

# Evaluation of balance in fallers and non-fallers elderly

*Avaliação do equilíbrio em idosos que sofrem queda e aqueles que não sofrem quedas*

Banu Müjdeci<sup>1</sup>, Songul Aksoy<sup>2</sup>, Ahmet Atas<sup>3</sup>

## Keywords:

accidental falls,  
elderly,  
medicare,  
postural balance.

## Palavras-chave:

acidentes por quedas,  
equilíbrio postural,  
idoso,  
medicare.

## Abstract

Falls present a substantial health problem among the elderly population. Approximately one-third of community-dwelling people over 65 years of age will experience one or more each year. **Objective:** The purpose of this study was to evaluate balance between fallers and non-fallers elderly. **Study Design:** Clinical study. **Methods:** We studied 30 subjects older than 65 years of age. 15 subjects had a history of falls within a year (Group I) and 15 subjects had no history of falls (Group II). The scores of Computerized Dynamic Posturography (CDP); Sensory Organization Test (SOT), Limits of Stability (LOS), Rhythmic Weight Shift (RWS) and Berg Balance Scale (BBS) findings gathered from the individuals from Group I and Group II, were compared. **Results:** The SOT 3, 6, composite, BBS scores and left-right on-axis velocity score of RWS test of the Group I were found to be significantly lower the Group II ( $p < 0.05$ ). A positive correlation between the SOT 3, 5, composite and BBS scores of Group I and the SOT 4, 5, 6, composite and BBS scores of Group II is determined ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The CDP and BBS scores in fallers were found to be significantly lower as compared to the non-fallers elderly.

## Resumo

Quedas representam um importante problema de saúde entre a população idosa. Aproximadamente um terço dos idosos acima de 65 anos de idade sofrerão uma ou mais quedas por ano. **Objetivo:** Avaliar o equilíbrio entre idosos que caem e aqueles que não sofrem queda. **Desenho do estudo:** clínico. **Métodos:** Investigamos 30 indivíduos com mais de 65 anos de idade. 15 haviam sofrido queda em um período de um ano (Grupo I) e 15 não tinham passado de quedas (Grupo II). Comparamos os valores da Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC); Teste de Organização Sensorial (TOS); Limites de Estabilidade (LE); Deslocamento Ponderal Rítmico (DPR) e Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) entre os indivíduos dos grupos I e II. **Resultados:** Os valores de TOS 3, 6 e composto, EEB e escore de velocidade no eixo direita-esquerda do DPR foram significativamente menores no Grupo I e determinamos o TOS 4, 5, 6, composto e EEB do grupo II ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** Os valores de PDC e EEB em idosos que sofrem quedas estiveram significativamente mais baixos quando comparados àqueles que não caíram.

<sup>1</sup> Mestrado. Avaliação do equilíbrio em Idosos que sofrem quedas e aqueles que não sofrem quedas; Hospital de Universitário de Numune, Centro de Diagnóstico e Tratamento dos distúrbios da Audição, Fala e do Equilíbrio, Ankara, Turquia.

<sup>2</sup> Professor Associado - Divisão de Distúrbios da Fala e Audiologia, Departamento de Otorrinolaringologia - Faculdade de Medicina da Universidade de Hacettepe, Ankara, Turquia.

<sup>3</sup> Professor Associado - Departamento de Audiologia, Faculdade de Medicina da Universidade de Istanbul, Turquia.

Endereço para correspondência: Banu Mujdeci, MS Umitkoy sitesi, nº 362. sok 20/7 Ankara- Turkiye-06810.

Tel: (+90) 542 654 31 66. E-mail: banumujdeci@yahoo.com

Songul Aksoy, Assoc. Prof. Hacettepe Universitesi Sihhiye - 06410 Ankara - Turkiye.

Tel: (+90) 312 305 43 87 E-mail: songulaksoy@hotmail.com

Ahmet Atas, Assoc. Prof. Istanbul University, Cerrahpasa Faculty of Medicine, Department of Audiology and Speech Pathology - Istanbul, Turkey (SA, AA).

E-mail: atasahmet1@gmail.com.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 18 de abril de 2012. cod. 9161.

Artigo aceito em 1 de julho de 2012.

