

Bone Cement를 이용한 척추후방고정이 척추관절에 미치는 영향

—경시적 조직학적 연구—

가톨릭 의과대학 정형외과학교실

문명상 · 옥인영 · 하기용

= Abstract =

Effect of Posterior Spine Fixation With Bone Cement on Vertebral Growth Plate and Disc in Dogs — A Histological Study —

Myung-Sang Moon, M.D., In-Young Ok, M.D. and Kee-Yong Ha, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery and Catholic Medical College, Seoul, Korea

In this study, author tried to clarify the chronological and histological change of the growing spine after posterior cement fixation in dogs. The material used for the study consisted of 24 male mongrel dogs, aged 8 weeks. Lumbar spines, from 3rd to 5th were fixed posteriorly with bone cement (Zimmer Co. U.S.A.).

After posterior spinai fixation with bone cement, there dogs at a time were sacrificed every 4 weeks up to 32 weeks, and histologic changes of intervertebral disc, growth plate and the vertebral bodies were observed after hematoxylin & eosin staining with light microscope.

The results obtained were as follows:

1. Thinning of the growth plate and distortion of the cartilage columns developed gradually after posterior cement fixation of the spine, but premature closure of the growth plate did not develop and the growth of the vertebral body continued till 32 weeks after operation.
2. Intervertebral disc thinned posteriorly and widened anteriorly without any changes in subchondral cortices, though there is some bony atrophy in the body which is represented by the thinning and coarseness of bony spicules.
3. At 16 weeks the cartilage layer of the vertebral end plate became thinner, and at 32 weeks there were profound degenerative changes in the cartilages.
4. After fixation of the spine, the nucleus pulposus gradually degraded and was replaced by fibrous tissues, and began to adhere to the vertebral end plate at 24 weeks and completely adhered to it at 32 weeks after fixation.
5. The direction of the horizontally arranged annulus fibrosus began to derange from 24 weeks after fixation, and at 32 weeks all the fibers of the annulus fibrosus were vertically arranged completely.

Through this study it is found that posterior spinal fixation with bone cement affects growths of the vertebral growth plate, and end plate slightly, but there were no cessation of cartilaginous growth which might later cause the vertebral deformity. Also it is clarified that posterior fixation of the spine with cement develops noticeable degenerative changes in the intervertebral disc and thereby develops the lordotic curve of the cemented segment of the spine.

Key Words: Posterior spine fixation, Bone cement, Vertebral growth plate, Disc, Mongrel dogs.

* 본 논문은 1981년도 문교부 학술연구비와 가톨릭 중앙 의료원 학술조성비로 이루어졌음.

* 본 논문의 요지는 1981년 25차 추계학술대회에서 발표 하였음.

서 론

골 또는 골막을 이용한 척추의 후방고정에 뒤따르는 척추의 변화에 대한 육안적 및 X-선학적 관찰은 많으나, bone cement(Methyl metacrylate, Polymethyl metacrylate, Zimmer, U.S.A.)에 의한 후방고정이 척추 성장에 미치는 영향에 대한 연구 결과는 드물었다. 임상에서 발견되는 심한 척추 변형은 그 원인이 무엇이든간에 일단 발견되면 그 종류와 정도 또는 예기 예후에 따라 예방대책과 치료대책이 마련되어야 한다.

우리나라에서는 특히 소아에서 척추 결핵에 의한 후굴 즉 귀배변형이 가장 문제시 되어 왔으며, 결핵이 치유될지라도 추간 변형을 나타내므로 아직도 정형외과 분야에서 큰 비중을 차지하는 난제로 남아있다. 실사 소아라 하더라도 일단 귀배변형이 생기면 Bradford(1974)⁴⁾ 등에 의한 Milwaukee brace 등을 이용한 비수술적 요법으로는 치료가 어려웠고, 척추절골술에 뒤따르는 Halo-pelvic traction과 척추유합술을 실시함으로써 교정이 가능하였으며, 특히 Yau¹⁹⁾ 등(1974)은 척추 결핵에 의한 심한 후굴증을 교정하기 위해 척추의 전방 및 후방 고정을 하였다. 한편으로는 이들 이외에 Scoville(1967)¹⁸⁾은 cement를 이용하여 척추의 전이암에 의한 변형을 교정하였으며, 또한 불안정 경추골절을 cement로 경추의 후방고정을 실시하여 불안정 척추에 안정성을 부여하는데 성공하였다 하였고, 우리나라에서도 좋은 치험성적이 발표된 바 있다(김계영 등, 1980)¹¹⁾.

