



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Universitat Autònoma
de Barcelona

TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS
CAMBIOS BIOMECÁNICOS EN EL EQUILIBRIO Y LA
MARCHA EN PERSONAS MAYORES DE 75 AÑOS
RESIDENTES EN LA COMUNIDAD**

Fernanda María Caballero Gómez

DIRECTORES

Dr. Rafael Azagra Ledesma

Dra. Maria Giné Garriga

TUTOR

Dr. Albert Selva O'Callaghan

Programa de Doctorado en Medicina

Departamento de Medicina

Universitat Autònoma de Barcelona

2022

“Empezamos a envejecer cuando dejamos de aprender”

Proverbio japonés

*A mi padre que me acompaña cada día de mi vida,
A mi madre que día a día olvida, pero a quien le debo todo,
A Josep, Miquel, Marc y Marta que son mi felicidad y mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi gratitud a todas aquellas personas e instituciones que han colaborado directa o indirectamente y han hecho posible la realización de esta tesis. En particular,

Al Profesor Rafael Azagra Ledesma, médico especialista en Medicina Familiar y Comunitaria y Farmacología Clínica, profesor de la Facultat de Medicina de la UAB y a la Profesora Maria Giné Garriga de la FPCEE Blanquerna-Universitat Ramon Llull, mis directores de tesis, por haber confiado en mí e iniciarme en el mundo de la investigación, proponiéndome formar parte del equipo de investigación GROIMAP y acompañarme en todo este largo camino, con intensa dedicación y enorme paciencia, hasta hacer realidad la presentación de esta tesis. Han sido unos excelentes maestros.

Al Dr. Oliver Valero Coppin, coordinador del Área de Consultoría del Servei d'Estadística Aplicada de la UAB por su colaboración, su accesibilidad, amabilidad y paciencia.

A la Dra. Rosa M^a Cabanas Valdés, profesora del Departamento de Fisioterapia de la UIC, que me ha acompañado, ayudado, animado y colaborado desinteresadamente en todas las evaluaciones realizadas.

A Esperanza Almansa Galisteo, Silvia Covarrubias Rafegas, Olga Gómez Ayala, Javier Guardado López y Carme Cervera Cuenca del Servei de Medicina Física del Consorci Corporació Sanitària Parc Taulí, así como, a Carlos Clemente Azagra, excelentes fisioterapeutas que han colaborado en la tesis, por sus horas, su interés y su entusiasmo en la investigación.

A todos vosotros por no desfallecer en el camino y acompañarme tarde tras tarde y año tras año. Sin vosotros no habría sido posible llegar hasta aquí.



Al Instituto Universitario IDIAP Jordi Gol, por la financiación económica de parte de esta tesis.

Un agradecimiento muy especial para el Dr. Ramón Cladellas Pros, director del departamento de Psicología Bàsica, Evolutiva i de l'Educació de la UAB, por su excelente, desinteresado e intenso trabajo en el análisis estadístico.

Y muy especialmente a la Dra. Ampar Cuxart Fina, exdirectora del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Universitario de Traumatología y Rehabilitación de la Vall d'Hebrón y profesora de la UAB, por su categoría profesional y humana, por su inestimable apoyo, su ayuda, sus consejos y por su tiempo, horas y horas dedicadas desinteresadamente a mi trabajo y cuya sabiduría está reflejada en esta tesis.

Gracias a todas las personas que han colaborado directa o indirectamente en hacer realidad este sueño y especialmente a los/las participantes.

ABREVIATURAS

AP	Atención Primaria
AVD	Actividades de la vida diaria
BBS	Escala de equilibrio de Berg
BBS®	Biodex Balance System SD
CAP	Centro de Asistencia Primaria
CRD	Cuaderno de Recogida de Datos
CV	Coefficiente de variación
DAP MN	Dirección de Atención Primaria Metropolitana Norte
DS	Desviación estándar
EM	Equipo de monitorización
EV	Esperanza de vida
FP	Fuerza de prensión manual
FP máx	Fuerza de prensión manual máxima
FR	Fall Risk test
GC	Grupo Control
GI	Grupo Intervención
IAP	Índice de estabilidad anteroposterior
ICFSR	International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia
Idescat	Instituto de Estadística de Cataluña
IEG	Índice de estabilidad general
IETF	Intervención específica de terapia física
IMC	Índice de masa corporal
IML	Índice de estabilidad medio lateral
IMU	Unidades de Medición Inercial
INE	Instituto Nacional de Estadística
m-CTSIB	Test de Integración sensorial y equilibrio

m-CTSIB AE	Test de Integración sensorial y equilibrio, ojos abiertos superficie goma espuma
m-CTSIB CE	Test de Integración sensorial y equilibrio, ojos cerrados superficie goma espuma
m-CTSIB AF	Test de Integración sensorial y equilibrio, ojos abiertos superficie firme
m-CTSIB CF	Test de Integración sensorial y equilibrio, ojos cerrados superficie firme
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
OEP	Otago Exercise Program
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
P	Potencia
P máx	Potencia máxima
PF	Pruebas físicas
POMA	Performance Oriented Mobility Assessment
Post	posintervención
ProFaNE	Prevention of Falls Network Europe
RRA	Reducción del riesgo absoluto
RRR	Reducción del riesgo relativo
STS	Sit-to-Stand
TUG	The Timed Up and Go Test
UE	Unión Europea

TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1.	Principales factores de riesgo de caídas	pág. 45
Tabla 2.	VARIABLES de las pruebas físicas principales y secundarias	pág. 72
Tabla 3.	Pruebas físicas e instrumentos de medida	pág. 73
Tabla 4.	Distribución de las estaciones de medición	pág. 74
Tabla 5.	Pruebas realizadas mediante la plataforma BBS®	pág. 88
Tabla 6.	Correspondencia de cuadrantes y zonas	pág. 89
Tabla 7.	Valores de normalidad de la IEG de la plataforma BBS®	pág. 89
Tabla 8.	Población asignada a cada equipo de AP participante, en relación al sexo.....	pág. 101
Tabla 9.	Características antropométricas de la muestra. Los valores se expresan como media y (DS)	pág. 101
Tabla 10.	Análisis descriptivo de las características sociodemográficas de la población basal estudiada	pág. 102
Tabla 11.	Resultados de la FP máx (kg) por sexo y edad.....	pág. 103
Tabla 12.	Resultados FP media (kg) por sexo y edad.....	pág. 103
Tabla 13.	Resultados P máx (w) por edad y sexo.....	pág. 104
Tabla 14.	Resultados P media (w) por edad y sexo.....	pág. 104
Tabla 15.	Resultados del estudio de la marcha en los hombres. Los valores se expresan como media y (DS)	pág. 105
Tabla 16.	Resultados del estudio de la marcha en las mujeres. Los valores se expresan como media y (DS)	pág. 106
Tabla 17.	Coefficiente Beta y p de cada una de las variables independientes	pág. 107
Tabla 18.	Resultados del TUG (s) por edad y sexo. Los resultados se presentan como media, DS y rango	pág. 107
Tabla 19.	Resultados del TUG (s) de cada uno de los 3 intentos por edad y sexo. Los valores se expresan como media y (DS)	pág. 108

Tabla 20.	Resultados de las pruebas de la plataforma BBS® por sexo y edad. Se calcula la media y (DS)	pág. 109
Tabla 21.	Escala de Tinetti y BBS, puntuación subescala del equilibrio, subescala de la marcha y total, por edad y sexo. Se calcula la media y (DS)	pág. 110
Tabla 22.	Contraste de las variables físicas por sexo. Los valores se expresan como media y DS	pág. 111
Tabla 23.	Contraste de las variables físicas entre categorías de edad. Los valores se expresan como media (DS).....	pág. 112
Tabla 24.	Comparaciones de las variables físicas entre categorías de edad	pág. 113
Tabla 25.	Interacción entre el grupo edad y sexo para todas las variables físicas	pág. 114
Tabla 26.	Resultados análisis multivariante entre las variables físicas y categorías de edad y sexo	pág. 115
Tabla 27.	Correlaciones entre variables físicas y edad.....	pág. 116
Tabla 28.	Correlaciones entre variables físicas	pág. 117
Tabla 29.	Distribución normal al 68,26% y al 95,55% de las variables físicas por sexo	pág. 118
Tabla 30.	Contraste de las variables físicas y la edad entre GC y GI. Los valores se expresan como media y (DS).....	pág. 119
Tabla 31.	Resultados de la FP máx (kg) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS)	pág. 120
Tabla 32.	Resultados de la FP media (kg) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS)	pág. 121
Tabla 33.	Resultados de la P máx (w) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS)	pág. 122
Tabla 34.	Resultados de la P media (w) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS)	pág. 123
Tabla 35.	Resultados de la p de modelización de la FP y P	pág. 124
Tabla 36.	Resultados de la valoración de la marcha por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).....	pág. 125

Tabla 37.	Resultados del TUG (s) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).....	pág. 126
Tabla 38.	Resultados de la p de modelización de la cadencia, velocidad, longitud de la zancada y TUG	pág. 128
Tabla 39.	Resultados de la prueba índice de estabilidad por sexo, tiempo, grupo y edad. Los valores se expresan como media y DS.....	pág. 128
Tabla 40.	Resultados del índice del riesgo de caída (FR) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).....	pág. 129
Tabla 41.	Resultado de m-CTSIB por tiempo, grupo y edad en los hombres. Los valores se expresan como media y (DS).....	pág. 132
Tabla 42.	Resultados de m-CTSIB por tiempo, grupo y edad en las mujeres. Se calcula la media y (DS)	pág. 133
Tabla 43.	Resultados de la p de modelización de las pruebas de equilibrio con la plataforma BBS®	pág. 134
Tabla 44.	Resultados de escala de Tinetti y la BBS por sexo, tiempo, grupo y edad. Los valores se expresan por media y (DS).....	pág. 135
Tabla 45.	Resultados de la p de modelización de la escala de Tinetti y BBS	pág. 137
Tabla 46.	Participantes que sufrieron caídas por grupo.....	pág. 138
Tabla 47.	Participantes que sufrieron caídas por sexo y grupo	pág. 138
Tabla 48.	Participantes que sufrieron caídas por categoría de edad y grupo.....	pág. 139
Tabla 49.	Número de caídas por grupo. Se calcula la media (DS) y grupo.....	pág. 139
Tabla 50.	Participantes que sufrieron caídas en domicilio por grupo.....	pág. 139
Tabla 51.	Participantes que sufrieron fracturas por grupo.....	pág. 140
Tabla 52.	Participantes que sufrieron fracturas por sexo y grupo	pág. 140
Tabla 53.	Participante que sufrieron fracturas por categoría de edad y grupo	pág. 141
Tabla 54.	Participantes que precisaron asistencia en un CAP, urgencias hospitalarias y/o ingresos hospitalarios por grupo	pág. 141
Tabla 55.	Participantes que sufrieron caídas y que precisaron asistencia en un CAP, en urgencias hospitalarias y/o ingreso hospitalario por grupo.....	pág. 141
Tabla 56.	Participantes que precisaron tratamiento de rehabilitación por grupo.....	pág. 142

Tabla 57. Participantes con miedo a caer por grupo.....	pág. 142
---	----------

Figuras

Figura 1. Proyecciones de población por sexo y edad en España, 2018-2068.....	pág. 24
Figura 2. Representación del ciclo de la marcha y sus fases	pág. 31
Figura 3. Velocidad de marcha y su vinculación con dependencia, hospitalización, necesidades de rehabilitación, destinos al alta hospitalaria y categoría de deambulación.....	pág. 34
Figura 4. Diagrama de flujo de las personas participantes	pág. 68
Figura 5. Organigrama de las evaluaciones de las pruebas físicas	pág. 73
Figura 6. Dinamómetro Digital Jamar® Plus +	pág. 75
Figura 7. Encoder lineal Chronojump®.....	pág. 77
Figura 8. Encoder conectado al software	pág. 77
Figura 9. Colocación del encoder lineal Chronojump®	pág. 77
Figura 10. Registro y resultados del encoder lineal Chronojump®.....	pág. 78
Figura 11. BTS G-SENSOR 2	pág. 79
Figura 12. Aparataje completo para estudio de la marcha.....	pág. 79
Figura 13. Registro de la persona participante en estudio de la marcha.....	pág. 80
Figura 14. Colocación del cinturón y sensor a nivel L5	pág. 81
Figura 15. Recorrido establecido, 10 m	pág. 81
Figura 16. Señalización del final de recorrido	pág. 81
Figura 17. Prueba de la marcha.....	pág. 82
Figura 18. Registro de la prueba de la marcha con el G-SENSOR 2	pág. 82
Figura 19. Resultados estudio de la prueba de marcha con el G-SENSOR 2.....	pág. 83
Figura 20. Recorrido del TUG	pág. 85
Figura 21. Plataforma BBS®	pág. 85
Figura 22. Colocación en la plataforma BBS®	pág. 87
Figura 23. Registro de los ángulos de pie y talón	pág. 87
Figura 24. Colocación de los pies en la plataforma BBS®	pág. 87

Figura 25. Diagrama de registro del índice de estabilidad.....	pág. 89
Figura 26. Resultados del índice de estabilidad.....	pág. 89
Figura 27. Prueba de Riesgo de caída (FR)	pág. 90
Figura 28. Valores de normalidad del Riesgo de caída (FR)	pág. 90
Figura 29. Resultados de la prueba del Riesgo de caída (FR)	pág. 90
Figura 30. Valores de normalidad de la prueba m-CTSIB	pág. 92
Figura 31. Resultado de la prueba m-CTSIB	pág. 92
Figura 32. Ejercicios de la fase inicial	pág. 94
Figura 33. Ejercicios de fuerza con y sin pesos	pág. 95
Figura 34. Ejercicios de equilibrio.....	pág. 95
Figura 35. Fase final, ejercicios de estiramientos	pág. 96
Figura 36. Celebración grupal de finalización del programa de ejercicios.....	pág. 98
Figura 37. Resultados de la FP máx (kg) por categoría de edad y sexo	pág. 103
Figura 38. Resultados de la P máx (w) por categoría de edad y sexo.....	pág. 104
Figura 39. Velocidad (m/s) de marcha por categoría de edad y sexo	pág. 106
Figura 40. TUG por categoría de edad y sexo	pág. 108
Figura 41. FP máx (kg) por edad, tiempo y grupo en hombres	pág. 121
Figura 42. FP máx (kg) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 121
Figura 43. FP media (kg) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 122
Figura 44. FP media (kg) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 122
Figura 45. P máx (w) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 123
Figura 46. P máx (w) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 123
Figura 47. P media (w) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 124
Figura 48. P media (w) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 124
Figura 49. Velocidad (m/s) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 126
Figura 50. Velocidad (m/s) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 126
Figura 51. TUG (s) por edad, tiempo y grupo en hombres	pág. 127
Figura 52. TUG (s) por edad, tiempo y grupo en mujeres	pág. 127

Figura 53. IEG (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 129
Figura 54. IEG (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres	pág. 129
Figura 55. FR (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 130
Figura 56. FR (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 130
Figura 57. m-CTSIB AF (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 130
Figura 58. m-CTSIB CF (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 130
Figura 59. m-CTSIB AE (°) por edad, tiempo y grupo en hombres	pág. 131
Figura 60. m-CTSIB CE (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 131
Figura 61. m-CTSIB AF (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 131
Figura 62. m-CTSIB CF (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres	pág. 131
Figura 63. m-CTSIB AE (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 131
Figura 64. m-CTSIB CE (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.....	pág. 131
Figura 65. Escala Tinetti por edad, tiempo y grupo en hombres	pág. 136
Figura 66. Escala Tinetti por edad, tiempo y grupo en mujeres	pág. 136
Figura 67. BBS por edad, tiempo y grupo en hombres.....	pág. 136
Figura 68. BBS por edad, tiempo y grupo en mujeres	pág. 136

ÍNDICE

RESUMEN	17
SUMMARY	19
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1. ENVEJECIMIENTO.....	21
1.1.1. Definición.....	21
1.1.2. Epidemiología	22
1.1.3. Importancia del envejecimiento	24
1.1.4. Modelos de envejecimiento.....	25
1.1.5. Cambios físicos y funcionales en el envejecimiento.....	26
1.1.5.1. Fuerza y envejecimiento.....	27
1.1.5.2. Marcha y envejecimiento	30
1.1.5.3. Equilibrio y envejecimiento	35
1.1.6. Actividad física, ejercicio físico y envejecimiento.....	38
1.2. CAÍDAS	40
1.2.1. Definición.....	40
1.2.2. Prevalencia de las caídas y sus consecuencias	41
1.2.3. Factores de riesgo de caídas	44
1.2.4. Valoración del riesgo de caídas.....	48
1.2.5. Intervenciones para la prevención de caídas en personas mayores	54
1.2.5.1. Tipos de Intervenciones para la prevención de caídas	54
1.2.5.2. El ejercicio físico en personas mayores	55
1.2.5.3. Programa de ejercicios OTAGO	57
2. JUSTIFICACIÓN	61
3. HIPOTESIS	63
4. OBJETIVOS	63
4.1. Objetivo principal.....	63
4.2. Objetivos secundarios	63
5. MATERIAL Y MÉTODOS	65
5.1. Diseño del estudio	65
5.2. Ámbito de estudio	65
5.3. Criterios de inclusión	66
5.4. Criterios de exclusión.....	66
5.5. Muestra.....	67
5.6. Equipo de intervención específica de terapia física	69
5.7. Variables	70
5.8. Evaluación de las pruebas físicas	73

5.9. Instrumentos de medida	75
5.10. Intervención: programa de ejercicios	93
5.11. Métodos estadísticos	99
6. RESULTADOS	101
6.1. Análisis I	101
6.1.1. Características de la muestra basal.....	101
6.1.2. Resultados de la evaluación de la fuerza muscular de la muestra basal.....	102
6.1.3. Resultados de la evaluación de la marcha de la muestra basal.....	105
6.1.4. Resultados de la evaluación del equilibrio de la muestra basal.....	108
6.2. Análisis II	119
6.2.1. Resultados de la evaluación de la fuerza muscular, posintervención.....	120
6.2.2. Resultados de la evaluación de la marcha, posintervención.....	125
6.2.3. Resultados de la evaluación del equilibrio, posintervención.....	128
6.3. Análisis III.....	137
7. DISCUSIÓN	143
7.1. Discusión análisis I.....	143
7.2. Discusión del análisis II i III	154
7.3. Limitaciones y fortalezas	168
8. CONCLUSIONES	171
9. LÍNEAS DE FUTURO	173
10. BIBLIOGRAFÍA	175
11. ANEXOS	195
11.1. Anexo I. Escala de Tinetti	195
11.2. Anexo II. Escala de equilibrio de Berg	197
11.3. Anexo III. Financiación.....	198
11.4. Anexo IV. Registro Clinical Trials	199
11.5. Anexo V. Aprobación CEIC	200
11.6. Anexo VI. Test de Pfeiffer	201
11.7. Anexo VII. Certificado de Aptitud del OEP	202
11.8. Anexo VIII. CRD	203
11.9. Anexo IX. Folleto de ejercicios.....	207
11.10. Anexo X. Índice de Barthel.....	210
11.11. Anexo XI. Escala de Lawton y Brody.....	211
11.12. Anexo XII. Folleto informativo	212

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la efectividad de una intervención basada en el Programa de ejercicios OTAGO en formato grupal durante 6 semanas, para mejorar la fuerza, la marcha y el equilibrio en personas mayores, residentes en la comunidad.

Metodología: Ensayo clínico aleatorizado controlado con 196 participantes en el grupo intervención (GI) y 205 en el grupo control (GC) entre 75 y 90 años, reclutados en Centros de Atención Primaria, excluyendo las personas con demencia, ceguera, amputados y/o intervenidos quirúrgicamente de miembros inferiores en los 6 meses previos, neoplasias activas, institucionalizadas o incluidas en programas de atención domiciliaria, así como aquellas con ejercicio físico contraindicado. Al inicio, a los 3 y 12 meses posintervención se evaluó la fuerza de prensión manual (FP) con un dinamómetro Jamar®, la potencia (P) de las extremidades inferiores con un encoder lineal Chronojump®, la marcha con el sensor BTS G-Walk® y el Timed Up-and-Go test (TUG), así como el equilibrio con la plataforma Biodex Balance System®, la escala de Tinetti y la de equilibrio de Berg. Simultáneamente se realizó una monitorización telefónica trimestral de las caídas y sus consecuencias.

Resultados: Se analizaron las pruebas físicas de 401 participantes a nivel basal (55,1% mujeres, edad media 80,7 años), de 237 a los 3 meses y 127 a los 12 meses y los datos en relación a las caídas de 393 personas. La edad se correlaciona significativamente ($p < 0,05$) con todas las variables físicas excepto con el índice de riesgo de caída (FR) y con el test de integración sensorial y equilibrio modificado en superficie goma espuma con ojos cerrados (m-CTSIB CE). Las mujeres obtuvieron valores inferiores a los hombres en todas la PF. La intervención consigue una mejora significativa ($p = 0,02$) del equilibrio a los 3 meses en los hombres, evaluado mediante la escala de Tinetti. Los hombres del GI, mejoran significativamente ($p < 0,05$) el equilibrio evaluado con el FR a los 3 meses y el m-CTSIB CE a los 12 meses, así como, la FP, la velocidad de la marcha y la longitud de la zancada, aunque estas últimas sin significación estadística. Las mujeres del GI mejoran significativamente el equilibrio ($p = 0,01$) evaluado con la escala de Tinetti y el FR a los 3 meses ($p = 0,04$) y el m-CTSIB CE y la zancada a los 12 meses ($p = 0,01$). En ambos sexos no se observó mejora de la P y del TUG. En el GI, la tasa de caídas es significativamente inferior ($p < 0,05$) en las mujeres y en la categoría de edad de 80-84 años. La tasa de fracturas es significativamente menor ($p < 0,05$) en ambos sexos y en la categoría de 80-84 años, así como, el uso del recurso asistencial de rehabilitación ($p < 0,001$) y del miedo a caer ($p < 0,001$).

Conclusiones: El programa de ejercicios mejora significativamente el equilibrio en los hombres a los 3 meses y ejerce también una tendencia a la mejora en la FP, la velocidad de la marcha, la cadencia y la longitud de la zancada sin ser significativo. En las mujeres esta tendencia favorable se produce en el equilibrio, la velocidad de la marcha y la longitud de la zancada sin ser

significativa. A los 12 meses se consigue una menor pérdida, no significativa, de la FP, la marcha y el equilibrio en ambos sexos. Una mayor edad se correlaciona significativamente con todas las variables físicas excepto el FR y el m-CTSIB CE. Los hombres obtienen puntuaciones significativamente superiores a las mujeres excepto en la cadencia de la marcha y algunas pruebas de equilibrio. La intervención disminuye significativamente la tasa de caídas en las mujeres y en la categoría de edad de 80-84 años, así como sus consecuencias.

Palabras clave: Ejercicios OTAGO, caídas, equilibrio, fuerza, marcha, personas mayores.

SUMMARY

Objective: To evaluate the effectiveness of a group-based 6-week intervention based on the OTAGO Exercise Program, to improve strength, mobility, gait and balance parameters in community-dwelling older adults.

Methodology: A randomized controlled clinical trial with 196 participants in the intervention group (IG) and 205 in the control group (CG), community-dwelling older adults 75 to 90 years old, recruited in Primary Care Centres, excluding dementia, blindness, amputees and/or lower limb surgery 6 months previous, active neoplasms, institutionalized or included in home care program, as well as those with contraindication of physical exercise. At baseline, at 3 and 12 months after the end of the intervention, grip strength was evaluated with a Jamar® dynamometer, power (P) of the lower extremities with a Chronojump® linear encoder, gait with the sensor BTS G-Walk® and the Timed Up-and-Go test (TUG), balance with the Biodex Balance System® platform, the Tinetti scale and the Berg balance scale. Simultaneously, a once every three months telephone monitoring of the falls and consequences was carried out.

Results: At baseline, 401 participants were analysed with physical tests (55.1% women, mean age 80.7 years), 237 at the 3 months follow-up, 127 at 12-month follow up, and 393 participants were monitored for falls. Age was significantly correlated ($p<0.05$) with all physical variables except for the Fall Risk test (FR) and the sensory integration balance test with eyes closed and unstable surface (m-CTSIB CE). Women obtained lower values than men in all physical tests. The intervention achieved significant improvements ($p=0.02$) in balance at post-intervention in men, evaluated using the Tinetti scale. Male participants in the IG significantly improved ($p<0.05$) balance evaluated with the FR at 3 months and the m-CTSIB CE at 12 months follow up, as well as grip strength, gait speed and stride length, although without statistical significance. Women in the IG significantly improved balance ($p=0.01$) evaluated with the Tinetti scale and the FR at 3 months ($p=0.04$) and the m-CTSIB CE and stride length at 12 months ($p=0.01$) follow up. No improvements in P and TUG score were observed in both sexes. The rate of falls was significantly lower ($p<0.05$) in the IG, with this decrease being significant in women and in the age category of 80-84 years. In the same group, the rate of fractures numbers was significantly lower ($p<0.05$) in both sexes and in the 80-84 years-old category, as well as the use of rehabilitation assistance resource ($p<0.001$) and fear of falling ($p<0.001$).

Conclusions: The exercise program significantly improves balance in men at 3 months and has a tendency to improve grip strength, gait speed, cadence and stride length without being significant. In women, this favourable trend occurs in balance, gait speed and stride length without being significant. At 12 months follow-up, in both sex, grip strength, gait and balance achieve less loss, not significant. Older age is significantly correlated with all physical variables except the FR and

m-CTSIB CE. Men obtained significantly higher scores than women except in gait speed, cadence and some balance test. The intervention is also effective in reducing falls in women and in the 80-84 years-old category, as well as their consequences.

Keywords: OTAGO exercise, falls, balance, strength, gait, older adult.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ENVEJECIMIENTO

1.1.1. Definición

Entendemos el envejecimiento como un proceso fisiológico a lo largo del ciclo vital de una persona, que acontece desde el nacimiento hasta la muerte¹. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)², desde un punto de vista biológico, el envejecimiento es la consecuencia de la acumulación a lo largo del tiempo de una gran variedad de daños moleculares y celulares, que causa un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, un aumento del riesgo de enfermedad, y finalmente la muerte. Sin embargo, los cambios no son lineales ni uniformes, y su vinculación con la edad cronológica es relativa.

En realidad, es un fenómeno multifactorial, multidimensional y no solo cronológico, que involucra todas las dimensiones de la vida humana en el que se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social.

Lo deseable es que forme parte del proceso natural de la vida y que se disfrute de un envejecimiento activo y saludable. Sin embargo, puede ocurrir que este proceso natural se vea alterado provocando un envejecimiento denominado patológico. Por ello es importante conocer cuáles son los factores de riesgo responsables del envejecimiento patológico, para poder prevenirlos.

Las personas que están envejeciendo se encuentran en la etapa de la vida definida socialmente como “vejez”. La “vejez” es un estado de la vida, y el “envejecimiento” un proceso que sucede a lo largo del ciclo vital³. Es la última etapa de la vida, en la que el individuo ha alcanzado su máxima expresión de relación con el mundo; y ha llegado a la madurez total por el acúmulo de experiencias adquiridas durante los momentos e instantes disfrutados¹.

A las personas que están en esta etapa de la vida se las denomina habitualmente como ancianos(as), viejos(as), adultos(as) mayores; siendo este último término más adecuado que los anteriores al no tener una connotación peyorativa. Si bien, es a partir de La Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento de Madrid, en 2002, que se utiliza el término de *personas mayores* para denominar a la población que está en la etapa de la vejez, por ser un término objetivo y neutral, que transmite una imagen en positivo del envejecimiento; aspecto esencial del Plan de Acción Internacional sobre el Envejecimiento de 2002.

La consideración del inicio de la vejez ha variado en las diferentes épocas de la historia y en las distintas culturas, dependiendo en gran medida de la esperanza de vida de los miembros de una sociedad. En la Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento de Viena de 1982 se acordó considerar como ancianos a la población a partir de los 60 años.

La OMS (2010) establece una clasificación demográfica y denomina a las personas de 60 a 74 años como adulto mayor o anciano joven; de 75 a 90 años como viejas o ancianas, y los mayores de 90 años como grandes viejos o grandes longevos. Así, al individuo mayor de 60 años se le denomina de forma indistinta persona de tercera edad o adulto mayor³.

La Convención Interamericana sobre Derechos Humanos en las Personas Mayores define como “persona mayor” en su artículo 2º, las personas de ≥ 60 años⁴.

En el caso de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), así como en distintos estudios, se considera “persona mayor” a las personas de más de 60 años. En la Unión Europea (UE), sin embargo, se la considera a partir de los 65 años⁵. En España, también se considera que la persona mayor lo es a partir de los 65 años, por corresponder con la edad de jubilación³.

1.1.2. Epidemiología

El tamaño y la composición por edades de una población se determinan por tres procesos demográficos simultáneos: la fertilidad, la mortalidad y la migración. La ONU publicó, en 2019, el informe de Perspectivas de la Población Mundial en el que confirmó que la población mundial está envejeciendo debido al aumento de la esperanza de vida al nacer y la disminución de los niveles de fecundidad⁶.

La esperanza de vida (EV) se considera un indicador que refleja el nivel de salud, social, económico y sanitario de un lugar concreto. A nivel mundial, se espera que la EV al nacer, que pasó de 64,2 años en 1990 a 72,6 años en 2019, aumente de forma importante, alcanzando los 77,1 años en 2050. También se prevé que la tasa global de fecundidad, que disminuyó de 3,2 nacimientos por mujer en 1990 a 2,5 en 2019, decrezca aún más, alcanzando 2,2 nacimientos por mujer en 2050⁶.

La EV en España, está entre las más altas de la UE y del mundo. En 2017, la EV al nacer en España era de 83,3 años (80,4 en los hombres y de 86,0 en mujeres), siendo la EV a los 65 años⁷. El Instituto Nacional de Estadística (INE) calcula que la EV en España al nacimiento alcanzaría los 82,9 años para los hombres y los 87,7 para las mujeres en el año 2033, con una ganancia respecto al año 2019 de 2,4 y 1,9 años respectivamente. En 2067 los valores alcanzarían los 86,4 años para los hombres y los 90,8 años para las mujeres. Lógicamente a medida que aumenta la edad la EV disminuye, siendo la EV a los 65 años en el año 2017 de 21,4 años (19,3 años en los hombres y 23,3 en mujeres). Estas cifras se incrementarían en 2033 hasta los 20,8 y 24,4 años respectivamente⁸.

El Instituto de Estadística de Cataluña (Idescat) recoge que la EV en 2017 en la UE es de 80,9 años, en España de 83,4 y en Cataluña de 83,5 años (80,7 años para los hombres y 86,2 años para las mujeres). En 2030 la EV de vida en Cataluña se situará en 83,2 años para los hombres y 88

para las mujeres. El INE en 2018 publica que en Cataluña la EV es de 83,89 siendo de 81,08 para los hombres 86,56 para las mujeres⁹.

El informe mundial de envejecimiento y salud de la OMS de 2015, destaca que entre los años 2015 y 2050, el porcentaje de habitantes del planeta mayores de 60 años casi se duplicará y pasará de 1.000 a 2.000 millones (del 12% al 22%)¹⁰. En 2020, por primera vez en la historia, las personas de 60 años superan a los niños de menos de 5 años. En 2017, una de cada ocho personas tenía 60 años de edad o más, mientras que en 2030 será una de cada seis personas y, en 2050, una de cada cinco¹¹.

El ritmo del envejecimiento se está acelerando, aumentando la proporción de personas mayores en la mayoría de países¹¹. Los países de la UE con mayor número de personas mayores en el año 2017 eran Alemania (17,5 millones), Italia (13,5), Francia (12,9), Reino Unido (11,9) y España (8,8). En cifras relativas el orden cambia y son Italia (22,3%), Alemania (21,2%), Grecia (21,5%) y Portugal (21,1%) los países más envejecidos, mientras que España se encuentra ligeramente por debajo de la media de la UE (19,4%)⁶.

En España, el Ministerio de Sanidad en 2014¹² publica que las proyecciones de población muestran un continuo proceso de envejecimiento, al que contribuyen el descenso de natalidad y los saldos migratorios negativos. Se prevé que para el año 2052, el 37% de la población española serán personas mayores y, si se mantienen las cifras actuales, la tasa de dependencia se situará en torno al 100% (es decir, por cada persona en edad de trabajar habrá otra potencialmente dependiente por ser menor de 16 años o mayor de 64). Asimismo, el segmento de población que más aumentará en los próximos años es el de los mayores de 80 años que pasarán de los 2,4 millones en 2012 a los 6,2 millones en 2050. Este fenómeno, denominado “envejecimiento del envejecimiento” es, además, predominantemente femenino, ya que las mujeres representaran el 60% del total.

Según los datos publicados el 22 de enero de 2019 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), a 1 de enero de 2018 había 8.908.151 personas mayores, un 19,1% sobre el total de la población (46.722.980). En 2068 se prevén más de 14 millones de personas mayores, que representaría un 29,4% del total de la población española que alcanzaría los 48.531.614 habitantes. En la figura 1 se representan las proyecciones de la población desde 2018 a 2068. Cataluña, Andalucía, y Madrid son las comunidades con mayor proporción de personas mayores superando el millón cada una. En Cataluña el porcentaje de personas mayores en 2018, representa el 18,7% de su población¹³. Idescat prevé que la población de 65 años seguirá aumentando y pasará de 1,417 millones en el 2018 a 1,785 millones en el 2030, mientras que la población de mayores de 80 años, pasará de 460.000 habitantes en el 2018, a 567.000 el 2030 y 1.173.000 en el 2060⁹.

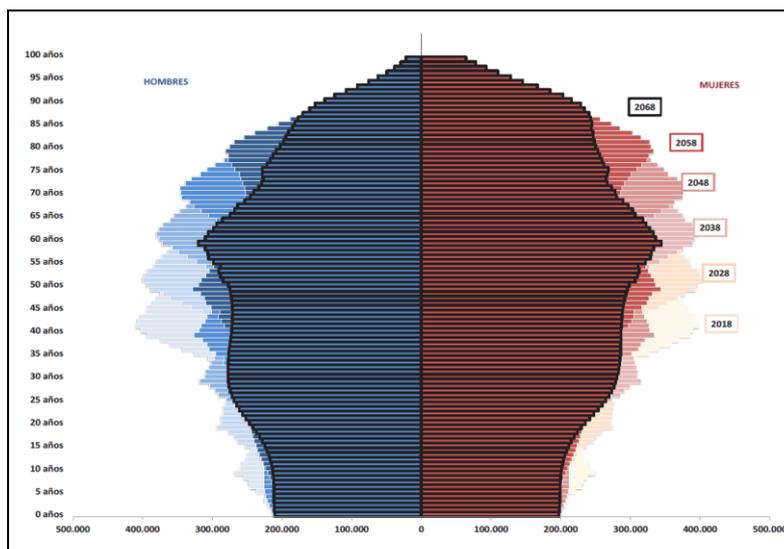


Figura 1. Proyecciones de población por sexo y edad en España, 2018-2068

Fuente: INE: Proyecciones de población 2018-2068. Consulta en febrero de 2020¹³.

1.1.3. Importancia del envejecimiento

El envejecimiento de la población es, ante todo y, sobre todo, una historia del éxito de las políticas de salud pública, así como del desarrollo social y económico. Es un fenómeno global ya que afecta a toda la población mundial y tiene enormes consecuencias económicas, sociales y políticas.

En 1982, en Viena, la Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento, convocada por la ONU, adoptó el Plan de Acción Internacional sobre el envejecimiento. Este es el primer instrumento base, para la formulación de políticas y programas sobre el mismo¹⁴. En la Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento de Madrid en 2002, se redactaron dos documentos clave: la Declaración Política y el Plan de Acción Internacional sobre el Envejecimiento. En ambos documentos los gobiernos se comprometían a diseñar y ejecutar medidas para afrontar los retos que plantea el envejecimiento.

Se propone un cambio de actitud, de políticas y de prácticas a todos los niveles para aprovechar el enorme potencial de las personas mayores en el siglo XXI. Desde su aprobación, ha guiado la preparación de políticas y programas a nivel nacional, ha inspirado la formulación de planes nacionales y regionales, y ha proporcionado un marco internacional de diálogo en relación al envejecimiento¹⁵.

El aumento de la EV de la población es uno de los mayores triunfos de la humanidad y también unos de los mayores desafíos¹⁶. Es un motivo de preocupación internacional y constituye un reto para la sociedad, que debe adaptarse y proporcionar los recursos para que este aumento de años vividos se acompañe de la mejor salud y calidad de vida posible que permita su participación social y su seguridad^{12,17}.

1.1.4. Modelos de envejecimiento

Desde los años 60 del siglo pasado, se han propuesto varios modelos de envejecimiento. El desarrollo de los diferentes modelos incluye una toma de conciencia del envejecimiento de la población y de la necesidad de realizar intervenciones para lograr un envejecimiento con salud y buena calidad de vida. Por un lado, están los modelos de tradición europea que hablan sobre el envejecimiento activo y saludable, y los modelos de tradición estadounidense que hablan de envejecimiento con éxito. En los últimos años se empiezan a difundir nuevos modelos con enfoques holísticos para envejecer con dignidad¹⁸.

Entre los modelos propuestos, destacamos:

- i) El **envejecimiento exitoso**. Las primeras referencias son Havighurst en 1961 y el modelo de Rowe y Kahn¹⁹, que consta de 3 componentes: una baja probabilidad de enfermar y de presentar discapacidad, un alto funcionamiento cognitivo y físico, y un alto compromiso con la vida que incluye el mantenimiento de las relaciones interpersonales y la participación en actividades significativas^{1,18,20}.
- ii) El **envejecimiento saludable**, propuesto por la OMS (1998) y definido como “el proceso de fomentar y mantener la capacidad funcional que permite el bienestar en la vejez”¹¹. Esta capacidad funcional viene determinada por la capacidad intrínseca de la persona, los entornos en los que vive y la relación entre ambos. Se consigue adoptando desde edades tempranas hábitos de vida saludables y prevención de algunas enfermedades¹.
- iii) El **envejecimiento activo**, propuesto por la OMS englobando al concepto anterior, al tener en cuenta además de indicadores de salud, aspectos psicológicos, sociales y económicos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida en el proceso de envejecimiento^{1,5,18,21}. El envejecimiento activo permite a las personas alcanzar su potencial de bienestar físico, social y mental a lo largo de todo su ciclo vital y participar en la sociedad de acuerdo con sus necesidades, deseos y capacidades, mientras que ésta les proporciona protección, seguridad y cuidados adecuados cuando precisan asistencia⁵. El objetivo es mantener la autonomía a medida que se envejece¹².

En Junio de 2010, el Consejo de la UE propuso a la Comisión Europea que el envejecimiento activo se situará en un lugar prioritario de la agenda política, para elaborar un marco de acción estratégico en el que se apoyaran nuevas iniciativas y asociaciones sobre el envejecimiento activo, digno y saludable²². En 2012 la OMS en el marco de la 65ª Asamblea Mundial de la Salud dictó la “Estrategia y plan de acción sobre Envejecimiento Saludable en Europa 2012-2020”²³, cuya línea prioritaria de acción para lograr un envejecimiento saludable es la promoción de la actividad física y la prevención de las caídas, estableciendo la década 2021-2030 como la “Década del Envejecimiento Saludable”¹¹.

España ha alcanzado una de las EV más alta del mundo, pero otros países de nuestro entorno nos aventajan en la EV con buena salud o libre de enfermedad. Una elevada EV, no implica necesariamente que todos los años de vida se goce de buena salud. Los indicadores de salud, publicados por el Ministerio de Sanidad en 2020⁷ reflejan que, si bien en España la EV en 2017 era de 83,3 años, los años de vida saludable son bastantes menos. Se calcula que esta misma población vivirá unos 20,1 años con algún grado de limitación de actividad (16,5 años en hombres y 23,5 años en mujeres). En España en 2017 “el promedio de años que se esperan sean vividos en mala salud era de 22,4 años”⁷ (18,5 años en hombres y de 26,1 en mujeres). Estos datos reflejan que las mujeres viven más años, pero con peor salud percibida.

“La buena salud añade vida a los años”¹¹ y es uno de los signos fundamentales de una sociedad económica y socialmente próspera, y por ello conseguir años de vida libres de discapacidad tiene que ser uno de los objetivos para nuestra sociedad.

1.1.5. Cambios físicos y funcionales en el envejecimiento

El envejecimiento se caracteriza por la pérdida de capacidades físicas, cognitivas y funcionales, disminuyendo su plasticidad o capacidad de adaptación al entorno²⁴. El proceso de envejecimiento produce un cambio constante a lo largo de toda la vida, conduciendo a una disminución progresiva de la capacidad del organismo para resistir el estrés, los daños y las enfermedades. La forma de envejecer dependerá del estilo y hábitos de vida de cada persona, de su capacidad de adaptación y de las respuestas a las exigencias orgánicas y del entorno²⁵.

Con el paso de los años se producen cambios fisiológicos ligados al propio envejecimiento. Los primeros cambios, que pueden afectar a la movilidad de la persona, son de tipo antropométrico causado por la disminución de la talla y el aumento de peso corporal. Se produce un deterioro progresivo del sistema cardiovascular causando una reducción de la potencia aeróbica y una mayor fatigabilidad por lo que disminuye la capacidad de trabajo o actividad. A nivel respiratorio aparecen alteraciones anatómicas y funcionales responsables de la disminución de la capacidad ventilatoria²⁵. El sistema neuromuscular se ve afectado por cambios estructurales y funcionales que conducen a una desaceleración general de su rendimiento favoreciendo un mayor riesgo de caída. A todo ello se suman cambios a nivel cognitivo y emocional.

La capacidad funcional se reduce anualmente entre el 1 y el 2%. El sedentarismo acelera esta pérdida²⁶. La independencia funcional requiere la interacción compleja de distintos factores que abarcan dominios fisiológicos, psicológicos, sociales, ambientales y de estado de salud²⁷. La marcha es el parámetro de capacidad física más evaluado en las personas mayores conjuntamente con el equilibrio y la fuerza.

1.1.5.1. Fuerza y envejecimiento

La fuerza muscular es la capacidad de la musculatura para generar la aceleración o deformación de un cuerpo, mantenerlo inmóvil o frenar su desplazamiento, así como la capacidad de vencer una resistencia. Es considerada como la cualidad física más importante ya que es la base de otras cualidades como la resistencia, velocidad y flexibilidad. La fuerza muscular forma parte importante en el desempeño óptimo de las actividades de la vida diaria y por esta razón, su déficit está fuertemente vinculado al rendimiento funcional de la persona mayor^{24,28}.

La fuerza muscular, así como la masa muscular disminuyen con los años. Se estima que la pérdida de fuerza puede ser de un 12-15% por cada década de la vida. Los cambios a nivel de la función muscular causan una pérdida del 30 al 40% de la masa muscular entre los 30 y 80 años^{25,29}. La debilidad muscular, a menudo, se debe al desacondicionamiento por falta de actividad física, por el reposo prolongado, o bien por enfermedades agudas o crónicas³⁰. La prevalencia de debilidad detectable en extremidades inferiores varía hasta un 57% entre los residentes en la comunidad y más del 80% entre los individuos institucionalizados.

Rosenberg en 1997, propone el concepto de sarcopenia para referirse a la pérdida involuntaria de masa muscular esquelética relacionada con la edad. The International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR) la define como una enfermedad musculoesquelética asociada a la edad, en la que destaca la pérdida de masa muscular y de su función. Su prevalencia aumenta con la edad, siendo en la población mayor de 65 años de un 6-22%³¹. Aunque se trata de un proceso biológico natural asociado al envejecimiento es en realidad el resultado de una combinación de causas genéticas, fisiológicas y ambientales. La inactividad física y el desuso muscular son el principal factor de riesgo al promover la pérdida de masa muscular. The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2) en su última actualización en 2018 considera que la sarcopenia es probable, si existe baja fuerza muscular y se confirma el diagnóstico si a esto se le añade la comprobación de baja cantidad/calidad muscular. La sarcopenia se asocia a un mayor riesgo de caídas, fracturas, pérdida de funcionalidad e independencia, mayor probabilidad de institucionalización, mayor reducción de la calidad de vida y mayor mortalidad; algunos estudios además la asocian con enfermedades cardiovasculares, respiratorias y deterioro cognitivo³². Los programas de ejercicio físico sobre todo si incluyen entrenamiento de fuerza y resistencia han demostrado ser efectivos para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Esta intervención debe durar como mínimo 3 meses para poder lograr un impacto en la función muscular³¹.

La fuerza muscular es considerada actualmente, la medida más fiable para la valoración de la función muscular³². La ICFSR recomienda como herramientas diagnósticas la valoración de la fuerza de prensión manual y la velocidad de la marcha³¹.

La fuerza de prensión manual (FP) es la expresión de la acción sinérgica de la musculatura flexora de los dedos. Esta fuerza aumenta desde la infancia logrando un pico de máxima fuerza entre los 30 y los 50 años, para luego disminuir gradualmente con la edad. Se han descrito valores medios más bajos en las mujeres, así como diferencias de hasta un 10% entre ambas manos con una puntuación superior de la mano dominante. Su medición tiene validez predictiva asociándose sus valores bajos con riesgo de caídas, discapacidad, deterioro de la calidad de vida, mayor estancia hospitalaria y aumento de la mortalidad^{24,33}.

Bassey et al.³⁴ midieron la fuerza de prensión manual máxima (FP máx) de ambas manos con un total de tres repeticiones mediante dinamómetro en 920 personas mayores de 65 años residentes en la comunidad y lo repitieron en 620 supervivientes 4 años después, obteniendo que la mano derecha era 10% más fuerte que la izquierda y que los hombres tenían el doble de fuerza que las mujeres. Los resultados a los 4 años mostraron una disminución de la fuerza en un 12% para los hombres y en un 19% para las mujeres, pérdidas relacionadas con la edad. También se observó una disminución significativa de la actividad habitual y del estado de salud; y en las mujeres de la masa corporal y de la salud psicológica.

Bohannon, en una revisión publicada en 2019³⁵, propone considerar la FP como un biomarcador del envejecimiento, como un signo vital³⁶⁻³⁸. Si bien la FP no se puede considerar como un indicador de la fuerza global, puede proporcionar información de la resistencia general si se asocia a la medida de la fuerza de extremidades inferiores. Puede considerarse un biomarcador predictivo de resultados específicos como la fuerza y función, densidad mineral ósea, fracturas y caídas, estado nutricional, cognición y depresión, problemas asociados con la hospitalización, estado de enfermedad y comorbilidad, así como mortalidad. En consecuencia, es recomendable el uso rutinario de la FP como una medida independiente o como componente de una batería de mediciones para identificar a personas mayores residentes en la comunidad en riesgo de sufrir problemas de salud^{35,39}.

La escasa validez de los test manuales hasta los años 50 significó el impulso para desarrollar instrumentos que permitieran objetivar la FP. Bechtol en 1954 diseñó un dinamómetro de puño con distintas posiciones ajustables a la mano, conocido como dinamómetro Jamar®. Este instrumento utiliza un sistema hidráulico cerrado y registra la fuerza isométrica de prensión ejercida por la mano, medida en kilogramos y libras⁴⁰. Posee 5 posiciones ajustables y separadas por una distancia de 0,5 pulgadas, permitiendo analizar la fuerza isométrica ejercida en cada una de las distintas posiciones. El movimiento isométrico ocurre cuando un músculo se contrae en ausencia de movimiento articular, es por tanto un trabajo estático al no modificar la longitud del músculo. La prensión en modo isométrico se realiza sobre todo gracias al trabajo de la musculatura flexora de los dedos, tal como ocurre cuando agarramos un objeto fuertemente.

Existe evidencia de su alta validez y reproductividad de las medidas registradas. Harkonen determina un error interobservador inferior a 1,4 kg y un margen de error en la medida inferior al 5%. Mathiowetz realiza un estudio test-retest encontrando una correlación intraobservador ($r > 0,88$) e interobservador igualmente elevada ($r > 0,97$). Para obtener una medición fiable y reproducible es imprescindible la posición del sujeto a la hora de su realización. La realización de la prueba está estandarizada en la posición de sedestación^{33,36,41}. Todavía hoy demuestra una eficiencia superior a la de otros modelos de diseño más recientes. Es un instrumento de medición de bajo coste, fácil uso y alta reproductibilidad⁴². Es el dispositivo más utilizado y aceptado para valorar la FP; así lo reconoce la American Society of Hand Therapists^{35,42}. Se considera el instrumento «gold standard» para la medición de la fuerza de prensión isométrica máxima.

En la década de los 90 aparecieron para la valoración de la fuerza muscular los dinamómetros isocinéticos, complejos y sofisticados dinamómetros computarizados. Con ellos se pueden obtener la máxima eficiencia del trabajo muscular al permitir evaluar la función de un músculo en situación de máximo esfuerzo en cada punto del recorrido. La evaluación isocinética de la prensión permite obtener datos acerca de las capacidades en el gesto prensil y el trabajo por repetición en distintas velocidades de contracción, pero su envergadura, complejidad y elevado coste no ha permitido la generalización de uso en la práctica clínica, sobre todo en la AP⁴².

Para poder movernos, levantarnos, caminar y subir escaleras se requiere un buen control de la posición y orientación de los segmentos corporales mientras el centro de gravedad se desplaza con los movimientos, para evitar caídas es necesario producir de forma rápida suficiente fuerza muscular para poder controlar con seguridad los movimientos y evitar caídas^{43,44}. La fuerza de las extremidades inferiores influye en la velocidad de la marcha, por ello al valorar la influencia que ejerce la disminución de la fuerza en las extremidades inferiores en relación a la pérdida de funcionalidad en las personas mayores, es necesario tener en cuenta también la potencia (P). Ésta es la capacidad de realizar un trabajo muscular por unidad de tiempo. Por su relación con la velocidad, la P disminuye en las personas en un grado aún mayor que la fuerza, lo que la convierte en un factor etiológico potencialmente importante en el deterioro funcional relacionado con la edad^{27,44}. La disminución de la fuerza y/o P muscular se asocia con limitaciones funcionales y se consideran factores predictores de caídas en personas mayores⁴³.

Bean et al.^{45,46}, Foldvari et al.²⁷ consideran al deterioro de la P de las extremidades inferiores como un predictor de pérdida de la funcionalidad física relacionada con la movilidad y la disminución de la independencia en las personas mayores.

Guralnik et al.⁴⁷ en un estudio con 1.122 participantes de ≥ 71 años no discapacitados y residentes en la comunidad que realizaron una batería de pruebas físicas (PF) que incluía la valoración del equilibrio, marcha y velocidad de levantarse y sentarse en una silla, para objetivar la función de

las extremidades inferiores, tras 4 años de seguimiento, concluyen que estas medidas de rendimiento físico pueden identificar a las personas mayores en una etapa preclínica de discapacidad y por lo tanto beneficiarse de intervenciones para prevenir su aparición. Por ello, es necesario incluir en la batería de estudio la valoración de la P de las extremidades inferiores en las personas mayores⁴⁴.

Un instrumento de medida de la P considerado por algunos autores como un «gold standard», es el Nottingham Power Rig^{44,48}, pero su elevado coste dificulta su uso en la clínica diaria en la AP. Sin embargo, han sido los encoders lineales, instrumentos de medición de variables relacionadas con el rendimiento en deportistas, los que se han utilizado para valorar la P de las extremidades inferiores en personas mayores. Lindemann⁴⁹ validó su uso para este fin mediante la prueba Sit-to-Stand (STS). Esta prueba consiste en levantarse de una silla sin ayuda de las extremidades superiores un número determinado de veces. El levantarse desde la posición de sentado, requisito previo para la movilidad, se asocia con el estado de salud, la calidad de vida y el bienestar de las personas mayores⁴⁹⁻⁵¹. En la práctica clínica, a menudo, se utiliza esta prueba como marcador de riesgo de caída ya que muchas de éstas son causadas por una transferencia desde la posición de sentado. La coordinación de la fuerza y la velocidad proporciona como resultado una P relevante para la transferencia de STS. Algunos estudios la correlacionan con la fuerza de los músculos extensores de la rodilla y de la cadera y con otros indicadores de actividad en la vida cotidiana, como la velocidad de la marcha, la capacidad para subir escaleras, el equilibrio y la movilidad⁴⁴. Asimismo, se ha observado efectividad de la prueba para detectar los declives relacionados con la edad, para discriminar entre sujetos que experimentan caídas y los que no, y para evaluar los efectos de un programa de ejercicio físico en personas mayores^{43,52}.

Por lo tanto, la incorporación del test de Hand Grip Strength Test o FP y la valoración de la P de las extremidades inferiores^{44,53} en la valoración geriátrica en atención primaria (AP) puede ser útil para conocer el grado de autonomía funcional y el riesgo de caídas en las personas mayores, facilitando la identificación de las personas de riesgo⁵⁴ y así poder llevar a cabo las intervenciones necesarias para mantener su funcionalidad, independencia y calidad de vida logrando en definitiva un envejecimiento activo.

1.1.5.2. Marcha y envejecimiento

La capacidad de locomoción bípeda es considerada un hito motor para la funcionalidad en todas las etapas de la vida⁵⁵. La marcha humana es un proceso de locomoción en el cual el cuerpo humano en posición erguida, se mueve hacia adelante, siendo su peso soportado alternativamente por ambos miembros inferiores (Inman et al. 1981)⁵⁶.

Es una actividad compleja, resultado de una correcta coordinación entre músculos, tendones y articulaciones de las extremidades inferiores, para soportar el peso del cuerpo y desplazarlo en una determinada dirección. Se puede describir mediante un patrón cíclico en el que intervienen el sistema nervioso central y las respuestas sensoriales⁵⁷.

Es un proceso que se aprende durante los primeros años de la infancia teniendo un carácter individual, pero las semejanzas entre los sujetos son tales que se puede establecer un patrón característico de marcha humana normal⁵⁶. Este patrón se ve influenciado y/o modificado en la vida cotidiana por múltiples factores: extrínsecos (tipo de terreno, tipo de calzado, vestido, transporte de carga); intrínsecos (edad, sexo); físicos (medias antropométricas); psicológicos; fisiológicos (periodos de gestación, el envejecimiento) o patológicos. Estos factores podrían modificar el patrón de marcha generando alteraciones transitorias o permanentes, locales o generales⁵⁸.

La marcha humana se describe en términos de períodos y fases claramente identificables que conforman un ciclo de la marcha o zancada. Este es el periodo de tiempo en el que se presentan acciones sucesivas alternas y uniformes⁵⁹. En la figura 2 se representa el ciclo de la marcha y sus fases⁶¹.

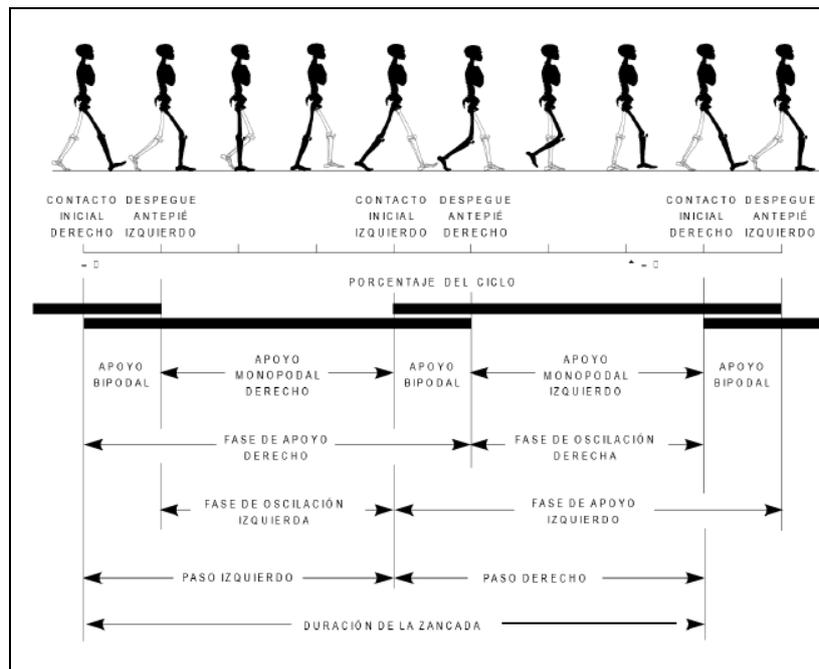


Figura 2. Representación del ciclo de la marcha y sus fases.

Por consenso, se adopta como principio del ciclo de la marcha o zancada, el instante en el que uno de los pies toma contacto con el suelo, habitualmente a través del talón y que finaliza con el siguiente apoyo del pie ipsilateral.

Durante un ciclo de marcha cada pierna pasa por una fase de apoyo durante la cual el pie se encuentra en contacto total o parcialmente en el suelo, seguido por una fase de oscilación, en la cual el pie se encuentra en el aire, al tiempo que avanza. Cada zancada se compone de dos fases: la fase de apoyo y la fase de oscilación. La fase de apoyo comienza cuando el talón está en contacto con el suelo y finaliza cuando los dedos pierden el contacto con él. Esta fase representa el 60-62% del tiempo de cada ciclo. La fase de oscilación transcurre desde cuando el antepié se despegaba del suelo hasta cuando el pie se apoya con el talón nuevamente y representa el 38-40% del tiempo de cada ciclo⁵⁷. En la fase de apoyo se produce un intervalo de tiempo en el que ambas extremidades se encuentran apoyadas, es la denominada fase de apoyo bipodal o de doble apoyo. Representa un 10% de la fase de apoyo de cada pie. Por el contrario, al intervalo de tiempo durante el cual tan sólo un miembro se encuentra sobre el suelo, estando el miembro contralateral en su fase de oscilación, se le denomina fase de apoyo monopodal. La duración de esta fase está condicionada por la velocidad, ya que la fase de apoyo bipodal es menor a mayor velocidad, llegando a desaparecer al realizar una carrera.

Denominamos longitud de la zancada a la distancia en la dirección de progresión entre sucesivos puntos de apoyo del mismo pie en el suelo⁶⁰. La duración de la zancada es el tiempo que transcurre desde el contacto inicial de dos pisadas consecutivas del mismo pie⁶¹.

La separación lateral entre los apoyos de ambos pies, normalmente medida entre los puntos medios de los talones, es la anchura del paso o base de sustentación. El ángulo del paso es el formado entre la línea media del pie y la dirección de progresión del paso.

La cadencia es el número de pasos o zancadas que da un sujeto en un tiempo determinado, habitualmente se mide en número de pasos por minuto. La cadencia natural se define como, el número de pasos o en un tiempo determinado que da una persona cuando anda a velocidad espontánea o confortable⁶⁰.

La velocidad de la marcha es la distancia recorrida por el cuerpo en la unidad de tiempo, en la dirección considerada y expresada en metros por segundo. Es el parámetro más utilizado en las valoraciones del análisis de la marcha. Se considera velocidad espontánea la que adquiere un sujeto cuando anda con naturalidad, sin que se le haya impuesto ninguna velocidad predeterminada.

Para que la marcha sea eficaz y económica en términos energéticos, distintos sistemas como el nervioso, osteomuscular, visual, somatosensorial, vestibular y cognitivo entre otros, deben interactuar correctamente^{56,62}. En el proceso de envejecimiento normal existe una pérdida progresiva de la funcionalidad de los sistemas que contribuyen al control postural, así como cambios a nivel musculoesquelético que afectan a la marcha ocasionando una disminución de la velocidad. Además, disminuyen la longitud de la zancada, la longitud del paso, la cadencia, el

ángulo del pie con el suelo, el tiempo de balanceo/tiempo de apoyo y la altura del paso; por el contrario, aumenta la fase de apoyo bipodal y la anchura del paso. A esto se suma la pérdida de balanceo de los brazos y una reducción de las rotaciones de la pelvis, caderas y rodillas²⁵.

La marcha es una función intrínseca en el ser humano y su deterioro puede determinar la pérdida de independencia^{63,64}. Para muchas personas mayores, el funcionamiento independiente en la comunidad presupone tener capacidad de caminar^{62,65}. En algunas publicaciones se ha recomendado considerar la velocidad de marcha como una medida del estado y el resultado de salud⁶⁵.

La velocidad de la marcha está condicionada por muchas variables, que incluyen el estado de salud, el control motor, la condición osteomuscular y sensorial. Se ha descrito como el sexto signo vital, y como potencial indicador de salud y funcionalidad en el envejecimiento y la enfermedad^{57,66}. Se la considera un indicador que puede predecir eventos adversos y reflejar alteraciones fisiopatológicas subyacentes. Ha demostrado ser una medida fiable, sensible, válida y específica, pero sujeta a características individuales y poblacionales⁶⁶.

Para determinar si la velocidad de marcha es normal o patológica es necesario compararla con valores de referencia. Fritz et al.⁶⁶ consideran que la velocidad de la marcha varía según la edad, el sexo y los valores antropométricos, considerando un rango de normalidad de 1,2-1,4 m/s. Datos internacionales muestran valores de velocidad de marcha en personas mayores que varían entre 0,80 y 1,30 m/s⁶⁷.

Algunos autores establecen una correlación negativa entre la velocidad de marcha y la edad, así como una correlación positiva con la estatura⁶⁸. Montero-Odasso⁶⁹ sugiere que la velocidad de marcha >1,0 m/s se asocia a una mayor independencia en la realización de actividades de la vida diaria (AVD) y a un menor riesgo de caídas⁶⁶. Fritz et al.⁶⁶ vinculan la velocidad de la marcha con la dependencia en las AVD, la hospitalización, la necesidad de intervención para la prevención de caídas, así como la capacidad de deambular en diferentes ámbitos (figura 3). La velocidad de marcha promedio de una persona mayor es de alrededor de 1m/s y muestra una disminución del 15% por década a partir de los 60 años⁵⁷.

Inzitari y Lauretani, establecieron que velocidades menores a 0,80 m/s podrían estar relacionadas con diferentes procesos subclínicos que estarían en el origen del deterioro funcional^{64,70}. En algunos estudios, se presenta como un marcador independiente de eventos adversos, incluyendo mortalidad en adultos mayores saludables, cuando su valor es menor de 1m/s, aunque para algunos autores este punto de corte oscila entre 0,6 y 0,8 m/s⁵⁷.

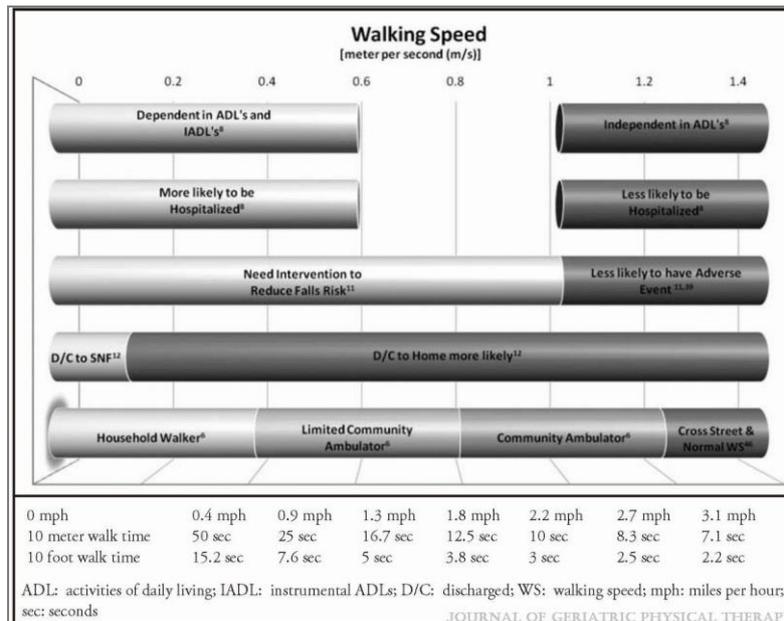


Figura 3. Velocidad de marcha y su vinculación con dependencia, hospitalización, necesidades de rehabilitación, destinos al alta hospitalaria y categoría de deambulacion.

