

## 척추 전방 전위증의 정복 및 Zielke장치 척추경 고정술 —73례의 결과—

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

정재윤 · 정용호 · 김형순

= Abstract =

### Transpedicular Zielke Instrumentation for the Spondylolisthesis —Result of 73 Cases—

Jaë Yoon Chung, M.D., Yong Ho Jung, M.D. and Hyung Soon Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam University Medical School, Kwang-Ju, Korea

Although several kinds of instrumentation systems are available for the transpedicular screw fixation in the treatment of spondylolisthesis, the clinical results and the difference between them remains unclear. In order to study the feasibility of Zielke instrumentation system for that purpose, the author analysed the clinical results of 73 patients with mild or moderate degree of spondylolisthesis who were instrumented with the systems and followed up 25 months in average (Min. 12Ms). The results between the groups with different rod thickness in the system, 3.2mm (20 patients), 4mm (33 patients) and 5mm (20 patients), were compared to study the most appropriate thickness. Reduction of the deformity were done by aid of temporarily applied Harrington system in 3.2mm group. Inlayed reduction potential coming from the jointing mechanism was utilized in the cases with less than 30% of slippage in 4 and 5mm group. Percentage of slippage was changed from 20% preoperatively, to 4% postoperatively and 6% at the end of follow up. The methods of fusion after reduction and fixation were anterior in 25 and posterolateral in 48. Bony fusion was achieved in all but one with pathological spondylolisthesis. Rod failures were observed in two of 3.2mm and one of 4mm group, and loosening of the joint were developed in three of 5mm group. Clinically, 93% of the patient showed excellent and good results at the end of follow up.

From the results, we concluded that the instrumentation is a efficient method of treatment with several advantages in the reduction capacity and the stability of fixation. However, this system has several points in its mechanics that needs to be improved.

**Key Words:** Spondylolisthesis, Transpedicular fixation, Zielke instrumentation.

## 서 론

척추경 나사못 내고정술 (이하 추경고정술)은 Roy-Camille<sup>(1)</sup>(1962)가 최초로 흉요추의 골절의 치료에 사용한 결과를 보고한 이래, Louis<sup>(8)</sup>(1972)에 의하여 척추전방전위증의 치료에 도입되었으며, 그후 다양한 방법들이 여러 저자

들에 의하여 소개되었고, 최근에는 광범위하게 시술되고 있다. 그중 Zielke장치를 이용한 추경 고정술은 Puschel과 Zielke<sup>(12)</sup>(1982)가 강직성 척추염에 의한 후만증의 교정술에 처음 사용하였으며, 척추전방전위증의 치료에 있어서는 Harms 등<sup>(6)</sup>(1985), 정(1987) 등<sup>(2,3)</sup>이 보고한바 있다.

그러나 Zielke장치는 원래 척추측만증의 치료

를 위한 전방 추체간 압박고정술을 용도로 고안되었기 때문에<sup>4)</sup>, 주로 만곡력과 신연력이 작용하는 요추부의 척추전방전위증에 대한 추경 고정술에 사용하기에는 취약하므로 전방고정술과 장기간의 견고한 외고정등을 시행 보완할 필요성이 있었다. 이에 대한 대책의 하나로써 원래의 V.D.S. (Ventral Derotation Spondylo-desis)장치와 나사못등 기본적 설계는 같으나 직경 3.2mm인 압박간을 직경 4mm의 압박간으로 대체한 소위 DKS(Dorsal Kompression System)장치 및 5mm의 압박간으로 보완한 소위 Jumbo장치가 사용되고 있다. 저자들은 척추전방전위증에 대한 정복 및 유합술의 결과와 함께 내고정에 사용된 추경 고정장치의 적정강도의 필요한 특성을 알기위한 시도로서 압박간의 굵기가 다른 3종의 Zielke장치를 사용하여 치료한 척추전방전위증 총 73례를 대상으로 임상결과를 관찰하였기에 보고한다.

