

8자 모양 트랙을 이용한 방향전환 훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향

김미간¹, 김종휘², 박지원²

¹대구가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ²대구가톨릭대학교 의료과학대학 물리치료학과

The Effect of Turning Training on Figure of 8 Tract on Stroke Patients' Balance and Walking

Mi-Gan Kim, PT, MS¹, Joong-Hwi Kim, PT, PhD², Ji-Won Park, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, ¹Graduate School, ²College of Health and Medical Science, Catholic University of Daegu

Purpose: This study was intended to discover the effect of the turning training on figure of 8 tract on stroke patients' static and dynamic balance, as well as walking.

Methods: A total of 42 stroke patients participated in this study. The training group was trained on the figure of 8 tract, while the control group was trained on the straight path for 30 minutes per day, for 4 weeks. Berg balance scale was used to measure the balance of the patients, before and after the training, and Good balance system was used to measure the sway speed and the distance of COG while standing. To measure the ability of walking, TUG and FSST were also used.

Results: There were significant increases in the average score of Berg balance scale, in both groups after the training, and also significant difference between both groups were observed. The training group showed significant differences in the static balance ability, as well as anteroposterior and mediolateral sway speed. Further, there were significant increases in the dynamic balance ability, COP total distance, and TUG in both groups. The results showed more differences in comparing the control group with that of the training group. In FSST, there was no change in the control group, but there was a significant increase in the training group.

Conclusion: Turning training on figure of 8 tract in stroke patients significantly increased the static and dynamic balance and walking ability. Based on the results, it can be seen that the training on the figure of 8 tract can influence the ability of balance and walking, which can lead to appropriate reactions to the change of environment and various tasks. Thus, it is assumed that turning training on figure of 8 tract as a means of improving the condition of stroke patients can be a meaningful program.

Keywords: Stroke, Turning training, Figure of 8 tract, Balance, Walking

I. 서론

뇌졸중은 성인에게 있어서 장애를 유발하는 주요 원인으로,^{1,2} 뇌졸중 발생 후 생존한 많은 환자들이 병원에서의 의학적 중

재와 물리치료 과정 이후에도 운동, 감각, 인지, 지각, 심리, 사회, 신체기능적인 측면에서 현저한 장애가 남겨진 채로 가정과 지역사회로 돌아가고 있으며, 이들 중 상당수가 기능적 활동과 이동의 불편으로 일상생활을 수행하는 데 있어서 여러 어려움에 직면하게 된다.³

선 자세에서의 균형은 한 쪽 하지로 체중을 이동하는 능력과 밀접한 관련이 있으며, 이는 기능적인 가동성과 일상생활을 영위하는데 있어 필수조건이고, 일어서기, 이동하기, 걷기, 방향 바꾸기, 계단 오르기 등의 활동을 위하여 중요하다.⁴ 균형의 문제는 일상생활동작의 회복을 지연하며 움직임을 감소

Received March 27, 2012 Revised April 10, 2012

Accepted April 13, 2012

Corresponding author Ji-Won Park, mylovept@hanmail.net

Copyright © 2012 by The Korean Society of Physical Therapy

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.

시키고 낙상을 증가시키는 한편, 기립이나 보행을 방해하는 중요한 요인으로 작용한다.⁵⁶

보행은 환자 자신에게 있어서 가장 중요시되는 능력으로 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 기능 증진 시 보행을 그 첫째 목적으로 지적하는 등 편마비 환자에서 보행의 중요성은 알려진 사실이다.⁷ Said 등⁸은 뇌졸중 환자들이 장애물을 건너기 위하여 스텝을 하는 동안 한쪽 다리로 균형을 유지하는 능력이 감소되어 나타난다고 하였으며, 이는 뇌졸중 환자들의 실외생활을 어렵게 만드는 원인이라고 하였다.

퇴원 후 가정과 지역사회에서의 일상생활을 위해서는 더욱 복합적인 운동성을 필요로 한다. 일상생활을 하기 위해서는 다양한 자세에 대해 그것을 유지하는 능력이 필요하고 외부적 자극에 대해 반응하고, 수의적 움직임에 앞서 자동적으로 자세 반응을 할 수 있어야 한다.⁴⁹ 지역사회 속에서 살아가는 데 필요한 보행 능력에는 모퉁이를 돌고, 장애물을 통과하고, 자동문을 출입하고, 무빙 워크에 발을 딛고 내리며, 건널목을 건널 때 신호등에서 주어진 시간 안에 횡단보도를 가로지를 수 있는 정도의 보행 속도 등을 요구한다.¹⁰ 가정과 지역사회에서의 일상생활 활동성에는 테이블 주변 걷기, 장애물 건너기, 길에서의 방향전환과 같은 곡선 통로에서의 보행 능력을 필요로 한다.¹¹ 이와 같이 가정과 지역사회에서 성공적인 이동을 위해서는 코너를 통과하고 장애물 주변에서의 방향 조정과 같은 능력이 필수적 요소이다. Segal 등¹²은 일상 생활 동안 모든 스텝의 20~50%가 방향 전환 동작이라고 보고하였다. 직선 보행 동안에는 신체 움직임을 위한 분절의 협응이 대칭적으로 이루어지지만 일상생활에서 곡선 길을 따라 걷는 것과 같이 목적이 있는 움직임을 할 때에는 보행의 양쪽 패턴이 불안정하게 변화한다. 이러한 방향 전환 시 어려움은 나이가 들거나 질병을 가진 사람들에게서 더 많이 나타난다.¹¹ 또한 임상적으로 운동 손상을 가진 환자들은 방향 전환 시 직선보행보다 더 많은 노력을 필요로 하고 이에 방향 전환과 관련된 과제는 낙상과 낙상 관련한 손상의 발생을 더욱 증가시킨다.¹²

