

The Effect of Postural Balance and Fall Efficacy on Bilateral Visual Feedback Training with Visual Targets in Stroke Patients

Seung-Min No¹, Yoon-Tae Hwang², Sung-Min Son¹

¹Department of Physical Therapy, College of Health Science, Cheongju University, Cheongju, Republic of Korea; ²Department of Physical Therapy, Gangneung Yeongdong University, Cheongju, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study was to determine the effects of bilateral visual feedback training with visual targets on the postural balance and fall efficacy of stroke patients with hemiparesis.

Methods: A total of 24 stroke patients with hemiparesis were randomly assigned to either a bilateral visual feedback training (BVFT, n=8) group, unilateral visual feedback training (UVFT, n=8) group, or a control group (n=8). The BVFT and UVFT groups performed weight-bearing training on the bilateral (less-affected and affected side) or unilateral side (affected side) with visual feedback using visual targets. The control group performed squat training without visual feedback using visual targets. The training program was conducted in the form of 3 sets a day, 3 times a week, for 4 weeks. The participants were evaluated using the Berg balance scale (BBS), lateral reaching test (LRT), timed up and go test (TUG), and the activities-specific balance confidence scale (ABC).

Results: In the intra-group comparison after the intervention, the BVFT group showed a significant difference in the BBS, TUG, affected and less-affected side LRT, and ABC ($p < 0.05$). The UVFT group showed a significant difference in the BBS and ABC ($p < 0.05$). In the inter-group comparison after the intervention, the BVFT group showed significant improvements in their BBS, affected side LRT, and TUG, when compared to the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: These findings show that bilateral visual feedback training with visual targets during bilateral weight-bearing exercises can improve the postural balance function in stroke patients.

Keywords: Bilateral visual feedback training, Visual target, Stroke, Balance

서론

뇌졸중은 뇌혈관의 혈류 장애로 인해 뇌 기능이 손상되어 운동기능, 감각기능, 언어능력 및 인지능력의 문제가 동반된다.^{1,2} 손상된 대뇌 반구의 반대측 신체에 발생하는 근력 마비와 경직(spasticity)은 운동 기능을 저하시켜 자세 조절과 보행 능력을 감소시키고, 이는 일상생활 활동에도 어려움을 유발시킨다.³ 특히 뇌졸중 환자의 높은 비율에서 자세 조절과 보행 능력의 감소로 인해 재활 중이나 치료가 종료되어 퇴원한 후에도 낙상을 초래할 수 있는 문제를 경험한다.^{4,5}

뇌졸중 환자의 균형 능력 손상과 증가된 자세 동요는 선 자세 동안 비대칭적인 체중지지(weight bearing)와 연관되어 있는 것으로 알려져 있다.⁶ 뇌졸중으로 편마비 환자들은 마비된 다리에 체중을 유지하고 지지하는 것에 어려움을 겪기 때문에 일반적으로 서 있을 때와 보행 동안 비마비측 다리에 더 많은 체중이 가해지는 비대칭적인 체

중지지가 나타난다. 뇌졸중 환자들의 비마비측 다리에 가해지는 비대칭적인 체중지지 정도는 60-70%까지 다양하며, 심각한 뇌졸중 환자의 경우 최대 90%까지 비마비측 다리로 체중지지이 이루어진다고 보고하였다.⁷⁻⁹ 뇌졸중 환자들의 대칭적인 체중지지를 통한 균형 능력 향상은 시간이 지나면서 자연스럽게 개선되어지는 것이 아니며, 특정한 중재를 반복적으로 훈련함으로써 향상될 수 있다.^{10,11} 이와 같이 뇌졸중 환자들에서 발생할 수 있는 비대칭 체중지지를 향상시키기 위해 시청각 자극을 이용한 감각 피드백 훈련, 고유수용성감각 자극 훈련 및 마비측 하지의 근력 증가 훈련을 포함한 다양한 중재들이 사용되고 있다.¹²⁻¹⁵

