시각적 되먹임을 이용한 균형훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 자세조절 및 하지의 기능적 수행능력에 미치는 영향

김찬문 · 김우기 · 서상석 · 김경환 · 장영민 · 김정익 · 안승헌
국립재활병원 물리치료실

Effects of Training Using Visual Biofeedback Program on Balance, Postural Control and Functional Ability of Lower Extremities in Patients with Stroke

Chan-Mun Kim·Woo-Gi Kim·Sang-Suk Seo·Kyeong-Hwan Kim
Young-Min Jang·Jung-Ik Kim·Seung-Heon An
Department of Physical Therapy, National Rehabilitation Hospital

Abstract

Background and Purpose: To assess effects of training using Visual Biofeedback Program on balance, postural control and functional ability of lower extremities in patients with stroke.
Subjects and Methods: Thirteen stroke patients participated Visual Biofeedback Program training during 4 weeks. Subjects were assigned randomly to either an experimental group (7 patients) or a control group (6 patients). The control group received conventional physical therapy interventions for 30 minutes, 5 times a week. The experimental group trained on the Visual Biofeedback Program (Catch, Skyball, Speedball, Freeze, Target, Immobilizer) for 15 minutes, three times in a week during 4 weeks with conventional physical therapy. Subjects were assessed using the Modified Ashworth Scale(MAS), the Fugl-Meyer Assessment, the Berg Balance Scale(BBS), the Functional Ambulation Category Scale, the Timed Up & Go Test(TUG), Comfortable Gait Speed(CGS), Maximal Gait Speed(MGS) and the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) before and after the training.
Results: In the experimental group, there were significant improvement in the BBS, TUG, CGS, MGS and the PASS occurring in the period from baseline to discharge. In the control group, significant improvement were founded in the TUG and the CGS in this period. However, no between-group differences were detected in any of the outcome measures.
Conclusions: Although the training using Visual Biofeedback Program demonstrated improvement in balance, postural control and functional ability of lower extremities for the patients with stroke following 4 weeks of interventions, it was not statistically significant.

Key words: balance, hemiplegia, stroke, visual biofeedback.

1. 서 론

뇌졸중 환자는 마비측 다리로 적절한 체중지지를 하지 못해 비마비측으로 많은 체중지지를 하는 비대칭적 편마비 보행을 하게 되는데(Wall et al., 1986), 무게 중심점이 비마비측 다리로 많이 갈수록 편마비 보행은 더 심해진다(Dettman et al., 1987). 이러한 뇌졸중 후의 보행이상은 근육 약화, 관절의 불안정성, 정상적인 근육의 기능 변화, 감각 소실, 마비측 다리의 정상 균형조절 기전의 소실에 기인한 결과이다(Musa, 1986). 체중지지는 보행을 위해 선행되어야 하는데(Bobath, 1980), 대칭적 체중지지의 향상은 운동기능(motor function)과 일상생활의 독립성 상승에 연관되어지고(Sackley,

1990), 보행의 재교육은 기능적 능력과 독립된 삶의 핵심 요소로서 중요하기 때문에 이러한 능력을 향상시키는 것은 뇌졸중 환자의 신체적인 재활에 있어 가장 중요한 치료 목표 중 하나이다(Inman et al., 1981; Mahoney et al., 1965).

균형(balance)이란 체중 지지면 위에 신체의 무게 중심이 오게 하여 안정성을 유지하는 능력이다(Shumway-Cook et al., 1995; Nashner, 1989). 적절한 균형 조절을 위해서는 전정기능, 시각정보, 고유감각, 근골격계와 인지능력들의 상호작용이 요구되는데(Wernick-Robinson et al., 1999) 뇌졸중 이후 환자들은 운동, 감각, 인지적 능력이 손상되어 균형 능력이 감소한다고 하였다(Shumway-Cook et al., 1988).

균형은 안정, 대칭, 동적안정성으로 분류되는데, 안정은 작은 흔들림 정도로 자세를 유지하는 능력이고, 대칭은 체중지지 요소들 사이에 동일하게 체중분포 하는 것을 말하며, 동적 안정성은 중심을 유지하면서 이동하는 능력을 말한다(Goldie et al., 1989). 이러한 균형의 세 가지 요소는 뇌졸중 후에 손상되며, 이로 인해 안정면에서는 같은 나이의 정상인에 비해 뇌졸중 환자의 자세적 흔들림이 두 배 정도 증가하고(Nichols, 1997) 대칭면에서는 비마비측으로 체중의 61%~80%의 무게가 실리는 비대칭성을 보이며(Sackley et al., 1993) 체중지지 자세에서 균형을 유지하면서 이동하는 능력이 감소되므로 동적 안정성 또한 저하된다.