## 관찰대상 및 방법

### 1. 관찰대상

전남대학교 의과대학 정형외과에서 척추전방전위증에 대하여 1986년 4월부터 1987년 4월까지 원래의 Zielke장치 즉 V.D.S.를 이용한 추경고정술을 시행한 20례(이하 VDS군)와, 1987

년 5월부터 1988년 12월까지 DKS장치를 이용한 33례(이하 DKS군) 및 1988년 9월부터 1989년 3월까지 Jumbo장치(이하 Jumbo군)를 이용한 20례를 대상으로 하였다.

수술후 추시시간은 VDS군의 경우는 최소 35개월로서 평균 40개월이었고, DKS군은 최소 15개월, 평균 22개월이었으며 Jumbo군은 최소 12개월, 평균 14개월로서 전체적으로는 평균 25개월 추시한 결과였다(Table 1).

성별분포는 전체적으로는 남녀각각 22명과 51명이었고, Zielke군은 남녀각각 6명과 14명, DKS군은 10명과 23명, Jumbo군은 6명과 14명으로서 3군 모두 여자가 많았다.

연령은 VDS군은 평균 38세, DKS군은 평균 41세, Jumbo군은 평균 46세로서 전체적으로는 평균 42세였다(Table 2).

병변부위는 전체적으로 L3-4 2례, L4-5 35례, L5-S1 36례였으며, 그중 VDS군은 L3-4 1례, L4-5 7례, L5-S1 12례이었고, DKS군은 L4-5 15례, L5-S1 18례였고, Jumbo군은 L3-4 1례, L4-5 13례, L5-S1 6례이었다(Table 3).

병형별로는 VDS군은 협부결손형 9례, 퇴행성 8례, 병적형 2례, 이형성형 1례이었으며, DKS군은 협부결손형 18례, 퇴행성 15례였고, Jumbo군은 협부결손형 10례, 퇴행성 10례로서 3군모두 협부결손형과 퇴행성이 비슷한 분포로서 대다수를 점하였다(Table 4).

Table 1. Application and follow up period

	Application period	Follow up period(Av.)
VDS	1986. 4-1987. 4	40 Months
DKS	1987. 5-1988. 12	22 Months
Jumbo	1988. 9-1989. 3	14 Months
Total	1986. 4-1989. 4	25 Months

Table 2. Age & sex distribution

	VDS (3.2mm)	DKS (4mm)	Jumbo (5mm)	Total
Male (No. of pt.)	6	10	6	22
Female (No. of pt.)	14	23	14	51
Total (No. of pt.)	20	33	20	73
Mean age (Yrs.)	38	41	46	42

Table 3. Level of the lesion

	VDS (3.2mm)	DKS (4mm)	Jumbo (5mm)	Total
L3-4	1	0	1	2
L4-5	7	15	13	35
L5-S1	12	18	6	36
Total	20	33	20	73

Number of patients

Table 4. Types of the spondylolisthesis

	VDS (3.2mm)	DKS (4mm)	Jumbo (5mm)	Total
Spondylolytic	9	18	10	37
Degenerative	8	15	10	33
Pathologic	2	0	0	2
Dysplastic	1	0	0	1
Total	20	33	20	73

Number of patients

## 2. 관찰방법

VDS군, DKS군 및 Jumbo군의 수술전후 및 추시상태를 임상기록과 X-선 소견을 토대로 하여 정복 및 골유합술의 차이, 수술후 외고정방법, 전위율의 변화, 골유합의 결과, 합병증 및 임상적 결과의 평가등을 비교 관찰하였다.

## 관찰결과

### 1. 변형의 정복 및 고정방법

VDS군의 경우 전례에서 Harrington신연간을 수술중 일시적으로 상위요추와 천골간에 장치하여 신연시키는 방법<sup>1,7)</sup>으로 전위된 분절을 정복시킨후 VDS장치를 추경을 통과하여 내고정하였다. DKS군과 Jumbo군에서는 전위율이 30%이상의 경우는 VDS군과 동일한 방법을

사용하였으나, 그 이하에서는 전위된 분절에 먼저 나사못을 척추경을 통과 삽입하고, 그 나사못에 압박간을 압나사를 이용하여 조여서 체결시킬때, 내고정장치가 정렬되려는 힘에 의하여 정복을 얻었다(Fig. 1 and Table 5).

