

Original Article

Open Access

## 공간직물형 에어 인솔의 공기압 차이가 젊은 성인의 균형 능력에 미치는 영향

김기철 · 이전형<sup>†</sup> · 김상수 · 남휴형<sup>1</sup>  
대구보건대학교 물리치료과, <sup>1</sup>(주)만투

Effect of Space Fabric Type Air Insole Pressure difference on Balance to Normal Adults

Gi-Chul Kim · Jeon-Hyeong Lee<sup>†</sup> · Sang-Su Kim · Hue-Hyeong Nam<sup>1</sup>  
*Department of Physical Therapy, Daegu Health College, IMantoo Co., Ltd*

Received: February 20, 2014 / Revised: March 10, 2015 / Accepted: March 15, 2015

© 2015 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### | Abstract |

**Purpose:** This study examined the effects of space fabric type air insole pressure differences on young adults' dynamic balance ability.

**Method:** The subjects of this study were 17 young female adults without musculoskeletal system disease. Balance ability was measured by dividing the subjects into three groups: an experimental group which did not wear an air insole (insole-off group), an experimental group which wore an air insole to which air pressure of  $0.55\text{kg}/\text{cm}^2$  was applied (insole-0.55 group), and an experimental group which wore an air insole to which air pressure of  $0.75\text{kg}/\text{cm}^2$  was applied (insole-0.75 group). For dynamic balance, the subjects stood on a balance pad, and perimeter length and medium speed were measured three times. The averaged values were recorded and statistically processed.

**Result:** There were significant differences in average speed, and the insole-0.75 group's average speed decreased compared to the insole-off group and the insole-0.55 group. Although the total movement distance did not statistically differ, the insole-0.75 group's movement distance decreased compared to the insole-off group and the insole-0.55 group.

**Conclusion:** Application of a space fabric type air insole, in particular insole-0.75, was helpful in improving balance ability. This is considered to occur because the space fabric structure was conducive to decreasing sway and producing balance.

**Key Words:** Fabric type air insole, Balance, Air pressure

<sup>†</sup>Corresponding Author : Jeon-Hyeong Lee([coordi18@naver.com](mailto:coordi18@naver.com))

## I. 서론

현대 사회는 고령화 사회로 노년층에 대한 관심이 높아지고 있으며, 노화와 관련되어진 사회 전반적인 측면에서 중요한 문제로 대두되고 있는 실정이며, 우리나라도 2019년에는 노인의 비율이 14%로 고령사회로 진입할 것으로 전망되어 지고 있다(Statistics Korea, 2003). 우리나라의 경우 고령화 속도가 세계에서 그 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 빠르게 진행되고 있지만, 이를 뒷받침할 수 있는 질적인 성장이 뒤따르지 못해 많은 사회적, 의료적 문제를 양산하고 있는 실정이다(Yu, 2010).

고령화에 따른 노인의 보건 문제 중 낙상은 지역사회, 급성치료병원 및 복지기관에 거주하는 노인의 가장 심각한 문제들 가운데 하나이다(Holley, 2002). 노화와 연관된 중요한 손상 기전중 하나가 낙상이며, 이것은 골절, 운동성 감소, 보행 속도감소, 운동성 결핍과 보행 장애, 하지근력 감소, 반응시간 감소 등이 있다(Tencer et al, 2004). 낙상의 위험 요인으로 다양한 만성 질환 관련 근력 감소와 균형 장애 외에도 청력과 시력의 감퇴, 인지기능의 저하 등이 대표적인 예이다(Lim et al, 2010).

노인의 운동부족은 근위축과 평형능력, 지구력 감퇴 등 체력 손실을 가져와 일상생활 기능을 떨어뜨리고 심리적인 위축을 초래하게 된다. 또한 한번 낙상을 경험한 노인들은 다시 넘어질 것을 두려워하는 심리적인 불안 상태를 가지게 되어 스스로 활동을 제한하고 신체가 쇠약해져, 낙상의 위험이 더욱 증가하게 된다(Tinetti et al, 1994).

