur A, Donner-Banzhoff N. Treatments for late life depression in primary care--a systematic review. *Fam Pract*. 2001; 18(3): 321-327.

[173] Nabi H, Hall M, Koskenvuo M, Singh-Manoux A, Oksanen T, Suominen S, Kivimäki M, Vahtera J. Psychological and somatic symptoms of anxiety and risk of coronary heart disease: the health and social support prospective cohort study. *Biol Psychiatry*. 2010; 67(4): 378-385.

[174] Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, Stijnen T, Cuijpers P, Penninx BW, Zitman FG. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry*. 2010; 67(3): 220-229.

[175] American Geriatrics Society, British Geriatrics Society. AGS/BGS clinical practice guideline: prevention of falls in older persons. New York (NY): American Geriatrics Society; 2010.

[176] Instituto de Información Sanitaria. Estadísticas comentadas: La Atención a la Fractura de Cadera en el SNS [Publicación en Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2010. Disponible en: <https://estadEstudios/estadisticas/cmbdhome.htm>.

[177] Abizanda P, Gómez-Pavón J, Martín-Lesende I, Baztán JJ. Detección y prevención de la fragilidad: una nueva perspectiva de prevención de la dependencia en las personas mayores. *Med Clin (Barc)* 2010; 135 (15): 713-9.

[178] Ribera Casado JM. Verga G. *Enfermería Geriátrica*. Editorial Idepsa. Madrid 1991: 192- -207.

[179] Espinosa Brito A. Ramos Cabrera J. *Temas de Geronto-Geriatria*. Editorial Finlay. Cienfuegos 1990:

[180] Salgado Alba A. Guillen Llera F. Díaz L. *Tratado de Geriatria y Asistencia Geriátrica*. Bar- celona. 1986.



[181] Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009; (2): CD007146.

[182] Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006; 35 (2): 37-41.

[183] Talarska D, Strugała M, Szewczyzak M, Tobis S, Michalak M, Wróblewska I, Wieczorowska-Tobis K. Is independence of older adults safe considering the risk of falls? *BMC Geriatr*. 2017; 17(1): 66.

[184] Kyrdaalen IL, Thingstad P, Sandvik L, Ormstad H. Associations between gait speed and well-known fall risk factors among community-dwelling older adults. *Physiother Res Int*. 2019; 24(1): e1743.

[185] Arampatzis A, Karamanidis K, Mademli L. Deficits in the way to achieve balance related to mechanisms of dynamic stability control in the elderly. *J Biomech*. 2008; 41(8): 1754-1761.

[186] Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther*. 1999; 79(12): 1177-1185.

[187] Wiener JM, Hanley RJ. Measuring the activities of daily living among the elderly: a guide to national surveys. US Department of Health and Human Services. [Internet]. 1989. [citado el 20 de enero de 2021]. Disponible en: <https://aspe.hhs.gov/basic-report/measuring-activities-daily-living-among-elderly-guide-national-surveys>.

[188] Brown CJ, Flood KL. Mobility limitation in the older patient: a clinical review. *JAMA*. 2013; 310(11): 1168-1177.

[189] Rantakokko M, Mänty M, Rantanen T. Mobility decline in old age. *Exerc Sport Sci Rev*. 2013; 41(1): 19-25.

[190] Duxbury AS. Gait disorders and fall risk: detection and prevention. *Compr Ther*. 2000; 26(4): 238-245.

[191] DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE. Physical medicine and rehabilitation: principles and practice. Fifth edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.



[192] Demarteau J, Jansen B, Van Keymolen B, Mets T, Bautmans I. Trunk inclination and hip extension mobility, but not thoracic kyphosis angle, are related to 3D-accelerometry based gait alterations and increased fall-risk in older persons. *Gait Posture*. 2019; 72: 89-95.

[193] Freiberger E, Sieber CC, Kob R. Mobility in Older Community-Dwelling Persons: A Narrative Review. *Front Physiol*. 2020; 11: 881.

[194] Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, Chastin SFM, Altenburg TM, Chinapaw MJM; SBRN Terminology Consensus Project Participants. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017; 14(1): 75.

[195] Immonen M, Haapea M, Similä H, Enwald H, Keränen N, Kangas M, Jämsä T, Korpelainen R. Association between chronic diseases and falls among a sample of older people in Finland. *BMC Geriatr*. 2020; 20(1): 225.

[196] Wu H, Pang Q. The effect of vitamin D and calcium supplementation on falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Orthopade*. 2017; 46(9): 729-736.

[197] Bandura A. Social cognitive theory: an agentic perspective. *Annu Rev Psychol*. 2001; 52: 1-26.

[198] Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol*. 1990; 45(6): 239-243.

[199] Tinetti ME, Powell L. Fear of falling and low self-efficacy: a case of dependence in elderly persons. *J Gerontol*. 1993; 48(35): 8.

[200] Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N, van der Hooft T, de Rooij SE. Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age Ageing*. 2008; 37(1): 19-24.

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

[202] Deshpande N, Metter EJ, Lauretani F, Bandinelli S, Guralnik J, Ferrucci L. Activity restriction induced by fear of falling and objective and subjective measures of physical function: a prospective cohort study. *J Am Geriatr Soc*. 2008; 56(4): 615-620.



[203] Chang HT, Chen HC, Chou P. Fear of falling and mortality among community- dwelling older adults in the Shih-Pai study in Taiwan: A longitudinal follow-up study. *Geriatr Gerontol Int*. 2017; 17(11): 2216-2223.

[204] Marks I, Beggington P. Space phobia: syndrome or agoraphobic variant? 1976.

[205] J Murphy, B Isaacs. The post-fall síndrome. 1982

[206] RP Bhala, J O'Donnell, E Thoppil. Ptophobia: phobic fear of falling and its clinical management. *Physical therapy*, 1982

[207] Susan M. Friedman MD, MPH, Beatriz Munoz MS, Sheila K. West PhD, Gary S. Rubin PhD, Linda P. Fried MD, MPH. Falls and Fear of Falling: Which Comes First? A Longitudinal Prediction Model Suggests Strategies for Primary and Secondary Prevention. *Journal of the american geriatrics society*. 2002

[208] ME Tinetti, D Richman, L Powell. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *Journal of gerontology*, 1990

[209] Powel L, Myers A. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale Get access Arrow *The Journals of Gerontology: Series A*, Volume 50A, Issue 1. 1995.

[210] Margie E. Lachman, Jonathan Howland, Sharon Tennstedt, Alan Jette, Susan Assmann, Elizabeth W. Peterson. Fear of Falling and Activity Restriction: The Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly (SAFE). *The Journals of Gerontology: SB*, V53B, I1, 43–50. 1998.

[211] Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995; 50(1): 28-34.

[212] Myers AM, Fletcher PC, Myers AH, Sherk W. Discriminative and evaluative properties of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1998; 53(4): 287-294.

[213] Yardley L, Smith H. A prospective study of the relationship between feared consequences of falling and avoidance of activity in community-living older people. *Gerontologist*. 2002; 42(1): 17-23.

[214] Ko YM, Park WB, Lim JY, Kim KW, Paik NJ. Discrepancies between balance confidence and physical performance among community-dwelling Korean elders: a population-based study. *Int Psychogeriatr*. 2009; 21(4): 738-747.



[215] Schilling BK, Falvo MJ, Karlage RE, Weiss LW, Lohnes CA, Chiu LZ. Effects of unstable surface training on measures of balance in older adults. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(4): 1211-1216.

[216] Arai T, Obuchi S, Inaba Y, Nagasawa H, Shiba Y, Watanabe S, Kimura K, Kojima M. The effects of short-term exercise intervention on falls self-efficacy and the relationship between changes in physical function and falls self-efficacy in Japanese older people: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007; 86(2): 133-141.

[217] Zhang JG, Ishikawa-Takata K, Yamazaki H, Morita T, Ohta T. The effects of Tai Chi Chuan on physiological function and fear of falling in the less robust elderly: an intervention study for preventing falls. *Arch Gerontol Geriatr.* 2006; 42(2): 107-116.

[218] Rand D, Miller WC, Yiu J, Eng JJ. Interventions for addressing low balance confidence in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing.* 2011; 40(3): 297-306.

[219] Currie LM, Mellino LV, Cimino JJ, Bakken S. Development and representation of a fall-injury risk assessment instrument in a clinical information system. *Stud Health Technol Inform.* 2004; 107(1): 721-725.

[220] van Rensburg RJ, van der Merwe A, Crowley T. Factors influencing patient falls in a private hospital group in the Cape Metropole of the Western Cape. *Health SA.* 2020; 25: 1392.

[221] Vaishya R, Vaish A. Falls in Older Adults are Serious. *Indian J Orthop.* 2020; 54(1): 69-74.

[222] Boelens C, Hekman EE, Verkerke GJ. Risk factors for falls of older citizens. *Technol Health Care.* 2013; 21(5): 521-533.

[223] Winblad B, Palmer K, Kivipelto M, Jelic V, Fratiglioni L, Wahlund LO, et al. Mild cognitive impairment—beyond controversies, towards a consensus: report of the International Working Group on Mild Cognitive Impairment. *J Intern Med.* 2004;256:240–6.

[224] Shaw FE. Falls in cognitive impairment and dementia. *Clin Geriatr Med.* 2002;18:159–73.



[225] Allan LM, Ballard CG, Burn DJ, Kenny RA. Prevalence and severity of gait disorders in Alzheimer's and non-Alzheimer's dementias. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53:1681–7.

[226] Bloem BR, Gussekloo J, Lagaay AM, Remarque EJ, Haan J, Westendorp RG. Idiopathic senile gait disorders are signs of subclinical disease. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48:1098–101.

