대한골절학회지 제 20 권, 제 4 호, 2007년 10월
Journal of the Korean Fractrure Society
Vol. 20, No. 4, October, 2007

경골 고평부 골절에서 자기 공명 영상을 이용한 골절 형태 및 연부조직 손상의 평가

전지용 · 박희곤 · 황성수

단국대학교 의과대학 정형외과교실

목 적: 경골 고평부 골절에서 단순 방사선 사진과 MRI에서의 골절 형태에 대한 정보를 비교하여 골절 형태와 동반된 연부조직 손상을 평가하여, MRI의 유용성을 알아보고자 하였다.
대상 및 방법: 경골 고평부 골절로 MRI를 시행하였던 68예를 대상으로 단순 방사선 사진과 MRI에서 Schatzker 골절형, 관절면의 함몰, 골절편의 전위를 비교하였고, MRI에서 슬관절부의 연부조직 손상을 조사하였다.
결 과: 단순 방사선 사진의 Schatzker 골절형이 MRI에서 변경된 경우가 7예 있었으며 관절면의 함몰은 단순 방사선 사진에서 평균 2.93 mm, MRI에서 평균 4.28 mm로 1.35 mm 증가되어 통계학적으로 의미가 있었다 ($p<0.05$). 골절편의 전위는 유의한 차이가 없었다 ($p=0.168$). MRI에서 인대 및 반월상 연골 손상은 58예 (85.3%)에서 발견되었다.
결 론: 경골 고평부 골절에서 MRI는 추가의 골절선이나 함몰을 발견할 수 있어 골절 분류가 바뀔 수 있고, 관절면의 함몰과 연부조직 손상에 대한 정보를 제시하여 수술적 치료 계획을 세우는 데 많은 도움이 된다. 경골 고평부 골절 시 수술 전에 MRI를 시행하는 것이 보다 나은 골절 치료와 연부 조직의 치료를 위하여 반드시 필요하다고 생각한다.

색인 단어: 경골 고평부 골절, MRI, Schatzker 골절형

Evaluation of the Patterns of Fractures and the Soft Tissue Injury Using MRI in Tibial Plateau Fractures

Ji-Yong Chun, M.D., Hee-Gon Park, M.D., Sung-Su Hwang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea

Purpose: To compare information about fracture type in MRI with simple radiograph in tibial plateau fractures and evaluate tibial plateau fractures type and accompanying soft tissue injury, and evaluate usefulness of MRI in tibial plateau fractures.
Materials and Methods: Compared MRI with simple radiograph about Schatzker classification, depression of articular surface and displacement of bone fragment from the 68 examples who checked MRI and we evaluated soft tissue injury around knee joint.
Results: There were 7 examples of Schatzker type change after MRI check. Average depression of articular surface in simple radiograph was 2.93 mm and 4.28 mm in MRI. It increased by 1.35 mm and it was meaningful statistically ($p<0.05$). There was no significant difference between MRI and simple radiograph of displaced bone fragment ($p=0.168$). There were 58 (85.3%) cases of soft tissue injury in MRI.
Conclusion: MRI can find additional fracture line or articular depression that can't be found in simple radiograph and gives more information about articular depression and soft tissue that is useful in surgical plans. I think preoperative MRI is necessary to better treatment of fracture & treatment of periarticular soft tissue injury in tibial plateau fracture.

Key Words: Tibial plateau fractures, MRI, Schatzker classification

통신저자 : 박 희 곤
충청남도 천안시 안서동 16-5
단국대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 041-550-3950 · Fax : 041-556-3238
E-mail : heegon@chol.com
*본 논문은 2007년도 단국대학교의 일반 연구비의 지원을 받아 이루어졌음.

