

## 척추경 나사못 고정술을 이용한 이중 흉추 청소년기 특발성 척추 측만증의 치료 - 척추 전이술과 강봉 감염술의 비교

김진혁 · 김성수 · 정락용 · 김정훈\* · 한정일 · 라호종 · 이상진 · 석세일

인제대학교 의과대학 상계백병원 서울척추센터, 인제대학교 의과대학 일산백병원 정형외과학교실\*

### Correction of Double Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Pedicle Screw Instrumentation - Comparison with Translation and Rod Derotation

Jin-Hyok Kim, M.D., Sung-Soo Kim, M.D., Nak-Yong Jung, M.D., Jung-Hun Kim, M.D.\*,

Jung-Il Han, M.D., Ho-Jong Ra, M.D., Sang-Jin Lee, M.D., and Se-Il Suk, M.D.

Seoul Spine Institute, College of Medicine, Inje University, Sanggye Paik Hospital, Seoul,  
Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Inje University, Ilsan Paik Hospital\*, Goyang, Korea

**Purpose:** To compare the results of two different surgical methods (translation vs rod derotation) in a correction of double thoracic adolescent idiopathic scoliosis (AIS) using pedicle screw instrumentation.

**Materials and Methods:** Forty-seven patients with double thoracic AIS treated by pedicle screw instrumentation were reviewed retrospectively after a minimum follow-up of 2 years. The patients were divided into two groups; TR group (translation method, n=14) and RD group (rod derotation, n=33). There were no significant differences in the preoperative curve characteristics between the two groups.

**Results:** In the TR group, the preoperative upper thoracic curve of  $37\pm4^\circ$  improved to  $24\pm4^\circ$  (35% correction), and the lower thoracic curve of  $52\pm9^\circ$  improved to  $18\pm5^\circ$  (65% correction). In the RD group, the preoperative upper thoracic curve of  $40\pm7^\circ$  improved to  $19\pm7^\circ$  (51% correction), and the lower thoracic curve of  $56\pm12^\circ$  was improved to  $16\pm6^\circ$  (72% correction). The correction of the upper and lower thoracic curves was significantly better in the RD group ( $p<0.05$ ). Thoracic sagittal kyphosis was corrected from  $21^\circ$  to  $24^\circ$  in the TR group and from  $18^\circ$  to  $26^\circ$  in the RD group. There was no significant difference in the spinal balance, shoulder height difference, T1 tilt and fusion extent. The operating time and the amount of blood loss was 231 minutes and 2050ml in the TR group and 263 minutes and 3217ml in the RD group, respectively ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** In correcting double thoracic AIS using pedicle screw instrumentation, the rod derotation method showed better correction for the upper and lower thoracic curves. The translation method showed the advantages of easier application, a shorter operation time and less blood loss.

**Key Words:** Idiopathic scoliosis, Double thoracic curve, Pedicle screw instrumentation, Translation, Rod derotation

### 서론

지난 20-30년 동안 특발성 척추 측만증의 수술적 치료는 척추 후방 기기의 발전과 그에 따른 여러 수술 술기의 개발로 측만증의 교정에 급격한 변화를 이룩하였다.

1980년대 초에 CD (Coutrel-Doubousset) 기기의 도입은 이전의 Harrington 기기를 이용한 압박력과 신전력을 이용한 술기보다 우수한 교정을 보여 주었다<sup>3,10</sup>. 더욱이 이러한 후방 기기를 척추경 나사못으로만 고정하고 그

통신저자 : 김 성 수

서울시 노원구 상계7동 761-1  
인제대학교 상계백병원 척추센터  
TEL: 02-950-1288 · FAX: 02-934-6342  
E-mail: toetotoe1@sanggyepaik.ac.kr

Address reprint requests to

Sung-Soo Kim, M.D.  
Seoul Spine Institute, College of Medicine, Inje University, Sanggye Paik Hospital,  
761-1, Sanggye-dong, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea  
Tel: +82.2-950-1288, Fax: +82.2-934-6342  
E-mail: toetotoe1@sanggyepaik.ac.kr

\*본 논문의 요지는 2006년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

것을 모든 분절에 삽입하는 분절간 척추경 나사못 고정술은 측만증의 교정을 더욱 향상 시켰으며<sup>17)</sup> 여러 다양한 교정 방법을 적용할 수 있게 하였다.

현재 척추경 나사못 고정술과 함께 특발성 척추 측만증의 수술 술기로 척추 전이술(translational maneuver)과 강봉 감염술(rod derotation maneuver)이 일반적으로 사용되고 있다. 이러한 술기를 단일 흉추 특발성 측만증에 적용하여 비교하는 보고는 수 차례에 걸쳐 알려졌다.<sup>4,5,8,14)</sup>

그러나 이 술식을 이중 흉추 특발성 측만증에 적용하여 비교한 논문은 현재까지 없는 실정이다. 이중 흉추 만곡의 수술적 치료는 관상면상 S자형 이중 흉추 만곡을 시상면상 C자형 단일 만곡으로 교정하여야 하기 때문에 강봉의 삽입이 쉽지 않을 뿐 아니라 "상부 흉추"가 하부 흉추보다 견고하게 흉곽에 고정되어 유연성이 떨어져 그 교정 또한 쉽지 않다. 이에 저자들은 이중 흉추 특발성 척추 측만증의 수술적 치료로 척추경 나사못 고정술과 함께 사용되는 척추 전이술과 강봉 감염술의 결과를 평가하고 두 술식을 비교하여 각각의 수술의 장단점을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

