

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제11권 제2호, 2013년 12월
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association
Vol.11, No.2, December 2013, pp.21~29

마비측에 적용한 외측 췌기 깔창이 뇌졸중 환자의 체중부하율과 균형, 보행에 미치는 영향

김혜림^{1*} · 신원섭²

¹대전대학교 보건스포츠대학원 물리치료학과, ²대전대학교 자연과학대학 물리치료학과

The Effects of Lateral Wedged Insole to the Shoe of the Affected Side on Weight Bearing, Balance and Gait with Stroke

Hye-Lim Kim^{1*}; Won-Seob Shin²

¹Dept. Physical Therapy, Graduate School of Health and Sports, Daejeon University

²Dept. Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

ABSTRACT

Purpose : The study was to evaluate the weight distribution, balance and gait function of stroke patients wearing lateral wedged insole to the shoe of the affected side.

Methods : 27 patients with stroke (15 men, 12 women) participated in this study. Participants performed weight distribution, dynamic balance and gait ability with or without wedged insole on affected side in a random order. The balancia was used to evaluate the weight distribution. Deviation from the center line was analyzed by Dartfish during sit to stand to evaluate dynamic balance. The functional walk ability evaluated by 10 m walking velocity.

Results : The asymmetry index of weight bearing improved significantly with wedged insole of affected side($p<.05$). During sit to stand, center of gravity significantly moved from non-affected side to more mid line of body($p<.05$). Improvement were shown in walking speed after wearing the wedged insole($p<.05$).

Conclusion : Wedged insole applied on affected side have a beneficial effect on weight distribution, dynamic balance and walking speed with stroke.

Key Words : Balance, Gait, Stroke, Weight bearing, Wedged insole

I. 서론

뇌졸중 환자의 운동기능 장애에서 임상적인 가장 큰 특징은 마비측과 비마비측의 비대칭적인 자세와 운동 형태이다. 앉은 자세, 선 자세, 앉고 일어서기, 보행 시 정상적인 체중지지 및 이동이 어렵게 되어 일상생활에서 전반적인 몸의 움직임에 영향을 받게 된다(Briere 등 2010).

뇌졸중 환자는 정적인 자세를 유지하거나 보행을 하는 동안에 증가된 비마비측으로의 체중지지율로 인해 자세 비대칭을 보인다. 이러한 비대칭성으로 인해 마비측의 발목과 무릎의 자세조절 능력이 감소되어 기능적인 움직임과 보행능력이 저하 된다(Chai 등, 2010). 편마비 환자의 비대칭적인 하지 체중부하율 분포는 선자세의 안정적 유지와 정상적인 운동 패턴을 방해하고 기능적 활동을 제한하여 낙상의 최대 원인이 된다. 보행은 편안하게 선 자세에서 앞으로 나아가는 동작으로 새로운 균형을 잡기 위해 신체 각 분절에서 새로운 움직임이 만드는 것이다(Hwang 등, 2009). 뇌졸중 환자의 보행의 특성은 비대칭적인 체중 지지와 자세와 더불어 족하수, 침족, 전반슬 등이 나타나고, 이에 따라서 체간의 측굴이나 회선 보행 등의 비정상적인 보행이 나타나게 된다(Chang 등, 2009). 보행능력은 기능적 독립성을 이루는데 중요한 항목으로 뇌졸중 환자의 재활과정에서 보행능력의 향상은 중요한 치료의 목표가 된다(Hwang 등, 2009).

균형과 보행에 부정적 영향을 미치는 마비측의 낮은 체중지지율을 높이기 위한 다양한 방법들이 적용되고 있다(Chen 등, 2004). 이러한 균형능력 향상을 위한 재활은 신경학적 손상을 가진 뇌졸중 환자의 재활에서 중요한 항목이다(김창영 등, 2009). 뇌졸중 환자의 균형능력 개선을 위한 훈련방법에는 체중이동 훈련(Channon 등, 2007) 불안정한 바닥면에서의 균형운동(Fiaschi 등, 2008), 체간하부 안정성 강화운동, 과제 중심 순환 훈련, 시청각 피드백 훈련(Cho와 Lee, 2010) 등의 운동을 통한 훈련이 실시되어 효과를 보였다. 그리고 편마비 환자의 보행 시 균형을 조절하기 위

해 보조도구인 지팡이, 목발, 워커 등을 사용하여 보행능력을 향상시켰다(Constantinescu 등, 2007). 선행 연구들의 결과들에서 보여지듯이 체중지지와 균형조절운동은 뇌졸중 환자의 활동력 회복과 보행능력 향상에 매우 효과적이다(Mehrholz와 Pohl 2006).

