

Sensibilidad cutánea plantar y balance dinámico en adultos mayores saludables de la comunidad: estudio relacional

Sensibilidade cutânea plantar e equilíbrio dinâmico em idosos saudáveis da comunidade: estudo relacional

Plantar cutaneous sensibility and dynamic balance in healthy elderly of the community: relational study

Jéssica Espinoza Araneda¹, Eladio Mancilla Solorza²

RESUMEN La somatosensación cutánea de los miembros inferiores es relevante para la preservación del balance, cuya interacción se compromete con el envejecimiento. El propósito de ésta investigación fue determinar el nivel de relación entre la sensación cutánea plantar y el balance dinámico en adultos mayores saludables. El diseño de estudio fue de corte transversal. La muestra fue conformada por 74 adultos mayores entre 60 y 75 años, incorporados desde un Centro de Salud de Talca, Chile. Se midió la discriminación táctil de dos puntos en: primer, segundo, tercer metatarsiano, borde lateral, arco plantar y talón de ambos pies. El balance dinámico fue valorado con el *Biodex Balance System SD*, registrando el Índice de Estabilidad General Bilateral, Antero Posterior y Medio Lateral. Para el análisis estadístico se utilizó el coeficiente de Pearson y la regresión lineal múltiple. Los resultados mostraron una correlación baja entre la discriminación de dos puntos del talón derecho con el Índice de Estabilidad General Bilateral ($r=0,244$; $p=0,018$) y con el Medio Lateral ($r=0,267$; $p=0,011$). El talón izquierdo se correlacionó con el Índice de Estabilidad General Bilateral ($r=0,268$; $p=0,011$) y el Medio Lateral ($r=0,285$; $p=0,007$). El análisis de correlación múltiple no mostró influencia de los factores antropométricos y de salud, tales como: edad, índice de masa corporal, número de medicamentos, enfermedades y caídas en la varianza de los índices de balance dinámico. En conclusión, la disminución de la sensación

cutánea plantar de ambos talones se asoció levemente con mayores índices de balance dinámico total y medio lateral.

Palabras clave | Envejecimiento; Balance Postural; Accidentes por Caídas; Sensación; Pie.

RESUMO | A sensação somática cutânea dos membros inferiores é relevante para a preservação do equilíbrio, cuja interação fica comprometida com o envelhecimento. O objetivo desta investigação foi determinar o nível de relação entre a sensibilidade cutânea plantar e o equilíbrio dinâmico em idosos saudáveis. O estudo é de tipo corte transversal. A amostra foi composta por 74 idosos entre 60 e 75 anos, advindos de um Centro de Saúde de Talca, no Chile. A discriminação tátil de dois pontos foi medida no primeiro, segundo e terceiro metatarsiano, na borda lateral, no arco plantar e no calcanhar de ambos os pés. O equilíbrio dinâmico foi medido por meio do *Biodex Balance System SD*, que registrou o Índice de Estabilidade Geral Bilateral, Anteroposterior e Médio Lateral. Para a análise estatística, utilizou-se o coeficiente de Pearson e a regressão linear múltipla. Os resultados mostraram uma baixa correlação entre a discriminação de dois pontos do calcanhar direito e o Índice de Estabilidade Geral Bilateral ($r=0,244$; $p=0,018$) e o Médio Lateral ($r=0,267$; $p=0,011$). O calcanhar esquerdo foi correlacionado com o Índice de Estabilidade Geral Bilateral ($r=0,268$; $p=0,011$) e o Médio Lateral ($r=0,285$; $p=0,007$). A análise de correlação

Estudio conducido en el Laboratorio de Envejecimiento, Departamento de Kinesiología, Universidad Católica del Maule - Talca, Chile.

¹Escuela de Kinesiología, Universidad de Talca - Talca, Chile.

²Laboratorio de Envejecimiento, Departamento de Kinesiología, Universidad Católica del Maule - Talca, Chile.

