

## 분절간 강선 결박술을 이용한 척추 측만증의 치료

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

석세일 · 이재원 · 민학진

=Abstract=

### Segmental Spinal Instrumentation in the Treatment of Scoliosis

Se Il Suk, M.D., Jae Won Lee, M.D. and Hak Jin Min, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

Since Luque introduced new posterior instrumentation by segmental sublaminar wiring for neuromuscular scoliosis in 1976, preliminary reports have been published regarding its use with Harrington rod or Luque rod for other types of scoliosis, traumatic lesions of the spine, and spondylolisthesis as well as for degenerative disorders and tumors. Its advantage includes rigid internal fixation which often obviates the requirement for postoperative immobilization and the significant correction of deformity. Disadvantages are longer operation time, increased blood loss and the risk of neurologic damage.

Segmental spinal instrumentation was carried out using either Harrington rod or Luque rod in 30 cases of scoliosis; 16 in idiopathic scoliosis, 12 in paralytic scoliosis and 1 each in congenital scoliosis and neurofibromatosis, at the Department of Orthopedic Surgery, Seoul National University Hospital, for 3 years from January 1984 to December 1986. Twenty six cases had been followed for more than 1 year and following results were obtained.

1. In idiopathic scoliosis, average preoperative curve was 65.0 degrees and immediate postoperative curve was 27.9 degrees with 57.4% correction. There was 1.2 degrees loss of correction with an average follow-up of 19.5 months (14-28 months).
2. In paralytic scoliosis, average preoperative curve was 108.5 degrees and immediate postoperative curve was 55.5 degrees with 49.5% correction. There was little loss of correction with an average follow-up 24.5 months (13-38 months).
3. No neurological complication occurred as a result of sublaminar wiring.
4. Segmental spinal instrumentation is an effective method with an advantage of better correction, greater contouring of the spine to avoid flat back, and less external immobilization in the treatment of idiopathic or paralytic scoliosis without increased complication.

**Key Words:** Segmental spinal instrumentation, Scoliosis.

## 서 론

1976년 Luque 등이 금속정(Metal rod)에 추궁관 하 강선 결박술을 시도한 이래 Harrington 금속정 또는 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 이용한 술식이 척추 측만증 치료에 널리 사용되고 있다. 이 술식은 척추 변형의 교정에 있어 교정력이 우수하며 견고한 교정을 얻을 수 있어 술후 보다 간편한 외고정으로 교정도를 유지할 수 있다는 장점이 있

다. 그 적응증도 점차 확대되어 척추 측만증 외에 척추의 골절 및 탈구, 척추 전방 전위증, 수막 척수류 등에 사용되고 있다. 그러나 수술이 광범위하여 장시간을 요하고 특히 신경 손상등의 합병증을 초래할 수 있어 주의를 요하고 있다. 본 논문에서는 분절간 강선 결박술을 시행했을 때의 교정도와 추궁관 하 강선 결박술로 인해 발생할 수 있는 신경 손상, 그리고 이러한 술식 후의 외고정에 대해 알아보는 데 그 목적이 있다.

서울대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1984

년 1월부터 1986년 12월까지 만 3년간 특발성 척추 측만증 16례, 마비성 척추 측만증 12례, 선천성 척추 측만증 및 신경섬유종증 각 1례, 총 30례에 대하여 Harrington 금속정 또는 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 바 있으며 그중 26례에서 1년이상 추시한 결과 교정도가 우수하고 출후보다 간편한 외고정으로 교정도를 유지할 수 있었기에 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 대상 및 방법

대상은 1984년 1월부터 1986년 12월까지 Harrington 금속정 또는 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 척추 측만증 30례중 1년 이상 추시하였던 26례를 대상으로 하였다.

원인별로는 총 26례중 특발성이 15례로 가장 많았으며, 마비성이 10례, 그리고 신경섬유종증이 1례였다(Table 1).

