

## 페달로 도구를 이용한 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향: 예비 실험

이윤복 · 김진범<sup>1</sup> · 이규창<sup>2†</sup>

경남대학교 간호학과, <sup>1</sup>창원시 진해서부보건지소 작업치료실, <sup>2</sup>경남대학교 물리치료학과

### The Effects of Training Using Pedalo Equipment on Balance of Post-Stroke Patients: Pilot Study

Yun-Bok Lee, NS, PhD, Jin-Beom Kim, OT, BS<sup>1</sup>, Gyu-Chang Lee, PT, PhD<sup>2†</sup>

Department of Nursing, Kyungnam University, <sup>1</sup>Department of Occupational Therapy, Jinhe Seobu Health Subcenter,  
<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Kyungnam University

Received: June 8, 2013 / Revised: July 3, 2013 / Accepted: July 15, 2013

© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

#### | Abstract |

**PURPOSE:** The purpose of the present study was to investigate the effect of the training using Pedalo equipment on balance function in post-stroke patients.

**METHODS:** The present study was case-series. Ten post-stroke patients participated in the study. Participants performed the training using Pedalo equipment. The training using four Pedalo equipment lasted 30 minutes, 3 times a week for 6 weeks. Force platform, Berg Balance Scale(BBS), and Timed Up and Go(TUG) test were used to assess balance ability before and after training.

**RESULTS:** After training using Pedalo equipment, there were significantly improved on path length and sway velocity of post-stroke patients in the both of eye open and - close conditions comparing with baseline. Also, on the BBS and TUG, there were significant improvements after training.

**CONCLUSION:** The results of this study showed that the training using Pedalo equipment may be effective on

improving the balance ability in the post-stroke patients. Through this study, we were able to confirm the potential of training using Pedalo equipment as an intervention in the rehabilitation of post-stroke patients.

**Key Words:** Stroke, Balance, Pedalo

#### I. 서론

자세 조절은 신체 활동 동안 균형을 유지하는 능력이 다(Pollock 등, 2000). 균형은 앉은 자세 유지하기, 앉은 자세에서 일어서기, 그리고 걷기 등 거의 모든 기능적 활동들에서 필수적으로 요구된다(Yavuzer 등, 2006). 균형에는 대칭적으로 서 있는 자세, 자세를 유지하는 능력, 그리고 동적인 안정성이 포함된다(Nichols, 1997). 대칭적으로 서 있는 자세는 두 다리에 체중 분포가 균등하게 이루어져 있는 것이고, 자세를 유지하는 능력은 선택된 자세에서 신체가 최소한으로 동요하면서 그 자세를 유지할 수 있는 것을 말한다. 그리고 동적인 안정성은 보행 동안 균형을 유지할 수 있는 능력이라고 한다

†Corresponding Author : leegc76@kyungnam.ac.kr

(Lisiński 등, 2012). 두 다리에 균등하게 체중을 분포하고, 한 다리에서 다른 다리로 체중을 적절히 이동하면서 자세를 유지하며, 보행과 같은 활동 동안 균형을 적절하게 유지하는 능력은 일상생활 활동에서 필요한 기본적인 요소이다(Tsaklis 등, 2012).

자세 조절 또는 균형의 저하는 뇌졸중 환자에게서 흔하게 나타나는 문제이다(Liston과 Brouwer, 1996). 뇌졸중 환자들은 주로 운동 마비, 감각 소실, 근 긴장도의 변화 등의 결손이 나타난다(Yelnik 등, 2008). 이러한 결손은 주로 마비 측의 몸통과 팔다리에 나타나게 되어 비마비 측과의 불균형을 초래한다. 마비 측과 비마비 측의 불균형은 선 자세에서 체중의 60~90%를 비손상 측에 치우쳐서 지지하게 만드는 등 비대칭적인 체중부하의 원인이 되고(Bohannon과 Tinti-Wald, 1991; Laufer 등 2000), 자세 동요(postural sway)를 증가시키는 요인으로 작용하여 자세 조절을 어렵게 만든다(Laufer 등, 2000). 또한 보행에도 영향을 미쳐 비정상적인 보행 패턴을 가져오고, 기능적 활동들을 제한하기도 한다(Nyberg와 Gustafson, 1995). 그래서 이러한 요소들을 개선시킬 수 있는 훈련을 통해 균형을 향상시키는 것은 중요하다(Yelnik 등, 2008).

