

경골 고평부 골절에서 자기공명영상 (MRI)의 효용성

조현오 · 광경덕 · 임대환 · 안상민 · 강경구

울산동강병원 정형외과

목 적: 자기공명영상 (MRI)을 이용하여 경골 고평부 골절과 동반된 슬관절부의 연부조직 손상의 빈도를 알아보고, 단순 방사선 사진과 MRI에서의 골절 형태에 대한 정보를 비교하여 경골 고평부 골절 형태 및 연부조직 손상 평가에 있어서 MRI의 효용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 47예의 경골 고평부 골절 환자를 대상으로 단순 방사선 사진과 MRI 소견을 비교 분석하였다.

결 과: 전체 47예 중 MRI에 의한 Schatzker 골절형 변경이 12예 (25.5%), 주된 골절편의 위치 차이가 34예 (72.3%)였는데, 29예 (61.7%)에서 단순 방사선 사진에서 명확하지 않던 골절선이 MRI에서 발견되었다. 관절면의 함몰은 MRI에서 평균 2.0 mm 증가되었으며 골절편의 전위도 평균 1.35 mm 증가되었으며 슬내장이 38예 (80.8%)에서 있었다.

결 론: 경골 고평부 골절에서 MRI를 이용하여 골절의 분류와 함몰 및 전위 정도를 보다 정확히 파악할 수 있으며 특히 골간단부의 분쇄가 심한 Schatzker 제 6형에서는 골절편의 전위와 모양, 크기에 대한 정확한 평가를 가능하게 하며 연부조직의 손상 여부를 정확히 파악하여 치료 계획을 세우는데 MRI가 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

색인 단어: 경골, 고평부 골절, 자기공명영상

The Efficacy of MRI in Tibial Plateau Fractures

Hyoun Oh Cho, M.D., Kyoung Duck Kwak, M.D., Dae Hwan Lim, M.D., Sang Min Ahn, M.D., Kyung Ku Kang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dong kang General Hospital, Ulsan, Korea

Purpose: To analysis the efficacy of MRI in assessing fracture configuration and frequency of associated soft tissue injuries in tibial plateau fractures.

Materials and Methods: In the plain films and MRI of 47 cases with tibial plateau fractures, every fracture was classified by findings on plain film and MRI respectively according to the Schatzker system and they were compared with each other. The degree of displacement and depression of the fracture fragments were measured on plain film and MRI.

Results: MRI was more accurate in determining the classification of the fracture and measuring the displacement and depression of fragments. Fracture classifications were changed in 12 cases. Especially in Schatzker VI cases, articular step off over 2 mm and articular fragments over 2×2 cm were revealed in detail by MRI. Evidence of internal derangement of the knee was found in 38 (80.8%) cases.

Conclusion: Most of the cases with acute tibial plateau fracture were commonly associated with ligamentous and meniscal injuries. MRI can aid in accurate evaluation of tibial plateau fracture patterns and decision of treatment plan.

Key Words: Tibial plateau fracture, MRI

서 론

경골 고평부 골절의 치료에서는 관절면의 정확한 정복 및 동반되는 관절 주위의 인대와 반월상 연골의 손상 여부가 치료와 예후 추정에 매우 중요하다^{6,10,12,15,16,19,20,24~26,28,31}. 관절

면의 정확한 정복과 견고한 고정을 얻기 위해서는 주요 골절편의 위치와 분쇄 양상, 전위와 함몰 정도에 대한 정확한 평가가 필요하다. 단순 방사선 검사가 초기에 경골 고평부 골절의 진단에 사용되고 있지만 관절면의 함몰, 골편의 전위 및 분쇄 정도를 정확히 알기 어려운 단점이 있다. 이에 관절 경 검사, 관절 조영술, 단층촬영¹¹ 및 전산화 단층촬영^{6,10,17,23}

통신저자 : 조 현 오

울산광역시 중구 태화동 123-3
울산동강병원 정형외과
Tel : 052-241-1114 · Fax : 052-241-1114
E-mail : goodman-cho@hanmail.net

Address reprint requests to : Hyoun Oh Cho, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dong kang General Hospital, 123-3,
Tae Hwa-Dong, Choong-Ku, Ulsan 681-320, Korea
Tel : 052-241-1114 · Fax : 052-241-1114
E-mail : goodman-cho@hanmail.net

*본 논문의 요지는 2003년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

Table 1-1. Summary of cases

Case	Sex	Age	Cause	X-Type	MRI Type	X-Jt dp	MRI Jt dp	X-D/P	MRI D/P	Fibula Fx	ACL	PCL	MM	LM	MCL	LCL
1	F	84	Pedestrian TA	6	6	0	4	0	2	Head	-	Partial	-	-	-	-
2	F	69	In Car TA	6	6	0	2	1	2	Head	-	Partial	-	-	-	-
3	M	39	Motorcycle TA	1	2	2	4	1	1	-	-	Partial	-	-	Partial	-
4	M	56	Pedestrian TA	6	6	5	7	6	6	Shaft	-	-	-	+	-	-
5	M	25	In Car TA	1	1	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
6	F	42	In Car TA	4	4	0	6	2	3	-	-	Partial	-	-	-	+
7	M	39	In Car TA	6	6	4	5	2	4	Neck	-	-	-	-	-	-
8	M	21	Direct Blow	6	6	4	5	0	1	-	-	-	-	-	-	-
9	F	63	Pedestrian TA	6	6	0	5	2	2	-	Partial	-	+	-	-	-
10	M	38	Slip Down	1	2	0	9	0	2	-	-	-	-	-	-	-
11	M	46	Pedestrian TA	1	2	0	2	1	2	Shaft	-	Partial	-	-	-	-
12	M	74	Pedestrian TA	6	6	0	2	1	1	Head	-	Partial	+	-	-	-
13	M	43	Pedestrian TA	2	2	5	7	2	4	-	-	-	-	-	Partial	-
14	M	42	Pedestrian TA	1	2	0	3	2	4	Head	-	-	-	-	Tear	-
15	M	34	Pedestrian TA	1	1	0	0	5	6	-	-	-	+	-	-	-
16	F	35	In Car TA	1	3	0	2	0	0	-	-	-	-	-	-	-
17	M	48	Pedestrian TA	6	6	0	5	2	6	Head	Partial	-	-	+	-	-
18	M	43	Motorcycle TA	1	4	2	4	1	2	-	-	Tear	-	-	-	-
19	F	45	Pedestrian TA	1	2	0	5	2	4	-	-	Partial	-	-	-	-
20	F	27	Pedestrian TA	6	6	0	2	2	4	Head	-	-	-	-	-	-
21	M	39	Slip Down	2	2	4	6	7	10	-	-	Partial	-	-	-	-
22	F	23	Pedestrian TA	4	4	1	4	4	8	Head	-	-	-	-	-	Tear
23	F	73	Pedestrian TA	2	2	3	5	5	6	Head	-	-	-	-	Tear	-
24	F	29	Motorcycle TA	1	2	0	4	0	2	-	Tear	-	+	-	Tear	-
25	F	37	In Car TA	1	3	0	5	0	0	-	-	-	-	-	Partial	-
26	F	85	Slip Down	2	2	5	10	1	2	-	Partial	-	-	-	-	-
27	M	44	Pedestrian TA	1	1	0	0	2	2	-	Partial	-	-	-	-	-

