

# 노인 낙상예방을 위한 운동중재에 관한 고찰

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

조 미 숙

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

## Prevention of Falls in the Elderly:

### A review of exercise interventions

Cho, Mi-sook, P.T.

A physical therapy major, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

Park, Rae-joon, P.T., Ph.D.

Department of Physical therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

#### <Abstracts>

Falls are a leading cause of injury, disability and death among people older than 65. Even without injury, falls cause a loss of confidence that results in reduced physical activity, increased dependency and social withdrawal.

Fall prevention in the elderly people is a multifaced task that includes both the identification of risk factors and their modification strategies.

Fall risk factors have been identified as both intrinsic and extrinsic. Intrinsic factors are those related to the physical and cognitive function of the person. Extrinsic factors are those which are included in the environmental hazards of everyday life.

Combinations of interventions aimed at modifying both intrinsic and extrinsic risk factors can result in significant fall prevention in the geriatric population.

This article selectively reviews the literature reporting exercise intervention to improve strength, balance and mobility.

## I. 서론

지난 세기 후반부터 인구의 노령화가 전 세계적으로 가속화되어 왔다. 그 중에서도 우리나라는 노인층의 인구증가 속도가 가장 빠른 나라 가운데 하나이다. 이러한 점을 감안할 때 우리나라에서 노인 낙상예방에 관한 연구는 노인 재활분야에서 필수적인 것이다.

노인들에게 있어서 낙상은 골절 등으로 인한 심각한 합병증을 유발할 뿐만 아니라 각종 손상에 의한 입원치료, 장애 그리고 죽음에 이르는 중요한 원인이 된다(Hogan et al., 2001). 65세 이상의 노인들 중 거의 30%이상이 해마다 한번이상 낙상을 경험하고 그중 20-30%가 가동성과 독립성 제한을 동반하는 심각한 손상을 입는다고 보고된다(Tinetti et al., 1994; Tideiksaar, 1996). 또한 낙상의 발생률은 75세 이상에서 40%, 80세 이상에서 50%로 연령이 증가함에 따라 증가한다(Tinetti, William, 1997). 특히 노인 낙상 환자의 1/3은 처음 낙상이 심각한 상태가 아니었음에도 불구하고 낙상에 대한 심리적인 두려움을 갖게되고(Tinetti et al., 1994) 게다가 낙상을 경험하지 않은 노인들의 1/3조차도 낙상에 대한 막연한 두려움을 갖게되어 심각한 일상생활 동작의 위축을 초래한다(Tinetti, Speechley, Ginter, 1988).

낙상에 대한 정확한 기전은 아직까지 정립되지 않았으나 생의학적, 생리학적, 심리사회적 그리고 환경적 위험요소들의 다면적인 상호작용의 결과로 발생하며(Guccione, 1993) 오랜 기간동안의 활동제한, 독립성 상실 혹은 영구적인 신체적 사회적 기능장애 등을 가져와 인간의 삶의 질을 퇴화시킨다(Kellog, 1987). 또한 낙상의 위험은 위험인자가 증가함에 따라 선형적으로 증가한다고 보고된다(Cambell et al., 1981).

낙상 위험 인자는 크게 내적 인자와 외적 인자로 분류할 수 있다. 내적 인자는 노화, 질병 등에 의해서 나타나는 개인적인 특징들로 균형성 감소, 가동성 손상, 일상생활동작기능 장애 유연성 및 하지근력 약화, 고유감각 저하, 반응시간의 증가, 손상된 보행과 낙상경험에 의한 심리적 공포, 진정제와 같은 향정신성 의약품 복용 등이 포함된다. 그리고 외적 인자로는 어두운 조명, 불안정한 계단, 울퉁불퉁하거나 미끄러운 바닥, 빙판 길 등과 같은 활동과 연관된 사회적 환경요인을 의미한다(Steinweg, 1997). 낙상 위험 인자에 관한 종래의 연구는 주로 균형손상, 가동성 저하, 그리고 일상 생활 동작 기능 장애와 같은 일차적인 내적 인자에 초점이 맞추어져 왔으나 최근에는 외적 인자뿐만 아니라 시각 결함, 인지기능 손상과 저 긴장성 자세와 같은 다양한 내적 인자를 추가하여 연구하고있는 추세라고 할 수 있다(Whipple, Wolfson, Amerman, 1987; Lord et al., 1991).

