

정상성인의 인솔 높이가 균형에 미치는 영향

오명화¹·이전형¹·권유정¹·이종대¹·이명희¹·김 경²

동신대학교 보건복지대학 작업치료학과, ¹대구대학교 대학원 물리치료전공,
²대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

Effect of Heel-heights of Insole on Balance in Healthy Adults

Myoung-hwa Oh, PT, PhD, Jeon-hyeong Lee, PT, MS, Yoo-jung Kwon, PT, MS,
Jong-dae Lee, PT, MS, Myoung-hee Lee, PT, MS, Kyung Kim, PT, PhD.

Department of Physical Therapy, College of Public Health and Welfare, Dongshin University

¹*Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate School, Daegu University*

²*Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University*

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effect of stability on heel-heights of insole in healthy adults.

Methods : Subjects of 39 males measured stability index of the Biodex Stability System(BSS) by wearing shoes of 2cm, 5cm insoles including bare feet. The BSS was consisted of a movable balance platform and the platform was interfaced with computer software that enables the device to serve as an assessment of balance performance. Stability index of the BSS included overall stability index(OSI), anteroposterior stability index (APSI), mediolateral stability index(MLSI). In the BSS, subjects were asked to step on to the platform of the BSS and assume a comfortable position while maintaining slight flexion in the knees, looking straight ahead. Subjects were trained for 10min for adaptation to the heel-height of insole and then they maintained double limb stance for 2min. Biodex platform set to convert Lv.8 into Lv.1 gradually.

Results : There were statistically significant differences between heel-heights of insole and stability index of OSI, APSI, and MLSI($p<.05$). The result of post-hoc test were as follows; 1)OSI had significant differences between bare feet and 2cm, 5cm. 2)APSI had significant differences between bare feet and 2cm, 5cm. 3)MLSI had significant differences between bare feet and 2cm, 5cm($p<.05$).

Conclusions : We found that the more heels of insole high, the more stability index increases. In particular, balance index of insole above 5cm more increased and we could acknowledge that the insole above 5cm more effected balance of healthy adults.

Key Words : Stability index, Heel-heights of insole, Balance

I. 서 론

신발은 인체에서 제2의 피부라고 하는 의복과 같이 매우 중요한 것으로 현재 기업들의 많은 관심과 집중으로 매우 좋은 디자인을 각 회사 마다 개발하여 제품을 생산하고 있다. 그러나 이러한 디자인도 중요하지만 무엇보다 사람이 극복할 수 없는 인체의 유전적인 요인에 의해 결정되는 기능을 보완하는 기능적인 제품이 경쟁적으로 개발되고 있다(정병렬과 하현보, 2004). 오픈마켓 옥션(www.auction.co.kr)의 매출 통계에 따르면 최근 키 높이 인솔, 키 높이가 양말 판매량이 50% 가량 급증하고 있다고 한다. 특히 키 높이가 인솔의 경우 남성 구매 비율이 60%로 여성보다 훨씬 높다. 여성에게는 굽 높은 구두가 패션 아이템으로 자리 잡고 있지만, 남성들에게 높은 굽은 오히려 놀림거리가 되기도 한다. 이에 따라 보이지 않게(속어) 키를 커보이게 하는 키 높이 인솔이나 키 높이가 구두가 남성들에게 인기를 끌고 있다(윤영미, 2007).

인솔은 각종 스포츠화에 넣어 편히 사용할 수 있으며, 충격을 흡수하여 발목 및 무릎관절을 보호하고, 체중을 분산시켜 피로를 줄이고(Garner 등, 1998), 착용자의 편안함과 안정성, 보행을 용이하게 할 목적으로 적용한다(김장환 등, 2004). 그리고 기능적 인솔을 사용하게 되면 족궁의 높이를 없애주고 동적인 동작 시 족궁의 붕괴를 막아주기 때문에 이로 인한 발목관절의 동작을 통제하는데 효과적이라고 하였다(Kogler 등, 1995; Shiba 등, 1995). 기존에 단순히 인솔을 몇 겹 덧댄 것에 불과했던 키 높이 인솔은 디자인과 기능이 더욱 강화되어 충격을 흡수하는 ‘에어 펌프형’부터 높이 조절은 물론 발바닥에 무리가 가지 않는 실리콘 소재의 ‘4단 젤리 인솔’, ‘양말 인솔’에 이르기까지 그 종류와 소재가 더욱 다양해지고 있다.