Fuente: Fritz S, Lusardi M. Walking Speed: the Sixth Vital Sign. Journal of Geriatric Physical Therapy 2009⁶⁶.

La edad, la talla y la fuerza muscular de las extremidades inferiores se correlacionaron significativamente con la velocidad confortable y máxima de la marcha, pero la influencia de estas variables fue mayor en la velocidad máxima, viéndose por lo tanto más afectada que la velocidad de marcha confortable con el aumento de la edad⁶⁵. Existe una clara relación entre la fuerza muscular de las extremidades inferiores y la velocidad de la marcha, en concreto con la fuerza de extensión de la rodilla. Por lo tanto, la velocidad será menor si la fuerza de las extremidades inferiores está disminuida²⁵.

Las alteraciones del equilibrio también influyen negativamente en la velocidad de la marcha. Se estima que entre el 20 y el 50% de las personas mayores de 65 años, presentan trastornos de la marcha y del equilibrio³⁰. Los trastornos de la marcha presentes en un porcentaje que oscila entre el 20 y el 40% a partir de los 65 años, aumenta hasta un 50% en mayores de 85 años, hecho que afecta negativamente a la funcionalidad⁷¹. Ambos trastornos pueden deberse tanto a simples cambios relacionados con la edad, como a disfunciones específicas de otros órganos y sistemas o a un desacondicionamiento físico secundario, a un proceso intercurrente o a una disminución de la actividad por motivos no relacionados con la salud⁷¹.

Los instrumentos de los que disponemos para el análisis de la marcha son múltiples y van desde el uso de escalas clínicas, observación visual, grabaciones en vídeo 2D a sistemas de captura de movimiento en 3D altamente complejos.

Hoy día existen múltiples sistemas de evaluación de la marcha y, además, en todos ellos, podemos utilizar distintas modalidades de medirla o cronometrarla. Se realizan pruebas de caminar de 3 a 10 m, a distintas velocidades que pueden ir desde una marcha en condiciones confortables hasta velocidades máximas, así como test que valoran la distancia recorrida en un tiempo determinado como el test de 6 MWT. Pero, todas estas modalidades no son capaces de medir los parámetros cinemáticos espaciales como la trayectoria del pie y longitud de la zancada, los cuales se han evidenciado como indicadores tempranos de tropiezos y consecuentes caídas en personas mayores que presentan una marcha independiente⁵⁵.

El poder disponer de un laboratorio de análisis de movimiento permite realizar una captura tridimensional del movimiento (3D), obtener registros y analizar datos altamente complejos de los parámetros de la marcha desde el punto de vista energético, cinemático y cinético⁷². Pero su elevado coste y complejidad limitan su uso en la práctica clínica.

Una de las actuales tendencias a nivel mundial para la medición de la marcha es el uso de Unidades de Medición Inercial (IMU). Las IMU combinan acelerómetros que miden la aceleración gravitacional y traslacional, giroscopios que miden las velocidades angulares alrededor de un sistema de coordenadas y magnetómetros que miden el campo magnético de la tierra. Son instrumentos normalmente piezoeléctricos capaces de convertir la aceleración que experimentan en una señal eléctrica y calcular el ángulo que mantienen con la vertical. De esta forma, estratégicamente colocados sobre los segmentos del cuerpo permiten calcular el rango de movimiento de dicho segmento, su velocidad y la aceleración⁷³. El análisis cinético de la marcha analiza las fuerzas involucradas en este movimiento. Los datos registrados son analizados por un algoritmo específico que permite a las IMU realizar evaluaciones espacio-temporales y cinemáticas. Una de las grandes ventajas respecto a otros sistemas de análisis de la marcha es que son pequeños sensores portátiles, inalámbricos que permiten realizar una evaluación objetiva de la marcha y del movimiento en sí, fuera del ámbito clínico y de un laboratorio. La mayoría de ellos disponen de una batería de larga duración facilitando el poder trabajar varias horas seguidas⁷⁴. Posibilitan, además, analizar movimientos habituales y a su vez recoger un gran número de pasos en espacios diversos, no precisando un espacio propio como lo es un laboratorio de análisis del movimiento. Los resultados se obtienen en tiempo real, con poca inversión y con una formación básica, al no requerir una alta tecnología para capturar el movimiento. Este sistema de medición ha sido el utilizado en nuestro estudio.

1.1.5.3. Equilibrio y envejecimiento

El equilibrio es la capacidad del ser humano de mantener su propio cuerpo en una posición controlada y estable, ocupándose de mantener, alcanzar o corregir el centro de masas en relación con la base de sustentación⁷⁵.

Para mantener un buen control postural de forma espontánea o como respuesta a las alteraciones externas siendo capaz de mantener su centro de masas dentro de la base de sustentación, se requiere de la interacción de los sistemas sensoriales (visual, somatosensorial y vestibular), del procesamiento cognitivo y de estrategias de movimiento⁷⁶.

El equilibrio del cuerpo humano es especialmente inestable, porque el centro de gravedad se encuentra por encima de la base de sustentación en la mayoría de las actividades relacionadas con la locomoción y su control es muy complejo e implica la interacción de distintos sistemas subyacentes. En la infancia aprendemos a controlar que el centro de gravedad no sobrepase la base de sustentación y cuando ello ocurre aprendemos también a reequilibrarlo. Sin embargo, se afecta como consecuencia del deterioro del sistema motor y del control postural que se produce con el envejecimiento.

Siguiendo el "modelo de sistemas de control motor" de Fay Horak et al.⁷⁷ las limitaciones o escaseces en distintos sistemas subyacentes podrían influir en el equilibrio causando inestabilidad postural. Estos sistemas subyacentes incluyen las restricciones biomecánicas, los límites de estabilidad, las respuestas posturales, las estrategias sensoriales, así como el control cognitivo, entre otros. Una de las restricciones biomecánicas más importantes en el control del equilibrio implica controlar el centro de masa del cuerpo con respecto a su base de sustentación y viene dado por el tamaño y la calidad de la base de sustentación proporcionada por los pies. Por lo tanto, cualquier limitación, en la dimensión, fuerza, rango de movimiento, dolor o alteración del control de los pies afectará el equilibrio.

La zona sobre la cual un individuo puede mover su centro de masa y mantener el equilibrio sin cambiar la base de apoyo se conoce como los límites de estabilidad. Estos límites no son estáticos, sino que permiten que el centro de gravedad se traslade, se desplace sobre una nueva base de apoyo y, por lo tanto, no se pierda el equilibrio y se produzca una caída. El mantenimiento del equilibrio dentro de la base de sustentación ante un desajuste o alteración se realiza mediante las respuestas posturales que ofrece el sistema nervioso central. Estas respuestas posturales se subdividen en anticipatorias y reactivas⁷⁷. Las respuestas anticipatorias se producen gracias a una reorganización postural rápida por varias respuestas posturales o estrategias, como son la estrategia de tobillo, de la cadera y la de dar un paso⁷⁸. Esta última estrategia ocurre cuando el centro de masa se desplaza fuera de los límites de la base de sustentación, y el individuo no es capaz de activar las dos estrategias previas, o bien, cuando con ellas no conseguiría evitar la caída. Con el envejecimiento, al sufrir un resbalón la estrategia de la cadera es sustituida por la estrategia de paso, mediante un paso rápido y así evitar una caída⁷¹.

Existen también las estrategias sensoriales, en las que intervienen el sistema somatosensorial, visual y vestibular. Se ha visto que en un entorno bien iluminado con una base de sustentación

firme, los individuos sanos dependen de la información somatosensorial en un 70%, de la visión en un 10% y vestibular en un 20%⁷⁹. Por lo tanto, una disminución o una pérdida de estos sistemas sensoriales aumentan el riesgo de caídas.

A diferencia de lo que ocurre en la postura estática, en dinámica el centro de masa de un individuo se va moviendo. Durante la marcha, el individuo tiene que trasladar el centro de masa hacia el miembro en contacto con el suelo, mientras que la otra extremidad este en fase de oscilación. Al mismo tiempo, se tiene que controlar la estabilidad lateral con la combinación de una estabilización pélvica, de tronco y con la posición del pie en el espacio. En el mantenimiento del equilibrio dinámico los recursos cognitivos juegan un papel esencial, por ello la realización de varias tareas al mismo tiempo que impliquen procesos cognitivos aumentan el riesgo de caída⁸⁰.

Aproximadamente el 22% de las personas mayores de 65 años tienen alteraciones del equilibrio, afectando sobre todo a actividades como deambular y subir escaleras⁸¹. La alteración del equilibrio no solo aumenta el riesgo de caídas, sino que también aumenta el miedo a caer y en consecuencia puede reducir la actividad física diaria²⁶. Si a esto se suma la pérdida de masa ósea, aumenta también el riesgo de fractura^{25,82}. Probablemente un 10-25% de las caídas son atribuibles a la pérdida de equilibrio.

El estudio instrumentado del control postural como medio para cuantificar y objetivar el equilibrio en condiciones estáticas o dinámicas, ha conducido al desarrollo de la posturografía que permite la evaluación objetiva del control postural a través del estudio del movimiento del centro de presiones. Analiza el control postural en bipedestación estable y en condiciones de desestabilización⁷⁸, permite su monitorización mediante el registro de la información procesada mediante un sistema informático que calcula los desplazamientos respecto al centro de presiones y proporciona diferentes parámetros como son el área de balanceo u oscilación considerado un importante indicador de la función del equilibrio. Permite evaluar en cada sujeto la aportación de los componentes sensoriales que participan en el control del equilibrio, establecer estrategias de movimiento para el mantenimiento del mismo, calcular los límites de estabilidad y la capacidad de control voluntario en el desplazamiento de su centro de gravedad⁷⁸. Posibilita planificar tratamientos para mejorar el equilibrio y controlar su eficacia.

La posturografía estática es aquella que utiliza plataformas dinamométricas fijas para registrar los movimientos del centro de presiones del sujeto durante la realización del Romberg test. Mediante este test se compara la oscilación postural con ojos abiertos y cerrados. Por el contrario, cuando se utilizan plataformas dinamométricas sobre un soporte móvil, capaz de inclinarse hacia delante o hacia atrás, desplazarse horizontalmente y rotar alrededor de un eje, se denomina posturografía dinámica⁷⁸. Este sistema fue desarrollado por Nashner y estudiado por Black a finales de los años

60. Formado por una plataforma con un entorno visual móvil y un sistema informático que registraba la información generada, significó el auge de la posturografía.

En la actualidad las plataformas son consideradas el «gold standard» en la valoración del equilibrio. Existen gran variabilidad de equipos (Neurocom Balance Master, la plataforma BBS®, Chatter, NedSVE-IBV) con sistemas de plataformas dinamométricas fijas o móviles y protocolos de valoración y tratamientos propios.

La valoración de la movilidad, especialmente del equilibrio y la marcha, es imprescindible en la valoración del riesgo de caídas de las personas mayores. La identificación de parámetros que alerten de la existencia de alteraciones del equilibrio y de la marcha podría ayudar a establecer programas de prevención de caídas.

1.1.6. Actividad física, ejercicio físico y envejecimiento

La OMS⁸³ define la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. Ello incluye todas AVD que se realizan a lo largo del día y que de manera simple se pueden segmentar y categorizar de manera simple en aquella actividad física que se realiza mientras se duerme, en el trabajo y en el tiempo libre. Al mismo tiempo se puede catalogar según la intensidad en ligera, moderada o intensa permitiendo así conocer el consumo de energía que genera su realización⁸⁴.

Si bien la actividad física comparte elementos comunes con el ejercicio físico ya que ambos implican cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que gastan energía y se correlacionan positivamente con la aptitud física, no son términos sinónimos. El ejercicio físico se puede considerar una subcategoría de la actividad física planificada, estructurada y que se realiza de manera repetitiva con el objetivo de mejorar o mantener la aptitud física⁸⁴.

Estar en buena forma física se ha definido como "la capacidad de realizar tareas diarias con vigor y alerta, sin fatiga excesiva y con suficiente energía para disfrutar de actividades de tiempo libre y para enfrentar emergencias imprevistas"⁸⁴. La aptitud física es, por lo tanto, un conjunto de atributos que las personas tienen o logran.

La actividad física, ya sea moderada o intensa, es beneficiosa para la salud, dado que contribuye a prevenir enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, neoplasias (colon, mama), depresión, demencia y Alzheimer, así como a prolongar la EV. Estar en forma está inversamente relacionado con la mortalidad de cualquier causa, además de prevenir las caídas y prolongar la autonomía de las personas, "añadiendo vida a los años"⁸⁵.

La actividad física regular es uno de los componentes del estilo de vida saludable más importante para prevenir el declive en la independencia física general y el bienestar personal relacionado con

la edad. La adquisición de un estilo de vida saludable a lo largo de toda nuestra vida es uno de los determinantes para poder mantener un envejecimiento óptimo²⁵.

Por el contrario, el sedentarismo incluye comportamientos con niveles bajos de gasto energético. En 2017, the Sedentary Behaviour Research Network (SBRN)⁸⁶ logran consensuar entre otras la definición de inactividad física como el nivel insuficiente de actividad física que no logra cumplir las recomendaciones actuales, que en el caso de adultos ≥ 18 años consiste en no alcanzar 150 minutos de actividad física de intensidad moderada a vigorosa por semana o 75 minutos de actividad física vigorosa por semana o una combinación equivalente de actividad física de intensidad moderada y vigorosa. Comportamiento sedentario se define como cualquier actividad realizada en posición sentada o inclinada con un gasto energético ≤ 1.5 METs, mientras se está despierto.

En las sociedades industrializadas el comportamiento sedentario es frecuente y aumenta con la edad. Un estilo de vida sedentario perjudica nuestra salud física y mental, favorece la pérdida de capacidad funcional y aumenta la dependencia. Cauley et al.⁸⁷ en una revisión de 18 estudios prospectivos observacionales, publicados entre 2009 y 2019, registran una alta prevalencia de inactividad física, solo el 16% de los adultos estadounidenses mayores de 65 años cumplieron con las pautas de fortalecimiento muscular y actividad aeróbica recomendadas por la OMS en 2010. En la UE, menos de un tercio de los adultos declararon realizar al menos 150 minutos de actividad física por semana.

La actividad aeróbica de intensidad moderada es la más frecuentemente recomendada, utilizada y beneficiosa para la salud, practicada de 5 a 7 días por semana, con una duración mínima de 30 minutos. Los 30 minutos pueden distribuirse en períodos de 10-15 minutos a lo largo del día, siendo más fácil el cumplimiento si se integra dentro de las actividades cotidianas²⁵. A medida que aumenta la edad además de la actividad aeróbica, se recomienda practicar ejercicios de fuerza, flexibilidad y equilibrio, entre dos y siete veces por semana^{25,82,88,89}.

La actividad física es determinante para minimizar la progresiva pérdida de funcionalidad. Para los adultos mayores la actividad física consiste habitualmente en actividades recreativas o de ocio, desplazamientos (por ejemplo, paseos caminando o en bicicleta), actividades ocupacionales, tareas domésticas, juegos, deportes o ejercicios programados en el contexto de las actividades diarias, familiares y comunitarias⁸⁹.

La promoción de la actividad física a nivel global se enmarca en el contexto de los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada por la ONU en 2015 con el objetivo de eliminar la pobreza, proteger el planeta y promover la paz. Invertir en políticas de promoción del caminar, uso de bicicleta, deporte, y ocio activo contribuye a

conseguir muchos de los objetivos. Las actuaciones de promoción de actividad física tienen efectos beneficiosos sinérgicos en salud, socialmente y económicos⁸⁵.

En 2018 la OMS⁸³ presentó el nuevo «Plan de acción mundial de la OMS sobre actividad física 2018-2030: Más personas activas para un mundo más sano». Hacer ejercicio físico regular mejora la velocidad de la marcha, atenúa el deterioro de la propiocepción, mejora el equilibrio, la fuerza y la función cognitiva, por lo tanto, tiene un papel tanto preventivo como terapéutico en el envejecimiento.

El ejercicio físico se considera un instrumento de salud a prescribir a todas las edades. El diseño de un programa de ejercicio físico se debe adaptar al nivel del participante, pudiendo realizarse en diferentes ámbitos, desde sesiones grupales en un centro, a ejercicios en domicilio, o una combinación de ambos⁸⁵.

1.2. CAÍDAS

1.2.1. Definición

Las caídas en las personas mayores son un importante problema de salud pública a nivel mundial debido a la frecuencia, la morbi-mortalidad y al elevado coste en recursos sanitarios que conllevan^{90,91}. Constituyen uno de los denominados Grandes Síndromes Geriátricos, y en sí mismas son un marcador de fragilidad. Está codificado como W00-W19 la Clasificación Internacional de Enfermedades-10 (ICD-10).

No es sencillo encontrar una única y consensuada definición de caída en personas mayores. Al revisar la literatura se comprueba la gran cantidad de definiciones publicadas. En 1987, Kellogg International Work Group on the Prevention of Falls in the Elderly definen caída como «caer involuntariamente al suelo o a un nivel inferior como consecuencia de sufrir un golpe violento, pérdida de conciencia, aparición de parálisis repentina por un ictus o una convulsión epiléptica»^{92,93}. Tinetti et al.⁹⁴, consideran que es «un cambio de posición súbito e inesperado que provoca al individuo el descenso a un nivel inferior, ya sea sobre un objeto, una superficie o el suelo, distinto del causado por una parálisis súbita, un ataque epiléptico o una fuerza extrínseca irrefrenable». En los años 2005 y 2006 el concepto caída fue analizado por el comité de expertos de la red ProFaNE (<http://www.profane.eu.org>) y a través de Lamb et al., la definen como «suceso inesperado en el cual el sujeto va a parar al suelo o a un nivel inferior»^{95,96}. La OMS la define como la consecuencia de cualquier acontecimiento que precipita al individuo al suelo, contra su voluntad (<http://www.who.int/es/>)^{91,96,97}. Finalmente, la guía NICE⁹⁸ define caída como una pérdida de equilibrio involuntaria o inesperada que resulta en descansar en el piso, en el suelo o en un objeto debajo del nivel de la rodilla.

A pesar de la falta de estandarización, una definición comúnmente utilizada es la de la Sociedad Americana de Geriátrica y la Sociedad Británica de Geriátrica, que definen la caída como “un evento inesperado en que el participante queda tendido en el suelo o en un nivel inferior sin pérdida conocida de conciencia”^{95,99,100}. Esta definición es la que se utiliza en este estudio.

1.2.2. Prevalencia de las caídas y sus consecuencias

Aproximadamente un tercio de las personas mayores de 65 años sufren una caída por lo menos una vez al año (28-35%)^{90,100-104}, y esta cifra va aumentando al 32-42% para los mayores de 70 años y puede llegar al 50% en el caso de los mayores de 80 años^{101,105}; además, la mitad de las personas que se caen presentan más de una caída^{99,106,107}. La previsión de caídas es mayor en personas mayores institucionalizadas en las que el 50% caerán cada año y la mitad de los que caen lo hacen repetidamente, con una incidencia aproximada de 1,5 caídas por cama al año¹⁰⁸. Un 15% pueden llegar a caer al menos dos veces. Las caídas de personas que viven institucionalizadas suelen provocar complicaciones más graves, y entre un 10 y 25% resultan en fracturas o laceraciones⁷¹.

La forma en que una persona se cae, a menudo, determina el tipo de lesión sufrida: las fracturas de epífisis distal del radio, generalmente, resultan de caídas hacia adelante o hacia atrás sobre una mano extendida y las fracturas de cadera como consecuencia de caídas hacia los lados. Entre los 65 y 75 años las fracturas más frecuentes son las de la epífisis distal del radio, por el contrario en mayores de 75 predominan las fracturas de cadera⁷¹.

Las caídas por sí mismas comportan un riesgo de producir diferentes lesiones, pero la edad, el sexo y el estado de salud pueden influir en el tipo de lesión y su gravedad. La tasa de caídas y sus complicaciones asociadas aumentan con la edad y son aproximadamente el doble para las personas mayores de 75 años⁷¹. A partir de los 65 años las mujeres tienen mayor tasa de caídas que los hombres y esta diferencia continúa acrecentándose a medida que aumenta la edad^{103,109}.

Representan un problema infradiagnosticado, y que en muchas ocasiones pasa desapercibido, ya que sólo del 9 al 14% de las personas que se caen consultan a algún profesional de la salud. A pesar de la magnitud del problema, por su frecuencia y por sus consecuencias, está escasamente valorado. Constituyen el tipo de accidente más frecuente y grave en las personas mayores, siendo la primera causa de muerte accidental en mayores de 65 años. Las lesiones relacionadas con las caídas son causa de dolor, pérdida de independencia, discapacidad y muerte prematura bien sea directamente o a causa de sus complicaciones¹¹⁰. Las caídas cuando se repiten, deben considerarse como indicador de fragilidad o de tendencia a la discapacidad¹⁰⁷.

Aproximadamente el 10% de las consultas de las personas mayores de 65 años a urgencias están motivadas por lesiones asociadas a una caída y la mitad de estos pacientes requieren ingreso

hospitalario^{100,101,105,111}. Las tasas de hospitalización por lesiones secundarias a una caída oscilan entre 1,6 y 8,9 episodios por cada 100.000 habitantes¹¹².

La primera publicación en España sobre caídas de ancianos es del año 1985, pero fue ocho años más tarde cuando se publicó el primer estudio epidemiológico sobre caídas en la población española. Gama et al. en 2008¹¹³ publicaron una revisión sistemática de epidemiología de caídas de personas mayores en España. En los 13 estudios incluidos, la prevalencia varió del 14,4% en el estudio de Méndez et al. (1997) llevado a cabo en personas mayores residentes en la comunidad, al 46% en el estudio de Buz (1996), realizado con personas mayores institucionalizadas. En relación al sexo se observó una mayor frecuencia de caídas en las mujeres.

En España, la incidencia de personas residentes en la comunidad que sufren caídas es del 30% al 35%¹¹¹. En 2017, el INE publicó 15.837 fallecimientos por causas externas (accidentes, suicidios, homicidios y caídas), esto representa un 3,7% del total de las defunciones y un 1,1% más que el año anterior¹¹⁴.

En 2010, Suelves et al.¹¹² evaluaron mediante la Encuesta de Salud de Cataluña (ESCA-2006) a 3.247 personas no institucionalizadas de ≥ 65 , seleccionadas mediante un muestreo aleatorio, obteniendo que el 14,9% de los encuestados referían haber sufrido lesiones por caídas, observándose una mayor incidencia entre las personas de mayor edad y mujeres.

Las consecuencias de las caídas en las personas mayores son de gran relevancia para el sistema sanitario por el elevado coste económico que representan y por las consecuencias sobre el propio individuo. Estas consecuencias se pueden clasificar en físicas, psicológicas y socioeconómicas.

i) Consecuencias físicas

La mayoría de las lesiones relacionadas con las caídas suelen ser de poca importancia, como equimosis, abrasiones, desgarros, entorsis y esguinces, pero pueden causar dolor y malestar significativos y limitar la actividad de la persona aunque sea temporalmente^{100,103}. Sin embargo, entre un 5 y el 20% sufren lesiones graves, incluyendo fractura, traumatismo craneoencefálico o lesiones importantes de partes blandas^{105,115}. Además, pueden causar el “long lie syndrome”, tal como se denomina en la literatura anglosajona, y que significa la permanencia, de la persona que sufre la caída, en el suelo por un tiempo prolongado y que puede empeorar claramente el pronóstico de dicha caída¹¹⁶.

Alrededor del 10% de las caídas provocan una fractura¹⁰²⁻¹⁰⁴ y las fracturas en personas de edad avanzada son una fuente significativa de morbilidad^{100,117,118}. En el 1% de las caídas se produce fractura de cadera^{30,113}. Se calcula que la caída es la etiología del 90% de las fracturas de cadera y muñeca y el 60% de las lesiones traumáticas a nivel craneal en las personas mayores⁹⁹.

La mortalidad relacionada con caídas aumenta dramáticamente con la edad avanzada, especialmente en la población mayor de 70 años³⁰. La tasa de mortalidad al año de haber sufrido una fractura de cadera después de una caída se cifra entre el 20 y 30%³⁰. Algunos estudios señalan que el nivel de independencia previo a la caída determina la recuperación postcaída⁹⁷.

Se calcula que anualmente se producen 646.000 caídas mortales en el mundo, lo que las convierte en la segunda causa mundial de muerte por lesiones accidentales o no intencionales. Más del 80% de las muertes se registran en los países de bajos y medianos ingresos, y un 60% de estas muertes se producen en regiones del Pacífico Occidental y Asia Sudoriental. Las mayores tasas de mortalidad por esta causa corresponden, en todas las regiones del mundo, a los mayores de 60 años². En España, en 2007, se registraron un total de 1.740 defunciones por caídas no intencionales, 1.227 de ellas (70,52%) en personas de 65 o más años¹¹². En Reino Unido, en 2015, el 55% de todas las muertes por lesiones no intencionales entre adultos de ≥ 65 años se debieron a caídas. La tasa de mortalidad por lesiones por caídas ajustada por la edad ≥ 65 años casi se duplicó entre 2000 y 2013^{99,111}. Séculi et al.¹¹⁹ recogieron que en Cataluña las causas externas, son la séptima causa de mortalidad en las personas mayores situando a las caídas en segundo lugar. En Cataluña en el año 2001, la tasa de mortalidad por caídas entre la población mayor de 64 años fue de 20,8 defunciones por 100.000 habitantes, distribuyéndose por sexo en (19,6 para los varones y 21,6 para las mujeres). Más del 80% de las muertes por caídas corresponden a personas mayores de 74 años.

ii) Consecuencias psicológicas

Las consecuencias psicológicas de las caídas no son desdeñables y pueden limitar de forma importante la vida de la persona mayor. Se produce el temor a una nueva caída y pérdida de la confianza, lo que puede dar lugar a una reducción de la movilidad con la consecuente reducción de la funcionalidad física y de las interacciones sociales (Yardley 2002)^{30,100,113}. En diversos estudios se ha evidenciado que el miedo a caerse se presenta tanto en las personas que tienen un historial de caídas, como en aquellas que no han sufrido una caída previa¹²⁰. Tinetti et al., lo describieron como una consecuencia de la caída que en último término limita la realización de las actividades diarias, mientras que otros autores lo han definido como la pérdida de confianza de la persona mayor en su sentido del equilibrio¹²⁰.

El síndrome del temor a caerse, supone el inicio de la discapacidad. Un tercio de las personas mayores que han sufrido una caída desarrollan el miedo a caerse de nuevo. Estas personas tienen mayor riesgo de dependencia, al reducir sus actividades de la vida diaria, y a causa de la pérdida de autoeficacia y autoconfianza, que a su vez conlleva una menor calidad de vida y mayor riesgo de institucionalización⁹⁹. La prevalencia del miedo a caerse en las personas mayores se cifra entre un 10 y un 60%. Este miedo lo refieren entre un 20 y un 39% de las personas que han sufrido

caídas previas, descendiendo dicha cifra a porcentajes entre un 12 y un 23% en aquellas personas que no las han sufrido. Entre los mayores de 80 años, el miedo a sufrir una caída presenta una frecuencia superior que el miedo a otros acontecimientos negativos³⁰. Este síndrome se manifiesta con cambios de comportamiento y actitud que influye a nivel físico y psíquico.

iii) Consecuencias socioeconómicas

La OMS en 2007¹¹⁰ publica, en su informe sobre prevención de caídas, que el impacto económico de las caídas es crítico para las familias y la sociedad. Los costes incurridos por las caídas se clasifican en costes directos, que abarcan los relacionados con la atención médica, y los indirectos relacionados con la productividad social, es decir pérdidas en las cuales individuos o familiares cuidadores habrían participado sino se hubiese producido la caída.

Los costes directos incluyen: visitas a un servicio de urgencias, ingresos hospitalarios, tratamientos recibidos, visitas médicas y eventuales institucionalizaciones. Un 40% de los ingresos en residencias asistidas son personas mayores que han sufrido caídas. El hecho de requerir hospitalización tras una caída también se asocia a institucionalización.

Los costes indirectos se derivan de un aumento de la necesidad de cuidadores, de las pérdidas en actividad laboral de sus familiares y al aumento del consumo de recursos sociosanitarios debidos a las secuelas de la inmovilización.

El coste promedio para el sistema de salud por episodio de lesión por caída en mayores de 65 años en Finlandia es de US\$ 3611 y de US\$ 1049 en Australia. El 50% del coste lo representa la hospitalización, seguido de la atención a largo plazo que representan entre un 9,4 y 41% del total. El costo promedio de hospitalización por esta causa varía según los países, desde US\$ 6646 en Irlanda hasta US\$ 483 en USA, aunque se prevé que para el año 2040 estos costes lleguen a US\$ 240 mil millones¹¹⁰. Los costes directos de atención médica alcanzan los 25 millones euros/año en la UE⁹¹, mientras que los indirectos son considerados muy elevados para las familias, a las que puede representar un promedio de pérdidas en ganancias de unos US\$ 40.000 por año en el Reino Unido¹¹⁰.

El envejecimiento progresivo de la población mundial hace prever un aumento de la magnitud de este problema y en consecuencia de los costes económicos que genera¹²¹.

1.2.3. Factores de riesgo de caídas

Un factor de riesgo se define como una característica que se encuentra significativamente de forma más frecuente en individuos que posteriormente experimentan un evento adverso que en individuos que no experimentan el evento³⁰.

Alrededor del 15% de las caídas son el resultado de un evento externo. Una proporción similar tiene una única causa identificable, como el síncope; y el resto son el resultado de la conjunción de varios factores de riesgo dando lugar a lo que algunos autores llaman caídas inclasificables.

La etiología de las caídas en las personas mayores generalmente tiene una causa multifactorial, con más de 400 factores de riesgo descritos¹¹⁶ (Oliver, Hopper & Seed, 2000). Si bien existen algunas diferencias en los factores de riesgo entre las poblaciones que viven en la comunidad y las institucionalizadas, la mayoría de estos factores de riesgo se superponen³⁰. En 2006, Rubenstein⁷¹ como resultado de una revisión de 16 estudios enumera los principales factores de riesgo de caídas y su importancia relativa. En la tabla 1 se resumen dichos factores. Los principales factores de riesgo son la debilidad muscular, las alteraciones de la marcha y el del equilibrio.

Tabla 1. Principales factores de riesgo de caídas.

Factores de riesgo	RR-OR	Rango
Debilidad muscular	4,9	1,9-10,3
Problemas de equilibrio	3,2	1,6-5,4
Problemas de marcha	3,0	1,7-4,8
Problemas visuales	2,8	1,1-7,4
Limitaciones de movilidad	2,5	1,0-5,3
Deterioro cognitivo	2,4	2,0-4,7
Deterioro estado funcional	2,0	1,0-3,1
Hipotensión postural	1,9	1,0-3,4

RR: riesgo relativo, OR: odds ratio.
Fuente: Rubenstein et al.⁷¹

La magnitud del riesgo puede deberse, al menos en parte, a los trastornos físicos, sensoriales y cognitivos relacionados con el envejecimiento, así como, a la falta de adaptación del entorno a las necesidades de la población de edad avanzada².

Los factores de riesgo se pueden clasificar en intrínsecos y extrínsecos.

- i) **Factores de riesgo intrínsecos:** están relacionados con el propio paciente e incluyen las alteraciones fisiológicas relacionadas con la edad, las enfermedades agudas y crónicas, y el número y tipo de fármacos que consumen. Un 10% de las caídas en personas mayores son atribuibles a enfermedades agudas. Los factores físicos predisponentes a causar caídas, identificados en la mayoría de estudios son la historia previa de caídas, la edad, el deterioro de la marcha y del equilibrio, el deterioro funcional, las alteraciones en la función cognitiva, el uso de fármacos psicotrópicos y la hipotensión ortostática^{106,107}.

ii) Factores de riesgo extrínsecos: son los derivados de la actividad y del entorno, incluyen factores de naturaleza externa, como la presencia de peligros ambientales en el hogar o en la comunidad que elevan el riesgo de caídas durante las actividades de rutina asociadas con la vida diaria⁹³.

También se pueden clasificar en biológicos, socioeconómicos, conductuales y ambientales.

i) Los biológicos son estrictamente intrínsecos y engloban características de los individuos, propias del cuerpo humano. Algunos no son modificables, como, por ejemplo, el sexo, la edad y la raza¹²².

ii) Los socioeconómicos son factores extrínsecos relacionados con condiciones sociales y situación económica de los individuos. En varios estudios se observa que la prevalencia de caídas está asociada con la estado de viudedad, el vivir solo, un nivel de estudios más deficitario y menores ingresos económicos⁹⁷.

iii) Los conductuales son factores extrínsecos, y hacen referencia a las acciones humanas, emociones o elecciones diarias y son potencialmente modificables, como el uso de diversos medicamentos, el consumo de alcohol y tabaco, el sedentarismo, el sobrepeso, el miedo a caer, el uso de calzado inadecuado y la no utilización de ayudas técnicas para la movilidad¹²².

iv) Los ambientales son estrictamente extrínsecos y engloban la interacción del individuo con el medio que le rodea, incluyendo los peligros domésticos y ambientales¹²².

En una población de edad avanzada el riesgo de volverse dependiente en las AVD aumenta exponencialmente a medida que se incrementan el número de riesgos asociados; por lo tanto, una estrategia clínica eficaz y eficiente para la evaluación y el manejo del riesgo debe abordar varios factores predisponentes y precipitantes⁹³, centrándose en intentar disminuir los factores modificables.

Es importante detectar los efectos interactivos y sinérgicos entre los factores de riesgo ya que las caídas ocurren principalmente por la suma de los mismos. En 1988, Tinetti et al.¹⁰² en una encuesta a personas mayores que viven en la comunidad informaron que el porcentaje de personas que cayeron pasó del 27% entre los que tenían uno o ningún factor de riesgo, al 78% entre aquellos con cuatro o más factores de riesgo. El riesgo de caída se incrementa linealmente con el número de factores de riesgo que tiene la persona mayor.

Gama et al.¹¹³ en concordancia con los hallazgos del meta-análisis realizado por Leipzig et al. en 1999 encuentran que hay una pequeña pero consistente asociación entre las caídas y la mayoría de los fármacos psicotrópicos, así como con la polimedicación (cuatro o más fármacos), aunque

concluyen que hemos de ser cautos a la hora de afirmar que la polimedicación en sí, es la causa de las caídas ya que a su vez la propia polimedicación es un indicador de salud frágil.

Una revisión sistemática de Gotaro et al.¹²³ concluyen que la fragilidad aumenta el riesgo de futuras caídas en las personas mayores que viven en la comunidad, y que este riesgo parece ser mayor en los hombres, sin embargo, Gale et al.¹²⁴ encontraron que la fragilidad, tras el ajuste con otros factores de riesgo, se asoció significativamente con un mayor riesgo de caídas en las mujeres. El hecho de que las mujeres experimenten una mayor pérdida de la densidad mineral ósea como consecuencia de la menopausia puede ser una explicación en las tasas de caída y fractura. También parece que el dolor se asocia con mayor riesgo de caídas en personas mayores de ambos sexos.

Diversos estudios destacan la importancia de los problemas de movilidad secundarios a la debilidad muscular, los trastornos de la marcha y del equilibrio, como factor de riesgo de caídas en personas mayores que viven la comunidad. Estos son los factores de riesgo intrínsecos y fisiológicos más importantes relacionados con el riesgo de caídas, todos ellos son modificables y están asociados a un mayor riesgo de deterioro funcional⁹³, es decir a la incapacidad funcional para realizar las AVD y actividades instrumentadas, que duplica el riesgo de sufrir una caída⁹⁷. La detección precoz de los déficits de estos tres factores y su tratamiento podría disminuir el riesgo de caídas en las personas mayores residentes en la comunidad. En

Tanto las caídas como el miedo a caer se pueden considerar como una respuesta protectora a una amenaza real, previniendo a la persona mayor en el momento de iniciar actividades que puedan significar un alto riesgo de caída. Son experiencias comunes, serias y potencialmente prevenibles en las personas mayores de la comunidad, donde cada una por su parte constituye un factor de riesgo para desarrollar la otra. Aquellas personas mayores con miedo a caer entran en una espiral debilitante de pérdida de confianza, restricción de la actividad física, caídas y pérdida de independencia.

En general y con mayor frecuencia las caídas de las personas mayores que residen en la comunidad se producen en el interior del domicilio. Tinetti et al.¹⁰² encontraron que así ocurría en el 77% de los casos, siendo los tropiezos con objetos los responsables en el 25% de las mismas. Estas caídas se asocian con velocidades de marcha más lentas, deterioro cognitivo, comorbilidades múltiples, edad superior a 75 años y bajo rendimiento en las pruebas de función física. Las caídas al aire libre se asocian con una velocidad de marcha más lenta, discapacidad visual, depresión, menor capacidad para caminar y edad inferior a 75 años. Por lo tanto, existe una variación perceptible en los perfiles de factores de riesgo para diferentes tipos de caída⁹³.

Studenski et al.¹²⁵ distribuyen a las personas mayores en varios subgrupos según su capacidad funcional y, por tanto, el riesgo de caer. Incluyen en el grupo de personas mayores con bajo

riesgo de caer a aquellos totalmente inmóviles y todos los que conservan una buena movilidad y estabilidad; mientras que en el grupo de personas mayores con alto riesgo se incluyen a todos aquellos con movilidad, pero con cierto grado de inestabilidad. Este riesgo se ve influido por el grado de alteración de la movilidad y por la tendencia para evitar el riesgo, así como por el grado de amenazas ambientales. Otros autores incluyen en el grupo de mayor riesgo de caídas a las personas mayores frágiles y a aquellas denominadas vigorosas. Estas últimas suelen corresponder a varones algo más jóvenes, funcionalmente más activos o con elevado nivel de autonomía que sufren una caída mientras realizan actividades potencialmente peligrosas habitualmente fuera del domicilio. Gama et al.¹⁰⁸ realizan una revisión sistemática de los factores de riesgo de caídas en personas mayores y concluyen que el exceso de actividad física puede exponer a los mayores a situaciones desafiantes, aumentando el riesgo de caída. Aunque podría ser que la actividad desafiante en sí sea un facilitador de la caída y que ésta esté relacionada con otras comorbilidades de la persona.

La historia previa de caídas y los trastornos del equilibrio y la marcha son los factores de riesgo más importantes a la hora de predecir caídas de repetición^{71,106,107}. Por todo ello, se deben valorar y prevenir los factores de riesgo de las caídas.

1.2.4. Valoración del riesgo de caídas

La valoración del riesgo de caídas es una estrategia eficaz para minimizar la incidencia de caídas y para ello es importante realizar una valoración integral que permita identificar a las personas con mayor riesgo potencial de sufrir una caída o una lesión relacionada con la misma; mediante la detección de la presencia de factores de riesgo. Esta detección es el primer paso para el desarrollo de programas efectivos de prevención¹⁰⁷.

Tanto la guía NICE^{90,98} sobre prevención de caídas como las sociedades británica y americana de Geriátrica recomiendan que la evaluación del riesgo de caída sea una parte integral de la AP a las personas mayores y que se realice un cribado anual de las personas mayores de 65 años para detectar antecedentes de caídas y la presencia de trastornos de la marcha y el equilibrio.

Es importante que los profesionales de la salud identifiquen tanto los factores de riesgo individuales como a los grupos de alto riesgo. Tanto la historia clínica/social como la exploración física que se realizan de forma rutinaria en los distintos dispositivos asistenciales deberían detectar los factores de riesgo y los problemas de salud asociados a un mayor riesgo de caídas. Para ello, es esencial realizar una completa anamnesis que aporte información del número de caídas sufridas en el último año: frecuencia, contexto y características de las caídas, así como de la existencia de cambios del estado de salud, funcionales o del entorno. Es muy importante valorar el riesgo de caída tras una caída. Se debe por ello interrogar sobre los factores extrínsecos,

las consecuencias tanto físicas como psicológicas y obtener información del cuidador principal, de las características del interior y exterior del domicilio y de los recursos sociales de los que dispone.

La evolución de la capacidad funcional es también un componente importante en la evaluación de las personas mayores que viven en la comunidad, por ello además de la anamnesis es necesaria la valoración funcional mediante el uso de cuestionarios y pruebas de ejecución o desempeño.

Las pruebas de ejecución, probablemente son hoy día el mejor método para detectar fragilidad en AP. Estas pruebas presentan como ventaja una mayor validez y reproducibilidad, al tiempo que presentan menor influencia del estado cognitivo, del lenguaje, idioma y nivel cultural. La utilidad de una prueba para predecir las caídas puede variar según el estado de salud y la capacidad funcional de los adultos mayores que se están evaluando¹². Si bien la evaluación de la capacidad funcional es un componente importante en la evaluación de las personas mayores que viven en la comunidad se ha demostrado que las pruebas estandarizadas de uso más habitual son fiables y válidas para evaluar el deterioro funcional en personas mayores que viven institucionalizados, pero muchas veces estas mismas pruebas son menos sensibles para detectar riesgo de caídas cuando las personas viven de manera independiente en la comunidad.

La finalidad de emplear instrumentos evaluativos es la de medir un determinado fenómeno, haciéndolo más concreto u objetivable. No disponemos de un instrumento que evalúe el fenómeno de la caída, pudiéndose ser la evaluación de los factores de riesgo la base de la prevención de las mismas, particularmente para aquellas personas adultas con mayor riesgo de caer. Existe además la necesidad de utilizar instrumentos de valoración funcional validados para nuestra población, así como de disponer de los valores normativos. Abizanda et al.¹²⁶ realizan el primer estudio poblacional en España (FRADEA) y obtienen valores normativos de la población española de ≥ 70 años, de algunos de los principales instrumentos de valoración funcional utilizados en la población geriátrica.

La guía NICE^{90,98}, de prevención de caídas en personas mayores recomienda que a todas las personas que sean identificadas como de riesgo de caídas se les realice una evaluación multifactorial seguida de una intervención individualizada sobre los factores de riesgo detectados. Un historial de caídas en el último año es el factor de riesgo más importante y predictor de nuevas caídas. A las personas ≥ 65 años que requieren atención médica por una caída, que refieren caídas recurrentes (≥ 2 caídas) en los últimos 12 meses, o que presenten alteraciones del equilibrio o de la marcha, se les debe realizar una evaluación multifactorial del riesgo de caídas. Debe ser un equipo multidisciplinar el que valore en profundidad los múltiples factores o trastornos que contribuyen al riesgo de caídas. Esta evaluación debe incluir un interrogatorio que clarifique las caídas desde sus causas y sus consecuencias a la presencia de miedo a caer, al mismo tiempo que

debe evaluarse la funcionalidad, la marcha, el equilibrio y la fuerza, el riesgo de osteoporosis, la presencia de déficits visuales, de déficits cognitivos, alteraciones cardiovasculares favorecedoras de caídas, incontinencia urinaria, así como también recoger los problemas de salud que puedan incrementar el riesgo de caídas, detectar los riesgos del hogar, evaluar el tipo de calzado que utiliza y realizar una revisión exhaustiva de la medicación.

Para el estudio funcional de las personas mayores es imprescindible valorar la movilidad. Esta es, una función complicada y compuesta de acciones con múltiples componentes. Dichos componentes dependen de la correcta integración de múltiples características factores físicos, cognitivos y psicológicos. El índice de Barthel es el instrumento de valoración funcional más utilizado en todos los niveles asistenciales¹²⁷.

Pero para poder identificar los problemas de la marcha y del equilibrio no se dispone de un único instrumento que, aplicado aisladamente, sea capaz de prever el riesgo de caída con buena sensibilidad y especificidad. Algunos instrumentos sólo son apropiados para su uso en entornos específicos, poblaciones o personas con determinados trastornos. El correcto uso de estas herramientas requiere tiempo, experiencia y juicio clínico⁹⁰.

Además de los instrumentos de medida expuestos en el punto 1.1.5, los más utilizados habitualmente en la práctica clínica son:

- i) **Romberg test**, propuesto por Romberg en 1840. Se utiliza para valorar el equilibrio estático con ojos abiertos y cerrados. Es la prueba clásica por excelencia y la más conocida.
- ii) **Escala de Daniels D**, publicada por Daniels et al. en 1946. Es el método de medida manual de la fuerza muscular más utilizado.
- iii) **Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA) o Escala de Tinetti**.

Propuesta por la Dra. M Tinetti en 1986. Es una de las herramientas más utilizadas en la valoración del equilibrio y uno de los instrumentos de medida empleado en nuestro estudio (anexo I). Es una escala observacional muy completa ya que permite sistematizar la exploración de la marcha y del equilibrio mediante maniobras motoras que se utilizan en las actividades de la vida diaria. Creada originariamente para la valoración de personas mayores institucionalizadas, es hoy día un instrumento útil para la valoración no instrumentada del equilibrio y la marcha en personas mayores. Evalúa el equilibrio y la marcha mediante dos subescalas, cuyos resultados se suman entre sí para obtener la puntuación total de la escala de Tinetti. Ha demostrado ser válida y confiable ($r=0,74-0,93$), con una alta fiabilidad inter-observador de 0,95. En una revisión analítica sobre las medidas de evaluación del riesgo de caídas, TMT muestra un 90% de confiabilidad entre evaluadores, un 80% de sensibilidad y un 74% de especificidad¹²⁸.

La subescala del equilibrio valora la capacidad del paciente para mantener el control postural mientras la persona participante realiza tareas relacionadas con la vida diaria. Valora el equilibrio cuando la persona está sentada en una silla, al levantarse, el periodo inmediato tras levantarse, en bipedestación con ojos abiertos y cerrados, al realizar un giro de 360° y también valora el equilibrio reactivo. La subescala de la marcha valora el patrón de la marcha, es decir valora el inicio de la marcha, la simetría del paso, la base de sustentación, la fluidez, la longitud del paso, la trayectoria y la postura. Algunos ítems se puntúan con 0, 1 o 2; puntuándose con 0 cuando no logra o no mantiene la estabilidad en los cambios de posición o tiene un patrón de marcha inapropiado, con 1 cuando logra realizar los cambios de posición o presenta patrones de marcha con compensaciones posturales y con un 2 cuando no presenta dificultades para la ejecución de las tareas. Algunos ítems únicamente se puntúan con 0 o 1. La subescala del equilibrio está compuesta por 9 ítems obteniendo un valor máximo de 16 puntos y la subescala de la marcha compuesta de 7 ítems puede obtener un valor máximo de 12 puntos.

La puntuación de la escala de Tinetti es el resultado de la suma de ambas subescalas, siendo el valor máximo de 28 puntos, equivalente a una mejor funcionalidad y un menor riesgo de caídas. La puntuación subdivide a los sujetos en tres grupos según el nivel de su dependencia y el riesgo de caídas. El grupo de mayor riesgo obtiene las puntuaciones más bajas <19 puntos. El grupo de riesgo moderado está formado por personas con puntuaciones de 19 a 24 puntos, lo que refleja una dependencia moderada y un riesgo de caídas. El grupo con riesgo bajo de caídas obtiene puntuaciones de 25 a 28 puntos^{101,128-130}.

iv) **Get Up and Go test**

Publicado por Mathias et al. en 1986. Posteriormente en 1991 Podsiadlo D y Richardson S¹³¹ describieron una variante cronometrada del Get Up and Go denominada **The Timed Up and Go test (TUG)** y que hemos utilizado en nuestro estudio. El test se describe en el apartado 5.8. Es un test clínico ampliamente utilizado por su fácil y rápida aplicación, así como los pocos recursos materiales que se precisan. A pesar de su sencillez es una herramienta confiable y válida para cuantificar la movilidad funcional, el equilibrio, la habilidad y velocidad de la marcha y el riesgo de caídas en personas mayores¹³¹. Barry et al.¹³² realizaron un metaanálisis para determinar el valor predictivo del TUGT en el riesgo de caídas en personas mayores que viven en la comunidad concluyendo que en este entorno la capacidad de identificar a personas con alto riesgo de caídas es limitada.

v) **Berg Balance Scale o Escala de equilibrio de Berg (BBS)**

Escala diseñada por K. Berg en 1989, para valorar el equilibrio estático y dinámico. Fue desarrollada con el objetivo de disponer de una medida cuantitativa del estado funcional del

equilibrio en personas mayores, a pesar de ello no hay evidencia suficiente en relación a la predicción del riesgo de caídas^{81,133}. Utilizada en nuestro estudio (anexo II).

La fiabilidad como instrumento de medida del equilibrio en personas mayores fue evaluado por Berg et al, siendo $\geq 0,83$ y el grado de concordancia entre diferentes evaluadores excelente ($r=0,98$)¹³⁴. Sin embargo, la sensibilidad para la detección del riesgo de caídas es baja. Thorbahn et al. en 1996, establecieron como valor umbral de riesgo de caídas la puntuación de 45^{75,134}. Muir et al.¹³³ estudiaron una muestra de personas mayores residentes en la comunidad y para valores de corte de ≤ 45 encontraron una sensibilidad del 25% al 42% y una especificidad del 86% al 87%, indicando que las caídas son frecuentes entre personas con puntuaciones superior a 45, siendo según los autores un punto de corte inadecuado para identificar el riesgo de caídas de personas mayores residentes en la comunidad. Concluyen que el BBS tiene una mejor capacidad discriminatoria para identificar a las personas mayores que viven en la comunidad y que sufren caídas recurrentes o múltiples.

Consta de 14 ítems o subpruebas funcionales que evalúan el equilibrio durante actividades de la vida diaria. Los ítems que valora son representativos de las actividades diarias, algunas se califican de acuerdo a la calidad de la ejecución, mientras otras son evaluadas por el tiempo necesario para completarla. Las personas participantes deben completar 14 tareas o ítems mientras el/la examinador/a califica el desempeño en cada tarea puntuándolas del 0 al 4. Algunos de los ítems son comunes a los de la subescala de equilibrio de Tinetti. Cada ítem o tarea se puede calificar en una escala ordinal de cinco niveles, puntuados del 0 al 4 basándose en la dependencia o independencia por parte de la persona participante en la realización del ejercicio solicitado. La puntuación total oscila de 0 (grave afectación del equilibrio) a la máxima posible de 56 (equilibrio excelente). La puntuación total resultante se interpreta como: 0-20: alto riesgo de caídas; 21-40: riesgo medio de caídas y 41-56: bajo riesgo de caídas.

vi) Functional Reach Test (FRT)

Publicada por Duncan et al. en 1990. Es una herramienta de medición y evaluación del equilibrio dinámico, propuesta para medir el límite de estabilidad, mediante una tarea simple que consiste en medir la distancia entre la longitud del brazo extendido en un alcance máximo hacia delante desde una posición de pie, mientras mantiene una base fija de apoyo^{93,135}.

vii) Short Physical Performance Battery (SPPB)^{47,136}

Incluye 3 test o subpruebas que valoran la velocidad de la marcha, la fuerza muscular de las extremidades inferiores y el equilibrio. Actualmente validada y normalizada en la población española la convierte en uno de los instrumentos más recomendados en la evaluación del riesgo de caídas de población geriátrica.

viii) Usual Gait Speed (UGS).

Mide el tiempo en recorrer una distancia sobre superficie plana, sin giros y a ritmo confortable. La distancia de seis metros es la más utilizada en estudios con personas de edad avanzada.

ix) One-leg balance test

Publicada por Vellas et al. en 1997 y que consiste en mantener el equilibrio apoyado sobre una pierna, sin ayuda y manteniendo la otra con la rodilla en flexión durante el mayor tiempo posible. Permite valorar el equilibrio estático y el riesgo de caídas.

x) 30-s Chair Stand test (30-s CST)

Este test publicado por Jones et al. en 1999, permite valorar la fuerza y resistencia de las extremidades inferiores. Consigue en levantarse y sentarse de una silla de altura estándar y sin brazos tantas veces cuantas sea posible durante 30 segundos.

xi) Balance Evaluation System Test (BESTest)

Publicado por Horak et al. en 2009. Evalúa el equilibrio a través de 6 subsistemas. Permite la evaluación integral del desempeño en tareas estáticas y dinámicas que forman parte de todas las actividades que realizan las personas. En diferentes estudios, ha demostrado ser fiable y válido para evaluar el equilibrio en poblaciones con sujetos sanos y con enfermedades neurológicas.

xii) Fall Risk Score.

Es un cuestionario que contiene ítems que miden el riesgo de caídas; sin embargo, se restringe a los factores de riesgo: caídas previas, uso de medicaciones, déficit sensorial, orientación, cognición y marcha. Esta escala deja de contemplar factores intrínsecos tales como enfermedades crónicas, equilibrio, además de factores extrínsecos relacionados con el comportamiento del individuo y con el ambiente.

xiii) F3ALLS

Algoritmo de siete preguntas, publicado por Morley en 2018, sencillo, rápido y fácilmente aplicable para predecir caídas en personas mayores. A cada ítem afectado se les asocia una recomendación de tratamiento para prevenir caídas.

xiv) En los últimos años están apareciendo **app** para dispositivos móviles que probablemente incorporaremos en los estudios y en la clínica en un futuro no muy lejano. Las aplicaciones desarrolladas para teléfonos inteligentes pueden realizar con precisión la supervisión de la actividad a largo plazo, ofreciendo un margen para la incorporación de evaluaciones de teledetección en la atención clínica¹³⁷.

En general, la cuestión de cómo conocer, evaluar y modificar aquellos factores de riesgo de caídas modificables es todo un desafío³⁰.

Existe evidencia de que se pueden prevenir las caídas en personas mayores que viven en la comunidad con un programa de intervención bien diseñado. La aplicación de una evaluación completa de los factores de riesgo para caídas puede ser la base de la prevención efectiva, particularmente para aquellas personas adultas con mayor riesgo de caer. Es deseable y esperable que la cuantificación objetiva de parámetros de la fuerza, marcha y equilibrio, pueda ayudar a predecir y prevenir el riesgo de caída en personas mayores.

1.2.5. Intervenciones para la prevención de caídas en personas mayores

La prevención de las caídas es una prioridad para el sistema sanitario por el gran consumo de recursos sanitarios y coste económico y social que conlleva. En los últimos años se han creado unidades de prevención de caídas, con el objetivo de realizar un diagnóstico de las causas, así como proponer intervenciones para reducir su frecuencia y consecuencias⁹⁶. La identificación de los factores de riesgo es el primer paso para poder introducir las actividades preventivas adecuadas.

1.2.5.1. Tipos de Intervenciones para la prevención de caídas

Las caídas se pueden prevenir mediante la adopción de una serie de medidas que incluyen aumentar la concienciación y modificar las actitudes de las personas mayores (campañas en medios de comunicación, folletos) modificar el comportamiento de las personas (adquisición hábitos saludables, dieta, ejercicio físico) o modificación estructural (adaptaciones del entorno).

Se han desarrollado diferentes intervenciones para ayudar a prevenir caídas en las personas mayores:

- i) **Intervenciones multifactoriales** basadas en la evaluación individualizada del riesgo de caídas y posterior intervención sobre los factores de riesgos identificados modificables¹⁰³. Tinetti¹⁰¹ la considera como el enfoque de prevención con mayor posibilidad de éxito para conseguir la reducción de las caídas. Es la intervención recomendada por la NICE 2013⁹⁰, pero son costosas y complejas de realizar.
- ii) **Intervenciones de componentes múltiples** basadas en una intervención en la que todas las personas reciben la misma combinación de componentes, como por ejemplo el ejercicio supervisado, la educación y la modificación de riesgo en el domicilio^{71,103}, para prevenir caídas. En este caso no se actúa sobre los factores de riesgo identificados individualmente. Generalmente incluyen el ejercicio como elemento clave de la intervención, son menos complejas y costosas que las intervenciones multifactoriales¹³⁸.

El ejercicio es uno de los elementos más frecuentemente utilizado en ambos tipos de intervenciones. Como intervención única tiene ha logrado un efecto positivo en la prevención de caídas similar a las intervenciones de componentes múltiples y multifactoriales, lo que sugiere

que la implementación del ejercicio en la prevención de caídas a nivel poblacional puede ser óptima y rentable^{91,103,139,140}.

1.2.5.2. El ejercicio físico en personas mayores

Para las personas mayores el ejercicio aeróbico es accesible, fácil y económico. Para ser saludable su duración debe estar comprendida entre los 20 y los 60 minutos por sesión, siendo recomendable realizar de 3 a 5 sesiones por semana, alcanzado durante su práctica el 70-80% de la frecuencia cardíaca máxima. El ejercicio de resistencia de alta intensidad (ejercicios de potenciación) es factible y eficaz para trabajar la debilidad muscular y la fragilidad, con su práctica puede lograr aumentar la fuerza muscular en un 113%, así como la velocidad de la marcha en un 11,8%. El entrenamiento de adaptabilidad de la marcha puede complementar las rutinas de ejercicio para la prevención de caídas¹³⁷. Sin embargo, son los ejercicios de fuerza y equilibrio los más efectivos para reducir la tasa de caída en personas mayores que viven en la comunidad^{91,141}. Pero sus resultados dependen de que el programa de ejercicios este basado en la evidencia actual, adaptado individualmente, de la frecuencia, la intensidad, la duración de las sesiones y por supuesto de la constancia de su práctica. La planificación del programa, incluyendo la progresión de su aplicación es esencial para la efectividad del mismo. Es necesario asegurar suficiente sobrecarga, así como establecer periodos de descanso para permitir la recuperación, prevenir la fatiga, evitar la aparición de dolor y lesiones por sobreuso que puedan desmotivar y favorecer el abandono. Los beneficios del ejercicio cesarán en cuanto se dejen de realizar, por lo que es fundamental que se incorporen como un hábito en la vida diaria y continuarlo de por vida²⁶.

Los programas de ejercicio bien diseñados reducen la tasa de caídas y el número de individuos que sufren una caída en personas mayores que residen en la comunidad. En Estado Unidos el grupo de trabajo United States Preventive Services Task Force recomienda intervenciones con ejercicio físico para prevenir caídas en adultos mayores de 65 años que viven en la comunidad y que tienen un mayor riesgo de caídas (Recomendación B)¹⁴². Este mismo grupo concluye que los programas de ejercicios son efectivos ya sean realizados de forma grupal como de manera individualizada en el domicilio. Los programas que se realizan de forma individualizada en el domicilio pueden utilizarse cuando la persona es reacia o bien es incapaz de asistir a las clases grupales. Esta modalidad si bien permite la adaptación individual del ejercicio, obvia la socialización, dificulta la adherencia y es económicamente mucho más costosa que el formato grupal. En este grupo de edad es muy importante el papel de los profesionales de la AP para reclutar participantes entre los pacientes mayores, hacer seguimiento y mantener la adherencia a los programas de ejercicios de prevención de caídas¹⁴³.

Sherrington et al.¹³⁹ en una revisión sistemática de 88 ensayos clínicos (con 19.478 participantes) concluyen que el ejercicio redujo en un 21% la tasa de caídas en las personas mayores que viven en la comunidad, siendo más efectivos los programas de ejercicio con duración mayor de 3 horas/semana y que incorporan trabajo de equilibrio. Uno de los mayores problemas detectados es la baja aceptación y adherencia a los programas diseñados, ya que los consideran aburridos, de corta duración y que no tienen en cuenta el mantenimiento de niveles de actividad adecuados a largo plazo. Sugieren la introducción de aplicaciones diseñadas para utilizar mediante teléfonos móviles y/o tabletas para motivar estilos de vida saludable y que podrían proporcionar una amplia gama de opciones de ejercicio, a menudo, más agradables fomentando la participación ejercicio mediante comentarios de rendimiento inmediatos para establecer un «feedback» positivo que favorezca la adherencia. Estas aplicaciones ofrecen también una solución potencialmente rentable para la adherencia a más largo plazo. La mayoría de las aplicaciones no han sido validadas en ensayos clínicos científicos, pero probablemente lo estén en un futuro próximo¹³⁷.

El ejercicio es efectivo para reducir la tasa y el riesgo de caídas en adultos que viven en la comunidad, sin embargo, no hay evidencia de los efectos a largo plazo del ejercicio¹⁴⁰. Existe una escasez de datos de seguimiento relacionados con los posibles efectos duraderos del ejercicio en adultos mayores, y la incertidumbre de si existe un mantenimiento continuado de cualquier beneficio acumulado y cambios en los comportamientos de salud más allá del final de una intervención de prueba. Determinar si las intervenciones de prevención son efectivas y potencialmente rentables a largo plazo es una cuestión importante de salud pública¹⁴⁰. Este metaanálisis de 24 estudios, recoge que las intervenciones de ejercicio pueden reducir la tasa y el riesgo de caer en personas mayores que viven en la comunidad más allá de un año en comparación con un grupo control. La reducción general a largo plazo en la tasa de caídas fue del 21% (rango del 12% al 29%), en base a 23 estudios con 6.250 participantes, y el riesgo de caída se redujo en un 17% (rango del 8% al 24%), en base a 18 estudios con 4.690 participantes. En resumen, del estudio de Finnegan¹⁴⁰ se extrae que los programas de ejercicio para prevención de caídas han tenido efectos a largo plazo en el número de personas que caen y en el número de caídas hasta dos años después de una intervención de ejercicio.

Una revisión Cochrane del 2019¹⁴⁴, que incluyó 108 ensayos clínicos controlados y aleatorios con 23.407 participantes residentes en la comunidad de 25 países con edad promedio de 76 años y un predominio claro (77%) de mujeres, muestra la evidencia del ejercicio para la prevención de caídas en personas mayores residentes en la comunidad con las siguientes conclusiones: “los programas de ejercicios reducen la tasa de caídas y el número de personas que sufren una caída con un nivel de evidencia de certeza alta, así como que los efectos de estos programas de ejercicio son inciertos para otros resultados no relacionados con las caídas”. Fueron efectivos independientemente de que ser realizaran de forma individual o grupal, de si estaban o no

dirigidos por profesionales de la salud, de la edad e incluso del número de factores de riesgo de caídas. Aunque el seguimiento de la muestra varió ampliamente, de 3 a 18 meses, parece también puede haber beneficio a más largo plazo con la introducción de hábitos de ejercicio. En cualquier caso, se concluye que son necesarios más estudios para comprender la repercusión relativa de diferentes programas de ejercicio.

Hay evidencia de que las intervenciones con ejercicio en las personas mayores que residen en la comunidad quizás reduzcan en un grado limitado el temor a caer inmediatamente después de la intervención. Sin embargo, no hay evidencia suficiente para determinar si esta reducción del miedo a caer se reduce a largo plazo tras finalizar la intervención. Las caídas suelen causar tensiones familiares y son un factor de predicción independiente de institucionalización⁹⁴.

La OMS recomienda como estrategias preventivas priorizar la investigación relacionada con las caídas y realizar programas de ejercicios que incluyan el fortalecimiento muscular y que trabajen el equilibrio². Finnegan¹⁴⁰ recomienda en los estudios un seguimiento no inferior a los 12 meses.

