



어지럼 환자에서 낙상 위험

¹한림대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실, ²고려대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

김성균¹, 임기정²

Risk of Falls in Dizzy Patients

Sung Kyun Kim¹, Gi Jung Im²

¹Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Dongtan Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Hwaseong;

²Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

• Received Jan 5, 2017
• Revised Feb 7, 2017
• Accepted Feb 12, 2017

• Corresponding Author:
Gi Jung Im
Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Korea University College of Medicine, 126-1 Anamdong 5-ga, Seongbuk-ku, Seoul 02841, Korea
Tel: +82-2-920-5345
Fax: +82-2-925-5233
E-mail: logopas@korea.ac.kr

• Copyright © 2017 by
The Korean Balance Society.
All rights reserved.

• This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Dizziness is the most common symptom in elderly patients and has been identified as a risk factor for falls. They can affect objectively the ability to achieve a stable gaze, posture, and gait. Research on the relationship between vestibular hypofunction and falls in elderly people has been rarely performed and the evidence is controversial. Because falls result from various combinations of many factors, validated tools should be used for assessment of falling. Many of the tests and numerous parameters associated with the risk of falling have already been introduced, however guidance on which test is most appropriate for use in a specific setting still lack in the medical community. Therefore, development of comprehensive fall risk management guideline and assessment tool including physical, psychosocial, environmental factors are necessary to prevent falls in the elderly. Establishment of validity and reliability for relationship among several vestibular function test are more important to evaluate efficiently risk of falls in the dizzy patients. Also we can expect that decreasing risk of fall when conduct the development of additional customized intervention method using verified assessment tools.

Res Vestib Sci 2017;16(1):10-16

Keywords: Falls; Risk; Prevention; Dizziness

서 론

낙상이란 “예기치 않게 바닥, 또는 낮은 위치로 자세가 변경되는 사고”로 정의되며 특히 영·유아 및 소아의 낙상 빈도보다는 노인 낙상의 발생이 지속적으로 증가하고 있고 이는 심각한 손상으로 이어져 여러 합병증이 발생할 수 있고, 일부는 사망에 이르는 경우도 있게 된다. 고령 인구의 급격한 증가 추세를 따라 낙상은 보건의료의 중요한 문제가 되고 있으며 매년 전체 노인의 25.1%가 낙상을 경험하는데, 약 65세 이상에서는 1/3의 인원이 낙상을 경험하게

되고, 72세 이상에서는 2년마다 한번 낙상을 경험할 수 있으며, 80세 이상에서는 매년 낙상을 경험할 정도로 고령으로 갈수록 낙상의 위험도가 증가하는 추세를 보인다.¹ 낙상의 위험도가 증가하는 만큼 낙상에 관련된 사회적 비용이 증가하고 있는데 미국의 통계에 따르면 매년 54만명이 낙상 사고로 인하여 병원에 입원할 정도의 손상을 입으며 이중 30만명은 후유증 및 불구에 이르고, 2만 5천명 정도는 생명이 위협받는 치명적인 손상을 당하게 된다.² 낙상은 발생 시 가장 많은 합병증을 유발하는 손상 중 하나이며, 노인층의 건강, 독립적 생활, 삶의 질에 위협이 되며, 가족

구성원에게도 심각한 영향을 미친다. 낙상과 이로 인한 골절 및 상해는 노인에서 생존율과 기능에 많은 영향을 미치고 노인의 의료비를 상승시키는 원인이다. 전체 낙상 노인의 72.4%는 병원치료, 47.4%는 낙상 후유증을 경험하며 노인 낙상에 의한 의료비 지출은 미국의 경우에 2000년 약 20조에서 2005년 약 26조로 증가하였으며, 노인 낙상에서 치명적 상해로 인한 의료비 지출은 약 3천 800억 원이었다.³

