대한물리의학회지 제4권 제1호, 2009년 2월
Vol.4, No.1, February 2009. p.43~48

젊은 여성에서 높은 굽 신발의 착용기간에 따른 정적균형과 다리 근활성도 분석

이명희 · 장종성 · 이상열 · 주정열 · 배성수[1]

대구대학교 대학원 물리치료전공, [1]대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Effects of High-heeled Shoes on Static Balance and EMG Activity of Lower Extremity Muscles for Young Women

Myoung-hee Lee, PT, MS, Jong-sung Chang, PT, MS, Sang-yeol Lee, PT, MS, Joung-youl Ju, PT, MS, Sung-soo Bae, PT, PhD[1]

Major in Physical Therapy, Graduate School of Daegu University
[1]Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

〈Abstract〉

Purpose : The purpose of this study is to determine the effects of high heeled shoes on the static balance and EMG activity of lower extremity muscles.

Methods : Twenty subjects were composed of control group(wearing low-heeled shoes) and experimental group(wearing high-heeled shoes). Two groups participated in bearfoot standing and measured static balance and EMG activity of lower extremity muscles. Balance Performance Monitor(BPM) was used to measure the static balance and FlexComp Infiniti^{TM} was used to measure the EMG activity of lower extremity muscles.

Results : In static balance, sway area and path of experimental group was significantly larger than control group($p<0.05$). And sway velocity of experimental group was significantly faster than control group($p<0.05$). They means static balance of experimental group was significantly lower than control group($p<0.05$). In EMG activity, L5 paraspinalis and biceps femoris of experimental group was significantly more increased than that of control group($p<0.05$).

Conclusion : The long-time experience in wearing high heeled shoes may have caused change in static balance and EMG activity of lower extremity muscles.

Key Words : High-heeled shoes, Static balance, EMG activity

교신저자 : 장종성, E-mail: jackscjs@hanmail.net
논문접수일 : 2008년 11월 15일 / 수정접수일 : 2008년 11월 26일 / 게재승인일 : 2008년 12월 2일

Ⅰ. 서 론

구두는 인간이 사회생활을 하면서 발달되었으며 처음에는 기능적인 측면이 많이 강조되었으나 최근에는 미용적인 측면도 상당부분 강조되면서 특히 여성의 경우에는 뒷굽이 높은 신발을 선호하고 있다(황치문, 2000). 이진희와 김경희(2003)는 여대생을 대상으로 구두 선호도를 조사하였는데 그 결과 대답 중 65% 이상이 높은 굽을 선호 하는 것으로 나타났다. 하지만 이러한 높은 굽 신발을 신고 서 있거나 보행을 했을 때, 운동역학적으로 불리한 변화를 유발하게 되고 특히 발목에 있어서 많은 영향을 미친다(Lee 등, 1990). Lee 등(2001)의 연구에서는 세 가지 높이의 구두에 대해 서 있을 때와 보행을 할 때의 허리뼈 만곡, 허리와 다리근육의 근활성도, 신체 중심의 이동범위 등을 측정하였는데, 높은 굽 신발을 신었을 경우 신체에 스트레스를 많이 받으므로 높은 굽 신발을 피해야 한다고 하였다. 또한 높은 굽 신발을 2년 이상 신어 온 여성을 대상으로 근피로도와 안정성을 측정한 연구도 있는데 이들은 장딴지근의 높은 피로도로 인해 다리의 안정성이 많이 떨어졌다고 하였으며(Gefen 등, 2002), 높은 굽 신발을 신고 보행 할 때 몸통 근육의 근활성도가 낮은 굽을 신었을 때보다 더 높다는 보고도 있다(Barton 등, 2008). 이 외에도 높은 굽 착용 대상자들에 대한 근활성도를 비교한 연구들이 많은데 그 중, 박은영 등(1999)은 높은 굽 신발에 익숙하지 않은 대상자들을 높은 굽 신발을 착용하게 하여 다리의 근활성도를 측정한 결과 넙다리곧은근은 활성도가 낮아지는 반면 넙다리두갈래근의 활성도가 높아지는 것을 발견했다. 반면 높은 굽 신발에 익숙한 대상자들은 맨발로 서 있을 때 넙다리두갈래근의 근활성도가 유의하게 높아졌다고 하였다. 이는 높은 굽 신발을 장기 사용했을 때 넙다리의 근육들에 신경생리적인 적응현상이 일어났다는 것을 뒷받침한다.

