

VNIVERSIDAD D SALAMANCA

DPTO. D FÍSICA, INGENIERÍA Y RADIOLOGÍA MÉDICA

ÁREA D FISIOTERAPIA

E.V. D ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA



TESIS DOCTORAL

**“PREVENCIÓN DE LAS CAÍDAS EN PERSONAS
MAYORES A PARTIR DEL TRATAMIENTO
FISIOTERÁPICO DEL DESEQUILIBRIO
POSTURAL”**

ANA MARÍA MARTÍN NOGUERAS

Salamanca, 2007

**D. José Ignacio Calvo Arenillas, Catedrático de E.U. de la
Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad
de Salamanca**

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“Prevención de las caídas en personas mayores a partir del tratamiento fisioterápico del desequilibrio postural”**, realizado por Dña. Ana María Martín Nogueras para optar al Grado de Doctor por esta Universidad, cumple todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el tribunal calificador.

Para que conste y en cumplimiento de las disposiciones vigentes, extiendo el presente certificado con fecha 20 de noviembre de 2007.

Fdo. José Ignacio Calvo Arenillas

“A todos aquellos que después de una caída, me
ayudaron a recuperar el equilibrio”

“A Rafa, gran responsable de mi equilibrio diario”

AGRADECIMIENTOS

Es difícil comenzar una larga lista de agradecimientos sin que nadie se moleste por el lugar que ocupa en ellos, nada más lejos de mi intención quiero reflejar mi más profundo y sincero agradecimiento:

A D. José Ignacio Calvo Arenillas, director de esta Tesis, profesor en mi Diplomatura de Fisioterapia, compañero y amigo, por tanto esfuerzo, por tantos conocimientos enseñados y por tanto tiempo compartido.

Al profesor D. Jesús Orejuela Rodríguez, por su criterio siempre crítico, por apostar por mí, por defender la igualdad de género y sobre todo por insistir en el buen y correcto escribir.

A Dña. Carmen Sánchez Sánchez, compañera y amiga, con la que he viajado en este largo viaje del currículo docente e investigador.

A mis compañeros D. Fausto José Barbero Iglesias, D. Ignacio Rubio López, D. Roberto Méndez Sánchez, D. Carlos Moreno Pascual y D. José Luis Sánchez Sánchez, por todo el trabajo compartido.

A D. Manuel Rubio Sánchez, profesor-tutor de mi periodo de investigación en el doctorado Neurociencias, por su interés y su labor en los preludios de esta tesis.

A todos mis profesores: de la Diplomatura de Fisioterapia, de la Licenciatura de Comunicación Audiovisual y del Doctorado Neurociencias por su trabajo y contribución en el enriquecimiento de mi espíritu docente e investigador.

A todos los becarios del Área de Fisioterapia, que año tras año han aportado su trabajo y esfuerzo en nuestro programa de Revitalización Geriátrica, ellos son el motor de nuestro éxito.

A todos mis alumnos de la Diplomatura de Fisioterapia, cuyo interés por la disciplina me ha obligado a superarme y aprender con ellos cada día.

A todos los mayores de la Ciudad de Salamanca que participan en el programa de Fisioterapia Revitalizadora, sin ellos, este y otros trabajos no hubiesen sido posibles.

Al Ayuntamiento de Salamanca por su colaboración y financiación en el Programa de Revitalización Geriátrica.

A la Fundación MAPFRE Medicina por la financiación de este proyecto a través de una de sus becas de investigación.

A D. Antonio Mira López, delegado de Enraf Nonius, por facilitar el equipo de electrobiofeedback necesario para la recogida de algunos datos.

A D. Antonio González Carcavilla, por su indispensable ayuda, sin la cual quizás este trabajo no hubiese sido terminado.

A Rafa, mi marido, compañero y amigo por su amor, sensibilidad y respeto.

A Dña. Marta García Gómez, a la que llamaré amiga por no tener otro sustantivo que califique esa extraordinaria amistad que siempre me ha brindado.

A todos mis amigos, demasiados en número para nombrarlos a todos y a cada uno de ellos, de los que me siento afortunada y orgullosa, y que siempre me han aceptado tal y como soy.

A Dña. Cristina del Brío, Dña. Raquel Díez, Dña. Meri García y Dña. Auxiliadora Mateos, amigas y compañeras fisioterapeutas, cuya experiencia profesional tantas veces han compartido conmigo.

A mis padres Juan e Isabel, a mis hermanas Rocío y Verónica, a mi sobrino Alejandro, a mis suegros Rafa y Ana, y a mis cuñados José, Rodrigo y Ana, por estar incondicionalmente ahí y sentirse orgullosos de mí.

A todos los que sin haber sido nombrados e incluidos anteriormente han compartido algún momento de mi vida y han contribuido a la persona que hoy en día soy.

A todos ellos MUCHAS GRACIAS

INDICE

1. PRÓLOGO	8
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. LA POSTURA	12
2.1.1. DEFINICIÓN DE POSTURA	13
2.1.2. CONTROL POSTURAL-EQUILIBRIO POSTURAL	14
2.1.3. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DEL CONTROL POSTURAL	18
2.1.4. ESTRATEGIAS POSTURALES	25
2.1.5. EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO	35
2.2. EL ENVEJECIMIENTO	50
2.2.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE LAS PERSONAS MAYORES	50
2.2.2. CONTROL POSTURAL EN EL ENVEJECIMIENTO	51
2.3. LAS CAÍDAS	54
2.3.1. DEFINICIÓN DE CAÍDA	54
2.3.2. IMPORTANCIA DE LAS CAÍDAS	56
2.3.3. BIOMECÁNICA DE LA CAIDA	58
2.3.4. FACTORES DE RIESGO DE LAS CAÍDAS	58
2.3.5. MODIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE LAS CAÍDAS	61
2.3.6. ACTIVIDAD FÍSICA COMO PREVENCIÓN DE LAS CAÍDAS	62
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO	64
3.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	65
3.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	65
4. MATERIAL Y METODOLOGÍA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	66
4.1. ESTUDIO	67
4.2. POBLACIÓN.....	67
4.3. PROGRAMA DE REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA	69
4.4. DISEÑO DEL PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DEL DESEQUILIBRIO POSTURAL ...	70
4.5. EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DEL DESEQUILIBRIO POSTURAL..	72
4.5.1. ANÁLISIS OSCILOMÉTRICO	72
4.5.2. RANGO DEL EQUILIBRIO MÁXIMO	75
4.5.3. TAREA DE ESTABILIDAD COORDINADA	77
4.5.4. ANÁLISIS ESTABILOMÉTRICO	80
4.5.5. ANÁLISIS ELECTROMIOGRÁFICO	82
4.6. VALORACIÓN DE LAS CAIDAS.....	83
4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	83

5. RESULTADOS	88
5.1. POBLACIÓN.....	89
5.2. PROGRAMA DE ACTIVIDAD.....	91
5.3. REVISIONES O EVALUACIONES.....	97
5.4. CAÍDAS	99
5.5. EFECTO DEL PROGRAMA SOBRE EL RIESGO DE CAÍDA.....	107
5.6. VARIABLES OSCILOMÉTRICAS	111
5.7. VARIABLES ESTABILOMÉTRICAS	127
5.8. VARIABLES DEL RANGO MÁXIMO	134
5.9. VARIABLES DE LA TAREA COORDINADA	138
5.10. VARIABLES ELECTROMIOGRÁFICAS	141
6. DISCUSIÓN	148
6.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	150
6.2. MUESTRA.....	151
6.3. EL PROGRAMA REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA	153
6.4. LAS REVISIONES O EVALUACIONES.....	154
6.5. LA PARTICIPACIÓN.....	155
6.6. EL PROTOCOLO DE EQUILIBRIO	155
6.7. LAS CAÍDAS	156
6.8. LA EVALUACIÓN OSCILOMÉTRICA	160
6.9. LA EVALUCIÓN ESTABILOMÉTRICA	164
6.10. LA EVALUACIÓN DEL RANGO MÁXIMO.....	167
6.11. LA EVALUACIÓN DE LA TAREA COORDINADA.....	169
6.12. LA EVALUACION ELECTROMIOGRÁFICA	170
6.13. DISCUSIÓN FINAL.....	171
7. CONCLUSIONES	173
8. BIBLIOGRAFÍA	176

1. PRÓLOGO

El envejecimiento de una población está determinado por el comportamiento de la fecundidad, la mortalidad y la migración, el cual ha sido diferente en las diversas regiones del mundo a lo largo de la historia. España traspasa la barrera de los países envejecidos en el año 1975, y actualmente se encuentra dentro de los "muy ancianos".

Este aumento de la población envejecida debe tratarse como problema de Salud Pública, dadas las consecuencias sociales y económicas que el incremento de la edad supone en el riesgo de pérdida de capacidades físicas y mentales.

Las caídas constituyen uno de los síndromes geriátricos más importantes por la elevada incidencia en este sector de la población y, sobretodo, por las repercusiones que puede provocar en la calidad de vida, tanto de la persona mayor como del cuidador y del entorno comunitario.

Es a partir del año 1986 cuando la comunidad científica se hace eco de este hecho y se comienza a trabajar sobre el tema, hasta un total de 4034 artículos encontramos indexados en Medline en la bidécada 1986-2006.

Las causas de las caídas son multifactoriales y resultan de una compleja interacción entre factores intrínsecos y extrínsecos. La forma en que interactúan todos estos factores para provocar una caída aún se desconoce, pero diferentes estudios han ido mostrando distintas variables como el aumento del balanceo corporal, la pérdida de fuerza muscular, las anomalías en la marcha, o aumento en el tiempo de reacción, entre otras.

La comprensión exacta de los mecanismos de control del equilibrio no se conocen suficientemente, pero se sabe que la estabilidad postural, al igual que la

marcha normal, dependen del correcto funcionamiento del sistema propioceptivo, visual y vestibular, los cuales se ven afectados por la edad. Hasta un total de 475 artículos aparecen en Medline entre los años 1993-2006, donde se estudia el control del equilibrio en el anciano y su relación con las caídas.

Son numerosos los autores que proponen el ejercicio físico como estrategia para mejorar el equilibrio postural y por consecuencia reducir el número de caídas, pero los hallazgos no son del todo claros reflejando una gran controversia en cuanto a los diferentes resultados obtenidos, debido sobre todo a la escasa información sobre las características de los programas. En Medline nos encontramos con 44 trabajos entre los años 1993-2006.

Es por todo ello que nos proponemos llevar a cabo un estudio en el que se pretende diseñar un protocolo de tratamiento del desequilibrio postural que aparece en personas mayores, y que es en gran parte responsable de las caídas que se registran en dicho colectivo, el cual se integrará dentro del programa de Revitalización Geriátrica (programa de ejercicio físico) que el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca lleva a cabo sobre una población de personas mayores a través de un convenio de colaboración con el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. LA POSTURA

Definida desde múltiples campos y perspectivas, ha sido objeto de numerosos estudios dentro de las disciplinas más diversas como: biomecánica, teología, antropología, patología, etc. Desde cada una de ellas se ha intentado dar significado a la posición que el ser humano adoptó, hace varios millones de años, en herencia de sus antecesores los homínidos.

La postura bípeda aparece en la bibliografía relacionada con modelos de dignidad, elevación integral, señal de orgullo, superioridad, etc. En cualquier caso somos conscientes que la postura bípeda característica del hombre, al igual que el lenguaje, la prensión y el pensamiento; permitió en su momento desarrollar tanto las capacidades manipulativas como las intelectuales que actualmente identifican al ser humano.

Desde el punto de vista neurofisiológico se sabe que, cuando el ser humano se mueve, acontecen en él una serie de complejos procesos que controlan la postura. Dicho control postural sólo parece obvio en las caídas o en aquellas enfermedades que privan del mismo. Por lo que la finalidad del control postural es orientar las distintas partes del cuerpo sin pérdida de equilibrio, tanto en su relación entre sí, como con relación al mundo externo; y mientras el cuerpo permanece estático o en movimiento.

El sistema postural se enfrenta a tres retos principales:

- El mantenimiento de una posición constante (equilibrio) en presencia de la gravedad.
- El origen de respuestas que anticipen los movimientos voluntarios en la dirección deseada.
- La adaptación persistente.

2.1.1. DEFINICIÓN DE POSTURA

El concepto de postura también llamada actitud es puramente descriptivo y podría definirse como la posición relativa de las diferentes partes del cuerpo con respecto a sí mismas (el sistema coordinado egocéntrico), al ambiente (el sistema coordinado exocéntrico) o al campo gravitatorio (el sistema coordinado geocéntrico)¹⁻²⁻³. La orientación de una parte del cuerpo puede describirse en relación con cada uno de estos marcos de referencia, según cual sea el contexto funcional. Por ejemplo, el conocimiento de la posición de la cabeza con respecto al medio ambiente es importante para estabilizar la visión, mientras que el de su posición con respecto al resto del cuerpo es importante para mantener la postura erecta¹⁻²⁻³⁻⁴⁻⁵.

Ahora bien, la postura puede caracterizarse según dos propiedades: la orientación y la estabilización⁶. La orientación postural se define como la habilidad para mantener una relación apropiada entre los segmentos del cuerpo y entre el cuerpo y el entorno, así como para mantener una actividad determinada; y para las cuales se utilizan las múltiples referencias sensoriales de las que se dispone (la gravedad, la superficie de soporte, la relación del cuerpo con los objetos del entorno, etc.) Por otro lado, la estabilidad postural se define como la habilidad para mantener la posición del cuerpo, y, específicamente el centro de masa corporal, dentro de unos límites de seguridad.

La postura del cuerpo humano exige en todo momento una adecuada distribución del tono muscular, hecho que precisa de una síntesis compleja de múltiples informaciones sensoriales (propioceptivas, exteroceptivas plantares, vestibulares o laberínticas y visuales), las cuales no sólo están en función del entorno sino de los movimientos voluntarios o automáticos llevados a cabo.

2.1.2. CONTROL POSTURAL-EQUILIBRIO POSTURAL

La regulación de la postura con respecto a la gravedad es importante para mantener el equilibrio postural, que puede definirse como aquel estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas, de tal forma que el cuerpo mantiene la posición deseada (equilibrio estático) o es capaz de avanzar según un movimiento deseado sin perder el equilibrio (equilibrio dinámico), es decir, la suma de las fuerzas ejercidas y de sus momentos es cero.

La forma en que el sistema nervioso regula al aparato locomotor, para asegurar el control postural de la bipedestación, exige la producción y coordinación de un conjunto de fuerzas, que permiten controlar la posición del cuerpo en el espacio⁷ y que son: la alineación del cuerpo, el tono muscular y el tono postural. El tono muscular es la fuerza con que el músculo se resiste al estiramiento y es necesario para evitar el colapso en respuesta a la tensión producida por la gravedad. El tono postural, por otra parte, es la actividad tónica que tienen los llamados músculos gravitatorios (tríceps sural, tibial anterior, glúteo medio, tensor de la fascia lata, psoas iliaco, paravertebrales), con el objetivo de mantener el cuerpo en una posición vertical durante la bipedestación⁸.

Para el mantenimiento del equilibrio es necesario que la proyección al suelo del centro de gravedad⁹⁻¹⁰ se mantenga en el interior de la superficie de apoyo (base de sustentación), que en el caso de la postura bípeda es el polígono en el que se incluyen los pies¹¹⁻¹². Para reducir al mínimo el efecto de la gravedad y el gasto energético, en el equilibrio en bipedestación, el cuerpo se mantiene alineado, de tal manera que la línea vertical de la gravedad, en un plano sagital, pasa por el centro de la zona mastoidea y un poco por delante de las articulaciones del hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo.

Las estrategias posturales utilizadas para conseguir una posición estable frente a la gravedad dependen de la especie, mientras que los elefantes, por ejemplo, bloquean mecánicamente sus patas alineadas, otros como el perro o el gato mantienen flexionadas sus patas mediante la tensión de la musculatura. El ser humano utiliza ambas estrategias, de tal manera que bloquea las rodillas en extensión para mantener el equilibrio estático, y flexiona las extremidades inferiores como preparación para un movimiento intencionado, exactamente igual que en el inicio de la carrera. Esto es, cada especie presenta una postura determinada que viene establecida genéticamente, y cuyo mantenimiento y adaptación al entorno se fundamentan en la existencia del tono postural y de una cadena de reflejos que nacen en receptores localizados en los diferentes segmentos corporales.

Ahora bien, el control postural, cuyo objetivo final es mantener el equilibrio ortoestático, para permitir la utilización libre de las extremidades superiores y de la atención, dispone de distintas tácticas para mantener la estabilidad, las cuales están en función del tipo de aferencias disponibles¹³⁻¹⁴, de las condiciones externas o ambientales y de la edad de los sujetos¹⁵. Para mantener el equilibrio durante los distintos movimientos del tronco o de las extremidades es necesario que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento contrario y anticipado, que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad dentro de la nueva base de sustentación que pretende utilizar¹⁰⁻¹⁶. Esto es por ejemplo, cuando se pasa de un apoyo con ambos pies al apoyo único con un solo pie, se produce una considerable reducción de la base de sustentación, de tal manera que el lugar donde se proyecta el centro de gravedad durante el apoyo bipodal queda fuera de la nueva base de sustentación, por lo que es necesario un conjunto de respuestas interactivas que aseguren el traslado del centro de gravedad de una base de sustentación a otra, las cuales incluyen movimientos articulares a distintos niveles junto a una acción

anticipadora, con una gran capacidad de adaptación y que varía según la demanda funcional.

La orden central para un movimiento voluntario de una parte del cuerpo se asocia con una orden simultánea de acción anticipadora que prevé la perturbación postural esperada¹⁷⁻¹⁸⁻¹⁹, aunque los elementos básicos del control postural son innatos, es posible modificarlos de manera considerable mediante el aprendizaje, si bien, los ajustes ante las alteraciones no esperadas dependen de la retroacción. Algunos de estos ajustes pueden ser relativamente rápidos y sencillos, como el reflejo miotático, pero por lo general son el producto de complejas reacciones motoras que se aprenden y se liberan como un todo. La magnitud y el tiempo de esos ajustes están relacionados con el contexto y con el movimiento realizado¹⁸⁻²⁰⁻²¹⁻²²⁻²³.

La organización central del control del equilibrio se basa en cuatro elementos:

- Valor de referencia estabilizado: aquel lugar de proyección al suelo del centro de gravedad en condiciones estáticas⁹⁻²⁴.
- Señales detectoras de error: aquella información aferente proveniente del sistema laberíntico, visual, propioceptivo y cutáneo respecto a los desequilibrios.
- Esquema corporal postural: aquel que informa sobre la orientación del cuerpo con respecto a la vertical gravitaria (receptores vestibulares, graviceptores somáticos), sobre la posición de los segmentos corporales unos respecto a otros (aferencias Ia de los husos musculares) y sobre sus propiedades dinámicas (sobre todo de las condiciones de apoyo)²⁵⁻²⁶.
- Reacciones posturales: aquellas que mantienen la posición de referencia y que se organizan a partir de los mensajes de error mediante dos tipos de bucles: uno continuo ante los cambios lentos de posición, y otro discontinuo y fásico que asegura una rápida corrección.

Las sinergias musculares, (entendidas como el conjunto de músculos que se contraen como una única unidad para llevar a cabo una acción o función)²⁷, que se observan cuando se producen reacciones posturales podrían tener tres orígenes:

- Las sinergias fijas estarían organizadas mediante redes nerviosas genéticamente determinadas.
- Las sinergias flexibles estarían organizadas mediante redes nerviosas construidas a través del aprendizaje.
- Las sinergias “computacionales” resultarían de la operación de redes que calcularían en cada instante el estado del sistema interno y el del mundo exterior.

Es por ello que se dice que el control postural es adaptativo, el cual precisa de un control por parte del cerebelo, lo que ha sido demostrado en aquellos estudios en los que pacientes con lesiones cerebelosas eran incapaces de realizar cambios adaptativos²⁸. Dicho control postural adaptativo se aprende durante la locomoción, de tal manera que cuando alguno de los componentes posturales se expone a un estímulo adaptativo, dichos componentes integran un determinado esquema postural. Por ejemplo, si una persona, capaz de caminar en línea recta con los ojos vendados, la colocásemos sobre un disco que girase a una velocidad constante durante una hora, posteriormente se mostraría incapaz de caminar en línea recta, lo haría describiendo una trayectoria curva, lo que demuestra la capacidad adaptativa del sistema postural. Ahora bien, sólo de las extremidades inferiores, ya que si esta misma persona, tras haber caminado sobre el disco, se desplazase en silla de ruedas, sí sería capaz de hacerlo en línea recta.

2.1.3. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DEL CONTROL POSTURAL

La concepción inicial proveniente de los trabajos de Sherrington²⁹, donde se explicaba el control postural como una sucesión de actividades reflejas, ha sido sustituida por el concepto del control central regulado a partir de aferencias periféricas y en el que intervienen todos los niveles del sistema nervioso de una forma compleja y dependiente del contexto³⁰ (Figura 1). Los resultados experimentales precedentes muestran claramente una variedad tanto en las aferencias periféricas como en las expresiones motoras.

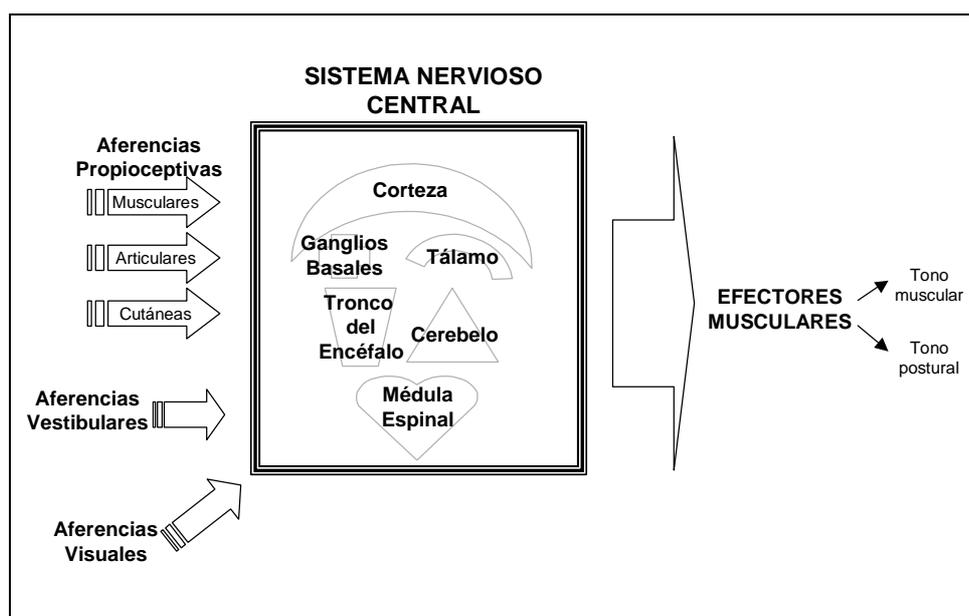


Figura 1. Control Postural

El control del equilibrio en posición de pie y apoyo bipodal fue modelizado, en un principio, a partir de estudios que recurrían a las plataformas de fuerzas estáticas, como un péndulo invertido³¹ cuyo eje de rotación sería el tobillo. Aunque en algunas circunstancias parece como si el cuerpo se comportara como un bloque rígido que oscilara alrededor del tobillo, el desarrollo del análisis cinesiológico, a partir de la

electromiografía de superficie, y el análisis cinemático, a partir de los dispositivos optoelectrónicos, ha permitido evidenciar una organización mucho más sofisticada a partir de la colocación de una serie de módulos superpuestos desde los pies a la cabeza (extremidades inferiores, tronco, cabeza), de forma que cada uno de ellos se encuentra unido al módulo subyacente, mediante un conjunto de músculos que disponen de su propia regulación central y periférica (Figura 2).

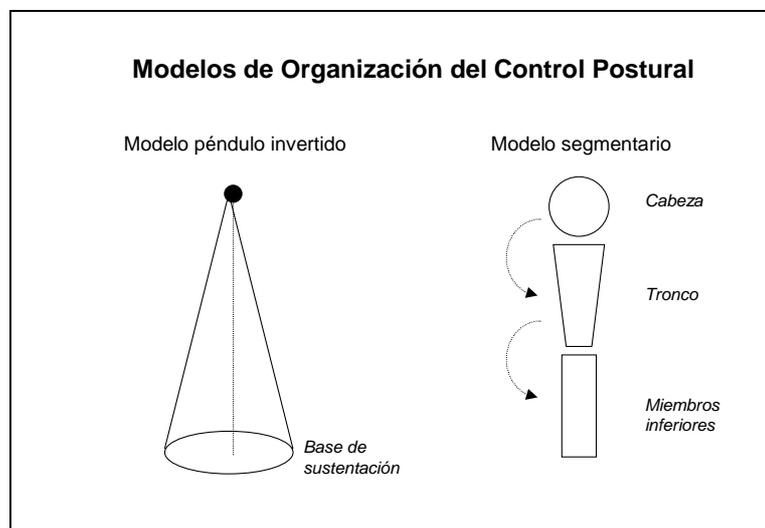


Figura 2. Modelos de organización del control postural

El control postural se organiza, por lo tanto, de un modo segmentario, en forma de actividades reflejas y frecuentemente inconscientes; existe de este modo una regulación de la posición de la cabeza sobre el cuello, de los diferentes segmentos del raquis entre sí y de las extremidades entre sí y en relación con el tronco. En lo que concierne al control de la cabeza conviene resaltar que ésta es el soporte de tres familias de receptores: la retina, los receptores laberínticos sensibles a la gravedad y los propioceptores musculares del cuello. Por consiguiente, la cabeza se puede estabilizar a partir de distintos marcos de referencia y sensores³²: con relación al eje de la mirada³³⁻³⁴, con relación a la vertical gravitaria³⁵⁻³⁶⁻³⁷ o con relación al eje del

tronco³⁶ (Figura 3). Junto a esta organización segmentaria existe una coordinación intersegmentaria responsable de la función general de mantenimiento del equilibrio (Tabla 1).

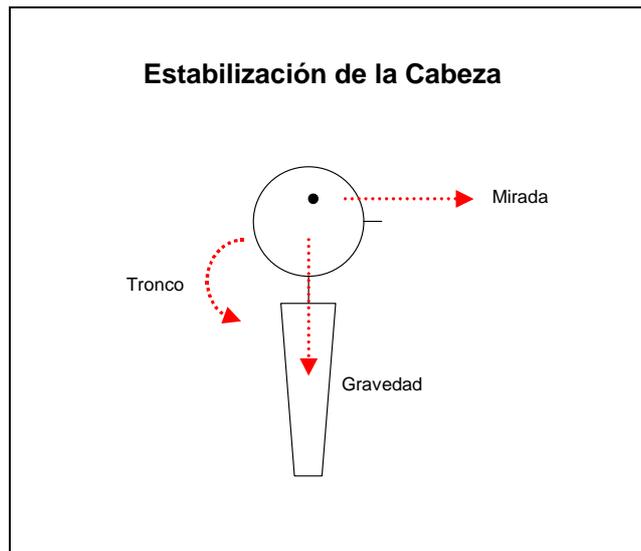


Figura 3. Estabilización de la cabeza

<i>Regulación segmentaria</i>	<i>Regulación intersegmentaria</i>
Reflejo vestibuloocular Reflejo optocinético Reflejo vestibulocervical Reflejo cervicoocular Reflejo monosináptico de estiramiento Reflejo cervicocervical	Reflejos vestibuloespinales Reflejos de estiramiento de larga latencia Reflejos de punto de partida cutáneo o articular

Tabla 1. Coordinación segmentaria e intersegmentaria del control de la postura y del equilibrio

Ahora bien, conviene además señalar que existen variabilidades personales a la hora de utilizar un determinado marco de referencia o una estrategia intersegmental y por tanto, una determinada información aferente³⁸.

2.1.3.1. CENTROS

En el control postural intervienen múltiples estructuras del sistema nervioso central (SNC)³⁰, aunque los centros principales son el tronco cerebral, el cerebelo, los ganglios de la base y los hemisferios cerebrales a nivel del área motora suplementaria y del lóbulo parietal derecho (Figura 4 y Figura 5).

Los ganglios de la base y el tronco cerebral son los centros reguladores de los ajustes posturales, actúan de forma anticipada (feedforward) y en el bucle de retroacción (feedback). Las estructuras hemisféricas desempeñarían un papel especial en la representación corporal, que fija el sistema de referencia egocéntrico, y en la elaboración de la respuesta motora. El cerebelo desempeña un papel importante en la regulación del movimiento al nivel de las sinergias musculares. Desde hace unos años se insiste en su papel clave en la adquisición y aprendizaje de los movimientos.

2.1.3.2. AFERENCIAS PERIFÉRICAS

El control postural exige de un conjunto de entradas o aferencias que incluyen toda aquella información, que procedente tanto del exterior como el interior³⁹, es imprescindible para la regulación de la postura: aferencias propioceptivas (articulares y musculares), cutáneas, vestibulares y visuales (Figura 6).

Aferencias musculares

Las aferencias musculares están controladas por los husos neuromusculares, los cuales incluyen una terminación primaria, conectada a una fibra aferente de tipo Ia, la cuál posee una mayor sensibilidad al estiramiento pasivo del músculo, sobre todo ante estiramientos rápidos de baja amplitud (del orden de 0,1 mm), y un número variable de terminaciones

secundarias que, conectadas a fibras musculares tipo II, tienen un umbral más elevado y una mayor sensibilidad a la posición⁴⁰.

Aferencias cutáneas

El grupo de las aferencias cutáneas es heterogéneo, tanto por la naturaleza de los receptores cutáneos como por la de las fibras nerviosas aferentes. Se diferencian, por una parte, los mecanorreceptores, sensibles a la presión y las vibraciones, caracterizados por un umbral bajo de activación y una forma de adaptación variable (fásica o tónica), y cuya inervación está asegurada por fibras de velocidad de conducción rápida; por otra parte, se diferencian los nociceptores, sensibles al dolor, de umbral de estimulación elevado e inervados por fibras de velocidad de conducción lenta.

Aferencias articulares

Los receptores articulares (corpúsculos de Ruffini y corpúsculos de Pacini) se localizan en la cápsula de la articulación y son sensibles a la presión y a la tensión capsular. Su activación se detecta preferentemente en posiciones articulares extremas.

Aferencias vestibulares

El sistema vestibular está situado en el oído interno e incluye dos tipos de receptores: los otolitos, sensibles a la posición de la cabeza y su aceleración lineal, y los canales semicirculares, que se ponen en juego con la rotación de la cabeza y son sensibles a la aceleración angular. Las aferencias vestibulares se distribuyen hacia los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo y el cerebelo donde convergen con información visual. Los núcleos vestibulares dan lugar en la rotación de la cabeza a los reflejos vestibulooculares encargados de

estabilizar el entorno visual y durante el desplazamiento lineal a los reflejos vestibulocervicales que regulan el tono muscular y los movimientos de la cabeza y de las extremidades en el desequilibrio⁴¹.

Aferencias visuales

La visión contribuye a mejorar el control postural asegurado en primer lugar por las aferencias propioceptivas y vestibulares. Su papel se vuelve fundamental cuando existe una disminución de las aferencias de otros orígenes (signo de Romberg) y en el control del programa motor durante la marcha para adaptarlo a las condiciones externas⁴². En la visión interviene, no solamente la visión consciente (macular y periférica) sino también, la percepción automática del movimiento.

2.1.3.3. EFECTORES MUSCULARES

Repartidos en el conjunto de la musculatura tanto axial como periférica se reparten el conjunto de músculos que aseguran la parte activa del control postural y del equilibrio, oponiéndose a la acción de la gravedad. Su distribución se explica fácilmente a partir de la noción de proyección del centro de gravedad y de la cinemática articular. Desde un punto de vista biomecánico, se oponen en cada articulación al momento del centro de gravedad de los segmentos corporales subyacentes²¹⁻²⁵⁻⁴³. De este modo es como ejercen la fuerza, bien de un modo pasivo, por la intervención de su componente viscoelástico (tono muscular), o bien de una forma activa mediante su reclutamiento automático (tono postural) (Figura 7).

En el esqueleto axial, los músculos extensores del raquis poseen una actividad antigraavitatoria predominante en los niveles cervical y dorsal. En el raquis lumbar y en la cadera, el centro de gravedad se proyecta por detrás de la articulación coxofemoral

y cerca de las vértebras lumbares, de tal forma que pone en juego a los músculos del plano anterior, en particular, el psoas íliaco.

En las extremidades inferiores, la proyección del centro de gravedad por delante del centro de rotación de las rodillas permite el mantenimiento de la posición de pie sin activación, mediante la sola puesta en tensión de los elementos capsuloligamentosos posteriores. Por otra parte la activación del cuádriceps asegura el bloqueo de la rodilla a partir del momento en que ésta se aparta de la posición de extensión. En el tobillo, la proyección del centro de gravedad pasa un poco por delante del eje de la articulación tibiotalar, lo que implica una activación predominante del músculo tríceps sural en el control del bloqueo del pie en el suelo.

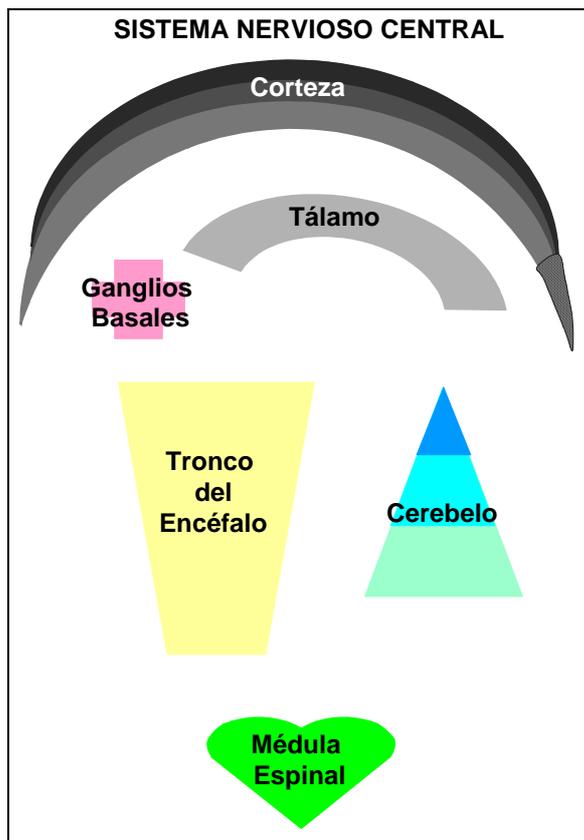


Figura 4. Sistema Nervioso Central

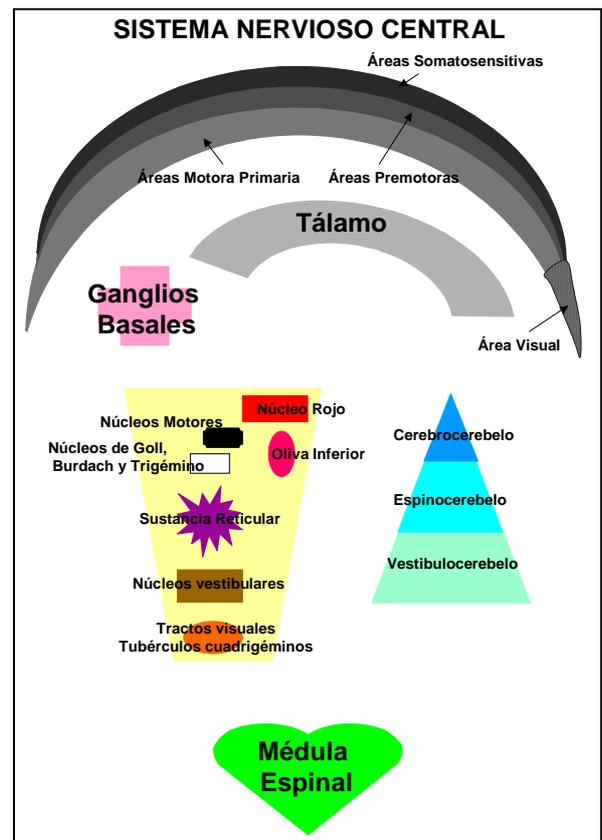


Figura 5. Núcleos en el SNC

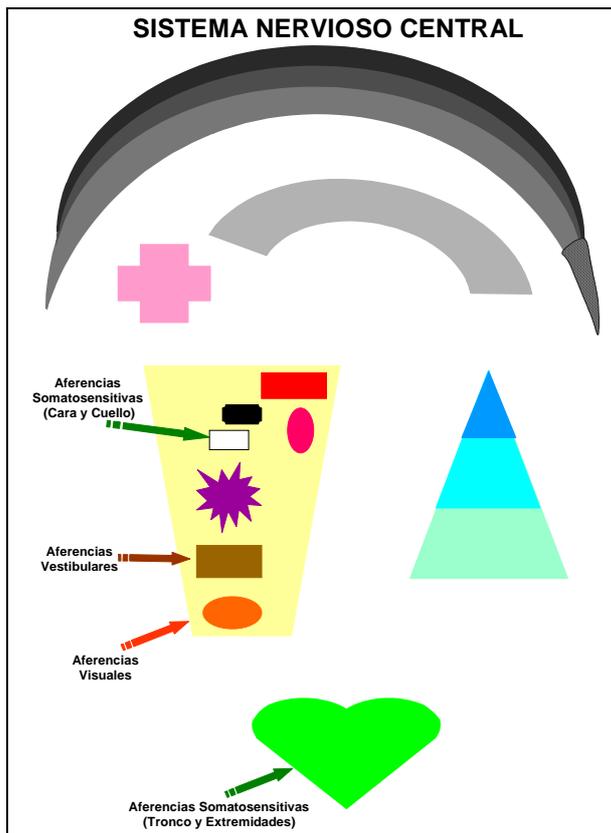


Figura 6. Aferencias periféricas y su lugar de recepción en el SNC.

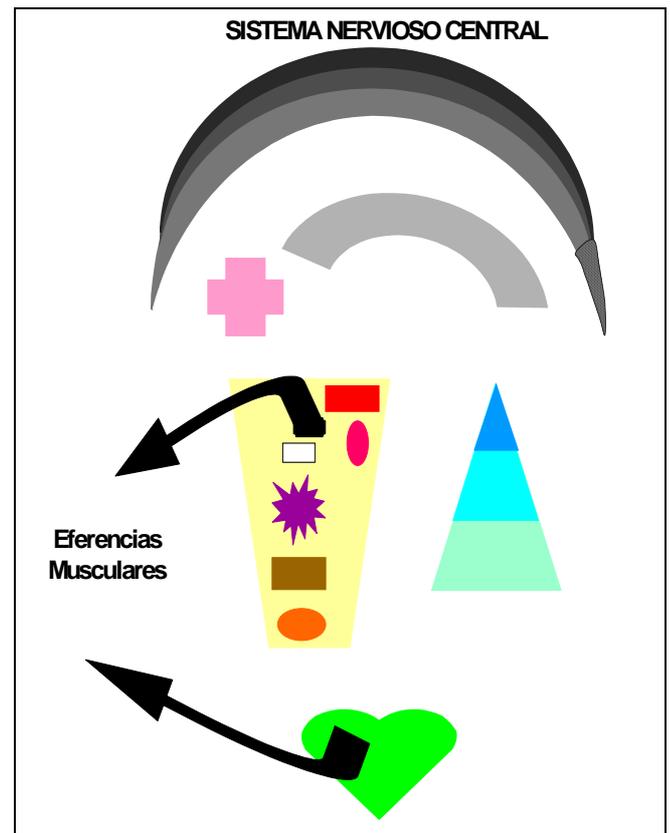


Figura 7. Órdenes para los efectores musculares.

2.1.4. ESTRATEGIAS POSTURALES

Como ya se mencionó anteriormente, el control postural tiene como finalidad mantener la postura en equilibrio para lo cual, la integración de toda la información sensorial en el SNC, da como resultado el desarrollo de un conjunto de respuestas posturales que se conocen con el nombre de estrategias de estabilización o ajustes posturales.

Para compensar el efecto perturbador del movimiento y con la finalidad de prevenir o reducir al máximo el desplazamiento del centro de gravedad, el cerebro utiliza dos procedimientos. Uno de ellos implicaría un ajuste postural reaccional (reflejos), con el inconveniente de sobrevenir un cierto retraso ya que requieren

información sensorial (feedback), mientras que el otro consistiría en una serie de ajustes posturales anticipados, que a través de redes nerviosas adaptativas, se liberarían como un todo antes de iniciarse la perturbación¹⁸⁻²⁵⁻⁴⁴⁻⁴⁵, están generadas centralmente (feedforward) y no requieren aferencias sensoriales.

En la mayor parte de los actos motores hay que desplazar algunos segmentos corporales para efectuar un movimiento y, al mismo tiempo, se ha de estabilizar la posición o la orientación de otros segmentos como la cabeza o el tronco, que sirven de valor de referencia (referencial egocéntrico)¹⁻²⁻³. Esto supone que el movimiento en sí mismo es una fuente de perturbación de la postura, ya que modifica la proyección al suelo del centro de gravedad, y genera un conjunto de fuerzas de reacción sobre los distintos segmentos que contribuyen al desequilibrio.

Algunos estudios de posturografía han mostrado que el miedo a caerse puede hacer desarrollar estrategias compensatorias pero que curiosamente disminuyen el control postural⁴⁶⁻⁴⁷.

2.1.4.1. AJUSTE POSTURAL REACCIONAL

Los ajustes posturales reaccionales comprenden un conjunto de reflejos que, requiriendo información sensorial, contribuyen a mantener la postura:

- Reflejos vestibuloespinales.
- Reflejos vestibulocervicales.
- Reflejos cervicocervicales.
- Reflejos cervicoespinales.
- Reflejos vestibulooculares.
- Reflejos optocinéticos.
- Reflejos propioceptivos.

La finalidad de los reflejos posturales es mantener la postura de referencia o adaptarla al entorno, de tal manera que estos estabilizan en primer lugar la cabeza con respecto al espacio (vestibulocervicales y cervicocervicales), después el tronco en relación con la cabeza (vestibuloespinales, y cervicoespinales) y, finalmente, los miembros con relación al tronco³⁷⁻⁴⁸⁻⁴⁹⁻⁵⁰⁻⁵¹.

El **reflejo vestibulocervical** es de gran importancia para estabilizar la cabeza con relación al espacio. Ante un movimiento cefálico la señal vestibular generada desencadena el reflejo vestibulocervical que actúa provocando una respuesta motora sobre los músculos del cuello para estabilizar la cabeza con relación al espacio oponiéndose al movimiento perturbador, lo que necesariamente tiende a anular la señal vestibular en su origen, es decir, este sistema funciona por retroacción negativa activado por el error.

El **reflejo cervicocervical**, por el contrario, responde a las señales propioceptivas del estiramiento de los músculos y de las articulaciones del cuello y genera una respuesta encargada de estabilizar la cabeza con relación al tronco (más que al espacio).

En consecuencia, cuando el tronco está estacionario los reflejos **vestibulocervicales** y **cervicocervicales** colaboran en la estabilización de la cabeza⁴⁹. Pero cuando el tronco gira en relación con la cabeza, como cuando se mira a un objeto fijo al tiempo que se gira en una esquina el reflejo cervicocervical tiene que ser suprimido, de forma que el reflejo vestibulocervical estabiliza por sí solo la cabeza⁵².

La estabilidad postural se completa gracias a los reflejos vestibuloespinales y cervicoespinales, que funcionando de forma similar a los anteriores se complementan y se retroalimentan entre sí. Estos reflejos son los responsables, por ejemplo, de que

en un cuadrúpedo cuando se le inclina la cabeza y el tronco hacia un lado, las respuestas vestibuloespinales son las responsables de extender las extremidades de dicho lado y flexionar las del lado contrario para oponerse a la perturbación. Ahora bien, si únicamente se inclina el tronco mientras que la cabeza permanece estacionaria respecto a éste, la respuesta cervicoespinal se opone a la inclinación. Sin embargo, si se hace girar la cabeza mientras el tronco permanece inmóvil, estos dos reflejos se oponen entre sí.

Otra respuesta vestibuloespinal innata es la que se produce en las caídas repentinas, en las que el ser humano ofrece inesperadamente una respuesta extensora estereotipada de los músculos antigravitatorios de las extremidades inferiores que sirven para evitar la caída, ahora bien, teniendo en cuenta que la latencia de la respuesta fija es inferior a 100 ms, la respuesta sólo es útil en caso de caídas desde alturas suficientemente grandes como para permitir que la respuesta tenga tiempo de presentarse. La contribución vestibular al control postural depende del tipo de perturbación impuesta y del lugar en el que se produce (pie, cabeza...).

Todos estos reflejos, aún siendo innatos, pueden ser sometidos voluntariamente a un control superior para ajustarse al patrón intencional del movimiento voluntario con el fin de adaptarse al contexto funcional.

Por otro lado los **reflejos vestibulooculares** son los responsables de mantener quietos los ojos cuando la cabeza se mueve con el fin de mantener sin movimiento las imágenes en la retina. Existen tres reflejos vestibulares diferentes, originados en los tres componentes principales del laberinto:

- El reflejo vestibular de rotación, el cual compensa la rotación de la cabeza y recibe su aferencia predominantemente de los conductos semicirculares.

- El reflejo vestibular de traslación, que compensa el movimiento lineal de la cabeza.
- La respuesta ocular de contrarrotación, que compensa la inclinación de la cabeza en el plano vertical. Este reflejo, junto al anterior, reciben sus aferencias predominantemente desde los órganos otolíticos.

Cuando los conductos semicirculares perciben una rotación de cabeza en una dirección, los ojos rotan lentamente en la dirección opuesta para que la visión sea clara, si bien, posteriormente los ojos realizan un movimiento retrógrado a través del centro de la mirada originando un patrón repetitivo que recibe el nombre de nistagmo (combinación de fase lenta y rápido del movimiento ocular).

El movimiento lineal es percibido por los órganos otolíticos y es más complejo que el movimiento de rotación, ya que cuando la cabeza se mueve la imagen de un objeto próximo se desplaza más rápidamente en la retina que la de un objeto distante, de tal manera que el reflejo vestibular de traslación debe tener en cuenta la distancia a la que se encuentra el objeto visualizado, ya que cuanto mayor sea la distancia menor es el movimiento ocular. Los órganos otolíticos también perciben la aceleración lineal constante que la gravedad ejerce sobre la cabeza.

Ahora bien, los reflejos vestibulares precisan de la información del sistema optocinético para completar su función de estabilización de los ojos ya que en determinadas situaciones como es a la oscuridad o a los movimientos muy lentos, los órganos vestibulares no responden muy bien y precisan de los reflejos optocinéticos para completar su función.

