대한정형외과학회지 제22권 제 1 호
J. of Korean Orthop. Assoc.
Vol. 22, No. 1, February, 1987

불안정성 흉·요추부 골절 및 골절탈구에 대한 척추분절 고정술의 임상적 고찰

울산현대해성병원 정형외과

임봉열·정희영·유병룡·정석조

인제의대부속 부산백병원 정형외과교실

이 영 구

=Abstract=

Clinical Results of Segmental Spinal Instrumentation in Unstable Fracture and Fracture-Dislocation of the Thoracolumbar Spine

Bong Yeol Lim, M.D., Hee Young Cheong, M.D., Byung Ryoung Yoo, M.D., Suck Jo Cheong, M.D. and Young Goo Lee*, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Hyun Dai Hae Seong Hospital, Ulsan, Korea
**Department of Orthopaedic Surgery, In Je Medical College, Paik Hospital, Pusan, Korea*

Segmental Spinal Instrumentation is effective operative procedure in unstable fracture and fracture-dislocation of the thoracolumbar spine, providing rigid spinal stability and reduces needs of external support and complications.

Fifty nine patients with unstable fracture and fracture-dislocation of thoracolumbar spine were treated with Harrington rod instrumentation and sublaminar wiring(31 patients) and Luque rod instrumentation with sublaminar wiring(28 patients) in Hyun Dai Hae Seong Hospital, Ulsan, Paik' Hospital, Pusan from Dec. 1983 to April 1986.

We have analyzed the results of treatment about two type of S.S.I. and obtained following conclusions;

1. In 59 patients, T12 level injury was 17 cases, L1 level was 25 cases and so T12 and L1 involvement were 71%.
2. By Francis Denis classification, 28 cases were burst type fracture, 20 cases were fracture-dislocation type, 6 cases were seat – belt type and 5 cases were wedge – compression type.
3. In Harrington rod with S.S.I., initial kyphotic angle was 22.4° and postoperative angle was 7.4° and correction rate was 66.9%; in Luque rod with S.S.I., preoperative kyphotic angle was 21.7° and postoperative angle was 6.5° and correction rate 69.6%. So there was no difference of correction rate in two type of S.S.I.
4. In Harrington rod with S.S.I., the loss of reduction was 1.2° and the loss was 7%; in Luque rod with S.S.I., the loss of reduction was 7.2° and the loss rate was 48%. So the loss of reduction of Luque rod with S.S.I. was greater than that of Harrington rod with S.S.I.
5. After removal of implants, Luque rod with S.S.I. patients have better range of motion than Harrington rod with S.S.I. patients clinically, but it needs more follow-up because of a few cases(18 cases).

Key Words: Segmental spinal instrumentation, Unstable fracture-dislocation, Thoracolumbar spine.

서 론

1949년 Nicoll이후, 1963년 Holdsworth가 흉·요추부 불안정골절의 개념을 발표하였으며, 1983년 McAfee와 Denis는 Three Column Theory에 의한 분류를 도입하였다.

흉·요추부 불안정성 골절 및 골절탈구의 치료에는 여러가지 방법이 있으나 최근에는 척추분절고정술(Segmental Spinal Instrumentaion)을 이용한 내고정술 및 골유합술을 시행하여 해부학적 정복에 의한 감압과 척추의 안정도를 높이고 조기활동을 시킴으로써 합병증을 줄이는 방법이 널리 시행되고있다.

저자들은 1983년 12월부터 1986년 4월까지 울산현대해성병원 정형외과 및 인제의대부속 부산백병원 정형외과교실에 입원 Harrington rod with sublaminar wiring and fusion과 Luque rod with sublaminar wiring and fusion을 실시했던 불안정성 흉·요추부 골절 및 골절탈구 59예를 비교·분석하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례 분석

1. 연령 및 성별

최저 18세부터 최고 52세까지 분포되어 있으며, 21세에서 40세까지가 48예로서 전체의 81%를 차지하고 있으며, 대부분이 남자였다(Table 1).

Table 1. Age and sex distribution

Age	No. of cases	male	female
below 20	2	2	0
21~30	20	18	2
31~40	28	27	1
41~50	8	8	0
above 51	1	1	0
Total	59	56	3

Table 2. Cause of injury

Cause	No. of cases
Fall	30
Direct blow by heavy material	18
Traffic accident	7
Impingement into heavy material	4
Total	59

2. 손상원인

추락사고가 30예로 가장 많았으며, 흉요추부에 중량물에 의한 직접적인 외력 및 교통사고의 순이었으며, 이는 산업재해에 의한 작업장사고에 기인된 것으로 분석된다(Table 2).

3. 손상부위

제12흉추 및 제1요추가 각각 17예 및 25예로서 이 두 부위가 전체의 71%를 차지하고 있으며, 2 level이 손상된 예는 6례이었다(Table 3).

4. 골절 및 골절탈구의 분류

Francis Denis[10]의 Three column theory에 의한 분류법에 의거하였으며, Burst type이 28예로 가장 많았으며, 그다음이 골절-탈구형으로 20예이었고 Seat-Belt Type이 6예, 설상압박형이 5예의 순이었다(Table 4).