1.2.5.3. Programa de ejercicios OTAGO

El programa de ejercicios OTAGO (OEP) fue diseñado por un grupo de profesionales de la University of Otago Medical School, Dunedin New Zealand y por el New Zealand Falls Prevention Research Group, dirigidos por el profesor John Campbell^{145,146}. Es el resultado de años de investigación con el objetivo de disminuir el riesgo de caídas y sus consecuencias en personas mayores residentes en la comunidad. El OEP está basado principalmente en ejercicios de fuerza y equilibrio y fue desarrollado, aplicado en 4 ensayos clínicos¹⁴⁵⁻¹⁴⁸ y evaluado¹⁴⁹ en New Zealand a final de los años 90. Gardner et al.¹⁵⁰ publicaron el protocolo de ejercicios utilizado. Consta de 17 ejercicios (5 centrados en la fuerza y 12 centrados en el equilibrio) que aumentan progresivamente en intensidad y/o dificultad. En los primeros dos ensayos clínicos fueron dirigidos/as por un/a fisioterapeuta que los adaptó a cada participante de manera individualizada para que los pudieran realizar de manera independiente y segura en su domicilio. Los ejercicios se prescribieron individualmente y se entregaron a la persona participante para que los realizara durante 30 min, 3 veces/semana, durante 12 meses. Además, se les animaba a realizar caminatas de unos 30 min, 3 veces/semana. Los dos primeros meses las personas participantes recibieron 4 visitas del/la fisioterapeuta, estas se realizaron las semanas 1, 2, 4 y 8. Posteriormente recibieron una nueva visita de valoración a los 6 y 12 meses. Para aumentar la adherencia y el cumplimiento, se realizaron llamadas telefónicas de seguimiento mensuales. Este modelo empodera a la persona, pero realmente sólo funciona si realizan los ejercicios^{145,151}.

El OEP fue contrastado en cuatro ensayos clínicos¹⁴⁵⁻¹⁴⁸ en el que participaron 1.016 personas (23% hombres), residentes en la comunidad de entre 65 y 97 años, con una edad media de 82,3

(DS 4,6) años, siendo esta muestra representativa de la población. El 68% (n=71) de las participantes (mujeres ≥ 80 años) del primer estudio, decidieron continuar un segundo año. En este primer estudio el 42% (n=48) de las mujeres del GI continuaron los ejercicios los 3 días a la semana¹⁴⁵, siendo la adherencia a los 24 meses del 44% (n=31) de las mujeres que decidieron continuar¹⁴⁶. Tras la aplicación del programa, se observó una reducción de un 35% de las caídas. El OEP fue igual de eficaz en los hombres que en las mujeres, así como en relación a la reducción de la tasa de caídas en las personas con caídas previas. Es un programa significativamente más efectivo en la reducción de la tasa de caídas en ≥ 80 años¹⁴⁹. Destacaron el hecho de que apenas se produjeron eventos adversos con el OEP. Igualmente se observó que el OEP es más efectivo cuando los instructores son fisioterapeutas y/o enfermeras entrenadas. Este programa se recomienda a personas mayores residentes en la comunidad que puedan hacer ejercicio de forma segura e independiente, entendiendo y siguiendo las instrucciones de un profesional de la salud^{145-147,152}.

Finalmente el OEP ha demostrado ser coste efectivo en mayores de 65 años y sobre todo ≥ 80 años^{26,91}. Davis et al.¹⁵³ en una revisión sistemática en la que incluyen 9 estudios en relación a la evaluación del impacto económico de las intervenciones para prevenir caídas, mostraron que el OEP es la intervención más coste-efectiva en adultos mayores de 80, frente a programas multifactoriales u otras acciones.

Gardner et al.¹⁵⁴ concluyeron que es eficaz la aplicación del OEP en la AP consiguiendo al año mantener la participación del 47% del personal médico invitado a participar y del 70% de los/las personas participantes que continuaron realizando los ejercicios en domicilio; así como obtuvieron una reducción del 30% del número de caídas.

Thomas et al.¹⁵⁵ evalúan mediante una revisión sistemática, el efecto de OEP sobre las tasas de caída y el riesgo de muerte, así como el nivel de cumplimiento del programa. Concluyen que el OEP reduce significativamente el riesgo de caída y de muerte en adultos mayores residentes en la comunidad.

Son et al.¹⁵⁶ comparan un programa de OEP con Tai Chi en personas mayores. El Tai Chi se ha convertido en uno de los ejercicios más populares para prevenir caídas en adultos mayores. En su ensayo clínico todos los grupos mostraron mejoras significativas en relación a la fuerza de la extremidad inferior, el equilibrio y la velocidad de marcha. La mejora de la fuerza fue mayor en el grupo que realizó el OEP, mientras que el equilibrio obtuvo mayores ganancias en el grupo que practicó Tai-chi. Sin embargo, en ambos grupos mejoraron los parámetros de la marcha de forma similar. Aun así, no queda claro cuál de las dos intervenciones es más efectiva para prevenir el riesgo de caídas en mujeres.

Los resultados se han replicado en múltiples estudios, en diferentes países, entornos y modalidades en los últimos 20 años, obteniendo resultados equivalentes. Martins et al.⁹¹ realizaron una revisión sistemática de 8 estudios en los que se aplican formatos modificados de OEP y estudiaron sus efectos sobre el equilibrio y la prevención de caídas. Todos los estudios utilizaron el OEP, pero con diferencias en relación a la frecuencia, duración, evaluaciones, periodo de seguimiento, perfil, lugar de realización y la modalidad son distintas (Kyrdaen et al.¹⁵⁷ y Waters et al.¹⁵⁸ adaptaron el programa a un formato grupal, Davis et al.¹⁵⁹ y Benavent-Caballer et al.¹⁶⁰ reforzaron el programa de ejercicios grupales con la entrega de un DVD, Liston et al.¹⁶¹ al grupo intervención (GI) añadieron ejercicios de equilibrio multisensorial y estiramientos al grupo control (GC), Yang et al. añadieron ejercicios vestibulares y otros como Yoo et al.¹⁶² utilizaron la realidad aumentada). Todos ellos obtuvieron mejoras en el equilibrio y en la funcionalidad. Para algunos autores, la práctica grupal resulta ser más efectiva que la individual para promover su salud, disminuir costes y lograr una adherencia al ejercicio a largo plazo en comparación con un enfoque individual. Las intervenciones grupales mejoran la participación y puede aportar beneficios psicológicos y sociales adicionales a la prevención de caídas. Esta revisión mostró que la implementación y realización del OEP tanto en formato individualizado en el domicilio como en formato grupal son efectivos e implementables. En general, todos los estudios que aplicaron formatos modificados del OEP obtuvieron mejoras en el equilibrio y la capacidad funcional.

El OEP se considera un programa de prevención de caídas basado en la evidencia, seguro, factible y coste efectivo del que pueden beneficiarse las personas mayores⁹¹ y por lo tanto recomendado para personas ≥ 80 años o más jóvenes con historia de caídas o alteraciones del equilibrio¹⁵⁰. Por sus beneficios y su reproducibilidad, se ha ido implementando en muchos países del mundo.

En nuestro estudio realizaremos una intervención modificada de OEP como parte de una intervención de prevención de caídas de componente múltiple y evaluaremos si se objetivan cambios en la fuerza, la marcha y el equilibrio, así como su efectividad en relación a la disminución de caídas en una población de 75 a 89 años, residentes en la comunidad.

2. JUSTIFICACIÓN

El envejecimiento afecta la fuerza, la marcha y el equilibrio de las personas siendo todos ellos factores relacionados con la disminución de la funcionalidad y con el aumento del riesgo de caídas. Las caídas representan un importante problema de salud pública. Se estima que el 30% de los mayores de 65 años y el 50% de los mayores de 80 que residen en la comunidad sufren al menos una caída al año.

La incidencia de caídas es mayor en personas con determinadas condiciones físicas que afectan a la fuerza, el equilibrio y la marcha. Las consecuencias de las caídas pueden afectar no solo a la esfera física, sino también a la psicológica y socioeconómica. Pueden contribuir a la restricción de la actividad habitual, aparición del miedo a caer, reducción de la calidad de vida y de la independencia, aumentando la discapacidad y el riesgo de institucionalización.

Las caídas no deben considerarse como una consecuencia inevitable del envejecimiento. Diversas revisiones científicas aportan evidencia de que existen intervenciones efectivas para la prevención de las mismas. Una estrategia eficaz para minimizar su incidencia en las personas mayores es la detección precoz de los factores de riesgo. La evaluación multifactorial seguida de una intervención individualizada sobre los factores de riesgo detectados se ha demostrado efectiva, tanto en la reducción de las mismas, como de sus consecuencias y de su reincidencia. Esta evaluación incluye la valoración de la fuerza, la marcha y el equilibrio, factores todos ellos tratables y modificables.

Es recomendable, realizar las evaluaciones en los CAP. Los profesionales de la AP son conocedores de la salud de las personas y de su entorno a lo largo de su vida, generan confianza sobre todo en las personas mayores, están próximos a sus domicilios facilitando con ello el acceso y la participación en programas de salud desarrollados en el propio CAP. Pero desgraciadamente la falta de recursos, la sobrecarga asistencial y el coste de la mayoría de los instrumentos de medida necesarios para poder objetivar la fuerza, la marcha y el equilibrio no facilita y/o permite la realización de evaluaciones exhaustivas en la práctica clínica diaria que permitan detectar o determinar la existencia de factores de riesgo de caídas y actuar preventivamente. Estas dificultades se ven acentuadas por la no existencia de un único instrumento de medida que aplicado aisladamente pueda ser capaz de prever el riesgo de caída con buena sensibilidad y especificidad en las personas mayores residentes en la comunidad. No hay evidencia suficiente para apoyar estrategias basadas en el cribado masivo en AP y por otro lado tampoco las estrategias preventivas basadas sólo en el consejo son efectivas en personas mayores.

Conocer los valores basales de los principales parámetros y/o la puntuación de los test utilizados con mayor frecuencia en la medición de la fuerza, la marcha y el equilibrio en las personas

mayores residentes en la comunidad podrían predecir el riesgo de caída. Se podrían diseñar y establecer programas de prevención y de intervención adaptados a sus necesidades y su entorno.

Sobre la evidencia respecto a los programas de intervenciones multifactoriales o de componente múltiple, se ha demostrado que el ejercicio per se, como intervención única es efectivo en relación a la prevención de caídas. Los programas de ejercicios bien diseñados como el OEP reducen la tasa global de caídas y el número de individuos que sufren una caída en personas mayores residentes en la comunidad. El OEP está basado en un conjunto de ejercicios estructurados y progresivos de reentrenamiento de fuerza y equilibrio específico para ser practicados en edades avanzadas.

Para continuar investigando en cómo podemos disminuir la frecuencia de las caídas y sus consecuencias, se precisan estudios que permitan explorar el efecto de la incorporación de ejercicios adaptados a la edad avanzada mediante programas que puedan reproducirse con facilidad, para ser instaurados en la práctica clínica habitual en la AP. Además, dichos programas deberían poder ser desarrollados en todas sus etapas por los propios equipos asistenciales, favoreciendo la incorporación de los ejercicios a las AVD, la fidelización y la adherencia.

El analizar los parámetros físicos basales de la fuerza, la marcha y el equilibrio mediante test de valoración validados y/o instrumentos de medida que nos aporten datos objetivables en personas de ≥ 75 años residentes en la comunidad puede ser un punto de partida para valorar la influencia del envejecimiento, analizar si estos valores se modifican tras la realización de un programa de ejercicios y si los cambios obtenidos perduran al año de la finalización del programa de ejercicios. Al mismo tiempo se analizará si el programa de ejercicios propuesto y la intervención por parte del equipo de AP habitual para intentar fidelizar y mantener la adherencia logra disminuir las caídas del GI respecto al GC.

Como resultado de este estudio podremos obtener datos basales de la fuerza, la marcha y el equilibrio de una población de 75 a 89 años residentes en la comunidad, en un entorno urbano de Cataluña mediante utilización de test e instrumentos de medición validados para este fin. Así como, la aplicabilidad del OEP modificado en los centros de AP.

La aplicación de los resultados obtenidos podría permitir identificar con mayor sensibilidad a las personas mayores residentes en la comunidad con mayor riesgo de caídas. Además, el conocer la prevalencia de las caídas en nuestro entorno, puede ayudar a favorecer la implementación de programas de mejora de estos parámetros relacionados con la fuerza, la marcha y el equilibrio, tanto en programas individuales como comunitarios.

3. HIPOTESIS

Un programa de ejercicios basado en el programa de ejercicios OTAGO mejora la fuerza, la marcha y el equilibrio en personas de ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad y disminuye las caídas y sus consecuencias.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo principal

Evaluar la efectividad de una intervención basada en el programa de ejercicios OTAGO con una fase de entrenamiento guiada por un/a fisioterapeuta y una fase de fidelización tutelada por la enfermera habitual del Centro de Atención Primaria para mejorar los parámetros de fuerza, marcha y equilibrio a los 3 y 12 meses en personas de ≥ 75 y < 90 años, residentes en la comunidad.

4.2. Objetivos secundarios

1. Analizar las características físicas basales relacionadas con la fuerza, la marcha y el equilibrio de la población general de ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad.
2. Analizar la asociación de la edad y el sexo con la fuerza, la marcha y el equilibrio y las variaciones al año de seguimiento de la población general de ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad.
3. Analizar la influencia del programa de ejercicios OTAGO en la reducción de la tasa de caídas y sus consecuencias a los 12 meses de la intervención en la población general de ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

En el año 2014, el Instituto Carlos III de Madrid otorgó, la ayuda económica solicitada para la realización del proyecto “Efectividad en la reducción de caídas de un programa de intervención física basado en el OEP para ancianos de 75 a 90 años residentes en la comunidad. Proyecto PRECIOSA”. Como parte de este proyecto y gracias a su financiación (anexo III) se inició este ensayo clínico aleatorio controlado y paralelo con el objetivo analizar los efectos de un programa de ejercicio basado en OEP en la fuerza, la marcha y el equilibrio de la población de estudio. Para su realización se realizó un cálculo de la muestra. Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,2 en un contraste bilateral, se calculó el tamaño de la muestra en 201 sujetos GC y 201 en el GI para detectar como estadísticamente significativa la diferencia entre las proporciones de personas con caídas, que para el GC se estimó de 0,26 y el GI de 0,14. Se estimó inicialmente una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%. Se utilizó la aproximación del ARCOSENO.

El proyecto “Prevention of Falls and Its Consequences in Elderly People (PRECIOSA)” se registró en Clinical Trials.gov (NCT02617303) el 11 de junio de 2015, siendo el espónsor la Fundación Jordi Gol i Gurina (Anexo IV).

En septiembre de 2014 se obtuvo la aprobación del proyecto PRECIOSA, por el Comité Ético de Investigación Clínica de IDIAP Jordi Gol (código P14/099) (Anexo V).

5.1. Diseño del estudio

Ensayo clínico aleatorizado paralelo multicéntrico con GC y de 15 meses de duración. El GI participó en un programa de ejercicios basado en el OEP en modalidad grupal, realizando un total de 12 sesiones guiadas por un/a fisioterapeuta de 1 hora de duración, 2 veces por semana, durante un total de 6 semanas, seguido de una fase de fidelización tutelada por la enfermera habitual de su equipo de AP; mientras que el GC prosiguió con sus actividades cotidianas y sus controles por su equipo de AP habitual. Se evaluaron las variables de estudio a nivel basal (mes 0), a los 3 meses de finalizar la intervención (mes 3) y pasados 12 meses de la finalización del programa (mes 12). Paralelamente durante estos 12 meses y con una frecuencia trimestral se monitorizaron ambos grupos mediante contacto telefónico. Dicho contacto telefónico fue realizado por un equipo de monitorización (EM) externo cuyo objetivo era recoger información sobre la incidencia de caídas y sus consecuencias.

El estudio de campo se inició en noviembre de 2016 y finalizó en marzo de 2020.

5.2. Ámbito de estudio

La población de estudio fue constituida por personas entre 75 y 89 años de un entorno urbano y nivel socioeconómico medio o bajo que estaban asignados a un equipo asistencial con médico y enfermera.

Participaron un total de 10 CAP públicos de la provincia de Barcelona, de un total de 77 CAP de la Dirección de Atención Primaria Metropolitana Norte (DAP MN) del Institut Català de la Salut. La DAP MN es la estructura organizativa encargada de gestionar parte de los dispositivos de AP de las comarcas Barcelonès Nord, Maresme, Vallès Occidental y Vallès Oriental. Estos CAP cubren la asistencia sanitaria de unas 1.448.812 personas pertenecientes a 70 municipios.

Mediante un mensaje de correo electrónico se informó del estudio a todos los CAP de la provincia de Barcelona de la DAP MN. Finalmente fueron los 10 primeros centros (8 situados en el Vallès Occidental y 2 en el Vallès Oriental) que se mostraron voluntarios los que participaron en el estudio. Los centros participantes fueron: CAP Creu Alta, CAP Sud-Campoamor, CAP Can Rull, CAP Ca N'Oriac y CAP Sabadell Centre pertenecientes a la ciudad de Sabadell, CAP Badia del Vallès de Badia del Vallès, CAP Canaletes de Cerdanyola del Vallès, CAP Castellar de Castellar del Vallès, CAP La Llagosta de La Llagosta y CAP Sant Miquel de Granollers. Estos 10 centros tenían 234.730 personas asignadas y 19.221 personas de ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad (11.428 mujeres y 7.793 varones).

5.3. Criterios de inclusión

- ✓ Personas ≥ 75 y < 90 años en el momento de reclutar los participantes, asignados a los CAP participantes y residentes en la comunidad.
- ✓ Puntuación del test de Pfeiffer de 3 o menos errores (anexo VI).
- ✓ Expectativa de permanencia en la zona de referencia de un mínimo de 15 meses.
- ✓ Aceptar participar en el estudio mediante consentimiento informado (CI).

5.4. Criterios de exclusión

- ✓ Personas de ≥ 90 o < 75 años en el momento basal.
- ✓ Personas que estén participando en estudio o programa institucional de actividad física.
- ✓ Personas que han sido sometidas a intervención quirúrgica de cadera y/o rodilla en los últimos 6 meses o intervención prevista durante el estudio.
- ✓ Personas con amputaciones de miembros inferiores (no incluye dedos de los pies).
- ✓ Personas con ceguera completa.
- ✓ Personas con contraindicación relativa o absoluta a seguir un programa de actividad física (no lo es caminar de manera autónoma con ayuda técnica de apoyo a la movilidad).
- ✓ Personas incluidas en el Programa de atención Domiciliaria o institucionalizadas al inicio del estudio.

- ✓ Personas con enfermedad neoplásica en tratamiento activo con quimioterapia y/o radioterapia, o en fase terminal, previa o durante el estudio.

5.5. Muestra

La muestra se seleccionó de forma aleatoria, de las listas de población asignada de 75 a 89 años de los equipos de AP de 10 CAP (98% de la población general) de las comarcas del Vallés Oriental y Occidental, en Catalunya, estratificándola por sexo y categorías de edad en quinquenios.

A las 520 personas seleccionadas en los CAP que cumplían los criterios de inclusión, aprovechando una visita con su equipo de AP se les explicaba y entregaba la hoja informativa del estudio y se les solicitaba su CI. Una vez obtenido el CI, la persona participante entraba a formar parte de la cohorte del estudio y se le otorgaba un código de identificación. Todos los/las participantes fueron citados a una nueva visita (visita 2) para completar el registro de las variables descriptivas que no estaban actualizadas en los registros electrónicos o en las historias clínicas informatizadas de los CAP. Al mismo tiempo se les informaba de que serían citados por el EM que haría el seguimiento del estudio. El EM era el responsable de citar a los/las participantes para la realización de las PF. Denominamos PF al conjunto de las 4 pruebas realizadas para evaluar la fuerza de extremidades superiores, la P de las extremidades inferiores, la marcha y el equilibrio.

Una vez codificadas todas las personas incluidas se aleatorizaron mediante una asignación 1:1 al GC o GI teniendo en cuenta la estratificación por categorías de edad y sexo. El proceso de asignación aleatoria se realizó utilizando el código de identificación, sexo y edad mediante un programa informático de asignación de números aleatorios (SAS v9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Los resultados se comunicaron al EM y a los equipos asistenciales. Un responsable asistencial de referencia del CAP, colaborador del equipo PRECIOSA, conjuntamente con la responsable del equipo de investigación (doctoranda) de la intervención específica de terapia física (IETF) se encargó de supervisar y reservar las salas para poder realizar las valoraciones físicas tanto al GC como al GI, así como de la organización posterior del programa de ejercicios al GI.

La población inicialmente aleatorizada la compuso una cohorte representativa de 520 personas que cumplían los criterios de inclusión y que aceptaron participar. De esta cohorte inicial se produjeron 119 pérdidas al no firmar el CI. La muestra final objeto del estudio fue de 401 participantes que fueron evaluados con PF basal (análisis I).

Tras ser evaluados (mes 0) se realizó una segunda aleatorización, asignándose los/las participantes al GC o GI. Para asegurar que los grupos eran homogéneos y no había un sesgo de selección se realizó un análisis de homogeneidad previo en el que se comprobó que los grupos eran homogéneos.

A los 3 meses de la finalización del programa de ejercicios se realizó la primera monitorización telefónica comprobándose una pérdida de 8 participantes, por lo que la muestra resultante al fue de 393. Para la evaluación de las PF a los 3 meses de finalizar el programa de ejercicios (análisis II) sólo las realizaron 237 personas (156 pérdidas) y a los 12 meses únicamente 127 personas (110 pérdidas). La monitorización telefónica prosiguió a los 6 y 12 meses, fecha en la que se cerró el estudio, manteniéndose una muestra de 393 participantes (diagrama de flujo de la figura 4).

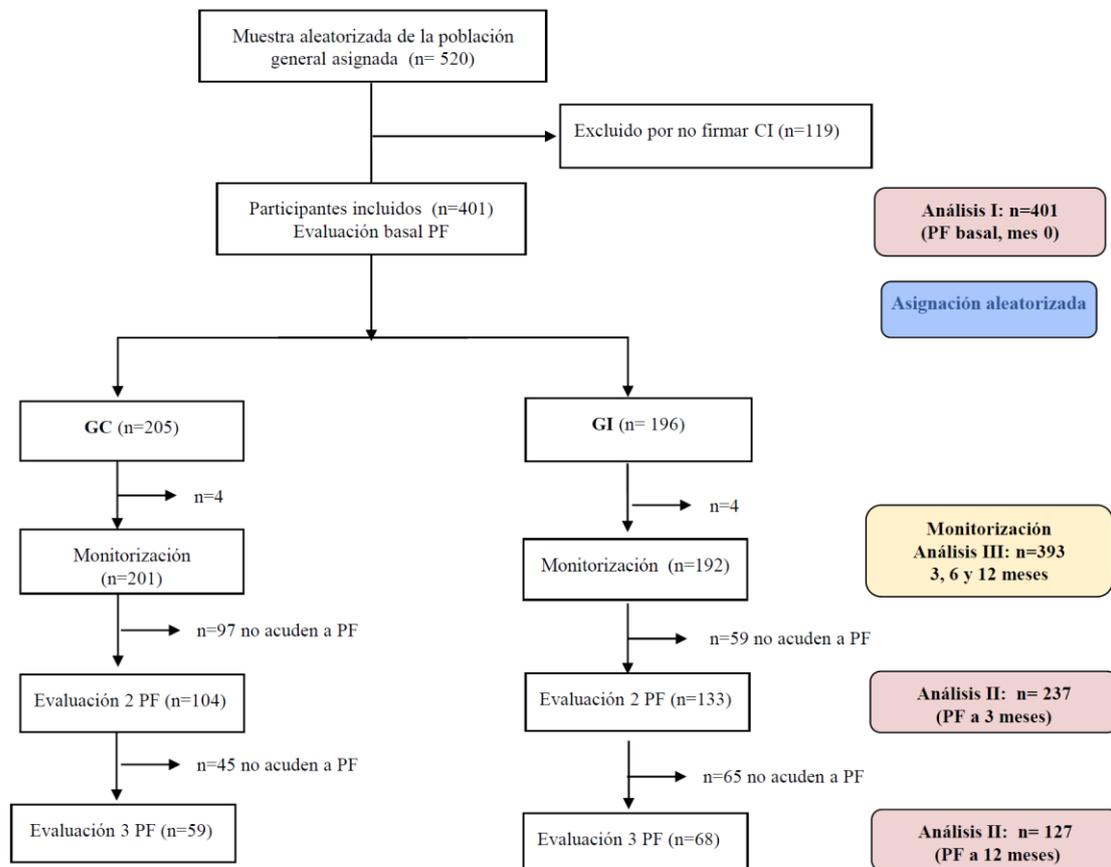


Figura 4. Diagrama de flujo de las personas participantes.

CI: consentimiento informado, GC: grupo control, GI: grupo intervención, PF: pruebas físicas

Los datos obtenidos se analizaron en tres formas distintas:

- i) Análisis I: Análisis descriptivo de las PF de la muestra (mes 0).
- ii) Análisis II: Análisis posintervención de las PF a los 3 y 12 meses de finalizar el programa de intervención para los GC y GI.
- iii) Análisis III: Análisis de los resultados de la monitorización de las caídas y sus consecuencias a los 12 meses de finalizar el programa de intervención para GC y GI.

5.6. Equipo de intervención específica de terapia física

El equipo de la IETF estaba formado por la doctoranda, especialista en Medicina Física y Rehabilitación, y por 7 fisioterapeutas. De los/las fisioterapeutas, 2 colaboraron en la realización de las PF, 1 en la impartición de la enseñanza del programa de ejercicios y el resto intervinieron en ambas tareas.

Todo el equipo de la IETF y el EM estuvo cegado en la asignación de las personas participantes y durante todo el seguimiento del estudio. La doctoranda como coordinadora del equipo de la IETF recibía el listado definitivo de participantes por parte del responsable de referencia del CAP días previos al día asignado para realizar las PF y/o el inicio del programa de ejercicios por parte del GI.

Ambas actividades (evaluación e intervención) se llevaron a cabo en el CAP al que pertenecían las personas participantes. La evaluación basal se realizó con anterioridad a la asignación aleatoria de los participantes a los GC y GI. En las evaluaciones posintervención (mes 3) y final (mes 12) el/la fisioterapeuta que había impartido alguno de los GI pudo estar presente a la hora de realizar PF. Sin embargo, a los evaluadores que en este caso no estuvieron cegados sólo se les permitió llevar a cabo la realización de pruebas de ejecución objetivables.

Previo al inicio del estudio todo el equipo de IETF participó activamente en dos reuniones de formación. En ellas se informó, consensuó, organizó y distribuyó las funciones de cada uno de los investigadores participantes. Una de las fisioterapeutas obtuvo el Certificado de Aptitud como “*Líder del Programa de Ejercicios de Otago*” (anexo VII) y fue ella misma la encargada de liderar y formar al resto de los fisioterapeutas que participaron en la instrucción del programa ejercicios diseñado, basado en el OEP al GI. Se elaboró un cuaderno de recogida de datos (CRD) (anexo VIII) con las variables de estudio principales, un cuaderno de realización de PF y un folleto del programa de ejercicios propuesto (anexo IX).

5.7. Variables

A continuación, se describen todas las variables que se han considerado en el desarrollo del estudio.

i) Variables descriptivas:

Sexo: hombre o mujer

Fecha de nacimiento

Variables sociodemográficas:

- ✓ Estado civil: soltero/a, casado/a, viudo/a, separado/a.
- ✓ Convivencia: vive solo/a, vive en pareja, familia, cuidador/a
- ✓ Nivel educativo: analfabeto/a, sabe leer y escribir, estudios primarios, escolarización básica, estudios universitarios.
- ✓ Nivel socioeconómico: bajo (<450 €/mes), medio (450 € a <900 €/mes), alto (\geq 900 €/mes).

ii) Variables dependientes:

Valoración funcional inicial:

- ✓ Índice de Barthel (anexo X)
- ✓ Puntuación de la escala de Lawton y Brody (anexo XI)

Evaluación de la fuerza muscular:

- ✓ Evaluación de la fuerza muscular de extremidad superior de la mano dominante mediante dinamómetro Jamar®: FP máxima (FP máx) de 3 repeticiones, FP media de 3 repeticiones.
- ✓ Evaluación de la potencia de las extremidades inferiores mediante encoder lineal, Chronojump Boscosystem®: P máxima (P máx) de 3 repeticiones, P media de 3 repeticiones.

Evaluación de la marcha:

- ✓ Análisis de la marcha instrumentada mediante un sensor inercial BTS G-WALK®: velocidad, cadencia, longitud de la zancada, duración del ciclo de la marcha con pie izquierdo y pie derecho.
- ✓ Puntuación del TUG.

Evaluación del equilibrio:

- ✓ Puntuación de la Escala de Tinetti total y de la subescala del equilibrio y la marcha.
- ✓ Puntuación de la BBS.
- ✓ Análisis del equilibrio mediante una plataforma dinamométrica, Biodex Balance System SD (BBS)®:
 - Índice de estabilidad: Índice de Estabilidad General (IEG), Índice Antero Posterior (IAP) y el Índice Medio Lateral (IML)
 - Índice de riesgo de caída o Fall Risk test (FR)
 - Test de Integración sensorial y equilibrio (m-CTSIB): m-CTSIB con ojos abiertos y superficie firme (AF), con ojos cerrados y superficie firme (CF), ojos abiertos y superficie goma espuma (AE), ojos cerrados y superficie goma espuma (CE), Puntaje.

Monitorización de las caídas:

- ✓ Número de caídas en el seguimiento
- ✓ Caída en el domicilio: SI/NO
- ✓ Fractura tras la caída: SI /NO
- ✓ Necesidad de asistencia sanitaria tras la caída:
 - CAP: SI/NO
 - Urgencias hospitalarias: SI/NO
 - Ingreso hospitalario: SI/NO
 - Ingreso hospitalario por la caída: SI/NO
- ✓ Atención de rehabilitación tras caída: SI/NO.
- ✓ Número de fracturas en el seguimiento
- ✓ Miedo a caer: SI/NO.
- ✓ Número de sesiones realizadas por el GI.

iii) Variables independientes:

- ✓ Variables biológicas: peso, talla, IMC.

En la tabla 2 se muestran las variables de las pruebas físicas principales y secundarias.

Tabla 2. Variables de las pruebas físicas principales y secundarias.

Variables físicas principales	Variables físicas secundarias
FP máx	FP media
P máx	
P media	
Índice de estabilidad	
IEG	Zona: A / B / C / D
IAP	Cuadrante: I / II / III / IV
IML	
Índice de riesgo de caída	
FR	
Test de Integración sensorial y equilibrio	
m-CTSIB AF	
m-CTSIB CF	
m-CTSIB AE	
m-CTSIB CE	
PUNTAJE	
Estudio de la marcha	
Cadencia	Duración de la prueba
Velocidad	Duración zancada/altura
Longitud zancada	Duración fase apoyo
Duración ciclo marcha I	Duración fase oscilación
Duración ciclo marcha D	Duración fase de apoyo bipodal
	Duración fase de apoyo monopodal
TUG	TUG (intento 1)
	TUG (intento 2)
	TUG (intento 3)
Escala Tinetti total	
Subescala Equilibrio	
Subescala Marcha	
BBS	

FP: fuerza prensión manual, P: potencia, FR: Fall Risk test, m-CTSIB: Test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos abiertos superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, I: izquierda, D: derecha, TUG: The Timed Up and Go test, BBS: Escala de equilibrio de Berg

5.8. Evaluación de las pruebas físicas

Todos los participantes del estudio fueron citados en su CAP por el equipo de IETF en 3 ocasiones para realizar PF, como se muestra en la figura 5:

- ✓ Evaluación 1: mes 0 (*basal*)
- ✓ Evaluación 2: a los 3 meses de finalizar el programa de ejercicios (*posintervención*)
- ✓ Evaluación 3: a los 12 meses de finalizar el programa de ejercicios (*final*)

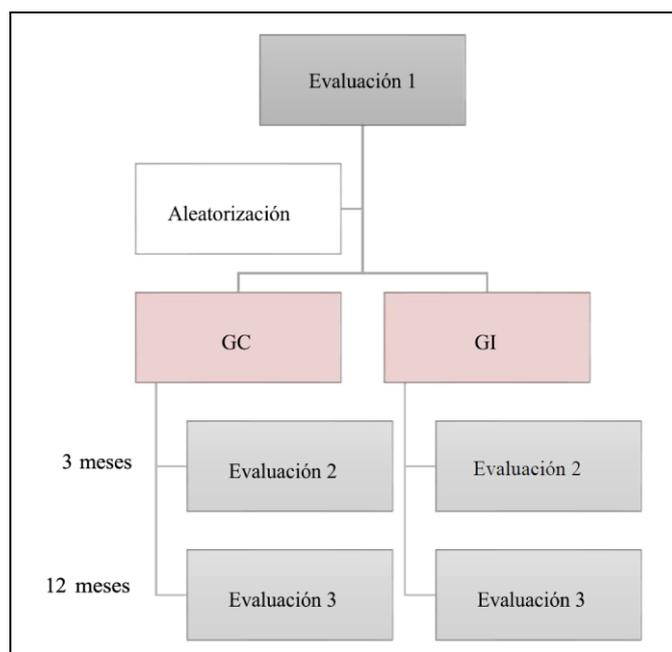


Figura 5. Organigrama de las evaluaciones de las pruebas físicas.

GC: grupo control, GI: grupo intervención

Las PF realizadas se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Pruebas físicas e instrumentos de medida.

Pruebas Físicas	INSTRUMENTOS DE MEDIDA
Fuerza de prensión de la mano dominante	Dinamómetro Jamar®
Potencia de las extremidades inferiores	Encoder lineal Chronojump®
Valoración de la marcha	BTS G-WALK® The Timed Up and Go test (TUG)
Valoración del equilibrio	Plataforma BBS® Escala de equilibrio de Berg (BBS) Escala de Tinetti

Para minimizar la variabilidad interpersonal el equipo de IETF se mantuvo estable. Todos los evaluadores recibieron una formación detallada de la utilización de los instrumentos de medida y el procedimiento. A cada investigador colaborador se le asignó la realización de 1 o 2 valoraciones como máximo. Previo inicio del estudio se realizó una prueba piloto entre los miembros del equipo, para calcular el tiempo de realización de cada una de las mediciones, el espacio, los recursos materiales imprescindibles (número y tipos de sillas, conos, cronómetro, mesa para ordenador y enchufes principalmente) y el número mínimo de investigadores en cada jornada de trabajo para evitar que el tiempo de exploración fuera excesivo.

Se establecieron 4 estaciones de trabajo en cada CAP, siendo la denominada estación 0 la correspondiente a la acogida del participante, recogida de las variables descriptivas y biológicas, y posterior distribución a las 4 estaciones para aplicar los instrumentos de medida en función de la carga de trabajo del equipo investigador, para reducir al máximo el tiempo de espera de las personas participantes entre pruebas. En la tabla 5 se indica la distribución de las estaciones de medición.

Tabla 4. Distribución de las estaciones de medición.

Estación de medición	INSTRUMENTOS DE MEDIDA
Estación 0	Acogida del participante Recogida de datos CRD
Estación 1	Dinamómetro Jamar® The Timed Up and Go test (TUG)
Estación 2	Encoder lineal Chronojump® BTS G-WALK®
Estación 3	Escala de Tinetti Escala de equilibrio de Berg (BBS)
Estación 4	Plataforma BBS®

CRD: cuaderno de recogida de datos

Esta distribución permitía realizar la valoración a 4 participantes simultáneamente, con una duración media de 60 minutos en la valoración basal y de unos 45 minutos en las siguientes valoraciones.

En la evaluación basal se entregó a todas las personas participantes un folleto informativo de recomendaciones para evitar las caídas en el domicilio (anexo XII). Se ha utilizado el folleto: NO CAERSE EN CASA/NO CAURE A CASA elaborado por el Institut Català de la Salut.

5.9. Instrumentos de medida

i) Dinamómetro Jamar®

En nuestro estudio se utilizó un dinamómetro para mano hidráulico homologado modelo Digital Jamar® Plus +, Hand Dynamometer de Patterson Medical®, Sammons Preston®, que se muestra en la figura 6. Sammons Preston modificó el diseño de Jamar® para facilitar su uso. En relación a sus características destacan que las celdas de carga electrónica de precisión evitan la posibilidad de fuga de aceite que a veces se producían con las unidades hidráulicas. La unidad permite medir de 0 a 200 libras (90 kg). Dispone de una pantalla de fácil lectura al mostrar cada paso de la prueba previamente solicitada. Registra y guarda la prueba anterior realizada. Dispone de un menú que permite seleccionar la mano con la que se realiza la prueba (derecha/izquierda), así como el número de intentos. Calcula automáticamente la media, la desviación estándar (DS) y el coeficiente de variación (CV).



Figura 6. Dinamómetro Digital Jamar® Plus +.

Antes de iniciar la prueba se pidió a la persona participante que se retirara las joyas y otros objetos que pudieran interferir en la medición o provocar dolor al realizar la presión. Se le invitó a sentarse cómodamente en una silla con reposabrazos. Una vez sentada se le indicó y ayudó a colocar la extremidad en la posición estandarizada consistente en colocar el hombro de la extremidad dominante en aducción y rotación neutra, codo el flexionado a 90°, antebrazo en pronosupinación neutra apoyado en el reposabrazos, la muñeca en flexión dorsal de 0-30° y desviación cubital de 0-15° con el pulgar hacia arriba.

Se les mostró como usar el dinamómetro, dándoles claras instrucciones de su uso y posteriormente se programó el dinamómetro en función de la mano dominante con la opción R3 (3 repeticiones con la mano derecha) o L3 (3 repeticiones con la mano izquierda).

Se les colocó la mano dominante de modo que el pulgar quedase a un lado y el resto de dedos rodeando el dinamómetro. Las posiciones en las que se obtienen mayores valores son la II y III. La posición fue determinada según el tamaño de la mano, permitiendo un agarre cómodo y funcional, permitiendo una adecuada flexión de los dedos. La posición estándar de agarre utilizada fue la II, pero en aquellos casos que esta posición fue incómoda por el tamaño de la mano se cambió a la posición III. Esta posición del estudio basal se ha mantenido en las siguientes valoraciones.

Se indicó a la persona participante que apretase ejerciendo la máxima fuerza posible y mantuviera la presión unos segundos, hasta que se le indicase. Así sucesivamente hasta un total de tres intentos, dándose entonces la prueba por finalizada. Para ejercer la máxima FP se requiere una óptima colaboración y motivación.

El número de repeticiones realizados ha sido el aconsejado por diversos autores siguiendo a Mathiowetz, que postulan realizar 3 ejercicios de presión para la determinación de la fuerza, entendiendo que este esfuerzo no se va influido por la fatiga, logrando así una medida de alta consistencia⁴⁰. Por ello además se ha decidido realizar la medición en una única posición del dinamómetro (posición II o III).

En aquellos casos que se produjo algún error en la toma de medidas se repitió la prueba dejando unos 5 minutos de descanso, para evitar la influencia de la fatiga. Los valores de referencia normales se establecen por edad y sexo¹⁶³. Las mujeres tienen menos fuerza que los hombres en la parte superior del tronco, en todos los rangos de edad¹⁶⁴. Valores <30 kg en hombres y <17 kg en mujeres se consideran criterios de fragilidad⁶¹. Las variables que tienen mayor influencia en la fuerza de presión son la influencia de la dominancia, el sexo, la edad, así como otros factores con menor significación como las influencias de la talla y el peso corporal.

ii) Encoder lineal Chronojump Boscosystem®

La medición de la P de las extremidades inferiores en nuestro estudio se realizó con el dispositivo de tecnología Chronojump Boscosystem® (www.chronojump.org) tal como muestran la figura 7 y 8. Este instrumento de medida consta de un dispositivo de detección o encoder propiamente dicho, de un dispositivo cronométrico denominado Chronopic que se encarga de cronometrar los cambios de estado del dispositivo de detección, del Chronojump o software de gestión. El ordenador se conecta al cronómetro Chronopic mediante cable para poder analizar los datos obtenidos mediante el software Chronojump¹⁶⁵. El software Chronojump es libre y gratuito.

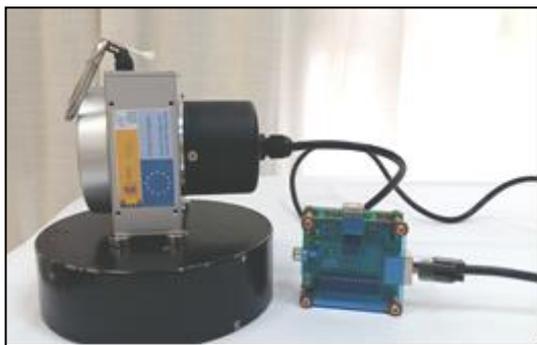


Figura 7. Encoder lineal Chronojump®.



Figura 8. Encoder conectado al software.

Para realizar la prueba se pidió a la persona participante que se sentara de manera cómoda en una silla de altura estándar sin reposabrazos, con la espalda y pelvis apoyada en el respaldo y rodillas flexionadas a 90° con los pies separados y alineados para permitir levantarse con rapidez y seguridad.

El encoder lineal se colocó sobre una base de metal para conseguir que quedase fijado al suelo y no se desplazase durante la prueba. Esta fijación se mantiene por magnetismo. Se colocó alineado con la cadera derecha de la persona participante. El encoder dispone de un hilo que se fija mediante un mosquetón a un cinturón colocado en la cintura tal como se observa en la figura 9. Este instrumento permite medir las distancias, velocidades y potencias del hilo entendiéndose que éste se encuentra perpendicular respecto a su base. El encoder se conecta al ordenador a través del Chronopic y un cable USB.

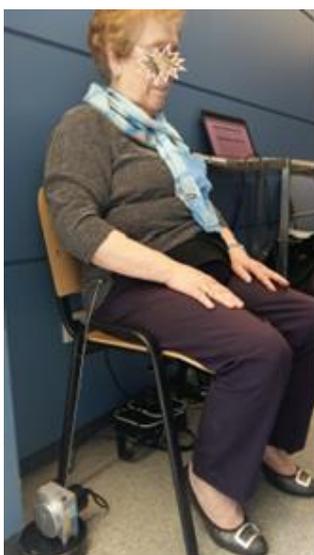


Figura 9. Colocación del encoder lineal Chronojump®.

Antes de empezar la prueba se selecciona el test a realizar previamente diseñado para el estudio. En este caso fue el test STS, posteriormente se introducen los datos de identificación, el sexo y el peso de la persona participante. Esta prueba se realiza seleccionando tipo de contracción concéntrica y 0 resistencia por lo que se realiza con el 100% del peso de la persona participante.

Se les pidió que se levantaran de la silla sin ayudarse de las manos, alcanzaran la posición erecta y se volvieran a sentar lo más rápidamente posible, realizando un total de 3 repeticiones. Levantarse de una silla repetidamente no solo requiere fuerza y P de las extremidades inferiores, sino también un buen equilibrio y coordinación.

Previo inicio de la prueba se les mostró como debían realizarla con el uso de una silla de las mismas características situada delante de la persona participante. En el caso de que apoyen los brazos al levantarse o se sentasen incorrectamente, se les hizo repetir la prueba de nuevo.

Los datos recogidos tras las 3 repeticiones fueron analizados mediante el software Chronojump® versión 1.5.6. Se registraron el pico de P máx de las 3 repeticiones y la P media como muestra la figura 10.

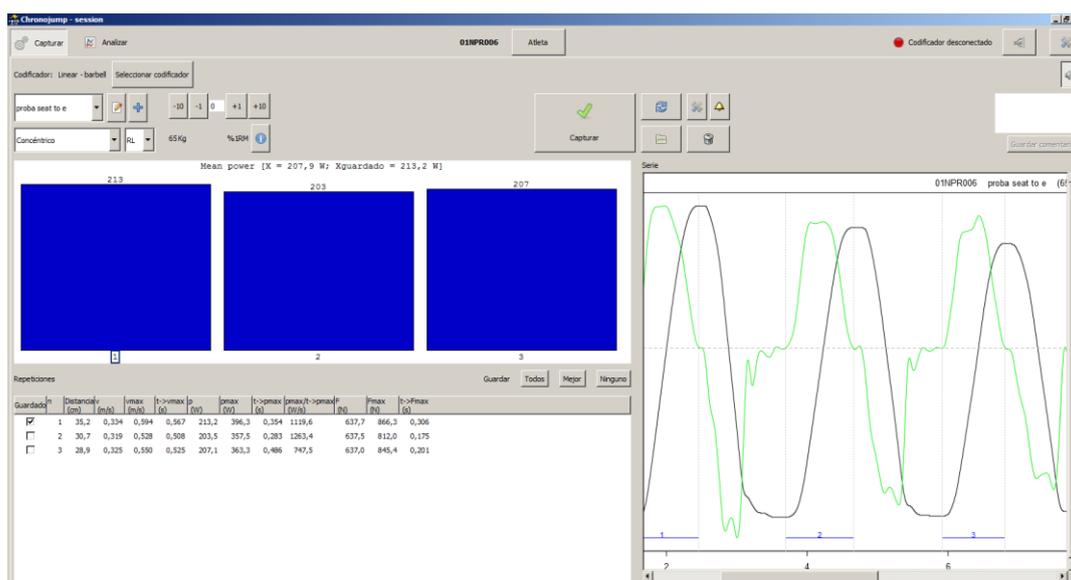


Figura 10. Registro y resultados del encoder lineal Chronojump®.

Esta prueba fue realizada siempre por el mismo investigador que ha permanecido cegado durante todo el estudio y que tampoco impartió el programa de ejercicios.

iii) BTS G-WALK®

En nuestro estudio hemos utilizado el BTS G-WALK® de BTS Bioengineering S.p.A., Milán, Italia. Es un sistema digital inalámbrico para el análisis rápido y preciso de la marcha, validado para este uso. Es un sensor inercial portátil compuesto por un acelerómetro triaxial, un sensor

magnético, un giroscopio triaxial y un receptor del sistema de posicionamiento global. Determina los parámetros espacio-temporales, las rotaciones de la pelvis durante la marcha y otros movimientos en tiempo real mediante una conexión Bluetooth® 3.0 (software G-Studio®)¹⁶⁶ con un rango de transmisión de 20 metros. El Bluetooth permite la transmisión de los datos registrados al software G-Studio®, que genera un informe compuesto por parámetros de marcha espacio-temporales recogidos al finalizar cada prueba. El software de nuestros estudios fue la versión G-Studio-2.7.14.1. Su tamaño reducido permite su colocación en un cinturón semielástico a nivel lumbar, permitiendo realizar un análisis de la marcha, registrando la aceleración. El sistema extrapola a partir de los datos obtenidos todos los parámetros espacio-temporales de la marcha necesarios para su estudio de la marcha.

El BTS G-WALK® utilizado es el G-SENSOR 2 que pesa unos 37 gr y mide 70x40x18 mm lo que facilita su uso y manipulación. Su batería le permite una autonomía de hasta 8 h, recargable mediante un cable USB. Trabaja con la frecuencia de 100 Hz, siendo la sensibilidad del acelerómetro de ± 8 g y la del giroscopio de ± 250 °/s.

Es un sistema no invasivo que aporta una información cuantitativa, con medidas fiables y validadas. El dispositivo se muestra en la figura 11. Para poder realizar el estudio además se precisa de un cinturón semielástico y de un ordenador con el software instalado como muestra la figura 12.



Figura 11. BTS G-SENSOR 2.



Figura 12. Aparataje completo para estudio de la marcha.

De Ridder et al.¹⁶⁶ estudiaron los parámetros de marcha espacio-temporal del BTS G-WALK® comparado con el sistema GAITRite® considerado en la última década «gold standard» en la medición y análisis de los parámetros de la marcha. El sistema GAITRite®, sin embargo, tiene un elevado coste inicial, precisa mucho espacio para su instalación y es pesado para la manipulación.

Hoy día son las IMU los sistemas más utilizados para el análisis de la marcha. El BTS G-WALK® ha mostrado ser un sistema excelente en relación al nivel de concordancia para la

velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud de la zancada y la duración de la zancada (0,88 – 0,97), siendo fiable en relación a todos los parámetros espacio-temporales. Demostró además una excelente validez en relación a la velocidad, la cadencia, la longitud de la zancada y la duración de la zancada y que se puede además utilizar con eficacia en entornos comunitarios, deportivos o en estudios clínicos^{166–168}. Permite a su vez el análisis integrado multifactorial, un uso fácil, una y corta duración de la exploración; el hecho de ser portátil y de bajo peso permite utilizarlo en distintos ambientes y su coste es accesible en comparación con la mayoría de sistemas de análisis de la marcha. Como ya se ha dicho no precisa de un laboratorio específico. En nuestro caso, utilizamos un pasillo o espacio de unos 10 m libre de obstáculos para poder realizar análisis de la marcha con efectividad.

Antes del inicio de cada prueba se introducen los datos de la persona participante (identificación, fecha de nacimiento, sexo, talla, número de calzado, longitud de las piernas medida como la altura desde el suelo a ambos trocánteres en cm), como se muestra en la figura 13.

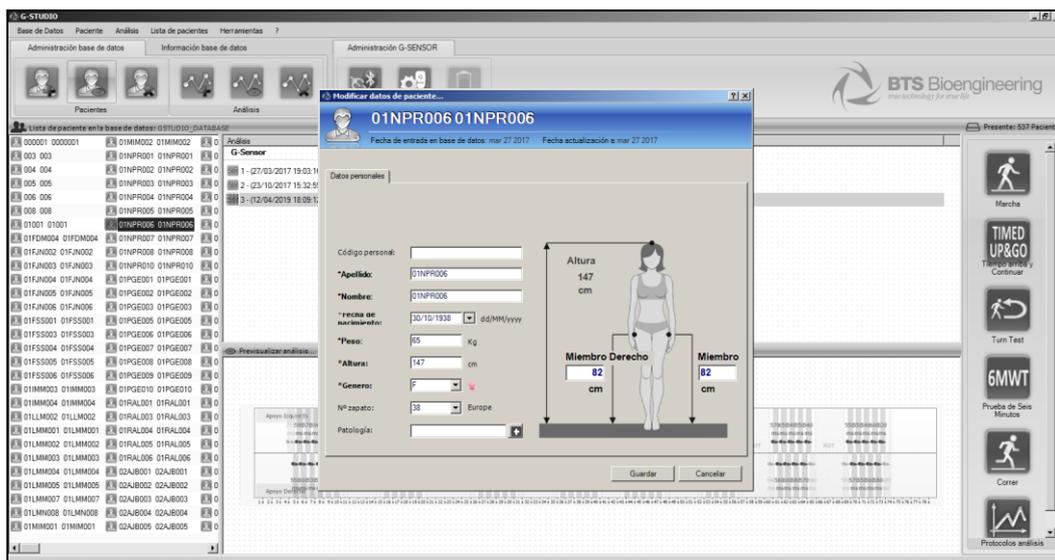


Figura 13. Registro de la persona participante en estudio de la marcha.

Se coloca el sensor activado en el bolsillo del cinturón semielástico diseñado para esta función. Posteriormente colocamos el cinturón sobre la ropa de la persona participante situando el sensor en el bolsillo a la altura de L5 y asegurando que quedaba fijado y bien colocado, como se muestra en la figura 14. La colocación del sensor y la realización de la prueba siempre fue efectuada por el mismo investigador, que ha estado cegado durante el estudio al no participar tampoco en el programa de ejercicios.

La colocación del sensor en la parte postero inferior del tronco es la más efectiva para poder identificar factores de riesgo de caídas en personas mayores⁷⁴.



Figura 14. Colocación del cinturón y sensor a nivel L5.

Una vez colocado el cinturón se instruye al participante para que inicie la marcha cuando se le indique, a ritmo confortable, desde el punto de partida indicado con este fin a un punto distante situado en línea recta a 10 metros¹⁶⁹, que señalizamos mediante un cono tal como se visualiza en la figura 15. Cuando llegue al cono debe girarse, como se visualiza en la figura 16 intentando mantener el ritmo hasta que se le indique que se pare. La duración de la prueba es de como mínimo 60s. Es importante que tras colocar el sensor y hasta que se le indique, la persona participante permanezca inmóvil, al igual que al finalizar la prueba para estabilizar el sensor y que los datos recogidos sean fiables.



Figura 15. Recorrido establecido, 10 m.



Figura 16. Señalización del final de recorrido.

Los datos recogidos se graban en el mismo momento que finaliza la prueba, obteniéndose los resultados de la marcha analizados por el propio sistema. En la figura 17 se muestra la prueba de la marcha realizada.



Figura 17. Prueba de la marcha.

La prueba se realizó con el calzado habitual y con las ayudas técnicas que utilizaba habitualmente la persona participante si así lo requería. Este IMU es un sistema fiable de análisis de la marcha para pacientes que utilizan muletas, al no influir éstas en la capacidad de detectar correctamente los parámetros de la marcha¹⁷⁰.

El uso de las IMU tiene desventajas ya que las señales obtenidas pueden verse interferidas por el ruido y por factores externos, que no son controlados por especialistas. La colocación del dispositivo sobre el cuerpo es a veces incómodo, se desplaza el cinturón e incluso, en alguna ocasión, en pacientes obesos la colocación ha sido más compleja, dificultando el análisis¹⁶⁹.

De todos los datos obtenidos, analizaremos los relacionados con la cadencia del paso, la velocidad de la marcha, la longitud de la zancada y la duración del ciclo del paso principalmente. En la figura 18 se observan los registros realizados durante una prueba y en la figura 19 los resultados obtenidos.

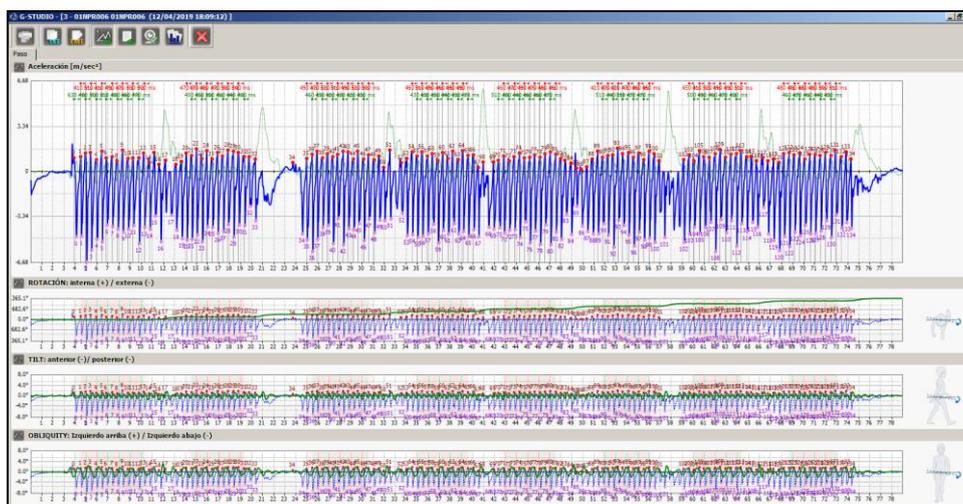


Figura 18. Registro de la prueba de la marcha con el G-SENSOR 2.



Figura 19. Resultados estudio de la prueba de marcha con el G-SENSOR 2.

iv) The timed Up and Go test (TUG)

El TUG fue llevado a cabo según el método descrito por Podsiadlo et al.¹³¹. Para su realización se precisó de una silla de altura estándar (46 cm de altura de asiento) sin reposabrazos, un cronómetro, una cinta métrica y un cono cuya parte posterior se coloca a 3 metros de la silla siguiendo una línea recta.

Se parte de la posición de sentado en la silla con la espalda bien apoyada en el respaldo, los pies apoyados en el suelo y los brazos a ambos lados del cuerpo en posición cómoda. Se instruyó a la persona participante indicándole que cuando se le indicase se debería levantar de la silla sin ayuda de los brazos ni de las manos y caminar a paso lo más rápido posible pero seguro hacia un cono cuya parte posterior está situado a 3 metros de la silla. Una vez llegase al cono debía girar por detrás del mismo, regresar a la silla y sentarse de nuevo, tal como se representa en la figura 20.

La persona evaluadora cronometró el tiempo comprendido desde que despega la espalda de la silla hasta que regresa a la posición inicial. Los valores obtenidos se expresan en segundos (s).

La prueba se completó después de 3 intentos. Se anotó el tiempo empleado en cada uno de los intentos y se calculó el promedio de los tiempos como valor resultante del TUG.

La prueba se realizó con el calzado habitual. Se permitió a la persona participante utilizar, en caso necesario el producto de apoyo de la marcha habitual. Se anotaron las observaciones como el producto de apoyo utilizado, con el objetivo de que en las sucesivas repeticiones del TUG a lo largo del estudio se repitiera en las mismas condiciones.

La persona evaluadora permaneció cerca de persona participante para garantizar su seguridad y evitar posibles caídas.

El tiempo total de realización de la prueba fue inferior a 5 min. Se determinó que la persona tenía un alto riesgo de caída si el tiempo de realización de la prueba era >20s, se consideró que si la duración estaba entre 10 y 20s estaba en el límite de la normalidad y por lo tanto con riesgo de caída moderado y se consideró normal si tardaba <10s¹²⁹. Puntuaciones del TUG < 20s se asocia a personas con movilidad independiente, mientras que duración > 30s se relaciona con dependencia o necesidad de ayuda para la movilidad¹³¹.



Figura 20. Recorrido del TUG.

v) Plataforma Biodex Balance System SD (BBS)®

En nuestro estudio hemos utilizado la plataforma BBS® (Biodex Medical System, Inc., Shirley, NY, USA) (www.biodex.com)¹⁷¹. Esta plataforma se muestra en la figura 21. El análisis de los datos se ha realizado con el software v1.32 y firmware v3.01.

La plataforma BBS® es un dispositivo multiaxial utilizado en la evaluación y/o entrenamiento del equilibrio. Permite valorar y registrar el equilibrio estático, dinámico y el riesgo de caídas¹⁷². Consta de una plataforma circular que se mueve libre y simultáneamente sobre los ejes antero-posterior (eje X) y medio-lateral (eje Y), en sus 360° permitiendo además hasta 20° de inclinación de la superficie. Con este grado de inclinación se logra una situación dinámica similar a actividades funcionales reales que ocasionan inestabilidad¹⁷²⁻¹⁷⁴.



Figura 21. Plataforma BBS®.

La plataforma BBS® dispone de la posibilidad de variar la estabilidad de la plataforma mediante ajustes de fuerza e inclinación. Son 12 niveles de movilidad que se pueden utilizar para evaluar el equilibrio y el riesgo de caídas, siendo el nivel 1 de máxima inestabilidad y por lo tanto el de mayor dificultad, por el contrario, el nivel 12 es el más fácil ya que la plataforma está fija. Dispone en su parte superior de una pantalla que permite dar feedback en retroalimentación en tiempo real sobre la postura o desequilibrio¹⁷⁵.

La utilidad de la plataforma radica en la valoración de la habilidad de la persona participante en mantener el equilibrio en situación estática y dinámica. Varios estudios han comprobado las medidas obtenidas con la plataforma BBS® son fiables y puede ser útil para la medición del equilibrio estático y dinámico en personas mayores^{51,175}.

Este instrumento mide en grados la inclinación de cada eje. El valor central es 0° y representa la máxima estabilidad, mientras que una puntuación alejada del centro indica un pobre equilibrio, una mayor inestabilidad y alto riesgo de caídas.

Antes del inicio de la prueba se explica a la persona participante que realizará 3 pruebas, cuyas características (número de repeticiones, duración de cada intento y nivel de trabajo de la plataforma) se describen en la tabla 5 y que la duración aproximada será de unos 20 min. En cada una de las pruebas el objetivo es intentar mantener el equilibrio intentando para ello mantener el punto de color negro en la diana que aparecerá en la pantalla situada a la altura de sus ojos y a unos 30 cm de la cara¹⁷². Las pruebas se han realizado siempre en el mismo orden considerado de menor a mayor dificultad. Al inicio de cada prueba se les explicó en qué consistía y que debía hacer.

Una vez informados/as se pidió a los participantes que subieran a la plataforma en posición bípeda con los pies descalzos, colocaran los brazos colgando al lado del cuerpo y permanecieran con los ojos abiertos mirando al monitor^{175,176}, como se comprueba en la figura 22. Una vez sobre la plataforma, la pantalla se adaptó a la altura de los ojos para que pudieran visualizar cómodamente la diana que aparece en cada ejercicio a realizar. También se adaptan los brazos de soporte de emergencia en posición de seguridad para que se pudieran agarrar en caso de necesidad. Se les requirió que se colocasen en posición cómoda, con las rodillas en extensión o en unos 15° de flexión y con separación de los pies al nivel de las caderas. Una vez colocados se les solicitó que mantuvieran la posición durante toda la exploración.



Figura 22. Colocación en la plataforma BBS®.

Durante los descansos entre intento-intento y las pruebas se les informa que podían cogerse a las barras laterales pero sin mover los pies.

Se inició entonces el registró del código identificativo en la pantalla, la edad, la talla y las coordenadas de ambos pies en relación a la línea que pasa por la parte media del talón y la línea media del antepie (que se mantendrá fija durante toda la exploración, así como en todas la valoraciones realizadas a lo largo del estudio), tal como se muestra en las figuras 23 y 24. La colocación de los pies puede influir en las reacciones estabilizadoras y situarlos de la manera que prefiera el participante puede afectar la respuesta postural medida¹⁷⁶.



Figura 23. Registro de los ángulos de pie y talón.



Figura 24. Colación de los pies en la plataforma BBS®.

Si los pies cambian sus coordenadas antes de reiniciar el siguiente intento se recolocan en la posición previamente registrada. Durante la prueba es importante que el equilibrio se mantenga con todo el cuerpo y no con el tronco.

Como hemos dicho anteriormente las pruebas a realizar son tres, tal como se indica en la tabla 5 y que vamos a describir, siguiendo los protocolos del software.

Tabla 5. Pruebas realizadas mediante la plataforma BBS®

PRUEBAS	Repeticiones	Duración intento	Plataforma	Variables
1. Índice de estabilidad (Postural stability)	3	20 s	Nivel 12	IEG IAP IML
2. Índice de riesgo de caídas (Fall Risk test)	3	20 s	Nivel 12 a 8	FR
3. Test de Integración sensorial y equilibrio (m-CTSIB)				
Ojos abiertos	1	30 s	Nivel 12	Superficie firme (AF)
Ojos cerrados	1	30 s	Nivel 12	Superficie firme (CF)
Ojos abiertos	1	30 s	Nivel 12	Superficie goma espuma (AE)
Ojos cerrados	1	30 s	Nivel 12	Superficie goma espuma (CE)

IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice antero posterior, IML: índice medio lateral, s: segundos.

1. Índice de estabilidad postural

El protocolo de la prueba que mide el índice de estabilidad, está diseñado para evaluar la capacidad del sujeto para mantenerse en posición estática. La plataforma permanece fija en el nivel 12 de máxima estabilidad durante toda la prueba. Se realizan 3 intentos de 20s de duración con un descanso de 10s entre ellos. El sistema registra los grados la inclinación de cada eje durante las condiciones dinámicas y calcula el IEG, el IML y el IAP. Estas variables se utilizaron en este estudio para medir y evaluar el desempeño del equilibrio. El IEG es el resultado de la medición del IML y el IAP, aunque el 95% de su valor depende del IAP¹⁷⁷ y es considerado el indicador más fiable de la estabilidad postural. Su valor es el reflejo del cambio de posición sobre el centro de gravedad medido en grados, siendo el valor 0 el que a un perfecto equilibrio, disminuyendo este a medida que nos alejamos de dicho valor¹⁷². Las fluctuaciones efectuadas durante la prueba son registradas en la pantalla (figura 25). Un índice de estabilidad con puntuación alta se asocia a una postura inestable y a una mayor presencia de movimientos corporales, por el contrario, la presencia de pocos movimientos corporales que indica un índice de estabilidad bajo se asocia a una mayor estabilidad. El sistema calcula a su vez el porcentaje de tiempo que cada persona participante se mantiene en cada una de las 4 zonas o grados de recorrido y en cada uno de los 4 cuadrantes como se observa en la figura 26 y cuyas correspondencias se recogen en la tabla 6.