[227] Hausdorff JM, Yogev G, Springer S, Simon ES, Giladi N. Walking is more like catching than tapping: gait in the elderly as a complex cognitive task. *Exp Brain Res.* 2005;164:541–8.

[228] Montero-Odasso M, Schapira M, Varela C, Pitteri C, Soriano ER, Kaplan R, et al. Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60:1304–9.

[229] García García FJ, Sánchez Ayala MI, Pérez Martín A, Martín Correa E, Marsal Alonso C, Rodríguez Ferrer G, et al. The prevalence of dementia and its main subtypes in subjects older than 65 years: impact of occupation and education. The Toledo Study. *Med Clin (Barc).* 2001;116:418–21.

[230] Camicioli R, Howieson D, Oken B, Sexton G, Kaye J. Motor slowing precedes cognitive impairment in the oldest old. *Neurology.* 1998;50:1496–8.

[231] Eggermont LH, Gavett BE, Volkers KM, Blankevoort CG, Scherder EJ. Lower extremity function in cognitively healthy aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:584–8.

[232] Casas Herrero A, Montero-Odasso M. Trastorno de la marcha y demencias. Rodríguez Manas L, Petidier Torregrosa R, editores. *Avances en demencia. Una perspectiva integral.* Madrid: Sociedad Española de Medicina Geriátrica; 2010. p. 105–48.

[233] Garcia A, Thompson K, Zanibbi K, Geick S, Adams R. Cholinesterase inhibitors and Alzheimer's disease outcomes. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62:570.

[234] Ferri CP, Prince M, Brayne C, Brodaty H, Fratiglioni L, Ganguli M. Alzheimer's Disease International. Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study. *Lancet.* 2005;366:2112.



[235] Verghese J, Lipton RB, Hall CB, Kuslansky G, Katz MJ, Buschke H. Abnormality of gait as a predictor of non-Alzheimer's dementia. *N Engl J Med*. 2002;347:17618.

[236] Waite L, Grayson D, Piguet O, Creasey H, Bennett H, Broe G. Gait slowing as a predictor of incident dementia: 6-year longitudinal data from the Sydney Older Persons Study. *J Neurol Sci*. 2005;229-230:89–93.

[237] Verghese J, Wang C, Lipton RB, Holtzer R, Xue X. Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007;78:929–35.

[238] Lázaro del Nogal M, Gonzalez Ramirez A, Palomo Lloro A. Evaluación del riesgo de caídas. *Protocolos de valoración clínica. Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2005;40:54–63.

[239] Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59:148–57.

[240] Utter, A. C., & Lambeth, P. G. (2010). Evaluation of multifrequency bioelectrical impedance analysis in assessing body composition of wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 42(2), 361-7.

[241] Ling, C. H., de Craen, A. J., Slagboom, P. E., Gunn, D. A., Stokkel, M. P., Westendorp, R. G., & Maier, A. B. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition*, 30(5), 610-615

[242] Lomas-Vega, Rafael PhD 1 ; Hita-Contreras, Fidel MD 1 ; Mendoza, Nicolás MD2; Martínez-Amat, Antonio PhD 1. (2012). Adaptación transcultural y validación de la Falls Efficacy Scale International en mujeres posmenopáusicas españolas. *Menopause: The Journal of The North American Menopause Society* 19(8):p 904-908.

[243] Kim delbaere, Jacqueline CT Cerrar , A. Stefanie Mikolaizak , Perminder S. Sachdev , Enrique Brodaty , Esteban R. Señor. La Escala Internacional de Eficacia en Caídas (FES-I). Un completo estudio de validación longitudinal. *Edad y Envejecimiento*, Volumen 39, Número 2, marzo de 2010, páginas 210–216.



[244] Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. Una prueba de soporte de silla de 30 s como medida de la fuerza de la parte inferior del cuerpo en adultos mayores que residen en la comunidad. *Res Q Exerc Sci.* 1999;70:113-119.

[245] M. Csuka and J.D. McCarty, Simple method for measurement of lower extremity muscle strength, *Am J Med* 78 (1985), 77–81.

[246] R.W. Bohannon, Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles, *Percept Motor Skills* 80 (1995), 163–166.

[247] R.W. Bohannon, Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: A descriptive meta-analysis of data from elders, *Percept Motor Skills* 103 (2006), 215–222.

[248] Mateo LM, Penacho LM, Berisa LF, Plaza BA. Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel. *Nutr Hosp.* 2008; 23 (1): 35-40.

[249] Benítez-Sillero J, Pérez-Navero J, Gil-Campos M, Gullián-Del Castillo M, Tasset I, Túnez I. Influencia de la fuerza muscular isométrica de las extremidades superiores en el estrés oxidativo en niños. *Rev Int Cienc Deporte.* 2010; 22 (7): 48-57.

[250] Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985; 66 (2): 69-74.

[251] Mafi P, Mafi R, Hindocha S, Griffin M, Khan W. A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *The Open Orthop J.* 2012; 6: 95-102.

[252] Koley S, Pal A. Effect of hand dominance in grip strength in Collegiate Population of Amritsar, Punjab, India. *Anthropologist.* 2010, 12 (1): 13-16.

[253] Fong PW, Ng GY. Effect of wrist positioning on the repeatability and strength of power grip. *Am J Occup Ther.* 2001; 55 (2): 212-216.

[254] Koley S, Pal A. Effect of hand dominance in grip strength in Collegiate Population of Amritsar, Punjab, India. *Anthropologist.* 2010; 12 (1): 13-16.

[255] Chandrasekaran B, Ghosh A, Prasad C, Krishnan K, Chandrasha B. Age and anthropometric traits predict handgrip strength in healthy normals. *J Hand Microsurg.* 2010; 2 (2): 58-61.



[256] De S, Sengupta P, Maity P, Pal A, Dhara P. Effect of body posture on hand grip strength in adult bengalee population. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*. 2011; 7 (2): 79-88.

[257] Escalona P, Naranjo J, Lagos V, Solís F. Parámetros de normalidad en fuerzas de prensión de mano en sujetos de ambos sexos de 7 a 17 años de edad. *Rev Chil Pediatr*. 2009; 80 (5): 435-443.

[258] Lagerström C, Nordgren B. Methods for measuring maximal isometric grip strength during short sustained contractions, including intra-rater reliability. *Ups J Med Sci*. 1996; 101 (3): 273-286.

[259] Schreuders TA, Roebroek ME, Goumans J, Van Nieuwenhuijzen JF, Stijmen TH, Stam HJ. Measurement error in grip and pinch force measurements in patients with hand injuries. *Phys Ther*. 2003; 83 (9): 806-815.

[260] Peters MJ, Van Nes SI, Vanhoutte EK, Bakkers M, Doorn PA, Merkies IS et al. Revised normative values for grip strength with the Jamar dynamometer. *J Peripher Nerv Syst*. 2011; 16 (1): 47-50.

[261] Angst F, Drerup S, Werle S, Herren DB, Simmen BR, Goldhahn J. Prediction of grip and key pinch strength in 978 healthy subjects. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010; 11: 94.

[262] Kong YK, Song YW, Jung MC, Lee I. Effects of hand position on maximum grip strength and discomfort. *HFESA*. 2011; 11: 29.

[263] Callisaya ML, Blizzard L, Schmidt MD, McGinley JL, Srikanth VK. Envejecimiento y variabilidad de la marcha: un estudio basado en la población de personas mayores. *Edad y Envejecimiento*. 2010; 39 (2):191–197. ID de artículo afp250.

[264] Horak FB, Macpherson JM. Orientación y equilibrio postural. En: Rowell LB, Shepherd JT, editores. *Manual de Fisiología—Sección 12: Ejercicio: Regulación e Integración de Sistemas Múltiples*. Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press; 1996. págs. 255–292.

[265] García, E., Rodríguez, C., Martín, R., Jiménez, J. E., Hernández, S., & Díaz Megolla, A. (2012). Test de Fluidez Verbal: datos normativos y desarrollo evolutivo en el alumnado de primaria. *European Journal of Education and Psychology*.



[266] Ettlin, TM, Kischka, U., Beckson, M., Gaggiotti, M., Rauchfleisch, U. y Benson, DF (2000). La puntuación del lóbulo frontal: parte I: construcción de un estado mental de los sistemas frontales. *Rehabilitación clínica* , 14 (3), 260-271.

[267] Stuss, DT (1992). Desarrollo biológico y psicológico de las funciones ejecutivas. *Cerebro y cognición* , 20 (1), 8-23.

[268] Borkowski, JG, Benton, AL y Spreen, O. (1967). Fluidez de palabras y daño cerebral. *Neuropsicología* , 5 (2), 135-140.

[269] Henry, J. D., & Crawford, J. R. (2004). Verbal fluency deficits in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(4), 608-622.

[270] Henry, J. D., & Crawford, J. R. (2004). Verbal fluency deficits in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(4), 608-622.

[271] Hurks, PP, Vles, JSH, Hendriksen, JGM, Kalff, AC, Feron, FJM, Kroes, M., & Jolles, J. (2006). Fluidez de categoría semántica versus fluidez de letra inicial durante 60 segundos como una medida de procesamiento automático y controlado en niños sanos en edad escolar. *Revista de neuropsicología clínica y experimental* , 28 (5), 684-695.

[272] Gourovitch, ML, Kirkby, BS, Goldberg, TE, Weinberger, DR, Gold, JM, Esposito, G. y Berman, KF (2000). Una comparación de patrones rCBF durante la fluidez de letras y semántica. *Neuropsicología* , 14 (3), 353.

