

## 기립자세에서 신발 굽의 높이가 요추부 시상만곡각에 미치는 영향

고려대학교 보건대학 물리치료과\*  
고려대학교 대학원 체육학과\*\*

윤 범 철 · 이 명 화\*\*

## The Effect of Heel Height on Lumbar Sagittal Curvature at Standing Posture

Yoon, Bum Chul · Lee, Myung Hwa\*\*

*Dept. of Physical Therapy, College of Health Sciences, Korea University\**  
*Dept. of Physical Education, Graduate School, Korea University\*\**

### — ABSTRACT —

Some segment or segments of the body must compensate for the heel, and the higher the heel the greater the compensation. Such compensation was once generally thought to take place in the lumbar region and therefore to increase the lumbar lordosis.

The purpose of this study is to analyze changes of lumbar sagittal curvature in barefoot and 6cm · 12cm high-heel stance.

We selected 19 subjects(11 males, 8 females) without history of lower back pain, significant spinal abnormality. And lateral view X-ray of lumbar region from T12 to S1 was taken of each individual. On each X-ray film, lumbar lordotic angle · lumbosacral angle and lumbar segmental angles were measured by Cobb method.

We drew the following interpretations from the analysis of measured variables of the lumbar region.

1. In comparison of barefoot · 6cm heel · 12cm heel stance, lumbar lordotic angle had a tendency to decrease according as the heel height was higher. The change in lumbar lordosis measured in high-heel stance was inconsistent with clinical forkelord of hyperlordosis in wearers of high-heeled.
2. Lumbar lordotic angle from T12 to L5 showed sex difference, and was more lordotic in female( $p < 0.05$ ).
3. There was no sex difference in lumbosacral angle and lumbar segmental angles( $p > 0.05$ ).

4. There was a significant correlation between lumbar lordotic angle and lumbosacral angle( $r>0.60$ ).

## - 목 차 -

서 론

연구방법

1. 실험대상
2. 실험방법

연구결과

1. 요추부 측정 변인의 평균 및 정상범위
2. 측정 자세에 따른 요추 전만각의 변화
3. 남·녀간 요추부 측정 변인의 비교
4. 요추 전만각과 요추부 분절각, 요천각의

상관관계

고 찰

결 론

참고문헌

## 서 론

척주는 전후면상에서는 단일한 수직선으로 체간을 둘로 나누고 있으나, 시상면에서는 생리적인 만곡을 갖는다. 태생 시에는 후만이 존재하며 생후 3~4개월 정도 되면 경만곡이 형성되어 유아는 머리를 들 수 있게 되며, 생후 1년 정도가 되면 요만곡이 형성되어 앉고 설 수도 있으며 보행도 가능해진다<sup>5, 6, 8, 14, 18</sup>. 따라서 척주의 정상 시상만곡은 인체의 서 있는 체위에 대한 골격의 정력학적 적응의 결과<sup>14, 18</sup> 이면서 동시에 인체는 척주의 정상 시상만곡을 가짐으로써 체중을 고르게 분포시킨다. 이로써 척추체뿐 아니라 각 관절에 대한 부담을 극소화시켜 무리가 가지 않도록 조절할 수가 있고, 연부조직에 대한 긴장과 변형을 방지할 수 있는 좋은 자세를 유지하게 된다<sup>4, 25, 32</sup>.

현대사회의 대중매체와 대량의 상품광고는 획일적인 유행을 조장하는 경향이 있으며, 많은 사람들이 개인의 신체 특성과는 무관하게 외형적인 아름다움만을 추구하여 이를 따르고 있다. 이러한 점은 젊은 여성들 사이에서 무리하게 높은 굽의 신발이 널리 애용되고 있는 것

에서도 알 수 있다. 그러나 높은 굽의 신발은 직접적으로 발의 형태를 변화시키거나 발의 피로를 유발할 뿐 아니라, 중력선으로부터 인체의 자세 정렬을 변화시키는 스트레스로 작용하며<sup>11, 21</sup>, 특히 척주의 정상적인 요부만곡에 영향을 주는 것으로 알려져 있다<sup>1, 3, 28</sup>.

척주에서의 요추 전만각의 증가는 요통을 유발하거나 추간공 개구(opening of the intervertebral foramen)의 변화로 하지의 동통을 일으키는 신경근 질환(radikulopathy)이나 추간판 장애(diskogenic)의 원인으로도 작용하며<sup>3, 22, 28, 33</sup>, 정상적인 요추 전만각의 소실은 부척추근의 근육경축을 일으키며 이러한 자세근육의 근긴장의 변화 역시 요통을 초래한다<sup>7, 9, 27</sup>. 또한 척주의 생리적 만곡은 폐쇄운동 사슬(closed kinematic chain)를 형성하므로 일부 영역에서의 변화는 전체 시상만곡의 변화를 의미하며<sup>13, 14</sup>, 결국 척주 정상만곡의 역기능적인 변형으로 인해 전신적인 상태에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다.

높은 굽의 신발을 신으면 몸의 균형을 유지하기 위한 보상작용으로 요추 전만각을 증가시켜 요통을 유발한다는 것이 일반적인 통념으로 여겨지나<sup>1, 3, 28</sup>, 실제 실험을 토대로 신발 굽의 높이가 척주의 생리적인 만곡에 미치는 영향에 대해 시행된 연구는 미흡하였다.

