

## 흉요추 골절의 Cotrel-Dubousset장치 단분절 추경고정술의 결과

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

정 재 윤 · 임 인 수

### —Abstract—

#### Short Segment Transpedicular Cotrel-Dubousset Instrumentation including Involved Vertebra for Fractures of Thoracic and Lumbar Spine

Jae Yoon Chung, M.D. and Inn Soo Rhym, M.D.,

*Department of Orthopedics, Chonnam University Hospital, Kwangju, Korea*

To minimize the numbers of vertebral segments in the fusion area and to prevent the metal failure and recurrence of deformity in the surgical treatment of the fracture and dislocations of the thoracic and lumbar vertebra, short segment transpedicular C-D instrumentation including upper and lower adjacent vertebra and also the involved vertebra had been performed in 56 patients, from 1989 to 1991 and the minimum follow-up period was one years. Fractured vertebra was screwed for the reposition of the compressed upper end plate and its maintainance. The purpose of this study is to report the satisfactory results the procedure in stability and deformity correction.

The mechanisms of injuries were fracture-dislocation in 17, compression in 10, burst in 8 and seat belt in 8. Levels of the lesion were between T10 and L4. Extent of fusion was one to 4 motion segments(Av. 2.1 segments).

Ambulation was started Av. 3.8. days after operation. External support of TLSO was applied for 3 months. Complications of metal failure, loss of fixation and the recurrence of the kyphotic deformity were not occurred during follow up period.

Anterior vertebral height in average compared to normal vertebra were 69% preoperatively, 89% post operatively and 85% at the end of follow up.

Angle of kyphotic deformity in average were 25° pre-operatively, 8° post-operatively and 11° at the end of follow up.

From the above results, the authors concluded that the short segment

transpedicular C-D instrumentation including involved vertebra is a highly successful method of treatment with good correction of deformity and rigid stability, while the operation could be confined in minimum extent.

**Key Words :** Spine, Fracture, Transpedicular fixation

## 서 론

척추골절 치료의 일차적 목표는 손상된 척추를 정상적으로 복원 유지하여, 압박된 신경을 감압시키고, 조기에 기동을 가능하게하고 간호의 편이를 제고시키는데 있다. 최근 흉추및 요추의 골절및 탈구의 수술적 치료는 견고한 내고정장치의 발전에 힘입어 보편화되고 있다. 수술적 방법은 크게 척추에 대한 전방과 후방도달법으로 구분되는데 전방구조의 심한 손상이나 그에 따른 신경압박등의 경우를 제외하고는 주로 후방적 방법이 선호되고 있다. 후방도달에 의한 수술법으로서는 과거에 Dickson<sup>17)</sup>의 Harrington 신연장치 고정술과, Luque<sup>22)</sup>의 분절강선 결박술등 다분절 방식이 이용되었으나 수술범위가 크기 때문에 수술적 합병증이 많고, 척추운동제한이 따르는 등 문제가 있었다<sup>1, 8, 22)</sup>. 최근 추경고정술의 도입에 따라 단분절 고정방식이 시도되고 있으며 이를 위하여 다양한 내고정장치가 개발되어 이용되고 있다<sup>2, 5, 9, 10, 11, 15, 30)</sup>. 그러나 단분절 고정방식의 경우 금속판단이 빈발하고, 고정력에 한계가 있으며, 변형이 재발되는 등의 문제점이 있음이 보고 되

고 있다<sup>6, 13, 19, 24, 28)</sup>.

이에 대한 대책의 하나로써 골절된 척추를 포함하여 상하 인접척추골에 국한되는 단분절에 대하여 Cotrel-Dubousset<sup>12)</sup>장치를 이용한 추경고정술을 시행한 결과를 분석하였기에 보고하는 바이다.

## 분석대상 및 방법

### 1. 분석대상

1989년 6월부터 1991년 12월까지 만 2년 7개월 동안 전남대학교 병원에서 흉추및 요추의 골절및 탈구환자에 대하여 Cotrel-Dubousset장치로서 추경고정술을 시행하여 치료한 총 61례중 1년 이상의 추시가 가능하였던 56례를 대상으로 하였다. 그중 제외된 5례는 수술후 1년 이내에 사망한 3례와 퇴원후 추적조사가 불가능하였던 2례이었다. 추시기간은 최소 12개월부터 최장 43개월로써 평균 27개월이었다. 성별은 남자 46명 여자 10명이었고 연령은 14세부터 56년으로서 평균 35세이었다. 수상원인은 교통사고 24례, 고소추락 19례, 둔기손상 10례이었다.