Por tanto, los **reflejos optocinéticos** proporcionan información al sistema vestibular, que éste utiliza para estabilizar los ojos. El hecho de que tanto el

movimiento de imágenes en la retina, como el movimiento de cabeza induzcan al nistagmo y la percepción de movimiento, se debe a que las neuronas relacionadas con la visión (neuronas retinianas) se proyectan en los núcleos vestibulares en el mismo lugar al que llegan las señales vestibulares. Las neuronas que reciben aferencias no pueden distinguir entre señales visuales y vestibulares de manera que responden idénticamente al movimiento de una imagen en la retina, y probablemente esta es la razón por la que las personas no puedan distinguir en ocasiones entre ambos tipos de movimientos. Las células del núcleo de la cintilla óptica (neuronas retinianas) responden preferentemente a los estímulos que se mueven a través de la retina en una dirección temporal-nasal y a los estímulos cuya velocidad de movimiento es baja. Si bien, en los primates el reflejo optocinético está completado por un sistema cortical, que responde además a estímulos que se mueven a velocidades mayores o en una dirección nasal-temporal.

Los **reflejos propioceptivos** propiamente dichos se producen cuando la perturbación se registra en la articulación del tobillo, la cual es responsable del desencadenamiento de unos reflejos de corta (CR) y media latencia (MR)⁵³⁻⁵⁴. Los reflejos de media latencia son bilaterales y se desencadenan ante el estiramiento registrado en una sola pierna, mientras que los de corta latencia son unilaterales⁵⁵. Podría decirse que los reflejos de corta latencia son el complemento de los reflejos monosinápticos, en los que las fibras II de los usos musculares hacen sinapsis con interneuronas que se proyectan ipsi y contralateralmente, mientras que los de media latencia son deprimidos por la estabilización de la postura obtenida a través de un marco rígido²¹⁻⁵⁴ transmitiéndose por fibras tipo Ia. El retraso entre la respuesta MR y la CR es más larga en un músculo distal que en uno proximal.

2.1.4.2. AJUSTES POSTURALES ANTICIPADOS

Los ajustes posturales anticipados, como su nombre indica, son acompañamientos posturales que prevén el efecto del movimiento con el fin de reducir al mínimo la alteración postural producida por éste¹⁸⁻⁵⁶. Estos ajustes posturales aparecen ante la ejecución de los movimientos voluntarios, estabilizan la postura¹⁸ y se caracterizan por la contracción de ciertos grupos musculares que no intervienen directamente en el movimiento voluntario propiamente dicho.

Como es fácil de entender estos ajustes posturales requieren la adquisición de información, por medio de la experiencia, y el aprendizaje y almacenaje de esas reacciones o sinergias que, de una forma prácticamente automática e inconsciente, se liberan como un todo. Dentro de los ajustes posturales tiene especial relevancia en el mantenimiento de la postura bípeda el aprendizaje motor del control vestibuloocular, en el que interviene de una manera muy importante, al igual que en el resto de los ajustes posturales, el cerebelo.

El aprendizaje motor del sistema vestibuloocular es adaptativo y plástico, ya que es capaz de ajustarse a la nueva demanda funcional y una vez establecido un cambio este se mantiene. Dicho cambio o ajuste en la eficacia sináptica recibe el nombre de ganancia nerviosa en la vía refleja.

Se sabe que el cerebelo interviene en la adaptación del control vestibuloocular, y por lo tanto en el del control postural, aunque la forma en la que participa sigue siendo hoy en día un motivo de controversia entre los investigadores. Lo que falta por aclarar es el lugar de almacenaje de la señal adaptativa del control postural, ya que puede que el cerebelo sea el que la almacena e integra⁵⁷ o en cambio es el que la integra y la dirige hacia el lugar de su almacenaje en el tronco del encéfalo⁵⁸⁻⁵⁹. En

cualquier caso es indiscutible el papel primordial y esencial del cerebelo en el proceso de adaptación del control vestibulo-ocular.

Las células de Purkinje de los lóbulos floculonodulares del cerebelo reciben señales de las neuronas sensitivas del laberinto vestibular a través de una vía formada por fibras en musgo y paralelas⁵⁷, dichas células de Purkinje a su vez transmiten una señal inhibitoria a los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo, los cuales recibían a su vez una señal excitatoria por parte de las citadas neuronas del laberinto, de forma que la ganancia del reflejo vestibulo-ocular podía ser regulada de forma adaptativa mediante la alteración de las fuerzas relativas de las vías excitatoria directa e inhibitoria refleja⁵⁷; ahora bien, la forma concreta sobre como se controla esta regulación aún está pendiente de estudio.

Algunos autores sostienen que las responsables de la regulación de la ganancia son las señales transmitidas por las fibras trepadoras⁵⁷, es decir, la señal transmitida por la vía óptica accesoria de la retina al núcleo de la oliva inferior y de éste a las vías de las fibras trepadoras, que se dirigen al cerebelo vestibular, son las responsables de esa línea de "enseñanza" que establece los parámetros para la adaptación en la sinapsis fibra paralela-célula de Purkinje. Compatible con esta idea es el hecho de que en las lesiones cerebelosas el potencial de aprendizaje se encuentre suprimido.

Ahora bien, conviene reflejar los experimentos de Lisberger⁵⁸ y Luebke⁵⁹ que reflejan el hecho de que las señales de salida de las células de Purkinje solo eran reguladas durante el proceso de aprendizaje adaptativo, volviendo a su estado original tras completarse la adaptación, sin dejar, aparentemente, ningún "rastro de memoria" en la corteza cerebelosa, lo cual sugiere que es la señal de salida de la célula de Purkinje la que representa la línea de enseñanza más que la señal de entrada en la fibra trepadora. Este último autor⁵⁹ concluye además que los lugares de aprendizaje adaptativo son las neuronas del tronco del encéfalo donde las células de Purkinje

envían sus proyecciones, siendo el cerebelo el que forma la señal que dirige la adaptación.

2.1.4.3. ESTRATEGIAS POSTURALES EN BIPEDESTACIÓN

Ahora bien, en el mantenimiento del equilibrio los ajustes posturales o las estrategias de estabilización, ya sean reaccionales o anticipadas, se producen de un modo prácticamente simultáneo y resulta imposible en la práctica separar unos mecanismos de otros. La elección inconsciente de una determinada estrategia depende de la tarea fijada, de las características del soporte, de la estabilización y de la naturaleza de las aferencias periféricas disponibles⁶⁰⁻⁶¹⁻⁶². Consideradas de forma global, las estrategias posturales en bipedestación se caracterizan por patrones de sinergias musculares que permiten mantener el equilibrio y/o recobrar la estabilidad en múltiples circunstancias y situaciones. Las más estudiadas y conocidas son las que se producen en el plano anteroposterior y que se clasifican como estrategia de tobillo, de cadera⁶⁰ y de suspensión¹⁸⁻⁶³.

En la **estrategia de tobillo**¹⁵ el punto de partida se sitúa en la articulación del tobillo. Se caracteriza por la activación de los músculos anteriores o posteriores del tobillo (principalmente el músculo tibial anterior y el tríceps), del muslo (músculos isquiotibiales) y del tronco (músculos paravertebrales), en una secuencia de distal a proximal¹⁵. En esta estrategia el individuo oscila como un péndulo invertido y consigue un cambio de la posición del centro de gravedad del cuerpo por balanceo, en torno a la articulación del tobillo con un movimiento mínimo de caderas o rodillas.

Este tipo de estrategia se observa ante perturbaciones ligeras, lentas y cuando la superficie de apoyo es amplia y firme, pero para que sea eficaz requiere una

amplitud de movimiento intacta en los tobillos⁶³. Se cree que estas respuestas son activadas como reacción ante los estímulos visuales y vestibulares y como respuestas de reflejo de estiramiento monosináptico (respuestas M2).

Los individuos jóvenes (24-54 años) parecen utilizar las estrategias de tobillo en el mantenimiento del equilibrio estático⁶⁴⁻⁶⁵.

El bloqueo de las aferencias plantares provoca la desaparición de la estrategia de tobillo a favor de la estrategia de cadera⁶⁶, mientras que los pacientes que presentan lesiones vestibulares laterales continúan dando prioridad a la estrategia de tobillo⁶⁶.

En la **estrategia de cadera** el punto de partida es la articulación de la cadera y se caracteriza por la activación en una secuencia de proximal a distal de la musculatura anterior o posterior¹⁵, consiguiendo una reubicación del centro de gravedad por flexión o extensión de la cadera. La actividad muscular empieza alrededor de los 90-100 ms en los músculos abdominales y luego en el cuádriceps. Estos patrones musculares están asociados con las correcciones de los balanceos hacia atrás evitando la caída en dicha dirección.

La estrategia de cadera se usa para restaurar el equilibrio como reacción frente a perturbaciones rápidas y largas o cuando la superficie de soporte es pequeña. También es la estrategia utilizada normalmente por los ancianos⁶⁷, lo cual viene a justificar las posibles alteraciones en el control postural provocadas por el envejecimiento.

Por último la **estrategia suspensoria o de paso**⁶⁸ se da cuando las perturbaciones son lo suficientemente fuertes como para desplazar el centro de gravedad fuera de la base de soporte de los pies. El cuerpo responde flexionando las

extremidades inferiores, con lo que el centro de gravedad desciende, y desplazando un pie hacia delante para hacer una nueva base de soporte, acercando el centro de gravedad hacia ésta.

Esta estrategia se utiliza normalmente cuando las estrategias de tobillo y de cadera son ineficaces y cuando las perturbaciones son muy largas o rápidas.

Conviene mencionar que la disminución en el control de los músculos extensores, consecutiva a una desaferentación, puede llevar al individuo a elegir entre dos estrategias: dar prioridad a la longitud del paso, haciendo caer su centro de gravedad, o dar prioridad al mantenimiento del centro de gravedad reduciendo la longitud de paso⁶⁹.

Otros estudios sugieren separar las estrategias de control postural en antero/posterior y medio/lateral dependiendo de la posición⁷⁰⁻⁷¹.

2.1.5. EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO

Existen distintas técnicas para evaluar el funcionamiento del sistema de control postural, su eficacia para mantener la estabilidad o equilibrio postural y sus estrategias a la hora de enfrentarse a los desequilibrios o caídas. Cada una de estas técnicas, ya sean exámenes clínicos o evaluaciones instrumentales, presentan una serie de ventajas e inconvenientes.

2.1.5.1. ESTUDIO DEL APOYO BIPODAL

Consiste en evaluar al individuo en posición de bipedestación con los ojos abiertos y con los ojos cerrados en busca de desestabilizaciones. Este estudio se incorpora normalmente a otras técnicas instrumentales que permiten obtener distintos parámetros y objetivarlos.

2.1.5.2. ESTUDIO DEL APOYO UNIPODAL

Consiste en evaluar al equilibrio en posición de bipedestación en apoyo unipodal, y del mismo modo, con los ojos abiertos y con los ojos cerrados. Son diversas las formas que se proponen para evaluar este equilibrio, a saber:

- Duración máxima del apoyo unipodal medida a partir de tres intentos.
- Número de apoyos necesarios para mantenerse durante un determinado tiempo.
- Capacidad o no de mantenerse en apoyo más de 5 segundos⁷².

No obstante, la facultad de mantenerse en equilibrio sobre un pie es muy variable en la población y declina rápidamente con la edad, sobre todo con los ojos cerrados.

2.1.5.3. RANGO DEL EQUILIBRIO MÁXIMO

El conjunto de test que se incluyen bajo este epígrafe han sido justificados dentro del modelo de péndulo invertido⁷³. De forma general lo que se les pide a los pacientes es que sin mover los tobillos desplacen el tronco hacia delante y hacia atrás todo lo que puedan sin caerse.

La forma de cuantificar este test depende de los autores y del instrumento que utilicen para ello, en cualquier caso de lo que se trata es medir el desplazamiento del tronco que el individuo es capaz de realizar sin perder el equilibrio. Ducan⁷⁴ propone para ello medir mediante una regla el desplazamiento de los dedos cuando el paciente parte con los brazos en flexión de 90º y los codos extendidos (Functional Reach). Otra forma, es a partir del oscilómetro de Lord⁷⁵ que se describirá posteriormente.

2.1.5.4. ESTABILOMETRÍA: PLATAFORMAS DE FUERZAS

La plataforma de fuerzas está compuesta por una superficie rígida de tamaño variable formada de varios transductores, capaces de transformar la fuerza aplicada sobre la mencionada superficie en una señal eléctrica. La medición de la fuerza y de los momentos ejercidos a nivel de la plataforma, permite deducir las coordenadas del centro de presión y seguir sus variaciones. Se admite que, en las condiciones de un equilibrio estático (oscilaciones de baja frecuencia), las oscilaciones del centro de presión están correlacionadas con las del centro de gravedad⁷⁶, cosa que no ocurre en las situaciones de inestabilidad. En la posición de bipedestación inmóvil, la superficie que barre el centro de presión es reducida, aproximadamente de 1 cm²⁷⁷, gracias a pequeñas descargas de la actividad de la musculatura fásica que coordina dicha actividad con la musculatura tónica.

La estabilometría consiste en la observación de los fenómenos de control de la postura ortoestática⁷⁸, y sirve para indicar si los parámetros de la citada postura ortoestática de un individuo están o no dentro de las cifras que caracterizan a la población normal¹³, sin embargo, es poco útil para el estudio de las enfermedades neurológicas clásicas o para el diagnóstico de las enfermedades vestibulares.

Los registros normalizados o valores normales de los distintos parámetros recogidos en la estabilometría, han sido estudiados y publicados en un documento denominado Normes 85¹³, que fue editado por la Asociación Francesa de Posturología en 1985.

La estabilometría reduce al individuo a un punto y, por lo tanto, permite definir objetivamente la posición media del centro de gravedad, así como los pequeños movimientos que sufre alrededor de esta posición, lo que significa medir la estabilidad y no el equilibrio. Cuando en estabilometría se habla indistintamente de centro de

masas y de centro de gravedad es porque se admite que ambos coinciden, con un error del 1%, cuando los parámetros de Variación en Función de la Posición Media de Y (VFY) y Análisis de Fourier (FFT) (± 15 dB-0,5 Hz) tienen valores dentro de la normalidad.

La prueba de estabilometría normalizada propuesta por la Asociación Francesa de Posturología¹³ sigue las siguientes premisas:

- Primero se realiza la prueba con ojos abiertos y luego con ojos cerrados.
- Apoyo bipodal con los pies descalzos.
- Los talones estarán separados 2 cm y los pies abiertos 30°.
- El tiempo de cada registro es de 51 sg y 2 décimas.
- La orden al paciente será: "Quédese inmóvil, relajado, no se ponga firme, brazos a lo largo del cuerpo y mire al objetivo visual, no fije la mirada y cuente en voz alta hasta que le indique que hemos terminado".
- El paciente deberá contar en voz alta para mantener la vigilia y evitar que se cierren los maxilares.
- El objeto visual se colocará entre 90 cm y 1 metro de distancia.
- La iluminación será de unos 2000 lux aproximadamente.

Los parámetros que se evalúan en la estabilometría son los siguientes¹³⁻⁷⁷:

1. **Estatocinesiografía:** es el área en la que el individuo mantiene la proyección de su centro de gravedad. Se mide en mm² o cm² y lo normal son unos 100 mm².

2. **Estabilograma:** es el registro de las coordenadas de las posiciones sucesivas del centro de gravedad (X = movimientos laterales o derecha-izquierda, Y = movimientos antero-posteriores). Se miden en cm o mm.
3. **X media:** es la media de los valores que toma la X en el estabilograma, los valores negativos corresponden al desplazamiento hacia la izquierda y los positivos hacia de derecha. Cuando el paciente se sale de los valores normales se debe a una asimetría en el tono postural debido a un síndrome de déficit postural o a una postura antiálgica.

<i>X media valores normales en mm¹³</i>		
	OA	OC
Media	1,1	0,3
Límite inferior	-9,6	-10,5
Límite superior	11,7	11,1

4. **Superficie:** área de la elipse de confianza que tiene el 90% de las posiciones enmarcadas por el centro de presión. Se trata de una medida rigurosa en la dispersión de las posiciones. Este parámetro evalúa la eficacia de la estrategia del sistema postural, para mantener el centro de gravedad lo más cerca posible de su posición media de equilibrio. Cuando el paciente se sale de los límites de normalidad, se interpreta como una alteración en la precisión del control de las oscilaciones posturales.

<i>Superficie valores normales en mm² (13)</i>		
	OA	OC
Media	91	225
Límite inferior	39	79
Límite superior	210	638

5. **Longitud en función de la superficie (LFS):** es el coeficiente de correlación entre la longitud del estabilograma, es decir, la longitud del

camino recorrido por el centro de gravedad, y la superficie del mismo. Cuando el LFS es igual a uno, significa que el camino recorrido por unidad de superficie es normal, cuando es menor que uno que el camino es menor de lo normal y cuando es mayor que uno que el camino es más largo de lo normal. Este parámetro da una idea de la energía gastada.

<i>LFS valores normales en mm/mm² ⁽¹³⁾</i>		
	OA	OC
Media	1	1
Límite inferior	1,39	1,44
Límite superior	0,72	0,70

6. **Variación en función de la posición media de Y (VFY):** es un parámetro que mide la distancia del punto representativo del sujeto, a una curva experimental de regresión (la curva representaría la correlación $r=-0,92$ entre la posición del centro de presión según el eje de las Y y la variación ponderada de la velocidad de los desplazamientos del centro de presión) y lo que trata de relacionar son las variaciones de tensión entre los músculos posteriores, para mantener la vertical de la gravedad ligeramente por delante de la articulación tibiotarsiana, es decir, mide o evalúa el tono de la musculatura posterior de la pierna. Cuando VFY es cero el punto del sujeto estaría sobre la curva, si es menor que cero existiría un aumento del tono y si es mayor que cero existiría una disminución de la tensión de la musculatura posterior.

<i>VFY valores normales¹³</i>		
	OA	OC
Media	0	0
Límite inferior	3,59	4,86
Límite superior	-2,61	-4,73

Se han encontrado correlaciones entre la VFY y los mayores de 60 años⁷⁹. Esto es debido a que el anciano al no utilizar ya la estrategia de tobillo sino la de cadera⁸⁰, el par mecánico evaluado por la VFY no tiene razón de ser y los valores de la VFY son mucho mayores de lo normal⁸¹. Cuando el parámetro VFY está anormalmente elevado no se puede identificar el centro de presiones con el centro de gravedad, además la VFY no tienen validez si la prueba no se hace respecto a la norma.

7. **Coefficiente de Romberg:** es el coeficiente que se obtiene al dividir las superficies de la elipses registradas con ojos cerrados y con ojos abiertos multiplicado por cien ($R = Soc/Soa \cdot 100$)⁸². Sirve para discernir en que medida el paciente utiliza la visión en el control de su posición ortostática. Cuando el Romberg es igual a 100 significa que la estabilidad del individuo es idéntica con ojos abiertos que con ojos cerrados (ambliope postural), cuando es mayor de 100, que tiene una mejor estabilidad con ojos abiertos y cuando es menor de 100 que la tiene con ojos cerrados, lo cual se interpreta como que la visión perturba el control postural en vez de mejorarlo. Ahora bien, para completar el análisis faltaría evaluar al paciente sobre una colchoneta, ya que si en este caso el Romberg regresa a valores normales significa que existe un conflicto visuoplantar, es decir, las informaciones plantares disturban la integración de las informaciones visuales⁸³.

<i>Coefficiente de Romberg</i> valores normales ¹³	
Media	249
Máximo	677
Mínimo	112

8. **Análisis de Fourier (análisis FFT):** es aquel análisis que trata de separar y ordenar las diferentes oscilaciones por orden de frecuencia, dando a cada una su amplitud. Las oscilaciones en la banda 0/0,5 Hz representan las oscilaciones del centro de gravedad y la experiencia muestra que sólo éstas son controladas⁷⁷; las oscilaciones entre 0,5/1,5 Hz reflejan las contracciones de los músculos en la recuperación de la posición del equilibrio y son aleatorias⁷⁷; y, las de por encima de 2 Hz no deberían de aparecer y si lo hacen pueden deberse a temblores⁷⁶, lo cual significaría que el trastorno afecta más allá del sistema postural fino. Este parámetro también sirve para saber si se ha cumplido el hecho de que el centro de presiones coincide con la proyección del centro de gravedad, sin cometer un error importante. Para ello es necesario que la frecuencia fundamental esté entorno a 0,04 Hz y la atenuación sea de 15dB a 0,5 Hz.
9. **Amplitud normalizada en la frecuencia 0,2 Hz (Parámetro ANØ2):** este parámetro expresa en amplitud, el porcentaje de las oscilaciones de la masa corporal que comparte con el ritmo de la ventilación⁸⁴. El ritmo de 0,2 Hz corresponde al ritmo ventilatorio⁸⁵, la amplitud torácica modifica la posición del centro de gravedad en cada ventilación, pero en el individuo normal estas variaciones no se aprecian en el establograma⁸⁶, como si existiese un ajuste corporal preparatorio al acto de ventilar que anularía los efectos posturales, o bien, una sinergia entre la musculatura estática y la musculatura respiratoria. En la población de sujetos con raquialgias hay un pico de la amplitud en la banda de frecuencia 0,16/0,24 Hz⁸⁷, y aunque no es pantonomónico de una alteración de la columna, aparece presente en todas las alteraciones que modifican la asimetría del tono de los músculos paravertebrales.

<i>Parámetro ANØ2</i>			
		OA	OC
Oscilación D-I (X)	Media	11,34 ±6,95	16,57±10,41
	Límites	-17,89±17,55	-22,34±21,88
Oscilación delant-atrás (Y)	Media	8,37±4,86	-10,55±11,25

10. Función de intercorrelación: compara las oscilaciones antero-posteriores con las laterales (derecha-izquierda) y aunque deben ser independientes⁸⁸ es útil comprobarla. Sin la curva de esta función franca y sinusoidal no se puede decir que las oscilaciones sean independientes, ya que comparten una periodicidad lo que significa que están regidas por un único centro, esto es, están sobrecontroladas, lo que implicaría la hipótesis de un control consciente y por tanto una posible simulación por parte el paciente.

2.1.5.5. PLATAFORMA MOVIL DE POSTUROGRAFÍA

Son aquellas plataformas que permiten cambiar de forma lineal y angular la base de la superficie de apoyo⁵⁶⁻⁶⁸, provocando perturbaciones que pueden ser reguladas en magnitud y tiempo⁸⁹ y a las que el individuo no puede antiparse.

Cuando se utiliza este tipo de plataforma y se recogen electromiográfica-mente las respuestas de los músculos de la pierna, éstas ocurren dentro de los 70-90 ms⁶⁰⁻⁸⁹. Ante estas perturbaciones, el sistema de control postural utiliza diferente estrategia de equilibrio para evitar la caída, la cual depende de la magnitud y la dirección de la perturbación, así como de la base de sustentación del individuo. Cuando la plataforma se desplaza linealmente hacia atrás, la estrategia utilizada es la de tobillo, apareciendo una flexión plantar del mismo para desplazar el centro de gravedad dentro de la base de sustentación⁶⁰. Cuando la perturbación es de mayor amplitud o la base de sustentación es muy estrecha, la estrategia de elección es la de cadera⁶⁰. Y por último

cuando las perturbaciones son muy grandes, aparece la estrategia suspensoria de paso⁶⁰. Ahora bien, la respuesta a la perturbación depende si ésta es predecible o no, y si la visión está disminuida⁶⁰.

Los parámetros utilizados para caracterizar las respuestas ante el desequilibrio son:

- La actividad electromiográfica de los músculos clave en el mantenimiento del equilibrio (tríceps sural-tibial anterior, cuádriceps-isquiotibiales).
- Los valores del par proporcionado por los músculos correspondientes.
- Los desplazamientos de los segmentos de las extremidades, medidos mediante dispositivos optoelectrónicos que permiten un análisis segmentario de las estrategias de corrección del equilibrio.

Los resultados de la posturografía dinámica pueden interpretarse a diferentes niveles:

- El tiempo de respuestas a nivel de un mismo músculo estriado muestra respuestas de latencia variable, que corresponden a un nivel de integración determinado: las respuestas de latencia corta (40 ms) son de origen espinal monosináptico y las respuestas de latencia larga (100 ms) son de origen supraespinal, es decir, hacen relevos en centros de control del equilibrio situados en la base del cerebro.
- La cronología de intervención de los diferentes grupos musculares permite caracterizar varias estrategias de mantenimiento del equilibrio.
- La evaluación de las respuestas motoras en situaciones variadas de privación sensorial (ojos cerrados, suelo blando) permite la exploración de las diferentes aferencias periféricas que se ponen en juego en el mantenimiento del equilibrio.

2.1.5.6. OSCILOMETRÍA

La oscilometría consiste en recoger la oscilaciones laterales y anteroposteriores de la pelvis durante el mantenimiento de la postura ortoestática. Para ello se utiliza un instrumento denominado oscilómetro de Lord (Lord'swaymetrer)⁹⁰, que consiste en una vara de 40 cm de longitud con un bolígrafo montado verticalmente en un extremo y en el otro se sujeta a un cinturón de cuero. El oscilómetro se coloca sobre la pelvis del paciente de tal manera que la vara y el bolígrafo quedan en la parte posterior. Detrás del paciente, y sin que éste se apoye, se coloca una mesa de altura regulable sobre la que descansa la punta del bolígrafo de forma perpendicular. Sobre la mesa y perpendicularmente al paciente se coloca una hoja de papel milimetrado donde se van a registrar las oscilaciones (Figura 8).

Se realizan cuatro test diferentes dos con ojos abiertos y otros dos con ojos cerrados y a su vez, dos sobre una superficie firme y otros dos sobre una inestable, para lo que se utiliza una espuma de alta densidad de 62x70 cm y 15 cm de grosor. Se registra un intento en cada condición. Para llevar a cabo cada test se le pide al sujeto que esté todo lo quieto que les sea posible fijando la mirada en un objeto situado a 3 metros de separación durante 1 minuto.

Los parámetros que permite valorar la oscilometría⁹¹⁻⁹² son la superficie, el desplazamiento antero-posterior y desplazamiento lateral.

Sherrington⁹³ demostró que las oscilaciones obtenidas con el oscilómetro de Lord están fuertemente asociadas a las medidas del centro de presiones obtenidas con las plataformas de fuerzas, señalando que no son necesarios aparatos demasiado costosos para obtener información similar.

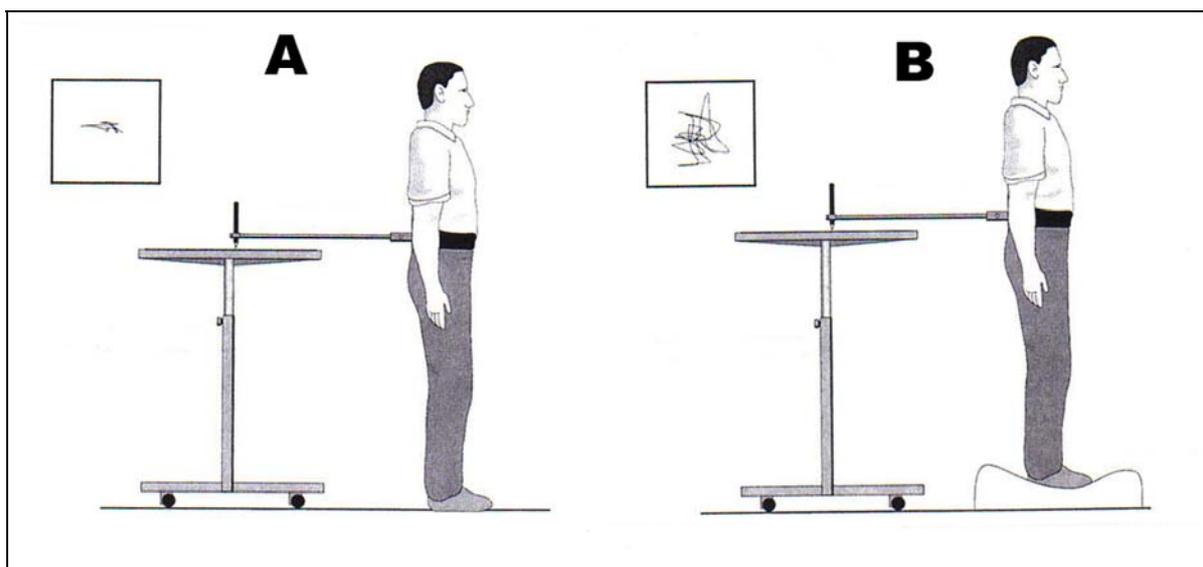


Figura 8. Test de oscilometría: (A) sobre el suelo firme, (B) sobre una espuma

2.1.5.7. TAREA DE ESTABILIDAD COORDINADA

Se trata de un test para medir la habilidad de los sujetos para ajustar el equilibrio de una manera firme y coordinada cerca y lejos de sus límites de equilibrio⁷⁵. Mediante el oscilómetro de Lord con el bolígrafo sobre una mesa colocada delante del paciente y bajo un circuito de 1,5 cm de ancho y un área de 29x18cm, se les pedía a los pacientes que intentasen desplazar el bolígrafo por el circuito pretendiendo mantenerse dentro de él, ajustando para ello su equilibrio, flexionando o rotando el cuerpo sin mover los pies. Los errores se calculan sumando el número de veces que el bolígrafo pinta fuera del circuito. El test es registrado en dos ocasiones anotándose el de mejor resultado (Figura 9).

Diferentes estudios epidemiológicos han mostrado que este es un buen indicador para los ancianos que se caen y para los que no lo hacen⁹⁴⁻⁹⁵.

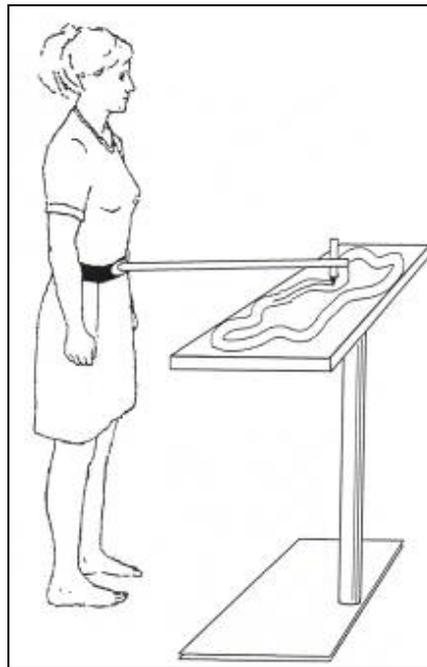


Figura 9. Prueba de tarea coordinada

2.1.5.8. EMPUJES SOBRE EL DORSO O EL TORSO

Las perturbaciones aplicadas sobre el torso con el fin de desequilibrar al sujeto son formas de estudiar la coordinación entre miembros superiores e inferiores¹⁸⁻⁹⁶⁻⁹⁷⁻⁹⁸. Electromiográficamente las latencias de los músculos de los brazos y caderas son similares, de aproximadamente 75 ms⁹⁹ ante las perturbaciones lineales (AP/L), ahora bien, el análisis sugiere que ambos segmentos están regulados de una forma central y no paralela¹⁰⁰. Cuando las perturbaciones son aplicadas sobre la espalda, tanto en estático como en dinámico, las latencias son más cortas (50-70 ms)¹⁰¹.

Ahora bien, ante perturbaciones de mayor magnitud, los sujetos ponen en marcha movimientos correctores para evitar las caídas; por ejemplo, si el sujeto se encuentra en apoyo unipodal, y se le aplica una fuerza sobre el torso que se incrementa de forma progresiva, los sujetos terminan dando un salto. En cambio, si están en un apoyo bipodal dan un paso compensatorio para restaurar el equilibrio¹⁰²⁻

¹⁰³⁻¹⁰⁴⁻¹⁰⁵; a los sujetos jóvenes (22 años) les sirve un único paso mientras que a los ancianos necesitan dar varios¹⁰¹.

Estudios en los que se expone al cuerpo a múltiples empujones aleatorios medio-laterales sobre el tronco y la pelvis, ponen de relieve que niveles de fuerza relativamente bajos (por debajo de los que provocan un paso de protección) aumentan la tensión muscular en lugar de la "compensación reflexiva", siendo un componente importante de restabilización¹⁰⁶. También han sido desarrollados modelos predictivos (estáticos y dinámicos) para caracterizar, basándose en un modelo de péndulo invertido, los límites en la posición del centro de masas y en la velocidad, antes de que se deba iniciar un paso proteccionista¹⁰⁴⁻¹⁰⁷. La relativa contribución del control de tensión muscular en la bipedestación estática es una cuestión hoy en día en debate⁷¹⁻¹⁰⁸⁻¹⁰⁹.

2.1.5.9. CAÍDA VERTICAL (VERTICAL DROPS)

En la bibliografía aparecen estudios en los que los sujetos son suspendidos a una corta distancia del suelo sujetos por un arnés, de tal manera que en un momento determinado, se les deja caer¹¹⁰⁻¹¹¹⁻¹¹². En ocasiones se utilizan sistemas de pesos y poleas para descender y regular la caída de los sujetos desde distintas alturas¹¹⁰⁻¹¹¹. Se mide la actividad electromiográfica y se comprueba que aparece la activación durante los 60-80 msec, tanto en los músculos de la pierna involucrados en la deceleración del cuerpo en la caída, como en otros músculos no posturales. Esta respuesta generalizada es semejante a la activación otolítica⁴³⁻¹⁰⁰.

Los inconvenientes de las distintas técnicas de perturbación utilizadas actualmente son que pese a que permiten conocer las contribuciones segmentarias sucesivas que acontecen en los distintos segmentos, no permiten caracterizar,

cuantificar y objetivizar en patrones las compensaciones posturales utilizadas. La mayor parte de las veces es la dificultad en la aplicación de la perturbación.

2.1.5.10. ESCALAS DE PUNTUACIÓN

También se registran en la bibliografía numerosas escalas o test que, mediante análisis cualitativos y cuantitativos, establecen sistemas de puntuación para evaluar la estabilidad o el equilibrio y mostrar una perspectiva de riesgo ante la caída.

Entre ellas destacar la de Duncan⁷³ en el "Functional Reach", a la que se hacía referencia anteriormente y que cuantificaba la capacidad de inclinación del individuo hacia delante; la de Wolfson¹¹³ en la prueba "Postural Stress Test", en la que el autor propone diez modelos de respuesta ante una desestabilización. Y entre las más utilizadas como globales, el "Test de Tinetti¹¹⁴ y el "up and go" cronometrado¹¹⁵.

2.1.5.11. MIEDO A CAERSE

Entre las distintas evaluaciones del control postural debe incluirse la medición del "miedo a caerse", para lo que existen escalas que miden la confianza de equilibrio en actividades específicas y la escala de eficacia de las caídas¹¹⁶. Hay que distinguir entre "miedo a caerse" y "restricción de la actividad" que el miedo a caerse produce¹¹⁷.

El miedo a caerse constituye una amenaza para las personas mayores por varias razones. Una de ellas es que el miedo a caerse está asociado a distintos trastornos funcionales y a la depresión¹¹⁸; otra es que ese miedo puede llevar a una restricción voluntaria de las actividades de la vida diaria, lo que causa inmovilización y disminuye los contactos sociales¹¹⁶, así como deterioro en las capacidades físicas; reduciendo la aptitud física global.

2.2. EL ENVEJECIMIENTO

2.2.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE LAS PERSONAS MAYORES

La población mundial se triplicó durante la segunda mitad del siglo XX alcanzando la cifra de seis mil millones de habitantes, hecho debido a la reducción de la mortalidad infantil y al aumento de la esperanza de vida.

En 1995 se estimaba que alrededor del 6% de la población mundial tenía más de 65 años (371 millones de personas) proporción mucho mayor en Europa (14%) y Norteamérica (13%) que en Latinoamérica (5%), Asia (5%) y África (3%).

A partir del año 1975, España traspasa la barrera de los países considerados como de población anciana o envejecida, lo cual se relaciona con la disminución del número medio de hijos por mujer y al aumento de la esperanza de vida (Gráfico 1). En el año 2004, el índice de envejecimiento en España está cerca del 17% lo que sitúa a nuestro país entre los denominados "muy ancianos".

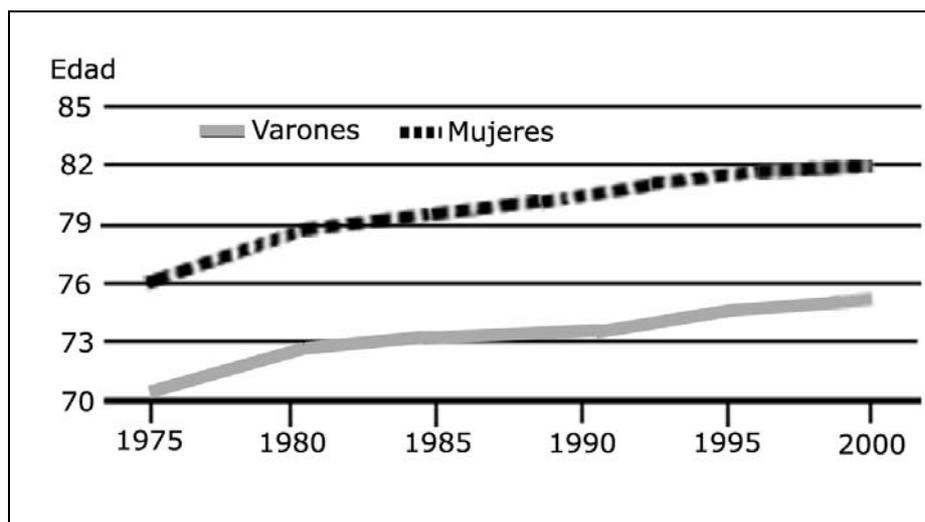


Gráfico 1. Evolución de la esperanza de vida al nacer

En cuanto a la distribución por sexos de la población de personas mayores españolas, la cantidad de mujeres mayores de 65 años, calculada en el año 2004, era de 4.221.498, o sea, el 19,26% del total de la población femenina, y el número de hombres mayores de 65 años era de 3.079.511, el 14,47% del total de la población masculina; que sumando ambos sexos, arrojan un total de 7.301.009 personas mayores de 65 años, o sea, el 16,9% de toda la población.

2.2.2. CONTROL POSTURAL EN EL ENVEJECIMIENTO

El mantenimiento del equilibrio durante la bipedestación y la marcha es "una compleja tarea lograda por el sistema de control postural que integra la información procedente de la vista, el equilibrio y los receptores somato-sensoriales del cuerpo en conjunción con las propiedades pasivas del sistema músculo-esquelético"⁷⁶.

El envejecimiento afecta a todos los elementos que intervienen en la regulación de la postura y del equilibrio, tanto a nivel del control central como de las aferencias periféricas o de los efectores motores¹¹⁹⁻¹²⁰.

En el SN periférico, y en ausencia de una neuropatía caracterizada, el envejecimiento tiene como consecuencia la disminución de la sensibilidad vibratoria y discriminativa, la disminución en la velocidad de conducción nerviosa¹²¹ a partir de los 60 años, la disminución de la propiocepción articular⁶⁶ y la disminución de la fuerza del cuádriceps⁶⁶.

A nivel visual, el envejecimiento se caracteriza por la disminución de la percepción foveal y periférica¹²² y, de forma más específica, por la disminución de la percepción visual de las oscilaciones espontáneas del cuerpo en relación con el entorno¹²³.

A nivel vestibular, el envejecimiento solamente es responsable de los trastornos del mantenimiento del equilibrio en las condiciones de exclusión de las demás aferencias propioceptivas o visuales⁶⁷.

Hay numerosos estudios que apuntan el hecho de que el tiempo de reacción simple aumenta con la edad¹²⁴, tanto a la presión digital como a la flexo-extensión de rodilla¹²⁵; al mismo tiempo que las reacciones posturales se enlentecen, de tal manera que, incluso, ante determinadas situaciones son incapaces de recuperar la posición¹²⁶ si no es con ayuda¹²⁷. Hecho que es más acusado en aquellas personas que han sufrido caídas de repetición ⁶⁰⁻¹²⁰⁻¹²⁸⁻¹²⁹.

El estudio del equilibrio sobre las plataformas de fuerzas, tanto en estático como en dinámico (examen estabilométrico), ha mostrado que el envejecimiento se caracteriza por el aumento de las oscilaciones posturales¹³⁰, que pueden atribuirse a la pérdida de la sensibilidad discriminativa en los pies, sin que esta relación excluya otros parámetros. El elemento más característico es la importancia que toman las aferencias visuales durante el envejecimiento, que se caracteriza por el aumento del coeficiente de Romberg, debido a que, como afirma Straube¹³¹, el anciano "se agarra" a sus aferencias visuales más que a sus aferencias vestibulares o propioceptivas. Otro aspecto que revela este estudio es que las personas de edad avanzada utilizan con más frecuencia las estrategias de cadera que de tobillo, tanto ante perturbaciones externas inesperadas¹³² como en ausencia de ellas⁶⁵. Las explicaciones de porqué los ancianos dan prioridad a la utilización de la estrategia de cadera son varias, algunos autores señalan que es en respuesta a la pérdida de aferencias periféricas de las extremidades inferiores, junto con la disminución de la fuerza de los músculos tibiales anteriores y las retracciones aquíleas las cuales disminuyen la capacidad para llevar a cabo una flexión dorsal de tobillo, imprescindible en la utilización de la estrategia de tobillo. Otros apuntan a una pérdida de unidades motoras en los músculos distales

respecto a los proximales¹³³, a lesiones de las raíces nerviosas de esos músculos¹³⁴ o a la pérdida de propiocepción en las articulaciones distales como consecuencia de neuropatías periféricas⁶³. Esta disminución de la capacidad para utilizar la estrategia de tobillo, puede ser evaluada pidiéndole a los individuos que realicen inclinaciones voluntarias de amplitud máxima¹³⁵, observando que en los sujetos ancianos la amplitud de las mismas, en particular hacia atrás, están disminuidas ¹²⁶⁻¹³⁶, si bien este hecho más que deberse a las aferencias sensoriales, según varios autores¹²⁶⁻¹³⁶ es debido a la disminución en la capacidad motora traducida en la incapacidad de aumentar la velocidad de ejecución del paso.

Esta degeneración en el mecanismo de control postural en el anciano incrementa la susceptibilidad a las caídas⁶⁰⁻⁶³⁻⁶⁴⁻⁹¹⁻⁹⁵⁻¹²⁰⁻¹²⁴⁻¹³³⁻¹³⁷⁻¹³⁸⁻¹³⁹⁻¹⁴⁰. Un marcado déficit en uno de los factores que intervienen en el equilibrio puede ser suficiente para incrementar el riesgo de caídas, sin embargo una combinación de pequeños o moderados déficit, también incrementa el riesgo.

La comparación de poblaciones de pacientes con tendencia a caerse y sin ella permite exponer un conjunto de características que presenta el sujeto con riesgo de caída. Durante la fase inicial del desequilibrio existe un periodo crítico de puesta en juego de las reacciones destinadas a evitar la caída, frenando el desplazamiento del centro de gravedad¹³⁶, las cuales pueden fallar en las personas mayores debido a varios factores como es el defecto de percepción del desequilibrio, el retraso en el desencadenamiento de las acciones reflejas (ya sea por el aumento en las latencias nerviosas, en el tiempo de tratamiento de la señal o en la imposibilidad por realizar distintas tareas simultáneamente) o el déficit motor de los músculos, tanto de las extremidades inferiores que intervienen en las reacciones de equilibrio, como de las extremidades superiores que intervienen en la protección en el momento de la caída.

Otro hecho que hay que tener en cuenta respecto a las caídas en personas mayores es el miedo a caerse, ya que afecta negativamente al control postural, no solo porque induce a la inactividad y a la reducción de las AVD¹¹⁷, sino que las estrategias compensatorias que el individuo tiende a desarrollar⁴⁶⁻⁴⁷ no son eficaces.

El riesgo de caídas en personas mayores procede de la suma de un conjunto de factores y signos que pueden resumirse en la reducción de la agudeza sensorial, el enlentecimiento en los tiempo de reacción, las pobres respuestas de equilibrio o posturales, la disminución de la fuerza en extremidades inferiores y la disminución de la propiocepción⁷⁴⁻⁹¹⁻¹²⁰⁻¹²⁸⁻¹³⁹⁻¹⁴¹.

2.3. LAS CAÍDAS

Uno de los mayores problemas asociados con la edad es el incremento en la susceptibilidad para las caídas¹²⁴.

2.3.1. DEFINICIÓN DE CAÍDA

La caída podría definirse como aquel "Evento que produce que una persona descansa involuntariamente en el suelo o en otro nivel más bajo, sin que sea como resultado de un evento intrínseco mayor o el azar"⁹⁰⁻⁹¹⁻¹²⁰.

Hay que distinguir entre caídas accidentales¹⁴² de las caídas intrínsecas o síncope¹³⁸⁻¹⁴⁰. Las caídas accidentales son aquellas que se producen como resultado de un mal paso con plena conciencia del individuo. Estas caídas se deben diferenciar claramente de las caídas por síncope producidas por una pérdida de conciencia

(síncope reflejo, hipotensión ortoestática, síncope cardíaco) o bien, por una aparente pérdida de conciencia (catalepsia, ataques de gota, caídas psicógenas).

El interés por el estudio de las caídas en las personas mayores ha dado lugar a múltiples estudios y trabajos, aumentando en un 70% durante el bienio 2000-2001 respecto al bienio 1990-1991. Sin embargo, los estudios y sus resultados no revelan tanto desarrollo en el campo como era de esperar¹⁴³.

En función del número las caídas, se clasificarán a los ancianos en tres grupos: "ancianos que se caen frecuentemente"⁹¹ que incluirán aquellos sujetos que se caen dos o más veces al año, "ancianos que se caen una vez" y "ancianos que no se caen". Hay autores que engloban las dos últimas categorías en una única⁹¹ ya que consideran que las personas que se caen una sola vez no tienen porque tener necesariamente un deterioro del equilibrio¹²⁴⁻¹⁴⁴⁻¹⁴⁵.

Evitar una caída requiere la percepción de una amenaza postural, la selección de una respuesta correctiva apropiada y una respuesta apropiada de ejecución¹⁴⁶, lo cual exige un correcto funcionamiento de todos los componentes individuales requeridos para el control postural y que pueden ser evaluados mediante la agudeza visual, el tiempo de reacción y las reacciones posturales.

Más del 70 % de las caídas en las personas mayores ocurren durante la deambulaci3n¹⁴⁷⁻¹⁴⁸.

