

# The Effect of Induced Weight Bearing Method Using a Cane on Weight Bearing Distribution in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy

Se-Hee Park<sup>1</sup>, Ji-Young Choi<sup>2</sup>, Sung-Min Son<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Science, Cheongju University, Cheongju, Republic of Korea; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Health Science, Cheongju University, Cheongju, Republic of Korea

**Purpose:** This study was undertaken to determine whether the position of cane use affects the distribution of weight-bearing on both feet of children with hemiplegic cerebral palsy in a standing posture.

**Methods:** Twenty participants with cerebral palsy were recruited as volunteers for this study. Using the Zebris FDM-System, weight-bearing distribution according to the method of using a cane was measured under three conditions in randomized order: (1) standing unaided (no cane); (2) standing with the affected side using the cane; and (3) standing with the non-affected side using the cane. The cane was matched by measuring length-from-floor to the greater trochanter of the subject, and was placed 15 cm outward from the little toe on the supporting side.

**Results:** Evaluating the method of using a cane under the three conditions, we determined that pressure of the foot on the affected side was higher in the order: standing with affected side using cane > standing unaided (no cane) > standing with non-affected side using cane ( $p < 0.05$ ). In the post-hoc analysis, a significant difference was observed between (i) standing unaided (no cane) and standing with the affected side using cane, and (ii) standing with affected side using cane and standing with non-affected side using cane ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** This study suggests that induced weight-bearing methods using a cane on the affected side could increase the weight-bearing capacity on the affected side in children with spastic hemiplegic cerebral palsy, which will have a positive effect on reducing asymmetry weight support.

**Keywords:** Weight induced strategy, Cane, Cerebral palsy

## 서론

뇌성마비는 태내 또는 유아기동안 미성숙한 뇌에 발생하는 비진행성 병변으로 자세와 움직임 발달이 지연되며 영구적인 운동장애를 가지게 되고, 손상 부위와 정도에 따라 운동 및 감각 장애, 정신지체, 언어 장애 등 다양한 신체적, 정신적 장애가 동반된다.<sup>1,2</sup> 뇌성마비는 마비 부위에 따라 사지마비, 편마비, 양하지마비, 삼지마비로 분류된다. 이 중 편마비는 정상으로 분명한 아동들 중 가장 흔한 형태이며, 조산아의 경우 양하지마비 다음으로 높은 빈도를 보인다.<sup>3</sup>

편마비 아동은 편측성 운동장애의 임상적 형태를 가지게 되며,<sup>4</sup> 한쪽 상지, 하지 및 체간의 근육들에서 근약화와 경직이 나타나며, 비

대칭적 자세, 체중이동 능력의 결함, 비정상적 균형 능력 및 섬세한 기능을 수행하는 능력 제한으로 인해 기립 및 보행, 일상생활을 수행함에 있어 운동 장애를 동반하게 된다.<sup>5</sup> 또한, 편마비 아동에게 감각 경험의 부족도 심각한 문제가 되는데, 마비측을 무시하는 경향이 있고 비마비측을 주로 사용하게 된다.<sup>6</sup> 보행시에도 편마비아동은 마비측에 체중지지가 잘 이루어지지 않기 때문에 신체의 균형을 유지하기 위해 체중의 61-80%를 비마비측으로 부하시켜 과도하게 사용하며,<sup>7,8</sup> 보폭, 걸음 그리고 발각도 등도 좌우 비대칭이 나타난다.<sup>9</sup> Dickstein 등<sup>10</sup>은 편마비환자들은 평형반응에 문제가 생김과 비대칭적으로 선자세를 취하고, 하지에 대칭적인 체중부하도 이루어지지 않아 외부의 흔들림에 대해 고관절의 자세를 안정시킬 수 있는 균형능력

Received March 20, 2023 Revised April 24, 2023

Accepted April 28, 2023

Corresponding author Sung-Min Son

E-mail [ssm0417@hanmail.net](mailto:ssm0417@hanmail.net)

Copyright ©2023 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

도 감소된다고 했다. 결과적으로, 비대칭적인 체중부하가 아동의 신체활동을 제한시킬 뿐만 아니라 가정, 학교, 치료실 외에 다양한 생활 환경에서 보행을 기피하게 되며 일상에서의 신체적, 사회적 활동에 어려움을 갖게 된다.

