

편마비 환자의 신발 높이 조절이 동적체중부하율에 미치는 영향

대원과학대학 물리치료과 · 한림대학교부속 평촌성심병원 물리치료실¹⁾

윤정규 · 김병욱¹⁾

The Effect of Shoe Lift of the Paretic Limb on Dynamic Weight Bearing in Hemiplegics

Yoon Jung-gyu, M.P.H., R.P.T.

Kim Byung-wook, B.H.Sc., R.P.T.¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Daewon Science College,

Dept. of Rehabilitation Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital.¹⁾

-ABSTRACT-

The purpose of this study was to determine the effect of lift to the shoe of the affected limb on gait patterns in subjects with hemiplegia. The subjects of this study were 18 post-stroke hemiplegics. For the study, insole of the paretic side was lifted 10 mm higher, and duration of dynamic weight bearing was measured, before and after the lift application. For the measurement of carry-over effect of lift, we got data of those three items prior to and 3 weeks after lift application and 3 days after removal of the lift. Dynamic weight bearing was significantly decreased in heel contact and footflat phases only when just after application of the lift, without any change after 3 weeks application. In heel-off phase, dynamic weight bearing did not show any significant difference between before and just after application of lift whereas significantly decreased after 3 weeks application. According to this study, lift applied to the shoe of the paretic limb was not significantly effect in inducing dynamic weight bearing, but changed a dynamic weight bearing.

Key words : Shoe lift; Hemiplegia; Dynamic weight bearing.

I. 서 론

중추신경계 손상환자를 평가할 때 중요한 기초항목은 균형과 자세의 안정성이다(Di Fabio와 Badke, 1990). 뇌혈관질환으로 인해 편마비가 된 환자에게 있어서 균형의 문제는 특히 중요한 요소이다. 균형과 보행은 밀접한 관계가 있으며 편마비 환자의 재활에 있어서 균형의 안정은 보행의 향상을 가져온다(Hamrin 등, 1982; Keenan 등, 1984).

정상적인 자세조절체계는 시각, 전정감각과 고유감각 및 체감각들이 상호 작용할 때 비로소 이루어지며 이러한 체계에 이상이 오면 기립자세가 불안정하게 된다(Reginella 등, 1999). 편마비 환자의 정적 기립자세와 기능적 동작 시 나타나는 공통적 특징은 비대칭이며 이로 인해 균형과 보행에 문제가 나타난다(Arcan 등, 1977; Badke와 Duncan, 1983; Bohannon과 Larkin, 1985). 뇌졸중에 의해 편마비가 된 환자의 기능적 재활에서의 이상적인 목표는 비대칭성을 감소시키는데 있다(Brandstater 등, 1983; Wall과 Turnbull, 1986). 편마비 환자들은 보행 중 입각기에서 환측으로의 체중이동이 제한되는 전형적인 모습을 보인다(Winstein 등, 1989). 즉, 편마비 환자들은 특징적으로 환측보다 건측으로 체중이동을 더 심하게 한다(Hesse 등, 1998; Seliktar 등, 1978). 이러한 체중분산의 비대칭성은 편마비 환자가 넘어지게 되는 주요 원인으로 보고되고 있다(Di Fabio와 Badke, 1990; Hocherman 등, 1984). Holt 등(2000)은 뇌졸중 환자에서 이러한 비대칭적인 체중이동으로 인하여 균형능력이 저하되기 때문에 뇌졸중 후 6개월 이내에 적어도 한번 이상은 넘어지는 경험을 한다고 보고하였다. Mizrahi 등(1989)은 편마비 환자의 체중분산에 대한 연구에서 기립 시 전체체중의 약 75%가 건측으로 유지된다고 보고하였으며, Dickstein 등(1984)과 Bohannon과 Larkin(1985)은 체중의 약 80%를 건측으로 지지한다고 보고하였다. 이밖에도 정상인과 편마비 환자의 계단보행 시 나타나는 체중분산에 대한 연구에서 Laufer 등(2000)은 편마비 환자에서 체중이 건측으로 쏠린다고 하였다. 환측으로의 체중지지가 감소하면 운동기능의 장애를 초래하고 또한 환자의 기능적 능력을 감소시키게 된다(Sackley 등, 1992). 이러한 비정상적인 체중 불균형에 대해 치료하지 않고 방치한다면 환자의 신체는 잘못된 습관으로 인해 변형이 발생 될 것이다(Engardt와 Olsson, 1992).