Table 1-2. Summary of cases (continued)

Case	Sex	Age	Cause	X-Type	MRI Type	X-Jt dp	MRI Jt dp	X-D/P	MRI D/P	Fibula Fx	ACL	PCL	MM	LM	MCL	LCL
28	F	35	Pedestrian TA	1	3	0	4	0	0	-	-	Tear	-	-	-	-
29	M	24	Pedestrian TA	4	4	0	2	0	3	Neck	Tear	-	-	-	Tear	-
30	M	44	Pedestrian TA	4	4	0	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-
31	M	57	Pedestrian TA	1	1	0	0	4	5	Head	-	Partial	+	-	-	Tear
32	M	49	In Car TA	6	6	0	3	4	4	-	-	Tear	-	-	-	-
33	M	38	In Car TA	1	2	0	2	3	4	-	Tear	-	-	-	Tear	Partial
34	M	29	Pedestrian TA	1	2	0	2	1	2	Head	Partial	-	+	+	Tear	-
35	M	35	Pedestrian TA	6	6	0	5	5	8	head	-	-	-	-	-	-
36	M	35	Pedestrian TA	4	4	5	6	4	6	-	-	-	+	-	-	-
37	M	56	Motorcycle TA	4	5	0	2	0	2	Head	-	Tear	-	-	-	-
38	M	42	In Car TA	6	6	0	2	2	3	-	-	Tear	-	-	-	-
39	M	47	Motorcycle TA	6	6	1	3	3	5	-	Tear	Partial	-	+	-	-
40	F	55	Pedestrian TA	6	6	6	7	1	2	-	-	Partial	+	-	-	-
41	M	46	Pedestrian TA	2	2	8	10	1	3	-	Tear	-	-	-	-	-
42	F	58	Pedestrian TA	6	6	3	6	5	6	Neck	-	-	+	+	-	-
43	M	34	Pedestrian TA	6	6	0	5	4	4	-	-	-	-	-	-	-
44	M	45	In Car TA	6	6	0	2	5	6	Head	-	Tear	+	-	-	-
45	M	40	In Car TA	6	6	3	4	3	4	-	-	Partial	-	-	-	-
46	M	77	Pedestrian TA	2	2	5	7	2	3	-	-	-	+	-	-	-
47	M	48	Pedestrian TA	6	6	0	4	3	6	-	-	Partial	-	-	-	-

Jt dp: joint depression, D/P: displacement, Fibula Fx: fibula fracture, ACL: anterior cruciate ligament, PCL: posterior cruciate ligament, MM: medial meniscus, LM: lateral meniscus, MCL: medial collateral ligament, LCL: lateral collateral ligament, Partial: partial tear, Tear: complete tear, +: meniscal tear

등의 추가적 진단방법이 시행되고 있으나 슬관절부 연부조직의 손상을 정확히 진단하기는 힘들다¹⁸⁾. 경골 고평부 골절 환자는 수상시 슬부의 동통 및 종창 때문에 이학적 검사로 관절 주위 인대나 반월상 연골의 손상을 진단하기 힘들며 stress view를 시행하기에도 많은 어려움이 있다.

이에 저자들은 경골 고평부 골절 환자 중 MRI를 시행한 46명 47예 (Table 1)를 대상으로 골절의 양상 및 관절 주위의 인대나 반월상 연골 등의 손상을 파악하여 그 빈도 및 단순 방사선상 분류법인 Schatzker 분류법 (Table 2)으로 단순 방사선 검사와 MRI소견을 비교 분석하였다.

Table 2. Cause of injury

	Schatzker classification (X-ray / MRI)												
Cause	1		2		3		4		5		6		Total
Pedestrian TA	8	3	4	8	0	1	4	4	0	0	11	11	27
In car TA	4	1	0	1	0	2	1	1	0	0	6	6	11
Motorcycle TA	2	0	1	2	0	0	1	1	0	1	1	1	5
Slip Down	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Direct Blow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Total	15	4	7	14	0	3	6	6	0	1	19	19	47

Table 3. Associated soft tissue injury

	Total 38 cases (80.8%)					
	ACL	PCL	MM	LM	MCL	LCL
Partial	5 (10.6%)	13 (27.7%)	11	5	3 (19.1%)	1 (2.1%)
Tear	5 (10.6%)	6 (12.8%)			6 (6.3%)	3 (6.3%)
Total	10 (21.3%)	19 (40.4%)	11 (23.4%)	5 (10.6%)	9 (19.1%)	4 (8.5%)

대상 및 방법

1. 연구 대상

1998년 1월부터 2003년 5월까지 입원 치료한 98명의 경골 고평부 골절 환자 중 MRI를 시행한 46명 47예를 대상으로 하였다. 환자들의 연령 분포는 21세에서 85세까지였으며 평균 45.5세였고 남자가 31명 (67%), 여자가 15명 (33%)이었고 손상의 원인은 보행자 교통사고 27예, 운전자 교통사고 11예, 이륜차 교통사고 5예, 낙상 3예, 직접 가격이 1예였다 (Table 2).

단순 방사선 사진은 수상 직후에 얻은 환측 슬관절의 전후면, 측면 및 양사면 사진을 대상으로 하였으며, 대상으로 부터 60±5 cm의 간격을 두고 시행하였다.

2. 연구 방법

골절의 분류는 단순 방사선으로 Schatzker²⁷⁾ 분류법에 의해 분류하였으며 골절의 함몰 및 전위 정도를 mm로 측정하였다.

MRI 사진으로 Schatzker²⁷⁾ 분류를 다시 시행하였으며 골절의 함몰과 전위 정도를 재측정하여 단순 방사선과 비교하였다. 관절 주위의 인대 손상과 반월상 연골의 파열 등은 근 골격계 담당 방사선과 전문의에 의해 판독되었다. 관절의 함몰과 전위 정도는 단순 방사선 사진과 MRI에서 가장 크게

측정되는 부위에서 측정하였고 단순 방사선 사진의 각 측정치는 촬영 간격에 의한 확대율인 115%를 적용하여 보정하였고 MRI의 측정치는 화면의 축소자 (side ruler)에 따른 축소 비율을 적용하여 보정하였다.