5. 동반손상

하지에서 종골 및 족관절골절이 13예, 흉부에서 늑골골절 및 혈·기흉이 6예등, 모두 23명에서 32

Table 3. Level of injury

Level	No. of cases
T 10	1
T 11	4
T 12	17
L 1	25
L 2	11
L 3	4
L 4	3
Total	65

*two level: 6 cases

Table 4. Type of injury(Denis classification)

Type	No. of cases
Wedge-Compression type	5
Burst type A	2
type B	24
type C	0
type D	2
Seat-Belt type	6
Fracture-Dislocation type	
flexion rotation	12
flexion distraction	6
shear	2
Total	59

예의 동반손상이 있었다(Table 5).

치료 및 결과

1. 수상후 수술시기

가능한한 조기수술을 원칙으로 하였으며 24시간 이내에 시행한 예가 17예이었으며, 1주 이내가 36예, 1개월이내가 5예, 1개월 이후 시행한 예는 1예였으며, 1주 이후에 실시한 예는 타장기의 동반손상으로 전신상태의 호전을 기다린 후 실시한 경우였다(Table 6).

Table 5. Associated injury

Injury	No. of cases
Head injury	2
Chest injury	6
Visceral injury	1
Urinary tract injury	3
Extremity injury	
upper	6
lower	13
Other(burn)	1
Total	32

2. 수술후 외고정 및 보행

전예에서 석고고정을 한 예는 없었고, 보행시 보조기를 착용 시켰으며, 보행의 시기는 Harrington rod with S.S.I.에서는 수술후 평균 23일, Luque rod with S.S.I.에서는 평균 15일이었다.

3. 내고정술후 변형의 교정정도 및 정복손실정도

수술전·후의 방사선 측면소견상 후방만곡을 측정하였다. Harrington rod with S.S.I.의 예에서는 수술전 평균 각형성 22.4°에서 수술후 평균 각형성 7.4°로 교정율은 66.9%이었으며, Luque rod with S.S.I.의 예에서는 수술전 평균 각형성 21.7°에서 수술후 평균 각형성 6.6°로 교정율은 69.5%로 두 방법간의 교정율의 차이는 없었다. 정복손실은 Har-

Table 6. Interval between injury and operation

Interval	No. of cases
Before 24 hours	17
Before 1 week	36
Before 1 month	5
Over 1 month	1
Total	59

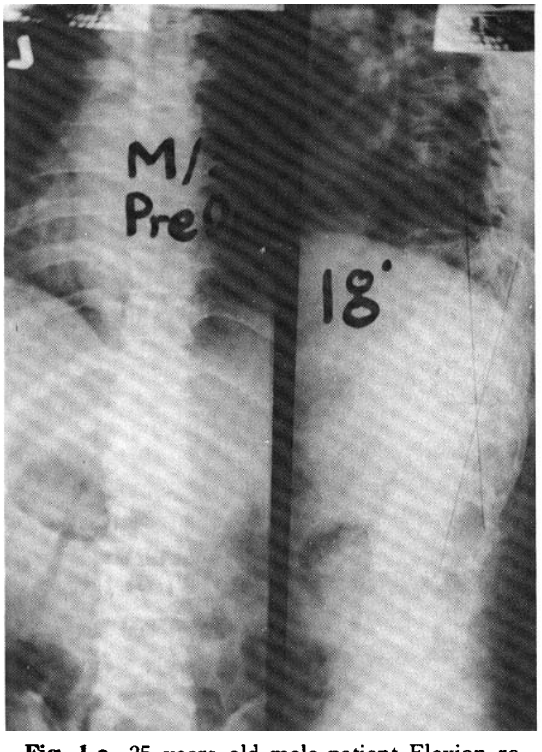

Fig. 1-a. 35 years old male patient Flexion rotation type Preoperative kyphotic angle; 18°

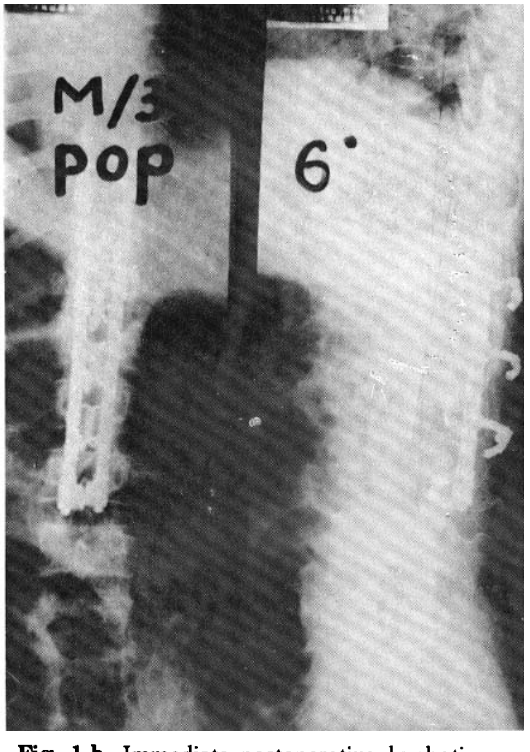

Fig. 1-b. Immediate postoperative kyphotic angle; 6° Harrington rod with S.S.I.

