



Universitat de Lleida

Tratamiento con miniplatos inestables del síndrome de desequilibrio posterior en pacientes ancianos institucionalizados

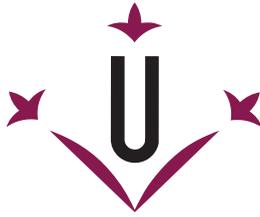
Ramon Aiguadé Aiguadé

<http://hdl.handle.net/10803/403461>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



Universitat de Lleida

TESIS DOCTORAL

**Tratamiento con miniplatos inestables
del síndrome de desequilibrio posterior
en pacientes ancianos institucionalizados**

Ramon Aiguadé Aiguadé

Memoria presentada para optar al grado de Doctor
por la Universitat de Lleida. Programa de Doctorado en Salud.

Directores:

Dr. Xavier Aguado Jódar

Dra. Luisa Guitard Sein-Echaluze

Año 2017



Universitat de Lleida

Memoria presentada para optar al grado de
Doctor por la Universitat de Lleida.
Programa de Doctorado en Salud.

Directores:

Dr. Xavier Aguado Jódar
Dra. Luisa Guitard Sein-Echaluce

Año 2017

Tratamiento con miniplatos inestables del síndrome de desequilibrio posterior en pacientes ancianos institucionalizados

Ramon Aiguadé Aiguadé

Tesis Doctoral

Agradecimientos

A mis padres Ramon y Rosa, porque mi padre desde el cielo y mi madre desde Balaguer me guían en el difícil pero maravilloso camino de la vida.

A mi familia con la que no he podido compartir todas las horas que me hubieran gustado y en especial a mis hijos Guillem, Maria y Jana que han tenido durante estos años de realización de esta tesis un padre a tiempo parcial. A Lurdes Moure, mi esposa, amiga y compañera, por comprender que la Fisioterapia es mi vida y mi pasión y por estar a mi lado en los momentos más difíciles. A mis hermanos porque a pesar de las dificultades crecimos y seguimos juntos.

A mi Directora de Tesis en la Universitat de Lleida (UdL), la Dra. Luísa Guitard Sein-Echaluce, que ha sido mi constante y más próximo apoyo en la elaboración de esta tesis. Su constancia y tesón han permitido que esta tesis viera la luz.

A mi Director de Tesis, el Dr. Xavier Aguado Jódar porque finalmente y tras varios intentos conseguimos el objetivo compartido de presentar esta tesis. Le estoy especialmente agradecido por su constante disponibilidad ante cualquier pregunta, por su exigencia metodológica y científica, porque sus correcciones me han ayudado a ser un poquito mejor.

A mis compañeros profesores de la UdL y en especial a los profesores Francesc Rubí, Carles Casanovas, Francesc Valenzuela, Isaac Serrano y Alfons Mascaró por haber sido parte del camino y de la ilusión invertida en esta tesis.

A mis amigos Abraham Jorge Chinea, Rosi Uréndez, Andrea Fuente, Javier Trujillo y especialmente a Mari Carmen Molina por las largas horas de revisión y discusión compartida en el mejor de los ambientes. Todos ellos han participado directa o indirectamente en la realización de esta tesis.

Al amigo y Profesor de la Universidad de Castilla y La Mancha (UCLM), José Manuel Rodríguez Fernández, por ayudarme en los momentos difíciles a superar las adversidades y recordarme que la tesis era una estación del camino pero no el final del viaje juntos.

A los fisioterapeutas de los distintos centros que han participado en el trabajo de campo y realizado valoraciones, por su colaboración desinteresada en este proyecto, así como a los pacientes que han hecho posible este trabajo.

A los alumnos que he tenido a lo largo de estos 25 años como profesor universitario, porque he aprendido de cada uno de ellos más de lo que he podido enseñarles.

Y a todos aquellos, que de una manera u otra, me han permitido presentar esta tesis: compañeros de Junta de Gobierno del *Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya*, compañeros del Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas y tantas otras personas que han influido en mi vida profesional y académica.

Una persona muy especial verá esta tesis desde el cielo. Hoy como lo hacía siempre sonreirá y estará orgullosa del trabajo realizado. Cada día me acuerdo de ti, *Titin*.

Resumen

INTRODUCCIÓN

Los problemas de equilibrio son comunes entre los adultos mayores y específicamente el denominado Síndrome de Desequilibrio Posterior. Este desorden postural se caracteriza por una posición posteriorizada del centro de gravedad respecto a la base de apoyo, lo que predispone a los sujetos a sufrir caídas. Esto es una causa importante de morbilidad y mortalidad, además de una carga para el sistema de salud y sus trabajadores. El tratamiento fisioterápico habitual se basa principalmente en una mejora de la propiocepción y del equilibrio, permitiendo al individuo una mejor toma de conciencia de su posición corporal.

OBJETIVO

Comprobar si el protocolo de tratamiento con miniplatos inestables propuesto mejora el equilibrio en pacientes geriátricos institucionalizados y diagnosticados de Síndrome de Desequilibrio Posterior.

METODOLOGÍA

Ensayo clínico controlado aleatorizado, con ciego simple y dos grupos. Los participantes fueron ancianos de 65 años o más, sin discriminación por género, raza o nivel cultural y/o socioeconómico. Deben de estar diagnosticados de Síndrome de Desequilibrio Posterior y encontrarse institucionalizados. La intervención consistió en un protocolo de ejercicios de propiocepción y equilibrio bajo la supervisión de un fisioterapeuta durante 12 semanas. El grupo control recibió el tratamiento convencional y habitual que venía recibiendo hasta el momento.

La medición de resultados se basó en las escalas del test «*Timed Up and Go*» (TUG) y «*Tinetti*» cuyos resultados se registraron al inicio, 6 semanas, 8 semanas y 12 semanas de la intervención.

RESULTADOS/DISCUSIÓN

La muestra se constituyó de 77 pacientes provenientes de 11 centros asistenciales de Cataluña y Castilla y León. Los grupos se hallaron bien balanceados respecto a todos los factores del análisis, teniendo una muestra de $n=48$ para el grupo miniplatos y $n=29$ en el grupo control. En los resultados obtenidos se observó una mejora en el uso de miniplatos 1,77 (0,70-3,54) respecto al Tinetti Total y la relación existente entre cada punto más de Tinetti estático (-0,50) y con cada año más de edad (-0,08). Igualmente, se observó una reducción media en el TUG de 2,80 segundos (1,70-6,40), así como su relación con la edad del paciente, mostrando como por cada año adicional del paciente, empeoró el resultado obtenido en -0,05 (-0,08-0,03). Cabe destacar que se realizó un análisis con intención de tratar de aquellos sujetos que iniciaron el estudio pero no lo terminaron, no mostrando diferencias significativas en cuanto a su inclusión.

CONCLUSIONES

Los miniplatos se han mostrado como un método más eficaz que el tratamiento convencional siendo mayor la mejora del equilibrio dinámico. El resultado del TUG se ha producido en menor grado y ha presentado menor relación que el Tinetti en comparación a la edad.

PALABRAS CLAVE

Accidentes por caídas, geriatría, equilibrio postural, propiocepción, terapia por ejercicio, fisioterapia.

Abstract

INTRODUCTION

Balance issues, and most specifically Backward Disequilibrium Syndrome (BDS), are common amongst the elderly population. BDS is a postural disorder which implies a posterior shift of a person's center of gravity, relative to their base of support, increasing their risk of falls. Falls are a main cause of morbidity and mortality, and a burden for the health system and its workers. Treatment for BDS is mainly based on improving proprioception and balance, in order to improve body awareness. This study aims to determine whether a specific protocol using unstable mini-boards can improve balance in institutionalized older people.

PURPOSE

To evaluate whether the proposed treatment protocol using unstable mini-boards improves balance in institutionalized elderly patients, diagnosed with Backward Disequilibrium Syndrome.

METHODS

Single-blinded, 2-group, randomized controlled clinical trial. Patients were institutionalized adults, age 65 or older, of any gender, ethnic, cultural or socioeconomic status, diagnosed with Backward Disequilibrium Syndrome. The intervention group underwent a supervised, 12-week proprioception and balance exercise program. The control group continued receiving the conventional treatment they had been receiving so far. Outcomes were

assessed using the Tinetti and Timed Up and Go (TUG) scales, at baseline, weeks 6, 8 and 12.

RESULTS/DISCUSSION

Sample consisted of 77 patients from 11 different residential homes in the Catalunya and Castilla Leon regions of Spain. Size was $n=48$ for the intervention group; $n=29$ for the control group, which was considered as well-balanced, for all analysis factors. Results showed a 1,77 improvement ($= 0,70-3,54$), relative to the Total Tinetti score and the existing relationship between each additional point for the Static Tinetti (-0,50) with every additional age increase in years (-0,08). A mean reduction of 2,80 seconds was observed for the TUG (1,70-6,40), as well as a correlation with the patient's age, showing that for every additional life year, results dropped by -0,05 (-0,08-0,03). For all subjects who enrolled and dropped out, an intention-to-treat analysis was undertaken, which showed no significant differences in final results.

CONCLUSIONS

The use of mini-boards has proven to be a more effective way of treatment than conventional therapy, achieving greater improvements in dynamic balance. Results for TUG were smaller, and have shown a lesser correlation to age than Tinetti scores.

KEY WORDS

Falls, elderly, proprioception, exercise therapy, postural balance, physiotherapy, physical therapy.

Resum

INTRODUCCIÓ

Els problemes d'equilibri són comuns entre els adults majors i específicament la denominada Síndrome del Desequilibri Posterior. Aquest desordre postural es caracteritza per una posició posturalitzada del centre de gravetat respecte a la base de suport, predisposant als individus a patir caigudes. Aquesta, és una causa important de mobilitat i mortalitat, a més a més d'una càrrega per al sistema de salut i els seus treballadors. El tractament fisioterapèutic habitual es basa principalment en una millora de la propiocepció i de l'equilibri, permetent a l'individu una millor presa de consciència de la seva posició corporal.

OBJECTIU

Comprovar si el protocol de tractament amb miniplats inestables proposat millora l'equilibri en pacients geriàtrics institucionalitzats i diagnosticats de Síndrome de Desequilibri Posterior.

METODOLOGIA

Assaig clínic controlat aleatoritzat, amb simple cec i dos grups. Els participants van ser ancians de 65 anys o més, sense discriminació per gènere, raça o nivell cultural i/o socioeconòmic. Havien d'estar diagnosticats de Síndrome de Desequilibri Posterior i trobar-se institucionalitzats. La intervenció va consistir en un protocol d'exercicis de propiocepció i equilibri sota la supervisió d'un fisioterapeuta durant 12 setmanes. El control va rebre el tractament convencional i habitual que venia rebent fins al moment. El mesurament

dels resultats es va basar en les escales del test «*Timed Up and Go*» (TUG) i «*Tinetti*». Els resultats es van enregistrar a l'inici, 6 setmanes, 8 setmanes i 12 setmanes de la intervenció.

RESULTATS/DISCUSSIÓ

La mostra es va constituir de 77 pacients provinents d'11 centres assistencials de Catalunya i Castella i Lleó. Els grups es van trobar ben balancejats respecte a tots els factors d'anàlisi, tenint una mostra de $n=48$ per al grup miniplats i $n=29$ en el grup control. En els resultats obtinguts es va observar una millora en l'ús de miniplats 1,77 (0,70-3,54) respecte al Tinetti Total i la relació existent entre cada punt més de Tinetti estàtic (-0,50) i amb cada any més d'edat (-0,08). Igualment, es va observar una reducció mitjana en el TUG de 2,80 segons (1,70-6,40), així com la seva relació amb l'edat del pacient, mostrant com per cada any addicional del pacient, empitjorava el resultat obtingut -0,50 (-0,08-0,03). Cal destacar que es va realitzar una anàlisi amb intenció de tractar d'aquells subjectes que van iniciar l'estudi però no el van acabar, no mostrant diferències significatives en relació a la seva inclusió.

CONCLUSIONS

Els miniplats s'han mostrat com un mètode més eficaç que el tractament convencional essent major la millora de l'equilibri dinàmic. El resultat del TUG s'ha produït en menor grau i ha presentat menor relació que el Tinetti en comparació a l'edat.

PARAULES CLAU

Accidents per caiguda, geriatria, equilibri postural, propiocepció, teràpia per exercici, fisioteràpia.

Índice

1.	Introducción	1
2.	Marco Teórico	3
2.1	Geriatría y vejez	3
2.2	Antecedentes y conceptos clave	6
2.3	Las caídas en pacientes geriátricos	28
2.4	El Síndrome de Desadaptación Psicomotora	31
2.5	Evaluación del equilibrio	35
2.6	Programas de ejercicios de equilibrio	41
2.7	Pregunta de investigación	42
2.8	Planteamiento del problema	42
2.9	Justificación	42
3.	Hipótesis	45
4.	Objetivos	47
4.1	Objetivos	47
5.	Metodología	49
5.1	Diseño del estudio	49
5.2	Participantes	49
5.3	Cálculo muestral	51
5.4	Variables	52
5.5	Intervención	52
5.6	Recogida y validación de datos	56
5.7	Análisis de datos	57
5.8	Consideraciones éticas	60
5.9	Cronograma	61
6.	Resultados	63
6.1	Sobre el tamaño de muestra disponible	63
6.2	Descripción de las características de la muestra del estudio	63
6.3	Comparación de características de los grupos experimentales	64
6.4	Comparaciones de diferencias transversales y evolución de resultados	67
6.5	Determinación de asociación de factores estudiados con los resultados	76
6.6	Análisis por intención de tratar	82

7.	Discusión	85
7.1	En relación al objetivo general	85
7.2	En relación a los objetivos específicos	87
7.3	En relación a la revisión bibliográfica	88
7.4	Limitaciones del estudio	89
8.	Conclusiones	91
9.	Propuestas futuras	93
10.	Bibliografía	95
	Anexos	115
	Anexo 1. Carta al Comité de Ética	117
	Anexo 2. Aprobación por Comité de Ética	120
	Anexo 3. Instrucciones para el fisioterapeuta	123
	Anexo 4. Hoja de información al participante	125
	Anexo 5. Formulario de consentimiento	127
	Anexo 6. Hoja de introducción de datos	128
	Anexo 7. Cuaderno de recogida de datos	132

Índice de acrónimos

4SST	<i>Four Square Step Test</i>
ABC	<i>Activities-Specific Balance Confidence</i>
CTSIB	<i>Clinical Test of Sensory Integration on Balance</i>
DP	Desequilibrio Posterior
EDA	Análisis Exploratorio de Datos
HiMAT	<i>High Level Mobility Assessment Tool</i>
IMC	Índice de Masa Corporal
OEP	Programa de Ejercicios de Otago
OMS	Organización Mundial de la Salud
POMA	<i>Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment</i>
SDP	Síndrome de Desequilibrio Posterior
SLB	<i>Single-Leg Balance Stance Test</i>
TAD	Tensión Arterial Diastólica
TAS	Tensión Arterial Sistólica
TUG	<i>Timed Up and Go</i>
VIH	Virus de la Inmunodeficiencia Humana

Índice de figuras

Figura 1. Límites normales y anormales de estabilidad	7
Figura 2. Interacciones del sistema musculoesquelético, sistema nervioso y efectos contextuales para el control del equilibrio	9
Figura 3. Vías nerviosas implicadas en el mantenimiento del equilibrio	12
Figura 4. Estrategias de (A) tobillo, (B) cadera y (C) de paso usadas por adultos para controlar la inclinación del cuerpo	15
Figura 5. Recursos importantes requeridos para la estabilidad y la orientación posturales	19
Figura 6. Vista superior de los miniplatos	53
Figura 7. Vista inferior de los miniplatos	53
Figura 8. Evolución temporal de los valores promedio de la puntuación Tinetti estático	69
Figura 9. Evolución temporal de los valores promedio de la puntuación Tinetti dinámico	70
Figura 10. Secuencia de los valores promedio de la puntuación Tinetti total	71
Figura 11. Evolución de las frecuencias relativas de clasificaciones de riesgo a caídas según los rangos que alcanza la puntuación Tinetti total	71
Figura 12. Secuencia temporal de frecuencias relativas al tamaño de muestra de cada grupo de pacientes con Alto Riesgo a sufrir una caída según el rango de su puntuación Tinetti total durante las 12 semanas de ejecución	73
Figura 13. Serie cronológica de frecuencias relativas al tamaño de muestra de cada grupo de pacientes con Riesgo Medio a sufrir una caída según el rango de su puntuación Tinetti total	74
Figura 14. Secuencias temporales de las frecuencias relativas al tamaño de muestra de cada grupo de pacientes con Riesgo Bajo a sufrir una caída según el rango de su puntuación Tinetti total	74
Figura 15. Serie de tiempos promedio consumidos por los pacientes de los grupos de tratamiento para la realización de la prueba TUG	75

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Pacientes geriátricos que padecen enfermedades crónicas y/o discapacidades y que declaran haber sufrido alguna caída el último año (modificado de Séculi et al., 2004¹⁸)</i>	5
Tabla 2. <i>Características de los tres sistemas de movimiento para el control del equilibrio tras perturbaciones (modificado de Nashner, 1990³⁹)</i>	16
Tabla 3. <i>El desempeño del control postural y las caídas son dependientes del contexto (tabla modificada de Horak, 2006⁴⁰)</i>	30
Tabla 4. <i>Distribución de pacientes del estudio según el centro de procedencia</i>	64
Tabla 5. <i>Comparación de las características basales de los pacientes entre los dos grupos de tratamiento del estudio</i>	65
Tabla 6. <i>Comparación de las características de los pacientes que se perdieron durante el estudio, respecto a los que siguieron hasta el final del mismo</i>	66
Tabla 7. <i>Comparación de las valoraciones realizadas a los pacientes con seguimiento completo, según el grupo de tratamiento</i>	67
Tabla 8. <i>Comparación de la evolución de las valoraciones realizadas a los pacientes con seguimiento completo, dentro de cada grupo de tratamiento y entre los grupos de tratamiento</i>	68
Tabla 9. <i>Cambios observados en las valoraciones Tinetti y TUG de la semana 0 a la semana 12 según el grupo de tratamiento en el estudio de eficacia de la técnica</i>	77
Tabla 10. <i>Resultados del ajuste del modelo lineal múltiple sobre el cambio de puntuación del Tinetti estático empleando como variables explicatorias de ese cambio el método de tratamiento, sexo, edad, IMC y tensión arterial de los pacientes y como método de ajuste el de pasos hacia atrás con modelo de partida lleno con criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos inestables en la mejora del equilibrio</i>	78

Tabla 11. Resultados del ajuste del modelo lineal múltiple sobre el cambio de puntuación del Tinetti dinámico que arranca con modelo lleno ajustando por pasos hacia atrás bajo el criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos inestables en la mejora del equilibrio	79
Tabla 12. Resultados del ajuste del modelo lineal multivariable sobre el cambio de puntuación del Tinetti total que parte de un modelo lleno realizando pasos hacia atrás con el criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos en la mejora del equilibrio	79
Tabla 13. Resultados del ajuste del modelo lineal múltiple sobre el cambio de tiempo de demora en segundos en la realización de la prueba Timed Up and Go (TUG) y Tinetti estático basal de los pacientes, utilizando para el ajuste modelos llenos con iteración retroactiva y criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos en la mejora del equilibrio	80
Tabla 14. Comparación de la evolución de las valoraciones realizadas a las 6, 8 y 12 semanas de tratamiento mediante análisis por intención de tratar	82

01 Introducción

El estudio propuesto surge para atender a uno de los problemas característicos de la población geriátrica, como son los problemas de equilibrio, y específicamente el denominado Síndrome de Desequilibrio Posterior (SDP) (Manckoundia *et al.*, 2008¹).

El SDP es un desorden postural caracterizado por una posición posteriorizada del centro de gravedad en relación a la base de apoyo - tanto en posición de bipedestación como en sedestación - predisponiendo a los sujetos a sufrir caídas. Este desorden postural se caracteriza por una inclinación posterior del cuerpo (Mourey *et al.*, 2004²), además de estar asociado a rigidez axial y de las extremidades. Sin embargo, los mecanismos fisiopatológicos que conducen al SDP no han sido claramente identificados.

Las consecuencias de este síndrome son graves, ya que el desequilibrio posterior se traduce en un aumento de las caídas y por tanto de sus consecuencias tanto físicas (es-

pecialmente la fractura de fémur) (Tinetti *et al.*, 1995³; Tinetti y Williams, 1997⁴) como psicológicas (síndrome post-caída o síndrome de desadaptación psicomotora) (Murphy e Isaacs, 1982⁵; Manckoundia *et al.*, 2007⁶).

El tratamiento de esta patología debe ser interdisciplinar y multidimensional (Tinetti, 2003⁷) donde el fisioterapeuta tiene un papel destacado. El tratamiento desde la fisioterapia se basa principalmente en una mejora de la propiocepción y del equilibrio del paciente (Sherrington *et al.*, 2011⁸), que le permita una mejor toma de conciencia de su posición corporal.

El uso de ejercicio terapéutico como herramienta de trabajo para mejorar la propiocepción y el equilibrio suele ser una opción habitual y un ejemplo de ello es el Programa de Ejercicios de Otago (OEP). El OEP consiste en un conjunto de ejercicios musculares de miembros inferiores con el objetivo de fortalecer y reentrenar el equilibrio, diseñados

específicamente para prevenir las caídas. Es prescrito y enseñado de manera individual, con el objetivo de ser llevado a cabo en el domicilio de los pacientes.

Gardner *et al.*⁹ (2001) especificaron que el número mínimo de sesiones ha de ser de tres a la semana, y animan a los participantes a salir a caminar el mismo número de veces por semana. Los autores desconocen si prescribir ejercicios alternativos, realizar menos de cuatro visitas domiciliarias o implementar el

programa de manera grupal o en un entorno institucional puede ser efectivo para reducir las caídas.

Por su parte, Kyrдалen *et al.*¹⁰ (2014) estudiaron el efecto de una intervención grupal en pacientes comunitarios y llegaron a la conclusión que el OEP llevado a cabo de manera grupal era más efectivo para mejorar el equilibrio funcional, la fuerza muscular y la salud física, pero no la eficacia ante caídas y la salud mental, que cuando era llevado a cabo de manera domiciliaria.

02 Marco Teórico

2.1 Geriatría y vejez

En la bibliografía consultada hay consenso en definir que la vejez comienza a los 65 años. Según Berthaux¹² (1986), la tercera edad se corresponde con la finalización de la actividad laboral, es decir, con la edad de jubilación. Aunque es una edad variable, en la mayoría de los casos coincide con los 65 años y su característica esencial es el aumento del tiempo libre del que se dispone. Para este mismo autor, la cuarta edad se define como una pérdida de autonomía física y/o mental.

Existen múltiples definiciones de vejez, según los distintos puntos de vista. Así, para Salgado¹³ (2002) la vejez es un proceso evolutivo sin solución de continuidad, más que una medida cronológica del desarrollo humano. Para Segovia de Arana¹⁴ (1997), el envejecimiento es el período existente entre la finalización del crecimiento y la muerte, ya que durante este período existe una progresiva regresión biológica. Para este autor, el enve-

jecimiento no está genéticamente programado sino que hay una serie de factores reguladores que evitan un deterioro precoz. González Mas¹⁵ (1995) señala que la tercera edad es un concepto socioeconómico que a menudo se define como una situación laboral que aparentemente grava el esfuerzo de los más jóvenes.

En general, los fenómenos biológicos del envejecimiento se inician de forma clara en la tercera década de la maduración humana, aunque las modificaciones puedan compensarse con los atributos conseguidos por la experiencia y el conocimiento.

Según la OMS¹⁶ (1995), la población geriátrica es la formada por personas mayores de 65 años. Aunque esta definición es arbitraria, concuerda con los criterios de la mayoría de países para establecer el derecho a participar en los programas de jubilación y de acciones sociales.

Según Manckoundia *et al.*⁶, a partir de una edad prefijada arbitrariamente (en términos generales la edad de 65 años), se impide legalmente que los individuos sigan trabajando (aunque actualmente existen algunas excepciones); es decir, se les margina forzosamente del mundo laboral: relaciones y prestigio social, posibilidades de ascenso y de mejora de la propia autoestima, beneficios económicos más elevados que los que se recibe siendo jubilado entre otros. Por este motivo, muchas personas cuando llegan a esa edad viven por debajo de sus posibilidades, con la justificación oficial de haber perdido una determinada capacidad de funcionamiento y de ritmo de trabajo que la post industrialización exige.

El paciente geriátrico tiene una serie de características físico-psíquicas que requieren una atención especializada. Según Thevenon y Pollez¹⁷ (1994), estas características las podríamos resumir en:

- **Cambios fisiológicos**, tanto en el plano somático como mental: ateromatosis en el sistema cardiovascular, aumento de la tensión arterial, disminución de los volúmenes y de los flujos respiratorios, aumento de la frecuencia respiratoria, empobrecimiento muscular, disminución de las cualidades mecánicas de los tendones, disminución de las percepciones sensitivas y sensoriales, alteración del equilibrio, etcétera. También se le atribuye

una atención más difícil, una disminución de la comprensión del lenguaje, o el empobrecimiento de la expresión.

- **Pluripatología**: Según Séculli *et al.*¹⁸ (2004), el paciente geriátrico presenta múltiples patologías de manera simultánea (ver tabla 1), algunas de tipo crónico (como hipertensión arterial, problemas de visión, problemas auditivos...). A menudo, esta pluripatología puede generar plurimedización, provocando ciertos efectos secundarios, entre ellos el enlentecimiento de la transmisión nerviosa, mareos, vértigos, pérdida de equilibrio y otros. En la tabla 1 se puede observar cómo a medida que aumenta el número de patologías aumenta también el número de caídas.
- **Condiciones socioeconómicas**: El paciente geriátrico a menudo tiene pocos recursos económicos (pensiones bajas) y la vivienda no ha seguido la evolución del individuo (pisos altos sin ascensor), la muerte del cónyuge y de personas cercanas y de la misma edad así como el alejamiento de los hijos.

El aumento de la edad se asocia con un funcionamiento deteriorado en los sistemas vestibular, visual y somestésico, una disminución en la velocidad de transmisión de información y cambios en el modo

	Enfermedades crónicas						Discapacidades					
	Varones		Mujeres		Total		Varones		Mujeres		Total	
	%	(IC del 95%)	%	(IC del 95%)	%	(IC del 95%)	%	(IC del 95%)	%	(IC del 95%)	%	(IC del 95%)
Ninguna	4,5	0,0-10,8	9,6	0,0-21,5	6,4	0,6-12,3	9,6	6,5-12,6	14,6	11,0-18,1	12,1	9,8-14,5
Una	7,9	0,1-14,9	7,2	0,0-15,4	7,6	2,3-12,8	11,5	4,6-18,4	20,6	12,9-28,3	16,6	11,3-21,9
Dos	7,0	1,2-12,8	8,1	0,0-16,6	7,4	2,7-12,4	18,4	5,3-31,6	25,9	15,5-36,3	23,4	15,3-31,5
Tres o más	17,9	13,9-21,9	23,5	19,9-27,0	21,3	18,6-23,9	43,3	30,3-56,2	40,8	31,2-50,3	41,7	34,1-49,3
Total	14,2	11,2-17,1	20,1	17,8-24,0	17,9	15,7-20,0	14,2	11,2-17,1	20,9	17,8-24,0	17,9	15,7-20,0

de procesamiento de la información en el cerebro, todos ellos desembocando en trastornos del equilibrio y posturales (Poole, 1992¹⁹; Cohen *et al.*, 1996²⁰; Merla y Spaulding, 1997²¹; Shumway-Cook y Woollacott, 2000²²; Gill *et al.*, 2001²³; Choy *et al.*, 2003²⁴; Manckoundia *et al.*, 2008¹; Liaw *et al.*, 2009²⁵; Ricci *et al.*, 2009²⁶).

En cuanto a la visión, una disminución de la agudeza visual, la limitación del campo visual, la mala percepción de la profundidad, las pérdidas en la sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales intermedias y altas se han encontrado en sujetos de edad avanzada (Alpini *et al.*, 2004²⁷).

Referente al sistema vestibular, se ha comprobado que el número de células ciliadas vestibulares cae entre un 20 y un 40% en sujetos sanos de 70 años y mayores, en comparación con sujetos jóvenes, y también se ha encontrado que el número de fibras de nervio vestibular disminuyen con la edad²⁷.

A nivel somestésico, diversas alteraciones en la morfología y las funciones del sistema nervioso periférico están relacionadas con el envejecimiento. Los sujetos de edad también sufren una pérdida de fibras nerviosas mielinizadas y no mielinizadas, asociadas con atrofia axonal. El envejecimiento también induce una disminución en la velocidad de conducción nerviosa y la discriminación sensorial (Verdú *et al.*, 2000²⁸).

Por otra parte, el deterioro de la calidad muscular y articular relacionado con la edad contribuye a las alteraciones propioceptivas y explica también los trastornos eferentes que se encuentran en sujetos de edad avanzada. De hecho, con el avance de la edad, el aumento de la frecuencia de sarcopenia y la disminución de la masa muscular están asociadas con la sustitución de las fibras musculares por tejido adiposo y conectivo (Lexell, 1995²⁹; Alpini *et al.*, 2004²⁷; Crepaldi y Maggi, 2005³⁰). Además, hay un aumento de las lesiones

Tabla 1. Pacientes geriátricos que padecen enfermedades crónicas y/o discapacidades y que declaran haber sufrido alguna caída el último año (modificado de Sécúli *et al.*, 2004¹⁸).

osteoarticulares degenerativas y de la osteoporosis³⁰. Una consecuencia de estas alteraciones relacionadas

con la edad es el aumento en el balanceo antero-posterior, según Lord *et al.*³¹ (1991).

2.2 Antecedentes y conceptos clave

El equilibrio, o estabilidad postural, es un término genérico usado para describir el proceso dinámico por el cual la posición del cuerpo se mantiene en equilibrio.

El equilibrio se describe como la capacidad de mantener la postura o de moverse en el campo gravitatorio. Se trata de un proceso complejo para mantener la posición mediante ajustes posturales en respuesta a perturbaciones externas.

Esto significa que el cuerpo se encuentra en reposo (equilibrio estático) o en un estado de movimiento estable (equilibrio dinámico). El equilibrio es mayor cuando el centro de masa o el centro de gravedad del cuerpo se mantienen sobre su base de apoyo.

2.2.1 Términos y definiciones

Antes de comenzar a describir los diferentes aspectos del equilibrio, es recomendable definir algunos términos:

- **Centro de masa.** El centro de masa es un punto que corresponde con el centro de la masa total del cuerpo y es el lugar en el que el cuerpo se encuentra en perfecto equilibrio. Está

determinado por la media ponderada del centro de masa de cada segmento corporal.

- **Centro de gravedad.** El centro de gravedad hace referencia a la proyección vertical del centro de masa hasta el suelo. En la posición anatómica, el centro de gravedad de la mayoría de los humanos adultos se encuentra localizado ligeramente anterior a la segunda vértebra sacra (Braune y Fischer, 1985³²) o aproximadamente en el 55% de la altura de una persona (Hellebrandt *et al.*, 1938³³).
- **Base de apoyo.** La base de apoyo se define como el perímetro del área de contacto entre el cuerpo y su superficie de apoyo. La colocación de los pies altera la base de apoyo y modifica la estabilidad postural de una persona (Nashner, 2002³⁴). Un apoyo amplio -como el observado en muchos individuos ancianos- aumenta la estabilidad, mientras que una base de apoyo estrecha -como en el apoyo en tándem o durante la marcha- la reduce. Mientras que una persona mantiene



Figura 1. Límites normales y anormales de estabilidad. (A) Hombre sano que desplaza el centro de masa de su cuerpo (punto blanco) anteriormente hacia su límite de estabilidad, representado como un cono. (B) Mujer con déficits multisensoriales que trata de inclinarse hacia delante sin desplazar su centro de masa. (C) Mujer con déficits multisensoriales que intenta inclinarse hacia detrás pero inmediatamente da un paso para aumentar su base de apoyo. La flecha blanca indica la vertical del centro de masa (modificado de Horak, 2006⁴⁰).

el centro de gravedad dentro de los límites de la base de apoyo, no se cae.

- **Límites de estabilidad.** En bipedestación, la estabilidad se define como el área en la que un individuo puede desplazar su centro de masa y mantener el equilibrio sin cambiar su base de sustentación. Sus límites se podrían representar como un cono (Crutchfield *et al.*, 1989³⁵; McCollum y Leen, 1989³⁶), tal y como se puede observar en la figura 1. «Límites de estabilidad» hace referencia a las fronteras de inclinación en las que un individuo puede mantener el equilibrio sin cambiar su base de apoyo³⁴ (ver figura 1). Estas fronteras cambian constantemente dependiendo de la tarea, la biomecánica del individuo o los diferentes condicionantes del entorno (Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷). Por ejemplo, los límites de estabilidad

para una persona durante la bipedestación se corresponden con el área abarcada entre los márgenes externos de los pies en contacto con el suelo. Cualquier desviación en la posición del centro de masa del cuerpo en relación con estos límites será corregida intermitentemente, produciendo un movimiento aleatorio de inclinación. Para adultos sanos, el límite de inclinación antero-posterior es de aproximadamente 12°, desde la posición más posterior a la posición más anterior (Nashner *et al.*, 1989³⁸). La estabilidad lateral varía con el espacio y la altura entre los pies; en bipedestación, un adulto con los pies separados unos 10 centímetros entre sí puede inclinarse aproximadamente unos 16° de lado a lado (Nashner, 1990³⁹). Sin embargo, una persona sentada sin apoyo del tronco tiene unos límites de estabilidad mayores que estando de pie,

porque la altura del centro de masa sobre la base de apoyo es menor y la base de apoyo (el perímetro de las nalgas en contacto con la superficie) es mucho mayor.

- **Fuerza de reacción del suelo.** De acuerdo con la ley de reacción de Newton, el contacto entre nuestros cuerpos y el suelo debido a la gravedad (fuerza de acción) siempre está acompañada de una reacción como consecuencia, la denominada fuerza de reacción del suelo.
- **Centro de presión.** El centro de presión es la localización de la proyección vertical de la fuerza de reacción del suelo (Winter, 1995⁴¹). Es igual y opuesta a la media ponderada de todas las fuerzas hacia abajo que actúan en el área de contacto con el suelo. Si un pie está en el suelo, el centro de presión neto se encuentra en ese pie. Cuando ambos pies están en el suelo, el centro de presión neto se encuentra en algún punto entre ambos, dependiendo de cómo se encuentre repartido el peso entre un pie y en otro. Cuando ambos pies están en contacto, el centro de presión bajo cada pie puede ser medido de manera separada. Para mantener la estabilidad, una persona produce fuerzas musculares para controlar continuamente la posición del

centro de gravedad, lo que cambia como consecuencia la localización del centro de presión. Por lo tanto, el centro de presión es un reflejo de las respuestas neuromusculares del cuerpo a los desequilibrios del centro de gravedad (Winter *et al.*, 1990⁴²).

2.2.2 Control del equilibrio

El equilibrio es una tarea de control motor compleja que requiere la detección y la integración de la información sensorial para evaluar la posición y el movimiento del cuerpo en el espacio, además de la ejecución de respuestas musculoesqueléticas apropiadas para controlar la posición del cuerpo dentro del contexto de la tarea y el ambiente. Por lo tanto, el control postural requiere la interacción del sistema nervioso y el musculoesquelético, y el efecto que el contexto tiene sobre los individuos (ver figura 2).

