

## 시각적 되먹임 훈련이 편마비 환자의 균형능력에 미치는 영향

정우식 · 김병길 · 김은비 · 신예지 · 양용필 · 황기경 · 이홍균

씨티재활병원 재활센터

### The effect of visual feedback training on balance ability in patients with hemiparetic

Woo-Sik Jeong, P.T., M.S., Byung-Kil Kim, P.T.,  
Eun-Bi Kim, P.T., Ye-Ji Shin, P.T., Yong-Pil Yang, P.T., M.S.,  
Ki-Kyung Hwang, P.T., Hong-Gyun Lee, P.T., M.S.

*Dept. of Rehabilitation Center, City Rehabilitation Hospital*

#### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of present study was to determine effects of a visual feedback training on balance ability in poststroke hemiparetic subjects.

**Methods** : Fourteen chronic stroke patients participated. Participants were randomly divided into either visual feedback training group(7 experimental group, 7 control group). All of participated were inpatients at local rehabilitation center and had been receiving a traditional rehabilitation program, five days a week. Experimental group have additionally undergone for four weeks, three days a week, the visual feedback training but control group was not received any additional program except the traditional rehabilitation program. The Berg Balance Scale(BBS), the FICSIT-4, the MTD-balance system to measure a balance ability were carried out twice before and after training.

**Results** : After participation in the program, subjects of visual feedback training demonstrated a significant improvement in the scores of the BBS, the FICSIT-4, the MTD-Balance system. The control group had no change on the any tests. After the training, the result to improve significantly in visual feedback training group compared to post-test of control group were the score of BBS and the FICSIT-4 and the MTD-Balance system.

**Conclusions** : The present study suggests that the visual feedback training program may become a useful strategy for enhancing balance ability in the rehabilitation of stroke patients.

---

**Key Words** : Balance ability, Visual feedback training, Stroke

---

\* 본 연구는 2010년 PNF 광주지회 학술연구비 지원에 의해 진행되었음.

교신저자 : 이홍균, E-mail: leehonggyun@hanmail.net

논문접수일 : 2010년 5월 06일 / 수정접수일 : 2010년 6월 06일 / 게재승인일 : 2010년 6월 11일

---

## I. 서 론

환경 안에서 여러 과제를 수행하기 위해 기저면(base of support) 위에서 신체의 균형을 유지하는 능력은 일상생활에서 가장 중요한 운동 조절 요소 중 하나이다(Carr와 Shepherd, 2003). 균형이란 기저면(BOS)과 지지하는 관절에 연계된 신체 분절의 운동을 조절하는 것으로 정의하는데(MacKinnon과 Winter, 1993), 균형은 상태(state)로서의 균형과 기능(function)으로서의 균형으로 나눌 수 있다. 상태(state)로서의 균형은 몸이 평형상태에 있는 것 혹은 힘의 합이 영인 상태로 정의되며, 기능(function)으로서의 균형은 체중지지면 위에 중력중심을 유지하기 위해 지속적인 근육활동과 관절 움직임이 요구되는 것으로 정의된다(김종만과 이충휘, 2004).

균형은 인체의 움직임을 감각기관을 통하여 감지한 후 그 정보를 중추신경계에 보내어 통합하고 이를 근골격계에서 반응하도록 하는 복잡한 과정을 거쳐 유지되는데(Nashner, 1994), 적절한 균형조절을 위해서는 전정기능, 시각정보, 고유감각 그리고 인지능력들의 상호작용이 요구된다(Wernick-Robinson 등, 1999). 또한, 변화하는 환경이나 과제에 적응할 수 있는 효율적인 근긴장도, 근력과 지구력, 관절의 유연성 등이 균형유지에 영향을 준다(Davies 등, 1992; Iverson 등, 1990).

뇌졸중 환자들은 이러한 상호작용의 불능으로 낙상에 대한 위험성의 증가와 기능적인 움직임이 저하되고 그리고 일상생활의 많은 제한을 받는다. 뇌졸중 후에 균형 문제를 갖고 있는 환자들은 보행 도중에 방향을 바꾸거나 장애물을 넘어가는 것에 대하여 많은 어려움을 호소하며(Said 등, 1999; 2005), 이것은 병원 또는 퇴원 후 가정에서의 낙상의 위험성을 증가시킨다. 균형능력의 저하로 인한 낙상에 대한 위험성의 증가는 환자로 하여금 이동(mobility)에 대한 자신감을 감소시키고 두려움을 증가시킨다. 이러한 악순환(cycle)은 환자들을 비 활동적(less activity)이게 만들고 동기부여를 감소시키며 낙상으로 인한 골절 및 사망 등 많은 2차적인 문제들을 일으킬 수 있다(Mackintosh 등, 2005). 이러한 이유로 뇌졸중 환자들의 균형 조절학습은 재활의 중요

한 목적이며 다른 기능적인 활동의 향상을 위하여 우선되어야 할 치료이다(Walker 등, 2000).

