

척추분리증 및 척추전위증에 있어서 Knodt Rod를 이용한 경우와 이용하지 않은 요추 측후방유합술의 결과

국립의료원 정형외과

김기용 · 조덕연 · 김영태 · 김봉재

=Abstract=

The Result of the Posterolateral Fusion with Knodt Rod and without Knodt Rod in Spondylolysis and Spondylolisthesis of the Lumbar Spine

Key Yong Kim, M.D., Duck Yun Cho, M.D., Yung Tae Kim, M.D. and Bong Jae Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

Since Hadra first used metallic internal fixation in the human spine with wire loop in 1895, various implants have been used.

Knodt rod was designed on the principle that the distraction produced a localized flexion attitude in the area to be fused, thus increasing the size of the intervertebral foramina and decreasing the risk of intraforaminal encroachment on the nerve root. We have performed the posterolateral fusion with or without Knodt rod as a primary procedure in spondylolysis and spondylolisthesis of lumbar spine, which required arthrodesis of more than one level. For period of 8 1/2 years from Sep. 1977 to Apr. 1986, 12 cases of diseased spine were treated with posterolateral fusion without Knodt rod, and 13 cases were treated with posterolateral fusion using Knodt rod.

We compared with two groups, and the following results were obtained.

1. Solid bony fusion was 100 % in posterolateral fusion with Knodt rod, and 92 % without Knodt rod.
2. An average period of post-operative immobilization was 2 months in cases with Knodt rod, and 2.5 months without Knodt rod.
3. In posterolateral fusion with Knodt rod, 4 cases with the root symptoms were all improved. In posterolateral fusion without Knodt rod, 6 cases with root symptoms, were all improved. But in 1 case without the root symptoms, developed the root symptoms.
4. No significant changes in radiologic evaluation were found between posterolateral fusion with Knodt rod and without Knodt rod.
5. Post-operative complications developed in 4 cases (31 %) with Knodt rod, and 6 cases (50 %) without Knodt rod.
6. Clinically, the satisfactory results were 100 % with Knodt rod, and 83 % without Knodt rod.

Key Words: Posterolateral fusion, Knodt rod.

서 론

Hadra가 강선을 이용하여 경추의 골절·탈골의 치료에 이용한 이후 여러 종류의 내고정물이 연구되

*1986년 대한정형외과 가을학회 발표논문임.

어 왔다. 이들 중에서 Knodt rod는 고정시에 ① 증가된 요추전만을 완화시켜주며 ② 체중부하를 이동시키고 좁아진 추간공을 확장시키며 ③ 고정된 관절의 운동을 감소시키고 이식골에 부하를 줄임으로서 고정을 도와주며 즉 내고정물로서 역할을 하여 외고정물을 불필요하게 하고 ④ 척추유합이 완전히

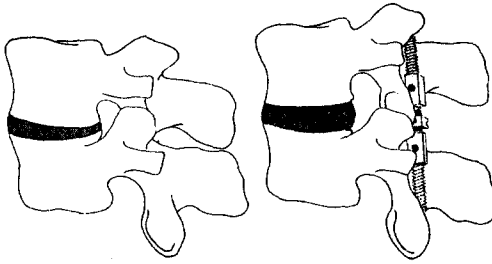


Fig. 1. Distraction

To maintain foraminal enlargement.

이루어진 후에 유합골에 손상없이 쉽게 제거할 수 있는 신연간(伸延杆)이다(Fig. 1, 2). 이에 본 국립의료원 정형외과에서는 1977년 9월부터 1986년 4월까지 척추분리증, 협부형척추전방전위증, 척추후방전위증, 퇴행성 척추전방전위증환자 25례중에서 13례는 Knodt rod를 이용한 척추측후방 유합술을 시행하고, 나머지 12례에서는 내고정물없이 척추측후방유합술을 실시했다. 이들 양군에 대한 비교관찰을 실시하여 그 결과를 보고하는 바이다.

