

Cotrel-Dubousset 척추경 나사 고정술을 이용한 불안정 흉요추 골절의 치료

—Harrington SSI 와의 비교 관찰—

서울대학교 의과대학 정형외과학교실, 순천향대학 의학부 정형외과학교실*

석세일 · 신병준* · 이춘성 · 이명철

—Abstract—

Cotrel-Dubousset Pedicular Screw in the Treatment of Unstable Dorsolumbar Fracture

—Comparison with Harrington SSI—

Se Il Suk, M.D., Byung Joon Shin*, M.D., Choon Seong Lee, M.D.
and Myung Chul Lee, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Seoul national University,
Seoul, Korea*

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University,
Seoul, Korea**

Twenty four patients with unstable dorsolumbar spine fractures were treated with C-D pedicular screw from March 1987 to Dec. 1988 in Seoul National university Hospital and 19 patients were followed-up more than 4 months, average 7.9 months. The results of these 19 patients were compared with those treated with Harrington SSI from Feb. 1985 to March 1987 and following conclusions are obtained.

1. The average fixation with C-D pedicular screw was 2 segments. Even the short segments fixation, C-D pedicular screw gave better correction and stability of fractures as compared with Harrington SSI.
2. Anatomical reduction with restoration of normal spinal sagittal curvature was possible using C-D pedicular screw.
3. C-D pedicular screw permitted early ambulation with minimum immobilization and slight loss of correction

Key Words : C-D pedicular screw, Dorsolumbar, Fractures.

※ 본 논문은 1988년도 서울대학교 병원 특진연구비의 보조로 쓰여졌음.

서 론

불안정 흉요추 골절의 수술적 치료의 주요한 목적은 골절 정복과 함께 견고한 내고정으로 안정성을 얻고 조기 활동을 가능하게 하는데 있다.

또한, 척추의 견고한 정복으로 척추의 압박을 감소시켜 신경 손상의 회복을 기대할 수도 있다.^{6,11~13,15,18)}

불안정 흉요추 골절의 치료 방법으로는 전방 감압 및 전방유합술과 후방에서 골절을 정복한 후 내고정과 골이식을 시행하는 2가지로 대별할 수 있는바, 후자가 일반적인 방법으로 많이 사용되어왔다. 내고정을 위해 사용되는 기기는 주로 1970년대 말까지는 Harrington 기기가 사용되었으며 1970년대 말 이후부터는 좀 더 견고한 고정을 위해서 Harrington 분절간 강선 결박술(Spinal Segmental Instrumentation : SSI)이 개발되어 최근까지 주로 사용되어 왔다.

분절간 강선 결박술을 이용하는 내고정술은 강선 삽입시 또는 wire tightening시 척추신경 손상이 자주 발생할 수 있다.⁴⁾

또한 고정 분절이 많기 때문에 척추 운동에 제한을 유발할 수 있으며 이는 특히 요추골절의 경우 더 문제가 된다. 본 서울대학교 병원 정형외과학교실에서는 1987년 3월부터 1988년 12월에 걸쳐 총 24례의 불안정 흉요추 골절에 대해 C-D 척추경 나사고정술을 시행하였으며 이중 4개월 이상 추시가 가능하였던 19례에 대해 손상부위, 손상기전 및 신경 손상의 정도 및 회복의 정도를 분석하였고, C-D 척추경 나사고정술의 고정범위와 교정력 및 고정의 견고성을 1985년 2월부터 1987년 3월까지 본 교실에서 시행하였던 Harrington 분절간 강선 결박술 19례의 결과²⁾와 비교 분석 하였다.

대상 및 연구방법

1987년 3월부터 1988년 12월까지 서울대학교 병원 정형외과학교실에서 C-D 척추경 나사 고정술로 치료한 총 24례의 불안정 흉요추 골절중 4개월

이상 1년 4개월까지 추시가 가능하였던 19례를 대상으로 하였으며, 이들의 평균 추시기간은 7.9개월이었다.

술전, 술후 및 최종 추시에서 흉요추의 3 column의 높이를 각각 측정하였으며, 손상받은 척추체의 후만각 및 전후방 전위의 정도를 측정하여 술후 교정도 및 교정의 소실정도를 알아 보았고, Frankel의 등급에 의한 술전 신경손상의 정도 및 회복의 정도를 알아 보았다.

