대한방사선의학회지 2003;48:337 - 343

슬관절내 견열골절의 자기공명영상 소견과 동반된 관절내 손상: 십자인대 파열을 중심으로[1]

김상원 · 홍훈표 · 진 욱[2] · 류경남

목 적 : 슬관절의 전방 및 후방십자인대의 견열골절 손상이 있을 때 십자인대 자체의 파열 유무를 MRI소견과 수술소견을 통해서 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 1997년 3월부터 2002년 5월까지 전방 혹은 후방십자인대의 견열골절 손상으로 진단되었던 19예의 환자 중에서 수술을 시행한 10예를 대상으로 하였다. 남녀비는 8 : 2 였고, 연령분포는 10세에서 51세사이로 평균 27.7세 였다. 십자인대의 경골 부착부위에 견열골절이 있었던 10예에서 MRI상 전방 혹은 후방십자인대의 파열 유무를 분석하였고, 수술소견과 비교 하였다. 또한 동반된 슬관절내 다른 부위의 손상 여부를 알아보았고, 환자의 수술방법 및 추적 검사상에서의 수술결과를 알아보았다.

결 과 : 전방십자인대의 견열골절 손상이 있었던 7예 중 인대의 부분파열이 5예, 완전파열이 1예로 진단되었고, MRI소견과 수술소견이 일치하였다. 후방십자인대의 견열골절 손상이 있었던 3예 모두가 MRI상에서 인대의 부분파열로 진단되었고, 수술소견도 일치하였다. 6예에서 슬관절내 동반된 다른 구조물의 손상이 없었고, 내측반월상연골 파열, 외측반월상연골 파열, 후방십자인대 및 내측측부인대 파열, 오금인대 파열이 각각 1예씩 동반되어 있었다.

결 론: 전방 및 후방십자인대의 견열골절이 있었던 대부분의 예에서 십자인대의 부분파열 및 완전파열을 동반하였다. 수술이나 관절경 상에서 간과할 수 있는 인대자체의 손상을 MRI상에서 진단해 내는 것이 전방 및 후방십자인대의 견열골절 영상분석에 도움을 줄 것으로 생각된다.

견열골절(avulsion fracture)은 과도한 장력에 의해서 인대가 부착되는 부위의 뼈 일부분이 떨어져나가서 발생하는 골절을 말하며 이러한 골절은 골단(apophysis)이 약한 소아나 청년에서 많이 발생하고, 스포츠나 교통사고가 흔한 원인으로 알려져 있다(1, 2).

슬관절에서 전방 혹은 후방십자인대의 견열골절 손상은 드문 빈도를 보이며 경골가시(tibial spine)등에 견열골절이 있었던 여러 보고들이 있었지만 견열골절과 동반된 십자인대의 손상에 대해서는 몇몇 증례 보고들만 있었다(3, 4).

Noyes등(5)은 생체역학 연구에서 전방십자인대의 파열손상과 견열골절 손상의 기전이 다르다고 보고하였으며 또한 Levy등(4)은 경골가시 견열골절에 전방십자인대의 파열이 동반된 경우 관혈적 정복(open reduction)과 내고정(internal fixation)이 아닌 일차적 전방십자인대 재건술(primary anterior cruciate ligament reconstruction)을 고려해야 한다고 하였다.

이에 저자들은 슬관절에서 전방 혹은 후방십자인대의 견열골절 손상이 있을 때 십자인대 자체의 파열 여부를 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)과 수술소견을 통해서 알아 보고, 환자들의 수술 방법과 그에 따른 결과를 비교하여 보았다.

대상과 방법

1997년 3월부터 2002년 5월까지 전방 혹은 후방십자인대의 견열골절 손상으로 진단하였던 19예 중에서 수술을 시행하여 확진된 10예를 대상으로 하였다. 전방십자인대 부착부위의 견열골절이 7예, 후방십자인대 부착부위의 견열골절이 3예였으며 모두 경골 부착부위에서 골절이 발생하였다. 남녀 비는 8 : 2였고, 연령분포는 10세에서 51세 사이로 평균 27.7세였다. 수상의 원인으로 교통사고가 4예, 운동(축구, 스키) 중에 수상이 5예, 그리고 계단에서 넘어진 예가 1예 있었다. 수상 후 MRI 시행 일까지 최소 1일에서 최대 8년의 간격이 있었으며 6예에서는 한달 이내에 MRI를 시행하였으며 4예에서는 6개월 이상의 기간이 있었다.