낙상은 신체적 요인 중 시력, 청력보다는 걷기 능력(평형감각)과 밀접한 관련이 있다고 보고되어 있다.⁴ 즉, 노화에 의한 평형 기능 감퇴뿐만 아니라 어지럼을 일으키는 여러 원인 질환들도 낙상을 증가시킬 수 있으며 이는 실제로 어지럼을 호소하는 환자의 치료에 관련된 모든 의료인들이 주의를 기울여야 할 부분이다. 또한 최근 의료기관평가에서 환자 안전보장의 하나로 낙상 위험 환자의 관리가 강조되고 있다. 하지만 낙상 위험도 분류 및 예방을 위한 중재 방법들은 환자의 기저 질환 및 복용 약물, 근력, 인지능력 등을 통합적으로 고려하여 계획하는 것이 효과적이나 통상적이고 획일적인 기준만으로 이루어지고 있는 실정이다. 낙상의 위험인자는 다양하여 통합적인 접근이 필요하다. 낙상의 위험인자 분류는 크게 육체적(physical), 정신사회적(psychosocial), 환경적(environmental) 인자로 나눌 수 있다(Table 1). 육체적 인자로는 하지 근력의 저하, 균형감각 저하, 보행 실조, 어지럼, 관절염 등의 만성 근·골격계 질환, 시력저하 등이 있고, 정신사회적 인자로는 80세 이상의 고령, 낙상 과거력으로 인한 두려움, 일상생활능력 저하, 우울증, 인지장애, 다양한 약제의 복용, 신경계 질환의 동반 등을 들 수 있으며, 환경적 인자로는 가정 내 침실,

계단, 욕실, 부엌, 거실 등에서의 환경적 장애물, 가족 구성원의 수, 동거 유무 들로 정리할 수 있다. 이상의 위험인자는 내인성 요인(intrinsic factors)과 외인성 요인(extrinsic factors)으로 분류하기도 한다.

어지럼을 주소로 이비인후과를 내원하는 환자들은 꾸준히 늘어가고 있으며 그 중 65세 이상의 노인이 차지하는 비율은 증가하고 있다.⁵ 어지럼 환자 진료의 대부분은 질환의 진단 및 치료에 집중되어 있으며 어지럼으로 인한 낙상 위험이 증가하는 것은 대부분의 의료인들이 인지하고 있지만 평가 및 예방을 위한 구체적인 도구 및 중재 방법은 미미한 실정이다. 전정기능저하 및 장애를 가진 노인환자의 약 60%~80%에서 낙상 경험이 있으며⁶ 정상인에 비해 낙상의 위험이 12배 정도 높은 것으로 나타난 만큼⁷ 어지럼 환자의 진료를 담당하는 임상 의사들의 관심이 높아져야 할 필요가 있어 낙상에 대한 통합적인 접근 및 중재 방법을 살펴보고자 한다.

본 론

1. 병원 내 낙상 위험도 분류 도구

병원 내에서의 낙상 위험을 평가하는 도구 중 흔히 쓰이는 것은 Morse Fall Scale (MFS),⁸ Bobath Memorial Hospital Fall Risk Assessment Scale (BMHFRS), Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool (JHFRAT), The Humpty Dumpty Scale (THDS)⁹이 있다(Tables 2-5).

MFS는 1986년 개발된 낙상위험 평가도구로 6개의 질문으로 되어있는 설문지이다. 최근 3개월 내의 낙상여부, 주진단 외에 이차적 질환여부, 보행 시 보조 인력 및 도구의 필요 정도, 수액 연결여부 및 헤파린록(heparin lock) 사용, 걸음걸이(gait)의 장애, 자신의 기능수준에 대한 의식유무

Table 1. Risk factors for falls and fall-related injuries

Biological risk factors
Age, sex, and race
Chronic health conditions such as arthritis, stroke and osteoporosis
Physical, cognitive and affective capacities decline
Behavioral or psychosocial risk factors
Multiple medication use
Excess alcohol intake
Lack of exercise
Inappropriate footwear
Environmental risk factors
Home hazards (clutter, poor lighting, looser rugs, slippery floor, etc.)
Incorrect size, type or use of assistive devices (walkers, canes, crutches, etc.)
Poorly designed public spaces

Table 2. Items assessing the falls in Morse Fall Scale

Items	Morse Fall Scale
History of falling	Immediate or within 3 months
Secondary diagnosis	
Ambulatory aid	Bed rest/nurse assist, crutches/cane/walker, furniture
Intravenous access	
Gait/transferring	Normal/bedrest/immobile, weak, impaired
Mental status	Oriented to own ability, forgets limitations

