대한척추외과학회지 제 12 권 제 4 호
Journal of Korean Spine Surg.
Vol. 12, No. 4, pp 275~280, 2005

# 특발성 척추 측만증의 흉추 저후만의 교정력에 대한 경성 및 비경성 강봉의 비교

**박원욱 · 안성준[#] · 박종하[#]**

부산 센텀병원 척추센터, 부산 대동병원 정형외과[#]

# The Comparison of Rigid and Semi-rigid Rod for the Correctability of the Thoracic Hypokyphosis of the Idiopathic Scoliosis

**Weon Wook Park, M.D., Seong Jun Ahn, M.D.[#], Jong Ha Park M.D.[#]**

*Spine Centery, Centum Hospital, Pusan, Korea*
*Department of Orthopedic Surgery, Daedong Hospital*, Pusan, Korea*

– Abstract –

Study Design: The analysis was based on the sagittal and coronal correction of 64 cases of thoracic hyphokyphosis that were due to idiopathic scoliosis.

Purpose: We wanted to compare the three pedicle screws and rod systems (using either a semirigid and rigid rod) from the view points of the coronal and sagittal plane correction during the surgical treatment of idiopathic scoliosis.

Summary of Literature Review: There haven't been any reports that have compared the differences and their significance between the semirigid and rigid rod systems for correcting the thoracic hypokyphosis of idiopathic scoliosis.

Materials and Methods: After a minimum follow-up of 1 year, the results of the frontal and sagittal correction of each study group were compared. There were a total of 52 females and 12 males. The mean age at the time of surgical intervention was 16.4 (age range: 12~24). CD instrumentation with a rigid stainless steel rod (7 mm in diameter and 1200 N/mm for its stiffness) was used in group I (36 patients), and 4-CI instrumentation with a titanium alloy rod (6.35 mm in diameter and 1200 N/mm for its stiffness) was used in group II (18 patients). Xia instrumentation with a semi-rigid rod (6 mm in diameter and 600 N/mm for its stiffness) was used in group III (10 patients). For all patients undergoing the segmental pedicle screw fixation procedure, pedicle screws were inserted into every vertebra on the concave side, in the end of each vertebra and then alternately in every other vertebra on the convex side. We measured the preoperative and postoperative magnitude of the major and compensatory curves, the thoracic kyphotic angle on the standing radiographs and the flexibility of the curve. We statistically compared the correctability of thoracic kyphotic angle between the rigid and semi-rigid rods.

Results: The differences of preoperative and postoperative major curves in groups I, II and III were 47.3°/12.7°, 51.6°/12.3° and 49.6°/13.3° respectively. The thoracic kyphotic angle was 22.6°/26.6°, 22.0°/26.9° and 23.8°/22.8°, respectively. There was no significant difference for the correction of the coronal angle in each group, but groups I and II were superior to group III for the rate of correcting the kyphotic angle.

Address reprint requests to
**Seong Jun Ahn, M.D.**
Spine Center, Centum Hospital
530-1 Myounryun-1 Dong, Donglae-Gu, Pusan, Korea
Tel: 82-51-554-8996, Fax: 82-51-553-7575, E-mail: ahnsjosdept@lycos.co.kr
* 본 논문의 요지는 2002년 6월 태국 푸켓에서 개최된 A-Spine meeting에서 구연되었음.

Conclusion: The rod should be stiff enough to pull the spine posteromedially when using the derotation technique for the surgical treatment of idiopathic scoliosis.

Key Words: Idiopathic scoliosis, Thoracic hypokyphosis, Semirigid and rigid rod, Pedicle screw fixation

## 서　　론

특발성 척추 측만증은 관상면, 시상면 및 평면상의 복합적인 장애로 인한 3차원적 변형임으로 척추측만증의 치료에서 관상면상 교정뿐 아니라 시상면상 및 회전변형의 교정을 도모해야한다.

