

# 건축발목고정을 동반한 균형운동이 아급성기 뇌졸중 환자의 균형 조절능력 및 보행 기능에 미치는 영향

하윤성 · 김주학<sup>1</sup> · 김명권<sup>2†</sup>

대구대학교 재활과학대학원 물리치료학과

<sup>1</sup>대구대학교 일반대학원 재활과학과, <sup>2</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

## Effect of Balance Exercise with Sound Side Ankle Fixation on Balance and Gait Function of Subacute Stroke Patients

Yoon-Sung Ha, PT, MS · Ju-Hak Kim, PT, MS<sup>1</sup> · Myoung-Kwon Kim, PT, PhD<sup>2†</sup>

Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

<sup>1</sup>Department of Rehabilitation Sciences, Graduate School, Daegu University

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Sciences, Daegu University

Received: June 17 2024 / Revised: June 28 2024 / Accepted: July 25 2024

© 2024 J Korean Soc Phys Med

### | Abstract |

**PURPOSE:** This study examined the effects of balance exercises accompanied by ankle fixation on the healthy side on the balance control ability and gait of patients with subacute stroke.

**METHODS:** The study was conducted on 23 patients with subacute stroke. Eleven people were assigned randomly to the experimental group who performed balance exercises with ankle fixation on the healthy side, and 12 were assigned to the control group who performed balance exercises without ankle fixation. The intervention was conducted for 30 minutes three

times a week for four weeks. The Berg Balance Scale, a weight-bearing ratio measurement, was performed to evaluate the balance ability before and after intervention. The gait symmetry, walking speed, cadence, step length, and 10-meter walk test were conducted to evaluate the walking ability.

**RESULTS:** A significant difference in the Berg Balance Scale was observed between before and after the intervention in the experimental group. A comparison of the two groups also revealed a significant difference. Significant differences in the gait symmetry, walking speed, and step length measurements were observed before and after the intervention in the experimental group, and significant differences in the gait symmetry and step length measurements were observed between the two groups.

**CONCLUSION:** Through this study, balance exercises with the healthy side ankle fixed showed qualitative improvement in the balance and walking ability, suggesting future directions for the rehabilitation treatment of stroke patients.

†Corresponding Author : Myoung-Kwon Kim

skybird-98@hanmail.net, <http://orcid.org/0000-0002-7251-6108>

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.

**Key Words:** Ankle fixation exercise, Balance ability,  
Subacute stroke patients

## I. 서론

뇌졸중은 중추신경계의 기능장애로 환자의 73%가 영구적인 장애를 갖기 때문에 적절한 재활치료가 매우 중요한 질환이다[1]. 일반적으로 발병 기간에 따라 구분하고 있는데 급성기는 뇌졸중 발병 이후 1개월 미만, 아급성기는 뇌졸중 발병 이후 1~6개월, 만성기는 6개월 이상으로 구분한다. 뇌졸중 발병 6개월 이내에서는 기능적 운동이 많이 시행되는데 발병 초기 신체기능과 뇌 기능 회복에 효과적이기 때문이다[2].

뇌졸중 환자들은 신체 한쪽의 근력약화, 체중지지 능력의 감소, 균형 감각 결여 등으로 인한 보행 장애를 가지고 있고[3], 경직과 마비, 느린 움직임으로 인해 협응력이 떨어지며 건측을 사용하여 보상하려는 특징을 가지고 있다[4]. 또한 비장애인에 비해 보폭이 짧고 보행속도가 느리며 분속 수가 감소하고, 구축과 변형이 발생하고 발이 뒤틀리며 마비측의 체중지지 시간이 짧아져 어색한 걸음이 나타난다[5]. 일상생활 활동에서 보행은 중요한 영역이고 보행 능력의 회복은 독립생활에 있어 반드시 필요한 요소이기 때문에 보행은 중추신경계 손상을 가진 환자나 환자를 치료하는 치료사 모두에게 가장 중요한 목표이다[6]. 또한 균형의 약화, 비정상적인 근 긴장 및 움직임 패턴으로 인해 운동조절을 하는데 있어 심각한 문제를 가져오며, 특히 평형성의 손상으로 인해 균형능력이 감소된다. 정적인 서기를 하는 동안에는 체중이 건측으로 부하되고 마비측으로의 체중이동이 감소된다. 또한, 발목의 불안정성에 의한 침착이 나타나게 되어 발의 외측면에 체중을 싣는 경향을 보여 마비 측 하지의 지지면이 감소되며, 마비 측 하지에서 나타나는 비정상적 근육 동원이 자세동요를 증가시켜 정적인 선 자세의 유지를 어렵게 한다[7].