본원에서 척추경 나사못 고정술을 사용하여 이중 흉추 만곡 유합으로 치료하고 최소 2년 이상(2-8.8년)의 추시 관찰이 가능하였던 이중 흉추 청소년기 특발성 척추 측만증 환자 47명을 후향적으로 조사하였다. 수술시 환자의 평균 나이는  $15.2 \pm 2.6$ 세(10.6-20세)였으며 여자가 36명, 남자가 11명이었다. 모든 환자의 상부 흉추 만곡의 상위 끝 척추는 제1흉추나 제2흉추였으며, 상부 흉추 만곡과 하부 흉추 만곡의 이행 부위인 전이 추체(transitional vertebra)는 제5흉추, 제6흉추나 제7흉추이었다. 환자는 수술 술기에 따라 두 개의 군으로 나누어 척추 전이술로 치료한 경우를 TR군(n=14)으로, 강봉 감염술로 치료한 경우를 RD군(n=33)으로 분류하였다. 수술 전, 수술 후 6개월 이내의 수술 직후 그리고 최종 추사에서 촬영한 전 척추 기립 방사선 사진을 이용하여 만곡의 크기, 첨부 추체 전이(apical vertebral translation), 흉추 후만과 요추 전만, 관상면과 시상면상 척추 균형, 제1흉추 경사 각도, 기기 고정된 최하위 추체의 경사각(lowest instrumented vertebral tilting, LIVT), 쇄골각(cla-

vicle angle), 어깨 높이의 차이를 측정하였다. 본원에서 의료 영상 저장 전송 장치(Picture Archiving Communication System; PACS)가 도입된 2001년 8월을 기준으로 그 이전은 일반 방사선 사진으로 scolimeter와 자를 이용하여 측정하였고, 그 이후는 디지털 영상으로 컴퓨터 프로그램인 M-view<sup>TM</sup> 4.0 (Infinit, Korea)을 이용하여 측정(digital measuring)하였다. 만곡의 크기는 Cobb의 방법에 의하여 측정되었으며 흉추 후만은 제5흉추의 상 골단판과 제12흉추의 하 골단판을, 요추 전만은 제12흉추의 상 골단판과 제1천추의 상 골단판을 이용하여 Cobb의 방법으로 측정하였다. 흉추 만곡의 첨부 추체 전이는 제7경추의 중심에서 내린 수선과 흉추 만곡의 첨부 추체 중심과의 최단거리로, 요추 만곡의 첨부 추체 전이는 중심 천추 수직선(center sacral vertical line)과 요추 만곡의 첨부 추체 중심과의 최단거리로 측정하였다. 관상면상 균형은 제7경추의 중심에서 내린 수선(C7 plumb line)과 중심 천추 수직선(center sacral vertical line)과의 최단 거리로 측정하였으며 20 mm 이상인 경우 관상면상 대상 실조가 있는 것으로 정의하였고, 시상면상 균형은 제7경추에서 내린 수선과 제1천추체의 후상 단면과의 최단 거리로 측정하였다. 제1흉추 경사 각도는 제1흉추의 상 골단판과 수평선이 이루는 각도로 측정하였고 쇄골각은 양쪽 쇄골의 가장 높은 곳을 연결한 선과 수평선이 이루는 각도로 측정하였는데, 이 두 개의 측정값은 좌측이 높은 경우는 양수로, 우측이 높은 경우 음수로 표기하였다. 어깨 높이의 차이는 양쪽 견봉 쇄골 관절 상부의 연부 조직이 이루는 윤곽 부분의 최고점을 통과하는 2개 수평선 사이의 거리로 측정하였으며 15 mm 이상의 차이가 있는 경우 어깨 높이의 불균형이 있는 것으로 정의하였다. 그리고 입원 기록을 이용하여 수술 시간, 출혈량과 함께 합병증을 조사하였다. 통계적 처리는 MedCalc version 9.1.0.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium)을 사용하여 Mann-Whitney 검사, Chi-square 검사 및 Fisher's exact 검사로 시행되었으며 p 값이 0.05보다 작은 경우 유의한 것으로 평가하였다.

## 1. 수술 술기

모든 수술은 한 명의 저자에 의해 이루어졌으며 상부 흉추 만곡 유합의 적응증은 초기에는 상부 흉추 만곡각이 30° 이상이면서 양수의 제1흉추 경사(positive T1 tilt-