1. 성별 및 연령분포

남자가 12례, 여자가 7례 이었고, 연령별로는 21~30세가 6례로 가장 많았고, 11~20세가 5례, 31~40세가 4례 이었으며, 41~50세, 50~60세는 각각 2례 이었다.

2. 손상 부위

2 level 손상을 입은 경우가 1례 있었다(Fig. 1,3). 손상 부위는 T₁₂, L₁, L₂가 14례로 전체 골절의 70%였으며, 그중 L₁이 7례로 가장 많았다(Fig. 2).

3. 골절의 원인

총 19례중 추락사고에 의한것이 13례, 교통사고에 의한것이 6례 이었다.

4. 손상 기전

Denis의 3 Column이론에 입각하여 분류하였다⁷⁾. 19례중 굴곡압박형(Fig. 4)이 11례로 가장 많았고, bursting형이 5례, 골절 탈구형(Fig. 5)이 1례 이었고 seat belt형이 2례 이었다(Table 1).

5. 동반 손상

상지의 골절 및 탈구가 4례, 족관절 및 종골 골절이 2례, 하악골 골절이 1례, 복강내의 장기손상이 2례 등, 9례(5명)의 동반손상이 있었다.

6. 신경손상의 정도

신경손상의 정도는 Frankel의 분류를 이용하였다. 초진시 완전 하반신 마비에 해당하는 A등급 및

Fig. 1. 2 level injury. **A)** Preoperatively kyphosis angle was 24°. **B)** Kyphosis angle was corrected into 16° after posterior fusion. **C)** Anterior decompression and fusion was done and the correction of deformity was well maintained at postop. 4 months follow up.

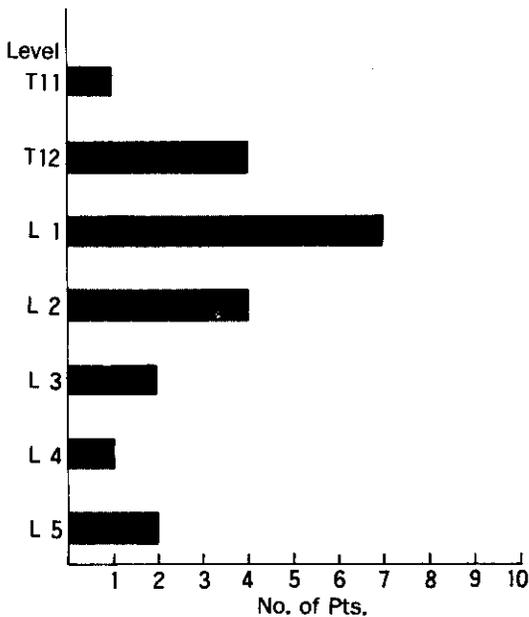


Fig. 2. Level of Injury

최대한의 보조기 착용으로 겨우 보행이 가능한 C 등급은 없었으며, 운동력없이 감각만 남은 B등급 및 단하지 보조기와 목발의 사용정도로 걸을수 있는 D₁등급과 보조기가 필요없이 걸을수 있는 D₂등급이 각각 1례씩 있었다.

나머지 16례는 운동과 감각이 정상인 E등급이었다.

7. 수상후 수술까지의 시간

1례에서 수상후 12시간 이내에 수술하였고, 1주일 이내에 시행한 경우가 10례, 2주일 이내에 시행한 경우가 5례이었으며, 1개월이상 지연된 경우가 3례 있었다.

2주일이상 지연된 8례중 2례는 복강내 장기손상을 동반하여 타과에서의 수술이 선행되었던 경우이며, 나머지 6례는 다른 1, 2차 의료기관을 경유하여 이송된 경우이었다.

Fig. 3. CT findings of Fig. 1. **A)** After posterior fusion bony fragments remained in the spinal canal. **B)** Anterior decompression and fusion was done after 2 weeks and follow up CT shows remained bony fragments were nearly completely removed.

Fig. 4. Flexion-Compression injury. **A)** Preoperatively anterior column height was markedly decreased (50.6%). **B)** Postoperatively anterior column was markedly corrected (89.7%) and the kyphosis angle was 2°. **C)** At postoperation 8 Months, loss of anterior column height was slight (0.8%) and the kyphosis angle was not changed (2°)

8. 고정방법및 고정범위

19례 모두에서 C-D척추경 나사고정술을 이용한 내고정및 장골로 부터 취한 골편으로 후외방 자가골

이식술을 시행하였으며, 척수강내로의 전위된 골편이 있었던 1례에서는 후방고정술후 호전이 없어 2주후에 전방감압술및 전방유합술을 추가로 실시하였다(Fig. 1,3).