---

## INTRODUÇÃO

---

Quedas representam um importante problema de saúde para a população idosa. Aproximadamente um terço das pessoas com mais de 65 anos de idade sofrerão um ou mais episódios de quedas em um período de um ano<sup>1</sup>. Para manter a estabilidade postural quando em pé ou caminhando, o cérebro precisa processar rapidamente sinais que vêm dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial. Uma vez que o equilíbrio depende de múltiplas informações sensoriais, ele pode deteriorar quando qualquer um desses sistemas falha individualmente ou coletivamente. A perda combinada de sinais sensoriais a partir de vários sistemas tem sido proposta como causa comum de desequilíbrio (conhecido como tonteira ou desequilíbrio multissensorial)<sup>2</sup>.

A deterioração do equilíbrio, tanto como um processo natural associado ao envelhecimento ou como resultado de alguma doença, é encontrada muito mais frequentemente na população idosa do que em jovens<sup>3</sup>. Um estudo recente de 25 anos demonstrou que não apenas aumentou o número de quedas entre os idosos, mas também as consequências dessas quedas - lesões induzidas e óbitos - aumentaram significativamente<sup>4</sup>.

Quase 40% dos episódios de quedas em indivíduos com 65 anos de idade ou mais são tratados com hospitalização<sup>1</sup>. Em 5% dos casos, as lesões sofridas incluem fraturas, escoriações, lesões em partes moles e perda de autoconfiança<sup>5</sup>. Como resultado, a população idosa desenvolve medo de quedas, redução na autoconfiança para realizar atividades diárias e acaba adotando um estilo de vida menos ativo, resultando em atrofia muscular, mais perceptível na força muscular da extremidade inferior<sup>6</sup>.

Modelos preditivos simples já foram relatados, usando regressão logística que combina valores da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) a um auto-relato de desequilíbrio para prever o risco de quedas<sup>1</sup>. Alguns autores defendem que o equilíbrio (estabilidade postural) exige três processos distintos: (i) organização sensorial, na qual um ou mais sentidos de orientação (somatossensorial, visual e vestibular) estão envolvidos e integrados ao sistema nervoso central; (ii) processo de ajuste motor que participa de respostas neuromusculares coordenadas e adequadamente proporcionais; e (iii) tônus muscular subjacente, por meio do qual acontecem alterações no equilíbrio<sup>7</sup>.

A posturografia, que é uma medida da oscilação corporal, pode ser útil para se qualificar desequilíbrio em idosos e identificar aqueles sob risco de queda.

Vários pesquisadores têm demonstrado que a oscilação aumenta nos idosos<sup>8</sup>, e pesquisas têm associado grandes oscilações posturais a maiores riscos de queda, que é um problema sério para adultos idosos<sup>9</sup>. Há pesquisadores que encontraram oscilações anteroposteriores significativamente maiores naqueles idosos que tiveram um episódio de queda em um período de um ano após avaliação do equilíbrio. A detecção precoce de anormalidades no controle postural dinâmico seguida de adequada reabilitação, modificação do ambiente e recomendações pode ajudar a prevenir quedas, melhorando substancialmente a qualidade de vida desses idosos<sup>9</sup>.

As avaliações feitas com EEB são altamente específicas, mas têm baixa sensibilidade para se identificar o risco de quedas. Entretanto, a EEB é sensível e específica para se prever a necessidade de uso de dispositivos de assistência a idosos. A EEB é de fácil administração e não necessita qualquer equipamento especial<sup>10</sup>.

Este estudo foi formatado para identificar distúrbios do equilíbrio associados a quedas em idosos. O objetivo desse estudo foi avaliar o equilíbrio entre aqueles idosos que sofrem quedas e aqueles que não as sofrem.

---

## MÉTODO

---

Estudamos 30 indivíduos com mais de 65 anos de idade. Quinze destes (idade média de  $70,20 \pm 4,39$  anos) com história de pelo menos duas quedas espontâneas dentro de um período de um ano sem perda de consciência ou causa detectável (por exemplo: paralisia súbita, convulsão ou alcoolismo) formaram o Grupo I, os outros 15 indivíduos (idade média de  $71,93 \pm 6,11$  anos) sem episódios de quedas formaram o Grupo II.

