

슬관절 급성 손상에서 자기공명영상에 관찰되는 잠재된 골병변의 임상적 및 방사선학적 분석

가톨릭대학교 의과대학 의정부 성모병원 정형외과학교실

김승기 · 이종현 · 이남기 · 박종범 · 장 한

— Abstract —

Clinical and Radiologic Analysis of Occult Osseous Lesion on Magnetic Resonance Imaging in Acute Knee Injury

Seung-Key Kim, M.D., Jong-Hun Lee, M.D., Nam-Gee Lee, M.D.,
Chong-Beom Park, M.D., Han Chang, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Catholic University of Korea,
Uijongbu St. Mary's Hospital, Uijongbu, Korea.*

Bone bruise or occult osseous lesion on magnetic resonance imaging was focused on the indirect sign of acute anterior cruciate ligament injury. But there were few reports which compared the location of bone bruise with the injured structure. The purposes of this study were to identify the common pattern of location of bone bruise, and to analyze the relationship between the location and injured structure or mechanism of injury. The authors reviewed 76 magnetic resonance imaging studies of the knee from March 1993 to May 1994 which show the sign of bone bruise in acute knee injury within six weeks. The mean age of the patient was 26.3 years and the main cause of injury was traffic accident. The final diagnosis was 20 cases of isolated medial collateral ligament injury, 17 cases of isolated anterior cruciate ligament injury, 16 cases of combined anterior cruciate and medial collateral ligament injury, 7 cases of meniscus injury, 6 cases of combined posterior cruciate and medial collateral ligament injury, 5 cases of isolated posterior cruciate ligament injury, 2 cases of patella dislocation, 1 case of lateral collateral ligament injury, and 2 cases of undiagnosed knee injury. In isolated MCL injuries, bone bruises were all confined to the lateral compartment. In isolated injury of ACL, the most common pattern of location of bone bruises were lateral tibial plateau and lateral femoral

* 통신저자 : 김 승 기
의정부시 금오동 65-1
가톨릭대학 부속 의정부 성모병원 정형외과학교실

* 본 논문의 요지는 1994년 추계학술대회에서 구연되었음.

condyle(47.1%). In combined ACL and MCL injury, the most common pattern of location was lateral tibial plateau, only(43.8%). Bone bruise on MRI may be easy to detect during interpretation and we can obtain much information to decide the diagnosis and prognosis.

Key Words : Knee, Bone bruise, MRI

서 론

슬관절 외상에서 자기공명영상의 도입으로 단순 방사선 촬영에서 은폐되는 여러가지 골과 연골에 대한 소견들이 밝혀지고 있다. 은폐된 골절소견(occult fractures of bone)은 골 좌상(bone contusion or bone bruise)이라고도 불리며, 이의 기전은 피질골의 파괴 없이 해면골(trabecular bone)의 골절 및 출혈(hemorrhage), 부종(edema)으로 인한다고 추측되며, 일반 단순 방사선 소견 상에서는 인지되지 않는다. 슬관절 외상에서 이 골 좌상의 중요성은 인대손상과 동반된다는 점으로서 이러한 골 좌상의 발견이 매우 중요하다고 판단된다.

이 연구의 목적은 급성 슬관절 외상시 자기공명영상에서 발견되는 인대 및 연골 손상에 따른 골좌상의 유형을 분석하고 손상기전과의 상관관계를 알아보고자 하는데 있다.

연구대상 및 방법

1993년 3월부터 1994년 5월까지 수상 6주 이내의 급성 슬관절 손상으로 MRI 촬영전 단순 방사선 소견상 이상 소견이 없음을 전제 조건으로 하였다. 총 76례의 환자중 남자가 45명, 여자 31명으로 남녀 비는 1.5:1이었고, 연령분포는 9세에서 75세였으며 평균 연령은 26.3세였고 우측 슬관절이 37례였다. 0.5Tesla(Philips, Gyroscan, Netherland) 자기공명영상 촬영 장치를 이용해 앙와위에서 슬관절을 신전시킨 상태에서 슬관절용 표면코일을 사용하여 스핀에코(spin echo)기법으로 T1 강조(TR/TE=440/20), 양자틸도(TR/TE=1800/20) 및 T2강조(TR/TE=1800/90)의 시상 및 관상영상을 얻었고, 경우에 따라 지방억제영상(fat suppression image)을 시행하였다. Acquisition matrix는 256x179, FOV는 16cm, 그리고 절편두께는 시상은