그 이외에도 높은 굽 신발을 오래 신을 경우 신체에 여러 가지 변형이 유발될 수 있는데 대표적인 것으로 증가된 척주 만곡으로 인한 요통, 발가락에 증가된 체중부하로 인한 다리통증 등이다(장남섭 등, 1998). 또 엄지발가락의 외번(hallus valgus)변형(Piqué-Vidal 등, 2007), 신체배열 변화와 그로인한 허리굽힘각도의 감소, 신체 중심의 변화, 이 들을 보상하기 위한 근활성도의 증가(Lee 등, 2001) 등도 그러한 변화들이다.

신발 종류에 따른 보행 분석을 한 연구도 있는데 스니커즈에 비해 구두를 신고 보행을 했을 때 압력중심선의 이동경로가 직선적인 경로를 나타내고 전족부에서 급격한 회외동작을 나타내는 결과를 보여주었다. 이는 발접지 시 충격량 분산 측면에서 효율적이지 못한 보행의 형태이며 발목의 안정성에 부정적인 영향을 미쳤다고 볼 수 있다(김용재 등, 2004). 또한 구두굽의 높이 뿐 아니라 굽의 넓이도 인체에 영향을 미치는데 굽이 넓어질수록 허리보다 다리가 더 민감하게 영향을 받는다(정은희, 2005).

젊은 여성 뿐 아니라 여성 노인을 대상으로 신발 굽의 높이가 균형에 어떠한 영향을 주는지에 대해서도 연구되었는데 4㎝의 굽을 기준으로 그 이하는 균형을 잡는데 어려움이 없지만 4㎝ 이상이 되면 균형 수행에 영향을 주어 낙상의 위험에 노출이 된다고 하였다(김경과 이전형, 2007).

이처럼 현재까지 높은 굽 신발의 착용으로 인해 변화되는 보행의 양상과 균형수행 능력은 많이 연구되어 왔지만 오랜기간 높은 굽 신발을 신음으로써 발생된 변화들이 신체에 어떤 적응반응을 가져오는지에 대한 연구는 다양하지 않다. 따라서 본 연구에서는 1년 이상 높은 굽 신발을 신어온 여성들을 대상으로 정적 균형 수행 능력과 균형을 수행할 때 참여하는 근육의 활성도를 관찰하여 높은 굽 신발에 익숙하지 않은 여성들과 비교 분석 하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 허리와 다리에 정형외과적인 문제가 없는 20대 여성 20명으로 연구에 참여하기 전 연구에 관한 충분한 설명을 듣고 동의한 자로 선정하였다. 그리고 대조군은 높은 굽(7㎝ 이상) 신발을 일주일에 한 번도 신지 않는 사람으로 또, 실

험군은 높은 굽(7㎝ 이상) 신발을 일주일에 3일 이상 하루에 4시간 이상 신고 생활하는 사람으로 높은 굽 신발에 익숙한 사람들이었다.

2. 실험방법

모든 측정은 3번 실시한 후에 평균한 값을 사용하여 분석하였다.

1) Balance Performance Monitor(BPM)

본 연구에서는 정적균형에 자료를 수집하기 위해 Balance Performance Monitor(BPM, Dataprint software 5.3, SMS Healthcare Inc., UK)를 이용하였다. BPM은 다양한 시각되먹임과 청각되먹임을 제공하여 균형훈련을 하고 측정을 하기 위해 고안된 시스템인데, 균형 측정에 있어서 상당히 높은 신뢰도가 있다(Sackley 등, 2005).

선 자세에서의 정적 균형은 BPM으로부터 되먹임 효과에 영향을 받지 않게 하기 위해 되먹임 장치를 볼 수 없게 하고, 4인치 간격으로 놓인 발판 위에 올라서서 전방 15° 높이의 벽에 시선을 고정한 채로 편안하게 30초간 선 자세를 유지하게 하였다(Kerr와 Eng, 2002).