Address reprint requests to : Hee-Gon Park, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University Medical Center, 16-5, Anseo-dong, Cheonan 330-715, Korea
Tel : 82-41-550-3950 · Fax : 82-41-556-3238
E-mail : heegon@chol.com

서 론

경골 고평부 골절은 미세한 골절에서부터 근위 경골 전체의 붕괴를 포함하는 골절까지 그 범위가 다양하다. 이러한 경골 고평부 골절의 치료예후를 결정짓는 중요한 요소는 동반된 연부조직의 치료와 관절면의 정확한 정복 여부이다[6,9,12,15,17,23]. 관절면의 정확한 정복과 견고한 고정을 얻기 위해서는 골절 부위의 전위와 함몰 정도에 대한 정확한 평가가 필요하다. 그리고 동반된 관절 주위의 인대 또는 반월상 연골의 손상에 대한 평가가 치료와 예후에 매우 중요하다[4,8,20]. 단순 방사선 검사는 특히 관절부 골절의 검사로는 적절하지 못하며 추가적 방사선 검사로 더 많은 정보를 얻을 수 있다 하더라도 골절의 범위와 분쇄 정도의 정확한 파악이 어렵고, 또한 골절의 함몰 또는 전위를 간과할 수 있어 불충분한 검사이다. 따라서 전산화 단층촬영 (computed tomography, CT)이나 자기 공명 영상 (magnetic resonance imaging, MRI)이 추가로 시행되고 있다.

특히 MRI는 다른 검사들과 달리 골절 형태의 평가뿐만 아니라 슬관절의 인대와 반월상 연골판 등 동반된 연부조직의 손상을 수술 전에 진단할 수 있어 최근 그 이용이 증가되고 있다. 이에 저자들은 경골 고평부 골절에서 단순 방사선 사진과 MRI에서의 골절 형태에 대한 평가 비교 및 동반된 슬관절의 연부조직 손상의 정도를 분석하여 MRI의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1995년 9월부터 2005년 12월까지 입원 치료한 경골 고평부 골절 환자 중 MRI를 촬영한 68예를 대상으로 하였다. 환자들의 연령 분포는 19세에서 76세까지였으며 평균 49세였다. 이 중 남자가 46예였으며 여자가 22예였다. 손상의 원인으로는 운전자 교통사고가 26예 (38%), 보행자 교통사고가 21예 (31%), 낙상이 8예 (12%), 추락사고가 6예 (9%), 기타가 7예 (10%)였다 (Table 1).

2. 연구 방법

골절의 분류는 단순 방사선 사진과 MRI에서 각각 Schatzker[22] 분류법에 의해 분류하였으며 골절의 함몰 및 전위 정도를 단순방사선 사진과 MRI상에서 가장 크게 측정된 부분을 mm 단위로 측정하여 각각 보정하여 비교하였다. 단순 방사선 사진은 촬영 시의 일정거리를 고려하여 실제 길이와 단순 방사선 사진에서의 길이를 100 : 115로 보정하였다. 관절 주위의 인대 손상과 반월상 연골의 파열 등은 MRI를 이용하여 정형외과 전문의 1인 및 근골격계 담당 방사선과 전문의 1인에 의해 판독되었으며, 골절의 함몰 및 전위 측정 시 1인이 2회씩 측정한 값들의 평균값을 내어 이를 최종 측정치로 하였다. MRI는 1.5-T imager (signa: GE medical system, USA)로 사지 코일을 이용하여 시행하였다. 고식적인 스핀에코 방법을 이용하여 시상면은 양자 밀도 (TR 2,000/TE 20)와 T1 (TR 566/TE20) 및 T2 강조영상 (TR 2,000/TE 60)에서, 관상면은 양자 밀도와 T2 강조영상에서, 그리고 meniscal view는 관상면은 양자 밀도에서 시상면은 T1 강조영상에서 얻었다. 절단 두께는 3 mm로 하였으며 간격은 1 mm, 장 (field of view)은 16×16 cm로 시행하였다. 통계학적 분석은 student t-test, paired t-test를 이용하였으며, $p<0.05$를 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

