

## 흉요추부 골절에서 자기공명영상의 임상적 중요성

노정호<sup>#</sup> · 정남수 · 박정욱 · 신동선 · 전창훈

아주대학교 의과대학 정형외과학교실, 성민병원 정형외과<sup>#</sup>

### Clinical Importance of MRI in Thoracolumbar Spinal Fracture

Jeong-Ho Roh, M.D.<sup>#</sup>, Nam-Su Chung, M.D., Jeoung-Wook Park, M.D.,  
Dong-Sun Shin, M.D., Chang-Hoon Jeon, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Ajou University School of Medicine, Sung-Min Hospital, In-Choen<sup>#</sup>*

– Abstract –

**Study Design:** Retrospective radiologic assessment

**Objectives:** To assess the clinical importance of MRI for the diagnosis of posterior spinal ligament complex injuries in thoracolumbar fractures.

**Summary of Literature Review:** Evaluation of spinal instability is important in thoracolumbar fractures. When simple radiography and CT alone are performed, spinal instability may be missed, especially that involving the posterior spinal ligament complex.

**Materials and Methods:** Eighty-seven patients who were evaluated using simple radiography, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) between March 1994 and March 2003 were included in the study. The local kyphotic angle was measured on lateral radiography, and it was then compared to the fracture pattern on MRI. Statistical analysis was performed using ANOVA.

**Results:** There was no correlation between the local kyphotic angle on radiography and fracture involvement on MRI ( $p=0.106$ ). In 41 patients who were found to have involvement of the anterior column on CT, 25 had anterior column involvement, 4 had middle column involvement, and 12 had posterior column involvement on MRI. In 36 patients who were found to have involvement of the middle column on CT, 17 had involvement of the middle column and 19 had involvement of the posterior column on MRI. The fractures of the ten patients who were found to have posterior column involvement on CT were all seen on MRI. The coincidence of fracture patterns between CT and MRI, which was evaluated using Cohen's Kappa analysis, was 0.434. The sensitivity of CT compared with MRI was 0.741 in the middle column and 0.243 in the posterior column.

**Conclusions:** Many thoracolumbar fractures are missed on both simple radiography and CT. MRI is essential for accurate diagnosis of posterior spinal ligament complex injuries, especially when there is involvement above the middle column, or when canal encroachment is seen on CT.

**Key Words:** Thoracolumbar fracture, Posterior ligament complex, CT, MRI

Address reprint requests to

**Chang-Hoon Jeon, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Ajou University School of Medicine  
San 5 Wonchun-dong, Youngtong-gu, Suwon, Kyoung-gi, Korea  
Tel: 82-31-219-5220, Fax: 82-31-219-5229, E-mail: bone@ajou.ac.kr

## 서 론

척추 골절의 치료방법을 결정하는데 가장 중요한 것은 척추의 안정성이다. 척추 골절에서 척추의 안정성은 척추를 구성하는 골 및 인대의 손상여부와 관계가 있으며 정확한 진단을 위해 단순 방사선 사진, 전산화 단층 촬영, 자기공명영상 등의 여러 가지 진단방법들이 이용되고 있다. 척추 골절에서 골조직의 손상은 단순 방사선 검사나 전산화 단층 촬영으로 볼 수 있으나<sup>1,2,3,4)</sup>, 인대손상의 여부는 간접적으로 추정할 수는 있다. 정확한 진단을 위해서는 자기공명영상을 시행함으로써 후방인대부의 손상을 확인 할 수 있다. 그러나 척추 골절환자에서 단순 방사선 사진과 전산화 단층 촬영 외에 자기공명영상을 추가로 검사하게 되면 고비용이 발생된다. 자기공명영상이 전산화 단층 촬영의 역할을 효율적으로 대체할 수 있다면 환자에게 최선의 치료방법을 효과적으로 제시할 수도 있다.

