

## 흉요추부 방출성 골절에서 후방 인대 신연술 후 척수강 침범 정도의 변화

인하대학교병원 정형외과학교실  
서울대학교병원 정형외과학교실\*

조 규 정 · 양 민 석\*

— Abstract —

### Change of Canal Compromise After Ligamentotaxis in Thoracolumbar Burst Fracture

Kyu Jung Cho, M.D., Min Suk Yang, M.D.\*

*Department of Orthopedic Surgery, INHA University Hospital  
Department of Orthopedic Surgery, Seoul National University Hospital\**

Twenty-one patients with burst fracture of the thoracolumbar spine were treated by posterior pedicle screw instrumentation and fusion. We assessed canal compromise using CT scan preoperatively and its restoration shortly after instrumentation for confirmation of effect of ligamentotaxis. The amount of neurologic recovery in each patient was compared to the final area of the spinal canal.

The mean initial canal compromise was 42.6% and this was reduced to 16.2% postoperatively. The mean sagittal diameter was 10.2mm preoperatively & 12.9mm postoperatively. We achieved a mean reduction of canal compromise of 62%.

A significant correlation between preoperative canal compromise and amount of restoration, or severity of neurologic deficit could not be established.

Ligamentotaxis by pedicle screw instrumentation could effectively decompress the canal in thoracolumbar burst fracture.

**Key Words :** Thoracolumbar burst fracture, Canal compromise, Ligamentotaxis

---

※ 통신저자 : 조 규 정  
인천광역시 중구 신흥동 3가 7-206  
인하대학교 의과대학 정형외과학교실

## 서 론

방출성 골절의 치료는 여러 가지 방법이 있으나 후방 중 인대의 신연술 이용한 후방 기기술이 흔히 사용되고 있다. 후방 중 인대의 신연술(ligamentotaxis)은 강한 신연력으로 후방 중 인대를 긴장시켜 후방으로 전위된 골편을 간접적으로 정복하는 방법으로 후방 구조물의 손상이 없을 경우 효과적인 결과를 얻을 수 있으나 정복되는 정도에 대해서는 논란이 남아 있다. 그리고 흉요추부 방출성 골절에서 수상시 골편의 척수강 침범 정도와 신경 손상과의 관계 및 수술후 신경 회복 정도에 대해서도 확립되어 있지 않다.

따라서 저자들은 흉요추부 방출성 골절에서 척수강 침범 정도가 후방 인대 신연술로 치료하여 얼마나 회복되는가를 확인하고, 술후 척수강 확장이 신경 회복에 미치는 영향에 대해서도 분석해 보고자 한다.

## 연구대상 및 방법

1990년 1월부터 1995년 2월까지 서울대학교 병원 정형외과에서 흉요추부 방출성 골절로 후방 정복 및 기기술을 시행한 21명을 대상으로 하였으며 추시기간은 최소 1년에서 최장 4년 8개월로 평균 2년 3개월이었다. 술전, 술후 컴퓨터 단층 촬영을 시행하여 골절부 척수강의 전후경과 침범률을 측정하였다. 척수강 전후경은 정중시상면(midsagittal)에서 측정하여 millimeter로 표기하였고 침범률은 computer aided planimeter로 골편이 차지하고 있는 면적을 측정하여 정상치에 대한 백분율로 표기하였다. 골절 부위 척수강의 정상면적은 Keene<sup>22)</sup>이 사용한 상하 척추의 척수강의 평균치로 대체하였으며 통계학적 분석은 student t-test를 이용하였다.

## 결 과

### 1. 연령 및 성별 분포

남녀비는 12:9로 남자가 많았고 연령 분포는 18세에서 54세까지였다.

### 2. 손상 원인

추락 사고가 11례(52%), 교통사고가 8례(38%), 기타가 2례였다.

### 3. 손상 부위

제 1요추가 10례(48%)로 가장 많았고 제 12흉추가 6례(28%), 제 2요추가 5례(24%)였다.

