

슬관절 후방십자인대 손상의 자기공명영상 진단: 동반 소견의 중요성¹

황강익 · 이종화 · 김영선 · 이정희 · 기대성 · 박종욱²

목 적 : 후방십자인대 손상의 자기공명영상의 진단은 인대자체의 변형된 모양을 통해서 일반 적으로 이루어진다. 하지만 슬관절의 다른 동반 손상 및 2차적 소견들이 인대손상의 정확한 진단에 유용한 도움을 줄 수 있다는 것은 전방십자인대의 경우 잘 알려진 사실이다. 저자들은 후방십자인대 손상시 두 가지 동반 손상을 통해서 자기공명영상의 후방십자인대 손상의 진단상 유용성과, 부분 및 완전파열의 감별상 유용성에 대하여 알아 보았다.

대상 및 방법 : 진단적 및 수술적 슬관절경 시술로써 후방십자인대의 손상이 확인된 48명의 자기공명영상을 후향적으로 재검토하였다. 후방십자인대 손상의 기전을 잘 이해하고 비교적 특이한 장소로 알려진 전방 경골과의 골손상 유무와, 슬와근(Popliteus muscle) 손상의 유무에 대하여 조사하였다. 후방십자인대의 부분 및 완전파열시의 각각의 빈도상 차이에 대하여 조사하였고, 인대 파열에 대한 슬와근 손상의 특이율과 골손상을 함께 병발했을 때의 특이율에 대하여 조사하였다.

결 과 : 후방십자인대 손상은 완전파열이 37예, 부분파열이 11예를 각각 차지하였다. 총 21예(21/48, 44%)의 전방경골과의 골손상이 동반되었으며 완전파열의 경우 17예(17/37)에서, 부분 파열의 경우 4예(4/11)에서 관찰되었다. 총 20예(20/48, 42%)의 슬와근 손상이 동반되었으며 완전파열의 경우 19예(19/37)에서, 부분파열의 경우 1예(1/11)에서 관찰되었다. 20예(20/48, 42%)의 빈도는 전체적으로 골손상(21/48, 44%)과 유사한 빈도를 보였고 완전파열과 부분파열에 대한 그것의 각각의 빈도는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.006$). 슬와근 손상시의 후방십자인대 파열의 특이도는 69%(20/29)였으나 후방십자인대 손상을 동반하지 않은 이 근육의 손상 9예 중 8예는 외측부인대 손상을 동반한 varus stress 손상이었다. 전방 경골과의 골 손상을 함께 동반한 슬와근 손상의 후방십자인대 손상에 대한 특이도는 94%(16/17)였다.

결 론 : 전방십자인대의 경우와 마찬가지로 상기한 동반 손상들은 후방십자인대의 진단을 더욱 용이하게 해 줄 수 있을 뿐만 아니라 부분 및 완전 파열의 감별에도 의미있는 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

급성 및 만성 후방십자인대(이하 PCL) 손상의 중요성은 적절한 치료를 수반하지 않을 경우 만성 불안정성 및 조기의 골관절염을 유발시킬 수 있다는 점이다(1-3). 따라서 자기공명 영상(이하 MRI)은 인대 자체의 변형된 신호강도 및 형태적 변화를 통한 정확한 조기 진단 뿐만 아니라 주위의 동반된 2차적 소견 및 손상들도 잘 밝혀 줌으로써 치료 방향에 많은 도움을 주고 있다.

