

## 흉요추 골절의 내고정술에서 기기적 혹은 정복상의 합병증

연세대학교 의과대학 재활의학교실

박 창 일 · 이 동 수 · 이 주 강

= Abstract =

### Complications in Instrumentation Surgery of Thoracolumbar Fractures

Chang Il Park, M.D., Dong Soo Lee, M.D. and Ju Kang Lee, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine*

Various kinds of spinal instrumentation have been developed for treatment of spinal fractures associated with instability. This is a retrospective clinical and rentgenographic study to evaluate the effectiveness of the surgical treatment of spinal fracture and its' complications in each instrumentation. One hundred and sixty cases of thoracolumbar fractures treated with instrumentation from 1982 to 1991 were analysed.

The results were as follows:

- 1) The cause of spinal fracture were 77 cases of falling injury(48.1%), 58 cases of traffic accident(36.3%) and 21 cases of blunt trauma(13.1%).
- 2) The most frequent fracture level was T12-L1 fracture and dislocation.
- 3) Harrington rod were most frequently used instrument in early 1980s, Luque rod in middle 1980s, Cotrel-Dubousset instrument and AO device in late 1980s.
- 4) The complications were observed in 23(14.4%) out of 160 cases, which were 14 cases (60.9%) of metalic failure and 5 cases(21.7%) of kyphosis, 2 cases(8.7%) of pain and 2 case(8.7%) of instability.
- 5) The complications according to each instrument were 6(23.1%) out of 26 cases in Harrington rod, 6(16.2%) out of 37 cases in Luque rod, 5(14.7%) out of 34 cases in Cotrel Dubousset instrument and 3(9.7%) out of 31 cases in AO device.

On the basis of this study, short segment internal fixator such as Cotrel-Dubousset instrument and AO device are superior to Harrington and Luque rods when used as an internal fixator of spinal fracture.

---

**Key Words:** Thoracolumbar spinal fracture, Instrumentation, Complications

---

\*이 논문은 연세대학교 학술연구지원에 의하여 이루어진 것임.

## 서 론

척추의 골절에 대한 치료는 보존적 요법 및 수술적 요법으로 구분할 수 있으며, 수술적 요법으로는 척추 고정술이 있다. 척추고정술은 전방고정술과 후방고정술이 있으며, 고정하는 방법으로는 금속기기를 사용하는 방법과 골 이식을 하는 방법 혹은 두가지 방법을 병용하는 경우가 있다<sup>1,2)</sup>. 후방 내고정기기에 대한 개발은 1950년대 척추 측만증의 교정을 위하여 Harrington 기기가 개발되었다<sup>10,19)</sup>. Harrington 기기는 Hook의 고정에 의한 충분한 distraction force를 가지는 장점이 있으나, 이는 정상분절을 많이 포함하여 고정하므로 척추의 운동장애를 초래하는 단점이 있고 많은 연구에서 Rod의 파열, Hook의 전위, 가관절 형성 등을 보고하였다<sup>3,5,12,13,15,16)</sup>. 그 후 1976년에 Luque가 segmental L-rod instrumentation를 처음 시행하여 외고정없이 조기운동을 할 수 있고 회전에 대한 안전성도 높은 장점이 있다고 하였다<sup>25)</sup>. 그러나 Luque rod는 Harrington rod에 있는 hook system이 없어 distraction force의 유지가 어렵고 axial loading을 견디기 어려워 교정의 소실이 일어날 수 있는 단점이 있다<sup>26)</sup>. 이러한 단점들을 보완하기 위하여 개발된 것이 골절된 척추의 위아래 척추후방에 금속판을 대고 이를 고정하기 위하여 나사못으로 척추경을 통과하여 척추체까지 도달하도록 고정하는 방법이 개발되었다. 이러한 방법을 이용하면 수술부위와 고정하는 범위를 줄일 수 있으며 견고한 내고정이 가능하여 수술후 조기보행이 가능하게 된다. 이러한 방법으로 척추를 고정하는 금속기기로는 Cotrel-Dubouset<sup>11)</sup>, Zielke, AO device<sup>4)</sup>, Steffe<sup>27)</sup> 기기가 개발되었다.