5mm, 관상은 4mm였다. 모든 MRI는 Knee MRI에 경험이 많은 정형외과 의사 및 근골격계 방사선과 의사에 의해 후향적으로 분석되었다. 골좌상은 Mink등¹³⁾의 기준에 따라 T1강조 영상에서 피질골 하부에 geographic형의 선상이 아닌 저신호 강도를 보이는 경우로 판정하였고, 상응하는 T2 강조 영상을 참조하였다. 대퇴골외과(lateral femoral condyle, LFC), 대퇴골 내과(medial femoral condyle, MFC), 경골 고평부 외과(lateral tibial plateau, LTP), 경골 고평부 내과(medial tibial plateau, MTP), 슬개골(patella, P), 비골두(fibular head, FH)의 6부위로 분류하여 각 손상에 따른 부위를 기록하였다. 진단은 이학적 검사 및 자기공명영상 판독에 기준하였고 48례에서 관절경 검사를 포함한 수술적 가료로 확진되었다.

결 과

결과 분석은 크게 3가지로 시행하여졌다. 첫째, 가장 많이 관찰되는 유형의 골좌상을 알아보고 이에 따른 손상구조물의 빈도를 조사했다. 둘째, 손상구조물에 따른 골좌상의 유형을 알아보았다. 셋째, 경골 고평부외과의 후방에 관찰되는 골좌상이 과연 전방십자인대 손상에 특이한가를 알아보았다.

총 76례의 환자중 골좌상은 123부위에서 관찰되었는데 부위별로 경골 고평부외과(LTP)가 50부위(40.7%)로 가장 많았고, 대퇴골외과(LFC)가 38부위(30.9%), 경골 고평부내과(MTP)가 18부위(23.7%), 대퇴골내과(MFC)가 10부위(8.1%), 슬개골(P)이 4부위(3.3%), 비골두(FH)가 3부위(2.4%) 순이었으며, 외측이 88부위(71.5%)로 내측 28부위(22.8%)보다 훨씬 많았다. 최종진단은 내측 측부인대 단독손상이 20례(26.3%)로 가장 많았고 전방십자인대 단독손상이 17례(22.4%), 전방십자인대 및 내측 측부인대 손상이 16례(21.1%), 반월상연골 단독 손상이 7례(9.2%), 후방십자인대 및

내측 측부인대 손상이 6례(7.9%), 후방십자인대 단독 손상이 5례(6.6%), 슬개골 탈구가 2례(2.6%), 외측 측부인대 손상이 1례(1.3%)였고, 골좌상 이외에 다른 동반손상이 없었던 경우도 2례(2.6%) 있었다. 전체적으로 골좌상이 관찰되었던 76례중 인대손상은 67례(88.2%)에서 동반되었다. 손상원인은 교통사고가 37례(48.7%), 스포츠 손상이 25례(32.9%), 실족에 의한 손상이 10례(13.2%), 낙상이 3례(3.9%), 작업중 손상이 1례(1.3%)였다.

A. 유형별 분석

가장 흔한 골좌상의 유형은 경골 고평부외과에 국한된 경우로 24례(31.6%)에서 관찰되었고, 그 다음으로 대퇴외과에 국한된 경우, 대퇴외과 및 경골 고평부외과에 관찰되는 경우 순이었다(Table 1).

Table 1. Common pattern of bone bruise

Site	No.
LTP	24
LFC	16
LTP, LFC	13
LTP, MTP	6
LTP, MTP, LFC	3
LTP, MTP, LFC, MFC	3
Others	11
Total	76

1) 경골 고평부외과(LTP)

총 24례중 내측 측부인대 단독 손상이 9례로 가장 많았고 전방 및 내측 측부인대 손상이 8례, 후방 십자인대 단독 손상이 3례, 기타가 4례였다. 골좌상의 위치는 내측 측부인대 단독 손상시 경골 고평부의 전방 또는 중앙부에, 전방 및 내측 측부인대 손상시는 후방부에, 후방십자인대 단독 손상시는 전방부에서 관찰되었다.

2) 대퇴골 외과(LFC)

총 16례중 내측 측부인대 손상이 9례, 전방십자인대 손상이 3례, 후방 및 내측 측부인대 손상이 2례 순이었으며, 전례에서 전방 혹은 중앙에서 골좌상이 관찰되었다.