Como ya se ha comentado, el control postural es una función motora compleja que requiere de la integración de la información de múltiples procesos sensoriomotores (Horak y Macpherson, 1996⁴⁴; Shaffer y Harrison, 2007⁴⁵). Los dos principales objetivos funcionales del control postural son la orientación postural y el equilibrio postural.

- La orientación postural integra el control activo de la alineación postural y del tono muscular respecto a la gravedad, la superficie de apoyo, el entorno

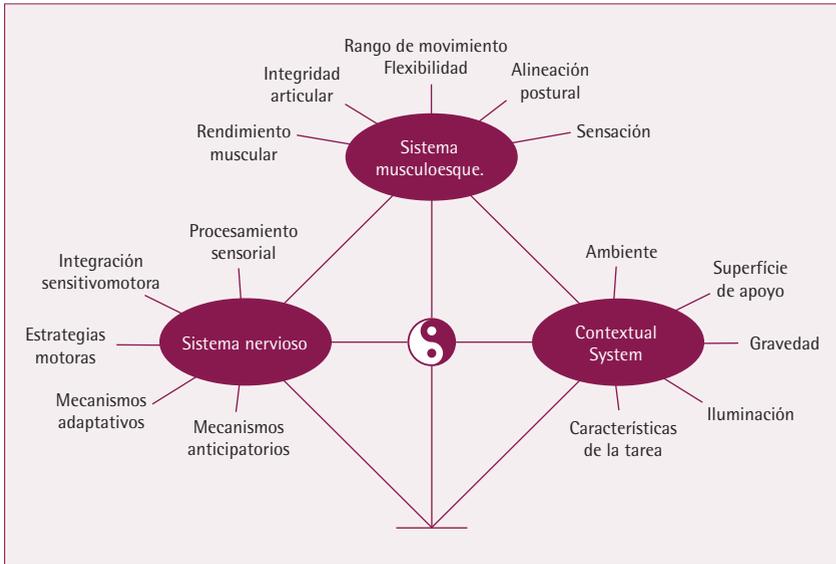


Figura 2. Interacciones del sistema musculoesquelético, sistema nervioso y efectos contextuales para el control del equilibrio (modificado de Kloos y Givens, 2012⁴³).

visual y las referencias internas. La orientación espacial en el control postural se basa en la interpretación de la información sensitiva que converge desde los sistemas somestésico, vestibular y visual.

- El equilibrio postural integra la coordinación de las estrategias sensoriomotoras para estabilizar el centro de gravedad del cuerpo ante las perturbaciones de la estabilidad postural provocadas por iniciativa propia o por causas externas.

Esta percepción de la posición y el movimiento del propio cuerpo en el espacio requiere de una combinación de información a partir de receptores periféricos en múltiples sistemas sensoriales, incluyendo el

visual, el somatosensorial (receptores propioceptivos, articulares y cutáneos) y el vestibular.

La información del sistema sensorial y de los sentidos del individuo converge en la percepción del movimiento aferente y eferente. El movimiento aferente es el movimiento de los objetos en relación con el ambiente; mientras que el eferente es como consecuencia del movimiento de los ojos, de la cabeza o del cuerpo (Kapoula y Lê, 2006⁴⁶).

2.2.2.1 El sistema visual

La visión es el principal sistema sensorial utilizado en el equilibrio (Poole, 1992¹⁹; Merla et Spaulding, 1997²¹; Uchiyama y Demura, 2009⁴⁷) y provee información sobre la posición de la cabeza en relación con el medio, la orientación de la cabeza para mante-

ner el nivel de la mirada y la dirección y velocidad de los movimientos de la cabeza.

La percepción del movimiento aferente consiste en dos sistemas visuales: el focal y el ambiental. El sistema focal, también conocido como visión central, se especializa en la percepción del movimiento de los objetos y el reconocimiento de dichos objetos, mientras que el sistema ambiental, o visión periférica, es sensible al movimiento del medio y se piensa que es dominante respecto a la percepción del propio movimiento y del control postural.

El deslizamiento retinal se define como el movimiento de las imágenes proyectadas sobre la retina y es una parte de la percepción de movimiento aferente. Se considera como una señal de error necesaria para la compensación vestibular ya que ocurre por una combinación de información a partir de la fijación visual y los movimientos de la cabeza. El cerebro trata de minimizar esta señal de error ponderando la información proveniente de los reflejos vestibulooculares (Gebhart y Schmidt, 2013⁴⁸). De esta manera, es utilizado como *feedback* para el balanceo compensatorio (Guerraz y Bronstein, 2008⁴⁹).

La visión periférica, al contrario que la visión central, juega un papel esencial para mantener una posición de bipedestación estable. Un estudio llevado a cabo por Berencsi *et al.*⁵⁰ (2005) mostró que la estimulación visual del campo visual

periférico disminuye el balanceo postural en la dirección del estímulo visual observado en la dirección anteroposterior. La función de la visión periférica es la de actuar como un marco de referencia, tanto para la estabilización visual como para el control del balanceo postural inducido por el movimiento ocular (Guerraz y Bronstein, 2008⁴⁹).

2.2.2.2 El sistema somatosensorial

El sistema somatosensorial transmite información a los centros superiores acerca de la posición y los movimientos del cuerpo, y sus partes entre sí como de la relación de estos con la superficie de apoyo.

Los receptores propioceptivos de los músculos, incluyendo los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi (sensibles a la longitud y tensión de los músculos), los receptores articulares (sensibles a la posición, movimiento y carga de las articulaciones) y los mecanorreceptores cutáneos (sensibles a la vibración, al roce, a la presión y al estiramiento de la piel) son los principales encargados de la entrada sensorial para mantener el equilibrio cuando la superficie de apoyo es firme, plana e inmóvil.

Sin embargo, cuando un individuo se encuentra de pie sobre una superficie en movimiento (un barco, por ejemplo) o en una superficie que no está horizontal (en una pendiente, por ejemplo), los *inputs* acerca de la posición corporal respecto a la superficie no

son apropiados para mantener el equilibrio; por lo tanto, una persona debe basarse en otras entradas sensoriales para estabilizarse en esas condiciones (Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷).

La información de los receptores articulares no contribuye en gran medida a la sensación consciente de la posición de las articulaciones. Ha sido demostrado que la anestesia local de los tejidos articulares y la sustitución total de una articulación no disminuye la conciencia de la posición articular (Grigg *et al.*, 1973⁵¹; Grigg, 1996⁵²). Los receptores de los husos musculares parecen ser los que tienen mayor responsabilidad en la sensación de la posición de las articulaciones, mientras que la función primaria de los receptores articulares es asistir al sistema motor gamma para regular el tono y la rigidez muscular, y contribuir así a la producción de ajustes posturales anticipatorios y contrarrestar perturbaciones posturales inesperadas (Nolte, 2002⁵³).

2.2.2.3 El sistema vestibular

El sentido del equilibrio lo proporcionan estructuras del oído interno, denominadas en conjunto aparato vestibular, que incluye el sáculo, el utrículo y los conductos semicirculares membranosos (Tortora y Reynolds Grabowski, 2002⁵⁴). El sistema vestibular, gracias a sus canales semicirculares y a los órganos otolíticos, proporciona información acerca de la posición y el movi-

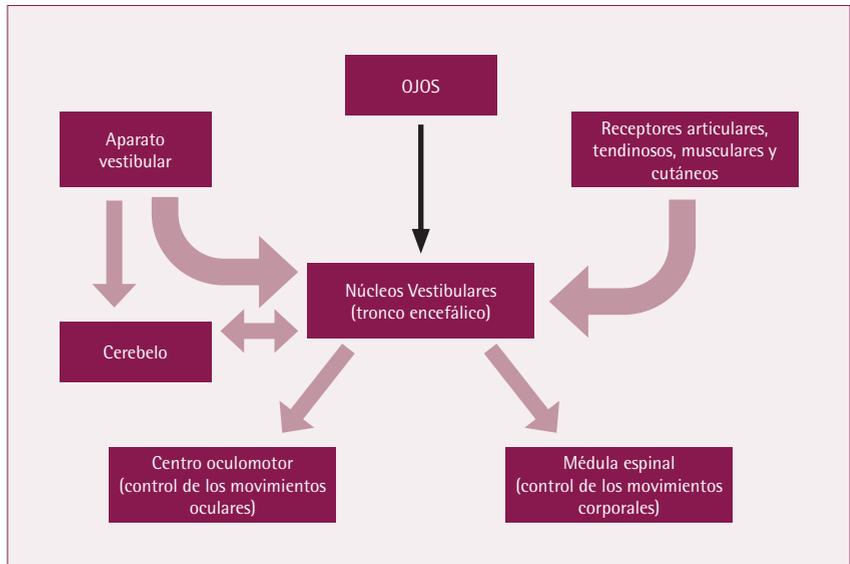
miento de la cabeza en relación a la gravedad y las fuerzas de inercia.

Los receptores en los canales semicirculares detectan la aceleración angular de la cabeza, mientras que los receptores de los otolitos, ubicados en el utrículo y el sáculo, detectan la aceleración lineal y la posición de la cabeza en relación a la gravedad. Los canales semicirculares son particularmente sensibles a los movimientos rápidos de la cabeza, como aquellos que ocurren durante la marcha o durante episodios de desequilibrio (resbalones o tropiezos), mientras que los otolitos responden a movimientos lentos de la cabeza, como la inclinación postural (Horak and Shupert, 1994^{55,37}; Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷).

Las señales del sistema vestibular activan movimientos de la cabeza y de los ojos para estabilizar la imagen visual en la retina y permitir al cuerpo realizar ajustes en la postura que mantengan el equilibrio.

Los movimientos de la cabeza hacen que el líquido contenido en estas estructuras dé lugar a la inclinación de las células pilosas sensitivas y esta inclinación o movimiento produzca potenciales de acción, activando las neuronas sensitivas del nervio vestibulococlear (VIII par craneal). Estas fibras transmiten impulsos al cerebelo y a los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo. A su vez, los núcleos vestibulares envían fibras al centro oculomotor

Figura 3. Vías nerviosas implicadas en el mantenimiento del equilibrio. Los estímulos sensoriales entran en los núcleos vestibulares del cerebro que coordinan las respuestas motoras (esquema modificado de Tortora y Reynolds Grabowski, 2002²⁴).



del tronco encefálico y a la médula espinal (ver figura 3).

Las neuronas del centro oculomotor controlan los movimientos oculares, mientras que las neuronas de la médula espinal estimulan los movimientos de la cabeza, el cuello y las extremidades. Los movimientos de los ojos y el cuerpo producidos por estas vías sirven para mantener el equilibrio y para «seguir» el campo visual durante la rotación (Fox, 2004⁵⁶).

La mayoría de las fibras del nervio vestibular entran en el tronco encefálico y terminan en diversos núcleos vestibulares de la médula oblonga (bulbo raquídeo) y puente de Varolio. Las demás llegan al cerebelo por el pedúnculo cerebeloso inferior. Los núcleos vestibulares y el cerebelo tienen conexiones bidireccionales entre sí. Las fibras

de todos los núcleos vestibulares se extienden hasta los núcleos de nervios craneales que regulan los movimientos oculares: el motor ocular común (III), el troclear (patético, IV) y el abducens (motor ocular externo, VI) así como al núcleo del nervio espinal (XI), que participa en la regulación de los movimientos de la cabeza y del cuello. Además, las fibras eferentes del núcleo vestibular lateral forman el fascículo vestibuloespinal, el cual transmite impulsos a los músculos esqueléticos para regular el tono muscular en respuesta a los movimientos de la cabeza.

Diversas vías que conectan los núcleos vestibulares y el cerebelo permiten que éste desempeñe una función clave en la conservación del equilibrio estático y dinámico. El cerebelo recibe constantemente información sensorial actualizada

del sáculo y del utrículo, la analiza y efectúa ajustes correctivos en las actividades motoras que tienen su origen en la corteza cerebral. En lo fundamental, el cerebelo envía continuamente impulsos a las áreas motoras de la corteza cerebral como respuesta a estímulos sensoriales procedentes del utrículo, sáculo y conductos semicirculares membranosos. Esta retroalimentación hace posible la corrección de impulsos que envía la corteza motora a los músculos específicos para mantener el equilibrio (Tortora y Reynolds Grabowski, 2002⁵⁴).

La orientación consciente en el espacio, la oculomotricidad, la regulación del equilibrio, etc., requieren la integración en los núcleos vestibulares de las informaciones procedentes de los diversos órganos sensoriales (Toupet, 1992⁵⁷; Merla y Spaulding, 1997²¹).

Por sí mismo, el sistema vestibular no puede dar información acerca de la posición del cuerpo. Por ejemplo, no puede distinguir un simple movimiento de asentimiento, en el que la cabeza se mueve manteniendo el tronco estable, de una inclinación anterior del cuerpo, en la que la cabeza y el tronco se mueven al unísono (Horak and Shupert, 1994⁵⁵). Por consiguiente, hace falta proporcionar información adicional, en concreto a partir de los mecanorreceptores del cuello, localizados a nivel de las vértebras C2 y C3 (Mourey y Tavernier-Vidal, 1992⁵⁸), para que el sistema nervioso central tenga una representación real de la

orientación de la cabeza en relación con el cuerpo⁵³.

2.2.2.4 Organización sensorial para el control del equilibrio

La información vestibular, visual y somatosensorial normalmente es combinada sin problemas para producir nuestro sentido de orientación y movimiento (Nolte, 2002⁵³). La información sensorial entrante es integrada y procesada en el cerebelo, los ganglios basales y el área motora suplementaria. Para respuestas rápidas, la información somatosensorial es la que demuestra velocidades de procesamiento más altas, seguida de la visual y la vestibular (Winstein y Mitz, 1993⁵⁹). Cuando los *inputs* sensoriales de un sistema son incorrectos debido a condiciones ambientales o lesiones que disminuyen la capacidad de procesamiento de información, el sistema nervioso central debe identificar y eliminar la información errónea y combinar los *inputs* sensoriales apropiados a partir de los otros dos sistemas.

Este proceso adaptativo se denomina «organización sensorial». Muchos individuos pueden compensar correctamente si uno de los tres sistemas se encuentra dañado; por lo tanto, este concepto es la base para muchos programas de tratamiento. De hecho, el proceso cognitivo también interviene durante el control postural (Melzer *et al.*, 2001⁶⁰), y esto podría ser cierto especialmente en los individuos cuando el *input* visual se ve reducido.

2.2.2.5 Tipos de control del equilibrio

Las tareas funcionales requieren diferentes tipos de control del equilibrio, incluyendo control del equilibrio estático para mantener una posición antigravitatoria estable en descanso, tanto durante la bipedestación como en sedestación; también requiere control del equilibrio dinámico, para estabilizar el cuerpo cuando la superficie de apoyo se mueve o cuando el cuerpo se mueve sobre una superficie estable, así como durante las transferencias de sedestación a bipedestación o durante la deambulación. Además, requiere reacciones posturales automáticas para mantener el equilibrio en respuesta a perturbaciones externas inesperadas, como permanecer de pie en un autobús que de pronto acelera o frena.

- La anticipación (control motor de circuito abierto) es utilizada para los movimientos que ocurren demasiado rápido como para confiar en el *feedback* sensorial, como las respuestas reactivas, o en aspectos anticipatorios del control postural.
- El control anticipatorio implica la activación de los músculos posturales antes de realizar movimientos establecidos, como la activación de los músculos extensores posteriores de la pierna y la espalda antes de que una persona tire de la manecilla de una puerta

(Cordo y Nashner, 1982⁶¹) o cuando planea qué rumbo tomar para evitar obstáculos en el medio.

- El control de circuito cerrado es utilizado para los movimientos de precisión que requieren una retroalimentación sensorial, como mantener el equilibrio sentado sobre una pelota o de pie sobre un plato inestable.

2.2.3 Estrategias motoras para el control del equilibrio

Para mantener el equilibrio, el cuerpo debe ajustar continuamente su posición en el espacio para mantener el centro de masa de un individuo sobre la base de apoyo o retornar el centro de masa de nuevo a esa posición después de una perturbación. Horak y Nashner⁶² (1986) describieron tres estrategias de movimiento primarias usadas por adultos sanos para recuperar el equilibrio en respuesta a perturbaciones repentinas de la base de apoyo. Dos estrategias consistían en mantener los pies en la misma posición, y la otra consistía en modificar la base de apoyo, haciendo que el individuo diera un paso o se agarrara a algo (Horak, 1987⁶³; McIlroy y Maki, 1996⁶⁴). Son las denominadas estrategias de tobillo, cadera y de paso (ver figura 4).

Los factores que determinan qué estrategia responde con mayor eficacia a una perturbación concreta del equilibrio son (Kloos and Givens, 2012⁴³):

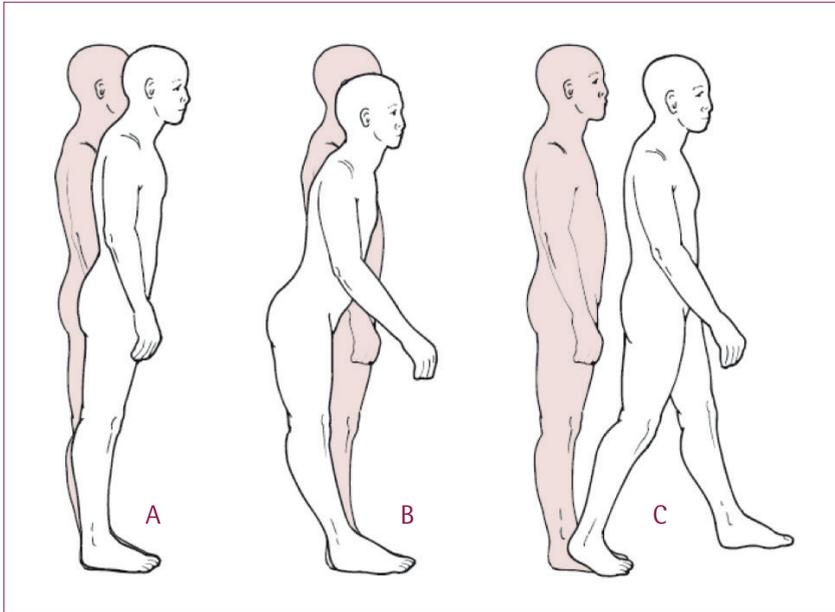


Figura 4. Estrategias de (A) tobillo, (B) cadera y (C) de paso usadas por adultos para controlar la inclinación del cuerpo (modificado de Kloos y Givens, 2012⁴³).

- Velocidad e intensidad de las fuerzas de desplazamiento.
- Características de la superficie de apoyo.
- Magnitud del desplazamiento del centro de masa.
- Conciencia de la perturbación por parte del sujeto.
- Postura del sujeto en el momento de la perturbación.
- Experiencias previas del sujeto.

Los resultados de las investigaciones que han examinado los patrones de actividad muscular subyacentes a estas estrategias de movimiento sugieren que las siner-

gias musculares pre-programadas son las unidades de movimiento fundamentales que se usan para restaurar el equilibrio (Nashner y Woollacott, 1979⁶⁵; Nashner *et al.*, 1979⁶⁶; Horak y Nashner, 1986⁶²). El hecho de usar sinergias musculares, entendidas como la unión funcional de grupos de músculos, simplifica enormemente la necesidad de control por parte del sistema nervioso central.

El sistema nervioso central utiliza tres sistemas de movimiento para recuperar el equilibrio después de que el cuerpo sufra una perturbación: los sistemas reflejo, automático y voluntario. La tabla 2 resume las características clave de las respuestas de estos tres sistemas (Nashner, 1990³⁹).

- Los reflejos de estiramiento, mediados por la médula espinal, conforman la primera respuesta a las perturbaciones externas. Tienen las latencias más bajas (<70 ms), son independientes de los requerimientos de las tareas y producen contracciones musculares estereotipadas en respuesta a los *inputs* sensoriales.
- Las reacciones posturales automáticas tienen latencias intermedias (80 a 120 ms) y son las primeras respuestas que previenen las caídas de manera efectiva. Producen movimientos rápidos y relativamente invariables entre los individuos, similares a los reflejos, pero que requieren una coordinación de respuestas entre las diferentes partes del cuerpo y son modificables dependiendo de los requerimientos de las tareas, similares a las respuestas voluntarias.
- Las respuestas voluntarias tienen las latencias más largas (>150 ms), son dependientes de los parámetros de las tareas y producen respuestas motoras muy variables, por ejemplo, intentar alcanzar una superficie de apoyo cercana y estable.

Los sistemas de movimiento reflejo, automático y voluntario interactúan para asegurar que la respuesta es adecuada al reto postural del individuo.

Tabla 2. Características de los tres sistemas de movimiento para el control del equilibrio tras perturbaciones (modificado de Nashner, 1990³⁹).

Características	Reflejo	Automático	Voluntario
Vía de mediación	Médula espinal	Tronco cerebral / subcortical	Cortical
Modo de activación	Estímulo externo	Estímulo externo	Estímulo externo o propio
Latencia de respuesta comparativa	Rápida	Intermedia	Lenta
Respuesta	Localizada en el punto del estímulo y muy estereotipada	Coordinada entre los músculos del tronco y las piernas; estereotípica pero adaptable	Coordinada y altamente variable
Papel en el equilibrio	Regulación de la fuerza muscular	Resistir perturbaciones	Generar movimientos útiles
Factores que modifican la respuesta	Anormalidades musculoesqueléticas o neurológicas	Anormalidades musculoesqueléticas o neurológicas; configuración del apoyo; experiencia previa	Anormalidades musculoesqueléticas o neurológicas; esfuerzo consciente; experiencia previa; complejidad de la tarea

2.2.3.1 Estrategia de tobillo (plano anteroposterior)

En la estrategia de tobillo, el cuerpo se mueve como un péndulo invertido flexible, cuya base se encuentra en la articulación del tobillo (Winter, 1995⁴¹). En bipedestación estática y durante pequeñas perturbaciones, a velocidad lenta y normalmente sobre una superficie grande y firme, los movimientos que ocurren en el tobillo tratan de recolocar el centro de masa de la persona en una posición estable.

Para las pequeñas perturbaciones externas que provocan una pérdida de equilibrio en una dirección anterior, la activación muscular ocurre normalmente en una secuencia de distal a proximal: inicio de la actividad de los gastrocnemios de 90 a 100 ms después de la aparición de la perturbación, seguidos por los isquiotibiales de 20 a 30 ms más tarde, y finalmente los músculos paravertebrales (Nashner, 1977⁶⁷; Nashner, 1990³⁹). En respuesta hacia una inestabilidad posterior, la actividad muscular comienza en el tibial anterior, seguido de los cuádriceps y los músculos abdominales.

2.2.3.2 Estrategia de desplazamiento del peso (plano lateral)

La estrategia de movimiento utilizada para controlar las perturbaciones latero-mediales se basa en desplazar el peso corporal lateralmente de una pierna a otra. Las caderas son los puntos de control claves de esta estrategia, porque

desplazan el centro de masa en un plano lateral, principalmente a través de la activación de los músculos aductores y abductores de cadera, con alguna contribución de los inversores y eversores de tobillo (Nashner, 1990³⁹).

2.2.3.3 Estrategia de suspensión

La estrategia de suspensión se observa durante las tareas de equilibrio cuando una persona desciende rápidamente su centro de masa corporal flexionando las rodillas, provocando una flexión asociada de los tobillos y las caderas. La estrategia de suspensión puede ser combinada con la estrategia de tobillo o de desplazamiento del peso para mejorar la efectividad de un movimiento de equilibrio (Nashner, 2002³⁴).

2.2.3.4 Estrategia de cadera

Para las perturbaciones externas grandes o rápidas, así como para aquellos movimientos que se ejecuten con el centro de gravedad cerca de los límites de estabilidad, se utiliza la estrategia de cadera (Nashner, 2002³⁴). También se utiliza esta estrategia cuando las personas están sobre superficies estrechas o maleables que no permiten un adecuado par de fuerzas en el tobillo, o cuando el centro de masa debe moverse rápidamente (Horak y Kuo, 2000⁶⁸).

En la estrategia de cadera, el individuo ejerce el par de fuerzas y hace uso de una flexión o una extensión de cadera rápidas para mover el

centro de masa hacia la base de apoyo (Winter, 1995⁴¹). A medida que el tronco se mueve rápidamente en una dirección, se generan fuerzas horizontales de cizalla sobre la superficie de apoyo en la dirección contraria, desplazando el centro de masa en la dirección opuesta al tronco (Nashner, 2002³⁴).

La actividad muscular asociada con la estrategia de cadera ha sido estudiada haciendo que el sujeto esté de pie con los brazos en cruz sobre una plataforma estrecha, mientras la base de apoyo se desplaza rápidamente hacia delante o hacia atrás (Horak y Nashner, 1986⁶²).

En respuesta a un balanceo anterior del cuerpo, los músculos se activan en una secuencia de proximal a distal: los abdominales se contraen de 90 a 100 ms después de la aparición de la perturbación, seguidos de la activación de los cuádriceps. El balanceo posterior da como resultado la activación inicial de los paravertebrales, seguidos de los isquiotibiales. Una persona no puede usar la estrategia de cadera para recuperar el equilibrio mientras deambula sobre superficies resbaladizas, porque las grandes fuerzas horizontales que se generan provocan que los pies se deslicen.

2.2.3.5 Estrategia de paso

Si una gran fuerza desplaza el centro de masa más allá de los límites de estabilidad, se utilizará un paso hacia delante o hacia atrás

para aumentar la base de apoyo y recuperar el control del equilibrio. Dar un paso para recuperar el equilibrio es una estrategia común, especialmente durante la marcha y cuando el hecho de mantener los pies en una posición no es importante o necesario.

Sin embargo, incluso cuando las personas dan un paso como respuesta a una perturbación externa, su primera intención es volver a desplazar el centro de masa a su posición inicial aplicando un par de fuerzas angular.

2.2.3.6 Estrategias combinadas

La evidencia científica ha demostrado que los patrones de respuestas de movimiento a las perturbaciones posturales son más complejos y variables que lo que inicialmente describió Nashner (Keshner, 1990⁶⁹). La mayoría de los sujetos sanos usan combinaciones de estrategias para mantener el equilibrio, dependiendo de las demandas de control. Los requisitos del control del equilibrio varían dependiendo de la tarea y el ambiente. Por ejemplo, estar de pie en un autobús que se está moviendo tiene mayor demanda de control que estar de pie sobre una superficie estable. Por lo tanto, es importante que durante el tratamiento de los problemas de equilibrio se varíe la tarea y el ambiente, para que la persona desarrolle estrategias de movimiento para diferentes situaciones.

2.2.4 Control del equilibrio en diferentes condiciones

En la figura 5 se muestra un resumen gráfico de seis recursos importantes para el control del equilibrio. Un trastorno en cualquiera de ellos, o una combinación de varios trastornos, conduce a la inestabilidad postural. El gráfico en el centro de la figura 5 muestra el comúnmente aceptado aumento del riesgo de trastornos del equilibrio y caídas a medida que las personas envejecen.

2.2.4.1 Equilibrio durante la bipedestación

Durante la bipedestación estable, el cuerpo se inclina como un péndulo

invertido con eje en la articulación del tobillo (Winter, 1995⁴¹). La meta del equilibrio es mantener con seguridad el centro de masa del cuerpo dentro de la base de apoyo. Para conseguir este objetivo, se utiliza una estrategia de tobillo en la que los músculos del tobillo (flexores plantares y dorsales del tobillo, inversores y eversores) son activados automáticamente y selectivamente para contrarrestar la inclinación del cuerpo en diferentes direcciones.

Otros músculos que se encuentran tónicamente activos durante la bipedestación para mantener la postura erecta son el glúteo medio, el tensor de la fascia lata y el psoas ilíaco para prevenir la hiperextensión de la cadera, y los para-

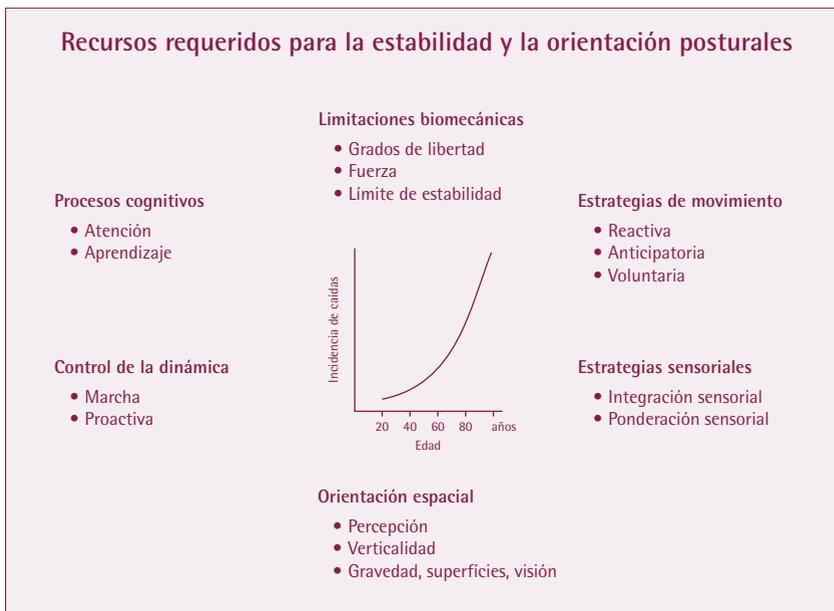


Figura 5. Recursos importantes requeridos para la estabilidad y la orientación posturales. Los trastornos en cualquiera de estos recursos pueden ser la causa de los trastornos del equilibrio y el aumento de la incidencia de caídas en los ancianos, como se muestra en el gráfico (esquema modificado de Horak, 2006⁴⁰).

vertebrales torácicos (con alguna activación abdominal intermitente) (Basmajian y De Luca, 1985⁷⁰). La alineación corporal contribuye a la estabilidad durante la bipedestación. Permanecer de pie con el cuerpo en una alineación óptima permite mantener el equilibrio con la menor cantidad de gasto de energía muscular (Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷).

2.2.4.2 Equilibrio durante la bipedestación con perturbaciones

Las perturbaciones del equilibrio durante la bipedestación pueden ser tanto internas, como el movimiento involuntario del cuerpo, o externas, como fuerzas aplicadas al cuerpo. Ambos tipos de perturbaciones implican la activación de sinergias musculares, pero el *timing* de respuesta es proactivo o anticipatorio para las perturbaciones internas y reactivo para las perturbaciones externas (Winter, 1995⁴¹).

Los experimentos con plataformas móviles han proporcionado mucha información acerca de las estrategias motoras de tobillo, cadera o de la marcha, y los patrones de activación muscular asociados que ocurren cuando una persona está de pie en una superficie que inesperadamente se desliza o se inclina (Nashner, 1977⁶⁷; Nashner, 1982⁷¹; Keshner *et al.*, 1988⁷²; Nashner, 2002³⁴). Con la repetición de la perturbación de la plataforma, ocurre un aprendizaje de adaptación caracterizado por una reducción significativa en la respuesta reactiva

(Nashner, 1982⁷¹; Maki y White-law, 1993⁷³). Por ejemplo, Nashner⁷¹ (1982) encontró que la rotación superior de una plataforma provocaba inicialmente contracciones reflejas de los músculos gastrocnemios de los sujetos, dándoles la falsa impresión de que sus cuerpos caían hacia delante. Con inclinaciones repetitivas, la respuesta de los gastrocnemios disminuyó, y a la cuarta repetición, estaba completamente ausente. Por lo tanto, la experiencia previa y el control anticipatorio tienen una importante influencia en las respuestas de equilibrio.

2.2.4.3 Equilibrio durante la marcha sin perturbaciones

Durante la marcha, el centro de masa siempre se encuentra por fuera de la base de apoyo, excepto durante el corto período de apoyo doble (Winter, 1995⁴¹). Por lo tanto, el objetivo del equilibrio es mover el cuerpo fuera de la base de apoyo, permitiendo que el cuerpo se incline hacia delante, y a la vez prevenir una caída. Para conseguir esta meta, la persona debe ser capaz de mantener el equilibrio y la postura de la parte superior de su cuerpo (la cabeza, los brazos y el tronco) y la alineación vertical del cuerpo en contra de la gravedad.

Los músculos del tronco y la cadera (flexores y extensores en el plano sagital; abductores y aductores en el plano frontal) mantienen el cuerpo en equilibrio, y los músculos extensores de las extremidades inferiores previenen el colapso

vertical (Winter *et al.*, 1990^{42,41}; Winter, 1995⁴¹). Los músculos del tobillo controlan la aceleración antero-posterior y latero-medial del centro de gravedad del cuerpo, pero no son capaces de evitar las caídas (Winter, 1995⁴¹). El control motor fino del pie durante la fase de balanceo para conseguir una activación anticipatoria de los dorsiflexores de tobillo asegura el espacio mínimo para los pies (0,55 cm) para prevenir los tropiezos (Patla *et al.*, 1990⁷⁴).

2.2.5 Alteraciones del equilibrio

Las alteraciones del equilibrio pueden ser causadas por lesión o enfermedad en cualquier estructura relacionada con las tres fases del procesamiento de la información: *input* sensorial, integración sensoriomotora y generación de la respuesta motora.

2.2.5.1 Alteraciones biomecánicas

Los déficits en los componentes motores del control del equilibrio pueden ser causados por alteraciones del sistema musculoesquelético (como una mala postura, limitaciones del rango de movimiento articular o rendimiento muscular reducido) y/o del sistema neuromuscular (como una coordinación motora alterada o dolor). La mala alineación postural, como la típica cifosis torácica de los ancianos, que desplaza el centro de masa lejos del centro de la base de apoyo, aumenta la posibilidad de que una perso-

na exceda sus límites de estabilidad (Nashner, 1990³⁹).

La limitación biomecánica más importante para el equilibrio es el tamaño y calidad de la base de apoyo determinada por los pies. Cualquier limitación en el tamaño, fuerza, rango de movimiento, dolor o control de los pies afectará al equilibrio (Tinetti, 1988⁷³). Una de las limitaciones biomecánicas más importantes para el control del equilibrio implica el control del centro de masa del cuerpo con respecto a su base de apoyo.

Por lo tanto, el equilibrio no es una posición específica sino un espacio determinado por el tamaño de la base de apoyo (los pies en bipedestación) y las limitaciones del rango de movimiento articular, la fuerza muscular y la información sensorial disponible para determinar estos límites. El sistema nervioso central tiene una representación interna de este cono de estabilidad que es utilizada para determinar cómo moverse para mantener el equilibrio. En muchos ancianos con problemas de equilibrio, a menudo este cono de estabilidad es muy pequeño o su representación neural central está distorsionada, afectando a la disponibilidad de estrategias de movimiento para mantener el equilibrio.

Debido a que cada segmento del miembro inferior ejerce fuerzas sobre sus segmentos vecinos, un rango de movimiento articular o una fuerza muscular alterados en una articulación puede alterar

la postura y los movimientos de equilibrio en todo el miembro. Por ejemplo, una restricción de la movilidad del tobillo dará como resultado una limitación o abolición de la estrategia de tobillo, aumentando el uso de los músculos de la cadera y el tronco para el control del equilibrio (Schenkman, 1990⁷⁶; Burtner *et al.*, 1999⁷⁷).

2.2.5.2 Alteraciones del *input* sensorial

La información proveniente de los sistemas somatosensorial, visual y vestibular debe ser integrada para interpretar ambientes sensoriales complejos. A medida que los sujetos cambian el ambiente sensorial, necesitan volver a ponderar su dependencia relativa de cada uno de los sentidos. En un ambiente bien iluminado, con una base de apoyo firme, las personas sanas se basan en la información somatosensorial (70%), visual (10%) y vestibular (20%) (Peterka, 2002⁷⁸).