2.3.2. IMPORTANCIA DE LAS CAÍDAS

La importancia de las caídas como problema del envejecimiento se resume en los siguientes aspectos:

1. **Elevada incidencia:** más de un tercio de los mayores de 65 años que viven en comunidad sufren una o más caídas al año¹⁴⁹⁻¹⁵⁰⁻¹⁵¹⁻¹⁵²⁻¹⁵³, y esta incidencia es mayor en los ancianos que viven en residencias o instituciones¹⁴⁹⁻¹⁵⁴⁻¹⁵⁵⁻¹⁵⁶⁻¹⁵⁷ y en los que presentan algún tipo de patología crónica o daño cerebral¹²⁴⁻¹⁵¹⁻¹⁵². En nuestro país, las caídas constituyen el 97% de las causas de accidente en personas mayores de 75 años¹⁵⁸.
2. **Elevada morbilidad:** entre un tercio y un medio de las caídas que se producen en personas mayores producen lesiones, entre el 10-15% están asociadas a lesiones serias¹⁴²⁻¹⁵⁹, entre el 2% y el 6% están asociadas a fracturas¹⁴²⁻¹⁵⁹⁻¹⁶⁰, aproximadamente el 1% están asociadas a fracturas de cadera¹⁴²⁻¹⁵⁹⁻¹⁶¹, el 80% de éstas se registras en mujeres¹⁶² y el riesgo se incrementa exponencialmente con la edad¹⁶³⁻¹⁶⁴⁻¹⁶⁵. Entre los ancianos las caídas son la causa de muerte más frecuente¹⁶²⁻¹⁶⁵⁻¹⁶⁶⁻¹⁶⁷⁻¹⁶⁸, hecho que presenta una mayor tasa en los hombres de raza blanca¹⁶⁹⁻¹⁶¹; en España en el año 2002¹⁵⁷ el 66,9% de las caídas que causaron la muerte del sujeto se produjeron en mayores de 65 años, cifra que en nuestra región se eleva al 69,9% y en nuestra provincia al 71,5%; las mujeres presentan una mayor tasa¹⁵⁸. Entre las lesiones más comunes producidas por las caídas se incluyen cortes superficiales, abrasiones, cardenales y esguinces. La causa más frecuente de fractura en los ancianos son las caídas¹⁷⁰ y las fracturas

mas comunes son las vertebrales, las de cadera, antebrazo, fémur, pelvis, brazo y mano¹⁶⁴.

3. **Elevada discapacidad:** pocas personas que sufren una fractura de cadera vuelven a vivir normalmente, debido al alto grado de discapacidad¹⁶²⁻¹⁷¹ y de reducción en la calidad de vida¹⁶⁸⁻¹⁷² que suele conllevar. Muchas de las lesiones producidas por las caídas que requieren hospitalización desarrollan delirio lo que incrementa la necesidad de pasar a un cuidado institucional¹⁷³. En nuestro país el 52% de las caídas que se registran en los mayores de 75 años tienen repercusiones importantes para la realización de las AVD¹⁵⁸.
4. **Elevados costes económicos:** las caídas son la causa más común de admisión en traumatología¹⁷⁴, un elevado porcentaje requiere hospitalización¹⁶⁸⁻¹⁶⁹⁻¹⁷⁰⁻¹⁷⁵ y esta posibilidad aumenta con la edad¹⁷⁴. Las lesiones que más frecuentemente requieren hospitalización son las fracturas de los huesos del muslo, pierna, brazo y antebrazo, así como las vertebrales¹²⁴. Las personas mayores de 75 años presentan mayor riesgo de necesitar recuperaciones y cuidados de más de un año¹⁷⁶. El actual envejecimiento de la población junto con el aumento en la esperanza de vida elevarán los gastos socio-sanitarios producidos por las caídas y sus consecuencias en las próximas décadas¹⁷⁷. Existen algunos estudios que han demostrado que la reducción en el número de las caídas disminuye el coste en la sanidad de la población anciana¹⁷⁸.

2.3.3. BIOMECÁNICA DE LA CAIDA

La recuperación del equilibrio en la caída hacia delante es un protocolo original desarrollado por Do y colaboradores¹³⁶ en el que el sujeto es inicialmente mantenido en posición inclinada y a continuación soltado sin previo aviso, teniendo como consigna recuperar el equilibrio en pocos pasos.

La evaluación recurre al análisis electromiográfico de la activación de los músculos de las piernas, y al análisis de la dinámica del centro de gravedad y del centro de presiones con la ayuda de una plataforma de fuerzas. Este protocolo permite medir la caída del centro de gravedad durante la reacción de recuperación del equilibrio y la longitud del paso efectuado para frenar la caída.

La medición del impacto en la caída constituye una problemática interesante, pero plantea problemas metodológicos e incluso éticos.

2.3.4. FACTORES DE RIESGO DE LAS CAÍDAS

Muchas investigaciones¹¹⁴⁻¹²⁴⁻¹⁵¹⁻¹⁵²⁻¹⁵³⁻¹⁷⁹ han intentado identificar el riesgo de los factores de las caídas con el fin de desarrollar estrategias de prevención.

Los factores de riesgo de las caídas en personas mayores¹⁴³⁻¹⁵⁰ recogidos en la bibliografía son múltiples, muy numerosos, diferentes, intrínsecos y extrínsecos, siendo normalmente una suma de ellos los responsables de las mismas; algunos de ellos se analizan a continuación:

1. **Edad de 70 años o más**¹⁷⁹⁻¹⁸⁰: el riesgo se incrementa exponencialmente con la edad¹⁶³⁻¹⁶⁴, las personas mayores de 85 años son entre 10 y 15 veces más propensas a sufrir fracturas de cadera que las personas entre 60-65 años¹⁶³.

2. **Patologías neurológicas:** accidentes cerebrovasculares⁹⁰⁻¹⁵¹⁻¹⁵², Enfermedad de Parkinson¹⁸¹⁻¹⁸², Enfermedad de Alzheimer¹⁸³ o simplemente signos neurológicos anormales¹⁸⁴.
3. **Alteraciones en la función neuromuscular**¹⁷¹ que impliquen la imposibilidad para levantarse de la silla sin la ayuda de los brazos¹⁴⁴⁻¹⁷¹⁻¹⁷⁹, estar de pie al menos 4 horas al día¹⁷¹⁻¹⁷⁹, la dificultad para caminar paseando¹⁷¹⁻¹⁷⁹, la restricción en la participación al tratar de utilizar el transporte público o propio¹⁸⁵, la discapacidad para cortarse las uñas de los pies¹⁸⁴, alteraciones de la marcha¹²⁸, debilidad muscular¹⁵³⁻¹⁵⁹⁻¹⁸⁶⁻¹⁸⁷, pérdida de automatismos¹⁸⁸, etc.
4. **Una historia de caídas** ⁹¹⁻¹⁴⁴⁻¹⁵¹⁻¹⁵³⁻¹⁵⁹⁻¹⁸⁵.
5. **Miedo a caerse** ¹¹⁷⁻¹⁴³⁻¹⁸⁸.
6. **Deterioro visual**¹⁴⁵⁻¹⁸⁹: disminución de la agudeza visual⁹¹⁻¹²⁰⁻¹²⁸⁻¹⁴⁵ que supone una limitación para reconocer a alguien a la cara a una distancia de 4 metros¹⁸⁵, disminución en la profundidad de campo¹²⁴⁻¹⁹⁰ y reducción de la sensibilidad de contraste ¹²⁴⁻¹⁴⁵⁻¹⁹⁰⁻¹⁹¹.
7. **Deterioro cognitivo** ¹⁷¹⁻¹⁷⁹⁻¹⁸⁰⁻¹⁸⁵: sobre todo de la atención¹²⁹⁻¹⁵⁷⁻¹⁹²⁻¹⁹³⁻¹⁹⁴⁻¹⁹⁵.
8. **Ingesta de medicamentos o drogas**¹⁹⁶: la toma de benzodiazepinas de vida media larga¹⁷¹⁻¹⁷⁹, medicamentos psicoactivos¹⁵⁵⁻¹⁸², consumo de múltiples medicamentos de forma simultánea¹⁵⁵, el consumo de cafeína¹⁷¹ por ejemplo en dos tazas de café al día¹⁷⁹ e incluso el consumo de alcohol¹⁷⁰.
9. **Patología articular:** artritis¹⁵²⁻¹⁸⁴ u osteoartritis ⁹⁰.
10. **Alteraciones en la estructura ósea**¹⁷¹: ya sea por alteraciones en la geometría, microarquitectura, estructura mineral o intercambio óseo¹⁷¹⁻¹⁹⁷.

11. **Alteraciones en los pies** ¹⁵¹⁻¹⁹⁸⁻¹⁹⁹⁻²⁰⁰.
12. **Aumento de la presión arterial**⁹⁰.
13. **Frecuencia cardiaca superior a 80 pulsaciones por minuto**¹⁷⁹.
14. **Uso de gafas multifocales**²⁰¹.
15. **Diabetes Mellitus** ⁹⁰.
16. **Historia materna de fractura de cadera**¹⁷¹⁻¹⁷⁹.
17. **Incontinencia urinaria** ¹⁸⁰⁻¹⁸²⁻¹⁸⁵.
18. **Cualquier fractura a partir de los 50 años**¹⁷⁹.
19. **Patología neuropsicológica: la depresión**²⁰².
20. **Masa corporal**: ser más alto de 165 cm a la edad de 25 años ¹⁷¹⁻¹⁷⁹, ser delgado¹⁷¹ o perder más del 10% del peso corporal desde los 25 años¹⁷¹ incrementa el riesgo de fractura.
21. **Aceptable, mala o muy mala salud**¹⁷⁹.
22. **Alteraciones cardíacas**⁹⁰⁻²⁰³⁻²⁰⁴.
23. **Hipertiroidismo previo**¹⁷⁹.
24. **Disminución patológica de la afectividad**¹⁷⁹.
25. **Entorno peligroso**: Otros factores de riesgo son los relacionados con el entorno, entre un tercio y la mitad de las caídas ocurren en la casa o cerca de ella¹⁴⁴⁻¹⁶⁰ y muchas veces al caminar simplemente por terreno llano²⁰⁵. Las causas de caídas en la vivienda mas frecuentes son: la ausencia de barandillas, superficies deslizantes, mobiliario inestable y pobre iluminación²⁰⁶⁻²⁰⁷.
26. **Realizar más de una tarea al mismo tiempo**: la realización de cualquier tarea (ya sea cognitiva o motora) tiene efecto sobre la estabilidad postural, tanto estática como dinámica, provocando inestabilidad¹⁹³⁻¹⁹⁵⁻²⁰⁸⁻²⁰⁹⁻²¹⁰ la cual puede ser responsable de la caída.

Lundin y colaboradores¹⁵⁷ apuntan incluso que hablar al mismo tiempo que se camina induce a la caída.

2.3.5. MODIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE LAS CAÍDAS

Las formas de modificar o actuar sobre los factores de riesgos quedan resumidas en las siguientes actuaciones:

1. **Aumentar la fuerza muscular, el equilibrio y la velocidad de reacción** a través de la actividad física regular¹⁵³⁻¹⁷⁸⁻²¹¹⁻²¹²⁻²¹³⁻²¹⁴⁻²¹⁵⁻²¹⁶⁻²¹⁷⁻²¹⁸⁻²¹⁹, la práctica del Tai Chi²²⁰. El hecho de que las personas mayores activas realicen las pruebas de función sensoriomotora y de equilibrio mejor que los físicamente no activos¹⁵³, sugiere que el ejercicio puede constituir una importante manera de intervención para prevenir las caídas en personas mayores²¹⁶
2. **Supervisar la medicación**²²¹ con el fin de reducir el número de medicamentos, especialmente los psicotrópicos como: antidepresivos, hipnóticos y narcóticos, ansiolíticos, etc.
3. **Revisar las viviendas y hacerlas seguras**⁷⁰⁻¹⁴⁴⁻¹⁴⁸⁻²²²⁻¹⁷⁹ eliminando aquellos elementos que contribuyan a tropezarse como las alfombras o el desorden, usando esterillas antideslizantes en los suelos de las bañeras y de las duchas, colocando barras o asideros en el retrete, la bañera y/o ducha, colocando barandillas en las escaleras y mejorando la iluminación de la casa. Es ineficaz cuando toda esta información para evitar las caídas se entrega de forma aislada e individual a la persona anciana⁷⁰⁻²²³⁻²²⁴⁻²²⁵, esto puede ser debido a que un pequeño número de las caídas se deba solo a factores ambientales, lo cual implica una mayor importancia a los factores intrínsecos¹⁸⁵⁻²⁰² o bien a que las

personas mayores son muy reacias a cambiar la distribución u organización de sus casas²¹³⁻²²⁵.

4. **Almohadillados protectores:** el uso de almohadillados protectores en algunas localizaciones como las caderas, disminuyen el impacto durante la caída, reduciendo de este modo el riesgo de fractura²²⁶. Hay estudios²²⁷⁻²²⁸ que muestran una reducción de hasta un 80% de las fracturas de cadera cuando los protectores se llevan colocados correctamente, si bien resultan ineficaces cuando se llevan deteriorados o mal colocados²²⁷.
5. **Fortalecimiento del hueso:** todas aquellas medidas que tienen que ver con la prevención de la osteoporosis: actividad física 3 horas semanales¹⁹⁶, tratamiento farmacológico con biofosfatos²²⁹, etc.
6. **Tratamiento de los problemas visuales**²¹³.

2.3.6. ACTIVIDAD FÍSICA COMO PREVENCIÓN DE LAS CAÍDAS

Hay multitud de estudios que hacen referencia a la actividad física como técnica principal para reducir la incidencia de las caídas en las personas mayores²¹⁵⁻²³⁰⁻²³¹, y las repercusiones de éstas tanto sobre la independencia del individuo para las AVD como a nivel socioeconómico y, sobre todo, en la calidad de vida.

El ejercicio físico realizado de forma programada y regular permite mejorar la fuerza muscular¹⁷⁸⁻²¹¹⁻²¹²⁻²¹³⁻²¹⁴⁻²¹⁵⁻²¹⁶⁻²¹⁷⁻²¹⁸⁻²³²⁻²³³, el equilibrio²³²⁻²³³⁻²³⁰, y los tiempos de reacción²¹⁹, así como la incidencia en la reducción en la tendencia a la disminución de la masa ósea²²⁹⁻²³⁴⁻²³⁵.

Sin embargo en la bibliografía los resultados son conflictivos al respecto, ya que, mientras unos muestran mejoras significativas en el control postural²³²⁻²³⁶⁻²³⁷⁻²³⁸, otros reflejan efectos despreciables del ejercicio físico sobre el control del equilibrio²³⁹⁻

²⁴⁰⁻²⁴¹. El estudio de Parsons²⁴² refleja solamente mejoras significativas en el control postural cuando el entrenamiento se lleva a cabo sobre plataformas móviles, cosa que no mostraba con el entrenamiento sobre plataformas estables.

En un estudio llevado a cabo por Lord²³⁰ en el que analizaban la eficacia de un programa de ejercicio, mediante la valoración del equilibrio postural con el oscilómetro de Lord, obtuvieron que los ancianos mejoraban con resultados muy significativos, sobre todo el equilibrio encima de una superficie inestable (gomaespuma), tanto en el registro con los ojos abiertos como cerrados y que, esta mejora tanto mayor era cuanto mayor era el grado de adhesión (asistencia) al programa. En estudios anteriores este mismo autor⁹²⁻¹²⁰ había encontrado que las medidas de la sensibilidad táctil en el miembro inferior, la sensibilidad vibratoria y la propiocepción eran predictores de la oscilación en condiciones normales (superficie firme), mientras que la visión, la fuerza y el tiempo de reacción jugaban papeles muy significativos en el equilibrio sobre superficies inestables (gomaespuma). De tal manera que la mejora con el ejercicio de la fuerza muscular, el control neuromuscular y los tiempos de reacción serían los responsables del incremento del equilibrio y la reducción del número de caídas. Este autor sugiere que el ejercicio físico tiene pequeños efectos sobre los sistemas sensoriales periféricos, lo que se refleja en los datos similares que se obtienen entre sujetos activos e inactivos⁹²⁻¹²⁰. En cualquier caso la mejora en ciertas entradas fisiológicas, contribuye en gran medida a disminuir el riesgo de caídas, ya que tienden a compensar los déficit en otras entradas.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La hipótesis de trabajo es la siguiente "Un protocolo de tratamiento fisioterápico del desequilibrio postural insertado dentro de los Programas de Revitalización Geriátrica, mejora el control del equilibrio y reduce el número de caídas en una población de personas mayores, válidas no institucionalizadas".

3.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

1. Diseñar un protocolo de ejercicios (entre 8 y 10) para el tratamiento de los desequilibrios posturales registrados en las personas mayores, los cuales tienen como finalidad actuar sobre el sistema neuromuscular mejorando el control del equilibrio, reduciendo las oscilaciones posturales y el número de caídas que se registran en la población de estudio.
2. Aplicar dicho protocolo de tratamiento fisioterápico dentro de los programas de Revitalización Geriátrica que el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca desarrolla en los distintos centros y hogares de la tercera edad del Municipio de Salamanca.
3. Evaluar la eficacia del protocolo de tratamiento del desequilibrio postural en la población de mayores, constatando el número, la gravedad y las consecuencias de la caída, así como distintos aspectos del equilibrio postural estático y dinámico.

4. MATERIAL Y METODOLOGÍA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

4.1. ESTUDIO

Se plantea un estudio cuasiexperimental, longitudinal y prospectivo cuya finalidad es contar el número de caídas que se registran en la población de estudio, medir el equilibrio postural, describir la relación entre las caídas y las alteraciones del equilibrio y comparar entre grupos el protocolo de intervención.

Se recogen valores pre y postintervención del equilibrio postural y del número de caídas, comparándose en ambos casos entre los grupos de intervención y de control.

La intervención consiste en la aplicación de un protocolo de ejercicios dirigidos a tratar los desequilibrios posturales, que como consecuencia de la edad se producen, intentando así minimizar el número de caídas que se registran en la población de estudio.

4.2. POBLACIÓN

El estudio se lleva a cabo con una población de personas mayores, de ambos sexos, válidos, no institucionalizados residentes en la ciudad de Salamanca.

Los participantes son pre-seleccionados a partir de una relación nominal facilitada por los Servicios Sociales del Ayuntamiento de Salamanca; esta relación se elabora cada año con las solicitudes de todas las personas mayores que acuden a los Centros y Asociaciones de Mayores, y que manifiestan su deseo de participar en el programa de Revitalización Geriátrica que, desde hace varios años, vienen aplicando fisioterapeutas que forman parte del equipo de trabajo del Área de Fisioterapia, bajo la dirección del Dr. D. J.I. Calvo Arenillas.

Los participantes son distribuidos aleatoriamente en tres grupos de trabajo: control, revitalización y equilibrio. Todos los participantes son evaluados al inicio y al final del periodo de intervención. El grupo control estará integrado por aquellos mayores que habiendo manifestado su deseo de participar en el programa queden no seleccionados por exceder el número de plazas en el mismo. El grupo revitalización estará formado por aquellos que participen en el programa de Revitalización Geriátrica estándar, llevado a cabo hasta ahora por el Área de Fisioterapia y que posteriormente se describirá. Y el grupo equilibrio estará constituido por aquellos mayores que participen en el programa de Revitalización Geriátrica modificado, en el que se incluirá el protocolo de tratamiento del desequilibrio postural diseñado para el presente estudio.

4.2.1. Criterios de exclusión de participantes

Para todos los grupos:

1. Presentar en el momento de la valoración clínica individualizada, que se hará antes del inicio del programa, alguna de las contraindicaciones absolutas o relativas para la realización de actividad física²³⁵.
2. Presentar algún tipo de patología intercurrente durante la aplicación del programa o en el tiempo que dure el mismo para los sujetos del grupo control.
3. Participar con regularidad en otro tipo de actividades en las que realicen ejercicio físico.
4. Padecer alguna patología relacionada con el sistema vestibular periférico o central, traumatismo cráneo-encefálico o alteración neurológica.
5. Tomar con regularidad algún medicamento relacionado con el equilibrio.

Para los grupos revitalización y equilibrio:

1. No asistir durante 2 semanas consecutivas, o 10 sesiones alternas, a las sesiones de Revitalización Geriátrica.

La actividad se lleva a cabo en distintos centros y hogares de la tercera edad distribuidos por todo el Municipio de Salamanca. Previo a al inicio en el programa se les informa a los participantes sobre los objetivos y la metodología del mismo y se les solicita la firma de un consentimiento informado.

Los estudios sobre la población de personas mayores y los programas de Revitalización Geriátrica fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad de Salamanca con fecha 20 de Octubre de 2001.

4.3. PROGRAMA DE REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA

El programa de Revitalización Geriátrica está integrado por un conjunto de ejercicios físicos controlados y supervisados por fisioterapeutas. Se lleva a cabo en sesiones de 50-55 minutos de duración y se realizarán tres sesiones por semana, durante 30 semanas en el periodo comprendido entre octubre 2005 y mayo de 2006.

En cada sesión de Revitalización Geriátrica²³⁵⁻²⁴³⁻²⁴⁴⁻²⁴⁵⁻²⁴⁶ se desarrollan secuencialmente una serie de ejercicios que incluyen la práctica de:

1. estiramientos miofasciales pasivos, sin rebote, de los principales grupos musculares²⁴⁷⁻²⁴⁸ (posteriores de la pierna, posteriores del muslo, anteriores del muslo y pelvis, vertebrales y paravertebrales, pectorales, etc.);
2. activación cardiocirculatoria aeróbica mediante desplazamientos bipodales;

3. ejercicios respiratorios²⁴⁹;
4. ejercicios de fuerza, potencia y resistencia muscular adaptados a las personas mayores y en los que se trabaja tanto miembros superiores como inferiores²⁵⁰⁻²⁵¹;
5. actividades de coordinación, agilidad y equilibrio, mediante juegos o actividades en parejas y/o grupo²⁴⁹.

Además durante dos momentos de la sesión, hacia la mitad y al final se les motiva a los mayores para que ingieran agua como hidratación (aprox. medio litro total).

Para llevar a cabo las sesiones de Revitalización Geriátrica se cuenta con cinco fisioterapeutas becados por la Universidad de Salamanca a cargo del proyecto de investigación titulado "Evaluación, Indicación y Seguimiento de Programas de Actividad Física en Personas Mayores y Realización de Programas de Revitalización" financiado por el Exmo. Ayuntamiento de Salamanca.

4.4. DISEÑO DEL PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DEL DESEQUILIBRIO POSTURAL

El protocolo de tratamiento consta de diez ejercicios (Tabla 2) en los que se trabajará el equilibrio postural en apoyo bipodal y monopodal, con y sin aferencias visuales, en estático y dinámico y mediante desequilibrios o empujes externos.

La duración total en la ejecución del protocolo dentro de la sesión de Revitalización no superará los 10 minutos y el orden en la ejecución de los ejercicios podrá variar de una sesión a otra.

PROTOCOLO DE EQUILIBRIO

1. Sujetos en bipedestación en apoyo bipodal, frente al respaldo de una silla con los hombros ligeramente flexionados y los codos extendidos hacia el respaldo pero sin sujetarse a ella. Con los pies juntos los sujetos cerrarán los ojos y permanecerán quietos durante 30 segundos contando en voz alta desde el uno en adelante.
2. Sujetos en bipedestación en apoyo monopodal de forma que el pie no apoyado esté sobre el antepié del apoyado y manteniendo la misma posición que en el ejercicio anterior, mantendrán la posición con los ojos abiertos durante 20 segundos sobre cada pie, intentando no sujetarse al respaldo de la silla. Del mismo modo los sujetos contarán en voz alta.
3. Sujetos en bipedestación y en apoyo monopodal pero con el dorso del pie de la extremidad no apoyada sobre el talón del miembro inferior apoyado. Los sujetos mantendrán la posición con cada una de las extremidades 20 segundos mientras cuentan en voz alta.
4. Sujetos en bipedestación y apoyo monopodal con la rodilla de la extremidad inferior no apoyada flexionada 90°. Del mismo modo mantendrán la posición 20 segundos con los ojos abiertos y contarán en voz alta.
5. Idéntico al ejercicio anterior pero con los ojos cerrados.
6. Sujetos en bipedestación frente a la silla y de forma alternativa con cada una de las extremidades inferiores, tratarán de desplazar la punta del pie adelante, a un lado y atrás. Repetirán cinco veces con cada uno de los pies.
7. Caminarán sobre una línea recta (marcada con una cinta de esparadrapo, por ejemplo) en forma de equilibrista, colocando siempre un pie delante de otro (unos 30 pasos).
8. Caminar de lado sobre esa misma línea recta de forma que cada pie cruce al contrario, primero hacia la derecha y después hacia la izquierda (unos 10-15 pasos a cada lado).
9. Los sujetos en bipedestación y por parejas se colocarán uno frente al otro. Uno permanecerá quieto y rígido mientras el otro tratará de moverle imprimiéndole desplazamientos adelante-atrás, a un lado y a otro. Trabajo aproximado de 30 segundos.
10. En bipedestación apoyo bipodal y frente a la silla a un metro de distancia, con los hombros ligeramente flexionados y los codos extendidos hacia el respaldo, sin mover los pies y desplazando únicamente el tronco, los sujetos tratarán de tocar el respaldo de la silla.

Tabla 2. Protocolo de tratamiento del equilibrio postural.

Se instruye a dos de los cinco fisioterapeutas encargados de los programas de Revitalización Geriátrica en la aplicación del protocolo de tratamiento del desequilibrio postural propuesto, de manera que los otros tres desconocen el contenido del mismo.

El protocolo se aplica en aquellos grupos de mayores que formen parte del grupo equilibrio; se desarrollará en al menos dos de las tres sesiones de trabajo semanales y durante las 30 semanas de duración del programa de Revitalización.

4.5. EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DEL DESEQUILIBRIO POSTURAL

Se establecerán dos periodos de valoración clínica de los sujetos participantes en el programa, uno al inicio, durante el mes de septiembre, y otro al final del programa, durante el mes de junio. En ambos periodos de evaluación, junto a la batería de pruebas de valoración médico-fisioterapéuticas, se valora el equilibrio postural de los sujetos mediante oscilometría, estabilometría y electromiografía.

4.5.1. ANÁLISIS OSCILOMÉTRICO

El análisis oscilométrico se lleva a cabo a través del oscilometro de Lord (Lord' swaymeter)⁹⁰ recogiéndose las **oscilaciones antero-posteriores y laterales** de la pelvis sobre superficie estable e inestable; todas ellas se realizan con el sujeto en bipedestación, descalzo y con una base de sustentación en la que los talones están separados entre sí unos 10 centímetros. Si el paciente lleva gafas, realizará las pruebas con ellas.

Para ello se coloca el oscilómetro sobre la pelvis con el bolígrafo en la parte posterior del paciente⁹⁰⁻¹²⁴ descansando éste sobre una mesa (Figura 10) en la que está colocada la hoja de registro (Figura 11). La barra del oscilómetro debe quedar

paralela a la mesa. Se realizan cuatro test diferentes, dos con ojos abiertos y otros dos con ojos cerrados y a su vez, dos sobre una superficie estable (suelo) y otros dos sobre una inestable (Figura 12), para lo que se utiliza una espuma de alta densidad de 62x70cm y 15cm de grosor. Se registra un intento en cada condición. Para llevar a cabo la prueba se le pide al sujeto que esté todo lo quieto que le sea posible durante 1 minuto fijando la mirada en una pared situada a 3 metros de separación.

Posteriormente para la cuantificación de los test se trazan paralelas entre los puntos anterior y posterior más distantes, así como entre los laterales (Figura 13). Se miden los valores antero-posteriores y laterales en cada uno de los test con una regla validada en el sistema métrico y se expresan las medidas en milímetros.



Figura 10. Prueba de oscilometría.

OSCILOMETRICA	
Fecha de Exploración: _____	Código: _____
Nombre: _____	
<p>↑ Apuntando hacia el sujeto</p> <p>ESTÁTICO (Cadena Cerrada) <i>Ojos abiertos</i></p>	<p>↑ Apuntando hacia el sujeto</p> <p>ESTÁTICO (Cadena Semicerrada) <i>Ojos abiertos</i></p>
<p>AP <input type="text"/></p> <p>L <input type="text"/></p>	<p>AP <input type="text"/></p> <p>L <input type="text"/></p>
<p><i>Ojos cerrados</i></p>	<p><i>Ojos cerrados</i></p>
<p>AP <input type="text"/></p> <p>L <input type="text"/></p>	<p>AP <input type="text"/></p> <p>L <input type="text"/></p>

Figura 11. Hoja de registro de la oscilometría.

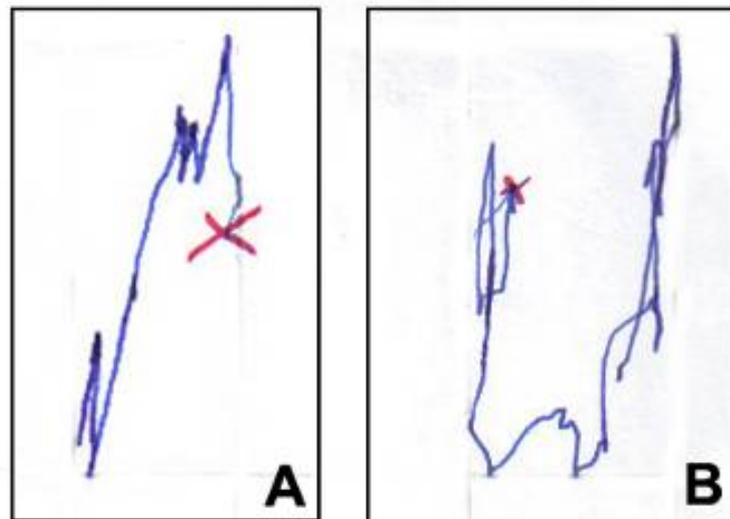


Figura 12. Registros en la oscilometría sobre superficie lisa (A) y sobre espuma (B).

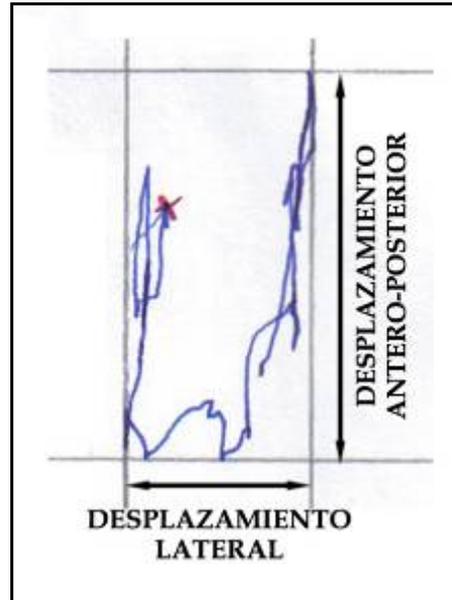


Figura 13. Medición del registro oscilométrico.

4.5.2. RANGO DEL EQUILIBRIO MÁXIMO

El rango del equilibrio máximo también se llevará a cabo mediante el oscilómetro de Lord⁹⁰ pero en este caso el bolígrafo y la mesa, con la hoja de registro (Figura 14) se colocarán en la parte anterior del sujeto (Figura 15). Para llevar a cabo esta prueba se le pide al sujeto que, sin mover los pies, intente desplazar el tronco hacia delante (desplazamiento anterior) y hacia atrás (desplazamiento posterior) todo lo que pueda sin caerse. Se registran dos intentos de cada uno, evaluándose después el mejor de ellos (Figura 16).

Para la cuantificación de estos test se medirá, mediante una regla y en milímetros, la distancia entre los extremos del trazado del mejor intento de cada uno de ellos y se utilizará la suma de los dos.


 Área de Fisioterapia
 E.U. Enfermería y Fisioterapia, Universidad de Salamanca

RANGO-DESPLAZAMIENTO-MÁXIMO

Fecha de Exploración:	Código:
-----------------------	---------

Nombre: _____

Desplazamiento-anterior *Desplazamiento-posterior*





Figura 14. Hoja de registro del rango del equilibrio máximo.

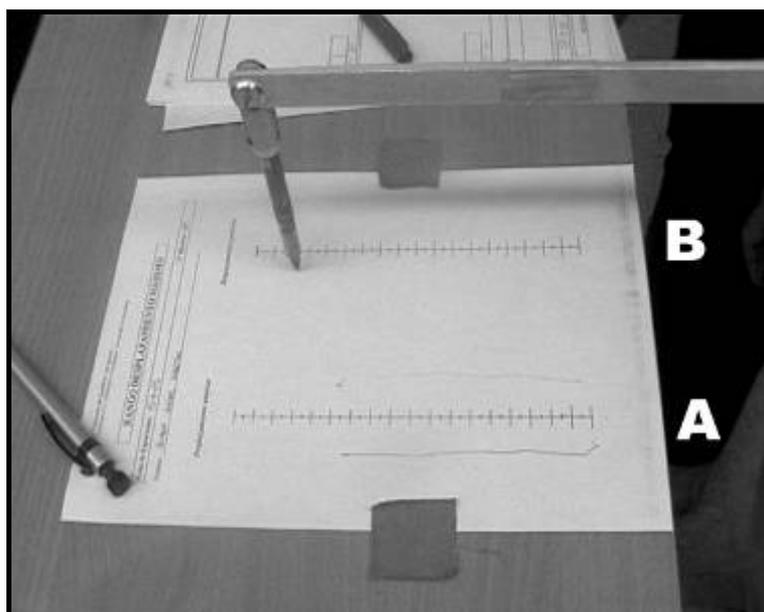


Figura 15. Rango del equilibrio máximo: anterior (A) y posterior (B).

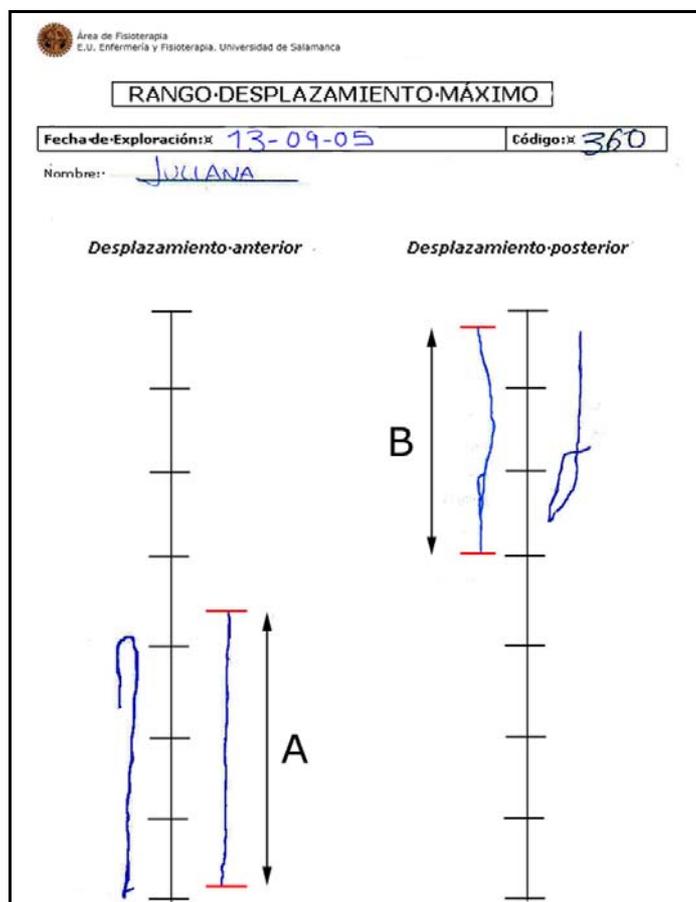


Figura 16. Registro y medición del rango máximo anterior (A) y posterior (B).

4.5.3. TAREA DE ESTABILIDAD COORDINADA

La tarea de estabilidad coordinada es la tercera prueba de valoración, propuesta por Lord⁷⁵ y que también se lleva a cabo con el oscilómetro que lleva su nombre, colocado de la misma manera que en el caso del rango máximo, es decir con el bolígrafo y la mesa colocados en la parte anterior del sujeto (Figura 17).

Con la hoja de registro (Figura 18) colocada en el borde de la mesa más próximo al sujeto se le pide a éste que sin mover los pies y sólo moviendo el tronco, intente con el bolígrafo describir el circuito del esquema de 1,5 cm de ancho y un área

de 28,5x18,5cm intentando mantenerse dentro de él. Se mide mediante un cronometro, marca Casio, el tiempo que el sujeto tarda en realizar el circuito. Se llevan a cabo dos intentos tomándose para el análisis el mejor de ellos, aquel en el que la puntuación es menor.

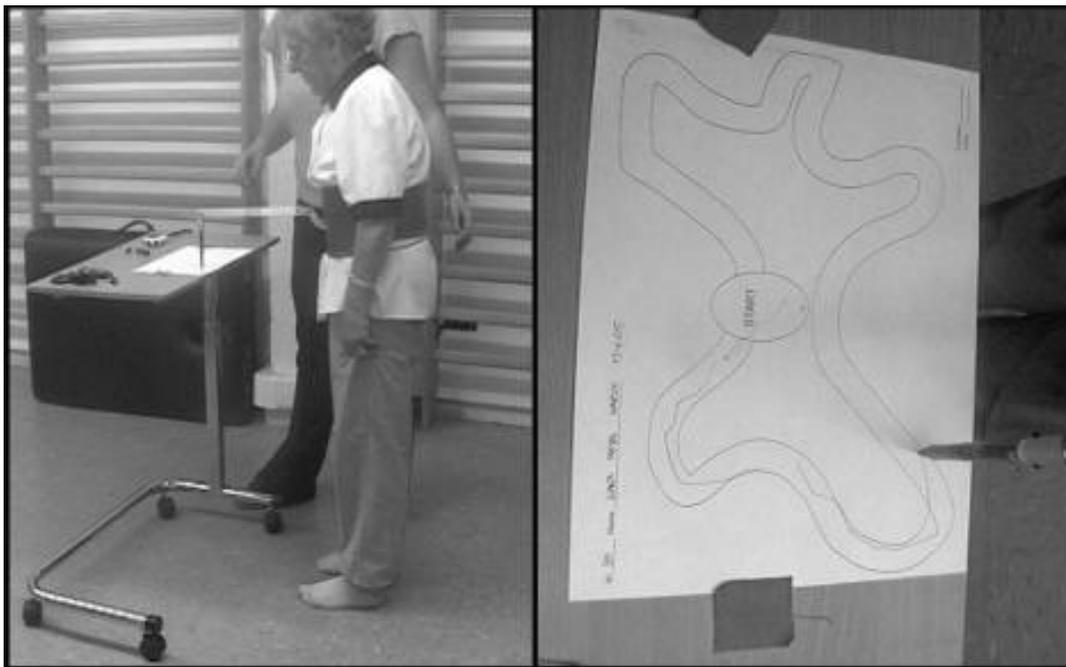


Figura 17. Tarea de estabilidad coordinada.

Para evaluar este test se establecerá una puntuación a partir de la suma del número de veces que el sujeto sale del circuito (Figura 19) y en el caso de que se trate de un atajo en una de las esquinas se sumarán 5 puntos extra (Figura 20). El otro parámetro que se valorará en esta prueba será el tiempo que el sujeto emplea en realizar el circuito.

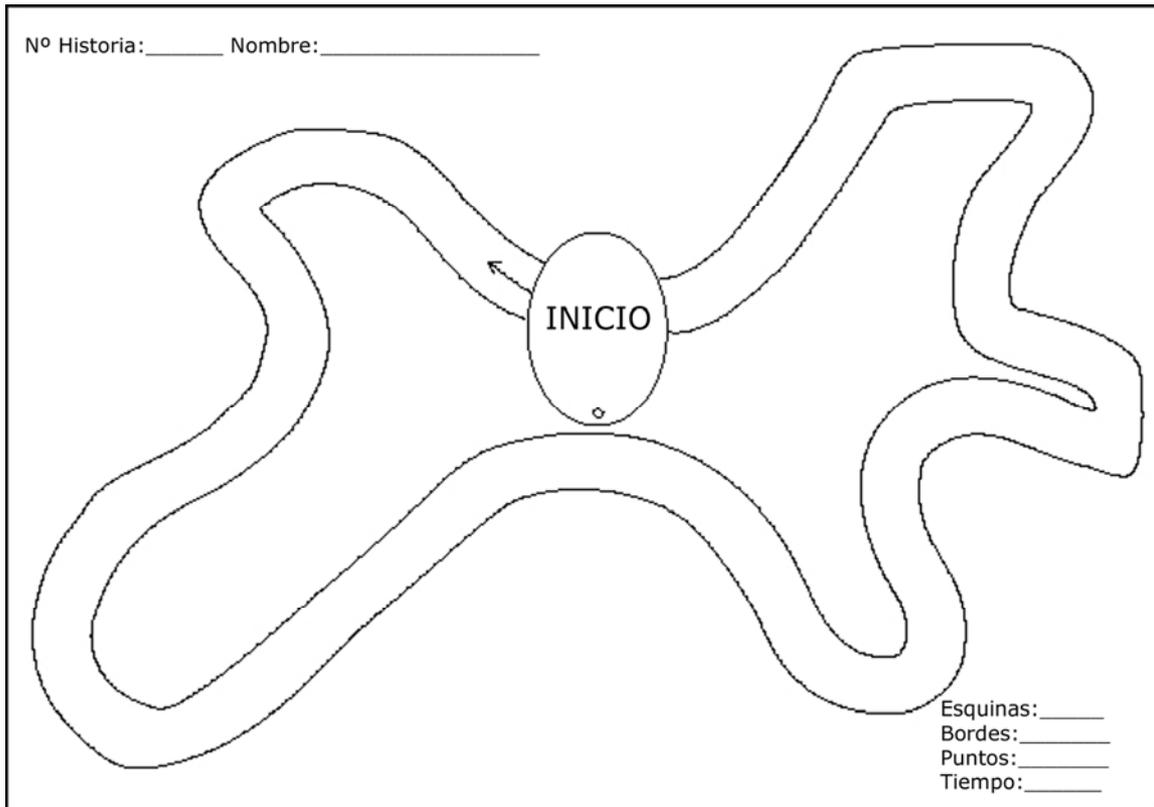


Figura 18. Hoja de registro de la Tarea coordinada.

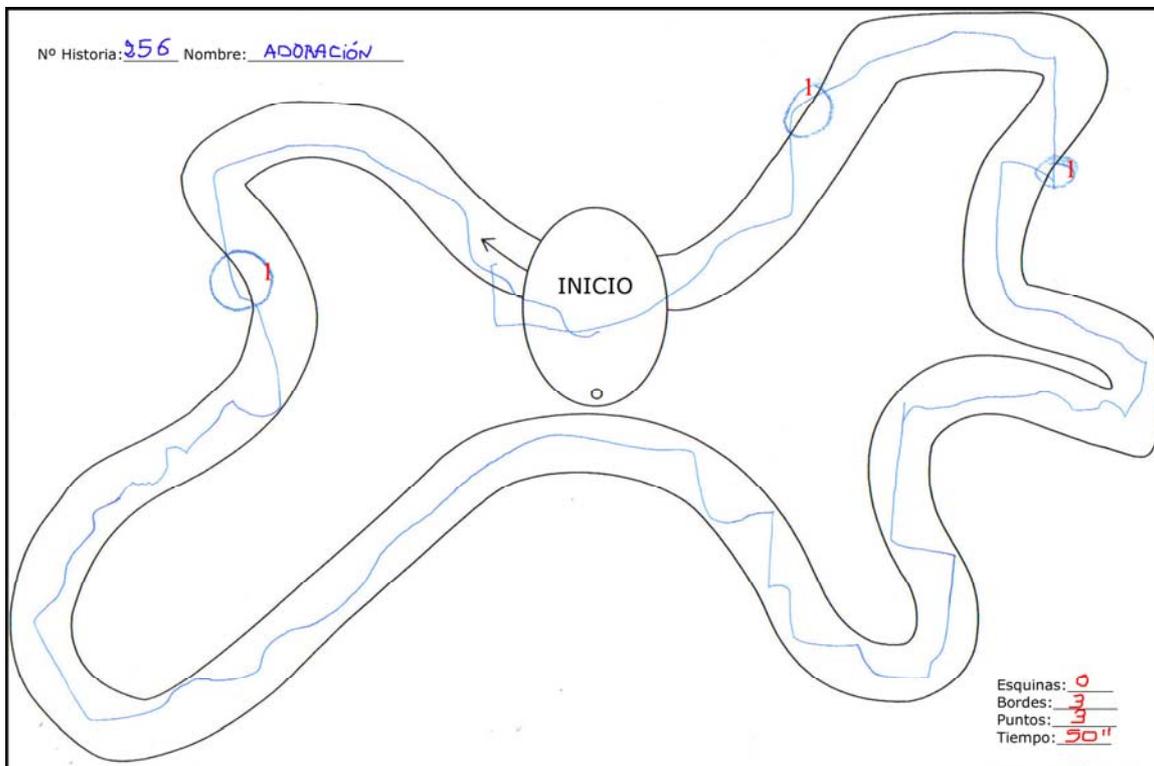


Figura 19. Registro y valoración de la Tarea Coordinada.

