

## 흉요추부의 굴곡-신연 손상에서 최소 분절 고정

고영도 · 이정준 · 하종경

이화여자대학교 의과대학 목동병원 정형외과학교실

**목 적:** 흉요추 이행부의 굴곡-신연 손상에서 최소 분절 (segment) 고정의 유용성을 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 흉요추 이행부의 굴곡-신연 손상으로 후방 정복술 및 고정술을 시행한 환자 중 2분절 이하 고정술을 시행한 25명의 환자를 대상으로 하였다. 수술 전 단순 방사선 사진을 검토하여 척추체의 골절 양상, 골절된 척추체의 위치 및 전후방 추체 높이를 관찰하였고, 자기공명영상 사진을 검토하여 후방 인대군의 파열 유무를 확인하였으며, 수술 전, 수술 직후, 그리고 최종 추시시의 단순 측면 방사선 사진을 통해 손상된 분절의 후만각의 변화, 정복의 유지 등을 관찰하였다. Oswestry Functional Assessment Questionnaire 평가를 이용하여 임상적 결과를 얻고, 이 score와 나이, 성별, 척추 손상 위치, 척추체의 골절 양상 그리고 후만 변형 등과의 상관 관계를 알아보았다.

**결 과:** 총 25례 중 척추체의 골절은 84%에서 굴곡-신연 손상된 분절내의 하부 척추체에 위치하였고 압박 골절이 16례 (64%), 방출성 골절이 8례 (32%) 있었다. 전방 추체 높이는 평균 21% 감소하였고, 압박 골절이 동반된 경우 31%, 방출성 골절이 동반된 경우 4% 감소하였다. 수술 전 손상된 분절의 후만각 평균 17.3°였으며, 수술 직후 후만각은 평균 8.4°로 교정되었고 최종 추시시 평균 10.6°로 약 2.2°의 교정 소실이 있었다. Oswestry score는 평균 6.9%이었고, 모든 환자에서 최소 장애 (0~20%)를 나타냈으며, 나이, 성별, 척추 손상 위치, 척추체의 골절 양상 그리고 후만 변형 등과의 관계에서 유의한 관계가 없었다.

**결 론:** 흉요추부의 굴곡-신연 손상의 수술적 치료시, 척추경 나사못을 이용한 최소 분절 고정술로 방사선학적 및 임상적으로 만족스러운 결과를 얻을 수 있어 권장할 만한 술식이라고 생각된다.

**색인 단어:** 굴곡-신연 손상, 최소 분절 고정, 후만각

## Short Segment Fixation of Flexion-Distract Injuries in Thoracolumbar Spines

Young-Do Koh, M.D., Jeong-Joon Lee, M.D., Jong-Kyong Ha, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ewha Woman's University Mokdong Hospital

**Purpose:** To evaluate the efficacy of short segment fixation in flexion-distract injuries of thoracolumbar junction.

**Materials and Methods:** Twenty-five patients with a flexion-distract injury in thoracolumbar junction confirmed by radiogram or MRI and stabilized with a short construct spanning short segment were included in this study. We investigated the location of fractures, type of fractures, anterior or posterior vertebral body height, and preoperative and postoperative kyphotic angle of injured motion-segments on radiologic examinations and clinical outcome on the Oswestry score.

**Results:** A significant correction of deformity was achieved, from a mean preoperative kyphosis of 17.3° to a mean postoperative kyphosis of 8.4°. The loss of correction were minimal. The mean Oswestry score was 6.9, with 84% of patients having minimal disability (<20%) and no correlation with age, sex, the location of fractures, type of fractures, change of kyphotic angle.

**Conclusion:** This study demonstrates the efficacy of posterior open reduction and short segment fixation of flexion-distract injuries.

**Key Words:** Flexion distraction injury, Short segment fixation, Kyphosis

### 서 론

흉요추 이행부 골절의 치료에 있어서 불안정성 여부는 매

우 중요한 요소이고 특히 흉요추부의 불안정성 골절의 보존적 치료는 흉요추부의 후만 변형을 유발하여 신경증상이 진행하거나 만성 동통의 원인이 되고 기능적 손실 및 외관적 후유증이 흔하게 발생하므로 이를 방지하기 위해서는 후방

통신저자: 고 영 도

서울특별시 양천구 목동 911-1  
이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실  
Tel : 02-2650-5564 · Fax : 02-2642-0349  
E-mail : ydkoh@ewha.ac.kr

Address reprint requests to : Young-Do Koh, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery 911-1 Mok-Dong, Yangcheon-Gu, Seoul, 158-710, Korea  
Tel : 02-2650-5564 · Fax : 02-2642-0349  
E-mail : ydkoh@ewha.ac.kr

정복술 및 고정술이 필요하다<sup>22,30)</sup>.