Sin embargo, cuando tienen una base de apoyo inestable, aumenta su ponderación sensorial hacia la información visual y vestibular, a medida que disminuye su dependencia del *input* somatosensorial de la superficie de apoyo para la orientación postural (Peterka, 2002⁷⁸).

Los déficits propioceptivos siempre han estado ligados como factores contribuyentes de las alteraciones del equilibrio secundarias a las patologías o lesiones de los miembros inferiores o el tronco. Una disminu-

ción de la sensación de la posición articular ha sido descrita en individuos con esguinces de tobillo recidivantes (Freeman *et al.*, 1965⁷⁹; Glencross y Thornton, 1981⁸⁰; Garn y Newton, 1988⁸¹; Boyle y Negus, 1998⁸²), lesiones ligamentosas de rodilla (Barrack *et al.*, 1989⁸³; Pap *et al.*, 1999⁸⁴; Safran *et al.*, 1999⁸⁵), enfermedad articular degenerativa (Barrack *et al.*, 1989⁸³), y dolor lumbar (Gill y Callaghan, 1998⁸⁶; Brumagne *et al.*, 2000⁸⁷; Leinonen *et al.*, 2003⁸⁸). Estas mismas condiciones han sido asociadas con el aumento del balanceo postural, cuándo este se compara con los sujetos de control (Freeman *et al.*, 1965⁷⁹; Garn y Newton, 1988⁸¹; Cornwall and Murrell, 1991⁸⁹; Nies and Sinnott, 1991⁹⁰; Mizuta *et al.*, 1992⁹¹; Wegener *et al.*, 1997⁹²; Alexander y LaPier, 1998⁹³; Leinonen *et al.*, 2003⁸⁸).

No está claro si la disminución de la sensación de la posición articular es debida a cambios en los receptores articulares o en los musculares. Lo que no deja lugar a dudas es que los déficits somatosensoriales, visuales o vestibulares pueden alterar el equilibrio y la movilidad.

La somatosensibilidad reducida en las extremidades inferiores, causada por polineuropatías periféricas en ancianos y pacientes diabéticos, está asociada con los déficits de equilibrio (Simoneau *et al.*, 1994⁹⁴; Uccioli *et al.*, 1995⁹⁵; Resnick *et al.*, 2000⁹⁶; Richardson, 2002⁹⁷) y con un aumento del riesgo de caídas (Richardson, 2002⁹⁷; Huang *et al.*,

2003⁹⁸). Estos individuos tienden a hacer más uso de la estrategia de cadera para mantener el equilibrio que aquellos sin déficits somatosensoriales (Horak *et al.*, 1990⁹⁹).

La pérdida visual o déficits específicos en la agudeza, la sensibilidad al contraste, la visión periférica y la percepción de la profundidad, causados por patologías, traumas o envejecimiento pueden alterar el equilibrio y desembocar en caídas (Chandler y Duncan, 1993¹⁰⁰; Jack *et al.*, 1995¹⁰¹).

Los individuos con daño en el sistema vestibular debido a infecciones víricas, lesión cerebral traumática o envejecimiento pueden experimentar vértigo e inestabilidad postural. Black *et al.*, 1988¹⁰² encontraron que los pacientes con pérdida bilateral severa de la función vestibular son incapaces de usar la estrategia de cadera, si bien la estrategia de tobillo no se encuentra afectada.

La habilidad para volver a ponderar la información sensorial dependiendo del contexto sensorial es importante para mantener la estabilidad cuando un individuo se mueve de un contexto sensorial a otro, como desde una acera bien iluminada a un jardín en penumbra. Los individuos con pérdida vestibular periférica o pérdida somatosensorial secundarias a una neuropatía tienen limitada su habilidad de volver a ponderar la dependencia sensorial y, por lo tanto, presentan riesgo de caídas en contextos sensoriales determinados.

Algunos trastornos del sistema nervioso central, como la enfermedad de Alzheimer, pueden afectar a la habilidad de volver a ponderar rápidamente la dependencia sensorial, incluso cuando el sistema nervioso periférico se encuentra intacto.

2.2.5.3 Alteraciones de la integración sensoriomotora

Los daños en los ganglios basales, el cerebelo o el área motora suplementaria alteran el procesamiento de la información sensorial aferente, dando como resultado una dificultad para adaptar la información sensorial en respuesta a los cambios ambientales y una desorganización de los ajustes posturales anticipatorios y reactivos (Nashner, 1990³⁹; Horak *et al.*, 1992¹⁰³; Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷).

Una amplia variedad de afecciones neurológicas cursan con problemas de organización postural, que se manifiestan como un exceso de dependencia de un sentido en concreto para el control del equilibrio o una incapacidad más generalizada para seleccionar un sentido apropiado para el control del equilibrio, cuando uno o más sentidos ofrecen información errónea (Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷).

Los individuos que dependen de los inputs visuales (dependientes de la visión) o los *inputs* somatosensoriales (dependientes de la superficie) se vuelven inestables o sufren caídas en condiciones en las que el sentido preferido se encuentra ausente o

no es exacto, mientras que aquellos con problemas generalizados de adaptación son inestables en cualquier condición en la que un *input* sensorial no es exacto.

2.2.5.4 Alteraciones del procesamiento cognitivo

Se requieren muchos recursos cognitivos para el control postural. El acto mismo de mantenerse de pie requiere un procesamiento cognitivo. Esto queda patente al observar el aumento de los tiempos de reacción en personas en bipedestación, en comparación con aquellas que se encuentran sentadas con apoyo. Cuanto más complicada sea la tarea postural, más cantidad de procesamiento cognitivo requerirá. Por lo tanto, los tiempos de reacción y el desempeño de una tarea cognitiva disminuirán a medida que la dificultad de la tarea postural aumenta (Teasdale y Simoneau, 2001¹⁰⁴).

Debido a que el control de la postura y otros procesamientos cognitivos comparten recursos cognitivos, el desempeño de las tareas posturales se ve disminuido por una tarea cognitiva secundaria (Camicioli *et al.*, 1997¹⁰⁵). Una atención dividida, como cuando una persona está haciendo dos tareas a la vez, puede provocar inestabilidad postural y caídas, en especial en los ancianos (Shumway-Cook y Woollacott, 2000²²; Rankin *et al.*, 2000¹⁰⁶). Por ejemplo, cuando una persona deambula mientras realiza una tarea cognitiva o motora secundaria.

Los individuos que presentan un procesamiento cognitivo limitado debido a trastornos neurológicos pueden usar más de su procesamiento cognitivo disponible para controlar la postura. Las caídas pueden ocurrir como resultado de un procesamiento cognitivo insuficiente para controlar la postura mientras los sujetos se encuentran ocupados con una tarea cognitiva secundaria.

Por ejemplo, versiones modificadas del test *Timed Up and Go* (Podsiadlo y Richardson, 1991¹⁰⁷) con tareas cognitivas y motoras secundarias pueden ser utilizadas para evaluar la influencia de la atención dividida sobre el control del equilibrio (Lundin-Olsson *et al.*, 1998¹⁰⁸; Shumway-Cook *et al.*, 2000¹⁰⁹).

2.2.5.5 Alteraciones de las respuestas motoras

Los sujetos propensos a sufrir caídas tienden a presentar límites de estabilidad pequeños (Duncan *et al.*, 1990¹¹⁰). Es importante que el sistema nervioso central tenga una representación precisa de los límites de estabilidad corporales. Los trastornos de los ganglios basales, como la enfermedad de Parkinson, pueden dar como resultado una representación anormal de estos límites, dando lugar a inestabilidad postural.

Un individuo anciano con riesgo de caídas tiende a dar un paso, agarrarse a algo o usar la estrategia de cadera más que un individuo con un riesgo de caídas bajo y que usa la estrategia de tobillo (Maki

et al., 2000¹¹¹) para mantener la estabilidad postural. Sin embargo, el miedo a caer puede llevar a un uso superior de la estrategia de cadera (Adkin *et al.*, 2000¹¹²).

Aunque la activación de las estrategias de movimiento posturales ha sido medida a los 100 ms en respuesta a una perturbación externa, los individuos pueden condicionar la selección de estrategias así como la magnitud de sus respuestas basadas en la intención, experiencia y sus expectativas (Burleigh *et al.*, 1994¹¹³; Horak, 1996¹¹⁴; Shupert y Horak, 1999¹¹⁵). Las estrategias posturales anticipatorias, previas al movimiento voluntario, también ayudan a mantener la estabilidad mediante compensaciones para una desestabilización anticipada asociada al movimiento de un miembro.

Los sujetos con respuestas posturales automáticas poco coordinadas muestran una inestabilidad postural en respuesta a perturbaciones externas, mientras que los sujetos con ajustes posturales anticipatorios poco coordinados muestran una inestabilidad postural durante los propios movimientos voluntarios (Horak *et al.*, 1996¹¹⁶).

En los individuos con problemas neurológicos (como un accidente cerebrovascular, un traumatismo craneoencefálico o la enfermedad de Parkinson), la incapacidad para generar fuerzas musculares adecuadas debido a un tono anormal o una alteración de la coordinación de estrategias motoras puede limitar

la habilidad de esa persona para reclutar músculos necesarios para el equilibrio (Shumway-Cook y Woolacott, 2001³⁷). El dolor también puede alterar los movimientos, reducir los límites de estabilidad normales de una persona y, si es persistente, producir alteraciones secundarias de la fuerza y la movilidad.

2.2.5.6 Alteraciones de la orientación espacial

La habilidad para orientar las partes del cuerpo con respecto a la gravedad, la superficie de apoyo, el entorno visual y las referencias internas es un componente importante del control postural. Los sistemas nerviosos sanos alteran automáticamente la manera en la que el cuerpo está orientado en el espacio, dependiendo del contexto y la tarea. Por ejemplo, una persona puede orientar el cuerpo perpendicularmente a la superficie de apoyo hasta que esta superficie se inclina, y reorientar entonces su postura respecto a la gravedad.

Los individuos sanos pueden identificar la vertical gravitacional en la oscuridad total hasta en variaciones de 0,5°. Los estudios han mostrado que la percepción de la verticalidad, o la posición erecta, puede tener múltiples representaciones neurales (Karnath *et al.*, 2000¹¹⁷). De hecho, la percepción de la verticalidad visual, o la habilidad para alinear una línea con la vertical gravitacional en la oscuridad total, es dependiente de la percepción de la vertical postural (o propioceptiva); por

ejemplo, la habilidad para alinear el cuerpo en el espacio sin visión (Bisdorff *et al.*, 1996¹¹⁸).

Por lo tanto, la representación interna de la verticalidad visual, pero no la postural, se encuentra inclinada en personas con pérdida vestibular unilateral, mientras que la representación interna de la verticalidad postural, pero no la visual, está inclinada en pacientes con heminegligencia debido a un accidente cerebrovascular (Karnath *et al.*, 1998¹¹⁹). Una representación interna inclinada o inexacta de la verticalidad dará como resultado un alineamiento postural automático que no se corresponderá con la gravedad, convirtiendo por tanto a la persona en inestable.

2.2.5.7 Alteraciones del control de la dinámica

El control del equilibrio durante la marcha y mientras se cambia de una postura a otra requiere de un control complejo de un centro de masa móvil. Al contrario que en la bipedestación, el centro de masa de una persona sana no se encuentra en medio de la base de apoyo de los pies cuando se encuentra caminando o cambiando de una postura a otra (Winter *et al.*, 1993¹²⁰).

La estabilidad postural anterior durante la marcha proviene de ubicar el miembro oscilante en la perpendicular del centro de masa. Sin embargo, la estabilidad lateral proviene de una combinación de control lateral del tronco y la ubi-

cación lateral de los pies (Bauby y Kuo, 2000¹²¹). Las personas mayores que son propensas a las caídas suelen tener desplazamientos laterales del centro de masa, mayores de lo normal y ubicaciones laterales de los pies más irregulares (Prince *et al.*, 1997¹²²).

2.2.5.8 Déficits con la edad

Las caídas son comunes en personas de más de 65 años de edad y son una causa importante de morbilidad, mortalidad, reducción de la función e ingresos prematuros en residencias de ancianos (Sattin, 1992¹²³; Chandler y Duncan, 1993¹⁰⁰, Rubenstein *et al.*, 1994¹²⁴; Nevitt, 1997¹²⁵; Donald y Bulpitt, 1999¹²⁶). La mayoría de las caídas en los ancianos se deben, probablemente, a una interacción compleja entre múltiples factores de riesgo como debilidad muscular, historia previa de caídas, déficits de la marcha, artritis, depresión, déficits de equilibrio, uso de ayudas técnicas, déficit visual, actividades de la vida diaria limitadas, tener más de 80 años de edad o algún tipo de déficit cognitivo (*American Geriatrics Society et al.*, 2001¹²⁷).

A medida que las personas envejecen, se produce un declive en todos los sistemas sensoriales (somatosensorial, visión y vestibular) y en las tres frases el procesamiento de la información (procesamiento sensorial, integración sensitivomotora y respuesta motora) (Light, 1990¹²⁸; Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷). Es ampliamente reconoci-

do que las personas mayores con trastornos del equilibrio sufren múltiples impedimentos, tales como pérdida multi-sensorial, debilidad muscular, limitaciones ortopédicas y alteraciones cognitivas (Lord *et al.*, 1994¹²⁹; Tinetti *et al.*, 1995¹³⁰).

A menudo se asume que estas alteraciones conducen directamente a la pérdida funcional, tales como la incapacidad para caminar con seguridad, subir o bajar escaleras, o vestirse de forma independiente. Sin embargo, estos impedimentos por sí mismos no tienen por qué provocar déficits funcionales manifiestos, ya que dependerá del tipo de dificultad y las estrategias que cada paciente utilice para compensar dicha pérdida de capacidad funcional.

En comparación con los adultos jóvenes, los ancianos tienen mayor dificultad para mantener el equilibrio cuando los *inputs* sensoriales de más de un sistema se ven reducidos, particularmente cuando tienen que depender únicamente de los *inputs* vestibulares para el control del equilibrio (Woollacott *et al.*, 1986¹³¹; Richardson, 2002⁹⁷). Los estudios de patrones de respuesta como consecuencia de perturbaciones de la base de apoyo en pacientes ancianos han demostrado los siguientes cambios en las estrategias motoras, en comparación con adultos jóvenes:

- Latencias de aparición más lentas (Woollacott *et al.*, 1986¹³¹; Studenski *et al.*, 1991¹³²).

- Uso más frecuente de la estrategia de cadera para el control del equilibrio (Horak *et al.*, 1989¹³³).
- Limitaciones en la habilidad para mantener el equilibrio ante perturbaciones de magnitud y velocidad crecientes (Lin *et al.*, 2004¹³⁴).

Se han demostrado alteraciones de los ajustes posturales anticipatorios previos a la ejecución de movimientos voluntarios en individuos ancianos y esto puede explicar la alta incidencia de caídas durante actividades como caminar o elevar y cargar objetos (Frank *et al.*, 1987¹³⁵; Inglin y Woollacott, 1988¹³⁶).

Sin embargo, este aumento asociado al envejecimiento no se debe al envejecimiento del «sistema del equilibrio» sino a una mayor probabilidad de deterioro o patología en los subsistemas fisiológicos que subyacen a la compleja habilidad de mantener el equilibrio (Horak *et al.*, 1989¹³³).

2.2.5.9 Déficit por medicación

Existe un aumento del riesgo de caídas entre los ancianos que toman cuatro o más medicamentos y entre éstos algunos en especial que provocan mareos u otros efectos secundarios, como los hipnóticos, sedantes, antidepresivos tricíclicos o antihipertensivos (Chandler and Duncan, 1993¹⁰⁰; American Geriatrics Society *et al.*, 2001¹²⁷). Los individuos que han sufrido una caída

deberían revisar su medicación para que, de ser preciso, sea cambiada o eliminada con el fin de prevenir futuras caídas.

2.3 Las caídas en pacientes geriátricos

La prevalencia y la severidad de los desórdenes posturales y de equilibrio aumentan con la edad (Manckoundia *et al.*, 2008¹³⁷). Uno de los problemas característicos del paciente geriátrico es la pérdida de equilibrio, que provoca caídas con todas sus consecuencias, según la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología¹³⁸ (2007). Un 10% de las caídas provocan consecuencias psicológicas o lesiones físicas graves (Sattin, 1992¹²³; Tinetti *et al.*, 1995³; Morely *et al.* 2003¹³⁹), y debido a estas consecuencias los pacientes que han sufrido una caída se encuentran con un alto riesgo de pérdida de autonomía, aislamiento social e institucionalización.

La OMS define la caída como «la consecuencia de cualquier acontecimiento que precipita al individuo contra el suelo en contra de su voluntad» (Papiol *et al.*, 2003¹⁴⁰). Las caídas se asocian a deterioro del estado de salud, aumento del consumo de servicios hospitalarios, institucionalización y muerte. Son la principal causa de fractura de cadera, multiplicando por cuatro el riesgo de fallecer (Fuller, 2000¹⁴¹).

Las principales consecuencias de las caídas son la fractura de cadera

y de muñeca. También problemas psicológicos (miedo a nuevas caídas), sociales (30-40% de los que caen acaban institucionalizados) y funcionales (riesgo de incapacidad y dependencia) (Lázaro del Nogal *et al.*, 2001¹⁴²).

Los individuos ancianos que han experimentado una o más caídas pueden desarrollar miedo a caerse, lo que llevará a una pérdida de confianza en la capacidad para llevar a cabo tareas rutinarias, actividad restringida, aislamiento social, empeoramiento funcional, depresión y disminución de la calidad de vida (Chandler y Duncan, 1993¹⁰⁰; Lachman *et al.*, 1998¹⁴³). El miedo a caerse surge más a menudo del miedo de la persona a ser institucionalizada que del miedo a una lesión (Howland *et al.*, 1993¹⁴⁴).

Los individuos con miedo a caerse perciben que sus límites de estabilidad se encuentran más reducidos que sus límites de estabilidad reales y muestran cambios en la marcha, incluyendo la reducción de la longitud del paso, disminución en la velocidad, aumento en el ancho del paso y aumento del tiempo de apoyo doble (Maki, 1997¹⁴⁵; Chamberlin *et al.*, 2005¹⁴⁶).

Es importante que el miedo a las caídas sea evaluado con instrumentos adecuados, como las escalas *Activities-Specific Balance Confidence* (ABC) (Powell y Myers, 1995¹⁴⁷) o la *Fall Efficacy Scale* (Tinetti *et al.*, 1990¹⁴⁸). De esta manera se podrán implementar intervenciones basadas en la evidencia para reducir el miedo a las caídas y promocionar las actividades físicas, sociales y funcionales (Walker y Howland, 1991¹⁴⁹; Taggart, 2002¹⁵⁰; Brouwer *et al.*, 2003¹⁵¹).

El paciente geriátrico es un paciente frágil y aquellos traumatismos que en el individuo adulto y joven no tendrían ninguna consecuencia en el anciano pueden conducir incluso a la muerte. Según Abrams¹⁵² (1990), las caídas son la primera causa de muerte en ancianos, en competencia con las enfermedades cerebrovasculares. Por lo tanto, las caídas asociadas a desórdenes posturales y de la deambulación constituyen un gran problema de salud pública.

Según el estudio de Robitaille¹⁵³ (1990) y luego corroborado por Guillen¹⁵⁴ (1992), a partir de los 65 años un 33% de la población cae al suelo al menos una vez al año. Además, esta proporción aumenta linealmente hasta que al llegar a los 80 años llegamos al 50%. Los estudios de Tinetti^{155,156,75} (1988, 1994, 1997) nos ofrecen unas estadísticas similares. Por su parte, Gillespie¹⁵⁷ (2007) nos da una proporción del 30% de los mayores de 65 años que caen al suelo, pero

esta proporción aumenta entre los ancianos institucionalizados.

Los primeros estudios sobre el tema mostraban que la inestabilidad postural inducida por modificaciones del *input* visual era mayor en pacientes ancianos que en jóvenes (Simoneau *et al.*, 1992¹⁵⁸). Sin embargo, la importancia del papel de la visión en la estabilización postural es controvertida. Hytönen *et al.*¹⁵⁹ (1993) sugirieron que el papel de la visión se vuelve más importante con la edad, mientras que otros autores encontraron que la estabilización visual era mayor en sujetos jóvenes que en ancianos (Koceja *et al.*, 1999¹⁶⁰; Benjuya *et al.*, 2004¹⁶¹). Turano *et al.*¹⁶² (1994) mostraron que la influencia de la visión en la postura era mayor en los ancianos sin caídas que los ancianos con caídas. Sin embargo, Straube *et al.*¹⁶³ (1988) mostraron que la importancia de la visión en el control postural en la posición de bipedestación aumenta con la edad; y Matheron *et al.*¹⁶⁴ (2010) muestran que la relevancia de la visión parece ser mayor en pacientes con SDP que en los sujetos con envejecimiento fisiológico normal.

Además, estudios anteriores mostraron que la ansiedad deteriora la influencia de la visión en el control postural (Ohno *et al.*, 2004¹⁶⁵), mientras que Lord y Menz¹⁶⁶ (2000) encontraron que los sujetos que sufrían caídas tenían mayor deficiencia visual que los que no sufrían caídas, es decir, una disminución de la capacidad visual estaba directamente relacionada con un mayor riesgo de caídas.

Tavernier-Vidal¹⁶⁷ (2001) postula que el descenso de la agudeza visual, la rigidez del cuello, de la columna vertebral o de las extremidades inferiores, las deformidades articulares, la atrofia muscular, son causas que dificultan al paciente geriátrico conservar un buen equilibrio. La tendencia al desequilibrio va en aumento a medida que disminuye la actividad del sujeto, y en este sentido la institucionalización suele ser un factor de riesgo añadido. Cobo¹⁶⁸ (2000) preconiza que, entre otros factores, aquellos que afectan a la visión, el oído y el ámbito cognitivo son determinantes en los desequilibrios ocasionando caídas.

Considerando por tanto que tenemos un paciente geriátrico que por sus características tendrá una disminución de la velocidad de transmisión nerviosa, menos receptores propioceptivos, rigidez articular, pies con deformidades tales como el *hallux valgus*, etc., es razonable pensar que uno de los ejes de la ree-

ducación del Desequilibrio Posterior debe ser el trabajo propioceptivo y en especial del pie (Thévenon y Pollez, 1994¹⁷). Según Huffschmitt¹⁶⁹ (1987), es a nivel de la cara plantar del pie donde encontramos un mayor número de problemas, en especial en el eje del 2º y 3º metatarsianos, como resultado de microtraumatismos de repetición.

Debido a que cada individuo posee un conjunto único de limitaciones y recursos disponibles para el control de la postura, la capacidad de mantener el equilibrio y la orientación postural dependerá del contexto particular de ese individuo. Por lo tanto, diferentes personas caerán en diferentes situaciones, dependiendo de qué sistemas se requieren para completar la tarea con éxito (Horak, 2006⁴⁰).

La tabla 3 proporciona ejemplos de diferentes contextos, que a su vez determinan el adecuado desempeño postural.

Tabla 3. El desempeño del control postural y las caídas son dependientes del contexto (tabla modificada de Horak, 2006⁴⁰).

Limitaciones de las tareas biomecánicas
Estrategias de movimiento
Ambiente sensorial
Orientación postural
Control de la dinámica
Recursos cognitivos
Experiencia y práctica
Percepción de la meta y del contexto

2.4 El Síndrome de Desadaptación Psicomotora

Gaudet *et al.*¹⁷⁰ (1986) fueron los primeros en estudiar una entidad patológica que denominaron como «Síndrome de Regresión Psicomotriz». Años después, con los avances de la investigación sobre los aspectos fisiopatológicos, este síndrome fue rebautizado como «Síndrome de Desadaptación Psicomotora» (Pfitzenmeyer *et al.*, 1999¹⁷¹). El Síndrome de Desadaptación Psicomotora se caracteriza por presentar diversas alteraciones posturales, trastornos de la marcha, signos neurológicos y trastornos psicológicos (Mourey *et al.*, 2004²).

La etiología del Síndrome de Desadaptación Psicomotora se atribuye a varios factores y no está claro cuál es el más importante:

- Percepción anormal de la verticalidad (Manckoundia, 2007¹⁷²)
- Déficit en la sensibilidad plantar (Manckoundia, 2007⁶)
- Mayor tensión en la musculatura posterior (Manckoundia, 2007⁶)
- Déficit en el esquema corporal (Manckoundia, 2007¹⁷³)
- Déficit en el aporte sanguíneo en el área frontal subcortical (Manckoundia, 2007¹)
- Déficits en el control propioceptivo.

Este síndrome presenta las siguientes características:

1. Trastornos posturales:

El principal trastorno postural asociado con el SDP es el desequilibrio posterior (DP), caracterizado por una posición posterior del centro de gravedad respecto a la base de sustentación. Cuando el paciente se halla en sedestación, presenta una actitud con el tronco hacia atrás, lo que comporta un deslizamiento de la pelvis hacia delante, convirtiendo en difícil o imposible la bipedestación. Cuando consigue ponerse en bipedestación con ayuda, el paciente mantiene una posteriorización del centro de gravedad, con una inclinación posterior del cuerpo, predisponiendo a los sujetos a sufrir caídas hacia atrás. Este trastorno postural se compensa parcialmente con una ligera flexión de rodillas y caderas y con un levantamiento de los dedos de los pies.

2. Trastornos de la marcha:

Los trastornos de la marcha no son específicos del SDP. Cuando la deambulación es posible, se realiza con pasos cortos con una marcha que parece aleatoria (*marche à petits pas*), rodillas flexionadas y piernas abiertas para aumentar la base de susten-

tación y ganar seguridad. Además, puede haber paradas repentinas y deambulación lenta. El paciente presenta una mayor tendencia a presentar DP, caer hacia atrás y disminuye el tiempo unipodal de la marcha. Las mayores dificultades se presentan al iniciar la marcha, al realizar un giro y ante un obstáculo.

3. Trastornos neurológicos:

Los signos neurológicos del SDP están poco o nada influenciados por la administración de L-Dopa. Incluyen hipertonía muscular reactiva de tipo oposicional, rigidez axial y de miembros, y pérdida de respuestas reactivas de adaptación postural y reacciones de protección.

4. Componente psicocomportamental:

La ansiedad aumenta ante cualquier intento de verticalización. A veces puede aparecer bradifrenia (enlentecimiento psicointelectual), apatía (falta de emoción, motivación o entusiasmo), abulia (falta de voluntad o iniciativa y de energía), indiferencia, ptofobia (miedo a caerse) y trastornos de la memoria reciente.

Los sujetos con SDP tienen mayor probabilidad de sufrir caídas que los sujetos sanos (Matheron *et al.*,

2010¹⁶⁴). El SDP aparece inicialmente en sujetos ancianos con factores predisponentes que están asociados con situaciones de dependencia, y secundariamente produce una pérdida de autonomía durante su progresión (Pfitzenmeyer *et al.*, 1999¹⁷¹; Mourey *et al.*, 2004²). De hecho, la inestabilidad postural, una de las principales características del SDP, está asociada con un aumento del riesgo de caídas (Chu *et al.*, 1999¹⁷⁴), principalmente debido al DP (Pfitzenmeyer *et al.*, 1999¹⁷¹; Manckoundia *et al.*, 2008¹). Este aumento del riesgo de caídas también está asociado con los trastornos neurológicos y de la marcha que presentan estos sujetos, dando como resultado una pérdida de autonomía (Mourey *et al.*, 2004²).

Además, el número de enfermedades concomitantes en sujetos con SDP es mayor que en los sujetos sanos (Matheron *et al.*, 2010¹⁶⁴). Esto se puede explicar por el hecho que el SDP podría ser una consecuencia de diferentes problemas o patologías crónicas, como los síndromes parkinsonianos, la atrofia de múltiples sistemas corporales, la parálisis progresiva supranuclear, el trastorno de los cuerpos de Lewy, la enfermedad de Binswanger, lesiones vasculares subcorticales, hidrocefalia normopresiva, linfomas del sistema nervioso, meningoencefalitis, infección por VIH, depresión, encamamiento o caídas (Pfitzenmeyer *et al.*, 1999¹⁷¹; Mourey *et al.*, 2004²).

2.4.1 Forma de aparición del Síndrome del Desequilibrio Posterior

Las caídas son el principal factor desencadenante en sujetos con factores predisponentes. Sin embargo, distinguimos dos formas de aparición:

- El SDP se instaura de manera progresiva y es de carácter crónico (Pfitzenmeyer *et al.*, 2001¹⁷⁵) y puede ser secundario a otros problemas o patologías crónicas (Pfitzenmeyer *et al.*, 1999¹⁷¹; Mourey *et al.*, 2004²).
- Cuando se instaura en pocas horas o en pocos días corresponde a la descripción realizada por Murphy e Isaacs⁵ (1982) bajo el nombre de *Post-fall Syndrome* o síndrome post-caída. Suele ser consecutivo a una caída, pero también puede ser debido una enfermedad aguda, una intervención quirúrgica o un choque psico-afectivo. En algunos casos requiere la hospitalización del paciente en unidades especializadas.

2.4.2 Bases de la Exploración

Según Mourey *et al.*² (2004) podemos hablar de tres grandes aspectos para la exploración:

1. Automatismos de base:

La inhibición de los encadenamientos cinéticos automa-

tizados desde la infancia se utiliza en actividades como los giros en la cama, paso de sedestación a bipedestación... Su pérdida puede conducir a la persona mayor a la inmovilidad. Los análisis detallados de los automatismos de base perdidos permiten una primera orientación del tratamiento.

2. Equilibrio:

El examen de la bipedestación, de las posibilidades de adaptación postural y de la capacidad en las reacciones de protección cuando aparece un desequilibrio precede al examen y tratamiento del equilibrio dinámico.

3. Estrategias motoras:

Bajo esta terminología, agrupamos actividades motoras finalizadas que necesitan una programación relativamente compleja.

Según Barbieri *et al.*¹⁷⁶ (2008), el paciente con DP tiene un déficit en la percepción de la verticalidad, de manera que cuando cree estar en posición vertical, está en realidad con una inclinación hacia posterior de unos 5°.

En general, se considera que el desequilibrio posterior es una combinación de todos los factores que acabamos de enumerar, y que vienen favorecidos por la edad y por los cambios fisiológicos provocados por el paso del tiempo.

El balanceo sagital del cuerpo en la posición de bipedestación aumenta generalmente con la edad (Lord *et al.*, 1991³¹). En pacientes con SDP, existe un mayor aumento en el balanceo del cuerpo en el plano sagital que en el plano frontal, y su amplitud es mayor que en sujetos sanos (Matheron *et al.*, 2010¹⁶⁴). Este aumento podría ser explicado por el DP y la fobia hacia la posición erguida durante la marcha que caracteriza al SDP (Pfitzenmeyer *et al.*, 1999¹⁷¹; Mourey *et al.*, 2004²). Esto también explica el hecho de que la diferencia entre pacientes con SDP y sujetos sanos en relación al balanceo corporal sea mayor en el plano sagital que en el plano frontal. En realidad, el balanceo corporal frontal que encontramos en pacientes con SDP está relacionado con la inestabilidad general de estos sujetos, pero es menor que la cantidad de balanceo corporal sagital que está relacionado con el DP y, por lo tanto, con la fisiopatología de SDP.

Esto es contrario a las características que presentan los pacientes con el denominado «síndrome del empujador» o *pusher syndrome* debido a un problema vascular en algún hemisferio (Pérennou *et al.*, 2008¹⁷⁷), en los cuales predomina un balanceo corporal en el plano frontal.

2.4.3 Bases de la Reeduación

Algunos estudios en la literatura se han interesado por los sujetos con SDP. De dichos estudios, se deduce que los sujetos con SDP se benefi-

cian de un programa de intervención multidisciplinar (fisioterapia, intervención psicológica y tratamiento médico), en lo que respecta a las habilidades motoras y el miedo a caer (Manckoundia *et al.*, 2007¹⁷⁸). Por otra parte, se encontró una correlación directa entre el DP y la vertical postural (auto-percepción de la orientación del cuerpo en el espacio) en el plano sagital (Manckoundia *et al.*, 2007¹⁷²).

1. Precocidad de la intervención:

En el caso de los pacientes ancianos, las complicaciones aparecen de forma muy precoz y, especialmente, las relacionadas con el decúbito. Por ello, cuanto antes se produzca la actuación por parte de los profesionales sanitarios, menor será el riesgo de que surjan complicaciones.

2. Globalidad de las técnicas:

Las técnicas más indicadas son las de estimulación sensitivo-motriz (Mansfield *et al.*, 2007¹⁷⁹).

3. Interdisciplinariedad:

Como suele ocurrir en geriatría y en este caso no es una excepción, entre todos los componentes del equipo interdisciplinar se intentará automatizar los patrones motores evitando el desequilibrio posterior.

Según Bouchet *et al.*¹⁸⁰ (1995), la función de equilibrio en conjunto debe ser estimulada para que los

mecanismos de reequilibrio que funcionan en el anciano compensen los que no funcionan.

El tratamiento del SDP empezará ya en las fases de decúbito, a partir principalmente del trabajo activo y el mantenimiento de la cadena muscular anterior. Según Bleton¹⁸¹ (1991), las sesiones de reeducación deben ser breves pero repetidas, para evitar la fatiga del paciente.

En posición de sedestación, las reacciones de equilibrio, primero suaves y progresivamente más intensas, permiten el mantenimiento de la musculatura del tronco. En esta fase, es importante trabajar también la musculatura cervical y de forma global el equilibrio del tronco.

Para Thévenon *et al.*¹⁸² (1993), en posición de bipedestación, la reeducación del equilibrio cobra su máxima intensidad y es cuando además de intensificar el trabajo previo se añaden los platos inestables con sistemas parecidos a los

que motivan este estudio pero con características distintas.

El trabajo propioceptivo se muestra eficaz para prevenir los problemas de equilibrio del paciente anciano, ya que estos aumentan proporcionalmente con la edad consiguiendo disminuir el riesgo de caídas (Konrad *et al.*, 1999¹⁸³).

El miniplato inestable es un material idóneo para este trabajo puesto que es de pequeño tamaño y muy seguro (al menos comparándolo con los platos inestables usados habitualmente como el de Freeman o Bohler) para el paciente de manera que este no tiene miedo a su utilización. Permite además la disociación del antepié y del retropié, característica muy importante para su utilización en geriatría. Puede permitir incluso el autotratamiento en pacientes que permanezcan en su domicilio y en el caso del fisioterapeuta que trabaja en domicilios es de fácil transporte.

2.5 Evaluación del equilibrio

Los elementos clave para una evaluación adecuada de los individuos con problemas de equilibrio deberían incluir los siguientes puntos (Chandler y Duncan, 1993¹⁰⁰):

- Una historia completa de caídas previas: si la aparición de las caídas es repentina o gradual, la frecuencia de
- las caídas, las condiciones ambientales, actividades, y presencia de mareos, vértigo o aturdimiento en el momento de la caída; medicación actual y pasada, y si existe miedo a caerse.
- Evaluación para identificar déficits en el *input* sensorial

(propioceptivos, visuales o vestibulares), el procesamiento sensorial (integración sensoriomotora, control anticipatorio y reactivo del equilibrio) o déficits biomecánicos o motores (alineación postural, fuerza y resistencia musculares, rango de movimiento articular y flexibilidad, coordinación motora, dolor) que contribuyan a los problemas de equilibrio.