Esse estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da nossa instituição, sob protocolo número LUT08/11. Após explicar o escopo e objetivos da pesquisa aos participantes e seus parentes, obtivemos o consentimento informado de cada um deles.

Os critérios de inclusão foram os seguintes: ausência de história significativa de trauma crânio-encefálico, doença neurológica (por exemplo: Parkinson, síndrome pós-pólio, neuropatia diabética), distúrbios visuais não corrigidos com lentes, distúrbios musculoesqueléticos (amputação, artroplastia, fusões articulares, deformidade articular devido à artrite reumatoide), ou sintomas persistentes de vertigem, "cabeça vazia", instabilidade. Queda foi definida como qualquer cir-

cunståncia na qual o indivíduo perdia o equilíbrío e fosse ao solo (ou seja, não simplesmente cair de volta na cadeira após tentativa de ficar em pé).

Todos os indivíduos foram avaliados em um estudo da estabilidade postural e equilíbrío usando EEB e Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC). O Teste de Organização Sensorial (TOS) 1, 2, 3, 4, 5 e 6; além do Teste dos Limites de Estabilidade (TLE) e Teste do Deslocamento Ponderal Rítmico (DPR), que são subtestes do PDC. Os protocolos dos testes TOS, TLE e DPR foram administrados utilizando-se o *Smart Balance Master* (Neurocom International, Inc., Clackamas, OR, EUA).

O TOS foi feito de maneira clínica rotineira. O TOS incluiu seis condições de testes:

- TOS 1. Olhos abertos, superfície fixa de suporte e adjacentes (modalidades disponíveis: visual, vestibular e somatossensorial);
- TOS 2. Olhos fechados, superfície fixa de suporte e adjacentes (ausência de informação visual).
- TOS 3. Olhos abertos, adjacência referenciada pela oscilação e superfície fixa de suporte (informação visual imprecisa);
- TOS 4. Olhos abertos, superfície de suporte referenciada pela oscilação, e adjacentes fixas (informação somatossensorial imprecisa);
- TOS 5. Olhos fechados, superfície de suporte referenciada pela oscilação e adjacentes fixas (ausência de informação visual e informação somatossensorial imprecisa);
- TOS 6. Olhos abertos, adjacência referenciada pela oscilação e superfície de suporte (informações visuais e somatossensoriais imprecisas).

O exame TLE fornece informação sobre a capacidade do paciente em mover seu centro de gravidade sobre a base de suporte enquanto mantendo uma postura ereta à medida que é solicitado aos indivíduos que oscilem usando somente os tornozelos e mudando a base de suporte do próprio peso, movimentando-se para frente, para trás, para a direita e para a esquerda. As medidas do teste incluem excursão ao ponto terminal anteriormente, posteriormente, para a direita e para a esquerda, e foram medidos enquanto porcentagens do ponto terminal máximo alcançado durante ensaio de 8 segundos.

A avaliação DPR quantifica duas características de movimento associadas à capacidade do paciente em voluntariamente mover seu centro de gravidade ou

“oscilar” da esquerda para a direita e de frente para trás de forma rítmica. Os parâmetros medidos estão relacionados à velocidade sobre o eixo e controle direcional.

O EEB consiste de 14 subtestes conduzidos em ordem convencional. Cada tarefa é pontuada em uma escala de cinco pontos (0-4) de acordo com a qualidade do desempenho ou a quantidade de tempo necessária para se concluir a tarefa, como classificado por aqueles que desenvolveram o teste. A pontuação máxima para essa avaliação é de 56.

Classificamos os indivíduos quanto as suas histórias de quedas como pertencentes aos grupos I (com episódios de quedas) e II (sem episódios de quedas). As pontuações dos EEB, TOS, DPR e TLE dos grupos foram comparadas usando-se o teste independente *t*.

Analisamos a relação entre as variáveis de relacionamento linear usando análises de correlação de Pearson.

Dados do estudo foram analisados usando-se o pacote estatístico SPSS (versão 15). Significância estatística foi determinada com o *p* menor do que 0,05 para todas as análises.

## RESULTADOS

À medida que os dois grupos foram comparados, os escores de TOS 3, 6 e composto do Grupo I foram significativamente menores quando comparados àqueles do Grupo II (*p* < 0,05) (Tabela 1). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação aos valores de TOS 1, 2, 4 e 5 (*p* > 0,05).