단순 방사선 사진과 MRI에서의 측정치간에 유의한 차이가 있는지 여부는 paired t-test로 분석하고 기타 통계 분석은 chi-test 및 student t-test를 이용하였고, p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

단순 방사선 사진을 근거한 Schatzker 골절형은 제 6형 골절 (Fig. 4)이 19예 (40.4%)로 가장 많았으며 제 1형이 15예 (31.9%), 제 2형이 7예 (14.9%), 제 4형이 6예 (12.8%), 제 3형과 제 5형은 0예 (0%)였다 (Table 2). 손상의 원인별로는 보행자 교통사고에서는 제 6형이 27예 중 11예로 가장 많았으며 그 외의 원인으로는 운전자 교통사고와 직접 가격에서는 제 6형이 가장 많았고, 이륜차 교통사고와 낙상에서는 제 2형이 가장 많았다 (Table 2).

MRI분석에 의한 Schatzker 골절형은 제 6형 골절이 19예 (40.4%)로 가장 많았고, 제 2형이 14예 (29.8%), 제 4형이 6예 (12.8%), 제 1형이 4예 (8.5%), 제 3형이 3예 (6.4%), 제 5형이 1예 (2.1%)순이었다.

MRI분석 후 Schatzker 골절형의 분류가 변경된 예는 모두

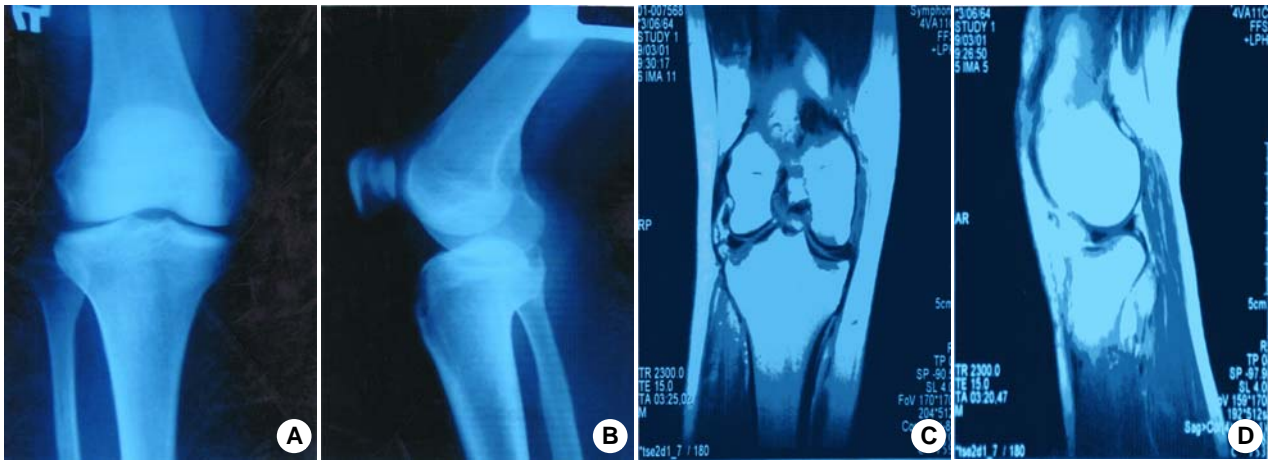


Fig. 1. Reclassification of a Schatzker type 1 into type 3.

(A, B) Anteroposterior and lateral plain radiographies show Schatzker type 1 fracture.

(C) Coronal MR image (2300/15) shows partial tear of the medial collateral ligament and focal articular depression of 5 mm.

(D) Sagittal MR image (2300/15) shows focal depression of articular surface. (C)

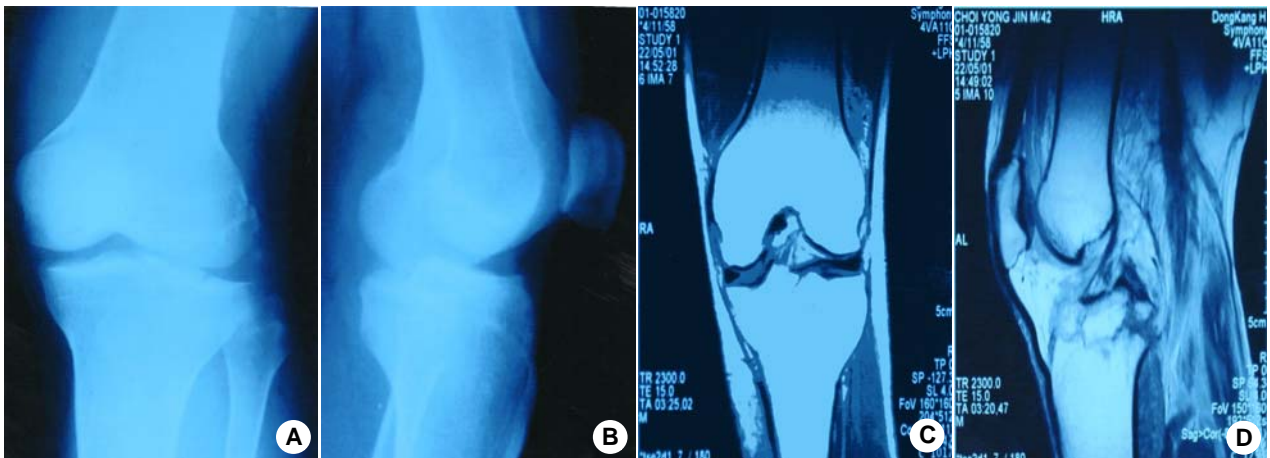


Fig. 2. Reclassification of a Schatzker type 1 into type 4 and MRI shows major fracture lines and major fracture fragments.

(A, B) Anteroposterior and lateral plain radiographies show Schatzker type 1 fracture.

(C) Coronal MR image (2300/15) shows focal articular depression of 4 mm, major fracture lines and major fracture fragments.

(D) Sagittal MR image (2300/15) shows avulsion tear of the posterior cruciate ligament, major fracture lines and major fracture fragments.