잘 맞지 않는 신발이 낙상 비율의 51%를 차지하는 것으로 나타났으며, 274명의 노인 인구 중 53%만이 적절한 신발을 신고 있었다고 보고하였다(Barbieri, 1983). 인솔은 신발 착용 시 사람의 발바닥과 직접 접촉되어 신발에 의한 보행 안정성을 확보하며, 쿠션에 의한 충격 완화 및 감소 그리고 발의 착용감을 좋게 하기 위한 필수 구성요소로서 품질 정도가 신발의 기능성을 결정하게 되므로 좋은 인솔의 사용유무가 신발 전체의 품질을 결정한다고 할 수 있다(Lee & Oh,

2005). 이러한 인솔은 각종 신발에 넣어 편히 사용할 수 있으며, 충격과 체중을 흡수하여 발목 및 관절을 보호하고 체중을 분산시켜 피로를 줄일 수 있다고 보고하였으며(Gamer et al, 1988), 맞춤형 인솔 사용 시 관절 각도와 체중의 분산에 도움이 되며, 충격 흡수에도 상당히 도움이 되었다고 하였다(Moon, 2012).

공간직물형 에어인솔이란 상층면과 하층면 사이에 일정한 간격을 두고 공간을 형성하는 수만 개의 실기둥을 만들어 상·하면을 일정한 간격을 유지하여 항상 평면을 유지하게 하고 직조된 공간직물에 인체에 무해한 열가소성 우레탄(TPU)으로 코팅을 한 후 전·후좌우로 투명 또는 불투명의 TPU로 열융착하면 완전 평면을 이루는 3차원의 공간이 형성되는 형태로서 기능과 용도에 따라 실의 종류 및 직조 방법을 달리 하는데 위, 아래 별도의 특수 천에 코팅을 한 후 코팅된 원단과 원단사이에 용도에 맞게 공간직물을 재단하는 특수한 형태라 할 수 있다(Kwon & Nam, 2004). 일반적으로 사용하는 PVC 재질의 경우 인체에 유해한 포름알데히드가 다량 함유되어 있으나 열가소성 우레탄은 인체에 전혀 무해하고 인장강도도 고무에 비해 7배 이상이고 100°C에서도 변형이 없으며, 영하 30°C에서도 부서지거나 파손이 없는 특수한 재질이다(Kim & Nam, 2006).

이처럼 인솔에 대한 다양한 연구를 통해 기성품이 출시되고 있으나, 제품의 안정성과 지속성에 효율이 있는 공간직물을 이용한 인솔의 개발은 미비하며, 여기에 부위별로 다양한 공기압 배분을 통해 질환 예방과 균형 보조용으로의 개발은 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 공간직물형 에어인솔의 공기압에 변화에 따른 균형능력을 비교·분석함으로써 공간직물형 에어인솔의 최적의 공기압에 대한 기초적인 자료를 제시하고자 본 연구를 실시하게 되었다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 D대학에 재학 중인 젊은 성인을 대상으로



Fig. 1. Balance equipment

로 최근 3개월 이내 근골격계 및 신경계적 이상 소견이 없는 여성 17명을 대상으로 하였다. 대상자의 평균 나이는  $22.06 \pm 0.25$ 세, 키는  $158.03 \pm 18.58$ cm, 몸무게는  $57.33 \pm 8.87$ kg이다. 모든 대상자는 실험에 참가하기 전 연구 목적과 방법에 대하여 충분한 설명을 듣고, 이에 자발적인 동의를 한 후 연구에 참여하였다.

연구대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 무릎관절을 포함한 하지에 정형외과적 수술이나 치료를 받지 아니한 자
- 2) 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자
- 3) 무릎관절의 변형(Genu varum, Genu valgum, Genu recurvatum 등)이 없는 자
- 4) 발의 변형(Pes planus, Pes cavus, Pes equinus 등)이 없는 자
- 5) 엉덩관절의 변형(Coxa valgus, Coxa varus 등)이 없는 자
- 6) 최근 헬스 등의 근력강화 운동을 하지 않은 자

## 2. 측정도구 및 방법

### 1) 측정 도구

(1) 균형장비(PROKIN System, tecnobody, Italia)  
신체 중력중심의 이동거리를 정밀하게 측정할 수 있는 장비로서 측정은 “equilibrium assessment”의 계측

방법을 통해 전체 이동거리(perimeter length)와 평균속도(average speed)를 측정하였다(Fig. 1).

### 2) 측정 방법

균형능력의 측정은 에어인솔을 착용하지 않은 상태(insole-off),  $0.55\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 공기압을 적용한 에어인솔(insole-0.55),  $0.75\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 공기압을 적용한 에어인솔(insole-0.75)의 세 가지 상태에 따른 전체 이동거리(perimeter length), 평균속도(average speed)에 대해 1분 동안 측정을 하였는데 처음 시작과 마지막 10초를 제외한 40초 동안의 측정값을 기록하였고, 총 3회 측정 후 평균값을 기록하였다(Fig. 2). 측정 순서는 각 공기압의 정도에 따라 3회 측정하였으며, 인솔의 교체 사이에 휴식시간 5분을 주고, 각 공기압의 상태에 따른 적응을 위해 인솔을 착용 후 5분간 보행 훈련 후 균형능력을 측정하였다.

