

20대 성인여성에서 신발 굽높이가 요추 전만도에 미치는 영향

단국대학교 특수 교육대학원 물리 작업 치료

송 병 호

삼육대학교 대학원 물리치료학과

박 지 영

The Effect of Heel-heights on Lumbar Lordosis for Young Ladies

Song, Byung-ho, D.P.T, M.S.

Dept. of Physical Therapy, Dankook University

Park, Jee-Young, R.P.T.

Dept. of Physical Therapy, Sahn Yook University

< Abstract >

Background and purpose: The purpose of this study was to find out the effect of high heel shoes on lumbar lordosis for young ladies. The most of ladies wear high heel shoes at least 4 to 5 days a week. Subjects: Subjects were 30 young ladies age between 20 to 30 years old who go to the Sahn Yook University. Methods: Participants were static standing position with bear feet, tennis shoes, and 6cm high heel shoes each different time. The ankles of subjects were 15 degree plantar flexion with 6cm high heel shoes. Metrecom Skeletal Analysis System v. 3.10 was used to measure the lordosis of each subject. Results: The angle of the lordosis with high heel shoes showed the significant decrease omparing with the angle of lordosis with bear feet and tennis shoes. The mean difference is 2.57 degree. Conclusion: There is strong relationship between the high of heel with decreasing the lumbar lordosis($p<0.05$).

I . 서 론

1. 연구배경

근대와 현대 사회로 접어들면서 신발은 그 기본적인 기능보다 미적인 측면이 더 강조되고 있다(김 등, 1996). 특히 여성들은 신체적 특성과는 무관하게, 굽이 높은 구두를 선호하며 대부분의 시간을 높은 굽 신발을 신고 생활한다(Franklin, 1995).

이 때문에 높은 굽 신발이 인체에 미치는 영향에 관한 연구는 다양한 측면에서 시도되고 있다(박 등, 1999). 이러한 연구들의 결과로, 높은 굽 신발을 신을 경우 그렇지 않은 경우에 비해 슬관절의 골성관절염을 유발할 확

률이 2배 이상 높으며(Kerrigan et al., 1998), 발의 기형 즉 무지의 외반증(hallux valgus)을 유발한다(Nyska et al., 1996)고 보고되어 있다. 또한, 보행시 발의 저축 굴곡을 증가시켜 낮은 굽을 신고 걸을 때와 비교하여 발목관절의 불안정성을 초래하게 되고 이에 대한 보상작용의 일환으로 요추 전만을 감소시켜 골반의 후방 굴곡을 유도한다(Opila-Correia, 1990). 그리고, 이러한 자세변화는 척추의 근골격계의 문제를 유발할 수 있다(Karen et al., 1988). 이와 같이 높은 굽 신발은 발뿐만 아니라 척추에 영향을 미칠 수 있으며, 특히 요추에 영향을 미쳐, 요통의 유발과도 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Lateru et al., 1991).

2. 문제 제기 및 중요성

요통은 현대사회에서 중요한 문제점 중의 하나로서 전 인구의 50-90%가 평생에 한 번은 경험하는 흔한 질환이다. 요통을 유발하는 요인으로는 퇴행성 추간판 질환, 요추부 염좌와 나이, 직업 그리고 자세 이상 등을 들 수 있다(윤, 1999; 나 등, 1996). 이처럼 요통을 유발하는 요인이 다양하므로 요통 환자를 바르게 치료하기 위해서는 요통의 발생기전을 밝히는 것이 필수적이다(주 등, 1997).

임상에서의 많은 연구들을 통해 자세 이상이 요통의 유발에 많은 영향을 미친다고 믿어 왔다(Christie et al., 1995). 전통적으로 이상적인 자세는 측면에서 보았을 때, 수직선으로 정의되는 중력선(center of gravity)이 외이, 경추체, 견봉, 흉곽의 중심과 요추체를 지나, 고관절의 약간 후방, 슬관절의 전방과 외측 복사뼈의 바로 앞을 지나는 자세를 말한다. 또, 경추부와 요추부에서는 약간의 전만이, 흉추부에서는 약간의 후만이 유지된 자세를 바른 자세로 보고 있다(Magee, 1997). 척추가 이러한 정상 자세에서 벗어난 결과 요통이 발생할 것이라는 가정에서 자세 이상에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(주 등, 1997). Magee에 의하면 바른 자세는 각 관절에 최소한의 스트레즈만을 유발하고, 바른 기립 자세를 유지하게 되면, 이 자세를 유지하기 위한 근육 활동도 최소화된다고 하였다. 또 자세 이상은, 근육 등 연구 조직에 만성적 스트레스를 유발하여, 요통 등을 유발할 수 있다고 하였다(1997). 그리고, 요통 환자에서는 정상적인 척추 만곡을 보이지 않게 된다. 즉, 경추부 및 요추부의 전만곡이 증가되어 있든지 아니면 감소되어 있는 양상을 보인다(나 등, 1996). Simson은 그의 연구에서, 요통환자에서 요추의 전만이 감소된 것을 볼 수 있다고 하였다(1989). 그리고, 기립 자세에서 골반이 후방으로 굴곡되면, 요추 전만도가 감소한다는 것으로 되어 있다(Youdas et al., 1996). 그러나 요추 전만도의 증가가 요통에 영향을 미치는지, 아니면 감소가 요통과 관련이 있는지에 대해서는 아직 불분명하다.

높은 굽 신발은 체절의 위치를 변화시키고 인체는 그에 대한 보상작용으로, 전신의 center of mass(COM)의 변화를 유도한다고 한다. 그러나 높은 굽 신발이 자세나 전신의 center of mass(COM)에 미치는 영향은 아직 불분명하다(Snow와 Williams, 1994). 많은 임상학자들이 그들의 경험에서 높은 굽 신발이 요추 전만도를 증가시킨다고 확신하여 왔다(de Lateur et al., 1991).

그리고, 높은 굽 신발의 사용은 자세 변화에 따른 보상작용으로 조직 압박 패턴을 변화시켜 요통을 유발하기도 하며, 이러한 자세 변화 중 요추 전만의 감소는 골반의 후방굴곡을 유발하며 이는 요통의 원인이 될 수 있다고 하였다(Opila-Correia, 1990). 이와 같이, 높은 굽 신발을 신고 보행하는 것 자체가 척추의 변형을 초래하여 요통을 유발한다고 생각되어 왔지만 그에 대한 문헌은 거의 없고(송 등, 1997), 몇 안되는 연구에서조차 그 결과가 일관되지 못하고 있다.