연령 분포는 4세에서 30세까지로 평균 16.5세였으며 11세에서 20세까지가 69.2%로 가장 많았다. 성별 분포는 여자가 18례, 남자가 8례였다

Table 1. Etiology

Etiology	No. of patients
Idiopathic	15
Paralytic	10
Neurofibromatosis	1
Total	26

Table 2. Type of segmental spinal instrumentation

Instrumentation	No. of patients			
	Idiopathic	Paralytic	Neurofibromatosis	Total
Harrington distraction rod with sublamina wiring	13	—	1	14
Harrington distraction rod with spinous process wiring	1	—	—	1
Luque rod with sublamina wiring	1	2	—	3
Luque instrumentation with Galveston technique	—	8	—	8

Table 3. CSEP monitoring during surgery

	No. of patients			
	Idiopathic	Paralytic	Neurofibromatosis	Total
CSEP (+)	15	8	1	24
CSEP (—)	—	2	—	2

\*CSEP: cortical somatosensory evoked potential

(Fig. 1).

수술 방법은 특발성 척추 측만증 15례중 13례에서 Harrington 금속정에 추궁판하 강선 결박술(sublamina wiring)을, 1례에서 Harrington 금속정에 극돌기 결박술(spinous process wiring)을 시행하였으며 흉추 전만이 있었던 1례에서는 Luque 금속정에 추궁판하 강선 결박술을 시행하였다. 마비성 척추 측만증 10례중 8례에서는 Galveston식 골반고정을 이용한 Luque 금속정 추궁판하 강선 결박술을 시행하였고 나머지 2례에서는 Luque 금속정에 추궁판하 강선 결박술을 시행하였으며 신경섬유종증 1례에서는 Harrington 금속정에 추궁판하 강선 결박술을 시행하였다(Table 2).

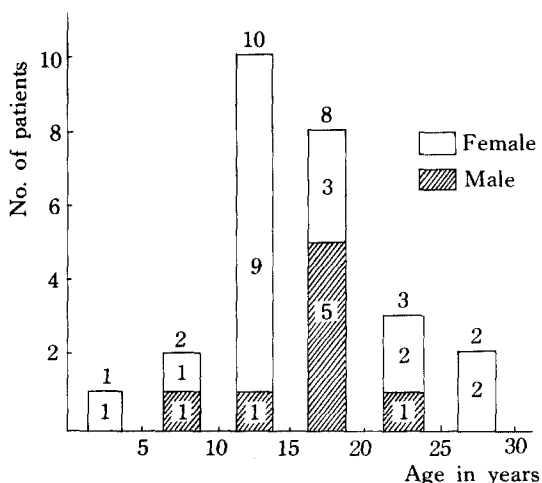


Fig. 1. Age and sex distribution.

추궁관하 강선 결박술로 인한 신경 손상을 예방하기 위해 감각 신경 뇌유발 전위검사를, 특발성 척추 측만증에서는 15례 전례에서, 마비성 척추 측만증에서는 10례중 8례에서 시행하였다(Table 3).

술후 외고정 방법으로는 Risser localizer cast를 사용하였는데, 특발성 척추 측만증 15례중 12례에서, 마비성 척추 측만증 10례중 단 1례에서 3개월간 고정하였다. 그러나 이는 종래의 외고정 기간의 절반도 안되는 기간이었다(Table 4).

## 증례 및 증례분석

### 1. 증례 1: 김 ○혜, 10세, 여자

특발성 척추 측만증 환자로 제 4 흉추부터 제 1 요추까지 Harrington 금속정에 추궁관하 강선 결박술 및 후방 융합술을 시행하였다. 이 환자의 척추 측만도는 제 6 흉추에서 제 1 요추까지 술전에 117°였으며 수술직후는 58°로 50.4%의 교정도를 보였다.

