<Manuscript template updated Dec 23, 2013>
Title

인솔의 높이가 남자 대학생의 허리엉치각과 신체기능에 미치는 영향

The effect of insole heights on lumbosacral angle and body function in male university students.

Subtitle

The effect of insole heights in human

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to investigate the effect of insole heights change in the lumbosacral angle and physical functions in healthy male.

Background: In order to release male's dissatisfaction with his height and to increase satisfaction with his body, it is generalized to use insole. There have been researches on female's body change in accordance with function of insole and heel height, whereas there are few researches on male.

Method: Participants were divided into three groups. A control group had 10 participants who wore 0㎝ insole. Experimental group Ⅰ had 10 participants who wore 2㎝ insole. Experimental group Ⅱ had 10 participants who wore 4㎝ insole. All participants wore insoles during their daily lives for a trial period of 8 weeks. The results were evaluated before and after comparison, we measured lumbosacral angle, balance (dynamic balance, agility, quickness), lumbar pain (LBP).

Results: This study showed that insole heights affected lumbosacral angle and dynamic balance, pain. In particular, there were significant differences in 4㎝ group among the other groups ($p < .05$). 2㎝ group did show a significant difference in lumbosacral angle, pain ($p<.05$). Furthermore, no significant difference was observed within the control groups.

Conclusion: The 4㎝ insole heights suggest that increase of lumbosacral angle contribute to some changes in LBP, balance, and so on physical functions, probably leading to negative effects on variety of activities of daily living.

Application: The results of the right to wear insoles will help to prevent musculoskeletal disorders.

Keywords: Balance, Insole heights, Lumbosacral angle, Lumbar pain (LBP)

1. Introduction

최근 인솔(insole)은 체중을 분산시켜 근 피로(Muscle fatigue)를 예방하고 충격 흡수를 통한 발목 및 무릎 관절을 보호하는 기능적 측면으로 고안되고 있지만, 젊은 남성들 사이에서는 미용 목적으로 키 높이 인솔 사용을 통해 신장(height)에 대한 불만족을 해소하고 자기 신체에 대한 자신감을 획득하고 있다(Lee et al., 2009; Jung et al., 2009). 하지만, 높은 인솔의 사용은 신체의 중력 중심(Center of gravity, COG)을 바꾸고, 인체 중심점(Center of Body Mass, CBM)의 변동 폭을 증가시켜 이상적인 보행을 방해하며, 척추 및 하지 관절의 운동학적(kinematics) 및 동력학적(kinetics)인 변화에 따른 자세조절 기전(control of postural alignment)의 보상으로 골반경사각(pelvic inclination)을 증가시키고, 근 피로 유발, 균형 능력 감소와 낙상위험도(fall risk)를 높이게 된다(Berg et al., 1992; Snow and Williams, 1994; Kim and Lee, 2007; Paillard, 2012).

Kim and Lee (2007)는 젊은 여성과 노인 여성을 대상으로 4 ㎝ 이상의 신발 굽은 균형 수행에 영향을 주고, 낙상의 위험을 증가시킨다고 하였고, Kim et al. (1997)은 3 ㎝ 전후 높이의 신발 착용 시, 하지 분절에서 가장 뚜렷한 폄 및 굽힘 운동으로 보행 기능 상 가장 이상적이라고 하였다. 선행 연구들은 신발 뒷굽 높이 증가에 따른 허리와 하지 근 피로도의 증가와 더불어 보행 시 안정성 저하를 유발한다고 보고하였고, 뒷굽 높이에 따른 근 활성도와 근 피로도의 상관관계를 밝혔다(Lee et al., 2004). 또한, 신발의 높은 굽은 골반 앞쪽경사, 허리 앞굽음, 허리엉치각(lumbosacral angle)에 영향을 미치고, 발목 질환과 요통 등 근골격계 질환에 노출 될 위험이 높아진다고 하였다(Snow and Williams, 1994; Franklin et al., 1995; Jung, 2005; Cronin, 2014).

