

## 시각차단 균형훈련이 뇌졸중 환자의 보행기능에 미치는 영향

문성준 · 김용욱<sup>1†</sup> · 김태호<sup>2</sup>

전북대병원 재활의학과, <sup>1</sup>전주대학교 물리치료학과, <sup>2</sup>대구대학교 물리치료학과

### The Effects of Balance Training with Visual Cue Deprivation on Gait Function in Patients with Stroke

Sung-jun Moon, PT, BHSc, Yong-wook Kim, PT, PhD<sup>1†</sup>, Tae-ho Kim, PT, PhD<sup>2</sup>

Department of Rehabilitation Medicine, Jeonbuk National University Hospital, <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Jeonju University, <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Deagu University

Received: June 6, 2012 / Revised: September 3, 2012 / Accepted: September 19, 2012

© 2012 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

#### | Abstract |

**PURPOSE:** The purpose of this study was to investigate the effect of balance rehabilitation training with the visual cue deprivation on gait function in stroke patients in comparison with balance training without the visual cue deprivation.

**METHODS:** Twenty two stroke patients participated in this study. Patients were randomly assigned to one of the two balance training program with and without the visual cue deprivation. Balance training session for each group lasted 50 minutes, 3 times a week for a total of 6 weeks. Gait function was measured with the Functional Gait Assessment (FGA), the self-selective comfortable gait speed (CGS), the maximal gait speed (MGS), and the Gait Analysis System. Temporal and spatial gait parameters of each evaluation were measured before and after the balance training program respectively.

**RESULTS:** After the program, the visual cue deprivation

group improved significantly in the FGA, the CGS, the gait velocity, the step time, the step length, the stride length, and the Functional Ambulation Performance (FAP) in comparison with the balance training group with the visual cue ( $p < .05$ ).

**CONCLUSION:** The gait function of the participants with the visual cue deprivation showed more improvement after the balance training program compared to the patients group without the visual cue deprivation, Therefore, the balance training program with the visual cue deprivation may be useful for rehabilitation of patients with chronic stroke.

**Key Words:** Balance training, Gait function, Stroke, Visual cue deprivation

#### I. 서론

균형 장애는 뇌졸중 후 발생하는 주요 문제점 중 하나이다(Yelnik 등, 2008). 편마비 환자들은 균형 장애로 인해 낙상의 위험도가 높으며, 재활기간이 길고, 일상으로의 복귀도 늦어진다(Perennou 등, 2005; Teasell 등, 2002; Tutuarima 등, 1997). 편마비 환자들의 낙상

†Corresponding Author : ptkim@jj.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

위험을 높이는 요소들은 정신장애(mental disorders), 요실금(urinary incontinence), 운동손상(motor impairment), 시 공간 무시(visuospatial neglect), 자세불안정(postural instability) 등 이다(Nyberg와 Gustafson, 1997; Tutuarima 등, 1997). 낙상은 심각한 합병증을 초래할 수 있는데 가장 주요한 합병증은 낙상에 대한 두려움으로 인한 정신장애와 활동의 제한이다. 이로 인해 스스로 할 수 있는 일이 제한되고, 보호자의 도움에 의존하여 삶의 질이 저하된다. 또한 초기의 균형 장애정도는 뇌졸중 후 기능 회복의 예후를 예측할 수 있는 좋은 판별 변수 중 하나로 알려져 있다(Tyson 등, 2007). 따라서 초기 뇌졸중 환자의 재활치료의 초점은 균형 회복을 위한 다양한 전략들로 구성되어야 하며, 이를 통해 독립적 일상생활 및 보행 등 삶의 질을 향상시켜야 한다.

보행은 신체의 모든 조직이 관여하는 복잡한 과정으로 입각기 동안 안정된 상태를 유지하는 동안 동시에 반대쪽은 유각기가 이루어지며 이동하는 연속적이고 반복적인 동작이다(Perry, 1992). 보행은 균형 및 자세 조절 능력과 관계가 있으며, 보행 중 평형상태를 유지하기 위해 감각입력통합이 매우 중요하다(Smania, 2008). 편마비 환자는 부분적 체중지지로 인해 균형 유지가 어렵고, 이동능력 및 보행능력, 독립적 일상생활 수행능력 저하가 나타난다(Sackley와 Lincoln, 1997). 균형은 전정기능, 시각, 청각, 고유수용기 및 감각수용기로부터 입력된 구심성 자극이 중추신경계에서 통합되어 신경계와 근 골격계의 적절한 회화를 통해 시 공간 인지력을 조절하여 이루어지며, 관절범위제한, 근력약화, 근 긴장도의 변화, 감각결손, 비정상적 자세반응과 인지력 저하 등 다양한 요인이 관여한다(Bonan 등, 2004a).

최근 뇌졸중 환자의 균형과 보행 장애를 회복시키는 훈련에는 신경발달 접근, 트레드밀과 움직임 판(moving plate)을 이용한 체중지지, 특정 과제, 시각적 피먹임, 시각적 정보 차단 등이 알려져 있다(Barclay-Goddard 등, 2004; Duncan 등, 2011; Smania 등, 2008; Srivastava 등, 2009; Van Peppen 등, 2006). 그 중에 가장 일반적으로 적용되는 신경 촉진 기술(neurofacilitation techniques)과 보바스 개념(bobath concept)의 접근 방법은 신경생리학적 성숙에 기초하여 널리 사용되고 있으나 서있을 때 균형을 회복을

목표로 하기 보다는 정상 근 긴장도의 회복을 통한 반사억제 기술로 병적 움직임 패턴을 수정하는 치료로 알려져 있다(Bonan 등, 2004b). 반면에 Yelnik 등(2008)에 의해 소개된 시각적 정보 차단법은 뇌졸중 환자의 균형능력 향상을 위해 과도한 시각 의존을 억제하여 체성감각과 전정감각입력을 적절하게 이용할 수 있는 특성이 있으며, 환자로 하여금 고유수용성 체성감각과, 전정감각입력을 유도하는 특징을 가진 치료로 알려져 있다.

