

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제11권 제2호, 2013년 12월  
*J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*  
Vol.11, No.2, December 2013, pp.95~102

## 연성면에 따른 양발지지와 한발지지 시 족저압 비교

이전형 · 정형재 · 김신균\*

대구보건대학교 물리치료과

## The Comparison of Plantar Pressure on Double Limb Support and Single Limb Support according to Soft Surface

Jeon-Hyeong Lee, PT, PhD; Hyeung-Jae Chung, PhD; Shin-Gyun Kim, PT, MS\*

*Dept. of Physical Therapy, Daegu Health College*

### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this study was to investigate a plantar pressure distribution and the trajectory of the center of pressure on double limb support and single limb support according to level surface, air cushion, and aero step.

**Methods** : 21 healthy adults participated in this study. The plantar pressure were assessed at three different surface conditions(on the level surface, air cushion, and aero step) on double limb support and single limb support. Testing orders were selected randomly.

**Results** : Plantar pressure distribution show a significant difference contact area 1 and contact area 3 on double limb support and single limb support. The trajectory of the center of pressure show an significant difference anteroposterior(AP), mediolateral(ML), and total displacement on double limb support and single limb support.

**Conclusion** : Through the use of soft surface as air cushion and aero step will be using the ankle strategy. This will be to strengthen the muscles around the ankle. Consequently, should help to improve stability and coordination.

**Key Words** : Plantar pressure, Soft surface, Balance

## I. 서론

균형은 신체의 기저면 내에서 무게중심을 유지하기 위한 지속적인 자세의 조절과 적응의 과정이다(Bo-bath, 1990). 인체는 균형 능력을 통해 휴식상태나 동작을 수행할 때 모두 평형 상태를 유지하려 하며 불안정한 상황에서도 움직임이 현 상태에서 크게 벗어나지 않으려고 하는 안정 체계(stable system)를 사용하고 있다(Brauer, 1998). 안정 상태라는 것은 신체 중심(center of gravity: COG)이 신체 지지면 안에 유지된다는 것을 의미하는데(Shumway-Cook과 Woollacott, 2007), 신체의 균형이란 인간이 일상생활을 영위해 나가고 특정 목표를 가진 활동을 수행하는 과정에서 가장 기본이 되는 요소이다(Horak, 1987; Wade와 Jones, 1997). Nichols 등(1996)은 최소한의 자세동요로 신체중심을 신체 지지면 안에 유지하는 능력이라고 하였다. 이러한 신체 균형능력은 고정된 지지면에서 흔들림 없이 서 있을 수 있는 정적균형과 움직임을 수행할 때의 균형인 동적균형으로 나누어지는데, Horak과 Nashner(1986)는 균형 조절 능력은 전정기능, 시각정보, 고유수용성감각, 근 골격계, 인지능력들의 상호작용이 필요한 복합적인 결과이며 일상생활 활동과 독립적인 보행을 수행할 수 있는 필수적인 요소라고 하였다.

이러한 균형 능력을 향상시키기 위한 다양한 연구들이 시행되었는데, O'Sullivan 등(1997)은 지면과 같은 정적인 환경보다는 치료용 공위와 같은 동적인 환경에서 중심 안정성 운동(core stability exercise)을 수행하는 것이 고유수용기를 자극하여 균형 감각과 균형 유지 능력을 극대화 시킨다고 하였으며, Hall과 Brody(1999)는 체간 안정화 운동의 강도를 점진적으로 높여주기 위한 방법으로 치료용 공(ball)이나 전정균형판, 폼롤(form roll)등과 같이 지지면의 불안정성 정도를 증가시키면서 시행하는 운동 방법들을 보고 하였다.

