

초음파적 내측 반월상 연골 탈출의 진단 가치

가톨릭대학교 의과대학 강남성모병원 정형외과

김정만 · 이동엽 · 고인준 · 이은봉

Diagnostic Value of Sonographic Medial Meniscal Extrusion

Jung-Man Kim, M.D., Dong-Yeob Lee, M.D., In-Jun Koh, M.D., Un-Bong Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kang-nam St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to correlate the degree of sonographic medial meniscal extrusion with MRI and arthroscopic findings.

Materials and Methods: Out of these 32 patients, with medial meniscal tear who went on arthroscopic surgery, 14 patients had the medial meniscal tear and 18 patients had both lateral and medial meniscal tear. The extent of meniscal extrusion without meniscal tear was assessed in 24 patients who did not show meniscal tear on MRI. The extent of meniscal extrusion was measured between tibial medial joint line (excluded osteophyte) and the outer margin of the medial meniscus. Kellgren-Lawrence grading scale was assessed in plain X-ray image and the location of lesion was assessed during arthroscopic surgery. We also measured the extent of meniscal extrusion on MRI and sonography respectively, and compared each other.

Results: There was significant difference between patients with medial meniscal tear and both lateral and medial meniscal tear, patients with medial meniscal tear, patients with both medial and lateral meniscal tear, patients without meniscal tear (P value<0.05).

Conclusion: The Meniscus tear must be considered when sonography shows the meniscal extrusion more than 5 mm in length.

Key Words: Knee joint, Medial meniscus tear, Extrusion, Ultrasonography

서 론

반월상 연골은 관절 면에 가해지는 하중을 분산 감소시켜 관절 연골을 보호하며 관절 운동시 활액막이 관절 사이에 끼이는 것을 방지하는 등 다양한 기능을 수행한다. 반월상 연골의 퇴행성 변화 또는 파

열로 인하여 콜라겐 섬유 분리(separation)와 미세 낭포 형성(microcyst formation)으로 인하여 콜라겐 섬유의 크기가 증가되고 섬유(fiber)들이 신전(stretch)되어 버팀대 힘(hoop strain)에 대한 저항력이 감소되어 외측(outward direction)으로 반월상 연골이 탈출한다⁶⁾. Costa 등⁵⁾은 자기 공명 영상에서 내측 반월상 연골이 3 mm 이상 탈출 소견을 보이는 것은 반월상 연골의 퇴행성 변화(degeneration), 반월상 연골 파열과 연관이 있고 결국 이러한 병변이 반월상 연골 안정성의 붕괴를 초래한다고 보고 하였다.

통신저자: 이 동 엽

서울특별시 서초구 반포동 505
가톨릭대학교 의과대학 강남성모병원 정형외과
Tel: 02-590-1464, Fax: 02-535-9834
E-mail: bedrlee@catholic.ac.kr

본 연구의 목적은 초음파상 진단되는 내측 반월상 연골 탈출의 의의에 대해 자기 공명 영상과 관절경 소견을 연계하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2008년 3월부터 2008년 9월까지 슬관절 내측 반월상 연골의 파열로 관절경적 수술을 시행하였던 32예로서 내측 반월상 연골 파열 14예, 내측 및 외측 동시 파열 18예를 대상으로 하였다. 반월상 연골 파열이 없는 내측 반월상 연골의 탈출의 정도는 자기 공명 영상에서 반월상 연골 파열이 없는 24예를 대상으로 초음파 검사를 시행하였다. 자기 공명 영상은 앙와위에서, 초음파는 30~40° 굴곡 및 앙아위 내반 상태에서 촬영하였다. 내측 반월상 연골 탈출의 정도는 골극을 제외한 경골의 내측 관절선부터 내측 반월상 연골의 변연부까지 계측하였다(Fig. 1). 단순 방사선 사진에서 Kellgren-Lawrence 등급을 평가하였고, 관절경 수술 시에 병변의 위치를 평가하였다. 각각의 소견을 비교하여 자기 공명 영상과 초음파에서 반월상 연골의 탈출의 정도를 비교 분석하였다.

결 과

자기 공명 영상에서 파열이 없는 군 24예의 평균 나이는 61.4 ± 7.2 세이었다. 관절경 소견상 내측 이나 내측 및 외측 반월상 연골 파열이 있는 32예의 평균 나이는 62.2 ± 5.1 세이었고, 이중 내측 반월상 연골 만이 파열이 있는 군 14예의 평균 나이는 62.5 ± 5.4 세, 내측 및 외측 반월상 연골의 동시 파열이 있는 군 18예의 평균 나이는 62.0 ± 5.0 세로 One-way ANOVA 검정에서 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$) (Table 1).