ing)인 경우에 시행하였지만 저자들이 상부 흉추 만곡 유합의 적응증에 대한 조사<sup>16)</sup> 이후에는 상부 흉추 만곡이 25° 이상이면서 임상적으로 어깨 높이 차이가 10 mm 이내이거나 좌측 어깨가 10 mm 이상 높은 경우 유합을 시행하였다. 만곡의 유합이나 기기 고정은 제1흉추(n=28)나 제2흉추(n=19)에서 일반적으로 하부 흉추 만곡의 하부 끝 척추보다 하나 아래의 원위 척추까지 시행되었다. 원위 유합부는 제11흉추나 제12흉추인 경우가 8명, 제1요추인 경우가 22명, 제2요추가 14명, 제3요추가 3명이었다. 수술 부위를 후방에서 노출시킨 후에 강봉 감염술로 치료한 RD군에서는 척추경 나사못의 머리 부분이 짧은 일반적인 나사못을 상부 흉추와 하부 흉추 만곡의 오목한 부분(concave side)에서는 분절적으로 모든 척추에 삽입하고, 만곡의 볼록한 부분(convex side)에서는 2개나 3개의 척추마다 삽입하였다. 그리고 상부 흉추 만곡의 오목한 부분에 정상 시상 만곡으로 조형된 강봉을 삽입하고 반시계 방향(환자의 두부에서 보았을 때)으로 90° 회전시키고 고정시킨 다음, 하부 흉추 만곡의 오목한 부분에 역시 정상 시상 만곡으로 조형된 강봉을 삽입하고 시계방향으로 90° 회전시키고 고정하였으며 이 강봉 감염술과 함께 추체 회전술(direct vertebral rotation)을 병행하는 경우도 있었다. 그 후 상부 및 하부 흉추 만곡의 볼록한 부분의 강봉을 삽입하고 종 연결 기기(longitudinal connector)를 이용하여 이미 삽입된 강봉과 연결하였다. 상부 흉추 만곡의 강봉 회전술(rod derotation) 이후에 만곡이 충분히 교정되어 전체의 유합 범위에 걸치는 긴 강봉을 삽입할 수 있는 경우에는 기기의 안정성을 증가시키기 위해 두 개의 짧은 강봉 대신에 하나의 긴 강봉을 삽입하였다. RD군에서 흉곽 성형술은 20명(20/33, 61%)의 환자에서 시행되었으며 이 군의 유합 범위는 12.0±1.0분절, 사용된 척추경 나사못은 18.6±1.8개였다. 척추 전이술로 치료한 TR군에서는 척추경 나사못의 머리 부분이 긴 나사못(long-arm screw; reduction screw)이 사용되었다. 이 척추경 나사못을 앞에서 서술한 RD군과 같은 배열 방식으로 척추경에 삽입된 경우도 있었고 다른 방식으로 삽입된 경우도 있었다. 즉 만곡의 근위 유합부 척추체의 좌우 척추경에 나사못을 삽입하고 원위 유합부까지 1개의 척추체를 건너 뛰면서 다음 척추체의 좌우 척추경에 삽입하였으며, 만곡의 유연성이 떨어져 고정력이 더 필요하다고 판단된 경우에는 만곡의 첨

부 주위 척추경에 나사못을 더 첨가하였다. 이 후 유합 범위를 모두 포함할 수 있는 하나의 긴 강봉을 정상 시상 만곡으로 조형하여 근위의 척추경 나사못이나 원위의 척추경 나사못에 넣고 인접한 척추경 나사못을 순차적으로 강봉에 전이시켜 삽입하였다. 그리고 정상 시상 만곡으로 조형된 다른 강봉을 같은 방법으로 만곡의 다른 부분에 삽입하였다. 이러한 척추 전이술과 함께 추체 회전술(direct vertebral rotation)을 병행하는 경우도 있었다. TR군에서 흉곽 성형술은 8명(8/14, 57%)에서 시행되었으며, 이 군의 유합 범위는 11.4±0.9분절, 사용된 척추경 나사못은 16.1±3.0개였다.

강봉이 모두 삽입되고 고정된 이후 횡 연결 기기(transverse connector)를 사용하여 좌우의 강봉은 연결되었으며 기기 고정이 시행된 부분에 후방 유합을 시행하였다.

## 결 과

TR군은 여자 10명, 남자 4명 이었으며 수술시 평균 나이는 15.7±2.2세(11.9-19.5세), 평균 추시 기간은 4.1±2.6년(2-8.1년)이었다. RD군은 여자가 26명, 남자가 7명이었고 수술시 평균 나이는 15.0±2.8세(10.6-20세), 평균 추시 기간은 4.8±2.5년(2-8.8년)이었다. 술 전 TR군과 RD군의 상부 흉추, 하부 흉추 및 요추 만곡의 만곡각, 유연성, 첨부 추체 전이는 Table 1에, 그 외 측정값은 Table 2에 기술하였다. 수술 전 성별, 나이, 만곡의 모든 측정값과 술 후 추시 기간 및 유합 범위는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05).

### 1. 만곡 교정

TR군에서 술 전 36.8±4.0° (30-45°)의 상부 흉추 만곡은 수술 직후 22.8±4.3° (15-27°)로 평균 37.9%의 교정을 보였고 최종 추시에서 23.7±4.3° (16-29°)로 평균 35.4%의 교정을 보여 추시 기간 중 평균 2.5%의 교정 소실을 보였으며 술 전 5.5±3.4 mm (2-12 mm)의 첨부 추체 전이는 수술 직후에 5.1±2.4 mm (0-9 mm)로 0.4 mm의 교정을, 최종 추시에서 4.9±3.3 mm (1-11 mm)로 평균 0.6 mm의 교정을 보였다. RD군의 술 전 39.9±7.1° (29-56°)의 상부 흉추 만곡은 수술 직후 17.4±6.9° (5-31°)로 평균 56.2% 교정을 보였고 최종 추시에서 19.4±7.1° (7-33°)로 평균 50.9% 교정을 보

