트레드밀 걷기 동안 인솔형태가 하퇴 근육의 근 활성화에 미치는 영향

■ 박장성, 서삼기, 이상호, 정화수¹, 임재현

서남대학교 물리치료학과, ¹서남대학교 작업치료학과

The Effects of the Insole Types on Lower Leg Muscle Activity during Treadmill Walking

Jang-Sung Park, PT, PhD; Sam-Ki Seo, PT, PhD; Sang-Ho Lee, PT, PhD; Hwa-Su Jung, PT, MS¹; Jae-Heon Lim, PT, MS

Department of Physical Therapy, Seonam University; ¹Department of Occupational Therapy, Seonam University

Purpose : We investigated the effects of the insole types on lower leg muscle activation during treadmill walking. The three insole types investigated for this study were normal insole, medial wedge insole, and viscoheel.

Methods : Participants were assigned into three groups. People with foot transformation were excluded from this study. Each participant walked for ten minutes. The first day we applied a normal insole. On the second day, a medial wedge insole was applied. Finally, on the last day a viscoheel was applied. After walking on a treadmill for ten minutes, we measured muscle activation in lower leg muscles (gastrocnemius and tibialis anterior). Surface electromyography (EMG) was used to measure muscle activity. The data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures to determine the statistical significance.

Results : The results of this study were summarized as follows. While walking on the treadmill, root mean square (RMS) values of the gastrocnemius when the viscoheel was applied were significantly lower than the other insole types. There was no significant difference for the RMS values for the tibialis anterior using viscoheel. The normal insole and viscoheel insole were significantly different in a post hoc analysis. However, there was no significant difference for normal insole and medial wedge insole.

Conclusion : Using a viscoheel insole decreases muscle activity of the lower leg. Therefore, in conclusion, the viscoheel insole type reduces the load on the lower leg during walking.

Key words : Electromyography, Muscle activity, Insole type, Treadmill walking

논문접수일 : 2010년 12월 7일

수정접수일 : 2010년 12월 17일

게재승인일 : 2010년 12월 21일

교신저자 : 임재현, limjaecheon@gmail.com

1. 서론

보행 시 발은 체중의 약 80% 정도의 부하를 받으며, 딱딱한 지면에 매일 10,000번 정도 부딪치며 체중을 지지한다. 이렇게 지속적으로 걸으면 인간은 보행패턴의 변화가 생기게 되어 신체 정렬에 문제가 생기게 된다. 발에는 안쪽, 가쪽 세로활(longitudinal arch)과 가로활(transverse arch)이 있으며, 정상적인 발의 체중 부하점은 제1 발허리뼈 머리와 제5 발허리뼈 머리 그리고 발꿈치

뼈의 바닥 면이 이루는 삼각지점에서 이루어진다.¹ 엄지발가락은 체중을 한쪽 발에서 다른 쪽 발로 옮겨주는 지렛대의 역할을 하며, 각 발가락은 앞으로 전진하는 동작을 도와주게 된다. 또한 발과 다리는 지면과 몸을 연결하고 몸에 가해지는 충격을 일차적으로 흡수하며, 발의 뒤축은 에너지를 최소화하여 신체를 균형 있게 지지해주는 역할을 한다.²

인솔(insole)은 발을 편하게 하고, 하지 근육의 부담을 덜어주기

위해 만들어진 신발 안에 넣는 삽입물이다. Gandner 등³은 인솔이 보행 시 충격을 흡수하고 발목 및 관절을 보호하고 체중을 분산시켜 피로를 줄일 수 있다고 하였다. 외반족(pes valgus), 발굽이 무릎(genu valgus), 안쪽평발(medial pes planus)변형은 안쪽으로 체중이 쏠린다. 이를 방지하기 위하여 안쪽세로활을 받쳐 체중이 외측으로 쏠리게 하는데, 이러한 방법을 통해 구두 안쪽과 바깥쪽을 수정하여 변형을 교정할 수 있다. 넵다리네갈레근 각의 범위가 썸(wedge)의 효과에 미치는 영향을 알아보려고 한 논문에서는 썸을 통해 안쪽빗넓은근을 선택적으로 강화할 수 있다고 하였다.⁴ 비스코힐(viscoheel) 인솔은 발바닥 근막염 치료에 사용되며 처방전 없이도 구입할 수 있는 저렴한 발뒤꿈치 쿠션이다. 비스코힐 인솔의 쿠션은 발뒤꿈치 통증을 줄여주며, 걷거나 서 있는 동안에도 통증을 줄여주는 효과가 있다.⁵