Table 3. Items assessing the falls in Bobath Memorial Hospital fall risk assessment scale

Item	Bobath Memorial Hospital fall risk assessment scale
Age	<60, 60-69, 70-79, ≥80
History of falling	Within 1 year, between 1-5 months, within 4 weeks
Activity	Immobile, mobile with wheel-chair, mobile with assist device
Cognition	None, uncheckable, partial/complete for person, place, time
Communication	Normal, hearing loss, speech difficulty or both
Risk factors	Sleep disturbance, problem for urination, diarrhea, visual impairment, dizziness, depression, anxiety, mania
Secondary diagnosis	Stroke, hyper/hypotension, dementia, Parkinson, osteoporosis, renal disease, musculoskeletal disease, seizure
Medication	Group A (antihypertensive, diuretics, inotropic agent), Group B (hypnotic, antidepressant, anxiolytics, antipsychotics)

Table 4. Items assessing the falls in Johns Hopkins Hospital fall risk assessment tool

Items	Johns Hopkins Hospital fall risk assessment tool
Age	60-69, 70-79, ≥80
History of falling	One fall within 6 months
Elimination, bowel and urine	Incontinence, urgency or frequency, both
Medication	PCA/opiates, anticonvulsants, anti-hypertensives, diuretics, hypnotics, laxatives, sedatives, psychotropics
Patient care equipment	Intravenous infusion, chest tube, indwelling catheter, etc.
Mobility	Requires assist/supervision, unsteady gait, visual/auditory loss
Cognition	Altered awareness of physical environment, impulsive, lack of understanding of physical/cognitive limitation

PCA, patient-controlled analgesia.

Table 5. Items assessing the falls in The Humpty Dumpty Scale

Item	The humpty dumpty scale
Age	<3, 3-6, 7-12, ≥13
Sex	Male, female
Diagnosis	Neurologic disease, alteration in oxygenation, psych/Behavioral disease, others
Cognitive impairment	Not aware of limitation, forgets limitation, oriented
Environmental factor	History of falls, use assistive device, furniture/lightening, patient placed in bed, outpatient area
Response to surgery/sedation/ anesthesia	Within 24 hours, 24-48 hours, >48 hours or none
Medication	Hypnotics, barbiturates, phenothiazine, antidepressants, laxative/diuretics, narcotic etc.

를 질문하고 답변에 해당되는 점수를 합산하여 125점 중 25점 이하는 저위험군, 26-50점은 중등도 위험군, 51점 이상인 경우 고위험군으로 판단한다.

BMHFRS는 2003년 보바스 기념 병원에서 노인 입원환자를 대상으로 개발된 도구이다. 8개의 질문으로 구성되어 있으며 나이, 낙상 과거력, 활동수준, 인지수준, 의사소통 장애여부, 위험요인(수면장애, 배뇨장애, 설사, 시력장애, 어지럼, 우울, 흥분, 불안)의 개수, 뇌졸중, 고혈압 또는 저혈압, 치매, 파킨슨병, 골다공증, 신장장애, 근골격계 질환,

발작장애 등의 기저질환의 수, 낙상의 위험을 증가시키는 것으로 알려진 약물(항고혈압제, 이노제, 강심제, 진정제, 항우울제, 항불안제, 항파킨슨제 및 항전간제)의 복용 여부 및 개수를 사정하여 점수를 계산한다. 15점 이상을 고위험군으로 판단하며 20점 이상은 집중관찰이 필요한 상태이다.

JHFRAT는 2005년 존스홉킨스 병원에서 개발되었으며 2007년에 개정되었다. 7개의 질문을 통하여 낙상 위험을 평가하며 나이, 낙상 과거력, 배뇨 또는 배변장애 유무, 복용약물, 환자 관리에 필요한 의료기기 여부, 보행가능 정

도, 인지수준 등으로 BMHFRS와 유사하다. 13점 이상을 고 위험군으로 판단하며 환자가 처음 입원 또는 내원 시에 평가하고 하루에 한번씩 재평가하며 중간에 환자의 상태의 변화가 있을 때는 언제든지 다시 사정하는 것을 원칙으로 한다.

