

정상 성인 휴지종골 입각각도와 자세동요와의 관련성 연구

삼육대학교 물리치료학과 · 삼육대학교 대학원 물리치료학과¹⁾

이완희 · 이승원¹⁾

A Study of the Relationship Between Normal Adults'
Resting Calcaneal Stance Position and Postural Sway

Lee, Wan Hee, R.P.T. · Lee, Seung Won¹⁾, M.S., R.P.T.

Dept. of Physical Therapy, Sahn Yook University

Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Sahn Yook University¹⁾

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationship between normal adults' resting calcaneal stance position(RCSP) and postural sway. Subjects were 70 normal adults(34 men and 36 women) in their twenties who attend S. University. Postural sway during a single limb stance was measured using the CMS 10 Measuring System when subjects positioned on the balance trainer in their bare foot. RCSP while subjects were standing on the glass plate was measured using the angle finder after subjects were positioned in prone to divide equally lower leg and calcaneus using the goniometer. The result was as follows. There were significant weak positive correlations between RCSP and postural sway($r=0.362$, $p<0.01$), the leg of the small RCSP within a subject has the small postural sway index($X^2=43.758$, $p<0.001$). There was no significant difference between groups of rearfoot valgus(RCSP $<-2^\circ$) and those of rearfoot varus (RCSP $>2^\circ$) in the postural sway.

In conclusion, there is a weak relationship between increasing the absolute value of RCSP and increasing postural sway.

Key words: resting calcaneal stance position(RCSP), rearfoot, postural sway, balance

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

발의 구조와 움직임 사이의 연관성은 근골격계의 손상을 일으키며, 고관절, 슬관절, 족관절 그리고 발에 있어 움직임과 관계된 손상에서는 발의 낮은 아크나 높은 아크가 관련된다(Cowan, 1989; James, 1978). 발은 보행의 각 주기에서 하지와 유기적으로 작용하므로, 발의 비정상 형태는 여러 가지 발 증상뿐 아니라 생체역학적인 개념에서 하지의 병적 기전과도 깊은 관계가 있다(Dahle et al., 1991; Root et al., 1977). 특히 발과 족관절의 손상이나 통증은 자세균형유지능력에 많은 영향을 주고 있다(Hertel et al., 2001; Menz & Lord, 2001).

발의 형태는 보통 편평족, 정상족, 침족 또는 내회족, 정상족, 외회족으로 분류한다. 또한 기존 연구들은 육안(Dahle et al., 1991), 족부 방사선 사진(김상범 등, 2000; 김태경 등, 1995; 박정미 등, 1999; 차순주 등, 1988), 휴지종골 입각각도(resting calcaneal stance position: RCSP)(Dahle et al., 1991; Root et al., 1977), 족문검사(김태경 등, 1995; Tareco et al., 1999) 등을 이용하여 발을 분류하고 있다.

발을 구성하는 뼈 중 거골(talus)과 종골(calcaneus)로 구성된 후족(rearfoot)을 분석하는 가장 일반적인 방법은 종골의 내번(inversion)과 외번(eversion)을 측정하는 것이다(Cornwall & Mcpoil, 1995). 그 중에서도 휴지종골 입각각도는 임상에서 많이 사용되어지고 있는 방법으로 보행에서 입각기의 발뒤꿈치 닿기(heel strike)시 종골의 위치를 나타낼 뿐만 아니라 후족 post의 크기 결정에 중요한 역할을 하며, 전족(foot)의 내외반 여부를 예측할 수 있는 중요한 방법으로 시사되어 왔다(Lee et al., 2002).

자세균형이란 신체중심(center of gravity: COG)을 지지면 위에서 최소의 자세동요(postural sway)하에 유지시키는 능력을 말한다(Nichols et al., 1996; Shumway-Cook et al., 1986). 따라서 신체중심은 중력활동에 고려되는 신체의 지점이며 지지면에 수직으로 투사되는 것을 의미한다(Galley & Froster, 1985; Nichols et al., 1995). 자세 균형을 유지시키는 능력은 인간이 생활을 영위해 나가거나 신체 활동을 수행하는데 가장 기본이 되는 필수 요소이며, 자세 안정성을 지속적으로 유지

해 가는 과정을 의미한다(Cohen et al., 1993).

자세균형에는 복합적인 감각 및 운동기능이 관여하는데, 자세균형제어 및 평형능력의 저하는 중추신경계에 손상을 일으킨 뇌졸중 및 외상성 뇌손상 환자에서 흔히 동반되어지고 그밖에도 관절 및 근육의 질환, 전정기관 질환 등에서 기립위 안정성의 유지, 체중부하 조절 및 보행능력에 지장을 초래하여 재활의 큰 장애요소가 되고 있다(장기언 등, 1994; Cass et al., 1991; Di Fabio et al., 1990; Goldie et al., 1990). 이러한 균형의 유지는 전형적으로 족관절 전략(ankle strategy)과 고관절 전략(hip strategy)이 이용되어 이루어지는데, 특히 족관절 전략에는 고관절이나 슬관절의 최소한의 운동과 더불어 족관절에 대한 신체의 회전으로 인한 신체무게중심의 이동이 포함되어 있다(이한숙 등, 1996; Tropp et al., 1988).

균형의 중심은 발의 자세, 바닥의 상태와 시각의 상태에 따라 영향을 받으며, 특별히 눈을 감은 상태에서는 지지 기저면과 지지 표면의 움직임이 동반되어 균형의 중심이 깨진다(Nichols, 1995). 자세 동요는 이상적인 균형의 중심으로부터 움직여진 거리와 시간을 측정하는 것이다(Guskiewicz & Perrin, 1996). 자세동요의 측정은 힘판(force plate)을 이용하여 신체 압력중심(center of pressure)의 변화를 측정함으로써 자세균형제어력을 정량화하고 정적균형(static balance) 뿐 아니라 동적균형(dynamic balance)까지 측정하고 있으며, 힘판을 이용하여 바이오피드백을 통한 자세균형제어력도 훈련하고 있다(Goldie et al., 1989; Goldie et al., 1990; Hamman et al., 1992; Hocherman et al., 1984). 특히 족관절 손상이나 발의 구조로 인한 자세균형제어력을 측정하기 위해 힘판을 이용하여 자세 동요 지수를 측정하고 있다(Cornwall & Murrell, 1991).

많은 선행의 연구에서 자세동요와 관련되어 족관절 염좌는 자세동요를 증가시켜 외발서기 자세에서의 균형유지 시 정상 측에 비해 자세동요 지수가 크다고 보고하였다(Cornwall & Murrell, 1991; Goldie et al., 1994; Guskiewicz & Perrin, 1996; Hertel et al., 2001). Godie 등(1994)은 족관절의 불안정성이 균형 훈련을 시행함으로써 자세동요와 함께 개선되었다고 보고하였다. 또한 Guskiewicz와 Perrin(1996)은 보조기를 착용한 후 대상자는 안정감을 느꼈으며, 자세동요가 감소하였다고 보고하였고, Baier와 Hopf(1998)은 운동선수들의 족관절 기능적 불안정성으로 인한 자세동요 패턴이 보조기를 착용함으로써

자세동요가 감소되었다고 하였다. 그러나 Hertel 등(2001)은 족관절 염좌 후 보조기의 착용이 치료의 효과는 있을지 몰라도 자세동요와 관련되어 기능 개선의 과정에는 큰 도움이 되지 않는다고 보고하였으며, Percy와 Menz(2001)는 숙련된 운동선수에게 발 보조기를 착용시킨 후 외발서기 자세로 측정된 자세동요가 착용 전과 비교하여 유의한 차이가 없다고 하였다.

