

# 뇌졸중 환자에서 지팡이 종류에 따른 지팡이와 양발의 체중지지에 미치는 영향

정경심<sup>1</sup>, 정이정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>삼육대학교 대학원 물리치료학과, <sup>2</sup>삼육대학교 보건복지대학 물리치료학과

## The Effect of Changes in Walking Aids on Weight Bearing on the Cane and Foot in Stroke

Kyoung-Sim Jung, PT, MSc<sup>1</sup>, Yi-Jung Chung, PT, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, The Graduate School, Sahmyook University, <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University

**Purpose:** The purpose of this study was to analyze the weight bearing of the cane and foot for the different walking aids during walking.

**Methods:** A total of 12 subjects (6 males, 6 female) with stroke were enrolled in the study. Foot sensor and an instrumented cane were integrated to analyze the vertical peak force on the foot and cane.

**Results:** The vertical peak force applied on the quad cane gait resulted in a significantly higher rate, which was  $10.60 \pm 6.48\%$  of the body weight, when compared to that of mono cane gait which was  $7.91 \pm 4.11\%$ . The results indicated significantly lower vertical peak force on the affected foot, without the help of a walking aid, as compared to that of walking with a cane (respectively,  $p < 0.05$ ). However, results showed that the differences in vertical peak force on the affected foot, between mono cane and quad cane, were not significant.

**Conclusion:** In conclusion, the vertical peak forces were significantly greater, during a comparison between walking with a quad cane and walking with a mono cane. On the contrary, no significant difference in the vertical peak force on the affected foot between walking with quad cane and walking with a mono cane. Muscle activation pattern and walking pattern should be measured in future studies, to study the differences between walking with various walking aids in the lower and higher functioning hemiparetic subjects, as its use may mask underlying gait impairment.

**Keywords:** Canes, Stroke, Vertical peak force

### I. 서론

뇌졸중 환자들은 균형능력의 저하로 인하여 보행능력이 떨어지고 낙상에 대한 두려움이 증가한다.<sup>1</sup> 따라서 뇌졸중 환자의

재활에 있어 가장 주된 목표 중 하나가 보행능력을 회복하는 것이다.<sup>2</sup> 보행 훈련 동안 안전성과 독립성을 증가시키기 위해 종종 보행 지팡이가 사용된다. 지팡이는 뇌졸중 환자의 보행에 있어 속도를 빠르게 개선시킬 뿐만 아니라,<sup>3</sup> 외부적인 지지를 제공하여 자신감과 안전성을 증가시켜 준다.<sup>4-6</sup> 한 발 지팡이 또는 네 발 지팡이를 사용하여 걸었을 때에는, 지팡이 없이 걸었을 때보다 환측발의 보폭, 활보장 및 분속수와 양발 너비가 유의하게 증가된다.<sup>3</sup>

네 발 지팡이는 한 발 지팡이에 비해 지지면이 넓기 때문에 더 많은 안정성을 제공해준다.<sup>7</sup> 선 자세에서 지팡이에 따른 자

Received March 17, 2012 Revised April 5, 2012

Accepted April 12, 2012

Corresponding author Yi-Jung Chung, yijung36@syu.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.

세동요를 측정하는 연구에서는 네 발 지팡이를 짚고 선 자세에서 자세 동요가 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, 환측 발에 대한 체중지지는 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하였다. 따라서 네 발 지팡이는 체중지지에 대한 악영향은 미치지 않으면서 한 발 지팡이에 비해 더욱 많은 안정성을 제공한다고 하였다.<sup>8</sup> 그러한 이유로 임상에서 많은 환자들이 발병 초기에는 네 발 지팡이를 처방받고, 안정성과 환측 하지에 대한 체중지지 능력이 개선됨에 따라 한 발 지팡이를 사용하거나, 지팡이 없이 보행을 하게 된다.<sup>9</sup>

뇌졸중 환자의 비대칭적인 체중지지로 인하여 비대칭적인 보행패턴이 나타나며,<sup>10</sup> 종종 치료사들은 지팡이가 몸을 건측으로 기울이게 함으로써 대칭적 보행패턴에 더욱 악영향을 미친다고 생각하여, 환자가 지팡이를 사용하는 것에 대해 부정적으로 생각하는 경향이 있다.<sup>11,12</sup> 또한 네 발 지팡이가 한 발 지팡이에 비해 선 자세나 보행패턴에 있어 비대칭성을 더 증가시킨다고 여기기 때문에 네 발 지팡이를 더욱 꺼리는 경향이 있다.<sup>13</sup>