인솔을 군인에게 적용한 종적 연구에서는 충격흡수 인솔이 과사용 손상을 예방할 수 있다고 하였다. 하지만 아직 최종적으로 결론 내지 않았다.^{3,6,7} 비록 여러 연구들에서 논의되었다 할 지라도, 발과 지면에서 발생된 압력을 감소하기 위한 충격흡수 인솔 효과는 거의 주목을 받지 못하고 있고 있는 실정이다. 점탄성 인솔을 달리기 신발에 부착하고 4m/s로 달릴 때 최고수직 충격 힘을 감소시키지 못한다는 것이 밝혀졌다.⁸ 달리기 신발이 군인 워커보다 더 큰 충격흡수특성을 가지고 있어서 군인신발을 신었을 때 나타나는 결과와 동일하게 나타난다고 추측할 수 없다. 이와 비슷한 연구에서는 일반신발에 부착된 충격 흡수 뒷꿈치 삽입물은 하지의 최고 가속을 감소시킨다고 보고하였다.⁹

Windle 등¹⁰은 인솔을 적용 후 보행하였을 때 발 접촉(heel-strike)기간 동안 최대 압력이 감소한다고 하였다. 또한 충격 흡수 인솔의 사용은 발뒤꿈치에서 최대압력의 37%, 앞발에서 24%를 감소시킨다고 발표하였다. Tang 등¹¹은 발뒤꿈치 손상이 있게 되면 전체 보행 속도와 보폭이 감소하고, 양발지지 기간이 길어지고 한발지지 기간이 짧아진다고 하였다. 또한 엉덩관절 및 힘 생성 능력이 영향을 받는다고 하였다. 그러나, 인솔을 사용한 경우 보행 형태가 회복된다고 하였다. O'Leary 등¹²은 쿠션이 있는 인솔이 달리기 동안 초기 발 지면 접촉에서 경골가속과 최대충격힘을 감소시키는 데 효과적이라고 하였다.

본 연구의 목적은 일반인을 대상으로 일반 인솔, 내측쐐기 인솔, 비스코힐 인솔을 적용한 후 트레드밀에서 걸었을 때 인솔의 종류가 근 활성화도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 전라북도S대학교에 재학 중인 20대 성인 남성 15명을 대상으로 2009년 4월 2일 부터 2009년 4월4일까지 시행하였다. 대상자 모두에게서 연구동의서를 받은 후 연구를 진행하였다. 대상자의 선정조건은 다음과 같다(표 1).

- 가. 최근 6개월 동안 하지의 특별한 운동을 하지 않은 사람
- 나. 심한 족부 변형이 없는 사람
- 다. 하지의 정형 외과적, 신경 외과적 질환이나 장애, 통증, 심혈관계의 병변이 없는 사람

표 1. 대상자들의 일반적 특성

(N=15)

특성	평균±표준편차
나이(세)	24.7±8.5
신장(cm)	173±4.9
체중(kg)	67±9.4

2. 실험방법

1) 트레드밀 걷기

EMG 전극을 부착한 대상자들은 인솔형태(일반 인솔, 내측쐐기 인솔, 비스코힐 인솔)에 따라 3 mph의 속도로 10분간 트레드밀(JNB MED MT1400, 대한민국)걸기를 실시하였다. 첫째 날은 일반 인솔, 둘째 날은 내측쐐기 인솔, 마지막 날은 비스코힐 인솔(anti sox[®])을 적용하였다.