족저압(plantar pressure)은 인체의 균형 정도를 반영하는 하나의 지표로서, 운동 과학의 임상 분야와 연구 분야에서 많은 관심을 갖고 있는 측정 대상 중 하

나이다(노정석과 김택훈, 2001). 족저압은 신발 속에 압력 감지 시스템을 사용하여 측정할 수 있는데, 신발 삽입형 족저압 측정기는 다양한 센서를 사용하여 발과 신발 사이에서 발생하는 압력을 측정할 수 있어, 발의 각 부위별 압력에 대한 시간적, 양적 자료들을 제공하므로 다양한 목적으로 사용되고 있을 뿐만 아니라(김효정, 2008), 압력분포의 측정과 분석을 통하여 부상의 진단 및 치료에도 이용될 수 있다(이중숙 등, 2004).

김용재 등(2004)은 구두의 굽 높이가 높아질수록 족저압이 높아지며 발의 회외 운동이 크게 일어날 수 있다고 보고하였으며, Minns와 Craxford(1984)는 류마티스 환자의 경우 중족골두(metatarsal head) 위의 최고 압력이 건강한 사람보다 2-3배 정도 높다고 하였다. 또한 최근에는 뇌졸중 족저압 중심의 이동 특성이 뇌졸중 편마비 환자의 균형능력과 치료를 위한 평가 도구로 널리 활용되고 있다(김경 등, 2000; 박지원 등, 2005).

Shumway-Cook과 Woollacott(2007)에 의하면 자세조절은 지지면과 접촉하고 있는 발로부터 입력되는 체성감각(somato sensory) 정보에 의존하고 있다고 하였다. 안정한 지지면과 불안정한 지지면은 서로 다른 체성감각을 자극하는데, 불안정한 지지면인 에어로 스텝(aero step)은 체성감각계, 전정계, 시각계 등의 감각기관은 물론 중추신경계도 활성화시킬 수 있다. 그리고 신경계의 빠른 반응을 요구하며 즉각적인 피드백을 통해서 매우 짧고 신속한 움직임을 촉진 시켜 주고, 안전하게 자신의 체력수준에 맞게 운동 강도를 조절할 수 있게 한다. 또한 자세 불균형을 개선시켜 보행 속도를 개선할 수 있다. 따라서, 불안정한 지지면에서 기립 균형을 이루는 노력 자체만으로도 다양한 반작용력(reaction force)을 갖게 하고 건, 인대, 그리고 관절의 수용기를 모두 활성화시킬 수 있다(이선희, 2007).

지금까지의 연구들은 안정된 지지면에서의 운동이 대부분 이루어졌으며, 물리치료실에서 흔히 접하는 에어쿠션이나 에어로 스텝과 같은 운동 도구를 사용했을 때 발의 족저압 및 압력중심 이동에 관한 연구들은 부

족한 실정이다.

본 연구는 20대 정상 남성 성인에게 안정성이 서로 다른 세 지지면 즉 평지, 에어쿠션, 에어로 스텝에서 다양한 중재(양발서기, 한발서기)에 따라 균형을 잡으려 할 때 족저압 분포에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상 및 연구기간

본 연구는 2013년 6월 24일부터 7월 6일까지 ○○대학교에 재학 중인 신체 건강한 성인남성 21명을 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

- 가. 최근 1년간 정형 외과적 손상이 전혀 없는 자
- 나. 신경외과적인 질환이 없는 자
- 다. 족부에 특이한 피부질환이나 외과적 질환이 없는 자
- 라. 복시(diplopia)나 시야(visual field) 결손과 전정기관 이상이 없는 자
- 마. 세 가지 다른 지지면 위에서 있는 동안 현기증이 유발되지 않는 자

본 연구에 참여한 모든 대상자는 연구내용을 충분히 이해할 수 있도록 실험 전에 연구목적과 방법에 대하여 설명을 들었고 자발적으로 실험에 동의하였다.

### 2. 연구 도구 및 측정방법

#### 1) 측정 도구

본 연구에서는 F-scan ver 5.83 system (Tekscan Inc, South Boston, USA)을 이용하여 지지면 조건에 따른 족저압 비교를 측정하였다.