인솔은 보행 중 입각기의 초기 접촉에 최대 50%까지 충격을 흡수하고 만성 요통과 퇴행성 관절염

질환을 줄이는 효과가 있다고 알려져 있다(Sobel 등, 2001). 서로 다른 4가지 인솔을 사용하고 보행하였을 때 발뒤꿈치 닿기 기간 동안 최대 압력이 감소한다고 하였고 또한 충격 흡수 인솔 사용은 발뒤꿈치에서 37%, 전족에서 24%의 최대 압력을 감소시켰다(Windle 등, 1999). 발뒤꿈치 손상환자에게 발바닥 전체 닿는 인솔을 사용하지 않은 경우 걷는 속도와 보폭이 감소하고, 양발지지 시간이 길어지고, 한발지지 시간이 짧아진다고 하였다. 또한 고관절 힘 생성 능력과 발목관절 힘 생성 능력에 영향을 미치고, 인솔을 사용한 경우 보행 형태가 좋아진다고 하였다(Tang 등, 2003). 그리고 Nigg 등(1999)은 인솔 재질의 특성은 신체 입력신호의 빈도와 크기에 영향을 주고, 감각계에 의해 영향을 받는다고 하였다. 또한, 주문 제작한 인솔뿐만 아니라 서로 다른 형태와 재질의 인솔 사용은 족궁의 높이, 발뒤꿈치의 해부학적 정렬, 발뒤꿈치와 전족의 탄력성에 영향을 주어 신발 착용 시 편안함을 증가시키며, 하지의 통증과 손상 발생률을 감소시킨다고 보고하였다.

뒤축이 높지 않은 신발을 사용하고 있는 사람이 설 경우 체중의 수직선은 족궁의 정점이 아니고 거의 뒤꿈치 쪽으로 떨어진다. 그런데 뒤축이 높은 신발을 신으면 수직선은 앞쪽으로 이동하여 족궁의 정점에 떨어지고, 다시 더욱 뒤축이 높은 신발을 사용하면 수직선은 더욱 앞쪽으로 옮겨지게 된다. 즉, 높은 굽 신발을 신고 서 있으면 무게 중심이 상체에서는 앞쪽으로 하체에서는 뒤쪽으로 이동하게 된다. 결국 장기간 높은 굽 신발을 착용하면 신체분절의 위치, 무게중심에 변화가 있게 되고 이를 보상하기 위한 운동학적(kinematics) 및 동력학적(kinetics)인 변화가 있게 된다(김완태, 1992). 또한 높은 굽 신발을 신고 보행하는 동안 발목에서 감소한 안정성을 보상하기 위해 슬관절이나 고관절에서 보상작용이 일어난다고 하였다(Kerrigan 등, 1998). 높은 굽 신발을 신고 보행하는 경우 족관절의 과도한 저

측굴곡이 발생하기 때문에 보행하는 동안 대사 소비량이 증가하고, 하지 근육의 피로도를 가속화 시킨다. 피로에 의한 족관절의 근육 조절 능력의 감소는 압력중심(Center of Pressure, COP)의 내외측 편위를 가속화 시킨다고 하였다(Ebbeling 등, 1994; Gefen 등, 2002). 이와 같이 여성들의 신발 굽의 차이에 따른 안정성과 역학적 변화에 대한 다양한 견해가 제시되고 있다.

하지만 최근 외관상 미용적인 측면이 강조되면서 키 높이 인솔을 착용하는 남성들이 늘어나고 있는 추세이지만 인솔의 높이 차이에 따른 다양한 변화에 대한 연구가 부족한 현실이다.

따라서 본 연구의 목적은 남성들에게 널리 사용되고 있는 키 높이 인솔의 높이 차이(맨발, 2cm 키 높이 인솔, 5cm 키 높이 인솔)에 따른 정적 자세 균형에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 O대학교에 재학 중인 신체 건강한 남학생 39명을 대상으로 각각 0cm(키 높이 인솔을 사용하지 않은 경우), 2cm 키 높이 인솔, 5cm 키 높이 인솔을 사용하여 실험을 하였다. 연구 대상자는 연구대상의 선정기준에 부합되는 자를 선정하였고, 실험을 실시하기 전에 실험방법에 대하여 대상자에게 충분히 설명한 후 자발적인 동의를 얻어 실시하였다.