뇌졸중 환자의 시각과 관련된 균형훈련에는 시각에 의존한 시각피먹임 훈련을 통해 균형능력이 향상되었다는 보고(Heller 등, 2005; Sackley 등 1997)가 있는 반면에 시각 차단 훈련이 균형 향상에 효과적이라는 연구가 있었다(Bonan 등, 2004b; Smania 등, 2008; Yelnik 등, 2008). 뇌졸중 환자들은 균형을 유지하기 위하여 시각적 정보에 의존하는 경향이 강하며, 시각을 차단하게 되면 균형 유지에 어려움을 겪기 때문에 시각적 정보에 의존하여 균형을 유지하려 한다. 그러나 과도한 시각 의존은 고유수용성 체성감각과 전정감각 입력을 통한 균형능력 수정에 방해 요인으로 작용할 수 있다(Bonan 등, 2004a). Yelnik 등(2008)은 뇌졸중 후 3개월에서 15개월 사이의 환자 68명을 대상으로 시각 허용 군과 시각 차단 군을 1시간 동안 매주 5회, 4주간 운동 수행 후 균형능력의 변화를 알아본 결과 두 집단 모두 균형 및 보행의 향상이 있었으나, 시각 차단 군에서 더 큰 균형의 향상이 있었다고 보고하였다.

뇌졸중 환자에 대한 시각 차단 훈련이 균형능력에 미치는 영향에 대한 연구들은 국내외에 보고되고 있으나(Kook, 2010; Bonan 등, 2004a; Bonan 등, 2004b; Smania 등, 2008; Yelnik 등, 2008), 아직까지 뇌졸중 환자의 시각 차단 균형훈련이 보행기능에 미치는 영향에 대한 연구는 활발하지 않고 드문 형편이다. Cho과 Lee(2007)은 뇌졸중 환자의 보행능력이 서기균형과 관련 있고 자세 균형조절과 관련된 보행은 일상생활에서 복잡한 운동 과제의 수행을 필요로 할 때 함께 작용하는 것으로 생각 할 수 있다고 하였다. 이전 연구를 기초로 보았을 때 만성 뇌졸중 환자들에게서 과도한 시각의존이 나타나고 뇌졸중 후 시각을 차단한 상태에서 체성감각과 전정감각의 사용을 유도한 시각 차단 훈련 접근법이

시각 허용 접근법 보다 더 효과가 있다고 보고 하였다 (Bonan 등, 2004a; Bonan 등, 2004b; Smania 등, 2008; Yelnik 등, 2008). 과도한 시각 의존은 고유수용성 체성 감각과 전정감각, 시각자극의 통합을 교란하여 보행기능을 저하 시킬 수 있기 때문에 시각을 차단한 상태에서의 균형훈련이 필요하며, 이를 통해 고유수용성 체성 감각과 전정감각 사용을 유도할 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 뇌졸중 환자를 대상으로 시각 차단 균형훈련이 보행기능에 미치는 영향을 알아보는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 2011년 7월 25일부터 9월 10일까지 전주시 소재 의리기관의 재활의학과에 입원 및 외래를 통하여 포괄적인 재활치료를 받는 뇌졸중 환자 중 발병 후 6개월 이상 경과한 27명의 환자를 대상으로 실시하였다. 연구대상자의 선정조건은 타인의 도움 없이 스스로 보행을 하거나 보조도구를 사용하여 14m 이상 보행이 가능하고, 타인의 도움 없이 10분 이상 서기가 가능하며, 한국어판 간이 정신상태 검사(Mini-Mental State Examination-Korean version) 결과 24점 이상인 자로 하였으며(Park과 Kwon, 1989), 모든 연구대상자가 연구에 참여할 것을 자발적으로 동의하였다. 신경학적 질환(neurologic disease), 약시(amblyopia), 현훈(vertigo), 전정기능이상(vestibular dysfunction), 양 하지에 정형 외과적 질환, 실험 시 영향을 줄 수 있는 다른 질환이 있거나

연구자의 지시 내용을 이해하고 따를 수 없는 환자는 연구대상자에서 제외하였다.