이와 같이 발이나 족관절 손상 후 균형능력 소실과 개선에 있어 정확한 연구가 부족하고 보조기 착용으로 인한 자세동요의 개선 효과에 논란의 여지가 있다. 이에 본 연구자는 20대 정상 성인 남녀 대학생을 대상으로 여러가지 발 분류 방법에 임상에서 용이하며 의미 있는 휴지종골 입각각도를 측정하고, 자세분석기를 통해 자세동요 지수를 산출하여 휴지종골 입각각도와 자세 동요와의 관련성을 알아봄으로써 발과 족관절 손상으로 인한 균형능력 소실과 보조기 등과 같은 치료 후의 균형능력 측정에 있어 기초 자료를 제시하고자 본 연구를 시행하였다.

2. 용어의 정의

1) 휴지종골 입각각도(Resting Calcaneal Stance Position: RCSP)선 자세에서 종골 뒷면을 이분한 선과 지면이 이루는 각으로 정의하며, 직각을 0도로 하고, 직각을 기준으로 내반 성향은 (+), 외반 성향은 (-)로 표기한다(그림 1).

2) 자세동요(Postural Sway)와 자세동요지수(Postural Sway Index)자세동요는 일반적으로 양발서기자세에서 신체의 중력 중심점이 지지기저면으로부터 벗어나는 정도를 의미하는데, 본 연구에서는 외발서기자세에서의 자세동요로 정의하고, 자세동요지수는 자세동요가 일어난 경로를 합한 거리로 정의한다.

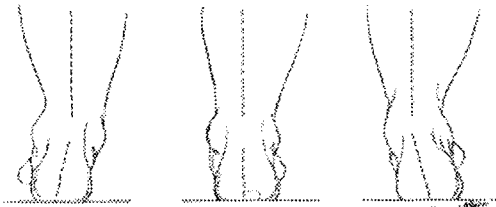


그림 1. 오른발 후면에서 관찰한 휴지종골 입각각도의 위치
A: 내반 성향(+), B: 외반성향(-)(Valmassy, 1996)

II. 연구방법 및 내용

1. 연구대상 및 절차

본 연구는 20대 정상 성인 70명의 남자 34명과 여자 36명을 대상으로 하였고, 실험은 서울시내 S대학교에 있는 연구실에서 실시되었다. 대상자 선별은 S대학교 학생 중 균형 훈련이 잘 된 집단을 제외한 후 전공에 상관없이 섭외하였다. 또한 실험결과에의 신뢰도를 높이기 위하여 신경학적, 정형외과적 병력이 없고, 학습장애와 시력장애가 없는 자를 실험대상으로 선정하였다(이진희 등, 1999). 특히 발과 족관절에 현재 통증이 있는 대상자와 balance trainer 위에서의 균형 수행이 어려운 대상자는 대상에서 제외시켰다. 각 대상자는 실험 전 성별, 연령, 키, 몸무게, 과거병력 등의 일반적 특성을 기록할 수 있는 질문지를 배부하여 직접 기록하도록 하고, 자세분석기(CMS-10)를 이용하여 외발서기의 좌우 자세동요지수를 각각 3회씩 측정하였다. 이후 테이블에서 Goniometer를 이용하여 대상자의 외변과 내변 각을 측정하였고, 족저경 위에 대상자를 세우고 Angle finder를 이용하여 휴지종골 입각각도를 측정하였다. 연구기간은 2003년 10월 27일부터 11월 4일까지 10명을 대상으로 예비실험을 한 후 문제점을 수정, 보완하여 2003년 11월 5일부터 20일까지 본 실험을 실시하였다.

연구의 목적을 위해 Root 등(1977)의 방법으로 대상자의 휴지종골 입각각도에 따라 다음과 같이 분류하였다.

(대상자의 휴지종골 입각각도(RCSP)에 따른 분류)

- 1) 후족부 내반 성향이 강한 군: RCSP $> 2^\circ$ 인 대상자
- 2) 정상군: $-2^\circ \leq \text{RCSP} \leq 2^\circ$ 인 대상자
- 3) 후족부 외반 성향이 강한 군: RCSP $< -2^\circ$ 인 대상자

2. 측정 도구

복와위 자세에서 거골하관절의 외변과 내변 각을 측정하기 위해 2도 단위의 Goniometer(Otto Bock, Germany)를 사용하였고, 선 자세에서 휴지종골 입각각도를 측정하기 위해 Angle finder(700 contractor magnetic angle locator, Johnson level &

tool, Mequon, USA)를 사용했다. 자세동요 지수는 신경-정형 치료에 응용되어 균형 향상 목적으로 사용되어지고 있는 balance trainer(Posturomed, Germany)에 설치된 2개의 작은 Ultrasonic marker로부터 나오는 X축과 Y축으로 흔들리는 신호를 3D 동작 분석기인 CMS 10 Measuring System(zebris, Germany)을 통해 받아 소프트웨어인 Win posture(V0.12)로 측정하였다.

3. 자료의 수집과정

1) 자세동요 지수 측정

측정 전 대상자에게 balance trainer 위에서의 자세를 설명하고, balance trainer 위에서 실험과 같은 동작으로 연습할 수 있는 기회를 1분 동안 제공하였다. 연습 후에는 2분 정도의 휴식을 취하고 각 검사 사이에는 1분의 휴식을 하도록 하여서 검사-재검사의 효과를 최소화하였다.

대상자는 맨발로 balance trainer 중앙에 표시된 십자가 위에 발을 위치하여 좌우를 교대로 외발서기를 하였다.

'준비'라는 구령에 눈을 3m 전방에 위치한 지름 15cm의 점정 점을 주시하면서 양손으로 안전손잡이를 잡은 채로 외발서기를 하였으며, 이 때 지지하지 않는 다리는 슬관절과 고관절을 살짝 구부리도록 하였고, 지지한 다리에 닿지 않도록 주의를 주었다(Hertel et al, 2001). 이는 예비실험에서 균형을 잡기 위해 지지하지 않는 다리를 지지한 다리에 닿게 함으로 자세동요지수가 좋게 나왔기 때문이다. 지지하지 않는 다리가 지지한 다리에 닿았을 경우에는 다시 측정을 하였다.