척추 골절에 대한 연구에서 전산화 단층 촬영 및 자기공명영상을 모두 시행하여 두 검사 방법을 비교 평가한 결과는 거의 없었다. 본 연구에서는 척추 골절에서 단순 방사선 사진, 전산화 단층 촬영 및 자기공명영상을 시행하여 단순 방사선 사진, 전산화 단층 촬영과 자기공명영상의 정확도를 비교하고, 인대손상의 정확한 진단을 위해서 자기공명영상의 임상적 중요성을 평가하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 1994년 3월부터 2003년 3월까지 본원에 내원한 척추 골절 환자 중 초기 검사로 단순 방사선 사진, 전산화 단층 촬영과 자기공명영상을 시행한 87명을 대상으로 연구를 시행하였다. 남자 50명, 여자 37명이었으며 이들의 평균연령은 46.2세였고 손상의 원인은 추락 사고 37례, 넘어짐 손상 19례, 교통사고 26례, 기타 3례였다. 골절부위는 제12 흉추 23례, 제1 요추 37례, 제2 요추 16례였다.

### 2. 단순 방사선 사진 상 국소 후만각과 자기공명영상 상의 손상의 비교

수상 초기에 시행한 측면 단순 방사선 사진 상 골절부위의 국소 후만각을 측정하였다. 자기공명영상에서는 T1 및 T2 강조 축단면 영상에서 피질골의 단절이 있는

경우를 골절로 판단하여 Denis의 삼주설에 따라 분류하였다. 후방 인대 복합체의 연속성에 단절이 있거나, 지방역제 T2 강조 시상면 영상에서 후방 인대 복합체에 고신호강도가 있는 경우 후방 인대 복합체의 손상으로 판정하였다. 자기공명영상에서 침범된 정도에 따라 분류한 전주까지 손상이 있는군, 중주까지 손상이 있는군, 후주까지 손상이 있는군들의 단순 방사선 사진 상의 국소 후만각의 평균값을 ANOVA test를 이용하여 군 별로 비교하여 군 간의 의미 있는 차이를 분석하여 국소 후만각과 자기공명영상에서의 손상과의 관계를 비교 분석하였다.

### 3. 전산화 단층 촬영과 자기공명영상간의 손상의 일치도 분석

전산화 단층 촬영상의 골절의 침범정도를 Denis의 삼주설<sup>5)</sup>에 따라 전주골절, 중주골절 및 후주골절로 분류하였다. 전산화 단층 촬영 상에서 삼주설에 따라 분류한 군과 자기공명영상 상에서 삼주설에 따라 분류한 군들간의 손상부위의 일치도를 비교하기 위하여 Cohen's Kappa 분석을 시행하였다.

### 3. 자기공명영상에 대한 전산화 단층 촬영의 민감도 분석

전산화 단층 촬영과 자기공명영상의 척추 손상 진단에 대한 각각의 민감도 분석은 정확한 기준을 정하기가 불가능하여 자기공명영상에 대한 전산화 단층 촬영의 민감도 분석을 하였다.

## 결 과

### 1. 단순 방사선 사진 상 국소 후만각과 자기공명영상 상의 손상의 정도와의 비교

자기공명영상에서 전주손상 군, 중주손상 군 및 후주손상 군에서 단순방사선 사진에서의 국소 후만각의 평균값은 각각  $14.48 \pm 6.63$ 도,  $15.84 \pm 8.86$ 도,  $17.63 \pm 8.26$ 도였다. ANOVA test를 이용하여 분석한 결과각 군사이의 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지는 않았다 ( $p=0.106$ )(Table 1).

### 2. 전산화 단층 촬영과 자기공명영상간의 손상의 정도의 일치도 분석

전산화 단층 촬영에서 전주에만 골절 소견이 보이는

환자 41례 중 자기공명영상에서 전주에만 이환된 환자는 25례, 중주까지는 4례, 후주까지는 12례를 보였다 (Table 2). 전산화 단층 촬영에서 중주까지 골절소견이 보이는 환자 36례 중 자기공명영상에서 중주까지만 이환된 환자는 17례, 후주까지 이환된 환자는 19례에 해당됐다 (Table 3). 전산화 단층 촬영에서 후주까지 골절소견이 보인 환자는 10례였으며 모두 자기공명영상에서

후주까지 이환된 소견을 보였다 (Table 4).