뇌졸중 환자의 균형을 향상시키기 위해 다양한 중재 방법들이 사용되어져 왔다. 하지만 최근에 발표된 체계적 고찰에서 저항 운동이나 보행 지향적 훈련만으로는 균형의 유의한 향상을 가져오기 어렵다고 보고하고 있다(Orr 등, 2008; Van de Port 등, 2007). 또한 균형을 향상시키기 위해 필요한 훈련의 강도, 빈도 등 양적인 요소에 대해서도 명확하게 제시하지 못한다고 하였다(Lubetzky-Vilnai와 Kartin, 2010). 그래서 구체적이고 체계적인 훈련 시스템을 통해 균형의 향상이 성취될 수 있다고 제안하고 있다(Lubetzky-Vilnai와 Kartin, 2010).

최근에 페달로라는 도구가 유럽 지역에서 인기를 얻고 있다. 이 도구는 아동, 성인, 노년층 등 모든 연령층이 흥미를 가지며 사용할 수 있도록 개발된 놀이(여가 생활)를 위한 도구이다. 또한 독일을 포함한 몇몇 유럽 나라에서는 재활을 위한 목적으로도 사용되기 시작하고 있다. Thorpe와 Valvano(2002)의 연구에서는 뇌성마비 아동을 대상으로 피드백의 종류에 따른 운동 학습의

효과를 조사하기 위한 중재 도구로 레하바(Reha-bar)라는 페달로 도구를 사용하였고, Chen과 Liu(2005)는 건강한 성인을 대상으로 레하바(Reha-bar)를 이용한 과제에서 나타나는 움직임 분석하기도 하였다. 이처럼 아직 페달로 도구를 직접적인 중재 도구로 사용한 연구는 없지만 재활을 위한 중재 도구로 사용될 수 있는 가능성에 대해서 주목할 필요가 있다. 특히 페달로 도구들 중 두 다리에 체중을 이동하는 움직임을 제공하고, 균형을 유지하면서 보행하게 하는 도구 등은 뇌졸중 환자들의 균형을 향상시킬 수 있는 훈련 도구로서 사용될 수 있는 충분한 가능성이 있을 것이다. 또한 페달로 도구는 원래 놀이를 위해 개발된 것이기 때문에 환자들이 사용할 수 있도록 안전을 위한 장치만 충분히 추가된다면 동기 유발을 통해 흥미를 가지고 훈련에 참여할 수 있게 만들 수도 있을 것이다.

하지만 아직까지 페달로 도구를 재활에 적용하여 그 효과에 대해 보고한 연구는 없는 실정이다. 또한 이 도구를 이용한 훈련의 프로토콜도 구체적으로 제시되지 못하고 있다. 환자들의 균형 향상을 위한 중재로 페달로 도구가 가지고 있는 장점과 잠재력을 확인하는 연구가 필요할 것이다. 따라서 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자에게 페달로 도구를 이용한 균형 훈련을 적용하여 균형의 향상에 미치는 효과에 대해 조사하고자 하였고, 이를 통해 페달로 도구가 뇌졸중 환자의 재활에 사용될 수 있는 가능성에 대해 확인하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

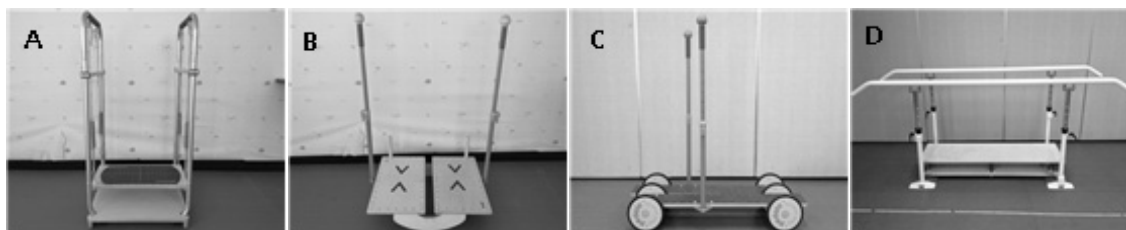
본 연구는 J 보건소에 방문하는 만성 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 시행되었다. J 보건소에 방문하는 환자들 중 연구에 참여를 원하는 17명을 모집하였다. 모집된 참가자들 중 유병기간이 6개월 이상인 자, MMSE-K(Mini Mental State Examination-Korean) 점수가 21점 이상인 자, 독립적으로 10분 이상 보행이 가능한 자, 균형에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자, 시각 및 전정 기관의 결손이 없는 자, 하지에 근골격계 질환