그림 1. 인솔의 종류

2) 근 활성화도 측정

실험실의 온도와 습도는 23-25℃, 50-70%로 유지하였다. 실험 전 20분 동안 대상자들을 눈을 감고 편안하게 누운 상태에서 자료 수집을 위해 EMG MP30 (BIOPACK SYSTEM INC., 미국)과 표

면전극(surface electrode: AE-131 circular surface EMG disposable electrode NeuroDyne Medial Corp. MA, 미국)을 사용하였다. 이 전극은 하나의 도자에 하나의 접지전극(reference electrode)과 두 개의 활성전극(active electrode)으로 구성되었다.

3) 측정방법

표면전극을 피부에 부착하기 전 모든 대상자들에게 피부저항을 감소시키기 위하여 일련의 처리과정을 거쳤다. 전극 부착부위에 털이 있는 경우 면도를 하여 털을 제거한 뒤, 사포를 이용하여 각질을 제거하였으며, 알코올로 닦았다. 근전도 실험을 위해 지정된 근육들은 장딴지근(gastrocnemius), 앞정강이근(tibialis anterior)이었다. 장딴지근의 전극 부착 부위는 접지전극은 무릎관절 안쪽관절융기(medial condyle)에 부착하였고, 오금부위에서 안쪽관절 융기와 발꿈치뼈(calcaneus)를 연결한 상위 30% 부위와 3cm 간격을 두고 두 개의 활성전극(active electrode)을 부착하였다. 앞정강이근은 무릎관절 가쪽관절융기(lateral condyle)에 접지전극을 부착하였고 무릎관절 가쪽관절융기와 가쪽복사(lateral malleolus)를 연결한 상위 75% 부위와 3cm 간격을 두고, 두 개의 활성전극을 부착하였다.

그림 2. 전극부착부위

3. 자료분석

모든 자료는 SPSS 12.0 version 프로그램으로 분석하였다. 인솔 형태와 아랫다리근육의 근 활성도를 비교하기 위하여 반복 측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였고 사후검정 방법으로 Bonferroni 검정을 실시하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위해서 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 인솔 종류별 장딴지근의 평균 근 활성화도

트레드밀 걷기 동안 인솔 종류별 장딴지근의 근 활성도를 비교해 본 결과 인솔에 따라 근 활성화도에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$)(표 2, 그림 3). 사후검정 결과 일반 인솔과 비스코힐 인솔 사이에서만 유의한 차이를 보였다.

표 2. 인솔 종류별 장딴지근의 평균 근 활성화도

(단위: μV)				
근육	일반 인솔	비스코힐 인솔	내측뺨기 인솔	p
장딴지근	1.65 $\pm$ 2.36	1.11 $\pm$ 3.82	1.31 $\pm$ 3.23	0.039

평균 $\pm$ 표준편차

그림 3. 인솔 종류별 장딴지근의 평균 근 활성화도

* $p < 0.05$

2. 인솔 종류별 앞정강이근의 평균 근 활성화도

트레드밀 걷기 동안 인솔 종류별 앞정강이근의 평균 근 활성도를 비교해 본 결과 비스코힐 인솔이 가장 낮은 근 활성도를 보였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(표3).

표 3. 인솔 종류별 장딴지근의 평균 근 활성화도

(단위: μV)				
근육	일반 인솔	비스코힐 인솔	내측뺨기 인솔	p
앞정강이근	1.32 $\pm$ 0.39	1.07 $\pm$ 0.38	1.14 $\pm$ 0.39	0.670

평균 $\pm$ 표준편차

V. 고찰

임상에서 치료사는 일반인의 건강 유지 및 향상과 운동선수들의 경기력 향상, 환자의 운동능력 향상을 위해서 평가와 치료방법뿐만 아니라 손상의 위험성을 줄이기 위한 방법을 제시해야 한다.¹³ 하지와 관련된 발의 움직임은 열린 운동형상학적 사슬(open kinematic chain)과 닫힌 운동형상학적 사슬(closed kinematic chain)로 설명된다. 특히 걷기, 달리기, 점핑과 같은 닫힌 운동형상학적 사슬은 발이 지면에 고정된 상태에서 신체의 움직임이 일어나기 때문에, 그 때 나타나는 발의 정열이나 기전을 이해하는 것이 필요하다.