좌우 비대칭성을 감소시키고 대칭성을 증가시키기 위한 방법은 마비측으로의 체중이동 능력을 향상시키는 것이다.<sup>11</sup> 마비측으로 체중이동은 과도한 근 긴장도를 감소시키고 정상운동 촉진을 통해 마비측으로 체중이동을 원활히 하여 보행시, 반대쪽 발을 앞으로 내놓기 위해 필요한 운동과정이란 할 수 있다.<sup>11-13</sup> 또한, 마비측으로 체중부하는 연부조직의 단축 또는 구축을 보호하고 신장에 의해 근육의 길이를 되찾음으로써 강직을 감소시킨다.<sup>14</sup> 선행 연구에서는 편마비 환자의 마비측으로 체중 지지를 유도하는 방법으로는 주로 운동을 통한 방법과 보조도구를 이용한 방법을 제시하였다. 지팡이는 신체의 체중지지에 영향을 줄 수 있는 보행 보조도구이다. Buurke 등<sup>15</sup>의 연구에서는 성인 편마비 환자들을 대상으로 비마비측으로 지팡이의 사용은 몸을 마비측에서 떨어지게 함으로써 마비측 하지 근육의 근활동을 감소시킨다고 보고하였고, 지팡이와 마비측 발에 대한 최대 수직력은 각각 12.7%와 89.7%이며, 비마비측은 97.6%로 체중의 일부를 지팡이에 의존함으로써 비마비측에 비해 마비측 발에 대한 체중지지율이 감소하는 것으로 나타났다.<sup>16</sup> 이에 대칭적 보행패턴에 더욱 악영향을 미친다고 생각하여 환자가 지팡이를 사용하는 것에 대해 부정적인 측면으로 생각되어지는 경향이 많다.<sup>17,18</sup> 하지만 보조도구인 지팡이는 Chen 등<sup>16</sup>의 연구에서처럼 성인 편마비 환자들이 지팡이를 지지하는 측에서 체중지지율이 더 높게 나타나는 것을 보아 마비측으로 지팡이를 지지할 경우 마비측 하지로 체중을 유도하여 체중지지율을 증가시킬 것이라고 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 편마비 뇌성마비 아동들을 대상으로 지팡이 적용방향에 따른 아동들의 선자세에서 양발 체중지지 분포 변화를 통해 마비측으로의 지팡이 적용이 체중지지 분포에 어떤 영향을 미치는지 분석하여 편마비 뇌성마비 아동들이 지팡이 활용할 수 있는 임상적 근거를 마련하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 경직형 편마비 뇌성마비로 의학적 진단을 받은 5세에서 18세 아동 20명을 대상으로 하였다. 연구의 대상자인 본인과 아동의 보호자에게 연구의 목적 및 방법에 대하여 충분히 설명하고 참여에 동의한 아동을 대상자로 하였다(1041107-202210-HR-043-01).

구체적인 대상자 선정 기준은 다음과 같다. 1) 경직형 편마비 뇌성마비로 진단받은 아동, 2) 독립적인 선자세 유지가 가능한 아동, 3) 기능

적 독립측정도구(functional independent measure for children, WeeFIM)의 인지평가 부분에서 15점 이상으로 연구자의 지시를 이해하고 과제를 수행할 수 있는 아동, 4) 시각적 장애 및 시야 결손, 청각에 이상이 없는 아동, 5) 균형에 영향을 주는 약물 투입이나 수술 등을 하지 않고, 탈구와 같은 근골격계 이상이 없는 아동.