손상부위는 제1요추와 제2흉추가 각각 25례와 13례로 전체의 약 68%를 점하였으며 제2요추 5례, 제11흉추와 제3요추 각각 4례, 제10흉추및 제7흉추 각각 2례및 제4요추가 1례씩 이었다(Table 1). 손상기전은 Denis<sup>14)</sup>의 분류상 골절탈구형 21례, 압박형 13례, 방출형 13례및 좌측벨트형 9례이었다(Table 2). 동반손상은 척수및 마미의 신경손상이 22례(39%)이었고 사지의 골절 15례, 흉부손상 12례, 복부손상 6례가 있었다.

### 2. 수술의 적응대상 및 시기

압박형 골절에서는 40%이상의 전방 설상 변형이

**Table 1.** Levels of the Fracture

Level	Number of Patients
T7	2
T8	
T9	
T10	2
T11	4
T12	13
L1	25
L2	5
L3	4
L4	1
	56

있는 경우 또는 20° 이상의 후만변형이 있는 경우이었고 방출형 골절에서는 추체후벽 골편의 척추관내 감입이 30%이내이고 신경증상이 없는 경우이었다. 안전대형 골절에서는 20° 이상의 후만변형이 있는 경우와 추간판-인대형(disco-ligamentous type)손상에서 시행하였으며 골절 탈구형에서는 White와 Panjabi<sup>32)</sup>의 기준에 의하여 불안정한 경우이었다. 수술의 시기는 수상후 제 1주 28례, 제2주 15례, 제3주 7례로써 가급적 2주 이내에 시행함을 원칙으로 하였으나 후송의 지연 또는 동반손상등 전신적 요인에 의하여 수상후 제4주이후까지 지연된 경우도

**Table 2.** Types of Injury (by Denis)

Types	Number of Patients
Wedge compression	13
Burst	13
Seat-belt type	9
Fracture-Dislocation	21
Total	56

6례이었다(Table 3).

### 3. 수술방법

전신마취후 복와위에서 정중 도달법으로 후방에서 척추를 노출시켰으며 추경고정술을 골절된 분절을 포함하여 상하인접 분절에 시행하였다. 이때 상하 분절에는 폐쇄 나사못(closed screw), 중간부위에

**Table 3.** Time of Operation

Time	Number of Patients
1st week	28
2nd week	15
3rd week	7
4th week, or later	6
Total	56

는 개방나사못(open screw)을 삽입하였으며, 골절된 분절의 나사못은 약 5mm 남기고 삽입하여 간봉을 삽입하면 중간부의 골절된 추체가 전방으로 이동됨으로서 후만변형이 교정되고 필요한 경우 전만곡을 형성할 수 있도록 하였다. 나사못의 삽입방향은 해

당 추체의 상종판과 평행하도록 함으로서 골절된 추체에 삽입한 나사못이 상종판을 정복시켜 지지하도록 하였다. 내고정의 범위는 골절의 유형에 따라서 변화가 있었다. 압박형, 방출형및 안전대형의 경우는 골절된 분절과 상하 인접 분절을 포함하여 2개운동 분절을 고정하였다. 인대와 추간판을 통한 탈구형에서는 탈구가 일어난 1개운동 분절을 고정하였고, 심한 골절탈구형, 다발성 손상및 척수의 완전마비가 있는 경우에서는 보다 견고한 내고정을 위하여 3개 또는 4개 운동분절을 포함시켰다. 고정술후 전례에서 장골능에서 채취한 해면골을 이식하여 후방 또는 후측방 유합술을 시행하였다. 수술다음날 부터 기립 또는 의자차 보행을 시작하였으며 외고정은 국소의 안정도에 따라 흉요추추 보조기를 2내지 3개월 착용시켰다.