신발은 발의 스트레스에 영향을 주는 외적 요소 중 하나이다. 신발의 좁은 앞부분은 전족에 건막류를 형성하고, 망치발가락 변형을 일으키는 원인이 된다. 이러한 원인을 예방하기 위한 인솔은 발뒤꿈치 닿기에서 발과 발목의 충격을 흡수하거나 발의 과도한 움직임을 조절하고 발에 나타나는 여러 가지 병적 상태로 발생하는 통증을 완화하거나 기형교정을 위한 치료의 목적으로 사용된다.¹⁴ 인솔의 주요목적은 발의 정상적인 체중 부하 지점에 체중이 가해지도록 구두의 내, 외측 구조를 수정하는 것이다. 그러나 사용자의 편안함, 안정성 그리고 보행을 용이하게 하기 위해 발바닥에 특이한 인솔 형태로 적용하는 경우도 있다. 일반 인솔은 압력 분배와 충격 흡수성에서 패드나 코르셋보다 효과적이라고 하였지만,¹⁵ 본 연구에서는 비스코힐 인솔이 트레드밀 걷기를 하는 동안 일반 인솔보다 근 활성도가 더 낮았다. 이는 일반 인솔보다 비스코힐 인솔이 더 효과적이라는 것을 의미한다.

Cook 등¹⁶은 달리기 선수에게서 인솔 사용은 충격을 흡수하고 운동능력을 조절할 수 있다고 하였다. 달리는 거리에 따라서 다르지만 신발의 초기 충격 흡수 능력의 약 70% 정도까지 유지시킨다고 하였다. 주문 제작한 인솔뿐만 아니라 서로 다른 형태와 재질로 만든 인솔은 활(arch)의 높이, 발뒤꿈치의 해부학적 정렬 뿐만 아니라 발뒤꿈치와 전족의 탄력성에 영향을 주어 신발 착용 시 편안함을 증가시키며, 하지의 통증과 손상 발생률을 감소시킨다고 보고하였다.¹⁷ 또한 인솔은 과도한 훈련으로 인한 하지의 손상을 예방하며, 충격흡수를 줄이는데 사용한다고 하였다.¹⁸ 본 연구에서는 충격흡수 역할은 하는 비스코힐 인솔을 사용한 결과 근 활성도가 유의한 감소를 보여 선행 실험과 일치하였다. 비정상적인 발의 회내와 하지에서 불충분한 회전이 일어나게 되면 무릎 넙다리 통증을 증가시키고, 비정상적인 역학적 문제를 유발시킨다.¹⁹ 발의 회내나 발뒤꿈치뼈 외반이 있는 환자들을 대상으로 운동형상학적 분석을 한 연구에서는 췌기적용이 무릎 넙다리 비정렬로 인한 하

지 근 골격계 통증의 감소에 매우 효과적이라고 보고하였다.²⁰

인간이 직립보행을 할 때 발의 역할은 굉장히 크다. 그 중에서도 발 가운데의 움푹 파인 부분, 이른바 활의 역할은 우리가 걷고 뛰고 하는 데에 있어 없어서는 안 될 중요한 역할을 하고 있다. 적절한 췌기의 적용은 활 부분을 지지해 줌으로서 운동능력이 극대화되고, 올바른 관절의 움직임을 유도해 골격의 교정 역할까지 해주는 중요한 역할을 한다.²⁰ 본 연구에서는 내측췌기 인솔이 장딴지근의 근 활성도를 낮추어주는 긍정적인 역할을 하였다.

본 연구의 제한점은 인솔 종류에 따른 아랫다리근의 근 활성도만 보았지만, 추후 연구에서는 척추세움근과 넙다리곧은근의 보행주기와 관련하여 각각의 근육에 인솔이 미치는 영향을 관찰하는 것이 필요하다. 또한, 본 연구의 대상자는 인솔착용이 익숙하지 않은 자국인 점을 고려하여 인솔을 대상자 발에 맞게 제작하고, 대상자에게 일정기간 착용하게 하여 인솔에 대한 적응 후 측정이 필요하며, 근 피로도에 미치는 영향에 관하여 연구해 볼 필요가 있다.

