

# Shoe Lift가 편마비 환자의 환측 체중부하에 미치는 영향

광주보건대학 물리치료과  
윤 정 규

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

Yoon, Jung-gyu, M.Sc., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Kwangju Health College

### <Abstract>

The purpose of this study was to determine the effect of shoe lift of the affected limb 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 static 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. Static weight bearing was significantly increased both just after and continuous application of lift for 3 weeks than before. According to this study, lift applied to the shoe of the paretic limb was effective in inducing static weight bearing in the paretic limb. This study suggests that symmetry, induced by shoe lift applied to the paretic limb, could help correct abnormal posture that would be caused in standing and prevent development of abnormal muscle tone in subjects with hemiplegia caused by unilateral stroke.

**Key Words:** Shoe lift; Hemiplegia; Static weight bearing.

## I. 서론

대칭적 자세는 모든 기능적 움직임에 있어서 필수적인 요소이다(Cheng 등, 2001). 뇌졸중으로 인해 편마비가 된 사람들 중 88%이상에서 장애 후유증으로 인한 수의적 동작의 결핍과 자세적 비대칭이 나타난다(Rodriguez 등, 2002). 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(Badke와 Duncan, 1983; Bohannon과 Larkin, 1985;

Pai 등, 1994; Wall과 Turnbull, 1986; Winstein 등, 1989; Wu 등, 1996). Hamrin 등(1982)의 보고에 의하면 균형과 보행간에는 높은 상관관계가 있다고 하였다. 뇌졸중에 의해 편마비가 된 환자의 기능적 재활에서의 이상적인 목표는 비대칭성을 감소시키는데 있다(Bobath, 1990; Brandstater 등, 1983; Wall과 Turnbull, 1986). 편마비 환자들은 보행 중 입각기에서 환측으로의 체중이동이 제한되는 전형적인 모습을 보인다(Bohannon과 Tinti-Wald, 1991; Winstein 등, 1989). 즉, 편마비 환자들은 특징적으로 환측보다 건측으로 체중이동을 더 심하게 한다(Bohannon과 Larkin, 1985; Hesse 등, 1998). 이러한 체중부하의 비대칭성은 편마비 환자가 넘어지게 되는 주요 원인으로 보고되고 있다(Di Fabio와 Badke, 1990; Hocherman 등, 1984). Holt 등(2000)과 Weerdt 등(1989)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 체중부하에 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 체중부하에 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 비정상적인 보행을 초래한다. 대칭성을 증가시키기 위한 효과적인 치료방법은 편마비 환자의 보행에 매우 중요하다(Hsieh 등, 1996; Perry, 1992; Wall과 Turnbull, 1986; Whittle, 1990). 편마비 환자는 선택적 근육 조절의 저하와 원시적 공력(synergy)패턴으로 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(Perry, 1992).

편마비 환자들의 보행특성을 개선하기 위해 환측의 체중이동 훈련과 더불어 보행의 교정을 목적으로 한 보조기들이 다양하게 이용되고 있다(Teasell 등, 2001). 또한 보행과 체중이동의 문제를 측정할 수 있는 유용한 도구들이 사용되고 있다(Keenan 등, 1984; Lee 등, 1988). 체중이동 훈련의 또다른 방법은 시청각 생체피드백(biofeedback)을 이용하는 것이다. 시청각 생체피드백 훈련이 균형에 문제가 있는 환자의 체중부하 능력을 향상시키고, 신체의 대칭성을 증가시켰다는 보고가 있다(Engardt 등, 1993; Hamman 등, 1992; Lord와 Castell, 1994; Walker 등, 2000; Weerdt 등, 1989; Winstein 등, 1989). 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 균형 능력에 영향을 받는다(Lord와 Bashford, 1996). 신발의 높이를 조절하는 것은 다리길이의 차이로 인한 불균형을 교정하는 방법으로 보통 사용된다. 만약 신발의 높이를 잘못 조절하였을 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 좌우체중부하를 연구한 결과 환측으로의 체중 이동이

증가하여 신체의 좌우 대칭성이 증가하였다고 보고하였다.