이와 같이 기존의 연구들은 여성을 대상으로 구두 힐 높이 변화와 인솔 기능에 대한 연구는 많이 이루어져 왔으나, 남성을 대상으로 키 높이 인솔 착용 시 인체에 미치는 영향에 대한 연구들은 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 20 대 남성들을 대상으로 2 ㎝와 4 ㎝의 인솔 착용 후 8 주 동안 일상생활 시 척추 굽이의 균형과 자세(posture)를 유지하기 위해 중요한 허리엉치각의 변화와 균형(balance), 요통(lumbar pain, LBP)에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

2. Method

2.1 연구대상자

본 연구의 대상자는 광주광역시 G대학교에 재학 중인 건강한 30명의 남성으로, 하지에 정형외과적 장애가 없고 통증이 없는 자, 무릎 및 엉덩관절 관절가동범위(ROM)에 제한이 없는 자, 과거 무릎이나 엉덩관절에 관련된 수술을 받지 않은 자, 인솔 착용경험이 없는 자, 발의 형태학적 변형이 없는 자로 하였다. 모든 연구대상자들은 사전에 연구의 목적과 방법을 충분히 설명한 후, 자발적으로 참여 한 자로 대상자의 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. characteristic of the subject

classification	Age (year)	height (㎝)	weight (kg)
control group (n=10)	24.50±2.27	175.00±1.70	77.00±6.45
2 ㎝ group (n=10)	23.15±1.50	174.74±1.21	72.36±2.72
4 ㎝ group (n=10)	24.12±0.34	172.27±0.64	72.76±4.38

2.2 연구설계

30 명의 대상자를 단순무작위표출법(simple random sampling)을 이용하여 대조군(n=10)과 2Cm 인솔 착용 군(n=10), 4Cm 인솔 착용 군(n=10)으로 구분하였다. 대상자들은 동일한 제품의 운동화에 탈부착과 높이 조절이 가능한 우레탄 재질의 인솔(insole, (주) JH, 한국)을 사용하였다(figure 1). 인솔은 발에 무리가 가지 않아 장기간 사용하더라도 착용감이 나쁘지 않았다. 대상자들은 실험을 수행하기 전 일반적인 특성을 측정하고, 인솔 착용 전, 착용 8 주 후 2 번에 걸쳐 허리엉치각, 동적 균형, 통증의 변화를 측정하였다.

figure 1. Kind of height insoles (insole, JH co., Korea)

2.3 측정도구 및 측정방법

1) 허리엉치각(lumbosacral angle) 측정

본 연구는 허리엉치각 변화를 알아보기 위해 X 선 촬영(X-ray) 후 의료영상저장전송시스템(Picture Archiving Communication System, PACS)을 이용하여 측정하였다. 가쪽면(LAP)을 측정하여 다섯번째 허리뼈(L5)의 아랫면을 이은 선과 엉치뼈(S1)의 윗면을 이은 선이 만나 이루는 각도(°)를 측정하였다(figure 2). 각이 증가 할수록 요추 전만(Lordosis)의 증가를 의미한다.

figure 2. Lumbosacral angle

2) 동적 균형(dynamic balance) 측정

본 연구는 동적 균형능력의 변화를 알아보기 위해 제한된 안정성, 순발력, 민첩성을 측정하였다. 제한된 안정성을 측정하기 위해 Biodex balance system (BBS, Biodex Inc, USA)(figure 3.)을 이용하였다. 움직임 센서가 내장 된 원형판 위에 양 팔을 가슴에 모으고 서서 발을 떼지 않고, 모니터에 보이는 목표물을 향해 몸을 움직여 가며 커서를 이동시켰다. 20 초 동안의 전후 흔들림과 좌우 흔들림을 3 회 측정한 값의 평균을 사용하였다. 측정 된 균형 지수는 높을수록 균형 수준이 낮음을 의미하고, 0~9 점으로 나타난다.