**Tabela 1.** Dados TOS dos indivíduos.

TOS	Grupo I (Média ± DP)	Grupo II (Média ± DP)	<i>p</i>
TOS 1	91,93 ± 3,35	93,53 ± 1,57	NS
TOS 2	90,96 ± 4,16	93,10 ± 2,63	NS
TOS 3	88,73 ± 3,54	92,96 ± 2,15	,000*
TOS 4	76,86 ± 6,99	78,30 ± 8,23	NS
TOS 5	66,46 ± 9,74	72,86 ± 7,28	NS
TOS 6	60,40 ± 11,14	71,10 ± 6,55	,003*
Composto	77,06 ± 3,47	81,66 ± 3,37	,001*

DP: Desvio Padrão; \* Teste *t* independente (*p* < 0,05 foi significativo); NS: Não significativo (*p* > 0,05).

Nesse estudo, a média dos valores de EEB no Grupo I foi de 47,9 e aquela do Grupo II foi 54,6. À medida que os dois grupos foram comparados um ao outro, o escore de EEB do Grupo II foi estatisticamente maior do que aquele do Grupo I (*p* < 0,05).

O escore da velocidade sobre o eixo durante o movimento para a esquerda e direita do teste DPR foi estatisticamente menor no Grupo I quando comparado ao Grupo II ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação ao escore de controle direcional para a esquerda/direita, escore do controle direcional para frente e para trás e no escore da velocidade sobre o eixo durante movimento de DPR para frente e para trás e escores TLE ( $p > 0,05$ ).

À medida que as correlações entre EEB, TOS, LOS e DPR foram avaliados separadamente nos dois grupos, uma correlação positiva entre escores TOS 3, 5, composto e escore EEB foram detectados no Grupo I ( $p < 0,05$ ).

Também detectamos correlação positiva entre escores TOS 4, 5, 6, compostos e escore EEB no Grupo II ( $p < 0,05$ ).

---

## DISCUSSÃO

---

Esse estudo relata os resultados comparativos dos testes PDC e EEB realizados nos grupos, com o Grupo I contendo 15 indivíduos idosos que relataram tendo duas ou mais quedas nos últimos 12 meses e o Grupo II, que incluiu idosos que não sofreram quedas ( $n = 15$ ).

O PDC se tornou importante ferramenta para se compreender o equilíbrio estático no ambiente clínico. Um teste-chave é o Sistema de Posturografia Dinâmica da Neurocom Internacional de Clackamas, no Oregon, EUA, o TOS, que fornece informação sobre a integração de múltiplos componentes do equilíbrio. O TOS leva a uma medida de desfecho chamada de “escore de equilíbrio”, que reflete a coordenação geral dos sistemas visual, proprioceptivo e vestibular para a manutenção da postura ortostática<sup>11</sup>.

Alguns autores relataram que a análise da função discriminatória identificou a sensibilidade do contraste visual, propriocepção do membro inferior, resistência do quadríceps, tempo de reação e oscilação na espuma com os olhos abertos como as variáveis que significativamente discriminaram entre os sujeitos que tiveram múltiplas quedas e aqueles que tiveram uma queda apenas ou menos<sup>12</sup>.

No estudo, encontramos os efeitos do envelhecimento como sendo perda de sensibilidade cutânea, que parece correlacionar com controle postural prejudicado e um aumento no risco de quedas<sup>13</sup>.

Alguns pesquisadores avaliaram 100 indivíduos idosos para analisar a correlação entre queda e escores

TOS entre os indivíduos que sofrem de distúrbios de equilíbrio. Como resultado disso, eles determinaram que os escores TOS entre indivíduos que sofrem quedas de forma recidivante foram significativamente mais baixos quando comparados aos indivíduos que caíram pela primeira vez. Eles declararam que o desempenho PDC no planejamento do programa de exercícios de segurança pode ser bastante útil para o clínico<sup>14</sup>.

No estudo, os escores TOS entre os indivíduos com 60 anos de idade ou mais, que caíram e os que não caíram, foram comparados e foi detectada diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação ao escore composto. O autor relatou que os testes TOS poderiam ser utilizados para se determinar a diferença em termos de distúrbios do equilíbrio entre os idosos que caem e aqueles que não sofrem quedas<sup>15</sup>.