낙상예방은 낙상을 유발하는 다양한 위험인자와 각각의 위험인자에 적합한 치료중재를 포함하는 다면적인 복잡하고 어려운 과제이다(Guelich, 1999). 이러한 점을 염두에 두고서 본 논문은 노인 낙상예방을 위해 낙상을 유발하는 위험인자와 그에 적합한 치료중재, 특히 운동중재에 대한 문헌들을 고찰하고자 한다

## II . 위험인자.

### 1. 내적 인자

노인들을 대상으로 낙상의 원인이 되는 위험인자를 밝히기 위한 많은 연구들이 이루어져

왔다(Lord, Clark, 1996; Nevitt et al., 1989; O’Laughlin et al., 1993; Tinetti et al., 1988). 이러한 연구들은 낙상이 질병에 의한 손상, 제한된 활동, 노화 등 여러 가지 인자들의 복잡한 상호작용의 결과임을 확인하였다. Table1은 최초의 낙상에 대한 위험인자를, Table2는 반복된 낙상에 대한 위험인자를 나타낸다(Table 1. 2).

Table 1

Risk factors for falls in elderly people(Brown, 1999)

Tinetti, Speechley, & Ginter, 1998	Nevitt, Cummings, Kidd, & Black, 1989	O’Loughlin, Robitaille, Boivin, & Suissa, 1993	Lord & Clark, 1996
Sedative use; cognitive impairment; lower extremity disability; palmomenta reflex; abnormalities of balance and gait; foot problems	Age 80+ years; Caucasian; chronic lung disease; low grip strength	Dizziness; frequent physical activity; limited activity days; difficulty bending down	Increased reaction time; increased body sway; gait impairment; psychoactive drug use; increased age

Table 2

Risk factors for recurrent falls in elderly people(Brown, 1999)

Nevitt, Cummings, Kidd, & Black, 1989	Lord, Ward, Williams, & Anstey, 1994 (women only)	Studenski et al., 1994
Difficulty standing up from chair; difficulty performing tandem (heel-toe) walk; arthritis; Parkinson’s disease; three or more falls in previous year; injurious fall in previous year; Caucasian	Low contrast visual acuity; low contrast sensitivity; decreased vibration sense; decreased proprioception; decreased lower limb strength; increased reaction time; impaired balance	Lower mobility scores; environmental hazards; lower risk preference scores(indicating higher risk taking); previous falls; reduced independence in personal ADL; Parkinson’s disease

Tinetti 등(1986)은 양로원 거주 노인들을 대상으로 한 연구에서 유연성 저하, 하지근력 저하, 시각기능 저하, 정신상태 저하(판단기능 감소), 청력문제, 지구력의 저하, 저 긴장성 자세, 약화된 무릎 관절 등을 반복적인 낙상위험인자로 분류하였다. 연구자들에 따라 위험인자가 다르게 나타나는 것은 낙상 자체의 복잡성과 여러 가지 다양한 임상적인 평가방식의 차이 때문이다(Oakley et al., 1996). 그러나 각각의 위험인자들은 모두 신경계, 근골격계 그리

고 인지기능의 손상과 관련되어 있음을 알 수 있다(Brown, 1999)

낙상위험인자 중 균형 감소, 가동성 제한과 일상생활 동작기능 장애는 가장 중요하게 인식되어왔다. 그 가운데서도 자세 조절을 위한 균형 감소가 낙상의 일차적인 원인으로 평가되었다(Shumway-Cook, 1997). Robbins 등(1989)은 균형 감소와 고관절 약화를 주된 위험인자로 분류하였으며 여러 가지 약물 복용(항우울제, 신경안정제, 심혈관계제 등), 인지기능 손상, 감각이상(특히 고유수용성 감각), 보조장비 사용, 요실금등을 추가하였다.