곡선 궤도를 따라 부드러운 보행을 완수하기 위해서는 직선 보행과 비교하여 상당한 변화를 필요로 하지만, 뇌졸중 환자는 보행에 있어 방향 변화에 어려움을 가지며 양쪽 협응 부족과 마비측 하지 근육 조절이 감소되어 있다.¹⁵ 보행에 어려움을 가지는 뇌졸중 환자의 일상생활을 위한 필수적인 보행 능력은 직선 보행뿐 아니라 곡선 보행도 포함되어야 한다. 직선 보행과 곡선 보행 사이 방향의 변화는 운동 전략(motor strategies)의 전환을 필요로 하는데, 이는 생체 역학적 조절과 움직임 조절(movement control)뿐 아니라 직선 보행과 곡선

보행에서 길을 찾고 방향전환을 하기 위한 운동 계획(motor planning)을 포함한다.¹⁴ 특히, 8자 모양 트랙은 직선 보행 사이에 시계 방향과 반시계 방향으로의 곡선보행의 패턴을 결합한 것으로 독립적인 일상생활 활동에 있어 필수적인 복합적 보행 능력을 평가하기 위해 고안되었다. 또한 Jan 등¹⁵은 8자 모양 트랙에서 보행은 복합적 보행 수행 능력을 평가할 수 있다고 하였다. 그러나 현재까지 뇌졸중 환자의 독립적 보행을 위한 훈련에 관한 연구는 트레드밀에 의한 보행 능력 효과에 치중되어 있고 직선 보행과 곡선 보행에 관한 연구는 드물다. 게다가 방향 전환과 관련하여 8자 모양 트랙에서 보행은 노인의 균형 및 보행 능력을 평가하기 위한 도구로만 이용되어 왔을 뿐, 뇌졸중 환자의 훈련 중재에 관한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 보행을 직선 보행과 곡선 보행으로 구분하여 8자 모양 트랙을 이용한 방향 전환 훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 2011년 7월부터 2011년 8월까지 대구 소재 K 병원에 입원하여 물리치료를 받고 있는 환자 중 연구에 참여하기로 동의하고 연구 조건을 충족할 수 있는 뇌졸중으로 진단받은 편마비 환자 50명을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중으로 인하여 편마비로 진단받고, 발병기간이 6개월 이상인 자.
- 2) 보조 또는 도움 없이 독립적으로 10 m 이상 보행이 가능한 자.
- 3) 한국형 간이 정신상태 판별검사(MMSE-K)점수가 24점 이상인 자로 이 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다고 동의한 자.
- 4) 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자.
- 5) 체간과 양 하지에 정형외과적 질환이 없는 자.

2. 실험 방법 및 절차

연구 대상자들은 총 50명으로 대조군 25명, 실험군 25명으로 나누었고, 대상자들은 무작위로 배치하였다. 대상자들은 관절 가동운동, 신장운동, 근력강화운동, 기능적 전기 자극치료 등으로 이루어지는 기존의 물리치료를 모두 실시하였고, 물리치료 이외 스스로 하는 보행훈련은 통제하지 않았다. 대조군(Straight path walk, SW)은 기존의 물리치료와 더불어 직선 트랙에서 보행 훈련을 하였고, 실험군(Figure of 8 walk, F8W)은

기존의 물리치료와 더불어 8자 모양 트랙에서 보행 훈련을 실시하였다. 8자 모양 트랙에서 보행은 4주 동안 주5회 운동으로 운동시간은 10분 훈련 후 3분 또는 환자가 피로도를 느끼지 않는 만큼의 휴식 후 다시 반복으로 총 3회 실시하도록 하였다.