후방십자인대의 손상 양상은 부분파열, 완전파열, 결찰파열로 구분할 수 있으며 특히 MRI상 부분파열과 완전파열의 감별

은 환자의 치료 방향 설정에 중요한 요소임으로 변형된 인대의 두께 변화, 변연부 이상, 신호강도 변화, 특히 손상 후 손상을 받지 않고 잔존하는 인대섬유 유무에 따라 비교적 정확하게 진단하고 있지만 완전하지 않다(3-5). 또한 전방십자인대의 경우 동반된 2차 소견 및 다른 손상등이 MRI상 인대파열의 진단에 많은 도움을 줄 수 있다는 사실(6-8)에 비해 이에 대한 PCL의 보고는 드물다. 따라서 저자들은 PCL 손상기전에 비교적 특이한 장소로 알려진 전방 경골과의골손상(9-10)과 지금까지 동반 소견에 대해서 구체적인 언급이 없었던 슬와근(Popliteus muscle) 손상을 통해서 PCL 손상시 이들의 진단상 중요성에 대하여 고찰하였다.

¹울산대학교 병원 진단방사선과

²대전성심 병원 진단방사선과

이 논문은 1996년 11월 13일 접수하여 1997년 1월 18일에 채택되었음

대상 및 방법

93년 3월부터 96년 5월까지 3년 2개월간 슬내장으로 시행한 1232예의 슬관절 자기공명 영상 중 진단적 및 수술적 슬관절경 검사를 시행하여 후방십자인대의 부분 및 완전파열로 진단되어 적절한 치료를 받았던 48명의 환자를 대상으로 후향적인 방법으로 조사하였다. 대상환자의 연령 분포는 12세에서 65세까지 (평균나이 30세) 였으며 남자가 31명, 여자가 17명이었고, 외상 후 MRI 촬영까지의 기간은 1일에서 13일(평균 3일)로서 급성기에 해당되었고 MRI 시행 후 슬관절경 검사까지의 기간은 1일에서 26일(평균 7.8일)까지 소요되었다.

이용된 MRI 기종은 0.5Tesla 50A-III(Toshiba, Japan) 였으며 양와위에서 신전시킨 슬관절을 슬관절용 QD coil 을 사용하여 대상환자 모두에서 횡단면 T1 강조영상, 시상면의 T1 및 양자강도와 T2 강조영상, 관상면의 양자강도와 T2강조 영상을 각각 얻었다. 촬영기법은 스핀에코방법으로 TR 500 msec TE 20msec의 T1 강조영상과 TR 2000msec TE 100 msec의 T2 강조영상을 사용하였으며 FOV 15cm, Matrix 수 256×256, 절편두께 3.0-5.5mm, 절편간격 0mm로 영상을 얻었다.

PCL 파열의 동반 골손상 유무는 먼저 PCL 파열의 기전을 잘 이해하고 그 기전에 비교적 특이한 장소로 알려진 전방경골과의 손상만 양성으로 판단하였고 정확성을 위하여 전방십자인대 파열의 진단시 유용한 골손상 장소로 널리 알려진 대퇴골과의 손상은 제외시켰다. 슬와근 좌상(strain)은 근육 자체의 T2 신호 증가 및 확대, 섬유 단절 등을 보이는 손상 소견 및 육안적인 근육건 접합부의 단절들을 양성으로 판단하였다(11). 각각의 동반 빈도를 조사하였고 PCL의 부분 및 완전파열시 슬

와근 손상의 각각의 빈도 차이에 대한 통계학적인 유의성과, PCL 파열에 대한 슬와근 손상 자체의 특이성 및 전방경골과 손상과 함께 병발했을 때의 특이성에 대하여 각각 조사하였다.

결 과

진단적 혹은 수술적 슬관절경 검사에서 확인된 48예의 후방십자인대의 손상은 완전파열 37예 그리고 부분파열이 11예를 각각 차지하였으며 대퇴골측 1/3에서 9예, 중간 1/3에서 31예(미만성 손상 2예 포함), 경골측 1/3에서 8예(결찰파열 5예 포함)가 각각 발생하였다. 전체적으로 중간 1/3부위에서 인대파열의 빈도가 상대적으로 높은 것을 알 수 있었다.