정적균형을 평가하는 항목은 모두 세 가지인데, 동요가 일어나는 면적을 측정한 동요면적(sway area), 동요가 일어나는 거리를 측정한 동요거리(sway path), 동요가 일어나는 속도(sway velocity)가 그것이다. 일반적으로 동요면적이 좁을수록, 거리가 짧을수록, 속도가 느릴수록 더 안정되어 있다 볼 수 있다.

2) 근전도(Electromyography, EMG)

근전도는 BPM 위에서 선 자세를 유지하는 동안에 허리와 하지근육의 근활성도를 알아보기 위해 FlexComp InfinitiTM(Thought Technology Ltd., Canada)를 이용하였다. 측정하기 전 알코올을 이용하여 전극부착 부위의 피부를 닦고 면도를 한 후 측정하고자 하는 각 근육에 전극을 부착하였다. 근육은 높은 굽 구두를 신고 생활하였을 때 가장 영향을 줄 것으로 생각되는 허리 근육과 넙다리 곧은근, 앞정강근, 장딴지근의 가쪽머리, 넙다리 두갈래근의 가쪽

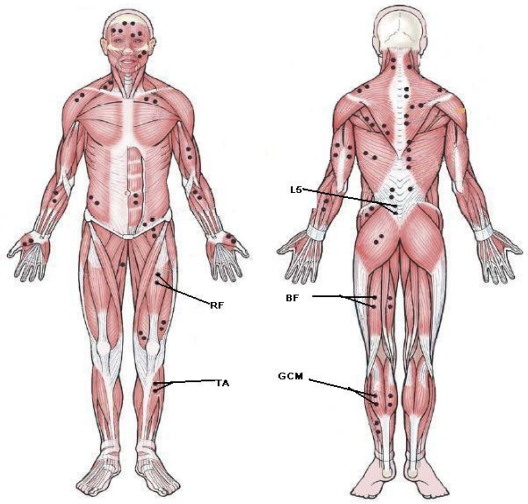

Fig 1. Adhesive position of superficial electrode
L5 : L5 paraspinalis, RF: rectus femoris, BF: biceps femoris, TA: tibialis anterior, GCM: gastrocnemious

머리에 전극을 부착하여 측정하였다.

측정된 근전도 신호를 신호획득률(sampling rate) 1024㎐로 수집 후, 완파정류(full-wave rectification) 처리를 하고, 실효치(root mean square)를 계산하여 컴퓨터 파일로 저장하였다. 또 자료의 처리를 위해 Biogragh Infiniti 소프트웨어를 이용하여 20~500㎐에서 구간 필터링(band pass filtering)하여 처리하였다. 각 근육의 표면전극 부착부위는 다음과 같다(Fig. 1).

3. 분석방법

자료는 SPSS 12.0 for windows를 이용하여 통계처리 하였고, 높은 굽과 낮은 굽의 두 그룹간의 정적균형, 허리와 다리의 근활성도를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 하였다. 통계학적 유의 수준 α는 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 대상자의 특성

실험에 참가한 대상자는 대조군 10명, 실험군 10

Table 1. Characteristics of subjects

(Mean±SE)

	Age(years)	Height(㎝)	Weight(㎏)
Control group(n=10)	22.20±0.42	164.00±1.81	55.70±0.65
Experimental group(n=10)	23.80±0.90	161.50±4.22	51.70±0.88

명으로 모든 대상자의 특성은 Table 1과 같다.

2. 정적균형 비교

BPM을 이용하여 정적균형 수행능력을 측정한 결과는 다음과 같다(Table 2). 정적균형 능력을 평가할 수 있는 동요면적(sway area), 동요거리(sway path), 동요속도(sway velocity) 항목을 비교한 결과 실험군이 대조군보다 동요 면적이 유의하게 넓었다($p<0.05$). 또 동요거리는 유의하게 길었으며($p<0.05$), 동요속도 또한 유의하게 빨랐다($p<0.05$).