자기 공명 영상에서 파열이 없는 군의 내측 반월상 연골의 탈출 정도는 초음파 상 평균 1.59 mm이었고 자기 공명 영상에서 1.60 mm이었다. 관절경 소견 상 내측 반월상 연골 파열이 있는 군과 내측 및 외측 반월상 연골이 동반 파열된 군 전체의 평균은 초음파에서 5.77 mm, 자기 공명 영상에서 4.55 mm이었다. 관절경 소견 상 내측 반월상 연골 파열이 있는 군에서는 초음파에서 평균 5.29 mm, 자기 공명 영상에서는 평균 5.01 mm이었다. 관절경 소견 상 내측 및 외측 반월상 연골이 동반 파열된 군에서는 초음파에서 평균 6.14 mm, 자기 공명 영상에

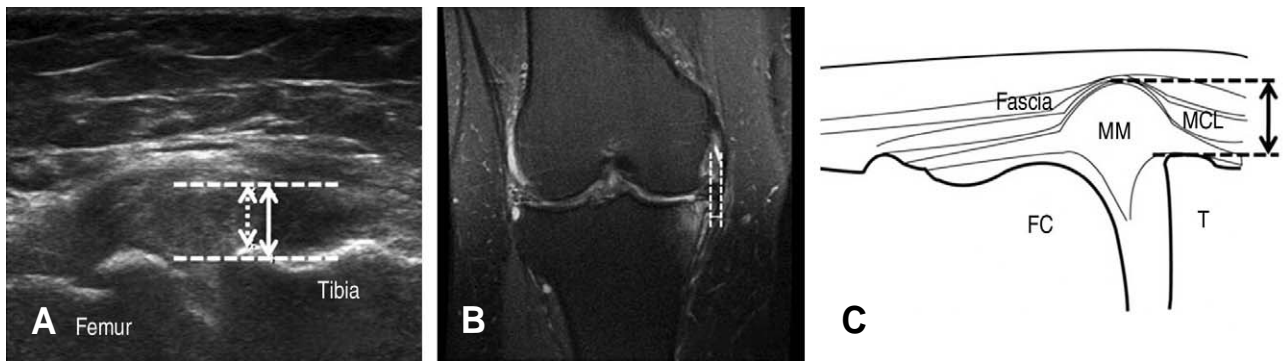


Fig. 1. (A) On US image, the extrusion is measured between the medial margin of medial condyle and the outer margin of the medial meniscus (a real line arrow) excluding osteophyte. A dotted line arrow is extent of extrusion from osteophyte. (B) Measurement of extrusion of the medial meniscus on the MRI with same method. (C) A schematic drawing of the measurement technique.

Table 1. Difference of Ages Among Groups

| | Normal | MM / MM & LM | MM* | MM & LM† |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Age | 62.2 ± 5.1 | 61.4 ± 7.2 | 62.5 ± 5.4 | 62.0 ± 5.0 |

($P > 0.05$)

* Medial meniscus tear

† Medial and Lateral meniscus tear

서 평균 4.2 mm이었다. 관절경 소견 상 반월상 연골 파열이 있는 군 전체, 내측 반월상 연골 파열이 있는 군, 내측 및 외측 반월상 연골이 동반 파열된 군 들과 파열이 없는 정상 군 사이에 Scheffe's multiple comparison 상에서 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$) (Table 2).

단순 방사선 사진의 K-L 등급에 따른 내측 반월상 연골의 탈출 정도는 초음파에서 1도 5.13 mm, 2도 5.87 mm, 3도 5.82 mm의 반월상 연골 탈출을 보였고 자기 공명 영상에서는 1도 4.08 mm, 2도 4.57 mm, 3도 4.81 mm이었다. One-way ANOVA 상에서 K-L 등급 1도, 2도, 3도 사이에 초음파 및 자기 공명 영상에서 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$) (Table 3).