- Tests y observaciones para determinar el impacto de los déficits del sistema de control del equilibrio en el rendimiento funcional.
- Evaluación ambiental para determinar los peligros de riesgo de caída en el hogar y entorno de la persona.

2.5.1 Tests para el equilibrio estático

El equilibrio estático puede ser evaluado observando la capacidad del paciente para mantener diferentes posturas.

- El test de Romberg (Newton, 1989¹⁸⁴), evalúa la capacidad del paciente para mantenerse de pie con los pies juntos y paralelos, con los ojos abiertos y cerrados, durante 30 s.
- El test «*Sharpened Romberg*», también conocido como de Romberg en tándem (Newton, 1989¹⁸⁴), requiere que el

paciente se mantenga en una posición de los pies en línea, con los brazos cruzados sobre el pecho y los ojos cerrados, durante un minuto.

- El *Single-Leg Balance Stance Test (SLB)*, o test de equilibrio sobre una pierna, solicita al paciente que se mantenga en equilibrio sobre una pierna, sin zapatos y con los brazos cruzados sobre el pecho, sin permitir que las piernas se toquen. Se llevan a cabo cinco intentos de treinta segundos por cada pierna, con una puntuación máxima posible de 150 segundos por pierna. Este test es fidedigno y se ha encontrado que predice caídas perjudiciales en ancianos que viven en la comunidad (Vellas *et al.*, 1997¹⁸⁵).

2.5.2 Tests para el equilibrio dinámico

El control del equilibrio dinámico se puede evaluar mediante observaciones de cómo el paciente se levanta o se sienta sobre superficies inestables (gomaespuma o pelota suiza), las transferencias de una posición a otra (de supino a sentado o de sentado a de pie) y cómo realiza las actividades, tales como caminar, saltar y caminar en el sitio.

- El test *Five-times-sit-to-stand* o test de sentado a de pie cinco veces, puede ser usado para evaluar el control del equilibrio cuando el paciente se mueve

de sedestación a bipedestación y viceversa (Csuka y McCarty, 1985¹⁸⁶). La persona está sentada en una silla, con los brazos cruzados sobre su pecho y entonces se levanta y se sienta de nuevo tan rápido como sea posible, cinco veces consecutivas mientras es cronometrado. Una puntuación de >15 s en este test es un predictor de caídas recurrentes (55% de sensibilidad, 65% de especificidad), según un estudio realizado en 2735 individuos ancianos que viven en la comunidad (Buatois *et al.*, 2008¹⁸⁷).

2.5.3 Tests para el control postural anticipatorio

El control postural anticipatorio es evaluado haciendo que los pacientes realicen movimientos voluntarios que requieren el desarrollo de estrategias posturales para contrarrestar una perturbación postural prevista. La habilidad del paciente para coger una pelota, abrir puertas, elevar objetos de diferentes pesos y alcanzar algo sin perder el equilibrio es indicativa de un control anticipatorio adecuado.

- Los tests *Functional Reach* (Duncan *et al.*, 1990¹⁸⁰) y *Multi-Directional Reach* (Newton, 2001¹⁸⁸) requieren que el paciente alcance un objeto en diferentes direcciones tan lejos como sea posible sin cambiar su base de apoyo. Ambos test están validados y son fidedignos¹⁸⁸.

- El *Star Excursion Balance Test* es un test de alcance para los miembros inferiores que pone a prueba los límites de estabilidad del individuo (Olmsted *et al.*, 2002¹⁸⁹). Se indica al paciente que alcance tan lejos como pueda con una pierna y en cada una de las ocho direcciones indicadas, mientras mantiene el equilibrio en la pierna contralateral. El test es fidedigno (Kinzey y Armstrong, 1998¹⁹⁰; Hertel *et al.*, 2000¹⁹¹) y puede detectar déficits en individuos con inestabilidad crónica de tobillo (Olmsted *et al.*, 2002¹⁸⁹; Hertel *et al.*, 2006¹⁹²).

2.5.4 Tests para el control postural reactivo

Las respuestas posturales automáticas o el control postural reactivo pueden ser evaluadas según la respuesta del paciente a las perturbaciones externas.

- Los empujones (pequeños o grandes, lentos o rápidos, anticipados o repentinos) aplicados en diferentes direcciones sobre el esternón, el tronco posterior o la pelvis son bastante usados, pero no son cuantificables ni fidedignos. El evaluador puntúa subjetivamente las respuestas del paciente como normal, buena, aceptable, pobre o incapaz.
- Los test *Pull Test* (Munhoz *et al.*, 2004¹⁹³; Hunt y Sethi, 2006¹⁹⁴), *Push and Release*

Test (Jacobs *et al.*, 2006¹⁹⁵) y *Postural Stress Test* (Wolfson *et al.*, 1986¹⁹⁶) son medidas más objetivas y fidedignas del control postural reactivo.

2.5.5 Tests para la organización sensorial

El *Clinical Test of Sensory Integration on Balance* (CTSIB), también llamado el test de *Foam and Dome* (Shumway-Cook y Horak, 1986¹⁹⁷), mide la habilidad del paciente para mantener el equilibrio en seis situaciones sensoriales diferentes.

1. De pie sobre una superficie firme con los ojos abiertos (información visual, somatosensorial y vestibular exactas).
2. De pie sobre una superficie firme con los ojos cerrados (información somatosensorial y vestibular exactas).
3. De pie sobre una superficie firme llevando sobre la cabeza una cúpula hecha a partir de un farol japonés modificado (información somatosensorial y vestibular exactas, información visual errónea).
4. De pie sobre un cojín de gomaespuma con los ojos abiertos (información visual y vestibular exactas, información somatosensorial errónea).
5. De pie sobre la gomaespuma con los ojos cerrados (infor-

mación vestibular exacta, información somatosensorial errónea).

6. De pie sobre la gomaespuma llevando la cúpula (información vestibular exacta, información somatosensorial y visual erróneas).

El paciente permanece con los pies paralelos y los brazos a ambos lados con las manos sobre las caderas. Se realiza un mínimo de tres intentos de 30 s por intento para cada una de las situaciones.

- Los individuos que confían principalmente en los *inputs* visuales para el control del equilibrio (dependientes visuales) mostrarán inestabilidad o caerán en las situaciones 2, 3, 5 y 6.
- Aquellos que confían principalmente en los *inputs* somatosensoriales (dependientes de la superficie) estarán inestables o caerán en las situaciones 4, 5 y 6.
- Aquellos con problemas generalizados de adaptación estarán inestables en las condiciones 3, 4, 5 y 6.
- Los individuos con pérdida vestibular serán muy inestables en las situaciones 5 y 6.

La versión computarizada del CTSIB emplea una plataforma de fuerzas

y un entorno visual móvil y recibe el nombre de *Sensory Organization Test* (SOT)³⁹.

2.5.6 Tests funcionales

Los test funcionales son utilizados para determinar las limitaciones de las actividades y las restricciones en la participación, así como para identificar las tareas que los pacientes necesitan practicar. Existen varias escalas para evaluar el equilibrio durante las actividades funcionales.

Escalas de marcha:

- *Dynamic Gait Index* (Shumway-Cook y Woollacott, 2001³⁷).
- *Functional Gait Assessment* (Wrisley *et al.*, 2004¹⁹⁸).

Escalas de movilidad:

- *Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment* (POMA) (Tinetti, 1986¹⁹⁹).
- *Timed Up and Go* (TUG) (Podsiadlo y Richardson, 1991¹⁰⁷).
- *Berg Balance Scale* (Berg *et al.*, 1992²⁰⁰).
- *Four Square Step Test* (4SST) (Dite y Temple, 2002²⁰¹).

La mayoría de estos test fueron diseñados para evaluar el riesgo de caídas en los ancianos, con la excepción del *Functional Gait Assessment*, que fue desarrollado

específicamente para ser utilizado en pacientes con desórdenes vestibulares. Las escalas *Community Balance and Mobility Scale* (Howe *et al.*, 2006²⁰²) y *High Level Mobility Assessment Tool* (HiMAT) (Williams *et al.*, 2006²⁰³) pueden ser utilizadas en personas ambulatorias y con buen nivel de funcionalidad que presentan algún déficit de equilibrio.

A pesar de la multitud de herramientas de medición existentes, este trabajo se centra en el *Test Timed Up and Go* (TUG) (Podsiadlo y Richardson, 1991¹⁰⁷) y el Test de Tinetti (POMA) por estar demostrada su validez, eficacia y reproductibilidad además de su sencillez de realización y accesibilidad para valorar el equilibrio del paciente geriátrico (Steffen *et al.*, 2002²⁰⁴; Pérennou *et al.*, 2005²⁰⁵; Köpke and Meyer, 2006²⁰⁶), incluso en situaciones de patología Kegelmeyer *et al.*, 2007²⁰⁷).

El Test de Tinetti ha sido recomendado y ampliamente utilizado en la población anciana para evaluar la movilidad, el equilibrio y la deambulación (Tinetti, 1986¹⁹⁹). Este test evalúa el equilibrio y la deambulación con un número de ítems que varían según la versión utilizada. El POMA es sencillo de realizar en una clínica, una institución o en domicilio por parte de profesionales sanitarios. Aunque este test parece ser una herramienta excelente para evaluar el equilibrio y la deambulación en algunas situaciones de la vida diaria de los pacientes ancianos, su validez para predecir el ries-

go de caídas no ha sido claramente establecida. Sin embargo, algunos estudios han encontrado que este test mostraba características aceptables para ser recomendado como una herramienta de criba para las caídas (Raïche *et al.*, 2000²⁰⁸).

El Test de Tinetti tiene una relación directa con la predicción de caídas, considerando que un paciente con un Tinetti inferior a 19 puntos tiene un riesgo alto de caídas. De aquí su interés en utilizarlo como escala de valoración en este trabajo, cuya finalidad última es la prevención de caídas. Además, el Test de Tinetti está dividido en dos partes diferenciadas, lo que nos permite valorar el equilibrio estático y dinámico de forma independiente:

1. Equilibrio Estático: se valora sobre 16 puntos
2. Equilibrio Dinámico: se valora sobre 12 puntos

El equilibrio estático se compone de un total de 9 ítems que deben valorarse con 0, 1 o 2 puntos y se realiza con el paciente sentado en una silla sin brazos.

El equilibrio dinámico consta de 7 ítems que deben valorarse con 0, 1 o 2 puntos y se realiza con el sujeto de pie junto al examinador, caminando por el pasillo o por la habitación y utilizando las ayudas técnicas que precise (andador, bastón...).

Por tanto, el total de puntos es de 28 y cuanto mayor es la puntuación mejor es el equilibrio del paciente. Como se ha mencionado y según la propia autora del test, por debajo de 19 puntos existe un riesgo alto de caídas y de 19 a 24 puntos hay riesgo de caída (Tinetti, 1986¹⁹⁹ y Séculi Sánchez *et al.*, 2004¹⁸).

El TUG es un test que ha derivado del test *Get up and go*, que consiste en pedir al paciente que se incorpore desde una silla, camine 3 metros en línea recta, dé la vuelta en un punto determinado señalado en el suelo y vuelva a sentarse. Se evalúa en una escala de 5 puntos, en función de la normalidad o anormalidad en la ejecución de la prueba. El problema radica en la definición de «normalidad» por parte del observador.

Con el fin de objetivar el resultado de esta prueba, se introduce una nueva variable que es el tiempo de ejecución de la prueba como parámetro objetivo, cuantificable y reproducible. Esta prueba es conocida como *Timed-up-and-Go* (TUG) (Rey-Martínez *et al.*, 2005²⁰⁹). Es además una prueba con una alta sensibilidad y especificidad (Shumway-Cook *et al.*, 2000¹⁰⁹; Botolfsen *et al.*, 2008²¹⁰). En el presente estudio se solicitaba, además del test, que se anotara cualquier dato significativo que se pudiera percibir (desequilibrios, tropiezos, marcha errática...), simplemente para controlar la evolución del paciente.

2.6 Programas de ejercicios de equilibrio

La evidencia extraída de estudios controlados aleatorizados indica que el ejercicio terapéutico es una herramienta efectiva en la prevención de caídas, especialmente si se incorpora a una estrategia que tenga en cuenta los factores de riesgo de salud, ambientales y comportamentales que contribuyen a las caídas (Gillespie *et al.*, 2001²¹¹).

Un programa de ejercicios para reducir el riesgo de caídas debería incluir, un mínimo de cincuenta horas dedicadas a ejercicios y actividades para mejorar el equilibrio (Sherrington *et al.*, 2008²¹²). Este debería consistir en una hora de ejercicio grupal, dos veces por semana durante veintiséis semanas. Un programa más intenso podría consistir en una hora de entrenamiento de equilibrio tres veces por semana, acompañado de treinta minutos de ejercicio diario en casa durante ocho a diez semanas. Aunque caminar tiene muchos beneficios para la salud, el tiempo dedicado a caminar debe ser un complemento y nunca un sustituto para el entrenamiento del equilibrio.

El trabajo en el domicilio puede ser la mejor opción para un programa de prevención de caídas, ya que la persona desarrolla su vida principalmente en ese ambiente y, por lo tanto, el entrenamiento se realiza en el lugar donde se producen con mayor probabilidad las caídas.

El Programa de Ejercicios de Otago (OEP) (Campbell *et al.*, 1997²¹³; Gardner *et al.*, 2001⁹; Robertson *et al.*, 2002²¹⁴) es un programa para reducir las caídas en personas de más de ochenta años. Consiste en un programa personalizado de treinta minutos de duración, para fortalecer los miembros inferiores y entrenar el equilibrio. Gardner *et al.*⁹ (2001) especifican que el número mínimo de sesiones ha de ser de tres a la semana, y animan a los participantes a salir a caminar en igual número de ocasiones. Está diseñado para ser llevado a cabo durante veinticuatro semanas, bajo la supervisión de fisioterapeutas o profesionales de la salud preparados por fisioterapeutas.

El paciente recibe un panfleto con ilustraciones e instrucciones para cada ejercicio. Además, su fisioterapeuta le enseña cómo realizar cada uno de los ejercicios y recibirá visitas periódicas durante la duración del programa para evaluar la correcta realización del programa.

Sin embargo, Gardner *et al.*⁹ (2001) desconocen si prescribir ejercicios alternativos, realizar menos de cuatro visitas domiciliarias o implementar el programa de manera grupal o en un entorno institucional puede ser efectivo para reducir las caídas.

Por su parte, Kyrдалen *et al.*¹⁰ (2014) estudiaron el efecto de una

intervención grupal en pacientes comunitarios y llegaron a la conclusión que el OEP llevado a cabo de manera grupal era más efectivo para mejorar el equilibrio funcional, la fuerza muscular y la salud física, pero no la eficacia ante caídas y la salud mental que cuando era llevado a cabo de manera domiciliaria.

Una reciente revisión sistemática de la literatura concluyó que los programas de ejercicios multimodales que incorporaban entrenamiento de

fortalecimiento muscular, deambulación, equilibrio y ejercicios funcionales mostraban mayores efectos beneficiosos sobre el equilibrio que los programas habituales, al menos a corto plazo (Howe *et al.*, 2011²¹⁵). Existe evidencia limitada para la efectividad a largo plazo, pero la mayor parte de los programas de ejercicios coincidían en que su duración era superior a tres meses y se llevaban a cabo durante una hora diaria, tres veces en semana.

2.7 Pregunta de investigación

¿Mejora el uso de miniplatos inestables el equilibrio en pacientes geriátricos institucionalizados de 65 años o más, diagnosticados de SDP?

2.8 Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas que encontramos en los pacientes geriátricos, y más en los que viven institucionalizados, es el alto índice de caídas y sus fatales consecuencias. Estas pueden ir desde una simple contusión a una fractura

de cadera o incluso a la muerte. Además, existen consecuencias psicológicas como el llamado «Síndrome Postcaída» que provoca la progresiva pérdida de movilidad del paciente disminuyendo así su calidad de vida.

2.9 Justificación

Los miniplatos inestables son una herramienta económica, fácil de transportar (gracias a su reducido tamaño y peso), atractiva por

sus colores y segura, que permite además de trabajar el equilibrio y la propiocepción, el autotratamiento por parte del paciente.

Los recursos económicos en el paciente geriátrico son menores y en caso de optar por el autotratamiento, los miniplatos son un aparato accesible económicamente que incluso en algunos países se puede alquilar.

Es fácil de transportar por el fisioterapeuta a domicilio y la tendencia actual de limitar los ingresos de pacientes en centros hospitalarios provoca que muchos pacientes sean

atendidos por su fisioterapeuta en el propio domicilio.

Los problemas derivados de las caídas no son banales y la mejora del equilibrio y la propiocepción disminuyen el índice de caídas. Encontrar una herramienta adaptada a las características del paciente geriátrico debería mostrarse como un método eficaz de prevención permitiendo además el autotratamiento domiciliario por parte del paciente.

03 Hipótesis

El protocolo de tratamiento con miniplatos inestables propuesto será eficaz para mejorar el equilibrio en la población geriátrica con SDP de 65 años o más que vive institucionalizada.

04 Objetivos

En este apartado describiremos los objetivos que se propusieron en la elaboración de esta tesis doctoral.

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo general

- Medir la eficacia de un protocolo de tratamiento con platos inestables sobre la mejora del equilibrio en pacientes geriátricos institucionalizados y diagnosticados de SDP.

4.1.2 Objetivos específicos

- Identificar los posibles cambios en el equilibrio que se producen con el tratamiento con miniplatos.
- Comprobar la mejora en el grado de movilidad de los participantes tras el tratamiento.
- Determinar la eficacia de dicho protocolo con respecto al tratamiento con fisioterapia habitual en la mejora del equilibrio.
- Corroborar si el tratamiento con miniplatos inestables disminuye el riesgo de caída geriátrica.

05 Metodología

5.1 Diseño del estudio

Las características del estudio fueron las siguientes:

- Analítico.
- Experimental.
- Longitudinal.
- Prospectivo.
- En paralelo.
- Ciego simple: el análisis de datos se llevó a cabo por un estadístico independiente al estudio.

En cuanto al diseño de la intervención fue:

El estudio fue de tipo multicéntrico y se llevó a cabo en varios centros para pacientes geriátricos en las comunidades autónomas de Cataluña y Castilla-León.

5.2 Participantes

El reclutamiento de los pacientes se realizó en distintos centros de la geografía española aunque por criterios de proximidad y economía se priorizaron los centros de Cataluña. Finalmente, la muestra provino de los centros siguientes:

- Residencias Lazarillo de Tormes y Santa María - Burgos
- Residencia Balàfia - Lleida
- Centro sociosanitario - Tortosa (Tarragona)

- Residencia Sant Doménech – Balaguer (Lleida)
- Residencia Hestia – Balaguer (Lleida)
- Centro sociosanitario – Tremp (Lleida)
- ADESMA - Lleida
- Allegra – Sabadell (Barcelona)
- Residencia l'Estada – Sant Andreu de Llavaneres (Barcelona)
- Fundació Agropecuària de Guissona (Lleida)
- Residencia Los Tilos - Barcelona

Todos estos centros tienen área residencial con pacientes geriátricos y con servicio de fisioterapia y cuentan, al menos, con un fisioterapeuta a media jornada de lunes a viernes. Además, disponen de sala de fisioterapia con equipamiento general de fisioterapia y específico de trabajo del equilibrio.

Respetando los distintos criterios de inclusión y exclusión, los responsables del proceso de selección de candidatos fueron los fisioterapeutas de referencia en cada uno de los centros de trabajo.

Una vez establecida la muestra participante en el estudio, definimos los criterios de inclusión y exclusión, de acuerdo con el análisis de la bibliografía realizado.

De esta forma, los criterios de inclusión fueron:

- Características de la enfermedad o exposición:
 - Sujetos diagnosticados de Síndrome de Desequilibrio Posterior.
- Características de accesibilidad a los pacientes:
 - Pacientes institucionalizados.
- Características sociodemográficas:
 - Edad: ≥ 65 años.
 - Género (masculino o femenino).
 - Raza (indistinta)
 - Cualquier nivel cultural y socioeconómico.

Asimismo, tras análisis bibliográfico y de acuerdo con nuestra experiencia profesional, se fijaron como criterios de exclusión los siguientes:

- Padecer déficits motores o funcionales que impidan la realización de los ejercicios.
- Dificultad en la comprensión que afecte en la realización de los ejercicios pautados.

- Tomar medicación que pudiera provocar problemas de equilibrio.

5.3 Cálculo tamaño muestral

Siguiendo las premisas de Hewitt *et al.*²¹⁶ para el tamaño muestral, se ha estimado que aproximadamente el 60% de los participantes en el grupo B con tratamiento de fisioterapia habitual sufrirá al menos una caída durante la duración del estudio²¹⁷. Un reciente metaanálisis ha demostrado que la incorporación de ejercicio de alta duración (>50 horas) y entrenamiento de equilibrio de alto nivel reduce el índice de caídas en un 38%⁸.

Tras el cálculo del tamaño muestral se realizó una aleatorización formando dos grupos que fueran bien balanceados en cuanto a las características de los grupos. El primer grupo fue el grupo miniplatos el segundo grupo fue el grupo control.

Para el cálculo del tamaño muestral se usó el programa Epidat²¹⁸ con los siguientes datos:

- Proporción esperada:
 - Grupo A (mini platos): 60,0%
 - Grupo B (control): 30,0%

- Razón entre tamaños muestrales: 1,00
- Nivel de confianza: 95,0%
- Tamaño de la muestra:
 - Grupo A (mini platos): 42
 - Grupo B (control): 42
 - Potencia: 80%

El tamaño total de la muestra fue de 84 sujetos, pero teniendo en cuenta las características de salud de la población de estudio, se ajustó el tamaño muestral a las pérdidas (5% por fallecimiento o desistimiento), dando como resultado 88 sujetos en total.

La técnica de muestreo fue probabilística aleatoria simple, ya que se pretendió que todos los elementos de la muestra tuviesen la misma posibilidad de ser elegidos. En cuanto a la aleatorización de los sujetos para las asignaciones al Grupo A y Grupo B, se utilizó el programa gratuito *Research Randomizer*²¹⁹.

5.4 Variables

Se ha dividido este apartado en variables dependientes y variables independientes, tal y como se expone a continuación.

- Independientes:
 - Equilibrio basal (el que posee en el momento inicial del estudio, no importando su valor siempre que mantenga la funcionalidad y permita la participación en el estudio).
 - Edad (mayores de 65 años).
 - Sexo (hombre o mujer).
 - Raza (raza indiferente).
 - Nivel estudios (universitarios, bachillerato, primaria, sin estudios).
 - Nivel socioeconómico (alto, medio, bajo).
- Dependientes:
 - Variación equilibrio a las 6 semanas usando como herramientas de medida los test *Timed Up and Go* y Tinetti (puntuación estática, dinámica y total).
 - Variación equilibrio a las 8 semanas usando como herramientas de medida los test *Timed Up and Go* y Tinetti (puntuación estática, dinámica y total).
 - Variación equilibrio a las 12 semanas usando como herramientas de medida los tests *Timed Up and Go* y Tinetti (puntuación estática, dinámica y total).

Nota: Para prevenir sesgos en el estudio, un evaluador independiente se presentaba aleatoriamente para valorar si las mediciones eran coincidentes o no con el fisioterapeuta del centro. Este control se realizó en 6 ocasiones, obteniendo unos valores concordantes en todos los casos. Por razones de proximidad geográfica, esta medida de control sólo se pudo realizar en los centros de Cataluña.

5.5 Intervención

5.5.1 Intervención

La intervención que se llevó a cabo durante la duración de este estudio se basó en el entrenamiento

del equilibrio de alto nivel durante aproximadamente 24 horas de duración total. Es por este motivo que la proporción de la reducción del

índice de caídas por la mejoría del equilibrio se ha ajustado a un 30%.

Por lo tanto, asumiendo que la participación en este estudio mejora el equilibrio y, por lo tanto, la puntuación de los test *Timed Up and Go* y Tinetti, la intervención del Grupo A será considerada exitosa si a las 12 semanas se consigue un 30% de diferencia absoluta en cuanto a la mejoría en las puntuaciones de dichos test con respecto al grupo control.

5.5.2 Materiales e instrumentos

Los miniplatos inestables usados se componen de un set de cuatro unidades que se proporcionaron a todos los centros participantes y tienen unas medidas de 9,7 cm x 9,7 cm y 1,3 cm de altura (figuras 6 y 7). Han sido fabricados en Francia por la empresa INPI y son distribuidos por los principales distribuidores en Francia de material sanitario, como Enraf Nonius, Elite Medical, Helytis... así como otros distribuidores en países como Grecia, Eslovenia, Suiza, Bélgica o Reino Unido. En España no existe aún distribuidor del producto. Su elemento inestable tiene una altura de 0,9 cm lo que en comparación con otros elementos inestables utilizados en fisioterapia es muy poco inestable. Están realizados a base de resina, lo que los convierte en prácticamente irrompibles. Para facilitar su identificación y hacerlos más atractivos, son de colores: azul, rojo, amarillo y verde. Obsérvese

en las figuras 6 y 7 las diferencias entre los distintos miniplatos desde el punto de vista de su capacidad de generar desequilibrios.



Figura 6. Vista superior de los miniplatos.



Figura 7. Vista inferior de los miniplatos.

El plato verde es un plato completamente estable, pero de la misma altura que el resto, mientras que el azul y el amarillo son inestables en un solo plano. Por tanto, la existencia de este plato verde facilita el trabajo analítico del antepié o del retropié. Finalmente, el rojo es inestable en todos los planos del espacio gracias a una semiesfera colocada en el centro.

La ventaja principal de los miniplatos es la seguridad para el trabajo del equilibrio frente a otros materiales de uso común para el fisioterapeuta como el plato de Freeman o de Bohler. En la población anciana parece especialmente importante poder dar seguridad al paciente lo que debería favorecer la adherencia al tratamiento y mejorar la motivación para la realización de los ejercicios. Además, los miniplatos, son fáciles de transportar y permiten su uso en el propio domicilio del paciente. Permiten además la disociación del pie anterior y posterior aspecto especialmente relevante en geriatría.

Como desventaja, podríamos señalar la poca bibliografía que refrende su uso en fisioterapia, pero también es cierto que se trata de un material relativamente nuevo en el mercado ya que su existencia data de hace únicamente unos 10 años.

5.5.3 Procedimiento

Se establecieron dos grupos de trabajo con asignación aleatoria en cuanto a las variables de sexo y edad.

El Grupo A fue el grupo de intervención con miniplatos inestables. El Grupo B fue el grupo control.

A efectos de homogeneizar las dos intervenciones, en este estudio se llevó a cabo un trabajo propioceptivo con miniplatos inestables siguiendo las premisas de dosifica-

ción de tres días a la semana con tres días de descanso tal y como establecen Gardner *et al.*, 2001⁹. De igual forma, se realizó un trabajo de fisioterapia convencional en pacientes institucionalizados con la misma dosificación de sesiones.

La intervención en el Grupo A (intervención primaria con miniplatos inestables) consistió en:

1. Un mismo evaluador usó los tests *Timed Up and Go* y *Tinetti* (puntuación estática, dinámica y total) en la primera sesión.
2. La colocación de los miniplatos en el antepié y retropié requiere localizar estructuras anatómicas en el pie de los sujetos, por lo que las técnicas palpatorias utilizadas fueron las descritas en el Atlas de Anatomía Palpatoria de Serge Tixa, 2014²²⁰.
3. La progresión de tratamiento que se utilizó es la que propone el fabricante de los miniplatos Propriofoot[®] fabricados en Francia por INPI, siendo para cada miembro inferior:
 - 2' de ejercicio con un plato inestable en el antepié y el estable en el retropié.
 - 2' de ejercicio con un plato inestable en el retropié y el estable en el antepié.

- 2' de ejercicio con un plato inestable en el retropié y otro en el antepié.
- 2' de ejercicio con un plato semiesférico en antepié y el estable en el retropié.
- 2' de ejercicio con un plato semiesférico en retropié y el estable en el antepié.

3. El número de sesiones semanales fue de 3 días con un día de descanso entre cada sesión.
4. Se reevaluó a las 6, 8 y 12 semanas usando los test *Timed Up and Go* y Tinetti (puntuación estática, dinámica y total).

4. Para evitar la fatiga, se estableció un tiempo de reposo entre cada serie de 2' siendo por tanto el tiempo total para la aplicación de la pauta de 18' por cada miembro inferior.
5. El número de sesiones semanales fue de 3 días con un día de descanso entre cada sesión.
6. Se reevaluó a las 6, 8 y 12 semanas, usando los test *Timed Up and Go* y Tinetti (puntuación estática, dinámica y total).

5.5.4 Descripción del tratamiento

El trabajo que se realizaba en cada sesión de fisioterapia convencional consistía en marcha, en trabajo del equilibrio en camilla, barras paralelas y en espaldaras. Además, en los casos que resultaba posible, se realizaba marcha autónoma del paciente y en caso contrario se realizaba en las barras paralelas. El trabajo del equilibrio se hacía con los métodos convencionales, es decir, los platos de Freeman o Bohler, lanzamiento de objetos en sedestación o bipedestación, seguimiento del dedo del fisioterapeuta. Asimismo, se realizaba un trabajo de exterocepción mediante técnicas de roce superficial, cambios de presiones, deslizamientos tangenciales de la piel, simulación de la marcha, masaje... Estos ejercicios también fueron realizados por el grupo con miniplatos inestables y tenían una duración idéntica en cada grupo, siendo en total de 20' en cada sesión. El número de sesiones realizadas fue de 2 por semana. La duración de cada sesión fue de 60' (20' de trabajo exteroceptivo + 40' de trabajo del equilibrio y marcha), respetando los tiempos de reposo

La intervención del Grupo B (control) consistió en:

1. Un mismo evaluador usó los tests *Timed Up and Go* y Tinetti (puntuación estática, dinámica y total) en la primera sesión.
2. El tratamiento usado fue el tratamiento de fisioterapia habitual que venían realizando los sujetos, tal como se describe en el punto 8.5.4

que se precisara según las características funcionales del paciente.

Para el grupo A que usaba miniplatos inestables se realizaba el mismo trabajo exteroceptivo que en el grupo control (B), es decir, 20'. El trabajo propiamente del equilibrio era más corto, al tratarse de un trabajo de mayor intensidad. La progresión y tiempos de trabajo realizada con este grupo está descrita en el apar-

tado 3 de este mismo punto y la colocación de los miniplatos se realizaba en progresión de dificultad a medida que el paciente iba sintiéndose seguro en el nivel que estaba en ese momento, es decir, que si un paciente superaba el ejercicio podía pasar al siguiente nivel de complejidad. En caso contrario, repetía el ejercicio con la misma distribución de miniplatos.

5.6 Recogida y validación de datos

Previo al comienzo de la toma de datos, todos los fisioterapeutas involucrados en la realización del estudio fueron debidamente instruidos en la toma de medidas y demás aspectos relevantes para el ensayo clínico (ver anexo 3).

A su inclusión al estudio a los pacientes se registró la siguiente información:

1. Centro de institucionalización de procedencia.
2. Sexo.
3. Fecha de nacimiento.
4. Peso (en kg y un decimal).
5. Estatura (en m y dos decimales).
6. Tensión arterial (Sistólica y Diastólica).

7. Resultados de la prueba de equilibrio según la escala Tinetti estático (1-16 puntos).
8. Resultados de la prueba de marcha según la escala Tinetti dinámico (1-12 puntos).
9. Resultados de la prueba *Timed Up and Go* (s).
10. El grupo experimental al que se le asignaba de forma aleatoria.

A las 6, 8 y 12 semanas se les valoró y registró:

1. Resultados de la prueba de equilibrio según la escala Tinetti estático (1-16 puntos).
2. Resultados de la prueba de marcha según la escala Tinetti dinámico (1-12 puntos).

3. Resultados de la prueba *Timed Up and Go* (s).

Durante todo el tiempo de seguimiento, se registraron las caídas sufridas por cada participante y su fecha exacta de ocurrencia.

A partir de esta información básica se calculó:

1. Edad del sujeto (años cumplidos).

2. Índice de masa corporal (kg/m^2).

3. La escala Tinetti total como suma de las escalas Tinetti estática y Tinetti dinámica (2-28 puntos). Esta puntuación se segmentó en tres grados de valoración del riesgo de caídas según los segmentos: «Alto riesgo» hasta los 18 puntos; «Riesgo medio» de los 19 a los 24 puntos; y «Bajo riesgo» si superaba los 24 puntos.

5.7 Análisis de datos

5.7.1 Recogida y validación

Se entregó a cada fisioterapeuta los test de equilibrio Tinetti y *Timed Up and Go*, además de las hojas de registro de los resultados. Al finalizar el trabajo, fueron recogidos e introducidos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Posteriormente, esta base de datos fue tratada para poder ser interpretada y manipulada con el software SPSS 21.0.

Para la lectura y validación de los datos, se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (EDA), con la finalidad de detectar posibles valores extremos, fuera de rango y valores perdidos. Una vez finalizado el proceso de depuración de la base de datos, ésta se reestructuró para poder realizar los análisis pertinentes. Las decisiones estadísticas se realizaron tomando como nivel de significación el valor $p \leq 0,05$.

Para evaluar si globalmente existieron diferencias entre los resultados de las 4 valoraciones de cada variable, se usó la prueba de Friedman y para analizar más concretamente si hubo cambio entre el momento inicial y la semana 6, entre la semana 6 y la semana 8, y entre la semana 8 y la 12, se utilizó la prueba de Wilcoxon para medidas intrasujeto.

5.7.2 Metodología del procesamiento de los datos

El procesamiento de los datos comenzó con la verificación de la calidad de los registros contenidos en el archivo de datos *SPSS-IBM™ 21.0* para sistema operativo *Windows NT Professional™*. Producto de esta revisión, se detectaron 6 casos con información incompleta sobre las valoraciones Tinetti y *Timed Up and Go* uno a la semana 12, y los cinco restantes a las 8 y

12 semanas, debido al abandono del estudio por diferentes causas. Estos pacientes fueron marcados como «Incompletos» y se les asignó las últimas valoraciones disponibles (semana 8 en el primer caso y semana 6 en el resto) como las correspondientes a las faltantes. Estos pacientes no fueron incluidos en las comparaciones en primera instancia y lo fueron con esas asignaciones de valoración en una segunda por intención de tratar para valorar si se produjeron cambios en los resultados con su inclusión (Análisis de sensibilidad de respuestas al tratamiento). Es necesario indicar aquí que, casualmente, todos los pacientes incompletos pertenecían al grupo A (miniplateos inestables) por lo que su inclusión sesga al estudio en contra de la hipótesis de partida de mejor eficacia con el protocolo de miniplateos, al no registrar evolución alguna en las últimas valoraciones de seguimiento (las semanas 8 y 12 mantienen para ellos las mismas valoraciones que la semana 6).

Para el procesamiento de los datos propiamente dichos, se siguieron cuatro etapas:

1. En la primera etapa se realizó una descripción de las características de la muestra con el objetivo de determinar el perfil de pacientes al que serán aplicables los resultados del estudio. Para ello, se resumieron las variables de tipo nominal (centro de procedencia, sexo y riesgo de caída

basal según clasificación de la puntuación Tinetti Total) con las frecuencias relativas de sus categorías componentes. Las variables de escala (Edad, IMC, TAS y TAD, Tinetti Estático, Tinetti Dinámico, Tinetti Total y *Timed Up and Go*) al no seguir de cerca distribuciones de probabilidades de tipo normal debido a sus fuertes curtosis se resumieron como mediana (rango).