증례분석

1. 연령 및 성별분포

총 25례중에서 Knodt rod를 사용한 13례는 10대에서 50대에 걸쳐 고른 연령층으로 구성되어 있고, 남자 9례, 여자 4례였으며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례는 10대에서 40대에 걸쳐 있으며 20대와 40대에 가장 많은 분포(75%)를 나타내고 있으며, 남자 9례, 여자 3례였다(Table 1).

Table 1. Age and sex distribution

	With Knodt rod			Without Knodt rod		
	M	F	Total	M	F	Total
~20	3		3		1	1
21~30	3		3	5		5
31~40		3	3	1	1	2
41~50	2		2	3	1	4
51~60	1	1	2			
Total	9	4	13	9	3	12

Table 2. Diseases

	With Knodt rod	Without Knodt rod
Spondylolysis	6	6
Spondylolisthesis		
Isthmic type	6	4
Degenerative type	1	1
Reverse spondylolisthesis		1

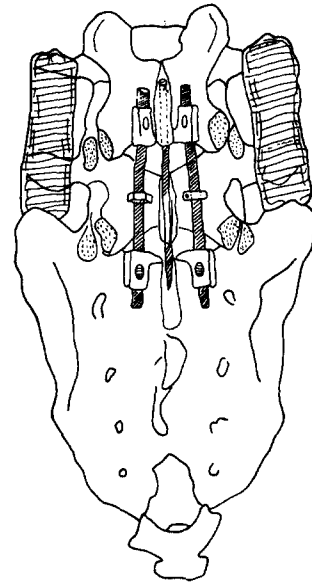


Fig. 2. Additional fixation.

2. 원인질환 및 동반된 척추질환

Knodt rod를 이용한 척추측후방유합술을 받은 13례중에서 척추분리증 6례, 협부형 척추전방전위증 6례, 퇴행성척추전방전위증중이 1례였으며, Knodt rod를 이용하지 않고 척추측후방 유합술을 받은 12례중에는 척추분리증 6례, 협부형척추전방전위증 4례, 척추후방전위증 1례, 퇴행성척추전방전위증 1례였다(Table 2). 동반된 척추질환으로는 추간판 탈출증 5례, 퇴행성척추증 4례, 척추결핵 1례, 척추이분화 3례가 있었다(Table 3).

3. 고정된 판절수와 수술시간

고정범위는 Knodt rod를 사용한 경우는 1 level 이 3례, 2 levels 9례, 3 levels가 1례로 고정범위는 평균 1.9levels였으며, 수술시간은 평균 3.6시간이었다. Knodt rod를 사용하지 않은 경우에는 2 levels 4례, 3 levels 5례, 4 levels가 3례로 평균 2.9 levels였으며 수술시간은 평균 4.2시간이었다(Table 4, 5).

Table 3. Associated diseases of the spine

	With Knodt rod	Without Knodt rod
HIVD	2	3
Degenerative spondylosis	3	1
Tb spine	1	
Spina bifida	2	1

Table 4. Length of fusion

	With Knodt rod	Without Knodt rod
1 level	3	
2 levels	9	4
3 levels	1	5
4 levels		3
Average	1.9 levels	2.9 levels

Table 5. Operation time

	With Knodt rod	Without Knodt rod
1 level	3 hours	
2 levels	3.7 hours	4 hours
3 levels	4.5 hours	4 hours
4 levels		4.5 hours
Average	3.6 hours	4.2 hours

Table 6. Duration of immobilization

	With Knodt rod	Without Knodt rod
~ 2 Mo.	12	6
~ 3 Mo.	1	6

4. 술후 고정방법

Knodt rod를 사용한 13례에서는 12례에서 2개월, 나머지 1례에서는 3개월을 Plaster shell로 고정한 후 Norten-Brown back brace를 착용한 상태에서 물리치료를 시작하였으며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례중 5례에서는 2개월, 또 다른 5례에서는 3개월동안 Plaster shell로 고정했으며, 1례에서는 Back brace를 3개월, 나머지 1례에서는 침상안정을 2개월 실시한 후 Back brace 착용 상태에서 물리치료를 시작하였다(Table 6).