자기공명영상과 전산화 단층 촬영으로 측정된 자료의 일치성을 알아보기 위하여 Cohen's Kappa 분석을 실시하였다. 자기공명영상과 전산화 단층 촬영을 이용한 결과 판독의 일치도는 0.434 정도로 낮았으며 Kappa 분석 결과도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

**Table 1.** Comparison of Fracture Classification by Local Kyphotic Angle and MRI

Classification by MRI	Number of Case	Mean of Local Kyphotic Angle (°)	Minimum Angle (°)	Maximum Angle (°)
Anterior Column Only (Group I)	25	14.48 ± 6.63	2	32
Anterior Column to Middle Column (Group II)	21	15.84 ± 8.86	2	37
Anterior Column to Posterior Column (Group III)	41	17.63 ± 8.26	2	32
Total	87	15.85 ± 7.96	2	37

(p=0.106)

**Table 2.** Cohen's Kappa Analysis between Each Fracture Pattern Evaluated By Computed Tomography and MRI

Number of Case	MRI			Total (Number)
	Group I	Group II	Group III	
CT Group I	25	4	12	41
Group II	0	17	19	36
Group III	0	0	10	10
Total (Number)	25	21	41	87

(Kappa=0.434)

**Table 3.** Sensitivity analysis of CT which was taken to MRI in group II

		MRI		Total (Number)
		Injury (-)	Injury (+)	
CT (Middle Column)	Injury (-)	25	16	41
	Injury (+)	0	46	46
Total (Number)		25	62	87

**Table 4.** Sensitivity analysis of CT which was taken to MRI in group III.

		MRI		Total (Number)
		Injury (-)	Injury (+)	
CT (Middle Column)	Injury(-)	46	31	77
	Injury(+)	0	10	10
Total (Number)		46	41	87

### 3. 자기공명영상에 대한 전산화 단층 촬영의 민감도 분석

본 연구에서 전주까지 손상이 있는 경우는 전산화 단층 촬영과 자기공명영상이 모두 일치하였기 때문에 중주와 후주의 두 경우에 대해서만 민감도 분석을 실시하였다. 중주손상 군에서 전산화 단층 촬영의 민감도는 0.741, 후주손상 군에서 전산화 단층 촬영의 민감도는 0.243였다.

## 고 찰

척추 골절에서 척추의 불안정성에 대한 정확한 진단은 적절한 치료방법의 선택과 추후 일어날 수 있는 합병증을 예방하기 위해 중요하다<sup>15)</sup>. Denis는 척추를 전주, 중주, 후주로 분류하였다<sup>5)</sup>. 각 주의 손상여부로 골절의 안정성을 결정할 수 있으며, 각 주의 손상은 골 부분일 수도 있고 연부조직의 손상일 수도 있다. 특히 후방 인대의 손상은 불안정성 골절 여부를 결정하는데 매우 중요하다<sup>1,6,7)</sup>.

단순 방사선 검사나 전산화 단층 촬영에서 골조직의 손상은 쉽게 발견할 수 있으나<sup>1,2,3,4,8)</sup> 연부조직의 손상은 정확히 평가할 수 없다. 후방 인대 복합체의 손상에 대해 단순 방사선 검사에서 극간 간격의 넓어짐이 관찰되거나, 국소 후만각의 변화로 간접적으로 예측할 수 있다<sup>4)</sup>. Kim 등<sup>9)</sup>에 의하면 극간 간격의 정도와 실제 후방 인대 복합체의 손상 정도는 통계적으로 연관성이 없는 것으로 보고되었고, 본 연구의 결과에서도 국소 후만각과 자기공명영상에서 손상 정도는 의미 있는 상관관계가 없었다( $p=0.106$ ).

