

발 뒤꿈치 높이가 젊은 성인 여성의 균형능력과 감각에 미치는 영향

최수희¹, 서재근², 이상호^{*3}

¹서남대학교 보건학부 물리치료학과, ²근로복지공단 대전병원 물리치료실,

^{*3}서남대학교 보건학부 물리치료학과

The effect of heel height on the balance ability and sensation of young adult women

Su-Hee Choi¹, Jae-Gun Seo², Sang-Ho Lee^{*3}

¹Department of Physical Therapy, Seonam University,

²Physical therapy section, Korea Workers'Compensation Welfare Service Daejeon Hospital,

^{*3}Department of Physical Therapy, Seonam University,

Purpose The purpose of this study is to investigate the change of dynamic and static balance ability and the change of sensory system in the ankle region by wearing shoes with different heel heights. **Methods** This study was conducted for 30 women attending S university in Nam-won city for 4 weeks from September 5, 2016 to October 2, 2016. The study group(n=15) was wearing shoes with a heel height of 7 cm and the control group(n=15) was wearing shoes with a heel height of 3 cm for more than 8 hours per day for 4 weeks. The dynamic balance ability was assessed using the Y-Balance Test, the static balance ability was assessed using FICSIT-, and the sensory identification test was using the two-point discriminant test. **Results** Differences in static balance ability within the study group were statistically significant(p<.05). The difference of static balance ability between study group and control group was significant(p<.05). The difference in the two-point discrimination ability between the study group and the control group was statistically significant(p<.05). **Conclusion** The group wearing high - heeled shoes had low sensitivity to sensation and low static balance ability. Therefore, it is considered that high - heeled shoe is difficult to maintain balance by increasing foot fatigue and lowering sense of body.

Key words Y-Balance Test, FICSIT-4, Two Point Discrimination, Static Balance, Dynamic Balance

Corresponding Author Sang-Ho Lee (fedor07@hanmail.net)

Received date 18 September 2017

Revised date 29 September 2017

Accepted date 17 October 2017

1. 서론

하이힐은 많은 여성들이 유행하는 복장의 필수적인 부분으로 간주하고 있다. 따라서 전 세계의 많은 여성들이 여성의 매력을 높이기 위해 평생 동안 하이힐을 착용하거나 주기적으로 착용하고 있다.¹⁾ 그러나 하이힐은 다리근육들의 불균형과 발 변형과 같은 근골격계병변을 유발하는 것으로 알려져 있으며, 많은 여성들은 향후 이러한 하이힐의 부작용을 알면서도 중요하게 생각하지 않는 것처럼 보인다.²⁾ 신발의 굽 높이가 높아짐에 따라 인체의 균형이 흐트러지고 보행의 형태가 변하여 허리과 척추에 많은 무리가 가서 여러 가지 질병에 걸릴 수 있는 원인

이 되기도 한다.³⁾ 높은 굽은 다리 관절 및 척추의 위치를 변화시켜 신체의 중력 중심선이 부분적으로 변화된다.⁴⁾ 즉, 발바닥 쪽굽힘 위치로 발을 강제로 움직이며 발목 관절의 자연스러운 기능과 자세를 방해한다. 발목 위치의 변화는 발목 측면의 안정성을 감소시키고 발목의 가쪽 뻘(sprain) 위험성을 증가시킬 수 있다.⁵⁾ 이러한 변화는 정적 및 동적인 측면에서 다리 관절들, 특히 발목 관절의 움직임에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.⁶⁾ 또한 뒤굽이 높아질수록 지면으로부터 주어지는 반발력이 증가되어 발 주변의 연부조직들이 변화되며, 이는 발목 근력에도 영향을 주어 발목 불안정성의 원인이 된다.⁷⁾ 몸의 균형을 제어하는 첫 번째 패턴은 발목 전략이다.⁸⁾ 균형은 낙상을 방지하기 위한 신체 자세의 역학이며,⁹⁾ 신체 무게중심(Center of mass)을 기저면(Base of support) 한계