전주 높이의 심한 감소가 없는 흉요추부의 굴곡-신연 손상의 수술적 치료로 후방 접근을 통한 후방 기기 삽입술이 주를 이루나 몇 분절을 고정할 것인지에 대한 여러 논쟁의 여지가 아직도 있다<sup>10)</sup>.

과거 많은 저자들<sup>2,20,25)</sup>이 척추의 굴곡-신연 손상에서 다 분절 (multi-segment) 기기 고정을 주장하고 있는 반면, 최근 몇몇 저자들<sup>11,21)</sup>은 부분적으로 요추부의 굴곡-신연 손상에서는 최대한 분절 (segment)을 유지하기 위하여 보다 짧은 분절 고정을 제안하고 있으나 아직 흉요추부 이행부의 굴곡-신연 손상의 치료에 있어서 짧은 분절 고정의 유용성을 밝히는 연구는 드문 실정이다. 본 연구는 방사선학적 및 임상적 결과를 평가함으로써 흉요추 이행부의 굴곡-신연 손상에서 짧은 분절 고정의 유용성을 알아보하고자 한다.

## 대상 및 방법

2000년 8월부터 2003년 11월까지 본원에서, McAfee 분류에서 흉요추 이행부 굴곡-신연 손상에 대해 후방 정복술 및 고정술을 시행한 총 35례 중 굴곡-신연 손상된 분절 이외의 인접 척추체의 골절로 다분절 (multi-segment) 고정이 불가피했던 10례를 제외한 척추경 나사못을 이용하여 굴곡-신연된 손상된 분절을 포함한 2분절 이하의 최소 고정술을 시행한 25례를 대상으로 의무기록 및 방사선 자료를 검토하였다 (Table 1).

연구 대상 환자는 남자 15명, 여자 10명이었고, 이들의 평균 연령은 37세 (20~70세)이었다. 손상의 원인은 추락사고가 14례 (56%)로 가장 많았고, 교통사고 8례 (32%), 기타 3례 (12%)이었다. 후방 인대 파열 부위는 제11~12흉추 사이가 11례 (44%), 제12흉추~제 1요추 사이가 11례 (44%), 그리고 제1~2 요추 사이가 3례 (12%)이었다. 전례에서 신경 증상은 없었다. 추시 관찰은 최소 12개월부터 최대 51개월까지 평균 15.7개월이었다.

모든 환자에서 수술 전 단순 측면 사진에서 척추체의 골절 양상, 골절된 척추체의 위치, 전후방 추체 높이를 관찰하였고 자기공명영상 사진에서 후방 인대군의 파열 유무 및 위치를 확인하여 흉요추부의 굴곡-신연 손상을 진단하였으며<sup>17)</sup> 수술을 통해 후주 손상을 확인하였다 (Fig. 1, 3).

후방 인대군이 손상된 분절의 후만 변형의 정도는 해당 가동 분절의 상부 추체의 상연과 하부 추체의 하연이 이루는 각을 Cobb 방법으로 측정하였다. 수술 전, 수술 직후, 그리고 최종 추시시의 단순 측면 사진에서 손상된 분절의 후만 각의 변화를 관찰하였다.