이 없는 자 등의 선정 기준에 적합한 대상자들을 선별하였다. 17명의 참가자 중 5명은 본 연구의 선정 기준에 적합하지 않아 제외되었고, 12명의 대상자가 연구에 참여하였다. 그리고 연구 도중 2명의 대상자가 개인 사정과 연구 참여 거부 등의 사유로 탈락하여 10명의 대상자들만 사후검사까지 참여하였다. 본 연구에 참여하는 모든 대상자들에게 연구의 목적과 절차에 대해 설명하였고, 대상자들의 자발적인 동의를 받은 후에 연구를 시행하였다.

## 2. 실험방법

본 연구는 환자군 연구(case-series study)로 설계되었다. 선정 기준에 적합한 12명의 대상자들에게 페달로를 이용한 훈련을 적용하기 전에 버그균형척도(Berg Balance Scale; BBS), 일어나 걸어가기 검사(Timed Up and Go test; TUG), 그리고 힘판을 이용하여 균형을 평가하였다. 평가는 3년 이상의 연구 경력이 있는 숙련된 2명의 검사자에 의해 시행되었다. 사전 검사를 시행한 후 대상자들에게 페달로(Pedalo, Holz-Hoerz GmbH, Germany)를 이용한 훈련을 적용하였다. 훈련은 스테빌라이저 티(Stabilizers T)(Fig. 1A), 라커 보드 리하(Rocker Board Reha)(Fig. 1B), 레하바(Reha-bar)(Fig. 1C), 그리고 스프링 보드(Spring Board)(Fig. 1D) 등 4가지 도구로 시행되었다. 스테빌라이저 티(Stabilizer T)와 스프링 보드(Spring Board)는 사용하는 대상자들에게 불안정한 바닥면을 제공하는 도구이다. 스테빌라이저 티는 4개의 바(bar)에 나무로 만들어진 바닥 판이 줄에 의해 연결되어 있고 바의 위쪽에 넘어짐을 예방하기 위한 손잡이가 달려 있다. 불안정한 나무 바닥 판 위에 대상자가

서게 되면 연결된 줄의 흔들림에 의해 나무판이 같이 흔들리게 되고, 대상자는 서 있는 자세를 유지하기 위해 자세를 조절하는 훈련을 하게 된다. 스프링 보드(Spring Board)는 두 개의 긴 나무판 사이에 6개의 스프링이 위치한 도구이다. 두 개의 나무판은 스프링으로 연결되어 있어 나무 판 위에 올라가게 되면 역시 바닥이 불안정하게 된다. 불안정하게 흔들리는 스프링 보드 위에서 이동할 때 대상자는 동요하는 바닥 위에서 균형을 유지하려고 노력하게 된다. 그리고 라커 보드 리하(Rocker Board Reha)는 좌우로 체중을 이동할 수 있는 훈련을 제공하는 도구이다. 두 개의 나무판이 곡선 모양의 나무에 의해 연결되어 있고, 각각의 나무판에는 넘어짐 예방을 위한 안전바가 달려 있다. 대상자가 이 도구 위에 서게 되면 바닥에 위치한 곡선 모양의 나무에 의해 나무판이 회전하게 되고, 대상자는 좌우로 체중을 이동하는 움직임을 할 수 있게 된다. 마지막으로 레하바(Reha-bar)는 동적인 균형과 함께 이동성을 향상시킬 수 있는 훈련 도구이다. 자전거와 비슷한 원리로 작동하는 이 도구는 두 개의 긴 나무판에 4개의 바퀴가 달려 있고, 각 나무판의 안쪽에 위치한 바퀴에 의해 두 개의 나무판이 연결되어 있다. 또한 나무판 위에는 안전을 위한 손잡이가 달려 있다. 각 나무판 위에 대상자가 한 발씩 올려놓고 자전거를 타는 것과 유사하게 한 발씩 힘을 줘서 나무판을 움직여 앞 또는 뒤 방향으로 이동하게 된다. 또한 본 연구에서의 훈련은 1회 훈련 시 30분, 1일 1회, 주 3회, 총 6주 동안 시행되었다. 각 훈련은 도구마다 5분 동안 시행되었고, 도구가 교체되는 시점에 3~4분 정도의 휴식 시간이 제공되었다. 또한 2주마다 훈련의 강도를 증가시켜 대상자들이 훈련



