

## 보행 개시 훈련이 뇌졸중 환자의 보행 초기 단계 신체 압력중심 이동과 보행에 미치는 영향

구지혜<sup>1</sup>, 성재현<sup>2</sup>, 최종덕<sup>3</sup>

<sup>1</sup>대전대학교 보건스포츠 대학원 물리치료학과, <sup>2</sup>대전대학교 일반대학원 물리치료학과,

<sup>3</sup>대전대학교 자연과학대학 물리치료학과

### Effect of Gait Initiation Training on Gait and Center of Pressure Displacement During Early Phase of Gait in Stroke Patients

Ji-hye Ku<sup>1</sup>, BHSc, PT, Jae-hyeon Seong<sup>2</sup>, MSc, PT, Jong-duk Choi<sup>3</sup>, PhD, PT

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, The Health and Sports School, Daejeon University

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University

<sup>3</sup>Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

#### Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of gait initiation training on gait and center of pressure (CoP) during gait initiation in stroke patients. Twenty-three subjects were randomly assigned to either an experimental group (EG) or a control group (CG). The EG received gait initiation training with increased CoP posterior distances the maximum the rear on gait training. The CG received general gait training. Both groups received training three times a week over a period of four consecutive weeks. The figures for CoP distances the maximum the rear, CoP distances time the mover the maximum the rear, the Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA), and gait velocity were recorded both before and after the training sessions for both groups. The EG's results for CoP distances the maximum the rear, CoP distances time the mover the maximum the rear, and POMA improved after training ( $p < .05$ ). In terms of the rate of change of CoP distances the maximum the rear, the EG demonstrated a significantly higher increase ( $p < .05$ ) than did the CG. The results of this study suggest that increased CoP distances the maximum the rear affect the gait initiation and gait performance of stroke patients. Further studies with a larger sample size are necessary to verify the accuracy of the results of this study.

**Key Words :** Center of pressure; Gait initiation; Gait training; Stroke.

#### I. 서론

뇌졸중 환자는 균형능력 저하, 마비측 발의 자발적 근 수축 저하, 체중 분배의 비대칭성 등의 특징을 보인다. 이러한 특징은 비정상적인 보행 개시(gait initiation)를 유발하고 보행 개시 다음 단계인 안정상태 보행(steady-state gait)을 방해하며 낙상을 유발하는

주요한 원인이 된다(Hwang 등, 2010).

보행 개시란 선 자세에서 안정상태 보행으로 이동되는 자세 조절 과정이고, 안정상태 보행은 규칙적인 보행 주기(gait cycle) 패턴을 의미한다. 이는 매우 복잡한 생체 역학적 조절과제이며 체중의 이동이 특정한 이동패턴을 갖는다(Bensoussan 등, 2006). 선 자세에서 보행 시작 시점으로 먼저 내어 던지는 발을 유각하지

(swing limb), 나중에 내어 던지는 발을 입각하지(stance limb)로 정의할 때 체중의 이동은 유각하지의 뒤쪽에서 입각하지의 뒤쪽으로 이동된다. 유각하지의 발끝 떼기가(push off) 일어남과 동시에 체중의 이동이 입각하지의 뒤쪽에서 바깥쪽과 앞쪽으로 이동된다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2007). 보행 개시는 양발의 체중이 동등한 선 자세에서 시작하며 두 단계로 구성된다. 첫 번째, 유각하지의 발끝 떼기 전 시점에서 체중이 유각하지의 뒤쪽으로 이동된 후 입각하지의 바깥쪽과 앞쪽으로 이동하는 시기로 이를 자세 단계(postural phase)라고 한다. 두 번째, 유각하지의 발끝 떼기가 일어나는 시점을 실행 단계(execution phase)라고 한다. 보행 개시 다음 단계인 보행 주기(gait cycle)는 안정된 패턴(pattern)을 가지는 안정상태 보행을 이룬다(Caderby 등, 2013; Perry와 Davids, 1992).

