

## 부하 분담 분류상 6점 이하의 흉요추 이행부 골절에서 후방 유합 범위에 따른 결과 비교

김정훈 · 김성수\* · 조진호 · 장보훈 · 김진환

인제대학교 일산백병원 정형외과학교실, 상계백병원 정형외과학교실\*

**목 적:** 흉요추 이행부 골절에서 척추경 나사못을 이용한 후방 고정술 시 단분절 고정과 장분절 고정의 결과를 비교하여 적절한 후방 척추 고정의 유합 범위를 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2000년 2월부터 2009년 11월까지 인제대학교 일산백병원 정형외과에 입원하여 흉요추 이행부 골절로 후방 기기 고정술을 시행 받은 환자 중 load sharing 점수가 6점 이하인 53예 환자를 대상으로 하였으며 단분절군, 장분절군으로 분류하였다. 후만각, 설상각, 척추체 압박률, 추체 유합간 각을 수술 전, 수술 후, 최종 추시 방사선 사진으로 관찰하여 교정 정도와 교정 소실 정도를 평가하였으며, 수술 시간 및 술 중 출혈량을 측정하였다.

**결 과:** 양 군 간에 술 후 분절 후만각의 교정 소실, 설상각의 교정 소실, 시상 지수의 교정 소실, 추체 전방주의 높이 변화 및 유합 추체간 각의 교정 소실에는 통계학적 유의한 차이를 보이지 않았으나( $p>0.05$ ) 수술 시간은 단분절군에서 234분, 장분절군에서 289분으로 단분절군에서 유의하게 수술 시간이 짧았다( $p=0.002$ ).

**결 론:** Load sharing 점수 6점 이하인 흉요추 이행부 골절에서 골절된 추체를 포함하여 상, 하 인접 척추체에 척추경 나사못을 고정하는 단분절 유합술이 권장될 수 있으리라 생각된다.

**색인 단어:** 흉요추부, 척추 골절, 후방 고정술, 유합 범위

## Comparison of Surgical Outcomes in Thoracolumbar Fractures Having 6 or Less Scored by Load-Sharing Classification Based on Posterior Fusion Level

Jung Hoon Kim, M.D., Sung Soo Kim, M.D.\*, Jin Ho Cho, M.D., Bo Hoon Jang, M.D., Jin Hwan Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang,  
Inje University Sanggye Paik Hospital\*, Seoul, Korea

**Purpose:** The aim of this study is to decide the optimal level of fusion with comparing the results between the short segment fusion and long segment fusion treated with pedicle screw instrumentation, including fractured vertebra in thoracolumbar junctional fractures.

**Materials and Methods:** From February 2000 to November 2009, fifty three patients with junctional fracture of thoracolumbar spine were treated with pedicle screws and posterior fusion at our hospital. They were divided into two groups, the short segment group and long segment group. Preoperatively, immediate postoperative and last follow-up lateral radiological evaluation was done by measuring the correction and loss of segmental kyphosis, wedge angle, body compression rate and instrumented vertebra angle. In addition, operation time and amount of intraoperative bleeding were measured.

**Results:** There were no significant differences of statistical analysis regarding the radiological variables between the two groups, especially the loss of corrected segmental kyphosis, wedge angle, body compression rate and instrumented vertebra angle ( $p>0.05$ ). However, operative time in the short segment group (234 minutes) was shorter than the long segment group (284 minutes), and there was statistical significance ( $p=0.002$ ).

통신저자 : 김 진 환

고양시 일산서구 주화로 170, 인제대학교 일산백병원 정형외과  
Tel : 031-910-7968 • Fax : 031-910-7967  
E-mail : jhkim@paik.ac.kr

본 논문은 2010년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

접수: 2012. 6. 16  
심사(수정): 2012. 7. 23  
게재확정: 2012. 10. 26

Address reprint requests to : Jin Hwan Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital,  
170, Juhwa-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 411-706, Korea  
Tel : 82-31-910-7968 • Fax : 82-31-910-7967  
E-mail : jhkim@paik.ac.kr

**Conclusion:** We recommend the short segment transpedicular instrumentation one level above and one level below, including the fractured vertebra for thoracolumbar junctional fracture with 6 points or less of the load-sharing score.