8자 모양 트랙은 2개의 큰 주변을 8자 모양으로 보행하는 것으로 X 표시는 콘의 위치를 나타낸 것으로 두 콘의 거리는 5 feet로 하고, 콘을 기준으로 각 2 feet씩, 총 4 feet를 벗어나지 않도록 하였다(Figure 1). 트랙은 대상자들의 눈에 띄지 않도록 회색 바닥에 가로 2 cm, 세로 5 cm의 노란색 테이프를 붙여 만들었고, 8자 모양 트랙에서 보행은 트랙 중간에서 시작하여 구역을 벗어나지 않는 범위에서 트랙을 따라 보행하도록 하였으며 보행 속도는 환자가 불안해하지 않으며, 어지럽지 않은 범위에서 하도록 하였다. 만약 운동 시 피로감 또는 어지러움 등을 호소할 경우 휴식을 허용하였다.

직선 보행은 실험군과 동일한 시간만큼 주 5회 하루 30분 동안 치료실 주변 가로 8 m, 세로 15 m의 직사각형 모양의 트랙에서 직선 보행을 실시하도록 하였다.

3. 측정 도구 및 방법

본 연구는 8자 모양 트랙을 이용한 방향 전환 훈련이 정적 및 동적 균형능력과 보행 능력에 미치는 영향을 알아보고자 다음과 같은 도구를 이용하였다.

1) Berg 균형척도(Berg's balance scale, BBS)

균형에 대한 기능적 수행의 정도를 측정하기 위하여 뇌졸중 환자를 위한 균형의 척도로서 신뢰도와 타당도가 인정된 Berg 균형척도를 이용하였다.¹⁶⁻¹⁸

2) Good balance system

이는 정적 및 동적 균형조절 능력을 알아보기 위한 기계로 good balance system Ver.3.06 (METITTER, 미국)을 이용하였다.

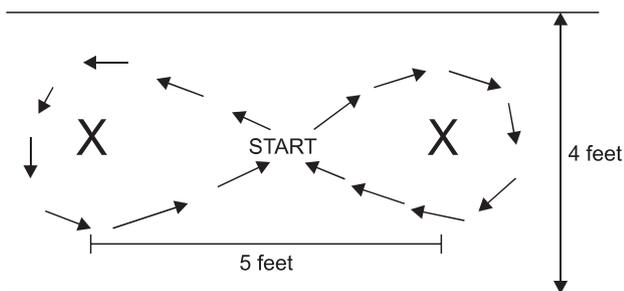


Figure 1. Figure of 8 walk tract design.

이 기계는 기울임이 불가능한 발판이 있으며 발뒤꿈치에 수직으로 작용하는 힘을 측정할 수 있다. 정적 균형 능력은 정적인 자세에서 양 발의 간격은 4인치 너비로 편안하게 선 자세에서 앞을 응시한 상태로 압력중심(Center of pressure, COP)을 측정하는 방법이고, 동적 균형 능력은 컴퓨터 화면 경로를 따라 압력 중심을 정확한 순서로 도달하게 하는 방법으로 측정하였다.

3) The timed up and go test (TUG)

TUG검사는 기본적인 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사방법으로 팔걸이가 있는 의자에 앉아 3 m 거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉는 데 걸리는 시간을 초시계로 측정하는 방법이다. 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. 이 검사의 측정자 내 신뢰도는 $r=0.99$ 이고 측정자 간 신뢰도는 $r=0.98$ 로 신뢰할 만한 도구이다.

4) Four Square Step Test (FSST)

FSST는 지면에 '+'(plus sign)와 같은 모양인 90°로 놓여 있는 높이 2.5 cm, 길이 90 cm인 4개의 막대를 넘어가며 실시하는 평가도구이다. FSST는 발을 땅에서 들어 올리는 동안 빠르게 방향을 바꾸는 능력을 측정하는 양적 검사로, 임상에서 쉽게 수행될 수 있으며, 자세 수행(Postural Performance)의 신뢰성 있고 타당성 있는 측정 도구이다. 이는 0.99의 높은 검사자 간 신뢰도와 0.98의 검사 사이의 신뢰도를 보이는 검사이다.¹⁹

4. 자료 분석

연구결과에 대한 분석은 SPSS Version 18.0을 이용하여 통계처리하였고, Shapiro-Wilk 검정방법을 통해 변수들의 정규성 검정을 하였다. 집단 내 전·후 차이를 비교하기 위하여 대응비교 t-검정을 이용하였고, 4주 훈련 후 각 집단 간의 차이를 확인

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	SW (n=21)	F8W (n=21)	p
Gender (n)	Male: 14 Female: 7	Male: 12 Female: 9	0.537
Age (yr)	55.4±2.0	54.6±3.3	0.842
Body height (cm)	165.0±1.7	163.8±2.2	0.671
Body weight (kg)	63.9±2.2	63.3±2.4	0.860
Paretic side (n)	Right: 11 Left: 10	Right: 10 Left: 11	0.765
Time since onset of stroke (mon)	14.9±1.0	15.4±1.1	0.705

하기 위하여 공분산 분석(ANCOVA)을 실시하였으며, 이 때 공변인으로는 훈련 전 측정된 균형 변수의 값을 입력하여 훈련 전 측정치 간의 차이를 보정한 후 추정된 훈련 후 결과 간의 차이를 비교하였다. 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 설정하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 전체 대상자는 50명이었으나 퇴원으로 5명, 개인사유로 실험에 참여하지 못한 3명으로 최종 실험에는 42명이 참여하였다. 총 42명 중 기존의 물리치료와 직선보행을 실시한 대조군(Straight path walking, SW) 21명, 기존의 물리

치료와 8자 모양 트랙에서 보행을 실시한 실험군(Figure of 8 walking, F8W) 21명으로 하였다.