**Table 4.** Postoperative immobilization

	No. of patients			Total
	Idiopathic	Paralytic	Neurofibromatosis	
No cast	3	9	—	12
Localizer cast 3 Mos. (Less than half of non-SSI)	12	1	1	14

**Fig. 2.** Idiopathic scoliosis, preoperative X-ray and photograph (above), postoperative X-ray and photograph (below). Scoliosis is cocorrected from 117° to 51°.

**Fig. 3.** Paralytic scoliosis, preoperative X-ray and photograph (above), postoperative X-ray and photograph (below). Scoliosis is corrected from 126° to 62°.

환자는 술후 3개월간 Risser localizer cast로 고정하였으며 2년 2개월후의 추시결과 환자의 상태는 양호하였고 7°의 추가 교정을 보였다(Fig. 2).

## 2. 증례 2: 이 ○주, 21세, 여자

소아마비 후유증에 의한 마비성 척추 측만증 환자로 제 4 흉추부터 골반에 이르기까지 Galveston식 골반 고정을 이용한 Luque 급속정 추궁판하 강선 결박술 및 후방융합술을 시행하였다. 이 환자의 척추 측만도는 제 11 흉추부터 제 5 요추까지 술전에 126°였으며 수술직후에는 72°로 42.9%의 교정도를 보였다. 환자는 술후 보조기(TLSO; Thoracolumbosacral orthosis)를 착용한 뒤 곧 활동하였고 3년 2개월후의 추시 결과 환자의 상태는 양호하였으며 10°의 추가 교정을 보였다(Fig. 3).

## 3. 증례 분석

특발성 척추 측만증의 경우 술전 척추 측만도는 직립위에서 47°부터 117°까지로 평균 65.0°였으며 수술 직후는 12°에서 58°까지로 평균 27.9°로 57.4%의 교정도를 보였다. 추시 기간은 1년 2개월부터 2년 4개월까지로 평균 20.5개월 후의 최종추

시 결과는 15°에서 66°까지 평균 29.1°로 56.2%의 교정도를 보였다(Table 5).

비특발성 척추 측만증 11례의 경우 신경섬유종증이 1례 있었으나 술전 척추 측만도 및 술후 교정도가 마비성 척추 측만증 10례의 경우와 비슷하여 이 군에 함께 포함시켰다. 술전 척추 측만도는 50°에서 144°까지 평균 108.5°였으며 수술 직후는 21°에서 74°까지 평균 55.5°로 49.5%의 교정도를 보였다. 추시 기간은 1년 1개월부터 3년 2개월까지로 평균 추시 기간 24.5개월 후의 최종 교정도는 23°에서 77°까지 평균 55.5°로 49.5%의 교정도를 보였다(Table 6).

특발성 척추 측만증의 경우 변형 부위는 제 4 흉추부터 제 1 요추까지로 변형 부위의 평균 추체수는 7.1개였으며 기계 사용술을 시행한 부위(instrumented level)의 평균 추체수는 9.5개였고 분절간 강선 결박술을 시행한 평균 추체수는 7.5개였다. 마비성 척추 측만증의 경우 변형 부위는 제 5 흉추부터 제 5 요추까지로 변형 부위는 광범위한 분포를 보였으며 변형부위의 평균 추체수는 7.4개로 특발성