### 4. 관찰 및 분석

분석은 최소 1년 이상의 최종추시의 X-선 및 임상 소견에 대하여 시행하였다. X-선상에서 골유합여부, 금속파단, 고정의 상실등 가능한 합병증의 발생여부, 수술전후및 최종 추시소견에서의 추체 전방의 높이 및 추체의 설상변형의 변화를 관찰하였으며 골절의 유형에 따른 내고정범위의 차이를 분석하였다(Fig. 1, 2 & 3). 임상소견에서는 보행가능시기, 국소통통의 정도, 신경의 회복정도, 환자의 직업적 복귀여부및 시기등을 조사하였다. 국소의 통통은, 통증없음, 복약이 필요없는 경한통증, 복약이 간헐적으로 필요한 중등의 통증및 심한 통증의 4단계로 분류하였다.

## 결 과

### 1. 골유합 및 합병증

총56례중 전례에서 3개월 이내에 골유합이 관찰되어 지연유합이나 불유합은 없었다. 합병증으로서는 수술중 나사못 이완이 발생한 경우가 1례이었으며 이경우 내고정 범위의 확대가 필요하였다. 이는 수상후 전신적 요인에 의하여 수술이 지연된 골조송증이 심한 60대의 환자에서 발생한 경우이었다. 추시기간중 감염, 금속파단 등은 관찰되지 않았으며 내고정장치를 제거한 경우는 없었다.

**Fig. 1.** A wedge compression type fracture of first lumbar vertebra.

A) Kyphotic deformity was 20 degrees and anterior vertebral body height was 40% of normal. B) Fractured vertebra could be reduced by short segment transpedicular C-D instrumentation. C & D) X-ray of 2 years after surgery showed a successful result.

**Fig. 2.** A fracture-dislocation type injury of thoracolumbar junction. Highly unstable condition due to three column involvement(A & B) were stabilized by three motion segment fixation(C & D).

## 2. 유합범위

운동분절에 대한 고정범위가 1개인 경우 6례, 2개인 경우 43례, 3개인 경우 5례, 4개인 경우가 2례로서 평균 2.1분절이었다(Table 4). 고정범위를 3개 이상의 운동분절로 확대한 원인은 척수완전 손상을 동반한 골절탈구형이 6례이었고 2개의 척추의 압박형 골절이 1례이었다. 운동분절 1개만을 고정한 예는 손상이 인대와 추간판에 국한된 굴곡-신연형 골절탈구 5례와 중간주손상이 추간판을 통과하여 척

추경이 전전하였던 안전대형 손상 1례이었다.

## 3. 후만각 및 추체전방 높이

후만각은 수술전 평균 약 25°이었으며 수술직후 약 8°로서 약 17°의 현저한 교정을 얻을수 있었으며 최종 추시소견에서 11°로서 수술직후에 비하여 교정의상실은 약 3°이었다( $P<0.01$ ).

추체전방 높이는 수술전 상하인접 척추를 감안한 정상 측정치의 약 69%로 감소된 상태이었는데 수술직후 약 89%로 정복되었으며 최종 추시에서는

**Fig. 3.** A discoligamentous seat-belt type injury

A & B) Dislocation at L4-5 were reduced and fused with monosegmental fixation.  
C & D) Solid interbody fusion was observed at one year after operation.

85%로 감소되었다( $P<0.01$ ) (Table 5).

#### 4. 신경증상의 회복

내원당시의 척수손상은 22례에서 관찰되었는데 그 중 완전손상은 9례, 부분손상은 13례이었다. Frankel<sup>21)</sup>분류상으로는 A등급 9례, B등급 1례, C등급 3례, D등급 9례이었다. 최종 추시소견에서는 A등급 8례, B등급 1례, D등급 2례로서 A등급 9례중 8례와 B등급 1례를 제외한 13례에서 1개 등급 이상의 호전을 보였다(Table 6). 초진시 A등급으로

분류되었던 1례에서 D등급으로의 호전을 보인것은 특이한 경우이었다. 운동기능지수는 척수의 부분마비 13례와 완전마비 회복을 보였던 1례를 포함한 14례에서 수술전 평균 약 84점 이었는데 수술후 평균 95점으로서 평균 약 11점의 호전이 있었다.

#### 5. 국소의 통증

국소의 통증은 통증없음이 29례(약 52%), 경한통증 20례(35%), 중등도의 통증 6례(11%), 심한통증 1례(2%)로서 87%에서 좋은 결과이었다(Table 7). 중등도 이상의 통증 7례는 모두 척수신경의 마비례에서 관찰된 신경학적 동통으로서 국소의 불안정성에 의한 경우는 없었다.