Pak과 Lee¹⁶의 연구에서는 뇌졸중 환자들을 대상으로 마비측에 시각적 피드백 훈련 통해 4주 동안 체중지지훈련을 실시하였고, 중재 후 마비측 하지에 근활성도의 증가와 균형능력의 향상이 나타났다고 보고하였다. Lee 등¹⁷의 연구에서도 시각적 피드백을 이용한 훈련

Received Mar 17, 2022 Revised Apr 4, 2022

Accepted Apr 4, 2022

Corresponding author Sung-Min Son

E-mail ssm0417@hanmail.net

Copyright ©2022 The Korean Society of Physical Therapy

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

이 뇌졸중 환자들의 균형과 보행 능력을 향상시켰다고 보고하였다. 하지만, 지금까지의 체중지지훈련은 대부분 마비측에 대한 중재에 초점을 두고 있으며, 비마비측에 대한 고려는 이루어지지 않았다. Goldie 등¹⁸의 연구에서 뇌졸중 환자들을 대상으로 시각적 표적을 이용한 체중 이동을 확인하였다. 이 연구에서 정상인과 비교했을 때 마비측으로의 체중 이동시 가쪽으로 65.5%와 앞쪽으로 54.9% 체중지지 가 이루어졌고, 비마비측에서는 가쪽으로 85.0%와 앞쪽으로 80.1% 체중지지 가 이루어진다고 보고하였다. 이 연구의 결과는 뇌졸중 환자들의 체중지지와 체중이동이 마비측에서만 감소된 것이 아니라 비마비측에서도 정상적인 체중지지와 체중이동이 이루어지지 않고 있다는 것을 의미한다. 또한 Lamontangne 등¹⁹의 연구에서도 신체의 8% 정도의 무게를 가지고 있는 머리 움직임(굽힘, 폼, 회전)시 자세 동요의 변화 정도를 확인하였고, 마비측뿐만 아니라 비마비측에서의 머리 움직임에서도 자세 동요가 정상 대상자에 비해 자세 동요가 더욱 많이 발생하고 있음을 확인하였다. 현재까지 뇌졸중 대상자들의 균형 및 보행 등의 기능적 활동을 증가시키기 위한 다양한 시각적 피드백 훈련 중재들이 사용되고 있으나, 거울에 반사된 신체의 수직적 움직임에 대한 시각적 피드백을 제공하거나 마비측에 체중지지를 유도하기 위한 방법들이 대부분이다.

본 연구에서는 첫 번째 시각적 표적을 이용한 피드백 체중지지훈련이 뇌졸중 환자들의 균형에 영향을 미치는 인자로 작용하는지 확인하였고, 두 번째는 양측(마비측과 비마비측)과 단측(마비측) 체중지지 방법에 따라 균형능력의 차이가 있는지 확인하는 것이다. 따라서, 본 연구의 목적은 시각적 표적을 이용한 양측 시각 피드백 체중지지훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 낙상 효능감에 미치는 영향을 확인하는 것이다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 뇌졸중으로 진단받고 입원해 재활치료를 받는 30명의 뇌졸중 대상자들을 대상으로 실시하였다. 대상자들의 선정 기준은 다음과 같다. 1) 뇌졸중 발병 후 6개월 이상인 자, 2) 소뇌 손상 또는 전정기관에 손상이 없는 자, 3) 편측 무시 또는 시각적 손상이 없는 자, 4) 하지의 근육뼈대계 손상이 없는 자, 5) 한국형 간이 정신상태 검사에서 24 점 이상인 자로 선정하였다. 실험 시작 전에 연구의 목적과 과정에 대하여 대상자들에게 충분히 설명하였고, 모든 대상자들은 참여에 동의 후 연구를 진행하였다. 본 연구는 청주대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받고 진행되었다(승인번호: 1041107-202012-HR-059-01).

