

Analysis of Factors Affecting Postoperative Loss of Reduction in Unstable Thoracolumbar Fractures

Jaewan Soh, M.D., Chang-Hwa Hong, M.D., Chung-Won Bang, M.D., Jae Chul Lee, M.D., Byung-Joon Shin, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2017 Sep;24(3):190-197.

Originally published online September 30, 2017;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2017.24.3.190>

Korean Society of Spine Surgery

Asan Medical Center 88, Olympic-ro 43 Gil, Songpa-gu, Seoul, 05505, Korea

Tel: +82-2-483-3413 Fax: +82-2-483-3414

©Copyright 2017 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is
located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOIx.php?id=10.4184/jkss.2017.24.3.190>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Analysis of Factors Affecting Postoperative Loss of Reduction in Unstable Thoracolumbar Fractures

Jaewan Soh, M.D., Chang-Hwa Hong, M.D., Chung-Won Bang, M.D., Jae Chul Lee, M.D.*, Byung-Joon Shin, M.D.*

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Korea

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

Study Design: Retrospective analysis

Objectives: Loss of fracture reduction after posterior surgery to treat unstable thoracolumbar fractures can cause several complications. We analyzed the factors influencing postoperative loss of reduction.

Summary of Literature Review: Controversy exists about the factors causing postoperative loss of reduction in thoracolumbar fractures during the follow-up period.

Materials and Methods: We analyzed the records of 59 patients who underwent posterior surgery for thoracolumbar unstable fractures and had completed a minimum follow-up of 1 year. Postoperative loss of reduction was defined as 30% or more loss of vertebral body height or 15° or more progression of the kyphotic angle at the 1-year follow-up compared to immediately after surgery. The associations between the patients' gender, age, level of fracture, injury of the posterior column, initial loss of fractured vertebral body height, load-sharing score, Thoraco-Lumbar Injury Classification and Severity score, number of fixed segments, type of pedicle screws, degree of postoperative reduction, degree of postoperative corrected kyphotic angle, changes in the insertion angle of the most proximal and the most distal pedicle screws, decreases in the upper and lower disc height of the fractured vertebral body, and postoperative loss of reduction were analyzed.

Results: Thirteen patients (22.0%) had postoperative loss of reduction. Age at the time of the operation ($p=0.034$), initial loss of fractured vertebral body height ($p=0.042$), and changes in the insertion angles of the most distal pedicle screws ($p=0.021$) were significantly associated with postoperative loss of reduction. However, the other factors did not show a significant relationship.

Conclusions: In patients who underwent posterior surgery for unstable thoracolumbar fractures, the frequency of loss of reduction was high in patients more than 45 years old at the time of the operation, with a 50% or more loss of the initial fractured vertebral body height, and with changes of 5° or more in the insertion angles of the most distal pedicle screws.

Key words: Thoracolumbar, Unstable fractures, Posterior surgery, Loss of fracture reduction

서론

외상에 의한 척추 골절은 흉-요추부 부위에서 가장 흔하게 발생하며, 가해지는 변형력의 종류 및 크기에 따라 수술적 치료가 필요한 불안정성 골절과 수술적 치료가 필요하지 않은 안정성 골절로 나뉘게 된다. 이러한 수술적 치료 여부를 결정하기 위해 여러 분류들이 소개되어 왔는데, 현재 임상적으로 많이 사용되고 있는 것은 Denis¹⁾의 분류, McCormack 등²⁾이 발표한 load sharing 분류와 Vaccaro 등³⁾이 발표한 TLICS (Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score) 분류 등이다. 이는 그 손상 기전에 따른 불안정성의 입증과 함께 수술적 치료가 필요한 흉-요추부 골절을 분류하기 위함이고, 전방 및 후방 수술이 필요한 형태의 골절까지 분류하고 있다.

수술적 치료는 크게 전방 도달법과 후방 도달법이 있는데, 많은 문헌들에서 이러한 불안정성 흉-요추부 골절에 대한 수술적 치료 방법과 결과에 대한 보고를 하고 있으나, 수술적 치료 후 추시 과정에서 골절의 정복이 소실되면서 후만 변형이 발생하

Received: June 15, 2017

Revised: August 16, 2017

Accepted: August 24, 2017

Published Online: September 30, 2017

Corresponding author: Chang-Hwa Hong, M.D.,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8974-3529>

Department of Orthopaedic Surgery, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, 31 Soonchunhyang 6-gil, Dongnam-gu, Cheonan, 31151 Korea

