

구두 굽의 높이가 한다리 서기 자세에서 배곧은근, 척추세움근, 넓다리곧은근, 뒤넓다리근의 근활성도에 미치는 영향

이원휘*, 이현준¹

¹전주비전대학교 물리치료학과

Effects of Height of the Shoe Heel in a Static Posture on Muscle Activity of the Rectus Abdominis, Erector Spinae, Rectus Femoris and Hamstring

Won-Hwee Lee^{*}, Hyeon-Jun Lee¹

¹Department of Physical Therapy, Jeonju Vision College

요약 본 연구의 목적은 젊은 여성을 대상으로 구두 굽 높이에 따라 한다리 서기 자세를 수행하는 동안 배곧은근, 척추세움근, 넓다리곧은근, 뒤넓다리근의 근활성도를 비교하기 위해 연구를 실시하였다. 본 연구는 건강한 20대 여성 20명을 대상으로 0cm, 3cm, 7cm의 각각 다른 높이의 굽이 있는 구두를 착용하고 안정한 지지면 위에서 정적 균형검사 중 하나인 오른쪽 다리로 한다리 서기를 하는 동안 표면 근전도 장비를 이용하여 오른쪽 배곧은근, 척추세움근, 넓다리곧은근, 뒤넓다리근의 근활성도를 측정하여 비교 분석하였으며 연구 결과 척추세움근과 넓다리곧은근의 근활성도는 굽높이가 증가함에 따라 유의한 증가가 있었고($p < 0.05$), 배곧은근, 뒤넓다리근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 구두 굽 높이의 증가는 척추세움근 및 넓다리곧은근의 근활성도를 증가시키며 이로 인한 허리 앞굽음과 골반의 앞쪽 기울임 증가는 신체분절의 위치나 무게 중심의 변화를 일으켜 허리 골반 부위 및 엉덩관절, 무릎관절에 근골격계 통증과 같은 문제를 일으킬 수 있을 것이다.

Abstract The purpose of this study was to examine the effects of height of the shoe heel in a one leg standing posture on the muscle activity of the rectus abdominis, erector spinae, hamstring, and rectus femoris. Twenty healthy female subjects were asked to perform a one leg standing posture with three types of shoes, which had different heights of shoe heel, 0cm, 3cm, and 7cm. Surface electromyography was used to evaluate the activities of the right rectus abdominis, erector spinae, hamstring, and rectus femoris muscles. The data was analyzed by repeated one-way ANOVA and the muscle activities among three heights of shoe heel were compared. The results showed that the muscle activities of the erector spinae and rectus femoris increased significantly according to increase height of shoe heel ($p < 0.05$). The activity of the rectus abdominis and hamstring were not significantly different among the three height of shoe heel ($p > 0.05$). These results suggest that the height of shoe heel affects the lumbo-pelvic alignment and center of mass; therefore, high-heeled shoes lead to musculoskeletal pain in the lumbopelvic, hip, and knee areas.

Keywords : Electromyography, High-heeled shoes, Hip muscle, Static standing balance, Trunk muscle

1. 서론

신발의 일반적인 기능은 여러 형태의 지면, 날씨 및 환경에서 발을 보호하고, 보행 시 발을 지지함으로 보행

의 효율을 증진시키는 것이다[1]. 많은 종류의 신발들 중 구두는 인간이 사회생활을 하면서 시대와 문화의 변화에 의해 발전해 왔으며 처음에는 단순히 발을 보호하여 이동을 편하게 하기 위한 기능적인 측면에 맞춰 구두를 신

*Corresponding Author : Won-Hwee Lee(Jeonju Vision College)

Tel: +82-63-220-3932 email: wampus@naver.com

Received December 8, 2015

Revised (1st December 29, 2015, 2nd January 4, 2016)

Accepted March 3, 2016

Published March 31, 2016

었으나 문화가 발전하면서 특히 여성의 경우 매력과 아름다움을 더욱 증대시킬 수 있는 패션의 조형물로서 기능적인 측면 보다는 미용적인 측면을 강조한 구두를 신는다[2, 3, 4]. 그러므로 현대 사회에서 여성들의 37~69%가 높은 굽의 구두를 선택하고 있다[5]. 이러한 구두의 형태는 구두의 앞은 뾰족하고 높은 굽은 가늘고 높아 장시간 신으면 발의 변형을 가져오고 허리 통증을 포함한 많은 장애를 유발 할 수 있다[6, 7]. 그러므로 높은 굽의 구두를 신고 일상의 대부분을 보내는 사회생활을 하는 여성들에게는 근골격계 통증과 같은 문제를 일으킬 수 있다[1].