**Key Words:** Thoracolumbar spine, Spine fracture, Posterior fixation, Fusion level

## 서 론

흉요추 이행부 골절에서 전방 척추체의 분쇄 및 골편 전이의 정도 등에 따라 전방 골주의 재건이 필요한 경우가 있으나 근래에는 척추경 나사못을 이용하여 전방 척추체의 재건 없이 후방에서 골절된 척추체에 척추경 나사못을 이용한 강한 고정과 추가 분절 유합을 통해 견고한 안정성을 얻으려는 시도가 시행되고 있으며 특히 전방 주의 손상이 적을 경우 후방 도달법에 의한 척추경 나사못의 사용이 치료의 주된 방법으로 인정되고 있다.

그러나, 흉요추 이행부 골절에서 척추경 나사못을 이용한 후방 정복 및 교정술 시 단분절 고정 후 고정 실패에 대한 많은 보고가 있으며 이를 보완하기 위한 방법으로 장분절 고정을 시행할 경우 운동 분절이 감소된다는 보고가 있어 적절한 후방 고정 및 유합 범위에 대한 이견이 있는 실정이며 더욱이 상대적으로 전방 주의 손상이 적은 load-sharing 점수가 6점 이하인 경우에도 후방 고정술 시 어느 정도 범위의 고정 유합술이 가장 적절한가에 대해서는 아직 확실히 정립된 바가 없다.

그리하여, 본 연구에서는 load-sharing 점수가 6점 이하인 흉요추 이행부 골절에서 골절된 척추를 포함하여 척추경 나사못을 이용한 후방 고정술 시 단분절 고정과 장분절 고정의 결과를 비교하여 안정성을 얻을 수 있는 적절한 후방 척추 고정의 유합 범위를 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

2000년 2월부터 2009년 11월까지 인제대학교 일산백병원 정형외과학교실에서 단일 흉요추 이행부 골절로 척추경 나사못을 이용한 후방 고정 및 유합술을 시행한 환자 중 대사성 질환, 골종양, 심한 골다공증으로 인한 경우를 제외하

였으며, load sharing 분류법상 6점 이하인 군에서 1년 이상 추시 관찰이 가능했던 53예를 대상으로 하였다.

53예 중 남자가 30예, 여자가 23예였고, 연령은 19세에서 80세로 평균 46세였으며, 추시 기간은 12개월에서 115개월로 평균 31.8개월이었고 평균 load sharing 점수는 4.8점이었었다. 손상 원인으로는 추락 사고가 24예(45.2%), 교통사고가 15예(28.3%), 저에너지 손상이 14예(26.4%)였다(Table 1). 손상 부위는 흉요추 이행부로 본래 제12흉추와 제1요추 사이를 의미하지만 저자들의 경우 대부분의 문헌에서 흉요추 부의 대상으로 기술하고 있는 흉추 11번부터 요추 2번 사이에서의 골절을 대상으로 하였으며 제1요추가 23예(43.3%)로 가장 많았으며 제2요추가 각각 18예(33.9%) 제12흉추가 8예(15%), 제11흉추가 4예(7.5%) 순이었다(Table 2).

수술의 적응증으로는 골편에 의해 척추관이 30% 이상 침범되거나 분절 후만각이 20도 이상이거나 추체 전방주높이 감소가 50% 이상이거나 후방 구조물 손상과 같이 삼주를 침범한 불안정성 골절인 경우로 하였다. 수술 후 흡입 배액관을 제거한 후 흉요추추 보조기(thoracolumbosacral orthosis, TLSO)를 착용하고 보행을 시작하였고, 보조기는 술 후 약 3개월 정도 착용하도록 하였다.