본 연구대상자의 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 시각 장애를 가지지 않고, 약물을 투여하지 않은 자.
- 2) 뇌 질환과 전정기관 장애나 신경학적 장애가 없는 자.
- 3) 하지 또는 체간에 정형외과적 장애가 없는 자.
- 4) 지난 6개월 동안 현기증이나 낙상의 경험이 없는 자.
- 5) 정신적인 장애가 없고 연구자의 지시를 이해할 수 있을 정도의 정신수준이 있는 자.

2. 실험도구

1) 신발

실험대상자가 각자 평소에 신던 굽이 없는 신발로써 키 높이 인솔을 삽입하여 신었을 때 크게 불편함을 느끼지 않는 신발을 사용하였다.

2) 키 높이 인솔

시중에서 쉽게 구할 수 있고 모든 신발에 사용이 가능하며 탈부착이 가능해 신발에 따라 높이 조절이 가능한 실리콘 재질의 인솔로써 장기간 사용하더라도 착용감이 나쁘지 않고 발에 무리가 가지 않는 인솔을 사용하였다(Fig 1).

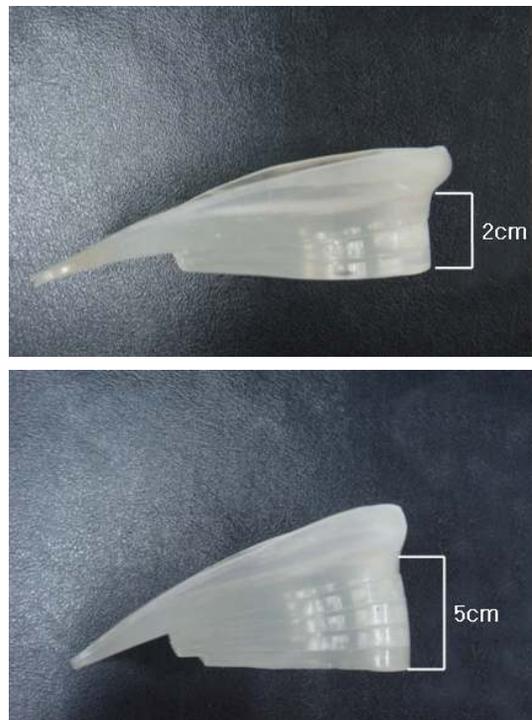


Fig 1. Heel-heights of Insole (2cm, 5cm)

3) Biodex Stability System(BSS)

대상자들의 균형을 평가하기 위해서 이 연구에서는 BSS(Biodex Stability System, Biodex, Inc., Shirley, NY, 미국) 균형 측정 기구를 사용하였다(Fig 2). 지지대에는 컴퓨터 소프트웨어(Biodex, ver3.1, Biodex,

Inc)가 연결되어 있어 객관적 균형평가를 하였다 (Arnold와 Schmitz, 1998; Gioftsidou 등, 2006). 자세의 안정성 측정은 전체안정성지수(overall stability index, OSI), 전후안정성지수(anteroposterior stability index, APSI), 좌우안정성지수(mediolateral stability index, MLSI)로 나타내었다. 이 지수가 클수록 균형 유지능력은 감소하여 신체동요가 증가했음을 의미한다. 자세 안정성 지수의 측정자내 신뢰도는 MLSI가 .43, APSI가 .80, 그리고 OSI는 .82로 알려져 있다(Arnold와 Schmitz, 1998; Schmitz와 Arnord, 1998).

3. 실험방법

실험방법은 균형 지지대 위에 양다리를 지지한 상태로 level 8의 단계에서 시작하여 시간이 지날수록 점차 단계가 낮아져 level 1의 단계까지 변화하는 지지대위에서 2분간 균형을 잡는 것이다. 균형단계는 8단계에서 1단계까지로 구성되어 있는데 8단계가 가장 안정적이다. 발의 위치는 실험 기간 동안 일정하게 유지하도록 표시를 해두었다. 실험자는 자신이 균형을 유지하는데 있어 가장 편한 자세를 유지하도록 하였으며 실험이 실시되는 동안 BSS의 모니터를 가리고 실시하였다. 실험의 순서는 0cm, 2cm, 5cm인술을 사용하여 무작위로 실험을 실시하였고, 한 번의 실험 후 10분의 적응운동을 실시한 후 다시 실험을 하였다.