Table 1. Cause of injuries

Cause/patients	Fracture pattern							Total (No.)
	I (6)	II (21)	III (4)	IV (5)	V (11)	VI (18)	Unclassified (3)	
Pedestrian injury	2	7	2	3	2	3	2	21
Driver injury	2	9			3	11	1	26
Fall from height	2	1			1	2		6
Slip down				2	5	1		8
Etc		4	2			1		7

Table 2. Schatzker's classification

Schatzker classification	No. of cases	
	Plain X-ray	MRI
I Pure cleavage fracture	6	6
II Cleavage combine with depression	19	20
III Pure central depression	6	4
IV Fracture of the medial condyle	5	5
V Bicondylar fracture	9	11
VI Tibial plateau fracture with dissociation of the tibial metaphysis and diaphysis	18	19
Unclassified	5	3
Total	68	68

결 과

단순 방사선 사진을 근거한 Schatzker 골절형은 68예 중에서 I형이 6예, II형이 19예, III형이 6예, IV형이 5예, V형이 9예, VI형이 18예, 미분류형이 5예 (골절선이 나타나지 않은 1예, 골절선이 내과의 경골 고평부에 이르는 외과의 골절 4예)로 II형과 VI형이 각각 27.9%와 26.5%로 가장 많았다. MRI 분석에 의한 Schatzker 골절형은 I형이 6예, II형이 20예, III형이 4예, IV형이 5예, V형이 11예, VI형이 19예, 미분류형이 3예였으며 마찬가지로 II형과 VI형이 각각 29.4%와 27.9%로 가장 많았다 (Table 2). MRI 분석 후 Schatzker 골절형의 분류가 변경된 예는 모두 7예였는데 Schatzker III 형에서 II형으로 바뀐 경우가 2예, I형에서 V형으로, II형에서 V형으로, V형에서 VI형으로, 미분류형에서 I형으로 (단순 방사선 검사에서 보이지 않던 골절선이 MRI에서 관찰되어 I형으로 분류된 예), 미분류형에서 V형으로 바뀐 예 (미분류형으로 분류된 내과의 고평부까지 골절선이 연장된 외과 골절이 MRI상에서는 V형으로 분류된 예)가 각각 1예씩 있었다 (Fig. 1～3).

단순 방사선 사진에서 관절면의 함몰이 있었던 경우는

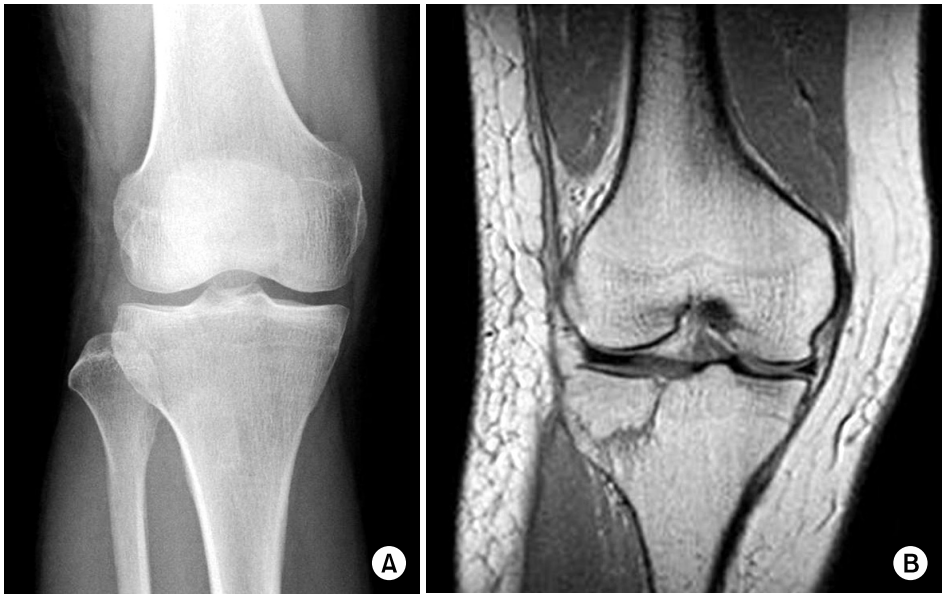

Fig. 1. (A) Plain X-ray doesn't reveal fracture lines.
(B) MRI reveals new fracture lines (pure cleavage fracture).