이에 본 연구자들은 기립자세에서 맨발로 서 있을 때와 높은 굽의 신발을 신고 서 있을 때의 요추부 시상만곡을 방사선 촬영한 후 계측하여, 다양한 굽 높이의 신발에 따른 요추부의 각 분절각과 요천각 및 요추 전만각의 변화 양상과 이들간의 연관성을 밝혀보고, 나아가 굽 높은 신발이 인체의 근골격계에 미칠 수 있는 영향을 알아보려고 하였다.

## 연구방법

## 1. 실험대상

뚜렷한 요통의 병력이나 외관상 척추, 고관절, 슬관절 기형이 없는 19~28세의 총 19명의 대학생(남 11·여 8)을 대상으로 하여 방사선 촬영을 하였다. 맨발에서 촬영된 방사선 필름에서 얻은 요추 전만각이 Farfan<sup>16)</sup>, Stagnara<sup>31)</sup> 및 Robert와 Danie<sup>129)</sup> 등이 설정한 정상분포에 속하지 않는 경우는 연구 대상에서 제외하였다. 뿐만 아니라 체격이나 연령에 있어서도 대상자들간에 큰 차이가 나지 않도록 선택하여 이들의 신체적 특성을 가능한 균일하게 함으로써 본 연구에 대한 잠재적 혼란 요인을 사전에 최소화하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 신발의 특성

본 연구에서는 6cm굽과 12cm굽 높이의 신발을 사용하였으며, 남학생용으로는 각각의 신발을 석고로 제작하였으며, 여학생용으로는 같은 높이의 신발을 구입하여 사용하였다.

### 2) 방사선 촬영 방법

방사선 촬영은 19명의 연구대상자들에 대하여 제12흉추부터 제1천추를 포함하는 요추부 측위 촬영을 하였으며, 다음과 같은 3가지 자세에서 약간의 시간을 두고 1회씩 순차적으로 시행하였다.

자세 1. 맨발에서 상지를 90° 거상시키고 시선은 전방을 주시시킨 직립의 상태

자세 2. 6cm 굽 신발을 신고 상지를 90° 거상시키고 시선은 전방을 주시시킨 직립의 상태

자세 3. 12cm 굽 신발을 신고 상지를 90° 거상시키고 시선은 전방을 주시시킨 직립의 상태

촬영하는 동안 높은 굽의 신발을 신음으로써 생기는 대상자의 과도한 대상작용이나 흔들림(swaying)을 피하기 위해 연추(plumb)를 내려뜨려 인체의 자세 정렬이 조절되도록 하였다. 단, 각각의 측정 자세에서 신발 굽의 높이만 다르고 나머지 조건은 동일하므로 상지를 거상시킴으로써 견갑대의 보상작용에 의해 증

가될 수도 있는 요추 전만각<sup>18)</sup>은 무시하였다(Fig. 1).

### 3) 요추부 측정 변수의 측정 방법

요추부의 측정 변수로 제12흉추와 제1천추 사이에 있는 6개의 분절각과 요추 전만각, 요천각을 가장 널리 사용되는 Cobb 방법<sup>3,20)</sup>을 이용하여 측정하였다(Fig. 2). 각 분절각도는 위와 아래에서 인접하고 있는 두개의 추체종판에서 후방연장선을 그었을 때 이들이 만나서 이루는 각도이며, 요추 전만각은 제12흉추체 하부종판의 후방연장선에서 내려 그은 수직선과 제5요추체 상부종판의 후방연장선에서 올려 그은 수직선이 만나는 교차각이다. 요천각은 방사선 필름상에 그은 수평선과 제1천추체 상부종판의 경사도를 따라 그려지는 선이 만나 이루어지는 각이다.

방사선 사진의 측정은 측정자 오차를 줄이기 위해 1명이 선을 긋고, 2명이 전체 요추 전만각, 요천각과 분절각을 재어 평균치로 하였다.

### 4) 자료 처리 방법

본 연구의 실험을 통해 수집된 변인별 측정 자료는 SPSS/PC\*를 이용하여 다음과 같이 통계분석하였다. 각각의 검사자세에서 19명의 실험 대상자들로부터 얻은 모든 요추부 측정 변인들에 대해 평균 및 표준편차를 산출하고, 검사자세에 따른 요추 전만각의 차이를 비교하기 위하여 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 남·녀의 요추 전만각의 차이를 비교하기 위하여 T-test를 실시하였다. 또한 요추 전만각과 요추부 분절각 및 요천각의 상관관계를 Pearson 상관계수를 이용하여 분석하였다.

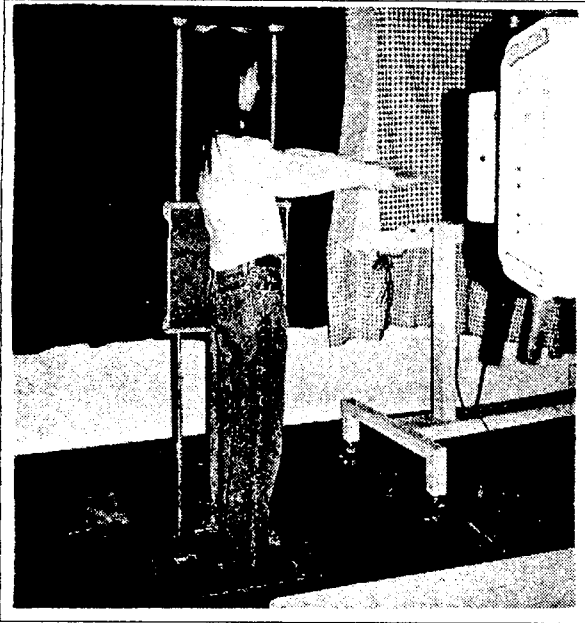


Fig. 1. The method of taking X-ray. The trunk is straight, arms are elevated 90°, eyes looking forward.