보행 능력을 개선시키기 위해서는 편마비 환자가 가지고 있는 기능적 측면의 비대칭을 감소시키는 것이 필요하다[8]. 비대칭적인 특성을 줄이기 위해 마비측으

로 충분한 체중 이동이 될 수 있도록 하고 환자의 능력을 운동을 통해 증진시켜야 하며, 마비측의 체중이동 훈련과 더불어 다양한 보조기를 사용하는 방법이 있다[9].

편마비 환자 중, 신경학적 기능이 손상 후 회복되었지만 운동조절의 변화, 근력 약화와 감각이상으로 마비측을 사용하지 않고 일상생활동작을 수행하는데 있어서 건측만을 사용하는 양상을 보일 수 있으며[10], 이렇게 마비측 하지를 지속적으로 사용하지 않게 되면 학습된 비사용(learned nonuse) 현상이 나타나 운동장애가 지속될 수 있다. 반복적인 실패와 좌절감을 경험하면서, 건측 사지나 몸통을 이용하여 움직임을 보상하는 방법을 이용하게 되며, 이러한 보상적 방법이 습관화되면서 신경학적인 회복이 가능함에도 불구하고 마비측을 사용하지 않게 되는 것이다[11].

강제유도운동치료(constraint induced movement therapy; CIMT)란 이러한 학습된 비사용 현상을 극복하기 위하여 건측의 움직임을 제한시키고, 마비측의 인식을 증가시키는 형상화 기법(shaping)을 이용하여 손상측의 사용을 강화하는 방법이다[12]. 강제유도운동치료는 2주간 건측의 사용을 억제하기 위해 깨어 있는 시간의 90%를 제한하고, 마비측에 대해 주5일간, 하루 6시간씩 사용하도록 하는 치료기법이다. 그러나 운동의 높은 강도와 지속시간이 심리적인 불안과 부담을 주기 때문에 현대에는 시간 조정, 일상생활과 밀접한 과제를 넣은 수정된 강제유도운동치료(modified constraint induced movement therapy; mCIMT)를 적용하는데[12], 기간을 10주간 주5일, 5시간의 건측 제한과 하루 3회, 1회기 당 30분간 환측 상지를 사용하며 일상생활에 밀접한 과제를 적용하므로 더욱 효과적인 운동치료기법이라고 말할 수 있다. 앞서 언급한 뇌졸중 환자는 근력 약화와 감각 이상을 포함한 학습된 비사용이 나타나 건측만을 자연스럽게 사용하는 경향이 나타나는데, 이것을 해결해주는 가장 직접적인 방법으로써 수정된 강제유도운동치료를 적용할 수 있다. 강제유도운동치료를 적용한 Han et al[13].의 연구는 비장애인의 발목 한쪽을 고정하면, 다른 발목이 활성화되어 동적 안정성에서 유의한 결과를 나타낸다고 하였고, Kim et al[14].의 연구는 건측의 움직임을 제한하는 것이 마비측의 훈련 효과가 많이 나타난다고 언급했다.

본 연구의 목적은 아급성기의 뇌졸중 환자를 대상으로 건측의 발목 관절의 고정으로 발목전략의 사용이 제한됨으로써 건측의 과다사용 및 의존을 억제시키고 마비측 하지의 사용을 높여 건측의 발목 고정을 동반한 균형운동이 건측이 제한되어 있지 않은 균형운동과 비교하여 보행 기능 및 균형에 어떠한 영향을 미치는가에 대해 알아보고 더 나은 기능 회복을 제공할 수 있는 임상적 기초를 마련하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 대구시 북구 소재의 OO병원에 입원중인 성인 편마비 환자 중 연구의 참가에 동의하고 다음의 조건을 충족시키는 30명을 선정하여 무작위로 두 집단으로 나누었다. 각 집단의 인원은 15명으로 하였으며, 본 연구는 선정 기준에 근거하여 선발된 환자를 대상으로 2024년 2월 27일 대구대학교의 생명윤리위원회에서 연구 승인을 받은 후(IRB 1040621-202311-HR-089) 2024년 3월 4일부터 3월 29일까지 4주간 본 실험을 실시하였다. 본 연구에서 대상자의 선정조건은 다음과 같다.