이와같이 척추골절을 고정하는 방법은 여러가지 형태로 발달되어 왔으며 최근에도 척추골절 수술은 수술자마다 각기 다른 기기를 이용하여 수술하고 있다. 그러므로 척추골절 수술시 고정하는 기기 선정에 위하여 고정기기에 따른 합병증 종류와 발병율의 차이를 밝혀야 한다.

이에 본 연세대학교 의과대학 세브란스병원 재활의학과에서는 1982년부터 1991년까지 척추 골절 및 탈구로 입원한 환자중 수술적 치료를 받은 환자 160명

을 대상으로 흉요추 골절의 내고정술 후 발생한 각각의 기기에서의 합병증, 정복상의 합병증, 보조기 착용 유무 및 착용기간에 따른 합병증을 조사하여 효과적인 흉요추 골절 치료방법 및 척추의 안정성을 얻는데 도움을 얻고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

1982년부터 1991년까지 외상에 의한 흉요추 골절로 연세대학교 의과대학부속 세브란스병원에 입원한 환자중 수술적 치료를 받은 160례를 대상으로 하였다. 대상환자의 의무기록 및 방사선 검사를 검토하여 골절의 원인, 부위 및 형태, 수술에 이용한 기기의 종류, 그에 따른 합병증의 종류 및 빈도를 조사하였다.

## 결 과

### 1) 연령 및 성별

환자의 연령분포는 16세에서 64세까지로 평균연령은 27.7세이었으며 20대가 40.6%로 가장 높은 분포를 보였고 그 다음은 30대가 26.9%이었다. 성별분포는 남자가 125명, 여자가 35명으로 남자가 많았다(Table 1).

### 2) 골절의 원인

골절의 원인으로는 추락사고에 의한 경우가 77례(48.1%)로 가장 많았고 교통사고에 의한 경우가 58례(36.3%), 둔기에 의한 외상이 21례(13.1%)순이었다(Table 2).

Table 1. Age and Sex Distribution

Age(yr)	No. of cases		Total(%)
	Male	Female	
<19	6	4	10( 6.3)
20~29	50	15	65(40.6)
30~39	35	8	43(26.9)
40~49	20	5	25(15.6)
50~59	10	2	12( 7.5)
>60	4	1	5( 3.1)
Total(%)	125(78.1)	35(21.9)	160(100.0)

### 3) 골절부위

골절부위는 흉요추부위(T<sub>12</sub>-L<sub>1</sub>) 58례(36.3%)로 가장 많았으며 요추부위는 55례(34.3%), 흉추부위(T<sub>3</sub>-T<sub>11</sub>)는 47례(29.4%)순이었다. 골절형태는 골절-탈구가 79례(49.4%)로 가장 많았고 다음이 방출성 골절로 41례(25.6%), 압박골절 40례(25%) 순이었다(Table 3).

### 4) 기기의 이용

각 연도별로 수술에 이용한 기기를 조사한 결과 C-D 기기나 AO 기기등이 쓰여지기전인 1984년 이전에는 Harrington 기기가 많이 이용되었고, 1985년에서 1987년까지는 Luque 기기가, 그리고 1988년 이후에는 C-D 기기와 AO 기기가 주로 이용되었음을 알 수 있었다(Table 4).

### 5) 합병증

수술적 치료를 시행한 총 160례의 환자 중 합병증이 발생한 경우는 23례(14.3%)이었으며, 이 중 내고정물의 해리(metalic failure)가 14례(60.9%)로 가장 많았고 그 다음으로 척추후만각의 증가를 보인 경우가 5례(21.7%)에서 있었으며 통증이 2례(8.7%), 척추의 불안정성이 2례(8.7%)에서 관찰되었다(Table 5). 내고정물의 해리는 수술 후 평균 8.75개월에 발생하였고 척추 후만각의 증가는 수술 후 평균 6.4개월에 발생하였다. 각 기기별 합병증의 발생빈도는 Harrington 기기가 총 26례중 6례(23.1%)에서, Luque 기기가 37례중 6례(16.2%)에서, C-D 기기가 34례중 5례(14.7%)에서, AO 기기가 31례중 3례(9.7%)에서 합병증을 보였으며 그 외 Staffee, Zielke, Kaneda 기기에서도 각각 1례씩의 합병증을 보였다. 각 합병증

Table 2. Causes of Spinal Fracture

Cause	No. of cases(%)
Falling	77( 48.1)
Traffic accident	58( 36.3)
Blunt trauma	21( 13.1)
Slip down injury	1( 0.6)
Crushing injury	3( 1.9)
Total	160(100.0)