THDS는 14세 미만 소아를 대상으로 낙상 위험을 평가하기 위해 개발된 것으로 나이, 성별, 신경, 정신과적 질환 유무, 인지장애 정도, 환경적 요소, 수술 및 마취, 진정 이후 경과한 시간, 낙상위험을 증가시키는 약물의 사용을 평가하며 12점 이상인 경우 고위험군으로 간주한다.

이외에도 St Thomas's Risk Assessment Tool in Falling Elderly Inpatients,¹⁰ Hendrich Fall Risk Model¹¹ 등이 있으나 이는 장기요양시설의 입원 중인 노인들을 대상으로 낙상 위험을 사정하는 도구로 개발되었기 때문에 노인이 아닌 성인에게 적용하거나 일반 입원병동에서 사용하는 것은 한계가 있다.

2. 낙상 위험도를 평가하기 위한 신체검사

임상에서 일반적으로 낙상을 평가하기 위해 사용할 수 있는 신체검사는 균형평가 도구로 알려져 있으며 10 m 보행검사 및 일어나 걸어 가기검사(timed up & go test, TUG), 기능적 팔 뻗기검사(functional reach test, FRT), 의자에서 앉았다가 일어서기검사(30-second Chair stand test), 4단계 균형검사(4-stage balance test)가 있다.¹² 10 m 보행 검사는 보행 시 소요된 시간을 측정하는 것으로 보행의 특성을 분석하고 동적 균형을 평가하는데 유용하나 낙상의 원인을 예측할 수 없다. TUG는 표준화된 팔걸이 의자(좌석의 높이는 46 cm [18"], 팔걸이 높이는 65 cm [25.6"]에서 혼자 일어서서, 3 m (118")를 걸어간 후 돌아서 의자로 돌아와 앉는 각각의 구분동작에 걸리는 시간을 측정하는 검사로 검사 소요시간이 14초 이상일 경우 이상으로 판단한다. 20에서 100 사이의 숫자를 거꾸로 세면서 검사를 하거나(TUG cognitive), 물이 차있는 컵을 손에 들고 옮기면서 검사를 하기도 한다(TUG manual). TUG는 노인의 낙상에 대한 특이도와 민감도가 높아 지역사회에 거주하는 성인 및 노인들의 낙상 위험성을 선별하는데 타당하나 낙상의 원인을 예견할 수 없는 단점이 있다.¹³ FRT는 서 있는 자세에서 양팔을 어깨 너비로 벌리고 팔을 정면으로 90° 올린 다음 균형을 잃지 않는 한도 내에서 팔을 최대한 뻗어서 시작지점과의 거리 차이를 측정하는 검사로 25 cm 이하일 경우 낙

상위험이 큰 것으로 해석한다. 하지만 이는 정적인 균형 평가 방법으로 유연성을 평가하기에 유용할 뿐 낙상의 위험 예측에는 민감도와 특이도가 낮다.¹⁴ 의자에서 앉았다가 일어서기검사는 하지의 근력과 지구력을 평가하는 방법으로 30초 동안 자세를 잡고 앉았다 일어났다를 반복하며 횟수를 기록한다. 이는 재검사 신뢰도(test-retest reliability)가 높으며 하체 근력을 측정할 수 있고 간단하여 단시간 내에 할 수 있는 검사이다. 4단계 균형검사는 외발서기 검사(one leg standing test, OLST)의 확장형으로 동적 균형 능력 평가는 가능하나 자세 동요에 대한 원인 파악이 불가능하다. 즉, 많은 균형 평가 도구들 사이에서 성별, 나이, 과거력, 위험인자를 그룹화하여 가장 적절한 것을 적용하는 것이 강조되고, 신뢰도 및 타당도가 높은 항목을 선별하는 것이 필요하다. 또한 임상적인 관점에서 보면 보행의 운동학적 분석, 근력, 근육 활성화 등의 세밀한 분석도 중요하지만 낙상의 예방적 측면에서 볼 때, 일상생활에서 직면하는 다양한 환경에서의 기능적인 수준을 측정하는 것도 중요하다.¹⁵ 그러므로 일상생활 동작 수행 능력을 알아볼 수 있는 바텔지수(modified Barthel index, MBI)나 일상생활 수행장애 평가(activities of daily living scale, ADLs) 또는 전정기능장애 환자를 위한 vestibular disorders-ADL (VADL) 등을 이용하는 것이 도움이 된다.