Dirección postal: Jéssica Espinoza Araneda - Avenida Lircay, s/n, Talca, Chile - E-mail: jeespinoza@utalca.cl

Presentación: mayo 2013 - Acepto para publicación: nov. 2013 - Fuente de financiación: ninguna - Conflicto de interés: nada que declarar - Parecer de aprobación en el Comité de Bioética n° INTB-ET: 021/2010.

múltipla não mostrou influência dos fatores antropométricos e de saúde, tais como: idade, índice de massa corpórea, número de medicamentos, doenças e quedas na variação dos índices de equilíbrio dinâmico. Em conclusão, a diminuição da sensibilidade cutânea plantar de ambos os calcanhares teve uma pequena associação com os maiores índices de equilíbrio dinâmico total e médio lateral.

Descritores | Envelhecimento; Equilíbrio Postural; Acidentes por Quedas; Sensação; Pé.

ABSTRACT | The skin somatosensation of lower extremities is relevant in the preservation of balance, whose interaction is compromised with aging. The purpose of this research was to determine the level of relationship between plantar cutaneous sensation with the dynamic balance in healthy elderly population. The study design was cross-sectional. A sample composed of 74 healthy elderly population between 60 and 75 years old, recruited from a Primary Care Center in the city of Talca, Chile. We measured the tactile discrimination of two points: first, second

and third metatarsal, lateral border, arch and heel of both feet. Dynamic balance was assessed using the Biodex Balance System SD, recording the Overall Stability Index, the anterior-posterior, and the medial-lateral stability index. For the statistical analysis, we used Pearson's coefficient and the multiple linear regression. The results showed low correlation between the two-point discrimination of the right heel with the Overall Stability Index ($r=0.244$; $p=0.018$) and the medial-lateral stability index ($r=0.267$; $p=0.011$). The left heel was correlated with the Overall ($r=0.268$; $p=0.011$) and medial-lateral ($r=0.285$; $p=0.007$) stability indices. The multiple correlation analysis showed no influence of anthropometric and health factors, such as: age, body mass index, medicine number, diseases, and falls in the variance of the dynamic balance indexes. In conclusion, the reduced plantar cutaneous sensation in both heels was associated with slightly higher rates of total and medial lateral dynamic balance.

Keywords | Aging; Postural Balance; Accidental Falls; Sensation; Foot.

INTRODUCCIÓN

Una de las habilidades frecuentemente comprometida en el adulto mayor (AM) es el control del balance postural¹⁻³, el cual es considerado esencial para la independencia funcional, el estatus de salud y la calidad de vida, y su alteración constituye un factor de riesgo primario de accidentes por caídas en este grupo etario³⁻⁵. La caída es un fenómeno común que afecta a una gran proporción de la población de AM. Se estima que el 35% de los mayores de 65 años sufre caídas anualmente y aumenta al 42% en sujetos de 70 años y más⁶, las que pueden generar injurias graves, por lo cual son consideradas un problema de salud pública⁷.

Los mecanismos que subyacen al incremento en el balance con el envejecimiento y la mayor incidencia de caídas son aún discordantes. No obstante, está demostrado que la mantención del balance depende de la habilidad de los sistemas sensoriales para informar sobre la posición, la orientación y el movimiento del cuerpo, y la capacidad del sistema nervioso central (SNC) para integrar esta información y generar una respuesta motora apropiada^{1,8,9}.

La sensibilidad cutánea plantar está estrechamente asociada al control de balance y su deterioro puede contribuir a la caída^{10,11}. Así por ejemplo, se ha evidenciado que la pérdida parcial y total de la función sensorial

inducida experimentalmente en la planta del pie resulta en aumento del balance proporcional a la pérdida sensorial¹². Por otro lado, la prueba de discriminación táctil de dos puntos (DT2P), en la zona plantar del primer orjeo en AM, ha mostrado ser significativamente mayor en los que caen frecuentemente¹⁰.

Las investigaciones que han estudiado los efectos de la edad sobre los receptores cutáneo plantares, en su mayoría, han considerado aquellos de adaptación rápida como son los corpúsculos de Paccini y Meissner de los dedos del pie, los cuales han mostrado disminuir en número con la edad y se han asociado con disminución de la sensibilidad táctil, la percepción de vibración y el aumento del balance estático medio lateral¹⁰.