2. En la segunda etapa se compararon las características de los sujetos participantes del estudio entre los grupos de intervención (grupo A miniplateos y grupo B control) para verificar su balance. La comparación de las características en forma de variables nominales se realizaron empleando la prueba χ^2 de Pearson y las de escala, debido a su no normalidad, con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Para las características desbalanceadas, se analizó la dirección del sesgo que se produjo respecto a la hipótesis nula, y se consideró como factor a controlar en las comparaciones múltiples en la etapa final del análisis.

En esta segunda etapa se compararon también las características basales de las pérdidas con las de los sujetos que siguieron en el estudio hasta su finalización empleando las mismas pruebas estadísticas de

comparación entre grupos de tratamiento. Esta comparación tuvo como finalidad comprobar que los sujetos perdidos no se diferenciaban de los que siguen en el estudio. Se obtuvieron diferencias cuyas características e implicaciones fueron analizadas.

3. En la tercera etapa, dedicada al análisis principal del estudio, se compararon las frecuencias de caídas que se produjeron en ambos grupos de tratamiento, empleando la prueba χ^2 de Pearson para valorar su significación estadística. Se compararon las progresiones de las medianas de puntuaciones de las escalas Tinetti Estática, Tinetti Dinámica, Tinetti Total y *Timed Up and Go* en su evolución basal, a las 6, 8 y 12 semanas intra grupos de tratamiento y entre grupos de tratamiento empleando el modelo lineal general para mediciones repetitivas tipo Friedman. También se comparó la evolución de las frecuencias relativas de valoración del riesgo de caídas en su evolución temporal, acorde a la clasificación de los puntos de corte para la puntuación de la escala Tinetti total previamente establecidos. Por último, se realizó una estimación de la tendencia en la evolución temporal de todas estas escalas, tanto para las medianas de sus puntuaciones como para las frecuencias de sus categori-

zaciones, y para cada grupo de tratamiento. Para ello, primero se obtuvieron los gráficos de la evolución de estas escalas con la finalidad de obtener una apreciación visual de su tendencia. Después, se estimó el valor de la tendencia mediante el ajuste de varios modelos a las secuencias de medianas o frecuencias relativas de categorías de riesgo, seleccionando el más adecuado por los valores de sus medias cuadráticas y residuos. Se comprobó que los residuos se comportaran como ruido, es decir, con distribución normal estandarizada de media 0 y desviación 1, con ausencia de patrones oscilatorios. Se obtuvo la significación estadística de los coeficientes de los modelos de tendencia que indicaron la forma de progresión de la serie. Por último, se compararon las tendencias de las valoraciones Tinetti Estática, Tinetti Dinámica, Tinetti Total, puntuación y clasificación de riesgo, y *Timed Up and Go* entre los grupos de tratamiento realizando la prueba F de Snedecor.

4. En la cuarta, y última etapa, de procesamiento de los datos, se aplicó a la estimación del peso de la influencia del método miniplatos en el número de caídas, cambios en las escalas Tinetti Estática, Tinetti Dinámica y Tinetti Total, y *Timed Up and Go*, de su valor basal a la semana 12, ajus-

tados por todos los factores predictores independientes como edad, sexo, IMC y TA, hayan mostrado o no diferencias basales entre los grupos de tratamiento, para excluir posibles interacciones de su efecto combinado, y todos aquellos otros indicadores de funcionalidad con significación estadística $p \leq 0,10$ en la comparación basal. Para la estimación de estos pesos de influencia, se emplearon modelos de regresión múltiple. Como primer paso, se comprobó si las operaciones de diferencia de puntuaciones Tinetti y *Timed Up and Go* de la semana 0 a la 12 lograban inducir normalidad en la variable resultado, según era de esperar por el teorema del límite central de Bernoulli. Se emplearon modelos de regresión lineal multivariable con los valores de cambio en las escalas como variable independiente y como potenciales explicatorias el método de tratamiento ajustado por los factores predictores independientes o desbalanceados entre los grupos de tratamiento a nivel $p \leq 0,10$. De manera similar se procedió con la clasificación

final de la escala Tinetti total respecto a la basal, empleando aquí como variable dependiente el éxito del tratamiento (mantenimiento del bajo riesgo o reducción del mismo) en modelos de regresión logística binaria para determinar las razones de ventaja (*odds ratios*) del método miniplatos inestables respecto al de tratamiento habitual, ajustado por los mismos factores predictores independientes o desbalanceados entre los grupos a nivel $p \leq 0,10$. Para el ajuste de los modelos de regresión lineal, se empleó la estrategia de pasos hacia atrás con modelos llenos y criterio de entrada-salida $p < 0,05$ y para los de regresión logística, la de pasos hacia atrás y hacia delante con modelo inicial lleno, según el criterio de Wald y de entrada-salida $p < 0,05$.

Todas las pruebas finales de contraste de hipótesis fueron bilaterales a un nivel de significación estadística $p \leq 0,05$ y los cálculos correspondientes a ellas se realizaron con ayuda del paquete estadístico para ordenador personal SPSS de IBM™ versión 21.0 para entorno operativo *Windows NT Professional*.

5.8 Consideraciones éticas

Se obtuvo autorización del *Comitè Ètic d'Investigació Clínica de l'Hospital Universitari Arnau de*

Vilanova para la realización del estudio (ver anexos 1 y 2). Además, se siguieron los principios bioéticos

que ha promulgado la Asociación Médica Mundial con la Declaración de Helsinki, sirviendo para orientar a los investigadores que realizan su labor en seres humanos.

Se aclaró a los sujetos que la participación en el estudio era de carácter voluntario y se hizo constancia de ello mediante la firma de la hoja de información (anexo 4) y del consentimiento informado (anexo 5). Así mismo, se les informó de que podían retirarse del estudio o de

determinadas etapas del mismo en cualquier momento, y que cualquier decisión que tomaran al respecto no afectaría negativamente a la atención sanitaria que se les prestaba habitualmente. Se les explicó en qué consistiría el estudio, según la hoja de información y se registró su consentimiento mediante una firma.

Por su parte, los participantes en el estudio firmaron un consentimiento informado y la aceptación de participación en el estudio.

5.9 Cronograma

Para evitar la repetición de contenidos el cronograma de elaboración del trabajo se puede ver en el anexo 1 de esta tesis doctoral, carta al

comité de ética, puesto que para la obtención de la aprobación del estudio se solicitaba la elaboración de un cronograma.

06 Resultados

6.1 Sobre el tamaño de muestra disponible

La muestra útil para el análisis central, excluyendo las pérdidas para el análisis por intención de tratar, de 42 sujetos en el grupo de miniplatos y 29 de control con tratamiento habitual del síndrome de desequilibrio posterior, en el supuesto de valores medios habituales para este tipo de población en el Tinetti Estático de 10(5-15) puntos, en el Dinámico de 6(4-10) puntos, en el Total de 15(10-25) puntos, en el TUG de 30 (10-50) segundos y una prevalencia de alto riesgo de caídas del 50% según la clasificación de la escala Tinetti Total, confirieron

al estudio una potencia del 90% en la detección de aumentos en el Tinetti estático de al menos 3,5 puntos, en el Tinetti dinámico de al menos 4,4 puntos, en el Tinetti total de al menos 5,20, en el *Timed Up and Go* de al menos 16,6 s, y de al menos un 38% en la disminución de la clasificación de «alto riesgo» de caídas a «medio» o «bajo» según la clasificación Tinetti total, en pruebas bilaterales (ni a favor ni en contra de ninguno de los métodos de tratamiento) de hipótesis a un nivel de significación estadística alfa de 0,05.

6.2 Descripción de las características de la muestra del estudio

La muestra quedó constituida por 77 pacientes, el 68% mujeres, nacidos entre el 5 de mayo de 1918 y el 1 de marzo de 1947, con una edad actual de 87(68-97) años, un peso de 63(40-100) kg y un IMC de

26(19-38) kg/m². La valoración de la tensión arterial a la entrada al estudio arroja un 22% con hipertensión sistólica, un 25% con hipotensión diastólica, y considerando todos los datos, se determinó que

Tabla 4. Distribución de pacientes del estudio según el centro de procedencia.

Centro de procedencia	n(%)
Residencia Lazarillo y Sta. María (Burgos)	15(20)
Centre Balàfia (Lleida)	11(14)
Hospital Tortosa	11(14)
St. Domènec (Balaguer)	10(13)
Hospital Hestia (Balaguer)	6(8)
Centre sociosanitari (Trepmp)	6(8)
Adesma (Lleida)	5(7)
Centre Allegra (Sabadell)	4(5)
L'Estada (Llavaneres)	4(5)
Fund. Agrop. Guissona	4(5)
Los Tilos (Barcelona)	1(1)
Total	77(100)

había un 24% de hipertensos con un 16% de hipotensos. El Tinetti estático o de equilibrio basal arrojó 10(1-16) puntos, con un 40% de casos con puntuaciones por debajo de los 9 puntos y un 20% por encima de los 12. El Tinetti dinámico o de marcha obtuvo para la muestra 8(1-12) puntos, con un 21% por debajo de los 5 puntos y un 10% por encima de los 9, un Tinetti total de 18(1-28) puntos, con el 20% por

debajo de los 12 puntos y el 17% por encima de los 20, el 5% con alto riesgo de caídas, el 38% medio y el 10% riesgo bajo según la clasificación de la puntuación Tinetti total, y un TUG de 26(8-97) s, con el 20% en 18 s o menos y el 25% en 34 s o más. Por último, la distribución de los pacientes según el centro institucionalizado de origen se presenta en la tabla 4.

6.3 Comparación de las características de los grupos experimentales

Las diferencias basales de los participantes entre los grupos A (fisioterapia habitual + miniplatos) y B (fisioterapia habitual o grupo control) se presentan en la tabla 5.

Característica	Grupo de tratamiento		p-Valor
	Grupo A (n=48)	Grupo B (n=29)	
Sexo (H/M) ¹	16(33)/32(67)	9(31)/20(69)	0,835
Edad (años) ²	88(68-97)	87(72-97)	0,999
IMC (kg/m ²) ²	26(19-38)	26(20-36)	0,618
Tensión arterial ¹			
Hipertensos	8(19)	8(31)	0,383
Normotensos	28(67)	13(50)	
Hipotensos	6(14)	5(19)	
Tinetti Estático (puntos) ²	10(1-16)	11(4-16)	0,086
Tinetti Dinámico (puntos) ²	8(1-12)	8(1-12)	0,996
TUG (segundos) ²	25(8-97)	27(10-92)	0,825
Tinetti Total (puntos) ²	18(2-28)	19(5-28)	0,275
Riesgo de caída según Tinetti Total ¹			
Alto	26(54)	14(48)	0,726
Medio	18(38)	11(38)	
Bajo	4(8)	4(14)	

¹ Frecuencia (%) comparado con la prueba chi cuadrado de Pearson.

² Mediana (rango) comparado con la prueba U de Mann-Whitney.

Tabla 5. Comparación de las características basales de los pacientes entre los dos grupos de tratamiento del estudio.

Como se observa, ambos grupos se hallaron bien balanceados, respecto a todos los factores con influencia independiente al método de intervención sobre los posibles cambios en el estado del equilibrio. Como consecuencia, se descarta que cualquier diferencia en los resultados pueda deberse a dichos factores. No obstante, al alcanzar la puntuación Tinetti estática una diferencia algo mayor en el grupo de control y que alcanza la significación estadística límite $p \leq 0,10$ para la diferencia (exactamente 0,086) de un factor predictor independiente, según se estableció en la Metodología de procesa-

miento de los datos, en la fase 4 del análisis los valores basales del Tinetti estático serán introducidos como un factor de control para el ajuste del peso de los métodos de tratamiento sobre los resultados finales de cambio en los modelos de regresión múltiple.

A partir de este momento, las comparaciones se hicieron exclusivamente con los sujetos que arrojaron información completa. Se comprobó que las pérdidas de seguimiento no presentaron características diferenciales con los que finalizaron el estudio. En la tabla 6 se muestran los resultados de estas comparaciones.

Tabla 6. Comparación de las características de los pacientes que se perdieron durante el estudio, respecto a los que siguieron hasta el final del mismo.

Característica	Grupo de tratamiento		p-Valor
	Pérdidas (n=6)	Seguimiento completo (n=71)	
Sexo (H/M) ¹	1(17)/5(83)	24(34)/47(66)	0,657
Edad (años) ²	91(80-97)	87(68-97)	0,223
IMC (kg/m ²) ²	26(24-27)	26(19-38)	0,801
Tensión arterial basal ¹			
Hipertensos	1(25)	16(25)	0,507
Normotensos	2(50)	38(59)	
Hipotensos	1(25)	10(16)	
Tinetti Estático basal (puntos) ²	10(8-15)	10(1-16)	0,580
Tinetti Dinámico basal (puntos) ²	10(7-11)	8(1-12)	0,049
TUG basal (segundos) ²	20(17-48)	27(8-97)	0,177
Tinetti Total basal (puntos) ²	19(17-25)	18(1-28)	0,278
Riesgo de caída Tinetti Total basal ¹			
Alto	3(50)	37(52)	0,131
Medio	1(17)	28(39)	
Bajo	2(33)	6(9)	

¹ Frecuencia (%) comparado con la prueba chi cuadrado de Pearson.

² Mediana (rango) comparado con la prueba U de Mann-Whitney.

Como se observa en la tabla 6, los sujetos que se perdieron en el seguimiento no presentaban características diferentes de los que continuaron hasta el final del estudio, excepto en su Tinetti dinámico basal, que alcanzó la significación estadística en su diferencia (0,049), apuntando a que los sujetos que abandonaron el estudio por diversos motivos se caracterizaron por tener mejores valoraciones en su dinámica de marcha. Si consideramos que todas las pérdidas se produjeron en el grupo A (tratamiento con miniplatos, objeto del estudio), este sesgo perjudica a la prueba de la hipótesis de mayor eficacia

del método Miniplatos al perder en las comparaciones a sujetos en mejor estado dinámico, por lo que si, a pesar de ello, resultara mejor Miniplatos estaríamos ante una infra-estimación de la verdadera eficacia de este método. Si, por el contrario, en las comparaciones no mostrara ser mejor, esto podría deberse a la pérdida de una característica beneficiosa para el método a prueba en estos sujetos, por lo que el análisis por intención de tratar con su inclusión podría resultar decisivo en la minimización de este sesgo. Procedamos a las comparaciones principales excluyendo las pérdidas.

6.4 Comparaciones de diferencias transversales y evolución de resultados

En la tabla 7 se presentan las comparaciones transversales de los resultados de las valoraciones Tinetti de equilibrio, marcha, total y su gradiente de riesgo, y TUG a las 6, 8 y 12, así como el total de caídas

sufridas por los participantes en cada grupo de tratamiento durante la duración del estudio para los pacientes con seguimiento completo (excluyendo las pérdidas).

Valoración	Grupo		p-Valor
	Grupo A miniplateos (n=42)	Grupo B control (n=29)	
A las 6 semanas de tratamiento			
Tinetti Estático (puntos) ¹	10(3-16)	12(4-16)	0,356
Tinetti Dinámico (puntos) ¹	8(1-12)	8(1-12)	0,976
TUG (segundos) ¹	24(7-78)	29(8-91)	0,563
Tinetti Total (puntos) ¹	19(3-28)	20(7-28)	0,489
Riesgo de caída según Tinetti Total ²			
Alto	21(50)	12(41)	0,487
Medio	16(38)	15(52)	
Bajo	5(12)	2(7)	
A las 8 semanas de tratamiento			
Tinetti Estático (puntos) ¹	11(6-16)	12(3-16)	0,906
Tinetti Dinámico (puntos) ¹	9(2-12)	9(2-12)	0,584
TUG (segundos) ¹	21(7-80)	26(9-99)	0,535
Tinetti Total (puntos) ¹	20(8-28)	20(8-28)	0,911
Riesgo de caída según Tinetti Total ²			
Alto	17(41)	12(41)	0,453
Medio	18(43)	15(52)	
Bajo	7(16)	2(7)	
A las 12 semanas de tratamiento			
Tinetti Estático (puntos) ¹	11(4-16)	12(1-16)	0,751
Tinetti Dinámico (puntos) ¹	9(3-12)	9(3-12)	0,625
TUG (segundos) ¹	20(7-92)	25(8-93)	0,553
Tinetti Total (puntos) ¹	20(8-28)	20(5-28)	0,765
Riesgo de caída según Tinetti Total ²			
Alto	19(45)	10(35)	0,335
Medio	13(31)	14(48)	
Bajo	10(24)	5(17)	
Número de caídas sufridas ¹	1(0-6)	1(0-16)	0,608

Tabla 7. Comparación de las valoraciones realizadas a los pacientes con seguimiento completo, según el grupo de tratamiento.

¹ Mediana (rango) comparado con la prueba U de Mann-Whitney.

² Frecuencia (%) comparado con la prueba χ^2 de Pearson.

Las diferencias entre los grupos de tratamiento permiten apreciar diferencias medianas de 0-2 puntos más entre los pacientes control para el Tinetti estático, dinámico y total, así como de 5 segundos más para el mismo tratamiento en el TUG, diferencias que no alcanzan la significación estadística debido a su baja magnitud. En cuanto a los niveles de riesgo de caídas según la categorización de la puntuación Tinetti Total el grupo A (miniplateos) alcanza un 9% más de alto riesgo a la semana 6, se equiparó al 41% en la 8 y superó en un 10% al grupo B (control) en la semana 10, pero ninguna de estas diferencias alcanza la significación estadística debido a su escasa magnitud. Por último,

la frecuencia de caídas sufridas por los participantes del grupo B llegó a superar como máximo hasta en 10 veces más las del grupo A, pero sin llegar a alcanzar la significación estadística por su solapamiento. Es decir, en los diferentes momentos de valoración transversal no se observaron diferencias generalizables en las variables de resultados entre los grupos de tratamiento.

Se realizó un análisis longitudinal de los cambios en las valoraciones de resultados Tinetti y TUG, su evolución a lo largo de las 12 semanas de tratamiento. En la tabla 8 se exponen los resultados de estas comparaciones.

Tabla 8. Comparación de la evolución de las valoraciones realizadas a los pacientes con seguimiento completo, dentro de cada grupo de tratamiento y entre los grupos de tratamiento.

Grupo de estudio	Medición a la semana				p-Valor intra-grupo*	p-Valor entre-grupos*
	0	6	8	12		
Tinetti estático: mediana (rango) puntuación						
Grupo A (n=42)	10(1-16)	10(3-16)	11(6-16)	11(4-16)	0,003	0,933
Grupo B (n=29)	11(4-16)	12(4-16)	12(3-16)	12(1-16)		
Tinetti dinámico: mediana (rango) puntuación						
Grupo A (n=42)	8(1-12)	8(1-12)	9(2-12)	9(3-12)	0,091	0,099
Grupo B (n=29)	8(1-12)	8(1-12)	9(2-12)	9(3-12)		
Tinetti total: mediana (rango) puntuación						
Grupo A (n=42)	18(2-28)	19(3-28)	20(8-28)	20(8-28)	0,006	0,116
Grupo B (n=29)	19(5-28)	20(7-28)	20(8-28)	20(5-28)		
Timed Up and Go: mediana (rangos) s						
Grupo A (n=42)	26(8-97)	24(7-78)	21(7-80)	20(7-92)	0,256	0,954
Grupo B (n=29)	27(10-92)	29(8-91)	26(9-99)	25(8-93)		

*Diferencias estimadas con la prueba no paramétrica lineal de Friedman.

El análisis de la progresión de los indicadores de resultados desde la valoración basal, a la entrada al estudio, en su evolución a las 6, 8 y 12 semanas de tratamiento, arrojó un aumento significativo del valor del Tinetti estático, tanto en el grupo A como en el grupo B. Aunque los valores Tinetti de equilibrio fueron mayores en el grupo B, la diferencia entre tratamientos no alcanzó la significación estadística, resultado que apunta a que ambos grupos mejoraron de manera similar. Respecto al Tinetti dinámico, no se observó una evolución temporal relevante de la marcha de los pacientes en ningún sentido, ni dentro de cada grupo de tratamiento ni entre los grupos de tratamiento, apreciación que es corroborada por la no significación estadística de los cambios dentro ni entre los grupos. En el Tinetti total, sí se aprecia una evolución marcada hacia la mejora, que alcanza la significación estadística para la progresión dentro de cada grupo de tratamiento, no así

entre ellos. En cuanto a los resultados de la prueba TUG, en el grupo A se observa un descenso mantenido del tiempo en realizar la maniobra, que resulta irrelevante en su magnitud relativa incluso al tiempo mínimo consumido en el test, mientras en el grupo B se aprecia una fluctuación errática de este indicador, como resultado, no se alcanza la significación estadística de los cambios ni dentro de los grupos de tratamiento ni entre ellos.

Una visión global del comportamiento evolutivo de los parámetros de funcionalidad se obtiene al graficar la forma de su progresión. Junto con estas gráficas, se ofrece la estimación de la tendencia lineal de las secuencias de cada parámetro para cada grupo de tratamiento, su significación estadística, así como la de la diferencia entre las tendencias manifiestas en cada grupo de tratamiento. Estos gráficos y las estimaciones obtenidas se exponen a continuación.

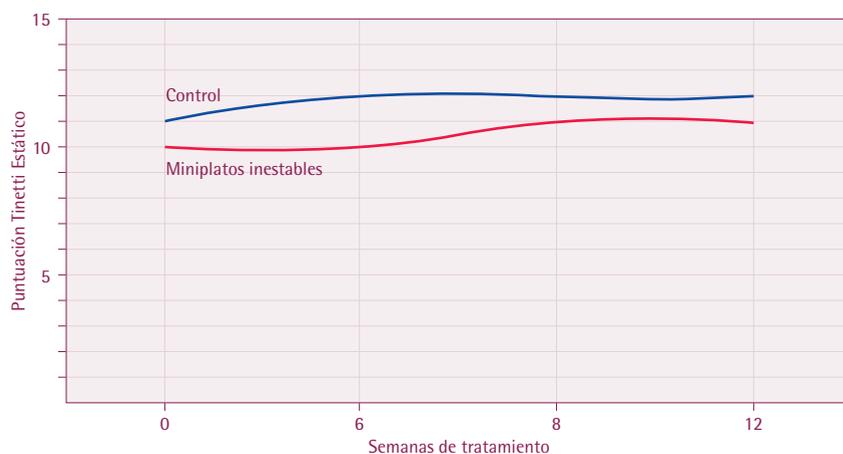


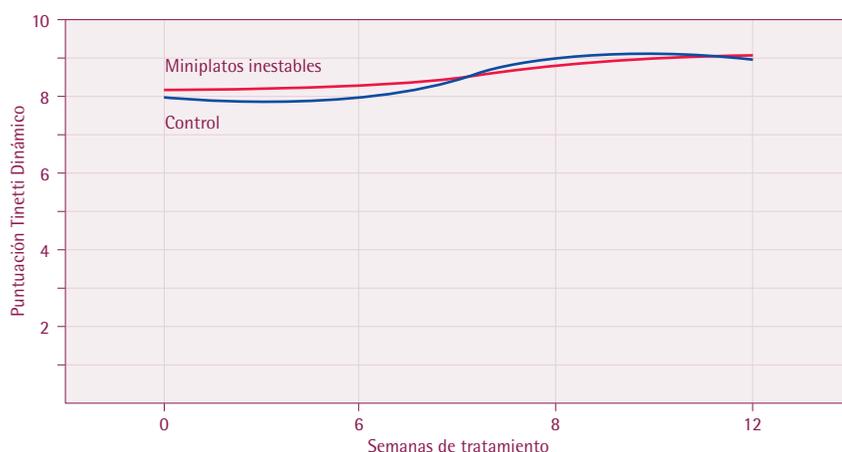
Figura 8. Evolución temporal de los valores promedio de la puntuación Tinetti estático.

La tendencia al cambio del Tinetti estático en su evolución a 12 semanas para el grupo A (miniplates) es de 0,81 puntos/semana ($p=0,192$) y para el grupo B (tratamiento habitual), que le sirve de control referencial, 0,87 puntos/semana ($p=0,133$), es decir, el tratamiento habitual supera al de miniplates en 0,06 puntos/semana en su evolución, si bien esta diferencia no

alcanza la significación estadística ($p=0,931$).

En la figura 9 se muestra la secuencia cronológica de valoraciones de la puntuación Tinetti dinámica para ambos grupos de tratamiento durante el periodo de tratamiento y seguimiento de su evolución realizado a los pacientes en el estudio.

Figura 9. Evolución temporal de los valores promedio de la puntuación Tinetti dinámica.



La tendencia evolutiva de la puntuación Tinetti dinámica en un horizonte temporal de 12 semanas para el grupo A (miniplates) fue de 0,91 puntos/semana ($p=0,089$) y para el grupo B (control) de 0,81 puntos/semana ($p=0,192$), es decir, el método miniplates obtuvo una significación estadística marginal (cerca al límite establecido de 0,050) en su tendencia a un aumento paulatino de la puntuación Tinetti dinámica. Esta diferencia

a favor del grupo de intervención con miniplates fue de 0,10 puntos/semana logrando alcanzar la significación estadística preestablecida ($p=0,035$).

En la figura 10 se presenta la evolución temporal de la puntuación Tinetti total para cada grupo de tratamiento en el estudio y se ofrecen los resultados del análisis de tendencia de ambas progresiones y su diferencia.

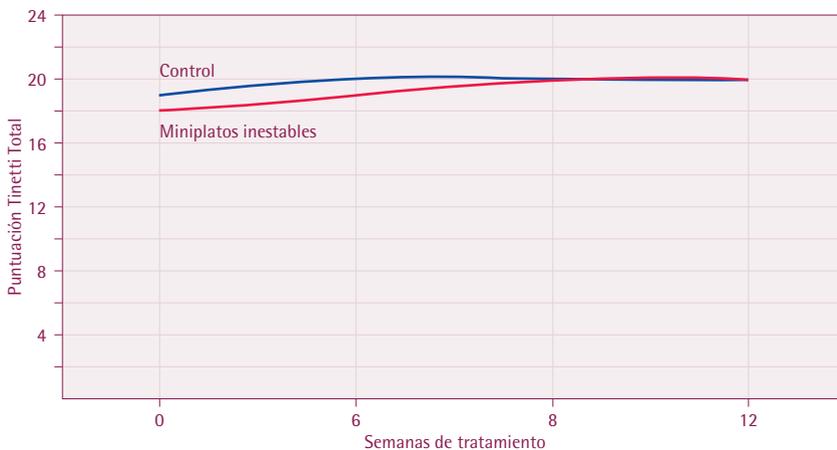


Figura 10. Secuencia de los valores promedio de la puntuación Tinetti total.

La tendencia evolutiva de la puntuación Tinetti total durante las 12 semanas de tratamiento para el grupo A (minipltos) es de 0,94 puntos/semana ($p=0,060$) y para el grupo B (tratamiento habitual) de 0,88 puntos/semana ($p=0,133$), es decir, el método minipltos obtiene también aquí una significación estadística marginal (cercana al límite establecido de 0,050) en su tendencia a un aumento paulatino de la puntuación Tinetti total, si bien la diferencia de 0,06 puntos/sema-

na a favor de minipltos no logra alcanzar la significación estadística ($p=0,114$).

En la figura 11, se presenta una visión global de la evolución temporal de las frecuencias relativas de valoraciones de riesgo de caídas (alto, medio o bajo riesgo) según rangos de la puntuación Tinetti total, para cada grupo de tratamiento a estudio, en cada momento de la valoración (0, 6, 8 y 12 semanas).

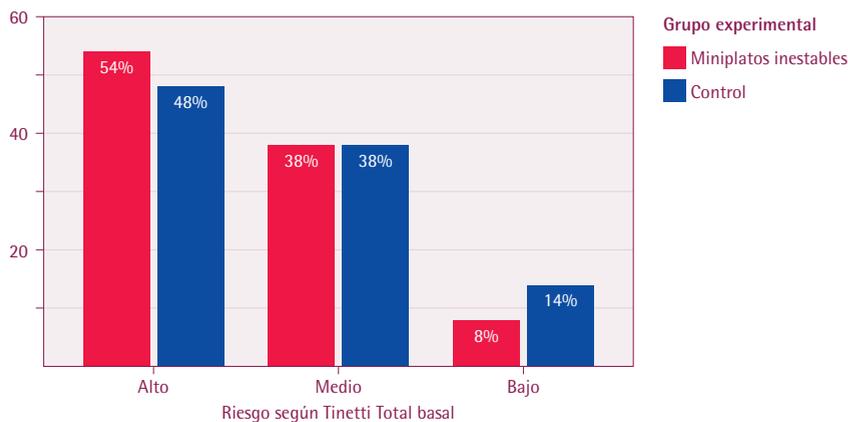
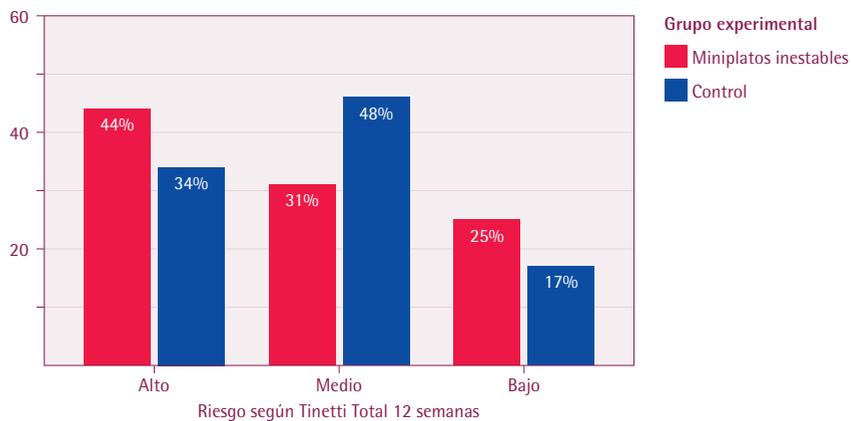
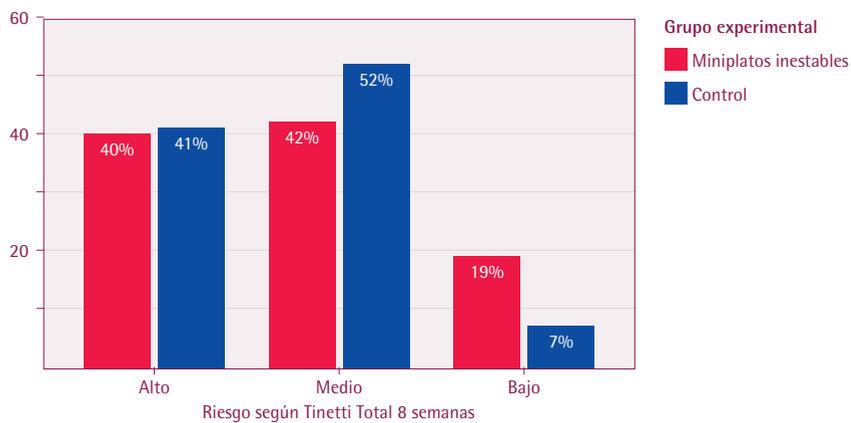
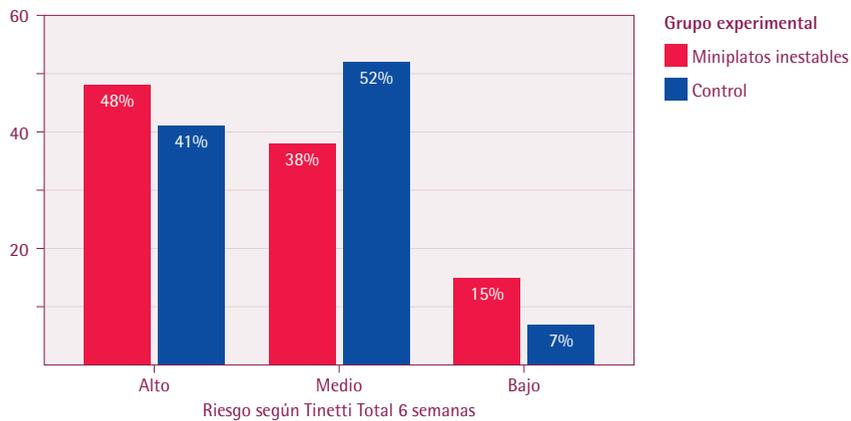


Figura 11. Evolución de las frecuencias relativas de clasificaciones de riesgo de caídas según los rangos que alcanza la puntuación Tinetti total.

(Continúa en la página siguiente)

Figura 11. Evolución de las frecuencias relativas de clasificaciones de riesgo de caídas según los rangos que alcanza la puntuación Tinetti total.

(Continuación)



Como se observa en la figura anterior, la frecuencia relativa de pacientes en alto riesgo de caída según la puntuación Tinetti total para las semanas 0, 6, 8 y 12 en el grupo A (miniplateos) fue de 54, 48, 40, 44%, mientras que para el grupo B (control) fue de 48, 41, 41, 34%, en riesgo medio 38, 38, 42, 31% y 38, 52, 42, 48% y en riesgo bajo 8, 15, 19, 25% y 14, 7, 7, 17% respectivamente. Estas secuencias manifiestan una reducción sostenida del riesgo a caer en ambos grupos, con mejores niveles finales para el grupo

B, debido posiblemente a su mejor estado de arranque en la valoración basal (54% vs 48% en alto riesgo, 8% vs 14% en riesgo bajo). Pásemos a valorar la significación de sus tendencias y de la diferencia observada entre ellas, para confirmar o refutar esta percepción. En la figura 12, se muestra la evolución cronológica de las frecuencias de pacientes valorados como de alto riesgo a una caída, acorde a los rangos de su puntuación Tinetti total, para cada grupo de comparación en el estudio.

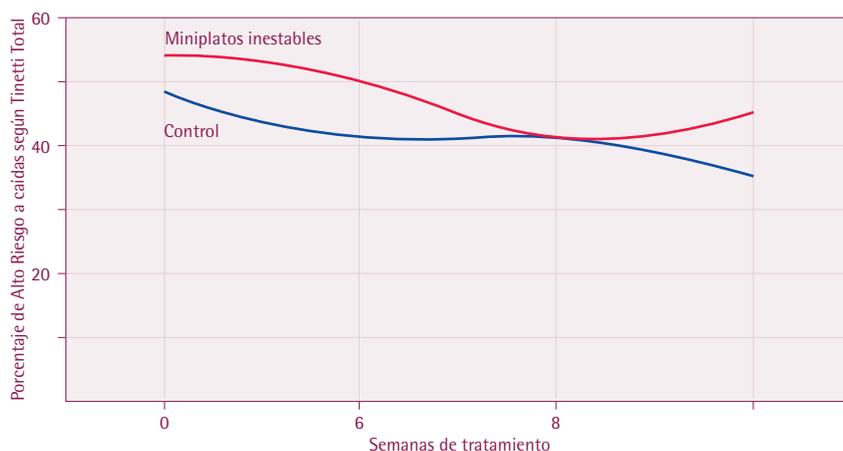


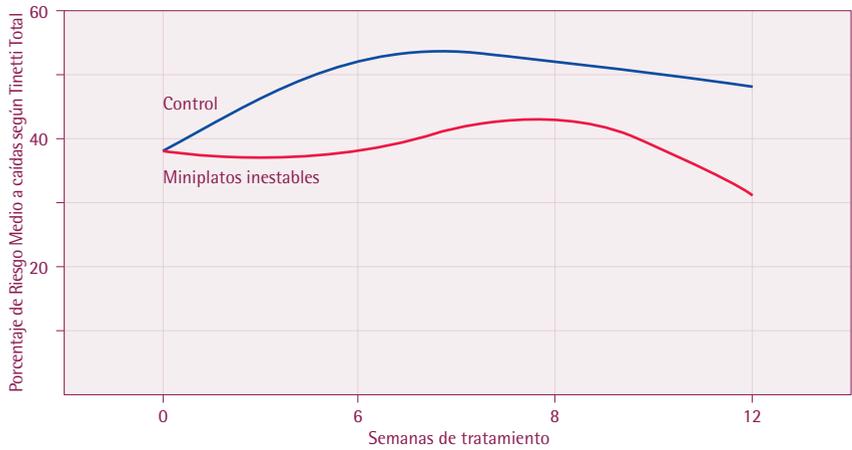
Figura 12. Secuencia temporal de frecuencias relativas al tamaño de muestra de cada grupo de pacientes con alto riesgo de sufrir una caída según el rango de su puntuación Tinetti total durante las 12 semanas de ejecución.