Table 7. Change of correction of angular deformity

	Pre-op	Post-op	Correction angle	%of correction	Follow-up angle	Loss of reduction
Harrington	22.4	7.4	15.0	66.9	8.6	1.2(7%)
Luque	21.7	6.6	15.1	69.5	13.8	7.2(48%)

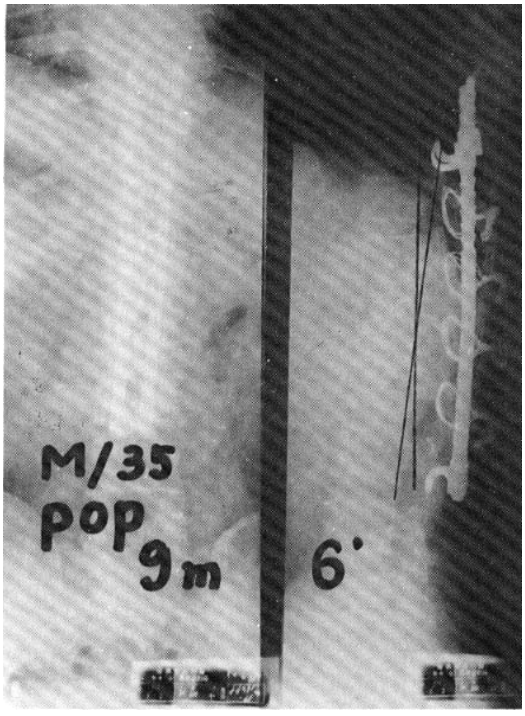

Fig. 1-c. 9th months after operation kyphotic angle; 6°

rington rod with S.S.I.에서는 1.2°의 각형성손실을 보여 손실율은 7%이었으며, Luque rod with S.S.I.에서는 7.2°의 각형성손실을 보여 손실율은 48%로서 Luque rod with S.S.I.의 정복손실이 많았다(Table 7).

4. 합병증

총 59명 중 18예의 합병증이 발생하였으며 Harrington rod를 사용한 경우 hook의 전이가 2예 있었으며, Luque rod를 사용한 경우 강선파열이 4예 있었으나 이로인한 신경손상은 없었다(Table 8).

5. 내고정금속물 제거후 척추 운동각도

Table 8. Complication

Complication	No. of cases
Bed-sore	4
Urinary tract infection	6
Wound infection	2
Respiratory tract infection	2
Implants failure	
hook dislodgement	2
breakage of wire	3
Total	18

수술후 1년에 내고정금속물을 제거하였으며, 제거후 3개월 이상 경과한 18예에서 척추운동각을 측정한 결과는 Harrington rod with S.S.I.를 사용한 경우보다 Luque rod with S.S.I.를 사용한 경우 운동영역이 비교적 양호하였다(Table 9).

총괄 및 고찰

흉·요추부 골절 및 골절탈구는 제12흉추 및 제1요추에 가장 높은 빈도를 나타내고 있으며[2,3,4], Jacob[16]등에 의하면 활동기 젊은 연령층의 남자에 호발한다고 하였는데, 저자들의 경우도 제12흉추 및 제1요추가 각 17예 및 25예로서 이 두 부위가 전체의 71%를 차지하고 있으며, 21세에서 40세까지의 연령층이 45예로서 76%를 차지하고 있다.

흉·요추부 골절 및 골절탈구에 대한분류를 1963년 Holdsworth[15]는 후방인대군의 파열유무에 따라 안정성과 불안정성 척추손상으로 구별하였으며, 1983년 Francis Denis[10]와 McAfee등은 전산화단층촬영의 도움으로 Three column theory에 의거한 6가지 유형의 새로운 분류를 도입하였는데 이는 주로 middle column의 손상에 기초를 두었으며, 저자들의 경우 Francis Denis[10]에 의한 설상-압박골절형, Burst type, Seat-Belt type, 골절-탈구형으로 분류하였다.

불안정성 흉·요추부 골절 및 골절탈구의 치료방

Table 9. ROM after implants removal(AMA criteria)

	Flexion	Extension	Lt lat. bending	Rt lat. bending	Lt rotation	Rt rotation
Harrington	22	13	15	14	31	31
Luque	35	18	20	21	41	39

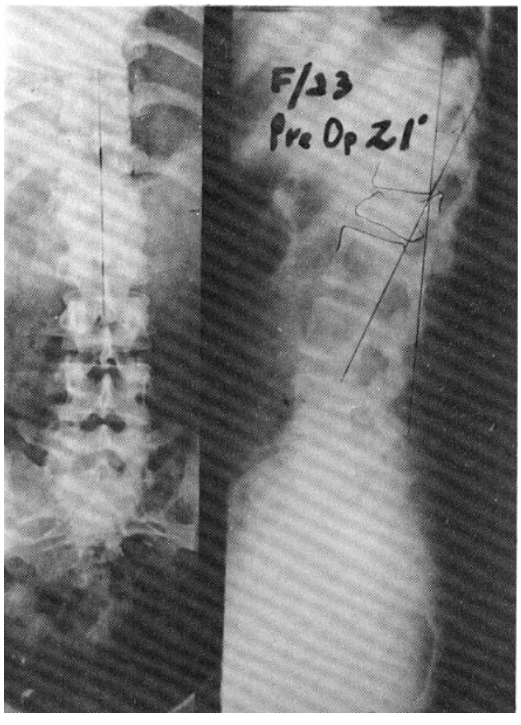

Fig. 2-a. 23 years old female patient Burst type fracture. Preoperative kyphotic angle; 21°