### 2. 연구 과정

연구대상자 27명을 시각 차단 군에 14명 시각 허용 군에 13명으로 각각 무작위 배정하였다. 균형훈련 프로그램은 Bonan 등(2004b)의 방법에 따라 매일 50분간 균형훈련을 시행하였으며, 시각 차단 군과 시각 허용 군 모두에게 각각 동일하게 적용했다. 시각 차단 군은 신경발달치료 후 안대를 착용하고, 각 주별로 설정된 운동프로그램을 10분간 수행 하도록 한 후 5분 동안 휴식하도록 하였다. 이러한 운동프로그램을 1일 3회 반복하였으며, 주에 3회 총 6주간 시행하였다. 운동프로그램 시작 전 5분 동안 수동관절운동과 스트레칭을 실시하였다. 각 주별 운동프로그램은 다음과 같다(Fig 1). 첫 주와 둘째 주는 치료 테이블 위에 누워서 밸런스 쿠션(Dynairball cushion, TOGU, 독일) 위에 두발을 모으고 교각자세(bridging posture)를 취하도록 하였다. 셋째 주와 넷째 주는 밸런스 쿠션 위에 앉은 자세로 두 다리는 지면에 닿도록 하고 전·후·좌·우 체중이동 조절과 교대로 다리를 전방으로 들고 균형을 유지하도록 하였다. 다섯째 주와 여섯째 주는 선 자세에서 환자의 낙상 방지를 위해 현수장치(harness)로 체간을 지지하여 안정성을 확보 한 후 다른 형태의 밸런스 쿠션(Aero-Step XL, TOGU, 독일) 위에 서서 자세유지 균형훈련을 하도록 하였다. 시각 허용 군은 안대 착용하지 않고, 시각 차단 군과 동일하게 시행하였다.



A: First to second week B: Third to fourth week C: Fifth to sixth week.

Fig. 1. The Balance training with visual cue deprivation of each weekly

### 3. 측정도구 및 측정방법

#### 1) 기능적 보행평가(Functional Gait Assessment: FGA)

FGA는 총 10개의 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목은 ‘평평한 지면에서 보행하기’, ‘보행 속도 변경하기’, ‘보행하면서 옆으로 머리 돌리기’, ‘보행하면서 상·하로 머리 움직이기’, ‘보행하다가 한 발을 축으로 돌기’, ‘장애물 위 지나서 걷기’, ‘좁은 기저면 걷기’, ‘눈을 감고 걷기’, ‘뒤로 걷기’, ‘계단 오르내리기’이다. 이 평가 도구는 4점 척도로서 각 항목별로 0점에서 3점을 부여하며, 장애가 없는 경우 3점, 약간의 장애가 있는 경우 2점, 중간정도의 장애가 있는 경우 1점, 심한 장애가 있는 경우 0점을 주도록 되어 있어, 최대 30점, 최소 0점을 부여한다. FGA는 전정기능 이상 환자들에게서 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도가 급내상관계수 ICCs=.74~.86으로 보고되었고, 뇌졸중 환자에게서는 ICCs=.77~.97, 그리고 40~89세의 일반 성인에게서는 ICCs=.93을 나타내 높은 신뢰도를 보였다(Walker 등, 2007; Wrisley 등, 2004).

FGA의 측정과정은 Wrisley 등(2004)의 방법에 따라 시행하였다. 환자의 보행을 위한 보행로는 안쪽 면적이 길이 6m, 폭 30cm가 되도록 테이프를 바닥에 표시하고 길이 6m 사이에 각각 1.5m 마다 치료사가 인식할 수 있는 표시를 하였다. 평가자들은 각자 초시계를 지참한 후, 보행로 길이의 중앙에 있는 폭 표시 선에서 30cm 떨어진 지점의 왼쪽에 2명, 오른쪽에 2명이 옆으로 나란히 서서 서로 시야를 가리지 않도록 주의를 하고, 평가자 중 대표 치료사 한 명이 환자에게 FGA의 각 항목을 수행하도록 하였다.

#### 2) 안정 보행속도(self-selective comfortable gait speed: CGS)

CGS는 대상자 본인이 가장 안정하다고 느끼면서 편하게 걷는 속도로 측정하였다. CGS를 측정하기 위하여, 환자가 10m를 편안하게 걷는 동안 평가자가 초시계를 사용 하였으며, 1회의 연습 보행 후 3회 반복 측정된 보행속도의 평균값으로 CGS를 구하였다. CGS의 측정자간 신뢰도는  $r=.97$ 이었고, 측정자내 신뢰도는  $r=.95$ 로

서 높은 신뢰도를 보였다(Hunt 등, 1981).

#### 3) 최대 보행속도(maximal gait speed: MGS)

MGS는 대상자 본인이 가장 안정하다고 느끼면서 최대한 빨리 걷는 속도로 측정하였다. MGS를 측정하기 위하여, 환자가 10m를 최대한 빠르게 걷는 동안 평가자가 초시계를 사용 하였으며, 1회의 연습 보행 후 대상자에게 총 14m를 걷게 하고, 전 후 2m를 제외한 10m를 3회 반복 측정된 보행속도의 평균값으로 MGS를 구하였다. 보행속도를 측정하기 위한 시간은 환자가 첫 번째 발이 출발점을 지나는 시간에서 그 발이 종착점을 지나는 시간으로 측정하였다. MGS의 측정자간 신뢰도 및 측정자 내 신뢰도는  $r=.89\sim 1.00$ 로서 높은 신뢰도를 보였다(Steffen 등, 2002).