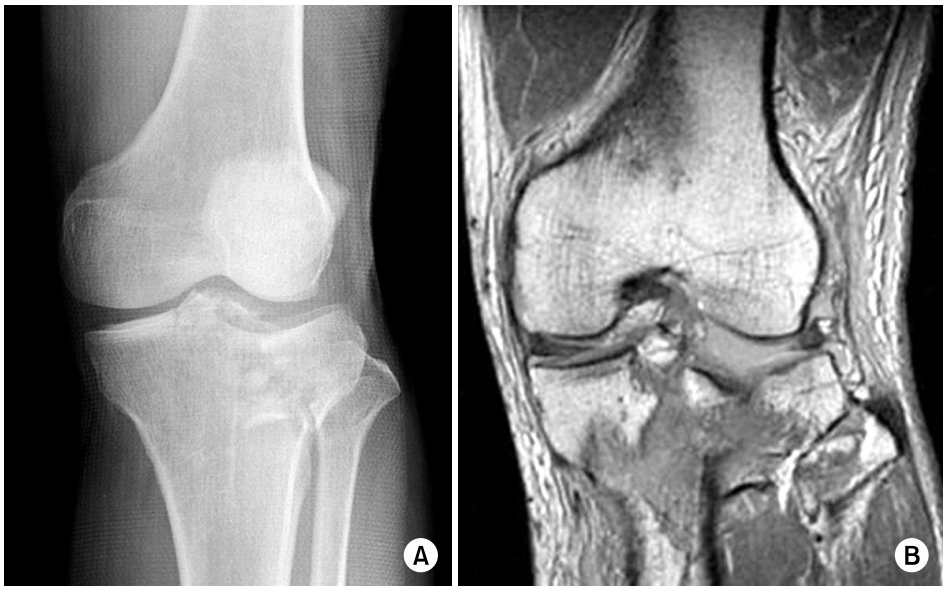

Fig. 2. (A) The fracture type is classified to Schatzker-II (cleavage combine with depression) by Plain X-ray.
(B) MRI reveals new fracture line of medial condyle and fracture type is reclassified into Schatzker-V.