자기공명영상은 척추골절에서 단순방사선 검사나 전산화 단층촬영으로 발견하지 못한 다른 부위의 척추 손상을 발견하는데 의의가 있다고 하였고<sup>10)</sup>, 다중(Multi-level) 척추손상 환자에서 전체 척추 자기공명영상을 시행하여야 한다는 주장도 있었다<sup>11)</sup>. 자기공명영상에서 후방 인대 복합체의 손상은 인대구조의 연속성 단절이 있거나, 고신호 강도가 보이면 인대 손상으로 진단할 수 있다<sup>12,13,14,15)</sup>. 그러나 인대 주위의 지방조직도 또한 T2 강조 자기공명영상에서 고신호 강도로 보이므로 인대 손상의 진단에 정확성을 기하기 힘들다. 지방억제 T2 강조 자기공명영상의 기법이 개발되어<sup>16,17,18)</sup>, 본 연구에서도 후주의 구조물들인 후방 인대 복합체의 진단의 정확성을 위해 지방억제 T2 강조 자기공명영상을 시행하였다.

Emery 등<sup>19)</sup>은 외상 후 척추 인대 손상에서 자기공명영상의 중요성에 대한 연구를 시행한 바 있으나, 이 연구

에는 몇 가지 단점이 있다. 첫째, 전산화 단층 촬영을 동시에 시행하여 자기공명영상과의 비교연구를 시행하지 않았고 둘째, T1 강조 영상과 T2 강조 영상만으로 인대 손상을 진단하였고, 지방억제 T2 강조 자기공명영상을 시행하지 않았다는 단점이 있다. Petersilge 등<sup>20)</sup>도 자기공명영상으로 흉요추 골절을 검사하였다. 그러나 이 연구에도 몇 가지 단점들이 있다. 이들은 후방인대 복합체 중에서 극상인대만을 연구하였으며 자기공명영상의 지방억제 방법으로 한 가지를 사용한 것이 아니고 12명의 환자는 T2 강조 spin-echo sequence, 9명의 환자는 T2 강조 gradient-echo sequence를 사용하였다. Cassar 등<sup>21)</sup>은 척추 손상환자의 선별검사로 동반된 다른 척추의 손상 여부 검사 및 증상은 없으나 신경의 손상 유무를 확인하는데 있어서 자기공명영상이 유용하다고 주장하였으며, Turk 등<sup>22)</sup>은 급성 척추손상환자에 자기공명영상을 시행함으로써 초기에 연부조직의 손상뿐만 아니라 골조직의 손상, 신경의 손상, 추간판의 손상 등 여러 측면에서의 진단이 가능하다고 주장하였다.

본 연구의 결과에서는 흉요추부 손상의 진단에 있어서 후주로 갈수록 전산화 단층 촬영이 자기공명영상에 비해서 진단의 정확도가 떨어졌다. 특히 전산화 단층 촬영 상 중주까지 이환이 되었거나 척추체의 후방 전위가 있는 경우에 자기공명영상 상에서 50% 이상에서 후주까지 이환이 되어있는 것을 볼 수 있었다. 또한 민감도 분석의 결과들을 종합해 보면 척추 손상환자에서 전산화 단층 촬영과 자기공명영상 두 가지 방법 중 선별검사로는 자기공명영상이 더 합당하다는 것을 보여준다. 전산화 단층 촬영에 대한 자기공명영상의 위음성률은 중주와 후주에서 모두 0을 보여 준다. 이의 결과들을 종합해 보면 척추 손상환자에서 전산화 단층 촬영과 자기공명영상 두 가지 방법 중 선별검사로는 자기공명영상이 더 적절하였다.

상술한 바와 같이 척추손상 환자에서 특히 전산화 단층 촬영 상 중주까지 손상이 있는 환자나 또는 척추체의 후벽의 전위가 있는 경우에는 특히 정확한 침범 범위의 확인을 위하여 자기공명영상이 중요한 역할을 한다고 사료된다.