고관절 약화와 함께 슬관절, 족관절 근육들의 약화도 중요한 낙상위험요소이다. 대퇴사두근의 약화와 족관절 배굴, 저굴력 저하가 낙상과 밀접한 관계가 있다고 보고된다(Tinetti, Williams, Mayewski, 1986; Whipple, Wolfson, Amerman, 1987; Studenski, Duncan, Chandler, 1991; Lord, Clark, Webster, 1991).

그리고 심리적인 문제도 낙상의 중요한 인자이다. 노인들의 노화에 따른 생리적인 한계성의 부정, 일상 생활 수행 능력의 과대평가, 보조장비의 사용거부, 우울증 등은 위험한 환경적 요소에 대한 적절한 대응을 방해한다(Ham, Sloane, 1991). 특히 낙상의 경험 유무에 관계없이 갖게되는 낙상에 대한 두려움 때문에 자세조절 능력이 제한되고 그로 인한 균형감소와 가동성 상실은 결과적으로 독립성 상실 등과 같은 심각한 이차적 문제를 초래하게 된다(Maki et al.,1991; Chandler et al., 1996).

## 2. 외적 인자

외적인자는 일상생활에서 흔히 접하게 되는 환경적 요인으로 건강한 노인에게보다 내적인자를 가지고 있는 약한 노인에게 강력한 영향력을 미친다(Speechley, Tinetti, 1991). Shepher 등(1991)은 낙상노인의 50%정도가 울퉁불퉁하거나 미끄러운 바닥과 같은 외적요인에 기인한다고 한다. 또한 Rubenstein 등(1988)의 연구에 따르면 낙상을 경험한 노인들의 37%가 사고에 의해 발생한다고 한다(Table 3). 사고는 환경적 인자를 의미하며 보통 보행 중 혹은 자세를 바꾸는 동안에 일어난다. 즉, 침대나 의자 또는 화장실에서 이동 할 때, 바닥에 놓인 장애물 등에 의해 넘어질 때, 젖은 바닥에서 미끄러지는 경우, 계단 내려갈 때, 의자나 사다리 올라가기 혹은 운동 중의 위험한 행동 등 일상 생활 동작과 밀접하게 연관되어 나타난다(Ham, Sloane, 1991).

Table 3. Causes or Types of falls(Rubenstein et al.,1988)

---

Accident or environment related	36.9%
Weakness, balance or gait problem	12.3%
Drop attack	11.4%
Dizziness or vertigo	7.7%
Orthostatic hypotension	5.1%
Central nervous system lesion	1.7%
Syncope	1.0%
Unknown	7.9%
Acute illness, confusion, poor eyesight, drugs	18.1%

---

### Ⅲ. 중재

위험인자에 대한 평가를 고려하지 않은 일반적인 운동프로그램은 낙상 예방에 주된 영향을 미치지 않는다(Brown, 1999). Lord 등(1995)은 지역사회 거주 60세 이상의 노인들을 대상으로 12개월간 균형증진과 근력강화 운동 프로그램을 실시한 다음, 낙상 발생 정도를 비교한 결과 운동감각기능의 현저한 증가가 나타났음에도 불구하고, 운동그룹과 기준그룹간의 낙상발생 비율은 유의할만한 차이를 보이지 않았다. 이 보고에 의하면 일반적인 운동 프로그램은 균형, 근력, 유연성, 지구력과 같은 각각의 신체기능은 눈에 띄게 증진시키는 것에 반해 낙상 예방 효과는 없다는 것이다.

