

UNIVERSIDAD DE LEÓN
INSTITUTO DE BIOMEDICINA



**“ESTUDIO DE LA FIABILIDAD TEST-RETEST
DE LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS Y
SU RELACIÓN CON LAS PRUEBAS INDIRECTAS DEL EQUILIBRIO”**

AUTORA:

M^a MERCEDES REGUERA GARCÍA

DIRECTORES:

FERNANDA DE SOUZA TEIXEIRA

JOSÉ ANTONIO DE PAZ FERNÁNDEZ

LEÓN, 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis directores de Tesis, José Antonio y Fernanda, por haberme propuesto este estudio, dejarme experimentar con la plataforma y permitirme formar parte de este grupo de trabajo de investigación. Ha sido una maravillosa experiencia que hayáis compartido vuestros valiosos conocimientos y orientaciones enseñándome una metodología de trabajo a lo largo de estos años siendo fundamentales en mi formación como investigadora.

A todas las personas que participaron a través del Ayuntamiento de Ponferrada, la Asociación de Jubilados de Fuentesnuevas, las Asociaciones de Esclerosis Múltiple de Castilla y León, así como a los alumnos de las clases de 1º y 2º de Grado de Fisioterapia de la Universidad de León. Especial mención para las personas con Esclerosis Múltiple y sus familiares que nos dedicaron su tiempo y colaboración desinteresada, sin todos ellos, no hubiera sido posible este trabajo.

A Carlos Fernández, por su asesoramiento estadístico, por ayudarme en todo momento a comprender e interpretar los datos transmitiéndome siempre seguridad y resolviendo mis dudas.

A mis compañeros de formación académica del seminario 85 de los que de alguna manera han contribuido a que este proyecto salga adelante: Lorena, Santiago, Fredy, Claudia y Osvaldo. Gracias por la ayuda y apoyo prestado.

A la Consejería de Sanidad y Consumo de la Junta de Castilla y León por la colaboración económica aportada en la realización de este estudio.

A mi esposo Gelo, por todo su apoyo, cariño, por ser mi equilibrio emocional en todo este tiempo, por animarme a empezar el doctorado y estar conmigo cada día proporcionándome la logística en casa para poder realizarlo. A mi madre, por transmitirme valores como afán de superación, perseverancia en la tarea y el valor del sacrificio. Todo ello ha hecho posible conseguir las metas propuestas en esta investigación.

A mi hija Sakura, de quién aprendí que el tiempo pasa muy deprisa y debemos aprovecharlo. Este trabajo se lo dedico especialmente a ella.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PUBLICACIONES	I
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XVII
ÍNDICE GENERAL	XXI

PUBLICACIONES

Una parte de los resultados de este trabajo han sido aceptados para su publicación en la revista de “Journal of Physical Therapy Science” y serán publicados en el volumen del mes de agosto de 2017.

Reguera-García MM, De Souza-Teixeira F, De Paz-Fernández J. Test-retest Reliability of Static Postural Control in people with Multiple Sclerosis. *J Phys Ther Sci.* 2017; 29 (8) (*in press*)
(Ver anexo I)

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

♀	Mujer
♂	Varón
10 cm	Posición de pies separados 10 cm
A95	95% del área realizada por el centro de presiones
ACV	Accidente cerebrovascular
ADT	Evaluación de la Adaptación o “Adaptation Test”
AF	Análisis de fluctuaciones
AP	Antero-posterior
AVD	Actividades de la vida diaria
BBS	Escala de Equilibrio de Berg o “Berg Balance Scale”
BESTEST	Test Sistemático de Evaluación del Equilibrio o “Balance Evaluation Systems Test”
BS	Base de soporte o sustentación
CCI	Coeficiente de correlación intraclase
CDG	Centro de Gravedad
CG	Coeficiente de generalización
CI 95%	Intervalo de confianza al 95%
cm	Centímetros
CMD	Centro de Masa
Cmd	Cambio mínimo detectable
CoP	Oscilaciones del centro de presiones
CTSIB/ SOT	Test Clínico de Integración Sensorial del Equilibrio o “Clinical Test of Sensory Integration of Balance/ Sensory Organization Test”
CV	Coeficiente de variación
DA	Déficit auditivo
DE	Dolor en extremidades
Distancia X	Distancia a lo largo del eje X
Distancia Y	Distancia a lo largo del eje Y
DL	Dolor lumbar inespecífico
DTR	Distancia total recorrida por el centro de presión
EDSS	Escala ampliada del estado de discapacidad en Esclerosis Múltiple
EEM	Error estándar de medida

EM	Esclerosis Múltiple
Entre días	En distintos días
FAB	Escala Avanzada de Fullerton o “Fullerton Advanced Balance Scale”
FCP	Fiabilidad a corto periodo
FLP	Fiabilidad a largo periodo
FRT	Test de Alcance Funcional o “Functional Reach test”
GD	Grado de autosimilitud de diferentes series de tiempo
GEM	Grupo de personas con Esclerosis Múltiple
GEM1	Grupo de personas con Esclerosis Múltiple en que se realizan 3 repeticiones de pruebas oscilométricas y 1 repetición de pruebas indirectas.
GEM2	Grupo de personas con Esclerosis Múltiple en que se realizan 3 repeticiones de pruebas indirectas y 1 repetición de pruebas oscilométricas.
GJ	Grupo de jóvenes
GJ1	Grupo de jóvenes en que se realizan 3 repeticiones de pruebas oscilométricas y 1 repetición de pruebas indirectas.
GJ2	Grupo de jóvenes en que se realizan 3 repeticiones de pruebas indirectas y 1 repetición de pruebas oscilométricas.
GM	Grupo de mayores
GM1	Grupo de mayores en que se realizan 3 repeticiones de pruebas oscilométricas y 1 repetición de pruebas indirectas.
GM2	Grupo de mayores en que se realizan 3 repeticiones de pruebas indirectas y 1 repetición de pruebas oscilométricas.
H	Hurst ajuste de análisis de tiempo
h	Hora
HD	Discapacidad de Huntington
IFT	Inestabilidad funcional de tobillo
Intradía	En el mismo día
Lado cuadrado	Longitud del lado del cuadrado
LCA	Ligamento cruzado anterior
LDA	Límites de acuerdo al 95%.
LM	Lesiones múltiples
LRT	Test de Alcance Lateral o “Lateral Reach Test”
m	Metros

MCT	Evaluación del Control Motriz o “Motor Control Test”
MCTSIB	Test modificado de Interacción Sensorial del Equilibrio – “Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance”
MDRT	Test de Alcance Multidireccional o “Multi-Directional Reach Test”
min	Minutos
ML	Medio-lateral
mm	Milímetros
mm/s	Milímetros por segundo
mm ² /s	Milímetros cuadrados por segundo
MMSE	Estado mental “Mini Mental State Examination”
N	Número de casos
OA	Ojos abiertos
OC	Ojos cerrados
OLS	Tiempo de mantenimiento en una pierna o “Time done-leg stance / one – leg standing”
PASS	Escala postural para accidentes cerebrovasculares
PCI	Parálisis Cerebral Infantil
PJ	Posición de pies juntos
POMA	Escala de Tinetti – Equilibrio y Marcha (Tinetti Performarncce Oriented Mobility Assessment)
PST	Prueba de esfuerzo postural o “postural stress test”
rep	Repetición
RR	Remitente recurrente
s	Segundos
SD	Desviación estándar
SE	Superficie espuma o colchoneta
SFT	Batería Senior Fitness Test
SNC	Sistema Nervioso Central
SOT	Evaluación de Organización Sensorial o “Sensory Organization Test”
SR	Superficie rígida
SRT	Test de Sharpened Romberg o “Sharpened Romberg test”- test de Romberg modificado
TCT	Error típico de medida
TE	Escala de Tinetti – Equilibrio

TFC	Capacidad funcional
TM	Escala de Tinetti – Marcha
TUG	Test del tiempo de ida y vuelta o “Timed Up and Go test”
UHDRS	Escala unificada de la enfermedad de Huntington
Up&go	Test de Ida y vuelta o “get Up and Go test”
Vel moment	Velocidad Momento
Vel X	Velocidad media a lo largo del eje X
Vel Y	Velocidad media a lo largo del eje Y
Vmáx	Velocidad máxima
WOMAC	Registro de escala de osteoartrosis

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Esquema del oído interno y sus proyecciones vestibulares hacia los núcleos del tronco cerebral	6
Figura 2. Plataforma Accusway Optimiezed	15
Figura 3. Plataforma Metitur Good Balance	16
Figura 4. Plataforma NeuroCom Smart Equitest	17
Figura 5. Plataforma Balance Master	17
Figura 6. Plataforma Basic Balance Master	18
Figura 7. Plataforma VRS TM DEPORTE	18
Figura 8. Plataforma Balance Sistem SD	19
Figura 9. Plataforma BioSway	19
Figura 10. Plataforma Kinesthetic Ability Trainer 2000	20
Figura 11. Distribución de personas por grupos y por protocolo de pruebas	86
Figura 12. Diseño del estudio de fiabilidad intradía de medidas directas	87
Figura 13. Diseño del estudio de fiabilidad intradía de medidas indirectas	87
Figura 14. Distribución de la muestra por grupos de estudio	90
Figura 15. Componentes del Sistema Good Balance	93
Figura 16. Plataforma con las bandas para los test, superficie rígida, vista craneal	96
Figura 17. Espuma con las marcas prefijadas, vista craneal	96

Figura 18. Posición del investigador durante la prueba	96
Figura 20. Captura de pantalla del ordenador de la plataforma con parámetros que aparecen por prueba	97
Figura 21. Escala de equilibrio de Berg	99
Figura 22. Tinetti – Equilibrio	100
Figura 23. Tinetti – Marcha	100
Figura 24. Explicaciones de la prueba 8 pies UP & GO	101

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Casas comerciales y plataformas de posturografía más utilizadas	14
Tabla 2. Valoración de la concordancia según los valores del CCI	33
Tabla 3. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de las plataformas: Poblaciones estudiadas y características relacionadas	43
Tabla 4. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de las plataformas: Metodologías aplicadas	48
Tabla 5. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de las plataformas: Metodologías, estadística y resultados	52
Tabla 6. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest de la BSS: Población, número de participantes, criterios de inclusión y exclusión, edad/rango (años), características de la muestra	65
Tabla 7. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest de la BBS: Número de repeticiones, intervalo entre repeticiones, evaluadores, formación, análisis estadístico y resultados de CCI	69
Tabla 8. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de Tinetti	74
Tabla 9. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest de 8 foot up & go	77
Tabla 10. Sexo, edad, estatura y peso de los grupos de los participantes en la fiabilidad de la oscilometría realizada con 3 repeticiones (GM1, GJ1 y GEM 1) y la repetitividad de las medidas indirectas realizadas en 3 repeticiones (GM2, GJ2 Y GEM2)	91
Tabla 11. Sexo, edad, estatura y peso de los grupos de los participantes de las correlaciones entre las medidas directas e indirectas	91

Tabla 12. Protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría con pies separados 10 cm	95
Tabla 13. Protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría con pies juntos	95
Tabla 14. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de mayores	110
Tabla 15. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de mayores	111
Tabla 16. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de jóvenes	113
Tabla 17. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de jóvenes	114
Tabla 18. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de personas con Esclerosis Múltiple	116
Tabla 19. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de personas con Esclerosis Múltiple	117
Tabla 20. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las medidas indirectas del grupo de jóvenes	118
Tabla 21. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las medidas indirectas del grupo de jóvenes	119

Tabla 22. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las medidas indirectas del grupo de Esclerosis Múltiple	119
Tabla 23. Correlaciones entre las medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas en el grupo de mayores	121
Tabla 24. Correlaciones entre las medidas de oscilometría de pies juntos y las medidas indirectas en el grupo de mayores	121
Tabla 25. Correlaciones entre las medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas en el grupo de personas con Esclerosis Múltiple	122
Tabla 26. Correlaciones entre las medidas de oscilometría de pies juntos y las medidas indirectas en el grupo de personas con Esclerosis Múltiple	123

RESUMEN

Título: Estudio de la fiabilidad test-retest de las evaluaciones oscilométricas y su relación con las pruebas indirectas del equilibrio.

Introducción: El equilibrio es la estabilización o mantenimiento del centro de masa del cuerpo en relación con la base de sustentación. La medida *gold standard* para analizar el equilibrio es la estabilimetría realizada con plataformas de fuerza con la que se determinan las oscilaciones del centro de presiones (CoP), permitiendo la detección de mínimos desplazamientos con frecuencias de muestreo muy pequeñas, pero su fiabilidad debería estudiarse en profundidad. En el ámbito clínico lo más utilizado son las medidas indirectas.

Objetivo: Analizar la fiabilidad test-retest de las mediciones oscilométricas del CoP y test-retest de medidas indirectas (la escala de Berg, subescala de Tinetti-Equilibrio, subescala de Equilibrio-Marcha y 8 foot up&go), así como las correlaciones entre ellas en mayores, jóvenes y personas con Esclerosis Múltiple.

Sujetos y Método: Trescientas cuarenta y tres personas participaron en el estudio divididas en tres grupos: mayores, jóvenes y personas con Esclerosis Múltiple. Para la investigación de la fiabilidad, cada uno de estos tres grupos se distribuyeron aleatoriamente en dos submuestras. A la primera submuestra, se le realizaron las pruebas oscilométricas en tres repeticiones y una repetición de medidas indirectas. A la segunda submuestra, se le realizaron las pruebas oscilométricas en una repetición y tres repeticiones de pruebas indirectas, aplicando esta misma metodología en los 3 grupos. Para estudiar las correlaciones se utilizó una única prueba oscilométrica y una medida indirecta en los tres grupos. Las mediciones sobre la plataforma de equilibrio se realizaron en bipedestación con los pies separados 10 cm y pies juntos, en cuatro condiciones: ojos abiertos, ojos cerrados tanto sobre superficie rígida y sobre espuma. Las medidas estabilométricas fueron registradas en tres ocasiones con un intervalo de 20 min entre ellas en el mismo día. El protocolo de las pruebas indirectas de repetitividad fue tres repeticiones en el mismo día, separadas entre sí 5 minutos. El protocolo consistió en la realización del BBS, Tinetti-Equilibrio, Tinetti-Marcha y 8 foot-up&go, en orden consecutivo y separado por 2 minutos de descanso entre ellas en el mismo día.

Estadística: La fiabilidad relativa se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclass (CCI) y el 95% del intervalo de confianza (CI 95%) y la fiabilidad absoluta mediante el coeficiente de variación (CV) y error estándar de medida (ESM). Las correlaciones se realizaron mediante el coeficiente de Spearman.

Resultados: Las mediciones del CoP en todas las variables con pies separados y pies juntos, en las cuatro condiciones, demostraron en el test-retest una fiabilidad en el rango de razonable a excelente (CCI=0,47-0,86) en el grupo de mayores, de pobre a excelente (CCI=0,21-0,82) en el grupo de jóvenes y de buena a excelente (CCI=0,65-0,92) en el grupo de Esclerosis Múltiple. La fiabilidad de las medidas indirectas fue excelente en mayores y personas con Esclerosis Múltiple (CCI≥0,93, 0,75; respectivamente), pero en el grupo de jóvenes varió entre razonable y buena (BBS CCI=0,44; 8 foot up&go CCI=0,48). En mayores, la escala BBS y Tinetti-Equilibrio se relacionan inversamente con las variables oscilométricas independientemente de la posición en la plataforma; el test 8 foot up&go se correlaciona positivamente con las variables oscilométricas con pies separados 10 cm y pies juntos, pero es nula con la subescala Tinetti-Marcha. En jóvenes, la escala BBS y 8 foot up&go no se relacionan con las variables oscilométricas con pies separados 10 cm ni pies juntos; y las subescalas de Tinetti no se estudiaron porque al menos una variable fue constante. En personas con Esclerosis Múltiple, la escala BBS se relaciona inversamente con las variables oscilométricas con pies separados 10 cm, pero la relación es nula con las variables de pies juntos y las subescalas de Tinetti se relacionan negativamente independientemente de la posición. Por el contrario, 8 foot up&go se relaciona únicamente con la posición de pies separados 10 cm.

Conclusiones: Las evaluaciones oscilométricas presentan una alta fiabilidad test-retest en todas las condiciones realizadas en mayores y en personas con Esclerosis Múltiple y una mayor variabilidad en jóvenes. Las medidas indirectas presentan una alta repetibilidad en mayores y en las personas con Esclerosis Múltiple y más pobre consistencia en las mediciones en los jóvenes. En cuanto a las correlaciones entre las variables oscilométricas y las medidas indirectas, a pesar de relacionarse entre ellas en casi todos los casos, fueron de una calidad pobre.

Palabras Clave: Equilibrio, control postural, plataforma de fuerza, estabilometría, posturografía, oscilimetría.

ABSTRACT

Title: A study of the test-retest reliability of oscilometric evaluations and their relationship to indirect balance tests.

Introduction: Balance is the stabilization or maintenance of the centre of mass of the body in relation to the supporting base. The *gold standard* measurement for analysing balance is stabilometry, in which force platforms are used to determine the oscillations of the Center of Pressure (CoP), permitting the detection of minimal displacements with very small sampling frequencies, but its reliability should be studied in greater depth. In the clinical environment, indirect measurements are more frequently used.

Objective: To analyse the test-retest reliability of the oscillometric measurements of the CoP and the test-retest of indirect measurements: the Berg Balance Test (BBS), the Tinetti balance subscale, the Tinetti gait subscale and the 8 foot up&go test as well as the correlations amongst them in elderly people, younger people and people with Multiple Sclerosis.

Subjects and methods: Three hundred and forty three people participated in the study, divided into three groups of older, younger and people with Multiple Sclerosis. For the reliability study, each of these three groups was randomly distributed into two sub-samples. In the case of the first sub-sample, the oscillometric tests were carried out in three repetitions and one repetition of indirect measurements. In the second sub-sample, the oscillometric tests were done with one repetition and three repetitions of indirect measurements with this methodology applied to the three groups. A single oscillometric test was used as well as a single indirect measurement in order to study the correlations. The measurements on the balance platform were carried out standing with feet together and 10cm apart, under four conditions: eyes open and closed, on a rigid and a foam surface. The stabilometric measurements were recorded on three occasions with an interval of twenty minutes between them on the same day. The protocol for the indirect repeatability tests was three repetitions on the same day with rest periods of five minutes. The protocol consisted of the BBS, the Tinetti-Balance, Tinetti-Gait and the 8 foot up&go in consecutive order and with a two minute rest period between them, on the same day.

Statistic: The relative reliability was evaluated using the intraclass correlation coefficient (ICC), the 95% confidential interval (95% CI), 95% of the confidence interval (CI 95%) and the absolute reliability using coefficients of variation (CV) and standard error of measurement (SEM). The correlations were made using the Spearman coefficient.

Results: The measurements of the CoP in all variables with feet both together and apart, under all four conditions gave a test-retest reliability of fair to excellent (CCI=0,47-0,86) in the elderly group, poor to excellent (CCI=0,21-0,82) in the younger group and good to excellent (CCI=0,65-0,92) in the group with Multiple Sclerosis. The reliability of the indirect measurements was excellent in elderly people and people with MS (CCI \geq 0,93, 0,75; respectively), but in the case of the younger people it varied between fair and good (BBS CCI=0,44; 8 foot up&go CCI=0,48). With the elderly, the BBS and Tinetti Balance are inversely related to the oscillometric variables independently of the position on the platform; the 8 foot up&go test correlates positively with the oscillometric variables with feet 10cm apart as well as together but is null with the Tinetti-Gait subscale. With regards to the younger subjects, the BBS and the 8 foot up&go have no relation to the oscillometric variables with their feet together nor with their feet 10cm apart and the Tinetti sub-scales were not studied because at least one variable was constant. In people with Multiple Sclerosis, the BBS is inversely related to the oscillometric variables with feet separated by 10cm but the relationship is null in the case of the variables with feet together and the Tinetti sub-scales are negatively related regardless of position. Conversely, the 8 foot up&go is only related to the position of feet separated by 10cm.

Conclusions: The oscillometric evaluations give a high test-retest reliability under all the conditions carried out on elder people and those with MS with a higher variability in the case of younger people. The indirect measurements give a high repeatability in older people and people with MS and poorer consistency in the measurements of younger people. With regards to the correlations between the oscillometric variables and the indirect measurements, the variables were of poor quality in spite of the fact that they are related in almost all cases.

Key words: Balance, postural control, postural sway, force platform, stabilometry, posturography, oscillometry.

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	EL EQUILIBRIO.....	3
1.1.1	Definición y conceptos.....	3
1.1.2	Sistemas involucrados en el control postural.....	6
1.1.3	La evolución del control postural.....	9
1.1.4	Importancia de un correcto control postural.....	10
1.2	EVALUACIÓN DEL CONTROL POSTURAL.....	12
1.2.1	Importancia de su evaluación.....	12
1.2.2	Medidas directas.....	13
1.2.3	Méridas indirectas.....	21
1.3	FIABILIDAD TEST-RETEST.....	32
1.3.1	La fiabilidad: definición y términos.....	32
1.3.2	La fiabilidad en las medidas de control postural.....	35
1.3.2.1	Medidas directas: test-retest de las plataformas, revisión bibliográfica.....	37
1.3.2.2	Medidas indirectas: fiabilidad de test–retest.....	59
2	OBJETIVOS.....	79
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	81
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	81
3	METODOLOGÍA.....	83
3.1	DISEÑO.....	85
3.2	PARTICIPANTES.....	88
3.3	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LAS EVALUACIONES.....	92
3.3.1	Medidas directas: evaluaciones oscilométricas.....	93
3.3.2	Medidas Indirectas.....	98
4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	103
5	RESULTADOS.....	107
5.1	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS EN LAS CONDICIONES DE OJOS ABIERTOS/CERRADOS, SUPERFICIE RÍGIDA/ESPUMA EN POSICIÓN DE BIPEDESTACIÓN CON PIES SEPARADOS 10 CM/PIES JUNTOS EN MAYORES, JÓVENES Y PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE.....	109
5.2	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS MEDIDAS INDIRECTAS DE LA ESCALA DE BERG, ESCALA DE TINETTI-EQUILIBRIO/MARCHA Y 8 FOOT UP&GO EN PERSONAS MAYORES, JÓVENES Y PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE.....	118

5.3	CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS Y LAS MEDIDAS INDIRECTAS COMO LA ESCALA DE BERG, ESCALA DE TINETTI-EQUILIBRIO/MARCHA Y 8 FOOT UP&GO EN PERSONAS MAYORES, JÓVENES Y PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE	120
5.3.1	Correlaciones en el grupo de mayores.....	120
5.3.2	Correlaciones en el grupo de jóvenes	122
5.3.3	Correlaciones en el grupo de personas con Esclerosis Múltiple	122
6	DISCUSIÓN	125
6.1	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS EN MAYORES	127
6.2	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS EN JÓVENES	132
6.3	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS EN PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE.....	137
6.4	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS MEDIDAS INDIRECTAS EN MAYORES	141
6.5	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS MEDIDAS INDIRECTAS EN JÓVENES.....	143
6.6	FIABILIDAD TEST-RETEST EN LAS MEDIDAS INDIRECTAS EN PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE	144
6.7	CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS Y LAS MEDIDAS INDIRECTAS EN MAYORES.....	147
6.8	CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS Y LAS MEDIDAS INDIRECTAS EN JÓVENES.....	148
6.9	CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES OSCILOMÉTRICAS Y LAS MEDIDAS INDIRECTAS EN PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE	148
7	CONCLUSIONES.....	151
8	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	155
9	BIBLIOGRAFÍA.....	159
10	ANEXOS.....	177

1 INTRODUCCIÓN

1.1 El Equilibrio

1.1.1 Definición y conceptos

Según la Real Academia Española, podemos encontrar varias definiciones del **equilibrio**. Las dos primeras son aplicadas al cuerpo humano: “El estado de un cuerpo cuando fuerzas encontradas que obran en él, se compensan destruyéndose mutuamente” y “situación de un cuerpo que, a pesar de tener poca base de sustentación, se mantiene sin caerse” (*Diccionario de la Lengua Española*, 2001).

El **Control postural** es el acto de mantener, alcanzar, restaurar o controlar la posición del cuerpo en un campo gravitatorio, para un doble propósito de estabilidad y orientación (Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

La **estabilidad postural** o también referido como **equilibrio** o “*balance*”, es la estabilización o mantenimiento del centro de masa del cuerpo, en relación con la base de sustentación (Shumway-Cook & Woollacott, 2012; Heebner, Akins, Lephart & Sell, 2014; Massion, 1994). La clave para controlar el sistema de control postural es el **Centro de Masa** (CMD) del cuerpo. Dicho centro es un punto imaginario situado en el centro de la masa corporal total, calculado por la media ponderada de las fuerzas aplicadas en cada segmento que conforma el cuerpo. El CMD es llamado **Centro de Gravedad** (CDG) (Horak, 1987); para otros investigadores el CDG es la proyección del CMD (Shumway-Cook, 2012). Su ubicación es por delante de la vértebra S2 (si se tiene en cuenta todo el cuerpo) o la vértebra D8 (sin contar las extremidades) (Viel & Asensio, 2002). A pesar de esas diferencias en la terminología, el CDG y CMD se suele utilizar indistintamente. Todos los investigadores coinciden en manifestar la dificultad de evaluar el control postural debido a las numerosas posiciones que es capaz de mantener el individuo. De entre ellas, la posición estática de pie es la más analizada. Esta permite unos grados de ajuste de movimiento en dicha postura, que a veces son difíciles de observar. La **base de soporte o sustentación** (BS) es el área de la superficie delimitada por los extremos de los segmentos del cuerpo en contacto con la superficie de apoyo. En el caso de la posición de pie en el suelo, sería los pies y el área comprendida entre ellos (Shumway-Cook & Woollacott, 2012; Yim-Chiplis & Talbot, 2000; Nashner, 1989; De Moya, Baydal Bertomeu & Vivas Broseta, 2005).

En cuanto a la **orientación postural** es la habilidad de mantener la alineación activa del tronco y la cabeza, la superficie de sustentación, las referencias visuales y sensoriales con respecto a la acción de la gravedad. Esta capacidad es esencial para que el individuo pueda mantenerse en la orientación vertical para realizar una tarea motora (Shumway-Cook & Woollacott, 2001; Horak, 2006).

Los **límites de estabilidad** son las distancias máximas que el sujeto puede proyectar su CDM para mantener tanto la estabilidad postural como la orientación postural sin cambiar la BS (De Moya et al., 2005; Rose, 2005; Shumway-Cook & Woollacott, 2001).

La **movilidad** es una tarea que implica movimiento. Es decir, es aquella acción en la que observamos como el CDG y la BS se mueven (Shumway-Cook & Woollacott, 2001). Otros autores definen la movilidad como la capacidad de trasladarse con independencia y seguridad de un lugar a otro (Rose, 2005). A nivel clínico, se observa una gran relación entre la estabilidad postural y la movilidad. Normalmente se practican las tareas que implican estabilidad antes de las de movilidad, como por ejemplo mantenerse de pie y caminar.

En cuanto a otros conceptos que se suelen utilizar sobre el equilibrio, están basados en la categorización de la respuesta del cuerpo ante una situación desestabilizadora como un empujón externo o movimiento rápido autoiniciado por el individuo. Por ello, se amplía la definición de equilibrio para incluir componentes estáticos, dinámicos y reactivos. En esta clasificación se suele utilizar la valoración y clasificación del equilibrio a través de cuestionarios o pruebas funcionales (Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

El **equilibrio estático** es la habilidad de mantener la proyección del centro de gravedad dentro de una BS en una posición erguida tranquila, al estar de pie o sentado (Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

El **equilibrio dinámico** es mantener la postura erguida en la vertical en diferentes situaciones desestabilizadoras, como pueden ser un empujón o movimiento autoiniciado. Estas situaciones se pueden clasificar en: a) cuando el CG y la BS se están moviendo (ej.: montar en monopatín) y b) cuando el CG se está moviendo fuera de la base de sustentación (ej.: caminar) (Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

El **equilibrio anticipatorio (o predictivo)** es el control de las medidas adoptadas con el objetivo de mantener la postura ante una posible amenaza desestabilizadora (ej.: preparación

inconsciente que realiza el cuerpo para prepararse para mantenerse ante la frenada esperada de un autobús) (Yim-Chiplis & Talbot, 2000; Rose, 2005).

El **equilibrio reactivo (compensatorio)** es una respuesta para mantener la estabilidad a través de un movimiento o respuesta muscular, después de una perturbación externa o perturbación imprevista (Yim-Chiplis & Talbot, 2000; Rose, 2005).

1.1.2 Sistemas involucrados en el control postural

En el proceso del control postural, utilizamos múltiples aferencias que envían información al sistema nervioso central (SNC) sobre la posición del cuerpo en el espacio (Massion, 1994), procesando la información y enviando información eferente para regular diferentes niveles.

Los sistemas aferentes que envían información al SNC son tres: sistema vestibular, sistema visual y sistema somatosensorial.

El sistema vestibular posee múltiples receptores sensoriales para la orientación espacial y percibir el efecto de la gravedad, a través de las aceleraciones angulares y lineales de la cabeza en el espacio. Los receptores vestibulares, se encuentran en el laberinto membranoso contenido en el hueso temporal que tiene dos tipos de receptores vestibulares: a) órganos otolíticos, formados por el sáculo y el utrículo, que se activan por las aceleraciones lineales y la gravedad; b) órganos ampulares con tres ampollas (anterior, lateral y posterior) sensibles a aceleraciones angulares. Estas estructuras se conectan con los 4 núcleos vestibulares: medio, superior, lateral y descendente del tronco cerebral a través del ganglio vestibular de Scarpa y el nervio vestibular de la cabeza. Asimismo, El núcleo vestibular también tiene **aferencias con la médula espinal** a través de los haces vestibuloespinales lateral y medio. El objetivo es modular la activación especialmente de los músculos antigravitatorios (músculos extensores del cuello, tronco y extremidades). De esta forma, el sistema vestibular **regula el tono y ayuda al mantenimiento, enderezamiento o reequilibración de la posición erguida**, funcionando como centro de ajuste postural (Figura 1), (Tresguerres & Aguilar Benítez de Lugo, 1993; Jančová, 2008; Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012)

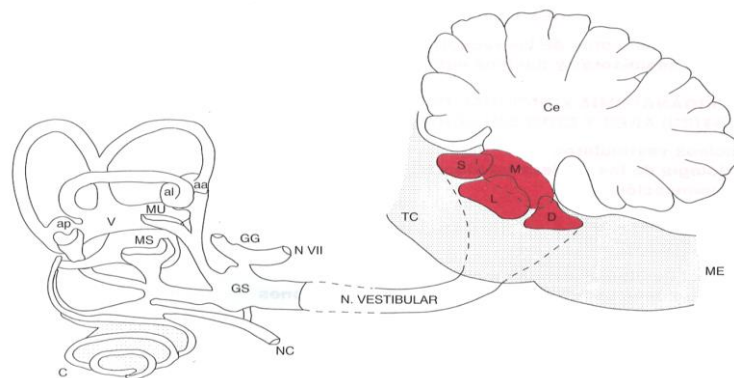


Figura 1. Esquema del oído interno y sus proyecciones vestibulares hacia los núcleos del tronco cerebral. Tresguerres, J.Á.F. & Villanúa, M.A. (2009). *Anatomía y Fisiología humana*. Aravaca (Madrid): Interamericana McGraw-Hill.

El **sistema visual** permite la visión de los objetos en el entorno corporal (Shumway-Cook & Woollacott, 2001). Contribuye a mejorar el control de la postura y confirma las aferencias vestibulares y propioceptivas. La vista permite determinar la posición, distancia y movimiento de los objetos más importantes en el espacio. Su papel es útil cuando existe una disminución de otras aferencias realizando los ajustes oportunos o anticipándose para orientarse en el espacio. Esta estrategia resulta muy útil en personas que sufren patologías del sistema vestibular porque una leve deficiencia puede ser compensada por la visión (Guyton, 1997). Pero, la contribución del sistema visual puede ser engañosa, cuando la escena visual se mueve toda ella de forma constante en relación con un sujeto estacionario. Esta estimulación optocinética puede ser desestabilizadora en los niños que empiezan a caminar o en un adulto que realiza ejercicios de equilibrio complicados (Kandel, Schwartz, Jessell & Agud Aparicio, 2001).

El **sistema somato sensorial** recibe información aferente desde la musculatura, la piel y las articulaciones. Las **aferencias de la musculatura** proporcionan información sobre *cambios en las extremidades y cuerpo* de forma precisa y constante. Esta información se origina en los husos musculares. Su inervación sensitiva está compuesta por terminaciones primarias y secundarias. Las terminaciones primarias conectan con las fibras “tipo Ia” que tienen una mayor sensibilidad al estiramiento pasivo y las secundarias conectan con las “fibras II” que tienen un umbral de estímulo más alto y mayor sensibilidad a la posición. **Las aferencias desde la piel** son informaciones cutáneas muy heterogéneas de los receptores cutáneos, entre ellas, debemos destacar los mecanorreceptores y los nociceptores. Los *mecanorreceptores* son sensibles a la presión y a la vibración, tienen un umbral bajo de activación, su forma de adaptación variable (fásica o tónica) y su inervación está asegurada por las fibras de velocidad de conducción rápida. Los *nociceptores* son sensibles al *dolor*, tienen un umbral de estimulación elevado y están inervados por fibras finas de velocidad de conducción lenta. **Las aferencias de las articulaciones** son los corpúsculos de Ruffini y los corpúsculos de Pacini que se localizan en la capsula articular, son sensibles a la presión y a la tensión capsular, aunque su activación se realiza en posiciones articulares extremas (Jančová, 2008).

En el SNC están relacionados con el control postural **múltiples estructuras** entre las que se encuentran: los ganglios de la base, el tronco cerebral, estructuras hemisféricas y el cerebelo.

Los ganglios de la base y el tronco cerebral se encargan de regular los ajustes posturales actuando de forma anticipada “*feedforward*” y realizando una retroalimentación “*feedback*”. **Las estructuras hemisféricas** se encargan de la representación corporal del propio individuo cuando representa el mantenimiento de la posición del cuerpo en relación con la gravedad.

El **cerebelo** desempeña la función más conocida, este órgano ejerce el mecanismo de la coordinación del movimiento a través de la regulación de las sinergias musculares, siendo necesario tanto en el equilibrio estático como dinámico.

En cuanto a **las eferencias motoras** de las respuestas elaboradas en función de las aferencias sensoriales, se ejecuta el sistema motor mediante la activación de sinergias musculares con el objetivo de mantener el control postural. En el mantenimiento de la posición de pie estática se mantienen activos la musculatura antigravitatoria como los sóleos y gastrocnemios, los glúteos medios, el tensor de la fascia lata, el psoasílico y erector de la columna a nivel dorsal, así como los abdominales. Las estrategias de balanceo del cuerpo descritas son tres: estrategia de corrección con los tobillos (maleolar), estrategia de corrección con la cadera (coxal) y estrategia de corrección dando pasos (podal) (Horak, 1987). La estrategia de respuesta específica seleccionada, no solo depende de todo lo anteriormente expuesto sino también de las expectativas, las metas del individuo y la experiencia previa. Por lo tanto, la cantidad de procesamiento cognitivo requerido para el control postural depende tanto de la atención como del aprendizaje (Horak, 2006).

1.1.3 La evolución del control postural

Durante la vida intrauterina, la gravedad está presente. Pero el feto está viviendo en un medio acuático y el efecto es mucho menor. Será en el nacimiento cuando aparezca la principal tarea del control postural (Massion, 1998).

A lo largo del primer año de vida se van adquiriendo diferentes posturas hasta la posición erguida. La adquisición del mantenimiento de un control postural se va desarrollando de una forma progresiva durante la infancia y adolescencia.

Hacia los 4 - 5 meses aparecen patrones determinados genéticamente que activan patrones de actividad muscular. Pero el ajuste fino de la amplitud y temporalidad de los patrones de movimiento madura con la edad y la experiencia. Algunos autores como Steindl et al., (2006) y Hirabayashi & Iwasaki, (1995) defienden que el sistema somato sensorial suele madurar entre los 3 o 4 años de edad.

Podemos afirmar que alrededor de los 7 años, se produce una integración del control postural debido a la maduración de la postura y la locomoción (Massion, 1998), aunque la estabilidad postural en todas las condiciones sensoriales madurara a lo largo de la niñez y adolescencia (Barozzi et al., 2014).

Pero el efecto generalizado del envejecimiento produce cambios irreversibles graduales de las estructuras y las funciones del individuo. Esos cambios también afectan al control postural produciendo una merma de la estabilidad postural y de la orientación postural (Moreland, Richardson, Goldsmith & Clase, 2004; Fay B Horak, Shupert & Mirka, 1989).

1.1.4 Importancia de un correcto control postural

La importancia de un correcto control postural radica, en la clara necesidad del individuo por mantenerse en una posición en contra de la gravedad, proyectando el centro de masas del cuerpo dentro de la base de sustentación y los límites de estabilidad, para así conseguir realizar la tarea, ser independiente funcionalmente evitando las caídas.

CONTROL POSTURAL & CAÍDAS

Los mareos y las alteraciones de la estática son quejas comunes entre las personas mayores. Estas situaciones son un problema de salud pública porque suponen un riesgo de sufrir caídas. El porcentaje de caídas aumenta a partir de los 75 años y en mayores frágiles. Las caídas más comunes son en el hogar y el 50% de las personas cae de forma repentina (Desforges, Tinetti & Speechley, 1989).

La causa más importante de caídas en los ancianos, es el deterioro de la función vestibular relacionada con la edad y por este motivo durante las últimas décadas, la investigación clínica se ha centrado en las causas del deterioro del equilibrio y herramientas de detección que cuantifican el riesgo de caídas. La mayoría de los estudios sobre las caídas se centran en las condiciones individuales (como el equilibrio, la fuerza, la visión) o extraindividuales (seguridad en el hogar) (Fabre, Ellis, Kosma & Wood, 2010).

La identificación temprana de mayores en situación de riesgo de caídas, es crucial para realizar una iniciación de las estrategias de prevención. Muchas caídas ocurren mientras las personas mayores están realizando tareas de movilidad, tales como transferencias (por ejemplo, levantarse de una silla) y caminar (Berg, 1989a). Las herramientas de evaluación de la movilidad y equilibrio, se han identificado como importantes componentes en la determinación del riesgo de caídas en este grupo, para la creación de programas preventivos de caídas sobre los ancianos, especialmente en los grupos de alto riesgo (Schoene et al., 2013). Estos tratamientos preventivos son beneficiosos para reducir el número de caídas y las personas que las sufren (Karlsson, Magnusson, Vonschewelov & Rosengren, 2013).

Otra población de riesgo de caídas son las personas que sufren patologías del sistema nervioso, como la Esclerosis Múltiple (EM). Esta población tiene un 50% de tasa anual de caídas, a menudo posee escaso control postural, tanto de la estabilidad postural como de la orientación postural, una capacidad reducida de llegar a los límites de estabilidad, así como deficiencias en la marcha (Cameron & Lord, 2010). Según Gunn et al., (2012) la población con EM tiene un

aumento de riesgo de caídas asociados a problemas del equilibrio, cognición, al uso inadecuado de un dispositivo de marcha, así como al tipo de Esclerosis Múltiple. Sosnoff et al., (2011) ponen de manifiesto que las personas mayores con EM propensas a las caídas recurrentes suelen usar dispositivos para la marcha, tiene mayor discapacidad, disminución de la resistencia al caminar y aumentan su velocidad de balanceo postural con ojos cerrados en comparación con los que no sufren caídas en el último año.

CONTROL POSTURAL & INDEPENDENCIA FUNCIONAL

La independencia funcional promueve la capacidad de vivir de forma independiente a la hora de realizar actividades físicas, propias del ser humano orientadas a la consecución de las tareas propias de la edad. Los trastornos de la marcha son comunes en las personas de edad avanzada y su prevalencia aumenta con la edad. Los trastornos de la marcha, la inmovilidad y las caídas se asocian con la independencia funcional y la muerte en personas mayores. Aboutorabi et al., (2016) proponen mejorar la estabilidad postural, reducir el coste energético y evitar situaciones de riesgo de caídas para aumentar la movilidad en personas de edad avanzada sanas.

Autores como Álvarez Barbosa et al., (2016) afirman que la disminución del equilibrio estático o la estabilidad postural se asocia con un menor rendimiento muscular (transductor de fuerza), menor calidad de vida (EuroQol-5 dimensión), menor estado funcional (índice de Barthel) en personas institucionalizadas mayores de 80 años con riesgo de caída.

Estas mismas relaciones se cumplen en las personas con patologías que tienen alterado el control postural como en la EM (Sousa, Gazzola, Gananca & Paulino, 2011; Schmid et al., 2013). Existe evidencia científica que el ejercicio mejora la condición física y la independencia funcional en las personas con EM leve y mantiene la función en la EM moderada y severa (Brown & Kraft, 2005).

Por ello, la comunidad científica apoya las investigaciones de los instrumentos de medición del equilibrio en personas mayores o con EM. Los profesionales deben asegurarse que las medidas de evaluación sean adecuadas y fiables para poder evaluar la eficacia de los programas, para prevenir las caídas, aumentar la independencia funcional y la calidad de vida (Panzer, Wakefield, Hall & Wolfson, 2011; Sangelaji et al., 2014).

1.2 Evaluación del control postural

1.2.1 Importancia de su evaluación

La evaluación de las múltiples dimensiones del control postural y la movilidad ayuda al profesional obteniendo información variada del estado físico del sujeto. La evaluación facilita en primer lugar, información sobre la identificación precoz de los cambios significativos esperables en múltiples sistemas del cuerpo por cambios en la estabilidad ortostática y la movilidad por el envejecimiento; en segundo lugar, puede detectar precozmente deterioro debido a alguna enfermedad.

En un primer momento, se realiza un examen clínico preciso que incluya una anamnesis y exploración clínica para valorar el alcance de la alteración. La anamnesis debe ser cerrada y comprensiva. Debe incluir variables como edad, peso y talla. Debe estar orientada a detectar patologías vertiginosas o alteraciones del equilibrio por problemas neurológicos, así como los problemas derivados por la falta de equilibrio o control postural como las caídas.

Y en segundo lugar, se puede realizar una exploración clínica a través de la realización de las medidas directas o indirectas que se describen en este capítulo con el objetivo de cuantificar el alcance del trastorno del equilibrio del individuo (Yelnik & Bonan, 2008).

1.2.2 Medidas directas

Las medidas directas son las evaluaciones realizadas a través de aparatos que miden **cuantitativamente** el control postural. Estos aparatos son las plataformas con sus evaluaciones oscilométricas.

Las plataformas son capaces de analizar, cuantificar y objetivar la inestabilidad del control postural. Además, casi todas ellas tienen programas con propuestas de tratamiento para realizar sobre el mismo aparato.

El principal **objetivo** de las plataformas es contribuir a profundizar en el conocimiento de los mecanismos fisiológicos y patológicos subyacentes del problema del control postural (Yelnik & Bonan, 2008). En ocasiones, para completar el examen clínico instrumental realizado con las plataformas se utiliza de forma combinada acelerómetros o cámaras de vídeo.

La utilización de estos instrumentos es la técnica conocida como **estabilometría**. También recibe los nombres de **posturografía, estabilografía y posturometría**. Se puede clasificar en dos variantes: estática o dinámica.

La **estabilometría estática** utiliza una plataforma dinamométrica fija para medir las oscilaciones del centro de presiones (CoP) del individuo, en posición de bipedestación erguida a través del registro de presiones sobre la misma (De Moya et al., 2005). El CoP es la proyección vertical del CDG sobre la plataforma. El procedimiento de evaluación del control postural se basa en la realización de diversas pruebas, mirando a un punto fijo en la pared a una distancia determinada. La batería de pruebas que se pueden realizar con la estabilometría estática, se clasifica a su vez en estáticas o dinámicas. El conjunto de *pruebas estáticas* evalúa principalmente la posición de pie con los pies juntos como la prueba de Romberg; aunque también se pueden valorar otras posiciones como de pie con los talones separados, posición de semitanden o mantenerse sobre una pierna. Las condiciones evaluadas pueden ser con los ojos abiertos o cerrados, sobre la plataforma directamente o sobre una colchoneta encima de esta. El conjunto de *pruebas dinámicas* consiste en marcar los límites de estabilidad del CDG y/o determinar el control rítmico-direccional con diversas dificultades (Balaguer García, Pitarch Corresa, Baydal Bertomeu & Morales Suárez-Varela, 2012). Con todas estas variables se observa las respuestas del sistema visual, vestibular y somato sensorial. Este tipo de plataformas fue comercializado por Metitur.

La estabilometría dinámica o posturografía dinámica computarizada para La Academia Americana de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, es el protocolo adecuado de pruebas para la evaluación y tratamiento de pacientes con lesión vestibular. Está compuesta por la realización del test de evaluación sensorial y diversos test de coordinación motora automática o voluntaria (Pletcher et al., 2017).

La plataforma dinamométrica está montada sobre un soporte que se mueve horizontalmente, se inclina hacia adelante o atrás y/o gira alrededor del eje de los tobillos del individuo, con la finalidad de disminuir la información de los propioceptores de esta articulación, pero también puede estar rodeado de un entorno visual móvil capaz de desorientar al sujeto. Este sistema permite medir, registrar y analizar las fuerzas de reacción sobre el sujeto. Incorpora cuatro captos extensométricos de fuerza sobre los que apoya una placa en la que se ejercen las cargas que analiza. Este tipo de plataformas fue comercializado por NeuroCom Inc.

La mayoría de las plataformas evalúan 4 aspectos de equilibrio: 1) equilibrio estático, considerado como la capacidad del individuo para permanecer tan inmóvil como sea posible, 2) de simetría o distribución de peso de manera uniforme entre los dos pies; 3) equilibrio dinámico o la capacidad de mover el centro de las fuerzas por la plataforma a través de determinados test, y 4) las respuestas motoras automáticas a las perturbaciones de la superficie de la plataforma

En el mercado encontramos diferentes tipos de plataformas de equilibrio. Aquí, mostramos los más conocidos en la comunidad científica (Tabla 1).

Tabla 1. Casas comerciales y plataformas de posturografía más utilizadas

AMTI	AccSway Plus Force Plataform
Metitur	Good Balance
NeuroCom	Equitest, Balance master, VSR™
Biodex	Balance Sistem SD y BioSway
SportKAT	Kinesthetic Ability Trainer 1250, 2000,3000, 4000

A continuación, extractamos algunas de las características de las mismas, obtenidas de las páginas WEB de cada Marca, que están recogidas en la bibliografía atendiendo al nombre comercial.

La casa comercial **AMTI** tiene en el mercado varias plataformas. Tiene modelos portátiles y montados o fijos. La serie portátil es la que más se conoce. La plataforma se llama **AccuSway**. Es fácil de usar y de tamaño reducido. El coste económico es menor comparado con

otros sistemas montados. La limitación es la evaluación de un menor número de parámetros en comparación con los sistemas montados.

La serie AccSway tiene la versión **Plus** que es su primera plataforma; la versión **Optimized** que es la Plus mejorada y dotada de un interfaz USB con una alta precisión de medición (Figura 2); y la versión **Dual-Top** formada por dos transductores de fuerza independientes con una sola base que permite analizar por separado los pies (“AccuSway Optimized - Biometrics France”, 2017). Obtenido de: <http://www.biometrics.fr/V4/en/plate-formes-de-posturographie/19-accusway-plus.html>



Figura 2. Plataforma Accusway Optimiezed.

Los modelos montados o fijos son **la línea AMTI's Optimal**, evalúan más parámetros que los portátiles. Son las plataformas estáticas que se acoplan a analizadores de la marcha **OR6-7**, tamaño estándar; **OPT464508**, versión mejorada con las dimensiones de la OR6-7 y **OPT400600**, ideal para longitudes de zancada variables (“AMTI Home Page”, 2017). Obtenido de: <http://www.amti.biz/index.aspx>

Otra casa comercial de plataformas estáticas es **Metitur** con la serie **Good Balance**. Estas plataformas tienen baterías de pruebas de test estáticos y dinámicos, además de analizar la distribución de peso o realizar propuestas de tratamiento. Las últimas versiones, dan la oportunidad de valorar el sistema vestibular a través de la colocación del sujeto de pie sobre una colchoneta predeterminada. Tiene modelos montados y portables (Figura 3) (“Metitur Balance Force Platform — Jyväskylän yliopisto”, 2017). Obtenido de: <https://www.jyu.fi/sport/en/dept/motorskills/devices/metiturbalance>



Figura 3. Plataforma Metitur Good Balance.

La casa más importante en plataformas de posturografía dinámica computerizada es **NeuroCom**. Tiene varias series, Equitest, Balance Master y VRS (“Natus Medical Incorporated - NeuroCom Balance Master Systems”, 2017). Obtenido de:

http://www.natus.com/index.cfm?page=products_1&crd=271

La serie Equitest son sistemas que utilizan una doble plataforma dinámica (18” x 18”) con capacidad de perturbación en los pies y con entornos visuales móviles. Se puede acoplar registros electromiográficos. Las medidas de estabilidad postural están compuestas por 3 modelos de pruebas basados en los sistemas de control de la postura (funcionamiento sensorial, motor y componentes biomecánicos). La batería de pruebas que tienen son: la Evaluación de Organización Sensorial o “*Sensory Organization Test*” (SOT), la Evaluación del Control Motriz o “*Motor Control Test*” (MCT) y la Evaluación de la Adaptación o “*Adaptation Test*” (ADT). La prueba SOT es un registro computerizado basado en la medida indirecta que lleva el mismo nombre y se explicará más adelante en este capítulo. Son 6 tareas posturales independientes que evalúan la capacidad visual, vestibular y propioceptiva. El cálculo de los resultados de medidas, está basado en la diferencia angular de los desplazamientos del centro de gravedad en la dirección anteroposterior. Para facilitar la evaluación se califica de 100 a 0, siendo 100, sin movimiento anteroposterior y 0 es la caída. La prueba MCT es el tiempo de latencia (ms) entre el inicio de una perturbación postural y la iniciación de la respuesta postural de reacción mecánica de un sujeto, siendo la reacción mecánica la media de los valores de respuesta de cada pierna. La prueba ADT es la respuesta automática del individuo ante la perturbación externa inesperada de la vertical, por inclinación de los dedos del pie hacia abajo/ hacia arriba o con rotación (Leitner et al., 2009). Tanto el modelo Equitest® como Smart Equitest® están provistos de esta tecnología, pero el último puede ser cargado con más programas (Figura 4).



