



등산화의 종류와 보행동작에 따른 지면반력 및 족저압력 분석

Analyses of GRF & Insole Foot-Pressure Distribution: Gait Patterns and Types of Trekking Boots

박승범(부산신발산업진흥센터) · 이중숙*(신라대학교)

Park, Seung-Bum(Korea Footwear Institute) · Lee, Joong-Sook*(Silla University)

ABSTRACT

S. B. PARK, and J. S. LEE, Analyses of GRF & Insole Foot-Pressure Distribution: Gait Pattern and Type of Trekking Boots. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 4, pp. 191-200, 2007. The purpose of this study was to analyze the foot-pressure distribution of trekking boots for assessing their functionality. Subjects participated in this study included 10 university male students who had no injury experience in lower limbs and a normal gait pattern. The size of all subjects was 270mm. Five models of trekking boots, most popular in Korea (A, B, C, D & E company), were selected for the test. Using the PEDAR-X system and PEDAR-X insoles, 5 different walking stages were analyzed for the foot-pressure distribution: (a) straight gait; (b) 45° turn gait; (c) 25° uphill gait; and (d) 25° downhill gait. Results of the foot-pressure distribution and functionality on each stage were as follow;

1. Straight gait - In case of Max ground reaction force, mean plantar pressure and Max plantar pressure, there was not a distinct tendency; however, products manufactured by E and A company showed relatively lower pressure distribution.

2. 45° turn gait - In Max ground reaction force, mean plantar pressure and Max plantar pressure, there wasn't a distinct tendency; however, products manufactured by E and A company showed relatively lower pressure distribution. Results also revealed that the products manufactured by E and A company were superior to those by other companies in terms of functionality.

3. 25° uphill gait - In Max ground reaction force, mean plantar pressure and Max plantar pressure, there wasn't a distinct tendency; however, products manufactured by E and C company showed relatively lower pressure distribution. Results also revealed that the products manufactured by E and C company were superior to those by other companies in terms of functionality.

4. 25° downhill gait - In Max ground reaction force, Mean plantar pressure and Max plantar pressure, there wasn't a distinct tendency; however, products manufactured by E company showed relatively lower pressure distribution. Results also revealed that the products manufactured by E company were superior to those by other companies in terms of functionality.

Overall, five pairs of trekking shoes selected in this study showed the excellent performance in several conditions. The findings above may provide us with the important criteria for choosing trekking boots.

KEYWORDS : PRESSURE DISTRIBUTION, TREKKING BOOTS, GROUND REACTION FORCE, GAIT PATTERN

* jslee@silla.ac.kr

I. 서론

등산은 연령과 비용에 구애 받지 않고 누구나 쉽게 즐길 수 있는 범국민적인 스포츠로서 많은 동호인들을 확보하고 있는 여가 활동이다(이기광, 최치선, 은선덕, 2006; Choi, C. S., Shin, I. S., Lee, K. K., Eun, S. D. & Lee, J. H., 2006). 또한 등산은 심폐기능을 조정하고 사지의 피가 왕성하게 돌게 하며, 전신이 운동에 적응하게 되면 아주 상쾌한 생리적 상태를 갖게 해주는 유산소운동이다(김우겸, 1998). 산은 대부분 지면이 딱딱하고 바위나 돌 등으로 인해 고르지 못한 특성을 가지고 있다. 이러한 산악조건은 등산 시 발의 부상을 야기할 수 있으며, 장시간 산행 시 발의 피로를 가중시킨다.

등산화는 장시간 산행 시 발의 피로를 경감시키고, 고르지 못한 지면 상태에서부터 부상을 최소화 할 수 있는 기능성 및 안정성을 갖추어야 한다. Koukoubis, Kyriazis & Rigas (2003)는 등산화는 일반신발보다 무거우며 발목을 조르는 특성을 가지고 있으며 이러한 특성은 보행에 영향을 줄 수 있고, 장시간 착용에 의해 관절에 부하를 주어 관절염으로 악화될 수 있다고 보고하였다. 또한 Hettinga, Stefanyshyn, Fairbairn & Worobets (2005)는 불규칙한 지면에서의 하이킹은 부상의 위험성이 잠재하기 때문에 이러한 조건에서는 특별히 디자인된 기능적 등산화의 착용을 권장하였으며, Lafortune & Henning (1992)은 상해를 예방하기 위한 신발 조건으로 신발의 쿠션과 안정성 확보를 강조하고 있다.