3. 낙상 두려움 평가

노인 및 전정기능 저하 환자들에게서 낙상은 신체적 기능 저하뿐만 아니라, 신체적 활동 제한으로 인한 사회적 고립 등의 문제로 이어지며 이는 낙상에 대한 두려움이 원인 중 하나이다.¹⁶ 낙상 두려움으로 인한 신체 활동의 제한은 중추신경계의 전정보상을 늦추기 때문에 이로 인한 낙상의 발생 및 재발이 많아질 수 있다. 그러므로 전정기능 저하가 의심되거나 진단된 환자의 경우 낙상에 대한 예방적 중재를 계획할 때 낙상 후 심리적 위축으로 인한 신체적 활동의 제한 정도를 평가하고 이를 감소시키기 위한 중재가 필요하다.

낙상 두려움을 평가하는 도구는 대표적으로 1998년 개발된 survey of activities and fear of falling in the elderly (SAFE)가 있다. 이는 한국어 번역 버전이 국내에서 활용되고 있으며 Likert 형 4점 척도(1점: 두렵지 않다, 2점: 보통이다, 3점: 조금 두렵다, 4점: 많이 두렵다)로 이루어져 있다. 낙상 효능감 척도(falls efficacy scale, FES) 또한 낙상 두려

Table 6. Items and classification of scores in the fall efficacy scale

No.	Items	Not at all concerned 1	Somewhat concerned 2	Fairly concerned 3	Very concerned 4
1	Cleaning the house (e.g. sweep, vacuum, dust)				
2	Getting dressed or undressed				
3	Preparing simple meals				
4	Taking a bath or shower				
5	Going to the shop				
6	Getting in or out of a chair				
7	Going up or down stairs				
8	Walking around in the neighborhood				
9	Reaching for something above your head or on the ground				
10	Going to answer the telephone before it stops ringing				
11	Walking on a slippery surface (e.g. wet or icy)				
12	Visiting a friend or relative				
13	Walking in a place with crowds				
14	Walking on an uneven surface				
15	Walking up or down a slope				
16	Going out to a social event				

움을 평가할 때 사용할 수 있다(Table 6). 낙상 관련 자기 효능감이란 균형 소실과 낙상 없이 일상생활 동작을 원활히 수행할 수 있는 개개인의 자신감을 수치로 나타낸 것이다. FES는 10개의 항목을 이용하여 각 질환의 치료적 중재 후 낙상 두려움의 변화 정도를 파악하기 위한 평가 척도로도 활용되며 낙상 발생률, 기능적 수행능력 및 심리적인 요인과의 관련성과 같은 임상적 유용성에 대해서도 보고되었다.¹⁷⁻¹⁹ 따라서 어지럼 환자를 대상으로 낙상 관련 자기 효능감 측정이 낙상 발생 및 재발의 위험을 평가하고 다른 낙상 위험인자와의 연관성이 있는지 알아보기 위해 깊이 연구할 필요가 있다.

4. 전정기능과 낙상의 상관성 연구

전정, 평형 기능 이상(vestibular/balance dysfunction)은 낙상의 주요 위험 인자이지만 전정기능검사의 세부 요인들과의 관계에 대해서는 연구결과가 적고 정립되지 않은 부분이 많다. Whitney 등²⁰은 어지럼 환자에서 동적자세검사(computerized dynamic posturography) 점수와 낙상률의 관계를 연구하였으며 6개월간 2회 이상의 낙상 경험이 있는 환자는 1회 이하의 낙상 경험이 있는 환자보다 점수가 낮음을 보고하였다. Liston 등⁷은 65세 이상 지역사회 거주 노인들 중 지난 1년 동안 2회 이상의 낙상을 경험한 군에서 온도안진 유발검사를 하였을 때 80%에서 전정기능저하가