뇌졸중 환자는 비대칭적 체중부하 양상을 보이며, 보행 개시 과정에서 유각하지에 따라 활보의 길이와 신체 압력중심(center of pressure)의 이동 패턴이 정상인과 다르게 나타난다. 뇌졸중 환자는 보행 개시 과정에서 마비측 발이 유각하지일 때 신체 압력중심의 후방 이동이 저하되어 발끝 떼기 시 추진력 저하로 이어진다(Bensoussan 등, 2006). 또한 마비측 발이 유각하지일 때 체중부하 정도와 전방추진력이 양의 상관성을 보임으로써 체중부하가 적은 경우 전방 추진력이 떨어지는 양상을 보인다(Brunt 등, 1995).

비대칭적인 보행 양상을 보이는 뇌졸중 환자의 보행 능력 향상을 위한 보행 훈련은 체중지지 트레드밀 보행 훈련(Combs 등, 2013), 점진적 보조 감소를 이용한 로봇 보행 훈련(Krishnan 등, 2013), 보행 동안 이중과제 수행을 통한 보행 훈련(Plummer-D'Amato 등, 2008) 등 보행 개시 다음 단계인 안정상태 보행에 대한 보행 훈련에만 집중되어있다.

최근 보행에 관한 연구에서는 선 자세에서 안정상태 보행까지 보행 개시의 과정이 미치는 영향에 대한 연구가 관심의 초점이 되고 있다. Carlsöö(1966)는 보행 개시의 초기 연구를 시작하였으며 Winter(1995)는 보행 개시 평가에 신체 압력중심과, 신체 무게중심(center of mass)을 사용하였다. 보행 개시 과정에서 신체 압력중심의 이동은 뇌졸중 환자의 보행 평가에 주요한 지표라고 하였다(Kim, 2000). 또한 Hwang 등(2010)은 신체 압력중심 분석만으로도 편마비 환자의 보행 개시를 평가하는데 충분하다고 하였다. Caderby 등(2013)의 연구

에서 정상 성인의 보행 개시에서 무게 가중(over loading)이 자세 단계 기간의 증가와 전방 추진력을 증가시킨다고 보고하였으며 이러한 연구 결과를 통해 보행 시작의 문제가 있는 환자들에게 치료적 접근 방법으로 적용할 것을 제안하였다. Hass 등(2012)은 보행 시작의 어려움을 갖는 파킨슨 환자에게 점진적 저항 운동을 적용하여 신체 압력중심의 후방이동 증진과 첫 번째 활보 길이의 증가 및 속도의 증가를 보고하였다. 이처럼 보행 훈련 시 안정상태 보행 뿐 아니라 선 자세에서 안정상태 보행에 이르기 까지 보행 개시 과정의 연구들이 진행되어왔으나 대상자가 정상 성인 혹은 노인이거나 파킨슨 환자로 제한되어있다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 보행 개시 과정의 연구들은 운동학적, 운동역학적 평가에 준하는 단면적 연구만 이루어졌을 뿐 보행 개시 훈련에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

이에 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 보행 훈련에서 신체 압력중심의 후방이동 증가를 통한 보행 개시 훈련을 적용하였을 때 보행 기능에 미치는지 영향을 알아보 고자 하였으며, 연구의 가설은 보행 개시 훈련을 적용한 실험군에서 보행 개시 훈련이 없는 일반적인 보행 훈련만을 적용한 대조군에 비해 신체 압력중심의 후방 이동과 보행의 변화에 차이가 있을 것이라로 설정하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 뇌졸중으로 진단받고 대전 W병원에 입원 중이며 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 참여를 동의한 편마비환자 23명을 대상으로 하였다. 대상자는 보행 개시 훈련을 병행한 후 안정상태 보행 훈련을 실시한 실험군 12명, 일반적인 안정상태 보행 훈련을 실시한 대조군 11명으로 하였다.

