



시각되먹임 균형훈련이 낙상을 경험한 노인의 균형에 미치는 효과

이 선 우¹⁾ · 이 경 진²⁾ · 송 창 호³⁾

1) 이화여자대학교 간호학과 박사과정생, 2) 삼육대학교 물리치료학과 박사과정생
3) 삼육대학교 물리치료학과 조교수

Effects of Visual Feedback-Based Balance Training on Balance in Elderly Fallers

Lee, Sun Woo¹⁾ · Lee, Kyoung Jin²⁾ · Song, Chang Ho³⁾

1) Doctoral Candidate, Division of Nursing Science, Ewha Womans University
2) Doctoral Candidate, Department of Physical Therapy, Sahmyook University
3) Assistant Professor Department of Physical Therapy, Sahmyook University

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effects of a visual feedback-based balance training, using force platform biofeedback, on the postural balance of elderly faller. **Methods:** Fifty one community-dwelling older adults (aged 66-88 years) with a recent history of fall participated in the study. Participants were randomized to an experimental group (EG, n=25) and to a control group (CG, n=26). The EG participated in training sessions three times/week for 6 weeks. Visual feedback-based balance training with the a computerized force platform with visual feedback screen was

used in the experimental group. Static balance (center of gravity) and dynamic balance (Functional reach test, Timed “Up & Go” test, Berg balance scale) were assessed before and after end of training. **Results:** A significant improvement in static balance and dynamic balance were demonstrated within the EG ($p<.05$), but not in the CG. **Conclusion:** Visual feedback-based balance training may be an effective intervention to improve postural balance of elderly fallers.

Key words : Aged, Postural balance, Accidental Falls, Feedback

주요어 : 노인, 자세균형, 낙상사고, 되먹임

접수일: 2011년 3월 15일 심사완료일: 2011년 4월 7일 게재확정일: 2011년 4월 20일

• Address reprint requests to : Song, Changho(Corresponding Author)

Department of Physical Therapy, Sahmyook University

26-21, Gongneung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 139-742, Korea

Tel: 82-2-3399-1631 Fax: 82-2-3399-1639 Email: chsong@syu.ac.kr

서 론

연구의 필요성

고령사회로 빠르게 진입하고 있는 현대사회에서 낙상은 중요한 건강문제 중의 하나이다. 전 세계적으로 의도하지 않은 사망의 원인으로 교통사고 다음으로 낙상이 2위를 차지하고 있는 것으로 보고되었다(WHO, 2009). 낙상은 전 연령층에서 발생할 수 있으나 노인에게 있어 골밀도의 감소로 골절이 더 빈번하게 발생하고 만성질환이 있을 때 신체 손상은 더 심각해지며 합병증 발생 등으로 인한 건강손상과 사망의 중요 원인이 되고 있다(Shin, 2005).

지역사회거주 노인 중 30%가 매년 한 번 또는 그 이상의 낙상을 경험한다. 80세가 넘는 경우 두 명 중 한 명이 1년에 한 번 이상 넘어진다고 하였으며, 낙상을 이미 경험한 노인은 그렇지 않은 노인에 비해 다시 넘어질 확률이 두 배 이상 크다고 보고하였다(Gillespie et al., 2009).

노인에게 낙상이 발생할 경우 여러 가지 손상의 위험이 있다. 대략 10~15%에서 낙상으로 인한 심각한 손상을 초래하는데 주로 골절로 인해 발생한다. 75세 이상 건강한 지역사회거주 노인들의 손상을 10년 동안 관찰한 결과에서도 두개골 골절을 포함한 손상이 32%, 상지 골절 및 손상이 27%, 고관절 골절 및 손상이 19%를 차지하였는데, 대부분 이러한 손상의 원인은 낙상이었다(Saari, Heikkinen, Sakari-Rantala, & Rantanen, 2007). 노인 요양시설에서 생활하고 있는 노인들의 낙상을 연구한 결과, 노인들이 넘어질 때 고관절이 부딪치는 빈도는 46%, 머리를 부딪치는 빈도는 30%, 손바닥을 부딪치는 빈도는 54%였다고 보고하였다(Choi, Hoffer, & Robinovitch, 2010).

특히 두개골이나 고관절의 손상은 수술과 장기입원, 영구 장애 또는 합병증으로 인한 사망을 초래하게 된다. 고관절 골절의 경우 75%에서 골절이 발생하기 이전의 신체기능으로 돌아가지 못하였음을 보고하였다(Moylan & Binder, 2007).

이 외에도 낙상으로 인해 낙상에 대한 두려움이 발생하고 자신감이 상실되며, 이로 인한 활동의 제한과 일상동작을 수행함에 있어 의존적으로 되며 삶의 질

이 저하된다(Pinsault & Vuillerme, 2008). 또한 통증, 우울, 사회적 고립감 등을 경험하게 된다.

그러나 노인들에게 매우 중요한 보건문제가 되는 낙상은 노인에게 발생하는 사고 중에서 예방을 통해 발생률을 감소시킬 수 있는 사고로 인식되므로 이를 예방하기 위한 체계적이고 포괄적인 중재가 필요하다(Chou, Tinetti, King, Irwin, & Fortinsky, 2006). 낙상을 유발하는 요인은 환경적 요인, 내인적 요인, 외인적 요인 등으로 나눌 수 있으며 특히 노화와 관련된 생리학적 변화로 인한 내재적 요인 중에서 하지근력의 약화, 균형능력의 감소, 악력감소, 시력 등의 감각기관의 저하, 보행능력의 저하 등이 낙상과 관련이 있음이 밝혀졌다(Moylan & Binder, 2007).

