

청소년기 특발성 척추 측만증과 신경근육성 척추 측만증에서의 골밀도 비교

문은수 · 문성환 · 이환모 · 박진오 · 신동은[#] · 하중원[§] · 정민 · 김학선

연세대학교 의과대학 정형외과학교실, 분당차병원 정형외과[#], 국민건강보험공단 일산병원 정형외과[§]

A Comparison of Bone Mineral Density between Adolescent Idiopathic Scoliosis and Neuromuscular Scoliosis

Eun-Su Moon, M.D., Seong-Hwan Moon, M.D., Hwan-Mo Lee, M.D., Jin-Oh Park, M.D., Dong-Eun Shin, M.D.[#], Jung-Won Ha, M.D.[§], Min Jung, M.D., Hak-Sun Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine,
Department of Orthopaedic Surgery, Cha University College of Medicine,
Department of Orthopaedic Surgery[#], National Health Insurance Corporation Ilsan Hospital[§]*

– Abstract –

Study Design: A Cross-sectional study

Objective: This study evaluated the degree of osteoporosis of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) and neuromuscular scoliosis (NMS) and compared bone mineral density.

Literature Review: In osteoporosis, bone mineral density was not as dense even in the outer layer, and the cortex was thinner than normal. A larger screw does not enhance the screw stability and can break the thin cortex in osteoporotic vertebrae.

Materials and Methods: This study reviewed the cases of consecutive patients with scoliosis, who underwent an osteoporosis examination before surgery between August 2004 and June 2006. The osteoporosis examination included DEXA in lumbar vertebrae and proximal femur. The mean osteoporotic degree of both femurs was recorded. The data was analyzed using the BMD (bone mineral density, g/cm³) and Z value of the BMD according to age, gender, and ethnicity.

Results: The mean degree of the coronal deformity was 48.4 in AIS and 62.9 in NMS. A comparison of both groups revealed a significantly lower BMD and Z value of Femur, and BMD of the vertebra in the NMS patients ($p < 0.05$). A comparison between AIS and non-ambulant NMS showed that all parameters were significantly lower in the non-ambulant NMS ($p < 0.05$). Neither the BMD and Z value of the AIS nor the NMS were associated with the severity of the spinal deformity.

Conclusion: A lower BMD was measured in patients with non-ambulant NMS than AIS. The degree of the osteoporosis, particularly of the non-ambulant NMS patients need to be considered before undergoing surgery.

Key Words: Scoliosis, Osteoporosis

Address reprint requests to

Hak-Sun Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yongdong Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine
Dogok-Dong, Kangnam-Ku, Seoul, Korea, 135-720

Tel: 82-2-2019-3411, Fax: 82-2-573-5393, E-mail: haksunkim@yumc.yonsei.ac.kr

서 론

골다공증은 척추 수술 시 수술 방법 선택에 있어서 고려되어야 할 중요한 요소 중 하나이다. 특발성 척추 측만증의 교정에 척추경 나사못이 척추의 삼주를 모두 고정하여 주기 때문에 좋은 결과를 얻을 수 있다는 것은 이미 알려져 있으며^{1,2)}, 신경근육성 척추 측만증에서도 기존의 룽기 술식과 더불어 척추경 나사못을 이용한 수술이 널리 시행되고 있다^{3,4)}.

신경근육성 척추 측만증의 수술에서 룽기 술식에 비하여 척추경 나사못을 이용한 경우 많은 고정력을 얻을 수 있다⁴⁾. 그러나 골다공증이 심한 경우에는 척추경 나사못만을 사용한 경우 고정 실패 가능성이 있어 이로 인한 수술 중 또는 수술 후 합병증이 발생할 수 있다.

특발성 척추 측만증 환자에서 골밀도가 정상인에 비하여 낮다는 것은 이미 알려져 있는 사실이다^{5,6,7)}. 또한 임상적으로 신경근육성 척추 측만증에서도 체중 부하의 감소와 근육의 기능 저하로 인하여 정상인에 비하여 골밀도가 떨어져 있다는 것은 짐작할 수 있고, 신경근육병에서 골다공증이 발생한다고 몇몇 문헌^{7,8,9)} 보고는 있으나 신경근육성 측만증 환자만의 결과는 아직까지 없다.

골다공증은 척추경 나사못의 인장력 강도(pull out strength)와 밀접한 연관관계가 있다. 그러므로 골다공증이 심한 환자에서의 금속 고정술 시에 금속 고정물의 해리나 정복 소실과 같은 합병증을 예방하기 위한 척추의

취약성을 극복할 방책을 세워야 하며, 그러한 방법으로 척추경 나사못과 더불어 추가적으로 갈고리 술식, 추궁 판 하 케이블 술식, 시멘트 충전술 등 여러 가지 방법이 고안되어 사용되어 왔고, 그 효과도 입증되었다^{10,11)}.

