

불안정성 흉, 요추 골절에 대한 후방 감압 및 단분절 분절간 척추경 고정술

한림대학교 의과대학 정형외과학교실

정영기 · 유영훈 · 오창수

= Abstract =

Segmental Short Segment Transpedicular Fixation of Unstable Thoracic, Lumbar Vertebral Fractures

Yung Khee Chung, M.D., Young Hoon Yoo and Chang Su Oh, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Hallym University, Seoul, Korea

The primary goals of surgical stabilization of unstable thoracic, lumbar vertebral fractures are to achieve reduction and stability. This allows early painless mobilization, prevention of spinal deformity and protection of neural element by decompression and stable fracture fixation.

Recently C-D pedicle screw system has been applied in the treatment of unstable lower thoracic and lumbar vertebral fractures with fixation of shorter construct, one above and one below the injured vertebra.

Subsequently, increasing incidence of failure of pedicle screw, loosening of rod and loss of correction of deformity have been reported. Authors introduced Segmental Short Segment Transpedicular Fixation (SSSTF) and operated 42 cases of unstable thoracic and lumbar fractures from March 1987 to October 1990 by the technique of SSSTF.

The follow up period was from 1 to 3 years with average duration of 18 months. Measurement of correction of the anterior compression angle, local kyphosis and anteroposterior offset were 17.5°, 13.2° and 2.5 mm and loss of correction of these were 1.7°, 1.8° and negligible loss of anteroposterior offset respectively. At final follow up, 19 cases out of 22 (86.4%) gained neurologic improvement. No patient with hardware failure was noted. And the following conclusion was obtained.

1. SSSTF will provide increased stability of the entire instrument-spine complex by increasing the number of fixation point in lower thoracic and lumbar fractures.
2. Increasing the number of screws will reduce the hardware failure and loss of correction by reducing the load that each support must carry independently.
3. The additional screws inserted to the pedicles of injured vertebra provides midpoint of fixation facilitating reduction of spinal deformity.
4. The reduction of retropulsed bony fragment into the spinal canal with impactor after limited laminectomy will lessen the necessity of anterior decompression afterward.

Key Words : Segmental short segment transpedicular fixation, Thoracic and lumbar, Fractures.

서 론

불안정성 흉, 요추 골절에 대한 수술적 치료에 일차적 목적은 전방이나 후방 도달을 통한

척추강의 감압과 변형을 교정하여 신경조직의 회복 및 보호를 도모하고, 각종 금속장치를 이용한 내고정과 골이식을 시행하여 조기에 보행 및 효율적인 재활을 가능하게 하면서 교정을 유지하고 견고한 골유합을 얻는데 있다.

척추체의 방출성 골절(burst fracture)에서 척추강내로 후방 전위된 골편에 대한 압박 방법 및 의의는 아직도 논란의 대상이 되고 있다.

골절 부위의 정복 및 고정방법으로는 1960년대 부터 Harrington기기가 주로 사용되었고 1970년대 말부터는 Luque가 개발한 분절간 강선 결박술과 Harrington기기와 Luque기기의 장점을 결합한 Harrington SSI(Segmental Spinal Instrumentation)가 소개되어 사용되어 왔다.

최근에는 척추경 나사못을 이용한 내고정 방법이 개발되어 골절부 상하 척추체만 고정함으로서 최소한의 척추 분절의 고정으로 해부학적 정복이 가능하면서 보다 많은 요추부 운동분절을 남길 수 있는 장점이 소개되어 점차 사용이 늘어가고 있는 추세이다 (Fig. 1).

그러나 시간이 경과함에 따라 척추경 나사못의 해리나 파손, 금속판 및 금속봉의 이완등 합병증의 보고가 증가하고 있다.

저자들은 42례의 흉, 요추의 불안정성 골절 환자에서 척추경 나사못을 이용한 C-D기기로 내고정하면서 고정력을 증가시키고 합병증을 줄이기 위하여 골절된 척추체에 척추경 나사못

을 추가로 고정하여 단분절 분절간 척추경 고정술 (Segmental Short Segment Transpedicular Fixation (SSSTF)을 시행하였고, 방출성 골절에서 후방 전위된 골편이 척추강을 30%이상 침범하고 신경증상이 있는 경우 후방 압박술을 동시에 시행하였으며, 골절 부위의 변형의 교정 및 고정력과 신경증상을 조사하여 이 수술 방법의 임상적인 유용성 여부에 대하여 분석하였다.