[1]경희대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]가천의과대학 부속길병원 진단방사선과학교실
이 논문은 2002년 12월 20일 접수하여 2003년 3월 12일에 채택되었음.

MRI는 1.5-T Magnetom Vision (Siemens, Erlangen, Germany)을 사용하였으며 환자를 앙와위로 눕히고 슬관절을 10도 굴전시킨 상태에서 슬관절용 표면코일을 사용하였다 (6). 모든 환자에서 시상면과 관상면은 고속스핀에코기법을 이용한 쌍에코 T2강조영상 (3000-3500/16, 98/5/2 [TR/ effective TE/Echo train length/Number of excitation])과 시상면의 항정상태의 이중에코 (double-echo steady state, DESS)영상 (25.4/9[TR/TE]; flip angle, 35°)을 얻었다. 쌍에코 T2강조 시상영상은 Field of view 128-140×160-170, 행렬수 170-190×256, 절편두께 4 mm, 절편간격 0.8 mm로 하였고, 관상영상은 Field of view 120×160, 행렬수 170-190×256, 절편두께 4 mm, 절편간격 0.4 mm로 하였다. 항정상태의 이중에코 시상영상은 Field of view 120-160×160-170, 행렬수 154-192×256, 절편두께 1.4 mm, 절편간격 0 mm, 절편수 64개로 하였다.

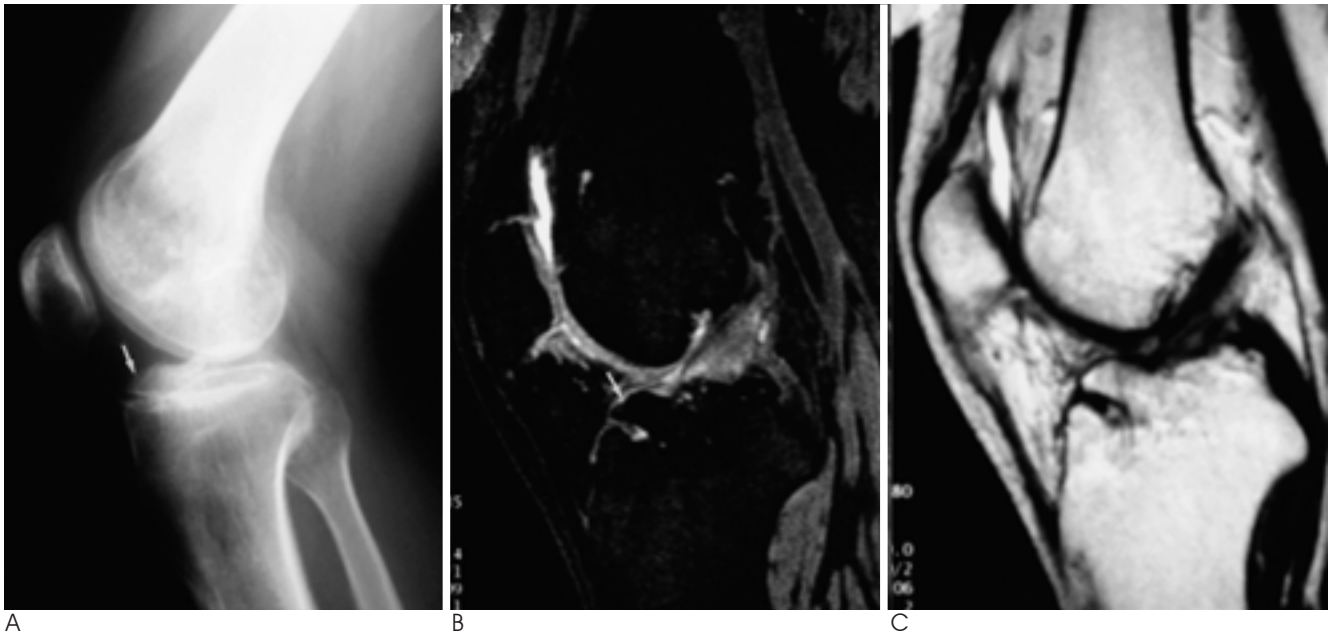
두 명의 방사선과 의사가 수술 전 촬영한 단순필름과 자기공명영상을 보고 전방 혹은 후방십자인대의 파열 유무를 진단하였다. 견열골절편에 부착된 십자인대 신호강도의 증가, 인대 연속성의 소실, 인대 두께의 증가 등의 소견을 이용해서 완전 및 부분 파열 유무를 진단하였다 (7, 8). 또한 단순필름과 자기공명영상에서 전방십자인대의 부착 부위인 경골가시의 골절을 Modified Meyers 및 McKeever 분류법 (12, 14, 15)을 사용해서 분류하였으며 I형은 골절편이 최소한의 전위만 있는 경우, II형은 전방 상승이 있는 경우, III형은 완전 분리된 경우, IV형은 회전하고, 분쇄골절 되었을 때로 정의하였다. 또한 동반된 슬관절내의 다른 부위의 손상 여부를 알아 보았다. 이상의 소견들을 수술소견과 비교하였으며 수술 전과 수술 후 추적검사에서 임상적으로 환자가 전방 혹은 후방전위검사 (anterior or posterior drawer test)상에서 불안정성이 있는지 유무를 조사하였다.