썩기 깔창은 신발 안에 넣어서 착용하는 보조도구로 썩기 적용 높이와 각도를 조절하여 사용된다. 정상인을 대상으로 썩기 깔창이 보행에 미치는 효과를 알아본 결과 깔창을 적용하지 않은 사람에 비해 입각 중기에서 체중지지율이 유의하게 향상되었고 입각 말기에서 무게중심 압력의 효과적인 감소를 보여 보행의 효율성이 증가하였다(Goodwin 등, 2007). 또한 썩기 깔창은 자세의 변화와 체중의 재분포에 영향을 미쳐 자세적 요통 및 퇴행성 슬관절염을 치료하는데 사용하여 효과가 있었다(Bendrup 등, 2003; Felson 등, 2002). 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 썩기 깔창을 적용한 연구에서는 정적인 선자세에서 비마비측의 신발의 높이와 깔창의 각도 등을 조절하여 마비측으로 체중부하율에 대한 효과를 알아본 결과 외반 방향으로 경사지게 한 썩기 깔창이 가장 대칭적인 체중지지를 만들어주었다(Aruin와 Rodriguez, 2002).

Aruin와 Chadhuri(2000)은 뇌졸중 환자들의 비마비측 다리를 6mm에서 9mm까지 높여줄 경우 점차적으로 마비측으로 체중부하가 이루어진다고 보고하였다(Aruin와 Chaudhuri, 2000). 선행연구들에서 썩기 깔창을 비마비측에 적용한 것과 반대로 Chen 등(2010)은 마비측에 외측 썩기 깔창을 착용하여 체중부하를 개선하고 보행의 입각기 동안에 마비측 무릎 외측에 편중된 체중 부하를 줄이는 효과를 봤다고 보고하였다(Chai 등, 2010). 발의 내반과 외반 형태에 따라 닫힌 사슬에서 하지, 골반, 척추까지 근육과 근막의 긴장을 증가시켜 전반적인 자세 변화를 가져올 수 있다(Figueiredo 등, 2008). 하지만 마비측에 외측 썩기 깔창을 적용하여 발의 외반 형태에 따른 기능적인 효과를 알아본 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구는 뇌졸중환자를 대상으로 마비측 다리에 외측 썩기 깔창을 착용하여 체중지지율의 변화와

동적 자세변화 시 균형능력, 보행 속도에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 뇌졸중 진단받고 대전시 소재 B 재활병원에 입원해서 치료를 받고 있는 보행이 가능한 뇌졸중 환자 27명을 대상으로 하였다. 대상자 선정조건은 뇌졸중의 재발 병력이 없는 자, 발병한지 6개월 이상 된 자, 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자, 독립적인 보행을 10m 이상 가능한 자, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 수행 할 수 있는 인지력을 가진 한국형 간이정신상태 판별검사(MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자, 본 연구에 자발적으로 참여하기로 동의한 자로 정하였다. 대상자들의 일반적 특성은 (Table 1)과 같다. 연구 대상자의 모집과 연구 절차에 대한 모든 과정은 기관생명윤리위원회의 심의를 거쳐 실시하였다.

2. 측정도구 및 방법

1) 외측 썩기 깔창

본 연구에 사용된 외측 썩기 깔창은 코르크(cork and foam)소재를 사용하였으며, 내측에서 외측으로 5° 정도로 외반 경사지게 신발 바닥 안쪽에 부착하였다 (Hachisuka 등, 2003). 연구 대상자들의 균형과 보행 능력 측정은 평상시에 신고 다니던 신발을 착용한 상태로 실시하였다.