Em nosso estudo, os escores TOS 3, 6 e composto dos indivíduos do Grupo I estiveram estatisticamente mais baixos quando comparados àqueles dos indivíduos do Grupo II ( $p < 0,05$ ).

Essa conclusão corroborou os resultados dos estudos que detectaram significativa correlação entre TOS e queda<sup>14,15</sup>. O achado de nosso estudo indica que o equilíbrio dinâmico da população idosa que sofre quedas está negativamente afetado. Acreditamos veementemente que o TOS será muito útil na determinação do risco de queda entre os idosos.

Um estudo comparou a eletroniastmografia e o PDC na determinação do risco de quedas de 33 indivíduos e concluiu que o PDC e, especialmente, os testes TLE forneceram importante informação com relação ao risco de quedas entre indivíduos idosos<sup>16</sup>. Em seus estudos ( $n = 273$ ), pesquisadores relataram que o TLE proporciona informação sobre déficits posturais nas pessoas com potencial para sofrer queda<sup>17</sup>.

Alguns pesquisadores relataram em um estudo com 19 indivíduos que sofreram quedas e 124 que não caíram (idade média de 78 anos) nas quais eles utilizaram o TLE para analisar a estabilidade postural, que o TLE foi uma prática clínica muito benéfica na previsão do risco de quedas. Não houve diferença significativa entre os dois grupos com relação aos escores TLE<sup>18</sup>. Tal achado não corrobora o estudo<sup>18</sup> que relata que o TLE pode ser usado para se prever o risco de queda.

Alguns autores avaliaram o equilíbrio dinâmico de 202 indivíduos com 60 anos de idade ou mais, vítimas de quedas ( $n = 59$ ) e que não sofreram quedas ( $n = 143$ ). Eles determinaram falhas nos controles posturais e mais falhas no equilíbrio lateral nos controles posturais dinâmicos com aqueles que sofreram quedas, compa-

rados àqueles que não as tiveram. Eles encontraram controle da estabilidade lateral como o componente mais gravemente afetado do controle postural naqueles que sofreram episódios de quedas<sup>19</sup>.

Nesse estudo sobre o escore da velocidade no eixo durante o movimento esquerda/direita do DPR no Grupo I esteve estatisticamente mais baixo quando comparado aos indivíduos do Grupo II ( $p < 0,05$ ). Essa conclusão corrobora a literatura<sup>19</sup>, que concluiu que o equilíbrio lateral esteve negativamente afetado em indivíduos vítimas de quedas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação aos valores de controle direcional esquerdo/direito, controle direcional para frente/para trás e valores de velocidade sobre o eixo durante movimento para frente e para trás ( $p > 0,05$ ).

O EEB foi facilmente administrado e não necessitou qualquer equipamento adicional. Acreditamos que a determinação do risco de queda entre os pacientes pode ser substancialmente aprimorada ao se avaliar também o ambiente em que vivem e quão bem concluem suas atividades diárias. O EEB demonstrou sensibilidade e especificidade na previsão da necessidade de dispositivos de auxílio por parte dos idosos<sup>10</sup>.

No estudo que analisou os fatores contribuintes para a queda nos idosos ( $n = 125$ ), foi descoberto que o escore EEB daqueles vítimas de quedas estava significativamente mais baixo quando comparados às suas contrapartidas que não sofreram quedas<sup>20</sup>. Outro estudo determinou que a média dos valores de EEB daqueles que sofreram episódios de queda foi de 39,6 enquanto entre os que não caíram esse valor estava em 52,6<sup>1</sup>.

Alguns autores concluíram que o escore EEB médio daqueles que sofreram quedas foi 36, e dos que não as sofreram foi de 50,4<sup>20</sup>.