**Table 1.** Coronal Deformity and Apical Vertebral Translation

	TR group (n=14)			RD group (n=33)		
	Upper thoracic	Lower thoracic	Lumbar	Upper thoracic	Lower thoracic	Lumbar
Preoperative						
Magnitude (°)	36.8±4.0 (30-45)	52.0±9.0 (41-66)	29.4±10.8 (18-55)	39.9±7.1 (29-56)	56.3±11.7 (40-81)	30.4±9.8 (15-55)
Flexibility (%)	36.4±17.2 (10.3-81.1)	62.1±15.7 (27.4-78.7)	144.0±51.5 (69.2-222.2)	34.9±14.0 (7.3-67.5)	60.5±17.4 (23.6-90.9)	131.4±42.4 (52.8-220)
AVT* (mm)	5.5±3.4 (2-12)	39.6±9.1 (23-57)	12.1±9.8 (2-30)	7.1±6.4 (1-26)	41.1±16.1 (16-68)	9.9±7.2 (0-27)
Immediate PO <sup>†</sup>						
Magnitude (°)	22.8±4.3 <sup>§</sup> (15-27)	17.4±4.6 <sup>§</sup> (9-24)	9.9±6.2 (2-22)	17.4±6.9 <sup>§</sup> (5-31)	15.4±6.5 <sup>§</sup> (4-31)	9.0±6.1 (0-24)
Curve Corr <sup>‡</sup> (%)	37.9±11.4 <sup>§</sup> (18.2-55)	65.8±9.8 <sup>§</sup> (52.4-86.4)	66.8±15.9 (27.8-88.9)	56.2±16.5 <sup>§</sup> (24.2-85.3)	73.2±8.6 <sup>§</sup> (54.8-92)	70.5±19.4 (13.3-100)
AVT* (mm)	5.1±2.4 (0-9)	13.7±7.8 (3-26)	8.1±7.4 (2-26)	6.2±4.9 (0-17)	12.3±7.8 (2-33)	9.5±6.4 (1-24)
Final follow-up						
Magnitude (°)	23.7±4.3 <sup>§</sup> (16-29)	17.9±4.9 <sup>§</sup> (9-25)	11.1±7.4 (2-24)	19.4±7.1 <sup>§</sup> (7-33)	15.9±6.2 <sup>§</sup> (3-32)	10.1±6.5 (2-25)
Curve corr <sup>‡</sup> (%)	35.4±10.8 <sup>§</sup> (17.1-50.0)	64.8±10.7 <sup>§</sup> (47.6-86.4)	63.1±22.3 (16.7-90)	50.9±17.9 <sup>§</sup> (17.6-84.4)	72.1±8.1 <sup>§</sup> (58.4-93.6)	67.1±18.5 (6.7-90.9)
AVT* (mm)	4.9±3.3 (1-11)	17.1±8.9 (3-30)	10.4±8.4 (2-26)	4.9±3.5 (0-16)	12.9±8.2 (0-29)	8.3±6.7 (0-26)

\*AVT, Apical vertebral translation; <sup>†</sup>Immediate PO, Immediate postoperative; <sup>‡</sup>Curve Corr, Correction rate of curve; <sup>§</sup>p-value was <0.05 when comparing the values between the two groups

**Table 2.** Other Parameters

	TR group (n=14)		RD group (n=33)		p*
	Preoperative	Final	Preoperative	Final	
Cor. balance (mm)	9.7±7.0 (0-24)	8.6±6.5 (0-26)	11.4±7.9 (0-36)	8.2±5.7 (0-21)	>0.05
Sag. balance (mm)	22.0±15.6 (0-45)	21.1±13.7 (6-54)	17.4±12.7 (1-53)	18.0±11.6 (1-44)	>0.05
T-kypnosis (°)	21.0±10.3 (5-35)	24.4±6.3 (15-41)	17.9±8.6 (4-38)	25.7±9.2 (10-41)	>0.05
L-lordosis (°)	51.9±13.2 (38-81)	53.4±7.7 (38-61)	48.8±10.3 (28-76)	51.5±8.5 (35-71)	>0.05
T1 tilting (°)	6.9±3.3 (3-15)	7.9±2.7 (5-14)	7.8±4.6 (2-19)	6.6±3.6 (1-15)	>0.05
Clavicle angle (°)	0.3±2.2 (-3-3)	2.7±1.9 (0-6)	-0.4±2.9 (-6-5)	1.8±2.1 (-2-6)	>0.05
SHD <sup>†</sup> (mm)	9.3±5.4 (1-20)	9.4±8.5 (0-25)	9.9±7.4 (1-27)	9.0±8.1 (1-31)	>0.05
LIVT <sup>‡</sup> (°)	17.8±5.7 (9-29)	6.0±4.0 (1-14)	18.7±7.9 (3-35)	5.6±3.2 (0-14)	>0.05

\*p-value was calculated from the comparison of the values at the final follow-up between two groups. <sup>†</sup>SHD, Shoulder height difference,

<sup>‡</sup>LIVT, Lowest instrumented vertebral tilting.

