

보행시 보급형 키 높이 인솔의 높이와 재질이 평균 족저압에 미치는 영향

이중숙¹ · 김두환² · 정부원² · 한동욱² · 박돈목³

¹신라대학교 의생명과학대학 체육학부 · ²신라대학교 의생명과학대학 물리치료학과 · ³강동대학교 물리치료과

The Effects of the Height and the Quality of the Material of Popular Heel-up Insole on the Mean Plantar Foot Pressure during Walking

Joong-Sook Lee¹ · Doo-Hwan Kim² · Bu-Won Jung² · Dong-Wook Han³ · Don-Mog Park⁴

¹Division of Physical Education, College of Medical and Life Sciences Silla University, Busan, Korea

²Department of Physical Therapy, College of Medical and Life Sciences Silla University, Busan, Korea

³Department of Physical Therapy, Gangdong College, Icheon, Korea

Received 30 September 2011; Received in revised form 8 December 2011; Accepted 15 December 2011

ABSTRACT

This study determined the effects of the height and the quality of the material of popular heel-up insole on mean plantar foot pressure during walking. Seven healthy college students who are studying at S university in Busan were as participants in this study. After sufficiently explaining about the research to the subjects before the experiment, mean plantar foot pressures were examined using F-Scan Pressure Measure System 5.23 for the gait with shoes inserted insole and the data were compared among the height and the quality of material of insoles. In the result, there was a difference significantly in the mean plantar foot pressure followed the height of insoles both left and right. Especially, mean plantar foot pressure in left indicated significantly lower in 3 cm and 5 cm insoles than in 0 cm and 1 cm insoles. Also mean plantar foot pressure in right showed significantly lower in 3 cm and 5 cm insoles than in 0 cm, and indicated significantly lower in 5 cm insoles than in 1 cm and 3 cm insoles. The mean plantar foot pressure followed the quality of the material of insoles were different significantly. In left, the mean plantar foot pressure of urethane poly-acetyl insole was lower significantly than urethane poly-acetyl inserted air insole, power-gel insole and jelly insole. And the mean plantar foot pressure of urethane poly-acetyl insole was lower significantly than power-gel insole and jelly insole in right. We showed that 3 cm and 5 cm insoles in the height of insoles and Urethane poly-acetyl insole in the quality of material were suitable to reduce a fatigue which is felt in plantar foot during the walking.

Keywords : Height, Quality of the Material, Heel-up Insole, Mean Plantar Foot Pressure

I. 서론

인간과 동물의 가장 큰 차이는 보행인데, 이족보행(bipedal locomotion) 또는 보행(gait)은 신체 특히 하체의 주요 관절 부분의 복잡한 상호작용과 협동을 필요로 하는 기능적인 일이다

(Kim, Choi & Cha, 2007). 특히 보행에서 발은 지지하는 지면과 맞닿는 인체의 유일한 부위이며 모든 체중부하에 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 보행 시 체간 이동에 필요한 추진력을 제공한다. 더해서 보행할 때에 발생하는 물리적 충격을 흡수하고 불규칙한 지면에서도 신체가 균형을 유지하여 보행할 수 있도록 작용한다(Saltzman & Nawoczenski, 1995). 일반적으로 인간이 태어나서 평균 60세 까지 보행하는 거리는 약 16만 Km 정도이며, 1 Km를 보행 할 때 마다 발이 느끼는 압력은 약 15 t의 무게이다(Lee & Kim, 2010). 따라서 보행에서 중요한 역할을 담당하고 있는 발을 보호하고 발에서 받는 압력을 감소시킬 수 있는 신

Corresponding Author : Dong-Wook Han
Department of Physical Therapy, College of Medical and Life Sciences, Silla University, 100 Silladaehak-gil, Sasang-gu, Busan, Korea
Tel : +82-51-999-5464 / Fax : +82-51-999-6238
E-mail : dwhan@silla.ac.kr

발을 개발하기 위한 다양한 연구가 진행 중이다. 신발은 충격을 흡수하여 발을 포함한 인체의 여러 관절을 보호하고 부상을 예방하는 역할을 한다(Nigg, 1986)는 사실은 이미 알려진 사실이지만 신발을 신은 상태에서 인체가 지면으로부터 받는 힘을 측정하는 선행연구를 보면, 주행 시 수직 방향의 최대지면 반발력이 체중의 2-3배에 이르며(Mann, 1980), 관절에 걸리는 토크는 서 있을 때보다 7-8배에 달하고 있다(Cavanagh, Rodgers & Iiboshi, 1987)는 점을 고려하면 여전히 발목을 보호하고 기능을 증진시키기 위해 보행 시에 받는 압력을 줄일 수 있는 신발을 개발하는 것이 중요한 이슈가 될 것이다.