5. 술후 합병증

합병증은 Knodt rod를 사용한 13례중 4례(31%)로서 방광염 1례, 표재성 창상감염이 3례였으며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례중에서 6례(50%)로 가관절 형성, 신경종, 지연유합, 이상감각이 각 1례였으며 표재성 창상감염이 2례였다(Table 7).

Table 7. Complications

	With Knodt rod	Without Knodt rod
Pseudoarthrosis		1
Delayed union	1	1
Cystitis		
Paresthesia		1
Neuroma		1
Superficial wound infection	3	2
Total	4	6

Table 8. Improvement of displacement in grading

	With Knodt rod	Without Knodt rod
No change	6	6
G2 → G1	1	

Table 9. Changes in disc space angle (Degree)

	With Knodt rod	Without Knodt rod
L3 ~ L4	+ 1.0	- 0.5
L4 ~ L5	+ 1.5	+ 0.2
L5 ~ S1	+ 0.7	- 0.3
Average	+ 1.1	- 0.2

6. 수술 전 · 후의 방사선적 평가

Knodt rod를 사용한 13례중 협부형 척추전방전위증과 퇴행성 척추전방전위증 환자 7례에서 6례에서는 전방전위의 변화가 없었으며 1례에서는 Grade 2에서 Grade 1로 전방전위가 감소했다. Knodt rod를 사용하지 않은 12례중 협부형 척추전방전위증, 척추후방전위증과 퇴행성 척추전방전위증 환자 6례에서는 전례에서 전위의 변화가 없었다(Table 8). Disc space angle의 변화는 Knodt rod를 이용한 경우 평균 1.1도 감소했으며 Knodt rod를 사용하지 않은 경우는 0.2도 증가하였다(Fig. 3, Table 9). Body superior articular process 사이의 거리는 Knodt rod를 이용한 경우 술후 평균 0.5 mm 증가했으며 Knodt rod를 사용하지 않은 경우는

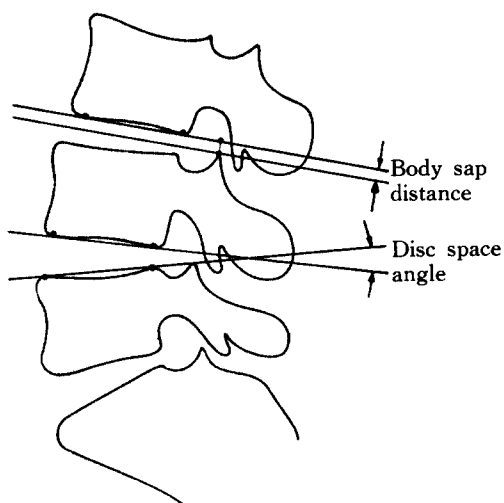


Fig. 3. Disc space angle
Body superior articular process distance.

Table 10. Changes in body superior articular process distance (mm)

	With Knodt rod	Without Knodt rod
L3~L4	+0.4	+0.7
L4~L5	+0.8	-0.2
L5~S1	+0.2	+0.3
Average	+0.5	+0.3

Table 11. Changes in vertebral interpedicular distance (mm)

	With Knodt rod	Without Knodt rod
L3~L4	+0.6	-0.6
L4~L5	+1.6	+0.5
L5~S1	+0.2	-0.2
Average	+0.8	-0.1

평균 0.3mm 증가했다(Fig. 3, Table 10).

Vertebral interpedicular distance는 Knodt rod를 이용한 경우 평균 0.8mm 증가했으며, Knodt rod를 이용하지 않은 경우 평균 0.1mm 감소하였다(Fig. 4, Table 11). 방사선적 평가방법으로 Disc space angle, Body superior articular process 사이의 거리 및 Vertebral interpedicular distance의 변화는 Knodt rod를 이용한 경우와 이용하지 않은 대조군에서 의의가 있을 정도의 차이는 없었다(Fig. 4, Table 11).