따라서 이러한 유발 요인들을 사정하여 개선시킬 수 있는 중재가 필요하며 최근 다양한 프로그램들이 시행되고 있다. 운동을 통해 노인들의 균형능력, 근력, 신체활동 능력 등을 증진시켜주는 것과(Liu & Latham, 2009), 환경적 위험요인을 사정하여 개선하는 중재(Petridou, Manti, Ntinapogias, Negri, & Szczerbinska, 2009), 교육을 통한 지식의 증진을 통한 예방중재, 약물의 복용을 통한 중재(Gillespie et al., 2009) 등 다학제적인 중재들이 시행되고 있다.

특히 균형능력의 감소는 낙상의 경험이 있는 노인들에게 나타나 낙상의 주된 위험요소로 보고되고 있으며 낙상과 균형능력의 깊은 관련성이 보고되고 있다(Lord, McLean, & Stathers, 1992). Sherrington 등(2008)의 메타분석을 살펴보면 운동이 노인의 낙상비율을 감소시킬 수 있는 강력한 근거가 되며, 근력의 문제보다는 균형이 낙상에 더 많은 영향을 미치므로 균형훈련이 포함된 중재가 다른 형태의 운동보다 낙상의 위험률을 17% 낮춘다고 보고하였으며, 낙상예방이 목표라면 균형훈련을 먼저 시켜야 한다고 주장하였다.

균형훈련의 다양한 방법 중에 하나인 시각되먹임 균형훈련(Visual feedback-based balance training)은 자세조정(postural control)을 향상시키기 위해 널리 사용되고 있는 방법이다. 대상자가 힘판(force platform)에서 시행하며 압력중심(center of pressure)의 이동이 스크린을 통해 실시간 나타나게 되고 대상자는 시각적인 피드백을 통해 균형훈련을 하게 된다. 시각되먹

임 균형훈련은 다른 균형 훈련에서 제공되지 못하는 시각적인 피드백을 제공하므로 훈련 중에도 운동을 수행하는 대상자들이 실시간으로 자신의 움직임을 평가할 수 있는 장점이 있으며 과도한 운동을 사전에 차단하는 예방효과도 있다. 이러한 시각되먹임훈련은 균형에 문제가 있는 말초신경장애나 뇌졸중 환자의 균형증진을 위한 중재로 사용되었으며 여러 연구를 통해 효과적인 것으로 보고되고 있다(Heiden & Lajoie, 2009; Walker, Brouwer, & Culham, 2000).

그러나 아직은 노인들의 낙상예방을 위한 시각되먹임 훈련의 방법이 명확하지 않고 다양한 연구가 필요한 실정이며(Zijlstra, Mancini, Chiari, & Zijlstra, 2010), 국내에서의 연구 또한 미약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 시각되먹임 균형훈련을 지역사회에 거주하고 있는 낙상을 경험한 노인들에게 실시하여 그 효과를 검증하고 효과적인 낙상예방중재 개발을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

연구의 목적

- 시각되먹임 균형훈련이 낙상위험 노인의 정적균형 능력에 미치는 영향을 파악한다.
- 시각되먹임 균형훈련이 낙상위험 노인의 동적균형 능력에 미치는 영향을 파악한다.

연구의 가설

- 가설 1. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 정적균형이 높을 것을 것이다.
 - 부가설 1-1. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 전후동요속도가 낮을 것이다.
 - 부가설 1-2. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 좌우동요속도가 낮을 것이다.
 - 부가설 1-3. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 속도모멘트가 낮을 것이다.
- 가설 2. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 동적균형이 높을 것을 것이다.
 - 부가설 2-1. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 기능적 팔뚝기 검사의 길이가 길 것이다.

- 부가설 2-2. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 일어나 걸어가기 검사의 시간이 짧을 것이다.
- 부가설 2-3. 시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 버그균형척도 점수가 높을 것이다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 시각되먹임 균형훈련이 낙상위험 노인의 균형능력에 미치는 영향을 알아 보기위한 무작위 통제군 전후 실험설계(randomized pretest-posttest control group design)로 순수실험설계이다.

연구 대상

본 연구는 서울시 소재 000 노인복지관의 등록된 노인 중 최근 1년 동안 낙상경험이 있는 65세 이상의 노인 56명을 대상으로 하였다.

연구 대상자는 최근 6개월 동안 일주일에 3회 이상 정기적으로 다른 균형훈련프로그램에 참여한 경험이 없으며, 중추신경계의 손상이나 전정계의 손상 등 신경학적 문제가 없는 자, 골절이나 기형, 중증 골관절염 등 정형외과적 문제가 없는 자, 시지각적 장애가 없는 자, 균형 유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자 중 한국판 간이 정신기능 검사(K-MMSE)에서 24점 이상이며 하지근력이 도수근력 검사 결과 3등급 이상이고, 독립보행이 가능한 자로 선정하였다.

본 연구의 목적과 실험방법, 내용 및 절차에 대한 충분한 설명 후 본인의 의사표시를 통해 연구에 참여하기를 동의한 대상자 중 선별기준에 부합되어 선정된 56명을 SPSS 프로그램(v18.0)의 무작위 표본 추출방법을 이용하여 두 집단으로 구분하여 중재 방법에 따라 실험군과 대조군에 각각 28명씩 배치하였다. 본 연구를 위한 표본의 크기를 GPower 3.0 (Faul, Erdfelder, Lan, & Buchner, 2007)을 이용하여 유의수준($\alpha=0.05$), 검정력($1-\beta=0.8$), 효과의 크기($d=0.8$)는 고려하여 산출되었으며 최소 표본의 크기는 26명이었다.

연구 진행 중 실험군에서 고관절 골절로 인해 1명, 프로그램 참여율이 80% 미만인 자 2명이 제외되어 최종적으로 25명이 실험에 참여하였고, 대조군에서는 다른 질환으로 인한 입원 1명, 참여율 미달 1명이 제외되어 최종 26명이 8주 동안의 연구에 참여하였다.