En este sentido, la sensibilidad de la planta del pie es fundamental para la preservación del balance en todas las edades y se encuentra deteriorada en el AM. La mayoría de las investigaciones que han estudiado la relación entre sensibilidad cutánea plantar y el balance se han referido principalmente al control postural estático¹¹. Tales relaciones son difíciles de extrapolar a la mayoría de las actividades que se desarrollan en el diario vivir y que requieren la capacidad de mantener el balance ante tareas dinámicas. En este contexto, el propósito de la presente investigación fue determinar el nivel de relación entre la sensibilidad cutánea plantar con el balance dinámico, en AM saludables de la comunidad.

METODOLOGÍA

Diseño

Estudio de corte transversal y relacional.

Participantes

Se conformó una muestra de 74 AM, según cálculo para correlacionar dos variables, con planteamiento unilateral; rho de Pearson de 0,3; una confianza del 95% y poder estadístico del 80%; incorporados por conveniencia desde el Centro de Salud Familiar (CESFAM) Carlos Trupp en la Ciudad de Talca, Chile.

Los criterios de inclusión fueron: AM entre 60 y 75 años, ambos géneros, controlados y compensados en su morbilidad, Mini-Mental ≥ 12 y ausencia de enfermedades agudas. Los de exclusión fueron: diabetes *mellitus*, índice de masa corporal (IMC) ≥ 40 kg/cm², enfermedades del SNC o periférico, alteración visual o auditiva no corregida, alteraciones músculo esqueléticas de los miembros inferiores (MMII), hipotensión ortostática, síndrome vertiginoso e inestabilidad de tobillo.

Procedimiento

Los sujetos fueron seleccionados al momento de asistir al examen de medicina preventiva del AM (EMPAM)¹³, que se aplica anualmente en el Sistema de Atención Primaria de Salud chilena, el cual incluye la valoración de los signos vitales, la situación antropométrica, la morbilidad, el consumo de medicamentos, la condición funcional biopsicosocial, el estatus cognitivo según el mini-mental modificado para la población chilena¹⁴, y el riesgo de caídas con el Test de Apoyo Unipodal¹⁵ y *Timed Up and Go*¹⁶. Quienes cumplieron con los criterios de elegibilidad, se les explicó los objetivos del estudio y fueron invitados al Laboratorio de Envejecimiento de la Universidad Católica del Maule, donde firmaron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Católica del Maule y Servicio de Salud del Maule, Talca, Chile (INT.B-ET: 021/2010).

La sensibilidad cutánea plantar fue evaluada a través de la prueba de discriminación táctil de dos puntos (DT2P), la cual busca determinar la mínima distancia en milímetros para detectar el estímulo táctil de dos puntos sobre una superficie cutánea. La prueba contempló seis áreas de la planta del pie: cabeza de los tres primeros metatarsianos (MT), borde lateral del pie, arco plantar y talón. Se utilizó un estesiómetro longitudinal

a través de un pie de metro adaptado (marca Mitutoyo 4296907), calibrado en una unidad mínima de 1 mm, estableciendo como límite máximo 50 mm de amplitud. La prueba fue realizada por dos evaluadores experimentados, uno explicó la prueba y ejecutó las evaluaciones y el otro vigiló el contacto del estesiómetro con la piel y registró los resultados. El sujeto fue ubicado en una camilla reclinable, en posición sedente con tronco apoyado en 110° de flexión de cadera, con rodilla relajada en extensión, pies descalzos y ojos vendados. Se marcó el punto central de la cabeza del primer, segundo y tercer MT, borde lateral, arco plantar y talón, para ambos pies (Figura 1). Luego, el evaluador contactó los distintos puntos con una presión perceptible, comenzando con 0 mm y aumentando la distancia entre las puntas 1 mm cada vez, equidistante al punto central, hasta que el sujeto refería sentir dos puntos de contacto, lo cual se ratificaba contactando con uno o dos puntos, al azar en el área evaluada por dos veces.