지금까지 편마비 환자의 체중부하의 대칭성을 증가시키기 위하여 환측에 보조기를 착용시킨다든지, 시청각 생체피드백을 이용, 또는 건축의 신발 높이기 등의 방법을 이용하는 등의 연구가 이루어졌다. 하지만 환자의 일상생활에서 가장 손쉽게 적용할 수 있는 환측의 신발 자체를 간단히 수정하여 체중부하의 대칭성을 증가시켰다는 연구는 미흡한 실정이다. 그러므로 본 논문에서는 뇌졸중으로 인해 편마비가 된 환자의 환측 신발에 shoe lift를 적용하여 체중부하에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단 받고 한림대학교 의과대학 부속 평촌성심병원에서 통원치료를 받고있는 편마비 환자에게 자발적인 연구참가 동의를 받은 후 연구를 실시하였다.

본 연구에 참가한 편마비 환자의 기준조건은 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중, 외상성 뇌손상으로 인하여 편마비가 된 자
- 2) 일상생활 동작시 균형과 보행을 방해하는 생리학적 문제가 없는 자
- 3) 보행에 방해가 되는 정형외과적 문제가 없는 자
- 4) 타인의 도움없이 실내에서 독립보행이 30분 이상 가능한 자
- 5) 양측 실제 다리길이 차이가 2.5 cm 미만인 자
- 6) 맨손근력검사에서 양(fair) 이상의 하지근력을 가지고 있는 자
- 7) Modified Ashworth Scale에서 하지경직의 정도가 등급 2 이하인 자
- 8) 유병 기간이 3개월 이상인 자
- 9) 과거에 체중지지훈련을 1개월 이상 받은 자
- 10) 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 수행할 수 있는자

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

일반적 특성	구분	인원수(%)	평균±표준편차
성	남자	12 ( 66.6)	
	여자	6 ( 33.3)	
	계	18 (100.0)	
마비 측	좌측	11 ( 61.1)	
	우측	7 ( 38.8)	
	계	18 (100.0)	
연령(세)			52.8±10.9
유병기간(개월)			17.7±7.46
다리길이차이(cm)			0.8±0.30
신장(cm)			163.8±6.81
체중(kg)			62.8±9.54

## 2. 실험기구 및 측정방법

### 1) 10 mm를 높인 실험용신발

실험용신발은 대상자가 평소에 신고 다니는 신발을 선택했다. 신발 높이는 실험을 하려고 하는 쪽(환측)의 신발안창을 반대측의 신발보다 10 mm 높였다(Aruin 등, 2000). 안창의 무게는 20.3 g이었으며 반고형형(semi-solid type) 콜크폼(cork and foam) 재질을 사용하였다(그림 1).



그림 1. Shoe lift  
(insole, semi-solid type)

### 2) Force Platform System<sup>1)</sup>

본 측정장비는 50개의 감지기가 부착된 두 개의 힘판(force platform)으로 구성되어 있으

며 개인용 컴퓨터와 연결되어 발과 발판사이의 수직반발력(vertical reaction forces)을 측정하여 정적(static) 체중부하(%)를 측정한다(그림 2).

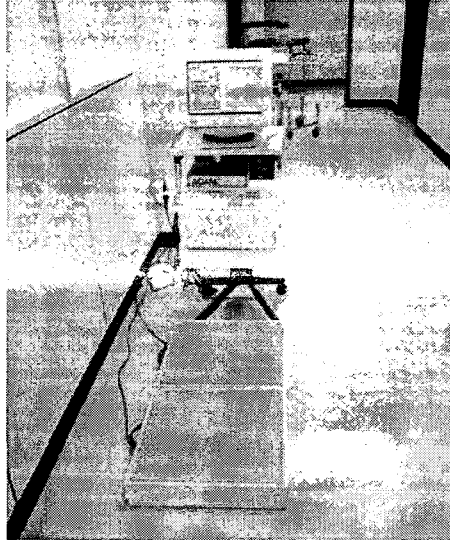


그림 2. Force Platform System

### 3) 정적 체중부하 측정

정적 체중부하 측정 시 발판에 미리 설정해둔 발의 위치에 맞게 환자의 양쪽발을 각각 한쪽씩 위치시킨다. 환자의 자세는 가능한 똑바로 서게 한 후 시야는 정면을 향하게 한다(그림 3). 정적 체중부하 측정 시 기립자세의 유지시간은 1분으로 하였다. 정적 체중부하의 측정자료는 3회 측정하여 평균치를 자료분석에 이용하였다.