높은 굽의 구두에 대해서 많은 연구들이 있으며 이러한 많은 연구들은 높은 굽의 구두를 신고 서있거나 보행을 하면 운동역학적으로 불리한 변화를 유발하여 인체에 좋지 않은 영향을 미친다고 보고하고 있다[8, 9, 10, 11, 12]. Lee 등에 의한 연구에서는 구두 굽의 높이가 다른 세 가지의 구두를 신고 서 있을 때와 보행을 할 때 허리 뼈 만곡, 허리와 다리근육의 근활성도, 신체 중심의 이동 범위 등을 비교하였는데, 굽의 높이가 높은 신발을 신었을 경우 신체에 스트레스를 많이 주어 높은 굽의 신발은 피해야 한다고 보고 하였다[12]. 또한 높은 굽의 신발을 2년 이상 신어 온 여성을 대상으로 근피로도와 안정성을 측정 한 연구에서는 대상자들이 장딴지근의 높은 피로도로 인해 다리의 안정성이 많이 떨어졌다고 하였지만[9], 높은 굽의 신발을 신고 보행 할 때 몸통 근육의 근활성도는 낮은 굽을 신었을 때보다 더 증가한다는 보고도 있었다[8].

균형 능력을 평가하는 방법으로는 여러 가지 방법이 있지만 대표적으로는 정적 서기 자세에서의 균형능력이 있다[13]. 서기 균형은 일상생활과 목적 있는 활동을 위한 기본적인 요소이며, 선 자세에서의 안정성 유지, 체중 부하 조절, 보행과 같은 동작 수행에 중요한 영향을 미친다[14]. 정적 서기 자세에서 균형 능력을 알아보는 방법들 중의 한다리 서기가 있다[15]. 한다리 서기는 일상생활에서 많이 요구되는 자세이며 한다리서기 검사는 허리 영치부위의 안정성과 움직임의 질을 평가하기 위해 주로 사용된다[16]. 지금까지 구두 굽에 따른 균형능력을 알아본 연구들은 대부분 구두 굽 높이에 따른 동적 균형능력이나 보행에 미치는 영향 등을 알아보았다[8,12]. 또한 구두 굽에 따른 정적 균형능력을 알아보는 연구들도 있었으나, 이는 발목관절에 대해서만 국한되고 엉덩관절과

몸통의 움직임에 영향을 주는 근육들에 대한 연구는 많이 되어있지 않다[17].

따라서 본 연구는 젊은 여성을 대상으로 굽의 높이가 다른 구두를 착용하고 정적 서기 자세에서 균형을 유지하는 동안 나타나는 엉덩관절과 몸통의 움직임에 영향을 주는 근육들의 근활성도를 측정하여 비교하고 이로 인해 나타날 수 있는 근골격계 장애에 대해 알아보하고자 한다. 본 연구의 가설은 구두굽의 높이가 증가할수록 척추세움근(Erector spinae), 넓다리곧은근(Rectus femoris)의 근활성도는 증가할 것이고, 배곧은근(Rectus abdominis), 뒤넓다리근(Hamstring)은 근활성도에 차이가 없을 것이라고 설정하고 본 연구를 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구는 J시 거주하는 건강한 20대 여성 20명을 대상으로 실시하였으며 본 연구의 대상자는 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 듣고, 연구의 목적에 동의하는 연구동의서를 작성하고 연구에 참여의사를 밝힌 후 실험에 참여하였다. 연구대상자의 선정기준은 내과적 질환이나 허리 통증 및 발목의 염좌 등과 같은 근골격계 관련 질환을 경험하지 않고, 이로 인한 관절가동범위에 제한이 없으며 지난 6개월 동안 정형외과적 또는 수술 과거력이 없으며 사지의 선천적 기형이 없는 자로 하였다. 최근 6개월 동안 하지에 골절, 관절염, 외상과 같은 정형외과적 장애나 통증을 경험했던 대상자는 연구대상자에서 제외하였다. 모든 대상자들의 우세손(dominant hand)과 우세발은 오른쪽이었으며 이들의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects

	Mean ± Standard deviation
Age(year)	21.8±0.9
Height (cm)	162.8±6.8
Weight (kg)	51.6±4.9

2.2 측정장비 및 방법

2.2.1 구두

실험에 사용되는 구두는 20대 여성의 평균 발 길이를 토대로 230mm, 240mm와 250mm의 구두로 구두 굽의

높이는 각각 0cm, 3cm와 7cm의 세 가지 높이로 설정하였다(Figure 1). 구두 굽의 높이를 0cm, 3cm, 그리고 7cm로 정한 이유는 일반적으로 단화라고도 하는 낮은 굽 구두의 굽 높이는 보통 3cm 정도이고 젊은 여성들이 즐겨 신는 높은 굽 구두의 굽 높이가 일반적으로 7cm 정도인 점과 Kim 등의 선행연구에서도 0cm, 3cm, 그리고 7cm의 구두굽의 높이에 따라 비교한 것을 착안하여 본 연구에서도 0cm, 3cm, 그리고 7cm의 구두 굽 높이로 결정하였다[1]. 또한 구두 굽과 지면과의 접촉 면적을 동일하게 하기 위해 3cm와 7cm 구두 굽의 접촉 면적은 약 2cm² 이하로 하였다.



Fig. 1. Shoes with 0cm, 3cm, and 7 cm height of shoe heel

2.2.2 표면근전도시스템(Surface electromyogram)

구두 굽의 높이에 따라 엉덩관절과 몸통의 움직임에 영향을 주는 근육들의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 표면 근전도 시스템(AP1180)을 사용하였으며, 표면 근전도 시스템에서 디지털 처리된 표면 근전도 신호의 분석은 무선 EMG 시스템(Wireless EMG System(100RT), BTS, Millan, Italy)을 이용해 처리하였다. 표면 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000Hz로 설정하였다. 근육의 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근법(Root Mean Square: RMS) 처리하여 분석하였다.

표면전극의 부착부위는 피부저항을 감소시키기 위해 털을 제거하고, 가는 사포로 3~4회 문지른 다음, 알코올 솜으로 피부 각질층을 제거하고 전극을 부착하였다. 전극을 부착하는 근육은 오른쪽 배곧은근, 척추세움근, 넙다리곧은근, 뒤넙다리근으로 Cram등에 의해 제시된 부위를 참고하여 최대 근수축이 뚜렷이 보이는 힘살(muscle belly)에 전극을 부착하였다[18]. 표면 근전도 신호의 정규화(normalization) 과정을 위해 근육 최대 수축(Maximal voluntary contraction: MVC)을 사용하였으며 10초씩 3번 측정하여 평균값을 사용하였다. 근육 최대 검사는 각 근육의 맨손 근력 검사 방법을 토대로 측

정하였으며 근육 최대 수축 값을 기준으로 각각 높이에 따른 근육의 근활성도 값을 정규화(%) 하였다.

2.3 실험 방법

실험을 실시하기 전에 각 대상자들에게 과제 수행에 대한 설명을 하였으며, 대상자들에게 구두는 각 개인의 발 크기에 최대한 맞게 신도록 하였으며 세 가지 구두 굽 높이의 적용 순서는 무작위로 결정하였다. 구두의 불편함을 없애기 위하여 대상자들에게 실험에 사용되는 구두를 신고 각 구두 높이에 따라 실험실 주위를 2분씩 걷도록 하였다.

본 실험에서는 구두 굽에 따라 30초 동안 한다리 서기 자세를 수행하였고 이때의 근활성도를 수집하였고 30초 동안의 자료에서 시작과 끝 시점의 10초를 제외하고 가운데 10초의 값을 데이터로 수집하였으며 3번 측정된 값의 평균값을 사용하였다. 한다리 서기 자세는 양 팔을 몸통 옆에 나란히 위치시키고, 시선은 정면을 바라 보도록 하고, 한쪽 발로 30초간 서 있었다(그림 2)[19]. 본 실험 방법은 서있는 쪽의 발은 우세발로 하였고 균형을 유지하지 못하고 30초 이전에 들고 있는 발이 지면에 닿으면 3분간 휴식한 후 다시 측정하였다. 구두 높이에 따라 3회씩 측정하였고 측정 간 휴식은 3분으로 하였고 구두가 바뀔 때마다 5분간의 휴식시간을 제공하였다.