3) 대퇴골외과 및 경골 고평부외과(LFC, LTP)

총 13례중 전방십자인대 단독 손상이 8례, 내측 측부인대 손상 2례, 전방 및 내측 측부인대 손상 2례, 후방 및 내측 측부인대 손상 1례였으며, 대퇴골 외과의 골좌상의 위치는 전례에서 전방 혹은 중앙이었으나 경골 고평부외과인 경우 10례의 전방십자인대 손상 및 1례의 후방 및 내측 측부인대 손상이 있는 경우는 후방부에 나타났고 나머지는 전방 또는 중앙부에 관찰되었다.

B. 손상 구조물별 분석

1) 내측인대 단독손상

내측인대 손상은 총 20례였으며 손상원인은 교통사고가 14례로 월등히 많았고 운동손상이 4례, 실족에 의한 손상이 2례였다. 골좌상은 모두 외측에 국한되어 있었으며, 이중 대퇴골외과가 9례, 경골 고평부외과가 9례, 대퇴골외과와 경골 고평부외과가 함께 있었던 경우도 2례 있었다(Fig. 1). 또한 모든 골좌상은 전방 또는 중간부에서 관찰되었고 후방부위에 있었던 경우는 없었다.

2) 전방 십자인대 단독손상

총 17례였으며 손상원인은 스포츠 손상이 12례로 가장 많았고, 교통사고 2례, 실족에 의한 손상 2례, 낙상 1례였다. 골좌상은 모두 32부위에서 관찰되었는데, 대퇴골외과와 경골 고평부외과가 동반되었던 경우가 8례로 가장 많았고(Fig. 2), 대퇴골 외과에 국한된 경우가 3례, 경골 고평부외과에 동반되었던 경우가 3례, 대퇴골외과와 경골 고평부외과에 동반되었던 경우가 3례, 경골 고평부외과에 국한되었던 경우가 1례 있었다. 특기할 사항은 경골 고평부외과에 골좌상이 있었던 15례중 전례에서 후방 부위에서 관찰되었다는 점이다.

3) 전방십자인대 및 내측 측부인대 손상

총 16례였으며, 손상원인은 교통사고가 8례로 가장 많았고 스포츠 손상이 5례, 실족에 의한 손상이 3례였다. 골좌상은 모두 31부위에서 관찰되었는데, 경골 고평부외과가 7례로 가장 많았으며, 역시 전례에서 후방 부위에서 관찰되었다.

4) 반월상 연골판 단독손상

총 7례였으며, 손상원인은 교통사고 2례, 스포츠 손상 2례, 실족에 의한 손상이 2례, 작업중 손상 1례였다. 내측 반월상연골판 손상이 3례, 외측 반월상연골판 손상이 2례, 내외측 반월판연골 손상이 2례였고, 골좌상은 모두 11부위에서 관찰되었다. 반월상연골판 손상의 기준은 Grade 3 이상인 경우에만 포함시켰고 전례가 수평파열(horizontal tear)이었다.

5) 후방십자인대 및 내측인대 손상

총 6례로서 교통사고 3례, 스포츠 손상 2례, 낙상이 1례였다. 골좌상은 9부위에서 관찰되었다.

6) 후방십자인대 단독손상

총 5례로서 손상원인은 교통사고가 4례, 낙상이 1례였다. 골좌상은 8부위에서 관찰되었는데, 경골 고평부외과가 3례로 가장 많았다. 골좌상이 낙상에 의해 이루어진 1례를 제외하고 교통사고가 원인인 4례에서 LTP 또는 MTP의 전방부에 국한된 유형을 보

였다 (Fig. 3)

7) 기타

슬개골 탈구가 2례 있었는데 1례는 교통사고, 1례는 실족에 의한 손상이었으며, 1례는 대퇴골외과와 슬개골에, 1례는 대퇴골외과에서 골좌상이 관찰되었다. 1례의 외측 측부인대 손상에서는 대퇴골 내과에서만 골좌상이 관찰되었다. 2례에서는 인대 및 연골 손상이 동반되지 않고 골좌상만이 관찰되었다.

