

# 불안정한 면에서의 체간 훈련이 뇌졸중 환자의 비례추진력에 미치는 영향

장상훈<sup>1</sup>, 안지현<sup>1</sup>, 김진상<sup>2</sup>

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

## Effect of Trunk Control Training on Labile Surface on Relative Impulse in the Persons with Stroke

Sang-Hun Jang, PT, MSc<sup>1</sup>, Ji-Hyeseon Ann, PT, MSc<sup>1</sup>, Jin-Sang Kim, DVM, PhD

<sup>1</sup>Department of Rehabilitation Science, Graduate School, Daegu University, <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

**Purpose:** The present study was designed to investigate the effect of trunk control training on the labile surface on relative impulse and balance in stroke patients.

**Methods:** A total of 21 participants were assigned to an experimental group (n=11) or a control group (n=10). In addition to conventional therapy, the experimental group received trunk control training on the swiss ball; 20 minutes, 4 times a week, for 8 weeks. Balance ability was evaluated by FRT (functional reaching test) and TUG (time up and go). In addition relative impulse in 6 areas of the foot (hallux, 1st metatarsal head, 2~3 metatarsal head, 4~5 metatarsal head, mid foot and heel) were measured using the F-scan system to evaluate locomotion ability during gait.

**Results:** Significant differences in the relative impulse were observed in the areas of the 2~3 metatarsal head during gait after exercise in both the control group and experimental group ( $p < 0.05$ ). Also, a significant increase was seen in the hallux after exercise in the experimental group ( $p < 0.05$ ), but no such significant increase was seen in the control group ( $p > 0.05$ ). Significant differences were observed in FRT and TUG in the experimental group but no such significant increase was observed in the control group ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** These results suggest that trunk control training on labile surface improves the balance in stroke patients and has a positive effect on locomotion ability.

**Keywords:** Labile surface, Trunk control, Relative impulse

### I. 서론

뇌졸중 환자들은 감각, 운동, 인지 능력 등의 문제로 인하여 독립적으로 일상생활 동작을 수행하는 데 있어서 어려움을 겪고

있으며 이러한 부정적인 영향을 최소화하고 신체의 기능향상을 위하여 상하지 기능회복훈련과 보행훈련 그리고 인지훈련과 같은 다양한 물리치료를 받고 있다.<sup>1,2</sup>

최근에는 뇌졸중 환자의 체간 조절훈련에 대한 중요성이 강조되고 있는데,<sup>3</sup> 뇌졸중 환자는 Trunk Impairment Scale (TIS)과 같은 체간 조절능력 측정도구를 통한 평가에서 건강한 사람과 비교하여 낮은 수치를 보인다.<sup>1</sup> 체간을 조절하는 체간 근육들은 척추를 바로 세워 신체의 균형을 유지하고 머리, 체간 그리고 상하지의 움직임이 조화롭게 일어날 수 있도록 적절한 협응을 제공하며 걷는 동안 척추의 유연함(flexibility)과

Received March 13, 2012 Revised April 7, 2012

Accepted April 9, 2012

Corresponding author Jin-Sang Kim, jskim0@daegu.ac.kr

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.

동시에 단단함(stiffness)을 제공하여 부드러운 보행이 일어나도록 한다.<sup>4</sup> 이와 같이 체간 조절능력은 뇌졸중 환자의 균형, 보행 그리고 일상생활 동작에 아주 밀접한 관계가 있으며, 기능적 활동 수준을 나타내는 중요한 표시자라고 할 수 있다.<sup>5,6</sup>