2. 측정 도구 및 방법

1) 버그균형척도(Berg balance scale, BBS)

버그균형척도 검사는 정적균형 및 동적균형 능력을 객관적으로 측정하는 평가 도구로 다양한 기능적 움직임 과제를 수행하는 동안 대상자들이 균형을 유지하는 능력을 평가하는 도구로 이용되고 있다. 총 14개의 항목으로 구성되어 있으며, 과제 수행 능력에 따라 0점에서 4점의 점수로 평가되어 총점은 56점이다. 버그균형척도 검사는 검사자 뇌졸중 환자를 대상으로 한 검사자 내 신뢰도는 $r=0.99$, 검사자 간 신뢰도는 $r=0.98$ 로 높은 신뢰도를 가진 평가도구이다.²⁰

2) 옆으로 팔 뻗기 검사(lateral reaching test, LRT)

기능적 팔 뻗기 검사는 자발적인 체중 이동을 평가하는 측정도구로 임상에서 뇌졸중 환자와 노인을 대상으로 간편하고 빠르게 기능적 균형 능력을 측정할 수 있는 평가 도구이다. 대상자들에게 어깨를 최대한 90° 벌린 한 자세에서 “최대한 옆으로 체중을 이동하면서 팔을 들어 뻗으세요” 라는 구두 지시를 통하여 측정하였으며, 대상자들의 신체적 차이를 고려하여 시작 자세의 어깨뼈 봉우리 위치와 최대한 이동한 봉우리 위치 사이의 거리를 측정하였다. 측정 시 무릎은 최대한 편 상태로 유지하도록 하였고, 몸통 회전이나 굽힘은 허용되지 않도록 하였다. 마비측과 비마비측 각각 3회 측정 후 평균값을 사용하였다. 옆으로 팔 뻗기 검사는 검사자 내 신뢰도는 $r=0.65$, 검사자 간 신뢰도는 $r=0.85$ 로 신뢰할 수 있는 측정 도구이다.²¹

3) 일어서 걷기 검사(timed up and go test, TUG)

일어서 걷기 검사는 노인을 포함한 다양한 중추신경계 대상자의 기본적인 운동 기능, 균형 및 보행을 빠르게 측정할 수 있고 객관적인 측정을 통해 비교적 간단하게 평가할 수 있는 측정도구이다. 본 연구에서는 대상자들이 보조 없이 독립적으로 수행하게 하였으며, 기존에 사용하는 보행 보조 도구 등은 사용할 수 있게 하였다. 모든 대상자들은 3회 반복 측정 후 평균값을 사용하였고, 뇌졸중 환자에서 이 검사의 검사자 내 신뢰도는 $r=0.99$, 검사자 간 신뢰도는 $r=0.98$ 로 나타났다.²²

4) 낙상 효능감(activities-specific balance confidence scale, ABC)

대상자들의 낙상 효능감을 평가하기 위해 한국어판 활동 특이적 균형 자신감 척도를 사용하였다. 활동 특이적 균형 자신감 척도는 낙상 효능감 척도(fall efficacy scale)를 보완하기 위해 개발되었으며, 낙상 효능감 척도와 달리 활동 특이적 균형 자신감 척도는 집 밖의 외부 활동에 대한 자신감의 정도를 측정할 수 있다. 활동 특이적 균형 자신감 척도는 총 17개의 항목으로 구성되어 있고, “전혀 자신 없다” 0%에서부터 “완벽하게 자신있다”로 100%까지 체크할 수 있다.²³

3. 연구절차

대상자들은 무작위 표본추출을 이용하여 3그룹으로 구분하였으며, 각 그룹은 중재 방법에 따라 양 방향 시각피드백 훈련(bilateral visual feedback training, BVFT) 그룹, 한 방향 시각피드백 훈련(unilateral visual feedback training, UVFG) 그룹과 대조 그룹으로 10명씩 배정되었다. 대상자들의 훈련 전·후 균형 능력의 변화를 비교하기 위해서 BBS, LRT, TUG를 실시하였고, 낙상효능감을 평가하기 위해서 ABC를 사용하여 평가하였다. 훈련 기간 동안 중도 포기자 5명과 퇴원 1명이 발생하여 24명의 대상자가 4주간의 훈련을 최종 완료하였다.