이처럼 척추경 나사못의 고정 실패는 골다공증 정도가 중요한 역할을 한다. 그러나 수술적 치료가 필요한 특발성 척추 측만증과 신경근육성 척추 측만증에서의 골밀도를 직접적으로 비교하여 그 결과에 대해 구체적으로 데이터를 제시한 보고가 아직까지 없는 실정이다.

그러므로 저자는 본 연구를 통해서 수술적 치료가 필요한 특발성 척추 측만증과 신경근육성 척추 측만증 환자의 수술 전 골밀도를 비교함으로써 수술이 필요한 정도의 측만증 환자에서 두 군간의 골다공증 정도 차이를 알아보고자 한다.

연구 대상 및 방법

2004년 8월부터 2006년 6월까지 본원에서 척추 측만증에 대하여 수술적 치료를 받은 환자 중 수술 전 골다공증 검사를 시행한 환자를 대상으로 하였다.

골다공증 검사는 요추와 대퇴골 근위부에 대하여 이중 에너지 방사선 흡수법(DEXA, Discovery Wi, Hologic, MA, USA)을 이용하여 골밀도를 측정 비교하였다. 요추에 대한 검사는 요추 1번에서 4번까지를 시행하였으며, 측만증의 척추 회전 변형에 의한 오차를 줄이기 위하여

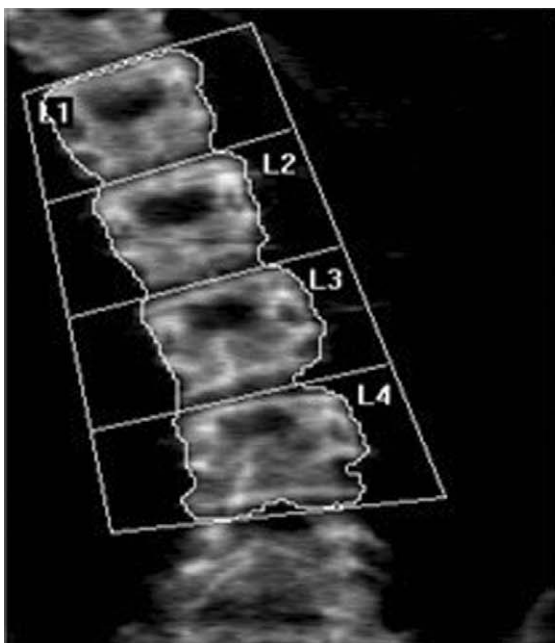
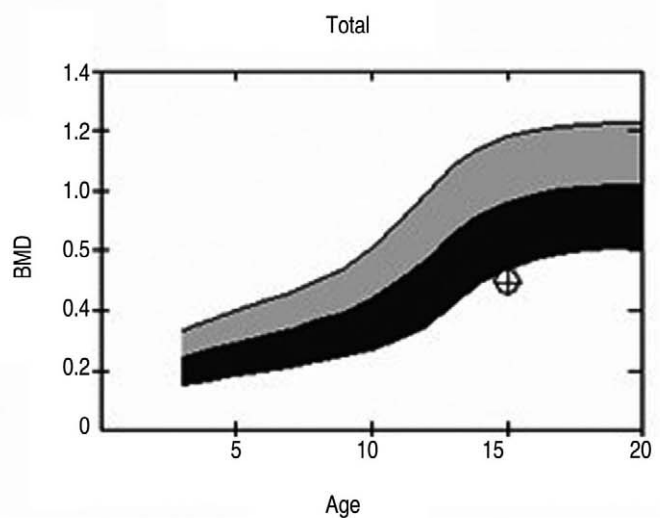


Fig. 1. The DEXA of lumbar vertebra was taken after correcting the 2nd one as a neutral portion to decrease errors caused by rotational deformity in scoliosis.