#### 6. 재활

보행은 단독및 보조구를 이용한 기립보행 또는 의자차 보행을 수술후 평균 3.8일 부터 시작하였다.

**Table 4.** Extent of Instrumentation

Segments	Number of Patients
One motion segment	6
Two motion segment	43
Three motion segment	5
Four motion segment	2
Average	2.1 segment

**Table 5.** Changes of Kyphotic Angle & Anterior Body Height

	Kyphotic Angle(degree)	Ant. Body Height(percentage)
Preop.	25°	69%
Postop.	8°	89%
Follow-up	11°	85%

**Table 6.** Neurologic Changes by Frankel Grade

		Follow-up				
		A	B	C	D	E
Pre-operatively	A	8			1	
	B		1			
	C				1	2
	D					9
	E					34

**Table 7.** Degree of Pain

Degree	Patients
No Pain	29
Mild	20
Moderate	6
Severe	1

척추추시에서의 직업적 복귀는 종전의 직업으로 복귀한 경우 33례(59%), 보다 가벼운 일로 바꾼 경우 10례(18%), 직업에 종사할 수 없는 경우 9례(16%), 계속 입원중 4례(7%)로서 43례(77%)에서 직업적 복귀가 가능하였다(Table 8). 직업에 종사할 수 없거나 퇴원하지 못한 13례(23%)는 완전 또는 심한 척추손상이 있는 경우가 9례이었고, 지속적인 중등도 이상의 통증이 원인인 경우가 4례이었다. 직업에 복귀한 시기는 43례에서 최단 20일 최장 1년으로서 평균 7.8개월 이었다.

## 고 찰

손상에 의하여 발생한 척추의 불안정 상태를 교정하여 안정도를 회복시키는 방법으로는 체외교정법, 외고정법 및 전방 혹은 후방에서의 내고정법등이 있으며 이 방법들에는 각각 특성과 한계가 있다<sup>3)</sup>. 따라서 이들 방법의 선택은 척추의 골절의 유형과 손상 정도에 따라 발생한 척추의 역학적 및 신경학적 불안정성 여부에 의하여 결정된다<sup>14, 23)</sup>. 일반적으로 후방적 도달법에 의한 정복 및 내고정술이 선호되고 있으며, 전방 및 중간부위 손상에 의한 심한 불안정성이나 신경압박이 있는 경우에 전방도달에 의한 감압 및 내고정이 시행된다. 저자들의 경우 Denis<sup>14)</sup> 분류상 40% 이상의 추체압박이 있는 압박형 골절, 좌측 안전 대형 골절, 골절탈구형 및 척추관 침범이 30%이하인 방출형 골절에서는 후방도달방법에 의한 Cotrel-Dubousset 장치 추경고정술을 시행하였으며 방출형 골절중 척추관 침범이 30% 이상이거나 신경학적 손상이 동반된 경우에는 전방감압술 및 고정술을 시행하였다<sup>4)</sup>.

후방고정술의 방법으로는 과거 Harrington 신연 장치<sup>17)</sup>나 Luque<sup>25)</sup> 등의 분절 고정 방법이 주로 사용되었는데 이들은 모두 유합범위가 5분절 이상으로

**Table 8.** Occupational Activity

Activity	Patients
Previous work	33(59%)
Easier work	10(18%)
Unable to work	9(16%)
Admission state	4( 7%)

써 광범위하여 수술 시간의 지연, 출혈량의 증가 및 수술후 운동제한의 단점이 있었다<sup>1)</sup>. 척추골절의 내 고정술에 있어 추경고정술 이용은 Roy-Camille 등<sup>29)</sup>에 의하여 시도되었으며 Steffee 등의 금속판<sup>31)</sup>, Cotrel-Dubousset 장치<sup>7, 18, 20)</sup>를 이용한 고정법들이 보고되었다. 그러나 이들은 모두 다분절 고정방식으로서 고정분절의 축소에는 큰 도움이 되지 못하였다.