본 연구에서는 높은 굽 신발이 요추 전만에 미치는 영향에 대해 연구해 보고자한다. 신발 굽의 높이가 요추 전만도에 영향을 미친다는 것은 전체적인 자세를 변화시킬 수 있다는 것을 의미한다. 그리고 이러한 자세 이상은 요통의 원인과 연관지을 수 있을 것이다. 그러므로, 이 연구는 요통 환자나, 건강한 사람을 위한 치료 혹은 건강 정보 제공을 위한 교육 프로그램 등에서 신발 굽 높이가 자세의 변화 특히, 요추 전만에 미치는 영향에 관한 객관적인 정보를 제공하고, 신발 굽 높이가 요통의 원인이 될 수 있는지에 대한 근거를 제시하는데 유용한 자료로 쓰일 수 있을 것으로 예상된다.

3. 연구목적

일반적으로, 높은 굽 신발은 자세 이상을 유발할 수 있으며, 이것이 요통의 원인으로 제기되어 왔다. 그러나 높은 굽 신발이 요통을 유발하는 근본 원인인지에 대해서는 아직 불분명하다. 이 연구의 목적은 신발 굽 높이가 요추 전만도에 미치는 영향을 확인하여 요통과의 연관성에 대한 근거를 연구하기 위한 것이다.

4. 연구가설

1) 신발 굽의 높이 변화가 요추 전만도에 영향을 미칠 것이다. 그리고 이를 통해서, 높은 굽 신발이 자세를 변화시킬 수 있다는 사실을 유추할 수 있을 것이다.

2) 대상자의 일반적 특성 즉 신장, 체중, 평소 주로 신는 신발의 종류(기호)도 요추 전만도에 영향을 미칠 것으로 보인다.

5. 용어정의

1) 요추 전만도 : 메트레콤(Metrecom Skeletal

Analysis System, 이하 Metrecom)에서 컴퓨터를 통해 계산된 제 1요추(L1)에서 제 5요추(L5)까지의 전만각도로 정의하였다(나 등, 1996; 윤, 1999).

2) 기호: 이 연구에서는 평소에 주로 신는 신발의 종류를 대상자의 기호라고 정의하였다. 1주일에 3일 이상 또한 적어도 하루에 4시간 이상 높은 굽 신발을 신는 사람(Snow와 Williams, 1994)을 높은 굽 애용자, 그렇지 않은 그룹을 단화 애용자 그룹으로 정하였다.

II. 이론적 배경

굽이 높은 신발은 1600년대 초에 서양에서 처음 유행하기 시작하였으며, 특히 여성들의 신발에서 두드러진다. 신발 굽의 높이는 여러 세기에 걸쳐 신발 디자인에 영향을 미쳐 왔으며, 이는 신발의 기능적인 측면보다 미적인 측면이 더 강조된 결과이다(Menz와 Lord, 1999). 현대 사회의 여성들은 신체적 특성과 무관하게 신발을 선택하는데, 미를 위해 선호되는 굽이 높은 구두는, 대부분 신발의 앞굽은 뾰족하고 뒷굽은 가늘고 높아 족부의 변형을 가져오며 요통을 포함한 많은 장애를 유발할 수 있다(김 등, 1996). 그리고, 임상적으로 신발은 발에만 중요한 것이 아니라 요부에 영향을 미칠 수 있다고 확신되어 왔다(de Lateur et al., 1991). 1999년 윤은 많은 여성들이 높은 굽의 구두를 신었을 때 요통을 호소하며 이는 굽이 높은 신발로 인해 유발된 자세의 이상에 의한 것으로 볼 수 있다고 하였다.

구두 굽을 높이는 효과에 대한 연구들은 자세와 운동학적 변화에 초점이 맞추어지는 경향이 있다(Menz와 Lord, 1999). 그리고, 높은 굽 신발이 자세의 변화나 전신의 체위 변화에 미치는 영향은 아직 불분명하다(Snow와 Williams, 1994). Opila et al.은 높은 굽 신발을 신고 서 있는 동안의 무게 중심선은 외이도와 큰 대퇴돌기에서는 전방으로, 대퇴의 관절염기와 외측 복사뼈에서는 후방으로 이동하였다고 하였다(1988). 높은 굽 신발을 신고 서 있으면 무게 중심이 상체에서는 앞으로 이동하고, 하체에서는 뒤쪽으로 이동한다는 것이다(박 등, 1999). 또 다른 연구에서도 높은 굽 신발이 발목관절은 중력선으로부터 전방으로, 골반과 체간은 중력선으로부터 후방으로 이동시킨다고 보고하여 Opila et al.(1988)과 박 등(1999)의 연구 결과를 뒷받침한다(Snow와 Williams, 1994). 그러나, Mathew와

Wooten(1963)은 맨발과 높은 굽 신발을 신고 서 있을 때, 중력선은 각각의 상태에서 유의한 차이가 없었으며, 이는 해부학적 보상작용의 결과라고 하여 다소 다른 연구 결과를 발표하였다. 또한, 많은 임상가들은 그들의 연구에서 높은 굽 신발이 요추 전만을 증가시키는 것으로 확신하여 왔다(de Lateur et al., 1991). 그러나, 기립 자세에서 중력선을 관찰하여 분절의 정열을 정량화하고, 외부의 스트레스 특히, 높은 굽 신발과 관련한 구조적 보상작용을 평가하기 위한 그들의 연구에서 Opila et al.은 맨발과 높은 굽 신발을 신고 선 자세에서의 요추 전만각을 측정된 결과 높은 굽 신발을 신은 경우 요추 전만각이 감소하고 골반이 후방굴곡되었다고 발표하였다(1988). 이같은 연구간의 차이는 높은 굽 신발을 신는 여성들에 의한 보상작용으로 인한 자세 변화가 변수로 작용하기 때문일 것이다(Snow와 Williams, 1994).

