중족부 Wedge 착용 시 회내 집단의 최대 힘과 족저압력 연구

이재익¹ · 이효택¹ · 김용재²

¹부경대학교 일반대학원 체육학과 · ²부경대학교 자연과학대학 해양스포츠학과

The Study of the Mid-sole Wedge of Pronated Group on Maximum Force and Foot Pressure

Jae-Ik Lee¹ · Hyo-Taek Lee¹ · Yong-Jae Kim²

¹Department of Physical Education, Graduate School of Pukyong National University, Busan, Korea

²Department of Marine Sports, College of Natural Sciences, Pukyong National University, Busan, Korea

Received 29 March 2010; Received in revised from 18 September 2010; Accepted 25 September 2010

ABSTRACT

This study was conducted on male college students with pronated foot to measure the foot pressure by having them wear three kinds of mid-sole wedge (0°, 5°, 10°). Maximum force, foot contact area, mean pressure and peak pressure were measured using a foot pressure distribution measuring instrument. And the surface of the foot sole was divided into 10 areas. Regarding maximum force, there were statistically significant difference in the area 3 of the middle foot($p<.05$). Regarding the foot contact area, it appeared broad in the outside area(1, 3, 5) of the foot according to mid-sole wedge, and there was statistically significant difference in the area 1 of the rear foot($p<.05$) and the area 3 of the middle foot($p<.05$). Mean pressure by foot area decreased in the inside of the foot according to mid-sole wedge, and there was statistically significant difference in the area 2 of the rear foot($p<.05$) and the area 3 of the middle foot($p<.05$). Regarding the peak pressure by foot area, the pressure roughly decreased in the inside area(2, 4, 7) of the foot according to mid-sole wedge, and there was statistically significant difference in the area 1($p<.05$), 2($p<.05$) of the rear foot and the area 3 of the middle foot($p<.05$).

Keywords : Gait Analysis, Pronated Foot, Wedge Insole, Foot Pressure, Maximum Force

I. 서론

사람의 모든 활동은 두발로 서서 사회생활을 영위하는 직립이족보행을 기본으로 하고 있다. 이러한 직립보행은 신체 속에서 가장 복잡한 기능이라고 말할 수 있다. 그것은 신체의 650여 개의 근육의 절반과 208개 뼈의 70%가 바로 직립보행에 직접 관여하고 있기 때문이다(김동엽, 2004).

인간이 태어나서 평균 60세까지 보행하는 거리는 약 16만 km 정도이며, 1 km를 보행할 때 마다 발이 느끼는 압력은 약 15 톤의 무게감을 느낀다. 이러한 발이 느끼는 압력은 몸 전체에서 심장을 향해 뿜어주는 역할을 하기 때문에 이러한 이유에 의해 발을 제 2의 심장이라 부르며, 신발은 발을 보호하는 측면에서 발 건강의 핵심이라고 할 수 있다(최순복, 2001).

인간의 보행은 활동의 기본동작이며, 필수적인 활동이다. 보행은 인간의 가장 주기적이고 기본적인 동작 중의 하나로, 상체를 일으킨 상태에서 한쪽 다리가 체중을 지지하는 동안에 다른 쪽 다리가 스윙을 하고, 스윙한 다리가 지지를 하면 먼저 지지했던 다리가 스윙을 하는 동작이 반복되는 이동과정이다(이우창, 2001).

Corresponding Author : Yong-Jae Kim
Department of Marine Sports, College of Natural Sciences, Pukyong National University, 599-1, Daeyeon 3-Dong, Nam-Gu, Busan, Korea
Tel : +82-51-629-5630 / Fax : +82-51-629-5634
E-mail: nhk2146@pknu.ac.kr

본 논문은 2008년도 부경대학교 연구년 지원 사업(PS-2008-016)에 의하여 연구되었음.

정상보행은 최소한의 에너지를 이용하여 걷는 보행패턴으로 여러 장기관의 기능이 통합된 결과로 이루어지는 효율성 있는 운동이다. 이러한 보행의 동작 형태는 그 사회의 생활 습관이나 의식구조와 같은 심리적 특성과 개인의 신체적 특성에 따라 다른 보행형태를 보일 수 있다. 특히 바른 보행동작은 건강증진으로 연결되나 바르지 못한 동작은 인체 구조에 이상을 야기시킬 수도 있다(정병철, 2004). 비정상보행은 근본적인 병적 상태에 의해서라기보다는 습관에 의해 일어나며, 보행분석기술은 이를 확인하는데 유용하다. 이상보행의 공통점은 속도가 느릴 때에는 그 증상이 적게 나타나지만 보행 속도가 증가하면 더욱 심하게 나타난다(권오복, 2001).