El balance dinámico se midió con el *Biodex Balance System* (BBS SD), un sistema confiable y ampliamente usado para evaluar el balance postural en los recientes años recientes^{17,18}. Posee una plataforma móvil, circular, que permite hasta 20° de inclinación en el eje antero-posterior y medio-lateral simultáneamente. Mide la capacidad para controlar el ángulo de inclinación de la plataforma, y es cuantificada por el sistema como varianza desde el centro. Los valores son expresados como Índice de Estabilidad General Bilateral (IEGB), Índice de Estabilidad Medio Lateral (IEML) e Índice de Estabilidad Antero-Posterior (IEAP), la mayor varianza indicaría pobre control neuromuscular^{18,19}.



Figura 1. Imagen de las zonas y dirección de medición de la discriminación táctil de dos puntos para los pies derecho e izquierdo (cabeza del 1°, 2° y 3° metatarsiano, borde lateral del pie, borde medial y centro del talón)

Además, el sistema determina los porcentajes de tiempo utilizados para cuatro zonas concéntricas: A (0-5°); B (6-10°); C (11-15°) y D (16-20°), como se observa en la Figura 2; una mayor permanencia en las zonas más periféricas revelaría un déficit en el balance dinámico¹⁸.

Para realizar el test, el AM fue ubicado en posición bípeda, descalzo sobre la plataforma del BBS SD (Modelo 950-302, serial 09031224 NY), con el apoyo de sus manos. La prueba consistió en tres ensayos de 20 segundos de duración y 20 segundos de reposo, considerando el tercero como registro, utilizando el nivel ocho de estabilidad y siguiendo el protocolo recomendado por el fabricante. Los resultados fueron archivados en la memoria del BBS y exportados a un computador.

Análisis estadístico

Los datos fueron revisados e ingresados al programa Microsoft Office Excel 2007 para Windows. El análisis se realizó a través del programa SPSS 18.0 (licencia 192.168.100.221). Se aplicó estadística descriptiva, con medidas de tendencia central (promedio y desviación estándar) de los parámetros antropométricos y de salud que caracterizaron la muestra, como de los indicadores de la prueba de DT2P y balance dinámico. Para el análisis de correlación entre las variables IEGB, IEAP, IEML con la prueba de DT2P, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, considerando un nivel de significancia del 95%, estimando como relación muy alta sobre 0,8; alta entre 0,6 y 0,8; moderada entre 0,4 y 0,6; baja entre 0,2 y 0,4, y despreciable 0,0 a 0,2²⁰. Para descartar el efecto de otras variables (edad, IMC, número de medicamentos, enfermedades y caídas), se realizó el análisis de regresión múltiple.

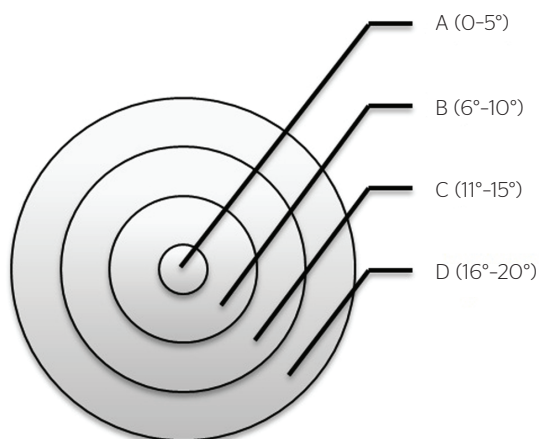


Figura 2. Zonas concéntricas de balance del Biodex Balance System SD para calcular el porcentaje de tiempo de permanencia

RESULTADOS

Los resultados descriptivos de la muestra se resumen en la Tabla 1. El análisis de correlación entre la DT2P con los indicadores de balance dinámico mostró una relación positiva baja, estadísticamente significativa entre la sensibilidad del talón derecho con el IEGB ($r=0,244$; $p=0,018$), IEML ($r=0,267$; $p=0,011$) y zona D ($r=0,243$; $p=0,018$) y negativa con la zona A ($r=-0,202$; $p=0,042$). Por su parte, el talón izquierdo se correlacionó de forma positiva con el IEGB ($r=0,268$; $p<0,011$), IEML ($r=0,285$; $p=0,007$), y zona D ($r=0,290$; $p=0,006$); y de forma negativa con la zona A ($r=0,193$; $p=0,05$), como se observa en la Tabla 2.

