

남녀 대학생의 척추만곡에 관한 연구

이병규

연세대학교 보건과학대학 재활학과

남기석

연세대학교 대학원 재활학과 물리치료전공

이충휘

연세대학교 보건과학대학 재활학과 및 보건과학 연구소

Abstract

A Study of Spinal Curvature in Female and Male University Students

Lee Byung-kyu, M.P.E., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Nam Ki-seok, B.Sc., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Yi Chung-hwi, Ph.D., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Institute of Health Science, Yonsei University

This study examined the rates of spinal abnormal curvature and the correlation of the Body Mass Index (BMI), Low Back Pain (LBP) and spinal curvature by measuring scoliosis, kyphosis, and lordosis in university students. The study population included 67 male, 92 female university students, making a total of 159, in Wonju City. Spinal curvature was measured by an electrogoniometer in a computerized skeletal analysis system. Lateral curvature of spine of more than 10 degrees was considered as nonspostural scoliosis. The correlation of BMI, LBP and the spinal curvature was analysed by Pearson's correlation coefficient and t-test. The following results were obtained: 1. The overall incidence and rate of scoliosis in cases with a greater than 10 degree curve in males was an incidence of 8 and a rate of 11%. In females the incidence was 36 and the rate 39.2%. 2. The overall incidence and rate of kyphosis of less than 20 degrees in males was a rate of 9 and an incidence of 11.9%. In females, the rate was 5 and the incidence 5.4%. In kyphosis cases of more than 40 degrees, the male rate was 5 and the incidence 7.7%. For female the rate was 13 and the incidence 14.2%. 3. The overall incidence and rate of lordosis with curves of less than 20 degrees was a rate of 6 for males and an incidence of 9.0%. For females, the rate was 5 and the incidence

5.4%. In cases of more than 50 degrees lordosis, the female rate was 2 and the incidence 2.2%. There were no males in this category. 4. There was a negative correlation between kyphosis and BMI. The greater the kyphotic curve, the less the BMI in males ($p < 0.05$). There was no significant BMI difference by gender in either scoliosis or lordosis. There was, however, a significantly decreased sacral angle in the female group with LBP. The results of this study cannot be generalized to the general population because the subjects were all from one university. The measurements were quite reliable because the angles determined by the Metrocom System were highly correlated with radiologic findings. This study shows the need for a regular screening system for spinal curvatures in university health examination procedures.

Key Words: Computerized skeletal analysis system; Spinal curvature.

1. 서론

1. 연구의 배경

바른 자세는 근골격계의 이상적인 배열(ideal alignment)을 의미하며, 직립 상태에서의 무게 중심이 유양돌기에서 어깨, 골반, 무릎, 발목의 전방을 지날 때 신체 균형이 이루어진다고 하였다(이주립, 1996; Basmajian, 1978). 바른 자세에 대한 중요성은 신체 기능상의 효율성 뿐만 아니라 근골격계의 이상으로 신체 외형의 심각성에 바탕을 두고 강조되어 왔다.

성인의 정상적인 척추의 만곡은 경추부와 요추부에서 전만곡을 가지며, 흉추부에서는 후만곡을 보이게 된다. 그러나 자세가 바르지 못할 경우 근골격계에 점진적인 변화를 가져와 척추측만증(scoliosis), 척추전만증(lordosis), 척추후만증(kyphosis)과 같은 이상을 초래하여 무리한 하중이 척추관절 및 추간판에 가해져 신경의 압박, 근육의 수축, 추간판의 퇴행성 변화, 관절막의 염증 및 파열 등이 발생하게 된다(나영무 등, 1996; Christie 등, 1995).

척추변형은 서서히 진행되며 이차적으로 발생하는 합병증은 심폐 기관의 기능 저하, 통증, 신경학적인 합병증과 외모적인 문제 및 심리적 문제 등이 있으며, 수명의 단축까지 초래될 수 있다. 따라서 근골격계 이상에 대

한 조기 발견과 이에 따른 치료가 불필요한 수술과 환자의 심리적 고통을 예방할 수 있다(Hensinger, 1991; Smyrnis 등, 1979).

척추이상에 대한 척추측만증의 발생 빈도 및 조기 발견에 대한 연구는 1947년 미국의 Minnesota 주에서 최초로 학교 집단 검진을 통하여 이루어졌으며(Kane, 1977), 그후 척추측만증 유병률에 대한 과거의 국내외 보고는 0.3%~21.0%로 저자들마다 서로 다른 결과들을 보고하였다(김복용 등, 1988; 석세일 등, 1980; 조정현 등, 1984; Brooks와 Azen, 1975; William과 Wilmington, 1984). 이는 대상과 조사방법이 서로 다르고, 척추측만증에 대한 서로 다른 정의 등에 기인한다(Brooks와 Azen, 1975; William과 Wilmington, 1994). 우리나라에서는 처음으로 석세일 등(1977)이 남·녀 중학생의 검진에서 1.46%(남 1.07%, 여 1.86%)로 보고하였다.

미국에서는 척추이상을 발견하기 위한 학교 정기 검진 제도가 널리 보급되어 있으며, 21개 주에서는 의무적으로 시행하고 있다(National Scoliosis Foundation, 1991). 그러나 우리나라에서는 아직 척추이상에 대한 학교 정기 검진 제도가 제정되어 있지 않다.

최근 연구 보고된 바에 의하면 문제호 등

(1995)은 여고생을 대상으로 컴퓨터 골격 분석 시스템 (computerized skeletal analysis system)을 이용하여 일차 검진후 이차적으로 방사선 척추 검진을 실시한 결과 Cobb씨 각도가 10° 이상인 경우가 6.0%로 과거의 보고에 비해 훨씬 높게 나타났다고 하였다. 이러한 요인으로는 한국 청소년의 체격조건이 많이 변화하였으나 변화된 체격조건에 맞추어지지 않은 학습환경, 운동부족 등 여러 가지 환경적 요인이 이에 영향을 미친다고 보고하였다(김복용 등, 1988). 이주립(1996)은 신체질량지수와 척추만곡 이상과의 상관관계에 관하여 여대생을 대상으로 한 연구에서 신체질량지수가 낮아수록 척추측만도의 발생률이 증가함을 보고하였다.