있음을 보고하였다. 70세 이상의 환자에서 자세성 수직 지각력(perception of postural vertical, PPV)의 변동성이 클 경우에는 낙상 발생률과의 상관관계가 있고, 이는 시각적 자극(visual input) 만을 제거한 군보다 시각적, 체성감각 반응(somatosensory feedback)이 동시에 제거되고 변화를 준 경우 더욱 변동의 폭이 컸다. 이는 PPV가 전정기능과 밀접한 관련이 있다는 증거이며 낙상의 위험인자로 고려될 수 있다.²¹ 양측성 전정기능저하 환자의 경우 보행속도의 변동성(temporal gait variability)과 동반된 말초신경병증이 있는 경우 낙상의 위험인자가 될 수 있음도 보고 되었고,²² 비디오 두부충동검사(video head impulse test)상 이상 소견이 있는 70세 이상 노인의 경우 정상 군에 비해 0.23 m/sec의 보행속도 저하가 있었으며 낙상 발생률이 약 44% 많았다.²³ 그러므로 어지럼 환자에서 낙상 위험을 평가할 때 보행 속도와 전정기능의 관계에도 관심을 기울여야 할 것이다.

5. 어지럼 환자의 낙상 예방을 위한 통합적 접근 방식의 중재 방법 개발 필요성

낙상을 평가할 때는 관련된 상해에 대한 의학적 평가뿐만 아니라 반드시 낙상과 관련된 위험인자를 선별하고 고 위험군을 발견해야 낙상을 효과적으로 예방할 수 있다. 그러므로 어지럼 환자에서의 낙상 예방도 같은 맥락에서 이루어져야 하며 낙상 위험 평가가 중재의 첫 단계로 인식되

어야 한다. 미국의 경우 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)를 중심으로 어지럼을 키워드로 한 체계적인 낙상 평가, 교육, 중재 등이 맞춤형으로 개발되어 활발하게 이루어지고 충분한 예산이 투입되어 실질적인 낙상 발생률을 낮추기 위해 노력하고 있는 반면 국내에서는 낙상에 대한 관심이 증가되고 있지만 병원 내에서의 낙상만을 중시하는 경향이 있고 낙상을 평가하고 중재에 접근하는 방식이 단편화되어 있다. 지역사회와 연계하여 가정환경에서의 낙상 위험요소를 조사하여 선제적으로 이를 제거하고 환자 및 보호자 훈련을 강화하여 낙상 사고를 줄이는 것이 이상적인 형태임을 의료인 및 관련 국가기관이 인식할 필요가 있다. 이를 위해서 낙상 위험 평가 시에 국내 실정에 맞고 전문가 협의를 충분히 거친 내외부적 위험 요인 통합 사정 도구를 갖추고 맞춤형 중재서비스를 개발하여 그 동안 산재되어 있던 위험인자를 종합적으로 평가하고 검증함으로써 예방수준을 한 단계 높여야 한다. 이비인후과로 내원하는 전정기능저하 환자의 경우 낙상 평가도 중요하지만 전정재활운동 교육을 더욱 철저하고 순응도를 높일 수 있는 방안을 강구하여(예: 방문간호 인력의 확보, 교육 콘텐츠 개발 등) 적극적인 개선책을 도모해야 낙상 발생률을 줄일 수 있을 것이다.

결 론

어지럼을 주소로 이비인후과에 내원하는 환자가 급격히 증가하여 전정 질환에 대한 많은 연구가 이루어지고 각 질환별로 치료율이 증가되고 있지만 이비인후과 의사에게 어지럼이 낙상과 연관됨을 인식하고 이를 예방하기 위한 노력은 미미한 실정이다. 낙상의 위험인자 중 어지럼은 큰 부분을 차지하고 있으며 어지럼 환자에게 처방되는 약물 중 다수는 낙상과 관련이 있음을 인지하고 진료 시에 주의를 기울여 적극적인 위험 평가를 시도하는 것이 낙상 발생률을 줄일 수 있는 첫걸음이 될 것이다.

중심 단어: 낙상, 위험, 예방, 어지럼

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the National Research Grant funded by the Korea Health Industry Development Institute (R1606511), and research fund (K1609821). These funding sources provide only financial support and play no specific scientific role in this study.