#### 4) 보행분석 시스템(The Gait Analysis System: GAS)

보행분석 시스템(Gait Analysis System, CIR Systems Inc, 미국)은 보행의 질을 시 공간적으로 분석할 수 있는 측정 장비로 알려져 있다(Menz 등, 2004; Webster 등, 2005)(Fig 2). GAS는 컴퓨터에 전자 보행로(electronic walkway)를 USB 포트로 연결하여 전자 보행로의 시간적(temporal), 공간적(spatial) 보행 변수를 자동으로 측정하는 도구이다. 전자 보행로에는 직경이 1cm인 13,824개의 센서가 1.27cm 마다 전자 보행로를 따라 수직으로 배열되어 있고, 총 길이는 365.76cm, 폭은 61cm이다. GAS의 기능적 보행수행(functional ambulation performance: FAP)의 분석을 위해 실험 전 대상자들의 키와 몸무게 양쪽 하지 길이를 측정하였다. 양하지 길이는 대퇴전자(great trochanter)부터 외측 과(lateral malleolus)까지의 거리를 3회 측정하여 평균값을 입력하였다. 대상자들에게 전자 보행로를 편안한 속도로 걷도록 1회 연습한 후 3회 반복 시행 하였으며, 이 측정도구의 측정자 간 신뢰도는 ICCs=.82~.92이었다(Biley 등, 2003; Menz 등, 2004).

### 4. 분석방법

실험 전 두 군으로 분류된 연구대상자의 일반적, 의학적 특성의 차이를 알아보기 위해 맨-휘트니 유 검정(Mann-whitney U test) 및 독립 t 검정(independent t-test)

을 실시하였으며, 시각 차단 군과 시각 허용 군 간 보행 기능의 차이를 검증하기 위해 독립 t 검정(independent t-test)을 실시하였다. 분석 변수에 대한 비모수검정은 정규성 검정을 만족하지 못한 변수나 순서 척도 이하의 척도로 측정된 자료에 대해 실시하였으며, 등간척도 이상에 의해 측정되어 정규성 검정을 만족하는 변수들은 모수검정을 실시하였다. 그룹 내 균형훈련 전 후에 대한 보행 변수들의 차이는 대응표본 t 검정(paired t-test)을 통하여 검증하였다. 자료의 통계처리는 SPSS v18.0을 이용하였고, 유의수준은 .05로 정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 대상자의 일반적, 의학적 특성

연구 대상자 27명 중 시각 차단 군 14명, 시각 허용 군 13명을 각각 무작위 배정 하였고, 실험 진행 중 실험 군에서 3명, 대조군에서 2명이 퇴원과 골절로 인해 연구에 더 이상 참여할 수 없게 되어 자료 분석 시 제외하였다. 대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같으며 두 집단 간 유의한 차이는 없었다( $p > .05$ ).

#### 2. 일반적 보행 변수의 실험 전 · 후 변화 비교

두 집단의 FGA, CGS, MGS의 집단 내 비교에서 시각 차단 군과 시각 허용 군 모두 균형훈련 전과 비교하여 균형훈련 후 통계학적으로 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ) (Table 2). 두 집단 간 일반적 보행 변수의 변화량 차이에서는 FGA와 CGS에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ) (Table 3).

#### 3. The Gait Analysis System Parameter 실험 전 · 후 변화 비교

두 집단에 대한 GAS 보행 변수의 집단 내 비교에서 시각 차단 군은 비마비측 보장 시간(step time), 마비측 유각기 백분율(swing phase), 비마비측 유각기 백분율(swing phase), 비마비측 입각기 백분율(stance phase)을 제외한 보행 변수들에서 시각 차단 균형훈련 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Table 4).

Table 1. General and clinical characteristics of the subjects

	visual cue deprivation (n <sub>1</sub> =11)	visual cue (n <sub>2</sub> =11)	p
Age (years)	53.09±7.11 <sup>a</sup>	54.36±14.37	.796
Gender			
Male	8(73%)	6(55%)	
Female	3(27%)	5(45%)	
Time since stroke(month)	51.54±32.64	45.27±24.09	.614
Type of lesion			
Hemorrhagic	3(27%)	4(36%)	
Infarction	8(73%)	7(64%)	
Side of lesion			
Right	4(36%)	4(36%)	
Left	7(64%)	7(64%)	
Height(cm)	163.36±9.00	162.54±12.74	.864
Weight(kg)	66.36±5.66	64.81±14.91	.751
MMSE-K	26.63±2.15	25.54±1.96	.230
MBI	83.18±7.25	79.54±11.64	.390

MMSE-K: mini-mental state examination-korea, MBI: modified barthel index.

<sup>a</sup>mean±SD.

시각 허용 군은 마비측 보장 시간(step time), 비마비측 보장 시간(step time), 비마비측 보장(step length), 마비측 유각기(swing phase), 마비측 입각기(stance phase)를 제외한 보행 변수들에서 균형훈련 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Table 4).

두 집단 간 실험 전 후 변화량에서는 보행속도(velocity), 마비측 보장 시간(step time), 비마비측 보장(step length), 비마비측 활보장(stride length), FAP의 변화량이 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ) (Table 5). 본 연구 결과 FGA, CGS, GAS의 보행속도, 마비측 보장 시간, 비마비측 보장, 비마비측 활보장, FAP에서 두 집단 간 유의한 차이를 보였다.

Table 2. Comparison of general gait parameters between before and after balance training within group

	Visual cue deprivation (n <sub>1</sub> =11)			Visual cue (n <sub>2</sub> =11)		
	Before	After	t	Before	After	t
FGA(score)	9.54±2.87 <sup>a</sup>	19.63±4.69**	-11.485	9.45±4.34	15.09±6.86**	-6.670
CGS(m/s)	.42±.19	.56±.22**	-6.269	.43±.22	.49±.24**	-3.645
MGS(m/s)	.52±.24	.70±.29**	-5.092	.50±.27	.61±.33**	-3.593

FGA: functional gait assessment, CGS: self-selective comfortable gait speed, MGS: maximal gait speed.

<sup>a</sup>mean±SD, \*\*p<.01.