재료 및 방법

1987년 3월부터 1990년 10월까지 척추경 나사못을 이용하여 단분절 분절간 척추경 고정술로 치료한 환자중 1년 이상 원격추시가 가능하였던 42례의 불안정성, 흉, 요추 골절환자를 대상으로 하였으며 Frankel의 분류에서 완전 하반신 마비에 해당하는 A등급은 제외하였다.

전체 42례에서 C-D척추경 나사못 고정술 (Cotrel-Dubousset instrumentation)을 시행하였으며 추시기간은 1-3년으로 평균 18개월이었다.

분석방법은 수술 전후 및 최종 추시에서 골절된 척추체의 실상 변형도, 후만각 및 전후방 전위등을 측정하여 수술 직후의 교정도와 최종 추시에서 교정의 소실 정도를 비교하였고, Frankel의 등급에 의한 수술 전후에서 신경손상 정도 및 회복도와 합병증을 알아보았다.

1. 증례 분석

(1) 성별 및 연령 분포

남자가 29례, 여자가 13례이었고, 연령별로는 30-39세가 18례로 가장 많았으며, 20-29세가 15례, 40-49세가 6례, 50세 이상이 2례, 19세 이하가 1례이었다.

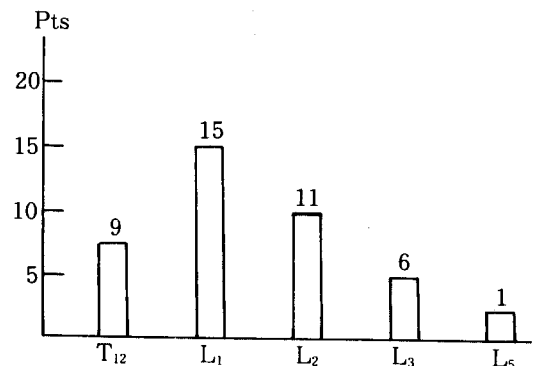


Fig. 2. Level of fracture.

Fig. 1. Short segment transpedicular fixation of screws above and below the injured segment with C-D instrumentation.

(2) 골절 부위

골절 부위는 T₁₂, L₁, L₂가 35례로 전례중 83.3%를 차지하였고, 그중 L₁이 15례, L₂가 11례, T₁₂가 9례 순으로 발생하였다(Fig. 2).

(3) 골절의 원인

실족에 의한 추락사고가 24례, 교통사고가 16례이었고 작업도중 무거운 물체가 떨어져 직접 타박에 의한 골절도 2례이었다.

(4) 골절의 분류

방출성 골절(burst fracture)이 31례였고 전방추체가 40% 이상 압박된 압박형 골절(compression fracture)이 11례였다. 방출성 골절을 Denis의 방출성 골절분류에 따라 유형별로 나누어 보면 B형이 20례(64.5%)로 가장 많았고, A형이 7례(22.6%), D형이 3례(9.7%), C형이 1례(3.2%)이었다.

B형의 20례중 18례가 “crush-cleavage골절”의 양상을 보였다.

(5) 동반 손상

종골 골절이 9례였고 이중 3례는 양측성이었다. 족관절 골절 7례, 경골 골절 5례, 늑골 골절 5례, 안면부 손상이 1례이었다.

(6) 수상후 수술까지의 기간

수술은 가능한한 5일 이내에 시행하도록 하였으며 42례중 37례에서 5일 이내에 시행하였고, 5례는 5일 이후 7일 이내에 시행하였다. 일주일 이 지나서 시행한 예는 포함하지 않았다.

(7) 신경손상의 정도

초진시 신경손상의 정도를 Frankel의 분류를 이용한 결과, 20례는 운동과 감각이 정상인 E등급이었다.

보조기 착용으로 겨우 보행이 가능한 정도의 C등급이 4례, 단하지 보조기와 목발의 사용으로 걸을 수 있는 D₁등급이 6례, 보조기가 필요 없이 걸을 수 있는 D₂등급이 12례였다.

완전 하반신 마비에 해당하는 A등급과 운동능력은 없고 감각만 남아있는 B등급은 포함되지 않았다.