신발은 발을 보호하고 상해를 예방할 수 있어야 한다. 등산화 역시 일반적인 신발과 마찬가지로 다양한 방법을 통해 평가가 이루어져야 하나 현재 국내의 등산화 관련 연구는 부족한 실정이다. 우리나라에서는 1990년대 이후에 보행 및 발과 관련된 연구가 활발히 이루어지고 있으며(김재호, 2006), 다양한 분야에서 족저압력분포를 이용한 보행 및 운동동작, 신발과 관련된 분석이 대부분 이루어지고 있다(박경희, 권오윤, 김영호, 2003; 이동기, 2005; 정경석, 2005; 최지영, 김승재, 이의린, 2005; 성우성, 2006; 이인숙, 이정호, 김현경, 유

경석, 2006; 김재호, 2006; 손미숙, 2007; Clarke, T. E., 1980; Perters, P., Runge, J., 2001; Diliberto, F. E., Baumhauer, J. F., Wilding, G. E. & Nawoczenski, D. A., 2007). 또한 족저압력과 함께 지면반력을 이용한 발 관련 연구 보고도 꾸준히 발표되고 있다(김태형, 이기정, 1996; 임영태, 2003; 채원식, 2006; 최치선, 남기정, 신인식, 서경석, 은선덕, 김석범, 2006; Barnett, S., Cunningham, J. L. & West, S., 2001).

운동역학 분야의 신발 관련 족저압력분석 연구는 (Alexander, Chao, Kenneth & Johnson, 1990; Cavanagh, Hewitt & Perry, 1992; Hennig, Sanderson, 1995; Hennig, Milani, 1995), 달리기(Hennig, Milani, 1995), 걷기(Rosenbaum, Hautmann, Gold & Class, 1994), 그리고 재활을 목적으로 한 보행분석(Gheluwe, Nelen, 1999) 등 다양하게 이루어져 왔다. 또한 최근 발의 건강에 대한 관심이 고조되면서 족부 통증환자, 당뇨병, 류마티스 등의 관절염 환자에게서 나타나는 발의 문제점들을 해결하기 위하여 족저압력분석이 많이 사용되고 있으며, 각종 족부 질환에 따른 발의 변형과 발에 미치는 영향을 분석하는 등 다양한 분야에서 족저압력분석이 이용되고 있다. 등산화의 족저압력을 분석하기 위해서는 발에 가해지는 압력을 객관적으로 정확하게 측정해야한다.

족저압력을 측정하는 장비들 역시 발 관련 연구가 활발하게 진행되어오면서 다양하게 개발되어 왔으며, 족저압력 측정을 통하여 얻어진 데이터는 최대압력(peak pressure), 평균압력(mean pressure), 최대힘(maximum force), 평균힘(mean force), 접지압력 면적(contact area) 등 다양한 요소들에 의해 분석할 수 있다. 족저압력을 측정하기 위해 사용되는 장비로는 힘판(forceplate), 압력판(pressure platform), 신발내 삽입형 족저압 측정기(in-sole pressure measurement) 등이 있으며, 실험방법에 따른 장비 선택이 중요하다.

등산화에 있어서 가장 중요한 기능은 딱딱하고 불규칙적인 지형에서 보행 시 지면으로부터 발바닥과 하지가 받는 충격력을 흡수하는 것이다. 대부분의 등산화는 바닥이 딱딱하게 설계되어 있으며, 충격흡수 보다는 미끄러짐(slip)을 방지하는 목적으로 설계되어 충격흡수에 대한 고려가 필요하다. 발이 가지고 있는 고유의 충격

완화 또는 흡수 기전 외에 발을 보호하기 위한 목적으로 개발된 것이 신발이기 때문에 신발은 지면으로부터 받는 충격을 흡수하여 발을 보호하며 부상예방에서 가장 큰 역할을 수행한다(Nigg, 1986).

조깅하는 속도로 달리는 동안 발이 지면에 착지할 때 수직 방향의 최대 지면반력은 체중의 2-3배에 이르며, 70kg의 사람이 1km를 달리는 동안 한쪽 발이 받는 충격량은 약 110톤에 달한다고 한다(Mann, 1980). 등산화 또한 특수 목적을 가진 신발로서 장시간 착용을 하고 평지가 아닌 경사진 산악지형에서 사용됨으로 등산화 설계 시 지면반력과 족저압력분포는 중요한 요소이다.

따라서 이 연구에서는 등산화의 기능성을 평가하기 위하여 현재 시중에서 판매되고 있는 5가지 유명 등산화 모델을 대상으로 다양한 형태의 보행동작을 수행하게 한 후 그에 따른 지면반력과 족저압력분포를 측정하여 그 기능성을 분석하였다.