Table 3. Comparison of different value of general gait parameters after balance training between each group

	Visual cue deprivation (n <sub>1</sub> =11)	Visual cue (n <sub>2</sub> =11)	t
FGA(score)	-10.09±2.91 <sup>a</sup>	-5.63±2.80**	-3.654
CGS(m/s)	-.13±.07	-.06±.05*	-2.739
MGS(m/s)	-.18±.12	-.11±.10	-1.432

FGA: functional gait assessment, CGS: self-selective comfortable gait speed, MGS: maximal gait speed.

<sup>a</sup>mean±SD, \*p<.05, \*\*p<.01.

Table 4. Comparison of gait analysis system parameters between before and after balance training within group

	Visual cue deprivation (n <sub>1</sub> =11)			Visual cue (n <sub>2</sub> =11)		
	Before	After	t	Before	After	t
Velocity(m/s)	.36±.18 <sup>a</sup>	.54±.18**	-5.236	.37±.19	.45±.23**	-3.263
Step Time(s)						
Affected	1.12±.41	.86±.15*	2.628	1.03±.37	1.06±.49	-.467
Unaffected	1.00±.57	.66±.11	2.204	1.11±.77	.92±.64	1.139
Step Length(cm)						
Affected	34.41±11.84	40.20±11.21*	-2.557	32.89±10.71	38.63±7.82*	-2.399
Unaffected	31.22±7.78	38.93±8.83**	-5.654	30.05±8.22	30.26±10.61	-.139
Stride Length(cm)						
Affected	67.44±19.11	79.11±18.29*	-3.068	62.95±16.18	69.48±15.7*	-2.993
Unaffected	65.01±16.49	80.08±18.28**	-5.371	63.64±17.32	69.11±16.3*	-2.500
Swing Phase(%GC)						
Affected	33.05±8.64	37.81±4.46	-1.895	29.04±9.99	34.72±7.17	-1.975
Unaffected	26.77±7.37	27.50±6.38	-.394	22.14±8.12	26.29±6.36*	-2.693
Stance Phase(%GC)						
Affected	67.69±7.08	62.43±4.76*	2.612	70.95±10.00	65.28±7.14	1.968
Unaffected	76.81±8.64	72.71±6.23	1.398	77.85±8.12	73.75±6.51*	2.629
Double Support(%GC)						
Affected	45.68±9.37	34.71±7.08**	4.887	48.49±17.18	41.49±13.4*	2.403
Unaffected	45.90±9.21	35.53±7.04**	4.750	48.60±17.58	41.43±13.4*	2.403
FAP(score)	53.00±12.50	70.73±15.68**	-4.990	54.45±11.63	59.64±16.1*	-2.592

FAP: functional ambulation performance, GC: gait cycle.

<sup>a</sup>mean±SD, \*p<.05, \*\*p<.01.

IV. 고 찰

뇌졸중 환자들에게 균형과 보행기능의 회복은 재활 치료의 중요한 목표이다(Dean 등, 2000). 균형 장애는 뇌졸중 환자의 보행능력을 저하시키는 주요 원인이며 (Tyson 등, 2006), 낙상의 위험을 증가시키고, 이동능력과 일상생활활동을 감소시킨다(Kwakkel 등, 1996). 편마비 환자들의 균형 장애를 유발하는 주요 원인은 관절범 위제한, 근력약화, 근 긴장도의 변화, 감각결손, 비정상적 자세반응과 인지력 저하 등 다양하며, 그 중 가장 중요한 원인은 기초 감각의 결여로써 체성감각과 시각, 전정자극의 중추통합능력 저하를 들 수 있다(Horak, 1997). 정상 성인들은 균형과 신체의 자세조절을 위해 시각, 전정감각, 체성감각 등의 감각입력계를 체계적으로 조화시켜 외부 상황에 따라 적절히 사용하며 자세를 조절한다(Merfeld 등, 1999). 반면에 뇌졸중 환자들은 정상 성인들과 다르게 균형능력을 회복하기 위해 감각 입력계인 체성감각과 전정, 시각자극을 고위 중추에서 통합하여 체계적으로 조화시켜 모두 사용하는 것이 아니라 주로 시각자극에 의존하여 균형을 유지하려 한다 (Bonan 등, 2004b). 그 이유는 구심성 감각입력 중 전정감각과 체성감각 등의 감각 요인들은 감소하는 반면, 시각에 의존하는 감각자극은 증가하여 시각이 균형을 유지하는데 우세한 영향을 주기 때문으로 사료된다. 그러나 과도한 시각 의존을 통한 균형 유지 전략은 체성감각과 전정감각의 사용 및 통합에 방해 요소로 작용하여 균형 능력과 보행기능의 향상에 부정적 영향을 미칠 수 있다. Yelink 등(2008)은 시각 차단 균형훈련과 시각 허용 균형 훈련이 균형과 보행능력의 양적인 변수들에 미치는 영향을 알아 본 결과 삶의 질, Functional Independent Measure(FIM), 양하지 지지기 백분율, Berg balance scale (BBS), 계단 오르기, 일상생활에서의 보행 변수들에서 두 집단 모두 증진 되었지만, 삶의 질과 FIM에서만 집단 간 유의한 차이를 보여 향후 시각 차단 균형훈련이 보행 속도의 변화와 같은 동적 측정 변수들과 질적인 보행기능 변수들에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요하다고 하였다. 이에 본 연구는 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 시각 차단과 시각 허용 균형

훈련을 실시하여 FGA, CGS, MGS의 일반적 보행 변수들과 GAS의 시 공간적 보행 변수들을 통해 보행기능을 알아보았다. 본 연구의 결과 FGA, CGS, GAS의 보행속도 및 마비측 보장 시간, 비마비측 보장, 비마비측 활보장, FAP에서 두 집단 간 유의하게 시각 차단 훈련군이 긍정적인 보행의 질적 향상을 보였다.