2. 수술 방법

복와위에서 피부 정중절개하여 척추 후방도달법으로 손상 부위를 노출시킨 후 수술전 전산화 단층촬영 소견상 척추강내로 후방전위된 골편이 척추강의 30% 이상을 침범하고 신경증상이 동반되었을 경우에는 추궁관 및 후관절 부분절제술을 시행하고 감압기를 사용하여 전위된 골편을 전방 추체쪽으로 감압하여 정복하였다.

이때 척추체의 분쇄가 심할 경우에는 척추경을 통하여 자가장골의 해면골 이식술을 시행하였다.

내고정기기의 고정은 골절된 척추체와 1분절 상부와 하부의 척추경을 통해 6개의 척추경 나사못을 삽입한 후에 골절부위가 Boehler방법 혹은 도수정복으로 정복된 경우에는 흉추후만 혹은 요추 전만에 따라 굽힌 금속봉(Rod)를 사용하였고 정복이 되지 않거나 만족스럽지 못할 경우 금속봉을 요추부에서는 예상되는 전만 각으로 굽힌 후 척추경 나사에 골절후만에 따라 장착후 척추측만증을 교정할 때와 같은 방법으로 180° 회전함으로써 골절부 후만각의 교정과 동시에 요추부의 해부학적 전만각으로 교정하였다(Fig. 3).

이때 정복이 불완전하면 손상 척추체에 신연력 혹은 압박력을 가하여 정복을 시도하였다. 골유합은 후외측 유합술을 자가장골을 사용하여 시행하였고 범위는 항상 기기고정 범위와 동일하게 하였다(Fig. 4).

3. 수술후 처치 및 재활

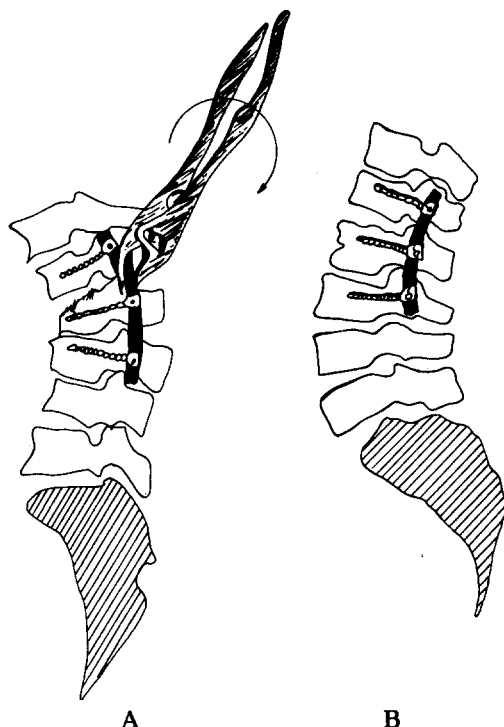


Fig. 3-A, B) The bent rod is inserted into all the three pedicle screws and rotated correcting the kyphotic deformity.

Fig. 4-A, B) L₂ burst fracture.

Fig. 4-C, D) Segmental short segment transpedicular fixation.

수술을 시행한 수일 후에 수술부위의 동통의 경감에 따라 침상에 앉게 하고 잘 적응하면 TLSO와 필요한 하지 보조기를 착용시켜 보행 운동을 시켰다. TLSO는 3-6개월동안 보행할

때만 사용하였다.

4. 변형의 교정도 및 교정손실의 측정

수술전·후 및 최종추시 방사선 측면사진에서

Fig. 4-E, F) Preoperative computed tomogram shows an 80% encroachment of spinal canal by retropulsed bony fragment.

Fig. 4-G, H) The fragment was reduced with impactor after limited laminectomy.

추체의 설상 변형, 척추의 후만각과 전후방 전위의 교정도 및 교정의 손실 정도를 측정하여 비교하였다.

추체의 설상 변형도는 골절 추체의 상연과 하연을 따라 그은 선이 만드는 각도(α)로 표시하였고, 후만각은 골절추체의 상위추체 상연과 하위추체 하연을 잇는 선이 이루는 각(β)으로 측정하였다(Fig. 5).