12예 (25.5%)였는데 이들 중 함몰부가 발견되어 제 1형에서 제 2형으로 분류가 바뀐 경우가 7예 (Fig. 3), 추가의 골절선이 드러나 제 4형에서 5형으로, 제 1형에서 제 4형으로 분류가 바뀐 경우 (Fig. 2)가 각각 1예씩 있었고 3예에서는 단순 방사선 사진상 함몰이나 골절선이 분명하지 않아 제 1형의 골절형으로 분류하였는데 MRI상 골절선이 아니라 함몰이 발견되어 제 3형 (Fig. 1)으로 재분류되었다.

관절면의 함몰에 있어서 5 mm를 넘는 경우가 단순 방사선에서는 7예 (15%)였으나 MRI에서는 20예로 증가하였다 (Table 4). 단순 방사선 사진에서 관절면의 함몰이 있었던 경우는 모두 17예였으며 각 예에서 측정된 함몰은 mean = 3.88

mm였고 MRI로 측정된 함몰에서는 mean = 5.88 mm로 평균 2.0 mm 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 있었고 ($p=0.005$, paired t-test), 단순 방사선 사진상 보이지 않던 함몰이 MRI에서 발견된 경우가 27예 있었다 (Fig. 4).

단순 방사선 사진에서 골절면의 전위가 있었던 경우는 모두 37예였으며 각 예에서 단순 방사선 사진에서 측정된 전위 (mean = 2.76 mm)와 MRI에서 측정된 전위 (mean = 4.11 mm)사이에도 통계적으로 유의한 차이가 있었고 ($p=0.003$, paired t-test), 골절의 전위에서도 5 mm를 넘는 경우가 단순 방사선에서는 7예 (14.9%)였으나 MRI에서는 13예 (27.7%)로 역시 증가하였다 (Table 5).

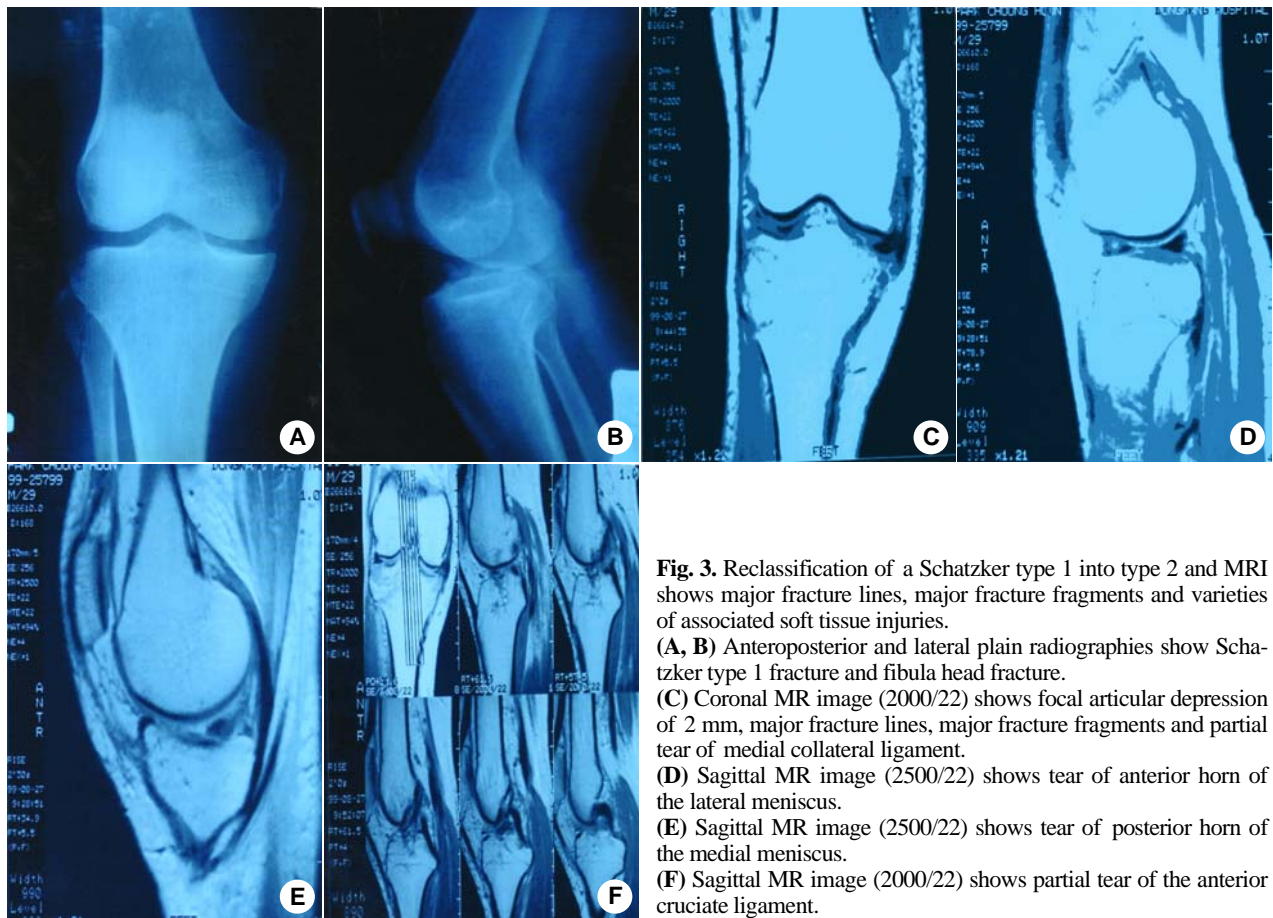


Fig. 3. Reclassification of a Schatzker type 1 into type 2 and MRI shows major fracture lines, major fracture fragments and varieties of associated soft tissue injuries. (A, B) Anteroposterior and lateral plain radiographies show Schatzker type 1 fracture and fibula head fracture. (C) Coronal MR image (2000/22) shows focal articular depression of 2 mm, major fracture lines, major fracture fragments and partial tear of medial collateral ligament. (D) Sagittal MR image (2500/22) shows tear of anterior horn of the lateral meniscus. (E) Sagittal MR image (2500/22) shows tear of posterior horn of the medial meniscus. (F) Sagittal MR image (2000/22) shows partial tear of the anterior cruciate ligament.



Fig. 4. Additional fracture lines and fracture fragments on MRI (Schatzker type 6). (A) Plain X-ray reveals no articular depression, minimal (4 mm) articular displacement and avulsion fracture of the posterior cruciate ligament. (B) Coronal MR image (2000/22) shows tear of the medial meniscus and reveals new fracture lines that make articular step-off (3 mm). (C) Axial MR image (600/20) shows accurate site of the articular depression, additional major fracture lines and major fracture fragments.

