

# 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열의 관절경적 봉합술 후 최소 1년 추시 결과

대전 선병원 정형외과

이철형 · 송인수 · 정현윤 · 이창수 · 이봉주

## Minimum 1 Year Results of Arthroscopic Pull-out Repair for Posterior Root Tear of Medial Meniscus

Chul-hyung Lee, MD, In-soo Song, MD, Hyun-yoon Jeong, MD, Chang-soo Lee, MD, Bong-ju Lee, MD

Department of Orthopaedic Surgery, Daejeon Sun General Hospital, Daejeon, Korea

This study is to evaluate clinical and arthroscopic second-look results of arthroscopic repairs of posterior root tears of medial meniscus which may cause loss of circumferential hoop tension and extrusion of meniscus. From October 2006 to May 2009, fifty-eight patients (59 knees) underwent arthroscopic pull-out repairs. Clinical results were evaluated using Hospital for Special Surgery (HSS) score and International Knee Documentation Committee (IKDC) score for 12-month follow-up. Second-look arthroscopy was done to evaluate meniscal healing in 21 cases. Magnetic resonance imaging (MRI) was performed to assess status of repaired meniscus and tibial tunnel position in 9 patients. Average preoperative HSS score and IKDC score of 59 cases were 69.5 and 36.0, respectively. Average postoperative HSS score and IKDC score of 59 cases had been changed into 90.3 ( $p < 0.001$ ) and 66.8 ( $p < 0.001$ ), respectively. Second-look arthroscopies revealed complete or incomplete healing except one case. Two patients showed increased one grade according to the Kellgren-Lawrence radiologic classification system and others showed no change. Of 9 patients who performed MRI, six patients showed complete healing. The average position of tibial tunnel was 4.8 mm anterior and 5.7 mm medial to center of posterior cruciate ligament. Arthroscopic pull-out repair technique using transtibial tunnel seems to be simple and effective procedure for posterior root tear of medial meniscus. Further evaluation of arthroscopic repair of posterior root tear of medial meniscus should be needed to prove the effectiveness on the prevention of osteoarthritis of knee.

**Key Words:** Medial meniscus, Posterior root tear, Pull-out repair

## 서 론

반월상 연골판은 체중부하를 분산하고 충격을 흡수하며 슬관절의 안정성을 도모하며 연골에 윤활 작용 및 위치 감각에 기여하는 등 슬관절의 기능에 아주 중요한 역할을 하는 조직으로 알려져 있다<sup>[1-4]</sup>. 이러한 기능 중 체중부하의 분산은 골 관절염의 예방에 가장 중요한 기능으로 주로 원주테 장력

접수: 2010-7-28 수정: 2010-9-1 승인: 2010-11-22  
책임저자: 송 인 수  
301-725, 대전시 중구 목동 10-7  
대전 선병원 정형외과  
Tel: 042-220-8460, Fax: 042-220-8460  
E-mail: mydangjang@naver.com

(circumferential tension)에 의해 유지된다<sup>2)</sup>. 따라서 반월상 연골판의 후각부나 전각부의 파열과 관절막에 인접한 부분까지의 방사형 파열은 이러한 원주테 장력의 소실을 가져오고 관절내에서 반월상 연골판의 변연부 탈구를 초래하여 반월상 연골판의 전절제술과 같은 상태에 이르게 된다<sup>5,6)</sup>. 이러한 현상은 환자의 골 관절염과 직결되며 특히 발생빈도가 비교적 많은 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열은 조기 퇴행성 관절염의 직접적인 원인으로 추정된다<sup>3,7,8)</sup>. 이러한 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열은 방사상 파열, 견열 파열, 뿐리 파열 등의 여러 가지 다른 용어로 표현될 수 있으며 특징적인 파열의 양상을 가지고 있다.

일부 학자들에 의해 후방 골 기시부 파열의 관절경적 절제술이나 봉합술이 소개되고 있으나, 그 결과 대한 보고가 많지 않은 실정이다<sup>1,7,9-12)</sup>. 이에 저자들은 간단하고 효과적인 관절경적 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 봉합술을 시행하고 이에 대한 이차 관절경적 소견 및 임상적, 방사선적 결과에 대하여 분석하고자 하였다.