전후방 전위는 상위 추체 후연을 연결하는 선에서 골절 추체 후상부 점에 수직선에 그어 그 거리(r)를 측정하였다(Fig. 6).

결 과

1. 변형의 교정도 및 교정의 손실

추체의 설상변형각은 수술전 평균 24° 에서 수술후 6.5° 로 17.5° 가 교정되었고 최종추시에서는 8.2° 로 1.7° 의 교정손실이 있었다(Table 1).

척추의 후만각은 수술전 평균 18° 에서 수술후 4.8° 로 13.2° 가 교정되었고 최종 추시에서는 6.6° 로 1.8° 의 교정손실이 있었다(Table 2).

전후방 전위는 수술전 2.5mm 전방 전위에서 수술후 거의 해부학적 위치로 정복되었고 추시에서 교정 소실은 인지할 수 없었다(Table 3).

2. 신경손상의 회복

신경손상이 있었던 22례중 19례에서 1-2등급의 회복을 보였다. C등급 4례중에 3례는 D₂등급, 1례는 D₁등급으로 호전되었고, D₁등급 6례중 4례에서 D₂로, 2례에서는 완전히 회복되었다. D₂등급 12례에서는 9례에서 완전히 회복되었고, 3례에서는 회복이 경미하여 부분마비의 증상을 남겼다(Table 4).

3. 합병증

수술후 요로계 감염이 5례 있었고 수술창의 감염은 없었다. 1례에서 수술 근위부 척추 극상돌기 상부에 활액낭염이 발생하였고, 금속나사못의 파손이나 해리, 금속판 및 금속봉의 이완은 없었다. 최종 추시에서 16례(38%)에서 상위 금속 나사못의 경미한 굴곡 변형을 볼 수 있었다.

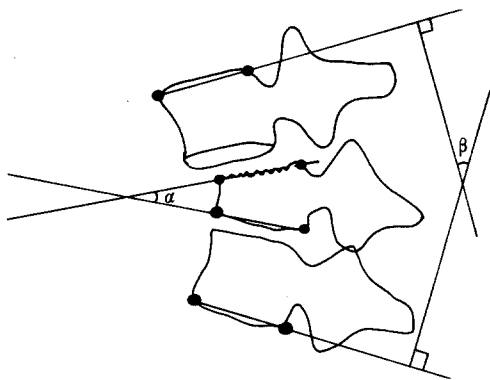


Fig. 5. Measurement of anterior compression angle (α), and kyphosis angle (β).

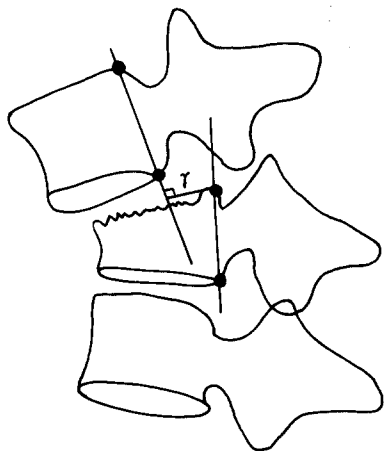


Fig. 6. Measurement of antero-posterior offset (γ).

Table 1. Anterior compression angle ($^{\circ}$)

	Range	Mean
Preop.	17-30	24
Postop.	0-12	6.5
Final	0-14	8.2

Table 2. Local kyphosis angle ($^{\circ}$)

	Range	Mean
Preop.	12-22	18
Postop.	0-11	4.8
Final	0-14	6.6

Table 3. Anteroposterior offset (mm)

	Range	Mean
Preop.	0-7	2.5
Postop.	0-2	—

Table 4. Neurologic evaluation

Frankel	Preop.	Final
A	0	0
B	0	0
C	4	0
D ₁	6	1
D ₂	12	10
E	20	31

Table 5. Degree of rotation ($^{\circ}$)

	Flex./Ext.	Lat. bending	Axial rotation
L1-2	12	6	2
L2-3	14	6	2
L3-4	15	8	2
L4-5	17	6	2
L5-S1	20	3	5

White et al. 1978

고 찰

불안정성 흉, 요추 골절의 수술적 치료에서 금속 내고정의 목적은 골절부의 정복과 견고한 내고정으로 추가적으로 발생될 수 있는 신경손상을 예방하며, 지연성 변형과 후기 동통을 방지하고, 정복된 위치에서 골유합을 도모하면서 조기 활동을 가능하게 하여 합병증을 줄이는데 있다.^{3, 6, 9, 11, 12, 18, 22)}