doi : <http://dx.doi.org/10.17817/2017.10.11.111193>

내에서 유지, 복원 할 수 있는 기능이다.¹⁰⁾ 신체 무게 중심의 높이는 발 뒤꿈치가 높을수록 증가하고 하이힐의 지지 기반이 줄어들면 기저면 작아 지므로 하이힐을 착용하면 균형을 유지하는 데 어려움을 초래할 수 있다.¹¹⁾ 굽 높이에 따른 균형능력을 비교한 김영록¹²⁾의 연구에서 4cm 이하의 굽 높이는 균형 능력에 영향을 미치지 않는다고 하였으며, 이유진 등¹³⁾은 7cm의 굽 높이는 균형 능력 감소시킨다고 하였다. 또한 발 뒤꿈치 높이가 7cm에 이르렀을 때 신체 중력 중심, 이동 속도, 방향 제어 및 소풍의 인간 안정성 한계가 악화되며, 발 뒤꿈치 높이가 10cm 인 하이힐을 착용하면 착용자가 더 많은 근육을 발 휘할지라도 기립 균형이 악화된다고 밝혀졌다.¹⁴⁾ 이전의 연구들은 굽이 높은 신발을 장기간 착용 하였을 때 발목 주변의 근 골격계에 미치는 운동학적(kinematic)과 동력학적(kinetic)인 측면에서 이루어졌다. 그러나 발목 주변 조직들의 변화와 국소 감각의 변화들이 정적 및 동적 균형 유지 능력에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구는 뒤 굽 높이가 다른 신발을 신음으로써 나타나는 동적, 정적인 균형유지능력의 변화와, 발목 부위의 감각계의 변화를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 2016년 9월 5일부터 10월 2일까지 4주 동안 남원 소재의 S대학교에 재학중인 여대생 30명을 대상으로 하였다. 이 중 연구군은 15명, 대조군은 15명 이었다. 연구군은 뒷굽높이가 7cm 인 신발을 대조군은 뒷굽 높이가 3cm 인 신발을 각각 하루8시간 이상 4주간 착용하였다. 발목에 정형외과적 혹은 신경학적으로 문제가 있는 사람, 현재 신체 전반적으로 불편함이 있거나 통증을 호소하는 사람, 임신부와 정신과적 문제가 있는 사람, 특히 6개월 이전 동안에 발목에 상해를 입었던 적이 있던 사람은 연구에서 제외시켰다.

2. 연구도구 및 방법

1) 균형평가

(1) 동적 균형능력 평가

Y-Balance test는 하지의 유연성, 근력 고유수용성 감각을 측정하는 도구로, 측정발로 지지한 상태에서 비 측정발로 앞쪽, 뒤 안쪽, 뒤 가쪽의 세가지 방향으로 뻗는 자세를 실시하였다.¹⁵⁾ 지지하고 있는 발이 지면에서 떨어지거나, 균형을 잡기 위해 뻗은 발로 바닥을 지탱한 경우, 또는 발을 뻗은 후 다시 시작자세로 돌아오지 못할 경우에는 실패로 간주하고 재측정할 수 효과를 최소화 하기 위하여 6회의 연습 후 측정하였고, 점

수는 앞쪽, 뒤 안쪽과 뒤 가쪽의 길이를 다 더한 후 다리길이의 3배 값으로 나눈 후 백분율(%)을 구한 점수이다.¹⁶⁾ 검사자내 신뢰도는 $r=.85$ 에서 $r=.89$ 이고 검사자간 신뢰도는 $r=.97$ 에서 $r=1.00$ 을 가진다.¹⁵⁾