### 2. 골유합술의 방법

VDS군은 20례중 17례에서 전방유합술, 3례에서 후측방 유합술을 시행하였고, DKS군은 8례에서는 전방유합술, 25례에서는 후측방 유합술을 시행하였으며, Jumbo군에서는 전례에서 후측방 유합술만을 시행하였다. VDS군에서는 전방유합술을 원칙으로 하였기에 후측방 유합술은 경도의 전위가 있는 경우에 시행하였으며, DKS군의 경우는 초기에 시행한 8례는 전방 유합술을 주로 시행하였으나, 후기에는 25%이상의 전위가 있는 경우를 제외하고는 후측방 유합술로 방침을 변경하였다. Jumbo군의 경우는 전위정도에 관계없이 후측방 유합술을 원칙으로 하였다(Fig. 2, 3 and Table 6).

### 3. 수술후 외고정

3군 모두 3개월 이내의 외고정 시행을 원칙으로 하였다. VDS군에서는 15례는 구간 석고 고정, 5례는 요천추 보조기를 착용하였으며, DKS군의 경우는 25%이상 전위되어 전방유합술을 시행하였던 5례는 석고고정 하였고, 27례는 보조기를 착용하였으며, 1례는 외고정을 시행치 않았다. Jumbo군에서는 석고고정은 없었고 보조기착용이 16례, 외고정을 시행치 않았던 경우가 4례 있었다(Table 7).

Table 5. Methods of reduction

	VDS	DKS	Jumbo	Total
Harrington distraction	20	6	4	30
Inlayed potential	0	27	16	43
Number of patients				

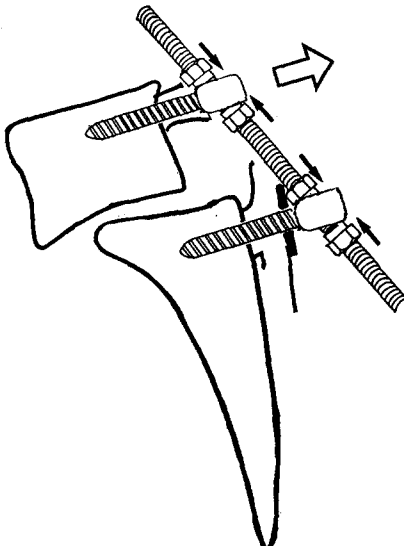


Fig. 1. Mechanism of reduction of the spondylolisthesis by 4 and 5mm Zielke system. The displaced segment can be gradually pulled to anatomical position by the tightening force of the nuts.

Table 6. Methods of fusion

	VDS	DKS	Jumbo	Total
Anterior	17	8	0	25
Posterolateral	3	25	20	48
Number of patients				

Table 7. Methods of external support

	VDS (3.2mm)	DKS (4mm)	Jumbo (5mm)	Total
Cast	15	5	0	20
Brace	5	27	16	48
No support	0	1	4	5
Total	20	33	20	73

Number of patients

**Fig. 2.** 53-year-old female with spondylolytic spondylolisthesis. A) Preoperatively, percentage of slippage was 33% at L4-5. B) Fixation with 3.2mm system after reduction by aid of Harrington system and anterior fusion were done. C) One year after operation, solid fusion in reduced position could be observed.

**Fig. 3.** 44-year-old female with spondylolytic spondylolisthesis. A) Percentage of slippage was 30%, preoperatively. B) Reduction by 5mm Zielke system alone and posterolateral fusion were done. C) Bony fusion was achieved at postop. 6 months.

#### 4. 전위율의 변화

Taillard 방법<sup>17)</sup>으로 관찰한 VDS, DKS 및 Jumbo군의 전위율은 수술전 각각 평균 약 24%, 17% 및 19%이었는데 수술직후 약 6%, 3% 및 6%로 호전되었고 추시소견에서는 약 8%,

4% 및 6%였다. 따라서 전체적으로 수술전 약 20%, 수술직후 약 4%, 추시 소견상 약 6%의 결과였다.