뇌졸중 환자의 체간 조절능력을 증진시키기 위하여 앉은 자세에서 어깨와 골반을 이용한 체간 조절훈련, 슬링을 이용한 체간 안정화 운동, 등속성 장비를 이용한 등속성 체간 훈련, 과제지향적 훈련 등 다양한 연구가 이루어졌다.<sup>3,7-9</sup> 최근에는 정상 성인을 대상으로 불안정한 면에서의 훈련이 체간 근육에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어졌는데, Riemann 등<sup>10</sup>은 불안정한 면에서의 훈련은 딱딱하고 안정된 면에서의 훈련과 비교하여 다른 근육수축 전략을 사용하고 운동조절 시스템의 요구도 증가시킨다고 보고하였다. Duncan 등<sup>11</sup>은 스위스 볼과 같이 불안정한 면에서의 훈련은 운동조절 전략을 활성화시켜 감각운동 되먹임을 증진시키고 체간 근육을 강화시켜 동적 안정성을 증진시키는 데 효율적인 운동방법이라고 보고하였다. 이러한 불안정한 면에서의 체간 조절훈련은 주로 정상 성인을 대상으로 이루어졌으며, 뇌졸중 환자를 대상으로 불안정한 면에서 체간 조절훈련을 실시한 후, 뇌졸중 환자의 기능적 활동에 중요한 보행과 균형에 미치는 효과에 대한 연구는 미비한 실정이다.

발은 아주 복잡한 여러 분절로 구성되어 있으며 보행 시 충격을 흡수하고 안정성과 추진력 제공하는 중요한 생역학적 기능을 수행한다. 발의 특정부위에 가해지는 압력과 균형의 변화를 정량적으로 분석하는 것은 뇌졸중 환자의 보행을 평가함에 있어서 아주 중요하다.<sup>12</sup> 최근에는 발의 각 부위에 적용된 비례추진력(relative-impulse)이 많이 이용되고 있다. 비례추진력은 발의 각 부위에 가해진 힘의 강도 그리고 힘이 가해진 시간을 이용한 것으로 힘-시간 적분값을 전체 발의 힘-시간 적분값으로 나눈 비를 나타낸 것이다. 이것은 대상자의 대상자의 발의 크기나 몸무게와 관계없이 발의 특정 영역이 한 일의 상대적 비율을 나타내는 것이다.<sup>13</sup> 뇌졸중 환자는 체중을 지지하는 발의 체중지지가 정상인에 비하여 내측에서 외측으로 이동되어 있으며 추진력이 감소되어 있으며 이러한 특징들은 뇌졸중 환자의 보행 안정성과 속도를 떨어뜨리는 원인이 된다.<sup>14</sup>

균형능력의 결손은 뇌졸중 환자의 가장 일반적인 손상형태로써 뇌졸중 환자의 이동능력과 일상생활동작 수행에 어려움을 야기시킨다. 균형능력 평가는 뇌졸중 환자의 기능적 수준 회복을 평가함에 있어 필수적이며 신뢰도와 타당도가 높은 평가도구로써 기능적 뻗기 검사(function reaching test, FRT)와

일어나 걸어가기 검사(time up an go, TUG)가 있다.<sup>15,16</sup>

본 연구에서는 일반적인 물리치료를 받고 있는 뇌졸중 환자에게 추가적으로 불안정한 면에서 체간 조절훈련을 실시한 후 뇌졸중 환자의 보행 시 비례추진력 그리고 균형능력을 측정하여 뇌졸중 환자의 효율적인 균형 및 보행능력 회복을 위한 치료의 연구 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

본 연구는 대구에 있는 D병원에서 뇌단층촬영(CT)이나 자기공명영상(MRI)에 의해 뇌졸중으로 진단, 입원치료 중인 환자들 중 이 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다고 동의서를 작성한 환자를 대상으로 일반적인 물리치료를 실시한 대조군(control group, CON) 10명, 일반적인 물리치료를 실시하고 추가적으로 불안정한 면에서 체간 조절훈련을 실시한 군(trunk control training on labile surface, LTCT) 11명으로 나누어 실시하였다. 본 연구에서 정한 대상자의 조건은 다음과 같다. 첫째, 뇌졸중으로 인하여 편마비가 된 발병기간이 6개월 이상인 환자, 둘째, 타인의 도움 없이 1분 이상 선 자세 유지가 가능하고 실내에서 30 m 이상 독립 보행이 가능한 자, 셋째, 하지와 체간에 정형외과적 질환이 없는 자, 넷째, 환측 하지의 경직이 수정된 경직 척도(modified ashworth scale)로 평가하였을 때 G2 이하인 자, 다섯째, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있으며 한국형 간이정신상태 판별검사(MMSE-K)에서 연령과 교육 수준을 고려한 점수가 최소 24 점 이상인 자이다.