연구 도구

● 시각되먹임 균형훈련

시각되먹임은 사용자에게 실제와 비슷한 가상적인 상황을 경험하도록 만든 대화형 컴퓨터 프로그램을 말하며, 본 연구의 시각되먹임 균형훈련은 BIORescue (RM INGENIERIE, Rodez, France) 프로그램을 이용하였다. 감압 플랫폼(BIORescue)과 컴퓨터, TV간에 근거리 무선 통신(bluetooth system)을 통한 무선접속으로 사용자의 자세와 움직임을 감지하여 스크린에 시각적 피드백으로 제공되는 게임형식의 프로그램을 사용하였다.

● 정적균형 능력 측정

정적균형 능력은 힘판(Good Balance System, Metitur Oy, Jyväskylä, Finland)을 사용하여 평가하였다. 힘판은 노인과 뇌졸중 환자 등의 균형을 측정하는 상용화된 장비로(Era et al., 2006; Sihvonen, et al., 2004), 근거리 무선 통신(bluetooth system)을 사용하고 있다. 트랜지스터 변량 게이지의 아날로그 신호는 24비트, 2-channel AD 변환기 등의 3개의 디지털로 변환된다. 3개의 트랜지스터 각각의 아날로그 신호는 주파수 50Hz로 디지털형식으로 전달된다. 검사-재검사 방법에서 측정자 내 상관 계수(ICC=.83)는 .83이상으로 높은 신뢰도가 입증되었다.

대상자는 맨발로 힘판 위에 올라가 가장 편안한 자세로 서도록 하였으며, 양팔을 몸통 옆에 이완시켜 위치시키도록 하였다. 발의 위치는 뒤 선에 발뒤꿈치를 일치시키고 양발의 세로선에 제2족지를 일치시켰으며, 2m 전방에 위치한 지름 15 cm의 원을 주시하도록 하였다. 측정에 집중할 수 있도록 귀마개를 사용하여 귀를 막은 상태로 30초 동안 측정하였다. 자료의 수집은 3회 반복 측정하였으며, 측정 간 3분의 휴식 시간을 주어 근피로에 대한 영향을 최소화하였다.

● 동적균형 능력 측정

동적균형 능력의 측정은 기능적 팔 뻗기 검사(Functional Reach Test, FRT), 일어나 걸어가기 검사(Timed Up and Go Test, TUG), 버그균형척도(Berg Balance Scale, BBS)를 사용하여 평가하였다.

FRT는 기능적 과제 수행 시의 동적 균형 및 유연성을 측정할 수 있는 검사로서 안정성의 한계를 평가한다(Duncan, Weiner, Chandler, & Studenski, 1990). 본 실험에서는 정확한 거리 측정을 위해 디지털 레이저 거리 측정기(DLE50, Bosch, Germany)를 이용하여 초기 팔의 위치 거리와 뻗은 후 팔 위치 거리를 산출하여 그 차이를 구하였다. 연속 3회 측정된 값의 평균을 측정값으로 사용하였다.

TUG는 노인의 균형 능력과 기능적인 운동을 평가하여 낙상의 위험을 예측하기 위해 사용되어 왔다. 46cm 높이의 팔걸이가 있는 의자에 앉아 “시작”이라는 구령에 따라 일어나 전방 3 m 를 왕복하여 다시 의자에 앉는 시간까지 측정하였다. 한번 왕복하게 한 다음 3회를 실시하여 평균값을 기록하였다. 측정 시 자신이 평소 신는 신발을 사용할 수 있으나 검사자의 도움은 받지 않았다. 균형이나 보행속도 및 기능적인 동작들을 평가하는데 타당도가 높은 것으로 나타났다(Podsiadlo & Richardson, 1991).

BBS는 낙상의 위험이 높은 노인과 신경계 환자의 이동이나 선 자세에서의 균형 능력을 평가하는데 사용된다(Berg, Maki, Williams, Holliday, & Wood-Dauphinee, 1992). 이 측정도구는 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도가 각각 $r=.99$, $r=.98$ 로서 균형 능력을 평가하는 데 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가지고 있다(Berg et al., 1992).

연구 절차

운동은 6주간에 걸쳐 실시하였으며, 훈련 전과 후의 일주일은 그룹에 상관없이 통합하여 평가만 실시하여 2010년 9월 6일부터 10월 29일까지 총 8주간 연구를 진행하였다. 평가항목은 정적균형과 동적균형을 검사하였다. 실험군에게는 주 3회, 1일 60분간 시각되먹임 균형훈련을 실시하였다. 대조군은 아무런 처치를 하지 않았으며 연구가 끝난 시점부터 실험군

과 동일한 훈련을 제공하여 윤리적인 문제와 대상자들의 참여의 문제를 해결하였다. 훈련은 1명씩 시행하였으며 약속된 시간에 시각되먹임 균형 훈련장비가 있는 독립적인 공간에서 진행되었다. 장비의 조작은 훈련담당자에 의해 진행되었으며 훈련 중 사고를 예방하기 위해 보조자 1명이 함께하였다.

훈련담당자와 측정담당자는 실험자의 편견을 없애기 위하여 훈련의 목적과 효과에 대한 설명 없이 장비 사용과 평가 측정에 관련된 교육만 실시하였다.

시각되먹임 균형훈련을 위한 장비로 BIORescue 프로그램을 이용하였으며, 이 프로그램은 류머티스 질환 등의 정형외과 환자, 신경계 환자, 노인, 운동선수의 재활을 목적으로 만들어진 장비이다. 선택하는 게임의 종류에 따라 상하지 부위를 나누어 집중적으로 훈련 할 수 있고 화면을 통한 시각적 되먹임을 통해 재미있게 올바른 자세를 유지하며 훈련 할 수 있다. 또한 사전검사에서 얻어진 측정값을 통해 대상자 개인에게 맞는 운동프로그램을 설계할 수 있으며, 선택된 게임의 운동시간, 운동 강도를 조절하고, 각 게임 사이에 휴식시간을 제공하여 안정적이고 체계적인 훈련이 가능하다.