VDS군에서 전방 및 후측방 유합술을 시행한 레에서 전위율을 서로 비교한 결과는 수술전 각각 약 25%와 18%, 수술직후 약 4%와

12%, 추시소견상 약 7%와 14%로서 전방 유합술에 비하여 후측방 유합술을 시행한 경우 정복 및 그 유지능력이 낮았다. DKS군에서 전방 및 후측방유합술 시행례를 비교한 결과는 수술전 각각 약 31%와 13%, 수술후에는 약 10%와 0%, 추시소견에서는 약 10%와 2%로 나타났다.

전위된 병변부에 대한 수술에 의한 정복능력은 VDS군의 경우 평균 77%, DKS군은 85%, Jumbo군은 69%였으며 전체적으로는 약 78%의 결과였다. 또한 정복의 유지에 있어서는 전체적으로 약 10%내외의 교정의 상실이 추시기간동안 관찰되었다(Table 8).

### 5. Meyerding등급의 변화

전체적으로 수술전 Grade I 이 50례, Grade II 가 21례, Grade III는 2례인데 수술직후 Grade 0가 41례, Grade I 이 30례, Grade II가 2례로 호전되었고, 추시소견상 Grade 0가 36례, Grade I 이 35례, Grade II가 2례로서 대부분의 례에서 1등급 이상 호전된 결과였다(Table 9).

### 6. 골유합

골유합술을 시행한 범위는 VDS군의 경우 1개분절 18례, 2개분절 2례였으며 DKS군은 1개분절 18례, 2개분절 2례였고, Jumbo군은 1개분절 16례, 2개분절 4례이었다. 전체중 L5-S1의 활동성 결핵성 척추염에 의한 병적전위증에 대한 VDS장치 고정술 시행 1례를 제외한 전

례에서 골유합이 성취되었다.

### 7. 합병증

내고정에 따른 고유의 합병증으로서는 금속파손이 VDS군 2례, DKS군 1례, Jumbo군 3례에서 관찰되었다. Zielke군중 2례에서는 고정상실에 따른 재전위가 관찰되었는데, 그중 1례는 추시소견상 결핵병소의 재발에 의하여 불유합되었고, 1례는 추가적 외고정에 의하여 유합을 얻을 수 있었다. DKS군에서 외고정을 시행하지 않았던 1례에서 압박간의 금속파단과 함께 통증을 동반한 지연유합이 관찰되었으나 추가적인 외고정을 3개월간 시행한후 골유합과 함께 증상의 소실을 얻을 수 있었다.

Jumbo군에서는 외고정을 시행지 않았던 3례에서 압박간과 나사못의 연결부의 이완에 의한 고정상실이 관찰되었다. 그러나 골유합은 4개월 이내에 재전위된 위치에서 얻을 수 있었다(Fig. 4 and Table 10).

### 8. 임상적 결과의 평가

Gill<sup>5)</sup>의 척추전방 유합술에 대한 임상평가기준에 따른 결과는 VDS군의 경우 우수 13례, 양호 5례, 보통 1례, 불량 1례로서 90%에서 성공적인 결과였고, DKS군의 경우 우수 26례, 양호 5례, 보통 2례로서 94%에서 좋은 결과를 보였다. Jumbo군의 경우 우수 16례, 양호 3례, 보통 1례이었다. 따라서 전체적으로는 93%에서 양호이상의 결과를 얻을 수 있었으며 불량

Table 8. Difference between anterior and posterolateral fusion in percentage of slippage(%)

	VDS(3.2mm)			DKS(4mm)			Jumbo(5mm)			Total		
	Ant.	P-L	Total	Ant.	P-L	Total	Ant.	P-L	Total	Ant.	P-L	Total
Pre-op.	25	18	24	31	13	17	19	—	19	27	16	20
Post-op.	4	12	6	10	0	3	6	—	6	6	1	4
Follow-up	7	14	8	10	2	4	6	—	6	8	3	6

Table 9. Changes of Meyerding's grade

	VDS(3.2mm)			DKS(4mm)			Jumbo(5mm)			Total		
	Pre.	Post.	F-up	Pre.	Post.	F-up	Pre.	Post.	F-up	Pre.	Post.	F-up
0		9	7		26	24		6	5		41	36
I	10	10	12	27	6	8	13	14	15	50	30	35
II	9	1	1	5	1	1	7			21	2	2
III	1			1						2		
IV												

Number of patients

Fig. 4. Metal failures of transpedicular Zielke instrumentation. A, B) Rod breakage in 4mm system. C, D) Loosening of nuts in 5mm system.