A. Stabilizer T

B. Rocker Board Reha

C. Reha-bar

D. Spring Board

Fig 1. Pedalo equipments

Table 1. The balance training protocol using Pedalo equipments

	Pedalo equipments	Training protocol
1-2 weeks	Stabilizer T	The subjects stood on the Stabilizer T with holding the safety bar by both hands in the eye open condition.
	Rocker Board Reha	On Rocker Board Reha, the subjects moved the weight from side to side with holding the safety bar by both hands.
	Reha-bar	After subjects stood on the Reha-bar, they pedal up and down and rotate the wheels to move forward with holding safety bar by both hands and assist by therapist.
	Spring Board	The subjects walked forward on the Spring Board with holding safety bar by both hands and assist by therapist.
3-4 weeks	Stabilizer T	The subjects stood on the Stabilizer T with holding the safety bar by one hand(non-affected side) in the eye open condition.
	Rocker Board Reha	On Rocker Board Reha, the subjects moved the weight from side to side with holding the safety bar by one hand or both hands.
	Reha-bar	After subjects stood on the Reha-bar, they pedal up and down and rotate the wheels to move forward with holding safety bar by both hands and without assist by therapist.
	Spring Board	The subjects walked forward on the Spring Board with holding safety bar by both hands and without assist by therapist.
5-6 weeks	Stabilizer T	The subjects stood on the Stabilizer T with holding the safety bar by one(non-affected side) hand or both hands in the eye close condition.
	Rocker Board Reha	On Rocker Board Reha, the subjects moved the weight from side to side with holding the safety bar by one hand or without holding.
	Reha-bar	After subjects stood on the Reha-bar, they pedal up and down and rotate the wheels to move forward and backward with holding safety bar by both hands and without assist by therapist.
	Spring Board	The subjects walked forward on the Spring Board with holding safety bar by one hand or without holding, and without assist by therapist.

의 강도에 적응하지 않도록 하였다. 페달로 도구를 이용한 훈련 방법은 다음과 같다(표 1).

### 3. 측정도구

#### 1) 힘판

힘판(AMTI, Waterton, MA, USA)을 사용하여 정적인 상태에서의 균형을 측정하였다. 본 연구에서 사용된 힘판은 4개의 6축 로드셀이 포함되어 있는 50cm X 46cm 크기의 균형 측정 장비이다. 이 힘판에서 기록된 신호들은 증폭기를 통해 인식할 수 있을 정도의 신호로 증폭되어 케이블을 통해 컴퓨터로 전달되고, 전달된 신호들은 12바이트의 컨버트에 의해 디지털 형태로 변

환되어 컴퓨터에 숫자 형태로 저장된다. 본 연구에서는 50Hz의 표본추출률(Sampling rate)와 12Hz의 저역통과 필터(Low pass filter)를 통해 얻어진 자료를 분석하였다. 균형에 대한 변수로는 압력중심의 동요 속도와 동요 거리가 측정되었다. 대상자들을 힘판 중심에 서게 한 후 팔은 양 옆에 편안하게 위치하게 하였고, 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서 측정하였다. 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서 각 3번씩, 각 시도마다 30초 동안 측정되었고, 각 시도의 중간마다 15초의 휴식 시간을 제공하였다. 눈을 뜬 상태에서는 대상자들이 1m 정도 앞 쪽에 위치한 벽에 있는 작은 점에 시선을 고정하게 하였고, 눈을 감은 상태에서는 눈을 정확히 감도록 하기 위해 검은 색 안대를 착용하게 하였다. 모든

측정은 한 명의 검사자에 의해 동일하게 시행되었다.

