J Korean Soc Phys Med, 2014; 9(4): 407-413
http://dx.doi.org/10.13066/kspm.2014.9.4.407

Online ISSN: 2287-7215
Print ISSN: 1975-311X

Research Article

Open Access

뒤꿈치 인솔착용과 시각통제 유무가 하이힐 착용 시 균형관련 지수에 미치는 영향

윤정규†
남서울대학교 물리치료학과

Influence of Heel Insole and Visual Control on Body Sway Index with High-heeled Shoes

Jung-Gyu Yoon, PT, PhD†
Department of Physical Therapy, Namseoul University

Received: September 3, 2014 / Revised: October 13, 2014 / Accepted: October 14, 2014
ⓒ 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: We investigated the influence of heel insole and visual control on body sway index with high-heeled shoes.

METHODS: The subjects of this study were 61 healthy students. None of the participants had any orthopedic or neurologic alterations. C90 area, C90 angle, trace length, sway average velocity were measured using a force plate by BT4. The variables were measured both with insole and without insole when wearing high-heeled shoes under the conditions of eyes open and eyes closed. The collected data were analyzed using the Kolmogorov-Smirnov test and paired t-test.

RESULTS: When wearing high-heeled shoes with insole under the conditions of eyes open, trace length, C90 area, velocity were significantly more decreased than without insole ($p<.01$). When wearing high-heeled shoes with insole under the conditions of eyes closed, only C90 area was significantly more decreased than without insole ($p<.05$). When wearing high-heeled shoes with insole under the conditions of eyes open, trace length, C90 area, velocity were significantly more decreased than under the conditions of eyes closed ($p<.01$).

CONCLUSION: The present study demonstrates that the use of high-heeled shoes with insole supported from heel to midfoot more increased static balance than without insole under the conditions of eyes open.

Key Words: Insole, Visual control, Body sway index, High-heeled shoes

Ⅰ. 서 론

국내외를 막론하고 여성들이 선호하는 하이힐의 높이는 5～7cm 이상으로 보고되고 있다(Meier 등, 2014; Lee, 2012). 다양한 하이힐의 높이에 따라 인간의 발바닥 면을 이상적으로 일치시키는 것은 매우 어렵다(Meier 등, 2014). Ho 등(2012)은 하이힐이 높을수록 무

†Corresponding Author : velsa@nsu.ac.kr
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.

릎뼈-넙다리뼈 관절 통증이 발생할 가능성이 높다고 보고하였다. 또한 하이힐 착용시 척추세움근의 과도한 활성도 증가는 허리통증을 발생시킬 수 있으며 비정상적인 골반의 각도변화는 중년이후 연령이 증가하면서 허리-골반움직임에 제한을 가져올 수 있다고 하였다(Mika 등, 2012).

장기간 하이힐을 착용한 사람은 발꿈치 딛기(heel strike) 시 이마면(frontal)에서는 발목관절의 엎침근(pronator)을 과도하게 사용하였으며 시상면(sagittal)에서는 발목관절의 움직임이 감소되면서 대상작용으로 엉덩관절 굽힘근 및 무릎관절 폄근을 과도하게 사용하는 것으로 보고되었다(Chien 등, 2014). 또한 하이힐 착용은 발목 불안정성 및 낙상의 위험성을 높이며 이로 인해 발목관절 염좌 및 골절을 일으킬 수 있다(Gefen 등, 2002).

일반적으로 보행 시 반복적인 스트레스에 의해 발바닥 뒤꿈치 통증이 발생한다. 보행습관에 의한 일시적인 통증은 탈부착이 가능한 인솔을 적용하여 감소시킬 수 있다(Goske 등, 2006). 또한 인솔의 착용은 무릎 관절염 환자들에게 발생하는 무릎내 압력을 감소시켜 보행기능을 개선시켜 주었다(Hinman과 Bennell, 2009). 하지만 인솔 착용이 허리 통증 예방과 감소에 긍정적인 영향을 미쳤다는 근거는 부족하다(Sahar 등, 2009; Chuter 등, 2014). 인솔의 재질 및 형태의 변화는 신체의 균형을 조절하는데 있어서 중요한 요소이며 이를 통하여 표피감각이 저하되는 연령대의 낙상 유병률을 감소시킬 수 있다(Antonio와 Perry, 2014).