7. 골유합 기간과 추구관찰기간

술후 3개월에 방사선 검사상 골유합이 확인된 경우는 Knodt rod를 사용한 경우에는 100%였으

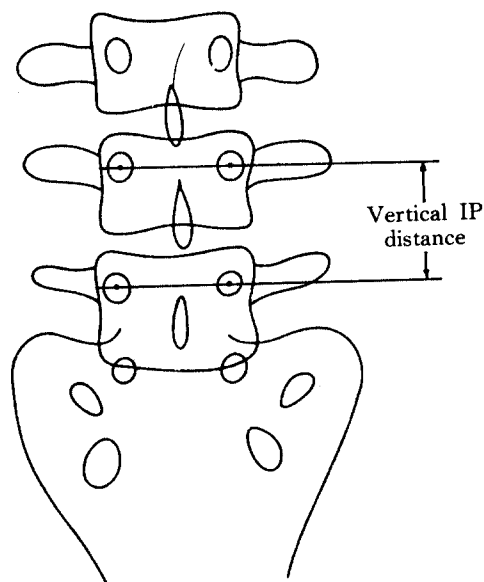


Fig. 4. Vertebral interpedicular distance.

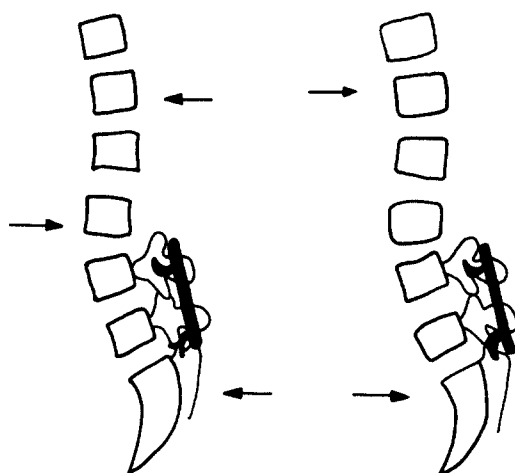


Fig. 5. Instability test on stress films.

며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례에서는 10례(83%)에서 방사선 검사상 골유합이 확인되었으며 나머지 2례중에서 1례에서는 술후 7개월째 골유합이 확인되었으며 다른 1례에서는 가관절을 형성하였다(Fig. 5, 6, 7). 추구관찰기간은 Knodt rod를 사용한 13례에서는 최단 3개월에서 최장 1½년까지로 평균 9개월이었으며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례에서는 최단 3개월에서 최장 4년까지로 평균 14개월이었다(Table 12).

8. 술후 동통의 경감과 일상생활

Knodt rod를 사용한 13례에서는 양호 8례, 보통 5례였으며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례

Fig. 6-A) Case 1. Preoperative lateral roentgenogram demonstrates defect in the pars interarticularis of the fifth lumbar vertebra without slipping of the body of the fifth lumbar vertebra on the first sacral vertebra.

Fig. 6-C) Roentgenogram made three months after operation demonstrates massive fusion of the fourth lumbar vertebra to the first sacral vertebra with Knodt rod.

Fig. 6-B) Preoperative 45-degree-angle inferior-superior projection demonstrates a defect in the pars interarticularis of the fifth lumbar vertebra.

에서는 양호 6례, 보통 4례, 불량 2례였다 (Table 13, 14).

Fig. 6-D) Extension and flexion roentgenogram at postoperative three months demonstrates no instability.

고찰

Hadra^{3, 4)}가 1895년 경추의 탈골·골절에 강선을 이용하여 내고정을 시도한 이후 여러 종류의 내고정물이 연구 발표되어 왔다. 내고정물은 척추고정시에 관절의 고정을 도와 수술후 경착(硬着)을 조

Fig. 7-A) Case 2. Preoperative lateral roentgenogram demonstrates defect in the pars intertarsalis of the fourth lumbar vertebra, first-degree slipping of the fourth lumbar vertebral body on the fifth lumbar vertebra.

Table 12. Duration of follow-up

	With Knodt rod	Without Knodt rod
~6 Mo.	5	3
6 Mo.~	8	9
Total	13	12

Table 13. Clinical results

	With Knodt rod	Without Knodt rod
Good	8	6
Fair	5	4
Poor		2
Total	13	12

장시키고 동통과 기능장애를 감소시키는 목적으로 사용되기 시작했다.