고 찰

반월상 연골은 경골 상단 가장 자리에 부착되어 관절 면의 깊이를 증가시켜 대퇴골의 접촉면을 증가시키고 슬관절이 굴곡-신전을 하는 동안 관절 낭 및 활액막이 끼이지 않도록 하는 관절 충전물(joint filler)의 기능을 가진다. 또한 체중 전달, 외력의 분산, 관절 연골 보호, 관절의 안정성, 유험 기능 및 고유 감각(proprioception) 기능을 담당하는 중요한 구조물이다⁸⁾. 생역학적 연구에서 신전 상태에서 슬관절에 부하되는 외력의 약 50%가 반월상 연골을 통하여 전달되고, 90도 굴곡 상태에서는 약 85%가 반월상 연골을 통하여 전달된다²⁾. 내측 반월상 연골

은 C자 모양이며, 후각이 전각보다 넓은 구조이다. 전각부(anterior horn)는 전방십자인대의 전방의 경골에 부착되어있고 횡인대(transverse ligament)에 의하여 외측 반월상 연골의 전각부에 부착되어 있다. 후각부(Posterior horn)는 외측 반월상 연골 부착부와 후방 십자 인대 부착부 사이에서 강하게 부착되어 있다. 변연부는 전장에 걸쳐서 관절 낭에 부착되어 있으며 관절 낭의 경골 부위 부착부는 관상인대(coronary ligament)에 의해 부착되어 있다. 중간 부분에서 내측 반월상 연골은 심부 내측측부 인대(deep MCL)에 의해서 대퇴골과 경골에 더욱 강하게 부착이 이루어진다. 외측 반월상 연골은 O자 모양이며, 전방과 후방의 넓이가 비슷하다. 전각(anterior horn)은 전방 십자 인대의 경골 부착부 후방에 부착하고 후각(Posterior horn)은 내측 반월상 연골의 후각 부착부 전방에 부착하게 된다. 후외측에는 슬와 건에 의하여 관절막과 분리되어 있고 크기는 $1.3(\pm 0.1)$ Cm 이며, 이러한 해부학적 연결성은 내측 반월상 연골에 비하여 더 많은 유동성을 부여하게 된다⁴⁾. 따라서 내측 반월상 연골이 관절막에 좀 더 단단히 고정 되어 있으므로 부종이나 골극(osteophyte)에 의해서 내측 관절막이 전위 될 때 내측 반월상 연골이 좀 더 쉽게 전위 될 수 있는 해부학적 이유가 된다¹¹⁾. 슬관절이 굴곡-신전 운동을 하는 동안 반월상 연골은 가동력(meniscal excursion)을 갖게 된다. 내측 반월상 연골은 0도에서 120도 운동을 하는 동안 $5.1(\pm 0.96)$ mm, 외측 반월상 연골은 $11.2(\pm 3.27)$ mm

Table 2. Comparison of Extrusion between Normal and MM/MM & LM, MM, MM & LM Group

| | Normal | MM / MM & LM | MM* | MM & LM† |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| US | 1.59 ± 1.12 | 5.77 ± 1.42 | 5.29 ± 1.01 | 6.14 ± 1.60 |
| MRI | 1.60 ± 0.42 | 4.55 ± 1.41 | 5.01 ± 1.48 | 4.20 ± 1.29 |

($P < 0.05$)

* Medial meniscus tear

† Medial and Lateral meniscus tear

Table 3. Extrusion According to Kellgren-Lawrence Grades in Tear Groups

| K-L grade | I | II | III |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Age | 58.5 ± 3.1 | 62.9 ± 5.7 | 62.3 ± 2.9 |
| US | 5.13 ± 1.85 | 5.87 ± 1.36 | 5.82 ± 1.51 |
| MRI | 4.08 ± 1.45 | 4.57 ± 1.54 | 4.81 ± 0.89 |

($P > 0.05$)

가 움직이게 된다¹²⁾. 슬관절이 회전 운동을 하는 동안 외측 반월상 연골의 운동성이 크다. 내측 반월상 연골은 내측 측부 인대에 의하여 회전 운동을 하는 동안 운동성이 제한되어 파열의 위험성이 증가하게 된다.