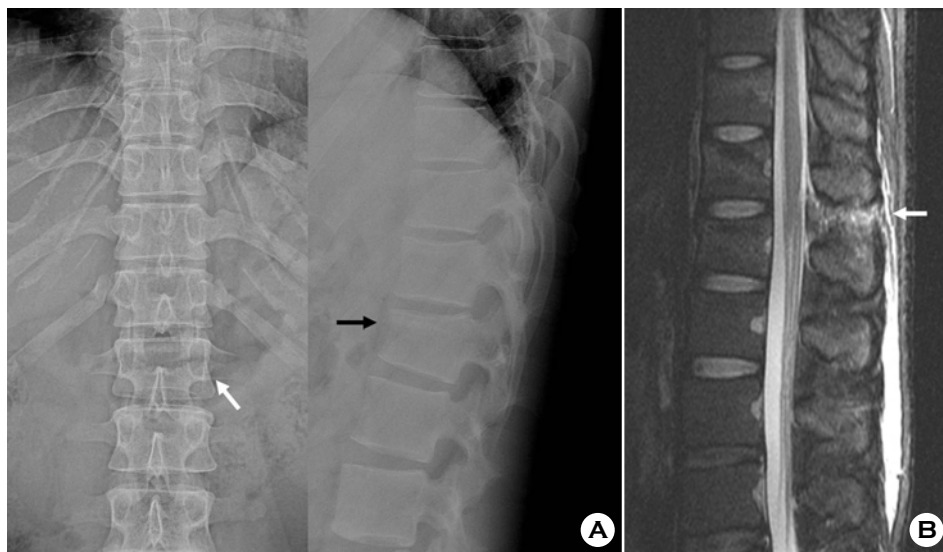
모든 환자에서 후방 도달법을 시행하여 후방 인대군의 손상을 확인하였고 손상된 분절을 척추경 나사못 기기를 이용

Table 1. Demographic data of flexion-distraction injury patients

No.	Sex	Age	Injury mechanism	Level of injury	Level of fusion	Neurology
1	M	22	TA*	T12-L1	T12-L2	-
2	M	29	TA	T12-L1	T12-L2	-
3	F	67	FH†	T11-12	T11-L1	-
4	M	56	FH	L1-2	T12-L2	-
5	M	32	FH	L1-2	T12-L2	-
6	M	31	FH	T11-12	T11-L1	-
7	F	49	Other	T12-L1	T12-L2	-
8	M	36	FH	T12-L1	T12-L1	-
9	F	21	TA	T12-L1	T12-L1	-
10	F	34	FH	T12-L1	T12-L2	-
11	M	24	FH	T12-L1	T12-L1	-
12	M	38	FH	T12-L1	T12-L1	-
13	M	35	TA	T11-12	T11-L1	-
14	M	45	FH	T12-L1	T12-L1	-
15	M	29	TA	T11-12	T11-L1	-
16	M	24	FH	T11-12	T11-L1	-
17	F	44	Other	T12-L1	T12-L2	-
18	F	26	Other	T11-12	T11-L1	-
19	F	20	FH	L1-2	T12-L2	-
20	M	44	TA	T11-12	T11-L1	-
21	F	33	FH	T11-12	T11-L1	-
22	M	41	FH	T11-12	T11-L1	-
23	F	42	TA	T12-L1	T12-L1	-
24	M	70	FH	T11-12	T11-L1	-
25	F	23	TA	T11-12	T11-L1	-

TA\*: traffic accident, FH†: fall from height

한 고정시 원칙적으로 후방 인대군이 파열된 1분절에 한하여 고정하였으나 (Fig. 2), 고정 분절의 하추체가 제12흉추이거나 상추체가 제1요추인 경우에는 흉요추부 이행부위에서의 후만 변형 (junctional kyphosis)을 예방하기 위해 흉요추부 이행부를 포함하여 1분절을 추가 고정하였고 (Fig. 4), 손상된 분절내에서 골절된 척추체가 방출성 골절인 경우 척추경과 중추의 골성 구조가 손상을 받아 척추경 나사못의 고정력에 문제가 있어 1분절을 추가 고정하였다. 척추체 골절이 압박 골절의 양상인 경우 후방에서 압박을 시행하여 정복하였으며 방출성 골절의 양상인 경우 환자의 자세와 금속 막대의 구부린 윤곽에 의해서만 정복하였다. 후방 유합을 촉진시키기 위해 장골능의 자가 이식골을 추궁판의 피질골을 제거한



**Fig. 1.** (A) Radiographs of a 36-year-old man show compression fracture of L1 vertebral body (black arrow) and separation of pedicle and transverse process of L1 (white arrow). (B) T2-MR imaging shows disruption of supraspinatus and interspinous ligament (white arrow).

곳에 놓았다.

모든 환자들은 수술 직후부터 TLSO 보조기를 착용하였다.

수술 전후 후만각의 변화의 통계적 처리는 paired *t*-tests를 이용하여 비교 분석하였다.