검사 전 시행한 전척추 사진과 검사 시 1차 스캔을 시행한 사진을 기준으로 요추 2번을 최대한 중립위로 교정한 후 재검사를 시행하였다(Fig. 1). 대퇴골은 경부, 전자부, 전자간부 및 워드 삼각부위로 나누어 검사를 시행하였으며, 각 부위와 더불어 양측 대퇴골에서 측정된 부위 중 정확도 오차를 가장 많이 유발하는 워드 삼각부위를 제외한 근위대퇴골 전체 골밀도의 평균값을 비교하였다. 결과 비교는 측정된 골밀도(BMD, bone mineral density, g/cm²)와 Z-값을 이용하였다. 골밀도의 객관적인 비교를 위해서는 대상 환자의 대부분이 20세 이하의 젊은 연령이기 때문에 나이와 연령, 성별, 인종을 고려하여 동일 연령의 평균 골밀도에서의 표준편차로 표시한 Z-값을 비교 대상으로 설정하였다. 특발성 척추 측만증과 근육병성 척추 측만증간의 골밀도 비교에는 t-test (SPSS 12.0)를 시행하였고, 측만각과 골밀도 사이 상관관계 분석(SPSS 12.0)을 시행하였다.

결 과

수술 전 골다공증 검사를 시행한 환자는 특발성 척추 측만증군은 25명과 신경근육성 척추 측만증군 23명으로 총 48명이었다. 특발성 척추 측만증군은 King 분류 1형 5명, 2형 17명, 3형 1명, 5형 1명이었다. 남자 4명, 여자 21명으로 여자가 많았고, 평균 연령은 16.9±5.4세, 술 전 측만각은 48.4±5.1도였다. 신경근육성 척추 측만증군에는 진행성 근위측증이 14명, 척추신경위측증 5명, 분류되지 않은 근육병 3명과 경한 정도의 뇌성마비 1명 있었다. 성별로는 남자가 15명 여자가 8명으로 남자에서 많은 비중을 차지했다. 4명을 제외한 19명은 보행이 불가능하였다. 평균 연령은 14.7±4.9였으며, 술 전 측만각은 62.9±8.8도였다. 근육병의 진행을 막기 위해 스테로이드제 사용했거나, 골다공증 치료약제를 복용한 환자는 없었다.

두 군간의 비교에서 신경근육성 척추 측만증의 수술 시기에 더 심한 측만각을 보임을 알 수 있었다. 두 군간의 나이와 체질량지수(body mass index)의 차이는 없었다. 특발성 척추 측만증군에서 대퇴골 골밀도(Z값) 및 척추의 골밀도(Z값)는 0.755±0.073 g/cm² (-1.099±1.011), 0.826±0.068 g/cm² (-0.891±0.66984)였으며, 신경근육성 척추 측만증군에서는 0.558±0.159 g/cm² (-3.121±1.202), 0.668±0.209 g/cm² (-1.865±1.624)였다. 두 군간에 대퇴골 골밀도 및 Z값과 척추의 골밀도에서는 신경근육성 척추 측만증에서 의미있게 낮았으며(p<0.05), 척추의 Z값에서도 p value 0.06으로 10% 오차 범위 내에서는 신경근육성 척추 측만증에서 의미있게 낮았다(Table 1).

신경근육성 척추 측만증 환자 중에서 4명은 보행이 가능한 환자였으며, 4명을 제외하고 보행이 불가능한 신경근육성 척추 측만증 환자만을 측정된 골밀도(Z값)는 각각 0.525±0.136 g/cm² (-3.374±1.033), 0.612±0.174 g/cm² (-2.204±1.531)로 대퇴골과 척추의 BMD 및 Z값 모두에서 특발성 척추 측만증에 비해 의미있게 낮았다(p<0.05)(Table 2).

측만각의 크기와 골밀도와는 대퇴골 및 척추 골밀도 모두에서 의미있는 상관관계는 보이지 않았다(p>0.05).

고 찰

골다공증은 골량의 감소와 골조직의 미세구조의 약화를 특징으로 하며 이로 인해 뼈가 약화되어 골절되기 쉬운 질환이다. 성인기의 골량은 젊은 연령에서의 최대 골량(peak bone mass)이 중요한 결정 요인이 되며, 바로 청소년 시기에 전체 골량의 1/2이 생성되어 진다고 한다¹²⁾. 이러한 골다공증은 고령의 건강 문제로 인식되는 질환으로 소아나 청소년에서는 드물다고 생각했다.

그러나 Cheng 등⁶⁾은 특발성 척추 측만증에서 골감소증이 있다고 보고하였으며, 장기 추시 관찰에서도 골밀

Table 1. Demographics and results of bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis and neuromuscular scoliosis patients

	AIS*	NMS†	p Value
Case (No.)	25	23	
Sex (M/F)	4:21	15:8	
Age (yr)	16.9±5.4	14.7±4.9	0.2350
Body mass index (kg/m ²)	18.3±1.2	17.7±2.4	0.5469
Hip BMD‡ (g/cm ²)	0.755±0.073	0.588±0.159	0.0009
Hip Z score	-1.099±1.011	-3.121±1.202	0.0004
Spine BMD (g/cm ²)	0.826±0.068	0.668±0.209	0.0205
Spine Z score	-0.891±0.669	-1.865±1.624	0.0612

Note: average ± standard deviation

*: adolescent idiopathic scoliosis, †: neuromuscular scoliosis, ‡: bone mineral density

도의 증가율이 정상 청소년에서보다 낮음을 보고하였고, 이로 인해 성인에서 의미있게 낮은 최대 골량(peak bone mass)을 나타냄으로 성인에서 골다공증 문제를 유발할 수 있다고 언급하였다.