## 연구 방법

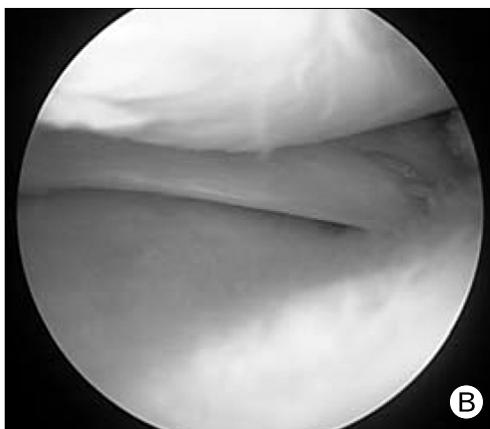
2006년 10월부터 2009년 5월까지 술 전 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) 및 이학적 소견 상 내측 반월상 연골판의 파열로 진단받고 관절경적 수술을 시행받은 289명, 317 슬관절 중 63명, 63 슬관절(19.9%)이 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열로 관절경적 수술을 시행받았다. 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부에서 1 cm 내의 완전한 방사형 파열 및 복합 파열을 파열이라 정의하였고, 전후방 50% 이내의 불완전 파열 및 단순 종 파열 및 횡 파열 그리고

피판 파열은 본 연구에서 제외하였다. 이러한 63명의 슬관절 중 관절경 수술 도중 대퇴부와 경골의 연골 손상이 Outerbridge<sup>13)</sup> 4단계 이상인 2명, 2 슬관절과 내측 반월상 연골 후각부에 퇴행성 변화가 관찰되어 봉합 시 장력을 견디지 못할 것이 예측되는 2명, 2 슬관절은 아전 절제술을 시행받았다. 따라서 동일 기간 중 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열로 관절경적 봉합술을 시행받고 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 58명, 59 슬관절(18.2%)를 대상으로 하였다. 모든 환자에서 자기공명영상을 내측 연골판 후방 골 기시부의 파열을 확인하였다(Fig. 1). 대상의 평균 연령은 54.2세(범위: 43-72세)였고 남자가 11명, 여자가 47명이었다. 이 중 한 명은 양측 슬관절에 대하여 3개월 간격으로 봉합술을 시행받았다. 59 슬관절 중 2예는 전방십자인대 파열과 동반된 급성 파열이었으며 전방십자인대 재건술과 함께 봉합술을 시행받았으며 1예에서는 내측 대퇴과의 Outerbridge 3단계의 골 관절염으로 봉합술시 자가 골 연골 이식술을 함께 시행받았다. 또한 7예에서 내측 반월상 연골판의 골 기시부 파열 외에 층 파열 및 복합 파열의 양상이 함께 있어 파열부에 연골판 부분 절제술을 시행 후 봉합술을 병행하여 시행하였다.

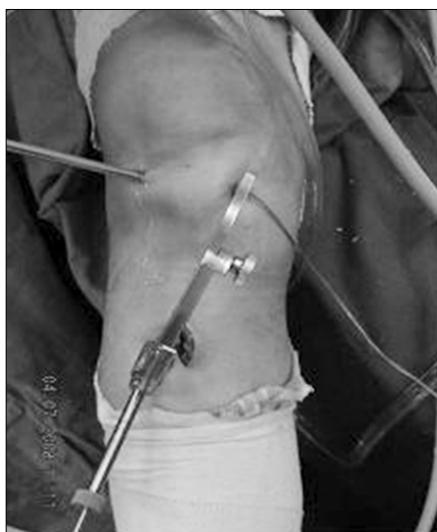
환자를 앙와위로 눕히고 환측의 슬관절에 대한 이학적 검사를 다시 한번 시행하여 불안정성 및 관절 운동 범위에 대한 확인을 하였다. 슬관절을 약 30°로 굽곡하고 외반력을 가한 상태에서 전외측 창에 관절경을 위치하고 전내측 창을 통해 소식자로 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열을 확인한 후 슬관절 협곡(notch)안에서 후방십자인대의 내측면을 전기 소작기로 일부 수축시켜 시야를 확보하였다. 파열된 연골판의 날은 조직을 제거하고 둥근 burr와 관절경 rasp을 이용하여 경골 부착부의 연골을 약 5×5 mm 정도 제거하였다. 전내측



**Fig. 1.** These MRI findings demonstrated root tears of posterior horn of the medial meniscus on sagittal (ghost sign), coronal (cleft sign), and axial (cleavage sign, white arrow) section.