**Table 5.** Case analysis (Idiopathic Scoliosis)

Case	Age (Yrs.)	Sex	Etiology	Level	Instrumentation	Preop. (Degrees)	Immed. Postop. (Degrees)	Final (Degrees)	Loss of correction (Degrees)	Obtained correction (Percent)	Follow-up (Mos.)
1	14	F	Idiopathic	T5-L1	Luque, SSI	77	30	36	6	53.2	28
2	10	F	Idiopathic	T6-L1	Harrington, SSI	117	58	51	- 7	56.4	26
3	16	F	Idiopathic	T6-L1	Harrington, SSI	51	18	23	5	54.9	26
4	14	F	Idiopathic	T4-T11	Harrington, SSI	77	34	38	4	50.6	25
5	15	F	Idiopathic	T5-T11	Harrington, SSI	61	26	28	2	54.1	24
6*	8	M	Idiopathic	T6-T12	Harrington, SSI	94	47	66	19	29.8	23
7	15	F	Idiopathic	T6-T11	Harrington, SSI	56	26	24	- 2	57.1	21
8	16	M	Idiopathic	T5-T11	Harrington, SSI	96	51	49	- 2	49.0	19
9	14	M	Idiopathic	T6-T12	Harrington, SSI	54	12	19	7	64.8	17
10	15	F	Idiopathic	T7-L1	Harrington, SSI	49	18	19	1	61.2	14
11	16	M	Idiopathic	T8-T12	Harrington, SSI	76	41	45	4	40.8	14
12	15	F	Idiopathic	T4-T11	Harrington, SSI	51	21	21	0	58.8	14
13	15	F	Idiopathic	T6-T11	Harrington, SSI	48	20	20	0	58.3	14
14	19	F	Idiopathic	T6-T12	Harrington, SSI	50	20	20	0	60.0	14
15	14	F	Idiopathic	T4-T11	Harrington, SSI	47	15	15	0	68.1	14
Average						65.0	27.9	29.1	1.2	56.2	19.5

\*This case was excluded because arthrodesis was not done in a growing child

Table 6. Case analysis (Non-idiopathic scoliosis)

Case	Age (Yrs.)	Sex	Etiology	Level	Instrumentation	Preop. (Degrees)	Immed. Postop. (Degrees)	Final (Degrees)	Loss of correction (Degrees)	Obtained correction (Percent)	Follow-up (Mos.)
1	17	M	Paralytic	T8 - L4	Luque, SSI	101	66	65	- 1	35.6	38
2	21	F	Paralytic	T11-L5	Luque, SSI	126	72	62	-10	50.8	37
3	25	M	Paralytic	T12-L5	Luque, SSI	72	38	33	- 5	54.2	32
4	26	F	Paralytic	T11-L5	Luque, SSI	127	69	81	12	36.2	31
5	13	F	Paralytic	T10-L4	Luque, SSI	79	29	29	0	63.3	27
6	17	M	Paralytic	T11-L4	Luque, SSI	137	59	69	10	49.6	18
7	17	M	Paralytic	T8 - L1	Luque, SSI	50	21	23	2	54.0	17
8	30	F	Paralytic	T5 - L4	Luque, SSI	144	69	77	8	46.5	17
9	25	F	Paralytic	T11-L5	Luque, SSI	113	61	52	- 9	54.0	14
10	18	F	Paralytic	T10-L5	Luque, SSI	138	74	63	-11	54.3	13
11	4	F	Neurofibromatosis	T5 - T11	Harrington, SSI	106	52	57	5	46.2	26
Average						108.5	55.5	55.5	0	49.5	24.5

척추 측만증의 경우와 비슷하였으나 기계 사용술을 시행한 부위의 평균 추체수와 분절간 강선 결박술을 시행한 평균 추체수는 각각 12.6개로 특발성 척추 측만증의 경우와는 차이를 보였다(Table 7).

합병증은 마비성 척추 측만증으로 Luque 금속정에 추궁관하 강선 결박술을 시행했던 1례에서 창상의 감염이 있었으나 피사 조직 제거술 및 항생제투여등으로 1년 6개월 뒤에 치유되었다. 분절간 강선 결박술시 주의를 요하는 신경 손상의 합병증은 전례에서 감각신경 뇌유발 전위 검사를 시행함으로써 예방할 수 있었다.