본 연구에서 대상자들은 모니터 앞에 1~1.5m 떨어져 감압 플랫폼 위에 선 자세로 실험에 참여하였다. 대상자는 각 프로그램에 따라 주어진 과제를 자신의 몸을 움직여서 수행하였다. 프로그램은 훈련에 대한 설명과 주의사항을 전달하고 가벼운 스트레칭으로 준비운동을 5분간 실시하고 4가지 훈련을 10분씩 적용하고, 각 훈련 사이에 5분의 휴식시간을 적용하여 총 60분간 시행하였다. 4가지 프로그램은 안정화훈련과 체중이동훈련, 두 훈련의 복합훈련으로 구성되며 체간의 굴곡과 신전, 체중의 좌우 이동, 균형 조절, 상하지의 가동운동이 포함되었다. 첫 번째 훈련은 안정화 훈련으로 양 시험관의 물을 몸을 이동하여 맞추는

훈련이며 두 번째 훈련은 체중이동훈련으로 몸을 움직여 자동차를 이동시키는 훈련이다. 세 번째와 네 번째 훈련은 복합훈련으로 삼차원 공간에서 몸을 움직이는 훈련으로 스키타기와 문자판 이동하기이다. 각 대상자에게 맞는 운동 강도를 설정하였고, 운동 강도를 점진적으로 증진시켰다. 운동 중 넘어질 우려가 있어 대상자의 앞과 옆에 안전바를 설치하였으며, 외부의 간섭과 소음으로 인한 집중력 저하를 방지하기 위해 파티션을 이용해 삼면은 벽으로 처리하였다.

자료 분석

본 연구의 통계적 분석은 SPSS 18.0 프로그램을 이용하였다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정에 의한 정규성 검정을 하였고, 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하였다. 집단 간의 동질성을 알아보기 위해 독립표본 t-test와 χ^2 -test를 실시하였다. 시각되먹임 균형훈련이 노인의 균형능력에 미치는 영향은 independent t-test, paired t-test와 repeated measure ANOVA로 분석하였다. 모든 통계적 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

연구 결과

대상자의 특성과 동질성 검증

실험군, 대조군의 일반적 특성에 대하여 두 군 모두 동질한 것으로 나타났다. 일반적 특성에서 성별은 실험군에서 남자 8명, 여자 17명, 대조군에서 남자 7명, 여자 19명으로 집단별 성별에 유의한 차이가 없었다. 평균연령은 실험군 79.80세, 대조군 79.61세 이었고, 신장은 실험군 155.51cm, 대조군 154.81cm, 체중은 실험군 58.22kg, 대조군 59.01kg으로 나타나 나이, 신장과 체중은 유의한 차이가 없었다. MMSE-K는

Table 1. Test of Homogeneity of Subjects' Characteristics

Variable	Experimental (n=25) Mean \pm S.D	Control (n=26) Mean \pm S.D	χ^2/t	<i>p</i>
Sex (M/F)	8/17	7/19	0.158	.764
Age (yr)	79.80 \pm 6.30	79.61 \pm 7.03	0.099	.922
Height (cm)	155.51 \pm 9.79	154.81 \pm 9.03	0.267	.790
Weight (kg)	58.22 \pm 9.30	59.01 \pm 7.29	-0.339	.736
MMSE-K (point)	26.20 \pm 2.57	25.87 \pm 2.44	0.504	.616

실험군 26.20점, 대조군 25.87점으로 집단별 차이가 없었다(Table 1).

정규성 검증

본 연구에서는 소표본을 이용하였기에 정규성 검사를 실시하였다. 그 결과 동적 균형능력과 정적 균형능력에 대해서 실험군, 대조군이 정규분포를 따른 것으로 나타나 이하 모든 분석에서는 특정변인들이 정규분포임을 가정하고 분석하였다.

가설 검증

● 제 1가설 검증

시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 정적균형이 높을 것을 것이다.

- 부가설 1-1: “시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험

군은 대조군보다 전후동요속도가 낮을 것이다.”

실험 후 눈을 뜬 상태에서의 전후동요속도는 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=2.171, p=.035$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각되먹임 균형훈련에 의한 눈을 뜬 상태에서의 전후동요속도 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=2.507, p=.120$), 시기에 따라서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=3.056, p=.087$). 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났으며($F=4.717, p=.035$)(Table 2).

실험 후 눈감은 상태에서의 전후동요속도는 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=2.249, p=.029$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각되먹임 균형훈련에 의한 눈감은 상태에서의 전후동요속도 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=0.111, p=.740$), 시기에 따라서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=4.330,$