4. 훈련방법

BVFT 그룹과 UVFT 그룹은 시각적 표적을 유도하기 위하여 선 자세에서 전신 거울에 수직 중심선을 흰색 테이프로 부착하였고(vertical line, VL), 시각적 피드백을 제공하기 위해서 레이저 포인트를 이용하여 대상자들의 가슴뼈 칼돌기 앞면에 레이저 포인트가 위치될 수 있도록 제작된 벨크로(velcro) 조끼를 착용하였다. 시각적 피드백 훈련은 대상자들이 마비측 혹은 비마비측으로 체중을 최대로 이동 후 레이저 포인트가 위치한 곳을 체중 이동의 한계지점으로 설정하여 스티커를 통해 표시하였고(limits of weight shift, LOWS), 수직 중심선과 흰색 테이프를 이용하여 연결하였다. 또한 스킴트가 이루어진 자세에서의 레이저 포인트 위치를 스티커로 표시하였고(squat position, SP), 중심 이동의 한계지점과 흰색 테이프를 이용하여 연결하였다. 시각적 피드백 훈련을 위한 체중이동은 가슴에 부착된 레이저 포인트가 가능한 전신 거울에 부착된 흰색 테이프를 따라 움직이도록 지시하였고, 체중이동 순서는 다음과 같다. 1) 수직 중심선과 동일하게 선 자세, 2) 스킴트 포지션, 3) 체중 이동 한계 지점, 4) 스킴트 포지션, 5) 수직 중심선과 동일하게 선 자세(VL → SP → LOWS → SP → VP)(Figure 1).¹⁶

세 그룹 모두 발을 평행하게 어깨너비로 벌리고 선 자세로 전신 거울로부터 1m 떨어진 거리에서 거울을 마주보고 훈련을 시행하였다. BVFT 그룹의 대상자들은 마비 측과 비마비측 양측으로 시각적 피드백을 제공하여 체중 이동을 훈련을 실시하였다. 훈련은 마비측과 비마비측 각 10회씩 체중이동을 1세트로 설정하여 1일 3세트씩 주 3회, 총 4주간 중재를 훈련을 실시하였다. 각 세트 간 1분간의 휴식시간을 제공하였고, 대상자의 기능 수준의 향상을 고려하여 20회 시행 중 16회 이상 표시한 체중 이동 한계 지점으로 완벽히 이동할 경우 체중 이동 한계 지점을 재설정하여 훈련을 실시하였다(reset position, RP).

UVFT 그룹은 마비측으로만 시각적 피드백을 제공하여 체중 이동 훈련을 실시하였으며, 훈련은 마비측으로 각 20회씩 체중이동을 1세트로 설정하여 1일 3세트씩 주 3회, 총 4주간 중재를 훈련을 실시하였다. 각 세트 간 1분간의 휴식시간을 제공하였고, 대상자의 기능 수준

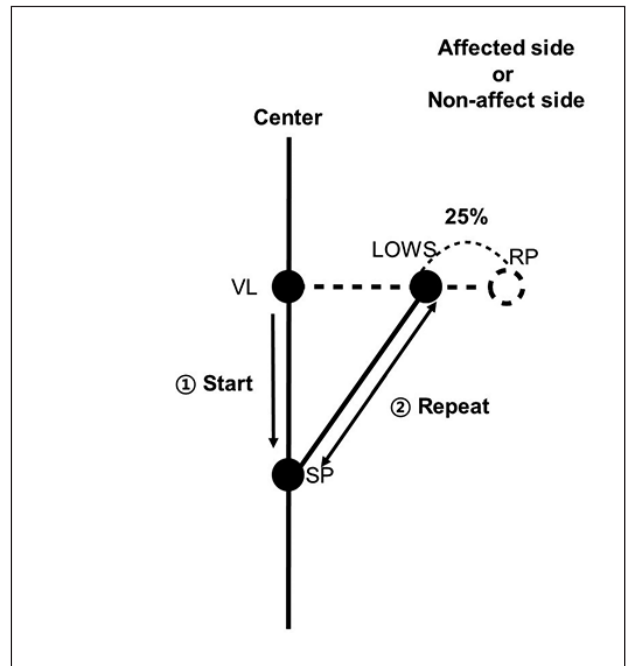


Figure 1. Method of visual feedback training with visual target.