결 과

MRI에서 전방십자인대의 경골측 부착부위에 견열골절이 있었던 7예 중 5예를 부분파열로, 1예를 완전파열로, 그리고 1예를 정상으로 진단하였다 (Fig. 1-3). 경골가시골절을 Modified Meyers 및 Mckeever 분류법으로 구분하면 I형은 없었으며, II형이 1예, III형이 3예, 그리고 IV형이 3예였다. 전방십자인대를 정상으로 진단하였던 1예에서 IV형이었으며, 수술전 전방십자인대의 MRI상 진단은 모두 수술소견과 일치하였다 (Fig. 3). 동반된 손상으로 내측 및 외측 반월판 열상이 각각 1예, 후방십자인대와 내측 측부인대 손상이 같이 있었던 경우가 1예, 그리고 오금인대 (popliteal tendon) 파열이 1예였으며 이들도 모두 MRI소견과 수술소견이 일치하였다 (Table 1).

수술전 후방십자인대의 경골측 부착부위에 견열골절이 있었던 3예 모두는 부분파열로 진단하였으며 이들 소견 모두도 수술소견과 일치하였다 (Fig. 4). 이 예들에서는 슬관절내 동반된 손상은 없었다 (Table 2).

인대파열이 있었던 9예 중 (전방십자인대 6예, 후방십자인대 3예)에서 4예에서 슬개인대 자가이식 (patella tendon autograft)을 통한 1차적 십자인대 재건술을 시행하였고, 4예에서 내시경적 혹은 수술적으로 내고정 (internal fixation)을 시행하였다. 나머지 1예에서는 내시경을 통한 데브리망 (debridement)을 시행하였다. 십자인대가 정상이었던 1예에서는 수술



A B C

Fig. 1. Case 2. A 25-year-old man with type II avulsion fracture of the tibial spine and partial ACL tear.
A, B. Plain radiograph and sagittal DESS image show anterior elevation of the fractured fragment (white arrow).
C. Sagittal FSE proton image shows increased signal intensity within the ACL. A type II avulsion fracture with partial tear of the ACL was identified at arthroscopy.

Table 1. Details of 7 Cases of ACL Avulsion Fractures

Case	Sex/Age	Type	ACL tear	Associated injuries
1	M/31	III	Partial	Tear of medial meniscus
2	M/25	II	Partial	None
3	M/30	IV	Intact	None
4	F/21	III	Partial	Tear of lateral meniscus
5	F/38	IV	Partial	Tear of PCL & MCL
6	M/10	III	Partial	None
7	M/23	IV	Complete	Tear of popliteal ligament

ACL : anterior cruciate ligament, PCL : posterior cruciate ligament,
MCL : medial collateral ligament.