뇌졸중 환자를 대상으로 지팡이에 따른 보행 동안의 근수축 패턴을 비교한 연구에서는 지팡이 종류에 따라 근활성도와 근수축 시간 등에 있어 유의한 차이를 보였다고 하였으며, 지팡이 없이 걸었을 때보다 지팡이를 사용하여 걸었을 때 환측 하지의 근활성도가 유의하게 감소하였다고 하였다.<sup>14</sup> Tyson<sup>15</sup>은 지팡이에 따라 보행을 하는 동안 골반의 움직임과 대칭도를 비교한 결과, 지팡이의 유무나 종류에 따른 차이는 나타나지 않았다고 하였으며, 지팡이를 누르는 힘의 세기도 골반 안정성에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다고 하였다.<sup>16</sup> 또한 지팡이의 종류에 따른 보행 속도를 비교한 연구에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하였다.<sup>17</sup>

지팡이의 종류에 따라 보행의 대칭성과 관련하여 어떠한 영향을 미치는지에 대한 비교 연구가 부족하며, 보행 동안 양발의 체중 분포에 대한 연구는 더욱 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 보행 시 네 발 지팡이와 한 발 지팡이에 대한 최대 수직력을 비교하고, 각각의 지팡이로 보행하는 동안 양발에 대한 최대 수직력을 비교함으로써 지팡이 종류가 보행 시 체중지지 패턴에 영향을 미치는지 확인하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 구리시에 소재하고 있는 K 재활병원에서 물리치료를 받고 있는 환자 중 연구에 대한 충분한 설명을 듣고 난 후

실험에 동의한 자를 대상으로 하였으며, 평상시 지팡이를 사용하여 보행을 하며, 지팡이를 사용하지 않고 최소 10 m 보행이 가능한 12명을 대상으로 하였다. 보행에 영향을 미치는 정형외과적 질환을 가지고 있는 자, 뇌졸중 이외의 다른 신경학적 질환을 가지고 있는 자, 한국형 간이정신상태 검사(Minimetal State Examination-K, MMSE-K) 점수가 24점 미만인 자는 실험 대상에서 제외하였다.<sup>18</sup> 연구 대상자는 뇌졸중 환자(n=12) 중 남성은 6명 여성은 6명이었고, 나이는 평균 64.3±15.6세였으며, 체중은 평균 65.3±7.7 kg이었다. 마비유형으로 보았을 때 우측편마비가 6명 좌측편마비 6명이었고, 발병기간은 평균 18.2±9.7개월이었다(Table 1).

## 2. 실험방법

### 1) 실험절차

평가를 하기 전에 환자의 몸무게를 측정하고 난 후, 지팡이의 높이를 환자의 대전자 위치에 오도록 조절하였다. 환자는 건측 손에 지팡이를 잡고, 편평한 5 m의 거리를 지팡이별로 세 번씩 걷게 하고, 한 회당 6개의 보행주기(gait cycle) 동안의 지팡이와 양발에 대한 최대 수직력의 평균을 구하였다. 지팡이에 대한 최대 수직력은 지팡이의 무게를 제거하고 난 후, 몸무게에 대한 백분율로 계산하였다.<sup>19</sup>

### 2) 측정도구와 자료수집과정

최대 100 kg의 무게까지 부하가 가능하고 0.1 kg의 오차까지 감지가 가능한 압력센서(CD210-K200, UUK100, ㈜다셀, 한국)를 각각 한 발 지팡이(mono cane)와 네 발 지팡이(quadri cane) 하단부에 장착하여 증폭기(amplifier)와 인디케이터(indicator)를 연결하였다(Figure 1). 인디케이터를 컴퓨터와 연결하여 케이블을 통해 들어오는 수직력(peak force)을 실

**Table 1.** General characteristics of subjects (Mean±SD)

Subjects	
Gender (male/female)	(6/6)
Age (years)	64.3±15.6
Duration of stroke (month)	18.2±9.7
Body weight (kg)	65.3±7.7
Paretic side (right/left)	6/6
TUG (s)	483±18.1
Walking level	0.07±0.03
TUG: Time Up and Go test.	Indoor gait (9), Restricted outdoor gait (2), Outdoor gait (1)