여 추시 기간 중 평균 5.3%의 교정 소실이 있었으며 술 전 7.1±6.4 mm (1-26 mm)의 침부 추체 전이는 수술 직후에 6.2±4.9 mm (0-17 mm)로 0.8 mm의 교정을, 최종 추시에서는 4.9±3.5 mm (0-16 mm)로 평균 2.1 mm의 교정을 보였다. 수술 직후와 최종 추시에서의 상부 흉추 만곡의 크기와 그 교정율에는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 RD군이 더 우수한 교정을 보여

주었으며(p<0.05), 수술 후의 침부 추체 전이와 그 교정도는 두 군간에 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

TR군의 하부 흉추 만곡의 크기와 침부 추체 전이는 술 전 각각 52.0±9.0° (41-66°)와 39.6±9.1 mm (23-57 mm)이었으며 수술 직후 17.4±4.6° (9-24°, 평균 65.8% 교정)와 13.7±7.8 mm (3-26 mm, 평균 25.9 mm 교정)로, 최종 추시에서 17.9±4.9° (9-25°, 평균

64.8% 교정, 추시 기간 중 평균 0.5%의 교정 소실)와  $17.1 \pm 8.9$  mm (3-30 mm, 평균 22.6 mm 교정)로 측정되었다. RD군의 하부 흉추 만곡의 크기와 첨부 추체 전이는 술 전  $56.3 \pm 11.7^\circ$  (40-81°)와  $41.1 \pm 16.1$  mm (16-68 mm)에서 수술 직후에  $15.4 \pm 6.5^\circ$  (4-31°, 평균 73.2% 교정)와  $12.3 \pm 7.8$  mm (2-33 mm, 평균 28.8 mm 교정)로, 최종 추시에서  $15.9 \pm 6.2^\circ$  (3-32°, 평균 72.1% 교정, 추시 관찰 중 평균 1.1% 교정 소실)와  $12.9 \pm 8.2$  mm (0-29 mm, 평균 28.2 mm 교정)로 교정되었다. 수술 직후 및 최종 추시에서의 하부 흉추 만곡의 크기와 그 교정률에도 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 RD군이 우수한 교정을 보였으며( $p < 0.05$ ), 첨부 추체 전이와 그 교정도는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

TR군의 요추 만곡의 크기와 첨부 추체 전이는 술 전  $29.4 \pm 10.8^\circ$  (18-55°)와  $12.1 \pm 9.8$  mm (2-33 mm), 수술 직후에  $9.9 \pm 6.2^\circ$  (2-22°, 평균 66.8% 교정)와  $8.1 \pm 7.4$  mm (2-26 mm, 평균 4.0 mm 교정), 최종 추시에서  $11.1 \pm 7.4^\circ$  (2-24°, 평균 63.1% 교정, 추시 관찰 중 평균 3.8% 소실)와  $10.4 \pm 8.4$  mm (2-26 mm, 평균 1.6 mm 교정)로 측정되었다. RD군의 요추 만곡의 크기와 첨부 추체 전이는 술 전  $30.4 \pm 9.8^\circ$  (15-55°)와  $9.9 \pm 7.2$  mm (0-27 mm), 수술 직후에  $9.0 \pm 6.1^\circ$  (0-24°, 평균 70.5% 교정)와  $9.5 \pm 6.4$  mm (1-24 mm, 평균 0.4 mm 교정), 최종 추시에서  $10.1 \pm 6.5^\circ$  (2-25°, 평균 67.1% 교정, 추시 관찰 중 평균 3.4% 교정 소실)와  $8.3 \pm 6.7$  mm (0-26 mm, 평균 1.5 mm 교정)로 측정되었다. 술 후 요추 만곡의 크기와 첨부 추체 전이 및 그 교정도에는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ )(Table 1).

## 2. 척추 균형과 시상면 정렬

최종 추시에서의 관상면과 시상면 균형, 흉추 후반과 요추 전만의 측정값은 Table 2에 기술하였다. TR군에서 관상면상 대상 실조는 술 전 2명, 최종 추시에서 1명에서 관찰되었고 RD군에서 관상면상 대상 실조는 술 전 5명에서, 최종 추시에서는 1명에서 관찰되었다. 최종 추시시 관상면과 시상면상 척추 균형에는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 최종 추시시 흉추 후반은 술 전과 비교하여 두 군 모두 유의하게 증가 되었으며

( $p < 0.05$ ), 최종 추시의 흉추 후반과 요추 전만은 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ )(Table 2).

## 3. 제1흉추 경사, 쇄골각과 어깨 높이 차이

TR군과 RD군의 모든 환자는 술 전 양수의 제1흉추 경사(positive T1 tilting)를 보였고 술 후에도 양수의 값을 보였다. TR군 제1흉추 경사 각도는 최종 추시에서 술 전과 비교하여 평균  $1.1^\circ$ 의 악화를 보였고, RD군은 최종 추시에서 평균  $1.2^\circ$ 의 교정을 보였으나 두 군간에 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ). 쇄골각과 어깨 높이 차이는 최종 추시시 두 군간의 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ )(Table 2). 어깨 높이 불균형은 TR군에서 술 전 14% (2/14)에서 최종 추시시 29% (4/14)로 증가되었지만, RD군에서는 술 전 21% (7/33)에서 최종 추시시 12% (3/33)로 감소하였다.