Margerl<sup>26)</sup>은 외고정 장치의 나사못을 골절된 척추골의 상하 인접 척추골에만 삽입고정하는 방식을 시도함으로써 고정범위의 최소화를 시도하였다. 그 후 Dick<sup>15, 16)</sup>은 외고정장치가 가지고 있는 문제점들을 개선하여 내고정장치(fixture internaе)를 고안하였으며, 계속하여 다양한 종류의 단분절 고정이 가능한 추경 내고정 장치가 보고되고 있다<sup>10, 12, 27)</sup>. 그러나 이러한 상하인접 추체만을 포함하는 단분절 고정 방식들은 간접적인 힘의 전달방식이므로 변형에 대한 교정효과가 부족하며, 척추의 불안정성에 저항할 수 있는 충분한 강도의 고정력을 갖기는 어렵기 때문에 추시과정에서 정복의 상실, 금속나사의 파단 및 이완, 변형의 재발 등 합병증의 발생이 빈번하였다.

이러한 단분절 고정방식에서의 문제점을 해결할 수 있는 방법으로는 석고고정 등 보다 견고한 외고정을 시행하는 방법이 있겠으나 환자의 편의와 조기 재활력 측면에서 적용하기 어렵다. 또한 척추의 전방과 후방을 동시에 고정하는 방법은 그 변형에 대한 교정능력과 내고정력의 면에서 가장 우수한 방법이었으나 수술이 매우 크기 때문에 수술시간의 연장, 출혈량의 증가 등이 문제가 된다<sup>3)</sup>. 따라서 전후방 동시고정법은 척추의 전후방이 모두 손상되어 불안정성이 심한 경우에 국한되어야 할 것이다.

저자들의 경우, 상하 인접척추골과 함께 골절된 척추골에도 추경을 통하여 나사못을 삽입함으로써

전체적으로 3점 고정방식(three point fixation)에 의하여 고정 효과를 높일 수 있었고, 중간 나사못의 머리 부분의 삽입 깊이를 조정함으로써 후만 및 전만정도를 조절할 수 있었다. 또한 골절된 척추골에 삽입한 나사못을 간봉(Rod)에 체결시키는 과정에서 지렛대의 작용으로 압박된 척추종판을 들어 올려 정복시킬 수 있었다. 또한 골절 척추에 삽입된 나사못은 일단 정복된 추체가 중력에 의하여 다시 압박변형되는 것을 방지하는데 도움이 되는 것으로 생각되었다. 결과적으로 고정범위가 평균 2.1 운동분절로 최소한의 범위에 국한시킬 수 있었으며 56례중 43례에서 2개운동 분절만의 단분절 고정이 가능하였다. 교정능력은 후만각의 교정이 17°이었고 추체 전방높이의 교정은 89%로서 매우 우수한 결과로 생각된다. 추시 소견에서의 교정의 상실은 후만각은 3°, 추체 전방 높이는 약 4%에 불과하여 그 고정이 매우 견고함을 알 수 있었다. 또한 본 분석대상 56례중 추시기간중 금속파단이나 이완의 발생이 관찰되지 않은 것은 좋은 결과이었다. 이는 골절된 추체에까지 나사못을 삽입함으로써 상하 인접 추체에만 삽입고정한 경우보다 하중을 분산시켜 각 나사못과 간봉에 가해지는 힘의 집중을 감소시킨데 따른 결과로 추정된다.

고정의 범위는 압박형 골절이나 경미한 방출형 골절등에서는 2개의 운동분절의 고정이 필요하였으나 인대와 추간판 조직을 통한 탈구의 경우는 1개 분절의 고정으로 충분한 것으로 생각된다. 한편 골절탈구형이나 다발성 척추 골절, 또는 척추 손상이 심한 경우에는 외고정의 필요성을 감소시키기 위하여 고정 범위의 확장이 필요하였다. 외고정은 통상 흉부 천추 보조기(TLSO)를 착용시켰으나, 3개이상의 다분절 고정을 시행한 경우, 단순한 압박골절등에서는 외고정을 시행치 않은 경우도 있었다. 그러나 방출형골절, 심한 압박골절 및 환자의 체중이 과다한 경우등에서는 후방고정이 갖는 추체 전방의 하중부하에 대한 한계성때문에 안정도가 미흡할 가능성이 있으므로 외고정의 필요성이 강조되어야 할 것이다.

수술의 시기는 3주이상 지연될 경우 가골형성, 유착등에 의하여 골절된 척추의 정복이 어렵고 정복후에도 나사못에 과도한 힘이 부하되어 금속파단의 위험이 있으므로 가급적 초기에 수술을 시행할 필요성이 있는 것으로 생각된다.