자세 이상은 요통 발생에 중요한 역할을 한다(나영무 등, 1996; Christie 등, 1995; Franklin 등, 1995). 문재호 등(1995)의 연구에 의하면 자세이상과 요통 및 경통을 호소하는 청소년들이 점차 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이들에게서 척추측만증, 척추후만증 및 척추전만증과 같은 척추변형이 발견된다고 보고하였다. 요통환자의 자세의 이상에 대한 여러 연구에서 척추의 후만도와 척추의 전만도가 증가하는지 아니면 감소하는지에 대해서는 연구자에 따라 다양한 결과가 보고되고 있다(Day와 Gary, 1984; During 등, 1985; Jackson과 McManus, 1994; Kopstein과 Hall, 1983; Magora, 1975). 이주립(1996)과 Francis(1988)는 척추의 이상만곡이 중·고생보다 대학생 연령대에서 발병률이 높다고 하였는데 그 이유는 이미 발견된 척추이상을 그대로 방치했기 때문이라고 보고하였다. 위에서 살펴본 바와 같이 척추만곡 이상은 중·고생 연령대인 10세에서 15세 사이의 중·고생 대상으로 실시되었다. 그러나 대학생 연령대의 척추만곡도에 대한 연구보고는 부족한 실정이다. 또한 척추후만증과 척추전만증에 대한 과거 국내 조사는 전무한 실정이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 남녀 대학생을 대상으로 척추의 이상만곡도를 알아보기 위하여 척추측만도, 척추후만도, 척추전만도를 계측하여 척추만곡 이상 발생률을 파악하고, 척추 이상만곡도와 신체질량지수 및 척추 이상만곡도와 요통과의 상관관계를 알아보는 것이다. 이에 따른 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 가. 남녀 대학생별로 척추측만도를 계측하여 척추측만증 발생률을 알아본다.
- 나. 남녀 대학생별로 척추후만도를 계측하여 척추후만증 발생률을 알아본다.
- 다. 남녀 대학생별로 척추전만도를 계측하여 척추전만증 발생률을 알아본다.
- 라. 비만도와 각 척추만곡과의 상관관계를 알아본다.
- 마. 요통 유무와 각 척추만곡과의 관계를 알아본다.

3. 용어의 정의

- 가. 척추측만각도(scoliosis angle): 기립자세에서 FARO Metrecom[®]을 사용하여 전면에서 척추 검진한 좌표를 컴퓨터를 통하여 3차원적으로 조합한 주만곡(major curve)각도이다.
- 나. 척추후만각도(kyphosis angle): 기립자세에서 FARO Metrecom을 사용하여 측면에서 척추 검진한 제 1흉추에서 제 12흉추까지의 후만 각도이다.
- 다. 척추전만각도(lordosis angle): 기립자세에서 FARO Metrecom을 사용하여 측면에서 척추 검진한 제 1요추에서 제 5요추까지의 전만 각도이다.

II. 이론적 배경

1) FARO Medical Technologies Inc., U.S.A.

1. 척추측만증

척추측만증은 하나 혹은 둘 이상의 척추가 옆으로 치우쳐 측방으로 편위되거나 회전이 일어난 것으로(대한정형외과학회, 1984), 성장이 가장 왕성한 청소년 시기에 발생하며(Merenda, 1989), 남자보다 여자의 발생률이 7배 정도 높다고 보고되었다(Keim, 1978). 척추측만증은 구조성 측만증(structural scoliosis)과 비구조성 측만증(nonstructural scoliosis)이 있다. 구조성 측만증은 형태적 이상이 있는 것으로 정형외과적 치료를 필요로 하며, 비구조성 측만증은 자세가 나쁜 경우에 발생하고 환자 자신이 자세를 바르게 하고자 하는 노력으로 교정된다(대한정형외과학회, 1994).

Shands 등(1955)은 미국 Delaware주의 14세 남자에서 척추측만증 10° 이상이 0.9%, 여자는 2.7%로 보고하였고, Smyrnis 등(1979)은 11세 남자에서 10° 이상이 1.1%로 보고하였다. 그리고 Walker와 Dickson(1984)은 10-14세 사이의 학생 5,303명을 조사한 결과 척추측만을 가진 학생들의 37%가 $5-7^\circ$ 의 척추측만을 나타냈으며, Morais 등(1985)은 8-15세 사이의 29,195명을 대상으로 남자의 3.3%, 여자의 5.2%에서 척추측만증을 가지고 있는 것으로 보고하였다. Li 등(1985)은 중국의 6~15세 남자에게 척추측만증 5° 이상이 5.2%로 보고하였고, Daruwalla 등(1985)은 싱가포르의 16세 중국인 소녀들의 척추측만증 발병률을 3.1%로 보고하였다.

우리 나라에서는 석세일 등(1977)이 서울시내 중학교 1학년(만 13세)인 남·녀 각각 15,000명의 척추측만증의 크기, 유형, 원인, 방향 및 성별 등을 분석하여 10° 이상의 척추측만증은 1.14%로 남자에서 1.07%, 여자에서 1.86%의 유행률을 보고하였다. 조정현 등(1984)은 부산시내 중·고등학생 40,000명을 대상으로 조사결과 Cobb씨 각도가 10° 이상인 척추측만증이 남중생이 0.82%, 여중생이 1.30%, 남고생이 1.96%, 여고생이 2.16%로 나타났다.

이주립(1996)은 외형적 검사법을 이용하여

224명의 여대생을 대상으로 척추측만증이 26.8%로 나타났으며, 중·고생보다 여대생들의 척추이상 발생률이 높다고 보고하였다. Francis (1988)는 같은 방법으로 3,210명의 여대생을 대상으로 3년동안 척추측만증 발생률을 조사한 결과 12.0%가 척추측만증으로 나타났다으며, 중·고생보다는 여대생 연령대에서 발생률이 높은 것으로 보고하였다.

2. 척추후만증

척추후만증은 흉추부위의 굴곡이 후방으로 심하게 굽은 상태를 말한다. 이 증상은 대개 사춘기에 흔히 발생하며(Emans, 1984), 흉추부의 중간 혹은 그 이하부위에 후만곡이 발생하는 질병으로 인구의 약 10% 정도에서 발견될 정도로 흔한 질병이며 남녀비는 동일하다(대한정형외과학회, 1984). 척추후만증의 원인은 크게 자세에 의한 원인과 구조적인 원인으로 구별된다. 좋지 않은 자세로 인한 과도한 척추후만증은 자세를 곧게 유지할 수 없는 결과를 초래하게 된다. 이 경우는 근육, 신경, 골조직, 추간판 조직, 인대 등의 구조에는 병변이 없는 상태로 이런 구조들에 대한 직접적인 치료 자체는 효과적이지 못하며 오히려 의식적으로 교정하려는 노력이 중요하게 되고 특히 척추주위근의 강화운동 및 자세 운동이 강조된다(문재호 등, 1996). 척추후만 각도는 연령이나, 검사방법 등에 따라 그 측정범위가 매우 크지만 여러 저자들에 의해 정상 범위가 논의되어 왔으며, $20-40^\circ$ 는 일반적인 정상범위, 40° 이상은 비정상적으로 언급하였다(석세일 등, 1989; 이중명 등, 1982; Bradford, 1977; Miline과 Lauder, 1974; Willer, 1981).