상기의 수술 적응증 환자들 중 2006년 9월 이전에 발생한 환자들(36명)에 대하여는 단분절 고정 유합술을 시행하였으며 그 후의 환자들(17명)에 대하여는 장분절 고정 유합술을 시행하여 단분절 고정 유합술(골절된 추체와 상·하위 각각 1개의 추체에 척추경 나사못을 삽입하고 유합)을 시행한 군(Group 1)과 장분절 고정 유합술(골절된 추체와 상위 2개, 하위 1개의 추체를 고정 유합)을 시행한 군(Group 2)으로 분류하였다.

각각의 환자에 대해 수술 직후 및 최종 추시 시의 단순 방사선 사진을 통한 평가를 시행하였는데 분절 후만각의 교정 소실, 설상각의 교정 소실, 척추체 압박률 및 유합 추

**Table 1.** Causes of Injury

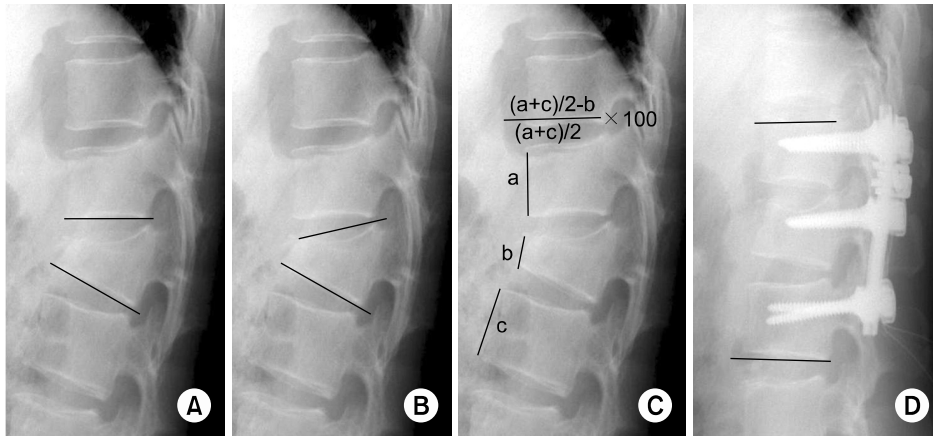
Causes of injury	Group 1 (n=36)	Group 2 (n=17)	Total
Fall from height	15	9	24 (45.2)
Traffic accident	11	4	15 (28.3)
Low energy	10	4	14 (26.4)

Values are presented as number or number (%).

**Table 2.** Injured Levels of Fractured Vertebra

Injured level	Group 1 (n=36)	Group 2 (n=17)	Total
L1	17	6	23 (43.3)
L2	12	6	18 (33.9)
T12	5	3	8 (15.0)
T11	2	2	4 (7.5)

Values are presented as number or number (%).



**Fig. 1.** Radiologic parameters. (A) Kyphotic angle (°). (B) Wedge angle (°). (C) Compression rate (%). (D) Instrumented vertebra angle (°).

**Table 3.** Patient Characteristics, Preoperative Variables

Variable	Group 1 (n=36)	Group 2 (n=17)	p-value
Age (yr)	45.8	46.4	>0.05
Male : Female	20 : 16	10 : 7	>0.05
Load-sharing score	4.8	4.8	>0.05
Preoperative kyphotic angle (°)	16.0	16.0	>0.05
Preoperative wedge angle (°)	19.6	18.8	>0.05
Preoperative compression rate (%)	34.4	39.8	>0.05
Preoperative instrumented vertebra angle (°)	15.7	15.4	>0.05

체간 각을 지표로 이용하였으며 수술 시간, 술 중 출혈량 등도 비교하였다. 분절 후만각의 교정 소실 정도는 손상된 추체의 근위부에 위치한 상부 추체의 하부 종판과 손상된 추체의 하부 종판이 이루는 각을 측정하여 최종 추시 시와 수술 직후의 차이로 평가하였으며 설상각의 교정 소실은 손상된 추체의 상부 종판과 하부 종판이 이루는 각을 측정하여 추시 시와 수술 직후의 차이로 평가하였다. 척추체 압박물은 손상된 추체의 상, 하부 추체 전반주 높이에 대한 손상된 추체 전반주의 백분율 차이로 평가하였으며 유합 추체간 각의 교정 소실 정도는 척추경 나사못이 삽입된 추체 중 근위부 추체의 상부 종판과 원위부 추체의 하부 종판이 이루는 각을 측정하여 최종 추시 시와 수술 직후의 차이로 평가하였다(Fig. 1).