근년에 이르러 국내에서도 소수의 학자에 의하여 귀배 변형에 대한 각종 연구가 시작되긴 하였으나 아직 초보 단계를 벗어나지 못한 상태에 있고, 소아에서 귀배 변형을 고정할 목적으로 척추후방고정술을 실시하고 있으나 추적, 관찰기간이 짧고 동시에 장기간의 관찰을 요하기 때문에 이렇다 할 결과를 아직 얻지 못하고 있는 상태이다. 그러나 다행히도 Moon과 Ok(1980)¹¹⁾은 이미 성장기의 개의 척추를 cement를 이용하여 후방고정한 후 그 결과를 X-선학적으로 추적하여 보고한 바 있다. 그러나 그들은 추골과 추간판을 포함한 여타의 척추 관절에 일어나는 변화를 조직학적으로 관찰하지는 않았다. 이러한 점을 감안하여 저자는 수술직후부터 완전고정이 가능하므로써 척추 성장에 영향을 미칠것으로 사료되는 cement를 이용하여 척추후굴증을 만든 다음 척추 성장 및 추간판을 포함한 추간관절에 어떤 변화가 일어나는지를 관찰하기 위하여 이 실험을 하였다.

재료 및 방법

실험동물 :

실험동물로는 생후 8 주된 3.0kg 내외의 성장기 수컷 잡견 24마리를 사용하였으며, cement로 제3요추에서 제5요추까지 3마디를 후방고정후에 매 4주마다 X-선 촬영한 한 후 임의로 3마리씩 택한 후 도살하여 cement로 고정된 부위와 그 상부의 정상 척추 2마디와 하부 정상 척추 1마디를 포함하여 절취한 후 추체성장판(vertebral growth plate), 추체종판(vertebral end plate), 수핵(nucleus pulposus), 및 및 섬유륜(annulus fibrosus)의 변화를 조직학적으로 관찰하였으며, 대조군으로는 고정부위의 상하에 있는 정상 척추를 이용하였다.

실험 방법

1. 수술방법

복강내에서 nembutol 5ml를 주입하여 실험견을 전신마취 시킨후 수술대 위에 복와위로 하여 고정시킨 후의 털을 삭모하고 무균조작하에서 제3요추에서 제5요추에 이르는 수술해당 부위의 척추 극돌기를 따라 정중 절개를 하여 완전히 극돌기와 후궁판을 노출시키고 각 극돌기 사이의 극돌기간인대(interspinous ligament)를 제거하였다. 그리고 후궁판의 골피질을 제거함과 동시에 척추를 과도전굴 시킴으로써 인위적으로 척추의 귀배변형을 만들었다. 이어 고정하여야 할 척추부위에 해당하는 곳에 Kirschner 강선을 표지물로 cement에 매몰시켜 척추를 cement로 후방 고정하였다. 이때에 강선은 고정부위를 X-선상에서 파악할 목적으로 사용함과 동시에 cement에 의한 고정의 유지상태와 가관절 형성을 관찰하기 위하여 사용하였다. 고정에 사용된 cement는 굳을 때 고열을 발생하므로 발생열에 의한 뼈 및 주위 조직의 화상에 의한 괴사를 방지하기 위하여 생리적 식염수를 적신 거즈로 열을 식혔다. cement가 완전히 굳은 후 고정부위를 움직여 보아 cement와 척추 후궁사이의 고정을 확인하고 수술창을 봉합하였으며, 수술창의 감염을 예방하기 위하여 수술 후 10일 동안 매일 procaine penicilline 600,000IU.을 근육내 주사하고 또 chloramphenicol 제를 경구로 투여하였다.

2. 관찰방법

수술후 모든 실험견은 자유방치상태에서 사육하였으며, 척추 성장의 관찰은 X-선 사진으로 수술 전 후 및 수술 후 매 4주 간격으로 총 10회 촬영하였으며, 척추의 단순 측면 X-선상에서 나타난 척추의 만곡도의 변화를 옥과문(1978)²⁾의 관찰방법을 이용하여 계속하였다. 수술 후 4주부터는 X-선 촬영 후 임의로 3마리씩 선택하여 도살한 후 고정된 부위와 고정하지 않은 상부 정상 요추 2마디와 하부 정상 요추 1마디를 포함하여 채취한 후 조직소견을 관찰하였다. 채취한 표본은 시상면으로 절개하여 탈석회화를 한 뒤 hematoxylin eosin 염색한 후 경시

적인 조직학적변화를 광학현미경으로 관찰하였으며, 그림 1은 관찰부위를 명시하기 위하여 관찰을 위한 조직편을 절취한 부위를 숫자로 표시하였다. 즉, 수핵은 1로, 섬유륜은 2로, 추체종판은 3으로, 성장판은 4로 표시하였다.