근육병을 포함한 신경근육병 환자의 경우도 움직임의 감소와 근육량의 감소로 인해서 소아 시기에도 골다공증이 나타난다. 신경근육병 환자에서는 뼈에 대한 역학적 응력의 감소로 인해 파골세포에 의한 골흡수가 가속화되고 조골세포에 의한 골생성이 저해됨으로써 골소실이 유발되는 불용성 골다공증(disuse osteoporosis)이 발생한다. 그리고 근육의 무게는 뼈 부착부위에 작용하는 근육의 힘을 반영하며, 부착부위 뼈의 질량의 중요한 결정 요인이 되는데, Frank Doyle 등¹³⁾은 근육 수축 시 근육 부착부위 뼈에 변형(strain)과 응력(stress) 원리에 의해 신생골이 형성된다는 원리에 근거하여 시행한 카테바 연구를 통해 골의 질량과 부착부위 근육 사이에는 양적인 상관관계가 있음을 증명하였다. 근육은 부착부위 뼈에 큰 힘을 제공하는데, 만약 근육 양이 증가하면 뼈의 단면적이 증가하여 뼈의 강도를 증가시키지만, 근육병 환자에서처럼 근육이 제대로 기능을 하지 못하면 뼈의 단면적이 증가하지 못함으로 인해 뼈의 강도가 약하여, 쉽게 골절이 발생하곤 한다. 소아마비나 신경근 위축 및 근이영양증을 가진 소아에서 골다공증이 발생한다고 알려져 있고^{7,8)}, 또한 이로 인해 정상 남아에 비해서 듀센형 남아에서 장관골에서의 골절이 21~40%의 높은 빈도로 보고되고 있다^{14,15)}.

척추경 나사못의 안정성에 영향을 주는 인자로는 나사못의 크기, 삽입 깊이, 삽입 방향, 삽입 기술, 삽입 토크, 골밀도 등이 보고되고 있다¹⁶⁾. 이중 골다공증은 피질골에서는 골내막에서부터 시작하여 먼저 골수강의 넓이를 증가시키고, 그 후 피질골 내에 더 큰 소강을 만든다. 또한 해면골에서는 골소주가 얇아지고, 가로 골소주가 먼저 소실되면서 결국 골소주 버팀목이 끊어짐으로 인해 미세구조의 안정성에 손상을 초래하게 된다.

척추경은 척추경 나사못의 미두방향 강성(caudo-cephalad stiffness)의 80% 인장력 강도의 60%를 좌우한다고 알려져 있다¹⁷⁾. 척추경 나사못의 안정성은 나사못

이 척추경의 해면골 부위에 비해 치밀한 구조를 가진 피질골하골 부위에 안착되기 때문에 피질골하골의 골밀도가 중요한 영향을 미친다. 그러나 골다공증이 있는 환자에서는 피질골하골에서도 골밀도가 높지 않으며, 피질골도 정상보다 얇아서 반경이 큰 척추경 나사못이 나사못의 안정성을 증가시키지 못하고 얇은 피질골의 골절을 야기시킬 수 있다고 보고하였다¹⁶⁾. 그러므로 골다공증이 심한 경우는 수술 시 척추경 나사못만으로 충분한 안정성을 확보하기 힘들기 때문에 척추 갈고리, 철사, 케이블, 및 골시멘트 등의 추가 시술이 필요할 수 있다. 특발성 측만증에서 골밀도 감소 소견을 보인다는 보고^{5,6)}는 있지만 수술 시 척추경 나사못의 고정력에 문제를 일으킬 정도는 아니다. 그러나 보행이 불가능한 근육신경성 척추 측만증 수술 시는 골다공증으로 인해 척추경 나사못의 고정력이 현저히 떨어져 있다(Table 2). 이로 인해 저자는 보행이 불가능한 근육신경성 척추 측만증 수술 중 강봉 연결 과정에서 나사못이 빠져 나오는 경우를 경험을 하곤 하였다.