대상자 선정 기준은 뇌졸중으로 진단 받은 지 6개월 이상 경과한 자, 보행 보조도구를 사용하거나 사용하지 않고 10 m 이상 독립 보행이 가능한 자, 뇌졸중 외에 다른 신경학적, 정형외과적 문제가 없는 자, 한국판 간이정신상태 검사(Mini-Mental State Examination-Korea; MMSE-K)결과가 24점 이상으로 연구자의 지시내용을 이해하고 수행 할 수 있는 자로 하였다. 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

**Table 1.** General characteristics of subjects

(N=23)

	Experimental (n <sub>1</sub> =12)	Control (n <sub>2</sub> =11)
Height (cm)	166.8±6.5 (157.2~180.3) <sup>a</sup>	168.8±7.9 (156.4~179.8)
Weight (kg)	61.4±6.8 (52.5~75.6)	63.9±9.6 (49.5~80.1)
Age (year)	58.8±7.6 (50.0~72.5)	64.0±10.4 (47.0~82.5)
Time since stroke (month)	15.2±7.1 (6.0~26.5)	13.2±5.6 (6.5~21.0)
Sex (female/male, number)	5/7	2/9

<sup>a</sup>mean±standard deviation.

## 2. 측정도구

### 가. 신체 압력중심 평가

자세 단계에서 신체 압력중심을 측정하기 위하여 닌텐도 위핏 발판스 보드(Nintendo Wii Fit Balance Board, Nintendo, Kyoto, Japan)를 이용하였다. 측정자내 신뢰도는 r=.66~.94이다(Clark 등, 2010). 출력된 값은 소프트웨어 프로그램(Labview 8.5, National Instrument, Texas, USA)을 사용하여 신체 압력중심의 이동거리와 시간을 산출하였다(Clark 등, 2010). 시작자세는 두 발이 나란히 선 자세에서 시작 압림음과 함께 보행을 시작하도록 하여 유각하지의 발끝 떼기가 일어나는 시점까지의 자료를 취합하였다. 공간적 지표에서 X축은 내외 방향, Y축은 전·후 방향으로 하였다. 시작 음과 함께 유각하지로의 최대 후방이동을 측정하였다. 본 연구에서 유각하지는 마비측 하지로 하였다(Figure 1).

### 나. 10 m 보행 평가

보행 개시 이후 정상 보행상태의 속도를 측정하기



**Figure 1.** Experiment position.

위하여 실시하였다. 총 14 m의 보행 구간중 가속기 2 m, 감속기 2 m의 구간을 제외한 10 m 구간의 보행 시간을 초시계를 사용하여 측정하였다. 보행 속도를 측정 변수로 사용하기 위하여 거리를 시간(초)으로 나누어 속도(m/s)를 사용하였다(Dean 등, 2000). 측정자간 신뢰도는 r=.97, 측정자내 신뢰도는 r=.95이다(Hunt 등, 1981).

### 다. 기능적 보행 평가

노인의 균형과 걷기 기능을 측정하기 위해 만들어졌으나 뇌졸중 후 편마비 환자와 건강한 노인에서 신체 압력중심과 신체 무게중심 사이의 상관성을 증명하는데 사용되었다(Corriveau 등, 2004). 기능적 보행 평가(Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment; POMA)는 9개의 균형 동작과 7개의 걷기 동작으로 구성되어있다. 측정자간 신뢰도는 r=.84이다(Canbek 등, 2013).

## 3. 중재방법

두 그룹의 모든 대상자에게 1일 기능적 전기자극치료 30분, 중추신경계발달치료 30분의 일반적 물리치료를 주 5회 실시하였다. 추가적으로 실험군은 1일 30분씩 주 3회, 4주간 보행 개시 훈련을 병행한 안정상태 보행 훈련을 실시하였고, 대조군은 1일 30분씩 주 3회, 4주간 일반적 안정상태 보행 훈련을 실시하였다.

실험군의 보행 개시 훈련의 점진적 진행은 다음과 같다(Figure 2). 1주차에는, 마비측 발을 떼는 동안 체중심 후방 이동에 한 치료사의 전적인 도움을 제공하였다. 2주차에는 치료사의 보조적 도움과 마비측의 한 스텝과 비마비측의 한 스텝 실시하였다. 3주차에는 치료사의 도움 없이 대상자 스스로 신체 압력중심 후방이동 시 압력센서를 이용한 피부감각 되먹임 제공 후 마비측의 한 스텝과 비마비측의 한 스텝 실시하였다. 4주차에



Figure 2. Gait initiation training.