## 4. 그 외 결과

TR군 LIVT는 최종 추시에서 평균 60.1%의 교정을 보였고, RD군은 최종 추시에서 평균 62.4%의 교정을 보여 두 군간의 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ )(Table 2). TR군의 수술 시간은  $231 \pm 38$ 분(170-290분), 수술 중 출혈량은  $2,050 \pm 1,060$  ml (1,000-5,000 ml)이었으며 RD군은 각각  $263 \pm 39$ 분(190-380분),  $3,217 \pm 1,670$  ml (1,000-8,500 ml)으로 두 군간의 유의한 차이가 있어 TR군이 수술 시간이 더 짧았고 출혈량도 적었다( $p < 0.05$ ).

## 5. 합병증

수술 후 척추경 나사못과 관련된 신경학적 합병증이나 혈관에 관련된 합병증은 없었다. 흉곽 성형술을 시행한 환자 중에서 TR군 2명과 RD군 1명, 총 3명의 환자에서 수술 후 혈흉이 발생하여 흉관을 삽입하여 치료하였다. TR군 1명의 환자에서 수술 후 8개월에 원위 나사못과 강봉 간의 고정 소실이 발생하였으나 추시 관찰에서 만곡의 뚜렷한 증가는 발생하지 않아 현재까지 특별한 치료 없이 관찰하고 있다. 유합 부위의 원위부로 흉추 만곡이 연장되는 추체 추가 현상(adding-on phenomenon)은 TR군에서 1명, RD군에서 2명, 총 3명의 환자에서 추시 관찰 중 발견되었지만 이들 환자에서 최종 추시시 관상면 대상

실조가 발생하거나 요통이 나타난 경우는 없었다. 최종 추시까지 불유합 소견, 기기 파손이나 인접 분절 후만증(junctional kyphosis)을 보이는 경우는 없었다.

## 고 찰

특발성 흉추 측만증의 수술 후에 나타난 어깨 불균형이나 대상 실조는 구조적 상부 흉추 만곡을 인지하지 못함으로 인해 발생할 수 있다는 사실이 1960대 중반 이후 알려지게 되었다<sup>9,16,19</sup>. 이것은 상부 흉추 만곡의 자발적인 교정에 의해 보상하려는 능력을 벗어나는 하부 흉추 만곡의 과교정에 의한 것이다. 이러한 어깨 불균형이나 대상 실조를 예방하기 위하여 의미있는 상부 흉추 만곡을 가진 경우에는 상부 및 하부 흉추 만곡의 유합이 필요하

다. Harrington 기기를 사용한 King 등<sup>9</sup>은 상부 흉추 만곡이 굴곡 검사에서 제1흉추가 만곡의 오목한 면으로 기울어지는(positive T1 tilting) 구조적인 경우에는 유합이 필요하다고 하였고, Lenke 등<sup>13</sup>은 Harrington 기기보다 향상된 교정을 보이는 Cotrel-Dubousset 기기로 치료한 특발성 척추 측만증에서 상부 흉추 만곡이 30° 이상이고 측면 굴곡 사진에서 20°이하로 되지 않고 침부 추체의 회전이 Grade 1 이상이거나 전이가 1 cm 이상인 경우, 양수의 제1흉추 경사가 있는 경우, 두 흉추 만곡의 전이 추체가 제6흉추 이하인 경우 상부 흉추 만곡은 유합되어야 한다고 하였다. 저자들은 과거에 사용된 기기나 고정보다 훨씬 향상된 분절간 척추경 나사못 고정술을 사용하면서 이에 합당한 상부 흉추 만곡 유합의 적응증에 대한 정립이 필요함을 느끼게 되었다. 저자들이 이미 발표한 보고에서 상부 흉추 만곡을 유합한 군과 유합하지 않은 군을 비교하여 상부 흉추 만곡이 25° 이상이면 어깨 균형을 이루거나 좌 어깨 거상이 있는 경우는 상부 흉추 만곡의 유합이 필요하다고 보고한 바 있다<sup>16</sup>.

이와 같이 이중 흉추 만곡의 상부 흉추 만곡의 기준이나 유합 조건에 대한 보고는 여러 논문<sup>2,9,11-13,16</sup>에서 다루어지고 있지만 이중 흉추 만곡을 교정하는 방법이나 술식을 비교하는 논문은 거의 없는 실정이다. 최근까지 특발성 척추 측만증의 교정에 사용되는 술식은 강봉 감염술<sup>3,10,17</sup>, 척추 전이술<sup>7</sup>, Cantilever bending<sup>1</sup>, *In situ* contouring<sup>15</sup> 및 이러한 방법을 혼용하는 방법 등 여러 술식들이 알려져 있다. 이러한 술식들은 기본적으로 흉

추 만곡내의 추체를 후내측으로 이동시켜 흉추 만곡을 교정하는 방법들이다. 처음으로 측만증의 3차원적인 교정이 가능하다고 보고<sup>10,17</sup>된 강봉 감염술의 경우, 이후의 논문에서 회전 변형에 대한 교정이 좋아지지 않거나 오히려 악화된다는 보고<sup>6,18</sup>가 되면서 이에 대한 이유로 강봉 감염술은 추체의 이동축(Z축)이 전방에 위치하여 회전 변형을 악화시킬 수 있다는 근거가 제시되었고, 추체의 이동축을 후방에 위치시켜 회전 변형을 교정할 수 있는 척추 전이술이 도입되었다. 그리하여 단일 흉추 만곡에서 강봉 감염술과 척추 전이술을 비교하는 보고들이 발표되었다<sup>4,5,8,14</sup>.