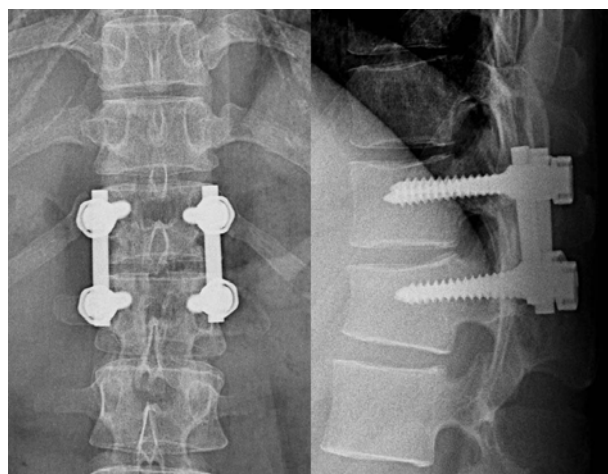
임상적 결과는 Oswestry Functional Assessment Questionnaire 평가<sup>9)</sup>를 이용하여 minimal (0~20%), moderate (20~40%), severe disability (40~60%), crippled (60~80%), bed-bound (80~100%) 등 5등급으로 분류하였다. 이런 Oswestry score와 다른 변수, 즉, 나이, 성별, 굴곡-신연 손상 부위, 척추체의 골절 양상, 후만 정도와의 상관관계를 알아보기 위하여 Student *t*-test or Pearson's correlation로 통계적 처리를 하였다.

## 결 과

모든 환자에서 수술 전 자기공명영상을 통해 후방 인대군의 파열의 소견을 보였고 (Fig. 1B, 3B) 술중 후방 인대군의 파열을 확인하였다.

총 25례 중 압박 골절이 16례 (64%), 방출성 골절이 8례 (32%) 있었고 1례에서는 자기공명영상 사진에서 척추체의 골절은 관찰되었으나 척추체의 압박은 없었다. 후방 인대군이 손상된 분절내에서의 골절된 척추체의 위치는 제11~12흉추간 손상에서는 총 11례 중 제11흉추체에 1례, 제12흉추체에 10례의 골절이 있었고, 제12흉추~제1요추간 손상 11례 중 제12흉추체에 1례, 제1요추체에 10례의 골절이 있었고, 제1~2요추간 손상 3례 중 제1요추체와 제2요추체에 골절이 각각 2례와 1례가 있었다 (Table 2).

골절된 추체의 상하 추체 전방 높이의 평균을 1로 보았을 때 골절된 척추체의 전방 추체 높이가 평균 0.79으로 약 21% 정도 감소하였고, 골절된 추체의 상하 추체 후방 높이



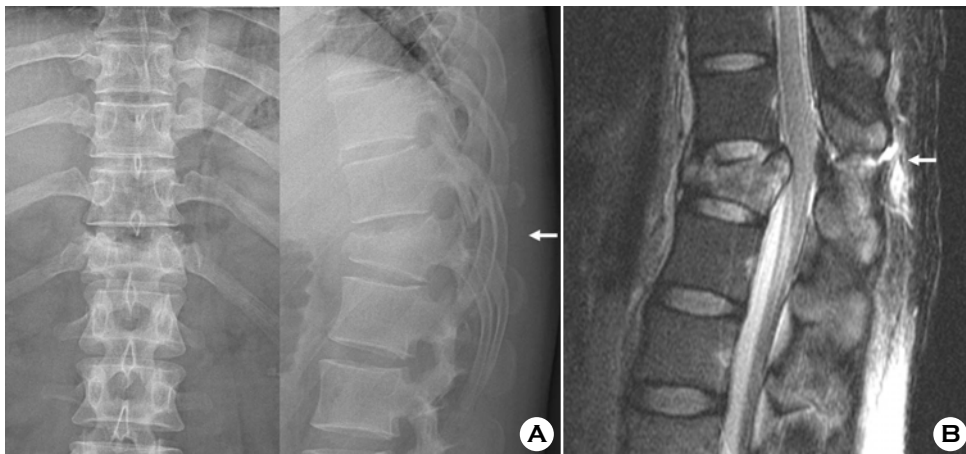
**Fig. 2.** Thirteen-month postoperative films show the maintenance of reduction with posterior fixation of one segment.

의 평균을 1로 보았을 때 후방 추체 높이는 0.98로 약 2% 감소하였다. 압박 골절이 동반된 17례의 평균 전방 추체 높이는 0.83, 평균 후방 추체 높이는 1이었고, 방출성 골절이 동반된 8례의 평균 전방 추체 높이는 0.69, 평균 후방 추체 높이는 0.96이었다 (Table 2).