[273] Nieto, A., Galtier, I., Barroso, J., & Espinosa, G. (2008). Verbal fluency in school-aged Spanish children: Normative data and analysis of clustering and switching strategies. *Revista de neurología*, 46(1), 2-6.

[274] Peduzzi, P.; Concato, J.; Feinstein, A.R.; Holford, T.R. Importance of Events per Independent Variable in Proportional Hazards Regression Analysis. II. Accuracy and Precision of Regression Estimates. *J. Clin. Epidemiol.* 1995, 48, 1503–1510.

[275] Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in



Older Persons: Ags/Bgs Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2011, 59, 148–157.

[276] Bjerk, M.; Brovold, T.; Skelton, D.A.; Bergland, A. Associations between Health-Related Quality of Life, Physical Function and Fear of Falling in Older Fallers Receiving Home Care. *BMC Geriatr.* 2018, 18, 253.

[277] Vellas, B.J.; Wayne, S.J.; Romero, L.J.; Baumgartner, R.N.; Garry, P.J. Fear of Falling and Restriction of Mobility in Elderly Fallers. *Age Ageing* 1997, 26, 189–193.

[278] (1) Salkeld G. Quality of life related to fear of falling and hip fracture in older women: a time trade off study Commentary: Older people's perspectives on life after hip fractures. *BMJ* [Internet]. 2000;320(7231):341–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7231.341>

[279] Gilbert R, Todd C, May M, Yardley L, Ben-Shlomo Y. Socio-demographic factors predict the likelihood of not returning home after hospital admission following a fall. *J Public Health (Oxf)* [Internet]. 2010;32(1):117–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/pubmed/fdp077>

[280] Malini FM, Lourenço RA, Lopes CS. Prevalence of Fear of Falling in Older Adults, and Its Associations with Clinical, Functional and Psychosocial Factors: The Frailty in Brazilian Older People-Rio de Janeiro Study: Fear of Falling: FIBRA-RJ Study. *Geriatr Gerontol Int.* 2016;16:336–44.

[281] Sitdhiraksa N, Piyamongkol P, Chaiyawat P, Chantanachai T, Ratta-Apha W, Sirikunchoat J, et al. Prevalence and factors associated with fear of falling in community-dwelling Thai elderly. *Gerontology* [Internet]. 2021;67(3):276–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1159/000512858>

[282] Martínez-Arnau FM, Prieto-Contreras L. Pérez-Ros, P. Factors Associated with Fear of Falling among Frail Older Adults. *Geriatr Nurs.* 2021;42:1035–41.

[283] Lavedán A, Viladrosa M, Jürschik P, Botigué T, Nuín C, Masot O, et al. Fear of Falling in Community-Dwelling Older Adults: A Cause of Falls, a Consequence, or Both? *PLoS ONE.* 2018;13.

[284] Vitorino LM, Teixeira CAB, Boas ELV, Pereira RL, Santos NOD, Rozendo CA. Fear of falling in older adults living at home: associated factors. *Rev Esc Enferm*



USP [Internet]. 2017;51(0):e03215. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-220X2016223703215>

[285] Schoene D, Heller C, Aung YN, Sieber CC, Kemmler W, Freiburger E. A Systematic Review on the Influence of Fear of Falling on Quality of Life in Older People: Is There a Role for Falls? *Clin. Clin Interv Aging*. 2019;14:701–19.

[286] Chen W-C, Li Y-T, Tung T-H, Chen C, Tsai C-Y. The Relationship between Falling and Fear of Falling among Community- Dwelling Elderly. *Medicine (Baltim)*. 2021;

[287] Chen H-M, Chen C-M. Factors associated with quality of life among older adults with chronic disease in Taiwan. *Int J Gerontol* [Internet]. 2017;11(1):12–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijge.2016.07.002>

[288] Kressig RW, Wolf SL, Sattin RW, O’Grady M, Greenspan A, Curns A, et al. Associations of demographic, functional, and behavioral characteristics with activity-related fear of falling among older adults transitioning to frailty. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2001;49(11):1456–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.4911237.x>

[289] Chamberlin ME, Fulwider BD, Sanders SL, Medeiros JM. Does fear of falling influence spatial and temporal gait parameters in elderly persons beyond changes associated with normal aging? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2005;60(9):1163–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/60.9.1163>

[290] Tiedemann A, Sherrington C, Lord SR. Physiological and Psychological Predictors of Walking Speed in Older CommunityDwelling People. *Gerontology*. 2005;51:390–5.

[291] Duque G, Boersma D, Loza-Diaz G, Hassan S, Suarez H, Geisinger D, et al. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2013;8:257–63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S41453>

[292] Rodríguez-Molinero A, Herrero-Larrea A, Miñarro A, Narvaiza L, Gálvez-Barrón C, Gonzalo León N, et al. The spatial parameters of gait and their association with falls, functional decline and death in older adults: a prospective study. *Sci Rep* [Internet]. 2019;9(1):8813. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-45113-2>



[293] Chang H-T, Chen H-C, Chou P. Factors associated with fear of falling among community-dwelling older adults in the Shih-Pai study in Taiwan. PLoS One [Internet]. 2016;11(3):e0150612. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0150612>

[294] Vo, T.H.M.; Nakamura, K.; Seino, K.; Nguyen, H.T.L.; Van Vo, T. Fear of Falling and Cognitive Impairment in Elderly with Different Social Support Levels: Findings from a Community Survey in Central Vietnam. BMC Geriatr. 2020, 20, 141.

[295] Birhanie G, Melese H, Solomon G, Fissaha B, Teferi M. Fear of falling and associated factors among older people living in Bahir Dar City, Amhara, Ethiopia- a cross-sectional study. BMC Geriatr [Internet]. 2021;21(1):586. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12877-021-02534-x>



8. LISTA DE ABREVIATURAS

DCL	Deterioro cognitivo leve
ACSM	Colegio Americano de Medicina del Deporte
MCEP	programa de ejercicio multicomponente
IMC	índice de masa corporal
NO	Monóxido de nitrógeno
E/A	Relación entre onda de llenado ventricular temprano y contracción auricular
VE	Volumen de eyección
OMS	Organización Mundial de la Salud
FES	Escala internacional de eficacia de la caída
SAFE	Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly Scale
FES-I	Falls-efficacy Scale-International
ABC-	Activities-Specific Balance Scale, versión de 16 ítems
16	
DNM	Deterioro neurocognitivo
EA	Enfermedad de Alzheimer



9. ANEXOS.



ANEXO 1.

Publicación en International Journal of Environmental Research and Public Health.

International Journal of
Environmental Research
and Public Health

Article

Associations between Muscle Strength, Physical Performance and Cognitive Impairment with Fear of Falling among Older Adults Aged ≥ 60 Years: A Cross-Sectional Study

Antonio Orihuela-Espejo ^{1,2}, Francisco Álvarez-Salvago ^{2,3,*}, Antonio Martínez-Amat ², Carmen Boquete-Pumar ^{1,2}, Manuel De Diego-Moreno ^{1,2}, Manuel García-Sillero ^{1,4}, Agustín Aibar-Almazán ² and José Daniel Jiménez-García ²

- ¹ Faculty of Sport Sciences, EADE-University of Wales, Trinity Saint David, 29018 Málaga, Spain
² Department of Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Jaén, 23071 Jaén, Spain
³ Department of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, European University of Valencia, 46112 Valencia, Spain
⁴ Laboratory FiveStars, 29018 Málaga, Spain
 * Correspondence: salvagofran@gmail.com



Citation: Orihuela-Espejo, A.; Álvarez-Salvago, F.; Martínez-Amat, A.; Boquete-Pumar, C.; De Diego-Moreno, M.; García-Sillero, M.; Aibar-Almazán, A.; Jiménez-García, J.D. Associations between Muscle Strength, Physical Performance and Cognitive Impairment with Fear of Falling among Older Adults Aged ≥ 60 Years: A Cross-Sectional Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 10504. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710504>

Academic Editor: Francisco José Tarazona Santalbina

Received: 26 July 2022
 Accepted: 16 August 2022
 Published: 23 August 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: (1) Background: Fear of falling has become a significant health problem in older adults and is already considered as important as falling because of its long-term detrimental effects on older adults' physical and psychosocial functioning. The aim of this study was to analyze the associations between both upper and lower limb strength, gait parameters and cognitive impairment with fear of falling in older adults. (2) Methods: A cross-sectional study involving 115 older-adult participants was used to assess the impact of both upper (Handgrip dynamometer, TKK 5401 Grip-D, Takey, Tokyo, Japan) and lower limb strength (Chair stand test), gait parameters (OptoGait-System Bolzano, Bolzano, Italy) and cognitive impairment (COWAT word association test) with fear of falling in older adults (Falls Efficacy Scale-International FES-I). (3) Results: Multivariate linear regression analysis showed several independent associations with the fear of falling. A higher time to perform the Chair Stand test was associated with higher scores in FES-I ($R^2 = 0.231$), while a lower score in both Semantic Fluency (S COWA) and Phonologic Fluency (P COWA) was associated with a decreased score in FES-I ($R^2 = 0.052$ and 0.035). (4) Conclusions: Both higher step and stride length (OptoGait), lower body strength (Chair test) and both poorer semantic (S COWA) and phonologic (P COWA) fluency were all associated with fear of falling.

Keywords: muscle strength; cognitive impairment; fear of falling; older adults

1. Introduction

The aging of the global population and its ensuing social and economic issues have emerged as one of the most pervasive challenges in recent years [1]. The World Health Organization predicts that there are 728 million people over the age of 65 worldwide as of right now, with 1 billion in 2030 and 2.5 billion in 2100 [2]. As the proportion of older adults in society increases, fear of falling has become a significant health problem in older adults and is already considered as important as falling [3]. In this sense, fear of falling is defined as 'a lasting concern on falling that can lead to an individual avoiding activities that he/she remains capable of performing', indicating that it is associated with prior fall experience [4].