Finalmente, el análisis de regresión lineal múltiple no mostró relación significativa entre las características antropométricas y de salud, con las variables IEGB, IEAP e IEML (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El presente estudio representa el primer reporte de una relación entre la DT2P en distintas zonas de la

Tabla 1. Características de la muestra (n=74)

Característica	Promedio	DS
Edad (años)	67,3	4,8
IMC (kg/cm ²)	28,4	3,5
Número de caídas	1	1,9
Número de enfermedades	2,9	1,2
Número de medicamentos	2,8	1,5
MMSE	17,4	1,8
TAU derecho (segundos)	17,2	11,8
TAU izquierdo (segundos)	16,4	12,2
TUG (segundos)	7,1	1,4

IMC: índice de masa corporal; MMSE: mini-mental status examination; TAU: test de apoyo unipodal; TUG: timed up and go; DS: desviaciones estándar

Tabla 2. Rho de Pearson estadísticamente significativas entre la discriminación táctil de dos puntos cutáneo plantares derecho e izquierdo, con los indicadores de balance dinámico bilateral

DT2P del talón derecho e izquierdo	IEGB	IEML	Tiempo Zona A (%)	Tiempo Zona D (%)
DT2P talón derecho	0,244*	0,267*	-0,202*	0,243*
Nivel de significancia (unilateral)	0,018	0,011	0,042	0,018
DT2P talón izquierdo	0,268*	0,285**	-0,193*	0,290**
Nivel de significancia (unilateral)	0,011	0,007	0,050	0,006

IEGB: Índice de Estabilidad General Bilateral; IEML: Índice de Estabilidad Medio Lateral; DT2P: Discriminación táctil de dos puntos; *la correlación es significativa al nivel de 0,05 (unilateral); **la correlación es significante al nivel de 0,01 (unilateral)

Tabla 3. Análisis de varianza de regresión múltiple y R^2 entre las variables independientes: edad, índice de masa corporal, número de caídas, cantidad de medicamentos, número de enfermedades y las variables dependientes IEGB, IEAP, IEML

ANOVA							
Índices de balance		Suma de cuadrados	gL	Media cuadrática	F	Valor p*	R^2
IEGB	Regresión	14,207	5	2,841			
	Residual	516,184	68	7,591	0,374	0,865	0,027
	Total	530,391	73				
IEAP	Regresión	8,039	5	1,608			
	Residual	405,416	68	5,962	0,270	0,928	0,019
	Total	413,455	73				
IEML	Regresión	3,260	5	0,652			
	Residual	244,627	68	3,597	0,181	0,969	0,013
	Total	247,887	73				

* Variables predictoras: número medicamentos, edad (años), índice masa corporal, número de caídas, número de enfermedades; Variables dependientes: IEGB: Índice de Estabilidad General Bilateral; IEAP: Índice de Estabilidad Anteroposterior; IEML: Índice de Estabilidad Medio Lateral

planta del pie, con indicadores de balance dinámico medido a través del BBS SD. El envejecimiento está asociado a cambios significativos en el control postural dinámico, factor clave en el riesgo de caer²¹. En consecuencia, conocer la influencia de los cambios somatosensorial asociados al envejecimiento normal es relevante. Los resultados mostraron una baja correlación, pero estadísticamente significativa entre las variables estudiadas. Aún cuando nuestros resultados mostraron asociaciones bajas son concordantes con reportes previos, que han evidenciado correlaciones significativas entre el deterioro sensorial y el balance postural²¹⁻²⁴. Específicamente, la DT2P ha mostrado ser afectada por el envejecimiento, exhibiendo un promedio de declive del 91% en el pie, su deterioro en la zona plantar del primer orjejo es mayor en caedores *versus* no caedores y se asocia con un aumento del balance estático mediolateral^{5,10}.