Table 4. Articular depression measurement

No of cases		
Tibial plateau depression	X-ray	MRI
Non-depressed	39	3
<5 mm	10	24
5~10 mm	7	20
>10 mm	0	0
Mean	3.8 mm △ D = 2.0 mm	5.88 mm △ % = 51.5%

Table 5. Fracture displacement measurement

No of cases		
Fracture displacement	X-ray	MRI
Non-dispalced	10	3
<5mm	30	31
5~10 mm	7	13
>10 mm	0	0
Mean	2.76 mm △ D = 1.35 mm	4.11 mm △ % = 48.9%

Table 6. Association between type of infernal derangement and tibial plateau fracture pattern

Schatzker Type/Case (No)	1 (4)	2 (14)	3 (3)	4 (6)	5 (1)	6 (19)
Soft tissue injury						
ACL	Partial 1 (25%)	Tear 3 (21%) Partial 2 (14%)	0	Tear 1 (17%)	0	Partial 2 (11%) Tear 1 (5%)
PCL	Partial 1 (25%)	Partial 4 (29%)	Tear 1 (33%)	Partial 1 (17%) Tear 1 (17%)	Tear 1 (20%)	Partial 7 (37%) Tear 3 (16%)
MM	2 (50%)	3 (21%)	0	1 (17%)	0	5 (26%)
LM	0	1 (7%)	0	0	0	4 (21%)
MCL	0	Partial 2 (14%) Tear 5 (36%)	Partial (33%)	Tear 1 (17%)	0	0
LCL	Tear 1 (25%)	Partial 1 (7%)	0	Tear 2 (33%)	0	0

MRI에서 판정한 주 골절편 또는 관절면 함몰부의 위치가 단순 방사선 사진만으로 추정하는 것과 차이를 보인 경우는 34예로 72.3%이었다. 특히 단순 방사선 사진에서 외측 또는 내측 경골과의 전체를 침범한 것처럼 보이는 4예에서는 다른 부위를 침범한 골절에 비해 MRI에서의 판정 결과와 많은 차이를 보였는데 이들 대부분은 MRI로 분석하면 외측 또는 내측 경골과의 전면만을 침범한 것임을 알 수 있었다.

29예 (61.7%)에서 단순 방사선 사진상에서 명확하지 않던 골절선이 MRI에서 발견되었으며, MRI에서 의미 있다고 판정한 추가의 골절선은 새로운 골절선에 의해 Schatzker 골절 형이 달라진 경우가 2예, 새로 발견된 골절선에 의해 2 mm 이상의 증진이 나타나는 경우가 3예 (평균 5.33 mm)였으며 새로 발견된 골절편의 크기가 2×2 cm 이상이어서 직경 4.0 mm의 해면골 나사로 고정이 가능하다고 판단되는 경우가 35예 였다. 이들을 각 골절형별로 보면 2 mm 이상의 증진이 새로 드러나는 예에서 제 6형이 8예, 제 2형이 3예, 제 4형이

2예로 제 6형이 유의하게 많았고 ($p=0.027$, chi-test), 2×2 cm 이상의 골절편이 새로 드러난 예에서도 제 6형이 16예, 제 2형이 14예, 제 4형이 4예, 제 1형이 1예로 제 2형과 제 6형이 유의하게 많았다 ($p<0.001$, chi-test).

MRI소견상 38예 (80.8%)에서 관절 주위 인대나 반월상 연골의 손상 소견을 나타내었다. 10예 (21.3%)에서 전방 십자 인대의 완전 (5예) 또는 부분 손상 (5예)을 나타냈으며, 19예 (40.4%)에서 후방 십자 인대의 완전 (13예) 또는 부분 손상 (6예)을 나타내었다. 9예 (19.1%)에서 내측 측부 인대의 완전 (6예) 또는 부분 손상 (3예)을 나타냈으며 4예 (8.5%)에서 외측 측부 인대의 부분 (1예) 또는 완전 손상 (3예)을 나타내었다. 외측 반월상 연골의 손상이 5예 (10.6%), 내측 반월상 연골의 손상은 11예 (23.4%)에서 나타났다 (Table 3).

비골 골절은 18예 (38.3%)에서 동반되었는데 이 중 13예가 비골 두부 골절로 가장 많았으며 (Table 8), 특히 보행자 사고 27예 중 10예에서 비골 골절을 동반하였다. 비골 골절

Table 7. Association between type of internal derangement and cause of injury

Casuse (No)	Pedestian TA (27)	In Car TA (11)	Motor (5)	Slip down (3)	Drect blow (1)
Soft tissue injury					
ACL	Partial 4 (14.8%) Tear 2 (7.4%)	Tear 1 (9.1%)	Tear 2 (40.0%)	Partial 1 (33.3%)	0
PCL	Partial 7 (25.9%) Tear 1 (3.7%)	Partial 3 (27.3%) Tear 3 (27.3%)	Partial 2 (40.0%) Tear 2 (40.0%)	Partial 1 (33.3%)	0
MM	9 (33.3%)	1 (9.1%)	1 (20.0%)	0	0
LM	4 (14.8%)	0	1 (20.0%)	0	0
MCL	Partial 1 (3.7%) Tear 4 (14.8%)	Partial 1 (9.1%) Tear 1 (9.1%)	Partial 1 (20.0%) Tear 1 (20.0%)	0	0
LCL	Tear 2 (7.4%)	Tear 1 (9.1%)	0	0	0

Table 8. Associated fibula fracture

Site	Case	Soft tissue injury (No)
Head	13 (27.7%)	1.46
Neck	3 (6.4%)	1.33
Shaft	2 (4.3%)	1.00
None	29 (61.7%)	1.14

과 인대 및 반월상 연골의 손상과의 관계에서는 비골 골절이 있는 경우 평균 1.39개의 연부조직 손상을 동반하였으며, 비골 골절이 있는 경우 연부조직 손상이 심한 것으로 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 ($p=0.378$, student t-test).

골절의 형태와 연부조직 손상과의 관계에서 Schatzker 제 6형에서는 후방 십자 인대의 손상 (52.6%)이 가장 많았으며, 제 2형에서는 내측 측부 인대의 손상 (50.0%)이, 제 5형에서는 후방 십자 인대의 손상 (20.0%)이, 제 4형에서는 후방 십자 인대의 손상 (33.3%)과 외측 측부 인대의 손상 (33.3%)이, 제 3형에서는 후방 십자 인대 (33.3%)와 내측 측부 인대 손상 (33.3%)이 그리고 제 1형에서는 내측 반월상 연골 파열 (50.0%)이 가장 많이 동반되었다 (Table 6).