3. 계측방법

정상 잡견의 척추 골성장은 생후 44주가 되면 끝나므로 (Veliskakis & Levine, 1966)¹⁸⁾, 실험견 모두에서 생후 8주에서 생후 40주 사이의 성장을 보기 위하여 수술 후 부터 매 4주 간격으로 수술 후 32주까지 총 8회에 걸쳐 X-선 사진을 찍어 X-선상에 나타나는 추체 및 추간판의 변화를 옥과문(1978)²⁾의 방법을 이용하여 계측하였다.

성 적

1. X-선상의 소견

수술 12주 후 까지는 인위적으로 만들어진 요추 후궁

증은 계속해서 유지되는 듯 하였으나 그 후부터 점차 전 굴 변화를 일으켜 수술 후 24주는 현저한 전만곡으로 변화를 일으켰다. 즉, 추체간극의 변화는 전방폭이 넓어지는 반면, 후방이 비교적 좁아져 갔으나, 추체의 성장에는 변화를 볼 수 없었다. 추체변화의 계측법은 옥과문(1978)²⁾이 cement를 이용한 척추 후방고정을 한 후 X-선 촬영을 이용한 척추 성장 및 추체간극의 변화를 관찰한 것과 같았으나 이 연구에서는 X-선촬영은 고정기 실패한 예를 제외시킬 목적으로 촬영하였다.

2. 조직학적 소견

요추의 후방고정 수술 후 추체의 성장판, 추체종판, 수핵 및 섬유륜에 일어나는 변화를 매 4주마다 실험견을 도살하여 얻어진 표본으로 관찰하였다. 단, Table 1에서 표시된 대조군은 각 관찰시기인 4주, 8주, 12주, 16주, 20주, 24주, 28주, 32주의 것을 대조군으로 삼아 관찰하였으나, Table 1에는 수술 32주의 것만을 절취한 정상 요추 부위에서의 소견을 기록하였다 (Table 1, Fig. 1, 2).

Table 1. Chronological and histological observation of growth plate and disc in growing dogs

Tissues		Control	Fixed segments of the spine					
			4 Wks.	16 Wks.	20 Wks.	24 Wks.	28 Wks.	32 Wks.
Growth Plate	Cartilage columns	Regular	Regular	Regular	Regular	Altered	Disrupted	Disrupted
	Cartilage thickness	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Irregular uneven
	Early arrest and fusion	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Vertebral end plate	Shape of chondrocyte	Oval or spindle	Oval or spindle	Oval or spindle	Oval or spindle	Oval or spindle	Oval or spindle	More spindle some degenerative changes
	Cartilage layer	6 to 10 layers	6 to 10 layers	Thinned	Thinned	Adherence c N.P.	Adherence c N.P.	Adherence c N.P.
	Cartilage column	Regular	Regular	Regular	Regular	Deranged	Dranged	Loss
Nucleus pulposus	Cellularity	Normal	Slightly increased	Slightly increased	Condensed and shapeless	Replaced by dense fibrous tissue	Replaced by dense fibrous tissue	Replaced by dense fibrous tissue
	Relation with end plate	Normal	Normal	Normal	Normal	Bulging toward end plate & adhesion to it	Bulging toward end plate & adhesion to it	Bulging toward end plate & adhesion to it
Annulus fibrosus	Number of chondrocyte	Normal	Normal	Normal	Normal	Slightly increased	Increased	Increased
	Relation with N.P.	Normal	Normal	Normal	Normal	Adhered	Adhered	Adhered
	Arrangement of fiber	Normal	Normal	Normal	Normal	Slightly vertical	Slightly vertical	Completely vertical

N.P.: Nucleus pulposus

ㄱ) 대조군

(1) **성장판**: 연골세포의 지주는 수직으로 규칙적인 배열을 하고 있었다(Fig. 1-A, Fig. 2-4A).