이와 관련된 초기 연구에는 신발의 물리적 특성과 적정 무게 및 경도에 관한 연구가 있었고(Catlin & Dressendorf, 1979), 시간이 지나면서 보행동작의 일반적 운동 특성 및 하지 분절의 역학적 연구를 통해 발이 지면과의 접촉에 따른 충격력을 흡수하여 발목을 포함한 인체의 여러 관절을 보호하고 부상을 예방하는 역할을 하는 신발의 기능에 대한 연구가 있었다(Cavanagh et al, 1987; Mann, 1980). 또한 발의 피로를 줄이고 발의 기능을 향상시킬 수 있는 편안한 신발과 관련된 요인들인 발바닥의 압력 분포, 수직 충격력, 후족운동, 발과 다리의 정렬 및 모양, 발 감각 등에 대한 연구들이 있었다(Henning, Staats & Rosenbaum, 1994, Mündermann, Stefanyshyn & Nigg, 2001). 더해서 최근에는 발의 종아치 변형, 족부의 통증, 슬관절 통증, 그리고 요통이 비정상적인 족저 압력분포에 의해 발생할 수 있다는 연구 결과(Kang, 2008)를 근거로 인솔의 효과를 알아보는 연구들이 진행되었다. Jeong과 Hah(2004)는 인솔의 높이와 재질이 발의 압력과 운동효과에 미치는 영향에 대해 알아본 결과 우레탄폴리머와 파이론 재질에 비해 족저압이 낮았고, 인솔의 높이가 5 cm일 때 1 cm와 7 cm에 비해 족저압이 낮다고 보고함으로 인솔의 재질과 높이가 족저압에 영향을 준다는 점을 보고하였다. Kim, Cho, Jung, Kim과 Chung(2010)은 기능성 인솔유형들의 생체역학적 평가에 대한 연구를 통해 인솔의 유형에 따라 관절각도와 족저압 등의 생체역학적인 요인에 차이가 있다고 보고하였다. Lee와 Kim(2010)은 회외족의 Wedge Insole 각에 따른 보행시 접지 시간, 접지면적 및 족저압력을 비교하는 연구를 통해 보행시 압력이 집중되는 외측면에 Wedge Insole이 압력을 줄여준다는 점을 보고하였다. 따라서 기존의 연구들을 보면 인솔이 족저압의 감소에 도움을 주며, 인솔의 재질과 높이 역시 족저압 감소에 영향을 준다는 점을 알 수 있다. 하지만 인솔의 재질과 높이가 발의 압력과 운동에 미치는 효과를 알아보는 Jeong과 Hah(2004)의 연구를 보면 우레탄 폴리머와 파이론 재질로 제작된 인솔을 착용한 후 발의 압력을 알아보는 연구로서 최근에 개발된 소재인 Power-Gel과 Jelly 재질에 대한 자료가 없으며, Kim 등(2010)의 연구는 기능성 인솔로 특정 목적을 위해 제작된 인솔을 사용하여 효과를 검증하는 것이었고, Lee와 Kim(2010)의

연구는 후족부 외측 면을 상승시켜 보행시 발뒤꿈치가 바깥쪽으로 기우는 것을 막아주고 충격을 흡수 할 수 있도록 제작한 특수 Wedge를 외측 면의 상승 각도를 달리하여 충격흡수가 잘 되는 것을 알아보는 연구이었다. 반면 최근에 신소재를 이용해 보급형 키 높이 인솔이 보급되고 있음에도 불구하고, 널리 보급되고 있는 인솔의 재질과 높이가 발에서 받는 압력에 미치는 효과를 알아보는 연구가 부족한 편이다.

따라서 본 연구는 최근에 개발된 신소재를 사용하여 널리 보급되어 있는 키 높이 인솔에 따른 족저압의 차이를 알아봄으로 보급형 인솔의 재질이 실제 발에서 받는 압력을 줄일 수 있는지와 발에서 받는 압력을 줄이는데 가장 효과적인 높이가 무엇인지를 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 최근 1년간 하지에 상해를 입은 병력이 없고 신경학적 이상이 없는 일반 대학생(19-26세) 13명을 대상으로 족저압 측정기를 통해 센서가 보행 주기 동안 발뒤꿈치부터 발가락까지 순차적으로 작동하는 정상족(normal foot)의 형태를 가진 대학생을 선정하였으며, 족저압 측정기를 통해 편평족(low-arched foot)과 고궁족(high-arched foot) 형태를 보인 4명, 센서가 지나치게 외측으로 쏠리는 보행 형태를 보인 2명을 제외한 7명을 최종 피험자로 선정하였다. 또한 Monro, Miller와 Fuglevand(1987)은 지면반력이 착지 형태에 따라서도 영향을 받게 되는데, 착지 형태는 맨 처음 착지 시 지면과 접촉하는 부위에 따라 후족착지형, 중족착지형, 전족착지형으로 구분하고, 이 가운데 후족착지형이 80% 이상임을 보고하고 있기 때문에 본 연구에서는 보행 주기 동안 족저압측정기로 센서가 측정할 때 발뒤꿈치부터 발가락까지 순차적으로 작동하는 일반적인 착지 방법이라고 할 수 있는 후족착지형만을 선정하였다.