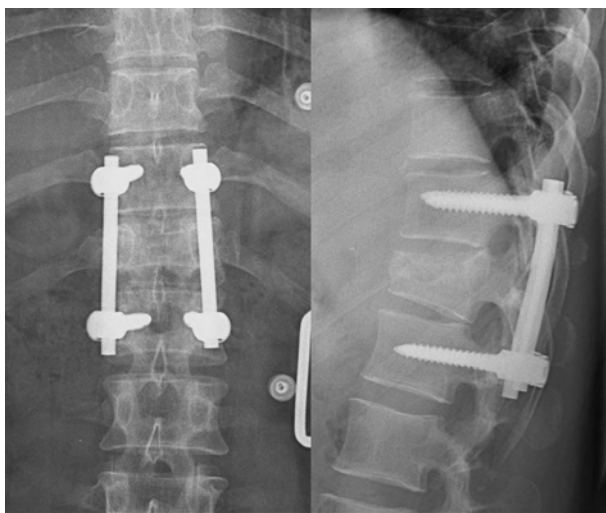
수술 전 손상된 분절의 후만각 평균은 17.4° (6.4~26.3°)였고, 수술 직후 후만각의 평균은 8.5° (-1.6~15.9°)로 측정되어 수술 직후 평균 8.9°의 시상 정렬의 호전을 보였으며 ( $p<0.0001$ ), 최종 추시시 후만각의 평균은 10.7° (0.7~16.9°)로 측정되어 수술 직후의 후만각과 비교하여 2.2° 진행하였다.

임상적 분석은 21명 (84%)의 환자에서 가능하였고 추시 관찰은 평균 15.7개월 (12~51개월)이었다 (Table 2).

Oswestry score는 평균 6.9% (0~18%)이었고, 모든 환자에



**Fig. 3.** (A) Radiographs of a 35-year-old man show burst fracture of T12 vertebral body and interspinous widening of T11-T12 (white arrow). (B) T2-MR imaging shows disruption of supraspinatus and interspinous ligament (white arrow).



**Fig. 4.** Fourteen-month postoperative films show the maintenance of reduction with posterior fixation of two segment.

서 최소 장애 (minimal disability)를 나타냈다 (Table 2). Oswestry score와 나이, 성별, 척추 손상 위치, 그리고 후만 변형과의 관계에서 유의한 관계가 없었다 ( $p>0.05$ ).

모든 환자에서 수술 후 특별한 합병증이 없었고 수술 전후 신경학적 손상은 없었다.

## 고 찰

급성 척추 손상시 척추의 안정성 여부를 판단하는 것은 치료 방법의 결정뿐 아니라 진행성 변형, 진행성 신경 손상 및 만성 통증의 예방을 위하여도 중요하다<sup>3,24,26,27</sup>. 흉요추부 골절시 불안정성에 대해서 후방 인대 복합체의 파열이 매우 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 흉요추 골절은 여러 저자들에 의해 다양하게 분류되었고<sup>5,6,9,12,13,15,23</sup>, Denis<sup>5,6</sup>

는 삼주설 (three column theory)을 제기하여 척추를 전주, 중주 및 후주로 분류하여 기계적인 불안정성 외에 신경학적 불안정성도 언급하였으며, 삼주중 후주는 척추경, 추궁판, 극돌기 등의 골조직과 황색 인대, 극간 인대, 극상 인대 등 연부조직으로 구성되며 인장력에 저항한다고 하였다. 삼주설 이후로 후주에 포함된 후방 인대군 및 후관절은 굴곡력에 저항하는 중요한 역할을 하며 안정성과 후유증을 예방하는데 중심적인 역할을 한다고 알려져 왔다. 따라서 이의 손상시 수술적 치료가 권장되었다<sup>22</sup>.

흉요추부의 굴곡-신연 손상은 중주와 후주 모두에서 인장력에 대한 저항력이 손상된 경우로, Denis는 굴곡-신연 손상을 순수 골성 또는 인대성 손상인 1수준 (one-level)과 골과 인대를 동시에 침범한 혼합 손상인 2수준 (two-level) 손상으로 구분하여 4가지 형태로 분류하였다.