(2) **추체종판**: 추간판의 가장 바깥에 위치하고 있는 두꺼운 정상적인 추체종판은 추체의 상하면에 위치하고 있다. 이 추체종판은 타원형 또는 방추형의 층으로 배열된 연골세포로 구성되어 있으며, 추체간극에 가까이 위치한 세포일수록 방추형을 취하였다(Fig. 1-A, Fig. 2-3A).

(3) **수핵**: 추간판의 중심부에 위치하고 있는 교질점액 양 조직인데 그 속에는 성근 섬유속이 있다. 성숙 개체에서는 그 속에 세포가 있기도 하고 또한 변화된 불규칙한 연골괴를 볼 수도 있다(Fig. 1-A, Fig. 2-1A).

(4) **섬유륜**: 추체종판의 말단부위에 기시하면서 서로 교차하는 섬유성 또는 섬유성 연골층판으로 구성된다. 이 섬유륜은 중심부에 수핵을 싸고 있고, 수핵이 밖으로 탈출하는 것을 막는다(Fig. 1-A, Fig. 2-2A).

ㄴ) 실험군

(1) **성장판**: 수술 4 주, 8 주, 12 주, 16 주, 20 주 후까지는 대조군과 비교하여 변화가 없었으며(Fig. 1-B, Fig. 2-4B), 수술 24 주 후부터 성장판의 연골층의 두께가 불규칙하게 되었다(Fig. 1-C, Fig. 2-4C). 특히 수술 28 주 후부터는 규칙적인 연골세포 지주의 배열에 이상이 나타나기 시작하였으며, 그 후 32 주 후 까지도 이러한 변화가 지속되었다. 그러나 성장판의 조기폐쇄는 일어나지 않았으며, 이로 인해 척추의 성장이 계속 진행되는 상태라는 것을 알 수 있었다(Fig. 1-D, Fig. 2-4D).

(2) **추체종판**: 수술 4 주, 8 주, 12 주 후까지는 대조군과 비교하여 추체종판에는 변화가 없었다. 수술 16 주 후부터 연골세포층이 얇아지기 시작하였으나, 모양과 배열에는 거의 변화가 없었다(Fig. 1-B, Fig. 2-3B). 20 주 후 까지도 마찬가지로 모양과 배열에는 거의 변화가 없었으며, 24 주 후부터 연골세포 자체에 변화가 보이기 시작하였고, 또한 변성을 일으킨 수핵과의 유착이 일어나기 시작하였다(Fig. 1-C, Fig. 2-3C). 수술 28 주 후에는 연골세포의 변성 변화가 더 진행하여 방추형세포로 되기 시작하였으며, 이러한 변화는 32 주 후에는 더욱 진행하였다. 또한 연골세포의 지주의 소실도 일어났다(Fig. 1-D, Fig. 2-3D).

(3) **수핵**: 수술 4 주 후에 이미 섬유륜과 인접한 부위에서 세포성(cellularity)이 다소 증가한 것이 관찰되었으며, 수술 8 주, 12 주, 16 주 후 까지도 동일한 변화가 지속되었으며 대조군과 별다른 차이가 없었다(Fig. 1-B, Fig. 2-1B). 그러나 20 주 후부터 수핵은 점차로 농축(condense)되기 시작하여 24 주 후에는 질은 섬유조직으로 대체되기 시작하였고, 추체종판에 유착이 일어난 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 1-C, Fig. 2-1C). 28 주 후도 수술 24 주 후

의 것과 같은 변화를 볼 수 있었으나, 수핵이 추체종판과의 유착이 더욱 심해졌고, 32 주 후에는 완전히 추체종판에 유착이 된 것을 볼 수 있었으며, 역시 질은 섬유조직으로 대체된 것을 볼 수 있었다(Fig. 1-D, Fig. 2-2D). 그러나, 추체종판에 인접한 추체로 부터의 수핵내로의 혈관 진입상은 관찰되지 않았다.

(4) **섬유륜**: 수술 20 주 후까지 대조군과 큰 차이를 보이지 않았으며(Fig. 1-B, Fig. 2-2B), 수술 24 주 후부터 섬유륜의 섬유배열에 이상이 생기기 시작하였다. 또한 수핵에 인접한 섬유륜 일부분에서 연골세포의 다소의 증가가 보였으며, 수핵과 유착을 일으킨 부분이 발견되었다(Fig. 1-C, Fig. 2-2C). 28 주 후의 조직면에서는 섬유륜내의 연골세포 수는 더욱 많아졌으며, 수평 배열을 하고 있던 섬유륜의 섬유방향이 점차로 수직으로 배열되기 시작하였다. 32 주 후의 것에서는 수핵과 인접된 부위에서 더욱 연골세포의 증가가 있었고, 섬유륜의 섬유방향을 완전히 수직방향으로 배열되었다(Fig. 1-D, Fig. 2-2D).

