

## ORIGINAL

## Relación entre el rendimiento en la prueba de estación unipodal y la velocidad del centro de presión en adultos mayores

Guzmán Rodrigo Antonio<sup>a,\*</sup>, Silvestre Rony<sup>a</sup>, Rodríguez Francisco Aniceto<sup>b</sup>, Arriagada David Andrés<sup>a</sup> y Ortega Pablo Andrés<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Estudios del Movimiento Humano, Escuela de Kinesología, Facultad de Medicina Universidad Mayor, Santiago, Chile

<sup>b</sup> Escuela de Kinesología, Facultad de Medicina, Universidad Mayor, Santiago, Chile

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 9 de septiembre de 2010

Aceptado el 14 de abril de 2011

On-line el 10 de agosto de 2011

## Palabras clave:

Balance postural  
Caídas accidentales  
Posturografía  
Estación unipodal

## RESUMEN

**Introducción:** Las caídas frecuentes son uno de los problemas de salud más importantes en los adultos mayores (AM). La prueba de estación unipodal (PEU) valora la estabilidad postural y es utilizada en la medición del riesgo de caídas. Sin embargo, existe poca información acerca de su relación con parámetros posturográficos (PP) que caracterizan a la estabilidad postural. Dentro de los PP que mejor describen la estabilidad postural se encuentra la velocidad del centro de presión (VCdP). El objetivo de este trabajo es examinar la relación entre el rendimiento en la PEU y la VCdP en adultos mayores.

**Material y métodos:** Una muestra de 38 AM sanos fue dividida en dos grupos, según el rendimiento en la PEU: sujetos con bajo rendimiento en la PEU (BR, n = 11) y alto rendimiento en la PEU (AR, n = 27). En ambos grupos se examinó la correlación entre el tiempo de la PEU y VCdP media (VmCdP) registrada durante un examen posturográfico.

**Resultados:** Se encontró una correlación inversa entre el tiempo de la PEU y la VmCdP en ambos grupos. Sin embargo, esta fue mayor el grupo de BR ( $r = -0,69$ ;  $p = 0,02$ ) en comparación al grupo AR ( $r = -0,39$ ;  $p = 0,04$ ).

**Conclusiones:** En base a los resultados obtenidos en esta investigación, es posible concluir que el rendimiento en la prueba de estación unipodal tiene una relación inversa con la VmCdP, especialmente en sujetos con bajo rendimiento en la PEU.

© 2010 SEGG. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## Relationship between unipedal stance test score and center of pressure velocity in elderly

## ABSTRACT

## Keywords:

Postural balance  
Accidental falls  
Posturography  
Unipedal stance

**Introduction:** Frequent falls are one of the most important health problems in the elderly population. The unipedal stance test (UPST), assess postural stability and is used in fall risk measures. Despite this, there is little information about its relationship with posturographic parameters (PP) that characterizes postural stability. Center of pressure velocity (CoPV) is one of the best PP that describes postural stability. The aim of this study was to analyze the relation between UST score and CoPV in elderly population.

**Materials and methods:** A sample of 38 healthy elderly subjects where divided in two groups according to their UPST score, low performance (LP, n = 11) and high performance (HP, n = 27). The correlation between UPST score and COP mean velocity (CoPmV), recorded from a posturographic test, was analyzed between both groups.

**Results:** An inverse correlation between UPST score and CoPmV was found in both groups. However, this was higher in the LP group ( $r = -0.69$ ,  $P = .02$ ) compared to the HP ( $r = -0.39$ ,  $P = .04$ ).

**Conclusions:** Based on the results of this investigation, it may be concluded that the achievement on UPST has an inverse relationship with CoPmV, especially in subjects with low performance in the UPST.

© 2010 SEGG. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [rodrigoguzmanvenegas@gmail.cl](mailto:rodrigoguzmanvenegas@gmail.cl) (G. Rodrigo Antonio).