(2) 정적 균형능력 평가

FICSIT-4(Frailty and Injuries Cooperative Studies of Intervention techniques)는 정적인 균형능력 평가를 위한 도구로써 양 발을 평행하게 위치하고 선 자세(parallel), 한 다리의 발뒤꿈치 옆에 반대쪽 다리의 엄지발가락을 위치하고 선 자세(semi-tandem), 한 다리의 발 뒤꿈치 뒤에 반대쪽 발의 앞쪽이 위치하여 발이 일직선으로 위치하고 선 자세(tandem), 한발로 선 자세(one legstanding)의 4가지 자세에서 측정하였으며, 한발로 선 자세를 제외한 3가지 자세에서는 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태를 나누어 측정하였다. 측정 시, 치료사의 관찰이나 보조가 필요한 경우 이를 제공하였고, 각 자세별 최대 유지 시간은 10초 이며, 4점을 최고점수로 하여 7개 항목 28점으로 구성되어 있다. 한번의 예비측정 이후 본 측정을 통하여 자료 값으로 사용 하였다. 검사-재검사 신뢰도는 $r=.66$ 이다.¹⁷⁾

2) 감각변화 검사

감각변화검사는 두 점 식별 검사를 측정하였다. 최소 0.05mm 까지 측정이 가능한 vernier calipers를 사용하였으며, 측정방법은 김원호¹⁸⁾등이 사용한 방법을 사용하였다. 피험자이 눈을 감게하고 바로잡게 하였고, 측정 위치는 5번째 발바닥 뼈의 머리 부분으로 당도록 하였다. 측정의 도구의 두 점이 동시에 자극위치에 당도록 하였다. 두 점 사이의 간격은 0cm부터 시작하여 0.2cm간격으로 늘려서 측정하였다. 측정결과는 피험자가 처음으로 두 점 이라고 분별한 수치를 선택하였다.¹⁸⁾

3. 분석방법

본 연구의 자료분석은 SPSS ver.21.0을 사용하였고 두 집단간의 정적 균형능력 및 동적 균형능력, 두 점 식별능력 차이를 알아보기 위해서 Mann-Whitney검정을 사용하였다. 집단 내 정적 균형능력 및 동적 균형능력, 두 점 식별능력의 차이를 알아 보기 위해 Wilcoxon 검정을 사용하였으며, 자료의 통계학적 유의수준(α)은 .05으로 하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 30명 중 연구군은 15명(50%)이었고, 대조

군은 15명(50%)이었다. 연구군의 평균신장은 158.53 cm, 대조군의 평균신장은 160.06 cm이었으며, 체중은 연구군은 52.06 kg, 대조군은 53.66kg 이었고, 신발사이즈는 연구군은 233.33 mm, 대조군은 235.66 mm 이었다(Table 1).

2. 두 집단간의 정적 균형능력 차이

연구군의 정적 균형능력 차이는 연구 전 25.80±0.43 point 에서 연구 후 23.33±0.27 point로 변화하였으며 통계학적으로 유의하였다(p>0.05). 대조군의 정적 균형능력 차이는 연구 전 24.73±0.51 점에서 24.86±0.49 점으로 거의 변화가 없었으며 유의하지 않았다. 연구군과 대조군간 정적 균형능력 차이는 유의하였다(p>0.05)(Table 2).

3. 두 집단간의 동적 균형능력 차이

연구군의 동적 균형능력 차이는 연구 전 64.25±1.76 cm에서 연구 후 60.99±2.36 cm로 변화 하였으며 통계학적으로 유의하지 않았다. 대조군의 동적 균형능력 차이는 연구 전 65.20±2.57 cm에서 연구 후 65.23±2.59로 거의 변화가 없었으며 통계학적으로 유의하지 않았다. 연구군과 대조군간 동적

Table 1. General characteristics of the subjects

Variable	HHS(n=15)	Control(n=15)
Height(cm)	158.53±3.18	160.06±6.14
Weight(kg)	52.06±6.14	53.66±4.45
Foot size(mm)	233.33±8.38	235.66±5.93