일반적인 물리치료적 중재는 낙상 위험 인자의 조절을 위한 근력 강화, 지구력, 균형, 가동성 운동 등 운동치료를 의미한다. 이와 같은 중재 요법의 각각의 효과는 입증 할 수 없었다. 예를 들면 가정 위험요소 제거와 같은 단일 위험인자의 조절은 낙상 예방에 많은 영향을 미치지 못하였다(Sattin et al., 1998; Thompson, 1996). 그러나 다양한 위험인자의 조절을 위한 연합된 중재 요법은 많은 임상 실험을 통해 낙상 예방에 많은 영향을 미친다는 것이 증명되었다(Speechley, Tinetti, 1991; Judge et al., 1993; Wagner et al., 1994; Campbell et al., 1997; Pvince et al.,1995; Lord et al., 1995).

FICST(Frailty and Injuries : Cooperative Studies of Intervention Techniques)는 미국내에서 노인들을 대상으로 8개의 독립적인 임상실험을 한 협동 연구이다. 이 실험은 균형, 지구력, 유연성 증진 운동 및 일상생활동작 훈련 과 Tai Chi Quan 등의 운동중재의 연합을 통한 복합적인 중재기술이 노인들에게 낙상과 약함(Frailty)의 예방에 미치는 효과를 알아보기 위한 것이다(Province et al., 1995; Wolter, Studenski, 1995).

Yale FICSIT는 Tinettie 등에 의해 이루어진 실험으로 저긴장성 자세, 약물복용, 손상된 이동기능 등의 위험인자의 조절을 위해 보행기능, 균형, 근력, 관절 가동범위의 향상시키기 위한 중재실험이다(Table 4). 실험은 한 개 이상의 낙상 위험인자를 가진 70세 이상의 지역사회 거주 노인 301명을 대상으로 시행하였다. 평가된 각각의 위험인자를 감소시키기 위해 고안된 운동 프로그램, 일상 생활 동작 훈련, 내과적 처치 등 연합된 중재기술을 적용한 중재그룹(153명)과 보통의 건강관리와 사회 생활만을 적용한 기준그룹(148명)의 일년 후 낙상 발생 비율은 중재그룹의 35%(P=0.04), 기준그룹의 47%(P=0.04)로 기준그룹에 비해 중재그룹의 낙상 발생 비율이 12% 낮게 나타났다. 또한 중재 적용 후 위험인자에 대한 재평가 결과에 따르면 위험인자 보유비율은 기준그룹에 비해 중재그룹에서 낮게 나타났다. 위험인자별로 나누어 살펴보면 4종류 이상의 약물 복용은 63% vs. 86%(P=0.009), 균형 손상은 21% vs. 46%(P=0.001), 이동기술 손상은 49% vs. 65%(P=0.05), 보행 손상은 45% vs. 62%(P=0.07)로 현저한 감소를 나타낸다(Tinetti et al., 1994). 이는 복합적인 중재기술에 의해 낙상의 위험인자가 감소됨을 의미한다.

Table 4 Targeted risk factors and corresponding interventions(Tinetti et al., 1994)

RISK FACTOR	INTERVENTION
Assessed by a nurse	
Postural hypotension: drop in systolic blood pressure $\geq 20$ mm Hg or to $< 90$ mm Hg on standing	Behavioral recommendations, such as ankle pumps or hand clenching and elevation of head of bed; decrease in dosage, discontinuation, or substitution for medications that may contribute to hypotension*
Use of any benzodiazepine or other sedative/hypnotic agent	Education about the appropriate use of sedative/hypnotic agents; nonpharmacologic treatment of sleep problems, such as sleep restriction; tapering and discontinuation of medications*
Use of $\geq 4$ prescription medications	Review of medications with primary physician*
Inability to transfer safely to bath - tub or toilet	Training in transfer skills; environmental alterations, such as grab bars or raised toilet seats
Environmental hazards for falls or tripping	Appropriate changes including removal of hazards, safer furniture(correct height, more stable), and installation of structures such as grab bars or handrails on stairs
Assessed by a physical therapist	
Any impairment in gait	Gait training; use of an appropriate assistive device; balance or strengthening exercises if indicated**
Any impairment in transfer skills or balance	Balance exercises; training in transfer skills if indicated; environmental alterations**
Impairment in leg or arm muscle strength or range of motion(hip, ankle, knee, shoulder, hand, elbow)***	Exercises with resistive bands and putty; resistance is increased when the individual is able to complete 10 repetitions through the full range of motion**

\*The primary physician makes the final decision on adjustments in medication.