순발력 변화를 알아보기 위해 Surgent jump (HelmasⅡ, O2run, korea)(figure 4.)를 이용하였다. 발판에 어깨 넓이로 서서, 장비에서 나오는 신호에 맞춰 최대한 높이 뛰어 다시 양발이 지면에 닿는 시간을 높이(㎝)로 환산한 값이 측정되었다. 2 회 시행 후 최고 기록을 사용하였으며, 값이 클수록 순발력이 우수함을 의미한다(Kwon, 2007).

민첩성 변화를 알아보기 위해 Reaction time (HelmasⅡ, O2run, korea)(figure 4.)을 이용하였다. 발판에 어깨 넓이로 서서, 장비에서 나오는 갑작스런 신호에 반응하여 순간 재빠르게 양발을 지면에서 떼었다가 닿는 시간(㎳)이 측정되었다. 2 회 시행한 후 최고 기록을 사용하였으며, 값이 작을수록 민첩성이 우수함을 의미한다.

figure 3. BBS, Biodex Inc, USA

figure 4. HelmasⅡ, O2run, korea

3) 통증(visual analog scale, VAS) 측정

본 연구는 인솔 높이에 따른 주관적 통증 정도를 알아보기 위해 시각적 통증 척도(Visual Analog Scale, VAS)을 이용하여 측정하였다. 허리 통증 정도에 따라 일상생활에 전혀 지장이 없고 통증에 자각 증상이 없는 상태를 0 점, 일상생활을 전혀 할 수 없고 참을 수 없을 정도의 심한 통증이 지속되는 상태를 10 점으로, 동일한 검사자가 실시하였다(Verbunt et al., 2003).

2.4 자료 분석

본 연구의 자료는 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였다. 인솔 높이에 따른 각 군간 차이 비교를 위해 One-way ANOVA 를, 각 군내 전후 차이 비교를 위해 paired t-test 를 실시하였으며, 사후검정을 위해 Scheffe test 를 실시하였다. 모든 통계학적 유의수준은 α=.05 로 하였다.

3. Results

3.1 인솔 높이에 따른 허리엉치각의 변화

8 주간 인솔 착용 후 군 간 허리엉치각에 유의한 차이가 나타났으며, 사후검정 결과, 0 ㎝군과 4 ㎝군, 2 ㎝군과 4 ㎝군의 유의한 차이가 나타났다($p < .001$). 각 군내 전후 비교 시 2 ㎝군, 4 ㎝군에서 유의한 변화가 나타났다($p < .001$) (Table 2).

Table 2. Change of lumbosacral angle between insole heights (°)

	group	Mean±SD	F	Post hoc
Pre	0 ㎝(A)	16.88±3.10	1.510	
	2 ㎝(B)	15.64±2.18		
	4 ㎝(C)	14.67±3.17		
post	0 ㎝(A)	16.87±2.78	10.430***	BIC AIC
	2 ㎝(B)	18.04±3.50		
	4 ㎝(C)	22.67±2.64		

M ± SD, ***$p < .001$; significant difference compared with the One-way ANOVA, †††$p < .001$; significant difference compared with the paired t-test

3.2 인솔 높이에 따른 동적 균형의 변화

8 주간 인솔 착용 후 군 간 제한된 안정성, 순발력, 민첩성의 유의한 차이가 나타났으며, 사후검정 결과, 0 ㎝군과 4 ㎝군의 유의한 차이가 나타났다($p < .001$). 각 군내 전후 비교 시 4 ㎝군의 제한된 안정성($p < .001$), 민첩성($p < .05$) 항목에서 유의한 변화가 나타났다(Table 3).