2. 족저압 측정기

일반적으로 지면반발력은 힘 측정판(force platform)을 이용하여 측정하게 되는데, 힘 측정판은 앞·뒤, 좌·우, 아래·위 세 가지 방향에서 작용하는 힘을 측정할 수 있다는 장점이 있으나(Song, 2007), 발의 국소부위에 작용하는 압력은 측정할 수 없고 또한 보행 주기 동안 순차적으로 발생하는 발의 국소부위의 압력을 감지해 낼 수 없다는 단점이 있다(Kim et al, 2010). 따라서 보행을 하는 동안 발의 정적 그리고 동적 압력을 정량화하기 위해 족저압(plantar foot pressure)을 측정하게 된다

(Cavanagh & Ulbrecht, 1994). 족저압은 운동과학의 임상 분야와 연구 분야에서 많은 관심을 갖고 있는 측정 대상 중 하나이며 족저압을 측정함으로써 다양한 일상생활동작과 기능적 활동 중 발의 특정부위에 가해지는 압력을 관찰할 수 있다(Roh & Kim, 2001). 또한 족저압력 분포의 측정을 통해서 발의 각 부위에 전달되는 충격을 자세하게 평가 할 수 있을 뿐만 아니라, 이러한 압력분포의 측정과 분석을 통하여 부상의 진단 및 치료에도 이용 될 수 있다(Lee, Kim & Park, 2004).

따라서 본 연구에서도 Lee 등(2004)이 사용한 족저압 측정기를 이용해 키 높이 인솔의 재질과 높이가 발에서 받는 압력에 미치는 영향을 알아보았다. 본 연구에 사용된 장비는 <Figure 1>과 같이 F-Scan Pressure Measure System 5.23이었으며, 분석은 <Figure 2>와 같이 F-Scan 분석 소프트웨어인 F-Scan DB TAM 5.03이었다. F-Scan Pressure Measure System 5.23 압력 측정판으

로 200개 이상의 센서가 삽입형 인솔에 장착되어 있어 족저압 측정을 세밀하게 할 수 있으며 기존에 족저압 측정기와 달리 휴대가 가능한 무선 블루투스 사용 기계로 되어있어 분석 장비와 선으로 이어져 있는 구형 족저압 측정기에 비해서 족저압 측정시에 불편감이 적을 뿐만 아니라 대상자에게 직접적으로 착용하는 장비이기 때문에 보행을 하는 동안 발생하는 족저압을 측정하는데 적합한 장비이다.

3. 인솔(Insole)

본 연구 목적은 보급형 키 높이 인솔의 높이와 재질에 따라 발에서 받는 압력에 차이가 있는지 알아보는 연구로 일반적으로 보급되어 있는 인솔을 이용하였다. 가장 보편적으로 공급되어 있는 인솔의 높이는 Urethane Poly-acetyl 인솔을 기준으로 <Figure 3>과 같이 1 cm, 3 cm, 5 cm 높이였으며, 재질에 따라 <Figure 4>와 같이 Urethane Poly-acetyl, Urethane Poly-acetyl inserted air, Power-Gel, Jelly가 있었다.