족부질환은 다양한 이유로 나타날 수 있지만 인간이 이를 인지하기란 쉽지 않으며, 설령 족부에 관련된 질환을 인지했다 하더라도 그 치료와 완치란 쉽지 않다. 그러므로 일반인뿐만 아니라 족부질환을 앓는 환자에 있어서 보행과 발의 관리는 무엇보다 중요하며 신발의 역할은 지대하다고 할 수 있다(조창익, 2004). Nigg, Hintzen 과 Ferber(2006)는 걷기나 보행활동을 위한 신발은 개개인의 특성에 맞게 제공되어야 그 기능을 충분히 발휘할 수 있다고 하였다.

또한 족저 압력분포, 종아치의 변형, 족부의 통증, 슬관절 통증, 그리고 요통과의 상관성 연구에 의하면 비정상적인 족저 압력분포 그리고 종아치 변형이 신체전체에 영향을 줄 수 있다고 하였으며(강형진, 2008), 과도한 압력이 발바닥 한 곳에 장시간 동안 집중되면 발은 통증이나 무지 외반증(Hallux valgus), 갈퀴발(Claw toe)과 망치 발가락(Hammer toe)과 같은 기형이 발생한다고 하였다(Takakura, Tanaka, Fujii, Kumai & Sugimoto, 1999).

이러한 다양한 발 질환으로 인해 비정상적으로 증가된 족저압력을 평가하여 발 보조기(foot orthotics), 치료적 신발(therapeutic footwear) 그리고 신발깔창(wedge)의 적용을 이용해 족저압력을 감소시키기 위한 여러 가지 방법들이 연구 중이며(권오윤, 정도영, 박경희, 2002), 정병열과 하현보(2004)는 트레드밀과 족저압 측정기를 사용하여 인솔의 소재 및 높이에 따라 신발이 인체의 피로도 및 인체의 충격량에 어떤 영향을 미치는 지에 관한 연구에서 파이론 소재가 우레탄 폴리보다 우수하고, 5 cm 굽높이의 운동화가 7 cm에서 보다 족저압력 분포에 좋은 결과치를 보인다고 하였다. 권오윤 등(2002)은 Rear Foot Wedge 각도가 보행시 전족저 최대압력에 미치는 영향에서 5°, 10°, 15°의 wedge를 후족의 외측과 내측에 착용하고 보행 시 전족부의 최대압력 변화에 대하여 연구하였다.

김민영, 문재호, 김현수, 및 박준수(1998)는 편평족의 환자군의 보조기 구두착용에 의한 족저압 분포에서 신발 안에 보조기를 넣어 신발을 제작하는 경우 족부의 체중분포를 수정하므로 일상에서 계속되는 보행과 기립을 보다 편안하고 정상적인 상태로 만들며, 편평족이 악화되지 않는다고 하였다. 편평족이 발

생되는 주된 요인으로는 하퇴삼두근의 과도한 긴장, 비만, spring ligament의 약화, 족저근막의 약화, 족저를 지지하는 인대의 약화 등이다(Van Boerum & Sangeorzan, 2003).

이와 같이 상해예방을 위해서나 이동의 에너지 효율적인 측면을 고려할 때 정상적인 보행은 필수적이라 할 수 있다. 그 동안 선행연구를 살펴보면 발의 형태 및 신발의 유형별 연구는 활발히 진행이 되고 있지만, 발의 형태가 회내군인 집단을 대상으로 wedge와 관련된 족저압력 연구는 많이 찾아 볼 수가 없었다. 과도한 회내가 일어나게 되면 보행 할 때마다 발의 내측으로 더 많은 무게가 실리게 되고, 그로 인해 다리뿐만 아니라 무릎, 골반, 척추 등에 다양한 통증을 야기시킬 수 있으므로, 상해예방과 이상적인 보행법 제시를 위하여 다각적인 해결책이 필요하다고 사료되어 진다. 특히 wedge를 통한 해결책은 단순하면서도 그 응용범위가 넓다고 생각한다.