1924년 Von Lackum은 요통의 원인으로 요추 전만도의 모양이 중요하다고 최초로 발표하였다(주 등, 1997). 그리고, 흉추 후반, 요추전만, 골반 경사 그리고 복부근력 모두가 다양한 연구 대상자들에서 요통과 관련된 것으로 되어 있다(Christie et al., 1995). 나 등은 요통환자에서의 척추 만곡 분석에 관한 연구에서 요통환자들은 복부근의 약화, 요추 전만의 증가, 하지직거상 검사가 양성 반응으로 나타난다고 하였다(1996). 그러나 Day et al.(1984)과 During et al.(1985)는 요추 전만과 요통 사이에는 아무런 상관관계가 없다고 하였다. 또, Togerson와 Dotter(1976)와 Hansson et al.(1985)는 그들의 연구에서 정상인, 급성 요통 환자와 만성 요통환자에서의 요추 전만도의 차이가 없다고 주장하였다. 이는 요추 전만과 요통 사이의 관계가 유의하지 않다는 다른 연구들과 유사한 결과였다(Day et al., 1984; During et al., 1985). Roncarati와 McMullen은 요추 전만의 증가가 요통과 관련된다고 하였고(1988), McNeil et al.은 심한 요통 환자의 경우 전만곡의 증가와 척추 굴곡 및 신전 근의 약화가 두드러지게 나타난다고 하였다(1980). 이와는 반대로 또 다른 연구들에서는 요추 전만도의 증가가 척추 후관절의 부하를 증가시켜 요통의 원인이 될 수 있기 때문에 환자의 자세는 요추 전만도가 감소하는 경향을 나타낸다고 보고하였다(Dunlop et al., 1984; Jackson와 McMunus, 1994). 또한 1996년 나 등은 요통환자에서의 척추만곡 분석에 관한 그들의 연구에서 요추 전만각도와 흉추 후반각도 모두에서 요통 환자군이 정상대조군보다 유의하

게 감소되는 결과를 보였다고 발표하였다($p < 0.05$). Magora는 1975년에, 요통 환자들을 대상으로 방사선 사진을 이용한 그의 연구에서 요통 환자들에서 요추 전만도가 증가한 소견이 흔히 보였지만 요추 전만도의 감소가 있는 경우가 보다 더 요통에 특이적인 소견이며, 요추부 전만곡의 감소가 심한 요통의 신뢰있는 지표가 될 수 있다고 보고하였다. 이처럼 각 연구마다 측정방법이나 연구 결과가 다르며 요추 전만도의 변화가 요통이 원인인지 결과인지에 대한 해석도 달리하고 있다(주 등, 1997). 이렇듯 높은 굽 신발이 요추 전만의 증가를 일으키는지 여전히 명확히 못하며, 요추 전만도와 요통 사이의 상관관계도 확실치 못한 실정이다.

자세 이상이 요통을 유발할 수 있다는 임상적인 경험들이 많이 보고되고 있다. 그래서, 요통과 관련한 자세를 평가하기 위한 여러 방법들이 고안되어 있다. 요추 전만은, 요통과 연관이 있다고 생각되어 지고 있어 요통환자들을 평가할 때 측정하게 되는 자세 중 하나이다. 이 때문에 요추 전만도를 객관화 할 수 있는 몇가지 방법들이 사용되고 있다(윤, 1999). 요추 전만을 측정하는 방법으로 자유곡선자를 이용한 방법(윤, 1999; Snow와 Williams, 1994; Walker et al., 1986), 임상에서 가장 널리 이용되는 일반 방사선을 이용한 방법, 사진촬영에 의한 방법(Burdett et al., 1986), 동작분석기를 이용한 방법(송 등, 1997; 김 등, 1996; 나 등 1996; Franklin et al., 1995). 그리고 특수 각도계(electrogoniometer)를 이용한 방법(문 등, 1995; 나 등, 1996; Mior and Clements, 1992)등을 들 수 있다. 이 중 임상에서 가장 널리 쓰이고 있는 일반 방사선 촬영에 의한 측정을 제외하고, 저 비용으로 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있는 자유곡선자가 이용된다. 그러나, 자유곡선자를 이용하여 요추 전만도를 측정하기 위해서는 요추부 만곡의 형태대로 요추부위에 대고 눌러 얻어진 곡선을 종이 위에 대고 옮겨 그려야 하며, 이 곡선을 바탕으로 각각 \arctan 값을 구해야 한다는 번거로움이 있다.

메트레콤(Metrecom)은 자세 평가, 척추 분석, 관절 가동범위 그리고 Cobb 각을 측정하기 위해 고안된 인체에 무해하고, 전산화된 전자 각도계이다. 메트레콤(Metrecom)에 부착된 지시봉으로 제 7경추(C7) 극돌기, 제 5요추(L5) 극돌기, 후상장골극(PSIS)을 표시하고 후두 융기부에서 천추까지 척추 극돌기를 따라 선을 그리면, 컴퓨터에 의해 3차원 좌표가 계산되어 수치로 표시된다(나 등, 1996). 몇몇의 연구들에서 이 측정도구

에 관한 신뢰도와 타당도에 관한 연구가 이루어져 왔다. 1995년 문 등은 메트레콤(Metrecom)의 검사 결과와 일반 방사선 검사 결과 사이에 의미 있는 상관관계가 있었다고 발표하였다(Rf: 0.65, $p < 0.001$). 또한 나 등은 요통환자에서의 척추 만곡을 연구한 그들의 연구에서 메트레콤(Metrecom)의 정확성을 평가하기 위해 단순 방사선 검사 결과와 비교한 결과, 두 방법간 평균 오차가 2.41로 차이가 없었다고 보고하였다(1996).

Mior et al.는 척추 측만증 환자들을 대상으로 한 그들의 연구에서 메트레콤(Metrecom)과 일반 방사선에서 측정한 Cobb 각의 상관관계가 0.64로 비교적 높은 상관관계가 있다고 하였다(1996). 또한, Walsh와 Breen은 메트레콤(Metrecom)은 매우 높은 측정자내 신뢰도를 가진 척추 만곡 분석기라고 하였다(1993). 그리고, 메트레콤(Metrecom)은 전산화 되었다는 이로운 때문에 현재 카이로프락터, 정형외과 의사, 외과 의사, 물리치료사 등에 의해 널리 이용되고 있다(Mior et al., 1996).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 삼육대학교에 재학중인 여학생 30명으로 하였다. 대상의 연령은 20~30세로 제한하였다. 연구 대상자는 첫째, 최근 6개월 이내에 요통의 과거력이 없고, 둘째, 요추부의 다른 질환이 없었으며, 셋째, 족부의 질환이 없어 높은 굽 신발을 신는 데 문제가 없고, 넷째, 다른 정형외과적, 신경외과적 질환을 경험하지 않은 학생으로 선정하였다. 모든 대상자들에게 연구의 목적과 방법을 사전에 설명하고 동의를 받은 후 실험을 실행하였다.