이러한 균형능력에 문제를 가지고 있는 뇌졸중 환자들에게 힘판을 이용한 생체되먹임(force platform biofeedback) 훈련(Yavuzer 등, 2006), 자전거 타기 훈련(Katz-Leurer 등, 2006), 심상(mental) 훈련(Yoo와 Chung, 2006), 율동적 좌우 체중이동 훈련(Cheng 등, 2001), 청각(auditory) 되먹임 훈련 등이 균형능력의 향상에 도움이 된다고 보고되고 있다.

앞의 중재방법과 더불어 균형 문제를 해결하는 방법으로 시각적 되먹임(visual feedback) 훈련이 있다. 김재현(2007)은 편측무시가 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 하여 시각적 되먹임 훈련이 균형능력에 미치는 효과에 대하여 알아보았고, 이동엽(2008)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 운동을 실시하여 시각적 되먹임 훈련에 대한 효과를 알아보았다. 시각적 되먹임 훈련은 시각적 정보를 통해 서기 자세에서 신체 움직임의 이동과 공간에 대한 지남력을 파악하여 자세 조절 능력의 증진하며(Dault 등, 2003; Walker 등, 2000), 시각적 되먹임 훈련이 균형조절 장애를 가진 환자의 자세조절에 중요하다(Laufer 등, 2003).

선행 연구들에서는 무게중심 이동을 통한 훈련과 측정이 대부분이었고, 균형에 영향을 미칠 수 있는 요소인 체중지지율에 관한 접근은 부족하였다. 따라서, 본 연구에서는 시각적 되먹임 훈련이 편마비 환자들의 균형능력에 미치는 영향을 알아보려고 양하지 체중지지율을 화면에 표시하는 MTD-balance system을 이용하여 시각적 되먹임 훈련을 실시하였고, 중재 후 균형능력의 변화를 측정하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 진단을 받고, 병원에서 치료를 받고 있는 편마비 환자 14명을 대상으로 하였다. 균형훈련을 위해 밸런스 패드만을 이용한 대조군 7명과 MTD-balance system 위에서 밸런스 패드와

시각적 퇴먹임을 이용한 실험군 7명을 무작위로 배치하였다.

대상자의 선정기준은 다음과 같다. 뇌졸중이 발병한 지 6개월 이상 경과한 자, 연구자가 지시한 내용을 이해하고 동의한 자, 시야 결손과 전정기관에 이상이 없는 자, 하지에 근골격계 질환이 없는 자로 하였다.

## 2. 연구도구

### 1) 측정도구

#### (1) Berg Balance Scale(BBS)

Berg 균형척도는 노인의 균형능력을 측정하는 도구로 14개의 항목으로 되어 있으며 앉기, 서기, 자세 변화 3개의 영역을 최소 0점에서 최고 4점을 적용하며 총 56점 만점이다(Blum 과 Korner-Bitensky, 2008). 평가항목을 독립적으로 수행하거나, 정해진 시간 내에 수행하면 4점으로 평가하고, 점차적으로 보조 정도에 따라 점수를 낮게 단계적으로 평가하게 된다. 45점 이하가 나올 경우 낙상의 위험을 줄이기 위하여 보행 시 지팡이와 같은 보조도구가 필요하다는 것을 시사하며, 또한 낙상 가능성이 높다고 평가된다(Bogle Thorbahn 과 Newton, 1996).

#### (2) FICSIT-4

정적 균형을 검사하기 위하여 FICSIT-4를 사용하였다(Rossiter-Fornoff 등, 1995). 평가 항목은 7가지로 구성되어 있고, 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서 실시한다. 보통자세로 서 있기(parallel), 한쪽 발의 엄지와 반대쪽 발뒤꿈치에 붙이기 자세(semi-tandem), 한쪽 발을 반대쪽 발 뒤에 붙이기(tandem), 한쪽 다리 들고 서 있기(one-leg stand)로 실시하고 각 항목 당 점수는 0~4점까지 주어진다. 총점은 28점이다.