Figura 4. Plataforma NeuroCom Smart Equitest.

La **serie Balance Master** proporciona evaluación y tratamiento del control motor sensorial y voluntario de equilibrio con retroalimentación visual. El sistema utiliza un fijo de 18"x 60" de doble plaza de fuerza para medir las fuerzas verticales ejercidas por los pies del paciente. Esta tecnología permite realizar evaluaciones de tareas que van desde las actividades cotidianas esenciales, hasta las habilidades atléticas de alto nivel, como ejemplo, mantenimiento unilateral sobre una pierna, sentarse y levantarse, caminar por la plataforma, caminar en tandem, dar un paso y vuelta, subir y bajar un escalón con un paso y realizar pasos hacia delante (Figura 5).



Figura 5. Plataforma Balance Master.

La serie **Basic Balance Master** es parecida a Equitest, es una herramienta diseñada para examinar la organización de aferencias sensoriales necesarias, para mantener la estabilidad postural y los reflejos vestíbulo espinosos, a través de una doble plataforma de 18"x18" con retroalimentación visual. Es portable y aproximadamente es una décima parte del coste de la Equitest. Está realizada para la rutina clínica. Ofrece test motores y sensoriales similares a CTSIB (Gabriel & Mu, 2002). Es capaz de analizar el test modificado de Interacción Sensorial del Equilibrio - *Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (mCTSIB)*, la medición de los

límites de estabilidad, la cuantificación de la transferencia rítmica del COG, el análisis de la posición de estrategia de rodilla de 0º, 30º, 60º, 90º y el test de mantenerse sobre una pierna (Figura 6)



Figura 6. Plataforma Basic Balance Master.

La serie **VRS™ DEPORTE**, fue diseñada específicamente para el ámbito deportivo, para apoyar la evaluación del control del equilibrio en los atletas debido a su alta tecnología. Consiste en una placa de fuerza fija de 18" x 30". Las evaluaciones que se realizan son el test modificado de Interacción Sensorial del Equilibrio (mCTSIB), la medición de los límites de estabilidad, la cuantificación de la transferencia rítmica del COG. Esta serie tiene un diseño anterior VRS™ que fue más utilizado en rehabilitación (Figura 7).



Figura 7. Plataforma VRS™ DEPORTE.

Otra casa comercial es **Biodex**, muy conocida en el mundo de la medicina. Brinda la posibilidad de dos plataformas, Balance Sistem SD y BioSway, portable.

Balance Sistem SD, es una plataforma circular dinámica que es libre para moverse en los ejes antero-posterior y medio-lateral simultáneamente. Las valoraciones son con el sujeto

de pie sobre ambos pies o sobre la pierna dominante. Las tres medidas obtenidas son: un índice de estabilidad general, un índice de estabilidad antero-posterior y un índice de estabilidad medial-lateral. También, tiene posibilidad de entrenamiento variando en función de la edad y las condiciones (Cachupe, Shifflett, Kahanov & Wughalter, 2001) (Figura 8).

BioSway es la última creación de esta casa. Es una plataforma estática portable y fácil de usar. Dispone de pruebas basadas en CTSIB y ofrece la posibilidad de entrenamiento (Figura 9). (“BioSway TM - Equilibrio - Medicina Física | Biodex”, 2017). Obtenido de:

<http://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/biosway-portable>



Figura 8. Plataforma Balance Sistem SD.



Figura 9. Plataforma BioSway.

Otras plataformas que podemos encontrar en el mercado son el equipo **SPORTKAT**. Hay varios modelos del **Kinesthetic Ability Trainer (1250, 2000, 3000, 4000)**. Todos ellos se utilizan para valorar y entrenar el equilibrio estático y dinámico. Consisten en una plataforma móvil que está soportada por un pequeño pivote en la zona central. La estabilidad se controla con colchón neumático que se modifica mediante los test y varía en función de la talla y el peso. El sensor de inclinación está en la parte delantera y conectado con el ordenador. La diferencia entre ellas es el nivel de sofisticación del programa, los tipos de prueba, niveles de dificultad y la retroalimentación. Estos modelos son utilizados para trabajar el componente propioceptivo y los mecanorreceptores en el campo del entrenamiento y rehabilitación deportiva (Hansen, Dieckmann, Jensen & Jakobsen, 2000; Chang, Levy, Seay & Goble, 2014) (Figura 10).

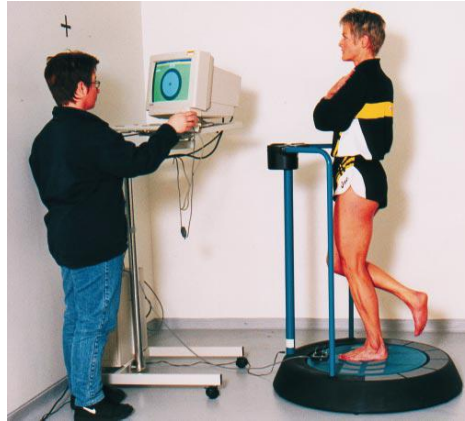


Figura 10. Plataforma Kinesthetic Ability Trainer 2000.

No queremos terminar este apartado sin tener una especial mención a la famosa casa comercial de juegos de Nintendo, ya que tiene en el mercado **la plataforma Wii Balance**. Este dispositivo fue diseñado con carácter lúdico, como entretenimiento individual o en grupo. Consta de una plataforma sobre la que el individuo pone en práctica diversos juegos que exploran su capacidad de mantener el equilibrio. Entre las aplicaciones del juego, se puede encontrar una rudimentaria valoración para clasificar el nivel de los participantes en el juego. Debido a su coste reducido frente a las plataformas de laboratorios, desde el ámbito científico se ha demostrado una fiabilidad buena en adultos jóvenes (Chang et al., 2014); pero sin éxito en poblaciones con deterioro del equilibrio (McGuire, Hitzig & Ditor, 2011).

1.2.3 Médidas indirectas

Las medidas indirectas son las pruebas más utilizadas en el análisis clínico. El examen del paciente tiene como fin observar a groso modo, el trastorno del equilibrio de manera indirecta. Realizar la medición es relativamente sencillo a través de la observación estandarizada. El material necesario para su realización es escaso o de bajo coste. Así podemos explorar diferentes facetas o conceptos del equilibrio que definimos anteriormente en el primer capítulo.

Las pruebas indirectas que se realizan para hacer un screening diagnóstico, intentan cuantificar o cualificar el equilibrio estático, la reacción de recuperación del equilibrio, la influencia sensorial en el control de la postura, la estabilidad del cuerpo en diferentes direcciones, la movilidad funcional o tareas funcionales en las que participa el equilibrio.

A continuación, vamos a describir las pruebas indirectas con las que podemos valorar el equilibrio en poblaciones de mayores y personas con Esclerosis Múltiple (Yelnik & Bonan, 2008).

Test de Romberg o “Romberg test”:

Es una medida de valoración del equilibrio estático. Es la prueba clásica por excelencia y la más conocida (Romberg, Duncker & Sittenfeld, 1840). Fue diseñada para detectar problemas de tabes dorsal como *screening* diagnóstico.

La prueba consiste en solicitar al paciente que se mantenga de pie sin ayuda, manteniendo los pies juntos con los ojos abiertos y observar su respuesta cuando se le pide que cierre los ojos.

La puntuación se puede reflejar de dos formas diferentes. La forma objetiva es anotar el tiempo en segundos que se mantiene de pie. La forma subjetiva, calificar como test negativo (la normalidad) cuando el paciente se mantiene estable de pie con un leve balanceo durante al menos 6 segundos; o test positivo (patología), el paciente se cae o necesita ayuda para mantenerse en pie (Khasnis & Gokula, 2003).

Test de Sharpened Romberg o “Sharpened Romberg test” (SRT):

Es una prueba de medición del equilibrio estático. Es una variante del test de Romberg con reducción de la base de sustentación.

La prueba consiste en instar al individuo a que se mantenga de pie con los brazos cruzados sobre el pecho, descalzo y con los pies en posición de semitandem (el talón de un pie debe coincidir con la punta del otro, estando delante el pie dominante) (Duncan & Studenski, 1994). Se realiza con los ojos abiertos y con los ojos cerrados.

La puntuación se califica objetivamente en los segundos que el sujeto es capaz de mantenerse en la condición anteriormente descrita, el máximo son 60 segundos.

Tiempo de mantenimiento en una pierna o “Time done-leg stance / one – leg standing” (OLS)

Es una medida de valoración del equilibrio estático (Yim-Chiplis & Talbot, 2000). Es una prueba muy utilizada en población mayor, aunque no todas estas personas pueden mantenerse en esta posición. Se usa para diagnosticar discapacidades en la deambulación por problemas musculoesqueléticos (Michikawa, Nishiwaki, Takebayashi & Toyama, 2009).

No hay un consenso exacto en la literatura acerca de cómo se debe realizar esta prueba. La instrucción más común utilizada es *“mantente de pie sobre una pierna, tan inmóvil como puedas durante el mayor tiempo posible”*. Se realiza tanto sobre la pierna izquierda como sobre la pierna derecha. La pierna de apoyo no debe moverse, y la otra pierna no debe tocar el suelo, ni la otra pierna. Durante la realización se permite que el paciente mueva sus brazos para mantener el equilibrio. El tiempo establecido para la realización de la prueba es de 60 s pero hay investigadores que han usado 15, 30, más de 60 s con los ojos abiertos. Y hasta 5 s con los ojos cerrados (Michikawa et al., 2009; Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

Test del empuje sobre el esternón o “*sternal shove or nudge test*”

Evalúa la reacción de recuperación del equilibrio estático (Yim-Chiplis & Talbot, 2000). Esta prueba es uno de los ítems de la escala de Tinetti del apartado del equilibrio.

Es una medida para valorar la reacción del equilibrio del cuerpo entero ante una cantidad de fuerza ejercida por un empujón no cuantificado (Duncan & Studenski, 1994). La prueba consiste en empujar ligeramente en 3 ocasiones el esternón del sujeto, mientras mantiene la posición de pie con los pies juntos.

La respuesta se califica en una escala de 0 a 2; 0, cuando empieza a caerse o necesita ayuda; 1, mantiene el equilibrio con movimiento de pies; 2, se mantiene estable en la posición.

Test del empujón en el hombro o “*shoulder tug test*”

Es un test para medir la función refleja de los movimientos involuntarios (Duncan & Studenski, 1994; Huxham, Goldie & Patla, 2001; Paltamaa, West, Sarasoja, Wikström & Mälkiä, 2005).

Es la habilidad de respuesta a perturbaciones externas provocadas por empujones en el hombro. Se pide al sujeto que esté de pie mirando al frente y el examinador le advierte que le dará un pequeño empujón en ambos hombros que le desestabilizará hacia atrás, pero sin permitir que se caiga.

La prueba se clasifica si hay una estrategia de tobillo, una respuesta de paso o no tiene respuesta postural (reacción de tablón). Se valora con una escala de 1 a 5.

Prueba de esfuerzo postural o “*postural stress test*” (PST)

Evalúa la reacción de recuperación del equilibrio (Yim-Chiplis & Talbot, 2000). Fue diseñada con Wolfson et al., (1986). Intenta ser una prueba con carácter cuantitativo, proporcionar seguridad al paciente y de bajo coste. En ocasiones en la bibliografía se encuentra como “*external perturbation test*” (Harburn et al., 1995).

Específicamente, el test PST mide la capacidad del individuo en resistir a una serie de fuerzas desestabilizadoras, aplicadas al sujeto al nivel de la cintura. En este test se producen respuestas motoras, por perturbaciones posturales de varios grados que son aplicadas por un mecanismo, en la parte posterior del paciente en posición de bipedestación normal confortable, con los brazos a lo largo del cuerpo y con los pies abiertos. El mecanismo es un sistema de poleas

unidas a la banda de la cintura, que desplazan el centro de gravedad por detrás del centro de sustentación. En la prueba se utilizan 3 pesos desestabilizadores: 1½%, 3% y 4½% del peso del cuerpo, siendo el máximo 4,536 kg. Es necesario 3 evaluadores para realizar la prueba. En cada intento, un investigador maneja las poleas (está colocado detrás del sujeto aproximadamente 61 cm; el segundo investigador está cerca del paciente aguardando que no se caiga y lastime; el tercer investigador está grabando las respuestas en video a 3,66 m y 45º a la derecha del plano frontal. Antes de cada prueba los sujetos son informados de que su equilibrio va a ser desestabilizado y que no hay ensayos.

La puntuación de la respuesta postural, está basada en una escala ordinal de 0 a 9, en donde la puntuación de 9 representa la respuesta más eficiente y la respuesta de 0 representa el completo fracaso del mantenimiento de la postura recta. La puntuación de 7 u 8, indica la estrategia de mantenerse utilizando tronco, hombros y tobillos. La puntuación de 6 o 5, es asignada para los sujetos que realizan uno o dos pasos hacia atrás (puntuación de 6) o más de 2 pasos hacia atrás (puntuación de 5) y adicionalmente flexionan el tronco y los hombros. La puntuación de 4 o 3 es asignada cuando no muestra evidencias de sinergias compensatorias en el tronco o en los hombros (únicamente hay un desplazamiento posterior), la puntuación de 4 es uno o dos pasos y la puntuación de 3, es más de 3 pasos hacia atrás. La puntuación de 2, el sujeto muestra sinergias inadecuadas en hombros/tronco y reacciona recuperando el equilibrio. La puntuación de 1, el sujeto no presenta sinergias o reacciones, pero demuestra una respuesta de protección en previsión a la caída. La puntuación de 0 demuestra que no hay ninguna respuesta de aterrizaje correcta o defensa.

Test Clínico de Integración Sensorial del Equilibrio o “*Clinical Test of Sensory Integration of Balance/ Sensory Organization Test*”) (CTSIB/ SOT)

Fue descrita por Shumway-Cook & Horak, (1986). Evalúa la influencia de la integración sensorial en el control de la estabilidad postural del individuo (Yim-Chiplis & Talbot, 2000). Fue diseñado para evaluar a personas con problemas neurológicos, con alteraciones en la visión, el sistema somato sensorial y vestibular.

Valora el equilibrio en 6 condiciones, 3 visuales (ojos abiertos, vendados con antifaz y dispositivo en cara en forma de cúpula para crear conflicto visual) y en 2 situaciones (sobre el piso firme o en la colchoneta de 50 x 50 x 8 cm de sección con densidad media de espuma). Por esta razón, se le conoce con el nombre del “test de colchoneta y cúpula” o “*foam and dome test*”. El control postural se mide durante 30 segundos como máximo por cada condición y la

postura del paciente deber ser de pie con los pies en posición normal, sobre un pie o posición de tándem. Se usa la primera condición de referencia. El tiempo aproximado de realización de todas las pruebas es de 7 min.

Se evalúa los cambios en la cantidad y dirección del vaivén. El puntaje de este test incluye: 1) evaluación subjetiva sobre un rango numérico (1=Influencia mínima, 2=leve balanceo, 3= influencia moderada, 4=caída); 2) registro del tiempo con cronómetro del tiempo que se mantiene de pie en cada condición; y 3) el uso de las redes y una plomada para grabar desplazamiento del cuerpo. Del mismo modo, se suele registrar cambios en la percepción del paciente como náuseas o mareos, así como la estrategia principal de estabilidad utilizada.

Se observó que los adultos y niños mayores de 9 años mantienen fácilmente las seis condiciones. La mayoría muestran cantidades gradualmente crecientes de balanceo anteroposterior sobre las seis condiciones con mayor influencia en las condiciones 5 y 6 (mayor exigencia vestibular). Si se observa inestabilidad postural en la condición 3 (dispositivo cúpula y suelo firme), sugiere un síndrome post-contusión vestibular o nistagmos posicional paroxístico; inestabilidad en las condiciones de 3 a 6 (ojos abiertos, con antifaz y cúpula con suelo de colchoneta), sugieren problemas sensoriales.

Este test está considerado como una versión clínica de plataformas de fuerzas computarizadas y sistemas de análisis de movimiento más sofisticados como, la Equitest™ (Whitney, Poole & Cass, 1998)

Test Sistemático de Evaluación del Equilibrio o “Balance Evaluation Systems Test” (BESTEST)

Es una herramienta que evalúa equilibrio a través de 6 subsistemas (biomecánica, límites de estabilidad, respuestas posturales, ajustes posturales anticipatorios, orientación sensorial y estabilidad en la marcha (Horak, Wrisley & Frank, 2009). Este test fue diseñado por la Dra. Horak para valorar el equilibrio en cualquier edad y en pacientes ambulatorios con enfermedades neurológicas que afecten al equilibrio en la postura o marcha como Parkinson o accidente cerebrovascular.

Existen dos versiones: BESTEST completo o “Full-Bestest” y BESTEST reducido o “Mini-Bestest” (Franchignoni, Tesio, Martino & Ricupero, 1998). Full- Bestest contiene 36 elementos y el Mini-Bestest consta de 14 elementos que se centran más en el constructo del equilibrio dinámico. Desde la creación de esta última, se está utilizando ampliamente en la práctica clínica

y la investigación como medida de equilibrio estándar (Di Carlo, Bravini, Vercelli, Massazza & Ferriero, 2016).

Test de Alcance Funcional o “*Functional Reach test*” (FRT)

Evalúa la capacidad anticipatoria al control de equilibrio postural en un movimiento anterior del tronco (Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

Para realizar este test, el sujeto debe partir de una posición de pie con el brazo extendido hacia adelante con 90° de flexión de hombro con la mano en puño. A partir de dicha posición, debe realizar alcance máximo hacia adelante. La puntuación es la diferencia entre la longitud del brazo y la distancia máxima alcanzada, utilizando una línea como criterio que previamente se fijó en la pared (Duncan, Weiner, Chandler & Studenski, 1990).

La interpretación de la puntuación del test se puede correlacionar con las caídas. La puntuación está basada sobre las calificaciones de los sujetos que llegan a más de 10 pulgadas. Los que alcanzan de 6 a 10 pulgadas tienen 2 veces más probabilidades de caer; los que alcanzan menos de 6 pulgadas son 4 veces más propensos a caer y los que fueron incapaces de llegar tienen 8 veces más probabilidades de caer.

Test de Alcance Lateral o “*Lateral Reach Test*” (LRT)

Evalúa la inestabilidad postural involucrada en la estabilidad del cuerpo, en los límites de las direcciones medio y lateral (Brauer, Burns & Galley, 1999). Es utilizado como medida de equilibrio en mayores (Langley & Mackintosh, 2007).

Para realizar el test, el sujeto debe colocarse de pie y de espaldas a una pared (pero sin apoyarse), con los pies en una posición de 10 cm de separación entre los talones, con un ángulo hacia afuera de 30° y mantenerse 10 s quietos antes de empezar. Para garantizar un registro preciso de la posición inicial de la mano, los sujetos estaban durante 10 segundos con ambos brazos en abducción a 90°, manteniendo el mismo peso. Las instrucciones son moverse directamente hacia los lados, en la medida de lo posible sin perder el equilibrio, sin dar un paso y sin tocar la pared. El brazo contralateral permanece a lo largo del cuerpo durante el proceso. Se debe mantener la posición de alcance máxima durante 3 segundos antes de volver a la posición de inicio. Se realiza hacia ambos lados. Se registra la diferencia en cm de la distancia recorrida por la punta del tercer dedo contra una rejilla previamente colocada en la pared. En el

test no se tolera que los pies se despeguen del suelo, flexión de la rodilla, rotación o flexión del tronco.

Test de Alcance Multidireccional o “*Multi-Directional Reach Test*” (MDRT)

Es una herramienta para medir los límites de estabilidad en direcciones anterior-posterior y medial-lateral (Newton, 2001). Es una variación del test del alcance funcional o *Lateral Reach Test*.

Los sujetos deben realizar alcances máximos con el brazo extendido hacia adelante, a la derecha, hacia la izquierda y que se incline hacia atrás, en posición de bipedestación y con los pies apoyados en el suelo. Durante la prueba no se puede balancear ni levantar los pies del suelo.

El resultado de cada alcance mide la distancia total recorrida por la mano del sujeto a lo largo de una vara colocada en un trípode telescópico que se coloca al nivel del acromion (hombro) del sujeto, haciendo una referencia horizontal al suelo. La puntuación tiene 4 valores, uno por cada dirección del alcance.

Test de Ida y vuelta o “*get up and go test*” (up&go)

Es una herramienta que suele utilizarse para cuantificar el equilibrio, pero más bien califica la movilidad funcional. Es una prueba sencilla que tiene varias modificaciones y es muy utilizada en investigaciones. Este test fue diseñado por Mathias, Nayak & Isaacs (1986). Estudiaron su aplicación en personas de edad avanzada y correlacionaron positivamente sus resultados con otras pruebas de laboratorio de marcha y equilibrio.

El test requiere que el sujeto se levante de una silla, camine una distancia de 3 metros con sus dispositivos de asistencia habituales y con una rapidez confortable, se dé la vuelta y se siente de nuevo.

La puntuación es subjetiva. Se puntúa en una escala de 1 a 5 puntos: 1 es normal, 2 es muy ligeramente anormal, 3 es levemente anormal, 4 es moderadamente anormal y 5 es severamente anormal. Las puntuaciones de 3 o mayores indican incremento del riesgo de caídas.

Test del tiempo de ida y vuelta o “*Timed Up and Go test*” (TUG)

Esta prueba es una modificación de la prueba Up and Go test realizada por Podsiadlo & Richardson (1991). Es una propuesta más objetiva y cuantitativa que el test original.

El participante realiza la prueba en dos intentos, siendo la puntuación final la mejor realización medida en segundos. Esta versión incluye que el sujeto camine lo más rápido posible, puede utilizar las manos en los muslos para levantarse y debe dar la vuelta en un cono.

El TUG es una medida de movilidad funcional. Incluye tareas de transferencia (sentarse/levantarse), caminar, girar, diferentes componentes neuromusculares como la fuerza, agilidad y el equilibrio. El rendimiento en esta prueba es peor en la vejez y en poblaciones de riesgo (incluidas poblaciones con deterioro cognitivo). En cambio, el sexo no se ha demostrado que influya. Se ha relacionado con factores como pérdida de fuerza, miedo a caerse, velocidad lenta, sedentarismo, deficiencias con las actividades de la vida diaria (básicas o instrumentales). En la bibliografía podemos ver como se utiliza para diagnosticar el riesgo de caídas en personas mayores (Schoene et al., 2013).

Test de 8 pies de ida y vuelta o 8 pies up&go o “8 – Foot up & go”

En una variante de la prueba anterior. Este test fue diseñado por Rikli & Jones, (2001) y forma parte de la batería Senior Fitness Test (SFT)

La distancia a recorrer es de 2,44 m (8 pies). Esta distancia es la diferencia con la prueba de “*Timed up-and-go*”. Las autoras decidieron acortar la distancia del recorrido para aumentar la viabilidad del test en zonas con un espacio limitado, especialmente en casas.

Otras variantes del Test “*Timed up&go test*”

En la bibliografía podemos observar otras variantes que modifican la distancia a 5 m, 10 m y 30 m (Nilsagard, Lundholm, Gunnarsson & Denison, 2007).

Escala de Tinetti – Evaluación del Equilibrio y la Marcha o “*Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment*” (POMA)

El POMA fue desarrollado por la Dra. Tinetti de la Universidad de Yale en 1986 (Tinetti, 1986). Es una de las herramientas más tradicionales como medición indirecta. Su uso más frecuente es como evaluación funcional del adulto mayor en comunidad, en instituciones y por grupos específicos de diagnóstico con alteración del control postural como Parkinson o accidentes cerebrovasculares (Kegelmeyer, Kloos, Thomas & Kostyk, 2007; Panella, Tinelli, Buizza, Lombardi & Gandolfi, 2008; Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

Consta de dos apartados, equilibrio, marcha y un sumatorio total. La valoración del equilibrio consta de nueve pruebas y la marcha tiene siete pruebas. En el apartado del equilibrio, se solicita al paciente que se siente en una silla y las evaluaciones se llevan a cabo mediante la observación de la postura, la valoración de movimientos solicitados o realizados como equilibrio sentado, equilibrio mientras se levanta de una silla, los intentos que realiza para levantarse, equilibrio de pie en los primeros 5 segundos, el equilibrio de pie con ojos abiertos, toques/empujones (estando el paciente con los pies juntos, el examinador empuja suavemente sobre el esternón del paciente con la palma tres veces), el equilibrio de pie con los ojos cerrados, giro de 360 grados sobre sí mismo y el equilibrio mientras se sienta. En el apartado de la marcha, se solicita al paciente que camine inicialmente a un ritmo normal y luego de vuelta a un ritmo rápido pero seguro. El examinador evalúa el siguiente comportamiento de la marcha en 3 metros: el inicio de la marcha, la longitud y altura del paso derecho/ izquierdo, la simetría y continuidad del paso, la desviación de la trayectoria, el balanceo del tronco y la postura de cuerpo caminando.

Para cada elemento de evaluación, el examinador califica una puntuación de 0 a 1, y 2 en algunos ítems. La puntuación máxima en el apartado del equilibrio es de 16, en el apartado de la marcha es de 12 y la puntuación total es 28. Una de las fortalezas de este test es su valor predictivo, para evaluar el riesgo de caídas y determinar si hay alteraciones en equilibrio y/o marcha que se obtiene de la puntuación total. Si las puntuaciones totales de una persona son entre 24 y 19, indica riesgo medio de caída. Si la puntuación es menor de 19, se considera riesgo de caída alto (Tinetti, Speechley & Ginter, 1988).

Escala de Equilibrio de Berg o “*Berg Balance Scale*” (BBS)

Esta herramienta evalúa las limitaciones funcionales asociadas con la práctica de actividades diarias que requieren equilibrio (Berg, 1989b). Por tanto, evalúa el equilibrio estático y el dinámico.

Consiste en 14 ítems, los cuales son puntuados utilizando una escala ordinal de 0 a 4. Incluyen tareas como alcanzar, flexionarse, transferirse, mantenerse de pie o temas similares. Aproximadamente, el tiempo que se tarda en completar es de 15 minutos (Berg, 1989b). Los ítems se practican en el orden descrito en el formulario de la prueba. Se explica cada ítem al sujeto y en algunos casos se hacen demostraciones para que sea más sencilla su realización. La puntuación total es de 56.

La propia autora sostuvo que la mejor manera de interpretar las puntuaciones de BBS es utilizar un solo punto de corte en 45 para diferenciar aquellos sujetos con riesgo de caídas (con puntuaciones de 45 o menores) de los que no están en riesgo de caídas (con puntuaciones mayores de 45). Una limitación de la escala, es que no determina la frecuencia de caídas. Por otra parte, debemos tener en cuenta que la sensibilidad de la escala, es ampliamente discutida por los investigadores ya que los valores varían en los estudios realizados con valores de 55% (Thorbahn & Newton, 1996), 82% (Shumway-Cook & Horak, 1986) y 64% (Riddle & Stratford, 1999).

Debemos mencionar que existe una versión modificada de esta escala, es *Short-Form Berg Balance Scale* (SF-BBS) (Karthikeyan, Sheikh & Chippala 2012). Reduce a nueve los ítems a valorar, eliminando los cinco primeros ítems, pero la utilización de esta versión es escasa en la comunidad científica (Chou et al., 2006; Liaw et al., 2012; Kim & Kim, 2015).

La Escala Avanzada de Fullerton o “*Fullerton Advanced Balance Scale*” (FAB)

Es una prueba empleada para medir las limitaciones funcionales asociadas con actividades diarias del equilibrio. Es una prueba concebida para medir cambios en el equilibrio en adultos con un nivel funcional elevado.

Consiste en 10 tareas funcionales del equilibrio estático y dinámico bajo diferentes condiciones sensoriales (Rose, Lucchese & Wiersma 2006). Las tareas son estar de pie sobre una tabla de gomaespuma con los ojos cerrados, caminar girando la cabeza, pasar por encima de un obstáculo y salvar cierta distancia saltando. Es parecida a BBS, cada tarea está puntuada sobre

una escala ordinal de cuatro puntos. Pero la FAB requiere menos tiempo para ser administrada que las BBS, aunque, requiere más equipamiento como cronómetro, regla, banco de seis pulgadas de alto, cinta adhesiva, espuma y un metrónomo.

1.3 Fiabilidad test-retest

1.3.1 La fiabilidad: definición y términos

La medición de variables es un proceso sumamente importante, tanto en la práctica clínica como en la investigación en general ya que, del análisis de estas mediciones, depende la toma de decisiones. Para algunas variables, se encuentran instrumentos que facilitan su medida, como por ejemplo el peso. Pero para otras variables, los instrumentos tienen cierto grado de subjetividad, como el concepto de calidad de vida. En ambos casos, el proceso de medición puede llevar algún grado de error del que se deben conocer sus causas. Estas variaciones o discrepancias de los resultados pueden ser debidas a factores asociados al individuo, al observador o al instrumento de medida. Por ello, cada vez más en el ámbito médico, se buscan medidas de alta calidad que tengan tanta validez como fiabilidad (Pita Fernández, Pértega Díaz & Rodríguez Maseda, 2003).

A continuación, vamos a explicar que significan los conceptos de validez y fiabilidad en el ámbito científico.

La **validez** expresa el grado en el que la prueba mide realmente lo que se pretende medir. Para conseguir este objetivo, se realiza una comparación entre los resultados de medida que queremos estudiar con los resultados de la prueba más usada, válida y estable (también llamada *gold standard*). En aquellas ocasiones que no hay un *gold standard* establecido, algunos autores optan por comparar las medidas de diferentes aparatos entre sí para expresar la validez, lo que llaman **reproductibilidad**.

La **fiabilidad** de las mediciones indica la consistencia de las mediciones o el rendimiento de un individuo o una prueba. Por ello, se puede valorar diferentes aspectos: repetibilidad, concordancia intraobservador, concordancia interobservador y concordancia entre métodos de medición. La **repetibilidad** hace referencia a la estabilidad del instrumento a través del tiempo (**test-retest**), informa de resultados similares del instrumento, aparato o test cuando se aplica en más de una ocasión a una misma persona, en idénticas condiciones (también ha sido llamado *medida de estabilidad*). La **concordancia intraobservador** es el grado de consistencia de los valores de las pruebas, al ser realizadas en más de una ocasión en un mismo individuo por el mismo observador. La **concordancia interobservador** es el grado de consistencia de las pruebas cuando evalúan con la misma medida a un mismo individuo por dos o más investigadores diferentes (Pita Fernández et al., 2003).

La **fiabilidad relativa** es el grado en que los individuos mantienen su posición en una muestra con mediciones repetidas, una alta puntuación indica que las mediciones repetidas revelarán posicionamiento consistente o de orden dentro de un grupo. La **fiabilidad absoluta** se entiende como el grado en que la repetición de las medidas varía para los individuos, una alta puntuación indica que en la valoración repetida los puntajes muestran poca variabilidad.

La fiabilidad relativa se mide a través del **coeficiente de correlación intraclass** (CCI), que es el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica y se define, como la proporción de *la variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos*. El CCI fue introducido originalmente por Fisher y debemos recordar que es una formulación especial del coeficiente de correlación de Pearson, que estima el promedio de las correlaciones entre todos los pares de observaciones disponibles, evitando así el problema de la dependencia del orden del coeficiente de correlación. Además, se extiende el uso cuando hay dos o más mediciones por sujeto (Fleiss, 2011). Y para poder interpretar los valores hay que recordar que oscila entre 0 y 1, como los coeficientes de correlación. La concordancia máxima es el valor 1, que se interpreta en el sentido que toda variabilidad observada, se explicaría por las diferencias entre sujetos y no por las diferencias entre los métodos de medición o los diferentes observadores. El valor de 0 muestra que la concordancia observada es igual a la que se esperaría que ocurriera únicamente por azar. Los valores intermedios pueden clasificarse con subjetividad, por ello es preferible utilizar la clasificación de los valores de concordancia según los valores de CCI que se muestran en la tabla 2 establecidos por Fisher para las investigaciones.

Tabla 2. Valoración de la concordancia según los valores del CCI.

Valor de CCI	Fuerza de la concordancia
$\geq 0,75$	Excelente (E)
0,40-0,75	Razonable a Buena (R) a (B)
$< 0,40$	Pobre (P)

Aunque el CCI se utiliza por excelencia para las variables numéricas, es de resaltar que muestra ciertas limitaciones, la dificultad de su cálculo y el hecho de que se deben verificar las hipótesis necesarias para su utilización porque se trata de una prueba paramétrica. Por lo tanto, se debe cumplir que las variables se distribuyan según la ley normal, una igualdad de las varianzas e independencia entre los errores de cada observador. A la hora de interpretar los valores debemos darnos cuenta de que el CCI depende en gran medida de la variabilidad de los valores analizados: cuanto más homogénea sea la muestra, más bajo será el valor de CCI (Pita Fernández et al., 2003).

Por estos motivos, en la literatura médica no ha sido un tema muy estudiado. En los últimos años han aparecido otros métodos de análisis más intuitivos y fácilmente interpretables en el ámbito clínico, que se expresan como fiabilidad absoluta.

La fiabilidad absoluta se expresa ya sea en valores reales de medida o como una proporción de valores medidos, dando así un carácter unidimensional. Atkinson & Nevill, (1998) afirman que los métodos más comunes en estadística en las ciencias del deporte y el ejercicio para analizar la fiabilidad absoluta son el error estándar de medida (EEM), el coeficiente de variación (CV).

El error estándar de medida (EEM) o error típico de medida (TCT) es la desviación estándar de los errores de media, asociados a las puntuaciones observadas en un test o medida (Atkinson & Nevill, 1998; Fuentealba, 2006). Este valor se calcula extrayendo la raíz cuadrada de 1 menos la fiabilidad y multiplicando el resultado por la desviación estándar, tal y como muestra la siguiente fórmula.

$$EEM = SD\sqrt{1 - \text{fiabilidad}}$$

Otros autores también lo definen como la proporción de variación fenotípica, de un carácter atribuible al error que se puede cometer en su medición; además se constata que este valor es inverso a la fiabilidad (Atkinson & Nevill, 1998; Fuentealba, 2006; Senar, 1999). Cada vez es más frecuente su utilización en las ciencias del movimiento para demostrar la fiabilidad test-retest junto al CCI (Weir, 2005).

El coeficiente de variación (CV) es común su utilización, como medida de fiabilidad en estudios experimentales de bioquímica ya que resulta fácil realizar múltiples pruebas repetidas. En el campo en la medicina deportiva como en rehabilitación, vemos cada vez más su utilización en estudios de fiabilidad. Los métodos para analizar el CV son múltiples, pero el más utilizado por su sencillez es la desviación estándar (SD) de los datos dividida por la media y multiplicada por 100. Se trata de una medida adimensional, por lo tanto, permite comparar los datos de diferentes instrumentos. Esta característica es muy atractiva para los investigadores, pero debe ser estudiada con detenimiento porque tiene sus limitaciones (Atkinson & Nevill, 1998).

1.3.2 La fiabilidad en las medidas de control postural

El control postural es complejo y no se puede medir con cualquier medida global de equilibrio. Para la rehabilitación de los trastornos del equilibrio, es necesario tratar los trastornos posturales de una forma específica, separando de forma eficaz los componentes. Por ello, la medición se convierte en un componente importante de la salud para establecer el impacto del tratamiento y monitorizar los cambios tanto en la investigación como en la clínica. Las herramientas de medición que utilizemos, deberían ser lo más cuantitativas posibles y deberían cumplir varios principios. Primero, deberían reflejar tanto las capacidades funcionales como la calidad de movimiento del sistema de control de la postura. En segundo lugar, que sean sensibles y selectivas a los cambios. En tercer lugar, deberían ser fiables y válidas para cada patología o edad y por último, deberían ser prácticas, fáciles de usar y baratas (Horak, 1987).

Debido a la cantidad de pruebas que tenemos para medir el equilibrio, nos hemos planteado centrarnos en explicar la fiabilidad test-retest de las medidas directas e indirectas que hemos considerado más relevantes: la plataforma de oscilometría Good Balance, BBS, escala de Tinetti y 8 foot up&go. La razón de profundizar en el conocimiento de estas medidas responde a varias razones: La plataforma de oscilometría Good Balance es la única plataforma del mercado que nos aporta la velocidad momento. BBS es una escala de reciente aplicación en el ámbito clínico debido a que valora varios aspectos del equilibrio. La escala de Tinetti es una de las pruebas más clásicas utilizadas en las consultas de geriatría. Las últimas investigaciones de autores como Schülein, (2014a) consideran que el Tinetti es una herramienta de detección rápida y el BBS como una evaluación concisa para el seguimiento y para predecir el riesgo actual de una persona a caerse basándose en los valores de sensibilidad y especificidad. En cuanto a la prueba del up&go (así como sus variantes) son las pruebas más utilizadas en los estudios clínicos de detección de caídas en las personas mayores y en otras patologías (Lee, Geller & Strasser, 2013). En concreto la variante de 8 foot UP & GO, que forma parte de la batería *Senior Fitness Test* nos da la ventaja de poderse realizar en espacios reducidos y debido al creciente uso de dicha batería, podría ser una forma de detección de problemas del equilibrio en la evaluación global de la condición física en cualquier población.

En cuanto al tipo de fiabilidad que hemos decidido estudiar nos hemos decidido por la prueba test-retest, ya que es una de las pruebas más simples de control de estabilidad y fiabilidad de un instrumento en el tiempo, tanto en un instrumento como una prueba psicológica de estudio. Para ello, hemos consultado la bibliografía más actual que nos arroja los siguientes aspectos que mostramos a continuación.

1.3.2.1 Medidas directas: test-retest de las plataformas, revisión bibliográfica

Como hemos comentado anteriormente en el mercado podemos encontrar una gran variedad de plataformas de equilibrio, pero ¿la fiabilidad test-retest de las plataformas de posturografía durante la posición estática de pie está verificada? Para resolver esta pregunta pico, nuestro equipo de investigación realizó una revisión bibliográfica en las principales bases de datos del campo.

La búsqueda bibliográfica fue realizada en las bases de datos PubMed y Embase en el período comprendido entre 1 de enero de 2005 y 31 de diciembre de 2015 para que fuera lo más actual posible. Se utilizó una estrategia de búsqueda combinada utilizando el booleano "AND" para unir términos referentes a las plataformas de medida del centro de presiones unidos entre sí por el booleano "OR" ("*postural sway*", "*force plataform*", "*path sway*" "*posture*") y aquellos referentes a la fiabilidad de las medidas y de sus parámetros unidos por el booleano "OR" ("*reliability*", "*outcome assessments*", "*reproducibility of results*", "*test-retest*", "*measur**" unidos por el booleano "OR" nuevamente). Se ha utilizado como filtro de búsqueda el campo "[*Title/Abstract*]".

LOS CRITERIOS DE INCLUSIÓN/ EXCLUSIÓN

Fueron incluidos todos los estudios originales, publicados en el idioma inglés y español sobre la fiabilidad test-retest de las medidas de control postural estático obtenidas con plataformas estabilométricas, realizadas en bipedestación y en ambiente controlado.

LOS RESULTADOS

Se obtuvieron 3333 estudios (320 estudios de la base PubMed y 3013 de la base de datos Embase). Tras eliminar duplicados exactos y casi exactos, resultaron 3004 publicaciones. Seguidamente, se eliminaron las publicaciones que no cumplían los criterios de inclusión obteniéndose 28 artículos para análisis, que fueron incluidos en esta revisión.

De los artículos seleccionados a texto completo se extrajeron los datos de la descripción de la muestra especificando estado de salud, criterios de inclusión/exclusión, número de participantes, sexo, edad, peso y estatura (Tabla 3); y las características de fiabilidad intradía o entre días, número de veces en que se realizaron los protocolos completos de medida, tiempo entre cada una de las veces en que se realizó el protocolo completo, tipo de plataforma, frecuencia de muestreo de registro de datos, postura adoptada sobre la plataforma, tiempo de

cada una de las pruebas que componen el protocolo completo, indicaciones dadas antes del inicio del protocolo de test, condiciones utilizadas en cada protocolo, parámetros analizados, estadística empleada y resultados obtenidos (Tabla 4 y 5).

Poblaciones estudiadas y características relacionadas

Analizando los artículos seleccionados, fue posible observar diez diferentes poblaciones estudiadas con un total de 1031 personas. En la Tabla 1 se observa las características de cada una de las poblaciones.

Las poblaciones más frecuentes fueron los adultos jóvenes sanos y personas con afectaciones en el aparato locomotor (dolor lumbar, alteración en ligamento cruzado anterior, inestabilidad de tobillo, dolor lumbar inespecífico, neuropatía periférica, dolor en extremidades o dolores múltiples) representando un 19,5% de las muestras. Los adultos sanos, los adultos mayores y las personas con enfermedades neurológicas (ACV y EM) representaron un 14,6%, 9,8% y 9,8% respectivamente, seguido en orden de frecuencia de aparición: deportistas de las modalidades de Karate y de Gimnasia (7,3%), personas con enfermedades reumáticas (2,4%), con trastornos vestibulares (2,4%), con ausencia de trastornos temporomandibulares (2,4%), niños sanos (2,4%) o (2,4%) niños con discapacidad auditiva. Observando los criterios de inclusión/exclusión verificamos criterios más precisos en poblaciones con algún tipo de alteración (Manor, Doherty & Li, 2008; Salavati et al., 2009; Brenton-Rule et al., 2012; Ha, Cho & Lee, 2014; Alahmari, Marchetti, Sparto, Furman & Whitney, 2014).

Verificamos un promedio de $25,8 \pm 16,1$ personas por cada una de las muestras estudiadas y presentadas en los diferentes artículos (Tabla 3). La mayor N fue en la población de adultos jóvenes (65 personas) (Akkaya et al., 2015) y la menor N se observó en la población de deportistas con dolor lumbar (7 personas) (Harringe, Halvorsen, Renström & Werner, 2008). Al analizar las muestras por sexo, un 26/41 (65,9%) fueron en grupos de análisis mixtos, seguido por grupos femeninos 8/41 (14,7%) (Salavati et al., 2009; Santos, Delisle, Larivière, Plamondon & Imbeau, 2008; Meshkati, Namazizadeh, Salavati & Mazaheri, 2011) y masculinos 4/41 (7,3%) (Harringe et al., 2008; Dickin & Clark, 2007; Quatman-Yates et al., 2013) respectivamente. Además, debemos destacar que el 12,2% no especificaron la característica sexo de la muestra. El rango de edad de las muestras estudiadas en los artículos analizados es muy diverso, entre $9,4 \pm 1,9$ años en la población de niños a $77,7 \pm 7,1$ años en la población mayor como está más detallado en la Tabla 3. Tres de los estudios analizados no referencian la información de la edad de sus muestras (Huisinga, Yentes, Filipi & Stergiou, 2012; Wheat, Haddad & Scaife, 2012; Gray,

Ivanova & Garland, 2014). Al considerar peso y estatura observamos que la información fue omitida en 35,7% y 28,6% de los artículos respectivamente.

Posiciones adoptadas e indicaciones verbales

Las condiciones adoptadas para la realización de las medidas oscilométricas, fueron observadas por un lado, según la posición adoptada conforme los siguientes criterios: posición de los pies, posición de los miembros superiores, posición de la cabeza y presencia o ausencia de estandarización de la mirada con directrices pautadas y por otro, según el tiempo de cada una de las pruebas, de la base utilizada (sólida o blanda) y de las instrucciones verbales indicadas para la realización de las pruebas.

La posición estudiada en el presente trabajo fue la bipedestación. Observamos que siempre se evaluó con los pies descalzos con la cabeza erguida mirando al frente. Podemos encontrar variantes en cuanto a la posición de la oclusión mandibular como (Baldini, Nota, Assi, Ballanti & Cozza, 2013) o a la posición de los segmentos corporales de los brazos o pies.

La posición de los brazos a lo largo del cuerpo fue la postura (actitud) más estudiada en el 57,1% (16/28), llama la atención cómo en el 42,9% (12/28) ni detallan la colocación. Solo Wrisley et al., (2007) evalúa con los brazos cruzados en el pecho y Dickin & Clark, (2007) indica que sigue las instrucciones de la plataforma.

Parece que las investigaciones, no dan importancia a las indicaciones verbales que se realiza al sujeto para la realización de la prueba, ya que en el 46,4% (13/28) no describe esta parte de la metodología. La petición más utilizada fue mantenerse inmóvil 42,9% (12/28) tanto como sea posible o durante el tiempo que dure la prueba como indica Ruhe, Fejer & Walker, (2010). Otras peticiones que se realizan con menor frecuencia son mantener la posición explicada, distribuir el peso entre las piernas, realizar sin balanceo o simplemente mantenerse de pie. En otras ocasiones, hay autores que especifican que con ojos abiertos se mire a la pared.

Instrumentos de Medida

Las plataformas que se utilizan en la presente revisión fueron de diferentes marcas y modelos. Las marcas más empleadas han sido AMTI® 17,9% (5/28), Neurocom® 10,7% (3/28) y Bertec® 7,1% (2/28). Todas puedan realizar pruebas similares para valorar el control postural en bipedestación, las diferencias radican en el número y características de las variables que estudian como veremos más adelante.

Test estáticos realizados

Los estudios describen test en diferentes condiciones: pies juntos/ separados, ojos abiertos/ cerrados y superficie estable/colchoneta.

Pero en 21,4% (6/28) no detallaron la colocación de los pies, cuando metodológicamente la base de sustentación debe ser estandarizada para que podamos evaluar siempre de la misma forma. La colocación más estudiada fue pies juntos 28,6% (8/28) o también llamada posición de Romberg (Salavati et al., 2009; Harringe et al., 2008; Meshkati et al., 2011; Demura, Kitabayashi & Aoki, 2008; Lin, Seol, Nussbaum & Madigan, 2008; Mazaheri, Salavati, Negahban & Parnianpour, 2010; Tjernström, Björklund & Malmström, 2015). El resto de los artículos evaluaron la base de sustentación con los pies separados, pero la colocación fue muy desigual. La más utilizada, 10,7% (3/28), fue talones separados 3 cm y la punta en abducción de 30°. El resto de los artículos estudiaron desde pies separados y paralelos (con separación de 5,7 cm, o 15 cm) hasta talones separados y la punta del pie en abducción sin determinar la distancia (Wrisley et al., 2007; Wheat et al., 2012; Akkaya et al., 2015). O desde talones separados 5 cm y la punta de los pies en abducción de 10° hasta talones separados 2 cm y la punta de los pies en 30° de apertura (Manor et al., 2008; Bauer et al., 2010). En lo relativo a las diferentes posturas que se pudieron optar en la metodología de la exploración del equilibrio, el estudio de Tjernström et al. (2015) profundizó sobre la temática analizando el test-retest de varias condiciones (talones separados 3 cm y ángulo aproximadamente 30°, Romberg tándem).

Casi todas las investigaciones estudiaron la condición de ojos abiertos 96,4% (27/28) y con una frecuencia menor ojos cerrados 82,1% (23/28). Todas las investigaciones realizaron la exploración sobre superficie firme, solo 25% (7/28) con colchoneta.

Tiempo de prueba

El tiempo de la prueba varía de 10 s y 5 min. Siendo más común los tiempos alrededor de 30 s en el 39,3% (11/28) y en menor proporción entorno a los 60 s en el 32,1% (9/28).

Frecuencia de muestreo

El rango de frecuencia de muestreo de las plataformas fue entre 200 y 10 Hz. Siendo más utilizado 100 Hz en el 32,1% (9/28).

Las variables arrojadas por las plataformas de fuerza fueron numerosas y muy heterogéneas. Entre ellas destacan que el 50% (14/28) analizó velocidad (mm/s) en el eje antero-posterior, medio-lateral o la media, seguido por el 46,4% (13/28) que estudió el área (mm²) (extensión de la superficie formada por movimiento del centro de masas al 95% o 90%), 10,7% (3/28) distancia (mm), 25% (7/28) longitud (mm), 10,7% (3/28) amplitud (mm) en el eje antero-posterior y medio-lateral o el 10,7% (3/28) la velocidad momento o el área de la plataforma (mm²/s). Aunque debido a la complejidad del equilibrio observamos un gran número de variables.

Fiabilidad y tiempo transcurrido entre las repeticiones

El tiempo transcurrido entre las repeticiones realizadas para la fiabilidad test-retest fue en un corto periodo de tiempo (el mismo día) o en un largo tiempo (días o meses de diferencia).

La fiabilidad en el mismo día fue estudiada en el 57,1% (16/28) de los artículos. La diferencia entre las repeticiones de la prueba fue muy variable: 25 segundos, 1 minuto, 2 minutos, 3 minutos, 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos, 20 minutos, 1 hora, 3 horas y 24 horas o en ocasiones se realizaba sin descanso. En cada sesión se realizaban diferentes números de repeticiones: 1 repetición con más frecuencia; 3 repeticiones, 5 repeticiones o 10 repeticiones. Para analizar la repetitividad únicamente un autor especifica que realizaron la media de las repeticiones realizadas. El tiempo de cada determinación estabilométrica en el mismo día oscila entre 5 segundos y 5 minutos. Siendo sobre 30 segundos el tiempo más común.