2) 버그 균형 척도

버그 균형 척도(Berg Balance Scale, BBS)를 사용하여 동적인 상태에서의 균형을 검사하였다(Berg 등, 1995). 버그 균형 척도는 노인 또는 뇌졸중 환자의 평가 척도로 사용되며, 일상생활에서 가장 많이 수행되는 14가지의 기능적 과제들로 구성되어 있다. 항목에는 앉은 자세 또는 서 있는 자세 유지하기, 앉은 자세에서 선 자세 및 선 자세에서 앉은 자세로 이동하기, 눈 뜨고 감은 상태에서 서 있기, 양 발 붙여서 선 자세 유지하기, 앞으로 최대한 팔 뻗기, 바닥에 있는 물건 집어 올리기, 몸통 회전해서 뒤돌아보기, 한 다리로 서 있기 등이 있다. 그리고 과제를 수행할 수 없는 0점에서부터 과제를 독립적으로 수행할 수 있는 4점까지의 5점 척도로 구성되어 있으며 최대 점수는 56이다. 검사자 내 신뢰도는  $r=.99$ , 검사자 간 신뢰도는  $r=.98$ 이다(Berg 등, 1995). 모든 검사는 한 명의 검사자에 의해 동일하게 시행되었다.

3) 일어나 걸어가기 검사

일어나 걸어가기 검사(Timed Up and Go test, TUG)를 사용하여 역시 동적인 상태에서의 균형을 검사하였다(Mathias 등, 1986), 일어나 걸어가기 검사는 노인의 균형과 이동성을 평가하기 위한 도구지만 시간적 요소만 측정하여 뇌졸중 환자의 동적 균형을 평가하는데 사용되기도 한다. 대상자는 팔걸이와 등받이가 있는 딱딱한 바닥의 의자에 편안하게 앉은 다음 일어나 전방 3m 지점까지 평소 보행 속도로 걸어가 후 다시 의자까지 되돌아와서 앉는다. 검사자는 이 때 소요된 시간을 측정하여 기록하게 된다. 검사자 내 신뢰도는  $r=.99$ 이고, 검사자 간 신뢰도는  $r=.98$ 이다(Schoppen 등, 1999). 모든

검사는 한 명의 검사자에 의해 동일하게 시행되었으며, 3회 측정하여 평균값을 분석하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서는 SPSS 15.0 버전을 이용하여 통계적 분석을 시행하였다. 연구 대상자의 일반적 특성을 분석하기 위해 기술통계를 시행하였고, 중재 전과 후에 균형이 변화된 차이를 알아보기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 정하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에는 만성 뇌졸중 환자 10명이 참여하였고, 평균 연령은  $72.40\pm 10.31$ 세, 신장은 평균  $165.70\pm 7.92$ cm, 몸무게는 평균  $70.90\pm 17.823$ kg이었다. 또한 뇌졸중 발병 후 기간은  $114.00\pm 75.95$ 개월이었고, 뇌손상의 종류는 뇌경색이 7명, 뇌출혈이 3명, 손상측은 오른쪽이 6명, 왼쪽이 4명이었다(Table 2).

2. 훈련 전·후에 따른 균형의 변화

본 연구에서 힘판을 사용하여 무게 중심의 동요 거리와 동요 속도를 측정한 결과 훈련 전에 비해 훈련 후 눈을 뜬 상태의 동요거리와 동요 속도가 유의하게 향상되었고( $p<.05$ ), 눈을 감은 상태에서도 동요 거리와 동요 속도에서 유의한 향상이 나타났다( $p<.05$ )(Table 3). 또한 훈련 전에 비해 훈련 후 버그 균형 척도와 일어나 걸어가기 검사에서도 유의한 향상을 보였다( $p<.05$ )(Table 3).

Table 2. General characteristics of subjects

N	Gender (M/F)	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Time since onset (months)	Type (I/H)	Affected side (R/L)
10	6/4	72.40±10.31	165.70±7.92	70.90±17.82	114.00±75.95	7/3	6/4

Note: M; Male, F; Female, I; Infarction, H; Hemorrhage, R; Right, L; Left

Table 3. The comparison of the path length, sway velocity, BBS, and TUG

		Pre	Post	t	p
		Mean±SE	Mean±SE		
Path length (mm)	Eye open	112.62±46.98	89.27±35.83	3.38	.01
	Eye close	141.00±62.37	113.07±53.51	4.30	.00
Sway velocity (mm/s)	Eye open	3.75±1.56	2.98±1.19	3.38	.01
	Eye close	4.70±2.08	3.77±1.80	4.30	.00
BBS (score)		42.40±11.10	45.20±9.02	-3.28	.01
TUG (sec)		33.59±20.29	25.83±17.45	3.71	.01

Note: BBS; Berg Balance Scale, TUG; Timed Up and Go test

#### IV. 고 찰

본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 페달로 도구를 이용한 훈련이 균형의 변화에 미치는 영향에 대해 조사하였고, 훈련 후 균형이 유의하게 향상된 결과를 확인하였다.