TEL: +82-41-570-2170, **FAX:** +82-41-572-7234

E-mail: chhong@schmc.ac.kr

는 요인에 대해서는 논란이 있다. 이에, 저자들은 흉-요추부 불안정성 골절에서 후방 수술을 시행 받고 1년 이상 추시된 환자들을 후향적으로 분석하여, 수술 후 정복 소실에 영향을 미치는 요인들을 분석해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2010년 6월부터 2016년 1월까지 흉-요추부 방출성 골절로 구조적, 신경학적 불안정성이었거나, 후방 주 손상까지 동반된 3주 골절 또는 골절-탈구로 2명의 척추외과 의사에 의해 수술적 치료를 시행 받고 1년이상 추시된 70명의 환자 중, 전방 수술이 병행되었거나, 다분절 골절이 있었던 11명을 제외하고 단분절 골절만 있었던 59명의 환자를 대상으로 의무 기록과 방사선 사진을 후향적으로 분석하였다. 최초 수상 당시 척추 골절편이 신경관으로 50% 이상 감입되고 신경학적 이상 소견이 동반되어 전방 수술로 직접 감압이 필요하였을 경우 이외에는 후방 수술을 우선적으로 시행하였는데, 척추경 나사못을 이용하여 골절 추체 상, 하로 단분절 또는 2분절 고정을 시행한 후, 정복술 및 골이식을 하여 후방 유합술을 시행하였고, 수상 직후 신경 손상의 정도가 완전 마비였을 경우에는 후방 수술만 시행하였다. 수술 당시 환자의 평균 연령은 45.3세(15~76세)였고, 남자가 47명, 여자가 12명이었다. 평균 추시 기간은 18.3개월(12~48개월)이었다. 방사선학적 추시는 수술 전, 수술 직후, 수술 후 2주, 6주, 3개월, 6개월, 9개월, 12개월에 시행하였고, 수술 후 1년 이후에는 6개월마다 시행하였다.

2. 연구 방법

1) 수술 후 정복 소실의 기준

수술 후 정복 소실은 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진상에서, 수술 직후의 골절 척추체와 비교하여 1년 추시시의 골절 척추체가 30% 이상 척추체 높이의 소실이 있을 때 또는 수술 직후의 골절부 상위 추체의 상연과 하위 추체 하연이 이루는 Cobb씨 각도와 1년 추시시의 Cobb씨 각도의 차이가 15도 이상 후만각이 진행된 경우로 정의하였다(Fig. 1).

2) 환자 요인

먼저 환자 자체 요인 중 영향을 줄 수 있는 인자로 성별과 최초 수술 시 연령에 따라 분석하였는데, 평균 나이인 45.3(±14.9)세를 기준으로, 45세 이상과 미만으로 나누어 분석하였다.

3) 수술 전 요인

정복 소실에 영향을 줄 수 있는 수술 전 요인으로 골절의 위

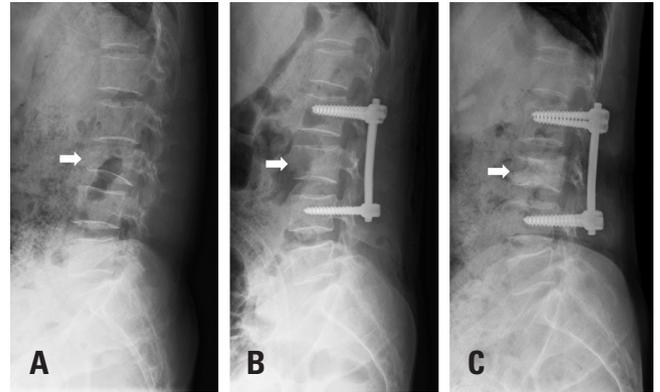


Fig. 1. Three simple plane lateral radiographs show that (A) the loss of the preoperative fracture vertebral body height was 50% or more at the L3 level, (B) postoperative reduction of the L3 body height was nearly normal, and (C) postoperative loss of reduction at the 1-year follow-up was 30% or more.