En el 60,7% (17/28) se estudia la variabilidad entre diferentes días oscilando entre 1 día a 4 meses. Siendo más común el análisis a los 2 días 47,1% (8/17); en segundo lugar, 1 semana 35,3% (6/17). Otros tiempos entre días fueron 1 día, 2 o 3 días, 4 días, 2 sesiones en la misma semana, 14 días, 3 meses y 4 meses. Cuando se especifica el número de repeticiones en cada sesión fue más común que fueran 3 repeticiones, a continuación 5 repeticiones o 10

repeticiones. El tiempo de cada prueba entre días fue especificado en 41,2% (7/17) variando entre 10 y 60 segundos. En el 35,3% (6/17) especificaban intervalos de descanso entre condiciones siendo más común 1 minuto.

Estadística empleada en los artículos seleccionados

La estadística empleada para demostrar la fiabilidad de las mediciones, valorando tanto la fiabilidad absoluta como relativa, fue variada. Se empleó el coeficiente de variación (CV), el 95% del coeficiente intraclase (CI 95%), el estudio de generalización (CG), error estándar de medida (EEM), el cambio mínimo detectable (CMD), el 95% de los límites de acuerdo (LOA), o el método de Bland-Altman. No obstante, la estadística más utilizada fue el coeficiente de correlación intraclase (CCI) en el 78,6% (22/28) de los estudios.

Tabla 3. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest de las plataformas: Poblaciones estudiadas y características relacionadas.

ESTUDIO	MUESTRAS	POBLACIÓN	N	GÉNERO	EDAD (años)	PESO (kg)	ESTATURA (cm)
Dickin et al., 2007	Adulto joven sano	Adulto joven sano	25	♀ 25	22,3 ± 2,1	Sin especificar	177,5 ± 8,0
Wrisley et al., 2007	Adulto joven sano	Adulto joven sano	13	♂ 6, ♀ 7	24 ± 4	Sin especificar	Sin especificar
Harringe et al., 2008	Deportista sano	Adulto joven sano	9	♀ 9	13,7 ± 1,9	46,1 ± 7,5	159 ± 0,06
	Deportista DL	Afectaciones en el aparato locomotor	7	♀ 7	15,3 ± 2,6	49,0 ± 8,5	161 ± 0,07
	Deportista DE	Afectaciones en el aparato locomotor	15	♀ 15	8 ± 2,5	53 ± 10,8	164 ± 0,08
	Deportista LM	Afectaciones en el aparato locomotor	9	♀ 9	16,2 ± 2,7	53,4 ± 7,5	163 ± 0,05
Manor et al., 2008	Neuropatía periférica	Afectaciones en el aparato locomotor	20	♂ 8, ♀ 12	68,4 ± 12,5	83.5 ± 24.2	169,7 ± 9,6
Bauer et al., 2008	Mayor sano	Mayor sano	63	♂ 21, ♀ 42	N total: 78,74 ± 6,65	Sin especificar	N total: 161 ± 0,11
					♂: 80,53 ± 5,62		♂: 176 ± 0,09
					♀: 77,68 ± 7,11		♀: 160 ± 0,05

Demura et al., 2008	Mayor sano	Mayor sano	50	♂ 17 ; ♀ 33	♂ 73,2 ± 6,27	♂ 60,1 ± 8,29	♂ 161,5 ± 6,57
					♀ 72,7 ± 6,56	♀ 53,2 ± 7,62	♀ 147,7 ± 5,27
	Adulto joven sano	Adulto joven sano	50	♂ 25; ♀ 25	♂ 21,1 ± 1,62	♂ 67,0 ± 7,90	♂ 173,3 ± 5,55
					♀ 19,6 ± 1,42	♀ 54,3 ± 6,19	♀ 161,0 ± 5,85
Lin et al., 2008	Mayor sano	Mayor sano	16	♂ 8	♂ 65,4 ± 3,7	♂ 88,9 ± 13,3	♂ 175,5 ± 8,1
				♀ 8	♀ 60,8 ± 6,4	♀ 66,2 ± 15,8	♀ 160,2 ± 7,5
	Adulto joven sano	Adulto joven sano	16	♂ 8	♂ 20,3 ± 1,4	♂ 74,7 ± 12,1	♂ 176,1 ± 4,6
				♀ 8	♀ 21,5 ± 2	♀ 59,6 ± 5,1	♀ 166,1 ± 5,2
Doyle et al., 2008	Adulto joven sano	Adulto joven sano	15	♂ 7, ♀ 8	19,9 ± 1,3	72,2 ± 12,5	169 ± 0,04
Santos et al., 2008	Adulto sano	Adulto joven sano	12	♂ 12	26,9 ± 4,7	74,9 ± 13,1	175 ± 0,07
Salavati et al., 2009	DL	Afectaciones en el aparato locomotor	11	♂ 9, ♀ 2	28,9 ± 7,8	69,9 ± 10,3	174 ± 0,1
	LCA	Afectaciones en el aparato locomotor	12	♂ 12	27,5 ± 6,8	88,0 ± 12,4	178 ± 0,1
	IFT	Afectaciones en el aparato locomotor	10	♂ 9, ♀ 1	27,5 ± 6,8	69,8 ± 4,3	173 ± 0,7
Di Bernardino et al., 2009	Adulto sano	Adulto sano	50	♂ 27, ♀ 23	44 ± 14	59,6 ± 9,1	Sin especificar

Pinsault et al., 2009	Adulto joven sano	Adulto joven sano	16	♂ 5, ♀ 5	24,6±2,5	68,9±14,2	175,1±10,1
Mazaheri et al., 2010	Dolor lumbar inespecífico	Afectaciones en el aparato locomotor	11	♂ 9, ♀ 2	28,9±7,8	69,9±10,3	174±0,1
Dickin et al., 2010	Adulto joven sano	Adulto joven sano	23	♂ 12, ♀ 11	♂ 21,75±3,19 ♀ 21,0±0,77	Sin especificar	♂ 178,44±7,51 ♀ 168,33±8,20
Meshkati et al., 2011	Deportista sano	Deportista	31	♂ 15	21,25±1,95	64,20±10,15	174±0,07
	Adulto joven sano	Adulto joven sano		♂ 16	21,25±1,95	66,44±10,89	175±0,07
De Kegel et al., 2011	Niños sanos	Niños sanos	49	♂ 27, ♀ 22	9,56±2,02	Sin especificar	Sin especificar
	Niños con DA	Niños con discapacidad	23	♂ 13, ♀ 10	9,43±1,92	Sin especificar	Sin especificar
Breton-Rule et al., 2012	Mayores con Artritis reumatoide	Enfermedad reumática	23	♂ 2, ♀ 21	69,74±10,1	Sin especificar	Sin especificar

Huisinga et al., 2012	EM	Enfermedades neurológicas	15	Sin especificar	45,1±10,5	75,9±13,1	166,7±8,9
	Adulto sano	Adulto sano	15	Sin especificar	39,4±11,7	66,2±7,5	157,4±10,6
Wheat et al., 2012	Adulto sano	Adulto sano	16	Sin especificar	29±8	76,1±11,8	174±0,8
Golriz et al., 2012	Adulto sano	Adulto sano	30	♂ 16, ♀ 14	30,5±7,2	Sin especificar	Sin especificar
Baldini et al., 2013	Personas sanas sin trastornos posturales y temporomandibulares	Personas sanas	44	♂ 8, ♀ 12	Sin especificar	Sin especificar	Sin especificar
Quatman-Yates et al., 2013	Atletas adolescentes	Deportistas	19	♀ 19	FCP (OA) 15,5±1,27	FCP (OA) 59,2±10,1	FCP (OA) 164±0,06
					FCP (OC) 15,3±1,11	FCP (OC) 59,1±6,09	FCP (OC) 161±0,07
					FLP (OA/OC): 15,6±1,04	FLP (OA/OC): 59,4±8,57	FLP (OA/OC): 163±0,04
Ha et al., 2014	ACV	Enfermedades neurológicas	60	♂: 40, ♀: 20	♂: 63,1±6,2	♂: 63,3±8,0	♂: 165,3±6,8
					♀: 63,0±6,7	♀: 56,3±5,6	♀: 157,4±4,2

Alahmari KA et al., 2014	Trastornos vestibulares	Trastornos vestibulares	30	Adulto ♂: 5, ♀: 10	40,0±1,11	Sin especificar	Sin especificar
		Mayores		♂: 5, ♀: 10	66,0±8	Sin especificar	Sin especificar
	Adulto sano	Adulto sano	30	♂: 17, ♀: 13	28,0±6	Sin especificar	Sin especificar
	Mayor sano	Mayor sano	30	♂: 12, ♀: 18	77,2±5	Sin especificar	Sin especificar
Gasq et al., 2014	ACV (hemipléjicos)	Enfermedades neurológicas	20	♂ 14, ♀ 6	Sin especificar	Sin especificar	Sin especificar
Gray et al., 2014	ACV / sanos	Enfermedades neurológicas	20	Sin especificar	Sin especificar	81,7±1,6	172,1±9,6
	Adulto sano	Adulto sano	22	Sin especificar	Sin especificar	78,2±14,8	174,4±8,8
Tjernstrom et al., 2015	Adulto sano	Adulto sano	36	♂ 17, ♀ 19	25±4	67,5±13,1	175±0,09
Akkaya et al., 2015	Adulto joven sano	Adulto joven sano	65	♂ 28, ♀ 37	22,2±1,1	65,9±13,4	170±0,1

Leyenda: ♂: varón; ♀: mujer; FCP: Fiabilidad a corto periodo; FLP: fiabilidad a largo periodo; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; DL: dolor lumbar inespecífico; DE: dolor en extremidades; LM: lesiones múltiples; LCA: ligamento cruzado anterior; IFT: inestabilidad funcional de tobillo; ACV: accidente cerebrovascular; DA: déficit auditivo.

Tabla 4. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de las plataformas: Metodologías aplicadas.

ESTUDIO	FIABILIDAD INTRADÍA / ENTRE DÍAS	NÚMERO DE REPETICIONES	TIEMPO DE PRUEBA	TIEMPO ENTRE REPETICIONES	TIPO DE PLATAFORMA	POSICIÓN
Dickin et al., 2007	Intradía	2 rep	Sin determinar	10 min	SMART Balance Master	Brazos a lo largo del cuerpo. Colocación de piernas según fabricante.
	Entre días	3 rep	Sin determinar	o-24-48 h		
Wrisley et al., 2007	Entre días	En el día: 3 rep/ entre días: 6 rep	20 s	2 días (5 rep en 2 semanas) y 1 rep 1 mes más tarde.	Smart Equitest	Brazos cruzados al pecho, pies separados 5,7 cm. Marca en la plataforma. Arnés + examinador detrás por seguridad
Harringe et al., 2008	Entre días	2 rep	60 y 120 s	1 semana	AMTI (model ORA6-7-1000)	Pies juntos, brazos a lo largo del cuerpo, mirada mirando a objetivo a 2 metros
Manor et al., 2008	Entre días	3 rep / 3 rep (aleatorias)	5 s / 30 s	1 min/ en el día // entre días 7 veces	AccuSway AMTI	Brazos a lo largo del cuerpo, talones 5 cm entre sí, pies con giro de 10 °
Bauer et al., 2008	Intradía	3 rep sucesivas	30 s	2 min	Satel	Cabeza erguida, mirada al frente, brazos descansando lateralmente. A) Posición estandarizada: Distancia entre talones de 2 cm y ángulo del tobillo a 30°, mirada al frente mirado un punto a 90 cm. B) Posición de mantenimiento estrecho: pies juntos (dedos y talones juntos)
Demura et al., 2008	Intradía	3 rep	60 s	1 min	Anima's stabilometer G5500	Pies juntos, brazos a lo largo del cuerpo. Mirada al frente observando diana circular.
Lin et al., 2008	Intradía	3 rep	70 s	1 min	AMTI OR6-7-1000	Pies juntos, cabeza mirando al frente, brazos a lo largo del cuerpo. Posición de pies fijada por cartulina

	Entre días	4 rep	Sin determinar	2 días (0 - 2º- 4º-6º día)		
Doyle et al., 2008	Intradía	10 rep	90 s (análisis de 30/60/90 s)	Sin determinar	AMTI	Brazos a lo largo del cuerpo, mirada orientada a imagen colocada a 5 m. No determina posición de los pies
Santos et al., 2008	Entre días	3 rep en el día	60 s	2 días (0 - 2º día)	BP900900	Pies con separación de 5,1 cm, colocación con separación en forma de T
Salavati et al., 2009	Entre días	En el día: 3 rep/ entre día: 2 rep	30 s	En el día: 1 min/ entre días: 2 días (0º-2º día)	Bertec plataforma 4060-10// Bertec plataforma 9090-15	Pies juntos, brazos a lo largo del cuerpo, mirar a una pared a 3,8 metros
Di Berardino et al., 2009	Intradía	2 rep	51,2 s	No dice	Svep 6.0	Mirar objeto fijo en pared
Pinsault et al., 2009	Intradía	2 rep de 10 rep	30 s	1 hora	Equi+, model PF01	Talones separados 3 cm, pies girados 30º
Mazaheri et al., 2010	Entre días	En el día: 3 rep Aleatorias / entre días: 2 rep	30 s	En el día: 1 min/ entre días: 2 días (0º-2º día)	Bertec 4060-10	Pies juntos, con OA mirar a una pared. Con OC lleva una venda
Dickin et al., 2010	Intradía	18 condiciones orden aleatorio / 18 condiciones orden consecutivo	Sin determinar	10 min	SMART EquiTest Balance Master (NeuroCom)	Según las especificaciones de la plataforma
	Entre días	2 rep		1 semana		
Meshkati et al., 2011	Intradía	3 rep aleatorias	35 s	25 s	Kistler	Pies juntos, brazos a lo largo del cuerpo. OA: fijación en un blanco fijo a 2 m. OC: ponerse una venda

	Entre días	2 rep	35 s	0 ^o -48 o 72 horas		
De Kegel et al., 2011	Entre días	2 rep	Sin determinar	< 1 semana	AccuGait	Brazos a los lados
Breton-Regla et al., 2012	Intradía	2 rep De 3 rep.	30 s	1 hora	TekScan MatScan	Mirada fija en pantalla a 2 m
Huisinga et al., 2012	Intradía	2 rep De 1 rep	5 min	3 min	Kistler Modelo: 9281-B11	Pies separación: ancho de las caderas, mirada fija pared a 10 m
Wheat et al., 2012	Entre días	En el día: 10 rep / entre días: 2 rep	60 s (se estudia 10,20,30,40,50 y 60 s)	1 semana	Kistler 9286BA	Pies paralelos/separación 15 cm, brazos a los lados. Plantilla de papel.
Golriz et al., 2012	Intradía	2 rep de 5 rep	60 s	5 min	The Midot posture scale analyser (MPSA)- QPS 200	Postura relajada, brazos a lo largo, mirada a "X" a 10 m
Baldini et al., 2013	Entre días	2 rep	Sin determinar	14 días	Postural Health Station	Brazos colgando: en posición de reposo mandibular, posición de la mandíbula de la oclusión céntrica y la posición de la mandíbula con rollos de algodón. Mirada a una pared a 150 cm. Pies en plantilla de plataforma, talones ligeramente separados y pies girados 30 ^o
Quatman-Yates et al., 2013	Intradía	2 rep	Sin determinar	1 o 2 min	AccuSway AMTI	Pies juntos, brazos a lo largo del cuerpo
	Entre días	2 rep	Sin determinar	120 días		
Ha et al., 2014	Entre días	2 rep de 3 rep promediadas	30 s	1 semana	Good balance. Metitur	Mirada a monitor con protección de números a 1,5 m

Alahmari et al., 2014	Intradía	2 rep de 3 rep	20 s	15 min	Balance Rehabilitation Unit (BRU)	Sin especificar
Gasq et al., 2014	Entre días	En el día: 3 rep/ entre día: 2 rep	51,2 s	1 semana	Win-posturo	Brazos a lo largo del cuerpo, tacón separados 3 cm de distancia, dedo apuntando hacia fuera 30°. Mirada fija a 2 m
Gray et al., 2014	Entre días	En el día: 5 rep/ entre días: 2 rep	10 s	2 o 3 días	AMTI OR6-6-1000 fuerza	Pies posición espontánea- registro de huella plantar de papel). Arnés al pecho con carril en techo
Tjernstrom et al., 2015	Intradía	En la sesión: 5 rep aleatorios y randomizados / en el día: 4 rep	30 s	Diferente (0-20 min- 3º hora- 24 horas)	Plataforma de fuerza (400 × 400 × 75 mm) con 6 sensores	A) Brazos cruzados al pecho, talones a 3 cm y ángulo aproximadamente 30°. OA: mirada fija a 1,5 m. B) Pies juntos: Música clásica en auriculares
	Entre días	1 rep	30 s	A los 3 meses de la 4 rep intradía		
Akkaya et al., 2015	Entre días	3 rep	40 s	1 día (0º-1º- 2º día)	Tetrax®, Sunlight Medical	Pies en plantillas prefijadas, talones separados y pies rotados

Leyenda: OA, ojos abiertos; OC, ojos cerrados; AP, antero-posterior; ML, medio-lateral; Vel, velocidad media; A95, 95% del área realizada por el centro de presiones; Vmáx, Velocidad máxima; AF, análisis de fluctuaciones; H, Hurst ajuste de análisis de tiempo; GD, grado de autosimilitud de diferentes series de tiempo; DTR, distancia total recorrida por el centro de presión; DS, desviación estándar; CG, coeficiente de generalización; CCI, coeficiente de correlación intraclase; EEM, error estándar de media; CV, coeficiente de variación; CMD, cambio mínimo detectable; LDA, límites de acuerdo al 95%.

Tabla 5. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de las plataformas: Metodologías, estadística y resultados.

ESTUDIO	TEST ESTÁTICOS	FRECUENCIA DE MUESTREO (Hz)	PARAMETROS ANALIZADOS	ESTADISTICA EMPLEADA	RESULTADOS
Dickin et al., 2007	6 condiciones 1. OA/superficie firme 2. OC/superficie firme 3. OA/sacudimiento referencia visual envolvente 4. OA/superficie de apoyo dominio referenciado 5. OC/superficie de soporte de dominio que se hace referencia 6. OA/ dominio referenciado superficie de apoyo y envolvente	100	Condiciones (1 al 6)	CV, CG	CG: 0,84-0,38
Wrisley et al., 2007	6 condiciones 1. OA/superficie firme 2. OC/superficie firme 3. OA/sacudimiento referencia visual envolvente 4. OA/superficie de apoyo dominio referenciado 5. OC/superficie de soporte de dominio que se hace referencia 6. OA/ dominio referenciado superficie de apoyo y envolvente	Sin determinar	Puntuaciones	CCI (2,3)	0,67 (0,35-0,79) en todas las condiciones. Excepto en la 3ª condición (plataforma estable-visión referenciada) 0,43-0,79

Harringe et al., 2008	1) OA, superficie firme 2) OC, superficie firme 3) OA, superficie colchoneta 4) OC, superficie colchoneta	50	A95, DS A-P y M-L, longitud, Vel A-P, ML y total	CCI, CV, CMD	CCI>0.60, CV<0,2, mejor ojos cerrados que abiertos, mejor superficie colchoneta que firme
Manor et al., 2008	OC, superficie firme	Sin determinar	Vel, A95	CCI (1,1), CI 95%	Vel (30 s) 0,98, A95 (30 s) 0,91
Bauer et al., 2008	1) posición estandarizada- con los OA 2) posición estandarizada con los OC 3) la posición estrecha- tobillos y dedos tocando con los OA 4) la posición estrecha con los OC	40	1) A95 2) longitud total 3) longitud M-L 4) longitud A-P	CCI / CI 95%	A95 0,873 (0,803-0,920), 0,945 (0,917-0,965), 0,878 (0,814-0,922), 0,710 (0,553-0,818); Longitud total 0,885 (0,825-0,927), 0,933 (0,891-0,959), 0,886 (0,826-0,27), 0,945 (0,915-0,966); longitud M-L 0,899 (0,844-0,936), 0,918 (0,874-0,948), 0,841 (0,758-0,899), 0,933 (0,896-0,958); longitud A-P 0,843 (0,763-0,900), 0,926 (0,874-0,956), 0,907 (0,858-0,941), 0,946 (0,915-0,967)
Demura et al., 2008	OA en superficie firme	20	36 parámetros analizados: sobre los componentes de distancia, zona, posición, Vel, distribución de amplitud, espectro de potencia, vector	CCI, CV	Más de 0,70 en todos los parámetros en adultos jóvenes y en todos los parámetros, excepto para los dos espectros de potencia para las personas mayores. OA (0,98-0,97)

Lin et al., 2008	OC, superficie firme	100	Vel ML-AP, frecuencia de potencia media, AF A-P y M-L, H A-P y M-L	CCI / CI 95% / EEM	Jóvenes: interdía 0,41-0,91; entredías 0,55 – 0,77 / mayores: interdía 0,57-0,95; entredías 0,56-0,91
Doyle et al., 2008	10 rep: OA, superficie firme 10 rep: OC, superficie firme	100	La distancia en el eje anteroposterior, mediolateral y la dirección radial	CG	≥ 0,70 después 2 intento de 30 s
Santos et al., 2008	OA, OC, superficie firme	100	36 parámetros del centro de presiones relacionadas con área, frecuencia, potencia, distancias	CG	EO: 0,46 (0,03-0,76)/ EC: 0,41 (0,02-0,72) con 7
Salavati et al., 2009	OA/ OC con venda superficie firme OC con venda superficie colchoneta (10 cm2 de espesor)	200	Desviación estándar de la amplitud, la desviación estándar de la velocidad, retrato plano de fase, Vel y A95	CCI (2,3),CV,CMD, EEM	El mejor OC. el mejor valor fue la velocidad (0,74 - 0,91) y fase de retardo (AP-ML) 0,68-0,71
Di Berardino et al., 2009	OA, OC, superficie firme OA,OC, superficie de espuma en dos colchonetas diferentes	Sin determinar	Valores de pruebas somatosensoriales (somatosensorial/visual/vestibular. Longitud/velocidad media/superficie	CV	CV: Distancia 12,6-15,4%; ratios sensoriales 9,47-14,42%. Valores no aceptables >15%

Pinsault et al., 2009	OC, superficie firme	64	Vel, Vmax, A95, distancia	CCI (2,1), CI 95%, LDA	Excelente a partir de la 3 repetición (>0,75): las variables oscilan entre 0,80 -0,94
Mazaheri et al., 2010	OA, OC, superficie firme OC, superficie colchoneta Pruebas aleatorias	200	La desviación estándar de la amplitud y velocidad, fase de retardo AP y ML, fase de retardo, A95, Vel	CCI (2,3), (CI 95%), CV, EEM	Superficie rígida OA (0,26 - 0,77), superficie rígida OC (0,15 - 0,62), superficie de espuma OC (0,39 - 0,80)
Dickin et al., 2010	1. OA/superficie firme 2. OC/superficie firme 3. OA/sacudimiento referencia visual envolvente 4. OA/superficie de apoyo dominio referenciado 5. OC/superficie de soporte de dominio que se hace referencia 6. OA/ dominio referenciado superficie de apoyo y envolvente	100	Puntuación de los test de SOT	CV, CG	Mejor aleatorio: moderada (G = 0,5 a 0,69) a alto (G. 0,69) para la fiabilidad grupo al azar de las condiciones SOT 3 a 6 fue encontrado después de 1 día de la prueba. Entre días: alcanzó al azar niveles altos (G. 0,70) en todas condiciones.
Meshkati et al., 2011	OA, OC, superficie firme	100	La desviación estándar (DE) de amplitud, retrato de fase plana, SD de la velocidad, la velocidad media total, y el área	CCI(2,3), CV, EEM, CMD	Atletas (prefatiga) OA 0,48-0,66/ OC 0,69-0,86; postfatiga OA 0,59-0,80/ OC 0,71-0,89; No Atletas (prefatiga) OA 0,39-0,64/ OC 0,62-0,71; postfatiga OA 0,34-0,79/ 0,63-0,90

De Kegel et al., 2011	OA, OC, superficie firme OA, OC, superficie colchoneta	50	Velocidad	CCI, EEM, CI 95%, EEM%	Niños normales: EO, 0,68; CE, 0,85; CEO 0,65; CCA 0,49 Niños normales: EO, 0,50; CE, 0,65; CEO 0,49; CCA 0,42
Breton-Regla et al., 2012	OA, OC, superficie firme	40	Longitud antero-posterior (A-P), longitud medio-lateral (M-L)	CCI(2,3), CI 95%, EEM, SRD, Bland-Altman	Todas las pruebas: desde 0,84 a 0,92. Longitud A-P/ OA 0,89; longitud A-P / OC 0,89; longitud M-L OA 0,84; longitud M-L OC 0,92
Huisinga et al., 2012	OA, superficie firme	10	Area y velocidad	Medida lineal	Sanos menos variabilidad que EM
Wheat et al., 2012	OA, superficie firme	100	Tiempo de contacto	CCI (2,1)	>0,75, entre 0,53 y 0,97
Golriz et al., 2012	OA, superficie firme	200	Peso relativo que lleva la pierna derecha/izquierda, vel. Media, distancia recorrida por el CP, área	CCI (3,k), CI 95%, EEM, CMD	Las repeticiones varían de 0,06-0,53. ICC \geq 0,70 en las repeticiones de 2 a 5. Para que todas las variables tengan alta fiabilidad 5 repeticiones
Baldini et al., 2013	OA, OC superficie firme.	Sin determinar	Area, longitud, CP X y CP Y	CCI, CI 95%	CCI \geq 70%. Buenos intervalos de confianza a excepción de la zona de influencia. OA 0,422 (0,283-0,560). OC 0,554 (0,424-0,683).
Quatman-Yates et al., 2013	OA, OC superficie firme Repartición aleatoria a largo plazo	100	DTR, DS-AP, DS-ML, GD-AP, GD-ML	CCI, CI 95%	CCI: FCP-OA (entre 0,77 y 0,90); FLP-OC (entre 0,69 y 0,83); FLP-OA (entre 0,67 y 0,84);FLP-OC (entre 0,38 y 0,79)

Ha et al., 2014	OA en superficie firme, separación de las caderas.	50	Velocidad momento (mm/s^2), la velocidad media del centro de presiones en eje Y o antero-posterior y la velocidad media en el eje X o latero-medial (mm/s).	CCI (2,1), (95% CI)	CCI (95% CI) fue 0,87 (0,79 – 0,92), 0,87 (0,79-0,92), 0,69 (0,53-0,80), respectivamente. En el segundo evaluador, el CCI (95% CI) fue 0,93 (0,89 – 0,95), 0,93 (0,89-0,96), 0,78 (0,66-0,86), respectivamente
Alahmari et al., 2014	1 de pie, OA, superficie firme, 2 de pie, OC, superficie firme, 3 de pie, superficie firme, visualización de escena visual estacionaria con pantalla en cabeza 4 de pie, OA, espuma 5 de pie, OC, espuma 6 de pie, espuma, visualización de escena visual estacionaria con pantalla en cabeza	Sin especificar	Área y velocidad	CCI (3,1), SEM, Bland-Altman	Todos: 0,90 – 0,76 JS: 0,86 – 0,61 MS: 0,91 – 0,70 TV: 0,93 – 0,77
Gasq et al., 2014	OA,OC, superficie firme	40	Velocidad y longitud antero-posterior/ latero-lateral y área.	CCI (2,k), SEM	Los CCI fueron satisfactorios (> 0,9) para todas las variables basadas en la CoP, a excepción de la CE ÁREA en los ojos condición abierta y CoP ML (<0,8).
Gray et al., 2014	OA, postura tranquila, OA manteniendo carga, OA con carga en caída	100 - 20	Pierna afecta y no afecta: velocidad de la COP, el área de la elipse, el desplazamiento antero-posterior (AP), y el desplazamiento medio-lateral (ML).	CCI (2,1), SEM %	La velocidad del CP fue el más fiable con un alto CCI y bajo SEM% en todos los grupos y las tareas y el área de la elipse era menos fiable con los CCI bajos en todos los grupos y tareas.
Tjernstrom et al., 2015	OA,OC, superficie firme (designadas a la azar)	50	Dominio, área a <0,1/ área a >0,1	CCI	Mayor de 0,4. calificación de regular a buena 0,49 a 0,71

Akkaya et al., 2015	1. Cabeza - Posición-Frankfurt, OA, suelo firme	Sin especificar	Índice de estabilidad general y riesgo de caídas del Tetrax	CCI, CI 95%	0,850 (0,755-0,909)
	2. Cabeza- Posición-Frankfurt, OC, suelo firme				0,858 (0,768-0,914)
	3. Cabeza - Posición-Frankfurt, OA, colchoneta				
	4. Cabeza - Posición-Frankfurt, OC, colchoneta				
	5. Cabeza girada hacia la derecha, OC, suelo firme				
	6. Cabeza girada hacia la izquierda, OC, suelo firme				
	7. Cuello completamente extendido, ojos cerrados, suelo duro				
	8. Cuello totalmente flexionado, ojos cerrados, suelo duro				

Leyenda: OA, ojos abiertos; OC: ojos cerrados; AP, antero-posterior; ML, medio-lateral; Vel, velocidad media; A95, 95% del área realizada por el centro de presiones; Vmáx, Velocidad máxima; AF, análisis de fluctuaciones; H, Hurst ajuste de análisis de tiempo; GD, grado de autosimilitud de diferentes series de tiempo; DTR, distancia total recorrida por el centro de presión; DS, desviación estándar; CG, coeficiente de generalización; CCI, coeficiente de correlación intraclase; EEM, error estándar de media; CV, coeficiente de variación; CMD, cambio mínimo detectable; LDA, límites de acuerdo al 95%.

1.3.2.2 Medidas indirectas: fiabilidad de test–retest

El uso de medidas de valoración indirecta es muy común en el ámbito clínico. Sin embargo, las propiedades psicométricas de estas medidas son frecuentemente ignoradas. Por ello, en este capítulo nos centramos en la fiabilidad de las medidas más utilizadas en mayores y personas con Esclerosis Múltiple.

ESCALA DE BERG.

La BBS se utiliza para evaluar el equilibrio en diversas poblaciones que están sometidas a rehabilitación, siendo cada vez es más utilizada como instrumento de valoración (Downs, Marquez & Chiarelli,2011).

Debido a este hecho, la fiabilidad y su repetición es de suma importancia en una población específica, así el investigador y el clínico podrán asegurar sin dudas que las mejoras son realmente debidas a la intervención realizada. Hemos encontrado 16 estudios que tratan esta característica de la fiabilidad. En la tabla 6 y 7 se puede observar los autores, el año, número de la población, criterios de inclusión o exclusión, edad, características de la muestra, metodología de las mediciones (número de repeticiones, intervalo entre sesiones, evaluadores (formación y lugar de realización) así como la metodología estadística aplicada.

Llama la atención cómo la propia autora de la escala estudió su validez (Berg, 1989b), la fiabilidad siendo el mismo observador y observadores diferentes (Berg, Wood-Dauphinee & Williams, 1995). Berg es la investigadora que más producción científica nos aporta con 2 artículos sobre fiabilidad, pero únicamente empezó a analizar la fiabilidad test-retest en mayores y ACV, quedando un largo trabajo en otras patologías que cursan con alteración del equilibrio. Hasta 8 años después de su publicación, no se despertó el interés de otros investigadores sobre la estabilidad de la escala en el tiempo y en otras patologías. McCulloch et al., (1997) fueron los primeros en estudiar la estabilidad de la escala y la población elegida fue la lesión cerebral, comprobando los datos de Berg. Es en 2005, el año en que hubo mayor producción científica con 3 estudios. No es de sorprender que hasta hoy se esté realizando aún estudios en los que se muestra la fiabilidad de la BBS en diferentes poblaciones, ya que cada una tiene unas características determinadas y pueden comportarse de formas muy diferentes en cada uno de los apartados que compone la BBS debido a la complejidad de los sistemas que forman parte del equilibrio y por lo tanto la fiabilidad puede cambiar.

Siendo una de las escalas más utilizada para mayores y personas con enfermedades neurológicas, sorprende cómo en los últimos tiempos se está investigando su utilización en el campo de la ortopedia y traumatología que cursan con alteraciones del equilibrio. Así destacamos que a lo largo de estos años la fiabilidad test-retest de la escala haya sido estudiada en primer lugar en mayores independientes por su autora (Berg, 1989b; Berg et al., 1995) y en mayores que viven en módulos de asistidos de residencias de mayores (Berg, 1989b; Berg et al., 1995; Conradsson et al., 2007), personas con Esclerosis Múltiple (Cattaneo, Jonsdottir & Repetti, 2007; Learmonth, Paul, McFadyen, Mattison & Miller, 2012; Paltamaa et al., 2005), accidentes cerebro vasculares (K. Berg et al., 1995; Liaw et al., 2008; McCulloch et al., 1997; Newstead, Hinman & Tomberlin, 2005), PCI (Iatridou & Dionyssiotis, 2013), Parkinson (Leddy, Crowner & Earhart, 2011; Lim et al., 2005; Steffen & Seney, 2008), enfermedad de Huntington (Quinn et al., 2013), amputaciones (Major, Fatone & Roth, 2013; Wong, 2014) y osteoartrosis de rodilla (Takacs, Garland, Carpenter & Hunt, 2014).

En sus inicios, la escala fue diseñada para la **población mayor**. Berg (1989b) realizó un estudio preliminar de la BBS con 38 personas mayores con una edad media de 76 años, con un rango entre los 60 a 93 años pero esta muestra no era muy homogénea porque no había restricciones en el diagnóstico ni en el tipo de vida que llevaban, siendo esta muestra compuesta por el 46% de ACV y el 28% de Parkinson, debido a la heterogeneidad de la muestra, los resultados a pesar de ser prometedores no se pueden aplicar a la población mayor sin mostrar dudas al respecto (Berg, 1989b). En cuanto a la metodología que se aplicó fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana y las pruebas se realizaron por el mismo fisioterapeuta analizando de nuevo la grabación de un video grabado para evaluar la fiabilidad con el mismo y diferentes observadores. Berg et al., (1995) realiza un estudio más amplio y acotando las características del grupo de mayores para comprobar sus hallazgos iniciales de fiabilidad y añadir la fiabilidad test – retest. Los criterios de inclusión de la muestra fueron mayores con edad de 60 años o más, voluntarios y que viven independientemente en sus casas, medicamente estables, independientes en movilidad con o sin ayudas para moverse, resultando una muestra de 18 personas mayores (edad de $84,4 \pm 5$ / Estado mental - mini mental de Folstein (MMSE) de $27,5 \pm 2,9$ / Independencia en las actividades de la vida diaria – Índice de Barthel $99,9 \pm 0,4$) (Berg et al., 1995). La metodología aplicada fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por 7 investigadores, básicamente con formación de fisioterapeutas sin formación previa en BBS y el CCI 0,97 (95% CI 0,93-0,99). En cambio, Conradsson et al., (2007) demostró la fiabilidad test-retest en personas mayores que vivían en el módulo de asistidos de residencia, es decir personas que necesitaban cuidados continuados, sus criterios de inclusión fueron ≤ 65 años, dependiente

en AVD por una o más personas según el índice de Katz, ser capaz de levantarse de una silla con reposabrazos con ayuda de no más de una persona y Mini Mental State Examination ≤ 10 ; siendo la muestra conformada por 45 personas (36 mujeres y 9 varones) con $82,3 \pm 6,6$ años y un rango de 68–96, $17,5 \pm 6,3$ (rango 4–30), $13,7 \pm 5,0$ (4-30) en el MMSE y $13,7 \pm 5$ (2–19) en el índice de Barthel (Conradsson et al., 2007). La metodología aplicada fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 ó 3 días realizada por 2 fisioterapeutas y otros 2 estudiantes de fisioterapia. El CCI del test-retest fue de 0,97.

En el **campo de la neurología**, ha sido demostrada su fiabilidad test-retest en diferentes patologías que cursan con deterioro del equilibrio.

En **personas con Esclerosis Múltiple** encontramos 3 estudios. El primero realizado por Paltamaa et al., (2005). Dichos investigadores estudian personas con EM que viven independientemente y acuden ambulatoriamente a un departamento de rehabilitación; los criterios de inclusión fueron diagnóstico clínico de EM según criterios Poser, capaz de caminar al menos 20 metros con o sin ayuda, escala ampliada del estado de discapacidad en Esclerosis Múltiple (EDSS) $\leq 6,5$, clínicamente estable, haber sido atendido por el médico rehabilitador dentro de los 3 meses anteriores y vivir a 60 km de Jyväskylä; siendo la muestra formada por 19 personas (10 varones/9 mujeres), estatura de $172 \pm 9,6$ cm, peso $72,1 \pm 15,7$, diagnóstico de EM-remitente recurrente 14 (74%); EM-secundaria progresiva 2(10%); EM-primaria progresiva 3(15%); años de diagnóstico $5,8 \pm 5,7$ y rango 1-19; puntuación de EDSS: 0,0 - 1,5 n (%): 4 (21); 2,0 - 3,5 n (%): 11 (58); 4,0 - 6,5 n (%): 4 (21), únicamente necesitaron 5 personas ayudas para caminar. La metodología aplicada fue 3 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por 1 fisioterapeuta con un protocolo detallado de instrucciones. El CCI del test- retest fue de 0,85 (95% CI 0,72-0,94).

En el estudio elaborado por Cattaneo et al., (2007), se evaluaron a personas con EM que estaban ingresadas; los criterios de inclusión fueron clínica definida como remitente recurrente o secundaria progresiva, habilidad para mantenerse independientemente de pie derecho durante 30 s, habilidad para caminar 6 metros con ayuda o sin ayuda; los criterios de exclusión fueron deterioro cognitivo grave que afecte a la comprensión de las tareas de la escala; siendo la muestra conformada por 25 personas (8 varones/ 17 mujeres), edad $41,7 \pm 12,5$, años de diagnóstico $8,7 \pm 8,8$. La metodología aplicada fue 3 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por 1 fisioterapeuta con un protocolo detallado de instrucciones. El CCI del test- retest fue de 0,85 (95% CI 0,72-0,94).

Y el último estudio que hemos encontrado fue Learmonth et al., (2012), este grupo analizó la fiabilidad test-retest de personas de Esclerosis Múltiple que participaban en un estudio más grande del efecto combinado de una intervención de rehabilitación del servicio de EM del NHS Ayrshire and Arran; los criterios de inclusión fueron tener un diagnóstico confirmado con EDSS de 5-6,5, Mini mental State Examination ≤ 24 y 30 días anteriores a la evaluación con una rehabilitación estable; los criterios de exclusión fueron 1 brote 3 meses antes del estudio y unas condiciones médicas que impidan realizar ejercicio, siendo la muestra conformada por 24 individuos (8 varones/16 mujeres) con una discapacidad moderada con una media de 6,02 EDSS con una media de diagnóstico de 13,7 ($\pm 6,5$) años. La metodología aplicada fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizadas por 1 fisioterapeuta con un protocolo detallado de instrucciones. El CCI del test- retest fue de 0,96 (95% CI 0,92-0,98).

En la **lesión cerebral**, encontramos 5 artículos: cuatro sobre ACV y uno sobre PCI. La propia autora de escala, Berg et al., (1995) inicia el estudio en 6 personas con **ACV** (en la etapa hospitalaria), pero los criterios de inclusión y las características son excesivamente generales, siendo los siguientes 1) ≤ 40 años, 2) Medicamente estables, 3) Mostrar déficit de control motor, 4) Voluntarios con ACV de menos de 14 días de duración, 5) Ingresados en hospital y 6) Área metropolitana de Montreal. El segundo en observar la fiabilidad test- retest del BBS en la lesión cerebral fue McCulloch et al., (1997), utilizando una muestra de 18 adultos (10 personas que realizaban un programa de rehabilitación y 8 personas que estaban en sus casas), la edad de los sujetos era de $38 \pm 9,6$ y un tiempo medio de evolución de 59 meses con un rango de 1-243 meses, siendo capaces de comprender y entender las instrucciones. La metodología aplicada fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizadas por 1 fisioterapeuta con un protocolo detallado de instrucciones. En este estudio únicamente se consideró el rango de fiabilidad del test-retest (debido a su corta extensión) siendo de 2,1 a 2,7 puntos sobre 56 del BBS.

Newstead et al., (2005) realizaron un estudio con sujetos con daño cerebral ingresados en centros de recuperación de corta estancia de Galveston (Texas), la muestra consistió en 5 participantes (1 mujer y 4 varones) con una edad media $24,4 \pm 5,3$ con una puntuación en la Escala del Rancho de los Amigos de VI o más y siendo capaces de: 1) entender órdenes sencillas, y 2) ponerse de pie y caminar de forma independiente con o sin asistencia o aparato ortopédico. La metodología aplicada fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por el mismo fisioterapeuta con un protocolo detallado de instrucciones. El CCI del test- retest fue de 0,986. Otro estudio sobre ACV fue llevado a cabo por Liaw et al. (2008) con 52 sujetos (34 varones y 18 mujeres), con una edad $60,4 (\pm 13,4)$, 20 con hemorragia cerebral y 32 con infarto cerebral;

siendo los criterios de inclusión haber tenido el ACV 6 meses antes del reclutamiento y seguir las instrucciones verbales para completar el BBS; los criterios de exclusión fueron tener lesión de tallo cerebral o lesión de cerebelo, médicamente inestable, impedimento cognitivo o enfermedades graves como cáncer, artritis reumatoide severa y amputación. La metodología aplicada fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por el mismo fisioterapeuta experimentado que ha realizado una formación previa de 2 horas sobre la BBS. El CCI fue de 0,98 (95% CI 0,97-0,99). Y por último, Iatridou & Dionyssiotis, (2013) realizaron el estudio de fiabilidad test-retest en la PCI (único en esta patología) en una población de 20 niños (12 chicos y 8 chicas) siendo 12 hemiplejías y 8 diparesias con edades comprendidas entre los 6 y 14 años con capacidad de caminar por sí mismos y pertenecientes a Colegios de Educación Especial de Grecia. La metodología aplicada fue 3 repeticiones, el intervalo del 1º al 2º momento fue de 5 min, el intervalo del 2º al 3º momento fue de 1 semana, realizado por el mismo investigador. El CCI de los 3 momentos (1st & 2nd & 3rd) fue de 0,999; además detalla el CCI calculadas dos repeticiones (1st & 2nd) / (1st & 3rd) / (2nd & 3rd).

En la **patología del Parkinson**, encontramos 3 estudios. El primer estudio fue publicado por Lim et al., (2005). Dichos investigadores realizaron el estudio en 26 sujetos (15 varones y 11 mujeres) con una edad media de 62,5 años y una duración de los síntomas de 6,5 años; siendo los criterios de inclusión 1) rango del 1 al 3 en los estadios de Hoehn y Yahr; 2) un régimen de medicación estable; 3) capacidad de caminar de forma independiente y sin un dispositivo para caminar; 4) ausencia de comorbilidad que puede influir en la movilidad; 5) una edad de menos de 80 años, 6) la orientación suficiente en el tiempo y lugar (Mini Mental State Examination, MMSE=24 y 7) la realización de un consentimiento informado para la participación. La metodología aplicada fue 2 repeticiones, con una diferencia de 7 días realizados a la misma hora del día. El CCI fue de 0,87. El segundo estudio fue realizado por Steffen & Seney, (2008) en 37 personas con Parkinson que vivían en sus casas, con una media de 71 años y con una puntuación de media de 2 en los estadios de Hoehn y Yahr (aunque los rangos oscilaban entre 1 y 4); los criterios de inclusión fueron que fueran capaces de mantenerse de pie de forma independiente durante 1 minuto y poder caminar de forma independiente con o sin el uso de un dispositivo de ayuda; los criterios de exclusión fueron historial de una afección cardíaca que limita su nivel de actividad, experimentar una caída como resultado de mareo o desmayo dentro de los últimos 2 meses, o requerir ayuda para seguir instrucciones. El diseño del estudio fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por el mismo fisioterapeuta con un protocolo detallado de instrucciones. El CCI del test- retest fue de 0,94 (95 % IC 47-52). Y el último, fue realizado por Leddy et al., (2011) en una población de 24 varones con Parkinson con MDS-UPDRS de 71±21,9,

una duración media de la enfermedad de $6,9 \pm 3,38$, los estadios de Hoehn y Yarh son el 1 al 4, siendo 11 sujetos del estadio 2; los criterios de inclusión fueron: 1) >40 años de edad, 2) diagnóstico de PD, 3) entre 1 y 4 en los estadios de Hoehn y Yarh, 4) vivir independiente en su comunidad; criterios de exclusión PD atípico y tratamiento quirúrgico. El diseño del estudio fue 2 repeticiones con un intervalo de 2 semanas realizada por el mismo fisioterapeuta (1 estudiante de fisioterapia y 2 profesionales en ejercicio). Los valores de CCI fueron 0,79 (95 % IC 57-90) para estudiantes y 0,80 (95 % IC 60-91) para profesionales.

En la **enfermedad de Huntington**, encontramos un único estudio realizado por Quinn et al., (2013). La población fue de 67 personas, diagnóstico confirmado, edad de $52,12 \pm 11,82$ años y dividida en las 5 etapas de la enfermedad (premanifestaciones $n=11$ / manifestaciones $n=63$ / inicio de la etapa $n=20$ / etapa media $n=20$ / etapa final $n=23$); los criterios de inclusión fueron 1) diagnóstico de HD (gen positivo), 2) edad de 21 años o más; los criterios de exclusión fueron, 3) condición neurológica previa (ACV), 4) moderada a grave artritis en las caderas/rodillas/tobillos o condición ortopédica que limita, 5) movimiento-fractura de tobillo, 6) condiciones médicas que hagan que no pueda completar los test, 7) el cambio en la medicación, régimen o actividad física en las 6 semanas anteriores o en la semana entre las sesiones de prueba. La metodología del estudio fue 2 repeticiones con un intervalo de 1 semana realizada por el mismo fisioterapeuta. Los valores de CCI fueron premanifestaciones 0,86 (CI 95% 55-56) / manifestaciones 0,96 (CI 95% 45-50) / inicio de la etapa 0,90 (CI 95% 49-53) / etapa media 0,91 (CI 95% 45-50) / etapa final 0,97 (CI 95% 40-50).

En el **campo de la ortopedia y traumatología**, encontramos un artículo sobre osteoartrosis de rodilla. Takacs et al., (2014) estudiaron la fiabilidad test-retest de la BBS en 25 personas mayores de 50 años con osteoartrosis (OA) de rodilla; los criterios de inclusión fueron: 1) ser capaces de tolerar estar de pie o caminar durante 6 minutos y sin falta de aliento, dolor de pecho o dolor en las articulaciones de las piernas, el cuello o la espalda que limitaría el rendimiento de la marcha de 6 min, 2) no depender de la asistencia de otra persona o la ayuda de un dispositivo de soporte (por ejemplo, bastón, muletas, un andador, 3) ser capaces de caminar durante el período de tiempo de 6 minutos, 4) tener 60 años de edad o más, 5) no fumar, y 6) no tener antecedentes de mareos. El diseño fue la evaluación en 2 ocasiones con un intervalo de 2 semanas realizada por el mismo fisioterapeuta. Los valores de CCI fueron 0,59 (CI 95% 0,07-0,84).

Tabla 6. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: Población, número de participantes, criterios de inclusión y exclusión, edad / rango (años), características de la muestra.