3. 척추전만증

척추전만증은 요추부위의 굴곡이 지나치게 전방으로 회전된 상태를 의미한다. 척추만곡의 원인은 선천적인 경우도 있으나, 일반적으로 평소의 나쁜 자세와 복근력이 약한 경우

에 발생한다. 요통과 척추전만 각도와와의 상관관계에 관한 다수의 연구가 보고되고 있다(나영무 등, 1996; Magora, 1975; Otman, 1989). Francis 등(1987)은 미국 Utah주 4,670명의 중학생 중 남자 2,192명, 여자 2,478명을 대상으로 한 연구에서 척추전만증 발생률이 45%였고, 이주립(1996)의 연구에서는 척추전만증의 발생률이 17.4%라고 보고하였다. Femand와 Fox(1985)는 1,378명의 다양한 연령층을 대상으로 방사선 검사를 하여 요추부위에서의 척추전만각이 남성보다는 여성이 더 컸음을 보고하였다. 요추전만각 측정은 크게 제 12흉추의 하단과 제 1천추의 상단을 이용하는 방법, 제 1요추의 상단과 제 5요추의 하단을 이용하는 방법, 제 1요추의 상단과 제 1천추의 상단을 이용하는 방법, 제 12흉추의 하단과 제 5요추의 하단을 이용하는 방법 등 여러 가지 방법이 있다(David와 Polly, 1996). Bernhardt와 Bridwell(1989)은 청소년의 제 1요추와 제 1천추 사이의 요천추각이 72°라고 하였고, Stagnata 등(1982)은 20-29세의 정상 성인의 제 1요추에서 제 1천추까지의 측정에서 56°라고 보고하였다. Roger와 Anne(1994)은 요통을 호소하는 군과 정상군의 요천추각 측정에서 각각 60.9°와 56.3°라고 보고하였고, 석세일 등(1989)은 분절각을 이용한 제 1요추에서 제 5요추까지의 전만각 측정에서 연령별, 성별 차이가 없음을 보고하였다.

4. 비만도 측정

비만의 판정을 위한 체지방 평가방법은 두 가지로 나눌 수 있는데 하나는 신장, 체중 등의 형태로부터 체격지수(비만지수)를 구하는 방법이고, 다른 하나는 체수분량, 체밀도 등을 추정하여 지방량(fat mass)을 산출하는 방법이다. 전자에는 로레르지수(Rohrer index), 폰테랄 지수, 케테레 지수(BMI; Body Mass Index) 등이 있고 후자는 신체밀도를 추정하는 방법이 많이 사용되고 있다.

신체질량지수는 체중을 신장의 제곱으로

나누어 준 값으로 25-30인 경우 과체중·비만경향으로 평가한다(Chaine 등, 1989). 비만도 범위가 17.9-43 kg/m²로 비만에 해당하는 대상자가 포함되었던 Youdas 등(1996)의 연구에서도 비만도에 따른 요추전만도에는 차이가 없었으며, 이주립(1996)은 신체질량지수가 낮을수록 척추측만의 발생률이 높은 것으로 보고하였다.

5. 요통과 만곡도

문재호 등(1995)은 자세이상과 요통 및 경통을 호소하는 청소년들이 점차 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이들에게서 척추측만증, 척추후만증 및 척추전만증과 같은 척추변형이 발견된다고 보고하였다.

요통 환자에서는 정상적인 척추 만곡을 보이지 않게 되고, 경추부 및 요추부의 전만곡이 증가되어 있던지 아니면 감소되어 있는 양상을 보인다. Jackson 등(1994)과 Kopstein 등(1983)은 요추만곡의 감소가 요통과 관계가 있고, 흉추의 만곡은 요통과 관계가 없다고 보고하였다. 그러나 Day 등(1984)과 During 등(1985)은 척추 만곡은 요통과 서로 관계가 없다고 보고하였다. Magora(1975)는 요통 환자에서 과전만곡의 증가 빈도가 증가하는 한편, 과소전만증은 심한 요통의 신뢰있는 지표라고 보고하였으며, Christie 등(1995)은 급성 요통 환자군의 경우 흉추부 만곡이 증가된다고 보고하였다. 요통 환자들의 척추만곡을 분석한 나영무 등(1996)의 연구에서는 요통 유병기간이 6개월 미만인 급성 요통 환자군보다 6개월 이상의 만성 요통 환자군에서 요추전만과 요천추각이 유의하게 감소하였다고 하였다.

6. 만곡도 측정방법

척추측만증을 측정하는 방법으로는 결핵검출을 위한 흉부 방사선 검사 필름을 이용하여 간접적으로 검진하는 방법이 있으며 1970년 초반까지 많이 사용되었다. 그러나, 요추부 및 천추부 변형에 대한 검사가 배제된다

는 문제점 때문에 현재 척추측만증 검사 방법으로 사용하기에는 부적합한 것으로 지적되고 있다. 그리고 검사 방법으로는 간단하고 경제적이지만 너무 민감하여 위양성률이 높다는 지적을 받고있는 이학적 소견(forward bending test)방법이 있다. 척추 검진으로서 가장 보편적으로 사용되는 방사선 촬영에 의한 방법이 있으며, 근래에는 정량화된 수치를 제공할 수 있는 몇몇 측정방법이 있는데, Bunnell 등(1984)은 scoliometer를 직접 제작하여 사용하였고, Yoshinori 등(1988)은 1차 검진에 정밀성을 높이기 위하여 Moire topography를 이용하였다. 이외의 측정방법으로는 spinal pantograph을 이용한 방법(Willner, 1981), 특수화된 관절각도계를 사용한 방법과 사진촬영에 의한 방법(Burdett 등, 1986), inclinometer를 이용한 방법이 있으며(Bendix 등, 1984), 컴퓨터 골격 분석 시스템을 이용한 방법이 있다(나영무 등, 1996; 문재호 등, 1995). 이러한 방법들 중에서 방사선 촬영에 의한 방법은 척추 검진시 가장 높은 타당도와 신뢰도를 가지고 있지만 가격이 비싸고 시간이 오래 걸리며 방사선에 노출되는 위험을 가지고 있다(Lovell 등, 1989; Russell, 1984). 그러므로 학교 집단의 검진 방법으로는 이학적 검사 및 scoliometer 등의 방법을 이용하여 일차적으로 척추를 검진한 후 척추 변형이 의심되는 대상자들만 이차로 일반 방사선 촬영검사를 통해 확진하는 방법이 사용되고 있다.