Figure 1. F-Scan Pressure Measure System 5.23

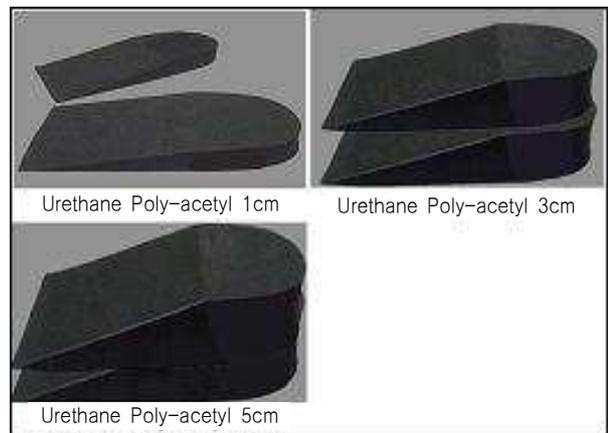


Figure 3. Height of insole

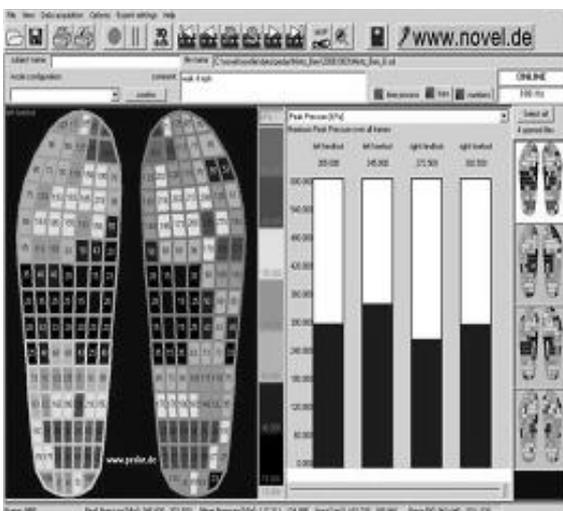


Figure 2. F-Scan DB TAM 5.03

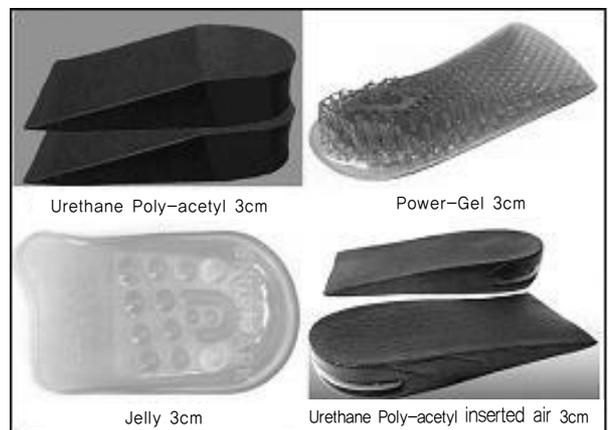


Figure 4. Kinds of insole

4. 실험방법

대상자에 보행에 관련하여 5분 정도의 교육을 시킨 다음에 3회 이상의 보행연습을 시켰다. 그리고 대상자에게 사전에 측정 방법에 대해서 간단히 설명하였다. 그리고 족저압측정기를 장착한 후에 2회의 연습측정을 통해서 족저압 측정기에 오류가 있는지를 확인한 후에 실험을 하였다. 먼저 인솔 없이 측정하였으며 그 후에 높이에 따라 1 cm, 3 cm, 5 cm의 Urethane Poly-acetyl 재질로 된 인솔을 차례대로 착용하도록 하고 보행하도록 하여 인솔의 높이가 족저압에 미치는 영향을 측정하였다. 이어서 재질에 따른 족저압의 차이를 알아보기 위하여 Urethane Poly-acetyl, Urethane Poly-acetyl inserted air, Power-Gel, Jelly의 재질로 만들어진 인솔을 순서대로 삽입하고 보행하도록 한 다음 족저압을 측정하였다. 인솔의 높이는 모든 재질에서 공통적으로 구입할 수 있었던 높이인 3 cm이었다. 각각의 인솔을 삽입하고 보행할 때는 보행과 보행 사이에 1분 정도의 휴식을 주었으며 센서의 오작동이 일어날 경우에는 다시 족저압 측정기를 재 장착한 후에 1회의 연습측정을 한 후에 본 측정을 실시하였다. 모든 대상자는 12 걸음 이상을 걸었으며 분석에 사용한 것은 중간의 10 걸음 이었다.

5. 분석

연구대상자가 7명이었기 때문에 Shapiro-Wilk를 이용해 정규성 검정을 실시한 결과 정규성이 충족되었기 때문에 모수검정을 실시하였다. 먼저 동일한 대상자에게 인솔을 바꾸어 측정하였기 때문에 보급형 키 높이 인솔의 높이와 재질에 따른 평균 족저압의 변화를 알아보기 위하여 반복측정 분산분석을 실시하였으며, 차이가 있는 경우 차이가 있는 높이와 재질을 알아보기 위하여 각각의 높이와 재질에 대해 대응비교 t-검정을 실시하였다. 통계분석은 SPSS(ver.19.0) 통계프로그램이었으며, 유의수준 $\alpha=0.05$ 이었다.

III. 결 과

1. 인솔의 높이에 따른 평균 족저압의 차이

인솔의 높이에 따른 족저압의 평균압력을 보면 왼쪽의 경우 <Table 1, 2>와 같이 인솔이 없었을 때 89.98이었고, 1 cm에서는 91.37이었으며, 3 cm에서는 84.19, 5 cm에서는 83.17로서 인솔의 높이에 따라 평균 족저압에 차이가 있었다($p<.01$). 차이가 있는 인솔의 높이를 확인한 결과 <Figure 5>와 같이 인솔이 없었을 때 비해 인솔의 높이가 3 cm ($p<.05$)와 5 cm ($p<.05$)일 때 평균 족저압이 낮았고, 역시 인솔의 높이가 1cm에 비해 인솔의 높이가 3 cm ($p<.05$)와 5 cm ($p<.01$)일 때 평균 족저압이 낮았다.

Table 1. The values of mean pressure following the height (unit: kPa)

Heights	Left	Right
0cm	89.98±11.19	91.95±5.41
1 cm	91.39±10.17	89.17±5.99
3 cm	84.19±8.19	84.67±3.17
5 cm	83.17±8.40	79.34±5.66

Mean±SD

Table 2. The differences of mean pressure following the height of insole

Variables	Type III Sum of Squares	Freedom	Mean square	F	p
Left	353.814	3	117.938	6.927	.003
Right	638.760	3	212.920	15.038	.000

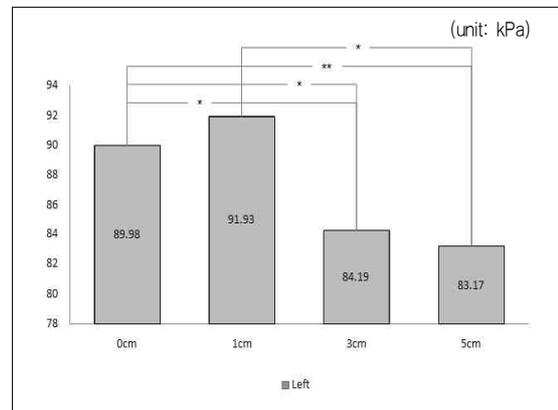


Figure 5. Difference of left mean plantar pressure following the height of insole