전방 경골과의 골손상은 21예(21/48, 44%)에서 동반되었으며 완전파열의 경우 18예 (18/37)에서, 부분파열의 경우 3예 (3/11)에서 각각 관찰되었다. (Fig. 1). 완전파열의 경우 외측 대퇴과의 골손상이 3예에서 관찰되었으나 모두 전방 경골과 손상과 병발하였다.

슬와근 손상은 20예(20/48, 42%)에서 동반되었다. PCL 완전파열의 경우 19예(19/37)에서 관찰되었으며 손상받은 부위별 인대의 빈도는 대퇴골측 1/3에서 2예, 중간부 1/3에서 12예, 경골측 1/3에서 5예가 각각 관찰되었다. PCL 부분파열의 경우 중간부 1/3에서 1예(1/11)만 동반되었다. 근육부위의 손상 형태가 총 20예 중 16예를 차지하였고(Fig. 2A) 근육건 접합부의 육안적인 단락을 보인 경우가 4예를 차지하였다(Fig. 2B). 슬와근 손상 20예(20/48)의 빈도는 골손상의 빈도와 유사하여 PCL 손상시 비교적 흔한 동반 손상일 가능성을 보였으며 이 중 8예에서는 다른 인대나 근육/건의 이상이 없는 유일한 연조직 구조물의 동반 손상이었고, 또 다른 3예에서는 이와 함께 외측부인대의 손상을 함께 동반되었다. PCL 완전파열과

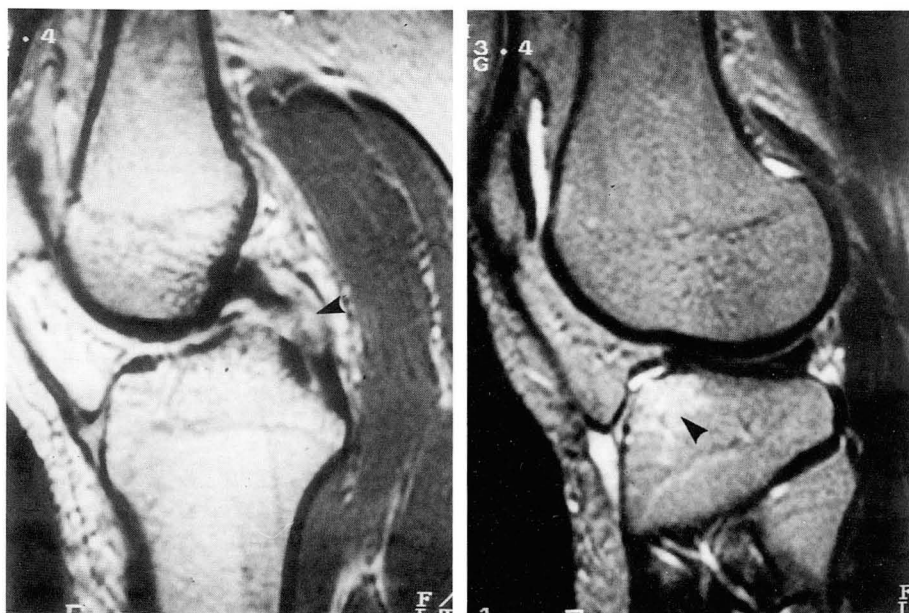


Fig. 1. Bone bruise of anterior lateral tibial plateau in a patient with complete posterior cruciate ligament tear. Sagittal proton-density weighted image(left) shows complete tear of posterior cruciate ligament at mid one-third(arrowhead). Sagittal T2-weighted image(right) shows high signal intensity of bone marrow of anterior lateral tibial plateau(arrowhead).