이에 뇌졸중 환자들의 균형 능력을 향상시키기 위해 많은 연구가 있었으며 시각적 되먹임이 뇌졸중 환자의 대칭적 서기를 향상시키는데 효과적인 방법으로 알려졌다. Winstein 등(1989)은 마비측과 비마비측 하지에 대한 체중분배의 시각적 정보를 받은 뇌졸중 환자가 일반적인 균형 훈련, 체중 이동 훈련 등의 보존적인 물리치료를 받은 환자들보다 더 대칭성이 좋아지고 이 능력이 기능적 과제를 수행하는 것과 연관되어진다고 하였다. 또한 Shumway-Cook 등(1988)은 무게 중심점에 대한 시각적 되먹임이 치료사의 구두를 통한 정보 제공보다 더 효과적으로 비대칭성을 줄인다고 보고하였다. 이후 연구에서는 시각적 되먹임 균형 훈련으로 대칭적 서기가 좋아진다고는 하였지만 이것이 보행이나 좀 더 높은 수준의 운동기능 향상에는 별다른 효과가 없다고 하였다(Walker et al., 2000). 이와 같이 시각적 되먹임을 이용한 균형 훈련이 균형의 대칭성을 향상시키는 데에는 효과적인 방법이라고 알려져 있으나 보행과 같은 기능적인 과제의 수행에 미치는 영향에 대해서는 아직 명확하지 않은 상태이다.

이 연구에 사용된 Tetrax Biofeedback Program (TBP)은 컴퓨터화된 객관적인 균형 평가가 가능하며 사용자에게 시각적 정보를 주어 체중 받침판 위에 서서 체중과 무게중심을 이동시킴으로써 컴퓨터 스크린상의 움직이는 목표점을 따라가고 목표점에 사용자의 무게 중심점 맞추기, 떨어지는 공받기, 농구공 골인시키기 등의 게임으로 균형 훈련을 할 수 있는 장비이다. 4개의 점(2 heel, 2 toe)에 실리는 체중의 변화로 체중분포와 자세적 흔들림을 평가·훈련하기 때문에 전·후·좌·우의 움직임뿐만 아니라 대각선 방향의 움직임까지도 동시에 훈련이 가능하며 단순한 체중분포의 시각적 정보를 주는 것이 아닌 게임 형식이기 때문에 기존에 많이 사용되었던 Force Platform Biofeedback System보다 사용자의 동기유발이 더 용이할 것으로 생각된다.

이 연구의 목적은 보존적인 물리치료를 수행한 환자와 이에 더하여 TBP를 수행한 환자 사이에 균형 능력 향상이 차이를 보이는가와 더불어 보행과 관련된 하지의 기능적 수행 능력에 시각적 되먹임 균형 훈련이 영향을 미치는가를 알아보기 위함이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받은 환자로 국립재활병원에 입원 중 연구에 동의한 13명의 성인 환자들이며, 연구기간은 2007년 1월 15일부터 2월 9일까지로 4주간 실시하였다. 본 연구의 설계는 실험군과

대조군으로 나누어 실험군에는 보존적인 물리치료와 더불어 시각적 되먹임 균형 훈련을 시행하였고, 대조군에는 보존적인 물리치료만을 적용하였다. 실험군과 대조군 사전사후 검사방법을 채택하였으며 두 그룹간의 평가를 통하여 균형, 자세조절, 하지의 기능적 수행능력에 관련된 8개의 항목을 비교하였다. 대상자 선정 조건은 다음과 같다.

가. 뇌졸중으로 인하여 편마비로 진단 받은 자
나. 적절한 의사소통과 이해력이 가능하여 측정도구의 검사가 모두 실시 가능한 자
다. 뇌졸중 이외의 유의한 정형외과적 과거 병력 질환이 없는 자
라. 보조 장구의 사용여부와 상관없이 10m 이상 보행이 가능한 자
마. 시각과 전정기관에 특별한 문제가 없는 자

2. 균형 훈련 방법

TBP는 이스라엘 Sunlight에서 개발한 장비로, 4군데(좌·우측 toe 및 heel)의 압력 감지점으로 체중의 분포를 받아들여 대상자의 체중분포를 개인용 컴퓨터 화면에 보여줌으로써 시각적인 feedback 훈련이 가능한 장비이다. 이 TBP에 짜여진 11가지의 프로그램 중 6가지를 선별하여 주당 3회, 1회 15분간 시행하였다.

가. 훈련 전 대상자에게 전체적인 과정을 설명한다.
나. 운동에 대한 설명과 운동 시 필요한 활동을 치료사가 설명한다(환자의 자세가 흐트러지지 않도록 하기 위하여 연합반응과 과잉보상은 구두 지시를 허용하여 조절하도록 하였다.)
다. 대상자는 체중 받침판 위에 서서 화면을 보며 시각적 정보를 받아야 하며, 훈련 중에는 난간을 잡지 않도록 한다.