C. 경골 고평부외과의 후방부에 대한 분석

경골 고평부외과의 후방부에 골좌상이 포함되어 있었던 경우는 총 33례였다. 이중 전방십자인대 단독 손상시 15례, 전방십자인대 및 내측 측부인대 손상시 15례, 후방 및 내측인대 손상시 2례, 후방십자인대 단독 손상시 1례에서 관찰되어, 전방십자인대 손상시 30례(90.9%)에서 관찰되었다. 경골 고평부외과의 후방부에만 골좌상이 관찰되는 경우는 총 8례로서 전례에서 전방십자인대 손상과 관련되었다.

Fig. 1. 43 years old male injured by traffic accident. **a.** T1 weighted sagittal image shows irregular low signal intensity at lateral tibial plateau and lateral femoral condyle. **b.** T2 weighted sagittal image shows irregular high signal intensity.

Fig. 2. 25 years old male injured during soccer. **a.** T1 weighted sagittal image shows irregular low signal intensity suggesting characteristic kissing contusion. **b.** T2 weighted sagittal image shows high signal intensity

Fig. 3. 24 years old female injured by traffic accident. **a.** T1 weighted sagittal image shows irregular low signal intensity at the ant. portion of tibial plateau. **b.** T2 weighted sagittal image shows high signal intensity.

고 찰

현재까지 자기공명영상은 슬관절 손상의 평가에 있어 비침습적인 면에서 가장 좋은 평가 방법이다. 관절경이 슬관절 손상의 진단과 치료에 이용되고 있으나 이는 침습적이고 가격이 비싸며 관절외부의 연부조직의 평가에는 비효율적이지만², 자기공명영상은 음성예측도가 높아 관절경에 불확실한 적응증을 보이는 슬관절 손상 환자에서 비효율적인 수술을 피할 수 있는 효과적인 검색 방법이다^{2,7}. 정형외과 의사에게 음성예측도가 높은 검사의 이점은 자기공명영상 소견이 음성일 경우 확실히 보존적으로 치료할 수 있다는 점이고^{7,8} 소수의 위음성을 나타내는 경우가 있다 하더라도 이는 손상 자체가 경미하다는 의미이므로 수술없이 치료할 수 있다는 점이다⁹. 반대로 관절경에 확실한 적응증을 보이는 환자들의 경우 술전 자기공명영상검사의 유용성에 대해 논란이 많다. 저자들은 연구기간동안은 급성슬관절 손상에서 통상적으로 자기공명영상검사를 시행하였으나 현재는 반월상 연골판의 병변을 평가하기 위하여 주로 사용하며 특히 전방십자인대 손상시는 병력과 이학적검사, 인대측정기에 의존하고 있다.

급성 슬관절 손상 환자에서 슬관절 자기공명영상 소견상 관찰되는 잠재된 골병변 소견은 1987년 Mink 등¹³에 의해 보고된 이후 여러 저자들에 의해 임상적 중요성에 대한 논란이 이루어지고 있다. 정상골수 신호강도에 비해서 T1영상에서 저밀도 및 T2 영상에서의 고밀도영상은 다른 저자들과 같은 양상을 보였다^{8,12,14,20,21}. 이는 골 소주의 미세골절로 인한 급성부종 및 출혈 소견이 신호변화를 일으키며 피질골의 골절 소견은 없으므로 단순 방사선 촬영에서는 나타나지 않는다고 알려져 있다¹². 이러한 골음영의 변화가 나타나는 기전으로는 슬관절의 내반 또는 외반, 과신전 또는 과굴곡, 회전으로 인하여 대퇴골과 경골이 직접 충돌하거나 외력이 직접 골에 영향을 미쳐 골좌상 반대편에 인대 손상을 일으키며 저자들의 경우에도 대부분 골병변은 인대 손상의 반대편에 위치하였다.

잠재된 골 병변과 전방십자인대파열과의 관계는 최근에 와서야 평가되고 있다. Murphy 등¹⁴은 전방십자인대파열 환자 32례 모두에서 잠재된 골 병변이

보이며 부분 손상 6례에서는 1례에서만 관찰되었다고 하며 경골 후외측부와 대퇴외과의 골의 신호변화가 급성 전방십자인대 완전파열의 특이한 소견으로 보고하였고 이는 전방십자인대 손상시 초기의 회전성 아탈구때나 대퇴골외과의 정복시 대퇴골외과의 경골 고평부 후외측부가 충돌하면서 일어난다고 하였다. Vellet 등²⁰은 전방십자인대 손상 환자 86례 중 단지 68례(79%)에서만 잠재된 골병변이 보인다고 하였다.