따라서 본 연구에서는 중족부 wedge의 각도가 회내 집단의 최대힘과 족저압력에 대하여 연구하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 6명의 회내군 연구대상자들은 과거 하지의 병력이 없고, 정상적인 보행상태를 가지고 있는 P대학교 재학생들이다. 이들의 회내 기준은 맨발의 상태로 각도계를 이용하여 측정된 종골각이(임택채, 2003) -3도 이하로 설정하였다(Figure 1, Table 1).

Figure 1. Method of Measure RCSP Angle

Table 1. Characteristics of Subjects

				(M±SD)
Group(N)	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	RCSP(°)
Man(6)	25±0.37	172.83±2.18	69.33±1.36	-3.5±0.34

2. 실험 도구 및 절차

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 Novel사의 Pedar- system을 사용하여 족저압력을 측정하였다. 실험 간 신발 내 측정용 인soles을 삽입하여, 최대힘, 접지면적, 평균압력 및 최대압력을 측정하였다. 중족부 wedge는 인soles의 내측 아치를 상승시켜 보행 시 발의 아치가 안쪽으로 무너지는 현상을 막아주고 충격을 흡수할 수 있도록 Foot times에서 제작하였다. 권오윤 등(2002)의 Rear Foot Wedge 각도가 보행시 전족저 최대압력에 미치는 영향의 연구를 토대로 wedge의 각도는 0°, 5°, 10°로 제작되었으며, 신발은 바닥에 굴곡이 없는 탄력성 있는 실내용으로 통일하였다. 또한 보조 인soles을 준비하여, 최대한 발의 유격이 생기지 않도록 하여 측정하였다(Figure 2).

Figure 2. Shape of Mid-sole wedge

본 실험은 P대학교 운동역학 실험실에서 실시하였으며, 실험 대상자들로 하여금 실험의 정확도를 높이기 위해 실험의 목적을 주시시키고, 10분간의 스트레칭과 준비운동으로 5회의 보행 연습을 실시한 후 편안한 보행이 이루어진 상태에서 족저압력을 평가하였다. 본 실험에서는 Perry(1992)의 선행연구에서와 동일하게 정상 보행속도 82 m/min로 통제하였으며, 기록은 우측 발의 2번째 걸음을 기준으로 하였다.

3. 자료처리

본 연구에서는 중족부 wedge 착용 시 화내 집단의 최대힘과 족저압력의 차이를 연구하기 위해 발전체 영역을 후족부(rear foot), 중족부(middle foot), 전족부(fore foot), 토우(toe) 부위로 분류하고 다시 세부적으로 총 10개의 영역으로 나누어 분석구간을 설정하였다. 본 연구에서 산출한 변인들은 최대힘(maximum force)과 접지면적(foot contact area), 평균압력(mean pressure)과

최대압력(peak pressure)이며, 각 영역별 정의는 다음과 같다(Figure 3, Table 2).

Figure 3. 10 areas of foot surface

Table 2. Analysis factors

foot pressure analysis*		
No.	Area	description
1	mask 1	Inside of the rear foot
2	mask 2	Outside of the rear foot
3	mask 3	Inside of the middle foot**
4	mask 4	Outside of the middle foot
5	mask 5	Inside of the fore foot
6	mask 6	Center of the fore foot
7	mask 7	Outside of the fore foot
8	mask 8	
9	mask 9	Hallux and other parts including toes
10	mask10	

* maximum force, foot contact area, mean pressure, peak pressure

** including the arched part

4. 통계처리 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위해 실험 대상자의 수행 데이터를 Novel사 Pedar Software 프로그램을 통하여 얻은 후 SPSS Ver 12.0을 이용하여 통계처리 하였다. 각각의 중족부 wedge 착용 시 화내

집단의 최대힘과 족저압력의 통계적 차이를 확인하기 위해서 one-way ANOVA를 실시하였으며, 집단 간 차이 규명을 위해 Scheffe의 사후검정을 실시하였으며, 유의수준은 $p<.05$ 로 하였다.

III. 결 과

1. 영역별 최대 힘(Maximum force by foot area)

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 족저 최대힘을 측정한 결과는 <Table 3>과 같이 중족부 내측 3영역($p<.05$)에서 유의한 차이를 보였다. 후족부 2영역의 경우 유의한 차이는 보이지 않았지만, 0°에서 325.83 N, 5°에서 282.73 N, 10°에서는 280.71 N 순으로 나타났다. 중족부 내측 3영역은 10°에서 28.75 N, 5°에서 20.85 N, 0°에서 3.92 N 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°가 최대힘이 높게 나타났다. 전반적으로 중족부 wedge 각도의 증가에 따라 후족부 외측부위는 최대힘이 감소하고, 중족부 내측부위는 최대힘은 증가하는 것을 알 수 있었다.