Table 5. Change of before and after balance training between group of GAS (N=22)

	visual cue deprivation (n <sub>1</sub> =11)	visual cue (n <sub>2</sub> =11)	t
Velocity(m/s)	-.18±.11	-.08±.08*	-2.321
Step Time(s)			
Affected	.26±.32	-.03±.24*	2.392
Unaffected	.34±.51	.20±.57	.615
Step Length(cm)			
Affected	-5.80±7.52	-5.74±7.93	-.018
Unaffected	-7.71±4.52	-.22±5.17**	-3.617
Stride Length(cm)			
Affected	-11.67±12.62	-6.53±7.24	-1.172
Unaffected	-15.08±9.31	-5.47±7.25*	-2.701
Swing Phase(%GC)			
Affected	-4.75±8.32	-5.70±9.56	.245
Unaffected	-.73±6.13	-4.15±5.12	1.424
Stance Phase(%GC)			
Affected	5.25±6.67	5.67±9.56	-.119
Unaffected	4.09±9.71	4.10±5.17	-.003
Double Support(%GC)			
Affected	10.96±7.44	7.00±9.66	1.078
Unaffected	10.36±7.24	7.16±9.89	.866
FAP(score)	-17.73±11.78	-5.18±6.63**	-3.078

FAP: functional ambulation performance, GC: gait cycle. \*mean±SD, \*p<.05, \*\*p<.01.

본 연구 결과 일반적 보행 변수의 FGA, CGS와 GAS의 보행 변수들 중에 보행속도, 보장과 활보장, FAP에서 두 집단 간 유의한 차이가 있었다. Won과 Kim(2011)은 FGA가 보행 중 균형능력과 상관관계가 있다고 보고 하였으며, 보행 중 균형능력의 증가는 이동능력을 향상시켜 보행속도의 증가로 나타나며, 뇌졸중 환자의 CGS와 MGS는 마비측 고관절 굴곡근, 무릎 신전근, 족저굴

곡근의 근력과 상관관계가 있다고 보고되고 있다 (Nadeau 등, 1999; Olney 등, 1991). 보행속도의 변화는 보장과 상관관계가 있으며, 보행속도의 증진은 보장과 활보장을 증진시키고, 또한 보장과 활보장의 증진은 보행속도의 증진으로 나타난다(Hallemans 등, 2009). 본 연구에서 비마비측 보장과 활보장만 유의한 차이가 있었고, 마비측은 유의한 차이가 없었다. 그 이유로는 마비측 체중이동능력의 향상으로 비마비측 보장과 활보장이 길어진 것과 마비측 고관절의 안정성이 증가되면서 중간 입각기의 굴곡근 원심성 수축 능력의 향상이 비마비측의 보장과 활보장을 증가시켰기 때문으로 사료된다. Hsu 등(2003)은 26명의 편마비 환자를 대상으로 보행속도와 비대칭적 보장 비율에 영향을 주는 요소들을 분석한 결과 마비측 고관절 굴곡근, 무릎 신전근의 근력과 마비측으로의 체중이동능력이 주요 요인이라고 보고하였다. 따라서 마비측으로의 체중이동능력과 근 활성화로 인한 하지의 안정성 증진은 보행속도 향상에 영향을 주며, 뇌졸중 환자의 독립적 이동능력과 일상생활활동 향상에 영향을 줄 수 있다. 유각기와 입각기, 양하지 지지기(double support)에서 그룹 간 유의한 차이가 없었던 이유는 비대칭적 체중지지와 불안정성(asymmetry of body weight distribution and instability)을 개선하기 위해 사용한 밸런스 쿠션 훈련이 충분하지 못했던 점, 연습 과정 없이 과제를 수행한 점, 연구대상자의 수가 적었던 점 등을 들 수 있다. 자세조절은 발바닥으로부터 입력된 체성감각 정보에 의존하기 때문에 안정면 보다는 불안정면에서의 균형훈련이 균형능력의 증진에 더 효과적이며, 불안정면의 외적 동요 증가는 자세정위(postural orientation) 능력을 효과적으로 개선할 수 있어 운동계 및 감각계를 더욱 빠르게 수정하여 환자 스스로 자세를 수정하도록 전략을 수립할 수 있다고 보고하였다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2007). Smania 등(2008)의 연구에서 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 안정면과 불안정면에서 2주간 균형훈련을 실시한 결과 자세안정성과 보행속도가 안정면에서는 유의한 차이가 없었지만, 불안정면에서는 유의한 차이가 나타났다고 보고하였다. 이러한 이유로 본 연구는 힘판 위에서 균형훈련을 하지 않고 불안정면 위에서 균형

훈련을 시행 하였다.