Mean±standard deviation. HHS, Height heel shoes

Table 2. Difference in static balance ability between two groups (unit : score)

	HHS(n=15)	Control(n=15)	ρ
FICS-pre	25.80±0.43	24.73±0.51	
FICS-post	23.33±0.27	24.86±0.49	0.026
p	0.001	0.589	

Mean±standard deviation. HHS, Height heel shoes; FICS, Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques-4

Table 3. Difference in dynamic balance ability between two groups (unit : cm)

	HHS(n=15)	Control(n=15)	ρ
YBT-pre	64.25±1.76	65.20±2.57	
YBT-post	60.99±2.36	65.23±2.59	0.604
p	0.069	0.865	

Mean±standard deviation. HHS, Height heel shoes; YBT, Y-Balance Test;

Table 4. Difference in Two-point discrimination ability between two groups (unit : cm)

	HHS(n=15)	Control(n=15)	ρ
TPD-pre	0.85±0.08	0.86±0.06	
TPD-post	1.17±0.12	0.85±0.05	0.01
p	0.004	0.714	

Mean±standard deviation. HHS, Height heel shoes; TPD, Two Point Discrimination

균형능력 차이는 유의하지 않았다(Table 3).

4. 두 집단간 두 점 식별능력 차이

연구군의 두 점 식별능력 차이는 연구 전 0.85±0.08 cm 에서 연구 후 1.17±0.12 cm로 증가 하였으며 통계학적으로 유의 하였다(p<0.05). 대조군의 두 점 식별능력 차이는 연구 전 0.86±0.06 cm에서 연구 후 0.85±0.05 cm로 거의 변화가 없었으며 통계학적으로 유의하지 않았다. 연구군과 대조군간 두 점 식별능력 차이는 통계학적으로 유의하였다(p<0.05)(Table 4).

IV. 고 찰

본 연구는 20대 여성 30명을 대상으로 실시하였다. 여성의 하 이힐 굽 높이가 동적인 균형능력과 정적 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지와 발목 부위의 감각계의 변화를 알아보았다. 본 연구에서 정적인 균형 능력 차이의 검사를 위해서 FICSIT-4를¹⁷⁾ 동적인 균형능력 차이의 검사를 위해서 Y-Balance test를 선택하여 측정하였다.¹⁵⁾ 감각계의 변화를 보기 위해 두 점 식별감각(Two point discrimination)을 선택하여 측정하였다.¹⁸⁾

본 연구에서 두 점 식별감각의 결과는 연구군과 대조군간 유의하였다(p<0.05). Park¹⁹⁾은 3 cm와 7 cm의 구두굽의 높이에 따른 발바닥쪽압의 변화를 알아보는 연구를 하였는데 3 cm 보다 7 cm 높이의 굽에서 전족부의 발바닥쪽이 높았다고 한다. Opila-Correa²⁰⁾의 높은 굽 신발이 발목의 소성 조직을 변화시킨다고 보고한 연구와 유사함을 보인다. 따라서 높은 굽으로 인해 움직임동안 수직적 충격량을 증가시켜 전족부의 발바닥쪽압을 증가시킴으로써 소성 조직의 변화가 있었다고 사료된다. 이러한 상태가 지속된다면발과 발목의 근력 약화와 연부 조직의 손상을 초래할 수 있고,신체 정렬 상태를 악화시키며 발목의 만성적 불안정성을 유발할 수 있기 때문에 근골격계병변의 원인이 될 것으로 보인다.