첫째, 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받은 발병 6개월 이내의 환자 (대한뇌졸중학회, 2022)

둘째, 타인의 신체적 도움이나 지팡이와 같은 보조 도구 없이 10m 보행이 가능한 환자

셋째, 보행과 균형의 평가를 방해하는 양쪽 하지에 정형외과적 질환이 없는 환자

넷째, 한국판 간이 정신상태검사(K-MMSE)에서 24점 이상인 것으로 판명된 환자

다섯째, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있으며 본 연구의 내용 과 절차를 이해하고 본인

및 보호자의 동의를 받은 환자

### 2. 연구 절차

연구 시작 전에 앞서 대상자의 나이, 성별, 진단명, 손상 부위, 유병 기간등을 조사하여 동질성 검사를 진행하였으며, zebris 검사, 버그균형척도(Berg Balance Scale)검사, 10m 보행 검사, TUG(time up and go)검사를 실시하였다. 총 30명의 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 1번과 2번이 적힌 제비뽑기를 만들어 뽑은 뒤 어떤 그룹인지 알려주지 않고 그룹을 나눴다. 실험군은 비탄성 테이핑을 건측 발목에 고정한 균형운동그룹 15명이며, 대조군은 비탄성 테이핑을 적용하지 않고 균형운동을 실시한 15명으로 설정했다. 각 그룹별로 회당 15분씩, 주 3회, 4주 동안 균형 운동을 실시한 후 고유수용성 신경근 촉진법, 즉 중추 신경계 발달 치료를 실시하였다. 이후 대상자들의 전, 후 변화를 평가하였다. 전과 후 대상자들의 균형능력에 대한 변화를 보기 위해 균형운동 4주 후에 정적, 동적균형 검사, 버그균형척도(Berg Balance Scale)검사, 10m 보행 검사를 실시하였다.

### 3. 중재 방법

#### 1) 일반적인 운동치료

일반적인 운동치료는 뇌졸중 환자의 재활 프로그램에서 적용되는 고유수용성 신경근 촉진 치료(PNF)기법을 적용했다. 치료 기간은 4주 동안 1회에 15분씩 주 3회를 실시하였다.

#### 2) 균형운동

본 균형 훈련 프로그램은 이정원 등(2008)이 제시한 방법을 수정 및 보완하여 적용하였다[15] (Table 1). 균

Table 1. Program for balance training

Period	Composition	Training methods	Time	Rest
0~4 weeks	On the Floor next balance pad	- Standing two feet supporters	1m	15s
		- In a standing position, both knees bent-ups	1m	15s
		- Chair holding the non-affected arm, Affected leg to stand	1m	15s
		- Foothold above 20 cm in height, alternating leg raise	1m	15s



A. Standing two feet upporters



B. In a Standing position, both knees bent-ups



C. Hair holding the healthy side arm, hemi side leg to stand



D. Foothold above 20cm in height, alternating leg raise

Fig. 1. Experimental group. (ankle fixed group)



A



B



C



D



E



F

Fig. 2. taping process. (ankle fixed group)

형 훈련은 4개의 세부항목을 편평한 바닥에서 2회, 균형패드(Balance pad, Airex, Swiss)에서 2회로 총 15분간 실시하였다(Fig 1).

테이핑의 발목고정 방법은 David 등(2005)이 제시한 방법을 이용하였고[16], 비탄성 테이핑으로 발목을 고정하여 진행되었다(Fig. 2).

#### 4. 평가 도구

##### 1) 균형 능력 검사

###### (1) 체중 부하울 검사

Zebris FDM-T(FDM-T AP1171, Zebris Medical GmbH, Germany)는 3,432개(88x39)의 압력센서를 장착한 전기적 매트가 트레드밀 벨트 아래에 부착되어 있으며 측정 속도는 0.1~6km/h 사이에서 0.1km/h의 단계로 속도를 적용할 수 있다. 데이터 추출은 대상자가 트레드밀 위를 걸을 때 발바닥 압력을 측정하여 120Hz의 높은 샘플링 주파수로 추출하며, 수집된 정보는 USB cable을 통해 컴퓨터 내 Zebris FDM software (version 1.18.44)로 전달되어 분석한다. 입력된 압력 신호는 서 있거나 걷는 동안 압력중심점(center of pressure: COP)을 포함한 2D/3D 그래프로 시·공간적인 측정값을 표시한다[17]. 측정을 위해 트레드밀 위 바로 선 자세에서 정면을 응시하게 하여 30초 동안 가만히 선 자세를 유지하라고 지시하였다. 본 실험에서 정적 균형 능력 평가를 위해 측정된 변수는 마비측 체중 부하울(weight bearing of affected side)이다.