According to the different measurements used in previous studies, the reported prevalence of fear of falling ranges from 21 to 85% among community-dwelling older adults who have previously fallen, and between 33 and 46% in those who have not fallen [4–7]. Numerous studies have shown that it has long-term detrimental effects on older adults' physical and psychosocial functioning, including an increased risk of falling, activity restriction or



avoidance, a lack of independence and confidence, poorer mental health, depression and a decreased quality of life [3]. When it comes to psychological impact, fear of falling might even be worse than actually falling [8]. Thus, the detrimental effects on daily living and quality of life in older adults, along with associated health care costs and use of resources, are of serious concern not only to older adults themselves but also to caregivers and health and social services [9].

Because of the negative impact of fear of falling and its consequences, several studies have already remarked that the risk factors of fear of falling include a previous history of falls, female gender, older age, lower levels of economic resources, use of seven or more medications, hearing impairment, functional dependence, diminished gait speed, self-reported poor health, poorer both upper and lower extremity muscle strength, cognitive decline and symptoms of anxiety and depression [3,10–19]. However, it is frequently challenging to ascertain the true influence of risk factors because not all research evaluates both physical and psychological variables in the same population as potential risk factors and also by the frequency with which different tools to quantify fear of falling are used. Hence, the interpretation of findings is often limited and ambiguous, and the findings cannot be generalized. In this regard, considering that fear of falling is multifactorial, future studies should therefore focus on both physiological and psychological factors in the same adult population, which would allow not only to provide guidance when creating rehabilitation programs for older adults to overcome the fear of falling, but also to have a positive direct impact on the quality of life of this population.

Thus, the objective of this study was to analyze the associations between both upper and lower limb strength, gait parameters and cognitive impairment with fear of falling in older adults.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design and Participants

This was a cross-sectional descriptive and analytical study that involved a total of 115 older adults over 60 years of age, who were randomly selected through the department of Social Affairs of the City Council of Malaga and the City Council of Pizarra (Malaga) (Figure 1). The inclusion criteria for this study were: adults over 60 years of age who are registered as residents of the municipalities of Malaga and Pizarra. Exclusion criteria were: having central or peripheral neurological alterations, rheumatological diseases, serious somatic or psychiatric diseases, severe cognitive impairment, pacemakers or prostheses and any type of alteration or pathology that could alter balance and functional activity (such as auditory or vestibular alterations). This study was approved by the Ethics Committee of the University of Jaén with protocol code DIC.17/5.TES (approved on 19 February 2018) and was carried out taking into account the guidelines of the Declaration of Helsinki. Before the study was carried out, all participants signed their informed consent.

When a selected person could not be included in the sample, either for not having access to it, for not showing predisposition or for not meeting the inclusion criteria, they were replaced by the next person on the list, with the aim of maintaining the reference sample size (determination of the sample size was conducted using the G*Power software (Version 3.1.9.2; Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany)).

Estimating a 30% incidence of falls (at least once a year) in the study population, the study sample size was calculated using the formula for estimating proportion, where the expected rate was 0.3, with $\alpha = 0.05$ and precision of ± 0.06 . By adding 25% to counteract recording errors, exclusions or people who did not wish to participate, a necessary sample size of 179 subjects was obtained.

Once the sample was obtained and recruitment was completed, participants and their families received talks to understand the program and its procedure.



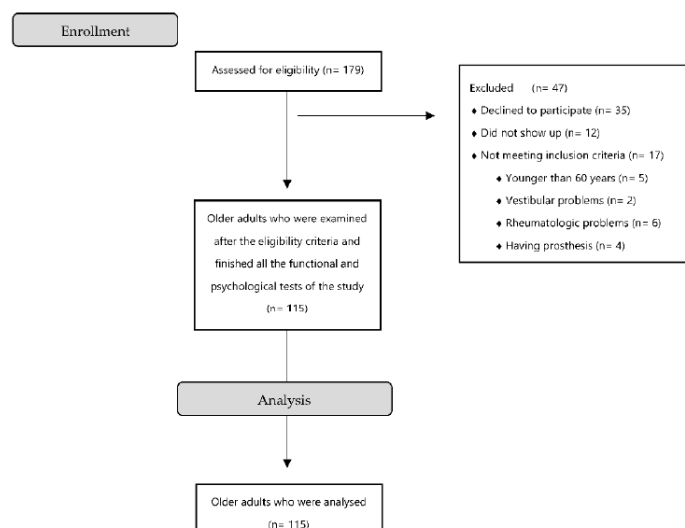


Figure 1. Flow diagram of study participants.

2.2. Study Outcomes

2.2.1. Sociodemographic and Anthropometric Data

Data such as full name, age, date of birth, marital status, educational level and place of residence were recorded. Anthropometric data (weight, height, waist–hip index and BMI) and lifestyle habits related to the practice of physical activity, type and frequency, smoking and falls in the last year were also included.

Furthermore, to measure the abdominal perimeter (waist), a 1.5 m flexible tape (Lufkin, W606PM, Boston, MD, USA) was used, taking as reference the equidistant point between the last rib and the iliac crest. Two measurements with the participant in a standing position were taken.

2.2.2. Fear of Falling

This aspect, together with confidence in performing daily activities, was evaluated using the Falls Efficacy Scale-International (FES-I) in its Spanish version [20]. This is a scale composed of 16 items that assess the risk of falling during the performance of basic activities of daily living. The score for each item was indicated by the respondent, ranging from 1 (no fear/concern about falling) to 4 (severe fear/concern about falling). The result is a total score between 16 and 64 points, with a higher score correlating with greater concern about falling. The Spanish version of the FES-I was validated in a postmenopausal population [21].

2.2.3. Lower Limb Strength

To assess lower limb strength, the Chair Stand Test [22] was used, consisting of standing up and sitting on a chair five times as fast as possible, keeping the arms crossed at chest height. Depending on the time invested, the score for this test is: 4 points = less than 11.19 s; 3 points = between 11.20–13.69 s; 2 points = between 13.70–16.69 s; 1 point = between 16.7–59 s; 0 points = more than 60 s or unable.



2.2.4. Upper Extremity Muscle Strength

An assessment of manual grip was performed using a manual hydraulic dynamometer (TKK 5401 Grip-D, Takey, Tokyo, Japan), commonly used for the assessment of muscle strength in this type of study.

2.2.5. Gait Parameters

Different researchers have studied gait and stride length, speed, acceleration and duration as predictors of fall risk, dependency, institutionalization and mortality. [23–25]. In this task, the use of different technological instruments was accompanied by more traditional assessment. Among the sensory elements used, optoelectronic assessment systems have become widespread due to their reliability and cost.

In our study, an optoelectronic measuring system (OptoGait-System Bolzano, Bolzano, Italy) was used to evaluate gait parameters. This system is composed of a transmitting optical bar (with 96 infrared LED lamps) and a receiving one, which allows us to detect eventual interruptions and their duration, and, therefore, to obtain data related to gait, its length, speed, acceleration, flight and contact times, with high precision and reliability [26].

The participants walked for 2 min on a treadmill to adapt to the test, which has a duration of 30 s, walking at a constant speed of 3.5 km/h, providing sufficient distance to allow acceleration and deceleration from the resting state.

2.2.6. Semantic and Phonologic Fluency

Semantic and phonologic fluency were assessed using the COWAT word association test [27]. This is a verbal fluency test that measures the spontaneous production of words that belong to the same category or that begin with a designated letter. The subject must produce orally, for 60 s, as many words as possible, beginning with a given letter of the alphabet. Proper names or derivations of the same word are not allowed.

The COWAT is a widely used procedure to assess verbal fluency, as it is a sensitive indicator of brain dysfunction. The administration of verbal fluency tasks is recognized as an important component in the comprehensive assessment of neuropsychological functioning [28,29].

2.3. Data Collection

Each evaluation comprised a personal interview, as well as the application of the assessment tests and was conducted by a previously trained evaluator.

2.4. Sample Size Calculation

For sample size calculation, at least 20 subjects per event were required in the multivariate linear regression model [30]. Thirteen possible events were used: lower limb strength score, upper extremity muscle strength score, step length, double support, step time, stride length, gait speed, acceleration and distance as gait parameters, semantic and phonologic fluency total scores, as well as age, sex, BMI and education status. Therefore, 110 participants were required for this analysis. The final number of participants was 115.

2.5. Statistical Analysis

Continuous variables were summarized as means and standard deviations, and categorical variables as percentages and frequencies. The Kolmogorov–Smirnov test was employed to evaluate the normal distribution of all variables. A bivariate correlation analysis was applied to evaluate the possible individual ways in which independent variables such as lower limb strength, upper extremity muscle strength, gait parameters and semantic and phonologic fluency, as well as other covariates such as BMI, sex, age and educational attainment level, are associated with fear of falling. In order to examine possible independent associations between study variables, both a multivariate linear regression model and a step-by-step method were employed to introduce variables into the model. The risk of falls was registered as a dependent variable in separate models (significant in bivariate



correlation " $p < 0.05$ ") and was incorporated in the multivariate linear regression. Adjusted R^2 was utilized to calculate the effect size coefficient of multiple determination in linear models. If <0.02 , R^2 was deemed to be negligible, medium if between 0.02 and 0.15 and large if >0.35 . A confidence level of 95% was used ($p < 0.05$). The SPSS statistical package for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was employed for data analysis.