그림 1. Tetrax Biofeedback Program을 이용한 훈련

3. 측정도구

1) Mini-Mental State Examination-Korean version (MMSE-K)

Folstein 등(1975)에 의해서 창안된 것으로 지남력, 회상능력, 주의력, 언어능력, 수리능력과 구성능력을 포함한 12가지 항목으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 권용철 등(1989)이 개발한 한국형 간이 정신상태 검사를 이용하였는데, 5분에서 10분 정도의 짧은 시간 내에 피검사자

표 1. Tetrax Biofeedback Program

훈 련	치료 목적	방 법
Catch	주의 집중하여 체중을 자발적으로 이동시킴으로써 적절한 체중분포를 획득한다.	빨간 공을 발의 다양한 압력 변화로 움직여 녹색 공위에 놓는다.
Skyball	주의 집중하여 자발적 체중이동으로 목표물을 따라가는데 소요되는 반응시간을 줄인다.	균형판 위에서 체중을 좌·우로 움직여 글러브를 움직임으로써 공을 받는다.
Speedball	주의 집중하여 자발적 체중이동으로 목표물을 따라가는데 소요되는 반응시간을 줄인다.	균형판 위에서 체중을 앞·뒤로 움직여 글러브를 움직임으로써 공을 받는다.
Freeze	자발적으로 체중이동을 한 후 현 상태의 체중분포를 유지하는 능력을 키운다.	큰 원안에 빨간 공을 위치시킨 뒤 공이 원을 벗어나지 않도록 일정시간 유지시킨다.
Target	인지적인 과제를 수행함으로써 균형을 교정하는 능력을 향상시킨다.	네 지점에 고정된 도형 중 불이 켜지는 곳으로 체중을 이동시켜 목표물을 일치시킨다.
Immobilizer	체중을 자발적으로 이동시켜 적절한 체중분포를 유지한다.	4곳의 압력 점에 균일하게 체중을 분포시킨다.

들의 지적상태를 손쉽게 평가할 수 있는 방법으로 지적능력 장애뿐만 아니라 기능적 발달의 정도를 예측할 수 있다(한태륜 등, 1992).

MMSE-K는 시간, 장소에 대한 지남력(10점), 기억력(3점), 기억회상능력(3점), 주의집중 및 계산력(5점), 이해 및 판단력(2점), 언어기능(7점)의 11가지 항목, 총 30점으로 구성되어 있으며, 인지기능 장애정도의 평가에서 24점 이상은 정상, 18~23점은 경도, 17점 이하는 중등도로 분류하였다(권용철 등, 1989). 검사도구의 측정자 간 신뢰도 r=.99이다.

2) Motor-Free Visual Perception Test (MVPT)

시지각 능력을 평가하기 위해 고안된 것으로 측정 간 신뢰도 r=.81 보인다(Colarusso et al., 1996). 총 36항목으로 시각적 구별 3점, 형태항상성 3점, 시각적 단기기억 8점, 시각적 폐쇄(연속성) 11점, 공간적 방향 4점, 전·배경 구분 5점으로 이루어져 있다.

3) Modified Ashworth scale(MAS)

0점(긴장도의 증가가 없음)부터 4점(굴곡 및 신전이 어려움)까지의 5점 척도로 만들어진 평가방법이며 근육의 긴장도를 측정하기 위한 것이다.

4) Fugl-Meyer Assessment(FMA)

연구대상의 감각 기능을 평가하기 위해서 Fugl-Meyer 등(1975)이 뇌졸중 환자의 기능적 회복정도를 알아보기 위해 고안한 Fugl-Meyer 평가척도를 사용하여 감각 기능의 검사만 수행하였다. 2점 만점으로 0점은 무감각, 1점은 이상감각이나 둔한 감각, 2점은 정상 감각으로 구분되는데, 이 연구에서는 하지의 촉각(light touch)과 관절 위치감각(position sense)을 검사하였다. 촉각은 마비측과 비마비측의 다리와 발바닥을 비교하여 검사하였으며, 위치감각은 마비측과 비마비측의 엉덩이 ,무릎, 발목, 엄지발가락을 비교하여 검사하였다. 최대 점수는 12점이었다. 이 평가도구는 측정자 간(r=.94), 측정자 내(r=.99) 신뢰도가 높다(Duncan et al., 1983).

5) Berg Balance Scale(BBS)

Berg 등(1989)이 편마비 환자의 균형 능력 손상을 평가하기 위해 만든 것으로 14개의 항목으로 나뉘어 있다. 최소 0점에서 최대 4점을 적용하여 14개 항목에 대한 총합은 56점이다. 점수가 높을수록 균형정도가 좋은 것으로 평가하며 측정자 내 신뢰도 r=.99이다(Berg et al., 1989).