Fig. 2. Case 7. A 23-year-old man with type IV avulsion fracture of the tibial spine and complete ACL tear.
A, B, C. Plain radiographs(anteroposterior and lateral views) and sagittal DESS image show comminuted fracture of the tibial spine at the ACL attachment (white arrows). There is a fractured fragment of the proximal fibula (double arrows).
D. Sagittal FSE proton image shows discontinuity of the ACL with increased signal intensity within the ACL substance. A type IV avulsion fracture with complete tear of the ACL was confirmed at surgery.

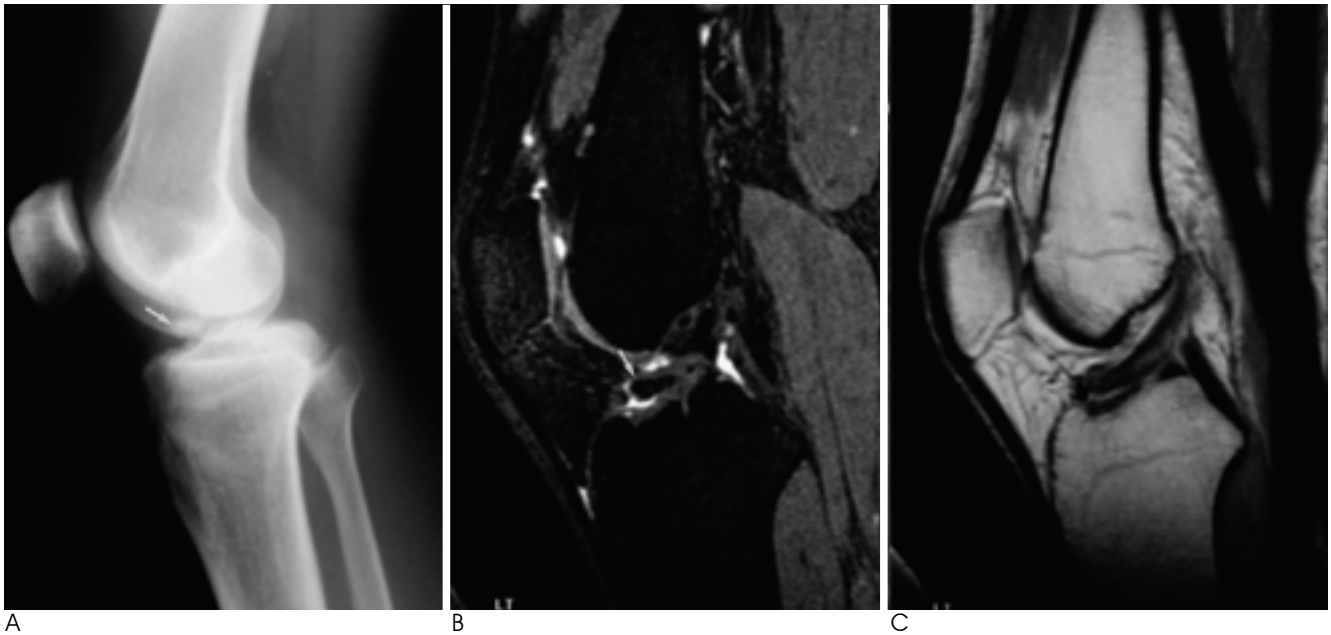
Table 2. Details of 3 Cases of PCL Avulsion Fractures

Case	Sex/Age	PCL tear	Associated injuries
8	M/36	Partial	None
9	M/12	Partial	None
10	M/51	Partial	None

적 내고정을 시행하였다.