대상자들의 나이, 키, 몸무게 그리고 발병 일에서 군 간의 동질성 검정 및 정규성 검정에서 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table 1).

2. 훈련 전 · 후에 따른 각 군의 균형 능력의 변화 비교

1) 훈련 전 · 후 Berg 균형 척도 점수 비교

Berg 균형 척도를 이용하여 측정된 균형 수행 검사에서 SW group과 F8W group의 훈련 전·후 균형 점수의 평균을 검정하기 위하여 대응비교 t-검정을 실시한 결과 SW group에서 Berg 균형 점수는 훈련 전 34.05 ± 2.32 점, 훈련 후 35.10 ± 2.19 점으

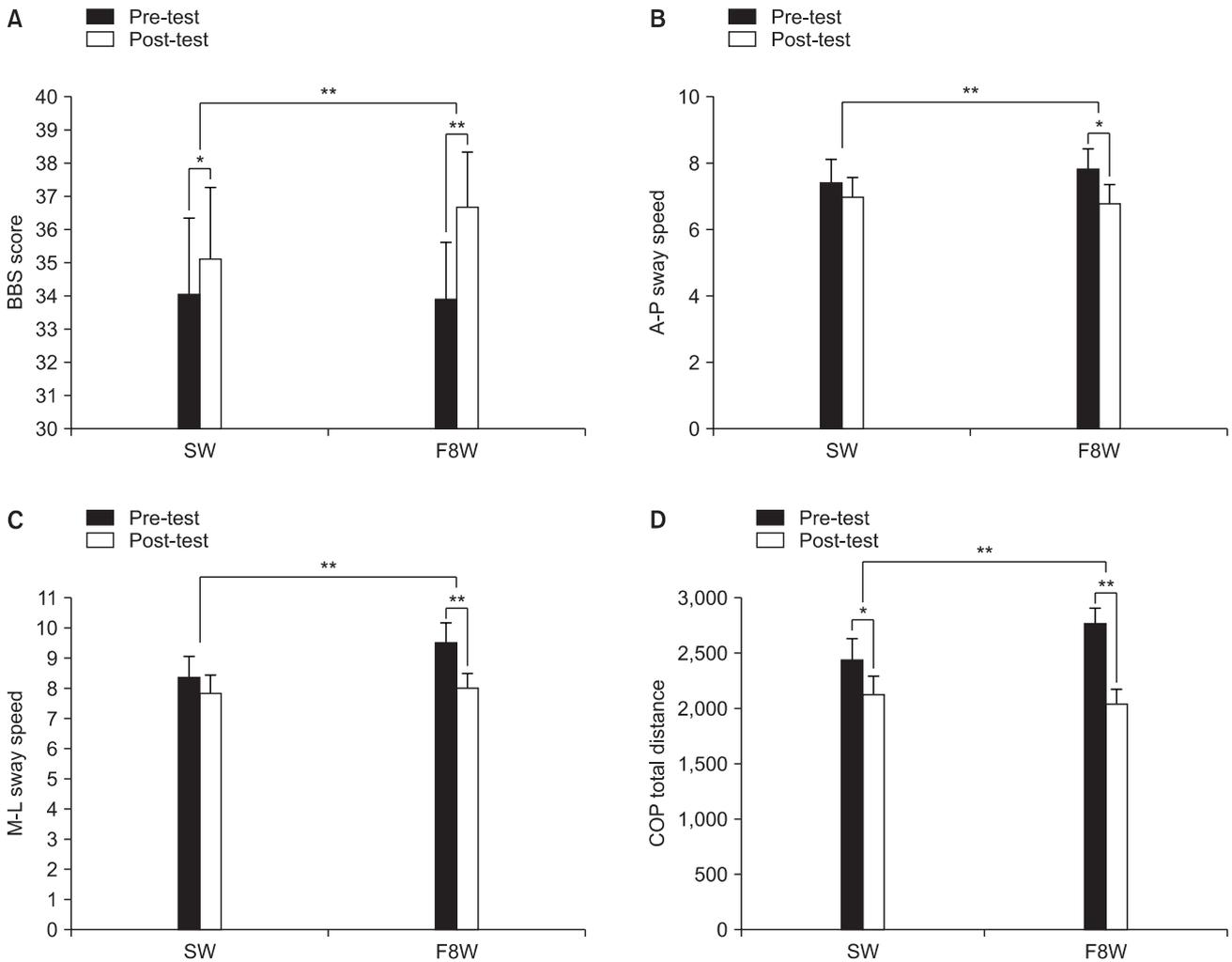


Figure 2. The comparison of ability of balance. (A) The comparison of BBS score for each group at pre-test and post-test and difference between both groups. (B) The comparison of A-P sway speed for each group at pre-test and post-test and difference between both groups. (C) The comparison of M-L sway speed for each group at pre-test and post-test and difference between both groups. (D) The comparison of COP total distance for each group at pre-test and post-test and difference between both groups.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