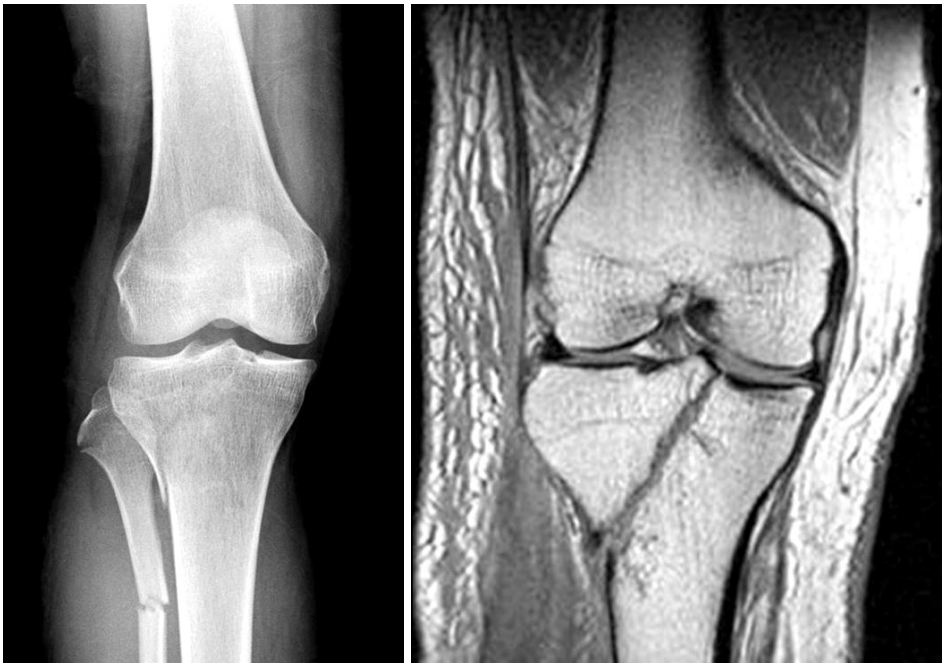

Fig. 3. This fracture can't be classified by schatzker classification.

Table 3. Depression measurement

Tibial plateau depression	No. of patients	
	X-ray	MRI
Non-depressed	20	15
0～5 mm	34	33
6～10 mm	12	13
＞10 mm	2	7

Table 4. Displacement measurement

Tibial plateau displacement	No. of patients	
	X-ray	MRI
Non-depressed	9	6
0～5 mm	37	32
6～10 mm	15	23
＞10 mm	7	7

모두 48예 (70.6%)였으며 MRI상에서의 관절면의 함몰이 있었던 경우는 53예 (77.9%)로 단순 방사선 사진에서 보이지 않던 함몰이 MRI에서 발견된 경우가 5예 있었다. 또한 관절면의 함몰에 있어서 5 mm를 넘는 경우가 단순 방사선에서는 14예 있었으나 MRI에서는 20예로 증가하였으며 각 예에서 단순 방사선 사진에서 측정한 함몰 (mean=2.93 mm)과 MRI로 측정한 함몰 (mean=4.28 mm)사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p=0.035) (Table 3).

Table 5. Association between type of internal derangement and tibial plateau fracture pattern

Soft tissue injury Patients (%)	Fracture pattern (patients)						
	I (6)	II (20)	III (4)	IV (5)	V (11)	VI (19)	Unclassified (3)
ACL*	1	6	1	3	1	6	0
PCL†	2	6	2	0	3	8	1
MCL‡	2	7	1	0	0	9	0
LCL§	2	9	2	2	5	6	1
MM‖	2	5	2	3	0	6	0
LM¶	2	5	1	1	2	7	0

*Anterior cruciate ligament, †Posterior cruciate ligament, ‡Medial collateral ligament, §Lateral collateral ligament, ‖Medial-meniscus, ¶Lateral meniscus

단순 방사선 사진에서 골절편의 전위가 있었던 경우는 모두 59예 (86.8%)였으며 골절의 전위에서는 5 mm를 넘는 경우가 단순 방사선에서는 22예 (32.4%)였으나 MRI에서는 30예 (44.1%)로 증가하였다 (Table 4). 그러나 단순 방사선 사진에서 측정한 전위 (mean=4.15 mm)와 MRI로 측정한 전위 (mean=5.20 mm) 사이에 통계적으로는 유의한 차이가 없었다 (p=0.168).

MRI 소견상 58예 (85.3%)에서 관절 주위 인대나 반월상 연골의 손상 소견을 나타내었다. 전방 십자 인대의 손상이 18예 (26.4%), 후방십자인대 손상이 22예 (32.3%), 내측 측부 인대 손상이 19예 (27.9%), 외측 측부 인대 손상이 27예 (39.7%), 그리고 내측 및 외측 반월상 연골 손상이 각각 18예 (26.4%)에서 나타났다 (Table 5).

고 찰

경골 고평부 골절 환자에서 골절의 양상과 관절 주위 연부조직의 손상 여부가 치료의 방향과 예후에 커다란 영향을 미치므로 이의 정확한 진단이 매우 중요하다[4,8,20]. 그러나 경골 고평부의 해부학적 특성상 분쇄 양상을 단순 방사선 사진만으로 파악할 수 없어 여러 방법으로 골절의 모양을 입체적으로 파악하고자 하는 노력이 기울여졌고 Moore와 Harvey[18]와 Kearns[11]는 양사면 사진에 추가하여 plateau view를 촬영하는 것이 중요하다고 강조하였다. 그러나 수상 직후 통증 및 부종으로 인해 관절 운동의 제한이 있는 환자에서 정확한 plateau view를 얻기가 어렵기 때문에 그 유용성에 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위한 추가적 검사로 CT 또는 MRI 등의 검사를 시행할 수 있다[1-4,8,10].