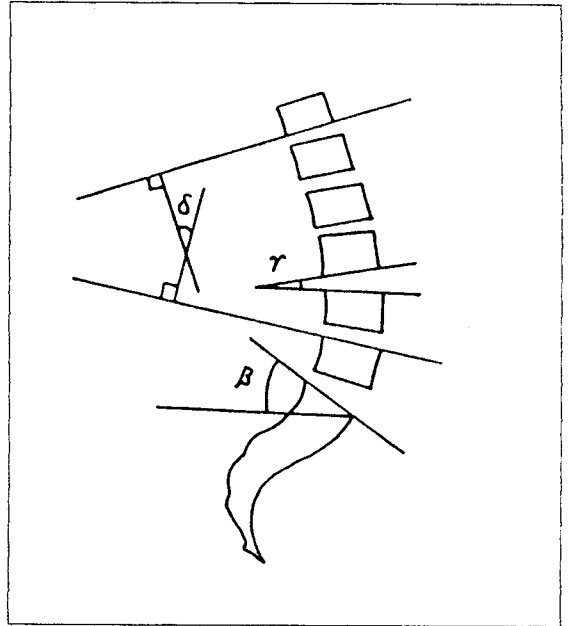


Fig. 2. Method of measurement of various parameters of lumbar region.  
 $\delta$ : total lordosis  
 $\gamma$ : segmental lordosis  
 $\beta$ : lumbosacral angle

## 연구 결과

그리고 12cm의 신발 굽 높이에 따른 측정 자세에서 대학생 19명(남 11·여 8)을 대상으로 요추부 측위 방사선 촬영을 한 후 Cobb 방법에 의해 측정된 요추부 측정 변인들에 대한 연구결과는 다음과 같다.

### 1. 요추부 측정 변인의 평균 및 정상 범위

제12흉추와 제1천추 사이에 있는 요추분절 6개·요천각과 요추 전만각의 8가지 측정 변인에 대하여 맨발·6cm 그리고 12cm 굽에서의 변인별 평균과 표준편차를 구하였다.

### 1) 맨발에서의 요추부 측정 변인 평균 및 정상 범위

남자의 평균 요추 전만각은 35.63이고, 요천각은 36.97이며, 분절각은 T12-L1이 5.12로 가장 작았고 L5-S1이 15.82로 가장 컸다. 여자의 평균 요추 전만각은 42.67, 요천각은 38.24이며, 분절각은 T12-L1이 3.88로 가장 작았고 L4-L5가 13.56으로 가장 컸다. 남녀 전체의 요추 전만각 평균은 38.59이고, 요천각은 37.51이며, 분절각은 T12-L1이 4.59로 가장 작았으며 L5-S1이 13.31로 가장 컸다(Table 1).

Table 1. Indices of various parameters of lumbar region on barefoot (units: degrees)

Measure variable	Male(n=11)	Female(n=8)	Total(n=19)
	M ± Sd	M ± SD	M ± SD
T12-L1	5.12±4.18	3.88±3.62	4.59±3.89
L1-L2	7.54±3.06	6.45±2.92	7.08±2.97
L2-L3	9.77±2.43	9.30±2.94	9.57±2.56
L3-L4	10.20±1.88	12.20±3.06	11.04±2.59
L4-L5	11.31±2.43	13.56±4.81	12.26±3.69
L5-S1	15.82±8.09	9.86±5.09	13.31±7.45
LSA	36.97±9.22	38.24±7.56	37.51±8.36
LLA	35.63±9.17	42.67±5.66	38.59±8.48

\*LSA: lumbosacral angle  
 \*\*LLA: lumbar lordotic angle

2) 6cm굽의 신발을 신은 자세에서의 요추부 측정 변인 평균 및 정상범위  
 남자의 요추 전만각 평균은 32.59이고, 요천각은 34.62이며, 분절각의 평균은 T12-L1이 4.86로 가장 작았고 L5-S1이 12.89로 가장 컸다. 여자의 평균 요추 전만각은 41.79이고, 요천각은 40.88이며, 분절각은 T12-L1이 2.

74로 가장 작았으며 L4-L5가 13.43으로 가장 컸다. 남·녀 전체의 평균 요추 전만각은 36.46이고, 요천각은 37.25이며, 분절각은 T12-L1이 3.97로 가장 작았으며 L5-S1이 12.43으로 가장 컸다(Table 2).

Table 2. Indices of various parameters of lumbar region on 6cm heel (units: degrees)

Measure variable	Male(n=11)	Female(n=8)	Total(n=19)
	M ± Sd	M ± SD	M ± SD
T12-L1	4.12±3.03	2.93±2.85	3.62±2.94
L1-L2	6.30±2.54	6.48±2.72	6.37±2.54
L2-L3	10.01±1.60	9.18±2.71	9.67±2.11
L3-L4	10.78±2.38	11.50±4.82	11.08±3.50
L4-L5	10.60±2.98	12.43±4.91	11.37±3.89
L5-S1	16.86±6.20	11.95±5.56	14.79±6.29
LSA	32.22±7.90	36.71±3.54	34.11±6.69
LLA	30.59±8.49	36.24±6.14	32.97±7.93

3) 12cm굽의 신발을 신은 자세에서의 요추부 측정 변인 평균 및 정상범위  
 남자의 평균 요추 전만각은 30.59, 요천각은 32.22이며, 분절각은 T12-L1이 4.12로 가장 작았고 L5-S1이 16.86으로 가장 컸다. 여자 요추 전만각의 평균은 36.24, 요천각은 36.71이며, 분절각의 평균은 T12-L1이 2.93으로 가장 작았고 L4-L5가 12.43으로 가장 컸다.