AUTOR / AÑO	POBLACIÓN	(N)	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	EDAD / RANGO (años)	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
Berg et al., 1995	Mayores	18	≤60 años Mayores voluntarios residentes Medicamente estable Independiente en la movilidad Con o sin ayudas para moverse	Edad de 60 años o más Voluntarios y que viven independientemente en sus casas Medicamente estables Independientes en movilidad con o sin ayudas para moverse	84,4±5	MMSE (0-30): 27,5±2,9 Barthel: (0-100) 99,9±0,4
	ACV	6	≤40 años Medicamente estables Mostrar déficit de control motor Voluntarios con ACV de menos de 14 días de duración Ingresados en hospital Área metropolitana de Montreal		21±58,3	Ayudas: nada 17/andadores 7±22,6/bastón 7±22,6 Lado de afectación: 21±58,3
Conradsson et al., 2007	Mayores que viven en residencia, en módulo asistido, necesitan ayuda de equipo para la vida diaria	45	≤65 años Dependiente en AVD por una o más personas según el índice de Katz Ser capaz de levantarse de una silla con reposabrazos con ayuda de no más de 1 persona Mini Mental State Examination MMSE≤10 Aprobación de los residentes médicos	Declinación de participación Cambio de residencia Muerte No accesible por otras razones	82,3±6,6/ (68-96)	♂ 9 ♀ 36 MMSE: 17.5±6.3 (rango_4-30). Registraron: • Índice de Barthel • Escala Geriátrica de Depresión • Categorías funcionales ambulatorias • Evaluación nutricional • Cuestionario de diagnóstico y preinscripciones farmacológicas médicas realizado por la enfermera y completado por el médico geriatra. • Demencia y depresión mayor
Paltama et al., 2005	Esclerosis Múltiple Ambulatorios	19	Diagnóstico clínico de EM según criterios Poser Capaz de caminar al menos 20 metros con o sin ayuda EDSS≤6,5 Clínicamente estable Haber sido atendido por el médico rehabilitador dentro de los 3 meses anteriores Vivir a 60 km de Jyväskylä	Ninguno	42,7±9,2 (24-58)	♂ 10 ♀ 9 Estatura 172 (±9.6) Peso 72.1 (±15.7) Tipo de EM: RE 14 (74), SP 2(10), PP 3(15) Años de diagnóstico 5,8 (±5,7) / rango 1-19 Puntuación de EDSS: 0.0-1.5 (%): 4 (21); 2.0-3.5 (%): 11(58); 4.0-6.5 (%): 4(21) Ayudas para caminar: 5
Cattaneo et al., 2007	Esclerosis Múltiple ingresados	25	Clínica definida como remitente-recurrente secundaria progresiva Habilidad para mantenerse independientemente de pie derecho durante 30seg Habilidad para caminar pr 6m con o sin dispositivo El deterioro cognitivo clínicamente evaluado a priori por el personal médico.	Deterioro cognitivo grave que afecte a la comprensión de las tareas de la escala	41,7±12,5	8 hombres/17 mujeres 8,7±8,8 años de evolución de la patología

Tabla 6. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: Población, número de participantes, criterios de inclusión y exclusión, edad / rango (años), características de la muestra (continuación)

AUTOR / AÑO	POBLACIÓN	(N)	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	EDAD / RANGO (años)	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
Learmonth et al., 2012	Esclerosis Múltiple	24	Participantes reclutados de otro estudio (estudio largo del efecto combinado de una intervención de ejercicio) Reclutados del servicio de EM del NHS Ayrshire and Arran Confirmación de diagnóstico de MS EDSS de 5-6,5 30 días anteriores con síntomas estables	No haber tenido un brote en los 3 meses anteriores No estar condiciones médicas para hacer ejercicio	51,8±7,9	Discapacidad moderada 6,2 EDSS Edad 51,8±7,9 Años del diagnóstico 13,7±6,5 Descripción de la muestra en un tabla por número de participantes con EDDS(5-5,5-6-6,5), sexo, edad, años de diagnóstico
McCulloch et al., 1997	Lesión Cerebral	18	Capaz de comprender/entender las instrucciones	Sin definir	38 ± 9,6	N=10 (programa de rehabilitación) N=8 (vivían en sus casas) ACV: 59 meses (tiempo medio de evolución) /rango: 1-243
Newstead et al., 2005	Lesión Cerebral ingresados	5	VI o más en la escala del Rancho de los amigos. Entender órdenes sencillas Ponerse de pie y caminar de forma independiente con o sin asistencia o aparato ortopédico		24,4 ± 5,3 / (20-30)	
Liaw et al., 2008	ACV crónico en tratamiento de rehabilitación ambulatoria	52	ACV (por infarto o hemorragia) 6 meses antes del reclutamiento Capaz de seguir instrucciones verbales para completar el BBS.	Lesión de tallo cerebral / lesión cerebelo Médicamente inestable, impedimento cognitivo Enfermedades graves: cáncer, la artritis reumatoide severa y la amputación)	60,4±13,4	♂ 34 ♀ 18 Tiempo de evolución del ACV: 6 – 292 meses) En la evaluación inicial: BBS rango: 3 – 56 PASS rango: 2 – 36 BI (Índice de Barthel): leve a moderado Diagnostico Hemorragia cerebral 20 (38.5%) Infanto cererbral 32 (61.5%) Lado de la hemiplegia Derecho 26 (50.0%) Izquierdo 24 (46.2%) Bilateral 2 (3.8%)
Iatridou G et al., 2013	PCI (hemiplejia y diplejia)	20	Diagnóstico de hemiplejia (drecha/ izq) o diplejía con una capacidad de caminar.	Sin determinar	6-14	12 niños y 8 niñas. 12 hemiplejia y 8 diplejia

Tabla 6. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: Población, número de participantes, criterios de inclusión y exclusión, edad / rango (años), características de la muestra (continuación)

AUTOR / AÑO	POBLACIÓN	(N)	CRITERIOS DE INCLUSION	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	EDAD / RANGO (años)	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
Lim et al., 2005	Parkinson	26	Etapa 1 al 3 en Hoehn y Yahr Régimen de medicación estable Capacidad de caminar de forma independiente y sin un dispositivo para caminar Ausencia de comorbilidad que puede influir en la movilidad Menos de 80 años MMSE=24	Sin determinar	62,5 años (rango 44-80 años)	♂ 11 ♀ 11 Duración media de los síntomas: 6,5 años (intervalo 1-20 años) Pertenece a Amsterdam.
Steffen et al., 2008	Parkinson	37	Mantenerse independiente durante 1 minuto Caminar de forma independiente con o sin el uso de un dispositivo de ayuda	Historial de una afección cardíaca que limita su nivel de actividad Caída por mareo o desmayo dentro de los últimos 2 meses Requerir ayuda para seguir instrucciones	71	Estadio en Hoehn y Yahr: 2, rangos 1-4
Leddy et al., 2011	Parkinson	24	> 40 años de edad, Diagnóstico de EP idiopática, Hoehn y Yahr: I al IV, Residentes en la comunidad, Capaces de proporcionar consentimiento informado y seguir las instrucciones.	Los individuos fueron excluidos del estudio debido a parkinsonismo atípico o tratamiento quirúrgico antes de la EP (paliotomía o la estimulación cerebral profunda)	Sin determinar	MDS-UPDRS: 71± 21.9 Duración de la enfermedad: 6,9±3,38 años n = 5 que sufren caídas Participantes por Escala de Hoehn y Yahr Etapa 1 = 2, etapa 2 = 11, etapa 2,5 = 6, etapa 3 = 3, y la etapa 4 = 2.

Tabla 6. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: Población, número de participantes, criterios de inclusión y exclusión, edad / rango (años), características de la muestra (continuación)

AUTOR / AÑO	POBLACIÓN	(N)	CRITERIOS DE INCLUSION	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	EDAD / RANGO (años)	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
Quinn L et al., 2013	Huntingon Disease	67	Diagnóstico de HD (gen positivo) Edad de 21 años o más	Condición neurológica previa (ACV) Moderada a grave artritis en las caderas/rodillas/tobillos o condición ortopédica que limita movimiento-fractura de tobillo Condiciones médicas que hagan que no pueda completar los test El cambio en la medicación régimen o de la actividad física en las 6 semanas anteriores o la semana entre las sesiones de prueba.	52,12±11,82	Premanifestación HD (n=11) manifestación HD (n=63), estadio temprano HD (n=20), etapa mediana (n=20), etapa tardía HD (n=23). pre - manifiesto HD (es tener ningún signo clínico de HD, con una puntuación UHDRS total motor >5 y TFC de 13 puntos, con análisis genético confirmado.
Tackacs et al., 2014	Osteoartritis de rodilla	25	Capaz de tolerar estar de pie o caminar durante 6 minutos, sin falta de aliento, dolor de pecho o dolor en las articulaciones de las piernas, el cuello o la espalda que limitaría el rendimiento de la marcha de 6 min. No depender de la asistencia de otra persona o la ayuda de un dispositivo de soporte (por ejemplo, bastón, muletas, un andador) para caminar durante el período de tiempo de 6 min De 60 años de edad o más, No fumar Sin antecedentes de mareos.	Sin determinar	62	♂ 11 ♀ 14 IMC: 29,2 (6,6) Dolor de rodilla (0-10): 3,3 (2,4) WOMAC: 28 (19)

Leyenda: ACV, accidente cerebro vascular; ♂, varón; ♀, mujer; PASS, escala postural para ACV; MMSE, Mini Mental State Examination; EM, esclerosis múltiple; RE, remitente recurrente; HD, Discapacidad de Huntington; UHDRS, escala unificada de la enfermedad de Huntington; WOMAC, registro de escala de osteoartritis; TFC, capacidad funcional.

Tabla 7. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: número de repeticiones, intervalo entre repeticiones, evaluadores, formación, análisis estadístico y resultados de CCI.

AUTOR / AÑO	NÚMERO DE REPETICIONES	INTERVALO ENTRE SESIONES	EVALUADORES	FORMACION	ANALISIS ESTADISTICO	RESULTADOS DEL CCI
Berg et al., 1995	2	1 semana	7 cuidadores • 5 fisioterapeutas • 1 terapeuta ocupacional • 1 enfermera	Sin formación previa	CCI, CI 95%	Ambos grupos 0,97 (0,93-0,99) • Mayores 0,91 (0,80-0,96)
	2	1 semana				• ACV 0,99 (CI 0,94-0,99)
Conradsson et al., 2007	2	1 ó 3 días	2 fisioterapeutas y 2 estudiantes de fisioterapia	Antes recibieron un manual del test, durante medio día se realizó pruebas prácticas y realizaron todas las preguntas. Además se ensayó con un paciente geriátrico.	CCI, CI 95%, CI 90%, CI 80%, método de Bland y Altman.	0,97
Paltama et al., 2005	3	1 semana	1 fisioterapeuta	Protocolo detallado, instrucciones precisas	CCI, CI 95%, ESM, CV	0,85 (0,72-0,94)
Cattaneo et al., 2007	3	1 semana	Sin determinar	Sin determinar	CCI, CI 95%, CV, ESM	0,96 (0,91-0,98)

Tabla 7. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: número de repeticiones, intervalo entre repeticiones, evaluadores, formación, análisis estadístico y resultados de CCI (continuación).

AUTOR / AÑO	NÚMERO DE REPETICIONES	INTERVALO ENTRE SESIONES	EVALUADORES	FORMACION	ANALISIS ESTADISTICO	RESULTADOS DEL CCI
Learmonth et al., 2012	2	1 semana (7 días), en el mismo momento del día	1 fisioterapeuta experimentado		CCI	0,96 (0,92-0,98)
McCulloch et al., 1997	2	1 semana	1 fisioterapeuta		CCI	Sin determinar
Newstead et al., 2005	2	1 semana	1 fisioterapeuta		CCI; CV	0,986
Liaw et al., 2008	2	1 semana (7 días)	1 fisioterapeuta	<ul style="list-style-type: none"> • El fisioterapeuta se familiariza con el entorno BBS y su puntuación. • Recibe una sesión de entrenamiento de 2 h. • Administra la prueba a 5 sujetos con ACV para familiarizarse y controlar todos los detalles, antes de hacer toda la recogida. 	CCI, CI 95%, ESM	0,98 (0,97-0,99)
Iatridou G et al., 2013	3	<ul style="list-style-type: none"> • Entre la 1ª y 2ª rep: 5 min de intervalo entre rep • Entre la 2ª y la 3ª serie: 7 días 	Sin definir		CCI 1,2; CCI 1,3; CCI 2,3; CCI 1,2,3; CV; LOA	CCI 1,2=1,000 CCI 1,3=0,99 CCI 2,3=0,999 CCI 1,2,3=0,999

Tabla 7. Artículos publicados sobre fiabilidad test-retest del BBS: número de repeticiones, intervalo entre repeticiones, evaluadores, formación, análisis estadístico y resultados de CCI (continuación).

AUTOR / AÑO	NÚMERO DE REPETICIONES	INTERVALO ENTRE SESIONES	EVALUADORES	FORMACION	ANALISIS ESTADISTICO	RESULTADOS DEL CCI
Lim et al., 2005	2	3 y 7 días	3 fisioterapeutas entrenados	Entrenados por fisioterapeuta especializado y experto en movimiento	CCI, CMD, Método de Bland y Altman.	0,87
Steffen et al., 2008	2	1 semana	1 fisioterapeuta	Protocolo detallado, instrucciones precisas	CCI, CI 95 %, CMD	0,94
Leddy et al., 2011	2	2 semanas (rango = 11-16 días)	(1 estudiante fisioterapeuta y 2 fisioterapeutas).	Sin determinar	CCI, CI 95% para estudiantes y fisioterapeuta.	Estudiante CCI (2,1) 0,79 (0,57-0,90) Fisioterapeuta CCI (2,1) 0,80 (0,60-0,91)
Quinn L et al., 2013	2	2 semanas	10 evaluadores en total (estudio multicentro). En cada centro 1 ó 2 fisioterapeutas experimentados.	En cada centro se realizó una formación previa de 5 h	CCI, CMD por etapas	Premanifestación HD: 0,86 manifestación HD: 0,96 estadio temprano HD: 0,90 etapa mediana HD: 0,91 etapa tardía HD: 0,97
Tackacs et al., 2014	2	2 semanas	1 fisioterapeuta	Sin determinar	CCI, 95% CI, ESM, MDC	CCI = 0,59 (0,07 - 0,84)

Leyenda: CCI, coeficiente de correlación intraclase; CI 95%, correlación al 95%; ESM, error estándar de medida; CV, coeficiente de variación; LOA, límites de acuerdo; CMD, cambio mínimo detectable; HD, Discapacidad de Huntington; UHDRS, escala unificada de la enfermedad de Huntington.

LA ESCALA DE TINETTI – EQUILIBRIO Y MARCHA (TINETTI PERFORMANCE-ORIENTED MOBILITY ASSESSMENT) (POMA)

La escala de Tinetti es una de las escalas o test clínicos por excelencia a nivel clínico debido a su sencillez y por su valor predictivo de caídas en discapacidades crónicas (Tinetti, Franklin Williams & Mayewski, 1986). Además, podemos observar cómo su validez con el α de Cronbach y validez de constructo ha sido estudiada en poblaciones de mayores sanos y residentes en hogares de ancianos por Panella et al., (2008). Aunque este test no es el *gold estandar* de las medidas indirectas del equilibrio y movilidad, numerosos investigadores han utilizado el POMA como instrumento de referencia para validar o comparar su instrumento con este test (Di Fabio & Seay, 1997). Por el contrario, resulta más difícil encontrar estudios de fiabilidad test-retest sobre el POMA. Consideramos escasos 8 estudios sobre fiabilidad test-retest con el uso clínico de esta medida. A continuación, hablaremos detalladamente sobre cada uno de ellos y mostraremos una tabla comparativa de los estudios (Tabla 8).

Faber, Bosscher & Van Wieringen, (2006) estudiaron el POMA en 30 **personas mayores** de edad media 84 años aproximadamente. El test-retest fue realizado por 2 estudiantes de grado que evaluaron de forma individual y simultáneamente con intervalo de 24 horas entre 2 mediciones. El test-retest fue realizado con el coeficiente de correlación de Spearman (R), los valores del primer y segundo examinador fueron respectivamente, Equilibrio-POMA 0,78/0,74, Marcha-POMA 0,72/0,77 y Tinetti global 0,86/0,82. No se encontraron diferencias significativas entre los pares de puntajes, excepto en Marcha-POMA en el primer examinador (ya que tuvo una puntuación media significativamente más baja en el 2 día que en el 1 día- prueba de Wilcoxon, $P=0,03$).

Pieper, Templin, Birk & Kirsner, (2008) estudiaron la fiabilidad test-retest en Tinetti en personas con **desorden venoso crónico**, por ser usuarios de inyecciones de drogas que producen deterioro en los miembros inferiores. Los participantes fueron 104 varones y mujeres de un centro de tratamiento de mantenimiento con metadona. El diseño del test-retest fue con un intervalo de 30 días. El CCI fue en Tinetti – Equilibrio 0,86 y Tinetti – Marcha 0,86.

Yücel et al., (2012) tradujeron al turco el POMA y evaluaron su fiabilidad y validez en **personas con extremidades amputadas que usaban prótesis** y que tuvieron cirugía ortopédica dentro de los últimos 6 meses. Cabe destacar que el test-retest se hizo en 20 de los 80 pacientes seleccionados y el diseño elegido fue la realización de 2 pruebas en horario de mañana y de

tarde. Siendo los valores del POMA-Equilibrio, POMA-Marcha, POMA- total de CCI (CI 95%) de 0,88 (0,83-0,92); 0,92 (0,87-0,94); 0,94 (0,90-0,95); respectivamente.

Canbek, Fulk, Nof & Echternach, (2013) estudiaron la fiabilidad test-retest del POMA **en 55 personas con ACV** que acudían a rehabilitación física. Los criterios de exclusion fueron que hubieran tenido accidentes cerebrovasculares previos, medicación inestable, que no hablaran inglés, o aquellos que eran incapaces de caminar sin asistencia antes de la valoración. La metodología del procedimiento fue la aplicación de 2 momentos con intervalo de 1 día y realizado por el mismo fisioterapeuta. Los valores del primer momento fueron en Equilibrio – POMA 2,7 (3,2), Marcha-POMA 3,1(2,8) y Tinetti global 5, (5,2); los valores del segundo momento Equilibrio–POMA 3,5 (3,4), Marcha-POMA 4,0 (2,9) y Tinetti global 7,3 (5,6). Y los valores de CCI (CI 95%) fueron en Equilibrio–POMA 0,827 (0,721-0,895), Marcha-POMA 0,829 (0,724-0,897) y Tinetti global 0,839 (0,739-0,903).

En la **enfermedad de Alzheimer**, Rodríguez (2013) se estudió la fiabilidad en 15 pacientes con unas edades entre los 70 y 90 años. La metodología fueron 2 evaluaciones con una diferencia de 6 semanas. Y el cálculo del CCI fue de 0,9541 para la escala Equilibrio-POMA (CI al 95 % = 0,8693 a 0,9844) y de 0,9585 para la escala Marcha-POMA (CI al 95 % = 0,8813 a 0,9859).

En la **enfermedad de Huntington (EH)** encontramos dos estudios, el test- retest del POMA (subescala de marcha/equilibrio y puntuación global) por Quinn et al., (2013) en 75 personas con una edad de $52,12 \pm 11,82$ en los diferentes estadios de la enfermedad, realizándose en 2 momentos separados por 1 semana. La puntuación del CCI obtenida para el subapartado de equilibrio, marcha y puntuación total en las premanifestaciones: EH fue 0,41, 0,64, 0,92, respetivamente; en manifestaciones de EH 0,94, 0,84, 0,91; en el estadio de inicio de HD 0,95, 0,95, 0,98, respectivamente. En el estadio medio de EH 0,96, 0,96, 0,96, respectivamente. En el estadio tardío de EH 0,92, 0,55, 0,80, respectivamente. Kloos, Fritz, Kostyk, Young & Kegelmeyer, (2014), únicamente se estudió el test- retest del POMA de puntuación global en 20 personas EH con una edad de $50,9 \pm 13,7$; realizándose 2 repeticiones de medición en 6 semanas. La puntuación media obtenida fue de 22,6. El CCI (CI 95%) fue 0,83 (0,70- 1,00).

Tabla 8. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest del Tinetti.

AUTOR, AÑO	N	POBLACIÓN	Nº DE REPETICIONES	INTERVALO ENTRE REPETICIONES	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESULTADOS del CCI
Faber et al., 2006	30	Mayores (edad: 83,1±7,3)	2	24 h	Correlación de Spearman	
Pieper et al., 2008	104	Desorden venoso crónico por drogas con deterioro en los miembros inferiores	2	30 días	CCI	Tinetti – Equilibrio: 0,86 /Tinetti - Marcha: 0,86
Yücel et al., 2012	20	Personas con extremidades amputadas que usaban prótesis	2	Sin determinar	CCI, CI 95 %	Tinetti-Equilibrio: 0,88 (0,83-0,92), Tinetti-Marcha: 0,88 (0,87-0,94) Tinetti- Total: 0,94 (0,90-0,95)
CanbeK et al., 2013	55	ACV	2	1 día	CCI, CI 95 %, CMD	Tinetti-Equilibrio: 0,827 (0,721-0,895), Tinetti-Marcha: 0,829 (0,724-0,897) Tinetti Global: 0,839 (0,739-0,903)
Rodriguez et al., 2013	15	Alzheimer	2	6 semanas	CCI, CI 95 %	Tinetti-Equilibrio: 0,9541 (0,8693-0,9844) Tinetti-Marcha: 0,9585 (0,8813- 0,9859)
Quin et al., 2013	75	Huntington	2	1 semana	CCI	EH: Tinetti-Equilibrio: 0,41 / Tinetti-Marcha 0,64 / Tinetti –Total: 0,92 Inicio EH: Tinetti-Equilibrio: 0,41 / Tinetti-Marcha 0,64 / Tinetti –Total: 0,92 Medio EH: Tinetti-Equilibrio: 0,96 / Tinetti-Marcha 0,96/ Tinetti –Total: 0,96 Tardío EH: Tinetti-equilibrio: 0,92 / Tinetti-marcha 0,55 / Tinetti –Total: 0,80
Kloss et al., 2010	20	Huntington	2	6 semanas	CCI, CI 95 %	0,83 (0,71 - 1,00)

Leyenda: CCI, coeficiente de correlación intraclase; CI 95%, intervalo de confianza al 95%; EH, Enfermedad de Huntington

El test 8 – foot up & go

El test de Timed up-and-go test ha sido ampliamente estudiado y podemos encontrar referencias sobre su fiabilidad (Podsiadlo & Richardson, 1991). Buena fiabilidad test-retest $CC=0,844$ (CI 95% 0,723 – 0,914) en personas mayores (Bravo et al., 1994) y excelente fiabilidad test-retest en EM en varones $CCI=0,980$ (CI 95% 0,936 - 0,994) y en mujeres $CCI=0,995$ (CI 95% 0,872 - 0,987) (Shaulis, Golding & Tandy, 1994).

En cambio, sobre la prueba 8-foot up&go, no se encuentra tanta bibliografía y siempre se analiza de forma conjunta con el resto de las pruebas de la SFT. Aunque cada vez se utiliza más debido a que puede discriminar entre varios niveles funcionales en personas mayores y es sensible a los cambios resultantes de un incremento en el nivel de actividad física. Además, puede detectar las diferencias esperables entre ancianos muy activos y poco activos (Miotto, Chodzko-Zajko, Reich & Supler, 1999; Rikli & Jones, 1999). Desde 2012 las autoras nos han mostrado referencias de corte, así como sensibilidad y resistencia (Rikli & Jones, 2012).

Miotto et al., (1999) fueron los primeros en estudiar la fiabilidad test-retest de la prueba 8-foot up&go dentro de la batería *Fullerton Functional Fitness Test* en una población de mayores independientes (47 personas activas y 37 sedentarias) en todas las pruebas de la SFT. Se realizaron 3 repeticiones de valoración dentro de un periodo de 2 semanas, no siempre se realizaron por el mismo evaluador, aunque todos ellos tenían una misma formación. Este estudio nos muestra tanto los valores ($M\pm SD$) de cada momento de forma global (activos y sedentarios), el CCI entre las repeticiones que no son estadísticamente significativas entre ellas y el CCI de las 3 repeticiones es de 0,86. En el caso de 8 – foot up & go, los valores de las sesiones son: 1) primera sesión $5,69 \pm 1,24$; 2) segunda sesión $5,57 \pm 1,19$; 3) tercera sesión $5,31 \pm 1,07$. El CCI fue alto entre las repeticiones que no fueran estadísticamente significativas entre sí (repetición 1 y 2) fue de 0,94. Y el valor de una repetición individual de CCI fue excelente 0,86.

Dewhurst & Bampouras, (2014) estudiaron la fiabilidad test-retest intradía de varias pruebas funcionales aleatorizadas, en 3 repeticiones separadas por 1 minuto, sin familiarización y realizadas con 1 solo intento en 71 mujeres con $71,7 \pm 7,3$ años. El CCI entre 2 y 1 repetición fue de 0,86. El CCI entre 3 y 2 repetición fue de 0,90.

Hesseberg, Bentzen & Bergland (2015) estudiaron la fiabilidad test-retest de SFT en personas mayores con deterioro cognitivo leve (MCI) ($n= 17$) y demencia ($n=15$). Los criterios de inclusión eran pertenecer al registro de pacientes de demencia de las 15 clínicas de Noruega,

ser mayores de 65 años y tener el diagnóstico. El diseño metodológico fue la repetición de la SFT en 2 ocasiones con un intervalo entre 24 horas y 1 semana. En 8 foot up and go, el CCI fue 0,95 (95% del CI 0,92-0,98).

A continuación, podrán observar una tabla comparativa de ambos estudios de forma esquemática (Tabla 9).

Tabla 9. Artículos publicados sobre la fiabilidad test-retest de 8 foot UP & GO.

AUTOR, AÑO	N	POBLACIÓN	Nº DE REPETICIONES	INTERVALO ENTRE REPETICIONES	RESULTADOS del CCI
Miotto et al., 1999	84	Mayores independientes (47 personas activas y 37 sedentarias)	3	Entre 2 semanas	Alto entre las repeticiones que no fueron estadísticamente significativas entre sí (rep 1 y 2) fue de 0,94. Y el valor de una sesión individual de CCI fue aceptable 0,86
Dewhurst & Bampouras, 2014	71	Mujeres mayores	3	1 min	CCI entre 2 y 1 rep: 0,86. CCI entre 3 y 2 rep: 0,90.
Hesseberg et al., 2015	32	Deterioro cognitivo leve (n= 17) y Demencia (n=15)	2	Entre 24 h y 2 semanas	0,95

Leyenda: min, minuto; h, hora; CCI, coeficiente de correlación intraclase; rep, repetición.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Analizar la fiabilidad test-retest de las evaluaciones oscilométricas y su relación con las pruebas indirectas, en jóvenes, mayores y personas con Esclerosis Múltiple.

2.2 Objetivos específicos

En cada una de las poblaciones de este estudio:

- Establecer la fiabilidad test-retest de las evaluaciones oscilométricas que se emplean habitualmente en la clínica y sus combinaciones.
- Establecer la fiabilidad test-retest de las medidas indirectas del equilibrio, Escala de Berg, Subescala de Tinetti-Equilibrio, Subescala de Tinetti-Marcha, El test de 8 foot up&go.
- Determinar las correlaciones entre las evaluaciones oscilométricas y las medidas indirectas de equilibrio.

3 METODOLOGÍA

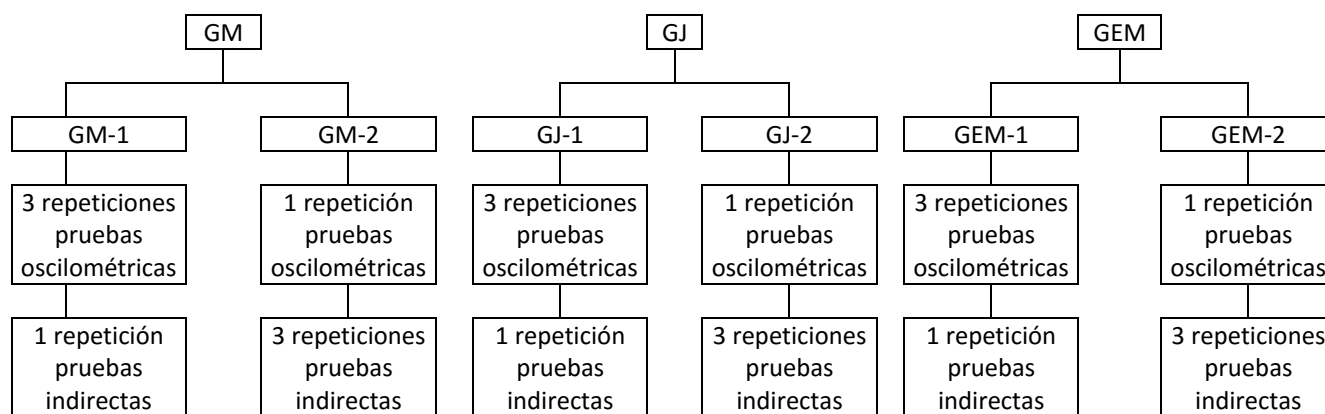
3.1 Diseño

Planteados los objetivos del estudio, realizamos un diseño de fiabilidad y correlaciones, en el que examinamos a 343 personas divididas en 3 grupos: personas mayores (GM), jóvenes (GJ) y personas con Esclerosis Múltiple (GEM). Cada uno de estos tres grupos se distribuyeron aleatoriamente en dos submuestras; siendo GM-1, el grupo de participantes mayores que realizaban las pruebas oscilométricas en tres repeticiones y el GM-2, el grupo de mayores que realizaban las pruebas indirectas en tres repeticiones, lo mismo ocurrió con los siguientes grupos de jóvenes y de Esclerosis Múltiple (GJ-1/ GJ-2 y GEM-1/ GEM-2) respectivamente. Además, se realizaron en una única repetición las pruebas indirectas a los grupos GM-1, GJ-1 y GEM-1. Y de la misma forma, se aplicaron las pruebas oscilométricas en una única repetición a los grupos GM-2, GJ-2 y GEM-2 (Figura 11).

El protocolo de las pruebas oscilométricas test-retest fue 3 repeticiones en el mismo día, separadas entre sí por 20 minutos. En primer lugar, consistió en mantenerse de pie descalzo con los pies colocados con una separación de 10 cm entre ellos con ojos abiertos/cerrados en suelo firme y en colchoneta. Cada prueba tuvo una duración de 20 s. El intervalo de descanso fue de 2 minutos permaneciendo durante el mismo sentado. Posteriormente, se repite el proceso de test-retest de tres repeticiones manteniéndose de pie con los talones juntos con el mismo orden y condiciones anteriores (Figura 12).

El protocolo de las pruebas indirectas test-retest fue tres repeticiones en el mismo día, separadas entre sí 5 minutos. El protocolo consistió en la realización del BBS, Tinetti-Equilibrio, Tinetti-Marcha y 8 foot-up&go, en orden consecutivo y separadas por 2 minutos de descanso entre ellas (Figura 13).

Las pruebas oscilométricas e indirectas fueron realizadas en el mismo día, con una separación de 5 minutos entre ambas. En todos los grupos, se realizaban primero las pruebas directas y después las indirectas para evitar la fatiga. Todas las pruebas fueron realizadas por el mismo fisioterapeuta con amplia experiencia en geriatría y neurología.



GM, grupo de mayores; GJ, grupo de jóvenes; GEM, grupo de esclerosis múltiple

Figura 11. Distribución de personas por grupos y por protocolo de pruebas.

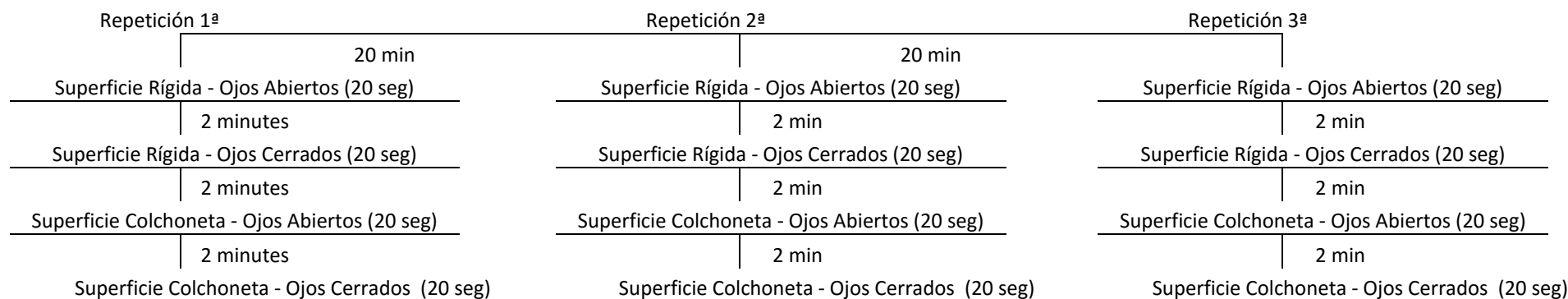


Figura 12. Diseño del estudio de Fiabilidad Intradía de Medidas Directas.

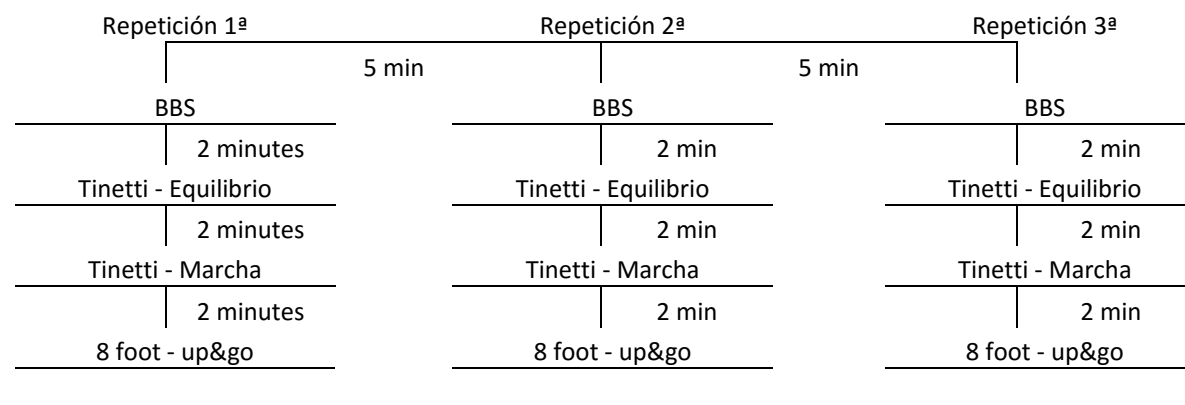


Figura 13. Diseño del estudio de Fiabilidad Intradía de Medidas Indirectas.

3.2 Participantes

Trescientas cuarenta y tres personas acudieron voluntariamente a la Universidad de León (Campus de Ponferrada y Campus de Vegazana) de León y a la Asociación de Esclerosis Múltiple de León para realizar las pruebas de nuestro estudio.

Para ser elegido para el estudio, las personas debían cumplir unos criterios de inclusión diferentes para cada grupo.

Los criterios de GM fueron los siguientes: los sujetos debían ser mayores de 65 años, no estar realizando ningún tipo de actividad física regular orientada a mejorar el equilibrio, tener audición, no tener diagnosticado enfermedades mentales o deterioro mental y capacidad de comprender instrucciones simples, capacidad para mantener la posición de bipedestación de forma independiente, capacidad de deambulación con o sin ayuda y no tener ninguna patología asociada al proceso de envejecimiento que pudiera interferir en el equilibrio postural como Parkinson o accidentes cerebrovasculares.

Los criterios de GJ fueron que los sujetos debían de tener entre 17 y 21 años y no estar diagnosticado de cualquier afectación o desorden que pudiese interferir en la postura.

Los criterios del GEM fueron que los sujetos tuvieran diagnóstico confirmado de EM Remitente Recurrente y que, además en los tres meses previos, no hubiera presentado brotes ni empeoramiento acelerado, que tuvieran la capacidad de mantenerse en bipedestación sin ayuda y caminar con o sin ayuda al menos 100 m, con comprensión para entender y ejecutar órdenes.

Las personas interesadas fueron contactadas a través del Ayuntamiento de Ponferrada, la Asociación de Jubilados de Fuentesnuevas, las Asociaciones de Esclerosis Múltiple de Castilla y León, así como en las clases de 1º y 2º Grado de Fisioterapia de la Universidad de León. Se les explicó detenidamente en qué consistía el estudio y firmaron el consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de León. Finalizada la evaluación de los sujetos, los resultados fueron entregados a cada persona.

Una vez aplicados los criterios de inclusión y considerando únicamente los sujetos que manifestaron capacidad de completar todas las pruebas diseñadas para cada uno de los grupos,

el grupo total fue reducido a 281 participantes: 187 participantes del grupo de mayores, 52 participantes del grupo de jóvenes y 47 participantes con Esclerosis Múltiple. El número de participantes en el grupo de tres repeticiones de las pruebas oscilométricas y una repetición de pruebas indirectas para mayores, jóvenes y EM (GM1, GJ1, GEM1) fueron 101, 25 y 18, respectivamente. El número de participantes en el grupo de tres repeticiones de pruebas indirectas y una repetición de pruebas oscilométricas para mayores, jóvenes y EM (GM2, GJ2, GEM2) fueron 86, 27 y 24, respectivamente conforme podemos observar en la Figura 14.

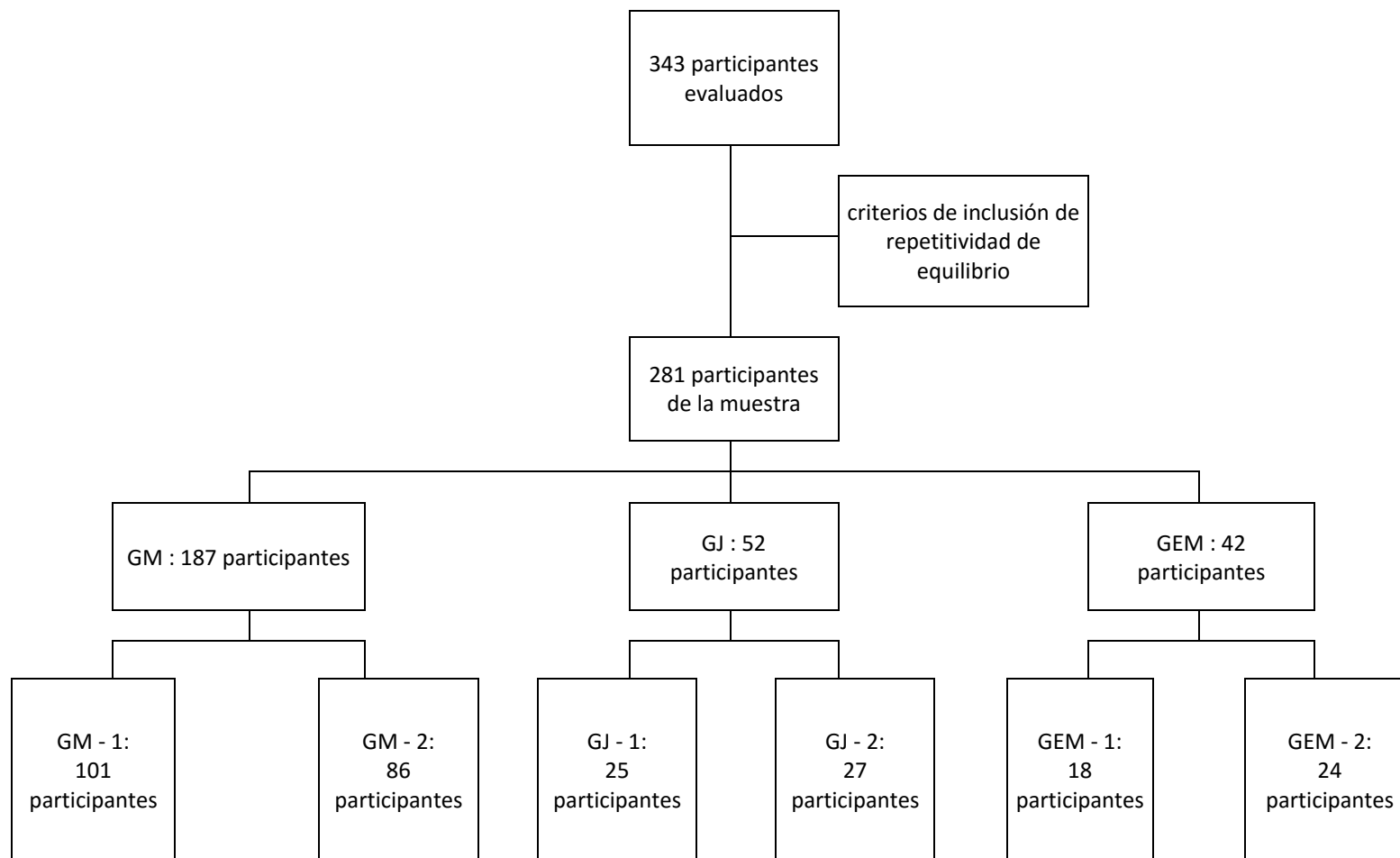


Figura 14. Distribución de la muestra por grupos de estudio.

La demografía y las características de los sujetos que participan en el estudio de fiabilidad de la oscilometría realizadas con 3 repeticiones y la fiabilidad de medidas indirectas realizadas con 3 repeticiones son los siguientes según los grupos de población (Tabla 10).

Tabla 10. Sexo, edad, estatura y peso de los grupos de los participantes en la fiabilidad de la oscilometría realizada con 3 repeticiones (GM1, GJ1 y GEM 1) y la repetitividad de las medidas indirectas realizadas en 3 repeticiones (GM2, GJ2 Y GEM2).(n=281)

	GM1 n=101 (♂ 33, ♀ 61)	GJ1 n=25 (♂ 9, ♀ 16)	GEM1 n=18 (♂ 7, ♀ 11)	GM2 n=86 (♂ 25, ♀ 56)	GJ2 n=27 (♂ 13, ♀ 14)	GEM2 n=24 (♂ 10, ♀ 14)
Edad (años)	73,8 ± 5,5 65,2 - 87,9	18,8 ± 0,8 17,8 - 20,6	44,4 ± 13,3 29 - 64,3	74,7 ± 5,8 65,2 - 90,3	18,9 ± 0,9 17,8 - 21,7	46,6 ± 12,5 28,4 - 72,8
Estatura (cm)	158,7 ± 8,4	170,9 ± 7,9	166,4 ± 8,3	157,1 ± 8,5	170,9 ± 9	166,6 ± 10,3
Peso (kg)	71,1 ± 10,8	64,2 ± 8,7	68,1 ± 11,6	69,4 ± 11,1	64,4 ± 10,5	66,7 ± 12,1

Todos los resultados están expresados por media y desviación estándar; la edad se presentan en términos de rango.

La demografía y las características de los sujetos que participaban en las correlaciones de las medidas directas e indirectas y las comparaciones entre grupos son las siguientes según los grupos de población (Tabla 11).

Tabla 11. Sexo, edad, estatura y peso de los grupos de los participantes de las correlaciones entre las medidas directas e indirectas (n=281)

	GM	GJ	GEM	GT
Hombres (n)	60	22	17	128
Mujeres (n)	127	30	25	200
Edad (años)	74,2 ± 5,6 65,2 - 90,3	18,9 ± 0,8 17,8 - 21,7	46,2 ± 11,6 28,4 - 72,8	63,4 ± 22,9 17,8 - 94,3
Estatura (cm)	157,9 ± 8,5	170,1 ± 8,4	166,5 ± 9,4	161,3 ± 9,8
Peso (kg)	70,3 ± 11	64,3 ± 9,6	66 ± 12,7	69,1 ± 11,1

Todos los resultados están expresados en media y desviación estándar. La edad es expresada en rango.

3.3 Procedimiento experimental de las evaluaciones

Las personas interesadas fueron contactadas y citadas para la evaluación de la repetitividad del equilibrio de forma individual en un único día, tras haber realizado una aleatorización restrictiva o equilibrada por grupos con el objetivo que el número de sujetos en cada grupo fuera similar.

Antes de comenzar las pruebas, el examinador recogió unos datos personales mínimos para realizar una ficha del paciente con los siguientes datos: fecha de nacimiento, peso y estatura. De la misma forma, se recogieron otros tipos de datos relacionados con los criterios de inclusión y exclusión. En los sujetos que conformaban el grupo de EM se evaluó *“la Escala Expandida del Estado de Discapacidad”* o *“Expanded Disability Status Scale”* o (EDSS) (Kurtzke, 1983).

Posteriormente, se procedió a explicar en qué consistía el protocolo de la evaluación del equilibrio que se le iba a aplicar, se le dio la oportunidad de que planteara las posibles preguntas al respecto para que se pudiera realizar el protocolo igual en tiempo en todos los pacientes.

Como método directo de valoración, decidimos utilizar pruebas de oscilometría con test estáticos en una plataforma triangular. Como método indirecto de evaluación del equilibrio utilizamos las pruebas más utilizadas en el ámbito clínico, Escala de Equilibrio de Berg, Tinetti - Equilibrio, Tinetti - Marcha y 8 foot up and go, por este orden.

Las condiciones de las mediciones (luz y temperatura) fueron estandarizadas antes de todos los test, las medidas directas e indirectas fueron ejecutadas por el mismo investigador con experiencia en el campo de la geriatría y neurología.

Finalizada la evaluación de todos los sujetos, se entregó un informe de los resultados de la primera repetición de los test de las pruebas directas a cada persona. Ver Anexo II.

3.3.1 Medidas directas: evaluaciones oscilométricas

APARATO/INSTRUMENTO/EQUIPO DE LAS DE MEDIDAS DIRECTAS

El presente estudio fue realizado con un sistema de plataforma estática de equilibrio (Sistema: "Good Balance" Metitur, Finlandia). Dicho sistema es un instrumento para medir el equilibrio del sujeto de una forma directa. Los componentes principales del sistema incluyen una plataforma de fuerza triangular equilátera (cada lado mide 80 cm y de altura 10 cm) realizada en vidrio con una unidad electrónica colocada sobre un piso uniforme, una fuente de alimentación y un ordenador con un software versión GB 300.1.3.20 (Figura 15).

La medición del aparato se basa en calcular el centro de presión a través del cálculo de los valores de cargas verticales de los tres sensores, situados en los vértices del triángulo a nivel superficial.

La adquisición de los datos de frecuencia de muestreo fue definidos a 50 Hz.

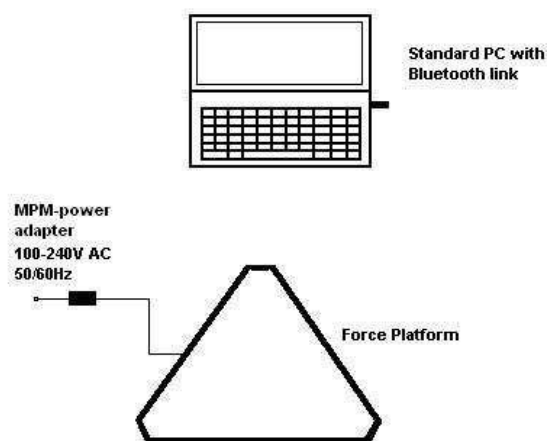


Figura 15. Componentes del Sistema Good Balance.

VALORACIÓN OSCILOMÉTRICA

El protocolo de los test de las posturas estáticas aplicadas constaba de 8 pruebas de 20 segundos cada una de ellas, con tres factores independientes de dificultad teóricamente creciente según la bibliografía consultada (Benvenuti et al., 1999):

1. La visión: ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC).
2. La propiocepción del pie: los pies apoyados sobre una superficie rígida, estable y firme sobre la plataforma (SR); y los pies apoyados sobre una superficie inestable de una colchoneta de espuma de un grosor de 2 cm colocada encima de la plataforma (SE).
3. La amplitud de la base de sustentación sobre la plataforma: base grande, en la que los pies están colocados con una separación de 10 cm entre ellos, con los bordes mediales de ambos pies paralelos entre ellos, aproximadamente por la anchura de la pelvis y la proyección sobre la plataforma de las espinas iliacas anterosuperiores (10 cm); y base pequeña, en la que los pies se colocan juntos contactando los bordes mediales de ambos pies en el centro de plataforma (PJ).

La secuencia del protocolo de las pruebas estáticas oscilométricas administradas se realizó teniendo en cuenta la dificultad en la base de sustentación. Así se dividió en dos: test con pies separados 10 cm y test con pies juntos. El protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría con los pies separados fue: 1) Ojos abiertos, superficie rígida, base de pies separados 10 cm; 2) Ojos cerrados, superficie rígida, base de pies separados 10 cm; 3) Ojos abiertos, superficie espuma, pies separados 10 cm; 4) Ojos cerrados, superficie espuma, base de pies separados 10 cm.

El protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría con pies juntos fue: 1) Ojos abiertos, superficie rígida, base de pies juntos; 2) Ojos cerrados, superficie rígida, base de pies juntos; 3) Ojos abiertos, superficie espuma, base de pies juntos; 4) Ojos cerrados, superficie espuma, base de pies juntos; como se puede observar en la tabla 12 y 13.

Tabla 12: Protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría con pies separados 10 cm

Secuencia	Abreviaturas	Condiciones
1	OA-SR-10 cm	Ojos abiertos, superficie rígida, base de pies separados 10 cm
2	OC-SR-10 cm	Ojos cerrados, superficie rígida, base de pies separados 10 cm
3	OA-SE-10 cm	Ojos abiertos, superficie espuma, base de pies separados 10 cm
4	OC-SE-10 cm	Ojos abiertos, superficie espuma, base de pies separados 10 cm

Tabla 13: Protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría con pies juntos

1	OA-SR-PJ	Ojos abiertos, superficie rígida, base de pies juntos
2	OC-SR-PJ	Ojos cerrados, superficie rígida, base de pies juntos
3	OA-SE-PJ	Ojos abiertos, superficie espuma, base de pies juntos
4	OC-SE-PJ	Ojos cerrados, superficie espuma, base de pies juntos

Durante cada uno de los test no se permitió que el sujeto hablara, recibió instrucciones para colocarse en el centro de la plataforma de oscilometría con los brazos a lo largo del cuerpo en posición media y descalzo, se le instó a que se quedara “lo más quieto posible” durante los 20 segundos de cada uno de los test.

Durante los test de ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC), se estandarizó el factor de la visión y la propiocepción cervicocraneal de la siguiente forma: a) en los test con ojos abiertos (OA), pidiendo al sujeto que mantenga la mirada fija en una cruz negra de 10 cm de longitud marcada en la pared a una distancia de 150 cm a la altura de sus ojos (Raymakers, Samson & Verhaar, 2005); b) en el caso de los ojos cerrados (OC), pidiendo a la persona que se imaginara mirando la cruz.

Durante los test, la base de sustentación se estandarizó la posición de los pies pidiendo al sujeto que se coloque sobre unas bandas blancas o marrones que se encontraban colocadas en la plataforma. En los test con la base de pies separados (10 cm) sobre superficie rígida (SR), se le solicita que se sitúe cada talón sobre una de las bandas marrones, dichas bandas estaban separadas 10 cm entre ellas en el medio de la plataforma, prefijadas por el equipo investigador para facilitar la colocación del sujeto. En los test con la base de pies juntos (PJ) sobre superficie rígida (SR), se le invita a situarse de pie con los talones juntos sobre una banda blanca marcada con cinta métrica en el medio de la plataforma (Uimonen, Laitakari, Sorri, Bloigu & Palva, 1992), dicha banda está establecida por la fábrica del aparato (Figura 16). En los test con base de pies separados (10 cm) sobre superficie espuma (SE), se solicita que coloque con los talones sobre

dos bandas marcadas previamente sobre la colchoneta que corresponde con las bandas marrones prefijas en la plataforma. En los test con la base con pies juntos (PJ) sobre superficie espuma (SE), se pide que ubique los talones sobre un círculo pintado previamente por el investigador en la colchoneta, dicho círculo coincide con la banda blanca media de la superficie firme de la plataforma (Figura 17).