Table 1. Mechanism of Injury (Denis, 1984)

Mechanism	No of Pts.
Flexion-Compression	11
Burstion	5
Flexion-Distracton	1
Fracture-Dislocation	2
Total	19

Table 2. Number od Segments Instrumented

No. of Segments	No. of Pts.
One	1
Two	17
Three	1
Total	19

Fig. 5. Fracture-Dislocation injury. **A)** Preoperatively, posterior column height was increased(210%) **B)** 1 segment instrumentation was performed and posterior column height was decreased(113%) **C)** Slight increase of posterior column height(2.9%) was noticed at postoperative 16 months.

기계고정은 손상 척추체의 1분절 상부와 1분절 하부의 척추경을 통해 삽입한 4개의 C-D 척추경 나사에 요추전만 또는 흉추후만을 따라 contouring 한 rod를 장착하고 손상 척추체에 신연력 또는 압박력을 가하였으며, 1개 또는 2개의 DTT로 보다 견고한 고정을 유지하려 하였다²⁰⁾.

골유합의 범위는 통상 기계고정범위와 동일하게 하였다.

골절 - 탈구형(Fig. 5)에서는 탈구된 1분절만의 고정을 실시하였고, 1개의 추체가 골절된 경우는 2분절 고정을, 2개의 추체가 골절된 경우는 3분절 고정을 실시하였다.

9. 술후 처치 및 재활

수술후 수일간의 침상안정후 일주일부터는 sitting position을 취하게 하였으며, 술후 약2주일에 TLSO를 착용시켜 병실보행을 시켰다.

TLSO는 약 3~4개월동안 하루 23시간씩 착용시켰으며, 그후 가벼운 보조기로 바꾸고 착용시간도 점차 줄여나갔다. 2개의 추체손상으로 전방감압술 및 전방유합술을 함께 실시하였던 1례(Fig. 1,3)와 몸무게가 110kg이었던 1례(Fig. 6)에서는 술후 4개월간 석고붕대고정을 한후 TLSO로 대체하였다.

Fig. 6. Bursting fracture, L5. **A)** Preoperation. **B)** There was not loosening of rod at postoperative 4 months follow up. **C)** Loosening of rod from sacral screw was observed at postoperative 8 months, but solid bony union of posterolateral fusion could be seen.

10. 변형의 교정도 및 교정손실의 측정

수술전, 수술후, 최종추시의 방사선 사진에서 3 column 각각에서의 변형정도와 후만각 및 middle column의 전후방 전위를 측정하고 변형의 교정도 및 손상의 정도를 알아보았다(Fig. 7)¹⁴⁾.

(Fig. 7)에서 보는 바와 같이, 손상받은 척추체의 본래의 높이는 그 척추체 바로 위, 아래 척추체 높이의 평균치와 같다는 가정하에 이 평균치에 대한 비율로 손상받은 척추체의 각 column에서의 붕괴 정도를 측정하였다^{8,14)}.

posterior column의 간격은 손상척추 및 그 상하 척추체의 하면을 따라 그은 선상에서 각b점의 5 cm 후방을 기준으로 측정하여 posterior column의 변형의 정도를 측정하였다.

후만각은 손상 척추체와 그 바로위 척추체의 하면을 따라 그은선이 이루는 각으로 측정하였고, 전후방 전위는 손상 척추체의 후면을 따라 그은 선상에서 바로위 척추체의 b점에 수직으로 그은 거리로 측정하였다.

결 과

1. 변형의 교정도 및 교정의 소실

Harrington 분절간 강선 결박술로 치료한 결과와 C-D척추경 나사고정술로 치료한 결과와 서로 비교하기 위해 굴곡손상 14례의 치료결과를 비교 분석하였다.

C-D 척추경 나사고정술로 치료한 굴곡손상 14례에서 ant. column높이는 평균 29.6%의 교정을 보이고 1.9%의 소실을 보였으며, post. column높이는 47.3%의 교정과 0.5%의 소실을 보인 반면, Harrington 분절간 강선 결박술의 굴곡손상 14례의 경우 ant. column 높이에서 28.4%의 교정과 8.6%의 소실을 보였고, post. column높이에서는 교정도가 37.2% 교정의 소실이 11.2%로, C-D 척추경 나사고정술이 교정력도 우수하였고, 교정소실도 더 적었다.