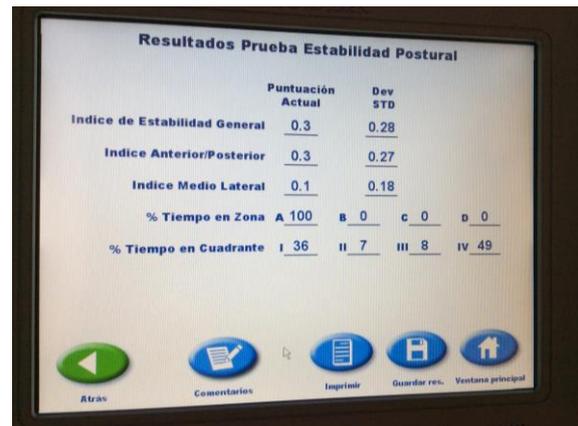
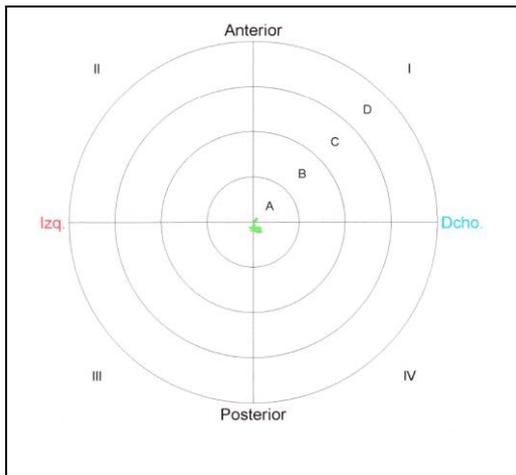


Figura 25. Diagrama de registro del índice de estabilidad. **Figura 26.** Resultados del índice de estabilidad.

Tabla 6. Correspondencia de cuadrantes y zonas

Cuadrantes	Zonas
I Derecha anterior	A 0°-5°
II Izquierda anterior	B 6°-10°
III Izquierda posterior	C 11°-15°
IV Derecha posterior	D 16°-20°

Los valores de normalidad del IEG dependen de la edad y se recogen en la tabla 7.

Tabla 7. Valores de normalidad de la IEG de la plataforma BBS®

Edad	IEG
17 - 35	0,82 – 2,26
36 - 53	1,23 – 3,03
54 - 71	1,79 – 3,35
72 - 89	1,90 – 3,50

IEG: índice de estabilidad general

2. Índice de riesgo de caídas o Fall Risk Test (FR)

La segunda prueba que se realizó es el FR como se visualiza en la figura 27. Se realizan 3 intentos de 20s de duración con 10s de descanso entre ellos, pero a diferencia de la anterior la plataforma aumentará su inestabilidad partiendo del nivel 12 hasta el nivel 8 a lo largo de cada intento. El objetivo es el mismo que en la prueba anterior pero es importante que la persona que la realiza sea consciente de que la plataforma se moverá y que debe mantener el equilibrio durante los 20s, manteniendo la bola negra lo más próxima al centro de la diana, sin mover los pies ni agarrarse con las manos a los soportes laterales. La puntuación final es la media de los tres intentos, medida en grados. Los valores de normalidad del riesgo de caídas son equivalentes a los valores del IEG y se muestran en la figura 28. Y los resultados de la prueba realizada se representan tal como se observa en la figura 29. Parraca et al.¹⁷⁵ y Corzo et al.¹⁷² para la prueba del FR obtuvieron una alta fiabilidad (ICC=0,80 y ICC=0,97, respectivamente), para la valoración del riesgo de caídas en personas mayores.



Figura 27. Prueba del Riesgo de caída (FR).

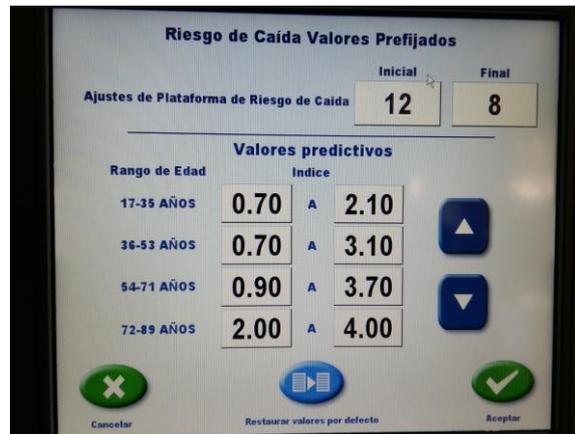


Figura 28. Valores de normalidad del Riesgo de caída (FR).

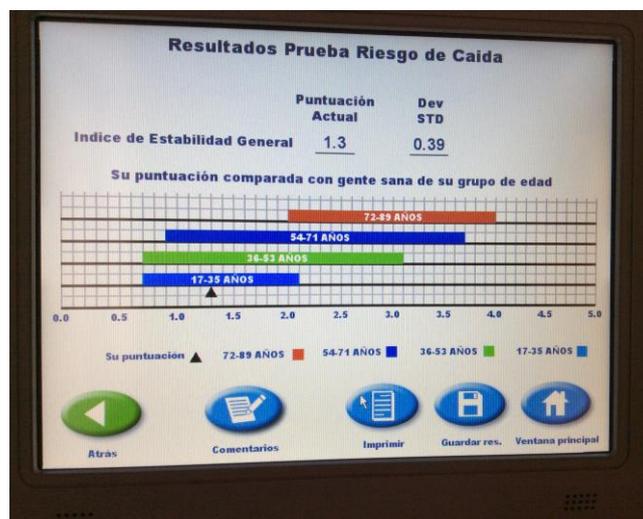


Figura 29. Resultados de la prueba del Riesgo de caída (FR).

3. *Test de Integración sensorial y equilibrio modificado (m-CTSIB)*

Finalmente, la tercera prueba realizada corresponde a la prueba clínica modificada de interacción sensorial sobre el equilibrio Clinical Test of Sensory Integration and Balance (CTSIB) desarrollado por Shumway-Cook y Horak en 1986. En esta prueba se estudia la influencia de los órganos sensoriales sobre el equilibrio estático. La versión modificada que utiliza la plataforma (m-CTSIB) elimina el dominio del conflicto visual.

Está basada en el test de Romberg, valorando como se desplaza el centro de gravedad de la persona cuando la prueba se realiza sobre una plataforma con suelo firme y con suelo almohadillado mediante goma espuma, ambas ocasiones superficies la prueba se realiza con los ojos abiertos y con los ojos cerrados. Se logra con ello disminuir la aferencia propioceptiva (mediante el almohadillado o goma espuma) y se anula la aferencia visual (al cerrar los ojos).

El m-CTSIB consta por lo tanto de 4 subpruebas de 30s de duración cada una. De cada subprueba se realiza un único intento con un periodo de descanso de al menos 10s entre ellas. La primera subprueba consiste en mantener el equilibrio sobre la plataforma fija (nivel 12) con los ojos abiertos manteniendo los ojos fijados en la pantalla. Esta condición incorpora estímulos visuales, vestibulares y somatosensoriales. Posteriormente se añade la dificultad de realizarla con los ojos cerrados, eliminando el componente visual (evalúa las aferencias vestibulares y somatosensorial). Al final se pide a la persona participante que baje de la plataforma y tras colocar una goma espuma de la que dispone la propia plataforma BBS®, se le pide que vuelva a colocarse en la misma posición en la que estaba previamente. Si es necesario se debe recolocar la posición de los pies. Las dos pruebas siguientes se realizaron sobre la superficie de goma espuma (más blando), primero con los ojos abiertos en ella se evalúa la interacción vestibular con información visual y por último con los ojos cerrados sobre la superficie de goma espuma que evalúa la entrada vestibular.

Se obtiene la puntuación de cada una de las pruebas realizadas, así como el valor del denominado Puntaje compuesto que es la DS del índice de estabilidad. A mayor valor mayor inestabilidad. Es la prueba de mayor duración, siendo la media de unos 10 min.

El objetivo, como en las pruebas anteriores, es mantener el punto negro en el centro de la diana. Los valores de normalidad prefijados en la plataforma BBS® se observan en la figura 30 y el registro del resultado de la prueba se muestra en la pantalla (figura 31).

Antoniadou et al.¹⁷⁸ publicaron que la prueba m-CTSIB de la plataforma BBS® tiene una fiabilidad y validez moderada (ICC=0,628; IC 0,95%=0,31-0,82) para evaluar el equilibrio en mujeres mayores que viven en la comunidad y que puede utilizarse como herramienta de cribado en la valoración de caídas.

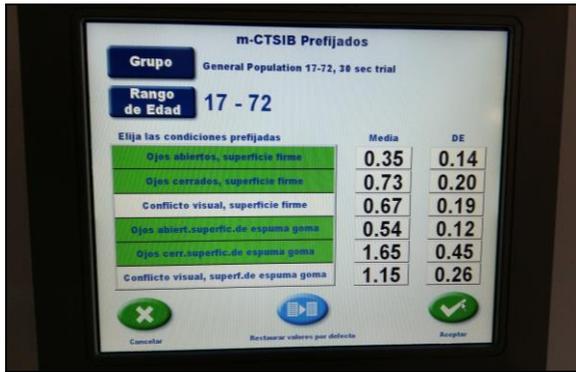


Figura 30. Valores de normalidad de la prueba m-CTSIB.



Figura 31. Resultado de la prueba m-CTSIB.

vi) Escala de Tinetti o Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA)

Hemos utilizado la escala de valoración del equilibrio y la marcha de Tinetti¹⁷⁹ (anexo 1). Esta escala proporciona una medida concisa y consistente del equilibrio estático y dinámico⁷⁵. Descrita en el apartado 1.2.4.

Es una escala observacional muy completa ya que permite sistematizar la exploración de la marcha y del equilibrio mediante maniobras motoras que se utilizan en las actividades de la vida diaria. Creada originariamente para la valoración de personas mayores institucionalizadas, es hoy día un instrumento útil para la valoración no instrumentada del equilibrio y la marcha en personas mayores. Evalúa el equilibrio y la marcha mediante dos subescalas empleando en su administración aproximadamente entre 8 y 10min. Para su realización se precisa un cronómetro, una silla de altura estándar y un pasillo por el que poder caminar. Por parte del examinador no se requiere formación específica, salvo un entrenamiento previo.

A las personas participantes se les indicó con claridad cada una de las acciones que debían realizar hasta completar ambas subescalas.

Todas las personas participantes fueron evaluadas mediante la escala de marcha y equilibrio de Tinetti, por la misma investigadora entrenada y habituada en su uso. La investigadora estuvo cegada durante todo el estudio y no participó en la instrucción del OEP.

vii) Berg Balance Scale o Escala de equilibrio de Berg (BBS)

La BBS (anexo 2) es una herramienta de medición utilizada para identificar el deterioro del equilibrio durante actividades funcionales. Descrita en el apartado 1.2.4.

Para su realización se precisan dos sillas (1 con reposabrazos y 1 sin reposabrazos), una regla (con indicación de 5, 12 y 25 cm), un cronómetro, tres objetos y un escalón o taburete (de altura similar a un escalón).

Al igual que en la anterior escala, se indicó a las personas participantes con claridad cada una de las 14 tareas a realizar, evaluando la habilidad para mantener el equilibrio al incrementar

progresivamente la dificultad. El tiempo de realización de la escala fue de entre 10-15min. La escala siempre fue realizada por la misma investigadora, que estuvo cegada durante todo el estudio y permaneció cerca de las personas participantes para garantizar su seguridad y evitar posibles caídas.

5.10. Intervención: programa de ejercicios

Una vez finalizada la valoración basal las personas que aceptaron participar fueron aleatorizadas tal como se describe en el apartado 5.5.

La intervención se llevó a cabo en dos fases:

i) Fase 1 o de entrenamiento grupal

Las personas participantes seleccionadas para el GI fueron informadas, se les comunicó que iniciarían un programa de ejercicios en su CAP de referencia dirigido por fisioterapeutas. Para favorecer su asistencia se les distribuyó intentando respetar, siempre que fue posible, la preferencia horaria en turnos de mañana o tarde. Al mismo tiempo en cada CAP se organizaron los grupos en función de la disponibilidad de la sala destinada a la realización del programa de ejercicios. Además de la sala fue necesario disponer de una silla sin reposabrazos, a ser posible por participante, y de pesas de 500mg, 750mg y 1kg para la realización de los ejercicios.

La intervención realizada se basó en el OEP modificado y adaptado a nuestro medio tanto en su realización como en el número de sesiones. El OEP modificado aplicado ha seguido los ejercicios diseñados originariamente con el objetivo de mejorar la fuerza, el equilibrio y la movilidad para lograr disminuir el riesgo de caídas en personas mayores^{26,150,180}. Se ha respetado la progresión y dificultad a lo largo de todas las sesiones, si bien se ha impartido de manera grupal en el CAP.

Los grupos fueron dirigidos por fisioterapeutas previamente entrenados por una fisioterapeuta titulada en OEP (anexo VII). En la impartición del programa de ejercicios participaron 5 fisioterapeutas. El equipo de IETF elaboró un folleto “Ejercicios físicos para prevenir el riesgo de caídas” (anexo IX) que recoge todos los ejercicios del programa impartido y que se entregó a cada participante del GI en la primera sesión de ejercicios para facilitar su realización en domicilio.

El programa de ejercicios basado el OEP constaba de un total de 12 sesiones realizadas en formato grupal de 60 min de duración, realizadas con una frecuencia de 2 días en semana no consecutivos, durante un total de 6 semanas. El número máximo de participantes por grupo fue de 10. En todos los casos la fase 1 se realizó en el CAP de cada participante y dirigido por el mismo/a fisioterapeuta.

Diariamente se registró la asistencia de los/las participantes.

Dada la edad de las personas participantes, las instrucciones se dieron verbalmente utilizando un lenguaje sencillo, con instrucciones claras, utilizando el idioma de la lengua materna de los participantes, lengua castellana o lengua catalana de manera indistinta, para asegurar al máximo la comprensión de los ejercicios. Se han complementado las instrucciones verbales con la demostración previa de cada ejercicio, corrigiendo a las personas participantes para que los ejercicios fueran realizados de forma adecuada. Se adaptó la progresión y la dificultad de los ejercicios de forma personalizada, favoreciendo el trabajo, cohesión y socialización del grupo.

Cada sesión de trabajo se desarrolló en 3 fases bien diferenciadas:

- ✓ **Fase inicial:** Se comprueba la postura en sedestación y bipedestación de cada participante corrigiendo, si es necesario, en cada sesión o incluso durante el desarrollo de la misma. Los ejercicios, son un total de 7 e incluyen calentamiento, movilización de las articulaciones y estiramientos (figura 32).



Figura 32. Ejercicios de la fase inicial.

- ✓ **Fase de entrenamiento:** incluye los ejercicios de fuerza y de equilibrio, como muestran las figuras 33 y 34.

Los ejercicios de fuerza son un total de 5. En las primeras sesiones se realizaron sin pesas. Posteriormente se introducen las pesas siguiendo la pauta que se describe posteriormente. Al mismo tiempo se incrementan progresivamente el número de repeticiones, realizando un descanso de 1-2min entre ejercicios. Todos los ejercicios de fuerza se efectuaron de manera lenta dedicando unos 3s a levantar el peso y 5s a bajarlo.



Figura 33. Ejercicios de fuerza con y sin pesos.

Los ejercicios de equilibrio son un total de 12 y han seguido el orden recomendado por los autores del OEP: “flexión de rodillas, andar de puntillas, colocar los pies en tándem, andar en tándem, de pie sobre una pierna, caminar de lado, caminar sobre los talones, sentarse y levantarse, caminar hacia atrás, caminar en tándem hacia atrás, andar y girar y por último subir escaleras”^{26,150}.



Figura 34. Ejercicios de equilibrio.

- ✓ **Fase final:** ejercicios de relajación y estiramientos como se observa en la figura 35.



Figura 35. Fase final, ejercicios de estiramientos.

Se elaboró una guía de progresión semanal.

El programa se desarrolló siguiendo el siguiente protocolo:

En la primera sesión el/la fisioterapeuta realizó una introducción para explicar el programa de ejercicios, sus objetivos y la importancia de realizar cada día los ejercicios aprendidos, así como de caminar unos 60min un mínimo de 3 días en semana, mejor diariamente y subir cada día un mínimo de 14 escalones. Además, se entregó el folleto de “Ejercicios físicos para prevenir el riesgo de caídas” (anexo IX) para poder seguir los ejercicios en domicilio.

De las tres fases del programa, la fase inicial y final no se modifican a lo largo del programa. La fase inicial incluye ejercicios de movilización de articulaciones (movimiento de cabeza y cuello en el que se realizan 5 repeticiones a cada lado, tronco y tobillos) y estiramientos de extremidades inferiores (1 repetición) con los que se pretende estirar los gemelos y los isquiotibiales. Cada ejercicio de calentamiento al inicio de la sesión tiene una duración de unos 8 a 10s, mientras que los ejercicios de relajación que se realizan al final de la sesión duran entre 12 a 20s.

La fase de entrenamiento va progresando semanalmente siguiendo la siguiente pauta:

Semana 1

En esta semana el/la fisioterapeuta se centró en enseñar a las personas participantes los ejercicios a realizar, para que los aprendan correctamente y así poder establecer progresiones.

- ✓ Ejercicios de fuerza: 1 serie de 5 repeticiones en cada ejercicio, para que los participantes aprendieran la forma de realizarlos.
- ✓ Ejercicios de equilibrio: siempre que fue imprescindible, la persona participante pudo ayudarse de las manos para mantenerse en equilibrio.
 - Ejercicios de marcha: 1 serie de 5 pasos.
 - Ejercicios de equilibrio estático: 1 serie de 5s.
 - Sentarse y ponerse de pie: 1 serie de 5 repeticiones.
 - Caminar y girar alrededor: 1 vuelta para cada lado.

Semana 2

- ✓ Ejercicios de fuerza: 1 serie de 10 repeticiones en cada ejercicio.
- ✓ Ejercicios de equilibrio: Siempre que sea necesario la persona participante pudo ayudarse de las manos para mantenerse en equilibrio (intentando que lo haga sólo con una mano).
 - Ejercicios de marcha: 1 serie de 10 pasos.
 - Ejercicios de equilibrio estático: 1 serie de 10s.
 - Sentarse y ponerse de pie: 1 serie de 10 repeticiones.
 - Caminar y girar alrededor: 1 vuelta para cada lado.

Semana 3

- ✓ Ejercicios de fuerza: 1 serie de 10 repeticiones en cada ejercicio añadiendo una pesa de 1kg. Si el participante no tolera este peso se pueden utilizar pesos menores.
- ✓ Ejercicios de equilibrio: las personas participantes no deberían agarrarse para realizar ningún ejercicio. En caso de excepción, se registrará.
 - Ejercicios de marcha: 2 series de 10 pasos, aumentando progresivamente la velocidad de la marcha.
 - Ejercicios de equilibrio estático: 1 serie de 15s.
 - Sentarse y ponerse de pie: 1 serie de 10 repeticiones.
 - Caminar y girar alrededor: 2 vueltas para cada lado

Semana 4

- ✓ Ejercicios de fuerza: 2 series de 10 repeticiones por ejercicio utilizando la pesa de 1kg.
- ✓ Ejercicios de equilibrio:
 - Ejercicios de marcha: 3 series de 10 pasos
 - Ejercicios de equilibrio estático: 1 serie de 20s.
 - Sentarse y ponerse de pie: 2 series de 10 repeticiones.
 - Caminar y girar alrededor: 1 giro dibujando un 8 para cada lado

Semana 5

- ✓ Ejercicios de fuerza: 3 series de 10 repeticiones por ejercicio con la pesa de 1kg
- ✓ Ejercicios de equilibrio:
 - Ejercicios de marcha: 4 series de 10 pasos
 - Ejercicios de equilibrio estático: 1 serie de 25s.
 - Sentarse y ponerse de pie: 2 series de 10 repeticiones.
 - Caminar y girar alrededor: 1 giro dibujando un 8 para cada lado

Semana 6

- ✓ Ejercicios de fuerza: 4 series de 10 repeticiones por ejercicio con ~~una~~ la pesa de 1kg
- ✓ Ejercicios de equilibrio:
 - Ejercicios de marcha: 4 series de 10 pasos
 - Ejercicios de equilibrio estático: 1 serie de 30s.

- Sentarse y ponerse de pie: 2 series de 10 repeticiones.
- Caminar y girar alrededor: 2 giros dibujando un 8 para cada lado

En la figura 36 se muestran algunas fotografías de las celebraciones tras finalizar el programa de ejercicios diseñado.



Figura 36. Celebración grupal de finalización del programa de ejercicios.

ii) Fase 2 o de fidelización individualizada

La llevó a cabo el equipo asistencial habitual de cada participante. Todos/as recibieron un seguimiento trimestral individualizado mediante una entrevista estructurada para facilitar el cumplimiento de las recomendaciones sobre el ejercicio físico recibidas con el objetivo de que lo continúe en su domicilio, así como la utilización de las recomendaciones para NO CAERSE EN CASA (anexo XII).

El GC recibió el folleto de las recomendaciones para NO CAERSE EN CASA (anexo XII) y continuó con sus actividades cotidianas. Durante esta fase del estudio recibió el seguimiento y el tratamiento habitual por su equipo asistencial siguiendo la práctica clínica habitual. Fue citado al mismo tiempo que el GI para realizar de nuevo las PF.

5.11. Métodos estadísticos

El análisis estadístico ha sido realizado con el software: SAS v9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Las decisiones estadísticas se han realizado tomando como nivel de significación el valor 0,05.

Se realizó una validación de la consistencia interna de las variables de la base de datos, así como de los valores fuera de rango y valores faltantes, para asegurar totalmente su fiabilidad. Una vez finalizado el proceso de validación la base de datos fue cerrada.

i) Resumen descriptivo

Para cada una de las variables respuesta (variables de P, de fuerza, de equilibrio, de marcha) se han obtenido tablas resumen con el número de observaciones (N) y los estadísticos media y desviación estándar (DS) según el grupo (control/intervención), las categorías de edad, y para cada valoración (basal/post/final). Los resultados se han estratificado según el sexo. Se han representado gráficamente mediante diagramas de caja (box plot), para cada una de las variables siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

- ✓ Variables cualitativas: Se han obtenido tablas de frecuencias con las frecuencias absolutas (N) y relativas (%).
- ✓ Variables cuantitativas: Se han obtenido tablas resumen con los estadísticos N, Número de datos faltantes, Media, Mediana, Desviación estándar, y valores Mínimo y Máximo.

ii) Contrastes

Para la evaluación del contraste de las variables físicas según género se ha aplicado la prueba t de student. A su vez, se ha aplicado la prueba ANOVA para la evaluación de contrastes según grupos de edad y el estadístico Scheffé para analizar los posibles efectos entre grupos de edad.

También se ha llevado a cabo un análisis multivariante para analizar la posible interacción entre los factores grupo de edad y sexo; y una prueba de correlación bivariada de Pearson para analizar las relaciones entre las variables físicas y edad.

iii) Análisis de homogeneidad basal

Para asegurar que los grupos de la variable explicativa principal eran homogéneos se realizó un análisis de homogeneidad basal bivariantes utilizando la variable explicativa principal como variable independiente siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

- ✓ Variables cualitativas: Se utilizó la prueba de homogeneidad de distribuciones discretas adecuada (Test Ji-Cuadrado, Exacto de Fisher o Test de razón de verosimilitud) en función del cumplimiento de los criterios de aplicación.

- ✓ Variables cuantitativas: En primer lugar, se analizaron las condiciones de aplicación de los diferentes test (pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y pruebas de Homogeneidad de varianzas de Levene). Se aplicó el modelo lineal o no paramétrico que fue adecuado en función del cumplimiento de los criterios de aplicación (T-Test o Test de Mann-Whitney-Wilcoxon).

iv) Análisis bivariado

Si no se detectó falta de homogeneidad basal, respecto posibles factores de riesgo u otras variables que pudiesen influir en la respuesta, los análisis principales se realizaron mediante las mismas pruebas bivariadas descritas en el apartado anterior. Si se detectó falta de homogeneidad basal, los análisis principales se realizaron mediante modelos de regresión logística multivariantes incluyendo los factores de riesgo desbalanceados en el modelo.

v) Modelización

Para analizar las diferencias a lo largo del tiempo según el grupo se han ajustado modelos de regresión lineal multivariantes de medidas repetidas para cada una de las variables respuesta. Se han considerado como variables fijas la edad (continua), el grupo, el tiempo y la interacción entre grupo y tiempo. Los resultados se han estratificado según el sexo.

Para cuantificar el efecto de la edad se ha calculado el valor de β con su error estándar; para cuantificar el efecto del grupo y el tiempo se han calculado las medias ajustadas con su error estándar; para evaluar la interacción entre grupo y tiempo se han calculado las medias ajustadas y se han realizado comparaciones entre grupos y entre tiempos. En caso de obtener un resultado significativo, se han realizado contrastes 2 a 2 a posteriori. Para corregir el error de tipo I, en los contrastes múltiples, los p-valores obtenidos se han corregido mediante la corrección de Tukey.

6. RESULTADOS

6.1. Análisis I

6.1.1. Características de la muestra basal

El total de la muestra estudiada fue de 401 participantes, que representan un 2,1% de la población entre 75 y 89 años asignada a los centros participantes para este grupo de edad (19.221 personas). A su vez representan el 8,2% de la población a la que daban cobertura sanitaria al inicio del estudio. En la tabla 8 se muestra la población de 75 a 89 años asignada a cada centro en relación al sexo y el número de participantes del estudio. Se evaluaron mediante PF el 1,9% de las mujeres y el 2,3% de los hombres asignados a los equipos de AP.

Tabla 8. Población asignada a cada equipo de AP participante, en relación al sexo.

Equipo de AP (población 75-89 años)	Mujeres Población asignada	Mujeres participantes	Hombres Población asignada	Hombres participantes
Creu Alta	1274	39	825	31
Badia del Vallès	764	20	454	19
Canaletes	1166	24	843	22
Can Rull	978	22	787	24
Sabadell Centre	1953	13	1146	10
Castellar	1080	20	798	20
Ca n'Oriac	1019	28	748	15
Sabadell Sud-Campoamor	1861	27	1187	20
La Llagosta	663	14	494	10
Sant Miquel	670	14	511	9
	11428 (59,45%)	221 (55,11%)	7793 (40,54%)	180 (44,89%)

De los 401 participantes, 180 eran hombres (44,9%) y 221 mujeres (55,1%). La edad media fue de 80,9 (DS 3,4) en los hombres y de 80,7 (DS 3,7) en las mujeres. Para analizar los resultados de las PF, éstos se han estratificado por sexo y por categorías de edad (75-79, 80-84, 85-89 años) siguiendo la publicación de Bohannon et al.³⁶.

En los hombres, la categoría 80-84 años es la más numerosa (n=83, 46,1%) y en las mujeres la categoría de 75-79 años (n=94, 42,5%). En la tabla 9 se presentan las características antropométricas de la muestra por categorías de edad y sexo.

Tabla 9. Características antropométricas de la muestra. Los valores se expresan como media y (DS).

Edad	Hombres				Mujeres			
	75-79	80-84	85-89	Total	75-79	80-84	85-89	Total
N	67	83	30	180	94	88	39	221
Edad (años)	77,7 (1,3)	81,8 (1,4)	86,3 (1,1)	80,9 (3,4)	77,3 (1,3)	81,7 (1,5)	86,7 (1,5)	80,7 (3,7)
Peso (kg)	79,0 (9,9)	76,3 (10,9)	76,8 (11,4)	77,4 (10,7)	70,2 (11,2)	68,6 (10,89)	63,7 (8,8)	68,44 (10,9)
Talla (cm)	165,7 (8,6)	164,0 (7,3)	164,1 (8,3)	164,7 (7,9)	155,1 (5,4)	153,0 (6,5)	152,1 (6,1)	153,7 (6,1)
IMC (kg/m ²)	28,9 (3,9)	28,3 (3,7)	28,5 (3,4)	28,6 (3,8)	29,3 (4,9)	29,4 (4,5)	27,6 (3,9)	29,0 (4,6)

IMC: índice de masa corporal, DS: desviación estándar

En la tabla 10 se presentan las características sociodemográficas de la población de estudio.

Tabla 10. Análisis descriptivo de las características sociodemográficas de la población basal estudiada.

		Porcentaje (%)
Estado civil	Soltero/a	5,8
	Casado/a	62,1
	Viudo/a	30,7
	Separado/a	1,3
Convivencia	Vive solo/a	26,5
	Vive en pareja	54,4
	Convive con familia	18,8
	Convive con cuidador/a	0,3
Nivel educativo	Analfabeto/a	5,2
	Sabe leer y escribir	38,8
	Estudios primarios	37,2
	Educación Básica	14,9
	Educación Universitaria	3,9
Nivel socio-económico¹	Bajo	9,4
	Medio	46,9
	Alto	43,7

¹: el nivel socio-económico se distribuyen en niveles: bajo<450 €/mes, medio de 450 a 900 €/mes, alto>900 €/mes

En relación al resultado global del índice de Barthel la media de nuestra población de estudio fue de 96 puntos y del test de Lawton y Brody de 7,2 puntos (rango: 2-8).

6.1.2. Resultados de la evaluación de la fuerza muscular de la muestra basal

i) Resultados de la evaluación de la fuerza de prensión manual

En el 92,0% de los casos la FP se valoró en la mano derecha (mano dominante), siendo la mano izquierda la dominante sólo en el 7,98% de casos (19 hombres y 13 mujeres).

La posición de agarre utilizada para la medición con el dinamómetro Jamar®Plus+, fue la II en el 100% de las mujeres y en el 75% de los hombres. En el 25% restante de los hombres la posición utilizada fue la III.

En la tabla 11 y en la figura 37 se muestran los resultados obtenidos de la FP máx de tres intentos con la mano dominante, por sexo y edad.

Tabla 11. Resultados de la FP máx (kg) por sexo y edad.

Edad (años)	Hombres			Mujeres		
	N	Media (DS)	Rango	N	Media (DS)	Rango
75-79	67	31,77 (6,17)	15,88-44,4	94	19,33 (3,64)	10,4-28,6
80-84	83	28,44 (5,74)	12,2-40,3	88	17,79 (4,56)	7,7-31,9
85-89	30	26,86 (4,37)	15,0-32,5	39	17,45 (3,71)	10,9-24,4
Total	180	29,42 (5,99)	12,2-44,4	221	18,39 (5,99)	7,7-31,9

FP: fuerza de prensión manual, DS: desviación estándar

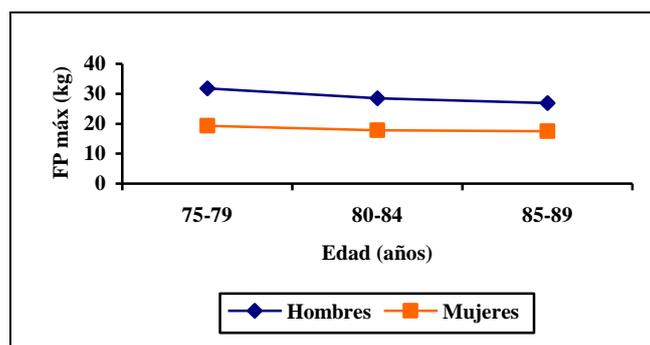


Figura 37. Resultados de la FP máx por categorías de edad y sexo.

FP: fuerza de prensión manual

En la tabla 12 se presentan los resultados de la FP media de los 3 intentos, por sexo y edad.

Tabla 12. Resultados de la FP media (kg) por sexo y edad.

Edad (años)	Hombres			Mujeres		
	N	Media (DS)	Rango	N	Media (DS)	Rango
75-79	67	30,27 (6,19)	13,5-42,3	94	18,13 (3,73)	9,9-28,2
80-84	83	27,19 (5,98)	11,7-37,9	88	16,54 (4,47)	7,4-28,6
85-89	30	25,46 (4,19)	14,6-31,3	39	16,22 (3,66)	9,6-23,0
Total	180	28,05 (6,05)	11,7-42,3	221	17,16 (4,1)	7,4-28,6

FP: fuerza de prensión manual, DS: desviación estándar.

ii) Resultados de la evaluación de la potencia de las extremidades inferiores

En las tablas 13 y 14 se muestran los resultados de la valoración de la P de las extremidades inferiores obtenida mediante el encoder lineal Chronojump®, en relación al sexo y edad. En la tabla 13 se presentan la media, DS y rango de la P máx de 3 intentos de la prueba STS, mientras que en la tabla 14 se recogen los resultados de la P media de los 3 intentos expresados mediante la media, DS y rango. En la figura 38 se muestran los resultados de las medias de la P máx por categorías de edad y sexo.

La valoración no se pudo realizar en 1 participante, un hombre de 88 años, por incapacidad para levantarse de la silla sin apoyo de las extremidades superiores.

Tabla 13. Resultados de P máx (w) por edad y sexo.

Edad (años)	Hombres			Mujeres		
	N	Media (DS)	Rango	N	Media (DS)	Rango
75-79	67	622,99 (170,8)	203,9-1223,6	94	455,65 (133,68)	201,9-906,5
80-84	83	549,99 (163,89)	228,3-1081,6	88	396,13 (115,4)	171,3-703,0
85-89	29	508,78 (164,54)	125,21-809,5	39	337,83 (153,54)	47,3-660,5
Total	179	570,64 (171,18)	125,21-1223,6	221	411,16 (137,05)	47,3-906,5

P: potencia, w: vatios, DS: desviación estándar

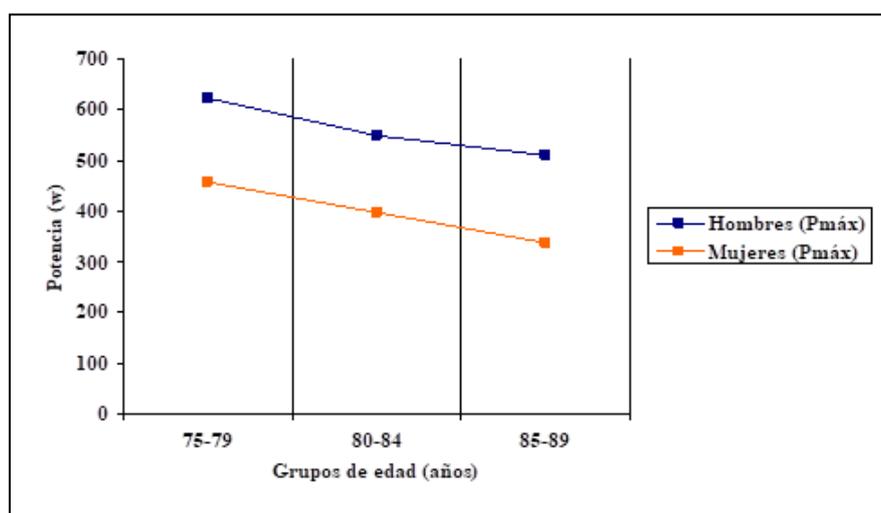


Figura 38. Resultados de la P máx (w) por categorías de edad y sexo.

Tabla 14. Resultados de P media (w) por edad y sexo.

Edad (años)	Hombres			Mujeres		
	N	Media (DS)	Rango	N	Media (DS)	Rango
75-79	67	268,55 (65,51)	133,1-432,8	94	197,41 (58,24)	87,3-408,5
80-84	83	245,47 (73,99)	102,2-482,9	88	171 (52,23)	85,1-316,2
85-89	29	225,6 (55,93)	115,8-313,4	39	151,33 (62,68)	19,0-291,8
Total	179	250,89 (69,57)	102,2-482,9	221	178,76 (59,13)	19,0-408,5

P: potencia, w: vatios, DS: desviación estándar,

6.1.3. Resultados de la evaluación de la marcha de la muestra basal

i) Resultados de la evaluación de la marcha mediante BTS G-WALK®

La duración media de la prueba fue de 72,16s, con un rango de 60-96,7s.

En las tablas 15 y 16 se muestran los resultados de todas las variables principales y secundarias registradas mediante el BTS G-WALK®, por edad y sexo (hombres y mujeres respectivamente).

Posteriormente se analizaron únicamente las variables principales: cadencia, velocidad y longitud de la zancada.

Tabla 15. Resultados del estudio de la marcha en los hombres. Los valores se expresan como media y (DS).

<i>Hombres / Edad (años)</i>	<i>75-79</i>	<i>80-84</i>	<i>85-89</i>	<i>Total</i>
Variables	N=67	N=83	N=30	N=180
Cadencia (pasos/min)	115,83 (9,24)	114,61 (8,99)	110,53 (10,26)	114,38 (9,43)
Velocidad (m/s)	1,26 (0,21)	1,20 (0,20)	1,12 (0,27)	1,21 (0,22)
Longitud de la zancada (m)	1,31 (0,20)	1,26 (0,17)	1,21 (0,25)	1,27 (0,20)
Longitud de la zancada/altura (%)	79,10 (11,43)	76,26 (12,89)	74,24 (16,11)	76,99 (13,02)
Duración del ciclo de la marcha				
pie izquierdo (s)	1,04 (0,84)	1,05 (0,83)	1,09 (0,10)	1,05 (0,09)
pie derecho (s)	1,04 (0,84)	1,04 (0,12)	1,09 (0,11)	1,05 (0,11)
Longitud de la zancada				
pie izquierdo (%)	50,33 (6,69)	50,51 (2,48)	53,28 (12,95)	50,90 (6,90)
pie derecho (%)	49,66 (6,69)	49,59 (2,27)	46,72 (12,95)	49,14 (6,87)
Duración fase de apoyo				
pie izquierdo (%)	62,21 (3,04)	61,81 (3,58)	62,58 (3,49)	62,09 (3,37)
pie derecho (%)	61,72 (2,82)	61,87 (3,16)	61,96 (3,08)	61,83 (3,01)
Duración fase de oscilación				
pie izquierdo (%)	37,79 (3,04)	38,19 (3,58)	37,36 (3,50)	37,90 (3,39)
pie derecho (%)	38,29 (2,83)	38,13 (3,16)	38,02 (3,09)	38,17 (3,01)
Duración fase de apoyo bipodal				
pie izquierdo (%)	11,36 (2,54)	11,57 (3,31)	13,02 (6,39)	11,74 (3,79)
pie derecho (%)	12,50 (2,94)	12,16 (3,25)	12,55 (3,34)	12,35 (3,14)
Duración fase de apoyo monopodal				
pie izquierdo (%)	38,27 (2,79)	37,75 (4,32)	37,95 (3,12)	37,97 (3,61)
pie derecho (%)	37,49 (4,44)	37,94 (3,59)	37,20 (3,68)	37,64 (3,94)

DS: desviación estándar, min: minutos, s: segundos, m: metros, %: porcentaje.

Tabla 16. Resultados del estudio de la marcha en las mujeres. Los valores se expresan como media y (DS).

Mujeres / Edad (años)	75-79	80-84	85-89	Total
Variables				
	N=94	N=88	N=39	N=221
Cadencia (pasos/min)	117,66 (10,71)	113,19 (14,99)	109,76 (15,53)	114,49 (13,71)
Velocidad (m/s)	1,08 (0,18)	0,99 (0,22)	0,93 (0,23)	1,02 (0,21)
Longitud de la zancada (m)	1,11 (0,15)	1,06 (0,17)	1,02 (0,17)	1,07 (0,16)
Longitud de la zancada/altura (%)	71,79 (10,26)	69,21 (11,06)	66,92 (11,90)	69,90 (10,98)
Duración del ciclo de la marcha				
pie izquierdo (s)	1,03 (0,10)	1,08 (0,17)	1,11 (0,19)	1,06 (0,15)
pie derecho (s)	1,03 (0,10)	1,08 (0,17)	1,12 (0,22)	1,07 (0,16)
Longitud de la zancada				
pie izquierdo (%)	50,82 (2,67)	50,67 (8,03)	50,79 (2,99)	50,76 (5,48)
pie derecho (%)	49,17 (2,67)	49,33 (8,03)	49,21 (2,99)	49,24 (5,48)
Duración fase de apoyo				
pie izquierdo (%)	62,63 (3,31)	63,54 (3,58)	64,46 (3,63)	63,31 (3,53)
pie derecho (%)	61,26 (3,76)	62,18 (4,22)	63,87 (3,13)	62,09 (3,94)
Duración fase de oscilación				
pie izquierdo (%)	37,36 (3,31)	36,46 (3,58)	35,54 (3,63)	36,68 (3,53)
pie derecho (%)	38,42 (2,95)	37,48 (3,07)	36,16 (3,13)	37,64 (3,13)
Duración fase de apoyo bipodal				
pie izquierdo (%)	11,98 (2,90)	12,69 (3,09)	14,26 (3,30)	12,66 (3,14)
pie derecho (%)	12,20 (3,17)	13,46 (3,36)	14,17 (3,79)	13,05 (3,43)
Duración fase de apoyo monopodal				
pie izquierdo (%)	38,39 (2,91)	37,33 (3,01)	36,01 (3,17)	12,66 (3,14)
pie derecho (%)	37,27 (3,29)	36,63 (4,05)	34,83 (5,16)	13,05 (3,43)

DS: desviación estándar, min: minutos, s: segundos, m: metros, %: porcentaje.

En la figura 39 se presentan los resultados de las medias de la velocidad de la marcha por categorías de edad y sexo.

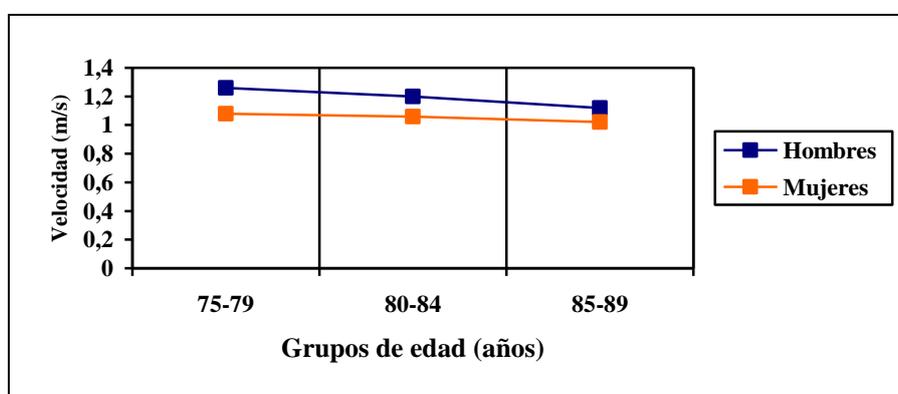


Figura 39. Velocidad de marcha (m/s) por categoría de edad y sexo.

En la tabla 17 se muestran los resultados del coeficiente Beta y la significación ($p < 0,05$) de las variables físicas respecto a la velocidad, considerando en el análisis la velocidad como variable dependiente y el resto de variables físicas como predictoras.

Tabla 17. Coeficiente Beta y p de cada una de las variables independientes.

<i>Variable</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>p</i>	<i>Variable</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>p</i>
FP máx	0,004	0,53	IEG	0,026	0,42
P máx	0,020	0,02	IAP	-0,018	0,42
Cadencia	0,538	<0,001	IML	-0,009	0,60
Longitud zancada	0,840	<0,001	FR	-0,006	0,27
Duración ciclo paso I	0,081	<0,001	m-CTSIB AF	-0,007	0,38
Duración ciclo paso D	0,014	0,15	m-CTSIB CF	-0,008	0,46
TUG	0,002	0,80	m-CTSIB AE	0,002	0,86
Escala Tinetti total	0,006	0,62	m-CTSIB CE	-0,001	0,97
Subescala equilibrio	-0,008	0,27	Puntaje	0,006	0,86
Subescala marcha	0,006	0,56	BBS	-0,008	0,28
$R^2 = 0,99$ $F(21,371) = 2767,96; p = 0,000$					

FP: fuerza de presión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: Fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, p: significación ($p < 0,05$).

ii) Resultados del TUG

En la tabla 18 y en la figura 40 se muestran los resultados obtenidos del TUG por edad y sexo.

Tabla 18. Resultados del TUG (s) por edad y sexo. Los resultados se presentan como media, (DS) y rango

<i>Edad (años)</i>	<i>Hombres</i>			<i>Mujeres</i>		
	<i>N</i>	<i>Media (DS)</i>	<i>Rango</i>	<i>N</i>	<i>Media (DS)</i>	<i>Rango</i>
75-79	67	8,16 (1,9)	5,67-18,36	94	9,42 (2,18)	6,29-16,36
80-84	83	8,9 (2,79)	5,31-21,71	88	10,61 (3,05)	6,58-20,21
85-89	30	9,93 (3,32)	6,63-23,51	39	12,82 (5,52)	7,19-29,12
Total	180	8,78 (2,67)	5,31-23,51	221	10,5 (3,52)	6,29-29,12

DS: desviación estándar, s: segundos

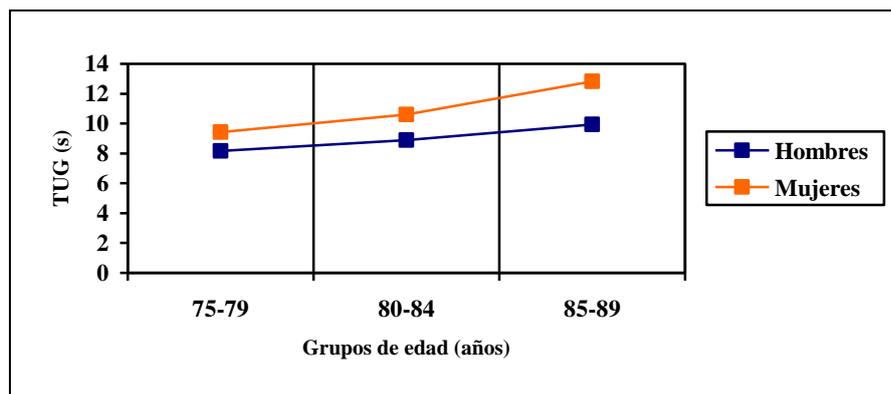


Figura 40. The Timed Up and Go test (TUG) (s) por categorías de edad y sexo.

En la tabla 19 se muestran a su vez los resultados de cada uno de los intentos de la prueba TUG.

Tabla 19. Resultados del TUG (s) de cada uno de los 3 intentos por edad y sexo. Los valores se expresan como media y (DS).

Edad (años)	Hombres				Mujeres			
	N	Intento 1	Intento 2	Intento 3	N	Intento 1	Intento 2	Intento 3
75-79	67	8,33 (2,17)	8,02 (1,81)	7,96 (1,89)	94	9,79 (2,65)	9,32 (2,13)	9,17 (1,99)
80-84	83	9,12 (2,91)	8,90 (2,78)	8,69 (2,77)	88	10,85 (3,33)	10,61 (3,00)	10,39 (2,92)
85-89	30	10,22 (3,41)	9,90 (3,33)	9,37 (2,18)	39	13,29 (5,72)	12,74 (5,54)	12,42 (5,47)
Total	180	9,01 (2,81)	8,74 (2,64)	8,53 (2,42)	221	10,83 (3,81)	10,43 (3,50)	10,23 (3,40)

DS: desviación estándar, s: segundos

6.1.4. Resultados de la evaluación del equilibrio de la muestra basal

i) Resultados de la evaluación del equilibrio con la plataforma BBS®

La valoración del equilibrio mediante la plataforma BBS® fue la prueba que causó mayor sensación de inseguridad y miedo a las personas participantes. A pesar de ello, solamente en un único caso no fue posible realizar ninguna de las 3 pruebas; se trataba de una mujer de 86 años que presentó además valores por debajo de la normalidad en las pruebas de fuerza y marcha, y que precisaba utilizar las manos para mantener la estabilidad en la plataforma. Un total de 5 participantes no pudieron realizar la prueba de FR, por referir sensación de miedo causado por el movimiento de la plataforma durante la prueba y/o imposibilidad de prescindir de la sujeción de las manos en los soportes laterales de la plataforma. En la tercera prueba (m-CTSIB) fueron únicamente 3 participantes los que no la realizaron por referir sensación de miedo, inestabilidad y/o necesidad de realizarla con el uso de los soportes laterales de la plataforma.

En la tabla 20 se muestran los resultados de las tres pruebas realizadas mediante la plataforma BBS® por sexo y edad. Se calculó la media y DS de todas las variables físicas (principales y secundarias).

Tabla 20. Resultados de las pruebas de la plataforma BBS® por sexo y edad. Se calcula la media y (DS).

Edad (años)	Hombres				Mujeres			
	75-79	80-84	85-89	Total	75-79	80-84	85-89	Total
Variables								
Índice de estabilidad	N= 67	N=83	N=30	N=180	N= 94	N=88	N=38	N=220
IEG (°)	0,61 (0,39)	0,71 (0,50)	0,77 (0,32)	0,69 (0,44)	0,81 (0,48)	0,99 (0,82)	1,20 (0,90)	0,95 (0,72)
IAP (°)	0,45 (0,33)	0,55 (0,47)	0,53 (0,24)	0,51 (0,39)	0,62 (0,46)	0,72 (0,64)	0,82 (0,54)	0,69 (0,55)
IML (°)	0,28 (0,22)	0,34 (0,23)	0,42 (0,29)	0,33 (0,24)	0,36 (0,23)	0,49 (0,58)	0,63 (0,80)	0,46 (0,52)
Zona %								
A	99,99 (0,12)	99,81 (1,76)	100,00 (0,00)	99,91 (1,19)	99,93 (0,53)	98,69 (7,96)	98,18 (8,28)	99,13 (6,12)
B	0,01 (0,12)	0,19 (1,76)	0,00 (0,00)	0,09 (1,19)	0,07 (0,53)	1,31 (7,96)	1,82 (8,28)	0,87 (6,12)
C	0,00 (0,0)	0,00 (0,00)						
D	0,00 (0,0)	0,00 (0,00)						
Cuadrante %								
I	25,64 (21,40)	27,73 (22,41)	22,50 (19,60)	26,08 (21,55)	31,48 (26,01)	28,48 (23,82)	28,42 (24,91)	29,75 (24,90)
II	14,07 (15,75)	16,60 (19,87)	22,50 (23,51)	16,64 (19,24)	19,29 (21,73)	17,08 (20,84)	21,50 (23,96)	18,79 (21,74)
III	16,24 (15,65)	15,65 (15,99)	24,47 (20,45)	17,34 (16,90)	14,23 (15,33)	18,67 (22,99)	20,03 (23,82)	17,01 (20,29)
IV	43,91 (25,99)	40,01 (26,22)	30,53 (21,86)	39,88 (25,73)	34,98 (27,51)	35,81 (25,99)	30,05 (26,87)	34,46 (26,76)
Índice de riesgo de caída	N=67	N=83	N=28	N=178	N=94	N=86	N=37	N=217
FR (°)	1,35 (0,60)	1,48 (0,69)	1,63 (0,52)	1,45 (0,64)	1,57 (0,68)	1,67 (0,78)	1,73 (0,79)	1,63 (0,74)
Integración sensorial	N=67	N=83	N=29	N=179	N=94	N=87	N=37	N=218
m-CTSIB AF (°)	0,65 (0,26)	0,71 (0,27)	0,71 (0,18)	0,69 (0,25)	0,62 (0,18)	0,75 (0,29)	0,85 (0,33)	0,71 (0,27)
m-CTSIB CF (°)	1,21 (0,57)	1,25 (0,47)	1,32 (0,42)	1,25 (0,50)	1,03 (0,38)	1,17 (0,47)	1,27 (0,53)	1,11 (0,45)
m-CTSIB AE (°)	1,30 (0,60)	1,38 (0,49)	1,80 (0,35)	1,37 (0,52)	1,40 (0,47)	1,53 (0,55)	1,76 (0,68)	1,52 (0,55)
m-CTSIB CE (°)	3,64 (0,95)	3,90 (1,02)	4,10 (0,95)	3,84 (0,99)	3,85 (0,87)	3,96 (1,10)	4,12 (1,34)	3,94 (1,05)
PUNTAJE (°)	1,70 (0,47)	1,80 (0,40)	1,90 (0,27)	1,78 (0,41)	1,72 (0,33)	1,85 (0,42)	2,00 (0,49)	1,82 (0,41)

IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: Fall risk test, m-CTSIB: Test de integración sensoria y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, % porcentaje, °: grados.

ii) Escala de Tinetti i BBS

En la tabla 21 se muestran los resultados obtenidos expresados como media y (DS) por sexo y edad, de la escala de Tinetti y de la BBS.

Tabla 21. Escala de Tinetti y BBS, puntuación subescala del equilibrio, subescala de la marcha y total por edad y sexo. Se calcula la media y (DS)

Edad (años)	Hombres				Mujeres					
	N	Escala Tinetti			BBS	N	Escala Tinetti			BBS
		Equilibrio	Marcha	Total		Equilibrio	Marcha	Total		
75-79	67	15,97 (0,17)	11,61 (0,67)	27,58 (0,76)	53,7 (2,8)	94	15,84 (0,48)	11,32 (0,95)	27,05 (1,05)	52,48 (3,8)
80-84	83	15,81 (0,55)	11,52 (0,65)	27,34 (0,99)	53,17 (2,84)	88	15,67 (0,89)	11,18 (0,99)	26,85 (1,57)	50,98 (4,35)
85-89	30	15,60 (1,00)	10,77 (1,33)	26,43 (2,09)	50,7 (5,69)	39	15,46 (1,41)	10,85 (1,55)	26,38 (2,77)	49 (6,19)
Total	180	15,83 (0,57)	11,43 (0,86)	27,28 (1,24)	52,96 (3,59)	221	15,71 (0,88)	11,18 (1,10)	26,86 (1,82)	51,27 (4,67)

DS: desviación estándar, BBS: Escala de equilibrio de Berg.

6.1.5. Otros resultados de la muestra basal

En este apartado se muestran los resultados de la aplicación de pruebas t de Student, comparando las medias de las variables físicas entre hombres y mujeres para el total de la muestra basal. En la tabla 22 se presentan las medias y DS de las principales variables físicas analizadas y se muestran en negrita los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 22. Contraste de las variables físicas por sexo. Los valores se expresan como media y DS.

Variables	Hombres			Mujeres			t	p
	N	Media	DS	N	Media	DS		
FP máx (kg)	180	29,42	5,99	221	18,39	5,99	21,801	0,000
P máx (w)	179	570,64	171,18	221	411,16	137,05	10,348	0,000
P media (w)	179	250,89	69,57	221	178,76	59,13	11,205	0,000
G-WALK®								
Cadencia (pasos/min)	180	114,38	9,43	221	114,49	13,71	-0,084	0,933
Velocidad (m/s)	180	1,21	0,22	221	1,02	0,21	8,538	0,000
Longitud zancada (m)	180	1,27	0,20	221	1,07	0,16	11,036	0,000
Duración ciclo marcha I (%)	180	1,05	0,09	221	1,06	0,15	-0,628	0,530
Duración ciclo marcha D (%)	180	1,05	0,11	221	1,07	0,16	-1,194	0,233
TUG (s)	180	8,78	2,67	221	10,50	3,52	-5,400	0,000
Índice de estabilidad								
IEG (°)	180	0,69	0,44	220	0,95	0,72	-4,089	0,000
IAP (°)	180	0,51	0,39	220	0,69	0,55	-3,649	0,000
IML (°)	180	0,33	0,24	220	0,46	0,52	-2,998	0,003
Índice de riesgo de caída								
FR (°)	178	1,45	0,64	217	1,63	0,74	-2,614	0,009
Test de Integración sensorial y equilibrio								
m-CTSIB AF (°)	179	0,69	0,25	218	0,71	0,27	-0,745	0,457
m-CTSIB CF (°)	179	1,25	0,50	218	1,12	0,45	2,712	0,007
m-CTSIB AE (°)	179	1,37	0,52	218	1,52	0,55	-2,715	0,007
m-CTSIB CE (°)	179	3,84	0,99	218	3,94	1,05	-0,992	0,322
PUNTAJE (°)	179	1,78	0,41	221	1,82	0,41	-0,927	0,355
Escala Tinetti total	180	27,28	1,24	221	26,86	1,82	2,657	0,423
Subescala Equilibrio	180	15,83	0,57	221	15,71	0,88	1,676	0,095
Subescala Marcha	180	11,43	0,86	221	11,18	1,10	2,459	0,014
BBS	180	52,96	3,59	221	51,27	4,67	3,987	0,000

FP: fuerza de prensión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, DS: desviación estándar, t: t de Student y p: significación ($p < 0,05$).

En la tabla 23 se resumen los resultados de la aplicación de la prueba ANOVA, comparando las medias de las variables físicas entre las categorías de edad para el total de la muestra basal. Se presentan las medias y DS entre las categorías de edad y se muestran en negrita los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 23. Contraste de las variables físicas entre las categorías de edad. Los valores se expresan como media (DS).

Variables	75-79 años		80-84 años		85-89 años		F	p
	N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)		
FP máx (kg)	161	24,51 (7,83)	171	22,96 (7,42)	69	21,54 (6,16)	4,282	0,014
P máx (w)	161	525,29 (171,08)	171	470,81 (160,38)	68	410,74 (178,72)	11,851	0,000
P media (w)	161	227,01 (70,56)	171	207,15 (73,69)	68	183,01 (70,04)	9,410	0,000
G-WALK®								
Cadencia (pasos/min)	161	116,90 (10,13)	171	113,88 (12,43)	69	110,09 (13,41)	8,431	0,000
Velocidad (m/s)	161	1,16 (0,21)	171	1,10 (0,23)	69	1,01 (0,26)	9,796	0,000
Longitud zancada (m)	161	1,19 (0,20)	171	1,16 (0,20)	69	1,10 (0,23)	4,676	0,010
Duración ciclo marcha I (%)	161	1,03 (0,09)	171	1,06 (0,13)	69	1,10 (0,16)	7,641	0,001
Duración ciclo marcha D (%)	161	1,03 (0,09)	171	1,06 (0,15)	69	1,11 (0,18)	7,757	0,000
TUG (s)	161	8,87 (2,17)	171	9,78 (3,04)	69	11,57 (4,88)	17,692	0,000
Índice de estabilidad								
IEG (°)	161	0,72 (0,45)	171	0,87 (0,69)	68	1,01 (0,73)	5,553	0,004
IAP (°)	161	0,55 (0,42)	171	0,64 (0,57)	68	0,69 (0,46)	2,462	0,087
IML (°)	161	0,33 (0,23)	171	0,42 (0,45)	68	0,54 (0,63)	6,402	0,002
Índice de riesgo de caída								
FR (°)	161	1,48 (0,66)	169	1,57 (0,74)	65	1,69 (0,69)	2,238	0,108
Test de Integración sensorial y equilibrio								
m-CTSIB AF (°)	161	0,63 (0,22)	170	0,73 (0,28)	66	0,79 (0,28)	11,072	0,000
m-CTSIB CF (°)	161	1,11 (0,48)	170	1,19 (0,47)	66	1,29 (0,48)	3,695	0,026
m-CTSIB AE (°)	161	1,36 (0,53)	170	1,46 (0,53)	66	1,65 (0,57)	6,768	0,001
m-CTSIB CE (°)	161	3,76 (0,91)	170	3,93 (1,06)	66	4,10 (1,18)	2,856	0,059
PUNTAJE (°)	161	1,71 (0,39)	170	1,83 (0,40)	66	1,96 (0,41)	9,450	0,000
Escala Tinetti total	161	27,27 (1,27)	171	27,09 (1,34)	69	26,41 (2,48)	7,474	0,001
Subescala Equilibrio	161	15,89 (0,38)	171	15,74 (0,75)	69	15,52 (1,24)	6,153	0,002
Subescala Marcha	161	11,44 (0,86)	171	11,35 (0,86)	69	10,81 (1,45)	10,330	0,000
BBS	161	52,99 (3,46)	171	52,04 (3,84)	69	49,74 (5,99)	14,757	0,000

FP: fuerza de prensión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, w: vatios, °: grados, m: metros, s: segundos, DS: desviación estándar, F: F de Fisher y p: significación ($p < 0,05$).

Al obtenerse diferencias estadísticamente significativas entre grupos de edad en casi todas las variables físicas, se procedió a realizar los contrastes Scheffé entre grupos de edad, tal y como se muestra en la tabla 24. Se muestran en negrita los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 24. Comparaciones de las variables físicas entre categorías de edad.

Variables	75-79 vs 80-84	75-79 vs 85-89	80-84 vs 85-89
	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
FP máx (kg)	0,164	0,021	0,404
P máx (w)	0,013	0,000	0,046
P media (w)	0,043	0,000	0,065
G-WALK®			
Cadencia (pasos/min)	0,067	0,000	0,079
Velocidad (m/s)	0,063	0,000	0,036
Longitud zancada (m)	0,312	0,010	0,170
Duración ciclo marcha I (%)	0,070	0,001	0,122
Duración ciclo marcha D (%)	0,187	0,001	0,040
TUG (s)	0,033	0,000	0,000
Índice de estabilidad			
IEG (°)	0,109	0,006	0,276
IAP (°)	0,254	0,753	0,135
IML (°)	0,128	0,002	0,143
Índice de riesgo de caída			
FR (°)	0,445	0,124	0,545
Test de Integración sensorial y equilibrio			
m-CTSIB AF (°)	0,002	0,000	0,301
m-CTSIB CF (°)	0,297	0,030	0,329
m-CTSIB AE (°)	0,242	0,001	0,055
m-CTSIB CE (°)	0,311	0,075	0,522
PUNTAJE (°)	0,033	0,000	0,081
Escala Tinetti total	0,561	0,001	0,010
Subescala Equilibrio	0,161	0,003	0,133
Subescala Marcha	0,674	0,000	0,001
BBS	0,118	0,000	0,001

FP: fuerza de presión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, *p*: significación ($p < 0,05$), *w*: vatios, *s*: segundos, *m*: metros.

Mediante un análisis multivariante se analizó la posible interacción entre los factores edad y sexo. Los resultados se muestran en la tabla 25 y nos indican que no hay ninguna interacción entre ellos. Si bien los valores medios van disminuyendo con la edad lo hacen también según el sexo de manera independiente. Podemos afirmar que no existe interacción entre la edad y el sexo y las variables físicas estudiadas.

Tabla 25. Interacción entre el grupo edad y sexo para todas las variables físicas.

Variables	Interacción grupo edad x sexo		
	F	p	Potencia observada
FP máx (kg)	1,978	0,140	0,409
P máx (w)	0,274	0,760	0,093
P media (w)	0,041	0,960	0,056
G-WALK®			
Cadencia (pasos/min)	0,539	0,584	0,139
Velocidad (m/s)	0,095	0,910	0,064
Longitud zancada (m)	0,023	0,977	0,053
Duración ciclo marcha I (%)	0,771	0,463	0,181
Duración ciclo marcha D (%)	1,277	0,280	0,277
TUG (s)	1,320	0,268	0,285
Índice de estabilidad			
IEG (°)	1,191	0,305	0,260
IAP (°)	0,757	0,470	0,178
IML (°)	0,689	0,503	0,166
Índice de riesgo de caída			
FR (°)	0,257	0,774	0,090
Test de integración sensorial y equilibrio			
m-CTSIB AF (°)	3,319	0,037	0,627
m-CTSIB CF (°)	0,599	0,550	0,150
m-CTSIB AE (°)	0,612	0,543	0,152
m-CTSIB CE (°)	0,314	0,731	0,100
	0,258	0,773	0,091
Escala Tinetti total	1,067	0,345	0,237
Subescala Equilibrio	0,067	0,935	0,060
Subescala Marcha	1,210	0,299	0,264
BBS	0,504	0,604	0,133

FP: fuerza de presión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, w: vatios, m: metros, s: segundos, min: minutos, % porcentaje, °: grados, p: significación ($p < 0,05$).