\*\*Balance exercises include the performance of four levels of progressively more destabilizing maneuvers with decreasing amounts of support. Individuals were instructed to perform resistive and balance exercises twice daily for 15 to 20 minutes.

\*\*\*Listed in descending order of priority. Individuals underwent no more than three programs to improve balance or of individual resistive exercise.

Day 등(2002)은 70세 이상의 자가 거주 노인 1090명을 대상으로 복합적 중재를 적용하였을 때, 낙상 방지에 대한 개별적인 중재의 적용 효과와 복합적인 중재 적용시의 낙상 발생 비율의 변화를 알아보기 위한 실험을 실시하였다. 먼저 실험 대상의 근력 약화, 균형 손상, 시각 기능 이상, 가정 내 위험 요소 존재 등의 위험인자를 평가한 후 중재를 적용하지 않은 기준 그룹과 단일 중재 적용에서부터 세 개의 복합적인 중재 적용 그룹까지 8개 그룹으로 분류한 후 18개월 동안 낙상의 발생을 관찰하였다. 이때 적용된 중재는 세 가지로서, 첫째는, 운동 중재이다. 이것은 약화된 근력과 손상된 균형을 향상시키기 위해서 물리치료사에 의해 처방된 유연성 증진, 하지 근력 강화, 균형 증진 운동으로 15주 동안 하루 1시간씩 각자의 집에서 실시하였다. 둘째는, 시각 중재로 전문가에 의한 시각 기능의 전반적인 평가 후 발견된 문제에 대한 적절한 치료를 적용하였다. 셋째로, 가정 내 위험요소의 중재는 가정관리 전문요원들의 가정 방문에 의하여 환경적 위험요소를 평가한 후에 위험 요소를 제거하였

Table 5. Effect on falls outcome, single and combined interventions(Day et al., 2002)

Intervention	No (%) having at least one fall	Rate ratio		% estimated reduction in annual fall rate (95% CI)	No needed to treat to prevent 1 fall
		Estimate (95% CI)	P value		
No intervention-*	87/137 (63.5)	Reference (1.00)			
Exercise	76/135 (56.3)	0.82 (0.70 to 0.97)	0.02	6.9(1.1 to 12.8)	14
vision	84/139 (60.4)	0.89 (0.75 to 1.04)	0.13	4.4(-1.5 to 10.2)	23
Home hazard management	78/136 (57.4)	0.92 (0.78 to 1.08)	0.29	(-2.0 to 9.7)	32
Exercise plus vision	66/136 (48.5)	0.73 (0.58 to 0.91)	0.01	11.1(2.2 to 18.5)	9
Exercise plus home hazard management	72/135 (53.3)	0.76 (0.60 to 0.95)	0.02	(2.4 to 17.9)	10
vision plus home hazard management	78/137 (56.9)	0.81 (0.65 to 1.02)	0.07	7.4(-0.9 to 15.2)	14
Exercise plus vision plus home hazard management	65/135 (48.1)	0.67 (0.51 to 0.88)	0.004	14.0(3.7 to 22.6)	7

\* No Intervention until after the study had ended.