편마비 환자에게서 나오는 비대칭적 움직임은 비정상적

인 보행을 초래한다. 대칭성을 증가시키기 위한 효과적인 치료방법은 편마비 환자의 보행에 매우 중요하다(Hsieh 등, 1996; Perry, 1992). 편마비 환자는 선택적 근육 조절의 저하와 연합작용(synergy)으로 인해 보행주기가 비대칭적인 특성을 보인다. 즉, 편마비 환자는 환측의 불안정성으로 인해 무게중심을 건측으로 빨리 이동시키고자 하므로 환측의 입각기와 건측의 유각기가 짧아지고 따라서 보폭(stride length)도 줄어들게 된다. 환측의 입각기 중에는 침족, 전반슬 등이 관찰되기도 하고 유각기 중에는 족하수나 동적내반(dynamic varus)등이 관찰되기도 한다(백남중 등, 1997; Perry, 1992).

편마비 환자들의 보행특성을 개선하기 위해 환측의 체중이동 훈련과 더불어 보행의 교정을 목적으로 한 보조기들이 다양하게 이용되고 있다(Meyer, 1974; Lehmann, 1979). 또한 보행과 체중이동의 문제를 측정할 수 있는 유용한 도구들이 사용되고 있다(Keenan 등, 1984; Lee 등, 1988). 체중이동 훈련의 한가지 방법은 시청각 생체피드백(biofeedback)을 이용하는 것이다. 시청각 생체피드백 훈련이 균형에 문제가 있는 환자의 체중분산 능력을 향상시키고, 신체의 대칭성을 증가시켰다는 보고가 있다(김종만, 1995; Engardt 등, 1993).

Lehmann(1979)은 플라스틱 단하지 보조기(ankle-foot orthoses)의 경우 편마비 환자의 유각기(swing phase)와 입각기(stance phase) 동안 발의 내외측 안정성을 높여서 편마비 환자에게 나타나는 이상보행을 부분적으로 교정하는데 도움을 줄 수 있다고 보고하였다. 노인들은 신발의 높이나 형태에 따라 균형능력에 영향을 받는다(Lord와 Bashford, 1996). 신발의 높이를 조절하는 것은 다리길이의 차이로 인한 불균형을 교정하는 방법으로 보통 사용된다. 만약 신발의 높이를 잘못 조절 할 경우에는 환자의 재활기간이 연장 될 수도 있다(Thompson, 1970). Chaudhuri와 Aruin(2000)은 편마비 환자의 정적 기립자세에서 건측의 신발과 지면사이의 높이를 조절한 후, 환측으로의 체중부하를 시키면서 좌우체중분산을 연구한 결과 환측으로의 체중 이동이 증가하여 신체의 좌우 대칭성이 증가하였다고 보고하였다. 이러한 결과는 Aruin 등(2000)에 의한 연구에서도 마찬가지로 나타났다. 하지만 동일한 편마비 환자의 정적 체중분산이 분석되었다 할지라도, 동적 체중분산에 대해서는 재평가가 이루어져야 한다(Di Fabio와 Badke, 1990).