### 2. 측정방법 및 도구

양발 체중지지 분포 변화를 측정하기 위해 판형 압력분포 측정 시스템인 Zebris FDM-System (Zebris Medical GmbH, Isnyim Allgäu, Germany)을 사용하였다. Zebris FDM-System은 69×40×2.5cm 크기의 발판으로 2,560개의 압력센서가 내장되어있고, USB cable을 통하여 자료를 추출한다.<sup>19,20</sup> 측정된 자료는 software Win FDM으로 분석하는데 본 연구에서는 선자세에서 마비측과 비마비측의 체중지지 비율(%)을 측정하였다. 측정을 위해 대상자는 발판위에 서서 발을 10cm 정도 간격을 두고 평행하게 위치시킨 상태에서 지팡이 적용 조건에 따라 지팡이를 짚고 30초간 선자세를 유지시켰다. 각 조건에서 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였으며, 모든 데이터는 100Hz로 샘플링하여 추출하였다.<sup>21,22</sup>

### 3. 실험절차

본 연구는 대상자 선정기준에 부합하는 경직형 편마비 뇌성마비 아동 20명을 선정하였으며, Zebris FDM-System을 이용하여 지팡이 적용에 따른 편마비 뇌성마비 아동들의 선자세에서 양발 체중지지 분포 변화를 측정하였다.

지팡이 적용에 따른 측정 조건은 지팡이 없이 선자세에서 측정, 마비측으로 지팡이 지지하고 선자세에서 측정, 비마비측으로 지팡이 지지하고 선자세에서 측정하는 3가지로 구성되었으며, 측정 순서는 일정하게 적용하지 않고 상호 간의 간섭을 줄이기 위해 무작위 배치 방법을 사용하였다. 각각의 검사 후에는 5분간의 휴식 시간을 주었다.

연구에서 사용되는 지팡이는 대상자의 체형에 맞게 길이를 조절할 수 있는 T자형 손잡이의 한발 지팡이를 사용하였다. 지팡이의 길이는 1mm 간격으로 표시된 줄자를 이용하여 바닥에서부터 대상자의 넙다리뼈 큰돌기 높이까지의 길이를 측정하여 지팡이의 바닥부위에서부터 지팡이 손잡이 길이까지로 일치시켰다.<sup>23</sup> 지팡이의 위치는 지지하는 쪽 새끼발가락에서 외측으로 15cm 지점에 놓이도록 하며,<sup>24</sup> 시선은 앞 2m 전방에 표시된 점을 바라보고 30초간 선자세를 유지하고 있도록 하였다(Figure 1). 또한, 선자세를 유지하는 동안 최대한 움직임이 없도록 하기 위하여 지팡이가 흔들리지 않도록 고정하여 잡고 선자세를 유지하도록 구두지시하였다. 지팡이를 잡기가 어려운 아동의 경우에는 스트랩으로 고정하여 보조하였다.

#### 4. 분석방법

본 연구에서 수집된 모든 자료는 IBM SPSS 22.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, US) 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계와 빈도분석을 사용하였다. 지팡이 적용에 따른 3가지 조건에서 양발에 대한 체중지지 비율의 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.

### 결 과

#### 1. 연구 대상자들의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 경직형 편마비 뇌성마비 아동은 총 20명으로 대상자들의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

#### 2. 선자세에서 지팡이 적용에 따른 마비 측의 체중지지율 변화

편마비 뇌성마비 아동들의 선자세에서 3가지 지팡이 적용 조건에 따른 마비측 하지의 체중분포는 다음과 같다(Table 2). 마비측 발의 압력은 지팡이를 마비측으로 지지하고 선자세(59.03±7.54%), 지팡이 없이 선자세(45.02±6.37%), 비마비측으로 지지하고 선자세(44.07±8.96%) 순으로 높게 나타났으며, 3가지 조건 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

사후분석을 통해 지팡이의 적용 조건에 따라 비교 분석한 결과 지팡이를 없이 선자세와 지팡이를 마비측으로 지지하고 선자세, 지팡이를 마비측으로 지지하고 선자세와 비마비측으로 지지하고 선자세에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ )(Figure 1).