다. 연구결과에 따르면 낙상 발생의 감소율은 단일 운동 중재그룹이 6.9%(95% CI), 세가지 중재를 모두 적용한 복합 중재그룹에서는 14%(95% CI)로 나타났다. 또한 단일 중재 그룹 중 환경적 위험인자 제거 그룹과 시각기능 조절 그룹의 낙상 발생의 감소비율은 중재를 적용하지 않은 기준그룹에 비하여 유의할만한 차이가 없었다(Table 5). 이는 낙상 예방에 일차적으로 운동 중재가 가장 효과적이며 또한 다른 중재와 복합적인 적용 시에 그 효과는 눈에 띄게 증가함을 의미한다.

Wolf 등(1996)은 200명의 지역사회 거주 노인들을 대상으로 한 RCT(Randomised Controlled Trials)에서 균형 훈련 방법을 평가하였다. 이 연구는 대상을 무작위적으로 분류한 후 기준그룹은 컴퓨터에 의해 프로그램된 균형운동을, 중재그룹은 Tai chi Quan(TC)을 주 2회씩 주 2회씩 15주간 적용하여 진행되었다.

4개월간의 추적조사결과 기준그룹에 비하여 TC 중재그룹의 반복적인 낙상의 발생이 47.5%가 감소되었다. Tai chi Quan(TC)은 중국 전통무예로 지주 기저면의 점진적 감소에 따른 역동적인 체중이동이 일어나는 느리고 연속적인 동작으로 심혈관 기능, 보행속도와 자세안정성을 증진시키는 효과를 나타낸다(Wolfson, Whipple, Derby, et al., 1996; Tse, Bailey, 1992; Jacobson, Chen, Cashel, et al., 1997).

또 다른 연구에 의하면 노인들을 대상으로 주 2회, 1회당 60분-90분간, 48주간 TC중재시 낙상의 발생비율의 감소와 함께 한발로 서기, 의자 오르기, 360. 돌기, 바닥에 있는 물건 집기, 10m 걷는 속도 등의 기능향상과 낙상에 대한 두려움, 우울증 등의 심리적 인자의 조절, 보행 과정중의 생역학적 기능 향상이 나타난다고 보고된다(wolf, 2001)

#### IV. 결론

세계적으로 고령화 시대가 도래함에 따라 노인 재활분야의 관심과 요구가 증대되고 있는 현 시점에서 노인들의 낙상예방에 대한 연구의 중요성이 부각되고 있다. 낙상의 정확한 기전 및 중재에 대한 이론이 완전히 정립되지는 않았으나 노인들을 대상으로 한 낙상예방은 위험인자와 그에 대한 중재를 포함하는 다면적인 과제이다. 위험인자는 신체적 기능과 연관된 내적 인자와 활동과 관련된 환경적 조건인 외적인자로 분류된다. 낙상의 위험은 위험인자의 수의 증가에 따라 비례해서 증가한다. 따라서 낙상예방은 낙상 위험인자에 대한 정확한 평가가 선행되어야 한다. 많은 연구에서 주된 위험인자로 균형손상, 가동성 저하, 근력 저하 등을 분류하였다.

운동중재는 가정에서의 자가운동을 포함하며 개개인의 내적, 외적 위험인자의 감소에 적합하게 조절된 하지근력강화, 균형 증진, 가동성 향상 운동 등이 일반적이다. 특히, 균형 기능 향상을 위한 운동중재가 낙상방지에 효과적임을 알 수 있었다. 또한, 운동 중재는 균형기능향상, 근력강화를 일으킬 수 있을 만큼 충분한 강도와 기간을 유지하여야 한다. 일반적으로 운동중재 기간은 최소한 3개월에서 6개월이 요구된다. 운동강도는 대상자의 신체조건에 맞게 조절되어 즐겁고 편안하게 수행할 수 있어야한다.