남·녀 전체 요추 전만각의 평균은 32.97, 요천각은 34.11이며, 분절각은 T12-L1이 3.62로 가장 작았으며, L5-S1이 14.79으로 가장 컸다(Table 3).

Table 3. Indices of various parameters of lumbar region on 12cm heel(units:degrees)

Measure variable	Male(n=11)	Female(n=8)	Total(n=19)
	M ± Sd	M ± SD	M ± SD
T12-L1	4.12±3.03	2.93±2.85	3.62±2.94
L1-L2	6.30±2.54	6.48±2.72	6.37±2.54
L2-L3	10.01±1.60	9.18±2.71	9.67±2.11
L3-L4	10.78±2.38	11.50±4.82	11.08±3.50
L4-L5	10.60±2.98	12.43±4.91	11.37±3.89
L5-S1	16.86±6.20	11.95±5.56	14.79±6.29
LSA	32.22±7.90	36.71±3.54	34.11±6.69
LLA	30.59±8.49	36.24±6.14	32.97±7.93

요추 전만각과 요천각의 평균값은 여자에서 남자보다 비교적 큰 값이었으며, 남·녀 모두에서 신발 굽을 높여감에 따라 감소하였다. 분절 각도는 성별과 신발높이에 관계없이 제12흉추에서 천추를 향해 내려갈수록 증가하는 경향을 보였다.

## 2. 측정 자세에 따른 요추 전만각의 변화

남·녀 전체에서 요추 전만각을 맨발에서와 6cm굽 신발, 6cm굽과 12cm굽 신발, 그리고 맨발과 12cm굽 신발에서 비교한 결과(Table 4), 맨발과 12cm굽에서의 요추전만각은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

Table 4. Significant Differences of Barefoot vs 6cm heel, 6cm heel vs 12cm heel and Barefoot vs 12cm heel of Lordosis on Total(n=19) (units: degrees)

	M ± SD	t-value	df	p-value
barefoot 6cm heel	38.59±8.48 36.46±9.52	.73	35.53	.471
6cm heel 12cm heel	36.46±9.52 32.97±7.93	1.23	34.86	.228
barefoot 12cm heel	38.59±8.48 32.97±7.93	2.11	35.84	.042*

\*p<0.05

다음으로 신발 굽의 높이에 따른 요추 전만각의 변화를 남자·여자·전체에서 각각 분석하였으며, 그 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었으나(p>0.05) 신발 굽의 높이에 따라 요

추 전만각은 감소하는 경향을 보인다(Table 5, Fig. 3).

Table 5. Variation of Lordoses by Various Shoes (units: degrees)

Sex	shoes	M ± SD	f-value
Male	barefoot	35.63±9.17	.9616
	6cm heel	32.59±8.02	
	12cm heel	30.59±8.49	
Female	barefoot	42.67±5.66	1.8767
	6cm heel	41.79±9.24	
	12cm heel	36.24±6.14	
Total	barefoot	38.59±8.48	2.0333
	6cm heel	36.46±9.52	
	12cm heel	32.97±7.93	

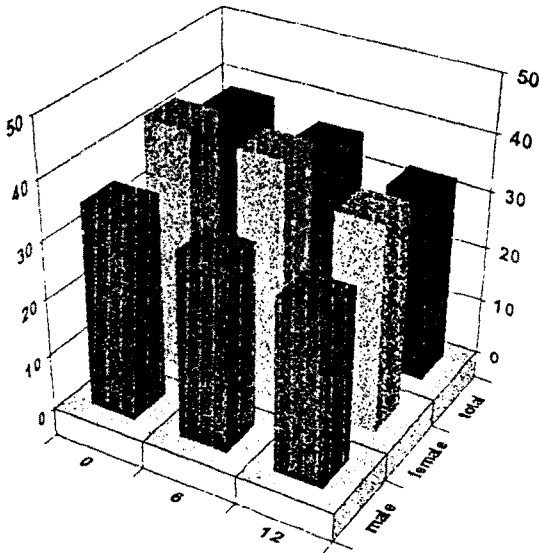


Fig. 3. Variation of lordoses on barefoot  
6cm heel 12cm heel

### 3. 남·녀간 요추부 측정변인의 비교

남·녀간 요추 전만각과 요추부 각 분절각 및 요천각을 비교 분석한 결과(Table 6), 맨발과 6cm 굽에서 남·녀 요추 전만각 사이에 유의한 차이가 있었으나( $p < 0.1$ ), 12cm 굽에서는 남·녀 요추 전만각 사이에 유의한 차이가 없었다. 요추부 각 분절각과 요천각에서는 남·녀간에 유의한 차이가 없었다( $p < 0.1$ ).