(5) **추체내의 골주의 변화**: 수술 16 주 후까지도 대조군과 큰 차이를 보이지 않았으며(Fig. 1-B, Fig. 2-3B, 4B), 24 주 후 부터는 골주가 불규칙하고, 조잡하게 되었고(Fig. 1-C, Fig. 2-3C, 3C), 그 후 32 주 후 까지도 이와 같은 변화가 지속되었다. 그러나 추체의 연골하골피에는 하등의 변화가 일어나지 않았다(Fig. 1-D, Fig. 2-3D, 4D).

고 찰

척추의 각종 구조적 변형증 특발성 측만증과 선천 및 유년기 척추 후굴증에 대하여 많은 연구가 이루어 졌으며, 특히 유년기 척추 후굴증은 구미에서 인구의 10% 내외를 차지하는 흔한 병이지만 아직까지 확실한 병인은 규명되지 않았다⁸⁾. 일찌기 Nicoladoni(1909)¹²⁾은 조직학적으로 이들 병의 원인을 밝히려고 꾸준히 노력하였으나 사람에게 계속적인 생검이 어려워 실패하였다. 또한 Scheuermann(1920)¹⁴⁾은 윤상성장판의 무혈성 괴사증으로 인하여 추체 전방이 췌기 모양으로 되어 척추후굴증이 생긴다고 하였다. 한편 성장판의 이상으로 척추 변형이 일어난다고 주장하는 학자도 있다. Schmorl(1930)¹⁵⁾은 Scheuermann 병이 있는 16세에서 24세의 6명의 환자를 추적한 결과 추간판이 추체종판과 추체내로 들어가므로 성장판에 비정상적인 압력을 가할 뿐만 아니라 그로 인해 추체변형도 일어나기 때문에, 후굴증이 일어난다고 하였다. McCaroll과 Costen(1960)¹⁰⁾은 척추만곡증 환자의 만곡 척추볼록면의 조직을 관찰한 후 만곡의 원인이 성장기에 있어서의 추체의 성장판 연골세포의 성장 교란에 기인함을 발견하였다. 또한 Ippolito(1981)⁹⁾도

유년기 척추 후궁증의 원인을 조직학적으로 증명하기 위하여 사망한 유년기 척추 후궁증 환자를 부검한 결과 정상적인 추체종판이 있는 부위의 성장판은 정상이었다 하였으며, 그러나 추체종판이 비정상적인 부위에 인접된 성장판에서는 두께가 불규칙하였으며, 때로는 성장판이 없었고, 추체종판은 직접 추체와 연결되었다고 하였으며, 내연골생골화(enchondral ossification)가 결여된 것을 볼 수 있었다고 하였다. 저자의 cement를 이용한 척추 후방 고정시에는 성장판의 두께가 불규칙하게 되고 연골세포의 배열도 불규칙적으로 되었으나, 성장판의 조기 폐쇄(premature closure)는 보이지 않았다. Stilwell(1962)¹⁷⁾은 척추 만곡 오목면에 압박을 가하면, 이 부위의 성장 연골조직에 변화를 일으킨다고 하였다. 즉, 연골세포의 증식세포층(zone of chondrocyte proliferation)이 감소되거나 없어진다고 하였으며, 세포주간 종배열 세포주(intercolumnar cartilage bar)도 변형을 일으킨다고 하였다. 결국 연골세포지주의 높이와 세포성분이 감소하면서 골형성(osteogenesis)을 일으킨다고 하였다. 따라서 추체의 수직성장이 지연되거나 정지되나, 압박이 가해지는 부위에서의 골흡수의 증가는 없었다고 하였다. 반대로 볼록면에서는 증식세포층에 연골세포생성(chondrogenesis)이 일어나고, 연골지주의 높이와 세포성분이 현저히 증가하였으며, 골간단에서 골형성이 촉진되었다고 하였다.