1960년대 초에 Harrington 기기술이 도입된 이후 특발성 척추 측만증의 교정방법에 많은 발전이 있었으나 시상면상의 교정문제, 장분절 유합 및 가관절증, 만곡의 교정 상실, 감염의 불충분, 편평배 증후군 등의 여러 가지 문제점이 있었고, 1980년대 Cotrel-Dubousset과 TSRH로 대표되는 갈고리 및 강봉을 이용한 분절간 고정술과 강봉 감염술을 이용하여 3차원적 교정이 가능한 방법으로 도입되면서 선택적인 신연과 압축력의 적용을 통해 관상면과 시상면의 교정도 향상, 골유합률의 증가, 술후 외부 고정의 불필요성 등의 장점으로 최적의 수술방법으로 알려져 왔다[5,9,12,13]. 척추경 나사못은 삽입 후 모든 방향의 힘에 대하여 안정성을 보이고 강봉의 삽입, 감염, 그리고 선택적인 신연 및 압축력을 적용할 수 있으며 견고한 고정력을 보인다.

척추 측만증의 수술에 있어 흉추 저후만증은 시상학적 불균형으로 인한 대상부전, 요통을 야기할 수 있을 뿐 아니라 저후만이 심한 경우 심폐기능 저하를 초래할 수 있어 술후의 문제점으로 지적되고 있다. 이에 대한 교정에 있어 강봉의 강도에 따른 흉추 저후만의 교정력에 대한 비교 연구가 거의 없다. 저자들은 청소년기형 특발성 척추 측만증에 대한 분절 척추경 나사못 고정술에 있어 경성 강봉과 비경성 강봉의 시상면상 흉추 저후만증의 교정력의 차이를 알아보고자 한다.

## 연구대상 및 방법

1995년 11월부터 2000년 6월까지 특발성 척추 측만증을 척추경 나사못을 이용한 감염술로 수술한 환자 중 12개월 이상 추시가 가능하였던 64예를 대상으로 하였다. 여자 52예, 남자 12예였고 평균 연령은 16.4세(12~24세), 평균 추시 기간은 23개월(12~56개월)이었다. 만곡의 형태는 King I형 8예, II형 26예, III형 13예, IV형 8예, V형 5예였으며 흉요추 만곡이 4예이었다. 경성 강봉군 1군(36예)은 C-D기기를 사용한 stainless steel 7.0 mm 강봉으로써 강도는 1200 N/mm이고, 경성 강봉군 2군(18예)은 4-CI기기로 티타늄 합금 6.35 mm 강봉으로써 강도는 1200 N/mm였으며, 3군(10예)은 Xia기기로 titanium 합금 6.0 mm 강봉을 사용하였고 강봉의 강도는 600 N/mm(6.35 mm, 4예)였다. 술전 술후 측만각을 측정하였으며 만곡의 유연성과 술전, 술후 흉추 후만을 조사하였고 SPSS를 이용한 Student t-test 방법을 통하여 P값이 0.05미만인 경우 유의한 것으로 평가하였다. 제 1군에서 술전 측만각은 평균 47.3°(40~83), 만곡의 유연성은 55%(30~93), 흉추 후만은 평균 22.6°(7~30)였다. 제 2군에서 술전 측만각은 평균 51.6°(42~80), 만곡의 유연성은 59%(40~85) 흉추 후만은 평균 22°(9~32)였다. 제 3군에서 술전 측만각은 평균 49.6°(43~65), 만곡의 유연성은 53%(45~78), 흉추 후만은 평균 23.8°(10~35)였다. 전 예에서 후방 수술을 시행하였으며 유합 범위는 각도와 형태에 따라 조금씩 달랐으나 기본적으로 끝척추를 정하여 상위 끝척추의 한 분절 위와 하위 끝척추의 한 분절 아래까지 연장하여 유합 범위를 정하였다. 강봉 감염 기법을 이용하여 삼차원적인 교정을 시도하였고, 나사못의 고정은 감염하는 측은 모든 분절에, 반대편은 2분절에 한 개씩의 나사못을 고정하였다. 술전 및 최종 추시시의 기립 전후면 방사선 검사상 주만곡, 부만곡의 Cobb각을, 측면 방사선 검사상 흉추 후만(제 3흉추-제 12흉추)을 측정하였고 교정력을 비교하였다.