그림 3. 정적 체중부하 측정자세

### 3. 실험 과정

양쪽 다리길이 차이로 인한 체중부하의 실험적 오차를 줄이기 위해 환자를 바로눕힌 상태에서 줄자를 이용하여 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서부터 안쪽복사(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. Shoe lift 적용 직후의 효과를 알아 보기위해 연구대상자 전원에게 대하여 일반신발과 10 mm 높인 실험용신발을 신고 정적체중부하를 측정하였다. 또한 shoe lift의 유지효과를 알아보기 위해 연구대상자 중 5명에게 대하여 추적조사를 실시하였다. 추적조사의 실시방법은 shoe lift 적용 전, shoe lift를 적용한 신발을 신고 활동한 3주 후, 유지효과를 보기 위해 shoe lift를 제거한 일반 신발을 착용하고 3일 후의 환측 하지의 정적 체중부하를 측정하였다. 추적조사 시 shoe lift를 적용한 실험용 신발을 착용한 기간은 3주이며 이때 일상생활 중에도 shoe lift를 적용한 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<sup>+</sup>(Statistical Package for the Social Sciences/Personal Computer<sup>+</sup>)를 이용하였으며, 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준은  $\alpha = 0.05$ 로 하였다. Shoe lift 적용 전, 후 편마비 환자의 정적체중부하를 비교하기 위해 짝 비교 t-검정(paired t-test)을 이용하였다. 추적조사에서는 shoe lift 적용 전, shoe lift를 적용한 신발을 신고 활동한 3주 후, 유지효과를 보기 위해 shoe lift를 제거한 일반 신발을 착용한 3일 후의 환측 하지의 정적체중부하를 비교하기 위해 Friedman's 검정을 사용하였으며 Familywise error rate를 이용한 다중비교로 군간 차이를 검증하였다(Portney와 Watkins, 1993).

### III. 결과

#### 1. Shoe lift 적용 전/후 환측 하지의 정적 체중부하 비교

Shoe lift 적용 전과 직후의 환측 하지의 정적 체중부하를 비교한 결과 shoe lift 적용 직후 환측으로의 체중 부하가 유의하게 증가되었다(표 2).

표 2. Shoe lift 적용 전/후 환측 하지의 정적 체중부하 단위(%)

Shoe lift 적용 전/후	평균±표준편차	t-값	p
Shoe lift 적용 전	43.8±4.67	-3.411	0.003
Shoe lift 적용 직후	47.7±5.29		

#### 2. 추적조사 시 환측 하지의 정적 체중부하 비교

Shoe lift 적용 전, shoe lift를 적용한 신발을 신고 활동한 3주 후, 유지효과를 보기 위해 shoe lift를 제거한 일반 신발을 착용하고 3일 후의 환측 하지의 정적 체중부하 비교 시 세 조건간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 다중비교 결과 shoe lift 적용 전과 shoe lift를 적용한 신발을 신고 활동한 3주 후에 유의한 차이가 있었다(표 3).

표 3. 추적조사 시 환측 하지의 정적 체중부하 단위(%)

측정조건 및 시기	평균±표준편차	$Xr^2$
Shoe lift 적용 전	44.98±2.54	7.60*
Shoe lift 적용 3주 후	48.96±3.20	
3일 후 향후조사	49.30±4.93	

\*p<0.05

### IV. 고찰

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 독립생활은 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 체중부하로 설명되어지고 있다(Arcan 등, 1977; Bohanon과 Larkin, 1985). 일반적으로 편마비 환자는