그러나, 본 실험에서는 수술 32주 후까지 X-선상 및 조직학적으로 추체의 비정상적인 성장을 볼 수 없었다. 즉, X-선학적 관찰에서 평균 수술 12주 후까지 척추 후궁증이 계속해서 유지되고 있었으며, 이때의 조직 소견에서도 고정부위와 비고정부위와의 차이점을 발견할 수 없었다. 또한 수술 24주 후부터 X-선 사진상 척추가 전만변화를 일으켰으나 32주 후까지 관찰한 결과, 고정을 한 후방부위나 고정을 하지 않은 전방부위에서도 동일한 조직학적변화를 보였다. 추체종판은 정상 추체에

서는 두꺼우며, 그 가장자리에서는 섬유륜이 기시한다. Ippolito(1981)⁸⁾은 유년기 후궁증에서 추체종판은 조직학적 및 조직생화학적으로 비정상적으로 된다고 하였다. 즉 연골세포의 수가 증가하며 모양이나 크기에도 변화가 오면서 한 덩어리를 이룬다고 하였다. 이 실험에서도 연골세포는 방추형으로 되고 연골세포층에도 변성변화가 보였다. 이러한 변성변화는 추체간극이 좁아질수록 더욱 현저하였다. 또한 이런 조직화학적 변화는 추체종판의 초자양 연골기질의 합성에 변화를 뜻한다고 하였으며, Aufdermaur(1964)³⁾가 설명한 clear zone과 비슷한 소견을 보인다고 하였다. 즉 Aufdermaur³⁾은 종판에서 Van Giesson 염색은 음성이나 hemalumen-hematoxylin 염색시는 양성으로 나타나는 clear zone을 발견하였다. 또한 Ritsilä와 Alhopuro(1975)¹³⁾은 성장 가토에서 골막이 식편을 이용하여 척추를 후방 고정시 추체간극이 좁아지면서 추체가 뾰기모양으로 되고, 추체성장이 멈춘다고 하였으며, 추체간의 골교(bone ridge)가 성장판을 조기폐쇄함으로서 정상적인 성장을 멈춘다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 cement로 후방 고정하였으나 추체의 성장을 억제하지 못하였으며, 이러한 사실은 X-선 사진 및 조직학적으로 입증되었다. 그러나, 추체의 성장을 억제하지 않은 점은 cement는 후방 고정한 부위가 기점이 되고 앞쪽의 추간간극이 부채모양으로 퍼짐으로써 척추의 전만곡 변화를 초래할 뿐 성장판의 성장을 억제하지 못하기 때문이라고 풀이된다. 추체간극의 변화에 대하여 살펴보면, Coleman(1968)⁷⁾은 척추 후방 고정 후 추체간극이 좁아지면서 섬유륜의 전방 탈출을 볼 수 있었다고 하였고, Brown들(1957)⁶⁾에 의하면, 척추는 6도 이상의 전굴을 시키면 섬유륜의 방향이 전방으로 돌출하게 되고, 6도 이상의 신전을 시키면 후방으로 돌출하게 된다고 하였다(Fig. 3). 즉, 추간판이 척추 만곡 변형의 반대 방향으로 수축된다고 하였다. 그러나 수핵의 모양과 위치에는 변화가 없었다고 하였다. 또한 Bradford



Fig. 3 Lumbar disc protrusion with bending.

와 Moe(1975)⁵⁾는 Scheuermann 병 환자를 육안적으로 관찰한 결과 추체가 뼈기모양 또는 완전 붕괴를 일으키는 경우에도 추간판의 두께를 그대로 유지한다고 하였고, 또한 광학 및 전자현미경으로 관찰한 결과 추간판 자체는 변화가 없었다고 하였다. 그러므로 유년기 척추 후궁 증은 추체간판 혹은 윤상성장판(ring apophysis)내의 변화에 의하여 이루어지지 않는다고 하였고, Ippolito(1981)⁸⁾도 유년기 척추 후궁증에서 섬유륜과 수핵의 변화는 볼 수 없었다고 하였다. 그러나, 이 실험에서는 섬유륜 및 수핵의 변화 즉 추체 만곡에 변화만 볼 수 있어 이것이 추체 만곡에 변화를 초래함을 알 수 있었다. Veliskakis와 Levine(1966)¹⁰⁾은 추체간극의 변화에 대하여, 추체간극의 폭이 전방은 넓어지고 후방은 좁아지는 변화를 나타냈었고, Johnson과 Southwick(1960)⁹⁾은 이식골을 이용한 광범위 척추후방고정에서 여러 부위에 기관절 형성이 생겼다고 하였고, 기관절 형성 부위에서는 추체성장은 정상일 뿐만 아니라 전 후 추체간극의 폭에도 변화를 초래하지 않았다고 하였다. 그러나 Moon와 Ok(1980)¹¹⁾은 cement에 의한 척추의 후방 고정후 X-선 사진으로 척추에서 일어나는 변화를 관찰한 결과 추체성장은 하등의 영향을 받지 않는 반면, 척추에 초래되는 전반적인 척추 곡선의 변화는 추체간극의 변화만으로 초래된다고 하였다. 여하튼 척추의 개개 또는 전체적인 구조적 변형은 추체의 이상 성장, 또는 추체간극의 변화에 의하든가, 또는 이 양자가 동시에 생김으로써 변화된다. 그러나 이 실험예에서는 cement에 의한 척추후방고정후 외고정없이 조기운동을 허용하였으나 기관절 형성의 부위는 발견되지 않았고, Moon와Ok(1980)¹¹⁾의 실험에서와 같은 X-선학적 변화만이 발견되었으며, 조직학적으로도 이러한 X-선학적변화에 일치되는 변화가 추간판에서만 발견되었다. 이러한 사실은 cement에 의한 척추의 후방고정은 추체성장에 하등의 영향을 미치지 않으며, 추체간판의 변화로써 척추의 후궁 변화가 초래된다는 것을 조직학적으로 뒷받침할 수 있었다.