반월상 연골 내에서 콜라겐 섬유는 방향성에 따라 원주(circumferential), 방사(radial), 관통(perforating) 섬유들로 구성되어있고 방사 섬유는 원주 섬유에 결합하고 있다³⁾. 주요 콜라겐 섬유 다발은 반월상 연골의 중심층에 위치하고 치밀하며 주로 원주 배열(circumferential orientation)을 하고 있다. 원주 섬유는 반월상 연골의 안정성에 지대한 역할을 하며, 압박력 또는 축압(compressive 또는 axial load)이 가해졌을 때 반월상 연골이 팽창하는 것을 저항하게 된다. 곧 슬관절에 부하되는 버팀테 힘(hoop stress)을 원주 섬유가 효율적으로 분산시켜주는 역할을 하게 된다¹³⁾. 반월상 연골의 퇴행성 변화와 외상으로 인한 대부분의 파열은 관절 연골과 반월상 연골 사이에 가해지는 전단력과 압박력 (shearing과 compressive vectors)에 의해 발생하게 된다¹⁰⁾. 반월상 연골의 퇴행성 변화 또는 파열 시 콜라겐 섬유의 분리(separation)와 미세 낭포형성(microcyst formation)으로 인하여 콜라겐 섬유의 크기가 증가되고 섬유(fiber)들이 신전(stretch)되어 버팀테 힘(hoop strain)에 대한 저항력이 감소되어 외측(outward direction)으로 반월상 연골이 탈출한다⁶⁾(Fig. 2). 원주 콜라겐 섬유(circumferentially oriented collagen fiber)는 버팀테 힘(hoop stress)을 효율적으로 분산시켜 체중 부하시 발생하는 외력을 감소시키고 반월상 연골

의 방사상 전위(radial displacement)를 막는 역할을 한다¹¹⁾. Kenny⁷⁾는 자기 공명 영상을 이용한 내측 반월상 연골의 방사상 전위 정도를 조사 하였는데 단순 방사선 사진상 Fairbank 징후가 보이는 슬관절에서 내측 반월상 연골의 방사상 전위가 가장 크다고 보고 하면서 반월상 연골의 방사상 전위는 반월상 연골 기능의 상실과 관련이 있으며 골 관절염의 단순 방사선상 변화 보다 선행 한다고 보고 하였다. Adams 등¹¹⁾은 단순 방사선 사진에서 보이는 초기 관절 간격 감소는 대부분의 경우 관절 연골 두께의 감소 보다는 반월상 연골의 탈출에 의한 결과로 관절 연골 병변이 없는 상태에서도 반월상 연골 변성(derangement)에 의해 단순 방사선 사진상 초기 관절 간격 감소가 나타날 수 있다고 보고 하였다. 결국 반월상 연골 파열 혹은 반월상 연골 내부 구조물의 변화로 버팀테 힘(hoop stress)을 효율적으로 분산시킬 수 없는 상태가 되면 방사상 전위가 발생하여 관절 적합성(joint congruency)이 감소하고 이로 인한 관절 연골의 체중 부하가 증가 하여 관절 간격 감소 등 관절의 퇴행성 변화를 야기 할 수 있다고 하였다¹¹⁾.

본 연구에서는 단순 방사선 사진의 Kellgren-Lawrence 등급에 따른 내측 반월상 연골의 탈출 정도는 초음파와 자기 공명 영상에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며 슬관절의 퇴행성 변화와 반월상 연골의 탈출 정도는 비례하지 않는 것으로 보인다.

Rennie 등¹¹⁾은 자기 공명 영상 상 반월상 연골 탈출(extrusion)을 관상면상 경골 고평부의 변연부와 반월상 연골 가장 자리까지의 거리가 3 mm 이상

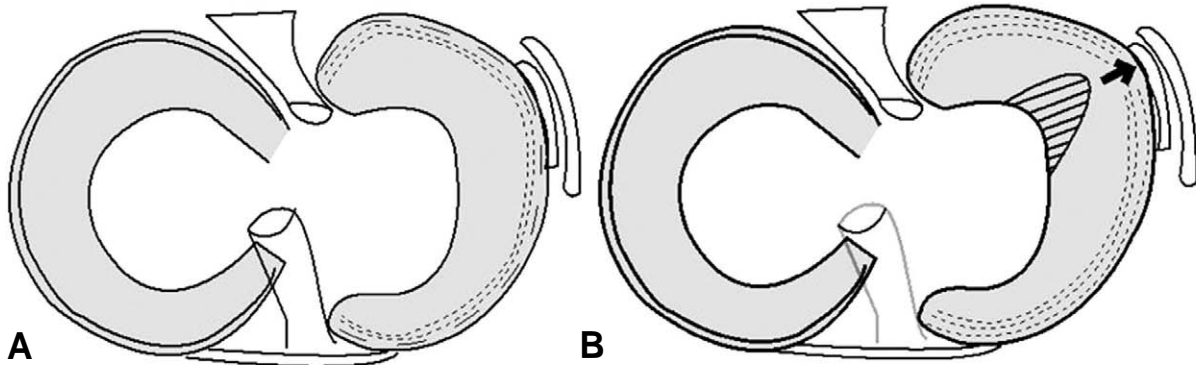


Fig. 2. (A) A scheme of the intact circumferential fiber of the medial meniscus. (B) The extruded medial meniscus due to the alteration of the hoop strain causing the circumferential fiber disruption.