로 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), F8W group에서는 훈련 전 33.90 ± 1.76 점, 훈련 후 36.66 ± 1.72 점으로 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 또한 두 그룹 간 훈련 전·후의 추정된 평균을 이용한 공분산 분석 결과, 4주 훈련 후 두 그룹 간 Berg 균형 척도 점수는 통계학적으로 매우 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$) (Figure 2A).

2) 훈련 전 · 후 정적 균형 능력 비교

Good balance system을 이용하여 측정된 정적 균형 수행 검사에서 SW group과 F8W group의 훈련 전·후 균형 점수의 평균을 검정하기 위하여 대응비교 t-검정을 실시한 결과, SW group에서 전·후 동요 속도(A-P sway speed)와 좌·우 동요 속도(M-L sway speed)는 각각 훈련 전 7.46 ± 0.67 m/sec, 8.40 ± 0.66 m/sec, 훈련 후 7.00 ± 0.59 m/sec, 7.87 ± 0.60 m/sec로 통계학적으로 유의한 차이가 없었고($p > 0.05$), F8W group에서는 각각 훈련 전 7.86 ± 0.61 m/sec, 9.56 ± 0.62 m/sec, 훈련 후 6.78 ± 0.59 m/sec, 8.04 ± 0.46 m/sec로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한 두 그룹 간 훈련 전·후의 추정된 평균을 이용한 공분산 분석 결과, 4주 훈련 후 두 그룹 간 전·후 동요 속도 및 좌·우 동요 속도는 통계학적으로 매우 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$) (Figure 2B, 2C).

3) 훈련 전 · 후 동적 균형 능력 비교

Good balance system을 이용하여 측정된 동적 균형 수행 검사에서 SW group과 F8W group의 훈련 전·후 균형 점수의 평균을 검정하기 위하여 대응비교 t-검정을 실시한 결과 SW group

에서 체 중심 최대 이동거리(COP total distance)는 훈련 전 $2,453.29 \pm 177.24$ mm, 훈련 후 $2,132.51 \pm 168.30$ mm로 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), F8W group에서는 훈련 전 $2,777.85 \pm 133.31$ mm, 훈련 후 $2,042.53 \pm 136.63$ mm로 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 또한 두 그룹 간 훈련 전·후의 추정된 평균을 이용한 공분산 분석 결과, 4주 훈련 후 두 그룹 간 체 중심 최대이동거리는 통계학적으로 매우 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$) (Figure 2D).

3. 훈련 전 · 후에 따른 각 군의 보행능력의 변화 비교

1) 훈련 전 · 후 TUG비교

TUG검사를 통하여 측정된 보행 수행 검사에서 SW group과 F8W group의 훈련 전·후 보행 속도의 평균을 검정하기 위하여 대응비교 t-검정을 실시한 결과, SW group에서 TUG 보행 속도는 훈련 전 23.24 ± 2.21 m/sec, 훈련 후 22.23 ± 1.95 m/sec로 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), F8W group에서는 훈련 전 22.68 ± 1.86 m/sec, 훈련 후 18.30 ± 1.56 m/sec로 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 또한 두 그룹간 훈련 전·후의 추정된 평균을 이용한 공분산 분석 결과, 4주 훈련 후 두 그룹 간 TUG보행 속도는 통계학적으로 매우 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$) (Figure 3A).

2) 훈련 전 · 후 FSST 비교

FSST 검사를 통하여 측정된 보행 수행 검사에서 SW group과 F8W group의 훈련 전·후 보행 속도의 평균을 검정하기 위하여 대응비교 t-검정을 실시한 결과, SW group에서 FSST 속