###### (2) 버그 균형 척도(Berg balance scale, BBS)

대상자들의 운동 전, 후 균형 능력을 측정하기 위한 평가도구로 사용하였다. 정적, 동적 균형과 낙상의 위험을 평가하기 위해 사용되었다. 앉기, 서기, 자세 변화로 총 14문항에 각 0점에서 4점으로 구성되어 있고 총점 56점으로 이루어져 있고[18], 일반적으로 낙상의 위험이 높은 노인인구와 신경계 환자의 이동이나 선 자세에서의 균형 능력을 평가하는데 사용된다[19,20]. 이 측정도구는 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도가 각각  $r = .99$ ,  $r = .98$ 로서 균형 능력을 평가하는 데 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가지고 있다[18,20].

##### 2) 보행 기능 검사

###### (1) 보행 대칭 검사

균형 능력을 측정하기 위해서 균형과 보행 측정 장비인 Zebris FDM-T(FDM-T AP1171, Zebris Medical GmbH, Germany)를 사용하였다. 보행 평가를 위해 측정된 변수는 보행 대칭성, 분당 발걸음 수, 보행 속도, 한걸음 길이와 높은 신뢰도를 보인다[17]. 측정은 물리치료사 1명이 총 3회 측정하여 평균값을 제시하였다.

###### (2) 10미터 보행 검사(10Meter Walking Test, 10MWT)

보행 수행능력을 평가하기 위한 척도로 신뢰도와 타당도가 검증된 10미터 보행 검사를 이용하였다[21]. 10m 보행검사는 14m의 직선거리를 표시하고 직선거리 양쪽 끝에서 안쪽으로 2m씩의 거리에 표시선을 만들었다. 시작과 끝의 각 2m는 가속과 감속을 위한 거리로 설정하고 보행거리의 중간인 10m의 거리에 대한 보행 시간을 측정하여 속도를 구한 뒤 변수로 사용하였다. 10m 보행검사의 측정자내 신뢰도는  $r = .88$ 이고, 측정자간 신뢰도는  $r = .99$ 로 보고되었다[22].

#### 5. 자료 분석

수집된 자료에 대한 모든 통계분석은 SPSS version 23.0 for window을 이용하였다. 본 연구의 참여자들의 일반적인 특성에 대한 자료처리는 기술통계를 사용하여 기술하였다. 수집된 자료의 정규성을 알아보기 위해 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 했으나, 정규성을 만족하지 않아 비모수 검정을 사용하여 분석하였다. 각 실험군과 대조군 내에 중재 전과 후의 차이는 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 하고 각 군간 유의성 검증은 만 휘트니 유 검정(Mann-whitney U test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 설정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 연구자는 총 30명이었으며, 중도 퇴원 7명으로 인해 참여자는 총 23명인 실험군 11명, 대조군 12명으로 진행되었다. 일반적인 특성은 (Table

Table 2. General characteristics of study subjects

Parameter	EG(n = 11)	CG(n = 12)	p
Gender (male/female)	7/4	8/4	.462
Age	49.7 ± 10.36	50.93 ± 7.38	.258
Height (cm)	167.13 ± 5.81	169.23 ± 7.92	.266
Weight (kg)	68.13 ± 8.21	71.8 ± 8.11	.583
Onset time (day)	131.2 ± 34.54	139.2 ± 36.21	.854
Mmse score	74.3 ± 3.70	73.6 ± 4.38	.391
Stroke(Infarction/Hemorrhage)	9/2	7/5	.108
Affected side	5/6	4/8	.300

EG: healthy side ankle fixation balance exercise  
 CG: balance exercise  
 Mean ± SD; Mean ± Standard deviation  
 \*p <.05

2)에 나타난 바와 같다. 그룹 간의 유의한 차이는 없었다(p > .05).

2. 균형 능력 검사

1) 마비측 체중부하율의 변화 비교

두 군에서 체중 부하율에 대한 비교 검정 결과는 다음과 같다(Table 3). 실험군 내에서 중재 전·후에 따른 효과 검정에서 유의한 차이가 있었고(p < .05), 대조군 내에서는 유의한 차이가 없었다(p > .05). 군 간의 효과 검정에서는 유의한 차이가 있었다(p < .05).

2) 버그 균형 척도 변화비교

두 군에서 버그 균형 척도(berg balance scale: BBS)에 대한 비교 검정 결과는 다음과 같다(Table 4). 실험군 내 중재 전·후에 따른 효과 검정에서 유의한

Table 3. Changes in BBS each groups.

(unit: score)

	Group	Pre-test	Post-test	Value difference	Z	change rate(%)	p
BBS	EG	46.0 ± 1.32 <sup>a</sup>	47.82 ± 1.94	1.82 ± .62	-2.571	3.95	.012*
	CG	44.92 ± 3.23	44.50 ± 4.77	.042 ± .54	-.117	.93	.911
	Z	-.413	-2.114				
	p	.691	.041*				

<sup>a</sup> Mean ± Standard deviation  
 BBS: berg balance scale  
 EG: non-affected ankle fixation balance exercise  
 CG: balance exercise  
 \* p < .05

Table 4. Changes in Weight bearing of affected side each groups.