각 골절 형태에 따른 연령 분포는 제 1형이 26~57세 (평균 40세), 제 2형이 29~85세 (평균 48세), 제 3형이 35~37세 (평균 36세), 제 4형이 23~44세 (평균 35세), 제 5형이 56세 (평균 56세), 제 6형이 21~84세 (평균 49세)였다.

고 찰

경골 고평부 골절 환자에서 골절의 양상과 관절 주위 연부 조직의 손상 여부가 치료의 방향과 예후에 커다란 영향을 미치므로 이의 정확한 진단이 매우 중요하다^{6,10,12,16,24,26}. 경골 고평부는 주로 해면골로 이루어지고 후방으로 기울어져 분쇄 양상을 단순 방사선 사진만으로 파악하는데는 한계가 따른다. 따라서 여러 방법으로 골절의 모양을 입체적으로 파악하고자 하는 노력이 기울여졌고 Moore¹⁹⁾와 Kearns¹⁴⁾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 얻기 어렵기 때문에 그 유용성에 한계가 있다. 반면 CT는 환자의 통증을 유발하지 않고 손쉽게 영상을 얻을 수 있고 골성 구조의 형태를 파악하는데 유용성이 입증된 방법으로서 여러 저자들이 CT를 이용한 경골 고평부 골절 형태 평가를 발표한 바 있다^{10,17,18,25,30}.

또 경골 고평부 골절 환자에서 인대나 반월상 연골의 손상 여부를 진단하기 위하여 이학적 검사나 stress 방사선 검사를 시행할 경우 환자의 통증과 부종 때문에 실시하기 어려워서 최근 전산화 단층촬영이나 MRI의 효용성이 증가되고 있으며 진단율도 높아져 가는 추세이다^{1~3,6,8,10,13,18}.

Schatzker 등²⁷⁾은 경골 고평부 골절을 해부학적 위치에 따라 6가지 형태로 분류하였으며 제 3형이 36%로 가장 흔한 것으로 보고하였다. Barrow 등¹⁾은 제 2형이 42%로 가장 흔하며, Colletti 등⁸⁾도 제 2형이 48%, 한 등¹²⁾도 제 2형이 34.5%로 가장 흔하다고 보고하였으며, 김 등¹⁶⁾은 제 1형이 42.9%

로 가장 흔하다고 보고하였으나 본 연구에서는 제 6형이 40.4%로 가장 흔하였다.

경골 고평부 골절의 치료에 대해서는 전위가 없는 골절인 경우 석고 고정으로 보존적 치료를 시행하고, 전위된 골절이나 관절면의 step-off가 5 mm 이상인 경우 수술적 치료를 시행하며^{2,3,12,16,20}, Colletti 등⁸)은 valgus 또는 varus stress 검사에서 5도에서 10도 이상 움직임이 있거나 내측 고평부에 2.5 mm 이상, 외측에서는 4 mm 이상 함몰이 있거나 관절면의 30% 이상이 함몰되었을 때를 수술 적응증으로 하였다. 그러나 관절 주위의 인대나 반월상 연골의 손상이 동반되는 경우 예후가 불량하므로 이런 경우 비전위 골절이라도 수술적 치료가 필요하다고 한다^{3,9,12,16,19}. 그러므로 골절의 양상을 정확히 파악하고 연부조직의 손상 여부를 확인하는 것이 치료 계획을 세우고 예후를 추정하는데 중요하다^{6,10,12,15,16,19,20,24~26,28,31}).

김 등¹⁷), Brophy 등³), Dias 등¹⁰)은 경골 고평부 골절에서 전산화 단층촬영을 시행하여 단순 방사선 사진상 잘 안 보이는 골절 및 그 양상을 전산화 단층촬영 사진으로 정확히 발견할 수 있었다고 하였으며, Kode 등¹⁸)은 경골 고평부 골절 환자에서 전산화 단층촬영과 MRI를 시행하여 비교하였는데, 골절 양상을 파악하는 데는 둘 다 비슷한 결과를 보였으나 관절 주위 인대나 반월상 연골 손상 여부를 파악하는 데는 MRI가 훨씬 우수한 것으로 보고하였다. Delamarter 등⁹), Holt 등¹³), Rasmussen²⁴)은 경골 고평부 골절의 치료에서 나쁜 결과를 나타내는 원인으로 손상의 정도를 정확히 파악하지 못한 데 있다고 하였으며, MRI가 손상의 정도를 정확히 파악하는데 도움이 된다고 하였다. Holt 등¹³)은 단순 방사선상에서 보이는 전위의 정도가 MRI와 비교하여 34.6%, 관절 함몰의 경우 37% 과소 측정된다고 하였다. 본 연구에서도 전위의 정도는 48.9%, 관절 함몰은 51.5% 과소 측정되었다 (Table 5, 6). 또한 Holt 등¹³)은 단순 방사선상 Schatzker 분류와 AO 분류가 47.6%에서 MRI 후 재분류되었으며, 본 연구에서도 25.5% (12예)에서 재분류되었다. 이는 단순 방사선 사진에서는 보이지 않았던 전상 골절이나 경미한 관절 함몰 등이 MRI로 진단이 가능하였기 때문이다.

장 등⁷)은 경골과 골절 환자의 수술 소견에서 비전위 골절에서 많은 인대 손상을 보였고 이 중 내측 측부 인대 손상이 가장 많은 것으로 보고하였다. Kode 등¹⁸)은 MRI로 경골과 골절 환자의 68%에서 관절 주위 인대 손상을, 55%에서 반월상 연골 손상을 동반한다고 하였다. Holt 등¹³)은 47.6%에서, Bennett와 Browner²⁾는 56%에서, 한 등¹²)은 54.3%에서, Colletti 등⁸)은 97%에서 인대나 반월상 연골 손상을 동반한다고 하였다. 본 연구에서는 80.8%에서 연부조직 손상을 동반하였는데, 손상은 내측 반월상 연골 파열 23.4%, 후방 십자 인대 40.4%, 전방 십자 인대 21.3%, 내측 측부 인대 19.1%, 외측

반월상 연골 10.6% 순이었다.

Bennett와 Browner²⁾는 Schatzker 제 2형과 제 4형에서 주로 연부조직 손상과 동반된다고 하였다. 본 연구에서는 Schatzker 제 2형과 제 6형에서는 주로 인대 손상과 반월상 연골 파열이 모두 나타났다. 그러나 저자들은 골절의 형태와 인대나 반월상 연골 손상과의 상관관계는 증례가 충분하지 않아 통계적으로는 유의점을 발견할 수 없었다. 손상의 원인에 의한 연부조직의 손상은 보행자 사고의 경우 내측 반월상 연골과 전방 십자 인대 손상이 많았으며, 운전자 사고의 경우 후방 십자 인대 및 내측 측부 인대의 손상이, 이륜차 사고의 경우 후방 십자 인대의 손상이 많았다. 손상의 원인별로는 보행자 교통사고에서 연부조직 손상이 가장 심하다는 것을 알 수 있었다 (Table 7).