치, 후방 주 손상 여부, 최초 골절시 추체 높이 소실 정도, load-sharing 점수, TLICS 점수 등을 고려하였다. 골절의 위치는 불안정성 골절 부위가 흉-요추 연결부(T-L junction)인 제 12 흉추와 제 1요추를 포함하는지 여부로 나누어서 분석하였고, 후방 주 손상 여부는 컴퓨터 단층 촬영(CT)과 자기공명영상(MRI) 상에서 후방 인대 복합체의 손상 여부로 나누어서 분석하였다. 최초 골절시 추체 높이 소실 정도는 수술 전 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진상에서 골절 추체 전연의 높이를 골절 부위 상, 하 추체 전연 높이의 합을 2로 나눈 값으로 다시 나누어, 골절 추체의 남은 비율을 계산한 다음, 이를 1에서 차감하여 압박률을 계산하였는데, 50%을 기준으로, 그 이상과 미만으로 나누어 분석하였다. 또한 load-sharing 점수는 7점을 기준으로 그 이상과 미만으로 나누어 분석하였고, TLICS 점수는 6점을 기준으로 그 이상과 미만으로 나누어 분석하였다

4) 치료 방법에 따른 요인

수술적 치료에 의한 인자로, 골절 추체 상, 하 고정 분절 수, 척추경 나사못의 종류를 고려하였다. 골절 추체 상, 하 고정 분절 수는 골절 추체 상, 하로 단분절 고정을 시행한 경우와, 골절 추체 상, 하로 2분절 고정을 시행한 경우로 나누어 분석하였다. 또한, 척추경 나사못의 종류는 단축(monoaxial) 척추경 나사못을 사용한 경우와 다축(polyaxial) 척추경 나사못을 사용한 경우로 나누어 분석하였다.

5) 수술 후 방사선학적 변화 요인

수술적 치료 결과의 차이로 수술 직후의 방사선학적 사진상 측정치를 평가하였다. 수술 후 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진상 골절의 정복 정도, 후만각 교정 정도를 측정하였다. 수술

후 골절의 정복 정도는 수술 전 골절 추체의 압박률과 마찬가지로, 수술 후 골절 추체의 압박률을 계산하여, 골절의 정복된 높이가 80% 이상과 미만으로 나누어 분석하였다. 또한, 수술 후 후만각 교정 정도는 수술 전 골절 추체 상위 추체의 상연과 하위 추체의 하연이 이루는 Cobb씨 각도를 측정하고, 수술 후 같은 방법의 Cobb씨 각도를 측정한다 다음, 그 차이 각도로 정의하였고, 그 평균값인 15도를 기준으로 그 이상과 미만으로 나누어 분석하였다.

또한 수술 직후 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진과 1년 추시 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진을 비교하여, 고정의 최근위부와 최원위부의 척추경 나사못 삽입 각도 변화를 측정하였다. 척추경 나사못 삽입 각도 변화는 고정의 최근위부와 최원위부의 척추경 나사못 삽입된 축과 해당 척추체 상연이 이루는 Cobb씨 각도를 측정하였는데, 수술 직후와 1년 추시 시 각도 차이를 그 평균값인 5도를 기준으로 그 이상과 그 미만으로 나누어 분석하였다. 그리고, 수술 후 정복 소실의 기준 중 하나인 추시 과정에서 골절부 상, 하위 추체가 이루는 후만각이 진행되는 요인으로, 회복되었던 추간판 높이의 감소와의 연관성을 알아보기 위해 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진상에서 추간판 높이를 측정하였다. 골절 척추체 상, 하 추간판 높이는 단순 방사선 사진간의 확대(magnification)에 따른 오차를 줄이기 위해, 흉-요추부 측면 단순 방사선 사진상에서 골절 척추체 상, 하 추간판 중간의 높이를 측정하여, 상위 추간판 높이를 상위 척추체 전연의 높이로 나눈 비율로 계산하였고, 하위 추간판 높이를 하위 척추체 전연의 높이로 나눈 비율로 계산하여, 수술 직후와 1년 추시의 값을 측정하여, 그 차이를 계산하였고, 평균값인 0.05를 기준으로 그 이상과 미만으로 나누어 분석하였다.

6) 통계적 분석 방법

통계적 분석은 각종 인자의 유의성 검증을 위해 SPSS 14.0(SPSS Inc., Richmond, CA, USA)을 이용하였다. 나이, 방사선학적 측정값 등 연속 변수들의 평균값을 차단(cut-off)값으로 적용하기 위해, 정규 분포를 따르는지 통계적으로 Kolmogorov-Smirnov test를 이용하여 검증하였다. 그리고, 수술 후 정복 소실을 각각의 요인들과 교차 분석 시행하였고, Chi-square 검증을 사용하였다. 유의 수준은 p<0.05로 하였다.

결과

1. 수술 후 정복 소실

수술 직후의 골절 척추체와 비교하여 1년 추시시의 골절 척추체가 30% 이상 척추체 높이의 소실이 발생했거나 수술 직후의 골절부 상위 추체의 상연과 하위 추체 하연이 이루는 Cobb

씨 각도와 1년 추시시의 Cobb씨 각도의 차이가 15도 이상 후만각이 진행된 경우는 59예 중 13예(22.0%)였다.