V. 결론

본 연구에서는 20대의 정상 성인 남자 15명을 대상으로 트레드밀 걷기 시 일반 인솔, 내측췌기 인솔, 비스코힐 인솔을 적용한 실험에 각각 참여하여 장딴지근과 앞정강이근의 근 활성도에 미치는 영향을 알아보았다.

일반적인 보행을 하는 경우 비스코힐 인솔의 착용은 아랫다리 근 활성도를 감소시키는 것으로 나타났다. 따라서 비스코힐 인솔은 일반 보행 시 신체 전반에 받게 되는 부하를 줄여주기 때문에 체중 부하를 감소에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Burgess S, Jordan C, Bartlett R. The influence of a small insert, in the footbed of a shoe, upon plantar pressure distribution. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1997;12(3):S5-S6.
2. Tochigi Y. Effect of arch supports on ankle-subtalar complex instability: A biomechanical experimental study. Foot Ankle Int. 2003;24(8):634-39.
3. Gardner LI, Jr, Dziados JE, Jones BH et al. Prevention of lower extremity stress fractures: A controlled trial of a shock absorbent insole. Am J Public Health.

1988;78(12):1563-67.

4. 유원규, 이현주, 이충휘. 내, 외측 wedge와 넓다리네갈래근 각의 차이가 안쪽넓은근/가쪽넓은근 비에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2005;11-19.

5. Brotzman SB, Wilk KE. Clinical orthopaedic rehabilitation, 2nd. Philadelphia, Pa., Mosby. 2003:371-440.

6. Schwellnus MP, Jordaan G, Noakes TD. Prevention of common overuse injuries by the use of shock absorbing insoles. A prospective study. Am J Sports Med. 1990;18(6):636-41.

7. Milgrom C, Giladi M, Kashtan H et al. A prospective study of the effect of a shock-absorbing orthotic device on the incidence of stress fractures in military recruits. Foot Ankle. 1985;6(2):101-04.

8. Nigg BM, Herzog W, Read LJ. Effect of viscoelastic shoe insoles on vertical impact forces in heel-toe running. Am J Sports Med. 1988;16(1):70-76.

9. Light LH, McLellan GE, Klennerman L. Skeletal transients on heel strike in normal walking with different footwear. J Biomech. 1980;13(6):477-80.

10. 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):31-37.

11. Tang SFT, Chen CPC, Hong W-H 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(5):350-56.

12. O'Leary K, Vorpahl KA, Heiderscheit B. Effect of cushioned insoles on impact forces during running. J Am Podiatr Med Assoc. 2008;98(1):36-41.

13. Hunt GC, McPoil TG. Physical therapy of the foot and ankle, 2nd. New York, Churchill Livingstone, 1995:7-9.

14. Mueller MJ, Maluf KS. Tissue adaptation to physical stress: A proposed "physical stress theory" to guide physical therapist practice, education, and research. Phys Ther. 2002;82(4):383-403.

15. 김장환. 의지 보조기학(prosthetics & orthotics). 3rd. 탐메디오피아. 2006:527.

16. Cook SD, Kester MA, Brunet ME et al. Biomechanics of running shoe performance. Clin Sports Med. 1985;4(4):619-26.

17. Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. Med Sci Sports Exerc. 1999;31(7 Suppl):S421-28.

18. Withnall R, Eastaugh J, Freemantle N. Do shock absorbing insoles in recruits undertaking high levels of physical activity reduce lower limb injury? A randomized controlled trial. J R Soc Med. 2006;99(1):32-37.

19. Messier SP, Davis SE, Curl WW et al. Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. Med Sci Sports Exerc. 1991;23(9):1008-15.

20. Nawoczenski DA, Cook TM, Saltzman CL. The effect of foot orthotics on three-dimensional kinematics of the leg and rearfoot during running. J Orthop Sports Phys Ther. 1995;21(6):317-327.