후방 내고정 기구로 사용된 Harrington기기와 Luge기 및 Harrington SSI는 보다 많은 추체 분절의 고정이 필요하다는 점과^{8, 24)} 금속 봉과 강선의 파손^{2, 8)}, hook의 전위³³⁾, 불완전한 골절의 정복 및 교정의 소실⁹⁾, 분절간 강선 결박술을 시행할 경우 신경손상등^{2, 34)} 여러가지 문제점이 보고되었다.

척추의 나사못 고정은 1944년 King²⁰⁾과 1959년 Boucher⁵⁾가 처음 시도하였으나, 척추경 나사못의 사용은 1970년 Roy-Camille²⁹⁾이었다. 그 후 Steffee³²⁾와 Matthiass²⁵⁾은 금속판으로 내고정 하였으며, AO internal fixator, C-D기, TSRH 등의 내고정물은 금속봉을 척추경 나사못에 연결하여 다양한 척추 질환에 사용되고 있다.

척추경 나사못 고정술의 장점으로서는 척추의 해부학적 구조중 가장 단단한 구조물로서 Steffee³¹⁾에 의해 소위 force nucleus라고 명명된 척추경을 통하여 고정함으로 보다 견고한 내고정

을 얻을 수 있고, Faigenbaum등¹³⁾은 나사못의 회전축이 척추체 중심부에 가깝기 때문에 나사못 파손의 위험이 적다고 하였다.

요추부는 각 운동분절마다 상당량의 운동범위가 있어 (Table 5), Lonstein등²³⁾은 흉추부의 수술적 고정은 척추의 기능에 근소한 영향을 미치지만, 요추부의 유합은 상당한 운동 기능의 감소를 초래함으로 최소한의 필요한 분절만 고정하는 것이 중요하다고 하였고, Krag등²¹⁾은 척추경 나사못을 사용한 VSF (Vermont Spinal Fixator)로 고정하면 고정력이 충분하며 보조 기둥 외고정 장치도 거의 필요없다고 하여 단분절 고정술을 주장하였다. Bonnel등⁴⁾, McKinley등²⁶⁾, Suk등¹⁾도 단분절 고정술을 시도하여 골절 척추체의 상하 각각 1개의 척추체에 척추경을 통한 4개의 척추경 나사못에 금속봉을 연결하여 3개의 척추체를 고정하여 흉, 요추부 골절을 치료하였고, 특히 Suk등¹⁾과 Gepstein등¹⁷⁾은 4-7개의 분절을 고정하는 Harrington SSI와 2개의 분절만 고정하는 단분절 척추경 나사못 고정술의 골절부 변형의 교정도 및 교정력 소실을 비교하고 단분절 C-D척추경 나사못 고정술이 교정력과 안정성에서 우수함을 입증하였다.

그러나 비록 척추경 나사못을 사용하였더라도 교정 및 고정의 상실이 올 수 있는데 그 원인으로는 나사못 고정시 기술적인 문제, 내고정물의 파손 및 해리^{19,30)}, 척추경 나사못이 추체의 망상골을 잡는 힘의 감소등²⁷⁾이 있으며, Garfin¹⁵⁾은 나사못과 골의 접촉면 사이의 이완으로 windshielding현상에 의해 골유합 기간중에 변형이 재발할 수 있다고 하였다.

Plaue²⁸⁾는 척추체가 비록 압박 골절이 되었다 하더라도 골절 전에 비해 60-70%의 무게 부하를 견딜 수 있다고 하였고, Krag등²¹⁾과 Zindrick등³⁶⁾의 실험에 의하면 척추경 나사못 고정력의 60%는 척추경 자체에 있고 15-20%는 추체의 해면골에 있으며 나머지 약 20-25%는 추체의 전방 피질골에 있다고 하였다. 또한 Bridwell⁷⁾은 추체는 주로 해면골로 구성되어 추궁판과 척추경은 피질골로 구성되어 있으므로 후방 구조물에 최대한 분절 고정을 함으로써 고정력을 분산시키는 것이 좋다고 하였다.