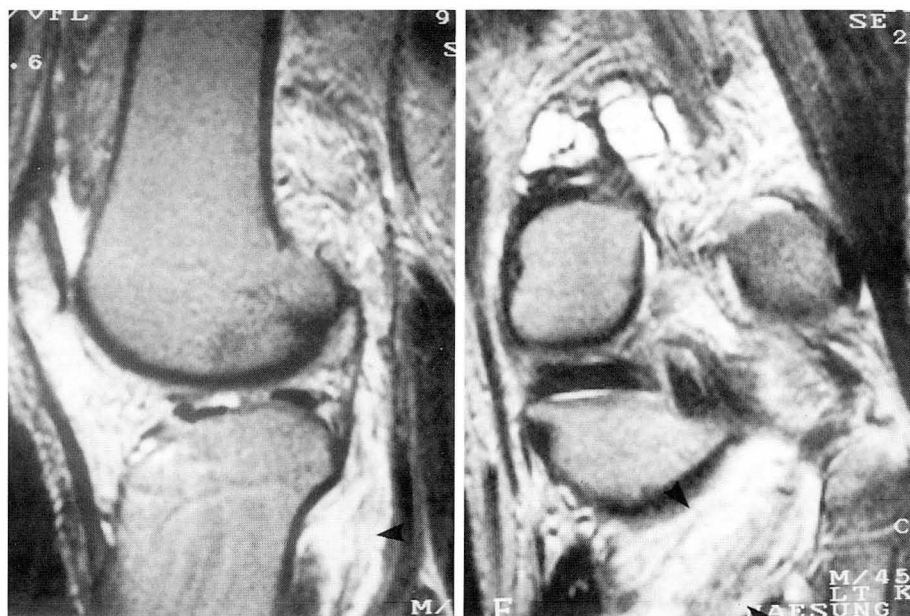
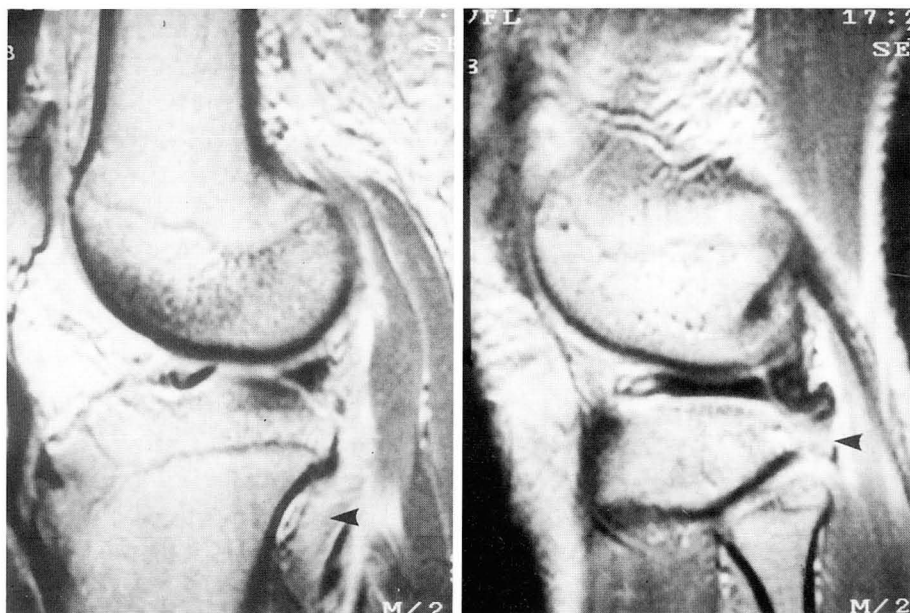


Fig. 2. Popliteus muscle injuries in patients with complete posterior cruciate ligament tears.

A. T2-weighted sagittal and coronal images of the knee show diffuse swelling and high signal intensity changes within the popliteus muscular part (arrowheads).

B. Sagittal proton-density weighted images well demonstrate gross disruption and retraction of musculotendinous junction of popliteus muscle (arrowheads).