Por otro lado, los individuos que presentaron mayor distancia en la DT2P en ambos talones tendieron a mayor varianza del IEGB e IEML, lo que podría indicar mayor dificultad para estabilizar la plataforma en dichas direcciones. Dado que IEGB está compuesto por el IEAP y el IEML, la mayor magnitud en la dirección medio lateral generaría un incremento de dicho índice¹⁸. Desde el punto de vista biomecánico, el sujeto al estar en apoyo bilateral, el área de soporte en el sentido medio lateral es mayor que el obtenido en el antero-posterior y consistentemente más alto que la base de apoyo posible en estancia unipodal, si a esto se suma la permanencia en una plataforma inestable como es el BBS, la estrategia dominante podría obedecer al control de balance medio

lateral a través de un mecanismo de carga y descarga a nivel de cadera.

A su vez, desde una aproximación sensoriomotora, existe evidencia que el AM exhibe déficit propioceptivo en la sensación de posición y movimiento de las zonas distales de MMII, lo cual impacta en tareas relacionadas con el balance postural dinámico¹¹. Al respecto, según Takacs *et al.*²¹, los cambios propioceptivos de MMII afectan directamente las respuestas posturales a la perturbación. Aunque los receptores cutáneos no son típicamente considerados propioceptores, proveen información complementaria a la sensación de posición y del movimiento articular¹⁰. En este sentido, es probable que la pérdida de sensibilidad en zonas de carga en la planta del pie, sumada a la disminución de la propiocepción de tobillo, obligue a utilizar articulaciones proximales como la cadera para el control de balance. Según Horak *et al.*²⁵, la anestesia hipóxica del pie y tobillo causó un incremento en la dependencia de la estrategia de cadera para compensar la aceleración posterior de la superficie de apoyo, que normalmente requiere de una estrategia de tobillo.

Por otro lado, no hay evidencia que haya valorado los patrones de estabilidad dentro de las zonas concéntricas del BBS en AM. Arnold y Schmitz¹⁸ han propuesto que el porcentaje de tiempo de permanencia en zonas periféricas podría revelar disfunciones propioceptivas asociadas a las patologías de tobillo o de MMII. De hecho, reportaron que individuos sin injuria de tobillo tienden a permanecer mayor tiempo dentro de la zona A (0-5°). Según nuestra investigación, los AM con mayor distancia en la DT2P en ambos talones tendieron a permanecer más tiempo en la zona periférica (zona D, 16-20°) y menor en la central (zona A; 0-5°). De acuerdo a lo anterior, es razonable esperar que un individuo con disminución de la somatosensación plantar tenga dificultad para mantenerse estable sobre la plataforma móvil, desplazando su centro de masa hacia zonas periféricas.

Según Kennedy e Inglis²⁶, el 70% de los receptores de la planta del pie son de adaptación rápida, sugiriendo mayor sensibilidad para el control de balance dinámico, con distribución preferencial en la zona anterior del pie, borde lateral y talón, que podrían corresponder a las regiones críticas que soportan el peso del cuerpo en condiciones de carga. En este sentido, en nuestro estudio, la sensibilidad del talón resultó ser una zona clave relacionada al balance dinámico.

El análisis de regresión lineal múltiple no mostró relación estadísticamente significativa entre parámetros antropométricos y de salud con los indicadores de balance dinámico, por lo tanto, estos factores no influyeron

significativamente en las variables de interés. Eso no implica que estos parámetros no influyan en el balance dinámico; ya que dada las características de exigencia en la selección de la muestra, pudo haber una variación insuficiente de éstas variables, y la pérdida sensorial se podría atribuir al proceso de envejecimiento y no a otros factores.