Fig. 2. One leg standing position

2.4 자료분석

구두 굽에 따른 배곧은근, 척추세움근, 넙다리곧은근, 뒤넙다리근의 근활성도를 비교하기 위해 반복측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 사용하였다. 사후 분석 방법으로는 Bonferroni 검정을 사용하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위한 유의수준(α)은 .05 하였고 SPSS 18.0 for window 프로그램을 이용하였다.

Table 2. Comparison of muscle activities during one leg standing position according to difference of height of shoe heel

Muscle	height of shoe heel	Muscle activity	Type III Sum of Squares	df	F	p
Rectus Abdominis	0cm	8.18±5.43 ^a	82.42	1.69	2.11	0.14
	3cm	9.19±7.37				
	7cm	11.02±8.43				
Erector Spinae	0cm	9.64±3.75	105.25	1.30	5.52	0.02*
	3cm	10.64±4.46				
	7cm	12.81±6.31				
Rectus Femoris	0cm	10.77±6.77	1671.38	1.40	15.08	0.00*
	3cm	15.32±11.20				
	7cm	23.52±14.13				
Hamstring	0cm	6.34±3.79	48.88	2.00	2.43	0.10
	3cm	8.29±5.14				
	7cm	8.21±5.11				

^aMean±Standard deviation

*p<0.05

3. 연구결과

3.1 한다리 서기동안 구두 굽에 따른 근활성도 비교

한다리 서기를 유지하는 동안 측정된 엉덩관절과 몸통의 움직임에 영향을 주는 근육들의 근활성도에 대한 결과는 구두 굽 높이가 증가할수록 넓다리곧은근과 척추세움근의 근활성도의 유의한 차이가 있었으며(p<.05) 배곧은근과 뒤넓다리근은 유의한 차이가 없었다(p>.05) (Table 2). 사후분석 결과 척추세움근은 0cm와 7cm 사이에서 유의한 차이가 있었고 넓다리곧은근은 0cm, 3cm, 7cm 모두에서 유의한 차이가 있었다(Figure 3).

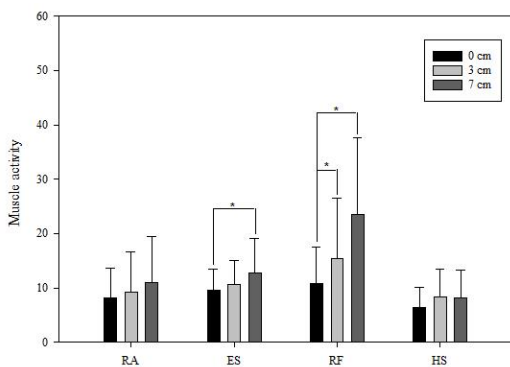


Fig. 3. Comparison of muscle activities during one leg standing position according to difference of height of shoe heel

RA: Rectus Abdominis, ES: Erector Spinae, RF: Rectus Femoris, HS: Hamstring

4. 논의

본 연구는 젊은 여성을 대상으로 굽의 높이가 다른 구두를 착용하고 한다리 서기 자세를 유지하는 동안 나타나는 엉덩관절과 몸통의 움직임에 영향을 주는 근육들의 근활성도를 측정하여 비교하였다. 연구 결과 한다리 서기를 유지하는 동안 구두 굽의 높이가 증가할수록 넓다리곧은근과 척추세움근의 근활성도는 유의하게 증가하였고 배곧은근과 뒤넓다리근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다. 또한 사후분석 결과 척추세움근은 0cm와 7cm 사이에서 유의한 차이가 있었고 넓다리곧은근은 0cm, 3cm, 7cm 모두에서 유의한 차이가 있었다.