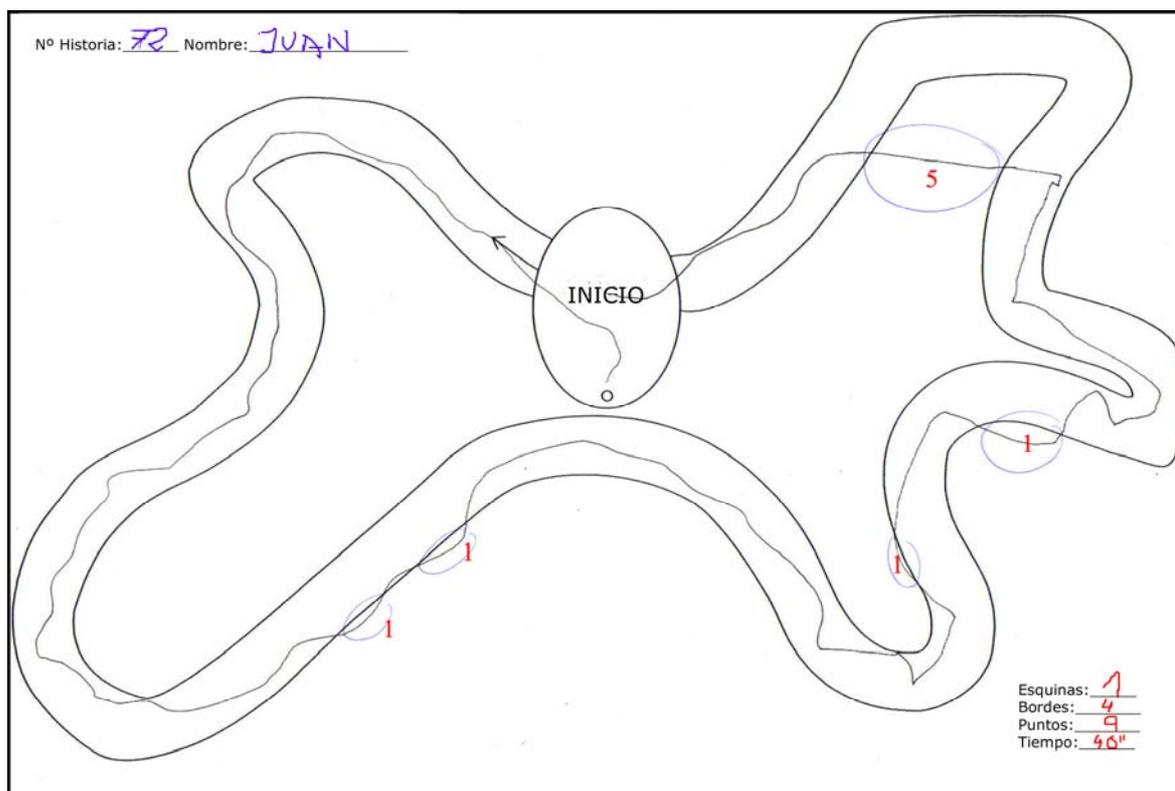


Figura 20. Registro y valoración de la Tarea Coordinada

4.5.4. ANÁLISIS ESTABILOMÉTRICO

El análisis estabilométrico se lleva a cabo mediante la utilización de un baropodómetro electrónico distribuido por Diagnostic Support s.r.l., que utiliza para los registros el programa Physical Gait Software™ (versión 2.65). En la estabilometría se registran los desplazamientos antero-posterior y lateral del centro de gravedad, así como la superficie de la elipse que contiene el 90% de dichos desplazamientos y la longitud del estabilograma (Figura 21).

Se llevan a cabo dos test, uno con ojos abiertos y otro con ojos cerrados. En ambos casos el sujeto se coloca en bipedestación sobre la plataforma de 3,5 metros de longitud con un biombo colocado al frente y al final de ésta. Los pies están

descalzos y abiertos 30° mientras que los talones se mantienen separados 2 cm (Figura 22). El periodo de análisis es el que propone la estabilometría normalizada de 51 segundos y 2 décimas¹³, durante el cual se le pide al paciente que se quede inmóvil, relajado, con los brazos a lo largo del cuerpo, sin fijar la mirada mientras cuenta en voz alta. Si el paciente utiliza gafas realiza la prueba con ellas.

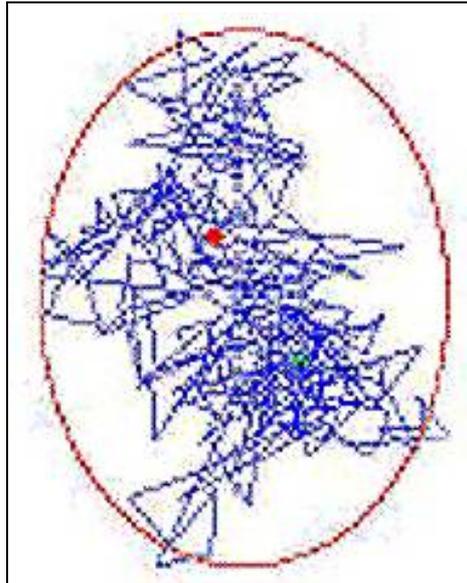


Figura 21. Registro de la longitud del estabilograma en la estabilometría.



Figura 22. Estabilometría normalizada junto al análisis electromiográfico.

4.5.5. ANÁLISIS ELECTROMIOGRÁFICO

El análisis electromiográfico se realiza a partir de los registros en superficie de los músculos de la extremidad inferior: glúteo mayor y tríceps sural. Para ello se utiliza un equipo de electrobyofeedback Myomed 932 distribuido por la casa comercial Enraf-Nonius. Este registro se realiza simultáneamente a la estabilometría, por ello el paciente está colocado en bipedestación, inmóvil mientras cuenta en voz alta (Figura 22). El tiempo del registro es de 1 minuto y se establece a partir de la colocación de electrodos uno en la zona glútea (cuadrante superoexterno) y otro en la zona tricipital (tercio medio) de la extremidad inferior derecha. Los datos que proporciona el equipo son el valor de la contracción mínima, el de la máxima, así como el de la media de los 60 valores recogidos durante el test y la suma de los 60 valores registrados que es la potencia (Figura 23); para este estudio únicamente utilizaremos el valor de la media y de la potencia.

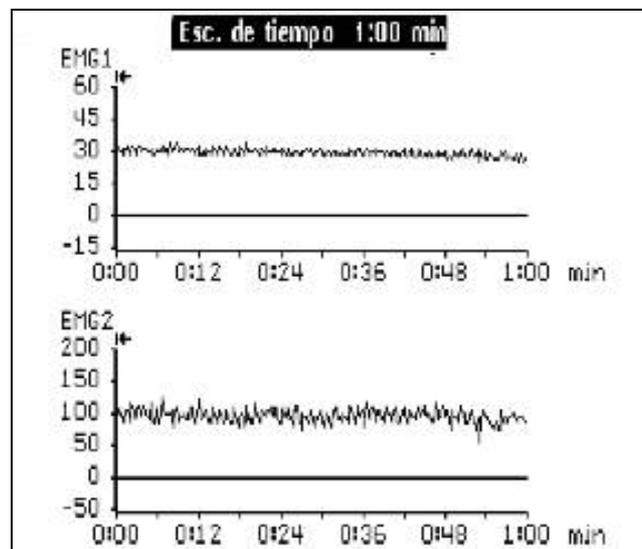


Figura 23. Registro de la electromiografía de superficie.

4.6. VALORACIÓN DE LAS CAIDAS

Por otro lado se evaluarán las caídas registradas durante el periodo que dura la actividad, valorándose el número, la gravedad y las consecuencias de las mismas. Para ello se les instruye a los participantes para que informen a su fisioterapeuta cada vez que sufran una caída durante el tiempo que dura el programa.

Se acepta como caída la definición dada por la OMS que establece la caída como la consecuencia de cualquier acontecimiento que precipite al paciente al suelo en contra de su voluntad. Entre las consecuencias de las caídas se contemplarán las heridas superficiales o contusiones, los traumatismos craneales, las fracturas y las defunciones. Se considerarán graves, aquellas caídas que requieran atención médica y hospitalaria, y por supuesto las defunciones.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos se crean las variables de trabajo y se incorporan al paquete estadístico SPSS versión 13.0²⁵²⁻²⁵³ estableciéndose en primer lugar un análisis descriptivo y después uno comparativo a partir de pruebas T-Student, pruebas no paramétricas y modelos de regresión logística que permitirán establecer la aceptación o no de la hipótesis de trabajo. En general se realizarán pruebas paramétricas cuando el número de sujetos sea mayor de 30 independientemente de la normalidad de los datos; en los casos en los que los que existan diferencias en los resultados al aplicar pruebas paramétricas y no paramétricas se hará referencia del hecho en el texto.

Las variables de trabajo que se establecen a priori serán las que se definen a continuación:

1. **Edad:** Variable cuantitativa que se obtendrá a partir de los años cumplidos en el momento de la primera revisión corregidos en 0,5 años.
2. **Sexo:** Variable nominal dicotómica con categorías: hombre-mujer.
3. **Índice de Masa Corporal (IMC):** Variable cuantitativa que procede del cociente entre el peso del sujeto expresado en kilogramos y la talla al cuadrado expresada en metros.
4. **Grupo:** Variable nominal con tres categorías: grupo control, grupo equilibrio y grupo revitalización.
5. **Asistencia:** Variable cuantitativa que indica el porcentaje de asistencia al programa de revitalización geriátrica.
6. **Número de caídas:** Variable cuantitativa discreta que recogerá el número de veces que cada sujeto se cae durante el periodo de trabajo.
7. **Se cae:** Variable nominal dicotómica codificada a partir de la variable anterior de forma que los sujetos con 0 caídas se codificarán como "sujetos que no se caen" y los que tengan 1 o más caídas como "sujetos que se caen".
8. **Desplazamiento AP sobre el suelo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos antero-posteriores registrados en la oscilometría cuando el sujeto está en bipedestación sobre una superficie lisa bien con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.
9. **Desplazamiento L sobre el suelo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos laterales registrados en la

oscilimetría cuando el sujeto está en bipedestación sobre una superficie lisa bien con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

10. Área sobre el suelo con ojos abiertos/con ojos cerrados:

Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que se obtienen a partir del producto entre el desplazamiento antero-posterior y lateral sobre una superficie lisa y bien con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

11. Desplazamiento AP sobre espuma con ojos abiertos/con ojos cerrados:

Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos antero-posteriores registrados en la oscilimetría cuando el sujeto está en bipedestación sobre una espuma bien con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

12. Desplazamiento L sobre espuma con ojos abiertos/con ojos cerrados:

Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos laterales registrados en la oscilimetría cuando el sujeto está en bipedestación sobre una espuma bien con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

13. Área sobre espuma con ojos abiertos/con ojos cerrados:

Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que se obtienen a partir del producto entre el desplazamiento antero-posterior y lateral sobre una espuma y bien con los ojos abiertos o bien con los ojos cerrados.

14. Rango máximo: variable cuantitativa expresada en milímetros y que procede de la suma de los desplazamientos máximos anterior y posterior.

15. Puntuación tarea coordinada: Variable cuantitativa en número entero que indica el número de veces que el sujeto sale fuera del circuito de la

tarea coordinada, en el mejor de los intentos. En el caso de que el recorrido presente atajos en las esquinas se sumarán 5 puntos extra por cada uno de ellos.

16. **Tiempo tarea coordinada:** Variable cuantitativa expresada en segundos que indica el tiempo que el sujeto tarda en completar el circuito de la tarea coordinada en el mejor de los intentos.
17. **Desplazamiento X con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos laterales registrados en la estabilometría cuando el sujeto está con los ojos abiertos o con los ojos cerrados.
18. **Desplazamiento Y con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que hacen referencia a los desplazamientos antero-posteriores registrados en la estabilometría cuando el sujeto está con los ojos abiertos o con los ojos cerrados.
19. **Área de la estatocinesiografía con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativa continua expresadas en milímetros cuadrados, procedente del producto entre el desplazamiento x y el desplazamiento y
20. **Superficie con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros cuadrados que hacen referencia al área de la elipse de confianza que tiene el 90% de las posiciones cuando el sujeto está con los ojos abiertos o con los ojos cerrados.
21. **Longitud del estabilograma con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en milímetros que indican la longitud del camino recorrido por el centro de gravedad.
22. **Longitud en función de la superficie con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas sin unidades que indican la

relación entre el camino recorrido por el centro de gravedad y el área de la elipse de confianza que tiene el 90% de las posiciones enmarcadas por él.

23. **Media glúteo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en un número entero que indica el valor de la media de las contracciones del músculo glúteo durante el registro electromiográfico con ojos abiertos o con ojos cerrados.
24. **Potencia glúteo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en un número entero que indica la suma de cada uno de los valores de la contracción del músculo glúteo en cada uno de los 60 segundos de duración de cada test, bien con ojos abiertos o con ojos cerrados.
25. **Media sóleo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en un número entero que indica el valor de la media de las contracciones del músculo sóleo durante el registro electromiográfico con ojos abiertos o con ojos cerrados.
26. **Potencia sóleo con ojos abiertos/con ojos cerrados:** Variables cuantitativas continuas expresadas en un número entero que indica la suma de cada uno de los valores de la contracción del músculo sóleo en cada uno de los 60 segundos de duración de cada test, bien con ojos abiertos o con ojos cerrados.

5. RESULTADOS

5.1. POBLACIÓN

Durante el mes de junio de 2005, los Servicios Sociales del Ayuntamiento de Salamanca abrieron un periodo de inscripción para todas aquellas personas que voluntariamente deseaban participar en el programa de Revitalización Geriátrica. El número total de inscripciones fue de 468, de las que 395 asistieron a la evaluación inicial, durante el mes de septiembre de 2005, siendo aptos para la actividad y nuestro estudio, por no presentar ninguno de los criterios de exclusión, un total de 333 personas, con edades comprendidas entre los 55 y 89 años. Con el fin de homogeneizar el grupo con respecto a la edad, se eliminaron los extremos ($\pm 5\%$ en cada uno), estableciéndose un grupo de **302 sujetos** con edades comprendidas entre los 60 y 80 años, de los que 49 (16,2%) eran hombres y 253 (83,8%) mujeres.

Se establecen tres grupos de trabajo según los criterios reflejados en el apartado material y métodos: el grupo control formado por 24 sujetos, el de revitalización por 141 y el de equilibrio por 137 sujetos. Los grupos no presentaban diferencia alguna con respecto al historial de caídas anteriores [ANOVA $F=0,007$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,993$].

En el grupo total la media de edad corregida era de 70,59 años (SD 4,71 años) [IC 95%: 70,06 a 71,12 años], siendo de 71,77 años (SD 4,04 años) [IC 95%: 70,61 a 72,92 años] en los hombres y de 70,36 años (SD 4,80 años) [IC 95%: 69,77 a 70,96 años] en las mujeres. No existían diferencias estadísticas respecto al sexo [Prueba T para muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=1,919$; $gl=300$; $p(\text{bilateral})=0,056$].

En los grupos de trabajo tampoco existían diferencias en cuanto a la edad: grupo control 70,71 años (SD 3,87 años) [IC 95%: 69,08 a 72,34 años], grupo revitalización 70,26 años (SD 4,70 años) [IC 95%: 69,48 a 71,04 años] y grupo equilibrio 70,90 años (SD 4,86 años) [IC 95%: 70,08 a 71,73 años]; [ANOVA $F=0,669$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,513$].

Respecto a la distribución de los sexos en cada grupo de trabajo, el grupo control estaba formado por $n=6$ hombres y $n=18$ mujeres, el grupo revitalización por $n=23$ hombres y $n=118$ mujeres, y el grupo equilibrio por $n=20$ hombres y $n=117$ mujeres. No se registró ninguna diferencia estadísticamente significativa respecto a esta distribución [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=1,627$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,443$].

A partir de la variable Edad se establece la variable nominal *Grupos de Edad* con dos categorías: sujetos con edades comprendidas entre los 60 y 70 años ($n=136$) y sujetos con edades entre los 70 y 80 años ($n=166$).

El grupo resultaba homogéneo respecto al índice de masa corporal (IMC) cuya media era de 29,67 (SD 4,06) [IC 95%: 29,29 a 30,03], no existiendo diferencia alguna ni entre sexos [Prueba T para muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=-0,303$; $gl=300$; $p(\text{bilateral})=0,762$], ni entre grupos [ANOVA $F=2,579$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,078$].

5.2. PROGRAMA DE ACTIVIDAD

El programa se desarrolló con normalidad durante los periodos comprendidos entre el 10 de octubre y el 23 de diciembre de 2005, entre el 9 de enero y el 12 de abril de 2006 y entre el 25 de abril y el 2 de junio de 2006 (30 semanas). Se llevaron a cabo entre 72 y 80 sesiones de Revitalización Geriátrica en los grupos de actividad, y en el grupo de equilibrio además se incluyó el protocolo del estudio entre 40 y 49 sesiones. No se registró ninguna incidencia salvo una caída durante una de las sesiones sin ninguna consecuencia.

Durante el programa abandonaron 10 sujetos (3,6% de los participantes), dos de ellos por fracturas (una de cadera y una de muñeca) mientras que del resto se desconoce la causa.

La asistencia media al programa de Revitalización Geriátrica de los grupos revitalización y equilibrio que finalizaron el programa (n=268) fue del 81,19% (SD 13,75%) [IC 95%: 79,54 a 82,85%], más del 75% de los sujetos asistieron al 75% de las sesiones y más del 25% asistieron al 91% de ellas.

A partir de la variable Asistencia se crea la variable nominal *Grupos Asistencia* con dos categorías, una con aquellos sujetos que asisten a menos del 75% de las sesiones (n=95) y otra con aquellos sujetos que asisten a más del 75% de las sesiones (n=207). El grupo con asistencia menor al 75% incluye los controles.



Imagen 1, 2 y 3. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: ejercicios de estiramiento miofascial.



Imagen 4, 5, 6 y 7. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: ejercicios de desplazamiento.



Imagen 8 y 9. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: ejercicios respiratorios.



Imagen 10, 11 y 12. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: ejercicios de movilidad.



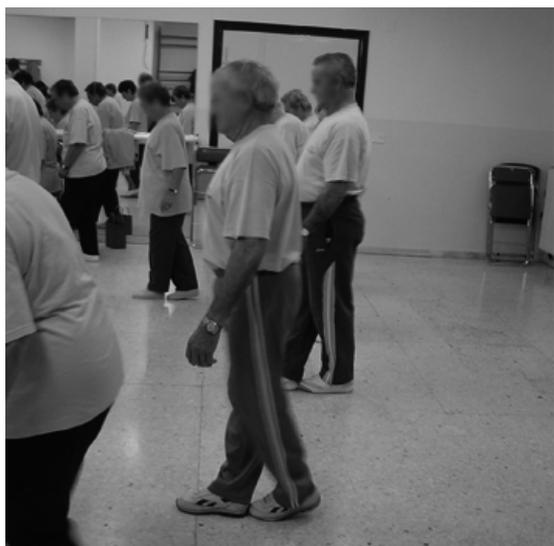
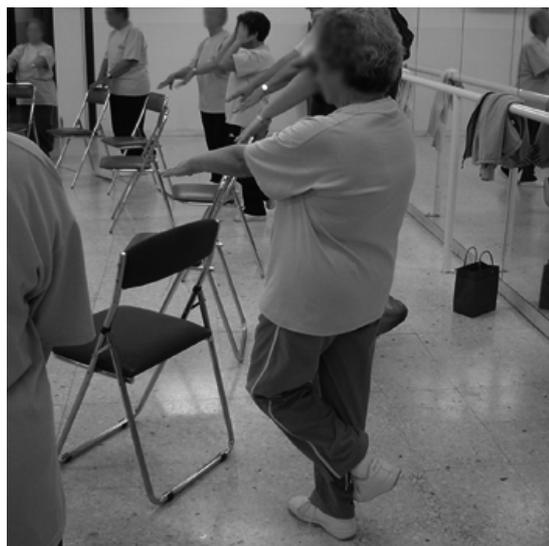
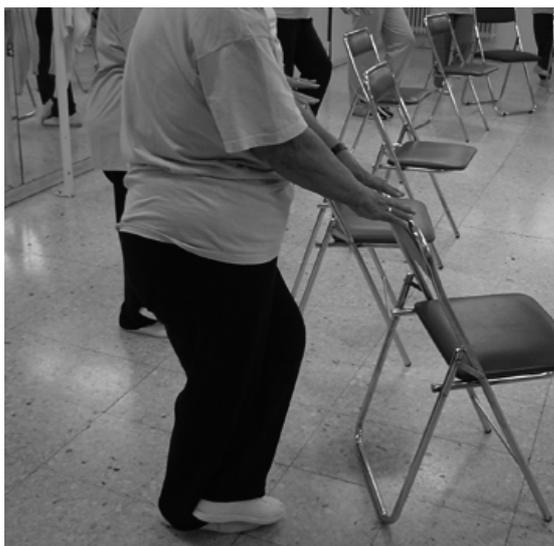
Imagen 13 y 14. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: ejercicios de fortalecimiento muscular.



Imagen 15, 16, 17 y 18. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: ejercicios de coordinación.



Imagen 19 y 20. Sesión básica de Revitalización Geriátrica: hidratación.



**Imagen 21, 22, 23, 24, 25 y 26. Protocolo de Ejercicios de Equilibrio Postural:
ejercicios número 2,3,4,6,7 y 9.**

5.3. REVISIONES O EVALUACIONES

Todos los sujetos participantes en el programa asistieron a su revisión inicial durante el mes de Septiembre de 2005. Por un problema de tiempo, espacio y recursos técnicos la evaluación de la estabilometría, los rangos máximos, la tarea coordinada y la electromiografía, sólo se llevo a cabo de forma aleatorizada en el 37% de los sujetos (n=113; grupo control n=15, grupo revitalización n=51 y grupo equilibrio n=47).

El tiempo medio invertido en la revisión de cada sujeto fue de 36 minutos a los que se les hizo completa y de 16 minutos a los que se les hizo reducida. El tiempo total invertido durante la revisión inicial fueron unas 118 horas.

Durante el mes de Junio de 2006 se llevaron a cabo las evaluaciones finales del programa. A esta revisión asistieron un total de 163 sujetos, siendo el grado de adherencia del 54%; de ellos n=5 pertenecían al grupo control, n=78 al de revitalización y n=80 al de equilibrio.

El grupo control queda extremadamente reducido durante la revisión final ya que al citar a los sujetos nos encontramos con que dos de ellos habían sido intervenidos quirúrgicamente durante el periodo de estudio, uno presentaba un episodio de lumbago agudo, catorce habían realizado otra actividad física (gimnasia de mantenimiento, yoga, tai-chi, etc) y dos no pudieron ser localizados. Teniendo en cuenta la reducción en el grupo de control se decide que para establecer inferencias entre el inicio y el final de la actividad se tendrán en cuenta medidas intrasujeto.

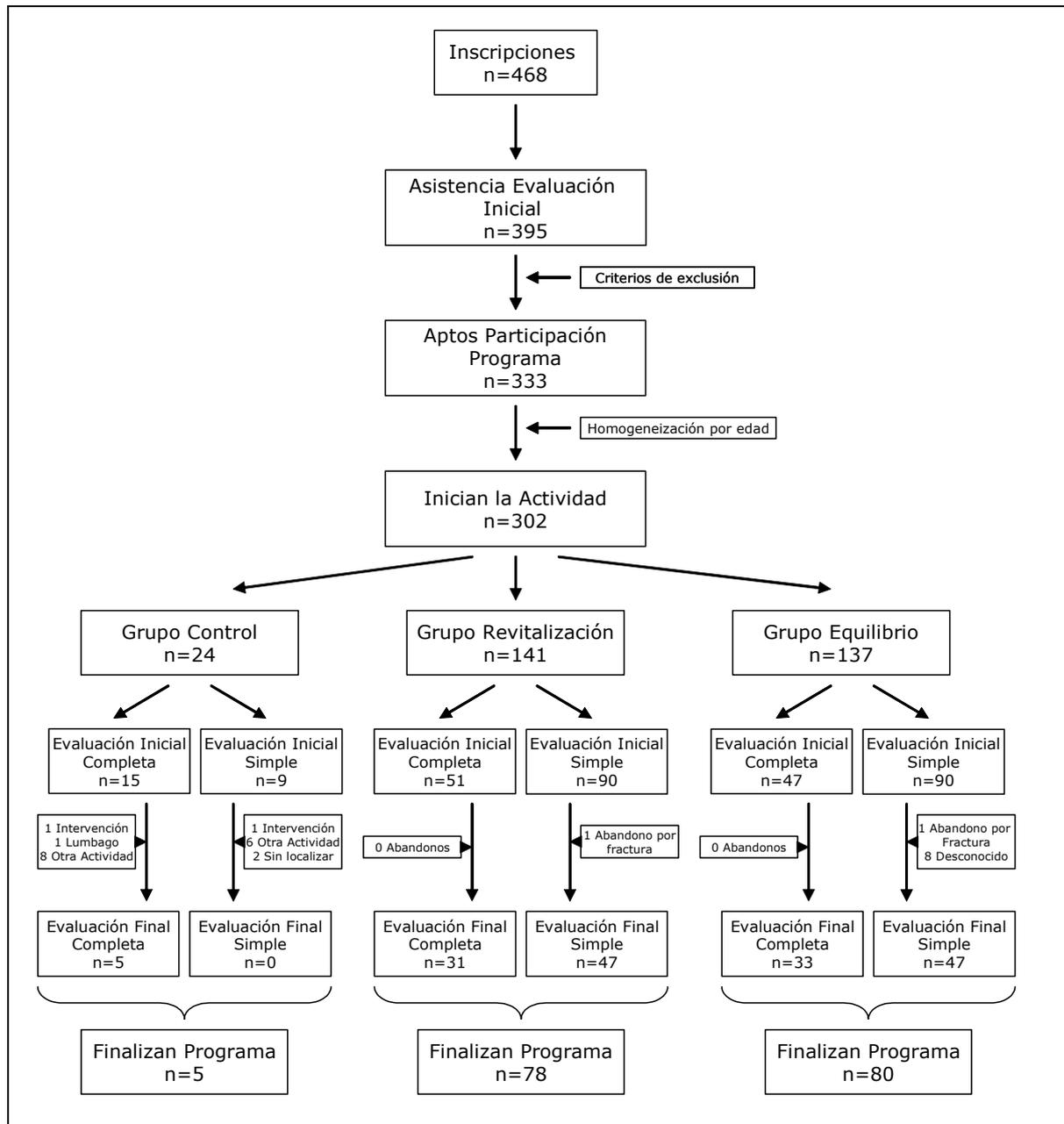


Figura 24. Número de participantes en cada parte del estudio.

5.4. CAÍDAS

Al finalizar el programa se conocen los datos correspondientes a $n=254$ sujetos, que son aquellos que asistieron a la revisión final más los que fueron informando a lo largo del programa sobre si habían sufrido alguna caída, $n=7$ pertenecen al grupo control, $n=132$ al grupo de revitalización y $n=115$ al de equilibrio (Tabla 3 y Figura 25).

El número total de caídas recogidas fue de $n=58$ registradas en $n=49$ sujetos diferentes, lo que supone que la prevalencia de caídas en la muestra total ($n=254$) al finalizar el programa es del 19,3%. De los sujetos que se caen, $n=42$ sujetos (13,9%) lo hacen solo una vez, mientras que $n=7$ (2,3%) se caen dos o más veces. De los sujetos que se caen ($n=49$), el 44,9% de ellos referían alguna caída durante el año anterior al inicio del programa.

La prevalencia de caídas para la muestra total al inicio del programa según la historia anterior de caídas en el último año era del 26,2% (33,3% en el grupo control, 27,7% en el de revitalización y 23,4% en el de equilibrio) [ANOVA $F=0,007$; $gl=2$; $p=0,993$]. Al finalizar el programa la prevalencia de caídas para la muestra total se redujo al 19,3% (28,6% en el grupo control, 20,5% en el de revitalización y 17,4% en el de equilibrio) [ANOVA $F=0,381$; $gl=2$; $p=0,684$] (Figura 26). Los datos para la totalidad de la muestra son similares si solamente tenemos en cuenta los grupos de revitalización y equilibrio de forma conjunta, siendo la prevalencia de caídas al inicio del programa del 25,5% y al final del 19,0%. Respecto a la significación estadística de estos datos se debe reflejar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la prevalencia al inicio y al final, tanto respecto a la muestra total [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=10,723$; $gl=1$; $p(\text{bilateral})=0,001$], como cuando se tiene en cuenta sólo los dos grupos que participan en el programa [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=7,892$; $gl=1$; $p(\text{bilateral})=0,005$].

Recuento		Grupos de Trabajo			Total
		Control	Revitalización	Equilibrio	
Número de caídas durante el programa	0	5	105	95	205
	1	2	23	17	42
	2	0	3	3	6
	4	0	1	0	1
Total		7	132	115	254

Tabla 3. Número de caídas por grupo de trabajo durante el programa.

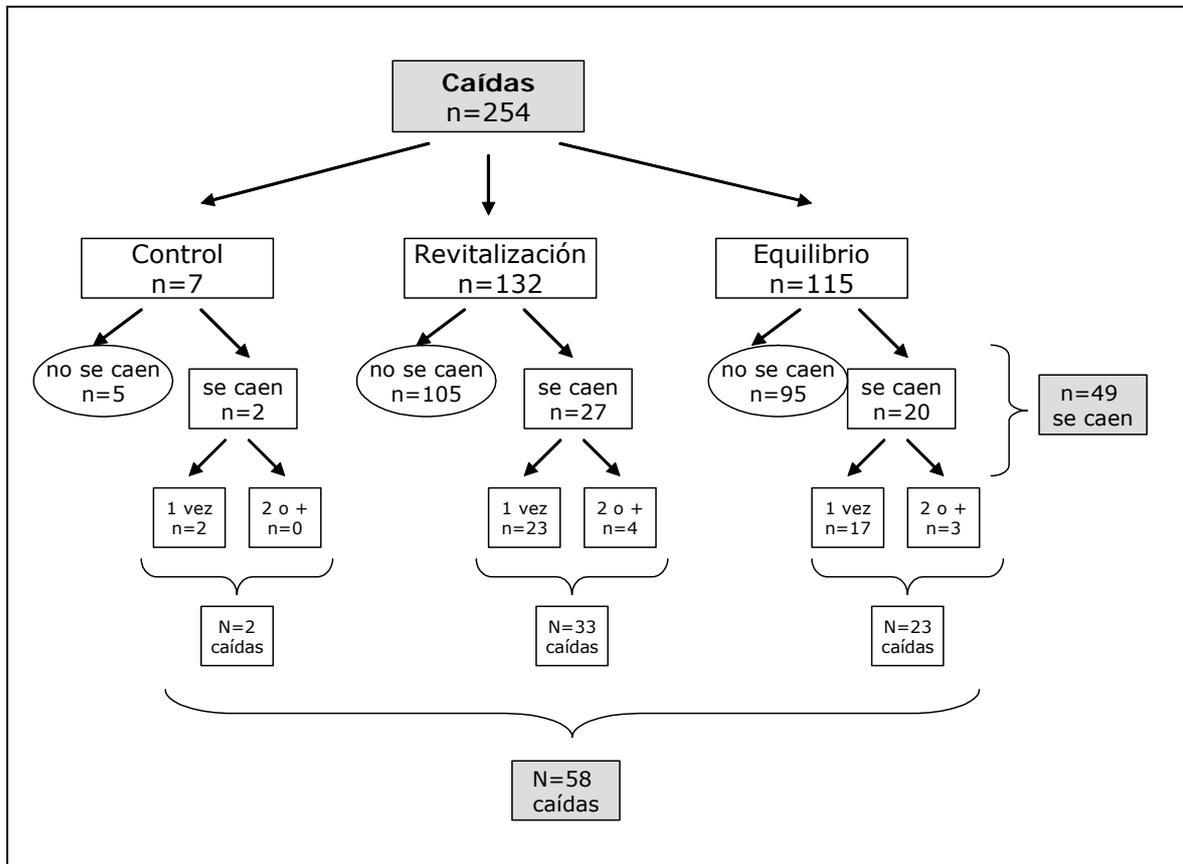


Figura 25. Número de sujetos y caídas totales y por grupo de trabajo.

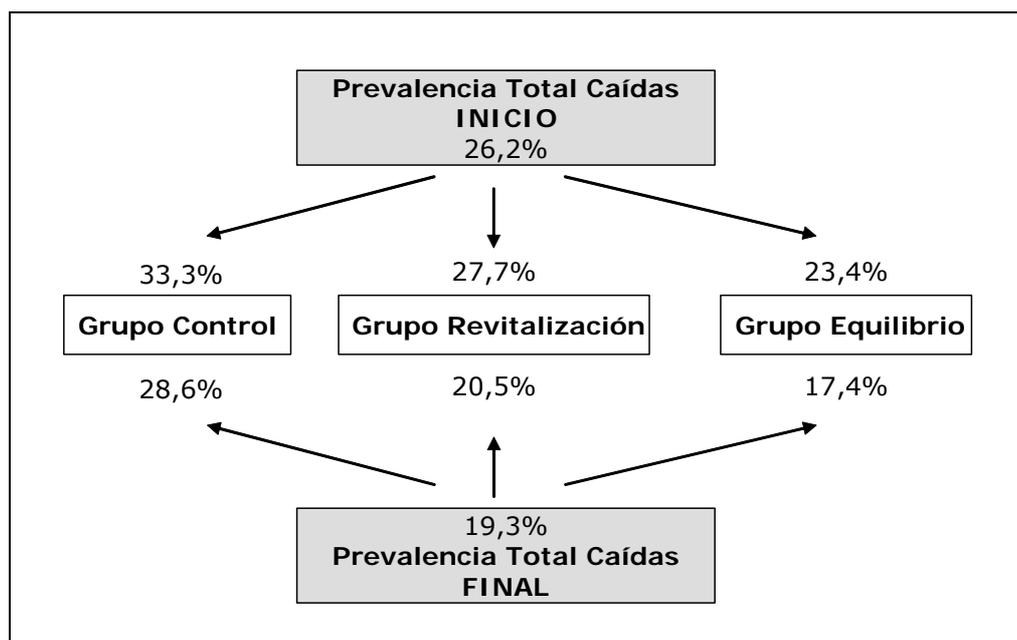


Figura 26. Prevalencias totales de caídas al inicio y al final del programa.

La prevalencia de sólo una caída en el grupo control al finalizar el programa era de 28,57% frente al 33,3% de la prevalencia al inicio del programa, en el de revitalización del 17,42% frente al 22% y en el de equilibrio del 14,68% frente al 17,5%; respecto a la prevalencia de múltiples caídas al finalizar el programa, la del grupo control era del 0% frente al 4,2% del inicio, la del de revitalización del 3% frente al 5,7% y la del de equilibrio 2,6% frente al 5,8% (Figura 27).

El riesgo de caída al final del periodo que dura el programa es de 0,23 caídas/sujeto [IC 95%: 0,16 a 0,29 caídas/sujeto] para la totalidad de la muestra (n=254); siendo en cada grupo de trabajo: grupo control (n=7) 0,29 caídas/sujeto [IC 95%: 0,0 a 0,79 caídas/sujeto], grupo revitalización (n=132) 0,25 caídas/sujeto [IC 95%: 0,15 a 0,35 caídas/sujeto] y grupo equilibrio (n=115) 0,20 caídas/sujeto [IC 95%: 0,11 a 0,29 caídas/sujeto] (Tabla 4).

Los datos del grupo control son irrelevantes dado el número reducido de sujetos y la amplitud del intervalo de confianza. Por otro lado, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de actividad [Prueba T para muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=0,749$; $gl=245$; $p(\text{bilateral})=0,455$], siendo el riesgo relativo (RR) del grupo de revitalización respecto al de equilibrio de 1,25 [IC 95%: 0,7 a 2], y aunque el intervalo de confianza del RR no es estadísticamente significativo, consideramos que el resultado clínicamente debe tenerse en cuenta.

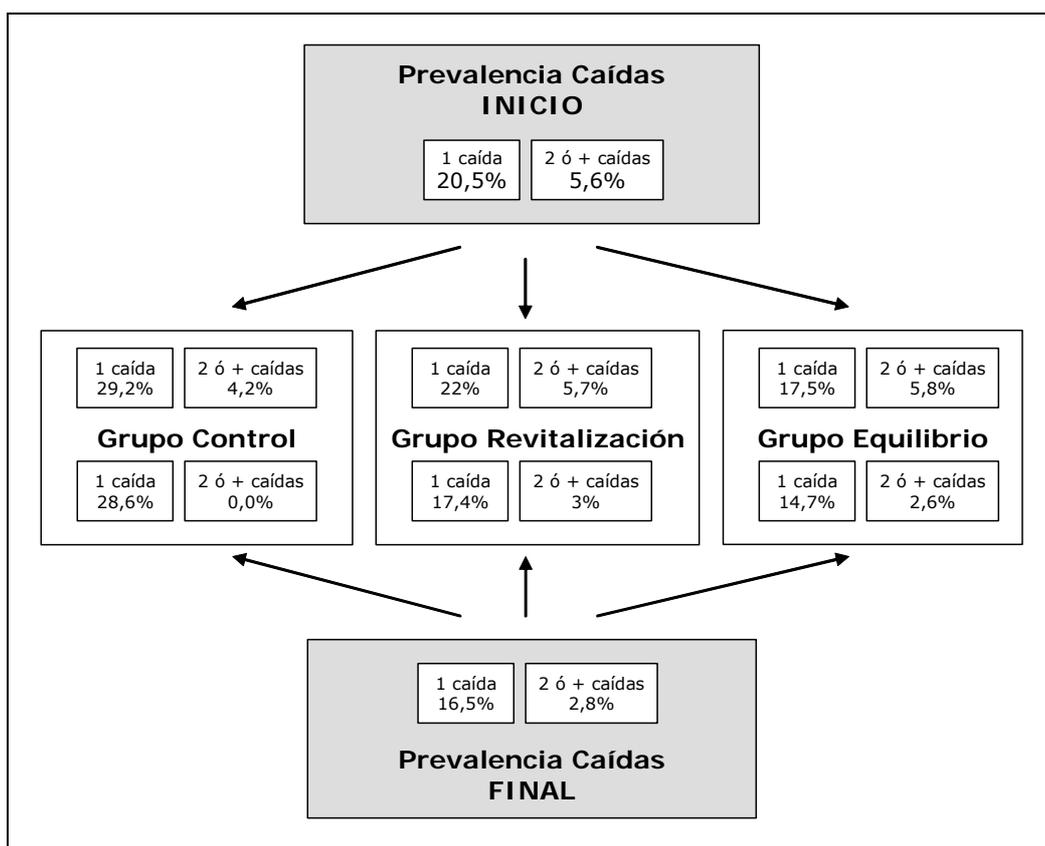


Figura 27. Prevalencias al inicio y al final de los que se caen sólo una vez y de los que se caen dos o más veces.

Teniendo en cuenta que el riesgo de caídas al inicio del programa para los grupos de revitalización y equilibrio era de 0,37 caídas/sujeto [IC 95%: 0,27 a 0,47 caídas/sujeto], el riesgo relativo de caída en ambos grupos de forma conjunta entre el inicio y el final del programa es de 0,62 [IC 95%: 0,45 a 0,86] siendo estadísticamente significativo.

La prevalencia de caídas en las mujeres en la totalidad de la muestra al inicio del programa y según su historia de caídas en el año anterior era del 30% frente al 4,3% de los hombres. Al finalizar el mismo, la prevalencia en las mujeres se reduce al 22,1% mientras que la de los hombres se mantiene en el 4,9% (Tabla 5 y Tabla 6).

Respecto al riesgo de caída durante el programa y el sexo, son las mujeres (n=213) las que tienen un mayor riesgo 0,26 caídas/sujeto [IC 95%: 0,19 a 0,34 caídas/sujeto], siendo el de los hombres (n=41) 0,05 caídas/sujeto [IC 95%: 0,0 a 0,12 caídas/sujeto]. Estadísticamente el resultado es significativo [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=-4,195$; $gl=156,079$; $p(\text{bilateral})=0,000$]. El riesgo relativo de caídas en las mujeres frente a los hombres es de 5,2 [IC 95%: 1,3 a 20,5] (Tabla 6).

			Grupos de Trabajo			Total
			Control	Revitalización	Equilibrio	
Si se caen durante el programa	No	Recuento % Gr Trabajo	5 71,4%	105 79,5%	95 82,6%	205 80,7%
	Si	Recuento % Gr Trabajo	2 28,6%	27 20,5%	20 17,4%	49 19,3%
Total		Recuento % Gr Trabajo	7 100,0%	132 100,0%	115 100,0%	254 100,0%

Tabla 4. Recuento y porcentaje de sujetos que se caen por grupo de trabajo.

			Sexo		Total
			Hombre	Mujer	
Si se cae durante el año anterior	No	Recuento	47	177	224
		% de Sexo	95,9%	70,0%	74,2%
	Si	Recuento	2	76	78
		% de Sexo	4,1%	30,0%	25,8%
Total	Recuento	49	253	302	
	% de Sexo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 5. Recuento y porcentaje de sujetos que se caen durante el año anterior al inicio del programa (periodo septiembre 2003-septiembre 2004) por sexo.

			Sexo		Total
			Hombre	Mujer	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	39	166	205
		% de Sexo	95,1%	77,9%	80,7%
	Si	Recuento	2	47	49
		% de Sexo	4,9%	22,1%	19,3%
Total	Recuento	41	213	254	
	% de Sexo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 6. Recuento y porcentaje de sujetos que se caen durante el programa por sexo.

Según el sexo y los grupos de trabajo, es interesante reflejar los datos correspondientes a las mujeres (n=213), en las que en el grupo revitalización (n=109) el riesgo de caídas es de 0,24 caídas/mujer [IC 95%: 0,16 a 0,32 caídas/mujer] y en el de equilibrio (n=99) el riesgo de caídas es de 0,20 caídas/mujer [IC 95%: 0,12 a 0,28 caídas/mujer].

En cuanto a la prevalencia de caídas respecto a los Grupos de Edad, se produce un hecho clínicamente muy relevante y estadísticamente significativo; al inicio del programa la prevalencia en el grupo de 60/70 años era del 30,9% frente al 17,86% registrado al finalizar el programa [Prueba T para muestras relacionadas t=2,743; gl=111; p(bilateral)=0,007]. Estos resultados contrastan con los registrados en el grupo de 70/80

años donde la prevalencia inicial era del 21,7% y la final de 20,4% [Prueba T para muestras relacionadas $t=0,332$; $gl=141$; $p(\text{bilateral})=0,740$] (Tabla 7, Tabla 8 y Figura 28).

			Grupos según la edad		Total
			Entre 60 y 70 años	Entre 70 y 80 años	
Si se cae durante el año anterior	No	Recuento	94	130	224
		% Gr Edad	69,1%	78,3%	74,2%
	Si	Recuento	42	36	78
		% Gr Edad	30,9%	21,7%	25,8%
Total		Recuento	136	166	302
		% Gr Edad	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 7. Recuento y porcentaje de sujetos que se caen durante el año anterior al inicio del programa (periodo septiembre 2003-septiembre 2004) por grupo de edad.

			Grupos según la edad		Total
			Entre 60 y 70 años	Entre 70 y 80 años	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	92	113	205
		% Gr Edad	82,1%	79,6%	80,7%
	Si	Recuento	20	29	49
		% Gr Edad	17,9%	20,4%	19,3%
Total		Recuento	112	142	254
		% Gr Edad	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 8. Recuento y porcentaje de sujetos que se caen durante el programa por grupos de edad.

Se establecen técnicas de regresión logística con los sujetos que pertenecen a los grupos de actividad (revitalización y equilibrio) para comprobar el efecto del sexo ajustado por el hecho de que pertenezcan a uno u otro grupo, obteniéndose que la Odds de que se caigan se multiplica por 11 en el caso de las mujeres. A partir de éstos cálculos también obtenemos que la probabilidad de caerse de un hombre que realiza sólo técnicas de revitalización es del 2,8% [IC 95%: 0,3% al 17,62%] frente al 2,2% [IC 95%: 0,2% al 14,63%] de los que pertenecen al grupo de equilibrio, esto es, el riesgo en los hombres de que se caigan se multiplica por 1,27 cuando no realizan el protocolo de equilibrio. En el caso de las mujeres que sólo realizan el programa de revitalización, la

probabilidad de caerse es del 24,2% [IC 95%: 17,11% al 33,01%], mientras que la de las que realizan el protocolo de equilibrio se reduce al 19,8% [IC 95%: 13,17% al 28,78%]; el riesgo en las mujeres de que sufrir alguna caída se multiplica por 1,22 cuando no realizan el protocolo de equilibrio.

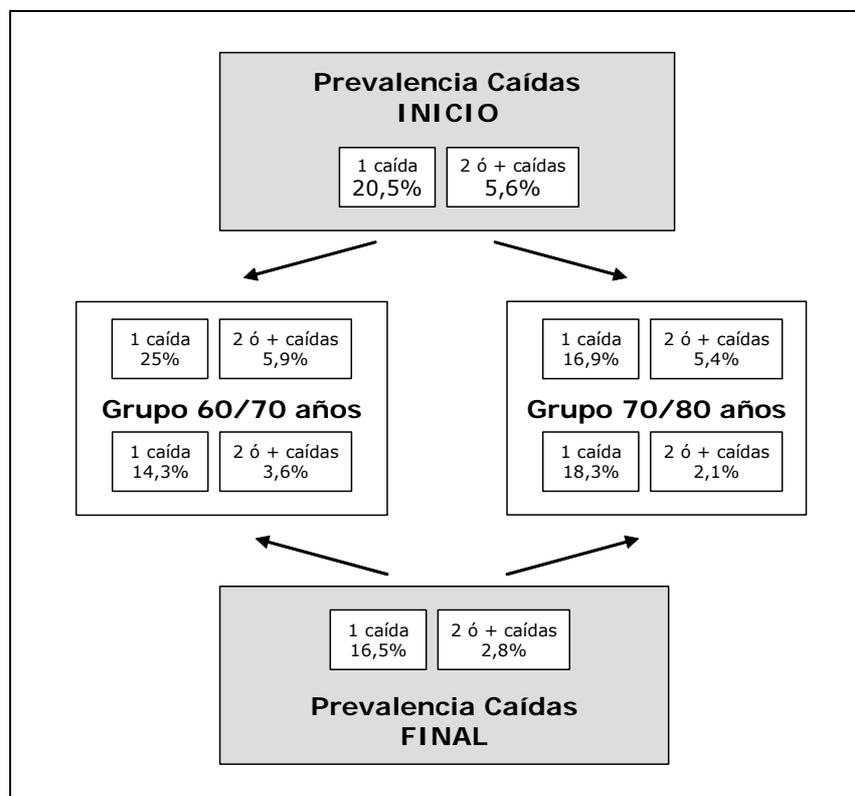


Figura 28. Prevalencias al inicio y al final de los que se caen sólo una vez y de los que se caen dos o más veces en los grupos según la edad.

5.5. EFECTO DEL PROGRAMA SOBRE EL RIESGO DE CAÍDA

Se analiza el riesgo de caída que tenían todos los sujetos (n=302) al inicio del programa respecto al último año, este era de 0,36 caídas/sujeto [IC 95%: 0,27 a 0,44 caídas/sujeto], siendo similares en todos los grupos de trabajo sin existir diferencias estadísticas ni clínicas [ANOVA SS=0,009, gl=2, p=0,993]. Grupo control (n=24) 0,38 caídas/sujeto [IC 95%: 0,13 a 0,62 caídas/sujeto], grupo revitalización (n=141) 0,35 caídas/sujeto [IC 95%: 0,24 a 0,47 caídas/sujeto] y grupo equilibrio (n=137) 0,36 caídas/sujeto [IC 95%: 0,21 a 0,51 caídas/sujeto].