**Fig. 2.** (A) Polydioxanone No. 1 was advanced through the suture hook that penetrated the torn edge of the posterior horn of medial meniscus from superior to inferior and changed to Ethibond No. 2 using shuttle relay technique. (B) Arthroscopic finding showed posterior horn of medial meniscus on the tibial foot print was well-re-attached.



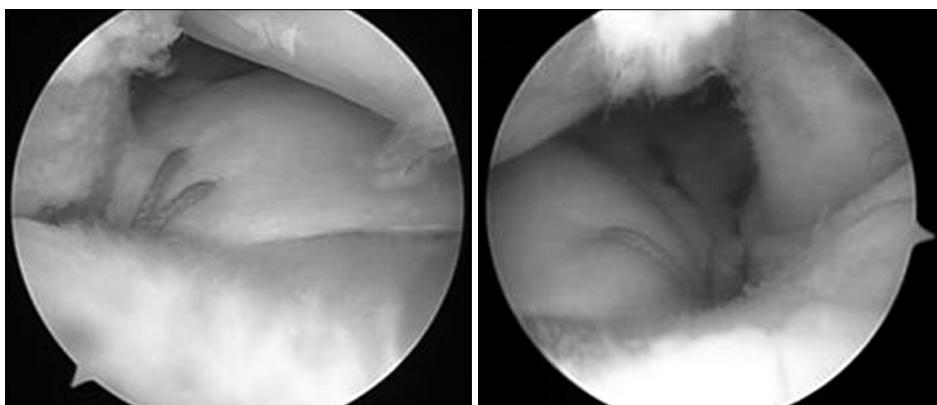
**Fig. 3.** The transosseous tibial tunnel was drilled from the anterolateral cortex of the proximal tibia to the insertion site of the posterior horn of medial meniscus using the anterior cruciate ligament tibial drilling guide.



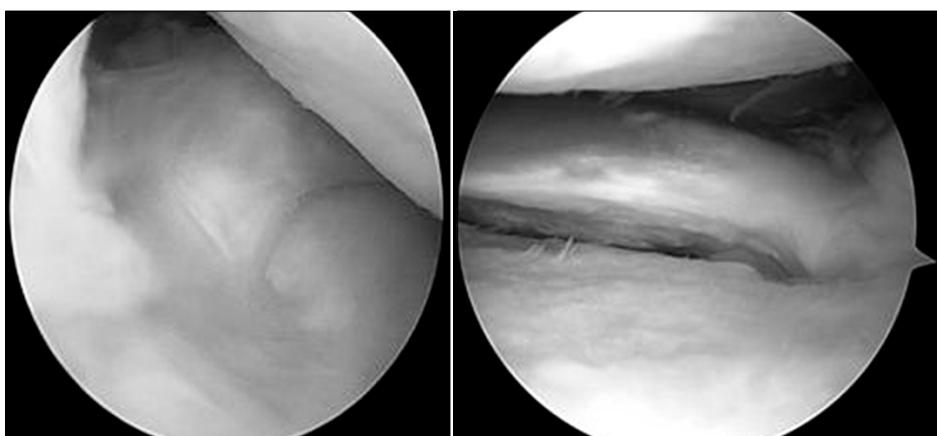
**Fig. 4.** All Ethibonds were brought out the tibial tunnel using advanced wire loop.

창을 통하여 45° 굽곡된, 좌우측 방향에 맞는 suture hook (Linvatec, Largo, FL, USA)을 삽입한 후 파열된 반월상 연골판 변연부에서 약 5 mm 내측에 연골-활막 경계면에 인접하여 상방에서 하방으로 천공한 후 Polydioxanone No. 1 (Ethicon, Somerville, NJ, USA) 봉합사를 통과시켰고 Ethibond No. 2 (Ethicon) 봉합사로 shuttle relay방식을 이용하여 봉합사를 교체하였다(Fig. 2). 이후 같은 방식으로 1개 내지 2개의 봉합을 추가하였다. 전방십자인대 재건용 경골 터널 가이드(Linvatec)를 전내측 창을 통하여 삽입하였으며 가이드의 갈고리 끝이 내측을 향한 다음 세우는 방식을 이용하였고 경골 조면의 1 cm 외측면 피부에 약 2.5 cm의 종절개를 가한 후 sleeve를 외측 경골 피질에 밀착시켰다. 2.4 mm K강선으로 경골 터널을