시간으로 저장하여 지팡이에 대한 최대 수직력을 측정하였으며, 샘플링 주파수는 100 Hz로 하였다. 지팡이는 알루미늄으로 만들어진 L자 형태의 높이조절이 가능한 한 발 지팡이(mono cane)와 네 발 지팡이(quadric cane)을 사용하였다. 양발에 대한 최대 수직력은 족압센서(Functional Assessment of Biomechanics™, Biosyn Systems Inc, 캐나다)를 이용하였다. FAB 시스템은 발목에 4×7×2.4 cm의 비교적 가벼운 센서를 스트랩으로 부착하고 인솔과 연결하여, 수집되는 데이터들을 Bluetooth Telemetry System을 이용하여 본체에 송신하는 시스템이다. 100 Hz의 샘플링 주파수로 데이터가 전송되며 방향에 상관없이 20미터의 거리까지 수신기를 통해 실시간으로 전송이 가능하다. PC에 수신된 족압 데이터들은 Biosyns Software (Expert Version 12.1)를 통해 각 센서들의 최고 압력 등을 분석하였다.



Figure 1. Instrumented cane.

Table 2. Change of vertical peak force on the cane

	Mono cane	Quad cane	p
Vertical peak force on the cane (%)	7.91±4.11	10.60±6.48	0.02

Table 3. Change of vertical peak force on the both foot

	No cane	Mono cane	Quad cane	p
Vertical peak force on the affected foot (%)	96.90±2.22	92.19±4.11*	91.60±3.98*	0.00
Vertical peak force on the unaffected foot (%)	98.67±1.08	98.06±1.69	98.19±1.04	0.50

\*: a significant differences compared with no cane condition (p<0.05).

### 3) 분석방법

개체내 지팡이 종류에 따른 지팡이에 대한 최대수직력 (Vertical Peak Force)의 차이는 윌콕슨 부호순위 검정 (Wilcoxon signed-rank test)을 사용하여 비교하였고, 세 가지 조건에서의 양발에 대한 최대수직력의 차이는 일원 반복측정 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 사용하였다. 사후 검증은 최소유의차 검증(least significant difference, LSD)을 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

## III. 결과

### 1. 지팡이 종류에 따른 지팡이에 대한 최대 수직력의 변화

개체 내 지팡이 종류에 따른 지팡이에 대한 최대 수직력은 네 발 지팡이로 보행 시 10.60±6.48%, 한 발 지팡이로 보행했을 때 7.91±4.11%로 네 발 지팡이로 보행했을 때가 한 발 지팡이로 보행했을 때보다 유의하게 크게 나타났다(p<0.05) (Table 2).

### 2. 지팡이 종류에 따른 양발에 대한 최대 수직력의 변화

지팡이 종류에 따른 환측발에 대한 최대 수직력을 비교한 결과, 두 종류의 지팡이 모두 지팡이 없이 걸었을 때보다 유의하게 감소하였으며(p<0.05), 한 발 지팡이와 네 발 지팡이 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 건측발에 대한 최대 수직력은 세 가지 방법 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

## IV. 고찰

지팡이는 단하지 지지기에 주로 안정성을 제공하여, 안정적인 보행을 가능하게 한다.<sup>3</sup> 그러나 이러한 지팡이 사용은 몸을 환측에서 멀어지게 하여 비대칭적인 보행을 야기시킨다.

또한 네 발 지팡이는 한 발 지팡이에 비해 몸무게를 더욱 많이 의존하여 환측발에 대한 체중지지가 더 감소하게 되므로, 치료사들은 네 발 지팡이의 사용에 대해 더욱 부정적으로 생각하는 경향이 있다.<sup>11</sup>

Tyson<sup>17</sup>은 보행을 하는 동안 지팡이에 대한 최대 수직력을 비교한 결과, 66% 이상의 환자가 한 발 지팡이보다 네 발 지팡이에 더욱 많이 의존하는 양상을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다고 하였으며, 지팡이의 종류보다는 환자의 기능 상태에 따라 차이를 보인다고 하였다.<sup>20</sup> 액와 목발과 전완 목발, 한 발 지팡이를 사용하여 부분 체중부하 보행을 하는 동안 하지에 실리는 체중을 비교한 연구에서는 한 발 지팡이를 사용하였을 때 보다 목발보행을 하였을 때 하지에 대한 체중지지가 유의하게 감소하였으며, 이는 그만큼 목발에 체중을 많이 지지하였기 때문이라고 하였다.<sup>21</sup> 본 연구에서는 보행 시 두 지팡이에 대한 최대 수직력을 비교한 결과, 네 발 지팡이에 대한 최대 수직력이 한 발 지팡이에 대한 최대 수직력보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 그러한 이유는 네 발 지팡이가 체중을 지지하기에 불안한 한 발 지팡이에 비해 지팡이의 크기나 무게, 지지면에 따른 심리적인 안정감을 더욱 많이 제공하였기 때문으로 생각된다.<sup>22</sup>