FGA, CGS, GAS의 보행속도, 마비측 보장 시간, 비마비측 보장, 비마비측 활보장, FAP에서 유의한 차이가 있었다. Won과 Kim(2011)의 연구에서 FGA는 보행 하는 동안 균형을 평가하는데 타당한 측정도구라고 보고하였으며, Yelnik 등(2008)의 연구에서는 양하지 지지기의 감소는 보행 중 균형이 좋아졌음을 판단하는 좋은 근거가 된다고 보고했다. 따라서 FGA의 증진은 동적균형이 좋아졌음을 의미하며, 비록 훈련기간에 양하지 지지기에서 그룹 간 유의한 차이가 없었지만, 그룹 내 비교에서 시각 차단 군이 유의하게 감소된 결과를 보여 보행 중 균형이 시각 허용 군 보다 시각 차단 군에서 더 증진되었다고 할 수 있다. 보장 시간의 단축과 비마비측 보장과 활보장의 유의한 증가는 보행속도의 증가와 관계가 있으며, 유각기와 입각기, 양하지 지지기에서 그룹 간 유의한 차이는 없었지만, 그룹 내 비교에서 시각 차단 군이 더 증진된 것은 본 연구의 운동프로그램이 부분적으로는 대칭적 체중지지에 영향을 미쳤기 때문으로 사료된다. 시각 차단 훈련 후 보행기능이 증진된 것은 환자들이 전정자극과 체성감각의 통합으로 균형능력이 향상되어 보행기능의 증진을 의미할 수 있으며, 본 연구의 운동프로그램이 환자들에게 적절한 자극(체성감각, 전정)을 제공하고 시각 의존도를 줄여 보행기능 개선에 도움을 준 것으로 사료된다.

뇌졸중 후 편마비 환자들이 시각에 의존하게 되는 것은 체성감각 손상 또는 전정자극 통합의 장애가 영향을 미치기 때문이다(Miyai 등, 1997; Rode 등, 1998). 또한 기초적인 감각손상(전정감각 또는 체성감각) 뿐만 아니라 자세불균형(postural imbalance)에 의해서도 균형 유지를 위해 시각에 의존하게 된다. 균형 유지를 위해 입력된 체성감각, 전정감각, 시각 정보들은 기능적으로 충분히 중추에서 통합되어 처리되지만, 때때로 혼돈을 초래하게 되는데, 이러한 혼돈은 여러 종류의 다른 감각양상과 구심성, 원심성 정보들의 통합에 의해 일반적으로 중추처리 과정에서 해결된다고 제안되었다(Merfeld 등, 1999). 그러나 Bonan 등(2004b)은 초기에 균형 저하를 보상하기 위한 전략으로 시각자극의 영향이 가장 우세하다고 보고했다. 즉 균형능력의 회복을 위해 체성감각



과 전정자극, 시각 정보가 통합되어 중추신경계에서 조화롭게 사용하는 것이 아니라 시각자극의 영향이 우세하게 나타날 수 있다고 주장하였고, 기존의 전통적 재활 훈련은 모든 감각자극의 정상적 사용으로 기능을 회복하기 보다는 시각에 의존한 보상 전략으로 움직임의 촉진에 초점을 맞추으로써 균형 유지를 위해 오히려 과도한 시각 의존을 증가시킬 수 있다고 하였다.

대뇌피질의 재조직화(reorganization)는 사용하는 것에 의존하고 특정 과제에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Liepert 등, 2000; Nudo 등, 1996). 시각을 차단한 상황에서의 집중 균형훈련은 균형조절을 위한 시각로 외에 다른 신경로의 활성을 촉진하여 중추신경계에서의 다양한 신경 연접의 가소성을 향상시킬 것으로 사료되며, 뇌졸중 발병 후 활성화 되지 않은 신경로를 자극하게 되어, 기능적으로 비활성 된 신경로 활동의 촉진 및 대뇌피질의 재조직화를 이룰 수 있어 이동능력과 보행기능에 긍정적 영향을 줄 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 비록 두 그룹이 일반적 특성과 사전 조사에서 유의한 차이가 없었다고는 하지만, 연구 대상자의 수가 적어 측정결과를 일반화하는데 어려움이 있고, 고유수용성 감각 검사와 균형능력 검사와 같은 감각 기능 검사 등을 사전에 실시하지 못하였다. 또한 균형훈련 프로그램 과정에서 시각 차단 군에게 적용한 안대의 사용이 처음에는 환자들에게 생소하고 땀 분비 등이 많았던 환자들에서 안대 착용의 어려움을 호소하는 경우가 있었으나 실험 진행에 지장을 줄 정도는 아니었다. 따라서 향후 연구에서는 좀 더 많은 환자를 대상으로 거부감 없이 편안한 상태로 시각을 차단할 수 있도록 좀 더 통풍 및 수분 흡수가 잘되는 재질의 안대를 사용하는 것이 필요하리라 사료되며, 이를 통한 안정된 균형훈련이 보행 및 일상생활동작과 같은 기능적 수행력에 미치는 영향을 검증하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 6개월 이상 만성 뇌졸중 환자 22명을 대상

으로 시각 차단 군 11명과 시각 허용 군 11명에게 6주간 균형훈련을 적용하여 실험 전과 실험 후 보행기능의 변화를 비교하였다. 연구결과 FGA, CGS, GAS의 보행 속도, 마비측 보 시간, 비마비측 보 길이, 비마비측 활보장, FAP 보행 변수에서 집단 간 유의한 차이를 보여 시각 차단 군의 보행기능이 유의하게 증진되었다. 따라서 시각 차단 균형훈련 중재는 만성 뇌졸중 환자의 보행 기능 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 향후 연구에서는 시각 차단 중재의 최적 시간과 강도에 대한 연구가 필요하며, 보행기능과 관련된 과제와 결합하여 새로운 중재 프로그램을 구성하여 그 효과를 검증하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Barclay-Goddard R, Stevenson T, Poluha W et al. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;18(4):CD004129.
- Bilney B, Morris M & Webster K. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait Posture.* 2003;17(1):68-74.
- Bonan IV, Colle FM, Guichard JP et al. Reliance on visual information after stroke part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004a;85(2): 268-73.
- Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM et al. Reliance on visual information after stroke part II: Effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004b;85(2):274-8.
- Cho MS & Lee DY. The effect of standing balance and ambulation, activities of daily living using bio-feedback training with weight bearing in the less than 3 months and more than 6 months groups hemiparesis patients. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science.* 2007;46(3):123-42.