6) Functional Ambulation Category Scale (FACS)

보행능력을 검사하는 방법으로 6단계로 구성되어 있으며, Collen 등(1990)에 의해 신뢰도와 타당도가 증명되었다. 0점은 환자의 보행 시 2인 이상의 도움이 필요한 경우, 1점은 1인의 지속적이고 확고한 지지가 필요한 경우, 2점은 1인의 간헐적인 도움이 필요한 경우, 3점은 1인의 신체적 접촉 없이 지시 또는 감시가 필요한 경우, 4점은 스스로 평지는 걸을 수 있으나 계단이나 불안정한 평지를 걸을 때에 도움이 필요한 경우, 5점은 환자 스스로 걸을 수 있는 경우를 말한다.

7) Timed Up & Go Test(TUG)

기능적인 운동성과 이동능력, 그리고 균형을 측정할 수 있는 검사로써, 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 출발 신호와 함께 일어나 가능한 빠르고 안정한 속도로 3m 거리를 걸어갔다가 되돌아와서 다시 출발자세로 앉는 시간을 측정하는 방법이다. 측정자 내 신뢰도 r=.99이고 측정자 간 신뢰도 r=.99이다(Podsiadlo et al., 1991). 노인의 균형능력과 기능적인 운동을 평가하여 넘어짐의 위험을 예측하기 위해 사용되어 왔고, 최근에는 허약한 노인뿐 만 아니라, 뇌졸중, 파킨슨 질환, 관절염 질환이 있는 환자에게도 적용되고 있다(Morris et al., 2001).

8) Gait Speed

뇌졸중 환자의 재활 후 회복정도를 측정하는데 많이 사용되는 방법으로 빠르고 쉽게 보행장애 정도를 측정할 수 있으며(Goldie et al., 1996; Richards et al., 1995), 뇌졸중 환자의 일상생활능력이나 예후를 파악하는데 있어서 비교적 간단하면서도 정확한 방법 중 하나이다(김미정 등,

표 2. 연구 대상자의 일반적 특성

구분	실험군(N=7)	대조군(N=6)
성별(명)		
남자	5(71.4%)	5(83.3%)
여자	2(28.6%)	1(16.7%)
연령(세)	57.00 ± 14.65	59.00 ± 8.25
유병일(개월)	6.71 ± 0.95	5.00 ± 0.89
원인(명)		
뇌출혈	3(42.9%)	1(16.7%)
뇌경색	4(57.1%)	5(83.3%)
마비부위(명)		
오른쪽	4(57.1%)	4(66.7%)
왼쪽	3(42.9%)	2(33.3%)
MMSE-K(점)[a]	25.71 ± 6.40	26.83 ± 5.04
MVPT(점)[b]	27.29 ± 8.90	28.50 ± 3.51

[a] Mini-Mental State Examination - Korean version, [b]Motor-Free Visual Perception Test

표 3. 실험군의 실험 전·후 차이 변화

항목	실험 전 (평균±표준편차)	실험 후 (평균±표준편차)	Z값	*p*값
MAS발목강직(점)[a]	0.86 ± 0.38	1.00 ± 0.58	-0.447	0.654
FMA하지감각(점)[b]	9.14 ± 2.12	9.14 ± 2.12	0.000	1.000
BBS(점)[c]	44.43 ± 11.12	46.29 ± 11.48	-2.060	0.039*
FACS(점)[d]	4.00 ± 1.15	4.14 ± 1.21	-1.000	0.317
TUG(초)[e]	29.40 ± 30.94	27.59 ± 27.81	-2.028	0.043*
CGS(초)[f]	41.58 ± 54.99	28.47 ± 27.40	-2.366	0.018*
MGS(초)[g]	37.29 ± 53.38	32.42 ± 46.09	-2.366	0.018*
PASS(점)[h]				
자세변환	18.71 ± 4.42	19.43 ± 4.16	-1.633	0.102
자세유지	11.43 ± 4.61	12.43 ± 4.16	-2.070	0.038*

*$p<0.05$

[a]Modified Ashworth scale, [b]Fugl-Meyer Assessment, [c]Berg Balance Scale, [d]Functional Ambulation Category Scale, [e]Timed Up & Go Test, [f]Comfortable Gait Speed, [g]Maximal Gait Speed, [h]Postural Assessment Scale for Stroke Patients

1994; Bohannon, 1986).

보행속도를 측정하는 방법은 매우 다양하며 주로 2~10m 거리의 보행 방법을 사용한다. 환자 본인이 선택한 가장 편안한 안정 보행속도(self-selective comfortable gait speed)와 안전하다고 느끼면서 최대한 빨리 걸을 수 있는 최대 보행속도(maximal gait speed)를 측정한다. 안정 보행속도와 최대 보행속도를 측정하는 방법은 측정자 간, 측정자 내 신뢰도(r=.89~1.00)가 높다(Steffen et al., 2002).

가) Comfortable Gait Speed(CGS)

안정 보행속도를 측정하기 위하여 대상자 본인이 가장 안정하다고 느끼면서 편하게 10m 걷는 속도를 측정하였다.