#### (3) MTD-Balance System

실험군과 대조군의 기립자세에서의 균형능력을 검사하기 위하여 Measurement Training and Documentation-Balance System(MTD-Balance System)<sup>1)</sup>을 이용하여 측정하였다. 이 장비는 환자의 균형능력 측정 도구

로서, 양 발에 주어지는 체중부하량으로 자세의 흔들림을 측정하여 균형을 검사하는 도구이다. 센서가 있는 힘판(force plate) 두 개, 모니터와 컴퓨터, 균형을 분석할 수 있는 프로그램으로 구성되어 있으며, 측정된 값은 N(뉴턴)으로 모니터에 그래프로 기록된다.

## 3. 연구절차

### 1) 측정절차

BBS, FICSIT-4, MTD balance system의 측정은 숙련된 검사자가 중재 시작 전에 측정하였고, 세 가지의 측정도구는 무작위로 진행되었으며, 측정 사이에는 3분간의 휴식시간이 주어졌다. 중재 후, 측정은 동일한 검사자가 실시하였고, 중재 전과 같은 방법으로 진행되었다.

#### (1) Berg Balance Scale(BBS)

BBS는 크게 앉기, 서기, 자세변화 3가지의 영역으로 나뉘며 항목별 자세를 독립적으로 실시하게 하였고, 어려울 경우 검사자의 보조 하에 실시하여 이를 점수에 반영하였다.

측정에 사용되는 도구로는 줄자, 스태프위치, 팔걸이가 있는 의자와 없는 의자, 일정한 높이의 발판 등이 있으며 중재 전 후 동일한 도구를 사용하였다. 이 검사의 평가시간은 15분~20분이 소요되며 한명의 숙달된 검사자에 의해 연구 전과 후에 측정을 실시하였다. 실험 전에 각 조건의 자세를 설명하고 시범을 보인 후 몇 번의 연습을 거쳐 측정 자세와 방법에 익숙해진 다음에 측정하였다.

#### (2) FICSIT-4

FICSIT-4의 측정은 먼저 검사자가 피검사자에게 측정항목에 대해 설명하여 숙지시키고, 각 항목마다 눈을 뜨고, 감은 상태로 측정하였다. 각 항목의 최대 유지 시간은 10초로 하였고, 독립적 수행, 감독 여부 그리고 3초를 기준으로 하여 최소 0점에서 최대 4점으로 등급

1) MTD-Balance System(BR Biomedicals Pvt. Ltd, Germany)

화 하여 점수를 주었다.

(3) MTD-Balance System

본 연구의 대상자는 힘판(force plate) 위에 올라가 기립자세에서 전방을 주시하게 하였다. 모니터를 대상자가 보지 못하게 함으로써 시각적 정보를 차단하였으며, 발의 위치와 지지면의 넓이가 자세 흔들림의 크기와 속도에 영향을 미치지 않도록 양 발의 넓이가 같게 힘판에 표시를 함으로써 모든 대상자가 일정한 부분을 밟고 서있도록 하였다.

대상자에게 먼저 실험 방법을 구두로 설명하고 힘판 위에 올라가게 하였다. 그리고 기립자세에서 전방을 주시하고 60초간 서있는 자세를 유지하도록 하여 2회 측정하여 평균값을 데이터 처리 하였다.

2) 증재절차

실험군과 대조군에게 밸런스 패드를 이용한 운동프로그램을 동일하게 실시하였다. 운동 프로그램은 다음과 같이 4가지 항목으로 구성되었다(그림 1). 첫째, 밸런스 패드 위에서 기립자세를 1분간 유지하였고, 둘째, 밸런스 패드 위에서 뒤꿈치 들기를 10회 실시하였다. 셋째, 밸런스 패드 위에서 무릎 구부렸다 펴기를 10회 실시하였고, 마지막으로 밸런스 패드 위에서 무릎을 구부린 상태로 10초간 유지하기를 실시하였다. 항목 사이에 10초의 휴식시간을 두었으며, 4가지 항목의 운동을 1세트로 하여 총 3세트를 시행하였다. 세트 사이의 휴식시간은 1분으로 하였고 이와 같은 방법으로 일주일에 3회, 총 4주 동안 실험을 진행하였다.