컴퓨터 골격 분석 시스템은 척추의 구조적인 특성뿐만 아니라 인체의 전반적인 구조를 컴퓨터를 이용하여 3차원적으로 분석하는 기기로서 재활의학, 물리치료학, 카이로프랙틱 그리고 골정형학(osteopathy) 등의 여러 분야에서 이용되고 있으며, 이를 이용하여 인체의 자세를 측정할 많은 연구가 진행되었다(Herzenberg 등, 1990; Norton 등, 1990). Kuchera 등(1990)은 이 기기에 대한 신뢰도 검정을 위하여 급간내 상관계수(intraclass correlation coefficient)를 이용한 통계분석법

으로 연구한 결과 높은 신뢰도가 있음을 보고하였다.

근래에 컴퓨터 골격 분석 시스템을 이용한 척추의 형태적 변화에 관한 연구로는 문재호 등(1995)이 1차 검진에 예측 척추측만각도, 척추후만각도 및 척추전만각도를 측정하고, 2차 검진으로는 전체 척추가 나타나는 측면 방사선 검사를 직립 및 누운자세에서 시행하여 Cobb씨 각도가 10° 이상인 경우를 기준으로 하여 척추측만증을 분류하고, 기타 척추의 이상 유무를 확인한 결과 예측 척추측만각도와 Cobb씨 각도 사이에는 매우 높은 상관관계를 보였다고 보고하였다($R_f=0.7895$, $p<0.001$). 나영무 등(1996)은 컴퓨터 골격 분석 시스템의 정확도를 측정하기 위하여 일반 방사선 검사와 각 분절을 비교하여 분석한 결과 두 방법 사이의 평균 오차는 2.41° 로 그 차이는 유의하지 않았다고 보고하였다. 따라서 척추만곡도 조사에 척추 골격 분석 시스템은 방사선 촬영을 하여 검진한 것과 높은 상관관계가 있는 것으로 보아 타당도와 신뢰도면에서 무리가 없음을 보여주고 있다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 연세대학교에 재학중인 남자 67명, 여자 92명의 학생들로 총 159명을 대상으로 하였다. 이들은 본 연구의 목적을 이해하고 자원한 학생들로서 연구 내용과 측정 방법에 대한 설명을 듣고 참가에 동의하였다.

본 연구에 참여한 대상자들의 기준조건은 다음과 같다.

- 1) 만 19세에서 25세에 해당하는 자
- 2) 독립적인 서기 자세를 유지할 수 있는 자
- 3) 과거에 척추 손상의 경험이 없는 자

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(N=159)

일반적 특성	남자(n ₁ =67)	여자(n ₂ =92)
	평균±표준편차	평균±표준편차
나이(세)	22.8±2.0	20.8±1.9
신장(cm)	173.5±4.9	160.3±4.5
체중(kg)	66.4±7.5	52.3±5.6
비만도(kg/m ²)	22.1±2.4	20.3±1.8

2. 연구 설계

대상자들은 남녀별로 구분하여 동일한 검사자가 컴퓨터 골격 분석 시스템 기기를 사용하여 피검자를 1회의 측진과 1회의 연습과정을 거쳐 1회 측정된 값을 각 척추만곡도 측정치로 하였다. 전체 피검자는 신장과 체중을 측정하여 신체질량지수를 구하고, 설문지를 이용하여 남녀별로 요통군 65명을 실험군, 비요통군 94명을 대조군으로 선정하였다.

3. 연구 방법 및 절차

본 연구의 실험 절차는 피검자 선정후 남녀별로 구분하여 실험설계에 따라 각각 시행하였으며, 실험 장소는 연세대학교 재활학과 측정·평가 실험실을 이용하였다.

가. 척추만곡도

척추측만각도, 척추후만각도, 척추전만각도를 측정하기 위해 전자 각도계를 이용한 컴퓨터 골격 분석 시스템을 사용하였다. 측정값의 신뢰도를 위하여 검사자가 척추극돌기를 따라 후두돌출부에서 천골부위까지 측진한 후 1회 연습과정을 거쳐 1회 측정된 값을 자료값으로 택하였다. 측정 과정은 다음과 같다.

- 1) 피검자는 척추극돌기가 완전히 노출되고 후상장골극까지 보이도록 남자는 상의를 탈의하였고, 여자는 뒷면이 트인 가운을 입었다.
- 2) 신발을 벗고 측정 발판위에서 자연스

럽게 어깨너비 만큼 다리를 벌리고 서게하여 좌우 견갑부의 비대칭성 여부를 관찰하였다.

- 3) 체간을 전방으로 90° 굴곡시켜서 양쪽 배부돌출고의 높이를 비교 관찰하였다.
- 4) 시선은 정면을 응시하게 한 후 Metrecom을 이용하여 전자 각도계가 내장된 지시봉으로 피검자를 기립 이완 자세에서 좌우 후상장골극, 제 5요추 극돌기, 제 7경추 극돌기를 표시하였다.
- 5) 전자 각도기의 지시봉으로 척추의 극돌기를 따라 후두돌출부에서 천골부위까지 선을 그리면 3차원적으로 조합하여 좌표가 컴퓨터를 통해 척추의 전후방과 측면 만곡 상태를 분석하게 되고(그림 1), 이를 통해 척추측만각도, 척추후만각도, 척추전만각도를 얻었다.

나. 비만도

비만의 판정을 위하여 신체질량지수를 구하였다. 신체질량지수는 체중을 신장의 제곱으로 나눈 값(체중(kg)/신장(cm)²×10⁴)으로 25-30인 경우 과체중·비만경향으로 평가하였다(Chaine 등, 1989).

측정 방법은 다음과 같다.

- 1) 신장: 맨발로 신장계²⁾의 세움대에 등을 대고 자연스러운 직립자세를 취하도록 하고, 머리는 정면을 향하며 양발의 끝

2) Takei, JAPAN.

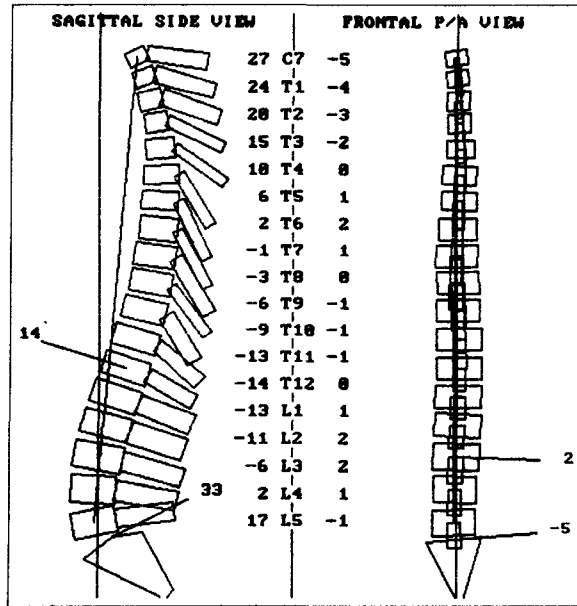


그림 1. 척추의 전후방과 측면 만곡 분석 좌표

은 30-40° 정도 벌리게 한다. 1회 측정 하였으며 단위는 0.1 cm로 기록하였다.