### 4. 신경학적 상태의 변화

신경 손상의 정도는 Frankel<sup>13)</sup>의 기준에 의해 수상 직후와 최종 추시시 상태를 평가하여 21명의 대상 환자중 완전 마비가 4명, 불완전 마비가 10명, 마비가 없는 경우가 7명 이었으며 최종 추시시 불완전 마비 10명 중 7명이 신경 손상의 회복소견을 보였고, 완전 마비 4명중 1명이 경미한 회복 소견을 보였다(Table 1).

### 5. 척수강 침범 정도의 변화

컴퓨터 단층 촬영 소견상 골절부위 척수강 정중시상의 평균 전후경은 수상시 10.2mm에서 술후 12.9mm로 확장되었고 척수강 침범률은 수상시 42.6%(11-82%)에서 술후 16.2%(0-35%)로 감소되어 62%의 척수강 확장을 보였다.

수술 시기에 따른 척수강 침범률은 수상 후 1주까지는 수상시 45%가 술후 11%로, 1주에서 2주까지는 51%가 16%로, 2주이상 경과시에는 31%가 20%로 감소되어 각각 76%, 69%, 35%의 척수강 확장을 보였다.

### 6. 척수강 침범정도와 신경 손상과의 관계

신경 손상이 없었던 군에서는 수상 직후 척수강내 침범률이 39%, 신경 손상이 있었던 군에서는 45%로 척수강 침범정도와 신경 손상과의 통계학적 차이

Table 1. Frankel classification

PREOP	POSTOP	A	B	C	D	E
A		3	1			
B			1	1		
C				1	1	1
D					1	4
E						7

**Fig. 1-A, B.** Postinjury lateral radiograph and CT shows L1 burst fracture and 48% canal compromise.

**Fig. 1-C, D.** Postoperative radiograph and CT shows 21% residual canal compromise.

**Fig. 2-A, B.** Preoperative radiograph and CT with L2 burst fracture shows 82% canal compromise and Frankel C neurologic function.

**Fig. 2-C, D.** Postoperative radiograph and CT shows 18% residual compromise. At follow up, neurologic recovery was complete.

는 없었다( $p>0.05$ ) (Table 2).

신경 손상이 있는 환자에서 후방인대 신연술 후 후방 골편의 정복정도와 신경 손상의 회복과의 관계는

신경 손상이 회복된 군에서는 척수강 침범률이 술전 45%에서 술후 22%로 감소하여 51%의 척수강 확장이 있었고 신경 손상이 회복되지 않은 군에서는

술전 51%에서 술후 25%로 50%의 척수강 확장이 있었다. 두 군간에 유의한 통계적 차이는 없었다 ( $p>0.05$ ) (Table 3).

## 증례 보고

### 증례 1

35세된 남자 환자로 교통사고로 인한 제 1요추 방출성 골절로 신경 손상은 Frankel D군이었고 컴퓨터 단층 촬영 소견상 48%의 척수강 침범률을 보였다. 수상 3일째 제 12흉추부터 제 2요추까지 후방 정복 및 고정술을 시행하였다. 술후 척수강 침범률은 21%로 56%의 척수강 확장을 보였고 신경 회복도 완전히 되었다 (Fig. 2).

### 증례 2

32세된 여자 환자로 추락 사고로 인한 제 2요추 방출성 골절로 수상 2일째 후방 정복 및 고정술을 시행하였다. 컴퓨터 단층 촬영 소견상 척수강 침범률이 수상시 82%에서 술후 18%로 78%의 척수강 확장을 보였다. 신경 손상도 술전 Frankel C군에서 술후 1년 2개월째 완전 회복을 보였다 (Fig. 1).