(unit: %)

	Group	Pre-test	Post-test	Value difference	Z	change rate(%)	p
Weight bearing of affected side	EG	37.90 ± 6.09 <sup>a</sup>	44.0 ± 5.12	6.1 ± .87	-2.942	16.09	.014*
	CG	41.33 ± 4.29	40.75 ± 4.07	.58 ± .22	-1.337	1.42	.184
	Z	-1.483	-2.068				
	p	.154	.044*				

<sup>a</sup> Mean ± Standard deviation  
 EG: non-affected ankle fixation balance exercise  
 CG: balance exercise  
 \*p < .05

Table 5. Changes in 10m walking test each groups (unit: sec)

	Group	Pre-test	Post-test	Value difference	Z	change rate(%)	p
10MW	EG	14.75 ± 3.21 <sup>a</sup>	14.15 ± 3.56	.60 ± .35	-.139	4.06	.144
	CG	14.60 ± 4.62	14.30 ± 4.82	.30 ± .20	-1.362	2.05	.071
	Z	-.431	-.1842				
	p	.664	.881				

<sup>a</sup> Mean ± Standard deviation

EG: non-affected ankle fixation balance exercise

CG: balance exercise

\*p < .05

Table 6. Changes in gait symmetry each groups. (unit: mm)

	Group	Pre-test	Post-test	Value difference	Z	change rate (%)	p
gait symmetry	EG	50.0 ± 19.79 <sup>a</sup>	35.45 ± 15.07	14.65 ± 4.72	-2.941	41.32	.034*
	CG	59.17 ± 19.28	54.17 ± 15.93	5.0 ± 4.35	-1.932	9.23	.063
	Z	-.0954	-2.542				
	p	.383	.014*				

<sup>a</sup> Mean ± Standard deviation

EG: non-affected ankle fixation balance exercise

CG: balance exercise

\*p < .05

차이가 있었고(p < .05), 대조군 내에서 유의한 차이가 없었다(p > .05). 군 간의 효과 검정에서는 유의한 차이가 있었다(p < .05).

.05), 대조군 내에서 유의한 차이가 없었다(p > .05). 군 간의 효과 검정에서는 유의한 차이가 있었다(p < .05).

#### IV. 고찰

##### 3. 보행 기능 검사

###### 1) 10미터 걷기 검사 변화비교

두 군에서 10미터 걷기 검사(10Meter Walking Test, 10MWT)에 대한 비교 검정 결과는 다음과 같다(Table 5). 각 군 내 중재 전·후에 따른 효과 검정에서 유의한 차이가 없었고(p > .05), 군 간의 효과 검정에서도 유의한 차이가 없었다(p > .05).

###### 2) 보행 대칭성의 변화비교

두 군에서 보행 대칭성(gait symmetry)에 대한 비교 검정 결과는 다음과 같다(Table 6). 실험군 내에서 중재 전·후 따른 효과 검정에서 유의한 차이가 있었고(p <

본 연구는 아급성기의 뇌졸중 환자를 대상으로 건축의 발목 관절을 고정시켜 발목 전략의 사용이 제한된 균형운동 군과 건축이 제한되어 있지 않은 균형운동 군을 비교하여 보행 기능 및 균형에 어떠한 영향을 미치는가에 대해 알아보려고 하였다. 그래서 연구에 맞는 대상자를 선정하여 건축 발목을 제한한 후 일반물리치료를 병행한 실험군 11명과 건축을 제한하지 않고 일반물리치료를 병행한 대조군 12명으로 나눈 후 하루에 30분 주 3회 4주간 총 12회 균형운동을 실시하였다. 균형 능력을 평가하기 위해 중재 전 대상자들에게 버그 균형 척도(BBS), 체중 부하율을 측정하였고, 보행 능력을 평가하기 위해 10미터 보행 검사(10MWT)와 보행