## 결　　과

### 1. 술전 측만각, 만곡의 유연성과 흉추 후만

1군에서 술전 측만각, 만곡의 유연성, 흉추 후만은 각각 47.3°, 55%, 22.6°였고, 2군에서는 각각 51.6°, 59%, 22°였으며, 3군에서는 각각 49.6°, 53%, 23.8°였다 ($p>0.05$)(Table 1).

### 2. 술후 측만각과 흉추 후만

1군에서 술후 측만각과 흉추 후만은 각각 12.7°와

26.6 °였고, 2군에서는 12.3 °와 26.9 °, 3군에서는 13.3 °와 22.3 °였다(Table 2).

### 3. 측만곡의 교정정도

1군에서는 술전 측만각이 47.3 °에서 12.7 °로 평균 73.2%의 교정율을 보였고, 2군에서는 술전측만각 51.6 °에서 12.3 °로 평균 76.2%의 교정율을 보였으며, 3군에서는 술전 49.6 °에서 13.3 °로 평균 73.2%의 교정율을 보였다(p>0.05)(Table 3, Fig. 1-3).

### 4. 흉추 후만의 교정정도

1군에서는 술전 22.6 °에서 26.6 °로 17.7%의 교정율을 보였고, 2군에서는 술전 22 °에서 26.9 °로 22.3%의 교정율을 보였으며, 3군에서는 술전 23.8 °에서 22.3 °로 오히려 -6.3%의 교정소실을 보였다(p<0.05)(Table 4, Fig. 1-3).

## 고 찰

특발성 척추 측만증에서 흉추 전만이 있는 경우 폐 순응도가 저하되고, 호흡일률의 증가, 폐동맥압의증가, 폐

**Table 1.** Preoperative coronal angle, flexibility and thoracic kyphosis

| Group | I | II | III | P |
|---|---|---|---|---|
| Coronal angle (degree) | 47.3 | 51.6 | 49.6 | >0.05 |
| Flexibility (%) | 55 | 59 | 53 | >0.05 |
| Thoracic kyphosis (degree) | 22.6 | 22 | 23.8 | >0.05 |

**Table 2.** Postoperative coronal angle and kyphosis

| Group | I | II | III |
|---|---|---|---|
| Coronal angle (degree) | 12.7 | 12.3 | 13.3 |
| Thoracic kyphosis (degree) | 26.6 | 26.9 | 22.3 |

**Table 3.** Rate of correction of major curve

| Group | I | II | III | P value |
|---|---|---|---|---|
| Preoperative Cobb's angle (degree) | 47.3 | 51.6 | 49.6 | >0.05 |
| Postoperative Cobb's angle | 12.7 | 12.3 | 13.3 | >0.05 |
| Rate of correction (%) | 73.2 | 76.2 | 73.2 | >0.05 |