전족부와 토우부에서의 영역별 최대힘은 <Table 3>과 같이 전족부 내측 5영역과 외측 6영역에서도 유의한 차이는 보이지 않았지만, 중족부 wedge 각도의 증가에 따라 최대힘이 감소함을 보였고, 토우부에서는 중족부 wedge 착용 간 유의한 차이는 발생하지 않았으며, 값에도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 영역별 접지면적(Contact area by foot area)

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 접지면적을 측정한 결과는 <Table 4>와 같이 후족부 내측 1영역($p<.05$)과 중족부 내측 3영역($p<.05$)에서 유의한 차이를 보였다. 후족부 1영역의 경우 5°에서 16.26 cm², 10°에서 16.01 cm², 0°에서 13.88 cm² 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°가 접지면적이 증가한 것으로 나타났다. 중족부 3영역의 경우 10°에서 7.71 cm², 5°에서 6.60 cm², 0°에서 1.46 cm² 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°가 접지면적이 증가한 것으로 나타났다. 중족부 wedge 각도 증가에 따라 후족부 내측과 중족부 내측부위에서 접지면적이 증가하는 것을 알 수 있었다.

전족부와 토우부에서 영역별 접지면적은 <Table 4>와 같이 전족부 5영역에서도 유의한 차이는 보이지 않았지만, 중족부 wedge 각도의 증가에 따라 접지면적이 증가함을 보였고, 토우부에서는 중족부 wedge 착용 간 유의한 차이는 발생하지 않았으며, 값에도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 3. Maximum force by foot area (unit: N)

Area	0°	5°	10°	F	P-value	Scheffe
Rear foot	In	153.77 ±13.69	170.11 ±13.48	159.70 ±11.96	0.40	0.673
	Out	325.83 ±15.43	282.73 ±13.74	280.71 ±12.93	3.28	0.050
Mid foot	In	3.92 ±2.01	20.85 ±3.77	28.75 ±5.50	9.95	0.000* 0<5° 0<10°
	Out	90.15 ±14.17	82.56 ±11.11	77.77 ±10.19	0.273	0.763
Fore foot	In	164.91 ±13.76	162.38 ±12.53	157.28 ±19.37	0.06	0.939
	Mid	156.15 ±10.94	143.63 ±10.84	141.30 ±9.96	0.57	0.572
	Out	117.75 ±14.40	97.97 ±13.53	102.17 ±15.60	0.51	0.603
Toe	In	133.21 ±13.11	148.76 ±16.78	139.20 ±19.21	0.23	0.800
	Mid	53.29 ±7.18	57.16 ±6.22	53.29 ±8.39	0.09	0.911
	Out	50.21 ±6.16	54.38 ±6.07	43.17 ±7.58	0.73	0.491

* $p<.05$

Table 4. Contact area by foot area (unit: cm²)

Area	0°	5°	10°	F	P-value	Scheffe
Rear foot	In	13.88 ±0.70	16.26 ±0.39	16.01 ±0.49	5.76	0.007* 0<5° 0<10°
	Out	22.50 ±0.51	22.52 ±0.55	22.26 ±0.54	0.08	0.927
Mid foot	In	1.46 ±0.57	6.60 ±1.12	7.71 ±1.12	11.74	0.000* 0<5° 0<10°
	Out	18.72 ±1.54	20.22 ±1.37	20.00 ±1.16	0.35	0.705
Fore foot	In	17.02 ±0.47	15.80 ±1.04	24.56 ±8.63	0.89	0.419
	Mid	12.24 ±0.25	12.24 ±0.25	12.24 ±0.25	0.00	1.000
	Out	11.86 ±0.37	11.99 ±0.32	11.74 ±0.35	0.13	0.882
Toe	In	8.43 ±0.30	8.68 ±0.26	8.43 ±0.30	0.26	0.777
	Mid	6.82 ±0.32	7.08 ±0.32	6.83 ±0.40	0.18	0.839
	Out	7.05 ±0.66	7.46 ±0.42	6.73 ±0.55	0.41	0.665

* $p<.05$

3. 영역별 평균압력(Mean pressure by foot area)

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 족저 평균압력을 측정된 결과는 <Table 5>와 같이 후족부 외측 2영역($p<.05$)과 중족부 내측 3영역($p<.05$)에서 유의한 차이를 보였다.