Figura 16. Plataforma con las bandas para los test, superficie rígida, vista craneal.



Figura 17. Espuma con las marcas prefijas vista craneal.

En todas las pruebas el examinador se colocó al lado del paciente con los brazos abiertos, para evitar posibles golpes en caso de que el sujeto se desequilibrara y no aparecieran las reacciones de apoyo de las manos evitando una posible caída (Figura 18).

En el caso de que el paciente mostrara miedo en la preparación o realización de algún test del protocolo de los test de las posturas estáticas de oscilometría, se registraba.



Figura 18. Posición del investigador durante la prueba.

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE LA PLATAFORMA ESTÁTICA

Las pruebas realizadas pertenecen al grupo de medidas estáticas. Las variables que hemos analizado en cada una de las pruebas fueron (Figura 20):

- **“Velocidad Momento”** (Vel Moment): es el área cubierta por el desplazamiento del CoP dentro de la base de sustentación en un segundo, se muestra en milímetros² por segundo (mm²/s) (Paltamaa et al., 2005; Ha et al., 2014)
- **“Lado del cuadrado”** (Lado cuadrado): es la longitud del lado de un cuadrado que incluye el 90% de los puntos determinados durante la prueba, se mide en milímetros (mm).
- **“Velocidad media a lo largo del eje X”** (Vel X): es la velocidad media del centro de presiones a lo largo del eje X o el eje latero/lateral (plano coronal o frontal), se muestra en milímetros por segundos (mm/s) (Huisinga et al., 2012).
- **“Velocidad media a lo largo del eje Y”** (Vel Y): es la velocidad media del centro de presiones a lo largo del eje Y o el eje craneocaudal (plano sagital), se enuncia en milímetros por segundos (mm/s) (Huisinga et al., 2012).
- **“Distancia a lo largo del eje X”** (Distancia X): Es el espacio dentro del cual el centro de presiones se mueve en el eje X, se mide en milímetros (mm).
- **“Distancia a lo largo del eje Y”** (Distancia Y): Es el espacio dentro del cual el centro de presiones se mueve en el eje Y, se mide en milímetros (mm).

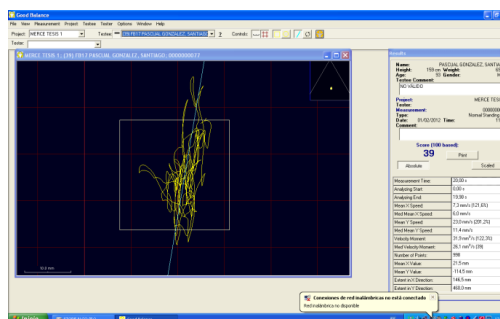


Figura 20. Captura de pantalla del ordenador de la plataforma con parámetros que aparecen por prueba.

3.3.2 Medidas Indirectas

Para evaluar el equilibrio de forma indirecta, hemos utilizado un protocolo de evaluación basándonos en las pruebas más utilizadas: la escala de equilibrio de Berg, la escala de Tinetti para el equilibrio y la marcha y 8 foot up & go.

La evaluación se llevó a cabo en una sola sesión, el protocolo de prueba se administró en 45-60 minutos, se permitió descansar entre las pruebas si era necesario. Las personas evaluadas realizaron las pruebas con su calzado normal, como podemos observar que realizan otros investigadores (Cattaneo et al., 2007).

En todos los casos se realizaron ensayos con explicación, demostración de la prueba con estímulos verbales, orientados a que el ejecutante desplegara su máximo potencial. El examinador cumplimentó los registros escritos de las medidas indirectas siguiendo la documentación que se puede encontrar en el Anexo III.

LA ESCALA DE EQUILIBRIO DE BERG

Para la cumplimentación de la escala se utilizó el siguiente material: una regla, un cronómetro, una silla, un taburete de 22 cm, espacio para girar 360° y se realizó mediante observación directa de la ejecución de las tareas (Berg et al., 1995).

La escala consta de 14 apartados que exigen a los sujetos mantener posturas o realizar tareas de movimiento de diversos grados de dificultad con aparatos que son cotidianos de la vida diaria (Berg, 1989b) (Figura 21).

Cada ítem se puntúa en una escala ordinal de cinco puntos que va desde 0 a 4, donde "0" representa nivel más bajo de capacidad para completar la prueba y "4" el nivel más alto para completar la tarea de forma independiente, la puntuación de cada apartado estaba incluida en el mismo cuestionario. La puntuación total del cuestionario es la suma de la calificación de todos los apartados. La puntuación máxima de la escala es de 56, tanto para población mayor o personas con EM (Berg et al., 1995; Cattaneo, Regola & Meotti, 2006).

De forma general, se acepta que las puntuaciones inferiores a 45 indican una alteración del equilibrio. Según los autores del cuestionario, hay rangos que indican diferentes niveles de riesgo de sufrir una caída en población mayor: de 56 a 41 es riesgo bajo de caída, de 40 a 21 es

riesgo medio de caída y de 20 a 0 es riesgo alto de caída (Berg, Wood-Dauphinee, Williams & Maki, 1992; Zwick, Rochelle, Choksi & Domowicz, 2000).



Figura 21. Escala de equilibrio de Berg.

LA ESCALA DE TINETTI

Es una escala observacional que consta de dos partes: la primera mide el equilibrio y la segunda mide la marcha (Tinetti, 1986).

El examinador pidió al paciente, que se sentara en una silla dura sin apoyabrazos en un lugar tranquilo. Se procedió a realizar las diferentes maniobras y observaciones del equilibrio que consta la escala (Fig. 22 y 23).

El apartado del equilibrio consta de 9 ítems que pueden cuantificarse de 0 a 2. La suma de los ítems del equilibrio es una puntuación de 16.

Una vez concluida la primera parte, se procedió a pedir al sujeto que caminara con su paso usual y con su ayuda habitual, la distancia recorrida era de 8 metros.

El examinador observaba cómo era el desplazamiento en base a los 7 ítems de la marcha de la escala. Cada ítem del apartado de la marcha, se puntúa de 0 a 1 ó 0 a 2 dependiendo de cada ítem. La suma de todos los ítems del apartado de la marcha hace un sumatorio de 12 puntos.

La suma de la puntuación del apartado del equilibrio y de la marcha es la puntuación total de la escala de Tinetti, siendo su puntuación máxima 28 puntos.

Su principal interés es detectar a aquellos mayores con riesgo de caídas, ya que tiene mayor valor predictivo que un examen neuromuscular estándar. Se ha determinado que el punto de corte menor a 24 puntos se relaciona como factor de riesgo para caídas y menor de 19 como riesgo alto de caída (Tinetti et al., 1988).



Figura 22. Tinetti-Equilibrio.

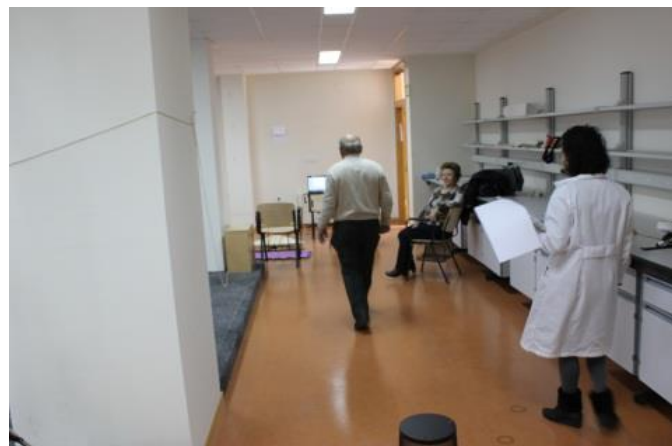


Figura 23. Tinetti-Marcha.

8 FOOT UP & GO

Se colocó una silla pegada a la pared con un cono de 60 cm a 2,44 metros (8 pies) desde la parte posterior del cono hasta el borde anterior de la silla (Rikli & Jones, 2001).

Se indicó al sujeto que se sentara en el medio de la silla manteniendo la espalda recta, los pies apoyados en el suelo con un pie ligeramente adelantado respecto al otro, el tronco inclinado ligeramente hacia delante y las manos sobre sus muslos (Figura 24).

A la señal de “ya” el participante se levantaba y caminaba lo más rápido que fuera posible hasta rodear el cono (sin tocarlo) y volver a sentarse.

El tiempo comenzaba a contar desde el momento que decíamos “ya”, aunque el participante no hubiera comenzado a moverse, el tiempo paraba cuando el participante se sentaba en la silla.

El examinador se colocaba entre la silla y el cono para ayudar al sujeto en el caso de que perdiera el equilibrio.

El participante realizaba la prueba en dos intentos, siendo la puntuación final la mejor realización.



Figura 24. Explicaciones de la prueba 8 pies UP & GO.

4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar la normalidad de los valores de las variables estudiadas se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov con la corrección de Lilliefors. La estadística descriptiva de las variables cuantitativas, se ha presentado con la media y la desviación estándar.

La fiabilidad se analizó mediante el índice de correlación intraclass ICC (2,1). Se fija acuerdo absoluto para el cálculo del CCI, no se contempla la posibilidad de existencia de un error sistemático derivado de otras causas ajenas al estudio. Se usan los criterios de Fleiss al tratarse de un estudio de investigación, definiendo ICC como pobre fiabilidad en valores por debajo de 0,4; 0,40 a 0,75 razonable a buena fiabilidad; y puntuaciones por encima de 0,75 excelente fiabilidad (Fleiss, 2011).

Para medir la fiabilidad absoluta, se utilizó el coeficiente de variación (CV), se realizó la adaptación Atkinson and Alan M. Nevill que mide el promedio de los CVs de cada uno de los sujetos individualmente en las tres repeticiones (Atkinson & Nevill, 1998). Del mismo modo, se utilizó el error estándar de medida (ESM), calculado como la proporción de la desviación no incluida en la fiabilidad, $SEM = SD * (\text{raíz cuadrada de } (1-ICC))$ (Dudek, 1979).

Las correlaciones entre las variables cuantitativas se realizó mediante el coeficiente de Spearman (dado que algunas de las variables no tenían una distribución normal) entre las medidas oscilométricas, escala de Berg, escala de Tinetti y 8 foot UP and GO.

Se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$. Se utilizó el paquete Statistical analysis SPSS 23.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

5 RESULTADOS

5.1 Fiabilidad test-retest en las evaluaciones oscilométricas en las condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies separados 10 cm/pies juntos en mayores, jóvenes y personas con Esclerosis Múltiple

Los datos de fiabilidad test-retest de las evaluaciones oscilométricas estáticas están agrupadas por las poblaciones estudiadas (mayores, jóvenes y Esclerosis Múltiple). Todas las tablas muestran los valores de la 1ª, 2ª y 3ª repetición de las pruebas oscilométricas, los valores del coeficiente de correlación intraclase, el intervalo de confianza al 95%, el coeficiente de variación y el ESM. Las posiciones estáticas en bipedestación estudiadas son los pies separados 10 cm y los talones juntos con las condiciones de ojos abiertos/ cerrados, en superficie rígida/ espuma. Las variables estudiadas son la velocidad momento, el lado del cuadrado, velocidad en X e Y, Distancia en X e Y.

La tabla 14 muestra resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con los pies separados 10 cm del grupo de mayores (n=101). Respecto a las condiciones sensoriales estudiadas, ojos abiertos y cerrados en superficie rígida y a continuación ojos abiertos y cerrados en superficie con espuma: las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad momento oscilaron entre $13,4 \pm 13,4$ y $43,8 \pm 36,8$ y entre $13,2 \pm 11,6$ y $38,6 \pm 40,4$, y entre $14,0 \pm 11,4$ y $40,0 \pm 31,5$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable longitud del lado del cuadrado oscilaron entre $13,6 \pm 4,5$ y $22,1 \pm 6,5$, y entre $12,1 \pm 3,9$ y $20,6 \pm 7,0$, y entre $12,8 \pm 4,3$ y $21,6 \pm 7,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en X oscilaron entre $4,5 \pm 2,3$ y $9,1 \pm 5,1$, y entre $4,9 \pm 2,3$ y $8,7 \pm 5,4$, y entre $5,2 \pm 2,8$ y $9,1 \pm 5,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en Y oscilaron entre $7,6 \pm 3,6$ y $14,9 \pm 6$, y entre $8 \pm 3,3$ y $14 \pm 5,5$ y entre $8,2 \pm 3,3$ y $13,4 \pm 4,8$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en X oscilaron entre $89,4 \pm 45,8$ y $181,1 \pm 101,4$ y entre $97,8 \pm 45,8$ y $173,5 \pm 107,7$ y entre $103,5 \pm 55,5$ y $182,4 \pm 102,9$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en Y oscilaron entre $152,1 \pm 71,1$ y $296,9 \pm 119,8$, y entre $159,7 \pm 66,1$ y $279,4 \pm 109,4$ y entre $164,2 \pm 66,9$ y $274,7 \pm 94,9$, respectivamente. El CCI con el intervalo de confianza entre todas las variables con todas las condiciones sensoriales variaron entre 0,47 (0,3-0,6) y 0,78 (0,9-0,7); sobre superficie rígida

variaron entre 0,61 (0,5-0,7) y 0,78 (0,9-0,7); sobre superficie de espuma variaron entre 0,53 (0,3-0,6) y 0,69 (0,6-0,8). El CV osciló entre 10,2 y 59,6. El ESM osciló entre 65,6 y 1,4.

Tabla 14. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de mayores (n=101).

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	CCI 95%	CV (%)	ESM
OA-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	13,4 ± 13,4	13,2 ± 11,6	14,0 ± 11,4	0,78	0,7 - 0,9	31,2	5,7
Lado cuadrado (mm)	13,6 ± 4,5	12,1 ± 3,9	12,8 ± 4,3	0,60	0,4 - 0,6	18,7	2,7
Vel X (mm/s)	4,5 ± 2,3	4,9 ± 2,3	5,2 ± 2,8	0,66	0,6 - 0,7	23,3	1,4
Vel Y (mm/s)	7,6 ± 3,6	8,0 ± 3,3	8,2 ± 3,3	0,77	0,7 - 0,8	17,1	1,6
Distancia X (mm)	89,4 ± 45,8	97,8 ± 45,8	103,5 ± 55,5	0,66	0,6 - 0,7	23,2	28,7
Distancia Y (mm)	152,1 ± 71,1	159,7 ± 66,1	164,2 ± 66,9	0,77	0,7 - 0,8	17,1	32,6
OC-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	17,6 ± 15,5	18,3 ± 20,2	21,4 ± 23,8	0,73	0,6 - 0,8	36,9	10,3
Lado cuadrado (mm)	14,4 ± 4,8	14,2 ± 5,3	14,8 ± 5,7	0,61	0,5 - 0,7	20,0	3,3
Vel X (mm/s)	5,2 ± 2,8	5,6 ± 3,4	6,4 ± 4,6	0,61	0,5 - 0,7	59,6	2,2
Vel Y (mm/s)	9,7 ± 4,6	9,9 ± 4,3	10,4 ± 5,0	0,75	0,7 - 0,8	20,0	2,3
Distancia X (mm)	104,0 ± 55,0	112,1 ± 68,6	128,6 ± 91,5	0,61	0,5 - 0,7	26,0	44,5
Distancia Y (mm)	193,8 ± 92,7	198,6 ± 86,6	208,7 ± 100,7	0,75	0,7 - 0,8	20,0	46,3
OA-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	27,1 ± 17,3	25,9 ± 16,4	25,9 ± 15,2	0,56	0,4 - 0,7	31,6	10,8
Lado cuadrado (mm)	18,8 ± 6,0	17,6 ± 5,2	18,5 ± 5,9	0,47	0,3 - 0,6	20,2	4,2
Vel X (mm/s)	7,1 ± 3,1	6,9 ± 2,9	6,9 ± 3,0	0,53	0,4 - 0,6	23,3	2,1
Vel Y (mm/s)	10,0 ± 3,1	10,3 ± 3,4	10,0 ± 3,1	0,57	0,5 - 0,7	16,4	2,1
Distancia X (mm)	141,3 ± 61,6	138,2 ± 57,8	138,7 ± 60,8	0,53	0,4 - 0,6	10,2	41,2
Distancia Y (mm)	199,3 ± 62,2	205,1 ± 68,8	199,0 ± 62,8	0,57	0,5 - 0,7	16,5	42,3
OC-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	43,8 ± 36,8	38,6 ± 40,4	40,0 ± 31,5	0,69	0,6 - 0,8	36,2	20,3
Lado cuadrado (mm)	22,1 ± 6,5	20,6 ± 7,0	21,6 ± 7,1	0,50	0,4 - 0,6	19,1	4,9
Vel X (mm/s)	9,1 ± 5,1	8,7 ± 5,4	9,1 ± 5,1	0,62	0,5 - 0,7	26,0	3,2
Vel Y (mm/s)	14,9 ± 6,0	14,0 ± 5,5	13,7 ± 4,8	0,61	0,5 - 0,7	18,8	3,4
Distancia X (mm)	181,1 ± 101,4	173,5 ± 107,7	182,4 ± 102,9	0,62	0,5 - 0,7	26,0	64,4
Distancia Y (mm)	296,9 ± 119,8	279,4 ± 109,4	274,7 ± 94,9	0,63	0,5 - 0,7	18,8	65,6

Leyenda: OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; SEM, error standar de medida.

La tabla 15 muestra resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de mayores (n=101). Respecto a las condiciones sensoriales estudiadas, ojos abiertos y cerrados en superficie rígida y a continuación ojos abiertos y cerrados en superficie con espuma: las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad momento oscilaron entre 27,8 ± 19,2 y 99,9 ± 69,5 y entre 27,5 ± 18,7 y 85,4 ± 52,3, y entre 28,6 ± 19,9 y 80,4 ± 45,1, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable longitud del lado del cuadrado oscilaron entre 17,2 ± 5,2 y 30,8 ± 10,1, y entre 16,4 ± 4,8 y 28,7 ± 8,7 y entre 17,4 ± 5,4 y 29 ± 8,3, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en X oscilaron entre 8,7 ± 3,4 y 18,5 ± 7,3, y entre 9 ± 3,7 y 17,4 ± 7,5, y entre 9,1 ± 3,9 y 16,4 ± 6,1, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en Y oscilaron entre 9,7 ± 3,5 y 18,6 ± 6,7 y entre 9,4 ± 3,4 y 17,4 ± 5,4 y entre 9,6 ± 4,1 y 16,8 ± 5,3,

respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en X oscilaron entre $173,9 \pm 67,6$ y $372,3 \pm 147,3$ y entre $197,7 \pm 74,4$ y $346,7 \pm 149,4$ y entre $181,5 \pm 78,6$ y $327,1 \pm 122,2$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en Y oscilaron entre $193,4 \pm 69,2$ y $369 \pm 136,5$, y entre $187,1 \pm 68,5$ y $346,9 \pm 108,2$ y entre $190,9 \pm 81,3$ y $335,4 \pm 106,3$, respectivamente. El CCI con el intervalo de confianza entre todas las variables con todas las condiciones sensoriales variaron entre 0,61 (0,4-0,6) y 0,86 (0,8-0,9); sobre superficie rígida variaron entre 0,66 (0,4-0,7) y 0,86 (0,8-0,9); sobre superficie de espuma variaron entre 0,63 (0,5-0,7) y 0,72 (0,6-0,8). El CV osciló entre 13,3 y 32,2. El ESM osciló entre 3 y 79,2.

Tabla 15. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de mayores (n=101).

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	CCI 95%	CV (%)	ESM
OA-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	27,8 ± 19,2	27,5 ± 18,7	28,6 ± 19,9	0,77	0,7 - 0,8	32,2	9,2
Lado cuadrado (mm)	17,2 ± 5,2	16,4 ± 4,8	17,4 ± 5,4	0,66	0,4 - 0,7	17,9	3,0
Vel X (mm/s)	8,7 ± 3,4	9,0 ± 3,7	9,1 ± 3,9	0,74	0,7 - 0,8	17,8	1,9
Vel Y (mm/s)	9,7 ± 3,5	9,4 ± 3,4	9,6 ± 4,1	0,81	0,7 - 0,9	14,6	1,6
Distancia X (mm)	173,9 ± 67,6	179,7 ± 74,4	181,5 ± 78,6	0,74	0,7 - 0,8	16,4	37,5
Distancia Y (mm)	193,4 ± 69,2	187,1 ± 68,5	190,9 ± 81,3	0,81	0,7 - 0,9	14,6	32,2
OC-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	53,0 ± 69,3	45,3 ± 44,3	43,2 ± 40,6	0,77	0,7 - 0,8	31,4	24,4
Lado cuadrado (mm)	21,5 ± 8,7	20,4 ± 7,3	19,9 ± 7,2	0,66	0,6 - 0,7	17,7	4,5
Vel X (mm/s)	12,1 ± 6,2	11,7 ± 5,5	11,7 ± 5,8	0,75	0,7 - 0,8	20,5	2,9
Vel Y (mm/s)	13,4 ± 6,4	12,8 ± 6,1	12,7 ± 6,2	0,86	0,8 - 0,9	15,5	2,4
Distancia X (mm)	242,4 ± 123,3	233,8 ± 110,1	233,3 ± 116,8	0,75	0,7 - 0,8	20,5	58,0
Distancia Y (mm)	267,2 ± 128,6	256,3 ± 120,9	252,8 ± 123,7	0,86	0,8 - 0,9	15,5	47,2
OA-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	51,9 ± 26,0	48,2 ± 25,3	50,3 ± 27,4	0,63	0,5 - 0,7	25,9	16,0
Lado cuadrado (mm)	24,4 ± 7,1	23,8 ± 7,2	24,1 ± 7,6	0,61	0,4 - 0,6	17,5	4,5
Vel X (mm/s)	12,1 ± 3,7	11,7 ± 3,9	11,6 ± 3,8	0,65	0,6 - 0,7	16,4	2,2
Vel Y (mm/s)	12,5 ± 3,4	11,7 ± 3,5	12,1 ± 3,8	0,72	0,6 - 0,8	13,3	1,9
Distancia X (mm)	242,5 ± 74,3	233,4 ± 77,0	232,6 ± 76,1	0,65	0,6 - 0,7	16,4	44,9
Distancia Y (mm)	249,6 ± 67,6	234,0 ± 69,0	242,5 ± 75,5	0,72	0,6 - 0,8	13,3	37,4
OC-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	99,9 ± 69,5	85,4 ± 52,3	80,4 ± 45,1	0,64	0,5 - 0,7	31,7	33,5
Lado cuadrado (mm)	30,8 ± 10,1	28,7 ± 8,7	29,0 ± 8,3	0,68	0,4 - 0,6	19,0	5,1
Vel X (mm/s)	18,5 ± 7,3	17,4 ± 7,5	16,4 ± 6,1	0,66	0,6 - 0,7	19,4	4,0
Vel Y (mm/s)	18,6 ± 6,7	17,4 ± 5,4	16,8 ± 5,3	0,69	0,6 - 0,8	16,0	3,3
Distancia X (mm)	372,3 ± 147,3	346,7 ± 149,4	327,1 ± 122,2	0,68	0,6 - 0,8	19,3	79,2
Distancia Y (mm)	369,0 ± 136,5	346,9 ± 108,2	335,4 ± 106,3	0,63	0,5 - 0,7	16,5	71,1

Leyenda: OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado; CCI, coeficiente de correlación intraclass (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

La tabla 16 muestra resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de jóvenes (n=25). Respecto a las condiciones sensoriales estudiadas, ojos abiertos y cerrados en superficie

rígida y a continuación ojos abiertos y cerrados en superficie con espuma: las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad momento oscilaron entre $8,3 \pm 3,7$ y $24,5 \pm 10,5$ y entre $10,7 \pm 7,3$ y $22,2 \pm 12,5$, y entre $9,9 \pm 5,2$ y $19,7 \pm 9,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable longitud del lado del cuadrado oscilaron entre $11,6 \pm 2,7$ y $16,2 \pm 2,5$, y entre $12,3 \pm 4,4$ y $16,1 \pm 4,1$ y entre $11,3 \pm 4,2$ y $15,4 \pm 4,5$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en X oscilaron entre $3,9 \pm 1,4$ y $7,5 \pm 2,6$, y entre $4,9 \pm 2,1$ y $7,4 \pm 2,9$, y entre $4,7 \pm 1,3$ y $7,1 \pm 2,3$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en Y oscilaron entre $5,2 \pm 1,1$ y $11,2 \pm 2,9$ y entre $5,2 \pm 1,2$ y $9,3 \pm 2,3$ y entre $5,3 \pm 1,2$ y $9,2 \pm 2,4$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en X oscilaron entre $70 \pm 28,3$ y $151,2 \pm 51,9$ y entre $97,1 \pm 41,5$ y $147,1 \pm 57,7$ y entre $94,8 \pm 26,8$ y $140,4 \pm 45$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en Y oscilaron entre $104,2 \pm 21,8$ y $225,5 \pm 57,6$, y entre $104,2 \pm 24,7$ y $184,5 \pm 46,6$ y entre $105,1 \pm 23,8$ y $183 \pm 47,6$ respectivamente. El CCI con el intervalo de confianza al 95% entre todas las variables con todas las condiciones sensoriales variaron entre 0,21 (0,0-0,5) y 0,73 (0,5-0,9); sobre superficie rígida variaron entre 0,37 (0,1-0,6) y 0,62 (0,4-0,8); sobre superficie de espuma variaron entre 0,21 (0,0-0,5) y 0,73 (0,5-0,9). El CV osciló entre 11,2 y 44,7. El ESM osciló entre 0,9 y 36,9.

Tabla 16. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de jóvenes (n=25).

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	CCI 95%	CV (%)	ESM
OA-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	8,3 ± 3,7	10,7 ± 7,3	9,9 ± 5,2	0,43	0,2 - 0,7	28,9	4,1
Lado cuadrado (mm)	11,6 ± 2,7	12,3 ± 4,4	11,3 ± 4,2	0,37	0,1 - 0,6	21,2	3,0
Vel X (mm/s)	3,9 ± 1,4	4,9 ± 2,1	4,7 ± 1,3	0,59	0,4 - 0,8	20,3	1,0
Vel Y (mm/s)	5,2 ± 1,1	5,2 ± 1,2	5,3 ± 1,2	0,39	0,1 - 0,6	16,1	0,9
Distancia X (mm)	77,0 ± 28,3	98,0 ± 42,2	94,8 ± 26,8	0,59	0,3 - 0,8	20,3	20,7
Distancia Y (mm)	104,2 ± 21,8	104,2 ± 24,7	105,1 ± 23,8	0,39	0,1 - 0,6	16,1	18,3
OC-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	12,1 ± 6,5	12,0 ± 7,9	11,3 ± 5,9	0,62	0,4 - 0,8	30,3	4,2
Lado cuadrado (mm)	12,5 ± 3,0	12,6 ± 4,4	12,5 ± 3,2	0,56	0,3 - 0,8	16,3	2,4
Vel X (mm/s)	5,0 ± 2,1	4,9 ± 2,1	4,9 ± 1,6	0,62	0,4 - 0,8	44,7	1,2
Vel Y (mm/s)	6,9 ± 1,8	6,3 ± 2,1	6,8 ± 1,5	0,56	0,3 - 0,8	15,5	1,2
Distancia X (mm)	99,1 ± 42,6	97,1 ± 41,5	98,5 ± 32,7	0,62	0,4 - 0,8	21,9	24,1
Distancia Y (mm)	137,6 ± 35,1	126,4 ± 42,5	135,5 ± 29,0	0,55	0,3 - 0,8	15,5	23,7
OA-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	16,6 ± 9,4	13,5 ± 3,8	15,9 ± 7,1	0,25	0,0 - 0,5	31,1	5,8
Lado cuadrado (mm)	14,9 ± 5,3	14,1 ± 3,7	15,3 ± 5,7	0,21	0,0 - 0,5	22,9	4,4
Vel X (mm/s)	6,1 ± 2,5	6,1 ± 2,4	5,6 ± 1,7	0,59	0,3 - 0,8	18,0	1,4
Vel Y (mm/s)	7,1 ± 1,9	7,4 ± 2,2	6,7 ± 1,3	0,28	0,0 - 0,6	16,0	1,5
Distancia X (mm)	122,1 ± 49,2	114,2 ± 31,9	114,8 ± 33,7	0,59	0,3 - 0,8	11,2	24,5
Distancia Y (mm)	142,1 ± 37,9	147,6 ± 44,9	133,9 ± 25,1	0,24	0,0 - 0,5	15,8	31,3
OC-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	24,5 ± 10,5	22,2 ± 12,5	19,7 ± 9,1	0,48	0,2 - 0,7	29,6	7,7
Lado cuadrado (mm)	16,2 ± 2,5	16,1 ± 4,1	15,4 ± 4,5	0,45	0,2 - 0,7	14,4	2,7
Vel X (mm/s)	7,5 ± 2,6	7,4 ± 2,9	7,1 ± 2,3	0,73	0,5 - 0,9	18,1	1,3
Vel Y (mm/s)	11,2 ± 2,9	9,3 ± 2,3	9,2 ± 2,4	0,47	0,2 - 0,7	17,4	1,9
Distancia X (mm)	151,2 ± 51,9	147,1 ± 57,7	140,4 ± 45,0	0,71	0,5 - 0,8	17,9	27,8
Distancia Y (mm)	225,3 ± 57,6	184,5 ± 46,6	183,0 ± 47,6	0,47	0,1 - 0,6	18,1	36,9

Leyenda: OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

La tabla 17 muestra resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de jóvenes (n=25). Respecto a las condiciones sensoriales estudiadas, ojos abiertos y cerrados en superficie rígida y a continuación ojos abiertos y cerrados en superficie con espuma: las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad momento oscilaron entre $16,7 \pm 6,7$ y $53,8 \pm 30,8$ y entre $15,6 \pm 5,9$ y $43,3 \pm 31,6$, y entre $14,9 \pm 5,8$ y $38,6 \pm 25,3$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable longitud del lado del cuadrado oscilaron entre $14,2 \pm 3,1$ y $24,5 \pm 7,9$, y entre $14,5 \pm 3,2$ y $21,7 \pm 9,6$ y entre $14,5 \pm 3,5$ y $20,7 \pm 8$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en X oscilaron entre $6,9 \pm 1,9$ y $12,1 \pm 3,7$, y entre $5,9 \pm 1,5$ y $11,4 \pm 3,9$, y entre $6,1 \pm 1,3$ y $11,2 \pm 4,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en Y oscilaron entre $6,1 \pm 0,9$ y $13,6 \pm 3,6$ y entre $6,3 \pm 1,8$ y $11,8 \pm 3$ y entre $6 \pm 1,3$ y $11,1 \pm 2,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en X oscilaron entre $137,2 \pm 38,1$ y $240,9 \pm 73,2$ y entre $117,4 \pm 29,7$ y $228,3 \pm 78,3$ y entre $121,8 \pm 35,8$ y $223,8 \pm 82$ respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en Y oscilaron entre $121,2$

$\pm 18,7$ y $270,9 \pm 71,7$, y entre $126,4 \pm 36,9$ y $235,6 \pm 60,9$ y entre $118,9 \pm 25,7$ y $221,3 \pm 41,1$ respectivamente. El CCI con el intervalo de confianza al 95% entre todas las variables con todas las condiciones sensoriales variaron entre 0,39 (0,2-0,5) y 0,82 (0,5-0,9); sobre superficie rígida variaron entre 0,50 (0-0,7) y 0,82 (0,5-0,9); sobre superficie de espuma variaron entre 0,39 (0,2-0,5) y 0,77 (0,5-0,9). El CV osciló entre 10,2 y 33,2. El ESM osciló entre 0,7 y 44,9.

Tabla 17. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de jóvenes (n=25).

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	CCI 95%	CV (%)	ESM
OA-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	16,7 ± 6,7	15,6 ± 5,9	14,9 ± 5,8	0,81	0,6 - 0,9	24,1	2,7
Lado cuadrado (mm)	14,2 ± 3,1	14,5 ± 3,2	14,2 ± 3,5	0,51	0,3 - 0,7	15,9	2,3
Vel X (mm/s)	6,9 ± 1,9	5,9 ± 1,5	6,1 ± 1,8	0,82	0,5 - 0,9	15,1	0,7
Vel Y (mm/s)	6,1 ± 0,9	6,3 ± 1,8	6,0 ± 1,3	0,73	0,3 - 0,8	10,2	0,7
Distancia X (mm)	137,2 ± 38,1	117,4 ± 29,7	121,8 ± 35,8	0,80	0,5 - 0,9	13,5	15,4
Distancia Y (mm)	121,2 ± 18,7	126,4 ± 36,9	118,9 ± 25,7	0,71	0,3 - 0,8	10,2	14,6
OC-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	27,1 ± 13,8	20,4 ± 10,2	24,7 ± 9,7	0,50	0,1 - 0,7	29,4	8,0
Lado cuadrado (mm)	17,6 ± 4,2	16,3 ± 4,9	17,7 ± 4,1	0,53	0,1 - 0,7	18,2	3,0
Vel X (mm/s)	8,4 ± 2,9	7,2 ± 2,7	8,2 ± 2,2	0,61	0,2 - 0,8	20,0	1,6
Vel Y (mm/s)	8,6 ± 1,7	8,0 ± 1,9	8,1 ± 2,1	0,70	0,3 - 0,8	15,1	1,0
Distancia X (mm)	167,5 ± 58,6	144,5 ± 53,5	164,0 ± 44,8	0,62	0,2 - 0,8	20,0	32,2
Distancia Y (mm)	172,4 ± 33,8	159,0 ± 38,8	161,8 ± 41,7	0,71	0,3 - 0,8	15,1	20,5
OA-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	22,3 ± 10,8	20,1 ± 8,4	20,5 ± 7,5	0,40	0,2 - 0,6	33,2	6,9
Lado cuadrado (mm)	17,2 ± 5,6	17,1 ± 6,0	16,2 ± 3,9	0,40	0,0 - 0,5	21,9	4,0
Vel X (mm/s)	8,2 ± 3,2	7,0 ± 1,7	7,4 ± 1,4	0,39	0,2 - 0,5	16,2	1,6
Vel Y (mm/s)	7,6 ± 1,6	7,5 ± 1,7	7,3 ± 1,8	0,40	0,1 - 0,6	16,8	1,3
Distancia X (mm)	154,6 ± 44,9	139,8 ± 33,2	147,6 ± 27,2	0,61	0,3 - 0,8	13,6	22,0
Distancia Y (mm)	152,0 ± 31,4	149,1 ± 34,2	145,0 ± 35,2	0,40	0,1 - 0,6	16,8	26,0
OC-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	53,8 ± 30,8	43,3 ± 31,6	38,6 ± 25,3	0,77	0,5 - 0,9	31,0	14,0
Lado cuadrado (mm)	24,5 ± 7,9	21,7 ± 9,6	20,7 ± 8,0	0,73	0,5 - 0,9	19,3	4,4
Vel X (mm/s)	12,1 ± 3,7	11,4 ± 3,9	11,2 ± 4,1	0,61	0,3 - 0,8	16,9	2,4
Vel Y (mm/s)	13,6 ± 3,6	11,8 ± 3,0	11,1 ± 2,1	0,40	0,3 - 0,5	20,3	2,2
Distancia X (mm)	240,9 ± 73,2	228,3 ± 78,3	223,8 ± 82,0	0,71	0,5 - 0,8	16,9	41,9
Distancia Y (mm)	270,9 ± 71,7	235,6 ± 60,9	221,3 ± 41,1	0,40	0,3 - 0,6	20,3	44,9

Leyenda: OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error estándar de medida.

La tabla 18 muestra resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de personas con EM (n=18). Respecto a las condiciones sensoriales estudiadas, ojos abiertos y cerrados en superficie rígida y a continuación ojos abiertos y cerrados en superficie con espuma: las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad momento oscilaron entre $21,6 \pm 21,1$ y $123,2 \pm 146,7$ y entre $25,9 \pm 19,6$ y $77,4 \pm 60,3$, y entre $29,2 \pm 19,6$ y $90,1 \pm 81,7$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª

repeticiones de la variable longitud del lado del cuadrado oscilaron entre $16,2 \pm 6,8$ y $31,3 \pm 16$, y entre $16,3 \pm 6,4$ y $27,4 \pm 10,9$ y entre $16,8 \pm 6,6$ y $29,3 \pm 14,4$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en X oscilaron entre $6,7 \pm 4,4$ y $16,5 \pm 14$, y entre $7,7 \pm 4,8$ y $16,5 \pm 14$, y entre $8,5 \pm 5,4$ y $14,5 \pm 8,7$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en Y oscilaron entre $8,7 \pm 3,5$ y $22,3 \pm 15,1$ y entre $9,5 \pm 4,6$ y $18,2 \pm 7,5$ y entre $9,53 \pm 4,7$ y $17,8 \pm 7,5$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en X oscilaron entre $134,7 \pm 88,7$ y $329,3 \pm 280,4$ y entre $153,2 \pm 95,7$ y $285,1 \pm 189,4$ y entre $170 \pm 107,1$ y $289,8 \pm 173,8$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en Y oscilaron entre $173,3 \pm 70,9$ y $445,5 \pm 301,9$, y entre $190,3 \pm 92,3$ y $363,3 \pm 150,2$ y entre $190,4 \pm 94,8$ y $356,6 \pm 150,2$ respectivamente. El CCI con el intervalo de confianza al 95% entre todas las variables con todas las condiciones sensoriales variaron entre 0,4 (0,4-0,8) y 0,7 (0,5-0,9); sobre superficie rígida variaron entre 0,66 (0,5-0,8) y 0,84 (0,7-0,9); sobre superficie de espuma variaron entre 0,65 (0,4-0,8) y 0,7 (0,6-0,9). El CV osciló entre 16,7 y 49,6. El ESM osciló entre 2,28 y 116,63.

Tabla 18. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies separados 10 cm del grupo de personas con esclerosis múltiple (n=18).

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	CCI 95%	CV (%)	ESM
Piernas separadas 10 cm							
OA-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	21,6 ± 21,1	25,9 ± 19,6	29,2 ± 24,4	0,66	0,5 - 0,8	35,8	12,7
Lado cuadrado (mm)	16,2 ± 6,8	16,3 ± 6,4	16,8 ± 6,6	0,75	0,5 - 0,8	24,0	3,3
Vel X (mm/s)	6,7 ± 4,4	7,7 ± 4,8	8,5 ± 5,4	0,78	0,5 - 0,9	27,2	2,3
Vel Y (mm/s)	8,7 ± 3,5	9,5 ± 4,6	9,5 ± 4,7	0,76	0,5 - 0,8	19,7	2,1
Distancia X (mm)	134,7 ± 88,7	153,2 ± 95,7	170,0 ± 107,1	0,80	0,7 - 0,9	27,2	43,4
Distancia Y (mm)	173,3 ± 70,9	190,3 ± 92,3	190,4 ± 94,8	0,77	0,5 - 0,9	19,7	41,2
OC-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	84,1 ± 133,0	53,6 ± 65,6	47,1 ± 53,5	0,69	0,5 - 0,9	36,3	46,7
Lado cuadrado (mm)	25,1 ± 16,4	26,2 ± 6,4	21,4 ± 10,2	0,77	0,6 - 0,9	16,7	5,3
Vel X (mm/s)	11,9 ± 10,3	12,0 ± 10,5	10,7 ± 7,7	0,84	0,7 - 0,9	27,8	3,8
Vel Y (mm/s)	18,0 ± 15,6	14,4 ± 8,6	14,5 ± 7,1	0,75	0,5 - 0,9	20,9	5,2
Distancia X (mm)	237,7 ± 205,4	239,5 ± 210,5	214,0 ± 154,6	0,84	0,7 - 0,9	25,0	75,1
Distancia Y (mm)	359,8 ± 310,8	288,1 ± 172,7	288,8 ± 141,3	0,70	0,6 - 0,9	20,9	114,6
OA-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	41,3 ± 29,2	40,5 ± 29,2	42,1 ± 28,1	0,69	0,5 - 0,8	41,1	16,0
Lado cuadrado (mm)	26,7 ± 25,0	22,0 ± 8,8	22,0 ± 8,4	0,68	0,5 - 0,7	49,6	7,9
Vel X (mm/s)	14,6 ± 22,3	10,1 ± 6,3	9,8 ± 5,1	0,70	0,6 - 0,8	26,8	6,2
Vel Y (mm/s)	14,7 ± 13,0	14,0 ± 7,1	11,2 ± 4,9	0,71	0,6 - 0,8	28,0	4,5
Distancia X (mm)	290,7 ± 445,7	202,6 ± 126,3	196,5 ± 101,3	0,73	0,6 - 0,8	20,0	116,6
Distancia Y (mm)	294,5 ± 259,1	238,6 ± 98,5	222,9 ± 97,8	0,70	0,6 - 0,8	26,2	83,1
OC-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	123,2 ± 146,7	77,4 ± 60,3	90,1 ± 81,7	0,65	0,4 - 0,8	45,6	56,9
Lado cuadrado (mm)	31,3 ± 16,0	27,4 ± 10,9	29,3 ± 14,4	0,70	0,6 - 0,8	23,8	7,5
Vel X (mm/s)	16,5 ± 14,0	16,5 ± 14,0	14,5 ± 8,7	0,79	0,6 - 0,9	28,2	5,6
Vel Y (mm/s)	22,3 ± 15,1	18,2 ± 7,5	17,8 ± 7,5	0,74	0,6 - 0,9	26,4	5,1
Distancia X (mm)	329,3 ± 280,4	285,1 ± 189,4	289,8 ± 173,8	0,78	0,6 - 0,9	33,0	100,6
Distancia Y (mm)	445,5 ± 301,9	363,3 ± 150,2	356,6 ± 150,2	0,71	0,6 - 0,8	26,4	108,1

Leyenda: OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

La tabla 19 muestra resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de personas con EM (n=18). Respecto a las condiciones sensoriales estudiadas, ojos abiertos y cerrados en superficie rígida y a continuación ojos abiertos y cerrados en superficie con espuma: las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad momento oscilaron entre $34,2 \pm 17,9$ y $108,9 \pm 120,2$, y entre $38,8 \pm 30,4$ y $109,1 \pm 113,5$, y entre $38,8 \pm 29,3$ y $81,2 \pm 80,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable longitud del lado del cuadrado oscilaron entre $19,3 \pm 4,9$ y $30,6 \pm 11,8$, y entre $19,7 \pm 9,1$ y $28,6 \pm 10,6$ y entre $19,9 \pm 8,1$ y $28,7 \pm 9,7$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en X oscilaron entre $9,9 \pm 4,8$ y $18,6 \pm 8,6$ y entre $10,2 \pm 5,5$ y $18,2 \pm 11,8$, y entre $10,4 \pm 4,3$ y $16,3 \pm 6,8$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable velocidad en Y oscilaron entre $11,5 \pm 5,1$ y $20,9 \pm 12,2$, y entre $10,7 \pm 4,9$ y $19,4 \pm 11$, y entre $11,1 \pm 5$ y $16,9 \pm 8,2$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la

variable distancia en X oscilaron entre $197,6 \pm 93$ y $372,5 \pm 171,9$, y entre $203,9 \pm 109,1$ y $363 \pm 237,7$, y entre $209,8 \pm 87,5$ y $326,5 \pm 135,1$, respectivamente; las 1ª, 2ª y 3ª repeticiones de la variable distancia en Y oscilaron entre $227,1 \pm 106,2$ y $415,8 \pm 242,3$, y entre $211,9 \pm 98,9$ y $363 \pm 237,7$, y entre $222,3 \pm 97,9$ y $331,3 \pm 122,5$ respectivamente. El CCI con el intervalo de confianza al 95% entre todas las variables con todas las condiciones sensoriales variaron entre 0,69 (0,5-0,9) y 0,92 (0,8-1); sobre superficie rígida variaron entre 0,69 (0,5-0,9) y 0,92 (0,8-1); sobre superficie de espuma variaron entre 0,69 (0,4-0,8) y 0,79 (0,6-0,9). El CV osciló entre 16,1 y 30,4. El ESM osciló entre 1,41 y 65,12.

Tabla 19. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas directas de oscilometría con pies juntos del grupo de personas con esclerosis múltiple (n=18).

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	CCI 95%	CV (%)	ESM
OA-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	34,2 ± 17,9	38,8 ± 30,4	38,8 ± 29,3	0,69	0,5 - 0,9	29,3	14,4
Lado cuadrado (mm)	19,3 ± 4,9	19,7 ± 9,1	19,9 ± 8,1	0,74	0,5 - 0,9	16,7	3,8
Vel X (mm/s)	9,9 ± 4,8	10,2 ± 5,5	10,4 ± 4,3	0,81	0,6 - 1	18,6	2,1
Vel Y (mm/s)	11,5 ± 5,1	10,7 ± 4,9	11,1 ± 5	0,92	0,8 - 1	13,4	1,4
Distancia X (mm)	197,6 ± 93	203,9 ± 109,1	209,8 ± 87,5	0,81	0,6 - 0,9	17,6	42,1
Distancia Y (mm)	227,1 ± 106,2	211,9 ± 98,9	222,3 ± 97,9	0,92	0,8 - 1	13,4	28,6
OC-SR							
Vel Moment (mm ² /s)	108,9 ± 120,2	109,1 ± 113,5	81,2 ± 80,1	0,83	0,7 - 0,9	30,4	43,1
Lado cuadrado (mm)	29,3 ± 13,6	31,4 ± 13,9	27,7 ± 13,3	0,81	0,6 - 0,9	15,9	5,9
Vel X (mm/s)	18,4 ± 11,1	18,2 ± 11,8	15,6 ± 8,3	0,84	0,7 - 0,9	18,7	4,2
Vel Y (mm/s)	20,9 ± 12,2	19,4 ± 11	16,9 ± 8,2	0,80	0,6 - 0,9	17,1	4,7
Distancia X (mm)	367,6 ± 223,6	363 ± 237,7	311 ± 165,8	0,85	0,7 - 0,9	18,7	81,0
Distancia Y (mm)	415,8 ± 242,3	389,1 ± 217,9	337,5 ± 162,5	0,79	0,6 - 0,9	17,1	95,1
OA-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	61,8 ± 45,2	49,2 ± 27,2	53,9 ± 30,8	0,69	0,4 - 0,8	28,7	19,2
Lado cuadrado (mm)	25,8 ± 10,2	23,1 ± 7,1	24,6 ± 8,6	0,69	0,4 - 0,8	18,2	4,8
Vel X (mm/s)	17,6 ± 13,5	12,6 ± 4,9	13,3 ± 5,7	0,69	0,4 - 0,7	17,9	4,5
Vel Y (mm/s)	14,5 ± 5,51	12,3 ± 3,74	13,1 ± 5,1	0,70	0,5 - 0,8	16,1	2,6
Distancia X (mm)	197,6 ± 93	203,9 ± 109,1	209,8 ± 87,5	0,73	0,5 - 0,9	20,3	50,2
Distancia Y (mm)	227,1 ± 106,2	211,9 ± 98,9	222,3 ± 97,9	0,70	0,5 - 0,9	16,1	55,3
OC-SE							
Vel Moment (mm ² /s)	105,3 ± 87,3	87,9 ± 70,2	80,6 ± 53,5	0,69	0,4 - 0,8	28,1	39,2
Lado cuadrado (mm)	30,6 ± 11,8	28,6 ± 10,6	28,7 ± 9,7	0,80	0,6 - 0,9	13,6	4,8
Vel X (mm/s)	18,6 ± 8,6	17,3 ± 8,3	16,3 ± 6,8	0,79	0,6 - 0,9	16,7	3,6
Vel Y (mm/s)	19,3 ± 8	17,5 ± 6,9	16,5 ± 6,2	0,70	0,5 - 0,9	18,9	3,9
Distancia X (mm)	372,5 ± 171,9	345,9 ± 166,9	326,5 ± 135,1	0,79	0,6 - 0,9	16,7	72,4
Distancia Y (mm)	384,1 ± 161,4	348,8 ± 136,8	331,3 ± 122,5	0,70	0,5 - 0,9	18,9	76,8

Leyenda: OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado; CCI, coeficiente de correlación intraclassa (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

5.2 Fiabilidad test-retest en las medidas indirectas de la Escala de Berg, Escala de Tinetti-Equilibrio/Marcha y 8 foot up&go en personas mayores, jóvenes y personas con Esclerosis Múltiple

Las tablas 20, 21 y 22 muestran resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las pruebas indirectas del grupo de mayores (n=86), jóvenes (n=27) y esclerosis múltiple (n=25), respectivamente. Las tablas muestran los valores de la 1ª, 2ª y 3ª repetición de las pruebas BBS, la Escala de Tinetti-Equilibrio/Tinetti-Marcha y el 8 foot up&go, los valores del coeficiente de correlación intraclase, la fuerza de concordancia según los valores del coeficiente de correlación intraclase, el intervalo de confianza al 95%, el coeficiente de variación y error estándar de medida.