척추유합술에 내고정물을 사용하기 시작한 것은 1944년 Don King¹⁰⁾이 짧은 나사(screw)를 이용하여 척추후관절을 고정시킨 후 장골 끝이식을 시행한 것이 최초로, 나사를 이용함으로써 장기간의 고정은 불필요하며 90%에서 견고한 골유합을 얻었으나 골유합은 느리게 진행된다고 하였다. 이 후 1949년 Thompson and Ralston¹¹⁾은 여러 방법으로 척추유합을 실시한 1,096명의 환자들을 분석한 결과 제 4 요추에서 제 1 천추까지 고정한 49례중 55%에서 가관절을 형성하였고, 제 5 요추에서 제 1 천추까지 고정한 41례에서는 12%에서 가관절을 형성하였는데, 이들은 나사로 후관절 고정을 하고 단순

Fig. 7-B) Roentgenogram made six months after operation demonstrates massive fusion of the second lumbar vertebra to the first sacral vertebra except gap between third lumbar vertebra and fourth lumbar vertebra.

Fig. 7-C) Extension and flexion roentgenogram at postoperative six months demonstrates pseudoarthrosis between third lumbar vertebra and fourth lumbar vertebra.

한 Hibbs 방법의 척추유합술을 실시한 후 2~3주내에 일찍 운동을 시킨 예들로서 높은 가관절 형성은 부적당한 내고정과 척추유합 방법의 결과로 발표했다. 1959년 Boucher⁶⁾ 등은 긴 나사를 이용하여 한 척추의 추궁판을 통해 척추경을 지나 하부 척추체에 걸쳐 고정하는 방법을 사용했는데, 제 5 요추에서 제 1 천추까지 고정한 130례에서 가관절 형성이 없었으며, 제 4 요추에서 제 1 천추까지 고정한 14례중 1례(7%)에서 가관절 형성이 있었다. 이 나사고정의 목적은 척추유합이 진행되는 동안 2~3개

Table 14. Criteria for assessment of the results (BEATTIE)

- 1) Good result
 - Works at his old job
 - Has no significant pain
 - Has a solid fusion
- 2) Fair result
 - Works at the same or lighter job
 - Has occasional non-disabling pain in the presence of a solid fusion
 - Has no significant pain, but shows motion in the fusion mass
- 3) Poor result
 - Does not work
 - Has complaints of disabling pain in the back, radicular pain, or both
 - May or may not have a solid fusion

의 척추체가 단단하고 안정성을 가지게 하기 위한 것으로 비교적 간단한 내고정 방법으로 척추전방전위증을 제외한 경우에 있어서 척추유합을 실시할 경우 외고정물이 필요없으며, 술후 즉각적인 증상호전과 조기운동이 가능하며 신경근 자극증상과 내고정물의 파손과 같은 합병증은 적다고 하였다. Pen-nal과 McDonald¹⁴⁾는 나사를 이용하여 척추유합술을 실시함으로써 초기에 운동을 실시할 수 있으며 83%에서 견고한 골유합을 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 Thompson과 Ralston¹⁵⁾, Bosworth 및 Watson-Jones²²⁾에 의하면 척추유합술을 실시함에 있어서 나사를 이용한 내고정은 이로 인해 얻을 수 있는 척추유합의 안정성과 단단한 내고정에 비해 더 많은 수술수기의 난이도와 내고정물 이완, 가관절 증, 후관절의 괴사, 신경근 자극 및 나사파괴와 같은 합병증으로 인해 현재는 더 이상 권장되고 있지 않다^{14, 15)}. Wilson과 Staub²⁴⁾, Wilson¹⁶⁾은 일시적인 고정을 목적으로 하는 Wilson plate와 상응하는 장골이식을 극골기의 양면에 놓고 볼트와 너트를 이용하여 요추추 고정술을 실시하고, 골이식을 하여 가관절 형성율을 11%에서 6.5%로 낮추었다. 그러나 Wilson plate는 극골기의 길이가 짧은 천추에는 고정이 힘들고, 내고정물의 이완이 비교적 잘 생겨 사용하기가 곤란한 단점이 있다. Knodt rod를 이용한 요추의 유합술은 1964년 Knodt and Larri-ck¹¹⁾에 의해 시행되었다. Knodt rod는 척추유합술을 실시할 곳에 국소적인 요추전만을 감소시키고, 따라서 척추추간공의 크기를 증가시켜 신경근의 압박의 위험을 감소시킨다. 또한 척추측후방 유합을 위한 이식골에 부하를 감소시켜 척추유합을 도와주며 척추가 유합된 후에 유합상태에 장애를 주지 않고 Knodt rod를 제거할 수 있다^{3, 7, 11, 17)}. Knodt rod의 단점으로는 다른 내고정물과 같이 금속이므로 7%