## 고 찰

1902년 Fritz Lange는 척추에 금속정의 강선 결박을 시도하였고 1963년 Resina는 극돌기 강선 결박술에 대하여 기술하였으며 Morcher는 Harrington distraction rod에 추궁관하 강선 결박술을 시도하였다<sup>23</sup>. 1976년 Luque가 척추 측만증 환자에서 금속정에 추궁관하 강선 결박술을 시도한 이래 Harrington 금속정 또는 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술이 널리 이용되고 있다<sup>18, 19</sup>. Wenger등은 사체를 이용한 실험에서 척추 추궁관의 최대 하중은 중부 흉추에서 232파운드, 하부 흉추에서 307파운드 그리고 요추에서 442파운드였다. 이것은 Harrington기계 사용술시 distraction rod의 상부 고리에 걸리는 하중인 150파운드나 Dwyer기계 사용술 때의 100파운드보다 큰 수치이다<sup>3, 27, 28</sup>. 분절간 강선 결박술은 척추의 가장 강한 부위인 추궁관에 고정시키고 또 각 분절마다 강선을 결박함으로써 견고한 고정을 얻을 수 있다<sup>3</sup>. 또한 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 이용하는 경우 골반 융합이 필요한 마비성 척추 측만증에서 골반내 고정이 가능하며, 금속정의 굴곡을 이용한 정상의 척추 전후만 만곡을 유지할 수 있다는 장점이 있다<sup>3</sup>. 이러한 견고성, 안정성 그리고 우수한 교정도가 안정되어 분절간 강선 결박술은 그 적응증이 점차 확대되어 척추 측만증외에 척추굴절, 뇌성마비 및 수막 척수류, 그리고 척추 전방전위증등에 사용되고 있다<sup>5, 7, 13, 16</sup>. 이 술식은 척추의 융합술 없이도 사용될 수 있으나 일반적으로 융합술이 필요하다고 한다<sup>6, 8, 11, 16, 17, 24, 29</sup>. Luque와 Cardoso는 돌기관절(facet joint)의 절제와 골이식으로 융합이 이루어 진다고 하였고 Herring과 Wenger는 피질박리(decortication)이 필요하다고 하였다. Allen과 Ferguson은 돌기 관절의 절제나 피질박리없이 자가골 이식술만으로 융합은 얻을 수 있다고 하였다<sup>6, 7, 11, 15, 24</sup>.

**Table 7. Average number of segments wired**

Etiology	No. of segments			Total
	Idiopathic	Paralytic	Neurofibromatosis	
Involved level	7.1	7.4	7.0	7.2
Instrumented level	9.5	12.6	7.0	10.4
Wired average	7.5	12.6	7.0	9.2

**Table 8. Comparison with different instrumentation in idiopathic scoliosis**

	No. of patients	Preop. (Degrees)	Immed Postop. (Degrees)	Final (Degrees)	Obtained correction (Percent)
SSI	14	65.0	27.9	29.1	55.2
H-distr. rod	13	14.1	27.7	28.6	56.5
Luque rod	1	77.0	30.0	36.0	53.2
Non-SSI	41	74.4	38.1	41.7	44.0
H-distr. rod only	36	75.3	39.1	42.7	43.2
H-distr. rod and comp. rods	5	67.6	30.8	34.6	48.8
Ant. Instr. (Zielke)	7	64.1	6.1	9.0	86.0
Total	62	71.1	32.2	35.2	50.5

**Table 9. Comparison with different instrumentation in paralytic scoliosis**

	No. of patients	Preop. (Degrees)	Immed. Postop. (Degrees)	Final (Degrees)	Obtained correction (Percent)
SSI (Luque rod)	10	108.7	55.8	55.4	49.9
Non-SSI (H-distr. rod)	17	104.2	54.9	58.5	43.9
Total	27	105.9	55.2	57.4	45.9