A la hora de estudiar el grupo de los mayores (tabla 20), observamos el test-retest de la BBS: los valores de las repeticiones variaron entre $52,2 \pm 3,7$ y $53,1 \pm 3,1$, el CCI (CI 95%) tuvo una excelente fuerza de concordancia, 0,93 (0,90-0,95), el CV es 1,3 y el ESM es 0,9. En el test-retest de la Escala de Tinetti-equilibrio se observó como los valores de las 3 repeticiones fueron iguales ($15,8 \pm 0,5$), siendo el CCI (CI 95%) 0,92 (0,89-0,95) mostró excelente fuerza de concordancia, el CV fue 0,2 y el ESM fue 0,1; y en la escala de Tinetti-Marcha, los valores de repetición variaron entre $11,9 \pm 0,6$ y $11,9 \pm 0,7$, siendo el CCI (CI 95%) de 0,95 (0,93-0,97) mostrando excelente fuerza de concordancia, el CV fue 0,3 y el ESM fue 0,1. Por último, el test-retest de 8 foot up&go varió en las repeticiones entre $6,5 \pm 2,3$ y $6,0 \pm 2,1$, mostrando el CCI (CI 95%) 0,95 (0,93-0,97) mostró excelente fuerza de concordancia, el CV fue 6 y ESM fue 0,5.

Tabla 20. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las medidas indirectas del grupo de mayores (N=86)

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	(CI 95%)	CV (%)	ESM
BBS	$52,2 \pm 3,7$	$52,9 \pm 3,4$	$53,1 \pm 3,4$	0,93	0,9 - 1,0	1,3	0,9
TE	$15,8 \pm 0,5$	$15,8 \pm 0,5$	$15,8 \pm 0,5$	0,92	0,9 - 0,9	0,2	0,1
TM	$11,9 \pm 0,6$	$11,9 \pm 0,7$	$11,9 \pm 0,6$	0,95	0,9 - 1,0	0,3	0,1
8 foot UP&GO	$6,5 \pm 2,3$	$6,1 \pm 2,1$	$6,0 \pm 2,1$	0,95	0,9 - 1,0	6,0	0,5

Leyenda: BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti - equilibrio, TM, Tinetti -marcha; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

Cuando estudiamos el grupo de jóvenes (tabla 21), observamos que el test-retest de BBS mostró variación de las repeticiones entre $55,9 \pm 0,3$ y $55,9 \pm 0,4$, el CCI (CI 95%) manifestó buena fuerza de concordancia 0,64 (0,44-0,80), el CV fue 0,1 y ESM fue 0,2. En el test-retest de la Escala de Tinetti en el equilibrio y marcha no varió en las 3 repeticiones, 16, 12, respectivamente. El CCI no obtuvo valores porque la varianza entre los sujetos fue 0. En el test-retest de 8 foot up&go, las repeticiones variaron entre $4,2 \pm 0,4$ y $4,0 \pm 0,4$, el CCI (CI 95%) obtuvo razonable fuerza de concordancia 0,48 (0,25-0,69), el CV fue 4,5 y el ESM fue 0,3.

Tabla 21. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las medidas indirectas del grupo de jóvenes (N=27)

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	(CI 95%)	CV (%)	SEM
BBS	55,9 ± 0,4	55,9 ± 0,3	55,9 ± 0,3	0,64	0,44 - 0,80	0,1	0,2
TE	16,00	16,00	16,00			0,0	
TM	12,00	12,00	12,00			0,0	
8 foot UP&GO	4,2 ± 0,4	4,1 ± 0,4	4,0 ± 0,4	0,48	0,25 - 0,69	5,5	0,3

Leyenda: BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti - equilibrio, TM, Tinetti -marcha; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

Por último al observar el grupo de Esclerosis Múltiple (tabla 22), observamos que el test-retest de BBS mostró valores que varían entre $51,7 \pm 5,0$ y $52,8 \pm 4,3$ entre sus repeticiones, el CCI (CI 95%) obtuvo excelente fuerza de concordancia 0,93 (0,86-0,97), el CV fue 1,9 y ESM fue 1,2. En el test-retest de la Escala de Tinetti-equilibrio, los valores de las repeticiones variaron entre $15,2 \pm 1,2$ y $15 \pm 1,4$, el CCI (CI 95%) manifestó excelente fuerza de concordancia 0,75 (0,53-0,88), el CV fue 1,9 y ESM fue 0,6; y en la Escala de Tinetti-marcha, los valores de las repeticiones no variaron siendo 11,5, el CV fue 0, por lo tanto el programa no obtiene valor de fiabilidad. En el test-retest de 8 foot up&go, los valores de las repeticiones variaron entre $6 \pm 2,4$ y $6,1 \pm 3,4$, el CCI (CI 95%) mostró una excelente fuerza de concordancia 0,78 (0,59±0,90), el CV fue de 10,8 y el ESM fue 1,3.

Tabla 22. Resultados descriptivos de las repeticiones y los resultados del test-retest de las medidas indirectas del grupo de Esclerosis Múltiple (N=24)

	1ª Repetición	2ª Repetición	3ª Repetición	CCI	(CI 95%)	CV (%)	SEM
BBS	51,7 ± 5,0	52,8 ± 4,3	52,8 ± 4,5	0,93	0,86 - 0,97	1,9	1,2
TE	15,1 ± 1,2	15,2 ± 1,2	15,0 ± 1,4	0,75	0,53 - 0,88	1,9	0,6
TM	11,5 ± 1,7	11,5 ± 1,7	11,1 ± 1,7			0,0	
8 foot UP&GO	6,1 ± 3,4	6,1 ± 2,7	6,0 ± 2,4	0,78	0,59 - 0,90	10,8	1,3

Leyenda: BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti - equilibrio, TM, Tinetti -marcha; CCI, coeficiente de correlación intraclase (nivel de significancia de $p \leq 0,05$); CI 95%, intervalo de confianza al 95%; CV, coeficiente de variación; ESM, error standar de medida.

5.3 Correlaciones entre las evaluaciones oscilométricas y las medidas indirectas como la Escala de Berg, Escala de Tinetti-Equilibrio/Marcha y 8 foot up&go en personas mayores, jóvenes y personas con Esclerosis Múltiple

Se realizó un análisis de correlación para observar la relación entre las variables oscilométricas más importantes en la posición de pies separados 10 cm (velocidad momento y lado del cuadrado) y las diferentes medidas indirectas en las tres poblaciones por separado (Tabla 23, 25 y 27). De la misma manera, se realizaron correlaciones entre las mismas variables oscilométricas en la posición de pies juntos y las medidas indirectas (Tablas 24, 26 y 28). Para homogeneizar el protocolo de medidas de las poblaciones (GM, GEM y GJ) se decidió utilizar 1 repetición tanto de las medidas oscilométricas como de las medidas indirectas. Para ello, en los subgrupos GM1-GJ1-GEM1 se obtuvo una única medida obtenida de forma aleatoria restrictiva por bloques de las medidas oscilométricas; y en los subgrupos GM2-GJ2-GEM2, se aplicó la misma metodología para obtener una única medida de las 3 repeticiones de BBS, TE, TM y 8 foot up&go.

A continuación, expondremos los resultados empezando por el grupo de mayores, luego por el grupo de jóvenes y terminando por el grupo de Esclerosis Múltiple. Dividimos las correlaciones entre oscilometría con los pies separados 10 cm y los pies juntos e incluyendo los valores que resultaron estadísticamente significativos ($p < 0,01$) y ($p < 0,05$).

5.3.1 Correlaciones en el grupo de mayores

En la tabla 23 se muestran sólo las correlaciones significativas entre **las medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas** en una población de 187 personas mayores incluyendo aquellos valores estadísticamente significativos ($p < 0,01$) y ($p < 0,05$). Analizando las relaciones de las variables oscilométricas BBS y TE observó que fueron relaciones indirectas, positivas con 8 foot up&go e inexistentes con TM. Las relaciones fueron muy débiles entre las variables oscilométricas y la BBS en velocidad momento con OA-SR/ OC-SR y OA-SE y en lado de cuadrado OC-SR y OA-SE. Y del mismo modo, las relaciones fueron muy débiles entre las variables de OC-SR y 8 foot up&go. En cambio, hubo relaciones débiles entre todas las variables oscilométricas y la subescala de Tinetti Equilibrio.

Tabla 23. Correlaciones significativas entre las medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas en el grupo de Mayores (GM) (N=187).

	Vel Moment OA-SR	Lado cuadrado OA-SR	Vel Moment OC-SR	Lado cuadrado OC-SR	Vel Moment OA-SE	Lado cuadrado OA-SE	Vel Moment OC-SE	Lado cuadrado OC-SE
BBS	-0,181**		-0,179*	-0,155*	-0,186*	-0,17*		
TE	-0,421**	-0,270**	-0,349**	-0,333**	-0,336**	-0,288**	-0,32*	-0,192**
TM								
8 foot up&go			0,189*	0,168*				

Leyenda: **, $p < 0,05$; *, $p < 0,01$; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado del área; OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti apartado de equilibrio, TM, Tinetti apartado de marcha

En la tabla 24 se muestran las correlaciones significativas entre **las medidas de oscilometría con los pies juntos y las medidas indirectas** en la población de personas mayores ($n=187$). En cuánto, las relaciones entre las variables más importantes oscilométricas (velocidad momento y lado del cuadrado) en las diferentes condiciones (ojos abiertos/cerrados en superficie rígida o espuma) con los talones juntos y las medidas indirectas BBS, TE, TM, 8 foot up&go observamos que las correlaciones fueron negativas con BBS y TE, positivas en 8 foot up&go y nulas con TM. Las relaciones fueron muy débiles entre las variables oscilométricas velocidad momento OA-SR/OC-SR/OA-SE y lado del cuadrado OA-SE de pies juntos y BBS. Además, todas las variables oscilométricas de pies juntos fueron relaciones débiles con TE. En el caso, 8 foot up&go y las variables oscilométricas sólo hubo una relación muy débil en lado del cuadrado OA-SE

Tabla 24. Correlaciones significativas entre las medidas de oscilometría de pies juntos y las medidas indirectas en el grupo de Mayores (GM) (N=187).

	Vel Moment SR	Lado cuadrado OA-SR	Vel Moment OC-SR	Lado cuadrado OC-SR	Vel Moment OA-SE	Lado cuadrado OA-SE	Vel Moment OC-SE	Lado cuadrado OC-SE
BBS	-0,192**		-0,177*		-0,163*	-0,159*		
TE	-0,415**	-0,24**	-0,38**	-0,299**	-0,355**	-0,235**	-0,328**	-0,276**
TM								
8 foot up&go						0,146*		

Leyenda: **, $p < 0,05$; *, $p < 0,01$; *, La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral); Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado del área; OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti apartado de equilibrio, TM, Tinetti apartado de marcha.

5.3.2 Correlaciones en el grupo de jóvenes

Las correlaciones significativas entre las **medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas en la población de jóvenes (N=52)** no se observó que con la escala BBS, ni con 8 foot up&go obtuvieran relaciones significativas con ninguna variable oscilométrica con la base de sustentación ampliada. Además, entre las variables oscilométricas con pies separados 10 cm y las subescalas de Tinetti-Equilibrio/Tinetti-Marcha no se pudieron calcular porque al menos una variable fue constante.

Nuevamente, se observó el mismo comportamiento de las correlaciones anteriores analizando **las medidas de oscilométricas con pies juntos y las medidas indirectas en los mismos jóvenes.**

5.3.3 Correlaciones en el grupo de personas con Esclerosis Múltiple

En la tabla 25 se muestra las correlaciones significativas entre las **medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas en una población de Esclerosis Múltiple de N=42.** Aparecen que las relaciones de las medidas oscilométricas de pies separados 10 cm con las medidas indirectas tienen una relación negativa, excepto con la variable 8 foot up&go. Pero casi todas las correlaciones se dieron con las variables de la condición más sencilla (OA-SR). En cuanto a la fuerza de las relaciones se mostró una correlación débil

Tabla 25. Correlaciones significativas entre las medidas de oscilometría de pies separados 10 cm y las medidas indirectas en el grupo de personas con EM (GEM) (N=42).

	Vel Moment OA-SR	Lado cuadrado OA-SR	Vel Moment OC-SR	Lado cuadrado OC-SR	Vel Moment OA-SE	Lado cuadrado OA-SE	Vel Moment OC-SE	Lado cuadrado OC-SE
BBS	-0,367*	-0,389*						
TE	-0,33*	-0,327*						
TM	-0,417**			-0,327*			-0,331*	
8 foot up&go		0,344*						

Leyenda: **, $p < 0,05$; *, $p < 0,01$; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado del área; OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti apartado de equilibrio, TM, Tinetti apartado de marcha.

En la tabla 26 observamos las correlaciones significativas entre las **medidas de oscilometría de pies juntos y las medidas indirectas en una población de Esclerosis Múltiple de N=42**. Las medidas oscilométricas de pies juntos con las medidas indirectas en las subescalas de TE/TM muestran una relación negativa con una correlación entre débil y moderado en las variables velocidad momento OA-SR / OA-SE y OC-SE. Entre las variables oscilométricas de pies juntos y BBS ó 8 foot up&go no existe ningún tipo de relación significativa.

Tabla 26. Correlaciones significativas entre las medidas de oscilometría de pies juntos y las medidas indirectas en el grupo de personas con EM (GEM) (N=42).

	Vel Moment OA-SR	Lado cuadrado OA-SR	Vel Moment OC-SR	Lado cuadrado OC-SR	Vel Moment OA-SE	Lado cuadrado OA-SE	Vel Moment OC-SE	Lado cuadrado OC-SE
BBS								
TE	-0,441**				-0,379*			
TM	-0,392*				-0,452*		-0,412**	
8 foot up&go								

Leyenda: **, $p < 0,05$; *, $p < 0,01$; Vel Moment, velocidad momento; Lado cuadrado, longitud del lado del cuadrado del área; OA-SR, Ojos abiertos - superficie rígida; OC-SR, Ojos cerrados - superficie rígida; OA-SE, Ojos abiertos - superficie espuma; OC-SE, Ojos cerrados - superficie espuma; BBS, Escala de equilibrio de Berg; TE, Tinetti apartado de equilibrio, TM, Tinetti apartado de marcha.

6 DISCUSIÓN

6.1 Fiabilidad test-retest en las evaluaciones oscilométricas en mayores

Condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies separados 10 cm

En esta parte del estudio se evaluó la fiabilidad de las variables oscilométricas del movimiento del CoP en 3 repeticiones realizadas en el mismo día en superficie firme y con colchoneta con ojos abiertos y cerrados en la posición de bipedestación con los pies separados 10 cm en mayores de 65 años. El principal hallazgo es una fiabilidad relativa de razonable a excelente (CCI=0,47-0,78) en los test de ojos abiertos/cerrados en superficie firme y con colchoneta; fiabilidad relativa de buena a excelente (CCI=0,61-0,78) en los test de ojos abiertos/cerrados en superficie firme y fiabilidad relativa de razonable a buena (CCI=0,47 – 0,69) con ojos abiertos/cerrados en superficie con espuma. La mayor fiabilidad absoluta entre las pruebas repetidas se obtuvo en las variables velocidad media en X e Y y lado del cuadrado debido a que presentan CV y el ESM más bajos (Tabla 14).

Antes de analizar el significado de nuestros resultados de fiabilidad en personas mayores, es importante resaltar que nuestro estudio de fiabilidad tiene una muestra de 101 personas (33 varones, 61 mujeres) sobre posturografía estática. Es el estudio con la N más elevada de individuos, el número de mujeres y de varones estudiados hasta ahora realizado en base a la revisión bibliográfica realizada. El estudio de (Bauer, Gröger, Rupprecht & Gaßmann, 2008) es el estudio más cercano al nuestro. Su muestra fue 63 personas, 21 varones, 42 mujeres. El siguiente estudio con una muestra elevada fue Demura et al., (2008), siendo una población de 50 personas, 17 varones y 33 mujeres. Otros estudios se realizaron en este tipo de población, pero con una N visiblemente inferior como Alahmari et al., (2014) con 30 personas, 12 varones y 18 mujeres o Lin et al., (2008) con 16 personas, 8 varones y 8 mujeres. Otros investigadores profundizan sobre la fiabilidad de las personas mayores en condiciones que no son de normalidad como el equipo de Brenton-Rule et al., (2012) que estudiaron a 23 personas mayores con artritis reumatoide, 2 varones y 21 mujeres o Benvenuti et al., (1999) que estudiaron a 36 personas mayores de 67 años con diferentes niveles de desequilibrio postural.

En cuánto las características descriptivas nuestro grupo de personas mayores estudiado, es preciso destacar que detallamos rasgos que pueden influir en el equilibrio y por lo tanto en

fiabilidad de las pruebas, como la edad, estatura y peso. Aunque sorprendentemente algunos artículos no detallan todas las características de la muestra.

En primer lugar, analizamos la edad, en nuestro estudio obtuvimos $73,8 \pm 5,5$ con un rango de 65,2 a 87,9. Respecto a esta característica observamos una gran similitud con el estudio de Demura, Noda, Kitabayashi & Aoki (2008) debido a que su muestra tiene $73,2 \pm 6,27$. En cambio encontramos otros estudios que tienen una muestra con una edad mayor como Bauer et al., (2008) o Alahmari et al., (2014) con edades de $78,7 \pm 6,6$ y $77,2 \pm 5$, respectivamente. Por el contrario, otros estudios muestran edades más bajas como Lin et al., (2008) o Brenton-Rule et al., (2012) con edades de $65,4 \pm 3,7$ y $69,7 \pm 10,1$.

En segundo lugar, analizamos el peso. Nuestro estudio mostró $71,1 \pm 10,8$ kg. Nuestros valores de peso son similares al estudio de Lin et al., (2008) realizado en una población de Virginia (USA) como era de esperar al ser un país desarrollado con costumbres similares a las nuestras en los mayores. Por otro lado, encontramos el estudio de Demura et al., (2008) con valores inferiores al nuestro $60,1 \pm 8,2$ y $53,2 \pm 7,6$ en una población de mayores japoneses.

Y la última característica analizada fue la estatura, nuestro estudio arrojó una estatura de $158,7 \pm 8,4$. Siendo estos valores más bajos como era de esperar que la población alemana del estudio de Bauer et al., (2008) ($169,5 \pm 0,07$) o la población de Virginia (USA) del estudio de Lin et al., (2008) ($167,5 \pm 0,07$).

Por otra parte, observando el protocolo, los diferentes datos de fiabilidad mostrados tanto en la fiabilidad absoluta como relativa en los diferentes test, concuerda con la bibliografía encontrada, ya que se evaluaron diferentes condiciones sensoriales. Nuestros datos mostraron una fiabilidad de regular a excelente ($CCI=0,47-0,78$) con los pies separados 10 cm. Además, el CCI fue más elevado en superficie rígida que sobre espuma como ocurre en el estudio de Alahmari et al., (2014) en personas mayores en la variable de velocidad con ojos abiertos/cerrados en superficie rígida y en espuma ($CCI=0,82-0,78$; $CCI=0,91-0,87$, respectivamente). Quizás esto pueda ser explicado porque la adaptación postural de la persona mayor puede ser muy variada dependiendo de su experiencia (Lajoie, Jehu, Richer & Chan, 2017). Por el contrario, autores como Harringe et al., (2008) observaron en jóvenes gimnastas que las mediciones sobre superficie de espuma son en general más fiables. Consideramos que esto es debido a que el comportamiento de ambas poblaciones es completamente diferente como apunta Demura et al., (2008). Por otro lado, aunque no encontramos estudios con el

mismo protocolo y plataforma, encontramos varios estudios en la misma población que afirman que la fiabilidad intradía es razonable a excelente (CCI=0,57-0,97) en las condiciones que estudiaron al igual que nuestros resultados. Casi siempre las variables de sus estudios coinciden con las nuestras mostrando valores ligeramente más altos de fiabilidad que nuestros datos con piernas separadas.

El estudio de Benvenuti et al., (1999) es el primer antecedente. La similitud que observamos es en el protocolo (ojos abiertos/ cerrados, bipedestación sobre superficie firme/ sobre una superficie inestable de 2 cm de silicona, base sustentación delimitada por la distancia de las espinas iliacas anterosuperiores/ base de sustentación delimitada por la mitad de la distancia de las espinas iliacas anterosuperiores). Otra similitud con nuestro estudio es la edad de la población, aunque en el estudio de Benvenuti et al., (1999), los sujetos tienen diferentes tipos de desequilibrios y en nuestro estudio carecen de él. En dicho estudio, se obtuvieron unos valores similares a los nuestros con superficie rígida en la variable velocidad del CoP (CCI=0,74), consideramos que esto es debido a que es una población con una edad similar con un mismo comportamiento.

El siguiente estudio en personas mayores que guarda similitud con nuestro protocolo es el Alahmari et al., (2014) pero además de analizar la fiabilidad con ojos abiertos/cerrados en superficie firme y espuma añade la dificultad de una visualización de una escena estacionaria sobre una pantalla montada en la cabeza siendo su fiabilidad $CCI \geq 0,70$.

El siguiente protocolo más similar al nuestro que encontramos fue Bauer et al., (2008) que muestra una fiabilidad superior a la nuestra (CCI=0,71-0,95) trabajando con ojos abiertos y cerrados en superficie firme primero con los pies separados una distancia de 2 cm en el talón y con una angulación de 30° hacia fuera en el tobillo y en segundo lugar con los pies juntos desde la puntera al talón, siendo los valores de la variable distancia en X e Y ligeramente superiores en todas las condiciones (CCI=0,84-0,95).

De la misma manera, el resto de las investigaciones encontradas se centraron en analizar superficie firme (Demura et al., 2008), la fiabilidad con ojos abiertos fue ligeramente más elevada que nuestros valores en la variable velocidad en X e Y (CCI=0,96-0,96, respectivamente), consideramos que esto quizás puede ser debido a que la frecuencia de recogida de datos es más baja que la nuestra y esto puede aumentar la fiabilidad.

Por otro lado, observamos el estudio de Lin et al., (2008) que propone como mejores variables intradía la velocidad en X e Y pero su fiabilidad es más alta que la nuestra (CCI=0,95-0,95, respectivamente), pensamos que puede ser debido a que su protocolo es diferente al nuestro (ojos cerrados, pies juntos y 3 intentos sucesivos separados por 1 minuto). Y, por último, el estudio de Brenton-Rule et al., (2012) en mayores con artritis reumatoide que analiza ojos abiertos y cerrados es superficie firme con una fiabilidad más elevada que la nuestra en la variable velocidad X e Y (CCI=0,84-0,89), consideramos que esto es posible porque el tiempo entre repeticiones es mayor.

En cuanto a la metodología aplicada, encontramos una gran variedad. En cuanto al tiempo de las pruebas nuestro estudio coincide en 20 s por prueba con el estudio de Alahmari et al., (2014). Consideramos que esto es debido a que al igual que nosotros estudiaron el comportamiento del equilibrio en otras poblaciones como jóvenes y personas con problemas de equilibrio y numerosas pruebas pudieron condicionar la elección de un tiempo más corto para que el protocolo no fuera excesivamente largo. El resto de los estudios varían la prueba en 30 y 70 seg (Bauer et al., 2008; S. Demura et al., 2008; Lin et al., 2008; Brenton-Rule et al., 2012).

En cuanto al tiempo entre repeticiones, nuestro estudio es el único que plantea 2 minutos entre pruebas y 20 minutos entre repeticiones. El estudio más similar es Alahmari 2014 que plantea 15 min. Solo es superado por el estudio de Breton-Regla et al., (2012) con 1 hora entre repeticiones. El resto de los estudios plantea 1 o 2 minutos, lo que hace pensar que el mantenimiento del control postural necesita un tiempo de descanso para volver a valores basales (Bauer et al., 2008; Demura et al., 2008; Lin et al., 2008).

En cuanto a tipo de plataforma, nuestro estudio es el primer estudio de fiabilidad estática en personas mayores con la plataforma Good Balance Metitur® en el día o entre días. Los únicos estudios que podemos encontrar con la misma plataforma son en otras poblaciones con patologías. Siendo la fiabilidad menor que la nuestra en la variable velocidad momento con ojos abiertos y cerrados en superficie firme con una semana de separación estudia el test-retest en personas con EM en posición de bipedestación con pies separados 20 cm (CCI=0,63-0,68) (Paltamaa et al., 2005). Esta situación consideramos que es posible debido a que su CV es mayor que el nuestro y a que su fiabilidad entre días es baja. Por el contrario, la fiabilidad es más alta en las variables velocidad en X e Y velocidad momento en el estudio de Ha et al., (2014) en personas con ACV con ojos abiertos en superficie firme con una semana de separación. Consideramos que esto es debido a que el grupo es más estable en los síntomas y homogéneo.

Condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies juntos

En esta parte del estudio se evaluó la fiabilidad de las variables oscilométricas del movimiento del CoP en 3 repeticiones realizadas en el mismo día en superficie firme y con colchoneta con ojos abiertos y cerrados en la posición de bipedestación con pies juntos (posición de Romberg) en personas mayores de 65 años. El principal hallazgo es una fiabilidad relativa de buena a excelente (CCI=0,61-0,86) en los test de ojos abiertos/cerrados en superficie firme y con colchoneta; fiabilidad relativa de buena a excelente (CCI=0,66-0,86) en los test de ojos abiertos / cerrados en superficie firme y fiabilidad relativa de buena a excelente (CCI=0,63-0,72) con ojos abiertos / cerrados en superficie con espuma. La mayor fiabilidad absoluta entre las pruebas repetidas se obtuvo en las variables velocidad media en X e Y y lado del cuadrado debido a que presentan CV y el ESM más bajos (Tabla 15).

Antes de analizar el significado de nuestros resultados de fiabilidad estática con pies juntos en personas mayores, es importante resaltar que es la misma población muestral que en el estudio de la fiabilidad estática con pies separados 10 cm. Y nuevamente es el estudio test-retest en dicha población con una N tan elevada.

Como era de esperar los valores de fiabilidad no coinciden con el estudio anterior porque la metodología cambió sensiblemente. Y nuevamente las diferentes condiciones estudiadas arrojan valores diferentes en cada test y variable estudiada. La fiabilidad test-retest es similar a la obtenida en la bibliografía consultada.

Los antecedentes más similares con nuestro estudio serán Demura et al., (2008) y Lin et al., (2008) en cuanto al protocolo. Ambos estudios evalúan la posición de bipedestación con los pies juntos con los brazos a lo largo del cuerpo. Demura et al., (2008) analizaron únicamente ojos abiertos en superficie firme durante 1 minuto de prueba y con una separación de 1 minuto entre repeticiones, siendo la fiabilidad test-retest ligeramente mayor que la nuestra, pero dentro del rango de fiabilidad excelente en velocidad X e Y (CCI=0,96-0,96). Lin et al., (2008) analizaron ojos cerrados en superficie firme durante 70 seg con 1 minuto de diferencia en el día, siendo la fiabilidad test-retest de nuevo ligeramente mayor dentro del rango de fiabilidad excelente en Velocidad Momento, Velocidad X e Y (CCI=0,92; 0,95; 0,95), respectivamente. Consideramos que esto es debido a que ambas nuestras tienen un ESM menor que el nuestro.

Otro factor que puede interferir en la fiabilidad de nuestro estudio es la frecuencia de muestreo. Nuestro estudio se recogió a 50 Hz, mientras que otros fueron a 20 Hz (Demura et al., 2008), 100 Hz (Lin et al., 2008), 40 Hz (Brenton-Rule et al., 2012) o sorprendentemente otros no manifiestan ese dato (Alahmari et al., 2014).

Respecto a la fiabilidad absoluta, el ESM del estudio test-retest en oscilometría con talones juntos en personas mayores muestra que las variables más estables son el lado del cuadrado, velocidad en X e Y ya que muestran los valores más bajos como muestran otros estudios (Brenton-Rule et al., 2012; Alahmari et al., 2014).

Por otra parte, debemos estudiar la propuesta de realizar una doble tarea para medir e influir en la estabilidad postural dando una importancia a la verbalización para aumentar la interferencia cognitivo-motora. Según la revisión sistemática de Ghai, Ghai, & Effenberg, (2017) en los mayores se observan mejoras moderadas pero significativas en la estabilidad postural.

6.2 Fiabilidad test-retest en las evaluaciones oscilométricas en jóvenes

Condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies separados 10 cm

En esta parte del trabajo se evaluó la fiabilidad de las variables oscilométricas del movimiento del CoP en 3 repeticiones realizadas en el mismo día en superficie firme y con colchoneta con ojos abiertos y cerrados en la posición de bipedestación con pies separados en personas jóvenes. El principal hallazgo es una fiabilidad relativa de pobre a excelente ($CCI=0,21-0,73$) en los test de ojos abiertos/cerrados en superficie firme y con colchoneta; fiabilidad relativa de razonable a buena ($CCI=0,37-0,62$) en los test de ojos abiertos/cerrados en superficie firme y fiabilidad relativa de pobre a excelente ($CCI=0,21-0,73$) con ojos abiertos/cerrados en superficie con espuma. La mayor fiabilidad absoluta entre las pruebas repetidas se obtuvo en las variables velocidad media en X e Y y lado del cuadrado debido a que presentan CV y el ESM más bajos (Tabla 16).

Antes de analizar los resultados de fiabilidad obtenidos es importante resaltar que nuestro trabajo sobre adultos jóvenes sanos en oscilometría estática es una muestra de 25 personas (9 varones y 16 mujeres).

Según la bibliografía consultada, únicamente encontramos que dos estudios tienen una N superior en la muestra de adultos jóvenes que utilizamos en nuestro trabajo: a) el estudio de Akkaya et al., (2015) fueron 65 personas (28 varones, 37 mujeres) con bajo nivel de actividad física según el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), sin antecedentes de enfermedades inflamatorias, trastornos del oído interno, vértigo o mareo, deficiencia visual, sin cirugía, discapacidad o neuropatía en miembro inferior o participación en deportes más de 4 v/semana; y, b) el estudio de Demura et al., (2008) fueron 50 personas (25 varones, 25 mujeres) sin historiales conocidos de alteraciones musculares, posturales o de la marcha.

Además, hallamos un estudio que tiene el mismo número de personas que nuestra muestra, pero en dicho trabajo todos los sujetos fueron mujeres universitarias sanas con actividad recreativa (Dickin & Clark, 2007).

En cuanto a la característica de la edad, nuestra población de estudio tenía $18,8 \pm 0,8$ años, rango (17,8 – 20,6). Desde 2009 se acuñó el término mesh adulto joven, que fue definido por persona entre 19 y 24 años. Según la bibliografía revisada encontramos 10 estudios de oscilometría estática con estas características de edad siendo los antecedentes más cercanos a esta parte del trabajo, 8 estudios son fiabilidad intradía (Dickin & Clark, 2007; Demura et al., 2008; Lin et al., 2008; Doyle, Ragan, Rajendran, Rosengren, & Hsiao-Wecksler, 2008; Pinsault & Vuillerme, 2009; Dickin, 2010; Meshkati et al., 2011; Akkaya et al., 2015) y 2 fiabilidad entredías (Wrisley et al., 2007; Harringe et al., 2008).

En referencia al peso, nuestra muestra de jóvenes pesó $64,2 \pm 8,7$. Comparando nuestro estudio con los estudios encontrados, el estudio sobre jóvenes turcos de Akkaya et al., (2015) es el trabajo de características similares ($65,9 \pm 13,4$ kilos) o sobre la población de jóvenes de Virginia (USA) ($67,1 \pm 8,6$ kilos) (Lin et al., 2008). Podríamos afirmar que nuestra población tuvo el peso más bajo de los estudios encontrados, excepto el estudio de los jóvenes japoneses ($60,55 \pm 7,1$) de Demura et al., (2008) y los estudios de jóvenes deportistas como era de esperar (Harringe et al., 2008; Meshkati et al., 2011).

En relación con la estatura, nuestra población de jóvenes midió $170,9 \pm 7,9$. Y nuevamente el estudio que más se parece es el de Akkaya et al., (2015) con una estatura de $170 \pm 0,1$ o el estudio de Doyle et al., (2008) con una estatura de $169 \pm 0,04$.

En cuanto a la postura estática analizada nuestra posición es la bipedestación con los brazos a lo largo del cuerpo y con los pies separados 10 cm. El estudio más similar fue Wrisley

et al., (2007) con la posición de pies separados 5,7 cm manteniendo los brazos cruzados al pecho y utilizando para seguridad un arnés y un examinador. Del mismo modo, otro estudio con una postura similar es Pinsault & Vuillerme (2009) con pies separados desde los talones 3 cm y los pies rotados 30°. Por otra parte, encontramos el estudio de Akkaya et al. (2015) que determinó en la postura que los talones estuvieran separados y los pies rotados sin determinar la cantidad numérica, pero en cambio determinó que utilizó plantillas prefijadas sobre la plataforma.

En cuanto a los test estáticos analizados, Wrisley et al., (2007) analizó la fiabilidad entre días y obtiene valores $CCI \geq 0,67$ como era de esperar. A pesar de que analizaba ojos abiertos y cerrados sobre superficie firme como nosotros, no podemos comparar sus datos de la plataforma Smart Equitest con los nuestros, porque su estudio solo muestra los puntajes totales de las pruebas y no las variables analizadas para obtenerlas. En la misma línea Pinsault & Vuillerme, (2009) analizó únicamente a 10 jóvenes la fiabilidad test- retest con ojos cerrados en superficie firme siendo sus valores más altos a partir de 3 intentos $CCI \geq 0,76$, consideramos que esto es posible porque es una muestra muy acotada. Por otro lado Akkaya et al., (2015) trabaja la fiabilidad entre días (24 o 48 horas) con el protocolo: 1) cabeza en posición de Frankfurt, ojos abiertos, suelo firme, 2) cabeza en posición de Frankfurt, ojos cerrados, suelo firme, 3) cabeza en posición de Frankfurt, ojos abiertos, superficie espuma, 4) cabeza en posición de Frankfurt, ojos cerrados, superficie espuma, 5) cabeza vuelta hacia la derecha, ojos cerrados, superficie firme, 6) cabeza girada hacia la izquierda, ojos cerrados, superficie firme, 7) cuello completamente extendida, ojos cerrados, superficie firme, 8) cuello totalmente flexionado, ojos cerrados, superficie firme; siendo la fiabilidad en el índice de caída y el índice de estabilidad de $CCI=0,858$; $0,850$, respectivamente, nuevamente variables que no tiene nuestra plataforma para analizar.

Por lo tanto, aunque aparentemente la fiabilidad de los estudios encontrados fue más alta que la nuestra, no podemos comparar dichos estudios al 100% debido a las diferencias metodológicas. Además, al igual que otros autores consideramos que la fiabilidad puede estar afectada porque la estrategia de respuesta del movimiento del CoP depende de las expectativas, metas del individuo y de la experiencia previa, así como una cantidad de procesamiento cognitivo (Horak, 2006). Por ello para evaluar el equilibrio en este tipo de población se están proponiendo otro tipo de pruebas más complejas con dobles tareas o con dificultad cognitiva.

Condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies juntos

En esta parte del trabajo se evaluó la fiabilidad de las variables oscilométricas del movimiento del CoP en 3 repeticiones realizadas en el mismo día en superficie firme y con colchoneta con ojos abiertos y cerrados en la posición de bipedestación con pies juntos en personas jóvenes. El principal hallazgo es una fiabilidad relativa de pobre a excelente (CCI=0,39-0,82) en los test de ojos abiertos/cerrados en superficie firme y con colchoneta; fiabilidad relativa de razonable a excelente (CCI=0,50-0,82) en los test de ojos abiertos / cerrados en superficie firme y fiabilidad relativa de pobre a excelente (CCI=0,39-0,77) con ojos abiertos / cerrados en superficie con espuma. La mayor fiabilidad absoluta entre las pruebas repetidas se obtuvo en las variables velocidad media en X e Y y lado del cuadrado debido a que presentan CV y el ESM más bajos (Tabla 17).

En cuanto a las características de la muestra, es la misma muestra y características descritas que en la discusión de jóvenes anterior.

La postura de la metodología empleada en esta parte del trabajo fue pies juntos como podemos observar en otros 3 estudios intradía (Demura et al., 2008; Lin et al., 2008; Meshkati et al., 2011) y 1 estudio entredías (Harringe et al., 2008).

Demura et al., (2008) es el estudio con el que esta parte de nuestro trabajo guarda más relación. Analiza como nosotros, la posición de pies juntos con los brazos a lo largo del cuerpo con 3 repeticiones de 60 seg con 1 minuto de diferencia siendo la fiabilidad excelente con los ojos abiertos en superficie firme como nosotros, pero con valores ligeramente superiores en velocidad X e Y (CCI=0,96; 0,94; respectivamente) y Distancia en X e Y (CCI=0,94; 0,90; respectivamente)

Del mismo modo podemos encontrar que otro estudio con el que guardamos similitud, es el estudio de Lin et al., (2008) que observó la posición de pies juntos con los brazos a lo largo del cuerpo en 3 repeticiones de 70 s con una diferencia de 1 minuto con ojos cerrados en superficie firme siendo una fiabilidad ligeramente menor que la nuestra en las variables velocidad X e Y, área de la plataforma (CCI=0,91; 0,86; 0,79; respectivamente). Consideramos que esto es posible porque sus valores del ESM son más bajos por lo tanto la nuestra es más homogénea.

Otro trabajo que guarda relación con el nuestro es Meshkati et al., (2011). Este grupo de investigadores evaluaron la posición de pies juntos con los brazos a lo largo del cuerpo con ojos abiertos y cerrados en superficie firme. De la misma forma que nosotros observaron la importancia de que la muestra fuera homogénea siendo un CV menor de 15% en casi todas las variables, siendo más uniforme en atletas que en los no atletas. Pero al contrario que nosotros observaron valores más altos de fiabilidad con ojos cerrados que abiertos en la variable velocidad X e Y.

En contra de nuestros datos, Harringe et al., (2008) analiza la fiabilidad en chicas jóvenes gimnastas con dolor lumbar o en MMII entre días (1 semana) y obtiene que la fiabilidad del movimiento del CoP se ve influenciado por la localización de la lesión manteniendo la premisa de que el CV sea bajo.

En cambio, nos llama la atención que, en el estudio de Doyle et al., (2008) la metodología es incompleta, se determina la postura de pie descalzo con los brazos a lo largo del cuerpo, pero no la posición de los pies.

Los estudios de Dickin & Clark, (2007) o Dickin, (2010) utilizan una estadística diferente a la nuestra basada en el estudio de Generalización, además de que no describen la posición de análisis de los sujetos.

Por otra parte, las expectativas, las metas del individuo y el bajo interés en la realización de una tarea muy sencilla de una prueba de equilibrio puede afectar a su fiabilidad (Horak, 2006). Como solución para aumentar la fiabilidad de la medición del CoP en los adultos jóvenes encontramos investigadores que proponen utilizar las medidas posturográficas tradicionales junto la realización de tareas cognitivas (auditivas o visuales) y así reducir el balanceo postural (Polskaia & Lajoie, 2016). El aumento de la integración sensitivomotora es el resultado del cambio de un foco de atención.

6.3 Fiabilidad test-retest en las evaluaciones oscilométricas en personas con Esclerosis Múltiple

Condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies separados 10 cm

Esta parte del estudio evaluó la fiabilidad de las variables oscilométricas del movimiento del CoP en 3 repeticiones realizadas en bipedestación con los pies separados 10 cm en el mismo día en superficie firme y con colchoneta con ojos abiertos y cerrados en personas con ME. El principal hallazgo es una fiabilidad relativa de buena a excelente ($CCI=0,65-0,84$) en los test ojos abiertos y cerrados sobre superficie rígida y en ojos abiertos y cerrados sobre superficie espuma. La mayor fiabilidad absoluta entre las pruebas repetidas se obtuvo en las variables velocidad media en X e Y y el lado del cuadrado, al presentar un valor más bajo de CV y ESM.

Las mediciones del CoP estudiadas tienen diferentes puntuaciones de fiabilidad porque evalúan situaciones sensoriales diferentes como era de esperar. Los datos arrojan niveles ligeramente más altos de CCI en superficie rígida ($CCI=0,60-0,84$) que sobre espuma ($CCI=0,65-0,78$). Este hecho pensamos puede deberse a que la estabilidad postural guarda una relación con la base de sustentación (Shumway-Cook & Woollacott, 2001). Por otra parte, otros autores piensan que la utilización combinada de acelerómetros podría ayudar a la interpretación de las tareas de estabilidad postural estática (Heebner et al., 2014).

Aunque no encontramos estudios con el mismo protocolo de pies separados 10 cm ojos abiertos/cerrados sobre superficie rígida/espuma en el mismo día, encontramos el estudio de Huisinga et al., (2012) que estudió la variabilidad intradía de las personas con EM con un protocolo parcial similar (pies separados el ancho de las caderas con ojos abiertos en superficie firme) utilizando la comparación con un grupo control, pero sin utilizar el CCI. El estudio intradía con el protocolo más similar fue Tjernström et al., (2015) que estudia OA y OC en superficie firme aplicando al azar los test en adultos sanos, pero no podemos comparar su fiabilidad porque las variables oscilométricas estudiadas no son las mismas. En cambio, en el estudio de Brenton-Rule et al., (2012) de la fiabilidad intradía en personas con artritis reumatoide encontramos valores de fiabilidad de la variable distancia en X e Y con ojos abiertos y cerrados en plataforma firme ligeramente superiores ($CCI=0,84-0,92$). Consideramos que esto es debido a que nuestro estudio tiene mayor desviación en las repeticiones que las suyas y eso puede afectar al valor de la fiabilidad.

Observando la metodología aplicada, los estudios que realizaban un promedio de varias recogidas de datos del CoP para cada repetición oscilométrica obtenían un grado más elevado de fiabilidad (Golriz, Hebert, Foreman & Walker, 2012). Alahmari et al., (2014) promedió 3 recogidas de datos de CoP de 2 repeticiones separadas 15 minutos obtenían valores de fiabilidad de individuos con desordenes vestibulares ligeramente más altos en velocidad OA y OC (CCI=0,85 y CCI=0,79, respectivamente). En cuanto al tiempo transcurrido, no encontramos estudios en esta población. Nuestra intención fue verificar la fiabilidad en el día con una repetición con la intención de que fuera un protocolo clínico rápido y sencillo. No obstante, con las piernas abiertas 20 cm, la misma plataforma y población, comprobamos valores de fiabilidad test-retest con 1 semana de diferencia sin intervención mostrando valores ligeramente menores en velocidad momento con ojos abiertos y cerrados en superficie rígida (CCI=0,63 y CCI = 0,68) por lo que pensamos que la base de sustentación influye en la fiabilidad del movimiento del CoP de las personas con EM. Por otra parte, encontramos estudios que utilizan el CCI con el test-retest para medir el cambio de las variables oscilométricas en una semana después de una intervención en Parkinson con poca afectación de equilibrio observando ser muy estables. En cambio, en pacientes con ACV el test-retest entre 2 días, se observa en postura con ojos abiertos/superficie firme valores más bajos en distancia en X e Y en el lado parético y no parético (CCI=0,79-0,73) en comparación con nuestro estudio. Consideramos que esto es debido a que los ACV tienen el equilibrio más afectado y variado, además de que puede tener mayor variabilidad en el grupo estudiado.

El CV del estudio de EM con las piernas separas 10 cm muestra una variación entre 49,6 y 16,7. Aunque son las variables velocidad en X e Y o Distancia en X e Y las que tienen unos valores normalmente por debajo de 30%. Unos autores dicen que CV debería ser por debajo del 15% (Di Berardino et al., 2009) o 30% (Harringe et al., 2008) y otros que debería tenerse en cuenta cada caso (Atkinson & Nevill, 1998). De todas formas, no podemos tener muy en cuenta dicho valor porque no todas las variables cumplen la normalidad.

En cuanto al ESM, las variables del lado del cuadrado, velocidad en X e Y son las variables que muestran un mejor comportamiento porque en todas las condiciones sensoriales se comportan de manera similar y con los valores más bajos como ocurre en el estudio de Lim et al., (2005).

Condiciones de ojos abiertos/cerrados, superficie rígida/espuma en posición de bipedestación con pies juntos

Este estudio evaluó la fiabilidad de las variables oscilométricas del movimiento del CoP en 3 repeticiones realizadas en bipedestación con los pies juntos en el mismo día en superficie firme y con colchoneta con ojos abiertos y cerrados en personas con ME. El principal hallazgo es una fiabilidad relativa de buena a excelente ($CCI=0,69-0,92$) en los test ojos abiertos y también cerrados sobre superficie rígida y en la de ojos abiertos y cerrados sobre superficie de espuma. La mayor fiabilidad absoluta entre las pruebas repetidas se obtuvo en las variables velocidad media en X e Y y el lado del cuadrado, al presentar un valor más bajo de CV y ESM.

Las mediciones del CoP estudiadas arrojaron diferentes niveles de fiabilidad, tanto relativa como absoluta, ya que cada test evalúa una condición sensorial distinta (Dickin & Clark, 2007). Los datos encontrados arrojan niveles más altos del CCI sobre superficie firme que sobre colchoneta. Estos resultados pueden ser explicados porque las estrategias posturales son variadas en superficie con colchoneta adoptando diferentes movimientos compensatorios (Horak, 1997). Otros autores defienden la opinión de que la estrategia para conseguir control postural tiene el mismo mecanismo para mantener la postura como la estabilidad del movimiento, lo que podría explicar que nuestros valores tengan similares niveles de fiabilidad entre superficie rígida y colchoneta (Feldman, 2016). Por otro lado, otros autores proponen la utilización combinada de plataformas de fuerza y un sistema de análisis de movimiento tridimensional para marcar un rango de balanceo permitido para profundizar y comprender la fiabilidad de las pruebas sobre superficie con colchoneta (Benvenuti et al., 1999). Aunque no encontramos estudios con el mismo protocolo y plataforma, encontramos estudios intradía con un protocolo similar (ojos abiertos/cerrados sobre superficie rígida y en superficie con espuma) en personas mayores, como el estudio realizado por Benvenuti et al., (1999). En dicho estudio, se obtuvieron unos valores más elevados en la fiabilidad de la variable velocidad del centro de gravedad y del CoP ($CCI=0,76-0,74$). Consideramos que esto es posible debido a que el control postural como consecuencia del envejecimiento se ve menos afectado que por la patología de la EM, y además la variabilidad entre ancianos suele ser menor que entre pacientes de EM debido al diferente grado y tipo de afectación. En cambio, en el estudio de Alahmari et al., (2014) encontramos un protocolo similar al nuestro en el que añaden una evaluación con “campana de referencia visual” obteniendo datos similares en la variable velocidad ($ICC=0,61-0,85$). Creemos que es debido a la similitud entre los síntomas de su grupo de estudio sobre alteraciones vestibulares y nuestro estudio. En cuanto a la variable extensión en ambos ejes encontramos el

estudio de Brenton-Rule et al., (2012) que muestra datos de excelente fiabilidad intradía con una hora de separación entre cada una de las evaluaciones (CCI=0,89-0,92), realizadas con ojos abiertos y cerrados en superficie firme en personas mayores con artritis reumatoide con valores de CCI muy similares a nuestro estudio en las mismas condiciones y variables estudiadas.

En cuanto a la metodología aplicada, encontramos que estudios que realizaron un promedio de 3 mediciones del CoP en cada repetición sobre superficie firme y con ojos abiertos, obtuvieron valores del ICC de velocidad en X e Y ligeramente superiores a los nuestros en mayores (CCI=0,96/0,96) y en jóvenes adultos (ICC=0,96/0,96), tal vez debido a que el número de mediciones y repeticiones afecta al grado de su fiabilidad (Demura et al., 2008; Ruhe et al., 2010). En cuanto al tiempo transcurrido entre cada repetición, no encontramos estudios de fiabilidad en el mismo día con la plataforma Good Balance en ninguna población. No obstante, comprobamos valores de fiabilidad test–retest en personas con ME entre días, mostrando una fiabilidad inferior en comparación con nuestros datos, como era de esperar (Ruhe et al., 2010). Paltamaa et al., (2005) estudian el test-retest en ME con una semana de diferencia, con la misma plataforma por nosotros utilizada sobre superficie firme con ojos abiertos y cerrados, mostrando valores inferiores de repetitividad en la variable velocidad momento en CCI, ESM y CV. Por el contrario, otros investigadores como, Wajda, Motl & Sosnoff (2016) exponen la fiabilidad en EM, sobre tres meses de diferencia, la fiabilidad del CoP durante la posición de pie en individuos con EM arrojando datos muy similares a los nuestros del CCI de la variable velocidad en ambos ejes con ojos abiertos y cerrados sobre superficie firme. Lo que nos hace pensar que añadir una tarea dual a continuación de las mediciones como hace Wajda et al., (2016) puede aumentar la atención del individuo de ME y por lo tanto su fiabilidad en el tiempo (Shumway-Cook, 2012).

Otro factor que puede influir en la fiabilidad de las pruebas es el rango de la frecuencia de muestreo de las plataformas, nuestro estudio se realizó con 50 Hz, mientras que otros estudios recogen los datos a 100 Hz (Wheat et al., 2012) o 200 Hz (Golriz et al., 2012).

Por lo que respecta al CV del estudio varió entre 13,4% a 18,9%, excepto en la velocidad momento que supera dichos valores (28,1% a 30,4%). Algunos autores exponen que dependiendo del estudio o de la población el CV puede variar. Pero la premisa es que no se debe tener en cuenta valores por encima del 30%, estando nuestro estudio por debajo del límite en todos los casos (Harringe et al., 2008). En cambio, otros autores fijan un criterio más estricto para el CV en las pruebas repetidas sobre plataformas de fuerza en un 15% como máximo (Di Bernardino et al., 2009). De todas formas, el CV debe ser considerado con precaución porque

únicamente se debe aplicar en el caso de distribuciones normales de todas las variables (Atkinson & Nevill, 1998). Y nuestros datos no se distribuyeron con normalidad en todas ellas, al igual que ocurrió en el estudio de fiabilidad en personas con EM de Paltamaa et al., (2005).