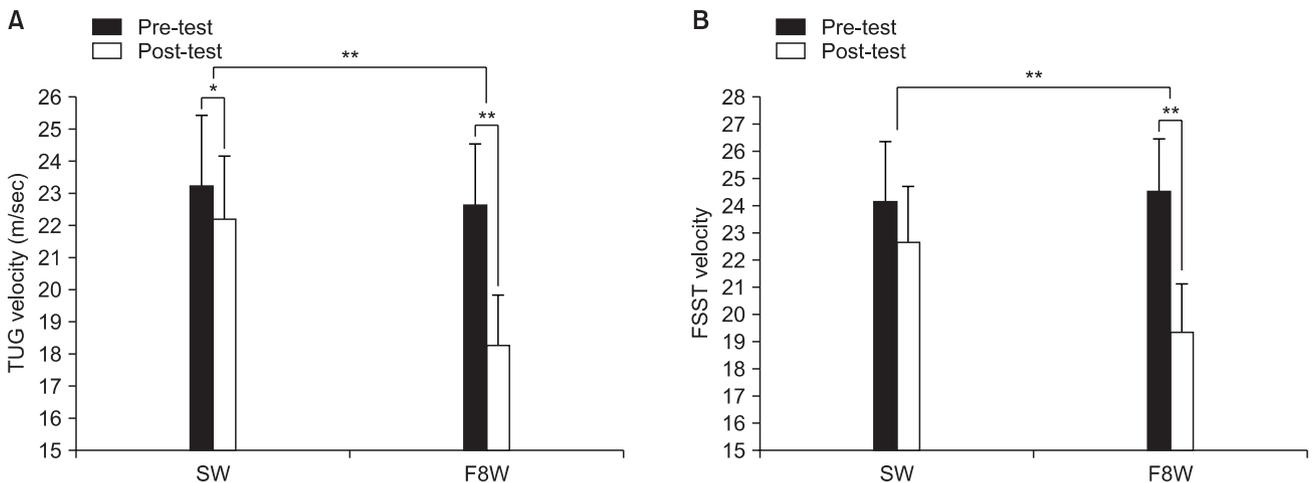


Figure 3. The comparison of ability of walking. (A) The comparison of TUG velocity for each group at pre-test and post-test and difference between both groups. (B) The comparison of FSST velocity for each group at pre-test and post-test and between both groups.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

도는 훈련 전 24.18 ± 2.20 m/sec, 훈련 후 22.65 ± 2.09 m/sec로 평균을 비교한 결과 속도는 감소하였으나 훈련 전과 후 평균 차이 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었지만 ($p > 0.05$), F8W group에서는 훈련 전 24.51 ± 1.97 m/sec, 훈련 후 19.37 ± 1.81 m/sec로 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.01$). 또한 두 그룹 간 훈련 전·후의 추정된 평균을 이용한 공분산 분석 결과, 4주 훈련 후 두 그룹 간 FSST 속도는 통계학적으로 매우 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.01$) (Figure 3B).

IV. 고찰

뇌졸중 후 손상된 보행기능은 환자가 기능적 독립성을 이루는 데 큰 장애가 된다.^{20,21} 정상인은 장애물과 같이 주변을 돌아 움직이는 것에 대해 아무런 문제점이 없지만, 뇌졸중 환자는 직선 통로를 따라 움직이는 것보다 모퉁이를 도는 것과 같은 방향 전환에 있어 좀 더 어려움을 가지며 체중 지지 불균형, 신체 분절 간 협응 손상, 경직과 자세 불안정성뿐만 아니라 신경학적 기전 중 과제 지향적 조절의 손실이 매우 크다. Rodriguez 등²²은 실외 보행을 수행할 수 있을 만큼 충분히 회복되지 않은 상태에서 지역사회로 복귀하는 환자들은 생체역학적인 요소를 고려하지 않은 보상적인 전략을 이용하여 비효율적으로 보행을 수행한다고 보고하였다. Yang 등²³은 성공적인 지역사회 보행을 성취하기 위해서는 경사로, 계단, 도로, 턱 등과 같은 장애물을 통과할 수 있어야 하고, 밀집된 곳에서 사람들과의 충돌을 피할 수 있어야 한다고 하였다. 최근에는 제한된 환경에서의 보행보다 이러한 지역사회 보행을 중요시하여 지역사회 보행과 관련된 연구 결과들이 보고되고 있다. Hess 등¹⁴은 노인을 대상으로 한 8자 모양 트랙 보행 평가에 대한 신뢰도 연구에서 8자 모양 트랙에서 보행 시 보행 속도와 걸음 수(number of steps taken), 커브 길에서의 정확도를 평가한 결과, 8자 모양 트랙에서의 보행은 노인에게 있어 보행 속도와 운동성, 이동 능력, 낙상 예측에 있어 복합적 정보를 제공할 수 있는 평가 도구라고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 이 8자 모양 트랙을 이용하여 뇌졸중 환자에게 보행 훈련을 실시하였고 그에 따른 균형과 보행 능력을 평가하였다.

본 연구에서는 기존의 물리치료와 더불어 직선 보행만을 수행한 대조군과, 기존의 물리치료와 더불어 8자 모양 트랙에서 보행 훈련을 수행한 실험군으로 나누었다. 기능적 균형 수행 능력 측정을 위해 Berg 균형 척도를 이용하였고, Good balance system을 이용하여 정적 및 동적 균형 능력을 알아보았으며, 기능적 보행 수행 능력을 비교하기 위하여 TUG검사와

FSST를 이용하였다.