## Introducción

Las caídas frecuentes en adultos mayores son uno de los problemas de salud más importantes en este grupo de población, y sus efectos tienen una fuerte repercusión en los ámbitos sanitarios, sociales y económicos<sup>1-3</sup>. Actualmente, la prueba de estación unipodal es ampliamente utilizada para valorar el riesgo de caídas en adultos mayores<sup>4</sup>. Sin embargo, la relación entre el rendimiento de esta prueba funcional y el comportamiento de factores intrínsecos asociados a las caídas frecuentes, tales como los parámetros posturográficos (PP) ha sido poco explorada<sup>5</sup>. La posturografía computarizada es un método utilizado frecuentemente en el estudio del control postural y de los factores determinantes en la estabilidad postural. Entre los PP mensurables con dicha técnica se encuentra el centro de presión, el cual es definido como la ubicación promedio de las fuerzas de reacción del suelo que genera un individuo sobre la superficie que lo sostiene<sup>6-8</sup>. Entre las variables utilizadas para describir el comportamiento del centro de presión se encuentra su velocidad. La velocidad del centro de presión (VCdP) ha demostrado ser uno de los mejores PP para valorar el control postural<sup>9-12</sup>.

El objetivo de esta investigación fue estudiar la relación entre el rendimiento en la PEU y la VCdP en adultos mayores residentes en la comunidad, con la finalidad de generar nuevos antecedentes acerca de las cualidades de la PEU en relación al control postural y el fenómeno de caídas frecuentes.

## Materiales y método

Mediante un muestreo por conveniencia se obtuvo un grupo de 40 voluntarios, todos adultos mayores sanos (35 mujeres y 5 hombres), residentes en la comunidad. Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: a) edad mayor o igual a 65 años, b) ser capaz de mantener la posición bípeda de manera autónoma o sin apoyo externo. Adicionalmente se aplicaron los siguientes criterios de exclusión: a) Demencias (Mini-mental inferior a 10), b) Enfermedades neurológicas centrales o periféricas, c) Antecedentes de patologías del aparato locomotor que involucren compromisos de la función o deformaciones de las extremidades inferiores y/o del tronco (dolor lumbar crónico o agudo, artritis reumatoide no tratada, procesos artrósicos invalidantes, portador de prótesis totales o parciales), d) Alteraciones vestibulares, e) Patologías visuales no corregidas, f) Obesidad o desnutrición, y g) Consumo de fármacos neurolépticos y/o psicotrópicos. Todos los sujetos dieron su consentimiento en forma escrita. Los procedimientos llevados a cabo en este estudio fueron aprobados por el comité de ética local.

El estado cognitivo de cada adulto mayor fue valorado mediante la prueba de Mini-mental modificada para la población chilena<sup>13</sup>. El nivel de funcionalidad de los adultos mayores fue caracterizado mediante el índice de Barthel<sup>14</sup>. Adicionalmente se registró el número de fármacos que consumían de forma habitual cada individuo. Las características de las muestras son resumidas en las tablas 1 y 2.

Todos los sujetos realizaron la PEU, en la cual se solicitó a cada uno que se mantuviese el mayor tiempo posible apoyado en solo una de sus extremidades inferiores con los brazos a los costados del tronco<sup>4</sup>. La duración de la prueba se consideró hasta que se cumpliera una de las siguientes condiciones: a) El pie de apoyo cambiase de posición, b) El pie elevado tocara el suelo, c) Los brazos se despegaran del tronco, y d) Cuando la pierna elevada tocara la extremidad de apoyo. A diferencia de la PEU original, se consignó el máximo tiempo de mantenimiento, incluso si el sujeto sobrepasaba los 30 segundos. Esto fue hecho así para no introducir un efecto de sesgo en las correlaciones dado por el corte a los 30 segundos. El mejor de los tiempos registrados entre ambas extremidades fue consignado. En la misma sesión, mediante un examen posturográfico estático con una plataforma posturográfica

**Tabla 1**

Características de la muestra (n = 38). Se presentan los valores promedios y desviaciones estándares