전위가 보일 때로 정의 하고 운동 선수들을 대상으로 한 연구에서 반월상 연골 탈출은 반월상 연골 파열이나 관절 부종과 관련이 있다고 하였다.

Costa 등⁵⁾은 자기 공명 영상 상 내측 반월상 연골이 3 mm 이상 탈출 소견을 보이는 것은 반월상 연골의 퇴행성 변화(degeneration), 반월상 연골 파열과 연관이 있고 결국 이러한 병변이 반월상 연골 안정성의 붕괴를 초래한다고 보고 하였다. 따라서 반월상 연골 탈출은 슬관절 내에 반월상 연골의 퇴행성 변화와 파열이 내재되어 있으며 골 관절염의 발생에도 관련이 있음을 암시한다. 그러나 반월상 연골 파열이나 골 관절염이 동반 되지 않더라도 반월상 연골 탈출은 발생 할 수 있다.

본 연구에서 관절경 소견상 내측 이나 내측 및 외측 반월상 연골 파열이 있는 군에서는 자기 공명영상에서 평균 4.55 mm, 이중 내측 반월상 연골 만이 파열이 있는 군에서는 자기 공명 영상에서 평균 5.01 mm, 내측 및 외측 반월상 연골이 동반 파열된 군에서는 평균 4.2 mm의 내측 반월상 연골 탈출이 보여 Rennie 등과 Costa 등이 보고한 3 mm 이상의 내측 반월상 연골의 탈출보다 그 정도가 크게 나타났다.

Miller 등⁹⁾은 정상인의 슬관절 자기 공명 영상에서 반월상 연골의 전위가 시상면에서 6.5%, 관상면에서 15%가 발생한다고 하였고 반월상 연골 넓이(width)의 25% 이상 전위를 보이는 경우를 비정상적으로 보았으며 반월상 연골 전위 정도와 반월상 연골 파열은 연관이 없고, 25% 이상 전위를 보이는 경우에 내측 반월상 연골의 전위는 관절 부종과 골극에 의해서, 외측 반월상 연골의 전위는 전방 십자인대 손상과 관련이 있다고 보고 하였다.

본 연구에서 자기 공명 영상에서 반월상 연골 파열이 없는 군과 비교하여 관절경 소견 상 파열이 있는 군과의 자기 공명 영상 및 초음파의 내측 반월상 연골 탈출의 정도는 유의한 차이를 보였으나, 관절경 소견상 파열이 있는 군 중에서 내측 반월상 연골 파열이 있는 군과 내측 및 외측 반월상 연골 파열이 동반된 군에서는 통계학적으로 차이를 보이지 않았다. 이 것은 내측 반월상 연골 탈출에 외측 반월상 연골 파열이 영향을 주지 못한 것으로 풀이된다.

반월상 연골 파열이 없는 군과 파열이 있는 군 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보이나 반월상 연골 파열이 있는 32예 중 5예에서는 5 mm 이하로

내측 반월상 연골 탈출이 계측되었다. 초음파 검사상 5 mm 이하인 경우에도 파열이 있을 수 있으므로 임상 증상 및 신체 검사 소견상 파열이 의심이 되면 자기 공명 영상 촬영으로 확인해 보는 것이 권유된다.

자기 공명 영상은 반월상 연골 탈출 뿐만 아니라 슬관절 내부를 평가하는 가장 정확한 검사 방법이나 비용이 많이 들고 검사를 하는데 많은 시간이 소요되며 동적인 영상을 얻을 수 없다는 단점이 있다. 이와 비교하여 초음파는 저렴한 비용으로 외래에서 바로 관심있는 부위를 실시간으로 동적인 검사를 할 수 있다는 장점이 있어 일정한 정도 이상의 탈출을 보이는 경우에만 파열을 의심하고 자기 공명 영상을 촬영함으로써 비용을 절감할 수 있다고 본다.