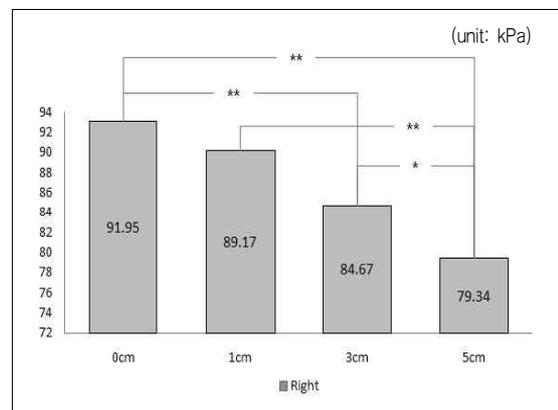


Figure 6. Difference of right mean plantar pressure following the height of insole

2. 인솔의 재질에 따른 평균 족저압의 차이

인솔의 재질에 따른 족저압의 평균압력을 보면 왼쪽의 경우 <Table 3, 4>와 같이 Urethane poly-acetyl 인솔은 84.19이었고, Urethane poly-acetyl inserted air 인솔은 95.04이었으며, Power-Gel 인솔에서는 97.53, Jelly 인솔에서는 94.43으로서 인솔의 재질에 따라 왼발의 평균 족저압에 차이가 있었다($p < .01$). 차이가 있는 재질을 알아본 결과 <Figure 7>과 같이 Urethane poly-acetyl 인솔이 Urethane poly-acetyl inserted air 인솔($p < .01$), Power-Gel 인솔($p < .01$), Jelly 인솔에($p < .01$) 비해 평균 족저압이 낮았다.

Table 3. The values of mean pressure following the height and the kinds of insole (unit: kPa)

Materials	Left	Right
Urethane poly-acetyl	84.19±8.19	84.67±3.17
Urethane poly-acetyl inserted air	95.04±12.67	89.99±8.21
Power-Gel	97.53±11.35	96.83±9.48
Jelly	94.43±10.44	96.23±6.28

Mean±SD

Table 4. The differences of mean pressure following the kinds of insole

Variables	Type III Sum of Squares	Freedom	Mean square	F	p
Left	728.925	3	242.975	9.245	.001
Right	692.890	3	230.963	6.827	.003

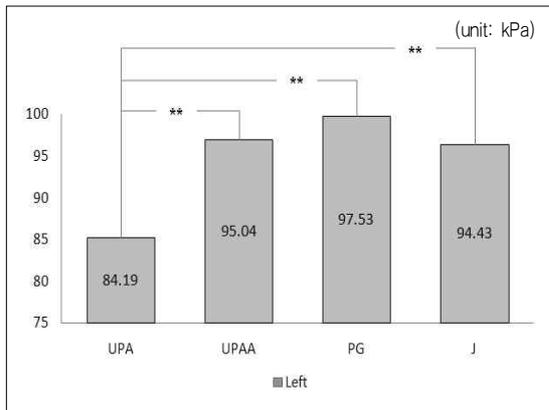


Figure 7. Difference of left mean plantar pressure following the quality of material of insole

UPA : Urethane poly-acetyl insole
 UPAA : Urethane poly-acetyl inserted air insole
 PG : Power-Gel insole
 J : Jelly insole

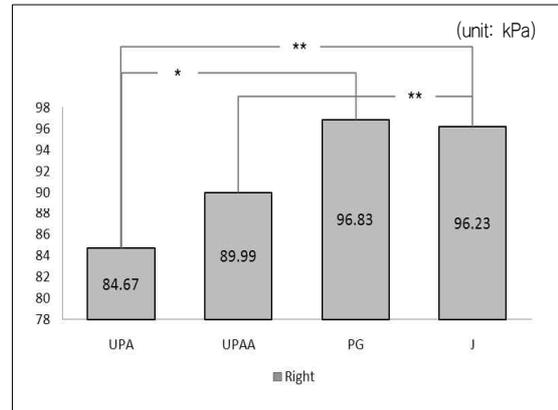


Figure 8. Difference of right mean plantar pressure following the quality of material of insole

UPA : Urethane poly-acetyl insole
 UPAA : Urethane poly-acetyl inserted air insole
 PG : Power-Gel insole
 J : Jelly insole

오른쪽의 경우를 보면 <Table 3, 4>와 같이 Urethane poly-acetyl 인솔은 84.67이었고, Urethane poly-acetyl inserted air 인솔은 89.99이었으며, Power-Gel 인솔은 96.83, Jelly 인솔은 96.23으로서 인솔의 재질에 따라 오른발의 평균 족저압에 차이가 있었다. 차이가 있는 재질을 알아본 결과 <Figure 8>과 같이 Urethane poly-acetyl 인솔이 Urethane poly-acetyl inserted air 인솔과는 차이가 없었지만 Power-Gel 인솔($p < .05$), Jelly 인솔에($p < .01$) 비해 평균 족저압이 낮았고, Urethane poly-acetyl inserted air 인솔은 Power-Gel 인솔에 비해 족저압 평균이 더 낮았다($p < .01$).