부분파열에 대한 슬와근 손상의 각각의 빈도는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.006$). PCL 손상에 대한 특이도는 69%(20/29)였으나 PCL의 파열을 동반하지 않은 이 근육의 손상 9예 중 8예는 외측부인대 파열만을 동반한 varus stress injury의 경우였다. 전방경골과 골손상을 동반했을 때의 슬와근 손상의 PCL 파열에 대한 특이도는 94%(16/17)였다.

고 찰

정상 후방십자인대는 많은 섬유다발로 구성되어 내대퇴과의 외측면에서 후경골과간영역을 후하향으로 주행하고 있으며 대퇴골 및 경골의 부착 부위에 따라, 인대의 대부분을 이루고 있는 전외방근과 상대적으로 적은 양을 차지하고 있는 후내방근

의 두 섬유속으로 나누어 진다. 하지만 알려진 바와 같이 전방십자인대가 MRI의 시상면 및 관상면 그리고 횡단면에서 두 섬유다발의 구분이 이루어 질 수 있다는 사실과는 달리 후방십자인대는 그 구분이 이루어 지지않고 하나의 다발로서 관찰된다(11). 따라서 정상적으로는 하나의 연속된 저신호강도의 띠로 관찰되는 PCL은 손상시 MRI상 부분적으로 손상을 받지않고 남은 부분이 있느냐에 따라서 완전 혹은 부분파열로 진단할 수 있다. 하지만 이러한 구분은 완전하지 않다(3-4). 또한 정상적인 상태에서의 PCL도 호산구성 변성이나 점액성 변성, 혹은 해부학적인 주행상 발생하는 partial volume averaging 등의 원인으로 인하여 증가하는 신호강도가 진단에 장애를 줄 수 있다는 사실은 잘 알려져 있다(12).

PCL 손상의 기전은 잘 알려져 있으며 자동차 사고와 스포츠

활동이 가장 흔한 원인이다. 첫번째 기전은 굴절된 상태의 슬관절의 경골에 대한 심한 전방충격에 의한 것으로 손상시 경골이 급격히 후방전이하면서 흔히 인대 중간부위의 파열이 발생한다. 손상의 예는 dash board 손상이나 굴절 슬관절상태의 낙상 등이며 이때의 가능한 골손상 부위는 전방 경골과나 후방 대퇴골과가 해당된다. 저자들의 경우 26예(26/41)에서 인대 중간부위 손상이 발생하였으며 손상의 가장 흔한 형태로 생각된다. 이 26예 중 7예에서 전방경골손상이 동반되었다. 두번째 기전은 과신전에 의한 손상으로 대개 경골부착부의 결찰을 일으킨다. 이 때 계속되는 신전과 함께 경골의 전방전이가 심하면 전방십자인대의 손상이 발생된다. 동반 골손상은 전방 경골과 및 전방 대퇴골과에서 발생할 수 있다. 저자들의 경우 이런 형태의 손상이 9예로 비교적 적었으며 골손상은 6예로 상대적으로 많은 골손상을 보였다. 세번째 기전은 외전 혹은 내전력이 회전운동과 동반될 때 발생하는 것으로 여러 다른 구조물과 동반 손상이 일어나는 형태이다(2, 9-10).

골손상의 기전은 상기한 바와 같이 인대 손상 당시에 발생하는 경골의 후방전이에 의한 소위 'Kissing contusion'으로서(9-10) 전방 경골의 골좌상 및 골절은 전방십자인대 파열시 발생하는 후방 외경골과의 그것과는 인대파열의 기전상 확연히 구분이 된다(7-8). 하지만 대퇴골 손상의 경우 특히 전방십자인대 손상시에도 발생할 수 있고 PCL 손상시의 그것과 장소 구분이 애매모호한 경우가 있어 정확성을 기하기 위해서 본 연구의 대상에서는 이를 제외시켰다. 전체적으로 완전파열의 경우 총 17예(17/37)에서 전방 경골과의 골좌상(13예) 및 골절(4예)을 동반하였고 부분파열의 경우 4예(4/11)에서 골좌상(3예) 및 골절(1예)을 보여 통계학적 으로 완전파열과 부분파열의 골손상의 빈도차이를 발견할 수 없었다.