눈, 피부 및 근육 등을 통한 감각정보는 균형을 유지하고 자세를 수정하는데 도움을 준다. 정적인 자세에서의 균형은 감각계와 운동계 상호작용에 의해서 유지된다. 균형 조절은 목표동작을 수행하기 위해 시각, 전정감각, 체감각 등의 감각정보에 의존한다(Barcala 등, 2013). 시각적 되먹임의 적용은 고정된 지지면에서의 자세조절을 향상시켜 기능적 과제를 원활히 수행하게 도와준다(Anson 등, 2013). Anson 등(2014)은 시각적 정보의 제공은 앞뒤로의 균형 유지보다는 가쪽과 안쪽으로의 균형 유지와 높은 상관성이 있는 것으로 보고하였다. 이와 같이 시각적 정보의 활용과 균형 및 자제 조절에 관한 대부분의 연구는 신발 굽높이 조절과는 관계없이 실시되었으며 하이힐 착용과 관련된 시각적 정보의 효율성을 균형과 관련지어 연구된 보고는 미흡한 것이 현실이다.

지금까지 하이힐에 대한 대부분의 연구는 주관적 불편감 또는 객관적인 생체역학적 평가에 초점이 맞추어져 왔다(Hong 등, 2005; Ho 등, 2012; Mika 등, 2012; Chien 등, 2014). 또한 하이힐 착용 시 인솔을 적용하여 착용감을 증가시키고 움직임과 관련된 손상을 감소시키려는 연구들은 많았으나(Goske 등, 2006; Hinman과 Bennell, 2009), 대부분 발바닥 전체 또는 앞부분에 인솔을 적용하여 그 효과를 규명하려 하였다. 하지만 하이힐 착용시 체중이 발의 허리 부분부터 뒤꿈치에 부하되는 것을 감안한다면 뒤꿈치 인솔의 적용을 통한 다양한 연구가 수행되어져야 할 것이다. 따라서 본 연구는 뒤꿈치 인솔착용과 시각통제 유무가 하이힐 착용 시 균형 관련 지수에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 건강한 20대 성인 여성 61명이 실험에 참가하였다. 모든 대상자들은 근골격계, 신경계 및 심혈관계 질환이 없고 한 달에 하이힐 착용횟수가 3회 이내로 하이힐에 학습이 되지 않은 자, 이전에 비슷한 실험에 참가해 본 적이 없는 자들로 선정하였다. 6개월 이전에 발목에 상해를 경험하였던 자, 실험 시 통증을 호소하는 자, 그리고 정신과적 문제가 있는 자는 연구에서 제외시켰다. 실험 실시 전 연구목적과 연구방법에 대하여 대상자들에게 설명하였으며 모든 대상자들은 실험동의서의 내용을 숙지하고 실험 참가 동의서에 자발적으로 서명한 후 실험을 실시하였다.

2. 실험방법

1) 측정장비 및 변수

(1) 균형측정

본 연구에서는 안정성한계(limits of stability), 안정된

지지면에서의 균형검사, 불안정한 지지면에서의 균형 능력검사 등 10여 가지의 균형관련 검사 및 훈련을 할 수 있도록 고안된 BT4(HUR labs., Tampere, Finland)를 이용하여 하이힐 착용 시 대상자들의 균형관련 지수(C90 area, C90 angle, trace length, sway average velocity)를 측정하였다. BT4의 구성은 200kg의 무게를 견딜 수 있는 12kg의 알루미늄 힘판 1대, 내장 컴퓨터와 모니터, 안전을 위한 측면지지대가 포함되어있다.

(1) C90 area(mm^2): 압력중심점(Center of Pressure: COP)이 움직인 범위를 나타내며 수치가 클수록 균형 능력이 저하됨을 의미한다.

(2) C90 angle(deg): 정중선인 신체 중심축에 대해 안쪽-가쪽으로 움직인 각도를 나타내며 수치가 클수록 자세 비대칭이 심해짐을 의미한다.