Table 10. Complications

	VDS(3.2mm)	DKS (4mm)	Jumbo (5mm)
Rod failure	2(nonunion 1 delayed union 1)	1(delayed union)	
Joint loosening			3

Table 11. Clinical results of operation according to Gill's criteria

	VDS (3.2mm)	DKS (4mm)	Jumbo (5mm)	Total
Excellent	13(65%)	26(79%)	16(80%)	55(75%)
Good	5(25%)	5(15%)	3(15%)	13(18%)
Fair	1( 5%)	2( 6%)	1( 5%)	4( 6%)
Poor	1( 5%)			1( 1%)
Total	20 (100%)	33 (100%)	20 (100%)	73 (100%)

은 1%였다(Table 11).

## 고 찰

추경고정술은 1962년 Roy-Camille등<sup>14)</sup>이 흉추와 요추의 골절에 대하여 금속판을 고정시키는 방법으로서 소개한 이래, 골절, 탈구 및 여

타의 척추 불안정에 대하여 광범위하게 이용되고 있다. 그중 척추전방전위증에 대해서는 1972년 Louis<sup>8)</sup>가 나비형의 금속판을 나사못으로 척추경을 통과 고정시키는 방법을 보고하였으며, 그후 Steffee등<sup>15)</sup>, Magerl<sup>9)</sup>, Matthiass와 Heine<sup>10)</sup>, Suezawa와 Jacob등<sup>16)</sup> 많은 보고가 있어왔다.

Zielke장치를 이용한 추경고정술은 Puschel과 Zielke<sup>12)</sup>, Rodergerdts등<sup>13)</sup>이 청년성 척추골단염 또는 강직성 척추염에 의한 척추 후만증의 교정술에 사용한바 있으며, 척추전방전위증에 대한 적용은 Harms등<sup>6)</sup>, 정등<sup>2,3)</sup>이 시도하여 그 결과를 보고한바 있다. 그러나 Zielke장치는 원래 척추측만증에 대한 척추전방 추체간 압박 고정술을 위한 장치로 개발되었기에 신전력이나 만곡우력(bending moment)이 주로 작용하는 척추전방 전위증에 대한 추경고정술에서는 기계적 특성상 취약하다. 따라서 이 경우 전방 유합술이 추가로 필요하며, 또한 골유합시까지 견고한 외고정의 시행이 요구된다. 실제로 저자들의 경우는 VDS장치를 사용한 군에서 전방유합술과 3개월간의 석고고정을 시행함을 원칙으로 하였음에도 불구하고 압박간의 파손이 20례중 2례로서 빈도가 높았다. 이러한 금속 내고정물의 체내단열은 주로 피로단열에 의해 야기된다. 피로단열에 대한 강도를 높이는 방법으로서 원래의 VDS장치에서 사용하는 직경

3.2mm의 압박간을 4mm 또는 5mm의 압박간으로 바꾼 DKS 및 Jumbo 장치를 대신 사용하게 되었다. 인체에서 요천추부의 추경고정장치의 압박간에 작용하는 주된 힘인 만곡우력을 재료역학적으로 고찰하면<sup>18)</sup>,

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{Z} \quad Z = \frac{\pi D^3}{32}$$

{ $\sigma_{\max}$ : 최대응력 (maximal strength)

M: 만곡우력 (bending moment)