CT는 환자의 통증을 유발하지 않고 손쉽게 영상을 얻을 수 있고 골성 구조의 형태를 파악하는 데 유용성이 입증된 방법으로서 여러 저자들이 CT를 이용한 경골 고평부 골절 형태 평가를 발표한 바 있다[4,8,13,19]. CT는 골성 구조의 형태 파악을 통해 최근 경골 고평부 골절의 치료에서 최소 절개를 이용한 정복술을 시행할 때 적절한 치료에 유용한 검사이다. 그러나 경골 고평부의 치료에서 간과할 수 없는 인대나 반월상 연골의 손상의 치료 계획 수립을 위해서 CT는 충분한 추가적 검사라 할 수 없다.

몇몇 연구에서 경골과 골절에서 MRI와 종래의 방사선학적 검사를 비교한 자료에서, Barrow 등[1]은 31건의 경골과 골절을 바탕으로 MRI가 CT보다 분쇄골절을 더 잘 보여준다고 보고하였으며 Ruth[21]는 27건의 경골과 골절에서 CT를 MRI와 비교하였고, AO/OTA 41-B 골절에서 가장 효과적인 진단 도구는 MRI라고 결론지었다. 또한 Yacoubian 등[24]은 MRI가 경골 고평부 골절의 골절 분류와 수술적 치료의 일치성을 증가시킨다고 하였으며, Holt 등[10]은 21건의 경골과 골절에서 MRI가 48%에서 골절의 분류를 바꾸었고 (더 심한 형태로) 19%에서 수술적 접근방법과 내고정 등 수술 방법을 바꾸었다고 보고했다. Mink와 Deutsch[16]는 X-ray로 진단할 수 없었던 66건의 무릎 손상을 평가하였고 경골과 골절에서 육안적으로 보이지 않는 뼈의 손상의 진단에 MRI가 극히 유용하다고 결론지었다.

본 연구에서 단순 방사선 검사와 비교하여 MRI가 더 많은 정보를 제공한 내용을 살펴보면, 첫째로, MRI로 Schatzker 골절형을 바꿀만한 새로운 골절선이나 함몰을 발견한 경우이다. Holt 등[10]은 단순 방사선상 Schatzker 분류와 AO 분류가 47.6%에서 MRI 후 재분류되었으며, 본 연구에서도 10.3% (7예)에서 골절형이 변화하여 재분류되어 치료 계획에 변화를 가져다 주었다. 이에 MRI는 경골 고평부 골절의 분류를 보다 정확하게 하여 치료 방침을 결정하는 데 중요한 정보를 제공하는 것으로 판단된다. 이와는 별도로 본 연구에서는 증례를 정리하는 과정에서 골절선이 보이지 않았던 1예 이외에도 외과의 골절선이 내과의 경골 고평부에 이르는 Schatzker 분류로 분류될 수 없는 4예를 발견할 수 있었다. 이에 Schatzker 분류의 재분류의 필요성에 대해 더욱 논의가 필요할 것으로 생각한다.