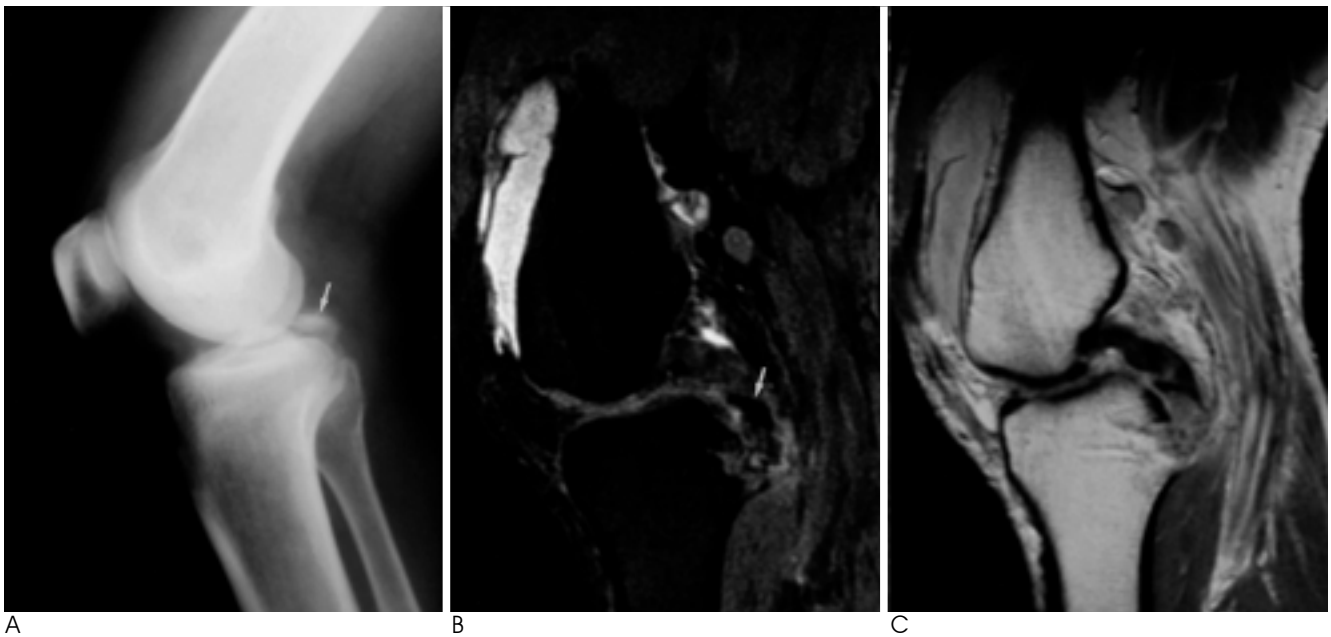
인대파열이 있었던 9예 모두에서 수술 전에 시행한 전방 혹은 후방전위검사에서 불안정성을 보였고, 인대가 정상이었던 1예에서는 불안정성을 보이지 않았다.

재건술을 시행한 4예에서 수술 후 평균 추적기간은 8개월



A B C

Fig. 3. Case 3. A 30-year-old man with type IV avulsion fracture of the tibial spine and intact ACL.
A, B. Plain radiograph and sagittal DESS image show complete separation of the fractured fragment (white arrow).
C. Sagittal FSE proton image shows normal contour and signal intensity within the ACL. Two fragments of the fractured tibial spine with intact ACL were confirmed at surgery.



A B C

Fig. 4. Case 10. A 51-year-old man with avulsion fracture of the posterior tibial spine and partial PCL tear.
A, B. Plain radiograph and sagittal DESS image show avulsion fracture of the proximal tibia at the PCL attachment (white arrow).
C. Saggital FSE proton image shows increased signal intensity with irregular contour in the PCL. A avulsion fracture with partial tear of the PCL was confirmed at surgery.

Table 3. Details of Treatment and Follow-up Results

Case	Treatment	Follow up	
		Period	Result
1	ACL reconstruction	1Yr + 3Mo	Instability (-)
2	Debridement	1Yr + 9Mo	Pain, instability (+)
3	OR/IF	6Mo	Instability (-)
4	ACL reconstruction	5Mo	Instability (-)
5	OR/IF	1Yr + 5Mo	Instability (-)
6	ACL reconstruction	7Mo	Instability (+)
7	OR/IF	2Yr + 1Mo	Instability (+)
8	OR/IF	6Mo	Instability (+)
9	OR/IF	8Mo	Instability (-)
10	PCL reconstruction	5Mo	Instability (-)

OR/IF : open reduction and internal fixation
Yr : year, Mo: month

이었으며, 3예에서 불안정성(instability) 없이 운동이 가능하였다. 후방십자인대의 부분파열을 동반한 1예에서는 추적검사상 후방 불안정성이 있었고, 이 환자는 경골의 분쇄골절을 동반한 경우였다. 내고정을 시행한 4예에서 수술 후 평균 추적기간은 1년2개월 이었으며, 2예에서 불안정성 없이 운동이 가능하였고, 2예에서는 경도의 불안정성이 있었다. 십자인대손상에 대해서 보존적 치료만 시행하였던 1예에서는 관절경 상에서 유착(adhesion)이 심해서 데브리망만을 시행하였으나 1년 9개월의 추적검사 상에서 동통과 불안정성이 지속되었다.