Se realizó un análisis multivariante, en hombres y mujeres por separado y considerando las variables físicas como variables dependientes y a las categorías de edad como variables independientes. En la tabla 26 se presentan los resultados y se muestran en negrita los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 26. Resultado de análisis multivariante entre las variables físicas, entre categorías de edad y sexo.

Variables	Diferencias entre categorías de edad 75-79 (a), 80-84 (b), 85-89 (c)					
	Hombres			Mujeres		
	F	p	C	F	p	C
FP máx (kg)	8,399	<0,001	a-b a-c	4,617	0,011	a-c
P máx (w)	5,215	0,006	a-c	10,903	<0,001	a-c
P media (w)	3,802	0,024	a-c	9,602	<0,001	a-c
G-WALK®						
Cadencia (pasos/min)	4,347	0,014	a-c b-c	4,050	0,019	a-c
Velocidad (m/s)	3,587	0,030	a-c	6,861	0,001	a-c
Longitud zancada (m)	1,745	0,178		3,925	0,021	a-c
Duración ciclo marcha I (%)	4,045	0,019	a-c	3,603	0,029	a-c
Duración ciclo marcha D (%)	3,213	0,043	a-c b-c	4,314	0,015	a-c
TUG (s)	4,033	0,019	a-c	11,008	<0,001	a-c b-c
Índice de estabilidad						
IEG (°)	2,012	0,137		4,459	0,013	a-c
IAP (°)	1,248	0,290		1,661	0,192	
IML (°)	3,322	0,038	a-c	4,724	0,010	a-c
Índice de riesgo de caída						
FR (°)	1,858	0,159		0,595	0,553	
Test de Integración sensorial y equilibrio						
m-CTSIB AF (°)	1,199	0,304		12,826	<0,001	a-b a-c
m-CTSIB CF (°)	0,242	0,785		3,441	0,034	a-c
m-CTSIB AE (°)	1,357	0,260		6,420	0,002	a-c b-c
m-CTSIB CE (°)	2,915	0,057		1,130	0,325	
PUNTAJE (°)	2,654	0,073		7,652	0,001	a-c
Escala Tinetti total	6,675	0,002	a-c b-c	0,469	0,626	
Subescala equilibrio	2,622	0,076		1,079	0,342	
Subescala marcha	8,605	<0,001	a-c b-c	1,018	0,363	
BBS	3,826	0,024	a-c	6,261	0,002	a-c

FP: fuerza de prensión, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, w: vatios, m: metros, s: segundos, min: minutos, % porcentaje, °: grados, C: diferencias entre categorías de edad, F: F de Fisher, p: significación ($p < 0,05$).

Se analizó la existencia o no de correlación entre las diferentes variables físicas y la edad. En la tabla 27 se presentan los resultados y se muestran en negrita los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Se observa que la edad se correlaciona significativamente con todas las variables físicas analizadas excepto con el índice de FR y la m-CTSIB CE.

Tabla 27. Correlaciones entre variables físicas y edad.

<i>Variable física</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Fuerza de prensión manual (FP) máx	-0,136	0,006
Potencia (P) máx	-0,244	<0,001
Potencia (P) media	-0,218	<0,001
Cadencia	-0,209	<0,001
Velocidad	-0,225	<0,001
Longitud zancada	-0,157	0,002
Duración ciclo marcha I	0,205	<0,001
Duración ciclo marcha D	0,210	<0,001
Timed Up and Go test (TUG)	0,302	<0,001
Índice de estabilidad general (IEG)	0,152	0,002
Índice de estabilidad antero posterior (IAP)	0,101	0,044
Índice de estabilidad medio lateral (IML)	0,161	0,001
Índice de riesgo de caída (FR)	0,086	0,086
Test de integración sensorial y equilibrio, ojos abiertos superficie firme (m-CTSIB AF)	0,204	<0,001
Test de integración sensorial y equilibrio, ojos cerrados superficie firme (m-CTSIB CF)	0,112	0,025
Test de integración sensorial y equilibrio, ojos abiertos superficie goma espuma (m-CTSIB AE)	0,153	0,002
Test de integración sensorial y equilibrio, ojos cerrados superficie goma espuma (m-CTSIB CE)	0,095	0,059
PUNTAJE	0,179	<0,001
Escala Tinetti total	-0,211	<0,001
Subescala Equilibrio	-0,192	<0,001
Subescala Marcha	-0,234	<0,001
Escala de equilibrio de Berg (BBS)	-0,304	<0,001

r: coeficiente de correlación, *p*: significación ($p < 0,05$).

En la tabla 28 se presentan otras correlaciones analizadas. Se muestran en negrita los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 28. Correlaciones entre variables físicas.

<i>Correlaciones</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Fuerza de prensión manual (FP) máx (kg) y velocidad (m/s)	0,483	<0,001
Fuerza de prensión manual (FP) máx (kg) y Índice de riesgo de caída (FR) (°)	-0,133	<0,05
Fuerza de prensión manual (FP) máx (kg) y Potencia (P) máx (w)	0,596	<0,001
Potencia (P) máx (w) y la velocidad (m/s)	0,524	<0,001
Índice de riesgo de caída (FR) y velocidad (m/s)	-0,233	<0,001
Índice de estabilidad general (IEG) (°) y Escala Tinetti total	-0,339	<0,001
Índice de estabilidad general (IEG) (°) y Subescala equilibrio Tinetti	-0,283	<0,001
Índice de estabilidad general (IEG) (°) y Escala de equilibrio de Berg (BBS)	-0,399	<0,001
Índice de riesgo de caída (FR) (°) y Escala de Tinetti total	-0,205	<0,001
Índice de riesgo de caída (FR) (°) y Escala de equilibrio de Berg (BBS)	-0,291	<0,001
Escala Tinetti total y subescala equilibrio Tinetti	0,787	<0,001
Escala de Tinetti total y Escala de equilibrio de Berg (BBS)	0,758	<0,001
Subescala de equilibrio de Tinetti y Escala de equilibrio de Berg (BBS)	0,673	<0,001
Escala de Tinetti total y The Timed Up and Go test (TUG)	-0,627	<0,001

w: vatios, m: metros, s: segundos, min: minutos, % porcentaje, °: grados, r: coeficiente de correlación, p: significación ($p < 0,05$),

Finalmente, en la tabla 29 queda reflejada la distribución normal de cada una de las variables estudiadas por sexo, teniendo en cuenta el 68,26% (media \pm 1DS) y el 95,44% (media \pm 2DS).

Tabla 29. Distribución normal al 68,26% y al 95,55% de las variables físicas por sexo.

	Hombres						Mujeres					
	N	Media	Distribución normal 68,26%		Distribución normal 95,44%		N	Media	Distribución normal 68,26%		Distribución normal 95,44%	
			-1 DS	+1DS	-2DS	+2DS			-1 DS	+1DS	-2DS	+2DS
PF máx (kg)	180	29,42	23,43	35,41	17,44	41,4	221	18,39	12,4	24,38	6,41	30,37
P máx (w)	179	570,64	399,46	741,82	228,28	913	221	411,16	274,11	548,21	137,06	685,26
P media (w)	179	250,89	181,32	320,46	111,75	390,03	221	178,76	119,63	237,89	60,5	297,02
IEG (°)	180	0,69	0,25	1,13	0	1,57	220	0,95	0,23	1,67	0	2,39
IAP (°)	180	0,51	0,12	0,9	0	1,29	220	0,69	0,14	1,24	0	1,79
IML (°)	180	0,33	0,09	0,57	0	0,81	220	0,46	-0,06	0,98	0	1,5
FR (°)	178	1,45	0,81	2,09	0,17	2,73	217	1,63	0,89	2,37	0,15	3,11
m-CTSIB AF (°)	179	0,69	0,44	0,94	0,19	1,19	218	0,71	0,44	0,98	0,17	1,25
m-CTSIB CF (°)	179	1,25	0,75	1,75	0,25	2,25	218	1,12	0,67	1,57	0,22	2,02
m-CTSIB AE (°)	179	1,37	0,85	1,89	0,33	2,41	218	1,52	0,97	2,07	0,42	2,62
m-CTSIB CE (°)	179	3,84	2,85	4,83	1,86	5,82	218	3,94	2,89	4,99	1,84	6,04
PUNTAJE (°)	179	1,78	1,37	2,19	0,96	2,6	221	1,82	1,41	2,23	1	2,64
Cadencia (pasos/min)	180	114,38	104,95	123,81	95,52	133,24	221	114,49	100,78	128,2	87,07	141,91
Velocidad (m/s)	180	1,21	0,99	1,43	0,77	1,65	221	1,02	0,81	1,23	0,6	1,44
Longitud zancada (m)	180	1,27	0,07	2,47	-1,13	3,67	221	1,07	0,91	1,23	0,75	1,39
Duración ciclo marcha I (%)	180	1,05	0,96	1,14	0,87	1,23	221	1,06	0,91	1,21	0,76	1,36
Duración ciclo marcha D (%)	180	1,05	0,94	1,16	0,83	1,27	221	1,07	0,91	1,23	0,75	1,39
TUG (s)	180	8,78	6,11	11,45	3,44	14,12	221	10,5	6,98	14,02	3,46	17,54
Escala Tinetti total	180	27,28	26,04	28,52	24,8	29,76	221	26,86	25,04	28,68	23,22	30,5
Subescala equilibrio	180	15,83	15,26	16,4	14,69	16,97	221	15,71	14,83	16,59	13,95	17,47
Subescala marcha	180	11,43	10,57	12,29	9,71	13,15	221	11,18	10,08	12,28	8,98	13,38
BBS	180	52,96	49,37	56,55	45,78	60,14	221	51,27	46,6	55,94	41,93	60,61

FP: fuerza de presión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg,

6.2. Análisis II

Los 401 participantes se distribuyeron de forma aleatoria en dos subgrupos homogéneos. El GC compuesto por 205 participantes y el GI por 196.

Una vez aleatorizada la muestra se analizaron las principales variables físicas y la edad, según el grupo de asignación, GC y GI, para confirmar la homogeneidad de las dos muestras. Para ello se aplicó la prueba de Levene para la igualdad de varianzas y la prueba de *t* de Student, según se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Contraste de las variables físicas y la edad entre GC y GI. Los valores se expresan como media y (DS).

Variables	GC		GI					
	N	Media (DS)	N	Media (DS)	F	p	t	p
FP máx (kg)	205	23,01 (7,74)	196	23,69 (7,14)	1,219	0,270	0,915	0,361
P máx (w)	204	471,44 (180,23)	196	494,06 (163,59)	1,102	0,294	1,315	0,189
P media (w)	204	206,53 (77,84)	196	215,73 (68,21)	3,213	0,074	1,259	0,209
BTS G-WALK®								
Cadencia (pasos/min)	205	113,41 (12,82)	196	115,52 (10,93)	1,465	0,227	1,773	0,077
Velocidad (m/s)	205	1,09 (0,24)	196	1,12 (0,23)	1,194	0,275	1,191	0,234
Longitud zancada (m)	205	1,15 (0,21)	196	1,17 (0,21)	0,258	0,612	0,597	0,551
Duración ciclo marcha I (%)	205	1,07 (0,14)	196	1,05 (0,10)	3,185	0,075	1,764	0,079
Duración ciclo marcha D (%)	205	1,07 (0,16)	196	1,05 (0,10)	4,774	0,029	1,630	0,104
TUG (s)	205	10,02 (3,61)	196	9,12 (2,87)	6,542	0,011	1,849	0,065
Índice de estabilidad								
IEG (°)	204	0,88 (0,67)	196	0,78 (0,56)	8,283	0,004	1,691	0,092
IAP (°)	204	0,67 (0,58)	196	0,56 (0,39)	18,790	0,000	2,237	0,026
IML (°)	204	0,41 (0,40)	196	0,40 (0,45)	0,131	0,717	0,383	0,702
Índice de Riesgo de caída								
FR (°)	199	1,55 (0,75)	196	1,55 (0,65)	3,801	0,052	0,012	0,991
Test de Integración sensorial y equilibrio								
m-CTSIB AF (°)	201	0,70 (0,26)	196	0,70 (0,26)	0,151	0,697	0,023	0,982
m-CTSIB CF (°)	201	1,18 (0,52)	196	1,17 (0,43)	2,648	0,104	0,176	0,861
m-CTSIB AE (°)	201	1,41 (0,53)	196	1,49 (0,55)	0,137	0,711	1,333	0,183
m-CTSIB CE (°)	201	3,82 (1,07)	196	3,97 (0,97)	4,230	0,040	1,397	0,163
PUNTAJE (°)	201	1,77 (0,43)	196	1,83 (0,38)	3,728	0,054	1,376	0,170
Escala Tinetti total	205	26,98 (1,66)	196	27,12 (1,53)	0,511	0,475	0,890	0,374
Subescala Equilibrio	205	15,76 (0,75)	196	15,77 (0,77)	0,003	0,959	0,057	0,955
Subescala Marcha	205	11,24 (1,05)	196	11,35 (0,96)	1,082	0,299	1,076	0,282
BBS	205	51,63 (4,57)	196	52,44 (3,96)	7,864	0,005	1,898	0,058
Edad	205	80,84 (3,59)	196	80,71 (3,55)	0,206	0,650	0,363	0,717

FP: fuerza de prensión manual, P: potencia, TUG: The Timed Up and Go test, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: Fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, BBS: escala de equilibrio de Berg, w: vatios, m: metros, s: segundos, min: minutos, % porcentaje, °: grados, DS: desviación estándar, F: prueba de Levene, t: t de Student p=significación (p<0,05)

El GI realizó el OEP durante las 6 semanas y lo prosiguió en domicilio. La media de sesiones presenciales a las que acudieron fue de 8,7 (8,6 hombres y 8,7 mujeres), esto equivale a una asistencia del 72,5%. El grupo con menos faltas de asistencia es el grupo de mujeres de mayor edad (85-89 años), con una media de 10,7 sesiones, seguido de los hombres de 80-84 años con una asistencia media de 8,9 sesiones.

En este apartado se analizaron los resultados de 267 participantes (41,35% hombres y 58,65% mujeres). A los 3 meses posintervención se valoraron un total de 237 participantes (47,7% hombres y 52,3% mujeres) y a los 12 meses posintervención se valoraron 127 participantes (48,03% hombres y 51,97% mujeres).

En el análisis estadístico de los resultados se han considerado como variables fijas la edad, el grupo (GC y GI), el tiempo de realización de las PF (basal, posintervención y final) y la interacción entre grupo y tiempo. Los resultados además se han estratificado según el sexo.

A continuación, se presentan estos resultados diferenciados según se valore la fuerza, la marcha o el equilibrio.

6.2.1. Resultados de la evaluación de la fuerza muscular, posintervención

i) Resultados de la evaluación de la fuerza de prensión manual

Los resultados obtenidos de la valoración de la FP máx de la mano dominante mediante el dinamómetro Jamar®Plus+ se muestran en la tabla 31 y en diagrama de cajas en las figuras 41 y 42 por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente.

Tabla 31. Resultados de la FP máx (kg) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

FP máx (kg)			Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79 años	32	31,48 (5,95)	29	31,20 (6,64)	11	29,25 (6,95)
		80-84 años	21	29,94 (5,98)	16	29,08 (5,55)	12	29,03 (4,64)
		85-89 años	5	28,08 (1,63)	4	30,87 (1,86)	4	25,18 (1,45)
		Total	58	30,63 (5,76)	49	30,47 (6,10)	27	28,55 (5,48)
	GI	75-79 años	35	30,08 (5,98)	30	29,26 (6,57)	20	30,58 (7,71)
		80-84 años	26	27,93 (5,11)	25	26,09 (5,00)	10	29,08 (4,47)
85-89 años		9	29,47 (1,64)	9	28,99 (3,14)	4	30,70 (0,84)	
Total		70	29,21 (5,33)	64	27,99 (5,75)	34	30,15 (6,34)	
Mujeres	GC	75-79 años	33	18,95 (4,06)	30	18,40 (4,00)	17	19,30 (4,47)
		80-84 años	19	16,75 (3,56)	16	16,19 (2,32)	13	15,90 (5,22)
		85-89 años	10	18,95 (3,61)	9	18,14 (5,52)	2	12,35 (0,78)
		Total	62	18,28 (3,92)	55	17,71 (3,95)	32	17,49 (5,05)
	GI	75-79 años	46	19,41 (3,94)	41	18,95 (5,06)	22	18,85 (4,37)
		80-84 años	23	18,86 (4,00)	20	17,30 (4,38)	10	17,94 (4,31)
		85-89 años	8	17,70 (4,31)	8	16,40 (5,37)	2	14,10 (4,38)
		Total	77	19,07 (3,98)	69	18,18 (4,94)	34	18,30 (4,37)

DS: desviación estándar, FP: fuerza de prensión manual, GC: grupo control, GI: grupo intervención

A medida que aumenta la edad, la FP máx en los hombres 0,36 kg por año y en las mujeres 0,21 kg por año.

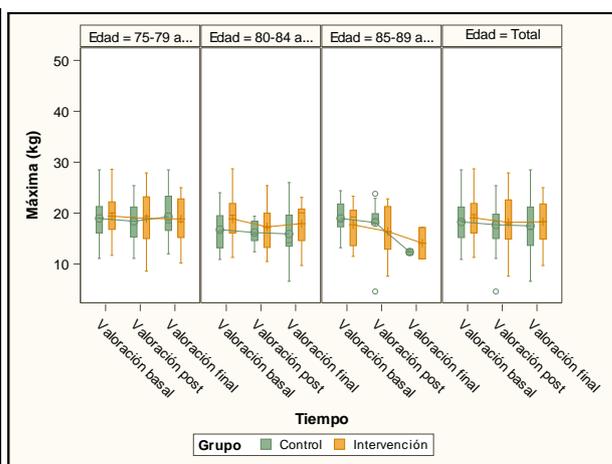
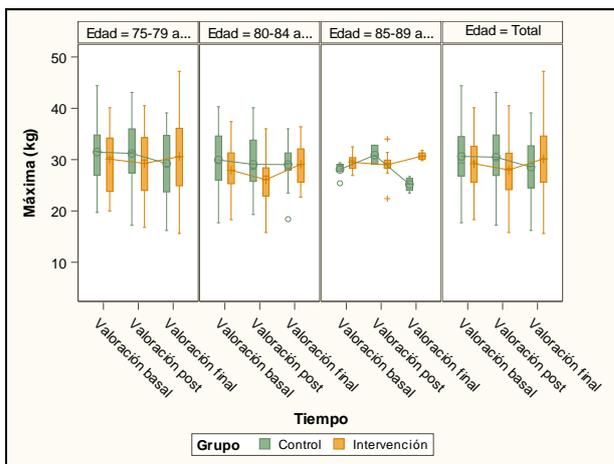


Figura 41. FP máx (kg) por edad, tiempo y grupo en hombres.

Figura 42. FP máx (kg) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

Los resultados obtenidos de la valoración de la FP media de 3 intentos con la mano dominante se muestran en la tabla 32 y en diagrama de cajas en las figuras 43 y 44 por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente. A medida que aumenta la edad, la FP media disminuye en los hombres 0,35 kg por año y en las mujeres 0,16 kg por año.

Tabla 32. Resultados de la FP media (kg) de 3 intentos por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

FP media (kg)			Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79 años	32	29,70 (5,83)	29	29,47 (6,31)	11	27,24 (7,20)
		80-84 años	21	29,32 (6,22)	16	27,89 (5,43)	12	26,97 (5,17)
		85-89 años	5	26,80 (1,82)	4	28,35 (3,41)	4	23,38 (2,15)
		Total	58	29,31 (5,74)	49	28,86 (5,80)	27	26,54 (5,80)
	GI	75-79 años	35	28,76 (6,13)	30	27,91 (6,33)	20	28,92 (7,53)
		80-84 años	26	26,67 (5,11)	25	24,74 (4,39)	10	28,14 (4,44)
		85-89 años	9	27,36 (1,57)	9	27,49 (3,18)	4	28,53 (1,02)
		Total	70	27,80 (5,41)	64	26,61 (5,42)	34	28,64 (6,18)
Mujeres	GC	75-79 años	33	17,36 (4,13)	30	17,12 (4,08)	17	17,81 (4,14)
		80-84 años	19	15,68 (3,57)	16	15,04 (2,24)	13	15,45 (3,97)
		85-89 años	10	17,71 (3,57)	9	17,12 (5,47)	2	10,85 (0,07)
		Total	62	17,05 (3,93)	55	16,51 (3,96)	32	16,42 (4,29)
	GI	75-79 años	46	18,16 (3,99)	41	17,21 (5,31)	22	17,72 (4,22)
		80-84 años	23	17,71 (4,02)	20	16,45 (4,60)	10	16,81 (4,03)
		85-89 años	8	16,50 (4,40)	8	15,49 (5,01)	2	12,40 (4,24)
		Total	77	17,85 (4,02)	69	16,79 (5,04)	34	17,14 (4,24)

DS: desviación estándar, FP: fuerza de prensión manual, GC: grupo control, GI: grupo intervención

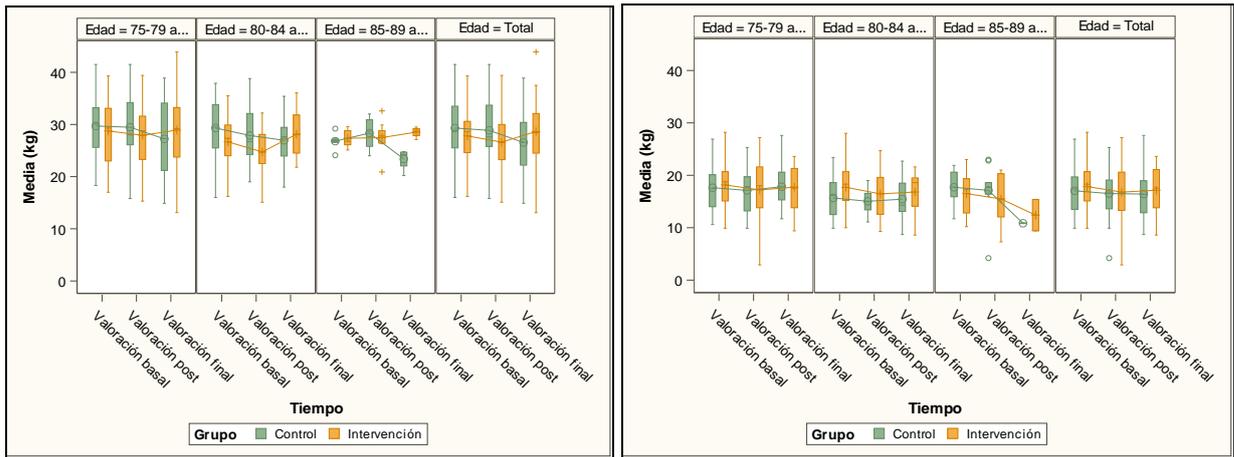


Figura 43. FP media (kg) por edad, tiempo y grupo en hombres. Figura 44. FP media (kg) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

ii) Resultados de la evaluación de la potencia de las extremidades inferiores.

Los resultados de la P máx de las extremidades inferiores valorada mediante la realización de la prueba STS con 3 repeticiones y medida mediante el encoder lineal Chronojump® se muestran en la tabla 33 y en diagrama de cajas en las figuras 45 y 46, por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente. A medida que aumenta la edad, la P máx disminuye en los hombres 7,3 w por año y en las mujeres 9,5 w por año.

Tabla 33. Resultados de la P máx (w) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

P máx (w)			Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79 años	32	621,06 (206,85)	29	639,87 (187,95)	11	504,04 (168,78)
		80-84 años	21	604,52 (154,76)	16	651,64 (149,60)	12	525,05 (152,22)
		85-89 años	4	430,40 (143,76)	4	523,33 (156,99)	4	425,38 (91,08)
		Total	57	601,59 (188,84)	49	634,20 (174,03)	27	501,72 (151,22)
	GI	75-79 años	35	583,03 (134,98)	30	599,38 (159,40)	20	534,32 (180,34)
		80-84 años	26	595,87 (161,69)	25	572,71 (173,99)	10	640,04 (109,38)
85-89 años		9	561,79 (169,32)	9	545,06 (182,40)	4	528,65 (92,35)	
Total	70	585,07 (147,95)	64	581,32 (166,81)	34	564,74 (158,75)		
Mujeres	GC	75-79 años	33	462,26 (133,86)	30	479,72 (142,20)	17	504,31 (166,50)
		80-84 años	19	377,54 (86,38)	16	368,97 (70,36)	13	355,83 (136,03)
		85-89 años	10	312,53 (174,21)	9	363,66 (193,55)	2	194,85 (24,40)
		Total	62	412,68 (139,62)	55	428,51 (144,89)	32	424,65 (174,25)
	GI	75-79 años	46	425,33 (145,10)	41	439,30 (113,68)	22	379,53 (151,08)
		80-84 años	23	418,49 (108,75)	20	422,42 (146,66)	10	375,98 (103,51)
85-89 años		8	374,78 (164,70)	8	365,15 (160,73)	2	258,40 (182,43)	
Total	77	418,03 (136,44)	69	425,81 (129,68)	34	371,36 (138,85)		

DS: desviación estándar, P: potencia, w: vatios, GC: grupo control, GI: grupo intervención

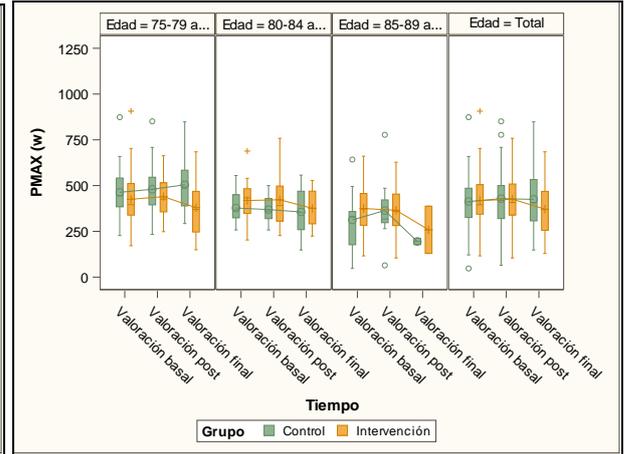
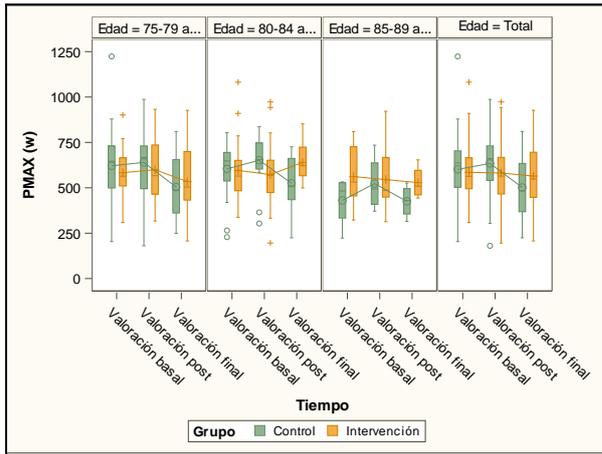


Figura 45. P máx (w) por edad, tiempo y grupo en hombres. **Figura 46.** P máx (w) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

Los resultados de la P media (de las 3 repeticiones) se muestran en la tabla 34 y en diagrama de cajas en las figuras 47 y 48 por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente. A medida que aumenta la edad, la P media disminuye en los hombres 2,5 w por año y en las mujeres 4,5 w por año.

Tabla 34. Resultados de la P media (w) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

		P media (w)	Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79 años	32	275,02 (77,06)	29	274,83 (78,24)	11	223,11 (70,56)
		80-84 años	21	284,40 (74,07)	16	281,13 (52,57)	12	234,33 (71,14)
		85-89 años	4	201,13 (57,17)	4	225,00 (72,93)	4	201,75 (69,16)
		Total	57	273,29 (76,43)	49	272,82 (70,59)	27	224,93 (68,80)
	GI	75-79 años	35	251,63 (57,56)	30	258,67 (61,95)	20	230,73 (63,56)
		80-84 años	26	261,63 (66,61)	25	245,38 (73,26)	10	270,68 (56,74)
85-89 años		9	239,48 (56,10)	9	234,16 (57,98)	4	225,80 (30,04)	
	Total	70	253,78 (60,47)	64	250,03 (65,71)	34	241,90 (60,37)	
Mujeres	GC	75-79 años	33	199,59 (47,36)	30	200,66 (44,71)	17	217,15 (62,88)
		80-84 años	19	152,63 (29,65)	16	158,18 (36,23)	13	151,75 (43,90)
		85-89 años	10	132,97 (56,08)	9	152,72 (68,98)	2	87,35 (14,07)
		Total	62	174,45 (51,69)	55	180,46 (51,43)	32	182,47 (66,57)
	GI	75-79 años	46	191,60 (65,96)	41	192,98 (40,77)	22	183,20 (56,26)
		80-84 años	23	184,27 (43,62)	20	177,63 (51,00)	10	156,10 (42,21)
		85-89 años	8	172,98 (87,33)	8	160,41 (66,21)	2	101,85 (85,91)
	Total	77	187,48 (62,17)	69	184,76 (47,76)	34	170,44 (56,39)	

DS: desviación estándar, P: potencia, w: vatios, GC: grupo control, GI: grupo intervención

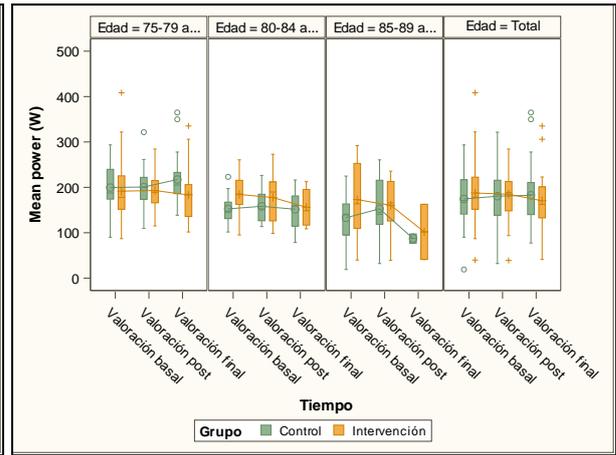
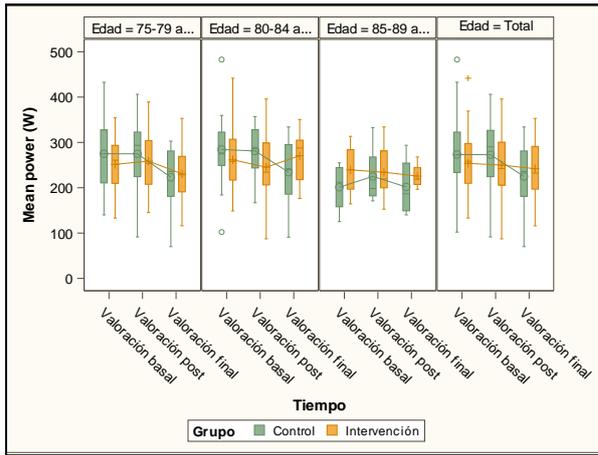


Figura 47. P media (w) por edad, tiempo y grupo en hombres. Figura 48. P media (w) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

En la tabla 35 se presentan los resultados de significación de la modelización de las variables de fuerza y potencia por edad, grupo, tiempo, grupo*tiempo, de cada sexo. En negrita se muestra los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 35. Resultados de la p de modelización de la FP y P.

Resultados modelización		FP máx	FP media	P máx	P media
		p	p	p	p
Hombres	Edad	0,011	0,012	0,072	0,127
	Grupo	0,406	0,540	0,605	0,402
	Tiempo	0,062	0,005	0,004	0,001
	Basal-post	0,116	0,068	0,831	0,619
	Basal-final	0,158	0,008	0,010	<0,001
	Post-final	0,961	0,449	0,004	0,002
	Grupo*Tiempo	0,146	0,026	0,562	0,126
	GC Basal-post	0,582	0,367	0,626	0,700
	GC Basal-final	0,053	<0,001	0,065	<0,001
	GC Post-final	0,321	0,038	0,016	0,002
Mujeres	Edad	0,026	0,092	0,001	<0,001
	Grupo	0,226	0,303	0,643	0,654
	Tiempo	0,010	0,005	0,085	0,611
	Basal-post	0,008	0,004	0,660	0,999
	Basal-final	0,909	0,951	0,227	0,610
	Post-final	0,157	0,091	0,069	0,654
	Grupo*Tiempo	0,824	0,894	0,622	0,273
	GC Basal-post	0,126	0,144	0,616	0,829
	GC Basal-final	0,780	0,953	0,878	0,905
GC Post-final	0,662	0,469	0,460	0,999	
Mujeres	GI Basal-post	0,055	0,020	0,965	0,756
	GI Basal-final	0,995	0,991	0,148	0,168
	GI Post-final	0,183	0,165	0,119	0,440

FP: fuerza de presión manual, P: potencia, GC: grupo control, GI: grupo intervención, p : significación ($p < 0,05$).

6.2.2. Resultados de la evaluación de la marcha, posintervención

i) Resultados de la evaluación de la marcha mediante BTS G-WALK®

Los resultados obtenidos del análisis de las variables principales del análisis de la marcha se muestran en la tabla 36 por sexo, edad, grupo y tiempo.

Tabla 36. Resultados de la valoración de la marcha por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

Edad (años)		Parámetros de la marcha	Valoración basal		Valoración post		Valoración final		
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)	
Hombres	GC	75-79	Cadencia (pasos/min)	32	114,01 (8,15)	29	115,72 (9,06)	11	113,30 (11,28)
			Velocidad (m/s)		1,24 (0,21)		1,25 (0,29)		1,15 (0,13)
			Longitud zancada (m)		1,31 (0,20)		1,34 (0,20)		1,23 (0,09)
		80-84	Cadencia (pasos/min)	21	114,33 (8,78)	16	115,25 (8,55)	12	114,33 (7,90)
	Velocidad (m/s)			1,26 (0,23)		1,24 (0,21)		1,15 (0,27)	
	Longitud zancada (m)			1,32 (0,18)		1,27 (0,17)		1,21 (0,22)	
	85-89	Cadencia (pasos/min)	5	107,28 (11,12)	4	109,93 (6,22)	4	102,45 (10,48)	
		Velocidad (m/s)		1,16 (0,23)		1,26 (0,12)		1,09 (0,17)	
		Longitud zancada (m)		1,31 (0,22)		1,38 (0,17)		1,28 (0,19)	
	Total	Cadencia (pasos/min)	58	113,54 (8,70)	49	115,09 (8,70)	27	112,15 (10,26)	
		Velocidad (m/s)		1,24 (0,22)		1,25 (0,25)		1,14 (0,20)	
		Longitud zancada (m)		1,31 (0,19)		1,33 (0,19)		1,23 (0,17)	
	GI	75-79	Cadencia (pasos/min)	35	116,58 (7,99)	30	118,63 (8,96)	20	114,67 (10,92)
			Velocidad (m/s)		1,24 (0,18)		1,27 (0,20)		1,23 (0,24)
			Longitud zancada (m)		1,29 (0,17)		1,28 (0,18)		1,29 (0,23)
		80-84	Cadencia (pasos/min)	26	117,56 (9,97)	25	117,06 (10,03)	10	121,47 (3,31)
Velocidad (m/s)				1,24 (0,16)		1,21 (0,20)		1,39 (0,12)	
Longitud zancada (m)				1,27 (0,15)		1,24 (0,17)		1,38 (0,11)	
85-89		Cadencia (pasos/min)	9	112,14 (5,90)	9	116,80 (8,61)	4	115,58 (6,59)	
		Velocidad (m/s)		1,10 (0,38)		1,21 (0,18)		1,14 (0,11)	
	Longitud zancada (m)		1,17 (0,36)		1,25 (0,18)		1,18 (0,11)		
Total	Cadencia (pasos/min)	70	116,37 (8,62)	64	117,76 (9,24)	34	116,79 (9,23)		
	Velocidad (m/s)		1,22 (0,21)		1,24 (0,19)		1,27 (0,21)		
	Longitud zancada (m)		1,27 (0,20)		1,26 (0,17)		1,30 (0,19)		
Mujeres	GC	75-79	Cadencia (pasos/min)	33	117,11 (10,59)	30	119,07 (8,22)	17	120,50 (8,67)
			Velocidad (m/s)		1,06 (0,19)		1,10 (0,18)		1,18 (0,17)
			Longitud zancada (m)		1,09 (0,15)		1,11 (0,14)		1,17 (0,13)
		80-84	Cadencia (pasos/min)	19	116,66 (13,62)	16	117,99 (11,63)	13	118,17 (9,99)
	Velocidad (m/s)			0,98 (0,19)		1,03 (0,13)		1,04 (0,16)	
	Longitud zancada (m)			1,02 (0,19)		1,05 (0,13)		1,07 (0,10)	
	85-89	Cadencia (pasos/min)	10	112,54 (12,80)	9	109,03 (19,53)	2	103,05 (21,14)	
		Velocidad (m/s)		0,99 (0,24)		0,96 (0,31)		0,84 (0,29)	
		Longitud zancada (m)		1,05 (0,17)		1,04 (0,19)		0,96 (0,14)	
	Total	Cadencia (pasos/min)	62	116,23 (11,85)	55	117,11 (11,98)	32	118,46 (10,46)	
		Velocidad (m/s)		1,03 (0,20)		1,05 (0,20)		1,10 (0,19)	
		Longitud zancada (m)		1,06 (0,17)		1,08 (0,15)		1,12 (0,13)	
	GI	75-79	Cadencia (pasos/min)	46	118,65 (65)	41	116,90 (9,02)	22	120,58 (11,75)
			Velocidad (m/s)		1,09 (0,17)		1,08 (0,15)		1,09 (0,19)
			Longitud zancada (m)		1,11 (0,14)		1,11 (0,13)		1,09 (0,16)
		80-84	Cadencia (pasos/min)	23	115,59 (10,12)	20	113,65 (15,28)	10	124,00 (5,91)
Velocidad (m/s)				1,06 (0,22)		1,04 (0,22)		1,20 (0,15)	
Longitud zancada (m)				1,10 (0,18)		1,10 (0,15)		1,17 (0,13)	
85-89		Cadencia (pasos/min)	8	114,35 (14,59)	8	119,36 (14,14)	2	113,65 (21,71)	
		Velocidad (m/s)		0,92 (0,32)		0,96 (0,29)		0,89 (0,66)	
	Longitud zancada (m)		0,95 (0,25)		0,97 (0,24)		0,89 (0,54)		
Total	Cadencia (pasos/min)	77	117,29 (11,21)	69	116,24 (11,71)	34	121,18 (10,85)		
	Velocidad (m/s)		1,06 (0,21)		1,05 (0,19)		1,11 (0,22)		
	Longitud zancada (m)		1,09 (0,17)		1,09 (0,16)		1,10 (0,18)		

GC: grupo control, GI: grupo intervención, DS: desviación estándar, m: metros, s: segundos, min: minutos

A medida que aumenta la edad, la velocidad disminuye en los hombres 0,008 m/s por año y en las mujeres 0,01 kg por año. La cadencia disminuye en los hombres 0,39 pasos/min por año y en las mujeres 0,453 pasos/min por año. La longitud de la zancada disminuye en los hombres 0,005 m por año y en las mujeres 0,009 m por año.

En la figura 49 y 50 se representan los resultados de la media de la velocidad (m/s) por edad, grupo y tiempo en hombres y mujeres respectivamente.

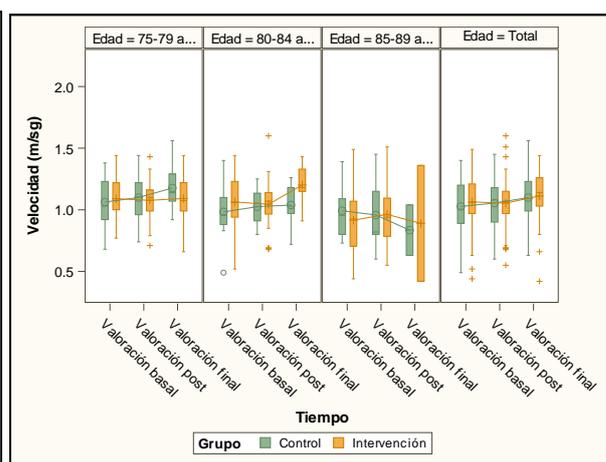
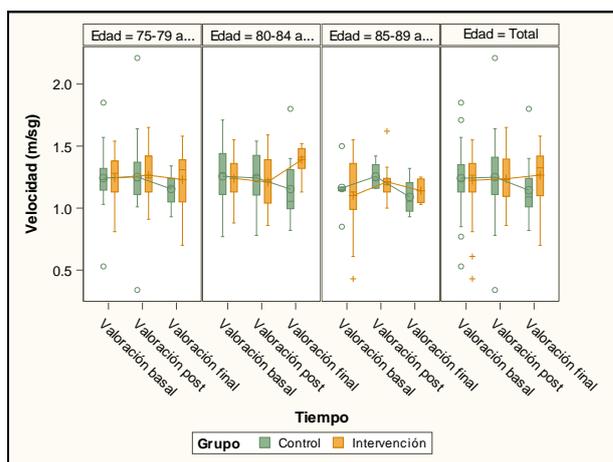


Figura 49. Velocidad por edad, tiempo y grupo en hombres.

Figura 50. Velocidad por edad, tiempo y grupo en mujeres.

ii) Resultados del TUG

Los resultados obtenidos de la valoración del TUG se muestran en la tabla 37 y en diagrama de cajas en las figuras 51 y 52 por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente. A medida que aumenta la edad, la TUG aumenta en los hombres 0,15s por año y en las mujeres 0,27s por año.

Tabla 37. Resultados del TUG (s) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

		TUG (s)		Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
				N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79 años	32	7,99 (1,52)	29	8,19 (1,72)	11	9,68 (2,66)	
		80-84 años	21	8,70 (2,67)	16	8,32 (1,24)	12	10,90 (3,22)	
		85-89 años	5	9,84 (1,13)	4	10,35 (2,78)	4	12,10 (3,35)	
		Total	58	8,41 (2,04)	49	8,41 (1,74)	27	10,58 (3,02)	
	GI	75-79 años	35	8,30 (2,51)	30	8,43 (2,78)	20	9,91 (4,79)	
	80-84 años	26	8,39 (2,07)	25	8,98 (2,79)	10	8,07 (1,22)		
	85-89 años	9	9,17 (1,53)	9	9,35 (2,40)	4	9,78 (1,35)		
	Total	70	8,45 (2,24)	64	8,78 (2,71)	34	9,35 (3,81)		
Mujeres	GC	75-79 años	33	9,48 (2,25)	30	9,61 (2,49)	17	9,35 (1,76)	
		80-84 años	19	9,99 (2,15)	16	9,86 (2,36)	13	10,12 (2,44)	
		85-89 años	10	11,49 (3,57)	9	13,68 (6,39)	2	15,18 (6,98)	
		Total	62	9,96 (2,53)	55	10,35 (3,62)	32	10,03 (2,73)	
	GI	75-79 años	46	9,55 (1,76)	41	9,16 (1,62)	22	11,28 (4,15)	
	80-84 años	23	10,10 (3,48)	20	11,03 (4,39)	10	8,75 (1,03)		
	85-89 años	8	13,27 (6,87)	8	13,32 (6,54)	2	23,11 (20,21)		
	Total	77	10,10 (3,31)	69	10,19 (3,65)	34	11,23 (5,84)		

GC: grupo control, GI: grupo intervención, TUG: Timed Up and Go test, DS: desviación estándar

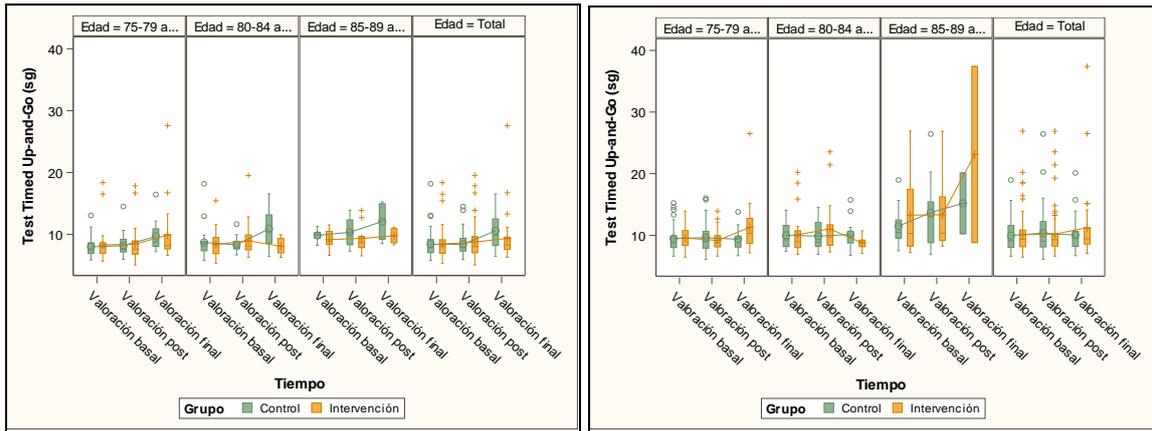


Figura 51. TUG (s) por edad, tiempo y grupo en hombres. Figura 52. TUG (s) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

En la tabla 38 se presentan los resultados de significación de la modelización de las variables cadencia, velocidad, longitud de la zancada y TUG, por edad, grupo, tiempo, grupo*tiempo, de cada sexo. En negrita se muestra los valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Tabla 38. Resultados de la p de modelización de la cadencia, velocidad, longitud de la zancada y TUG.

Resultados modelización		Cadencia	Velocidad	Longitud zancada	TUG	
		p	p	p	p	
Hombres	Edad	0,071	0,113	0,295	0,011	
	Grupo	0,032	0,555	0,473	0,532	
	Tiempo	0,156	0,297	0,084	<0,001	
	Basal-post	0,149	0,761	0,672	0,384	
	Basal-final	0,990	0,517	0,207	<0,001	
	Post-final	0,418	0,264	0,068	<0,001	
	Grupo*Tiempo	0,947	0,082	0,018	0,120	
	GC	Basal-post	0,372	0,954	0,617	0,848
		Basal-final	0,997	0,072	0,015	<0,001
		Post-final	0,545	0,061	0,003	<0,001
GI	Basal-post	0,392	0,745	0,973	0,354	
	Basal-final	0,958	0,682	0,817	0,001	
	Post-final	0,756	0,965	0,909	0,041	
Mujeres	Edad	0,067	0,005	0,017	<0,001	
	Grupo	0,785	0,661	0,702	0,461	
	Tiempo	0,067	0,051	0,070	0,002	
	Basal-post	0,929	0,660	0,203	0,379	
	Basal-final	0,101	0,039	0,105	0,001	
	Post-final	0,067	0,206	0,776	0,040	
	Grupo*Tiempo	0,394	0,277	0,346	0,182	
	GC	Basal-post	0,863	0,224	0,110	0,848
		Basal-final	0,461	0,116	0,083	<0,001
		Post-final	0,742	0,804	0,871	<0,001
GI	Basal-post	0,499	0,846	0,948	0,354	
	Basal-final	0,195	0,305	0,757	0,001	
	Post-final	0,038	0,170	0,891	0,041	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, TUG: Timed Up and Go test, p : significación ($p < 0,05$).

6.2.3. Resultados de la evaluación del equilibrio, posintervención

i) Resultados de la evaluación del equilibrio con la plataforma BBS®

1. **Índice de estabilidad.** Los resultados del IEG, IAP y IML se presentan en la tabla 39 por sexo, edad, grupo y tiempo.

Tabla 39. Resultados de la prueba índice de estabilidad, plataforma BBS®. Los valores se expresan como media y (DS).

Edad (años)		Índice de estabilidad		Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
				N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79	IEG(°)	32	0,66 (0,55)	29	0,52 (0,32)	11	0,72 (0,32)
			IAP (°)		0,52 (0,56)		0,39 (0,27)		0,54 (0,23)
			IML (°)		0,25 (0,16)		0,23 (0,15)		0,32 (0,18)
		80-84	IEG(°)	21	0,57 (0,28)	16	0,76 (0,49)	12	0,67 (0,36)
			IAP (°)		0,40 (0,21)		0,61 (0,50)		0,52 (0,33)
			IML (°)		0,30 (0,24)		0,28 (0,15)		0,31 (0,19)
		85-89	IEG(°)	5	0,74 (0,43)	4	0,88 (0,53)	4	1,15 (0,99)
			IAP (°)		0,52 (0,44)		0,66 (0,43)		0,90 (1,01)
			IML (°)		0,38 (0,11)		0,30 (0,14)		0,50 (0,24)
		Total	IEG(°)	58	0,63 (0,46)	49	0,63 (0,41)	27	0,76 (0,49)
			IAP (°)		0,48 (0,45)		0,49 (0,38)		0,58 (0,45)
			IML (°)		0,28 (0,19)		0,25 (0,15)		0,34 (0,20)
	GI	75-79	IEG(°)	35	0,59 (0,27)	30	0,58 (0,27)	20	0,72 (0,50)
			IAP (°)		0,43 (0,21)		0,44 (0,19)		0,53 (0,28)
			IML (°)		0,30 (0,20)		0,28 (0,19)		0,35 (0,45)
		80-84	IEG(°)	26	0,67 (0,36)	25	0,70 (0,40)	10	0,77 (0,32)
IAP (°)				0,50 (0,33)		0,54 (0,39)		0,58 (0,31)	
IML (°)				0,31 (0,19)		0,33 (0,19)		0,35 (0,17)	
85-89		IEG(°)	9	0,78 (0,20)	9	0,98 (0,97)	4	0,93 (0,19)	
		IAP (°)		0,53 (0,17)		0,70 (0,77)		0,53 (0,10)	
		IML (°)		0,43 (0,21)		0,56 (0,60)		0,58 (0,31)	
Total		IEG(°)	70	0,64 (0,30)	64	0,68 (0,48)	34	0,76 (0,43)	
		IAP (°)		0,47 (0,26)		0,51 (0,40)		0,54 (0,27)	
		IML (°)		0,32 (0,20)		0,34 (0,29)		0,38 (0,37)	
Mujeres	GC	75-79	IEG(°)	33	0,85 (0,58)	30	0,92 (0,53)	17	0,97 (0,55)
			IAP (°)		0,60 (0,49)		0,66 (0,46)		0,64 (0,39)
			IML (°)		0,43 (0,37)		0,50 (0,38)		0,55 (0,47)
		80-84	IEG(°)	19	0,99 (0,70)	16	0,80 (0,57)	13	1,00 (0,65)
			IAP (°)		0,78 (0,68)		0,63 (0,50)		0,84 (0,63)
			IML (°)		0,43 (0,31)		0,31 (0,34)		0,39 (0,25)
		85-89	IEG(°)	10	0,95 (0,38)	9	1,09 (0,45)	2	1,45 (0,49)
			IAP (°)		0,76 (0,43)		0,91 (0,56)		1,10 (0,14)
			IML (°)		0,35 (0,19)		0,32 (0,18)		0,75 (0,78)
		Total	IEG(°)	62	0,91 (0,59)	55	0,91 (0,53)	32	1,01 (0,58)
			IAP (°)		0,68 (0,55)		0,69 (0,49)		0,75 (0,50)
			IML (°)		0,42 (0,33)		0,42 (0,35)		0,50 (0,41)
	GI	75-79	IEG(°)	46	0,83 (0,60)	41	0,80 (0,42)	22	0,81 (0,50)
			IAP (°)		0,64 (0,54)		0,61 (0,42)		0,70 (0,55)
			IML (°)		0,39 (0,32)		0,35 (0,18)		0,35 (0,29)
		80-84	IEG(°)	23	0,87 (0,57)	20	0,76 (0,36)	10	0,72 (0,30)
IAP (°)				0,57 (0,37)		0,52 (0,23)		0,49 (0,30)	
IML (°)				0,49 (0,50)		0,42 (0,31)		0,38 (0,19)	
85-89		IEG(°)	8	1,50 (1,64)	8	1,50 (1,50)	1	0,90 (0,00)	
		IAP (°)		0,75 (0,67)		1,11 (1,37)		0,40 (0,00)	
		IML (°)		1,01 (1,62)		0,73 (0,65)		0,70 (0,00)	
Total		IEG(°)	77	0,91 (0,77)	69	0,87 (0,65)	34	0,79 (0,44)	
		IAP (°)		0,63 (0,51)		0,64 (0,59)		0,62 (0,48)	
		IML (°)		0,48 (0,64)		0,41 (0,32)		0,37 (0,26)	

DS: desviación estándar, GC: grupo control, GI: grupo intervención, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, °: grados.

Los resultados del IEG, resultado a su vez de la medición del IML y del IAP e indicador de la estabilidad postural, se representan en diagrama de cajas en las figuras 53 y 54 por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente. A medida que aumenta la edad, el IEG aumenta en los hombres $0,03^\circ$ por año y en las mujeres $0,03^\circ$ por año.

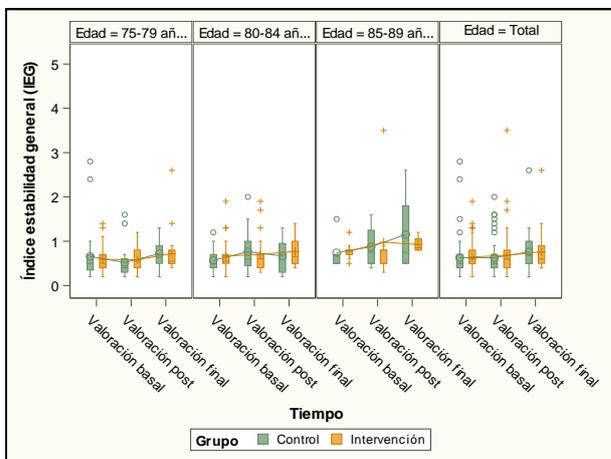


Figura 53. IEG($^\circ$) por edad, tiempo y grupo en hombres.

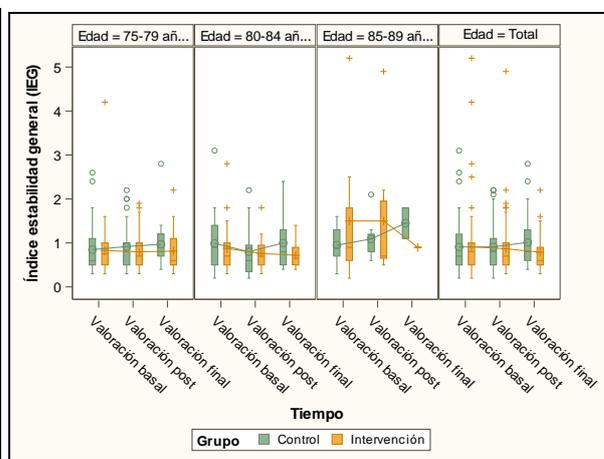


Figura 54. IEG($^\circ$) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

2. Índice de riesgo de caída (FR)

Los resultados de la prueba del FR se presentan en la tabla 40 por sexo, edad, grupo y tiempo y en diagrama de cajas en las figuras 55 y 56 por edad, tiempo y grupo, para los hombres y las mujeres respectivamente. A medida que aumenta la edad, el FR aumenta en los hombres $0,04^\circ$ por año y en las mujeres $0,01^\circ$ por año.

Tabla 40. Resultados del índice del riesgo de caída (FR) por sexo, tiempo, grupo y edad. Se calcula la media y (DS).

Riesgo de caída (FR) ($^\circ$)			Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79 años	32	1,30 (0,61)	29	1,18 (0,56)	11	1,27 (0,50)
		80-84 años	21	1,36 (0,59)	16	1,42 (0,46)	11	1,40 (0,44)
		85-89 años	5	1,36 (0,29)	4	1,70 (1,01)	3	1,63 (0,47)
		Total	58	1,32 (0,57)	49	1,30 (0,58)	25	1,37 (0,46)
	GI	75-79 años	35	1,31 (0,53)	30	1,21 (0,66)	19	1,28 (0,58)
		80-84 años	26	1,46 (0,56)	25	1,20 (0,59)	9	1,48 (0,58)
		85-89 años	9	1,79 (0,80)	9	1,40 (0,63)	4	1,43 (0,46)
Total	70	1,43 (0,60)	64	1,23 (0,62)	32	1,36 (0,56)		
Mujeres	GC	75-79 años	33	1,72 (0,84)	30	1,56 (0,41)	16	1,51 (0,55)
		80-84 años	19	1,52 (0,66)	16	1,38 (0,54)	12	1,45 (0,70)
		85-89 años	10	1,44 (0,48)	9	1,62 (0,42)	1	1,80 (0,00)
		Total	62	1,61 (0,74)	55	1,52 (0,45)	29	1,50 (0,60)
	GI	75-79 años	46	1,57 (0,66)	41	1,30 (0,63)	22	1,53 (0,53)
		80-84 años	23	1,65 (0,57)	20	1,58 (0,84)	8	1,45 (0,55)
		85-89 años	8	1,88 (1,23)	8	1,63 (0,79)	1	1,60 (0,00)
Total	77	1,63 (0,71)	69	1,42 (0,72)	31	1,51 (0,52)		

DS: desviación estándar, GC: grupo control, GI: grupo intervención, FR: fall risk test, $^\circ$: grados

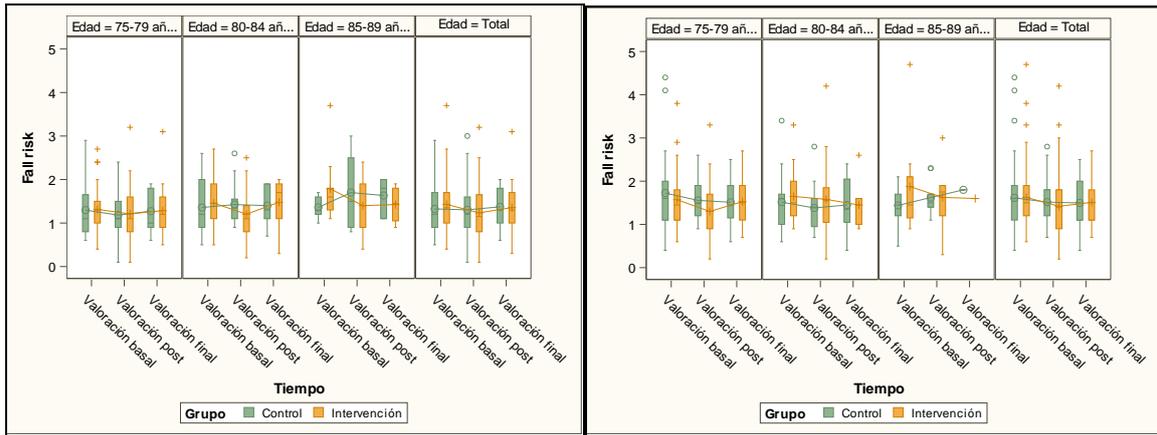


Figura 55. FR (°) por edad, tiempo y grupo en hombres. **Figura 56.** FR (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

3. Test de integración sensorial y equilibrio (m-CTSIB)

Los resultados del m-CTSIB se presentan en las figuras 57-60 en forma de diagrama de cajas de cada una de las pruebas por edad, tiempo y grupo en los hombres, mientras que en las figuras 61-64 se presentan los datos recogidos en las mujeres por edad, tiempo y grupo.

Los resultados de mayor alteración del equilibrio se alcanzan en la prueba que se realiza con los ojos cerrados sobre superficie inestable de goma espuma, en el que se disminuye la aferencia propioceptiva y visual.

A medida que aumenta la edad, los resultados del m-CTSIB en los hombres aumentan: $0,009^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB AF, $0,02^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB CF, $0,02^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB AE y $0,027^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB CE. En las mujeres el aumento es de $0,021^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB AF, $0,026^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB CF, $0,04^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB AE y $0,02^\circ$ por año en la subprueba m-CTSIB CE.

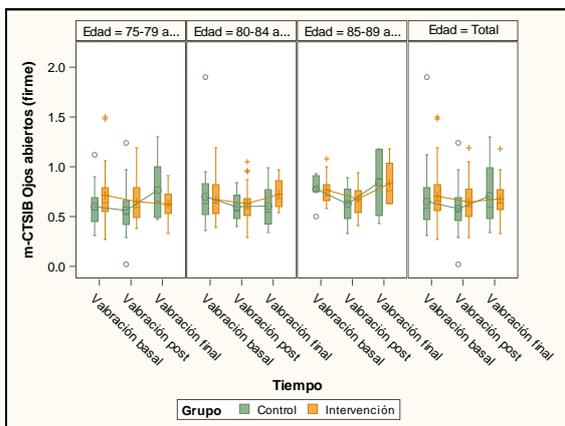


Figura 57. m-CTSIB AF (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.

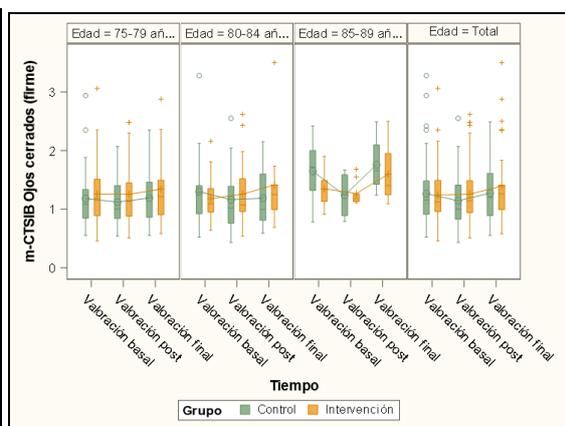


Figura 58. m-CTSIB CF (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.

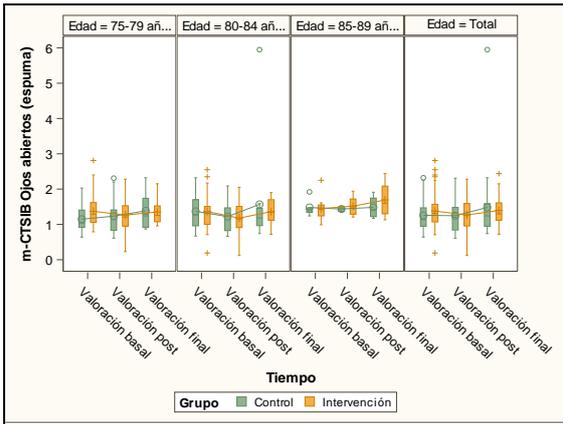


Figura 59. m-CTSIB AE (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.