통계적 처리는 MedCalc version 11.5.1 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium)를 사용하여 independent t-test 및 chi-square test로 시행되었으며 p값이 0.05보다 작은 경우 유의한 것으로 평가하였다.

## 결 과

술 전 두 군 간의 나이, 성비, 손상 부위, 손상 원인, load sharing 점수 등의 일반적 지표에 대한 통계적 유의

한 차이는 없었으며 또한 술 전 후만각, 설상각, 추체 전반주의 높이 소실, 유합 추체간 각 등의 방사선학적 지표 역시 두 군 간에 통계적 차이는 없었다(Table 3).

### 1. 분절 후만각의 교정 소실

술 전, 수술 직후, 최종 추시 시 분절 후만각은 단분절 군에서 각각 16°, 4.2°, 6.7°였으며 장분절군에서는 16°, 3.4°, 5.7°였다(Table 3, 4). 최종 추시 시와 수술 직후의 분절 후만각의 차이를 비교한 결과 단분절군에서, 수술 직후 교정된 분절 후만각에 비해 최종 추시 시 평균 2.52°의 교정 소실이 있었고 장분절군에서는 평균 2.38°의 교정 소실이 있었으며 양 군 간의 통계학적 차이는 없었다(p=0.86) (Table 5, 6).

### 2. 설상각의 교정 소실

술 전, 수술 직후, 최종 추시 시 설상각은 단 분절군에서 각각 19.6°, 11.4°, 12.4°였으며 장 분절군에서는 18.8°, 10.6°, 11.9°였다(Table 3, 4). 최종 추시 시와 수술 직후의 설상각의 차이를 비교한 결과 단분절군에서 수술 직후 시 상지수에 비해 최종 추시 시 평균 1.04°의 교정소실이 있

**Table 4.** Immediate and Last Postoperative Variables

Variable	Group 1 (n=36)	Group 2 (n=17)	p-value
Immediate postoperative kyphotic angle (°)	4.2	3.4	>0.05
Immediate postoperative wedge angle (°)	11.4	10.6	>0.05
Immediate postoperative compression rate (%)	13.8	18.9	>0.05
Immediate postoperative instrumented vertebra angle (°)	6.1	6.2	>0.05
Last postoperative kyphotic angle (°)	6.7	5.7	>0.05
Last postoperative wedge angle (°)	12.4	11.9	>0.05
Last postoperative compression rate (%)	16.1	23.4	>0.05
Last postoperative instrumented vertebra angle (°)	9.3	8.9	>0.05

**Table 5.** Correction of Postoperative Variables

Variable	Group 1	Group 2	p-value
Correction of kyphotic angle (°)	11.8	12.6	>0.05
Correction of wedge angle (°)	8.2	8.2	>0.05
Correction of compression rate (%)	20.6	20.9	>0.05
Correction of instrumented vertebra angle (°)	9.6	9.2	>0.05

**Table 6.** Loss of Postoperative Variables

Variable	Group 1	Group 2	p-value
Loss of kyphotic angle correction (°)	2.52	2.38	0.86
Loss of wedge angle correction (°)	1.04	1.36	0.76
Loss of compression rate correction (%)	2.30	4.47	0.085
Loss of instrumented vertebra angle (°)	3.20	2.60	0.57

**Table 7.** Loss of Postoperative Variables

Variable	Group 1	Group 2	p-value
Operative time (min)	243	269	0.002*
Intraoperative bleeding (ml)	1,237.5	1,100	0.37

\*Significant differences (p-value<0.05).

었고, 장분절군에서는 평균 1.36°의 교정 소실이 있었으며 양 군 간의 통계학적 차이는 없었다(p=0.76) (Table 5, 6).