Liu<sup>22</sup> 등은 대부분의 굴곡-신연 손상은 Denis 분류에서 대부분 2수준 손상으로 나타났다고 하였고, 고 등<sup>16</sup>은 흉요추 이행부의 굴곡-신연 손상에서 척추체의 골절은 매우 흔하며 분절내 하부 척추체에 호발하고 굴곡력이나 축성 부하의 효과가 신연력에 의해 일부 상쇄되어 척추체의 골절은 가해진 힘에 비하여 경미하다고 하였다.

본 연구에서도 총 25례 중 24례 (96%)에서 척추체에 압박 골절이나 방출성 골절이 있었고 1례에서 압박이 없는 척추체의 골절이 있었으며, 골절된 척추체의 위치는 후방 인대군이 손상 부위에서 21례 (84%)에서 하부 척추체에, 4례 (16%)에서 상부 척추체에 위치하여 모든 레에서 2수준 손상으로 나타났다.

순수한 골성 손상시에는 신전 석고 고정이나 보조기로 효과적으로 치료하여 우수한 결과를 얻을 수 있으나<sup>1)</sup>, 단독적인 인대 손상이나 척추체와 후방 인대군의 혼합 손상은 석고 고정이나 보조기 치료로는 잘 치료가 되지 않아 조기 정복과 내고정 및 후방 척추 유합술이 권장된다<sup>22,29</sup>.

**Table 2.** Summary of consecutive patients with flexion-distraction injuries

No	Fracturedvertebra	Fracture type	AVH*	PVH†	Kyphotic angle (°)			Oswestry score (%)	F/U (months)
					Pre-OP	Post-OP	F/U		
1	L1	B‡	0.82	1.05	22.3	11.2	13.4	6	51
2	L1	B	0.69	0.92	11.6	5.7	8.8	8	12
3	T12	C§	0.75	1	14.8	10.4	12.7	4	12
4	L1	C	0.8	1	13.7	10.7	11.8	0	14
5	L2	–	1	1	11	6.8	10.6	0	15
6	T12	C	0.81	1	16.9	5.5	10.2	6	12
7	L1	B	0.61	0.97	15.6	11	15	8	20
8	L1	C	0.82	1.07	16	11.3	12.9	6	13
9	T12	C	0.95	0.96	17.2	12.2	16.5	0	15
10	L1	B	0.69	0.95	22.5	7.5	10	0	24
11	L1	C	0.86	1.05	26.3	3.4	11.1	12	24
12	L1	C	0.83	1	24.1	3.1	5.2	N/A¶	12
13	T12	B	0.4	0.85	26.2	9.8	14.5	N/A	12
14	L1	C	0.75	0.99	6.8	-1.1	0.7	N/A	12
15	T12	C	0.85	0.98	14.5	13.2	14.7	18	12
16	T12	C	0.8	0.99	15.5	13.1	11	16	13
17	L1	B	0.67	1	19.2	6.5	7.1	0	12
18	T12	C	0.91	0.97	22.8	12	9.1	4	14
19	L1	B	0.89	0.92	18.6	-1.6	2	0	13
20	T12	C	0.81	0.98	25.1	15.9	16.9	10	12
21	T12	C	0.89	0.98	17	7	11.5	12	15
22	T11	C	0.87	0.99	6.4	2.9	4.5	2	14
23	L1	C	0.93	1	14	11	12	18	12
24	T12	C	0.63	0.99	16.3	12.4	16.6	16	15
25	T12	B	0.75	0.99	19.6	12.3	9.1	N/A	12

AVH\*: anterior vertebral height, PVH†: posterior vertebral height, B‡: burst, C§: compression, N/A¶: not available

Hoshikawa 등<sup>14)</sup>은 모델 연구를 통해 굴곡-신연 손상에서 단지 압박에 의해서만 굴곡-신연 손상의 여러 형태를 설명하면서 손상 당시 척추의 굴곡 정도에 따라 압박력이 적용되었을 때 지렛목 (fulcrum)의 위치가 변할 수 있다고 하였다. 즉, 굴곡 정도가 진행함에 따라 지렛목이 척추체내에서부터 복강내까지 앞쪽으로 진행하게 되어 굴곡이 없는 상태에서 압박력이 작용하면 방출성 골절의 원인이 될 수 있고, 어느 정도의 굴곡 상태에서는 지렛목이 전방 중 인대의 후방에 존재하여 전주의 압박 골절과 후주의 신전 손상을, 심한 굴곡 상태에서는 지렛목이 전방 중 인대의 전방에 존재하여 척추체에 신전 손상만 일으킬 수 있다고 설명하였다. 이에 Finkelstein 등<sup>10)</sup>은 지렛목 주위로 단일의 파괴적인 힘이 작