지금까지 편마비 환자의 체중부하의 대칭성을 증가시키기 위하여 환측에 보조기를 착용시킨다든지, 시청각 생체 피드백을 이용, 또는 건축의 신발 높이기 등의 방법을 이용하여 환측으로의 정적 체중부하를 증가시키기 위하여 많은 연구를 하였으나, 환측의 신발높이기가 동적 체중부하율에 어떤 영향을 미치는지를 알아본 연구는 매우 적었다. 그러므로 본 논문에서는 뇌졸중으로 인해 편마비가 된 환자의 환측 신발 높이기가 동적 체중부하율에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단 받고 한림대학교 의과대학 부속 평촌성심병원에서 동원치료를 받고있는 편마비 환자에게 자발적인 연구참가 동의를 받은 후 연구를 실시하였다. 실험에 참가한 대상자는 18명 (남자 12명, 여자 6명)의 편마비 환자였다. 대상자의 유병 기간은 17.7 ± 7.46 개월이었으며, 하지근력은 중력을 이길 수 있는 정도(fair) 이상이였다. 이들의 하지경직은 Modified Ashworth Scale 로 등급 2 이하였으며, 실제 다리길이 차이가 0.8 ± 0.30 cm 미만이었다. 대상자는 뇌경색으로 인한 뇌졸중이 8명, 뇌출혈로 인한 뇌졸중이 10명이였다. 대상자의 평균연령은 52.8 ± 10.9 세 이였다. 이들 중 좌측 편마비가 11명이였으며, 우측 편마비가 7명이였다. 연구 대상자의 평균신장은 163.8 ± 6.81 cm이였으며, 평균체중은 62.8 ± 9.54 kg이였다.

2. 실험기구 및 측정방법

1) Force Platform System¹⁾

본 측정장비는 50개의 감지기가 부착된 두 개의 힘판(force platform)으로 구성되어 있으며 개인용 컴퓨터와 연결되어 발과 발판사이의 수직반발력(vertical reaction forces)을 측정하여 동적(dynamic) 체중부하율(%)을 측정한다(그림 1).



그림 1. Force Platform System

2) 동적 체중부하율 측정

동적 체중부하율의 측정은 정상 시 편안한 보행속도로 걷게 하였다(그림 2). 본 연구에서는 측정 발판과 같은 나무판($50 \times 50 \times 9.5$ cm)을 4개 제작하여 측정 발판 앞뒤에 각각 2개씩을 놓아 측정 시 같은 높이에서 걸을 수 있도록 하였다. 보행의 순서는 오른발부터 시작하며 총 3 걸음(stride) 중 두번째 걸음을 측정하였다. 동적 체중부하율의 측정은 Force Platform System의 측정결과로 나온 M자형 그래프를 이용하여 측정하였다(그림 3). 환측의 입각기 중 발뒤축접지기(heel contact)는 M자형 그래프의 0지점, 발바닥접지기(foot flat)는 1지점, 발뒤축들림기(heel off)는 2지점으로 나누어 측정하였다(김봉옥, 1994), (그림 4). 동적 체중부하의 측정자료는 3회 측정하여 평균치를 자료분석에 이용하였다.

1) ADDON System GmbH Inc., Germany



그림 2. 동적 체중분산 측정장세

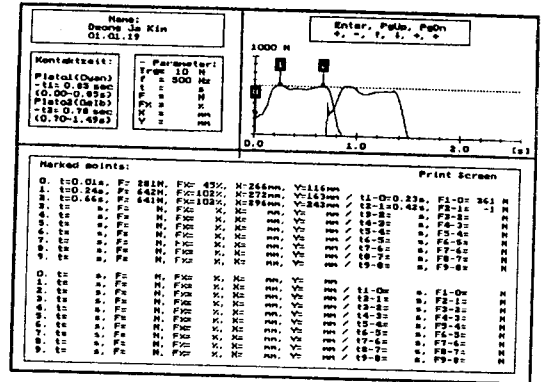


그림 4. 동적 체중분산의 측정값

그래프에 일정 지점을 표시하면 그 시점 및 구간별 보행 시간(t) 그리고 체중분산에 대한 비율이 정량화 되어 나타난다. 즉, 우측 상단의 M자형 그래프에 한 지점을 선택하면, 그 지점의 시작시점에서부터 걸린 시간(t), 그 때 주어진 체중(F), 체중에 대한 비율(F%), 보행 중 무게중심의 경로인 X, Y값이 나타난다. 그리고 각 구간별 보행 시간(t1-0)과 부하 값의 증감(F1-0)이 자동적으로 표시된다.