Thompson 등은 특발성 척추 측만증 66례에서 Harrington 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행하여 46%의 교정도를 보고하였으며 Shufflebarger 등은 43%의 교정도를 보고하였다<sup>23, 26</sup>. Balis 등은 75례의 신경근육성 척추 측만증에서 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행하여 56%의 교정도를 보고하였으며 Mirza와 Landells는 분절간 강선 결박술이 교정도에서 Harrington 기제 사용술에 비하여 큰 차이는 없으나 보다 견고한 교정을 얻을 수 있고 척추의 정상 전후만 만곡을 유지할 수 있다고 하였다<sup>8, 19</sup>. Thompson 등은 46%의 교정도를 보고 하였다<sup>26</sup>. 저자들은 특발성 척추 측만증으로 Harrington 금속정과 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 14례와 1968년부터 1979년말까지 만 12년간 Harrington 기제 사용술을 시행한 41례 및 1984년 11월부터 1986년 3월까지 만 1년 4개월간 Zielke 기제 사용술을 시행한 7례와의 교정도 차이를 비교하여 보았다. Harrington 금속정이나 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 14례에

서는 55.2%의 교정도를 보여 Harrington 기제 사용술만을 시행한 41례에서 44.0%의 교정도를 보인 것과는 현저한 차이를 보였다. 또한 Zielke 기제 사용술을 시행했던 7례는 흉요추만곡 및 요추만곡이 있었던 경우로 위의 술식들과는 변형 부위에 차이가 있었으나 86.0%의 교정도를 보여 가장 현저한 교정력을 나타내었다(Table 8).

또한 마비성 척추 측만증으로 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 10례와 1970년부터 1981년말까지 만 12년간 Harrington 기제 사용술만을 시행한 17례와의 교정도의 차이를 구해본 결과, Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 10례에서는 49.9%의 교정도를 보였으며 Harrington 기제 사용술을 시행한 17례에서는 43.9%의 교정도를 보여 현저한 차이를 찾아볼 수는 없었으나 분절간 강선 결박술을 시행한 예에서는 정상의 흉추 후만 및 요추 전만을 유지할 수 있었고 술후 석고붕대 고정없이 보조기만으로도 교정도를 유지할 수 있었다(Table 9).

그러나 이러한 강선 결박술은 수술이 광범위하여 신경 손상등의 심각한 합병증이 보고되고 있어 주의를 환기시키고 있다. 1975년 Scoliosis Research Society의 보고에 의하면 척추 측만증 수술후의 신경 손상은 0.72%에 달하고 있으며<sup>10)</sup> 이는 분절간 강선 결박술 시행시 더욱 증가될 수 있다. Thompson 등은 신경 손상의 원인으로 추궁관하 강선 통과시 척수에 대한 직접 손상, 수술중 과교정으로 인한 간접 손상, 그리고 숙련되지 않은 사람에 의해 시술될 때 발생할 수 있다고 하였다<sup>11)</sup>. Allen, Herring 및 Pollak 등도 이와 유사한 보고를 하였다<sup>12, 13)</sup>. 저자들의 경우도 섬세하고 숙련된 술식과 감각신경 뇌유발 전위검사의 도움으로 한예의 신경 손상도 발생하지 않았다. Bernard 등은 결박된 강선의 파괴로 인한 신경증상 및 이로 인한 재수술의 예를 보고하였다<sup>9)</sup>. Herring 등은 약 15%에서 신경 손상이 생기며 그중 4%에서 하지의 약화가 발생한다고 보고하였다<sup>14)</sup>. 이러한 신경 손상의 합병증을 예방하기 위하여 Jones 등은 수술 도중의 전기 생리학적인 척수 감시로 신경 손상의 합병증을 예방해야 한다고 주장하였다<sup>15)</sup>. 1978년 Engler 등은 55례에서 수술중 척수 감시를 시행함으로써 전례에서 신경 손상의 합병증을 예방하였다<sup>16)</sup>. 石 등은 마비성 척추 측만증에 Luque 기계 사용술을 시행한 경우에서 신경 손상의 예방을 위한 척수 감시의 중요성을 언급한 바 있으며, 척수 감시를 시행한 군에서 교정도가 좋았다고 보고하였다<sup>17)</sup>. 최근에는 강선 대신 nylon strap을 이용하여 신경 손상을 예방하려는 방법이 시도되고 있다<sup>18)</sup>. Allen은 강선의 절단(wire breakage)이 61례중 5례에서 발생하였으며 대개 술후 4-6개월 후에 발생한다고 하였다. 그러나 절단된 강선이 척수강내로 들어가는 경우는 드물다고 한다<sup>9)</sup>. 여러 장점으로 널리 사용되는 분절간 강선 결박술은 그 장점 못지않게 심각한 합병증을 일으킬 수도 있으나 숙련된 사람에 의해 시술될 때는 매우 훌륭한 방법이라고 여겨진다.