2. 측정도구

요추 전만을 측정하는 도구는 메트레콤(Metrecom Skeletal Analysis System v. 3.10, FARO Medical Technologies Inc., 이하 Metrecom)으로 인체에 유해함 없이 쉽게 요추 전만을 측정할 수 있는 3-D digitizer이다. 메트레콤(Metrecom)으로 요추 전만을 측정하기 위해서 지시봉으로 제 7경추 극돌기(C7), 제 5요추 극돌기(L5), 후상장골극(PSIS)을 표시한 후 후두 융기부

(occiput)에서 제 4척추(S4)까지 척추의 극돌기를 따라 선을 그리면 3차원 좌표가 컴퓨터를 통해 계산된다. 요추 전만의 각도는 제 1요추(L1)에서 제 5요추(L5)까지가 계산된다(나 등, 1996)

3. 자료의 수집과정

1) 척추 만곡을 측정하기 위한 대상자의 자세

요추 전만을 측정하기 위한 자세는 이완하여 기립한 자세로 하였다(윤소영, 1999; Bennett et al., 1989). 기립 이완자세는 일반적인 사람들이 주로 취하는 자세를 기준으로 하여, 양발 사이를 15cm 벌린 상태에서 팔은 대상자가 편한 위치에 두게 하였다. 또, 양 발 사이의 간격을 바닥에 표시해 두어 각 상태에서 양발 사이의 변화가 요추 전만도에 미칠 수 있는 영향을 배제하였다(윤, 1999). 또한, 6cm 높이의 구두를 신은 경우에는 굽 높이에 의해 측관절이 15 저측굴곡된 상태에서 측정하였다.

2) 측정방법

대상자가 각각 맨발, 운동화, 6cm 굽 높이의 구두를 신은 상태로 기립 이완자세를 취하도록 한 후, 메트레콤(Metrecom)을 이용하여 요추 전만도를 측정하였다. 운동화와 구두는 여대생들의 평균 발 크기를 감안하여 각각 235 mm와 240 mm로 실험자가 시중에서 구입하여 사용하였다.

메트레콤(Metrecom)의 특성상 측정의 정확도를 유지하기 위해서 척추의 극돌기를 확인할 수 있는 상태가 유지되어야 한다. 이를 위해, 상의를 모두 탈의하고 뒤트림 가운을 착용하여 척추 극돌기가 완전히 노출되고 후상장골극(PSIS)까지 보이도록 하였다(문 등, 1995). 척추의 만곡 특히, 요추의 전만을 측정하기 위 메트레콤의 표시부는 각각 다음과 같은 방법으로 정하였다(Magee, 1997). 양쪽 장골능(Iliac crest)에서 후방으로 측지하여 오면 후상장골극(PSIS)을 쉽게 측지할 수 있다.

또한 양쪽 장골능의 높이는 제 4요추(L4)와 제 5요추(L5)의 극돌기 사이 높이와 같으므로, 장골능과 만나는 지점 바로 아래에서 측지되는 극돌기가 제 5요추의 극돌기임을 알 수 있다. 또한 제 7경추는 경추부의 융추에 해당하므로 여기에 각각 표시를 하고 측정하였다. 각각의 측정 사이의 휴식시간은 1분으로 하고, 각각의 굽 높이 상태의 순서는 무작위로 하였다. 또한, 각 신발 굽 높이에 따른 적응을 위해 10분 이상 걸어 다녀 충분히 익

숙해진 후에 측정을 시행하였다(윤, 1999; 김 등, 1996; Opila et al., 1988). 그리고, 실험 오차를 줄이기 위해 요추 전만 정도는 각각의 상태에서 5회씩 측정하여 최대값과 최소값을 버리고, 3회의 측정 결과의 평균을 자료로 이용하였다. 검사자간의 신뢰성을 유지하기 위해 한 명의 측정자가 모든 경우를 측정하였으며, 측정자는 각각의 측지 위치를 측지하는 방법과 메트레콤(Metrecom)을 사용하는 방법에 대해 숙지하고 있었다. 또한, 대상자의 일반적 특성이 연구에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 체중과 신장, 그리고 평소 주로 신는 신발의 종류(기호)에 대한 사전 조사를 하였다. 평소 주로 신는 신발의 종류의 구분은 일주일에 3일 이상 또한 적어도 하루에 4시간 이상 높은 굽 신발을 신은 사람(Snow와 Williams, 1994)을 기준으로 높은 굽 애용자와 단화 애용자 그룹으로 구분하였다.

4. 자료 분석(Data analysis)

자료의 분석은 SPSS(v. 10.0)를 이용하여 다음과 같이 통계 처리하였다.

1) 대상자의 일반적 특성은 평균, 표준편차, 백분율을 이용하여 도식화하였다.

2) 요추 전만도 3회의 측정결과를 통해 측정자내 신뢰도를 알아보기 위해 신뢰도 분석(reliability analysis)을 이용하여 Cronbach 값을 구하였다.

3) 각 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 차이를 비교하기 위해 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였다.

4) 대상자의 일반적 특성에 따른 요추 전만도의 차이를 확인하기 위해 각각 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였고, 대상자의 일반적 특성이 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화에 영향을 미치는지를 확인하기 위해 반복 측정된 이요인 분산분석(repeated two-way ANOVA)을 사용하였다.

5) 평소 주로 신는 신발의 종류(기호)에 따라 구분한 두 그룹 내에서 각각 요추 전만도의 변화량의 차이를 확인하기 위해 t-test를 실시하였다.

IV. 결 과

1. 연구대상자의 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같았다. 연령 분포는 20~25세로 대부분의 대상자가 20~21세 (76.7%)에 속하였고, 평균연령은 21.03세였다. 신장은 최저 153cm, 최고 172cm였으며, 158~167cm 군이 21명으로 전체 대상자의 60%에 해당하였다. 평균신장은 161.73cm이었다. 체중은 최저 40 kg, 최고 63 kg 이었으며, 50~55 kg 군이 전체 대상자의 60%(18명)를 차지하였고, 평균 체중은 51.73 kg이었다.

평소 높은 굽 신발을 신는지의 여부가 요추 전만도에 미치는 영향을 알아보기 위해 사전 조사한 결과 하루에 4시간 이상, 1주일에 3일 정도 높은 굽 신발을 신은 대상을 조사한 결과 단지 30%(9명)만이 높은 굽을 즐겨 신는 것으로 나타났다(〈표 1〉참조).