또한 '시작'이라는 구령에 양손을 서서히 대상자 가슴에 가져와 팔짱을 끼도록 하였고, 측정시점은 대상자가 팔짱을 낀 후부터 하였고, 측정은 왼쪽 다리부터 시작하여 시간은 10초씩, 횟수는 각각 3회씩 실시하였다. 좌우 측정이 끝난 후에는 1분간의 휴식시간을 가진 후 다시 측정하였다(그림 2).

자세동요지수는 3회 측정 한 값의 평균값으로 하였고, 그 단위는 mm이다.

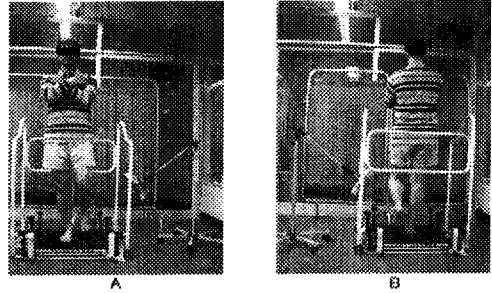


그림 2. 자세동요 지수 측정 자세(A: 앞면, B: 뒷면)

2) 휴지종골 입각각도 측정

대상자를 치료 테이블에 발이 15cm정도 나오고 종골이 테이블과 평행하도록 복와위(prone position)로 눕게 하였다. 거골하관절의 중립위치(subtalar joint neutral position; STJN 자세)를 유지시킨 후, 종골의 뒷면과 하퇴의 3분의 1을 이등분하였다. STJN 자세는 거주관절(talonavicular joint)에 있는 거골두(talus head)의 내측과 외측을 축지함으로 이루어지는데, 양쪽으로 거골을 축지할 수 없거나 양쪽으로 느껴지는 느낌이 동일할 때 중립 위치가 된다. 하퇴의 이등분은 아킬레스건(Achilles tendon)을 기준으로 내측과 외측을 축지하여 결정하였으며, 종골의 이등분은 종골의 내측면과 외측면을 축지한 후 종골의 뒷면을 이등분하였고, Goniometer의 반듯한 모서리를 이용하여 선을 그었다. 또한, 발목관절의 내변과 외변 각을 측정하였는데, 종골의 이등분선과 하퇴의 이등분선이 이루는 각을 측정하였으며, 전족과 후족과의 각을 측정하였다(Elveru et al., 1988).

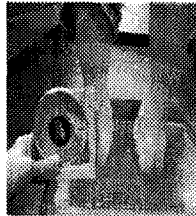
휴지종골 입각각도를 측정하기 위하여 대상자를 각자의 보행각과 보행기저에 맞게 족저경 위에 세우고, 수직인 선과 종골의 이등분선이 이루는 각도를 angle finder를 통해 측정하였다(그림 3).



1. 하퇴와 종골을 이등분한다.



2. 전족과 후족의 각을 측정한다.



3. 휴지종골 입각각도를 측정한다.

4. 분석방법

본 연구의 모든 작업과 통계는 SPSS(v. 10)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 전체 대상자는 Kolmogorov-Smirnov에 의한 정규성검정으로 정규성검증을 하였고 집단간 차이 및 범주간 상관을 알아보기 위해 독립표본 t-test, F-test와 교차분석을 이용하였으며, 종속요인의 변화량간 상관관계를 검증하는데는 Pearson의 상관분석을 이용하였다. 또한, 측정 도구의 신뢰도를 알아보기 위해 Cronbach 값을 구하였다. 그리고 자료의 모든 통계학적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 특성

대상자는 남자 34명, 여자 36명으로 총 70명으로 오른발 우성이 63명, 왼발 우성이 7명이었다. 연령분포는 최저 20세, 최고 29세로 평균연령은 22.50 ± 2.32 세이었고, 평균체중은 60.29 ± 9.51 kg으로 나타났고, 51~70kg이 전체의 64.3%를 차지했다. 키는 남자가 최소 167cm에서 최대 186cm, 여자가 최소 151cm에서 최대 173cm의 분포를 보였고, 평균키는 남자가 174.97 ± 4.28 cm와 여자가 162.44 ± 4.81 cm로 전체평균 168.53 ± 7.76 cm를 나타내었다.

발의 휴지종골 입각각도는 왼발에서 외반의 경향을 보이는 대상자가 53명(75.7%)으로 정상군과 내반 경향을 보이는 대상자보다 많았으며, 평균은 $-4.33 \pm 4.5^\circ$ 를 보였다. 오른발에서는 왼발에 비해 내반 경향을 보이는 대상자가 24.3%(17명)로 많아 비교적 고른 분포를 보였고, 그 평균은 $-1.70 \pm 5.76^\circ$ 를

나타냈다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 신체적 특성

일반적 특성	대상자 수(명)	백분율(%)	평균±표준편차
성별			
남자	34	48.6	
여자	36	51.4	
계	70	100.0	
우성			
오른발	63	90.0	
왼발	7	10.0	
계	70	100.0	
나이			
계	70	100.0	22.50±2.32
체중			
50Kg 이하	14	20.0	47.57±1.79
51~60Kg	23	32.9	55.74±2.38
61~70Kg	22	31.4	65.95±2.95
71~80Kg	10	14.3	73.60±2.72
81Kg 이상	1	1.4	85.00±0.00
계	70	100.0	60.29±9.51
키			
151~160cm	13	18.6	157.46±2.57
161~170cm	26	37.1	165.42±2.80
171~180cm	27	38.6	174.74±2.60
181cm 이상	4	5.7	182.75±2.22
계	70	100.0	168.53±7.76
왼발 휴지종골 입각각도(°)			
후족부 외반 성향이 강함군	53	75.7	-6.34±2.65
정상군	9	12.9	-0.89±1.27
후족부 내반 성향이 강함군	8	11.4	5.13±1.55
계	70	100.0	-4.33±4.55
오른발 휴지종골 입각각도(°)			
후족부 외반 성향이 강함군	38	54.3	-5.89±2.56
정상군	15	21.4	-0.67±1.40
후족부 내반 성향이 강함군	17	24.3	6.76±2.75
계	70	100.0	-1.70±5.76

2. 성별에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 변화

성별에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과 다음과 같았다.

왼발 휴지종골 입각각도는 남자가 평균 $-3.32 \pm 5.46^\circ$ 이었고, 여자가 평균 $-5.28 \pm 3.30^\circ$ 이었으며, 오른발 휴지종골 입각각도는 남자 평균이 $-1.09 \pm 6.38^\circ$, 여자 평균이 $-2.28 \pm 5.14^\circ$ 로 나타났다. 왼발 자세동요 지수는 남자의 경우 평균 818.63mm

로 여자 평균 618.86mm보다 크게 나타났으며, 오른발 자세동요 지수에서도 남자가 평균 771.76mm로 여자 평균 579.65mm보다 크게 나타났다. 성별에 따른 휴지종골 입각각도의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 성별에 따른 왼발자세동요 지수와 오른발 자세동요 지수의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t=2.021, 2.175, p<0.05$)(표 2).