IV. 논 의

사람들은 서 있기만 하여도 발목과 발에 가해지는 큰 힘에 의해 발목의 손상, 발의 통증, 기능장애 등이 발생한다. 발의 기능은 체중을 지지하며 보행 시 발생하는 물리적인 충격을 완화시켜 균형을 유지하도록 한다. 따라서 잘 맞는 신발은 이러한 발을 보호하고, 보행을 편하게 하며, 특히 기능성 신발의 경우는 발에 변형을 교정하거나 예방할 수도 있는 반면 잘 맞지 않는 신발은 보행을 불편하게 할 뿐 아니라 발의 변형을 초래한다(Kim & Choi, 2007). 특히 발이 약하면 전체 몸 구조의 균형이 깨어지며 자세의 이상과 기능장애가 발생하기 때문에(Shin, 1997), 신발은 인체의 제 2의 피부라고 까지 하는 의복과 똑같이 그 중요성이 강조되고 있다. 따라서 세련된 디자인뿐 아니라 인체의 유전적인 요인에 의해 결정되는 발의 기능을 보완하는 기능적인 신발을 경쟁적으로 개발하고 있는 중이다(Jeong & Hah, 2004). 또한 신발에 넣어 적용하는 인솔 역시 발 질환을 치료하거나 예방하기 위한 방법으로 수술적인 방법보다 교정방

법으로 호평을 받고 있으며, 많은 생체 역학적 문제점을 치료하기 위해 이용되고 있다. 그리고 인솔의 적용목표에 따라 기형의 예방이나 교정, 충분한 지지면 제공, 서기나 걷기 훈련, 걷기 효율성의 향상 등이 가능한지에 대한 연구가 진행되고 있다 (Pratt, 2000). 일반적으로 신발과 인솔의 효과를 알아보는 방법으로 족저압 측정기를 사용하고 있는데, 족저압의 측정판은 압력 판에 작용하는 힘을 측정하는 기계로써 동작에 따른 발의 압력을 측정하고 있다. 족저압 측정은 정적인 상태와 동적인 상태에서 측정이 가능한데, 정적 시스템은 동적 시스템보다 간단하고 발의 기형에 의한 압력 분포의 변이를 보여줄 수 있는 반면에 발의 주기적인 보행 상태에서의 족저압 변화를 측정하기에는 어려움이 있어 보행과 같이 움직일 때 생기는 압력을 측정하기 위해서는 동적 시스템을 이용할 것을 권하고 있다 (Duckworth, Betts, Franks & Burke, 1982; Hughes, Kriss & Klenerman, 1987). 그리고 족저압 측정기에서 얻어지는 접지면, 접지면적, 최대압력, 평균압력의 변인을 이용해 신발과 인솔의 효과를 검증하게 된다(Lee & Kim, 2010).

여기서 압력이란 발에 가해지는 힘을 압력 감지부의 면적으로 나눈 것($\text{pressure}=\text{force}/\text{area}$)을 의미한다(Moon, Lee, Kim, Kim & Chung, 1997). 때문에 인솔의 높이와 재질에 따라 보행하는 동안 발에 가해진 전체 힘을 감지부의 전체 면적으로 나누어 생긴 평균압력이 발의 피로와 많은 관련이 있을 것으로 사료됨에 따라 본 연구는 인솔의 효과를 알아보기 위하여 동적 시스템을 갖춘 족저압 측정기를 사용하였으며, 검증변인으로 평균 압력을 선택하였다.

본 연구에서 인솔의 높이에 따른 평균 족저압을 알아본 결과, 왼쪽의 경우 인솔이 없었을 때와 인솔 높이가 1 cm일 때에 비해 인솔의 높이가 3 cm와 5 cm일 때 평균 족저압이 낮았다. 오른쪽을 보면 인솔이 없었을 때에 비해 인솔의 높이가 3 cm와 5 cm일 때 평균 족저압이 낮았고, 인솔의 높이가 1 cm와 3 cm일 때에 비해 인솔의 높이가 5 cm인 경우 더 낮았다. 따라서 평균 족저압이 가장 낮은 인솔의 높이는 왼쪽과 오른쪽에 따라 약간의 차이는 있지만 3 cm와 5 cm라는 것을 알 수 있고, 가장 바람직한 높이는 5 cm라는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Jeong과 Hah(2004)의 연구 결과와 비슷한 것으로 그들은 인솔의 높이 1 cm, 5 cm, 7 cm를 비교한 결과 5 cm에서 족저압의 분포가 가장 낮았다고 보고하였다. 또한 인솔은 아니지만 구두굽 높이와 발의 쾌적함을 연구한 Kim(1986)의 연구에서는 3 cm의 구두굽이 가장 좋았으며, Chun과 Choi(2000)의 논문에서도 3-5 cm의 구두굽이 발의 쾌적함에 적절하였다고 한 연구 결과와 비슷한 것이다. 반면 Park(2009)은 3 cm와 7 cm의 구두굽의 높이에 따른 족저압의 변화를 알아보는 연구를 하였는데, 후족부에서는 3 cm에서 족저압이 높았던 반면 전족부에서는 7 cm에서 족저압이 높았다고 하였다. 이러한 결과들과 본 연구 결과를

보면 5 cm를 넘는 인솔을 넣게 되면 후족부의 압력은 감소하는 반면 전족부의 압력이 높아져 전체적인 압력분포가 증가하게 될 수 있으며, 3 cm 보다 낮은 인솔을 넣게 되면 전족부의 압력이 낮아지지만 후족부의 압력이 높아져 전체적인 압력이 높아질 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 발에 기형이나 질환이 없는 발의 경우 인솔의 높이는 3 cm에서 5 cm 사이가 가장 적합하다는 것을 알 수 있었다.