기립자세에서 환측 하지로 체중부하를 더 적게 지지하는 경향이 있어 자세의 비대칭적 특성이 나타나고(Dickstein 등, 1984), 이러한 환측 하지의 체중부하 감소는 손상된 운동기능과 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(Bobath, 1990; Brandstater 등, 1983; Wall과 Turnbull, 1986), 균등한 체중부하를 하여 균형된 기립자세를 취하게 함으로써 최종적으로는 대칭적인 보행을 회복시키는 것이다(Dickstein 등, 1984; Hamman 등, 1992). Dickstein 등(1984)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(Davies, 1985). Arcan 등(1977)도 치료과정에서 균형 감각의 증진을 위해 환측으로 체중을 이동시키는 훈련을 강조하였다. 본 연구에서는 shoe lift가 편마비 환자의 환측 체중부하에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보았다. Shoe lift의 즉각적 효과를 알아보기 위해 shoe lift 적용 전, 후 비교를 하였으며, shoe lift의 유지효과를 보기위해 3주간의 추적조사를 실시하였다. 추적조사의 기간은 편마비 환자의 체중부하 훈련 시 사용한 선행연구의 기간을 참고로 정하였다(Hesse 등, 1998; Hocherman 등, 1984).

Dickstein 등(1984), Di Fabio와 Badke(1990), Hamman 등(1992)은 편마비 환자에게 환측으로의 체중부하 훈련 후 체중부하가 증가하였다고 보고하였으며, Chaudhuri와 Aruin(2000)은 건축의 신발을 높여 의도적으로 환측으로의 체중부하를 증가시켰다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 환측의 shoe lift 적용 전과 직후의 환측 하지의 정적 체중부하 비교 시 shoe lift 적용 전의 체중부하가  $43.8 \pm 4.67\%$ 이었고, shoe lift 적용 직후의 체중부하가  $47.7 \pm 5.29\%$ 로 shoe lift 적용 직후 환측으로의 체중부하가 유의하게 증가되었다. 추적조사에서는 shoe lift 적용 전, shoe lift 적용 3주 후, 유지효과를 보기위해 shoe lift 적용 전의 상태로 복귀한 3일 후의 환측 하지의 정적 체중부하 비교 시 세 조건간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 다중비교 결과 shoe lift 적용 3주 후 체중부하가  $48.96 \pm 3.20\%$ 로 shoe lift 적용 전  $44.98 \pm 2.54\%$ 와 비교 시 체중부하가 유의하게 증가되었다. 본 연구에 참여한 대상자들은 비교적 만성 편마비 환자들로 환측과 건축의 체중부하 비대칭을 가지고 있었다. 위의 연구 결과는 만성 편마비로 인한 자세불안정이나 비대칭성 체중지지를 하고 있는 많은 편마비 환자들에게 shoe lift가 체중부하의 대칭성을 증가시켜 좌, 우 균형능력을 향상시키는데 도움이 될 수 있음을 암시하고 있다.

Wade 등(1985)은 뇌졸중의 회복 속도에 관한 연구에서 뇌졸중 후 첫 1개월에 신경학적 회복이 가장 높게 진행되며, 6~12개월에 걸쳐 서서히 진행된다고 하였다. 하지만 대부분의 기능적 회복은 3개월에 이루어진다고 하였다. Olsen(1990)은 뇌졸중 3개월 이후에는 거의 기능적 회복이 일어나지 않으며, 일상생활동작의 회복도 역시 3개월 이후에는 회복되기 어렵다고 보고하였다. 그러나 유은영(2000)은 시각피드백을 통한 상상연습(mental practice)을 통해 유병기간이 23개월인 편마비 환자의 환측 체중지지를 및 대칭성이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서 연구대상자들의 유병기간은  $17.7 \pm 7.46$ 개월로 Wade 등(1985)이 보고한 기능적 회복시키는 지났지만 shoe lift 적용을 통해 정적 체중부하가 증가되는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 편마비 환자의 기능적 회복시기에 대한 앞으로의 연구가 더욱더 보강



되어져야 할 것임을 시사하였다.