## 고 찰

흉요추부 방출성 골절의 치료방향을 결정하는 요

Table 2. Correlation of neurologic deficit and canal compromise

Neurologic deficit	No of pt	Canal compromise	
		average(%)	range(%)
normal	7	39	11-54
incomplete	10	47	25-82
complete	4	44	27-69

Table 3. Correlation of change of canal compromise and neurologic recovery

Neurologic recovery	No of pt.	Canal compromise			
		preop		postop	
		average(%)	range(%)	average(%)	range(%)
recovered	8	45	25-82	22	12-31
unrecovered	6	51	32-69	25	15-35

소는 신경 손상 유무, 척수강 침범 정도 및 후만 각 변화, 척추체 압박의 양, 손상 기전, 그리고 손상된 분절의 수등 여러 가지가 있다<sup>20</sup>. 따라서 치료 방법도 다양하여 도달법에 따라 전방 도달법과 후방 도달법이 있고 척수강을 침범한 골편을 처리하는 신경 감압술도 직접적인 방법과 간접적인 방법으로 나눌 수 있는데 직접적인 방법은 전방 감압술, 후외측 감압술이 있고 간접적인 방법은 후방 인대 신연술 (ligamentotaxis)이 있다.

전방 감압술은 육안으로 직접 확인하면서 전위된 골편을 정복하기 때문에 완전한 감압이 가능하며 골편이 정복되면 axoplasmic flow를 증가시키고 과사를 줄여 신경 회복을 돕는다고 알려져 있다<sup>2,20</sup>. Esses등<sup>10</sup>도 전방 감압술과 후방 도달법을 비교하여 신경 회복과 정복의 유지에는 통계적으로 차이가 없으나 술후 척수강 확장 정도는 차이가 있는 것으로 발표하였다. 전방 감압술은 척수강 침범이 심하면서 수상후 3일까지 수술을 시행하지 않은 환자에서 후방 돌출된 골편이 이미 굳기 시작하여 후방 인대 신연술이 효과적이지 못할 때 실시할 수 있으며<sup>10,20</sup>, Transfelt등<sup>21</sup>은 수상후 최소 3개월 이상 경과하여 고정된 후만이 있는 척수 및 마비 손상 환자를 전방 감압술로 치료하여 68%에서 신경회복을 43%에서 소변장애의 회복을 보였다고 하였다. 그러나 Been<sup>22</sup>은 29례의 방출성 골절을 전방 감압 및 고정술로 치료하여 신경 손상 회복은 얻었으나 41%의 환자에서 정복 소실이 있어서 후방 고정술이 추가로 필요하다고 하였다. 그 외에도 전방 고정술만으로는 후만이 진행되거나 이식골이 빠질 위험이 있다고 하였다<sup>23,24</sup>. 따라서 전방 감압술은 후방 인대 신연술 후에도 신경 회복이 불완전하고 척수강 침범이 50%이상 남아 있으며 특히 후만각이 증가한다면 이차적으로 시행하는 것이 바람직하다고 하였다<sup>4,7,16,17,20,27,28</sup>.

후외측 감압술은 후방 고정술시 추궁을 절제하고

후방으로 돌출된 골편을 직접 정복시킬 수 있어 Garfin등<sup>15</sup>은 후외측 감압술이 신경학적 증상을 반드시 호전시키지는 않으나 후방기술평단 시행하는 경우보다는 골편의 정복이 효과적이라고 하였다. 그러나 손상 받은 척수를 당겨야 하고 전방으로 골편을 밀어넣을 때 경막의 출혈로 인한 신경 손상의 악화, 척추 후방 구조물 손상 가중으로 인한 불안정성, 후방 유합 부위의 골결손으로 인한 유합률의 감소로 인해 흉요추부 보다는 하요추부 골절시 척수강이 넓을 때 시행하는 것이 바람직하다고 하였다<sup>12,20</sup>. 그리고 하요추부 골절에서 요추 전만을 만들어 주려면 후방 인대의 긴장이 떨어져 신연력으로 인한 골편 정복 효과가 감소하므로 골편이 있을 때는 후외측 감압술로 직접 정복시켜야 한다<sup>10</sup>.