Table 1. Demographics of the participants

	Mean±SD	%
Sex(person)		
Male	15	56.6
Female	12	44.4
Age(yr)	56.6±9.2	
Weight(kg)	63.1±7.9	
Stroke type		
Infarction	16	59.3
Hemorrhage	11	40.7
Side of hemiplegia		
Right	13	48.1
Left	14	51.9

2) 체중지지율 대칭지수

선자세에 대한 좌우측 체중지지율을 분석하기 위한 측정도구로 Balancia(Mintosys, Korea)를 사용하였다. 힘판으로부터 X, Y축에 대한 무게중심 정보를 수집하여 전후, 좌우 동요거리와 속도, 체중지지율 등을 출력해준다. 모든 데이터는 100Hz로 샘플링하여 추출하였다. 모든 참가자는 압력판위에 신발을 벗고 팔을 양옆에 내려놓은 자세로 편안하게 선 자세로 측정한다. 깔창의 착용 유무에 따른 측정 순서는 제비뽑기를 통해 무작위로 순서를 정해서 실시하였다. 선 자세의 측정은 모두 눈을 뜬 상태로 30초간 실시하였으며, 3번 측정하여 평균값을 이용하였다. 재측정시 지지면의 변화가 자세 조절에 크게 영향을 미치지 때문에, 표준화 된 측정 결과를 얻기 위해 발 위치를 표시하여 같은 위치에 서 있도록 했다. 비마비측과 마비측 사이의 대칭 지수 (symmetric index, SI)는 Robinson 등(1987)이 제안한 공식에 따라 계산하였다. 대칭지수의 산출 공식은 $SI = (D_{\text{비마비}} - D_{\text{마비}}) / (D_{\text{비마비}} + D_{\text{마비}}) \times 2 \times 100$ 이다. 여기에서 'D마비'는 마비측의 체중지지율을, 반면 'D비마비'는 비마비측의 체중지지율을 나타낸다. 대칭지수의 범위는 -200% ~ 200%이며, 0%는 좌우의 체중지지율이 같다는 것을 의미한다. 음의 값은 마비측의 체중지지율이 크다는 것으로 체중이 마비측으로 더 이동되어 있다는 것을 의미한다.

3) 동적균형 검사

앉고 일어서기 동안의 동적균형을 검사하기 위해 몸의 중앙선과 체중중심 사이의 거리를 측정하여 비교하였다. 환자가 앉은 의자로부터 3 m 떨어진 위치에 카메라를 고정하여 설치하였다. 대상자의 양측 발목과 배꼽에 직경이 2.5cm인 마커를 붙였다. 측정시 대상자의 앉은 자세를 최대한 동일하게 측정하기 위해 발의 위치를 중앙에서 좌우로 10cm씩 거리를 두어 고정하였고 의자에 골반의 위치를 표시하여 같은 위치에 앉도록 하였다. 앉고 일어서기의 동작영상은 다탈피쉬 소프트웨어(Dartfish, Swiss)를 이용하여 분석하였다. 분석방법은 환자의 앉은 자세에서 두 발에 부착된 마커를 연결한 선의 중앙을 잡아 가상의 수직선을 설정하고 이것을 앉고 일어서기의 중앙선으로 한다. 일어서기 동작 동안 배꼽위치의 마커가 이동하는 경로를 추적하여 기록한다. 일어서기 동안 마커의 위치가 중앙 수직선과 가장 많이 떨어진 위치를 찾아서 중앙선으로부터의 거리를 측정하였다(Fig. 1). 총 3번 일어서기 동작을 실시하여 평균값을 사용하였다.



Fig. 1. Sit to standing

4) 보행속도검사

10m 보행 검사는 10m 보행 검사는 신경학적 손상 환자의 보행 능력을 평가할 수 있는 신뢰도와 타당도가 높은 방법으로 널리 사용되고 있다. 보행속도에 대한 평가는 뇌졸중 환자의 보행능력 회복과 수행능력 정도를 볼 수 있는 신뢰도($r=.89\sim 1.00$)가 높은 측정방법이다(Dobkin, 2006; Ahmed 등, 2001).

10m 보행속도를 측정하기 위하여 평평한 10m 보행 통로에서 끝을 알리는 표시판을 두어 10m 지점에 표시를 둔 후, 대상자가 편안한 속도로 10m에 도달하였을 때까지 보행 속도를 디지털 초시계로 측정하였다. 실험 대상자들은 평상시의 보행속도로 보행로의 마지막 표시판까지 걸을 것을 사전에 교육받았다.