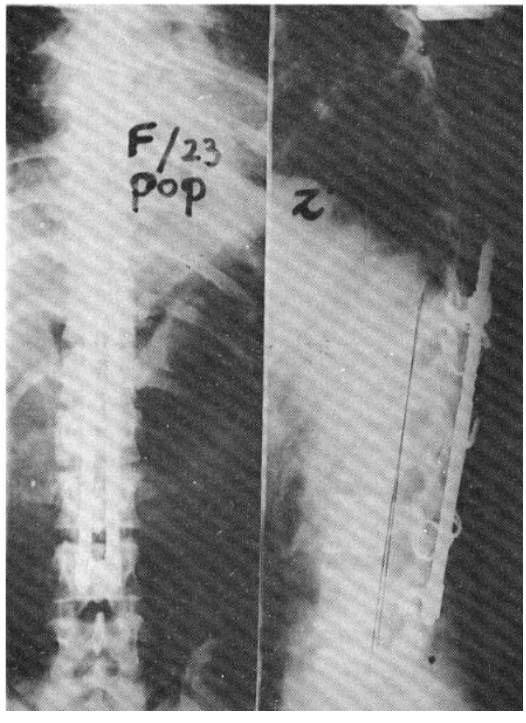

Fig. 2-b. Immediate postoperative kyphotic angle; 2° Harrington rod with S.S.I.

법에는 Guttmann[13]이 주장하는 체위정복에 의한 보존적인 방법과 Holdsworth[15]와 Kaufer[17]가 주장하는 관혈적정복술 및 내고정술에 의한 방법으로 대별되는데, 조기정복과 내고정술을 시행함으로서 감압에 따른 신경증상의 회복과 변형의 교정, 안정성 유지와 후기변형의 예방 및 조기활동으로 여러가지 합병증을 줄일 수 있다고 하였으며[1, 7, 13], 1958년 Harrington에 의해 척추측만증의 교정을 위해 고안된 Harrington Instrumentation을 불안정성 척추골절 및 골절탈구 환자에 사용하게 되었으며, Purcell[23] 등은 척추골절치료에 Harrington distraction rod를 사용할 경우, hook의 위치는 불안정한 척추부위를 중심으로 골절상부 3번째 척추의 하부후궁간관절과 골절하부 2번째 후궁이 가장 좋다고 하였으며, Nagel[22]은 불안정성 척추손상에서 Harrington rod를 사용할 때는 적합한 긴장성의 유지, 보조기의 착용 및 세심한 간호와 재활이 필요하다고 하였으며, 최근에는 척추분절고정술이 등장함에 따라 Harrington rod instrumentation시 초래되는 여러 합병증을 줄이고 보다 견고한 내고정 및 조기활동을 시행할 수 있게 되었으며[3, 4, 5, 9, 14, 25], Wenger[20] 등은 3차원적 생역학에 의거하여 분절고정술의 장점을 설명하였다.

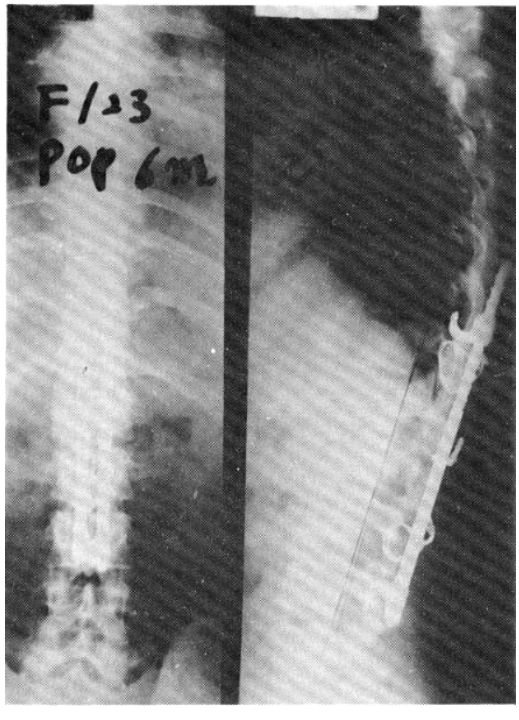

Fig. 2-c. 6th month after operation kyphotic angle; 2°

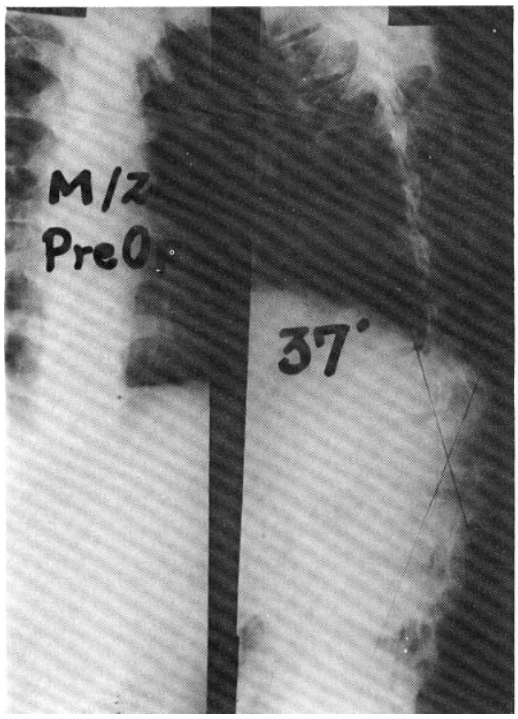

Fig. 3-a. 24 years old male patient Seat-Belt type fracture Preoperative kyphotic angle; 37°