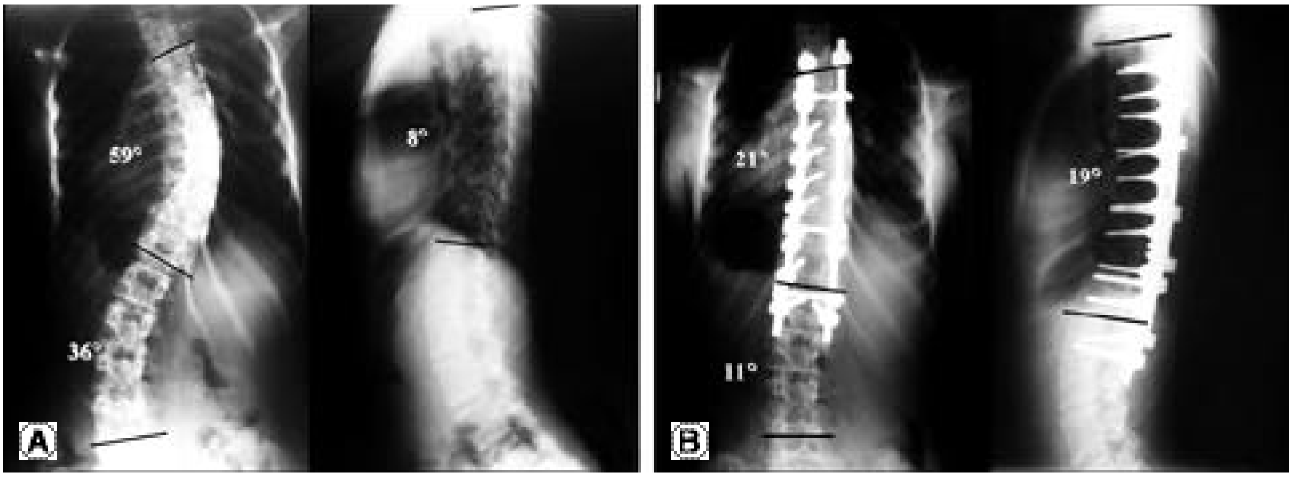


**Fig. 1.** (**A**) In group I (CD instrumentation), Preoperative major thoracic curve was 59 ° and kyphotic angle was 8 °. (**B**) In the fifth postoperative year, Major curve was corrected to 21 ° and thoracic kyphosis was improved from 8 ° to 19 °.

활량의 감소를 초래하며, 환기-관류비율이 떨어져 호흡계 기능저하를 초래한다고 알려져 있다[7]. 몇몇 저자들의 연구[1,2,4]에 의하면 단락(shunt)과 폐포의 저환기, 폐성심을 초래하는 주원인은 말초기도의 폐쇄이며, 이는 동맥의 저산소증과, 혈관과 폐실질의 압박을 초래한다고 하였다. Nash와 Nevins[11]은 50도와 70도사이의 측만각을 가진 21명의 환자에서 흉부 전후면의 직경이 감소하였고 이는 폐 기능의 저하와 유의한 관계가 있다고 하였다. 하여 이러한 흉추 저후만 혹은 전만의 교정은 환자의 폐 기능을 회복하는데 있어 중요하다. 요추부의 전만의 감소는 환자가 시상면의 균형을 유지하기 위해 체간을 과신전시킴으로 전방추간판의 높이의 감소를 가져오고 추간판의 변성이 진행하면서 통증없이 시상면의 균형을 유지하기 힘들게 된다. 이에 비해 흉추 전만은 환자가 비교적 잘 견디나 과도한 흉추 전만은 폐기능을 감소시키므로, 수술시에 반드시 교정해야 할 요소이다.

**Table 4.** Rate of correction of thoracic kyphosis

| Group | I | II | III | P value |
|---|---|---|---|---|
| Preoperative thoracic kyphosis (degree) | 22.6 | 22.0 | 23.8 | >0.05 |
| Postoperative thoracic kyphosis | 26.6 | 26.9 | 22.3 | >0.05 |
| Rate of correction (%) | 17.7 | 22.3 | -6.3 | <0.05 |