Si comparamos este riesgo con el que mostraban los sujetos que habían participado en el programa (grupos revitalización y equilibrio n=247): 0,23 caídas/sujeto [IC 95%: 0,16 a 0,29 caídas/sujeto], el resultado es clínicamente significativo y es mucho más significativo y relevante si lo comparamos con el de los sujetos cuya asistencia al programa ha sido mayor del 75% (n=204): 0,18 caídas/sujeto [IC 95%: 0,11 a 0,24 caídas/sujeto]. El riesgo relativo en el primer caso es de 1,57 [IC 95%: 1,19 a 2,06], elevándose a 2 [IC 95%: 1,44 a 2,78] cuando los sujetos asisten a más del 75% de las sesiones.

La prevalencia global de las caídas para los grupos de trabajo (revitalización y equilibrio) se reduce en un 6,5% (del 25,5% al 19%), la de los que se caen una sola vez en un 3,5% (de 19,8% al 16,2%) y la de los que se caen dos o más veces en un 3% (de un 5,8% al 2,8%).

Estableciendo el análisis entre los grupos según su asistencia al programa se obtienen resultados estadísticamente significativos entre los sujetos que asisten a más del 75% de las sesiones con los que asisten a menos de ese 75% [Prueba T para muestras

independientes no asumiendo variancias iguales $t=2,972$; $gl=67,695$; $p(\text{bilateral})=0,004$]: riesgo del grupo con una asistencia menor del 75% ($n=50$): 0,44 caídas/sujeto [IC 95%: 0,28 a 0,60 caídas/sujeto]; riesgo del grupo con asistencia mayor o igual al 75% ($n=204$): 0,18 caídas/sujeto [IC 95%: 0,11 a 0,24 caídas/sujeto]. Es necesario recordar que el grupo con una asistencia menor del 75% incluía a los sujetos controles, los riesgos apenas varían y la significación se mantiene cuando eliminamos de dicho grupo los controles ($n=43$): 0,47 caídas/sujeto [IC 95%: 0,28 a 0,65 caídas/sujeto]. La prevalencia global de caídas en el grupo de los que asisten a más del 75% es del 14,2%, siendo del 11,8% en los que se caen sólo una vez y del 2,5% en los que se caen 2 o más veces; en el grupo de los que asisten a menos del 75% (incluyendo los controles), la prevalencia global de caídas es del 40%, siendo del 36% en los que se registra una sola caída y del 4% en los que se registran varias (Tabla 9).

Tabla A			Grupos según la asistencia al programa de Revitalización		Total
			Menos del 75%	Igual o más del 75%	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	30	175	205
		% Gr Asistencia	60,0%	85,8%	80,7%
	Si	Recuento	20	29	49
		% Gr Asistencia	40,0%	14,2%	19,3%
Total		Recuento	50	204	254
		% Gr Asistencia	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla B			Grupos según la asistencia al programa de Revitalización		Total
			Menos del 75%	Igual o más del 75%	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	25	175	200
		% de Gr Asistencia	58,1%	85,8%	81,0%
	Si	Recuento	18	29	47
		% de Gr Asistencia	41,9%	14,2%	19,0%
Total		Recuento	43	204	247
		% de Gr Asistencia	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 9. Recuento y porcentaje de sujetos que se caen por grupos de asistencia con (A) y sin (B) grupo control.

También se analiza si el riesgo de una nueva caída es mayor en los sujetos que tenían una historia de caídas en el último año que en los que no se habían caído durante ese periodo, obteniéndose resultados estadísticamente significativos [Prueba T para muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=-2,768$; $gl=81,754$; $p(\text{bilateral})=0,007$]. El riesgo relativo de los sujetos que tenían una historia anterior de caídas frente a los que no, era de 2,27 [IC 95%: 1,39 a 3,70]: riesgo de caída con una historia de caídas en el último año ($n=67$): 0,42 caídas/sujeto [IC 95%: 0,24 a 0,59 caídas/sujeto]; riesgo de caída sin historia de caídas en el último año ($n=187$): 0,16 caídas/sujeto [IC 95%: 0,10 a 0,22 caídas/sujeto]. Ahora bien, pese a que los sujetos que tenían una historia anterior de caídas presentan al finalizar el programa un mayor riesgo que los que no se habían caído durante el año anterior, conviene destacar que dicho riesgo contrasta con el que presentaban dichos sujetos ($n=78$) al inicio del programa que era de 1,39 caídas/sujeto [IC 95%: 1,15 a 1,63 caídas/sujeto], por lo tanto se produce una reducción estadísticamente significativa en los sujetos que presentaban una historia anterior de caídas y que participan en el programa [Prueba T para muestras relacionadas $t=-7,606$; $gl=66$; $p(\text{bilateral})=0,000$] siendo la reducción del riesgo de 0,97 caídas/sujeto [IC 95%: 0,71 a 1,23 caídas/sujeto].

			Si se caen durante el año anterior		Total
			No	Si	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	160	45	205
		% de Si se caen durante programa	78,0%	22,0%	100,0%
		% de Si se caen durante año anterior	85,6%	67,2%	80,7%
	Si	Recuento	27	22	49
		% de Si se caen durante programa	55,1%	44,9%	100,0%
		% de Si se caen durante año anterior	14,4%	32,8%	19,3%
Total	Recuento	187	67	254	
	% de Si se caen durante programa	73,6%	26,4%	100,0%	
	% de Si se caen durante año anterior	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 10. Tabla de contingencia entre los sujetos que se caen durante el programa y los que lo hacen durante el año anterior.

Utilizando técnicas de regresión logística para comprobar el impacto que tiene la asistencia a más o menos del 75% de las sesiones en el hecho de que se caigan o no, ajustando el modelo por presentar o no una historia de caídas anterior, obtenemos que la probabilidad de sufrir de nuevo una caída en aquella persona que se hubiese caído en el año anterior y que asista a menos del 75% de las sesiones es del 73,34% [IC 95%: 46,67% al 89,63%], mientras que en los que asisten a más del 75%, la probabilidad de que se caigan se reduce al 21,15% [IC 95%: 12,11% al 34,3%], es decir, en los casos que los sujetos refieran alguna caída durante el año anterior, y participan en el programa con una asistencia mayor al 75% de las sesiones, su riesgo de caída disminuye en 3,46 veces. Por otro lado, los sujetos que sin haber referido ninguna caída en el año anterior y asistan a más del 75% de las sesiones, su probabilidad de caída se reduce hasta el 11,84% [IC 95%: 7,59% al 18,01%], mientras que en los que no asisten a ese 75%, la probabilidad se incrementa hasta el 25,71% [IC 95%: 13,95% al 42,5%] (Figura 29).

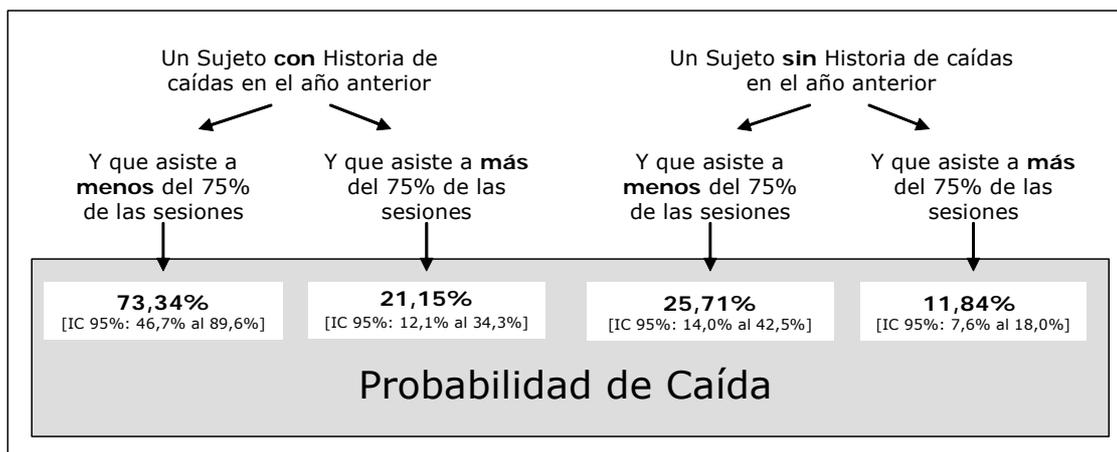


Figura 29. Probabilidades de caída según historia anterior de caídas y asistencia al programa.

5.6. VARIABLES OSCILOMÉTRICAS

En la Tabla 11 se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables oscilométricas durante la revisión inicial y final organizadas por grupos de trabajo y totales. En la evaluación inicial hubo un sujeto que no hizo ninguna de las pruebas oscilométricas porque tenía miedo a caerse, mientras que doce no se atrevieron hacerlas sobre colchoneta. Durante la evaluación final cuatro sujetos no realizaron la prueba en suelo firme con ojos cerrados, uno no la hizo sobre colchoneta con ojos abiertos y siete no la hicieron sobre colchoneta con los ojos cerrados.

No existe normalidad en la distribución de los datos en ninguna de las variables oscilométricas (Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov) registradas durante la evaluación inicial, ni tampoco durante la revisión final excepto en la variable desplazamiento lateral sobre colchoneta con ojos cerrados.

Tal y como se refleja en Tabla 11, los valores más pequeños corresponden a las variables con ojos abiertos sobre el suelo, situación en la cuál el sujeto dispone de todos sus sistemas de control postural (visual, vestibular y propioceptivo); en las siguientes pruebas observamos como, a medida que el paciente prescinde de alguno o varios sistemas, la media de las variables aumenta, siendo la más difícil y por tanto la de mayor desplazamiento la prueba sobre espuma con ojos cerrados, en la que el único sistema disponible es el vestibular.

Durante la evaluación inicial en el mes de septiembre del 2005 no se registran diferencias estadísticamente significativas (ANOVA) entre grupos en ninguna de las variables oscilométricas estudiadas.

En la evaluación final sólo se comparan los grupos de revitalización y de equilibrio, eliminándose del análisis el grupo control por carecer de número suficiente

de sujetos; se obtienen sólo resultados estadísticamente significativos en el desplazamiento antero-posterior en suelo con ojos abiertos [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=-2,316$; $gl=156$; $p(\text{bilateral})=0,022$], siendo la media de dicho desplazamiento mayor en el grupo de equilibrio [$\bar{X}=20,50\text{mm}$ ($SD=8,074\text{mm}$)] que en el de revitalización [$\bar{X}=17,54\text{mm}$ ($SD=7,998\text{mm}$)].

En cuanto al análisis de comparación entre los datos registrados durante la evaluación inicial y final en cada uno de los grupos de trabajo (Pruebas T para muestras relacionadas) sólo se obtienen diferencias estadísticamente significativas en el grupo de revitalización y en las variables: desplazamiento antero-posterior en suelo con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=3,641$; $gl=77$; $p(\text{bilateral})=0,000$], desplazamiento antero-posterior en suelo con ojos cerrados [Prueba T muestras relacionadas $t=0,622$; $gl=76$; $p(\text{bilateral})=0,027$], desplazamiento antero-posterior sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,696$; $gl=76$; $p(\text{bilateral})=0,009$], desplazamiento lateral sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=3,312$; $gl=76$; $p(\text{bilateral})=0,001$] y área sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=3,342$; $gl=76$; $p(\text{bilateral})=0,001$]. En el grupo de equilibrio no se registra ningún resultado estadísticamente significativo.

Cuando el análisis lo realizamos conjuntamente en los grupos que participan en las sesiones de ejercicio (equilibrio+revitalización) entre el inicio y el final del programa encontramos diferencias en las mismas variables que para el grupo de revitalización: desplazamiento antero-posterior en suelo con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,776$; $gl=157$; $p(\text{bilateral})=0,006$], desplazamiento antero-posterior en suelo con ojos cerrados [Prueba T muestras relacionadas $t=2,698$; $gl=153$; $p(\text{bilateral})=0,008$], desplazamiento antero-posterior sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,792$; $gl=156$; $p(\text{bilateral})=0,006$], desplazamiento lateral sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,122$; $gl=156$; $p(\text{bilateral})=0,035$] y área

sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,458$; $gl=156$; $p(\text{bilateral})=0,015$]).

Ahora bien, aunque los resultados no sean estadísticamente significativos, tanto en el grupo de revitalización como en el de equilibrio prácticamente todas las medias son menores (menor desplazamiento y área) durante la evaluación final respecto a la inicial.

	Gr Control		Gr Revitaliz		Gr Equilibrio		TOTAL	
	Inicio ^a n=24	Final ^a n=5	Inicio ^a n=141	Final ^a n=78	Inicio ^a n=137	Final ^a n=80	Inicio ^a n=302	Final ^a n=163
Desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	25,083 (9,96)	22,80 (6,50)	21,47 (9,75)	17,54* (7,80)	20,53 (7,88)	20,50* (8,07)	21,33 (9,02)	19,15 (8,11)
Desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)	10,25 (8,67)	11,40 (7,06)	12,51 (10,32)	12,51 (10,32)	12,19 (10,61)	13,09 (17,41)	12,19 (10,32)	12,76 (14,14)
Área sobre suelo con OA (mm ²)	277,22 (269,80)	268,20 (209,57)	295,06 (335,55)	237,32 (267,39)	271,29 (319,99)	306,25 (637,69)	282,86 (323,00)	272,10 (484,29)
Desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	25,10 (14,07)	23,80 (7,40)	22,88 (10,16)	19,90 (22,80)	22,47 (9,38)	22,22 (17,54)	22,87 (10,17)	21,14 (20,50)
Desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	13,71 (13,49)	15,60 (19,15)	15,35 (13,34)	12,86 (11,40)	13,31 (10,35)	13,12 (12,51)	14,29 (12,09)	13,07 (13,09)
Área sobre suelo con OC (mm)	479,43 (1041,8)	349,00 (12,76)	381,29 (451,94)	285,31 (268,20)	321,24 (324,45)	340,9 (237,32)	361,85 (477,01)	314,25 (306,25)
Desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm)	35,96 (14,56)	33,40 (272,10)	32,86 (12,94)	29,44 (23,80)	32,27(11 ,42)	29,73 (19,90)	32,84 (12,40)	29,70 (22,22)
Desplazamiento L sobre espuma con OA (mm)	20,29 (12,51)	32,20 (21,15)	22,86 (14,25)	18,43 (15,60)	21,72 (14,24)	21,59 (12,86)	22,14 (14,09)	20,41 (13,12)
Área sobre espuma con OA (mm ²)	822,98 (1041,9)	1097,2 (13,07)	832,55 (836,78)	550,90 (349,0)	725,42 (558,41)	689,10 (285,31)	783,19 (743,16)	636,01 (340,94)
Desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm)	60,73 (21,22)	89,00 (314,25)	55,37 (25,22)	52,17 (33,40)	52,75 (21,67)	48,09 (29,44)	54,58 (23,39)	51,10 (29,75)
Desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)	41,00 (23,59)	66,75 (29,70)	40,69 (25,38)	41,55 (32,20)	37,96 (21,87)	35,23 (18,43)	39,46 (23,65)	39,08 (21,59)
Área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	2709,69 (2057,9)	6376,00 (20,42)	2541,09 (2625,9)	2425,96 (1097,2)	2193,87 (1875,8)	1838,78 (550,90)	2394,64 (2268,7)	2237,42 (689,10)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística ($p<0,005$) intrasujeto
 * Significación estadística ($p<0,005$) entre grupos

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables oscilométricas durante la revisión inicial y final, por grupos y total.

Respecto al sexo, tan sólo se registra diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres durante la revisión inicial en la variable desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos abiertos [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=2,591$; $gl=300$; $p(\text{bilateral})=0,010$], significación que desaparece durante la revisión final y que clínicamente es poco relevante dada la reducida diferencia entre las medias (Tabla 12). En general, podría decirse que la mayor parte de las medias de las variables oscilométricas son menores en el grupo de las mujeres que en el de los

hombres. En cuanto a las diferencias entre el inicio y el final del programa en cada uno de los sexos, aunque sólo se recogen diferencias estadísticamente significativas en cuatro de las variables oscilométricas y sólo en el grupo de las mujeres, casi todas las medias registradas, en ambos sexos, son menores durante la revisión final que inicial. Las variables oscilométricas en las que se registran diferencias estadísticamente significativas en el grupo de las mujeres son: desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,569$; $gl=137$; $p(\text{bilateral})=0,011$], desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos cerrados [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,657$; $gl=133$; $p(\text{bilateral})=0,009$], desplazamiento antero-posterior sobre la espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,636$; $gl=136$; $p(\text{bilateral})=0,009$], y área sobre la espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,158$; $gl=136$; $p(\text{bilateral})=0,033$].

En el análisis de las variables por grupos de edad, encontramos en general una mayor oscilación en el grupo de más edad (70/80 años). Resulta muy interesante en este análisis que mientras que al inicio del programa se registraban diferencias significativas en todas las variables oscilométricas registradas sobre espuma, al finalizar el programa las diferencias estadísticas en el desplazamiento medio-lateral desaparecen (Tabla 13). En el análisis intrasujeto (inicio-final) en cada uno de los grupos observamos diferencias estadísticamente significativas en el grupo de 60/70 años en las variables de desplazamiento antero-posterior [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,745$; $gl=61$; $p(\text{bilateral})=0,008$].y el área sobre el suelo con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,682$; $gl=61$; $p(\text{bilateral})=0,009$], mientras que en el grupo de 70/80 años las diferencias estadísticas se registran en el desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos cerrados [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,180$; $gl=97$; $p(\text{bilateral})=0,032$].y en el desplazamiento antero-posterior [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,562$; $gl=99$; $p(\text{bilateral})=0,012$].y el área sobre espuma con ojos abiertos [Prueba T para muestras relacionadas $t=2,152$; $gl=99$; $p(\text{bilateral})=0,034$].

	Hombres		Mujeres	
	Inicio ^a n=49	Final ^a n=25	Inicio ^a n=253	Final ^a n=138
Desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	24,36(9,86)*	20,10(8,33)	<u>20,75</u> (8,74)*	<u>18,98</u> (8,09)
Desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)	12,64(11,54)	11,62(6,83)	12,10(10,09)	12,97(15,10)
Área sobre suelo con OA (mm ²)	351,19(442,72)	245,13(171,47)	269,62(293,59)	276,98(521,56)
Desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	25,72(13,43)	19,76(8,66)	<u>22,32</u> (9,34)	<u>21,40</u> (10,56)
Desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	14,85(11,79)	11,80(8,60)	14,19(12,16)	13,31(11,06)
Área sobre suelo con OC (mm)	404,86(542,11)	229,72(213,60)	353,52(464,08)	330,02(441,38)
Desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm)	36,06(15,89)	30,64(9,16)	<u>32,21</u> (11,54)	<u>29,53</u> (11,75)
Desplazamiento L sobre espuma con OA (mm)	23,50(14,65)	20,86(14,38)	21,87(13,99)	20,33(13,67)
Área sobre espuma con OA (mm ²)	919,08(883,57)	672,71(557,42)	<u>756,87</u> (711,82)	<u>629,31</u> (582,83)
Desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm)	53,21(19,13)	50,66(24,18)	54,83(24,11)	51,18(20,31)
Desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)	40,51(27,87)	42,30(25,49)	39,27(22,85)	38,47(23,06)
Área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	2319,04(1881,35)	2477,03(2516,88)	2408,53(2336,26)	2191,69(2044,53)

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
* Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 12. Estadísticos descriptivos de las variables oscilométricas durante la revisión inicial y final por sexo.

	60/70 años		70/80 años	
	Inicio ^a n=136	Final ^a n=62	Inicio ^a n=166	Final ^a n=101
Desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	<u>20,27</u> (7,76)	<u>18,21</u> (8,29)	22,20(9,86)	19,73(7,99)
Desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)	11,89(10,50)	10,22(8,36)	12,42(10,20)	14,32(16,57)
Área sobre suelo con OA (mm ²)	<u>263,25</u> (316,27)	<u>187,27</u> (173,13)	298,92(328,48)	324,17(595,36)
Desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	22,49(10,39)	21,92(13,40)	<u>23,18</u> (10,01)	<u>20,66</u> (7,78)
Desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	15,06(12,86)	12,78(10,72)	13,67(11,42)	13,25(10,74)
Área sobre suelo con OC (mm)	376,69(467,25)	358,02(557,24)	349,69(485,92)	287,01(294,22)
Desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm)	30,80(11,59)*	26,77(9,57)*	<u>34,51</u> (12,82)*	<u>31,52</u> (12,04)*
Desplazamiento L sobre espuma con OA (mm)	19,98(12,97)*	18,59(12,00)	23,89(14,75)*	21,55(14,66)
Área sobre espuma con OA (mm ²)	660,17(624,36)*	502,18(391,46)*	<u>883,98</u> (816,01)*	<u>718,99</u> (655,57)*
Desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm)	49,50(16,69)*	46,88(16,38)*	59,00(27,24)*	53,81(23,01)*
Desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)	34,99(21,97)*	34,80(22,91)	43,36(24,43)*	41,83(23,44)
Área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	1869,65(1538,53)*	1784,29(1588,64)*	2851,89(2673,85)*	2528,37(2363,65)*

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
* Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de las variables oscilométricas durante la revisión inicial y final por grupos de edad.

Respecto al análisis entre los grupos por su asistencia, se obtienen resultados estadísticamente significativos entre los sujetos que asisten a más del 75% de las sesiones y los que asisten menos de ese porcentaje, en los desplazamientos registrados sobre la espuma con ojos cerrados: desplazamiento antero-posterior [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=3,788$; $gl=154$; $p(\text{bilateral})=0,000$] y desplazamiento lateral [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=2,429$; $gl=154$; $p(\text{bilateral})=0,016$] (Tabla 14). Este resultado conviene utilizarlo con cautela ya que el número de sujetos que realizan la evaluación final y que pertenecen al grupo con una asistencia menor del 75% es muy reducido ($n=7$), si bien, la significación se mantiene cuando se aplican pruebas no paramétricas (U de Mann Whitney): desplazamiento antero-posterior [Prueba de Mann Whitney $U=88,000$; $z=-3,337$; $p(\text{bilateral})=0,001$] y desplazamiento lateral [Prueba de Mann Whitney $U=213,000$; $z=-2,184$; $p(\text{bilateral})=0,029$].

Por ello se establecen las correlaciones entre el porcentaje de asistencia y las distintas variables oscilométricas durante la evaluación de junio, siendo estadísticamente significativas en las variables sobre espuma con ojos cerrados: desplazamiento antero-posterior [Correlación de Pearson $R=-0,315$; $p(\text{aprox})=0,000$], desplazamiento lateral [Correlación de Pearson $R=-0,206$; $p(\text{aprox})=0,010$] y área [Correlación de Pearson $R=-0,326$; $p(\text{aprox})=0,000$]. En todas ellas a mayor porcentaje de asistencia menor desplazamiento; este resultado se interpretará con precaución dado el pequeño valor del coeficiente de correlación en todos los casos.

Al comparar los sujetos que se caen con los que no lo hacen, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa en las variables oscilométricas entre los sujetos que después sufren o no una caída durante el programa. Tan sólo se registró diferencia estadísticamente significativas en el desplazamiento antero-posterior sobre espuma con ojos cerrados durante la revisión de junio [Prueba T muestras

independientes no asumiendo variancias iguales $t=-2,090$; $gl=20,463$; $p(\text{bilateral})=0,049$]. Esta significación, que no se mantiene cuando se aplican pruebas no paramétricas [Prueba de Mann Whitney $U=1003,000$; $Z=-1,893$ $p(\text{bilateral})=0,058$], clínicamente no es relevante; lo que si es clínicamente relevante es el hecho de que en casi todas las variables oscilométricas los valores de la media son mayores en el grupo de sujetos que se caen que en los que no lo hacen (Tabla 15).

A partir de la variable número de caídas se establece una nueva variable Se caen 2 categorías que hace grupos entre los sujetos que no se caen o se caen sólo una vez y los sujetos que se caen dos o más veces. Se establece el análisis estadístico correspondiente (Prueba no paramétrica para dos muestras independientes) entre todas las variables oscilométricas registradas durante la evaluación final y ambos grupos, no obteniéndose ninguna diferencia estadísticamente significativa en ellas.

	Asistencia menor del 75% ^a n=7	Asistencia igual o mayor del 75% ^a n=156
Desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	20,57(6,63)	19,09(8,18)
Desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)	9,79(6,84)	12,89(14,38)
Área sobre suelo con OA (mm ²)	218,64(195,78)	274,5(493,46)
Desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	22,86(7,29)	21,07(10,41)
Desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	15,50(13,19)	12,96(10,61)
Área sobre suelo con OC (mm)	335,36(240,55)	313,28(421,82)
Desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm)	31,00(6,58)	29,64(11,55)
Desplazamiento L sobre espuma con OA (mm)	27,86(15,92)	20,08(13,60)
Área sobre espuma con OA (mm ²)	900,00(614,96)	624,09(575,00)
Desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm)	81,50*(21,57)	49,88*(19,99)
Desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)	61,50*(25,11)	38,18*(22,98)
Área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	5367,00(3372,15)	2112,23(1971,58)

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
* Significación estadística ($p<0,005$) entre grupos

Tabla 14. Estadísticos descriptivos de las variables oscilométricas en los grupos con asistencia al programa mayor y menor del 75%.

	No se caen		Si se caen	
	Inicio ^a n=205	Final ^a n=141	Inicio ^a n=49	Final ^a n=22
Desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	20,86(9,29)	18,99(8,25)	22,03(8,14)	20,18(7,22)
Desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)	12,31(10,66)	12,64(14,55)	11,87(9,15)	13,52(11,40)
Área sobre suelo con OA (mm ²)	282,70(340,71)	269,36(508,05)	276,93(274,29)	289,64(296,79)
Desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	23,38(11,01)	21,58(10,67)	21,30(8,33)	18,41(7,00)
Desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	14,14(11,98)	13,50(11,08)	15,88(13,49)	10,41(7,58)
Área sobre suelo con OC (mm)	374,55(531,11)	330,94(438,67)	355,39(369,73)	210,32(191,63)
Desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm)	32,34(12,33)	29,26(11,22)	35,32(14,47)	32,48(12,17)
Desplazamiento L sobre espuma con OA (mm)	22,09(13,89)	19,95(13,19)	23,40(14,37)	23,39(16,87)
Área sobre espuma con OA (mm ²)	750,50(659,22)	609,70(560,32)	890,26(910,57)	803,44(666,94)
Desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm)	52,79(20,91)	<u>49,02</u> (17,45)	61,24(33,24)	<u>65,23</u> (34,02)
Desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)	37,46(22,11)	38,46(22,97)	44,08(22,81)	43,30(26,53)
Área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	2147,29(1747,1)	2073,94(1724,4)	3052,86(3119,2)	3349,05(3751,2)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de las variables oscilométricas al inicio y al final entre los sujetos que se caen durante el programa y los que no.

Debido a la escasa información que aportan las variables oscilométricas en forma cuantitativa, se decide categorizarlas a partir de los registros obtenidos en cada una de ellas durante la revisión de septiembre, creándose variables ordinales con cuatro categorías a partir de la media y una desviación estándar. Posteriormente se les asignan los mismos puntos de corte a las variables homólogas de la revisión de junio y se analizan el número de sujetos (grupos revitalización y equilibrio) que cambian de categoría de una revisión a otra. Como resultados clínicamente relevantes conviene destacar respecto a los sujetos que asisten a la revisión en el mes de junio lo siguiente:

- En el 43% de los sujetos disminuye el desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos abiertos, elevándose este porcentaje al 50% en el

grupo de revitalización. Estadísticamente este dato no es significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=3,520$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,172$] (Tabla 16).

– En más de un tercio (35,7%) de los sujetos disminuye el desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos cerrados, siendo similar el porcentaje en ambos grupos de trabajo. El resultado no es estadísticamente significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=0,316$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,854$] (Tabla 17).

– El 62,3% de los sujetos mantienen sus valores del área sobre el suelo con ojos cerrados constantes. Estadísticamente el resultado es no significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=0,114$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,945$] (Tabla 18).

– En más de un tercio (35,7%) se los sujetos se registra una disminución del desplazamiento antero-posterior sobre la espuma con ojos abiertos, porcentaje que se eleva hasta el 40,3% en el grupo de revitalización. El dato es estadísticamente no significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=1,579$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,454$] (Tabla 19).

– En el 35% de los sujetos se registra una disminución del desplazamiento lateral sobre la espuma con ojos abiertos. Estadísticamente el resultado es significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=6,947$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,031$] (Tabla 20).

– Alrededor del 50% de los sujetos mantienen estable su área sobre la espuma con ojos cerrados. El resultado es estadísticamente significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=6,358$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,042$] (Tabla 21).

– El 36,3% de los sujetos disminuyen su desplazamiento lateral sobre la espuma con ojos cerrados, elevándose este porcentaje a casi el 42% en el grupo de equilibrio. Estadísticamente este dato no es significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=2,218$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,330$] (Tabla 22).

– Casi el 60% de los sujetos mantienen su área sobre la espuma con ojos cerrados. El resultado es estadísticamente no significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=3,178$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,204$] (Tabla 23).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Desplazamiento antero-posterior sobre suelo ojos abiertos Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Gr Trabajo	14 17,9%	22 27,5%	36 22,8%
	Se mantienen igual	Recuento % Gr Trabajo	25 32,1%	29 36,3%	54 34,2%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Gr Trabajo	39 50,0%	29 36,3%	68 43,0%
Total		Recuento % Gr Trabajo	78 100,0%	80 100,0%	158 100,0%

Tabla 16. Modificación del desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos abiertos (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Desplazamiento antero-posterior sobre suelo ojos cerrados Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Gr Trabajo	21 27,3%	18 23,4%	39 25,3%
	Se mantienen igual	Recuento % Gr Trabajo	29 37,7%	31 40,3%	60 39,0%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Gr Trabajo	27 35,1%	28 36,4%	55 35,7%
Total		Recuento % Gr Trabajo	77 100,0%	77 100,0%	154 100,0%

Tabla 17. Modificación del desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos cerrados (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Área sobre suelo ojos cerrados Categorizada	Aumentan el área	Recuento % Gr Trabajo	12 15,6%	11 14,3%	23 14,9%
	Se mantienen igual	Recuento % Gr Trabajo	47 61,0%	49 63,6%	96 62,3%
	Disminuye el área	Recuento % Gr Trabajo	18 23,4%	17 22,1%	35 22,7%
Total		Recuento % Gr Trabajo	77 100,0%	77 100,0%	154 100,0%

Tabla 18. Modificación del área sobre el suelo con ojos cerrados (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Desplazamiento antero-posterior sobre espuma ojos abiertos Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Gr Trabajo	14 18,2%	19 23,8%	33 21,0%
	Se mantienen igual	Recuento % Gr Trabajo	32 41,6%	36 45,0%	68 43,3%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Gr Trabajo	31 40,3%	25 31,3%	56 35,7%
Total		Recuento % Gr Trabajo	77 100,0%	80 100,0%	157 100,0%

Tabla 19. Modificación del desplazamiento antero-posterior sobre espuma con ojos abiertos (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Desplazamiento lateral sobre espuma ojos abiertos Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento	12	27	39
		% Gr Trabajo	15,6%	33,8%	24,8%
	Se mantienen igual	Recuento	35	28	63
		% Gr Trabajo	45,5%	35,0%	40,1%
Disminuye el desplazamiento	Recuento	30	25	55	
	% Gr Trabajo	39,0%	31,3%	35,0%	
Total	Recuento	77	80	157	
	% Gr Trabajo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 20. Modificación del desplazamiento lateral sobre espuma con ojos abiertos (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Área sobre espuma ojos abiertos Categorizada	Aumentan el área	Recuento	8	20	28
		% Gr Trabajo	10,4%	25,0%	17,8%
	Se mantienen igual	Recuento	45	35	80
		% Gr Trabajo	58,4%	43,8%	51,0%
Disminuye el área	Recuento	24	25	49	
	% Gr Trabajo	31,2%	31,3%	31,2%	
Total	Recuento	77	80	157	
	% Gr Trabajo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 21. Modificación del área sobre espuma con ojos abiertos (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Desplazamiento lateral sobre espuma ojos cerrados Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento	21	20	41
		% Gr Trabajo	29,2%	27,0%	28,1%
	Se mantienen igual	Recuento	29	23	52
		% Gr Trabajo	40,3%	31,1%	35,6%
Disminuye el desplazamiento	Recuento	22	31	53	
	% Gr Trabajo	30,6%	41,9%	36,3%	
Total	Recuento	72	74	146	
	% Gr Trabajo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 22. Modificación del desplazamiento lateral sobre espuma con ojos cerrados (número de sujetos y porcentaje).

			Grupos de Trabajo		Total
			Revitalización	Equilibrio	
Área sobre espuma ojos cerrados Categorizada	Aumentan el área	Recuento	18	10	28
		% Gr Trabajo	25,0%	13,5%	19,2%
	Se mantienen igual	Recuento	40	46	86
		% Gr Trabajo	55,6%	62,2%	58,9%
Disminuye el área	Recuento	14	18	32	
	% Gr Trabajo	19,4%	24,3%	21,9%	
Total	Recuento	72	74	146	
	% Gr Trabajo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 23. Modificación del área sobre espuma con ojos cerrados (número de sujetos y porcentaje).

En el análisis entre las variables categorizadas de la oscilometría y la variable que divide a los sujetos entre los que se caen y no, mencionar que existen diferencias porcentuales entre ambos grupos clínicamente relevantes:

- Encontramos un 15,8% más en los sujetos que se no caen en los que disminuye su desplazamiento lateral sobre el suelo con ojos abiertos, mientras que en los sujetos que se caen aparece un 10,2% más que aumentan dicho desplazamiento. Estadísticamente este dato no es significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=2,362$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,307$] (Tabla 24).
- Hay un 14,5% más de sujetos que no se caen en los que disminuye el desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos cerrados. El resultado es estadísticamente significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=6,569$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,037$] (Tabla 25).
- Aparece una diferencia de un 11,7% entre los sujetos que se caen y los que no lo hacen, a favor de los que se caen, en los que disminuye el desplazamiento lateral sobre el suelo con ojos cerrados. Este dato no es estadísticamente significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=1,360$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,507$] (Tabla 26).
- Casi un 10% más de los sujetos que no se caen disminuyen su desplazamiento antero-posterior sobre la espuma con ojos abiertos. Estadísticamente no se encuentra significación [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=0,826$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,662$] (Tabla 27).
- Existe una diferencia de más de un 18% entre ambos grupos de sujetos respecto a la disminución del desplazamiento lateral sobre espuma con ojos abiertos, a favor de los que no se caen. Este dato no es estadísticamente significativo [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=3,094$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,213$] (Tabla 28).

– Hay un 14,7% más de sujetos que no se caen en los que su área sobre la espuma con ojos abiertos disminuye, mientras que aparece un 15,4% más de sujetos que se caen en los que dicho área aumenta. Estadísticamente el resultado carece de significación [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=3,760$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,153$] (Tabla 29).

– En casi un 30% más de los sujetos que no se caen aparece una disminución en el desplazamiento antero-posterior sobre la espuma con ojos cerrados. El resultado es apoyado por la relevancia estadística [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=7,185$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,028$] (Tabla 30).

Y por último encontramos que en un 11,1% más de los sujetos que no se caen el desplazamiento lateral sobre la espuma con ojos cerrados disminuye. Si bien el dato no tiene significación estadística [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=0,913$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,633$] (Tabla 31).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento lateral sobre suelo ojos abiertos	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	37 26,2%	8 36,4%	45 27,6%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	56 39,7%	10 45,5%	66 40,5%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	48 34,0%	4 18,2%	52 31,9%
Total		Recuento % Si se caen	141 100,0%	22 100,0%	163 100,0%

Tabla 24. Modificación del desplazamiento lateral sobre el suelo con ojos abiertos entre los que se caen y no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento antero-posterior sobre suelo ojos cerrados	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	38 27,7%	3 13,6%	41 25,8%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	48 35,0%	14 63,6%	62 39,0%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	51 37,2%	5 22,7%	56 35,2%
Total		Recuento % Si se caen	137 100,0%	22 100,0%	159 100,0%

Tabla 25. Modificación del desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos cerrados entre los que se caen y los que no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento lateral sobre suelo ojos cerrados Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	43 31,4%	5 22,7%	48 30,2%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	54 39,4%	8 36,4%	62 39,0%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	40 29,2%	9 40,9%	49 30,8%
Total		Recuento % Si se caen	137 100,0%	22 100,0%	159 100,0%

Tabla 26. Modificación del desplazamiento lateral sobre el suelo con ojos cerrados entre los que se caen y no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento antero-posterior sobre espuma ojos abiertos Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	29 20,7%	5 22,7%	34 21,0%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	59 42,1%	11 50,0%	70 43,2%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	52 37,1%	6 27,3%	58 35,8%
Total		Recuento % Si se caen	140 100,0%	22 100,0%	162 100,0%

Tabla 27. Modificación del desplazamiento antero-posterior sobre la espuma con ojos abiertos entre los que se caen y los que no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento lateral sobre espuma ojos abiertos Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	35 25,0%	6 27,3%	41 25,3%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	54 38,6%	12 54,5%	66 40,7%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	51 36,4%	4 18,2%	55 34,0%
Total		Recuento % Si se caen	140 100,0%	22 100,0%	162 100,0%

Tabla 28. Modificación en el desplazamiento lateral sobre la espuma con ojos abiertos entre los que se caen y los que no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Área sobre espuma ojos abiertos Categorizada	Aumentan el área	Recuento % Si se caen	23 16,4%	7 31,8%	30 18,5%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	71 50,7%	11 50,0%	82 50,6%
	Disminuye el área	Recuento % Si se caen	46 32,9%	4 18,2%	50 30,9%
Total		Recuento % Si se caen	140 100,0%	22 100,0%	162 100,0%

Tabla 29. Modificación del área sobre la espuma con ojos abiertos entre los que se caen y los que no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento antero-posterior sobre espuma ojos cerrados Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	31 23,7%	5 26,3%	36 24,0%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	55 42,0%	13 68,4%	68 45,3%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	45 34,4%	1 5,3%	46 30,7%
Total		Recuento % Si se caen	131 100,0%	19 100,0%	150 100,0%

Tabla 30. Modificación del desplazamiento antero-posterior sobre espuma con ojos cerrados entre los que se caen y los que no (número de sujetos y porcentaje).

			Si se caen durante el programa		Total
			No	Si	
Desplazamiento lateral sobre espuma ojos cerrados Categorizado	Aumentan el desplazamiento	Recuento % Si se caen	37 28,2%	6 31,6%	43 28,7%
	Se mantienen igual	Recuento % Si se caen	45 34,4%	8 42,1%	53 35,3%
	Disminuye el desplazamiento	Recuento % Si se caen	49 37,4%	5 26,3%	54 36,0%
Total		Recuento % Si se caen	131 100,0%	19 100,0%	150 100,0%

Tabla 31. Modificación en el desplazamiento lateral sobre espuma con ojos cerrados entre los que se caen y los que no (número de sujetos y porcentaje).

Respecto a las diferencias entre sexos y las variables categorizadas no hay ningún dato que destacar.

A partir de las variables oscilométricas categorizadas, registradas durante la evaluación de septiembre se crea una variable que establece grupos entre los sujetos que presentan peor equilibrio (aquellos que tienen valores inferiores a la media en las variables oscilométricas), y los que presentan un buen equilibrio (aquellos que tienen valores superiores a la media en las variables oscilométricas). Se establecen las diferencias entre los valores registrados durante la evaluación final e inicial y se hallan las medias en cada uno de los grupos creados (Tabla 32). Un signo menos significa que la media es menor al final que al inicio del programa. Respecto a estos resultados no podemos afirmar que los sujetos con peor equilibrio (aquellos que presentaban

valores por debajo de la media en las variables oscilométricas) mejoren más durante el programa, más bien lo contrario, son los sujetos que mejor equilibrio tienen, los que presentan mejores resultados, resultando significativos en seis de las doce variables (Tabla 32). Ahora bien, los resultados de esta categorización hay que observarlos con cuidado dado los valores tan elevados con respecto a la media que presentan las desviaciones típicas.

	Grupos Clasificación según Variables Oscilométricas	Media	Desv. típ.
Diferencia desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	Malo	-1,55	8,40
	Bueno	-1,82	10,19
Diferencia desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)*	Malo	2,24	10,58
	Bueno	-4,78	14,06
Diferencia área sobre suelo con OA (mm ²) *	Malo	40,02	279,30
	Bueno	-167,41	462,92
Diferencia desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	Malo	-1,61	9,06
	Bueno	-3,58	14,66
Diferencia desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	Malo	,62	9,89
	Bueno	-2,59	17,34
Diferencia área sobre suelo con OC (mm)	Malo	10,15	271,43
	Bueno	-98,89	763,75
Diferencia desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm) *	Malo	-1,40	13,18
	Bueno	-5,54	16,55
Diferencia desplazamiento L sobre espuma con OA (mm) *	Malo	,40	11,45
	Bueno	-5,92	18,07
Diferencia área sobre espuma con OA (mm ²) *	Malo	-26,41	416,69
	Bueno	-311,04	992,39
Diferencia desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm) *	Malo	2,15	17,64
	Bueno	-7,59	24,26
Diferencia desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)	Malo	2,73	21,65
	Bueno	-3,45	26,83
Diferencia área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	Malo	244,69	1353,97
	Bueno	-286,41	2568,49

(*) Diferencia estadísticamente significativa entre grupos

Tabla 32. Estadísticos de la diferencia entre las variables oscilométricas de junio y septiembre en los grupos de equilibrio bueno y malo

5.7. VARIABLES ESTABILOMÉTRICAS

En la Tabla 33 se presentan los descriptivos de las variables estabilométricas durante la revisión inicial y final organizadas por grupos de trabajo y totales. Durante ambas revisiones hay un sujeto que no realiza la prueba con los ojos cerrados.

No existe normalidad en las distribución de las variables (Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov) excepto en la longitud en función del estabilograma con ojos abiertos.

Durante la evaluación inicial en el mes de septiembre se registraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en tres de las variables estabilométricas cuando realizábamos un análisis ANOVA de los desplazamientos en los ejes de coordenadas: el desplazamiento en el eje "y" (antero-posterior) con ojos abiertos [ANOVA $F=7,133$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,001$], el desplazamiento en el eje "y" (antero-posterior) con ojos cerrados [ANOVA $F=8,017$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,001$] y el área de la estatocinesiografía con ojos cerrados [ANOVA $F=3,312$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,040$]. Sin embargo, en las pruebas de contrastes, y teniendo en cuenta la prueba de Levene de homogeneidad de variancias, dichas diferencias estadísticas desaparecían.

Respecto a la evaluación final sólo se comparan los grupos de revitalización y equilibrio, no obteniéndose ningún resultado estadísticamente significativo (Prueba T para muestras independientes y Pruebas no paramétricas para dos muestras independientes).

En el análisis de comparación entre los datos recogidos durante ambas revisiones, inicial y final (Pruebas T para muestras relacionadas y Pruebas no paramétricas para dos muestras relacionadas), y analizándose sólo los grupos revitalización y equilibrio, se encuentran sólo diferencias estadísticamente

significativas en la variable de desplazamiento en el eje y (antero-posterior) con ojos cerrados [Prueba T muestras relacionadas $t=-2,157$; $gl=62$; $p(\text{bilateral})=0,035$]. Cuando se establece el análisis en cada uno de los grupos de trabajo por separado, sólo se mantiene dicha significación en el grupo de revitalización [Prueba T muestras relacionadas $t=-2,457$; $gl=29$; $p(\text{bilateral})=0,020$], siendo la media más alta en la revisión final.

Los resultados anteriores no concretan si la estabilometría es sensible a los cambios que el programa de Revitalización Geriátrica produce sobre la estabilidad.

No se encuentra ningún dato estadísticamente significativo ni clínicamente relevante cuando se establecen comparaciones entre sexos (Tabla 34), entre los sujetos que se caen y los que no lo hacen (Tabla 35), entre los que tenían una historia anterior de caídas y los que no, ni entre los que asisten a más del 75% y los que asisten menos (Tabla 36). La falta de relevancia y significación en todos los casos viene dada por las desviaciones típicas y errores de la media demasiado grandes debido a la gran disparidad de los datos entre los sujetos.

	Gr Control		Gr Revitalizac		Gr Equilibrio		TOTAL	
	Inicio ^a n=15	Final ^a n=5	Inicio ^a n=51	Final ^a n=31	Inicio ^a n=47	Final ^a n=33	Inicio ^a n=112	Final ^a n=69
Área de la estatocinesiografía OA (cm ²)	2,16 (2,77)	1,47 (1,46)	0,97 (1,65)	0,68 (0,63)	1,89 (3,37)	3,15 (8,79)	1,51 (2,66)	1,95 (6,26)
Estabilometría x (lateral) OA (cm)	1,07 (0,52)	1,09 (0,61)	0,88 (0,96)	0,76 (0,36)	1,32 (1,77)	1,34 (1,88)	1,09 (1,32)	1,07 (1,37)
Estabilometría y (ant-post) OA (cm)	1,71* (1,58)	1,15 (0,55)	0,83* (0,46)	0,80 (0,37)	0,98* (0,71)	1,11 (1,17)	1,02 (0,84)	0,98 (0,87)
Longitud en función del establograma OA (1/mm)	2,71 (2,82)	3,13 (2,45)	5,39 (3,71)	4,89 (3,20)	5,35 (5,73)	4,33 (3,05)	5,03 (4,64)	4,48 (3,07)
Romberg	169,38 (311,6)	135,60 (144,1)	113,25 (89,68)	177,63 (175,3)	225,40 (651,1)	108,00 (115,7)	166,30 (433,9)	140,75 (148,6)
Área de la estatocinesiografía OC (cm ²)	1,93* (2,95)	0,88 (0,71)	0,49* (0,47)	0,87 (1,10)	1,26* (2,77)	1,50 (3,96)	1,00 (2,14)	1,18 (2,85)
Estabilometría x (lateral) OC (cm)	1,02 (0,57)	0,75 (0,31)	0,63 (0,37)	0,83 (0,54)	0,97 (1,20)	0,99 (1,13)	0,82 (0,85)	0,90 (0,86)
Estabilometría y (ant-post) OC (cm)	1,39* (1,26)	1,07 (0,46)	0,70* (0,29)	0,90 (0,38)	0,83* (0,52)	0,93 (0,60)	0,84 (0,63)	0,92 (0,50)
Longitud en función del establograma OC (1/mm)	4,38 (4,60)	3,68 (1,48)	7,95 (8,67)	4,73 (3,78)	5,85 (4,35)	5,79 (5,63)	6,61 (6,78)	5,17 (4,68)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística ($p<0,005$) intrasujeto
 * Significación estadística ($p<0,005$) entre grupos

Tabla 33. Estadísticos descriptivos de las variables estabilométricas en la revisión inicial y final, por grupos de trabajo y totales.