- Dean CM, Richards CL & Maloun F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(4):409-17.
- Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL et al. Body-weight-supported treadmill rehabilitation after stroke. *N Engl J Med.* 2011;364(21):2026-36.
- Halleman A, Beccu S, Van Loock K et al. Visual deprivation leads to gait adaptation that are age-and context-specific: I. Step-time parameters. *Gait Posture.* 2009;30(1):55-9.
- Heller F, Beuret-Blanquart F & Weber J. Postural biofeedback and locomotion reeducation in stroke patients. *Ann Readapt Med Phys.* 2005;48(4):187-95.
- Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture.* 1997;6(1):76-84.
- Hsu AL, Tang PF & Jan MH. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(8):1185-93.
- Hunt SM, Mckenna SP & Williams J. Reliability of a population survey tool for measuring perceived health problems: a study of patients with osteoarthritis. *J Epidemiol Community Health.* 1981;35(4):297-300.
- Kook JS. The Effect of balance with visual cue deprivation and visual feedback training in stroke patients. Daegu University Graduate School of Rehabilitation Sciences. Master's thesis. 2010.
- Kwakkel G, Wagenaar RC, Kollen BJ et al. Predicting disability in stroke: a critical review of the literature. *Age Ageing.* 1996;25(6):479-89.
- Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke.* 2000;31(6):1210-6.
- Menz HB, Latt MD, Tiedmann A et al. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture.* 2004;20(1):20-5.
- Merfeld DM, Zupan L & Peterka RJ. Humans use internal models to estimate gravity and linear acceleration. *Nature.* 1999;398(6728):615-8.
- Miyai I, Mauricio RL & Reding MJ. Parietal-insular strokes are associated with impaired standing balance as assessed by computerized dynamic posturography. *J Neurol Rehabil.* 1997;11(1):35-40.
- Nadeau S, Arsenault AB & Gravel D et al. Analysis of the clinical factors determining natural and maximal gait speeds in adults with a stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 1999;78(2):123-30.
- Nudo RJ, Wise BM, Sifuentes F et al. Neural substrate for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science.* 1996;272(5269):1791-4.
- Nyberg L & Gustafson Y. Fall prediction index for patients in stroke rehabilitation. *Stroke.* 1997;28(4):716-21.
- Olney SJ, Griffin MP, Monga TN et al. Work and power in gait of stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(5):309-14.
- Park JH & Kwon YC. Standardization of korean version of the mini-mental state examination (MMSE-K) for use in the elderly. part II. diagnostic validity. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 1989;28(3):508-13.
- Perennou D, El Fatimi A, Masmoudi M et al. Incidence, circumstances and consequences of falls in patients undergoing rehabilitation after a first stroke. *Ann Readapt Med Phys.* 2005;48(3):138-45.
- Rode G, Tilikete C, Charlopain P et al. Postural asymmetry reduction by vestibular caloric stimulation in left hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med.* 1998; 30(1):9-14.
- Sackley CM & Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil.* 1997; 19(12):536-46.
- Shumway-Cook A & Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2007.

- Smania N, Picelli A, Gandolfi M et al. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis. *Neurol Sci.* 2008;29(5):313-9.
- Srivastava A, Taly AB, Gupta A et al. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique. *J Neurol Sci.* 2009;287(1-2):89-93.
- Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. 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. *Phys Ther.* 2002; 82(2):128-37.
- Teasell R, MacRae M, Foley N et al. The incidence and consequences of falls in stroke patients during inpatient rehabilitation: factors associated with high risk. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(3):329-33.
- Tutuarima JA, van der Meulen JH, de Hann RJ et al. Risk factors for falls of hospitalized stroke patients. *Stroke.* 1997;28(2):297-301.
- Tyson SF, Hanley M, Chillala J et al. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006;86(1):30-8.
- Tyson SF, Hanley M, Chillala J et al. The relationship between balance, disability, and recovery after stroke: predictive validity of the Brunel Balance Assessment. *Neurorehabil Neural Repair.* 2007;21(4):341-6.
- Van Peppen RP, Kortsmit M, Lindeman E et al. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke. *J Rehabil Med.* 2006;38(1):3-9.
- Walker ML, Austin AG, Banke GM et al. Reference group data for these functional gait assessment. *Phys Ther.* 2007;87(11):1468-77.
- Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture.* 2005;22(4):317-21.
- Won JI, Kim KS. Concurrent validity of the functional gait assessment, berg balance scale, and timed up and go test in patients with stroke. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists.* 2011;18(2):43-51.
- Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK et al. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther.* 2004;84(10):906-18.
- Yelnik AP, Le Breton F, Colle FM et al. Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008;22(5):468-76.