### 3. 자료 처리

공기압력의 상태에 따른 균형능력을 알아보기 위해 반복측정분산분석을 적용하였다. 통계처리는 SPSS 18.0 for window를 사용하였으며, 유의 수준  $\alpha$ 는 0.05로 설정하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 균형능력의 분석

균형능력 분석기를 통해 에어인솔을 착용하지 않은 상태(insole-off),  $0.55\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 공기압을 적용한 에어인솔(insole-0.55),  $0.75\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 공기압을 적용한 에어인솔(insole-0.75)의 세 가지 상태에 따라 한정된 가상 공간 안에 유지하기 위한 균형능력을 전체이동거리와 평균속도를 비교 하였다.

### 1) 이동거리 분석

이동거리란 제한된 시간 안에 타원형의 공간 속에 유지하기 위한 전체 이동거리를 의미하는 것으로 본 검사에서는 단위시간 당 전체 이동거리의 평균값으로

Table 1. Comparison of perimeter length

Unit : ( °)

	insole-off	insole-0.55	insole-0.75	F	P
perimeter length(°)	84.68±38.17	66.07±22.37	58.40±18.97	0.12	0.72

Mean±SD: Mean±Standard Deviation

\*p&lt;0.05



Fig. 2. Equilibrium assessment

서 insole-off의 경우 84.68± 38.17도, insole-0.55의 경우 66.07±22.37도, insole-0.75의 경우 58.40±18.97도의 평균 이동거리 값을 보였다. insole-0.75에서 insole-off와 insole-0.55보다 균형검사서 움직임의 양이 감소하는 것을 확인할 수 있었으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(Table 1)(Fig. 3, 5) (p>0.05).

## 2) 평균속도 분석

균형능력 검사 중 평균속도(medium speed)란 제한된 시간 안에 타원형의 공간속에 유지하기 위한 움직임 속도의 평균값으로서 insole-off의 경우 8.46±3.81°/sec, insole-0.55의 경우 6.60±2.23°/sec, insole-0.75의 경우 5.84± 1.89°/sec의 값을 보였다. insole-0.75에서 insole-off와 insole-0.55보다 균형 감각이 증가됨으로 불안정한 기저면에서 움직임의 속도가 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 통계적으로도 유의한 결과를 확인할 수 있었다(Table 2)(Fig. 4, 5)(p<0.05).

균형능력은 10초간 일정한 공간을 유지할 수 있는 능력으로 측정할 수 있으며, 전체이동거리 및 평균속도가 감소하는 것이 균형능력이 향상되어 진다고 할

수 있다.

본 연구 결과에서 insole-0.75의 공기압을 적용한 에어인솔이 insole-off와 insole-0.55의 공기압을 적용한 에어인솔 보다 평균속도에서는 통계학적으로 유의한 효과가 있는 것으로 나타났으며, 이동거리에서는 통계학적으로 유의하지는 않았으나 효과적인 것을 알 수 있었다(Table 1, 2)(p>0.05).

## IV. 고 찰

Shin(1997)은 발이 약하면 전체 몸 구조의 균형이 깨어지며 자세의 이상과 기능장애가 발생하므로 신발을 비롯한 발에 관련된 피복류들의 중요성이 대두되고 있으며, 특히 노인들의 낙상예방에 도움이 된다고 하였다. 본 연구의 목적 또한 노인들이 가장 취약한 균형감각에 영향을 미칠 수밖에 없는 인솔의 무분별한 사용 보다 좀 더 정확히 공기압력의 정도에 따라 균형능력의 개선에 어떠한 형태가 도움이 되는지에 초점을 맞추어 연구를 진행하게 되었다.

Duncan(1989)은 균형이란 일상생활의 모든 동작수행에 필수적이며 신체 평형상태로 유지시키는 능력이라고 하였으며, 균형은 감각정보 통합, 신경계처리, 생체역학적 요인을 포함하는 복합적 운동조절 작업이라고 정의했다. 본 연구에서도 이러한 균형의 중요성을 인식하여 균형능력의 변화에 초점을 맞추게 되었다.

Kim 등(2007)의 선행연구에서 사람들은 서 있기만 해도 발과 발목에 가해지는 큰 힘에 의해 발의 통증이나 발목의 손상, 보행 장애 등이 발생하며, 발의 기능은 체중을 지지하며 보행 시 발생하는 물리적인 충격을 완화시키면서 균형을 유지하므로 잘 맞는 신발은 이러한 발을 보호하고, 보행을 편하게 한다고 하였다.