인솔의 재질에 따른 족저압의 평균압력을 알아보는 본 연구 결과를 보면 왼쪽의 경우 Urethane poly-acetyl 인솔이 Urethane poly-acetyl inserted air 인솔, Power-Gel 인솔, Jelly 인솔에 비해 평균 족저압이 낮았다. 오른쪽은 <Figure 8>과 같이 Urethane poly-acetyl 인솔이 Urethane poly-acetyl inserted air 인솔과는 차이가 없었지만 Power-Gel 인솔, Jelly 인솔에 비해 평균 족저압이 낮았고, Urethane poly-acetyl inserted air 인솔은 Power-Gel 인솔에 비해 평균 족저압이 더 낮았다. 본 연구 결과를 보면 Urethane poly-acetyl 인솔이 평균 족저압을 낮추는데 가장 좋으며, Urethane poly-acetyl inserted air 인솔이 다음으로 좋다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Jeong과 Hah(2004)의 연구결과와 비슷한 것으로 우레탄폴리와 파이론을 비교한 그들의 연구 결과 역시 우레탄폴리의 족저압이 더 낮았음을 보고하였다. 우레탄폴리는 고탄성체이면서 내열성, 내용제성, 내마모성 및 저온특성 등이 우수하여 각종공업재료에 사용될 뿐만 아니라 면포나 합성섬유에 도포하여 의료용, 가정용, 가구용 및 신발용 등 천연피혁 대용품으로 이용되고 있다(Lee, 1994). 또한 Hur와 Ha(2008)은 적절한 가공을 통해 통기성, 사람의 인체에 맞는 가장 적절한 반응열, 저장기간 등의 우레탄폴리의 특성을 향상시킬 수 있음을 보고하였다. 결국 우레탄폴리의 특성에 맞게 Urethane poly-acetyl 인솔이 발바닥에 가해지는 압력을 낮추는데 적합하다는 것을 알 수 있었다. 반면 Eun, Yu와 Shin(2007)은 젤-타입 인솔을 이용해 보행에 미치는 영향을 알아본 결과 일반 인솔이 장착된 신발과 비교해 지면반력에서 유의한 차이가 없었다고 하였다. 이러한 결과는 발바닥에 가해지는 압력을 분산시키기에 젤-타입의 인솔이 바람직하지 않다는 것을 시사하는 것이다. 또한 젤리 인솔의 재료인 폴리실리콘과 관련하여 Park과 Park(1996)은 압력저항성이 온도에 영향을 받는다고 하였다. 이러한 결과 역시 보행 중에 발생하는 족부의 열이 인솔에서 받는 압력에 영향을 줄 수 있기 때문에 장기적인 보행에 젤리 인솔을 사용하는 것은 바람직하지 않다는 것을 시사하는 것이다. 따라서 보행하는 동안 발에서 받는 압력을 줄이기 위해서는 Urethane poly-acetyl 인솔이 더 바람직하다는 것을 알 수 있었다. 하지만 본 연구는 발바닥에서 받는 전체 압력을 비교한 것이기 때문에 차후로 부위에 따른 차이를 검증하는 연구가 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

부산시 소재 S 대학에 재학중인 학생 7명을 대상으로 보급형 키 높이 인솔의 높이와 재질이 평균 족저압에 미치는 영향을 알아본 결과는 다음과 같다.

1. 인솔의 높이에 따른 족저압의 평균압력을 보면 왼쪽과 오른쪽 모두 차이가 있었으며, 왼쪽의 경우는 인솔이 없었을 때와 인솔 높이가 1 cm일 때에 비해 인솔의 높이가 3 cm와 5 cm일 때 평균 족저압이 낮았다. 오른쪽을 보면 인솔이 없었을 때에 비해 인솔의 높이가 3 cm와 5 cm일 때 평균 족저압이 낮았고, 인솔의 높이가 1 cm와 3 cm일 때에 비해 인솔의 높이가 5 cm인 경우 더 낮았다.
2. 인솔의 재질에 따른 족저압의 평균압력을 보면 왼쪽과 오른쪽 모두 차이가 있었으며, 왼쪽의 경우 Urethane poly-acetyl 인솔이 Urethane poly-acetyl inserted air 인솔, Power-Gel 인솔, Jelly 인솔에 비해 평균 족저압이 낮았다. 오른쪽은 Urethane poly-acetyl 인솔이 Urethane poly-acetyl inserted air 인솔과는 차이가 없었지만 Power-Gel 인솔, Jelly 인솔에 비해 평균 족저압이 낮았고, Urethane poly-acetyl inserted air 인솔은 Power-Gel 인솔에 비해 족저압 평균이 더 낮았다.