용하고 단분절에 집중된다는 것으로 보아 수술적 치료에 있어서 재건이 단지 손상된 분절 혹은 부위에서만 필요하다고 제시하였다. 또한 상대적으로 운동 범위가 작은 흉추부의 경우는 골절의 안정화를 위하여 골 유합을 길게 하여도 문제가 없으나, 운동 범위가 큰 흉요추부 이행부나 요추부의 경우에는 분절을 최대한 남겨 두어야 한다고 하였다<sup>7,18,19)</sup>.

Liljenqvist 등<sup>21)</sup>과 Greenwald 등<sup>11)</sup>은 선택적으로 요추부의 굴곡-신연 손상된 수준에서만 단분절 고정을 증례보고로 제시하였고, Triantafyllou 등<sup>29)</sup>은 16증례의 1수준 굴곡-신연 손상에서 1분절 고정술은 매우 간단하고, 효과적으로 쉽게 시행할 수 있으며, 기구 실패가 없었고 후만 변형을 교정 및 유지하는 결과를 보여 인접 정상 척추의 분절을 유지시킬 수

있는 술식이라 하였다. Liu 등<sup>22)</sup>은 대부분의 굴곡-신연 손상은 Denis 분류상 2수준의 손상이 가장 흔하고, 이 경우 손상 부위를 중심으로 위아래 각각 1수준을 포함하여 최소한 2분절을 희생시켜야 하고 손상 부위의 척추경과 중주의 골성 구조가 손상 받지 않은 1수준 손상인 경우 1분절만 희생시키는 고정으로 충분하다고 하였다. Finkelstein 등<sup>10)</sup>은 Denis의 굴곡-신연 손상 분류의 구분 없이 21증례를 통해 굴곡-신연 손상의 1분절 고정으로 충분한 정복과 안정성을 얻을 수 있고 임상적 및 기능적으로 우수한 결과를 얻었다.

저자들은 지렛목이 전방 중 인대의 후방에 위치하여 전방 경첩 (hinge)이 손상 받지 않은 2수준 굴곡-신연 손상에서 손상된 분절만을 척추경 나사못 기기를 이용한 고정시 원칙적으로 후방 인대군이 파열된 1분절에 한하여 고정하였으나 (Fig. 2), 고정 분절의 하추체가 제12흉추이거나 상추체가 제1요추인 경우에는 흉요추부 이행부위에서의 후만 변형 (junctional kyphosis)을 예방하기 위해 흉요추부 이행부를 포함하여 1분절을 추가 고정하였고 (Fig. 4), 손상된 분절내에서 골절된 척추체가 방출성 골절인 경우 척추경과 중주의 골성 구조가 손상을 받아 척추경 나사못의 고정력에 문제가 있어 1분절을 추가 고정하였다.

다분절 고정의 대조군이 없으므로 다분절 고정과 비교하여 최소 분절 고정이 보다 이롭다라는 결과를 얻지는 못하지만 모든 환자들에서 Oswestry score의 최소 장애 (minimal disability)와 우수한 방사선학적 결과가 있어 굴곡-신연 손상에서 보다 많은 분절을 포함하는 다분절 고정 및 유합 방법이 불필요하다고 생각된다. 본 연구를 통해 짧은 분절의 고정 및 유합으로도 굴곡-신연으로 손상된 척추에 충분한 안정성과 우수한 기능적 결과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

## 결 론

흉요추 이행부의 굴곡-신연 손상에서 손상된 분절을 포함하는 최소 분절 고정술은 충분히 척추를 안정화시킬 수 있고 우수한 기능적 및 임상적 결과를 가져올 수 있다고 생각한다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Beatty JH, et al:** Orthopaedic knowledge update. **6:** 666, 1999.
- 2) **Bohlman HH, Ducker TB and Levine AM:** Spine trauma in adults. In Herkowitz, ed: The Spine, 4th ed, Philadelphia: Saunders, 1999.
- 3) **Bucholz RW and Gill K:** Classification of injuries to the tho-