4. 분석방법

자료의 분석은 SPSS/Window(ver12.0)을 이용하여 인술 높이에 따른 균형의 차이를 알아보기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 각 그룹 간의 차이를 알아보기 위해서 LSD를 사용하여 사후검정을 하였다. 통계학적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.



Fig 2. Biodex Stability System

IV. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 00대학에 재학 중인 신체 건강한 남학생 39명을 대상으로 평균 연령은 24세, 평균 신장은 175cm, 평균 체중은 71kg이었다 (Table 1).

2. 인술 높이에 따른 균형지수 비교

인술의 높이에 따른 균형지수는 전체안정성지수(overall

Table 1. General characteristics of subjects

	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)
subject(n=39)	24.03±2.12	175.26±1.41	71.28±12.02

Table 2. Comparison of stability index

	bare foot	2cm	5cm	F	p
OSI	5.97±1.58	7.35±1.48	8.66±1.82	26.35	0.00*
APSI	4.54±1.20	5.65±1.31	6.71±1.42	26.66	0.00*
MLSI	4.04± 1.32	4.82± 1.17	5.59 ±1.47	13.28	0.00*

stability index, OSI), 전후안정지수(anteroposterior stability index, APSI), 좌우안정지수(mediolateral stability index, M-LSI)로 나눌 수 있다.

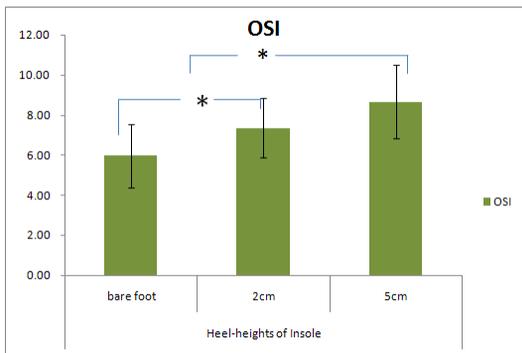


Fig 3. Overall stability index

1) 전체안정성지수(OSI)

OSI는 인솔 미착용 시 평균 5.97°, 2cm 인솔 착용 시 평균 7.35°, 5cm 인솔 착용 시 평균 8.66°로 인솔이 높아질수록 안정지수가 유의하게 증가하여 (Table 2, Fig 3), 인솔 높이에 따른 전체안정성지수 차이 검정 결과 5cm 인솔 착용 시 전체안정성지수가 가장 높게 나타났다(p<0.05).

2) 전후안정성지수(APSI)

APSI는 인솔 미착용 시 평균 4.54°, 2cm 인솔 착용 시 평균 5.65°, 5cm 인솔 착용 시 평균 6.71°로 인솔이 높아질수록 안정지수가 증가하였으며(p<0.05)(Table 2, Fig 4), 인솔 높이에 따른 전후안정성지수 차이 검정 결과 5cm 인솔 착용 시 전후안정성지수가 가장 높게 나타났다(p<0.05).

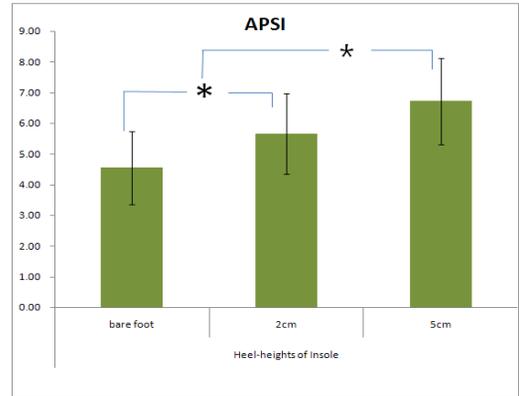


Fig 4. Anteroposterior stability index

3) 좌우안정성지수(MLSI)

MLSI는 인솔 미착용 시 평균 4.04°, 2cm 인솔 착용 시 평균 4.82°, 5cm 인솔 착용 시 평균 5.59°로 인솔이 높아질수록 전후안정지수가 유의하게 증가하였고(p<0.05)(Table 2, Fig 5), 인솔 높이에 따른 전후안정성지수 차이 검정 결과 5cm 인솔 착용 시 좌우안정성지수가 가장 높게 나타났다(p<0.05).