Table 2. Test of Difference between Groups on Static balance

		Experimental (n=25)	Control (n=26)	t (p)	F (p)	
		Mean ± S.D	Mean ± S.D			
AP (mm/s)	Pre	6.86± 1.64	6.89± 1.73	0.056 ^b (.955)	Group	2.507 ^c (.120)
	Post	5.83± 1.27	7.00± 1.88	2.171 (.035)	Time	3.056 (.087)
	Pre-Post	-1.04± 1.97	0.11± 1.81		Interaction	4.717 (.035)
	t (p)	2.640 ^a (.014)	0.310 (.759)			
EO (mm/s)	Pre	3.79± 0.68	3.69± 0.83	0.443 (.660)	Group	0.94 (.336)
	Post	3.28± 0.81	3.74± 0.87	2.379 (.021)	Time	3.839 (.056)
	Pre-Post	-0.51± 0.83	0.05± 0.85		Interaction	5.65 (.021)
	t (p)	3.075 (.005)	0.290 (.774)			
VM (mm ² /s)	Pre	34.88±17.81	32.60±15.12	0.494 (.624)	Group	0.651 (.424)
	Post	24.21± 8.85	32.58±15.73	3.121 (.003)	Time	9.810 (.003)
	Pre-Post	-10.67±16.60	-0.02± 5.14		Interaction	9.739 (.003)
	t (p)	3.214 (.004)	0.020 (.984)			
AP (mm/s)	Pre	15.40± 5.02	15.16± 5.07	0.170 (.865)	Group	0.111 (.740)
	Post	14.05± 2.07	15.21± 5.16	2.249 (.029)	Time	4.330 (.043)
	Pre-Post	-1.35± 2.89	0.05± 1.33		Interaction	5.065 (.029)
	t (p)	2.343 (.028)	0.205 (.839)			
EO (mm/s)	Pre	8.13± 1.84	8.02± 1.95	0.212 (.833)	Group	1.419 (.239)
	Post	6.41± 1.90	7.72± 2.12	3.249 (.002)	Time	21.416 (.000)
	Pre-Post	-1.73± 1.86	-0.30± 1.22		Interaction	10.554 (.002)
	t (p)	4.651 (.000)	1.266 (.218)			
VM (mm ² /s)	Pre	44.21±22.45	42.40±17.49	0.323 (.748)	Group	0.110 (.741)
	Post	34.10±20.62	39.55± 2.56	2.235 (.030)	Time	15.933 (.000)
	Pre-Post	-10.11±13.80	-2.85± 8.97		Interaction	4.997 (.030)
	t (p)	3.662 (.001)	1.622 (.118)			

Note: ^apaired t-test, ^bindependent t-test, ^crepeated measure ANOVA, * $p<.05$

EO=eye open; EC=eye close; AP=anterioposterior velocity; ML=mediolateral velocity; VM=velocity moments.

$p=.043$). 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F=5.065, p=.029$)(Table 2).

그러므로 시각피먹임 훈련 후에 전후동요속도는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 부가설 1-1은 지지되었다.

• 부가설 1-2. “시각피먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 좌우동요속도가 낮을 것이다.”

실험 후 눈을 뜬 상태에서의 좌우동요속도는 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=2.379, p=.021$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각피먹임 균형훈련에 의한 눈을 뜬 상태에서의 좌우동요속도 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=0.943, p=.336$), 시기에 따라서도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=3.839, p=.056$). 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F=5.657, p=.021$)(Table 2).

실험 후 눈감은 상태에서의 좌우동요속도는 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=3.249, p=.002$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각피먹임 균형훈련에 의한 눈을 뜬 상태에서의 눈감은 상태에서의 좌우동요속도 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=1.419, p=.239$), 시기에 따라서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=21.416, p=.000$). 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F=10.554, p=.002$). 그러므로 시각피먹임 훈련 후에 좌우동요속도는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 부가설 1-2는 지지되었다(Table 2).

• 부가설 1-3. “시각피먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 속도모멘트가 낮을 것이다.”

실험 후 눈을 뜬 상태에서의 속도모멘트는 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=3.121, p=.033$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각피먹임 균형훈련에 의한 눈을 뜬 상태에서의 전후동요속도 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=0.651, p=.424$), 시기에 따라서도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=9.810, p=.003$). 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F=9.739, p=.003$)(Table 2).

실험 후 눈감은 상태에서의 속도모멘트는 두 군 간

에 유의한 차이를 나타내었다($t=2.235, p=.030$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각피먹임 균형훈련에 의한 눈감은 상태에서의 속도모멘트 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($F=0.110, p=.741$), 시기에 따라서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=15.933, p=.000$). 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F=4.997, p=.030$). 그러므로 시각피먹임 훈련 후에 속도모멘트는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 부가설 1-3은 지지되었다. 부가설의 결과에 따라 “시각피먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 정적균형이 높을 것을 것이다”라는 가설 1은 지지되었다(Table 2).

● 제 2가설 검증

시각피먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 동적균형이 높을 것을 것이다.

• 부가설 2-1. “시각피먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 기능적 팔뻗기 길이가 길 것이다.”

실험 후 기능적 팔뻗기는 실험군 33.23cm, 대조군 29.37cm로 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=3.347, p=.002$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각피먹임 균형훈련에 의한 기능적 팔뻗기의 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=1.023, p=.317$). 시기에 따라서는 유의한 차이를 나타냈으며($F=9.735, p=.003$), 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F=11.200, p=.002$). 그러므로 시각피먹임 훈련 후에 기능적 팔뻗기는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 부가설 2-1은 지지되었다(Table 3).

• 부가설 2-2. “시각피먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 일어나 걸어가기 시간이 짧을 것이다.”

실험 후 일어나 걸어가는 실험군 10.41초, 대조군 11.86초로 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($t=2.930, p=.005$). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각피먹임 균형훈련에 의한 일어나 걸어가는 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=0.062, p=.804$). 시기에 따라서는 유의한 차이를 나타냈으며($F=4.477, p=.039$), 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로

Table 3. Test of Difference between Groups on Dynamic balance

		Experimental (n=25)	Control (n=26)	t (p)	F (p)	
		Mean±S.D	Mean±S.D			
FRT (cm)	Pre	28.83±6.62	29.53±6.30	0.389 ^b (.699)	Group	1.023 ^c (.317)
	Post	33.23±5.91	29.37±5.45	3.347 (.002)	Time	9.735 (.003)
	Pre-Post	4.41±6.41	-0.16±2.66		Interaction	11.200 (.002)
	t (p)	3.442 ^a (.002)	0.297 (.769)			
TUG (second)	Pre	12.44±5.34	11.53±4.28	0.672 (.504)	Group	0.062 (.804)
	Post	10.41±2.65	11.86±3.68	2.930 (.005)	Time	4.477 (.039)
	Pre-Post	-2.03±3.63	0.33±1.87		Interaction	8.587 (.005)
	t (p)	2.793 (.010)	0.894 (.380)			
BBS (point)	Pre	51.20±2.16	50.81±2.79	0.560 (.578)	Group	2.204 (.144)
	Post	52.84±2.51	51.15±2.99	2.756 (.008)	Time	17.898 (.000)
	Pre-Post	1.64±1.60	0.35±1.74		Interaction	7.595 (.008)
	t (p)	5.112 (.000)	1.014 (.321)			

Note: ^apaired t-test, ^bindependent t-test, ^crepeated measure ANOVA, **p*<.05

BBS=Berg Balance Scale; FRT=Functional Reach Test; TUG=Timed Up and Go Test.