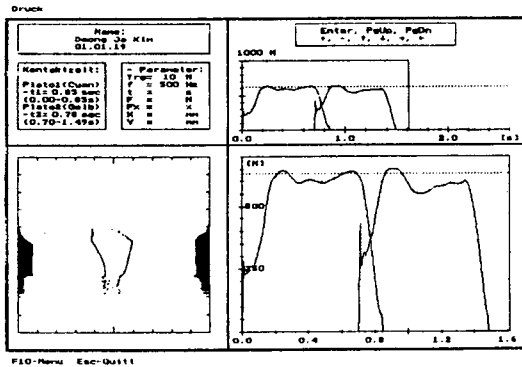


그림 3. Graph of Force Platform System

그래프에서 좌측 상단에 환자의 인적사항 및 양 다리의 입각기 시간(t1, t2)이 표시되고, 그 옆에 측정의 매개변수(parameter)가 표시된다. 우측 상단의 그래프는 지면 반발력 값에 의해 그려진 그래프이고, 우측 하단에 그래프가 확대되어 표시된다. 좌측 하단의 그림은 무게중심이 지면에서 움직인 경로를 나타낸다.

3. 실험 과정

양쪽 다리길이 차이로 인한 체중분산의 실험적 오차를 줄이기 위해 환자를 바로눕힌 상태에서 줄자를 이용하여 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서부터 안쪽 복사(medial malleolus)까지의 실제 다리길이를 측정하였다(Perry, 1992). 평상 시 환자가 편하게 신고 다니는 일반신발의 환측에 cork and foam 재질의 insole을 부착하여 10 mm 높여 주었다. 신발을 높은 직후의 효과를 알아보기 위해 연구대상자 전원에게 일반신발과 10 mm 높인 실험용신발을 신고 동적 체중부하율을 측정하였다. 또한 높은 신발의 유지효과를 보기 위해 연구대상자 중 5명에게 하여 추적조사를 실시하였다. 추적조사의 실시방법은 실험 첫날, 3주간 실험용 신발을 착용한 후, 그리고 마지막으로 실험용 신발의 유지효과를 보기 위해 3일간 insole을 제거하고 일반신발만을 착용한 후에 일반신발을 착용한 상태에서 동적 체중부하율을 측정하였다. 추적조사 시 실험용

신발을 착용한 기간은 3주이며 이때 일상생활중에도 실험용 신발을 착용하고 다닐 것을 환자와 구두(verbal)로 약속하고 전화통화를 하여 수시로 확인하였다.

4. 분석 방법

자료의 통계 처리는 상용 통계 프로그램인 SPSS/PC+(Statistical Package for the Social Sciences /Personal Computer+)를 이용하였으며, 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 하였다. 실험용 신발의 착용 전, 후 편마비 환자의 동적 체중부하율을 비교하기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 이용하였다. 추적조사에서는 신발을 높이기 전, 높은 신발을 신고 활동한 3주 후, 유지효과를 보기위해 평상 시 신발을 착용한 3일 후의 환측 하지의 동적 체중부하율을 비교하기 위해 Friedman's 검정을 사용하였으며 Familywise error rate를 이용한 다중비교로 구간 차이를 검증하였다(Portney와 Watkins, 1993).

Ⅲ. 결 과

1. 신발높이기 전/후 환측 하지의 동적 체중부하율 비교

신발 높이기 전과 신발을 높인 직후의 환측 하지의 동적 체중부하율을 비교한 결과 발뒤축접지기, 발바닥접지기에서는 체중부하율이 유의하게 감소되었으며, 발뒤축들림기에서는 체중부하율의 유의한 변화가 없었다(표 1).