정도에서 제거해야 하며 술후 동통의 원인이 Knodt rod인지 아닌지 애매하며 갈고리(hook)을 건 자리에 가관절이 생길 수 있다고 하였다³⁾. Taylor and Gardner¹⁷⁾는 Knodt rod를 이용한 요추의 측후방 유합술을 시행하여 36례중 32례에서 임상적으로 만족할만한 결과를 얻었으며 23례에서 골유합을, 4례에서는 가관절 형성이 있었으며, 9례에서는 골유합의 정도가 불확실했다. 또한 Beattie³⁾는 1969년 Hibbs방법의 척추유합술과 Knodt rod를 사용하여 요추의 유합술을 실시한 100례에서 87%의 만족할만한 결과를 얻었으며 다른 방법에 의한 유합율보다 더 좋았다고 발표했다.

박등¹⁾과 Adkins²⁾, Hoover⁹⁾에 의하면 여러가지 방법의 단순골이식을 이용하여 척추유합을 실시한 결과 척추측후방 유합술이 가장 좋다고 하였다. Watkins^{11, 22)}와 Truchly and Thompson¹⁸⁾은 1953년과 1962년에 요추추부의 유합술을 실시함에 있어 후방유합술보다 측후방유합술이 유합율이 높고 불유합의 발생빈도가 훨씬 낮다고 하였다. 또 Stauffer and Coventry¹⁶⁾는 척추 측후방유합술을 실시한 143례에서 80%에서 견고한 골유합, 81%에서 임상적으로 만족할만한 결과를 얻었으며 척추 전방유합술이나 척추 후방유합술보다 높은 골유합율 및 임상적으로도 더 나은 결과를 얻었다고 했다²⁰⁾. Campbell¹⁰⁾은 척추분리증 및 전방전위증의 여러 수술적 방법중에서 측후방유합술이 지지해주는 연부조직이 많아 골유합이 잘되어 가장 좋은 방법이라고 했다. MacNab and Dall¹³⁾은 후방유합술을 실시한 174례, 전방유합술을 실시한 54례와 측후방유합술을 사용한 138례를 비교분석하여본 결과 후방유합술 후 17%, 전방유합술 후 30%, 측후방유합술 후 7%에서 가관절증이 발생하였다고 발표하였다. 측후방 고정술 후 가관절증이 적게 발생하는 것은 골이식