Característica	BR (n = 11)	AR (n = 27)
Edad (años)	71,4 (5,8)	69,6 (6,1)
Peso (kg)	69,5 (9,5)	66,7 (10,1)
Talla (metros)	1,57 (0,1)	1,59 (0,1)
Caídas ≥ 2 últimos 12 meses (N.º de casos)	0	0
Número de fármacos usados	3,8 (2,3) <sup>a</sup>	2,0 (1,6) <sup>a</sup>
Índice de Barthel	100 (0,0)	100 (0,0)
Puntaje en prueba Mini-mental	27,5 (1,7)	27,7 (1,2)

AR: grupo de adultos mayores con alto rendimiento en la PEU (< 5 s); BR: grupo de adultos mayores con bajo rendimiento en la PEU (≤ 5 s).

<sup>a</sup> Diferencia estadísticamente significativa, p = 0,03.

(Oscilógrafo posturográfico. Artofocio. Santiago. Chile), se valoró la velocidad media del centro de presión (VmCdP). El examen posturográfico fue realizado en las siguientes condiciones: a) El individuo descalzo, parado en forma erguida y relajado sobre la plataforma posturográfica, ubicada a tres metros de una pared lisa; b) Con su vista fija al frente (si el sujeto utilizaba lentes en forma permanente, se solicitó que realizara la prueba con ellos); c) Las extremidades superiores se posaron a los costados del tronco; d) Los pies se ubicaron dentro del área de la plataforma en forma natural y se solicitó que su peso corporal fuese distribuido en forma homogénea entre ambas extremidades, y e) El sujeto debió guardar silencio durante todo el examen posturográfico. El examen posturográfico tuvo una duración de 90 segundos, donde la VmCdP fue calculada en los treinta segundos centrales con la finalidad de eliminar las posibles adaptaciones al principio y final de este.

A partir de los resultados de la PEU, los sujetos fueron divididos en dos grupos. Aquellos sujetos que alcanzaron un tiempo de estación unipodal mayor de 5 segundos fueron clasificados como de alto rendimiento en la PEU (AR). Por el contrario, los sujetos que registraron una puntuación en la PEU menor o igual a 5 segundos fueron clasificados como de bajo rendimiento en la PEU (BR)<sup>15</sup>. De esta forma, el grupo BR quedó conformado por once sujetos (11 mujeres, 0 hombres) y el grupo AR por 29 individuos (24 mujeres, 5 hombres). En este último grupo, fueron excluidos del análisis estadístico dos sujetos, quienes presentaron antecedentes de caídas frecuentes (dos o más caídas en los doce últimos meses)<sup>16</sup>.

## Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva en la cual se calcularon los promedios y las desviaciones estándares tanto de los parámetros que caracterizaron a la muestra, como de las variables de análisis. Se utilizó una prueba de Shapiro-Wilk para establecer el tipo de distribución de los datos. Las características (edad, peso, talla, número y tipo de fármacos consumidos habitualmente, índice de Barthel, puntuación en el test de Mini-mental) y las variables de análisis (VmCdP y el tiempo registrado en la PEU) fueron contrastadas entre los grupos BR y AR, mediante la prueba de U de Mann-Whitney. Inicialmente se examinó la correlación entre los tiempos registrados en la PEU y la VmCdP considerando la muestra total comprendida por los grupos BR y AR (n = 38). Posteriormente, esta correlación fue examinada para cada grupo por separado. En ambas condiciones se utilizó la prueba de correlación de Spearman. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con un intervalo de confianza 95%, utilizando el software estadístico GraphPad Prism (Prism Versión 5.0 GraphPad Software, Inc. La Jolla CA. USA).