(3) Trace length(mm): 압력중심점이 움직인 거리를 나타내며 수치가 클수록 균형 능력이 저하됨을 의미한다.

(4) Sway average velocity(mm/s): 일정한 측정시간 동안에 움직인 trace length(mm)를 측정시간으로 나눈 값을 나타내며 수치가 클수록 자세 및 균형조절 능력 떨어지며 노인인 경우 낙상의 위험이 커짐을 의미한다.

(2) 키와 몸무게 측정

대상자들의 키와 몸무게를 측정하기 위해 자동신장계 BSM 330(Biospace, Seoul, Korea)을 이용하였다.

2) 실험절자 및 방법

본 연구에서는 20대 여성들이 가장 많이 착용하는 굽의 높이인 7cm 하이힐을 사용하였고(Ryu, 2010; Lee, 2012), 하이힐은 모든 대상자들의 발 크기에 맞게 적용하였다. 인솔은 하이힐 안에 적용하여 발꿈치뼈(calcaneus) 바닥면에서 발허리뼈(metatarsals) 중간을 지지해 주는 우레탄 재질로 된 Insolia(HBN Shoe, LLC, USA)를 사용하였다. 모든 대상자들은 시각을 통제하지 않고 하이힐은 착용한 상태에서 인솔을 삽입하지 않고 균형관련 지수 값들을 측정한다. 인솔착용으로 인한 전이효과를 방지하기 위하여 24시간 이후에 시각을 통제하지 않고 하이힐 인솔을 착용하고 균형관련 지수 값들을 측정한다. 시각을 통제한 한 상태에서도 위의 실험절차를 반복한다. 시각통제 및 인솔착용 유무에 대한 순서는 무작위로 결정하였다. 모든 대상자들은 하이힐을 신은 뒤 BT4 정 중앙에 어깨넓이로 30초 동안 정적기립 상태를 유지하는 동안 자료를 수집하였다(Fig. 1). 각 대상자 별로 3회 실시하여 평균값을 이용하였다. 30초 간 측정시 정적 기립자세가 안정화 되지 않은 측정 전반부 5초를 제외한 25초만을 자료값으로 이용하였다(Yoo, 2010).

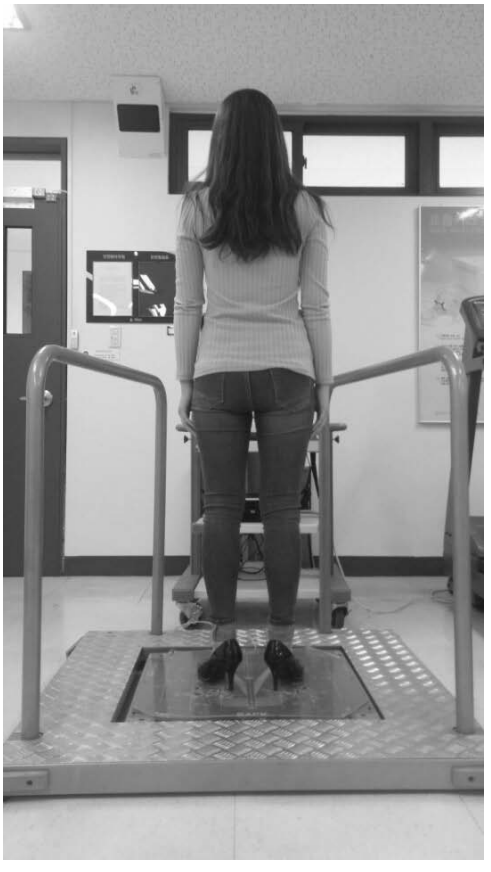

Fig. 1. Measuring posture for the balance

3. 자료 분석

본 연구의 자료 분석을 위하여 SPSS 18.0 for window version을 이용하였다. 자료의 특성은 K-S검정(Kolmogorov-Smirnov test)에 의해 정규분포성이 입증되었다. 대상자