Table 6. Male vs Female: Significant Differences (units: degrees)

Shoes	M ± SD		t-value	df	p-value
	Male	Female			
barefoot	35.63±9.17	42.67±5.66	-2.06	16.68	.055*
6cm heel	32.59±8.02	41.79±9.24	-2.26	13.85	.040**
12cm heel	30.59±8.49	36.24±6.14	-1.68	17.00	.111

\* $p < 0.1$  \*\* $p < 0.05$

#### 4. 요추 전만각과 요추부 분절각, 요천각의 상관관계

요추 전만각과 요추부 분절각, 요천각의 상관관계를 살펴본 결과(Table 7, 8, 9), 남자 맨발에서는 L2-L3 분절각이 요추 전만각과 가장 높은 상관관계를 보였고( $r=0.7206$ ), 6cm굽 신발에서는 L1-L2 분절각이 요추 전만각과 가장 높은 상관관계를 보였으며( $r=0.6637$ ), 12cm굽 신발에서는 요천각이 요추 전만각과 매우 높은 상관관계를 보였다( $r=0.8144$ ).

여자 맨발에서는 L2-L3 분절각이 요추 전만각과 가장 높은 상관관계를 보였으며( $r=0.7441$ ), 6cm굽 신발과 12cm굽 신발에서는 요천각이 요추 전만각과 가장 높은 상관관계를 보였다(각각  $r=0.7882$ ,  $r=0.5327$ ).

남·녀 전체 맨발에서는 L2-L3 분절각이 요추 전만각과 가장 높은 상관관계를 보였으며( $r=0.5871$ ), 6cm굽과 12cm굽 신발에서는 요천각이 요추 전만각과 가장 높은 상관관계를 보였다(각각  $r=0.7364$ ,  $r=0.6947$ ).

Table 7. Correlation of Lumbar lordosis angle and various parameters of lumbar region on male

Factor	barefoot	6cm heel	12cm heel
	Correlation Coefficient	Correlation Coefficient	Correlation Coefficient
T12-L1	.3227	.1946	.5112
L1-L2	.6396	.6637	.5035
L2-L3	.7206	.2131	-.0424
L3-L4	.2688	.3620	-.2280
L4-L5	-.0993	-.3692	-.1014
L5-S1	-.0161	-.1299	.5261
LSA	.7193	.6365	.8144

Table 8. Correlation of Lumbar lordosis angle and various parameters of lumbar region on female

Factor	barefoot	6cm heel	12cm heel
	Correlation Coefficient	Correlation Coefficient	Correlation Coefficient
T12-L1	.1886	-.3861	-.0419
L1-L2	.1028	-.1165	.0406
L2-L3	.7441	.5357	.5212
L3-L4	.3015	.3313	.1572
L4-L5	.5223	.5366	-.0859
L5-S1	-.1940	.0439	-.5543
LSA	.2308	.7882	.5327



Table 9. Correlation of Lumbar lordosis angle and various parameters of lumbar region on total

Factor	barefoot	6cm heel	12cm heel
	Correlation Coefficient	Correlation Coefficient	Correlation Coefficient
T12-L1	.1853	-.2213	.2272
L1-L2	.3438	.1935	.3245
L2-L3	.5871	.3265	.1103
L3-L4	.3770	.3969	.0109
L4-L5	.2680	.34792	.0071
L5-S1	-.2156	-.1237	.0175
LSA	.5632	.7364	.6947

## 고찰

기립자세에서 인체는 척추 만곡(spinal curvature)을 가짐으로써 중력선에 대하여 균형을 유지하며, 그 생리적인 구성과 기능에 의해 어떤 운동을 하거나 체위를 유지함에 있어 에너지 소비를 최소화할 수 있다<sup>4,28,32)</sup>. 어떤 원인에 의해 척추의 정상만곡이 변화되었다면 이는 곧 자세 정렬의 변화를 유도하며, 자세가 바르게 정렬되어 있지 못하면 관절이나 근육에 불필요한 부담을 주게 되어 통증을 유발하고 나아가 변형을 초래하게 된다<sup>4,22)</sup>.

Buehler<sup>12)</sup>는 높은 굽의 신발을 신게 되면 인체의 어느 분절에서는 그에 대하여 보상작용을 하게 되며 신발 굽이 높아질수록 그 보상작용은 더 커진다고 하였다. 이러한 보고는 신발을 신지 않은 자세에서 신발 굽을 높여감에 따라 요추부의 시상만곡이 변화되는 양상을 살펴본 본 연구의 배경이 되었다. 신발이 인체의 각 분절에 미치는 효과에 대한 연구 논문은 비교적 많았으나, 대부분이 보행시의 동적인 자세에서 높은 신발이 하지의 근골격계에 미치는 영향을 연구한 논문들이 대부분으로 본 연구와 같이 정적인 자세에서 신발 굽의 높이가 척추의 생리적인 만곡에 미치는 영향을 중심으로 고찰하고 그 중요성을 시사한 논문은 미흡하였다.

Barbara<sup>11)</sup>는 16명의 실험대상자들에게 negative heels, barefeet, positive

heels을 연속적으로 신게 하여 정적인 자세와 동적인 자세에서 신발 굽의 높이에 대해 척추·고관절·슬관절·족관절의 굴곡·신전과 보폭(stride length)·양발너비(stride width)·보행률(cadence)등의 여러 보행요소에서 일어나는 보상전략(compensatory strategies)을 연구하였다. 그 결과 여자에서는 유의한 차이가 없었으나 남자에서는 신발 높이가 높아짐에 따라 요추전만이 감소하였음을 보여 임상적 통념으로 여겨지고 있는 요추전만이 높은 신발로 증가된다는 견해에 반박하였으며, 굽높이에 대한 보상전략은 슬관절 굴곡의 증가와 보폭의 감소 등 보행 시에 가장 크게 일어났음을 보고하였다.