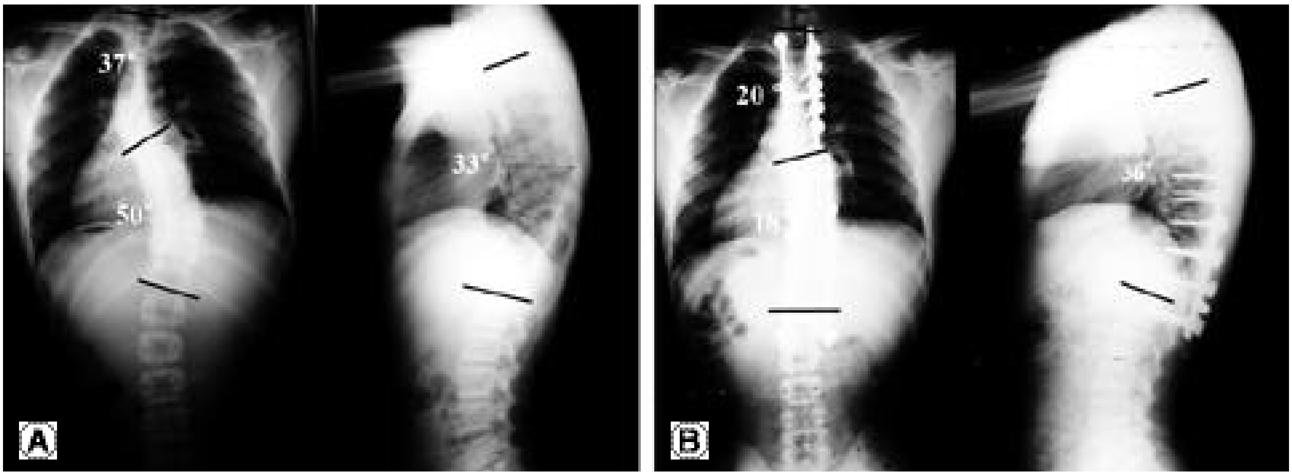


**Fig. 2.** (**A**) In group II(4-CIS instrumentation), Double thoracic curve was 37 ° & 50 °, thoracic kyphosis was 33 °. (**B**) In the second postoperative year, major curve was corrected to 20 °, 18 ° and thoracic kyphosis was improved from 33 ° to 36 °.

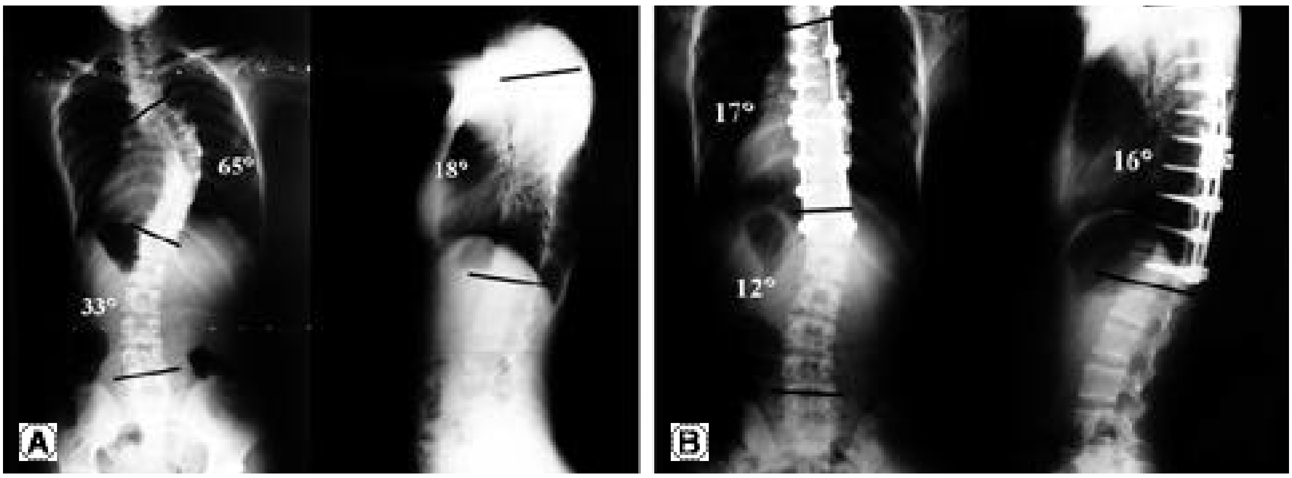


**Fig. 3.** (**A**) In group III (XIA instrumentation), Preoperative major thoracic curve was 65 ° and kyphotic angle was 18 °. (**B**) In the second postoperative year, major curve was corrected to 17 ° but thoracic kyphosis worsened from 18 ° to 16 °.