3. Results

Table 1 display descriptive data of the participants. A total of 115 older adults (70.33 ± 8.16 years) took part in the present study. Most of the participants pursued at least primary education (75.66%), and the mean BMI was 29.34 ± 5.03 kg/m². The descriptive data of the variables analyzed in this study and gait analysis of the descriptive data of the variables analyzed showed how gait speed was 1.11 ± 1.46 m/s, while distance was 3704.37 ± 6596.85 . As for strength levels, handgrip strength was 23.24 ± 8.51 kg, while the time to perform the chair stand test was 14.32 ± 4.92 s. Regarding cognitive impairment, the number of words for semantic fluency was 28.35 ± 10.83 w, while the number of words for phonologic fluency was 32.07 ± 12.08 w. Considering the dependent variable, the score for FES-I was 24.68 ± 8.09 .

Table 1. Descriptive data of the sample ($n = 115$).

Characteristics		Values Total = 115		Values	Men = 37	Values	Women = 78
Age (years)		70.33	8.16	71.94	8.59	69.56	7.89
BMI (kg/m ²)		29.34	5.03	29.09	3.63	29.46	5.60
Educational status, n (%)	No formal education	16	13.92	4	10.82	12	15.38
	Primary education	71	61.74	28	75.67	43	55.12
	Secondary education	23	20	4	10.82	19	24.35
	University	5	4.34	1	2.69	4	5.14
S-COWA (words)		28.35	10.83	29.94	13.98	27.60	8.98
P-COWA (words)		32.07	12.08	30.75	13.97	32.70	11.11
Step length (cm)		56.29	12.83	56.24	14.24	56.32	12.19
Double support (s)		0.31	0.15	0.33	0.14	0.30	0.16
Step time (s)		0.47	0.21	0.48	0.18	0.47	0.21
Stride length (cm)		112.67	25.36	112.78	28.92	112.62	24.05
Gait speed (m/s)		1.11	1.46	0.89	0.21	1.21	1.76
Acceleration (s)		0.02	0.22	0.01	0.03	0.03	0.27
Distance (cm)		3704.37	6596.85	2952.67	525.82	4060.94	7993.75
Handgrip strength (kg)		23.24	8.51	31.28	9.07	19.43	4.78
Chair Stand (s)		14.32	4.92	13.92	5.40	14.53	4.70
FES-I score		24.68	8.09	24.64	8.95	24.70	7.72

BMI: Body Mass Index. S-COWA: Semantic Fluency. P-COWA: Phonologic fluency. FES: Falls Efficacy Scale International.

The bivariate analysis (Table 2) showed that the dependent variable of the present work, fear of falling, was significantly positively correlated with both Step and Stride Length. Additionally, higher scores in FES-I were also correlated with an increased time to realize the chair stand test. Regarding semantic and phonologic fluency, fear of falling



was significantly negatively correlated with both of them. Fear of falling was not correlated with age, sex and level of education in our participants.

Table 2. Pearson's correlations between analyzed parameters in this study.

	FES Score (s)
S COWA	−0.229 ¹
P COWA	−0.188 ¹
Step length	0.222 ¹
Double support	0.001
Step time	0.109
Stride length	0.222 ¹
Gait speed	0.043
Acceleration	0.005
Distance	0.994
Handgrip strength	−0.075
Chair Stand	0.481 ¹
Sex	0.003
Educational Status	−0.178
Age (years)	0.016
BMI (kg/m ²)	0.143

S COWA: Semantic Fluency. P-COWA: Phonologic fluency. BMI: Body Mass Index. ¹ $p < 0.05$.

Multivariate linear regression analysis (Table 3) showed several independent associations with the fear of falling. A higher time to perform the Chair Stand test was associated with higher scores in FES-I ($R^2 = 0.231$), while a lower score in both Semantic Fluency and Phonologic Fluency was associated with a decreased score in FES-I ($R^2 = 0.052$ and 0.035).

Table 3. Multivariate linear regression analyses for factors associated with fear of falling.

Variable		B	β	t	95% CI		p-Value
FES score (s)	S COWA	−0.180	−0.241	−2.459	−0.325	−0.035	0.015
	P COWA	−0.158	−0.235	−2.233	−0.297	−0.018	0.028
	Chair Stand	0.793	0.482	5.604	0.513	1.073	0.000

B: unstandardized coefficient. β : standardized coefficient. CI: confidence interval. S COWA: Semantic Fluency. P-COWA: Phonologic fluency.

4. Discussion

The purpose of this study was to analyze the associations between both upper and lower limb strength, gait parameters and cognitive impairment in older adults with a fear of falling. The main findings of the study, which involved 115 older adults aged >60 years, point to a significant positive association between both higher step and stride length (OptoGait) and lower body strength (Chair test) with the fear of falling ($p < 0.05$). In contrast, significant negative associations were also observed between both poorer semantic (S COWA) and phonologic (P COWA) fluency with the fear of falling ($p < 0.05$). This suggests that not only physical but also cognitive features may play a role in predicting a higher fear of falling, which, in turn, could also be translated into a profound and largely detrimental effect on daily activities and into a worsening of these patient's quality of life, as evidenced by earlier research [31–33].

Although earlier research previously looked at a probable link between some of these risk factors and the likelihood and apprehension of falling [11–19], to the best of our



knowledge, this is one of the few studies to explore the impact of upper and lower limb strength, gait speed and cognitive impairment in the same sample. As a result, in addition to adding to the current research, our paper provides a broad understanding of how these characteristics may have a detrimental impact on the fear of falling and, therefore, on the quality of life of older adults. Both our step and stride length results show significant positive associations ($p < 0.05$) between both types of length and higher fear of falling in older adults. This is in agreement with the fact that longer step lengths and slower gait speeds have been shown to be directly associated with increased fear of falling [34–36] and are correlated with lower scores on clinical balance scales [37]. However, this seems to contradict the results found in previous research highlighting that lower speed is associated with greater stability [38]. Therefore, a possible explanation for this paradox in our results could be that older adults do not walk slowly enough in relation to their maximum walking velocity, resulting in a lower safety factor during normal locomotion, which can explain their less safe locomotion (i.e., older adults are more prone to falls during walking than young adults) [39]. Notwithstanding, we expected to find significant negative associations between both handgrip strength (measured through dynamometry) and gait speed with fear of falling, given that individuals with low grip strength and slower gait were previously linked to fragility, propensity to fall and higher apprehension to fall [40]. At this point, one possible explanation for why our study failed to find significant differences among our participants is that in most studies, the value of manual dynamometry is obtained by averaging three attempts in the dominant hand, whereas in our case, the total value for this variable was obtained by adding all the attempts between both hands (dominant and non-dominant), which may have influenced the results obtained. In terms of gait speed, we speculate that our findings may be due to the fact that gait analysis was conducted using a photoelectric cells system that assessed gait speed in conjunction with other gait parameters, whereas the majority of the studies use a single assessment tool, such as the Time up and Go Test (TUG), to reach conclusions.

In addition to the aforementioned aspects, our results suggest that there is a significant negative association between both poorer semantic (S COWA) and phonologic (P COWA) fluency with the fear of falling ($p < 0.05$). These findings corroborate prior research that has shown that people with decreased global cognitive function present higher fear of falling [41–43], although the specific cognitive domains that are most related to this apprehension are just beginning to be understood. In this regard, while some previous studies highlighted how impaired cognition was identified as a predictor of fear of falling [41–43], others did not show an association between cognitive impairment and fear of falling [44]. According to most of these authors, the differences between the results are mainly due to the great variability of instruments for assessing cognitive impairment among the different studies. For this reason, this is one of the few studies that explore and speculate how other different cognitive indicators, such as verbal fluency, may also play a role in raising the fear of falling in older adults. Therefore, future research should continue to take into account the variation in the assessment of cognitive impairment in order to better understand which mental abilities contribute the most to the fear of falling.

Finally, multivariate regression analysis showed associations between some predisposing factors with increased fear of falling. Longer periods of time to perform the chair test were associated with an increased FES-I score, while lower scores in both semantic (S COWA) and phonologic (P COWA) fluency were associated with an increase in the FES-I score.

This study has a number of limitations to be acknowledged. The cross-sectional design of the study does not allow causal relationships to be inferred, and the fact that this study was carried out among men and women equal to or older than 60 years from a specific geographical area means that any generalization of the results should be limited to people with similar characteristics.



Henceforth, health professionals and future studies should inquire more about which physical and cognitive characteristics enhance the likelihood and apprehension of falling in these patients, avoiding a negative impact on their quality of life.

5. Conclusions

The findings of this study suggest that, in older adults aged ≥ 60 years, both higher step and stride length (OptoGait), lower body strength (Chair test), and both poorer semantic (SCOWA) and phonologic (PCOWA) fluency were all associated with the fear of falling. Therefore, in order to manage and prevent the fear of falling and a possible risk of falling in this population, which could have a direct influence on their quality of life, these physical and cognitive characteristics should be taken into account.

Author Contributions: Conceptualization, J.D.J.-G. and A.O.-E.; methodology, J.D.J.-G. and A.O.-E.; software, A.O.-E.; validation, A.M.-A.; formal analysis, J.D.J.-G. and A.A.-A.; investigation, A.O.-E.; resources, M.G.-S.; data curation, A.O.-E.; writing—F.Á.-S., J.D.J.-G. and A.O.-E.; writing—review and editing, M.D.D.-M.; visualization, C.B.-P.; supervision, A.M.-A.; project administration, J.D.J.-G.; funding acquisition, A.M.-A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was supported by project 1260735, integrated into the 2014–2020 Operational Programme FEDER in Andalusia.