### 1. 실험방법

#### 1) 훈련방법

CON 그룹은 기존에 받던 물리치료를 동일하게 받는데, 기존의 물리치료는 운동치료 30분, 기능적 전기 자극치료(functional electrical stimulation, FES) 15분, 에르고미터 자전거(rehabilitation ergometer) 훈련 15분으로 구성된다. LTCT 그룹은 기존의 물리치료를 동일하게 받고 추가적으로 스위스 볼에 앉아서 체간 조절훈련을 실시한다. 체간조절 프로그램은 처음에는 수동운동을 실시하여 움직임 방향을 지시한 후 능동 보조운동 3회 그리고 능동운동을 3회 실시하였다. 각 운동마다 충분한 휴식시간을 제공하여 대상자의 피로를 방지하였다. 훈련은 8주 동안 주 4회씩 매회 20분간 시행한다. Verheyden 등<sup>3</sup>의 방법을 참고한 체간 조절훈련 프로그램은 다음과 같다.

(1) 체간의 굽힘과 펴

환자는 체간을 앞으로 혹은 뒤로 병진 이동하지 않고 굽힘 그리고 펴를 실시한다.

(2) 요추부위의 굽힘과 펴

체간 아래 부위의 선택적인 앞굽음(anteflexion)과 뒤굽음(retroflexion)을 실시한다.

(3) 엉덩관절의 굽힘과 펴

환자는 체간을 펴한 상태에서 엉덩관절에서 굽힘과 펴가 발생 할 수 있도록 펴된 체간을 앞으로 그리고 뒤로 움직인다.

(4) 체간의 가쪽굽힘

환자는 체간 위 부위에서 가쪽굽힘이 일어날 수 있도록 어깨를 오른쪽 혹은 왼쪽 방향으로 움직이고 다시 시작자세로 돌아온다. 그리고 체간 아래 부위의 가쪽굽힘을 위해 오른쪽 혹은 왼쪽 골반을 들고 다시 시작자세로 돌아온다.

(5) 체간의 돌림

환자는 체간의 위 부위에서 돌림이 발생할 수 있도록 오른쪽과 왼쪽 어깨관절을 각각 앞으로 뒤로 움직인다. 그리고 체간 아래 부위의 돌림을 위해 환자의 오른쪽과 왼쪽 무릎관절을 각각 앞으로 뒤로 움직인다.

2) 측정방법

(1) 비례추진력(relative impulse)

각 그룹의 환측 발에서 발생하는 부위별 비례추진력을 알아보기 위하여 F-scan system (Tekscan Inc, 미국)을 사용하였다. F-scan system은 960개의 압력 센서가 5 mm 간격의 격자형식으로 균일하게 분포되어 있어 발의 각 부위 힘과 압력을 측정할 수 있는 압력 탐색자, 다리에 부착할 수 있는 변환장치, 변환장치와 컴퓨터를 연결하는 케이블, 발의 각 부위 힘과 압력 분석을 위한 소프트웨어와 컴퓨터로 구성되어 있다. 실험자는 대상자에게 발활 지지(arch support)가 없는 실내화를 착용시킨 후 10초간 직선거리를 걷도록 지시한다. 이때 대상자는 보행이 자연스럽게 이루어 질 수 있도록 평상시의 보행 속도에 맞추어 걷기를 실시한다. 보행 시 환측 발의 무지부, 제1중족골두, 제2, 3 중족골두, 제4, 5 중족골두, 중족부와 종골부 모두 6개 영역의 비례추진력을 측정한다. 3회 실시하여 비례추진력을 측정하고 평균값을 사용하여 분석한다.

(2) Functional reaching test (FRT)

FRT는 뇌졸중 환자의 균형능력 평가에서 가장 신뢰성 있는 측정방법 중 하나이다.<sup>15</sup> 대상자는 다리를 어깨넓이로 벌리고 서서 팔을 90°로 굴곡한 후 어깨높이에 설치된 자를 따라 가능한 한 앞으로 팔을 뻗는다. 대상자의 중간손가락의 끝의 시작지점과 끝지점을 관찰하여 1 cm 단위로 기록한다. 중간손가락의 시작지점과 끝지점 사이의 거리가 1 cm 단위로 기록되어진다. 3회 실시하게 하였고 그 평균값을 사용하였다.