는 신체 압력중심 후방이동에 대한 피부감각 되먹임 제거 후 마비측의 한 스텝과 비마비측의 한 스텝 실시하였다. 대조군의 일반적 안정상태 보행 훈련은 5분의 준비운동과 20분의 지면 보행훈련, 5분의 마무리 운동으로 진행하였다.

#### 4. 분석방법

본 연구를 통해 수집된 자료분석은 윈도우용 SPSS ver. 18.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계처리 하였다. 대상자의 일반적 특성은 빈도 분석과 기술통계를 이용하여 제시하였다. 두 집단의 중재 전·후 차이는 대응표본 t-검정을 사용하였다. 두 집단 간 전·후 시점의 변화율 비교는 독립 t-검정을 사용하였다. 통계학적 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

### III. 결과

#### 1. 보행 개시 훈련 전후의 신체 압력중심 이동의 변화

보행 개시 훈련 이후 신체 압력중심 이동의 변화를 분석한 결과 실험군에서 신체 압력중심의 최대 후방이동이 실험 전  $-12.49 \pm 27.21$  mm에서 실험 후  $-40.94 \pm 22.18$  mm로 유의하게 증가하였다( $p < .01$ ). 군 간 신체 압력중심의 최대 후방이동의 변화율을 비교한 결과, 실험군은  $242.48 \pm 211.48\%$  증가하였고, 대조군은  $-51.90 \pm 250.87\%$  감소하여 두 그룹간 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 신체 압력중심의 최대 후방이동까지의 시간은 실험군에서 실험 전  $.36 \pm .16$ 초에서 실험 후  $.53 \pm .18$ 초로 유의하게 증가하였다( $p < .01$ )(Table 2).

#### 2. 보행 개시 훈련 전후의 보행 속도 및 기능적 보행평가

보행 속도 평가에서는 두 군 모두 유의한 변화를 보이지 않았으나(Table 3), POMA 평가에서는 실험군에서만 실험 전  $20.75 \pm 3.11$ 점에서 실험 후  $23.75 \pm 3.02$ 점으로 유의한 증가를 보였다( $p < .01$ )(Table 4). POMA평가의 균형 영역에서 실험군은 실험 전  $12.75 \pm 1.60$ 점에서 실험 후  $14.75 \pm 1.29$ 점으로 유의한 증가를 보였다( $p < .01$ ). 군 간 변화율을 비교한 결과, 실험군은  $16.62 \pm 11.95\%$  증가하였고 대조군은  $1.50 \pm 7.83\%$  증가하여 실험군이 대조군보다 더 많은 증가를 보였다( $p < .01$ ). 보행 영역에서 실험군은 실험 전  $7.75 \pm 2.34$ 점에서 실험

Table 2. A comparison of center of pressure displacement between experimental group and control group (N=23)

		Experimental (n <sub>1</sub> =12)	Control (n <sub>2</sub> =11)	t
Center of pressure distances the maximum the rear (mm)	Pre	$-12.49 \pm 27.21^a$	$-41.76 \pm 31.75$	
	Post	$-40.94 \pm 22.18$	$-39.53 \pm 35.54$	
	t	$5.047^{**}$	$-.243$	
	Rate of change (%)	$242.48 \pm 211.48$	$-51.90 \pm 250.87$	$3.052^{**}$
Center of pressure time to the mover the maximum the rear (second)	Pre	$.36 \pm .16$	$.49 \pm .13$	
	Post	$.53 \pm .18$	$.50 \pm .14$	
	t	$-3.520^{**}$	$-.257$	
	Rate of change (%)	$55.75 \pm 62.67$	$8.96 \pm 31.43$	$2.230^*$

<sup>a</sup>mean±standard deviation, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

**Table 3.** A comparison of gait speed between experimental group and control group (N=23)

	Experimental (n <sub>1</sub> =12)	Control (n <sub>2</sub> =11)	t
10 m walk test (m/s)	Pre	.55±.28 <sup>a</sup>	.79±.30
	Post	.60±.31	.81±.35
	t	-1.076	.549
	Rate of change (%)	10.24±22.80	1.34±16.17

<sup>a</sup>mean±standard deviation, \*p<.05, \*\*p<.01.