#### 3. 선자세에서 지팡이 적용에 따른 비마비측의 체중지지율 변화

편마비 뇌성마비 아동들의 선자세에서 3가지 지팡이 적용 조건에 따

Table 1. General characteristics of subjects

Classification	Participants (n=20)
Sex (F/M)	15/5
Age (yr)	11.6±2.9
Height (cm)	140.1±13.8
Weight (kg)	37.7±10.9
Paralysis side (Rt/Lt)	5/15

M±SD: mean±standard deviation.

Table 2. Change of weight bearing distribution on the both foot

	No cane M±SD	affected-cane M±SD	nonaffected-cane M±SD	F	p
affected foot pressure (%)	45.02±6.37	59.03±7.54	44.07±8.96	23.694	<0.001*
nonaffected foot pressure (%)	54.98±6.37	40.97±7.55	55.93±8.96	23.694	<0.001*

M±SD: mean±standard deviation, \* $p < 0.05$ .

른 비마비측 하지의 체중분포는 다음과 같다(Table 2). 비마비측 발의 압력은 지팡이를 비마비측으로 지지하고 선자세(55.93±8.96%), 지팡이 없이 선자세(54.98±6.37%), 마비측으로 지지하고 선자세(40.97±7.55%) 순으로 높게 나타났으며, 3가지 조건 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

사후분석을 통해 지팡이의 적용 조건에 따라 비교 분석한 결과 지팡이를 없이 선자세와 지팡이를 마비측으로 지지하고 선자세, 지팡이를 마비측으로 지지하고 선자세와 비마비측으로 지지하고 선자세에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ )(Figure 2).

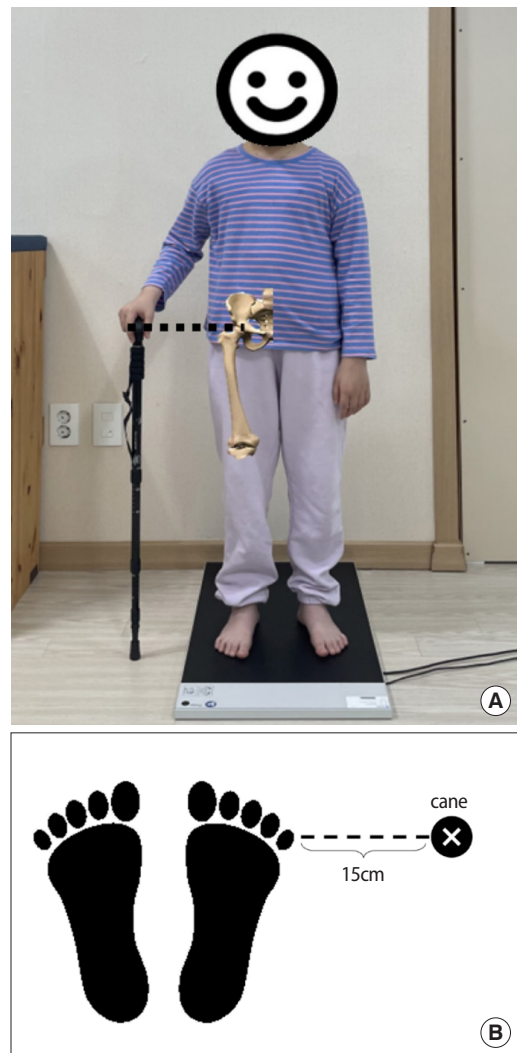


Figure 1. Experimental Posture. A) Posture with cane support, B) Position of the cane.

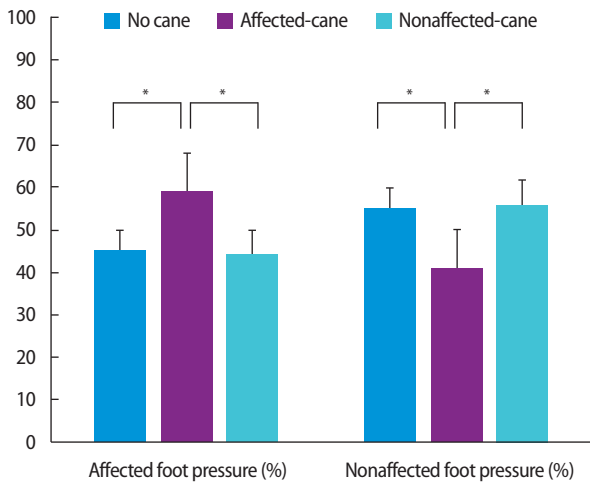


Figure 2. Post-hoc analysis of weight bearing distribution on affected and non-affected side.