(3) Time up and go (TUG)

TUG는 뇌졸중 환자의 균형능력과 이동능력을 평가하는 데 유용한 측정방법이다.<sup>16,17</sup> 대상자는 평소에 자신이 착용하던 편안한 신발을 착용한 후, 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 실험자의 지시에 따라 자리에서 일어나 3 m를 왕복하고 다시 돌아와 앉는다. 실험자는 전자시계를 이용하여 왕복시간을 측정한다. 3회 실시하였으며, 그 평균값을 이용하였다.

2. 자료분석

각 집단의 균형 능력과 보행 동안 각 그룹 발의 부위별 비례추진력을 비교하기 위하여 대응표본 T 검정을 실시하였으며, 통계학적 유의성을 검정하기 위하여 유의수준을 0.05로 설정하였다. 실험에서 얻어진 결과는 평균과 표준오차로 제시하였으며, 실험 결과는 SPSS 12.0 for window를 이용하여 통계처리하였다.

III. 결과

1. 연구대상자 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 CON 그룹 10명, LTCT 그룹 11명 총 21명의 뇌졸중 환자가 참여하였으며, 성별은 CON는 남자

Table 1. General characteristics of subjects (Mean±SE)

Variables	CON (n=10)	LTCT (n=11)
Gender (male/female)	7/3	7/4
Age (yr)	52.4±2.3	58.9±2.6
Height (cm)	168.8±1.8	165.2±2.1
Weight (kg)	70.1±3.4	64.1±2.6
Duration (month)	34.9±5.2	40.8±5.9
Affected side (right/left)	4/6	5/6
Cause (infarction/hemorrhage)	8/2	8/3

CON: control group, LTCT: trunk control training on labile surface

7명, 여자 3명, LTCT는 남자 7명, 여자 4명이었고, 평균연령은 CON 그룹은 52.40세, LTCT 그룹은 58.91세였고, 평균몸무게는 CON 그룹 70.10 kg, LTCT 그룹 64.10 kg이었다(Table 1).

**2. 뇌졸중 환자의 훈련 전과 후 환측 부위별 비례추진력 비교**

훈련 전과 후 환측의 비례추진력은 제2, 3 중족골두에서 CON 그룹 그리고 LTCT 그룹 모두 각각 14.21±1.28%에서 14.06±1.49%로, 13.26±0.82%에서 13.65±0.89%로 훈련 전과 비교하여 훈련 후의 비례추진력이 통계학적으로 유의하게 증가하였고(p<0.05), 무지부에서는 LTCT에서 훈련 전과 비교하여 훈련 후 3.99±0.43%에서 4.93±0.48%로 통계적으로 유의하게

증가하였다. 그 외의 영역에서는 훈련 전과 비교하여 훈련 후 통계학적으로 유의한 상관관계가 나타나지 않았다(p>0.05) (Table 2, Figure 1, 2).

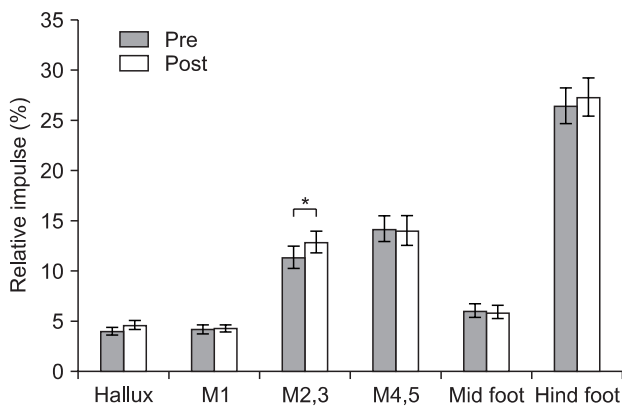
**3. 뇌졸중 환자의 훈련 전과 후 균형 검사 비교**

FRT는 훈련 전과 비교하여 훈련 후 LTCT 그룹에서 13.18±0.67%에서 14.55±0.81%로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), TUG 또한 훈련 전과 비교하여 훈련 후 19.73±1.40%에서 18.27±1.15%로 LTCT 그룹에서 유의하게 감소하였다(p<0.05). CON 그룹은 훈련 전과 비교하여 훈련 후 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>0.05) (Table 3).