Table 1. Influence of heel insole on body sway index with high-heeled shoes

	Variable	Mean±SD	t	p
Open	Trace length with insole	294.95±69.23	-3.40	.00**
	Trace length without insole	322.90±95.91		
	C90 area with insole	127.14±66.14	-6.61	.00**
	C90 area without insole	211.17±121.45		
	C90 angle with insole	-1.26±40.20	-.07	.95
	C90 angle without insole	-.82±45.44		
	Velocity with insole	9.83±2.31	-3.39	.00**
	Velocity without insole	10.76±3.19		
Closed	Trace length with insole	435.69±101.19	-.27	.79
	Trace length without insole	439.56±114.43		
	C90 area with insole	225.45±117.86	-2.62	.01*
	C90 area without insole	280.82±150.59		
	C90 angle with insole	-6.56±52.04	.15	.88
	C90 angle without insole	-7.89±52.04		
	Velocity with insole	14.53±3.37	-.25	.80
	Velocity without insole	14.65±3.81		

*p<.05, ** p<.01

의 일반적 특성을 알아보기 위하여 기술통계를 사용하였으며 하이힐 인솔착용 유무와 시각통제 유무에 따른 균형관련 변수 값의 차이를 알아보기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)를 이용하였다. 통계학적 유의수준 α는 .05로 정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에는 정상 성인 여성 61명이 참여하였고, 연령은 19.75세±1.40세, 신장은 160.25±5.11cm 이었으며 몸무게는 54.23±7.81kg이었다.

2. 하이힐 착용 시 뒤꿈치 인솔유무에 따른 균형관련 지수

눈을 뜨고 하이힐 착용 시 인솔을 착용하였을 때의 trace length, C90 area, velocity가 인솔을 착용하지 않았을 때 보다 유의하게 감소하였다(p<.01). 눈을 감고 하이힐 착용 시에는 인솔을 착용하였을 때 C90 area에서 착용하지 않았을 때와 비교 시 유의한 감소가 있었을 뿐(p<.05), C90 area를 제외한 모든 균형관련 지수 값들에선 인솔유무에 따라 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(p>.05)(Table 1).

3. 하이힐 착용 시 시각통제 유무에 따른 균형관련 지수

인솔을 착용하고 하이힐 착용 시 눈을 뜨고 측정했을 때의 trace length, C90 area, velocity가 눈을 감았을 때보다 유의하게 감소하였다(p<.01). C90 angle에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>.05). 인솔을 착용하지 않고 시각통제 유무에 따른 균형관련 지수 값을 측정했을 때도 같은 결과가 나타났다(Table 2).

Ⅳ. 고 찰

젊은 여성들이 즐겨신는 하이힐은 발목의 발바닥

Table 2. Influence of visual control on body sway index with high-heeled shoes

	Variable	Mean±SD	t	p
With insole	Open trace length	294.95±69.23	-14.99	.00**
	Closed trace length	435.69±101.19		
	Open C90 area	127.14±66.14	-7.95	.00**
	Closed C90 area	225.45±117.86		
	Open C90 angle	-1.26±40.20	.64	.52
	Closed C90 angle	-6.56±52.04		
	Open velocity	9.83±2.31	-14.98	.00**
	Closed velocity	14.53±3.37		
Without insole	Open trace length	322.90±95.91	7.47	.00**
	Closed trace length	439.56±114.43		
	Open C90 area	211.17±121.45	3.09	.00**
	Closed C90 area	280.82±150.59		
	Open C90 angle	-.82±45.44	.85	.40
	Closed C90 angle	-7.89±52.04		
	Open velocity	10.76±3.19	-7.47	.00**
	Closed velocity	14.65±3.81		

** p<.01

쪽 굽힘을 증가시키면서 하지와 골반에 이르기까지 보행역학에 영향을 미친다(Gefen 등, 2002). 매일 반복적으로 오랜 동안 하이힐을 신고다니면 신체의 중심이 앞으로 이동하게 되고 이를 보상하기 위하여 몸통과 하지 근육이 과도하게 사용되면서 쉽게 피로해 진다(Nam 등, 2014). 특히 발목 주변 근육의 과사용은 하지 피로를 조기에 발생시킬 수 있으며 신체의 균형능력을 파괴 또는 낙상의 위험을 초래할 수 있다(Gefen 등, 2002; Meier 등, 2014). 본 연구에서는 하이힐을 착용함으로서 발생할 수 있는 변형된 체중지지자세로 인한 균형관련 지수들을 알아보았으며 이를 개선하기 위해 착용한 인솔의 영향에 대하여 알아보았다. 또한 시각통제 유무가 하이힐 착용 시 균형관련 지수에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