인대손상 없이 내고정을 시행한 1예는 6개월 추적이 가능했고, 불안정성 없이 운동이 가능하였다(Table 3).

고 찰

경골가시의 견열골절은 성인에서보다 소아에서 흔한 것으로 알려져 있다. 그 원인으로 소아시기에는 전방십자인대가 가장 큰 탄력성을 보이고 경골융기는 완전히 연골로 구성되어 있어 견인력에 대한 저항이 떨어지게 된다(2, 13). 하지만 Kendall 등(11)은 31예의 경골가시 골절보고에서 성인이 19예, 소아가 12예로 이전의 보고에서 보다 성인에서 골절이 좀더 흔하다고 하였다. 또한 소아에서보다 성인에서 동반된 손상의 빈도가 높았고, 이것은 더 큰 에너지와 다른 기전에 의한 결과이기 때문이라 하였다. 본 연구에서 20세 이하의 소아가 2예 있었고, 모두가 축구나 스키의 스포츠에 의한 손상이었다. 이에 반해서 20세 이상의 성인이 8예였고, 교통사고가 4예, 스포츠에 의한 손상이 3예, 그리고 기타가 1예였다. 또한 동반된 손상이 소아에서는 없었지만 성인에서는 반수인 4예에서 있었다. 이상의 결과들은 Kendall등의 보고와 부합된다고 할 수 있겠다.

전방십자인대는 경골가시 전방외측으로 넓고 함몰된 삼각형 모양의 지역에 부착된다(9). 전방인대손상의 기전으로 내회전과 외반력에 의한 손상이 가장 흔하고, 그 밖에 과신전, 내반력과 약간의 외회전 등도 손상에 관여하는 것으로 알려져 있다 (10). Ozkan등(3)은 전방십자인대의 전내측속(anteromedial bundle)에서 발생한 견열골절의 증례보고에서 굴절상태의 슬관절에서 회전력과 함께 내반력이 이러한 손상을 일으키는 기전이라고 주장하였다.

Meyers와 McKeever(12, 14)는 경골의 전방가시 골절을 3가지로 분류하였고, Zaricznyj(15)는 4형을 추가하여 확장분류하였다. Meyers와 Mckeever는 2형이 가장 흔하다고 보고하였으나, Zaricznyj와 Wiley등(2)은 3형이 약 50%를 차지한다고 하였다. 성인이 대부분인 본 예에서는 II형이 1예, III형과 IV형이 각각 3예씩으로 III형이상이 대부분이었다. 일부 이견이 있지만 I형과 II형에서는 보존적 치료(conservative treatment)가 효과적이며, III형 이상에서는 관혈적 정복(open reduction)과 내고정(internal fixation)을 필요로 한다(11, 13, 14, 15). Molander등(16)은 소아에서 III형 견열골절의 보존적 치료가 대부분에서 합리화 될 수 있다고 하였다. 하지만 이상의 치료 방법들은 견열골절에서 동반될 수 있는 십자인대의 파열 유무를 고려하지 않은 것이다.

Noyes등(5)은 야생 유인원의 전방십자인대을 이용한 생체역학 실험에서 빠른 변형율(Fast deformation rates)은 인대파열의 비율(66%)을 증가시키고, 느린 변형율(Slow deformation rates)은 경골의 견열골절의 비율(57%)을 증가 시킨다고 하였다. 또한 견열골절과 인대파열이 같이 동반된 경우는 통계학적으로 분석하기에 그 수가 너무 적다고 하였다(빠른 변형율에서는 6%, 느린 변형율에서는 14%). 하지만 경골의 견열골절에서 인대의 부분파열이 있는 경우 이 인대파열이나 남아있는 인대의 연장(residual elongation), 혈액 공급의 손상을 인지하지 못하면 골절의 수술적 고정후에 불만족스런 결과를 초래할 수 있다고 하였다. 실제로 Levy등(4)은 경골견열골절과 동반된 전방십자인대 손상의 증례 보고에서 내시경으로 인대의 간질성 손상(interstitial damage)을 평가하는 것이 중요하다고 하였고, 손상이 있는 경우 1차적 전방십자인대 재건술(primary ACL reconstruction)을 고려해야 한다고 하였다.