Institutional Review Board Statement: This study was approved by the Ethics Committee of the University of Jaén with protocol code DIC.17/5.TES (approved on 19 February 2018) and has been carried out taking into account the guidelines of the Declaration of Helsinki.

Informed Consent Statement: Before the study was carried out, all participants signed the informed consent.

Data Availability Statement: The data shown in this study are available upon request from the corresponding author. Data are not available to the public given the sensitive nature of the questions asked in this study and the necessary guarantees of privacy and confidentiality.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Nelson, M.E.; Rejeski, W.J.; Blair, S.N.; Duncan, P.W.; Judge, J.O.; King, A.C.; Macera, C.A.; Castaneda-Sceppa, C. American College of Sports Medicine; American Heart Association Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* **2007**, *116*, 1094–1105. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
2. World Population Prospects—Population Division—United Nations. Available online: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> (accessed on 30 June 2022).
3. Scheffer, A.C.; Schuurmans, M.J.; van Dijk, N.; van der Hooft, T.; de Rooij, S.E. Fear of Falling: Measurement Strategy, Prevalence, Risk Factors and Consequences among Older Persons. *Age Ageing* **2008**, *37*, 19–24. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
4. Tinetti, M.E.; Powell, L. 4 fear of falling and low self-efficacy: A cause of dependence in elderly persons. *J. Gerontol.* **1993**, *48*, 35–38. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
5. Jørstad, E.C.; Hauer, K.; Becker, C.; Lamb, S.E. ProFaNE Group Measuring the Psychological Outcomes of Falling: A Systematic Review: Fall-Related Psychological Outcome Measures. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2005**, *53*, 501–510. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
6. Gagnon, N.; Flint, A.J.; Naglie, G.; Devins, G.M. Affective Correlates of Fear of Falling in Elderly Persons. *Am. J. Geriatr. Psychiatry* **2005**, *13*, 7–14. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
7. Vellas, B.J.; Wayne, S.J.; Romero, L.J.; Baumgartner, R.N.; Garry, P.J. Fear of Falling and Restriction of Mobility in Elderly Fallers. *Age Ageing* **1997**, *26*, 189–193. [\[CrossRef\]](#)
8. Salkeld, G. Quality of life related to fear of falling and hip fracture in older women: A time trade off study Commentary: Older people's perspectives on life after hip fractures. *BMJ* **2000**, *320*, 341–346. [\[CrossRef\]](#)
9. Gilbert, R.; Todd, C.; May, M.; Yardley, L.; Ben-Shlomo, Y. Socio-Demographic Factors Predict the Likelihood of Not Returning Home after Hospital Admission Following a Fall. *J. Public Health (Oxf.)* **2010**, *32*, 117–124. [\[CrossRef\]](#)
10. Malini, F.M.; Lourenço, R.A.; Lopes, C.S. Prevalence of Fear of Falling in Older Adults, and Its Associations with Clinical, Functional and Psychosocial Factors: The Frailty in Brazilian Older People-Rio de Janeiro Study: Fear of Falling: FIBRA-RJ Study. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2016**, *16*, 336–344. [\[CrossRef\]](#)



11. Sitthiraksa, N.; Piyamongkol, P.; Chaiyawat, P.; Chantanachai, T.; Ratta-Apha, W.; Sirikunchoat, J.; Pariwatcharakul, P. Prevalence and Factors Associated with Fear of Falling in Community-Dwelling Thai Elderly. *Gerontology* **2021**, *67*, 276–280. [\[CrossRef\]](#)
12. Martínez-Arnau, F.M.; Prieto-Contreras, L.; Pérez-Ros, P. Factors Associated with Fear of Falling among Frail Older Adults. *Geriatr. Nurs.* **2021**, *42*, 1035–1041. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
13. Lavedán, A.; Viladrosa, M.; Jürschik, P.; Botigué, T.; Nuín, C.; Masot, O.; Lavedán, R. Fear of Falling in Community-Dwelling Older Adults: A Cause of Falls, a Consequence, or Both? *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0194967. [\[CrossRef\]](#)
14. Vitorino, L.M.; Teixeira, C.A.B.; Boas, E.L.V.; Pereira, R.L.; Santos, N.O.D.; Rozendo, C.A. Fear of Falling in Older Adults Living at Home: Associated Factors. *Rev. Esc. Enferm. USP* **2017**, *51*, e03215. [\[CrossRef\]](#)
15. Schoene, D.; Heller, C.; Aung, Y.N.; Sieber, C.C.; Kemmler, W.; Freiberger, E. A Systematic Review on the Influence of Fear of Falling on Quality of Life in Older People: Is There a Role for Falls? *Clin. Interv. Aging* **2019**, *14*, 701–719. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
16. Chen, W.-C.; Li, Y.-T.; Tung, T.-H.; Chen, C.; Tsai, C.-Y. The Relationship between Falling and Fear of Falling among Community-Dwelling Elderly. *Medicine (Baltim.)* **2021**, *100*, e26492. [\[CrossRef\]](#)
17. Chang, H.-T.; Chen, H.-C.; Chou, P. Factors Associated with Fear of Falling among Community-Dwelling Older Adults in the Shih-Pai Study in Taiwan. *PLoS ONE* **2016**, *11*, e0150612. [\[CrossRef\]](#)
18. Vo, T.H.M.; Nakamura, K.; Seino, K.; Nguyen, H.T.L.; Van Vo, T. Fear of Falling and Cognitive Impairment in Elderly with Different Social Support Levels: Findings from a Community Survey in Central Vietnam. *BMC Geriatr.* **2020**, *20*, 141. [\[CrossRef\]](#)
19. Birhanie, G.; Melese, H.; Solomon, G.; Fissaha, B.; Teferi, M. Fear of Falling and Associated Factors among Older People Living in Bahir Dar City, Amhara, Ethiopia—A Cross-Sectional Study. *BMC Geriatr.* **2021**, *21*, 586. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Yardley, L.; Beyer, N.; Hauer, K.; Kempen, G.; Piot-Ziegler, C.; Todd, C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing* **2005**, *34*, 614–619. [\[CrossRef\]](#)
21. Lomas, R.; Hita, F.; Mendoza, N.; Martínez-Amat, A. Cross-cultural adaptation and validation of the Falls Efficacy Scale International in Spanish postmenopausal women Menopause. *J. N. Am. Menopause Soc.* **2012**, *19*, 904–908. [\[CrossRef\]](#)
22. Guralnik, J.; Simonsick, E.; Ferrucci, L.; Glynn, R.; Berkman, L.; Blazer, D.; Scherr, P.; Wallace, R. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association with Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *Get Access Arrow J. Gerontol.* **1994**, *49*, M85–M94. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
23. Azizah, M.; Lajoie, Y.; Teasdale, N. Step Length Variability at Gait Initiation in Elderly Fallers and Non-Fallers, and Young Adults. *Gerontology* **2003**, *49*, 21–26. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Jeanne, S.; Ho, A. Walking Speed and Stride Length Predicts 36 Months Dependency, Mortality, and Institutionalization in Chinese Aged 70 And Older. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2015**, *47*, 1257–1260. [\[CrossRef\]](#)
25. Baek, C.Y.; Yoon, H.S.; Kim, H.D.; Kang, K.Y. The effect of the degree of dual-task interference on gait, dual-task cost, cognitive ability, balance, and fall efficacy in people with stroke: A cross-sectional study. *Medicine* **2021**, *100*, e26275. [\[CrossRef\]](#)
26. Jiménez, J.D. High-Intensity Interval Training Using TRS Lower-Body Exercises Improve the Risk of Falls in Healthy Older People. *J. Aging Phys. Act.* **2018**, *27*, 325–333. [\[CrossRef\]](#)
27. Benton, A.; Hamscher, S.; Sivan, A. *Controlled Oral Word Association Test (COWAT) [Database Record]*; APA PsycTests: Worcester, MA, USA, 1983. [\[CrossRef\]](#)
28. Lezak, M.; Howieson, D.; Loring, D.; Fischer, J. *Neuropsychological Assessment*; Oxford University Press: Oxford, UK, 2004.
29. Strauss, E.; Sherman, E.; Spreen, O. *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms and Commentary*; Oxford University Press: Oxford, UK, 2006.
30. Peduzzi, P.; Concato, J.; Feinstein, A.R.; Holford, T.R. Importance of Events per Independent Variable in Proportional Hazards Regression Analysis. II. Accuracy and Precision of Regression Estimates. *J. Clin. Epidemiol.* **1995**, *48*, 1503–1510. [\[CrossRef\]](#)
31. Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in Older Persons: Ags/Bgs Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2011**, *59*, 148–157. [\[CrossRef\]](#)
32. Bjerk, M.; Brovold, T.; Skelton, D.A.; Bergland, A. Associations between Health-Related Quality of Life, Physical Function and Fear of Falling in Older Fallers Receiving Home Care. *BMC Geriatr.* **2018**, *18*, 253. [\[CrossRef\]](#)
33. Chen, H.-M.; Chen, C.-M. Factors Associated with Quality of Life among Older Adults with Chronic Disease in Taiwan. *Int. J. Gerontol.* **2017**, *11*, 12–15. [\[CrossRef\]](#)
34. Kressig, R.W.; Wolf, S.L.; Sattin, R.W.; O'Grady, M.; Greenspan, A.; Curns, A.; Kutner, M. Associations of Demographic, Functional, and Behavioral Characteristics with Activity-Related Fear of Falling among Older Adults Transitioning to Frailty. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2001**, *49*, 1456–1462. [\[CrossRef\]](#)
35. Chamberlin, M.E.; Fulwider, B.D.; Sanders, S.L.; Medeiros, J.M. Does Fear of Falling Influence Spatial and Temporal Gait Parameters in Elderly Persons beyond Changes Associated with Normal Aging? *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* **2005**, *60*, 1163–1167. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
36. Tiedemann, A.; Sherrington, C.; Lord, S.R. Physiological and Psychological Predictors of Walking Speed in Older Community-Dwelling People. *Gerontology* **2005**, *51*, 390–395. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
37. Duque, G.; Boersma, D.; Loza-Diaz, G.; Hassan, S.; Suarez, H.; Geisinger, D.; Suriyaarachchi, P.; Sharma, A.; Demontiero, O. Effects of Balance Training Using a Virtual-Reality System in Older Fallers. *Clin. Interv. Aging* **2013**, *8*, 257–263. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)