후족부 2영역의 경우 0°에서 143.23 kPa, 5°에서 124.35 kPa, 10°에서 123.66 kPa 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°의 압력이 감소한 것으로 나타났다. 중족부 3영역의 경우 10°에서 15.93 kPa, 5°에서 11.73 kPa, 0°에서 2.18 kPa 순으로 나타났으며 Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°의 압력이 증가한 것으로 나타났다. 중족부 wedge 각도 증가에 따라 후족부 외측에서는 평균압력이 감소하며, 중족부 내측에서는 평균압력이 증가하는 경향을 보이는 것을 알 수 있었다.

전족부와 토우부에서의 영역별 평균압력은 <Table 5>와 같이 전족부 내측 5영역과 외측 6영역에서도 유의한 차이는 보이지 않았지만, 중족부 wedge 각도의 증가에 따라 평균압력이 감소함을 보였고, 토우부에서는 중족부 wedge 착용 간 유의한 차이는 발생하지 않았으며, 값에도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 영역별 최대압력(Peak pressure by foot area)

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 족저 최대압력을 측정된 결과는 <Table 6>과 같이 후족부 1영역($p<.05$)과 2영역($p<.05$), 그리고 중족부 내측 3영역($p<.05$)에서 유의한 차이를 보였다. 후족부 1영역의 경우 0°에서 233.13 kPa, 5°에서 203.75 kPa, 10°에서 187.08 kPa 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 10°의 최대압력이 감소한 것으로 나타났다. 후족부 2영역의 경우 0°에서 263.54 kPa, 5°에서 224.17 kPa, 10°에서는 202.50 kPa 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 10°의 최대압력이 감소한 것으로 나타났다. 그리고 중족부 3영역의 경우 10°에서 51.25 kPa, 5°에서 43.13 kPa, 0°에서 12.92 kPa 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°의 압력이 증가한 것으로 나타났다. 중족부 wedge 각도 증가에 따라 후족부 내측 1영역과 외측 2영역은 최대압력이 감소하는 경향을 알 수 있었고, 중족부 내측 3영역의 최대압력은 증가하는 경향을 알 수 있었다. 또한 중족부 4영역에서도 유의한 차이는 보이지 않지만, 중족부 wedge 각도 증가에 따라 최대압력이 감소함을 알 수 있었다.

전족부와 토우부에서의 영역별 최대압력은 <Table 6>과 같이 전족부 내측 5영역과 외측 6영역, 7영역에서도 유의한 차이는 보이지 않았지만, 중족부 wedge 각도의 증가에 따라 최대압력이 감소함을 보였고, 토우부에서는 중족부 wedge 착용 간 유의한 차이는 발생하지 않았으며, 값에도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 5. Mean pressure by foot area

(unit: kPa)

Area	0°	5°	10°	F	P-value	Scheffe
Rear foot	In	92.26 ±7.95	102.23 ±8.00	95.81 ±6.66	0.45	0.644
	Out	143.23 ±6.33	124.35±5.64	123.66 ±5.65	3.57	0.040 * 5<0 10<0
Mid foot	In	2.18 ±1.08	11.73 ±2.24	15.93 ±3.09	9.46	0.001 * 0<5 0<10
	Out	36.79 ±5.53	33.59 ±4.15	31.49 ±3.67	0.35	0.709
Fore foot	In	90.04 ±7.29	89.01 ±6.88	86.21 ±10.56	0.06	0.946
	Mid	128.03 ±9.02	117.38 ±8.74	115.42 ±7.74	0.63	0.537
	Out	95.74 ±10.99	79.45 ±10.47	82.64 ±11.92	0.60	0.554
	In	148.48 ±13.51	165.93 ±17.53	154.70 ±20.27	0.26	0.772
	Mid	71.58 ±9.36	76.33 ±7.77	71.21 ±10.88	0.09	0.912
Toe	Out	56.07 ±6.59	60.45 ±6.25	47.75 ±7.98	0.85	0.435

* $p<.05$

Table 6. Peak pressure by foot area

(unit: kPa)