Berg 균형 척도는 운동 분석 시스템을 이용하여 균형을 분석하는 방식처럼 정확하고 섬세한 측정이 어렵다는 단점이 있기는 하지만, 쉽고 비용이 들지 않으며 일상생활 기능을 반영하는 기능적 균형에 대한 해석이 가능하다는 장점이 있다. 본 연구는 Berg 균형 척도 점수 비교에서 두 집단 모두에서 통계학적으로 유의한 증가를 나타냈으며, 두 집단 간 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. Kim²⁴은 뇌졸중 환자에게 트레드밀 보행 훈련을 6주 동안 실시한 결과 Berg 균형 척도 점수가 통계학적으로 유의하게 증가하였다고 보고하여 뇌졸중 환자에게 있어 보행 훈련은 Berg 균형 척도 점수가 증가한다는 본 연구와 일치하였다. 평균값 증가에 있어 대조군은 1.05점 중 0.33점, 실험군은 2.76점 중 1.04점이 Berg 균형 척도 중 '제자리에서 360도 회전하기' 항목에서 증진하였는데, 이는 8자 모양 트랙에서 보행 훈련이 좁은 범위에서 방향 전환 시 발목 각도 변화에 대한 유연성 증진과 좌-우 체중 이동 능력이 향상된 결과라고 생각된다. 본 연구에서는 Good balance system을 이용하여 정적 균형 능력을 측정하기 위하여 체중심의 전-후 동요 속도와 좌-우 동요 속도를 측정하였고, 동적 균형능력을 측정하기 위하여 체 중심 최대이동거리를 측정하였다. 정적 균형 능력 평가 결과 대조군은 통계학적으로 유의한 차이가 없는 반면, 실험군은 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고, 두 집단 간 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이가 나타나 8자 모양 트랙에서 보행 훈련은 직선 보행 훈련과 비교하여 뇌졸중 환자의 정적 균형 능력에서 의미 있는 향상을 가져왔다. 동적 균형 운동에는 몸을 구부리지 않은 채 전, 후, 좌, 우 방향으로 스스로 흔들림을 만들어 내는 동요(self-initiated sway), 외력에 의한 동요로부터 균형을 회복하는 것(recovery of balance), 선행적 자세제어가 요구되는 과제를 수행하는 것(anticipatory postural control) 등이 있다.²⁵ 본 연구에서는 동적 균형 능력을 평가하기 위하여 스스로 흔들림을 만들어 내는 동요를 측정하였다. 이는 컴퓨터 화면에 따라 압력 중심을 정확한 순서로 도달하는 과제를 수행할 때 나타나는 체 중심 최대 이동거리를 측정한 것으로, 본 연구 결과 체 중심 최대 이동거리는 통계학적으로 유의한 감소를 나타냈으며, 두 집단 간 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. Godi 등¹³은 정상인과 뇌졸중 환자를 대상으로 곡선 보행을 비교 한 결과 뇌졸중 환자는 마비측 발에서의 증가된 외회전 각도와 짧은 입각기 때문에 비마비측을 향하여 도는 것이 어렵고, 마비측을 향하여 도는 것은 하지의 증가된 외회전으로 인해 더 쉬워하는 경향을 보이며, 발의 지남력이 곡선

보행에 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구에서는 8자 모양 트랙을 이용하여 환자에게 양 방향으로의 곡선 보행을 훈련함으로써 인해 발에 대한 지남력을 향상시켜 주고, 이러한 구심성 감각 정보의 제공과 양 하지로의 체중 이동 능력 및 체중 지지 능력을 향상시킨 결과 직선 보행만 실시한 대조군에 비해 8자 모양 트랙에서 보행을 실시한 실험군에서 정적 및 동적 균형 변수들에서 더 유의한 차이를 보인 것으로 생각된다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 보행을 측정하기 위한 변수로 TUG검사와 FSST를 통해 얻은 보행 속도를 이용하였다. TUG검사와 FSST 모두 균형과 이동 능력을 평가하는 도구이지만, TUG검사는 낙상 원인을 정립할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 하지만 FSST는 높은 수준의 수행 능력 감별 시 더 민감한 측정 도구로 방향 전환이 요구되고 발 사이에 완벽한 체중이동이 요구되는 균형검사로 낙상 위험성을 선별하는 데 높은 예측성을 보이는 방법이다. 본 연구에서 대조군은 TUG에서 통계학적으로 기능이 향상됨을 보였지만 FSST에서는 통계학적으로 유의하지 않은 반면 실험군은 TUG와 FSST 모두에서 통계학적으로 유의하게 기능이 향상된 결과를 얻었다. 이는 TUG는 보다 넓은 범위에서 방향전환을 필요로 하고, 방향 전환보다는 의자를 앉고 일어서기와 직선 보행을 더 많이 포함하고 있으나, FSST는 좁은 범위에서 방향 전환과 보행을 필요로 하며, 이는 가정과 지역사회에서 독립적으로 걷는 것에 영향을 주는 것으로 볼 때, 8자 모양 트랙에서 보행 훈련이 좁은 범위에서의 방향 전환과 양 하지의 교대적 움직임, 발목 관절에서의 움직임, 그리고 체중 이동 능력을 증진시켜 FSST에 좀 더 유의한 영향을 미친 것으로 생각한다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 보행 훈련에 있어 8자 모양 트랙을 이용한 방향 전환 훈련이 균형과 보행에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 그 결과 직선 보행 훈련만을 실시한 대조군에 비해 8자 모양 트랙에서 보행 훈련을 실시한 실험군이 각 균형 변수와 보행 변수에서 좀 더 나은 결과를 보였고, 따라서 8자 모양 트랙에서의 방향 전환 훈련은 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 있어 의미 있는 중재 도구가 될 수 있다는 사실을 확인시켜 주었다. 그러나 8자 모양 트랙을 이용한 방향 전환 훈련이 하지와 체간 근력에 어떤 변화를 일으켜 긍정적인 효과를 나타냈는지 명확히 알 수 없고, 신경학적으로 미친 영향을 정확히 규정할 수는 없었다. 향후 연구에서는 좀 더 많은 대상자를 선정하여 장기간 연구와 곡선 보행 및 8자 모양 트랙을 이용한 방향전환 훈련의 운동역학 및 신경학적 관련한 연구가 필요하며, 뇌졸중 환자의 치료에 있어 다양한 중재 프로그램의 개발과, 중재 효과의 지속성을 증명하는 연구 또한