Muschik 등<sup>14</sup>은 69명의 청소년기 특발성 흉추 측만증 환자를 척추경 나사못과 hook을 이용하여 30명의 환자에게는 척추 전이술을, 39명의 환자에게는 강봉 감염술로 치료한 결과 주 흉추 만곡의 교정은 강봉 감염술이 더 우수하고 척추 균형은 척추 전이술에서 더 우수하였다고 보고하였으며 흉추 만곡부의 회전 변형, 요추 만곡의 교정, 시상면의 변화에는 두 술식에 차이가 없었다고 하였다. 그리고 저자들이 특발성 흉추 측만증의 교정에서 전향적으로 두 술식을 비교하여 회전 변형을 포함한 만곡의 교정에는 두 술식에 차이가 없고, 강봉 감염술이 수술 시간이 짧고 수술 중 나사의 pull-out failure가 적음을 보고한 바 있다<sup>8</sup>.

저자들의 이번 연구는 이중 흉추 만곡에 사용된 두 술식, 즉 척추 전이술과 강봉 감염술을 비교한 최초의 보고로, 이 연구로 강봉 감염술이 척추 전이술에 비해 상부 및 하부 흉추 만곡의 교정과 양쪽 어깨 높이의 균형을 획득함에 있어서는 더 우수하나, 수술 술기가 복잡하고 까다로워 수술 시간이 더 연장되고 출혈량이 많아짐을 알 수 있었다. 이러한 보고는 이전에 단일 흉추 측만증에 두 술식을 비교한 것과는 상이한 면이 있다. 이러한 차이는 수술시에 사용한 척추경 나사못의 종류와 그에 따른 술기의 변화에 기인한 것으로 생각된다. 즉 그전의 보고에서는 척추 전이술에서도 강봉 감염술과 마찬가지로 동일한 일반적 모양의 나사못을 사용하여 나사못을 강봉에 삽입할 때에까지 척추를 전이시켜 수술을 시행하였으며, 이로 인한 척추경 나사못에 과도한 힘이 전해져 수술 중 척추경 나사못의 해리를 많이 발생시켰으며 수술 시간 역시 강봉 감염술보다 길어졌지만 만곡의 교정은 강봉 감염술로가 비슷한 결과를 얻을 수 있었던 것으로 판단된다. 저

자들은 이번 이중 흉추 만곡 교정에 사용된 척추 전이술의 경우 강봉 감염술과는 달리 머리 부분이 긴 나사못(long-arm screw, reduction screw)를 사용하여 쉽게 나사못을 강봉과 연결할 수 있었으며 일단 강봉이 나사못에 삽입되면 나사못을 서서히 고정시킴으로써 척추의 전이를 일으킬 수 있었고 이러한 조작에 의해 인접 나사못에도 강봉이 삽입되어 척추 전이 시에 발생하는 힘을 여러 나사못에 분산함으로써 수술 중 척추경 나사못의 해리를 막을 수 있었을 뿐만 아니라 수술 시간을 강봉 감염술보다 짧게 만들고 그로 인한 출혈량도 감소시킬 수 있었다. 그러나 이러한 조작들은 변형의 교정력을 저하시켜 상부 및 하부의 만곡 교정이 강봉 감염술보다 떨어뜨린 것으로 판단된다. 이번 연구를 통해 이중 흉추 만곡의 수술적 교정에서 두 술식 모두 효과적이고 유용함을 알 수 있었고 각각 장단점을 가지고 있으므로, 어느 한 가지 술식이 뛰어나다고 할 수 없으며 술기의 경험, 능력, 사용 가능한 기기 등에 따라 적절히 이용될 수 있음을 알게 되었다. 이번 연구에서 회전 변형을 측정하지 못한 이유는 이 조사가 후향적으로 이루어졌으므로 단순 방사선 촬영 외에 회전 변형을 정확히 측정할 수 있는 컴퓨터 촬영을 모든 환자에서 시행하지 못하였고, 단순 방사선 촬영으로는 기기에 의해 회전 변형을 정확히 측정할 수 없었기 때문이다. 이러한 단점에도 불구하고 이번 연구가 특발성 이중 흉추 측만증의 교정에 있어 두 술식을 비교한 최초의 보고로 큰 의의가 있고 이러한 결과는 향후 연구에 초석이 될 것으로 사료된다.

## 결 론

척추경 나사못 고정술을 이용한 이중 흉추 특발성 척추 측만증에서 강봉 감염술은 더 우수한 상부 및 하부 흉추 만곡의 교정을 보여 주었으며 척추 전이술은 쉬운 기기 조작으로 짧은 수술 시간 및 적은 출혈량을 나타내었다.