수행하는 신체 건강한 남자 대학생 10명을 선정하였다. 피험자들의 신발 사이즈는 모두 270mm였다. 실험을 실시하기 전에 피험자들에게 실험의 목적과 실험상황에 관하여 설명하고 유의사항을 인지시킨 후 동의서를 받았다. 연구대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 등산화 모델 선정

등산화는 크게 전문등산화(mountain), 중등산화(backpacking), 경등산화(trekking)로 나눌 수 있는데 이 실험에 사용된 등산화는 경등산화로 당일 산행이나 1박 정도의 트레킹에 적합하며 중등산화에 비하여 가벼운 것이 특징이다. 실험에 사용된 등산화는 현재 국내에 시판되고 있는 대표적인 모델 5종으로 신발 사이즈는 270mm 남성용을 선정하였다. 실험대상 등산화는 <그림 1>과 같다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 선정

연구대상자는 족부변형이 없고, 최근 2년 동안 하지와 족부부위에 상해가 없었으며, 정상적인 보행동작을

표 1. 피험자의 신체적 특성

구분	발길이(mm)		발폭(mm)		족궁(mm) 상(왼) 하(오른)
	오른발 상(체공) 하(체중)	왼발 상(체공) 하(체중)	오른발 상(체공) 하(체중)	왼발 상(체공) 하(체중)	
M ±SD	246.0 ±8.10	246.6 ±6.74	98.3 ±3.77	96.9 ±4.48	27.1 ±2.96
	251.7 ±7.04	253.9 ±4.40	102.4 ±3.92	102.5 ±5.08	27.4 ±3.27

구분	나이(세)	체중(kg)	신장(cm)	신발(mm)
M ±SD	24.7 ±2.11	73.3 ±6.50	171.6 ±3.60	270.0 ±0.00



그림 1. 실험대상 등산화 모델

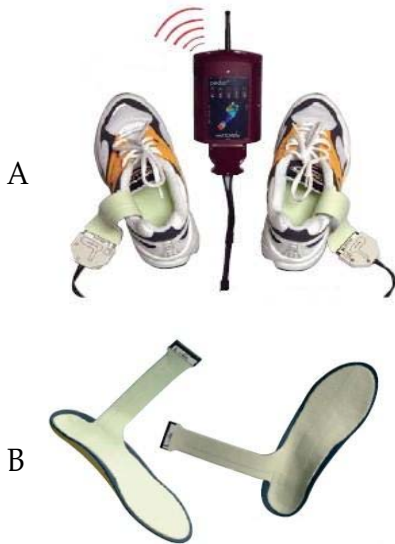
3. 실험방법 및 실험도구

피험자는 자연스러운 보행동작으로 <표 2>에 나타난 4가지 보행동작(평지 직선보행, 평지 방향전환 보행, 오르막 보행, 내리막 보행)을 체육관에서 메트로놈(구간속도측정)을 이용하여 보행속도 4.2km/h에 맞추었으

표 2. 등산화 족저압력 측정을 위한 보행동작유형

유형	보행동작 형태
	평지 직선보행동작
	평지 45° 방향전환동작
	25° 오르막보행동작
	25° 내리막보행동작

보행
(walking)



(A: 블루투스 시스템, B: 인솔)

그림 2. 압력분포측정 장비

며 메트로놈의 박자에 맞추어 보폭과 걷기보수가 자연스러운 동작이 이루어 질 때까지 연습을 실시한 후 본 실험을 실시하였다.

실험의 진행순서는 다음과 같다. 첫째, 피험자들에게 체육관의 마루바닥 위에 보폭이 표시된 보행로 앞에서 메트로놈의 박자에 맞추어 제자리 걷기를 실시하여 박자에 맞추어 보행하게 하였고 두 번째, 피험자들에게 첫째 동작과 동일한 형태로 메트로놈의 박자에 맞추어 제자리 걷기를 실시하여 박자에 맞추어 진행방향의 45° 좌측으로 방향 전환하여 보행하도록 하였다. 세 번째, 피험자들에게 첫째 동작과 동일한 형태로 메트로놈의 박자에 맞추어 제자리 걷기를 실시하여 박자에 맞추어 25° 오르막과 내리막 경사면을 보행하도록 하였다. 각 피험자들에게 동일한 동작을 3회 반복 측정하게 하였고, 통제속도 범위를 벗어난 시기는 제외시켰으며, 또한 비정상적인 동작도 시기 수에서 제외시켰다.

이 연구에 사용된 족저압력 측정장비는 <그림 2>와 같다. 이 장비는 Novel GmbH사의 PEDAR-X Mobile System으로 블루투스 형식의 데이터 전송이 가능하다. 측정장비의 세부사항은 <표 3>와 같다.