의 향상을 고려하여 20회 시행 중 16회 이상 표시한 체중 이동 한계 지점으로 완벽히 이동할 경우 체중 이동 한계 지점을 재설정하여 훈련을 실시하였다.

대조 그룹은 시각적 피드백 제공과 체중이동 없이 스킴트 운동만 시행하였고, 각 20회씩 스킴트 운동을 1세트로 설정하여 1일 3세트씩 주 3회, 총 4주간 중재를 훈련을 실시하였다

모든 대상자들은 추가적으로 30분간의 보존적 물리치료를 받았다.

5. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료들은 윈도우용 SPSS version 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계 처리하였다. 연구 대상자들의 일반적 특성은 기술통계와 빈도분석으로 확인하였다. 집단 내 중재 전·후 비교를 위해서는 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)으로 분석하였다. 집단 간 중재 적용 전·후 차이를 비교하기 위해서는 크루스칼-왈리스 검정(Kruskal-wallis test)을 사용하여 분석하였고, 사후 검정은 본페로니 교정(Bonferroni correction)을 이용한 맨위트니 U 검정(Mann-Whitney U test)으로 분석하였다. 통계적 검증을 위한 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

결 과

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 성별, 연령, 신장, 체중, 유병기간, 뇌졸중 형태와 마비측에서 그룹 간 유의한

Table 1. General characteristics of the subjects

	BVFT group	UVFT group	Control group	p
Gender (male/female)	6/2	7/1	7/1	
Stroke type (infarction/hemorrhage)	4/4	5/3	3/5	
Hemiplegic side (right/left)	4/4	5/3	3/5	
Onset time (mon)	36±31.81	60±37.55	60±35.06	0.315
Age (yr)	55.13±9.48	61.25±7.21	59.63±6.57	0.298
Height (cm)	168.73±7.45	169.01±8.43	172.66±7.81	0.549
Weight (kg)	69.06±8.18	67.01±9.99	70.75±9.68	0.728

Mean ± SD.

UVFT: Unilateral visual feedback training, BVFT: Bilateral visual feedback training.

Table 2. Comparison of the balance function in the UVFT, BVFT and control group

Variable	BVFT group	UVFT group	Control group	p
BBS				
Pre	37.38±6.61	39.25±7.55	37.63±9.49	0.878
Post	40.88±7.51	41.88±6.92	38.75±10.21	
Post-Pre	3.50±2.27 [†]	2.25±1.70	1.13±1.97	0.046*
p	0.011*	0.018*	0.038*	
Less Affected side LRT (cm)				
Pre	12.79±3.20	13.08±4.87	14.24±3.86	0.817
Post	14.35±3.79	13.97±5.19	14.31±3.68	
Post-Pre	1.55±1.18	0.89±1.20	0.33±0.55	0.053
p	0.012*	0.069	0.735	
Affected side LRT (cm)				
Pre	11.22±3.19	11.93±3.61	12.56±3.65	0.651
Post	12.58±3.52	12.94±3.33	12.74±3.81	
Post-Pre	1.37±1.05 [†]	1.01±1.55	0.19±0.84	0.027*
p	0.012*	0.080	0.999	
TUG (sec)				
Pre	32.49±12.02	29.31±15.73	29.06±17.44	0.867
Post	30.69±12.45	28.52±16.25	28.72±17.10	
Post-Pre	-1.80±1.02 [†]	-0.79±1.40	-0.34±1.06	0.04*
p	0.012*	0.069	0.362	
ABC				
Pre	52.97±21.25	57.34±28.41	53.75±30.12	0.892
Post	62.96±22.33	64.77±29.03	56.96±27.30	
Post-Pre	9.99±8.28	7.43±6.85	3.20±7.75	0.140
p	0.012*	0.035*	0.310	

Mean ± SD.