3. 통계처리

본 연구에서 측정된 결과는 윈도우용 SPSS ver. 18.0을 이용하여 분석하였고, 대상자의 일반적인 특성은 기술통계량의 평균과 표준편차를 사용하였다. 측정값들의 정규분포 여부를 알아보기 위하여 Shapiro-Wilk 검정을 실시하여 정규분포를 확인하였다. 깔창 착용유무에 따른 체중지지율, 동적균형, 보행속도의 차이를 알아보기 위하여 대응표본 t검정을 실시하였다. 통계적 유의수준은 α 는 0.05로 하였다.

Ⅲ. 결과

1. 체중지지율 대칭지수 비교

외측 췌기 깔창을 착용 전에는 16.13 ± 37.03 으로 비마비측으로의 지지율이 높았으나 착용 후 -7.63 ± 36.37 로 마비측으로 체중의 이동 변화가 있었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2, Fig. 2).

2. 동적균형 비교

외측 췌기 깔창을 착용 전후의 비교 검정은 다음과 같았다. 외측 췌기 깔창을 착용 전의 앉고 일어서기 동작 시 중앙선에서 벗어난 거리는 59.86 ± 30.70 mm였으나, 착용 후 49.21 ± 29.12 mm로 10.65 ± 1.58 mm감

소하였고 유의한 차이가 있었다($p < .05$) (Table 2).

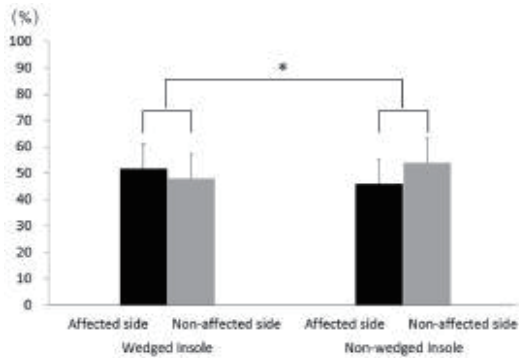


Fig. 2. Comparison of weight distribution between wedged insole and non-wedged insole

3. 보행속도 비교

외측 췌기 깔창을 착용 전후의 보행속도에 대한 비교 검정은 다음과 같았다. 외측 췌기 깔창을 착용 전의 보행속도는 $.44 \pm .20 \text{m/s}$ 이었으나, 착용 후 보행속도는 $.47 \pm .20 \text{m/s}$ 로써 속도의 개선을 보이는 것을 알 수 있었으며, 유의한 차이가 있었다($p < .05$) (Table 2).

IV. 논의

균형이란 뇌졸중 이후 균형 능력의 회복은 뇌졸중 재활과정의 주된 목표이며, 삶의 질을 결정하는 주된 척도가 된다(김창영 등, 2009). 편마비 환자의 균형문제를 해결하기 위한 여러 가지 치료적 중재방법들이 제시되어 왔다. 그 중 췌기 깔창을 적용하여 균형을 개선을 가져온 연구들이 다음과 같이 보이고 있다. 정적인 선 자세에서 췌기 깔창을 적용하고 체성감각과 청각적 피

드백을 함께 주어 대칭적인 체중지지율과 균형을 개선을 보였거나(Fisher 등, 2011), 편마비 환자의 비마비측 신발을 점차적으로 높이거나 췌기각도를 조절하고, 깔창의 소재를 다양하게 적용하여 마비측으로의 체중지지율을 높이는 실험을 통해 외측췌기 깔창이 가장 대칭적인 체중지지를 유도한다고 보고하였다(Aruin와 Rodriguez, 2002).