Area	0°	5°	10°	F	P-value	Scheffe
Rear foot	In	233.13 ±12.72	203.75 ±8.91	187.08 ±8.09	5.32	0.010 * 10<0
	Out	263.54 ±9.76	224.17 ±15.65	202.50 ±6.60	7.49	0.002 * 10<0
Mid foot	In	12.92 ±5.83	43.13 ±5.00	51.25 ±5.40	13.89	0.000 * 0<5 0<10
	Out	75.04 ±11.59	73.75 ±9.44	72.29 ±9.83	0.02	0.982
	In	184.17 ±17.57	174.38 ±10.50	161.46 ±12.14	0.69	0.510
	Mid	191.88 ±15.18	178.33 ±15.25	167.92 ±14.42	0.65	0.531
	Out	158.13 ±13.58	138.54 ±13.87	131.46 ±16.18	0.90	0.418
	In	273.75 ±28.01	287.50 ±29.54	275.83 ±35.93	0.06	0.946
	Mid	140.83 ±16.91	143.54 ±15.96	153.54 ±23.01	0.13	0.882
Toe	Out	118.33 ±14.20	120.00 ±11.66	102.29 ±15.39	0.50	0.612

* $p<.05$

IV. 논 의

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 족저 최대힘을 측정된 결과에서 중족부 3영역($p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 후족부 2영역의 경우 유의한 차이는 보이지 않았지만, 0°, 5°, 10° 순으로 최대 힘이 감소하였으며, 중족부 3영역은 0°, 5°, 10° 순으로 최대 힘이 증가하는 것을 알 수 있었다.

그러나 발의 모든 영역에서 중족부 wedge의 각도에 따라 나타나는 일정한 경향은 없었다. 특히 토우부 9영역과 10영역에서는 각에 따른 점차적인 증감 형태가 아닌 5°에서 가장 높은 최대 힘 값을 나타내었다. 이는 연구대상자 선정에 있어 후족 각의 각도만을 기준으로 선정하였기에 이러한 결과가 나타난 것으로 사료되어진다.

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 접지면적을 측정된 결과 후족부 1영역($p<.05$)과 중족부 3영역($p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 후족부 1영역의 경우 5°에서 16.26 cm², 10°에서 16.01 cm², 0°에서 13.88 cm² 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°가 접지면적이 증가한 것으로 나타났다. 중족부 3영역의 경우 10°에서 7.71 cm², 5°에서 6.60 cm², 0°에서 1.46 cm² 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°가 접지면적이 증가한 것으로 나타났다. 중족부 wedge 착용 간 후족부와 중족부 내측 모두 접지면적이 감소하는 것을 알 수 있었다. 접지면적이 넓어진다는 것은 압력의 분산됨을 뜻한다. 회내 집단의 특성상 발 내측에 집중되었던 압력분포가 외측에 분산됨으로써 외측면적은 증가되고, 내측면적은 감소되는 현상이 나타났다고 사료되어진다. 본 실험에서는 회내 집단 보행 시 압력분산으로는 5°의 중족부 wedge 착용이 효과적이라 사료되어진다.

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 족저 평균압력을 측정된 결과 후족부의 2영역($p<.05$)과 중족부 3영역($p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 후족부 2영역의 경우 0°, 5°, 10° 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°의 압력이 감소한 것으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°의 압력이 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Fuller, Schroeder와 Edwards(2001)의 연구결과와 같이 보행 시 피로예방을 위해 압력을 줄여야 한다는 결과와 유사한 경향을 보이고 있으며, 후족부를 살펴보면 내측 2영역이 외측 1영역보다 평균압력이 높게 나타남을 알 수 있었는데, 이는 신선우(1997)의 발의 형태 분류와 보행시 굽힘각에 따른 압력분포에서 후족의 내측과 외측을 보면 내측이 높게 나타난 결과와 흡사하다. 그리고 광창수(1993)의 운동화 중저의 경도가 주행 시 발바닥의 압력분포와 충격흡수에 미치는 영향의 연구에도 전족의 내측에 높은 값이 나타나는 것은 이 부위에 회내

운동이 많이 일어난다고 해석할 수 있다. 따라서 회내운동이 많이 일어나면 압력이 발의 내측부위로 집중되기 때문에 발의 안정에도 좋지 않을 것이라는 결과와도 흡사하다.