나) Maximal Gait Speed(MGS)

최대 보행속도는 환자가 안전하게 느끼면서 최대한 빨리 10m 걷는 속도를 측정하였다. 측정자는 첫 번째 발이 출발점을 지나는 시간에서 그 발이 종착점을 지나는 시간을 측정하였다(Suzuki et al., 1990).

9) Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)

뇌졸중 환자들의 균형 및 체간 조절을 평가

표 4. 대조군의 전·후 차이 변화

항목	실험 전 (평균±표준편차)	실험 후 (평균±표준편차)	Z값	*p*값
MAS발목강직(점)[a]	1.00 ± 0.63	1.00 ± 0.63	0.000	1.000
FMA하지감각(점)[b]	8.33 ± 2.07	8.67 ± 2.07	-1.414	0.157
BBS(점)[c]	45.17 ± 7.76	48.83 ± 6.11	-1.826	0.068
FACS(점)[d]	4.50 ± 0.55	4.83 ± 0.41	-1.414	0.157
TUG(초)[e]	21.94 ± 12.57	20.38 ± 10.73	-2.023	0.043*
CGS(초)[f]	19.19 ± 10.43	18.57 ± 10.24	-2.003	0.045*
MGS(초)[g]	16.55 ± 10.25	16.17 ± 10.03	-1.472	0.141
PASS(점)[h]				
자세변환	19.50 ± 2.51	19.50 ± 2.51	0.000	1.000
자세유지	11.83 ± 1.72	12.83 ± 1.17	-1.857	0.063

*$p<0.05$
[a]Modified Ashworth scale, [b]Fugl-Meyer Assessment, [c]Berg Balance Scale, [d]Functional Ambulation Category Scale, [e]Timed Up & Go Test, [f]Comfortable Gait Speed, [g]Maximal Gait Speed, [h]Postural Assessment Scale for Stroke Patients

표 5. 실험군과 대조군의 변화량 비교

항목	실험군 (평균±표준편차)	대조군 (평균±표준편차)	Z값	*p*값
MAS발목강직(점)[a]	0.14 ± 0.90	0.00 ± 0.00	0.000	1.000
FMA하지감각(점)[b]	0.00 ± 0.00	0.33 ± 0.51	-1.595	0.111
BBS(점)[c]	1.86 ± 2.04	3.67 ± 4.46	-0.511	0.610
FACS(점)[d]	0.14 ± 0.37	0.33 ± 0.52	-0.781	0.435
TUG(초)[e]	-1.81 ± 3.23	-1.57 ± 1.94	-0.072	0.943
CGS(초)[f]	-13.11 ± 29.30	-0.60 ± 0.48	-0.288	0.774
MGS(초)[g]	-4.86 ± 8.19	-0.38 ± 0.64	-1.359	0.174
PASS(점)[h]				
자세변환	0.71 ± 1.11	0.00 ± 0.00	-1.743	0.081
자세유지	1.00 ± 0.82	1.00 ± 0.89	0.000	1.000

[a]Modified Ashworth scale, [b]Fugl-Meyer Assessment, [c]Berg Balance Scale, [d]Functional Ambulation Category Scale, [e]Timed Up & Go Test, [f]Comfortable Gait Speed, [g]Maximal Gait Speed, [h]Postural Assessment Scale for Stroke Patients

하는 척도로 사용되고 있으며, 36점이 만점이고 자세를 유지하는 능력과 변화하는 자세에 따른 평형을 유지하는 능력의 2개의 범주에 12개 항목들을 검사하도록 되어 있다(Benaim et al., 1999).

4. 자료 분석

실험군과 대조군으로부터 수집된 자료는 부호화 과정을 거쳐 전산처리 하였다. 대상자의 일반적인 특성은 기술통계와 빈도분석을 하였으며, 실험 집단 내의 사전·사후 간 차이를 비교하기 위하여 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시하였고, 실험 집단 간 변화량을 알아보기 위하여 Mann-Whitney U-test를 실시하였다. 이 연구의 자료처리는 SPSS 10.0을 이용하였으며 모든 통계의 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

이 연구의 대상자는 실험군 7명, 대조군 6명으로 총 13명이었다. 성 분포는 실험군은 남자 5명(71.4%), 여자 2명(28.6%)이었고, 대조군은 남자 5명(83.3%), 여자 1명(16.7%)이었다.

연령은 실험군이 평균 57.0세였고, 대조군은 평균 59.00세였으며, 진단명은 실험군이 뇌출혈이 3명(42.9%), 뇌경색이 4명(57.1%)이었으며,

대조군은 뇌출혈이 1명(16.7%), 뇌경색이 5명(83.3%)이었다.

마비 유형은 실험군이 우측 편마비가 4명(57.1%), 좌측 편마비가 3명(42.9%)이었으며, 대조군이 우측 편마비가 4명(66.7%), 좌측 편마비가 2명(33.3%)이었다.