MRI는 경골 고평부 골절에 흔히 동반되는 슬관절의 인대와 반월상 연골 손상 등의 연부조직 손상의 진단에 특히 유효한 것으로 강조 되었지만^{1~3,8,18,23} 일부에서는 골절 형태 평가에서의 효용성에 관한 보고들도 있었다. 이들은 다음의 두 가지 내용으로 요약될 수 있다.

첫째로 MRI로 Schatzker 골절형을 바꿀만한 새로운 골절선이나 함몰을 발견하는 경우에 대한 보고¹³)이다. 본 연구에서도 47예 중 12예 (26.5%)에서 MRI로 골절형이 바뀌었는데 새로운 분리 골절선의 발견이 2예, 함몰의 발견이 10예씩 있었다. 따라서 MRI는 경골 고평부 골절의 분류를 보다 정확하게 하여 치료 방침을 결정하는데 중요한 정보를 제공하는 것으로 판단된다.

둘째는 함몰 및 전위의 평가에서 MRI가 유용한가에 관한 보고들^{1,13,18,33})인데, 이들은 대부분 MRI로 함몰과 전위를 잘 볼 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 MRI로 측정된 함몰의 정도는 단순 방사선 사진과 유의한 차이를 보였다. 이는 단순 방사선 사진에서는 침범되지 않은 관절면이 전후면과 측면 사진 뿐 아니라 양사면 사진에서도 분쇄 부위와 겹쳐 보이거나 관절면의 높낮이가 확대 현상에 의해 정확히 파악되기 어려운 까닭으로 보인다. 또한 함몰부의 위치 평가에서도 단순 방사선 사진에서는 내측 또는 외측과의 전체를 침범한 골절과 전면만을 침범한 골절이 잘 구분되지 않는 반면 MRI로 수평면상에서의 위치를 명확히 알 수 있었는데 이 역시 같은 맥락에서 해석될 수 있을 것이다. 반면 골절편의 전위 정도를 MRI로 측정하는 것은 단순 방사선 사진을 세심하게 살펴보는 것과 큰 차이를 발견하지 못했는데 이는 골절편의 전위는 인접한 피질골의 어긋난 정도로 판단하므로 단순 방사선 사진만으로도 잘 나타나기 때문으로 생각되었다.

한편 이전의 연구에서는 MRI에서 새로운 골절선이 발견되었으나 이로 인해 Schatzker 골절형이 바뀌지 않은 경우에 대해서는 자세한 기술이 없었는데 저자들은 이러한 경우 MRI에서 발견된 골절선이 치료 방침의 설정이나 수술 술기

의 선택에 유용한 정보인지 여부를 평가하기 위해 최근 그 중요성이 강조되고 있는 관절면의 층집 여부^{2,4,15,18,24,27,28)}와 최소 절개 정복술^{22,29,30,32)}에 관련하여 판단하였다.

먼저 관절면의 층집 여부와 관련하여서는 새로 발견된 골절선에 2 mm 이상의 층집이 동반된 경우 관혈적 정복의 적응증이 되는 의미 있는 정보를 파악하였다. 47예 중 13예에서 이와 같은 정보를 얻었는데 특히 제 6형이 8예로 MRI가 6형의 고에너지 골절에서 심한 분쇄로 인해 단순 방사선 사진에서 잘 드러나지 않는 관절면 층집을 보다 민감하게 나타내는 것을 알 수 있다.

또한 최소 절개 정복술에서 꼭 필요한 부위에 최소한의 절개를 가하기 위해서는 술전에 골절 양상을 입체적으로 파악하여 정복대상이 되는 골편의 위치와 크기를 아는 것이 매우 중요한데 이를 위해 CT가 추천되어 왔다³⁰⁾. 본 연구를 통해 MRI로 골절의 위치와 함몰 정도에 대한 정확한 평가가 가능함을 알 수 있었다. 따라서 MRI는 최소 절개 정복술을 시행할 때 나사못이나 핀의 삽입 방향을 결정하는 데에도 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 저자들은 새로 발견된 분쇄 영역 중에서 골절편의 크기가 2×2 cm 이상이면 최소 절개 정복술시 4.0 mm 해면골 나사 혹은 관통강선으로 고정 가능성이 있다고 판단하여 수술 술기 선택에 유용한 정보를 간주하였는데 이와 같은 의미 있는 골절편의 발견 역시 Schatzker 제 6형의 고에너지 손상에서 압도적으로 많았다. 따라서 MRI는 특히 골간단부의 분쇄를 동반하는 고에너지 손상인 제 6형 고절의 골절 형태 평가에 있어서 수술 술기의 선택에 도움을 주는 유용한 정보를 제공하는 것으로 생각된다.

따라서 MRI를 시행하여 관절내 구조의 손상 유무를 파악할 뿐 아니라 골절의 입체적 양상, 특히 관절면의 함몰 정도와 층집 여부, 새로운 골절선과 관절 골편의 모양과 크기를 파악하면 수술의 구체적 계획수립에 도움을 받을 수 있을 것으로 사료된다.

결론 및 요약

경골 고평부 골절에서 MRI는 증례의 25.5% (12예)에서 추가 골절선이나 함몰의 발견으로 골절형 분류의 변화를 가져왔다. 또 MRI는 골절편의 전위 정도에 관해서 단순 방사선 사진에 비해 의미 있는 전위 정도의 증가 (평균 1.35 mm) 및 관절면의 함몰 정도에 있어서는 평균 2.0 mm의 의미 있는 함몰치 증가를 보였다. MRI는 또한 단순 방사선 사진과 달리 수평 절단면을 통해 주 골절편 또는 함몰부의 위치에 대한 보다 정확한 정보를 제시하는 것으로 나타났다 (Fig. 4). 특히 골간단부의 분쇄가 심하여 단순 방사선 촬영으로 평가가 어려운 고에너지 손상 (Schatzker 제 6형)에서는 MRI로

치료 방침이나 수술 술기에 영향을 줄 수 있는 의미 있는 추가 골절선을 발견하는 경우가 유의하게 많았다. 즉 Schatzker 제 6형의 80%에서 2 mm 이상의 관절면 층집을 동반한 추가 골절선을 발견하였고 100%에서 2×2 cm 이상의 크기를 가지는 골편을 발견하여 최근 고에너지 손상의 치료로 많이 시행되고 있는 최소 절개 정복술시 고정물의 삽입방향과 부위를 결정하는데 유용한 정보를 제공하여 수술의 구체적 계획 수립에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

본원에서는 46명 47예의 경골 고평부 골절 환자에서 MRI를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경골과 골절 환자의 대부분 (80.8%)에서 관절 주위 인대 손상이나 반월상 연골 손상을 동반하였다. 특히 보행자 교통사고의 경우 연부조직 손상이 심하였다.
2. 골절의 양상은 단순 방사선 소견 보다 전위나 관절면의 함몰, 분쇄 정도가 심하였다.
3. 골절의 양상과 관절 주위 연부조직의 손상 여부를 정확히 파악하여 치료 계획을 세우거나 예후를 추정하는데 MRI 검사가 많은 도움이 된다.