REFERENCES

1. **Bae J, Cho SI.** Effects of community-based comprehensive fall prevention program on muscle strength, postural balance and fall efficacy in elderly people. *J Korean Acad Nurs* 2014;44:697-707.
2. **Tibbitts GM.** Patients who fall: how to predict and prevent injuries. *Geriatrics* 1996;51:24-8, 31.
3. **Stevens JA, Corso PS, Finkelstein EA, Miller TR.** The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev* 2006;12:290-5.
4. **Gu MO, Jeon MY, Eun Y.** The development & effect of a tailored fall prevention exercise for older adults. *Taehan Kanho Hakhoe Chi* 2006;36:341-52.
5. **Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB.** Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med* 2009;169:938-44.
6. **Hansson EE, Mansson NO, Ringsberg KA, Hakansson A.** Falls among dizzy patients in primary healthcare: an intervention study with control group. *Int J Rehabil Res* 2008;31:51-7.
7. **Liston MB, Bamiou DE, Martin F, Hopper A, Koohi N, Luxon L, et al.** Peripheral vestibular dysfunction is prevalent in older adults experiencing multiple non-syncopal falls versus age-matched non-fallers: a pilot study. *Age Ageing* 2014; 43:38-43.
8. **Morse JM.** Computerized evaluation of a scale to identify the fall-prone patient. *Can J Public Health* 1986;77 Suppl 1:21-5.
9. **Hill-Rodriguez D, Messmer PR, Williams PD, Zeller RA, Williams AR, Wood M, et al.** The Humpty Dumpty Falls Scale: a case-control study. *J Spec Pediatr Nurs* 2009;14:22-32.
10. **Oliver D, Britton M, Seed P, Martin FC, Hopper AH.** Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case-control and cohort studies. *BMJ* 1997;315:1049-53.
11. **Hendrich A, Nyhuis A, Kippenbrock T, Soja ME.** Hospital falls: development of a predictive model for clinical practice. *Appl Nurs Res* 1995;8:129-39.
12. **Thomas JJ, Lane JV.** A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of falls risk in frail elderly patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1636-40.
13. **Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M.** Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using

- the Timed Up & Go Test. *Phys Ther* 2000;80:896-903.
14. **Jenkins ME, Johnson AM, Holmes JD, Stephenson FF, Spaulding SJ.** Predictive validity of the UPDRS postural stability score and the Functional Reach Test, when compared with ecologically valid reaching tasks. *Parkinsonism Relat Disord* 2010;16:409-11.
 15. **Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, Meissner D, Pohl M.** Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1314-9.
 16. **Murphy S, Tickle-Degnen L.** Participation in daily living tasks among older adults with fear of falling. *Am J Occup Ther* 2001;55:538-44.
 17. **Kumar A, Carpenter H, Morris R, Iliffe S, Kendrick D.** Which factors are associated with fear of falling in community-dwelling older people? *Age Ageing* 2014;43:76-84.
 18. **Wert DM, Talkowski JB, Brach J, VanSwearingen J.** Characteristics of walking, activity, fear of falling, and falls in community-dwelling older adults by residence. *J Geriatr Phys Ther* 2010;33:41-5.
 19. **Morgan MT, Friscia LA, Whitney SL, Furman JM, Sparto PJ.** Reliability and validity of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I) in individuals with dizziness and imbalance. *Otol Neurotol* 2013;34:1104-8.
 20. **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;87:402-7.
 21. **Menant JC, St George RJ, Fitzpatrick RC, Lord SR.** Perception of the postural vertical and falls in older people. *Gerontology* 2012;58:497-503.
 22. **Schniepp R, Schlick C, Schenkel F, Pradhan C, Jahn K, Brandt T, et al.** Clinical and neurophysiological risk factors for falls in patients with bilateral vestibulopathy. *J Neurol* 2017;264:277-83.
 23. **Agrawal Y, Davalos-Bichara M, Zuniga MG, Carey JP.** Head impulse test abnormalities and influence on gait speed and falls in older individuals. *Otol Neurotol* 2013;34:1729-35.