**Table 2.** Comparison of relative impulse of foot between the pre-test and post-test in each group (M±SE) (Unit : %)

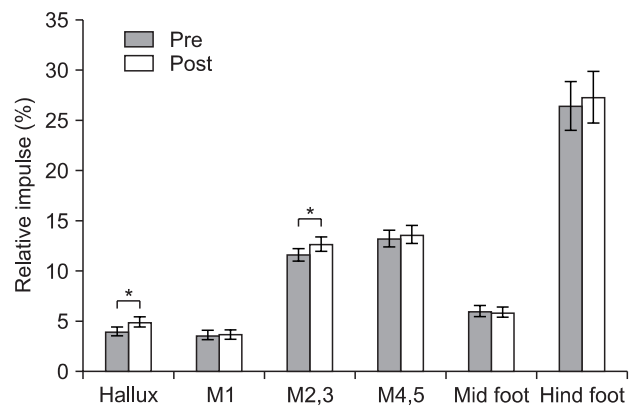
	Group	Pre	Post	t	p
Hallux	CON	3.97±0.38	4.63±0.46	-1.50	0.15
	LTCT	3.99±0.43	4.93±0.48	-2.28*	0.05
M1	CON	4.18±0.43	4.30±0.36	-0.77	0.46
	LTCT	3.62±0.47	3.70±0.45	-1.17	0.27
M2,3	CON	11.38±1.09	12.88±1.09	-2.39*	0.04
	LTCT	11.63±0.62	12.72±0.71	-2.67*	0.02
M4,5	CON	14.21±1.28	14.06±1.49	0.28	0.78
	LTCT	13.26±0.82	13.65±0.89	-1.17	0.27
Mid foot	CON	6.02±0.68	5.92±0.66	0.85	0.42
	LTCT	6.01±0.53	5.85±0.51	0.96	0.36
Hind foot	CON	26.47±1.79	27.32±1.91	-1.06	0.32
	LTCT	29.36±2.43	30.80±2.58	-2.05	0.07

CON: control group, LTCT: trunk control on labile surface, M1: 1st metatarsal head, M2,3: 2nd & 3rd metatarsal head, M4,5: 4th & 5th metatarsal head. \* p<0.05.



**Figure 1.** Comparison of relative impulse of foot between the pre-test and post-test in con group.

\*p<0.05.



**Figure 2.** Comparison of relative impulse of foot between the pre-test and post-test in LTCT group.

\*p<0.05.

**Table 3.** Comparison of balance test between the pre-test and post-test in each group (M±SE)

	Group	Pre	Post	t	p
FRT (cm)	CON	12.40±0.79	13.10±0.81	-1.66	0.13
	LTCT	13.18±.67	14.55±.81	-3.32*	0.01
TUG (sec)	CON	21.70±1.19	20.90±1.04	1.81	0.10
	LTCT	19.73±1.40	18.27±1.15	-1.17*	0.02

CON: control group, LTCT: trunk control on labile surface, FRT: functional reaching test, TUG: time up and go.

\* p<0.05.

#### IV. 고찰

체간은 일상생활의 다양한 활동을 수행함에 있어 중요한 역할을 하며,<sup>18</sup> 자세 균형 및 걷기와 같은 이동활동에 있어 체간 분절의 복잡한 구조와 움직임은 필수적이다.<sup>19-21</sup> 뇌졸중 환자는 선택적인 체간의 움직임 손상으로 인하여<sup>2</sup> 체간 조절능력을 나타내는 임상적인 측정도구에서 건강한 사람에 비하여 낮은 수치를 보이는데,<sup>1</sup> 이러한 뇌졸중 환자의 체간 조절능력은 균형, 보행과 같은 기능적 능력손상으로 이어지게 된다.<sup>5</sup> 이러한 뇌졸중 환자의 체간 조절능력 중요성에도 불구하고 뇌졸중 환자의 상하지 기능훈련, 보행훈련 그리고 인지훈련에 대한 연구가 주로 이루어졌으며, 체간 조절훈련에 대한 연구는 미비한 실정이다.<sup>3</sup> 본 논문에서는 유용한 체간 조절훈련으로 알려져 있는 불안정한 면에서의 훈련<sup>11</sup>을 실시하여 뇌졸중 환자의 보행과 균형능력의 회복에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