## Resultados

En el grupo BR sólo la puntuación de la prueba Mini-mental resultó no tener distribución normal, mientras que en el grupo AR el

**Tabla 2**  
Fármacos consumidos por los sujetos de muestra, representados como porcentaje del número de la muestra total (total), y con respecto a cada grupo (BR y AR, corresponde a los grupos de bajo y alto rendimiento de la prueba de estación unipodal)

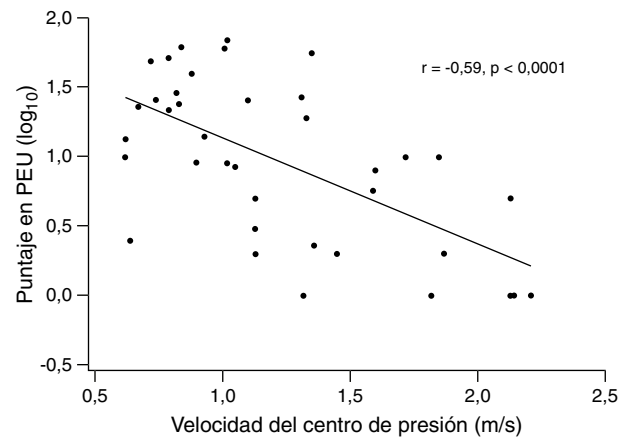
	Hipotensores	Diuréticos	Betabloqueantes	Hipolipemiantes	Hipoglucemiantes	Suplemento Ca <sup>++</sup>	Glucosamina	Suplemento vitamínico	Hormonoterápicos	AINE	Otros
% Total (n=38)	39	21	11	37	16	29	34	26	24	5	16
% BR (n=11)	45	45 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	55	27	9	45	36	55 <sup>a</sup>	9	27
% AR (n=27)	37	11	4	30	11	37	30	22	11	4	11
U	136,0	97,50	13,5	111,5	124,5	107,0	125,0	127,5	84,00	140,5	
Valor p	0,648	0,021	0,035	0,160	0,231	0,093	0,368	0,387	0,005	0,533	

Nótese que al comparar ambos grupos sólo se observó diferencia entre ellos en las frecuencias de uso de diuréticos, betabloqueantes y hormonoterápicos.

U: valor U de Mann-Whitney.

Otros fármacos incluyeron: antiulcerosos, anticoagulantes e inmunosupresores.

<sup>a</sup> Indica una diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ).



**Figura 1.** Correlación entre el tiempo de estación unipodal y la velocidad media del centro de presión (CdP) considerando el total de la muestra (n=38). Para facilitar la visualización de los datos se representa el logaritmo en base 10 de los puntajes obtenidos en la PEU. Sin embargo, la correlación fue calculada con los datos originales.

número de fármacos, la VmCdP, el tiempo de la PEU y la puntuación en la prueba Mini-mental resultaron no cumplir con el supuesto de normalidad. El resto de las variables tuvieron una distribución normal.

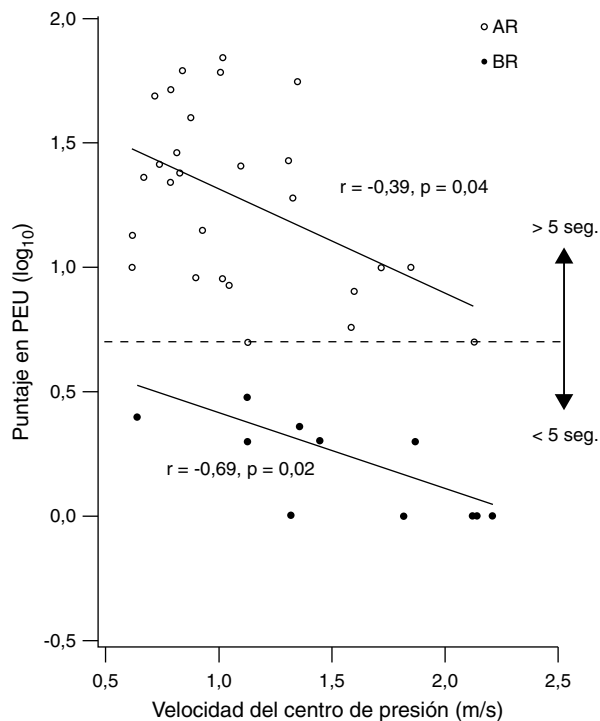
Al contrastar las características de ambos grupos (BR y AR) sólo se registró diferencia significativa entre el número total de fármacos consumidos de forma habitual (AR:  $2,0 \pm 1,6$  vs BR:  $3,8 \pm 2,3$ ;  $p = 0,03$ ). El grupo BR registró un mayor consumo de diuréticos, betabloqueantes y hormonoterápicos que el grupo de AR ( $p = 0,021$ ;  $p = 0,035$  y  $p = 0,005$ , respectivamente), no se registró diferencia en el uso de hipotensores entre ambos grupos ( $U = 136,0$ ;  $p = 0,648$ ). Mayores detalles de los fármacos consumidos por los sujetos de muestra son mostrados en la **tabla 2**. La velocidad en el grupo BR fue mayor que en el grupo AR ( $1,6 \pm 0,5$  vs  $1,2 \pm 0,5$  cm/s;  $p < 0,0001$ ), de igual modo el tiempo en la PEU fue mayor en grupo AR que en el grupo BR ( $26,5 \pm 20,7$  vs  $1,7 \pm 0,7$  s;  $p < 0,0001$ ).