### 3. 추체 압박률의 변화

술 전, 수술 직후, 최종 추시 시 추체 압박률은 단분절군에서 각각 34.4°, 13.8°, 16.1°였으며 장분절군에서는 39.8°, 18.9°, 23.4°였다(Table 3, 4). 단분절군에서 수술 직후에 비해 최종 추시 시 평균 2.3% 감소하였고, 장분절군에서는 평균 4.47% 감소하였으나 양 군 간의 통계학적 유의한 차이는 없었다(p=0.085) (Table 5, 6).

### 4. 유합 추체간 각의 교정 소실

술 전, 수술 직후, 최종 추시 시 유합 추체간 각은 단분절군에서 각각 15.1°, 6.1°, 9.3°였으며 장분절군에서는 15.4°, 6.2°, 8.9°였다(Table 3, 4). 최종 추시 시와 수술 직후의 유합 추체간 각의 차이를 비교한 결과 단분절군에서 수술 직후 유합 추체간 각에 비해 최종 추시 시 평균 3.2°의 교정 소실이 있었으며 장분절군에서 평균 2.6°의 교정 소실이 있었으나 양 군 간의 통계학적 차이는 없었다(p=0.57) (Table 5, 6).

## 5. 수술 시간

단분절군에서 평균 수술 시간은 243분(120-440분)이었고, 장분절군에서는 269분(160-440분)으로 장분절 고정 유합술을 시행한 군에서 의미 있게 증가하였다( $p=0.002$ ) (Table 7).

## 6. 출혈량

단분절군에서 평균 출혈량은 1,237.5 ml (850-2,500 ml)였고, 장분절군에서는 1,100 ml (700-1,900 ml)였으나 양 군간의 통계학적 유의한 차이는 없었다( $p=0.37$ ) (Table 7).

## 7. 합병증

추시 기간 동안 기기 파손이나 인접 분절의 문제 발생은 없었다.

# 고 찰

흉요추 이행부 골절에서 척추경 나사못을 이용한 후방 수술법은 단순하고 골절 정복 및 정렬을 유지하기 쉬운 뿐만 아니라 해부학적 정복을 가능하게 하여 중인대의 신연에 의한 간접적인 신경 압박, 후만 변형의 교정, 지연성 통증 및 변형의 예방에 많은 효과를 가져왔으며 3차원적 안정성으로 인한 조기 활동이 가능할 수 있어 보편적으로 사용되고 있다<sup>1,4,8,12,14,15</sup>. 그러나 전방 구조의 심한 손상이나 그에 따른 신경 압박 등일 경우 확실한 감압을 하기 어렵고 전방 지지효과가 떨어진다는 단점이 있다<sup>13</sup>. 전방 수술법은 확실한 감압과 전방 지지 효과가 상대적으로 크나 수술이 광범위하고 특히 흉요추 이행부 골절 시 흉복부 도달법으로 인한 횡격막 절개 등의 문제점이 있어 후방 유합술만으로 후만각의 교정 및 유지가 가능하고 신경학적 증상의 호전을 기대할 수 있는 경우 척추경 나사못을 이용하여 전방 척추체의 재건 없이 후방에서 골절된 척추체에 척추경 나사못을 이용한 강한 고정과 추가 분절 유합을 통해 견고한 안정성을 얻으려는 시도가 시행되고 있으나 후방 고정술 시 고정 및 유합 범위에 대해서는 많은 논란이 있고 정확히 정립된 바는 없다.

McLain 등<sup>10</sup>의 연구에 의하면 흉요추 이행부와 요추부 골절에서 골절 추체를 제외하고 상, 하 인접 추체에만 척추경 나사못을 고정하여 치료한 결과 19예 중 총 10예에서 교정 소실이 있었다고 하였으나 Chung과 Rhym<sup>3</sup>은 흉추부, 흉요추 이행부와 요추부 골절에서 골절부에 척추경 나사못을 삽입하고 인접 상, 하 추체에 척추경 나사못을 고정한 단분절 유합술을 시행 후 좋은 결과를 얻었으며 이는