실험은 각 등산화에 대하여 4가지 형태의 동작을 실시하게 하였다. 첫째, 피험자에게 체육관의 마루 바닥위

표 3. 측정장비 세부사항6

PEDAR-X system	
크기	150x100x40mm
무게	360g
센서 수	256/1024
측정 주파수	20,000 sensors/second
저장 형식	32MB internal flash
기록 시간	25min at 100Hz to flash memory
컴퓨터 인페이스	fiber optic/USB and Bluetooth
PEDAR-X insoles	
인솔 크기	22 to 49 (european), 3 widths
두께	1.9 mm (minimum 1mm)
센서 수	85 - 99
압력 범위	15-600 or 30-1200 kpa
솔루션	2.5 or 5 kpa

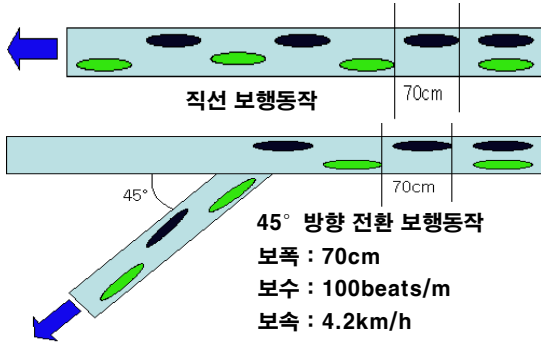


그림 3. 직선 및 45°방향전환 보행동작 실험장면

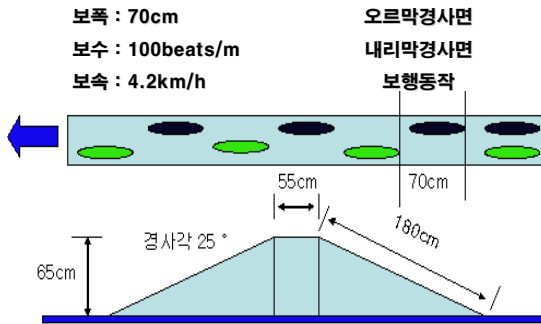


그림 4. 25°오르막 및 내리막 보행동작 실험장면

에서 등산화의 인솔 위에 족저압력 측정기를 착용시킨 후 직선보행동작을 보폭: 70cm, 보수: 100beats/min, 보속: 4.2km/h로 실시하게 하였다. 직선보행동작시 실험장면은 <그림 3>과 같다. 둘째, 피험자에게 체육관의 마루바닥 위에서 등산화의 인솔 위에 족저압력측정기를 착용시킨 후 진행방향에서 45° 좌측으로 방향전환하는 실험장면은 <그림 3>과 같고, 보폭: 70cm, 보수: 100beats/min, 보속: 4.2km/h로 보행동작을 실시하게 하였다. 셋째, <그림 4>는 피험자에게 체육관의 마루바닥 위에서 등산화의 인솔 위에 족저압력측정기를 삽입시킨 후 진행방향에 25°경사면을 설치한 후 경사면 오르기 보행동작과 경사면 내려가기 보행동작을 보폭: 70cm, 보수: 100beats/min, 보속: 4.2km/h로 실시하게 하였다.

이 연구의 실험절차에 따라 수집된 자료는 각각의 등산화에 따른 피험자 10명의 최대지면반력과 최대 족저압력분포 그리고 평균족저압력분포의 평균과 표준편차를 산출하여 경향성 분석을 실시하였다.

III. 결과 및 논의

이 연구에서는 등산화의 기능성을 평가하기 위하여 5종류 모델의 등산화를 대상으로 다양한 형태의 보행동작을 수행하게 한 후 족저압력을 측정하여 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 직선보행동작

<표 4>과 <그림 5>의 결과에서 같이 등산화 착용시 보폭 70cm, 보수 100beats/m, 보속 4.2km/h 직선보행동작 중 최대지면반력 평균은 왼발 635.8± 26.71N, 오른발 649.2±48.45N으로 나타났다. 최대족저압력 평균은

표 4. 등산화 착용시 직선보행동작 중 최대 지면반력, 최대족저압력 및 평균 족저압력

구분	최대지면반력(N)		최대족저압력(kPa)		평균족저압력(kPa)	
	L	R	L	R	L	R
신발종류						
A	633	573	210	245	85	81
B	646	666	238	305	96	87
C	624	638	220	265	88	97
D	674	703	280	305	87	91
E	602	666	215	290	83	87
M	635.8	649.2	232.6	282	87.8	88.6
±SD	±26.71	±48.45	±28.53	±26.36	±4.97	±5.90

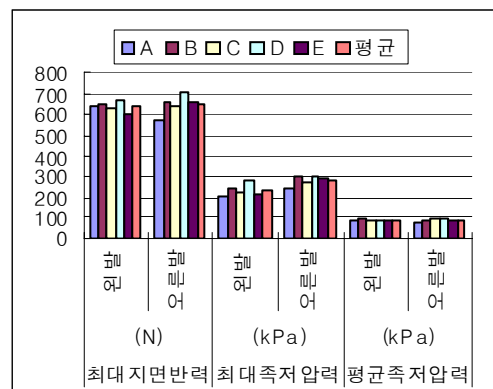


그림 5. 등산화 착용시 직선보행동작 중 최대지면반력, 최대족저압력 및 평균족저압력

왼발 232.6±28.53kPa, 오른발 282±26.36kPa로 나타났고, 족저압력평균은 왼발 87.8±4.97kPa, 오른발 88.6±5.90 kPa로 나타났다.