힘판으로 측정된 대상자들의 동요 거리와 속도는 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태 모두에서 훈련 전에 비해 훈련 후 유의하게 향상되었다. 그리고 버그 균형 척도와 일어나 걸어가기 검사에 의한 동적 균형 역시 훈련 전에 비해 훈련 후 유의하게 향상되었는데, 이러한 결과는 페달로 도구를 이용한 이전 연구가 없기 때문에 직접적인 비교는 힘들지만 유사한 도구를 사용한 연구와 비교했을 때 비슷한 결과를 보였다.

Bayouk 등(2006)의 연구에서는 16명의 만성 뇌졸중 환자를 실험군과 대조군 등 두 군으로 무작위로 배정하여 대조군은 딱딱한 바닥에서 균형 훈련을 수행하게 하고 실험군은 시각 또는 바닥의 상태를 다르게 하는 균형 훈련을 8주 동안 시행하게 한 결과 실험군에서의 동요 거리가 유의하게 감소하였다고 보고하였다. Bayouk 등(2006)도 일반적인 상태에서의 훈련보다 감각 자극을 다르게 하는 상태에서의 훈련이 뇌졸중 환자들의 균형 향상에 더 효과적이라고 하였다. 본 연구에서 사용된 스테빌라이저 티(Stabilizer T)와 스프링 보드(Spring Board)는 사용하는 대상자들에게 다양한 감각 자극을 제공할 수 있는 도구라고 할 수 있다. 스테빌라이저 티는 바(bar)와 나무 판이 줄에 의해 연결된 불안정

한 바닥면을 제공하는 도구로 대상자가 나무 판 위에서 있을 때 바에 연결된 줄에 의해 나무판의 동요가 나타나고, 대상자는 서 있는 자세를 유지하기 위해 신체의 무게 중심을 조절하는 훈련을 하게 된다. 이러한 과정에서 고유수용성 등의 감각 입력이 자극되고 통합될 수 있었기 때문에 스테빌라이저 티를 이용한 훈련이 균형 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있었고, 본 연구에 참여한 대상자들의 균형도 유의하게 향상된 것으로 보인다. 또한 스프링 보드(Spring Board)도 스프링으로 연결된 두 개의 나무 판으로 제작된 도구로 불안정한 바닥면을 제공한다. 스프링 보드 위에서 이동할 때 대상자는 동요하는 바닥 위에서 균형을 유지하려고 노력하게 된다. 이 보드 역시 스테빌라이저 티와 비슷한 원리인 감각 자극을 통해 균형의 향상에 기여한 것으로 보인다.

Leroux 등(2006)은 10명의 뇌졸중 환자들에게 다양한 기능적 과제들을 이용한 균형 훈련을 8주 동안 시행하게 한 결과 서 있는 자세에서 무게 중심의 이동 거리가 유의하게 감소되었고, 버그 균형 척도와 일어나 걸어가기 검사 결과 또한 유의하게 향상되었다고 보고하였다. Leroux 등(2006)은 연구의 결과를 통해 균형을 위한 기능적 과제 훈련은 뇌졸중 환자의 자세 안정성을 향상시키는데 효과적이라고 하였다. 그리고 Macko 등(2008)은 20명의 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 신체 활동 훈련을 2달 동안 적용한 결과 버그 균형 척도가 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 또한 Stuart 등(2009)은 93명의 만성 뇌졸중 환자들을 신체 활동 훈련