연구 결과 눈을 뜨고 하이힐 착용 시 인솔을 착용하였을 때의 trace length, C90 area, velocity가 인솔을 착용하지 않았을 때 보다 유의하게 감소하였다(p<.01). 하이힐과 일반 운동화의 인솔형태는 차이가 있으며 대부분의 하이힐 인솔은 발바닥 전체를 지지해주는 형태로 적용되고 있다. 또한 개인마다 차이나는 발의 모양에 따라 이상적으로 일치시킬 수 있는 하이힐 인솔을 적용하는 것은 어려운 일이다(Meier 등, 2014). Lee와 Hong (2005)은 하이힐 보행 시 발바닥면 전체를 지지하는 인솔을 착용하였을 때 착용하지 않았을 때 보다 발바닥면 압력이 25% 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 하이힐 착용시 체중이 발의 허리 부분부터 뒤꿈치에 부하되는 것을 감안하여 발꿈치뼈 바닥면에서 발허리뼈 중간까지를 지지해 주는 인솔을 적용하였다. 연구결과에서 trace length, C90 area, velocity가 인솔을 착용하였을 때가 인솔을 적용하지 않았을 때 보다 감소하였다는 것은 발꿈치뼈를 지지해 주는 인솔로 인하여 발바닥면에 압력이 감소함으로서 발바닥의 체중지지면인 발바닥 축(forefoot), 중간발바닥면(midfoot)에 체중분산이 균등하게 이루어지면서 균형관련지수 값들이 대부분 감소된 것으로 사료된다.

인솔을 착용하고 하이힐 착용 시 눈을 뜨고 측정했을 때의 trace length, C90 area, velocity가 눈을 감았을 때 보다 유의하게 감소하였다(p<.01). 인솔을 착용하지 않

고 시각통제 유무에 따른 균형관련 지수값을 측정했을 때도 같은 결과가 나타났다. 시각은 균형과 자세조절을 위한 모든 정보 중에서 가장 중요한 감각정보이다 (Bugnariu와 Fung, 2007). Barcala 등(2013)은 시각적 정보를 통하여 고유감각정보가 활성화된다고 보고하였다. Anson 등(2014)은 신발 굽의 높이와 관련없이 눈, 피부 및 근육 등을 통한 감각정보가 균형을 유지하고 자세를 수정하는데 도움을 준다고 보고하였다. 본 연구에서도 눈을 뜨고 하이힐 착용시 인솔의 적용이 눈을 감고 인솔을 적용하였을 때 보다 관절 및 근육들의 고유감각들을 활성화시켜 균형관련 지수가 감소되었음을 확인하였다. 이는 눈을 뜨고 실험에 참여한 대상자들의 시각적 정보가 신체의 균형관련 고유감각들을 활성화시켰음을 암시하고 있는 것이다. 하지만 Gerber 등(2012)은 시각통제와 관계없이 하이힐을 착용함으로서 신체동요가 증가하였다고 보고하였다. 이렇듯 하이힐 착용과 시각적 정보의 활용에 관한 연구결과들이 차이가 있는 것은 향후 하이힐 착용 시 시각적 정보의 활용에 관한 보다 심도있는 연구가 필요하다는 것을 시사하고 있다.