UVFT: Unilateral visual feedback training, BVFT: Bilateral visual feedback training, BBS: berg balance scale, LRT: lateral reach test, TUG: timed up go test, ABC: Activities-specific balance confidence scale.

[†]Significant difference in the change values between BVFT and Control groups.

차이는 없었다($p > 0.05$).

중재 전-후 그룹 내(intra-group) BVFT 그룹에서는 균형 변수들에 대한 전-후 비교에서 BBS, 비마비측 LRT, 마비측 LRT, TUG와 ABC 모두에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). UVFT 그룹에서는 BBS와 ABC에서만 유의한 차이가 나타났고($p < 0.05$), 대조군에서는 BBS에서만 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$)(Table 2).

중재 전-후 세 그룹 간(inter-group) 비교에서는 BBS, 마비측 LRT와 TUG에서 BVFT 그룹과 대조 그룹에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 하지만, BVFT 그룹과 UVFT 그룹 사이에서는 유의한 차이가 없었고($p > 0.05$), UVFT와 대조 그룹 사이에서도 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)(Table 2).

고찰

우리의 연구는 뇌졸중 환자들을 대상으로 마비측과 비마비측으로 시각적 표적을 이용한 양측 시각 피드백 체중지지훈련이 뇌졸중 환자의 균형 능력 및 낙상 효능감에 미치는 영향을 확인하였다. 본 연구의 결과에서 마비측과 비마비측으로 체중지지훈련을 실시한 BVFT 그룹이 대조 그룹과 비교했을 때, BBS, 마비측 LRT, TUG와 같은 균형 변수에서 유의한 향상이 나타났고, 한 방향 훈련을 실시한 UVFT 그룹과 비교에서는 유의한 차이는 보이지 않았다. 하지만, 한 방향 훈련을 실시한 UVFT 그룹과 대조 그룹 사이에서 균형 능력에서 유의한 차이를 보이지 않아 BVFT 그룹이 UVFT 그룹에 비해 균형 기능 향상에 더욱 효과적인 방법임을 확인할 수 있었다. 우리의 연구 결과를 토대로 양측 방향(마비측과 비마비측)으로 시각적 표적을 활용하여 실시한 시각적 피드백 훈련 방법은 뇌졸중 환자의 균형 기능을 향상시킬 수 있는 효과적인 중재 방법임을 확인한 근거를 제시하였다고 생각한다.

우리의 연구에서는 양측 방향으로 시각적 표적을 이용해서 체중지지훈련을 실시한 BVFT 그룹에서 균형능력(BBS, 마비측 LRT, TUG)의 향상이 나타났다. 이와 같이 BVFT 그룹에서 균형 능력의 향상은 여러 요인에 의해 나타난 결과라 생각할 수 있다. 하지만, 두 가지 요인을 가장 크게 고려할 수 있다. 첫 번째 시각적 표적을 이용한 피드백 방법이 뇌졸중 환자의 비대칭적인 체중지지를 개선하여 균형 능력의 향상에 영향을 미친 것이라 생각된다. 시각적 표적 활용은 시각적 표적을 사용하지 않은 중재에 비해 여러 장점이 있으며, 대상자들의 동작 수행의 움직임 조절과 운동학습에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다.^{24,25} 선행연구에서 시각적 표적을 이용한 동작 수행은 다른 관절들의 움직임을 최소화하여 보상작용이 감소하고, 이에 정확한 동작이 가능하다고 하였다.²⁶ 또한, 시각적 표적을 이용한 피드백 훈련은 시각적 표적이 없을 때 보다 집중도가 높아지고 대뇌 피질의 흥분성도 증가되어 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력을 향상시켰다고 보고되었다.²⁶ Pak과 Lee¹⁶의 연구에서는 뇌졸중 환자들을 대상으로 마비측으로 시각적 표적을 이용하여 피드백 훈련을 실시하였으며, 이 연구에서 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에서 향상 향상이 나타났다고 보고하여 우리 연구의 결과를 뒷받침한다. 추가적으로 우리의 연구에서 실시한 시각적 표적을 이용한 체중지지 훈련은 주로 이마면에서의 움직임으로 이루어져 있으며, 이는 중간볼기근 등의 강화를 유도할 수 있다. Mercer 등²⁷의 연구에서 엉덩관절 벌림근 강화 훈련은 뇌졸중 환자의 이마면에서 자세 조절 능력과 체중지지 비율과 보행 능력에 향상이 나타난다고 보고하였다. 이와 같은 선행 연구의 결과는 본 연구에서 실시한 이마면에서의 시각적 표적을 이용한 체중지지훈련이 중간볼기근 등의 근력강화로 이어져 이마면