3. 허리와 다리의 근활성도 비교

높은 굽을 오랜 기간 신은 대상자들의 변화된 허리와 다리의 근활성도를 대조군과 비교하기 위해 두 군 다 맨발에서 정적균형을 유지하는 동안 근활성도가 측정되었다. Table 3은 실험군의 허리와 다리의 근활성도가 대조군에 비해 전반적으로 높음을 보여준다. 특히 실험군의 허리 근육과 넙다리 두갈래근은 대조군에 비해 근활성도가 유의하게 높았다($p<0.05$). 넙다리곧은근, 앞정강근도 실험군에서 높은 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p>0.05$).

Ⅳ. 고 찰

균형제어는 감각정보의 통합, 신경계 처리, 생체역학적 요인을 포함하며, 시각, 전정감각, 체성감각 통합과 함께 근골격계의 조화로운 조절을 요구한다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2000). 또한 균형을 유지하기 위해서는 자세 정렬도 중요한 부분을 차지하는데 높은 굽 신발을 장시간 착용하게 되면 지본이 되는 요소인 자세 정렬에 변화를 가져오게 되어 결과적으로 균형유지에 영향을 미치게 된다(Lee 등, 2001).

Table 2. Comparison of BPM with different group

(%MVC)

	Control group(n=10)	Experimental group(n=10)	t	p
Area	97.00±3.32	170.50±27.71	2.634	0.017 *
Path	192.80±12.01	225.70±9.34	2.163	0.044 *
Velocity	27.20±1.31	38.60±3.31	3.203	0.005 *

* $p<0.05$

Table 3. Comparison of IEMG with different group

(%MVC)

	Control group(n=10)	Experimental group(n=10)	t	p
L5	3.14±2.18	8.71±6.99	2.408	0.027*
RF	4.58±2.45	6.54±5.35	1.052	0.307
BF	2.74±1.28	5.82±3.72	2.482	0.023*
TA	0.97±022	2.16±3.06	1.232	0.234
GCM	3.64±2.16	2.30±0.88	-1.817	0.086

*$p<0.05$

L5 : L5 paraspinalis, RF: rectus femoris, BF: biceps femoris, TA: tibialis anterior, GCM: gastrocnemious

김원호와 박은영(1997)은 20대 정상인을 대상으로 평소 신발착용습관에 따라 감각계의 변화, 체감각계와 정적 균형유지 능력을 살펴본 결과 감각계 중 두점식별능력에서만 높은 굽을 신는 그룹과 낮은 굽을 신는 그룹간에 유의한 차이가 있었지만 높은 굽을 신는 그룹에서 전반적으로 감각에 대한 민감도가 낮았고 정적균형 능력도 낮음을 확인하였다. 본 연구에서도 높은 굽을 신고 생활을 많이 하는 군의 동요면적, 거리, 속도 등 모든 항목에서 증가해 있는 것을 확인할 수 있었고 이는 이전의 연구결과들과 일치한다.

높은 굽 착용에 따른 보행 시 운동학적 변화와 허리나 다리근육의 활성도 변화에 대한 연구들이 현재까지 활발히 진행되어 오고 있는데 그 중 손종상 등(2007)의 연구에서 굽높이가 다른 신발을 착용하여 보행분석을 한 결과 굽높이가 높을 수록 가자미근의 더 많은 수축과 앞정강근의 더 많은 이완으로 보행을 하지만 보행의 전체적인 모양은 크게 다르지 않다고 하였다. 그리고 이러한 현상은 발목관절이 발바닥굽힘을 이용하여 신체를 높은 굽높이에 적응한 결과로 볼 수 있다고 하였다. 또한 이들은 높은 굽 신발을 신고 보행할 때 초기입각기 시에 넙다리 두갈래근의 수축을 통해 무릎관절의 보상을 한다고 주장하였다. 이러한 근육 사용이 장시간 지속되게 되면 신경생리적인 적응현상을 만들게 되는데 박은영 등(1999)의 연구에서 제시한 결과들 중 낮은 굽 신발에 익숙한 군의 낮은 굽 착용 시 넙다리 근활성도의 양상과 높은 굽 신발에 익숙한 군의 높은 굽 신발 착용 시의 양상이 유사한 것은 이러한 주장을 뒷받침한다.