**Table 4.** A comparison of clinical assessment between experimental group and control group (N=23)

	Experimental (n <sub>1</sub> =12)	Control (n <sub>2</sub> =11)	t
POMA-Balance (score)	Pre	12.75±1.60 <sup>a</sup>	14.55±1.37
	Post	14.75±1.29	14.73±1.42
	t	-5.138**	-.559
	Rate of change (%)	16.62±11.95	1.50±7.83
POMA-Gait (score)	Pre	7.75±2.34	8.45±1.44
	Post	9.25±2.09	8.73±1.79
	t	-5.196**	-1.000
	Rate of change (%)	23.24±21.41	3.02±11.93
POMA (score)	Pre	20.75±3.11	23.00±2.41
	Post	23.75±3.02	23.45±2.73
	t	-4.377**	-1.336
	Rate of change (%)	15.47±12.92	1.95±4.87

<sup>a</sup>mean±standard deviation, \*p<.05, \*\*p<.01.

후 9.25±2.09점으로 유의한 증가를 보였다(p<.01). 구간 변화율을 비교한 결과, 실험군은 23.24±21.41% 증가하였고 대조군은 3.02±11.93% 증가하여 실험군이 대조군보다 더 많은 증가를 보였다(p<.05)(Table 4).

#### IV. 고찰

보행 개시란 선 자세에서 안정상태 보행으로의 이동 과정을 말하며 그 중 자세 단계는 안정적 자세 조절을 통한 추진력 제공으로 첫 번째 발끝 떼기 이후 안정상태 보행을 만든다(Caderby 등, 2013). 그동안 연구에서 뇌졸중 환자의 보행 훈련은 트레드밀 보행 훈련, 로봇 보행 훈련, 과제 지향적 보행 훈련 등 안정상태 보행 훈련에 대한 연구가 대부분이었으며 보행 개시 과정의 연구들은 단면적 연구만 이루어졌을 뿐 보행 개시 훈련에 대한 연구는 없었다. 그러므로 본 연구는 신체 압력 중심의 후방이동 증가를 통한 보행 개시 훈련이 보행 기능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 그 결과 뇌

졸중 환자에 보행 개시 훈련을 적용하였을 때 신체 압력 중심의 최대 후방이동 거리, 최대 후방이동 시간은 유의한 증가를 보였으며 POMA 평가에서 실험군이 유의한 증가를 보였다. 이와 같은 결과는 본 연구 가설을 지지하는 것으로 보행 훈련 시 보행 개시 훈련과 안정 상태 보행 훈련을 포함한 접근법으로 임상에서 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

뇌졸중 환자의 보행 개시에 대한 평가방법으로 3차원 동작분석 시스템(3D motion analysis system), 지면 반발력(ground reaction force), 근전도(electromyography), 신체 무게중심 그리고 신체 압력중심 등을 사용하였으나 신체 압력중심 이동에 대한 분석만으로도 자세 단계의 평가로 충분할 것으로 제안하였다(Hwang 등, 2010). 이러한 근거를 바탕으로 본 연구에서는 신체 압력중심 이동을 이용하여 뇌졸중 환자의 보행 시작 시 자세 단계에서 신체 압력중심 후방이동의 증가를 통한 점진적 체중이동 훈련이 보행에 미치는 영향을 확인하였다. 또한 선행연구에서 10 m 보행 평가와 POMA 평가를 보행 기능 평가로 사용함에 따라(Corriveau 등,