중족부 wedge 착용 시 회내 집단의 영역별 족저 최대압력을 측정된 결과 후족부 1영역($p<.05$)과 2영역($p<.05$)에서 최대압력이 감소함을 보였으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

1영역의 경우 Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 10°의 최대압력이 감소한 것으로 나타났으며, 후족부 2영역에서도 Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 10°의 최대압력이 감소한 것으로 나타났다.

또한 중족부의 3영역($p<.05$)에서도 10°에서 51.25 kPa, 5°에서 43.13 kPa, 0°에서 12.92 kPa 순으로 나타났으며, Scheffe의 사후검정 결과 0°에 비해 5°와 10°의 압력이 증가한 것으로 나타났다. 이는 편평족과 정상족 사이의 다양한 스포츠 동작에 있어 족저 부하의 차이점에 대한 Robin, Nathan, James 와 Bavornrit(2009)의 연구에서 편평족은 중족부에서 최대압력이 감소하는 연구결과와 유사한 경향을 보이고 있다. 또한 권오윤 등(2002)의 Rear Foot Wedge 각도가 보행 시 전족저 최대압력에 미치는 영향에서 내측 wedge 각도가 증가함에 따라 전족저 내측 최대압력이 감소하였다는 연구 결과와 흡사하다. 또한 최순복과 이원자(2005)의 성인 여성의 발 특성에 따른 인솔 적합성 연구에서 최대압력이 감소된 부위인 발뒤꿈치 내측, 발뒤꿈치 외측, 전족부의 내측, 전족부의 중앙 그리고 엄지발가락 등에서 유의미한 차이를 나타냈다는 결과와도 흡사하다. 이러한 결과에 대해서 김영호 등(1997)의 엄지발가락 외반증 환자의 발바닥 압력분포 특성 연구에 의하면 발뒤꿈치 지면에 접지할 때와 발을 떼 때 수직 지면 반발력이 가장 크기 때문이라고 하였다. 따라서 인솔의 착용 전과 후에 평균값이 유의한 차이를 나타냈다는 것은 최대압력이 인솔의 효과를 입증하는 필요한 변인이라고 볼 수 있다(최순복, 이원자, 2005).

V. 결 론

본 연구에서는 중족부 wedge의 각도 변화가 회내 집단의 최대힘과 족저압력의 변화를 알아보기 위하여 세 가지의 wedge(0°, 5°, 10°)를 착용 후 족저압을 측정하여 영역별로 분석하고 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 영역별 최대힘(Maximum force)은 중족부 wedge의 각에 따라 발의 내측(1, 3, 8영역)의 최대힘이 증가되었으며, 외측(2, 4, 6, 7, 10영역)에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, 중족부 3영역($p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

2. 영역별 접지면적(Foot contact area)은 중족부 wedge의 각에 따라 외측 부위(1, 3, 5영역)에서 접지면적의 증가를 보였다. 특히, 후족부 외측인 1영역과($p<.05$) 중족부 외측 3영역($p<.05$)에서는 통계적으로 유의한 차를 나타내었다. 반면에 반대로 발의 내측 부위 중 2, 7, 10영역에서는 전반적으로 접지면적이 감소함을 볼 수 있었지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
3. 영역별 평균압력(Mean pressure)은 중족부 wedge의 각에 따라 발의 내측의 압력이 감소함을 나타내었으며, 그 중 2영역($p<.05$)에서 통계적으로 유의한차가 있었다. 발의 외측부위는 평균압력이 전체적으로 증가하는 형태를 보였으며 중족부 3영역($p<.05$)에서는 통계적으로 유의한 차가 있었다.
4. 영역별 최대압력(Peak pressure)은 중족부 wedge 각에 따라 발의 내측(2, 4, 7영역)에서 압력이 감소되었고, 특히 후족부 1영역($p<.05$)과 2영역($p<.05$), 중족부 내측 3영역($p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차가 있었다.

본 실험을 통하여 얻어진 결과물을 종합하여 보면 평상 시 회내 집단의 체중은 발의 내측부위로 압력이 편중되어 있는 현상을 보였으며, 중족부 wedge 각도의 증가에 따라 최대힘과 족저압력에서 어느 정도의 변화를 발견할 수 있었다.

최근 들어 신발에 넣어 적용하는 발 교정구(Foot orthotics)는 발 질환을 치료하거나 예방하기 위한 방법으로 수술적인 방법보다 교정방법으로 호평을 받고 있으며, 많은 생체 역학적 문제점을 치료하기 위해 이용되어 왔고 그 목표에 따라 기형의 예방이나 교정, 충분한 지지면의 조성, 서기나 걷기 훈련의 조장, 걷기 효율성의 향상 등의 연구와 진행되어져 왔다 (Pratt, 2000). 특히 wedge를 통한 해결책은 단순하면서도 그 응용범위가 매우 넓다고 생각한다.