La tendencia al descenso de la frecuencia relativa de pacientes en alto riesgo de caída en el grupo A (miniplateos) fue de $-0,79\%/semana$ ($p=0,214$) y el del grupo B (control) de $-0,99\%/semana$ ($p=0,015$), es decir la reducción del alto riesgo a caída no alcanza la significación estadística para el grupo A, mientras en el grupo B sí lo hace. Sin

embargo, la ventaja de esta tendencia en $0,20\%/semana$ a la reducción de ese riesgo mostrada por la intervención control debido a su baja magnitud no logra alcanzar la significación estadística ($p=0,830$).

En la figura 13, se muestra la evolución correspondiente para la frecuencia de riesgo medio.

Figura 13. Serie cronológica de frecuencias relativas al tamaño de muestra de cada grupo de pacientes con riesgo medio de sufrir una caída según el rango de su puntuación Tinetti total.

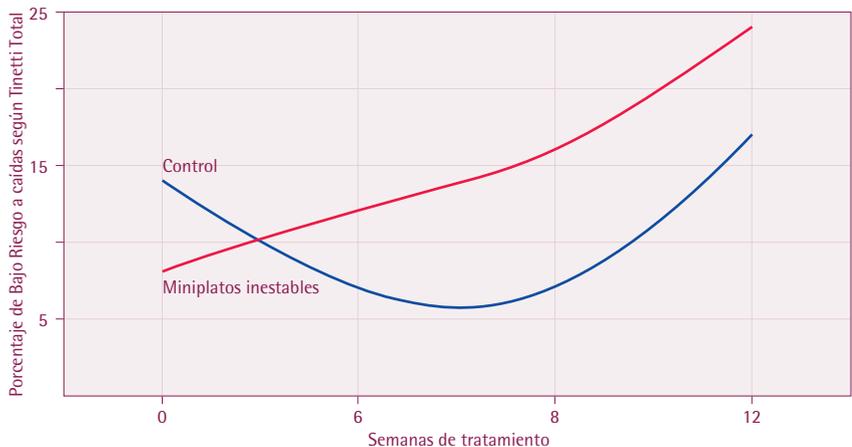


La evolución de las frecuencias relativas de pacientes clasificados como de riesgo medio a una caída durante las 12 semanas de seguimiento muestra en ambos grupos de tratamiento un patrón de ascenso hacia la mitad del periodo de estudio, con una brusca caída hacia su finalización, y una aparente diferencia sostenida de mejores resultados para el grupo B (control). Sin embargo, ni los cambios con tendencia al descenso en este indicador en el grupo A (miniplates), de $-0,42\%/semana$ ($p=0,581$), ni al

ascenso en el grupo B (control) de $0,70\%/semana$, alcanzan la significación de esas intencionalidades, así como la diferencia de tendencia opuesta entre ambos grupos ($p=0,104$).

En la figura 14, se presenta el mismo cuadro evolutivo de frecuencias relativas, ahora para los pacientes catalogados como de riesgo bajo de padecer caídas durante el desarrollo del estudio, según el rango obtenido en cada valoración de su puntuación Tinetti total.

Figura 14. Secuencias temporales de las frecuencias relativas al tamaño de muestra de cada grupo de pacientes con riesgo bajo de sufrir una caída según el rango de su puntuación Tinetti total.



A pesar de que el grupo A (miniplateos inestables) parte desfavorecido de su posición basal respecto a la frecuencia de pacientes catalogados con riesgo bajo a una caída, logra un ascenso vertiginoso superando ya en la semana 6 al grupo B en la frecuencia de bajo riesgo en su grupo, mientras en el grupo B se observa una brusca caída de su posición de partida privilegiada en las semanas 6 y 8, regresando a un nivel ligeramente superior al de su partida en la semana 12 para este indicador. Este cuadro es un reflejo casi especular de la evolución observada en la frecuencia de riesgo medio a caídas en ambos grupos. La tendencia en la frecuencia de bajo riesgo con el método de tratamiento miniplateos alcanzó el 0,96%/semana con significación estadística

en ese ritmo de mejora ($p=0,044$), mientras el movimiento en picada y ascenso en este indicador sufrida por el grupo B le confiere una tendencia al movimiento de sólo un 0,12%/semana, muy alejado de la significación estadística ($p=0,875$). La ventaja en 0,84%/semana del método miniplateos logró ser significativa ($p=0,012$).

Para concluir el análisis de tendencias observadas en la evolución de los indicadores de estado funcional de los pacientes según el grupo de tratamiento durante las 12 semanas de intervención, la figura 15 nos presenta la evolución del tiempo consumido por los pacientes de cada grupo en la prueba *Timed Up and Go*, valorada en segundos.

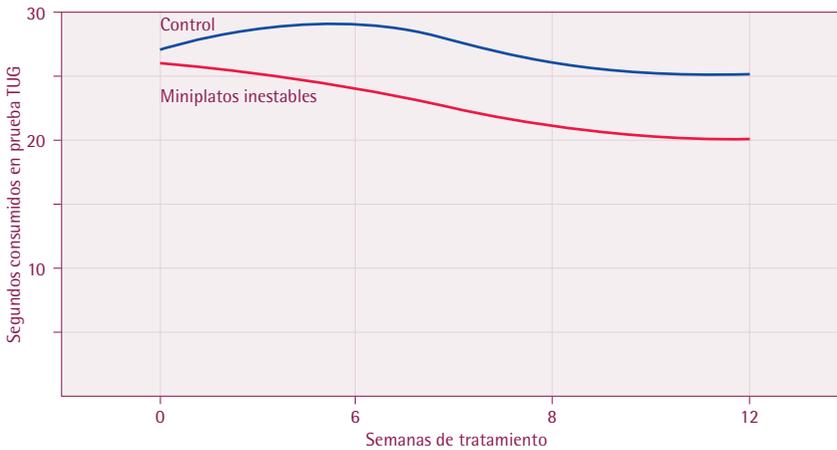


Figura 15. Serie de tiempos promedio consumidos por los pacientes de los grupos de tratamiento para la realización de la prueba TUG.

Como se aprecia en la figura 15, el tratamiento del grupo A del Síndrome de Desequilibrio Posterior parte con una pequeña ventaja de 1 segundo menos de promedio en la

realización de la prueba *Timed Up and Go*, ventaja sin significación como se comprobó en la verificación del balance basal entre grupos en el estudio. A diferencia del

método control de lo que sucedió con el grupo B que aumentó la duración promedio de la prueba en la semana 6 para luego descender en la semana 8 a un nivel ligeramente mejor que el de partida, y que se mantuvo casi inalterado en la semana 12, el grupo A desciende de manera sostenida en el tiempo la duración promedio de la prueba. La tendencia a la reducción del tiempo

del test TUG fue de $-0,96$ s/semana de media ($p=0,044$) para el grupo A y de $-0,53$ s/semana para el grupo B ($p=0,473$). Esta diferencia de $0,43$ s/semana de media en la reducción del tiempo del *Timed Up and Go* a favor del grupo A (miniplateos) no alcanzó sin embargo la significación ($p=0,954$), debido a su baja magnitud respecto a los 7 segundos como valor más bajo de la prueba.

6.5 Determinación de asociación de factores estudiados con los resultados

En la tabla 9 se presentan los cambios finales, o del estado basal a la semana 12, en todos los indicadores de respuesta a los métodos de tratamiento comparados en el estudio. Estos cambios se calcularon como la diferencia de la valoración de la semana 0 a la 12 (valor en la semana 12 – valor en la semana 0). La operación de diferencia entre los valores de las variables en esos dos momentos indujo, tal y como era de esperar según el teorema del límite central de Bernoulli J., normalidad en su distribución de probabilidades de ocurrencia, como se puede apreciar en sus histogramas de frecuencias, lo cual permitió tratarlas con métodos paramétricos para su descripción y comparación. En consecuencia, en la tabla 9 aparecen resumidas estas diferencias como medias (desviación típica) y comparadas con la prueba t de *Student*

para muestras independientes. En cuanto al cambio en la clasificación del riesgo a caídas de la semana 0 a la 12, acorde al rango en que se sitúan en estos momentos las puntuaciones Tinetti total para los participantes del estudio, se obtuvo la siguiente situación general: 6 pacientes (9%) se mantuvieron en riesgo bajo, 16 (23%) en medio y 25 (35%) en alto, 12 (16%) mejoraron al pasar de alto a bajo o medio, 8 (11%) mejoraron al descender de medio a bajo y 4 (6%) empeoraron al subir de medio a alto. En nuestro análisis, se consideró como «éxito» la reducción de riesgo alto a bajo o medio, medio a bajo o mantenimiento del bajo, considerando el resto de tránsitos como «Fracasos» de las intervenciones. Ateniéndonos a tal clasificación, en el estudio en general se obtuvieron 26 éxitos (37%) y 45 fracasos.

Cambio de la semana 0 a la semana 12 en:	Grupo de tratamiento		p-Valor
	Grupo A (n=42)	Grupo B (n=29)	
Tinetti estático (puntos) ¹	2,2(0,4)	0,28(0,04)	0,002
Tinetti dinámico (puntos) ¹	1,5(0,4)	0,69(0,24)	0,082
Tinetti total (puntos) ¹	3,69(0,7)	1,10(0,51)	0,004
Reducción del riesgo de caídas (éxitos) ²	15(36%)	11(38%)	0,849
TUG (segundos) ¹	-5,1(1,1)	-3,0(1,1)	0,018

Tabla 9. Cambios observados en las valoraciones Tinetti y TUG de la semana 0 a la semana 12 según el grupo de tratamiento en el estudio de eficacia de la técnica.

¹ Media(DT) comparado con la prueba t de Student para muestras independientes.

² n(%) comparado con la prueba chi² de Pearson. Se consideran «Éxitos» del tratamiento la reducción de riesgo alto a bajo o medio, medio a bajo y mantenimiento del bajo según la clasificación de los rangos de puntuación Tinetti total.

La contemplación de los resultados expuestos en la tabla 9 indican que, si bien las puntuaciones de todos los indicadores de equilibrio y marcha aumentaron en ambos grupos de tratamiento desde su entrada al estudio hasta su finalización, mejorando los valores medios de la estabilidad y deambulación para el conjunto de pacientes, es en el grupo A (pacientes tratados con el método miniplatos inestables) donde esos cambios se mostraron más sustanciales, con unas diferencias respecto al tratamiento del grupo B (control) que alcanzaron la significación estadística clara, como en el caso del Tinetti estático, el Tinetti total y el TUG, o se acercaron a ella con un valor marginal, como en el caso del Tinetti dinámico. No resulta así, sin embargo en cuanto a la reducción del riesgo de caídas según el rango de la puntuación Tinetti total, que es similar en cuanto a la frecuencia de éxitos en ambos grupos con la evidente falta de significación estadística de su diferencia.

Como paso final del análisis de datos del estudio, se valoró el peso de la influencia que tuvieron los tratamientos contrastados en esos cambios, considerando el resto de factores que podrían influir de manera independiente sobre estos resultados, como el sexo, la edad, el IMC y la hipertensión, al margen de su comprobado balance entre grupos, debido a la posibilidad de una interacción entre ellos que produjera la influencia combinada y no de forma independiente. Para los cambios en el Tinetti dinámico, total y TUG se consideraron también las diferencias en el Tinetti estático basal, que resultó algo mayor en el grupo B y alcanzó la significación estadística $p=0,086$ dentro del límite $p \leq 0,10$ establecido para su inclusión en el análisis multivariable. Como se expuso en el apartado de metodología de procesamiento de datos, para las variables número de caídas sufridas, cambio en Tinetti estático, dinámico, total y en TUG de la semana 0 a la 12, se emplearon modelos de regresión

lineal múltiple, y para la variable Éxito/Fracaso en la reducción del riesgo de caídas de la semana 0 a la 12, el modelo de regresión logística binaria multivariable.

El resultado del ajuste de modelos de regresión lineal sobre la cantidad de caídas sufridas por los pacientes durante el estudio empleando como potenciales factores explicatorios el método de tratamiento ajustado por sexo, edad, IMC, tensión arterial y puntuación Tinetti estática basal empleando la estrategia de ajuste

expuesta arroja la expulsión de todos estos factores del modelo. Tal resultado apunta a que ninguno de esos factores explicaba la cantidad de caídas sufridas por los participantes en el estudio.

En la tabla 10, se exponen los resultados del ajuste del modelo lineal al cambio en la puntuación del Tinetti estático de la semana 0 a la 12, empleando como variables explicatorias el método de tratamiento y como covariables la edad, sexo, IMC y tensión arterial.

Tabla 10. Resultados del ajuste del modelo lineal múltiple sobre el cambio de puntuación del Tinetti estático, empleando como variables explicatorias de ese cambio el método de tratamiento, sexo, edad, IMC y tensión arterial de los pacientes y como método de ajuste el de pasos hacia atrás con modelo de partida lleno con criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos inestables en la mejora del equilibrio.

Factor explicatorio retenido por el modelo	Aumento medio en la puntuación Tinetti estática (IC95%) ¹	p-Valor
Tratamiento Grupo A respecto al Grupo B	1,60(0,44-2,77)	0,008
Ser mujer respecto a ser hombre	0,64(0,13-1,15)	0,014

¹ El modelo ajusta a las 4 iteraciones y no retiene al IMC, tensión arterial y edad en ese orden.

Como se observa en la tabla 10, el método de tratamiento del grupo A supera al tratamiento del grupo B en una media de aumento de 1,60 puntos del Tinetti estático a las 12 semanas, pudiendo esa supremacía llegar hasta los 2,77 puntos. Por su parte, el género también aporta su influencia independiente sobre la variación de la puntuación Tinetti estático, aumentando una mujer como promedio unos 0,64 puntos más que un hombre a las 12 semanas de tratamiento, pudiendo llegar esta diferencia hasta los 1,15, o lo que es lo mismo, las mujeres,

en general, respondieron mejor a cualquier tipo de tratamiento del equilibrio por síndrome de desequilibrio posterior que los hombres.

En la tabla 11, se muestran los resultados del ajuste final del modelo de regresión lineal al cambio en la puntuación del Tinetti dinámico de la semana 0 a la 12, empleando como variables explicatorias el método de tratamiento y como covariables la puntuación del Tinetti estático basal, la edad, sexo, IMC y tensión arterial.

Factor explicatorio retenido por el modelo	Cambio medio en la puntuación Tinetti dinámica (IC95%) ¹	p-Valor
Cada punto más en el Tinetti estático de partida ²	-0,20(-0,33;-0,07)	0,002

¹ El modelo ajusta a los 6 pasos y no retiene a la edad, sexo, tratamiento y tensión arterial, en ese orden.

² Puntuación del Tinetti de equilibrio del paciente al inicio de cualquier tratamiento.

La interpretación de los resultados expuestos en la tabla 11 indica que la puntuación que presentan los pacientes en su Tinetti estático al comienzo del tratamiento marca la influencia sobre el cambio que sufre el Tinetti dinámico en las 12 semanas de tratamiento, al margen del mismo tratamiento en sí. La influencia del Tinetti estático basal sobre el cambio del Tinetti dinámico a 12 semanas es tal que llega a anular la influencia de los tratamientos. Lo que resulta curioso es constatar que por cada punto más en ese Tinetti estático de partida la ganancia en Tinetti dinámico se reducía en 0,2 puntos de media a las 12 semanas, pudiendo llegar

hasta los 0,33 puntos en esa disminución. Tal resultado, aparentemente paradójico, podría tener una explicación plausible en el hecho de que a mejor estado de equilibrio de partida en el paciente, menor era la posibilidad de mejora de su Tinetti dinámico, debido a un efecto de resistencia al aumento tipo «límite».

En la tabla 12, se muestran los resultados del ajuste del modelo de regresión lineal al cambio en la puntuación del Tinetti total de la semana 0 a la 12, empleando como variables explicatorias el método de tratamiento y como covariables la puntuación del Tinetti estático basal, la edad, sexo, IMC y tensión arterial.

Tabla 11. Resultados del ajuste del modelo lineal múltiple sobre el cambio de puntuación del Tinetti dinámico que arranca con modelo lleno ajustando por pasos hacia atrás bajo el criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos inestables en la mejora del equilibrio.

Por (cambio en el factor explicatorio):	Variación media en la puntuación Tinetti total (IC95%) ¹	p-Valor
ser tratado con miniplatos inestables respecto al tratamiento habitual	1,77(0,70-3,54)	0,039
cada punto más en el Tinetti estático basal ²	-0,50(-0,72;-0,28)	<0,001
cada año más de edad	-0,08(-0,11;-0,05)	<0,001

¹ El modelo ajusta en 5 iteraciones expulsando a la tensión arterial, edad, IMC y sexo, en esa secuencia.

² Puntuación del Tinetti estático del paciente al inicio de su tratamiento.

Tabla 12. Resultados del ajuste del modelo lineal multivariable sobre el cambio de puntuación del Tinetti total que parte de un modelo lleno realizando pasos hacia atrás con el criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos en la mejora del equilibrio.

Como se aprecia en los resultados mostrados en la tabla 12, en el grupo A aumentó en 1,77 puntos como promedio el incremento de la valoración Tinetti total desde el comienzo del tratamiento del paciente hasta la semana 12 respecto al grupo B (tratamiento habitual) método usual, llegando a alcanzar esta diferencia los 3,54 puntos más a favor del primer método. En el cambio del Tinetti total, vuelve a aparecer como factor condicionante la puntuación del Tinetti estático del paciente a su entrada al estudio, con idéntico sentido de influencia sobre la ganancia en puntos del Tinetti dinámico sobre el Tinetti total: cada punto más en el Tinetti estático basal disminuyó el aumento del Tinetti total en 0,50 puntos, llegando a impedir su mejora hasta en 0,72 puntos. La explicación de este fenómeno puede ser la misma que la expuesta en el caso anterior: un efecto techo en la mejora del Tinetti total, relacionado con el estado inicial de equilibrio del paciente. Por su parte, la edad del paciente aparece en el modelo como un factor

explicatorio independiente, como el Tinetti de equilibrio basal sobre la variación de la puntuación Tinetti total, al cabo de las 12 semanas de tratamiento y en el mismo sentido del Tinetti estático de partida: cada año más de edad en el paciente hizo disminuir como promedio 0,08 puntos la diferencia en el Tinetti total de la semana 0 a la 12, pudiendo llegar esta reducción a los 0,11 puntos, cifras que parecen nimias a pesar de su significación estadística, pero que pueden traer consigo una pérdida de posibilidad de aumento del Tinetti total a las 12 semanas en un paciente de 90 años, por ejemplo, de $90 \times 0,11 = 9,9$ puntos.

En la tabla 13, se mostró los resultados del ajuste final del modelo de regresión lineal sobre el cambio apreciado en la demora de segundos en realizar la prueba TUG, empleando como factor explicatorio el método de tratamiento de los pacientes corregido por la influencia potencial en ese cambio del sexo, edad, IMC, tensión arterial y puntuación basal Tinetti estático del paciente.

Tabla 13. Resultados del ajuste del modelo lineal múltiple sobre el cambio de tiempo de demora en segundos en la realización de la prueba Timed Up and Go (TUG) y Tinetti estático basal de los pacientes, utilizando para el ajuste modelos llenos con iteración retroactiva y criterio de entrada-salida de factores $p < 0,05$ en el estudio de eficacia del método Miniplatos en la mejora del equilibrio.

Debido a:	Reducción media en la demora en segundos en realizar el TUG (IC95%) ¹	p-Valor
ser tratado con miniplatos inestables respecto al habitual	2,80(1,70-6,40)	0,012
cada año más de edad del paciente	-0,05(-0,08;-0,03)	<0,001

¹ El modelo ajusta en 5 iteraciones no reteniendo al sexo, valoración Tinetti estática de partida, tensión arterial e IMC, en ese orden de expulsión.

Según los resultados del ajuste del modelo lineal de regresión, empleando como variable dependiente la reducción en segundos del tiempo consumido en la ejecución del TUG que se muestra en la tabla 13, el tratamiento miniplatos ofrece como media una disminución de 2,80 segundos más que el método de tratamiento habitual, llegando a alcanzar esta diferencia los 6,40 segundos de ventaja sobre el método usual de tratamiento. Por su parte, la edad del paciente, como factor predictivo independiente al tratamiento en la variación del tiempo consumido en la prueba TUG, hace que por cada año más de vida se impida esa disminución en 0,05 segundos llegando a alcanzar los 0,08 segundos como máximo probable, diferencia que puede parecer modesta al margen de su significación estadística, pero que para un sujeto de 90 años, por ejemplo, podría alcanzar $90 \times 0,07 = 6,3$ segundos menos de ganancia en rapidez del TUG, o sea que consumiría hasta 6,3 segundos más en realizar la prueba.

Para finalizar esta etapa del análisis, los resultados del ajuste de un modelo de regresión logística binaria multivariable con el éxito en la reducción o mantenimiento de riesgo bajo de la semana 0 a la 12 como efecto y los tratamientos como covariable, controlando por la edad, sexo, IMC, tensión arterial y

puntuación Tinetti estático basal del paciente, produjeron como resultado la expulsión de todos los factores, a excepción del Tinetti estático basal, obteniendo para éste 1,18(IC95%: 1,01-1,36) veces más posibilidades de éxito en el mantenimiento de un riesgo bajo de caídas o su disminución de la semana 0 a la 12 por cada punto más en esta escala de equilibrio estático ($p=0,033$). Este resultado debe ser tomado con cautela debido a que el modelo de regresión logística requiere de unos 10 éxitos por cada factor potencial de riesgo introducido en el modelo más 10 éxitos extras para la estimación de la constante de regresión, y en la muestra de este estudio se contaron 26 éxitos, por lo que el empleo de 6 factores hace inestable el ajuste por exceso de parámetros. De todas formas, al realizar el ajuste del modelo de forma univariable, es decir empleando sólo un factor de cada vez, el ajuste no retiene a ninguno de los factores considerados como predictores, obteniéndose un resultado similar para el Tinetti estático basal al que resulta con el modelo multivariable. La interpretación de este resultado apuntaría a que el estado inicial del equilibrio de un paciente mayor de 65 años afectado por el síndrome de desequilibrio posterior resulta crucial para lograr mantener su bajo riesgo de caídas o mejorar ese riesgo con cualquier tratamiento.

6.6 Análisis por intención de tratar

La replicación de los resultados del análisis de datos del estudio, incluyendo ahora los 6 pacientes del grupo de tratamiento con el método miniplatos inestables que abandonaron el estudio y para los que se replicaron a las 12 o las 8 y 12 semanas las valoraciones Tinetti

estático, dinámico y total, y TUG, y con ellas se estimaron los cambios de estos parámetros a las 12 semanas, así como el cambio en el riesgo de caídas, no producen variaciones de consideración en los resultados obtenidos con su exclusión, tal y como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Comparación de la evolución de las valoraciones realizadas a las 6, 8 y 12 semanas de tratamiento mediante análisis por intención de tratar.

Grupo de estudio	Medición a la semana				p-Valor intra-grupo*	p-Valor entre-grupos*
	0	6	8	12		
Tinetti estático: mediana (rango) de la puntuación para pacientes con seguimiento completo						
Grupo A (n=42)	10(1-16)	10(3-16)	11(6-16)	11(4-16)	0,003	0,933
Grupo B (n=29)	11(4-16)	12(4-16)	12(3-16)	12(1-16)		
Tinetti estático: mediana (rango) de la puntuación incluyendo las pérdidas en el seguimiento						
Grupo A (n=48)	10(1-16)	10(3-16)	11(6-16)	11(4-16)	0,003	0,0929
Grupo B (n=29)	11(4-16)	12(4-16)	12(3-16)	12(1-16)		
Tinetti dinámico: mediana (rango) puntuación para pacientes con seguimiento completo						
Grupo A (n=42)	8(1-12)	8(1-12)	9(2-12)	9(3-12)	0,091	0,099
Grupo B (n=29)	8(1-12)	8(1-12)	9(2-12)	9(3-12)		
Tinetti dinámico: mediana (rango) puntuación incluyendo las pérdidas en el seguimiento						
Grupo A (n=48)	8(1-12)	9(1-12)	9(2-12)	9(3-12)	0,089	0,093
Grupo B (n=29)	8(1-12)	8(1-12)	9(2-12)	9(3-12)		
Tinetti total: mediana (rango) puntuación para pacientes con seguimiento completo						
Grupo A (n=42)	18(2-28)	19(3-28)	20(8-28)	20(8-28)	0,006	0,116
Grupo B (n=29)	19(5-28)	20(7-28)	20(8-28)	20(5-28)		
Tinetti total: mediana (rango) puntuación incluyendo las pérdidas en el seguimiento						
Grupo A (n=48)	18(2-28)	20(3-28)	20(8-28)	20(8-28)	0,005	0,123
Grupo B (n=29)	19(5-28)	20(7-28)	20(8-28)	20(5-28)		
Timed Up and Go: mediana (rango) segundos para pacientes con seguimiento completo						
Grupo A (n=42)	26(8-97)	24(7-78)	21(7-80)	20(7-92)	0,256	0,954
Grupo B (n=29)	27(10-92)	29(8-91)	26(9-99)	25(8-93)		
Timed Up and Go: mediana (rango) segundos incluyendo las pérdidas en el seguimiento						
Grupo A (n=48)	25(8-97)	24(7-78)	21(7-80)	21(7-92)	0,252	0,967
Grupo B (n=29)	27(10-92)	29(8-91)	26(9-99)	25(8-93)		

*Diferencias estimadas con la prueba no paramétrica lineal de Friedman.

Como se observa en la tabla 14, los valores de tendencia central y dispersión para todos los parámetros de funcionalidad considerados en el estudio apenas varían al considerar las pérdidas en el análisis, así como las significacio-

nes estadísticas de las diferencias intra e inter grupos mantienen sus estimaciones con variaciones insignificantes. Este análisis de sensibilidad permite concluir, por tanto, que los resultados obtenidos son consistentes.

07 Discusión

7.1 En relación al objetivo general

En relación al objetivo general, medir la eficacia de un protocolo de tratamiento con miniplatos inestables en la mejora del equilibrio en pacientes geriátricos institucionalizados y diagnosticados de SDP, los resultados indican que se ha realizado sobre una muestra característica de pacientes con SDP, a partir de su composición por género, edad y estado de las valoraciones de equilibrio, marcha y tiempo consumido en la prueba TUG, lo que permite concluir que la población diana no reviste características especiales que restrinjan la aplicación de los miniplatos inestables.

Se ha conseguido una asignación aleatoria a los grupos de tratamiento, para balancear los factores que pudiesen influir de manera independiente en los tratamientos comparados. Los resultados de las comparaciones de características y valoraciones basales permiten afirmar que se ha logrado este objetivo, a excepción de la puntuación Tine-

tti estática de partida, que favoreció ligeramente al grupo B (control) por sus valores más elevados. Este sesgo, al atentar en contra de la hipótesis de partida, favorece los resultados del estudio en el sentido de infraestimarlos, ya que de haber estado bien balanceados los grupos de tratamiento por el Tinetti estático la eficacia del tratamiento con miniplatos inestables se hubiera manifestado en mayor medida.

En el estudio se perdieron 17 pacientes: 11 sólo llegaron a firmar el consentimiento informado y los otros 6 se perdieron en el seguimiento, uno después del corte a 8 semanas y los cinco restantes después del corte a 6 semanas. Los 6 pacientes que se pierden en el seguimiento fueron asignados aleatoriamente al grupo A (tratamiento con miniplatos inestables), lo cual pudiera introducir un sesgo en el análisis. Sin embargo, la comparación de las características de estos abandonos respecto al resto de pa-

cientes que continuaron hasta la última semana permite constatar que estos pacientes no poseían ningún rasgo diferencial distintivo del resto, excepto, y aquí aparece otro sesgo contra la hipótesis de partida, un Tinetti dinámico de partida bastante alto y superior en 2 puntos como promedio al del resto de participantes, hecho que pudiera en algunos casos justificar la falta de interés en someterse a un procedimiento de rehabilitación con su permanencia en el estudio. Este hecho atentó también contra una mejor manifestación de la eficacia de miniplatos inestables respecto al tratamiento habitual, al tener que asignárseles a las pérdidas en las dos últimas valoraciones que fueron las obtenidas en la semana 6, por lo que entraron sin cambios finales en sus Tinetti, TUG, y valoraciones derivadas, en el análisis por intención de tratar.

Las comparaciones transversales en cada evaluación no alcanzaron la significación estadística entre los dos métodos de tratamiento. Sin embargo, el análisis longitudinal mostró una mejor evolución del Tinetti dinámico y del aumento de pacientes en bajo riesgo de caídas con el tratamiento de miniplatos inestables que supera al habitual.

Atendiendo a los cambios en las puntuaciones Tinetti y tiempo del TUG desde la entrada al estudio hasta la última evaluación, se observa que el tratamiento con miniplatos inestables supera en un aumento diferencial al método de tratamiento habitual.

En el análisis de factores influyentes sobre los cambios en las puntuaciones, desde la entrada al estudio hasta la última evaluación, el Tinetti de equilibrio del grupo A (miniplatos inestables) superó al grupo B (control); y si el paciente era mujer, independientemente del grupo al que perteneciera, aumentaba aún más la puntuación media. El incremento del Tinetti total fue también mayor en el grupo A. Aquí, el Tinetti estático basal influyó disminuyendo el aumento del Tinetti total por cada punto de su valoración basal, cosa que sucedió en ambos grupos. Lo mismo pasó con la edad del paciente, que por cada año más de edad disminuye la ganancia de puntos del Tinetti total. En cuanto a la disminución del tiempo de la prueba TUG, el tratamiento con miniplatos inestables aporta como media una disminución que a priori, podría ser considerada como poco apreciable tratándose de 2,8 segundos, pero teniendo en cuenta que hablamos de personas mayores, con 65 años o más de edad, que se encuentran institucionalizadas y, además padecen de SDP por lo que podríamos pensar que su capacidad autónoma es baja, el realizar la prueba en 3 segundos menos supone para nosotros un éxito en el tratamiento. En la variación del TUG también influyó la edad, dado que por cada año más de vida se redujo la disminución del TUG. Por último, por cada punto de Tinetti estático basal se mostraban más posibilidades de éxito en el mantenimiento del bajo riesgo a caídas o su disminución lo cual parecería

lógico dado que partimos de un mejor capital funcional inicial.

El análisis por intención de tratar consistió en incluir en el análisis las seis pérdidas ocurridas en el grupo A, con sus valoraciones faltantes como replicación de las últimas obtenidas para ellos. Dicho análisis no produjo ninguna alteración en los resultados obtenidos, al no hacer variar ni los valores de tenden-

cia central ni de dispersión de las mediciones por grupo y momento, así como mantener inalteradas las significaciones estadísticas de sus diferencias, tanto dentro de los grupos como entre ellos. Teniendo en cuenta que todas las pérdidas fueron del grupo A (miniplateos), se reforzaría la potencia del uso de miniplateos como un método efectivo de tratamiento.

7.2 En relación a los objetivos específicos

Identificar los posibles cambios en el equilibrio que se producen con el tratamiento con miniplateos

Durante el estudio se ha constatado una mayor mejora del equilibrio dinámico en el grupo A (miniplateos). Teniendo en cuenta que el equilibrio dinámico requiere de procesos mucho más complejos que el equilibrio estático y que además nos aporta mucho más valor funcional para la vida diaria (un equilibrio estático aportaría muy poco, mientras el dinámico permitiría una marcha autónoma) creemos de especial relevancia y valor este resultado. No obstante, la evolución lógica del equilibrio requiere conseguir primero un equilibrio estático antes que el dinámico por lo que podríamos considerar como un posible aspecto de mejora de este trabajo haber realizado una medición a las

3 semanas lo que hubiera aportado información relativa a la evolución del equilibrio y en especial del estático. Cabría considerar este aspecto para futuros estudios.

Comprobar si mejora el grado de movilidad de los participantes tras el tratamiento

La obtención de mejoría en el TUG, aunque sea leve y dadas las características de los pacientes institucionalizados y con SDP, permite afirmar que la utilización de los miniplateos permite mejorar la movilidad de los pacientes, aunque en menor grado del esperado. El hecho de haber tenido todas las pérdidas en el grupo A (miniplateos) quita potencia a este resultado por lo que, a pesar de todo, podríamos considerar positiva la mejora de la funcionalidad del paciente.

Determinar la eficacia del protocolo

El método miniplatos se ha mostrado más eficaz que el tratamiento de fisioterapia convencional, habiendo conseguido una mejora de los resultados en el TUG y en el equilibrio dinámico.

Corroborar si el tratamiento con miniplatos inestables disminuye el riesgo de caída geriátrica.

Se ha observado un aumento de caídas en el grupo de control, no

habiendo aparecido caídas en el grupo de intervención. Por este motivo, los miniplatos parecerían ser un factor de protección ante el riesgo de caídas. El bajo coste de los mismos y su facilidad de transporte invitarían a pensar que los miniplatos podrían ser un método muy útil para trabajar el equilibrio, incluso en el propio domicilio del paciente pudiendo constituir un método de autotratamiento al alcance de muchos pacientes dada su seguridad y el poco rechazo que producen los mismos.

7.3 En relación a la revisión bibliográfica

Al igual que nuestro estudio, también hay otros que han apostado por publicar un tratamiento específico para el desequilibrio posterior en el anciano, como los estudios de Mourey F *et al.*, 2004² y los de Sheets PL *et al.*, 2015²²¹.

Schhets *et al.*²²¹ describieron el tratamiento rehabilitador de un caso de SDP en el que tras realizar fisioterapia consiguieron disminuir la dependencia del paciente hacia los cuidadores y mínimas mejoras en la velocidad de la marcha. En dicho estudio, defienden también la importancia de un examen clínico completo para un mejor tratamiento físico y expusieron un programa de gestión de terapia física para tratar el SDP. Dicho artículo busca, al igual que nosotros, un tratamiento

específico de fisioterapia para tratar el SDP, pero con la salvedad de que sólo cogió un paciente (estudio de un caso) y no empleaba miniplatos inestables ni similares, por lo que nuestro estudio tendría mayor relevancia teniendo en cuenta el tamaño muestral y el tratamiento propuesto.

Encontramos tres estudios que, al igual que el nuestro, se han centrado en una herramienta que proporcione al sujeto un *input* sensorial desde los pies, como una base o plataforma. Soraya Pirouzi *et al.*, 2014²²² demostraron que la cinta de caminar usada en combinación hacia delante y hacia detrás en 12 sesiones de entrenamiento mejora el rendimiento de equilibrio y la velocidad de la marcha en personas de edad avanzada y que es eficaz

también para mejorar el control postural en esta población, aunque no se observaron mejoras en el riesgo de caídas²²³.