입각기	신발높이기 전/후	평균±표준편차	t-값	p
발뒤축접지기	신발높이기 전	44.0±10.28	2.459	0.025
	신발높인 직후	39.3±7.29		
발바닥접지기	신발높이기 전	104.2±4.26	2.469	0.024
	신발높인 직후	101.0±4.53		
발뒤축들림기	신발높이기 전	100.2±5.71	0.028	0.978
	신발높인 직후	100.2±6.36		

2. 추적조사 시 환측 하지의 동적 체중부하율 비교

신발을 높이기 전, 높은 신발을 신고 활동한 3주 후, 유지효과를 보기위해 insole을 제거한 평상 시 신발을 착용하고 3일 후의 환측 하지의 동적 체중부하율 비교 시 발뒤축접지기, 발바닥접지기에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 발뒤축들림기에서는 세 조건간에 유의한 차이가 있었다. 발뒤축들림기에서 세 조건간의 다중비교 결과 신발을 높이기 전 보다 높은 신발을 신고 활동한 3주 후의 체중부하율이 유의하게 감소하였다(표 2).

입각기	측정시기	평균±표준편차	X ²
발뒤축접지기	신발을 높이기 전	43.10±14.79	2.80
	신발을 높인 3주 후	39.38±9.78	
	3일 후 향후조사	51.34±16.06	
발바닥접지기	신발을 높이기 전	103.70±3.15	0.40
	신발을 높인 3주 후	100.66±3.00	
	3일 후 향후조사	102.16±7.11	
발뒤축들림기	신발을 높이기 전	104.10±7.80	7.60*
	신발을 높인 3주 후	94.84±6.26	
	3일 후 향후조사	95.56±3.74	

*p<0.05

Ⅳ. 고 찰

뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 기립자세에서 체중부하를 대칭적으로 유지하는 능력이 손상되어 비대칭적인 체중부하를 하게 되므로 기립자세와 균형능력에 문제가 흔히 발생된다(Bohannon 과 Tinti-Wald, 1991; Shumway-Cook 등, 1988). 뇌졸중 환자들에게 있어서 기능적인 독립 생활은 중요한 요소이기 때문에 보행은 재활에 있어서 중요한 목표이다(Wall과 Turnbull, 1986). 그러나 편마비 환자들은 선택적 운동조절능력과 고유수용감의 손상과 경직으로 인해 보행에 장애를 갖게 된다(Brandstater 등, 1983; Reginella 등, 1999). 균형의 조절은 보행 동안에 필수적인 요소로 편마비 환자들의 기립자세에서의 환측과 건측의 체중부하율로 설명되어지고 있다(Arcan 등, 1977; Bohanon과 Larkin, 1985). 일반적으로 편마비 환자는 기립자세에서 환측 하지로 체중부하를 더 적게 지지하는 경향

이 있어 자세의 비대칭적 특성이 나타나고(Dickstein 등, 1984), 이러한 환측 하지의 체중부하 감소는 손상된 운동 기능과 연관되어 환자의 기능적 능력을 감소시키게 된다(Sackley 등, 1992). Winstein 등(1989)은 일반적으로 환측 하지로의 체중이동에 중점을 두는 치료가 편마비 환자의 보행패턴에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 편마비 환자의 기능적 재활에서 이상적인 목표는 운동패턴의 비대칭성을 감소시키는데 있으며(Wall과 Turnbull, 1986), 균등한 체중부하를 하여 균형된 기립자세를 취하게 함으로써 최종적으로는 대칭적인 보행을 회복시키는 것이다(Dickstein 등, 1984). Dettman 등(1987)은 비정상적인 보행의 원인이 환측 하지로 무게중심을 이동하지 못하기 때문이라고 보고하였다. 뇌손상에서 회복되는 동안 편마비 환자는 환측의 체중지지를 피하게 되는데 이로 인해 비정상적인 보행을 하게된다. 따라서 편마비 환자의 적절한 기능적 재활을 위해서 보행훈련 이전에 기립 시 양 하지의 비대칭적 체중부하에 대한 평가가 필요하며 환측 하지의 균등한 체중부하를 유도해야 한다(Brandstater 등, 1983).