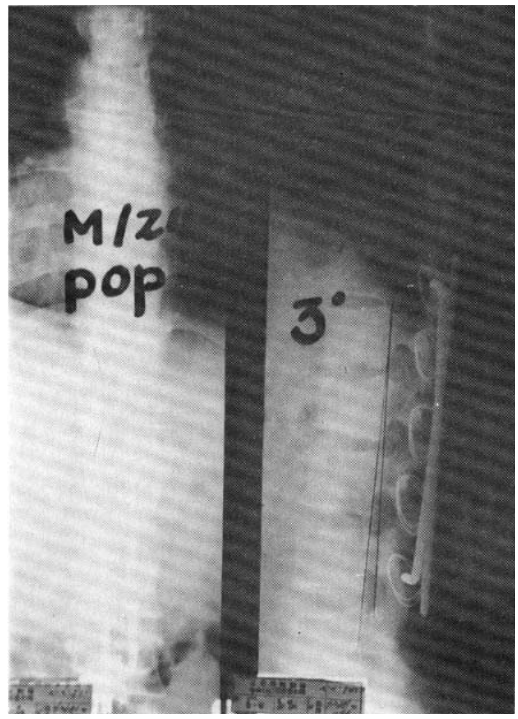

Fig. 3-b. Immediate postoperative kyphotic angle; 3° Luque rod with S.S.I.

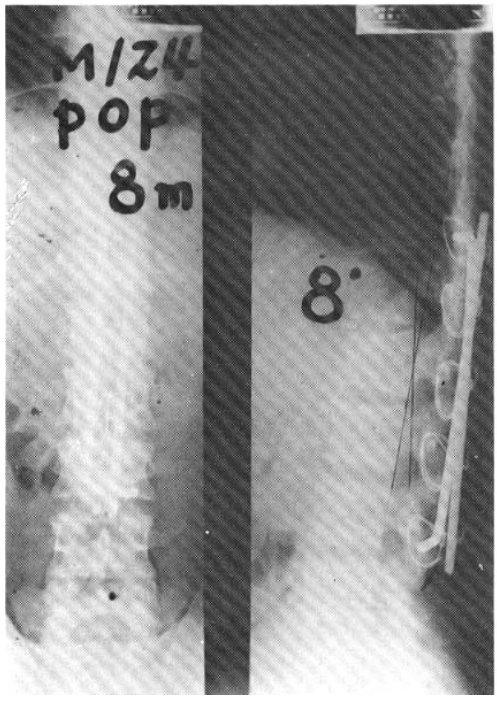

Fig. 3-c. 8th months after operation kyphotic angle; 8° Breakage of wire(arrow)

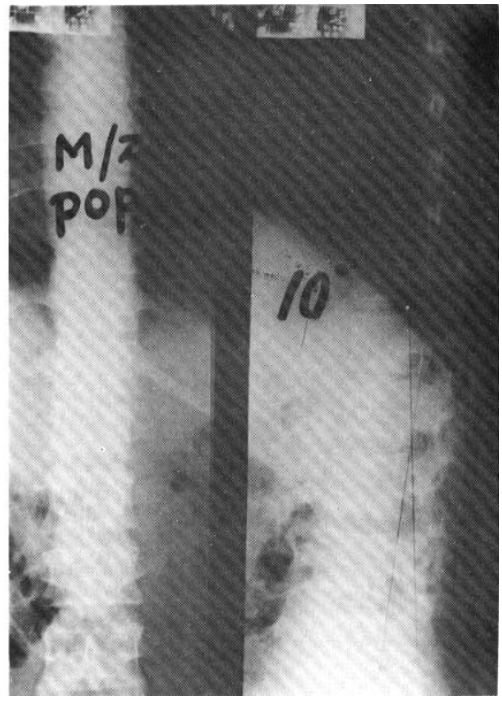

Fig. 3-d. 12th month after operation Removal of implants kyphotic angle; 10°

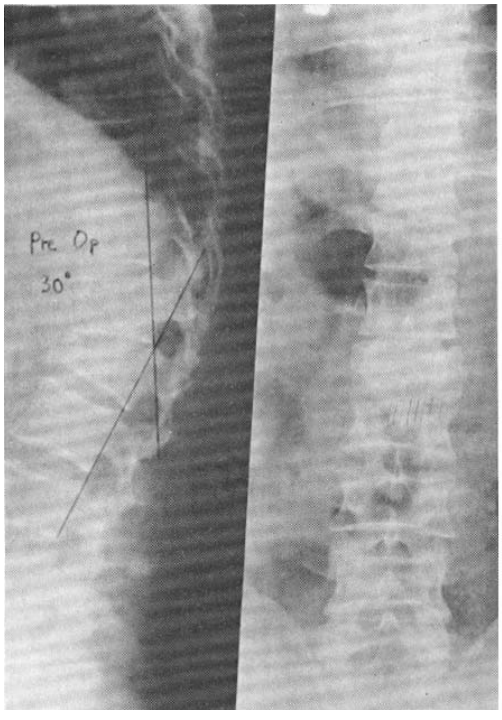

Fig. 4-a. 40 years old male patient Preoperative kyphotic angle;30° Burst type fracture