Braford[3] 등은 이러한 호흡계 기능저하를 강조하면서 전방유리술과 후방 늑골의 다발성 절제와 후방교정술을 소개하면서 흉추 전만의 교정을 강조하였다.

시상면상의 변형은 정상적인 척추의 시상만곡으로부터의 일탈로 특발성 측만의 경우, 첨부의 국소전만이 기본적인 최초 변형이라고 간주되고 있다. 흉추의 경우 후만의 감소는 기능적으로 폐활량의 저하를 야기할 수 있으며 반응성으로 요추 전만의 감소화, 심한 경우 흉요추 이행부의 국소 후만 변형을 유발하여 대상부전이나 요통의 원인이 되기도 한다. 시상면 변형의 중요성은 하요추부의 Harrington 기기술의 합병증으로 문제가 되었던 요배부 편평 증후군[6]의 연구과정에서 각광을 받은 이후 측만증의 수술적 교정술에 중요한 고려인자가 되어 Nash와 Moe[10]는 Harrington기기의 조형으로, McMaster[8]는 contoured smooth rod로 정상 시상 만곡의 재구성을 시도하게 되었다.

흉추의 첨 추체는 전방 측방으로 전이됨과 동시에 추체 자체의 회전 변형이 동반되어 있다. 감염술의 벡터를 살펴보면 후 중앙부의 전이력을 가지게 되며 이는 전이술과 같은 방향으로 척추의 관상면상, 시상면상 교정을 이루게 된다. 이러한 전위는 만곡의 첨부를 몸의 중심선 쪽으로 전위시켜 측만각을 감소시킴과 동시에 첨부 추체의 후방 전위를 유발하여 특발성 흉추측만의 기본변형인 만곡첨부의 국소 전만을 완화시킴으로서 정상적인 흉추 후만의 재구성을 가능하게 한다. 하지만 흉추 전만시에 이러한 강봉의 감염술을 시행하는 경우 강봉의 강도 혹은 강봉의 변형정도에 따라 흉추 후만의 교정에 차이가 있을 것으로 사료되나 아직 여기에 대한 보고는 없다.

티타늄 합급의 탄성계수는 Stainless 합금의 1/2이다. 이는 티타늄보다 Stainless강이 강하고 같은 응력에 대해 변형률이 낮음을 의미한다. 물체의 지지력은 굴곡이나 비틀림에 의해 문제가 되는 경우 신연과 압축에 의한 영향보다는 관성모멘트에 의해 영향을 받게 된다. 강성이란 외부의 변형력에 저항하는 물체의 지지력 중에서 그 질과 형태에 의해 결정되는 성질을 말한다. 이는 압축이나 신연보다는 굴곡이나 비틀림에서 영향을 받으며, 굴곡 강성은 탄성계수와 면적 관성 모멘트의 곱한 값이며 염전 강성은 전단계수와 극관성 모멘트의 곱한 값이다. 관성 모멘트는 원기둥에서 직경의 4승에 비례하며 이는 강성은 강봉의 직경의 4승에 비례한다는 것을 의미한다.

티타늄은 생체조직 적합성이 우수하고 가공하기 쉬운 stainless강에 비해 역학적으로 파괴점이 높고, 탄성한도와 피로한도가 높고 화학적으로 부식에 대한 저항성이 높아 정형외과 영역의 내고정물로 널리 사용되고 있으며, 같은 티타늄 합금이라 하더라도 첨가된 부가금속 성분에 따라 경도나 강도, 기계적 물리적 특성이 다르다. 티타늄합금의 종류에는 TAl6V4, TAl5Fe45, TNb7Al6, TMoZrFe, TNbFe 등이 있으며 이중 TAl6V4가 다른 티타늄합금에 비해 보다강하고 파괴점이나 피로한도가 높다.