## 결 론

서울대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1984년 1월부터 1986년 12월까지 만 3년간 특발성 척추 측만증 16례, 마비성 척추 측만증 12례, 선천성 척추 측만증 및 신경섬유종증 각 1례, 총 30례에 대하여 Harrington 금속정 또는 Luque 금속정에 분절간 강선 결박술을 시행한 바 1년이상 추시가 가능했던 26례에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 특발성 척추 측만증의 경우 술전 만곡도는 평균 66.9°였으며 수술 직후 만곡도는 평균 29.1°로 56.5%의 교정도를 보였다. 평균 추시기간 19.5개월후의 최종 만곡도는 평균 31.6°로 54.5%의 교정도를 보였다.
2. 마비성 척추 측만증의 경우 술전 만곡도는 평균 108.5°였으며 수술 직후 만곡도는 평균 55.5°로 49.5%의 교정도를 보였다. 평균 추시기간 24.5개월후의 최종 만곡도는 55.5°로 49.5%의 교정도를 보였다.
3. 추궁관하 강선 결박술로 인한 신경 손상은 한 예도 없었다.
4. 분절간 강선 결박술은 척추 측만증 치료에 있어 교정도가 우수하고 술후에 보다 간편한 외고정으로 교정도를 유지할 수 있는 훌륭한 방법으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 석세일·이춘성·백구현: Luque 기계 사용술. 대한정형외과학회잡지, 제19권 제5호: 893, 1984.
- 2) 석세일·이수호·백구현·김진호·한태륜: 척추수술에서의 감각신경 뇌유발 전위검사. 대한정형외과학회잡지, 제20권 제6호: 1045, 1985.
- 3) Allen, B.L. Jr.: Segmental Spinal Instrumentation with L rods. I.C.L., Vol. 32: 202-208, 1983.
- 4) Allen, B.L. Jr.: Segmental instrumentation for difficult spine deformities, Orthop. Trans. 3: 43, 1979.
- 5) Allen, B.L. Jr. and Ferguson, R.L.: The Operative Treatment of Myelomeningocele Spinal Deformity. Orthop. Clin. North Am., Vol. 1: 845-861, 1979.
- 6) Allen, B.L. Jr. and Ferguson, R.L.: The place for segmental instrumentation in the treatment of spine deformity. Part I Scoliosis, Orthop. Trans., 5: 433, 1981.
- 7) Allen, B.L. Jr. and Ferguson, R.L.: Technique L rod Instrumentation for Scoliosis in Cerebral Palsy. J. Pediatr. Orthop., Vol. 2: 87-96, 1982.
- 8) Balis, G. et al.: Dual center experience with segmental spinal instrumentation for the correction and stabilization of neuromuscular sp-