Nesse estudo, os escores EEB médio dos indivíduos nos Grupos I e II foram: 47,9 e 54,6, respectivamente. À medida que os dois grupos foram comparados, o escore EEB dos indivíduos no Grupo II foi significativamente maior do que o escore EEB do Grupo I ( $p < 0,05$ ). Esse resultado significa que o equilíbrio corporal dos indivíduos vítimas de quedas estava negativamente afetado. Tal achado está em consonância com a literatura<sup>1,20</sup>, concluindo que o EEB foi determinante do risco de queda entre indivíduos idosos. Além disso, em nosso estudo avaliamos a relação entre o escore composto e o EEB em ambos os grupos.

Detectamos que houve correlações positivas entre os escores TOS 3, 5 e composto e EEB no Grupo I e entre os escores compostos TOS 4, 5, 6 e EEB no

Grupo II ( $p < 0,05$ ). Esses resultados indicaram que escores relacionados ao equilíbrio dinâmico em TOS estão positivamente correlacionados aos escores EEB em ambos os grupos.

Em nosso estudo, considerando a correlação positiva obtida entre o escore EEB e os escores associados ao equilíbrio dinâmico dentro do TOS em ambos os grupos, o TOS pode ser utilizado para exatamente os mesmos propósitos do EEB ( $p < 0,05$ ). As clínicas que não têm recursos financeiros para adquirirem dispositivos complicados como o PDC podem usar o EEB para avaliar o equilíbrio.

Nesse estudo, encontramos parâmetros TOS significativamente menores que avaliaram o equilíbrio dinâmico e o escore EEB no grupo de indivíduos vítimas de quedas, indicando que o equilíbrio dinâmico está negativamente afetado entre os idosos vítimas de quedas. Com o auxílio de estratégias eficazes de tratamento para idosos sob risco de cair, as quedas e lesões graves causadas por estas podem ser evitadas.

---

## CONCLUSÃO

---

Nossos resultados demonstraram que os escores PDC e EEB nos indivíduos vítimas que quedas estiveram significativamente mais baixos quando comparados às suas contrapartidas que não sofreram quedas. Essas medidas podem ser utilizadas para se determinar os distúrbios do equilíbrio associados a quedas em idosos.

---

## REFERÊNCIAS

---

1. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability of falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997;77(8):812-9.
2. Drachman DA, Hart CW. An approach to the dizzy patient. *Neurology.* 1972;22(4):323-34.
3. Kerber KA, Enrietto JA, Jacobson KM, Baloh RW. Disequilibrium in older people: a prospective study. *Neurology.* 1998;51(2):574-80.
4. Kannus P, Parkkari J, Koskinen S, Niemi S, Palvanen M, Järvinen M, et al. Fall-induced injuries and deaths among older adults. *JAMA.* 1999;281(20):1895-9.
5. Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50A(1):M28-34.
6. Wolfson L, Judge J, Whipple R, King M. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50 Spec No:64-7.
7. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiol Aging.* 1989;10(6):727-38.
8. Baloh RW, Fife TD, Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, Bell T, et al. Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42(4):405-12.
9. Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol.* 1994;49(2):M72-84.

- 
10. Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-83.
  11. Chaudhry H, Findley T, Quigley KS, Bukiet B, Ji Z, Sims T, et al. Measures of postural stability. *J Rehab Res Dev.* 2004;41(5):713-20.
  12. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42(10):1110-7.
  13. Maki BE, Perry SD, Norrie RG, McIlroy WE. Effect of facilitation of sensation from plantar foot-surface boundaries on postural stabilization in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1999;54(6):M281-7.
  14. Whitney SL, Marchetti GF, Schade AI. The relationship between falls history and computerized dynamic posturography in persons with balance and vestibular disorders. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(3):402-7.
  15. Wallman HW. Comparison of elderly nonfallers and fallers on performance measures of functional reach, sensory organization, and limits of stability. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56(9):M580-3.
  16. Girardi M, Konrad HR, Amin M, Hughes LF. Predicting fall risks in an elderly population: computer dynamic posturography versus electronystagmography test results. *Laryngoscope.* 2001;111(9):1528-32.
  17. Ghulyan V, Paolino M. Posturography for evaluating risk of falls in elderly unstable patients. *Fr Otorhinolaryngol.* 2005;88:97-103.
  18. 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.
  19. Ghulyan V, Paolino M. Comparative study of dynamic balance in fallers and non-fallers. *Fr Otorhinolaryngol.* 2005;88:89-96.
  20. Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatr.* 2004;38(1):11-26.