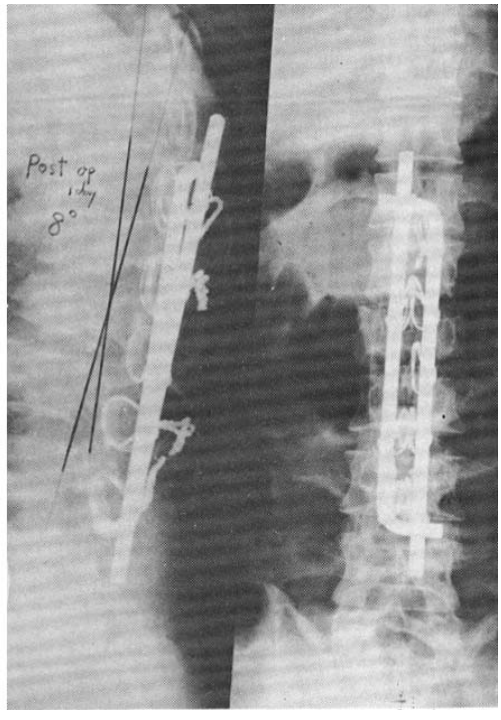

Fig. 4-b. Immediate postoperative kyphotic angle;8° Luque rod with S.S.I.

척추분절고정술의 역사[5]를 살펴보면, 1902년 Fritz Lange가 척추에 rod를 대고 wiring을 시도하였고, 1963년 Resina[24] 등은 각 척추마디에 극상돌기의 저부를 통해 wire나 clip을 통과시켜 rod를 고정하였다. 1973년 Luque[18]는 마비성척추측만증에서 처음으로 Harrington rod를 이용한 S.S.I.를 시행하였으며, 1976년 Luque[18]는 Luque rod를 사용한 segmental instrumentation을 처음 시행하게 되었는데, 근래에는 골절 및 골절탈구에도 사용하게 되었다[6, 12, 27].

Luque와 Cassis[19]는 흉·요추부 골절 14예에서 Luque rod를 이용한 S.S.I.를 시행하여 견고한 내고정이 가능했으며, 외고정없이 조기운동과 재활이 가능하였다고 보고하였고, Bryant와 Sullivan[9]은 15예의 불안정성 흉·요추부 골절에서 Harrington rod를 이용한 S.S.I.를 시행하여, 이는 rod의 안정성을 높이고, 내고정물의 파손이나 가관절형성을 감소시키고 외고정을 극소화하여 불안정성 흉·요추부 골절의 치료에 효과적인 방법이라고 하였다. 저자들의 경우 Harrington rod를 이용한 S.S.I.를 31예, Luque rod를 이용한 S.S.I.를 28예에서 No. 18 강선을 이중가닥(double strand)으로 만들어 rod

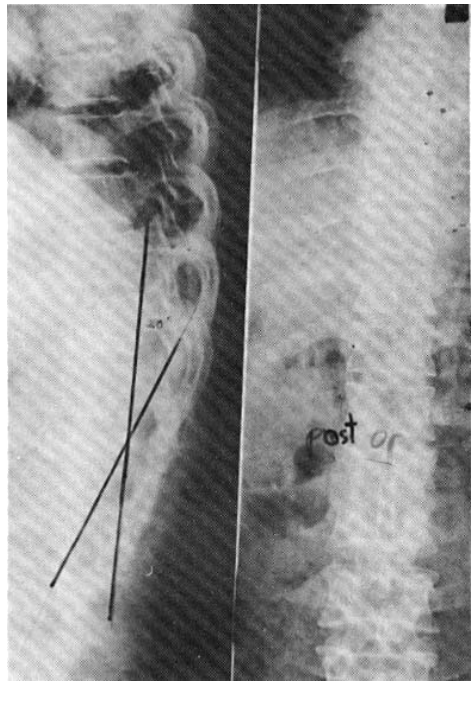

Fig. 4-c. 12th months after operation Removal of implants kyphotic angle;20°

에 고정하였으며, 수술후 신경증상이 진행되는 예는 없었고 조기보행을 시킴으로서 장기간 침상생활에서 오는 여러 합병증을 방지할 수 있게되었다.

수술시기는 Dickson과 Harrington[11]등은 대부분의 척추골절 환자는 활동기의 젊은 남자이며 수술을 못할 정도의 손상을 동반하지 않음으로 수술이 지연될 경우 척수에 대한 생리적인 변화가 초래될 뿐 아니라 척수나 신경근이 눌리고 있는 상태에 놓이게 되기 때문에 수술에 의한 조기감압을 하여 신경회복에 좋은 조건을 만들어 주고 수상과 동시에 수술로부터 회복될 수 있다는 점등을 들어 응급으로 시행하는 것이 좋다고 하였는데, 저자들의 경우 신경증상이 있는 예에서는 수상후 가능한한 빨리 관혈적 정복 및 내고정술을 시행 하였으며, 신경증상이 없는 불안정성 골절에서는 4~7일 사이에 환자의 상태가 안정된 후 수술하였다.