2. 측정자내 신뢰도

30명을 대상으로 각각의 신발 굽 높이에서 5번씩 측정하여 최대값과 최소값을 버린 3번의 측정결과를 이용하여, 메트레콤(Metrecom)을 이용해 측정한 요추 전만도의 측정자내 신뢰도를 알아보기 위해 Cronbach 값을 구하였다. 6cm 구두의 경우, 측정자내 신뢰도가 0.90으로 다른 신발 굽 높이(0.95이상)에서의 결과보다 낮은 결과를 보였으나, 모두 비교적 높은 측정자내 신뢰도를 보였다(〈표 2〉참조).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

일반적 특성	대상자 수(명)	백분율(%)
나이	30	
평균 표준편차	21.03 1.10	
체중		
50 kg 이하	11	36.7
51~60 kg	18	60.0
61 kg 이상	1	3.3
평균 표준편차	51.73±5.07	
신장		
151~160 cm	14	46.7
161~170 cm	15	50.0
171 cm 이상	1	3.3
평균 표준편차	161.73±4.70	

3. 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화

신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 차이를 비교하기 위해 일요인 분산분석을 실시한 결과 다음과 같았다. 맨발에서의 요추 전만도는 평균 30.24였으며, 운동화의 경우에는 29.06로 1.18 감소하였고, 6cm 높이의 구두의 경우 요추 전만도는 평균 27.67로 맨발에서에 비해 2.57 감소하였다.

신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 차이는 맨발에서 측정된 요추 전만도를 기준으로 하였을 때, 운동화에서 측정된 요추 전만도의 평균과는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 6cm 구두에서 측정된 요추 전만도의 평균과는 유의한 차이를 보였다($F=3.51, p<0.05$)(〈표 3〉 참조).

4. 대상자의 일반적 특성과 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화

1) 체중과 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화

체중이 요추 전만도의 변화에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 일요인 분산 분석을 실시한 결과, 요추 전만도는 체중에 따라 구분된 그룹간의 차이가 뚜렷한 것으로 나타났다($p<0.05$). 그러나, 체중이 증가함에 따른 요추 전만도의 변화에는 일관성이 없었다. 또한, 체중에 따라 구분된 그룹 내에서 신발 굽 높이가 높아질수록 요추 전만도의 평균은 감소하였으나, 통계적으로 유의하지 않았다($F=2.09\sim 2.44$)(〈표 4〉 참조).

기호		
높은 굽 애용자	9	30.0
단화 애용자	21	70.0
계	30	100

표 2. 각각의 신발 굽 높이에서 세 번 측정된 요추 전만도의 Cronbach α 값

신발 굽 높이	Cronbach α
맨발	0.95**
운동화	0.95**
구두(6cm)	0.90**

주 : **p<0.01

표 3. 각 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도

신발굽높이	요추전만도		F 값
맨 발	30.24±4.98 ^{a)}	맨 발 - 운동화	2.12
운동화	29.06±5.10	운동화 - 구 두	2.18
구두(6 cm)	27.67±3.47	맨 발 - 구 두	3.51*

주 : *p<0.05

a) 평균 표준편차

표 4. 체중에 따른 신발 굽 높이별 요추 전만도의 차이

N = 30	50 kg이하 (n=10)	51~60 kg (n=19)	61 kg 이상 (n=1)	F 값
맨발	34.30±5.54 ^{a)}	28.05±3.21	31.33	7.51**
운동화	32.47±6.30	27.42±3.50	26.00	4.13*
구두(6cm)	30.00±3.08	26.50±3.19	26.67	4.11*
맨발-구두 F 값	2.09	2.44		

주 : **p<0.01

*p<0.05

a) 평균 표준편차

체중과 신발 굽 높이가 요추 전만도의 변화에 영향을 미치는지를 확인하기 위해 실시한 반복 측정된 이요인 분산분석 결과, 신발 굽 높이는 요추 전만도의 변화에 유의한 영향을 미치나(F=5.85, p=0.01), 체중은 영향을

미치지 않았다(F=1.55, p=0.24). 그러나, 체중과 구두굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화 사이의 상호작용은 어느 정도 존재하였지만, 통계적으로 유의하지는 않았다(F=2.40, p=0.07)(표 5)참조).

표 5. 체중과 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화에 대한 반복 측정된 이요인 분산 분석 결과

변 수	평방향	자유도	평방평균	F 값	P
신발굽높이	50.97	2	25.49	5.85	0.01
체중	116.91	2	58.46	1.55	0.24
신발굽높이×체중	41.79	4	10.45	2.40	0.07

2) 신장과 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화 신장이 요추 전만도의 변화에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 일요인 분산분석을 실시한 결과, 맨발과 운동화에서 측정된 요추 전만도에서는 굽간의 차이가 뚜렷하지 않았으며, 구두의 경우에는 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다($F=5.39, p<0.05$). 그리고, 신장이 171cm 이상인 그룹을 제외하고는 신장이 증가할수록 요추 전만도가 감소한 것을 볼 수 있었다. 또한 신장에 따라 구분된 그룹 내에서 신발 굽 높이에 따라 요

추 전만도의 평균이 감소한 것을 볼 수 있었으나, 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$)(<표 6> 참조).

신장과 신발 굽 높이가 요추 전만도의 변화에 영향을 미치는지를 확인하기 위해 반복 측정된 이요인 분산분석을 실시한 결과 신발굽 높이는 요추 전만도에 통계적으로 유의한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다($F=5.85, p=0.01$). 그러나 신장은 요추 전만도에 영향을 주지 않으며($F=2.33, p=0.12$), 신장과 신발 굽 높이간의 상호작용도 없는 것으로 나타났다($F=0.88, p=0.49$)(<표 7> 참조).

표 6. 신장에 따른 신발 굽 높이별 요추 전만도의 차이

N = 30	150~160cm (n=14)	161~170cm (n=15)	171cm 이상 (n=1)	F값
맨발	32.19±5.86 ^a	28.20±3.21	33.67	2.91
운동화	30.90±5.99	27.16±3.57	31.67	2.28
구두(6cm)	29.10±3.14	25.98±2.95	33.00	5.39*
맨발-구두 F값	1.15	1.61		

주 : * $p<0.05$ a) 평균 표준편차

표 7. 신장과 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화에 대한 반복 측정된 이요인 분산 분석 결과

변 수	평방향	자유도	평방평균	F 값	P
신발굽높이	50.97	2	25.49	5.85	0.01
신장	175.42	2	87.71	2.33	0.12
신발굽높이×신장	15.33	4	3.83	0.88	0.49

3) 기호와 신발 굽 높이가 요추 전만도의 변화에 미치는 영향

기호에 따라 구분된 두 그룹 사이에서 요추 전만도의 변화를 확인하기 위해 일요인 분산분석을 실시한 결과는 <표 8>과 같다. 각 신발 굽 높이별로 기호에 따라 비교한 요추 전만도의 평균은, 3가지 굽 높이 모두에서 요추 전만도의 감소를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 그리고 6cm 구두의 경우, 요추 전만도는 비교적 큰 그룹간 차이를 보였다($p<0.05$).