Table 3. Fracture Level and Type

Fracture level	No. of cases			
	Com- pression	Burs- ting	Fracture & dislocation	Total (%)
T <sub>3</sub> -T <sub>11</sub>	16	5	26	47(29.4)
T <sub>12</sub> -L <sub>1</sub>	15	16	27	58(36.3)
L <sub>2-4</sub>	9	20	26	55(34.3)
Total(%)	40(25.0)	41(25.6)	79(49.4)	160(100.0)

Table 4. Trend of Instrument

Instrument	Years										Total
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	
Harrington		4	2		2	6	1	7	2	2	26
Luque			1	14	4	16	1		1		37
C-D'							9	3	12	10	34
AO device							5	7	9	10	31
Kaneda								1	2	1	4
Steffe							1			2	3
Zielke				1				1			2
Others	2			1	1	7	2	3	5	2	23
Total	2	4	3	16	7	29	19	22	31	27	160

#### 1. Contrel-Dubousset

을 기기별로 보면 내고정물의 해리는 Harrington 기기의 경우 총 6례의 합병증 중 5례로 높았으며 AO 기기가 총 3례 모두, Luque 기기가 총 6례의 합병증 중 3례, C-D 기기가 총 합병증 5례중 1례였다. 척추 후만각의 증가는 Luque 기기와 C-D 기기에서 각각 2례씩, Harrington 기기에서 1례가 있었다(Table 6). 수술 후 척추 보조기를 사용한 외고정기간은 합병증이 발생한 경우 2달에서 11.5개월로 평균 5.79개월, 합병증이 발생하지 않은 경우 4일에서 9개월로 평균 3.27개월간 착용하였다.

## 고 찰

척추골절의 치료목적은 척추강내의 감압, 불안정성 골절의 안정화와 골절환자의 조기재활치료 등에 있다. 지금까지 불안정성 척추골절 및 탈구의 치료에 대해서는 많은 논란이 있어 왔으며 Guttman<sup>17,18)</sup>과 Bed-

brook<sup>6,7)</sup> 등은 비수술적 방법으로 척추를 과신전한 상태로 골절된 척추의 골유합이 될 때까지 침상안정을 하는 방법을 주장하였으며 Kaufer와 Hayes, Kelly와 Whitesides, Flesch 등이 불안정성 척추골절에서의 수술적 정복과 안정성의 중요성에 대하여 강조하였다<sup>16,23)</sup>.

신경손상이 동반된 척추골절의 치료에 있어서 보존적 요법과 수술적 치료에 대해서는 아직까지 논란이 많다. 수술적 치료의 장점은 척추의 전위 및 변형의 생역학적 고정과 시상면 배열의 회복이 용이하다는 것이고 척추골의 배열을 정상에 가깝게 유지시켜 조기재활이 가능하게 하고 입원기간을 줄일 수 있다는 점이다<sup>14,22,29)</sup>. Jacobs등<sup>22)</sup>에 의하면 Harrington rod를 이용한 내고정술을 시행한 경우 67%의 해부학적인 정복이 있었으나 보존적 요법을 시행한 경우 3%만의 해부학적 정복이 있었다고 보고하였고 또한 탈구의 복원 및 척추체 높이의 회복 등에 있어 수술적 정복이 보존적 요법보다 우수하다고 하였다<sup>14,29)</sup>. 또한 많은 연구자들이 불완전 척추손상을 동반한 척추골절에서 수술적 치료 후 의미있는 신경학적 회복이 있었다고 보고하였으며<sup>14,16,24)</sup> 보존적 요법과의 비교를 시행한 연구에서 Harrington rod를 이용한 수술적 정복시 53%의 신경학적 회복이 있었고 보존적 요법의 경우 44%의 신경학적 회복이 있었다고 보고하였다<sup>22)</sup>. 그러나 수술적 치료와 보존적 요법간에 신경학적 회복에 있어서의 차이는 없었다는 보고도 많았으므로 이에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것이다<sup>8,9,12,29)</sup>.