- racolumbar spine. Orthop Clin North Am, **17:** 67-73, 1986.
- 4) **Chance GQ:** Note on a type of flexion fracture of the spine. Br J Radiol, **21:** 452, 1948.
- 5) **Denis F:** Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. Clin Orthop, **189:** 65-76, 1984.
- 6) **Denis F:** The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine, **8:** 817-831, 1983.
- 7) **Edwards CC and Levine AM:** Complication associated with posterior instrumentation in the treatment of thoracic and lumbar injuries. In Garfin SR(ed): Complication of spinal surgery. Baltimore, Williams & Wilkins: 164-199, 1989.
- 8) **Fairbank JC, Couper J and Davies JB:** The Oswestry low back pain disability questionnaire. Physiotherapy, **66:** 271-273, 1980.
- 9) **Ferguson RL and Allen BL Jr:** A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. Clin Orthop, **189:** 77-88, 1984.
- 10) **Finkelstein JA, Eugene KW, Steven Shlomo Jackson, Henry Ahn and Michael BK:** Single-Level fixation of flexion distraction injuries. J Spinal Disord, **16:** 236-242, 2003.
- 11) **Greenwald TA and Mann DC:** Pediatric seat belt injuries: diagnosis and treatment of lumbar flexion-distraction injuries. Paraplegia, **32:** 743-751, 1994.
- 12) **Holdsworth FW:** Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. J Bone Joint Surg[Br], **45:** 6-20, 1963.
- 13) **Holdsworth FW:** Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. J Bone Joint Surg[Am], **52:** 1534-1551, 1970.
- 14) **Hoshikawa T, Tanaka Y and Kokubun S:** Flexion-distraction injuries in the thoracolumbar spine: an in vitro study of the relation between flexion angle and the motion axis of fracture. J Spinal Disord Tech, **15:** 139-143, 2002.
- 15) **Jelsma RK, Kirsch PT, Rice JF, et al:** The radiographic description of thoracolumbar fractures. Surg Neurol, **18:** 230-236, 1982.
- 16) **Koh YD, Kim JO, Yun YH, Yoo JD and Jung JM:** Fracture of vertebral body in flexion-distraction injury of thoracolumbar spine. J Korean Fracture Soc, **16:** 262-268, 2003.
- 17) **Koh YD, Yun YH and Jeong H:** MRI findings of posterior ligament complex injury in thoracolumbar bursting fractures. J Korean Fracture Soc, **16:** 541-547, 2003.
- 18) **Krag MH:** An internal fixation for posterior application to short segments of the thoracic, lumbar and lumbosacral spine.

- Clin Orthop, **203**: 75-98, 1986.
- 19) **Krag MH**: Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation. Spine, **16**: 84-99, 1991.
  - 20) **Levine AM, Bosse M and Edwards CC**: Bilateral facet dislocations in the thoracolumbar spine. Spine, **13**: 630-640, 1988.
  - 21) **Liljenqvist U and Mommsen U**: Surgical treatment of thoracolumbar spinal fractures with internal fixator and transpedicular spongiosaplasty [in German]. Unfallchirurgie, **21**: 30-39, 1995.
  - 22) **Liu YJ, Chang MC, Wang ST, Yu WK, Liu CL and Chen TH**: Flexion-distraction injury of the thoracolumbar spine. Injury, **34**: 920-923, 2003.
  - 23) **Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J and Nazarian S**: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J, **3**: 184-201, 1994.
  - 24) **McAfee PC, Yuan HA and Lasda NA**: The unstable burst fracture. Spine, **7**: 365-373, 1982.
  - 25) **McGuire RA Jr and Freeland AE**: Flexion-distraction injury of the thoracolumbar spine. Orthopaedics, **15**: 379-381, 1992.
  - 26) **Nagel DA, Koogle TA, Piziali RL and Perkash I**: Stability of the upper lumbar spine following progressive disruptions and the application of individual internal and external fixation devices. J Bone Joint Surg[Am], **63**: 62-70, 1981.
  - 27) **Roaf R**: A study of the mechanics of spinal injuries. J Bone Joint Surg[Br], **42**: 810-823, 1960.
  - 28) **Smith WS and Kaufer H**: Pattern and mechanisms of lumbar injuries associated with lap seat belts. J Bone Joint Surg [Am], **51**: 239-254, 1969.
  - 29) **Triantafyllou SJ and Gertzbein SD**: Flexion-distraction injuries of the thoracolumbar spine: a review. Orthopaedics, **15**: 357-364, 1992.
  - 30) **Whitesides TE Jr.**: Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine. Clin Orthop, **128**: 78-91, 1977.
-