- 2) 체중: 체중계³⁾ 중심부에 오르게 하고 바늘이 안정되었을 때 측정하였으며, 운동복 하의와 가운 무게인 500g을 뺀값을 자료로 택하였다. 1회 측정하였으며 단위는 0.1 kg으로 기록하였다.

작성하였다. 이 연구에서 요통의 정의는 요부에 통증이 있되 비뇨기계의 감염이나 생리 등으로 인한 통증은 제외하고 단지 근골격계에 기인한 문제 그리고 원인을 알 수 없는 만성요통만을 의미하며, 요통의 기간이 6개월 이상 지속되거나 2년 이상 계속된 간헐적인 요통만을 요통군으로 하였다.

다. 요통 유무

각 피검자들은 요통 유무에 관한 설문지를

라. 연구절차

(그림 2)

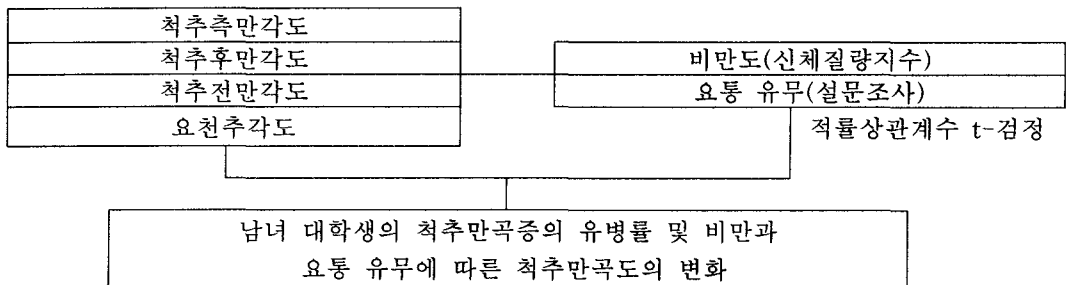


그림 2. 연구절차

3) CAS, KOREA.

4. 자료 처리

척추만곡도는 성별에 따라 척추측만각, 척추후만각, 척추전만각의 평균치, 표준편차를 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 프로그램을 이용하여 산출하였다. 그리고 척추만곡도와 신체질량지수는 적률상관계수로 분석하였고, 요통군과 비요통군의 척추만곡도 차이는 독립 t-검정으로 분석하였다. 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

IV. 결과

1. 척추측만증 발생률

척추측만증 발생률 및 빈도를 알아보기 위하여 Metrecom을 이용한 척추측만각도가 10°

이상인 대상군은 남자가 6명(9.0%), 여자가 34명(37.0%)이었고, 20° 이상을 보인 대상군은 남자가 2명(3.0%), 여자가 2명(2.2%)이었으며, 10° 이상인 대상군 중에 여자가 남자보다 3.5배 많았다(표 2).

2. 척추후만증 발생률

척추후만증 발생률을 알아보기 위하여 Metrecom으로 척추후만도를 측정한 결과는 표 3과 같다.

대상자중 20° 미만의 척추후만각도는 남자가 9명(11.9%), 여자가 5명(5.2%)으로 남자가 여자보다 2.2배 많았으며, 40° 이상을 보인 경우는 남자가 5명(7.5%)이었고, 여자가 13명(14.2%)으로 여자가 남자보다 1.9배 높은 빈도를 보였다.

표 2. 척추측만각도 발생수/빈도

(N=159)

척추측만도	발생수(%)		
	남자(n ₁ =67)	여자(n ₂ =92)	합계
10° 미만	59(88.0)	56(60.8)	115(72.3)
10-19°	6(9.0)	34(37.0)	40(25.2)
20° 이상	2(3.0)	2(2.2)	4(2.5)
	67(100.0)	92(100.0)	159(100.0)

표 3. 척추후만각도 발생수/빈도

(N=159)

척추후만도	발생수(%)		
	남자(n ₁ =67)	여자(n ₂ =92)	합계
20° 미만	8(11.9)	5(5.4)	13(8.2)
20-32°	39(58.2)	46(50.0)	85(48.3)
33-39°	15(22.4)	28(30.4)	43(27.1)
40-44°	3(4.5)	10(10.9)	13(8.2)
45° 이상	2(3.0)	3(3.3)	5(3.1)
	67(100.0)	92(100.0)	159(100.0)

3. 척추전만증 발생률

척추전만증 발생률을 알아보기 위하여 Metrecom으로 척추전만도를 측정한 결과는 표 4와 같다. 대상자중 20° 미만의 과소 전만은 남자가 6명(9.0%), 여자가 5명(5.4%)으로 남자가 여자보다 1.6배 많았으나, 50° 이상의 척추전만각도를 보인 경우는 여자만 2명(2.2%)이 있었고 남자는 없었다.

4. 비만도와 각 척추만곡과의 비교

비만도와 각 척추만곡은 적률상관계수로 분석하였다(표 5).

척추측만과 척추전만에서의 관계는 남녀군 모두 통계적으로 유의하지 않았고, 척추후만과는 남자에서 비만도가 낮을수록 척추후만각도가 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

5. 요통 유무와 각 척추만곡과의 비교

요통유무와 각 척추만곡각도와와의 비교는 독립 t-검정으로 분석하였다(표 6, 표 7).

척추전만각과 요천추각에서는 남녀 모두 그리고 척추후만각에서는 여자에서만 요통군이 비요통군에 비하여 척추만곡각이 유의하게 감소하였다.