Table 3. Change of dynamic balance between insole heights

		group	Mean±SD	F	Post hoc
BBS (score)	Pre	0 ㎝(A)	4.18±0.74	0.924	
		2 ㎝(B)	4.39±0.87		
		4 ㎝(C)	3.97±0.35		
	post	0 ㎝(A)	4.04±0.56	8.075**	AIC
		2 ㎝(B)	5.04±2.15		
		4 ㎝(C)	6.80±1.52†††		
Quickness	Pre	0 ㎝(A)	27.80±4.24	0.442	

(㎝)		2 ㎝(B)	26.10±3.70		
		4 ㎝(C)	26.80±4.24		
	post	0 ㎝(A)	27.90±3.87		
		2 ㎝(B)	22.70±8.43	4.456*	A|C
		4 ㎝(C)	19.70±5.46		
Agility (㎳)	Pre	0 ㎝(A)	269.60±26.00		
		2 ㎝(B)	305.80±78.28	1.151	
		4 ㎝(C)	303.40±62.26		
	Post	0 ㎝(A)	268.20±24.40		
		2 ㎝(B)	335.70±77.77	6.941**	A|C
		4 ㎝(C)	385.10±89.09†		

BBS; Biodex balance system, M±SD, *p<.05, **p<.01; significant difference compared with the One-way ANOVA, †p<.05, †††p<.001; significant difference compared with the paired t-test

3.3 인솔 높이에 따른 주관적 통증 변화

8 주간 인솔 착용 후 군 간 주관적 통증의 유의한 차이가 나타났으며, 사후검정 결과, 0 ㎝군과 2 ㎝군, 0 ㎝군과 4 ㎝군의 유의한 차이가 나타났다(p<.001). 각 군내 전후 비교 시 2 ㎝군과 4 ㎝군에서 유의한 변화가 나타났다(p<.001) (Table 4).

Table 4. Change of VAS between insole heights (score)

	group	Mean±SD	F	Post hoc
post	0 ㎝(A)	0.00±0.00		
	2 ㎝(B)	3.40±0.97†††	55.95***	A|B A|C
	4 ㎝(C)	4.20±1.32†††		

M±SD, ***p<.001; significant difference compared with the One-way ANOVA, †††p<.001; significant difference compared with the paired t-test

4. Conclusion and Discussion

허리엉치각의 변화는 허리뼈 굽음(spinal curvature)과 전단력(Shearing force)을 증가시켜 후방인대 및 후관절에 압박을 주는 구조적인 변화를 주어 요통을 유발하는 요인이 된다고 하였다(Yoo et al., 1981; Kim, 2003). 본 연구는 인솔의 높이에 따른 20 대 남성의 허리엉치각의 구조 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 X-ray 촬영 후 의료영상저장통신시스템(PACS)를 통해 분석하였다. 8 주간의

인솔 착용 전후 차이 비교 결과, 0 ㎝ 군은 -0.01°, 2 ㎝ 군은 2.40°, 4 ㎝ 군은 8.00°의 차이를 나타났다. 특히, 사후검정 결과 4 ㎝군에서 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.
Bendix et al. (1984)은 높은 구두 뒷굽은 허리엉치각을 감소 시킨다고 하였고, Song et al. (1997)은 허리엉치각 변화에 영향을 주지 않는다는 상반된 결과를 보고하였다. 하지만, 본 연구의 결과, 2 ㎝, 4 ㎝ 높이의 인솔 착용 시 허리엉치각의 증가를 나타냈다. 이는 허리앞굽음의 증가를 의미하며 높은 높이의 인솔 착용은 척추에 부정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다.