Table 5. Complications and Duration from Operation to Complication

Complication	No. of cases(%)	Duration(mo)
Metalic failure	14( 58.3)	8.8
Kyphotic posture	5( 20.8)	6.4
Pain	2( 8.3)	14.0
Instability	2( 4.3)	1.0
Total	23(100.0)	

Table 6. Incidence of Complications in each Instrument

Instrument	Complication				Total(%)
	Metalic failure	Kyphosis	Pain	Instability	
Harrington(n=26)	5	1			6(23.1)
Luque(n=37)	3	2		1	6(16.2)
C-D'(n=34)	1	2	1	1	5(14.7)
AO device(n=31)	3				3( 9.7)
Zielke(n=2)	1				1(50.0)
Steffe(n=3)	1				1(33.3)
Kaneda(n=4)			1		1(25.0)
Total(n=160)	14	5	2	2	23(14.4)

### 1. Cotrel-Dubousset

수술적 치료의 하나인 추궁절제술(laminectomy)은 서기 625년에서 690년 사이에 처음으로 척추손상의 치료로 소개되었고 17세기에는 그의 이용이 증가되었던 방법으로 최근까지도 시행되고 있는 방법이나 이는 척추 전방 압박의 완화에 대한 실패율이 높고 오히려 척추의 불안정성을 초래하여 요즘에는 그 단독으로는 잘 이용되지 않고 있다. 1950년대에 들어서면서 내 고정물을 이용한 수술적 방법이 점차 개발되었는데 1958년에 Harrington이 원래 척추 측만증의 교정을 위해 그가 고안하였던 Harrington rod를 처음으로 척추골절 및 탈구에 사용한 이래 1970년대 말까지 흉요추 골절 및 탈구에서 Harrington rod instrument는 가장 효과적인 내고정기구로 평가되었다<sup>13,22,28</sup>. Harrington rod는 hook의 고정에 의한 충분한 distraction force를 가지는 장점이 있다, 그러나 이는 골절된 분절 뿐 아니라 많은 정상분절을 함께 포함하여 고정하므로 척추의 운동장애를 초래하는 단점이 있고 많은 연구에서 추적관찰 후 broken rods, slipped hook 등의 기기적 실패와 고정력의 상실 등을 보고하였으며<sup>4,5,15,16,30</sup> 본 연구에서도 이와같은 합병증의 발생이 26례중 6례로 23.1%에 달하였으며 이중 기기적 실패가 5례로 높았다.

Harrington rod 이후 Luque<sup>25</sup>가 L-rod instrument를 개발하여 1980년대 초반까지 많이 사용되었으나 이것 역시 긴 분절을 포함하여 고정하여 척추운동제한을 초래하고 또한 Harrington 기기와 같은 hook system이 없어 distraction force에 대한 안정성이 떨어지는 큰 단점을 가지고 있으며 rod가 장축을 따라 미끌어질 위험성이 있어 Harrington 기기보다 척추의 골절 및 탈구의 내고정술에 효과적이지 못하다는 평가를 받고 있다<sup>26</sup>. 본 연구에서는 Luque rod를 이용한 37례에서 합병증이 6례이었으며 이중 기기적 실패에 의한 합병증이 3례를 차지하였다.

Luque rod 이후 새로운 기기의 개발에 대한 연구가 거듭되면서 최근에 C-D(Cotrel-Dubousset), AO, Zielke, Steffe 등의 기기가 개발되기에 이르렀는데 이들은 기존의 기기들에 비하여 단분절을 고정하여 척추의 운동제한을 최소화하는 것으로 알려져 있으며 몇몇 연구에서는 수술 후 외고정이 없이도 조기운동이 가능하다고 보고하고 있다<sup>4,11</sup>. 그러나 아무리 단단한 내고정 기기를 사용하여 정확한 기법으로 수술하

였더라도 골유합전에 무리한 척추운동을 시행하는 경우 정복의 실패를 초래할 수 있으므로 수술 후 일정기간의 외고정은 꼭 필요할 것으로 생각된다.

흉요추 척추 손상의 경우 손상 후 6개월간 척추 보조기를 착용하는 것을 보편적 방법으로 하고 있다. 본 연구에서는 합병증이 있었던 경우에는 최하 2개월에서 최고 11.5개월로 평균 5.79개월간 척추 보조기를 착용하였고 합병증이 없었던 경우에는 최하 4일에서 최고 9개월로 평균 3.27개월간 척추 보조기를 착용하여 합병증이 있었던 경우에 척추 보조기 착용기간이 길었으며 이는 합병증이 있었던 경우에 처음부터 수술 중 정확한 수기에 의해 고정하지 못하였거나 또는 수술 후 추적관찰 중 척추의 불안정성이나 기기 해리의 위험성이 관찰되어 보조기의 착용을 더 연장할 필요성이 있었기 때문에 나타난 결과일 것으로 생각된다.