Hirano 등¹⁶⁾은 이중 에너지 방사선 흡수법을 이용한 골밀도와 미두방향 강성 간의 상관관계 분석에서 0.8의 매우 높은 상관관계를 보여줌으로 이중 에너지 방사선 흡수법이 척추경 나사못의 안정성에 대한 수술 전 임상적 평가로 좋은 수단이라고 보고한 바 있다. Halvorson 등¹⁸⁾도 골밀도가 척추경 나사못의 인장력 강도의 매우 높은 상관관계가 있다고 보고한 바 있다.

본 저자는 척추 측만증 수술 전 이중 에너지 방사선 흡수법을 이용하여 수술 전에 골다공증 정도를 평가함으로 수술 중 수술 방법의 고려 사항으로 삼았으며, 본 연구를 통해 이 결과들을 비교 평가하였다. 본 연구의 결과에서는 신경근육성 척추 측만증에서 대퇴골과 척추 모두에서 특발성 척추 측만증에 비하여 의미있게 낮았다. 특히 대퇴골의 경우 Z값이 -3.121 ± 1.202 로 동일 연령에서 심한 골다공증을 보였고 척추의 경우는 -1.865 ± 1.624 로 대퇴골에 비하여는 그 정도는 심하지 않았다(Table 1). 그러나 보행이 가능하였던 4명을 제외한 경우 척추의 골밀도의 Z값은 -2.204 ± 1.531 로 동일 연령의 2 표준편차 이하 소견을 보였다(Table 2). 이 결과를 통해

Table 2. Results of bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis and non-ambulant neuromuscular scoliosis patients

	AIS*	Non-ambulant NMS†	p Value
Hip BMD* (g/cm ²)	0.755 ± 0.073	0.525 ± 0.136	0.0001
Hip Z score	-1.099 ± 1.011	-3.374 ± 1.033	0.0001
Spine BMD (g/cm ²)	0.862 ± 0.068	0.612 ± 0.174	0.0022
Spine Z score	-0.891 ± 0.669	-2.204 ± 1.531	0.0197

Note: average ± standard deviation

*: adolescent idiopathic scoliosis, †: neuromuscular scoliosis, ‡: bone mineral density

보행이 가능한 신경근육성 척추 측만증의 경우는 어느 정도 골밀도를 유지하지만, 보행 능력을 상실한 후의 요추 골밀도는 많은 감소를 보였음을 알 수 있었다. Quinlivan 등¹⁹⁾도 듀센형 근이영양증에서의 골다공증에 대한 보고를 통해 대퇴골의 골밀도는 보행 능력 상실 전에도 이미 많은 감소를 보이지만 요추 골밀도의 경우는 보행이 가능한 경우 정상 보다 약간 낮은 결과를 보이다가 보행 능력을 상실한 후에는 요추 골밀도의 많은 감소를 보였다고 하였다. Kim 등¹⁹⁾은 요추부 감압술 후 후측방 유합술 및 척추기기삽입술을 시행한 환자를 대상으로 척추경 나사못 고정술과 골밀도와의 관계 분석을 통해 골밀도가 0.782 g/cm^2 이하에서는 척추경 나사못의 해리 현상으로 인한 합병증 발생 가능성이 높다고 보고하였다. 또한 Okuyama 등²⁰⁾은 고령에서 후방 추체간 유합술 시 골밀도가 $0.674 \pm 0.101 \text{ g/cm}^2$ 보다 낮을 때는 나사못의 안정성뿐만 아니라 불유합의 가능성이 높아지며, 이때는 척추경 나사못과 더불어 추궁판 갈고리나 골시멘트 등의 추가적인 시술을 고려할 것을 추천하였다. 본 연구의 보행이 불가능한 신경근육성 측만증에서는 위 두 연구의 기준치보다 낮은 골밀도 소견을 보였다.

이처럼 골다공증이 심한 신경근육성 측만증 수술에 있어서 측만각이 대부분 긴 C형을 보이기 때문에 록기술식과는 달리 척추경 나사못만을 이용할 경우 척추경 나사못에 강봉 연결 과정, 강봉 감염술(rod derotation) 및

척추체 회전술(direct vertebral rotation) 과정에서 나사못의 빠져 나오거나, 약화된 척추경 피질골의 골절로 인한 신경 손상 혹은 나사못의 안정성 소실, 대혈관 손상 등과 같은 합병증이 드물지만 발생할 가능성이 있다. 특히 보행이 불가능한 신경근육성 측만증에 있어서는 척추에서도 골다공증이 심하게 나타나기 때문에 수술 과정에서 골다공증에 대한 충분한 고려가 있어야 하겠다.