표 4. 척추전만각도 발생수/빈도

(N=159)

척추전만도	발생수(%)		
	남자(n ₁ =67)	여자(n ₂ =92)	합계
20° 미만	6(9.0)	5(5.4)	11(6.9)
20-39°	56(83.6)	72(78.3)	128(80.5)
40-49°	5(7.5)	13(14.1)	18(11.3)
50° 이상	0(0.0)	2(2.2)	2(1.3)
	67(100.0)	92(100.0)	159(100.0)

표 5. 비만도와 척추만곡과의 적률상관계수

(N=159)

척추만곡	남자(n ₁ =67)		여자(n ₂ =92)	
	비만도	r	비만도	r
척추측만	-0.222	0.070	0.012	0.908
척추후만	-0.253	0.039*	0.046	0.664
척추전만	-0.239	0.051	-0.096	0.361

* $p < 0.05$

표 6. 척추만곡에 따른 요통군과 비요통군과의 독립 t-검정 (남자)

(N=67)

척추만곡	요통군(n ₁ =22)	비요통군(n ₂ =45)	t-값	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
척추후만	27.8±8.5	28.2±7.5	-0.229	0.819
척추전만	23.7±8.3	29.6±6.3	-3.198	0.002*
요천추각	32.0±7.6	38.0±6.2	-3.448	0.001*

* $p < 0.05$

표 7. 척추만곡에 따른 요통군과 비요통군과의 독립 t-검정 (여자)

(N=92)

척추만곡	요통군(n ₁ =43)	비요통군(n ₂ =49)	t-값	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
척추후만	29.3±7.2	33.1±6.4	-2.679	0.009*
척추전만	27.7±8.7	33.7±6.2	-3.824	0.000*
요천추각	29.6±9.6	37.0±6.5	-4.313	0.000*

* p<0.05

V. 고찰

인체구조의 변형 가운데 두드러지게 나타나는 현상은 자세의 불균형이다. 자세는 심미성을 나타낼 뿐만 아니라 운동이나 활동을 할 때 신체의 효율성에 영향을 미친다. 자세의 변형은 골격구조의 변화, 근육의 불안정한 발달로 운동시에 과도한 피로를 유발하고, 기능적인 이상 발달로 인체의 각 기관에 나쁜 영향을 미치게 된다(한국장애인복지체육회, 1994).

석세일 등(1977)이 남녀 중학교 1학년 각각 15,000명을 대상으로 척추측만증의 유병률을 조사한 연구에서 10° 이상의 척추측만증을 보인 대상자는 남녀 각각 1.07%, 1.86%로 보고하였다. 조정현 등(1984)은 부산 시내 중·고등학생 40,000명을 대상으로 척추측만증을 조사한 결과 Cobb씨 각도가 10° 이상의 척추측만증을 보인 남중생이 0.82%, 여중생이 1.30%, 남고생이 1.96%, 여고생이 2.16%로 보고하였다. 이주립(1996)은 외형적 검사법을 이용하여 224명의 여대생을 대상으로 조사한 결과 척추측만증이 26.8%로 나타나서 청소년기보다 여대생들의 척추이상 발병률이 높다고 보고하였다.

본 연구의 결과 10° 이상의 척추측만증을 보인 대상자는 남자 대학생이 11%, 여자 대학생에서 39.2%로 중·고등학생을 대상으로 한 석세일(1977)과 조정현(1984)의 연구결과와 비교해 볼 때 중·고등학생의 유병률보다

높게 나타났고, 본 연구와 동일한 검진 방법으로 고등학교 남녀 1학년을 대상으로 척추검진을 실시한 문재호 등(1996)은 남녀 각각 8.1%, 17.8%의 척추측만증 유병률을 보고하였다. 본 연구의 결과와 비교해 볼 때 대학생 연령대의 척추측만증의 유병률이 높은 수치를 나타내었는데, 이는 정기적인 척추검진에 의한 조기발견의 부재 및 지속적으로 나쁜 자세를 유지한 결과라고 생각된다. 여대생을 대상으로 척추 검사를 실시한 이주립(1996)의 연구결과와 본 연구의 여대생 척추측만증 유병률과 비교해 볼 때 본 연구의 결과가 높게 나타났는데 이러한 결과는 외형적 시진에 의한 방법을 사용하였기 때문이라고 생각된다.

척추후만 각도는 연령이나, 검사방법 등에 따라 그 측정범위가 매우 크지만 여러 저자들에게 의해 정상 범위가 논의되어 왔으며, 20-40°는 일반적인 정상범위, 40° 이상은 비정상적으로 언급하였다(석세일 등, 1989; 이증명 등, 1982; Bradford, 1977; Miline과 Lauder, 1974; Willer, 1981). 본 연구에서는 40° 이상의 척추후만곡을 보인 경우가 남자가 7.5% 이었고, 여자가 14.2%로 여자가 남자보다 1.9배 많았다. 척추후만각이 19° 미만을 보인 경우는 남자가 11.9%, 여자가 5.4%로 남자에서 여자보다 2.2배 많았다. 척추후만각도의 정상범위인 20-40°의 범위에 포함된 남녀비는 대한정형외과학회(1994)에서 제시한 결과와 동일하였다.

이증명 등(1982)은 정상 흉부 측방 사진을

계측한 결과 20-30대에서 연령의 증가에 따라 척추후만각이 증가함을 보고하였고, Fon 등(1980)은 10세에서 19세 소녀들의 평균 척추의 후만각을 26° 로 보고하였다. 본 연구에서는 남녀 평균 척추후만각은 29.6° 로서 이 증명(1982)과 Fon 등(1980)의 연구와 동일한 결과를 나타내었다.

Femand 등(1985)은 1,378명의 다양한 연령층을 대상으로 방사선 검사를 하여 요추부위에서의 척추전만각이 남자보다 여자가 더 큰 각도의 전만증을 나타내었다고 보고하였다. 본 연구에서는 50° 이상의 척추전만각을 보인 경우는 여자에서만 2명(2.2%)이었고 남자에서는 보이지 않아 Femand 등(1985)의 연구와 일치하였다. Francis 등(1987)은 중학생 4,670명을 대상으로 한 연구에서 척추전만증 발생률이 45%이었고, 이주립(1996)의 연구에서는 대학생을 대상으로 17.4%의 척추전만증 발생률을 보고하였다. 본 연구의 결과와 차이를 나타낸 이유는 측정방법이 다르고 전만증을 판단하는 기준각도의 상이한 설정 때문이라고 생각된다.

자세의 이상은 요통 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(나영무 등, 1996; Christie 등, 1995; Franklin 등, 1995). 요통환자의 자세의 이상에 대한 연구로서 척추후만도와 척추전만도가 증가 또는 감소하는지에 대해서는 연구자에 따라 다양한 결과를 보이고 있다. Magora(1975)는 요통 환자에서 과다전만증 또는 과소전만증이 요통의 신뢰성이 있는 지표라고 보고하였으며, 나영무 등(1996)은 요통 유행기간이 6개월 미만인 급성 요통군보다 6개월 이상의 만성 요통군에서 요추전만과 요천추각이 유의하게 감소하였다고 하였다. 본 연구에서도 요통 유무와 각 척추만곡과의 관계에서 남녀 척추전만각, 요천추각 그리고 여자의 척추후만각에서 요통군이 비요통군에 비하여 유의하게 감소하여 Magora(1975)의 연구와 일치하였으며, 요천각의 크기는 요추전만각에 영향을 주어 요천각이 작아지면 요추전만각이 감소하는 결과

를 보였다(Kapandji, 1982; Rene, 1995).