감염 방법과 척추경 나사못를 이용한 척추 측만증 수술 시 나사못을 고정한 후 강봉을 나사못들의 관상면 상각도보다 약간 더 혹은 관상면 상의 각도만큼 bending시킨 다음 강봉을 나사못에 장착시킨다. 이 때 나사못의 관상면 각도보다 약간 더 강봉을 bending시킨 경우, 관상면상의 측만각은 약간 더 커지는데 이는 감염 후 흉추의 후만각을 증가시키기 위한 것이다. 강봉을 나사못에 위치시키고 나사 뚜껑을 느슨하게 잠근 후 rod holder로 강봉을 잡고 convex side로부터 concave side로 강봉을 회전시킨다. 원하는 관상면 상의 각도가 얻어진 후 나사 뚜껑을 잠근다. 이때 강봉의 강도가 충분히 강하면 강봉 감염 시 강봉이 휘어지지 않으나 그렇지 않으면 척추 자체가 척추 측만증을 유지하려는 힘을 이기지 못해 강봉이 펴지게 되며 또한 뚜껑을 잠글 때 강봉의 강도가 충분하면 나사못에 고정된 척추가 강봉이 있는 부위인 후방으로 옮겨 오면서 흉추 후만이 만들어지게 되나 강봉의 강도가 약하면 척추가 움직이는 대신 강봉이 펴지면서 뚜껑이 잠겨지게 되어 원하는 흉추 후만이 만들어지지 않게 된다. 요약하면 강봉의 강도가 약하면 탈회전 및 뚜껑을 잠글 때 강봉의 펴지게 된다는 것이다.

## 결 론

특발성 측만증의 수술적 치료에 있어 강봉 감염술시 흉추 전만 혹은 흉추 후만각이 작을 경우  강봉의 강도가 낮을수록 감염술시에 강봉이 변형되어 추체 후만교정의 결과가 떨어지는 반면에강봉의 강도가 높을수록 추체를 후내측으로 이동시키는데 우수한 결과를 보이는 것으로 사료된다.

## 참고문헌


1) **Bergofsky EH**: *Respiratory failure in disorders of the thoracic cage. Am Rev Respir Dis, 119:643-669, 1979*
2) **Bjure J, Grimby G, Kasaliku J, Lindh M and Nachemson A**: *Respiratory impairment and airway closure in patients with untreated idiopathic scoliosis. Thorax, 25:451-456, 1970.*
3) **Bradford DS, Blatt JM and Rasp FL**: *Surgical management of severe thoracic lordosis. A new technique to*

restore normal kyphosis. *Spine, 8:420-8, 1983.*

4) **Caro CG and Cubis AB**: *Pulmonary function in kyphoscoliosis. Thorax, 16:282-290, 1961.*

5) **Cotrel Y, Dubousset J and Guillaumat M**: *New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop, 227:10-23, 1988.*

6) **Harrinton PR**: *Treatment of scoliosis. J Bone Joint Surg, 44-A:591-610, 1962.*

7) **Levine DB**: *Pulmonary function in scoliosis. Orthop Clin North Am, 10:761-768, 1979.*

8) **McMaster MJ**: *Luque rod instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg, 73-B:982-989, 1991.*

9) **Muschik M, Schlenzka D, Robinson PN, et al**: *Dorsal instrumentation for idiopathic adolescent thoracic scoilosis. Eur Spine J, 8:93-9, 1999.*

10) **Nash CL and Moe JH**: *A study of vertebral rotation. J Bone Joint Surg, 51-A:223-229, 1969.*