본 연구에서 높은 굽 신발 착용군의 넙다리 두갈래근이 대조군에 비해 높은 근활성도를 보여준 것은 이들의 연구 결과와도 일치한다. 이러한 결과는 장시간 높은 굽 신발을 착용하였을 때 유지되는 자세를 고려해 보면 설명이 가능한데, 발목관절의 발바닥쪽 굽힘 동작이 유지되면서 장딴지근이 짧아지게 되고 이러한 신체적응이 일어난 상태에서 맨발로 기립자세를 유지하게 되면 무릎관절이 신체중심선에서 뒤쪽으로 이동하게 된다. 이로 인해 인접해 있는 넙다리 두갈래근이 늘어나고 그 반응으로 근방추 반사가 작용하여 α-운동신경원이 활성화되므로 근긴장도가 증가했을 것으로 보여진다(Smith 등, 1996). 또한 허리근육의 증가된 근활성화도 같은 이유로 설명할 수 있는데 높은 굽 신발의 장기 사용으로 인한 허리의 전만감소가 허리근육의 지속적인 신장을 유도하고 이는 위와 동일한 현상을 유발시킨다.

V. 결 론

본 연구는 평소에 높이가 다른 굽의 신발을 신는 20대 여성을 대상으로 정적균형수행능력과 허리 및 다리의 근활성도를 비교 분석하였다. 그 결과 높은 굽 신발을 주로 신는 군의 정적균형 수행능력이 감소된 현상을 보였으며 허리근육과 넙다리 두갈래근의 근활성도가 대조군에 비해 증가된 결과를 보였다. 이러한 결과를 바탕으로 볼 때 장시간의 높은 굽 신발 작용은 신체적응을 유도하고 이는 정상적인 균형수행능력과 근긴장도를 변화시킨다는 것을 알 수 있었으며 앞으로 다양한 신발 착용 기간에 따른 분석을 더 활발히 하여 여러 가지 변화를 일으키는 시점에 대한 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

참 고 문 헌

김경, 이전형. 여성 노인의 신발굽 높이가 균형에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2007;18(2):311-330.

김용재, 지진구, 김정태 등. 20대 여성의 신발종류에 따른 족저압 영역별 비교 연구. 한국운동역학회지. 2004;14(3):83-98.

박은영, 김원호, 김경모 등. 신발 굽의 높이와 신발 착용기간이 대퇴근육 활동량에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 1999;6(2):32-42.

이진희, 김경희. 여대생의 발 유형과 선호 구두 형태와의 관계. 한국생활과학회지. 2003;12(1):75-84.

정은희. 구두(하이힐) 굽 형태의 생체역학적 영향에 관한 연구. 동의대학교 대학원. 박사학위논문. 2005.

손종상, 최희석, 황성재 등. 하이힐 보행 시 근 길이 변화와 Roll-Over 특성. 한국정밀공학회지. 2007;

24(12):29-35.

장남섭 등. 인체생리학. 수문사, 서울, 한국. 1998:73-80.

Barton CJ, Coyle JA, Tinley P. The effect of heel lifts on trunk muscle activation during gait: A study of young healthy females. J Electromyogr Kinesiol. 2008 May 8 [Epub ahead of print]

Gefen A, Megido-Ravid M, Itzchak Y et al. Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. Gait Posture 2002;15: 56-63.

Kerr HM, Eng JJ. Multidirectional measures of seated postural stability. Clin Biomech (Bristol, Avon).2002;17(7):555-7.

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.

Lee CH, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. Int J Ind Ergon 2001;28:321-6.

Li JX, Hong Y. Kinematic and electromyographic analysis of the trunk and lower limbs during walking in negative-heeled shoes. J AmPodiatr Med Assoc. 2007;97:447 - .56.

Piqué-Vidal C, Solé MT, Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. J Foot Ankle Surg. 2007 May-Jun;46(3):149-54.

Sackley CM, Hill HJ, Pound K et al. The intra-rater reliability of the balance performance monitor when measuring sitting symmetry and weight-shift activity after stroke in a community setting. Clin Rehabil. 2005 Oct;19(7):746-50.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications(2nd ed). Baltimore: Willims & Wilkins. 2000.

Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. Brunnstrom's Clinical Kinesiology. 5th ed. Philadelphia. F.A. Davis Co., 1996.

Snow RE, Williams KR. High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. Arch Phys Med Rehabil. 1994; 75(5):568-76.