Z: 원형봉의 단면계수

D: 직경}

이기 때문에, 실제로 직경 3.2mm봉에 비하여 1mm증가한 직경 4mm봉은 약 2.4배 강하며 직경 5mm봉은 약 4.6배 강하게 된다. 저자들은 수술당시 DKS장치를 사용할 경우 Zielke장치에 비하여 현저한 안정도의 증가를 가져오는 것을 직접 확인할 수 있었으며, 이 경우 후측방 유합술과 보조기의 착용을 원칙으로 하였음에도 33례중 1례에서만 금속파단이 관찰되었다. 또한 Jumbo장치의 경우 압박간 자체의 단열은 없었다. 그러나 Jumbo장치의 경우 20례중 3례(15%)에서 나사못과 압박간을 연결하는 부위에서 암나사의 이완이 발생하였다. 이는 구조상의 결함으로서 압박간이 여타 부위에 비하여 상대적으로 너무강하기 때문에 체중부하에 따른 스트레스가 연결부에 집중된 결과로 야기된 것으로 생각된다. 따라서 3.2mm압박간의 경우는 너무 약하여 금속파단이 일어나기 쉽고, 반면 5mm압박간의 경우는 상대적으로 너무강하여 나사못과의 연결부가 취약한 것으로 판단된다. 이러한 단점을 보완하기 위해서는 구조적 개선과 함께 외고정의 추가적 실시가 필수적인 것으로 생각된다.

전위된 분절에 대한 정복의 방법으로서 VDS사용군의 경우 전례에서 Harrington신연장치의 신연력을 이용하였는데 이 경우 요천추부를 너무 광범위하게 노출시켜야 하는 단점이 있다. 따라서 Meyerding<sup>11)</sup>의 Grade I 이나 II 정도의 경미 또는 중등도의 전위 증례에서까지 해부학적 정복이 꼭 필요한지의 여부에 대한 논란이 있었다<sup>16)</sup>.

저자들은 직경 4mm와 5mm의 압박간을 사용하는 DKS 및 Jumbo장치의 경우 척추가 전위되어 있는 상태에서 나사못을 삽입한뒤, 나사못에 압박간을 암나사로 체결함에 따라서, 내고정장치가 점차로 기계적으로 정렬되려는 힘에 의하여 전위된 척추분절의 정복도 함께

이루어짐을 관찰하였다. 이에 전위 정도가 30% 이내인 경우는 이 방법을 이용하여 간단히 정복함으로서 요추에 대한 수술적 노출의 필요성을 유합술에 필요한 최소한으로 감소시킬수 있었다.

그러나 DKS와 Jumbo장치를 사용한 경우에도 중등도 이상의 전위가 있는 례에서는 그 정복에 Harrington장치의 도움이 필요하고, 외고정도 견고하게 시행할 필요가 있는 점을 감안할때 이 내고정 장치에는 더욱 개선될 수 있는 여지가 존재하는 것으로 보인다. 그중 특히 압박간의 강도의 강화와 나사못과 암나사의 체결부위가 강화되고 또한 용이하게 체결되도록 개선이 이루어 진다면 보다 심한 전위증에 대해서도 수술방법이 단순화되고, 외고정이 필요성도 더욱 감소시킬수 있을 것으로 생각된다.

## 결 론

척추전방 전위증에 대하여 정복술후 기본적인 설치는 같으나 압박간의 굵기가 3.2mm 4mm 및 5mm로 다른 소위 VDS, DKS 및 Jumbo장치를 이용한 추경고정술을 시행하고 최소 12개월이상 추시할 수 있었던 73례를 관찰하여 다음과 결과를 얻었다.

1. 전위된 분절의 정복은 VDS군은 전적으로 Harrington신연장치를 이용하여야 하였으나 DKS 및 Jumbo군에서는 30%이하의 전위가 있는 경우 내고정장치 자체가 보유한 정복력에 의한 정복이 가능하였다.

2. 유합술의 방법은 VDS군은 전방 및 후측방유합술이 각각 17례와 3례, DKS군은 각각 8례, 25례 였으나, Jumbo군은 20례 전례에서 후측방유합술에 의한 유합술이 가능하였다.

3. 평균 전위율은 수술전, 수술직후, 최종 추시소견상 VDS군은 24%, 6%, 8%이고, DKS군은 17%, 3%, 4%였으며, Jumbo군은 19%, 6%, 6%로서 큰차이는 없었다.

4. 임상적 결과의 평가는 양호이상의 VDS군은 90%, DKS군은 94%, Jumbo군은 95%로서 전체적으로는 93%에서 좋은 결과로 판단된다.

5. 합병증으로서 금속단열 또는 이완이 VDS군에서는 2례, DKS군에서는 1례, Jumbo군에서는 3례에서 발생하여 전체적인 고정의 상실은 약 8%로 높았다.