후만각 및 전후방 전위의 측정에서도, C-D 척추경

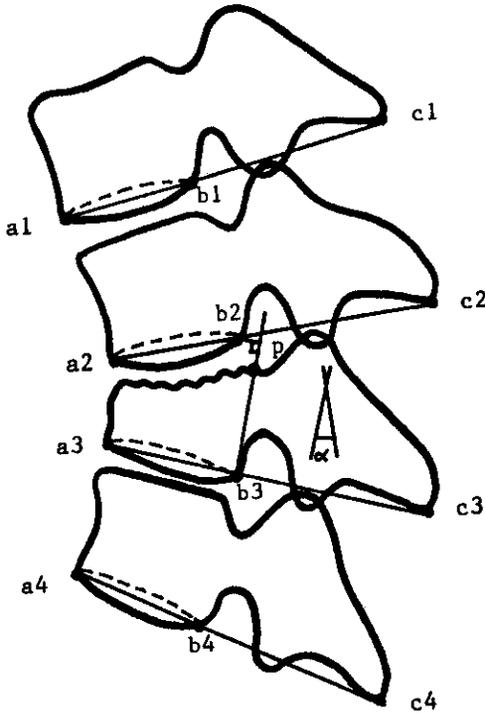


Fig. 7. Measurement of Deformity

$$\text{Ant. Col. Ht. (\%)} = \frac{a2 \ a3}{\frac{a1 \ a2 + a3 \ a4}{2}} \times 100$$

$$\text{Mid. Col. Ht. (\%)} = \frac{b2 \ b3}{\frac{b1 \ b2 + b3 \ b4}{2}} \times 100$$

$$\text{Post. Col. Ht. (\%)} = \frac{c2 \ c3}{\frac{c1 \ c2 + c3 \ c4}{2}} \times 100$$

$$\text{Kyphosis Angle (°)} = \alpha$$

$$\text{Ant.-Post. Offset (mm)} = b2 \ p$$

나사고정술의 경우 평균 19.4° 및 4.7mm의 교정을 보인 후 1.7° 및 0.4mm의 교정소실을 보여, 14.3°, 3.5mm의 교정과 3.1°, 0.8mm의 교정소실을 보인 Harrington 분절간 강선 결박술의 경우보다 우수한 교정력 및 적은 교정소실을 보였다.

Middle column의 높이에서는 서로 큰 차이가 없었다 (Table 3, 4).

2. 신경손상의 변화

부분 마비가 있었던 3레중 4개월 추시에서 B등급 1레는 D₂등급으로 3등급의 호전을 보였으며 D₂등급 1레와 전방감압술 및 전방유합술을 함께 실시하였던 D₁등급 1레 (Fig. 1,3) 모두 E등급으로 호전을 보였다.

3. 합병증

몸무게 110kg으로 술 후 4개월간의 석고붕대 고정 후 TLSO로 대처하였던 1레에서 8개월 추시에서 전위가 관찰되었으나 (Fig. 6) 이미 후외방 골유합이 이루어진 상태였으며 동통 등 임상적으로 특별한 이상은 발견할 수 없어 가벼운 보조기로 바꾸고 추시 중이다.

수술 후 신경증상의 악화는 1레도 없었다 (Table 4).

고 찰

흉요추부 골절 및 골절 탈구의 조기 수술 및 내고정술의 목적은 변형의 교정과 함께 견고한 내고정을 시행하여 후기 교정의 소실을 예방하고, 신경손상의 회복도 기대하며, 조기 활동으로 여러 가지 합병증을 줄이는데 있으며^{5,6,11,13,15,18,19,21,22} 치료 방법으로는, axial loading에 의한 bursting fracture 등에서 척수를 누르는 골편이나 추간판등을 전방도달법으로 감압 후 유합하는 등의 경우 외에는 후방고정술을 시행하는 것이 일반적이다⁵.