본 증례들에서 나타난 합병증은 14.4%로 그 중 기기적 실패(metalic failure)가 60.9%, 척추 후만각의 증가가 21.7%이었다. 본 연구에서는 대상례가 적어 각 기기에 따른 기기적 실패에 대한 통계적 분석은 어려웠으나 Harrington 기기와 Luque 기기에서 기기적 실패가 높은 경향을 보였다. 척추골절의 수술적 고정에서 합병증의 발생을 줄이기 위해서는 우선 수술시에 정확한 수술 수기 및 적절한 기기의 선택이 요구되며 기기의 선택에 있어서는 rod가 길어 환자의 척추 운동 제한을 유발할 뿐만 아니라 기기적 실패의 위험성이 큰 Harrington rod나 Luque rod보다 골절된 척추체의 위 아래로 각각 한 분절씩만을 고정하여 척추 운동제한이 적고 기기적 실패가 적은 C-D, AO 기기가 더 좋을 것으로 생각된다. 또한 수술 후 일정기간 척추 보조기를 이용한 외고정을 시행하고 반복적인 방사선 검사를 통하여 척추의 안정성이 확인되었을 때 보조기를 벗도록 하고 안정성이 확인될 때까지는 무리한 척추 운동을 삼가도록 하여야 할 것이다.

## 결 론

연세대학교 의과대학 재활의학교실에서는 1982년부터 1991년까지 연세의대부속 세브란스병원 재활의학과에 입원한 흉요추 골절 환자 중 수술적 치료를 받은 160명을 대상으로 의무기록과 방사선 기록을 검토하여 수술 후 발생한 기기적 혹은 정복상의 합병증을 조

사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 환자의 연령과 성별분포는 20대와 30대의 남성이 가장 높은 빈도로 나타났다.

2) 척추 골절의 원인은 추락사고(47.5%), 교통사고(36.3%), 둔기에 의한 외상(13.1%)의 순으로 높았고 골절부위는 흉요추부위(제 12 흉추-제 1 요추)골절 및 탈구가 가장 많았다.

3) 각 연도별로 주로 이용한 기기는 1980년대 초반에는 Harrington 기기를, 1980년대 중반에는 Luque 기기를, 1980년대 말에는 C-D와 AO 기기를 주로 사용하였다.

4) 수술 후 나타난 합병증은 총 160례 중 24례로 14.4%이었으며 이 중 기기적 실패가 60.9%로 가장 많았고 이는 Harrington 기기와 Luque 기기 사용시 상대적으로 많은 경향을 보였으며 다음으로는 척추 후만각의 증가가 21.7%를 차지하였다.

5) 각 기기별로 나타난 합병증은 Harrington 기기가 26례 중 6례(23.1%)로 가장 높았고 Luque 기기가 37례 중 6례(16.2%), C-D 기기가 34례 중 5례(14.7%), AO 기기가 31례 중 3례(9.7%)에서 각각 합병증을 보였다.

이상의 결과로 보아 척추골절의 내고정술에 있어 단분절을 고정하는 Cotrel-Dubousset 기기나 AO 기기를 사용하는 것이 좋을 것으로 사료되며 수술 후 안정성이 확인될 때까지 척추보조기를 통한 외고정을 시행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- 1) 문명상, 하기용, 정대용: 척추경 나사못고정기기 사용시의 합병, 실수 및 합병증. 대한정형외과학회지 1990; 24: 169-176
- 2) 최익수, 김영두, 정진모: 불안정과 관련된 요추부 질환에서 Cotrel-Dubousset 기기 장치술의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지 1990; 25: 1002-1011
- 3) Aebi M, Mohler J, Z ch G, Morscher E: Analysis of 75 operated thoracolumbar fractures and fracture dislocations with and without neurological deficit. Arch Orthop Trauma Surg 1986; 105: 100
- 4) Aebi M, Etter C, Kehl T, Thalgott J: The internal skeltal fixation. A new treatment of thoracolumbar fractures and other spinal disorders. Clin Orthop 1988; 227: 30-43