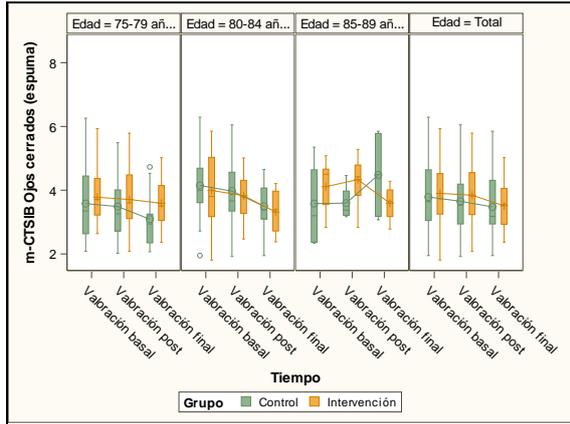


Figura 60. m-CTSIB CE (°) por edad, tiempo y grupo en hombres.

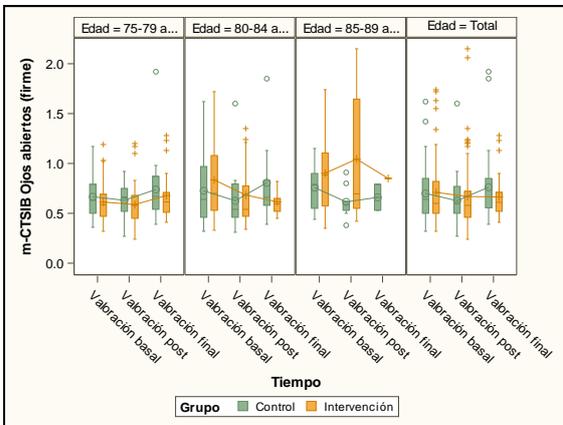


Figura 61. m-CTSIB AF (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

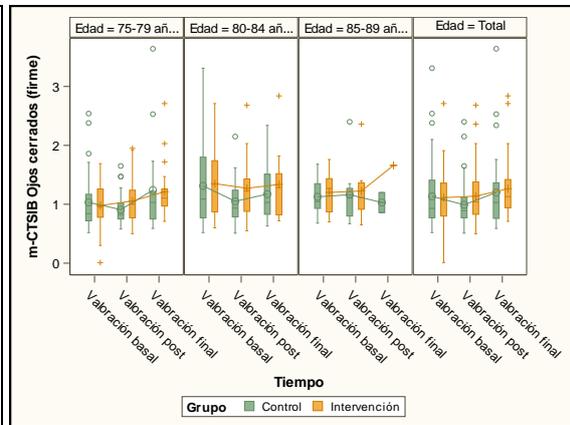


Figura 62. m-CTSIB CF (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

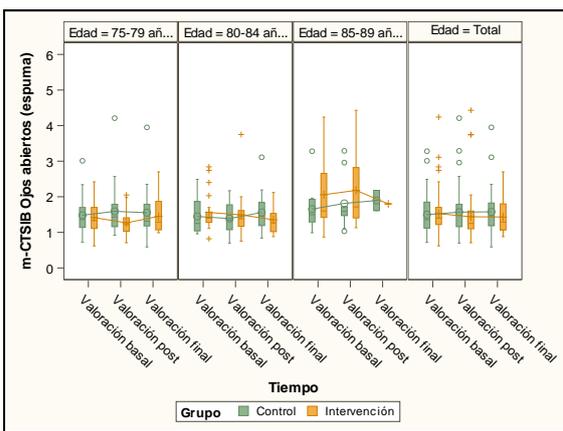


Figura 63. m-CTSIB AE (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

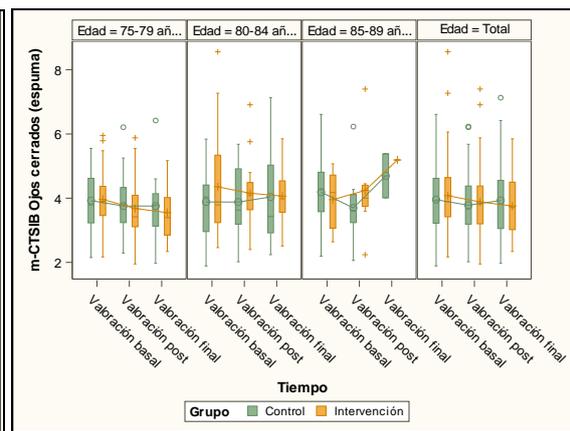


Figura 64. m-CTSIB CE (°) por edad, tiempo y grupo en mujeres.

En las tablas 41 y 42 se presentan los resultados de la prueba m-CTSIB y subpruebas por edad, grupo y tiempo en los hombres y en las mujeres respectivamente.

Tabla 41. Resultados de m-CTSIB por tiempo, grupo y edad en hombres. Los valores se expresan como media y (DS).

Edad (años)		m-CTSIB (°)	Valoración basal		Valoración post		Valoración final		
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)	
Hombres	GC	75-79	m-CTSIB AF	32	0,60 (0,19)	29	0,56 (0,23)	11	0,77 (0,31)
			m-CTSIB CF		1,18 (0,51)		1,12 (0,42)		1,19 (0,49)
			m-CTSIB AE		1,15 (0,34)		1,23 (0,48)		1,38 (0,54)
			m-CTSIB CE		3,58 (1,05)		3,49 (0,96)		3,09 (0,85)
			PUNTAJE		1,60 (0,42)		1,64 (0,46)		1,60 (0,41)
		80-84	m-CTSIB AF	21	0,70 (0,33)	16	0,60 (0,15)	12	0,61 (0,21)
			m-CTSIB CF		1,30 (0,60)		1,16 (0,58)		1,19 (0,52)
			m-CTSIB AE		1,37 (0,55)		1,22 (0,47)		1,57 (1,40)
			m-CTSIB CE		4,15 (1,04)		3,97 (1,13)		3,50 (0,75)
			PUNTAJE		1,87 (0,45)		1,73 (0,49)		1,71 (0,42)
		85-89	m-CTSIB AF	5	0,78 (0,17)	4	0,63 (0,23)	4	0,84 (0,39)
			m-CTSIB CF		1,65 (0,63)		1,24 (0,42)		1,76 (0,53)
			m-CTSIB AE		1,48 (0,26)		1,44 (0,08)		1,45 (0,33)
			m-CTSIB CE		3,58 (1,36)		3,60 (0,59)		4,48 (1,50)
			PUNTAJE		1,87 (0,46)		1,72 (0,15)		2,14 (0,17)
	Total	m-CTSIB AF	58	0,65 (0,25)	49	0,58 (0,20)	27	0,71 (0,29)	
		m-CTSIB CF		1,26 (0,56)		1,14 (0,47)		1,27 (0,53)	
		m-CTSIB AE		1,26 (0,43)		1,25 (0,45)		1,48 (0,98)	
		m-CTSIB CE		3,79 (1,09)		3,65 (1,01)		3,48 (1,00)	
		PUNTAJE		1,72 (0,45)		1,68 (0,45)		1,73 (0,42)	
GI	75-79	m-CTSIB AF	35	0,71 (0,26)	30	0,65 (0,22)	20	0,63 (0,15)	
		m-CTSIB CF		1,26 (0,53)		1,25 (0,52)		1,34 (0,60)	
		m-CTSIB AE		1,37 (0,45)		1,27 (0,45)		1,35 (0,36)	
		m-CTSIB CE		3,78 (0,76)		3,71 (0,94)		3,59 (0,71)	
		PUNTAJE		1,78 (0,32)		1,73 (0,43)		1,73 (0,32)	
	80-84	m-CTSIB AF	26	0,67 (0,20)	25	0,63 (0,19)	10	0,72 (0,15)	
		m-CTSIB CF		1,18 (0,38)		1,26 (0,56)		1,41 (0,79)	
		m-CTSIB AE		1,36 (0,54)		1,18 (0,46)		1,36 (0,41)	
		m-CTSIB CE		3,99 (1,13)		3,83 (0,77)		3,31 (0,72)	
		PUNTAJE		1,81 (0,38)		1,73 (0,29)		1,70 (0,33)	
	85-89	m-CTSIB AF	9	0,77 (0,18)	9	0,68 (0,18)	4	0,83 (0,26)	
		m-CTSIB CF		1,35 (0,30)		1,27 (0,21)		1,60 (0,62)	
		m-CTSIB AE		1,45 (0,35)		1,52 (0,26)		1,69 (0,56)	
		m-CTSIB CE		4,11 (0,76)		4,33 (0,80)		3,59 (0,62)	
		PUNTAJE		1,91 (0,23)		1,94 (0,23)		1,92 (0,42)	
Total	m-CTSIB AF	70	0,70 (0,23)	64	0,65 (0,20)	34	0,68 (0,17)		
	m-CTSIB CF		1,24 (0,45)		1,26 (0,50)		1,39 (0,65)		
	m-CTSIB AE		1,38 (0,47)		1,27 (0,44)		1,39 (0,40)		
	m-CTSIB CE		3,90 (0,91)		3,84 (0,87)		3,51 (0,70)		
	PUNTAJE		1,80 (0,33)		1,76 (0,36)		1,74 (0,33)		

DS: desviación estándar, GC: grupo control, GI: grupo intervención, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, °: grados.

Tabla 42. Resultados de m-CTSIB por tiempo, grupo y edad en las mujeres. Se calcula la media y (DS).

Edad (años)		m-CTSIB (°)	Valoración basal		Valoración post		Valoración final		
			N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)	
Mujeres	GC	75-79	m-CTSIB AF	33	0,67 (0,20)	30	0,63 (0,17)	17	0,74 (0,36)
			m-CTSIB CF		1,03 (0,49)		0,91 (0,27)		1,24 (0,79)
			m-CTSIB AE		1,48 (0,48)		1,59 (0,63)		1,55 (0,75)
			m-CTSIB CE		3,92 (0,92)		3,76 (0,88)		3,76 (0,96)
			PUNTAJE		1,76 (0,34)		1,72 (0,33)		1,82 (0,62)
	80-84	m-CTSIB AF	19	0,73 (0,35)	16	0,63 (0,31)	13	0,81 (0,38)	
		m-CTSIB CF		1,31 (0,72)		1,05 (0,41)		1,17 (0,50)	
		m-CTSIB AE		1,45 (0,48)		1,39 (0,45)		1,56 (0,60)	
		m-CTSIB CE		3,88 (1,11)		3,88 (1,07)		4,04 (1,43)	
		PUNTAJE		1,84 (0,50)		1,73 (0,41)		1,89 (0,62)	
	85-89	m-CTSIB AF	10	0,76 (0,24)	9	0,61 (0,16)	2	0,66 (0,18)	
		m-CTSIB CF		1,13 (0,31)		1,16 (0,53)		1,03 (0,24)	
		m-CTSIB AE		1,65 (0,66)		1,81 (0,78)		1,90 (0,40)	
		m-CTSIB CE		4,19 (1,22)		3,70 (1,24)		4,70 (0,97)	
		PUNTAJE		1,93 (0,40)		1,82 (0,40)		2,07 (0,45)	
	Total	m-CTSIB AF	62	0,70 (0,26)	55	0,63 (0,22)	32	0,76 (0,35)	
		m-CTSIB CF		1,13 (0,56)		0,99 (0,37)		1,20 (0,65)	
		m-CTSIB AE		1,50 (0,51)		1,57 (0,62)		1,58 (0,66)	
		m-CTSIB CE		3,95 (1,02)		3,78 (0,98)		3,93 (1,17)	
		PUNTAJE		1,81 (0,40)		1,74 (0,36)		1,86 (0,60)	
GI	75-79	m-CTSIB AF	46	0,61 (0,19)	41	0,59 (0,21)	22	0,68 (0,24)	
		m-CTSIB CF		0,98 (0,34)		1,06 (0,36)		1,21 (0,45)	
		m-CTSIB AE		1,42 (0,45)		1,27 (0,32)		1,45 (0,45)	
		m-CTSIB CE		3,96 (0,85)		3,68 (0,97)		3,55 (0,81)	
		PUNTAJE		1,75 (0,32)		1,64 (0,34)		1,71 (0,28)	
	80-84	m-CTSIB AF	23	0,84 (0,40)	20	0,68 (0,30)	10	0,62 (0,12)	
		m-CTSIB CF		1,35 (0,51)		1,27 (0,54)		1,34 (0,64)	
		m-CTSIB AE		1,56 (0,49)		1,49 (0,61)		1,35 (0,42)	
		m-CTSIB CE		4,35 (1,52)		4,16 (0,98)		4,06 (0,89)	
		PUNTAJE		2,02 (0,61)		1,90 (0,44)		1,84 (0,42)	
	85-89	m-CTSIB AF	8	0,90 (0,44)	8	1,04 (0,70)	1	0,85 (0,00)	
		m-CTSIB CF		1,20 (0,36)		1,23 (0,52)		1,66 (0,00)	
		m-CTSIB AE		2,06 (1,11)		2,18 (1,22)		1,80 (0,00)	
		m-CTSIB CE		3,95 (0,92)		4,24 (1,45)		5,19 (0,00)	
		PUNTAJE		2,03 (0,46)		2,17 (0,55)		1,84 (0,42)	
	Total	m-CTSIB AF	77	0,71 (0,32)	69	0,67 (0,35)	33	0,66 (0,21)	
		m-CTSIB CF		1,11 (0,43)		1,14 (0,44)		1,26 (0,51)	
		m-CTSIB AE		1,53 (0,58)		1,44 (0,63)		1,43 (0,43)	
		m-CTSIB CE		4,08 (1,10)		3,88 (1,05)		3,76 (0,88)	
		PUNTAJE		1,86 (0,46)		1,78 (0,43)		1,77 (0,34)	

DS: desviación estándar, GC: grupo control, GI: grupo intervención, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, °: grados.

En la tabla 43 se presentan los resultados de la p de modelización de las pruebas de equilibrio realizada con la plataforma BBS® por edad, grupo, tiempo, grupo*tiempo, de cada sexo. En negrita se muestran los valores estadísticamente significativos ($p<0,05$).

Tabla 43. Resultados de la p de modelización de las pruebas de equilibrio con la plataforma BBS®.

Plataforma BBS®		Índice de estabilidad			Índice de Riesgo de caída	m-CTSIB					
		IEG	IAP	IML		FR	AF	CF	AE	CE	PUNTAJE
		Resultados modelización		p	p	p	p	p	p	p	p
Hombres	Edad	0,002	0,015	<0,001	0,001	0,059	0,236	0,055	0,014	0,013	
	Grupo	0,830	0,842	0,160	0,973	0,375	0,446	0,871	0,457	0,426	
	Tiempo	0,044	0,119	0,150	0,264	0,010	0,411	0,067	0,003	0,279	
	Basal-post	0,847	0,693	0,943	0,238	0,014	0,565	0,581	0,456	0,368	
	Basal-final	0,036	0,099	0,211	0,941	0,994	0,877	0,220	0,002	0,425	
	Post-final	0,122	0,364	0,147	0,649	0,064	0,441	0,052	0,051	0,952	
	Grupo*Tiempo	0,908	0,965	0,796	0,187	0,608	0,170	0,275	0,763	0,845	
	GC	Basal-post	0,969	0,929	0,792	0,995	0,148	0,217	0,965	0,431	0,682
		Basal-final	0,354	0,383	0,668	0,987	0,760	0,744	0,127	0,069	0,894
		Post-final	0,502	0,591	0,389	0,974	0,097	0,846	0,227	0,470	0,980
	GI	Basal-post	0,843	0,692	0,969	0,030	0,079	0,931	0,176	0,914	0,516
		Basal-final	0,073	0,239	0,258	0,943	0,799	0,268	0,946	0,025	0,358
		Post-final	0,203	0,613	0,369	0,245	0,548	0,435	0,219	0,067	0,872
	Mujeres	Edad	0,027	0,200	0,064	0,368	<0,001	0,009	0,002	0,051	<0,001
Grupo		0,429	0,321	0,926	0,971	0,960	0,278	0,358	0,952	0,957	
Tiempo		0,514	0,365	0,365	0,054	0,026	0,006	0,694	0,013	0,060	
Basal-post		0,974	0,883	0,631	0,042	0,090	0,419	0,993	0,171	0,051	
Basal-final		0,581	0,331	0,755	0,677	0,645	0,049	0,725	0,013	0,478	
Post-final		0,503	0,572	0,356	0,588	0,040	0,004	0,695	0,353	0,799	
Grupo*Tiempo		0,328	0,767	0,218	0,505	0,186	0,157	0,070	0,320	0,112	
GC		Basal-post	0,962	0,904	0,983	0,550	0,167	0,093	0,499	0,695	0,464
		Basal-final	0,196	0,295	0,237	0,653	0,239	0,650	0,135	0,619	0,788
		Post-final	0,316	0,515	0,332	0,998	0,009	0,037	0,597	0,963	0,274
GI		Basal-post	0,807	0,971	0,261	0,037	0,492	0,892	0,332	0,173	0,172
		Basal-final	0,932	0,871	0,792	0,952	0,920	0,036	0,651	0,006	0,053
		Post-final	0,994	0,947	0,867	0,301	0,894	0,100	0,985	0,201	0,781

GC: grupo control, GI: grupo intervención, IEG: índice de estabilidad general, IAP: índice de estabilidad antero posterior, IML: índice de estabilidad medio lateral, FR: fall risk test, m-CTSIB: test de integración sensorial y equilibrio, AF: ojos abiertos superficie firme, CF: ojos cerrados superficie firme, AE: ojos cerrados superficie goma espuma, CE: ojos cerrados superficie goma espuma, p : significación ($p<0,05$).

ii) Escala de Tinetti y escala de equilibrio de Berg (BBS)

Los resultados de la escala de Tinetti y BBS se presentan en la tabla 44 por sexo, edad, grupo y tiempo.

Tabla 44. Resultados escala Tinetti y BBS por sexo, tiempo, grupo y edad. Los valores se expresan por media y (DS).

		Edad (años)	Parámetros de la marcha	Valoración basal		Valoración post		Valoración final	
				N	Media (DS)	N	Media (DS)	N	Media (DS)
Hombres	GC	75-79	Tinetti total	32	27,78 (0,42)	29	27,72 (0,45)	11	27,27 (0,90)
			Subescala equilibrio		15,97 (0,18)		16,00 (0,00)		15,73 (0,65)
			Subescala marcha		11,78 (0,42)		11,72 (0,45)		11,45 (0,52)
			BBS		54,22 (2,31)		54,45 (1,78)		53,55 (3,17)
	80-84	75-79	Tinetti total	21	27,05 (1,28)	16	27,63 (0,50)	12	27,08 (0,90)
			Subescala equilibrio		15,76 (0,62)		16,00 (0,00)		15,83 (0,58)
			Subescala marcha		11,29 (0,85)		11,56 (0,63)		11,25 (0,62)
			BBS		53,00 (3,41)		54,00 (2,95)		52,00 (2,95)
	85-89	75-79	Tinetti total	5	25,80 (2,77)	4	26,75 (1,26)	4	23,50 (5,07)
			Subescala equilibrio		15,60 (0,89)		15,50 (1,00)		13,25 (3,77)
			Subescala marcha		10,20 (1,92)		11,25 (0,50)		10,25 (1,50)
			BBS		49,00 (8,09)		50,50 (5,80)		44,50 (10,34)
Total	75-79	Tinetti total	58	27,34 (1,25)	49	27,61 (0,61)	27	26,63 (2,32)	
		Subescala equilibrio		15,86 (0,48)		15,96 (0,29)		15,41 (1,67)	
		Subescala marcha		11,47 (0,90)		11,63 (0,53)		11,19 (0,83)	
		BBS		53,33 (3,70)		53,98 (2,64)		51,52 (5,42)	
Hombres	GI	75-79	Tinetti total	35	27,43 (0,95)	30	27,70 (0,47)	20	27,30 (0,98)
			Subescala equilibrio		15,89 (0,40)		16,00 (0,00)		15,85 (0,67)
			Subescala marcha		11,45 (0,70)		11,70 (0,47)		11,50 (0,61)
			BBS		53,83 (2,49)		54,43 (1,96)		52,90 (3,48)
	80-84	75-79	Tinetti total	26	27,35 (0,94)	25	27,72 (0,68)	10	27,80 (0,42)
			Subescala equilibrio		15,81 (0,57)		15,96 (0,20)		16,00 (0,00)
			Subescala marcha		11,45 (0,65)		11,76 (0,52)		11,80 (0,42)
			BBS		53,69 (2,31)		53,76 (2,74)		54,60 (1,07)
	85-89	75-79	Tinetti total	9	27,22 (0,83)	9	27,67 (0,50)	4	27,75 (0,50)
			Subescala equilibrio		16,00 (0,00)		16,00 (0,00)		16,00 (0,00)
			Subescala marcha		11,22 (0,83)		11,67 (0,50)		11,75 (0,50)
			BBS		52,33 (2,45)		52,56 (2,35)		54,25 (1,50)
Total	75-79	Tinetti total	70	27,37 (0,92)	64	27,70 (0,55)	34	27,50 (0,83)	
		Subescala equilibrio		15,87 (0,45)		15,98 (0,12)		15,91 (0,51)	
		Subescala marcha		11,50 (0,70)		11,72 (0,49)		11,62 (0,55)	
		BBS		53,59 (2,43)		53,91 (2,40)		53,56 (2,85)	
Mujeres	GC	75-79	Tinetti total	33	27,09 (1,31)	30	27,47 (0,73)	17	27,47 (0,72)
			Subescala equilibrio		15,88 (0,33)		15,93 (0,25)		15,76 (0,56)
			Subescala marcha		11,21 (1,17)		11,53 (0,73)		11,65 (0,49)
			BBS		52,58 (4,07)		52,50 (3,30)		52,47 (3,56)
	80-84	75-79	Tinetti total	19	26,63 (1,54)	16	27,44 (0,63)	13	27,31 (0,75)
			Subescala equilibrio		15,76 (0,62)		16,00 (0,00)		15,83 (0,58)
			Subescala marcha		10,95 (1,22)		11,56 (0,51)		11,38 (0,51)
			BBS		50,16 (4,41)		53,13 (2,73)		51,08 (3,57)
	85-89	75-79	Tinetti total	10	27,00 (1,56)	9	26,67 (1,94)	2	26,50 (2,12)
			Subescala equilibrio		15,60 (0,89)		15,50 (1,00)		13,25 (3,77)
			Subescala marcha		11,20 (1,03)		11,11 (1,05)		10,50 (2,12)
			BBS		49,30 (5,17)		50,33 (4,64)		48,00 (4,24)
Total	75-79	Tinetti total	62	26,94 (1,41)	55	27,33 (1,02)	32	27,34 (0,83)	
		Subescala equilibrio		15,86 (0,48)		15,96 (0,29)		15,41 (1,67)	
		Subescala marcha		11,13 (1,15)		11,47 (0,74)		11,47 (0,67)	
		BBS		51,31 (4,51)		52,33 (3,46)		51,63 (3,66)	
Mujeres	GI	75-79	Tinetti total	46	27,30 (0,99)	41	27,68 (0,72)	22	27,18 (1,10)
			Subescala equilibrio		15,89 (0,40)		16,00 (0,00)		15,85 (0,67)
			Subescala marcha		11,46 (0,75)		11,76 (0,43)		11,36 (0,85)
			BBS		52,67 (3,53)		53,85 (2,42)		52,00 (3,24)
	80-84	75-79	Tinetti total	23	27,13 (1,25)	20	27,15 (1,23)	10	28,00 (0,00)
			Subescala equilibrio		15,81 (0,57)		15,96 (0,20)		16,00 (0,00)
			Subescala marcha		11,39 (0,84)		11,30 (0,92)		12,00 (0,00)
			BBS		52,09 (3,30)		52,02 (4,22)		53,70 (1,70)
	85-89	75-79	Tinetti total	8	25,63 (3,74)	8	27,13 (1,13)	2	23,50 (4,95)
			Subescala equilibrio		16,00 (0,00)		16,00 (0,00)		16,00 (0,00)
			Subescala marcha		10,38 (2,07)		11,13 (1,13)		9,00 (2,83)
			BBS		48,25 (8,73)		51,25 (3,69)		45,00 (8,49)
Total	75-79	Tinetti total	77	27,08 (1,60)	69	27,46 (0,96)	34	27,21 (1,59)	
		Subescala equilibrio		15,87 (0,45)		15,98 (0,12)		15,91 (0,51)	
		Subescala marcha		11,32 (1,02)		11,55 (0,74)		11,41 (1,08)	
		BBS		52,04 (4,39)		53,03 (3,30)		52,09 (3,67)	

DS: desviación estándar, GC: grupo control, GI: grupo intervención, BBS: Escala de equilibrio de Berg

A medida que aumenta la edad, la puntuación de la escala de Tinetti disminuye en los hombres 0,072 puntos por año y en las mujeres 0,07 puntos por año. Con la edad la puntuación de la subescala de equilibrio disminuye en los hombres 0,03 por año y en las mujeres 0,02 puntos por año. La puntuación de la subescala de la marcha disminuye 0,045 puntos por año y en las mujeres 0,053 puntos por año.

En las figuras 65 y 66 se presentan en diagrama de cajas los valores obtenidos en la escala de Tinetti por edad, tiempo y grupo en hombres y mujeres respectivamente.

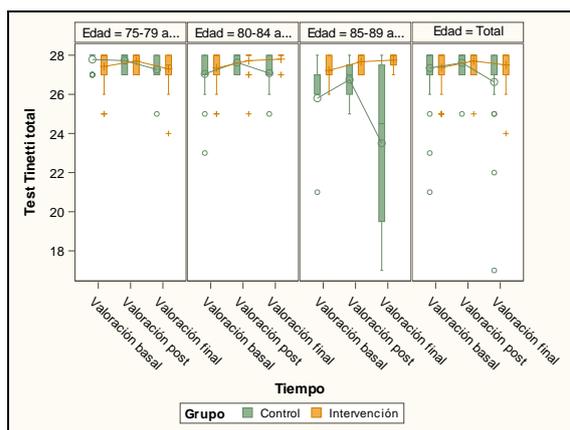


Figura 65. Escala Tinetti por edad, tiempo y grupo en hombres.

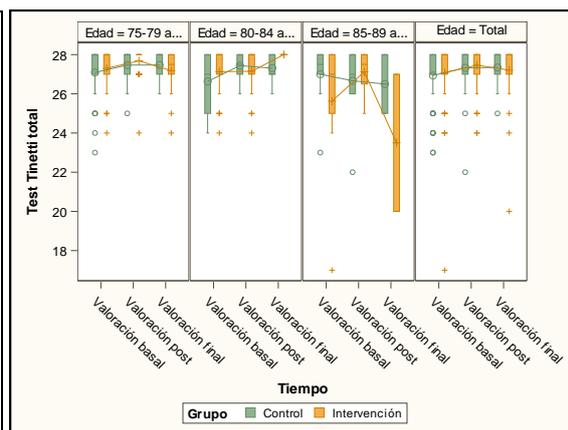


Figura 66. Escala Tinetti por edad, tiempo y grupo en mujeres.

En las figuras 67 y 68 se presentan en diagrama de cajas los valores obtenidos en la BBS por edad, tiempo y grupo en hombres y mujeres respectivamente.

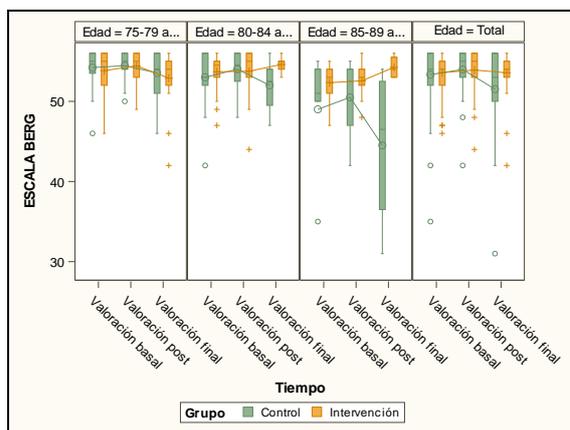


Figura 67. BBS por edad, tiempo y grupo en hombres.

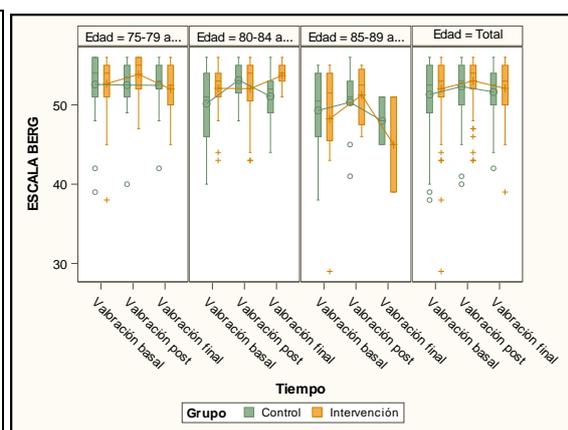


Figura 68. BBS por edad, tiempo y grupo en mujeres.

A medida que aumenta la edad, la puntuación de la BBS disminuye en los hombres 0,28 puntos por año y en las mujeres 0,3 puntos por año.

En la tabla 45 se presentan los resultados de significación de la modelización de las variables escala de Tinetti y BBS por edad, grupo, tiempo, grupo*tiempo, de cada sexo. En negrita se muestran los valores estadísticamente significativos ($p<0,05$).

Tabla 45. Resultados de la p de modelización de la escala de Tinetti i la BBS.

Resultados modelización		Tinetti total	Subescala equilibrio	Subescala marcha	BBS	
		p	p	p	p	
Hombres	Edad	0,002	0,030	0,003	<0,001	
	Grupo	0,063	0,042	0,123	0,228	
	Tiempo	<0,001	0,005	0,007	<0,001	
	Basal-post	0,013	0,301	0,010	0,075	
	Basal-final	0,252	0,069	0,994	0,045	
	Post-final	<0,001	0,003	0,053	<0,001	
	Grupo*Tiempo	0,090	0,046	0,441	0,502	
	GC	Basal-post	0,304	0,727	0,278	0,231
		Basal-final	0,032	0,006	0,633	0,061
		Post-final	0,002	0,001	0,114	0,003
	GI	Basal-post	0,024	0,354	0,018	0,312
		Basal-final	0,889	0,985	0,664	0,546
		Post-final	0,262	0,633	0,420	0,091
Mujeres	Edad	0,009	0,077	0,006	<0,001	
	Grupo	0,877	0,851	0,648	0,336	
	Tiempo	<0,001	0,041	<0,001	<0,001	
	Basal-post	<0,001	0,053	<0,001	0,002	
	Basal-final	0,214	0,988	0,078	0,943	
	Post-final	0,305	0,137	0,632	0,010	
	Grupo*Tiempo	0,657	0,465	0,467	0,917	
	GC	Basal-post	0,013	0,741	0,004	0,065
		Basal-final	0,176	0,907	0,062	1,000
		Post-final	0,873	0,590	0,933	0,189
	GI	Basal-post	0,009	0,022	0,055	0,017
		Basal-final	0,839	0,972	0,722	0,893
		Post-final	0,241	0,190	0,609	0,042

GC: grupo control, GI: grupo intervención, BBS: escala de equilibrio de Berg, p : significación ($p<0,05$).

6.3. Análisis III

Paralelamente a la valoración de la fuerza, marcha y equilibrio, se realizó una monitorización mediante contacto telefónico a los 3, 6 y 12 meses tras la finalización de la intervención, para obtener información en relación a las posibles caídas y sus consecuencias.

De la población basal ($n=401$), completaron este seguimiento 393 participantes (98%). De estos 393 participantes monitorizados, 201 correspondían al GC y 192 al GI. La edad media de la muestra total fue 80,7 (DS 3,6) años (80,79 (DS 3,6) años para el GC y 80,7 (DS 3,6) años para el GI). En relación al sexo, 173 fueron hombres y 220 mujeres.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ni en relación al sexo ni en relación a la edad ($p=0,5$ y $p=0,8$). De igual modo no se han encontrado diferencias

estadísticamente significativas en relación al número de personas participantes por categorías de edad entre el GC y GI ($p=0,98$).

En el seguimiento telefónico se registró si el participante había sufrido alguna caída. En la tabla 46 se muestran los resultados del número de participantes por grupo que sufrieron alguna caída. Un total de 124 participantes (31,6%), siendo el 64,5% del GC y el 35,5% del GI, cayeron en alguna ocasión durante el año de seguimiento, siendo la reducción de riesgo absoluto (RRA) entre grupos del 16,9%. Teniendo en cuenta que la población general, considerada esta como GC, sufrió un 39,8% de caídas en un año, la reducción del riesgo relativo (RRR) de caídas de la población general es del 42,5%, reducción entre grupos con significación estadística ($p<0,001$).

Tabla 46. Participantes que sufrieron caídas por grupo.

Caídas en el seguimiento	GC		GI		p
	N	%	N	%	
NO	121	60,2	148	77,1	<0,001
SI	80	39,8	44	22,9	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p<0,05$)

En la tabla 47 se presentan los resultados de participantes que sufrieron alguna caída, por sexo y grupo. El 24,3% de las mujeres y el 37,3% de los hombres sufrieron alguna caída en el año de seguimiento. En los hombres la RRA grupos es del 12,4%. Teniendo en cuenta que los hombres de la población general sufren un 30,6% de caídas por año, la RRR en los hombres de la población general es del 40,5%. En las mujeres la diferencia entre grupos es del 19,7%. Teniendo en cuenta que las mujeres de la población general sufren un 46,6% de caídas por año, el RRR en las mujeres de la población general es del 42,3%.

Tabla 47. Participantes que sufrieron caídas por sexo y grupo.

Caídas en el seguimiento		NO		SI		GC vs GI
		N	%	N	%	p
Hombres	GC	59	69,4	26	30,6	0,057
	GI	72	81,8	16	18,2	
Mujeres	GC	62	53,4	54	46,6	0,003
	GI	76	73,1	28	26,9	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p<0,05$)

En la tabla 48 se muestran los resultados de participantes que sufrieron caídas, por categoría de edad y grupo.

Tabla 48. Participantes que sufrieron caídas por categoría de edad y grupo.

Caídas en el seguimiento		NO		SI		GC vs GI
		N	%	N	%	p
75-79	GC	53	63,9	30	36,1	0,07
	GI	60	76,9	18	23,1	
80-84	GC	50	59,5	34	40,5	0,002
	GI	67	81,7	15	18,3	
85-89	GC	18	52,9	16	47,1	0,95
	GI	21	65,6	11	34,4	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$)

En relación a las caídas según el sexo y la edad, entre sexos la obtenida es $p=0,01$. La media de caídas en las mujeres fue de 0,25 y en los hombres de 0,38, con una OR=1,86 (IC95% 1,17-2,95). Ajustando las medias de las categorías de edad hemos hallado entre los 80-84 años y los 75-79 años una OR=0,98 (IC95% 0,56-1,79), entre los 85-89 años y los 75-79 años una OR=1,68 (IC95% 0,8-3,5) y entre los 85-89 años y los 80-84 años una OR=1,71 (IC95% 0,81-3,58). Por grupos la media de caídas y la OR fue de 2,04 (IC95% 1,26-3,32).

En la tabla 49 se muestra el número medio de caídas durante el período de seguimiento por grupo.

Tabla 49. Número de caídas por grupo. Se calcula la media (DS) y rango.

Número de caídas	Total de participantes				Participantes que han caído			
	Grupo	N	Media (DS)	Rango	p	N	Media (DS)	Rango
GC	201	0,63 (0,99)	0-6	<0,001	80	1,58 (0,98)	1-6	0,829
GI	192	0,35 (0,75)	0-4		44	1,55 (0,79)	1-4	
Total	393	0,49 (0,89)	0-6		124	1,56 (0,91)	1-6	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, DS: desviación estándar, p: significación ($p < 0,05$).

En la tabla 50 se muestra el número de caídas acontecidas en el domicilio durante el período de seguimiento por grupo.

Tabla 50. Participantes que sufrieron caídas en domicilio por grupo.

Caídas en Domicilio	Total de participantes					Participantes que han caído				
	GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI
	N	%	N	%	p	N	%	N	%	p
No	162	80,6	175	91,1	0,003	41	51,3	27	61,4	0,279
Sí	39	19,4	17	8,9		39	48,8	17	38,6	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$).

El 45,16% de las personas sufrieron las caídas en su propio domicilio. Del total de participantes la RRA de sufrir una caída en el domicilio es del 10,5% y la RRR de la población general del 54,1%. La RRA de participantes que han caído es del 10,2% y la RRR 20,9%.

En la tabla 51 se muestran los resultados del número de participantes que sufrieron alguna fractura como consecuencia de las caídas.

Tabla 51. Participantes que sufrieron fracturas por grupo.

Fracturas	Total de participantes					Participantes que han caído				
	GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI
	N	%	N	%	p	N	%	N	%	p
No	183	91,0	190	99,0	0,001	63	78,8	42	95,5	0,013
Sí	18	9,0	2	1,0		17	21,3	2	4,5	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$)

Del total de participantes el 5,1% sufrieron alguna fractura, siendo la RRA de sufrir una fractura del 8% y la RRR de la población general del 88,9%. sin embargo, al analizar el grupo de participantes que cayeron, el 15,3% sufrieron alguna fractura, siendo en la RRA en este caso del 16,8% y la RRR 78,9%.

En la tabla 52 se muestran los resultados del número de participantes que sufrieron alguna fractura como consecuencia de las caídas por sexo y grupo.

Tabla 52. Participantes que sufrieron fracturas por sexo y grupo.

Sexo	Fracturas	Total de participantes					Participantes que han caído				
		GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI
		N	%	N	%	p	N	%	N	%	p
Hombres	No	79	92,9	88	100	0,013	21	80,8	16	100	0,138
	Sí	6	7,1	0	0		5	19,2	0	0	
Mujeres	No	104	89,7	102	98,1	0,011	42	77,8	26	92,9	0,085
	Sí	12	10,3	2	1,9		12	22,2	2	7,1	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$)

En la tabla 53 se muestran los resultados del número de participantes que sufrieron fracturas como consecuencia de las caídas por categoría de edad y grupo. El 17,1% de las mujeres y el 11,9% de los hombres del total de participantes que cayeron sufrieron una fractura. En las mujeres la RRR respecto a la población general fue del 81,6%. El 50% de las fracturas se produjeron en la categoría de edad de 80-84 años.

Tabla 53. Participantes que sufrieron fracturas por categoría de edad y grupo.

Edad	Fracturas	Total de participantes					Participantes que han caído				
		GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI
		N	%	N	%	p	N	%	N	%	p
75-79	No	78	94,0	77	98,7	0,211	25	80,3	17	94,4	0,388
	Sí	5	6,0	1	1,3		5	16,7	1	5,6	
80-84	No	75	89,3	81	98,8	0,01	26	76,5	14	93,3	0,16
	Sí	9	10,7	1	1,2		8	23,5	1	6,7	
85-89	No	30	88,2	32	100	0,114	12	75,0	11	100	0,122
	Sí	4	11,8	0	0		4	25,0	0	0	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$)

En la tabla 54 se presentan el número de participantes que como consecuencia de una caída precisaron recibir asistencia médica en un CAP y/o servicio de urgencias hospitalarias, así como los que precisaron ser hospitalizados, tras sufrir una caída.

Tabla 54. Participantes que precisaron asistencia en un CAP, urgencias hospitalarias y/o ingresos hospitalarios por grupo.

Asistencia en las caídas	Asistencia CAP					Urgencias hospitalarias					Ingreso hospitalario				
	GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI
	N	%	N	%	p	N	%	N	%	p	N	%	N	%	p
No	171	85,1	174	90,6	0,09	186	92,5	182	94,8	0,36	198	98,5	191	99,5	0,623
Sí	30	14,9	18	9,4		15	7,5	10	5,2		3	1,5	1	0,5	

CAP: Centro de Atención Primaria, GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$).

En la tabla 55 se presentan el número de participantes que cayeron y que tras una caída tuvieron que recibir asistencia médica en un CAP y/o servicio de urgencias hospitalarias, así como los que precisaron ser hospitalizados por dicho motivo.

Tabla 55. Participantes que sufrieron caídas y que precisaron asistencia en un CAP, urgencias hospitalarias y/o ingresos hospitalarios por grupo.

Asistencia en las caídas	Asistencia CAP					Urgencias hospitalarias					Ingreso hospitalario				
	GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI	GC		GI		GC vs GI
	N	%	N	%	p	N	%	N	%	p	N	%	N	%	p
No	50	62,5	26	59,1	0,709	65	81,3	34	77,3	0,597	77	96,3	43	97,7	1,00
Sí	30	37,5	18	40,9		15	18,8	10	22,7		3	3,8	1	2,3	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación ($p < 0,05$).

El 38,7% de las personas participantes que sufrieron alguna caída precisaron atención sanitaria en un CAP, el 20,16% precisó atención por un servicio de urgencias hospitalarias, el 3,2% precisaron hospitalización y un 1,3% requirieron intervención quirúrgica.

En la tabla 56 se muestran el número de participantes que realizaron tratamiento de rehabilitación tras sufrir una caída. El 4,6% de los/las participantes realizaron tratamiento de rehabilitación, siendo este porcentaje del 14,5% en las que habían sufrido alguna caída. La diferencia entre grupos o RRA es del 7% para el total de participantes y del 15,5% para los participantes que han caído. La RRR de la población general en relación a la necesidad de recibir tratamiento de rehabilitación es del 87,5% para el total de participantes y del 77,5%.

Tabla 56. Participantes que precisaron tratamiento de rehabilitación por grupo.

<i>Rehabilitación</i>	<i>Total de participantes</i>					<i>Participantes que han caído</i>				
	<i>GC</i>		<i>GI</i>		<i>GC vs GI</i>	<i>GC</i>		<i>GI</i>		<i>GC vs GI</i>
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>p</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>p</i>
No	185	92,0	190	99,0	0,001	64	80,0	42	95,5	0,019
Sí	16	8,0	2	1,0		16	20,0	2	4,5	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación (p<0,05)

Por último, a la pregunta realizada en relación al miedo a caer, en la tabla 57 se muestra el número de participantes que afirma tener miedo a caer. El 17,6% de las personas participantes refirieron tener miedo a caer, este porcentaje se incrementa a un 55,6% en las personas que habían caído. La diferencia entre grupos o RRA es del 14% para el total de participantes y del 15,8% para los participantes que han caído. La RRR de la población general en relación al miedo a caer es del 57,4% para el total de participantes y del 25,8%.

Tabla 57. Participantes con miedo a caer por grupo.

<i>Miedo a caer</i>	<i>Total de participantes</i>					<i>Participantes que han caído</i>				
	<i>GC</i>		<i>GI</i>		<i>GC vs GI</i>	<i>GC</i>		<i>GI</i>		<i>GC vs GI</i>
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>p</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>p</i>
No	152	75,6	172	89,6	0,001	31	38,8	24	54,5	0,09
Sí	49	24,4	20	10,4		49	61,3	20	45,5	

GC: grupo control, GI: grupo intervención, p: significación (p<0,05)

7. DISCUSIÓN

El envejecimiento, como proceso fisiológico, afecta negativamente a la fuerza, el equilibrio y la marcha de las personas que, por otro lado, son pilar fundamental de la capacidad funcional. En relación a los objetivos de la OMS para conseguir un envejecimiento saludable¹⁸¹, el mantenimiento de una buena fuerza muscular, equilibrio y capacidad de marcha se muestra como una cuestión de máxima relevancia. Por ese motivo, se planteó la realización de este estudio que presentó dificultades para el reclutamiento de los sujetos ya que la población diana no está habituada a participar en ensayos clínicos no farmacológicos, y se sumó además la complejidad organizativa, así como una duración de más de 4 años.

7.1. Discusión análisis I

En este apartado se ha evaluado la fuerza, la marcha y el equilibrio de 401 personas de ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad en un área urbana de las comarcas del Vallès Oriental y Occidental, en Cataluña, para obtener una descripción (evaluación PF basal) del estado funcional de dicho grupo de población. Múltiples estudios han demostrado como el envejecimiento afecta negativamente a la fuerza y al equilibrio, ambos relacionados con la habilidad para caminar y, por lo tanto, responsables de una mayor o menor dependencia funcional, dificultando la realización de las AVD y disminuyendo la calidad de vida de las personas mayores^{24,27,28}.

Tal y como se indica en el capítulo de resultados, la población objeto del estudio es predominantemente del sexo femenino, con una edad media de 80,7 años y un IMC con tendencia a la obesidad, como se muestra también en estudios previos en poblaciones similares^{27,182-184}. El 62,1% están casados/as, el 30,7% había enviudado, aunque el 73,5% viven con alguna compañía, manteniéndose independientes en las AVD básicas e instrumentadas. Menos del 20% tienen estudios superiores a los estudios primarios y más de la mitad subsisten con ingresos mensuales inferiores a 900€.

i) Discusión de los resultados de la evaluación de la fuerza

A medida que se envejece la masa muscular disminuye afectando a la FP. Ésta puede considerarse un biomarcador del envejecimiento, un signo vital³⁵, utilizada como indicador de salud y predictor de la funcionalidad en las personas mayores. Valores bajos de la FP en las personas mayores se asocian a un mayor riesgo de discapacidad y una menor calidad de vida relacionada con la salud²⁸. Cada vez hay mayor evidencia para recomendar la valoración rutinaria de la FP en las personas mayores residentes en la comunidad en los CAP³⁵.

Los datos normativos son controvertidos y pueden diferir significativamente entre poblaciones. En términos generales, se sostiene que la FP máx es mayor en los hombres que en las mujeres.

Parece también que la fuerza es mayor en la mano dominante, pero existe controversia en el caso de las personas zurdas²⁸, que en nuestro estudio representan el 7,98% de la muestra.

La relevancia de este estudio radica en describir el comportamiento de la FP de la mano dominante, al realizar 3 repeticiones mediante un dinamómetro hidráulico Jamar®.

Nuestros resultados muestran valores de FP máx superiores en los hombres, siendo la diferencia entre sexos estadísticamente significativa. En mayores de 80 años se obtuvieron valores medios <30 kg en los hombres y <17 kg en las mujeres, valores considerados en sí mismos como criterio de fragilidad⁶¹.

Coscoyuela et al.⁴⁰ estudiaron la FP de la mano dominante y no dominante, en una muestra de 360 personas (50% mujeres) de la población general, residentes en Madrid de entre 20 y 80 años. Observaron que la fuerza máxima se lograba entre la tercera y quinta década de la vida para ir disminuyendo gradualmente, con un comportamiento similar en ambos sexos, siendo la FP superior en los hombres, tal y como hemos observado en nuestro estudio. A partir de los 50 años obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sexos. Jansen et al.¹⁸⁵, en un estudio con 224 participantes residentes en el condado de Galveston, Texas, USA, (62,5% mujeres) de 65 a 92 años y una media de edad de 75,4 años, también obtuvieron puntuaciones superiores en los hombres en todas las categorías de edad (quinquenios), siendo las diferencias significativas.

En relación a los resultados del presente estudio, obtenidos en ambos sexos por categoría de edad, son concordantes con los resultados del estudio de Abizanda et al.¹²⁶ (estudio FRADEA). En él, se evaluó la FP máx de 993 personas (60,52% mujeres) ≥ 70 años, residentes en la comunidad e institucionalizadas, en Albacete, con una edad media de 78,4 años en los hombres y 80,1 años en las mujeres, siendo sus resultados para la FP máx de 31,7 kg y 17,4 kg, respectivamente. Sus resultados concuerdan con los nuestros en los hombres de 75-79 años y en las mujeres ≥ 80 años. En este estudio, los resultados incluyen la evaluación de personas institucionalizadas (21,4% de la muestra), por lo que es esperable que sus puntuaciones sean inferiores a las de las personas residentes en la comunidad.

Guede et al.²⁸, realizaron un estudio similar al nuestro, en el que evaluaron la FP máx con 3 intentos mediante un dinamómetro hidráulico Jamar®, en la posición II (posición utilizada en el 88,78% de nuestro estudio) con la mano dominante y la no dominante de 71 participantes (61,29% mujeres), con una edad media de 76,8 años en los hombres y de 76,3 años en las mujeres, residentes en la región de Talcahuano, Chile. La media de FP máx obtenida en la mano dominante fue de 30,9 kg en los hombres y de 19,4 kg en las mujeres, valores muy similares también a los nuestros, a pesar de que la media de edad de su población fue menor.

Nuestros resultados también están en consonancia con los valores de normalidad obtenidos por Mathiowetz et al.¹⁸⁶, en un estudio con 628 voluntarios de 20 a 94 años de la región de

Milwaukee (USA), para la categoría de ≥ 75 años, cuyos valores medios para la mano derecha en hombres fue de 29,8 kg y de 19,3 kg en las mujeres.

Mancilla et al.²⁴, evaluaron la FP máx mediante 2 intentos en 1.047 participantes (70,68% mujeres) residentes en la comunidad, urbana en Talca, Chile, con una edad media de 71,1 años para los hombres y 72,7 años, en las mujeres. La FP máx de la mano derecha fue de 31,8 kg en los hombres y de 18,7 kg en las mujeres. Valores similares a los nuestros para las mujeres y algo superiores en los hombres. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en este estudio la media de edad fue inferior a la nuestra, así como el número de intentos, pudiendo influir en los resultados.

Auyeung et al.¹⁸⁷ en un estudio en Hong Kong, China, con 4.000 participantes residentes en la comunidad (50% mujeres), mayores de 64 años con una media de edad de 72,4 años para los hombres y 72,6 años para las mujeres, recogieron la media de la FP máx, medida tras 4 intentos con la mano dominante mediante un dinamómetro Jamar®, siendo en los hombres de 75 a 79 años similar a la nuestra; los resultados obtenidos en los hombres de ≥ 80 años y en las mujeres ≥ 75 años fueron superiores a los nuestros. Quizás la raza y el IMC inferior al nuestro podrían explicar la diferencia de resultados.

Massy-Westropp et al.¹⁸² en un estudio, de población australiana con 2629 participantes (50% mujeres), cuyo IMC era similar al nuestro, hallaron valores de la FP en mayores de 70 años algo superiores (33 kg en los hombres y 20 kg en las mujeres), teniendo en cuenta que incluyen participantes < 75 años. Estos mismos autores relacionaron un mayor IMC a partir de la cuarta década de la vida con una menor FP, aunque no encontraron relación estadísticamente significativa. Sin embargo, Coscoyuela et al.⁴⁰, con población de Madrid, obtuvieron resultados superiores en ambos sexos al realizar la medición de dos intentos con cada mano mediante el dinamómetro Jamar®, siendo la media de la mano dominante en los hombres de 33 kg y de 22,5 kg en las mujeres, probablemente al incluir personas de menor edad, que en nuestro estudio. Otro estudio cuyos resultados fueron superiores a los nuestros es el de Bassey et al.³⁴ en el Reino Unido, probablemente por las diferencias antropométricas con nuestra población de estudio.

En nuestro estudio, a medida que aumenta la edad, disminuye la FP máx con significación estadística, hecho que coincide con el estudio de Coscoyuela et al.⁴⁰, confirmando una pérdida significativa desde los 75 a los 89 años por quinquenios de edad.

Al analizar la ratio obtenida en nuestro estudio de la FP máx entre mujeres y hombres en la categoría de 75-79 años que fue del 68,84%, observamos un resultado similar al obtenido por Jansen et al.¹⁸⁵ con ratios del 60-76% y por Mathiowetz et al.¹⁸⁶ con ratios del 60-68%. Para la categoría de 80-84 años la ratio obtenida fue del 62,55%, inferior al 81% de Jansen et al.¹⁸⁵.

Hemos valorado la FP media de los 3 intentos. Si bien, en la mayoría de estudios únicamente se valora la FP máx, Desrosiers et al.¹⁸⁸, evaluaron como nosotros la FP media de 3 intentos en 360

personas (50% mujeres), de edad media 73,9 años, residentes en Quebec, Canadá. Sus resultados por categorías de edad (decenios), fueron superiores a los nuestros probablemente por las diferencias antropométricas entre ambas poblaciones. Sin embargo, al igual que en nuestro estudio, los hombres obtuvieron mayores puntuaciones que las mujeres, siendo la diferencia significativa. Jansen et al.¹⁸⁵, analizaron también la FP media de 3 intentos de 224 personas sanas de 65 a 92 años (62,5% mujeres) residentes en el condado de Galveston (Texas, USA) con una media de edad de 75,4 años. Estos autores hallaron unos valores medios superiores a los nuestros por categorías de edad de la mano derecha, en ambos sexos. Probablemente, factores como la raza (13,39% no caucasianos) y factores antropométricos de su población pueden explicar las diferencias obtenidas respecto a nuestro estudio.

En relación a la P de extremidades inferiores, su evaluación, mediante la prueba STS medida con un encoder lineal Chronojump®, validado por Lindemann et al.⁴⁹, nos permite describir el comportamiento de la P de las extremidades inferiores en personas mayores mediante una acción funcional (levantarse de una silla). Bean et al.^{45,46} obtuvieron una correlación positiva entre la fuerza y la P de las extremidades inferiores de $r=0,89$, considerándola como un determinante más importante que la fuerza en la capacidad de movilidad de las personas mayores. Sin embargo, las publicaciones sobre la P de extremidades inferiores en población geriátrica son escasas.

Los valores obtenidos de la P de las extremidades inferiores, son inferiores en las mujeres en relación a los hombres, siendo esta diferencia significativa. También, a medida que aumenta la edad, se obtuvo una disminución significativa de la P. En nuestro estudio las diferencias fueron significativas entre los 75-79 años y los 80-84 años, así como entre los 75-79 años y los 85-89 años. Nuestros resultados coinciden con los de Foldavi et al.²⁷.

Lindemann et al.¹⁸⁹ hallaron valores medios de la P máx en las mujeres similares a los nuestros, coincidiendo en ambos estudios, la media de edad, las características antropométricas y el método de análisis. Los resultados obtenidos de la P máx, en las mujeres, en el estudio de Zijlstra et al.⁴³ son similares a los nuestros aunque el grupo de mujeres analizadas era un poco más joven y el método de análisis no fue el encoder lineal sino que utilizaron un sistema de análisis de movimiento 3D, mediante sensores situados en varias partes del cuerpo.

En otro estudio, Lindemann et al.⁴⁹ evaluaron la P máx con el mismo método en 88 mujeres de edad media 78,0 años, obteniendo unos resultados superiores a los nuestros. Estos resultados podrían atribuirse a que la población de mujeres era más joven y con unas características antropométricas distintas.

Los estudios de Bean et al.⁴⁶ y Glenn et al.⁵¹, aunque con métodos de análisis distintos, coinciden en los resultados para los hombres con nuestro estudio, siendo nuestro número de hombres y su edad media superior.

Al evaluar posibles correlaciones de la P máx con otras variables, hemos encontrado una alta correlación entre la P máx y FP máx ($r=0,596$; $p<0,001$). A su vez, la P máx y FP máx se correlacionan significativamente con la edad ($r=-0,14$; $p<0,006$) y ($r=-0,24$; $p<0,001$) y con la velocidad ($r=0,52$; $p<0,001$) y ($r=0,48$; $p<0,001$), respectivamente. Glenn et al.⁵¹, al igual que nosotros, encontraron correlaciones significativas entre la P máx, la FP máx y la velocidad ($r=0,34-0,70$).

De nuestros resultados se deduce que la P máx explicaría el 99,3% del comportamiento de la velocidad, siendo por ello la P una variable predictora de la velocidad ($p<0,018$). Así, a mayor P de extremidades inferiores es esperable conseguir una mayor velocidad de marcha.

ii) Discusión de los resultados de la valoración de la marcha

Hemos analizado los parámetros de la marcha valorada a un ritmo confortable en un recorrido de 10 m, durante 1min mediante un IMU (G-WALK®) que, por sus características de bajo costo, facilidad de uso, versatilidad de aplicación y bajo nivel de requerimientos técnicos específicos necesarios para su uso, se convierte en una herramienta útil en la evaluación de la marcha en la práctica clínica diaria.

Son numerosos los estudios realizados en personas mayores en diferentes poblaciones y países como los de Abizanda et al.¹²⁶ en España, Alfaro-Salas et al.⁵⁷ en Costa Rica, Sgaravatti et al.⁶⁴ en Uruguay, Medina⁵⁵ en Chile, Lebre et al.¹⁹⁰ en Portugal, Bohannon et al.¹⁹¹, Jerome et al.⁶⁸, Oh-, Öberg et al.¹⁹² en Suecia, Kasovic et al.¹⁹³ en Croacia, Himann et al.¹⁹⁴ en Canadá, Park et al.¹⁹⁵ y Hollman et al.¹⁸⁴, en USA, McKay¹⁹⁶ et al. en Australia, Kawai et al.¹⁹⁷ en Japón, Auyeung et al.¹⁸⁷ en China, entre otros, con el objetivo de establecer valores de normalidad poblacional, que permitan comparar los resultados con un patrón de normalidad.

La mayoría de los estudios de marcha se realizan en laboratorios o en espacios más o menos reducidos y con diferentes instrumentos de medición. Este hecho hace que los resultados a veces sean difícilmente comparables. En nuestro estudio, la valoración, siempre se ha realizado en un pasillo de, al menos, 10 metros de largo, sin obstáculos en todo el recorrido y siendo siempre el mismo en todas las sesiones de evaluación.

La velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud de zancada y la duración del ciclo de la marcha son parámetros espacio-temporales del proceso de la marcha que proporcionan una idea general de la calidad de la misma⁶⁰. Los valores de estos parámetros varían incluso en la misma persona, dependiendo de las condiciones extrínsecas, intrínsecas, psicológicas, fisiológicas y/o patológicas⁵⁸.

La velocidad es, probablemente, el parámetro de la marcha más estudiado. Se ha descrito como el sexto signo vital como potencial indicador de salud y funcionalidad^{57,66,193,198,199}. Fritz et al.⁶⁶

consideran que la marcha varía según la edad, el sexo y los valores antropométricos, considerando un rango de normalidad entre 1,2-1,4 m/s.

Diferentes estudios internacionales muestran valores de velocidad de marcha en personas mayores que varían de 0,8 a 1,30 m/s. La disminución de la velocidad de la marcha con valores inferiores a 0,8 m/s se considera un marcador de fragilidad^{61,64,70}, mientras que velocidades de ≥ 1 m/s se asocian a un envejecimiento saludable y a una mayor supervivencia a las estimadas por edad y sexo similar¹⁹⁸. En un estudio más reciente se ha publicado que velocidades de 0,88 m/s y 0,85 m/s pueden predecir dolor de pies y riesgo de caídas en mujeres mayores residentes en la comunidad¹⁹³.

Al analizar los resultados obtenidos de la velocidad, la cadencia, la longitud de la zancada y la duración del ciclo de la marcha observamos que éstos disminuyen de manera significativa con la edad. Estas diferencias se obtienen entre las categorías de 75-79 años y 85-89 años. Esta disminución significativa de la velocidad con la edad coincide con los estudios de Kasovic et al.¹⁹³ en Croacia, Sgaravatti et al.⁶⁴ en Costa Rica, Himann et al.¹⁹⁴ en Canadá y Öberg et al.¹⁹² en Suecia.

Al analizar el efecto de la edad en los hombres, la velocidad, la cadencia y la duración del ciclo de la marcha, disminuyen significativamente entre los 75-79 años y 85-89 años. La cadencia disminuye también significativamente entre los 80-84 años y los 85-89 años. Del mismo modo, en las mujeres, la velocidad, la cadencia, la longitud de la zancada y la duración del ciclo disminuyen significativamente, al igual que en los hombres, entre los 75-79 años y 85-89 años.

Todos los resultados de los parámetros espacio-temporales analizados son inferiores en las mujeres respecto a los hombres, siendo estas diferencias significativas sólo en la velocidad y la longitud de la zancada. Nuestros resultados son concordantes con los publicados por Herrero¹⁸³, al encontrar diferencias significativas de la longitud de la zancada en relación a la edad y al sexo. También con los publicados por Kawai et al.¹⁹⁷ en población japonesa, en los que la velocidad y la longitud de la zancada disminuyen significativamente con la edad, independientemente del sexo. Y finalmente, Oh-Park et al.¹⁹⁵, hallaron una disminución estadísticamente significativa de la longitud de la zancada y de la velocidad, en relación a la edad y en ambos sexos.

La velocidad media de marcha de los/las participantes de nuestro estudio fue ≥ 1 m/s lo que permite desarrollar de forma efectiva las diferentes actividades de la vida diaria⁵⁵. Los resultados hallados en los hombres estarían dentro del rango de normalidad, a diferencia de los valores medios en las mujeres, aunque, en ningún caso y en todas las categorías de edad los resultados obtenidos estuvieron por debajo de 0,8 m/s.

Nuestros resultados son concordantes con los del estudio de Oh-Park et al.¹⁹⁵ con 304 personas mayores sanas, residentes en la comunidad ≥ 70 años, evaluados mediante el sistema electrónico walkway GAITRite®.

Los resultados de Lebre et al.¹⁹⁰ son también similares a los nuestros excepto en la categoría de edad de 80-89 años en la que la velocidad media fue inferior a la nuestra.

El estudio de Kawai et al.¹⁹⁷, destacable por la muestra estudiada (1.212 adultos, de edad media 77,1 años y 59,5% mujeres), residentes en la comunidad de un distrito urbano en Tokyo, valorada mediante una plataforma de presión plantar (P-WALK, BTS Bioengineering), muestra una velocidad media de 1,26 m/s en los hombres y de 1,27 m/s para las mujeres y una longitud de la zancada de 1,3 m en los hombres y de 1,2 m en las mujeres. La velocidad media de las mujeres japonesas es superior a la velocidad de las mujeres de nuestro estudio, probablemente en relación con la media de edad más joven, la raza y el IMC más bajo de las mujeres japonesas. Sin embargo, los valores de la longitud de la zancada son similares a los nuestros en las mujeres y, por el contrario, son inferiores en los hombres, lo que podría relacionarse con el IMC muy inferior en los hombres japoneses.

El estudio de Abizanda et al.¹²⁶, estudio FRADEA, en el que se valoró la velocidad de marcha a ritmo confortable en una distancia de 4 m, muestra una velocidad media de 0,93 m/s en los hombres y 0,69 m/s en las mujeres, inferior en ambos casos a las de nuestro estudio, atribuibles al haber aplicado un recorrido inferior a los 10m y haber incluido personas institucionalizadas.

Hollman et al.¹⁸⁴ analizaron la marcha en 294 personas (63,26% mujeres) de ≥ 70 años (edad media 79 años) del condado de Olmsted en Minnesota, mediante el sistema electrónico walkway GAITRite® y encontraron valores de velocidad en cada categoría de edad, inferiores a los nuestros en el caso de los hombres y algo superiores en el caso de las mujeres, así como valores de cadencia algo inferiores en ambos casos. En la diferencia de resultados puede influir la talla, superior a la de nuestros participantes y otros aspectos como la raza (7% no caucásicos), así como el instrumento de medida.

McKay et al.¹⁹⁶ valoraron 1.000 participantes sanos de 3-101 años, de la región urbana de Sídney, Australia, con el objetivo de obtener un patrón de normalidad poblacional. Para los participantes hombres de ≥ 60 años hallaron una velocidad de 1,2 m/s, una longitud de la zancada 1,3 m y una cadencia de 111,9 pasos/min y para las mujeres una velocidad de 1,17 m/s, una longitud de la zancada de 1,2 m y una cadencia de 116,4 pasos/min. Excepto la longitud de la zancada en los hombres y, sobre todo, en el caso de las mujeres los valores son algo superiores a los nuestros, probablemente porque la muestra incluye participantes más jóvenes, se excluyeron personas con $\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$ y se utilizaron instrumentos de medida distintos.

Auyeung et al.¹⁸⁷ en población de China, obtuvieron valores de velocidad inferiores a los nuestros en ambos sexos, probablemente el instrumento de medida, la raza y el IMC inferior pueda explicar la diferencia de resultados.