후방 인대 신연술(ligamentotaxis)은 후방 중 인대를 긴장시켜 후방으로 돌출된 골편을 전방으로 밀어내는 방법으로 Willen등<sup>21</sup>은 수술후 48시간 이내에는 후방 중 인대 신연력만으로도 85%에서 후방골편을 정복하였다고 하였고 Kuner등<sup>20</sup>도 T12-L3 골절에서는 척수강이 정상 99.4%까지, L4-L5 골절은 척수강이 60.9%까지 회복되었다고 하였다. Chang<sup>6</sup>도 새로운 정복-고정 기기를 사용하여 후방 인대 신연술만으로 성공적인 결과를 얻었다고 하였다. Harrington등<sup>18</sup>은 해부학적으로 분석하여 후방 중 인대는 4-9mm의 넓이를 가지며 중심부는 치밀하고 외측으로 각 추간관과 추체의 경계에 부착한다고 하였다. Fredrickson등<sup>16</sup>은 후방 인대 신연술을 생역학적으로 분석하여 신연력을 가해야 골편 정복이 가장 효과적이며 후방 중 인대보다는 섬유륜이 긴장되어 골편이 정복된다고 하였다. Brightman등<sup>9</sup>은 MRI상 후방 중 인대가 손상이 없는 경우에는 간접 감압술이 성공하기 쉽지만 손상을 받으면 직접 감압술이 필요하다고 하였다. 후방 인대 신연술후 척수강 내 침범정도는 Kuner등<sup>20</sup>의 경우 척수강이 술전 63.7%가 술후 95.4%로 확장되었고 신등<sup>11</sup>은 술전 36.6%의 골 침범율이 술후 14.3%로, Starr등<sup>22</sup>은 42%가 14%로, Crutcher등<sup>8</sup>은 65%가 32.8%로 감소하였다고 보고하였고 저자들의 경우는 척수강 침범률이 수상시 42.6%에서 술후 16.2%로 감소하였다. 수술시기에 따른 척수강 확장 정도는 Chang<sup>6</sup>에 따르면 1주 이내에 수술한 경우 33%, 1주에서 2주까지는 24%, 2주 이상은 1%의 확장을 얻었고,

Kuner<sup>20</sup>등은 수술 시기는 척수강 확장과 직접적인 관계는 없는 것으로 보고하였다. 저자들은 수상 2주 내에 수술하면 비슷한 결과를 보였으나 2주이상 경과하면 척수강 확장이 감소하는 것으로 나타났다.

후방으로 돌출된 척수강내 골편과 신경 손상과의 관계에 대해서는 논란이 있는 바<sup>4,5,10</sup>, Keene등<sup>23</sup>은 80명의 척추 골절 환자를 신경학적 상태와 컴퓨터 단층 촬영상 나타나는 척수강 침범 정도와는 직접적인 관계는 없다고 하였다. 그러나 Hashimoto등<sup>18</sup>은 방출성 골절에서 척수강의 모양과 침범정도를 평가하여 T11-12에서는 35%이상, L1에서는 45%이상, L2이하에서는 55%이상의 척수강 침범이 있으면 신경 손상이 올 위험이 크다고 하였다. 저자들의 경우는 신경손상이 있었던 군에서는 45%의 척수강 침범이, 신경 손상이 없었던 군에서는 39%이 침범이 있어 통계적으로 상관관계는 없었다. 수술적으로 신경 감압술을 시행하여 후방으로 돌출된 골편을 제거하여 척수강을 확장시켜도 신경 손상 회복이 되지 않는다고 보고되고 있다<sup>1,10,20,22,30</sup>. 즉 신경 손상의 회복 가능성은 수상 당시 신경 조직의 손상 정도에 좌우된다<sup>7</sup>. 저자들의 경우에서도 신경 손상 회복군에서는 51%의 척수강 확장이, 회복되지 않는 군에서는 50%의 확장이 있어 차이가 없는 것으로 나타났다.