La correlación entre la VmCdP y el rendimiento en la PEU considerando toda la muestra (n=38) registró una correlación inversa y significativa ( $r = -0,59$ ;  $p < 0,0001$ ). Hallazgos similares fueron registrados considerando el rendimiento de la PEU (BR:  $r = -0,69$ ;  $p = 0,02$  y AR:  $r = -0,39$ ;  $p = 0,04$ ). Las **figuras 1 y 2** muestran la dispersión de los datos de VmCdP y rendimiento en la PEU, considerando la totalidad de los datos analizados y separándolos por grupo (BR y AR), respectivamente. El rendimiento en la PEU ha sido expresado en una escala logarítmica para facilitar su representación gráfica.

## Discusión

El principal hallazgo de este estudio fue que la relación inversa entre la VmCdP y el rendimiento en la PEU ( $r = -0,59$ ), resultó ser mayor en sujetos con bajo rendimiento en la PEU ( $r = -0,69$ ) en comparación con sujetos de mayor rendimiento ( $r = -0,39$ ).

Menéndez-Colino et al<sup>5</sup> reportaron que sujetos con menor rendimiento en la PEU presentaron una mayor velocidad del centro de masa (CdM) demostrando la relación entre el rendimiento de la PEU y los PP. A diferencia de este último trabajo, nosotros examinamos la velocidad del centro de presión (VCdP), la cual ha demostrado ser uno de los mejores parámetros posturográficos para valorar la estabilidad postural<sup>9-12</sup>. En este sentido el CdM y CdP, son parámetros distintos e independientes entre sí<sup>6-8</sup>, a pesar de moverse en fase durante la posición bípida, el CdP tiene una mayor frecuencia y desplazamiento de oscilación que el CdM<sup>6-8</sup>. Por otro lado el CdP es calculado directamente a partir de las fuerzas y torques



**Figura 2.** Correlación entre el tiempo de estación unipodal y la velocidad media del centro de presión (CdP) en el grupo de adultos mayores con bajo rendimiento en la PEU (BR,  $n = 11$ ) y en el grupo de adultos mayores con alto rendimiento en la PEU (AR,  $n = 27$ ). Para facilitar la visualización de los datos se representa el logaritmo en base 10 de los puntajes obtenidos en la PEU. Sin embargo, la correlación fue calculada con los datos originales.

aplicados por el sujeto sobre la plataforma posturográfica, mientras que el CdM es estimado a partir de los registros de este tipo de plataforma<sup>8</sup>.