하는 부위가 넓고 주위에 혈관이 풍부하며 횡돌기와 척추후궁의 협부등 광범위한 이식부위에 충분한 골이식을 할 수 있기 때문이다. 또한 척추궁의 골 피질을 벗기지 않기 때문에 척추협착이 발생하지 않는 것이 장점이다. 단점으로 수술시 대량출혈이 문제가 되는 수가 있는데 출혈의 원인으로는 수술시 환자가 복외위로 놓여지게 되고 복부에 압력이 가해져서 하대정맥이 눌러서 척추방정맥총(paravertebral venous plexus)이 울혈되어 발생한다. 이러한 출혈을 방지하기 위해 Hastring frame을 사용하여 환자를 Modified knee-chest position을 취하게 하여 복부의 압력을 감소시키고, 적절한 전기소작 및 수술전 절개부, 극상돌기, 횡돌기, 척추근육등에 희석한 Epinephrine 용액을 주사하여 출혈을 감소시킬 수 있고, 횡돌기의 하부와 상부 후관절면의 후연에 혈관들을 주의깊게 분리·결찰하여 출혈을 줄일 수 있다고 하였다¹³⁾. 1977년 9월부터 1986년 4월까지 국립의료원 정형외과에서 실시한 25례의 척추측후방 유합술의 결과에도 Knodt rod를 사용한 13례에는 골유합이 100%이며, Knodt rod를 사용하지 않은 12례에서는 골유합이 92%였다. 전반적으로 Knodt rod를 사용하여 척추측후방 유합술을 실시하는 경우에서 Knodt rod를 사용하지 않고 척추측후방 유합술을 실시하는 경우보다 고정관절수가 현저히 적고, 수술시간이 적고, 합병증이 적었으며 수술 후 환자의 동통의 경감이 많았다. 척추의 유합술을 실시하는데는 견고하고 쉽게 내고정을 하여 조기에 운동할 수 있고, 높은 골유합 및 동통의 경감을 얻을 수 있는 방법이 좋다. 따라서 요통환자나 척추분리증, 협부형 척추전방전위증, 척추후방전위증, 퇴행성 척추전방전위증에서 여러가지 내고정물을 이용하여 척추유합을 시도하는데, 성공적인 결과를 얻으려면 다른 내고정물보다 ① 이식골에 부하를 적게 하고 ② 요추전만의 국소적 완화를 시켜서, 척추추간공을 넓혀 신경근 압박을 감소시키고 ③ 횡돌기의 기저부위에 골이식을 함으로써 compression arthrodesis의 원리를 이용하고 유합율이 높고, 유합이 될때까지 안정성을 제공하며 ④ 유합체의 손상없이 내고정물을 쉽게 제거할 수 있는 Knodt rod를 사용함으로써 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 이 때 동반해서 실시할 골이식의 방법으로는 골유합율이 제일 높고 수술후유증이 적은 측후방유합술이 좋을 것으로 생각된다^{8, 12)}.

결 론

1977년 9월부터 1986년 4월까지 척추분리증,

협부형 척추전방전위증, 척추후방전위증, 퇴행성 척추전방전위증 환자 25례중에서 13례에서는 Knodt rod를 이용한 척추측후방유합술을 실시하고, 나머지 12례에서는 내고정물없이 척추측후방 유합술을 실시하여, 이들 양군에 대한 비교관찰을 실시하여 그 결과로 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 수술 후 고정기간은 Knodt rod를 이용한 경우는 평균 2개월이었고, Knodt rod를 이용하지 않은 경우는 평균 2.5개월이었다.

2. 수술 후 3개월에 방사선 검사상 골유합은 Knodt rod를 사용한 경우에는 100%였으며, Knodt rod를 사용하지 않은 경우에는 83%였으며, 수술 7개월째 방사선 검사상 골유합은 92%였다.

3. 수술 합병증은 Knodt rod를 사용한 경우에는 4례(31%), Knodt rod를 사용하지 않은 경우 6례(50%)에서 생겼다.

4. Knodt rod를 이용한 13례중 신경압박증상이 있는 4례에서 수술 전례에서 신경압박증상이 없어졌으며, Knodt rod를 이용하지 않은 12례중 신경압박증상이 있던 6례에서 수술 전례에서 신경압박증상이 소실되었으나, 신경압박증상이 없던 1례에서 신경압박증상이 나타났다.

5. 방사선적 평가에 있어서 Interpedicular distance, disc space angle, body superior articular process의 변화는 Knodt rod를 이용한 군과 내고정물을 이용하지 않은 대조군에서 의의가 있을 만큼의 차이는 없었다.

6. 수술 동통의 경감, 직장복귀의 가능성에 있어서 Knodt rod를 사용한 경우에는 만족할만한 결과를 나타낸 경우가 100%였으며, Knodt rod를 사용하지 않은 경우에는 83%였다.