- 5) Amstron GWD, Johnston DH: Stabilization of spinal injuries, using Harrington instrumentation. J Bone Joint Surg 1974; 56B: 590
- 6) Bedbrook GM: Spinal injuries with tetraplegia and paraplegia. J Bone Joint Surg 1979; 61B: 267-284
- 7) Bedbrook GM: The care and management of spinal cord injuries, New York: Springer Verlag, 1981
- 8) Bradford DS, Akbarnia BA, Winter RB, Seljeskog EL: Surgical stabilization of fracture and fracture dislocation of the thoracic spine. Spine 1977; 2: 185-195
- 9) Burke DC, Murray DD: The management of thoracic and thoracolumbar injuries of the spine with neurologic involvement. J Bone Joint Surg 1976; 58B: 72-80
- 10) Convey FR, Minter MA, Smith RW, Emerson SM: Fracture-dislocation of the dorsal-lumbar spine. Acute operative stabilization by Harrington instrumentation. Spine 1978; 3: 160-166
- 11) Cotrel R, Dubousset J, Guillaumat M: New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop 1988; 227: 10-23
- 12) Dickson JH, Harrington PR, Erwin WD: Results of reduction and stabilization of the severely fractured thoracic and lumbar spine. J Bone Joint Surg 1978; 60A: 799-805
- 13) Dickson JH, Harrington PR, Erwin WD: Harrington instrumentation in the fractured unstable thoracic and lumbar spine. Texas Med 1973; 69: 91-98
- 14) Edwards CC, Levine AM: Early rod-sleeve stabilization of the injured thoracic and lumbar spine. Orthop Clin North Am 1986; 17: 121-145
- 15) Erwin JH, Dickson JH, Harrington PR: Clinical review of patients with broken Harrington rods. J Bone Joint Surg 1980; 62A: 1302-1307
- 16) Flesch JR, Leider LL, Erickson DL, Chou SN, Bradford DS: Harrington instrumentation and spine fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine. J Bone Joint Surg 1977; 59A: 143-153
- 17) Guttman L, Frankel HL: The value of intermittent catheterization in the early management of traumatic paraplegia and tetraplegia. Paraplegia 1977; 4: 63-82
- 18) Guttman L: Spinal Cord Injuries. Comprehensive

*Management and Research, Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1973*

- 19) Harrington PR: *Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. J Bone Joint Surg* 1962; 44A: 591-610
- 20) Harrington PR: *Instrumentation in spine instability other than scoliosis. S Afr J Surg* 1967; 5: 7-12
- 21) Harrington PR, Dickson JH: *The development and further prospects of internal fixation of the spine. Isr J Med Sci* 1973; 9: 773-778
- 22) Jacobs RR, Asher MA, Snider RK: *Thoracolumbar spinal injuries: a comparative study of recumbent and operative treatment in 100 patients. Spine* 1980; 5: 463-477
- 23) Kaufer H, Hayes JT: *Lumbar fracture-dislocation- A study of twenty one cases. J Bone Joint Surg* 1966; 48A: 712-730
- 24) MaAfee PC, Yuan HA, Lasda NA: *The unstable burst fracture. Spine* 1982; 7: 365-373
- 25) Luque ER: *Segmental spinal instrumentation. A methode of rigid internal fixation of the spine to induced arthrodesis. Orthop Trans* 1980; 4: 391
- 26) Luque ER, Cassis N: *Segmental spinal instrumentation in the treatment of fractures of the thoracolumbar spine. Spine* 1982; 7: 312-316
- 27) Steffe AD, Biscup RS, Sitkowski DJ: *Segmental spine plates with pedicle screw fixation: A new internal fixation device. Clin Orthop* 1986; 203: 45-53
- 28) Svensson O, Aaro S, Ohlen G: *Harrington instrumentation for thoracic and lumbar vertebral fractures. Acta Orthop Scand* 1984; 55: 38-47
- 29) Willen J, Lindahl S, Nordwall A: *Unstable thoracolumbar fractures. A comparative clinical study of conservative treatment and Harrington instrumentation. Spine* 1985; 10: 111-122
- 30) Yosipovitch Z, Robin GC, Matin M: *Open reduction of unstable thoracolumbar spinal injuries and fixation with Harrington rods. J Bone Joint Surg* 1977; 59A: 1003-1011