만든 후(Fig. 3) 0.9 mm wire loop를 삽입하여 봉합사를 연결한 후 경골의 전외측으로 빼내었다(Fig. 4). 관절경으로 관절막의 연부 조직이 봉합사 사이에 끼이지 않은 것을 확인한 후 반월상 연골판 후각부가 골 기시부에 밀착된 것을 확인하고 봉합사를 당겨 장력을 주었다(Fig. 5). 경골 터널 입구에 피질골 나사와 와셔(washer)를 삽입하여 봉합사를 피질골에 압착시키고 관절경으로 반월상 연골판 골 기시부가 경골에 견고하게 밀착된 것을 확인하고 절개부를 봉합하였다. 수술 후 다음날부터 슬관절 보조기를 착용시키고 완전 신전상태로 유지한 채 능동적 대퇴사두근 강화 운동을 시행하였으며, 술 후 4주간 체중부하 및 수동적, 능동적 관절운동을 금지시켰다. 술 후 4주부터 약 2주간 continuous passive motion 운동 및 부분 체중 부하를 허용하였다. 술 후 6주부터는 완전 체중부하와 가벼운 조깅을 허용하였다. 수술 12주 이후 슬관절 운동 시 통증 및 염발음이 있거나 후내측부의 압통이 지속되었던 21명, 21슬관절(35.6%)는 술 후 평균 8.8개월(범위: 3-19개월)에 이차 관절경 검사를



**Fig. 5.** Arthroscopy showed root of posterior horn of the meniscus was reduced and well-reattached to the tibial insertion site.



**Fig. 6.** Postoperative 6-month second-look arthroscopy revealed tear site was healed and reattached to the foot print of posterior horn of medial meniscus.

시행하여 내고정물 제거술과 함께 봉합부의 치유를 확인하였다(Fig. 6).

이차 관절경상 봉합부위의 치유평가는 3단계로 구별하였으며 연골판 후각부를 전후 절반으로 나누어 봉합된 연골판의 전후면 모두 경골 골 표면에 완전히 접촉되어 있는 경우를 ‘완전 치유’로, 부분적인 결합, 즉 전후면 중 한 부분만 접촉되어(50% 이내) 있는 경우를 ‘불완전 치유’로, 치유가 전혀 발생하지 않아 전후면 모두 치유 조직이 결여되어 있는 경우를 ‘실패’로 정의하였다. 9예는 추시 자기공명영상(MRI)을 촬영하였으며 봉합한 연골판의 치유 정도를 평가했으며 횡단면, 시상면 그리고 관상면상 경골 터널의 위치를 후방십자인대 경골 부착부의 중심점을 기준으로 내측 및 전방으로 전위된 거리를 측정하여 보았다. 59예의 평균 추시 기간은 약 22.8개월(범위: 12-54개월)이었으며 임상적 평가는 술 전과 최종 추시 시에 Hospital for Special Surgery (HSS)와 International Knee Documentation Committee (IKDC) scores을 측정하여 비교해보았다. 통계적 분석은 paired T-test를 이용하여 SPSS ver. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 처리하였으며, 상관관계는  $p$ 값이 0.05 이하인 경우 의미가 있는 것으로 평가하였다.

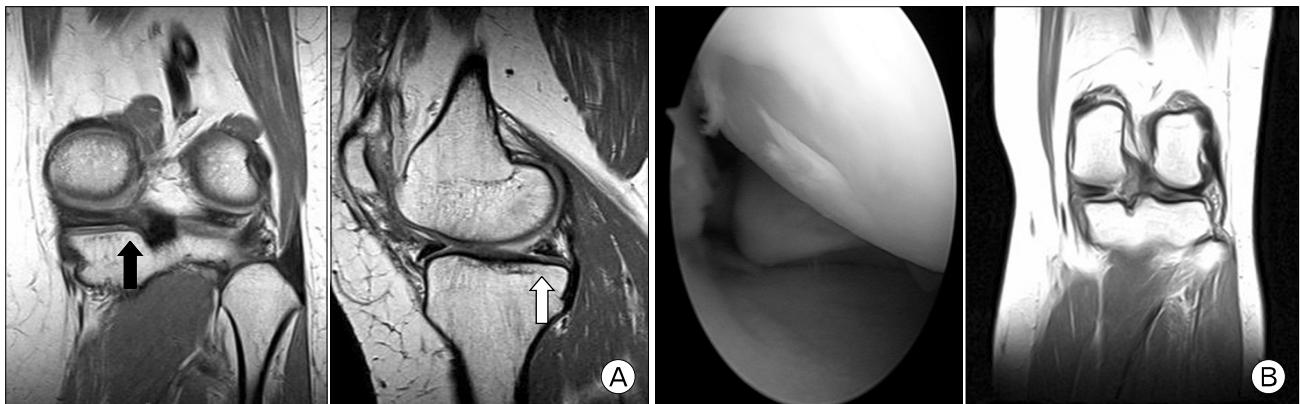
**Table 1.** Preoperative and final follow-up scores of HSS and IKDC