F-scan system은 압력탐색센서(inside sensor), 변환장치(Cuff Units), 변환장치와 컴퓨터를 연결하는 케이블(Cuff Cable), PCI Interface Board(Super Receiver), 변환장치를 발목에 부착하기

위한 밴드(Velcro Ankle Band), 데스크 탑 컴퓨터로 구성되어 있다. 센서는 신발 크기에 맞게 잘라서 신발 내에 넣어 족저압을 측정 할 수 있는 신발 내 삽입형(in-shoe type)으로, 960개의 압력 감지점이 5mm 간격의 격자형식으로 균일하게 분포되어 있는 두께0.2mm의 얇고 잘 구부러지는 필름 형태로 되어 있다(문혜원 등, 1995).

#### 2) 측정 방법

본 연구에서는 양발서기와 한발서기에서 족저압 및 중심 이동경로 변화를 분석하기 위해서 다양한 지지면을 이용하여 측정하였다.

지지면은 평지, 에어쿠션, 에어로 스텝 세 가지 조건으로 이루어진다. 이러한 세 가지 조건에서, 양발로 선 상태, 한발로 선 상태에서 10초간 유지하도록 하여 족저압 및 중심 이동경로를 측정하였다. 그리고 양발로 선 상태에서는 발을 어깨 넓이만큼 벌려 유지하라고 하였고, 한발로 선 상태에서는 지지면의 중심에 맞춰 유지하라고 지시하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Three surface conditions

신발크기에 맞게 재단이 된 센서를 양측 신발 내에

삽입을 하고, 대상자들에게 양말을 신은 상태에서 개개인의 발에 맞는 신발을 신고 각 지지면에서 조건에 맞게 자세를 취한 후 설명에 따라 10초간 유지하였다. 그리고 나서 대상자들로 하여금 시선을 전방으로 향하게 하고 각 지지면마다 균형을 잡은 후 30초 쉬고 다시 다른 지지면에서 측정을 하였다.

F-scan research 5.83 프로그램을 이용해 자료를 처리하고, 발바닥의 부위별 압력분포를 알아보기 위해 전 내·외측, 중 내·외측, 후 내·외측 6개의 구역으로 나누어 접촉 면적을 구하였고(Fig 2), 압력 중심의 이동거리는 전·후, 좌·우, 전체 거리를 분석 하였다.

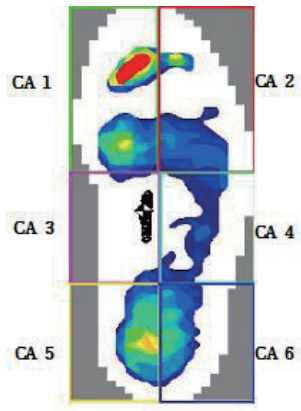


Fig. 2. Six division of plantar foot region.

### 3. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 12.0 for window version을 이용하여 족저압 및 중심이동거리를

측정하였다. 평지, 에어쿠션, 에어로 스텝 조건에 따른 양발선 자세와 한발선자세를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One way ANOVA)을 실시하였고, 사후검정으로는 LSD(Least Significance Difference)를 사용하였다. 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

## III. 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 성인 남자 21명을 대상으로 하였고, 일반적 특성은 평균 연령  $24.52 \pm 0.28$ 세, 평균 신장  $175.95 \pm 1.12$ cm, 평균 몸무게  $72.52 \pm 2.01$ kg 이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of study subjects

(N=21)		
Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
$24.52 \pm 0.28$	$175.95 \pm 1.12$	$72.52 \pm 2.01$

Values are Mean  $\pm$  SD

### 2. 양발로 서있을 때 그룹 간 족저압 비교

눈뜨고 양발로 서있을 때 지지면 종류에 따른 비교에서 CA 1과 CA 3에서 유의한 수준의 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ). CA 1에서는 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝에서 유의한 차이 값을 보였고, CA3에서는 평지와