REFERENCES

- 1) 박병문·강응식·황성관: 요추부 후외방 고정술의 성적에 관한 연구. 대한정형외과학회지, 제 14권 제 3호: 482-488, 1979.
- 2) Adkins, E.W.O.: Spondylolisthesis. *J. Bone and Joint Surg.*, 37-B: 48-62, 1955.
- 3) Beattie, F.C.: Distraction rod fusion. *Clin. Orthop.*, 62: 218-222, 1969.
- 4) Bick, E.M.: An essay on the history of spine fusion operation. *Clin. Orthop.*, 35: 9, 1964.
- 5) Boucher, H.H. and Vancouver, B.C.: A method of spinal fusion. *J. Bone and Joint Surg.*, 41-B: 248, 1959.
- 6) Crenshaw, A.H.: Spondylolisthesis. *Campbell's*

- Operative Orthopaedics. Vol. 4: 3243-3251, 1987.*
- 7) Casey, K.L. and Anthony: *Lumbosacral Spine fusion with Knodt distraction rods. Spine. Vol. 11. No. 4, 1986.*
 - 8) Charles, R.: *Treatment of spondylolisthesis by posterolateral fusion, resection of the pars interarticularis, and prompt mobilization of the patient. J. Bone and Joint Surg., 48-A:1282, 1966.*
 - 9) Hoover, N.W.: *Methods of lumbar fusion. J. Bone and Joint Surg., 50-A:194, 1968.*
 - 10) King, D.: *Internal fixation for lumbosacral fusion. J. Bone and Joint Surg., 30-A:560, 1948.*
 - 11) Knodt, H. and Larrick, R.B.: *Distraction fusion of the spine. Ohio State Med. J. 60:1140-1142, 1964.*
 - 12) Laurent: *Operative treatment of spondylolisthesis in young patients. Clin. Orthop., 117: 85-91, 1976.*
 - 13) Macnab, I. and Dall, D.: *The blood supply of the lumbar spine and its application to the technique of intertransverse lumbar spine. J. Bone and Joint Surg., 53-B:628, 1971.*
 - 14) Pennal, G.F. and McDonald, G.A.: *A method of spinal fusion using internal fixation. Clin. Orthop., 35:86-94, 1964.*
 - 15) Straub, L.R.: *Lumbosacral fusion by metallic fixation and grafts. J. Bone and Joint Surg., 31-B:478, 1949.*
 - 16) Stauffer, R.N. and Coventry, M.B.: *Posterolateral lumbar spine fusion. J. Bone and Joint Surg., 54-A:1195, 1972.*
 - 17) Taylor, L.J. and Gardner, A.D.H.: *Knodt rod fusion of the lumbar spine. Acta. Orthop. Scand., 55:542-544, 1984.*
 - 18) Thompson, W.A.L. and Ralston, E.L.: *Pseudarthrosis following spinal fusion. J. Bone and Joint Surg., 31-A:400, 1949.*
 - 19) Truchly, G. and Thompson, W.A.L.: *Posterolateral fusion of the lumbosacral spine. J. Bone and Joint Surg., 44-A:505, 1962.*
 - 20) Urist: *Processed cortical bone for internal fixation in lumbosacral arthrodesis. Acta Orthop. Scandinavia., 32:357-368, 1962.*
 - 21) Watkins, M.B.: *Posterolateral fusion of lumbar and lumbosacral spine. J. Bone and Joint Surg., 35-A:1014-1018, 1953.*
 - 22) Watkins, M.B.: *Posterolateral bone grafting for fusion of the lumbar and lumbosacral spine. J. Bone and Joint Surg., 41-A:388, 1959.*
 - 23) Watson-Jones: *Reactions of bone to metal. In Fractures and Joint Injuries. Fourth edition. Vol. 1, 205-226, 1952.*
 - 24) Wilson, P.D. and Straub, L.R.: *Lumbosacral fusion with metallic plate fixation. In American Academy of Orthopaedic Surgeons: Instructional course lectures. Vol. 9. Ann. Arbor, 1952.*
-