최대지면반력은 왼발의 경우 D(674) > B(646) > A(633) > C(624) > E(602)순으로 나타났으며, 오른발의 경우 D(703) > B(666) = E(666) > C(638) > A(573)순으로 나타났다. 최대족저압력은 왼발의 경우 D(280) > B(238) > C(220) > E(215) > A(210)순으로 나타났으며, 오른발의 경우 B(305)= D(305)> E(290) > C(265) > A(245)순으로 나타났다.

평균족저압력은 왼발의 경우 B(96) > C(88) > D(87) > A(85) > E(83)순으로 나타났으며, 오른발의 경우 C(97) > D(91) > B(87) = E(87) > A(81) 순으로 나타났었다. 최대지면반력은 C제품이 왼발과 오른발의 편차가 가장 적은 반면 E제품의 경우 가장 큰 편차를 나타냈다. 또한 양발의 최대지면반력은 A제품이 가장 적게 나타났으며, C제품의 경우 가장 큰 최대지면반력의 값을 나타냈다. 평균족저압력은 오른발이 왼발에 비해 비교적 높게 나타내었다.

2. 45° 방향전환 보행동작

<표 5>와 <그림 6>의 결과에서 같이 등산화 착용시 보폭 70cm, 보수 100beats/m, 보속 4.2km/h, 45°방향 전환 보행동작 중 최대지면반력 평균은 왼발 653.8±40.86N, 오른발 678.6±23.52N으로 나타났다. 최대족저압력 평균은 왼발 271.2±61.58kPa, 오른발 315.2±82.38kPa로 나타났고, 족저압력의 평균은 왼발 91.2±6.94kPa, 오른발 90.6±2.88kPa로 나타났다.

최대지면반력은 왼발의 경우 E(716) > B(656) > D(652) > C(643) > A(602)순으로 나타났으며, 오른발의 경우 E(716) > B(679) = D(679) > A(666) > C(653) 순으로 나타났다. 최대족저압력은 왼발의 경우 D(375) > E(268) > C(260) > B(238) > A(215)순으로 나타났으며, 오른발의 경우 B(415) > D(385) > A(290) > C(268) > E(218)순으로 나타났다. 평균족저압력은 왼발의 경우 C(101) > D(95) > E(89) > B(88) > A(83)순으로 나타났으며, 오른발의 경우 D(95) > B(91) > C(90) = E(90)>A(87)순으로 나타났다. 방향전환 동작시와 직선

표 5. 등산화착용시 45°방향전환보행동작 최대지면반력, 최대족저압력 및 평균족저압력

구분	최대지면 반력(N)		최대족저 압력(kPa)		평균족저 압력(kPa)	
	L	R	L	R	L	R
신발 종류						
A	602	666	215	290	83	87
B	656	679	238	415	88	91
C	643	653	260	268	101	90
D	652	679	375	385	95	95
E	716	716	268	218	89	90
M	653.8	678.6	271.2	315.2	91.2	90.6
±SD	±40.86	±23.52	±61.58	±82.38	±6.94	±2.88

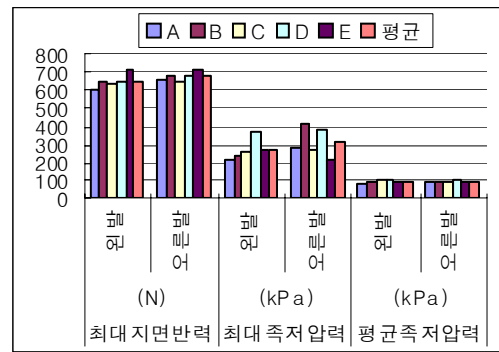


그림 6. 등산화 착용시 45° 방향전환보행동작 최대 지면반력, 최대 및 평균족저압력

보행동작시 최대지면반력은 E제품의 경우 100N에 가까운 편차를 나타냈다.

최대족저압력은 D제품의 경우 직선보행동작 수행시 보다 방향전환동작수행시 높은 족저압력값을 나타냈다.