2. 환자의 신경학적 손상 여부

환자들의 신경학적 손상 여부는 미국 척수 손상 학회에서 제시한 척수 손상의신경학적 및 기능적 분류(ASIA [American Spinal Injury Association] impairment scale)에 따라 분류하였다. 최초 손상 직후에는 A가 5예, B가 2예, C가 4예, D가 16예, E가 32예였으며, 1년 뒤 추시 과정에서는 A가 5예, D가 9예, E가 45예였다. 최초 손상 직후 신경학적 등급이 A였던 환자는 호전되었던 경우가 없었고, B였던 2예는 1년 추시 시 D로 호전되었으며, C였던 4예 중 3예에서 1년 추시 시 D로 호전되었고, 1예는 E로 회복되었다. 최초 D였던 16예 중, 4예는 회복이 없었고, 12예는 E로 회복되었다.

3. 원인 인자 분석

1) 환자 요인

성별에 따른 분류에서 남자는 47예 중 11예(23.4%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였고, 여자는 12예 중 2예(16.7%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.474). 나이에 따른 분류에서, 평균값인 45세를 기준으로 45세 이상인 35예 중 11예(31.4%), 45세 미만인 24예 중 2예(8.3%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였고, 이는 통계적으로 유의하였다(p=0.034) (Table 1).

2) 수술 전 요추부 요인

수술 전 요인에서 골절의 위치는 흉-요추부 이행 부위인 제 12흉추체 또는 제 1요추체가 골절이었던 경우 31예 중 6예(19.4%)에서, 흉-요추부 이행 부위를 포함하지 않는 골절이었던 28예 중 7예(25.0%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였으나, 통계학적인 연관성은 없었다(p=0.417). 또한, 후방 주 손상

Table 1. Univariate analysis of patient-related risk factors for postoperative loss of reduction in unstable thoracolumbar fractures

Factors	Postoperative Loss of Reduction		
	Yes	No	p-value
<i>Patient-related</i>			
Gender			
Male	11	36	0.474
Female	2	10	
Age			
<45	2	22	0.034
≥45	11	24	

Table 2. Univariate analysis of pre-operative risk factors for postoperative loss of reduction in unstable thoracolumbar fractures

Factors	Postoperative Loss of Reduction		
	Yes	No	p-value
<i>Pre-operative</i>			
Level of fracture			
T-L junction level (T12, L1)	6	25	0.417
Other level	7	21	
Posterior column injury			
Injured	6	18	0.442
Not injured	7	28	
Initial loss of vertebral body height			
<50	7	38	0.042
≥50%	6	8	
Load sharing score			
<7	8	31	0.467
≥7	5	15	
TLICS score			
<6	10	35	0.633
≥6	3	11	

이 있었던 24예 중 6예(25.0%)에서, 후방 주 손상이 없었던 35예 중 7예(20.0%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였으나, 유의한 차이는 없었다($p=0.442$). 그러나, 최초 골절시 추체 높이가 50% 이상 소실되었던 14예 중 6예(42.9%)에서, 50% 미만 소실되었던 45예 중 7예(15.6%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였는데, 이는 통계학적으로 유의하였다($p=0.042$). 최초 손상시의 load sharing 점수에 의한 분류에서, 7점 이상이었던 20예 중 5예(25.0%)에서, 7점 미만이었던 39예 중 8예(20.1%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였고, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.467$). 또한 최초 손상시의 TLICS 점수에 의한 분류에서, 6점 이상인 14예 중 3예(21.4%)에서, 6점 미만인 45예에서 10예(22.2%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였으나, 유의한 차이는 없었다($p=0.633$) (Table 2).

3) 치료 방법에 따른 요인

치료 방법에 따라 영향을 받는 인자로, 먼저 골절 추체 상, 하 고정 분절 수를 고려하였는데, 2분절 고정을 시행한 26예 중 3예(11.5%)에서, 1분절 고정을 시행한 33예 중 10예(30.3%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였고, 이는 유의한 차이가 없었다($p=0.077$). 또한, 척추경 나사못의 종류에 따라, 단축 척추경

Table 3. Univariate analysis of surgery-related and radiologic risk factors for postoperative loss of reduction in unstable thoracolumbar fractures