유병일은 실험군이 평균 6.7개월이었으며, 대조군이 평균 5.0개월이었다. 인지기능 검사(MMSE-K)에서는 실험군이 평균 25.7점이었고, 대조군은 평균 26.8점이었으며 시지각 검사(MVPT)에서는 각각 평균 27.2점과 평균 28.5점이었다.

2. 실험군의 실험 전·후 차이 변화

실험군의 실험 전·후 차이 변화는 BBS는 실험 전 평균 44.4(±11.1)점에서, 실험 후 46.2(±11.4)점으로 통계학적으로 유의한 차이를 보였고($p<0.039$), TUG에서는 실험 전 평균 29.4(±30.9)초에서, 실험 후 27.5(±27.8)초로 유의한 차이를 보였다($p<0.043$). 그리고 CGS에서도 실험 전 평균 41.5(±54.9)초, 실험 후 28.4(±27.4)초로 유의한 차이를 보였고($p<0.018$), MGS는 실험 전 평균 37.29(±53.38)초, 실험 후 32.42(±46.09)초로 유의한 차이를 보였다($p<0.018$). 또한, PASS의 자세유지 항목에서 실험 전 평균 11.43(±4.61)점, 실험 후 12.43(±4.16)점으로 유의한 차이를 보였다($p=0.038$). 그러나 MAS, FACS, PASS의 자세변환 항목에서의 변화는 유의하지 않았으며, FMA의 하지감각 항목에서는 실험 전·후 변화가 없었다.

3. 대조군의 실험 전·후 차이 변화

대조군의 실험 전·후 차이 변화는 TUG는 실험 전 평균 21.94(±12.57)초에서, 실험 후 20.38(±10.73)초로 통계학적으로 유의한 차이를 보였고($p<0.043$), CGS는 실험 전 평균19.19(±10.43)초, 실험 후 18.57(±10.24)초로 유의한 차이를 보였다($p<0.045$). FMA 하지감각, BBS, FACS, MGS, PASS의 자세유지 항목에서의 변화는 유의하지 않았으며, MAS, PASS의 자세변환 항목에서는 실험 전·후 변화가 없었다.

4. 실험군과 대조군의 실험 전·후의 변화량 차이 비교

실험군과 대조군의 실험 전·후 변화량 차이는 모든 항목에서 두 집단 간의 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

IV. 고 찰

인간이 일상생활에서 독립성을 확보하고 기능적인 능력을 향상시키기 위해서는 보행이 필수적이다. 그러나 급증하고 있는 뇌혈관 질환의 후유증으로 인해 편마비가 발생하게 되면 근력이 약해지고 여러 관절이 불안정해지며 정상적인 근육의 기능이 불가능해지는 등의 운동능력의 소실과 감각 소실, 마비측 다리의 정상 균형조절 기전이 소실되어 정상적인 보행이 불가능하게 된다. 이에 재활치료에서는 최종적으로 독립적인 보행능력을 획득하기 위해 여러 가지의 치료적 접근방법을 시도해왔으며, 균형조절 능력의 향상을 위한 시각적 되먹임 균형 훈련도 이와 같은 접근방법 중의 하나이다.

신체에서 적절한 균형조절을 하기 위해서는 전정계, 시각, 고유감각, 근골격계와 인지능력들의 상호작용이 요구되는데(Wernick-Robinson et al., 1999), 편마비 환자들은 운동 및 감각 기능의 손상과 고위통합기능의 손상으로 인해 적절한 근긴장도를 조절하지 못하고 선택적인 운동조절 기능에 어려움이 생긴다. 즉, 선택적 운동조절 능력과 감각 등의 손상으로 인해 대칭성에 변화가 초래되고, 정상인에 비해 보행속도가 느리며 마비측으로의 체중이동이 부적절해지는 등의 비정상적인 보행유형이 나타나게 된다(Bobath, 1990; Davies, 1985).

균형조절 능력이 저하된 대상자들에게 신체정렬을 맞추기 위한 방법으로 거울에 비친 자신의 모습을 보여주며 바른 자세를 유지할 수 있도록 자극을 준다거나 무게 중심점의 이동능력을 훈련하기 위해 벽면의 불빛이 켜지는 곳으로 몸을 이동시키는 방법(Shumway-Cook et al., 1992), 그리고 force platform 위에 서서

체중 분포와 체중의 이동상황을 모니터링 할 수 있게 하는 방법 등이 연구되어 왔다. 균형을 유지하는 등의 자세조절을 위해서는 시각, 전정기능, 고유수용성 감각이 적절하게 상호 보완되며 상위 인지기능과 잘 통합되어야 하는데, 본 연구에서 사용한 TBP도 이처럼 균형조절시 시각 의존도에 영향을 주는 자극이며, 이러한 자극은 전정계에서 들어온 자극 및 고유수용기에서 들어온 자극과 밀접하게 연관되어 통합된 후 균형조절을 하는데 영향을 준다(이한숙 등, 1996).