본 연구에서와 같이 신발 내 wedge를 넣어 사용하는 경우 족부의 체중분포를 수정하고, 일상에서 계속되는 보행과 기립을 보다 편안하고 정상적인 상태로 만들어 줄 수 있다고 사료되어진다. 이와 같이 비정상적인 압력분포는 상해와의 관련성을 뒷받침하고 있으며, 상해예방과 이상적인 보행법 제시를 위해서 향후 보다 다양한 종류의 wedge와 3차원 동작분석과 같은 복합적인 연구가 함께 필요 할 것이라고 생각된다.

참고문헌

강형진(2008). 후족부의 회외를 동반한 고궁족(high arch foot) 환자의 맞춤형 인솔 효과. 미간행 석사학위논문. 연

세대학교 대학원.

곽창수(1993). 운동화 중저의 경도가 주행 시 발바닥의 압력 분포와 충격흡수에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.

권오복(2001). 팔자보행 형태의 운동학 및 운동역학적 분석. 미간행 석사학위논문. 한림대학교 대학원.

권오윤, 정도영, 박경희(2002). Rear Foot Wedge 각도가 보행시 전조적 최대압력에 미치는 영향. 한국전문물리치료 학회지, 9(3), 10-11.

김동엽(2004). 구두에서 경사 뒷굽의 형태가 보행과 족부 압력에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 동서대학교 대학원.

김민영, 문재호, 김현수, 박준수(1998). 편평족의 환자군의보조 기 구두착용에 의한 족저압 분포. 대한재활의학회지, 22(1), 217-223.

김영호, 박시복, 양길태, 임송학, 이강목, 문무성(1997). 엄지발가락 외반증환자의 발바닥 압력분포 특성. 대한의용생체공학회지, 18(4), 439-446.

신선우(1997). 발의 형태 분류와 보행시 굽높이에 따른 압력 분포. 미간행 박사학위논문. 계명대학교 대학원.

이우창(2001). 런닝화의 경도차이가 후족제어 및 충격력에 미치는 영향 분석. 미간행 석사학위논문. 동아대학교 대학원.

임덕채(2003). Foot orthoses와 족부의학. 서울 : 푸트레스, 350.

정병철(2004). 보행시 보각의 형태에 따른 운동역학적 분석. 미간행 석사학위논문. 인제대학교 대학원.

정병열, 하현보(2004). 신발인솔 높이와 재질이 발의 압력과 운동효과에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 15(1), 911-924.

조창익(2004). 소재 특성 이해를 위한 족저압력 측정에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 한국기술교육대학교 대학원.

최순복(2001). 발의 불편감에 영향을 미치는 구두형태 및 보행특성. 미간행 박사학위논문. 건국대학교 대학원.

최순복, 이원자(2005). 성인 여성의 발 특성에 따른 인솔 적합성 연구. 한국의류학회지, 29(6), 45.

Fuller, E., Schroeder, S., & Edwards, J.(2001). Reduction of peak pressure on the forefoot with a rigid rocker-bottom postoperative shoe. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 91(10), 501-507.

Nigg, B., Hintzen, S., & Ferber, R.(2006). Effect of an unstable shoe construction on lower extremity gait characteristics. *Clinical Biomechanics*, 21, 82-88.

Perry, J. P.(1992) *Gait Analysis*. SLACK Inc.

- Pratt, D. J., Rees, P. H., & Rodgers, C.(2000). Assessment of some shock absorbing insoles. *Prosthetics and Orthotics International*, 10(1), 157-162.
- Robin, M., Nathan, A., James, A., & Bavornrit, C.(2009). Difference in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. *Gait & Posture*, 29(4), 582-586.
- Takakura, Y., Tanaka, Y., Fujii, T., Kumai, T., & Sugimoto, K.(1999). Hindfoot alignment of hallux valgus evaluated by a weight bearing subtalar x-ray view. *Foot and Ankle International*, 20(10), 40-45.
- Van Boerum, D. H., & Sangeorzan, B. J.(2003). Biomechanics and Pathophysiology of flatfoot. *Foot & Ankle Clinics*, 8, 419-430.