따라서 골절된 추체에서도 상당량의 무게 부하를 견딜 수 있으므로 단분절 분절간 척추경 고정술에서와 같이 골절된 추체에 두개의 척추경 나사못을 추가로 고정하는 것은 첫째, 고정

의 중심점 (midpoint of fixation)으로 작용하여 변형의 정복을 용이하게 하고¹⁰⁾ 둘째, 고정점을 증가시키므로 각 고정점에 부하되는 무게를 배분하여 각각의 고정점 즉, 나사못의 부하를 감소시킬 뿐 아니라 고정부위의 척추와 금속의 안정성을 더욱 견고히 하여 나사못, 금속의 파손이나 해리를 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다고 하였다^{1,16)}.

방출성 골절에서 척추강내로 후방 전위된 골편의 임상적 의미, 감압의 필요성 여부, 수술시 도달 방법등은 아직 의견의 일치를 보지 못하고 있다.

Fidler¹⁴⁾는 후방 전위된 골편이 서서히 흡수됨으로 제거할 필요가 없다고 하였고, Willen등³⁵⁾은 거의 흡수가 되지 않는다고 하였다. Edwards등⁹⁾에 의하면 외상후 척수나 신경근에 부종이 와서 압박, 신연 및 견인에 매우 민감하여 전방 혹은 후방으로 감압을 시도할 때 신경 손상의 발생율이 5-10%이므로 가급적 척추강을 침범하지 않는 것이 좋다고 하였다. 그러나 대부분의 학자들은 감압의 필요성을 인정하고 있으며 골편이 척추강의 30% 이상을 침범하고 신경증상이 있는 경우 단분절 분절간 척추경 고정술에 병행하여 제한적인 추궁판 절제술후 척수나 신경근에 압박이나 견인을 하지 않고 골편을 감압기로 정복하는 것은 추후 전방 감압술의 필요성을 감소시킬 것으로 생각된다.

결 론

흉, 요추의 불안정성 골절인 추체가 40% 이상 압박된 압박골절 11례와 방출성 골절 31례를 단분절 분절간 척추경 고정술 (Segmental Short Segment Transpedicular Fixation)로 치료한 후 수술전, 수술후, 최종 추사에서 변형의 교정도 및 교정의 소실을 분석하였고, 내고정 금속의 해리나 파손의 발생 및 타 합병증 발생 여부를 조사하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 불안정성 흉, 요추 골절에 대한 단분절 분절간 척추경 고정술은 골절된 척추체에 척추경 나사못을 추가로 고정함으로써 고정점의 증가로 전체 고정기기의 고정력이 증가된다.

2. 나사못의 추가 고정으로 각각의 나사못에 대한 부하를 줄임으로써 나사못이나 금속의 파손 혹은 해리를 줄일 수 있고 보다 해부학적 위치로 골 유합을 얻을 수 있다.

3. 고정점을 상하로 연장하지 않고 단분절

고정에서 골절 부위에 나사못을 추가로 고정함으로써 고정의 중심점 (midpoint of fixation)으로 작용하여 척추 변형의 교정이 용이하다.

4. 일부 방출성 골절 예에서 후방 전위된 골편은 추궁판 및 후관절 부분 절제술을 시행하고 후방에서 감압함으로써 추후 전방 감압술의 필요성을 감소시키는 경우도 있었다.