대칭성을 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 균형 능력을 알아보기 위해 측정된 버그 균형 척도(BBS)를 통해 중재 전·후를 비교한 결과에서 건측 발목 제한 군의 유의한 효과가 나타났으며, 건측을 제한하지 않은 군의 유의한 효과는 나타나지 않았다. 군 간의 비교에서는 유의한 효과가 나타났다. Kim et al.의 연구에선 발목 보조기 착용이 체중의 이동을 원활하게 만들지 못하게 만들어 동적 안정성의 저하가 나타났다고 하였으며[23], Han et al.의 연구는 한 쪽 발목을 고정했을 때 다른 쪽이 활성화 되어 동적 안정성에서 유의한 결과를 나타내었다[13]. 외부에서 흔들림이 발생할 때 균형을 잘 잡는 것이 안정성을 확보하는 것인데[7], 특정 요인에 의해 양쪽 발목을 모두 사용하게 된다면 넓은 지지면을 확보함으로써 인해 보다 안정된 자세를 유지할 수 있게 된 것이다. 본 연구에서는 마비측 발목을 억제하는 것이 아닌 대상자의 건측 억제를 결합하였다. 건측의 학습된 비사용을 줄여 마비측의 안정성을 높였기 때문에 더 큰 효과가 나타났다고 사료된다.

또 다른 균형 능력을 평가하기 위해 체중 부하율의 중재 전·후를 비교한 결과에서 건측 발목 제한 군의 유의한 효과가 나타났으며, 건측을 제한하지 않은 군의 유의한 효과는 나타나지 않았다. 군 간의 비교에서는 유의한 효과가 나타났다. Kim et al.[14]은 성인 편마비 환자에게 건측 움직임을 제한하여 훈련을 했을 때, 움직임을 제한하지 않고 마비측의 훈련이 제공되는 경우보다 많은 효과가 있다고 보고하였다. Lee[24]의 연구는 치료 전과 후 비교해서 건측을 제한하고 치료했을 때 마비측의 균형과 일상수행능력에 있어 긍정적으로 변화를 미친다고 보고하였으며, Silva et al.[25]은 뇌졸중 환자에게 강제유도치료(CIMT)를 비롯하여 건측을 제한한 실험군의 BBS 점수는 39점, 마비측을 제한한 대조군은 35.13점으로 3.87점 차이로 실험군에서 더 유의한 차이가 나타났다. 이는 건측의 제한이 더욱 효과적인 것으로 본 연구의 결과와 일치한다. 편마비 환자의 건측을 제한하고 균형운동 시 마비측 체중부하율의 증가와 건측 체중부하율의 감소로 인한 양하지 체중부하율의 대칭성 향상과 정적인 균형능력을 개선하는데 효과가 있다고 사료된다. 위에서 언급한 버그 균형 척

도와 체중부하율 두가지의 평가에서 건측의 제한으로 인해 긍정적으로 유의한 결과가 나타났다. 이것은 강제 유도운동치료의 의도적인 사용제한을 유도하여 직접적으로 마비측을 사용할 수밖에 없게 만들기 때문에 [12], 실험에 참여한 환자가 환경에 적응할수록, 억제되는 장치나 도구에 익숙할수록, 마비측의 사용에 환자 본인의 동기나 의지가 강할수록 향상된 결과가 나타날 것으로 본다.

보행능력을 알아보기 위해 측정된 10미터 보행검사에서 건측을 제한한 실험군, 건측을 제한하지 않은 대조군을 통계적으로 중재 전·후 비교한 결과 두 그룹다 유의하지 않은 결과가 나타났으며, 군 간의 비교도 유의한 차이가 나타나지 않았다. Kim and Kang[26]은 아급성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 진행한 균형운동에서 보행 속도의 유의한 증가가 있었다고 보고하였다. 그러나 뇌졸중 환자는 보행 시에 건측을 이용한 보상작용으로 일시적으로 보행 속도를 증가시킬 수는 있으나, 안정성 강화, 보행주기의 변화 혹은 다른 신체적 변화 없이는 더욱 비대칭적인 보행 양상을 보여 완전한 보행의 증가로 판단하기 어렵다고 하였다[27]. 본 연구는 중재 기간이 짧았던 점과 건측의 활성을 제한하여 마비측의 활성화에 초점을 맞춰 보행에서 유의한 차이가 나타나지 않았다고 사료된다.

보행 대칭성 평가에서 실험군과 대조군의 중재 전·후 점수 비교에서 건측을 제한한 실험군만 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 보행 대칭성의 두 군 간의 점수 비교에서 유의한 차이를 보였다. 건측을 억제하게 되면 마비측의 부하가 유도되는데 이것이 동적인 동작, 즉 보행시에도 마비측에 부하가 유도된다는 것을 의미할 수 있다. 이러한 연구 결과는 마비측 부하의 증가로 마비측과 건측의 대칭성을 가져올 수 있었다는 Lee et al.[28]의 논문과 일치한다.