3. 등산화 착용시 25° 오르막 경사면 보행동작

직선보행이나 방향전환 보행동작 수행시 결과보다 등산화의 기능성을 잘 나타낼 수 있는 오르막 경사면 보행동작에 대한 결과는 <표 6>과 <그림 7>에서와 같이 등산화 착용시 보폭 70cm, 보수 100beats/m, 보속 4.2km/h, 25°오르막 경사면 보행동작 중 최대지면반력 평균은 왼발 629.6±36.29N, 오른발 702.4±69.22N으로 나타났다. 최대족저압력 평균은 왼발 254.2±69.76kPa,

표 6. 등산화 착용시 25° 오르막 경사면 보행동작 중 최대 지면반력, 최대족저압력 및 평균족저압력

구분	최대지면 반력(N)		최대족저압력 (kPa)		평균족저압력(kPa)	
	L	R	L	R	L	R
신발 종류						
A	604	773	260	343	73	93
B	646	682	323	315	73	91
C	601	659	168	283	67	73
D	686	622	320	435	78	86
E	611	776	200	328	64	75
M	629.6	702.4	254.2	340.8	71.0	83.6
±SD	±36.29	±69.22	±69.76	±57.12	±5.52	±9.15

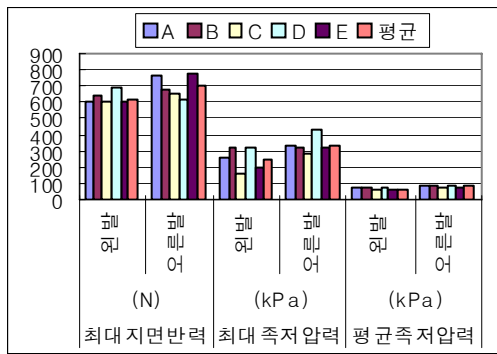


그림 7. 등산화 착용시 25° 오르막 경사면 보행동작 중 최대지면반력, 최대족저압력 및 평균족저압력

오른발 340.8±57.12kPa로 나타났고, 족저압력의 평균은 왼발 71.0±5.52kPa, 오른발 83.6±9.15kPa로 나타났다.

최대지면반력은 왼발의 경우 D(686) > B(646) > E(611) > A(604) > C(601) 순으로 나타났으며, 오른발의 경우 E(776) > A(773) > B(682) > C(659) > D(622) 순으로 나타났다. 최대족저압력은 왼발의 경우 B(323) > D(320) > A(260) > E(200) > C(168) 순으로 나타났으며, 오른발의 경우 D(435) > A(343) > E(328) > B(315) > C(283) 순으로 나타났다. 평균족저압력은 왼발의 경우 D(78) > A(73) = B(73) > C(67) > E(64) 순으로 나타났으며, 오른발의 경우 A(93) > B(91) > D(86) > E(75) > C(73) 순으로 나타났다.

최대지면반력의 경우 예상과 달리 평지에서와 보행과 유사하거나 작은 수치를 나타냈다. 또한 왼발과 오

른발에 대한 편차가 크게 나타났으며, 특히 A제품과 E제품의 경우 큰 편차를 나타냈다. 또한 평면 보행과 달리 오른발에서 최대지면반력의 수치가 크게 나타났다. 최대족저압력은 왼발의 경우 등산화의 종류에 따라 매우 불규칙한 값을 나타내었으며 이는 아웃솔 디자인과 관련이 있을 것으로 사료된다.

4. 등산화 착용시 25° 내리막 경사면 보행동작

<표 7>과 <그림 8>의 결과에서 같이 등산화 착용시 보폭 70cm, 보수 100beats/m, 보속 4.2km/h, 25°내리막 경사면 보행동작 중 최대지면반력 평균은 왼발 1013.6±52.66N, 오른발 937.8±25.80N으로 나타났다. 최대족저압력 평균은 왼발 348.8±21.06kPa, 오른발

표 7. 등산화 착용시 25°내리막 경사면 보행 동작 중 최대 지면반력, 최대족저압력 및 평균족저압력

구분	최대지면 반력(N)		최대족저 압력(kPa)		평균족저 압력(kPa)	
	L	R	L	R	L	R
신발 종류						
A	1058	972	338	310	121	102
B	994	958	325	253	106	95
C	930	919	358	265	105	89
D	1040	927	380	313	94	93
E	1046	913	343	270	100	89
M	1013.6	937.8	348.8	282.2	105.2	93.6
±SD	±52.66	±25.80	±21.06	±27.47	±10.03	±5.37

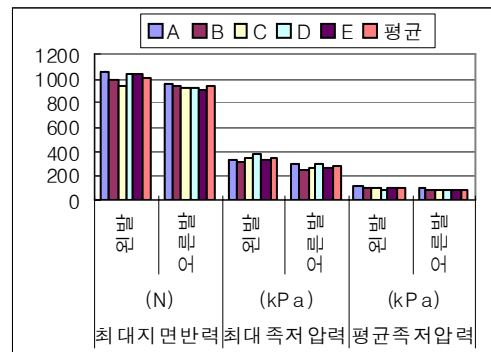


그림 8. 등산화 착용시 25° 내리막 경사면 보행동작 중 최대지면반력, 최대족저압력 및 평균 족저압력

282.2±27.47kPa로 나타났고, 족저압력의 평균은 왼발 105.2±10.03kPa, 오른발 93.6±5.37kPa로 나타났다.