만약 골손상을 일으킬 정도의 경골전이보다 더 심한 충격이 가해진다면 다른 인대나 근육등의 손상이 당연히 될 수 있다. 사고시 슬관절 충격에 의한 PCL 손상에 동반된 후방관절낭의 손상은 잘 알려져 있다(8-9). 하지만 Yu 등(13)의 보고에서는 17예의 슬관절 완전탈골 중 8예에서 슬와근 파열이 동반되었고 이들 모두가 경골의 후방탈골에서 관찰된 것으로서 이를 다양한 인대 및 반월상 연골의 손상을 동반하는 심한 손상기전으로 정의한 바 있고, Brown 등(15)의 MRI상 진단된 24예의 슬와근 손상에 대한 보고에서는 그 빈도(1%, 24/2412)상 슬와근 손상은 비교적 드물지 않게 발생하며 동반 손상된 여러 구조물들 중 29.2%에서 PCL 파열이 관찰되었다고 하였으나 구체적으로 PCL 손상의 기전상 슬와근과의 직접적인 연관성에 대해서는 언급하지는 않았다. 슬와근의 경우 후방 심부하되근육의 일부로서 이 근육의 일부 기능은 경골에 대한 대퇴골의 전방전이를 제한함에 있어서 PCL를 보조하고 대퇴골에 대한 경골의 내전을 유지시키는 것이다(11, 14). 따라서 이는 경골의 후방전이에 대한 하나의 좋은 지지체 역할을 하기 때문에 경골의 과도한 후방전이가 일어나게 되면 인대 손상과 동시에 골손상이 먼저 발생하고 그 다음 이 근육의 손상을 예상할 수 있다. 저자들의 경우 MRI상 관찰된 슬와근 손상 20예는 전방경골과 손상과 유사한 빈도를 보여 주고 있어 PCL 손상의 비교적 흔

한 동반 손상임을 입증하고 있고 비록 이 중 5예는 Yu 등(13)의 보고에서 처럼 슬관절 경골의 완전후방탈골에서 다른 여러 구조물과 함께 PCL 손상에 병발하기는 하였지만 전체적인 연구의 결과는 슬와근 손상이 PCL 손상을 일으키는 기전과 긴밀하게 연관 되어 발생할 수 있는 연부조직 손상임을 잘 보여주고 있다. 또한 PCL 완전파열 37예 중 19예에서 슬와근의 손상이 동반되었고 부분파열 11예 중 1예에서 손상이 동반되어 완전파열시 슬와근의 손상빈도가 부분파열의 그것에 비하여 통계학적으로 유의하게 차이가 있음을 관찰 하였다.

전방십자인대 손상의 양상과는 다른 이러한 PCL 파열과 슬와근 손상의 긴밀한 연관성은 서로 다른 손상 기전의 차이도 있겠지만 PCL 자체가 슬관절인대들 중 가장 강하고 전방십자인대 강도의 2배를 가지고 있다는 사실로 미루어 볼 때 그 만큼 상대적으로 더 강한 외상 충격이 작용할 것이므로 PCL 손상시 슬와근의 동시 손상은 더욱 가능할 수 있다고 생각된다. 본 연구의 슬와근 손상 8예는 다른 인대나 근육/건의 이상이 없고 PCL 손상만을 동반하고 있어 두 구조물 손상의 연관성을 더욱 잘 보여주고 있다.

슬와근이외에도 예상할 수 있는 유사한 기전의 동반 소견으로서 만약 PCL 및 슬와근의 손상을 일으킬 정도의 강도보다 더 심한 외부 충격이 가해진다면 외측부인대와 이두근(Biceps muscle)의 손상도 가능할 것으로 생각된다. 저자들의 경우 슬와근 손상을 동반한 PCL 완전파열 3예에서 외측부인대의 완전파열이 동반되었고 1예에서는 이두근의 결찰파열이 병발하였다.