표 2. 성별에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수 (N=70)

	성별		t	p-value
	남자(n=34)	여자(n=36)		
휴지종골 입각각도(°)				
왼발	-3.32±5.46	-5.28±3.30	1.824	.073
오른발	-1.09±6.38	-2.28±5.14	1.800	.392
자세동요 지수(mm)				
왼발	818.63±469.29	618.86±352.52	2.021	.047
오른발	771.76±376.27	579.65±362.82	2.175	.033

주: 값=평균±표준편차

3. 우성에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 변화

우성에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과 우성에 따른 휴지종골 입각각도 유의하지 않았다. 우성에 따른 자세동요 지수에서도 유의하지 않았으나, 오른발 우성은 오른발 자세동요 지수, 왼발 우성은 왼발 자세동요 지수가 좋은 경향을 보였다(표 3).

표 3. 우성에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수 (N=70)

	우성		t	p-value
	오른발 우성 (n=63)	왼발 우성 (n=7)		
휴지종골 입각각도(°)				
왼발	-4.24±4.65	-5.14±3.80	0.496	.622
오른발	-1.35±5.92	-4.86±2.61	1.548	.128
자세동요 지수(mm)				
왼발	734.25±431.48	550.67±305.49	1.092	.279
오른발	679.96±386.76	610.00±321.48	0.460	.647

주: 값=평균±표준편차

4. 체중 분포에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 변화

체중 분포에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의

차이를 비교하기 위해 F-test를 실시한 결과, 체중 분포에 따른 왼발 자세동요 지수에서만 유의한 차이를 보였다($F=2.659, p<0.05$)(표 4).

표 4. 체중 분포에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수 (N=70)

	50Kg이하 (n=14)	51-60Kg (n=23)	61-70Kg (n=22)	71-80Kg (n=10)	81Kg이상 (n=1)	F
	휴지종골 입각각도(°)					
왼발	-1.36±3.37	-5.01±4.13	-4.32±5.58	-2.50±4.81	-6.00	0.561
오른발	-2.43±4.83	-2.00±5.61	-0.55±6.39	-1.80±6.21	-9.00	0.681
자세동요 지수(mm)						
왼발	788.88±286.36	718.11±377.40	815.53±493.59	738.57±404.55	156.33	2.699
오른발	82.60±249.78	693.00±402.18	791.20±401.15	661.63±324.73	991.67	2.338

주: 값=평균±표준편차, * $p<0.05$

자세동요 지수의 분포 경향을 정확히 알아보기 위하여 성별 체중 분포에 따른 자세동요 지수를 비교한 결과, 남자와 여자의 자세동요 지수는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 남자는 체중이 증가함에 따라 자세동요 지수가 감소하는 경향을 나타냈고, 여자는 체중이 증가함에 따라 자세동요 지수가 증가하는 경향을 나타냈다(표 5).

표 5. 성별 체중 분포에 따른 자세동요 지수

자세동요 지수(mm)	50Kg이하	51-60Kg	61-70Kg	71-80Kg	81Kg이상	F
남자(N=34)	n=0	n=2	n=21	n=10	n=1	
왼발	-	918.33±67.33	811.79±95.20	738.57±404.55	156.33	0.970
오른발	-	977.83±321.15	792.88±499.97	661.63±324.73	991.67	0.583
여자(N=36)	n=14	n=21	n=1	n=0	n=0	
왼발	788.88±286.36	699.08±574.06	891.00	-	-	2.071
오른발	82.60±249.78	665.97±404.75	826.00	-	-	2.099

주: 값=평균±표준편차

5. 키 분포에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 변화

키 분포에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 차이를 비교하기 위해 F-test를 실시한 결과, 휴지종골 입각각도는 키가 증가함에 따른 일관성이 없었으나, 자세동요에서는 키가 증가함에 따라 자세동요 지수가 커지는 경향을 알 수 있었다. 키 분포에 따른 그룹간 차이는 통계적으로 유의하지는

않았으나, 휴지종골 입각각도보다 자세동요지수에서 뚜렷한 것으로 나타났다(표 6).

표 6. 키분포에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수 (N=70)

	157~160cm (n=13)	161~170cm (n=26)	171~180cm (n=27)	181cm이상 (n=4)	F
휴지종골					
입각각도(°)					
왼발	-1.69±3.86	-5.08±3.88	-3.56±5.42	-3.50±5.07	0.554
오른발	-1.92±5.44	-2.69±4.63	0.19±6.71	-4.75±5.97	1.273
자세동요					
지수(mm)					
왼발	623.49±572.02	635.85±576.31	706.72±474.32	990.92±411.46	1.440
오른발	551.56±281.82	569.81±389.91	795.37±388.81	911.8±215.75	2.715

주: 값=평균±표준편차

6. 휴지종골 입각각도 분류에 따른 자세동요 지수의 변화

본 연구의 목적에 따라 분류된 휴지종골 입각각도에 따른 자세동요 지수의 차이를 비교하기 위해 F-test를 실시한 결과 다음과 같았다.

정상군의 자세동요 지수의 평균은 각각 왼발 448.37±297.99mm, 오른발 435.78±256.31mm로 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군보다 좋은 것으로 나타났다으며, 휴지종골 입각각도 분류에 따른 오른발 자세동요 지수에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(F=4.263, p<0.05). 정상군을 기준으로 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군이 뚜렷한 차이를 보였으나, 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군은 차이가 없는 것으로 나타났다(표 7).

표 7. 휴지종골 입각각도 분류에 따른 자세동요 지수

자세동요 지수(mm)	휴지종골 입각각도 분류에 따른 자세동요 지수			F
	후족부 외반 성향이 강한 군	정상군	후족부 내반 성향이 강한 군	
왼발(N=70)	n=53 (737.13±427.70)	n=9 (448.37±297.99)	n=8 (876.17±417.31)	2.558
오른발(N=70)	n=38 (718.21±361.18)	n=15 (435.78±256.31)	n=17 (781.06±437.19)	4.263*

주: 값=평균±표준편차, *p<0.05

7. 우성측 다리의 자세동요 지수와 비우성측

다리의 자세동요 지수 비교

우성측 다리의 자세동요 지수와 비우성측 다리의 자세동요 지수의 차이를 알아보기 위하여 독립표본 t-test를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

우성측 다리의 자세동요 지수와 비우성측 다리의 자세동요 지수의 차이는 유의하지 않았으나(t=-0.847, p>0.05), 우성측 다리의 자세동요 지수의 평균이 665.71±380.48mm로 비우성측 다리의 자세동요 지수의 평균 723.15±420.50mm보다 작은 것으로 나타났다(표 8).

표 8. 우성측 다리와 비우성측 다리의 자세동요 지수의 차이 (N=140)

	평균±표준편차	t	p-value
자세동요 지수(mm)			
우성측 다리(n=70)	665.71±380.48	-.847	.398
비우성측 다리(n=70)	723.15±420.50		

8. 다리의 우성 여부와 대상자 내 자세동요 지수와의 상관

대상자 내 자세동요 지수를 표 9와 같이 분류하여, 다리의 우성 여부와 대상자 내 자세동요 지수와의 상관을 알아보기 위하여 교차분석을 실시한 결과, 다리의 우성 여부에 따른 대상자 내 자세동요 지수의 분류는 유의한 차이가 있었다(=9.257, p<0.01). 또한 대상자 내 자세동요가 작은 쪽은 다리가 우성인 쪽이 44각으로 비우성인 쪽 26각보다 많았다(표 9).