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 실험실 환경에서 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 정적 체중부하에 어떤 영향을 미쳤으리라 생각된다. 앞으로의 연구에서는 편마비 환자의 정적 체중부하 뿐 아니라 보행시 나타나는 동적 체중부하의 좌, 우 대칭성을 증가시키는데 필요한 다양한 방법의 후속연구가 필요하리라 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 편마비 환자의 환측 신발에 shoe lift를 적용함으로써 환측 하지로의 정적체중부하에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 실시하였다. 연구는 한림대학교 의과대학 부속 평촌성심병원에서 외래로 물리치료를 받고있는 편마비 환자 18명을 대상으로 실시하였다. Shoe lift 적용 전, 후 편마비 환자 18명의 정적체중부하를 알아보았으며, 이중 5명을 추적 조사하여 shoe lift 적용 전, shoe lift 적용 3주 후, 유지효과를 알아 보기 위하여 shoe lift 적용 전의 상태로 복귀하고 생활한 3일 후 편마비 환자의 정적체중부하를 비교하였다.

실험결과, shoe lift 적용 전과 직후의 환측 하지의 정적 체중부하 비교 시 shoe lift 적용 전의 체중부하보다 shoe lift 적용 직후의 체중부하가 유의하게 증가되었다( $p < 0.05$ ). shoe lift 적용 전, shoe lift 적용 3주 후, 유지효과를 보기 위해 shoe lift 적용 전의 상태로 복귀한 3일 후의 환측 하지의 정적 체중부하 비교 시 shoe lift 적용 3주 후가 shoe lift 적용 전과 비교 시 체중부하가 유의하게 증가되었다( $p < 0.05$ ). 이상의 결과는 환측 신발의 shoe lift 적용이 편마비 환자의 환측으로의 정적 체중부하를 증가시키는데는 효과적임을 입증하고 있다. 따라서 편마비 환자의 환측 신발에 shoe lift를 적용하여 기립자세 훈련을 시킨다면 좌, 우 체중부하의 대칭성을 증진시킬 수 있을 것이며, 이를 바탕으로 동적인 기능훈련에도 도움이 되리라 생각된다.

## < 참고문헌 >

- 유은영 : 시각피이드백을 이용한 편마비 환자의 대칭적 체중지지 훈련에 있어서 상상연습 병행의 효과, 연세대학교 대학원 박사학위 논문, 2000.
- Arcan M, Brull MA, Najenson T, et al : FGP assessment of postural disorders during process of rehabilitation, Scand J Rehabil Med, 9, 165-168, 1977.
- Aruin AS, Hanke T, Chaudhuri G, et al : 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, 2000.

Badke MB, Duncan PW : Patterns of rapid motor responses during postural adjustments when standing in healthy subjects and hemiplegic patients, *Phys Ther*, 63, 13-20, 1983.

Bobath B : *Adult hemiplegia: Evaluation and treatment*, 3rd ed. London, Heinemann Medical Books, 1990.

Bohannon RW, Larkin PA : Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis, *Phys Ther*, 65(9), 1323-1325, 1985.

Bohannon RW, Tinti-Wald D : Accuracy of weightbearing estimation by stroke versus healthy subjects, *Percept Mot Skills*, 72, 935-941, 1991.

Brandstater ME, deBruin H, Gowland C, et al : Hemiplegic gait: analysis of temporal variables, *Arch Phys Med Rehabil*, 64, 583-587, 1983.

Chaudhuri S, Aruin AS : The effect of shoe lifts on static and dynamic postural control in individuals with hemiparesis, *Arch Phys Med Rehabil*, 81(11), 1498-1503, 2000.

Cheng PT, Wu SH, Liaw MY, et al : Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention, *Arch Phys Med Rehabil*, 82(12), 1650-1654, 2001.

Davies PM : *Steps to follow*, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 1985.

Dickstein R, Nissan M, Pillar T, et al : Foot ground pressure pattern of standing hemiplegic patients, *Phys Ther*, 64, 19-23, 1984.

Di Fabio RP, Badke MB : Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal directed weight redistribution, *Arch Phys Med Rehabil*, 71, 365-371, 1990.

Engardt M, Olsson E: Body weight-bearing while rising and sitting down in patients with stroke, *Scand J Rehabil Med*, 24(2), 67-74, 1992.

Engardt M, Ribbe T, Olsson E : 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, 1993.

Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AI, et al : Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback, *Arch Phys Med Rehabil*, 73, 738-744, 1992.

Hamrin E, Eklund G, Hillgren AK, et al : Muscle strength and balance in post-stroke patients. *Ups J Med Sci*, 87, 11-26, 1982.