Arcan 등(1977), Seliktar 등(1978)도 치료과정에서 균형 감각의 증진을 위해 환측으로 체중을 이동시키는 훈련을 강조하였다. 본 연구에서는 환측의 신발 높이가 편마비 환자의 동적 체중부하율에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보았다. 신발높이기의 즉각적 효과를 알아보기 위해 신발높이기 전, 후 비교를 하였으며, 신발 높이기 유지효과를 보기 위해 3주간의 추적조사를 실시하였다. 추적조사의 기간은 편마비 환자의 체중부하 훈련 시 사용한 선행연구의 기간을 참고로 정하였다(Hesse 등, 1998; Hocherman 등, 1984).

Di Fabio와 Badke(1990)는 동일한 편마비 환자의 정적 체중부하율이 분석되었다 할지라도, 동적 체중부하율에 대해서는 재평가가 이루어져야 한다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서는 동적 체중부하율이 증가하지 않음을 볼 수 있다. 신발 높이기 전과 신발을 높인 후의 환측 하지의 동적 체중부하율 비교 시 신발을 높이기 전의 발뒤축접지기, 발바닥접지기, 발뒤축들림기가 각각 $44.0 \pm 10.28\%$, $104.2 \pm 4.26\%$, $100.2 \pm 5.71\%$ 였으며, 신발을 높인 후의 발뒤축접지기, 발바닥접지기, 발뒤축들림기는 각각 $39.3 \pm 7.29\%$, $101.0 \pm 4.53\%$, $100.2 \pm 6.36\%$ 로 발뒤축접지기, 발바닥접지기에서는 신발을 높인 후의 체중부하율이 유의하게 감소되었으며, 발뒤축들림기에서는 체중부하율이 통계학적으로 유의

한 변화가 없는 것으로 나타났다. Dettmann 등(1987)은 적응되지 않은 환경에서는 보행 시 동적 근긴장도와 연합작용(synergies)을 증가시켜 균형능력을 감소시킨다고 보고하였다. 본 연구에서 나타난 동적 체중부하율의 감소는 신발높이기가 편마비 환자에게 적응되지 않았기 때문에 나타난 결과라고 생각된다. 또한 추적조사의 세가지 측정 시점에서 동적 체중부하율 비교 시 발뒤축접지기와 발바닥접지기에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 발뒤축들림기에서는 세 조건간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. Butler 등(1997)은 편마비 환자의 환측에 단하지 보조기와 수정된 신발을 적용하여 보행 변수의 변화를 알아보았는데 초기에 환측의 무릎이 과신전되면서 건축의 발뒤축들림기가 일찍 나타남을 보고하였다. 본 연구에서는 환측의 발뒤축들림기에서 세 조건간의 다중비교 결과, 높은 신발을 신고 활동한 3주 후 체중부하율이 $94.84 \pm 6.26\%$ 로 신발을 높이기 전 $104.10 \pm 7.80\%$ 와 비교 시 유의하게 감소되었는데 이는 환측의 신발을 높임으로서 보행시 길어진 환측 하지가 지면에 끌리는 것을 보상하기 위해 환자 스스로 환측 하지를 조기에 들었기 때문이라고 생각된다. 또한 환측의 신발 높이를 통해 신체의 중력중심선이 높아졌으며, 이로 인해 보행 시 자세불안이 증가하여 환측 지지시간이 짧아졌기 때문이라고도 생각된다.

본 연구는 한림대학교 부속 평촌성심병원에 외래로 물리치료를 받고 있는 환자중에서 연구의 기준조건에 충족하는 일부분의 환자만을 대상으로 연구를 시행하였기 때문에 본 연구의 결과를 성인 편마비 환자 전체에게 일반화하여 해석하는데는 제한점이 있다. 또한 실험하는 조건이 환자의 안정성을 고려하여 짧은거리와 안정된 장소에서 실시하였기 때문에 일상적인 생활에서의 체중부하와 관련하여 설명하는데는 부족함이 있다.