실험군은 MTD-Balance system의 힘판 위에 놓여



그림 1. 밸런스 패드를 이용한 운동프로그램

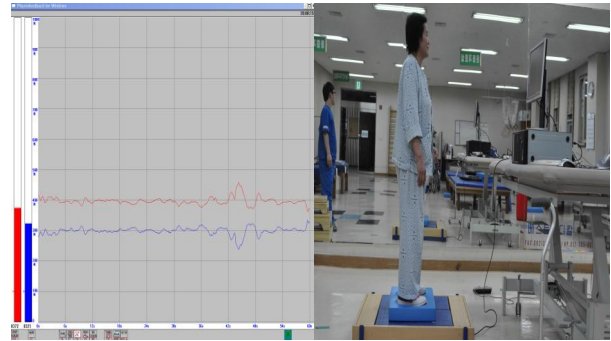


그림 2. 시각적 되먹임을 이용한 훈련

있는 밸런스 패드에서 양 하지의 체중부하량이 출력되는 모니터를 응시하면서 스스로 체중이 균등하게 분배될 수 있도록 하며 운동프로그램을 실시하였다(그림 2).

이와 달리 대조군은 지면에 놓여있는 밸런스 패드 위에서 운동프로그램을 실시하였다. 훈련 시 독립적으로 수행하지 못하는 경우 치료사가 마비측 하지의 움직임을 보조해 주었다. 실험 도중 대상자의 자세가 올바른지 지속적으로 확인하고 올바른 자세를 취할 수 있도록 격려했다.

4. 분석방법

수집된 자료는 SPSS 17.0 version<sup>®2)</sup>을 사용하여 분석하였다. 연구대상자들의 측정항목 간의 정규분포성을 알아보기 위하여 단일표본 Kolmogorov-Smirnov검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포가 가정되어 측정항목 간을 비교하기 연구의 증재 전 값을 공변인으로서 한 두 집단(실험군, 대조군)간 공변량 분석(Analysis of Covariance, ANCOVA)을 실시하였다. 유의수준( $\alpha$ )은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구의 실험 대상자는 총 14명이었으며 실험군 7명, 대조군 7명이였다. 평균 연령은 대조군이 50±8.29

2) SPSS Inc.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

구 분	대조군(n=7)	실험군(n=7)
평균연령(세)	50±8.29	52±14.66
성별	남: 4, 여: 3	남: 3, 여: 4
마비측	좌: 6, 우: 1	좌: 5, 우: 2
유병기간(개월)	13.43±6.8	20±11.43
Mean±SD		

세, 실험군이 52±14.66세였고, 마비부위는 오른쪽 편마비가 3명, 왼쪽 편마비가 11명이었다. 발병기간은 대조군이 13.43±6.8개월, 실험군이 20±11.43개월 이었다(표 1).

2. Berg Balance Scale(BBS)

중재 후 대조군의 BBS 값은 34.71±9.74점이었으며, 실험군은 47±6.83점이었다. 중재 전 값을 공변인으로 처리한 공분산 분석 결과, 실험군의 중재 후 BBS 값이 대조군에 비하여 유의하게 컸다(F=16.19, p=.02).

3. FICSIT-4

중재 후 대조군의 FICSIT-4 값은 17.14±7.31점이었으며, 실험군은 19.71±4.49점이었다. 중재 전 값을 공변인으로 처리한 공분산 분석 결과, 실험군의 중재 후 FICSIT-4 값이 대조군에 비하여 유의하게 컸다(F=17.03, p=.02).

4. MTD-Balance System

중재 후 대조군의 MTD-Balance system값은 152.3

±154.97(N)이었으며, 실험군은 58.03±33.94(N)이었다. 중재 전 값을 공변인으로 처리한 공분산 분석 결과, 실험군의 중재 후 MTD-Balance system값이 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다(F=14.87, p=.003).

IV. 고 찰

뇌졸중으로 인한 일차적인 손상으로 근력과 감각의 변화 등이 나타나며 이로 인하여 균형에 대한 손상된다(Carr와 Shepherd, 2003). 뇌졸중으로 인한 장애가 오면 환자는 낙상 등의 위험이 높아지므로, 임상적으로 균형을 정확하게 측정하고 중재하는 것은 매우 중요하다. 최근에는 뇌졸중 환자의 균형능력을 증진시키기 위해 여러 중재 방법들을 이용한 연구들이 많이 이루어지고 있다. Geurts 등(2005)의 연구에 의하면 뇌졸중 환자는 정상인에 비해 균형을 유지하는데 시각적 정보의 의존도가 높다고 하였으며, 시각적 퇴먹임을 이용한 균형훈련의 연구들에서 균형훈련을 하지 않은 뇌졸중군보다 자세 안정성의 증가와 비대칭적인 체중지지 정도의 개선을 가져왔다고 하였다.