Table 2. Comparison of Medium speed

Unit : (°/sec)

	insole-off	insole-0.55	insole-0.75	F	P
medium speed(°/sec)	8.46±3.81	6.60±2.23	5.84±1.89	12.62	0.00*

Mean±SD: Mean±Standard Deviation

\*p<0.05

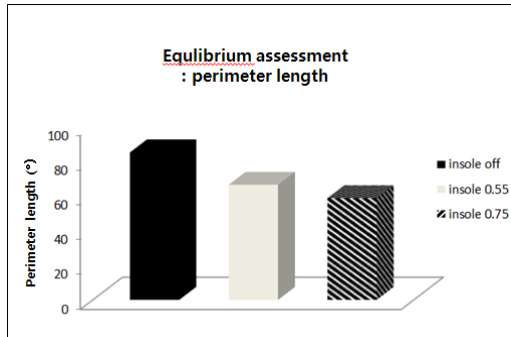


Fig. 3. Comparison of perimeter length

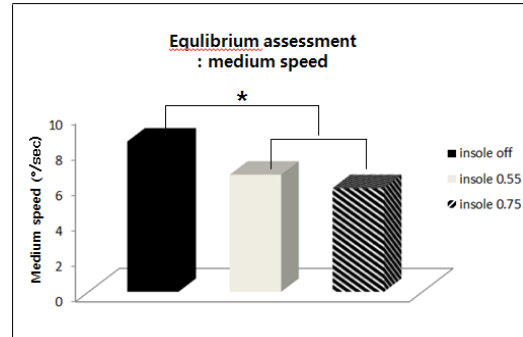


Fig. 4. Comparison of medium speed

본 연구에서 검사를 진행하기에 앞서 인솔의 사용성 및 내구성을 확인하기 위해 3일간의 인솔을 착용하였으며, 시험에 참여한 대상자의 대부분에서 무릎 및 발목 등에서 가벼운 관절의 느낌을 받기도 하였으며, 인솔이 발 사이즈에 잘 맞지 않는 경우 불편함을 호소하기도 하였다.

Oh 등(2009)은 인솔 높이가 높을수록, 안정지수가 증가하여 좌우, 전후, 전체 요동거리가 증가하여 균형 능력에 영향을 주었다고 하였고, Tang 등(2003)은 발뒤꿈치 손상환자에게 발바닥 전체에 닿는 인솔을 사용하지 않은 경우에는 사용한 경우보다 불안정성이 증가하여 걷는 속도와 보폭이 감소하고, 양발지지 기간이 길어지고, 한발지지 기간이 짧아지게 되며 고관절 힘 생성 능력과 발목관절 힘 생성 능력에 영향을 미친다고 하였다. Lee 등(2011)의 연구에서 재질에 따른 인솔의 발바닥 압력 변화를 관찰했을 때 에어를 적용한 인솔이 다른 재질보다 발바닥 압력이 떨어지는 효과를 확인할 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 전체 이동거리에서 유의한 수준의 차이는 없었지만 insole-off와 비교해서 insole-0.55, insole-0.75의 이동거리가 감소한 양상을 보였고, 평균

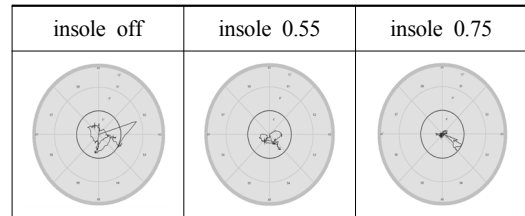


Fig. 5. Comparison of equilibrium diagram

속도에서는 유의한수준의 차이가 보였는데 사후검정에서 insole-off와 insole-0.55, insole-off와 insole-0.75에서 유의한 차이를 보여 인솔 착용이 전체이동거리와 평균속도를 감소시켜, 균형에 효과적인 것으로 나타났다. 특히 공기의 압력 차이에 따라 균형능력의 변화를 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 기존에 사용하고 있는 공기 주입형 균형도구들은 그 위에 신체를 올렸을 때 균형을 잡기위해 전후, 좌우의 변화를 증가시켜 더 많은 근육을 활성화하여 균형능력을 향상시키는 것이었지만, 현재 사용되어진 공간직물형 인솔은 오히려 공기층 사이에 많은 섬유가 들어가 있어 균형을 잡는데 오히려 좌우, 전후의 변화가 적어진 양상을 보였다. 이를 통해 근골격계 손상이 있는 환자, 노인환