균형 능력은 일상생활을 수행하기 위한 신체 안정성 유지에 필수 요소이다(Wade and Jones, 1997). 하지만, 높은 굽의 신발 착용은 균형능력을 저하시키고 낙상의 위험성을 높인다고 하였다(Kim and Lee, 2007). Lord and Bashford (1996)는 노인 여성을 대상으로 신발 굽의 높이에 따른 균형 능력을 평가한 결과, 높은 굽 신발을 신은 그룹에서 정적 및 동적 균형 수행능력이 모두 저하된다고 하였다. Kim and Park(1997)은 20 대 여성을 대상으로 7 ㎝와 3 ㎝ 뒷굽의 신발 착용 후 정적균형 능력 비교 시, 7 ㎝를 착용 한 군에서 정적 균형능력의 저하를 보고하였다. Oh et al. (2009)은 맨발과 인솔 높이에 따른 OSI(전체안정성지수) 평균 차이 비교 시, 5 ㎝ 높이의 인솔을 사용하였을 때, 불안정하다고 보고하였다. 본 연구의 8 주간 인솔 착용 전후 차이 비교 결과, 0 ㎝군은 -0.14 점, 2 ㎝군은 0.69 점, 4 ㎝ 군은 2.83 점으로 인솔높이가 동적균형 능력에 미치는 영향을 확인 하였으며, 사후검증 결과 인솔 높이가 높아질수록 균형 감각이 저하된다는 것을 알 수 있다. 이를 통해 신발의 굽이 높아질수록 주변 근육들의 활성도 증가와 신체 동요의 증가로 발목의 불안정이 높아진다고 보고하였던 선행 연구들의 결과와 일치했다.
또한, 장기간 높은 굽 신발을 착용 할 경우 발목 주변 체감각계(Somatosensory System)에 이상을 일으키고 발의 정상 기전을 변화시키며 그 결과는 관절에서의 과부하와(Saunders et al., 1953) 관절 움직임의 위치감각을 손상시킨다고 하였다(Brarrack et al., 1989). 본 연구와는 달리 선행연구의 대상자는 대부분 여성이었으며, 일상생활을 하지 않고 하이힐을 신은 상태에서 바로 측정하여 실험방법에는 다소 차이가 있었고, 인솔을 사용하지 않고 하이힐을 사용하여 접촉 지지면이 달라 결과의 차이가 나타난 것으로 생각된다. 하지만, 인솔 또한 높이가 높을수록 인체에 부정적 영향을 미치는 것으로 생각된다.(Bullock-Saxton, 1994).

정적 균형의 평가도 의미가 있지만, 기능적 측면에서 신체 균형의 평가를 위해서는 다양한 동적 균형의 측정이 타당하다(Redfern et al., 2001; Perrin et al., 2002). 민첩성과 순발력은 근육, 반응시간, 속도 등과 관계가 있으며, 신경계의 기능과 근육의 조화를 얼마나 효과적으로 이루는가를 평가할 수 있다(Fabio, 1995). 순발력은 폭발적 행동으로 최대의 에너지를 분출해 내는 능력, 가능한 한 가장 빠른 속도 비율로 근육 수축을 극대화 시킬 수 있는 능력으로 정의되고 있다(Kwon, 2007). 민첩성이란 신체의 일부 또는 전부를 정확하고 빠르게 움직이는 능력을 의미한다. 민첩성은 근육, 반응시간, 속도, 순발력, 유연성 등과 밀접한 관계가 있으며 이러한 운동의 조합에 의하여 발달된다. 8 주간의 인솔 착용 전후 순발력 차이 비교 결과, 0 ㎝군은 0.10 ㎝, 2 ㎝군은 -3.40 ㎝, 4 ㎝ 군은 -8.90 ㎝으로 인솔 높이가 높을수록 순발력 저하에 영향 미치는 것으로 확인 되었으며, 사후검증 결과 4 ㎝군에서 유의하게 저하된다는 것을 확인하였다. 또한, 인솔 착용 전후 민첩성의 차이 비교결과, 0 ㎝군은

-0.60 ㎳, 2 ㎝군은 29.90 ㎳, 4 ㎝ 군은 81.70 ㎳으로 인솔 높이가 높을수록 민첩성의 저하에 영향 미치는 것으로 확인 되었으며, 사후검증 결과 4 ㎝군에서 유의하게 저하된다는 것을 확인하였다.
빠른 시간에 신체를 부드러운 전신적인 동작과 부분적인 동작으로 신속하게 변경하기 위해서는 하지에서 상지로 전달되는 엉덩이, 복부, 등부의 근육이 안정성이 필요하다. 본 연구의 동적균형, 순발력, 민첩성의 결과로 미뤄보아 4 ㎝ 인솔 착용은 하지의 근육의 불균형과 안정성을 저하 시키는 것으로 생각된다.