전방십자인대 손상환자에서 잠재된 골병변의 위치에 대해서는 Mink와 Deutsch¹²는 25례 중 23례가 외측구획에 나타난다고 하였고 Murphy 등¹⁴과 Stein 등¹⁹도 100%가 외측구획에 보인다고 하였다. 하지만 Rosen 등¹⁷은 외측 구획이 80% 정도에서만, Graf 등⁸은 76%에서만 잠재된 골병변이 관찰된다고 하며 이는 자기공명영상을 손상직후에 촬영할수록 잠재된 골병변이 더 나타날 수 있음을 지적하였다. 저자들의 경우 수상 6주 이내에 촬영한 자기공명영상에서 잠재된 골병변이 관찰되는 경우를 분석하였고 전방십자인대파열환자는 33례로 100%에서 외측구획을 포함하였다.

잠재된 골병변이 외측구획에 잘 나타나는 이유로 많은 수의 환자들이 손상당시 pivot shift검사와 같은 기전으로 다치기 때문이라고 하였다^{3,10}. Pivot shift검사서 대퇴골에 비해 경골의 전방전위와 내회전이 일어나 대퇴골외과의 경골고평부외과의 후방부에 위치하게 된다. 이에 지속되는 외전과 축성부하로 대퇴골외과의 경골외과의 충돌이 일어나게 되어 자기공명영상에 잠재된 골병변이 일어나게 된다. 전방십자인대파열에서 대퇴부의 잠재된 골병변 위치는 손상당시 슬관절의 굴곡 각도에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다¹⁴. 손상당시 슬관절이 덜 굴곡되었을 때는 대퇴골 외과의 전방에 잠재된 골 병변이 관찰되며 굴곡각도가 커질수록 충돌 부위는 후방이 된다. Graf 등⁸과 Stein 등¹⁹은 대퇴골 외과에서 잠재된 골 병변의 가장 흔한 부위는 외측 반월상연골판 전각부위라고 하였고 저자들도 65.8%(25/38)에서 이 부위에서 잠재된 골병변을 관찰할 수 있었다.

빈 등¹¹은 슬관절외측부에 보일 경우 급성 전방십자인대손상을 강력히 시사한다고 하였다. 저자들의 경우 내측 측부인대 단독손상에서도 전례에서 외측구획에 잠재된 골병변을 보이므로 감별을 요하였다. 경골

고평부외과에 잠재된 골병변이 관찰될 경우 이는 강력히 전방십자인대손상을 시사한다고 하여 97-100%까지 특이도를 보고하고 있다^{5,11,16}. 저자들의 경우 92.9% (38/41)에서 경골고평부외과에 골병변이 관찰될 경우 전방십자인대손상을 동반하였으며 3례는 후방십자인대손상에서였고 경골 고평부외과만 보일 경우 100% (8/8)에서 전방십자인대손상을 보였다.

후방십자인대손상은 전방십자인대손상보다 적지만 잠재된 골병변을 동반하여 Sonin등¹⁰은 36% (17/47)의 환자가 이상소견을 보인다고 하였다. Newberg와 Wetzner¹⁵는 경골고평부의 전방부에 가장 많이 관찰되며 이는 Dashboard 손상과 관련된다고 하였고 저자들의 경우 72.7% (8/11)가 이 부위에서 관찰되었다.

요약 및 결론

1993년부터 1994년까지 6주 이내의 급성 슬관절 외상 환자의 자기공명영상시 나타나는 골좌상의 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 76례의 환자중 골좌상은 123부위에서 관찰되었으며 대퇴골외과 및 경골 고평부외과가 88부위 (71.5%)로 외측에 치중되는 경향을 보였다.
2. 골좌상이 관찰되었던 76례중 인대 손상은 67례 (88.2%)에서 동반되었다.
3. 가장 흔한 골좌상의 유형은 경골 고평부외과에 국한된경우로 24례 (31.6%)에서 관찰되었다.
4. 손상 구조물별 분석에서 전체적으로 인대 손상 부위의 반대측에 골좌상이 나타나는 경향을 보였다.
5. 경골 고평부외과의 후방부가 골좌상에 포함되었을 경우는 33례였으며 이중 30례 (90.9%)가 전방십자인대 손상과 관련되었다.