필요할 것으로 생각된다.

Author Contributions

Research design: Kim MG, Park JW

Acquisition of data: Kim MG

Analysis and interpretation of data: Kim MG, Kim JH

Drafting of the manuscript: Kim MG

Research supervision: Park JW

Acknowledgements

이 논문은 2011년도 정부 (교육과학기술부) 의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0003402).

참고문헌

1. Park JW. Effects of the upper limb soft tissue and nerve mobilization on functional recovery in hemiplegic patients after CVA. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2001.
2. Dennis MS, Burn JP, Sandercock PA et al. Long-term survival after first-ever stroke: the oxfordshire community stroke project. *Stroke*. 1993;24(6):796-800.
3. Dombrov ML, Sandok BA, Basford JR. Rehabilitation for stroke: a review. *Stroke*. 1986;17(3):363-9.
4. Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(8):1138-44.
5. Nyberg L, Gustafson Y. Patient falls in stroke rehabilitation. A challenge to rehabilitation strategies. *Stroke*. 1995;26(5):838-42.
6. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther*. 2000;80(9):886-95.
7. Mauritz KH. Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol*. 2002;9Suppl1:23-9;discussion 53-61.
8. Said CM, Goldie PA, Patla AE et al. Obstacle crossing in subjects with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(9):1054-9.
9. Di Fabio RP, Badke MB. Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal-directed weight redistribution. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990;71(6):365-71.
10. Kim JH, Kim JS. Effects of virtual reality program on standing balance in chronic stroke patients. *The journal of Korean society of physical therapy*. 2005;17(3):351-67.
11. Courtine G, Schieppati M. Tuning of a basic coordination pattern constructs straight-ahead and curved walking in humans. *J Neurophysiol*. 2004;91(4):1524-35.
12. Segal AD, Orendurff MS, Czerniecki JM et al. Local dynamic stability

- in turning and straight-line gait. *J Biomech.* 2008;41(7):1486-93.
13. Godi M, Nardone A, Schieppati M. Curved walking in hemiparetic patients. *J Rehabil Med.* 2010;42(9):858-65.
 14. Hess RJ, Brach JS, Piva SR et al. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the figure-of-8 walk test. *Phys Ther.* 2010;90(1):89-99.
 15. Jan MH, Lin CH, Lin YF et al. Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(6):897-904.
 16. Berg KO, Maki BE, Williams JI et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(11):1073-80.
 17. Botner EM, Miller WC, Eng JJ. Measurement properties of the activities-specific balance confidence scale among individuals with stroke. *Disabil Rehabil.* 2005;27(4):156-63.
 18. Wee JY, Wong H, Palepu A. Validation of the berg balance scale as a predictor of length of stay and discharge destination in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(5):731-5.
 19. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(11):1566-71.
 20. Hill K, Ellis P, Bernhardt J et al. Balance and mobility outcomes for stroke patients: a comprehensive audit. *Aust J Physiother.* 1997;43(3):173-80.
 21. Wade DT, Wood VA, Heller A et al. Walking after stroke. Measurement and recovery over the first 3 months. *Scand J Rehabil Med.* 1987;19(1):25-30.
 22. Rodriguez AA, Black PO, Kile KA et al. Gait training efficacy using a home-based practice model in chronic hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(8):801-5.
 23. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY et al. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2008;28(2):201-6.
 24. Kim CS. Effects of lower limbs strengthening exercise and ergometer bicycle exercise on gait and balance in stroke patients. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2008.
 25. Shumway-cook A, Wollacott MH. Motor control: theory and practical application. Maryland, Williams & wilkins, 1995.