저자들은 보행이 가능한 신경근육성 측만증의 경우는 특발성과 같이 척추경 나사못만을 이용하여 기형을 교정하였지만, 보행이 불가능한 신경근육성 측만증의 경우 척추경 나사못을 이용하여 장잠인 미두방향 강성을 유지하면서 골다공증으로 인하여 척추경 나사못의 후방으로 빠져나올 가능성을 예방하고자 노력하였다. 특히 상부 척추경 나사못에 대하여는 강봉 연결 과정에서 나사못에만 힘이 집중되는 것을 예방하기 위하여 케이블을 이용하여 나사못을 보조하였다(Fig. 2, 3). 또한 술 전 시행한 컴퓨터 단층 촬영상에서 심한 기형으로 인해 척추경의 발달이 거의 없는 부위에는 추궁판하 케이블술식을 병합하여 시행함으로써, 기형 교정 및 척추경 나사못의 안정성을 돕고자 노력하였다.

본 연구에서는 골밀도 측정방법으로 이중 에너지 방사선 흡수법을 이용하였는데 적은 방사선 노출과 적은 비용으로 골밀도를 쉽게 측정하는 방법으로 널리 사용되는 방법이다. 그러나 본 연구의 한계점으로는 이중 에

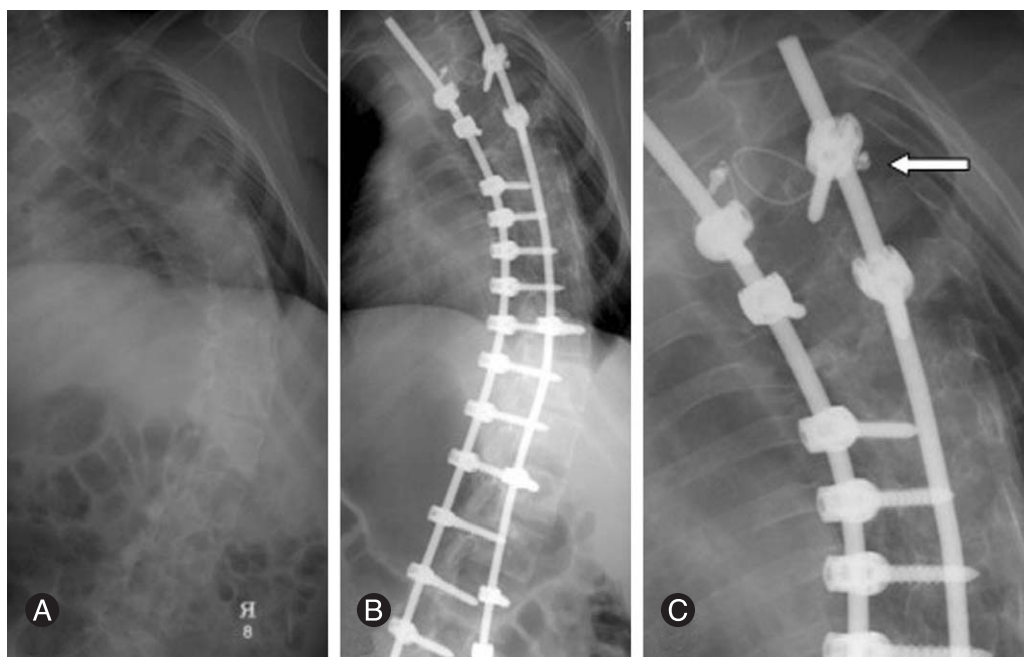


Fig. 2. Fourteen year old male patient with Duchenne muscular dystrophy. (A) The degree of coronal deformity was 77 and bone mineral density (z-score) was 0.465 g/cm^2 (-3.95) in femur and 0.356 g/cm^2 (-4.2) in vertebra. (B) Posterior correction and fusion were performed using pedicle and iliac screws and sublaminar cables with allo cancellous bone. (C) Sublaminar cabling (arrow) was performed to prevent the pullout of the upper thoracic screws.