표 9. 다리의 우성 여부에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류의 차이

다리의 우성 여부	평균±표준편차		χ²
	좋다	나쁘다	
우성(n=70)	44	26	9.257**
비우성(n=70)	26	44	

주: 좋다: 자세동요 지수가 작은 쪽
나쁘다: 자세동요 지수가 큰 쪽

**p<0.05

9. 일반적 특성과 자세동요 지수와의 상관관계

체중과 키에 따른 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수의 변화를 알아보기 위해 상관분석을 실시한 결과, 체중과 키는 휴지종골 입각각도와 상관은 유의하지 않았으나, 자세동요 지수와는 상관은 정적상관관계로 유의하게 나타났다(표 10).

체중에 따른 자세동요 지수와는 상관은 왼발($r=0.295$, $p(0.05)$)이 오른발($r=0.259$, $p(0.05)$)보다 높은 상관관계를 보였으나, 키에 따른 자세동요 지수와는 상관에서는 오른발($r=0.293$, $p(0.05)$)이 왼발($r=0.242$, $p(0.05)$)보다 높은 상관관계를 보였다.

표 10. 일반적 특성과 휴지종골 입각각도, 자세동요 지수와 상관관계수

	체중	키
왼발 휴지종골 입각각도	.167	.096
오른발 휴지종골 입각각도	.029	.011
왼발 자세동요 지수	.295*	.242*
오른발 자세동요 지수	.259*	.293*

주: * $p<0.05$

10. 휴지종골 입각각도의 크기와 자세동요 지수와의 상관 관계

휴지종골 입각각도의 크기를 얻기 위해 휴지종골 입각각도의 절대값을 사용했으며, 자세동요 지수와의 상관관계를 알아보기 위해 상관분석을 실시한 결과 다음과 같다.

휴지종골 입각각도 크기와 자세동요 지수는 정적상관관계로 통계적으로 유의하였다($p<0.01$). 전체 휴지종골 입각각도의 크기와 자세동요 지수와의 상관은 약한 상관관계($r=0.362$)를 보였다(표 11).

표 11. 휴지종골 입각각도의 크기와 자세동요 지수와의 상관관계수

자세동요 지수	휴지종골 입각각도의 절대값		
	왼발	오른발	전체
왼발(n=70)	.350**	-	-
오른발(n=70)	-	.371**	-
전체(N=140)	-	-	.362**

주: ** $p<.01$

11. 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 자세동요 지수

대상자 내 휴지종골 입각각도를 표 12와 같이 분류하여 분류에 따른 자세동요 지수의 차이를 비교하기 위해 F-test를 실

시한 결과, 좌우 휴지종골 입각각도가 같은 경우 평균 자세동요 지수는 $471.71 \pm 308.46\text{mm}$ 이었고, 휴지종골 입각각도의 절대값이 작은 쪽은 $629.57 \pm 393.09\text{mm}$ 이었으며, 휴지종골 입각각도의 절대값이 큰 쪽은 $786.28 \pm 399.30\text{mm}$ 로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=4.003$, $p(0.05)$ (표 12).

표 12. 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 자세동요 지수의 차이

	단위:mm	
	평균±표준편차	F
대상자 내 휴지종골 입각각도(N=140)	691.43±400.53	4.003*
같다(n=8)	471.71±308.46	
좋다(n=66)	629.57±393.09	
나쁘다(n=66)	786.28±399.30	

주: 같다: 좌우 휴지종골 입각각도의 절대값이 같다.

좋다: 휴지종골 입각각도의 절대값이 작은 쪽

나쁘다: 휴지종골 입각각도의 절대값이 큰 쪽

* $p<0.05$

12. 대상자 내 휴지종골 입각각도와 대상자 내 자세동요 지수와의 상관

휴지종골 입각각도와 자세동요 지수를 표 13과 같이 분류하여 대상자 내 휴지종골 입각각도와 대상자 내 자세동요 지수와의 상관을 알아보기 위해 교차분석을 실시한 결과, 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수는 유의한 차이가 있었다($=43.758$, $p<0.001$). 또한 대상자 내 휴지종골 입각각도가 작은 쪽이 자세동요 지수도 작은 경향을 보이는 것으로 나타났다(표 13).

표 13. 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류의 차이

대상자 내 휴지종골 입각각도 ^{a)} (N=140)	평균±표준편차 ^{b)}		합계	x ²
	좋다	나쁘다		
	같다	4	4	8
좋다	52	14	66	43.758***
나쁘다	14	52	66	

주: a) 같다: 좌우 RCSPP가 같다.

좋다: RCSPP의 절대값이 작은 쪽

나쁘다: RCSPP의 절대값이 큰 쪽

b) 좋다: 자세동요 지수가 작은 쪽

나쁘다: 자세동요 지수가 큰 쪽

*** $p<0.001$

13. 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군의 자세동요 지수 비교

정상군(n=24)을 제외한 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군의 자세 동요 지수의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과, 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군의 자세동요 지수의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(표 14).

표 14. 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군의 자세동요 지수의 차이 (N=116)

	평균±표준편차	t	p-value
후족부 외반 성향이 강한 군(n=58)	729.24±399.26	-.900	.370
후족부 내반 성향이 강한 군(n=58)	814.49±424.58		

IV. 고찰

발과 족관절의 주 기능은 보행시에 충격 흡수와 신체를 밀어내는 것이다. 걷거나 뛰는 동안, 발은 인생을 통해 주어지는 수백만의 충격을 흡수할 정도의 유연함을 지닌 것은 틀림이 없다. 또한 발은 보행시의 push off을 이루기 위한 큰 추진력 있는 밀어냄을 위해 상대적으로 딱딱해져야 한다(Neumann, 2002).

보행에 있어 움직임에 대한 하지의 동작은 발, 경골, 대퇴골 사이에 복잡한 상관관계를 가지며 양하지는 골반과 연결되어 있으며 체간의 자세나 동작에 따라 영향을 받는다(Knutzen & Price, 1994). 이러한 발의 손상 후 균형능력을 측정함으로써 개선여부를 확인 할 수 있을 뿐 아니라 치료의 목적과 병행이 가능하다(Goldie et al., 1994).

따라서 본 연구는 여러 가지 발의 분류 방법 중 가장 임상에서 적은 비용으로 쉽게 측정이 가능한 휴지종골 입각각도를 측정하였고(Dahie et al., 1991; Root et al., 1977), 그 휴지종골 입각각도가 자세동요에 미치는 영향을 알아봄으로써 발과 족관절 손상으로 인한 균형능력 소실과 보조기 등과 같은 치료 후의 균형능력 측정에 있어 기초 자료를 제시하기 위해 시행하였다.