Kim et al.[26]은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 보행 대칭성 요소로 거울을 이용한 시각적 피드백을 이용하였으며, Morris[29]의 연구는 대칭과 비대칭의 단순적 과제를 강조하였던 것과 비교했는데, 본 연구는 다른 도구나 과제가 아닌 균형운동을 이용하여 보행 대칭성을 높였고, 대상자의 건측 억제를 결합하였다.

이 결합으로 균형운동에 의도된 마비측의 사용을 유도하여 더 큰 효과가 나타났다고 사료된다.

본 연구는 마비측의 학습된 비사용을 줄여 마비측의 안정성을 높이고 균형과 보행대칭성에서 효과가 나타났는데, 특징적으로 테이핑으로 건측을 억제했다는 점이다. 건측 발목 관절에 비탄성 테이핑은 디딤기 시에 감각의 입력을 줄여 과하게 의존하는 체중 분포를 낮추었다. 그로인해 자연히 마비측의 체중 분포를 높여 발목관절에 안정성을 유도하여 훈련이 숙련되면 안정적이고 효과적인 보행이 나타나며, 결국 균형능력과 보행대칭성, 한걸음 길이의 증가는 마비측의 불안정을 줄여서 나타난 결과로 사료된다.

실험 결과를 종합해볼 때 건측 발목 고정을 동반한 균형운동을 증재한 것이 발목을 고정하지 않고 균형운동을 증재하였을 때 보다 균형능력에서 더 큰 변화율이 나타났다. Bang et al.[30]의 연구에서 아급성기 뇌졸중 환자에게 건측 억제 환측 유도치료를 적용하였을 때 학습된 비사용을 줄이며 환측 활성화에 더 효과적이라고 보고 된 것처럼, 사전 연구의 결과를 통해 본 연구의 균형 및 보행에서 건측 발목 고정은 균형운동을 시행하는 동안 건측의 체중 분포를 줄이고 학습된 비사용을 줄여 뇌졸중 환자의 재활에 더 효과적인 치료법으로 활용될 수 있기를 기대한다.

본 연구의 진행 과정에서 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 4주간 주 3회의 균형운동을 진행하여 효과를 평가하였으므로 장기간 치료 효과를 판단할 수 없고 사후 유지능력 검사(follow up test)를 진행하지 않았기 때문에 증재 방법의 지속성을 확인할 수 없었다. 둘째, 아급성기 뇌졸중 환자 중 본 연구의 선정 기준에 충족하는 대상자만 시행하여 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하기 힘들다는 제한점이 있다. 셋째, 실험을 시행하는 동안 대상자들의 일상생활을 통제할 수 없었으며, 기존 입원 치료인 중추신경계발달치료를 받으므로 일상생활과 그 외의 치료로 인한 균형 수행력의 영향을 줄 수 있음을 완전히 배제할 수 없었다는 문제가 있다. 향후의 연구에서는 이러한 제한점들을 보완하여 뇌졸중 환자들의 빠르고 효과적인 재활치료를 통해 삶의 질 향상을 위한 다양하고 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 아급성기의 뇌졸중 환자를 대상으로 건측의 발목을 고정시켜 과사용과 발목 전략의 사용을 제한, 의존을 억제시켜 마비측의 하지 사용을 늘리는 전략을 사용한 연구다. 그 결과, 균형 능력과 보행대칭성에서 긍정적으로 유의한 결과가 나타났다. 다만 보행 속도와 보행 길이의 변화에는 차이가 없었던 점이 아쉬운 점이라고 생각한다.

따라서 아급성기 뇌졸중 환자의 균형 능력과 보행대칭성을 향상시키기 위해서는 건측 발목을 고정시키는 방법이 효과적인 것이라 사료되며 향후 단점을 보강한 설계를 통해 증재효과를 더욱 향상시키는 연구를 기대해본다.

## References

- [1] Monica TJ, Montgomery T, Ayala JL, et al. Monitoring adenovirus infections with on-line and off-line methods. *Biotechnol prog.* 2000;16(5):866-71.
- [2] Kim M, Jeoung B. A systematic literature review to explore the effect of rehabilitation exercises on different onset periods of patients with stroke. *Korean Journal of Adapted Physical Activity.* 2023.
- [3] Den Otter A, Geurts A, Mulder T, et al. Gait recovery is not associated with changes in the temporal patterning of muscle activity during treadmill walking in patients with post-stroke hemiparesis. *Clin Neurophysiol.* 2006; 117(1):4-15.
- [4] Basmajian J, Gowland C, Finlayson M, et al. Stroke treatment: comparison of integrated behavioral-physical therapy vs traditional physical therapy programs. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68(5 Pt 1):267-72.
- [5] Youn H. The effects of biodex balance training to affected side by PLS and UD-Flex orthosis on ambulation speed and balance ability in hemiplegic patients. *Korea University. Master's thesis.* 2013.
- [6] Zachazewski JE, Eberle ED, Jefferies M. Effect of