둘째로, 함몰 및 전위의 평가에서 MRI가 유용한가에 관한 보고들인데 이들은 대부분 MRI로 함몰과 전위를 잘 볼 수 있다고 보고하였다. Holt 등[10]은 단순 방사선에서 보이는 전위의 정도가 MRI와 비교하여 34.6%, 관절함몰의 경우 37% 과소 측정된다고 하였다. 본 연구에서도 각각 20.2%, 31.5% 과소 측정되었다. 본 연구에서 골절편의 전위 정도는 MRI로 측정한 것이 단순 방사선 사진을 세심하게 살피는 것과 통계적으로 유의한 차이를 발견하지 못했으나 MRI로 측정한 함몰의 정도는 단순 방사선 사진과 유의한 차이를 보였다. 이는 단순 방사선 사진에서는 침범되지 않은 관절면을 배제하고 분쇄부위만을 따로 관찰할 수 없고, 관절면의 높낮이의 관찰에서도 확대 현상을 시각적으로 완전히 배제할 수 없음이 그 이유가 될 수 있다. 함몰부의 위치 평가에서도 단순 방사선 사진에서는 내측 또는 외측과의 전체를 침범한 골절과 전면만을 침범한 골절이 잘 구분할 수 없음을 MRI를 통해 보완할 수 있다.

셋째로, 단순 방사선 검사로는 정확한 손상을 확인할 수 없는 인대와 연골 등의 관절주위 구조의 병리를 진단하는데 있어 MRI의 가치는 잘 알려져 있다. Chang 등[5]은 경골 고평부 골절 환자의 수술 소견에서 비전위 골절에서 많은 인대 손상을 보였고 이 중 내측 측부 인대 손상이 가장 많은 것으로 보고하였다. Kode 등[14]은 MRI를 이용하여 연구한 결과 22예의 고평부 골절 환자의 68%에서 관절 주위 인대 손상을, 55%에서 반월상 연골 손상을 동반한다고 하였다. Bennett와 Browner[2]는 56%에서, Colletti 등[7]은 97%에서 인대나 반월상 연골 손상을 동반한다고 하였다. 최근 Colletti 등[7]은 MRI를 이용한 29예의 경골 고평부 골절 환자를 대상으로 한 연구에서 45%의 외측 반월상 연골 손상, 21%의 내측 반월상 연골 손상, 55%의 내측 측부 인대 손상, 34%의 외측 측부 인대 손상, 41%의 전방 십자 인대 손상, 28%의 후방 십자 인대 손상

을 보고하였다. 본 연구에서는 인대 및 반월상 연골의 손상이 58예 (85.3%)에서 관찰되었다. Bennett와 Browner[2]는 Schatzker 제2형과 제4형에서 주로 연부조직 손상과 동반된다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 골절의 형태와 인대나 반월상 연골 손상과의 상관관계는 통계적으로는 유의점을 발견할 수 없었다.

단, 본 연구는 수술 여부와 상관없이 진행되어 수술 소견상의 인대 및 반월상 연골의 손상 및 그 정도를 확인하지 못하였고, 따라서 골절의 형태와 인대 및 반월상 연골의 손상 정도의 상관관계에 대한 연구가 미흡한 것으로 생각하는 바, 이에 대한 추가적 연구가 필요할 것이다.

결 론

경골 고평부 골절에서 MRI 검사는 추가의 골절선이나 함몰을 발견할 수 있어 골절 분류가 바뀔 수 있고, 관절면의 함몰과 연부 조직 손상에 대한 더 정확한 정보를 제시하여 수술적 치료 계획을 세우는 데 많은 도움이 되므로 저자들은 모든 경골 고평부 골절 환자들의 치료에 수술 전 MRI의 시행이 필요하다고 생각한다.

부가적으로, 골절에 대한 고정을 시행한 후에 MRI를 시행할 경우 금속에 의한 간섭효과로 인하여 연부 조직에 대한 정확한 평가를 할 수 없으므로 술전에 시행하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1) **Barrow BA, Fajman WA, Parker LM, Albert MJ, Drvaric DM, Hudson TM:** Tibial plateau fractures: evaluation with MR imaging. Radiographics, **14:** 553-559, 1994.

2) **Bennett WF, Browner B:** Tibial plateau fractures: a study of associated soft tissue injuries. J Orthop Trauma, **8:** 183-188, 1994.