균형은 생체역학적 요소, 감각요소, 근육요소 외에 근긴장

도, 청력, 두려움과 같은 생리학적 요인 및 신발, 바닥, 옷과 같은 환경적인 요인들에 의해서도 영향을 받는다(김은주, 1999). 균형기립 자세 균형을 방해하는 위험요인으로 외인과 내인이 있다. 약물투여나 어두운 조명이나 지지기저면의 변화와 같은 환경적 요인을 들 수 있다. 연령에 따른 감각계 민감성의 둔화 뿐 아니라 신경계, 근골격계와 심혈관계 요인이 내인에 속한다(Duncan et al., 1990).

이에 본 연구자는 실험에 들어가기 전에 균형에 영향을 줄 수 있는 환경적인 요인, 심리학적 요인과 생리학적인 요인을 최소화하기 위하여 노력하였고, 균형 수행에 필요한 조건들을 대상자가 정확히 이해할 수 있도록 충분한 설명을 해주었으며, 연습을 하도록 한 후 시행하였다. 또한 예비실험 결과 심리적인 요인이 균형능력에 많은 영향을 주는 것을 알게 되어, 본 연구에서는 자세동요 측정 후 휴지종골 입각각도를 측정하였으며, 대상자에게 balance trainer에 대한 원리를 자세히 설명하여 심리적 요인을 최소화하였다.

본 연구의 자세동요지수의 측정을 위해 국내에 처음 보급된 CMS 10 measuring system을 사용하였는데, 도구의 신뢰도가 증명되지 않아 측정자간 신뢰도를 구하였다. 따라서 본 연구자는 대상자 10명으로 실행했던 예비실험에서 본 연구자와 실험실 연구조교가 대상자의 자세동요지수를 좌우 각각 3회씩 측정하여 얻은 평균값을 이용하여 Cronbach 값을 구하였다. 그 결과 왼발자세동요지수와 오른발자세동요지수에서는 0.95(p<0.01)로 모두 매우 높은 신뢰를 보였다. 이에 본 실험에서는 본 연구자가 모든 대상자의 자세동요지수를 측정하였으며, 각각 좌우를 3회씩 측정하여 그 평균값을 구하였다.

자세동요 지수의 측정은 체중지지 상태에서 이루어지는 것이므로 본 연구에서는 체중지지 상태에서의 후족부각인 휴지종골 입각각도를 측정하였다. 휴지종골 입각각도의 측정은 Elveru 등(1988)에 의해 고안된 방법을 사용하여 거골하관절의 중립 위치에서 선을 그은 후 족저경 위에 대상자를 세워 실시하였으며, 굵은 펜을 사용하여 선을 그을 때 생길 수 있는 에러를 줄이기 위하여 하퇴와 종골의 이동분선을 그을 때는 끝이 가는 수성펜을 사용하였다(Menz, 1995).

체중지지 자세로 측정되는 휴지종골 입각각도는 비교적 좋은 신뢰도를 갖으며(Sell et al., 1994; Smith-Oricchio & Harris, 1990; Stacpoole-Shea et al., 1997), 신뢰성에 대한 이견이 있지

만, 검사자 내 반복검사가 통계적으로 의미가 있다고 하였다 (Menz & Keenan, 1997). 따라서, 본 연구에서도 측정의 신뢰도를 높이기 위하여 한 사람이 휴지종골 입각각도를 반복 측정하였으며, 예비실험에서 반복 측정된 값을 이용하여 Cronbach 값을 구한 결과, 측정자 내 신뢰도는 왼발과 오른발의 휴지종골 입각각도에서 모두 0.95($p(0.01)$)로 높은 신뢰를 보였다. 이에 본 실험에서도 본 연구자가 모든 대상자를 측정하였다.

본 연구에서는 나이가 증가함에 따라 자세동요지수도 증가하였다는 선행연구 결과(장기언 등, 1994; Rogind et al., 2003)에 따라 나이를 통제하여 정상 성인 20대를 대상으로 연구하였다.

일반적 특성이 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수에 미치는 영향을 분석한 결과, 성별과 체중에 따른 자세동요 지수에 만 유의한 차이가 있었다. 이 결과로 휴지종골 입각각도는 어떠한 특성에도 영향을 받지 않고 개인에 따라 다르다는 것을 알 수 있었다. 성별에 따른 자세동요 지수는 유의한 차이($t=2.021, 2.175, p(0.05)$)를 보여 정동훈과 권혁철(1999)의 연구 결과와 부합되었으나, 성별에 따른 자세동요 지수의 차이는 유의하지 않다는 연구 결과(김남균 등, 1995; Rogind et al., 2003)와는 차이가 있었다. Ek Dahl 등(1989)은 자세동요 지수의 값이 평균을 비교하였을 때 여성이 남성보다 낮았다고 하였는데($F=6.02, p=0.01$), 본 연구에서도 여성의 좌우 자세동요 지수의 평균(618.86mm, 579.65mm)이 남성의 자세동요지수의 평균(818.63mm, 771.76mm)보다 각각 작은 것으로 나타나 선행연구와 같은 결과를 얻었다($p(0.05)$).

Rogind 등(2003)은 체중이 증가함에 따라 자세동요가 감소한다고 하였으나, 본 연구에서는 왼쪽자세동요에서만 유의한 차이를 보였으며($F=2.659, p(0.05)$), 체중이 가장 적은 50Kg 이하가 자세동요 지수 또한 가장 작아 차이가 있었다. 이는 대상자 전원을 비교한 결과로 여성의 체중 분포가 남성과 비교하여 적은 쪽에 위치하고, 여성의 자세동요 또한 남성에 비해 작았기 때문이다. 더욱 정확한 체중 분포에 따른 자세동요 지수의 분포 경향을 알아보기 위하여 성별 체중에 따른 자세동요 지수를 비교한 결과 남자의 자세동요 지수는 체중이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 Rogind 등(2003)의 연구 결과와 일치하였으나, 여자의 자세동요 지수에서는 반대 경향을

보여 일치하지 않았다. 체중 분포에 따른 자세동요 지수와 의 상관에서 왼발 $r=0.295$, 오른발 $r=0.259$ 로 약한 정적상관관계로 나타나 체중이 클수록 자세동요 지수도 커지는 경향을 나타냈으며, 키의 분류에 따른 자세동요 지수와 의 상관에서도 왼발 $r=0.242$, 오른발 $r=0.293$ 으로 약한 정적상관관계로 나타나 키가 커질수록 자세동요 지수도 커지는 경향을 나타냈다($p(0.05)$). Ek Dahl 등(1989)은 키와 체중이 자세동요에 주는 영향은 유의하지 않다고 한 연구의 결과는 본 연구의 결과와 어느 정도 부합되는 것으로 나타났다.