따라서 이러한 결과를 보면 보급형 키 높이 인솔을 사용하여 발의 피로를 줄이기 위해서는 3 cm와 5 cm 높이의 인솔이 적합하며, 재질을 보면 Urethane poly-acetyl 인솔이 다른 재질의 인솔에 비해 발의 피로를 낮추는데 도움이 된다는 것을 알 수 있었다. 차후로는 동일한 인솔을 이용해 발의 부위별 족저압을 분석하여 개개인의 발의 형태에 적합한 인솔을 알아보는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Catlin, M., & Dressendorf, R.(1979). Effect of shoe weight on the energy cost of running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11, 80.
- Cavanagh, P. R., & Ulbrecht, J. S.(1994). *Biomechanical aspects of Foot Problems in Diabetes*. In: Boulton A, et al., editors. The foot in diabetes. United Kingdom: Ed. Chichester.
- Cavanagh, P. R., Rodgers, M. M., & Iiboshi, A.(1987). Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot & Ankle International*, 7, 262-276.
- Chun, J. S., Choi, S. H.(2000). A Study on Purchase and Use of Women's Dress Shoes. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(2), 185-191.
- Duckworth, T., Betts, R. P., Franks, C. L., & Burke, J.(1982). The measurement of pressure under the foot. *Foot & Ankle International*, 3, 130-141.
- Eun, S. D., Yu, Y. J., & Shin, H. S.(2007). The Effects of Gel-type Insole on Patients with Knee Osteoarthritis during Gait. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 17(3), 181-188.
- Hennig, E. M., Staats, A., Rosenbaum, D.(1994). Plantar pressure distribution pattern of young school children in comparison to adults. *Foot & Ankle International*, 15, 35-40.
- Hughes, J., Kriss, S. & Klenerman, L.(1987). A clinician's view of foot pressure: A comparison of three different methods of measurement. *Foot & Ankle International*, 7, 277-284.
- Hur, K. T., Ha, M. K.(2008). A Study on Quality Stabilization of Polyurethane Prepolymer for Medical Application. The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, *The Journal of KSMPE Autumn Conference 2008*, 277-282.
- Jeong, B. Y., Hah, H. B.(2004). The Change of the Foot Pressure According to the Material and Height of the Shoe Insole during Exercises. *Korea Sport Research*, 15(1), 911-924.
- Kang, H. J(2008). *The Effect of Customized Insole for High-arched Patients with Hindfoot Supination*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Yonsei University.
- Kim, D. Y., & Choi, S. B.(2007). The Research on Functional Midsole that can Minimize Forefoot Pressure - Focusing on High-Heeled Pumps Type. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 31(2), 258-68.
- Kim, E. H., Cho, H. K., Jung, T. W., Kim, S. S., & Chung, J. W.(2010). The Biomechanical Evaluation of Functional Insoles. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(3), 345-353.
- Kim, H. E.(1986). A Study on Foot Measurement and Adult Women's Shoe Standard Size. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 24(3), 43-50.
- Kim, J. J., Choi, S. B., & Cha, S. E.(2007). A study on the ground reaction forces and plantar pressure variables in different safety shoes and applying insole during walking. *Korean Industrial Hygiene Association Journal*, 17(2), 131-143.
- Lee, H. T., Kim, Y. J.(2010). The Effect of the Wedge Insole Angle of Supinated Group on Foot Contact Time, Foot Contact Area and Foot Pressure. *Journal of Fisheries and*

- Marine Sciences Education*. 22(4), 508-515.
- Lee, J. S., Kim, Y. J., & Park, S. B.(2004). A Study of In-sole Plantar Pressure Distribution in Functional Tennis Shoes. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 14(3), 99-118.
- Lee, Y.(1994). *Synthesis and Physical Properties of Polyurethanes and their use as ISE Matrices*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Kwangwoon University.
- 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.
- Moon, J. H., Lee, H. S., Kim, M. Y., Kim, S. W., & Chung, G. I.(1997). Foot Pressure Distribution of Normal Children. *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 21(4), 755-761.
- Mündermann, A., Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M(2001). Relationship between comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1939-1945.
- Munro, C. F., Miller, D. I., & Fuglevand, A. J.(1987). Ground reaction forces in running: A reexamination. *Journal of Biomechanics*, 20, 147-155.
- Nigg, B. M.(1986). *Biomechanics of Running Shoes*. Champaign, IL, Human Kinetics Publishers.
- Park, J. J.(2009). A Comparative Analysis on Changer of Foot Pressure by Shoe Heel Height during Walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(4), 771-778.
- Park, S. J., & Park, S. K.(1996). Pressure sensor using shear piezoresistance of polysilicon films. *Journal of the Korean Sensors Society*, 5(5), 31-37.
- Pratt, D. J., Rees, P. H. & Rodgers, C.(2000). Assessment of some shock absorbing insoles. *Prosthetics and Orthotics International*, 10(1), 157-162.
- Roh, J. S., & Kim, T. H.(2001). Reliability of Plantar Pressure Measures Using the Parotec System. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 8(3), 35-41.
- Saltzman, C. L., Nawoczenski, D. A., & et al.,(1995). Measurement of the medial longitudinal arch. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(1), 45-49.
- Shin, S. W.(1997). *Classification of foot types and analysis for pressure distribution according to the height of heel during walking*. Unpublished Doctoral Dissertation, Graduate School of Keimyung University.
- Song, D. R.(2007). *Construction of a Finite Element Foot-Ankle Joint Complex and Finite Element Analysis for Changes of Hardness and Height of Outsole*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Inje University.