Por último, se consideró que los procedimientos utilizados en esta investigación fueron adecuados, sin embargo, existen algunas limitantes: la incorporación de una menor proporción de AM con riesgo de caída impidió determinar si las asociaciones son de mayor magnitud en estos sujetos, por lo que sería importante para futuras investigaciones considerar esta variable y la incorporación de otros grupos etarios. El estrecho rango de edad seleccionado pudo causar menor variabilidad de la sensibilidad cutáneo plantar y balance. Pero, se aseguró que todos los participantes incluidos en el estudio no presentaron condiciones de salud que puedan haber influenciado las medidas sensoriales y de balance, y son en su mayoría saludables o compensados en su morbilidad. A su vez, dado que el BBS SD registra el balance dinámico de un sujeto y demanda al sistema propioceptivo de tobillo para mantener el balance, sería relevante incluir medidas propioceptivas de articulaciones distales, donde probablemente las magnitudes de relación sean mayores.

En conclusión, la disminución de la sensibilidad cutáneo plantar en el talón de AM saludables se asoció levemente con mayores índices de balance dinámico total y medio lateral. Se espera que estos hallazgos contribuyan a la generación de futuros estudios, orientados a comprender la influencia de la pérdida somatosensorial de MMII en el AM en el control del balance dinámico.

REFERÊNCIAS

- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and Associated Physiological Factors in a Population of Aged Persons. *J Gerontol*. 1991;46(3):M69-76.
- Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neurosci Lett*. 2003;350(3):137-40.
- Aslan UB, Caviak U, Yagci N, y Akdag B. Balance performance, aging and falling: A comparative study based on a Turkish sample. *Arch Gerontol Geriatr*. 2008;46(3):283-92.
- Tinnetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1988;319(26):1701-7.
- Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing*. 2004;33(6):602-7.
- Masud T, Morris RO. Epidemiology of falls. *Age Ageing*. 2001;30(S4):3-7.
- Zenewton AD, Gomez A, Sabral M. Epidemiología de Caídas de Ancianos en España. Una revisión sistemática, 2007. *Rev Esp Salud Pública* [online]. 2008;82:43-56.
- Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological Profile Approach to Falls Risk Assessment and Prevention. *Phys Ther*. 2003;83(3):237-51.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age Aging*. 2006;35(S2):ii7-11.
- Shaffer SW, Harrison, AL. Aging of the somatosensory system: a translational Perspective. *Phys Ther*. 2007;87(2):193-207.
- Goble DJ. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009;33(3):271-8.
- Wang TY, Lin SI. Sensitivity of Plantar cutaneous sensation and postural stability. *Clin Biomech*. 2008;23(4):493-9.
- Ministerio de Salud (MINSAL), Programa de Salud del Adulto Mayor. Manual de aplicación del Examen de Medicina Preventiva del Adulto Mayor (EMPAM). [revisado 3 Diciembre de 2013]. Disponible en: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/ab1f81f43ef0c2a6e04001011e011907.pdf>
- 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(4):467-78.
- 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(5):587-91.
- Rockwood K, Awalt E, Carver D, Macknightm C. Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the canadian study of health and aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(2):M70-3.
- Ki Young Oh, Soo A Kim, Seung Yeol Lee, youn Seop Lee. Comparison of manual balance and balance board test in healthy adults. *Ann Rehabil Med*. 2011;35(6):873-9.
- Arnold B, Schmitz R. Examination of balance measures produced by blodex stability system. *J Athl Train*. 1998;33(4):323-7.
- Cachupe W, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter E. Realiability of blodex balance system measures. *Meas in Physical Educ Exerc Sci*. 2001;5(2):97-108.
- Kielhofner G. Research in occupational therapy. Methods of inquiry for enhancing practice. Philadelphia: Davis Company; 2006.
- Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, Hunt MA. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. *Aging Dis*. 2013;4(2):84-99.
- Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol: Med Sci*. 2005;60A(12):1546-52.
- Meyer PF, Oddson LI, De Luca CJ. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Exp Brain Res*. 2004;156(4):505-12.
- Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ. Reduced plantar sensitivity alters postural responses to lateral perturbations of balance. *Exp Brain Res*. 2004;157(4):526-36.
- Horak F, Nasher L, Diener H. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res*. 1990;82(1):167-77.
- Kennedy PM, Inglis JT. Distribution and behaviour of glabrous cutaneous receptors in the human foot sole. *J Physiol*. 2002;538(Pt 3):995-1002.