결 론

초음파 검사는 저렴한 비용으로 외래에서 빠른 진단을 할 수 있는 방법이며, 내측 반월상 연골 탈출이 초음파 영상에서 5 mm 이상일 때 반월상 연골 파열을 의심해야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Adams JG, McAlindon T, Dimasi M, Carey J, Eustace S: Contribution of meniscal extrusion and cartilage loss to joint space narrowing in osteoarthritis. *Clin Radiol*, 54: 502-506, 1999.
2. Ahmed AM, Burke DL: In-vitro measurement of static pressure distribution in synovial joints--Part I: Tibial surface of the knee. *J Biomech Eng*, 105: 216-225, 1983.
3. Bullough PG, Munuera L, Murphy J, Weinstein AM: The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. *J Bone Joint Surg (Br)*, 52: 564-567, 1970.
4. Cohn AK, Mains DB: Popliteal hiatus of the lateral meniscus. Anatomy and measurement at dissection of 10 specimens. *Am J Sports Med*, 7: 221-226, 1979.
5. Costa CR, Morrison WB, Carrino JA: Medial meniscus extrusion on knee MRI: is extent associated with severity of degeneration or type of tear? *AJR Am J Roentgenol*, 183: 17-23, 2004.
6. Hajek PC, Gylys-Morin VM, Baker LL,

- Sartoris DJ, Haghghi P, Resnick D:** *The high signal intensity meniscus of the knee. Magnetic resonance evaluation and in vivo correlation. Invest Radiol, 22: 883-890, 1987.*
7. **Kenny C:** *Radial displacement of the medial meniscus and Fairbank's signs. Clin Orthop Relat Res, 339: 163-173, 1997.*
 8. **McBride ID, Reid JG:** *Biomechanical considerations of the menisci of the knee. Can J Sport Sci, 13: 175-187, 1988.*
 9. **Miller TT, Staron RB, Feldman F, Cepel E:** *Meniscal position on routine MR imaging of the knee. Skeletal Radiol, 26: 424-427, 1997.*
 10. **Petersen W, Tillmann B:** *Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci. Anat Embryol (Berl), 197: 317-324, 1998.*
 11. **Rennie WJ, Finlay DB:** *Meniscal extrusion in young athletes: associated knee joint abnormalities. AJR Am J Roentgenol, 186: 791-794, 2006.*
 12. **Thompson WO, Thaete FL, Fu FH, Dye SF:** *Tibial meniscal dynamics using three-dimensional reconstruction of magnetic resonance images. Am J Sports Med, 19: 210-215; discussion 215-216, 1991.*
 13. **Vedi V, Williams A, Tennant SJ, Spouse E, Hunt DM, Gedroyc WM:** *Meniscal movement. An in-vivo study using dynamic MRI. J Bone Joint Surg (Br), 81: 37-41, 1999.*

국문초록

목적: 초음파상 진단되는 내측 반월상 연골 탈출의 반월상 연골 파열과 관련된 의의에 대해 자기 공명 영상과 관절경 소견을 연계하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 슬관절 내측 반월상 연골의 파열이 있어 관절경적 수술을 시행하였던 32예로서 내측 반월상 연골 파열 14예, 내측 및 외측 동시 파열 18예를 대상으로 하였다. 반월상 연골 파열이 없는 내측 반월상 연골의 탈출의 정도는 자기 공명 영상에서 반월상 연골 파열이 없는 24예를 대상으로 하였다. 내측 반월상 연골 탈출의 정도는 골극을 제외한 경골의 내측 관절선부터 내측 반월상 연골의 변연부까지 계측하였다. 단순 방사선 사진에서 Kellgren-Lawrence (K-L) 등급을 평가하였고, 관절경 수술 시에 병변의 위치를 평가하였다. 각각의 소견을 비교하여 자기 공명 영상과 초음파에서 반월상 연골의 탈출의 정도를 비교 분석하였다.

결과: 관절경 소견 상 반월상 연골 파열이 있는 군 전체, 내측 반월상 연골 파열이 있는 군, 내측 및 외측 반월상 연골이 동반 파열된 군 등과 파열이 없는 정상 군 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

결론: 초음파 영상에서 5 mm 이상의 탈출이 있을 때 반월상 연골 파열을 의심해야 할 것으로 생각된다.

색인 단어: 슬관절, 내측 반월상 연골 파열, 탈출, 초음파