## 요약 및 결론

흉요추부 척추 골절에서 자기공명영상은 단순 방사선 촬영이나 전산화 단층 촬영에 비해서 특히 중주나 후주 손상의 진단을 내리는데 정확도가 높은 검사이었다. 본 연구의 결과를 바탕으로 흉요추 골절환자에서 후방 인대 복합체의 손상이 의심될 경우에 초기 검사항목으로

자기공명영상을 시행 하는 것이 적절하며, 전산화 단층 촬영 상 중주까지 이환이 되어 있거나 척추체 후벽의 전위가 보이는 경우 자기공명영상을 이용한 정확한 진단이 치료 방법의 결정에 도움이 되는 것으로 생각되었다.

## 참고문헌

- 1) **Holdsworth FW:** *Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. J Bone Joint Surg Br* 1963; 45: 6-20.
- 2) **Brant-Zawadzki M, Miller EM, Federle MP:** *CT in the evaluation of spine trauma. AJR* 1982; 136: 369-375.
- 3) **McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP:** *The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 461-473.
- 4) **Daffiner RH, Deeb ZL, Rothfus WE:** *The posterior vertebral body line: importance in the detection of burst fracture. AJR* 1987; 148: 93-96.
- 5) **Denis F:** *The three column spine and its significance in the classification of acute spinal injuries. Spine* 1983; 8: 817-831.
- 6) **Jelsma RK, Kirsch PT, Rice JF, Jelsma LF:** *The radiographic description of thoracolumbar fractures. Surg Neurol* 1982; 18: 230-236.
- 7) **Ferguson RL, Allen BL Jr:** *A mechanistic classification of thoracolumbar spine fracture. Clin Orthop Relat Res* 1984; 189: 77-88.
- 8) **Gehweiler JA, Daffiner RH, Osborne RL Jr:** *Relevant signs of stable and unstable thoracolumbar vertebral trauma. Skeletal Radiol* 1983; 7: 179-183.
- 9) **Dong-Jun Kim, Hwan-Mo Lee, Hak-Sun Kim, Kyung-Soo Suk, Nam-Hyun Kim, Si-Young Park:** *Reliability of MRI to Detect Posterior Ligament Complex Injury in Thoracolumbar Spinal Fractures. J Kor Soc Spine Surg* 2000; 7: 70-76.
- 10) **Qaiyum M, Tyrrell PNM, McCall IW, Cassar-Pullicino VN:** *MRI detection of unsuspected vertebral injury in acute spinal trauma: incidence and significance. Skeletal Radiol* 2001; 30: 299-304.
- 11) **Green RA, Saifuddin A:** *Whole spine MRI in the assessment of acute vertebral body trauma. Skeletal Radiol* 2004; 33: 129-135. *Epub* 2004 Jan 23.
- 12) **Hackney DB, Asato R, Joseph PM et al:** *Hemorrhage and edema in acute spinal cord compression: demonstrated by MRI imaging. Radiology* 1986; 161: 387-390.
- 13) **Goldberg AL, Rothfus WE, Vital JM, et al:** *The impact of magnetic resonance on the diagnostic evaluation of acute cervicothoracic spinal trauma. Skeletal Radiol* 1988; 17: 89-95.
- 14) **Grenier N, Gresselle JF, Vital JM, et al:** *Normal and disrupted lumbar longitudinal ligaments: correlative MR and anatomic study. Radiology* 1989; 171: 197-205.
- 15) **Kliwer MA, Gray L, Paver J, et al:** *Acute spinal ligament disruption: MR imaging with anatomic correlation. J Magn Reson Imaging* 1993; 3: 855-861.
- 16) **Atlas SW, Regenbogen V, Rogers LF, Kim KS:** *The radiologic characterization of burst fractures of the spine. AJR* 1986; 147: 575-582.
- 17) **Henkelman RM, Hardy PA, Bishop JE, Poon CS, Plewes DB:** *Why fat is bright in RARE and fast spin-echo imaging. J Magn Reson Imaging* 1992; 2: 533-540.
- 18) **Georgy BA, Hesselink JR:** *MR imaging of the spine: recent advances in pulse sequences and special techniques. AJR* 1994; 162: 923-934.
- 19) **Emery SE, Pathria MN, Wilber G, Massary T, Bohlman HH:** *Magnetic resonance imaging of post traumatic spinal injury. J Spinal Disord* 1989; 2: 229-233.
- 20) **Persilge CA, Pathria MN, Emery SE, Masaryk TJ:** *Thoracolumbar burst fractures: evaluation with MR imaging. Radiology* 1995; 194: 49-54.
- 21) **Cassar-Pullicino VN:** *Spinal injury: optimizing the imaging options. Eur J Radiol* 2002; 42: 85-91.
- 22) **Terk MR, Hume-Neal M, Fraipoint M, Ahmadi J, Colletti PM:** *Injury of the posterior ligament complex in patients with acute spinal trauma: Evaluation by MR imaging. AJR* 1997; 168: 1481-1486.