후방 감압 및 후방 고정술에는 여러 가지 내고정 기구가 사용되고 있는바, 1973년 Harrington rod가 불안정 흉요추 골절의 치료에 사용되고⁹, 1976년에 Luque rod를 사용한 분절간 강선 결박술이 골절 및 골절 탈구에도 이용되게 되었으며^{23,24}, 이 Harrington distraction rod system과 Luque SSI system의 장점을 취해 1979년 Harrington SSI가 시도되었다^{16,26}.

Harrington 분절간 강선 결박술은 기존의 Harrington 신연기구 삽입술보다 특히 회전에 대한 안정성을 증가시킬 수 있으며, 유합 범위도 1~2추체를

Table 3. Results in Flexion Injuries : C-D Transpedicular Screw (14 Cases)

	Height of Ant. Column (%)	Height of Mid. Column (%)	Height of Post. Column (%)	Kyphosis Angle (°)	A-P Offset (mm)
Preop.	57.8	99.3	154.4	23.6	5.2
Postop	87.4	97.4	107.1	4.2	0.8
Final	85.5	98.5	107.6	5.9	1.2
Correction Obtained	29.6	1.9	47.3	19.4	4.7
Loss of Correction	1.9	1.1	0.5	1.7	0.4

Table 4. Results in Flexion Injuries : H with SSI (14 Cases)

	Height of Ant. Column (%)	Height of Mid. Column (%)	Height of Post. Column (%)	Kyphosis Angle (°)	A-P Offset (mm)
Preop.	66.9	101	143.6	18.6	5.4
Postop	95.3	99	106.4	4.3	1.9
Final	86.7	100.7	117.6	7.4	2.7
Correction Obtained	28.4	2	37.2	14.3	3.5
Loss of Correction	8.6	1.7	11.2	3.1	0.8

Table 5. Complications

Complications	No. of Pts.
Neurology	0
Loosening Rod	1
Total	1

짧게 할 수 있었고, 또한 신연기전이 강하여 골절정복이 용이 하였다²⁰⁾.

교정물땀 교정의 소실에 대하여도 여러 보고들이 있는 바^{2,8,10)}, 저자의 경우, 1985년 2월부터 2년간 Harrington 분절간강선 결박술로 치료한 29례의 흉요추골절에서 술후 12.8°의 후만각 교정과 3.1°의 교정각 소실을 보고한 바 있다¹⁾. 그러나 Harrington SSI의 추시결과 문제점들이 보고되고 있다. 저자의

경우¹⁾ 술후 신경증상이 악화는 1례도 없었으나, 수술도중 또는 수술후에 올 수 있는 신경손상이 가장 흔한 병발증으로서 Bernard⁴⁾ 등은 강선 삽입시 직접적인 손상이나 wire tightening시의 stretching으로 척추나 신경근에 ischemia가 초래되어 신경손상이 발생할 수 있다고 하였다.

그외 hook의 측방전위²⁰⁾와 rod땀 강선의 파열⁴⁾ 등이 보고 되었다. Harrington분절간 강선결박술의 경우 이러한 점외에 무엇보다도 문제가 되는것은 척추의 유효범위가 5~7분절 정도로서 척추운동에 제한이 크다는 점으로, 특히 요추골절시 더 문제가 될 수 있으며, 교정시 흉추의 후만땀 요추의 전만이 소실되는것도 문제점이라 하겠다.

반면 transpedicular screw의 경우 손상 척추체에 인접한 척추경을 통해 추체에 직접 교정력을 가함으

로써 유합분절의 수도 최소의 2~3분절로 줄일수 있으며, 3차원 고정으로 골절의 정복이 용이하고 해부학적 정복을 할 수 있으며, rod를 contouring 하고 압박 또는 신연 시킴으로써 요추전만 및 흉추 후만을 유지할 수 있다.^{3,23,25,27)}

Woerdoerfer등도²⁸⁾ transpedicular fixation system 이 단지 그 segment의 고정만으로 특히 flexion-bending, torsion의 부하에 대해 distraction system 보다 월등히 강하다고 보고 하였다. 또 Gurr등¹⁷⁾은 postlaminectomy instability spine model에서 3분절의 C-D 척추경나사고정술만으로 정상 수준이 척추 안정성을 얻을수 있었다고 보고하면서 따라서 적어도 5분절의 고정을 요하는 Harrington 또는 Luque 기기 사용시에 예상될 수 있는 기계적 요통을 최소화 할 수 있다고 하였다.