비만도와 척추만곡과의 관계는 이주립(1996)의 연구에서 신체질량지수가 낮을수록 척추측만의 발생률이 높다고 보고하였다. 본 연구에서는 남자에서 비만도가 낮을수록 후만각이 감소하였으나 척추측만과 척추전만과는 남녀군 모두 통계학적으로 유의하지 않았다. 이러한 이유는 이주립(1996)의 연구에서 사용된 척추의 외형적 검사법과 본 연구의 검사방법 차이라고 생각되며, 대상자중 최건식과 황수관(1994)에 따른 비만으로 정의할 수 있는 비만도 25.0 kg/m^2 이상에 해당되는 대상자가 소수이었기 때문이라고 사료된다. 비만도의 범위가 $17.9-43.0 \text{ kg/m}^2$ 로 비만에 해당하는 대상자가 포함되었던 Youdas 등(1996)의 연구에서도 비만에 따른 척추전만도에는 차이가 없었다.

이 연구의 결과는 척추 이상만곡을 감소시키기 위한 운동프로그램, 자세교육 및 환경적 요인 제거 등의 실제적인 연구에 있어서 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 또한 차후의 척추만곡 이상에 대한 발생빈도와 비교하는데 근거 자료가 될 것이며, 본 연구의 결과를 통하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 과거 국내외 연구보고는 연구자에 따라 서로 다른 결과들을 보고하였는데 이는 서로 다른 측정도구와 방법 및 척추만곡의 정상범위에 대한 상이성 때문이라고 생각된다. 따라서 신뢰성있는 측정장비를 사용하여 각 연령대를 대상으로 표준화된 만곡범위를 바탕으로 한 연구가 필요하다.

둘째, 척추이상의 빈도가 과거보다 높은 것으로 보아 척추이상에 대한 대상자의 인식도와 실제의 척추만곡도와의 상관관계에 대한 연구가 필요하다.

VI. 결론

이 연구의 목적은 남녀 대학생의 척추측만도, 척추후만도, 척추전만도를 계측하여 척추

이상만곡도의 발생률을 알아보고, 비만과 요통에 따른 척추만곡도와와의 관계를 알아보는 것이었다. 연구 대상은 대학생 남자 67명과 여자 92명이었으며 이들은 전자각도계를 이용한 컴퓨터 골격 분석 시스템을 사용하여 척추만곡도를 측정하였다.

결론은 다음과 같다.

1. 척추측만증 발생수 및 빈도는 척추측만 각도가 10° 이상은 남자가 8명(11.0%), 여자가 36명(39.2%)으로 여자가 남자보다 3.5배 많았다.
2. 척추후만증 발생수 및 빈도는 척추후만 각도가 20° 미만은 남자가 8명(11.9%), 여자가 5명(5.4%)으로 남자가 여자보다 2.2배 많았고, 40° 이상은 남자가 5명(7.7%), 여자가 13명(14.2%)으로 여자가 남자보다 1.9배 많았다.
3. 척추전만증 발생수 및 빈도는 척추전만 각도가 20° 미만은 남자가 6명(9.0%), 여자가 5명(5.4%)으로 남자가 여자보다 1.6배 많았고, 50° 이상은 여자에서만 2명(2.2%)이었고 남자는 없었다.
4. 비만과 요통에 따른 척추만곡과의 관계에서는 남자에서 척추후만각도가 감소할수록 비만지수가 높았고($p < 0.05$), 척추측만과 척추전만에서는 남녀군 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 남녀 척추전만 각과 요천추각 그리고 여자의 척추후만 각에서 요통군이 비요통군에 비하여 척추 만곡각이 유의하게 감소하였다.

위의 결과로 볼 때, 이미 과거에 국내외에서 발표된 중·고생 시기의 척추이상 발생률 결과보다 높은 빈도를 나타낸 점은 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있겠다. 그러나 본 연구는 특정 대학교의 남녀 학생만을 대상으로 하여 일반화하기에 어려움이 있다. 앞으로 신뢰성 있는 측정장비를 사용하여 각 연령대를 대상으로 표준화된 만곡범위를 바탕으로 한 연구가 필요하며, 척추검사 제도가 없는 우리나라의 실정으로 보아 하루속히 학교에서 정

기적인 척추검진 제도가 시행되어야 할 것으로 생각된다.

인용문헌

- 김복용, 박정환, 김풍택. 부산시내 남자 초중고등학생의 척추측만증 유병률 측정을 위한 단면 조사. 예방의학학회지. 1988;21:217-223.
- 나영무, 강성웅, 배하석 등. 요통 환자에서 척추만곡의 분석. 대한재활의학회지. 1996;20(3):669-674.
- 대한정형외과학회. 정형외과학. 제 4판. 최신의학사, 1994.
- 문재호, 강민정, 강종권 등. 한국 여고생의 척추변형에 대한 조사. 대한재활의학회지. 1995;19(4):846-852.
- 문재호, 강성웅, 이지선 등. 한국 남녀 청소년의 척추변형에 대한 조사. 대한재활의학회지. 1996;20(4):921-928.
- 석세일, 안제환, 김인권 등. 한국인에 있어서의 척추측만증 발생 빈도에 관한 연구 (제3보) 중·고등학생에서의 척추측만증 발생 빈도. 대한정형외과학회지. 1980;15:1-5.
- 석세일, 이춘성. 한국 성인의 하부 흉추 및 요천추부 분절시상 만곡에 관한 연구. 대한정형외과학회지. 1989;24:237-244.
- 석세일, 조형오, 최인호 등. 한국인에서의 척추측만증 발생 빈도에 관한 연구. 대한정형외과학회지. 1977;14(4):693-698.
- 이주립. 여대생들의 척추이상에 관한 분석연구. 한국체육학회지. 1996;35(4):311-317.
- 이중명, 석세일. 한국인의 흉추 후만곡의 측정. 대한정형외과학회지. 1982;17:772-778.
- 조정현, 최장석, 조현오 등. 한국 중·고등학생의 척추측만증의 발생 빈도에 관한 연구 및 비교. 대한정형외과학회지. 1984;19(2):431-435.