	Hombres		Mujeres	
	Inicio ^a n=26	Final ^a n=15	Inicio ^a n=86	Final ^a n=53
Área de la estatocinesiografía OA (cm ²)	2,06(3,35)	3,70(11,44)	1,34(2,41)	1,47(3,82)
Estabilometría x (lateral) OA (cm)	1,42(1,86)	1,18(1,54)	0,99(1,11)	1,03(1,33)
Estabilometría y (ant-post) OA (cm)	1,14(0,75)	1,25(1,57)	0,98(0,86)	0,90(0,55)
Longitud en función del estabilograma OA (1/mm)	4,27(3,56)	4,39(4,24)	5,27(4,92)	4,51(2,70)
Romberg	102,23(88,25)	181,93(175,43)	185,90(492,57)	129,09(139,78)
Área de la estatocinesiografía OC (mm ²)	1,24(1,78)	2,44(5,70)	0,93(2,24)	0,82(1,07)
Estabilometría x (lateral) OC (mm)	0,95(0,82)	1,30(1,50)	0,78(0,86)	0,79(0,55)
Estabilometría y (ant-post) OC (mm)	0,98(0,59)	1,14(0,75)	0,80(0,64)	0,86(0,39)
Longitud en función del estabilograma OC (1/mm)	5,30(4,28)	3,19(1,83)	7,01(7,35)	5,73(5,09)

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 34. Estadísticos descriptivos de las variables estabilométricas durante la revisión inicial y final por sexo.

	No se caen		Si se caen	
	Inicio ^a n=82	Final ^a n=62	Inicio ^a n=14	Final ^a n=7
Área de la estatocinesiografía OA (mm ²)	1,36(2,62)	2,11(6,59)	1,62(2,50)	0,60(0,37)
Estabilometría x (lateral) OA (mm)	1,06(1,36)	1,08(1,44)	1,26 (1,59)	0,90(0,38)
Estabilometría y (ant-post) OA (mm)	0,89(0,56)	1,02(0,91)	1,00(0,51)	0,66(0,29)
Longitud en función del estabilograma OA (1/mm)	5,57(5,00)	4,45(3,16)	4,15(3,55)	4,79(2,27)
Romberg	175,24(490,08)	129,85(135,25)	113,43(84,18)	235,71(227,87)
Área de la estatocinesiografía OC (mm ²)	0,90(2,11)	1,10(2,93)	0,86(0,82)	1,82(2,11)
Estabilometría x (lateral) OC (mm)	0,81(0,93)	0,87(0,85)	0,80(0,57)	1,19(0,98)
Estabilometría y (ant-post) OC (mm)	0,76(0,43)	0,89(0,48)	0,95(0,50)	1,19(0,65)
Longitud en función del estabilograma OC (1/mm)	6,67(5,57)	5,14(4,42)	4,74(3,69)	5,40(6,99)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 35. Estadísticos descriptivos de las variables estabilométricas al inicio y al final entre los sujetos que se caen durante el programa y los que no.

En cuanto a los resultados obtenidos entre los sujetos que no se caen y los que sí lo hacen, pese a no encontrar ninguna relevancia estadísticamente significativa, hay un hecho clínico durante la revisión final que nos parece relevante y es que los que se caen presentan valores medios más bajos (menor oscilación) que los que no se caen en las variables con ojos abiertos, mientras que en las pruebas con ojos cerrados los resultados se invierten, siendo los que no se caen los que presentan medias más bajas (Tabla 35).

A partir de las variables estabilométricas de los Índices de Romberg se crean las variables *Grupos Romberg 1 y 2* que dividen a los sujetos en visualmente dependientes y visualmente independientes durante la revisión inicial y la final (Tabla 37). A partir de dichas variables se analiza si el número de caídas registradas durante el programa o el hecho de que los sujetos se caigan o no, depende de si son visualmente dependientes o independientes. En ningún caso, ni con los datos iniciales (Grupos Romberg 1) ni con los finales (Grupos Romberg 2) se obtiene ninguna diferencia estadística ni clínicamente significativas entre el número de caídas (Tabla 38) o si se caen o no (Tabla 39) y el hecho de que los sujetos sean o no visualmente dependientes. En Grupos Romberg 1 [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=-0,964$; $gl=54,248$; $p(\text{bilateral})=0,339$; Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=0,313$; $gl=1$; $p(\text{bilateral})=0,576$]; en Grupos Romberg 2 [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=-1,387$; $gl=36,116$; $p(\text{bilateral})=0,174$; Chi cuadrado de Pearson $\chi^2=1,860$; $gl=1$; $p(\text{bilateral})=0,173$].

Se establece además un análisis para comprobar si existe correlación entre las variables registradas en la estabilimetría y sus homólogas en la oscilimetría. Sólo se obtienen resultados estadísticamente significativos en el desplazamiento antero-posterior con ojos cerrados durante la revisión inicial [R de Pearson=0,216; $p(\text{aprox})=0,022$], si bien, el coeficiente de correlación resulta extremadamente pequeño.

Cuando el análisis correlacional se establece entre todas las variables oscilométricas y estabilométricas en cada una de las revisiones por separado, se obtienen las correlaciones que se registran en la Tabla 40, de las cuales tan sólo una de ellas, la existente entre el desplazamiento lateral sobre espuma con ojos abiertos y su correlación con la longitud del estabilograma con ojos cerrados se repite en ambas revisiones. Esta falta de homogeneidad entre los resultados al inicio y al final junto con coeficientes de correlación demasiado pequeños impide establecer conclusiones al respecto.

	Asistencia menor del 75% n=5	Asistencia igual o mayor del 75% n=64
Área de la estatocinesiografía OA (mm ²)	1,47(1,46)	1,99(6,49)
Estabilometría x (lateral) OA (mm)	1,09(0,61)	1,06(1,42)
Estabilometría y (ant-post) OA (mm)	1,15(0,55)	0,97(0,90)
Longitud en función del estabilograma OA (1/mm)	3,13(2,45)	4,59(3,10)
Romberg	135,60(144,10)	141,16(150,07)
Área de la estatocinesiografía OC (mm ²)	0,88(0,71)	1,20(2,96)
Estabilometría x (lateral) OC (mm)	0,75(0,31)	0,91(0,89)
Estabilometría y (ant-post) OC (mm)	1,07(0,46)	0,91(0,50)
Longitud en función del estabilograma OC (1/mm)	3,68(1,48)	5,28(4,83)

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
^bSignificación estadística (p<0,005) intrasujeto
^{*}Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 36. Estadísticos descriptivos de las variables estabilométricas al final en los grupos con asistencia al programa mayor y menor del 75%.

	Inicio n=111		Final n=68	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Visualmente independiente	61	55	36	52,9
Visualmente dependiente	50	45	32	47,1

Tabla 37. Porcentaje de sujetos visualmente dependientes e independientes al inicio y al final del programa.

	Visualmente independiente	Visualmente dependiente
Grupos según Romberg al Inicio	7	10
Grupos según Romberg al Final	2	8

Tabla 38. Número de caídas por grupos Romberg al inicio y al final.

A			Grupos Romberg Inicio		Total
			Visualmente independiente	Visualmente dependiente	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	47	34	81
		% Gr Romberg inicio	87,0%	82,9%	85,3%
	Si	Recuento	7	7	14
		% Gr Romberg inicio	13,0%	17,1%	14,7%
Total		Recuento	54	41	95
		% Gr Romberg inicio	100,0%	100,0%	100,0%

B			Grupos Romberg Final		Total
			Visualmente independiente	Visualmente dependiente	
Si se caen durante el programa	No	Recuento	34	27	61
		% Gr Romberg final	94,4%	84,4%	89,7%
	Si	Recuento	2	5	7
		% Gr Romberg final	5,6%	15,6%	10,3%
Total		Recuento	36	32	68
		% Gr Romberg final	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 39. Recuento y Porcentaje de sujetos que se caen por grupo Romberg inicio (A) y final (B).

VARIABLES OSCILOMÉTRICAS	VARIABLES ESTABILOMÉTRICAS	
	Revisión Inicial	Revisión Final
Desplazamiento AP sobre suelo con OA (mm)	Longitud en función del estabilograma OA (1/mm) [R Pearson=-0,208; p=0,029]	
Desplazamiento L sobre suelo con OA (mm)	Estabilometría superficie OA (mm ²) [R Pearson=0,244; p=0,043] Estabilometría longitud OA (mm) [R Pearson=0,355; p=0,003]	
Área sobre suelo con OA (mm ²)	Estabilometría longitud OA (mm) [R Pearson=0,342; p=0,004]	
Desplazamiento AP sobre suelo con OC (mm)	Estabilometría y (ant-post) OC (mm) [R Pearson=0,216; p=0,022] Estabilometría longitud OC (mm) [R Pearson=0,241; p=0,010] Longitud en función del estabilograma OC (1/mm) [R Pearson=-0,191; p=0,043]	
Desplazamiento L sobre suelo con OC (mm)	Estabilometría longitud OA (mm) [R Pearson=0,283; p=0,023]	
Área sobre suelo con OC (mm)		
Desplazamiento AP sobre espuma con OA (mm)	Longitud en función del estabilograma OC (1/mm) [R Pearson=-0,290; p=0,017]	
Desplazamiento L sobre espuma con OA (mm)	Estabilometría longitud OC (mm) [R Pearson=0,211; p=0,025]	Estabilometría longitud OC (mm) [R Pearson=0,280; p=0,022]
Área sobre espuma con OA (mm ²)	Estabilometría longitud OC (mm) [R Pearson=0,243; p=0,010]	Estabilometría longitud OA (mm) [R Pearson=0,266; p=0,029] Longitud en función del estabilograma OC (1/mm) [R Pearson=-0,242; p=0,048]
Desplazamiento AP sobre espuma con OC (mm)	Estabilometría y (ant-post) OC (mm) [R Pearson=0,264; p=0,033]	
Desplazamiento L sobre espuma con OC (mm)		
Área sobre espuma con OC cerrados (mm ²)	Romberg [R Pearson=0,286; p=0,021] Estabilometría y (ant-post) OC (mm) [R Pearson=0,258; p=0,038] Estabilometría longitud OC (mm) [R Pearson=0,249; p=0,046]	

Tabla 40. Correlaciones significativas entre variables oscilométricas y estabilométricas en cada una de las revisiones.

5.8. VARIABLES DEL RANGO MÁXIMO

En la Tabla 41 se recogen las medias y desviaciones estándar de las variables correspondientes al rango máximo (expresado en milímetros) y registradas durante la evaluación inicial y final, son presentadas por grupos de trabajo y totales.

Todos los sujetos que asistieron a la revisión llevaron a cabo esta prueba, tanto durante la revisión inicial, como durante la final.

En la aplicación de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para valorar la normalidad en la distribución de los datos en el rango máximo, tanto el registrado durante la primera evaluación como el de la última, resultó no significativa, es decir, los datos presentaban una distribución normal.

En el análisis estadístico de comparación de las variables de rangos entre los grupos de trabajo durante las revisiones inicial y final, no se obtiene ninguna diferencia estadísticamente significativa (ANOVA) ni en la revisión inicial [ANOVA $F=2,157$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,120$] ni en la final [ANOVA $F=0,098$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,997$]. Tampoco se obtiene ninguna diferencia, si el análisis durante la evaluación final lo hacemos sólo entre los grupos de revitalización y equilibrio, [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=-0,028$; $gl=62$; $p(\text{bilateral})=0,978$] (Tabla 41).

Sin embargo, si se obtienen diferencias estadísticamente significativas en el rango máximo cuando comparamos los datos para toda la muestra ($n=69$) entre la revisión inicial y la final [Prueba T para muestras relacionadas $t=-3,174$; $gl=68$; $p(\text{bilateral})=0,002$]. Si el análisis lo establecemos por grupos de trabajo, no se registra diferencia alguna en el grupo control ($n=5$) [Prueba T para muestras relacionadas $t=0,319$; $gl=4$; $p(\text{bilateral})=0,766$; Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon $Z=-0,132$; $p(\text{bilateral})=0,892$], pero sí en los grupos de

revitalización (n=31) [Prueba T para muestras relacionadas $t=-2,131$; $gl=30$; $p(\text{bilateral})=0,041$]^a y más en el de equilibrio (n=33) [Prueba T para muestras relacionadas $t=-2,556$; $gl=32$; $p(\text{bilateral})=0,016$]. En ambos casos las medias registradas indican una mayor amplitud durante la revisión final que durante la inicial (Tabla 41).

En cuanto al análisis entre los grupos según su asistencia se obtiene que existían diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos durante la evaluación de septiembre [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=2,152$; $gl=111$; $p(\text{bilateral})=0,034$], diferencias que desaparecen durante la evaluación de junio [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=-0,446$; $gl=67$; $p(\text{bilateral})=0,657$; Prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney=155,000; $Z=-0,116$; $p(\text{bilateral})=0,928$]. Para evaluar este resultado conviene resaltar los datos recogidos en la Tabla 42 donde se presentan las medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza del rango máximo, y en la que se observa que la media de los que asisten menos del 75% disminuye ligeramente (de 232,81mm a 224mm) y estadísticamente no es significativa [Prueba T para muestras relacionadas $t=0,319$; $gl=4$; $p(\text{bilateral})=0,766$; Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon $Z=-0,135$; $p(\text{bilateral})=0,892$], mientras que en los que asisten a más del 75% de las sesiones el incremento de la media (de 211,26mm a 234,13mm) es estadística y clínicamente significativa [Prueba T para muestras relacionadas $t=-3,344$; $gl=63$; $p(\text{bilateral})=0,001$].

No se registran diferencias estadísticamente significativas en el rango máximo durante la revisión de junio entre los sujetos que se caen durante el tiempo que dura el programa y los que no lo hacen [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=-1,346$; $gl=67$; $p(\text{bilateral})=0,183$] (Tabla 43); tampoco había diferencias significativas durante la revisión inicial con respecto a los que presentaban o no una historia de

^a Esta significación desaparece en las pruebas no paramétricas [Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon $Z=-1,946$; $p(\text{bilateral})=0,0892$]

caídas en el año anterior [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=-1,076$; $gl=28,304$; $p(\text{bilateral})=0,291$].

En el análisis del rango máximo entre sexos no se obtiene ninguna relación estadísticamente significativa ni durante la revisión de septiembre [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=1,651$; $gl=111$; $p(\text{bilateral})=0,102$] ni durante la de junio [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=1,973$; $gl=67$; $p(\text{bilateral})=0,053$]. Sin embargo, cuando se analiza cada sexo por separado se obtiene que las mujeres mejoran estadísticamente su rango máximo entre la evaluación inicial y final [Prueba T para muestras relacionadas $t=-3,038$; $gl=54$; $p(\text{bilateral})=0,004$], mientras que en los hombres no aparece dicha significación [Prueba T para muestras relacionadas $t=-0,973$; $gl=13$; $p(\text{bilateral})=0,349$; Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon $Z=-1,013$; $p(\text{bilateral})=0,311$] (Tabla 44). Ahora bien, hay que tener en cuenta que aunque no significativa, la media del grupo de los hombres aumenta en 25 mm en la revisión final respecto a la inicial, clínicamente es un hecho a tener en cuenta.

Cuando se establecen correlaciones entre la variable del rango máximo y las distintas variables ya descritas (variables oscilométricas y estabilométricas) tanto sobre los datos iniciales como finales, tan sólo se registra una correlación significativa durante la revisión inicial entre el desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos abiertos y el rango máximo [R de Pearson= $0,236$; $p(\text{aprox})=0,012$].

	Gr Control		Gr Revitalizac		Gr Equilibrio		TOTAL	
	Inicio ^a n=15	Final ^a n=5	Inicio ^a n=51	Final ^a n=31	Inicio ^a n=47	Final ^a n=33	Inicio ^a n=113	Final ^a n=69
Rango máximo (mm)	236,93 (44,60)	224,00 (43,36)	<u>219,53</u> (47,73)	<u>233,95</u> (48,06)	<u>208,30</u> (48,72)	<u>234,30</u> (51,11)	217,17 (48,25)	<u>233,40</u> (48,64)
Tarea coordinada (puntos)	9,36 (5,68)	12,60 (9,48)	9,14 (5,69)	8,68 (6,26)	10,70 (5,73)	9,15 (5,70)	9,82 (5,70)	9,19 (6,23)
Tiempo de la Tarea coordinada (sg)	39,79 (13,32)	33,80 (6,87)	39,51 (13,97)	38,06 (9,48)	39,34 (20,23)	36,55 (13,47)	39,47 (16,68)	37,03 (11,37)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 41. Estadísticos descriptivos de las variables de rangos máximos y de la tarea coordinada en la evaluación inicial y final.

		Gr Asistencia menor del 75%	Gr Asistencia igual o mayor del 75%
		Rango máximo (mm)	Inicio
	Final	224,00(43,37) [IC 95% 170,16a 277,84]	<u>234,13</u> (49,26) [IC 95% 221,83 a 246,44]

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar) [Intervalo de confianza del 95%]
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 *Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 42. Estadísticos descriptivos por grupos de asistencia en ambas revisiones.

	No se caen		Si se caen	
	Inicio ^a n=82	Final ^a n=62	Inicio ^a n=14	Final ^a n=7
Rango máximo (mm)	215,33(49,43)	230,77(46,61)	217,07(39,11)	256,71(63,41)
Tarea coordinada (puntos)	9,85(5,86)	8,74(6,09)	10,36(4,14)	13,14(6,49)
Tiempo de la Tarea coordinada (sg)	39,57(17,46)	36,34(11,17)	37,43(14,97)	43,14(12,12)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 *Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 43. Estadísticos descriptivos de las variables de rango máximo y de la tarea coordinada en los sujetos que se caen y los que no, al inicio y al final del programa.

	Hombres		Mujeres	
	Inicio ^a n=26	Final ^a n=14	Inicio ^a n=87	Final ^a n=55
Rango máximo (mm)	230,77(48,05)	255,82(39,36)	<u>213,10</u> (47,84)	<u>227,69</u> (49,43)
Tarea coordinada (puntos)	7,31(5,89)	5,20(6,59)	10,58(5,46)	10,30(5,71)
Tiempo de la Tarea coordinada (sg)	35,81(11,80)	33,47(7,59)	40,58(17,81)	38,02(12,08)

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 44. Estadísticos descriptivos de las variables del rango máximo y de la tarea coordinada por sexo al inicio y al final del programa.

5.9. VARIABLES DE LA TAREA COORDINADA

En la Tabla 41 se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables correspondientes a la prueba de Tarea Coordinada (puntos y tiempo expresado en segundos) tanto respecto a la revisión de septiembre como a la de junio. Todos los sujetos llevan a cabo la prueba.

Se registran distribuciones normales (Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov) en las variables de los puntos, revisión inicial y final, mientras que en las variables referentes al tiempo la distribución de los datos carecen de normalidad.

No se obtienen ninguna diferencia estadísticamente significativa (ANOVA) en el análisis estadístico de comparación de las variables de la tarea coordinada (puntos y tiempo) ni en la revisión inicial [ANOVA $F=0,973$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,381$ y $F=0,004$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,996$] ni en la final [ANOVA $F=0,851$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,432$ y $F=0,353$; $gl=2$; $p(\text{bilateral})=0,704$]. Tampoco se registran diferencias si el análisis, durante la revisión final, se establece solamente entre los grupos de revitalización y equilibrio [Prueba T muestras independientes asumiendo variancias iguales $t=-0,317$; $gl=62$; $p(\text{bilateral})=0,752$ y iguales $t=0,519$; $gl=62$; $p(\text{bilateral})=0,606$].

En la comparación entre los datos registrados durante la evaluación inicial y final (Pruebas T para muestras relacionadas), no se obtiene ninguna diferencia estadísticamente significativa ni cuando se analiza la muestra completa [Prueba T para muestras relacionadas $t=1,638$; $gl=68$; $p(\text{bilateral})=0,106$ y $t=1,756$; $gl=68$; $p(\text{bilateral})=0,084$], ni cuando se analizan cada uno de los grupos de trabajo: grupo control [Prueba T para muestras relacionadas $t=-0,143$; $gl=4$; $p(\text{bilateral})=0,893$ y $t=0,231$; $gl=4$; $p(\text{bilateral})=0,829$; Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon $Z=0,000$; $p(\text{bilateral})=1,000$ y $Z=-0,368$; $p(\text{bilateral})=0,713$], grupo revitalización [Prueba T para muestras relacionadas $t=0,807$; $gl=30$; $p(\text{bilateral})=0,426$ y $t=0,927$;

gl=30; p(bilateral)=0,361], grupo de equilibrio [Prueba T para muestras relacionadas $t=1,800$; gl=32; p(bilateral)=0,081 y $t=1,462$; gl=32; p(bilateral)=0,153].

Tampoco se registran diferencias estadísticamente significativas cuando se analizan las variables de la tarea coordinada en la revisión de junio entre los grupos según su asistencia al programa de Revitalización Geriátrica [Prueba T muestras independientes no asumiendo y asumiendo variancias iguales $t=0,855$; gl=4,248; p(bilateral)=0,438 y $t=-0,657$; gl=67; p(bilateral)=0,514] (Tabla 45), ni respecto al hecho de que se caigan o no [Prueba T muestras asumiendo variancias iguales $t=-1,801$; gl=67; p(bilateral)=0,076 y $t=-1,516$; gl=67; p(bilateral)=0,134] (Tabla 43).

Sin embargo si se registran diferencias estadísticamente significativas entre sexos respecto a la variable puntos de la tarea coordinada (Tabla 44) tanto en la revisión inicial [Prueba T muestras asumiendo variancias iguales $t=-2,632$; gl=67; p(bilateral)=0,010], como en la final [Prueba T muestras asumiendo variancias iguales $t=-2,959$; gl=67; p(bilateral)=0,004], siendo las medias más bajas las correspondientes al género masculino. No hay significación en cada uno de los grupos entre el inicio y el final del programa en ninguna de las variables de la tarea coordinada.

En el análisis entre las variables de la tarea coordinada y las descritas en los apartados anteriores (variables oscilométricas, estabilométricas y rango máximo) se obtienen las correlaciones significativas reflejadas en la Tabla 46. No se registra ninguna correlación significativa entre las variables de la tarea coordinada y la estabilometría y tan sólo se repite una correlación negativa significativa entre las mismas variables en la revisión inicial y final que es la establecida entre la variable puntos de la tarea coordinada y la variable del rango máximo.

	Gr Asistencia menor del 75%		Gr Asistencia igual o mayor del 75%	
	Inicio ^a n=30	Final ^a n=5	Inicio ^a n=82	Final ^a n=64
Tarea coordinada (puntos)	9,50(4,71)	12,60(9,48)	9,94(6,05)	8,92(5,93)
Tiempo de la Tarea coordinada (sg)	37,87(12,45)	33,80(6,87)	40,06(18,01)	37,28(11,64)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos

Tabla 45. Estadísticos descriptivos de las variables de la tarea coordinada entre grupos de asistencia al programa registradas al inicio y al final del mismo.

VARIABLES TAREA COORDINADA	VARIABLES OSCILOMÉTRICAS Y RANGO MÁXIMO	
	Revisión Inicial	Revisión Final
Tarea coordinada (puntos)	Desplazamiento lateral sobre suelo OC (mm) [R Pearson=0,189, p=0,046] Rango máximo [R Pearson=-0,427, p=0,000]	Desplazamiento antero-posterior sobre espuma OC (mm) [R Pearson=0,353, p=0,004] Área sobre espuma OC (mm ²) [R Pearson=0,306, p=0,013] Rango máximo [R Pearson=-0,227, p=0,016]
Tiempo de la Tarea coordinada (sg)	Rango máximo [R Pearson=-0,227, p=0,016]	Desplazamiento lateral sobre suelo OC (mm) [R Pearson=-0,400, p=0,001] Área sobre suelo OC (mm ²) [R Pearson=-0,369, p=0,002]

Tabla 46. Correlaciones significativas entre las variables de la tarea coordinada y las variables oscilométricas, estabilométricas y del rango máximo.

5.10. VARIABLES ELECTROMIOGRÁFICAS

En la recogida de los datos electromiográficos durante la revisión inicial tuvimos un problema técnico debido a la avería del aparato Myomed, de tal manera que la muestra correspondiente al grupo control, quedó extremadamente reducida. Es por ello que en el análisis de este capítulo sólo se utilizarán los datos correspondientes a los grupos de trabajo: revitalización y equilibrio. En la Tabla 47 se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables recogidas en el análisis electromiográfico durante ambas revisiones.

Dado que esta prueba se hacía simultáneamente al registro estabilométrico, en ambas revisiones hay un sujeto que no realiza la prueba con los ojos cerrados.

En la distribución de los datos de las variables electromiográficas no existe normalidad en ninguna de ellas (Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov).

Durante la revisión inicial no se obtiene ninguna diferencia estadísticamente significativa (prueba T para muestras independientes) en ninguna de las variables electromiográficas entre los grupos de revitalización (n=57) y equilibrio (n=47), sin embargo, durante la revisión final aparecen diferencias estadísticamente significativas en las cuatro variables correspondientes al músculo sóleo: media sóleo ojos abiertos [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=2,328$; $gl=48,626$; $p(\text{bilateral})=0,024$], potencia sóleo ojos abiertos [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=2,059$; $gl=47,301$; $p(\text{bilateral})=0,045$]^b, media sóleo ojos cerrados [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=2,899$; $gl=44,075$; $p(\text{bilateral})=0,006$], potencia sóleo ojos cerrados [Prueba T muestras independientes no asumiendo variancias iguales $t=2,585$; $gl=47,102$; $p(\text{bilateral})=0,013$]. Siendo la media menor en todos los casos en el

^b Esta significación no se mantiene cuando se aplican pruebas no paramétricas [Prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney=379,000; $Z=-1,762$; $p(\text{bilateral})=0,078$]

grupo equilibrio que en el de revitalización, esto se podría traducir en que los sujetos del grupo de equilibrio precisan de una menor actividad del músculo sóleo para mantener su posición estática en bipedestación.

En el análisis de comparación entre los datos registrados en ambas evaluaciones a través de pruebas paramétricas, aparecen resultados estadísticamente significativos en todas las variables ($p < 0,01$) cuando se analizan conjuntamente los dos grupos de trabajo, siendo la media más alta durante la revisión final que la inicial. Cuando el análisis se hace independientemente en cada grupo de trabajo, encontramos que mientras que en el grupo de revitalización son significativas todas las comparaciones excepto las correspondientes al glúteo con ojos abiertos, en el grupo de equilibrio lo son todas excepto las correspondientes al glúteo con ojos cerrados^c.

No podemos establecer comparación entre los grupos según su asistencia, al carecer de número suficiente de sujetos que perteneciendo al grupo con una asistencia menor al 75% ($n=4$), presenten datos completos en su evaluación electromiográfica final.

En el análisis comparativo entre hombres y mujeres no se encuentra ninguna diferencia estadísticamente significativa ni clínicamente relevante ni al inicio ni al final del programa (Tabla 48). Si bien, es interesante señalar que tanto en hombres como en mujeres todas las medias son mayores durante la revisión final que durante la inicial, es decir, los sujetos independientemente del sexo tienden a aumentar su actividad muscular en glúteos y sóleo durante la bipedestación después de participar en el programa de Revitalización Geriátrica. Además, en el análisis en cada uno de los grupos por separado y entre los datos obtenidos durante la revisión inicial y la final, y

^c En el análisis con pruebas no paramétricas se obtienen significación estadística en todas las variables en el grupo de equilibrio.

aplicando pruebas no paramétricas, queremos destacar que en las mujeres se registran diferencias significativas en todas las variables electromiográficas, mientras que en los hombres no se registran esas diferencias en las variables correspondientes al glúteo con ojos abiertos y a la potencia en el sóleo con ojos cerrados^d.

En cuanto a las diferencias en las variables electromiográficas entre los sujetos que se caen durante el programa y los que no lo hacen (Tabla 49) no se registra ninguna diferencia estadísticamente significativa, tan sólo es clínicamente relevante el hecho de que durante la revisión final los sujetos que se caen tienden a tener medias más altas que los que no se caen en las variables correspondientes al glúteo, mientras que registran valores más bajos en las variables correspondientes al sóleo. Cuando se analiza cada grupo por separado mediante pruebas no paramétricas, se obtiene que existen diferencias estadísticamente significativas en todas las variables entre el inicio y el final entre los sujetos que no se caen, mientras que no se obtiene ninguna diferencia entre los que sí lo hacen^e.

En el análisis correlacional entre las variables electromiográficas y las distintas variables de evaluación (variables oscilométricas, estabilométricas, del rango máximo y de la tarea coordinada), resulta relevante que no se encuentra ninguna relación significativa entre los datos de la revisión inicial, mientras que aparecen algunas correlaciones estadísticamente significativas entre las variables cuando se analizan los datos recogidos durante la revisión final (Tabla 50). En cualquier caso, las correlaciones estadísticamente significativas encontradas, consideramos que carecen de ninguna relevancia clínica dado el coeficiente de correlación tan pequeño registrado en todos los casos.

^d Cuando se aplican pruebas paramétricas las significaciones varían, en el caso de los hombres aparece significación estadística sólo en las variables correspondientes al sóleo con ojos abiertos y a la media del sóleo con ojos cerrados, mientras que en las mujeres sólo aparecen significación en las variables correspondientes al glúteo.

^e Cuando se aplican pruebas paramétricas la significación también varía, en el grupo de los que no se caen resultan significativas todas las variables correspondientes al glúteo junto con la de la potencia del sóleo con ojos abiertos, mientras que en el grupo de los que sí se caen se registra significación en las variables del sóleo con ojos abiertos.

	Gr Revitalizac		Gr Equilibrio		TOTAL	
	Inicio ^a n=51	Final ^a n=31	Inicio ^a n=46	Final ^a n=33	Inicio ^a n=97	Final ^a n=64
EMG media glúteo ojos abiertos	11,42 (7,69)	19,87 (15,94)	12,20 (5,93)	15,74 (8,55)	12,17 (7,31)	17,93 (12,39)
EMG potencia glúteo ojos abiertos	687,20 (464,7)	1175,03 (971,04)	733,44 (354,7)	941,76 (514,22)	730,37 (436,6)	1066,63 (751,01)
EMG media glúteo ojos cerrados	10,65 (5,41)	20,90 (18,21)	11,96 (5,79)	15,73 (11,54)	11,63 (6,06)	17,92 (14,83)
EMG potencia glúteo ojos cerrados	637,86 (326,8)	1258,03 (1089,60)	719,41 (347,3)	945,15 (681,25)	697,86 (363,5)	1077,92 (884,41)
EMG media sóleo ojos abiertos	36,60 (15,32)	71,43* (40,94)	34,96 (13,20)	51,06* (26,54)	41,45 (44,93)	60,54 (34,79)
EMG potencia sóleo ojos abiertos	2150,2 (958,7)	4190,00* (2557,84)	2099,9 (772,7)	3076,88* (1589,39)	2429,6 (2376,1)	3596,97 (2123,99)
EMG media sóleo ojos cerrados	37,75 (14,92)	70,79* (34,56)	37,43 (13,97)	49,55* (20,34)	42,55 (48,10)	58,68 (28,96)
EMG potencia sóleo ojos cerrados	2337,84 (1008,7)	4250,28* (2069,86)	2267,60 (828,00)	3085,52* (1350,58)	2600,12 (2901,34)	3578,45 (1765,73)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto en pruebas no paramétricas
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos en pruebas no paramétricas

Tabla 47. Descriptivos variables electromiográficas revisión inicial y final

	Hombres		Mujeres	
	Inicio ^a n=22	Final ^a n=14	Inicio ^a n=78	Final ^a n=54
EMG media glúteo ojos abiertos	12,50(6,14)	15,43(8,68)	12,08(7,65)	18,57(13,18)
EMG potencia glúteo ojos abiertos	752,32(367,03)	928,50(520,34)	724,18(456,28)	1102,44(800,16)
EMG media glúteo ojos cerrados	12,91(6,61)	16,43(7,01)	11,25(5,88)	18,33(16,35)
EMG potencia glúteo ojos cerrados	771,13(399,44)	982,79(418,46)	676,53(352,17)	1103,54(974,22)
EMG media sóleo ojos abiertos	40,68(21,71)	67,64(37,54)	41,66(49,61)	58,70(34,17)
EMG potencia sóleo ojos abiertos	2345,55(1388,56)	4068,93(2255,58)	2452,99(2591,60)	3474,61(2093,08)
EMG media sóleo ojos cerrados	38,87(16,76)	64,29(30,09)	43,61(53,89)	57,17(28,76)
EMG potencia sóleo ojos cerrados	2464,30(1248,62)	3866,00(1802,21)	2639,16(3229,15)	3501,04(1765,49)

^aEstadísticos: Media (Desviación Típica)
 _ Significación estadística (p<0,005) intrasujeto en pruebas no paramétricas
 * Significación estadística (p<0,005) entre grupos en pruebas no paramétricas

Tabla 48. Estadísticos descriptivos de las variables electromiográficas por sexos al inicio y al final del programa.

	No se caen		Si se caen	
	Inicio ^a n=76	Final ^a n=62	Inicio ^a n=13	Final ^a n=6
EMG media glúteo ojos abiertos	12,24(7,54)	16,97(10,69)	11,31(6,22)	27,83(23,14)
EMG potencia glúteo ojos abiertos	733,79(447,98)	1019,37(641,59)	678,08(374,12)	1555,00(1490,66)
EMG media glúteo ojos cerrados	11,68(6,17)	16,90(13,46)	10,77(5,67)	30,40(25,44)
EMG potencia glúteo ojos cerrados	701,31(371,78)	1016,61(802,76)	649,69(337,79)	1826,00(1512,33)
EMG media sóleo ojos abiertos	41,58(49,75)	61,52(36,03)	32,23(12,05)	50,50(15,69)
EMG potencia sóleo ojos abiertos	2412,06(2605,24)	3650,82(2201,52)	1932,92(715,46)	3040,50(956,36)
EMG media sóleo ojos cerrados	43,85(54,41)	59,08(29,45)	33,15(11,75)	53,80(24,12)
EMG potencia sóleo ojos cerrados	2681,91(3283,57)	3606,80(1796,24)	2047,00(660,42)	3232,60(1451,03)

^aEstadísticos: Media (Desviación estándar)
^b Significación estadística (p<0,005) intrasujeto en pruebas no paramétricas
^c Significación estadística (p<0,005) entre grupos en pruebas no paramétricas

Tabla 49. Estadísticos descriptivos de las variables electromiográficas entre los sujetos que se caen y los que no lo hacen, registradas al inicio y al final del programa.

VARIABLES ELECTROMIOGRÁFICAS	VARIABLES OSCILOMÉTRICAS, ESTABILOMÉTRICAS Y TAREA COORDINADA	
	Revisión Inicial	Revisión Final
EMG media glúteo ojos abiertos	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre espuma OC (mm) [R Pearson=0,351; p=0,004] Área sobre espuma OC (mm ²) [R Pearson=0,412; p=0,001] Estabilometría superficie OA (mm ²) [R Pearson=0,250; p=0,040] Romberg [R Pearson=0,335; p=0,006]
EMG potencia glúteo ojos abiertos	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre espuma OC (mm) [R Pearson=0,338; p=0,006] Área sobre espuma OC (mm ²) [R Pearson=0,402; p=0,001] Estabilometría superficie OA (mm ²) [R Pearson=0,249; p=0,041] Romberg [R Pearson=0,345; p=0,004] Tarea coordinada (puntos) [R Pearson=0,335; p=0,006]
EMG media glúteo ojos cerrados	ninguna	Área sobre espuma OC (mm ²) [R Pearson=0,291; p=0,021] Romberg [R Pearson=0,267; p=0,030]
EMG potencia glúteo ojos cerrados	ninguna	Área sobre espuma OC (mm ²) [R Pearson=0,273; p=0,030] Romberg [R Pearson=0,257; p=0,037]
EMG media sóleo ojos abiertos	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OC (mm) [R Pearson=-0,269; p=0,030]
EMG potencia sóleo ojos abiertos	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OC (mm) [R Pearson=-0,254; p=0,041] Desplazamiento lateral sobre espuma OA (mm) [R Pearson=-0,260; p=0,034]
EMG media sóleo ojos cerrados	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OC (mm) [R Pearson=-0,342; p=0,006] Romberg [R Pearson=0,274; p=0,026]
EMG potencia sóleo ojos cerrados	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OC (mm) [R Pearson=-0,323; p=0,009] Romberg [R Pearson=0,253; p=0,040]

Tabla 50. Correlaciones estadísticamente significativas entre las variables electromiográficas y las variables oscilométricas, estabilométricas y de la tarea coordinada.

En las Tablas 51, 52, 53, 54 y 55 se presentan a modo de resumen las diferencias estadísticas encontradas en las distintas variables de evaluación y los distintos grupos de análisis establecidos.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN	VARIABLES CON DIFERENCIAS ES ENTRE LA REVISIÓN INICIAL Y LA FINAL	
	Grupo Revitalización	Grupo Equilibrio
Oscilometría	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OA Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OC Desplazamiento lateral sobre espuma OA Área sobre espuma ojos abiertos	ninguna
Estabilimetría	Estabilimetría y (ant-post) OC (mm)	ninguna
Rango Máximo	Rango máximo	Rango máximo
Tarea Coordinada	ninguna	ninguna
Electromiografía	EMG media glúteo ojos cerrados EMG potencia glúteo ojos cerrados EMG media sóleo ojos abiertos EMG potencia sóleo ojos abiertos EMG media sóleo ojos cerrados EMG potencia sóleo ojos cerrados	EMG media glúteo ojos abiertos EMG potencia glúteo ojos abiertos EMG media sóleo ojos abiertos EMG potencia sóleo ojos abiertos EMG media sóleo ojos cerrados EMG potencia sóleo ojos cerrados

Tabla 51. Variables de evaluación del equilibrio con diferencias estadísticamente significativas entre la revisión inicial y final en los grupos de revitalización y de equilibrio.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN	VARIABLES CON DIFERENCIAS ES ENTRE GRUPO EQUILIBRIO Y GRUPO REVITALIZACIÓN	
	Evaluación Inicial	Evaluación Final
Oscilometría	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OA Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OC Desplazamiento lateral sobre espuma OA Área sobre espuma ojos abiertos	ninguna
Estabilimetría	Estabilimetría y (ant-post) OC (mm)	ninguna
Rango Máximo	Rango máximo	Rango máximo
Tarea Coordinada	ninguna	ninguna
Electromiografía	EMG media glúteo ojos cerrados EMG potencia glúteo ojos cerrados EMG media sóleo ojos abiertos EMG potencia sóleo ojos abiertos EMG media sóleo ojos cerrados EMG potencia sóleo ojos cerrados	EMG media glúteo ojos abiertos EMG potencia glúteo ojos abiertos EMG media sóleo ojos abiertos EMG potencia sóleo ojos abiertos EMG media sóleo ojos cerrados EMG potencia sóleo ojos cerrados

Tabla 52. Variables de evaluación del equilibrio con diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de revitalización y de equilibrio en cada una de las revisiones.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN	VARIABLES CON DIFERENCIAS ES ENTRE LOS QUE SE CAEN Y LOS QUE NO	
	Evaluación Inicial	Evaluación Final
Oscilometría	ninguna	Desplazamiento antero-posterior sobre espuma OC
Estabilometría	ninguna	ninguna
Rango Máximo	ninguna	ninguna
Tarea Coordinada	ninguna	ninguna
Electromiografía	ninguna	ninguna

Tabla 53. Variables de evaluación del equilibrio con diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos que se caen y no en cada una de las revisiones.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN	VARIABLES CON DIFERENCIAS ES ENTRE SEXOS	
	Evaluación Inicial	Evaluación Final
Oscilometría	Desplazamiento antero-posterior sobre suelo OA	ninguna
Estabilometría	ninguna	ninguna
Rango Máximo	ninguna	ninguna
Tarea Coordinada	Tarea coordinada (puntos)	Tarea coordinada (puntos)
Electromiografía	ninguna	ninguna

Tabla 54. Variables de evaluación del equilibrio con diferencias estadísticamente significativas entre sexos en cada una de las revisiones.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN	VARIABLES CON DIFERENCIAS ES ENTRE LOS QUE ASISTEN MÁS O MENOS DEL 75%	
	Evaluación Final	
Oscilometría	Desplazamiento antero-posterior sobre espuma OC Desplazamiento lateral sobre espuma OC	
Estabilometría	ninguna	
Rango Máximo	ninguna	
Tarea Coordinada	ninguna	
Electromiografía	No se establece	

Tabla 55. Variables de evaluación del equilibrio con diferencias estadísticamente significativas entre los que asisten más o menos del 75% al programa.

6. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio experimental y controlado sobre la eficacia de incorporar ejercicios de equilibrio específicos y protocolizados, dentro de las sesiones de Revitalización Geriátrica llevadas a cabo en personas mayores con el fin de reducir el riesgo de caídas, muestran que aunque no es absolutamente necesario incluir dicho protocolo para mejorar el control postural y así disminuir el riesgo y la prevalencia de caídas; cuando éste se incorpora a dicho programa de Revitalización Geriátrica, la reducción en la incidencia de caídas en la población de estudio, desde nuestro punto de vista, es clínicamente relevante. Ahora bien, esto no significa que el protocolo de equilibrio venga a sustituir al programa de Revitalización Geriátrica, ya que como señalan distintos autores⁹⁵⁻²¹³⁻²³¹ son el conjunto de todos los ejercicios: de movilidad, de fuerza, de coordinación, de agilidad, de equilibrio, etc, los responsables de esa mejora en el control postural y en la reducción y prevención de las caídas en las personas mayores. Tan sólo apuntamos que cuando se incluyen ejercicios específicos de equilibrio en las sesiones de Revitalización Geriátrica, los resultados en la prevención de caídas son aceptablemente mejores.

Ahora bien, lo que no hemos llegado a determinar con este estudio son las técnicas de evaluación del equilibrio más sensibles a estos pequeños cambios posturales, que justifiquen las diferencias registradas en las caídas entre ambos grupos de trabajo.

Durante el desarrollo de esta investigación muchos han sido los problemas que se han presentado y que han modificado la evolución y el resultado final de la misma. Problemas que han venido dados por falta de recursos económicos, responsables por ejemplo de reducir número de evaluaciones completas de los participantes en el programa, que junto con la particularidad de los estudios clínicos sobre sujetos voluntarios, han hecho que hayamos tenido que trabajar con una población

descompensada entre hombres y mujeres, con un grupo control muy reducido y con un muy alto absentismo durante la evaluación final.

6.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La población de nuestro estudio son sujetos que habían manifestado voluntariamente su deseo de participar en el programa, de forma que no se trata de una población elegida al azar a partir del censo municipal⁹⁵⁻²³⁰⁻²³²⁻²⁵⁴, y por ello, nuestros resultados no pueden generalizarse al resto de la población anciana, ni siquiera a la del Municipio de Salamanca. Por lo tanto, la validez externa del estudio²⁵⁵ queda reducida a la población con características similares a la que ha participado en el programa, esto es, personas mayores, independientes con deseo de participar en actividades lúdicas y de entretenimiento, ofrecidas por las distintas asociaciones municipales.

Este hecho es el que dificulta, como señala Bloem¹⁴³, la comparación entre los distintos estudios sobre el tema, dado la gran variedad de factores que rodean a las caídas junto con poblaciones extraordinariamente heterogéneas.

La validez interna del estudio²⁵⁶ venía dada por la relación entre las variables dependientes e independientes, establecidas a priori a partir de los distintos estudios existentes sobre el tema, si bien dicha validez, queda ligeramente reducida en el hecho de que las evaluaciones del equilibrio postural utilizadas, no son capaces de justificar las variaciones existentes en el número de caídas entre los grupos de revitalización y equilibrio. Esto puede ser debido a la falta de sensibilidad a pequeños cambios de las técnicas utilizadas.

6.2. MUESTRA

El tamaño de la muestra inicial (n=302), superior al de otros muchos estudios⁷⁵⁻¹²⁸⁻²¹⁴⁻²¹⁸⁻²²⁰⁻²³⁰⁻²³¹⁻²³²⁻²³³, resultaba a priori aceptable para que las pruebas estadísticas fuesen lo suficientemente potentes. Sin embargo, la falta de adherencia a la revisión final, la desigualdad en la participación entre hombres y mujeres, y el reducido grupo de sujetos controles con los que contábamos inicialmente, han hecho que algunas pruebas estadísticas queden potencialmente muy reducidas.

Nuestros grupos de trabajo, pese a ser aleatorizados, dicha aleatorización no dependía de nosotros, ya que fueron los Servicios Sociales del Ayuntamiento de Salamanca los que realizaron el sorteo, a partir de la relación nominal de los sujetos preinscritos, y les asignaron a cada uno de los grupos de trabajo. Es por ello que el grupo control queda extremadamente reducido en un principio y mucho más al final del estudio, pese a los esfuerzos del personal investigador por citar a los sujetos e insistirles en la necesidad e importancia de su asistencia a la evaluación final.

Respecto al grupo control queremos reflejar la decisión del equipo investigador de no recurrir a la captación de sujetos que realizasen otro tipo o ninguna actividad para constituir dicho grupo²¹⁷, ya que consideramos que era una forma de sesgar los resultados.

Muchos de los estudios publicados cuentan con grupo control²¹⁴⁻²¹⁷⁻²³⁰⁻²³¹⁻²³³⁻²⁵⁴, que establecen normalmente al azar entre los elegidos a partir de un censo poblacional⁹⁵⁻²³⁰⁻²³²⁻²⁵⁴ o de voluntarios para participar en el estudio²¹⁴⁻²¹⁷⁻²²⁰⁻²⁵⁶, sin embargo, pocos son los casos²³³ en los que se refleja el hecho de que se asegure que durante el tiempo en que realizan el seguimiento dichos sujetos no realizan ninguna

otra actividad física, siendo ésta una de las principales razones por las que nuestro grupo control se vio muy mermado durante la revisión final.

En la bibliografía también se encuentran estudios en los que se comparan grupos de sujetos que hacen una determinada actividad física, con los que sólo realizan ejercicios de flexibilidad y relajación²¹¹, o en los que se comparan diferentes conjuntos de intervenciones relativas a ejercicio físico, acondicionamiento de las viviendas y mejora de la visión²¹³ o incluso en los que solamente se emplea un programa de ejercicios para realizarlos en el domicilio individualmente¹⁷⁸.