BBS, FICSIT-4, MTD-balance system 이 세 가지 측정도구를 사용하여 중재 전과 후의 균형능력을 비교하였다. 그 결과 BBS의 점수는 중재 후 실험군에서 대조군 보다 유의한 증가를 보여 균형능력이 향상되었으며, FICSIT-4에서도 중재 후 실험군에서 유의한 증가를 보여 정적 균형능력이 향상됨을 알 수 있었다. 그리고 MTD-balance system을 통한 측정에서는 중재 후 실험군에서 양 하지의 체중부하량의 차이가 대조군 보다 유의한 감소를 보였다. 밸런스 패드만 이용하여 운동프로그램을 실시한 대조군과 달리, 실험군에서는 시

표 2. 훈련 후 그룹 간 공변량 분석

측 정	중재 후(4주)		ANCOVA	
	대조군 (n=7)	실험군 (n=7)	F	P
BBS (score)	34.71±9.74	47±6.83	16.19	0.02*
FICSIT-4 (score)	17.14±7.31	19.71±4.49	17.03	0.02*
MTD-Balance (N)	152.3±154.97	58.03±33.94	14.87	0.003**

\*: p<0.05, \*\*: p<0.01

각적인 반응을 유도하는 시각적 되먹임을 추가하여 운동프로그램을 실시하였다. 이러한 결과를 통하여 시각적 되먹임이 편마비 환자들의 균형훈련에 영향을 미쳐 균형능력을 향상시켰음을 알 수 있었다.

Srivastava 등(2009)은 편마비 환자에게 Balance master를 이용한 시각적 되먹임 훈련을 실시한 결과, 시각적 되먹임 훈련을 적용한 실험군이 대조군에 비해 중재 후 BBS 점수에서 유의한 증가를 보였다고 하였다. 본 연구에서도 중재 후 BBS 점수의 유의한 증가를 보여 선행연구와 유사한 결과를 보였다. Hamman 등(1992)은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에서 시각적 되먹임 균형훈련이 기립자세에서 안정성 증진을 위해 효과적이라고 하였다. 본 연구에서도 이와 유사하게 중재 후 기립 시 MTD-balance system 측정 결과 정적인 균형능력이 향상됨을 보였다.

앞에서 제시한 여러 연구들은 기립자세에서 신체의 무게중심점(center of gravity)의 반복적인 이동을 통하여 균형능력을 증진시켰다. 하지만 이를 통하여 일상생활에서 지지면의 크기가 변하는 동적인 동작에서 균형 조절 능력의 증진을 설명하기에는 미흡하였다. 본 연구에서는 편마비 환자에게 시각적 되먹임을 이용하여 정적인 움직임과 동적인 움직임을 복합적으로 적용한 운동프로그램을 실시하였다.

자세 및 균형조절은 시각, 전정감각, 고유수용성 감각으로부터 신체의 움직임을 감지하여 중추신경계로 입력시켜 감각통합 후 근골격계로 적절하게 반응을 수행하는 복잡한 과정을 통하여 달성된다(이한숙 등, 1996). 편마비 환자는 시각적 되먹임 훈련을 통하여 다양한 감각을 직접적으로 받아들일 수 있다.

시각은 불규칙한 표면과 같은 고유수용성 감각이 변화를 일으키는 상황에서 자세 안정을 위해 중요한 역할을 하게 되고(Paulus 등, 1984), 시각적 되먹임 훈련을 통해 더 나은 고유수용성 정보를 받아들이게 한다. 또한, 전정기관으로부터 감각입력을 통합하여 자세 균형에 활용할 수 있게 된다(Walker 등, 2000; Nashner, 1989). 이에 본 연구에서는 불규칙한 표면과 시각적 되먹임 훈련이 다양한 감각을 받아들이게 하여 편마비 환자들의 균형능력 향상에 영향을 주었다고 생각한다.

본 연구에서는 기존의 중력중심의 이동을 이용하여 실시한 시각적 되먹임 훈련과는 다르게 균형능력을 결정하는 다른 요인인 체중지지 분포율의 변화를 표시하는 시각적 되먹임을 사용하여 균형훈련을 실시하고 평가하였다.