본 연구의 체간 훈련은 Verheyden 등<sup>3</sup>의 체간 조절훈련 프로그램을 참고하여 실시하였다. Verheyde 등의 체간 조절훈련 프로그램은 앉은 자세에서 실시하는 훈련 방법으로 뇌졸중 환자와 같이 선 자세가 불안한 환자에게 유용한 훈련방법이다. 또한 선 자세는 자세 조절을 위하여 시각, 전정각각, 고유수용 감각 그리고 발바닥 피부자극 정보를 이용하지만 앉은 자세는 선 자세에 비하여 발바닥 피부자극 입력과 다리의 체성감각의 역할이 감소하고 엉덩이 촉각입력 정보 사용이 증가하며 중력중심(center of gravity, COG)의 하강, 조절해야 할 관절 수의 감소로 인하여 자세 조절을 위하여 체간 근육의 역할이 중요해진다. 또한 앉은 자세는 일상생활 동작을 수행할 때 가장 일반적이고 익숙한 자세이다. 이와 같은 앉은 자세의 이점은 Verheyden 등의 체간 조절훈련 프로그램이 뇌졸중 환자의 체간 조절훈련에 있어 좋은 훈련방법이 될 것이라는 것을 나타내는 것이다.<sup>22-24</sup>

보행 특성을 파악하는 데 있어서 보행 동안 발의 특정 부위에 가해지는 힘과 압력의 변화를 정량적으로 분석하는 것은

매우 중요하다.<sup>25</sup> 본 연구에서는 보행 시 각 그룹의 환측 발에 가해지는 힘의 변화를 분석하기 위하여 비례추진력을 사용하였다. 각 그룹의 부위별 비례추진력을 분석한 결과 CON 그룹과 LTCT 그룹 모두 제2, 3 중족골두의 비례추진력이 유의하게 증가하였다. 편마비 환자는 환측 하지의 근육 동원능력 손상, 체중 지지능력의 저하 그리고 발목관절의 생역학적 불균형으로 인하여 환측 발에서의 체중지지가 정상인에 비하여 주로 외측 발모서리를 통하여 일어나는데, 본 연구에서 나타난 제2, 3 중족골두의 비례추진력 증가는 발의 내측부위의 체중지지 증가를 나타내는 것이라 할 수 있다. 이것은 일반적인 물리치료와 불안정면에서의 체중 조절훈련이 보행 시 환측 발의 체중지지 양상에 긍정적인 영향을 미친 것이라 할 수 있다.<sup>26</sup>

무지부의 비례추진력은 CON 집단에서는 유의한 차이가 발생하지 않았지만 LTCT 집단에서 무지부의 비례추진력이 유의하게 증가하였다. 보통 정상 성인에서 보행 진출기(push-off) 시 무지부에서 가장 큰 압력을 받는데 이와 같은 발 내측과 앞쪽의 압력증가는 발끝 떼기(toe-off) 때 근육, 근육 동원, 유연성 등 추진력과 연관이 있다.<sup>27</sup> 본 연구에서 LTCT 집단의 무지부 비례추진력 증가는 불안정한 면에서의 훈련이 보행에서 발끝 떼기 시 추진력을 증가시켜주는 유용한 훈련임을 나타내는 결과라고 할 수 있다.

발뒤꿈치의 비례추진력은 LTCT 집단에서 증가하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 보행의 초기 접촉(heel contact) 시 발뒤꿈치에 가해지는 압력은 보행의 초기 접촉 시 안정성에 있어 중요한데, 안쪽배빗근(internal abdominal oblique muscle)과 척추세움근(erector spina muscle)과 같은 체간 안정화 근육들은 보행에서 발뒤꿈치 닿기에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>27</sup> Lim 등<sup>28</sup>은 체간 안정화 훈련 프로그램을 실시한 이후 뇌졸중 환자에게 실시한 후 뇌졸중 환자의 환측 발뒤꿈치의 족저압의 증가를 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 LTCT 집단에서 발뒤꿈치의 비례추진력이 증가하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다.