Table 2. Change of plantar foot pressure on double limb standing

	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	CA 5	CA 6
level surface	$13.36 \pm 5.25$	$17.26 \pm 5.15$	$1.54 \pm 1.17$	$16.49 \pm 10.23$	$13.44 \pm 2.78$	$13.92 \pm 3.46$
Air Cushion	$20.72 \pm 5.53$	$16.35 \pm 6.55$	$3.38 \pm 2.28$	$17.11 \pm 9.96$	$14.37 \pm 2.88$	$13.65 \pm 3.81$
Aero Step	$21.21 \pm 3.87$	$17.14 \pm 6.52$	$1.70 \pm 1.04$	$11.76 \pm 9.27$	$14.66 \pm 2.18$	$14.39 \pm 4.37$
F	16.68	.14	8.59	1.86	1.22	.19
p	.00*ac	.87	.00*ab	.16	.30	.82

Values are Mean  $\pm$  SD, \* $p < 0.05$ , CA : Contact Area  
 a significant difference between level surface and air cushion,  
 b significant difference between air cushion and aero step,  
 c significant difference between level surface and aero step

에어쿠션, 에어쿠션과 에어로 스텝에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 그리고 중심이동 거리에서는 전후, 좌우, 전체 이동경로에서 유의한 차이 값을 보였다( $p < .05$ ). 전후, 좌우, 전체이동경로에서 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝 모두에서 유의한 차이 값을 보였다( $p < .05$ )(Table 2, 3).

### 3. 한발로 서있을 때 그룹 간 족저압 비교

눈뜨고 한발로 서있을 때 지지면 종류에 따른 비교에서 CA 1과 CA 3에서 유의한 수준의차이가 있었다( $p < .05$ ). CA 1에서는 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝에서 유의한 차이 값을 보였고, CA3에서는 평지와 에어쿠션, 에어쿠션과 에어로 스텝에서 유의한 차이를

Table 3. Change of COP on double limb standing

	AP	ML	Total
level surface	17.09±9.27	4.13±2.48	16.82±8.91
Air Cushion	31.51±17.15	8.84±5.02	32.77±17.77
Aero Step	27.57±15.13	7.40±5.32	29.90±16.62
F	5.74	6.13	6.78
p	.01*ac	.00*ac	.00*ac

Values are Mean±SD, \* $p < .05$ , AP : Anterior Posterior, ML : Medial Lateral  
 a significant difference between level surface and air cushion,  
 b significant difference between air cushion and aero step,  
 c significant difference between level surface and aero step

Table 4. Change of plantar foot pressure on single limb standing

	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	CA 5	CA 6
level surface	13.73±5.16	17.50±5.08	1.71±1.34	18.02±9.80	13.92±2.39	14.15±3.31
Air Cushion	23.93±4.07	18.57±5.04	4.56±2.72	19.05±9.98	15.18±3.00	15.32±4.12
Aero Step	22.43±4.14	16.91±5.96	2.10±1.40	13.76±9.78	14.95±2.52	15.34±5.17
F	31.64	.51	13.49	1.70	1.34	.54
p	.00*ac	.60	.00*ab	.19	.27	.59

Values are Mean±SD, \* $p < .05$ , CA : Contact Area  
 a significant difference between level surface and air cushion,  
 b significant difference between air cushion and aero step,  
 c significant difference between level surface and aero step

Table 5. Change of COP on single limb standing

	AP	ML	Total
level surface	15.91±7.78	4.19±2.07	16.63±7.74
Air Cushion	55.11±24.17	11.27±5.58	54.90±25.26
Aero Step	42.77±22.20	7.79±4.98	44.01±22.15
F	22.25	13.12	20.62
p	.00*abc	.00*abc	.00*ac

Values are Mean±SD, \* $p < .05$ , AP : Anterior Posterior, ML : Medial Lateral  
 a significant difference between level surface and air cushion,  
 b significant difference between air cushion and aero step,  
 c significant difference between level surface and aero step

보였다( $p < .05$ ). 그리고 중심이동 거리에서는 전후, 좌우, 전체 이동경로에서 유의한 차이 값을 보였다( $p < .05$ ). 전후, 좌우이동경로에서는 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝, 에어쿠션과 에어로 스텝 모두에서 유의한 차이 값을 보였고, 전체 이동경로에서는 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝에서 유의한 차이 값을 보였다( $p < .05$ )(Table 4, 5).