본 연구의 또 다른 제한점으로 추적조사의 기간 중 연구대상자의 활동을 적극적으로 통제하기가 현실적으로 어려웠기 때문에 추적조사를 통한 동적 체중부하율에 어떤 영향을 미쳤으리라 생각된다. 앞으로의 연구에서는 편마비 환자의 동적 체중부하율을 증가시키는데 필요한 다양한 방법의 후속연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 편마비 환자의 환측 신발을 높임으로써 환측 하지로의 동적 체중부하율에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 실시하였다. 신발 높이기 전과 신발을 높인 직후의 환측 하지의 동적 체중부하율 비교 시 발뒤축접지기, 발바닥접지기에서는 신발을 높인 후의 체중부하율이 유의하게 감소되었으며($p < 0.05$), 발뒤축들림기에서는 체중부하율이 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 신발을 높이기 전, 높인 신발을 신고 활동한 3주 후, 유지효과를 보기 위해 신발을 높이기 전의 상태로 복귀한 3일 후의 환측 하지의 동적 체중부하율 비교 시 발뒤축접지기 와 발바닥접지기에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며($p > 0.05$), 발뒤축들림기에서는 높인 신발을 신고 활동한 3주 후가 신발을 높이기 전과 비교 시 체중부하율이 유의하게 감소되었다($p < 0.05$). 이상의 결과는 환측 신발의 높이기가 보행 동안에 환측으로의 동적 체중부하율을 증가시키는데는 효과적이지 못하였지만 좌우 체중부하율의 변화에 영향을 미치고 있음을 보여준다. 앞으로의 연구에서는 동적체중부하율을 증가시키는데 보다 효과적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 김봉옥. 1994. "임상 보행 분석의 방법". 대한재활의학회지, 18(2) : 191-202.
- 김종만. 1995. 시각 및 청각 되먹임을 통한 하지 체중이 동훈련이 편마비 환자의 보행특성에 미치는 효과에 대한 연구. 석사학위 논문, 연세대학교 보건대학원.
- 백남중, 이종민, 김창원. 1997. "편마비 보행시 단하지 보조기의 보정효과". 대한재활의학회지, 21(4) : 658-668.
- Arcan M, Brull MA, Najenson T, and Solzi P. 1977. "FGP assessment of postural disorders during process of rehabilitation". Scand J Rehabil Med, 9 : 165-168.
- Aruin AS, Hanke T, Chaudhuri G, Harvey R, and Rao N. 2000. "Compelled weightbearing in persons with hemiparesis following stroke: the effect of a lift insert and goal-directed balance exercise". J Rehabil Res Dev, 37(1) : 65-72.
- Badke MB, and Duncan PW. 1983. "Patterns of rapid motor responses during postural adjustments when standing in healthy subjects and hemiplegic patients". Phys Ther, 63 : 13-20.
- Bohannon RW, and Larkin PA. 1985. "Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis". Phys Ther, 65(9) : 1323-1325.
- Bohannon RW, and Tinti-Wald D. 1991. "Accuracy of weightbearing estimation by stroke versus healthy subjects". Percept Mot Skills, 72 : 935-941.
- Brandstater ME, deBruin H, Gowland C, and Clark BM. 1983. "Hemiplegic gait: analysis of temporal variables". Arch Phys Med Rehabil, 64 : 583-587.
- Butler PB, Farmer SE, and Major RE. 1997. "Improvement in gait parameters following late intervention in traumatic brain injury: a long-term follow-up report of a single case". Clin Rehabil, 11(3) : 220-226.
- Chaudhuri S, and Aruin AS. 2000. "The effect of shoe lifts on static and dynamic postural control in individuals with hemiparesis". Arch Phys Med Rehabil, 81(11) : 1498-1503.
- Dettmann MA, Linder MT, and Sepic SB. 1987. "Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient". Am J Phys Med, 66 : 77-90.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T, and Scheer D. 1984. "Foot ground pressure pattern of standing hemiplegic patients". Phys Ther, 64 : 19-23.
- Di Fabio RP, and Badke MB. 1990. "Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal directed weight redistribution". Arch Phys Med Rehabil, 71 : 365-371.
- Engardt M, and Olsson E. 1992. "Body weight-bearing while rising and sitting down in patients with stroke". Scand J Rehabil Med, 24(2) : 67-74.
- Engardt M, Ribbe T, and Olsson E. 1993. "Vertical ground reaction force feedback to enhance stroke