2004; Dean 등, 2000) 본 연구에서도 10 m 보행 검사와 POMA 평가를 사용하여 측정하였다. 보행 개시 훈련 방법으로 Hass 등(2012)은 파킨슨 환자에게 점진적 저항 운동을 이용하였으며 Uemura 등(2012)은 보행 개시 시간의 저하를 보이는 노인에게 이중과제훈련을 적용하였다. 이전의 연구들과 달리 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 신체 압력중심 후방이동을 직접적으로 유도하기 위해 압력센서를 이용한 피부 감각 되먹임을 사용하였다. 압력센서는 기능적 전기자극기(functional electrical stimulation)의 외부스위치(external switch)를 사용하였다(Kim 등, 2012). 외부스위치를 환자의 발 뒤꿈치에 부착하여 압력중심의 후방이동에 따른 압력을 감지하도록 하였다. 보행 개시 훈련의 점진적 진행을 위하여 수동운동부터 능동보조운동, 능동운동 순으로 진행하였다(Goo 등, 2010).

본 연구에서 보행 개시는 뇌졸중 환자의 마비측 발을 유각 하지로 실시하였다. 이는 비마비측을 유각 하지로 하였을 경우 정상 성인의 신체 압력중심의 이동 패턴과 유의한 차이가 없으나 마비측 발을 유각 하지로 하였을 경우에만 신체 압력중심의 후방이동이 저하되거나 후방이동을 보이지 않는다는 이전의 연구결과를 토대로 실시하였다(Bensoussan 등, 2006).

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 보행 개시 과정에서 마비측 발을 유각 하지로 할 때의 신체 압력중심의 최대 후방이동과 보행 능력을 평가하여 자료를 수집하였다. 그 결과, 보행 개시 훈련을 적용한 실험군에서 신체 압력중심 최대 후방이동이 실험 전  $-12.49 \pm 27.21$  mm에서 실험 후  $-40.94 \pm 22.18$  mm로 유의하게 증가하였다( $p < .01$ ). 또한 신체 압력중심 최대 후방이동까지의 시간도 실험군에서 실험 전  $.36 \pm .11$ 초에서 실험 후  $.53 \pm .19$ 초로 증가하였다. 기능적 보행 평가 중 POMA 평가는 실험군에서만 실험 전  $20.75 \pm 3.11$ 에서 실험 후  $23.75 \pm 3.02$ 로 유의한 증가를 보였다( $p < .01$ ). 보행 개시 자세 단계에서 유각 하지의 감소된 신체 압력중심 후방이동의 증가는 전방 추진력을 제공함으로써 이후에 오는 안정상태 보행에 영향을 미치며 그 시간의 증가 또한 전방추진력의 가중을 초래한다는 이전의 연구 결과와 일치하였다(Caderby 등, 2013).

Hass 등(2012)은 파킨슨 환자에게 점진적 저항운동을 적용 후 보행 개시 자세단계에서 신체 압력중심 후방이동 증가를 보였으며 이는 보행 개시 훈련을 적용한 본 연구의 결과와 동일하였다. 정상 노인의 보행 개시

자세 단계에서 신체 압력중심의 후방이동 증가는 보행 속도 증가에 영향을 미친다고 보고하였다(Uemura 등, 2012). 그러나 본 연구에서는 보행 개시 자세 단계의 신체 압력중심의 후방이동이 증가하였음에도 불구하고 보행속도 증가의 유의한 차이가 없었다. 이는 연구 대상자인 뇌졸중 환자는 정상 성인과 다른 마비측 발의 유각기(swing phase)와 입각기(stance phase)의 차이로 인해 안정상태 보행 주기(steady-state gait cycle)에서 보행 속도의 차이를 보인다는 선행 연구결과에 따른 것으로 사료된다(Chen 등, 2005).