최대지면반력은 왼발의 경우 A(1058) > E(1046) > D(1040) > B(994) > C(930) 순으로 나타났으며, 오른발의 경우 A(972) > B(958) > D(927) > C(919) > E(913) 순으로 나타났다.

최대족저압력은 왼발의 경우 D(380) > C(358) > E(343) > A(338) > B(325) 순으로 나타났으며, 오른발의 경우 D(313) > A(310) > E(270) > C(265) > B(253) 순이었다. 평균족저압력은 왼발의 경우 A(121) > B(106) > C(105) > E(100) > D(94) 순으로 나타났으며, 오른발의 경우 A(102) > B(95) > D(93) > C(89) = E(89) 순으로 나타났다.

실험결과 값으로 볼 때 최대지면반력은 오르막 경사면 보행동작 수행시와는 달리 내리막 경사면 보행동작 수행시 대단히 높은 차이의 지면반력(400N)을 나타냈다.

각 등산화 모델에 따른 최대지면반력값은 왼발에서 많은 차이가 있는 것으로 나타났으며, 오른발의 경우 전체적으로 유사한 값을 보이는 것으로 나타났다. 최대 족저압력은 왼발과 오른발 모두 거의 유사한 형태의 족저압력 차이를 나타낸 것으로 분석되었다.

IV. 결론

이 연구는 등산화의 기능성을 평가하기 위하여 하지와 족부부위에 상해가 없고 정상적인 보행동작을 수행하는 남자 대학생 10명을 선정하여 5종류 모델의 등산화를 대상으로 직선 보행동작, 45° 방향전환 보행동작, 25° 오르막경사면 보행동작, 25° 내리막경사면 보행동작시 족저압력 측정 후 최대지면반력과 최대족저압력 그리고 평균족저압력을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

최대지면반력 분석결과 25° 내리막경사면 보행동작시 3가지 다른 형태의 보행동작시 보다 약 400N의 족저압력을 더 크게 나타낸 것으로 분석되었는데 이러한 결과는 내리막경사면 보행동작이 오르막경사면 보행동

작보다 상대적으로 더욱 큰 족저압력을 필요로 하는 것으로 판단된다.

최대족저압력 분석결과 4가지 형태의 보행동작시 대체로 높은 족저압력을 나타냈고, 특히 D제품의 경우 다른 제품들에 비하여 더욱 높은 족저압력을 나타냈는데, 이와 같은 결과는 장시간 보행동작시 피로 증가 및 상해발생의 원인이 될 것으로 판단된다.

5종류 모델의 등산화 모두 왼발과 오른발의 최대지면반력과 최대족저압력 그리고 평균족저압력의 평균과 표준편차가 다르게 나타났다. 이러한 결과는 보행동작시 왼발과 오른발의 족저압력차가 다르게 나타난 것이 그 원인으로 개인적인 보행 특성과는 상관없는 것으로 판단된다.

최대족저압력은 25° 내리막경사면 보행동작시 특별한 경향성은 나타나지 않았으나 나머지 3가지 다른 형태의 보행동작시 오른발의 족저압력이 약간 높게 나타났는데 이러한 결과는 연구대상자들이 주로 오른발을 사용하기 때문인 것으로 분석되었다.

등산화의 기능성과 관련하여 Clarke(1980)의 보고에 따르면 최대족저압력값은 느린 보행동작 수행시 38N/cm², 빠른 보행동작 수행시 42N/cm²를 나타낸 것으로 보고했으며, 최규정(2003)은 일반 운동화의 경우 보행동작 수행시 35.5N/cm²의 최대족저압력값을 나타낸 것으로 보고하였다. 이러한 선행 연구결과는 본 연구결과와 유사한 값을 나타낸 것으로 분석되었다.

참 고 문 헌

- 김우겸 (1998). **인체의 생리**, 서울 : 생명의 이치.
- 김재호 (2006). **발의 운동 형태에 따른 평균 족저압 분포 연구**, 석사학위논문. 경기대학교 대체의학 대학원.
- 김태형, 이기청 (1996). 에어로빅스 하이키시 운동화 중저의 정도에 따른 지면반력의 변화 및 발의 안정성에 관한 연구. **한국운동역학회지**, 6(1), 93-106.
- 박경희, 권오윤, 김영호 (2003). 정상인에서 보행속도가