- patients symmetrical body-weight distribution while rising/sitting down". *Scand J Rehabil Med*, 25(1) : 41-48.
- Hamrin E, Eklund G, Hillgren AK, Borges O, Hall J, and Hellstrom O. 1982. "Muscle strength and balance in post-stroke patients". *Ups J Med Sci*, 87 : 11-26.
- Hesse S, Schauer M, Petersen M, and Jahnke M. 1998. "Sit-to-stand manoeuvre in hemiparetic patients before and after a 4-week rehabilitation programme". *Scand J Rehabil Med*, 30(2) : 81-86.
- Hocherman S, Dickstein R, and Pillar T. 1984. "Platform training and postural stability in hemiplegia". *Arch Phys Med Rehabil*, 65 : 588-592.
- Holt RR, Simpson D, Jenner JR, and Kirker SGB. 2000. "Ground reaction force after a sideways push as a measure of balance in recovery from stroke". *Clin Rehabil*, 14(1) : 88-95.
- Hsieh CL, Nelson DL, Smith DA, and Peterson CQ. 1996. "A comparison of performance in added-purpose occupations and rote exercise for dynamic standing balance in persons with hemiplegia". *Am J Occup Ther*, 50(1) : 10-16.
- Keenan MA, Perry J, and Jordan C. 1984. "Factors affecting balance and ambulation following stroke". *Clin Orthop*, 182 : 165-171.
- Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, and Marcovitz E. 2000. "Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights". *Clin Rehabil*, 14(2) : 125-129.
- Lee WA, Deming L, and Sahgal V. 1988. "Quantitative and clinical measures of static standing balance in hemiparetic and normal subjects". *Phys Ther*, 68(6) : 970-976.
- Lehmann JF. 1979. "Biomechanics of ankle-foot orthosis: prescription and design". *Arch Phys Med Rehabil*, 60 : 200-207.
- Lord SR, and Bashford GM. 1996. "Shoe characteristics and balance in older women". *J Am Geriatr Soc*, 44(4) : 429-433.
- Lord SR, and Castell S. 1994. "Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time". *Arch Phys Med Rehabil*, 75(6) : 648-652.
- Meyer PR. 1974. "Lower Limb orthotics". *Clin Ortho*, 102 : 58-71.*
- Mizrahi J, Solzi P, Ring H, and Nisell R. 1989. "Postural stability in stroke patients: vectorial expression of asymmetry, sway activity and relative sequence of reactive forces". *Med Biol Eng Comput*, 27 : 181-190.
- Perry J. 1992. *Gait Analysis: Normal and pathological function*. Slack Co.
- Reginella RL, Redfern MS, and Furman JM. 1999. "Postural sway with earth-fixed and body-referenced finger contact in young and older adults". *J Vestib Res*, 9 : 103-109.
- Sackley CM, Baguley BI, Gent S, and Hodgson P. 1992. "The use of balance performance monitor in the treatment of weight bearing and weight transference problems after stroke". *Physiotherapy*, 78 : 907-913.
- Seliktar R, Susak Z, Najenson T, and Solzi P. 1978. "Dynamic features of standing and their correlation with neurological disorders". *Scand J Rehabil Med*, 10 : 59-64.
- Shumway-Cook A, Anson D, and Haller S. 1988. "Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients". *Arch Phys Med Rehabil*, 69 : 395-400.
- Thompson JK. 1970. "Temporary wooden shoe lift". *Phys Ther*, 50(6) : 827-828.
- Wall JC, and Turnbull GI. 1986. "Gait asymmetries in residual hemiplegia". *Arch Phys Med Rehabil*, 67 : 550-553.
- Winsten CJ, Gardner ER, McNeal DR, Barto PS, and Nicholson DE. 1989. "Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults". *Arch Phys Med Rehabil*, 70 : 755-762.