Kim 등의 연구에서도 20대 여성을 대상으로 보행시 구두 굽 높이에 따라 배곧은근과 척추세움근의 근활성도 변화를 알아보았는데, 굽의 높이가 증가할수록 척추세움근의 근활성도 증가율이 배곧은근의 증가율보다 높게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였으며 사공우원과 안덕현의 연구에서도 불안정 지지면에서 구두 굽 높이에 따른 정적 서기 동안에 근활성도 변화를 알아보았는데 이 연구에서도 척추세움근과 넓다리곧은근의 근활성도는 유의하게 증가하였다[19, 20]. 또한 Barton 등은 15명의 건강한 젊은 여성을 대상으로 깔창을 이용하여 굽의 높이를 변화시키고 보행을 실시한 연구에서 굽의 높이가 증가함에 따라 척추세움근의 근활성도가 증가하였다고 보고하였고, Mika 등은 성인 여성을 대상으로 보행하는 동안 구두 굽 높이가 증가할수록 넓다리곧은근의 근활성도가 증가한다고 보고하였다[8, 21]. 구두 굽의 높이에 증가에 따라 척추세움근과 넓다리곧은근의 근활성도가

증가하면 척추세움근과 넓다리골은근의 짝힘(force couple)에 의해 허리의 앞굽음을 발생시킨다[8, 22]. Lee 등도 높은 굽의 구두의 착용은 허리의 앞굽음을 야기하며, 하부 허리뼈의 압박력을 증가시켜 요통을 유발시킨다고 하였다[12]. 그러므로 본 연구에서도 구두굽의 높이가 증가함에 따라 배곧은근과 뒤넓다리근의 근활성도는 유의한 차이가 없었고, 넓다리골은근과 척추세움근의 근활성도만 유의하게 증가되었을 것이라고 사료된다.

이러한 결과는 구두 굽 높이의 증가로 인해 균형 유지시 뒤넓다리근과 배곧은근보다 넓다리골은근과 척추세움근의 사용이 더욱 증가하였다고 할 수 있으며, 균형을 유지하기 위해 엉덩관절 전략을 주로 사용했다고 볼 수 있다. Gribble 등은 발목관절 전략을 사용하지 않고 엉덩관절 전략을 사용하는 자세 조절은 낙상의 원인이 될 수 있다고 보고하였다[23]. 또한 높은 굽의 신발을 신고 서 있는 동안의 무게 중심선은 바깥귀길과 넓다리뼈의 큰돌기에서는 앞쪽으로, 넓다리뼈의 위관절용기와 가쪽 복사뼈에서는 뒤쪽으로 이동되어 신체 분절의 위치, 무게 중심에 변화가 생기게 되고 이를 보상하기 위한 운동학적 및 동력학적 변화가 허리부에서 가장 먼저 일어나 허리의 곡선이 증가되어 앞굽음 자세와 골반의 경사 각도를 증가시킨다고 하였다[24, 25]. 본 연구 결과에서 척추세움근은 0cm와 7cm에서 유의한 차이가 있었지만 넓다리골은근은 구두 굽의 높이가 0cm, 3cm, 7cm 모든 조건에서 유의하게 증가하였다. 이는 신체의 중심선이 위쪽에서는 앞쪽으로 이동하고 허리의 앞굽음 자세와 골반의 경사 각도를 증가시키는데 큰 역할을 하는 것이 척추세움근 보다는 넓다리골은근이라는 것을 알 수 있었다. 이러한 자세는 엉덩관절 굽힘근인 엉덩허리근, 넓다리근막 긴장근, 넓다리골은근과 허리 펴근의 가동성을 감소시키고 배곧은근과 배속빗근, 배바깥빗근의 근육 수행력이 손상되어 앞세로인대의 스트레스, 척추사이구멍이 좁아지는 척추 협착증과 척추 사이관절의 압박으로 척추 사이관절 및 윗척추의 염증을 만든다[26]. Park과 Kim도 높은 굽의 신발은 발목 관절의 과도한 발바닥 굽힘을 시키고 이는 정상적인 발목 기능에 변화를 주어 골반, 엉덩관절과 무릎관절의 보상작용을 일으켜 통증, 낮은 안정성과 관절의 손상을 일으킨다고 보고하였다[27]. 그러므로 Ebbeling 등은 여성들이 구두를 신을 때 안정성을 유지하고 부상의 위험을 감소시키기 위해서는 5cm 이상 굽 높이의 구두를 착용해서는 안 된다고 보고하였다