Al evaluar posibles correlaciones, en nuestro estudio encontramos una correlación negativa significativa de la velocidad con la edad ($r=-0,21$, $p<0,001$). Kasovic et al.¹⁹³ publicaron una correlación negativa significativa entre la velocidad y la edad, superior a la nuestra ($r=-0,49$ y $r=-0,47$, $p<0,001$), mientras que Sgaravatti et al.⁶⁴ hallaron una correlación también significativa pero inferior a la nuestra ($r=-0,01$, $p=0,01$), hecho que podría deberse al menor número de participantes y a su edad media más joven.

También obtuvimos una correlación negativa de la velocidad de la marcha con la longitud de la zancada ($r=-0,16$, $p=0,002$). Montero et al.⁶⁹ en su estudio con 100 participantes ≥ 75 años con edad media 82 años obtuvieron una correlación superior a la nuestra ($r=-0,48$, $p<0,001$).

Hemos analizado la movilidad mediante el TUG, test rápido que no requiere equipamiento ni un entrenamiento específico y que nos permite valorar la marcha y el equilibrio, y establecer el riesgo de caídas. En el presente estudio los resultados del TUG son significativamente superiores en las mujeres. Comprobamos que a medida que aumenta la edad también se obtuvo un aumento significativo del TUG, esta significación se obtuvo entre todas las categorías de edad.

Nuestros resultados están en consonancia con los de Pondal et al.²⁰⁰, que evaluaron a 308 participantes (45% mujeres) con una media de edad de 77,5 años los hombres y 77,4 años las mujeres (rango 71 a 99 años), residentes en la comunidad, en el barrio de Leganés en Madrid. Estos autores realizaron el análisis de los resultados categorizando el sexo y la edad en quinquenios, obteniendo diferencias significativas entre ambos sexos con puntuaciones también mayores en las mujeres, así como, un aumento significativo con la edad. Este aumento, al igual que en nuestro estudio, fue significativo entre las categorías de edad. Nuestros resultados también están en consonancia con el estudio de Ibrahim et al.²⁰¹, en el que evaluaron el TUG (2 intentos) en 2.084 participantes (51,8% mujeres) >60 años con una media de edad de 69,9 años, residentes en la comunidad, en Malasia. Los resultados de esta publicación muestran diferencias significativas en relación a la edad por quinquenios, así como, peores resultados en las mujeres.

Los resultados medios obtenidos de los 3 intentos del TUG en los hombres fue 8,78s y en las mujeres de 10,5s, valores que nos indicarían bajo riesgo o riesgo leve de caída para nuestra población, aunque las mujeres presenten mayor riesgo. En nuestro estudio, el TUG medio en las mujeres a partir de los 80 años supera los 10s por lo que consideramos que presentan un riesgo moderado de caída, aunque mantengan su independencia en la movilidad^{129,131}.

Nuestros resultados están en consonancia con los obtenidos por Podsiadlo et al.¹³¹ para los hombres, aunque su media de edad fue de 75 años, y con los de Bischoff en el grupo de mujeres

de 65 a 85 años que realizan el TUG en $\leq 12s$ ²⁰⁰. Coinciden también con los publicados por Lázaro del Nogal et al.¹⁰⁸, con los resultados en los hombres de Lebre et al.¹⁹⁰ para las categorías de 70-79 años y ≥ 80 años, y con los publicados por Steffen et al.²⁰² para los hombres de todas las categorías de edad y con las mujeres < 80 años. Por el contrario, son mejores que los de Abizanda et al.¹²⁶, probablemente porque incluyeron personas institucionalizadas, pero inferiores a los de Pondal et al.²⁰⁰ en ambos sexos y en todas las categorías de edad, pudiendo deberse estas diferencias al menor número de intentos y menor velocidad durante la realización de la prueba.

Se registró también, la duración de cada uno de los intentos de la prueba completa. Los valores medios obtenidos en cada una de ellas son inferiores en cada intento, probablemente por efecto del aprendizaje y/o disminución del temor a su realización.

Al evaluar posibles correlaciones, encontramos, correlaciones positivas con la edad ($r=0,302$; $p<0,001$), similares a las publicadas por Pondal et al.²⁰⁰ ($r=0,25$; $p<0,001$). Además de una alta correlación negativa con la escala de Tinetti ($r=-0,63$; $p<0,001$), similares con la publicada por Lázaro del Nogal et al.^{107,203} ($r=-0,55$), pero inferiores a las publicadas por Roqueta et al.¹²⁹ con población de media de edad más joven (75,2 años), ($r=-0,80$; $p<0,001$) y Rodríguez et al.²⁰⁴ con población más joven (77 años) e institucionalizada ($r=-0,82$; $p<0,001$).

iii) Discusión de los resultados de la valoración del equilibrio

Hemos evaluado el comportamiento del equilibrio estático y dinámico mediante 3 pruebas con la plataforma BBS®, así la como mediante las escalas de Tinetti y la BBS.

Mediante la plataforma BBS®, obtuvimos peores puntuaciones en las mujeres, respecto a los hombres en todas las pruebas y subpruebas realizadas, siendo estas diferencias estadísticamente significativas entre sexos en el índice de estabilidad, el FR y en el test m-CTSIB CF y AE.

A medida que aumenta la edad se observa una tendencia al empeoramiento de la estabilidad postural, siendo esta diferencia estadísticamente significativa entre las categorías de 75-79 y 85-89 años, en todas las pruebas y subpruebas realizadas, excepto en el FR y en las subpruebas del IAP y m-CTSIB CE, aunque si se observa en ellas una tendencia al empeoramiento de los resultados con la edad. El FR y la subprueba m-CTSIB CE no se correlacionan de forma significativa con la edad.

No hemos encontrado estudios publicados con muestras de las mismas características o similares a la nuestra y que hayan realizado el mismo protocolo de evaluación mediante la plataforma BBS® y con los que podamos hacer comparaciones directas.

Los resultados obtenidos en las 3 pruebas en ambos sexos y en todas las categorías de edad se han mantenido en los rangos de normalidad prefijados en la plataforma¹⁷¹, pudiendo deducir que nuestra población goza de un buen equilibrio. Durante la prueba del índice de estabilidad el 98%

de las personas se han desplazado hacia la zona A, situando el eje del cuerpo el 60% del tiempo de duración de la prueba en los cuadrantes I y IV, es decir, hacia el lado derecho de su cuerpo.

Nuestros resultados son mejores que los obtenidos por Corzo et al.¹⁷². Estos autores evaluaron a 14 personas (85,71% mujeres) institucionalizadas en Cáceres, con una media de edad de 75,6 años, en los que al realizar la prueba del FR obtuvieron unos resultados de 4,53°. Probablemente la diferencia en los resultados radica en las características antropométricas de su población y el hecho de estar institucionalizadas. Las personas institucionalizadas son más frágiles, tienden a presentar un mayor déficit de fuerza, de movilidad y un peor equilibrio¹⁷². También son mejores que los de Cho et al.²⁰⁵, que estudiaron 86 personas (50% mujeres) >65años con una media de edad 69,8 años, residentes en la comunidad en Corea del Sur. Estos autores estudiaron de forma independiente a las personas con historia de caídas recientes (n=31) en las que obtuvieron valores de índice de caídas de 3,5°, respecto a las que no habían caído (n=55) que para este mismo índice obtuvieron unos resultados de 2,2°, diferencias entre ambos grupos estadísticamente significativas.

Por el contrario, hemos obtenido peores resultados que Parraca et al.¹⁷⁵. Estos autores evaluaron a 45 personas (91,11% mujeres) residentes en la comunidad >60 años, con una media de edad de 66 años y obtuvieron una media del FR de 1,44° y un índice de estabilidad de 0,56°. Aunque las pruebas realizadas en este estudio y el nuestro siguen el mismo protocolo, su población era más joven y posiblemente esta pueda ser la causa de sus mejores resultados.

En relación a la prueba del test m-CTSIB, nuestros valores medios son peores a los del estudio de Choy et al.²⁰⁶. Estos autores realizaron esta misma prueba mediante la plataforma Neurocom Force-Plate System (Balance Master 6.0, NeuroCom, OR) a 88 mujeres de 70-79 años y obtuvieron una media de 0,211° en m-CTSIB AF, de 0,325° en m-CTSIB CF, de 0,932° en m-CTSIB AE y de 4,04° en m-CTSIB CE, valores mejores que los nuestros excepto en la subprueba m-CTSIB CE quizás porque en su muestra participaban mujeres de <75 años. Estos autores concluyen que la edad, la visión y la superficie de apoyo (firme versus goma espuma) influyen significativamente en la estabilidad postural.

Al evaluar posibles correlaciones, encontramos correlaciones positivas con significación estadística entre el índice de estabilidad y la edad ($r=0,152$; $p<0,002$), y todas las subpruebas del m-CTSIB y el puntaje, excepto en la m-CTSIB CE. Choy et al.²⁰⁶ encontraron correlación significativa con la edad en las pruebas m-CTSIB AF, m-CTSIB CF, m-CTSIB AE ($r=0,226-0,386$), algo superior a la nuestra ($r=0,112-0,204$). Al igual que en nuestro estudio, tampoco encontraron correlación entre la edad y la m-CTSIB CE. Sin embargo, Shahudin et al.²⁰⁷ en un estudio realizado con 200 mujeres sanas de 20 a 73 años si encontraron una fuerte correlación con la edad ($r=0,693$). A diferencia de nuestro estudio ellos realizaron un análisis entre las categorías

de edad por decenios, concluyendo que la edad fue el principal factor contribuyente al resultado del FR.

Dada la importancia del FR, hemos correlacionado este índice con la FP máx, la velocidad, la escala de Tinetti y la BBS, observando una correlación negativa con significación estadística para cada una de ellas, aunque no lo hemos podido contrastar por falta de bibliografía.

Al analizar los resultados obtenidos con la escala de Tinetti, observamos como las mujeres obtienen peores puntuaciones que los hombres, en todas las categorías de edad. Las diferencias entre ambos sexos son únicamente significativas en la subescala de la marcha. Salvà et al.¹³⁰ analizaron el número de errores de los ítems de la escala, observando un mayor número de errores en las mujeres, obteniendo al igual que nosotros una puntuación inferior en las mujeres. Los valores medios obtenidos en nuestro estudio de la escala total de Tinetti, excepto en las mujeres de 85-89 años, son ≥ 25 puntos, lo que nos indicaría que nuestra población tiene bajo riesgo de caída^{101,128,129}.

En las tres categorías de edad se obtienen unas medias que disminuyen cada quinquenio, siendo las diferencias significativas en la escala total de Tinetti y en ambas subescalas entre los 75-79 años y los 85-89 años. En los hombres el empeoramiento observado en la escala de Tinetti, obtiene significación estadística entre las categorías anteriormente mencionada y entre los 80-84 años y los 85-89 años, en la subescala de la marcha. Salvà et al.¹³⁰ observaron que a partir de los 75 años la mediana de errores del test de Tinetti se eleva a 3, este hecho se asocia a una mayor discapacidad y a una peor autopercepción de la salud.

Finalmente, los resultados obtenidos de la BBS fueron también inferiores en las mujeres, siendo las diferencias entre sexos significativas.

En las tres categorías de edad se obtienen unas medias de la BBS, que disminuyen cada quinquenio, siendo las diferencias significativas entre los 75-79 años y los 85-89 años, y entre los 80-84 años y los 85-89 años. Los resultados en ambos sexos por quinquenios disminuyen significativamente entre los 75-79 años y los 85-83 años.

Nuestros resultados de la BBS están en consonancia con los publicados, para una población sin historia previa de caídas 6 meses antes del inicio del estudio, diseñado por Shumway-Cook et al.²⁰⁸, en Seattle, USA y por Jeon et al.²⁰⁹ en Corea del Sur, en mayores de 65 años, residentes en la comunidad.

En todas las categorías de edad y en ambos sexos los valores de la media y DS obtenidos de la BBS son ≥ 41 puntos. Este hecho nos indicaría que nuestra población estaría clasificada como población con bajo riesgo de caída. Los resultados están en consonancia con los obtenidos con la escala de Tinetti total y subescalas y con las puntuaciones de las pruebas realizadas con la

plataforma BBS®, para el riesgo de caída. Sin embargo, al igual que en los resultados de la escala de Tinetti el grupo de mujeres de 85-89 años obtiene puntuaciones <45, valor considerado por algunos autores como umbral de riesgo de caídas^{133,134,202}.

Al evaluar la correlación de la edad con la escala de Tinetti, sus subescalas y la BBS encontramos correlaciones negativas con significación estadística, en todas ellas, siendo la correlación con la BBS superior ($r=0,304$) a la de la escala de Tinetti. En nuestro estudio hemos hallado una fuerte correlación significativa, entre la escala de Tinetti y BBS ($r=0,758$; $p<0,001$), en consonancia con la publicada por Berg et al. en 1992 ($r=0,76$)²¹⁰. Sin embargo la correlación entre la BBS y la subescala de equilibrio de Tinetti ($r=0,673$; $p<0,001$) fue algo inferior a la publicada por Steffen et al.²⁰²

7.2. Discusión del análisis II i III

Los datos descriptivos basales de la muestra, mostraron una distribución normal y tras la aleatorización se realizó un análisis de las principales variables físicas y la edad entre las personas asignadas al GC y al GI, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas, salvo en la variable del índice estabilidad IAP. Este índice es conjuntamente con el IML el responsable del valor de la IEG, entre cuyas medias no se han encontrado diferencias significativas. Este análisis nos permite afirmar que los grupos obtenidos en la aleatorización son homogéneos. En consecuencia, la muestra poblacional para los GC y GI, son comparables.

En el GI se incluyeron 196 personas que siguieron el programa de ejercicios de prevención de caídas diseñado, basado en el OEP^{145,146,150} en modalidad grupal y adaptado a nuestro ámbito asistencial en AP, con una duración presencial de 12 h durante un total de 6 semanas. En el GC se incluyeron 205 personas que siguieron con su vida cotidiana.

A los 3 y 12 meses de finalizar la intervención, que también denominamos posintervención y final respectivamente, todos los participantes que continuaron voluntariamente en el estudio fueron de nuevo evaluados. Un total de 127 personas completaron las PF en los 3 tiempos (basal, posintervención y final). En paralelo, el EM contactó telefónicamente con los/las participantes, a los 3 meses (posintervención), 6 meses y 12 meses (final) para obtener información en relación con las caídas en este periodo y sus consecuencias. En esta monitorización participó el 98% de la muestra basal.

i) Discusión de los resultados de la fuerza

La FP máx de la mano dominante analizada a los 3 y 12 meses posintervención, muestra una disminución, con significación estadística, con la edad y para ambos sexos. La disminución promedio por año de la FP máx en los hombres fue mayor que en las mujeres, siendo esta disminución inferior a la descrita por Auyeung et al.¹⁸⁷. Estos autores publicaron una disminución de la FP máx en los hombres de 0,94 kg por año, en la categoría de 75-79 años y 0,98 kg para los

mayores de 80 años. Al contrario que en nuestro estudio la pérdida fue mayor en las mujeres que en los hombres. Estas diferencias se pueden explicar por la diferencia entre la raza y las características antropométricas de ambas poblaciones de estudio. En los >80 años desde la evaluación basal a la final los valores medios fueron <30kg en los hombres y <17kg en las mujeres, valores, como ya hemos dicho anteriormente, considerados criterios de fragilidad⁶¹.

En los hombres, si bien la media inicial de la FP máx es menor en el GI que en el GC, al finalizar el estudio los participantes del GI logran alcanzar valores superiores a los del GC, en todas las categorías de edad. A los 12 meses, los hombres del GC empeoran sus resultados respecto a la evaluación basal, en todas las categorías de edad. Aunque el programa de ejercicios influyó positivamente en la mejora de la fuerza de los hombres del GI, las diferencias respecto al GC no fueron estadísticamente significativas.

En las mujeres, de ambos grupos, se observa una disminución significativa de la FP máx entre la evaluación basal y posintervención, manteniéndose, sin embargo, estable entre la evaluación posintervención y final

Nuestros resultados están en consonancia con el estudio de Tuvemo Johnson et al.²¹¹. Estos autores evaluaron la FP máx de la mano derecha mediante un dinamómetro Jamar®, en 175 participantes (69,7% mujeres) ≥ 75 años residentes en la comunidad, con una media de edad de 83 años. El GC (n=56) siguió su vida cotidiana, un GI realizó el OEP (n=61) y un segundo GI (n=58) realizó el OEP más entrevistas motivacionales para favorecer la adherencia al ejercicio. A los 12 meses no encontraron diferencias significativas entre los GI y GC.

Por el contrario, Martins et al.²¹² hallaron mejoras significativas de la FP máx en el GI respecto al GC. Estos autores evaluaron mediante un dinamómetro Jamar®, la FP máx obtenida en un solo intento, en 34 participantes (76,50% mujeres) de edad media 83,24 años residentes en la comunidad, en Portugal. El GI (n=18) realizó un programa modificado del OEP de 8 semanas de duración (3 veces/semana) y el GC (n=16) continuó con su vida cotidiana. Las diferencias con nuestro estudio estriban en el diseño del programa, duración e intensidad, así como la valoración tras la inmediata finalización de este, lo que pudo influir en los resultados. Sin embargo, el tamaño de la muestra tanto del GC como del GI, es muy inferior a la nuestra.

Dadgari et al.²¹³ estudiaron 317 personas de la región de Shahroud, Irán, distribuidas en un GI (n=160) que realizaron el OEP y un GC (n=157) encontrando mejoras significativas de la FP máx en el GI respecto al GC. Evaluaron la fuerza de las extremidades superiores mediante el Arm Curl Test (el número de flexiones del brazo dominante en 30s con un peso en la mano). Si bien el GI logró una mejora significativa de la fuerza, el resultado no es comparable con nuestro estudio al utilizar un instrumento de medición que no valora la FP específicamente.

Al analizar los resultados de la FP media de los 3 intentos con la mano dominante, en ambos sexos, observamos una tendencia al empeoramiento de los valores con la edad, pero esta pérdida únicamente fue significativa en los hombres. La pérdida de FP media anual al igual que ocurre con la FP máx, es mayor en los hombres que en las mujeres.

En los hombres del GC se observa una disminución de la FP media, con significación estadística, entre la evaluación basal y posintervención con respecto a la evaluación final, mientras que los participantes del GI obtienen mejoras de la FP media en todas las categorías de edad en la evaluación final con respecto a la basal, pudiendo ser consecuencia de la eficacia del programa de ejercicios realizado.

En el caso de las mujeres, en ambos grupos, se observa una disminución de la FP media con el tiempo, sin embargo, esta pérdida de fuerza es sólo significativa entre la evaluación basal y posintervención en el GI.

Liew et al.²¹⁴ evaluaron la FP media (3 intentos) en ambas manos, de 48 participantes (79,16% mujeres) >65 años (79 años de media), residentes en la comunidad en Malasia, pero con antecedentes de al menos dos caídas o una caída con consecuencias físicas en los 12 meses previos al estudio. Las personas del GI (n=34) realizaron un programa basado en el OEP modificado. A los 6 meses posintervención, la FP media del GC fue significativamente más baja en comparación con el valor inicial, mientras que el GI logró mejoría de la FP media, pero al igual que en nuestro estudio estas diferencias no fueron significativas.

Sin embargo, son muy pocos los estudios publicados en relación a la eficacia del OEP sobre la fuerza de extremidades superiores, quizás porque los ejercicios de OEP no trabajan específicamente la fuerza de dichas extremidades, aunque indirectamente las manos participen en la realización de gran parte de los ejercicios. En nuestro estudio, el hecho de demorar la valoración a los 3 meses de la finalización del programa puede influir en los resultados obtenidos. A pesar de ello, observamos un efecto positivo del programa al frenar la pérdida de fuerza al igual que obtuvieron Liew et al.²¹⁴. La fuerza de las extremidades superiores es quizás menos importante que la fuerza de las extremidades inferiores en relación a las caídas, pero está altamente relacionada con la sarcopenia y la fragilidad de las personas, de ahí la importancia de su valoración.

En relación a los resultados obtenidos con la evaluación de la P de las extremidades inferiores, hemos observado de nuevo que la P disminuye con la edad en ambos sexos. Esta disminución es estadísticamente significativa en las mujeres, siendo también, la disminución anual mayor en las mujeres que en los hombres, tanto de la P máx como de la P media. No hemos encontrado estudios publicados con los que contrastar nuestros resultados.

En los hombres, cuando se comparan los resultados obtenidos de la P en relación al tiempo, se observa una disminución significativa de la P máx y de la P media. En el GC el empeoramiento de la P máx entre la evaluación posintervención y final es estadísticamente significativo, mientras que para la P media la pérdida de potencia es significativa entre la evaluación basal y posintervención con respecto a la evaluación final. En el GI la pérdida global de P es menor que para el GC, pero sin diferencias significativas. En la categoría de 80-84 años del GI se observa una tendencia a la mejoría de la P en la evaluación final, en contraposición a la pérdida que muestran los del GC. De este modo, el programa de ejercicios en los hombres podría ejercer un efecto beneficioso sobre la P de las extremidades inferiores, al igual que ocurría con la FP. En las mujeres, por el contrario, se observa una tendencia a la disminución de la P en todas las categorías de edad desde la valoración basal a la final, no observándose cambios relacionados con la intervención.

No nos es posible comparar nuestros resultados con otros estudios dada la falta de publicaciones que evalúan la eficacia del OEP sobre la P de las extremidades inferiores, sin embargo, si hemos encontrado estudios que evalúan la eficacia del OEP sobre la fuerza de extremidades inferiores. Dada la relación directa entre potencia y fuerza, contrastaremos nuestros resultados con dichas publicaciones, que en la mayoría utilizan el 30-s CST como instrumento de medición, prueba que es totalmente indirecta. Sumándose además la gran variabilidad del OEP que se utilizan en las diferentes publicaciones.

En los cuatro ensayos que se realizaron para definir el OEP¹⁴⁵⁻¹⁴⁸ y su eficacia sobre la disminución del riesgo de caída, también se evaluó la fuerza de las extremidades inferiores mediante distintas pruebas, encontrando únicamente mejora de la fuerza a los 6 meses de la intervención con el 5X STS Test. Así, nuestros resultados estarían en consonancia con los autores anteriormente citados¹⁴⁵⁻¹⁴⁸, así como con otros estudios posteriores, entre los que destacan los de Liu-Ambrose et al.²¹⁵, Binns et al.²¹⁶ y Bjerk et al.²¹⁷.

Recientemente, la publicación de Shubert et al.²¹⁸, que evalúa 210 participantes (68,6% mujeres) de edad media 80,0 años, obtiene una mejoría significativa de la fuerza de extremidades inferiores en el GI tras 8 semanas de seguir el OEP. Martins et al.⁹¹ tras 8 semanas de realización de la intervención con el OEP modificado también obtuvieron mejoras significativas entre GI y GC, así como, Dadgari et al.²¹³ a los 12 meses. Quizás la duración superior del programa y la frecuencia semanal, puedan explicar la diferencia con nuestros resultados, aunque el número de participantes en sus estudios ha sido inferior al nuestro.

Waters et al.¹⁵⁸ evaluaron 118 participantes (83,90% mujeres) de edad media 75,5 años, que distribuyeron en 3 grupos. Los dos GI realizaron el OEP grupal, uno con un instructor profesional y el segundo con un voluntario formado, mientras que el GC realizó un programa de ejercicio

aeróbico. La evaluación a los 12 meses mostró mejorías significativas en los GI. A diferencia de nuestro estudio, la edad media fue más joven, las horas de formación fueron inferiores y aunque el programa fue grupal, este se realizó en un centro que permitió la continuidad en la práctica del ejercicio al finalizar la intervención, manteniendo por tanto la adherencia a dicho programa.

Finalmente, Leem et al.²¹⁹ obtuvieron aumentos significativos de la fuerza de flexión plantar de la extremidad inferior derecha como medida indirecta de la fuerza de extremidades inferiores y Punlomso et al.²²⁰ una mejoría de la fuerza isométrica máxima del cuádriceps, en los GI que realizaron el OEP en distintas modalidades. En estos dos estudios los instrumentos de medición y el diseño del programa difieren del nuestro, pudiendo explicar las diferencias con nuestros resultados.

ii) Discusión de los resultados de la valoración de la marcha

Hemos analizado la evolución de la velocidad, la cadencia y la longitud a la zancada a los 3 y 12 meses de finalizar la intervención, en ambos grupos.

La velocidad, la cadencia y la longitud de la zancada disminuyen con la edad en ambos sexos, siendo en el caso de las mujeres la disminución significativa en la velocidad y en la longitud de la zancada. En las mujeres se observa un empeoramiento por año, de estos tres parámetros de la marcha, superior a los hombres.

En los hombres, la velocidad y la cadencia tienden a mejorar en ambos grupos entre la evaluación basal y posintervención. A los 12 meses la velocidad empeora de nuevo en los hombres del GC, siendo los resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación basal, mientras, que en los hombres del GI la velocidad mejora globalmente. A los 12 meses la cadencia disminuye, siendo menor el empeoramiento en el GI, cuyo resultado es similar al obtenido en la evaluación basal. En relación a la longitud de la zancada, en los hombres del GC, esta disminuye significativamente entre la evaluación basal y posintervención respecto a la evaluación final, mientras que en el GI se observa, por el contrario, una tendencia a la mejora de dicho parámetro, que es más importante en la categoría de edad de 80-84 años. De este modo, el programa de ejercicios tiende a mejorar la velocidad, la cadencia y la longitud de la zancada en los hombres.

En las mujeres, en ambos grupos, la velocidad, la cadencia y la longitud de la zancada tienden a mejorar a los 3 y 12 meses. Se han obtenido mejoras significativas de la velocidad entre la evaluación basal y la final, y de forma más importante en el GI de la categoría de edad de 80-84 años. Al finalizar el estudio, los valores medios de la velocidad, únicamente en el grupo de mujeres de 85-89 años, son $<1\text{m/s}$ y $>0,8\text{ m/s}$. También, la cadencia en las mujeres de GI mejora significativamente entre la evaluación posintervención y la final. Quizás el recomendar a las personas del GI que realizaran caminatas diarias, no fue suficiente como para obtener diferencias significativas entre grupos.

Hasta la actualidad no se han publicado estudios del OEP que analicen los parámetros de la marcha con el sistema BTS G-WALK®, lo que dificulta la comparación de nuestros resultados. En la literatura, los métodos de medición utilizados para la valoración de la marcha son muy diversos y no solo incluyen diferentes instrumentos, sino también diferencias en el recorrido, el lugar donde se realiza y la duración de la prueba.

Al igual que en nuestro estudio, en los cuatro ensayos que se realizaron para definir el OEP¹⁴⁵⁻¹⁴⁸ en el que evaluaron la marcha mediante 6MWT, tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el GI que realizó el OEP y el GC que continuó al igual que en nuestro estudio con su vida cotidiana.

En consonancia con nuestro estudio están también los resultados obtenidos por Binns et al.²¹⁶ y Tuvemo Johnson et al.²¹¹ y por Benavent-Caballer et al.¹⁶⁰, estos últimos autores al igual que en nuestro estudio realizaron el OEP en formato grupal, en este caso apoyado por una grabación en DVD. En ninguno de los estudios se encontraron diferencias significativas entre los GC y los GI que realizaron el OEP en distintas modalidades.

Resultados distintos obtuvieron Yoo et al.¹⁶² que analizaron la eficacia del OEP con realidad aumentada en comparación con un GC que realizó el OEP original, sobre los parámetros de la marcha evaluados mediante el sistema GAITRite, en 21 mujeres. A las 12 semanas de la intervención, el GI presentó mejoras significativas en los parámetros de la marcha respecto al GC, aunque hay que tener en cuenta que la muestra es limitada. Leem et al.²¹⁹, también obtuvieron mejoras significativas de la velocidad, la cadencia y la longitud de la zancada en los grupos que realizaron el OEP, en este estudio la edad media de los participantes fue inferior y la intervención más duradera e intensa que la nuestra.

El TUG es un instrumento de medida utilizado con frecuencia en los estudios publicados, para valorar la movilidad en las intervenciones con el OEP¹⁶⁰.

En relación a la evaluación del TUG, en nuestro estudio se observa en ambos sexos, un aumento significativo del tiempo de duración del TUG con la edad. Hemos hallado un empeoramiento anual mayor en las mujeres que en los hombres.

En ambos sexos, los resultados del TUG empeoran tanto en el GC como en el GI, siendo las diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones basal y posintervención con respecto a la evaluación final. Este empeoramiento, a los 12 meses es notable en los hombres y las mujeres ≥ 80 años del GC, cuya puntuación final es ≥ 10 s, umbral relacionado con un mayor riesgo de caída, mientras que, en los hombres del GI se obtuvo una puntuación < 10 s¹²⁹, en todas las categorías de edad. Por el contrario, las mujeres del GI, de 80-84 años, mostraron una tendencia a la mejoría de los resultados entre la evaluación basal y final.

Nuestros resultados coinciden con los estudios de Liu-Ambrose et al.²¹⁵, Binns et al.²¹⁶, Bjerck et al.²¹⁷ y Martins et al.²¹².

Sin embargo, no son concordantes con los de Shubert et al.²¹⁸ y los de Waters et al.¹⁵⁸; ambos estudios hallaron mejorías significativas del TUG tras la realización del programa de ejercicios, probablemente por tratarse de programas distintos en diseño y duración. Tampoco son concordantes con los estudios de Dadgari et al.²¹³ que evaluaron personas con historia de caídas, y Leem et al.²¹⁹, así como con los de Kyrdaalen et al.¹⁵⁷, en cuyo estudio sí obtuvieron mejoras en el TUG a los 3 meses, en el grupo que realizó el OEP en domicilio y en formato grupal, mientras que entre ambos, únicamente las mejoras fueron significativas a los 3 meses en el grupo que realizó el OEP en formato grupal.

Los resultados obtenidos en los distintos estudios mejoran o tienden a mejorar los resultados de la marcha en el grupo que realizó el OEP. En nuestro estudio, si bien no se han encontrado diferencias significativas entre grupos, se observa una tendencia a la mejoría de los resultados en los participantes del GI, siendo mayor esta mejoría en los hombres.

iii) Discusión de los resultados de la valoración del equilibrio

En los resultados de las pruebas de equilibrio realizadas con la plataforma BBS® observamos una tendencia a aumentar sus valores con la edad y, por lo tanto, a empeorar el equilibrio, siendo globalmente las puntuaciones de los hombres mejores que las de las mujeres.

En la prueba del índice de estabilidad postural el IEG experimenta un empeoramiento con la edad, siendo éste estadísticamente significativo, en ambos sexos. El IAP y el IML también aumentan con la edad, pero únicamente en los hombres este empeoramiento tuvo significación estadística. El IEG muestra un empeoramiento anual similar en ambos sexos, aunque los resultados en todas las categorías de edad y tiempos son superiores en los hombres que en las mujeres. En los hombres y en todas las categorías de edad, el equilibrio evaluado mediante la prueba del índice de estabilidad tiende a empeorar entre la evaluación basal, los 3 y 12 meses, siendo este empeoramiento estadísticamente significativo, entre la evaluación basal y la final. En las mujeres del GI, sin embargo, se observa una tendencia a la mejoría del equilibrio estático evaluado mediante el índice de estabilidad, en todas las categorías de edad entre la evaluación basal y a los 3 y 12 meses, aunque esta tendencia a la mejoría no muestra diferencias significativas entre el GC y GI.

El FR tiende a empeorar con la edad, pero sólo con significación estadística en los hombres. Las mujeres obtienen peores puntuaciones que los hombres en todas las categorías de edad y en todos los tiempos, sin embargo, el empeoramiento anual es inferior en las mujeres. Los hombres y las mujeres del GI mejoran significativamente sus resultados entre la evaluación basal y posintervención. Mientras los resultados de los hombres del GC apenas sufren cambios a los 3

meses, para tender a empeorar a los 12 meses, las mujeres <85 años del GC, tienden a mejorar a los 3 y 12 meses. El OEP trabaja específicamente el equilibrio mediante 12 ejercicios¹⁵⁰, pudiendo influir positivamente en la mejora del equilibrio dinámico en el GI.

Finalmente, la puntuación de cada una de las subpruebas de la m-CTSIB y el Puntaje Compuesto en cada uno de los tiempos mantienen valores dentro de la normalidad en relación a la edad. El Puntaje Compuesto empeora con la edad de forma estadísticamente significativa en ambos sexos. En las mujeres, además, los resultados empeoran significativamente con la edad en las subpruebas de la m-CTSIB AF y CF.

Las puntuaciones de todas las subpruebas son mejores en los hombres que en las mujeres, en todas las categorías de edad. Anualmente, las mujeres empeoran más que los hombres, excepto en la subprueba m-CTSIB CE.

Los hombres, independientemente del grupo al que han estado asignados, tienden a mejorar en las cuatro subpruebas entre la evaluación basal y la posintervención, observándose un empeoramiento en la evaluación final. Sin embargo, en la subprueba m-CTSIB CE los hombres del GI, obtienen una mejoría significativa entre la evaluación basal y final.

Las mujeres del GC, experimentan un empeoramiento significativo entre la evaluación posintervención y la evaluación final en las subpruebas m-CTSIB AF y m-CTSIB CF, mientras que, las mujeres del GI presentan una tendencia a la mejoría en todas las subpruebas, excepto en la m-CTSIB CF, entre la evaluación basal y posintervención, y la evaluación final. En la subprueba m-CTSIB CF, se obtuvo un empeoramiento estadísticamente significativo de los resultados entre la evaluación posintervención y la final, tanto en el GC como en el GI. Sin embargo, en la subprueba m-CTSIB CE las mujeres del GI, obtienen una mejoría significativa entre la evaluación basal y final.

A la vista de los resultados de las cuatro subpruebas en ambos sexos, observamos una mejoría significativa del equilibrio en la subprueba de superficie de goma espuma con los ojos cerrados, creemos que puede atribuirse a un efecto del programa de ejercicios realizado.

En general, la intervención de ejercicios realizada tiende a mejorar los resultados del equilibrio estático y dinámico medido con la plataforma BBS®. Hasta la actualidad no se han publicado estudios en los que se evalúe el equilibrio tras realizar el OEP mediante la plataforma BBS®, esto dificulta la comparación de nuestros resultados.

Teniendo en cuenta la diferencia en los instrumentos de medición del equilibrio utilizados en las escasas publicaciones, hecho que dificulta la comparación de resultados, podemos decir que nuestro estudio está en consonancia con los ensayos que se realizaron para definir el OEP¹⁴⁵⁻¹⁴⁸ y únicamente Campbell et al.¹⁴⁵, utilizando el Functional Reach test y el 4-test balance, sólo

obtuvieron una mejoría en el equilibrio evaluado mediante esta última prueba, a los 6 meses, en el grupo que realizó el OEP.

Tuvemo Johnson et al.²¹¹, en su estudio con 175 participantes, tampoco hallaron diferencias significativas entre los grupos utilizando, en este caso, la escala Mini-BES test.

Binns et al.²¹⁶ evaluaron el equilibrio mediante el Step test, en 29 mujeres ≥ 80 años, residentes en la comunidad, divididas en un GI que realizó el OEP y un GC, sin encontrar tampoco diferencias significativas a los 6 meses, aunque su muestra es muy reducida.

Por el contrario, otros autores como Shubert et al.²¹⁸ con 210 participantes y Martins et al.²¹² con una muestra más reducida, sí hallaron mejoría significativa del equilibrio, evaluado en ambos estudios mediante el Four-Stage Balance test además del Step test en el segundo estudio, en el GI que realizó el OEP.

Al analizar los resultados obtenidos con la escala de Tinetti, observamos que, en ambos sexos, las puntuaciones empeoran significativamente con la edad, mientras que en la subescala de la marcha no hemos obtenido resultados con significación estadística. El empeoramiento anual es muy similar en ambos sexos, siendo algo superior en las mujeres.

Los hombres del GC tienden a empeorar sus puntuaciones al finalizar el estudio, tanto en la escala de Tinetti como en ambas subescalas. Este empeoramiento es únicamente significativo entre las evaluaciones basal y posintervención con respecto a la evaluación final, en la escala de Tinetti y en la subescala del equilibrio. Por el contrario, en los hombres del GI, los resultados obtenidos de la escala de Tinetti y de ambas subescalas, tienden a mejorar a los 3 y 12 meses, siendo esta mejora estadísticamente significativa entre la evaluación basal y posintervención, en la escala de Tinetti y en la subescala de la marcha.

Cabe destacar que, cuando comparamos la puntuación de la subescala del equilibrio de los hombres del GC y los del GI, obtenemos una mejoría estadísticamente significativa, lo que nos permite afirmar que la intervención es eficaz en la mejora del equilibrio, evaluado mediante la escala de Tinetti.

Las mujeres, tanto del GC como del GI obtienen mejoras en las puntuaciones de la escala de Tinetti y en ambas subescalas a lo largo del periodo de estudio, siendo esta mejora estadísticamente significativa en la escala de Tinetti, entre la evaluación basal y posintervención. Destaca que las mujeres del GC, en este mismo periodo, obtienen mejoras significativas en la subescala de la marcha, mientras que las del GI mejoran significativamente en la subescala del equilibrio. Una explicación a este hallazgo podría darse por el hecho de que las participantes del GC fueron monitorizadas de forma más estrecha que habitualmente, mientras que las participantes del GI trabajaron específicamente ejercicios de equilibrio, incluidos en el OEP¹⁵⁰

diseñado. En las mujeres no se obtienen diferencias significativas entre grupos dado que todas tienden a mejorar sus resultados en la evaluación posintervención.

Nuestros resultados están en consonancia con los publicados por Beato et al.²²¹ en un estudio con 30 participantes (77,4% mujeres) de edad media 87,3 años, residentes en domicilios asistidos por precisar cuidados y ayudas en algunas de las actividades básicas de la vida diaria. Tras realizar un programa domiciliario basado en el OEP, los participantes presentaron una mejoría significativa de la puntuación en la escala de Tinetti. A pesar de obtener mejoras significativas su población de estudio no es completamente comparable con la nuestra por tratarse de personas parcialmente dependientes. No hemos encontrado otras publicaciones que evalúen los resultados del OEP mediante la escala de Tinetti, por lo que no podemos comparar nuestros resultados. En nuestra opinión esta escala es relevante ya que nos proporciona información de las alteraciones de la marcha y el equilibrio, aspectos directamente relacionados con el riesgo de caída en las personas mayores^{102,130}.

Finalmente, al analizar los resultados obtenidos de la evaluación del equilibrio con la BBS, observamos que las puntuaciones disminuyen significativamente en ambos sexos con la edad. El empeoramiento que se produce anualmente es similar en ambos sexos, siendo algo mayor en las mujeres.

Los hombres y las mujeres del GC tienden a mejorar las puntuaciones desde la evaluación basal a la posintervención, pero, posteriormente, de los 3 a los 12 meses se observa el efecto contrario, siendo este empeoramiento en los hombres estadísticamente significativo.

Los hombres y las mujeres del GI también tienden a mejorar la puntuación de la BBS, desde la evaluación basal a la posintervención, siendo en las mujeres esta mejora estadísticamente significativa. De los 3 a los 12 meses la puntuación en las mujeres empeora significativamente, consiguiendo las mujeres <85 años una puntuación similar a la obtenida en la evaluación basal. Por lo tanto, la intervención realizada logra mejorar o mantener la puntuación inicialmente obtenida del equilibrio evaluado mediante la BBS, aunque no hayamos encontrado diferencias significativas entre el GC y el GI.

Yoo et al.¹⁶² también obtuvieron mejoras significativas en el grupo de mujeres que realizó el OEP y el que realizó el mismo programa con realidad aumentada, pero su edad media y sus puntuaciones fueron inferiores a las de nuestro estudio y sólo comparable con las mujeres de nuestro estudio ≥ 85 años.

Benavent-Caballer et al.¹⁶⁰ y Punlomsó et al.²²⁰ obtuvieron diferencias significativas en el grupo que realizó el OEP, sus puntuaciones iniciales fueron similares a las nuestras pero su población de estudio, en ambos casos fue mucho más joven, pudiendo influir este hecho en la diferencia de resultados respecto a nuestro estudio.

A diferencia de nuestro estudio, autores como Bjerck et al.²¹⁷, Kyrдалen et al.¹⁵⁷, Dadgari et al.²¹³ y Jahanpeyma et al.²²², mostraron un aumento significativo en la puntuación de la BBS en el GI, aunque en estudios la metodología fue distinta a la nuestra, la media de edad fue inferior al incluir participantes en la franja de 65 a 74 años y en el último estudio, la población estaba institucionalizada. En todos ellos, la puntuación inicial media era muy inferior a la nuestra, con medias <45 puntos. Por el contrario en nuestro estudio las puntuaciones de la BBS se mantienen en el tiempo por encima de 50 puntos, excepto en los mayores de 85 años que, sin embargo, se mantienen por encima de 45 puntos, por lo que como se describe en el artículo de Benavent-Caballer et al.¹⁶⁰, el hecho de que las puntuaciones basales sean tan altas, puede influir en que las mejoras obtenidas no sean significativas.

iv) Efectividad de la intervención con relación a las caídas

De los 393 participantes que aceptaron seguir colaborando con el estudio para el registro de caídas, el 31,6 % (124 participantes) sufrió, al menos, una caída en el año de seguimiento. Este resultado coincide con los datos publicados en los que se considera que el 30% de la población >65 años cae al menos una vez al año^{97,102}. En un estudio realizado por Salvà et al.²²³ en Mataró, Barcelona, con 448 personas ≥ 65 años, residentes en la comunidad, el 32,1% de los/las participantes habían sufrido alguna caída por año. La mayoría de estudios publicados en España, de personas mayores de 64 años, proporcionan unos porcentajes de personas con alguna caída por año que oscila entre el 26,3%-28,4%^{105,111}.

El mayor porcentaje de personas que sufrieron alguna caída durante el año de seguimiento estaban incluidos en el GC, siendo estas diferencias significativas respecto al GI. Nuestros resultados son concordantes con los publicados por Kyrдалen et al.¹⁵⁷ en el grupo que realizó el OEP en formato grupal, así como con los resultados publicados por Dadgari et al.²¹³ y en el metaanálisis de Robertson et al.¹⁴⁷ siendo en este caso la RRR del número de personas que sufrieron una caída durante un año superior al nuestro, demostrando con ello la efectividad del OEP en la reducción de caídas en personas mayores residentes en la comunidad¹⁰³.

Las mujeres, en nuestro estudio cayeron en mayor número que los hombres. En consonancia con la bibliografía publicada en la que a partir de los 65 años las mujeres tienen mayor tasa de caídas que los hombres^{103,109}. El 24,28% de los hombres y el 37,27% de las mujeres sufrieron al menos una caída, porcentajes en concordancia con los del estudio de Salvà et al.²²³ y los de Campbell et al.¹⁰⁹, siendo el porcentaje de caídas en mujeres en este último algo menor. Sin embargo, son superiores a los publicados por Lavedán-Santamaria et al.⁹⁷, quizás por tratarse de un estudio retrospectivo en el que el efecto memoria pudo influir en el número de caídas sufridas. Las mujeres del GI sufrieron un menor número de caídas que las del GC, siendo esta diferencia

estadísticamente significativa. En los hombres, sin embargo, no se observó diferencia significativa entre los GC y GI, pero sí una tendencia a la reducción de caídas en el GI.

En relación a las categorías de edad, únicamente en las personas de 80-84 años, hallamos diferencias significativas a favor del GI. Nuestros resultados están en consonancia con los de Robertson et al.¹⁴⁹ y Campbell et al.¹⁴⁶. Estos autores concluyeron que el OEP consiguió una mayor reducción de caídas en las personas ≥ 80 años.

La media de caídas de nuestra población fue inferior en el GI respecto al GC, con significación estadística. Nuestra media de caídas por persona en el año de seguimiento, en ambos grupos, es inferior a la del estudio de Liu-Ambrose et al.²¹⁵, cuya población de estudio es similar a la nuestra en relación a la edad y sexo, pero sin embargo, estos autores incluyeron a personas con alto riesgo de caída. Esta variable es de sumo interés ya que el 50% de las personas mayores que caen, vuelven a caer en el mismo año^{99,106,107}, siendo las caídas de repetición un factor de riesgo de caída en sí mismo y sobre el que se debería actuar¹⁰⁷.

Nuestro estudio está en consonancia con la evidencia actual en relación a que un programa de ejercicios basado principalmente en ejercicios de fuerza y equilibrio es efectivo en la reducción de caídas^{103,139}, al igual que Robertson et al.¹⁴⁹ que, tras analizar los cuatro ensayos clínicos que definieron el OEP, mostró una reducción del 35% en el número de caídas y de lesiones asociadas a las caídas en el GI. Campbell et al.¹⁴⁶ obtuvieron en las mujeres, un número de caídas significativamente menor en el GI que realizó el OEP en el primer y segundo año de la realización del programa de ejercicios. Liu-Ambrose et al.²¹⁵, en su estudio con 74 participantes >70 años y un GC y un GI que realizó durante 1 año el OEP, no observa una reducción significativa del riesgo de caída a los 6 meses, pero sí observa una reducción significativa del riesgo de caída del 47% al año. Dadgari et al.²¹³ también obtuvieron una reducción significativa de la incidencia de caídas del GI que realizó el OEP respecto a un GC. Sin embargo, otros autores como Waters et al.¹⁵⁸ y Liston et al.¹⁶¹, no encontraron diferencias significativas en el número de caídas en relación a los grupos, quizás porque en ambos casos las personas del GC también realizaron algún tipo de ejercicio dirigido, además en el segundo estudio su población ya había caído al menos 2 veces en el año previo al estudio.

La mayor parte de las caídas de las personas residentes en la comunidad ocurren en el domicilio²⁰³. En nuestro estudio, casi la mitad de las personas cayeron en el domicilio, siendo este porcentaje similar al de Rodríguez-Moliner et al.¹⁰⁵ para su población de estudio de 65-79 años, pero inferior en la población ≥ 80 años (63,6%), así como, los publicados por Tinetti et al.¹⁰², aunque en su muestra incluía personas institucionalizadas. El análisis del lugar donde se produce la caída nos muestra que las caídas en domicilio son significativamente inferiores en el GI, quizás por la mayor interacción en la comunidad de este grupo de personas.

En relación con las fracturas producidas como consecuencia de una caída, las personas del GC sufrieron un mayor número de fracturas que las del GI, siendo las diferencias entre grupos estadísticamente significativas. El número medio de fracturas por participante del GC de nuestro estudio, es similar al del GC del estudio de Liu-Ambrose et al.²¹⁵, mientras que la media de fracturas en su GI fue mayor al de nuestro estudio, tal vez al igual que ocurría en el número de caídas su población tenía alto riesgo de caída. El porcentaje de mujeres que sufrieron una fractura como consecuencia de una caída fue mayor que el de los hombres. En ambos sexos encontramos diferencias significativas entre grupos, con una menor tasa de fracturas en los/las participantes del GI. Sin embargo, nuestro porcentaje de fracturas como consecuencia de una caída es superior a los de la bibliografía publicada en la que se considera que alrededor del 10% de las caídas provocan una fractura¹⁰²⁻¹⁰⁴. En el estudio de Salvà et al.²²³ el 7,7% de las caídas tuvieron como consecuencia una fractura. Rodríguez-Molinero et al.¹⁰⁵ obtuvieron en un año de seguimiento, que un 2,3% de las personas que participaron en su estudio sufrieron alguna fractura, mientras que en las personas que habían caído el porcentaje se elevó al 9,3%; en ambos casos porcentajes inferiores a los nuestros. Párraga-Martínez et al.¹¹¹ recogen un porcentaje de fracturas causadas por las caídas del 8,4%. Tuvemos Johnson et al.²¹¹ en una muestra de 175 participantes, en la que el 42% informaron de una o más caídas en los 12 meses de seguimiento, el 9,5% sufrieron alguna fractura, valores también inferiores a los nuestros, pero ellos, no encontraron diferencias significativas entre el GI y GC.

Analizando las fracturas por categoría de edad, si bien se observa una menor tasa de fracturas en el GI en todas las categorías de edad, únicamente se han obtenido diferencias estadísticamente significativas en la categoría de 80-84 años del total de participantes.

No hemos encontrado, como consecuencia de alguna caída diferencias estadísticamente significativas en la necesidad de atención sanitaria entre ambos grupos. Nuestros resultados son concordantes con el metaanálisis de Robertson et al.¹⁴⁹ (22% de las caídas precisaron atención médica), Campbell et al.¹⁰⁴, Salvà et al.²²³ en cuyo estudio el 21,7% requirió asistencia sanitaria, aunque el porcentaje de asistencia en un CAP y en urgencias hospitalarias fue menor que en nuestro estudio. También son concordantes con los resultados publicados por Rodríguez-Molinero et al.¹⁰⁵ en su estudio de caídas. Estos autores publicaron que el 36,2% precisó asistencia en un CAP, el 23,2% acudió a un servicio de urgencias hospitalario y el 4,6% precisaron hospitalización.

Al analizar el total de la muestra y el grupo de personas que sufrieron alguna caída la necesidad de tratamiento de rehabilitación fue mayor en el GC y estas diferencias fueron estadísticamente significativas respecto al GI. No podemos contrastar estos datos, ya que los estudios publicados relacionados con el OEP no valoran la necesidad de tratamiento de rehabilitación.

Por último, se ha analizado una de las consecuencias psicológicas de las caídas descrita como el miedo a caer. El porcentaje de personas participantes que refieren tener miedo a caer, así como el incremento que se produce en las personas que han sufrido alguna caída se mantienen dentro del rango de prevalencia publicado^{111,115,224}. Los resultados de nuestro estudio se corresponden con los publicados por Párraga-Martínez et al.¹¹¹, en cuyo trabajo el 49,4% de los participantes manifestaron tener miedo a caer y con los de Lavedán-Santamaría et al.⁹⁷ que lo cifran en un 50%. Sin embargo, Salvà et al.²²³ obtuvieron un porcentaje superior al de nuestro estudio (64,4%).

En nuestro estudio el miedo a caer fue superior en las personas participantes en el GC, siendo las diferencias estadísticamente significativas respecto al GI; sin embargo, cuando las personas ya han sufrido alguna caída estas diferencias no logran significación estadística.

Para finalizar es importante destacar que el programa diseñado fue bien aceptado, que no se produjeron efectos adversos durante su práctica, al igual que se recoge en otros estudios publicados con el OEP^{145,161,225}.

Es importante destacar el efecto beneficioso de los encuentros grupales para la realización de los programas de ejercicio en la promoción de la socialización en la población de personas mayores⁹¹. De hecho, en el presente estudio la última sesión presencial de cada uno de los grupos, finalizó siempre y, por iniciativa de los/las propios/as participantes, con una pequeña celebración, reflejo del poder socializador de la práctica de ejercicio en grupo. Kyrдалen et al.¹⁵⁷ concluyeron que el realizar el OEP en formato grupal fue más eficaz que el realizado en el domicilio de forma individualizada en relación a la mejoría de la movilidad, del equilibrio y el estado de salud en personas mayores residentes en la comunidad, recomendando este formato en los programas de prevención de caídas, para esta población. Sin embargo, uno de los problemas de los programas de ejercicios es el de mantener la adherencia, así nuestro porcentaje de asistencia al programa de ejercicio fue menor que la publicada por Kyrдалen et al.¹⁵⁷, atribuible quizás al escaso número de participantes que permitían un control muy directo y a factores culturales propios de su población.

Son muchos los estudios que han aplicado el OEP en distintos formatos y que al igual que en nuestro caso han reducido significativamente las caídas con mejoras en algunos resultados con significación estadística en las PF de fuerza, marcha y equilibrio.

Durante los 12 meses de seguimiento las personas participantes mantuvieron la residencia en su propio domicilio no precisando ser institucionalizadas y no se recogió ningún fallecimiento.

En resumen, creemos que este estudio muestra que un programa de ejercicios grupales basado en el OEP puede mejorar la fuerza, la marcha y el equilibrio en adultos mayores independientes residentes en la comunidad en comparación con un GC. El programa ha mostrado ser seguro, ha

favorecido la socialización y sobre todo ha tenido un impacto positivo en la reducción de las caídas y sus consecuencias.

7.3. Limitaciones y fortalezas

Una de las principales dificultades para la puesta en marcha de este estudio fue el reclutamiento de los sujetos, que quizás por falta de hábito en la participación en ensayos clínicos no farmacológicos pudo producir un sesgo de participación. Quizás las personas que rechazaron participar eran las que tenían peor estado de salud.

Asimismo, pudo existir cierto sesgo y/o ausencia de cegamiento de los/las fisioterapeutas que impartieron el OEP y realizaron al mismo tiempo evaluaciones físicas de seguimiento a los 3 y 12 meses posintervención. Aunque dichas evaluaciones siempre se realizaron con instrumentos de medida objetivables.

Consideramos una limitación del estudio el número de pérdidas en seguimiento de las PF que pudo deberse a falta de motivación, a compromisos previos el día previsto para la evaluación y especialmente a la situación generada tras la declaración del estado de alarma por la pandemia, en marzo de 2020 que obligó a finalizar el trabajo de campo. A pesar de todo, el número de participantes evaluados es significativo y creemos no disminuye la potencia de los resultados.

Los resultados de las PF pudieron no ser un fiel reflejo de sus capacidades físicas. Las pruebas de marcha, que no se han realizado en un laboratorio, se practicaron siempre en un espacio realizaron en un espacio interior, que fue siempre el mismo, con una superficie lisa y sin obstáculos en su recorrido por lo que puede que no reproduzcan exactamente la marcha que realiza el sujeto en la comunidad.

Asimismo, el seguimiento telefónico de la incidencia de caídas, pudo generar un sesgo de memoria, sobre todo, de aquellas caídas que tuvieron pocas consecuencias y que pueden ser olvidadas. Para minimizarlo se realizaron seguimientos cada tres meses. Además, no parece relevante ya que la incidencia global de caídas es consistente con la esperada para la población de estudio.

Finalmente, también debemos tener en cuenta la escasez de publicaciones que utilicen nuestra metodología y algunos de los instrumentos de medida utilizados. Además, debemos considerar la posible existencia de un sesgo de publicación, al no publicarse estudios con resultados negativos.

Consideramos una fortaleza importante el hecho de que nuestro estudio es un ensayo clínico con grupo control doblemente aleatorizado y multicéntrico que ayuda a evitar el sesgo de selección de participantes y del que se obtiene una muestra representativa de la población general de personas ≥ 75 y < 90 años residentes en la comunidad, en un entorno urbano de varias poblaciones de Cataluña. Los dos grupos son perfectamente homogéneos y por lo tanto comparables, siendo la

proporción de participantes con relación al sexo concordante con la proporción de hombres y mujeres de la población de Cataluña en el momento de la selección de la muestra. Además, destacamos la importancia de la monitorización de las caídas por parte de un equipo externo se ha realizado de forma enmascarada con relación a la asignación de los grupos de participantes, que permite reducir el posible sesgo de inducción en las respuestas.

8. CONCLUSIONES

1. El programa de ejercicios basado en el programa de ejercicios OTAGO mejora significativamente el equilibrio, evaluado mediante la escala de Tinetti, en los hombres a los 3 meses posintervención y muestra una tendencia a la mejora no significativa en el resto de pruebas de equilibrio, de la fuerza de prensión manual (FP), la velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud de la zancada, en los mismos. En las mujeres muestra una tendencia de mejora no significativa del equilibrio, la velocidad de la marcha y la longitud de la zancada, pero no logra efectos beneficiosos en la FP.

El programa de ejercicios OTAGO implementado por profesionales capacitados, durante 6 semanas, consigue una menor pérdida observada de la FP, la velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud de la zancada y el equilibrio a los 12 meses. Sin embargo, no se observan beneficios en relación con la potencia de las extremidades inferiores y la movilidad evaluada mediante el test The Timed Up and Go (TUG).

2. La muestra analizada de personas ≥ 75 a 90 años residentes en la comunidad, presenta un bajo riesgo de caídas comparado con otras poblaciones y muestra una buena salud física de los/las participantes, al obtener en la mayoría de las pruebas físicas realizadas valores de fuerza, marcha y equilibrio en el rango de normalidad para edad y sexo.
3. En las mediciones basales, la edad afecta negativamente con significación estadística a la fuerza, la marcha y el equilibrio, en todas las mediciones entre la categoría de 75-79 y la de 85-89 años, excepto en el índice de riesgo de caída (FR) y en el test de integración sensorial y equilibrio modificado en superficie goma espuma con los ojos cerrados (m-CTSIB CE). La edad se correlaciona significativamente con todas las variables físicas excepto con el FR y el m-CTSIB CE.

Respecto al sexo, en las mediciones basales los hombres obtienen mejores puntuaciones, con significación estadística, en todas las pruebas de fuerza, marcha y equilibrio que las mujeres, excepto en la cadencia de la marcha y algunas pruebas de equilibrio (m-CTSIB CE, m-CTSIB AF y la Escala de Tinetti).

Las mujeres sufren mayores pérdidas que los hombres en las puntuaciones de la fuerza y de la marcha, aunque sin significación estadística, a los 12 meses de seguimiento, excepto en la FP, mientras que el empeoramiento del equilibrio es similar en ambos sexos, excepto el FR cuya pérdida es mayor en los hombres.

4. El programa de ejercicios OTAGO implementado es efectivo en la disminución de la tasa de caídas y sus consecuencias a los 12 meses. La intervención muestra una tendencia favorable en todas las categorías de edad y en ambos sexos, y llega a la significación estadística en las mujeres y en el análisis conjunto para la categoría de edad de 80-84 años.

Referente a las consecuencias de las caídas a los 12 meses de la intervención, el GI presenta una reducción significativa de la tasa de fracturas en hombres y mujeres. En el análisis por categorías de edad, la reducción de la tasa de fracturas es significativa en la categoría de 80-84 años.

El número de personas participantes del GI que utilizan el recurso asistencial de rehabilitación, así como las que refieren tener miedo a caer es significativamente menor.

9. LÍNEAS DE FUTURO

Los hallazgos de la presente investigación dan soporte a la implementación de programas de ejercicios para las personas mayores en los que se incluyen ejercicios de fuerza y equilibrio, así como diseñar y desarrollar estrategias e intervenciones específicas sobre todo en los grupos de mayor riesgo de caídas. Este programa de ejercicios basado en el OEP, para prevención de caídas requiere ser replicado en otros entornos clínicos.

Para la identificación de la población de riesgo de caídas, es importante implementar en la práctica clínica en la AP, sistemas de medición que permiten objetivar los parámetros de la fuerza, de la marcha y del equilibrio.

El conocer los datos basales de la fuerza, la marcha y el equilibrio en persona mayores de ≥ 75 a < 90 años de una población urbana residente en la comunidad permiten seguir investigando y conseguir valores de normalidad en esta población.

En estudios futuros sería de interés registrar además periódicamente el nivel de ejercicio logrado y su cumplimiento, así como el beneficio a nivel social y emocional que aporta el programa de ejercicios en formato grupal.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado García AM, Salazar Maya ÁM. Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*. 2014;25(2):57–62.
2. Organización Mundial de la Salud. Caídas. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/details/falls>. 2018. p. 4.
3. Parra Rizo MA. Envejecimiento activo y calidad de vida: análisis de la actividad física y satisfacción vital en personas mayores de 60 años. Universidad Miguel de Hernández Elche (España); 2017.
4. Dabove, M I, Fernández Oliva, M, Nawojczyk E. Persona mayor [Internet]. 2017 [cited 2021 Feb 19]. p. 1–4. Available from: <https://salud.gob.ar/dels/printpdf/67>
5. Urrutia Serrano A. Envejecimiento activo: un paradigma para comprender y gobernar / Active ageing: A paradigm for understanding and governing. *Aula Abierta*. 2018;47(1):29.
6. United Nations Department of Public Information. Informe de la ONU. Perspectiva Población Mund 2019. 2019;2050:2.
7. Ministerio de Sanidad. Indicadores de Salud 2020. Evolución de los indicadores del estado de salud en España y su magnitud en el contexto de la Unión Europea. Madrid. Ministerio de Sanidad, 2020 [Internet].[Consultado 15 Enero 2021] [Internet]. 2020. 1–344 p. Available from: https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/docs/Indicadores_de_Salud_2020.pdf
8. Ministerio de Sanidad Consumo y Bienestar Social. Esperanzas de vida en España, 2017 [Internet]. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social; 2019. 72 p. Available from: www.mscbs.gob.es
9. Idescat. Anuario estadístico de Cataluña. Población a 1 de enero. Por sexo y grupos de edad [Internet]. [cited 2020 Oct 10]. Available from: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=253&lang=es>
10. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud, OMS [Internet]. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. 2015. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
11. Organización Mundial de la Salud. Década del Envejecimiento Saludable 2020-2030 [Internet]. 2020 [cited 2021 Jul 3]. p. 31. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/decade-of-healthy-ageing/decade-proposal-final-apr2020rev-es.pdf?sfvrsn=b4b75ebc_25&download=true

12. Ministerio de Sanidad SS e I. Documento de consenso sobre prevención de fragilidad y caídas en la persona mayor. Estrategia de Promoción de la Salud y Prevención en el SNS. Ministerio de Sanidad SS e I, editor. Madrid: www.msssi.gob.es; 2014. 82 p.
13. Abellán García A, Aceituno Nieto P, Pérez Díaz J, Ramiro Fariñas D, Ayala García A, R. PR. Un perfil de las personas mayores en España, 2019. Indicadores estadísticos básicos [Internet]. Informes envejecimiento en red. Madrid; 2019. Available from: <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/enred-indicadoresbasicos2019.pdf>
<http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/enred-indicadoresbasicos16.pdf>
14. ONU. Plan De Acción Envejecimiento. Onu [Internet]. 1982;1–47. Available from: http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/doctos_institucionales/plan_viena_1982.pdf
15. Segunda Asamblea Mundial sobre, el Envejecimiento. Declaracion Política E Internaccionalp. 2002;62. Available from: <https://social.un.org/ageing-working-group/documents/mipaa-sp.pdf>
16. Kalache A, Gatti A. Active ageing: a policy framework. *Adv Gerontol.* 2003;11:7–18.
17. Martínez T, Gonzales C, Castellon G, Gonzalez Belkis. El envejecimiento, la vejez y la calidad de vida: ¿éxito o dificultad? *Finlay.* 2018;8(1):7.
18. Petretto DR, Pili R, Gaviano L, Matos López C, Zuddas C. Envejecimiento activo y de éxito o saludable: una breve historia de modelos conceptuales. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2016;51(4):229–41.
19. Rowe JW, Kahn RL. Human Aging: Usual and Successful. *Science (80-).* 1987;237(4811):143–9.
20. Bowling A, Dieppe P. What is successful ageing and who should define it? *Br Med J.* 2005;331(7531):1548–51.
21. Zubero Beaskoetxea I. Envejecimiento activo y participación política / Active ageing and political participation. *Aula Abierta.* 2018;47(1):21.
22. European Council. Council conclusions on Active Ageing. *Soc Policy.* 2010;32(June):1–7.
23. Organización Mundial de la Salud. 65ª Asamblea Mundial de la Salud. Decisiones y lista de resoluciones. Vol. 65. 2012.
24. Mancilla Solorza E, Ramos F. S, Morales B. P. Fuerza de prensión manual según edad, género y condición funcional en adultos mayores Chilenos entre 60 y 91 años. *Rev Med Chil.* 2016;144(5):598–603.
25. Martín C, Giné M, Fortuño J, Guerra M. Models teòrics i programació d'activitat física en

- l'envelliment. *Aloma*. 2012;30(1):35–44.
26. Dinan S, Gawler S. El Manual de LLT 'Cómo enseñar el Programa de Ejercicios de Otago'. 2014;(May):1–106.
 27. Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(4):24–7.
 28. Guede Rojas F, Chiroso Ríos LJ, Vergara Ríos C, Fuentes Contreras J, Delgado Paredes F, Valderrama Campos MJ. Fuerza prensil de mano y su asociación con la edad, género y dominancia de extremidad superior en adultos mayores autovalentes insertos en la comunidad. Un estudio exploratorio. *Rev Med Chil*. 2015;143(8):995–1000.
 29. Granacher U, Zahner L, Gollhofer A. Strength, power, and postural control in seniors: Considerations for functional adaptations and for fall prevention. *Eur J Sport Sci*. 2008;8(6):325–40.
 30. Rubenstein LZ, Josephson KR. Falls and Their Prevention in Elderly People: What Does the Evidence Show? *Med Clin North Am*. 2006;90(5):807–24.
 31. Rojas Bermúdez C, Buckcanan Vargas A, Benavides Jiménez G. Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor. *Rev Medica Sinerg*. 2019;4(5):24–34.
 32. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31.
 33. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardised approach. *Age Ageing*. 2011;40(4):423–9.
 34. Bassey EJ, Harries UJ. Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clin Sci*. 1993 Mar;84(3):331–7.
 35. Bohannon RW. Grip strength: An indispensable biomarker for older adults. *Clin Interv Aging*. 2019;14:1681–91.
 36. Bohannon RW, Bear-Lehman J, Desrosiers J, Massy-Westropp N, Mathiowetz V. Average grip strength: a meta-analysis of data obtained with a Jamar dynamometer from individuals 75 years or more of age. *J Geriatr Phys Ther*. 2007;30(1):28–30.
 37. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2008;31(1):3–10.
 38. Bohannon RW. Muscle strength: Clinical and prognostic value of hand-grip

- dynamometry. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2015;18(5):465–70.
39. Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *J Am Med Assoc*. 1999;281(6):558–60.
 40. Torres Coscoyuela M, González del Pino J, Yáñez Calvo J B del VE. Estudio dinámico de la mano y el pulgar. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 1999;43(5):321–6.
 41. Mullerpatan RP, Karnik G, John R. Grip and pinch strength: Normative data for healthy Indian adults. *Hand Ther*. 2013;18(1):11–6.
 42. Mayordomo MM. Análisis dinámico de la mano: valores normativos en la población española. [Internet]. 2011. 249 p. Available from: isbn: 978-84-694-2683-8
 43. Zijlstra W, Bisseling RW, Schlumbohm S, Baldus H. A body-fixed-sensor-based analysis of power during sit-to-stand movements. *Gait Posture*. 2010;31(2):272–8.
 44. Lindemann U, Claus H, Stuber M, Augat P, Mücke R, Nikolaus T, et al. Measuring power during the sit-to-stand transfer. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(5):466–70.
 45. Bean JF, Leveille SG, Kiely DK, Bandinelli S, Guralnik JM, Ferrucci L. A Comparison of Leg Power and Leg Strength Within the InCHIANTI Study: Which Influences Mobility More? *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. 2003;58(8):M728–33.
 46. Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(3):461–7.
 47. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*. 1995;332(9):556–62.
 48. Gray M, Paulson S. Developing a measure of muscular power during a functional task for older adults. *BMC Geriatr*. 2014;14(1):4–9.
 49. Lindemann U, Farahmand P, Klenk J, Blatzonis K, Becker C. Validity of linear encoder measurement of sit-to-stand performance power in older people. *Physiotherapy*. 2015;101:298–302.
 50. Manini TM, Everhart JE, Patel K V., Schoeller DA, Colbert LH, Visser M, et al. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *J Am Med Assoc*. 2006;296(2):171–9.
 51. Glenn JM, Gray M, Binns A. Relationship of sit-to-stand lower-body power with functional fitness measures among older adults with and without sarcopenia. *J Geriatr Phys Ther*. 2017;40(1):42–50.