시각적 되먹임을 이용한 기존의 연구를 보면, Sackley 등(1993)은 시각적 되먹임을 이용한 신체 중심 훈련을 실시한 편마비 환자에서 선 자세의 대칭성이 좋아졌다고 보고했으며, Liston 등(1996)은 신체 중심조절 향상은 기능의 향상도 가져올 수 있다고 BBS를 이용하여 보고하였다. 또한, Geiger 등(2001)은 시각적 되먹임 훈련 후에 BBS의 점수가 높아지고 TUG에서 시간이 짧아졌으며 이러한 상승이 균형과 움직임(mobility)의 독립성 향상과 연관이 있으나 그룹 간의 평균 변화량에는 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 시각적 되먹임을 이용한 균형 훈련에 대한 측정 항목을 다양하게 하여 균형 능력과 자세조절 뿐만 아니라 보행과 관련된 하지의 기능적 수행 능력에도 영향을 주는가를 알아보았다. 그 결과 실험군의 BBS, TUG에서의 유의한 차이뿐만 아니라 CGS, MGS, PASS에서도 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 몇몇 선행연구와 유사하게 본 연구에서도 두 그룹 간의 평균 변화량 차이는 유의하지 않았다.

연구 대상자의 일반적인 특성 중 MMSE-K와 MVPT에서 두 그룹 간 유의한 차이는 보이지 않았으며 마비부위, 즉 오른쪽·왼쪽에 따른 수행능력의 차이는 없었지만, 실험 대상을 선정조건에 맞추어 무작위로 배치하다보니 인지능력이나 시지각 능력 상태를 조정하지 못하여 MVPT상 평균 점수가 더 낮은 실험군의 시·지각 결손이 Tetrax를 이용한 균형훈련에 약간의 부정적인 영향을 주었을 것이라고 생각된다.

TBP의 균형훈련은 15분으로 하였는데, 이는 선행연구의 시각적 되먹임 균형 훈련에서 대상자 중 대부분의 환자들이 훈련 15분 이후에는 다른 활동들을 수행할 수 있는 준비가 되어지는 것으로 보인다고 하였기 때문이었다(Shumway-Cook et al., 1988; Geiger et al., 2001). 그러나 어느 정도의 훈련 시간이 가장 적당하고 효과적인 가에 대한 연구 결과도 없는 상태이기 때문에 훈련시간이 늘어남에 따라서 연구결과가 달라질 수도 있다는 제한점이 있을 것이다.

본 연구에서 실험군과 대조군 간의 평균 변화량에 유의한 차이가 발생하지 못한 한계점으로는 대상자 수가 13명으로 비교적 적었다는 것, 입원 환자라는 치료적인 한계로 인해 보존적인 물리치료를 배제한 순수한 시각적 되먹임 훈련만을 실시하는 세번째 그룹을 설정하지 못하였으며, 4주라는 제한적인 훈련기간으로 훈련방법의 효과 차이를 충분히 반영하지 못했다는 것을 들 수 있을 것이다.

이후 보다 더 많은 연구 대상자로 순수 실험군과 충분한 훈련기간을 두어 훈련 효과의 차이를 좀 더 명백하게 증명하고 훈련 후에도 효과가 지속되는가에 대해서도 알아보는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

단편적으로 체중지지와 체중분포에 대한 시각적 정보만을 알려주는 균형 훈련방법과는 다르게 게임 형식을 이용한 이러한 시각적 되먹임 균형 훈련은 뇌졸중 환자의 균형 재활에 있어 동기유발을 시키기가 더 용이할 것이며, 최종적으로는 균형능력 향상에도 많은 도움을 줄 것이라 생각한다.

V. 결 론

본 연구는 국립재활병원에 입원한 뇌졸중 환자 13명을 대상으로, 보존적인 물리치료를 수행한 대조군과 이에 더하여 TBP를 수행한 실험군 사이에서 균형능력 향상이 차이가 있는가를 알아보고자 하였다. 뿐만 아니라 보행과 관련된 하지의 기능적 수행 능력에도 시각적 되먹임 균형 훈련이 영향을 주는가를 알아보기 위해 이

에 관련된 8가지 항목(MAS, FMA 중 하지감각, BBS, FACS, TUG, CGS, MGS, PASS)을 평가하였으며 여기에서 얻은 연구 결과는 다음과 같다.