En cuanto a la diferencia de proporción entre hombres y mujeres de nuestro estudio, es una tónica general en la bibliografía²³³⁻²²⁰, donde la mayor parte de los mismos se concentran sólo en las mujeres⁷⁵⁻⁹⁵⁻¹²⁸⁻²¹¹⁻²¹⁴⁻²¹⁸⁻²³⁰. Este hecho, el que participen más mujeres que hombres, puede ser debido por un lado al mayor porcentaje de mujeres que de hombres entre la población mayor de 65 años, a la creciente necesidad de las mujeres en realizar actividades sociales lúdicas y, por otro, a la mayor percepción de riesgo de caídas que existe entre la población femenina¹⁶².

La edad media de los participantes⁷⁵⁻²¹¹⁻²²⁰⁻²³⁰⁻²³¹ de nuestro trabajo, así como los rangos de la misma²¹¹⁻²³⁰⁻²⁵⁴, son similares a un gran número de estudios; además consideramos que nuestra población era muy homogénea (entre 60 y 80), teniendo en cuenta que algunos autores señalan que es a partir de los 75-80 años¹⁶³⁻¹⁶⁴⁻²¹⁴ cuando se producen los grandes deterioros en el funcionamiento motor de los sujetos, y aunque el número de caídas en estos sujetos sea menor²⁵⁷, las consecuencias se multiplican¹⁴⁸⁻¹⁶⁴.

6.3. EL PROGRAMA REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA

La duración de nuestro programa (8 meses en sesiones de 1 hora tres veces por semana, entre 72 y 80 sesiones totales), así como la intensidad y la progresión en los ejercicios, estaba diseñada para producir cambios relevantes en la función sensitomotora y de control del equilibrio.

Los estudios en la bibliografía son muy variables en cuanto a la duración en tiempo del programa, los hay de duraciones de 12 meses²³⁰⁻²³¹⁻²⁵⁴, 6 meses²¹¹⁻²¹⁸⁻²⁵⁶, 3 meses²¹⁴, 15 semanas²¹³, 10 semanas²³³; también en cuanto al número de sesiones semanales que varían entre tres²¹⁴⁻²¹⁸ y una vez por semana²³¹⁻²¹³, siendo dos veces por semana la actuación más frecuente⁷⁵⁻²³⁰⁻²³³⁻²⁵⁴. Casi todos los estudios hablan de una hora como duración estándar de la sesión⁷⁵⁻²¹³⁻²¹⁴⁻²³⁰⁻²³¹⁻²³³⁻²⁵⁴.

En cuanto al tipo de sesión de trabajo propuesta en nuestro estudio²⁴³⁻²³⁵, que consta de seis partes bien diferenciadas y estandarizadas, podríamos decir que es similar a la que proponen otros autores, aunque con claras diferencias en cuanto al orden de cada una de las partes de trabajo⁷⁵⁻²³⁰⁻²³¹⁻²³³ o el tiempo dedicado a cada una de ellas⁷⁵. Si bien, en la mayor parte de los artículos, no se describen pormenorizadamente cada uno de los ejercicios incluidos en la sesión estándar, lo cuál puede ser responsable de las diferencias entre los resultados obtenidos.

Respecto a las personas que llevan a cabo el desarrollo de las sesiones algunos estudios sólo mencionan a "instructores"²²⁰ sin hacer referencia a su formación profesional, pero se constata que en todos los estudios del grupo de trabajo del profesor Lord se hace hincapié que deben ser fisioterapeutas⁷⁵⁻⁹⁵⁻²¹³⁻²³⁰⁻²³¹⁻²³³⁻²³²⁻²⁵⁴ o profesionales de la salud¹⁷⁸, especializados en este tipo de técnicas, los que lleven a cabo las sesiones de ejercicio terapéutico.

El programa de Revitalización Geriátrica desarrollado por nuestro equipo resulta seguro en virtud del escaso número de incidencias registradas. Los sujetos encuentran el programa inmejorable, se sienten satisfechos con su asistencia, por ello es el programa mejor valorado y el que más número de inscripciones anuales recibe de todos los que ofrecen los Servicios Sociales del Ayuntamiento de Salamanca. En la bibliografía, los estudios planteados por distintos autores¹⁰⁴⁻²¹³⁻²¹⁴⁻²³⁰ también reflejan no haber registrado ninguna incidencia de consideración a la hora de realizar sesiones de este tipo.

6.4. LAS REVISIONES O EVALUACIONES

Para desarrollar este estudio sólo quisimos tener en cuenta las medidas que se relacionan directamente con los ejercicios específicos incluidos en el protocolo de equilibrio diseñado, dejando fuera del mismo otras medidas que, aunque sin duda relacionadas con el control postural como son la fuerza⁷⁵⁻⁹⁵⁻²¹¹⁻²¹³⁻²¹⁴⁻²³¹⁻²³³, la agudeza visual⁹⁵⁻²¹³ o el tiempo de reacción^{230-232-233 254} venían dadas por la parte común de la sesión de Revitalización que los grupos de revitalización y equilibrio compartían.

Nosotros sólo llevamos a cabo una evaluación inicial y otra final²¹¹⁻²¹³⁻²¹⁴⁻²³¹, aunque la duración del programa era lo suficientemente larga como para haber realizado una revisión intermedia⁷⁵⁻²³⁰, los insuficientes recursos humanos y económicos del equipo investigador imposibilitaron este hecho.

6.5. LA PARTICIPACIÓN

En número de abandonos ($n=10$) a lo largo de nuestro programa fue muy reducido (3,5% de los sujetos que iniciaron la actividad), frente al 25% de abandonos que muestran otros estudios⁷⁵⁻²¹⁴⁻²³⁰ o incluso casi el 50%²¹¹⁻²¹³; sin embargo nuestro porcentaje de censuras en el momento de la evaluación final es muy alto, tan sólo el 58,6% de las personas que asisten a la primera evaluación lo hacen en la evaluación final. Se desconocen las causas de esta falta de asistencia a la esta última revisión, pese a las facilidades que se les dan a los sujetos para cambiar su día de la cita. Pensamos que uno de los motivos puede ser la falta de estímulo para iniciar de nuevo la actividad, ya que aquellos sujetos que deseen volver a participar en el programa de Revitalización en el curso siguiente deberán pasar una nueva evaluación durante el mes de septiembre, no siendo imprescindible el haber asistido a la de junio.

Consideramos que la asistencia a las sesiones del programa de Revitalización por parte de los participantes es muy buena, ya que la media se sitúa en el 81,2%. En los estudios revisados la participación varía muchísimo entre los presentan participaciones por encima del 80%²¹⁴⁻²¹⁸⁻²³³, los que las sitúan entre el 70 y 80%⁷⁵⁻²⁵⁶, los que registran menos del ese 70%²³¹, y algunos llegan a establecer niveles de participación del 40%²⁵⁴.

6.6. EL PROTOCOLO DE EQUILIBRIO

Nuestro protocolo de equilibrio pretendía completar aquel entrenamiento de fuerza, movilidad y agilidad que ya conseguíamos con la Revitalización Geriátrica y que, como apuntaba Judge²¹¹, debía completarse con ejercicios de entrenamiento postural propiamente dichos que incluyeran ejercicios en apoyo monopodal. Aunque los resultados los etiquetamos como clínicamente buenos, la falta de significación

estadística nos impide poder argumentar que "los ejercicios de entrenamiento postural que incluyen apoyos monopodales reducen significativamente el número de caídas, haciéndose necesario incluirlos dentro de los programas de actividad física para la reducción en la prevalencia de caídas"²¹¹.

6.7. LAS CAÍDAS

Respecto a las prevalencias y los riesgos de caídas de nuestra población, en comparación con los distintos estudios publicados, se repite algo apuntado reiteradamente por los autores de revisiones¹⁶⁷⁻²⁵⁸. Hay un sinnúmero de datos que se asemejan con los de unos pero discrepan con los de otros, y siempre reflejando la precaución de que ningún estudio es totalmente comparable a otro, dada la disparidad en la población y metodología utilizada.

Podemos afirmar que la prevalencia de caídas de nuestra muestra al inicio del programa (26,2%) no difiere en exceso a la referida por Stalenhoef²⁰² (33%), en su estudio epidemiológico llevado a cabo en Holanda, ni de la referida por los autores¹⁴⁹⁻¹⁵⁰⁻¹⁵¹⁻¹⁵²⁻¹⁵³ que apuntan que un tercio de los mayores de 65 años se caen una vez al año, si bien, se muestra lejos de la citada por Bergland²⁵⁹ o por Hill²⁶⁰, en sus estudios en Noruega y Australia respectivamente, quienes encuentran prevalencias cercanas al 50%. En lo que sí apreciamos diferencia con algunos de los estudios señalados es respecto a la prevalencia de aquellos que se caen dos o más veces al año, y así, nuestro porcentaje expresado del 5,6% contrasta con el 16% de Stalenhoef²⁰², el 22,2% de Bergland²⁵⁹ o con el 23% de Hill²⁶⁰.

No se puede llegar a resultados concluyentes con respecto a que la participación en el programa de Revitalización Geriátrica, con o sin protocolo de equilibrio, reduzca el riesgo de caídas²³¹⁻²⁵⁴; ya que los datos obtenidos de nuestro grupo control no lo permiten por el reducido número de sujetos en el mismo. Tampoco

podemos determinar si la participación en programas de ejercicio físico reduce las consecuencias de las caídas²³¹.

Sin embargo si podemos afirmar que la prevalencia de caídas en nuestra muestra se reduce significativamente en un 6,5% cuando los sujetos participan en el programa, porcentaje similar al 7% obtenido por Hornbrook y colaboradores¹⁵⁰ en su estudio, aunque ellos completaban el programa de ejercicios con aumento de la seguridad en las viviendas y técnicas de modificación de la conducta. Pero este porcentaje está lejos de la reducción del 35% que Robertson y colaboradores¹⁷⁸ comunicaron en su estudio con un programa de ejercicio realizado en el domicilio de cada participante. Ahora bien, el estudio Hornbrook¹⁵⁰ al igual que Hauer²¹⁴, pese a la reducción en la incidencia y/o prevalencia de las caídas en los sujetos que participan en los programas de actividad física, no establece ninguna diferencia estadísticamente significativa. Estos datos, los de nuestro estudio y los referidos por los autores anteriores¹⁵⁰⁻¹⁷⁸⁻²¹⁴, contrastan a su vez con los de Lord y colaboradores²⁶¹ quienes tras la aplicación de un programa individualizado de ejercicio, tratamiento visual y consejos para la vivienda no obtienen ninguna reducción en la proporción de caídas.

El riesgo de caída está en relación con el porcentaje de asistencia, nosotros hemos encontrado que el asistir a más del 75% de las sesiones reduce el riesgo de caída, hecho que ya apuntan en su trabajo Lord y colaboradores²³⁰. Si bien la diferencia con dicho estudio²³⁰ es que nuestras prevalencias son muy inferiores a las que presentan estos autores. Ellos reflejan una prevalencia global respecto al grupo de mayor asistencia (más del 75%) del 45,8%, frente al 14,2% de nuestro estudio y del 6,3% en las caídas múltiples frente a nuestro 2,5%; en el grupo de menor asistencia (menos del 75%) y los controles ellos reflejan prevalencias de más del 63% y 13% respectivamente, frente a nuestros porcentajes del 40% y 4%. Estos autores tampoco

encuentran diferencias entre los controles y los que asisten a menos del 75% de las sesiones.

La diferencia en las prevalencias entre poblaciones vienen sin duda justificadas por la geografía, la aleatorización del estudio y las características propias de los sujetos participantes¹⁵⁹.

Este hecho, el de la significación en la prevalencia de las caídas con el nivel de participación en el programa de ejercicio, no es compartido por otros autores²³¹, quienes manifiestan no encontrar diferencia alguna entre la adherencia y el número de caídas, lo cual podría venir determinado por la diferencia en las medias de participación en el programa por parte de los sujetos.

Respecto al sexo nosotros encontramos que la prevalencia y el riesgo de caídas es más elevado en las mujeres que en los hombres¹⁰⁴⁻¹⁴⁸⁻¹⁵⁴; al inicio del programa la diferencia en la prevalencia entre ambos era del 25,7%, que es bastante superior al 8% que apunta Kario²⁵⁷, lo cual puede ser debido a la diferente proporción entre hombres y mujeres en nuestra muestra. Esta diferencia es achacable tal y como apunta Pai y colaboradores¹⁰⁴ a la distinta forma de reaccionar en la valoración del equilibrio de los hombres frente a las mujeres. Si bien dicha diferencia se reduce tras la participación en el programa por el hecho que en las mujeres disminuye la prevalencia significativamente.

Tras la participación en el programa obtenemos que éste es más eficaz en la reducción del riesgo y la prevalencia de caídas en el grupo de las mujeres, hecho que contrasta con el reflejado por Robertson¹⁷⁸ quien afirma que la actividad física resultaba igual de eficaz en la reducción de las caídas en hombres que en mujeres.

Con respecto a la incidencia de caídas en cada uno de los grupos de edad que establecimos, nuestros datos coinciden con algunos estudios y discrepan con otros. Al

igual que Kario²⁵⁷ encontramos que son los sujetos entre los 60/70 años los que mayor incidencia de caídas tienen al inicio del programa, sin embargo, el programa es más eficaz sobre ellos ya que consiguen reducir su prevalencia un 13%, mientras que los mayores de 70 años, pese a que presentan una prevalencia menor al inicio del programa ésta apenas se modifica después del mismo. Estos datos contrastan con los de Hornbrook¹⁵⁰ o Robertson¹⁷⁸ quienes encontraban mayor efecto de prevención en los mayores de 75 años.

La bibliografía apunta que aquellos que refieren una historia anterior de caídas tienen una mayor probabilidad de sufrir una nueva caída⁹¹⁻¹⁴⁴⁻¹⁵¹⁻¹⁵³⁻¹⁵⁹⁻¹⁸⁵, en nuestro caso menos de la mitad (44,9%) de las personas que se caen durante el programa lo habían hecho durante el año anterior al inicio del mismo. Este Porcentaje que difiere del apuntado por Bell¹⁷⁰ en su estudio epidemiológico, quien menciona que el 39% de los hombres y el 24% de las mujeres que sufren una caída manifiestan haberse caído al menos una vez durante el año anterior a la misma. Por lo tanto, podríamos concluir que el presentar una historia anterior de caídas constituye un factor de riesgo para sufrir una nueva caída¹⁸¹.

En nuestro estudio encontramos que el programa es más eficaz sobre aquellas personas que presentan una historia anterior de caídas en el último año, quienes ven reducido estadísticamente su riesgo de caída en 0,97 caídas/sujeto [IC 95%: 0,71 a 1,23 caídas/sujeto] por el hecho de participar en el programa²⁵⁴, riesgo que se reduce aún más cuando dichas personas toman parte en más del 75% de las sesiones. Este dato contrasta con el expuesto por Robertson¹⁷⁸, quien después de aplicar un programa de ejercicio a domicilio afirma que la actividad física es igual de eficaz en los que se han caído o no con anterioridad. Ahora bien, y con respecto a dicho autor¹⁷⁸, mencionar la similitud en el riesgo relativo que se obtiene tras la aplicación del programa entre los

sujetos que presentaban una historia anterior de caídas con los que no, 2,27 [IC 95%: 1,39 a 3,70] en nuestro estudio frente al 2,34 [IC 95%: 1,64 a 3,34] de Robertson¹⁷⁸.

No encontramos en la bibliografía ningún estudio semejante al nuestro en cuanto a que comparen un determinado protocolo de ejercicios de equilibrio con un programa de actividad física convencional.

Respecto a la gravedad y complicaciones surgidas tras las caídas sufridas por nuestra muestra de estudio, simplemente mencionar que el número de fracturas registradas fue de dos durante todo el periodo, cuyo porcentaje en nuestra muestra total supone un 0,007%, lejos del 2-6% referidos en la bibliografía¹⁴²⁻¹⁵¹⁻¹⁵⁹⁻¹⁶⁰⁻²⁰².

6.8. LA EVALUACIÓN OSCILOMÉTRICA

El utilizar la oscilometría⁹⁰ como técnica para evaluar el equilibrio postural se debe a que nos permitía recoger las oscilaciones laterales y antero-posteriores de la pelvis, las cuales según Sherrington⁹³ están fuertemente relacionadas con los desplazamientos del centro de gravedad. Esta técnica nos permite evaluar la contribución de cada uno de los sistemas que intervienen en el control postural, cosa que no nos admite la plataforma de fuerzas utilizada en el análisis estabilométrico, ya que no dispone de registros sobre superficie inestable.

Relacionado con la evaluación oscilométrica podemos adelantar que nuestros resultados son tan dispares como los registrados en la bibliografía, donde incluso los mismos autores⁹⁵⁻²³⁰⁻²³³⁻²⁵⁴⁻²⁶² encuentran resultados diferentes en distintos estudios de intervenciones similares. Añadir además, que los valores brutos recogidos en el análisis no son comparables con ningún estudio ya que los tiempos de evaluación en cada caso son diferentes⁹⁵⁻²³⁰, y la mayor parte de los estudios sólo contemplan el área en los distintos registros como única variable oscilométrica⁹⁵⁻²³⁰⁻²³¹⁻²³³.

De forma general, la relación entre las medias obtenidas en cada uno de los registros parece respetar lo apuntado reiteradamente en la bibliografía¹³⁰. La menor oscilación se registra en el suelo con ojos abiertos⁷⁶⁻¹³⁰, situación en la que el sujeto dispone de todos sus sistemas de control postural; dicha oscilación se ve incrementada cuando los ojos se cierran, dada la falta de intervención de la visión¹³⁰ en el mantenimiento de la postura. Y ambas oscilaciones se ven aumentadas cuando el sujeto se sitúa sobre una espuma la cual es responsable de eliminar las señales propioceptivas¹³⁰.

Respecto a la comparación entre la diferencia de las variables oscilométricas al inicio y al final del programa, mientras nosotros sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en el área sobre colchoneta con ojos abiertos²³⁰⁻²³²⁻²³³, en la bibliografía aparecen referenciadas las diferencias en el área sobre el suelo con ojos abiertos²³⁰⁻²³¹ y cerrados²³¹⁻²³³, así como sobre espuma con ojos cerrados²³⁰⁻²³²⁻²³³. También encontramos estudios en los que no se refiere ninguna diferencia en la oscilación corporal en el grupo de trabajo después de una intervención de ejercicio físico²¹³⁻²⁵⁴⁻²⁶², hecho que algunos autores atribuyen a la insuficiente intensidad de los ejercicios realizados²⁵⁴.

El hecho de que no mejoren los parámetros del área sobre suelo con ojos abiertos puede ser debido a que el programa de ejercicio diseñado no mejoraba la sensibilidad táctil²³⁰, vibratoria²³⁰ y la propiocepción¹²⁰⁻²³⁰⁻²⁶², mientras que la falta de relevancia en las medidas sobre espuma puede ser achacable a la falta de efecto del programa sobre la visión⁹²⁻¹²⁰⁻²³⁰⁻²⁶³, la fuerza⁹²⁻¹²⁰⁻¹⁸⁷⁻²³⁰⁻²⁶³ y el tiempo de reacción⁹²⁻¹²⁰⁻²³⁰.

Ahora bien, nosotros considerábamos que el programa estaba diseñado para mejorar la fuerza muscular, el tiempo de reacción, el control muscular y la oscilación del cuerpo, si bien, la falta de pruebas de evaluación que determinen dichos

parámetros hacen que no podamos dar conclusiones finales al respecto. En todo caso, nuestro programa de ejercicio consigue mejorar la oscilación del cuerpo y probablemente el resto de los parámetros no medidos, aunque no lo suficientemente como para que los resultados tengan una relevancia estadísticamente significativa.

No hemos logrado explicar ni entender porqué existen diferencias entre los grupos de revitalización y equilibrio en la variable desplazamiento antero-posterior sobre suelo con ojos abiertos, donde el grupo de revitalización presentaba una media inferior al de equilibrio. Si tuviésemos en cuenta lo apuntado por Baydal¹³⁰, quien afirma que una mayor oscilación antero-posterior justifica el aumento de incidencia de caídas, nuestros resultados contradicen este hecho. Tampoco somos capaces de explicar el hecho de que en la mayor parte de las variables oscilométricas la media sea más alta (mayor desplazamiento) en el grupo de equilibrio que en el de revitalización, y que si lo relacionamos con la menor incidencia de caídas en el grupo equilibrio, la teoría de que "es el aumento de oscilación del cuerpo, por deterioro del control postural, una de las responsables de las caídas en personas mayores" resulta comprometida¹³⁰.

Respecto a la diferencia entre hombres y mujeres de nuevo los resultados difieren con los de otros autores¹⁴⁰, mientras nosotros sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en una de las variables (desplazamiento antero-posterior sobre el suelo con ojos abiertos) al inicio del programa, siendo la media mayor en hombres que en mujeres, otros autores señalan diferencias significativas entre ambos¹⁴⁰, atribuyéndoles un mayor desplazamiento a las mujeres¹⁴⁰.

En cuanto a la relación entre la oscilación postural y el hecho de que los sujetos se caigan o no, también encontramos similitudes y diferencias con los distintos estudios. Nosotros no encontramos ninguna diferencia relevante en este aspecto entre los sujetos que se caen y los que no lo hacen⁹⁵, difiriendo por tanto de otros autores

que señalan lo contrario⁹¹⁻¹²⁹⁻²⁰², pero tampoco obtenemos diferencia alguna cuando comparamos a los sujetos que no se caen y los que se caen una vez con aquellos que presentan caídas recurrentes, mientras que otros estudios si mencionan diferencias en la oscilación postural⁹¹⁻⁹⁵⁻¹⁴⁰, esto podría ser debido al reducido número de sujetos de nuestra muestra que se caen dos o más veces.

Tampoco falta la controversia en cuanto a la dirección de la oscilación y su relación con las caídas. Nuestro estudio sólo refleja una diferencia significativa entre los que se caen y los que no, en el desplazamiento antero-posterior sobre espuma y con ojos cerrados, que podría venir justificado como señalaba Baydal y colaboradores¹³⁰ por un deterioro en la estrategia de tobillo por parte de los ancianos, sin embargo, estos resultados se oponen a los señalados por Bergland²⁶⁰, quien refería un mayor desplazamiento medio-lateral que ellos atribuyen al aumento de inestabilidad en los sujetos que se caen.

En relación a la edad, nuestros resultados apuntan hechos interesantes por su posible contradicción o contrasentido. En el análisis de las variables oscilométricas al inicio del programa encontramos que existían diferencias entre los sujetos del grupo de menor edad respecto al de mayor edad, siendo en general las medias de oscilación más altas en el segundo que en el primero; si esto lo comparamos con la prevalencia de caídas al inicio del programa, donde era menor en el grupo de mayor edad, obviamente no podemos constatar de nuevo que el mayor desequilibrio postural sea responsable de una mayor incidencia de caídas⁹¹⁻¹²⁹⁻²⁰², ni que "los que más oscilación tienen son los que más se caen". Ahora bien, tampoco podemos justificar a través de las variables oscilométricas la mejora significativa y muy relevante en la disminución de las caídas en el grupo de edad de 60/70 años. En relación a este aspecto y a partir de las conclusiones de Baydal y colaboradores¹³⁰, nuestro programa es capaz de eliminar las diferencias entre los grupos de edad respecto a las oscilaciones laterales,

donde intervienen las estrategias de cadera⁶⁷, sin embargo no lo es respecto a las oscilaciones antero-posteriores, las cuales están relacionadas con las estrategias de tobillo⁶⁴⁻⁶⁵⁻¹³⁰ y su consecuente deterioro con la edad.

En nuestro estudio no podemos determinar si las personas con gafas tenían un mayor riesgo de caída²⁰¹ y una mayor oscilación postural, ya que, como señalábamos en la metodología, aunque todas las personas que usan lentes de contacto realizaron la prueba con ellas, no fue un parámetro que tuvimos en cuenta durante la recogida de datos.

Durante nuestro análisis también quisimos comprobar si los sujetos que más mejoraban tras la asistencia al programa eran los que peor equilibrio tenían²⁶⁴, sin embargo nuestros resultados no apoyan esta afirmación.

Esta variabilidad tan grande entre nuestros datos y los distintos estudios creemos que puede ser debida realmente a multitud de factores, entre los que destacan la variabilidad del control postural²⁶⁵ en los distintos sujetos, el ruido o las interferencias durante la recogida de datos²⁶⁶, la diferencia en los instrumentos utilizados, por ejemplo la densidad de espuma¹³⁰ o el oscilómetro de Lord, la distinta duración de las pruebas¹³⁰, la inexactitud en la colocación de los pies¹³⁰ o incluso a la falta de sensibilidad de algunas medidas.

6.9. LA EVALUCIÓN ESTABILOMÉTRICA

La evaluación de las oscilaciones corporales se completó con la valoración estabilométrica llevada a cabo sobre una plataforma estática, hecho que limita los resultados de nuestro estudio frente a las sofisticadas plataformas móviles referidas en algunos estudios⁵⁶⁻⁶⁸⁻⁸⁹.

En este caso tampoco nos resulta posible comparar los datos brutos entre estudios, ya que la duración de la prueba en cada uno de ellos es diferente²⁶⁶⁻²⁶⁷⁻²⁶⁸. Tan sólo comparamos nuestros datos con los registrados en el documento Normes 85¹³, obteniendo que un gran porcentaje de sujetos se encuentran fuera del límite superior de los valores señalados como normales por la Asociación Francesa de Posturología.

Al igual que sucede en los resultados de la oscilometría, nuestros resultados en la estabilimetría resultan tan dispares como lo son los reflejados en la bibliografía, de tal manera, que una vez más no podemos reflejar conclusiones contundentes al respecto. Entre las posibles causas en la disparidad de los datos y los resultados son numerosas las razones apuntadas, como la variabilidad en el control postural²⁶⁵, el ruido o las interferencias en la recogida de los datos²⁶⁶, pequeñas diferencias en la base de sustentación⁶⁴⁻⁷⁰⁻¹³⁹, la duración de la prueba¹³⁰, la disposición de los pies¹³⁰, la forma de repartir las presiones en el pie²⁶⁹, la distancia del objeto o punto sobre el que se fija la visión²⁷⁰ o incluso la tarea cognitiva realizada durante la prueba¹⁹²⁻²⁰⁹.

Al contrario de lo que registramos en la oscilometría y añadiendo más polémica a la literatura⁶⁴⁻⁷⁰⁻²⁶⁹⁻²⁷⁰⁻²⁷¹ en cuanto a la intervención del sistema visual en el mantenimiento de la postura, en nuestro estudio hemos encontrado que muchos de los valores registrados en la estabilimetría presentan medias más altas en las prueba con ojos abiertos que con ojos cerrados. Lo cual pone de manifiesto una vez más la dudosa intervención del sistema visual en el mantenimiento de la postura⁶⁴⁻²⁷¹. También es cierto que debemos tener en cuenta la población de estudio, la cual suele estar afectada por disminución en la agudeza visual o la sensibilidad de contraste²⁷⁰, hecho responsable del aumento de la oscilación en la prueba en la que la visión interviene regulando el equilibrio. Este deterioro del sistema visual en las personas

mayores puede ser el motivo de ese mayor porcentaje de sujetos visualmente independientes sobre los dependientes³⁸.

Respecto a la sensibilidad de las pruebas estabilométricas utilizadas para medir el cambio que en el equilibrio postural, y por lo tanto en la reducción de las caídas, producía nuestro programa de Revitalización Geriátrica, los resultados han sido decepcionantes, ninguna de las variables utilizadas ha proporcionado la sensibilidad suficiente. Estos mismos resultados ya habían sido apuntados por Jugde²¹¹ y Crilly²⁴¹, el primero refiere como causa de la falta de significación el hecho de que la posición de apoyo bipodal, no precisa de mejora en la fuerza muscular, mientras que el segundo lo atribuye al deterioro irreparable que con la edad sufre el sistema nervioso.

En función de los resultados obtenidos con nuestro estudio nos debemos de sumar a la opinión de autores como Piirtola²⁵⁸ o Brauner²⁶⁸, quienes afirman que el uso de las plataformas de fuerzas en la predicción de las caídas es incierto. Nosotros no hemos encontrado diferencia alguna entre los sujetos que se caen durante el programa y los que no lo hacen en las variables estabilométricas²⁶⁷⁻²⁷²⁻²⁷³. En la bibliografía hay referencias a la diferencia entre los que se caen y los que no en la amplitud medio-lateral¹³⁸⁻²⁷⁴⁻²⁷⁵⁻²⁷⁶⁻²⁵⁹, amplitud antero-posterior¹³⁸⁻²⁷⁵, en el área o superficie²⁷⁷ o simplemente definidas como oscilaciones anormales en los que se caen¹²⁹⁻²⁰².

Con respecto a la relación de las variables estabilométricas con parámetros como el sexo, la edad o la historia anterior de caídas, obtenemos resultados similares a Boulgarides y colaboradores²⁶⁶, quienes tampoco encontraron ninguna combinación predictiva entre el sexo, la edad y las caídas. Ahora bien, no hemos hallado ninguna relación entre la edad y la alteración de la oscilación antero-posterior¹³⁰⁻²⁷⁸ responsable de la estrategia de tobillo. Tampoco hemos obtenido conclusión alguna

con respecto a la relación entre el aumento de oscilación y la historia anterior de caídas¹³⁹⁻¹⁹⁵.

Por último, se incluye una reflexión sobre la correlación entre los valores registrados en la oscilometría y sus homólogos en la estabilometría, lo cierto es que la falta de significación en los datos hace que en esta ocasión no podamos apoyar la postura de Sherrington y colaboradores⁹³, quienes defienden que la oscilometría correlaciona perfectamente con la estabilometría y que por lo tanto no son necesarios instrumentos muy sofisticados para la evaluación del equilibrio postural. Tampoco estos resultados concuerdan con los ya obtenidos por nuestro equipo investigador en el análisis estabilométrico llevado a cabo en jóvenes²⁷⁹ y ancianos²⁸⁰, donde sí obteníamos correlación entre los valores oscilométricos y estabilométricos. La falta de concordancia entre ambos estudios puede ser porque en esta ocasión el registro estabilométrico y oscilométrico no se realizó simultáneamente, ni con tarea cognitiva alguna.

6.10. LA EVALUACIÓN DEL RANGO MÁXIMO

Con el fin de valorar el desplazamiento del tronco que cada sujeto era capaz de llevar a cabo sin perder el equilibrio se eligió la prueba del rango máximo, descrita por el grupo de investigación del profesor Lord⁷⁵.

En este caso la comparación entre los valores brutos con otros estudios sí parecía factible, dada la similitud en la descripción de las pruebas, si bien, y como sucede en los casos anteriores, los resultados también son muy diferentes, por ejemplo, si comparamos la media del rango máximo de nuestra muestra de estudio con la referida por Day y colaboradores²¹³, comprobamos la gran discrepancia entre

los valores (13,3 cm versus 21,5 cm), también nuestros valores son superiores a los referidos en el estudio de Lord y colaboradores⁷⁵ (18,5 cm versus 21,5 cm). Ahora bien, si la comparación la establecemos entre la diferencia medida entre el antes y después del programa, y respecto a los datos de Lord⁷⁵, observamos que mientras que el aumento registrado en el grupo revitalización es similar al registrado por dicho autor⁷⁵ (1,4 cm versus 1,7 cm), el del grupo equilibrio es sustancialmente mejor (2,6 cm versus 1,7 cm).

Aparte de por los aspectos referidos en apartados anteriores, esta discrepancia en los valores registrados podría estar influenciada por la estrategia de tobillo o cadera seleccionada en cada caso por cada uno de los sujetos para llevar a cabo la prueba²⁸¹.

Nuestro programa provoca un aumento en el rango máximo de los sujetos que participan en él⁷⁵ y, sobre todo, en aquellos cuya asistencia supera el 75% de las sesiones, hecho que Lord y colaboradores⁷⁵ atribuyen a la mejora en la fuerza del miembro inferior y en el tiempo de reacción.

La falta de relación entre el rango máximo y las caídas registradas en nuestra población de estudio nos impiden poder afirmar que dicha prueba⁷⁴ sea oportuna para predecir las caídas.

La falta de datos de referencia en los estudios revisados no hacen posible establecer similitudes o diferencias entre el sexo o la edad.

6.11. LA EVALUACIÓN DE LA TAREA COORDINADA

La prueba de tarea coordinada pretendía completar la valoración en la habilidad y capacidad de los sujetos en el desplazamiento de su tronco, ya no sólo en la dirección antero-posterior, como lo hacía el rango máximo, sino en la lateral.

La relación entre ambas pruebas se pone de manifiesto en el análisis de correlación donde la puntuación obtenida en la tarea coordinada correlaciona inversa y significativamente con el rango máximo.

Ahora bien, la falta de significación entre los grupos de trabajo o entre el inicio y el final del programa revela la ausencia de sensibilidad de esta prueba, tanto ante nuestro programa de ejercicio como ante el hecho de que los sujetos se caigan o no. Nuestros datos discrepan de los encontrados en la bibliografía, donde relacionan la mejora de la tarea coordinada con la dorsi-flexión de tobillo y el control neuromuscular, describiendo diferencias estadísticamente significativas en ellas tras la aplicación de programas de ejercicio⁷⁵. Si bien los datos brutos iniciales de nuestro estudio, en cuanto a la puntuación en la tarea coordinada, estaban en consonancia con los obtenidos por otros autores⁷⁵⁻²¹³⁻²³¹.

La falta de significación de los datos podría estar influenciada de una parte por la estrategia seleccionada en cada caso por cada sujeto para llevar a cabo la prueba, ya fuera de cadera o de tobillo, y que además podría ser diferente en la dirección antero-posterior o lateral²⁸⁰, pero por otra también podría ser debido a problemas en los pies¹⁹⁸⁻¹⁹⁹ o incluso a la altura del individuo¹³⁰.

No hemos encontrado ninguna referencia bibliográfica respecto al hecho de la mejor puntuación en hombres que en mujeres.

6.12. LA EVALUACION ELECTROMIOGRÁFICA

Para finalizar el análisis del equilibrio el equipo investigador decidió añadir el registro electromiográfico a la valoración de la oscilación espontánea. La discrepancia en nuestros propios resultados y la falta de estudios similares al respecto hacen que este apartado aporte escasas conclusiones.

Hay algunos aspectos que no somos capaces de explicar con la bibliografía consultada. En un principio podría resultar paradójico el hecho de que las medias de los valores electromiográficos resulten más elevadas al final del programa que al inicio, cuando a priori podría esperarse lo contrario²⁸², ahora bien, si tenemos en cuenta que en la mayor parte de las variables estabilométricas registrábamos una mayor oscilación durante la evaluación final que durante la inicial, ésta podría ser la justificación, aunque la magnitud de las diferencias y la correlación entre variables no nos aporte ningún resultado.

Otros aspectos que podrían justificar ese aumento de la actividad muscular a nivel de la cadera y del tobillo podrían ser los pequeños cambios en la base de sustentación⁶⁵ entre ambas exploraciones, o incluso la alineación de los distintos segmentos corporales durante la posición bípeda¹³⁵. No creemos que los aspectos relacionados con la inestabilidad percibida⁴⁶⁻²⁸¹ o las aferencias visuales²⁷⁰, idénticas en las dos evaluaciones, justifiquen este hecho.

6.13. DISCUSIÓN FINAL

Aunque en nuestro estudio no hayamos encontrado relevancias estadísticamente significativas que avalen con fuerza la eficacia del programa de Revitalización Geriátrica, complementado con el protocolo de ejercicios de equilibrio²¹¹⁻²⁸³, llevado a cabo sobre una población de personas mayores, consideramos que clínicamente el hecho de que la prevalencia y riesgo de caída en nuestra población de estudio sea inferior a la reflejada en la bibliografía es suficiente para considerar que el ejercicio físico es una importante y económica²⁵⁴ herramienta para evitar las caídas accidentales, reduciendo los costes que las consecuencias de éstas suponen al sistema sanitario¹⁷⁴⁻¹⁷⁷⁻²³⁰, así como una interesante contribución a la mejora de las condiciones atribuibles a la edad, osea, la constatación del freno al deterioro que ocurre con el inexorable paso de los años²¹³⁻²³⁰.

Si bien admitimos que el ejercicio físico sea una herramienta imprescindible en la prevención de las caídas, también somos conscientes que existen otros factores como el uso de medicación hipnótica¹⁵⁴⁻¹⁹⁶, el deterioro cognitivo¹⁷¹⁻¹⁷⁹⁻¹⁸⁰⁻¹⁸⁵ o la visión¹⁴⁵⁻¹⁸⁹ que juegan un importante papel en el mantenimiento del equilibrio y sobre los cuales el ejercicio físico tiene escaso o ningún efecto terapéutico²³⁰. Por ello, consideramos que en la prevención de las caídas sería más eficaz la utilización de estrategias multidisciplinares destinadas a minimizar la influencia de cada uno de los factores de riesgo, y si las estrategias fuesen individuales²³⁴, los resultados serían aún más interesantes.

Lo que no podemos corroborar con nuestro estudio es que con una simple batería de pruebas⁷⁵⁻¹⁵¹ seamos capaces de predecir el riesgo de caídas ya sean únicas o múltiples¹⁴⁴, ni que una disminución de la oscilación postural sea una protección significativa frente a las caídas⁹¹. Ahora bien, y aunque consideramos que la

intensidad y duración de nuestro programa de ejercicio era suficiente para producir cambios y cumplir nuestros objetivos de trabajo, no desestimamos como posible causa de esta falta de sensibilidad o relevancia en las pruebas de evaluación, la insuficiente intensidad del ejercicio físico⁷⁵⁻¹⁵⁰.

Y por último admitir que con nuestro estudio no contribuimos más que a embrollar aún más si cabe, el sinfín de reflexiones y posicionamientos reflejados en la multitud de estudios sobre el tema¹⁶⁷⁻²⁵⁸, y cuyas conclusiones son tan variadas y dispares como las que nosotros hemos encontrado.

7. CONCLUSIONES

1. Es posible diseñar ejercicios de tratamiento del desequilibrio postural encaminados a mejorar la eficacia del sistema neuromuscular en el mantenimiento de la postura, incluyendo trabajo en apoyo bipodal y monopodal, con y sin aferencias visuales, en estático y dinámico y mediante desequilibrios o empujes externos.
2. La aplicación de los ejercicios de equilibrio sobre la población de personas mayores independientes es viable y se adecua a su capacidad funcional, resultando ser un complemento óptimo dentro de los programas de Revitalización Geriátrica.
3. El programa de Revitalización Geriátrica resulta ser una herramienta eficaz en la reducción del número, la prevalencia y el riesgo de caídas en las personas mayores, sobre todo en el grupo de edad entre los 60-70 años, en los sujetos que asisten a más del 75% de las sesiones, en aquellos con una historia de caídas en el año anterior y en las mujeres.
4. Cuando el programa de Revitalización Geriátrica se complementa con el protocolo de ejercicios de equilibrio, el riesgo de caídas se reduce aún más, encontrando los resultados clínicamente muy interesantes.
5. La ausencia de consecuencias graves tras las caídas en la población de estudio puede ser un indicador del papel protector de la Revitalización Geriátrica ante la discapacidad resultante de algunas caídas.

6. La disminución en el número y gravedad de las caídas, así como en las consecuencias de las mismas suponen una importante reducción en el gasto sanitario.
7. La batería de pruebas de evaluación utilizadas para medir el desequilibrio postural y el control de la postura han resultado ineficaces en la predicción de las caídas en nuestra población de estudio.
8. Esta falta de sensibilidad o imprecisión en los instrumentos de medida hacen necesario establecer nuevas herramientas de valoración que incluyan otros aspectos como la amplitud articular en rodilla y tobillo, la fuerza muscular en los miembros inferiores, la sensibilidad o agudeza visual o el tiempo de reacción.
9. La falta de claridad y relevancia en algunos resultados, junto con la disparidad en la bibliografía sobre el tema, hacen necesario la continuidad de la investigación en esta línea, estableciendo principios rigurosos de metodología con el fin de controlar la mayor parte de las posibles variables o factores.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Paillard J. Le traitement des informations spatiales. En: Association de Psychologie de Langue Française. De l'espace corporel à l'espace Ecologique. Paris: Presses Universitaires de France; 1974. p. 7-54.
- ² Paillard J. Cognitive versus sensorimotor encoding of spatial information. En: Ellen P, Thinus-Blanc C. Cognitive processes and spatial orientation in animal and man, vol II., Dordrecht: Nijhoff; 1987. p. 43-77.
- ³ Paillard J. Motor and representational framing of space. En: Paillard J ed. Brain and space. Oxford: Oxford University Press; 1991. p. 163-82.
- ⁴ Ohlmann T. La perception de la verticale. Variabilité interindividuelle dans la dépendance à l'égard des référentiels spatiaux. [Tesis Doctoral]. University of Paris, 1988.
- ⁵ Berthoz A. Reference frames for the perception and control of movement. En: Paillard J. Brain and space. Oxford: Oxford University Press; 1991. p. 82-111.
- ⁶ Amblard B, Cremieux J, Marchand AR, Carblanc A. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic cues. *Exp Brain Res* 1985; 61: 21-37. [Resumen](#)
- ⁷ Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control. Theory and practical applications. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995.
- ⁸ Basmajian JV, De Luca C. Muscles alive. Baltimore: Williams and Wilkins; 1985.
- ⁹ Borelli N. De motu animalium. Rome: Bernardo, 1679.
- ¹⁰ Horak FB, Shupert CL, Dietz V. Vestibular and somatosensory contributions to responses to head and body displacements in stance. *Exp Brain Res* 1994; 100: 93-106. [Resumen](#)
- ¹¹ Thomas A, Ajuriaguerra J. L'axe corporel musculature et innervation. Paris: Masson, 1948.
- ¹² Frank JS, Earl M. Coordination of posture and movement. *Phys Ther* 1990; 70: 855-63. [Resumen](#)
- ¹³ A.F.P. Normes 85, 1985. Association Posture et Équilibre, 66 rue de Lisbonne 75008 PARIS. <http://pmqagey.club.fr/Scliniqu.htm>
- ¹⁴ Guidetti G. Stabilometria clinica. Pavia: Istituto di clinica Otorinolaringoiatrica dell'universita di Modena, 1989.
- ¹⁵ Nashner LM, Cordo PJ. Relation of automatic postural responses and reaction-time voluntary movements of human leg muscles. *Exp Brain Res* 1981; 43: 395-405. [Resumen](#)
- ¹⁶ Babinski J. De l'asynergie cérébelleuse. *Rev Neurol* 1899; 7: 806-16.
- ¹⁷ Roland PE, Larsen B, Lassen NA, Skinhoj E. Supplementary motor area and other cortical áreas in organization of voluntary movements in man. *J Neurophysiol* 1980; 43: 118-36. [Resumen](#)
- ¹⁸ Cordo PJ, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *J Neurophysiol* 1982; 47: 287-302. [Resumen](#)
- ¹⁹ Deecke L. Electrophysiological correlates of move-ment initiation. *Rev Neurol (Paris)* 1990; 146: 612-19. [Resumen](#)
- ²⁰ Horak FB, Esselman P, Anderson ME, Lynch MK. The effects of movement velocity, mass displaced, and task certainty on associated postural adjustments made by normal and hemiplegic individuals. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47: 1020-8. [Resumen](#)
- ²¹ Nardone A, Schieppati M. Postural adjustments associated with voluntary contraction of leg muscles in standing man. *Exp Brain Res* 1988; 69: 469-80. [Resumen](#)

- ²² Aruin AS, Latash ML. Anticipatory postural adjustments during self-initiated perturbations of different magnitude triggered by a standard motor action. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996; 101: 497-503. [Artículo](#)
- ²³ Toussaint HM, Michies YM, Faber MN, Commissaris DA, Dieen JH. Scaling anticipatory postural adjustments dependent on confidence of load estimation in a bi-manual whole-body lifting task. *Exp Brain Res* 1998; 120: 85-94. [Resumen](#)
- ²⁴ Lacquantini F. Automatic control of limb movement and posture. *Curr Opin Neurobiol* 1992; 2: 807-14. [Artículo](#)
- ²⁵ Clement G, Gurfinkel V, Lestienne F, Lipshits MI, Popov KE. Adaptation of postural control to weightlessness. *Exp Brain Res* 1984; 57: 61-72. [Resumen](#)
- ²⁶ Dietz V. Neurophysiology of gait disorders: present and future applications. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997; 103: 333-55. [Artículo](#)
- ²⁷ Van Sant A. Motor control, motor learning and motor development. En: Montgomery PC, Conolly BH. *Clinical Applications for Motor Control*. Thorofare: Slack Inc;1997.p. 25-52. http://books.google.es/books?id=OCtBMBMAtEC&dq=Van+Sant+A.+Motor+control,+motor+learning+and+motor+development.&pg=PA25&ots=pRuGMdKu-e&sig=ViQZKTPxY91e4_IwX9xc9MIhLXA&prev=http://www.google.es/search%3Fhl%3Des%26q%3DVan%2BSant%2BA.%2BMotor%2Bcontrol%252C%2Bmotor%2Blearning%2Band%2Bmotor%2Bdevelopment.%26btnG%3DBuscar%26meta%3D&sa=X&oi=print&ct=result&cd=1&cad=legacy#PPA25,M1
- ²⁸ Nashner LM. A model describing vestibular detection of body sway. *Acta Otolaryngol* 1971; 72: 429-36.
- ²⁹ Sherrington CS. Flexion-reflex of the limb, crossed extension reflex and reflex stepping and standing. *J Physiology* 1910; 40: 28-121. [Artículo](#)
- ³⁰ Pompeiano O. Neural mechanisms of postural control. En: Taguchi K, Igarashi M, Mori S. *Vestibular and neural front*. Amsterdam: Elsevier; 1994. p. 423-36.
- ³¹ Winter DA, Prince F, Patla A. Validity of the inverted pendulum model of balance in quiet standing. *Gait and Posture* 1997; 5: 153-4. [Artículo](#)
- ³² Isableu B, Ohlmann T, Crémieux J, Amblard B. Selection of spatial frame of reference and postural control variability. *Exp Brain Res* 1997; 114: 584-9. [Artículo](#)
- ³³ Gresty MA, Bronstein AM. Visually controlled spatial stabilisation of the human head: compensation for the eye's limited ability to roll. *Neurosci Lett* 1992; 140:63-6. [Artículo](#)
- ³⁴ Kanaya T, Gresty MA, Bronstein AM, Buckwell D, Day B. Control of the head in response to tilt of the body in normal and labyrinthine-defective human subjects. *J Physiol* 1995; 489: 895-910. [Artículo](#)
- ³⁵ Bronstein AM. Evidence for a vestibular input contributing to dynamic head stabilization in man. *Acta Otolaryngol* 1988; 105:1-6. [Resumen](#)
- ³⁶ Pozzo T, Berthoz A, Lefort L, Vitte E. Head stabilization during various locomotor tasks in humans. II. Patients with bilateral peripheral vestibular deficits. *Exp Brain Res* 1991; 85: 208-17. [Resumen](#)
- ³⁷ Assaiante C, Amblard B. Ontogenesis of head stabilization in space during locomotion in children: influence of visual cues. *Exp Brain Res* 1993; 93:499-515. [Resumen](#)
- ³⁸ Isableu B, Ohlmann T, Crémieux J, Amblard B. Differential approach to strategies of segmental stabilisation in postural control. *Exp Brain Res* 2003; 150(2): 208-21. [Artículo](#)
- ³⁹ Gagey PM, Bonnier L, Gentaz R, Guillaume P, Marucchi C, Villeneuve P. *Huit leçons de posturologie*. París: Editées par l'Association Française de Posturologie; 1994.
- ⁴⁰ Matthews PB. Muscle spindles: their messages and their fusimotor supply. En: Brooks VB. *Handbook of Physiology*. Section 1: The Nervous System (vol II), Motor Control. Bethesda: Amer Physiol Soc; 1981. p. 189-228