나타났다(*F*=8.587, *p*=.005). 그러므로 시각되먹임 훈련 후에 일어나 걸어가는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 부가설 2-2은 지지되었다(Table 3).

• 부가설 2-3. “시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 버그균형척도 점수가 높을 것이다.”

실험 후 버그균형척도는 실험군 52.84점, 대조군 51.15점으로 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다(*t*=2.756, *p*=.008). 이를 반복측정분산분석을 하여 시각되먹임 균형훈련에 의한 버그균형척도의 변화를 확인한 결과 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(*F*=2.204, *p*=.144). 시기에 따라서는 유의한 차이를 나타냈으며(*F*=17.898, *p*=.000), 측정시기와 집단 간에 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다(*F*=7.595, *p*=.008). 그러므로 시각되먹임 훈련 후에 버그균형척도는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 부가설 2-3은 지지되었다. 부가설의 결과에 따라 “시각되먹임 균형훈련을 실시한 실험군은 대조군보다 동적균형이 높을 것을 것이다”라는 가설 2은 지지되었다(Table 3).

논 의

고령화 현상에 따른 대처방안이 시급한 시점에서 노인에게 중대한 보건문제를 일으키는 낙상에 대한 예방과 증제는 중요한 문제가 아닐 수 없다. 낙상에 주요한 요소인 균형은 움직임의 여부에 따라 정적균

형과 동적균형으로 나뉜다. 정적균형은 고정된 지지면에 동요 없이 서있을 수 있는 능력을 말하고 동적균형은 지지면에서 움직이거나 외부로부터 자극이 있을 때 혹은 스스로 움직일 때의 균형을 말한다. 본 연구에서는 시각되먹임 균형훈련의 효과를 알아보고자 정적균형과 동적균형을 측정하였다.

본 연구에서 시각되먹임 균형훈련을 실시한 후 대상자들의 정적균형은 실험군이 대조군에 비해 유의하게 증가하였다. Sihvonen 등(2004)의 연구에서는 힘판을 이용한 시각되먹임 균형훈련을 허약한 노인에게 4주 동안 적용하였으나 정적균형의 유의한 변화를 확인하지 못하였으며 좀 더 어려운 과제인 반일자서기 자세(semi-tandem)에서의 균형만 유의하게 변화하였다. 이 연구의 대상의 낙상여부는 알 수 없으나 속도모멘트(velocity moment)가 본 연구의 대상자들이 20~30% 정도 높은 것을 감안하면 본 연구의 대상자의 정적균형이 더 낮은 것으로 생각한다. 이러한 두 연구의 대상자들의 초기 값의 차이가 서로 다른 결과를 가져 온 것으로 생각한다. Lindemann, Rupp, Mucbe, Nikolaus와 Becker (2004)의 연구에서는 컴퓨터를 이용한 시각되먹임훈련과 가정에서의 훈련을 노인에게 적용하여 정적균형을 비교하였다. 초당 움직임 면적은 두 군 모두 증가하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 연구의 중재기간은 8주로 충분했으나 한 주 동안 너무 적은 시간(40분)을 적용한 것이 좋은 결과를 보이지 못한 것으로 생각한다. 정적균형의 변화는 대상자

선정에 따라 차이가 있을 수 있으며 그에 따른 적절한 중재가 요구될 것으로 생각한다.

본 연구 결과 시각되먹임 균형훈련을 실시 한 후 기능적 팔뻗기(FRT) 거리가 실험군이 대조군에 비해 유의하게 증가하였다.

기능적 균형에 제한이 있을 경우 기능적 팔 뻗기 검사 결과는 15.20~17.78cm 이하인 것으로 알려져 있다 (Duncan et al., 1990). 본 연구에서는 중재 전 28.83cm에서 33.23cm로 4.41cm 증가하였다. 반면 대조군에서는 29.53cm에서 29.37cm로 오히려 0.16cm 줄었다.

시각되먹임 균형훈련을 실시한 후에 FRT 거리를 측정할 논문이 없으므로 직접적인 비교는 어려우나 Lee (2009)의 연구에서 여성노인에게 수중 낙상예방 운동을 중재한 후에 FRT 거리가 25.54cm에서 27.31cm로 유의한 증가를 나타내어 운동을 통해 기능적 팔뻗기 거리가 증가하였음을 알 수 있다.