1. 실험군의 훈련 전·후 차이 변화는 BBS, TUG, CGS, MGS, PASS의 자세유지 항목에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).
2. 대조군의 훈련 전·후 차이 변화는 TUG, CGS에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).
3. 실험군과 대조군은 대부분의 항목에서 훈련 전·후 변화량 차이를 보였으나 이것이 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

이와 같은 결과에서 알 수 있듯이 보존적인 물리치료와 더불어 시각적 되먹임을 이용한 균형훈련을 실시한 집단이 훈련 전보다 훈련 후에 균형 능력 및 보행과 관련된 하지의 기능적 수행에 유의한 향상을 보였지만, 보존적인 물리치료만 실시한 그룹과의 훈련 전·후 변화량 차이 비교에서는 유의한 향상을 보이지 않았다. 비록, 그룹간의 변화량에서 유의한 차이는 보이지 않았지만, 대부분의 평가항목에서 실험군이 더 좋은 향상을 보였기에 보존적인 방법의 물리치료 내에 포함되어 있는 균형능력 향상 운동에 시각적 되먹임 훈련 방법을 더하여 치료한다면 다양한 접근 방법으로 환자들의 동기유발도 더 잘 이루어질 것이며 결과적으로 균형능력 향상에도 더 많은 도움을 줄 것이라 생각한다.

참고문헌

권용철, 박종한. 노인용 한국판 Mini-Mental State Examination(MMSE-K)의 표준화 연구: 제1편 MMSE-K의 개발. 대한신경정신의학회지. 1989;28(1):125-135.

김미정, 이수아, 김상규 등. 뇌졸중 환자의 보행속도에 관한 연구. 대한재활의학회지. 1994; 18(4):736-741.

이한숙, 최홍식, 권오윤. 균형조절요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지. 1996; 3: 82-91.

한태륜, 김진호, 성덕현 등. 뇌졸중 환자에 있어서 Mini-Mental State 검사와 기능적 회복의 상관관계에 대한 연구. 대한재활의학회지. 1992;16(2):118-122.

Benaim C, Perennou DA, Villy J, et al. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: The postural assessment scale for stroke patients. *Stroke*. 1999;30(9):1862-1868.

Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41: 304-311.

Bobath B. Adult hemiplegia evaluation and treatment 3rd ed. London: Heinemman, 1990.

Bobath B. Adult hemiplegia evaluation and treatment. London: William Heinemman Medical, 1980.

Bohannon RW. Strength of lower limb related to gait velocity and cadence in stroke patient. *Physiotherapy Canada*. 1986;38:204-206.

Colarusso RP, Hammill DD. Motor-Free Visual Perception Test Revised. Novato, Calif: Academic Therapy Publications; 1996.

Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *Int Disabil Studies*. 1990;12:6-9.

Davies PM. Steps to follow: a guide to the treatment of adult hemiplegia. Berlin: Springer-Verlag, 1985.

Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *Am J Phys Med*. 1987; 66:77-90.

Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensori-motor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther*. 1983;63:1606-1610.

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975;12(3):189-198.

Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, et al. The

post-stroke hemiplegic patient. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7:13-31.

Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther.* 2001;81:995-1005.

Goldie PA, Bach TM, Evans OM. Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70:510-517.

Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:1074-1082.

Inman V, Ralston H, Todd R. Human walking. Baltimore: Williams and Wilkins. 1981.

Liston R, Brouwer B: Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:425-430.

Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J.* 1965;24:61-65.

Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the Timed Up & Go test in people with Parkinson disease. *Phys Ther.* 2001; 81(2):810-818.

Musa Im. Recent findings on the neural control of locomotion: implications for the rehabilitation of gait. In: Banks, MA, editor. International perspectives in physical therapy-2. *Stroke.* Edinburgh: Churchill Livingstone. 1986:79-98.

Nashner LM. Sensory, neuromuscular, and bio-mechanical contributions to human balance. In: Duncan PW, ed. Balance: Proceedings of the APTA Forum, Nashville, *Tennessee,* June 13-15, 1989. 1989:5-12.

Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther.* 1997;77: 553-558.

Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-148.

Richards CL, Malouin F, Dumas F, et al. Gait velocity as an outcome measure of locomotor recovery after stroke. In: Craik RL, Oatis C. Gait Analysis: Theory and application. St-Louis, Mosby. 1995.

Sackley CM, Baguly BI: Visual feedback after stroke with balance performance monitor: two single case studies. *Clin Rehabil.* 1993;7:189-195.

Sackley CM. The relationships between weight-bearing asymmetry after stroke, Motor function and activities of daily living. *Physiotherapy Theory Pract.* 1990 ;6:179-185.

Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on re-establishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988 ;69:395-400.

Shumway-Cook A, Horak F. Balance rehabilitation in the neurologic patient: course syllabus. Seattle: NERA, 1992.

Shumway-Cook A, Woolacott M.H., Motor control: theory and practical applications. Williams & Wilkins, Baltimore, MD. 1995.

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;82:128-137.

Suzuki K, Nakamura R, Yamada Y, et al. Determinants of maximum walking speed in hemparetic stroke patients. *Tohoku J Exp Med.* 1990;162:337-344.

Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther.* 2000 ;80:886-895.

Wall JC, Turnbull GI, Gait asymmetries in residual hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67:500-503.

Wernick-Robinson M, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach: Does it really measure dynamic balance. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:262-269.

Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, et al. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70:755-762.