에서의 신체 조절 능력의 향상과 균형능력의 향상된 결과의 근거를 뒷받침한다.

두 번째, 마비측과 비마비측으로 양방향으로 실시한 훈련 방법이 균형 능력을 향상시킬 수 있었던 것으로 사료된다. 선행 연구에서 뇌졸중 환자의 체중이동 능력이 마비측뿐만 아니라 비마비측으로 체중이동 능력도 제한되어 있다고 보고하였고, 신체 분절의 움직임이 이루어지는 동안에도 비마비측에서도 정상인에 비해서 더 큰 자세 동요가 발생된다고 확인하였다.^{18,19} 이와 같이 마비측뿐만 아니라 비마비측으로도 함께 체중지지 훈련을 유도함으로써 뇌졸중 환자의 균형 능력이 향상된 것으로 생각된다. 또한, Stewart 등²⁸의 연구에서 대칭적인 양 방향 과제를 수행하는 동안 뇌의 양쪽 반구가 동시에 활성화 된다고 보고하였고, 뇌졸중 환자들에서 양 방향 훈련을 실시하였을 때 비손상측 대뇌반구와 손상측 대뇌반구 모두에서 뇌 활성화도가 증가되어 마비측의 움직임 조절을 촉진시킬 수 있다고 보고하였다. 다른 선행 연구들에서도 뇌졸중 환자에게 대칭적인 양방향 운동은 한 방향 운동과 비교했을 때 운동보조영역, 감각운동피질, 가쪽 전 운동피질 및 양측 소뇌 영역을 더욱 활성화 시켜 운동 기능 회복에 효과적이라고 보고하였다.^{30,31} 이와 같이 본 연구에서도 양 방향으로 체중지지 훈련을 적용하였으며, 이로 인해 뇌의 양측 반구의 활성화도가 증가하여 기능의 회복에 기여한 것이라 생각된다.

본 연구 결과는 뇌졸중 환자들에게 시각적 표적을 이용한 마비측과 비마비측 시각적 피드백 훈련이 마비측에 초점을 둔 시각적 피드백 훈련보다 더욱 효과적인 중재방법으로 활용할 수 있는 근거를 확인한 연구라 할 수 있으며, 본 연구 결과를 바탕으로 뇌졸중 환자들을 위한 체중지지 훈련 시 비마비측에 대한 고려도 함께 이루어져야 함을 시사한다. 하지만, 본 연구에서 고려해야 할 몇 가지 제한점이 있다. 첫번째, 표본 크기가 적은 수의 대상자만으로 연구를 진행하였기 때문에 연구의 결과를 토대로 모든 뇌졸중 환자들에게 일반화하기에는 어려움이 있다. 둘째, 중재 적용 기간이 4주로 실시하였고, 중재 종료 후 추적관찰이 이루어지지 않아 중재에 따른 장기적 효과를 확인하지 못했다. 따라서 향후 이러한 제한점들을 보완한 추가적인 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

1. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):192-7.
2. Richard W Bohannon. Muscle strength and muscle training after stroke. *J Rehabil Med.* 2007;39(1):14-20.
3. Semprini R, Sale P, Foti C, Fini M et al. Gait impairment in neurological disorders: a new technological approach. *Funct Neurol.* 2009;24(4):179-83.
4. Geiger RA, Allen JB, Keefe JO et al. Balance and mobility following

- stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther*. 2001;81(4):995-1005.
5. Tyson SF, DeSouza LH. Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clin Rehabil*. 2004;18(8):916-23.
 6. Song CH, Lee GC, Yu JH et al. The relation between postural sway and asymmetric weight-bearing for fall prevention in patients with stroke. *J Korean Soc Phys Med*. 2010;5(1):81-8.
 7. Sackley CM, Baguley BI, Gent S et al. The use of a balance performance monitor in the treatment of weight-bearing and weight transference problems after stroke. *Physiotherapy*. 1992;78(12):907-13.
 8. Caldwell C, McDonald D, McNeil K et al. Symmetry of weight distribution in normal and stroke patients using digital weight scales. *Physiother Theory Pract*. 1986;2:109-16.
 9. Shumway CA, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;69(6):395-400.
 10. Cheng PT, Chen CL, Wang CM et al. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004; 83(1):10-6.
 11. 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: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(2):274-8.
 12. Au Yeung SSY. Does weight-shifting exercise improve postural symmetry in sitting in people with hemiplegia? *Brain Inj*. 2003;17(9):789-97.
 13. Kim JD, Cha YJ, Youn HJ. Effects of emphasized initial contact auditory feedback gait training on balance and gait in stroke patients. *Korean Soc Phys Med*. 2015;10(4):49-57.
 14. Hwang YI, Kim KS. Effects of foot pressure using the elastic band with rings during sit-to-stand in persons with stroke. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2017;6(4):159-63.
 15. Choi WJ, Lee SW, Tak SJ et al. The effect of the cognitive motor dual task using the auditory feedback on chronic stroke patients' gait and their attention. *J Spec Educ*. 2011;50(3):483-504.
 16. Pak NW, Lee JH. Effects of visual feedback training and visual targets on muscle activation, balancing, and walking ability in adults after hemiplegic stroke: a preliminary, randomized, controlled study. *Int J Rehabil Res*. 2020;43(1):76-81.
 17. Lee KS, Choe HS, Lee JH. Influence of visual feedback training on the balance and walking in stroke patients. *J Kor Phys Ther*. 2015;27(6):407-12.
 18. Goldie PA, Matyas TA, Evans OM et al. Maximum voluntary weight-bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1996;11(6):333-42.
 19. Lamontagne A, Paquet N, Fung J. Postural adjustments to voluntary head motions during standing are modified following stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003;18(9):832-42.
 20. Blum L, Korner BN. Usefulness of the berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther*. 2008;88(5):559-66.
 21. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990;45(6):M192-7.
 22. Ng SS, Hui-Chan CW. The timed up & go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(8):1641-7.
 23. Stasny BM, Newton RA, Viggiano LoCascio L et al. The ABC scale and fall risk: a systematic review. *Phys Occup Ther Geriatr*. 2011;29(3):233-42.
 24. Arya KN, Pandian S, Kumar D et al. Task-based mirror therapy augmenting motor recovery in poststroke hemiparesis: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2015;24(8):1738-48.
 25. Sarlegna FR, Mutha PK. The influence of visual target information on the online control of movements. *Vision Res*. 2015;110(Pt B):144-54.
 26. Yarossi M, Manuweera T, Adamovich SV et al. The effects of mirror feedback during target directed movements on ipsilateral corticospinal excitability. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:242.
 27. Mercer VS, Chang SH, Williams CD et al. Effects of an exercise program to increase hip abductor muscle strength and improve lateral stability following stroke: a single subject design. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32(2): 50-9.
 28. Stewart KC, Cauraugh JH, Summers JJ. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci*. 2006;244(1-2):89-95.
 29. Staines WR, McIlroy WE, Graham SJ et al. Bilateral movement enhances ipsilesional cortical activity in acute stroke: a pilot functional MRI study. *Neurology*. 2001;56(3):401-4.
 30. Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI et al. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: a TMS study. *J Neurol Sci*. 2007;252(1):76-82.
 31. Cauraugh JH, Lodha N, Naik SK et al. Bilateral movement training and stroke motor recovery progress: a structured review and meta-analysis. *Hum Mov Sci*. 2010;29(5):853-87.