Hesse S, Schauer M, Petersen M, et al : Sit-to-stand manoeuvre in hemiparetic patients before and after a 4-week rehabilitation programme, *Scand J Rehabil Med*, 30(2), 81-86, 1998.

Hocherman S, Dickstein R, Pillar T : Platform training and postural stability in hemiplegia, *Arch Phys Med Rehabil*, 65, 588-592, 1984.

Holt RR, Simpson D, Jenner JR, et al : Ground reaction force after a sideways push as a measure of balance in recovery from stroke, *Clin Rehabil*, 14(1), 88-95, 2000.

Hsieh CL, Nelson DL, Smith DA, et al : 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, 1996.
- Keenan MA, Perry J, Jordan C : Factors affecting balance and ambulation following stroke, Clin Orthop, 182, 165-171, 1984.
- Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, et al : Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights, Clin Rehabil, 14(2), 125-129, 2000.
- Lee WA, Deming L, Sahgal V : Quantitative and clinical measures of static standing balance in hemiparetic and normal subjects, Phys Ther, 68(6), 970-976, 1998.
- Lehmann JF : Biomechanics of ankle-foot orthosis: prescription and design, Arch Phys Med Rehabil, 60, 200-207, 1979.
- Lord SR, Bashford GM : Shoe characteristics and balance in older women, J Am Geriatr Soc, 44(4), 429-433, 1996.
- Lord SR, Castell S : Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time, Arch Phys Med Rehabil, 75(6), 648-652, 1994.
- Mizrahi J, Solzi P, Ring H, et al : Postural stability in stroke patients: vectorial expression of asymmetry, sway activity and relative sequence of reactive forces, Med Biol Eng Comput, 27, 181-190, 1989.
- Olsen TS : Arm and leg paresis as outcome predictors in stroke rehabilitation, Stroke, 21, 247-251, 1990.
- Pai YC, Rogers MW, Hedman LD, et al : Alterations in weight transfer capabilities in adults with hemiparesis, Phys Ther, 74, 647-659, 1994.
- Perry J : Gait Analysis: Normal and pathological function, Slack Co., 1992.
- Portney LG, Watkins MP : Foundations of Clinical Research: Application to practice, Norwalk, Appleton & Lange, 1993.
- Reginella RL, Redfern MS, Furman JM : Postural sway with earth-fixed and body-referenced finger contact in young and older adults, J Vestib Res, 9, 103-109, 1999.
- Rodriguez GM, Aruin AS : The effect of shoe wedges and lifts on symmetry of stance and weight bearing in hemiparetic individuals, Arch Phys Med Rehabil, 83(4), 478-482, 2002.
- Sackley CM, Baguley BI, Gent S, et al : The use of balance performance monitor in the treatment of weight bearing and weight transference problems after stroke, Physiotherapy, 78, 907-913, 1992.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S : Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients, Arch Phys Med Rehabil, 69, 395-400, 1988.
- Teasell RW, McRae MP, Foley N, et al : Physical and functional correlations of ankle-foot orthosis use in the rehabilitation of stroke patients, Arch Phys Med Rehabil, 82(8), 1047-1049, 2001.
- Thompson JK : Temporary wooden shoe lift, Phys Ther, 50(6), 827-828, 1970.
- Wade DT, Victorine AW, Hewer RL : Recovery after stroke: The first 3 months, J

Neurol Neurosurg Psychiatry, 48, 47-52, 1985.

Walker C, Brouwer BJ, Culham EG : Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke, Phys Ther, 80(9), 886-895, 2000.

Wall JC, Turnbull GI : Gait asymmetries in residual hemiplegia, Arch Phys Med Rehabil, 67, 550-553, 1986.

Weerdt WD, Crossley SM, Nincoin NB, et al : Restoration of balance in stroke patients: a single case study, Clin Rehabil, 3, 139-147, 1989.

Whittle MW : Gait Analysis: An introduction, London, Butterworth-Heinemann, 1990.

Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, et al : Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults, Arch Phys Med Rehabil, 70, 755-762, 1989.

Wu SH, Huang HT, Lin CF, et al : Effects of a program on symmetrical posture in patients with hemiplegia: A single-subject design, Am J Occup Ther, 50(1), 17-23, 1996.