기호와 신발 굽 높이가 요추 전만도의 변화에 미치는

영향에 대해 알아보기 위해 반복 측정된 이요인 분석을 실시한 결과 기호는 요추 전만도의 변화에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나, 신발 굽 높이가 기호에 따른 요추 전만도의 변화간에는 통계적으로 유의한 상호작용이 존재하였다($F=3.56, p=0.04$)(<표 9>참조).

기호와 신발 굽 높이 사이에 상호작용이 존재하는 것을 바탕으로 기호로 구분된 두 그룹 내에서 요추 전만도의 감소 정도를 비교하기 위해, 요추 전만도의 유의한 차이를 보인 굽 높이 즉, 맨발과 구두(6 cm)의 경우에서 측정된 요추 전만도 사이의 차를 구하여 t-test를 실시한

결과 <표 10>과 같았다. 높은 굽을 즐겨 신는 그룹에서, 신발 굽이 높아질수록 요추 전만도가 더 많이 감소한 것

을 볼 수 있었으나, 통계적으로 유의하지는 않았다($t=-1.73, p=0.09$).

표 8. 기호에 따른 신발 굽 높이별 요추 전만도의 차이

신발굽높이	기 호	높은 굽 애용자	단화 애용자	F 값	p
맨발	32.07±5.61 ^{a)}	29.46±4.60	1.78	0.19	
운동화	29.33±4.35	29.84±5.48	0.04	0.85	
구두(6cm)	29.52±3.73	26.87±3.12	4.04	0.05	

주: a) 평균±표준편차

표 9. 기호와 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화에 대한 반복 측정된 이요인 분산 분석 결과

변 수	평방향	자유도	평방향평균	F값	P
신발굽높이	50.97	2	25.49	5.85	0.01
기호	19.06	2	19.06	0.51	0.49
신발굽높이 기호	31.06	2	15.53	3.56	0.04

표 10. 기호에 따라 구분된 두 그룹간 요추 전만도의 차이

N = 30	높은굽애용자 (n=9)	단화애용자 (n=21)	t값	p
요추전만도의차이	2.74±4.46 ^{a)}	0.52±2.55	-1.73	0.09

주: a) 평균 표준편차

V. 고 찰

본 연구에서는 측정도구로 사용한 메트레콤(Metrecom)의 측정자내 신뢰도를 알아보기 위해, 각 신발 굽 높이에서 각각 5회씩 측정된 요추 전만도값 중 최소값과 최대값을 버리고 3회의 자료를 가지고 Chronbach α 값을 구하였다. 그 결과 맨발에서는 약 0.95, 운동화를 신은 경우 0.96, 그리고 구두를 신은 경우에는 0.90 ($p<0.01$)으로 구두를 신은 경우에 다른 신발 굽 높이의 경우보다 낮은 결과를 보였지만, 각각의 경우 모두 비교적 높은 신뢰를 보였다. 이러한 결과는 Mior et al.의 연구 결과인 0.71~0.83보다 더 높았다(1996). 또한 Walsh and Breen의 연구 결과와도 일치하는 결과였다(1993). 그리고 Mior et al.의 연구에서 메트레콤(Metrecom)의 측정자간 신뢰도는 미약(0.58)하다는 결과를 보였으나(1996), 본 연구에서는 한 명의 측정자가 모든 경우를 측정했기 때문에 측정자간 신뢰도를 비교할 수는 없었다.

또한, 본 연구에서 사용한 신발굽의 종류는 운동화와

6cm 굽 높이의 구두였다.

이것은 20대 여성들이 즐겨 신는 신발의 종류가 2가지로 구분되어 높은 굽 신발을 신는 그룹과, 운동화와 유사한 굽 높이를 가진 워커나 단화를 주로 신는 그룹으로 나뉘고, 높은 굽 신발을 신는 그룹의 평균 굽높이가 6cm(Kerrigan et al., 1998)이었다는 것을 확인하고 연구자가 선택한 굽 높이였다.

그 이전에 대해서는 연구자마다 다르게 보고되고 있지만, 요통을 일으키는 많은 요인 중에서 자세 이상에 대한 연구가 많이 보고되고 있다. 또한, 요통 환자에서는 정상적인 척추 만곡을 보이지 않게 된다. 즉, 경추부 및 요추부의 전만곡이 증가 또는 감소를 보이게 된다는 것이다(나 등, 1996). 굽이 높은 신발을 신으면, 전족부로의 수직 부하가 증가하고 중심선이 전방으로 이동하게 되고(Opila-Correia, 1990) 이 증가된 수직부하에 대해 우리 몸은 적응을 하게 된다(윤, 1999).

본 연구에서는 신발 굽의 높이가 맨발, 운동화, 6cm 높이의 구두로 변함에 따라 요추 전만도가 감소하였다. 이 결과는 기존의 다른 연구들의 결과와 유사하였다

(Franklin et al., 1995; 윤, 1999; 김 등, 1996; Opila, 1988). 이는 Bendix et al.과 Opila-Correia(1990)가 높은 굽 신발을 신은 경우에 요추 전만이 감소되고 골반의 후방 전위가 생긴다고 하는 연구에 부합하는 결과로 보인다. 또, 높은 굽 구두를 신었을 경우, 골반경사, 요추 전만각도, 요추추간이 모두 유의하게 감소되었다는 Franklin의 연구 결과와도 같았다(1995). Opila는 1988년 발표한 그의 논문에서 신발 굽이 높아질수록 몸이 앞으로 넘어지려는 느낌을 갖게 되며, 이 느낌을 줄이기 위해 체간을 뒤쪽으로 젖히게 되고 이에 대한 보상작용으로 요추부를 앞으로 기울이게 되어 결과적으로 요추 전만이 감소한다고 설명하였다. 주(1997)등은 이러한 요추 전만도의 감소를 척추후관절에 부하되는 압력을 감소시키거나 요추부 접합부의 전단력을 최소화하여 요통을 감소시키려는 운동생리학적 결과라고 하였다.

그러나 자유 곡선자를 이용하여 신발 굽 높이가 요추 전만도에 미치는 영향에 대해 연구한 Snow and Willims는 굽 높이가 다른 신발을 신고 측정한 각각의 요추 전만도의 평균에는 통계적으로 차이가 없다고 하였다(1994). 그리고, 김 등(1996)과 송 등(1997)도 골반에서도 구두 굽이 높아질수록 발뒤꿈치 접지시 골반관절 각과 평균 골반 관절각이 감소되어 요추 전만이 감소하는 경향을 보였지만, 통계적으로 유의성은 없다고 하였다. 또한, 이 등은 정상성인과 척추전방전위증 환자에서 뒷굽 높이에 따른 요추 전만도의 비교에 관한 연구에서 두 그룹 모두에서 신발 굽의 변화가 요추 전만도에 유의할 만한 영향을 미치지 않는다고 보고하였다(2000). 본 연구의 결과는 이러한 연구결과와는 다소 차이가 있었다.