Karen<sup>21)</sup>은 19명의 실험대상들에게 해부학적 표식(anatomic landmarks)을 신체에 붙이고 맨발과 높은 신발을 적용시켜 중력선의 이동에 따른 자세의 변화를 비교·분석하였다. 그 결과 높은 신발을 신음으로써 요추부는 편평해지고, 골반은 후방 경사되었으며, 무릎은 약간 굴곡되고 발목은 저축 굴곡되었고, 머리와 흉부는 후방 전위되었음을 보고하였다. 특히 그 실험에서는 높은 신발을 습관적으로 신는 사람들에게서 나타나는 요추 과전만증(hyperlordosis)의 임상소견은 보이지 않지만 장기간으로 높은 신발을 신게 되면 자세근육의 긴장도의 변화로 결국 요추의 과전만증을 유발할 것으로 가정하고 있다.

Buehler<sup>12)</sup>는 서 있는 자세에서 높은 굽의

신발은 실험 대상자중 62%의 경우에 6.7°의 슬관절 굴곡을 일으키고, 중간 굽에서는 50%의 경우에 5.2°의 슬관절 굴곡을 일으키며, 반면 낮은 굽에서는 65%의 경우에 오히려 2.9° 슬관절 과신전을 유발시키는 것으로 보고하였다. 이외에 Gollnick<sup>17)</sup>, Joseph<sup>19)</sup>, Merrifield<sup>23)</sup> Soderberg<sup>30)</sup> 등도 굽 높이에 대한 보상 전략은 척추에서보다는 발목이나 무릎에서 크게 일어난다고 하였다.

본 연구의 결과에서도 Barbara<sup>11)</sup>나 Karen<sup>21)</sup>의 연구결과와 같이 신발 굽의 높이가 높아질수록 요추 전만각은 감소하는 경향을 알 수 있었다. 높은 신발을 신음으로써 발은 저축 굴곡되어 종아리근육(calf muscles)의 활동이 증가되고<sup>19,30)</sup>, Buehler 등이 밝혔듯이 무릎이 약간 굴곡되면서<sup>11,12,21)</sup> 슬괘근(hamstring)이 수축하게 된다. 슬괘근의 수축은 골반을 후방으로 경사지게하고 이에 따라서 요천각이 감소되면서 결국 요추만곡이 감소되는 것으로 사료된다.<sup>14,18,28)</sup>

척추 만곡은 척추의 부하지지능력(load bearing capacity)을 증가시킨다.<sup>1,4,6,14,18,28)</sup> 공학적인 개념을 도입하여 Delmas는 만곡된 척추의 장축방향의 압력에 대한 항력(resistance)은 그 만곡수의 제곱에 1을 더한 것에 비례한다는 것을 밝혔다. 즉 곧은 척추(straight column, 만곡수=0)에서의 항력은 1이지만 경추·흉추·요추 3개의 자연스런 만곡의 척추에서는 항력은 10이 되고, 곧은 척추의 10배의 값을 나타낸다고 하여 Delmas 지수로 정량화시켰다. 따라서 정상만곡이 감소되면 체중에 대한 항력도 감소된다는 것을 알 수 있다.<sup>18,28)</sup>

요추 전만각의 감소로 유발되는 기능장애에 대해서는 1976년 Moe와 Denis<sup>26)</sup>가 측만증의 Harrington distraction instrumentation 수술 후 의인성으로 요추 전만각이 소실된 16명의 환자에 대한 논문에서 "편평등 증후군(flat-back syndrome)"이란 용어를 사용하고, 그 증상으로 목과 등 무릎의 통증 및 기립자세에서의 자

세 변형을 소개한 바 있다.

Michael<sup>24)</sup>도 측만증의 외과적 치료에 따른 합병증으로 편평등 증후군을 밝히고 요통·체간의 전방경사·기립자세 유지의 어려움 등을 보고하였다. 이들이 밝힌 측만증의 수술에 대한 합병증으로서의 편평등 증후군과 자세로 인한 편평등에서의 문제점과는 다소 차이가 있을 수 있겠으나 유사한 문제들을 유발할 것으로 보인다.

일반적으로 증가된 요추전만이 요통을 유발하는 것으로 보고되고 있다.<sup>3,28,33)</sup> 그러나 Mckenzie<sup>27)</sup>에 의하면 과도한 요추전만 뿐 아니라 자세에 의해 감소된 요추전만도 후부의 연부조직들을 과신장시켜 기계적이고 자극적인 염좌의 원인을 제공하며, 추간판이 뒷쪽으로 열린 이 자세로 인해 핵이 뒤로 밀리면서 추간판이 팽윤되고 이로써 후종인대와 신경근 경막의 감각을 자극하여 요통을 유발한다고 가정하고 있다.