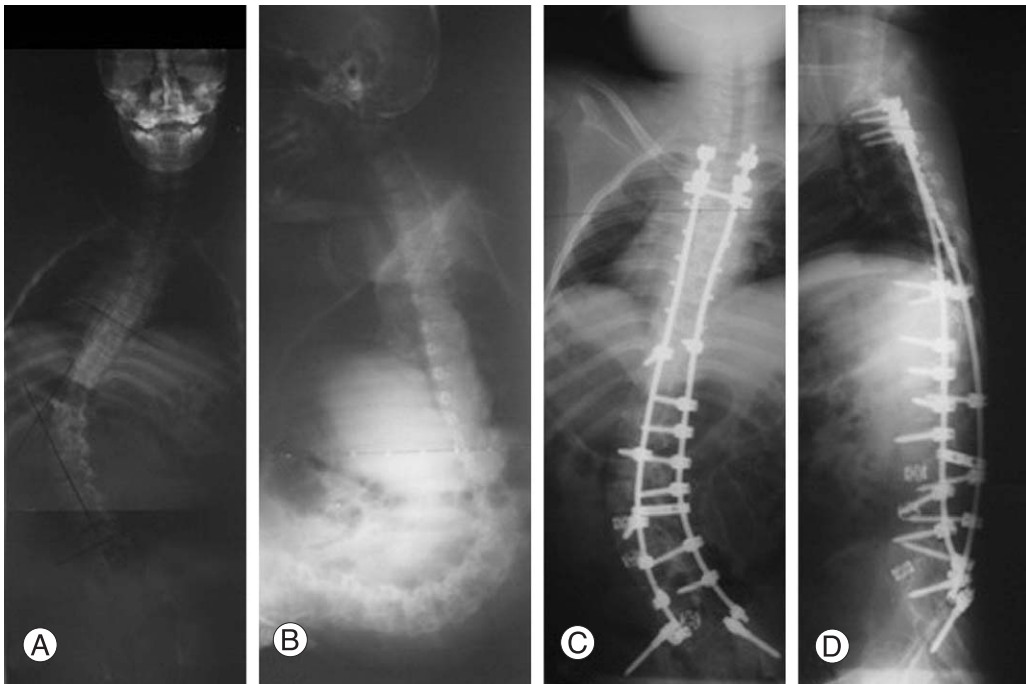


Fig. 3. Twelve year old male patient with Duchenne muscular dystrophy. The degree of coronal deformity was 58 and the sagittal deformity was more severe than coronal one (A, B). At first, anterior release and fusion was performed for the correction of lumbar kyphosis, and then posterior correction and fusion was performed using instrumentation and allo cancellous bone. Sublaminal cabling was performed in the upper thoracic area (C, D).

너지 방사선 흡수법이 3차원 구조를 2차원적으로 해석하는 결과를 주기 때문에 골의 크기에 의해 결과 차이가 많이 나타난다. 즉 측만증의 회전 변형 정도가 단면적의 크기에 주는 영향으로 인해 결과 해석에 영향을 미칠 수 있다는 한계점이 있다. 그리고 골밀도 비교 기준 중 하나로 환자의 대부분이 20세 이하이기 때문에 Z값을 설정하였는데 Z값의 크기는 성적 발육 보다는 역연령 (chronological age)을 기준으로 하기 때문에 크기가 보정되지 않았다는 한계점은 있다.

결 론

신경근육성 측만증에서 보행이 불가능한 환자는 특발성 측만증에 비하여 대퇴골과 척추 모두에서 낮은 골밀도를 보였다. 그러므로 수술이 필요한 정도의 보행이 불가능한 신경근육성 척추 측만증 수술 시 골다공증을 충분히 고려한 수술적 방법을 택하여야 할 것이다.

참고문헌

1) Suk SI, Kim WJ, Lee SM, Kim JH, Chung ER: Tho-

racic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe? *Spine* 2001; 26: 2049-2057.
 2) Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB: Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20: 1399-1405.
 3) Teli M, Elsebaie H, Biant L, Noordeen H: Neuromuscular scoliosis treated by segmental third-generation instrumented spinal fusion. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18: 430-438.
 4) Wimmer C, Wallnofer P, Walochnik N, Krismer M, Saraph V: Comparative evaluation of luque and isola instrumentation for treatment of neuromuscular scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 439: 181-192.
 5) Cheng JC, Qin L, Cheung CS, et al: Generalized low areal and volumetric bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Miner Res* 2000; 15: 1587-1595.
 6) Cheng JC, Guo X, Sher AH: Persistent osteopenia in adolescent idiopathic scoliosis: a longitudinal follow-up study. *Spine* 1999; 24: 1218-1222.
 7) Aparicio LF, Jurkovic M, DeLullo J: Decreased bone density in ambulatory patients with duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 179-181.