< 참고문헌 >

- Brown AP : Reducing falls in elderly people, A review of exercise interventions, *Physiotherapy Theory and Practice*, 15, 59-68, 1999
- Campbell AJ, Reinken J, Allan BC, Martinez GS: Falls in old age, a study of frequency and related clinical factors *Age Ageing*, 10, 264-270, 1981
- Campbell AJ, Roberison MG, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM : Randomise controlled trial of a general practice Programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *British Medical Journal*, 315, 1065-1068, 1997
- Chandler JM, Duncan PW, Sanders L, Studenski S: The fear of falling syndrome, relationship to falls, physical performance, and activities of daily living in frail older persons, *Top Geriatr Rehabil*, 11(3), 55-63, 1996
- Day L, Fildes B, Gordon I, Fitzharris M, Flamer H, Lord S: Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes, *BMJ*, 325,56-73, 2002
- Guccione AA: *Geriatric Physical Therapy*, St. Louis, Mosby Year Book. Inc, pp237-239,1993
- Hongan DB, MacDonald FA, Betts J, Bricker S et al.; Randomized controlled trial of a community-based consultation service to prevent falls, *CMAJ*, 165(5), 537, 2001
- Jacobson BH, Chen HC, Cashel C, et al. : The effect of T'ai Chi Chuan training on balance, kinesthetic sense, and strength, *Percept Mot Skills*, 84, 27-33, 1997
- Kellog International Work Group on the Prevention of Falls in Later life, *Danish Medical Bulletin*, 34(suppl), 1-24, 1987
- Kriska AM, Bayles G, Cauley JA, Laporte RE, Sandler RB, Pambianco G : A randomised exercise trial in older women: Increased activity over two years and the factors associated with compliance, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 557-562, 1996
- Lord SR, Clark RD: Simple Physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people, *Gerontology*, 42, 199-203, 1996
- Lord ST, Ward JA, Williams P, Strudwick M: The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength and falls in older women: a randomised controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43, 1198-1206, 1995
- Lord SR, Clark RD, Webster IW: Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr Soc*, 39, 1194-1200, 1991
- Guelich MM : Prevention of Falls in the Elderly: A Literature Review, *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 15, 15-25, 1999
- Means KM, Rodel DE, O' Sullivan PS, Cranford L: Rehabilitation of elderly fallers: pilot study of a low to moderate intensity exercise program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77, 1030-1036, 1996
- Maki BE, Holliday PJ, Topper AK: Fear of falling and postural performance in the elderly, *J Gerontol*, 46(4), M123-131, 1991
- Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D: Risk factors for recurrent nonsyncopal

- falls, *Journal of the American Medical Association*, 261, 2663-2668, 1989
- Oakley A, Dawson FM, Holland J, Arnold S, Cryer C, Doyle Y, Rice J, Hodgson CR, Sowden A, Sheldon T, Fullerton D, Glennly A, Eastwood A: Preventing falls and subsequent injury in older people, *Quality in Health Care*, 5, 243-249, 1996
- O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S: Incidence of and risk of factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly, *American Journal of Epidemiology*, 137, 342-354, 1993
- Province MA, Halley EC, Hornbrook MC, Kipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, Ory MG, Sattin RK, Tinetti ME, Wolf SL for the FICSIT Group: The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT trials, *Journal of the American Medical Association*, 273, 1341-1347, 1995
- Richard J. Ham RJ, Sloane PD: *Primary care Geriatrics: A Case-Based Approach*, 2<sup>nd</sup> ed, Mosby Yearbook, pp363-377, 1991
- Robbins AS, Rubenstein LZ, Josephson KR, Schulman BL, Osterweil D, Fine G: Predictors of falls among elderly people, *Arch Intern Med*, 149, 1628-1633, 1989
- Rubenstein LZ, Robbins AS, Josephson KR, Schulman BL, Osterweil D: The value of assessing falls in an elderly population, *Ann Intern Med*, 113(4), 308-316, 1988
- Steven L. Wolf, Richard W. Sattin, Michael O'Grady, Nana freret, Lois Ricci, Arlene I. Greenspan, Tingsen Xu Michael kntner: A studt Design to investigate the Effect of Intense TaiChi in Reducing Falls among older Adults Transitiong to Frailu, *Controlled Clinical Trials*, 22, 689-704, 2001
- Studenski S, Duncan PW, Chandler J, Postural responses and effector factors in persons with unexplained falls: results and methodologic issues, *J Am Geriatr Soc*, 39, 229-234, 1991
- Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W: Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults, *Phys Ther*, 77(8), 812-819, 1997
- Sattin RW, Rodriguez JG, DeVito CA, Wingo PA, And the SAFE Group: Home environmental hazards and the risk of fall injury events among community dwelling older persons, *Journal of the American Geriatrics Society*, 46, 669-676, 1998
- Studenski S, Duncan PW, Chandler J, Samsa G, Prescott B, Hogue C, Bearon LB: Predicting falls: The role of mobility and nonphysical factors, *Journal of the American Geriatrics Society*, 42, 297-302, 1994
- Speechley M, Tinetti ME: Falls and injuries in frail and vigorous community elderly persons, *J Am Geriatr Soc*, 39, 46-52, 1991
- Steinweg KK: The changing approach to falls in the elderly, *Am Fam Physician*, 56(7), 1815-1822, 1997
- Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, Claus EB, et al,: A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community, *N Engl J Med*, 331(13), 821-827, 1994
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors for falls among elderly persons living in the community, *N Engl J Med*, 319(26), 1701-1707, 1988