TUG는 CON 그룹에서는 유의한 차이가 없었지만, LTCT 그룹에서는 유의하게 감소하였다. TUG는 뇌졸중 환자의 이동 능력을 나타내는데 이는 불안정한 면에서의 체간 조절훈련이 뇌졸중 환자의 이동 능력을 증진시키는데 효율적인 훈련임을 나타내는 것이다.<sup>17</sup> 본 연구에서 LTCT 그룹의 환측 무지부와 제2, 3 중족골두 그리고 종골부의 비례추진력의 증가가 뇌졸중 환자의 이동 능력의 증진으로 나타난 것으로 보인다.

FRT는 뇌졸중 환자의 균형능력을 평가하는 데 있어 신뢰성이 높은 유용한 도구이다.<sup>15</sup> 본 연구에서는 FRT검사서 CON 그룹은 유의한 차이가 없었지만 LTCT 그룹은 기능적 뺨기 길이가 유의하게 증가하였으며, 이것은 불안정면에서의 체중 조절훈련이 균형능력 증진에 효과적인 훈련임을 나타내는 것이다. Verheyden 등<sup>3</sup>은 뇌졸중 환자에게 기존의 물리치료에서 추가적으로 앉은 자세에서 체간 조절훈련 프로그램을 실시한 결과 정적 균형 및 동적 균형능력의 증가를 보고하였다. Kim 등<sup>29</sup>의 연구 또한 뇌졸중 환자에게 3주 동안 체간 안정성 강화 운동을 실시한 후 균형능력 평가하였는데 균형능력이 유의하게 증가하여 체간 안정화 운동이 뇌졸중 환자의 균형능력에 유용한 훈련이라고 보고하였다. Jung<sup>30</sup>의 연구에서도 뇌졸중 환자에게 일반적인 물리치료만 실시한 그룹과 추가적으로 불안정한 면에서 체중 이동 훈련을 실시한 그룹을 비교한 결과 추가적으로 불안정한 면에서 체중 이동 훈련을 실시한 그룹이 일반적인 물리치료만 실시한 그룹보다 체간 근육의 근 수축 개시시간과 균형 능력이 개선되었다. 이와 같은 연구 결과는 본 연구의 연구 결과와 같이 체간 조절훈련 프로그램이 뇌졸중 환자의 균형능력 회복에 아주 효과적인 훈련임을 나타내는 결과라고 할 수 있다.

Riemann 등<sup>10</sup>은 불안정한 면에서의 동적 움직임은 일반적인 안정면에서의 움직임보다 운동조절 전략을 활성화시켜 감각운동 되먹임을 회복 그리고 증진시키는데 효과적이라고 보고하고 있다. 또한 불안정한 면에서의 움직임은 안정면에서의 움직임에 비하여 체간근육의 다른 수축전략을 나타내는데, Weaver 등<sup>24</sup>은 대상자가 스위스볼에 앉아서 엉덩관절을 굴곡시켰을 때, 딱딱한 의자에서 엉덩관절을 굴곡하였을 때와 비교하여 배곧은근(rectus abdominis)과 가쪽배빗김근(external obliques)이 더 빠르게 수축하였으며 수축강도도 더 강하였고 보고하였다. 위의 연구 결과는 체간 조절훈련 프로그램을 실시하는 면의 특성에 따라 뇌졸중 환자의 균형 그리고 보행 능력 회복에 다른 효과를 나타낼 수 있다는 것을 의미한다. 차후 체간 조절훈련을 적용하는 면의 특성에 따라 뇌졸중 환자의 균형, 보행, 그리고 기능적 활동의 회복에 미치는 효과에 대