- 8) **Vestergaard P, Glerup H, Steffensen BF, Rejnmark L, Rahbek J, Mosekilde L:** *Fracture risk in patients with muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. J Rehabil Med 2001; 33: 150-155.*
- 9) **Quinlivan R, Roper H, Davie M, Shaw NJ, McDonagh J, Bushby K:** *Report of a Muscular Dystrophy Campaign funded workshop Birmingham, UK, January 16th 2004. Osteoporosis in Duchenne muscular dystrophy; its prevalence, treatment and prevention. Neuromuscul Disord 2005; 15: 72-79.*
- 10) **Tan JS, Kwon BK, Dvorak MF, Fisher CG, Oxland TR:** *Pedicle screw motion in the osteoporotic spine after augmentation with laminar hooks, sublaminar wires, or calcium phosphate cement: a comparative analysis. Spine 2004; 29: 1723-1730.*
- 11) **Hasegawa K, Takahashi HE, Uchiyama S, et al:** *An experimental study of a combination method using a pedicle screw and laminar hook for the osteoporotic spine. Spine 1997; 22: 958-962.*
- 12) **Velis KP, Healey JH, Schneider R:** *Peak skeletal mass assessment in young adults with idiopathic scoliosis. Spine 1989; 14: 706-711.*
- 13) **Doyle F, Brown J, Lachance C:** *Relation between bone mass and muscle weight. Lancet 1970; 21: 391-393.*
- 14) **Larson CM, Henderson RC:** *Bone mineral density and fractures in boys with Duchenne muscular dystrophy. J Pediatr Orthop 2000; 20: 71-74.*
- 15) **McDonald DG, Kinali M, Gallagher AC, et al:** *Fracture prevalence in Duchenne muscular dystrophy. Dev Med Child Neurol 2002; 44: 695-698.*
- 16) **Hirano T, Hasegawa K, Takahashi HE, et al:** *Structural characteristics of the pedicle and its role in screw stability. Spine 1997; 22: 2504-2509.*
- 17) **Brantley AGU, Mayfield JK, Koeneman JB, Clark KR:** *The effects of pedicle screw fit. Spine 1994; 19: 1752-1758.*
- 18) **Halvorson TL, Kelley LA, Thomas KA, Whitecloud TS 3rd, Cook SD:** *Effects of bone mineral density on pedicle screw fixation. Spine 1994; 19: 2415-2420.*
- 19) **Kim NH, Lee HM, Lee WS:** *The effect of bone mineral density on instrumented spine fusion. J Kor Soc Spine Surg 1994; 1: 133-139.*
- 20) **Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K:** *Influence of bone mineral density on pedicle screw fixation: a study of pedicle screw fixation augmenting posterior lumbar interbody fusion in elderly patients. Spine J 2001; 1: 402-407.*

국문초록

연구계획: 단면 연구

연구목적: 수술적 치료를 시행한 특발성 척추 측만증과 신경근육성 척추 측만증 환자의 골밀도를 비교함으로써 골다공증 정도 차이를 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 2004년 8월부터 2006년 6월까지 본원에서 척추 측만증에 대하여 수술적 치료를 받은 환자 중 수술 전 골다공증 검사를 시행한 환자를 대상으로 하였다. 골다공증 검사는 요추와 대퇴골 근위부에 대하여 DEXA를 시행하여 비교하였다. 요추에 대한 검사 시 측만증에 의한 회전 변형에 의한 오차를 줄이고자 요추 2번을 최대한 중립위로 교정한 후 검사를 시행하였으며, 대퇴골은 양측 근위대퇴골 골밀도의 평균값 비교하였다. 골밀도 결과 비교는 BMD (bone mineral density, g/cm²)와 BMD를 나이, 성별, 인종을 기준으로 변환한 Z값을 이용하였다.

결과: 특발성 척추 측만증군은 25명의 평균 측만각은 48.4도였고, 신경근육성 척추 측만증군은 23명의 평균 측만각은 62.9도였다. 두 군간에 골밀도 비교에서 척추 골밀도의 Z값을 제외한 대퇴골 골밀도 및 Z값과 척추의 골밀도에서는 근육병성 척추 측만증에서 의미있게 낮았으며(p<0.05), 보행이 불가능한 신경근육성 척추 측만증만을 비교하였을 때는 대퇴골 및 척추의 골밀도와 Z값 모두에서 근육병성 척추 측만증에서 의미있게 낮았다(p<0.05). 측만각과 척추 골밀도와 상호관계 분석에서는 두 군 모두에서 의미있는 상관관계는 보이지 않았다.

결론: 신경근육성 척추 측만증에서 특히 보행이 불가능한 환자는 특발성 측만증에 비하여 대퇴골과 척추 모두에서 낮은 골밀도를 보였다. 그러므로 보행이 불가능한 신경근육성 척추 측만증의 수술적 치료 시 골다공증을 고려한 수술적 방법을 택하여야 할 것이다.

색인단어: 척추 측만증, 골다공증

※ 통신저자 : 김 학 선

서울특별시 강남구 도곡동 146-92

영동세브란스병원 정형외과학교실

Tel: 82-2-2019-3411 Fax: 82-2-573-5393 E-mail: haksunkim@yumc.yonsei.ac.kr