편마비 환자의 균형훈련에서 하지의 대칭적인 체중지지율이 중요하다. 본 연구에서도 정적인 선 자세에서 외측 췌기 깔창을 적용하여 마비측으로의 체중지지율을 알아 본 결과, 외측 췌기 깔창을 착용하기 전에는 16.13 ± 37.03 으로 비마비측으로 체중지지율이 높았으나, 착용한 후 -7.63 ± 36.37 로 마비측으로 체중지지율이 유의하게 증가한 것을 볼 수 있었다. 발목의 관절위치는 무릎의 정렬과 체중지지에 영향을 미친다(Figueroa 등, 2008). 비마비측에 깔창을 적용한 선행연구들에서는 비마비측 신발의 높이를 증가시켜 마비측으로 체중지지율이 증가하였고(Dickstein 등, 2000), 비마비측 하지의 췌기 각도가 증가함에 따라 체중부하율의 대칭성이 개선된다고 하였다(Aruin와 Rodriguez, 2002). KaKou 등(2003)은 5° 정도의 외측 췌기 깔창이 거골하관절의 외반을 증가시켜 무릎 관절의 외측 쪽으로의 체중 부하를 줄여 통증을 감소시킨다고 보고하였다(Hachisuka 등, 2003).

이와 같은 연구결과를 통해 깔창의 적용이 체중지지율에 영향을 주며 외측에 적용한 췌기 깔창은 무릎 외측으로 부하되는 체중을 감소시켜 안정적인 체중지지를 만들어 하지의 자세조절이 쉬워져 균형을 개선을 가져왔다고 생각된다.

본 연구에서는 앉고 일어서기 시 비마비측으로 편중

Table 2. Comparison of non-wedged insole and wedged insole

	Wedged insole	Non-wedged insole	t	p
Weight distribution symmetric index	$-7.63 \pm 36.37a$	16.13 ± 37.03	3.26^*	.003
Midline excursion (mm)	49.21 ± 29.12	59.86 ± 30.70	2.39^*	.025
Gait velocity (m/s)	$.47 \pm .20$	$.44 \pm .20$	-3.90^*	.001

aM±SD, *p<0.05

된 비대칭적인 하지 체중부하를 줄여 안정성을 높이기 위해 외측 췌기 깔창을 착용하고 앉고 일어서기를 실시하였다. 그 결과 외측 췌기 깔창의 착용전 비마비측방향으로 무게중심이 $59.86 \pm 30.70\text{mm}$ 밖에 있었으나, 착용 후 무게중심이 $49.21 \pm 29.12\text{mm}$ 로 중앙선에 가깝게 $10.65 \pm 1.58\text{mm}$ 만큼 이동하였다. 이는 깔창을 착용하기 전보다 체간이 중앙으로 이동한 모습을 보여주었다. 본 연구를 통해 동적 자세 동요가 감소되었고, 앉고 일어서기 동안 안정적으로 동작을 수행하였으며, 기립 후 대칭적인 자세를 유지하였다. 뇌졸중 환자는 앉고 일어서기 시 비마비측에 많은 체중지지를 하고 동작을 수행하는 시간이 오래 걸리며, 내·외측 압력중심의 이동거리의 차이도 크게 나타난다. 하지만 정상 성인의 경우 앉은 자세에서 일어서기와 선 자세에서 앉기를 하는 동안 양쪽 하지의 체중지지를 비슷하게 나타낸다(Chou 등, 2003). 뇌졸중 환자들은 불안정적인 앉고 일어서기 동작을 보상하기 위해 엉덩이 떼기 시 비마비측으로 체중을 지지하거나, 비마비측 발을 마비측 발보다 뒤쪽에 배치하여 일어나는 방법을 사용하거나 팔을 이용하여 일어서기를 시도한다(Carr 등, 2003). 뇌졸중환자의 안정적인 앉고 일어서기 동작을 실시하기 위해서는 먼저 충분한 관절 회전력, 지지면에서 압력중심을 안정적으로 이동시키는 능력과 상황에 따라 일어나는 전략을 수정하는 능력이 필요하다(Camargos 등, 2009). 깔창의 적용으로 발생한 지지면의 변화로 앉고 일어서는 동안 편중되지 않은 체중의 분배를 통해 중앙선에 가깝게 무게중심이 유지되어 흔들림이 줄어 동적 균형이 향상된 것으로 생각된다.