## 결 론

흉추 및 요추의 골절과 탈구에 대하여 Cotrel-Dubousset장치로서 골절된 척추골을 포함한 단분절 추경고정 하여 치료하고 1년이상 추시할 수 있었던 56례를 분석하였다.

1. 골유합은 전례에서 3개월 이내에 얻을 수 있었으며 내고정적 문제점은 골조송증이 심한 1례에서만 관찰되었다.

2. 고정범위는 평균 2.1분절로서 대부분에서 2개 운동 분절에 국한시킬 수 있었다.

3. 후만각은 술전 25°, 수술직후 8°, 추시소견에서 11°이었고 추체전방의 높이는 수술전 69%, 수술직후 89%, 최종추시 소견에서 85%로서 정복 및 유지력이 우수하였다.

4. 신경증상은 22례에서 동반되었는데 완전손상 8례와 부분손상 1례를 제외한 13례에서 Frankel 분류상 1등급이상 호전되었고 수술후 악화된 경우는 없었다.

5. 동통은 없거나 경미한 경우가 87%로서 매우 우수하였고 중등도 이상의 통증이 있었던 7례는 모두 신경학적 원인의 동통이었다.

6. 직업상의 복귀는 43례(77%)에서 가능하였으며 직업에 종사할 수 없는 경우는 13례(23%)로서 심한 척수마비와 중등도 이상의 통증이 원인이었다.

이상에서 Cotrel-Dubousset장치를 이용하여 골절된 추체를 포함한 단분절 추경고정술의 방법은 수술이 간편하면서도 정복력 및 내고정력이 매우 우수한 것으로 판단되었다.

## REFERENCES

- 1) 정재윤, 신형철, 고재운 : Harrington장치와 추궁 하 강선 결박술에 의한 흉추 및 요추부의 골절 및 탈구의 치료. 대한정형외과학회지, 25 : 132-414, 1990.
- 2) 정재윤, 정재훈 : Zielke장치를 이용한 불안정성 척추분절의 내고정술. 전남의대잡지, 24 : 1-8, 1987.
- 3) 정재윤, 김형순, 정고훈 : 흉추 및 요추의 골절 및 탈구에 대한 Zielke장치 척추경 고정술의 결과.