Factors	Postoperative Loss of Reduction		
	Yes	No	p-value
<i>Surgery-related and Radiologic</i>			
Number of fixed segments			
Mono-segment	10	23	0.077
2 segments	3	23	
Type of pedicle screw			
Monoaxial screw	10	34	0.569
Polyaxial screw	3	12	
Degree of postoperative reduction			
<80%	3	13	0.505
≥80%	10	33	
Correction of postoperative kyphotic angle			
<15°	8	28	0.614
≥15°	5	18	
Change of most upper pedicle screw insertion angle			
<5°	10	36	0.593
≥5°	3	10	
Change of most lower pedicle screw insertion angle			
<5°	6	37	0.021
≥5°	7	9	
Decrease of fractured vertebral upper disc height			
<0.05	6	27	0.311
≥0.05	7	19	
Decrease of fractured vertebral lower disc height			
<0.05	7	31	0.280
≥0.05	6	15	

나사못을 사용한 44예 중 10예(22.7%)에서, 다축 척추경 나사못을 사용한 15예 중 3예(20.0%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였는데, 이는 통계적 유의성이 없었다($p=0.569$) (Table 3).

4) 수술 후 방사선학적 변화 요인

수술 후 방사선학적 측정값으로, 먼저 골절의 정복 정도를 고려하였다. 최초 골절에 비하여 정복된 추체의 높이가 80% 이상 회복되었던 43예 중 10예(23.3%)에서, 80% 미만으로 회복되

었던 16예 중 3예(18.8%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였는데, 이는 통계적인 연관성이 없었다($p=0.505$). 그리고, 골절로 인해 증가되었던 후만각의 수술 후 교정 정도에 대하여, 15도 이상 교정되었던 23예 중 5예(21.7%)에서, 15도 미만으로 교정되었던 36예 중 8예(22.2%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였고, 이는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.614$).

또한, 수술 직후와 비교하여, 1년 추시시 척추경 나사못 삽입 각도 변화에 대하여, 최근위부 척추경 나사못 삽입 각도가 5도 이상 변화되었던 13예 중 3예(23.1%)에서, 5도 미만이었던 46예 중 10예(21.7%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였고, 이는 유의한 차이가 없었으나($p=0.593$), 최원위부 척추경 나사못 삽입 각도가 5도 이상 변화되었던 16예 중 7예(43.8%), 5도 미만이었던 43예 중 6예(14.0%)에서 수술 후 정복 소실이 발생하였는데, 이는 통계적으로 유의하였다($p=0.021$).

또한, 수술 후 정복 소실 기준 중, 후만각이 진행되는 요인으로 수술 직후 골절 부위 상, 하의 회복되었던 추간판 높이가 1년 추시시 감소되는 것과의 연관성을 고려하였는데, 먼저 상위 추간판 높이 비율이 0.05 이상 감소된 26예 중 7예(26.9%)에서, 0.05 미만 감소된 33예 중 6예(18.2%)에서 후만각의 진행이 발생하였고, 이는 통계학적인 연관성이 없었다($p=0.311$). 하위 추간판 높이 비율이 0.05 이상 감소된 21예 중 6예(28.6%)에서, 0.05 미만 감소된 38예 중 7예(18.4%)에서 후만각의 진행이 발생하였고, 이 역시 통계적 의의가 없었다($p=0.280$) (Table 3).

고찰

척추 골절에서, 척추경 나사못을 이용한 수술은 척추 후만 변형의 교정, 견고한 초기 안정성 등에 대한 효과가 입증된 수술이다.⁴⁻⁷⁾ 척추 골절의 수술적 치료 방법에 대해서는 많은 이견들이 있으나, McCormack 등²⁾은 골절편의 분쇄/침범 정도, 골절편의 부착(apposition) 정도와 변형의 교정 정도를 점수화하여 load sharing 분류를 발표하였는데, 9점 중 7점 이상일 경우 전방 수술을 부가적으로 시행할 것을 제시하였으나, 다른 여러 저자들은 후방 기기 고정만으로도 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다.⁸⁻¹⁰⁾

척추 골절 치료의 목적은 신경 증상을 회복하고 골절된 추체의 변형과 불안정성을 교정하여, 이를 유지하는 것이다. 이러한 척추 골절 수술 후 후만각 교정을 유지하지 못하면, 후만 변형으로 인한 흉요추부의 지속적인 피로 통증의 증가, 하 요추부의 전만 증가에 의한 요추부의 동통 및 퇴행성 변화를 가져오며 고정기기의 파손, 이완 등을 유발하게 된다.¹¹⁾ 따라서, 수술 후 골절 정복을 유지하는 것이 중요하다. 하지만, 추시 과정에서 정복 소실이 오는 경우가 있어서, 이에 영향을 끼치는 인자에 대

하여 다양한 연구들이 보고되고 있다.