- Tideiksaar R, Preventing falls: how to identify risk factors, reduce complications, *Geriatrics*, 51(2), 43-53, 1996
- Tinetti M, Williams c,: Falls, injuries due to falls and the risk of admission to a nursing home, *N Engl J Med*, 337, 1279-84, 1997
- Tinetti ME, Williams TF, Mayewski K, Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities, *Am J Med*, 80, 429-434, 1986
- Tinetti ME: Performanceoriented assessment of mobility problems in elderly patients, *Jouranl of the American Geriatrics Society*, 34, 119-126, 1986
- Tinetti ME: Prevention of falls and fall injuries in elderly persons, A research agenda., *Preventative Medicine*, 23, 756-762, 1994
- Thompson PG: Preventing falls in the elderly at home: a community based program, *Medical Journal of Australia*, 164, 530-532, 1996
- Tinetti ME, Williams CS: The effect of falls and falls injury on functioning in community dwelling older adults, *Journal of Gerontology*, 53, M112-M119, 1998
- Tse SK, Bailey DM: T'ai Chi and postural control in the well elderly, *Am J Ooeup Ther*, 46, 295-300, 1992
- Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNealey E, Coolger C, Xu T and the Atlanta FICSIT Group: Reducing frailty and falls in older persons, an investigation of Tai Chi and computerised balance training, *Journal of the American Geriatrics Society*, 44, 489-497, 1996
- Wolf SL, Barnhart HX, Ellison GL, Coolger C: The effect of Tai Chi Quan and computerised balance training on postural stability in older subjects. *Atlanta FICSIT Group. Frailty and Injuries: cooperative Studies on Intervention Techniques, Physical Therapy*, 77, 371-381, 1997
- Wolfson L, Whipple R, Erby C, et al: Training balance and strength in the elderly to improve function, *J Am Geriatr Soc*, 44, 498-506, 1996
- Wolter LL, Studenski SA: A clinical synthesis of falls intervention trials, *Top Geriatr Rehabil*, 11(3), 9-19, 1996
- Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM: the relationship of knee and ankle weekness to falls in nursing home resident: isokinetic study, *J Am Geriatr Soc*, 35, 13-20, 1987
- Wagner EH, Lacroix AZ, Grothaus L et al.: Preventing disability and Falls in older adults: a population-based randomized trial, *Am J Public Health*, 84(11),1800-1806, 1994
- Wolf SL, Sattin RW, O'Grady M, Freret N, Greenspan AI, Tingsen Xu, Kutner M: A Study Design to Investigate the effect of Intense Tai Chi in Reducing Falls among Older Adults Transitioning to Frailty, *Controlled Clinical Trials*,22,689-704,2001