#### IV. 토론

정상적인 균형 조절을 위해서는 신체가 자세를 유지하고, 조절할 수 있는 동적인 근육 조직의 근 긴장도가 필요하고, 또한 구심성 감각 입력의 수용과 원심성 운동실행 능력의 조화가 이루어 져야 한다(황성수, 1997). 균형은 일상생활의 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며, 신체를 평형상태로 유지시키는 능력이고, 운동이나 이동에 필요한 기본적인 요소이다(Cohen 등, 1993).

균형수행력 검사 방법에는 힘판(force platform) 등의 장비를 이용한 정적 또는 동적 자세 흔들림을 검사하는 방법 및 불안정한 지지면에서 자세 조절계의 운동반응을 근전도를 이용해 분석하는 방법, 정량적 평가와 시간으로 측정하는 롬버거 검사, 변형된 롬버거 검사, 한발로 서기 검사, 버그 균형검사, 균형과 감각 상호작용 검사, 일어나서 가기 검사가 있다(Irragang 등, 1994). 그러나 컴퓨터화된 힘판과 운동분석기, 족압 분석기 등을 이용하면 치료사들이 더욱 정확한 균형과 전체적인 기능을 평가 할 수 있다고 보고하였다(Horak, 1987).

이에 본 연구에서는 족저압을 측정할 수 있는 장비를 사용하여 안정지면인 평지와 불안정 지면인 에어로 스텝과 에어쿠션을 이용한 지지면 조건에 따른 족저압과 중심이동경로를 비교 측정하였다.

본 연구에서 족저압의 변화는 양발로 3가지 지지면의 값을 측정한 결과 쿠션과 스텝에서의 CA 1과 CA 3에서 유의한 값을 보였고, 한 발로 3가지 지지면의 값을 측정한 결과 쿠션과 스텝에서의 CA1, 3에서 유의 값이 나타났다.

선행 연구에서는 불안정 지지면에서 다양한 조건하에서 균형능력을 측정하여 시각조건, 지지면의 안정도, 지지발에 따른 차이가 있는지 알아보았고, 정적균형능력과 동적 균형능력간의 상관성 그리고 체중, 신장과 균형능력간의 상관성에 대해 연구하여 지지면 안정도를 다르게 하여 균형지수를 측정한 결과 모든 조건에서 지지면이 불안정할 수록 균형지수가 유의하게 증가한 것을 알 수 있었다(권오윤과 최홍식, 1996).

선행연구와 유사하게 본 연구에서도 불안정 지지면에서 많은 족저압 변화를 보였다. 불안정 지지면에서 양발로 서있을 때와 한발로 서있을 때 모두에서 발의 내측의 앞쪽과 중간에 지지면적이 증가한 양상을 보였는데 이는 균형을 잡기위해 발의 내측의 힘을 주어 균형을 잡는다는 것을 보여주는 것이다.

본 연구에서 중심이동경로를 살펴보면 양발로 선 자세에서 전·후, 좌·우, 전체이동경로에서 유의한 변화를 보였고, 특히 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝에서 유의한 변화를 보였다. 한발로 선 자세에서도 전·후, 좌·우, 전체이동경로에서 유의한변화를 보였고, 전·후, 좌·우에서는 평지와 에어로 스텝, 평지와 에어쿠션, 에어쿠션과 에어로 스텝 모두에서 유의한 차이를 보였고, 전체이동경로에서는 평지와 에어쿠션, 평지와 에어로 스텝에서 유의한 차이 값을 보였다.