이와 같이 잠재된 골병변은 대부분 인대손상과 관련되어 반대편 구조물에 주의를 기울여야하며 자기공명영상의 직접소견이 불확실할 경우 진단에 많은 도움을 줄수 있는 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 빈성일, 조우신, 신명진, 백승기, 김기용 : 급성 전방 십자인대 손상에 동반되어 자기공명영상에 나타난 잠재 골 병변의 임상적 의의. *대한정형외과학회지*, 제30

- 권, 제1호:70-76, 1995
- 2) Boden SD, Labropoulos PA and Vailas JC : MR scanning of the acutely injured knee: sensitive, but is it cost effective? *Arthroscopy*, 6(4):360-370, 1990
- 3) Fetto JF and Marshall JL : Injury to the anterior cruciate ligament producing the pivot-shift sign. *J Bone Joint Surg* 61A:710-714, 1979
- 4) Fischer SP, Fox JM, DelPizzo W, Friedman MJ, Snyder SJ and Ferkel RD : Accuracy of diagnoses from magnetic resonance imaging of the knee. *J Bone Joint Surg*, 73A:2-10, 1991
- 5) Gentili A, Seeger LL, Yao L and Do HM : Anterior cruciate ligament tears: indirect signs at MR imaging. *Radiology*, 193:835-840, 1994
- 6) Graf BK, Cook DA, De Smet AA and Keene JS : "Bone bruises" on magnetic resonance imaging evaluation of anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*, 21:220-223, 1993.
- 7) Jackson DW, Jennings LD, Maywood RM and Berger PE : Magnetic resonance imaging of the knee. *Am J Sports Med*, 16(1):29-38, 1988
- 8) Kelly MA : MR imaging of the knee: clarification of its role. *Arthroscopy* 7(1):769-774, 1991
- 9) Lynch TCP, Crues III JV, Morgan FW, Sheehan WE, Harter LP and Ryu R : Bone abnormalities of the knee: Prevalence and significance at MR imaging. *Radiology*, 171:761-766, 1989
- 10) Matsumoto H : Mechanism of the pivot shift. *J Bone Joint Surg*, 72B:816-821, 1990
- 11) McCauley TR, Moses M, Kier R, Lynch JK, Barton JW and Jokl P : MR diagnosis of tears of anterior cruciate ligament of the knee: importance of ancillary finding. *AJR*, 162:115-119, 1994
- 12) Mink JH and Deutsch AL : Occult cartilage and bone injuries of the knee: Detection, classification, and assessment with MR imaging. *Radiology*, 170:823-829, 1989.
- 13) Mink JH, Reicher MA and Crues JV : MRI of the knee. *New York; Raven Press*:3-27, 1987
- 14) Murphy BJ, Smith RL, Uribe JW, Janecki CJ, Hechtman KS and Mangasarian RA : Bone signal abnormalities in the posterolateral tibia and lateral femoral condyle in complete tears of the anterior cruciate ligament: a specific sign? *Radiology*, 182:221-224, 1992
- 15) Newberg AH and Wetzner SM : Bone bruises: Their patterns and significance. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 15(5):396-409, 1994

- 16) **Robertson PL, Schweitzer ME, Bartolozzi AR and Ugoni A** : Anterior cruciate ligament tears: evaluation of multiple signs with MR imaging. *Radiology*, 193:829-834, 1994
- 17) **Rosen MA, Jackson DW and Berger PE** : Occult osseous lesions documented by magnetic resonance imaging associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy*, 7(1):45-51, 1991
- 18) **Sonin AH, Fitzgerald SW and Friedman H** : Posterior cruciate ligament injury: MR imaging diagnosis and patterns of injury. *Radiology*, 190:455-458, 1994
- 19) **Stein LN, Fischer DA, Fritts HM and Quick DC** : Occult osseous lesions associated with anterior cruciate ligament tears. *Clin Orthop* 313:187-193, 1995
- 20) **Vellet AD, Marks PH, Fowler PJ and Munro TG** : Occult posttraumatic osteochondral lesions of the knee: Prevalence, classification, and short-term sequelae evaluated with MR imaging. *Radiology*, 167:749-751, 1991
- 21) **Yao L and Lee JK** : Occult intraosseous fracture: Detection with MR imaging. *Radiology*, 167:749-751, 1988