인솔은 충격을 흡수하고 체중을 분산시켜 발의 피로와 통증 감소를 위해 편안함과 안정성 향상에 기여한다(Gu, 2011). 요통은 자세균형 수행을 방해하여 비정상적인 자세를 유발시켜 근골격계의 생체역학적 스트레스 증가를 가져오게 된다(Gill and Callaghan, 1998). 키 높이 인솔 착용은 발 뼈의 배열과 발뒤꿈치를 틀어지게 하여 다리의 뼈에 균형이 무너져 몸의 중심이 분산되지 못하게 되고, 발의 중앙 전족부에 강한 압력을 주어 보행 시 지면반발력을 적절히 흡수하지 못하게 된다(Lee, 2009).
8 주간의 인솔 착용 전후 주관적 통증 차이의 비교 결과, 0 ㎝군은 통증이 유발되지 않았고, 2 ㎝군은 3.40 점, 4 ㎝ 군은 4.20 점으로 인솔 높이가 높을수록 주관적 통증에 영향을 미치는 것으로 확인 되었으며, 사후검증 결과 2 ㎝군과 4 ㎝군에서 유의하게 통증이 발생된다는 것을 확인하였다.
8 주간의 인솔 착용은 허리엉치각의 변화에 유의한 결과를 나타내었으며, 이를 통해 척추의 구조적 변화와 근육의 불균형 유발로 통증 유발에 유의한 차이가 나타난 것으로 생각되며, 반복된 키높이 인솔 착용은 남성의 비대칭적인 자세를 유발로 다양한 근골격계 질환에 쉽게 노출 될 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 20 대 남성을 대상으로 실시하여 모든 연령에 일반화하는데 어려움이 있으며, 또한 대상자의 수와 키 높이 인솔의 다양함이 부족했고, 구체적인 신체 조건을 고려하지 않은 제한점이 있다. 추후 연구에서는 다양한 연령과 다양한 높이에 키 높이 인솔을 사용을 통한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Acknowledgements

This work was funded by grants from Korean Federation of Science and Technology Societies (Grant-#KFSTS0000000).

References

Barrack, R.L., Skinner, H.B and, Budkley, S.L., Proprioceptor in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sport Med*. 17, 1-6, 1989.

Bendix, T., Sorensen, S.S and, Klausen, K., Lumbar curve, Trunk muscles and line of gravity with different heel height. *North American Spine Society*. 1984.

Berg, K.O., Maki, B.E., Williams, J.L et al., Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 73(11), 1073-1080, 1992.

Bullock-Saxton, J.E., Local sensation changes and altered hip muscle function following sever ankle sprain. *Phys Ther*. 74(1), 17-31, 1994.

Cronin, N.J., The effects of high heeled shoes on female gait: a review. *J Electromyogr Kinesiol*. 24(2), 258-263. 2014.

Fabio, R.P.D., Sensitivity and specificity of platform posturography for identifying patients with vestiular dufuction. *Phys Ther*. 75(4), 290-305, 1995.

Franklin, M.E., Chenier, T.C., Brauninger, L et al., Effect of positive heel inclination on posture. *J Orthop Sports Phys Ther*. 21(2), 94-99, 1995.

Gill, K.P and, Callaghan, M.J., The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 23(3), 371-377, 1998.

Gu, B.O., The Effect of Height Increase Elevator Shoes Insole on Gait and Foot Pressure, *Journal of Physical therapy science*. 6(2), 199-205, 2011.