본 연구에서 전방 혹은 후방십자인대의 견열골절이 있었던 10예 중 8예에서 부분파열이, 1예에서 완전파열이 동반되었고, 나머지 1예는 정상소견을 보였다. 따라서 전체 10예 중에서 9예(90%)에서 십자인대의 파열을 동반하였다. 표본의 수가 적어서 통계학적인 분석을 시도하지는 못했지만 위 결과를 토대로 많은 수의 십자인대 견열골절에서 인대 자체의 파열을 같이 동반 하리라는 것을 예상할 수 있겠고, 치료가 단순히 골편 자체를 고정하는 것으로는 부족할 수도 있음을 시사하는 것이라 하겠다. Noyes등(5)의 실험은 단순히 장력(tensile strength)만을 이용했으므로 큰 강도의 여러 힘이 복합적으로 작용하는 실제 예에서는 견열골절과 인대손상이 같이 동반되는 경우가 많으리라 예상된다.

수술 방법상으로도 1차적 십자인대 재건술을 시행한 4예 중 3예에서 추적기간 동안 불안정성 없이 만족할 만한 수술결과를 확인할 수 있었지만 경골의 분쇄골절이 있었던 1예의 후방십자인대 파열에서는 후방 불안정성이 남았다. 또한 내고정을 시행한 4예 중 2예에서 불안정성이 없었으며, 2예에서 경도의

불안정을 보였다. 이중 주목하여야 할 예는 각각 전방십자인대의 부분파열과 함께 3형과 2형의 경골가시 견열골절이 있었던 환자 1과 2이다. 이들은 수상당시에 외부병원에서 보존적 치료만 시행했던 예로 모두 불안정성이나 슬관절 동통을 주소로 본원에 내원했던 경우다. 원래대로라면 환자 1의 경우는 3형 견열골절로 내고정이, 환자 2의 경우는 2형 견열골절로 보존적 치료가 필요한 경우이다. 하지만 이들 모두 수상당시 MRI를 시행하지 않아서 전방십자인대의 파열을 확인하지 못하였다. 본원에서 환자 1은 다시 재건술을 시행하여 증상의 호전을 보았으나, 환자 2는 유착이 심하여 데브리망만을 시행하였고, 증상은 지속되었다.

일반적으로 십자인대의 견열골절이 있는 경우 인대자체의 손상이 드물다고 알려졌었고, I형과 II형의 견열골절에서는 보존적 치료가, III형 이상에서는 내고정이 필요하다고 보았다. 하지만 위의 결과들에서 보듯이 단순하게 견열골절의 형태를 보고 치료방법을 결정하기 보다는 십자인대의 파열유무를 고려한 치료방법이 필요하리라 생각된다. 십자인대의 완전파열이 있는 경우는 십자인대 재건술이 필요할 것이며, 부분파열이 있는 경우에서도 상당수에서 내고정보다는 재건술의 적극적인 치료가 필요할 것으로 보인다.