다양한 인자들 중, 나이와 관련해서 Chen 등¹²⁾은 나이가 많았던 군에서 후만 변형의 발생과 관련이 있었다고 하였고, Kim 등¹³⁾은 나이와 큰 연관성은 없다고 하였으나, 본 연구에서는 45세 이상의 환자에서 수술 후 정복 소실이 되는 경우가 많았다.

또한, Denis 등¹⁴⁾은 흉-요추부는 견고한 흉추부와 가동적인 요추부가 이행하는 곳으로, 이 곳에서 골절이 발생하면 매우 불안정하고 후만 변형이 가속화되는 경향이 있다고 하였으나, Kim 등¹³⁾은 후만 변형 발생과 관련이 없다고 하였고, 본 연구에서도 수술 후 정복 소실과는 큰 관련이 없었다. 그리고, 후방 인대 복합체는 흉-요추부의 안정성에 중요한 역할을 한다고 알려져 있고,^{3,15,16)} James 등¹⁷⁾은 흉-요추부 방출성 골절과 후방 인대 복합체가 동반 손상되었을 경우, 매우 불안정하며 후만 변형이 진행될 위험이 크다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 후방 인대 복합체 손상 여부는 수술 후 정복 소실과 큰 연관성이 없었다.

최초 골절 추체 압박 정도와 후만 변형 진행과의 연관성에 대해서는, Kim 등¹³⁾은 골절 추체 압박 정도와 후만 변형 진행과는 큰 관계가 없다고 하였으나, Chen 등¹²⁾은 최초 골절 추체 압박 정도가 50%가 넘을 때 후만 변형 진행과 관련이 있다고 하였고, Gurr 등¹⁸⁾도 최초 골절 추체가 50% 이상의 높이 소실이 있는 경우 후방 고정의 고정력 부족 및 전방 도달법을 추가로 사용할 것을 권장하는 등 최초 척추체 높이 소실과 불안정성에 대한 높은 관련성을 보고하였다. 본 연구에서는 최초 골절 추체 압박 정도가 50% 이상인 경우, 수술 후 정복 소실과 연관성이 있었다.

또한, load sharing 분류와 후만 변형 진행과의 연관성에 대해서는, McCormack 등²⁾과 Kim 등¹¹⁾은 load sharing 분류에서 7점 이상일 경우, 고정물 파손 및 후만 변형 발생이 많았다고 하였고, Lee 등¹⁹⁾은 골절 추체에 척추경 나사못 고정을 한 경우 load-sharing 분류상 7점 이상에서도 단분절 고정으로 충분하다고 하였다. 본 연구에서는 load-sharing 분류와 수술 후 정복 소실과는 연관성이 없었다. TLICS와 후만 변형 진행과의 연관성에 대해서는, Chen 등¹²⁾과 Kim 등¹³⁾은 후만 변형의 진행과 TLICS는 큰 관련이 없다고 하였으며, 본 연구에서도 큰 연관성이 없었다.

골절 추체 위, 아래로 고정 분절 수와 후만 변형 진행과의 관련성에 대해서, Gurr와 McAfee²⁰⁾는 골절 추체의 위, 아래로 두 분절의 장분절 기기 고정이 적절한 강성이 있어 안정성을 유지한다고 하였고, Alvine 등²¹⁾은 장분절 기기 고정이 강성이 강하며 후만 변형을 교정하는데 효과적이라고 하였다. 그러나, 장분절 유합은 수술 범위가 커져서 요근 손상이 광범위해지고, 출혈량이 많아지며, 척추 가동 분절을 감소시키는 단점이 있다. 이에, Wagar 등²²⁾은 단분절 고정과 장분절 고정을 비교 분석하였

는데, 후만 변형 발생과는 연관성이 없다고 보고하였다. 본 연구에서도, 고정 분절 수와 수술 후 정복 소실과는 연관성이 없었다. 고정하는 나사못의 종류와 후만 변형 발생과의 연관성에 대해서는, Wang 등²³⁾이 동물 사체로 생역학적 실험을 시행하였는데, 골절 부위를 고정할 때 다축 나사못을 사용한 경우 단축 나사못을 사용할 때보다 신전과 굴곡시 움직임이 유의하게 많다고 하였다. 하지만, 본 연구에서는 나사못의 종류와 수술 후 정복 소실과는 연관성이 없었다.