## 고찰

편마비 뇌성마비 아동들은 한쪽 사지에 마비가 나타나 좌우 체중지지 분포가 다르며 특히 마비측으로 체중을 이동시키지 못하기 때문에 비대칭적인 자세, 비정상적인 신체의 균형, 체중을 이동하는 능력의 결핍 등이 나타나 비정상적이고 비효율적인 자세조절을 갖게 된다. 편마비 뇌성마비 아동의 체중지지를 유도하기 위해 임상에서 다양한 중재적 방법들이 이루어지고 있다. 지팡이를 적용하는 방향에 따라 체중지지가 변화한다는 선행 연구들의 결과를 바탕으로 우리의 연구에서도 지팡이 적용 방향에 따라 편마비 뇌성마비 아동의 체중지지가 변화할 것이라고 가설을 설정하였다. 따라서, 본 연구에서는 20명의 편마비 뇌성마비 아동들을 대상으로 지팡이 적용 방법에 따라 3가지 방법으로 설정하였고(지팡이 없이 선자세, 마비측으로 지팡이를 지지하고 선자세, 비마비측으로 지팡이를 지지하고 선자세), 3가지 지팡이 사용방법이 선자세에서 마비측과 비마비측의 체중지지에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위하여 연구를 실시하였다.

연구 결과 첫 번째로, 3가지 지팡이 적용방법에 따라 마비측 하지의 체중지지율은 지팡이를 지지하지 않고 선자세에서는  $45.02 \pm 6.37\%$ 의 비율을 보였으며, 비마비측으로 지팡이를 지지하고 선자세에서는  $44.07 \pm 8.96\%$ 으로 지팡이를 지지하지 않았을 때 보다 마비측의 체중지지율이 0.95% 감소하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 반면, 마비측으로 지팡이를 지지하고 선자세에서는  $59.03 \pm 7.54\%$ 으로 지팡이를 지지하지 않았을 때 보다 마비측으로 14.02%의 체중지지율이 유의하게 증가하였다. 또한, 비마비측으로 지지하여 선자세와 마비측으로 지지하여 선자세를 비교하였을 때, 마비측으로 지지하였을 때 마비측으로 14.97%의 체중지지율이 유의하게 증가하였다. 결과적으로, 마비측 하지의 체중지지율은 3가지 지팡이 적용 방법 중에서 마비측

으로 지팡이를 지지하였을 때 가장 높은 것으로 나타났다.

두 번째로, 3가지 지팡이 적용방법에 따른 비마비측의 체중지지율의 경우 지팡이를 지지하지 않고 선자세에서  $54.98 \pm 6.37\%$ 의 비율을 보였으며, 비마비측으로 지팡이를 지지하고 선자세에서는  $55.93 \pm 8.96\%$ 으로 지팡이를 지지하지 않았을 때보다 0.95% 증가하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 마비측으로 지팡이 지지하고 선자세에서는  $40.97 \pm 7.55\%$ 의 체중지지분포를 보이며 지팡이를 지지하지 않았을 때보다 비마비측의 체중지지율이 14.02% 감소를 보이며 유의한 차이가 나타났다. 또한, 비마비측으로 지지하여 선자세와 마비측으로 지지하여 선자세를 비교하였을 때, 마비측으로 지지하였을 때 비마비측 체중지지율이 14.97% 감소하며 유의한 차이를 보였다. 결과적으로, 비마비측 하지의 체중지지율은 3가지 지팡이 적용 방법 중에서 비마비측으로 지팡이를 지지하였을 때 가장 높은 것으로 나타났으며, 마비측으로 지팡이를 지지하였을 때 비마비측의 체중지지율이 가장 크게 감소한 것으로 나타났다.