골손상에 대한 감수성은 골손상 기전에 따른 특이한 골 부위의 선택의 차이에 따라 보고 마다 차이가 있다(2-5, 9-10). 하지만 저자들의 경우 전방경골과와 슬와근의 손상을 함께 동반한 경우들에서는 PCL 파열에 대해서 94%(16/17)의 매우 높은 특이율을 보였다.

결론적으로 후방십자인대 손상의 자기공명영상 진단시 경골의 후방전이에 의한 슬와근의 손상은 후방십자인대 손상을 간접적으로 시사할 수 있는 중요한 소견이며 특히 이것이 전 방경골과의 골손상을 동반할 경우는 매우 특징적인 동반 소견이라고 생각된다. 후방십자인대 자체만의 소견에 따른 진단이나 특히 부분 및 완전파열의 감별에 어려움이 있을 때 이러한 동반 소견의 발견은 진단에 큰 도움을 줄 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Barrett GR, Savoie FH. Operative management of acute PCL injuries with associated pathology: long-term results. *Orthopedics* 1991; 14: 687-692.
2. Glover JS, Bassett LW, Gross ML, Seeger LL, Finerman GAM. Posterior cruciate ligament injury. *Radiology* 1990; 174: 527-530.
3. Patten RM, Richardson ML, Zink-Brody G, Golfe BA. Complete vs partial-thickness tears of the posterior cruciate ligament: MR findings. *J Comput Assist Tomogr* 1994; 18: 793-799.
4. 손광준, 김현정, 정선관. 자기공명영상을 이용한 슬관절 후십자인대의 완전파열과 부분파열의 감별. *대한방사선의학*

- 회지 1995; 33; 113-117.
5. 안 협, 김장호, 김성우, 김병영, 이종길, 천혜경. 후방십자인대 손상에 있어서 자기공명영상 진단의 정확도 및 손상의 양상. *대한방사선의학회지* 1996; 34; 419-423.
 6. 한기석, 강홍식, 구진모, 김주완, 조규형, 성상철. 전방십자인대 손상의 자기공명영상: 동반 소견. *대한방사선의학회지* 1995; 32(4): 617-623.
 7. McCauley TR, Moses M, Kier R, Lynch JK, Barton JW, Jokl P. MR diagnosis of tears of anterior cruciate ligament of the knee: importance of ancillary findings. *AJR* 1994; 162: 115-119.
 8. Zeiss J, Paley K, Murray K, Saddemi SR. Comparison of bone contusion seen by MRI in partial and complete tears of the anterior cruciate ligament. *J comput Assist Tomogr* 1995; 19: 773-776.
 9. Sonin AH, Fitzgerald SW, Fiedman H, Foff FL, Hendrix RW, Rogers LF. Posterior cruciate ligament injury. *Radiology* 1994; 190: 445-458.
 10. Sonin AH, Fitzgerald SW, Hoff FL, Fiedman H, Brresler ME. MR imaging of the posterior cruciate ligament: normal, abnormal, and associated injury patterns. *RadioGraphics* 1995; 15: 551-561.
 11. Mink JH, Reicher MA, Crues III JV, Deutsch AL. *MRI of the knee*. 2nd ed. New York: Raven press, 1993; 141-170.
 12. Hodler J, Haghighi P, Trudell D, Resnick D. The cruciate ligaments of the knee: correlation between MR appearance and gross and histologic findings in cadaveric specimens. *AJR* 1992; 159: 357-360.
 13. Yu JS, Goodwin D, Salonen D, Pathria MN, Resnick D, Dardani M, Schweitzer M. Complete dislocation of the knee: spectrum of associated soft-tissue injuries depicted by MR imaging. *AJR* 1995; 164: 135-139.
 14. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. *GRAY's anatomy*. 37th ed. New York: Churchill Livingstone, 1989; 648-650.
 15. Brown TR, Quinn SF, Wensel JP, Kim JH, Demlow T. Diagnosis of popliteus injuries with MR imaging. *Skeletal Radiol* 1995; 24: 511-514.