52. Mora Vicente J, Mora Rodríguez H, González Montesinos JL, Ruiz Gallardo P, Ares Camerino A. Medición del grado de aptitud física en adultos mayores. *Atención Primaria*. 2007;39(10):565–8.
53. Lindemann U, Mohr C, Machann J, Blatzonis K, Rapp K, Becker C. Association between thigh muscle volume and leg muscle power in older women. *PLoS One*. 2016;11(6):1–10.
54. Comella Cayuela A, Casas Baroy JC, Javierre CF, Garrido E, Serra Jubany À, Puigdesens P. Fuerza prensil de la mano asociada al grado de autonomía y riesgo de caída en ancianos. 2011;1–19.
55. Medina González P. Evaluación de parámetros cinemáticos de marcha confortable y máxima en adultos mayores válidos chilenos. *Fisioterapia*. 2016;38(6):286–94.
56. Martín Noguera A, Calvo Arenillas JL, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Sánchez Sánchez C. Fases de la Marcha Humana. *Rev Hibernoamericana Fisioter y Kinesiol*. 1999 Jan 1;2(1):44–9.
57. Alfaro-Salas KI, Espinoza-Sequeira W, Alfaro-Vindas C, Calvo-Ureña A. Patrón de marcha normal en adultos mayores costarricenses. *Acta méd costarric*. 2019;61(3):104–10.
58. Saucedo Romero MA. Valoración de la Marcha Humana. Universidad Nacional Autónoma de México; 2009.
59. Vargas L, Caicedo PE, Salinas SA, Sierra WA. Protocolo de Evaluación de un Sistema para Medición de Parámetros de Tiempo de la Marcha Humana. In: IX Congreso Iberoamericano de Tecnologías de Apoyo a la Discapacidad. 2017. p. 32–9.
60. Cámara Tobalina J. Gait analysis: phases and spatio-temporal variables. *Entramado*. 2011;7(1):160–73.
61. Samitier Pastor CB. Capacidad funcional, marcha y descripción del músculo en individuos ancianos [Internet]. Universitat Autònoma de Barcelona; 2015. Available from: <http://www.tesisenred.net/handle/10803/378374>
62. Calderón D MJ, Ulloa J RA. Cambios asociados al envejecimiento normal en los parámetros angulares de la marcha a una velocidad controlada. *Rev Med Chil*. 2016;144(1):74–82.
63. Keijsers NLW, Stolwijk NM, Renzenbrink GJ, Duysens J. Prediction of walking speed using single stance force or pressure measurements in healthy subjects. *Gait Posture*. 2016 Jan;43:93–5.
64. Sgaravatti A, Santos D, Bermúdez G, Barboza A. Velocidad de marcha del adulto mayor funcionalmente saludable. *An la Fac Med*. 2018;5(2):93–101.

65. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: Reference values and determinants. *Age Ageing*. 1997;26(1):15–9.
66. Fritz S, Lusardi M. White Paper: “Walking Speed: the Sixth Vital Sign” : *Journal of Geriatric Physical Therapy*. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32(2):2–5.
67. Varela Pinedo L, Ortiz Saavedra PJ, Chávez Jimeno H. Velocidad de la marcha como indicador de fragilidad en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2010;45(1):22–5.
68. Jerome GJ, Ko S, Kauffman D, Studenski SA, Ferrucci L, Simonsick EM. Gait characteristics associated with walking speed decline in older adults: results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015;60(2):239–43.
69. Montero-Odasso M, Muir SW, Hall M, Doherty TJ, Kloseck M, Beauchet O, et al. Gait variability is associated with frailty in community-dwelling older adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2011;66 A(5):568–76.
70. Inzitari M, Newman AB, Yaffe K, Boudreau R, De Rekeneire N, Shorr R, et al. Gait speed predicts decline in attention and psychomotor speed in older adults: The health aging and body composition study. *Neuroepidemiology*. 2008;29(3–4):156–62.
71. Rubenstein LZ. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006;35(SUPPL.2):37–41.
72. Haro M. Laboratorio de análisis de marcha y movimiento. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2014;25(2):237–47.
73. Sánchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM, Conejero JA, Flórez MT, Peña A ZR. *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.; 2006. 858 p.
74. Patel M, Pavic A, Goodwin VA. Wearable inertial sensors to measure gait and posture characteristic differences in older adult fallers and non-fallers: A scoping review. *Gait Posture*. 2020 Feb;76:110–21.
75. Noohu MM, Dey AB, Hussain ME. Relevance of balance measurement tools and balance training for fall prevention in older adults. *J Clin Gerontol Geriatr*. 2014;5(2):31–5.
76. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35(2):ii7–11.
77. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 2009 May;89(5):484–98.
78. Peydro de Moya MF, Baydal-Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y

- rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*. 2005;39(6):315–23.
79. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 2002;88(3):1097–118.
80. Dunsky A, Zeev A, Netz Y. Balance Performance Is Task Specific in Older Adults. *Biomed Res Int*. 2017;2017:0–6.
81. Lima CA, Ricci NA, Nogueira EC, Perracini MR. The Berg Balance Scale as a clinical screening tool to predict fall risk in older adults: a systematic review. *Physiotherapy*. 2018;104(4):383–94.
82. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Jul;41(7):1510–30.
83. Organización Mundial de la Salud. Plan de acción mundial sobre actividad física. <https://www.who.int/es/news-room/detail/04-06-2018-who-launches-global-action-plan-on-physical-activity>. 2018. p. 3.
84. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research CARL. *Public Health Rep*. 1958;100(2):126–31.
85. González Viana A. Evaluación de la Implementación a Escala del Plan de Actividad Física, Deporte y Salud. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona; 2018.
86. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14(1):1–17.
87. Cauley JA, Giangregorio L. Physical activity and skeletal health in adults. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;0(0):9–13.
88. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116(9):1094–105.
89. La actividad física en los adultos mayores [Internet]. Organización Mundial de la Salud. World Health Organization; 2013 [cited 2020 Feb 18]. Available from: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/es/#.XkwopPalwu8.mendely
90. NICE. Falls in older people: assessing risk and prevention | Guidance and guidelines | NICE. 2013;(June 2013):20–1. Available from:

<https://www.nice.org.uk/guidance/cg161/resources/falls-in-older-people-assessing-risk-and-prevention-35109686728645>

91. Martins AC, Santos C, Silva C, Baltazar D, Moreira J, Tavares N. Does modified Otago Exercise Program improves balance in older people? A systematic review. Vol. 11, Preventive Medicine Reports. Elsevier Inc.; 2018. p. 231–9.
92. Gibson MJ, Andres RO, Isaacs B, Radebaugh T W-PJ. The prevention of falls in later life. A report of the Kellogg International Work Group on the prevention of falls by the elderly. *Dan Med Bull.* 1987;34:1–24.
93. Giné Garriga M. Functional Performance in Physically Frail Community Dwelling Older Adults. Tesis [Internet]. 2010;1–220. Available from: <https://www.tdx.cat/handle/10803/9232>
94. Tinetti ME, Williams CS. Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. *N Engl J Med.* 1997;337(18):1279–84.
95. Lamb SE, Jørstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: The Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(9):1618–22.
96. Duaso E, Casas Á, Formiga F, Lázaro del Nogal M, Salvà Casanovas A, Marcellán T, et al. Unidades de prevención de caídas y de fracturas osteoporóticas. Propuesta del Grupo de Osteoporosis, Caídas y Fracturas de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2011;46(5):268–74.
97. Lavedán Santamaría A, Jürschik Giménez P, Botigué Satorra T, Nuin Orrio C, Viladrosa Montoy M. Prevalencia y factores asociados a caídas en adultos mayores que viven en la comunidad. *Aten Primaria.* 2015;47(6):367–75.
98. www.nice.org.uk/guidance/qs86. Falls in older people. NICE National Institute for Health and Care Excellence. 2015. p. 44.
99. Kenny RA, Romero-Ortuno R, Kumar P. Falls in older adults. *Medicine (Baltimore).* 2016;45(1):28–33.
100. Hopewell S, Adedire O, Copey BJ, Boniface GJ, Sherrington C, Clemson L, et al. Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* John Wiley and Sons Ltd; 2018. p. 1–57.
101. Tinetti ME. Preventing Falls in Elderly Persons. *N Engl J Med.* 2003;348(1):42–9.
102. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in

- the community. *N Engl J Med*. 1988 Dec;319(26):1701–7.
103. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; 2012. p. 1–357.
 104. Campbell, A. John;Robertson, M.C., Gardner, M.M., Norton, R.N., Tilyard, M.W.& Buchner DM, Borrie MJ, Spears GF, Jackson SL, Brown JS, Fitzgerald JL. Circumstances and consequences of falls experienced by a community population 70 years and over during a prospective study. *Age Ageing*. 1990 Mar;19(2):136–41.
 105. Rodríguez-Molinero A, Narvaiza L, Gálvez-Barrón C, de la Cruz JJ, Ruíz J, Gonzalo N, et al. Caídas en la población anciana española: Incidencia, consecuencias y factores de riesgo. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2015;50(6):274–80.
 106. Ganz DA, Bao Y, Shekelle PG, Rubenstein LZ. Will my patient fall? *J Am Med Assoc*. 2007;297(1):77–86.
 107. Lázaro del Nogal M. Caídas en el anciano. *Med Clin (Barc)*. 2009;133(4):147–53.
 108. Gama ZAS, Gómez-Conesa A. Factores de riesgo de caídas en ancianos : revisión sistemática Risk factors for falls in the elderly : *Rev Saúde Pública*. 2008;42(5):946–56.
 109. Campbell AJ, Spears GF, Borrie MJ. Examination by logistic regression modelling of the variables which increase the relative risk of elderly women falling compared to elderly men. *J Clin Epidemiol*. 1990 Jan 1;43(12):1415–20.
 110. WHO. *Who Global Report on Falls Prevention in Older Age*. Geneve: World Health Organisation. Geneve: WHO Press; 2007. 47 p.
 111. Párraga Martínez I, Navarro Bravo B, Andrés Pretel F, Denia Muñoz JN, Elicegui Molina RP, López-Torres Hidalgo J. Miedo a las caídas en las personas mayores no institucionalizadas. *Gac Sanit*. 2010;24(6):453–9.
 112. Suelves JM, Martínez V, Medina A. Lesiones por caídas y factores asociados en personas mayores de Cataluña, España. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal*. 2010;27(1):37–42.
 113. Gama ZAS, Conesa-Gómez A, Ferreira-Sobral M. Epidemiology of falls in the elderly in Spain. A systematic review, 2007. *Rev Esp Salud Publica*. 2008;82(1):43–56.
 114. Instituto Nacional de Estadística. *Mujeres y hombres en España/Salud*. www.ine.es. 2019.
 115. Rubenstein LZ, Josephson KR. Intervenciones para reducir los riesgos multifactoriales de caídas. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2005;40(SUPPL. 2):45–53.

116. Deandrea S, Lucenteforte E, Bravi F, Foschi R, La Vecchia C, Negri E. Risk factors for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*. 2010 Sep;21(5):658–68.
117. Burns ER, Stevens JA, Lee R. The direct costs of fatal and non-fatal falls among older adults — United States. *J Safety Res*. 2016 Sep 1;58:99–103.
118. Scuffham P, Chaplin S, Legood R. Incidence and costs of unintentional falls in older people in the United Kingdom. *J Epidemiol Community Health*. 2003 Sep 1;57(9):740–4.
119. Séculi Sánchez E, Brugulat Guiteras P, March Llanes J, Medina Bustos A, Martínez Beneytoa V, Tresserras Gaju R. Las caídas en los mayores de 65 años: conocer para actuar. *Atención Primaria*. 2004;34(4):186–92.
120. Alcalde Tirado P. Miedo a caerse. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2010;45(1):38–44.
121. Pujiula Blanch M, Quesada Sabaté M, Avellana Revuelta E, Ramos Blanes R, Cubí Monfort R. Resultados finales de un estudio de intervención multifactorial y comunitario para la prevención de caídas en ancianos. *Aten Primaria*. 2010;42(4):211–7.
122. Terra Jonas L, Vitorelli Diniz Lima K, Inácio Soares M, Mendes MA, Da Silva JV, Mônica Ribeiro P. Evaluación del riesgo de caídas en las personas mayores: ¿cómo hacerlo? *Gerokomos*. 2014;25(1):13–6.
123. Gotaro K. Frailty as a Predictor of Future Falls Among Community-Dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc*. 2015;16(12):1027–33.
124. Gale CR, Cooper C, Aihie Sayer A. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing*. 2016 Nov 1;45(6):789–94.
125. Studenski S, Duncan PW, Chandler J, Samsa G, Prescott B, Hogue C, et al. Predicting falls: the role of mobility and nonphysical factors. *J Am Geriatr Soc*. 1994 Mar;42(3):297–302.
126. Abizanda Soler P, López-Torres Hidalgo J, Romero Rizo L, Sánchez Jurado PM, García Noguera I, Esquinas Requena JL. Normal data of functional assessment tools of the elderly in Spain: The FRADEA Study. *Aten Primaria*. 2012;44(3):162–71.
127. Abizanda Soler P, Gallego Moreno J, Sánchez Jurado P, Díaz Torres C. Instrumentos de Valoración Geriátrica Integral en los servicios de Geriátrica de España: uso heterogéneo de nuestra principal herramienta de trabajo. *Rev esp geriatr gerontol*. 2000;35(5):261–8.
128. Curcio F, Basile C, Liguori I, Della-Morte D, Gargiulo G, Galizia G, et al. Tinetti mobility

- test is related to muscle mass and strength in non-institutionalized elderly people. *Age (Omaha)*. 2016;38:525–33.
129. Roqueta I Guillén C, De Jaime E, Miralles R, Cervera AM. Experiencia en la evaluación del riesgo de caídas. Comparación entre el test de Tinetti y el Timed Up & Go. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2007;42(6):319–27.
 130. Salvà A, Bolibar I, Lucas R, Rojano-Luque X. Utilización del POMA en nuestro medio para la valoración del equilibrio y la marcha en una población de personas mayores residentes en la comunidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2005;40(SUPPL. 2):36–44.
 131. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991 Feb;39(2):142–8.
 132. Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: A systematic review and meta- analysis. *BMC Geriatr [Internet]*. 2014;14(1):1–14. Available from: BMC Geriatrics
 133. Muir SW, Berg KO, Chesworth B, Speechley M. Use of the Berg Balance Scale for predicting multiple falls in community-dwelling elderly people: A prospective study. *Phys Ther*. 2008;88(4):449–59.
 134. Berg KO, Wood-Dauphinee S, Williams J, Maki B. Measuring Balance in the Elderly: Validation of an Instrument. *Can J public Heal*. 1992;83(2):S7–11.
 135. Romera L, Orfila F, Segura JM, Ramirez A, Möller M, Fabra ML, et al. Effectiveness of a primary care based multifactorial intervention to improve frailty parameters in the elderly: A randomised clinical trial: Rationale and study design. *BMC Geriatr*. 2014;14(1):1–13.
 136. Ostir G V., Berges IM, Ottenbacher KJ, Fisher SR, Barr E, Hebel JR, et al. Gait Speed and Dismobility in Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96(9):1641–5.
 137. Lord SR, Close JCT. New horizons in falls prevention. *Age Ageing*. 2018;47(4):492–8.
 138. Hopewell S, Adedire O, Copsey B, Boniface G, Sherrington C, Clemson L, et al. Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community (Review) SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;(7):CD012221.
 139. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: An updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(24):1749–57.
 140. Finnegan S, Seers K, Bruce J. Long-term follow-up of exercise interventions aimed at preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-

- analysis. Vol. 105, *Physiotherapy* (United Kingdom). Elsevier Ltd; 2019. p. 187–99.
141. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM LS. Environmental interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012.
 142. Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, Barry MJ, Caughey AB, Davidson KW, et al. Interventions to prevent falls in community-dwelling older adults us Preventive Services Task Force recommendation statement. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2018;319(16):1696–704.
 143. Shier V, Trieu E, Ganz DA. Implementing exercise programs to prevent falls: systematic descriptive review. *Inj Epidemiol*. 2016;3:1–18.
 144. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;2019(1):1–446.
 145. Campbell, A. John;Robertson, M.C., Gardner, M.M., Norton, R.N., Tilyard, M.W.& Buchner DM. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *Br Med J*. 1997;315:1065–9.
 146. Campbell, A. John;Robertson, M.C., Gardner, M.M., Norton, R.N., Tilyard, M.W.& Buchner DM, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. Falls prevention over 2 years: A randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing*. 1999;28(6):513–8.
 147. Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *BMJ*. 2001;322(7288):697.
 148. Robertson MC, Gardner MM, Devlin N, McGee R, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 2: Controlled trial in multiple centres. *BMJ*. 2001;322(7288):701.
 149. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: A meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):905–11.
 150. Gardner MM, Buchner DM, Robertson MC, Campbell AJ. Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. *Br Geriatr Soc*. 2001;30:77–83.
 151. Shubert TE, Goto LS, Smith ML, Jiang L, Rudman H, Ory MG. The otago exercise program: Innovative delivery models to maximize sustained outcomes for high risk,

- homebound older adults. *Front Public Heal.* 2017;5(MAR):1–8.
152. Robertson MC, Devlin N, Scuffham P, Gardner MM, Buchner DM, Campbell AJ. Economic evaluation of a community based exercise programme to prevent falls. *J Epidemiol Community Health.* 2001;55(8):600–6.
 153. Davis JC, Robertson MC, Ashe MC, Liu-Ambrose T, Khan KM, Marra CA. Does a home-based strength and balance programme in people aged ≥ 80 years provide the best value for money to prevent falls? A systematic review of economic evaluations of falls prevention interventions. *Br J Sports Med.* 2010;44(2):80–9.
 154. Gardner MM, Robertson MC, McGee R, Campbell AJ. Application of a falls prevention program for older people to primary health care practice. *Prev Med (Baltim).* 2002;34(5):546–53.
 155. Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Does the “Otago exercise programme” reduce mortality and falls in older adults?: A systematic review and meta-analysis. *Age Ageing.* 2010;39(6):681–7.
 156. Son NK, Ryu YU, Jeong HW, Jang YH, Kim HD. Comparison of 2 Different Exercise Approaches: Tai Chi Versus Otago, in Community-Dwelling Older Women. *J Geriatr Phys Ther.* 2016;39(2):51–7.
 157. Kyrдалen IL, Moen K, Røysland AS, Helbostad JL. The Otago exercise program performed as group training versus home training in fall-prone older people: A randomized controlled trial. *Physiother Res Int.* 2014;19(2):108–16.
 158. Waters DL, Hale LA, Robertson L, Hale BA, Herbison P. Evaluation of a peer-led falls prevention program for older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(10):1581–6.
 159. Davis JC, Hsu CL, Cheung W, Brasher PMA, Li LC, Khan KM, et al. Can the Otago falls prevention program be delivered by video? A feasibility study. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2016;2(1):e000059.
 160. Benavent-Caballer V, Rosado-Calatayud P, Segura-Ortí E, Amer-Cuenca JJ, Lisón JF. The effectiveness of a video-supported group-based Otago exercise programme on physical performance in community-dwelling older adults: a preliminary study. *Physiother (United Kingdom).* 2016;102(3):280–6.
 161. Liston MB, Alushi L, Bamiou DE, Martin FC, Hopper A, Pavlou M. Feasibility and effect of supplementing a modified OTAGO intervention with multisensory balance exercises in older people who fall: A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2014;28(8):784–93.

162. Yoo H na, Chung E, Lee BH. The effects of augmented reality-based otago exercise on balance, gait, and falls efficacy of elderly women. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(7):797–801.
163. Luna-Heredia E, Martin-Pena G, Ruiz-Galiana J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clin Nutr*. 2005 Apr;24(2):250–8.
164. Kuh D, Bassey EJ, Butterworth S, Hardy R, Wadsworth MEJ. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: Associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(2):224–31.
165. Blas Foix X, Padullés Chando X. Manual de Chronojump [Internet]. 2016. p. 54. Available from: http://www.chronojump.org/documents_es.html
166. De Ridder R, Lebleu J, Willems T, De Blaiser C, Detrembleur C, Roosen P. Concurrent Validity of a Commercial Wireless Trunk Triaxial Accelerometer System for Gait Analysis. *J Sport Rehabil*. 2019;28(6):8–11.
167. Bugané F, Benedetti MG, Casadio G, Attala S, Biagi F, Manca M, et al. Estimation of spatial-temporal gait parameters in level walking based on a single accelerometer: Validation on normal subjects by standard gait analysis. *Comput Methods Programs Biomed*. 2012;108(1):129–37.
168. Park G, Woo Y. Comparison between a center of mass and a foot pressure sensor system for measuring gait parameters in healthy adults. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(10):3199–202.
169. Vítečková S, Horáková H, Poláková K, Krupička R, Růžička E, Brožová H. Agreement between the GAITRite R System and the Wearable Sensor BTS G-Walk R for measurement of gait parameters in healthy adults and Parkinson's disease patients. *PeerJ*. 2020;2020(5).
170. Bravi M, Gallotta E, Morrone M, Maselli M, Santacaterina F, Toglia R, et al. Concurrent validity and inter trial reliability of a single inertial measurement unit for spatial-temporal gait parameter analysis in patients with recent total hip or total knee arthroplasty. *Gait Posture*. 2020;76:175–81.
171. Biodex Medical Systems I. Biodex Balance System SD. Clinical Resource Manual #950-300 [Internet]. Shirley, New York; 2006. Available from: www.biodex.com
172. Corzo H, Hernández-Mocholí MA, Triviño-Amigo N, Delgado S, Olivares PR, Adsuar-Sala JC. Fiabilidad de la prueba Fall Risk de la plataforma Biodex Balance System® en las personas mayores institucionalizadas con miedo a caerse mediante test-retest de 12 semanas. *Rehabilitación*. 2013 Apr 1;47(2):64–70.

173. Ku PX, Abu Osman NA, Yusof A, Abas WAB. The effect on human balance of standing with toe-extension. *PLoS One*. 2012;7(7):e41539–e41539.
174. Cachupe WJC, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of Biodex Balance System measures. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2001;5(2):97–108.
175. Parraca JA, Olivares PR, Carbonell-Baeza A, Aparicio VA, Adsuar JC, Gusi N. Test-retest reliability of biodex balance SD on physically active old people. *J Hum Sport Exerc*. 2011;6(2):444–51.
176. Khalaj N, Osman NAA, Mokhtar AH, Mehdikhani M, Abas WAB. Balance and risk of fall in individuals with bilateral mild and moderate knee osteoarthritis. *PLoS One*. 2014;9(3).
177. Arnold B, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *J Athl Train*. 1998;33(4):323–7.
178. Antoniadou E, Kalivioti X, Stolakis K, Koloniari A, Megas P, Tyllianakis M, et al. Reliability and validity of the mCTSIB dynamic platform test to assess balance in a population of older women living in the community. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2020;20(2):185–93.
179. Tinetti ME. Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly Patients. *J Am Geriatr Soc*. 1986;34(2):119–26.
180. Campbell, A. John;Robertson, M.C., Gardner, M.M., Norton, R.N., Tilyard, M.W.& Buchner DM, Robertson C. Otago Exercise Programme to prevent falls in older adults. 2007.
181. Organización Mundial de la Salud. Década del envejecimiento saludable 2020-2030. Primer informe de progreso, marzo del 2019. 2020.
182. Massy-Westropp NM, Gill TK, Taylor AW, Bohannon RW, Hill CL. Hand Grip Strength: Age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Res Notes*. 2011;4(1):127.
183. Herrero A. Estudio de los parámetros espaciales de la marcha en la población anciana española y su asociación con resultados adversos de salud. Universidad Internacional de Cataluña. 2017.
184. Hollman JH, McDade EM, Petersen RC. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait Posture*. 2011;34(1):111–8.
185. Stegink Jansen CW, Niebuhr BR, Coussirat DJ, Hawthorne D, Moreno L, Phillip M. Hand force of men and women over 65 years of age as measured by maximum pinch and grip

- force. *J Aging Phys Act.* 2008;16(1):24–41.
186. 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 Mar 1;66:69–74.
 187. Auyeung TW, Lee SWJ, Leung J, Kwok T, Woo J. Age-associated decline of muscle mass, grip strength and gait speed: A 4-year longitudinal study of 3018 community-dwelling older Chinese. *Geriatr Gerontol Int.* 2014;14(SUPPL.1):76–84.
 188. Desrosiers J, Bravo G, Dutil E. Normative Data for Men and Women. *Am J Occupational Ther.* 1995;49(7):637–44.
 189. Lindemann U, Muche R, Stuber M, Zijlstra W, Hauer K, Becker C. Coordination of strength exertion during the chair-rise movement in very old people. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(6):636–40.
 190. Almeida SIL de, Marques A, Santos J. Valores normativos do Balance Evaluation System Test(BESTest), Mini-BESTest, Brief-BESTest, Timed Up and Go Test e Usual Gait Speed em pessoas idosas Portuguesas saudáveis. *Rev Port Clínica Geral.* 2017;33(2):106–16.
 191. Bohannon RW, Andrews AW, Thomas MW. Walking Speed: Reference Values and Correlates for Older Adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1966;24(2):86–90.
 192. Oberg T, Karsznia A, Oberg K. Basic gait parameters: Reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *J Rehabil Res Dev.* 1993;30(2):210–23.
 193. Kasovic M, Lovro S, Andro S. Normative Data for Gait Speed and Height Norm Speed in ≥ 60-Year-Old Men and Women. *Clin Interv Aging.* 2021;16:225–30.
 194. Himann JE, Cunningham DA, Rechnitzer PA, Paterson DH. Age_related_changes_in_speed_of_walking.10.pdf. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(2):161–6.
 195. Oh-Park M, Holtzer R, Xue X, Verghese J. Conventional and robust quantitative gait norms in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2010;58(8):1512–8.
 196. McKay MJ, Baldwin JN, Ferreira P, Simic M, Burns J, Vanicek N, et al. Spatiotemporal and plantar pressure patterns of 1000 healthy individuals aged 3–101 years. *Gait Posture.* 2017;58(September 2016):78–87.
 197. Kawai H, Taniguchi Y, Seino S, Sakurai R, Osuka Y, Obuchi S, et al. Reference values of gait parameters measured with a plantar pressure platform in community-dwelling older japanese adults. *Clin Interv Aging.* 2019;14:1265–76.
 198. Inzitari M, Calle A, Esteve A, Casas Á, Torrents N, Martínez N. ¿Mides la velocidad de la marcha en tu práctica diaria? Una revisión. Vol. 52, *Revista Espanola de Geriatria y*

- Gerontologia. Ediciones Doyma, S.L.; 2017. p. 35–43.
199. Bohannon RW, Andrews AW. Normal walking speed: A descriptive meta-analysis. *Physiotherapy*. 2011;97(3):182–9.
 200. Pondal M, del Ser T. Normative data and determinants for the Timed “Up and Go” test in a population-based sample of elderly individuals without gait disturbances. *J Geriatr Phys Ther*. 2008;31(2):57–63.
 201. Ibrahim A, Singh DKA, Shahar S. ‘Timed Up and Go’ test: Age, gender and cognitive impairment stratified normative values of older adults. *PLoS One*. 2017;12(10):1–14.
 202. Steffen T, Hacher T, Mollinger L. Age-and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds. *Phys Ther*. 2002;82(2):128–37.
 203. Lázaro del Nogal M, González-Ramírez A, Palomo-Iloro A. Evaluación del riesgo de caídas. *Protocolos de valoración clínica. Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2005;40:54–63.
 204. Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Rev Colomb Reumatol*. 2012;19(4):218–33.
 205. Cho KH, Bok SK, Kim YJ, Hwang SL. Effect of lower limb strength on falls and balance of the elderly. *Ann Rehabil Med*. 2012;36(3):386–93.
 206. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in Postural Stability in Women Aged 20 to 80 Years. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. 2003;58(6):M525–30.
 207. Shahudin NN, Yusof S, Razak FA. Effects of Age on Physical Activity Level, Strength and Balance Towards Fall Risk Index Women Aged 20-73 Years. In: *Proceedings of the 2nd International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology 2015 (ICoSSEET 2015)*. 2015. p. 25–34.
 208. Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther*. 1997;77(1):46–57.
 209. Jeon YJ, Kim GM. Comparison of the Berg balance scale and fullerton advanced balance scale to predict falls in community-dwelling adults. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(2):232–4.
 210. Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA, Barnes CW. Use of Clinical and Impairment-Based Tests to Predict Falls by Community-Dwelling Older Adults. *Phys Ther*. 2003;83(4):328–39.
 211. Tuvemo Johnson S, Anens E, Johansson AC, Hellström K. The Otago Exercise Program With or Without Motivational Interviewing for Community-Dwelling Older Adults: A 12-

- Month Follow-Up of a Randomized, Controlled Trial. *J Appl Gerontol.* 2020;
212. Martins AC, Guia D, Saraiva M, Pereira T. Effects of a “modified” otago exercise program on the functional abilities and social participation of older adults living in the community—the aga@4life model. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(4):1–12.
 213. Dadgari A, Hamid TA, Hakim MN, Chaman R, Mousavi SA, Hin LP, et al. Randomized control trials on Otago Exercise Program (OEP) to reduce falls among elderly community dwellers in Shahroud, Iran. *Iran Red Crescent Med J.* 2016 May 1;18(5).
 214. Liew LK, Tan MP, Tan PJ, Mat S, Majid LA, Hill KD, et al. The Modified Otago Exercises Prevent Grip Strength Deterioration Among Older Fallers in the Malaysian Falls Assessment and Intervention Trial (MyFAIT). *J Geriatr Phys Ther.* 2019;42(3):123–9.
 215. Liu-Ambrose T, Donaldson MG, Ahamed Y, Graf P, Cook WL, Close J, et al. Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56(10):1821–30.
 216. Binns E, Taylor D. The effect of the Otago Exercise Programme on strength and balance in community dwelling older women. *New Zeal J Physiother.* 2011;39(2):63–8.
 217. Bjerk M, Brovold T, Skelton DA, Liu-Ambrose T, Bergland A. Effects of a falls prevention exercise programme on health-related quality of life in older home care recipients: a randomised controlled trial. *Age Ageing.* 2019 Mar;48(2):213–9.
 218. Shubert TE, Smith ML, Jiang L, Ory MG. Disseminating the Otago exercise program in the United States: Perceived and actual physical performance improvements from participants. *J Appl Gerontol.* 2018;37(1):79–98.
 219. Leem SH, Kim JH, Lee BH. Effects of Otago exercise combined with action observation training on balance and gait in the old people. *J Exerc Rehabil.* 2019;15(6):848–54.
 220. Punlomso S, Srimuang P, Tudpor K. Fall Prevention by Otago Exercise Program based on Health Belief Model in Community-Dwelling Older Persons. *Indian J Physiother Occup Ther.* 2020;14(1):245–52.
 221. Beato M, Dawson N, Svien L, Wharton T. Examining the Effects of an Otago-Based Home Exercise Program on Falls and Fall Risks in an Assisted Living Facility. *J Geriatr Phys Ther.* 2019 Oct 1;42(4):224–9.
 222. Jahanpeyma P, Kayhan Koçak FÖ, Yıldırım Y, Şahin S, Şenuzun Aykar F. Effects of the Otago exercise program on falls, balance, and physical performance in older nursing home residents with high fall risk: a randomized controlled trial. *Eur Geriatr Med.* 2020;12(1):107–15.

223. Salvà A, Bolívar I, Pera G, Arias C. Incidence and consequences of falls among elderly people living in the community. *Med Clin (Barc)*. 2004 Feb;122(5):172–6.
224. Rubenstein LZ. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006;35(SUPPL.2).
225. Liu-Ambrose T, Davis JC, Best JR, Dian L, Madden K, Cook W, et al. Effect of a Home-Based Exercise Program on Subsequent Falls among Community-Dwelling High-Risk Older Adults after a Fall: A Randomized Clinical Trial. In: *JAMA - Journal of the American Medical Association*. American Medical Association; 2019. p. 2092–100.

11. ANEXOS

11.1. Anexo I. Escala de Tinetti

1. Subescala de Tinetti de la MARCHA	
1. Iniciación de la marcha (inmediatamente después de decir que ande). Algunas vacilaciones o múltiples intentos para empezar No vacila	0 1
2. Longitud y altura del paso Movimiento del pie derecho No sobrepasa el pie izquierdo con el paso Sobrepasa el pie izquierdo El pie derecho no se levanta completamente del suelo con el paso El pie derecho se levanta completamente del suelo Movimiento del pie izquierdo No sobrepasa el pie derecho con el paso Sobrepasa al pie derecho El pie izquierdo no se levanta completamente del suelo con el paso El pie izquierdo se levanta completamente del suelo	0 1 0 1 0 1 0 1
3. Simetría del paso La longitud de los pasos con los pies derecho e izquierdo no es igual La longitud de los pasos con los pies derecho e izquierdo parece igual	0 1
4. Continuidad o fluidez del paso Paradas o discontinuidad entre los pasos Los pasos parecen continuos	0 1
5. Trayectoria (observar el trazado que realiza uno de los pies durante unos 3 m) Desviación grave de la trayectoria Leve/moderada desviación o uso de ayudas para mantener la trayectoria En línea recta sin ayudas	0 1 2
6. Oscilación del tronco Balanceo marcado o flexiona las rodillas o la espalda o abre los brazos Estable sin balanceo, no flexión, no brazos y no ayudas	0 1
7. Postura al caminar Talones separados Talones casi juntos al caminar	0 1
8. Giro mientras camina (180°) Se tambalea, toma descansos, movimiento discontinuo Suave, movimiento continuo	0 1

2. Subescala de Tinetti del EQUILIBRIO Instrucciones: El paciente está sentado en una silla rígida sin apoyar brazos. Se realizan las siguientes maniobras:	
1.-Equilibrio en sedestación	
Se inclina o se desliza en la silla incapaz de mantener la posición erguida...	0
Silla con agarradero para mantenerse erguido	1
Estable derecho y seguro sobre la silla	2
2. Levantarse	
Incapaz sin ayuda	0
Capaz, pero usa los brazos	1
Capaz de levantarse con movimiento suave sin uso de los brazos	2
3.Equilibrio en bipedestación inmediata (los primeros 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los pies), marcado balanceo del tronco	0
Estable, pero usa el andador, bastón o se agarra a otro objeto para mantenerse	1
Estable sin andador, bastón u otros soportes...	2
4.Equilibrio en bipedestación (después de 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los pies), marcado balanceo del tronco	0
Estable, pero con apoyo amplio (talones separados más de 10 cm) o usa bastón o andador o soporte	1
Estable sin andador, bastón u otros soportes.	2
5. Equilibrio en bipedestación con ojos cerrados y pies juntos	
Inestable, necesita soporte	0
Estable con pies separados (talones separados más de 10 cm)	1
Estable con pies juntos y sin ayuda	2
6. Empujón anterior (ligera presión x 3 en el esternón) en bipedestación	
Se empieza a caer necesita ayuda para no caer	0
Necesita más de 2 pasos para no caer	1
Estable menos de 2 pasos para no caer	2
7.Giro de 360°	
Inestable, necesita soporte	0
Estable con pasos discontinuos	1
Estable sin soporte y con pasos continuos	2
8.Sentarse	
Inseguro (calculó mal la distancia, cae sobre la silla)	0
Usa los brazos apoyándose en la silla o no es un movimiento suave	1
Seguro, con un movimiento suave	2
Puntuación máxima de la subescala de equilibrio: 16 puntos	

11.2. Anexo II. Escala de equilibrio de Berg

Descripción de los ítems.	Puntuación (0-4)
1. Paso de sedestación a bipedestación	
2. Bipedestación sin apoyo (BP)	
3. Sedestación sin respaldo, con los pies en el suelo	
4. Paso de bipedestación a sedestación	
5. Transferencias	
6. Bipedestación con los ojos cerrados 10 s	
7. Bipedestación sin apoyo con los pies juntos 1 min	
8. Alcance hacia delante con un brazo extendido mientras permanece de pie. 25, 12.5, 5	
9. Recoger un objeto del suelo desde bipedestación	
10. Girar la cabeza y mirar hacia atrás en bipedestación	
11. Desde BP efectuar un giro de 360 grados 4 s	
12. Subir un escalón alternativamente desde bipedestación sin cogerse	
13. Bipedestación con un pie delante del otro (tándem) 30 s	
14. Bipedestación monopodal 10 s 5 s 3 s	
Puntuación Total (0-56):	

11.3. Anexo III. Financiación

La realización de esta tesis ha contado con financiación para Proyectos de investigación del Instituto Carlos III de Madrid (referencia PI14/0145), específicamente del proyecto: “Efectividad en la reducción de caídas de un programa de intervención física basado en el programa de ejercicios OTAGO para ancianos de 75 a 90 años residentes en la comunidad. Proyecto PRECIOSA”. Este proyecto ha estado cofinanciado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Asimismo, ha recibido financiación parcial de la Agència de Gestió d’Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) del Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya (referencia 2017 SGR 405) al proyecto PRECIOSA de la línea de investigación sobre prevención de caídas del grupo de investigación GROIMAP.

El Proyecto PRECIOSA forma parte de los proyectos de investigación en patología osteoarticular y musculoesquelética en Atención Primaria (AP) del grupo de investigación GROIMAP integrado en la Unidad de Soporte a la Investigación del área sanitaria de la zona Metropolitana Norte del Instituto Universitario IDIAP Jordi Gol (www.groimap.com).

RESULTADO EXPEDIENTE - PI14/01455

Centro Solicitante: IDIAP JORDI GOL

Centro Realizador: CENTRO DE ATENCION PRIMARIA BADIA DEL VALLES

Título: Efectividad en la reducción de caídas de un programa de intervención física basado en el programa de ejercicios OTAGO para ancianos de 75 a 90 años residentes en la comunidad. Proyecto PRECIOSA.

RESOLUCIÓN PROVISIONAL DE CONCESIÓN

Ayuda susceptible de ser cofinanciada por el FEDER

Estado de Resolución Provisional de Concesión : CONCEDIDO

ACEPTA RESULTADO RESOL. PROV. DE CONC.

Seleccione

PRESUPUESTO CONCEDIDO PROVISIONAL				
	1ª ANUALIDAD	2ª ANUALIDAD	3ª ANUALIDAD	TOTAL
BIENES/SRV	45.000,00	13.000,00	6.000,00	64.000,00
PERSONAL	0,00	0,00	0,00	0,00
VIAJES	0,00	500,00	1.500,00	1.500,00
SUBTOTALES	45.000,00	13.500,00	7.000,00	65.500,00
Costes ind. 21,00 %	9.450,00	2.835,00	1.470,00	13.755,00
TOTALES	54.450,00	16.335,00	8.470,00	79.255,00

PERSONAL CONCEDIDO PROVISIONAL CON CARGO AL PROYECTO

Personal con Cargo	Concedido Provisional
Titulado superior	0
Titulado medio	0
Técnico FP	0

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Nombre	Apellido 1	Apellido 2	Tipo	Ded.
ENRIQUE	CASADO	BURGOS	Colaborador	COMPARTIDA
AMADA	AGUIE	BATISTA	Colaborador	COMPARTIDA
RAFAEL	AZAGRA	LEDESMA	IP	UNICA
GERIS	ROCA	FIGUERAS	Colaborador	COMPARTIDA
GLORIA	ENCABO	DURO	Colaborador	COMPARTIDA
EMILI	GENE	TOUS	Colaborador	COMPARTIDA
MARTA	MOJERNO	ITURRIAGA	Colaborador	COMPARTIDA
JESUS	PUJOL	SALUD	Colaborador	COMPARTIDA
FRANCESC	ORFILA	PERNAS	Colaborador	COMPARTIDA
MARTA	ZWART	SALMERON	Colaborador	COMPARTIDA
NUBIA	PUCHOL	RUIZ	Colaborador	COMPARTIDA
PABLO	HIDALGO	VALLS	Colaborador	COMPARTIDA
FERNANDA MARIA	CABALLERO	GOMEZ	Colaborador	COMPARTIDA
ANNA	VILASECA	RIEAS	Colaborador	COMPARTIDA
MIGUEL ANGEL	DIAZ	HERRERA	Colaborador	COMPARTIDA
NUBIA	CAÑAMERAS	VÑAS	Colaborador	COMPARTIDA
JUAN CARLOS	MARTIN	SANCHEZ	Colaborador	COMPARTIDA
BARBARA	GONZALEZ	AVILA	colaborador	COMPARTIDA

RESOLUCIÓN PROVISIONAL DE CONCESIÓN

El Órgano instructor, visto el informe emitido por la Comisión de Selección, BOE Nº 140 de 10 de junio de 2014, en su reunión de 9 de octubre de 2014 y, de acuerdo con las disponibilidades presupuestarias, propone la financiación de la ayuda solicitada para la realización de su proyecto en los términos económicos indicados anteriormente. El presupuesto solicitado se ha modificado en el proceso de evaluación de acuerdo con la valoración económica de los objetivos propuestos. Su ajuste final ha tenido en cuenta este hecho, la prioridad de su proyecto respecto a otras propuestas y las limitaciones presupuestarias.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno de los participantes tiene ninguna relación financiera o personal con otras personas u organizaciones que pudieran influir (sesgar) inapropiadamente los resultados del estudio.

11.4. Anexo IV. Registro Clinical Trials

U.S. National Library of Medicine

ClinicalTrials.gov archive

History of Changes for Study: NCT02617303
Prevention of Falls and Its Consequences in Elderly People (PRECIOSA)
[Latest version \(submitted September 2, 2019\) on ClinicalTrials.gov](#)

Study Record Versions

Version	A	B	Submitted Date	Changes
1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	November 25, 2015	None (earliest Version on record)
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	January 15, 2016	Study Status
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	February 23, 2018	Recruitment Status, Contacts/Locations, Study Status and IPDSharing
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	March 8, 2018	Recruitment Status, Study Status and Contacts/Locations
5	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	September 2, 2019	Recruitment Status, Study Status and Contacts/Locations

Comparison Format:
 Merged
 Side-by-Side

- A study version is represented by a row in the table.
- Select two study versions to compare. One each from columns A and B.
- Choose either the "Merged" or "Side-by-Side" comparison format to specify how the two study versions are to be displayed. The Side-by-Side format only applies to the Protocol section of the study.
- Click "Compare" to do the comparison and show the differences.
- Select a version's Submitted Date link to see a rendering of the study for that version.
- The yellow A/B choices in the table indicate the study versions currently compared below. A yellow table row indicates the study version currently being viewed.
- Hover over the "Recruitment Status" to see how the study's recruitment status changed.
- Study edits or deletions are displayed in red.
- Study additions are displayed in green.

[U.S. National Library of Medicine](#) | [U.S. National Institutes of Health](#) | [U.S. Department of Health & Human Services](#)

11.5. Anexo V. Aprobación CEIC



INFORME DEL COMITÈ ÈTIC D'INVESTIGACIÓ CLÍNICA

Rosa Morros Pedrós, Presidenta del Comitè Ètic d'Investigació Clínica de l'IDIAP Jordi Gol.

CERTIFICA:

Que aquest Comitè en la reunió del dia 01/10/2014, ha avaluat el projecte **Efectividad de una intervención con el programa de ejercicios OTAGO para la prevención de caídas y fracturas osteoporóticas en personas de 75 a 90 años residentes en la comunidad: Proyecto PRECIOSA**, amb el codi **P14/099** presentat per l'investigador/a **Rafael Azagra Ledesma**.

Considera que respecta els requisits ètics de confidencialitat i de bona pràctica clínica vigents.

Barcelona, a 16/09/2014

11.6. Anexo VI. Test de Pfeiffer

Test de Pfeiffer

Población diana: Población general. Se trata de un cuestionario heteroadministrado que consta de 10 ítems. El punto de corte está en 3 o más errores. A partir de esa puntuación existe la sospecha de deterioro cognitivo.

Ítems	Sí	No
¿Qué día es hoy? -día, mes, año-		
¿Qué día de la semana es hoy?		
¿Dónde estamos ahora?		
¿Cuál es su nº de teléfono? ¿Cuál es su dirección? –preguntar sólo si el paciente no tiene teléfono-		
¿Cuántos años tiene?		
¿Cuál es su fecha de nacimiento? -día, mes, año-		
¿Quién es ahora el presidente del gobierno?		
¿Quién fue el anterior presidente del gobierno?		
¿Cuáles son los dos apellidos de su madre?		
Vaya restando de 3 en 3 al número 20 hasta llegar al 0.		
PUNTUACIÓN TOTAL (número de errores) Restar un error si el paciente es analfabeto		

Valoración del test	
De 0 a 2 fallos	Sin deterioro cognitivo
De 3 a 4 fallos	Deterioro cognitivo leve
De 5 a 7 fallos	Deterioro cognitivo moderado
De 8 a 10 fallos	Deterioro cognitivo grave

11.7. Anexo VII. Certificado de Aptitud del OEP

			
---	---	--	---

Certificado de Aptitud

Del Programa de Ejercicios Otago (OEP)

Se certifica que

Esperanza Almansa Galisteo

Se ha cualificado como

LIDER DEL PROGRAMA DE EJERCICIOS OTAGO

habiendo completado con éxito el curso arriba mencionado

El curso está diseñado para que el líder OEP desarrolle el conocimiento, las competencias y la confianza suficiente para enseñar los ejercicios OEP a personas mayores frágiles. Este programa incluye: los beneficios de la actividad en la salud basados en la evidencia; factores de riesgo para las caídas y estrategias de para su prevención; la evidencia en la que se basa el Programa de Ejercicios OTAGO (OEP) y los ejercicios que incluye y las directrices sobre la progresión de los ejercicios para promover adherencia y su efectividad.

El entrenamiento está basado en los principios de eREPS Lifelong Learning Programme.

La persona nombrada arriba puede enseñar los ejercicios de fuerza y equilibrio Otago y dar apoyo a personas mayores de forma individual o en grupos reducidos.

LLT se exime de cualquier responsabilidad por la enseñanza de estos ejercicios.





Professor D A Skelton BSc PhD
Director
Later Life Training Ltd

Fecha de Asistencia al curso: 13 febrero & 19 marzo 2016
Certificado No: ProFouND Otago Local – 364
Fecha de emisión: 13 abril 2016

11.8. Anexo VIII. CRD

CRD	
Identificación Centro AP	
Nª Identificación	
Edad: _____ años	Sexo: <input type="checkbox"/> 01 (Hombre) <input type="checkbox"/> 02 (Mujer)
Fecha de Nacimiento (dd/mm/aa)	___ / ___ / ___
EVALUACIÓN BASAL (0 mes)	Fecha:
PESO (kg)	TALLA (cm)
EVALUACIÓN de la FUERZA	
FUERZA PRENSIÓN (FP) (dinamómetro JAMAR®) MANO DOMINANTE DERECHA <input type="checkbox"/> IZQUIERDA <input type="checkbox"/> POSICIÓN: II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> Observaciones	(3 intentos) valoración en kg FP media: DE: CV: FP máxima:
POTENCIA (P) EEII (Encoder lineal Chronojump®) Observaciones	(3 intentos) Pmáx: Mean power:
EVALUACIÓN del EQUILIBRIO	
Plataforma BBS®	Eje pie derecho Eje pie izquierdo
1. Índice de estabilidad postural	Puntuación DE
Índice estabilidad general (IEG)	
Índice antero posterior (IAP)	
Índice medio lateral (IML)	
% tiempo en zona	A B C D
% tiempo en cuadrante	I II III IV
Observaciones	
2. Índice de riesgo de caída (FR)	Puntuación DE
FR	
Observaciones	

3. Test de integración sensorial y equilibrio modificado (m-CTSIB)	
Ojos abiertos, superficie firme (AF)	
Ojos cerrados, superficie firme (CF)	
Ojos abiertos superficie de espuma goma (AE)	
Ojos cerrados superficie de espuma goma (CE)	
Puntaje compuesto	
Observaciones	
EVALUACIÓN de la MARCHA: sensor BTS G-WALK®	
Altura cadera	derecha izquierda
Número de calzado:	
Duración del análisis (s)	
Cadencia del paso (pasos/min)	
Velocidad (m/s)	
Longitud ciclo del paso (m)	
% longitud ciclo paso/altura	
	Izquierdo (valor medio) Derecha (valor medio)
Duración ciclo de la marcha (s)	
Longitud zancada (%)	
Duración fase apoyo (%)	
Duración fase oscilación (%)	
Duración fase apoyo bipodal (%)	
Duración fase apoyo monopodal (%)	
TEST TIMED UP-AND-GO (TUG) (s)	
Observaciones	
ESCALAS EQUILIBRIO	
Escala Tinetti	
a- Subescala Equilibrio	
b- Subescala Marcha	
Escala Equilibrio de Berg (BBS)	

EVALUACIÓN POSINTERVENCIÓN					
Posintervención (3 meses)				Final (12 meses)	
Fecha:					
EVALUACIÓN de la FUERZA					
FP		FP media:			
Observaciones		DE:			
		CV:			
		FP máxima:			
P		Pmáx:			
Observaciones		Mean power:			
EVALUACIÓN del EQUILIBRIO					
Equilibrio plataforma BBS®					
1. Índice estabilidad postural		Puntuación		DE	
IEG					
IAP					
IML					
% tiempo en zona		A	B	C	D
% tiempo en cuadrante		I	II	III	IV
Observaciones					
2. Índice FR		Puntuación		DE	
FR					
Observaciones					
3. m-CTSIB					
m-CTSIB AF					
m-CTSIB CF					
m-CTSIB AE					
m-CTSIB CE					
Puntaje compuesto					
Observaciones					

EVALUACIÓN de la MARCHA: sensor BTS G-WALK®		
TEST MARCHA	Resultado	Resultado
Duración del análisis (s)		
Cadencia del paso (pasos/min)		
Velocidad (m/s)		
Longitud ciclo del paso (m)		
% longitud ciclo paso/altura		
	Izquierdo DE Derecha DE	Izquierdo DE Derecha DE
Duración ciclo de la marcha (s)		
Longitud zancada (%)		
Duración fase apoyo (%)		
Duración fase oscilación (%)		
Duración fase apoyo bipodal (%)		
Duración fase apoyo monopodal (%)		
Observaciones		
TUG (s) (3 intentos)		
Observaciones		
ESCALAS EQUILIBRIO		
Escala Tinetti		
a- Subescala Equilibrio		
b- Subescala Marcha		
Escala Equilibrio de Berg (BBS)		

11.9. Anexo IX. Folleto de ejercicios

EJERCICIOS FÍSICOS PARA PREVENIR EL RIESGO DE CAÍDAS

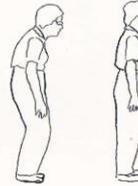


PROYECTO PRECIOSA

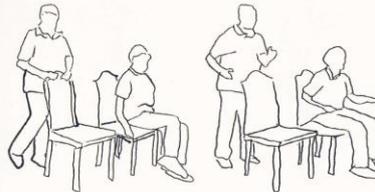
Efectividad de una intervención con el programa de ejercicios OTAGO para la prevención de caídas en personas de 75 a 89 años residentes en la comunidad.

pag 1

COMPROBAR LA POSTURA



EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO



MARCHA SUAVE

MARCHA DE LOS BRAZOS

pag 2



MOVIMIENTOS DE CABEZA

MOVIMIENTOS DE CUELLO



MOVIMIENTOS DE TOBILLO



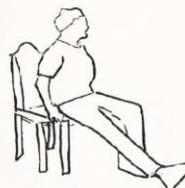
ESTIRAMIENTO DE LA PARTE
TRASERA DEL MUSLO



EXTENSIÓN DE ESPALDA



MOVILIZACIONES DEL TRONCO



ESTIRAMIENTO DE LA PANTORRILLA

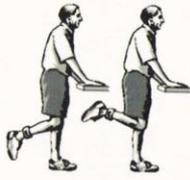
pag 3

pag 4

EJERCICIOS DE FUERZA



FORTALECIMIENTO DE LA PARTE
DELANTERA DE LA RODILLA



FORTALECIMIENTO DE LA PARTE
DE ATRÁS DE LA RODILLA



FORTALECIMIENTO LATERAL DE CADERA



ELEVACIÓN DE PANTORRILLAS

pag 5



SUBIR LOS DEDOS DE LOS PIES

EJERCICIOS DE EQUILIBRIO



FLEXIONAR LAS RODILLAS

pag 6



ANDAR DE PUNTILLAS



DE PIE CON LOS PIES EN TANDEM



CAMINAR DE LADO



ANDAR CON LOS TALONES



ANDAR CON LOS PIES EN TANDEM



DE PIE SOBRE UNA PIERNA



SENTARSE Y PONERSE DE PIE



CAMINAR HACIA ATRAS

pag 7

pag 8



ANDAR EN TANDEM HACIA ATRÁS



CAMINAR Y GIRAR ALREDEDOR



SUBIR ESCALERAS

11.10. Anexo X. Índice de Barthel

Parámetro	Situación del participante	puntuación
Comer	Totalmente independiente	10
	Necesita ayuda para cortar carne, pan, etc.	5
	Dependiente	0
Lavarse	Independiente: entra y sale solo del baño	5
	Dependiente	0
Vestirse	Independiente: capaz de ponerse y de quitarse la ropa, abotonarse, atarse los zapatos	10
	Necesita ayuda	5
	Dependiente	0
Arreglarse	Independiente para lavarse la cara, las manos, peinarse, afeitarse, maquillarse, etc.	5
	Dependiente	0
Deposiciones (valórese la semana previa)	Continente normal	10
	Ocasionalmente algún episodio de incontinencia, o necesita ayuda para administrarse supositorios o lavativas	5
	Incontinencia	0
Micción (valórese la semana previa)	Continencia normal, o es capaz de cuidarse de la sonda si tiene una puesta	10
	Un episodio diario como máximo de incontinencia, o necesita ayuda para cuidar de la sonda	5
	Incontinencia	0
Usar el retrete	Independiente para ir al cuarto de aseo, quitarse y ponerse la ropa...	10
	Necesita ayuda para ir al retrete, pero se limpia solo	5
	Dependiente	0
Trasladarse	Independencia para ir del sillón a la cama	15
	Mínima ayuda física o supervisión para hacerlo	10
	Necesita gran ayuda, pero es capaz de mantenerse sentado solo	5
	Dependiente	0
Deambular	Independiente, camina solo 50 metros	15
	Necesita ayuda física o supervisión para caminar 50 metros	10
	Independiente en silla de ruedas sin ayuda	5
	Dependiente	0
Escalones	Independiente para bajar y subir escaleras	10
	Necesita ayuda física o supervisión para hacerlo	5
	Dependiente	0
Total		

Máxima puntuación: 100 puntos (90 si va en silla de ruedas)

Resultado	Grado de dependencia
< 20	Total
20 - 35	Grave
40 - 55	Moderado
≥ 60	Leve
100	Independiente

11.11. Anexo XI. Escala de Lawton y Brody

	Puntos
A. CAPACIDAD PARA USAR EL TELÉFONO	
1. Utiliza el teléfono a iniciativa propia, busca y marca los números, etc	1
2. Marca unos cuantos números bien conocidos	1
3. Contesta el teléfono pero no marca	0
4. No usa el teléfono	0
B. IR DE COMPRAS	
1. Realiza todas las compras necesarias con independencia	1
2. Compra con independencia pequeñas cosas	0
3. Necesita compañía para realizar cualquier compra	0
4. Completamente incapaz de ir de compras	0
C. PREPARACIÓN DE LA COMIDA	
1. Planea, prepara y sirve las comidas adecuadas con independencia	1
2. Prepara las comidas si se le dan los ingredientes	0
3. Calienta y sirve las comidas pero no mantiene una dieta adecuada	0
4. Necesita que se le prepare y sirva la comida	0
D. CUIDAR LA CASA	
1. Cuida la casa sólo o con ayuda ocasional (ej. Trabajos pesados)	1
2. Realiza tareas domésticas ligeras como fregar o hacer cama	1
3. Realiza tareas domésticas ligeras pero no puede mantener un nivel de limpieza aceptable	1
4. Necesita ayuda en todas las tareas de la casa	1
5. No participa en ninguna tarea doméstica	0
E. LAVADO DE ROPA	
1. Realiza completamente el lavado de ropa personal	1
2. Lava ropa pequeña	1
3. Necesita que otro se ocupe del lavado	0
F. MEDIO DE TRANSPORTE	
1. Viaja con independencia en transportes públicos o conduce su coche	1
2. Capaz de organizar su propio transporte en taxi, pero no usa transporte público	1
3. Viaja en transportes públicos si le acompaña otra persona	1
4. Sólo viaja en taxi o automóvil con ayuda de otros	0
5. No viaja	0
G. RESPONSABILIDAD SOBRE LA MEDICACIÓN	
1. Es responsable en el uso de la medicación, dosis y horas correctas	1
2. Toma responsablemente la medicación si se le prepara con anticipación en dosis preparadas	0
3. No es capaz de responsabilizarse de su propia medicación	0
H. CAPACIDAD DE UTILIZAR EL DINERO	
1. Maneja los asuntos financieros con independencia, recoge y conoce sus ingresos	1
2. Maneja los gastos cotidianos pero necesita ayuda para ir al banco, grandes gastos, etc	1
3. Incapaz de manejar el dinero	0

Máxima dependencia: 0 puntos

Independencia total: 8 puntos

11.12. Anexo XII. Folleto informativo

 <p>NO CAURE A CASA NO CAERSE EN CASA</p> <p>10</p> <p>Unió Europea Fons Europeu de Desenvolupament Regional "Una manera de fer-ho: Europeu"</p> <p>Institut Català de la Salut</p> <p>Gerència Territorial Metropolitana Nord</p>	<p>01</p> <p>Il·lumini bé els racons de casa</p> <p>Ilumine bien los rincones de casa</p> 	<p>02</p> <p>Faci servir un calçat còmode</p> <p>Utilice un calzado cómodo</p> 
<p>03</p> <p>A la dutxa i el bany ha de tenir un lloc on agafar-se</p> <p>En la ducha y el baño debe tener un lugar donde cogerse</p> 	<p>04</p> <p>Una casa endreçada no només és més neta si no també més segura</p> <p>Una casa ordenada no sólo es más limpia si no también más segura</p> 	<p>05</p> <p>Li costa molt aixecar-se d'aquesta cadira? Busqui sempre la seva comoditat</p> <p>¿Le cuesta mucho levantarse de esta silla? Busque siempre su comodidad</p> 
<p>06</p> <p>Les catifes voladores només existeixen als contes; si les té, asseguri's de que queden fixades a terra</p> <p>Las alfombras voladoras sólo existen en los cuentos; si las tiene, asegúrese de que quedan fijadas al suelo</p> 	<p>07</p> <p>Sempre és millor tenir-ho tot a mà; si no fa servir l'últim prestatge no caldrà escala</p> <p>Siempre es mejor tenerlo todo a mano; si no usa el último estante no necesitará escalera</p> 	<p>08</p> <p>Sigues valent i fes servir el bastó!</p> <p>¡Se valiente y usa el bastón!</p> 
<p>09</p> <p>No oblidis la revisió de la vista!</p> <p>¡No olvides la revisión de la vista!</p> 	<p>10</p> <p>El seu metge sempre és el més indicat per a decidir que ha de prendre</p> <p>Su médico siempre es el más indicado para decidir que ha de tomar</p> 	<p>NO CAURE A CASA NO CAERSE EN CASA</p> <p>Unió Europea Fons Europeu de Desenvolupament Regional "Una manera de fer-ho: Europeu"</p> <p>Generalitat de Catalunya Departament de Salut</p> <p>Institut Català de la Salut</p> <p>Gerència Territorial Metropolitana Nord</p>