족저압 중심의 전·후 이동 변위는 운동성을 의미하고, 내·외의 이동 변위는 안정성을 의미하는데, 보행시 족저압 중심의 이동이 전·후 방향을 중심으로 일어나고, 내·외측으로의 이동이 상대적으로 적을 경우 안정성을 제공함으로써 운동성을 증가시키는 효율적인 보행이라고 하였으며(김정태와 박성현, 2005; 박지원 등, 2005), Nichols 등(1995)은 지지면의 조건에 따라 중심점이 y축으로 이동한다고 하였고, 한진태 등(2008)은 방향전환각도가 커질수록 각 영역별 최고 족저 압력 값은 엄지발가락 영역과 전족부 내측에서는 증가하였고 전족부 중앙과 외측 그리고 후족부에서는 감소하였다. 방향전환 각도가 증가할수록 발가락 부위(CA 1)와 전족부 내측의 최고 압력 값이 증가하는 것과 상대적으로 외측부와 후족부의 족저 최고 압력이 감

소한 것은 방향전환을 위해 발가락 영역과 전족부 내측이 방향전환의 축으로 사용되어 족저압이 증가되었고 보행의 추진력을 얻기 위해 지면을 세게 밀어내면서 압력이 증가된 것으로 판단된다고 하였다.

선행연구와 유사하게 본 연구에서도 양발·한발로 평지, 에어쿠션, 에어로스텝위에서 측정된 값들을 비교해 보았을 때 한발로 불안정한 지지면 에어쿠션과 에어로스텝을 지지했을 때 전·후 이동변위 값(운동성)이 평지에서 보다 더 높게 나타났고, 내·외측 이동변위 값(안정성)이 평지에서 보다 균형을 잡기위해 내·외측으로 더 지지하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 양발보다 한발로 섰을 때 운동성과 균형을 잡기위해 안정성이(ML값) 양발보다 한발로 측정했을 때 더 많이 요구되었음을 볼 수 있다.

불안정한 지지면에 서있을 때 대상자들은 균형을 유지하기 위해 발의 내측의 앞쪽과 중간에 힘을 주는 것으로 나타났고, 압력 중심이동거리의 변화에서도 전후, 좌우, 전체이동거리 모두에서 평지와 비교했을 때 유의한 차이값을 보여 준 것으로 보아 발목전략을 최대한 사용함으로써 균형을 잡은 것으로 보여지며, 특히 발목의 전내측의 면적 증가는 발목이 가쪽번짐 되는 경향이 나타나서 이와 관련된 근육이 많이 사용되는 것으로 보여진다.

본 연구의 결과를 모든 사람들에게 일반적으로 적용하기에는 제한이 있다. 그 이유는 개개인의 생활습관, 보행패턴, 균형능력 등의 변수를 완벽하게 통제하지 못했다는 것, 그리고 실험에 참여한 인원이 너무 적었다는 것이다. 이에 향후 연구에서는 실험 중재 기간을 중장기적으로 계획하고 변수를 보다 철저히 보완한 다양한 연구가 이뤄진다면 젊은 성인들의 자세균형에 긍정적인 도움이 될 수 있는 결과를 얻을 것으로 생각되어진다. 그리고 균형 감각이 떨어지는 환자에게는 먼저 안정적인 면에서 양발로 서서 발의 앞쪽으로 균형을 잡는 운동을 먼저 실시 한 후 균형능력이 향상되면 점차적으로 불안정한 면에서의 운동을 실시하고 균형능력이 더 좋아지면 더 어려운 중재, 한발로 불안정한 면에서의 운동 방향으로 나아가면 환자의 발목부상을 줄이

고, 안정성 향상에도 도움이 될 것이다.

## V. 결론

본 연구는 정상성인을 대상으로 불안정한지지면 조건에서의 서있는 자세와 안정한 지지면 조건에서의 서있는 자세를 비교하였을 때 족저압 분포와 압력중심이동의 차이를 알아보고자 실시하였다.

본 연구의 결과 불안정한 지지면에서 균형을 잡기 위해 양발로 서있는 자세와 한발로 서있는 자세 모두에서 압력분포가 앞내측면에 유의한 증가를 보였고, 중심이동거리는 내외, 앞뒤, 전체 거리에서 유의하게 증가된 양상이 나타났다.