Laufer<sup>13</sup>은 다양하게 선 자세에서 네 발 지팡이와 한 발 지팡이에 대한 최대 수직력을 비교한 결과 환측 발에 체중이 많이 실리도록 건측 발을 앞으로 놓고 선 자세에서 네 발 지팡이에 대한 최대 수직력이 유의하게 높게 나타났으며, 환측 발에 대한 최대 수직력에는 차이가 나타나지 않았다고 하였다. 그러나 보행을 하는 동안에는 지팡이에 대한 의존도가 더욱 높게 나타나기 때문에 보행 시의 체중분배에 대한 연구가 필요하다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 보행을 하는 동안 지팡이 종류에 따른 양 발에 대한 최대 수직력을 비교하였으며, 그 결과 지팡이를 사용하였을 때에는 지팡이를 사용하지 않았을 때보다 환측 발에 대한 최대 수직력이 유의하게 감소한 것으로 나타났으며( $p < 0.05$ ), 지팡이 종류에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다. 보행 시 지팡이 종류에 따른 환측 하지의 근활성도를 비교한 연구에서 네 발 지팡이를 사용하여 보행하였을 때 한 발 지팡이를 사용하여 보행하였을 때보다 척추 기립근과 전경골근의 근활성도가 유의하게 감소하였으나, 중둔근과 대둔근, 외측광근의 경우 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하였다. 그러나 두 지팡이를 사용하여 보행하였을 때 지팡이 없이 걸었을 때 보다 항중력근의 근활성도가 유의하게 감소하였으며, 이는 지팡이에 체중을 지지하였기 때문에 환측 하지의 근활성도는 상대적으로 감소한 것이라고 하였다.<sup>14</sup> Bateni와 Maki<sup>23</sup>는 지팡이를 지지하고 서 있는 자세에서 체중의 일부를 지팡이에 지지함으로써 체중을 지지하고 있는 발에 대한 지면 반

발력(ground reaction force)이 감소하게 되며, 보행 시에도 지팡이로 인해 하지에 대한 체중부하가 감소하게 된다고 하였다.<sup>24</sup> 또한 지팡이를 누르는 힘은 환측 하지에 체중을 지지할 수 있는 능력에 따라 결정된다고 하였다.<sup>9</sup>

본 연구에서 지팡이에 대한 최대 수직력에 있어 유의한 차이가 있음에도 불구하고 환측 발에 대한 최대 수직력에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 뇌졸중 환자를 대상으로 지팡이에 대한 최대 수직력을 분석한 연구에서 대부분의 환자가 체중의 7~25%를 지팡이에 의존하였으며, 따라서 체중의 7% 이상을 지팡이에 의존하였을 때 역학적인 지지(mechanical support)를 제공한 것이라고 하였다.<sup>19</sup> 본 연구에서 대상자별 두 종류의 지팡이에 대한 최대 수직력을 비교한 결과, 두 지팡이에 대한 체중지지율의 차이에서 체중의 10.52%의 차이를 보인 한 명을 제외하고 대부분 7% 미만의 차이를 나타내었다. 따라서 체중분포에 영향을 미치기에는 그 차이가 미비했기 때문에 지팡이에 대한 체중지지율에서는 유의한 차이가 있었지만, 환측 발에 대한 최대 수직력에 있어서는 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

본 연구는 지팡이 종류가 뇌졸중 환자의 보행 시 체중지지 패턴에 영향을 미치는지 알아보았다. 그 결과 지팡이에 대한 의존도는 유의한 차이가 있었으나, 지팡이의 종류가 환자의 보행패턴 중앙발의 체중지지에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 본 연구의 대상자가 대부분 만성 환자였으며, 대상자의 대부분이 평상시 지팡이를 사용하여 보행하지만, 지팡이를 사용하지 않고 10 m 정도의 보행이 가능한 환자를 대상으로 하여 일반화하기 어려운 제한점이 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 다양한 발병기간과, 다양한 기능 상태의 환자를 대상으로 지팡이에 따라 보행에 있어 어떠한 차이가 있는지 알아볼 필요가 있겠다. 또한 본 연구에서는 지팡이와 양 발에 대한 체중지지만을 비교하였으나, 보조 도구에 따른 환측 하지 근육의 근수축 패턴과 보행 양상에 대해 연구할 필요가 있을 것으로 생각된다.