휴지종골 입각각도 분류에 따른 오른쪽 자세동요 지수는 유의한 차이를 보였으나($F=4.263, p(0.05)$), 왼쪽 자세동요 지수는 유의하지 않았으며($F=2.558, p(0.05)$), 정상군의 자세동요 지수가 후족 외반 성향이 강한군과 후족 내반 성향이 강한군의 자세동요 지수보다 훨씬 작게 나와 휴지종골 입각각도가 자세동요에 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 우성과 비우성에 따른 자세동요 지수의 차이는 유의하지 않다는 기존 연구(Bohannon et al., 1984; Briggs et al., 1989)와 같은 결과를 나타냈으나, 대상자 내 다리의 우성 여부에 따른 자세동요 비교 시 우성측 다리가 비우성측 다리보다 자세동요 지수가 작은 경향을 나타냈다($= 9.257, p(0.01)$). 이 결과로는 다리의 우성 여부가 자세동요에 미치는 영향이라고 판단하기는 어렵지만, 어느 정도 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

휴지종골 입각각도의 크기와 자세동요 지수와 의 상관관계를 분석하기 위하여 본 연구에서는 휴지종골 입각각도의 절대 값을 사용하였다. 휴지종골 입각각도의 크기가 클수록 자세동요 지수가 커지는 약한 정적상관관계로 나타나($r=0.362, p(0.01)$), 본 연구의 가설을 지지하였다. 약한 상관관계를 나타낸 것은 균형조절에 있어 신경학적 요인, 근골격계적 요인, 근장도, 좋은 청력, 생리학적 및 환경적 요인들이 작용되어 개인적인 균형 능력에 차이가 어느 정도 영향을 주었고(이한숙 등, 1996), 우성여부에 따라 휴지종골 입각각도의 크기가 크더라도 우성다리라면 자세동요가 어느 정도 감소하였을 것으로 생각되어 전체적 상관은 휴지종골 입각각도가 직접적으로 자세동요에 영향을 미친다는 결론을 얻기에는 미흡하였다.

따라서 본 연구에서는 대상자 내 휴지종골 입각각도를 표 12와 같이 다시 분류하여 분석하였다. 대상자 내 휴지종골 입

각각도 분류에 따른 자세동요 지수의 차이는 유의한 차이를 보였고($F=4.003, p<0.05$), 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류(표 13)를 비교한 결과 유의한 결과를 얻었다($X^2=43.758, p<0.001$). 이러한 결과로 대상자 내 휴지종골 입각각도의 크기가 작은 쪽 하지의 자세동요도 작았다는 결론을 얻을 수 있었다.

보조기 치료는 비정상적인 발의 각을 정상적인 각으로 만드는 것인데, 즉 휴지종골 입각각도의 크기가 큰 발을 휴지종골 입각각도의 크기가 작은 발로 만드는 것이다. 족관절 염좌 후 보조기 착용으로 인하여 자세동요 지수의 크기가 감소하였다는 기존 연구의 결과(Godie et al., 1994; Guskiewicz & Penin, 1996)는 본 연구의 결과와 일치하였다.

후족 외반 경향이 강한 군과 후족 내반 경향이 강한 군을 비교한 결과 자세동요의 차이가 유의하지 않은 것으로 나타나 본 연구의 가설을 기각하였는데, 이는 외반과 내반이 자세동요에 영향을 주는 것이 아니라 휴지종골 입각각도의 크기가 자세동요에 영향을 주기 때문으로 해석된다.

정상 성인에서 보조기 착용으로 인하여 자세동요 지수의 크기의 개선이 없었다는 연구(Percy & Menz, 2001)는 휴지종골 입각각도의 정상화 후 오히려 자세동요 지수가 커짐을 의미하는데, 이러한 결과는 예비실험에서 본 연구자가 휴지종골 입각각도의 정상화를 위하여 연 보조기(soft orthotic)를 사용하여 확인한 결과와 같았다. 우리의 몸은 끊임없는 적응을 하여 균형을 잡아가는데, 위와 같은 결과는 갑자기 바뀐 몸의 위치에 적응하지 못하여 자세동요가 오히려 크게 나타난 것으로 생각된다. 따라서, 앞으로 보조기 착용 후 기간을 두고 자세동요를 측정하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

20대 정상 성인 70명(남자 34명, 23.59±2.64세, 여자 36명, 22.50±1.34세)을 대상으로 angle finder를 이용하여 측정된 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수를 CMS 10 Measuring system을 이용하여 측정함으로써 휴지종골 입각각도와 자세동요 지수와의 관련성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 휴지종골 입각각도 크기와 자세동요 지수간에는 약한 정적상관관계가 유의하게 인식되었다($r=0.362, p<0.01$).

2. 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류는 유의한 차이가 있었으며, 대상자 내 휴지종골 입각각도가 작은 쪽이 대상자 내 자세동요 지수도 작아 통계적으로 유의하였다($X^2=43.758, p<0.001$).

3. 정상군과 비교하여 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군의 자세동요 지수는 오른발에서 유의한 차이가 있었으나($F=4.263, p<0.05$), 왼발에서는 유의하지 않았으며, 후족부 외반 성향이 강한 군과 후족부 내반 성향이 강한 군의 자세동요지수의 차이는 유의하지 않았다.

본 연구에서는 대상자가 20대 청년에 국한되어 일반화하기 어렵고, 발의 크기, 개개인의 각근력, 그리고 다리 길이의 차이를 고려하지 못했다는 제한점이 있으나, 균형에 영향을 줄 수 있는 나이를 통제한 것으로서 보다 신뢰성 있는 자세동요 지수를 얻었으며, 휴지종골 입각각도가 증가할수록 자세동요 지수가 증가되는 경향이 있음을 알 수 있었다. 이러한 관련성은 발과 족관절 손상으로 인한 균형능력 소실과 보조기 등과 같은 치료 후의 균형능력 측정에 있어 의미 있는 기초 자료를 제시한다. 휴지종골 입각각도 증가가 자세동요 지수를 증가시켜 균형 손실의 원인이 된다고 볼 수 있지만, 이러한 결과만으로 휴지종골 입각각도가 균형 손실의 원인이라는 직접적인 증거는 제시할 수는 없었다. 앞으로 균형과 휴지종골 입각각도의 연관성에 대한 보다 정확한 연구와 균형에 영향을 주는 대상자의 특성 특히, 발에서의 다른 원인을 규명하는데 정확하고 광범위한 연구가 필요하리라 생각된다.