정적 균형능력 측정의 결과는 대조군보다 연구군에서 평균

값이 낮게 나타났고 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 이는 20대 젊은 여성에서 신발 굽 높이에 따른 균형 능력의 차이를 연구한 김원호-박은영¹⁸⁾의 실험결과와 일치한다. 또한 대조군의 3 cm 높이의 굽을 신은 군은 정적 균형능력의 실험 전후 차이가 유의하지 않았지만 7 cm 높이의 굽을 신은 연구군은 정적 균형능력 실험 전후 차이는 유의하였다($p < 0.05$). 김경과-이전형²¹⁾의 실험에서 3 cm 전후 높이의 굽은 균형능력과 보행능력에 영향을 미치지 않지만, 5 cm 이상의 굽 높이가 되면 균형 및 자세조절에 있어서 발과 발목에 부담을 주고 무리가 따르게 되어 낙상 위험성을 증가시킨다고 보고되었다. 이는 본 실험에서 연구군에서만 정적 균형능력의 차이가 낮았던 본 실험과도 유사함을 보인다.

동적 균형능력 측정의 결과는 연구군과 대조군의 평균값에 변화가 없었고 통계적으로 유의하지 않았다($p < 0.05$). Lord와 Bashford²²⁾의 실험에서 높은 굽을 신었을 때 동적 균형능력이 떨어진다고 보고하고 있다. 앞선 연구와 일치하지 않는데 이는 연구 대상자 선정에 있어서 차이 때문으로 설명될 수 있다. 이 연구는 대상자가 20대 젊은 여성인 반면 위 연구들은 65세 이상의 노인들을 대상으로 시행되었다. 젊은 사람들은 체감계의 빠른 적응을 통해 균형을 유지하는 것으로 보고되고 있다.²³⁾ 류지선²⁴⁾의 실험에서 높은 굽을 신었을 때 좌우 방향에서 동적 균형능력은 유의하지 않았으나 전후 방향의 동적 균형능력에 유의함을 나타냄을 주장하고 있다. 본 실험에서 연구군 내 평균값이 낮게 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 Y-BT에서 전후 방향의 동적 균형능력의 데이터 값이 상대적으로 적게 측정된 것이 원인일 수 있다.

본 연구에서 높은 굽을 신은 연구군은 낮은 굽을 신은 대조군 보다 정적 균형능력과 두 점 식별 능력이 떨어졌다. Gerber²⁵⁾의 연구에서도 가만히 서있는 동안, 7 cm 하이힐의 사용은 맨발 서와 비교했을 때 COP의 진동을 증가시킨다고 하였고, 맨발에 2 cm 이하의 신발과 비교했을 때 발 뒤꿈치높이가 4 cm 이상인 여성은 Functional Reach 및 Timed Up and Go 테스트 점수가 현저히 나빠졌다고 밝혀졌다.²⁶⁾ 따라서 3 cm 이상의 굽은 발의 체성감각 및 균형능력을 떨어뜨리고 이러한 균형성 상실은 자세에 대한 반응 능력을 떨어뜨려 상해와 낙상 유발을 일으킬 가능성이 높다 할 수 있겠다. 그러나 동적 균형능력에 대한 차이는 크게 나지 않았는데 연령대별 동적 균형능력 측정에 대한 전후 및 좌우 방향을 구분하여 그 차이를 검증하는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 20대의 젊은 여성 30명을 대상으로 신발 굽 높이 3

cm, 7 cm 변화에 따른 정적 균형능력과 동적 균형능력, 두 점 식별능력을 분석했다. 정적 균형능력과 두 점 식별능력에서 두 군간 유의한 차이를 보였다. 7 cm 굽의 신발을 착용한 집단이 감각에 대한 민감도가 떨어졌고, 정적 균형능력 또한 낮게 나타났다. 동적 균형능력은 두 군간 차이가 없었다. 따라서 이러한 결과를 보면 높은 굽의 신발은 발의 체성감각을 떨어뜨리고 피로를 높여 균형을 유지 하는데 어렵게 한다고 판단된다. 향후 이와 관련된 연구에서 높은 굽의 신발을 신는 다양한 연령대로 대상자를 넓혀 연구할 필요성이 요구되며, 굽 높이를 다양화 하고, 전후 좌우 방향으로 움직일 때에 균형의 변화를 관찰할 연구의 필요성을 제기한다.