Lindemann 등(2004)의 연구에서는 시각되먹임 균형 훈련을 노인들에게 일주일에 2회, 20분씩 8주 동안 적용한 군과 가정에서 같은 빈도로 정해진 매뉴얼대로 간단한 도구(수건, 신문, 줄 등)를 이용하여 균형 훈련을 실시한 두 군 간의 효과를 비교하였다. 시각되먹임 균형훈련을 받은 그룹에서 FRT 거리가 33.5cm에서 34.5cm로 약간의 증가는 있었으나 유의미한 차이는 없었고 가정에서 대상자들이 균형훈련을 실시한 군에서도 유의미한 차이는 없었다. 그 이유로는 시각되먹임 균형훈련을 수행한 경우 실험군의 숫자가 12명으로 충분한 대상자 수를 확보하지 못함으로 효과를 볼 수 없었던 것으로 보고하였으며 가정에서 스스로 균형훈련을 실시한 집단의 경우 운동 수행 정도에 대한 정확한 지도를 받을 수가 없었고 운동의 강도 조절 또한 어려워서 효과를 보지 못한 것으로 보고하였다. 통계학적인 유의한 차이는 없었으나 시각되먹임 균형훈련을 꾸준히 실시하는 것은 노인의 균형능력을 향상시킬 수 있는 효과가 있음을 언급하였다. 또한 노인이 가정에서 혼자 실시하는 운동보다는 감독자의 지시를 받으면서 수행하는 것이 효과적임을 제한하였다. 본 연구에서도 대상자들에게 중재를 실시함에 있어서 지도와 감독을 통해 올바르게 수행할 수 있도록 도왔다.

시각되먹임 균형훈련을 실시 한 후 대상자들의

TUG 시간은 실험군이 대조군에 비해 유의하게 감소하였다. 실험 전 12.44초에서 10.41초로 2.03초 단축되었으며 BBS 점수는 51.20점에서 52.84점으로 유의하게 증가하였다.

TUG는 기능적 운동성을 측정하기 위한 방법으로써 쉽고 간단하며 특별한 도구나 장비 없이 작은 공간에서 기능적인 움직임을 검사할 수 있는 방법이다. 정상 성인의 경우 10초미만으로 나타나며, 60대 정상 남성의 경우 8~13.1초로 조사되었고(Steffen, Hacker, & Mollinger, 2002), 14 초 이상일 경우 낙상의 위험성이 높다고 보고하였다(Shumway-Cook, Brauer, & Woollacott, 2000). Desai, Goodman, Kapadia, Shay와 Szturm (2010)의 연구에서 지역사회에 거주하는 노인들을 낙상을 경험한 그룹과 경험하지 않은 그룹으로 나누어서 균형과 기능적 수행능력을 비교한 결과 낙상을 경험한 그룹의 TUG 시간이 17초로 조사되었고 낙상을 경험하지 않은 그룹은 13초로 두 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였다.

Rose와 Clark (2000)의 연구에서도 낙상 경험이 있는 노인 대상자에게 시각되먹임 균형훈련을 통해 TUG와 BBS의 점수변화에 있어서 유의한 차이를 보였다는 결과와 일치한다. Zijlstra 등 (2010)의 연구에서도 허약한 노인들을 대상으로 실시할 경우 자세조정, BBS, weight shifting 등에 있어서 긍정적인 효과를 이룰 수 있으며 특히 노인 뇌졸중환자의 균형이나 보행, 움직임 등의 개선을 이끄는 데 효과적이라고 보고하였다.

Walker 등(2000) 등의 연구에서는 뇌졸중 발병 후 80일 이내에 있는 환자들을 대상으로 시각되먹임 균형훈련을 실시한 후 TUG 시간이 중재 전 54.2초에서 중재 실시 1개월 후에는 28.2초로 매우 유의한 감소 효과를 나타내었다. 이는 뇌졸중 발병 후 3개월 이내에 재활운동을 적용할 경우 최대한의 기능회복을 보일 수 있음을 보여주는 것으로서 발병 초기의 균형훈련의 중요성을 보여주었다. 같은 연구에서 시간이 지남에 따라 TUG 속도가 감소함으로 BBS 점수도 35.9점에서 47.9점으로 유의하게 증가하였다. 이는 일반적인 활동에 기반을 둔 균형수행능력이 증가하였음을 지지하는 것이다.

본 연구의 대상자들은 체중을 좌우로 이동시키고,

균형을 조절하고, 상하지의 가동운동, 체간의 굴곡 신전과 같은 동작을 반복적으로 시행하였고 또한 화면을 통한 시각적 되먹임을 통해 즉각적인 피드백을 받아 올바른 자세를 유지하며 훈련할 수 있었다. 이러한 과정을 통해 정적, 동적 균형능력의 향상을 가져온 것으로 사료된다.

Sihvonen 등(2004)의 연구에서도 허약한 여성 노인들에게 4주간의 시각되먹임 균형훈련을 실시한 후 균형능력의 유의한 향상을 보고하였으며 BBS 점수도 48점에서 51.95점으로 유의하게 증가하여 본 연구결과와 일치하였다. Srivastava, Taly, Gupta, Kumar와 Murali (2009)의 연구에서는 특히 만성기에 접어든 뇌졸중 환자를 대상으로 실시하여 균형능력의 유의한 효과를 보고하였다.

노인에게 운동중재를 적용할 경우 개별화된 운동 강도를 적용하는 것이 더욱 효과적이라는 보고에 근거하여(Kim et al., 2007), 본 연구에서는 각 대상자에게 맞는 운동 강도를 설정하였으며 과제수행능력에 따라 운동 강도를 점진적으로 증진시켰다. 이러한 요소도 본 연구의 균형능력향상에 유의한 변화를 가져온 것으로 생각한다. 노인들의 낙상을 예방하고자 하는 중재는 균형과 근력 등을 증진시키는 훈련과 환경적 위험을 개선하는 것, 낙상예방교육 등이 있다. 시각되먹임 균형훈련은 균형과 근력을 개선하고자 하는 훈련으로 본 연구와 여러 연구를 통해 균형과 근력의 개선에 효과적인 것으로 나타났다. 하지만 신체활동능력의 개선과 함께 환경 개선, 낙상예방 교육 등이 병행되어야한다고 생각한다.

이상의 결과를 통해 본 연구의 시각되먹임 균형훈련은 노인 대상자들에게 적용하였을 때 정적, 동적 균형능력에 있어서 유의한 효과를 가져와 균형증진에 효과적임을 확인하였다.