- 발관절의 관절각과 발바닥 최대 압력 분포에 미치는 영향. **한국전문물리치료학회지**, 10(1), 77-96.
- 성우성 (2006). **중족골 족지 절단자의 의족지 착용시와 미착용시 족저 압력분포 특성에 관한 연구**, 석사학위논문. 국민대학교 스포츠산업대학원.
- 손미숙 (2007). **보행 시 전면부하 및 슬건부하소켓과 절단부 사이의 압력분포 비교**, 석사학위논문. 경원대학교 사회체육대학원.
- 이기광, 최치선, 은선덕 (2006). 등산화 아웃솔의 독립적 서스펜션 기능이 발의 안정성 및 부하에 미치는 효과. **대한인간공학회지**, 25(4), 115-119.
- 이동기 (2005). **족저압력분포 측정장비를 이용한 골프 스윙 시 족저압 분석**, 석사학위논문. 신라대학교 교육대학원.
- 이인숙, 이정호, 김현경, 유경석 (2006). 피겨스케이팅 프라임 카펠스핀 기술의 족저압력분포 연구. **한국체육학회지**, 45(6), 671-680.
- 임영태 (2003). 압력 중심 및 지면반력 이동 패턴에 의한 두 가지의 다른 골프 스윙 스타일 분류. **한국운동역학회지**, 14(2), 179-186.
- 정경석 (2005). **국내산 테니스화 브랜드와 외국산 테니스화 브랜드의 테니스 동작유형별 압력분포 분석**, 석사학위논문. 한림대학교 대학원.
- 채원식 (2006). 롤러 신발과 조깅 슈즈 신발 착용 후 보행 시 지면반력의 형태 비교 분석. **한국운동역학회지**, 16(1), 101-108.
- 최규정 (2003). **일반 운동화와 mBT 보행 신발 착용에 따른 보행 동작의 운동역학적 비교 분석**. 박사학위논문. 성균관대학교 대학원.
- 최지영, 김승재, 이의린 (2005). 테니스 포핸드 스트로크 시 오픈스탠스의 족저압력분포의 변화. **한국운동역학회지**, 15(1), 143-153.
- 최치선, 남기정, 신인식, 서정석, 은선덕, 김석범 (2006). 드롭랜드 시 backpack 중량 변화에 따른 충격 흡수 기전. **한국운동역학회지**, 16(2), 25-35.
- Alexander, I. J., Chao, E. Y. S. & Johnson, K. A. (1990). The assesment of dynamic foot to ground force and plantar pressure distribution: A review of the evolution of current techniques and clinical application. *Foot & Ankle*, 11(3), 152-167.
- Barnett, S., Cunningham, J. L. & West, S. (2001). A comparison of vertical force and temporal parameters produced by an in-shoe pressure measuring system and a force platform. *Clin Biomech*, 16(4), 353-357.
- Cavanagh, P. R., Hewitt, F. G., & Perry, J. E. (1992). In-sole plantar pressure measurement: a review, *The Foot*, 2, 185-194.
- Choi, C. S., Shin, I. S., Lee, K. K., Eun, S. D. & Lee, J. H. (2006). *The effect of suspension function of hiking boots on the stability of the foot*. 2006 ISBS International Congress, Salzburg, Austria.
- Clarke, T. E. (1980). *The pressure distribution under the foot during barefoot walking*. Unpublished doctoral dissertation. The Penn State Univ. University Park.
- Diliberto, F. E., Baumhauer, J. F., Wilding, G. E. & Nawoczenski, D. A. (2007). Alterations in plantar pressure with different walking boot designs. *Foot Ankle Int*, 28(1), 55-60.
- Gheluwe, B. V., Nelen, B. (1999). *Plantar foot pressure of lower leg amputees during gait and running*, International Society of Biomechanics Fourth symposium on footwear Biomechanics, Calgary, Canada, 44-47.
- Hennig, E. M., Milani, T. L., (1995). In-sole pressure distribution for running on various types of footwear. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 299-310
- Hennig, E. M., Sanderson, D. J., (1995). In-sole pressure distribution for cycling with two types of footwear at different mechanical loads. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 68-80.
- Hettinga, B. A., Stefanyshyn, D. J., Fairbairn, J. C. &

- Worobets, J. T.(2005). *Biomechanical Effects of Hiking on A Non-Uniform Surfaces*. International Society of Biomechanics Seventh symposium on footwear Biomechanics, Cleveland, USA, 44-47.
- Koukoubis, T. D., Kyriazis, V. & Rigas, C. (2003). The inflence of mountain boots on gait. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 4(2), 81-83.
- Mann, R. A. (1980). Biomechanics of running. In *Symposium on the Foot and Leg in Running Sports*. R. P. Mack(ed.). St. Louis: The C. V. Mosby Co., 1-29.
- Nigg, B. M. (1986). *Biomechanics of running shoes*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Perters, P., Runge, J. (2001). Electronic plantar pressure measurements in different types of mountaineering boots. *Sport verletz Sports chaden*, 15(2), 40-44.
- Rosenbaum, D., Hautmann, S., Gold, M., & Class, L. (1994). Effects of walking speed on plantar pressure patterns and hind foot angular motion. *Gait & Posture*. 2(3), 191-197.

투 고 일 : 10월 31일
심 사 일 : 11월 6일
심사완료일 : 12월 14일