38. Rodríguez-Molinero, A.; Herrero-Larrea, A.; Miñarro, A.; Narvaiza, L.; Gálvez-Barrón, C.; Gonzalo León, N.; Valldosera, E.; de Mingo, E.; Macho, O.; Aivar, D.; et al. The Spatial Parameters of Gait and Their Association with Falls, Functional Decline and Death in Older Adults: A Prospective Study. *Sci. Rep.* **2019**, *9*, 8813. [\[CrossRef\]](#)
39. Mademli, L.; Arampatzis, A. Lower Safety Factor for Old Adults during Walking at Preferred Velocity. *Age (Dordrecht)* **2014**, *36*, 9636. [\[CrossRef\]](#)
40. Ryg, J.; Masud, T.; Lindholm Eriksen, M.; Vestergaard, S.; Andersen-Ranberg, K. Fear of Falling Is Associated with Decreased Grip Strength, Slower Walking Speed and Inability to Stand from Chair without Using Arms in a Large European Ageing Study. *Eur. Geriatr. Med.* **2012**, *3*, S1. [\[CrossRef\]](#)
41. Austin, N.; Devine, A.; Dick, I.; Prince, R.; Bruce, D. Fear of Falling in Older Women: A Longitudinal Study of Incidence, Persistence, and Predictors: Predictors of Fear of Falling. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2007**, *55*, 1598–1603. [\[CrossRef\]](#)
42. Uemura, K.; Shimada, H.; Makizako, H.; Doi, T.; Tsutsumimoto, K.; Lee, S.; Umegaki, H.; Kuzuya, M.; Suzuki, T. Effects of Mild Cognitive Impairment on the Development of Fear of Falling in Older Adults: A Prospective Cohort Study. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2015**, *16*, 1104.e9–13. [\[CrossRef\]](#)
43. Shirooka, H.; Nishiguchi, S.; Fukutani, N.; Tashiro, Y.; Nozaki, Y.; Hirata, H.; Yamaguchi, M.; Tasaka, S.; Matsushita, T.; Matsubara, K.; et al. Cognitive Impairment Is Associated with the Absence of Fear of Falling in Community-Dwelling Frail Older Adults. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2017**, *17*, 232–238. [\[CrossRef\]](#)
44. Peeters, G.; Leahy, S.; Kennelly, S.; Kenny, R.A. Is fear of falling associated with decline in global cognitive functioning in older adults: Findings from the Irish longitudinal study on ageing. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2018**, *19*, 248–254.e3. [\[CrossRef\]](#)



Anexo 2.

Cuestionario sociodemográfico.

NOMBRE: _____

Edad: _____ **Peso:** _____ **Altura:** _____ **Sexo:** _____

Estado ocupacional: 1_Jubilada/o - 2_Trabajadora/o - 3_Parada/o –

Estado marital: 1_Soltera/o – 2_Casada/o – 3_Divorciada/o /separada/o /viuda/o

Estado educacional: 1_Sin estudios - 2_Estudios primarios - 3_Estudios secundarios
- 4_Estudios universitarios.

Lugar de residencia en los últimos 10 años: _____

¿Se ha caído alguna vez en los últimos 12 meses?: NO ____ . SI ____.

En caso afirmativo, ¿Cuántas veces se ha caído?: _____

¿Tiene osteoporosis (diagnosticada)? NO ____ . SI ____.

Tiene miedo a caerse: NO ____ . SI ____.

¿Es fumador/a actualmente? NO ____ SI (Número de cigarros al día) _____

¿Realiza ejercicio habitualmente?
Menos de 1/semana ____ . 1 vez/semana ____ . Más de 1 vez/semana ____

¿Cuántos minutos al día? N° _____

SÓLO MUJERES.

Tiene usted la regla? NO ____ . SI ____.

En caso de no tener el período/la regla de forma regular ¿Con que edad tuvo la última regla/empezó con la menopausia? _____.

La menopausia le vino de forma natural? Es decir NO fue por una operación o tratamiento. NO ____ . SI ____

SI PIENSA EN LA ÚLTIMA SEMANA:

Cuantos bochornos ha tenido AL DÍA: N° _____

De estos bochornos, cuántos son:

-Leves (sensación de calor sin sudor): N° _____

-Moderados (calor y sudor pero NO tiene que dejar lo que estaba haciendo): N° _____

-Severos (calor y sudor que SI tiene que dejar lo que estaba haciendo) : N° _____

¿Se levanta por la noche para ir al baño? NO ____ . SI ____.

En caso afirmativo ¿cuántas veces? N° _____



ANEXO 2.

ESCALA DE EFICACIA EN CAÍDAS – INTERNACIONAL – ESPAÑA
(FES-I-España)

Escala de Eficacia en Caídas- Internacional – España (FES-I-España)				
Nombre				
Ahora nos gustaría hacerle algunas preguntas sobre su preocupación acerca de la posibilidad de caerse. Para cada una de las siguientes actividades, por favor haga un círculo en la que más se acerque a su opinión sobre su preocupación ante la posibilidad de caerse si realizara esta actividad. Por favor, responda pensando como realiza habitualmente la actividad. En el caso de que no realice habitualmente la actividad (por ejemplo, si otra persona le hace las compras), por favor responda mostrando si cree que le preocuparía caerse SI realizara esa actividad.				
	Nada preocupada 1	Un poco preocupada 2	Bastante preocupada 3	Muy Preocupada 4
1. Limpiar la casa (por ejemplo barrer, limpiar el polvo o pasar la aspiradora)	1	2	3	4
2. Vestirse o desvestirse.	1	2	3	4
3. Preparación de comidas sencillas	1	2	3	4
4. Bañarse o ducharse.	1	2	3	4
5. Ir a comprar.	1	2	3	4
6. Sentarse o levantarse de una silla.	1	2	3	4
7. Subir o bajar escaleras.	1	2	3	4
8. Caminar por el barrio.	1	2	3	4
9. Coger algo que está por encima de su cabeza o en el suelo	1	2	3	4
10. Contestar al teléfono antes de que deje de sonar.	1	2	3	4
11. Caminar sobre una superficie resbaladiza (Por ejemplo mojada o helada)	1	2	3	4
12. Visitar a un amigo o a un familiar	1	2	3	4
13. Caminar en lugares concurridos (con multitud de personas).	1	2	3	4
14. Caminar sobre una superficie irregular (con piedras, acera en mal estado)	1	2	3	4
15. Subir o bajar una pendiente o cuesta.	1	2	3	4
16. Acudir a un evento social (servicio religioso, reunión familiar reunión social)	1	2	3	4



ANEXO 3.

TEST DE FLUENCIA FONÉTICA Y SEMÁNTICA DE COWA (Controlled Oral Word Association).

FAS Word Fluency (o Controlled Oral Word Association-COWA) (Guilford, 1967; Guilford & Guilford, 1980; Spreen & Strauss, 1998)

Nombre: _____ Varón [] Mujer [] Fecha: _____
 F. nacimiento: _____ Edad: _____ N. Hª: _____
 Estudios/Profesión: _____ Lateralidad: _____
 Observaciones _____