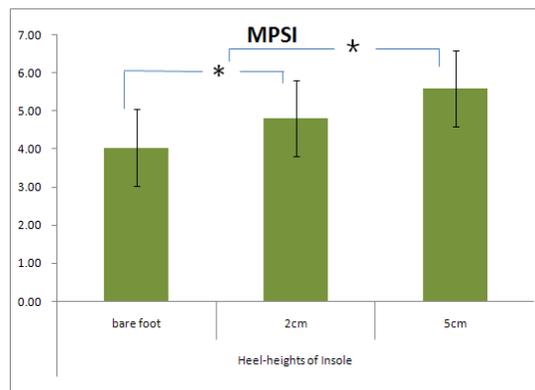


Fig 5. Mediolateral stability index

IV. 고 찰

이전의 연구에서는 기능적 인솔의 착용을 통한 신체불편지수, 피로도, 통증, 족압 등에 어떠한 영향을 미치는지 알아본 연구가 많이 진행되어 왔다(고은혜 등, 2004; 김덕화 등 2007; 최순복과 이원자, 2005). 정병열과 하현보(2004)는 신발 인솔의 높이와 재질에 따른 발의 압력과 운동 효과에 대한 연구에서 5cm가 7cm보다 운동 강도가 증가하면서 발가락 부위와 족중 부위, 뒤꿈치 부위 모두에서 좋은 결과가 나타났다. 이와 같이 기능적 인솔에 대한 다양한 연구를 하였지만 인솔 높이에 따른 균형 연구는 미흡하였다.

따라서 본 연구에서는 인솔 높이에 따른 정적 및 동적인 균형에 상당한 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되었고 최근의 남성들의 사용 빈도가 증가하고 있는 키 높이 인솔의 높이에 따른 정적 자세 균형 수행 능력을 측정하여 알아보았다.

본 연구는 20대 남자 대학생 39명을 대상으로 실시하였으며, 키 높이 인솔의 높이와 정적 균형 수행력간의 상관성을 알아보았다. 본 연구에서는 키 높이 인솔의 높이를 2cm, 5cm로 설정하여 균형을 측정하였다. 김세주 등(1997)의 연구에서는 3cm 전후의 신발을 착용하였을 때 하지 분절에서 가장 뚜렷한 신전 및 굴곡 운동을 하여 보행 기능상 가장 이상적이라고 보고하였으며, 김영록(2004)은 신발 굽 높이가 5cm가 넘게 되면 자세를 바로잡고 걷는데 무리가 따르게 되어 발에 매우 쉽게 피로를 느끼게 된다고 하였다. 이에 본 연구에서는 기존 연구들을 참고하여 키 높이 인솔의 높이를 2cm와 5cm로 설정하였다.

본 연구의 결과 맨발, 2cm, 5cm에서 OSI는 각각 $5.97 \pm 1.58^\circ$, $7.34 \pm 1.48^\circ$, $8.65 \pm 1.82^\circ$ 로 측정되었다. APSI는 각각 $4.54 \pm 1.19^\circ$, $5.64 \pm 1.31^\circ$, $6.71 \pm 1.41^\circ$ 로 측정되었으며, MLSI는 각각 $4.03 \pm 1.32^\circ$, $4.81 \pm 1.17^\circ$, $5.58 \pm 1.47^\circ$ 로 측정되었다. 김경과 이전형(2007)은 BSS를 사용하여 여성노인을 대상으로 구두 굽 높이에 따른 균형을 측정한 연구에서 맨발, 2cm, 4cm, 7cm의 굽에서 OSI는 각각 2.53° , 2.86° , 3.29° , 3.72° , APSI는 각각 1.94° , 2.37° , 2.70° , 3.01° , MLSI는 각

각 1.76° , 1.77° , 1.99° , 2.26° 로 측정되었다. 여기에서는 BSS의 안정성 단계를 가장 안정적인 8단계로 고정시켜놓고 실험을 하였기에 균형 지수가 본 연구보다 낮은 측정치를 보이고 있다고 생각되며, 두 연구 모두 키 높이 인솔과 구두 굽의 높이가 증가함에 따라 안정성지수가 증가하는 양상을 공통적으로 보이고 있다.