요추 전만각이 감소되면 폐쇄운동 사슬(closed kinematic chain)의 기전에 따라 흉부만곡과 경부만곡도 편평화되어 전체적으로 척추는 1~3cm 정도 길어지게 된다.<sup>14,18)</sup> 따라서 높은 신발을 신음으로써 신발 굽의 높이 뿐만 아니라 1~3cm 정도 길어진 척추로 인해 키가 그만큼 더 커 보이는 효과를 갖을 수 있다. 그러나 척추가 편평화되면 충격 흡수 기능의 저하로 체중을 고르게 분산시키지 못하므로 불필요한 근긴장을 유발시켜 요통을 일으키며 보행이나 기립시에도 지구력이 저하되고 피로감을 쉽게 느끼게 된다. 나아가 척추의 변형이 진행되면 심리적인 문제나 심폐기관의 기능에 영향을 미치는 등 이차적인 문제들을 유발하게 된다.<sup>22,32)</sup>

척추의 만곡은 척추체와 그 사이에 끼인 추간판의 형태로 결정된다.<sup>5,14,32)</sup> 분절각은 엄밀히 말하면, 추간판 각도로서 요추부의 추간판은 전부가 후부보다 두꺼우며, 하부 요추일수록 그러한 양상은 더욱 두드러지며 특히 제5요추의 추간판은 전부가 후부의 2배의 두께를 가진

다<sup>8,14,32)</sup>. 본 연구에서도 요추부의 각 분절각은 신발높이와 관계없이 제12흉추-제1요추에서 가장 작다가 점차 증가하여 제5요추-제1천추에서 가장 커서, 12cm급의 신발로 요추전만각이 감소하더라도 완전한 편평화나 전만의 역전은 일어나지 않음을 볼 수 있었다. 분절각도가 제12흉추에서 천추를 향해 내려갈수록 증가하는 추세는 조<sup>10)</sup>와 노<sup>2)</sup>, Daniel<sup>15)</sup>등의 연구와 일치하였다.

1988년 노<sup>2)</sup>는 방사선 사진을 이용한 연구에서 요추 전만각과 분절각에서 성별의 차이가 보이지 않는다고 하였다. 또한 1995년 Daniel<sup>32)</sup>은 요추 전만각에는 성별의 유의한 차이가 없으나 L2-L3, L3-L4, L4-L5 분절각은 여자가 더 큰 것으로 발표하였다. 그러나 본 연구에서는 분절각에서 남·녀간에 유의한 차이가 보이지 않았으나, 맨발에서와 6cm급의 신발을 신은 자세에서 남·녀 요추 전만각은 유의한 차이를 보여 척추 만곡의 형태에 성별의 차이가 있음을 시사하였다. 이는 1968년 김등이 spinometer를 이용하여 시상만곡을 계측한 결과 여성에서 더 심한 전만이 존재함을 보고한 것과 일치하였다.

요천각의 크기는 요추 전만각에 영향을 준다. 즉 요천각이 작아지면 요추 전만각이 감소하고, 요천각이 커지면 요추 전만각도 증가한다<sup>14, 18, 28)</sup>. 본 연구에서도 요추 전만각과 요천각이 매우 유의한 상관관계를 보여 요천각의 감소가 요추 전만각의 감소에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

본 연구의 제한점으로는 첫째 일시적으로 높은 신발을 적용시켜 요추부 측정변인을 구했던 점으로, 이미 높은 신발을 습관적으로 신은 그룹과 그렇지 않은 그룹간의 구별을 두지 않았다는 점과 둘째 방사선의 계측시 측정자의 오차를 객관적으로 측정해낼 수 없다는 점과 셋째 방사선 사진이 지면과 수평면에서 촬영되었음을 전제하고 요천각을 계측하였다는 점이다. 이러한 점을 고려하고 EMG 등을 통해 신발의 높이를 달리 했을 때 변화하는 근수축의 양상

을 고찰하여 본 실험에서 얻은 바 요추 전만각의 감소의 기전에 대한 보다 구체적인 연구가 필요하리라 본다.

## 결 론

기립자세에서 신발 굽의 높이가 요추부 시상만곡각에 미치는 영향을 살펴보기 위하여, 19~28세의 대학생 총 19명(남 11·여 8)을 대상으로 맨발·6cm급 신발·12cm급 신발을 신은 자세에서 요추부 측위 방사선 촬영을 하고, 방사선 필름에서 얻은 요추부 측정 변인들을 분석한 결과 다음과 같은 결론에 도달하였다.

1. 맨발·6cm급 신발·12cm급 신발의 순으로 신발 굽의 높이가 높아질 수록 요추 전만각은 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의성은 없었다.

2. 맨발과 6cm급 신발, 6cm급과 12cm급 신발, 그리고 맨발과 12cm급 신발에서의 요추 전만각 비교시, 높은 신발에서 요추 전만각이 감소되었으며, 특히 맨발과 비교해서 12cm급 신발에서의 요추 전만각은 통계적으로도 유의한 감소를 보였다.

3. 신발 높이나 성별에 관계없이 분절각도는 제12흉추에서 천추를 향해 내려갈수록 증가하는 추세였으나 통계적으로 유의성은 없었다.

4. 남·녀간 요추 전만각의 비교시 맨발과 6cm급 신발에서는 남·녀의 요추 전만각 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 12cm급 신발에서는 차이가 없었다.

5. 요추부 분절각과 요천각에서는 남·녀간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

6. 요추 전만각과 요추부 분절각 및 요천각의 상관관계 분석 시, 남자 12cm급 신발에서는 요추 전만각과 요천각의 상관관계가 가장 높았으며, 남·녀 전체 맨발에서는 L2-L3 분절각이, 6cm급 신발과 12cm급 신발에서는 요천각이 요추 전만각과 상관관계가 매우 높았다.