방사선학적으로, 수술 후 후만각 교정 정도와 후만 변형 진행과의 관계에 대해서, Kim 등¹³⁾은 큰 연관 관계가 없다고 하였으나, Kim 등¹¹⁾은 수술 후 후만각 교정 정도가 컸던 경우, 후만 변형이 발생하는 경향을 보였다고 하였다. 하지만, 본 연구에서는 수술 후 정복 소실과는 큰 연관이 없었다. 또한, 척추경 나사못 삽입 각도에 대하여, Shin 등²⁴⁾은 척추경 나사못의 파손은 주로 원위부에서 발생을 하였으며, 척추경 나사못 각의 변화는 추간판 높이의 감소와 연관이 있다고 하였고, Kim 등¹¹⁾은 후만각 교정이 소실되면서 고정 기기의 파손과 이완이 발생하였다고 하였다. Mclain 등²⁵⁾은 흉요추부 골절에서 단분절 고정 시행 후 발생하는 조기 합병증에 관한 연구에서 금속 기기의 굴곡 변형 없이 척추체의 붕괴나 전위때문에 척추 후만이 발생할 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 고정의 최원위부 척추경 나사못 삽입각 변화와 수술 후 정복 소실과 관련이 있었고, 추간판 높이의 감소는 수술 후 교정 소실과 관련성이 없었다.

흉-요추부 불안정성 골절로 후방 수술을 시행 받은 환자에서, 정복이 소실되는 요인들을 분석해 보니, 수술 당시 나이가 45세 이상일 때, 최초 골절시 추체의 높이가 50% 이상 소실되었을 경우, 그리고 고정의 최원위부 척추경 나사못의 삽입 각도가 5도 이상 변화될 때 수술 후 골절 정복의 소실이 많이 나타났다. 이는, 나이가 45세 이상이고 최초 골절시 추체의 높이가 50% 이상 소실되었을 경우 수술 후 정복 소실이 발생할 가능성이 높아, 주의 깊은 수술적 치료가 요구되며, 추시 과정에서 최원위부 척추경 나사못 삽입 각도가 변화되면 수술 후 정복 소실이 발생하고 있음을 예측할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 모든 인자들의 연관성을 고려한 다항 로지스틱 회귀 분석을 시행하려 했으나, 59예로는 정확한 통계 분석이 이루어지지 않아, 연구의 제한점이라 사료되고, 추후 더 많은 증례와 장기간 추시를 통한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Denis F. Three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8:817-31.
2. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19:1741-4.
3. Vaccaro AR, Zeiller SC, Hulbert RJ, et al. The thoracolumbar injury severity score: a proposed treatment algorithm. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18:209-15.
4. Mahar A, Kim C, Wedemeyer M, et al. Short-segment fixation of lumbar burst fractures using pedicle fixation at the level of the fracture. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32: 1503-7.
5. Sjostrom L, Jacobsson O, Karlstrom G, et al. CT analysis of pedicles and screw tracts after implant removal in thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord*. 1993;6:225-31.
6. Yue JJ, Sossan A, Selgrath C, et al. The treatment of unstable thoracic spine fractures with transpedicular screw instrumentation: a 3-year consecutive series. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27:2782-7.
7. Carl AL, Tromanhauser SG, Roger DJ. Pedicle screw instrumentation for thoracolumbar burst fractures and fracture-dislocations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(Suppl):317-24.
8. Dickson JH, Harrington PR, Erwin WD. Results of reduction and stabilization of the severely fractured thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60:799-805.
9. Stambough JL. Cotrel-Dubousset instrumentation and thoracolumbar spine trauma: a review of 55 cases. *J Spinal Disorders*. 1994;7:461-9.
10. Stambough JL. Posterior instrumentation for thoracolumbar trauma. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;335:73-88.
11. Kim CH, Hwang JK, Choi YJ, et al. Treatment of thoracolumbar bursting fractures according to load-sharing classification. *J Korean Fract Soc*. 2005;18:69-75.
12. Chen JX, Xu DL, Sheng SR, et al. Risk factors of kyphosis recurrence after implant removal in thoracolumbar burst fractures following posterior short-segment fixation. *Int Orthop*. 2016;40:1253-60.
13. Kim GW, Jang JW, Hur H, et al. Predictive factors for a kyphosis recurrence following short-segment pedicle screw fixation including fractured vertebral body in unstable thoracolumbar burst fractures. *J Korean Neurosurg Soc*. 2014;56:230-6.
14. Denis F, Armstrong GW, Searls K, et al. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A

- comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;189:142–9.
15. Holdsworth F. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52:1534–51.
 16. Nagel DA, Koogle TA, Piziali RL, et al. Stability of the upper lumbar spine following progressive disruptions and the application of individual internal and external fixation devices. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63:62–70.
 17. James KS, Wenger KH, Schlegel JD, et al. Biomechanical evaluation of the stability of thoracolumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994;19:1731–40.
 18. Gurr KR, McAfee PC, Shih CM. Biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems after corpectomy. A calf-spine model. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:1182–91.
 19. Lee KY, Sohn SK, Kim CH, et al. Posterior short-segment instrumentation of thoracic and lumbar bursting fractures – Retrospective study. *J Korean Soc Spine Surg.* 2001;8:497–503.
 20. Gurr KR, McAfee PC. Cotrel-Dubousset instrumentation in adults. A preliminary report. *Spine (Phila Pa 1976).* 1988;13:510–20.
 21. Alvine GF, Swain JM, Asher MA, et al. Treatment of thoracolumbar burst fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. *J Spinal Disord Tech.* 2004;17:251–64.
 22. Wagar M, Van-Popta D, Barone DG, et al. Short versus long-segment posterior fixation in the treatment of thoracolumbar junction fractures: a comparison of outcomes. *Br J Neurosurg.* 2017;31:54–7.
 23. Wang H, Li C, Liu T, et al. Biomechanical efficacy of monoaxial or polyaxial pedicle screw and additional screw insertion at the level of fracture, in lumbar burst fracture: An experimental study. *Indian J Orthop.* 2012;46:395–401.
 24. Shin BJ, Lee JC, Kim YI, et al. More than 5 year follow-up of thoracolumbar fractures treated by pedicle screw fixation. *J Korean Soc Spine Surg.* 2009;16:251–8.
 25. Mclain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75:162–7.

흉-요추부 불안정성 골절 수술 후 정복 소실에 영향을 미치는 요인 분석

소재완 · 홍창화 · 방청원 · 이재철* · 신병준*

순천향대학교 의과대학 천안병원 정형외과학교실, *순천향대학교 의과대학 서울병원 정형외과학교실 척추센터

연구 계획: 후향적 연구

목적: 흉-요추부 불안정성 골절의 후방 수술 후 추시 과정에서 정복이 소실되면서 여러 가지 합병증이 초래되는 경우가 있어, 정복 소실에 영향을 미치는 요인들을 분석해 보았다.

선행 연구문헌의 요약: 흉-요추부 골절에 대한 수술적 치료 후 추시 과정에서 골절의 정복이 소실되는 요인에 대해서는 논란이 있다.

대상 및 방법: 흉-요추부 불안정성 골절로 후방 수술을 시행 받고 1년 이상 추시된 59명의 환자를 대상으로 하였다. 수술 후 정복 소실의 기준은 수술 직후의 골절 척추체와 비교하여 1년 추시시의 골절 척추체가 30% 이상 척추체 높이의 소실이 있거나, 골절 부위에 15도 이상 후만각이 진행된 경우로 정의하였다. 환자의 성별, 연령, 골절의 위치, 후방 주 손상 여부, 최초 골절시 추체 높이 소실 정도, load-sharing 분류, TLICS 점수, 고정 분절 수, 척추경 나사못의 종류, 수술 후 골절 정복 정도, 수술 후 후만각 교정 정도, 최근위부 및 최원위부 척추경 나사못 삽입 각도 변화, 골절 추체 상, 하 추간판 높이 감소 등의 요인들과 수술 후 정복 소실간의 연관성을 분석하였다.

결과: 수술 후 정복 소실된 환자는 13명이었다. 수술 당시 나이($p=0.034$), 최초 골절시 추체 높이 소실 정도($p=0.042$), 최원위부 척추경 나사못 삽입 각도 변화($p=0.021$)는 수술 후 정복 소실에 통계적 연관성이 있었으나, 그 밖의 인자들은 수술 후 정복 소실에 큰 영향을 미치지 못했다.

결론: 흉-요추부 불안정성 골절로 후방 수술을 시행 받은 환자에서, 수술 당시 나이가 45세 이상, 최초 골절시 추체의 높이가 50% 이상 소실되었을 경우, 그리고 최원위부 척추경 나사못의 삽입 각도가 5도 이상 변화될 때 골절 정복의 소실이 많이 나타났다.

색인 단어: 흉-요추부, 불안정성 골절, 후방 수술, 골절 정복 소실

약칭 제목: 흉-요추부 골절 수술 후 정복 소실

접수일: 2017년 6월 15일

수정일: 2017년 8월 16일

게재확정일: 2017년 8월 24일

교신저자: 홍창화

충남 천안시 동남구 순천향 6길 31 순천향대학교 천안병원 정형외과학교실

TEL: 041-570-2170

FAX: 041-572-7234

E-mail: chhong@schmc.ac.kr