3) **Brophy DP, O'malley M, Lui D, Denison B, Eustace S:** MR imaging of tibial plateau fractures. Clin Radiol, **51:** 873-878, 1996.

4) **Chan PS, Klimkiewicz JJ, Luchetti WT, et al:** Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. J Orthop Trauma, **11:** 484-489, 1997.

5) **Chang SH, Kang JD, Ha PS, Lee JH:** Knee ligamentous Injuries combined with tibial condyle fracture: clinical study of 30 patients. J Korean Surg Soc, **23:** 722-732, 1988.

6) **Cho HO, Kwak KD, Lim DH, Ahn SM, Kang KK:** The efficacy of MRI in tibial plateau fractures. J Korean Fracture Soc, **17:** 122-132, 2004.

7) **Colletti P, Greenberg H, Terk MR:** MR findings in patients with acute tibial plateau fractures. Comput Med Imaging Graph, **20:** 389-394, 1996.

8) **Dias JJ, Stirling AJ, Finlay DB, Gregg PJ:** Computerized axial tomography for tibial plateau fractures. J Bone Joint Surg Br, **69:** 84-88, 1987.

9) **Han SH, Yang BG, Kim CH, Ahn TW, Jeong ST:** Treatment of the tibial condyle fracture. J Korean Fracture Soc, **11:** 214-225, 1998.

10) **Holt MD, Williams LA, Dent CM:** MRI in the management of tibial plateau fractures. Injury, **26:** 595-599, 1995.

11) **Kearns:** Radiologic view and quality in the assessment of tibial plateau fracture: Are we missing something? J Orthop Trauma, **3:** 167, 1989.

12) **Kettelkamp DB, Hillberry BM, Murrish DE, Heck DA:** Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. Clin Orthop Relat Res, **234:** 159-169, 1988.

13) **Kim JY, Cho WS, Kim RS, Kang BK:** Application of computed tomography for tibial condylar fractures. J of Korean Orthop Surgery, **22:** 260-268, 1987.

14) **Kode L, Lieberman JM, Motta AO, Wilber JH, Vasen A, Yagan R:** Evaluation of tibial plateau fractures: Efficacy of MR imaging compared with CT. AJR Am J Roentgenol, **163:** 141-147, 1994.

15) **Lansinger O, Bergman B, Korner L, Andersson GB:** Tibial condylar fractures: A twenty-year-follow-up. J Bone Joint Surg Am, **68:** 13-19, 1986.

16) **Mink JH, Deutsch AL:** Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification and assessment with MR imaging. Radiology, **170:** 823-829, 1989.

17) **Moon MS, Woo YK, Shim SS:** Tibial plateau fracture. An analysis of the results of treatment in 37 patients. J of Korean Orthop Surgery, **24:** 8-14, 1989.

18) **Moore TM, Harvey JP Jr:** Reontgenographic measurement of the tibial plateau depression due to fracture. J Bone Joint Surg Am, **56:** 155-160, 1974.

19) **Rafli M, Firooznia H, Golimbu C, Bonamo J:** Computed tomography of tibial plateau fracture. AJR Am J Roentgenol, **142:** 1181-1186, 1984.

20) **Rosen MA, Jackson DW, Berger PE:** Occult Osseous Lesions documented by MRI associated with anterior cru-

ciate ligament ruptures. Arthroscopy, **7:** 45-51, 1991.
21) **Ruth JT:** Fractures of the tibial plateau. Am J Knee Surg, **14:** 125-128, 2001.
22) **Schatzker J, McBroom R, Bruce D:** The tibial plateau fracture. Clin Orthop Relat Res, **138:** 94-104, 1979.
23) **Tscherne H, Lobenhoffer P:** Tibial plateau fractures: Management and expected results. Clin Orthop Relat Res, **292:** 87-100, 1993.
23) **Yacoubian SV, Nevins RT, Sallis JG, Potter HG, Lorich DG:** Impact of MRI on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. J Orthop Trauma, **16:** 632-637, 2002.