골절된 추체까지 나사못을 삽입함으로써 상, 하 인접 추체에만 삽입 고정한 경우보다 하중을 분산시켜 각 나사못과 간봉에 가해지는 힘의 집중을 감소시킨 데 따른 결과라고 하였다. 또한, Jeong 등<sup>5</sup>도 흉추부, 흉요추 이행부와 요추부 골절에서 골절된 추체를 포함한 상, 하 인접 추체에 척추경 나사못을 삽입 고정하여 시행한 단분절 유합술에서 만족할 만한 결과를 얻었으며 흉추부 척추경 나사못의 고정력이 추체에도 있지만 척추경에도 있으므로 척추경이 견재하다면 골절된 추체에 나사못을 삽입하더라도 고정력을 얻을 수 있어 단분절 유합술의 문제점을 줄일 수 있다고 하였다.

McCormack 등<sup>9</sup>은 척추 골절에서 단분절 후방 척추경 나사 고정 후 가관절증, 후만 변형의 재발, 고정기기의 실패 등이 자주 발생함을 발견하고 추체 분쇄의 정도, 골편의 전위 정도, 술 후 후만각 교정 정도를 1, 2, 3점으로 환산하여 추체의 부하 부담 능력(load sharing capacity)을 평가하였으며 흉요추부 이행부와 요추부 골절에서 골절 추체를 제외하고 상, 하 인접 추체에만 척추경 나사못을 고정하여 치료한 결과 총 9점 중 7점 이상인 경우 추체의 부하 부담이 부실하여 후방기기 실패 확률이 높으므로 6점 이하인 경우에서 단분절 유합술 시행을 권하였다. 또한, Parker 등<sup>11</sup>도 흉요추부 및 요추부 골절에서 load-sharing 분류상 6점 이하인 경우 골절된 추체를 제외한 상, 하 인접 추체에 척추경 나사못을 이용한 단분절 유합술을 시행한 후 좋은 결과를 얻었으며 단분절 후방 유합술만으로도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었던 것은 골절된 추체를 통해 부하 부담이 될 수 있었기 때문이라고 하였다.

그러나, Lee 등<sup>7</sup>은 load-sharing 점수가 6점 이하인 흉요추 이행부 및 요추부 골절에서 골절된 추체와 상, 하 인접 추체에 척추경 나사못을 이용한 단분절 유합술을 시행한 군에서 만족할 만한 결과는 얻었으나 상부 추간판의 높이 변화가 장분절군에 비해 상대적으로 많이 근위부로 1부위 더 고정이 길어져도 요추부 운동에 큰 영향을 미치지 않는 흉요추부 방출성 골절에서는 단분절 고정보다는 근위부로 1부위 더 고정하는 것을 권장하였으며 Carl 등<sup>2</sup>도 흉요추부 이행부와 요추부 골절에서 골절 추체를 제외하고 상하 인접 추체에만 척추경 나사못을 고정하여 치료하였을 때 주로 흉요추 이행부에서 기기 파단이 발생함을 보고하며 흉요추 이행부 골절에서는 추체에 작용하는 압박력이 전방으로 주로 작용하므로 Krag<sup>6</sup>이 제안한 대로 골절 부위보다 위로 2부위 고정을 해야 한다고 하였으나 압박력이 상대적으로 후방으로 작용하는 하요추부에서는 골절 부위보다 위로 1부위 고정만으로도 충분하다고 하였다.