Como medida de fiabilidad absoluta, el ESM del presente estudio muestra que las variables más tradicionales como velocidad en el eje X o Y el lado del cuadrado tienen los mejores valores, siendo los valores más bajos en dichas variables en todas las pruebas planteadas. Por lo tanto, se plantean como variables a observar o de referencia para el estudio de seguimiento del equilibrio en estos pacientes. Otros estudios que evaluaron el ESM intradía, obtuvieron valores menores de fiabilidad en variables relacionadas con la velocidad, pero los datos se contradicen en lo referente al área obtenida por el desplazamiento del CoP durante la prueba (Golriz et al., 2012; Alahmari et al., 2014). Pensamos que en parte puede ser debido a la forma del cálculo del área, pues unos emplean la forma elíptica, otros la forma cuadrada, aunque todos suelen considerar el 90% de los puntos obtenidos a lo largo de la prueba.

6.4 Fiabilidad test-retest en las medidas indirectas en mayores

Esta parte del estudio evaluó la fiabilidad test-retest de las medidas indirectas (BBS, Escala de Tinetti-Equilibrio, escala de Tinetti-Marcha y 8 foot up&go) en 3 repeticiones separadas entre sí 5 minutos y realizadas en orden consecutivo en personas mayores. El principal hallazgo es que se obtuvo en: a) BBS, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,93 (0,90-0,95); b) Escala de Tinetti-Equilibrio, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,92 (0,89-0,95); c) Escala de Tinetti-Marcha, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,95 (0,93-0,97); d) 8 foot up&go, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,95 (0,93-0,97).

Antes de profundizar sobre los valores de fiabilidad de la BBS, debemos resaltar que esta parte del estudio es la muestra con la N más elevada en la que se ha estudiado la fiabilidad de la BBS. El estudio con la N más alta que encontramos fue el estudio de Quinn et al., (2013) con 67 personas en la enfermedad de Huntington o en personas mayores fue Conradsson et al., (2007) con 45 personas.

Observando los valores de cada una de las repeticiones de la BBS, encontramos una ligera tendencia a la mejoría en cada repetición. En cuanto a los valores de fiabilidad test-retest de la BBS, observamos que igual que la bibliografía consultada la fiabilidad está dentro del rango excelente (Berg et al., 1995; Conradsson et al., 2007).

Aunque si comparamos al detalle los valores numéricos, Berg et al., (1995) obtuvo valores ligeramente inferiores de fiabilidad en las 18 personas mayores (CCI=0,91). Siendo esto explicable porque nosotros valoramos la fiabilidad en el mismo día y Berg et al., (1995) analizaban con 1 semana de diferencia y entre varios examinadores, dichas circunstancias pueden afectar a la fiabilidad. Aunque, por otro lado, la población de estudio de Berg et al., (1995) es muy similar a la nuestra (mayores de ≤ 60 años, independientes en sus casas, medicamente estables, independientes en la movilidad).

En cambio, Conradsson et al., (2007) obtuvo una fiabilidad ligeramente más alta que la nuestra (CCI=0,97) en el grupo de mayores que vivían en residencia (en módulo de asistencia), con necesidad de ayuda en las actividades de la vida diaria. Pero, por otra parte, la metodología se parece más a la nuestra porque evaluó con un intervalo entre repeticiones corto (1 o 3 días) y es la fiabilidad es intraobservador como nuestro estudio.

En relación a la Escala de Tinetti, nuestro trabajo obtuvo una fiabilidad excelente tanto en la subescala de equilibrio (CCI=0,92) como en la marcha (CCI=0,95). Además, observamos como las repeticiones son estables en el tiempo. En cuanto al CV es casi nulo tanto para el equilibrio como para la marcha (CV=0,2; 0,3; respectivamente). Observando el ESM, podemos ver como únicamente variaba 0,1 puntos. Todo esto nos hace pensar que esta muestra tiende en esta escala a un efecto techo, es decir la mayoría de los individuos tiene la puntuación total como era de esperar porque son una población activa que vive en sus casas con un estilo de vida saludable. Además, es el único estudio con este tipo de estadística en personas mayores y de fiabilidad intradía que hemos encontrado en la bibliografía consultada. El estudio más similar es Faber et al., (2006) pero es en 30 mayores con una edad media de $83,1 \pm 7,3$ con un intervalo entre 2 repeticiones de 24 horas, pero aplica el análisis estadístico de correlación de Spearman. En cambio, podemos comparar nuestros resultados con otro tipo de poblaciones y con fiabilidad entre días, pero su fiabilidad siempre es menor pero dentro de los rangos de fiabilidad excelente. Pieper et al., (2008) estudió a 104 personas con desorden venoso crónico por drogas con deterioro en los miembros inferiores en 2 ocasiones con una separación de 30 días, siendo la fiabilidad como nosotros excelente en Tinetti-Equilibrio, Tinetti-Marcha (CCI=0,86; 0,86; respectivamente). O Yücel et al., (2012) que estudió la fiabilidad de personas con las extremidades amputadas siendo la fiabilidad igual de excelente en ambas subescalas (CCI=0,88).

Al observar los datos de nuestros resultados de 8 pies up&go, observamos que en cada repetición hubo una tendencia a la mejora. Y la fiabilidad fue excelente (CCI=0,95), el CV fue 6 y

el SEM=0,5. Pero no podremos comparar los valores de las repeticiones con los valores normativos de la Batería Senior Fitness Test porque nuestro grupo no fue separado por varones, ni mujeres, ni por rangos de edad ya que la muestra quedaría muy pequeña y no era el objetivo de esta parte del estudio. Pero encontramos autores que obtienen valores similares a los nuestros datos de fiabilidad intradía en mujeres mayores con el estudio de Dewhurst & Bampouras, (2014). Ellos estudiaron varias pruebas funcionales aleatorizadas y separadas por 1 minuto entre los 3 intentos (*6-m Maximum Walking Speed, timed 8 foot up and go, chair sit and reach, back scratch*), la fiabilidad obtenida fue excelente tanto para la comparación entre 1 y 2 como 3 y 2 (CCI=0,90; 0,93; respectivamente).

Además, podemos comparar la fiabilidad con los 84 mayores independientes que obtuvieron una fiabilidad excelente (CCI=0,94), muy similar a la nuestra (CCI=0,95), situación que nos parece lógica porque ambos grupos son independientes y con unos rasgos similares, aunque su fiabilidad es con un intervalo de 2 semanas (Miotto et al., 1999). En la misma línea encontramos los valores de fiabilidad del estudio de Hesseberg et al., (2015) con una fiabilidad excelente (CCI=0,95) en personas con deterioro cognitivo leve.

6.5 Fiabilidad test-retest en las medidas indirectas en jóvenes

Esta parte del estudio evaluó la fiabilidad test-retest de las medidas indirectas (BBS, Escala de Tinetti-Equilibrio, Escala de Tinetti-Marcha y 8 foot up&go en 3 repeticiones separadas entre sí 5 minutos y realizadas en orden consecutivo en personas jóvenes. El principal hallazgo es que se obtuvo en: a) BBS, fiabilidad buena, CCI (CI 95%) 0,64 (0,44-0,80); b) 8 foot up&go, fiabilidad razonable, CCI (CI 95%) 0,48 (0,25-0,69). En la Escala de Tinetti de Equilibrio y Marcha no se pudo obtener valores porque el CV no variaba.

Observando nuestros datos interpretamos que en la BBS casi no hubo diferencias entre las repeticiones de las pruebas de los jóvenes y tampoco hubo una gran variación entre ellos como se observa al tener CV de 0,1 (muy bajo) y SEM de 0,2 (muy bajo). Esto es debido a que la BBS es una batería de pruebas con calificación cerrada y con una ejecución demasiado fácil para esta población. Además, no es capaz de discriminar entre bueno y excelente equilibrio. Y esta circunstancia estadística afecta al CCI, bajado el puntaje.

En el caso de la fiabilidad de la Escala de Tinetti-Equilibrio y Tinetti-Marcha no se obtuvieron valores de fiabilidad porque no hubo variación entre las repeticiones ni entre los sujetos. Este es el caso más claro de un efecto techo de una escala en la población de jóvenes.

Es decir, que las tareas de los diferentes ítems propuestos son tan fáciles que fue imposible de discriminar en puntuación. Esto concuerda con la bibliografía encontrada, ya que toda es dirigida a mayores o personas con patologías que afectan gravemente al equilibrio y la movilidad.

En cuanto a la prueba de 8 foot up&go, los datos presentan una alta variabilidad en esta prueba intradía, la media presenta una tendencia de mejora que puede ser debida al aprendizaje por parte de los sujetos jóvenes de la prueba. Esta situación perjudica al CCI aunque el CV y el SEM siguen siendo altos. No tenemos datos que apoyen estas afirmaciones intradía con 8 foot up&go en jóvenes. Pero esto concuerda con los valores de fiabilidad del test-retest del Tiempo up&go $CCI \geq 0,90$ que encontramos en adultos jóvenes del estudio (Regterschot, Zhang, Baldus, Stevens & Zijlstra, 2014). En dicho estudio no hay efecto aprendizaje entre repeticiones porque la diferencia entre los días es de 5 a 7 días. La misma situación sin aprendizaje entre días (1 ó 12 días) se vuelve a producir en jóvenes con discapacidad intelectual con Timed Up and Go Test ($CCI=0,92$) (Blomqvist, Wester, Sundelin & Rehn, 2012).

Estos datos nos hacen pensar que en las medidas indirectas creadas para mayores y adaptadas a personas con patologías no se pueden utilizar en la población de jóvenes porque no se comportan de la misma forma en base al estudio de la fiabilidad.

6.6 Fiabilidad test-retest en las medidas indirectas en personas con Esclerosis Múltiple

Esta parte del estudio evaluó la fiabilidad test-retest de las medidas indirectas (BBS, Escala de Tinetti-Equilibrio, Escala de Tinetti-Marcha y 8 foot up&go) en 3 repeticiones separadas entre sí 5 minutos y realizadas en orden consecutivo en personas con Esclerosis Múltiple. El principal hallazgo es que se obtuvo en: a) BBS, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,93 (0,86-0,97); b) Escala de Tinetti-Equilibrio, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,75 (0,53-0,88); c) Escala de Tinetti-Marcha, no obtuvo valores de fiabilidad por obtener varianza 0; d) 8 foot up&go, fiabilidad excelente, CCI (CI 95%) 0,78 (0,59-0,90).

Nuestra población de estudio de las medidas indirectas fueron 24 personas con Esclerosis Múltiple (10 varones y 14 mujeres). El tamaño muestral es parecido a los estudios previos de la fiabilidad de la BBS. Según la bibliografía consultada, existen otros 3 estudios en esta población. El tamaño muestral es $N=19$ (Paltamaa, Sarasoja, Leskinen, Wikström & Mälkiä, 2008), $N=25$ (Cattaneo et al., 2007), $N=25$ (Learmonth et al., 2012).

Las características de nuestra muestra fueron muy parecidas a los 3 estudios anteriores. Al igual que en el resto de los autores nuestra muestra de valores de BBS no tiene valores entre 0 y 20 y por lo tanto no podemos determinar la fiabilidad absoluta en este rango de la escala de BBS. Este hecho es debido a que seleccionamos los mismos criterios de inclusión para las pruebas indirectas que para las pruebas de oscilometría, dando por válido solo aquellos individuos que concluían todas las pruebas. Todos los estudios tienen criterios de inclusión parecidos: estar diagnosticado de Esclerosis Múltiple Recurrente-Remitente y tener una sintomatología estable, comprender órdenes o no tener deterioro cognitivo grave mantener el equilibrio y caminar. En donde radica la diferencia entre los estudios, en cuanto a los criterios de exclusión, es en la capacidad de caminar afectando directamente a la discapacidad de la EM en la EDSS. Paltamaa et al., (2008) indico que fueron capaces de caminar al menos 20 metros con o sin ayuda con un EDSS \leq 6,5. Cattaneo et al., (2007) indicó una habilidad para caminar 6 metros con o sin dispositivo. Learmonth et al., (2012) pidió tener confirmado un EDSS de 5-6,5.

El estudio de Paltamaa et al., (2008) obtuvo unos valores ligeramente superiores en las repeticiones que el nuestro ($54,3 \pm 2,1$; $54,0 \pm 2,6$; $54,5 \pm 1,7$), y CCI fue excelente pero ligeramente inferior al nuestro (CCI=0,85) como era de esperar al ser evaluado con una semana de diferencia. Aunque, por otro lado, su grupo fue menos disperso en los resultados que el nuestro porque tanto el SEM como el CV obtuvieron valores inferiores (SEM=0,83), (CV=1,1), siendo esto positivo.

Learmonth et al., (2012) también evaluó la BBS y las medidas de las 1ª y 2ª repeticiones realizadas fueron ($45,92 \pm 12,4$; $46,38 \pm 13,3$; respectivamente). Estos valores fueron ligeramente más bajos que las 1ª, 2ª y 3ª repetición de nuestro estudio ($51,7 \pm 5$; $52,8 \pm 4,3$; $52,8 \pm 4,5$; respectivamente). En cambio, el CCI fue ligeramente más alto (CCI=0,96) que el nuestro. Aunque su ESM fue peor que el nuestro (ESM=2,39).

Cattaneo et al., (2007) igualmente evaluó la fiabilidad de BBS, los datos descriptivos de la muestra de la BBS fueron $48,19 \pm 7,66$, ligeramente más afectados en el equilibrio que nuestra muestra de personas con EM. En cambio, el CCI fue ligeramente más alto (CCI=0,96) que el nuestro. Aunque su ESM fue peor que el nuestro (ESM=2,39).

Por lo tanto, como la bibliografía anteriormente citada y los datos de nuestro presente estudio sugiere, las personas con EM con mayor discapacidad o peor equilibrio obtendrán unos valores más preciosos en la escala de la BBS con un CCI más elevado y ESM más bajo.

Observando nuestros datos de la escala de Tinetti podemos pensar que este grupo de EM no tiene ningún riesgo de caídas porque tiene valores altos en ambas subescalas. La subescala del equilibrio y sus repeticiones están dentro de los rangos de mayor capacidad funcional de la escala, siendo su fiabilidad es excelente (CCI=0,75), aunque varía casi 1 punto (SEM=0,6). En cambio, la marcha obtuvo valores casi máximos de capacidad funcional en todas las repeticiones realizadas por todos los sujetos, además esos valores fueron constantes en las repeticiones, por lo cual no fue posible discriminar cambios en las repeticiones y por lo tanto no tiene valores de fiabilidad. Según la bibliografía consultada, la escala de Tinetti en EM intradía carece de estudios, pero podemos comparar nuestros valores con estudios de fiabilidad entredías en otros grupos parecidos como personas con ACV (Canbek et al., 2013), Alzheimer (Rodríguez, 2013), Huntington (Quinn et al., 2013).

Canbek et al., (2013) estudió la fiabilidad entre días con la mínima separación encontrada (1 día) en personas con ACV, dando valores de fiabilidad excelentes como los nuestros en la escala de equilibrio, pero con valores ligeramente más altos (CCI=0,827). Pero este estudio, sí que obtuvieron valores de fiabilidad en la marcha (CCI=0,829).

Rodríguez, (2013) estudió la fiabilidad entre días (6 semanas) en personas con Alzheimer. En dicho estudio obtuvieron fiabilidad excelente en ambas subescalas de equilibrio y marcha (CCI=0,9541; 0,9585; respectivamente).

Para 8 foot UP&GO, nuestros resultados indicaron excelente fiabilidad intradía (CCI=0,78) para personas con EM. Nuestros valores son ligeramente más bajos que la fiabilidad intradía para mujeres mayores de 71 años del estudio de Dewhurst & Bampouras (2014) (CCI entre 2 y 1 intento=0,90) (CCI entre 3 y 2=0,93). Consideramos que esto es debido a que el grupo de mayores tienen respuestas más homogéneas. También, podemos encontrar otros estudios con una metodología similar como el estudio de Miotto et al., (1999) en personas mayores independientes con 2 semanas de diferencia encontrando fiabilidad excelente (CCI=0,94). Y con una fiabilidad aún mejor encontramos a Hesseberg et al., (2014), obtuvieron una fiabilidad test-retest (CCI=0,95) entre 24 horas y 2 semanas en personas con deterioro cognitivo leve y demencia. Sus valores de la 1ª y 2ª repetición fueron más altos que los nuestros ($8,1 \pm 2,9$; $7,9 \pm 2,5$; respectivamente). Estos últimos son los únicos que como nosotros estudiaron el SEM siendo el suyo más bajo (SEM= 0,60) que el nuestro (SEM=1,3). El 8 foot UP&GO se podría emplear como registro en personas con EM, de la misma manera que se emplea UP&GO o

TUP&GO, con la ventaja que es una distancia reducida y tenemos valores normativos de comparación para varones y mujeres mayores de 65 años.

6.7 Correlaciones entre las evaluaciones oscilométricas y las medidas indirectas en mayores

Las alteraciones del equilibrio en personas mayores son a menudo recogidas por pruebas evaluadas por el observador (medidas indirectas). Estas pruebas pueden tener fiabilidad alta, pero también pueden tener problemas de variabilidad entre evaluadores y potencialmente pueden ser poco sensibles a los cambios leves que se producen durante el envejecimiento, el curso de una enfermedad o una rehabilitación. En cambio, las evaluaciones de laboratorio no tienen estos problemas. Aunque a menudo, el acceso a este tipo de instrumentos tan caros no está disponible. Por eso una de las fortalezas de nuestro estudio es analizar las correlaciones entre las pruebas estáticas de plataforma y BBS, Tinetti-Equilibrio, Tinetti-Marcha y 8 pies up&go es importante para la práctica clínica. Y en virtud de los datos encontrados pudimos observar que la BBS y la subescala de Tinetti-Equilibrio tuvieron una relación lineal inversa con las pruebas de oscilometría independientemente de la posición de oscilometría evaluada. Cuando BBS y Tinetti obtienen sus mejores puntajes, en las pruebas de oscilometría, el CoP tiene mejor comportamiento cuando sus valores son inferiores. Por otra parte, la correlación se da con aquellas personas que tienen una afectación moderada según la BBS (superior a 48) con un riesgo de caída baja y que son capaces de completar las pruebas oscilométricas como ocurrió en el estudio de Baydal-Bertomeu et al., (2015). En cambio, estos investigadores obtuvieron una correlación entre el índice global del sistema posturografico NedSVE-IBV más elevado que el nuestro con la plataforma Good Balance ($R=0,82$, $p<0,001$). Por lo que consideramos que el cálculo global de todas las variables oscilométricas en NedSVE-IBV puede aumentar la correlación, mientras que la plataforma Good Balance carece de este cálculo global para el protocolo que planteamos. Además, Tinetti-Equilibrio obtiene correlaciones bajas con la mayoría de las variables, a pesar de ser significativas; y la BBS obtiene menos relaciones. A pesar de que ambas pruebas (BBS y Tinetti- Equilibrio) miden el equilibrio a través de diferentes ítems, consideramos que esta situación es así porque la BBS incluye más ítems funcionales en los que evalúa constructos que consideramos no relacionados directamente con la postura de pie. Podríamos expresar que algunos de ellos son dirigidos hacia la movilidad y esto puede afectar a esa relación como subir alternativamente los pies a un taburete o realizar transferencias de una silla a otra.

Respecto a la subescala de Tinetti-Marcha observamos que no hay ningún tipo de relación con las pruebas oscilométricas ni con pies separados 10 cm ni con pies juntos. Por lo tanto, esta prueba no se puede utilizar para determinar el equilibrio.

En cuanto a la prueba 8 foot up&go observamos que las relaciones fueron pocas, positivas y leves con las variables de oscilometría. Además, nos llama la atención que no se cumplen las mismas relaciones con la posición de pies separados 10 cm y piernas juntas, por lo que decir que 8 foot up&go y los test estáticos de oscilometría guardan relación debería ser estudiado con más profundidad. Apoyando esta afirmación encontramos autores como Rolenz & Reneker (2016) que estudian las correlaciones de 8 foot up&go frente a otras medidas de equilibrio como *Activities Specific Balance Confidence (ABC)* en mayores con y sin deterioro cognitivo, concluyendo que no hay relación entre ambas escalas. En base a esto, proponemos 8 foot up&go como medida de rendimiento funcional pero no de equilibrio estático en mayores.

6.8 Correlaciones entre las evaluaciones oscilométricas y las medidas indirectas en jóvenes

Los presentes hallazgos de esta parte del trabajo indican que ninguna variable oscilométrica con pies separados 10 cm y pies juntos se relaciona con la BBS ni con 8 foot up&go. Que no haya ningún tipo de relación, nos hace suponer que ser una prueba de equilibrio y otra de rendimiento funcional diseñado en un principio para mayores no se puede aplicar a jóvenes. Además, no se pudo calcular ninguna correlación entre las variables oscilométricas en ninguna posición y la subescala de Tinetti porque las variables fueron constantes.

6.9 Correlaciones entre las evaluaciones oscilométricas y las medidas indirectas en personas con Esclerosis Múltiple

La estabilometría es una herramienta objetiva para la valoración del equilibrio. En las últimas decenas se ha convertido en el *Gold estándar* a pesar del elevado coste. Pero como estos instrumentos no están al alcance de todos los profesionales es necesario observar las correlaciones entre los diferentes test oscilométricos y las pruebas más utilizadas en el ámbito clínico.

El hallazgo principal de esta parte del presente estudio es que las variables oscilométricas con pies separados 10 cm se relacionan negativamente con la escala de la BBS,

cuánto menos valor de oscilometría, mayor valor en la escala de BBS, menor discapacidad, pero solo en las variables con ojos abiertos y suelo firme. Consideramos que esto es así porque la mayoría de los ítems de la escala BBS se realizan en suelo firme y con los ojos abiertos. Aunque se nos hace difícil realizar una discusión porque no encontramos en la literatura estudios de correlación de valores de oscilometría con la BBS. En cambio, si encontramos un estudio Kalron & Givon, (2016) que comparaba la prueba Four Square Step positivamente con pruebas de oscilometría en EM. Por el contrario, las variables oscilométricas con pies juntos no se relacionan con BBS. Consideramos que esto ocurrió porque la mayoría de los ítems de BBS se realizan con una posición de partida aproximada de 10 cm siendo una posición más común en las actividades funcionales.

Otro hallazgo es que las variables oscilométricas de pies separados 10 cm ojos abiertos en superficie rígida se relacionan negativamente con la subescala de Tinetti-Equilibrio. Cuánto menor valor de oscilometría, más puntuación en el subapartado Tinetti-Equilibrio, menor discapacidad del equilibrio. Consideramos que esto es posible porque dicha subescala tiene muchos ítems estáticos con ojos abiertos y la base de sustentación abierta al menos 10 cm en los que el sujeto marca sus límites de estabilidad, así como su equilibrio estático y dinámico.

Otra aportación de nuestro trabajo es que variables oscilométricas de pies separados 10 cm con ojos abiertos en superficie rígida, ojos cerrados en superficie rígida, ojos cerrados en superficie espuna se relacionan negativamente con la subescala de Tinetti-Marcha. Cuánto menor valor de oscilometría, más puntuación en el subapartado Tinetti-Equilibrio, menor discapacidad del equilibrio. Estas correlaciones nos hacen pensar que en el proceso de la marcha se integran varias condiciones sensoriales en las que adaptarse visualmente y propioceptivamente al entorno es imprescindible desde la posición de bipedestación con pies separados 10 cm.

En cuanto a las relaciones de las variables oscilométricas con pies separados 10 cm y 8 foot up&go observamos relaciones positivas entre ojos abiertos y superficie rígida. Aunque son muchos los factores que influyen en esta relación, era de esperar que hubiera relación con la posición oscilométrica más parecida a la posición de partida de 8 foot up&go (pies separados 10 cm, ojos abiertos y superficie firme).

Como era de esperar, las relaciones entre las variables oscilométricas con pies juntos con las medidas indirectas fueron menores porque es una posición menos funcional. Según

nuestros resultados no hubo ninguna relación entre la oscilometría de pies juntos con BBS o 8 foot up&go. Consideramos que estos valores están relacionados con la utilización de la posición de pies juntos en las actividades de la vida diaria siendo una actitud poco utilizada debido a la disminución de la base de sustentación que influye en la correlación que planteamos en personas con EM que tienen una tendencia a aumentar su base de sustentación.

Por el contrario, las relaciones entre las variables oscilométricas con pies juntos y la subescala Tinetti-equilibrio se relaciona negativamente en las condiciones ojos abiertos y superficie rígida, ojos abiertos y superficie espuma. Lo que nos hace pensar que los ítems de esta subescala están relacionados con las condiciones propioceptivas con los ojos abiertos.

Mientras las relaciones entre las variables oscilométricas con pies juntos y la subescala de Tinetti-Marcha son negativas en las posiciones de ojos abiertos superficie rígida, ojos abiertos superficie espuma, ojos cerrados superficie espuma. Estas correlaciones nos hacen pensar que en el proceso de la marcha se integran varias condiciones sensoriales en las que adaptarse visualmente y propioceptivamente al entorno es imprescindible.

7 CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos y del análisis realizado en la discusión de los mismos, las conclusiones de este estudio son:

1. Las evaluaciones oscilométricas realizadas con la plataforma “Good Balance” Metitur son pruebas que presentan una alta fiabilidad test-retest, tanto cuando se realiza con ojos abiertos o con privación de la visión, con o sin información propioceptiva, cuando se realiza con una base de sustentación amplia (pies separados 10 cm) o con una base de sustentación pequeña (pies juntos) independientemente del grupo de población estudiado.
2. La fiabilidad de las pruebas oscilométricas no es la misma en todas las poblaciones; curiosamente el grupo de jóvenes presentan una más baja fiabilidad que los mayores o los afectados por Esclerosis Múltiple.
3. La Escala de Berg muestra en mayores y en personas afectadas por la Esclerosis Múltiple una fiabilidad muy alta y en jóvenes presenta una más pobre fiabilidad test-retest.
4. La escala de Tinetti presenta una excelente fiabilidad tanto en su subescala de “equilibrio” como en su subescala “marcha”, tanto en mayores como en personas con Esclerosis Múltiple. En personas jóvenes, es una prueba demasiado sencilla como para que pueda presentar resultados diferentes en intentos sucesivos.
5. La prueba de 8 pies up&go empleada con frecuencia en la clínica muestra también una alta repetibilidad en mayores y en las personas con Esclerosis Múltiple y más pobre consistencia en las mediciones en los jóvenes.
6. En la población mayor, entre la mayoría de las variables oscilométricas y los resultados de la subescala de equilibrio el grado de correlación es muy bajo, a pesar de presentar significación estadística; es de similar magnitud con la prueba de la escala de Berg pero con menos variables. Con 8 foot up&go, las relaciones son de grado muy bajo y son nulas con la subescala de Tinetti-Marcha.
7. En la población con Esclerosis Múltiple, se observan la misma tendencia que en mayores, pero con menos variables oscilométricas.
8. En la población sana joven, no es aplicable las pruebas clásicas indirectas para la evaluación del equilibrio.

8 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio no está exento de limitaciones. En cuánto a la fiabilidad de las pruebas oscilométricas, los escasos estudios en personas con Esclerosis Múltiple para comparar nuestros datos con una metodología similar y, la dificultad de reclutar una muestra más grande de personas con esta enfermedad estratificada por su discapacidad según el EDDS que puedan realizar todas las pruebas en el mismo día, supone limitaciones.

En cuánto a la metodología del estudio, haber realizado una única medición en cada repetición en las medidas oscilométricas y sin sesiones de familiarización puede haber afectado a los valores de fiabilidad.

9 BIBLIOGRAFÍA

Aboutorabi A, Arazpour M, Bahramizadeh M, Hutchins SW, Fadayevatan R. The effect of aging on gait parameters in able-bodied older subjects: a literature review. *Aging Clin Exp Res*. 2016; 28 (3): 393-405.

AccuSway Optimized - Biometrics France [Internet]. [citado 5 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.biometrics.fr/V4/en/plate-formes-de-posturographie/19-accusway-plus.html>

Akkaya N, Doganlar N, Celik E, Aysse SE, Akkaya S, Gungor HR, Şahin F. Test-Retest Reliability of Tetrax® Static Posturography System in Young Adults with Low Physical Activity Level. *Int J Sports Phys Ther*. 2015; 10 (6): 893-900.

Alahmari KA, Marchetti GF, Sparto PJ, Furman JM, Whitney SL. Estimating postural control with the balance rehabilitation unit: Measurement consistency, accuracy, validity, and comparison with dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014; 95 (1): 65-73.

Álvarez Barbosa F, del Pozo-Cruz B, del Pozo-Cruz J, Alfonso-Rosa RM, Sañudo Corrales B, Rogers ME. Factors Associated with the Risk of Falls of Nursing Home Residents Aged 80 or Older. *Rehabil Nurs*. 2016; 41 (1): 16-25.

AMTI Home Page. [Internet]. [citado 5 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.amti.biz/index.aspx>

Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med*. 1998; 26 (4): 217-238.

Balaguer García R, Pitarch Corresa S, Baydal Bertomeu JM, Morales Suárez-Varela MM. Posturografía estática con pruebas dinámicas. Utilidad de los parámetros biomecánicos en la valoración del paciente vestibular. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2012; 63 (5): 332-338.

Baldini A, Nota A, Assi V, Ballanti F, Cozza P. Intersession reliability of a posturo-stabilometric test, using a force platform. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013; 23 (6): 1474-1479.

Barozzi S, Socci M, Soi D, Di Berardino F, Fabio G, Forti S, et al. Reliability of postural control measures in children and young adolescents. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2014; 271 (7): 2069-2077.

Bauer C, Gröger I, Rupprecht R, Gaßmann KG. Intrasession Reliability of Force Platform Parameters in Community-Dwelling Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89 (10): 1977-1982.

Bauer C, Gröger I, Rupprecht R, Meichtry A, Tibesku CO, Gaßmann K-G. Reliability analysis of time series force plate data of community dwelling older adults. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010; 51 (3): 100-105.

Baydal-Bertomeu JM, Viosca-Herrero E, Ortuño-Cortés MA, Quiza-Valero V, Garrido-Jaén D, Vivas Broseta MJ. Estudio de la eficacia y fiabilidad de un sistema de posturografía en comparación con la escala de Berg. *Rehabilitación.* 2010; 44 (4): 304-310.

Benvenuti F, Mecacci R, Gineprari I, Bandinelli S, Benvenuti E, Ferrucci L, Baroni A, Rabuffetti M, Hallet M. Kinematic characteristics of standing disequilibrium: reliability and validity of a posturographic protocol. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80 (3): 278-287.

Berg K, Norman KE. Functional assessment of balance and gait. *Clin Geriatr Med.* 1996; 12 (4): 705-723.

Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995; 27 (1): 27-37.

Berg K. Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiother Canada.* 1989; 41 (5): 240-246.

Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Canada.* 1989; 41 (6): 304-311.

Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992; 73 (11): 1073-1080.

Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Heal Can sante publique.* 1992; 83 Suppl 2: S7-11.

BioSway™ - Equilibrio - Medicina Física | Biodex [Internet]. [citado 12 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/biosway-portable>

Bisbe Gutiérrez M, Santoyo Medina C, Segarra Vidal VT. Fisioterapia en neurología: procedimientos para restablecer la capacidad funcional. Madrid: *Editorial Médica Panamericana*; 2012.

Blomqvist S, Wester A, Sundelin G, Rehn B. Test-retest reliability, smallest real difference and concurrent validity of six different balance tests on young people with mild to moderate intellectual disability. *Physiotherapy*. 2012; 98 (4): 313-319.

Brauer S, Burns Y, Galley P. Lateral reach: a clinical measure of medio-lateral postural stability. *Physiother Res Int*. 1999; 4 (2): 81-88.

Bravo G, Gauthier P, Roy P, Tessier D, Gaulin P, Dubois M, Péloquin L. The functional fitness assessment battery: Reliability and validity data for elderly women. *J Aging Phys Act*. 1994; 2 (1): 67-79.

Brenton-Rule A, Mattock J, Carroll M, Dalbeth N, Bassett S, Menz HB, Rome K. Reliability of the TekScan MatScan® system for the measurement of postural stability in older people with rheumatoid arthritis. *J Foot Ankle Res*. 2012; 5: 21.

Brown TR, Kraft GH. Exercise and Rehabilitation for Individuals with Multiple Sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005; 16 (2): 513-555.

Cachupe WJC, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2001; 5 (2): 97-108.

Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2010; 10(5): 407-12.

Canbek J, Fulk G, Nof L, Echternach J. Test-retest reliability and construct validity of the tinetti performance-oriented mobility assessment in people with stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2013; 37 (1): 14-19.

Cattaneo D, Jonsdottir J, Repetti S. Reliability of four scales on balance disorders in persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil*. 2007; 29 (24): 1920-1925.

Cattaneo D, Regola A, Meotti M. Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil*. 2006; 28 (12): 789-795.

Chang JO, Levy SS, Seay SW, Goble DJ. An Alternative to the balance error scoring system: Using a low-cost balance board to improve the validity/reliability of sports-related concussion balance testing. *Clin J Sport Med.* 2014; 24 (3): 256-262.

Chou C-Y, Chien C-W, Hsueh I-P, Sheu C-F, Wang C-H, Hsieh C-L. Developing a short form of the Berg Balance Scale for people with stroke. *Phys Ther.* 2006; 86 (2): 195-204.

Conradsson M, Lundin-Olsson L, Lindelöf N, Littbrand H, Malmqvist L, Gustafson Y, Rosendahl E. Berg balance scale: intrarater test-retest reliability among older people dependent in activities of daily living and living in residential care facilities. *Phys Ther.* 2007; 87 (9): 1155-1163.

De Kegel A, Dhooge I, Cambier D, Baetens T, Palmans T, Van Waelvelde H. Test-retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. *Gait Posture.* 2011; 33 (4): 679-685.

De Moya MFP, Bertomeu JMB, Broseta MJV. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación.* 2005; 39 (6): 315-323.

Demura S, Kitabayashi T, Aoki H. Body-sway characteristics during a static upright posture in the elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 2008; 8 (3): 188-197.

Demura S-I, Noda M, Kitabayashi T, Aoki H. Age-stage differences in body sway during a static upright posture based on sway factors and relative accumulation of power frequency. *Percept Mot Skills.* 2008; 107 (1): 89-98.

Desforges JF, Tinetti ME, Speechley M. Prevention of falls among the elderly. *N Engl J Med.* 1989; 320 (16): 1055-1059.

Dewhurst S, Bampouras TM. Intraday Reliability and Sensitivity of Four Functional Ability Tests in Older Women. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93 (8): 703-707.

Di Berardino F, Filipponi E, Barozzi S, Giordano G, Alpini D, Cesarani A. The use of rubber foam pads and «sensory ratios» to reduce variability in static posturography assessment. *Gait Posture.* 2009; 29 (1): 158-160.

Di Carlo S, Bravini E, Vercelli S, Massazza G, Ferriero G. The Mini-BESTest: a review of psychometric properties. *Int J Rehabil Res.* 2016; 39 (2): 97-105.

Di Fabio RP, Seay R. Use of the «fast evaluation of mobility, balance, and fear» in elderly community dwellers: Validity and reliability. *Phys Ther.* 1997; 77 (9): 904-917.

Dickin DC, Clark S. Generalizability of the sensory organization test in college-aged males: Obtaining a reliable performance measure. *Clin J Sport Med.* 2007; 17 (2): 109-115.

Dickin DC. Obtaining reliable performance measures on the sensory organization test: Altered testing sequences in young adults. *Clin J Sport Med.* 2010; 20 (4): 278-285.

Downs S, Marquez J, Chiarelli P. Normative scores on the Berg Balance Scale decline after age 70 years in healthy community-dwelling people: a systematic review. *J Physiother.* 2014; 60(2): 85-89.

Doyle RJ, Ragan BG, Rajendran K, Rosengren KS, Hsiao-Wecksler ET. Generalizability of Stabilogram Diffusion Analysis of center of pressure measures. *Gait Posture.* 2008; 27 (2): 223-230.

Dudek FJ. The continuing misinterpretation of the standard error of measurement. *Psychol Bull.* 1979; 86 (2): 335-337.

Duncan PW, Studenski S. Balance and gait measures. *Annu Rev Gerontol Geriatr.* 1994; 14: 76.

Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990; 45(6): 192-197.

Faber MJ, Bosscher RJ, Van Wieringen PCW. Clinimetric properties of the performance-oriented mobility assessment. *Phys Ther.* 2006; 86 (7): 944-954.

Fabre JM, Ellis R, Kosma M, Wood RH. Falls risk factors and a compendium of falls risk screening instruments. *J Geriatr Phys Ther.* 2010; 33(4): 184-197.

Feldman AG. The Relationship Between Postural and Movement Stability. En: *Advances in experimental medicine and biology.* 2016. p. 105-120.

Fleiss, JL: *The Design and Analysis of Clinical Experiments.* Wiley & Sons: New York; 2011.

Franchignoni F, Tesio L, Martino MT, Ricupero C. Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females. *Aging Clin Exp Res.* 1998; 10 (1): 26-31.

Fuentealba RG. El error estándar de medida y la puntuación verdadera de los tests psicológicos: Algunas recomendaciones prácticas. *Ter Psicológica*. 2006; 24 (2): 117-130.

Ghai S, Ghai I, Effenberg AO. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging*. 2017; 12: 557-577.

Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, Walker BF. The reliability of a portable clinical force plate used for the assessment of static postural control: repeated measures reliability study. *Chiropr Man Ther*. 2012; 20 (1): 14.

Gray VL, Ivanova TD, Garland SJ. Reliability of center of pressure measures within and between sessions in individuals post-stroke and healthy controls. *Gait Posture*. 2014; 40 (1): 198-203.

Gunn HJ, Newell P, Haas B, Marsden JF, Freeman JA. Identification of Risk Factors for Falls in Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther*. 2013; 93: 504-513.

Guyton AC & Hall JE. Guyton & Hall, tratado de fisiología médica. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1997.

Ha H, Cho K, Lee W. Reliability of the good balance system® for postural sway measurement in poststroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26 (1): 121-124.

Hansen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2000; 8 (3): 180-185.

Harburn KL, Hill KM, Kramer JF, Noh S, Vandervoort AA, Teasell R. Clinical applicability and test-retest reliability of an external perturbation test of balance in stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995; 76 (4): 317-23.

Harringe ML, Halvorsen K, Renström P, Werner S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait Posture*. 2008; 28 (1): 38-45.

Heebner NR, Akins JS, Lephart SM, Sell TC. Reliability and validity of an accelerometry based measure of static and dynamic postural stability in healthy and active individuals. *Gait Posture*. 2014; 41: 535-539.

Hesseberg K, Bentzen H, Bergland A. Reliability of the senior fitness test in community-dwelling older people with cognitive impairment. *Physiother Res Int*. 2015; 20 (1): 37-44.

Hirabayashi S, Iwasaki Y. Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain Dev*. 1995; 17 (2): 111-113.

Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiol Aging*. 1989; 10 (6): 727-738.

Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 2009; 89 (5): 484-498.

Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture*. 1997; 6 (1): 76-84.

Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther*. 1987; 67 (12): 1881-1885.

Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006; 35 (Suppl 2): ii7-ii11.

Huisinga JM, Yentes JM, Filipi ML, Stergiou N. Postural control strategy during standing is altered in patients with multiple sclerosis. *Neurosci Lett*. 2012; 524 (2): 124-128.

Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother*. 2001; 47 (2): 89-100.

Iatridou G, Dionyssiotis Y. Reliability of balance evaluation in children with cerebral palsy. *Hippokratia*. 2013; 17 (4): 303-306.

Jančová J. Measuring the balance control system-review. *Acta Medica (Hradec Kral*. 2008; 51 (3): 129-137.

Kalron A, Givon U. Construct Validity of the Four Square Step Test in Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016; 97(9): 1496-1501.

Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Agud Aparicio JL. Principios de neurociencia. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2001

Karlsson MK, Magnusson H, Vonschewelov T, Rosengren BE. Prevention of falls in the elderly-a review. *Osteoporos Int*. 2013; 24: 747- 762.

Karthikeyan G, Sheikh SG, Chippala P. Test-retest reliability of short form of berg balance scale in elderly people. *Glo Adv Res J Med Sci*. 2012; 1: 139-144.

Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM, Kostyk SK. Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther*. 2007; 87 (10): 1369-1378.

Khasnis A, Gokula RM. Romberg's test. *J Postgrad Med*. 2003; 49(2): 169.

Kim S-G, Kim M-K. The intra- and inter-rater reliabilities of the Short Form Berg Balance Scale in institutionalized elderly people. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27 (9): 2733-2734.

Kloos AD, Fritz NE, Kostyk SK, Young GS, Kegelmeyer DA. Clinimetric properties of the Tinetti Mobility Test, Four Square Step Test, Activities-specific Balance Confidence Scale, and spatiotemporal gait measures in individuals with Huntington's disease. *Gait Posture*. 2014; 40 (4): 647-651.

Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*. 1983; 33 (11): 1444-1452.

Lafond D, Corriveau H, Hébert R, Prince F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people¹. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85 (6): 896-901.

Lajoie Y, Jehu DA, Richer N, Chan A. Continuous and difficult discrete cognitive tasks promote improved stability in older adults. *Gait Posture*. 2017; 55: 43-48.

Langley FA, Mackintosh SFH. Functional balance assessment of older community dwelling adults: a systematic review of the literature. *J allied Heal Sci Pract*. 2007; 5 (4): 1-11.

Learmonth YC, Paul L, McFadyen AK, Mattison P, Miller L. Reliability and clinical significance of mobility and balance assessments in multiple sclerosis. *Int J Rehabil Res*. 2012; 35 (1): 69-74.

Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM. Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease who fall. *Phys Ther*. 2011; 91 (1): 102-113.

Lee J, Geller AI, Strasser DC. Analytical review: focus on fall screening assessments. *PM&R*. 2013; 5 (7): 609-621.

Leitner C, Mair P, Paul B, Wick F, Mittermaier C, Sycha T, Ebenbichler G. Reliability of posturographic measurements in the assessment of impaired sensorimotor function in chronic low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009; 19 (3): 380-390.

Liaw L-J, Hsieh C-L, Hsu M-J, Chen H-M, Lin J-H, Lo S-K. Test–retest reproducibility of two short-form balance measures used in individuals with stroke. *Int J Rehabil Res.* 2012; 35 (3): 256-262.

Liaw L-J, Hsieh C-L, Lo S-K, Chen H-M, Lee S, Lin J-H. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chronic stroke patients. *Disabil Rehabil.* 2008; 30 (9): 656-661.

Lim L, Van Wegen EEH, De Goede CJT, Jones D, Rochester L, Hetherington V, et al. Measuring gait and gait-related activities in Parkinson’s patients own home environment: a reliability, responsiveness and feasibility study. *Parkinsonism Relat Disord.* 2005; 11 (1): 19-24.

Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait Posture.* 2008; 28 (2): 337-342.

Major MJ, Fatone S, Roth EJ. Validity and reliability of the Berg Balance Scale for community-dwelling persons with lower-limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94 (11): 2194-2202.

Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol.* 1994; 4(6): 877-887.

Massion J. Postural Control Systems in Developmental Perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998; 22 (4): 465-472.

Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the « get-up and go » test. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986; 67(6): 387-389.

Mazaheri M, Salavati M, Negahban H, Parnianpour M. Test-retest reliability of postural stability measures during quiet standing in patients with a history of nonspecific low back pain. *Biomed Eng - Appl Basis Commun.* 2010; 22(3): 255-262.

McCulloch KL, Gross MT, Ferguson ST, Kerr. LL, Wills CA, Farlow MR. Interrater and test-retest reliability of Berg Balance Scale for patients with brain injury. *Neurol Rep.* 1997; 21 (2): 50.

McGuire J, Hitzig SL, Ditor DS. Assessing the applicability of the nintendo wii as a device for advancing clinical practice and functional independence. *Crit Rev Phys Rehabil Med*. 2011; 23(1-4): 109-123.

Meshkati Z, Namazizadeh M, Salavati M, Mazaheri M. Reliability of force-platform measures of postural sway and expertise-related differences. *J Sport Rehabil*. 2011; 20 (4): 442-56.

Metitur Balance Force Platform — Jyväskylän yliopisto [Internet]. [citado 5 de mayo de 2017]. Disponible en: <https://www.jyu.fi/sport/en/dept/motorskills/devices/metiturbalance>

Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-leg standing test for elderly populations. *J Orthop Sci*. 2009; 14 (5): 675-685.

Miotto JM, Chodzko-Zajko WJ, Reich JL, Supler MM. Reliability and validity of the Fullerton Functional Fitness Test: an independent replication study. *J Aging Phys Act*. 1999; 7: 339-353.

Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle Weakness and Falls in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2004; 52 (7): 1121-1129.

Nashner LM. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. En: Proceedings of the American Physical Therapy Association Forum Nashville. 1989. p. 5-12.

Natus Medical Incorporated - NeuroCom Balance Master Systems [Internet]. [citado 12 de mayo de 2017]. Disponible en: http://www.natus.com/index.cfm?page=products_1&crd=271

Newstead AH, Hinman MR, Tomberlin JA. Reliability of the Berg Balance Scale and balance master limits of stability tests for individuals with brain injury. *J Neurol Phys Ther*. 2005; 29 (1): 18-23.

Nilsagard Y, Lundholm C, Denison E, Gunnarsson LG. Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis - a longitudinal study. *Clin Rehabil*. 2009; 23 (3): 259-269.

Paltamaa J, Sarasoja T, Leskinen E, Wikström J, Mälkiä E. Measuring deterioration in international classification of functioning domains of people with multiple sclerosis who are ambulatory. *Phys Ther*. 2008; 88(2): 176-90.

Paltamaa J, West H, Sarasoja T, Wikström J, Mälkiä E. Reliability of physical functioning measures in ambulatory subjects with MS. *Physiother Res Int*. 2005; 10 (2): 93-109.

Panella L, Tinelli C, Buizza A, Lombardi R, Gandolfi R. Towards objective evaluation of balance in the elderly: Validity and reliability of a measurement instrument applied to the Tinetti test. *Int J Rehabil Res*. 2008; 31 (1): 65-72

Panzer VP, Wakefield DB, Hall CB, Wolfson LI. Mobility assessment: Sensitivity and specificity of measurement sets in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011; 92 (6): 905-912.

Pieper B, Templin TN, Birk TJ, Kirsner RS. Chronic venous disorders and injection drug use: Impact on balance, gait, and walk speed. *J Wound, Ostomy Cont Nurs*. 2008; 35 (3): 301-310.

Pinsault N, Vuillerme N. Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Med Eng Phys*. 2009; 31 (2): 276-286.

Pita Fernández S, Pértega Díaz S, Rodríguez Maseda E. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. *Cad Aten Primaria*. 2003; 10 (4): 290-296.

Pletcher ER, Williams VJ, Abt JP, Morgan PM, Parr JJ, Wohleber MF, et al. Normative Data for the NeuroCom Sensory Organization Test in US Military Special Operations Forces. *J Athl Train*. 2017; 52 (2): 129-36.

Podsiadlo D, Richardson S. The timed« Up & Go»: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991; 39 (2): 142-148.

Quatman-Yates CC, Lee A, Hugentobler JA, Kurowski BG, Myer GD, Riley MA. Test-retest consistency of a postural sway assessment protocol for adolescent athletes measured with a force plate. *Int J Sports Phys Ther*. 2013; 8 (6): 741-748.

Quinn L, Khalil H, Dawes H, Fritz NE, Kegelmeyer D, Kloos AD, et al. Reliability and Minimal Detectable Change of Physical Performance Measures in Individuals With Pre-manifest and Manifest Huntington Disease. *Phys Ther*. 2013; 93 (7): 942-956.

Raymakers JA, Samson MM, Verhaar HJJ. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture*. 2005; 21 (1): 48-58.

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. Pozuelo de Alarcón Madrid: Espasa; 2007.

Regterschot GRH, Zhang W, Baldus H, Stevens M, Zijlstra W. Test–retest reliability of sensor-based sit-to-stand measures in young and older adults. *Gait Posture*. 2014; 40 (1): 220-224.

Riddle DL, Stratford PW. Interpreting validity indexes for diagnostic tests: an illustration using the Berg Balance Test. *Phys Ther*. 1999; 79 (10): 939-948.

Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*. 1999; 7: 129-161.

Rikli RE, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act*. 1999; 7 (2): 162-181.

Rikli RE, Jones JC. Senior Fitness Test Manual. Champaign: Human Kinetics; 2001.

Rodríguez MCM. Fiabilidad intraobservador y validez concurrente de las subescalas de Tinetti y Mini Examen Cognoscitivo. *Cuest Fisioter Rev Univ Inf e Investig en Fisioter*. 2013; 42 (1): 47-56.

Rolenz E, Reneker JC. Validity of the 8-Foot Up and Go, Timed Up and Go, and Activities-Specific Balance Confidence Scale in older adults with and without cognitive impairment. *J Rehabil Res Dev*. 2016; 53 (4): 511-518.

Romberg MH, Duncker & Sittenfeld, JA. Lehrbuch der nervenkrankheiten des menschen. Berlín: Alexander Duncker; 1840.

Rose D. Equilibrio y movilidad con personas mayores. Badalona: Paidotribo; 2005.

Rose DJ, Lucchese N, Wiersma LD. Development of a Multidimensional Balance Scale for Use With Functionally Independent Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; 87 (11): 1478-1485.

Ruhe A, Fejer R, Walker B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions - A systematic review of the literature. *Gait Posture*. 2010; 32 (4): 436-445.

Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, Jafari AH, Sanjari MA, Sohani SM, Parnianpour M. Test–retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait Posture*. 2009; 29 (3): 460-464.

Sangelaji B, Nabavi SM, Estebarsari F, Banshi MR, Rashidian H, Jamshidi E, et al. Effect of Combination Exercise Therapy on Walking Distance, Postural Balance, Fatigue and Quality of Life in Multiple Sclerosis Patients: A Clinical Trial Study. *Iran Red Crescent Med J*. 2014; 16 (6): e17173.