척수강내 남아있는 골편은 재형성 과정을 거쳐 흡수되는 것으로 보고되고 있는 바, Johnson등<sup>24</sup>은 17례를 분석하여 방출성 골절이 골편의 재형성 과정을 거쳐 척수강이 71%에서 86%로 회복되었고 Mumford등<sup>25</sup>은 보존적 요법으로 치료하여 척수강의 면적이 22%, 정중시상 직경이 11% 회복되었다고 하였고 그의 Krompinger등<sup>26</sup>, Fidler<sup>13</sup>도 비슷한 결과를 발표하였다. 그러나 척수강 침범률이 50% 이하이면 골편의 흡수가 일어나지만 50% 이상이면 흡수가 일어나지 않는다고 하였다<sup>31</sup>.

## 요약 및 결론

서울대학교 병원 정형외과에서 1990년 1월부터 1995년 2월까지 흉요추부 방출성 골절로 후방 인대 신연술을 받은 21명을 술전, 술후 컴퓨터 단층 촬영을 촬영하여 척수강 침범 정도의 변화를 비교하고 척수강 침범 정도와 신경 손상과의 관계를 분석해 보았다.

1. 척수강 침범 정도는 골절 부위 척수강의 평균 전후경은 수상시 10.2mm에서 술후 12.9mm로, 척수강 침범률은 수상시 42.6%에서 술후 16.2%로 감소하여 평균 62%의 척수강 확장을 보였다.

2. 신경 손상은 척수강 침범 정도와 상관관계가 없었고 후방 인대 신연술후 후방 돌출된 골편의 정복 정도와 신경 손상의 회복과도 통계적으로 유의한 관계가 없었다.

3. 흉요추부 방출성 골절은 후방 인대 신연술을 이용한 간접적인 압박술만으로도 만족할만한 척수강 내 골편 정복 및 척수강 확장을 얻을 수 있었다.

## REFERENCES

- 1) 신동배, 이영규, 안장엽, 손동훈 : 흉요추부 및 요추부의 방출성 골절에서 후방기기 정복이 척추관 면적 변화에 미치는 영향. *대한정형외과학회지*, 29:1142-1150, 1994.
- 2) Anderson PA and Bohlmann HH : Anterior decompression and arthrodesis of the cervical spine: Long-term motor improvement: Part I-Improvement in incomplete traumatic quadriplegia. *J Bone Joint Surg*, 74A:671-682, 1992.
- 3) Been HD : Anterior decompression and stabilization of thoracolumbar burst fractures by the use of the Slot-Zilkie device. *Spine* 16:70-77, 1991.
- 4) Bradford DS and McBride GG : Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurologic deficits. *Clin Orthop* 218: 201-216, 1987.
- 5) Brightman RP, Miller CA, Rea GL, Chakera D and Hunt WE : Magnetic resonance trauma to the thoracic and lumbar spine: the importance of the posterior longitudinal ligament. *Spine* 17:541-550, 1992.
- 6) Chang KW : A reduction-fixation system for unstable thoracolumbar burst fractures. *Spine* 17:879-886, 1992.
- 7) Chapman JR and Anderson PA : Thoracolumbar spine fractures with neurologic deficit. *Orthop Clin North Am* 25:595-612, 1994.
- 8) Crutcher JP, Anderson PA, King HA and Motesano PX : Indirect spinal canal decompression in patients with thoracolumbar burst fractures treated by posterior distraction rods. *J Spinal Disord* 4(1): 39-48, 1992.
- 9) Dall BE and Stauffer ES : Neurologic injury recovery patterns in burst fractures at the T12 or L1 motion segment. *Clin Orthop Rel Res* 233:L171-176, 1988.
- 10) Esses SE, Botsford DJ and Kostuik JP : Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine* 15:667-673, 1990.
- 11) Fidler MW : Remodeling of the spinal canal after burst fracture: a prospective study of two cases. *J Bone Joint Surg*, 70B:730-732, 1988.
- 12) Flesch JR, Leider LL, Erickson DL, Chou S and Bradford D : Harrington instrumentation and spine fusion for unstable fractures and fracture-dislocation of the thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg*, 59A:143-153, 1977.
- 13) Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaels LS, Ungar GH, Vernon JDS and Walsh JJ : The value of postural reduction in the management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 7:179-192, 1969.
- 14) Fredrickson BE, Edwards WT, Rauschnig W, Bayley JC and Yuan HA : Vertebral burst fractures: An experimental, morphologic and radiographic study. *Spine* 17:1012-1021, 1992.
- 15) Garfin SR, Mowery CA, Guerra J and Marshall LF : Confirmation of the posterolateral technique to decompress and fuse thoracolumbar spine burst fractures. *Spine* 10:218-228, 1985.
- 16) Gertzbein SD, Court Brown CN, Marks P, Martic C, Fazl M, Swartz M and Jacobs RR : The neurologic outcome following surgery for spinal fractures. *Spine* 13:641-644, 1988.
- 17) Haas N, Blauth M and Tschernke H : Anterior plating in thoracolumbar spine injuries: Indication, technique and results. *Spine* 16S:100-111, 1991.
- 18) Harrington RM, Budorick T, Hoyt J, Anderson PA and Tencer AF : Biomechanics of indirect reduction of bone retropulsed into the spinal canal in vertebral fracture. *Spine* 18:692-699, 1993.
- 19) Hishimoto T, Kaneda K and Abumi K : Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurologic deficits in thoracolumbar burst fractures. *Spine* 13:1268-1272, 1988.
- 20) Herndon WA and Galloway D : Neurologic return versus cross-sectional canal area in incomplete thoracolumbar spinal cord injuries. *J Trauma* 28:680-683, 1988.
- 21) Johnson R, Herrlin K, Hagglund G and Strom-