이러한 우리의 연구 결과를 통해, 선자세에서 마비측으로 지팡이 지지가 마비측으로의 체중지지를 더 많이 유도하여 마비측의 체중지지율을 증가시킨 것을 확인할 수 있었다. 여러 선행 연구들에서도 우리의 연구 결과와 유사한 연구 결과가 나타났으며, 이는 우리의 연구 결과를 뒷받침할 수 있다고 생각된다. Laufer<sup>25,26</sup>의 연구에서 지팡이는 근력이 약하거나 불안정한 보행을 보이는 환자에게 지지면을 증가시켜 안정성을 제공하지만, 오히려 비마비측으로의 지팡이 사용이 몸을 마비측에서 멀어지게 하여 마비측 하지의 근활동을 감소시킨다고 보고 하였다.<sup>15</sup> 이는 비마비측의 지팡이 적용은 마비측으로 체중이동을 감소시키고 비마비측으로 체중이동을 증가시킬 수 있음을 시사한다. 이와 같이 우리의 연구결과에서 마비측으로 지팡이를 지지하였을 때 마비측으로 더 많은 체중지지를 보인 것은 마비측으로 체중이동을 유도하여 체중지지율을 증가시켜 나타난 결과라 생각된다.

또한, Neumann<sup>27</sup>은 엉덩관절 의족환자들을 대상으로 의족과 반대측인 건측으로 지팡이를 사용하였을 때, 의족측의 엉덩관절 별립근 근활성도가 유의하게 감소하였으며, 지팡이를 지지하고 있는 하지의 엉덩관절 별립근 근활성도는 증가되는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 연구 결과는 지팡이를 사용하는 방향에 더 많은 체중지지를 유도하여 근활성도가 증가한 것으로 해석될 수 있으며, 이는 마비측으로 지팡이 적용 시 마비측에 더 높은 체중지지율을 보인 본 연구의 결과를 뒷받침한다. 또한, Chan 등<sup>28</sup>은 퇴행성 무릎관절염환자들을 대상으로 환측으로 지팡이를 사용하였을 때, 환측의 엉덩관절과 무릎관절의 관상면상에서 움직임이 유의하게 증가한다고 하였다. 관상면에서의 움직임 증가는 지팡이 적용 방향에 따른 관상면으로의 움직임을 보조하여 더 많은 체중지지를 유도할 수 있다고 생각되며, 이는 편마비 뇌성마비 아동들이 마비측으로 지팡이를 지지하였

을 때 마비측으로 더 많은 체중을 유도시킬 수 있는 근거로 작용될 수 있고, 이를 통해 아동들의 체중이 마비측으로 이동하여 마비측의 체중지지율이 증가하였다고 생각된다.

본 연구에서 경직형 편마비 뇌성마비 아동들을 대상으로 선자세에서 지팡이를 3가지 방법으로 적용하여 마비측과 비마비측의 체중지지율을 비교함으로써 마비측으로의 지팡이 적용이 체중지지분포에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 그 결과 선자세에서 마비측으로 지팡이를 지지하였을 때, 마비측으로 아동들의 체중이동을 증가시켰고, 그에 따라 마비측의 체중지지율도 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 따라서, 본 논문의 결과 지팡이가 단순히 보행 보조 장비로만 사용되어지는 것이 아니라 경직형 편마비 뇌성마비 아동들의 마비측 체중 유도를 통해 좌우 비대칭성을 감소시킬 수 있는 방법이라 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 경직형 편마비 뇌성마비 아동만을 대상으로 하였고, 대상자 수가 적어 모든 경직형 편마비 아동에 대해 연구의 결과를 일반화하기에 어려움이 있다. 둘째, 지팡이 없이도 독립적인 보행이 가능한 아동들을 대상으로 하였으며, 평소 지팡이를 사용하지 않아 대부분의 아동들이 지팡이 사용이 미숙하였고, 이는 측정 결과에 영향을 미칠 수 있다. 셋째, 지팡이를 마비측으로 지지하고 선자세에서 근활성도나 하지 관절 각도는 함께 측정하지 않고 체중지지 비율만 측정했다는 점에서 제한점이 있다. 따라서, 향후 연구에서는 이러한 제한점들을 보완하여 마비측으로의 지팡이 적용이 편마비 뇌성마비 아동들의 마비측으로 체중지지를 향상시킬 수 있는 다양한 근거들에 대해 연구들이 필요하다고 생각된다.