El segundo estudio, de Bieryla KA *et al.*, 2011²²⁴ utilizó plataformas en movimiento. En este caso, el entrenamiento del equilibrio basado en la perturbación del movimiento de la plataforma demostró ser eficaz en la estabilidad postural en mayores con alto riesgo de caídas. Sin embargo, no es una herramienta sencilla ni fácilmente transportable y habría que compararla con los miniplatos para identificar si la eficacia es similar, menor o mayor. Esto podría ser motivo de estudios posteriores para continuar con la línea de investigación desarrollada en esta tesis.

El tercer estudio, de Salsabili H *et al.*, 2011²²⁵ también se centra en el pie y utiliza una plataforma de equilibrio con *biofeedback* visual, herramienta que no es sencilla de usar ni económica y, dado que uno de los problemas más frecuentes que encontramos en geriatría son los problemas visuales, deberíamos tener en cuenta si constituye una herramienta idónea en geriatría. Se obtuvieron buenos resultados

en cuanto a la mejora del control postural, pero se realizó con sujetos con neuropatía secundaria a diabetes mellitus tipo 2.

Los trabajos que encontramos en relación a los miniplatos están más centrados en el ámbito del deporte y en la reeducación propioceptiva del tobillo. No obstante, Lesage B (2005)²²⁶ afirma que el trabajo con miniplatos se muestra más eficaz que otros trabajos convencionales con el plato de Freeman o de Bohler, así como la necesidad de disociar el antepié y el retropié en el trabajo propioceptivo.

En relación al trabajo propioceptivo, los miniplatos son de reciente creación y no existe bibliografía relativa a su aplicación en geriatría. Sabemos que el trabajo del equilibrio en pacientes ancianos institucionalizados se muestra efectivo reduciendo el índice de caídas a prácticamente la mitad⁵⁷. Los efectos del trabajo del equilibrio con un mínimo de 8 semanas se muestran efectivos para el trabajo del equilibrio en geriatría⁵⁸. De aquí el interés en realizar las mediciones a las 6, 8 y 12 semanas para corroborar si efectivamente estos resultados se reproducían.

7.4. Limitaciones del estudio

El reducido número de sujetos (71 pacientes más 17 pérdidas) podría haber sido una gran limitación pero permitió igualmente sacar

conclusiones. Asimismo, el alto número de pérdidas en los pacientes que no llegaron a empezar el estudio dificultó la realización del

trabajo. La asignación entre grupos quedó ligeramente favorable al grupo A (miniplates) por lo que si se hubiera podido mantener la muestra inicial el resultado hubiera sido más relevante.

No se han obtenido datos de la prevalencia e incidencia de los casos de desequilibrio posterior en ancianos institucionalizados. Si bien este no era el objetivo del estudio, hubiera resultado esclarecedor para nuestros resultados y conclusiones.

Una escala subjetiva donde el propio paciente hubiera señalado una puntuación sobre la mejoría de su calidad de vida habría mejorado

la calidad del estudio en cuanto al uso de miniplates aportando datos sobre el confort de los mismos.

Según Manckoudia *et al.*, 2007, habría que realizar estudios sobre la incidencia y prevalencia del desequilibrio posterior^{6,118} y según el mismo autor en 2007, llegar a un consenso de las medidas de evaluación a utilizar¹¹⁵ y seguir profundizando sobre los métodos de tratamiento fisioterápicos dirigidos al sistema somato-sensorial y quizá también en la relación existente entre desequilibrio posterior y caídas, qué es primero y qué después y en qué porcentaje se da cada caso.

08 Conclusiones

1. Los miniplatos se han mostrado como un método eficaz para la mejora del equilibrio del paciente geriátrico en relación al tratamiento con fisioterapia convencional.
2. La mejora del equilibrio con miniplatos ha sido mayor en el equilibrio dinámico.
3. La mejora del tiempo de ejecución del test *Timed Up and Go* se ha mostrado en menor medida, pero dadas las características de la población se puede considerar un resultado satisfactorio.
4. La edad es un factor a considerar en la mejora del equilibrio, habiendo sido menores los cambios a mayor edad del paciente.
5. Puntuaciones bajas de partida en los test *Timed Up and Go* y Tinetti han condicionado una menor capacidad de mejora del equilibrio.

09 Propuestas futuras

Tras el desarrollo de la tesis, se proponen como propuestas futuras las siguientes actuaciones:

1. Incorporar el trabajo con miniplatos en las residencias geriátricas con pacientes institucionalizados al menos durante 12 semanas de tratamiento, como forma de mejora del equilibrio y de prevención de caídas.
2. Realizar estudios posteriores con valoración del equilibrio con mayor muestra y mediciones a las 16 y 20 semanas para comprobar la evolución con un mayor tiempo de trabajo.
3. En los meses posteriores se ha realizado un seguimiento de cada centro para valorar si continúan usando los miniplatos en el tratamiento del equilibrio y podemos afirmar que el tratamiento se ha incorporado como un método cotidiano de trabajo del equilibrio por su facilidad de almacenaje, su facilidad de uso y por no provocar rechazo en el paciente. Por este motivo, sugerimos incorporar los miniplatos como una herramienta de trabajo del equilibrio en centros geriátricos, sobretodo teniendo en cuenta su efectividad, alta seguridad, bajo coste, fácil almacenamiento.
4. Los miniplatos inestables se han mostrado como un método útil de trabajo del equilibrio en centros geriátricos. En futuros estudios, se sugiere verificar su aplicabilidad en el propio domicilio del paciente como método de autotratamiento.
5. Aunque no ha sido medido durante la realización del estudio, se ha observado que el trabajo con miniplatos precisa un tiempo más corto que la fisioterapia convencional obteniendo además mejores resultados. En futuros estudios se propone medir esta variable para poder valorar este resultado.

10 Bibliografía

1. Manckoundia P, Mourey F, Perennou D, *et al.* Backward disequilibrium in elderly subjects. *Clin Interv Aging* 2008;3:667-72.
2. Mourey F, Manckoundia P, Martin-Arveux I, *et al.* Psychomotor disadaptation syndrome. A new clinical entity in geriatric patients. *Geriatrics* 2004;59:20-4.
3. Tinetti ME, Doucette J, Claus E, *et al.* Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *J Am Geriatr Soc* 1995;43:1214-21.
4. Tinetti ME, Williams CS. Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. *N Engl J Med* 1997;337:1279-84.
5. Murphy J, Isaacs B. The post-fall syndrome. A study of 36 elderly patients. *Gerontology* 1982;28:265-70.
6. Manckoundia P, Mourey F, Tavernier-Vidal B, *et al.* Syndrome de désadaptation psychomotrice. *Rev Médecine Interne* 2007;28:79-85.
7. Tinetti ME. Preventing Falls in Elderly Persons. *N Engl J Med* 2003;348:42-9.
8. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, *et al.* Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales Public Health Bull* 2011;22:78-83.
9. Gardner MM, Buchner DM, Robertson MC, *et al.* Practical implementation of an exercise based falls prevention programme. *Age Ageing* 2001;30:77-83.
10. Kyrдалen IL, Moen K, Røysland AS, *et al.* The Otago Exercise Program Performed as Group Training Versus Home Training in Fall-prone Older People: A Randomized Controlled Trial. *Physiother Res Int* 2014;19:108-16.

11. Propriofoot n.d.
12. Berthaux P. [Geriatrics, geriatric medicine, gerontology]. *Rev Prat* 1986; 36:575-7.
13. Salgado A, Cantera IR, Llera FG. *Manual de geriatría*. Barcelona: Elsevier España; 2002.
14. Segovia de Arana JM, Velarde Fuertes J. *Biosociología del envejecimiento*. Madrid: Farmaindustria; 1997.
15. González Mas R. *Rehabilitación médica de ancianos*. Barcelona: Editorial Masson; 1995.
16. WHO Study Group on Epidemiology and Prevention of Cardiovascular Diseases in the Elderly, World Health Organization. *Epidemiología y prevención de las enfermedades cardiovasculares en los ancianos : informe de un grupo de estudio de la OMS* 1995.
17. Buch Thévenon A, Pollez B. *Rehabilitación en geriatría*. Barcelona: Elsevier Masson; 1994.
18. Séculi Sánchez E, Brugulat Guiteras P, March Llanes J, *et al.* Las caídas en los mayores de 65 años: conocer para actuar. *Aten Primaria* 2004;34:186-92.
19. Poole JL. Age Related Changes in Sensory System Dynamics Related to Balance. *Phys Occup Ther Geriatr* 1992;10:55-66.
20. Cohen H, Heaton LG, Congdon SL, *et al.* Changes in sensory organization test scores with age. *Age Ageing* 1996;25:39-44.
21. Merla JL, Spaulding SJ. The Balance System: Implications for occupational therapy intervention. *Phys Occup Ther Geriatr* 1997;15:21-36.
22. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M10-6.
23. Gill J, Allum JH, Carpenter MG, *et al.* Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M438-47.
24. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:525-30.
25. Liaw M-Y, Chen C-L, Pei Y-C, *et al.* Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly

- healthy people. *Chang Gung Med J* 2009;32:297–304.
26. Ricci NA, de Faria Figueiredo Gonçalves D, Coimbra AMV, *et al.* Sensory interaction on static balance: a comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. *Geriatr Gerontol Int* 2009;9:165–71.
 27. Alpini D, Cesarani A, Franchini F, *et al.* Aging and vestibular system: specific tests and role of melatonin in cognitive involvement. *Arch Gerontol Geriatr Suppl* 2004:13–25.
 28. Verdú E, Ceballos D, Vilches JJ, *et al.* Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *J Peripher Nerv Syst* 2000;5:191–208.
 29. Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50 Spec No:11–6.
 30. Crepaldi G, Maggi S. Sarcopenia and osteoporosis: A hazardous duet. *J Endocrinol Invest* 2005;28:66–8.
 31. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol* 1991;46:M69–76.
 32. Braune W, Fischer O. *On the Centre of Gravity of the Human Body*. Berlin: Springer Science & Business Media; 1985.
 33. Hellebrandt FA, Tepper RH, Braun GL, *et al.* The location of the cardinal anatomical orientation planes passing through the center of weight in young adult women. *Am J Physiol Content* 1938;121:465–70.
 34. Nashner LM. The anatomic basis of balance in orthopaedics. In: Wallman HW, editor. *Orthop. Phys. Ther. Clin. N. Am.*, vol. 11, Philadelphia: W.B. Saunders; 2002, p. 1–16.
 35. Crutchfield CA, Shumway-Cook A, Horak FB. Balance and coordination training. In: Scully R, Barnes M, editors. *Phys. Ther.*, New York: Lippincott; 1989, p. 825–43.
 36. McCollum G, Leen TK. Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *J Mot Behav* 1989;21:225–44.
 37. Shumway-Cook A, Woolacott MH. *Motor control: theory and practical applications*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.

38. Nashner LM, Shupert CL, Horak FB, *et al.* Organization of posture controls: an analysis of sensory and mechanical constraints. *Prog Brain Res* 1989;80:411–8; discussion 395–7.
39. Nashner LM. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In: Duncan PW, editor. *Balance Proc. APTA Forum Nashv. Tenn. June 13-15 1989*, Alexandria, VA: American Physical Therapy Association; 1990.
40. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35:ii7–11.
41. Winter DA. ABC (anatomy, biomechanics and control) of balance during standing and walking. *Waterloo Biomechanics*; 1995.
42. Winter DA, Patla AE, Frank JS, *et al.* Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Phys Ther* 1990;70:340–7.
43. Kloos AD, Givens DL. Exercise for impaired balance. In: Kisner C, Colby LA, editors. *Ther. Exerc. Found. Tech.* 6th ed., Philadelphia: F.A. Davis; 2012, p. 260–89.
44. Horak FB, Macpherson JM. Postural Orientation and Equilibrium. In: Terjung R, editor. *Compr. Physiol.*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 1996.
45. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther* 2007;87:193–207.
46. Kapoula Z, Lê T-T. Effects of distance and gaze position on postural stability in young and old subjects. *Exp Brain Res* 2006;173:438–45.
47. Uchiyama M, Demura S. The role of eye movement in upright postural control. *Sport Sci Health* 2009; 5:21–7.
48. Gebhart GF, Schmidt RF, editors. *Retinal Slip. Encycl. Pain*, Springer Berlin Heidelberg; 2013, p. 3407–3407.
49. Guerraz M, Bronstein AM. Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol* 2008;38:391–8.
50. Berencsi A, Ishihara M, Imanaka K. The functional role of central and peripheral vision in the control of posture. *Hum Mov Sci* 2005;24:689–709.

51. Grigg P, Finerman GA, Riley LH. Joint-position sense after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1973;55:1016–25.
52. Grigg P. Articular neurophysiology. In: Zachazewski J, McGee D, Quillen W, editors. *Athl. Inj. Rehabil.*, Philadelphia, PA: W.B. Saunders; 1996, p. 152–69.
53. Nolte J. *The human brain: An introduction to its functional anatomy*. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2002.
54. Tortora GJ, Reynolds Grabowski S. *Principios de anatomía y fisiología*. Mexico: Oxford University Press; 2002.
55. Horak FB, Shupert CL. Role of the vestibular system in postural control. In: Herdman SJ, editor. *Vestib. Rehabil.*, New York: F.A. Davis; 1994, p. 98–113.
56. Fox SI. *Fisiología Humana*. 8th ed. Madrid: McGraw-Hill; 2004.
57. Toupet M. *Les troubles de l'équilibre chez le sujet âgé*. Synthèse Médicale 1992.
58. Mourey F, Tavernier-Vidal B. *Approche de la rééducation des troubles de l'équilibre*. Gerontologie, Man-gourd: Sauramps; 1992.
59. Winstein C, Mitz A. The motor system. II: Higher centers. In: Cohen HS, editor. *Neurosci. Rehabil.*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1993.
60. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Age-related changes of postural control: effect of cognitive tasks. *Gerontology* 2001;47:189–94.
61. Cordo PJ, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *J Neurophysiol* 1982;47:287–302.
62. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol* 1986;55:1369–81.
63. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther* 1987;67:1881–5.
64. McIlroy WE, Maki BE. Age-related changes in compensatory stepping in response to unpredictable perturbations. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51:M289–96.
65. Nashner LM, Woollacott M. The organization of rapid postural adjustments of standing humans: an experimental-conceptual model.

- In: Talbott R, Humphrey D, editors. *Posture Mov.*, New York: Raven; 1979, p. 243-57.
66. Nashner LM, Woollacott M, Tuma G. Organization of rapid responses to postural and locomotor-like perturbations of standing man. *Exp Brain Res* 1979; 36:463-76.
 67. Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Exp Brain Res* 1977;30:13-24.
 68. Horak F, Kuo A. Postural adaptation for altered environments, tasks, and intentions. *Biomech. Neural Control Posture Mov.*, Springer; 2000, p. 267-81.
 69. Keshner E. Reflex, voluntary, and mechanical process in postural stabilization. In: Duncan PW, editor. *Balance Proc. APTA Forum Nashv. Tenn. June 13-15 1989*, Alexandria, VA: American Physical Therapy Association; 1990.
 70. Basmajian JV, De Luca CJ. *Muscles alive: their functions revealed by electromyography*. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985.
 71. Nashner LM. Adaptation of human movement to altered environments. *Trends Neurosci* 1982;5:358-61.
 72. Keshner EA, Woollacott MH, Debu B. Neck, trunk and limb muscle responses during postural perturbations in humans. *Exp Brain Res* 1988;71:455-66.
 73. Maki BE, Whitelaw RS. Influence of expectation and arousal on center-of-pressure responses to transient postural perturbations. *J Vestib Res Equilib Orientat* 1993;3:25-39.
 74. Patla AE, Winter DA, Frank JS, *et al.* Identification of age-related changes in the balance-control system. In: Duncan PW, editor. *Balance Proc. APTA Forum Nashv. Tenn. June 13-15 1989*, Alexandria, VA: American Physical Therapy Association; 1990, p. 43-56.
 75. 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.
 76. Schenkman ML. Interrelationship of neurological and mechanical factors in balance control. In: Duncan PW, editor. *Balance Proc. APTA Forum Nashv. Tenn. June 13-15 1989*, Alexandria, VA: American Physical

- Therapy Association; 1990, p. 43–56.
77. Burtner PA, Woollacott MH, Qualls C. Stance balance control with orthoses in a group of children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1999;41:748–57.
78. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol* 2002;88:1097–118.
79. Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47:678–85.
80. Glencross D, Thornton E. Position sense following joint injury. *J Sports Med Phys Fitness* 1981;21:23–7.
81. Garn SN, Newton RA. Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Phys Ther* 1988;68:1667–71.
82. Boyle J, Negus V. Joint position sense in the recurrently sprained ankle. *Aust J Physiother* 1998;44:159–63.
83. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989;17:1–6.
84. Pap G, Machner A, Nabelung W, *et al.* Detailed analysis of proprioception in normal and ACL-deficient knees. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:764–8.
85. Safran MR, Allen AA, Lephart SM, *et al.* Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:310–7.
86. Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine* 1998;23:371–7.
87. Brumagne S, Cordo P, Lysens R, *et al.* The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine* 2000;25:989–94.
88. Leinonen V, Kankaanpää M, Luukkonen M, *et al.* Lumbar paraspinal muscle function, perception of lumbar position, and postural control in disc herniation-related back pain. *Spine* 2003;28:842–8.
89. Cornwall MW, Murrell P. Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Podiatr Med Assoc* 1991;81:243–7.

90. Nies N, Sinnott PL. Variations in balance and body sway in middle-aged adults. Subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine* 1991;16:325-30.
91. Mizuta H, Shiraishi M, Kubota K, *et al.* A Stabilmometric Technique for Evaluation of Functional Instability in Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee. *Clin J Sport Med* 1992;2:235-9.
92. Wegener L, Kisner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;25:13-8.
93. Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:378-83.
94. Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, *et al.* Postural instability in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care* 1994;17:1411-21.
95. Uccioli L, Giacomini PG, Monticone G, *et al.* Body sway in diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 1995;18:339-44.
96. Resnick HE, Vinik AI, Schwartz AV, *et al.* Independent effects of peripheral nerve dysfunction on lower-extremity physical function in old age: the Women's Health and Aging Study. *Diabetes Care* 2000;23:1642-7.
97. Richardson JK. Factors associated with falls in older patients with diffuse polyneuropathy. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:1767-73.
98. Huang H-C, Gau M-L, Lin W-C, *et al.* Assessing risk of falling in older adults. *Public Health Nurs* 2003;20:399-411.
99. Horak FB, Nashner LM, Diener HC. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res* 1990;82:167-77.
100. Chandler JM, Duncan PW. Balance and falls in the elderly: issues in evaluation and treatment. In: Guccione AA, editor. *Geriatr. Phys. Ther.*, St. Louis: Mosby; 1993, p. 237-51.
101. Jack CI, Smith T, Neoh C, *et al.* Prevalence of low vision in elderly patients admitted to an acute geriatric unit in Liverpool: elderly people

- who fall are more likely to have low vision. *Gerontology* 1995;41:280–5.
102. Black FO, Shupert CL, Horak FB, *et al.* Abnormal postural control associated with peripheral vestibular disorders. *Prog Brain Res* 1988;76:263–75.
 103. Horak FB, Nutt JG, Nashner LM. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. *J Neurol Sci* 1992;111:46–58.
 104. Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture* 2001;14:203–10.
 105. Camicioli R, Howieson D, Lehman S, *et al.* Talking while walking: the effect of a dual task in aging and Alzheimer's disease. *Neurology* 1997;48:955–8.
 106. Rankin JK, Woollacott MH, Shumway-Cook A, *et al.* Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M112–9.
 107. Podsiadlo D, Richardson S. The timed «Up & Go»: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:142–8.
 108. Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. *J Am Geriatr Soc* 1998;46:758–61.
 109. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther* 2000;80:896–903.
 110. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, *et al.* Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45:M192–7.
 111. Maki BE, Edmondstone MA, McIlroy WE. Age-related differences in laterally directed compensatory stepping behavior. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M270–7.
 112. Adkin AL, Frank JS, Carpenter MG, *et al.* Postural control is scaled to level of postural threat. *Gait Posture* 2000;12:87–93.
 113. Burleigh AL, Horak FB, Malouin F. Modification of postural responses and step initiation: evidence for goal-directed postural

- interactions. *J Neurophysiol* 1994;72:2892–902.
114. Horak FB. Adaptation of automatic postural responses. *Acquis. Mot. Behav. Vertebr.*, Cambridge, MA: MIT Press; 1996, p. 57–85.
115. Shupert CL, Horak FB. Adaptation of postural control in normal and pathologic aging: implications for fall prevention programs. *J Appl Biomech* 1999;15:64–74.
116. Horak FB, Frank J, Nutt J. Effects of dopamine on postural control in parkinsonian subjects: scaling, set, and tone. *J Neurophysiol* 1996;75:2380–96.
117. Karnath H-O, Ferber S, Dichgans J. The neural representation of postural control in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2000;97:13931–6.
118. Bisdorff AR, Wolsley CJ, Anastasopoulos D, *et al.* The perception of body verticality (subjective postural vertical) in peripheral and central vestibular disorders. *Brain* 1996;119:1523–34.
119. Karnath HO, Fetter M, Niemeier M. Disentangling gravitational, environmental, and egocentric reference frames in spatial neglect. *J Cogn Neurosci* 1998;10:680–90.
120. Winter DA, MacKinnon CD, Ruder GK, *et al.* An integrated EMG/biomechanical model of upper body balance and posture during human gait. *Prog Brain Res* 1993;97:359–67.
121. Bauby CE, Kuo AD. Active control of lateral balance in human walking. *J Biomech* 2000;33:1433–40.
122. Prince F, Corriveau H, Hébert R, *et al.* Gait in the elderly. *Gait Posture* 1997;5:128–35.
123. Sattin RW. Falls among older persons: a public health perspective. *Annu Rev Public Health* 1992;13:489–508.
124. Rubenstein LZ, Josephson KR, Robbins AS. Falls in the nursing home. *Ann Intern Med* 1994;121:442–51.
125. Nevitt MC. Falls in the elderly: Risk factor and prevention. In: Masdeu J, Sudarsky L, Wolfson L, editors. *Gait Disord. Aging Falls Risk Factors Ther. Strateg.*, Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997, p. 13–36.
126. Donald IP, Bulpitt CJ. The prognosis of falls in elderly people living at home. *Age Ageing* 1999;28:121–5.

127. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, American Academy of Orthopaedic Surgeons. Guideline for the Prevention of Falls in Older Persons. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:664–72.
128. Light KE. Information processing for motor performance in aging adults. *Phys Ther* 1990;70:820–6.
129. Lord SR, Ward JA, Williams P, *et al.* Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:1110–7.
130. Tinetti ME, Inouye SK, Gill TM, *et al.* Shared risk factors for falls, incontinence, and functional dependence. Unifying the approach to geriatric syndromes. *JAMA* 1995;273:1348–53.
131. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev* 1986;23:97–114.
132. Studenski S, Duncan PW, Chandler J. Postural responses and effector factors in persons with unexplained falls: results and methodologic issues. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:229–34.
133. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiol Aging* 1989;10:727–38.
134. Lin S-I, Woollacott MH, Jensen JL. Postural response in older adults with different levels of functional balance capacity. *Aging Clin Exp Res* 2004;16:369–74.
135. Frank JS, Patla AE, Brown JE. Characteristics of postural control accompanying voluntary arm movement in the elderly. *Soc. Neurosci. Abstr.*, vol. 13, 1987, p. 335.
136. Inglin B, Woollacott M. Age-related changes in anticipatory postural adjustments associated with arm movements. *J Gerontol* 1988;43:M105–13.
137. Manckoundia P, Thomas F, Buatois S, *et al.* Impact of clinical, psychological, and social factors on decreased Tinetti test score in community-living elderly subjects: a prospective study with two-year follow-up. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res* 2008;14:CR316–22.
138. Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Tratado de geriatría para residentes*. Madrid: Sociedad Española de Geriatria y Gerontología; 2007.

139. Moreland J, Richardson J, Chan DH, *et al.* Evidence-based guidelines for the secondary prevention of falls in older adults. *Gerontology* 2003;49:93–116.
140. Papiol M, Duaso E, Tomás S, *et al.* Identificación desde el servicio de urgencias de la población anciana con riesgo de caída que motiva ingreso hospitalario. *Emergencias* 2003;15:152–6.
141. Fuller GF. Falls in the elderly. *Am Fam Physician* 2000;61:2159–68, 2173–4.
142. Lázaro del Nogal M, Cuesta F, Vilorio A, *et al.* Evaluación del riesgo de caídas. Protocolos de evaluación. Unidades de caídas. In: Lázaro Del Nogal M, editor. *Eval. Anc. Que Sufre Caídas Repetición*. 2nd ed., Madrid: Fundación Mapfre Medicina; 2001, p. 77–100.
143. Lachman ME, Howland J, Tennstedt S, *et al.* Fear of falling and activity restriction: the survey of activities and fear of falling in the elderly (SAFE). *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1998;53:P43–50.
144. Howland J, Peterson EW, Levin WC, *et al.* Fear of falling among the community-dwelling elderly. *J Aging Health* 1993;5:229–43.
145. Maki BE. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:313–20.
146. Chamberlin ME, Fulwider BD, Sanders SL, *et al.* Does fear of falling influence spatial and temporal gait parameters in elderly persons beyond changes associated with normal aging? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60:1163–7.
147. Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50A:M28–34.
148. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol* 1990;45:P239–43.
149. Walker JE, Howland J. Falls and fear of falling among elderly persons living in the community: occupational therapy interventions. *Am J Occup Ther Off Publ Am Occup Ther Assoc* 1991;45:119–22.
150. Taggart HM. Effects of Tai Chi exercise on balance, functional mobility, and fear of falling among older women. *Appl Nurs Res* 2002;15:235–42.
151. Brouwer BJ, Walker C, Rydahl SJ, *et al.* Reducing fear

- of falling in seniors through education and activity programs: a randomized trial. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:829–34.
152. Abrams WB. Cardiovascular drugs in the elderly. *Chest* 1990;98:980–6.
153. Robitaille Y, O’Loughlin J. Épidémiologie de la chute chez les personnes âgées. *Année Gérontologique* 1990;1:145–55.
154. Guillén Llera F. [Domiciliary geriatric care: present and future]. *Rev Clínica Esp* 1992;191:403–4.
155. Thomas DC, Edelbert HK, Tinetti ME. Falls. In: Cassel CK, Leipzig RM, Cohen HJ, *et al.*, editors. *Geriatr. Med. Evid.-Based Approach*. 4th ed., Springer Science & Business Media; 2003, p. 979–94.
156. Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, *et al.* A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med* 1994;331:821–7.
157. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, *et al.* Intervenciones para la prevención de caídas en las personas ancianas (Revisión Cochrane traducida). *Bibl Cochrane Plus* 2007.
158. Simoneau GG, Leibowitz HW, Ulbrecht JS, *et al.* The effects of visual factors and head orientation on postural steadiness in women 55 to 70 years of age. *J Gerontol* 1992;47:M151–8.
159. Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H, *et al.* Postural control and age. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;113:119–22.
160. Koceja DM, Allway D, Earles DR. Age differences in postural sway during volitional head movement. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:1537–41.
161. Benjuya N, Melzer I, Kaplanski J. Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59:M166–71.
162. Turano K, Rubin GS, Herdman SJ, *et al.* Visual stabilization of posture in the elderly: fallers vs. nonfallers. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom* 1994;71:761–9.
163. Straube A, Bötzel K, Hawken M, *et al.* Postural control in the elderly: differential effects of visual, vestibular

- and somatosensory input. In: Amblard B, Berthoz A, Clarac F, editors. *Posture Gait Dev. Adapt. Modul.*, vol. 29, Amsterdam: Elsevier; 1988, p. 105–14.
164. Matheron E, Dubost V, Mourey F, *et al.* Analysis of postural control in elderly subjects suffering from Psychomotor Disadaptation Syndrome (PDS). *Arch Gerontol Geriatr* 2010;51:e19–23.
165. Ohno H, Wada M, Saitoh J, *et al.* The effect of anxiety on postural control in humans depends on visual information processing. *Neurosci Lett* 2004;364:37–9.
166. Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology* 2000;46:306–10.
167. Tavernier-Vidal B. [«Balance, or where are you?»]. *Soins Gériatrie* 2001:38–41.
168. Cobo Domingo JC. *Geriatría y gerontología. Atención integral al anciano. Formación Continuada Logoss*; 2006.
169. Huffschmitt B. [The feet of the aged]. *Soins Chir* 1987:42–8.
170. Gaudet M, Tavernier B, Mourey F, *et al.* Le syndrome de régression psycho-motrice du vieillard. *Médecine Hygiène* 1986;44:1332–6.
171. Pfitzenmeyer P, Mourey F, Tavernier B, *et al.* Psychomotor desadaptation syndrome. *Arch Gerontol Geriatr* 1999;28:217–25.
172. Manckoundia P, Mourey F, Pfitzenmeyer P, *et al.* Is backward disequilibrium in the elderly caused by an abnormal perception of verticality? A pilot study. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol* 2007;118:786–93.
173. Manckoundia P, Pérennou D, Pfitzenmeyer P, *et al.* La rétroimpulsion du sujet âgé : mise au point sur un symptôme grave et proposition d'une échelle pour une évaluation quantifiée. *Rev Médecine Interne* 2007;28:242–9.
174. Chu LW, Pei CK, Chiu A, *et al.* Risk factors for falls in hospitalized older medical patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999; 54:M38–43.
175. Pfitzenmeyer P, Mourey F, Mischis-Troussard C, *et al.* Rehabilitation of serious postural insufficiency after falling in very elderly subjects. *Arch Gerontol Geriatr* 2001;33:211–8.

176. Barbieri G, Gissot A-S, Fouque F, *et al.* Does proprioception contribute to the sense of verticality? *Exp Brain Res* 2008;185:545–52.
177. Pérennou DA, Mazibrada G, Chauvineau V, *et al.* Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship? *Brain* 2008;131:2401–13.
178. Manckoundia P, Gerbault N, Mourey F, *et al.* Multi-disciplinary management in geriatric day-hospital is beneficial for elderly fallers: A prospective study of 28 cases. *Arch Gerontol Geriatr* 2007;44:61–70.
179. Mansfield A, Peters AL, Liu BA, *et al.* A perturbation-based balance training program for older adults: study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Geriatr* 2007;7:12.
180. Bouchet J-Y, Franco A, Plas F. *Rééducation en gériatrie.* Paris: Editions Masson; 1995.
181. Bleton J. Les cures de procubitus pour éliminer la rétopulsion. *Kinésithérapie Sci* 1991;6.
182. Thévenon A, Pollez B, Danes J, *et al.* Rééducation du déséquilibre arrière de la personne âgée. In: Pelissier I, Brun V, Enjalbert V, editors. *Posture Équilibration Médecine Rééduc.*, Paris: Masson; 1993.
183. Konrad HR, Girardi M, Helfert R. Balance and aging. *The Laryngoscope* 1999;109:1454–60.
184. Newton R. Review of tests of standing balance abilities. *Brain Inj* 1989;3:335–43.
185. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, *et al.* One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:735–8.
186. Csuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med* 1985;78:77–81.
187. Buatois S, Miljkovic D, Manckoundia P, *et al.* Five times sit to stand test is a predictor of recurrent falls in healthy community-living subjects aged 65 and older. *J Am Geriatr Soc* 2008;56:1575–7.
188. Newton RA. Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M248–52.

189. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, *et al.* Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2002;37:501-6.
190. Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27:356-60.
191. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil* 2000;9.
192. Hertel J, Braham RA, Hale SA, *et al.* Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:131-7.
193. Munhoz RP, Li J-Y, Kurtinecz M, *et al.* Evaluation of the pull test technique in assessing postural instability in Parkinson's disease. *Neurology* 2004;62:125-7.
194. Hunt AL, Sethi KD. The pull test: A history. *Mov Disord* 2006;21:894-9.
195. Jacobs JV, Horak FB, Van Tran K, *et al.* An alternative clinical postural stability test for patients with Parkinson's disease. *J Neurol* 2006;253:1404-13.
196. Wolfson LI, Whipple R, Amerman P, *et al.* Stressing the postural response. A quantitative method for testing balance. *J Am Geriatr Soc* 1986;34:845-50.
197. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther* 1986;66:1548-50.
198. Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, *et al.* Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther* 2004;84:906-18.
199. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986;34:119-26.
200. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, *et al.* Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health Rev Can Santé Publique* 1992;83 Suppl 2:S7-11.
201. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling

- older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1566–71.
202. Howe JA, Inness EL, Venturini A, *et al.* The Community Balance and Mobility Scale – a balance measure for individuals with traumatic brain injury. *Clin Rehabil* 2006;20:885–95.
203. Williams GP, Greenwood KM, Robertson VJ, *et al.* High-Level Mobility Assessment Tool (HiMAT): interrater reliability, retest reliability, and internal consistency. *Phys Ther* 2006;86:395–400.
204. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther* 2002;82:128–37.
205. Pérennou D, Decavel P, Manckoundia P, *et al.* Évaluation de l'équilibre en pathologie neurologique et gériatrique. *Ann Réadapt Médecine Phys Rev Sci Société Fr Rééduc Fonct Réadapt Médecine Phys* 2005;48:317–35.
206. Köpke S, Meyer G. The Tinetti test: Babylon in geriatric assessment. *Z Für Gerontol Geriatr* 2006;39:288–91.
207. Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM, *et al.* Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther* 2007;87:1369–78.
208. Raïche M, Hébert R, Prince F, *et al.* Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale. *The Lancet* 2000;356:1001–2.
209. Rey-Martínez JA, Boileas-Aguirre MS, Pérez N. Análisis postural de la prueba «Timed-up-and-go» en pacientes con vértigo. *Acta Otorrinolaringológica Esp* 2005;56:107–11.
210. Botolfson P, Helbostad JL, Moe-Nilssen R, *et al.* Reliability and concurrent validity of the Expanded Timed Up-and-Go test in older people with impaired mobility. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther* 2008;13:94–106.
211. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, *et al.* Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 2001:CD000340.
212. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, *et al.* Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2008;56:2234–43.

213. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, *et al.* Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 1997;315:1065-9.
214. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, *et al.* Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:905-11.
215. Howe TE, Rochester L, Neil F, *et al.* Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev* 2011:CD004963.
216. Hewitt J, Refshauge KM, Goodall S, *et al.* Does progressive resistance and balance exercise reduce falls in residential aged care? Randomized controlled trial protocol for the SUNBEAM program. *Clin Interv Aging* 2014;9:369-76.
217. Lord SR, March LM, Cameron ID, *et al.* Differing risk factors for falls in nursing home and intermediate-care residents who can and cannot stand unaided. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1645-50.
218. Epidat: programa para análisis epidemiológico de datos. Conselleria de Sanidade, Xunta de Galicia, España; Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS); Universidad CES, Colombia; 2014.
219. Urbaniak GC, Plous S. *Research Randomizer*. 2013.
220. Tixa S. Atlas de anatomía palpatoria. Tomo 2. Miembro inferior. 4th ed. Barcelona: Elsevier España; 2014.
221. Sahrman SA, Norton BJ, Stith JS, *et al.* What is backward disequilibrium and how do i treat it? A complex patient case study. *J Neurol Phys Ther* 2015; 39(2):119-26.
222. Pirouzi S, Motealleh AR, Fallahzadeh F, *et al.* Effectiveness of Treadmill Training on Balance Control in Elderly People: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Iran J Med Sci* 2014; 39(6): 565-570.
223. Kubicki A, Bonnetblanc F, Petrement G, *et al.* Delayed postural control during self-generated perturbations in the frail older adults. *Clin Interv Aging* 2012;7:65-75.
224. Bieryla KA, Madigan ML. Proof of concept for perturbation-based balance training in older adults at a high risk for falls. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92:841-3.