	HSS score	IKDC score
Preoperative	69.5 (11-91)	36.0 (4-72)
Final follow-up	90.3 (7-100)	66.8 (12-92)

HSS: Hospital for Special Surgery, IKDC: International Knee Documentation Committee.

## 결 과

보조기나 석고 붕대 제거 후, 평균 10일(범위: 7-28일)만에 전례에서 정상적인 관절 운동 범위로 회복되었으며 관절 구축 소견을 보인 환자는 없었다. 59예의 임상적 결과는 HSS점수가 술 전 평균 69.5점(범위: 11-91점)에서 술 후 평균 90.3점(범위: 7-100점)으로 증가하였으며( $p < 0.001$ ), IKDC 점수는 술 전 평균 36.0점(범위: 4-72점)에서 술 후 평균 66.8점(범위: 12-92점)으로 호전되었다( $p < 0.001$ ) (Table 1). 21예의 이차 관절경상 봉합 치유의 실패가 1예(4.8%)에서 있었으며 불완전 치유가 6예(28.6%)에서 관찰되었고 나머지 14예(66.7%)는 완전



**Fig. 7.** (A) Postoperative MRI demonstrated intermediate signal density of healed meniscus tissue on foot print of posterior root of medial meniscus in coronal section (black arrow) and sagittal section (white arrow). (B) Second-look arthroscopy showed healing failure of medial meniscus and postoperative MRI demonstrated remained cleft sign on coronal section.

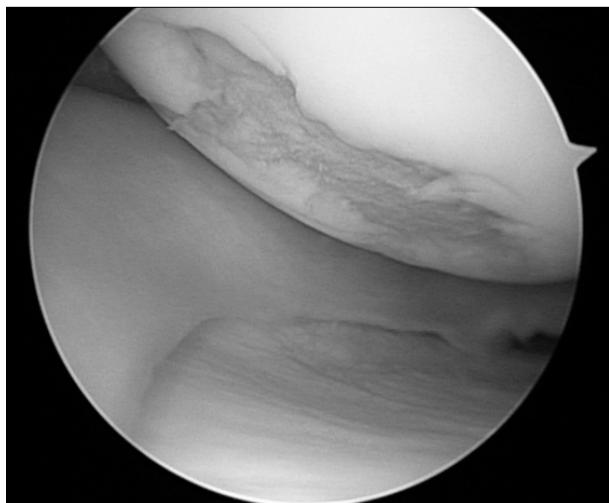


**Fig. 8.** Postoperative MRI showed entry point of transosseous tibial tunnel was located 4.8 mm anteriorly and 5.7 mm medially to center of posterior cruciate ligament insertion site. (A) axial section, (B) sagittal section, and (C) coronal section.

치유의 소견을 보였다. 치유 실패의 1예는 연골판 아전절제술을 시행받았고, 불안정 치유의 6예는 변연 절제술만을 시행받았다. 최종 추시 단순 방사선 촬영에서 Kellgren-Lawrence 분류<sup>14)</sup>에 따른 관절염의 정도가 2예에서 1단계의 증가를 보였고 나머지 57예는 변화가 없었다. 9예의 추시 자기공명영상 검사상 6예에서 완전 치유의 소견인 중등도의 저 신호강도의 연골판 실질의 연속성이 보였으며 2예에서는 불완전 치유의 저 신호강도의 연속성이 일부 불명확하거나 일부 단절된 음영을 보였으며 1예에서는 치유 실패의 술 전 자기공명영상과 비슷한 저 신호강도의 단절된 음영이 관찰되었다(Fig. 7). 추시 자기공명영상에서 측정된 경골 터널의 위치는 후방십자인대 기시부의 중앙점에서 전방으로 평균  $4.8 \pm 1.3$  mm, 내측으로 평균  $5.7 \pm 1.1$  mm에 위치하였다(Fig. 8).