이상의 결과에서 골유합방법에 약간의 상이점은 있으나 직경 3.2mm압박간을 사용하는

VDS장치나 5mm의 Jumbo장치보다 4mm압박간을 사용하는 DKS장치가 우수하였다. 그러나 정복과 고정능력을 더욱 제고시키기 위해서는 압박간의 강화와 체결부분의 개선 및 외고정의 추가적 시행이 필요한 것으로 판단되었다.

## REFERENCES

- 1) 정재윤, 박순규: Harrington신연장치를 이용한 척추전방전위증의 정복술. 전남의대잡지, 23: 1-6, 1986.
- 2) 정재윤, 정재훈: Zielke장치를 이용한 불안정성 척추분절의 내고정술. 전남의대잡지, 24: 1-8, 1987.
- 3) 정재윤, 허재영, 김형순: 척추전방전위증의 수술적 정복후 Zielke장치에 의한 척추 경통과 내고정술. 대한정형외과학회지, 23: 1059-1068, 1988.
- 4) Albers, C. and Zielke, K.: Zur Operativen Behandlung des Instabilien, Therapieresistent Schmerzhafte Lumbosacralen Scharniers durch Distrahierende, Posterolaterale Spondylodese uber den Geteilten Sacralstabaufbau nach Zielke, Z. Orthop., 120: 348-353, 1982.
- 5) Gill, G.G., Manning, J.G. and White, H.: Surgical Treatment of Spondylolisthesis without Spinal Fusion. J. Bone and Joint Surg., 37-A: 493-520, 1955.
- 6) Harms, J., Stoltze, D. and Grass, M.: Operative Behandlung der Spondylolisthese durch Dorsale Reposition und Ventrals Fusion. Orthopadische Praxis, 85: 996-1001, 1985.
- 7) Harrington, P.R. and Tullos, H.S.: Spondylolisthesis in Children. Observations and Surgical Treatment. Clin. Orthop., 79: 75-84, 1971.
- 8) Louis, R.: Fusion of the Lumbar and Sacral Spine by Internal Fixation with Screw Plates, Clin. Orthop., 203: 18-23, 1986.
- 9) Magerl, F.P.: Stabilization of Lower Thoracic and Lumbar Spine with External Skeletal Fixation. Clin. Orthop., 189: 125-141, 1984.
- 10) Metthiass, H.H. and Heine, J.: The Surgical Reduction of Spondylolisthesis. Clin. Orthop., 203: 34-44, 1986.
- 11) Meyerding, H.W.: Spondylolisthesis. Surg. Gynec. Obstet., 54: 371, 1932 (Quoted in Tachdjian, M.D.: Pediatric orthopedics, pp. 1162. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1972).
- 12) Puschel, J. and Zielke, K.: Korrekturoperation bei Bechterew-Kyphose. Indikation, Technik, Ergebniss. Z. Orthop., 120: 338-442, 1982.
- 13) Rodegerdts, U., Gisbertz, D. and Zielke, K.: Untersuchung zur Dorsalen Aufrichtungssosteotomie der Kyphose. Z. Orthop., 123: 374-379, 1985.
- 14) Roy-Camille, R., Saillant, G. and Mazel, C.: Internal Fixation of the Lumbar Spine with Pedicle Screw Plating. Clin. Orthop., 203: 7-17, 1986.
- 15) Steffee, A.D., Biscup, R.S. and Sitkowski, D.J.: Segmental Spine Plates with Pedicle Screw Fixation. A New Internal Fixation Device for Disorders of the Lumbar and Thoracolumbar Spine. Clin. Orthop., 203: 45-53, 1986.
- 16) Suezawa, Y. and Jacob, H.A.C.: Lumbar and Thoracic Spine Fusion with Transpedicular Fixation (Including a Novel Distraction and Compression Device). A Preliminary Report. Arch. Orthop. Trauma Surg., 105: 126-129, 1986.
- 17) Taillard, W.: Le Spondylolisthesis chez L'enfant et L'addecent. Acta. Orthop. Scand. 24: 115, 1955.
- 18) Timoshenko, S.P. and Young, D.H.: Elements of Strength of Materials. 5th Ed., pp. 95-138, New Jersey, Prentice Hall Co., 1968.