십자인대의 견열골절이 있는 환자에서 단순히 골절 유무만을 알아내는 것이 아니라 수술이나 관절경 상에서 간과할 수 있는 인대자체의 손상을 진단해 내는 것이 전방 및 후방십자인대의 견열골절 영상분석에 도움을 줄 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Stevens MA, El-Khoury GY, Kathol MH, Brandser EA, Chow S. Imaging features of avulsion injuries. *Radiographics* 1999;19:655-672
2. Wiley JJ, Baxter MP. Tibial spine fractures in children. *Clin Orthop* 1990;255:54-60
3. Özkan I, Nakata K, Nakagawa S, Toritsuka Y, Natsu-ume T, Shino K. Avulsion fracture of the anteromedial bundle of the anterior cruciate ligament. *Arthoscopy* 1997;13:767-769
4. Levy HJ, Fowble VA. Type III tibial avulsion fracture with associated anterior cruciate ligament injury: report of two cases in adults. *Arthroscopy* 2001;17:E20
5. Noyes FR, DeLucas JL, Torvik PJ. Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates. *J Bone Joint Surg Am* 1974;56:236-253
6. Pereira ER, Ryu KN, Ahn JM, Kayser F, Bielecki D, Resnick D. Evaluation of the anterior cruciate ligament of the knee: comparison between partial flexion true sagittal and extension sagittal oblique positions during MR imaing. *Clin Radiol* 1998;53(8):574-578
7. Tung GA, Davis LM, Wiggins ME, Fadale PD. Tears of the anterior cruciate ligament: primary and secondary signs at MR imaging. *Radiology* 1993;188:661-667
8. 송기영, 이주혁, 박진희 등. 전방 십자인대 파열: 완전 파열과 부분 파열의 자기공명영상 소견 비교. *대한방사선의학회지* 1997;36:687-695
9. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1983;172:19-25
10. Remer EM, Fitzgerald SW, Friedman H, Rogers LF, Hendrix RW, Schafer MF. Anterior cruciate ligament injury: MR imaging diagnosis and patterns of injury. *Radiographics* 1992;12:901-915
11. Kendall NS, Hsu SY, Chan KM. Fracture of the tibial spine in adults and children. *J Bone Joint Surg Br* 1992;74:848-52
12. Meyers MH, McKeever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. *J. Bone Joint Surg Am* 1970;52:1677-1684
13. Lubowitz JH, Grauer JD. Arthoscopic treatment of anterior cruciate ligament avulsion. *Clin Orthop* 1993;294:242-246
14. Meyers MH, McKeever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. *J. Bone Joint Surg Am* 1970;52:1677-1684
15. Zaricznyj B. Avulsion fracture of the tibial eminence: treatment by open reduction and pinning. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59:1111-1114
16. Molander ML, Wallin G, Wikstad I. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia: a review of 35 patients. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63:89-91

대한방사선의학회지 2003;48:337 - 343

J Korean Radiol Soc 2003;48:337 - 343

MR Imaging Findings of Avulsion Fracture of the Tibial Spine of the Knee, Focusing on Cruciate Ligament Tear[1]

Sang Won Kim, M.D., Hoon Pyo Hong, M.D., Wook Jin, M.D.[2], Kyung Nam Ryu, M.D.

[1]Department of Diagnostic Radiology, Kyung Hee University Hospital
[2]Department of Diagnostic Radiology, Gachon Medical School Gil Hospital

Purpose: To determine the presence of cruciate ligament tears following avulsion injuries involving the ACL and PCL, and to correlate the findings with those of surgery.

Materials and Methods: Between March 1997 and May 2002, avulsion injury involving the ACL or PCL was diagnosed in 19 patients. Ten of these [8 males and 2 females aged 10 - 51 (avergae, 27.7) years] were included in this study. We assessed the presence of cruciate ligament tears at MR imaging, correlating the findings with those of surgery. Associated intra-articular injuries, treatment methods and follow-up results were also evaluated.

Results: Among Seven patients with ACL avulsion injury, this was assessed at MR imaging as complete tear ($n=1$), partial tear ($n=5$), or intact ($n=1$), while all MR images of PCL avulsion injury ($n=3$) showed that this was partial tear. All imaging findings corresponded with the surgical findings. In four patients there was associated knee injury involving, respectively, tears of the medial meniscus, lateral meniscus, PCL and MCL, and popliteal ligament.

Conclusion: Our findings showed that with one exception, patients with avulsion injury of the ACL or PCL had suffered either a partial or complete tear. MR imaging may be useful in the diagnosis of tears of the cruciate ligament which have not been noticed at surgery or arthroscopy in avulsion injuries involving the ACL and PCL.

Index words : Knee, MR
Knee, fractures
Knee, ligaments, menisci, and cartilage

Address reprint requests to : Kyung Nam Ryu, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Kyung Hee University Hospital
1 Hoekidong Dongdaemungu Seoul 130-702, Korea.
Tel. 82-2-958-8622 Fax. 82-2-968-0787 E-mail: t2star@naver.com