본 연구에서는 보행 능력을 측정하기 위해 10 m 보행검사를 실시하였다. 10m 보행검사에서 외측 췌기 깔창을 착용 전 $.44 \pm .20\text{m/s}$ 에서 착용 후 $.47 \pm .20\text{m/s}$ 로 유의하게 증가하여 속도의 개선을 보이는 것을 알 수 있었다. 자세 조절에서 대칭적 선 자세는 이동능력의 적절한 기능을 위한 기본 요소이며 비대칭성 동작은 앉고 일어서기, 보행 및 선 자세 유지에서 낙상의 주원인으로 제시되고 있다(Dickstein 등, 1984). 뇌졸중 환자들의 보행에 있어서 상대적으로 약한 마비측의 근력

향상이 보행속도, 보폭, 체중지지를 향상시킬 수 있기 때문에 마비측 근력 강화의 필요성이 강조된다(Aruin 등, 2000; 이동엽 등, 2009).

Chen 등(2010)의 연구에서 마비측에 깔창을 착용 후 보행을 실시하였을 때, 엉덩이와 무릎의 외전근에 부하를 줄이는 경향이 있으며, 마비측 체중부하의 증가는 중추신경계 압력수용기에 피드백을 증대시켜 보행대칭을 개선시킨다고 보고하였다(Chai 등, 2010). 본 연구에서도 지금까지의 결과와 같이 체중분배의 안정성과 동적균형의 향상으로 보행속도가 증가한 것으로 생각한다. 또한 췌기 깔창의 적용이 초기 접촉 시에 충격을 흡수하여 발목 관절에 안정성을 높여주고 내전을 증가시켜 체중지지에 개선을 가져왔으며(Bowker 등, 2003; Akai 등, 2004), 이로 인해 균형의 안정성이 높아져 보행속도의 개선을 가져왔다고 생각한다. 이와 같은 보행속도의 향상은 재활훈련의 마지막 단계로서, 보행능력의 향상은 뇌졸중 환자들이 지역사회로 복귀해 적극적으로 사회활동에 참여할 수 있는 기회를 제공한다(Cho와 Lee, 2010).

본 연구의 제한점은 외측췌기 깔창 착용 후 즉시효과에 대한 측정이기 때문에 장기적인 효과에 대해서는 알 수가 없었다. 하지만 본 연구의 결과를 통해 외측 췌기 깔창을 착용하여 발목의 내반을 방지하여 기립자세에서 대칭적인 자세의 변화를 가져왔다. 또한 앉고 일어서기의 동적활동시에도 무게중심이 몸의 중앙쪽으로 이동하여 동적안정성이 증가하였으며 보행속도가 증가하는 효과를 알 수 있었다. 향후 뇌졸중 환자의 기능적 활동의 향상을 위한 중재에 다양한 높이와 방법으로서의 외측 깔창에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

V. 결 론

연구의 목적은 뇌졸중환자를 대상으로 마비측 다리에 외측 췌기 깔창을 착용하여 체중지지율의 변화와 동적 자세변화시 균형능력, 보행 속도에 미치는 효과를 규명하는 것이었다.

최종 연구에 참여한 대상자는 27명으로 외측 췌기 깔

창의 착용 유무에 따라 체중지지율과 동적균형 그리고 보행속도를 평가하여 비교하였다. 체중지지율은 외측 썸기 깔창을 착용 후 비마비측에서 마비측으로의 유의하게 이동하였다($p < .05$). 또한 깔창을 적용한 군에서 앉고 일어서기시 무게중심이 중앙선에 가깝게 이동하였고($p < .05$), 10m 보행 검사에서도 보행속도의 유의한 향상을 확인하였다($p < .05$).

위와 같은 결과를 통해 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 외측 썸기 깔창의 적용이 체중지지율의 대칭성을 향상시켜주고 균형과 보행의 증가에 도움이 되는 방법임을 확인하였다.

참고 문헌

김창영, 이동엽, 이석민, 신원섭. 체간의 안정화운동이 뇌졸중 환자의 동적 균형에 미치는 효과. 한국산학기술학회논문지. 10(9):2509-2515, 2009.

이동엽, 이승원, 신원섭. 가정용 게임기를 이용한 재활 운동이 뇌졸중 장애인의 보행 능력에 미치는 효과. 한국산학기술학회논문지. 11(1):368-374, 2009.

Ahmed S, Higgins J, Finch LE et al. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. Arch Phys Med Rehabil. 82(9):1204-1212, 2001.

Akai M, Kakihana W, Nakazawa K et al. Changes of joint moments in the gait of normal subjects wearing laterally wedged insoles. Am J Phys Med Rehabil. 83(4):273-278, 2004.