본 연구의 실험 결과를 비교하면 맨발과 2cm 높이의 인솔을 사용하였을 때 OSI의 평균 차이는 $1.42 \pm 31^\circ$, 맨발과 5cm 높이의 인솔을 사용하였을 때 OSI의 평균 차이는 $1.93 \pm 31^\circ$ 의 유의한 수준의 차이가 있었다. 이러한 결과는 높은 굽을 착용한 집단인 경우 낮은 굽을 착용한 집단에 비해 감각계의 민감도가 떨어지고 정적 균형 유지능력이 감소하는 선행연구와 일치한다(김원호와 박은영, 1997). 또한, 이건철 등(2004)은 3cm와 7cm의 신발 굽이 균형 수행에서 어떠한 영향을 미치는지를 파악하여 3cm의 낮은 굽 신발이 정적 균형과 동적 균형에 좋은 영향을 준다고 보고하였다.

본 연구에서 이러한 차이가 발생한 이유로는 다음과 같이 생각되어진다.

첫째, Jonkera 등(2003)에 따르면 인체를 일정한 질량을 가지는 단순한 모형으로 간주할 때 인체중심점의 상대적인 상승으로 인해 직립시 안정성의 저하를 가져온다고 하였다. 본 연구에서도 키 높이 인솔을 사용함으로써 인체중심점의 수직상승이 일어나 안정성이 저하되어 안정성 지수가 증가한 양상과 일치한다.

둘째, Lee 등(1987, 1990)은 높은 굽 신발 착용에 익숙한 여성과 익숙하지 않은 남성을 대상으로 높은 굽 신발을 신고 보행하는 동안 전경골근과 장딴지근의 근전도 신호를 측정한 결과 남성의 경우에는 전경골근의 최대 근활성도에는 변화가 없었으나, 장딴지근의 최대 근활성도는 감소하였다고 보고하였다. 이와는 달리 여성의 경우에는 굽의 높이가 증가할수록 전경골근과 장딴지근의 최대 근활성도가 낮아졌음이 보고되었다. 이러한 결과는 높은 굽 신발 착용에 익숙한 여성이 높은 굽 신발을 신은 동안 발목의 불안정을 덜 느낄 것이며, 이에 따라 발목 안정성에 기여하는 전경골근의 근활성도가 낮

았을 것이라 예상하였다. 이와 같이 높은 굽 신발 착용에 익숙한 사람과 익숙하지 않은 사람 간에 유의한 차이가 있듯이 키 높이 인솔을 장기간 사용하여 익숙해진 그룹과 익숙하지 않은 그룹사이의 균형수행력 또한 차이가 있을 것으로 생각된다.

셋째, Barrack 등(1989)에 의하면 발목의 불안정성은 관절 움직임과 위치감각을 손상시킨다고 하였다. 이것은 발목 관절의 국소적 감각을 변화시키는 요인이고 발목 관절과 중추신경계간의 되먹임 체계에 변화와 재인식에 영향을 미친다. 감각 되먹임의 손상은 움직임을 조정하고 적절하게 적응하는 능력을 방해 한다(Bullock-Saxton, 1994). 그러므로 키 높이 인솔을 사용하여 발목의 각도가 변화되어 입력되는 고유수용감각의 변화를 초래하여 균형에 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구에서 연구대상자가 대학생이라는 특정 연령집단으로 한정되었으며, 실험자의 수가 충분하지 못한 점, 그리고 인솔의 재질, 착용기간을 고려하지 못하여 이러한 결과를 일반화하여 해석하기에는 제한점이 있으며, 미래의 연구로는 인솔 굽 높이에 따른 착용기간 및 인솔의 재질, 대상자의 광범위한 일반적 특성을 고려한 다양한 그룹간의 비교 연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 건강한 성인 남성을 대상으로 키 높이 인솔 높이(맨발, 2cm 키 높이 인솔, 5cm 키 높이 인솔)가 균형에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 것으로 안정성 지수를 측정하였다. OSI, APSI, MLSI 는 인솔의 높이가 높을수록 안정지수가 증가한 양상을 보였고 사후검정에서도 인솔의 높이 차이가 클수록 안정지수의 차이가 크게 나타났고 특히 좌우 균형지수에서 그 차이가 더욱 크게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 볼 때 키 높이 인솔의 높이가 2cm, 5cm로 높아짐에 따라 균형 수행이 저하됨을 알 수 있다. 본 연구에서 외관상의 자신감을 얻기 위해 키 높이 인솔을 사용하려 할 때, 균형적 측면을 고려하여 인솔을 사용할 것을 건고하며, 앞으로 신발 착용 기간이나 다양한 실험자, 재질 등