본 예의 경우, load sharing 점수 6점 이하의 흉요추 이행부 골절에서 단분절 고정 유합술(골절된 추체와 상위, 하

위 각각 1개의 추체에 척추경 나사못을 삽입하고 유합)을 시행한 군과 장분절 고정 유합술(골절된 추체와 상위 2개, 하위 1개의 추체를 고정 유합)을 시행한 군 간의 분절 후 만각, 설상각의 교정 소실 정도 및 추체 압박률의 변화 등에는 통계학적 유의한 차이를 찾을 수 없었고 단분절군의 수술 시간이 장분절군에 비해 유의하게 짧은 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구에서는 흉요추부 및 요추부의 해부학적 구조에 따른 하중 분포의 차이, 골절의 정도, 수술 시 사용한 척추 고정 기기 및 고정 방식의 차이에 따른 적절한 고정 범위를 알아보고자 하였으며 전방주의 심한 손상이 없는 흉요추 이행부 골절에서 골절된 추체를 포함한 상, 하 인접 추체에 척추경 나사못을 고정하는 단분절 유합술로 만족할 만한 결과를 얻어 권장될 만 하리라 생각한다. 그러나, 이 연구에서는 임상적 연구를 시행치 못하고 방사선학적 지표만을 분석한 것이며 이 결과를 임상적 치료 결과와 어떻게 결부시키는가는 또 다른 문제로서 추가적인 연구가 필요할 것이며 또한, 유합과 불안정성에 대한 계측을 시행치 못한 제한이 있어 향후 연구에 포함되어야 할 것이라 생각된다.

## 결 론

본 연구에서 골절된 추체를 포함하여 상, 하 인접 척추체에 척추경 나사못을 고정하는 단분절 유합술은 장분절 유합술과의 수술 고정력 및 교정 소실 정도를 비교한 결과 차이가 없는 것으로 나타났을 뿐만 아니라 수술 시간이 유의하게 짧은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 load sharing 점수 6점 이하인 흉요추 이행부 골절에서 장분절 유합술과 임상 결과는 동일하나 수술 시간 단축에 따른 수술 합병증을 줄일 수 있는 단분절 유합술이 권장될 수 있으리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Been HD, Bouma GJ:** Comparison of two types of surgery for thoraco-lumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs. posterior instrumentation only. *Acta Neurochir (Wien)*, **141**: 349-357, 1999.
- 2) **Carl AL, Tromanhauser SG, Roger DJ:** Pedicle screw instrumentation for thoracolumbar burst fractures and fracture-dislocations. *Spine (Phila Pa 1976)*, **17**: S317-S324, 1992.
- 3) **Chung JY, Rhym IS:** Short segment transpedicular cotrel-dubousset instrumentation including involved vertebra for fractures of thoracic and lumbar spine. *J Korean Orthop Assoc*, **29**: 940-948, 1994.
- 4) **Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M:** New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res*, **227**: 10-23, 1988.
- 5) **Jeong ST, Cho SH, Song HR, Koo KH, Park HB, Chung UH:** Comparison of short and long-segment fusion in thoracic and lumbar fractures. *J Korean Soc Spine Surg*, **6**: 73-80, 1999.
- 6) **Krag MH:** Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation. A review. *Spine (Phila Pa 1976)*, **16**: S84-99, 1991.
- 7) **Lee CS, Chung SS, Jung HW, Kim ES:** Decision of posterior fixation level by load-sharing classification in thoracolumbar and lumbar burst fracture. *J Korean Soc Spine Surg*, **8**: 27-38, 2001.
- 8) **Mann KA, McGowan DP, Fredrickson BE, Falahee M, Yuan HA:** A biomechanical investigation of short segment spinal fixation for burst fractures with varying degrees of posterior disruption. *Spine (Phila Pa 1976)*, **15**: 470-478, 1990.
- 9) **McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW:** The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*, **19**: 1741-1744, 1994.
- 10) **McLain RF, Sparling E, Benson DR:** Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*, **75**: 162-167, 1993.
- 11) **Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW:** Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: a consecutive 41/2-year series. *Spine (Phila Pa 1976)*, **25**: 1157-1170, 2000.
- 12) **Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C:** Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res*, **(203)**: 7-17, 1986.
- 13) **Shono Y, McAfee PC, Cunningham BW:** Experimental study of thoracolumbar burst fractures. A radiographic and biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems. *Spine (Phila Pa 1976)*, **19**: 1711-1722, 1994.
- 14) **Sjostrom L, Karlstrom G, Pech P, Rauschnig W:** Indirect spinal canal decompression in burst fractures treated with pedicle screw instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*, **21**: 113-123, 1996.
- 15) **Steffee AD, Biscup RS, Sitkowski DJ:** Segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*, **(203)**: 45-53, 1986.