을 수행하는 군과 일반적인 관리만 받는 군 등 두 군으로 배정하여 6개월 동안 훈련을 시행하게 한 결과 신체 활동 훈련을 수행한 군에서 버그 균형 척도의 유의한 향상이 나타났고, 훈련 후 두 군 사이의 비교에서도 일반적인 관리만 받은 군에 비해 신체 활동 훈련을 시행한 군이 유의하게 향상되는 결과가 나타났다고 보고하였다. Stuart 등(2009)도 보행 훈련과 근력 강화 등의 중재뿐만 아니라 체중 이동 등 균형을 위한 훈련도 뇌졸중 환자들에게 적용할 수 있는 안전하면서 효과적인 중재 방법이라고 하였다. 최근에 보고된 Tsaklis 등(2012)의 연구에서는 9명의 뇌졸중 환자에게 4주 동안 체중을 이동하는 훈련을 실시하게 한 결과 양쪽 하지로의 균등한 체중 분포에는 유의한 향상이 나타나지 않았지만 무게 중심의 총 이동 면적과 속도, 그리고 버그 균형 척도에서는 유의한 향상이 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서 사용된 라커 보드 리하(Rocker Board Reha)는 좌우로 체중을 이동할 수 있는 훈련을 제공할 수 있는 도구이다. 대부분의 뇌졸중 환자들은 마비측으로 체중이 집중되기 때문에 이 도구 위에서 마비측과 비마비측으로 적절하게 체중을 이동하는 훈련은 마비측으로 체중을 이동하는 경험을 제공하여 비대칭적인 체중 분포를 감소시켜 줄 수 있다. 본 연구에 참여한 대상자들도 라커 보드로 체중을 이동하는 훈련을 통해 균형을 향상에 유의한 효과가 나타난 것으로 보인다.

신체의 균형은 시각계, 전정계, 그리고 체성감각계에 의해 조절되며 특히, 눈을 감은 상태에서는 시각적 요인이 배제되어 고유수용성 감각에 더욱 의존하게 된다(Bernier와 Perrin, 1998). 하지만 뇌졸중 환자들은 고유수용성 감각 또한 저하되어 있기 때문에 자세를 조절하는데 어려움을 가지게 된다. 신체의 자세 조절에 가장 많은 부분을 담당하는 감각계는 고유수용성 감각으로(Hiemstra 등, 2001), 뇌졸중으로 인한 고유수용성 감각의 저하는 자세의 불안정성에 큰 영향을 미치게 된다. 본 연구에서 사용된 레하바(Reha-bar)는 동적인 균형과 함께 이동성을 향상시킬 수 있는 훈련 도구라고 할 수 있다. 양 손으로 안전 바를 잡고 양 다리를 교대로 움직이는 동작이 요구되는 이 도구는 자전거를 타는

것과 유사하다. 또한 발목을 포함한 하지의 관절 움직임을 조절할 수 있는 고유수용성 감각 자극도 제공될 수 있다. 본 연구에 참여한 대상자들도 이러한 영향을 통해 균형을 향상시킨 것으로 보인다. Perell 등(2010)은 자전거 타기 훈련이 발목 관절의 움직임 조절 능력을 향상시킬 수 있다고 제안하였고, Janssen 등(2008)도 만성 뇌졸중 환자에게 6주 동안 자전거 훈련을 시행하게 한 결과 버그 균형 척도에서 6.9%의 증가가 나타났으며 자전거 훈련이 하지의 근력을 강화시키고 감각 자극을 제공해 줄 수 있는 훈련이기 때문에 균형이 향상될 수 있다고 하였다.

본 연구가 비록 페달로 도구를 중재 방법으로 이용한 거의 최초의 연구이긴 하지만 몇 가지 제한점이 존재한다. 먼저 본 연구는 훈련을 시행하지 않거나 다른 훈련을 적용한 대조군 없이 실험군만으로 설계되었다. 중재를 적용하지 않은 대조군이 존재하지 않았기 때문에 여러 비플림이 개입될 수 있었고, 이러한 비플림의 가능성은 실험군에서 나타난 효과에 대해서 확실하지 못하게 만들 수 있을 것이다. 또한 페달로 도구를 이용한 훈련의 강도, 빈도, 기간 등을 포함한 구체적이며 체계적인 프로토콜에 대해서 제시하지 못하였다. 따라서 차후의 연구에서는 대조군과의 비교를 통해 설계의 비플림을 최소화하고, 페달로 도구를 이용한 구체적인 훈련 프로토콜을 제시할 수 있는 시도가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 페달로 도구를 이용한 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 본 연구의 결과 자세 동요 거리 및 속도, 버그 균형 척도, 그리고 일어나 걸어가기 검사 등이 훈련 전에 비해 훈련 후 유의하게 향상되었다. 이러한 결과는 아직 명확하게 단정 지을 수는 없지만 페달로 도구를 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 고유수용성 등의 감각 자극과 운동 조절의 개선을 통해 균형을 향상시킬 수 있다는 가능성을 보여준다. 하지만 본 연구는 중재 방법으