- ⁴¹ Vitte E, Borel L, Lacour M, Freyss G. Voies vestibulaires centrales. En *Encycl Med Chir Otorhinolaryngologie*. París: Elsevier; 1993. p. 20-038-A-10: 1-16.
- ⁴² Nashner LM, Berthoz A. Visual contribution to rapid motor responses during postural control. *Brain Res* 1978; 150: 403-7.
- ⁴³ Diener HC, Dichgans J. On the role of vestibular, visual and somatosensory information for dynamic postural control in humans. *Prog Brain Res* 1988;76:253-262.
- ⁴⁴ Gahery Y. Associated movements, postural adjustments and synergies: some comments about the history and significance of three motor concepts. *Arch Ital Biol* 1987; 125: 345-60. [Resumen](#)
- ⁴⁵ Bouisset S. Relation between support postural et movement intentional: approaches biomecanique. *Arch Int Physiol Biochim Biophys* 1991; 99: A77-A92. [Resumen](#)
- ⁴⁶ Carpenter MG, Frank JS, Silcher CP, Peysar GW. The influence of postural threat on the control of upright stance. *Exp Brain Res* 2001; 138(2): 210-18. [Artículo](#)
- ⁴⁷ Adkin AL, Frank JS, Carpenter MG, Peysar GW. Fear of falling modifies anticipatory postural control. *Exp Brain Res* 2002; 143(2): 160-70. [Artículo](#)
- ⁴⁸ Grossman GE, Leigh RJ, Abel LA, Lanska DJ, Thurston SE. Frequency and velocity of rotational head perturbations during locomotion. *Exp Brain Res* 1988; 70: 470-6. [Resumen](#)
- ⁴⁹ Grossman GE, Leigh RJ, Bruce EN, Huebner WP, Lanska DJ. Performance of the human vestibuloocular reflex during locomotion. *J Neurophysiol* 1989; 62: 264-72. [Resumen](#)
- ⁵⁰ Amblard B, Assaiante C, Fabre JC, Mouchnino L, Massion J. Voluntary head stabilization in space during oscillatory trunk movements in the frontal plane performed in weightlessness. *Exp Brain Res* 1997; 114: 214-225. [Artículo](#)
- ⁵¹ Perennou DA, Amblard B, Laassel M, Pelissier. Hemispheric asymmetry in the visual contribution to postural control in healthy adults. *Neuroreport J* 1997; 8: 3137-41. [Resumen](#)
- ⁵² Spinelli D, Antonucci G, Daini R, Fanzon D, Zoccolotti P. Modulation of the rod and frame illusion by additional external stimuli. *Perception* 1995; 24: 1105-18. [Resumen](#)
- ⁵³ Nardone A, Giordano A, Corra T, Schieppati M. Responses of leg muscles in humans displaced while standing. Effects of types of perturbation and of postural set. *Brain* 1990; 113(1): 65-84 [Resumen](#)
- ⁵⁴ Schieppati M, Nardone A. Free and supported stance in Parkinson's disease. The effect of posture and 'postural set' on leg muscle responses to perturbation, and its relation to the severity of the disease. *Brain* 1991; 114(3): 1227-44. [Resumen](#)
- ⁵⁵ Corna S, Galante M, Grasso M, Nardone A, Schieppati M. Unilateral displacement of lower limb evokes bilateral EMG responses in leg and foot muscles in standing humans. *Exp Brain Res* 1996; 109(1): 83-91. [Resumen](#)
- ⁵⁶ Nashner LM, Forssberg H. Phase-dependent organization of postural adjustments associated with arm movements while walking. *J Neurophysiol* 1986; 55: 1382-94. [Resumen](#)
- ⁵⁷ Ito M. *The cerebellum and neural control*. New York: Raven Press; 1984.
- ⁵⁸ Lisberger SG, Miles FA. Role of primate medial vestibular nucleus in long-term adaptive plasticity of vestibuloocular reflex. *J Neurophysiol* 1980;43(6):1725-45. [Resumen](#)
- ⁵⁹ Luebke AE, Robinson DA. Gain changes of the cat's vestibulo-ocular reflex after flocculus deactivation. *Exp Brain Res* 1994;98(3):379-90. [Resumen](#)
- ⁶⁰ Horak B, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configurations. *J Neurophysiol* 1986; 55: 1369-81. [Resumen](#)
- ⁶¹ Maurer C, Mergner T, Bolha B and Hlavacka F, Vestibular, visual and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neurosci Lett* 2000; 281: 99-102. [Artículo](#)

- ⁶² Nashner LM, Shupert CL, Horak FB, Black FO. Organization of posture controls: an analysis of sensory and mechanical constraints. *Prog Brain Res* 1989; 80: 411-8. [Resumen](#)
- ⁶³ Horak B, Nashner LM, Diener HC. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res* 1990; 82: 167-77. [Resumen](#)
- ⁶⁴ Gatev P, Thomas S, Kepple T, Hallen M. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *J Physiol (Lond)* 1999; 514:915-28. [Artículo](#)
- ⁶⁵ Amiris IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age induced modification of static postural control in humans. *Neurosci Lett* 2003; 350: 137-40. [Artículo](#)
- ⁶⁶ Horak FB, Henry SM, Schumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther* 1997; 77: 517-33. [Artículo](#)
- ⁶⁷ Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and postural control: changes in sensory organisation and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev* 1986; 23: 97-114. [Resumen](#)
- ⁶⁸ Bortolami SB, Dixio P, Rabin E, Lackner JR. Análisis of human postural responses to recoverable falls. *Exp Brain Res* 2003; 151: 387-404. [Artículo](#)
- ⁶⁹ Thoumie P, Do MC. Changes in motor activity and biomechanics during balance recovery following cutaneous and muscular deafferentation. *Exp Brain Res* 1996; 110: 289-97. [Resumen](#)
- ⁷⁰ Day BL, Steiger MJ, Thomson PD, Marsden CD. Effect of vision and stance width on human body motion when standing: implications for afferent control of lateral sway. *J Physiol* 1993; 469: 479-99. [Artículo](#)
- ⁷¹ Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol* 1996;75: 2334-43. [Resumen](#)
- ⁷² Vellas BJ, Wayne S, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One leg balance is an important predictor of injurious fall in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45: 735-8. [Resumen](#)
- ⁷³ Fitzpatrick RC, Taylor JL, McCloskey DI. Ankle stiffness of standing humans in response to imperceptible perturbation: reflex and task-dependent components. *J Physiol* 1992; 454: 533-47. [Artículo](#)
- ⁷⁴ Duncan PW, Sludenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol Med Sci* 1992; 47: M93-M98. [Resumen](#)
- ⁷⁵ Lord SR, Ward JA, Williams P. Exercise effect on dynamic stability in older women: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 232-6. [Artículo](#)
- ⁷⁶ Duarte M, Zatsiorsky VM. On the fractal properties of natural human standing. *Neurosci Lett* 2000; 283: 173-6. [Artículo](#)
- ⁷⁷ Gagey PM, Weber B. *Posturología. Regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona: Masson; 2001.
- ⁷⁸ American Academy of Neurology. Assessment: Posturography. Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee. *Neurology* 1993; 43:1261-4.
- ⁷⁹ Vallier G. Analyse statistique multivariée concernant 60 patients présentant un syndrome de déficience posturale [Tesis Doctoral]. Paris, 1995.
- ⁸⁰ Woollacott MH. Gait and postural control in the aging adult. En: Bles W, Brandt Th. *Disorders of posture and gait*. Amsterdam: Elsevier; 1986. p. 325-36.
- ⁸¹ Gagey PM, Toupet M, Heuschen S. From ankle to hip strategy; ageing as shown by the parameter VFY. En: Woollacott M, Horak F. *Posture and gait: control mechanisms*. Portland: University of Oregon Books; 1992. p. 251-254
- ⁸² Njiokiktjien C, Van Parys KAP. Romberg's sign expressed in a quotient. II Pathology. *Agressologie* 1976; 17: 19-24.

- ⁸³ Dujols A. Quotient plantaire et conflit visuo-podal. *Agressologie* 1991; 32: 192-4. [Resumen](#)
- ⁸⁴ Gagey PM, Toupet M. L'amplitude des oscillations posturales dans la bande de fréquence 0,2 Hertz : Étude chez le sujet normal. En: Lacour M. *Posture et Equilibre*. Montpellier: Sauramps;1997. p. 155-66.
- ⁸⁵ Bouisset S, Duchéne JL. Is body balance more perturbed by respiration in seating than in standing posture?. *NeuroReport* 1994; 5: 957-60. [Resumen](#)
- ⁸⁶ Gurfinkel VS. On two types of static disturbances in patients with local lesions of the brain. *Agressologie* 1973; 14: 65-72.
- ⁸⁷ Gagey PM, Toupet M. Étude des oscillations posturales anormales dans la bande de fréquence 0.2 Hertz. Y a-t'il une pathologie infra-canaliculaire?. En: Lacour M. *Posture et Equilibre*. Montpellier: Sauramps; 1997. p. 29-42.
- ⁸⁸ Kapteyn TS. Afterthought about the physics and mechanics of postural sway. *Agressologie* 1973; 14C: 27-35. [Resumen](#)
- ⁸⁹ Horak FB, MacPherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shep JT. *Handbook of physiology*, sect 12. Oxford: Oxford University Press; 1996. p. 255-92.
- ⁹⁰ Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Phys Ther* 2003; 83(3): 237-52. [Artículo](#)
- ⁹¹ Lord SR, Clark RD, Webster IW. Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 1194-200. [Resumen](#)
- ⁹² Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol Med Sci* 1991; 46: M69-76. [Artículo](#)
- ⁹³ Sherrington C. *The Effects of Exercise on Physical Ability Following Fall-Related Hip Fracture [Tesis Doctoral]*. Sydney: University of New South Wales, 2000.
- ⁹⁴ Lord SR, Clark RD. Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontology* 1996; 42: 199-203. [Resumen](#)
- ⁹⁵ Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey K. Physiological factor associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 1110-7. [Resumen](#)
- ⁹⁶ Mcllroy WE, Maki BE. Early activation of arm muscles follows external perturbation of upright stance. *Neurosci Lett* 1995; 184: 177-80. [Artículo](#)
- ⁹⁷ Schieppati M, Nardone A, Coma S Time course of set-related changes in muscle response to stance perturbation in humans. *J Physiol* 1995; 487: 787-96. (b) [Resumen](#)
- ⁹⁸ Holt RR, Simpson D, Jenner JR, Kirker SG, Wing AM. Ground reaction force after a sideways push as a measure of balance in recovery from stroke. *Clin Rehabil* 2000; 14: 88-95. [Resumen](#)
- ⁹⁹ Elger K, Wing A, Gilles M. Integration of the hand in postural reactions to sustained sideways force at the pelvis. *Exp Brain Res* 1999; 128(1-2):52-60. [Resumen](#)
- ¹⁰⁰ Wing AM; Flanagan JR; Richardson J. Anticipatory postural adjustments in stance and grip. *Exp Brain Res* 1997; 116(1):122-30. [Resumen](#)
- ¹⁰¹ Dietz V. Interaction between central programs and afferent input in the control of posture and locomotion. *J Biomech* 1996; 29: 841-44. [Artículo](#)
- ¹⁰² Luchies CW; Alexander NB; Schultz AB; Ashton-Miller J. Stepping responses of young and old adults to postural disturbances: kinematics. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42(5): 506-12. [Resumen](#)
- ¹⁰³ Luchies CW; Wallace D; Pazdur R; Young S; DeYoung AJ. Effects of age on balance assessment using voluntary and involuntary step tasks. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999; 54(3): M140-4. [Resumen](#)

- ¹⁰⁴ Pai YC, Rogers MW, Patton J, Cain TD, Hanke TA. Static versus dynamic predictions of protective stepping following waist-pull perturbations in young and older adults. *J Biomech* 1998; 31: 1111-8. [Artículo](#)
- ¹⁰⁵ Pidcoe PE; Rogers MW. A closed-loop stepper motor waist-pull system for inducing protective stepping in humans. *J Biomech* 1998; 31(4):377-81. [Resumen](#)
- ¹⁰⁶ Rietdyk S, Palla AE, Winter DA, Ishac MG, Little CE. Balance recovery from medio-lateral perturbations of the upper body during standing. *J Biomech* 1999; 32: 1149-58. [Artículo](#)
- ¹⁰⁷ Patton JL, Pai YC, Lee W. Evaluation of a model that determines the stability limits of dynamic balance. *Gait Posture* 1999; 9: 38-49. [Artículo](#)
- ¹⁰⁸ Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Giello-Periczak K. Stiffness control of balance in quiet stance. *J Neurophysiol* 1998; 80: 1211-21. [Artículo](#)
- ¹⁰⁹ Winter DA, Patla AE, Pietdyk S, Ishac MG. Ankle muscle stiffness in the control of balance during quiet standing. *J Neurophysiol* 2001; 85: 2630-3. [Artículo](#)
- ¹¹⁰ Greenwood R, Hopkins A. Muscle responses during sudden falls in man. *J Physiol (Lond)* 1976; 254: 507-18. [Artículo](#)
- ¹¹¹ Greenwood R, Hopkins A. Motor control during stepping and falling in man. En: Desmedt JE. *Spinal and supraspinal mechanisms of voluntary motor control and locomotion*. New York: Karger; 1980. p. 294-309.
- ¹¹² Wicke RW, Ornan CM. Visual and graviceptive influences on lower leg EMG activity in humans during brief falls. *Exp Brain Res* 1982; 46: 324-30. [Resumen](#)
- ¹¹³ Wolfson LI, Whipple R, Amerman P, Kleinberg A. Stressing the postural response. A quantitative method for testing balance. *J Am Geriatr Soc* 1986; 34: 845-50. [Resumen](#)
- ¹¹⁴ Tinetti ME. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986; 34: 119-26. [Test](#)
- ¹¹⁵ Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the get-up and go test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67(6): 387-9. [Resumen](#)
- ¹¹⁶ Parry SW, Steen N, Galloway SR. Falls and confidence related quality of life outcome measures in an older British cohort. *Postgrad Med J* 2001; 77: 103-8. [Artículo](#)
- ¹¹⁷ Murphy SL, Williams CS, Gill TM. Characteristics associated with fear of falling and activity restriction in community-living older persons. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 516-20. [Resumen](#)
- ¹¹⁸ Kressig RW, Wolf SL, Sattin RW. Associations of demographic, functional, and behavioral characteristics with activity-related fear of falling among older adults transitioning to frailty. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 1456-62.
- ¹¹⁹ Hurley MV, Rees J, Newham DJ. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age Ageing* 1998; 27: 55-62. [Resumen](#)
- ¹²⁰ Lord SR, Ward JA. Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. *Age Ageing* 1994; 23: 452-60. [Resumen](#)
- ¹²¹ Tohgi H, Tsukagoshi H, Toyokura Y. Quantitative changes with age in normal sural nerves. *Acta Neuropathol* 1977; 38: 213-20.
- ¹²² Kenshalo DR. Somesthetic sensitivity in young and elderly humans. *J Gerontol* 1986; 41: 632-42. [Resumen](#)
- ¹²³ Warren WH, Blackwell AW, Morris MW. Age differences in perceiving the direction of self-motion from optical flow. *J Gerontol* 1989; 44: 147-53. [Resumen](#)
- ¹²⁴ Lord SR, Sherrington C, Menz HB. *Falls in Older People: Risk Factors and Strategies for Prevention*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press; 2001. Dirección web libro:

<http://books.google.com/books?id=nWicqLGiktkC&pg=PP1&lpg=PR5&dq=%22Lord%22+%22Falls+in+Older+People:+Risk+Factors+and+Strategies+for+...%22+&psp=9&hl=es&sig=Wd2cmA0bT0mo5nOaQp3vuOOAQWU> (sólo se accede a las 52 primeras páginas)

¹²⁵ Grabiner MD, Jahnigen DW. Modeling recovery from stumbles: pre-liminary data on variable selection and classification efficacy. *J Am Geriatr Soc* 1992; 40: 910-3. [Resumen](#)

¹²⁶ Thelen DG, Wojcik LA, Schultz AB, Ashton-Miller JA, Alexander NB. Age differences in using a rapid step to regain balance during a forward fall. *J Gerontol Med Sci* 1997; 52A: M8-M13. [Resumen](#)

¹²⁷ McIlroy WE, Maki BE. Age-related changes in compensatory stepping in response to unpredictable perturbations. *J Gerontol Med Sci* 1996; 51A: M289-96. [Resumen](#)

¹²⁸ Lord SR, Lloyd DG, Li S-K. Sensorimotor function, gait patterns and falls in community dwelling women. *Age Ageing* 1996; 25: 292-99. [Artículo](#)

¹²⁹ Woolley SM, Czaja SJ, Drury CG. An assessment of falls in elderly men and women. *J Gerontol Med Sci*. 1997; 52A: M80-7. [Resumen](#)

¹³⁰ Baydal-Bertomeu JM, Barbera i Guillem C, Soler-Gracia C, Peydro de Moya MF, Prat JM, Barona de Guzman R. Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2004; 55: 260-269. [Artículo](#)

¹³¹ Straube A, Sigel K, Parkinsonian syndrome caused by a tumour of the left supplementary motor area. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1988; 51(5): 730-1. [Resumen](#)

¹³² Manchester D, Wollacott M, Zederbauer-Hylton N, Marin O. Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *J Gerontol* 1989; 44(4): M118-27. [Resumen](#)

¹³³ Doherty TJ, Vandervoort AA, Taylor AW, Brown WF. Effects of motor units losses on strength in older men and women. *J Appl Physiol* 1993; 74: 868-74. [Resumen](#)

¹³⁴ Dawson DM, Hallett M, Millender LH. *Entrapment Neuropathies*. Boston: Little Brown, 1983.

¹³⁵ Schieppati M, Hugon M, Grasso M, Nardone A, Galante M. The limits of equilibrium in young and elderly normal subjects and in parkinsonians. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1994; 93: 286-98. [Resumen](#)

¹³⁶ Do MC, Breniere Y, Brenguier P. A biomechanical study of balance recovery during the fall forward. *J Biomech* 1982; 15: 933-39. [Artículo](#)

¹³⁷ Kuo AD, Zajac FE. Human standing posture: multijoint movement strategies based on biomechanical constraints. *Prog Brain Res* 1993; 97: 349-58. [Resumen](#)

¹³⁸ Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol Med Sci* 1994; 49: M72-M84. [Resumen](#)

¹³⁹ Lichtenstein MJ, Shields SL, Schiavi R, Burger MC. Clinical determinants of biomechanics platform measures of balance in aged women. *J Am Geriatr Soc* 1988; 36: 996-1002. [Resumen](#)

¹⁴⁰ Lord SR, Sambrook PN, Gilbert C, Kelly PJ, Nguyen T, Webster IW, Eisman JA. Postural stability, falls and fractures in the elderly: results from the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Med J Aust* 1994; 160: 684-5, 688-91. [Resumen](#)

¹⁴¹ Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship between knee and ankle weakness and falls in nursing home residents: An isokinetic study. *J Am Geriatr Soc* 1987; 35: 13-20. [Resumen](#)

¹⁴² Lord SR. *Physiological, health and lifestyle factors associated with instability and falls in elderly populations*. [Tesis Doctoral]. Sydney: University of New South Wales, 1990.

- ¹⁴³ Bloem BR, Steijns JAG, Smits-Engelsman BC. An update on falls. *Curr Opin Neurol* 2003; 16: 15-26. [Artículo](#)
- ¹⁴⁴ Nevitt MC, Cumming SR, Kidd S, Black D. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: a prospective study. *J Am Med Ass* 1989; 261(18): 2663-8. [Resumen](#)
- ¹⁴⁵ Ivers RQ, Cumming RG, Mitchell P, Attebo K. Visual impairment and falls in older adults: the Blue Mountains Eye Study. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46: 58-64. [Resumen](#)
- ¹⁴⁶ Stelmach GE, Worringham CJ. Sensorimotor déficits related to postural stability: implications for falling in the elderly. *Clin Geriatr Med* 1985; 1: 679-94. [Resumen](#)
- ¹⁴⁷ Cali CM, Jiel DP. An epidemiologic study of fall-related fractures among institucionalizad older people. *J Am Geriatric Soc* 1995; 43: 1336-40. [Resumen](#)
- ¹⁴⁸ Norton R, Campbell AJ, Lee-Joe T, Robinson E, Butler M. Circumstances of falls resulting in hip fractures among older people. *J Am Geriatric Soc* 1997; 45: 1108-12. [Resumen](#)
- ¹⁴⁹ Hausdorff JM, Nelson ME, Kaliton D. Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *J Appl Physiol* 2001; 90: 2117-29. [Artículo](#)
- ¹⁵⁰ Hornbrook MC, Stevens VJ, Wingfield DJ, Hollis JF, Greenlick MR, Ory MG. Preventing falls among community-dwelling older persons: Results from a randomized trial. *Gerontologist* 1994; 34(1): 16-23. [Resumen](#)
- ¹⁵¹ Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988; 319: 1701-7. [Resumen](#)
- ¹⁵² Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in acommunity-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol* 1989; 44: M112-M117. [Artículo](#)
- ¹⁵³ Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Randwick falls and fractures study. *Aust J Public Health* 1993; 17: 240-5. [Resumen](#)
- ¹⁵⁴ Lipsitz LA, Johnsson PV, Kelley MM, Koestner JS. Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly. *J Gerontol* 1991; 46: M114-22. [Resumen](#)
- ¹⁵⁵ Yip YB, Cumming RG. The association between medications and falls in Australian nursing-home residents. *Med J Aust* 1994; 160: 14-8. [Resumen](#)
- ¹⁵⁶ Thapa PB, Brockman KG, Gideon P, Fought RL, Ray WA. Injurious falls in nonambulatory nursing home residents: a comparative study of circum-stances, incidence, and risk factors *J Am Geriatr Soc* 1996; 44: 273-8. [Resumen](#)
- ¹⁵⁷ Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. 'Stops walking when talking' as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 1997; 349: 617. [Artículo](#)
- ¹⁵⁸ Instituto Nacional de Estadística [sede Web]. Madrid: INE; ?- [actualizada diariamente; acceso 15 de enero de 2007]. Disponible en: <http://www.ine.es>
- ¹⁵⁹ Speechley M, Tinetti ME. Falls and injuries in frail and vigorous community elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 46-52. [Resumen](#)
- ¹⁶⁰ Wilkins K. Health care consequences of falls for seniors. *Health Rep* 1999; 10(4): 47-55. [Revista](#)
- ¹⁶¹ Cooper C, Campion G, Melton U. Hip fractures in the elderly: a world wide projection. *Osteoporosis Int* 1992; 2(6): 285-9. [Resumen](#)
- ¹⁶² Stevens JA, Olson S. Reducing falls and resulting hip fractures among older women. *MMWR Recomend Rep* 2000; 49(RR-2): 3-12. [Resumen](#)
- ¹⁶³ Samelson EJ, Zhang Y, Kiel DP, Hannan MT, Felson DT. Effect of birth cohort on risk of hip fracture: age-specific incidence rates in the Framingham Study. *Am J Publ Health* 2002; 92 (5): 858-62. [Artículo](#)

- ¹⁶⁴ Scott JC. Osteoporosis and hip fractures. *Rheum Dis Clin North Am* 1990; 16(3): 717-40. [Resumen](#)
- ¹⁶⁵ Sterling DA, O'Connor JA, Bonadies J. Geriatric falls: injury severity is high and disproportionate to mechanism. *J Trauma* 2001; 50(1): 116-9. [Resumen](#)
- ¹⁶⁶ Murphy SL. Deaths: Final data for 1998. *National Vital Statistics Reports*, vol. 48, no. 11. Hyattsville (MD): National Center for Health Statistics; 2000.
- ¹⁶⁷ Bloem BR, Boers I, Cramer M. Falls in the elderly: I. Identification of risk factors. *Wien Klin Wochenschr* 2001; 113: 352-62. [Resumen](#)
- ¹⁶⁸ Wolinsky FD, Fitzgerald JF, Stump TE. The effect of hip fracture on mortality, hospitalization, and functional status: a prospective study. *Am J Pub Health* 1997; 87(3): 398-403. [Artículo](#)
- ¹⁶⁹ Centers for Disease Control and Prevention [sede Web]. Atlanta: CDC; 2007. [acceso: 22 de febrero de 2007]. Web-based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS) (datábase online). Disponible en <http://www.cdc.gov/ncipc/wisqars>
- ¹⁷⁰ Bell AJ, Talbot-Stern JK, Hennessy A. Characteristics and outcomes of older patients presenting to the emergency department after a fall: a retrospective analysis. *Med J Aust* 2000; 173(4): 176-7. [Artículo](#)
- ¹⁷¹ Infodoctor.org. Geriatría: caídas accidentales [sede Web]. Alicante: Infodoctor.com; 2003- [actualizada diariamente; acceso 12 de enero de 2006]. Disponible en: <http://www.infodoctor.org>.
- ¹⁷² Hall SE, Williams JA, Sénior JA, Goldswain PR, Criddle RA. Hip fracture outcomes: quality of life and functional status in older adults living in the community. *J Med* 2000; 30(3): 327-32. [Resumen](#)
- ¹⁷³ Edlund A, Lundstrom M, Brannstrom B. Delirium before and after operation for femoral neck fracture. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 1335-40. [Resumen](#)
- ¹⁷⁴ Alexander BH, Rivara FP, Wolf ME. The cost and frequency of hospitalisation for fall-related injuries in older adults. *Am J Public Health* 1992; 82(7):1020-3. [Artículo](#)
- ¹⁷⁵ Popovic JR. 1999 National Hospital Discharge Survey: Annual summary with detailed diagnosis and procedure data. *National Vital Health Stat* 2001; 13(151): 1-206. [Artículo](#)
- ¹⁷⁶ Donald IP, Bulpitt CJ. The prognosis of falls in elderly people living at home. *Age Ageing* 1999; 28: 121-5. [Artículo](#)
- ¹⁷⁷ Cummings SR, Rubin SM, Black D. The future of hip fractures in the United States. Numbers, costs, and potential effects of postmenopausal estrogen. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 252: 163-6. [Resumen](#)
- ¹⁷⁸ 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: 905-11. [Resumen](#)
- ¹⁷⁹ Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, Cauley J, Black D, Vogt TM. Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med* 1995; 332(12): 767-73. [Resumen](#)
- ¹⁸⁰ Chen JS, March LM, Schwarz J, Zochling J, Makaroff J, Sitoh YY, Lau TC, Lord SR, Cameron ID, Cumming RG, Sambrook P.N. A multivariate regression model predicted falls in residents living in intermediate care. *J Clin Epidemiol* 2005; 58: 503-8. [Artículo](#)
- ¹⁸¹ Smithson F, Morrise ME, Lansek R. Performance on clinical tests of balance in Parkinson's disease. *Phys Ther* 1998; 78: 577-92. [Artículo](#)
- ¹⁸² Lord SR, March LM, Cameron ID, Cumming RG, Schwarz J, Zochling J, Chen JS, Makaroff J, Sitoh YY, Lau TC, Brnabic A, Sambrook PN. Differing risk factors for falls in nursing home and intermediate-care residents who can and cannot stand unaided. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51(11): 1645-50. [Resumen](#)

- ¹⁸³ Nakamura T, Meguro K, Sasaki H. Relationship between falls and stride length variability in senile dementia of the Alzheimer type. *Gerontology* 1996; 42: 108-13. [Resumen](#)
- ¹⁸⁴ Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Falls risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986; 80: 429-34. [Resumen](#)
- ¹⁸⁵ Tromp AM, Pluijm SM, Smit JH. Fall-risk screening test: a prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *J Clin Epidemiol* 2001; 54: 837-44. [Resumen](#)
- ¹⁸⁶ Skelton DA, Kennedy J, Rutherford OM. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing* 2002; 31(2):119-25. [Artículo](#)
- ¹⁸⁷ Lord SR, Allen GM, Williams P, Gandevia SC. Risk of Falling: Predictors based on reduced strength in persons previously affected by polio. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 757-63. [Artículo](#)
- ¹⁸⁸ Maki BE. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45: 313-20. [Resumen](#)
- ¹⁸⁹ Lord SR, Dayhew J. Visual risk factors for falls in older people. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 508-15. [Artículo](#)
- ¹⁹⁰ Kallin K, Lundin-Olsson L, Jensen J. Predisposing and precipitating factors for falls among older people in residential care. *Public Health* 2002; 116: 263-71. [Artículo](#)
- ¹⁹¹ Lord SR, Menz HB. Physiologic, Psychologic, and heald predictors of 6-minute walk performance in older people. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 907-11. [Artículo](#)
- ¹⁹² Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are in-creased by additional cognitive demands. *J Gerontol Psych Sci* 1996; 51B: P143-54. [Artículo](#)
- ¹⁹³ Brown LA, Shummway-Cooke A, Woollacott MH. Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *J Gerontol Med Sci* 1999; 54A: M165-71. [Resumen](#)
- ¹⁹⁴ Simoneau M, Teasdale N, Bourdin C, Bard C, Fleury M, Nougier V. Aging and postural control: postural perturbations caused by changing the visual anchor. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47: 235-40. [Resumen](#)
- ¹⁹⁵ Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol Med Sci* 1997; 52(4): M232-40. [Resumen](#)
- ¹⁹⁶ Allain H, Bentué-Ferrer D, Polard E, Akwa Y, Patat A. Postural instability and consequent falls and hip fractures associated with use of hypnotics in the elderly: a comparative review. *Drugs Aging* 2005; 22(9): 749-65. [Resumen](#)
- ¹⁹⁷ Karlsson M. Is exercise of value in the prevention of fragility fractures in men?. *Scand J Med Sci Sports* 2002; 12(4): 197-210. [Resumen](#)
- ¹⁹⁸ Menz HB, Lord SR. The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 1651-6. [Resumen](#)
- ¹⁹⁹ Menz HB, Lord SR. Gait Instability in Older People with Hallux Valgus. *Foot Ankle Int* 2005; 26(6): 483-9. [Artículo](#)
- ²⁰⁰ Barr ELM, Browning, Lord SR, Menz HB, Kendig H. Foot and leg problems are important determinants of functional status in community dwelling older people. *Disabil Rehabil* 2005; 27(16): 917-23. [Artículo](#)
- ²⁰¹ Lord SR, Dayhew J, Howland A. Multifocal glasses impair edge-contrast sensitivity and depth perception and increase the risk of falls in older people. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1760-6. [Artículo](#)
- ²⁰² Stalenoef PA, Diederiks JP, Knottnerus JA, Kester AD, Crebolder HF. A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *J Clin Epidemiol* 2002; 55(11): 1088-94. [Resumen](#)

- ²⁰³ Manson JE, Greenland P, Lacroix AZ. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 2002; 347: 716-25. [Resumen](#)
- ²⁰⁴ McGann PE. Comorbidity en la deficiencia cardíaca en el anciano. *Clin Geriatr Med* 2000; 16(3): 631-48. [Resumen](#)
- ²⁰⁵ Ellis AA, Trent RB. Do the risks and consequences of hospitalized fall injuries among older adults in California vary by type of fall?. *J Geront A Biol Sci Med Sci* 2001; 56A(II): M686-92. [Resumen](#)
- ²⁰⁶ Northridge ME, Nevitt MC, Kelsey JL, Link B. Home hazards and falls in the elderly. The role of health and functional status. *Am J Pub Health* 1995; 85(4): 509-15. [Artículo](#)
- ²⁰⁷ Gill TM, Williams CS, Robison JT, Tinetti ME. A population-based study of environmental hazards in the homes of older persons. *Am J Public Health* 1999; 89(4):553-6. [Artículo](#)
- ²⁰⁸ Maki BE, Zecevic A, Bateni H, Kirshenbaum N, McIlroy WE. Cognitive demands of executing postural reactions: does aging impede attention switching?. *Neuroreport* 2001; 12(16): 3583-7. [Resumen](#)
- ²⁰⁹ Dault MC, Geurts AC, Mulder TW, Duysens J. Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. *Gait Posture* 2001; 14: 248-55. [Artículo](#)
- ²¹⁰ Brauer SG, Woollacott M, Shumway-Cook A. The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation in balance-impaired and healthy elders. *Gait Posture* 2002; 15: 83-93. [Artículo](#)
- ²¹¹ Judge JO, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D. Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther* 1993; 73(4): 254-65. [Artículo](#)
- ²¹² Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton R, Buchner DM. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Aging* 1999; 28: 513-8.
- ²¹³ Day L, Fildes B, Gordon I. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ* 2002; 325: 128-34. [Artículo](#)
- ²¹⁴ Hauer K, Rost B, Rutschle K. Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 10-20. [Resumen](#)
- ²¹⁵ Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques*. *JAMA* 1995; 273: 1341-7. [Resumen](#)
- ²¹⁶ Buchner DM, Cress ME, Wagner EH, de Lateur BJ, Price R, Abrass IB. The Seattle FICSIT/Movelt study: the effect of exercise on gait and balance in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41: 321-5. [Resumen](#)
- ²¹⁷ Aniansson A, Ljungberg P, Rundgren P, Wetterquist H. Effect of a training programme for pensioners on conditioning and muscle strength. *Arch Gerontol Geriatr* 1984; 3: 224-41. [Artículo](#)
- ²¹⁸ Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP. Efficacy of heavy resistance training for active women over sixty: Muscular strength, body composition and program adherence. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41: 205-10. [Resumen](#)
- ²¹⁹ Dustman RE, Ruhling RD, Russell EM, Shearer DE, Bonekat HW, Shigeoka JW, Wood JS, Bradford DC. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol Aging* 1984; 5: 35-42. [Artículo](#)
- ²²⁰ Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, Coogler C, Xu T. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. *Atlanta*

FICSIT Group. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44(5): 489-97. [Resumen](#)

²²¹ Ray W, Griffin MR. Prescribed medications and the risk of falling. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 1990; 5: 12-20.

²²² Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Intervenciones para la prevención de caídas en las personas ancianas (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2007 Número 3. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, 2007 Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.). [Artículo](#)

²²³ Van Haastregt JCM, Diederiks JPM, Van Rossum E. Effects of a programme of multifactorial home visits on falls and mobility impairments in elderly people at risk: randomised controlled trial. *BMJ* 2000; 321: 994-8. [Resumen](#)

²²⁴ Van Haastregt JCM, Diederiks JPM, Van Rossum E. Effects of preventive home visits to elderly people living in the community: systematic review. *BMJ* 2000; 320: 754-8. [Resumen](#)

²²⁵ Stevens M, Holman CD, Bennett N, Klerk N. Preventing falls in older people: outcome evaluation of a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 1448-55. [Resumen](#)

²²⁶ Parker MJ, Gillespie LD, Gillespie WJ. Hip protectors for preventing hip fractures in the elderly (Cochrane review). Oxford: Update Software. The Cochrane Library 2005: Issue 4. [Resumen](#)

²²⁷ Cameron ID, Venman J, Kurrle SE. Hip protectors in aged-care facilities: a randomized trial of use by individual higher-risk residents. *Age Ageing* 2001; 30: 477-81. [Resumen](#)

²²⁸ Kannus P, Parkkari J, Niemi S. Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Engl J Med* 2000; 343: 1506-13. [Resumen](#)

²²⁹ Reid IR, Brown JP, Burckhardt P. Intravenous zoledronic acid in postmenopausal women with low bone mineral density. *N Engl J Med* 2002; 346: 653-61. [Resumen](#)

²³⁰ Lord SR, Ward JA, Williams P, Strudwick M. The effect of a 12 month exercise program on balance, strength and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 1995; 43: 1198-206. [Resumen](#)

²³¹ Barnett A, Smith B, Lord S, Williams M, Baumand A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing* 2003; 32: 407-14. [Artículo](#)

²³² Lord SR, Caplan GA, Ward JA. Balance, reaction time, and muscle strength in exercising older women: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74(8): 837-9. [Resumen](#)

²³³ Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 648-52. [Resumen](#)

²³⁴ Boers I, Gerschlager W, Stalenhoef PA, Bloem BR. Falls in the elderly: II. Strategies for prevention. *Wien Klin Wochenschr* 2001; 113: 398-407. [Resumen](#)

²³⁵ Calvo Arenillas JJ. Influencia de la revitalización sobre el hueso y parámetros de aptitud física. [Tesis Doctoral]. Salamanca: Universidad de Salamanca, 1997. [Resumen](#)

²³⁶ Era P. Posture control in the elderly. *Int J Technol Aging* 1988; 1: 166-79.

²³⁷ Johansson G, Jarnlo G. Balance training in 70 year old women. *Physiother Theory Pract* 1991; 7: 121-5.

²³⁸ Spirduso WW, MacRae HH, MacRae PC, Prewitt J, Osborne L. Exercise effects on aged motor function. *Ann N Y Acad Sci* 1988; 515: 363-73.

²³⁹ Lichtenstein MJ, Shields SL, Shiavi RG, Burger C. Exercise and balance in aged women: A pilot controlled clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 138-43. [Resumen](#)

- ²⁴⁰ McMurdo MET, Rennie L. A controlled trial of exercise by residents of old people's homes. *Age Ageing* 1993; 22: 11-5. [Resumen](#)
- ²⁴¹ Crilly RG, Willems DA, Trenholm K, Hayes KC, Delaquerriere-Richardson LFO. Effects of exercise on postural sway in the elderly. *Gerontology* 1989; 35: 137-43. [Resumen](#)
- ²⁴² Parsons D, Foster V, Harman F, Dickinson A, Oliva P, Westerlind K. Balance and strength changes in elderly subjects after heavy-resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24 Suppl 5: S21.
- ²⁴³ Parreño JR: Planteamiento general de la rehabilitación geriátrica. Revitalización. En Parreño J R: *Rehabilitación en geriatría*. Madrid: Ed. Médicos 1990. p. 85-108.
- ²⁴⁴ Calvo JI, Orejuela J, Barbero FJ, Martín AM, Sánchez C, Hernández T. Seguimiento de un programa de revitalización para personas mayores desde el ámbito universitario. *Fisioterapia* 1999; 21(Monogr): 44-52. [Artículo](#)
- ²⁴⁵ Hernández T, Calvo JI, Orejuela J, Barbero FJ, Martín AM, Sánchez C. Influencia sobre la capacidad vital y la frecuencia cardiaca de técnicas de fisioterapia revitalizadora, en una población de personas mayores. *Fisioterapia* 1999; 21(Monogr): 36-43. [Artículo](#)
- ²⁴⁶ Sánchez C. Influencia sobre la aptitud física de técnicas de fisioterapia revitalizadora en una población de personas mayores. [Grado de Salamanca]. Salamanca: Universidad de Salamanca, 1998.
- ²⁴⁷ Spring H, Illi U, Kunz HR, Röthlin K, Schneider W y Tritschler T. *Stretching et tonification dynamique*. París: Masson; 1988.
- ²⁴⁸ Taylor D, Dalton J, Seaber A y Garrett W. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sport Med* 1990; 3 (18): 300-9.
- ²⁴⁹ Jover L. Actividad física y deporte en el anciano: aplicaciones prácticas. En Parreño J R: *Rehabilitación en geriatría*. Madrid: Médicos SA; 1990. p. 337-49.
- ²⁵⁰ Schneider W, Spring H y Tritschler T. *R.Gym. La mobilité. Théorie et pratique*. Paris: Ed. Masson; 1989.
- ²⁵¹ Spring H, Kunz HR, Schneider W, Tritschler T, Unold E. *R.Gym. La force. Théorie et pratique*. Paris: Masson; 1991.
- ²⁵² SPSS 13.0 Syntax Reference Guide. Chicago: SPSS Inc; 2004. [Manual](#)
- ²⁵³ SPSS 13.0 Base Manual del Usuario. Irlanda: SPSS Inc; 2004. [Manual](#)
- ²⁵⁴ Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, Williams P. The Effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1685-92. [Artículo](#)
- ²⁵⁵ Conrandriopoulos AP, Champagne F, Potvin L, Denis JL, Boyle P. Preparar un proyecto de investigación. Barcelona: SG editores; 1991.
- ²⁵⁶ Suzuki T, Kim H, Yoshida H, Ishizaki T. Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *J Bone Miner Metab* 2004; 22(6): 602-11. [Artículo](#)
- ²⁵⁷ Kario K, Tobin JN, Wolfson LI, Whipple R, Derby CA, Singh D, Marantz PR, Wassertheil-Smoller S. Lower standing systolic blood pressure as a predictor of falls in the elderly: a community-based prospective study. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38(1): 246-52. [Artículo](#)
- ²⁵⁸ Piirtola M, Era P. Force Platform Measurements as Predictors of Falls among Older People - A Review. *Gerontology* 2006; 52: 1-16. [Artículo](#)
- ²⁵⁹ Bergland A, Jarnlo GB, Laake K. Predictors of falls in the elderly by location. *Aging Clin Exp Res* 2003; 15(1): 43-50. [Resumen](#)
- ²⁶⁰ Hill K, Schwarz J, Flicker L, Carroll S. Falls among healthy, community-dwelling, older women: a prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. *Aust N Z J Public Health* 1999; 23(1): 41-8. [Artículo](#)

- ²⁶¹ Lord SR, Tiedemann A, Chapman K, Munro B, Murray SM, Gerontology M, Ther GR, Sherrington C. The effect of an individualized fall prevention program on fall risk and falls in older people: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 1296-304. [Artículo](#)
- ²⁶² Lord SR, Menz HB. Physiologic, Psychologic, and heald predictors of 6-minute walk performance in older people. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 907-11. [Artículo](#)
- ²⁶³ Lord SR, Fitzpatrick RC. Choice stepping reaction time: a composite measure of falls risk in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56(10): M627-32. [Artículo](#)
- ²⁶⁴ Lord SR, Lloyd DG, Nirui M, Raymond J, Williams P, Stewart RA. The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996; 51(2): M64-70. [Resumen](#)
- ²⁶⁵ Van Emmerik REA, Van Wegen EEH. On the functional aspects of variability in postural control. *Exerc Sport Sci Rev* 2002; 30(4):177-183. [Artículo](#)
- ²⁶⁶ Topper AK, Maki BE, Holliday PJ. Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly predictive of risk of falling and/or type of fall?. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41(5):479-87. [Resumen](#)
- ²⁶⁷ 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. [Artículo](#)
- ²⁶⁸ Brauer SG, Burns YR, Galley P. A prospective study of laboratory and clinical measures of postural stability to predict community-dwelling fallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55(8): M469-76. [Resumen](#)
- ²⁶⁹ Duarte M, Zatsiorsky MV. Effects of body lean and visual information on the equilibrium maintenance uring stance. *Exp Brain Res* 2002; 146: 60-9. [Artículo](#)
- ²⁷⁰ Paulus WM, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain* 1984; 107: 1143-64. [Resumen](#)
- ²⁷¹ Collins JJ, De Luca CJ. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Exp Brain Res* 1995; 103: 151-63.
- ²⁷² Kuczynski M, Ostrowska B. Understanding falls in osteoporosis: the viscoelastic modeling perspective. *Gait Posture* 2006; 23(1): 51-8. [Artículo](#)
- ²⁷³ Baloh RW, Corona S, Jacobson KM, Enrietto JA, Bell T. A prospective study of posturography in normal older people. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46(4): 438-43. [Resumen](#)
- ²⁷⁴ Stel VS, Smit JH, Pluijm SM, Lips P. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol* 2003; 56(7): 659-68. [Artículo](#)
- ²⁷⁵ Sinaki M, Lynn SG: Reducing the risk of falls through proprioceptive dynamic posture training in osteoporotic women with kyphotic posturing: A randomized pilot study. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 241-6. [Artículo](#)
- ²⁷⁶ Aufauvre V; Kemoun G; Carette P; Bergeal E. Evaluation posturale à domicile chez la personne âgée: comparaison chuteurs-non chuteurs. *Ann Readapt Med Phys* 2005; 48(4): 165-71. [Resumen](#)
- ²⁷⁷ Thapa PB, Gideon P, Brockman KG, Fought RL, Ray WA. Clinical and biomechanical measures of balance as fall predictors in ambulatory nursing home residents. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996; 51(5): M239-46. [Resumen](#)
- ²⁷⁸ Dault MC, Haart M, Geurts ACH, Arts IMP, Nienhuis B. Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Hum Mov Sci* 2003; 22: 221-236. [Artículo](#)
- ²⁷⁹ Martín AM, Juárez V, Fuentes M, Martín C, Rubio I, Calvo JI. Diferencias entre el análisis oscilométrico y el análisis estabilométrico en la evaluación del equilibrio postural. II Jornadas Nacionales de Fisioterapia de la Universidad de Islas Baleares. Palma de Mallorca; 21-22 de mayo 2005. Palma de Mallorca: Universidad Islas Baleares; 2005.

²⁸⁰ Martín AM, Gutierrez MJ, Calvo JI, Rubens Z. Diferencias en el análisis oscilométrico y estabilométrico del equilibrio postural estático entre jóvenes y ancianos. Revista Brasileña de Fisioterapia (pendiente de aceptación).

²⁸¹ Clark S, Rose JD. Evaluation of Dynamic Balance Among Community-Dwelling Older Adult Fallers: A Generalizability Study of the Limits of Stability Test. Arch Phys Med Rehabil 2001; 82: 468-74. [Artículo](#)

²⁸² Aruin AS, Forrest WR, Latash ML. Anticipatory postural adjustments in conditions of postural instability. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1998; 109: 350-359. [Artículo](#)

²⁸³ Allison LK, Jeka JJ, Kiemel T, Kafoury-House L. Sensory-challenge balance exercises improve performance on multisensory reweighting and clinical balance measures in the fall-prone elderly. Abstrac of XVIth conference of the International Society for Postural And Gait Research; 2003 March 23-27. Australia: University of New South Wales; 2003. [Resumen](#)