## REFERENCES

- Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(8):571-6.
- Umphred DA. *Neurological rehabilitation* 3rd ed. St Louis, Mosby-Year Book, 1995:4-6.
- Kulak W, Sobaniec W. Comparisons of right and left hemiparetic cerebral palsy. *Pediatr Neurol.* 2004;31(2):101-8.
- Hoare B, Imms C, Carey L et al. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: a cochrane systematic review. *Clin Rehabil.* 2007;21(8):675-85.
- Heyrman L, Desloovere K, Molenaers G et al. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2013;34(1):327-34.
- Kim JM, Lee CH. *Neurological physical therapy.* Seoul, Jeongdam, 2001: 536-7.
- Long T. *Handbook of pediatric physical therapy.* Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2018.
- Sackley CM, Baguley BI. Visual feedback after stroke with the balance performance monitor: two single-case studies. *Clin Rehabil.* 1993;7(3): 189-95.
- Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR. Gait assessment for neurologically impaired patients: standards for outcome assessment. *Phys Ther Rehabil J.* 1986;66(10):1530-9.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T et al. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients: major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther Rehabil J.* 1984;64(1):19-23.
- Lane RE. Facilitation of weight transference in the stroke patient. *Physiotherapy.* 1978;64(9):260-4.
- Carr JH, Shepherd RB. *Physiotherapy in disorders of the brain: a clinical guide.* Portsmouth, Heinemann Medical Books, 1980:150.
- Bobath B. *Adult hemiplegia: evaluation and treatment* 3rd ed. London, Butterworth-Heinemann, 1990:160.
- Pin TW. Effectiveness of static weight-bearing exercises in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2007;19(1):62-73.
- 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.
- 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.
- Davies PM. *Steps to follow: the comprehensive treatment of patients with hemiplegia.* Berlin, Springer science & business media, 2000:274-5.
- Sackley CM, Lincoln NB. Physiotherapy treatment for stroke patients: a survey of current practice. *Physiother Theory Pract.* 1996;12(2):87-96.
- Kellis E. Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys. *Gait Posture.* 2001;14(2):92-7.
- Han JH, Ko JY. Evaluation of balance and activities of daily living in children with spastic cerebral palsy using virtual reality program with electronic games. *J DCS.* 2010;10(6):480-8.
- Sakpal T. Sample size estimation in clinical trial. *Perspect Clin Res.* 2010; 1(2):67-7.
- Mochizuki L, Duarte M, Amadio AC et al. Changes in postural sway and its fractions in conditions of postural instability. *J Appl Biomech.* 2006;22(1):51-60.
- Cha YJ, Kim K, Lee UH et al. The comparison of weight and plantar pressure distribution regarding the extent of hemineglect in the hemiplegia during quiet standing with the cane. *J Spec Educ Rehabil.* 2011;50(3): 469-82.
- Ok JY, Kim JW, Han WS et al. Influence of cane length on the weight distribution. *J Kor Phys Ther.* 2000;7(1):91-100.
- 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.
- Laufer Y. The effect of walking aids on balance and weight-bearing patterns of patients with hemiparesis in various stance positions. *Phys Ther Rehabil J.* 2003;83(2):112-22.
- Neumann DA. Hip abductor muscle activity as subjects with hip prostheses walk with different methods of using a cane. *Phys Ther Rehabil J.* 1998;78(5):490-501.
- Chan GN, Smith AW, Kirtley C et al. Changes in knee moments with contralateral versus ipsilateral cane usage in females with knee osteoarthritis. *Clin Biomech.* 2005;20(4):396-404.