로 페달로 도구를 이용한 최초의 시도이긴 하지만 대조군과의 비교를 통해 결과를 분석하지 못한 제한점과 아직 훈련의 프로토콜을 명확하게 제시하지 못했다는 한계점을 가진다. 따라서 차후에는 비뿔림이 최소화된 설계를 통해 명확한 훈련 프로토콜을 제시할 수 있는 연구가 시도되어 만성 뇌졸중 환자들의 균형 향상에 있어 효율적인 훈련 방법이 제시되어야 할 것이다.

### References

- Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res.* 2006;29(1):51-9.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JL. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
- Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):264-75.
- Bohannon RW, Tinti-Wald D. Accuracy of weight bearing estimation by stroke versus healthy subjects. *Percept Mot Skills.* 1991;72(3 Pt 1):935-41.
- Chen HH, Liu YT, Mayer-Kress G et al. Learning the pedalo locomotion task. *J Mot Behav.* 2005;37(3):247-56.
- Hiemstra LA, Lo IK, Fowler PJ. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31(10):598-605.
- Janssen TW, Beltman JM, Elich P et al. Effects of electric stimulation-assisted cycling training in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89(3):463-9.
- Laufer Y, Dickstein R, Resnik S et al. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil.* 2000; 14(2):125-9.
- Leroux A, Pinet H, Nadeau S. Task-oriented intervention in chronic stroke: changes in clinical and laboratory measures of balance and mobility. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(10):820-30.
- Lisiński P, Huber J, Gajewska E et al. The body balance training effect on improvement of motor functions in paretic extremities in patients after stroke. A randomized, single blinded trial. *Clin Neurol Neurosurg.* 2012;114(1):31-6.
- Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the balance master. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(5):425-30.
- Lubetzky-Vilnai A, Kartin D. The effect of balance training on balance performance in individuals poststroke: a systematic review. *J Neurol Phys Ther.* 2010; 34(3):127-37.
- Macko RF, Benvenuti F, Stanhope S et al. Adaptive physical activity improves mobility function and quality of life in chronic hemiparesis. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(2):323-8.
- Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67(6):387-9.
- Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther.* 1997;77(5):553-8.
- Nyberg L, Gustafson Y. Patient falls in stroke rehabilitation. A challenge to rehabilitation strategies. *Stroke.* 1995;26(5):838-42.
- Orr R, Raymond J, Fiatarone Singh M. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *Sports Med.* 2008;38(4):317-43.
- Perell KL, Gregor S, Kim G et al. Comparison of cycling kinetics during recumbent bicycling in subjects with and without diabetes. *J Rehabil Res Dev.* 2002; 39(1):13-20.
- Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ et al. What is balance?



- Clin Rehabil. 2000;14(4):402-6.
- Schoppen T, Boonstra A, Groothoff JW et al. The Timed “up and go” test: reliability and validity in persons with unilateral lower limb amputation. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(7):825-8.
- Stuart M, Benvenuti F, Macko R et al. Community-based adaptive physical activity program for chronic stroke: feasibility, safety, and efficacy of the Empoli model. Neurorehabil Neural Repair. 2009;23(7):726-34.
- Thorpe DE, Valvano J. The effects of knowledge of performance and cognitive strategies on motor skill learning in children with cerebral palsy. Pediatr Phys Ther. 2002;14(1):2-15.
- Tsaklis PV, Grooten WJ, Franzén E. Effects of weight-shift training on balance control and weight distribution in chronic stroke: a pilot study. Top Stroke Rehabil. 2012;19(1):23-31.
- Van de Port IG, Wood-Dauphinee S, Lindeman E et al. Effects of exercise training programs on walking competency after stroke: a systematic review. Am J Phys Med Rehabil. 2007;86(11):935-51.
- Yavuzer G, Eser F, Karakus D et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2006;20(11):960-9.
- Yelnik AP, Le Breton F, Colle FM et al. Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training: a single-blind randomized controlled study. Neurorehabil Neural Repair. 2008;22(5):468-76.