한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

## Author Contributions

Research design: Jang SH

Acquisition of data: Jang SH, Ann JH

Analysis and interpretation of data: Jang SH, Ann JH

Drafting of the manuscript: Jang SH, Ann JH

Administrative, technical, and material support: Jang SH

Research supervision: Kim JS

## 참고문헌

1. Verheyden G, Nieuwboer A, Feys H et al. Discriminant ability of the trunk impairment scale: A comparison between stroke patients and healthy individuals. *Disabil Rehabil.* 2005;27(17):1023-8.
2. Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L et al. Time course of trunk, arm, leg, and functional recovery after ischemic stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008;22(2):173-9.
3. Verheyden G, Vereeck L, Truijien S et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: A pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23(3):281-6.
4. de Seze M, Falgairolle M, Viel S et al. Sequential activation of axial muscles during different forms of rhythmic behavior in man. *Exp Brain Res.* 2008;185(2):237-47.
5. Verheyden G, Vereeck L, Truijien S et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil.* 2006;20(5):451-8.
6. Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP et al. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke.* 2002;33(11):2626-30.
7. Park SJ. The effects of trunk and pelvic stabilization exercise using a sling on functional improvement in chronic stroke patient. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2010.
8. Lee GC, Kang HG, Lee SM. The effect of isokinetic trunk exercise for strength, gait and balance in the patients with chronic stroke. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science.* 2010;49(3):199-218.
9. Kim BH. The effect of a task-oriented training for trunk control ability, balance and gait after stroke. Sahmyook university. Dissertation of Master's Degree. 2009.
10. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multiaxial surfaces. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(1):90-5.
11. Duncan M. Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a swiss ball. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;13(4):364-7.
12. Chang JS, Lee SY, Lee MH et al. The correlations between gait speed and muscle activation or foot pressure in stroke patients. *J*

- Kor Soc Phys Ther. 2009;21(3):47-52.
13. De Cock A, Willems T, Witvrouw E et al. A functional foot type classification with cluster analysis based on plantar pressure distribution during jogging. *Gait Posture*. 2006;23(3):339-47.
  14. Yoon HW, Lee SY, Lee HM. The comparison of plantar foot pressure in normal side of normal people, affected side and less affected side of hemiplegic patients during stance phase. *J Kor Soc Phys Med*. 2009;4(2):87-92.
  15. Tyson SF, DeSouza LH. Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clin Rehabil*. 2004;18(8):916-23.
  16. Knorr S, Brouwer B, Garland SJ. Validity of the community balance and mobility scale in community-dwelling persons after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(6):890-6.
  17. 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.
  18. Gebruers N, Vanroy C, Truijten S et al. Monitoring of physical activity after stroke: A systematic review of accelerometry-based measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(2):288-97.
  19. Houck JR, Duncan A, De Haven KE. Comparison of frontal plane trunk kinematics and hip and knee moments during anticipated and unanticipated walking and side step cutting tasks. *Gait Posture*. 2006;24(3):314-22.
  20. Konz R, Fatone S, Gard S. Effect of restricted spinal motion on gait. *J Rehabil Res Dev*. 2006;43(2):161-70.
  21. Kavanagh J, Barrett R, Morrison S. The role of the neck and trunk in facilitating head stability during walking. *Exp Brain Res*. 2006;172(4):454-63.
  22. Genthon N, Vuillerme N, Monnet JP et al. Biomechanical assessment of the sitting posture maintenance in patients with stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007;22(9):1024-9.
  23. Lanzetta D, Cattaneo D, Pellegatta D et al. Trunk control in unstable sitting posture during functional activities in healthy subjects and patients with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(2):279-83.
  24. Weaver H, Vichas D, Strutton PH et al. The effect of an exercise ball on trunk muscle responses to rapid limb movement. *Gait Posture*. 2012;35(1):70-7.
  25. Koo HM, Kim MH. The effect of a rollator on plantar pressure and foot balance during gait in old-aged adults. *J Kor Soc Phys Ther*. 2010;22(5):71-76.
  26. Park JW, Nam KS, Back MY. The Relationship between the plantar center of pressure displacement and dynamic balance measures in hemiplegic gait. *The Korean Academy of University Trained Physical Therapists*. 2005;12(1):11-21.
  27. Hessert M, Vyas M, Leach J et al. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC Geriatr*. 2005;5(8):1-8.
  28. Lim JS, Song JM, Kim JS. The effect of core stabilization exercise on foot pressure in hemiplegic patients. *Journal of the Korean society of physical medicine*. 2011;6(2):109-18.
  29. Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke. *J Kor Soc Phys Ther*. 2009;21(4):17-22.
  30. Jung KS. Effects of the weight shifting training on an unstable surface on anticipatory postural adjustment, balance, and proprioception in the persons with stroke. *Sahmyook university. Dissertation of Master's Degree*. 2009.