11) **Nash CL and Nevins K**: *A lateral look at pulmonary function in scoliosis in proceedings of the Scoliosis Research Society. J Bone Joint Surg, 55-A:440, 1974.*

12) **Suk SI, Lee CK and Chung SS**: *Comparison of Zielke ventral derotation system and Cotrel-Dubousset instrumentation in the treatment of idiopathic lumbar and thoracolumbar scoliosis. Spine, 19:419-29, 1994.*

13) **Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al**: *Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. Spine, 20:1399-405, 1995.*



## 국 문 초 록

**연구목적**: 척추 측만증의 수술에 있어 흉추 저후만증은 술후의 문제점으로 지적되고 있다. 저자들은 청소년기형 특발성 척추 측만증에 대한 분절 척추경 나사못 고정술에 있어 경성 강봉과 비경성 강봉의 시상면상 흉추 저후만증의 교정력의 차이를 알아보고자 한다.

**대상 및 방법**: 1995년 11월부터 2000년 6월까지 특발성 척추 측만증으로 수술한 환자중 12개월 이상 추시가 가능하였던 64예를 대상으로 하였다. 여자 52예, 남자 12예였고 평균 연령은 16.4세(12~24세), 평균 추시 기간은 23개월(12~56개월)이었다. 경성 강봉군 1군(36예)의 강봉 강도는 1200 N/m이고, C-D 기기를 사용한 stainless steel 7.0 mm 강봉으로, 경성 강봉군 2군(18예)은 강봉의 강도가 1200 N/m인 4-CI기기로써 티타늄합금 6.35 mm굵기였으며, 비경성 강봉군인 3군(10예)은 직경 6 mm, 강도가 600 N/m인 Xia기기가 사용되었다. 전 예에서 후방 수술을 시행하였으며 유합 범위는 각도와 형태에 따라 조금씩 달랐으나 기본적으로 끝척추를 정하여 상위 끝척추의 한 분절 위와 하위 끝척추의 한 분절 아래까지 연장하여 유합범위를 정하였다. 강봉 감염 기법을 이용하여 삼차원적인 교정을 시도하였고, 나사못의 고정은 탈회전하는 측은 모든 분절에, 반대편은 2분절에 한 개씩의 나사못을 고정하였다. 술전 및 최종 추시시의 기립 전후면 방사선 검사상 주만곡, 부만곡의 Cobb각을, 측면 방사선 검사상 흉추 후만(제3흉추-제12흉추)을 측정하였고 교정력을 비교하였다.

**결과**: 술전과 술후 주만곡은 제1 군에서 각각 47.3 °/12.7 °, 제2 군에서 51.6 °/12.3 °, 제3 군에서 49.6 °/13.3 °였고, 술전과 술후 흉추 후만은 제1 군에서 22.6 °/26.6 °, 제2 군에서 22.0 °/26.9 °, 제3 군에서 23.8 °/22.8 °로 측만각의 교정율은 각 군간 통계학적 유의성이 없었으나, 후만각의 교정율 비교에서 1, 2군의 결과가 3군보다 우수하였다.

**결론**: 특발성 척추측만증의 수술적 치료에 있어 분절 척추경 나사못 교정술은 전후면 교정에 있어 탁월한 효과를 보였으나 흉추 저후만증의 교정율은 경성 강봉을 사용한 경우가 우수하였으며, 감염술시 추체를 후내측으로 전위시킴에 있어 강봉의 강도가 높을수록 흉추 저후만 교정 정도가 우수하다.



**색인단어**: 특발성 척추 측만증, 흉추 저후만, 경성 비경성 강봉, 척추경 나사못



※ **통신저자 :** 안 성 준
부산광역시 동래구 명륜1동 530-1
대동병원 정형외과
Tel: 82-51-554-8996 Fax: 82-51-553-7575 E-mail: ahnsjosdept@lycos.co.kr