본 연구에서는 일반적인 특성 즉 체중, 신장, 평소 shoe 주로 신는 신발의 종류(기호)가 요추 전만도에 미치는 영향에 대한 분석결과, 체중에 따라서만 요추 전만도에 유의한 차이가 있었다. 이 결과는 신장에 따라 각 구두굽 높이에 따른 요추 전만도에만 유의한 차이가 있고, 체중에 따라서는 유의한 차이가 없었다고 한 윤의 연구 결과와 차이가 있었다(1999). 또, 기호에 따라 구분한 두 그룹 내에서 요추 전만도의 감소 비율을 분석한 결과 통계적으로 유의하지는 않았지만, 평소 shoe 주로 높은 굽 구두를 신는 그룹 내의 요추 전만도 감소가 더 컸다. 그러나, 두 그룹을 비교하기에는 대상의 수가 적었고 평소 shoe 신는 신발의 종류도 굽 높이가 뿐 아니라 앞굽의 모양과 뒷굽의 모양 등 다른 여러 가지 변수가 존재할 수 있기 때문에 이 변수로 인한 결과라고 판단하기에는 힘들 것이라고 생각된다.

높은 굽 신발을 주로 신는 여성들이 요통을 호소하는

경우가 허다하며, 이는 높은 굽 신발이 자세에 영향을 주기 때문일 것이다. 윤은 높은 굽 구두를 신었을 경우 보상작용으로 발생하는 요추 전만의 감소가 척추부위에 비정상적인 스트레스를 유발할 수 있으며, 요통을 악화시키는 경향이 있다고 하였다(1999). 또한, 여러 연구에서 요통 환자 군에서의 요추 전만도가 정상 대조군에 비해 감소된다는 것을 발견하였다(나 등, 1996; Magora, 1975; Dunlop et al., 1984; Jackson and McManus, 1994). 그러므로 높은 굽 신발에서 요추 전만이 감소했다는 본 연구의 결과 높은 굽 신발이, 요통의 원인으로 제기되는 자세 이상 중 요추 전만에 영향을 미칠 수 있으며, 이는 높은 굽 신발이 요통의 간접적인 원인이 될 수 있다는 근거가 될 것이다.

그러나, 본 연구에서는 신장, 체중, 평소 신는 신발의 종류 등 일반적 특성의 범위가 극히 한정되어 있고, 특정 연령대의 여대생들이라는 점, 대상이 30명이라는 점이 제한점으로 작용하여 본 연구의 결과를 일반화 할 수는 없다. 그러므로, 본 연구의 결과를 토대로 높은 굽 신발이 요추 전만도의 감소를 유발하여 요통의 원인으로 제기되는 자세 이상을 일으킬 수 있다고 볼 수 있지만, 이 연구의 결과만으로 높은 굽 신발을 신는 것이 요통의 원인이라는 직접적인 근거를 제시할 수는 없다. 앞으로 신발 굽 높이에 따른 요추부 근긴장도에 관한 연구와 요통과 요추 전만도에 대한 광범위하고 정확한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되며, 대상자의 일반적 특성이 다양한 그룹간의 비교 연구도 이루어져야 한다고 생각한다.

VI. 결 론

신발 굽 높이가 요추 전만도에 미치는 영향을 확인하여 요통과의 연관성을 연구하기 위해, 삼육대학교에 재학중인 20대(평균 21.03세) 정상 성인 여성 30명을 대상으로, 각각 맨발, 운동화, 6cm 높이의 구두를 신고 기립 이완한 자세를 취한 상태에서, 메트레콤(Metrecom Skeletal Analysis System v. 3.10)을 이용하여 요추 전만도를 측정 한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 메트레콤(Metrecom)을 이용하여 측정한 요추 전만도의 측정자내 신뢰도는 각 신발 굽 높이에서 Cronbach 값이 0.89~0.95로 매우 높았다($p < 0.01$).

2. 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도는 맨발을 기준으로 하였을 때, 6cm 높이의 구두에서 2.57°가 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)

3. 대상자의 체중, 신장, 평소 신는 신발 종류(기호)와 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 차이에서는 유의한

차이가 없었지만, 기호와 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화간에는 통계적으로 유의한 상호작용이 존재하였다($p < 0.05$).

4. 기호에 따라 분류한 두 그룹에서 신발 굽 높이에 따른 요추 전만도에서는 6cm 굽 높이의 구두를 신고 측정 한 요추 전만도에서 차이를 보였다($p < 0.05$).

본 연구에서는 대상자의 일반적 특성이 한정되었기 때문에 일반화하기 어렵다는 제한점이 있으나, 요추 전만도를 측정 한 메트레콤(Metrecom)은 높은 측정자내 신뢰도를 지닌 측정방법으로 볼 수 있으며, 신발 굽의 높이를 증가시킬수록 요추 전만도는 감소하는 경향이 있음을 알 수 있었다. 그러므로, 높은 굽 신발이 요추 전만도의 감소를 유발하여 요통의 원인으로 제기되는 자세 이상을 일으킬 수 있다고 볼 수 있지만, 이러한 결과만으로 높은 굽 신발이 요통의 원인이라는 직접적인 증거를 제시할 수는 없다. 앞으로 요통과 요추 전만도의 연관성에 대한 보다 정확한 연구와 높은 굽 신발의 착용기간 등, 대상자의 다양한 특성과 요추 전만도의 변화 사이의 관계에 대한 정확하고 광범위한 연구가 필요하리라 생각된다.

〈 참고 문헌 〉

김미정, 오세홍, 하상배 : 동작분석기를 통한 High-Heel Gait에 관한 연구, 대한재활의학회지, 20(2), 518-523, 1996.

나영무, 강성웅, 배하석 등 : 요통환자에서의 척추만곡의 분석, 대한재활의학회지, 20(3), 669-674, 1996.

문재호, 강민정, 강종권 등 : 한국 여고생의 척추변형에 대한 조사, 대한재활의학회지, 19(4), 846-852, 1995.

박은영, 김원호, 김경모 등 : 신발 굽의 높이와 신발착용기간이 대퇴근육 활동량에 미치는 영향, 한국전문물리치료학회지, 6(2), 32-42, 1999.

송선홍, 유종윤, 하상배 : High-heeled 신발과 High-forefoot 신발 착용시의 보행 변화 고찰, 대한재활의학회지, 21(5), 1003-1009, 1997.