자 등 균형 능력이 떨어지는 환자에게 적용 시 적은 근활성으로 쉽게 균형을 유지할 수 있는 효과적 도구로서 사용할 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구에서는 단순히 공간직물형 에어인솔의 공기압의 차이에 따른 균형능력의 비교로 발바닥의 압력에 따른 연구가 진행되지 못한 부분이 미흡하였으며, 향후의 연구에서 다양한 형태의 재질 및 공기압에 따른 균형능력 뿐만 아니라 발바닥 압력의 변화 및 나이에 따른 변화 등에 초점을 맞추고 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다. 또한 연구대상을 균형 능력이 부족한 노인이 아닌 젊은 층을 대상으로 했다는 한계점이 있으나 젊은 층을 대상으로 한 실험에서 유의한 연구결과가 나왔으므로 노인에게 적용 시에도 효과가 있을 것으로 사료되어 진다.

## V. 결론

본 연구에서는 공간직물형 에어인솔의 공기압에 따라 균형능력에 어떤 영향이 있는지에 대해 젊은 성인을 대상으로 비교·분석 하였다.

insole-off, insole-0.55, insole-0.75의 세 가지 상태에 따른 전체 이동거리(perimeter length), 평균속도(medium speed)등을 통하여 실험한 결과 insole 0.75 적용 시 평균속도에서는 통계적으로 유의한 효과가 있는 것으로 나타났으며, 이동거리에서는 통계적으로 유의하지는 않았으나 효과적인 것으로 나타났다.

이러한 결과를 통해 공간직물형 에어인솔의 사용은 정상 성인의 균형 능력을 보완해주는 긍정적 요소가 있음을 보였고, 근골격계 손상환자, 노인환자에서 처럼 균형능력이 떨어진 환자에게 균형 능력 보완에 효과가 있을 것이라 생각이 된다.

## References

Kwon KS, Jeong HJ, Nam CW. A Study on development of Spacer fabric well being air mattress by International

Labour Organization Convention. *Journal of the Korean Society for Marine Environment & Energy Conference*. 2004;5:59-67.

Moon GS. The effect of gait ability for elderly women with the functional insole. *The Korea Journal of Sports Science*. 2012;21(3):1443-1453.

Shin SW. Classification of foot types and analysis for pressure distribution according to the height of heel during walking. Keimyung University. Dissertation of Doctorate Degree. 1997.

Yu YK. Falls and functional levels associated with falls in older people living in the community. *Journal of Korean Gerontological Nursing*. 2010;12(1):40-50.

Lee JS, Kim DH, Jung BW, et al. The effects of the height and the quality of the material of popular heel-up insole on the mean plantar foot pressure during walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2011;21(4):479-486.

Lee CM, Oh YJ. The development of the insole for gait load decreasing by biomechanics analysis. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*. 2005;24(4):23-30.

Lim JY, Park WB, Oh MK, et al. Falls in a proportional region population in Korean elderly: incidence, consequences, and risk factors. *Journal of the Korean Geriatrics Society*. 2010;14(1):8-17.

Statistics Korea. Elderly statistics. 2003.

Barbieri EB. Patient falls are not patient accidents. *Journal of Gerontological Nursing*. 1983;9(3):165-173.

Duncan PW. balance: proceedings of the APTA Forum. Nashville. American physical Therapy Association. 1989.

Kim DW, Nam BU. Materials of PVC replacement having environment friendliness and durability. *The Korean society of Automotive Engineers Conference*. 2006; 6:2337-2342.

Garner LI, Dziados JE, Jones BH, et al. Prevention of lower extremity stress fracture: A controlled trial of a shock

- absorbent insole. *American Journal of Public Health*. 1988;78(12):1563-1567.
- Holley S. A look at the problem of falls among people with cancer. *Clinical Journal of Oncology Nursing*. 2002; 6(4): 193-197.
- Kim JJ, Choi SB, Cha SE. 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*. 2007;17(2): 131-143.
- Oh MH, Lee JH, Kwon YJ, et al. Effect of Heel-heights of Insole on Balance in Healthy Adults. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2009;4(2): 79-86.
- 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. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;82(5):350-356.
- Tencer AF, Koepsell TD, Wolf ME, et al. Biomechanical properties of shoes and risk of falls in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004; 52(11):1840-1846.
- Tinetti, ME, Mendes De Leon CF, Doucette JT, et al. Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. *The Journal of gerontology*. 1994;49(3):140-147.