본 연구는 하이힐 착용의 특성상 20대 성인 여성만을 대상으로 실시되었다. 따라서 연구의 결과를 하이힐을 착용할 가능성이 있는 모든 연령대에게 일반화하여 적용하는 데는 제한이 있을 것이라 사료된다. 향후 연구에서는 다양한 연령대를 대상으로 하이힐 인솔이 균형관련 지수에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 수행되어져야 할 것이다. 또한 하이힐 인솔의 재질 및 하이힐의 높이변화를 통한 균형관련지수의 영향에 대한 연구도 수행되어져야 할 것이다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 뒤꿈치 인솔착용과 시각통제 유무가 하이힐 착용 시 균형관련 지수에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다. 본 연구에서는 눈을 뜨고 하이힐 인솔을 착용하였을 때 균형관련 변수들이 감소하였다. 본 연구의 결과를 통해 하이힐을 착용하고 보행하는 여성들의 균형능력 개선에 뒤꿈치 인솔을 활용한다면 균형능력의 향상뿐만 아니라 보행기능에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이라 사료된다. 또한 본 연구의 결과는 이상적인 하이힐 인솔 개발을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

Acknowledgments

이 논문은 2014학년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

Anson E, Agada P, Kiemel T et al. Visual control of trunk translation and orientation during locomotion. Exp Brain Res. 2014;232(6):1941-51.

Anson E, Rosenberg R, Agada P et al. Does visual feedback during walking result in similar improvements in trunk control for young and older healthy adults? J Neuroeng Rehabil. 2013;10:110-7.

Antonio PJ, Perry SD. Quantifying stair gait stability in young and older adults, with modifications to insole hardness. Gait Posture. 2014;40(3):429-34.

Barcala L, Grecco LA, Colella F et al. Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: a randomized controlled trial. J Phys Ther Sci. 2013;25(8):1027-32.

Bugnariu N, Fung J. Aging and selective sensorimotor strategies in the regulation of upright balance. J Neuroeng Rehabil. 2007;4:19.

Chien HL, Lu TW, Liu MW. Effects of long-term wearing of high-heeled shoes on the control of the body's center of mass motion in relation to the center of pressure during walking. Gait Posture. 2014;39(4): 1045-50.

Chuter V, Spink M, Searle A et al. The effectiveness of shoe insoles for the prevention and treatment of low back

pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. BMC Musculoskelet Disord. 2014;15:140-7.

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.

Gerber SB, Costa RV, Grecco LA et al. Interference of high-heeled shoes in static balance among young women. Hum Mov Sci. 2012;31(5):1247-52.

Goske S, Erdemir A, Petre M et al. Reduction of plantar heel pressures: Insole design using finite element analysis. J Biomech. 2006;39(13):2363-70.

Hinman RS, Bennell KL. Advances in insoles and shoes for knee osteoarthritis. Curr Opin Rheumatol. 2009;21(2): 164-70.

Ho KY, Blanchette MG, Powers CM. The influence of heel height on patellofemoral joint kinetics during walking. Gait Posture. 2012;36(2):271-5.

Hong WH, Lee YH, Chen HC et al. Influence of heel height and shoe insert on comfort perception and biomechanical performance of young female adults during walking. Foot Ankle Int. 2005;26(12):1042-8.

Lee YH, Hong WH. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. Appl Ergon. 2005;36(3):355-62.

Lee YJ. Comparison of Preferences for Shoes According to 20s and 40s Women's Fashion Lifestyles and Age. Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association. 2012;14(2):171-83.

Meier MR, Tucker KA, Hansen AH. Development of inexpensive prosthetic feet for high-heeled shoes using simple shoe insole model. J Rehabil Res Dev. 2014;51(3):439-50.

Mika A, Oleksy L, Mika P et al. The effect of walking in high- and low-heeled shoes on erector spinae activity and pelvis kinematics during gait. Am J Phys Med Rehabil. 2012;91(5):425-34.

Nam SJ, Kim MJ, Yim SJ et al. Influence of walking speed on electromyographic activity of the rectus abdominis and erector spinae during high-heeled walking. J Back Musculoskelet Rehabil. 2014;27(3):355-60.

Ryu JS. Effects of High-heeled Shoe with Different Height on the Balance dur ing Standing and Walking. Korean Journal of Sport Biomechanics. 2010;20(4):479-86.

Sahar T, Cohen MJ, Uval-Ne'eman V et al. Insoles for prevention and treatment of back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. Spine. 2009;34(9):924-33.

Yoo JH. Discomfort and the fatigue of feet from shoe-wearing. Seokyeong Univ. Graduate School of Esthetics. Master's thesis. 2010.