J Korean Radiol Soc 1997; 36: 697-701

MR Imaging Diagnosis of Posterior Cruciate Ligament Injury : Importance of Ancillary Findings¹

Kang Ik Hwang, M.D., Jong Hwa Lee, M.D., Young Sun Kim, M.D.
Jung Hwoi Lee, M.D., Tae Sung Ki, M.D., Jong Oag Park, M.D.²

¹ Department of Radiology, Ulsan University Hospital

² Department of Radiology, DaeJun Sungsim Hospital

Purpose: To evaluate the importance of two ancillary findings of anterior tibial plateau bruise/fracture and popliteus muscle strain on MR diagnosis of posterior cruciate ligament injury.

Materials and Methods: We retrospectively evaluated 48 patients with confirmed posterior cruciate ligament tear. We studied the incidence of anterior tibial plateau injury and popliteus muscle strain, and the specificity of popliteus muscle strain with or without bony injury.

Results: A complete tear of the posterior cruciate ligament was noted in 37 cases, a partial tear in 11. Anterior tibial plateau lesion was found in 21 of 48 cases(44%); This total was made up of 17/37 PCL complete tears(46%) and 4/11 partial tears(36%). The difference in the incidence of complete and partial tears is not statistically significant. Popliteus muscle injury was found in 20 of 48 cases(42%), the total consisted of 19/37 PCL complete tears(51%) and 1/11 partial tears(10%). The incidence of 42% is relatively high, approximating that of bony injury. The difference in the incidence of complete and partial tears is statistically significant($p < 0.006$). Specificity for posterior cruciate ligament tear is 69%(20/29), and when concomitant with anterior tibial plateau injury is 94%(16/17).

Conclusion: As in the case of anterior cruciate ligament injury, these documented ancillary findings of anterior tibial plateau and popliteus muscle injuries are very helpful when MR diagnosis of posterior cruciate ligament injury itself and differentiation of partial and complete rupture are doubtful.

Index Words: Knee, injuries
Knee, MR
Ligaments, injuries

아시아 지역 방사선과 의사의 국내 수련병원 Fellowship 안내

새로운 국제질서가 만들어지고 급변하는 국제관계속에 아시아 태평양시대의 구조적 역할을 하는 현재의 우리 나라는 경제, 사회 등 모든 분야에 그 위상이 크게 달라져 있습니다. 그중 의학 학술 분야에서는 어느 선진국 못지 않은 세계적인 수준이라 자부할 수 있으며 이제는 배우는 나라에서 배움을 주는 나라로 발전하였습니다.

이에 대한방사선의학회에서는 중국을 포함한 아시아 각국 방사선과 의학도들을 선발하여 학문적 수준과 시설이 나은 우리 나라 연수기관에서 6개월에서 1년 동안 수련시켜 우리 나라 방사선의학의 수준을 세계 여러 나라에 과시하고 나아가 아시아 국가간 협력과 우호증진 및 학술교류에도 기여하고자 합니다. 이에 소요되는 제반 비용은 삼성 GE의료기기의 후원으로 이루어집니다.

여러 수련병원에서는 학회에서 주관하는 이 프로젝트에 적극 참여하시어 대한방사선의학회의 국제화 노력에 협조하여 주시기 바랍니다.

• 참여 희망 신청 :

본학회 사무국 또는 대한방사선의학회 국제협력위원회

• 문의사항 :

대한방사선의학회 국제협력위원회 (위원장 : 오용호, 간사 : 윤종현)

전화 : (02)224-4362, FAX : (02)476-4719, E-mail : Chyoon@amc.ulsan.ac.kr