## 참고문헌

1. Chang KW: Cantilever bending technique for treatment of large and rigid scoliosis. *Spine*, 28: 2452-2458, 2003.
2. Cil A, Pekmezci M, Yazici M, et al: The validity of Lenke criteria for defining structural proximal thoracic curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 30: 2550-2555, 2005.
3. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M: New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res*, 277: 10-23, 1988.
4. Delorme S, Labelle H, Aubin CE, et al: A three-dimensional radiographic comparison of Cotrel-Dubousset and Colorado instrumentation for the correction of idiopathic scoliosis. *Spine*, 25: 205-210, 2000.
5. Delorme S, Labelle H, Aubin CE, et al: Intraoperative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Rod rotation and translation. *Spine*, 24: 2011-2017, 1999.
6. Gardner-Morse M, Stokes IA: Three-dimensional simulations of the scoliosis derotation maneuver with Cotrel-Dubousset instrumentation. *J Biomech*, 27: 177-187, 1994.
7. Goshi K, Boachie-Adjei O, Moore C, Nishiyama M: Thoracic scoliosis fusion in adolescent and adult idiopathic scoliosis using posterior translational corrective techniques (Isola): is maximum correction of the thoracic curve detrimental to the unfused lumbar curve? *Spine J*, 4: 192-201, 2004.
8. Kim DS, Suk SI, Kim WJ, Rhee HC: Comparison of apical Z-axis derotation between rod derotation (RD) and vertebrae to rod (VTR) methods in idiopathic thoracic scoliosis. *J Korean Soc Spine Surg*, 7: 253-258, 2000.
9. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB: The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*, 65: 1302-1313, 1983.
10. Labelle H, Dansereau J, Bellefleur C, et al: Comparison between preoperative and postoperative three-dimensional reconstructions of idiopathic scoliosis with the Cotrel-Dubousset procedure. *Spine*, 20: 2487-2492, 1995.
11. Lee CK, Denis F, Winter RB, Lonstein JE: Analysis of the upper thoracic curve in surgically treated idiopathic scoliosis. A new concept of the double thoracic curve pattern. *Spine*, 18: 1599-1608, 1993.
12. Lee DH, Lee JH, Kim SH, et al: Tactics for surgical treatment of the double thoracic scoliosis: significance of T1 tilt, first rib elevation and correction ratio. *J Korean Soc Spine Surg*, 9: 106-114, 2002.
13. Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, Baldus C, Blanke

- K:** Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*, 19: 1589-1597, 1994.
14. **Muschik M, Schlenzka D, Robinson PN, Kupferschmidt C:** Dorsal instrumentation for idiopathic adolescent thoracic scoliosis: rod rotation versus translation. *Eur Spine J*, 8: 93-99, 1999.
15. **Steib JP, Dumas R, Mitton D, Skalli W:** Surgical correction of scoliosis by in situ contouring: a detorsion analysis. *Spine*, 29: 193-199, 2004.
16. **Suk SI, Kim WJ, Lee CS, et al:** Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation. *Spine*, 25: 2342-2349, 2000.
17. **Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB:** Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*, 20: 1399-1405, 1995.
18. **Webb JK, Burwell RG, Cole AA, Lieberman I:** Posterior instrumentation in scoliosis. *Eur Spine J*, 4: 2-5, 1995.
19. **Winter RB:** The idiopathic double thoracic curve pattern. Its recognition and surgical management. *Spine*, 14: 1287-1292, 1989.

#### = 국문초록 =

**목 적:** 척추경 나사못을 이용한 이중 흉추 청소년기 특발성 척추 측만증의 수술적 치료로 사용되는 척추 전이법과 강봉 감염술의 결과를 평가, 비교하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 수술 후 최소 2년 이상(2-8.8년)의 추시 관찰이 가능했던 환자 47명을 후향적으로 조사하였다. 척추 전이술을 사용한 경우(n=14)를 TR군으로, 강봉 감염술을 사용한 경우(n=33)를 RD군으로 분류하였다. 술 전 만곡의 측정값에서 두 군 사이에 유의한 차이는 없었다.

**결 과:** TR군에서 술 전  $37 \pm 4^\circ$ 의 상부 흉추 만곡과  $52 \pm 9^\circ$ 의 하부 흉추 만곡은 최종 추시시 각각  $24 \pm 4^\circ$  (35%교정)와  $18 \pm 5^\circ$  (65%교정)로 호전되었다. RD군에서 술 전  $40 \pm 7^\circ$ 의 상부 흉추 만곡과  $56 \pm 12^\circ$ 의 하부 흉추 만곡은 최종 추시시 각각  $19 \pm 7^\circ$  (51%교정)와  $16 \pm 6^\circ$  (72%교정)로 호전되었다. 상부 흉추 및 하부 흉추 만곡의 교정은 두 군 사이에 유의한 차이가 있어 RD군에서 더 우수하였다( $p < 0.05$ ). 흉추 후만, 요추 전만, 척추 균형, 어깨 높이 차이, 제1흉추 경사 각도, 유합 범위는 두 군간에 유의한 차이는 없었다. TR군의 수술 시간과 출혈량은 각각 평균 231분과 2,050 ml이었으며, RD군은 263분과 3,217 ml로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

**결 론:** 강봉 감염술은 더 우수한 상부 및 하부 흉추 만곡의 교정을 보여 주었으며, 척추 전이술은 쉬운 기기 조작으로 짧은 수술 시간 및 적은 출혈량을 나타내었다.

**색인 단어:** 특발성 척추 측만증, 이중 흉추 만곡, 척추경 나사못, 척추 전이법, 강봉 감염술