참고문헌

- 김상범, 윤기성, 박희성, 곽현, 하남진, 박재성. 편평족의 방사선학적 진단. 대한재활의학회지, 24; 995-1001, 2000.
- 김연희, 김남균, 차은종, 김형일, 신용일, 이정무. 힘판을 이용한 자세균형제어력의 정량적 평가와 임상균형지수와 의 비교연구. 대한재활의학회지, 19(4); 782-792, 1995.
- 김은주, 이한숙, 김종열, 배성수. 근력강화운동이 노인의 균형 수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지,

- 11(2):141-161, 1999.
- 김태경, 박시복, 이강목. 족문 검사에 의한 족저 내측 종아치의 평가에 관한 연구. 대한재활의학회지, 19; 49-54, 1995.
- 박정미, 김기완, 이영희, 정홍균. 족문 검사 상 편평족을 보인 소아에서의 단순 방사선검사의 진단적 의의. 대한재활의학회지, 23; 835-841, 1999.
- 이진희, 권영실, 김진상, 배성수. 경사판을 이용한 정상 성인 과 아동의 균형수행력. 대한물리치료학회지, 11(2); 139-147, 1999.
- 이한숙, 최홍식, 권오윤. 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지, 3(3); 82-91, 1996.
- 장기언, 서경배, 이숙자. 균형지수를 이용한 균형반응의 정량적 평가. 대한재활의학회지, 18(3):561-569, 1994.
- 정동훈, 권혁철. 체위에 따른 균형 안정성 한계의 비교. 한국전문물리치료학회지, 6(1); 35-46, 1999.
- 차순주, 김윤환, 이남준, 서원혁. 편평족의 방사선학적 진단. 대한재활의학회지, 24; 439-431, 1988.
- Baier M., Hopf T. Ankle orthoses effect on single-limb standing balance in athletes with functional ankle instability. Arch Phys. Med. Rehabil., 79(8); 939-944, 1998.
- Bohannon R.W., Larkin P.A., Cock A.C. Decrease in timed balance test score with aging. Phys. Ther., 64(7); 1067-1070, 1984.
- Briggs R.C., Gossman M.R., Birch R. Balance performance among noninstitutionalized elderly women. Phys. Ther., 69(9); 748-756, 1989.
- Cass S.P., Kartush J.M., Graham M.D. Clinical assessment of postural stability following vestibular nerve section. Laryngoscope, 101; 1056-1059, 1991.
- Cohen H., Blatchly C.A., Gombash L.L. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. Phys. Ther., 73; 346-354, 1993.
- Comwall M.W., Mcpoil T.G. Footwear and foot orthotic effectiveness research: a new approach. J. Orthop Sports Phys. Ther., 21(6); 337-344, 1995.
- Comwall M.W., Murrell P.M. Postural sway following inversion sprain of the ankle. J. Am. Pod. Med. Assoc., 81; 243-247, 1991.
- Cowan D.N., Jones B.H., Robinson J.R. Medial longitudinal arch and risk of training associated injury. Med. Sci. Sports Exerc., 21; 260, 1989.
- Dahle L.K., Mueller M., Delitto A. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. J. Ortho. Sports Phys. Ther., 14; 70-74, 1991.
- Di Fabio R.P., Badke M.B. Relationship of sensory organization to balance function in patients with hemiplegia. Phys. Ther., 70; 542-548, 1990.
- Duncan P.W., Studenski S., Chnadler J., Bloomfeld R., Lapointe L.K. Electromyographic analysis of postural adjustments in two methods of balance testing. Phys. Ther., 70; 88-96, 1990.
- Ekdahl C., Jamlo G.B., Andersson S.I. Standing balance in healthy subjects: Evaluation of a quantitative test battery on a force platform. Scand. J. Rehab. Med., 21; 187-195, 1989.
- Elveru R.A., Rothstein J.M., Lamb R.L., Riddle D.L. Methods of taking subtalar joint measurements: A clinical report. Phys. Ther., 68(5); 678-682, 1988.
- Galley P.M., Forster A.L. Human movement : Churchill Livingstone, 1985.
- Goldie P.A., Bach T.M., Evans O.M. Force platform measures for evaluating postural control : Reliability and validity. Arch. Phys. Med. Rehabil., 70; 510-517, 1989.
- Goldie P.A., Evans O.M., Bach T.M. Postural control following inversion injuries of the ankle. Arch. Phys. Med. Rehabil., 75; 969-975, 1994.
- Goldie P.A., Matyas T.A., Spencer K.I., McGinley R.B. Postural control in standing following stroke: Test-retest reliability of some quantitative clinical tests. Phys. Ther., 70; 234-243, 1990.
- Guskiewicz K.M., Perrin D.H. Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 23; 326-331, 1996.

- Hamman R.G., Mekjavic I., Mllison A.I., Longride N.S.L. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 73: 738-744, 1992.
- Hertel J., Denegar C.R., Buckley W.E., Sharkey N.A., Stokes W.L. Effect of rearfoot orthotics on postural sway after lateral ankle sprain. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 82: 1000-1003, 2001.
- Hocherman S., Dickstein R., Pillar T. Platform training and postural stability in hemiplegia. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 65: 588-592, 1984.
- Lee S.W., Lee J.W., Park F.I. The suggestive of orthotic application in excessive pronation of the foot for applied kinesiologists through the multidisciplinary approach, 2002.
- Menz H.B., Keenan A.M. Reliability of two instruments in the measurement of closed chain subtalar joint positions. *The Foot*, 7: 194-201, 1997.
- Menz H.B., Lord S.R. Foot pain impairs balance and functional ability in community-dwelling older people. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.*, 91(5): 222-229, 2001.
- Menz H.B. Clinical hindfoot measurement: A critical review of the literature. *The Foot*, 5: 57-64, 1995.
- Nichols D.S., Glenn T.M., Mutchinson K.J. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys. Ther.*, 75: 699-706, 1995.
- Neumann D.A. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation*. St. Louis, Mosby, 477-521, 2002.
- Nichols D.S., Miller L., Colby L.A., Pease W.S. Sitting balance: Its relation to function in individuals with hemiparesis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 77: 865-869, 1996.
- Percy M.L., Menz H.B. Effects of prefabricated foot orthoses and soft insoles on postural stability in professional soccer players. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.*, 91(4): 194-202, 2001.
- Rogind H., Lykkegaard J.J., Bliddal H., Samsøe B.D. Postural sway in normal subjects aged 20-70 years. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 23(3): 171-176, 2003.
- Root M.L., Orien W.P., Weed J.H. *Normal and abnormal function of the foot*. Los Angeles, Clinical Biomechanics, 3-60, 1977.
- Sell K.E., Verity T.M., Worrell T.W., Pease B.J., Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: A reliability study. *J. Orthop. Sports Ther.*, 19: 162-167, 1994.
- 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, 1998.
- Smith-Oricchio K., Harris B.A. Interrater reliability of subtalar neutral, calcaneal inversion and eversion. *J. Orthop. Sports Ther.*, 12: 10-15, 1990.
- Stacpoole-Shea S., Otago L., Payne W. Reliability and precision or a static clinical versus a dynamic laboratory method of measurement of the leg and foot on stable and unstable ankles. *The Foot*, 7: 135-138, 1997.
- Tareco J.M., Miller N.H., MacWilliams B.A., Michelson J.D. Definition flatfoot. *Foot Ankle Int.*, 20: 456-460, 1999.
- Tropp H., Oderrick P. Postural control in single-limb stance. *J. Orthop. Res.*, 6: 833-839, 1988.
- Valmassy R.L. *Clinical biomechanics of the lower extremities*. 2nd ed, St. Louis, Mosby. 60-451, 1996.