연구의 제한점으로는 대상자의 수가 적고 제한된 조건하에서 일부분의 환자만을 대상으로 연구가 진행되었기 때문에 편마비 환자 전체에게 일반화하여 해석하는 것은 제한이 있다. 또한, 중재기간이 짧고 다른 복합 운동프로그램 등을 고려하지 않았다는 점이다. 추후 더 많은 편마비 환자들을 대상으로 장기간의 시각적 되먹임을 이용한 운동프로그램을 적용하여 균형능력의 변화에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 시각적 되먹임을 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 균형능력의 변화에 미치는 효과를 알아보기 위하여 실험을 실시하였다. 총 4주간 주 3회 실시하여 중재 전, 중재 후의 균형능력의 변화를 BBS, FICSIT-4, MTD-balance system을 통해 알아본 결과 시각적 되먹임 훈련을 실시한 군이 균형능력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 나타났으며, 이러한 연구 결과를 바탕으로 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 시각적 되먹임을 줄 수 있는 도구를 이용한 중재 방법을 선택하는 것이 필요하다고 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 김재현. 시각되먹임 균형훈련이 편측무시와 감각이상이 있는 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. 대구대학교 대학원. 박사학위논문. 2007.
- 김종만, 이충휘. 신경계물리치료학. 서울. 정담. 2004.
- 이동엽. 시각적 인지 이중 과제 훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 효과. 삼육대학교 대학원. 박사학위 논문. 2008.
- 이한숙, 최홍식, 권오윤. 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지, 3(3); 82-91, 1996.

- Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical Therapy*, 88(5); 559–566, 2008.
- Bogle Thorbahn L, Newton R. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Physical Therapy*, 76(6); 576–583, 1996.
- Carr J, Shepherd R. Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Elsevier Health Sciences. 2003.
- Cheng P, Wu S, Liaw M et al. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention\* 1. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(12); 1650–1654, 2001.
- Dault M, de Haart M, Geurts A et al. Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Human movement science*, 22(3); 221–236, 2003.
- Davies I, Brocklehurst J, Tallis R et al. *Textbook of Geriatric Medicine and Gerontology*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 26–60, 1992.
- Geurts A, Haart M, van Nes I. W et al. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture*, 22(3); 267–281, 2005
- Hamman R, Mekjavic I, Mallinson A et al. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 73(8); 738–744, 1992.
- Iverson B, Gossman M, Shaddeau S et al. Balance performance, force production, and activity levels in noninstitutionalized men 60 to 90 years of age. *Physical Therapy*, 70(6); 348–355, 1990.
- Katz-Leurer M, Sender I, Keren O et al. The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial. *Clinical rehabilitation*, 20(5); 398–405, 2006.
- Lauffer Y, Sivan D, Schwarzmann R et al. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 17(4); 207–213, 2003.
- MacKinnon C, Winter D. Control of whole body balance in the frontal plane during human walking. *Journal of Biomechanics*, 26(6); 633–644, 1993.
- Mackintosh S, Hill K, Dodd K et al. Falls and injury prevention should be part of every stroke rehabilitation plan. *Clinical rehabilitation*, 19(4); 441–451, 2005.
- Nashner L. Evaluation of postural stability, movement and control. *Clinical exercise physiology*. St. Louis, Mosby; 199–234, 1994.
- Nashner L: Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. 1989.
- Paulus W, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture. Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain: a journal of neurology*, 107(4); 1143–1163, 1984.
- Rossiter-Fornoff J, Wolf S, Wolfson L et al. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *The Journals of Gerontology: Series A*, 50(6); M291–M297, 1995.
- Said C, Goldie P, Culham E et al. Control of lead and trail limbs during obstacle crossing following stroke. *Physical Therapy*, 85(5); 413–427, 2005.
- Said C, Goldie P, Patla A et al. Obstacle crossing in subjects with stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(9); 1054–1059, 1999.
- Srivastava A, Taly A, Gupta A et al. Post-stroke

- balance training: Role of force platform with visual feedback technique. *Journal of the neurological sciences*, 287(1); 89–93, 2009.
- Walker C, Brouwer B, Culham E. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical Therapy*, 80(9); 886–895, 2000.
- Wernick–Robinson M, Krebs D, Giorgetti M. Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(3); 262–269, 1999.
- Yavuzer G, Eser F, Karakus D et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 20(11); 960–969, 2006.
- Yoo E, Chung B. The effect of visual feedback plus mental practice on symmetrical weight–bearing training in people with hemiparesis. *Clinical rehabilitation*, 20(5); 388–397, 2006.
-