Entre las fuerzas involucradas en el cálculo del CdP, se encuentran las fuerzas generadas por la musculatura periarticular del tobillo, las cuales juegan un rol importante en el comportamiento del CdP. En este sentido, la información somatosensorial y propioceptiva recopilada desde los receptores ubicados en el pie y tobillo juegan un papel preponderante en el reclutamiento de estos músculos y su alteración afecta la velocidad del CdP<sup>17</sup>. Factores tales como la sarcopenia y la pérdida de sensibilidad distal afectan a los adultos mayores e incrementan el riesgo de sufrir caídas. Por estos motivos la valoración del CdP y en especial de su velocidad, podría dar cuenta del estado de integración de la información somatosensorial y propioceptiva involucrada en el reclutamiento de los músculos distales para mantener la estabilidad postural. En este sentido se ha demostrado el incremento de la VCdP con el envejecimiento<sup>9,12</sup>. Por otro lado, la PEU utiliza de forma importante la musculatura distal para mantener la postura exigida en su ejecución, una de las razones por las cuales se decidió examinar la relación entre ambos parámetros en esta investigación. Nuestros resultados demostraron la existencia de una relación inversa entre la VmCdP y el rendimiento en la PEU, siendo esta relación mayor en los sujetos con menor rendimiento en comparación a los de mayor rendimiento, también se observó que los sujetos de bajo rendimiento registraron velocidad más altas que los sujetos con mejor rendimiento. Estudios previos han demostrado el incremento de la velocidad del CdP como respuesta a factores que afectan el control postural, en especial aquellos que interfieren con procesos sensoriomotores<sup>18,19</sup>. También se ha descrito un incremento de la VCdP en sujetos con antecedentes de caídas frecuentes<sup>20</sup>. El incremento en la VCdP tendría su origen en el deterioro de la capacidad de adquirir y/o integrar la información sensorial<sup>20-23</sup>.

Estos antecedentes y los resultados obtenidos podrían indicar que el bajo rendimiento en la PEU se relaciona con una mayor inestabilidad postural, caracterizada por un incremento de la VmCdP. El aumento de la velocidad del CdP, sería un indicador de mayor inestabilidad postural, dado que se asocia a cambios más bruscos y rápidos de la posición del CdP. Los cuales, posiblemente estén asociados al deterioro en la percepción e integración de la información sensorial<sup>12</sup>, alteraciones que producirían un mayor retardo en el tiempo de generación de las correcciones postural, las que al ser tardías, obligatoriamente deben ser más rápidas para lograr mantener la estabilidad postural, y así evitar una caída.

La muestra evaluada en este estudio fue dispar en el sentido del número de individuos designados a cada grupo. Sin embargo, las características entre los grupos no fueron distintas, salvo el número y tipo de fármacos consumidos de forma habitual. Entre los criterios de exclusión se definió el uso de neurolépticos y psicotrópicos y no de hipotensores, siendo ambos grupos de fármacos asociados al riesgo de caídas<sup>24</sup>. Sin embargo, la asociación al riesgo de caídas de los neurolépticos y psicotrópicos, está dada por su efecto sedante, el cual afecta tanto las sollicitaciones dinámicas como estáticas del control postural. Por el contrario, el riesgo de caídas asociado al uso de hipotensores está en su efecto hipotensor ortostático, el cual puede ser asociado con el riesgo de caídas en condiciones predominantemente dinámicas, por ejemplo, a una rápida transferencia de sentado a parado. En este estudio se correlacionaron variables obtenidas a partir de dos evaluaciones realizadas en condiciones estáticas, por tal motivo, el uso de hipotensores no tendría un efecto importante sobre el rendimiento en estas pruebas, a diferencia de los efectos que podrían tener el consumo de neurolépticos y psicotrópicos. Por otro lado, no existió diferencia significativa entre la cantidad de sujetos que consumían hipotensores entre ambos grupos (45% en el grupo BR, 37% de los sujetos del grupo AR;  $p = 0,648$ ), por lo cual, las diferencias obtenidas entre ambos grupos no podría ser atribuida al consumo de hipotensores. El grupo con BR también registró un mayor uso de fármacos hormonoterápicos, diuréticos y betabloqueantes, sin embargo, se ha demostrado que el consumo de estos dos últimos no tendría efectos sobre el control postural por no asociarse al riesgo de caídas frecuentes<sup>24</sup>. Por lo tanto, sólo el consumo de hormonoterápicos y el número total de fármacos consumidos podría estar relacionado en las diferencias registradas entre ambos grupos.