결 론

생후 8주된 잡견 24마리 요추의 후부를 수술적으로 노출시킨 후 척추를 인위적으로 과도히 후굴시킨 상태에서 cement로 후방고정을 한 직후부터 추체의 성장판 및 추간판에 어떤 변화가 일어나는지를 수술 후 32주까지 매 4주마다 3 마리씩 임의로 도살한 후 위의 조직들에 일어나는 변화를 광학현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 성장판은 수술 24주 후부터 연골층의 두께 및 배열에 이상을 나타내기 시작하였으나, 수술 32주 후에도

성장판 연골세포는 소멸되지 않고 남아, 성장을 계속함으로써 척추의 성장은 장애를 받지 않고 계속 진행되고 있음을 알 수 있었다.

2. 추체종판의 연골세포층은 수술 16주 후부터 얇어지고, 수술 32주 후에는 세포의 심한 변성변화가 보였다.

3. 수핵은 수술 20주 후에는 농축되었다가 점차 섬유조직으로 대체되고 24주 후에는 추체종판에 유착을 일으키는 것을 볼 수 있었고, 수술 32주 후에는 추체종판과 유착을 일으켰다.

4. 섬유륜에서 수술 24주 후부터 섬유방향에 변화가 일어난 것을 볼 수 있었으며, 수술 32주 후에는 섬유의 배열방향이 완전히 수직으로 되었다. 특히, 수핵에 인접한 섬유륜에서는 연골세포의 증식을 볼 수 있었다.

5. 조직학적으로 추체의 골주에 다소 변화가 초래되나 이것은 단순한 골위축의 소견일 뿐 육안적으로 추체의 형에는 변화가 초래되지 않았다.

REFERENCES

- 1) 김계영, 김성기, 이은우: 골시멘트를 이용한 척추후방 유합술. 대한정형외과 학회지, 제 15권, 제 4호, 825-829, 1980.
- 2) 옥인영, 문명상: Bone Cement을 이용한 척추후방고정이 척추 성장에 미치는 영향. 가톨릭대학 의학부 논문집, 31, 369-388, 1978.
- 3) Aufdermaur, M.: Zur Pathogenese der Scheuermann'schen Krankheit. *Deutsche med. Wochenschr.* 89:72-76, 1964.
- 4) Bradford, D.S., Moe, J.H. and Montalovo, F.J.: Scheuermann's kyphosis and round back deformity. Results of Milwaukee brace treatment. *J. Bone & Joint Surg.*, 50-A: 740-758, 1974.
- 5) Bradford, D.S. and Moe J.H.: Scheuermann's Juvenile Kyphosis, A histological study. *Clinical Orthop. and Related Research*, 110:45-53, 1975.
- 6) Brown, T., Hanson, R. and Yorra, A.: Cited from *Clinical Biomechanics for the Spine*, ed. White and Panjab, 7, Philadelphia, J.B., Lippincott, 1957.
- 7) Coleman, S.S.: The effect of posterior spine fusion on vertebral growth in dogs. *J. Bone & Joint Surg.*, 50-A: 879-890, 1968.
- 8) Ippolito, E.: Juvenile kyphosis. *J. Bone & Joint Surg.*, 63-A:175-182, 1981.
- 9) Johnson, J.J.H. and Southwick, W.O.: Bone growth after spine fusion. A clinical survey. *J. Bone & Joint Surg.*, 42-A:1396-1412, 1960.