교정율에 있어서 Jacob[10]등은 Harrington rod를 시행한 59예중 98%가 만족스러웠으며 67%에서 해부학적 정복을 얻을 수 있다고 하였고, McMichael[21]등은 Harrington rod를 사용하여 교정각 및 손실각을 각각 15° 및 5°라고 하였는데, 저자들의 경우 Harrington rod를 이용한 경우 술후 15°, Luque rod에서는 15.1°의 교정각을 보였고, 평균 추시 12개월에서 굴곡손실각은 각각 1.2°와 7.2°로서 Luque rod에서 교정각의 손실이 많았다.

외고정에 있어서 Luque와 Cassis[19]는 14예의 S.S.I.에서 외고정을 하지 않았으며, Bryant와 Sullivan[9]은 S.S.I. 15예중 3예에서 외고정을 하지 않았고 1예에서 보조기 나머지 11예에서 석고고정을 하였는데, 저자들의 경우 석고고정을 한 예는 없었으나 전예에서 보행시 3개월 이상 보조기를 사용하였다.

보행시기는 Jacob[10]등은 Harrington rod with S.S.I.에서 평균 4주후에 시작하였으며, Luque와 Cassis[19]는 S.S.I. 시행 3일후 부터 Wheel-chair 보행을 시작하였다고 보고하였는데, 저자들의 경우 특별한 이유가 없는한 술부 창상 치유후 즉시 시작함을 원칙으로 하였는데 Harrington rod with S.S.I.에서는 평균 23일, Luque rod with S.S.I.에서는 15일후부터 보행을 시작하였다.

합병증에 있어서 McAfee[20]등은 Harrington rod를 사용할 때 술전실패요인으로 middle colum의 전이성 손상과 부정확한 검사등을 들었으며 술후실패요인으로는 미파악된 신경압박상태의 지속, 상처부위의 열개(dehiscence), 만곡성 흉추부에 신연봉을 사용하는 점 및 흉요추관절부위에 내고정물이 위치하는 점등을 들었으며, Dickson[11]등은 Harrington rod instrumentation경우 내고정물의 불합리한 배치 rod의 변형과 파열, hook의 전이, 가관절형성 및 교정각손실등을 보고하였으며, S.S.I.의 경우 올수 있는 합병증으로는 수술중 신경손상 강선파열 교정각손실등을 들었으며, Bernard[8]등은 5%의 신경손상을 보고하였으며, 강선파열은 61예 중 5예를 보고하였는데, 저자들의 경우 Harrington rod with S.S.I.시 hook의 전이 2예를 경험하였으나 이로인한 굴곡손실은 평균치 정도였고, Luque rod with S.S.I.의 3예에서 강선파열을 경험하였으나 이로인한 신경손상은 없었다.

결 론

울산현대해성병원 정형외과 및 인제의대부속 부산백병원 정형외과교실에 1983년 12월부터 1986년 4월까지 입원한 흉·요추부 불안정성골절 및 골절탈구 환자 중 척추분절고정술을 시행한 59예에 대하여 다음과 같은 임상결과를 얻었다.

1. 연령분포는 21세에서 40세까지의 활동기 젊은층이 전체의 76%이었으며, 손상의 원인으로는 추락사고 30예, 직접손상 18예, 교통사고 7예등의 순이었다.

2. 손상의 부위는 제12흉추가 17예, 제1요추가 25예로서 이 두 부위가 전체의 71%를 차지하였다.

3. 골절 및 골절탈구의 분류는 Francis Denis[10]의 분류법에 의거하였으며, Burst type이 28예, 골절-탈구형이 20예, Seat-Belt type이 6예, 설상압박형이 5예의 순이었다.

4. Harrington rod with S.S.I.의 예에서는 수술전 평균 각형성 22.4°에서 수술후 평균 각형성 7.4°로서 교정율은 66.9%이었으며, 평균추시 12개월에서의 정복손실은 1.2°의 각형성손실을 보여 손실율은 7%이었다.

5. Luque rod with S.S.I.의 예에서는 수술전 평균 각형성 21.7°에서 수술후 평균 각형성 6.6°로서 교정율은 69.5%이었으며, 정복손실은 7.2°의 각형성손실을 보여 손실율은 48%로서, 교정율에 있어서는 두 방법간의 차이는 없었으나, 정복손실은 Luque rod with S.S.I.에서 월등히 높았다.

6. 척추분절고정술을 실시한 후 1년이후에 내고정금속물을 제거한 18예에서 Harrington rod with S.S.I.보다 Luque rod with S.S.I.의 경우 척추운동영역이 양호하였으나, 이는 좀더 많은 예의 추시가 필요할 것이다.