Santos BR, Delisle A, Larivière C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait Posture*. 2008; 27 (3): 408-415.

Schmid AA, Van Puymbroeck M, Altenburger PA, Miller KK, Combs SA, Page SJ. Balance is associated with quality of life in chronic stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2013; 20 (4): 340-346.

Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, et al. Discriminative Ability and Predictive Validity of the Timed Up and Go Test in Identifying Older People Who Fall: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013; 61 (2): 202-208.

Schülein S. Comparison of the performance-oriented mobility assessment and the Berg balance scale. Assessment tools in geriatrics and geriatric rehabilitation. *Z Gerontol Geriatr*. 2014; 47 (2): 153-164.

Senar JC. La medición de la repetibilidad y el error de medida. *Etología*. 1999; 17: 53-64.

Shaulis D, Golding LA, Tandy RD. Reliability of the AAHPERD functional fitness assessment across multiple practice sessions in older men and women. *J Aging Phys Act*. 1994; 2 (3): 273-279.

Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*. 1979; 86 (2): 420.

Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the Influence of Sensory Interaction on Balance Suggestion from the Field. *Phys Ther*. 1986; 66 (10): 1548-1550.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.

Shumway-Cook A. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice. Lippincott Williams & Wilkins; 2012.

Sosnoff JJ, Balantrapu S, Pilutti LA, Sandroff BM, Morrison S, Motl RW. Cognitive processing speed is related to fall frequency in older adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94 (8): 1567-1572.

Sosnoff JJ, Socie MJ, Boes MK, Sandroff BM, Pula JH, Suh Y, et al. Mobility, Balance and Falls in Persons with Multiple Sclerosis. *PLoS One.* 2011; 6 (11): e28021.

Sousa RF, Gazzola JM, Gananca MM, Paulino CA. Correlation between the body balance and functional capacity from elderly with chronic vestibular disorders. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77 (6): 791-798.

Steffen T, Seney M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism. *Phys Ther.* 2008; 88 (6): 733-746.

Steindl R, Kunz K, Schrott-Fischer A, Scholtz AW. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Dev Med Child Neurol.* 2006; 48 (6): 477-482.

Takacs J, Garland SJ, Carpenter MG, Hunt MA. Validity and reliability of the community balance and mobility scale in individuals with knee osteoarthritis. *Phys Ther.* 2014; 94 (6): 866-874.

Thorbahn LDB, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996; 76 (6): 576-583.

Tinetti ME, Franklin Williams T, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med.* 1986; 80 (3): 429-434.

Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988; 319 (26): 1701-1707.

Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986; 34 (2): 119-126.

Tjernström F, Björklund M, Malmström E-M. Romberg ratio in quiet stance posturography-Test to retest reliability. *Gait Posture*. 2015; 42 (1): 27-31.

Tresguerres JÁF, Villanúa MA. Anatomía y fisiología humana. Aravaca (Madrid): Interamericana McGraw-Hill; 2009.

Uimonen S, Laitakari K, Sorri M, Bloigu R, Palva A. Effect of positioning of the feet in posturography. *J Vestib Res Equilib Orientat*. 1992; 2 (4): 349-356.

Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 1997; 45 (6): 735-738.

Viel E, Asensio G. La marcha humana, la carrera y el salto: biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Reeducción y rehabilitación. Barcelona: Masson; 2002.

Wajda DA, Motl RW, Sosnoff JJ. Three-Month Test-Retest Reliability of Center of Pressure Motion During Standing Balance in Individuals with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care*. 2016; 18 (2): 59-62.

Wheat JS, Haddad JM, Scaife R. Between-day reliability of time-to-contact measures used to assess postural stability. *Gait Posture*. 2012; 35 (2): 345-347.

Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A review of balance instruments for older adults. *Am J Occup Ther*. 1998; 52 (8): 666-671.

Wolfson LI, Whipple R, Amerman P, Kleinberg A. Stressing the postural response. A quantitative method for testing balance. *J Am Geriatr Soc*. 1986; 34 (12): 845-850.

Wong CK. Interrater reliability of the berg balance scale when used by clinicians of various experience levels to assess people with lower limb amputations. *Phys Ther*. 2014; 94 (3): 371-378.

Wong SST, Yam M-S, Ng SSM. The Figure-of-Eight Walk test: Reliability and associations with stroke-specific impairments. *Disabil Rehabil*. 2013; 35 (22): 1896-1902.

Wrisley DM, Stephens MJ, Mosley S, Wojnowski A, Duffy J, Burkard R. Learning Effects of Repetitive Administrations of the Sensory Organization Test in Healthy Young Adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007; 88 (8): 1049-1054.

Yelnik A, Bonan I. Clinical tools for assessing balance disorders. *Neurophysiol Clin Neurophysiol*. 2008; 38(6): 439-445.

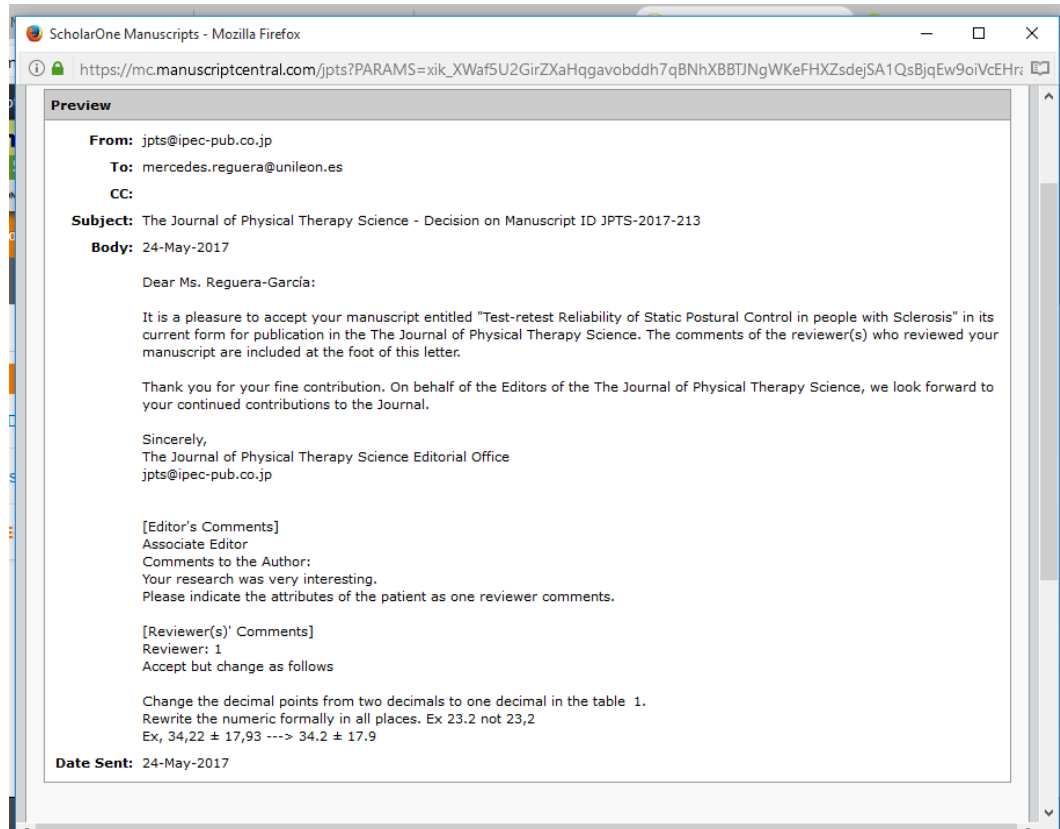
Yim-Chiplis PK, Talbot LA. Defining and measuring balance in adults. *Biol Res Nurs*. 2000; 1 (4): 321-331.

Yücel SD, Şahin F, Doğu B, Şahin T, Kuran B, Gürsakal S. Reliability and validity of the Turkish version of the Performance-Oriented Mobility Assessment I. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2012; 9 (2): 149-159.

Zwick D, Rochelle A, Choksi A, Domowicz J. Evaluation and treatment of balance in the elderly: A review of the efficacy of the Berg Balance Test and Tai Chi Quan. *NeuroRehabilitation-An Interdiscip J*. 2000; 15 (1): 49-56.

10 ANEXOS

Anexo I. Artículo pendiente de publicación en agosto de 2017 en JPTS (Journal Physical Therapy Science)



Original Article

Test-retest reliability of static postural control in people with multiple sclerosis

Maria Mercedes Reguera-García, DPT, MS (PhD candidate)¹⁾,
Fernanda de Souza-Teixeira, PHE, PhD²⁾, Jose Antonio de Paz Fernández, MD, PhD³⁾*

¹⁾ School of Health Science, SALBIS Research Group, University of León, Spain

²⁾ School of Physical Education, Department of Physical Education and Health, Federal University of Pelotas, Brazil

³⁾ Institute of Biomedicina (IBIOMED), University of León: Campus Vegazana s/n 24071, León, Spain

Abstract. [Purpose] The purpose of this study was to analyse the intraday test-retest reliability of stabilometric measurements on the Centre of Pressure (CoP) in persons with Multiple Sclerosis. [Subjects and Methods] The measurements were taken with the subject standing on the force platform with both feet together, in four different conditions: eyes open and closed whilst standing on both a rigid surface and then on foam. The measurements were taken on three occasions with intervals of 20 minutes between them. 18 persons with confirmed Multiple Sclerosis (MS), (aged 44.4 ± 13.3 years and 3.5 ± 1.5 EDSS) participated in the study. Relative reliability was measured using the intraclass correlation coefficient (ICC) and the 95% confidence interval (95% CI); and the absolute reliability using the coefficient of variation (CV) and standard error of measurement (SEM). [Results] The measurements of the CoP in all of the variables in each of the four conditions, showed a reliability of good to excellent (ICC=0.69–0.92) in the intraday test-retest. The variables which showed greatest consistency with repetition were X Speed, Y Speed and Side Length. [Conclusion] Given the results it would seem that the best variables for monitoring postural control in persons with MS are Speed on X and Y along with Side Length.

Key words: Balance, Postural control, Stabilometry

(This article was submitted Apr. 21, 2017, and was accepted May 24, 2017)

INTRODUCTION

Multiple Sclerosis (MS) is a demyelinating, neurodegenerative disease of the central nervous system which normally appears in young adults. It is the principal cause of non traumatic disability in young people¹⁾. Amongst the symptoms observed are difficulties in moving and postural control with the important implications these have on daily life²⁾. These symptoms are closely related to the severity of the disease³⁾.

Postural control is the ability to maintain the projection of the centre of pressure (CoP), within the limits of stability of the supporting base. It is a complex ability, which reflects the motor efficiency to the response of the nervous system with regards to sensory input from the visual, vestibular and somatosensory systems⁴⁾, such that when there is a balance disorder in a patient with MS, it can be difficult to discern to what degree these various afferent and efferent systems are implicated in difficulties with postural control, a complex function whose alteration can cause problems with work and social activities, as well as affecting the psychological wellbeing of the person⁵⁾.

The gold standard measurement for the analysis of postural control is stabilometry, carried out using a force platform with which oscillations of the CoP are measured, allowing for the detection of minimal displacements with very small sampling frequencies^{6, 7)}. Stabilometry has become established as a useful diagnostic tool for the prediction of the risk of accidental

*Corresponding author. Jose Antonia de Paz Fernández (E-mail: japazf@unileon.es)

©2017 The Society of Physical Therapy Science. Published by IPEC Inc.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives (by-nc-nd) License. (CC-BY-NC-ND 4.0: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

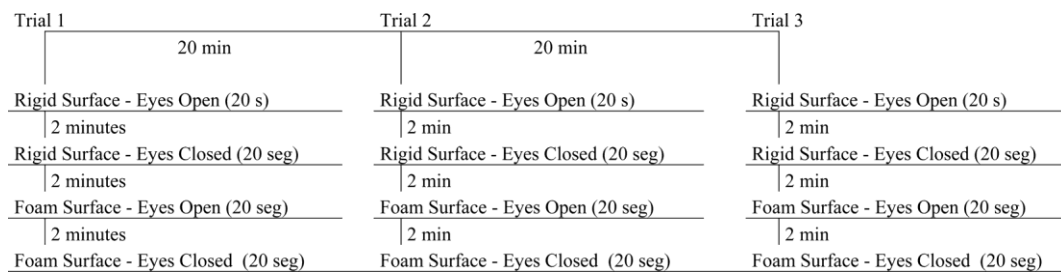


Fig. 1. Intraday study design reliability

falls in persons with MS⁸). However, the measurement of the displacement of the CoP presents an important variability, both an inter and intra-individual variability which, added to the disorders usually shown by persons with MS, could result in a reduction of reliability for the use of this technique in the clinical monitoring of postural control in this group⁹). For this reason, it would be useful to know the degree of variability in stabilometry in this group of individuals.

The carrying out of oscillometric evaluations with eyes open and closed, as well as with and without a foam mat, allows us to estimate the contribution of the visual, vestibular and proprioceptive systems in maintaining balance. Thus we decided to analyse the intraday test-retest reliability of the displacement oscillations of the CoP on a rigid surface, on a foam surface, with eyes closed and with eyes open in persons with MS.

SUBJECTS AND METHODS

The participants in the study were people with a confirmed diagnosis of Relapsing-Remitting MS who had not had an outbreak nor increased worsening in the previous three months and were all capable of standing on two feet and walking without aid for at least 100 minutes, as well as being able to understand and carry out orders. All subjects signed an informed consent form approved by the Ethics committee of the University of León.

On three occasions in the same day, separated by intermissions of 20 minutes, the subjects carried out a protocol consisting of the evaluation of balance while standing barefoot with both feet together. Four different conditions were evaluated: with and without a foam mat, and with eyes open and eyes closed. Each test lasted for 20 seconds in each of the conditions. The subjects were seated between tests for a rest period of 2 minutes (Fig. 1)

The force platform that was used to obtain the results was a Good Balance system (Metitur OY, Jyvaskyla, Finland), with a sample frequency of 50 Hz with software version GB 300.1.3.20.

The software analyses the following parameters: 1) "Velocity moment" of the CoP (Vel. Moment) (in mm²/s): which is the area covered by the horizontal displacement of the CoP within the support base in a second^{10, 11}); 2) "Length of a side of a square" (Side Length) (mm): is the longitude of the side of a square which includes 90% of the points obtained of the position of the CoP during the 20 seconds of the test; 3) "Mean speed along X axis" (X Speed) (in mm/s): is the average speed of the CoP along the X or mediolateral axis or (ML)⁹); 4) "Mean speed along Y axis" (Y Speed) (mm/s): is the average speed of the pressure centre along the Y or anteroposterior axis or (AP)⁹); 5) "Distance along X axis" (X Extension) (mm): is the distance covered by the CoP on the ML axis; 6) "Distance along Y axis" (Y Extension) (mm): is the distance covered by the CoP on the AP axis.

In order to determine the normality of the values of the variables studied, the K-S test was used with the Lilliefors correction.

Reliability was measured using the Intraclass correlation coefficient ICC (2.1). Using the Fleiss criteria, we defined ICC values of less than 0.4 as having poor reliability; 0.40 to 0.75 fair to good reliability; and scores above 0.75 as having excellent reliability¹²).

To measure absolute reliability, we used the Coefficient Variation (CV). The Atkinson and Alan M. Nevill adaptation was used, which measures the averages of the CV's of each of the subjects for each of their three repetitions¹³). In the same way, the standard error of measurement (SEM) was used, calculated as the proportion of the deviation not included in the reliability, SEM=SD * (square root of (1-ICC))¹⁴). A level of significance of p<0.05 was established. The statistical analysis packet SPSS 23.0 was used (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTS

7 men and 11 women with MS completed the proposed protocol. The average age was 44.4 ± 13.3 years with the average height being 166.6 ± 10.2 cm and a weight of 68.1 ± 11.6 kg. The average time from the initial diagnosis was 9 ± 5.2 years. Expanded Disability Status Scale (EDDSS) score was 3.5 ± 1.5.

Table 1 shows the average results with S.D. of the CoP as measured in each test and repetition. Table 2 shows the ICC,

Table 1. Descriptive statistics for MS CoP measures in different sensory conditions by each evaluation moment

	Trial 1	Trial 2	Trial 3
Rigid Surface –Eyes Open			
Velocity moment (mm ² /s)	34.2 ± 17.9	38.8 ± 30.4	38.8 ± 29.3
Side Length (mm)	19.3 ± 4.9	19.7 ± 9.1	19.9 ± 8.1
X Speed (mm/s)	9.9 ± 4.8	10.2 ± 5.5	10.4 ± 4.3
Y Speed (mm/s)	11.5 ± 5.1	10.7 ± 4.9	11.1 ± 5
X Extension (mm)	197.6 ± 93	203.9 ± 109.1	209.8 ± 87.5
Y Extension (mm)	227.1 ± 106.2	211.9 ± 98.9	222.3 ± 97.9
Rigid Surface –Eyes Closed			
Velocity moment (mm ² /s)	108.9 ± 120.2	109.1 ± 113.5	81.2 ± 80.1
Side Length (mm)	29.3 ± 13.6	31.4 ± 13.9	27.7 ± 13.3
X Speed (mm/s)	18.4 ± 11.1	18.2 ± 11.8	15.6 ± 8.3
Y Speed (mm/s)	20.9 ± 12.2	19.4 ± 11	16.9 ± 8.2
X Extension (mm)	367.6 ± 223.6	363 ± 237.7	311 ± 165.8
Y Extension (mm)	415.8 ± 242.3	389.1 ± 217.9	337.5 ± 162.5
Foam Surface –Eyes Open			
Velocity moment (mm ² /s)	61.8 ± 45.2	49.2 ± 27.2	53.9 ± 30.8
Side Length (mm)	25.8 ± 10.2	23.1 ± 7.1	24.6 ± 8.6
X Speed (mm/s)	17.6 ± 13.5	12.6 ± 4.9	13.3 ± 5.7
Y Speed (mm/s)	14.5 ± 5.51	12.33 ± 3.74	13.1 ± 5.1
X Extension (mm)	197.6 ± 93	203.9 ± 109.1	209.8 ± 87.5
Y Extension (mm)	227.1 ± 106.2	211.9 ± 98.9	222.3 ± 97.9
Foam Surface –Eyes Closed			
Velocity moment (mm ² /s)	105.3 ± 87.3	87.9 ± 70.2	80.6 ± 53.5
Side Length (mm)	30.6 ± 11.8	28.6 ± 10.6	28.7 ± 9.7
X Speed (mm/s)	18.6 ± 8.6	17.3 ± 8.3	16.3 ± 6.8
Y Speed (mm/s)	19.3 ± 8	17.5 ± 6.9	16.5 ± 6.2
X Extension (mm)	372.5 ± 171.9	345.9 ± 166.9	326.5 ± 135.1
Y Extension (mm)	384.1 ± 161.4	348.8 ± 136.8	331.3 ± 122.5

Side Length: length of a side of a square; X Speed: Mean speed along X axis; Y Speed: Mean speed along Y axis; X Extension: Distance along X axis; Y Extension: Distance along Y axis

the 95% IC, CV and SEM.

We observed relative reliability values from reasonable to excellent in all variables of each test conducted on three different occasions (ICC=0.92–0.69). The CV of the tests varied from 13.4% to 18.9% in all variables except for velocity moment which exceeded said values. The SEM of all the variables of the repeated tests ranged from between 1.5 and 94.2. The variables which obtained the best result for reliability, regardless of the test, were speed along X and Y and Side Length. These variables obtained an SEM between 1.5 and 6.3 and the CV between 13.4 and 18.9.

DISCUSSION

This study evaluated the reliability of the oscillometric variables of movement of the CoP in 3 repetitions carried out on the same day on a firm surface, a soft (foam) surface, with eyes open and eyes closed, in persons with MS. The main discovery was a relative reliability of good to excellent (ICC=0.69–0.92) in the tests with eyes both open and closed on a firm surface, as well as with eyes both open and closed whilst standing on a foam mat. The greatest absolute reliability amongst the repeated tests was obtained from the average speed along X and Y variables and also from Side Length, which gave a value lower than that of CV and SEM.

The CoP measurements studied gave different degrees of reliability, both relative and absolute, given that each test measures a different sensorial condition¹⁵. The resulting data reveal higher ICC levels on a firm surface than on foam. These results may be explained by the fact that postural strategies on a foam mat vary due to compensatory movements¹⁶. Other authors argue that the strategies used to attain postural control are the same as those used to maintain movement stability, which could explain why our values have similar reliability results between rigid surface and mat¹⁷. On the other hand,

Table 2. Test-retest reliability of CoP Measures in different sensory conditions of multiple sclerosis individuals (n=18)

	ICC	95% CI	CV (%)	SEM
Rigid Surface –Eyes Open				
Velocity moment (mm ² /s)	0.69	0.5–0.9	29.3	14.4
Side Length (mm)	0.74	0.5–0.9	16.7	3.8
X Speed (mm/s)	0.81	0.6–1.0	18.6	2.1
Y Speed (mm/s)	0.92	0.8–1.0	13.4	1.4
X Extension (mm)	0.81	0.6–0.9	17.6	42.1
Y Extension (mm)	0.92	0.8–1.0	13.4	28.6
Rigid Surface –Eyes Closed				
Velocity moment (mm ² /s)	0.83	0.7–0.9	30.4	43,
Side Length (mm)	0.81	0.6–0.9	15.9	5,9
X Speed (mm/s)	0.84	0.7–0.9	18.7	4.2
Y Speed (mm/s)	0.80	0.6–0.9	17.1	4.7
X Extension (mm)	0.85	0.7–0.9	18.7	81
Y Extension (mm)	0.79	0.6–0.9	17.1	95,1
Foam Surface –Eyes Open				
Velocity moment (mm ² /s)	0.69	0.4–0.8	28.7	19.2
Side Length (mm)	0.69	0.4–0.8	18.2	4.8
X Speed (mm/s)	0.69	0.4–0.7	17.9	4.5
Y Speed (mm/s)	0.70	0.5–0.8	16.1	2.6
X Extension (mm)	0.73	0.5–0.9	20.3	50.2
Y Extension (mm)	0.70	0.5–0.9	16.1	55,
Foam Surface –Eyes Closed				
Velocity moment (mm ² /s)	0.69	0.4–0.8	28.1	39.3
Side Length (mm)	0.80	0.6–0.9	13.6	4.8
X Speed (mm/s)	0.79	0.6–0.9	16.7	3.6
Y Speed (mm/s)	0.70	0.5–0.9	18.9	3.9
X Extension (mm)	0.79	0.6–0.9	16.7	72.4
Y Extension (mm)	0.70	0.5–0.9	18.9	76.8

Side Length: length of a side of a square; X Speed: Mean speed along X axis; Y Speed: Mean speed along Y axis; X Extension: Distance along X axis; Y Extension: Distance along Y axis; ICC: intraclass correlation coefficient; 95% CI: confidence interval; CV: coefficient of variation; SEM: standard error of measurement

other authors propose the combined use of force platforms with a tri dimensional movement analysis system in order to establish a permissible range of balance to get a deeper understanding of the reliability of tests done on a mat¹⁸⁾. Although we were unable to find studies with the same protocol and platform, we did find intraday studies with similar protocols (eyes open and closed on a firm surface and on foam) in elderly persons, such as the study carried out by Benvenuti et al¹⁸⁾. In this study, higher values were obtained for reliability for the velocity variable for the centre of gravity and for the CoP (ICC=0.76–0.74). We believe this is possibly due to the fact that postural control is less affected by aging than it is by MS, and what's more, variability amongst the elderly tends to be less than that of patients with MS due to the varying degrees and types of effects. On the other hand, in the Alahmari et al. study¹⁹⁾ we found a protocol that was similar to ours, in which they added an evaluation with a sway-referenced visual surround, obtaining similar results in the speed variable (ICC=0.61–0.85). We believe this is due to the similarity between the symptoms of the vestibular alteration study group and ours. In respect of the extension on both axes variable we found the Brenton-Rule et al. study²⁰⁾ which shows results of excellent intraday reliability with an interval of an hour between each evaluation (ICC=0.89–0.92), carried out with eyes open and closed on a firm surface in elderly persons with ICC values that were very similar to the results from our study with the same conditions and variables studied.

With regards to the methodology we employed, we found that studies which involved an average of 3 measurements of the CoP on every repetition on a firm surface with eyes open, obtained ICC values of speed along X and Y ICC that were slightly higher than ours in the elderly (ICC=0.96/0.96) and in young adults (ICC=0.96/0.96). This may be because the number of measurements and repetitions affects the degree of reliability^{6, 21)}. Concerning time elapsed between repetitions; we didn't find reliability studies on the same day with the Good Balance platform in any group. However, we checked test-retest reli-

ability values on persons with MS between days which showed an inferior reliability in comparison to our data, as was to be expected⁶⁾. Paltamaa et al.¹¹⁾ studied the test-retest in MS with a time difference of a week, using the same platform as ours on a firm surface with eyes open and closed, showing lower repeatability values in the velocity moment in ICC, SEM and CV. By contrast, researchers such as Wajda et al.²²⁾ showed reliability in MS over three month test-retest reliability of CoP motion during standing balance in individuals with MS obtaining results that were very similar to those we obtained from our ICC results from the variable of speed along both axes with eyes open and closed on a firm surface. This suggests to us that adding a dual task to the measurements as done by Wadja et al.²²⁾ might increase the attention of the individual with MS and thus its reliability in time⁴⁾.

Another factor which may influence the reliability of the tests is the range of sampling frequencies of the platforms. Our study was conducted at 50 Hz, whilst other studies have used a frequency of 100²³⁾ or 200 Hz²⁴⁾.

With regards to the CV of the study, this varied between 13.4% and 18.9%, except with velocity moment which exceeds said values (28.1% to 30.4%). Some authors suggest that the CV may vary depending on the study or the study group. But the basic premise is that values above 30% should not be considered, as was the case with our study in all cases²⁵⁾. By contrast, other authors use the stricter criteria of a maximum of 15% for the CV for repeated force platform tests²⁶⁾. In any event, the CV should be considered with caution because it should only be applied in the case of normal distribution of all of the variables¹³⁾. Our results didn't have normal distribution in all variables, the same as occurred in the reliability study on persons with MS conducted by Paltamaa et al.¹¹⁾.

As a measure of absolute reliability, the SEM of the current study shows that the most traditional variables, such as speed along the X or Y axis and side length have the best values, being the lowest values in these variables in all tests carried out. As such, they should be considered as important reference variables for the monitoring of balance in these patients. Other studies which evaluated the intraday SEM, obtained lower values of reliability in variables related to speed but the data contradict results obtained for CoP displacement during the test^{19, 24)}. We think that this may partly be due to the methods used to calculate the area; some use the elliptical form whilst others use the square, although all usually consider 90% of the points obtained during the test.

The current study showed that postural control measurements taken from the Good Balance System[®] platform gave a reliability of good to excellent with eyes open and closed, on a firm surface and on a foam mat ($ICC \geq 0.69$), but it has its limitations. The limitations were a scarcity of reliability studies on persons with MS to compare with our data, as well as an abnormal distribution of the sample which could affect the interpretation of the absolute reliability. Perhaps, and it would need further studies, average measurements from three repetitions along with induction sessions would increase the reliability values.

The intraday reliability of the CoP in persons with MS, on a firm surface with eyes open and/or closed, and on a foam surface with eyes open and/or closed is from good to excellent in all variables of the protocol that was carried out whilst standing with both feet together. The most reliable variables for the monitoring of postural control in patients with MS are Speed along X and Y as well as Side Length. In future studies it would be advisable to verify these results and evaluate if the intraday reliability of the CoP would increase with the average of more measurements in each session.

ACKNOWLEDGEMENT

Funding/Support: This study was based on work supported by the Consejería de Sanidad y Consumo, Government of Castilla y León, Spain.

REFERENCES

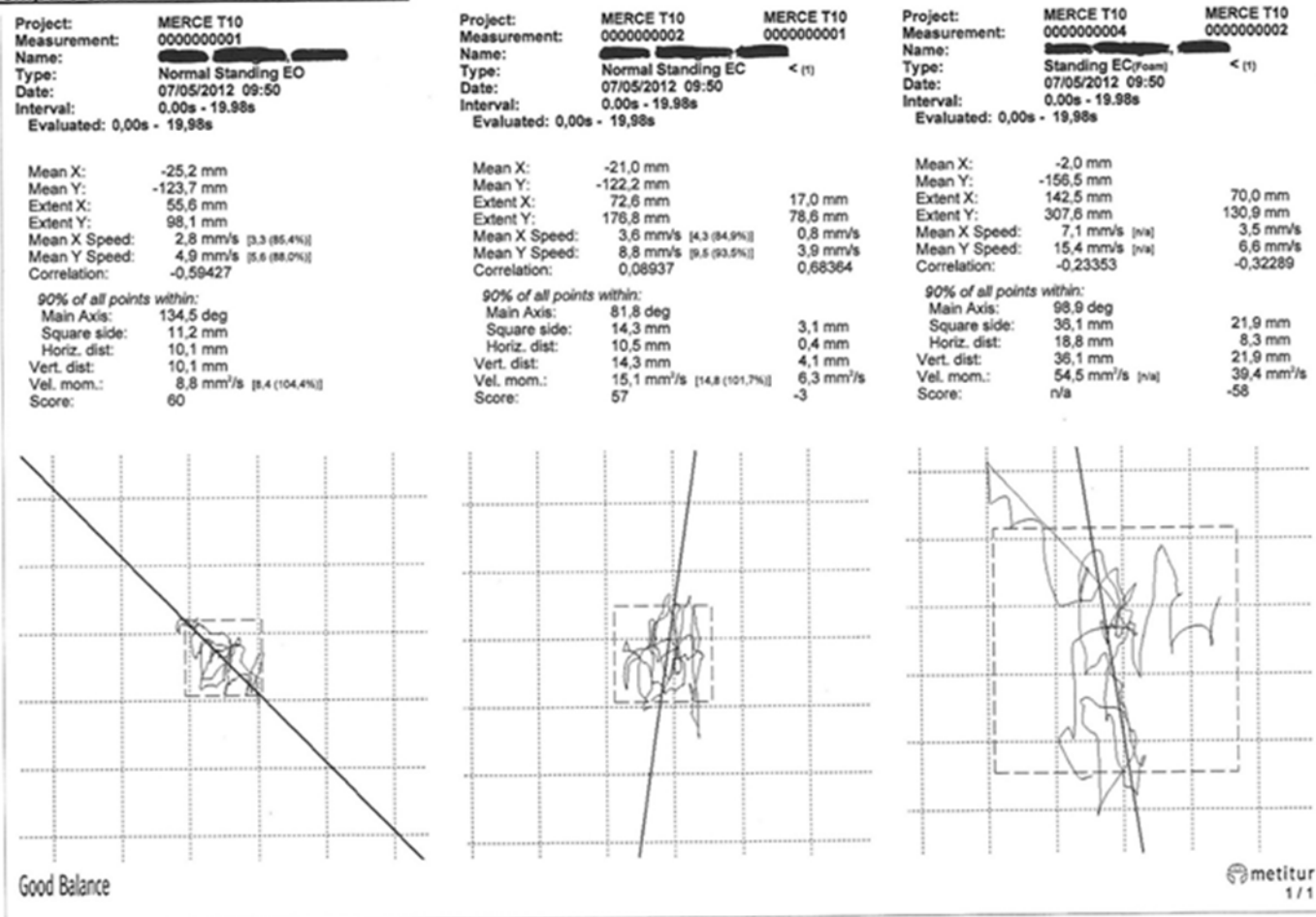
- 1) Hunter SF: Overview and diagnosis of multiple sclerosis. *Am J Manag Care*, 2016, 22: s141–s150. [Medline]
- 2) NilsagÅrd Y, Lundholm C, Denison E, et al.: Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis—a longitudinal study. *Clin Rehabil*, 2009, 23: 259–269. [Medline] [CrossRef]
- 3) Corporaal SH, Gensicke H, Kuhle J, et al.: Balance control in multiple sclerosis: correlations of trunk sway during stance and gait tests with disease severity. *Gait Posture*, 2013, 37: 55–60. [Medline] [CrossRef]
- 4) Shumway-Cook A, Woollacott MH: Motor control: translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott & Williams, 2012.
- 5) Ponzio M, Tacchino A, Zaratin P, et al.: Unmet care needs of people with a neurological chronic disease: a cross-sectional study in Italy on Multiple Sclerosis. *Eur J Public Health*, 2015, 25: 775–780. [Medline] [CrossRef]
- 6) Ruhe A, Fejer R, Walker B: The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions—a systematic review of the literature. *Gait Posture*, 2010, 32: 436–445. [Medline] [CrossRef]
- 7) Rodríguez Fernández C, Mata Zubillaga D, Rodríguez Fernández LM, et al.: Valoración de la coordinación y el equilibrio en niños prematuros. *An Pediatría*, 2016, 85: 86–94. [CrossRef]
- 8) Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, et al.: The diagnostic accuracy of static posturography in predicting accidental falls in people with multiple sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair*, 2013, 27: 45–52. [Medline] [CrossRef]
- 9) Huisinga JM, Yentes JM, Filipi ML, et al.: Postural control strategy during standing is altered in patients with multiple sclerosis. *Neurosci Lett*, 2012, 524:

124–128. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)

- 10) Ha H, Cho K, Lee W: Reliability of the good balance system[®] for postural sway measurement in poststroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 121–124. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 11) Paltamaa J, West H, Sarasoja T, et al.: Reliability of physical functioning measures in ambulatory subjects with MS. *Physiother Res Int*, 2005, 10: 93–109. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 12) Shrout PE, Fleiss JL: Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*, 1979, 86: 420–428. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 13) Atkinson G, Nevill AM: Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*, 1998, 26: 217–238. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 14) Dudek FJ: The continuing misinterpretation of the standard error of measurement. *Psychol Bull*, 1979, 86: 335–337. [\[CrossRef\]](#)
- 15) Dickin DC, Clark S: Generalizability of the sensory organization test in college-aged males: obtaining a reliable performance measure. *Clin J Sport Med*, 2007, 17: 109–115. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 16) Horak FB: Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture*, 1997, 6: 76–84. [\[CrossRef\]](#)
- 17) Feldman AG: The relationship between postural and movement stability. *Adv Exp Med Biol*, 2016, 957: 105–120. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 18) Benvenuti F, Mecacci R, Gineprari I, et al.: Kinematic characteristics of standing disequilibrium: reliability and validity of a posturographic protocol. *Arch Phys Med Rehabil*, 1999, 80: 278–287. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 19) Alahmari KA, Marchetti GF, Sparto PJ, et al.: Estimating postural control with the balance rehabilitation unit: measurement consistency, accuracy, validity, and comparison with dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil*, 2014, 95: 65–73. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 20) Brenton-Rule A, Mattock J, Carroll M, et al.: Reliability of the TekScan MatScan[®] system for the measurement of postural stability in older people with rheumatoid arthritis. *J Foot Ankle Res*, 2012, 5: 21. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 21) Demura S, Kitabayashi T, Aoki H: Body-sway characteristics during a static upright posture in the elderly. *Geriatr Gerontol Int*, 2008, 8: 188–197. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 22) Wajda DA, Motl RW, Sosnoff JJ: Three-month test-retest reliability of center of pressure motion during standing balance in individuals with multiple sclerosis. *Int J MS Care*, 2016, 18: 59–62. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 23) Wheat JS, Haddad JM, Scaife R: Between-day reliability of time-to-contact measures used to assess postural stability. *Gait Posture*, 2012, 35: 345–347. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 24) Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, et al.: The reliability of a portable clinical force plate used for the assessment of static postural control: repeated measures reliability study. *Chiropr Man Therap*, 2012, 20: 14. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 25) Harringe ML, Halvorsen K, Renström P, et al.: Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait Posture*, 2008, 28: 38–45. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)
- 26) Di Berardino F, Filippini E, Barozzi S, et al.: The use of rubber foam pads and “sensory ratios” to reduce variability in static posturography assessment. *Gait Posture*, 2009, 29: 158–160. [\[Medline\]](#) [\[CrossRef\]](#)

Anexo II: Informe de resultados de la primera repetición de las pruebas oscilométricas

Compare static measurements (Absolute):



Anexo III: Fichas de Recogidas de datos de Medidas Indirectas

Instrucciones de la Escala de Berg

1. De estar sentado a estar de pie.

Instrucciones: Por favor póngase de pie. Trate de no usar sus manos para apoyarse.

- (4) capaz de ponerse de pie sin usar las manos y estabilizarse de forma independiente.
- (3) capaz de ponerse de pie independientemente usando las manos.
- (2) capaz de ponerse de pie usando las manos después de varios intentos.
- (1) necesita una mínima ayuda para levantarse o estabilizarse.
- (0) necesita moderada o máxima asistencia para levantarse.

2. Estar de pie sin apoyo.

Instrucciones: por favor manténgase de pie durante 2 minutos sin hacer nada.

- (4) capaz de mantenerse de pie sin peligro 2 minutos.
- (3) capaz de mantenerse de pie 2 minutos con supervisión.
- (2) capaz de mantenerse de pie 30 segundos sin apoyo.
- (1) necesidad de hacer varios intentos para mantenerse de pie 30 s sin apoyo.
- (0) incapaz de estar de pie 30 segundos sin asistencia.

Si un sujeto es capaz de estar de pie 2 minutos sin apoyo se adjudica la puntuación máxima para el ítem 3 (sentado sin apoyo). Y se pasa directamente con el ítem 4.

3. Sentado con la espalda sin apoyo pero los pies apoyados en el suelo o en un taburete.

Instrucciones: Por favor siéntese con los brazos pegados al cuerpo durante 2 minutos.

- (4) capaz de mantenerse sentado sin peligro y seguro 2 minutos.
- (3) capaz de mantenerse sentado 2 minutos bajo supervisión.
- (2) capaz de mantenerse sentado 30 segundos.
- (1) capaz de mantenerse sentado 10 segundos.
- (0) incapaz de mantenerse sentado sin apoyo 10 segundos.

4. De estar de pie a sentarse.

Instrucciones: Por favor, siéntese.

- (4) se sienta seguro con el mínimo uso de las manos.
- (3) controla el descenso, pero usando las manos.
- (2) utiliza la parte de atrás de las piernas contra la silla para controlar el descenso.
- (1) sentado independientemente, pero sin control en el descenso.
- (0) necesidad de asistencia para sentarse

5. Transferencias.

Instrucciones: Colocar las sillas para una transferencia de pivote. Informe al sujeto que se va a transferir "Por favor, pase de una a otra silla y vuelta a la primera"

Instrucciones de la situación: Coloque silla(s) para realizar una transferencia de pivote/ giro, para hacer la transferencia prepare un camino hacia un asiento con reposabrazos y un camino hacia un asiento sin brazos. Puede utilizar dos sillas (una con y otra sin brazos) o una cama y una silla.

- (4) capaz de transferirse seguro con el mínimo uso de las manos.
- (3) capaz de transferirse seguro con la necesidad clara de las manos.
- (2) capaz de transferirse con una indicación verbal y/o supervisión.
- (1) necesita una persona para asistencia.
- (0) necesita dos personas para asistencia o supervisión para estar seguro.

6. Estar de pie sin apoyo con los ojos cerrados.

Instrucciones: Por favor, cierre los ojos y manténgase de pie 10 segundos.

- (4) capaz de mantenerse de pie 10 segundos seguro.
- (3) capaz de mantenerse de pie 10 segundos con supervisión.
- (2) capaz de mantenerse de pie 3 segundos.
- (1) incapaz de mantenerse con los ojos cerrados 3 segundos, pero capaz de mantenerse firme.
- (0) necesita ayuda para mantenerse sin caerse.

7. Estar de pie sin apoyo con pies juntos.

Instrucciones: Coloca los pies juntos y mantente de pie sin hacer nada

- (4) capaz de colocar los pies juntos independientemente y mantenerse de pie 1 minuto seguro.
- (3) capaz de colocar los pies juntos independientemente y mantenerse de pie 1 minuto con supervisión.
- (2) capaz de colocar los pies juntos independientemente pero incapaz de mantenerse 30 segundos.
- (1) necesita ayuda para alcanzar la posición, pero capaz de mantenerse 15 segundos con los pies juntos.
- (0) necesita ayuda para alcanzar la posición e incapaz de mantenerse 15 segundos.

8. Alcanzar con el brazo extendido hacia adelante mientras está de pie.

Instrucciones: Levante el brazo a 90 grados. Extiende tus dedos y alcance hacia adelante hasta donde usted pueda. (El examinador coloca una regla al final de la punta de los dedos cuando los brazos están a 90°. Los dedos no deberían tocar la regla mientras lleva el brazo hacia adelante. La medida registra es la distancia hacia adelante donde llega el dedo mientras el sujeto está en la posición de inclinación hacia adelante. (Cuando sea posible, pida al sujeto la utilización de ambos brazos para evitar la rotación del tronco.)

- (4) puede alcanzar hacia adelante con confianza > 25 cm (10 pulgadas)
- (3) puede alcanzar hacia adelante > 12 cm sin peligro (5 pulgadas)
- (2) puede alcanzar hacia adelante > 5 cm sin peligro (2 pulgadas)
- (1) alcanza hacia adelante, pero necesita supervisión
- (0) pierde el equilibrio al intentarlo o requiere apoyo externo

9. Recoger objetos del suelo desde la posición de pie.

Instrucciones: Recoger un zapato/zapatilla que se coloca delante de los pies.

- (4) capaz de recoger la zapatilla sin peligro y fácilmente
- (3) capaz de recoger la zapatilla, pero necesita supervisión
- (2) incapaz de recoger, pero llega 2-5 cm (1-2 pulgadas) de la zapatilla y mantiene el equilibrio independientemente
- (1) incapaz de recoger y necesita ayuda supervisada mientras lo intenta
- (0) incapaz de intentarlo/ necesita asistencia para no perder el equilibrio o caerse

10. Mientras mantiene la posición de bipedestación, girar el tronco para mirar hacia atrás por encima de los hombros derecho e izquierdo.

Instrucciones: mirar directamente hacia atrás, primero empezando por el hombro izquierdo. Repetir hacia la derecha. El examinador puede elegir un objeto para mirar directamente fomentando un giro mejor

- (4) mirar hacia atrás desde ambos lados y el peso se desplaza. (giro y transferencia de peso)
- (3) mira hacia atrás solo, por un lado, muestra un menor cambio de peso. (bien a un lado y menos transferencia al otro)
- (2) es capaz de mirar sólo, pero mantiene el equilibrio. Giro lateral de la cabeza y se mantiene el equilibrio
- (1) necesita supervisión para girar
- (0) necesita asistencia para evitar la pérdida de equilibrio o las caídas

11. Girar 360º

Instrucciones: Giro completo alrededor de uno mismo (360º). Pausa. Después girar en dirección contraria.

- (4) puede hacer el giro de 360º sin peligro en 4 segundos o menos
- (3) puede hacer el giro de 360 grados sin peligro únicamente en un sentido en 4 segundos o menos
- (2) puede hacer el giro de 360 grados sin peligro, pero lento
- (1) necesita supervisión cerrada o un seguimiento verbal (pre-escucha)
- (0) necesita asistencia mientras gira

12. Subir alternativamente cada pie con un paso en un taburete mientras la persona está de pie sin apoyo

Instrucciones: Subir sobre el taburete alternativamente cada pie. Continúe hasta que cada pie haya tocado con un paso el taburete en cuatro tiempos.

- (4) puede hacerlo independiente o sin peligro y realizar 8 pasos en 20 segundos
- (3) puede hacerlo independiente y realizar 8 pasos > 20 segundos
- (2) puede realizar 4 pasos sin ayuda con supervisión
- (1) puede realizar >2 pasos necesitando una mínima ayuda
- (0) necesita asistencia para evitar caídas/no puede intentarlo

13. De pie sin apoyo, poner un pie delante del otro (posición de tándem/ semitandem)

Instrucciones: Hacer demostración práctica al sujeto. Ponga un pie delante del otro. Si usted siente que no puede poner el pie directamente delante, trate de dar un paso lo suficientemente lejos para que el talón de su pie derecho esté por delante de los dedos del otro pie. (Para anotar 3 puntos, la longitud del paso debe exceder la longitud del otro pie y la anchura del paso debe ser aproximadamente el ancho normal del paso del sujeto)

- (4) puede poner el pie en tándem independientemente y mantener 30 segundos.
- (3) puede poner el pie por delante del otro independiente y mantenerse 30 segundos.
- (2) puede dar un paso pequeño independiente y mantenerse 30 segundos.
- (1) necesita ayuda para el paso, pero puede mantenerse 15 segundos
- (0) pierde el equilibrio mientras da el paso o se mantiene de pie.

14. De pie sobre una pierna

Instrucciones: De pie en una sola pierna siempre que puedas sin apoyarte en nada.

- (4) puede levantar la pierna independientemente y mantenerse > 10 segundos
- (3) puede levantar la pierna independientemente y mantenerse 5 - 10 segundos
- (2) puede levantar la pierna independientemente y mantenerse = 0 > 3 segundos
- (1) tratar de levantar la pierna, siendo incapaz de mantenerse 3 segundos, pero el resto está de pie independientemente
- (0) incapaz de conseguir/estar sobre una pierna o necesita ayuda para prevenir caídas

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL EVALUADOR

Demostrar cada tarea y/o dar las instrucciones. Cuando puntúe, marcar la respuesta más baja de cada categoría que se aplica en cada ítem.

() PUNTUACIÓN TOTAL (Máximo = 56),

Nombre:

Puntuación Total:

Nº de repetición:

ESCALA DE EQUILIBRIO DE BERG

Fecha:

GRUPO: (GM1/ GM2), (GJ1/ GJ2), (GEM1/GEM2) Grupo.....

1. De estar sentado a estar de pie	
2. Estar de pie sin apoyo	
3. Sentado con la espalda sin apoyo, pero los pies apoyados en el suelo o en un taburete	
4. Estar de pie a sentarse	
5. Transferencias	
6. Estar de pie sin apoyo con ojos cerrados	
7. Estar de pie sin apoyo con pies juntos	
8. Alcanzar con el brazo extendido hacia adelante mientras está de pie	
9. Recoger objeto del suelo desde la posición de pie	
10. Mientras mantiene la posición de bipedestación, girar el tronco para mirar detrás por encima del hombro derecho e izquierdo.	
11. Girar 360º	
12. Subir alternativamente cada pie con un paso en un taburete mientras la persona está de pie sin apoyo	
13. De pie sin apoyo en posición de tándem	
14. De pie mantenimiento sobre una pierna.	

Escala de Tinetti:**GRUPO: (GM1)/ GM2), (GJ1/GJ2), (GME1/GM2)****Grupo.....**

Fecha:.....

Nombre:.....Edad:.....Sexo: V/H

Antecedentes de caída: Si No

Causa:.....Cuantas en el ultimo año:.....

Con el paciente sentado en una silla dura sin brazos

Registro de repetición**1ª rep // 2ª rep // 3ª rep****Subescala de Tinetti- equilibrio**

1. Equilibrio sentado	Se recuesta o resbala en la silla	0
	Estable y seguro	1
2. Se levanta	Incapaz sin ayuda	0
	Capaz pero usa los brazos	1
	Capaz sin ayuda	2
3. Intenta levantarse	Incapaz sin ayuda	0
	Capaz pero requiere mas de un ntento	1
	Capaz con un solo intento	2
4. Equilibrio inmediato de pie (los primeros 5 s)	Inestable (vacila, se balancea)	0
	Estable con bastón ó se agarra	1
	Estable sin apoyo	2
5. Equilibrio de pie	Inestable	0
	Estable con bastón ó abre los pies	1
	Estable sin apoyo y talones cerrados	2
6. Empujar externon con la palma (de pie)	Comienza a caer	0
	Vacila, se agarra	1
	Estable	2
7. Ojos cerrados (de pie)	Inestable	0
	Estable	1
8. Giro de 360º	Pasos discontinuos	0
	Pasos continuos	1
	Inestable	0
	Estable	1
9. Sentándose	Inseguro, mide mal la distancia y cae en la silla	0
	Usa las manos	1
	Seguro	2
PUNTUACION DEL EQUILIBRIO: (---/16)		

Subescala de Tinetti - marcha:

Con el paciente caminando a su paso usual y con la ayuda habitual (bastón ó andador)

Registro de repetición: 1ª rep // 2ª rep // 3ª rep

1. Inicio de la marcha	Cualquier vacilación ó varios intentos para empezar	0
	Sin vacilación	1
2. Longitud y altura del paso	<i>A) Balanceo del pie derecho</i>	
	No sobrepasa el pie izquierdo	0
	Sobrepasa el pie izquierdo	1
	No se levanta completamente del piso	0
	Se levanta completamente del piso	1
	<i>B) Balanceo del pie izquierdo</i>	
	No sobrepasa el pie derecho	0
	Sobrepasa el pie derecho	1
	No se levanta completamente del piso	0
	Se levanta completamente del piso	1
3. Simetría del paso	Longitud del paso derecho desigual al izquierdo	0
	Pasos derechos e izquierdos iguales	1
4. Continuidad de los pasos	Discontinuidad de los pasos	0
	Continuidad de los pasos	1
5. Pasos	Desviación marcada	0
	Desviación moderada o usa ayuda	1
	En línea recta sin ayuda	2
6. Tronco	Marcado balanceo o usa ayuda	0
	Sin balanceo pero flexiona rodillas, la espalda o abre los brazos	1
	Sin balanceo, sin flexión, sin ayuda	2
7. Posición al caminar	Talones separados	0
	Talones casi se tocan al caminar	1
PUNTUACION MARCHA : (___ / 12)		

8 foot up & go: 2,44 metros

	3º Repetición	2º Repetición	1º Repetición	Observaciones
1º Intento				Sin nada/ Con medida ortopédica
2º Intento				