- 10) McCarroll, H.R. and Costen, W. : *Attempted treatment of scoliosis by unilateral vertebral eiphyseal arrest. J. Bone & Joint Surg.*, 42-A:965-978, 1960.
- 11) Moon, M.S. and Ok, I.Y. : *The effect of posterior spinal fixation with bone cement upon vertebral growth in dogs. An experimental study. Internal Orthopaedics. (SICOT)*, 4:13-18, 1980.
- 12) Nicoladoni, K. : *Anatomie und Mechanismus der Skoliose. Berlin, Urban und Schwarzenberg*, 1909.
- 13) Ritsilä, V. and Alhopuro, S. : *Spinal fusion with free periosteal grafts and it's effect on vertebral growth in young rabbits, J. Bone & Joint Surg.*, 57-B:500-505, 1975.
- 14) Scheuerman, H.W. : *Kyphosis dorsalis juvenilen, Ugesk Laeger*, 82:385, 1920.
- 15) Schmorl, G. : *Die pathogenese der Juvenilen Kyphose, Fortschr. Geb. Rontgenst. Nuklearmed.* 41:359, 1930.
- 16) Scoville, W.B. : *The use of acrylic plastic for vertebral replacement of fixation in metastatic disease of the spine. J. Neurosurg.*, 27:274-279, 1967.
- 17) Stilwell, D.L. : *Structural deformity of vertebrae. J. Bone & Joint Surg.*, 44-A:611-633, 1962.
- 18) Veliskakis, K. and Levine, D.B. : *Effect of posterior spine fusion on vertebral growth in dogs. J. Bone & Joint Surg.*, 48-A:1367-1376, 1966.
- 19) Yau, A.C.M.C., Hsu, L.C.S., O'Brien, J.P. and Hodgson, A.R. : *Tuberculous kyphosis. Correction with spinal osteotomy halo-pelvic distraction, and anterior and posterior fusion. J. Bone & Joint Surg.*, 54-A:1419-1434, 1974.

Explanation of Figures

Fig. 1. 1. indicates N.P, 2. indicates A.F, 3. indicates V.E.P, 4. indicates V.G.P
Numerical number indicates the site where tissue specimen were taken for the study.
N.P: nucleus pulposus, A.F: annulus fibrosus, V.E.P: vertebral end plate, V.G.P: vertebral growth plate, P.O.W: post-operative week.

Fig. 1A-1D. Normal nucleus pulposus consists of very loose, fibro-mucoid intercellular matrix (1A). Degenerative alterations of the nucleus pulposus and the adjacent vertebral bodies changed at 15 weeks after the operation (1B). The nucleus pulposus of the disc was replaced by dense fibrous tissue and adhered to the end plate at 24 weeks after operation (1C). The completely degenerated nucleus pulposus at 32 weeks adhered to the end plate (1D). H & E, $\times 100$.

Fig. 2A-2D. Normal annulus fibrosus was composed of fibrocartilaginous tissue in lamellated pattern (2A). No change in annulus fibrosus was observed until 16 weeks after the operation (2B). The direction of fibers of the annulus fibrosus was distorted and adhered to the nucleus pulposus at 24 weeks. There were increase of number of chondrocytes (2C). The streams of fibers were vertically arranged. The chondrocytes were increased (2D). H & E, $\times 40$.

Fig. 3A-3D. Normal end plate was a thick cartilaginous structure, 6 to 10 layers of oval or spindle chondrocyte in homogenous matrix was shown (3A). The layers of the chondrocytes became thin, but the shape and arrangement of chondrocytes were not changed (3B). The chondrocyte disarrange and adhesion to the nucleus pulposus were shown (3C). There was some degenerative change. The shape of the chondrocyte was also disarranged (3D). H & E, $\times 40$.

Fig. 4A-4D. Normal growth plate was composed of hyaline cartilage. The chondrocytes were arranged in vertical columns (4A). The growth plate did not change until 16 weeks after operation (4B). Irregularity and unevenness in chondrocyte column of the chondrocytes (4C). The growth plate was uneven in thickness and was disrupted in arrangement. In thickness of the growth plate there were abundant chondrocytes arranged in long columns (4D). H & E, $\times 40$.

Fig. 2