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

Aruin AS, Chaudhuri G, Hanke T et al. Compelled weightbearing in persons with hemiparesis following stroke: the effect of a lift insert and goal-directed balance ex-

ercise. J Rehabil Res Dev. 37(1):65-72, 2000.

Aruin AS, Rodriguez GM. 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.

Camargos AC, Rodrigues-de-Paula-Goulart F, Teixeira-Salmela LF. The effects of foot position on the performance of the sit-to-stand movement with chronic stroke subjects. Arch Phys Med Rehabil. 90(2):314-319, 2009.

Bendrup AP, Bird AR, Payne CB. The effect of foot wedging on electromyographic activity in the erector spinae and gluteus medius muscles during walking. Gait Posture. 18(2):81-91, 2003.

Bowker P, Nester CJ, Van der Linden ML. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. Gait Posture. 17(2):180-187, 2003.

Briere A, Gravel D, Lauziere S et al. Perception of weight-bearing distribution during sit-to-stand tasks in hemiparetic and healthy individuals. Stroke. 41(8):1704-1708, 2010.

Carr JH, Shepherd RB, Stroke Rehabilitation : guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Edinburgh: Butterworth Heinmann, 2003.

Chai HM, Chen CH, Chen HL et al. Immediate effect of lateral-wedged insole on stance and ambulation after stroke. Am J Phys Med Rehabil. 89(1):48-55, 2010.

Channon EF, Dean CM, Hall JM. Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised trial.

- Aust J Physiother. 53(2):97-102, 2007.
- Chang JS, Choi YW, Lee MH et al. The Correlations between Gait Speed and Muscle Activation or Foot Pressure in Stroke Patients. J Kor Soc Phys Ther. 21(3):47-52, 2009.
- Chen CL, Cheng PT, Hong WH et al. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 83(1):10-16, 2004.
- Cho KH, Lee WH. The Effects of Two Motor Dual Task Training on Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke. J Kor Soc Phys Ther. 22(4):7-14, 2010.
- Constantinescu R, Deeley C, Kurlan R et al. Assistive devices for gait in Parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord. 13(3):133-138, 2007.
- Chou SW, Hong WS, Leong CP et al. Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 82(1):42-47, 2003.
- Dickstein R, Laufer Y, Marcovitz E et al. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. Clin Rehabil. 14(2):125-129, 2000.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T et al. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. Phys Ther. 64(1):19-23, 1984.
- Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials?. Neurology. 66(4):584-586, 2006.
- Felson DT, Goggins J, Kaplan RJ et al. Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 83(7):889-893, 2002.
- Fiaschi A, Gandolfi M, Picelli A et al. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. Neurol Sci. 29(5):313-319, 2008.
- Figueiredo EM, Fonseca ST, Kirkwood RN et al. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. Man Ther. 13(6):513-519, 2008.
- Fisher BE, Kovindha A, Sungkarat S. Efficacy of an insole shoe wedge and augmented pressure sensor for gait training in individuals with stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 25(4):360-369, 2011.
- Goodwin CR, Perry SD, Radtke A. Influence of footwear midsole material hardness on dynamic balance control during unexpected gait termination. Gait Posture. 25(1):94-98, 2007.
- Hachisuka K, Kakou H, Nagao Y et al. [The clinical effect of lateral wedge on hemiplegic weight bearing. J UOEH. 25(4):441-446, 2003.
- Herzog W, Nigg BM, Robinson RO. Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. J Manipulative Physiol Ther. 10(4):172-176, 1987.
- Hwang BY, Kim EJ, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke. J Kor Soc Phys Ther. 21(4):17-22, 2009.
- Jenner JR, Kirker SG, Simpson DS et al. Stepping before standing: hip muscle function

in stepping and standing balance after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 68(4):458-464, 2000.

Kim JH. A Study on the Correlation between Static, Dynamic Standing Balance Symmetry and Walking Function in Stroke. *J Kor Soc Phys Ther*. 24(2):73-81, 2012.

Mehrholz J, Pohl M. Immediate effects of an individually designed functional ankle-foot orthosis on stance and gait in hemiparetic patients. *Clin Rehabil*. 20(4):324-330, 2006.