본 연구의 제한점은 균형능력의 향상은 가져왔으나 실제적으로 낙상 발생률을 감소시켰는지에 대해서는 규명하지 못했다. 따라서 추후 낙상발생률의 변화를 측정할 수 있는 종적인 연구가 필요하겠다.

결론 및 제언

본 연구는 낙상을 경험한 노인들에게 시각되먹임

균형훈련을 적용하여 정적, 동적 균형에 미치는 효과를 파악하고자 시도되었다. 시각되먹임 균형훈련은 힘판을 이용하여 주 2회, 1시간씩 6주간 적용하였으며 그 결과 노인들의 정적, 동적 균형능력에서 유의한 향상을 가져왔다.

본 연구를 통하여 시각되먹임 균형훈련이 노인들의 균형능력 향상에 효과가 있음을 확인하였으므로 지역사회 낙상의 위험이 있는 노인들에게 균형증진을 위한 적절한 간호중재로 활용될 수 있겠다. 이상의 연구 결과를 토대로 6개월 이상의 장기간의 효과를 검증하여 볼 것을 제안하며 균형에 관련된 변수뿐 만 아니라 낙상과 직접적으로 관련된 변수들도 함께 측정하여 시각되먹임 균형훈련이 노인들에게 미치는 전반적인 영향에 대해 연구할 필요가 있겠다.

REFERENCES

- Berg, K. O., Maki, B. E., Williams, J. I., Holliday, P. J., & Wood-Dauphinee, S. L. (1992). Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73(11), 1073-1080.
- Choi, W. J., Hoffer, J. A., & Robinovitch, S. N. (2010). Effect of hip protectors, falling angle and body mass index on pressure distribution over the hip during simulated falls. *Clinical Biomechanics*, 25(1), 63-69.
- Chou, W. C., Tinetti, M. E., King, M. B., Irwin, K., & Fortinsky, R. H. (2006). Perceptions of physicians on the barriers and facilitators to integrating fall risk evaluation and management into practice. *Journal of General Internal Medicine*, 21(2), 117-122.
- Desai, A., Goodman, V., Kapadia, N., Shay, B. L., & Szturm, T. (2010). Relationship between dynamic balance measures and functional performance in community-dwelling elderly people. *Physical Therapy*, 90(5), 748-760.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*, 45(6), M192-197.
- Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M., & Aromaa, A. (2006). Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*, 52(4), 204-213.

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191.
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Lamb, S. E., Gates, S., Cumming, R. G., et al. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Systematic Review*(2), CD007146.
- Heiden, E., & Lajoie, Y. (2009). Games-based biofeedback training and the attentional demands of balance in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 22(5-6), 367-373.
- Kim, C. S., Park, I. H., Kim M. W., Chang, S. H., Kim, Y. J., Park, M. H. et al. (2007). Effects of exercise using Thera band on body compositions, blood pressure and physical fitness in the elderly women. *Journal of Muscle and Joint Health* 14(2), 158-168.
- Lee, Y. H. (2009) Effect of 24-weeks aquatic fall rick reduction exercise program on balance, physical fitness, and body composition in elderly women. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 23(1), 59-70.
- Lindemann, U., Rupp, K., Mucbe, R., Nikolaus, T., & Becker, C. (2004). Improving balance by improving motor skills. *Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie*, 37(1), 20-26.
- Liu, C. J., & Latham, N. K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Systematic Review*(3), CD002759.
- Lord, S. R., McLean, D., & Stathers, G. (1992). Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community. *Gerontology*, 38(6), 338-346.
- Moylan, K. C., & Binder, E. F. (2007). Falls in older adults: Risk assessment, management and prevention. *American Journal of Medicine*, 120(6), 493 e491-496.
- Petridou, E. T., Manti, E. G., Ntinapogias, A. G., Negri, E., & Szczerbinska, K. (2009). What works better for community-dwelling older people at risk to fall?: A meta-analysis of multifactorial versus physical exercise-alone interventions. *Journal of Aging Health*, 21(5), 713-729.
- Pinsault, N., & Vuillerme, N. (2008). The effects of scale display of visual feedback on postural control during quiet standing in healthy elderly subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(9), 1772-1774.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148.
- Rose, D. J., & Clark, S. (2000). Can the control of bodily orientation be significantly improved in a group of older adults with a history of falls? *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(3), 275-282.
- Saari, P., Heikkinen, E., Sakari-Rantala, R., & Rantanen, T. (2007). Fall-related injuries among initially 75- and 80-year old people during a 10-year follow-up. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 45(2), 207-215.
- Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234-2243.
- Shin, K. L., Shin, S. J., Kim, J. S., Kim, J. Y. (2005). Original articles: The effects of fall prevention program on knowledge, self-efficacy, and preventive activity related to fall, and depression of low-income elderly women. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 35(1), 104-112.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896-903.
- Sihvonen, S. E., Sipila, S., & Era, P. A. (2004). Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: A randomized controlled trial. *Gerontology*, 50(2), 87-95.
- Srivastava, A., Taly, A. B., Gupta, A., Kumar, S., & Murali, T. (2009). Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique. *Journal of the Neurological Sciences*, 287(1-2), 89-93.
- Steffen, T. M., Hacker, T. A., & Mollinger, L. (2002). Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical Therapy*, 82(2), 128-137.
- Walker, C., Brouwer, B. J., & Culham, E. G. (2000). Use of visual feedback in retraining balance

following acute stroke. *Physical Therapy*, 80(9), 886-895.

WHO, (2009). "Falls". Retrieved February 10, 2011, from the World Health Organization Web site: http://www.who.int/violence_injury_prevention/other_injury/falls/en/index.html

Zijlstra, A., Mancini, M., Chiari, L., & Zijlstra, W. (2010). Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 7, 58.