REFERENCES

1) 김근우 • 김명호 • 김상립 • 정두영 : 흉요추부 골절 및 골절탈구에 대한 수술적치료. 대한정형외과학회지, 제20권 제5호 : *861-869, 1985.*
2) 김남현 • 오정환 : 흉요추 골절 및 골절. 탈구의 Stabilization. 대한정형외과학회지, 제20권 제4호 : *561-572, 1985.*
3) 안재인 • 강영수 • 원유욱 : 불안정 흉요추부 골절탈구에 대한 Harrington기내고정술 및 Segmental Wiring의 시험예. 대한정형외과학회지 제19권 제3호 : *461-741, 1984.*
4) 이상선 • 조현오 • 이영구 • 김판석 • 임봉열 : 흉요추 골절탈구에 대한 *S.S.I.(Segmental Spinal Instrumentation*의 적용 대한정형외과학회지,제20권 제1호 : *69-76, 1985.*
5) Allen, B.L.: *Segmental Spinal Instrumentation with L-Robs. Instructional Course Lectures, Vol. XXXII:202-207, 1983.*
6) Allen, B.L., Ferguson, R.L.: *The Galreston technique L-Rod Instrumentation of the Scoliotic Spine. Spine, Vol. 7, No. 3:277-283, 1982.*
7. Amstrong, G.W.D., and Johnston, D.H.: *Stabilization of Spinal Injuris Using Harrington Instrumentation. In Proceedings of the Canadian Orthopedic Association. J. Bone and Joint Surg., 56-B:103, Aug, 1974.*
8) Bernard, T.N., Johnston, C.E., Roberts, J.M. and Burke, S.W.: *Late Complications due to Wire Breakage in Segmental Spinal Instrumentation. J. Bone and Joint Surg., Xol. 65-A: No. 9:1339-1344, 1983.*
9) Bryant, C.E., and Sullivan, J.A.: *Management of Thoracic and Lumbar Spine Fracture with Harrington Distraction Rod Supplemented with Segmental Wiring. Spine, Vol. 8, No. 5: 532-536, 1983.*
10) Denis, F.: *Spinal Instability as Defined by the Three-Column Concept in Acute Spinal Trauma. Clin. Orthop. No. 189:65-76, Oct, 1984*
11) Dickson, J.H., Harrington, P.R. and Erwin, M.D.: *Results of Reduction and Stabilization of Severely Fractured horacic Lumbar and Spine. J. Bone and Joint Surg., 60-A:799, 1978.*
12) Flesh, J.R., Ledier, L.L. and Erickson, D.L.: *Harrington Instrumentatation and Spine Fusion for Unstable Fractures and Fracture Dislocation of the Thoracic and Lumbar Spine. J. Bone and Joint Surg., 59-A:143-152, Mar, 1977.*
13) Guttmann, L.: *Initial Treatment of Traumatic Paraplegia. Proc. Roy. Soc. Med.: 47, 1103, 1954.*
14) Herring, J.A. and Wenger, D.R.: *Segmental Spinal Instrumentation, A Preliminary Refort of 40 Consecutive Cases. Spine, Vol. 7. No. 3, 1982.*
15) Holdsworth, F.W.: *Fracture, Dislocation, and Fracture Dislocation of the Spine. J. Bone and Joint Surg., 52-A:1534, Dec. 1970.*
16) Jacobs, R.R., Asher, M.A. and Snider, R.K.: *Thoracolumbar Spinal Injury. A Comparative Stuby of Recumbent and Oper tive Treatment in 100 Patieints. Spine. Vol. 5. No.: 463-476, 1980.*
17) Kaufer, H. and Hayes, J.T.: *Lumbar Fracture-Dislocation, A Study of Twenty one Cases. J. Bone and Joint surg., 52-A:1534, Dec. 1970.*
18) Luque, E.R.: *The Anatomic Basis and Development of Segmental Spinal Instrumentation. Spine, Vol. 7. No. 3:256-259, 1982.*
19) Luque, E.R. and Cassis, N.: *Segmental Spinal Instrumentation in the Treatment of Fractures of the Thoracolumbar Spine. Spine. Vol. 7. No. 3:312-316, 1982.*
20) Mc Afee, P.C. and Henry, H.B.: *Complications Following Harrington Instrumentation for Fracture of Thoracolumber Spine. J. Bone and Joint surg. 67-A:672-686, June, 1985.*
21) Mc Michael, D.C., Gerzbein, S.D., M. Tile, and English, E.: *Problems Associate with Harrington Instrumentation of Spinal Fracture. J. Bone and Joint Surg. 63-B:462, 1981.*
22) Nagel, D.A., Koogle, T.A., Piziali, R.L. and Perksash, I.: *Stability of the Upper Lumbar Spine Following Progressive Disruptions and the Application of Individual Internal and External Fixation Devices. J. Bone and Joint Surg. 63-A:62-72, 1981.*
23) Purcell, G.A., Markolf, K.L. and Dawson, E. G.: *Twelfth Thoracic-First Lumbar Vertebral Mechanical Stability of Fracture after Harrington-Rod Instrumentation. J. Bone and Joint Surg., 63-A:71-78, 1981.*

24) Resina, J. and Alves, A.F.: *A Technique of Correction and Internal Fixation for Scoliosis. J. Bone and Joint Surg., 59-B:159, 1977.*

25) Sullian, J.A.: *Sublaminar Wiring of Harrington Rod for Unstable Thoracolumbar Spine Fracture. Clin. Orthop., No. 189:178-185, Oct., 1984.*

26) Wenger, D.R., Carollo, J.J.M. and Wilkerson, J.A.: *Biomechanics of Scoliosis Correction by Segmental Spinal Instrumentation. Spine. Vol. 7, No. 3:260-264, 1982.*

27) Yosipovitch, Z., Robin, G.C. and Makin, M.: *Open Reduction of Unstable Thoracolumbar Spinal Injury and Fixation with Harrington Rods. J. Bone and Joint Surg., 59-A:1003-1015, 1977.*