을 고려한 다양한 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

참 고 문 헌

- 고은혜, 최호식, 김택훈 등. 트레드밀 운동 동안 인솔의 종류가 피로도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2004;11(2):17-25.
- 김경, 이진형. 여성 노인의 신발 굽 높이가 균형에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2007;18(2):311-20.
- 김덕화, 정도영, 권오윤. 맞춤형 인솔이 산업체 근로자의 작업 후 신체불편지수와 통증에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2007;14(2):85-90.
- 김세주, 김동휘, 나진경 : 여성의 구두 굽 높이에 따른 족저압과 피로도의 분석. 대한재활의학회지. 1997;21(5):1010-6.
- 김영록. 건강한 여성들의 구두 굽 높이에 따른 균형 능력의 차이. 대불대학교 연구 논문집. 2004;3: 410-28.
- 김완태. 발뒤꿈치 높이에 따른 전신반응시간 분석. 충남대학교 대학원 석사학위 논문. 1992.
- 김원호, 박은영. 높은 굽 신발이 감각계의 변화와 균형에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 1997; 4(2):10-7.
- 김장환, 박윤서, 송준찬 외. 의지.보조기학. 서울. (주) 탐메디오피아. 2004:295-306.
- 이건철, 정혜미, 김상법 등. 구두 굽 높이의 차이가 균형 수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2004;16(3):559-69.
- 윤영미. “커져라, 예뻐져라” 주문거는 남성들. 한겨레. 2007.02.06.
- http://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/188801.html
- 정병열, 하현보. 신발인솔 높이와 재질이 발의 압력과 운동효과에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2004;15(1):911-24.
- 최순복, 이원자. 성인 여성의 발 특성에 따른 인솔 적합성 연구. 한국의류학회지. 2005;29(6):783-92.
- Arnold BL., Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the biodex stability system.

- J Athl Train. 1998;33(4):323-27.
- Barrack RL, Skinner HB, Budkley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med.* 1989;17:1-6.
- Bullock-Saxton JE. Local sensation changes and altered hip muscle function following sever ankle sprain. *Phys Ther.* 1994;74:17-31.
- Ebbling CJ, Hamill J, Crussemeyer JA. Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19(4):190-6.
- Garner LI, Dziados JE, Jones BH et al. Prevention of lower extremity stress fracture: A controlled trial of a shock absorbent insole. *Am J Public Health.* 1998;78:1563-7.
- Gefen A, Megido-Ravid M, Itzchak Y et al. Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait Posture.* 2002;15(1):56-63.
- Gioftsidou A, Malliou P, Pafis G et al. The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 96(6):659-64.
- Jonkera I, Stewart C, Spaepen A. The complementary role of the plantarflexors, amstrings and gluteus maximus in the control of stance limb stability during gait. *Gait Posture.* 2003;17:264-72.
- Kerrigan DC, Todd MK, Riley PO. Knee osteoarthritis and high-heeled shoes. *Lancet.* 1998;351(9113): 1399-401.
- Kogler GF, Solomnidis SE, Paul JP. In vitro method for quantifying the effectiveness of the longitudinal arch support mechanism of the orthoses. *Clin Biomech.* 1995;10(5):245-52.
- Lee KH, Matteliano A, Medige J et al. Electromyographic changes of leg muscles with heel lift: Therapeutic implications. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68:298-301.
- Lee KH, Shieh JC, Matteliano A et al. Electromyographic changes of leg muscles with heel lifts in women: Therapeutic implications, *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71:31-3.
- Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Med Sci Sport Exerc.* 1999;31:421-8.
- Schmitz RJ., Arnorld BL. Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the Biodex Stability System. *J Sport Rehabil.* 1998;7(2):95-101.
- Shiba N, kitaoka HB, Cahalan PT et al. Shock-absorbing effect of shoe insert materials commanly used in management of lower extremity disorders. *Clinical Orthopedics and Related Research.* 1995; 310:130-6.
- Sobel E, Levitz SJ, Caselli MA et al. The effect of customized insoles on the reduction of post-work discomfort. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001;91 (10):515-20.
- Tang SFT, Chen CPC, Hong WH et al. Improvement of gait by using orthotic insoles in patients with heel injury who received reconstructive flap operations. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82: 350-6.
- Windle CM, Gregory SM, Dixon SJ. The shock attenuation characteristics of four different insoles when worn in a military boot during running and marching. *Gait Posture.* 1999;9(1):31-7.