- tone-inhibiting casts and orthoses on gait: a case report. *Phys Ther.* 1982;62(4):453-5.
- [7] Harburn KL, Hill KM, Kramer JF, et al. Clinical applicability and test-retest reliability of an external perturbation test of balance in stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(4):317-23.
- [8] Wall JC, Turnbull GI. Gait asymmetries in residual hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67(8):550-3.
- [9] Lehmann JF, Esselman P, Ko M, et al. Plastic ankle-foot orthoses: evaluation of function. *Arch Phys Med Rehabil.* 1983;64(9):402-7.
- [10] Schaechter JD, Kraft E, Hilliard TS, et al. Motor recovery and cortical reorganization after constraint-induced movement therapy in stroke patients: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair.* 2002;16(4):326-38.
- [11] Taub E. Somatosensory deafferentation research with monkeys: implications for rehabilitation medicine. *Behavioral psychology in rehabilitation medicine: Clinical applications.* 1980.
- [12] Page SJ, Sisto S, Levine P, et al. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(1):14-8.
- [13] Han J-T. Effects of Unilateral or Bilateral Ankle Immobilization on Postural Balance During Quiet Standing. *KJPTS.* 2022;29(3):56-62.
- [14] Kim J-R, Jung M-Y, Lee J-S, et al. Comparison of Effect Between Constraint-induced Movement Therapy (CIMT) and Forced Used (FU) Therapy for Hemiplegic Stroke Patients. *Korean J of Occup Ther.* 2008;16(2):1-13.
- [15] Lee J-W, Kwon O-Y, Yi C-H, et al. Effect of Ankle Strategy Exercise on Improvement of Balance in Elderly with Impaired Balance. *KJHP.* 2008;8(3):158-67.
- [16] Perrin DH. *Athletic taping and bracing.* Champaign, IL. Human Kinetics. 2005.
- [17] Faude O, Donath L, Roth R, et al. Reliability of gait parameters during treadmill walking in community-dwelling healthy seniors. *Gait & posture.* 2012;36(3):444-8.
- [18] Berg K. Measuring balance in the elderly: Development and validation of an instrument. 1992.
- [19] Lee K-J, Song C-H, Shin S-H, et al. Effects of balance exercise program on balance, gait, and proprioception in older adults with diabetic neuropathy. *The Journal of the Korean Gerontological Society.* 2010;30(2):385-99.
- [20] Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the berg balance test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-83.
- [21] Dean CM, Richards CL, Malouin F. Walking speed over 10 metres overestimates locomotor capacity after stroke. *Clin Rehabil.* 2001;15(4):415-21.
- [22] Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials? *Neurology.* 2006;66(4):584-6.
- [23] Kim HM, Chun MH, Kim CR, et al. Effects of dynamic ankle-foot orthosis on postural balance control in hemiparetic patients. *J Korean Acad Rehabil Med.* 2011; 35(35):188-94.
- [24] Lee S-C. Effect of constraint induced movement therapy and motion observation training on the upper limb functions and activity of daily living of stroke patients. Daegu University, master's thesis. 2021.
- [25] e Silva EMGdS, Ribeiro TS, da Silva TCC, et al. Effects of constraint-induced movement therapy for lower limbs on measurements of functional mobility and postural balance in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil.* 2017;24(8):555-61.
- [26] Kim S-M, Kang S-h. The effects of task-oriented circuit training using unstable surface on balance, walking and balance confidence in subacute stroke patients. *KSIM.* 2021;9(4):211-23.
- [27] Silver KH, Macko RF, Forrester LW, et al. Effects of aerobic treadmill training on gait velocity, cadence, and gait symmetry in chronic hemiparetic stroke: a preliminary report. *Neurorehabil Neural Repair.* 2000;14(1):65-71.
- [28] Lee J, Lee K-N. Effects of single-leg stance training of the involved leg on standing balance and mobility

- in patients with subacute hemiplegia. *J Kor Phys Ther.* 2011;23(4):1-6.
- [29] Morris JH, van Wijck F, Joice S, et al. A comparison of bilateral and unilateral upper-limb task training in early poststroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(7):1237-45.
- [30] Bang D-H, Choi S-J, Shin W-S. The Effects of the modified Constraint-Induced Movement Therapy on Upper Function and Activities of Daily Living in Subacute Stroke Patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(2):245-52.