- inal deformities. Scoliosis Research Society, 20th Annual Meeting Coronado, California, 1985.
- 9) Bernard, T.N. et al.: Late Complication Due to Wire Breakage in Segmental Instrumentation. *J. Bone Joint Surg.*, 65A: 1339-1345, 1983.
  - 10) Engler, G.L., Spielholz, N.I. and Benjamin, M. V.: Somatosensory Evoked Potentials in Spine Fractures. Scoliosis Research Society, 14th Annual Meeting, Seattle, Washington, 1979.
  - 11) Herring, J.A.: Segmental wiring of the spine with Harrington instrumentation and spine fusion. *Orthop. Trans.*, 4:38, 1980.
  - 12) Herring, J.A. et al.: Segmental Spinal Instrumentation: A Review of Early Results and Complications. Scoliosis Research Society, 18th Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, 1983.
  - 13) Herring, J.A. and Wenger, D.R.: Early Complications of Segmental Spinal Instrumentation. *Orthop. Trans.*, 6:22, 1982.
  - 14) Jones, S.J. and Edgar, M.A. et al.: A System for the Electrophysiological Monitoring of the Spinal Cord During Operations for Scoliosis. *J. Bone Joint Surg.*, 65B:134-139, 1983.
  - 15) Luque, E.R.: Segmental spinal instrumentation: A method of rigid internal fixation of the spine to introduce arthrodesis. *Orthop. Trans.*, 4:391, 1980.
  - 16) Luque, E.R. and Cardoso, A.: Paralytic scoliosis in growing children. *Orthop. Trans.*, 4:37, 1980.
  - 17) Luque, E.R. and Cardoso, A.: Treatment of scoliosis without arthrodesis or external support: preliminary report. *Orthop. Trans.*, 1:37, 1977.
  - 18) MacEwen, G.D., Bunnell, W.P. and Sriram, K.: Acute Neurological Complications in the Treatment of Scoliosis. *J. Bone Joint Surg.*, 57A:404-408, 1975.
  - 19) Mirza, A.B. and Landells, D.G.: Modified system of segmental instrumentation of idiopathic scoliosis versus Harrington instrumentation: a comparative study. *J. Bone Joint Surg.*, 66B:299, 1984.
  - 20) O'Brien, J.P. et al.: Nylon Sublaminar Straps in Segmental Instrumentation for Spinal Disorders. *Clin. Orthop.*, 203:168, 1986.
  - 21) Pollak, D., Floman, Y. and Robin, G.C.: Surgical Treatment of Scoliosis by Luque Segmental Spinal Instrumentation. *Orthop. Trans.*, 6:503, 1982.
  - 22) Resina, J. and Alvez, A.F.: A technique of correction and internal fixation for scoliosis. *J. Bone Joint Surg.*, 59B:159, 1977.
  - 23) Shufflebarger, H.L. et al.: Segmental spinal instrumentation in idiopathic scoliosis: A retrospective analysis of 234 cases. Scoliosis Research Society, 19th Annual Meeting, Orlando, Florida, 1984.
  - 24) Sullivan, J.A. and Conner, S.: Segmental spinal instrumentation by laminar wiring. *Orthop. Trans.*, 5:17, 1981.
  - 25) Thompson, G.H. et al.: Segmental spinal instrumentation in idiopathic spinal deformities. Scoliosis Research society, 19th Annual Meeting, Orlando, Florida, 1984.
  - 26) Thompson, G.H. et al.: Segmental spinal instrumentation in neuromuscular deformities. Scoliosis Research Society, 19th Annual Meeting, Orlando, florida, 1984.
  - 27) Wenger, D.R., Herring, J. and Carollo, J.: Comparative Mechanics of Segmental Spinal Instrumentation Versus Traditional Harrington Instrumentation in Scoliosis: Laboratory Analysis. *Orthop. Trans.*, 5:15, 1981.
  - 28) Wenger, D.R., Miller, S. and Wilkerson, J.: Evaluation of Fixation Sites for Segmental Instrumentation of Human Vertebrae. *Orthop. Trans.*, 6:23-24, 1982.
  - 29) Winter, R.B.: Posterior spinal arthrodesis with instrumentation and sublaminar wiring: 100 consecutive personal cases. Scoliosis Research Society, 19th Annual Meeting, Orlando, Florida, 1984.