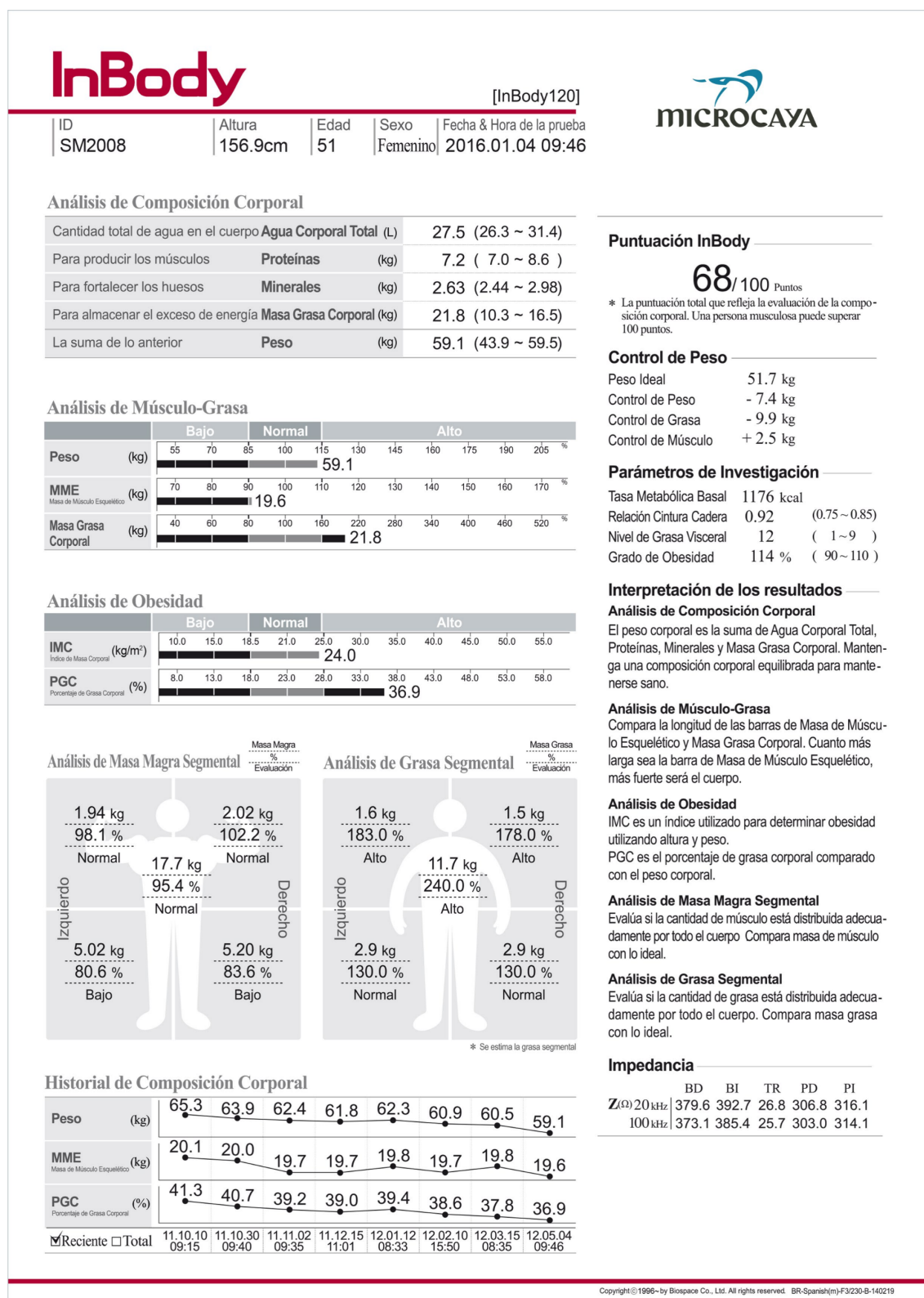
Tiempo límite: ☐ 1 minuto ☐ 1m.30secs.						Tiempo límite: ☐ 1 minuto ☐ 1m.30secs.					
FLUENCIA FONÉTICA (F-A-S): <i>"Quiero saber cuántas palabras conoces que comiencen por la letra F (o A o S) en 1 minuto (ó 1'30"). Puedes comenzar por ejemplo con FLOR (o Alto o Sal), procurando no repetirse. Si dices el singular (flor) no vale el plural (flores) o si nombras el femenino no vale el masculino. También debes procurar evitar los nombres propios (Francisco, Francia, etc.). Empieza cuando quieras."</i>						FLUENCIA SEMÁNTICA (CATEGORÍAS): <i>"Quiero saber cuántas palabras conoces que se refieran a cosas que puedes encontrar en una cocina (o en un supermercado) (o nombres de animales) (o nombres de países) en 1 minuto (ó 1'30"). Puedes comenzar por ejemplo con PLATO (o Arroz,...) (o Perro) (o Italia), procurando no repetirse. Si dices el singular (plato) no vale el plural (platos) o si nombras el femenino no vale el masculino. Empieza cuando quieras."</i>					
F		A		S		Cocina (Supermercado)		Animales		Países	
1. flor	26.	1. alto	26.	1. sal	26.	1. plato	26.	1. perro	26.	1. Italia	26.
2.	27.	2.	27.	2.	27.	2.	27.	2.	27.	2.	27.
3.	28.	3.	28.	3.	28.	3.	28.	3.	28.	3.	28.
4.	29.	4.	29.	4.	29.	4.	29.	4.	29.	4.	29.
5.	30.	5.	30.	5.	30.	5.	30.	5.	30.	5.	30.
6.	31.	6.	31.	6.	31.	6.	31.	6.	31.	6.	31.
7.	32.	7.	32.	7.	32.	7.	32.	7.	32.	7.	32.
8.	33.	8.	33.	8.	33.	8.	33.	8.	33.	8.	33.
9.	34.	9.	34.	9.	34.	9.	34.	9.	34.	9.	34.
10.	35.	10.	35.	10.	35.	10.	35.	10.	35.	10.	35.
11.	36.	11.	36.	11.	36.	11.	36.	11.	36.	11.	36.
12.	37.	12.	37.	12.	37.	12.	37.	12.	37.	12.	37.
13.	38.	13.	38.	13.	38.	13.	38.	13.	38.	13.	38.
14.	39.	14.	39.	14.	39.	14.	39.	14.	39.	14.	39.
15.	40.	15.	40.	15.	40.	15.	40.	15.	40.	15.	40.
16.	41.	16.	41.	16.	41.	16.	41.	16.	41.	16.	41.
17.	42.	17.	42.	17.	42.	17.	42.	17.	42.	17.	42.
18.	43.	18.	43.	18.	43.	18.	43.	18.	43.	18.	43.
19.	44.	19.	44.	19.	44.	19.	44.	19.	44.	19.	44.
20.	45.	20.	45.	20.	45.	20.	45.	20.	45.	20.	45.
21.	46.	21.	46.	21.	46.	21.	46.	21.	46.	21.	46.
22.	47.	22.	47.	22.	47.	22.	47.	22.	47.	22.	47.
23.	48.	23.	48.	23.	48.	23.	48.	23.	48.	23.	48.
24.	49.	24.	49.	24.	49.	24.	49.	24.	49.	24.	49.
25.	50.	25.	50.	25.	50.	25.	50.	25.	50.	25.	50.
Total F+A+S:						Total Cocina/Super+Animales+Países:					

a.e.g. (1999)



ANEXO 4.

INFORME ANÁLISIS COMPOSICIÓN CORPORAL CON INBODY



ANEXO 5.

INFORME A USUARIOS PARTICIPANTES



CENTRO DE ENVEJECIMIENTO
SALUDABLE



Informe sobre la capacidad funcional

Datos identificación

Nombre: _____ Código: CES - 30
 Fecha Nacimiento: 23/06/1946
 Municipio residencia: Málaga Fecha evaluación: 06/04/2022

Valores antropométricos

Altura: 158 cm Peso: 71,5 kg IMC: 28,64
 PCI: 107 cm PCA: 103 cm C/C: 1,04

Valores funcionales

P. Manual D-I-M: 30 - 28 - 29
 Chair Stand test (5rep): 9,56'' 4
 Velocidad marcha (4m): 2,32''
 TUG test: 7,80''
 SPPB: 11
 Fragilidad: Robusto sin limitaciones



Programa ejercicio

D

Observaciones

Los resultados de las pruebas funcionales realizadas lo sitúan como una persona sin limitaciones. Tras valoración antropométrica, se observa un índice cintura-cadera superior a lo recomendado. Se recomienda continuar con una estimulación cognitiva, social y física, siguiendo el programa de entrenamiento D.



PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO FÍSICO MULTICOMPONENTE PARA LA PREVENCIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CAÍDAS EN MAYORES

COMO HACER ESTOS EJERCICIOS

- Para los ejercicios de peso, escoge un peso o cinta que le permita realizar el ejercicio correctamente y sin interrupciones unas 30 veces, pero con el que note que hace un esfuerzo al terminarlo.
- Empezar haciendo 1 serie de 10 repeticiones (es decir, 10 veces los movimientos indicados).
- El objetivo es realizar 3 series de 10 repeticiones.
- Entre ejercicio y ejercicio realiza un descanso entre 1 y 3 minutos.
- Este programa se debería realizar entre 12 y 16 semanas para que fuera efectivo. Cumplido este tiempo, vuelva a medir el valor en el SPPB, su velocidad de marcha y su Riesgo de Caídas. En el caso de que haya mejorado su capacidad puede pasar al siguiente nivel.
- Los ejercicios deben realizarse 2 días a la semana.

A Limitación severa Discapacitado HACIENDO ESTOS EJERCICIOS CONSEGUIRÁS LEVANTARTE DE LA SILLA	A B C D  Levanta los brazos con una botella de agua pequeña agarrada.	A B C D  Estira los brazos por encima de la cabeza. A B C D  Inclina la cabeza a derecha e izquierda.
B Limitación moderada Frágil SI HACES ESTOS EJERCICIOS NOTARÁS UNA GRAN MEJORA	A B C D  Aprieta, con cada mano, una pelota de goma poco a poco hasta que no pueda más. B C D  Flexiona rodillas, como si fueras a sentarte, apoyado en una mesa.	A B C D  Agarra el respaldo de la silla y echa el pecho hacia adelante, hasta que estiren los brazos. B C D  Ponte a la pata coja con los brazos cruzados en el pecho.
C1 C2 Limitación leve Frágil, Pre-frágil EL OBJETIVO DE ESTOS EJERCICIOS ES QUE SIGAS DISFRUTANDO CAMINANDO	B C D  Estira una cinta elástica, enrollada en tus muñecas, abriendo los brazos. B C D  Apoya bien los pies en el suelo y levántese sin apoyarse en los brazos de la silla.	C D  Apóyate en una mesa y ponte a la pata coja agarrándote el pie con el brazo por detrás y manteniendo la otra pierna estirada. C D  Mantenga el equilibrio 10 segundos sobre las puntas de los pies y después sobre los talones.
D Limitación mínima o sin limitación ¡NO TE RELAJES! SI PARAS PUEDES EMPEORAR RÁPIDAMENTE	B C D  Estira una cinta elástica, enrollada en tus muñecas, separando los brazos en diagonal.	D  Camine de puntillas 10 segundos y después de talones. D  Camina en línea recta recogiendo objetos del suelo.