## 고 찰

Bessette<sup>2)</sup>는 체중부하 시 연골판의 원주테 장력 유지가 체중부하 분산에 가장 중요하며 중간부위의 연골판 파열보다 전각부나 후각부의 방사형 파열 시에 원주테 기능의 소실로 연골판 기능의 저하가 예상된다고 하였다. 내측 연골판 후방 골 기시부 파열은 기능적으로 연골판 전절제술과 비슷한 역학적 상태에 이르며, 원주테 장력의 소실은 체중을 분산시키는 능력의 소실과 체중부하 시 반월상 연골판의 변연부 탈출(extrusion)를 유발시켜 슬관절 접촉 구획의 압력을 증가시키고 초기에 관절 연골의 퇴행성 변화를 가져온다는 보고가 있어왔다<sup>5,8)</sup>. 이러한 퇴행성 변화는 본 연구에서 관절경 소견상 대퇴골 내과의 체중부하 부위에서 내측으로 약간 벗어난 곳에 관절면이 불규칙적이고 moth-eaten 모양의 연골 손상을 흔히



**Fig. 9.** Typical degenerative chondral lesion of medial femoral condyle due to root tear of posterior horn of medial meniscus showed irregular and moth-eaten appearance.

관찰할 수 있었으며, 이러한 형태가 연골판의 변연부 탈출과 관련이 있을 것으로 생각된다(Fig. 9).

연골판 골 기시부 파열은 동양인에서 흔한 것으로 보이며 이는 서양인과는 다른 독특한 생활양식 때문이라고 추정된다. 즉 쪼그려 앉는 자세나 방바닥에 양반다리로 앉는 자세(슬관절 과굴곡, 과도한 내회전)가 내측 반월상 연골판 후각부의 압력을 증가시키고 경골 부착 부위에서의 충돌과 퇴행성 변화로 방사상 파열이 잘 발생된다고 알려져 있다<sup>8,15)</sup>. Bin 등<sup>3)</sup>은 내측 반월상 연골판 파열 중 27.8%가 후각부 방사상 파열에 해당한다고 보고하였고, Nha 등<sup>15)</sup>의 경우엔 32.5%의 많은 빈도에서 후각부 방사상 파열이 관찰된다고 보고하였다. 저자들은 본 연구가 진행되는 기간 동안 내측 반월상 연골판 파열로 수술 받은 환자 중 약 19.9%가 후방 골 기시부 파열에 해당되는 것을 관찰할 수 있었다. 연골판 후방 골 기시부 파열은 외측보다는 내측 반월상 연골판에서 더 흔히 일어나는데, 이는 경골에 부착된 후각부의 움직임이 외측보다는 내측이 적어 발생할 것으로 생각된다. 그리고 외측 반월상 연골판은 주로 젊은 연령층에서 외상성으로 반월상 연골판의 중간부위에서 발생하는 반면에 내측 반월상 연골판 후각부 방사상 파열은 주로 중년층 이상에서 외상없이 퇴행성 변화로 많이 발생한다고 보고되고 있다<sup>4)</sup>. 본 연구에서도 52명(89.6%)의 환자에서 외상의 뚜렷한 병력이 없었으며 이들의 평균연령은 57.5세였고 슬관절의 퇴행성 변화에 의한 연골판 변성에 따라 파열된 것으로 생각된다.

이러한 후방 골 기시부 파열의 치료는 관절염의 종류와 형태에 따라 달라질 수 있는데, Kellgren-Lawrence 3단계 이상이나 Outerbridge 4단계 이상일 경우 인공 관절 치환술이 적용될 수 있고 연골판의 복합 파열로 봉합에 적합하지 않을 경우엔 연골판 절제술이 필요할 것이다.

1995년 Shino 등<sup>6)</sup>에 의해 처음 외측 반월상 연골판 후각부의 파열이 보고된 이 후, Bin 등<sup>3)</sup>은 내측 후각부 방사상 파열을 관절경적 연골판 절제술을 시행 후 좋은 결과를 나타내었다고 보고하였다. 반월상 연골판의 후각부는 연골판 내 다른 부위와 다르게 혈액 순환이 풍부하고 혈관이 풍부한 활액막으로 덮여 있어 치유의 능력이 우수한 부위로 봉합술에 적합하다고 주장되며 이후 여러 저자들에 의하여 다양한 수술 기법으로 좋은 결과가 보고되고 있다<sup>9,10,16,17)</sup>.