저자의 경우도 Harrington SSI를 사용하였던 경우¹⁾ 기계고정 범위는 4분절에서 6분절로 평균 5.4 분절이었으며, 골유합의 범위는 통상 기계고정보다 상부로 1분절 더 하였으나, C-D 척추경 나사고정술의 경우는 골절-탈구형에서 1분절, 2개 척추체 손상 시 3분절 고정을 실시하였고, 나머지 17례의 1개 척추체 손상시 모두 2분절만의 기계고정 및 골유합을 실시하였다. 또한 굴곡 손상에서의 Harrington SSI와 C-D 척추경 나사고정술의 교정도 및 교정력 소실의 비교를 통해 C-D 척추경 나사고정술이 좋은 교정력과 안정성을 보여줌을 알았다.

Aebi³⁾은 Schanz screw를 사용한 tranpedicular fixation에서, 술후처치로 석고고정등이 필요하지 않고 가벼운 보조기 착용만으로 술후 1주일 이내에 보행이 가능하다고 하였는바, 저지역시 술후 2주에 TLSO를 착용시켜 조기보행을 시켰고 이는 Harrington SSI를 사용하였던 경우²⁾ 술후 약 1달경에 보행이 가능하였던것에 비해 장기간의 침상안정에서 올 수 있는 합병증을 줄일수 있는등의 잇점이 되리라 생각된다.

결 론

서울대학교병원 정형외과 교실에서는 1987년 3월부터 1988년 12월까지 C-D 척추경 나사고정술로

치료한 총 24례의 불안정 흉요추 골절중 4개월이상 추시가 가능하였던 19례를 본 교실에서 시행하였던 Harrington분절간 강선결박술의 결과와 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. C-D 척추경 나사 고정술로 치료한 경우, 골절-탈구형에서는 1분절만을, 1개 척추체 손상에서는 2분절만을, 그리고 2개 척추체 손상의 경우는 3분절을 고정함으로써 평균 고정 분절수가 2분절로, 평균 5.6 분절을 고정하였던 Harrington분절간 강선 결박술의 경우보다 유합되는 척추 운동 범위를 최소화 할 수 있었다.

2. 교정력 및 교정력 소실에 있어 C-D 척추경 나사 고정술을 사용한 경우 Harrington분절간 강선 결박술을 사용한 경우보다 좋은 교정력과 안정성을 보였다.

3. C-D 척추경 나사고정술의 경우, 정상 흉추 후만 및 요추전만을 만들어 줄 수 있으므로, 보다 해부학적 정복이 가능하였다.

4. C-D 척추경 나사고정술로 견고한 내고정이 가능하여 최소한의 외부고정만으로 술후 2주에 조기 보행이 가능하였다.

REFERENCES

1. 석세일, 신병준, 이종서, 이명철 : Harrington분절간 강선 결박술을 이용한 불안정 흉요추 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 제 23권 제 4호 : 1049-1058, 1988.
2. 임봉렬, 정희영, 유병룡, 정석조, 이영구 : 불안정성 흉요추부 골절 및 골절 탈구에 대한 척추 분절 고정술의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제 22권 제 1호 : 171-180, 1987.
3. Aebi, M., Etter, C., Kehl, T. and Thalgot, J. : *The Internal Skeletal Fixation System. A New Treatment of Thoracolumbar Fractures and Other Spinal Disorders. Clin. Orthop.*, 227 : 30-43, 1988.
4. Bernard, T.N., Johnnton, C.E., Roberts, J.M. and Burde, S.W. : *Late Complications due to Wire Breakage in Segmental Spinal Instrumentation. J. Bone and Joint Surg.*, 65-A : 1339, 1983.
5. Bohlman, H.H. and Eismont, F.J. : *Surgical Techniques of Anterior Decompression and Fusion*