REFERENCES

- 1) 석세일, 신병준, 이춘성, 이명철: *Cotrel-Dubousset* 척추경 나사 고정술을 이용한 불안성 흉, 요추 골절의 치료, *Harrington SSI*와의 비교 관찰. 대한골절학회지, 2: 91-100, 1989.
- 2) Bernard, T.N., Johnston, 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.
- 3) Bohlman, H.H. and Eismont, F.J.: *Surgical Techniques of Anterior Decompression and Fusion for Spinal Cord Injuries. Clin. Orthop.*, 154: 57-67, 1981.
- 4) Bonnel, F. and Privat, J. M.: *CD Instrumentation in Fractures of the Thoracic and Lumbar Spine, Comparative study. 4th proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, 112-115, 1987.
- 5) Boucher, H.H.: *A Method of Spinal Fusion. J. Bone and Joint Surg.*, 41-B: 248, 1959.
- 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) Bridwell, K.H.: *Cotrel-Dubousset Instrumentation for Pathologic Instability. 4th Proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, 96-98, 1987.
- 8) 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.
- 9) Edwards, C.C. and Levine, A.M.: *Complications Associated with Posterior Instrumentation in the Treatment of Thoracic and Lumbar Injuries. In Complications of Spine Surgery, edited by S.R. Garfin. pp. 164-199, Baltimore, Williams & Wilkins, 1989.*
- 10) Edwards, C.C., Levine, A.M. and Weigel, M. C.: *A Modular System for 3-Dimensional Correction of Lumbosacral Deformities. Orthop. Trans.*, 11: 19, 1987.
- 11) 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.
- 12) Erikson, D.L., Leider, L.L. and Brown, W. E.: *One-stage Decompression Stabilization for Thoracolumbar Fractures. Spine*, 2: 53, 1977.
- 13) Fajgenbaum, M.C. and Tylkowski, C.M.: *Treatment of Unstable Fractures of the Thoracic and Lumbar Spine with Cotrel-Dubousset Instrumentation. 4th proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, 135-138, 1987.
- 14) Fidler, M.W.: *Remodeling of the Spinal Canal after Burst Fracture. J. Bone and Joint Surg.*, 70-A: 730, 1988.
- 15) Garfin, S.R.: *Thoracolumbar Spine: Trauma. Orthopaedic Knowledge Update. 3: 438-439, 1990.*
- 16) Georgis, T. Jr., Rydevik, B., Weinstein, J.N. and Garfin, S.R.: *Complications of Pedicle Screw Fixation. In Complications of Spine Surgery, edited by S.R. Garfin. pp. 200-210, Baltimore, Williams & Wilkins, 1989.*
- 17) Gepstein, R., Latta, L. and Shufflebarger, H. L.: *Cotrel-Dubousset Instrumentation for lumbar burst fractures, A biomechanical study. 4th proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, 91, 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) Kaelin, A.J.: *C-D Instrumentation in Surgical Treatment of Vertebral Fractures. 5th proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, 83-86, 1988.
- 20) King, D.: *Internal Fixation for Lumbo-sacral fusion. Am. J. Surg.*, 66: 357, 1944.

- 21) Krag, M.H., Beynnon, B.D., Pope, M.H., Frymoyer, J.W., Haugh, L.D. and Weaver, D.L.: *An Internal Fixator for Posterior Application to Short Segments of the Thoracic, Lumbar, or Lumbosacral Spine*. *Clin. Orthop.*, 203: 75-98, 1986.
- 22) Kurz, L.T., Herkowitz, H.N. and Sumberg, L.C.: *Management of Major Thoracic and Thoracolumbar Spine Injuries*. *Spine. Spinal Trauma*, 3: 243-267, 1989.
- 23) Lonstein, J.E. and Winter, R.B.: *Adolescent Idiopathic Scoliosis. Nonoperative Treatment*. *Orthop. Clin. N. Am.*, 19: 239-246, 1988.
- 24) 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.
- 25) Matthiass, H.H. and Heine, J.: *The Surgical Reduction of Spondylolisthesis*. *Clin. Orthop.*, 203: 34-44, 1986.
- 26) McKinley, L.M. and Obenchain, T.G.: *Posterior Perpeduncular Spinal Canal Decompression*. *4th proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, 142-147, 1987.
- 27) Olerud, S., Karlstrom, G. and Sjostrom, L.: *Transpedicular Fixation of Thoracolumbar Vertebral Fractures*. *Clin. Orthop.*, 227: 44-51, 1988.
- 28) Plaue, R.: *Die mechanik des wirbelkompressions-bruchs* [The mechanism of compression fractures of the spine]. *Zentrabl. chir.*, 98: 761, 1973.
- 29) Roy-Camille, R., Sailliant, G., Berteaux, D. and Salgado, V.: *Osteosynthesis of thoracolumbar spine fracture with metal plates screwed through the vertebra pedicles*. *Recontr. Surg., Traumat.*, 15: 2-16, 1976.
- 30) Roy-Camille, R., Sailliant, G. and Mazel, C.: *Internal Fixation of the Lumbar Spine with Pedicle Screw Plating*. *Clin. Orthop.*, 203: 7-17, 1986.