반월상 연골판 후방 골 기시부 파열의 봉합술은 높은 성공률을 보이고 있으나, 시야와 작업공간이 제한되어 술기가 어려운 것으로 알려져 있다<sup>9,11,18)</sup>. 후내측 창에 전방십자인대 가이드를 설치하고 후외측 창을 통하여 관찰하는 술기는 여러 번의 시술창의 교차로 술기의 번거로움이 예상되며 봉합나사를 이용하여 후각부를 봉합한 술기는 반월상 연골판 봉합부의 접촉면이 상대적으로 적을 수 있으며 장력이 부족할 수 있고 봉합사의 매듭이 관절 연골에 상처를 줄 수 있어 주의 깊은 술식이라 생각된다. 이에 저자들은 시술창의 교차 없이 전외측과 전내측 창만을 이용하여 봉합술을 시행하였으며 가이드의 설치 방향을 경골결절 내측부에 설치하지 않고 외측부에 설치하여, 이후 나사도 외측에서 내측으로 고정하였다. 이러한 술식의 장점은 첫째 가이드의 설치 시 평평한 내측 경골과와는 달리 외측 경골과에는 턱이진 부위(shoulder)가 있어 설치 후 가이드가 움직이지 않고 견고한 자세에서 작업할 수 있으며, 둘째 가이드 핀의 삽입 시 실수로 핀이 경골 과를 뚫고 대퇴부쪽으로 계속 진행 시 가이드의 방향이 후내측 방향을 향하고 있어 치명적인 신경과 혈관의 손상을 피할 수 있다는 점이다. 중요한 것은 파열된 반월상 연골판을 경골에 다시 봉합하는 위치이며 전방창을 통한 시야만으로 경골 터널을 뚫을 경우 제한된 시야로 인하여 술자의 의도보다 전방 및 내측에 터널이 형성될 확률이 높다. 본 연구의 추시 자기공명영상에서 측정된 경골터널의 위치는 후방십자인대의 중심점에서 평균 전방 4.8 mm와 내측 5.7 mm로 비교적 연골 후각부의 기시부와 일치하는 것으로 판단된다<sup>19)</sup>. 21예의 이차 관절경 소견 중 6예에서 불완전 치유로 판정되었으며 6예 모두 전방 50%가 경골의 부착부에서 대퇴부쪽으로 들려있었으며 이러한 현상은 연골판의 관절막 변연부에서 혈액 순환이 활발한 이유로

치유율이 비교적 높은 것에 기인하는 것으로 생각되나 이에 대해서는 점진적인 연구가 필요할 것이다. 또한 완전 치유 소견을 보인 14예의 경우도 치유된 연골 조직이 단순한 반흔 조직인지 아니면 연골판 조직인지에 대한 조직 검사가 필요할 것이며 만일 반흔 조직으로만 구성되어 있다면 이러한 연속성이 원주체 장력의 유지에 기여를 하는 것인지에 대한 의문점이 남는다. Ozkoc 등<sup>8)</sup>은 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열 환자에서 연골판 부분 절제술을 통해 대부분의 환자에서 어느 정도 증상의 호전이 있었으나 골 관절염의 진행을 막을 수는 없었다고 보고하였다. Lee 등<sup>20)</sup>은 내측 반월상 연골판 후각부 골 기시부 파열의 2년 결과 보고에서 단 1예를 제외한 20예에서 Kellgren-Lawrence의 방사선 분류에 따른 추시 결과 관절염의 진행이 없었다고 보고하였으며 본 연구에서도 59예 중 2예에서만 최종 추시상 단순 방사선 촬영 결과 1단계의 관절염 증가 관찰되었다.

관절선 후내측의 압통이나 ‘뚝’하는 소리의 병력 등을 통하여 이러한 술 전 진단의 정확성을 증가시킬 수 있을 것으로 생각되는데, 여러 저자들에 의하여 연골판 골 기시부 파열에 대해 100%에 가까운 진단율을 보고하고 있다<sup>21,23)</sup>. 술 후 자기 공명영상의 정확도에 대한 의견은 서로 일치하지 않은데, Cardello 등<sup>21)</sup>은 술 후 자기공명영상의 정확성에 대하여 연골판이 성공적으로 치유된 경우에도 파열된 고 신호강도의 음영이 지속적으로 나타난다고 보고하였다. 본 연구에서는 9예에서 이차 관절경 검사와 자기공명영상 촬영을 동시에 시행하였고, 이 중 중등도의 저 신호강도를 나타내며 연골판의 연속성이 유지되어 있는 6예는 완전 치유로 판정하였으며 술 전과 동일한 고 신호강도의 불연속성을 보인 1예는 치유의 실패로 보았고 이것은 이차 관절경적 결과의 판정과 일치하였다.