References

1. Srivastava A, Mishra A, Tewari RP. Electromyography analysis of high heelwalking. International Journal of Electronics & Communication Technology. 2012;3(1):166-9.
2. Franklin ME, Chenier TC, Brauninger L, et al. Effect of positive heel inclination on posture. J Orthop Sports Phys Ther, 1995;21(2):94-9.
3. Oplia-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait with consideration for age and experience of wearers. Arch Phys Med Rehabil. 1990;71(11):905-9.
4. Foster A, Blanchette MG, Chou YC, et al. The influence of heel height on frontal plane anklebiomechanics: implications for lateral ankle sprains. Foot Ankle Int. 2012;33:64-9.
5. 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(1):31-3.
6. Voloshin A, Wosk J. An in vivo study of low back pain and shockabsorption in the human locomotor system. J Biomech. 1982;15(1):21-7.
7. Fong S, Tsang W, Ng G. Altered postural control strategies and sensory organization in children with developmental coordination disorder. Hum Mov Sci. 2012;31(5):1317-27.
8. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. Gait Posture. 1995;3(4):193-214.
9. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, et al. What is balance? Clin Rehabil. 2000;14:402-6.
10. Menant JC, Steele JR, Menz HB, et al. Optimizing footwear for older people at risk of falls. J Rehabil Res Dev. 2008;45(8):1167-81.

11. Kim YR. Change of balance ability by different heel heights in healthy women. Research dissertations of Dae-bul University. 2004;3:415-28.
12. Lee YJ, Oh MH. The relationship of balance and walking preferred type of shoes in the elderly. The Journal of Occupational Therapy for the Aged and Dementia. 2007;1(1):30-7.
13. Hapsari VD, Xiong S. Effects of high heeled shoes wearing experience and heel height on human standing balance and functional mobility. Ergonomics. 2015;59(2): 249-64.
14. Plisky PJ, Gorman PP, Bulter RJ, et al. The Reliability of an Instrumented Device for Measuring Components of the Star Excursion Balance Test. N Am J Sports Phys Ther. 2009;4(2):92-9.
15. Wikstorm EA, Tillman MD, Smith AN, et al. A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: the Dynamic Postural Stability Index. J Athl Train. 2005;40:305-9.
16. Rossiter-Fornoff JE, Wolf SL, Wolfson LI, et al. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1995;50(6):291-7
17. Kim WH, Park EY. Effects of the high-heeled shoes on the sensory system and balance in women. Phys Ther Korea. 1997;4(2):10-7.
18. Park JJ. A Comparative analysis on changer of foot pressure by shoe heel height during walking. Korean Journal of Sport Biomechanics. 2009;19(4):771-8.
19. Opila-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait with consideration for age and experience of wearers. Arch Phys Med Rehabil. 1990;71:905-09.
20. Garn SN, Newton RA. Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. Phys Ther. 1998;68(11): 1667-71.
21. Kim K, Lee JH. Effect of heel-heights of shoe on balance in older women. Journal of Korea Sport Research. 2007;18(2):311-30.
22. Lord SR, Bashford GM. Shoe characteristics and balance in older women. J am Geriatr Soc. 1996;44:429-33.
23. Sonn U, Svateson U, Grimby G. Functional balance tests in 76-year-olds in relation to performance, activities of daily living and platform test, Scand J Rehabil Med. 1995;27(4):231-41.
24. Ryu JS. Effects of high-heeled shoe with different height on the balance during standing and walking. Korean Journal of Sport Biomechanics. 2010;20(4):479-86.
25. Gerber SB, Costa RV, Grecco LA, et al. Interference of high-heeled shoes in static balance among young women. Hum Mov Sci. 2012;31:1247-52.
26. Arnadottir SA, Mercer VS. Effects of footwear on measurements of balance and gait in women between the ages of 65 and 93 years. Phys Ther. 2000;80(1): 17-27.