- for Spinal Cord Injuries. *Clin. Orthop.*, 154 : 5 7-67, 1981.
6. Bradford, D.S., Akbarnia, B.A., Winter, R.B., and Seljeskog, E.L.: *Surgical Stabilization of Fracture Dislocation of the Thoracic Spine. Spine 2* : 185, 1977.
 7. Denis, F.: *Spinal Instability as Defined by Three-column Spine Concept in Acute Spinal Trauma. Clin. Orthop.*, 189 : 65, 1984.
 8. Denis, F., Ruiz, H. and Searls, K.: *Comparison between Square-ended Distraction Rods and Standard Round-ended Distraction Rods in the Treatment of Thoracolumbar Spinal Injuries. Clin. orthop.*, 189 : 162, 1984.
 9. 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.*, 55-A : 422, 1973.
 10. Dickson, J.H., Harrington, P.R. and Erwin, W.D.: *Results of Reduction and Stabilization of the Severely Fractured Thoracic and Lumbar Spine. J. Bone and Joint Surg.*, 60-A : 799, 1978.
 11. Donovan, W.H. and Dwyer, A.P.: *An Update on the Early Management of Traumatic Paraplegia (Nonoperative and Operative management). Clin. Orthop.*, 189 : 12, 1984.
 12. Dunn, H. K.: *Anterior Stabilization of Thoracolumbar injuries. Clin. Orthop.*, 189 : 116, 1984.
 13. Edwards, C.C., Simmons, S., Levine, A.M., Bands, R.E. and Campbell, S.E.: *Primary Rigid Fixation of 135 Thoracolumbar Injuries : Analysis of Results. Orthop. Trans.*, 9 : 479, 1985.
 14. Edwarde, C.C.: *The Spinal Rod Sleeve : its Rationale and use in Thoracic and Lumbar Injuries. Orthop. Trans.*, 6 : 11, 1982.
 15. Erikson, D.L., Leider, L.L. and Brown, W.E.: *One-stage Decompression Stainlization for Thoracolumbar Fractures. Spine*, 2 : 53, 1977.
 16. Flesch, J.R., Leider, L.L., Erickson, D.L., Choun S.N. and Bradford, D.S.: *Harrington Instrumentation and Spine Fusion for Unstable Fractures and Fracture-Dislocation of the Thoracic and Lumbar Spine. J. Bone Joint Surg.*, 59A : 14 3-153, 1977.
 17. Gurr, K.R., McAfee, P.C., and Shih, C.M.: *Bio-mechanical Analysis of Posterior Instrumentation Systems Following Decompressive Laminectomy. An Unstable Calf Spine Model. Proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset instrumentation*, 119-133, 1987.
 18. Jacobs, R.R. and Casey, M.O.: *Surgical management of Thoracolumbar Spinal Injuries : General Principles and Controversial Considerations. Clin. orthop.*, 189 : 22, 1984.
 19. Jelsma, R.K., Kirsch, P.T., Jelsma, L.F., Ramsey, W.C. and Rice, J.F.: *Surgical Treatment of Thoracolumbar Fractures. Surg. Neurol.*, 18 : 156, 1 982.
 20. Johnston, C.E., Ashman, R.B. and Corin, J.D.: *Mechanical Effects of Cross-linking Rods in Cotrel-Dubousset Instrumentation. Scoliosis Research Society 21st Annual Meeting*, 1986.
 21. Kaufer, H. and hayes, J.T.: *Lumbar Fracture Dislocation. J. Bone. and Joint Surg.*, 48-A : 7 12, 1966.
 22. Krag, M.H. et al.: *An Internal Fixator for Posterior Application to Short Segment of the Thoracic, Lumbar or Lumbodorsal Spine. Clin. Orthop.*, 203 : 75, 1986.
 23. Luque, E.R.: *The Anatomic Basis and Develoment of SSI. Spine*, 7 : 256-259, 1982.
 24. Luque, E.R. and Casis, N.: *Segmental Spinal Instrumentation in the Treatment of Fractures of the Thoracolumbar Spine. Spine, Vol. 7, No. 3* : 312-316, 1982.
 25. Olerud, S., Karlström, G.: *Transpedicular Fixation of Thoracolumbar Vertebral Fractures. Clin. Orthop.*, 227 : 4-51, 1988.
 26. Sullivan, J.A.: *Sublaminar Wiring of Harrington Distraction Rods for Unstable Throacolumbar Spine Fractures. Clin. Orthop.*, 189 : 178, 1984.
 27. Transfeldt, E.E.: *Bone and Screw Variables in Transpedicular Fixation. Scoliosis Research Society 22st Annual Meeting*, 1987.
 28. Woersdoerfer, O., Ulrich, C., and Coaes, L.: *Comparative Biomechanical Evaluation of Distraction Rod Systems and Various Tuanspedicular Fixation Devices. Scoliosis Research Society 23rd Annual Meeting*, 1988.