- qvist B : Spinal canal remodeling after thoracolumbar fractures with intraspinal bone fragments. *Acta Orthop Scand* 62:125-127, 1991.
- 22) Keene JS, Fischer SP, Vanderby R, Drummond DS and Turski PA : Significance of acute post-traumatic bony encroachment of the neural canal. *Spine* 14:799-802, 1989.
  - 23) Krompinger WJ, Fredrickson BE, Mino DE and Yuan HA : Conservative treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine. *Orthop Clin North Am*, 17:161-170, 1986.
  - 24) Kuner EH, Kuner A, Schlickewei W and Mullaji AB : Ligamentotaxis with an internal spinal fixator for thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg*, 76B :107-112, 1994.
  - 25) McAfee PC, Bohlman HH and Yuan HA : Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg*, 67A:89-104, 1985.
  - 26) Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF and Goel VK : Thoracolumbar burst fractures: The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine* 18:955-970, 1993.
  - 27) Rea GL and Zerick WR : The treatment of thoracolumbar fractures: One point of view. *J. Spinal disord* 8(5):368-382, 1995.
  - 28) Riska EB, Myllynen P and Bostman O : Antero-lateral decompression for neural involvement in thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg*, 69B: 704-708, 1987.
  - 29) Roberson JR and Whitesides TE : Surgical reconstruction of late posttraumatic thoracolumbar kyphosis. *Spine* 10:307-312, 1985.
  - 30) Starr JK and Hanley EN : Junctional burst fractures. *Spine* 17:551-557, 1992.
  - 31) Transfeldt EE, White D, Bradford DS and Roche B : Delayed anterior decompression in patients with spinal cord and cauda equina injuries of the thoracolumbar spine. *Spine* 15:953-957, 1990.
  - 32) Willen J, Gaekwad UH and Kakulas BA : Burst fractures in the thoracic and lumbar spine: A clinico-neuropathologic analysis. *Spine* 14:1316-1323, 1989.
  - 33) Willen J, Lindahl F, Irtam L and Nordwall A : Unstable thoracolumbar fractures: A study by CT and conventional roentgenology of the reduction effect of Harrington instrumentation. *Spine* 9:214-219, 1984.