## 국문초록

**연구계획:** 후향적 실험군-대조군 연구

**연구목적:** 흉요추 골절에서 후방 인대 복합체의 손상에 대한 자기공명영상의 중요성에 대해서 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 1994년 3월부터 2003년 3월까지 본원에 내원한 흉요추 골절 환자 중 초기 검사로 전산화 단층 촬영과 자기공명영상 모두를 시행한 87명의 환자를 대상으로 초기 방사선 측면 사진 상 국소 후만각의 정도를 측정하여 자기공명영상 상에서의 골절의 상관관계를 비교하였다(ANOVA test). 전산화 단층 촬영과 자기공명영상의 이환의 일치도 정도를 알아보기 위해 Cohen's Kappa 분석을 시행하였으며, 자기공명영상에 대한 전산화 단층 촬영의 민감도 분석을 시행하였다.

**결과:** 단순방사선 사진에서의 국소 후만각과 척추골절의 삼주설에 의한 골절의 침범정도와는 연관성은 없었다( $p=0.106$ ). 전산화 단층 촬영에서 전주에만 골절 소견이 보이는 환자 41례 중 자기공명영상에서 전주에만 이환된 환자는 25례, 중주까지는 4례, 후주까지는 12례를 보였다. 전산화 단층 촬영에서 중주까지 골절소견이 보이는 환자 36례 중 자기공명영상에서 중주까지만 이환된 환자는 17례, 후주까지 이환된 환자는 19례에 해당됐다. 전산화 단층 촬영에서 후주까지 골절소견이 보인 환자는 10례였으며 이들은 모두 자기공명영상에서 후주까지 이환된 소견을 보였다. Cohen's Kappa 분석을 실시하여 자기공명영상과 전산화 단층 촬영의 결과의 일치도는 0.434 였으며, 자기공명영상에 대한 전산화 단층 촬영의 민감도 분석에서 중주손상 군에서 0.741, 후주손상 군에서 0.243였다.

**결론:** 흉요추 골절환자에서 후방 인대 복합체의 손상에 대한 진단은 단순 방사선 사진과 전산화 단층 촬영만 시행 시 진단의 정확성이 떨어진다. 전산화 단층 촬영 상 중주이상을 침범한 경우와 골편의 척추강 내로의 전위가 있을 시는 자기공명영상을 시행하여 후방 인대 복합체의 손상에 대해 정확한 진단이 필요하다.

**색인단어:** 흉요추부 골절, 후방 인대 복합체, 전산화 단층 촬영, 자기공명영상

※ 통신저자 : 전 창 훈

경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5

아주대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-31-219-5220 Fax: 82-31-219-5229 E-mail: bone@ajou.ac.kr