[28]. 그러므로 자신의 개성과 패션의 미적 아름다움을 추구하기 위한 수단으로 높은 굽의 구두는 균형능력에 영향을 주고 신체분절의 위치나 무게 중심의 변화를 일으켜 허리 골반 부위 및 엉덩관절, 무릎관절에 근골격계 문제를 일으킬 수 있으므로 피해야 된다고 사료한다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫 번째로 연구 대상자의 연령대가 20대 여성이라는 점과 건강한 사람들을 대상으로 연구를 하여 일반화하기가 어렵다. 두 번째로 실험에 사용한 구두의 사이즈가 230mm에서 250mm 이므로 이보다 발이 작은 대상자들이나 큰 대상자들에게는 구두의 착용감이 불편하여 연구 결과에 영향을 주었을 수 있다. 세 번째로 본 연구는 근활성도만 알아보았으므로 체간 정렬의 변화를 직접적으로 알 수가 없었다. 그러므로 추후에는 좀 더 다양한 연령대의 대상자들이나 발목의 염좌등을 경험하거나 하이힐을 즐겨 신는 사람들을 대상으로 하는 연구도 필요하며 동작분석기 등을 사용하여 한다리 서기 자세를 하는 동안 골반 및 허리의 정렬의 변화를 알아보는 연구도 필요할 것이다.

5. 결론

본 연구는 건강한 20대 여성 20명을 대상으로 0cm, 3cm와 7cm의 각각 다른 높이의 굽이 있는 구두를 착용하여 안정한 지지면 위에서 한다리 서기를 통해 배곧은근, 척추세움근, 넓다리골은근, 뒤넓다리근의 근활성도를 측정하여 비교 분석하였다. 연구 결과 척추세움근과 넓다리골은근의 근활성도는 굽높이가 증가함에 따라 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$), 배곧은근과 뒤넓다리근은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 이러한 결과는 굽 높이가 증가할수록 골반의 앞쪽 기울임 및 엉덩관절 굽힘이 증가되고 이로 인해 허리의 앞굽음이 증가되어 나타난 결과로 사료되며 높은 굽의 구두는 균형능력에도 영향을 주고 신체분절의 위치나 무게 중심의 변화를 일으켜 허리 골반 부위 및 엉덩관절과 무릎관절에 근골격계 통증과 같은 문제를 일으킬 수 있을 것이다.

References

- [1] B. K. Kim, W. T. Gong, H. S. Kim, "The Effect of Heel-height on the Lumbosacral Region Angle of Young