윤소영 : 20대 정상성인의 구두굽 높이에 따른 요추전만도의 변화, 한국전문물리치료학회지, 6(2), 43-55, 1999.

이규훈, 김용걸, 황치문 등 : 정상성인과 척추전방전위증 환자에서 뒷굽높이에 따른 요추 전만도의 비교, 대한재활의학회지, 24(6), 2000

주병규, 전민호, 하상배 : 요통환자에서 요추 전만도의 변화에 관한 연구, 대한재활의학회지, 21(2), 368-

375, 1997.

Barbara J. de Lateur, Ruth M. Giaconi, Kent Questad, et al. Footwear and Posture Compensatory Strategies for Heel Height. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 70, 246-254, 1991.

Bendix T, Sorensen SS, Klausen K. Lumbar curve, trunk muscles, and line of gravity with different heel heights. Spine, 9, 223-227, 1984.

Burdett RG, Brown KE, Fall MP. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic position. Physical Therapy, 66, 677-684, 1986.

Dana L. Bennett, Debra K. Gillis, Leslie Gross Portney, et al. Comparison of Integrated Electromyographic Activity and Lumbar Curvature During Standing and During Sitting in Three Chairs. Physical Therapy, 69(11), 902-913, 1989.

David J. Magee. Orthopedic Physical Assessment. 3rd ed, 139, 407-409, 697, 1997.

Day JW, Gary LS. Effect of pelvic tilt on standing posture. Physical Therapy, 64, 510-516, 1984.

Dunlop RB, Adams MA, Hutton WC. Disc space narrowing and lumbar facet joints. J Bone Joint Surg, 66-B, 706-710, 1984.

D. Casey Kerrigan, Mary K. Todd, Patrick O. Riley. Knee Osteoarthritis and high-heeled shoes. Lacet, 351(9), 1399-1401, 1998.

During J, Goudfroot H, Keessen W et al. Toward standard for posture. Postural characteristics of the low back pain system in normal and pathologic conditions. Spine, 10, 83-87, 1985.

Franklin ME, Chenier TC, Brauninger L, et al. Effect of positive heel inclination on posture. JOSPT, 21, 94-99, 1995.

Hansson T, Bigos S, Beecher P, Worthley M. The lumbar lordosis in acute and chronic low-back pain. Spine, 10, 154-155, 1985.

Heather J. Christie, Shrawan Kumar, Sharon A. Warren. Postural Aberrations in Low Back Pain. Arch Phys Med Rehabil, 224, 1995.

Hylton B. Menz, Stephen R. Lord. Footwear and

- Postural Stability in Older People. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 89(7), 346-357, 1999.
- Itoi E. Roentgenographic analysis of posture in spinal osteoporotics. *Spine*, 16, 750-756, 1991.
- Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteer and patients with low back pain matched for age, sex, and size. *Spine*, 16(11), 1611-1618, 1994.
- Karen A. Opila, Stephen S. Wagner, Stanley Schiowitz, John Chen. Postural Alignment in Barefoot and High-Heeled Stance. *Spine*, 13, 542-547, 1988.
- K. A. Opila-Correia. Kinematics of High-Heeled Gait. *Arch Phys Med Rehabil*, 71, 304-309, 1990.
- K. A. Opila-Correia. Kinematics of High-Heeled Gait with Consideration for Age and Experience of Wearers. *Arch Phys Med Rehabil*, 71, 905-909, 1990.
- Lee KH, Shieh JC, Matteliano A, et al. Electromyographic changes of leg muscles with heel lifts in women: Therapeutic implications. *Arch Phys Med Rehabil*, 71, 31, 1990.
- Magora A. Investigation of the relation between low back pain and occupation. *Scand J Rehab Med*, 7, 146-151, 1975.
- Matthew DK, Wooten EP. Analysis of oxygen consumption of women while walking in different styles of shoes. *Arch Phys Med Rehabil*, 44, 569-571, 1963.
- McNeil T, Warwick D, Andersson G. Trunk strengths in attempted flexion, extension and lateral bending in healthy subjects and patients with low-back disorders. *Spine*, 5, 529-544, 1980.
- Meir Nyska, Chris McCabe, Keith Linge, Lesile Klenerman. Plantar Foot Pressures During Treadmill Walking with High-Heel and Low Heel Shoes. *Foot and Ankle*, 17(11), 662-666, 1996.
- M. Walsh, AC Breen. Reliability and validity of the Metrecom Skeletal Analysis System in the assessment of sagittal plane lumbar angles. *Clinical Biomechanics*, 10(4), 222-223, 1995.
- Rebecca E. Snow, Keith R. Williams. High Heeled Shoes: Their Effect on Center of Mass Position, Posture, Three-Dimensional Kinematics, Rearfoot Motion, and Ground Reaction Forces. *Arch Phys Med Rehabil*, 75, 568-576, 1994.
- Robert D. Phillips, Danuta M. Reczek, Dale Fountain, Jere Renner, Dae B. Park. Modification of High-Heeled Shoes to Decrease Pronation During Gait. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 81(4), 215-219, 1991.
- Roncarati A, McMullen W. Correlates of low back pain in a general population sample: multidisciplinary perspective. *J Manipulative Physiol Ther*, 11, 158-164, 1988.
- Silvano A. Mior, Deborah R. Kopansky-Giles, Edward R. Crowther, James G. Wright. A Comparison of Radiographic and Electrogoniometric Angles in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine*, 21(13), 1549-1555, 1996.
- Simson SR. Evaluation of a flexible ruler technique for measuring lumbar lordosis in the clinical assessment of low back pain. *J Soc Med*, 39, 25-29, 1989.
- Torgerson WR, Dotter WE. Comparative roentgenographic study of the asymptomatic and symptomatic lumbar spine. *J Bone Joint Surg*, 58A, 850-853, 1976.
- Walker ML, Rothstein JM, Finucane SD, et al. Relationships between lumbar lordosis pelvic tilt, and abdominal muscle performance. *Physical Therapy*, 67, 512-516, 1987.
- Wilner S. Spinal Pantograph: A non-invasive technique for describing kyphosis and lordosis in the thoraco-lumbar spine. *Acta Orthop Scand*, 52, 525-529, 1981.
- YL Chen, YH Lee. A non-invasive protocol for the determination of lumbosacral vertebral angle. *Clinical Biomechanics*, 12(3), 185-189, 1997.
- Youdas JW, Garrett TR, Harmsen S, et al. Lumbar Lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. *Physical Therapy*, 76, 1066-1081, 1996.