본 연구에서는 대상자의 수가 적어 일반화하기 힘들다는 제한점이 있었다. 또한 전방추진력의 평가를 위한 지면반발력을 분석하지 못하였던 제한점이 있었다. 앞으로의 연구에서는 이러한 점을 고려하여 전방추진력에 대한 추가적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

뇌졸중 환자에 보행 개시 훈련을 적용하였을 때 신체 압력중심의 최대 후방이동 거리, 최대 후방이동 시간은 유의한 증가를 보였다. 또한 균형·보행 검사에서 실험군이 유의한 증가를 보였다. 이러한 결과는 뇌졸중 환자의 보행 훈련 프로그램으로 신체 압력중심의 후방이동 증가를 통한 보행 개시 훈련이 안정된 보행 패턴에 영향을 미쳐 보행 능력을 향상 시킨다고 할 수 있다. 따라서 뇌졸중 환자의 보행 능력 향상을 위한 보행 훈련이 안정상태 보행 훈련에만 국한되지 않고 선 자세에서 안정상태 보행에 이르기까지 보행 개시 과정을 포함한 보행의 전 범위에 대한 접근이 효과적일 것이다.

## References

- Bensoussan L, Mesure S, Viton JM, et al. Kinematic and kinetic asymmetries in hemiplegic patients' gait initiation patterns. *J Rehabil Med.* 2006;38(5):287-294.
- Brunt D, Vander Linden DW, Behrman AL. The relation between limb loading and control parameters of gait initiation in persons with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(7):627-634.

- Caderby T, Dalleau G, Leroyer P, et al. Does an additional load modify the anticipatory postural adjustments in gait initiation? *Gait Posture*. 2013;37(1):144-146.
- Canbek J, Fulk G, Nof L, et al. Test-retest reliability and construct validity of the Tinetti performance-oriented mobility assessment in people with stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2013;37(1):14-19.
- Carlsöö S. The initiation of walking. *Acta Anat Basel*. 1966;65(1):1-9.
- Chen G, Patten C, Kothari DH, et al. Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. *Gait Posture*. 2005;22(1):51-56.
- Clark RA, Bryant AL, Pua Y, et al. Validity and reliability of the nintendo wii balance board for assessment of standing balance. *Gait Posture*. 2010;31(3):307-310.
- Combs SA, Dugan EL, Ozimek EN, et al. Bilateral coordination and gait symmetry after body-weight supported treadmill training for persons with chronic stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013;28(4):448-453
- Corriveau H, Hébert R, Raïche M, et al. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(7):1095-1101.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: A randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(4):409-417.
- Goo BO, Shim JM, Lee SY, et al. The effects of functional weight bearing exercise on balance and gait in stroke. *Korean Soc Phys Med*. 2010;5(1):35-42.
- Hass CJ, Buckley TA, Pitsikoulis C, et al. Progressive resistance training improves gait initiation in individuals with Parkinson's disease. *Gait Posture*. 2012;35(4):669-673.
- Hunt SM, McKenna SP, Williams J. Reliability of a population survey tool for measuring perceived health problems: A study of patients with osteoarthritis. *J Epidemiol Community Health*. 1981;35(4):297-300.
- Hwang SH, Park SW, Choi HS, et al. Net center of pressure analysis during gait initiation in patient with hemiplegia: A pilot study. *J Biomed Eng Res*. 2010;31(1):50-55.
- Kim JH, Chung Y, Kim Y, et al. Functional electrical stimulation applied to gluteus medius and tibialis anterior corresponding gait cycle for stroke. *Gait Posture*. 2012;36(1):65-67.
- Kim TM. Changes of center of pressure during initiation of gait in hemiplegic patients. Daejeon, Chungnam National University, Master Thesis. 2000.
- Krishnan C, Kotsapouikis D, Dhaher YY, et al. Reducing robotic guidance during robot-assisted gait training improves gait function: A case report on a stroke survivor. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(6):1202-1206.
- Perry J, Davids JR. Gait analysis: Normal and pathological function. *J Pediatr Orthoped*. 1992;12(6):815.
- Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D, et al. Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: A dual task study. *Gait Posture*. 2008;27(4):683-688.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Translating research into clinical practice*. 3rd ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2007:320-321.
- Uemura K, Yamada M, Nagai K, et al. Effects of dual-task switch exercise on gait and gait initiation performance in older adults: Preliminary results of a randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54(2):167-171.
- Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1995;3(4):193-214.
- 
- 
- This article was received October 9, 2013, was reviewed October 9, 2013, and was accepted October 24, 2013.