225. Salsabili H, Bahrpeyma F, Forogh B, *et al.* Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. *J Rehabil Res Dev* 2011;48:775–86.
226. Propriofoot [Sede web]. Borgo (Francia): Propriofoot [consultado 15 de enero de 2.017]. Disponible en: <http://www.propriofoot.com/propriofoot/index.php?lang=-fr&tid=1911561&tstruct=1>

Anexos

Anexo 1

Carta al comité de ética

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

Barcelona, 7 de enero de 2016

Señores
Comitè Ètic d'Investigació Clínica
Hospital Universitari Arnau de Vilanova

Apreciados señores,

El motivo de la presente es para poner en su conocimiento que queremos realizar un proyecto de investigación clínica que llevará por título «Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior» para optar al Doctorado en Salud por la Universitat de Lleida. Por tal motivo, solicitamos permiso para ejecutar la investigación que realizará Ramon Aiguadé Aiguadé como autor e investigador principal, con DNI 46.588.302-P.

El proyecto, titulado «Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior» pretende comprobar si un protocolo de uso de miniplatos inestables mejora el equilibrio en pacientes geriátricos institucionalizados. Además determinará si el uso de los miniplatos inestables es tanto o más eficaz que la fisioterapia convencional en cuanto a la mejora del equilibrio.

Para ello, se reclutarán 100 residentes institucionalizados en diferentes centros de España. Los sujetos deberán ser personas institucionalizadas, igual o mayores de 65 años y diagnosticados de síndrome de desequilibrio posterior. No podrán participar en el estudio los pacientes que, a pesar de cumplir con los criterios anteriores, padezcan déficits motores, funcionales u de comprensión que impidan la realización de los ejercicios y/o tomen medicación que pueda provocar problemas de equilibrio.

Una vez obtenida la muestra se dividirá en 2 grupos de manera aleatoria. El grupo A usará los miniplatos inestables mientras el grupo B o control realizará la fisioterapia habitual que se realice en el centro. Ambos grupos realizarán 3 sesiones semanales durante 12 semanas consecutivas.

Se evaluará el estado de equilibrio de cada participante mediante las escalas «Tinetti» y «*Timed Up & Go test*» al inicio de la intervención y se reevaluará de la misma manera durante las semanas 6, 8 y 12.

Como todo proyecto de investigación clínica, se pueden producir una serie de riesgos y molestias en los participantes. Estos pueden ser desde cansancio o dolor muscular hasta, en el peor de los casos, una caída. Por otro lado, los beneficios que se esperan obtener gracias a esta intervención son los de una mejora en la propiocepción y equilibrio y, por lo tanto, en la autonomía y calidad de vida de la persona.

Todos los participantes deberán dar su consentimiento firmando la hoja de información y la de consentimiento informado (adjuntamos documentos).

En todo momento se velará por la seguridad y bienestar de los sujetos. Asimismo, los datos de los mismos serán totalmente confidenciales.

El presupuesto que se prevé para la realización de la presente investigación asciende a 2.000 €, los cuales serían financiados por el Doctorando.

El cronograma planteado que se seguiría para llevar a cabo el estudio sería el siguiente:

Actividad	12 ene	19 ene	26 ene	02 feb	09 feb	04 abr	18 abr	02 may	16 may	30 may	06 jun	20 jun	04 jul	18 jul	29 jul	05 sep	03 oct	17 oct	22 dic	31 ene	
Búsqueda bibliográfica	█	█	█																		
Redacción del marco teórico				█	█																
Captación de centros colaboradores	█	█	█																		
Reunión con responsables											█		█		█						
Selección de sujetos y distribución grupal						█															
Recogida de datos											█		█		█						
Trabajo de campo						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█						
Procesamiento y análisis de datos																	█				
Elaboración de resultados y conclusiones																		█	█	█	
Presentación																					█

Esperando su aprobación para poder llevar a cabo el proyecto descrito,

Cordialmente.

Ramon Aiguadé Aiguadé
DNI 46.588.302-P

Anexo 2

Aprobación por comité de ética



De: presidente del CEIC
A: Sr. Ramon Aiguadé Aiguadé

Assumpte: projecte **CEIC-1581** titulat: "**Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior**"

Us adjuntem l'aprovació del vostre projecte que va estar avaluat pel CEIC a la reunió de 25 de febrer de 2016, acta 2/2016.

Cal informar al CEIC de la marxa del projecte, de l'acabament de l'estudi i dels resultats.

Atentament,



Joan Antoni Schoenenberger
Lleida, 11 de març de 2016



De: president del CEIC

A: Sr. Ramon Aiguadé

Assumpte: estudi **CEIC-1581** titulat: "**Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior**"

El CEIC va avaluar aquest estudi en què figureu com a investigador principal i ha considerat oportú fer les següents observacions:

- Es compleixen els requisits necessaris d'idoneïtat del protocol en relació als objectius de l'estudi i que estan justificats els riscos i molèsties previsibles pels subjectes participants.
- La capacitat de l'investigador i els mitjans de què es disposen són apropiats per a portar a terme l'estudi.
- És adequat el procediment per a obtenir el consentiment informat dels subjectes que participen a l'estudi.
- Tanmateix, s'acorda demanar el quadern de recollida de dades / base de dades d'exploració de l'estudi, per verificar que no s'identifiquen els participants en l'estudi.

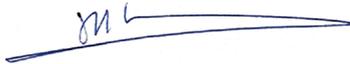
Us trametem les consideracions anteriors i esperem la vostra resposta per emetre l'informe favorable definitiu.


Joan Antoni Schoenenberger
Lleida, 8 de març de 2016

El Comité Ético de Investigación Clínica en la reunión de 25 de febrero de 2016, acta 2/2016, informó favorablemente la solicitud del proyecto de investigación titulado: "**Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior**", con el Sr. Ramon Aiguadé Aiguadé como investigador principal en la Facultat d'Infermeria i Fisioterapia de la UdL, y consideró que:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación a los objetivos del estudio y que están justificados los riesgos y molestias previsibles para los sujetos participantes.
- La capacidad del investigador y los medios de que dispone son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado de los sujetos que participan en el estudio.

Lleida, 11 de marzo de 2016



Joan Antoni Schoenenberger
Presidente

Anexo 3

Instrucciones para el fisioterapeuta

La intervención en el Grupo A (intervención con Propriofoot®) consistirá en:

7. Un evaluador usará los tests «*Timed Up and Go*» y «*Tinetti*» en la primera sesión (semana del 15-19 de febrero).
8. Se colocarán los Propriofoot® en el antepié y/o retropié del sujeto (adjuntamos imagen) en bipedestación. El participante podrá sujetarse si se siente más seguro.
9. La progresión del tratamiento es la que propone el fabricante de Propriofoot® para cada miembro inferior:

- 2' de ejercicio con un plato inestable en el antepié y el estable en el retropié.
- 2' de ejercicio con un plato inestable en el retropié y el estable en el antepié.
- 2' de ejercicio con un plato inestable en el retropié y otro inestable en el antepié.
- 2' de ejercicio con un plato semiesférico en antepié y el estable en el retropié.
- 2' de ejercicio con un plato semiesférico en retropié y el estable en el antepié.



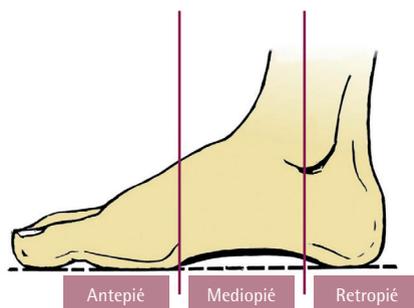
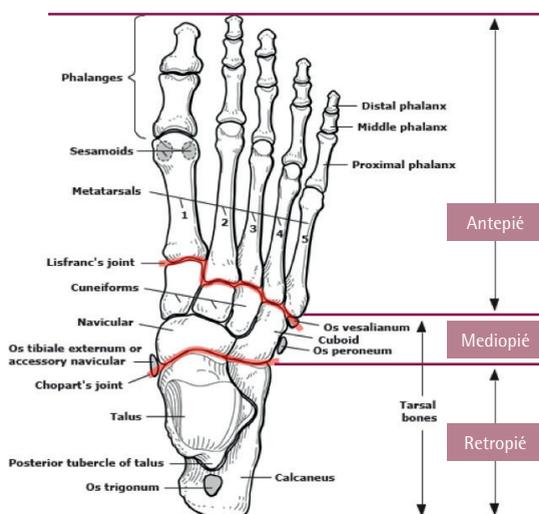
10. Para evitar la fatiga se establecerá un tiempo de reposo entre cada serie de 2' siendo por tanto el tiempo total para la aplicación de la pauta de 18' por cada miembro inferior.
11. El número de sesiones semanales será de 3 días con un día de descanso entre cada sesión.

12. Se reevaluará a las 6 (semana 21-25 de marzo), 8 (semana 4-8 de abril) y 12 (semana 2-6 de mayo) semanas usando los tests «*Timed Up and Go*» y «*Tinetti*».

La intervención del Grupo B (control) consistirá en:

5. Un evaluador usará los tests «*Timed Up and Go*» y «*Tinetti*» en la primera sesión (semana del 15-19 de febrero).
6. El tratamiento usado será el tratamiento de fisioterapia habitual que vienen realizando los sujetos.
7. El número de sesiones semanales será de 3 días con un día de descanso entre cada sesión.
8. Se reevaluará a las 6 (semana 21-25 de marzo), 8 (semana 4-8 de abril) y 12 (semana 2-6 de mayo) semanas usando los tests «*Timed Up and Go*» y «*Tinetti*».

DIVISIÓN FUNCIONAL DEL PIE



Anexo 4

Hoja de información al participante

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

Usted ha sido invitado a participar en una investigación llamada «Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior» que organiza el equipo de investigación de la Universitat de Lleida con Ramon Aiguadé Aiguadé como fisioterapeuta investigador principal.

El objetivo es estudiar si los miniplatos inestables que se colocan debajo de los pies y provocan pequeños movimientos, mejoran el equilibrio en las personas mayores que viven en residencias con algún problema de equilibrio. Se comparará el efecto del uso de estos objetos con el de la fisioterapia habitual que se realiza en el centro. Para ello se necesitarán 100 participantes y, al azar, estos se repartirán en dos grupos: un grupo seguirá haciendo la fisioterapia normal y el otro usará los miniplatos inestables.



Miniplatos vistos desde arriba



Miniplatos vistos desde abajo

La duración total del estudio será de 3 meses. Cada participante realizará los ejercicios 3 días a la semana. El grupo que use los miniplatos inestables realizará sesiones de 36 minutos cada una, el otro grupo hará el tratamiento de fisioterapia normal.

El médico geriatra o fisioterapeuta del centro entrevistará a cada uno de ustedes para asegurarse de que cumplen las características necesarias para poder formar parte del estudio.

La participación o negación a formar parte de este estudio es totalmente voluntaria y no supondrá ningún inconveniente para usted. De la misma manera usted podrá retirarse en cualquier momento.

Como en toda investigación, existen riesgos, molestias y beneficios para usted. El riesgo que existe en el caso de que decida participar en el estudio es el de sufrir desde un esguince de tobillo hasta una caída. Las molestias que usted puede sentir pueden ser cansancio, fatiga o dolor muscular en las piernas (sobre todo durante las primeras semanas). Los beneficios que esperamos que obtenga al finalizar las sesiones son una mejora del equilibrio y, por lo tanto, un menor riesgo a caer.

No se abonará ningún importe económico a los participantes que formen parte del estudio.

Sus datos personales como nombre y DNI serán totalmente confidenciales para el equipo investigador y no se hará uso de ellos en ningún caso. Otros datos como la edad, el sexo, el estado de salud, etc. se utilizarán de manera anónima.

Para cualquier consulta, no dude ponerse en contacto con nosotros a través del teléfono **93 528 55 50** o el siguiente correo electrónico info@fisioformacion.com

Firma el participante conforme ha recibido y entendido la información.

Opcional: Firme el tutor legal conforme ha recibido y entendido la información.

Firma el fisioterapeuta investigador principal conforme ha informado al participante.

En, día de de 2016.

Anexo 5

Formulario de consentimiento

Formulario de consentimiento

Yo,..... con DNI/
Yo, con DNI y en
función de tutor legal de con DNI
.....

Acepto participar voluntariamente en el estudio que organiza el equipo investigador de la Universitat de Lleida con Ramon Aiguadé Aiguadé como autor e investigador principal en su investigación llamada «Uso de mini-platos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior».

He sido informado/a, he leído o me han leído la hoja de información y han sido resueltas todas las dudas que te tenido de manera satisfactoria.

Soy conocedor de la opción de retirarme del estudio en cualquier momento sin que esto tenga ninguna consecuencia negativa para mí.

He sido informado de los riesgos y beneficios que pueden derivarse de la participación en la investigación.

Firma el participante conforme da su consentimiento para formar parte del estudio.

Firma el tutor legal conforme da sus consentimiento para que el participante forme parte del estudio.

Firma el fisioterapeuta investigador principal conforme ha explicado y aclarado duda sobre el consentimiento al participante.

En, día de de 2016.

Anexo 6

Hoja de introducción de datos

REGISTRE DE DADES

	Sexe	Edat	Data Naixament	Pes	Alçada
Centro A					
A1	D	87	28.01.1929	58	157
A2	D	70	12.05.1945	69'8	165
A3	D	84	16.09.1931	78'5	152
A4	D	88	12.12.1927	60'7	162
A5	H	81	26.01.1934	76'6	162
A6	D	75	08.06.1940	76'6	165
A7	H	91	01.06.1924	74'8	180
Centro B					
B1	H	90	26.01.1926	66	158
B2	H	85	20.10.1930	79	164
B3	D	94	28.10.1921	55'7	144
B4	D	86	18.10.1930	51	145
B5	D	86	07.06.1929	49'7	145
B6	D	97	06.08.1918		140
B7	D	92	07.05.1923		144
B8	H	88	10.05.1927		148
B9	H	85	12.10.1930		
B10	D	92	05.12.1924	57	149
B11	D	89	16.07.1926	65	150
Centro C					
C1	H	83	06.07.1932		
C2	D	84	12.04.1931		
C3	H	93	07.03.1922		
C4	D	90	23.09.1925		
C5	H	92	24.04.1923		

TA	Caigudes	Dates caigudes	Evaluador	Data evaluació
138/70	si (1)	25.01.2016		11.02.2016
137/77	si (1)	05.02.2016		12.02.2016
104/63	no			10.02.2016
121/63	no			10.02.2016
127/82	no			12.02.2016
109/72	si (2)	26.11.2015, 29.12.2015		10.02.2016
94/63	si (1)	28.01.2016		11.02.2016
123/67	no			12.02.2016
138/92	no			09.02.2016
132/83	si (1)	Juny 2015		09.02.2016
106/68	si (1)	01.02.2016		12.02.2016
137/56	no			09.02.2016
135/90	si (2)	10.11.2013 - 18.09.2015		16.02.2016
	si (1)	2007		16.02.2016
132/72	no			10.02.2016
132/73	si	19.02.2016		19.02.2016
139/69	si (1)	27.01.2014		19.02.2016
131/81	no			16.02.2016
	si (1)	Gener 2016		09.02.2016
	si (4)	2012-Gener 2016		09.02.2016
	si (5)	2015-Gener 2016		09.02.2016
	si (2)	2015		09.02.2016
	si (2)	Gener 2016		09.02.2016

	Sexe	Edat	Data Naixement	Pes	Alçada
Centro D					
D1	H	79	26.09.1936	83	
D2	D	86	08.10.1929	60,5	
D3	D	97	31.12.1918	40	
D4	D	93	02.11.1922	46	
D5	D	85	24.05.1930	63,5	
Centro E					
E1	D	91	02.09.1924	62	159
E2	H	78	22.06.1937	73	167
E3	D	88	03.03.1927	46,3	142
E4	H	83	08.11.1932	68,9	172
E5	D	68	01.03.1947	68,5	166

TA	Caigudes	Dates caigudes	Evaluable	Data evaluació
135/80	no			15.02.2016
110/65	si (1)	09.09.2014		15.02.2016
135/85	si (1)	31.12.2015		15.02.2016
120/65	si (1)	15.11.2015		15.02.2016
110/60	si (7)	Última 20.01.2016		15.02.2016
150/70	si (6)	2015		23.02.2016
127/81	si	De repetició		23.02.2016
112/78	no			23.02.2016
84/55	si (1)	Gener 2016		24.02.2016
131/79	no			24.02.2016

Anexo 7

Cuaderno de recogida de datos

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior		
Centro:	Fecha:	Evaluador:

HOJA DE REGISTRO DEL PARTICIPANTE

ID. DEL PARTICIPANTE:

Nombre:

Apellidos:

Edad: **Fecha de nacimiento:** / /

DNI:

Raza:

Peso: **Altura:**

TA:

Antecedentes patológicos relevantes:

Patologías actuales:

Caídas:

Medicación actual:

Entrenamiento previo:

Otros comentarios:

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:	ID Participante:	Fecha:	Evaluador:
------------	------------------	--------	------------

ESCALA TINETTI EVALUACIÓN INICIAL

Evaluación del EQUILIBRIO: Paciente sentado en una silla dura sin apoyos brazos, se le pide que siguientes maniobras:

1. Equilibrio sentado	
Se inclina o desliza en la silla	0
Se mantiene seguro	1
2. Levantarse	
Imposible sin ayuda	0
Capaz pero se ayuda de los brazos	1
Capaz sin utilizar los brazos	2
3. Intentos para levantarse	
Incapaz sin ayuda	0
Capaz, pero necesita más de un intento	1
Capaz de levantarse con un solo intento	2
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (primeros 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los brazos), balanceo del tronco muy evidente	0
Estable pero utiliza el caminador, bastón u otros soportes	1
Estable sin caminador, bastón u otros soportes	2
5. Equilibrio en bipedestación	
Inestable	0
Estable, pero con una amplia base de apoyo (talones separados más de 10 cm) o utiliza el bastón u otro soporte	1
Estable, con base de apoyo estrecha	2
6. Empujar (paciente en bipedestación con el tronco erecto y pies lo más juntos posible, examinador empuja suavemente sobre el esternón 3 veces) previo aviso de lo que haremos	
Empieza a caer	0
Se tambalea, se coge, pero se mantiene	1
Estable	2
7. Ojos cerrados (en la misma posición que el 6)	
Inestable	0
Estable	1
8. Vuelta de 360 grados	
Pasos discontinuos	0
Pasos continuos	1
Inestable (se tambalea, se coge)	0
Estable	1
9. Sentarse	
Inseguro, calcula mal la distancia y cae a la silla	0
Utiliza los brazos o el movimiento es brusco	1
Seguro, movimiento suave	2

Evaluación de la MARCHA: Se le pide al paciente que camine normalmente y que cuando llegue haga las al final, gire y vuelva a paso rápido pero seguro.

10. Iniciación de la marcha	
Algunas vacilaciones o múltiples intentos para comenzar	0
No duda	1
11. Longitud y altura del paso	
a) Movimiento del pie derecho	
No sobrepasa al pie izquierdo con el otro paso	0
Sobrepasa al pie izquierdo	1
El pie derecho no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie derecho se separa completamente del suelo	1
b) Movimiento del pie izquierdo	
No sobrepasa al pie derecho con el otro paso	0
Sobrepasa al pie derecho	1
El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie izquierdo se separa completamente del suelo	1
12. Simetría del paso	
La longitud de los pasos no es igual	0
La longitud parece la misma	1
13. Fluidez del paso	
Paradas entre los pasos	0
Los pasos parecen continuos	1
14. Trayectoria (trazo del paso durante 3 metros)	
Desviación grave de la trayectoria	0
Leve/moderada desviación o utiliza ayudas para mantener la trayectoria	1
Sin desviación o ayudas	2
15. Tronco	
Balanceo marcado o utiliza ayudas	0
No se balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar	1
No se balancea, no se flexiona, no utiliza los brazos ni otras ayudas	2
16. Postura al caminar	
Talones separados	0
Talones casi juntos al caminar	1

PUNTUACIÓN TOTAL DEL EQUILIBRIO: / 16

PUNTUACIÓN TOTAL DE LA MARCHA: / 12

PUNTUACIÓN TINETTI TOTAL / 28

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:

ID Participante:

Fecha:

Evaluador:

ESCALA TINETTI EVALUACIÓN SEMANA 6

Evaluación del EQUILIBRIO: Paciente sentado en una silla dura sin apoyar brazos, se le pide que siguientes maniobras:

1. Equilibrio sentado	
Se inclina o desliza en la silla	0
Se mantiene seguro	1
2. Levantarse	
Imposible sin ayuda	0
Capaz pero se ayuda de los brazos	1
Capaz sin utilizar los brazos	2
3. Intentos para levantarse	
Incapaz sin ayuda	0
Capaz, pero necesita más de un intento	1
Capaz de levantarse con un solo intento	2
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (primeros 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los brazos), balanceo del tronco muy evidente	0
Estable pero utiliza el caminador, bastón u otros soportes	1
Estable sin caminador, bastón u otros soportes	2
5. Equilibrio en bipedestación	
Inestable	0
Estable, pero con una amplia base de apoyo (talones separados más de 10 cm) o utiliza el bastón u otro soporte	1
Estable, con base de apoyo estrecha	2
6. Empujar (paciente en bipedestación con el tronco erecto y pies lo más juntos posible, examinador empuja suavemente sobre el esternón 3 veces) previo aviso de lo que haremos	
Empieza a caer	0
Se tambalea, se coge, pero se mantiene	1
Estable	2
7. Ojos cerrados (en la misma posición que el 6)	
Inestable	0
Estable	1
8. Vuelta de 360 grados	
Pasos discontinuos	0
Pasos continuos	1
Inestable (se tambalea, se coge)	0
Estable	1
9. Sentarse	
Inseguro, calcula mal la distancia y cae a la silla	0
Utiliza los brazos o el movimiento es brusco	1
Seguro, movimiento suave	2

Evaluación de la MARCHA: Se le pide al paciente que camine normalmente y que cuando llegue haga las al final, gire y vuelva a paso rápido pero seguro.

10. Iniciación de la marcha	
Algunas vacilaciones o múltiples intentos para comenzar	0
No duda	1
11. Longitud y altura del paso	
a) Movimiento del pie derecho	
No sobrepasa al pie izquierdo con el otro paso	0
Sobrepasa al pie izquierdo	1
El pie derecho no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie derecho se separa completamente del suelo	1
b) Movimiento del pie izquierdo	
No sobrepasa al pie derecho con el otro paso	0
Sobrepasa al pie derecho	1
El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie izquierdo se separa completamente del suelo	1
12. Simetría del paso	
La longitud de los pasos no es igual	0
La longitud parece la misma	1
13. Fluidez del paso	
Paradas entre los pasos	0
Los pasos parecen continuos	1
14. Trayectoria (trazo del paso durante 3 metros)	
Desviación grave de la trayectoria	0
Leve/moderada desviación o utiliza ayudas para mantener la trayectoria	1
Sin desviación o ayudas	2
15. Tronco	
Balanceo marcado o utiliza ayudas	0
No se balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar	1
No se balancea, no se flexiona, no utiliza los brazos ni otras ayudas	2
16. Postura al caminar	
Talones separados	0
Talones casi juntos al caminar	1

PUNTUACIÓN TOTAL DEL EQUILIBRIO: / 16

PUNTUACIÓN TOTAL DE LA MARCHA: ___ / 12

PUNTUACIÓN TINETTI TOTAL ___ / 28

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:	ID Participante:	Fecha:	Evaluador:
------------	------------------	--------	------------

ESCALA TINETTI EVALUACIÓN SEMANA 8

Evaluación del EQUILIBRIO: Paciente sentado en una silla dura sin ayuda brazos, se le pide que siguientes maniobras:

1. Equilibrio sentado	
Se inclina o desliza en la silla	0
Se mantiene seguro	1
2. Levantarse	
Imposible sin ayuda	0
Capaz pero se ayuda de los brazos	1
Capaz sin utilizar los brazos	2
3. Intentos para levantarse	
Incapaz sin ayuda	0
Capaz, pero necesita más de un intento	1
Capaz de levantarse con un solo intento	2
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (primeros 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los brazos), balanceo del tronco muy evidente	0
Estable pero utiliza el caminador, bastón u otros soportes	1
Estable sin caminador, bastón u otros soportes	2
5. Equilibrio en bipedestación	
Inestable	0
Estable, pero con una amplia base de apoyo (talones separados más de 10 cm) o utiliza el bastón u otro soporte	1
Estable, con base de apoyo estrecha	2
6. Empujar (paciente en bipedestación con el tronco erecto y pies lo más juntos posible, examinador empuja suavemente sobre el esternon 3 veces) previo aviso de lo que haremos	
Empieza a caer	0
Se tambalea, se coge, pero se mantiene	1
Estable	2
7. Ojos cerrados (en la misma posición que el 6)	
Inestable	0
Estable	1
8. Vuelta de 360 grados	
Pasos discontinuos	0
Pasos continuos	1
Inestable (se tambalea, se coge)	0
Estable	1
9. Sentarse	
Inseguro, calcula mal la distancia y cae a la silla	0
Utiliza los brazos o el movimiento es brusco	1
Seguro, movimiento suave	2

Evaluación de la MARCHA: Se le pide al paciente que camine normalmente y que cuando llegue haga las al final, gire y vuelva a paso rápido pero seguro.

10. Iniciación de la marcha	
Algunas vacilaciones o múltiples intentos para comenzar	0
No duda	1
11. Longitud y altura del paso	
a) Movimiento del pie derecho	
No sobrepasa al pie izquierdo con el otro paso	0
Sobrepasa al pie izquierdo	1
El pie derecho no es separa completamente del suelo con el paso	0
El pie derecho se separa completamente del suelo	1
b) Movimiento del pie izquierdo	
No sobrepasa al pie derecho con el otro paso	0
Sobrepasa al pie derecho	1
El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie izquierdo se separa completamente del suelo	1
12. Simetría del paso	
La longitud de los pasos no es igual	0
La longitud parece la misma	1
13. Fluidez del paso	
Paradas entre los pasos	0
Los pasos parecen continuos	1
14. Trayectoria (trazo del paso durante 3 metros)	
Desviación grave de la trayectoria	0
Leve/moderada desviación o utiliza ayudas para mantener la trayectoria	1
Sin desviación o ayudas	2
15. Tronco	
Balanceo marcado o utiliza ayudas	0
No se balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar	1
No se balancea, no se flexiona, no utiliza los brazos ni otras ayudas	2
16. Postura al caminar	
Talones separados	0
Talones casi juntos al caminar	1

PUNTUACIÓN TOTAL DEL EQUILIBRIO: / 16

PUNTUACIÓN TOTAL DE LA MARCHA: ___ / 12

PUNTUACIÓN TINETTI TOTAL ___ / 28

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:

ID Participante:

Fecha:

Evaluador:

ESCALA TINETTI EVALUACIÓN SEMANA 12

Evaluación del EQUILIBRIO: Paciente sentado en una silla dura sin apoyar brazos, se le pide que siguientes maniobras:

1. Equilibrio sentado	
Se inclina o desliza en la silla	0
Se mantiene seguro	1
2. Levantarse	
Imposible sin ayuda	0
Capaz pero se ayuda de los brazos	1
Capaz sin utilizar los brazos	2
3. Intentos para levantarse	
Incapaz sin ayuda	0
Capaz, pero necesita más de un intento	1
Capaz de levantarse con un solo intento	2
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (primeros 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los brazos), balanceo del tronco muy evidente	0
Estable pero utiliza el caminador, bastón u otros soportes	1
Estable sin caminador, bastón u otros soportes	2
5. Equilibrio en bipedestación	
Inestable	0
Estable, pero con una amplia base de apoyo (talones separados más de 10 cm) o utiliza el bastón u otro soporte	1
Estable, con base de apoyo estrecha	2
6. Empujar (paciente en bipedestación con el tronco erecto y pies lo más juntos posible, examinador empuja suavemente sobre el esternón 3 veces) previo aviso de lo que haremos	
Empieza a caer	0
Se tambalea, se coge, pero se mantiene	1
Estable	2
7. Ojos cerrados (en la misma posición que el 6)	
Inestable	0
Estable	1
8. Vuelta de 360 grados	
Pasos discontinuos	0
Pasos continuos	1
Inestable (se tambalea, se coge)	0
Estable	1
9. Sentarse	
Inseguro, calcula mal la distancia y cae a la silla	0
Utiliza los brazos o el movimiento es brusco	1
Seguro, movimiento suave	2

Evaluación de la MARCHA: Se le pide al paciente que camine normalmente y que cuando llegue haga las al final, gire y vuelva a paso rápido pero seguro.

10. Iniciación de la marcha	
Algunas vacilaciones o múltiples intentos para comenzar	0
No duda	1
11. Longitud y altura del paso	
a) Movimiento del pie derecho	
No sobrepasa al pie izquierdo con el otro paso	0
Sobrepasa al pie izquierdo	1
El pie derecho no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie derecho se separa completamente del suelo	1
b) Movimiento del pie izquierdo	
No sobrepasa al pie derecho con el otro paso	0
Sobrepasa al pie derecho	1
El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el paso	0
El pie izquierdo se separa completamente del suelo	1
12. Simetría del paso	
La longitud de los pasos no es igual	0
La longitud parece la misma	1
13. Fluidéz del paso	
Paradas entre los pasos	0
Los pasos parecen continuos	1
14. Trayectoria (trazo del paso durante 3 metros)	
Desviación grave de la trayectoria	0
Leve/moderada desviación o utiliza ayudas para mantener la trayectoria	1
Sin desviación o ayudas	2
15. Tronco	
Balanceo marcado o utiliza ayudas	0
No se balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar	1
No se balancea, no se flexiona, no utiliza los brazos ni otras ayudas	2
16. Postura al caminar	
Talones separados	0
Talones casi juntos al caminar	1

PUNTUACIÓN TOTAL DEL EQUILIBRIO: / 16

PUNTUACIÓN TOTAL DE LA MARCHA: ___ / 12

PUNTUACIÓN TINETTI TOTAL ___ / 28

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:

ID Participante:

Fecha:

Evaluador:

TIMED UP & GO TEST EVALUACIÓN INICIAL

Instrucciones:

Se le pide al paciente que utilice su calzado habitual y cualquier dispositivo de ayuda que utilice normalmente. A continuación tendrá que:

1. Sentarse en una silla con la espalda apoyada y los brazos descansando sobre los apoya-brazos.
2. Le pediremos que haga lo siguiente: Levántese de la silla, ande hasta la marca que hay en el suelo (a 3 metros) y vuelva a sentarse en la silla a paso rápido pero seguro y confortable. La persona tendrá que practicar el circuito una vez.
3. Cronometraremos la actividad a partir de que la persona comience a levantarse y pararemos el cronómetro cuando se sienta de nuevo después de hacer el recorrido. Repetirá este circuito 3 veces y el resultado se obtendrá del promedio de estos.

(Anotar los segundos en el cuadrado que corresponda en cada práctica)

	Práctica 1	Práctica 2	Práctica 3
Movilidad independiente: <10 segundos			
Mayoritariamente independiente: 10-19 segundos			
Movilidad variable: 20-29 segundos			
Movilidad reducida: >30 segundos			

ESTADO DE LA MOVILIDAD:

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:	ID Participante:	Fecha:	Evaluador:
------------	------------------	--------	------------

TIMED UP & GO TEST EVALUACIÓN SEMANA 6

Instrucciones:

Se le pide al paciente que utilice su calzado habitual y cualquier dispositivo de ayuda que utilice normalmente. A continuación tendrá que:

1. Sentarse en una silla con la espalda apoyada y los brazos descansando sobre los apoya-brazos.
2. Le pediremos que haga lo siguiente: Levántese de la silla, ande hasta la marca que hay en el suelo (a 3 metros) y vuelva a sentarse en la silla a paso rápido pero seguro y confortable. La persona tendrá que practicar el circuito una vez.
3. Cronometraremos la actividad a partir de que la persona comience a levantarse y pararemos el cronómetro cuando se sienta de nuevo después de hacer el recorrido. Repetirá este circuito 3 veces y el resultado se obtendrá del promedio de estos.

(Anotar los segundos en el cuadrado que corresponda en cada práctica)

	Práctica 1	Práctica 2	Práctica 3
Movilidad independiente: <10 segundos			
Mayoritariamente independiente: 10-19 segundos			
Movilidad variable: 20-29 segundos			
Movilidad reducida: >30 segundos			

ESTADO DE LA MOVILIDAD:

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:

ID Participante:

Fecha:

Evaluador:

TIMED UP & GO TEST EVALUACIÓN SEMANA 8

Instrucciones:

Se le pide al paciente que utilice su calzado habitual y cualquier dispositivo de ayuda que utilice normalmente. A continuación tendrá que:

1. Sentarse en una silla con la espalda apoyada y los brazos descansando sobre los apoya-brazos.
2. Le pediremos que haga lo siguiente: Levántese de la silla, ande hasta la marca que hay en el suelo (a 3 metros) y vuelva a sentarse en la silla a paso rápido pero seguro y confortable. La persona tendrá que practicar el circuito una vez.
3. Cronometraremos la actividad a partir de que la persona comience a levantarse y pararemos el cronómetro cuando se sienta de nuevo después de hacer el recorrido. Repetirá este circuito 3 veces y el resultado se obtendrá del promedio de estos.

(Anotar los segundos en el cuadrado que corresponda en cada práctica)

	Práctica 1	Práctica 2	Práctica 3
Movilidad independiente: <10 segundos			
Mayoritariamente independiente: 10-19 segundos			
Movilidad variable: 20-29 segundos			
Movilidad reducida: >30 segundos			

ESTADO DE LA MOVILIDAD:

Uso de miniplatos inestables en pacientes ancianos con desequilibrio posterior

ID Centro:

ID Participante:

Fecha:

Evaluador:

TIMED UP & GO TEST EVALUACIÓN SEMANA 12

Instrucciones:

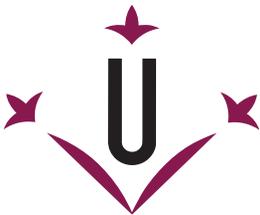
Se le pide al paciente que utilice su calzado habitual y cualquier dispositivo de ayuda que utilice normalmente. A continuación tendrá que:

1. Sentarse en una silla con la espalda apoyada y los brazos descansando sobre los apoya-brazos.
2. Le pediremos que haga lo siguiente: Levántese de la silla, ande hasta la marca que hay en el suelo (a 3 metros) y vuelva a sentarse en la silla a paso rápido pero seguro y confortable. La persona tendrá que practicar el circuito una vez.
3. Cronometraremos la actividad a partir de que la persona comience a levantarse y pararemos el cronómetro cuando se sienta de nuevo después de hacer el recorrido. Repetirá este circuito 3 veces y el resultado se obtendrá del promedio de estos.

(Anotar los segundos en el cuadrado que corresponda en cada práctica)

	Práctica 1	Práctica 2	Práctica 3
Movilidad independiente: <10 segundos			
Mayoritariamente independiente: 10-19 segundos			
Movilidad variable: 20-29 segundos			
Movilidad reducida: >30 segundos			

ESTADO DE LA MOVILIDAD:



Universitat de Lleida