본 연구의 결과 높은 굽의 신발을 신으면 요

추전만각이 감소하게 되고 그에 따라서 척추가 전체적으로 편평화되어 실제 굽의 신발높이 보다 1~3cm 더 커 보일 수 있는 미적 효과를 가질 수는 있다. 그러나 계속해서 높은 굽의 신발을 신게 될 경우 신체의 변형을 초래하며 나아가 이차적인 문제들로 인해 전신상태에 좋지 않은 영향을 끼치게 된다.

인체는 탄성을 지닌 조직이므로 습관화된 나쁜 자세로 인하여 근골격계의 구조적인 혹은 기능적인 변형을 초래할 수 있다. 임상에서 환자들의 많은 문제들이 직접적이든 간접적이든 자세이상과 관련이 있다. 따라서 자세에 대한 바른 인식이 절대적으로 필요할 뿐 아니라, 자세로 인한 질환의 예방적인 차원에서라도 자세의 올바른 교정이 필요하다.

### 참 고 문 헌

1. 김진호, 한태윤: 재활의학. 삼화출판사. 1995.
2. 노민: 한국성인의 정상하부흉추 및 요천추 부분절 시상만곡각에 대한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 1988.
3. 대한정형외과학회 : 정형외과학. 제4판. 최신의학사. 1995.
4. 민경옥, 김용천, 김용주: 임상운동학. 현문사. 1991.
5. 오정희, 이기웅, 박찬의: 임상운동학. 대학서림. 1990.
6. 이재학, 함용운, 장수경: 측정 및 평가. 대학서림. 1988.
7. 이태임: 요통환자에서 체간운동시 나타나는 요추주위근의 수축양상 변화. 대한재활의학회지. 제19권 제1호:82-89. 1995.
8. 이현일: 요부의 해부학적 고찰. 대한물리치료사학회지 제7권 제2호:89-96. 1988.
9. 정진우 역: 척추와 사지의 검진. 대학서림. 1986.
10. 조상현, 장성호, 조경자: 앙와위에서 수동적 양측 고관절굴곡에 따른 요추부 운동분

질의 각도변화. 대한재활의학회지. 제19권 제4호: 707-717. 1995.

11. Barbara J. de Lateur BJ, RM. Giaconi, BA, Questad M, Lehmann JF: Footwear and Posture: compensatory strategies for heel height. Am J Phys Med Rehabil 70:246-254. 1991.
12. Buehler VL: The Effect of Various Heights of Heels upon Erect Body Posture and an Investigation of Possible Reasons. Eugene, OR: University of Oregon; 1932.
13. Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby: Therapeutic Exercise. F.A. Davis Company. 1990.
14. Cynthia C. Norkin, Pamela K. Levangie: Joint Structure & Function 2nd. F.A. Davis Company. 1992.
15. Daniel E. Gelb, Lawrence G. Lenke, Keith H. Bridwell, Kathy Blanke, RN, and Kevin W. McEney: An Analysis of Sagittal Spinal Alignment in 100 Asymptomatic Middle and Older Aged Volunteers. spine 20:1351-1358. 1995.
16. Farfan HF, Huberdeau RM, Dubow HI: Lumbar intervertebral disc degeneration. J. Bone and Joint Surg-Am. 54: 492-509. 1972.
17. Gollnick PD, Tipton CM, Karpovich PV: Electrogoniometric study of walking on high heels. Res Q. 35:370-378. 1964.
18. I.A. Kapandji: The Physiology of the Joint. Churchill Livingstone. 1982.
19. Joseph J: The pattern of activity of some muscles in women walking on high heels. Ann Phys Med 9:295-299. 1968.
20. Jules M. Rothstein, Serge H. Roy,

- Steven L. Wolf: The Rehabilitation Specialist's Handbook. F.A. Davis Company. 1980.
21. Karen A. Opila, Stephen S. Wagner: Postural Alignment in Barefoot and High-Heeled Stance. spine 13:452-457. 1988.
  22. Kottke, Stillwell, Lehmann : Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation. Saunders company. 1989.
  23. Merrifield HH: Female gait patterns in shoes with different heel heights. Ergonomics 14:411-417. 1971.
  24. Michael O. La Grone, MD: Loss of Lumbar Lordosis. Orthop Clin No Am 19(2):383-393. 1988.
  25. M. Lynn Palmer, Maccia Epler: Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy. J.B. Lippicott Company. 1990.
  26. Moe JH, Denis F: The iatrogenic loss of lumbar lordosis. Orthop Trans 1(2): 131. 1977.
  27. R. A. Mckenzie : The Lumbar Spine: Mechanical Diagnosis and Therapy. Lower Hutt, New Zealand: Spinal Publications, 1981.
  28. Rene Cailliet : Low Back Pain Syndrome. F.A. Davis Company. 1995
  29. Robert F, Daniel EF: Evaluation of Lumbar Lordosis. A Prospective and Retrospective Study. spine 10(9): 799-803. 1985.
  30. Soderberge GL, Stave SA: The effect of negative heel footwear upon postural muscle activity. Electromyogr Clin Neurophysiol. 17: 307-317. 1977.
  31. Stagnara P, Devauroy JC, Dran G. et al: Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references for evaluation of kyphosis and lordosis. spine 7(4):335-342. 1982.
  32. Stanley V. Paris: Foundation of Clinical Orthopaedics. Divison of Patris Inc.1990
  33. Williams, M: Therapeutic Exercise. W. B. Saunders, Philadelphia, 1957.