참 고 문 헌

- 1) Barrow BA, Fajman WA, Parker LM, Albert MJ, Drvaric DM and Hudson TM: Tibial plateau fractures: Evaluation with MR imaging. *Radiographics*, **14**: 553-559, 1994.
- 2) Bennett WF and 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 and Eustace S: MR imaging of tibial plateau fractures. *Clin Radiology*, **51**: 873-878, 1996.
- 4) Brown TD, Anerson DD, Nepola JV, Singerman RJ, Pedersen DR and Brand RA: Contact stress aberrations following imprecise reduction of simple tibial plateau fractures. *J Orthop Research*, **6**: 851-862, 1988.
- 5) Burri C: Fractures of tibial plateau fractures. *Clin Orthop*, **138**: 84-93, 1979.
- 6) Chan PSH, Klimkiewicz JJ, Luchetti WT, Esterhai JL, Kneeland JH, Dalinka MK and Heppenstall RB: Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **11**: 484-489, 1997.
- 7) Chang SH, Kang JD, Ha PS and Lee JH: Knee Ligamentous Injuries Combined with Tibial Condyle Fracture: Clinical Study of 30 Patients. *J Korean Orthop Surgery*, **23**: 722-732, 1988.

- 8) **Colleti P, Greenberg G and Terk MR:** MR findings in patients with acute tibial plateau fractures. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, **20**: 389-394, 1996.
- 9) **Delamarter RB, Hohi M and Hopp E:** Ligament injuries associated with tibial plateau fractures. *Clin Orthop*, **250**: 226-233, 1990.
- 10) **Dias JJ, Stirling AJ, Finlay BL and Gregg PJ:** Computerized axial tomography for tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg*, **69-B**: 84-88, 1987.
- 11) **Elstrom J, Pankovich AM, Sasson H and Rodriguez J:** The use of tomography in the assessment of fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg*, **58-A**: 551-555, 1976.
- 12) **Han SH, Yang BG, Kim CH, Ahn TW and Jeong ST:** Treatment of the tibial condyle fracture. *J Korean Fracture Soc*, **11-1**: 214-225, 1998.
- 13) **Holt MD, Williams LA and Dent CM:** MRI in the management of tibial plateau fractures. *Injury*, **26**: 595-599, 1995.
- 14) **Kearns:** Radiologic view and quality in the assessment of tibial plateau fracture: Are we missing something?. *J Orthop Trauma*, **3**: 167, 1989.
- 15) **Kettelkamp DB, Hillberry BM, Murrish DE and Heck DA:** Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. *Clin Orthop*, **234**: 159-169, 1988.
- 16) **Kim HS, Hang KD, Han SS and Kim BS:** A clinical study of the tibial plateau fracture. *J Korean Fracture Soc*, **11-3**: 597-604, 1998.
- 17) **Kim JY, Cho WS, Kim RS and Kang BK:** Application of computed tomography for tibial condylar fractures. *J Korean Orthop Assoc*, **22**: 260-268, 1987.
- 18) **Kode L, Lieberman JM, Motta AO, Wiber JH, Vasen A and Yagan R:** Evaluation of tibial plateau fractures: Efficacy of MR imaging compared with CT. *AJR*, **163**: 141-147, 1994.
- 19) **Lansinger O, Bergman B, Korner L and Anderson GMJ:** Tibial condylar fractures: A twenty-year-follow-up. *J Bone Joint Surg*, **68-A**: 13-19, 1986.
- 20) **Moon MS, Woo YK and Shim SS:** Tibial plateau fracture. An analysis of the results of treatment in 37 patients. *J Korean Orthop Assoc*, **24**: 8-14, 1989.
- 21) **Moore TM:** Reontgenographic measurement of the tibial plateau depression due to fracture. *J Bone Joint Surg*, **56-A**: 155-160, 1974.
- 22) **Morandi M and Pearse MF:** Management of complex tibial plateau fractures with Ilizarov external fixator. *Tech Orthop*, **11**: 125-131, 1996.
- 23) **Rafii M, Lamont JG and Firooznia H:** Computed tomography of tibial plateau fracture. *AJR*, **142**: 1181-1186, 1984.
- 24) **Rasmussen PS:** Tibial condyle fractures: Impairment of knee joint stability as an indicator for surgical treatment. *J Bone Joint Surg*, **55A**: 1331-1350, 1973.
- 25) **Rittmann WW, Sehibli M, Matte P and Allgower M:** Open fractures: Long term results in 200 consecutive cases. *Clin Orthop*, **138**: 132-140, 1979.
- 26) **Rosen MA, Jackson DW and Berger PE:** Occult Osseous Lesions documented by MRI associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy*, **7**: 45-51, 1991.
- 27) **Schaztker J, McBroom R and Bruce D:** The tibial plateau fracture. *Clin Orthop*, **138**: 94-104, 1979.
- 28) **Tscherne H and Lobenhoffer P:** Tibial plateau fractures: management and expected results. *Clin Orthop*, **292**: 87-100, 1993.
- 29) **Watson JT:** High energy fractures of tibial plateau. *Orthop Clin North Am*, **25**: 723-752, 1994.
- 30) **Watson JT and Coufal C:** Treatment of complex lateral plateau fractures using Ilizarov techniques. *Clin Orthop*, **353**: 97-106, 1998.
- 31) **Wilppula E and Bakalim G:** Ligamentous concomitant with tibia condyle fracture. *Acta Orthop Scand*, **43**: 292-300, 1972.
- 32) **Yang EC, Weiner L and Strauss E:** Metaphyseal dissociation fractures of proximal tibia: An analysis of treatment and complications. *Am J Orthop*, **24**: 695-704, 1995.
- 33) **Yoo MJ, Kim SC, Shin YH and Kim MH:** The utility of MRI in tibial plateau fractures. *J Korean Orthop Assoc*, **34**: 483-488, 1999.