Jung EH, Study on the biomechanical effects of the heel types (height and area) of heel shoes, degree of Dong-eui university, 2005

Jung, J.H., Kim, J.E., Moon, Y.E et al., The effect of height increase elevator shoes insole on whole body functional changes -Focused on adult male in their twenties. *Journal of the Korean of sports science*. 18(2), 1403-1418, 2009.

Kim, W.H., Park, E.Y., Effects of the High-Heeled Shoes on the Sensory System and Balance in Women, *Journal of korean research society of physical therapy*, 4(2), 10-17, 1997.

Kim, K and, Lee, J.H., Effect of heel Heights of shoe on Muscle Activation of Lower Extremity on the Rocking Surface in older Women. *Journal of Biomedical Engineering Research*. 29(4), 316-322, 2008.

Kim, S.J., Kim, D.H., Na, J.K et al., The Effects of High Heeled Shoes on Plantar Pressure and Muscle Fatigue. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 21(5), 1010-1016, 1997.

Kim, S.Y and, Baek, I.H., Effects of Transversus Abdominal Muscle Stabilization Exercise to Spinal Segment Motion on Trunk Flexion-Extension. *Korean Research Society of Physical Therapy*. 10(1), 63-76, 2003.

Kim, Y.H and, Park, E,Y., Effects of the High-Heeled Shoes on the Sensory System and Balance in Women, *Korean Research Society of Physical Therapy.* 4(2), 10-17, 1997.

Kwon, T.W., A Study on the reliability between the power tests of sargent jump, standing long jump and standing vertical jump used by Helmas Power Tester. *Journal of the Korean of sports science*. 16(4), 169-177, 2007.

Lee K,H., Kim Y,G., Hwang, C,M et al., Comparison of lumbar lordosis according to heel height in normal adults and patients with spondylolisthesis, *Annals of Rehabilitation Medicine*. 24(6), 1186-1190, 2000.

Lee, C.M. and Jung, E.H., The Study on Musculoskeletal Effects of Heel Types, *Journal of the Ergonomic Society of Korea*, 23(1), 39-48, 2004.

Lee, C.M., Yoo J.H and, Shin G.H., The study on the biomechanical effects of the heel-up insole. Journal Proceeding of the 2009 Fall Conference of the Ergonomics Society of Korea.

Lee, G.C., Jung, H.M., Kim, S.B et al., Effects of the Differences in Shoe Heel-height on Balanced Performances. *J Korean Soc Phys Ther*. 16(3), 559-569, 2004.

Lord, S.R and, Bashford, G.M., Shoe characteristics and balance in older women. *J Am Geriatr Soc*. 44(4), 429-433, 1996.

Oh, M.H., Lee, J.H., Kwon Y.J et al., Effect of Heel-heights of Insole on Balance in Healthy Adults. *Journal of the korean society of physical medicine*. 4(2), 79- 86, 2009.

Paillard, T., Effects of general and local fatigue on postural control : A review. *Neuro sci Biobehav Rev*. 36(1), 162-176, 2012.

Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F et al., Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved inbalance control. *Gait and Posture*, 15(2), 187-194, 2002.

Redfern, M.S., Jennings, J.R., Martin, C et al., Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait and Posture*. 14(3), 211-216, 2001.

Saunders, J.B.D.E.C., Inman, V.T and, Ebhart, H.D., The major determine in normal and pathological gait. *J Bone Joint Surg*. 35(3), 543-548, 1953.

Snow, R.E., Wiliams, K.R., 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*. 75(5), 568-576, 1994.

Verbunt, J.A., Seelen, H.A., Vlaeyen, J.W et al., Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *Eur J Pain*. 7(1), 9-21, 2003.

Wade, M.G and, Jones, G., The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Physical Therapy*. 77(6), 619-28, 1997.

Yoo, D.M., Ko, B.Y., Mang, G.Y et al., Statistical Study of the Lumosacral Angles in Lumbago. *Journal of musculoskeletal surgery*. 16(1), 52-58, 1981.