내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열을 가진 중등도 이하의 관절염과 연골판의 봉합이 가능한 환자에서, 저자들의 관절경적 경골 터널을 통한 봉합술은 간편하고 연골의 치유율이 높으며 단기 추시상 임상적 결과의 향상에 효과적인 수술 방법으로 생각된다.

## 참 고 문 현

- Ahn JH, Wang JH, Lim HC, et al. Double transosseous pull out suture technique for transection of posterior horn of medial meniscus. Arch Orthop Trauma Surg 2009;129:387-92.
- Bessette GC. The meniscus. Orthopedics 1992;15:35-42.
- Bin SI, Kim JM, Shin SJ. Radial tears of the posterior horn of the medial meniscus. Arthroscopy 2004;20:373-8.
- Insall JN, Scott WN. Surgery of the knee. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 2001.
- Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy. J Bone Joint Surg Am 2008;90:1922-31.
- Shino K, Hamada M, Mitsuoka T, Kinoshita H, Toritsuka Y. Arthroscopic repair for a flap tear of the posterior horn of the lateral meniscus adjacent to its tibial insertion. Arthroscopy 1995;11:495-8.
- Ahn JH, Wang JH, Yoo JC, Noh HK, Park JH. A pull out suture for transection of the posterior horn of the medial meniscus: using a posterior trans-septal portal. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2007;15:1510-3.
- Ozkoc G, Ciri E, Gonc U, Irgit K, Pourbagher A, Tandogan RN. Radial tears in the root of the posterior horn of the medial meniscus. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2008;16:849-54.
- Choi NH, Son KM, Victoroff BN. Arthroscopic all-inside repair for a tear of posterior root of the medial meniscus: a technical note. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2008;16:891-3.
- Kim JG, Ha JG. Pull-out repair of the radial posterior horn tear near the root of the medial meniscus: technical note. J Korean Knee Soc 2004;16:69-72.
- Kim DW, Moon JS, Kim MG, Kim JG. Pull-out repair for root tear of medial meniscus. J Korean Arthrosc Soc 2005;9:40-5.
- Kim YM, Rhee KJ, Lee JK, Hwang DS, Yang JY, Kim SJ. Arthroscopic pullout repair of a complete radial tear of the tibial attachment site of the medial meniscus posterior horn. Arthroscopy 2006;22:795.e1-4.
- Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. J Bone Joint Surg Br 1961;43:752-7.
- Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of rheumatoid arthritis. Ann Rheum Dis 1957;16:485-93.
- Nha KW, Jo JH, Lee DB. Clinical results of the radial tear of posterior root of medial meniscus. J Korean Arthrosc Soc 2007;11:128-33.
- Petersen W, Tillmann B. Age-related blood and lymph supply of the knee menisci. A cadaver study. Acta Orthop Scand 1995;66:308-12.
- Petersen W, Tillmann B. Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci. Anat Embryol (Berl) 1998;197:317-24.
- Ahn JH, Kim SH, Yoo JC, Wang JH. All-inside suture

- technique using two posteromedial portals in a medial meniscus posterior horn tear. *Arthroscopy* 2004;20:101-8.
19. Wang YJ, Yu JK, Luo H, et al. An anatomical and histological study of human meniscal horn bony insertions and peri-meniscal attachments as a basis for meniscal transplantation. *Chin Med J (Engl)* 2009;122:536-40.
20. Lee JH, Lim YJ, Kim KB, Kim KH, Song JH. Arthroscopic pullout suture repair of posterior root tear of the medial meniscus: radiographic and clinical results with a 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2009;25:951-8.
21. Cardello P, Gigli C, Ricci A, Chiatti L, Voglino N, Pofi E. Retears of postoperative knee meniscus: findings on magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance arthrography (MRA) by using low and high field magnets. *Skeletal Radiol* 2009;38:149-56.
22. Lee SY, Jee WH, Kim JM. Radial tear of the medial meniscal root: reliability and accuracy of MRI for diagnosis. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:81-5.
23. Marzo JM, Kumar BA. Primary repair of medial meniscal avulsions: 2 case studies. *Am J Sports Med* 2007;35:1380-3.