## Author Contributions

Research design: Jung KS

Acquisition of data: Jung KS

Analysis and interpretation of data: Jung KS

Drafting of the manuscript: Jung KS

Research supervision: Chung YJ

## 참고문헌

1. Jung MS, Park JW. The relationship between balance test and fear of falling in community dwelling elderly. *J Kor Soc Phys Ther.* 2012;24(1):23-8.
2. Bohannon RW, Horton MG, Wikholm JB. Importance of four variables of walking to patients with stroke. *Int J Rehabil Res.* 1991;14(3):246-50.
3. Kuan TS, Tsou JY, Su FC. Hemiplegic gait of stroke patients: the effect of using a cane. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(7):777-84.
4. Aminzadeh F, Edwards N. Exploring seniors' views on the use of assistive devices in fall prevention. *Public Health Nurs.* 1998;15(4):297-304.
5. Tinetti ME, Powell L. Fear of falling and low self-efficacy: a case of dependence in elderly persons. *J Gerontol.* 1993;48:35-8.
6. Dean E, Ross J. Relationships among cane fitting, function, and falls. *Phys Ther.* 1993;73(8):494-500.
7. Joyce BM, Kirby RL. Canes, crutches and walkers. *Am Fam Physician.* 1991;43(2):535-42.
8. Laufer Y. Effects of one-point and four-point canes on balance and weight distribution in patients with hemiparesis. *Clin Rehabil.* 2002;16(2):141-8.
9. Dickstein R, Abulaffio N, Pillar T. Vertical force loaded on walking canes in hemiparetic patients. *Gait Posture.* 1993;1(2):113-8.
10. Lee J, Lee KN. Effects of single-leg stance training of the involved leg on standing balance and mobility in patients with subacute hemiplegia. *J Kor Soc Phys Ther.* 2011;23(4):1-6.
11. Davies PM. *Steps to follow: the comprehensive treatment of patients with hemiplegia.* 2nd ed. Berlin, Springer, 2000:274-5.
12. Sackley C, Lincoln NB. Physiotherapy treatment for stroke patients: a survey of current practice. *Physiother Theory Pract.* 1996;12(2):87-96.
13. Laufer Y. The effect of walking aids on balance and weight-bearing patterns of patients with hemiparesis in various stance positions. *Phys Ther.* 2003;83(2):112-22.
14. Buurke JH, Hermens HJ, Erren-Wolters CV et al. The effect of walking aids on muscle activation patterns during walking in stroke patients. *Gait Posture.* 2005;22(2):164-70.
15. Tyson SF. Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking aids. *Clin Rehabil.* 1999;13(4):295-300.
16. Boonsinsukh R, Panichareon L, Phansuwan-Pujito P. Light touch cue through a cane improves pelvic stability during walking in stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(6):919-26.
17. Tyson SF. The support taken through walking aids during hemiplegic gait. *Clin Rehabil.* 1998;12(5):395-401.
18. Polese JC, Teixeira-Salmela LF, Nascimento LR et al. The effects of walking sticks on gait kinematics and kinetics with chronic stroke survivors. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(2):131-7.
19. Chen CL, Chen HC, Wong MK et al. Temporal stride and force analysis of cane-assisted gait in people with hemiplegic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(1):43-8.
20. Murray MP, Seireg AH, Scholz RC. A survey of the time, magnitude and orientation of forces applied to walking sticks by disabled men. *Am J Phys Med.* 1969;48(1):1-13.
21. Youdas JW, Kotajarvi BJ, Padgett DJ et al. Partial weight-bearing gait using conventional assistive devices. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(3):394-8.
22. Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42(1):93-108.
23. Bateni H, Maki BE. Assistive devices for balance and mobility: benefits, demands, and adverse consequences. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(1):134-45.
24. Ely DD, Smid GL. Effect of cane on variables of gait for patients with hip disorders. *Phys Ther.* 1977;57(5):507-12.