- 대한골절학회지, 3 : 268-274, 1990.
- 4) 정재윤, 주기중 : 신경마비를 동반한 흉추및 요추부 방출형 골절에 대한 전방감압 및 유합술의 결과. 대한정형외과학회지, 26 : 520-530, 1991.
  - 5) Aebi, M., Etter, C., Kehl, T. and Thalgot, J. : *Stabilization of the Lower Thoracic and Lumbar Spine with the Internal Spinal Skeletal System. Indications, Technique and First Results of Treatment.* Spine, 12 : 544-551, 1987.
  - 6) Benson, D.R., Bukus, J., Montesano, P.X., Surtherland, T.B. and Mclain, R.F. : *Unstable Thoracolumbar and Lumbar Burst Fractures Treated with the AO Fixateur Interne.* J. Spinal Disord., 5 : 335-343, 1992.
  - 7) Boachie-Adjei, O. and Bradford, D. : *The Cotrel-Dubousset System-Results in Spinal Reconstruction.* Spine, 16 : 1155-1160, 1991.
  - 8) Bryant C.E. and Sullivan, J.A. : *Management of Thoracic and Lumbar Spine Fracture with Harrington Distraction Rods Supplemented with Segmental Wiring.* Spine, 6 : 532-539, 1983.
  - 9) Carl, A.L., Tromanhauser, S.G. and Roger, D.J. : *Pedicle Screw Instrumentation for Thoracolumbar Burst Fracture and Fracture-Dislocations.* Spine, 17 : S317-S324, 1992.
  - 10) Chang, K.W. : *A Reduction-Fixation System for Unstable Thoracolumbar Burst Fracture.* Spine, 17 : 879-886, 1992.
  - 11) Chris-Stephen, G., Derito, D.P. and McNamara, M.J. : *Segmental Fixation of Lumbar Burst Fracture with Cotrel-Dubousset Instrumentation.* J. Spinal Disord., 5 : 344-348, 1992.
  - 12) Cotrel, Y., Dubousset, J.M. and Buillau-mat, M. : *New Universal Instrumentation in Spinal Surgery.* Clin. Orthop., 227 : 10-23, 1988.
  - 13) Daniaux, H. : *Transpedikulare Reposition und Spongiosaplastik bei Wirbel-Korperbruchen der unteren Burst-und Lenden-wirbelsaule.* Unfallchirurgie, 89 : 197-213, 1986.
  - 14) Denis, F. : *The Three Column Spine and Its Significance in the Classification of Acute Thoracolumbar Spinal Injuries.* Spine, 6 : 817-831, 1983.
  - 15) Dick, W. : *The "Fixateur Interne" as a Versatile Implant for Spine Surgery.* Spine, 12 : 882-900, 1987.
  - 16) Dick, W., Kulger, P., Magerl, F., Worsdoffer, O., and Zach, G. : *A New Device for Internal Fixation of Thoracolumbar and Lumbar Spine Fractures. The "Fixateur Interne".* Paraplegia, 23 : 225-232, 1985.
  - 17) Dickson, J.H., Harrington, P.R. and Erwin, W.D. : *Harrington Instrumentation in the Fractured Unstable Thoracic and Lumbar Spine.* J. Bone and Joint Surg., 55A : 422, 1973.
  - 18) Engler, G.L. : *Cotrel-Dubousset Instrumentation for Reduction of Fracture Dislocations of the Spine.* J. Spinal Disord. 3 : 62-66, 1990.
  - 19) Esses, S.I., Botsford, D.J., Wright, T., Bednar, D. and Bailey, S. : *Operative Treatment of Spinal Fracture with the AO Internal Fixator.* Spine, 16 : S146-S150, 1991.
  - 20) Fardy, J.P., Weidenbaum, M., Michelson, C.B., Hoeltzel, D.A. and Athanasios, K.A. : *A Comparative Biomechanical Study of Spinal Fixation Using Cotrel-Dubousset Instrumentation.* Spine, 12 : 877-881, 1987.
  - 21) Frankel, H.L., Hancock, D.O., Hyslop, G., Melzak, J., Michaelis, L.S., Ungar, G.H., Vernon, J.D.S. and Walsh, J.J. : *The Value of Postural Reduction in the Initial Management of Closed Injuries of the Spine with Paraplegia and Tetraplegia. Part I. Paraplegia.* 7 : 179-192, 1969.
  - 22) Gaines, R.W., Breedlov, R.F., and Mondon, G. : *Stabilization of Thoracic and Thoracolumbar Fracture Dislocation with Harrington Rods and Sublaminar Wires.*



- Clin. Orthop.*, 189 : 195-203, 1984.
- 23) Holdsworth, F. : *Fractures and Fracture-Dislocations of the Spine. J. Bone and Joint Surg.*, 52A : 1534-1551, 1970.
  - 24) Lindsey, R. W. and Dick, W. : *The Fixation of Thoracolumbar Spine Fractures in Patients with Neurologic Deficit. Spine*, 16 : S140-S145, 1991.
  - 25) Luque, E. R. : *The Anatomic Basis and Development of SSI. Spine*, 7 : 256-259, 1982.
  - 26) Magerl, F. P. : *Stabilization of the Lower Thoracic and Lumbar Spine with External Skeletal Fixation. Clin. Orthop.*, 189 : 125-141, 1984.
  - 27) McNamara, M. J., Chris-Stephen, G. and Spengler, D. M. : *Transpedicular Short-Segment Fusion for Treatment of Lumbar Burst Fractures. J. Spinal Disord.*, 5 : 183-187, 1992.
  - 28) Oleurd, S., Karlstrom, G. and Sjostrom, L. : *Transpedicular Fixation of Thoracolumbar Vertebral Fractures. Clin. Orthop.*, 227 : 44-51, 1988.
  - 29) Roy-Camille, R., Sailant, G. and Mazel, C. : *Internal Fixation of the Lumbar Spine with Pedicle Screw Plating. Clin. Orthop.*, 203 : 7-17, 1986.
  - 30) Sasso, R. C., Cotler, H. B., and Reuben, J. D. : *Posterior Fixation of Thoracic and Lumbar Spine Fractures Using DC Plates and Pedicle Screws. Spine*, 16 : S134-S139, 1991.
  - 31) 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.
  - 32) White, A. A., and Panjabi, M. M. : *Clinical Biomechanics of the Spine. Philadelphia, J. B. Lippincott Company*, 236-264, 1987.