- Ladies", *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, vol. 2, no. 1, pp. 49-59, 2007.
- [2] M. H. Lee, J. S. Chang, S. Y. Lee, J. Y. Ju, S. S. Bae, "The Effects of High-heeled Shoes on Static Balance and EMG Activity of Lower Extremity Muscles for Young Women", *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, vol. 4, no. 1, pp. 43-48, 2009.
- [3] D. Y. Lee, "The Study of the Impact of Body Alignment of Height Shoe in a Womens", *The Korea Academia-industrial cooperation Society Semianual*, pp. 94-96, 2012.
- [4] M. S. Jang, "Research on the emotional response to the design factors of women's shoes", *Dissertation of Master degree*, Ulsan University, 2014.
- [5] C. Frey, F. Thompson, J. Smith, M. Sanders, H. Horstman. "American Orthopaedic Foot and Ankle Society women's shoe survey", *Foot Ankle*, vol. 14, no. 2, pp. 78-81, 1993.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/107110079301400204>
- [6] Y. H. Bae, M. S. Ko, Y. S. Park. "Effects of the revised high heeled shoes on joint angle of the lower extremity during standing: Pilot study", *The Korea Academia-industrial cooperation Society Semianual*, pp. 743-744, 2014.
- [7] J. S. Lee, J. S. Jang, H. P. Ahn, Y. G. Kim, E. J. Shin, Y. G. Kim, S. H. Bae. "Study of hallux valgus in women who's wearing heeled shoes", *The Korea Academia-industrial cooperation Society Semianual*, pp. 658-663, 2014.
- [8] C. J. Barton, J. A. Coyle, P. Tinley, "The effect of heel lifts on trunk muscle activation during gait: a study of young healthy females", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 19, no. 4, pp. 598-606, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.03.001>
- [9] A. Gefen, M. Megido-Ravid, Y. Itzchak, M. Arcan. "Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait", *Gait & Posture*, vol. 15, no. 1, pp. 56-63, 2002.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00180-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00180-1)
- [10] B. J. Hsue, F. C. Su, "Kinematics and kinetics of the lower extremities of young and elder women during stairs ascent while wearing low and high-heeled shoes", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 19, no. 6, pp. 1071-1078, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.09.005>
- [11] K. H. Lee, J. C. Shieh, A. Matteliano, T. Semiehorowski, "Electromyographic changes of leg muscles with heel lifts in women: therapeutic implications", *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 71, no. 1, pp. 31-33, 1990.
- [12] C. M. Lee, E. H. Jeong, A. Freivalds, "Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes", *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 28, no. 6, pp. 321-326, 2001.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-8141\(01\)00038-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00038-5)
- [13] S. K. Seo, S. H. Kim, T. Y. Kim, "Evaluation of Static Balance in Postural Tasks and Visual Cue in Normal Subjects", *The Journal Korean Society of Physical Therapy*, vol. 21, no. 4, pp. 51-56, 2009.
- [14] H. Cohen, C. A. Blatchly, L. L. Gombash, "A study of the clinical test of sensory interaction and balance", *Physical Therapy*, vol. 73, no. 6, pp. 346-351, 1993.
- [15] T. H. Kim, "Factors influencing pelvic and trunk motions during one-leg standing", *Dissertation of Doctor degree*, Yonsei University, 2010.
- [16] S. A. Sahrman, "Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndrome", pp. 51-118, Mosby, 2002.
- [17] D. W. Oh, S. C. Chon, J. H. Shim, "Effect of Shoe Heel Height on Standing Balance and Muscle Activation of Ankle Joint", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, vol. 29, no. 5, pp. 789-795, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2010.29.5.789>
- [18] J. Cram, G. Kasman, J. Holtz, "Introduction of surface electromyography", pp. 358-371, Aspen Publishers, 1998.
- [19] S. G. Kim, D. H. Im, E. K. Kong, "Muscle Activation Changes of Rectus Abdominal Muscle and Erector Spinae Muscle depending on Shoe Heel-height on Gait", *Journal of Korean academy of physical therapist*, vol. 19, no. 2, pp. 1-7, 2012.
- [20] W. W. Sagong, D. H. An, "Postural Strategy by the Difference of Shoe Heel Height During Quiet Standing on an Unstable Surface", *Korean Research Society of Physical Therapy*, vol. 21, no. 2, pp. 28-36, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.2.028>
- [21] A. Mika, L. Oleksy, P. Mika, A. Marchewka, B. C. Clark, "The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle-aged women", *Gait & Posture*, vol. 35, no. 4, pp. 677-680, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.001>
- [22] M. H. Kim, C. H. Yi, W. G. Woo, B. R. Choi, "EMG and kinematics analysis of the trunk and lower extremity during the sit-to-stand task while wearing shoes with different heel heights in healthy young women", *Human Movement Science*, vol. 30, no. 3, pp. 596-605, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.09.003>
- [23] P. A. Gribble, J. Hertel, C. R. Denegar, W. E. Buckley, "The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control", *Journal of Athletic Training*, vol. 39, no. 4, pp. 321-329, 2004.
- [24] K. A. Opila-Correia, "Kinematics of high-heeled gait", *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 71, no. 5, pp. 304-309, 1990.
- [25] R. E. Snow, K. R. Williams, "High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces", *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 75, no. 5, pp. 568-576, 1994.
- [26] C. Kisner, L. A. Colby, "Therapeutic Exercise", pp.383-405, FA Davis, 2002.
- [27] J. W. Park, Y. J. Kim, "A Study on Changes in Lower Limb Joint Angles during Stair Walking with High Heel", *The Journal Korean Society of Physical Therapy*, vol. 25, no. 6, pp. 379-385, 2013.
- [28] C. J. Ebbeling, J. Hamil, J. A. Crusemeyer, "Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes", *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, vol. 19, no. 4, pp. 190-196, 1994.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1994.19.4.190>

이 원 휘(Won-Hwee Lee)

[정회원]



- 2009년 8월 : 연세대학교 일반대학원 재활학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 연세대학교 일반대학원 재활학과 (이학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 전주비전대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

근골격계 물리치료, 물리치료 진단평가

이 현 준(Hyeon-Jun Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 전주비전대학교 물리치료학과 (전문학사)

<관심분야>

신경계 물리치료