- 최건식, 황수관. 운동처방과 건강. 금강, 1994.
한국장애인복지체육회. 특수체육총론. 태근문화사, 1994.
- Basmajian JV. Muscle Alive. 5th ed. Baltimore, Williams and Wilkins, 1978.
- Belmont MA. Via telephone conversation. National Scoliosis Foundation Inc., 1991 :8.
- Bendix T, Sorensen SS, Klausen K. Lumbar curve, trunk muscles, and line of gravity with different heel heights. Spine. 1984;9:223-227.
- Bernhart M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. Spine. 1989 ;14(7):717-721.
- Bradford D. Editorial comment: Kyphosis. Clin Orthop. 1977;128:2-4.
- Brooks HL, Azen SP. Scoliosis: A prospective epidemiological study. J Bone Joint Surg. 1975;57(A):968-972.
- Bunnell WP. Outcome of spinal screening. Spine. 1993;18(12):1572-1580.
- Burdett RG, Brown KE, Fall MP. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic positions. Phys Ther. 1986;66:677-684.
- Calliet R. Low Back Pain Syndrome. FA Davis Co., 1995:22-23.
- Chaine G, Cormier L, Moutillet M, et al. Body Mass Index as a discriminant function health related variables and risk factors. J Sports Med Phys Fitness. 1989;29(3):253-261.
- Christie HJ, Kumar S, Warren SA. Postural aberrations in low back pain. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76:218-24.
- Daruwalla JS, Balasubramaniam P, Chay SO, et al. Idiopathic scoliosis. Prevalence and ethnic distribution in Singapore schoolchildren. J Bone Joint Surg. 1985;67(2):182-184.
- David W, Polly J. Measurement of lumbar lordosis: Evaluation of intraobserver, interobserver and technique variability. Spine. 1996;21:1530-1536.
- Day HJ, Gary LS. Effect of pelvic tilt on standing posture. Phys Ther. 1984;64: 510-516.
- During J, Goudfrooij H, Keessen W, et al. Toward standard for posture: Postural characteristics of the low back pain system in normal and pathologic conditions. Spine. 1985;10:83-87.
- Emans JB. Scoliosis: Diagnosis and current treatment. Women Health. 1984;9:81-102.
- Femand R, Fox DE. Evaluation of lumbar lordosis: A prospective and retrospective study. Spine. 1985;10:799-803.
- Fon GT, Pitt MJ, Thies AC. Thoracic kyphosis range in normal subjects. Clin Orthop. 1980;134:979.
- Francis RS. Scoliosis screening of 3,000 college aged women: The Utah study-phase 2. Phys Ther. 1988;68:1513-1516.
- Francis RS, Bryce GR. Screening for musculoskeletal deviations: A challenge for the physical therapist. The Utah study. Phys Ther. 1987;67:1221-1225.
- Franklin ME, Chenier TC, Brauning L, et al. Effect of positive heel inclination on posture. J Orthop Sports Phys Ther. 1995;8:180-184.
- Heliovaara M. Body height, obesity, and risk of herniated lumbar intervertebral disc. Spine. 1987;12(5):469-471.
- Hensinger RN. Congenital anomalies of the cervical spine. Clin Orthop. 1991;264:16-38.

- Herzenberg JE, Waanders NA, Closkey RF, et al. Cobb angle versus spinous process angle in adolescent idiopathic scoliosis. The relationship of the anterior and posterior deformities. *Spine*. 1990;15(9):874-879.
- Jackson RP, McManus RN. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with LBK matched for age, sex and size: A prospective controlled clinical study. *Spine*. 1994;19:1611-1618.
- Kane WJ. Scoliosis prevalence: A statement of terms. *Clin Orthop*. 1977;126:43-46.
- Kapandji IA. *The Physiology of the Joint*. Churchill Livingstone, 1982:20-21.
- Keim H. Clinical symposia: Scoliosis 30(1). Summit, NJ, CIBA Pharmaceutical Co., 1978.
- Kopstein JP, Hall BB. Spinal fusions to the sacrum in adults with scoliosis. *Spine*. 1983;8:489-500.
- Kuchera ML, Bemben MG, Preston SC. Reliability of the metrecom skeletal analysis system. *J Am Osteopath Assoc*. 1990;90(8):714.
- Lovell FW, Rothstein JM, Personius WJ. Reliability of clinical measurements of lumbar lordosis taken with flexible rule. *Phys Ther*. 1989;69:96-105.
- Magora A. Investigation of the relation between low back pain and occupation: Neurologic and orthopedic condition. *Scand J Rehabil Med*. 1975;7:146-151.
- Merenda JT. Evaluation and management of idiopathic scoliosis. *Physician Assistant*. 1989;13:99-110.
- Miline JS, Lauder IJ. Age effects in kyphosis and lordosis in adults. *Ann Hum Biol*. 1974;3:27-337.
- Morais T, Bernier M, Turcotte F. Age- and sex-specific prevalence of scoliosis and the value of school screening programs. *Am J Public Health*. 1985;75(12):1377-1380.
- Norton BJ, Crispin C, Mishica G, et al. Reliability of a technique for quantifying the shape of the back. *Phys Ther*. 1991;71(6):S91[Suppl].
- Otman AS, Beksac MS, Basgoze O. The importance of lumbar lordosis measurement device application during pregnancy and post-partum isometric exercise. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 1989;31:155-162.
- Pin LH, Mo LY, Lin L, et al. Early diagnosis of scoliosis based on school screening. *J Bone Joint Surg*. 1985;67(8):1202-1205.
- Roger PJ, Anne CM. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. *Spine*. 1994;19:1611-1618.
- Russell JB. How dangerous are diagnostic X-rays. *Clin Radiol*. 1984;35:347-351.
- Shands AR, Eisberg HB. The incidence of scoliosis in the state of Delaware: A study of 50,000 minifilms of the chest made during a survey for tuberculosis. *J Bone Joint Surg*. 1955;37(A):1243-1249.
- Smyrnis PN, Valanis J, Alexopoulis A, et al. School screening for scoliosis in Athens. *J Bone Joint Surg*. 1979;61(B):215-217.
- Stagnata P, DeMauroy JC, Dran G. Reciprocal angulation of vertebral bodies on sagittal plane: Approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine*. 1982;7(4):335-342.

- Walker AP, Dickson RA. School screening and pelvic tilt scoliosis. *Lancet*. 1984;2(8395):152-153.
- William PB, Wilmington D. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg*. 1994;66:1381-1387.
- Willner S. Special pantography a noninvasive technique for describing kyphosis & lordosis in the thoracolumbar spine. *Acta Orthop Scand*. 1981;52:525-529.
- Yoshinori O, Nasatsune Y, Sadao A, et al. School screening for scoliosis by the Chiba University Medical School screening program. *Spine*. 1988;13:1251-1257.
- Youdas JW, Garrett TR, Harmsen S, et al. Lumbar lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. *Phys Ther*. 1996;76:1066-1081.