Los resultados de esta investigación dan nueva información acerca de las cualidades de la PEU. A partir de los resultados obtenidos es posible proponer que el rendimiento en la PEU tendría relación con la calidad de los procesos de registro e integración de la información sensorial involucrados en la estabilidad postural, lo que se refleja en su mayor relación con la VmCdP en sujetos con bajo rendimiento en esta prueba funcional. Sin embargo, futuras investigaciones deben ser diseñadas para examinar con mayor detalle dicha relación. Adicionalmente, resultaría interesante examinar el efecto de medidas terapéuticas enfocadas a mejorar la percepción e integración sensorial sobre el rendimiento de la PEU.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que en la muestra evaluada existió correlación entre el rendimiento en la prueba de estación unipodal y la velocidad del centro de presión en personas mayores, especialmente en sujetos con bajo rendimiento en la PEU.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Oliver D. Prevention of falls in hospital inpatients. *Agendas for research and practice*. Age Ageing. 2004;33:328-30.

2. Rubeinstein L, Josephson K, Robbins A. Falls in the nursing home. *Ann Intern Med.* 1994;6:442-5.
3. Viskum B, Juul S. Accidental falls in nursing homes. A study on the role of drugs in accidental falls in nursing homes. *Ugeskr-Laeger.* 1992;154:2955-8.
4. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81:587-91.
5. Menéndez R, Sánchez C, De Tena A, Lázaro del Nogal M, Cuesta F, Ribera M. Utilidad de la valoración del riesgo de caídas. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2005;40:18-23.
6. Winter DA. Human Balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995;3:193-214.
7. Winter DA. *Biomechanics and Motor Control of human Movement.* 3rd ed. New Jersey: Wiley and Sons; 2005, p 106-10.
8. Lafond D, Duarte M, Prince F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. *J Biomech.* 2004;37:1421-6.
9. Baloh RW, Jacobson KM, Enrietto JA, Corona S, Honrubia V. Balance disorders in older persons: Quantification with posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;119:89-92.
10. Olivier H, Simoneau M, Marcottr J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture.* 2007;26:32-8.
11. Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait Posture.* 2008;28:337-42.
12. DuPasquier RA, Blanc Y, Sinnreich M, Landis T, Burkhard P, Vingerhoets EG. The effect of aging on postural stability: a cross sectional and longitudinal study. *Neurophysiologie Clinique.* 2003;33:213-8.
13. Quiroga LP, Albala BC, Klaasen PG. Validación de un test de tamizaje para el diagnóstico de demencia asociada a edad, en Chile. *Rev Méd Chile.* 2004;132:467-78.
14. Mahoney FI, Barthel DW. Functional Evaluation the Barthel Index. *MD State Med J.* 1965;14:61-5.
15. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero LR, Baumgartner NR, Rubendtein LZ, Garry PJ. One leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:735-8.
16. Masud T, Morris RO. Epidemiology of falls. *Age Ageing.* 2001;30-S4:3-7.
17. Corbeil P, Blouin JS, Bejin F, Nougier V, Teasdale N. Perturbation of the postural control system induced by muscular fatigue. *Gait Posture.* 2003;18:92-100.
18. Gribble PA, Hertel J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14:641-6.
19. Centomo H, Termoz N, Savoie S, Beliveau L, Prince F. Postural control following a self-initiated reaching task in type 2 diabetic patients and age-matched controls. *Gait Posture.* 2007;25:509-14.
20. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing.* 2004;33:602-7.
21. Kuczynski M, Slonka K. Influence of artificial saddle riding on postural stability in children with cerebral palsy. *Gait Posture.* 1999;10:154-60.
22. Bergin PS, Bronstein AM, Murray NM, Sancovic S, Zeppenfeld DK. Body sway and vibration perception thresholds in normal aging and in patients with polyneuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1995;58:335-40.
23. Lord SR, Clark RD, Wedster W. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol Med Sci.* 1991;46:M69-76.
24. Woolcott JC, Richardson KJ, Wiens MO, Patel B, Marin J, Khan KM, et al. Meta-analysis of the impact of 9 medication classes on falls in elderly persons. *Arch Intern Med.* 2009;169:1952-60.