이상의 결과들을 들을 종합적으로 분석하면 압력분포는 전내측에 증가하여 가쪽번짐의 힘이 나타난 것으로 보여 지고, 압력중심이동거리를 보면 모든 방향에서 동요가 심해진 것을 볼 수 있었다. 이를 바탕으로 연성면 운동은 발목 전략을 많이 사용하면서 균형을 잡게 되어 발목의 다양한 근육 사용을 유발시켜 안정성 향상에 도움이 될 것이다.

## 참고 문헌

- 권오윤, 최홍식. 불안정 발판에서 20대 연령의 균형능력평가. 한국전문물리치료학회지. 3(3):1-11, 1996.
- 김경, 박영한, 배성수. 발 압력 측정계(F-mat과 F-scan)의 신뢰성과 타당성에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 12(2):29-37, 2000.
- 김용재, 지진구, 김정태 등. 20대 여성의 신발 종류에 따른 족저압 영역별 비교 연구. 한국운동역학회지. 14(3):83-98, 2004.
- 김정태, 박성현. 성인 여성의 체중별 족저압 중심이동 분석. 경남체육연구. 10(1):59-65, 2005.
- 김효정. 체중이동훈련이 편측 뇌성마비 아동의 족저압 양상에 미치는 영향. 대구대학교 대학원. 석사학위논문. 2008
- 노정석, 김택훈. Parotec System 을 이용한 족저압

- 측정의 신뢰도. 한국전문물리치료학회지. 8(3):35-41, 2001.
- 문혜원, 박상일, 나은우 등. F-scan system을 이용한 정상인의 보행 시 족저압 분포. 대한재활의학회지. 19(2):289-295, 1995.
- 박지원, 남기석, 백미연. 편마비 보행 시 족저 압력 중심의 이동특성과 동적균형능력의 상관관계 연구. 한국전문물리치료학회지. 12(1):11-21, 2005.
- 이선희. Aero-step 운동과 Weight training 운동이 남성 노인의 넘어짐 관련 자세, 체질, 지질, 호르몬에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사 학위 청구 논문. 2007.
- 이중숙, 김용재, 박승범. 기능성 전문테니스화의 족저 압력분포 분석. 한국운동역학회지. 14(3):99-118, 2004.
- 한진태, 류태범, 이해정. 정상 성인의 보행 중 방향전환에 따른 족저압 분포의 분석. 운동과학. 17(4):515-523, 2008.
- 황성수. 전정각 자극이 중추 신경계 기능 부전 아동의 균형과 기본적 심리작용에 미치는 영향. 단국대학교 대학원. 석사학위논문. 1997.
- Bobath B. Adult Hemiplegia Evaluation and Treatment, 3rd Edition. London: Heinemann, 11-19, 1990.
- Brauer SG, Mediolateral posture stability: changes with age and prediction of fallers, Doctoral Dissertation, University of Queensland, 1998(6).
- Cohen H, Blatchiy CA, and Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. Phys Ther. 73(6):346-354, 1993.
- Hall CM, & Brody LT. Therapeutic Exercise: Moving toward function. 1st ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 1999.
- Horak FB. Clinical Measurement of postural control in adults. Phys Ther. 67(12):1881-1885, 1987.
- Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: Adaptation to altered support-surface configurations. J Neurophysiol. 55(6):1369-1381, 1986.
- Irrgang JJ, Whitney SL, Cox ED. Balance and proprioceptive training for rehabilitation of lower extremity. J Sport Rehabil. 3:68-83, 1994.
- Minns RJ, Craxford AD. Pressure under the forefoot in rheumatoid arthritis: A comparison of static and dynamic methods of assessment. Clin Orthop Relat Res. 187:235-242, 1984.
- Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson K. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. Physical Therapy. 75(8):699-706, 1995.
- Nichols DS, Miller L, Colby LA et al. Sitting balance: Its relation to function in individuals with hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil. 77:865-869, 1996.
- O'Sullivan PB, Phytty DMG, Twomey LT et al. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. Spine. 22(24):2959-2967, 1997.
- Shumway-Cook A, & Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 3-83, 2007.
- Wade MG, & Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of Posture. Phys Ther. 77(6):619-628, 1997.