

Medial Meniscus Posterior Root Tear

내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 진단과 최신 지견

신영수 • 이대희* • 이현민† • 한승범[‡]

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실, *성균관대학교 의과대학 정형외과학교실, †고려대학교 의과대학 정형외과학교실

Diagnosis and Current Trends of Medial Meniscus Posterior Root Tear

Young-Soo Shin, M.D., Dae-Hee Lee, M.D.*, Hyun-Min Lee, M.D.†, and Seung-Beom Han, M.D.[‡]

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University School of Medicine,

*Department of Orthopaedic Surgery, Sungkyunkwan University School of Medicine,

†Department of Orthopaedic Surgery, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Medial meniscal root tears with extrusion result in the loss of transmission of circumferential hoop stresses, leading to significantly increased tibiofemoral contact pressure and changes in knee biomechanics and kinematics. Therefore, medial meniscal root tears have attracted attention in recent years with regard to their early diagnosis. With the remarkable development of magnetic resonance imaging and arthroscopy, early diagnosis of medial meniscal root tears is on the rise. This report includes diagnosis and current trends of medial meniscal root tears.

Key words: medial meniscus, root tear, magnetic resonance imaging

서론

초승달 모양의 섬유 연골 구조인 내측 반월연골판은 슬관절 접촉면의 일치성(congruity), 안정성, 충격 흡수와 고유 감각(proprioception)을 보존하는 데 필수적인 것으로 알려져 있다.^{1,2)} 내측 반월연골판은 슬관절의 굴곡과 신전 시 슬관절의 축 하중을 버팀대 응력(hoop stress)으로 전환할 수 있는 특별하게 만들어진 콜라겐 섬유(collagen fibers), 프로테오글라이칸(proteoglycans)과 당단백질(glycoproteins)의 교차 네트워크로 구성되어 있다.^{1,3)} 내측 반월연골판 후방 기시부의 파열은 연골판의 생역학과 운동학에 영향을 미치고 이로 인해 슬관절 내에 퇴행성 변화를 가속화시킨다. 또한 생역학적 연구에서도 내측 반월연골판 전절제술을 시행한

군과 내측 반월연골판 후방 기시부가 파열된 군 사이에 슬관절의 최대 접촉 응력을 비교한 결과 차이를 보이지 않았다고 보고한 바 있다.⁴⁾

내측 반월연골판의 후방 기시부는 두꺼운 부착부 인대로 손상받기 쉬운 부분으로 알려져 있고, 고령 환자에서 비교적 흔하고 반복적인 외상 혹은 퇴행성 변화로 발생한다. 내측 반월연골판의 후방 기시부 파열의 임상적 진단은 어려운 것으로 알려져 있지만, 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)과 관절경으로 진단의 민감도와 특이도가 향상되고 있다. 따라서 본 종설에서는 내측 반월연골판 후방 골 기시부 파열의 진단에 대한 최신 지견을 살펴보고자 한다.

본론

1. 내측 반월연골판 후방 기시부의 해부학

내측 반월연골판 후방 기시부는 연골판의 후각부를 뼈에 부착시키기 때문에 대퇴골에서 경골로 전해지는 부하가 원주 콜라겐 다

Received July 2, 2015 Revised July 24, 2015 Accepted July 27, 2015

Correspondence to: Seung-Beom Han, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Korea University Anam Hospital, 73 Incheon-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea

TEL: +82-2-920-5692 FAX: +82-2-924-2471 E-mail: oshan@korea.ac.kr

발의 늘어짐을 통해 충격 흡수 기능을 할 수 있게 해준다. 또한 원주 섬유에 의한 버팀테 응력의 분포는 상대적으로 관절 접촉면을 가로질러 축 하중을 전달하면서 과도한 부하 및 관절 연골의 파괴를 방지하는 데 도움을 준다.^{5,6)} 내측 반월연골판 전방 기시부는 경골 고평부에 간단한 평면 삽입부를 가지고 있는 반면, 내측 반월연골판 후방 기시부는 상대적으로 복잡한 3차원 삽입부를 가지고 있다.⁷⁾ 따라서 내측 연골판 후방 골 기시부의 특정 해부학에 대한 지식은 진단 및 치료에 있어 굉장히 중요하다 하겠다.

Johannsen 등⁷⁾은 내측 반월연골판 후방 기시부의 정량적인 경계를 밝혀 냈는데 내측 경골 윤기의 정점으로부터 대략 후방 9.6 mm와 외측 0.7 mm에 있다고 보고했다. 또한 내측 경골 고평부 관절 연골의 변곡점에서 외측으로 3.5 mm와 후방 십자인대 경골 부착부의 최고점으로부터 전방 8.2 mm에 위치한다고 하였다. 기존 연구에서 내측 연골판 후방 골 기시부의 전체 면적은 대략 47 mm²와 80 mm² 정도로 큰 차이를 보이고 있는데,^{5,8)} 이는 Ziegler 등⁹⁾이 언급한 내측 연골판 후각과 완전히 분리되어 있지 않고, 후방 골 기시부와 연속성을 유지하는 후방에 기반을 둔 보조 섬유인 ‘반짝 흰색 섬유(shiny white fibers)’ 때문인 것으로 보여진다. Johannsen 등⁷⁾도 후방 골 기시부의 가장 중심부 부착 면적이 평균 30.4 mm²였으나, 반짝 흰색 섬유를 포함시키면 부착 면적이 평균 77.7 mm²로 증가한다고 하였다. 따라서 기존 연구에서 내측 반월연골판 후방 기시부의 면적에 반짝 흰색 섬유를 포함시킨다면 내측 반월연골판 후방 기시부의 정확한 면적을 알지 못하게 될 수 있다고 하였다.

2. 내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 역학 및 병인

최근 내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 발생빈도는 이전에 관절경하 연골판 봉합술 혹은 제거술 시 보였던 약 10%~20%보다 훨씬 흔하다고 알려져 있고, MRI에서 내측 반월연골판 후방 기시부에 근접해 있는 횡파열은 대략 1/3 정도에서 진단되지 못하고 있는 실정이다.^{10,11)}

기존 연구에서 내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 위험 요인에 대해서 보고하였는데 증가된 나이, 여성, 증가된 체질량 지수와 감소된 스포츠 활동의 정도 등이 내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 높은 발생 빈도와 연관이 있다고 하였다.^{10,12)}

3. 생역학

내측 반월연골판 후방 기시부는 연골판의 버팀테 응력(hoop stress)을 유지하고, 연골판 돌출을 방지하는 데 필수적이라 하겠다.^{13,14)} Allaire 등⁴⁾은 내측 반월연골판 후방 기시부 파열이 정상적인 상태와 비교했을 때 내측 구획의 최대 접촉 응력을 25% 증가시킨다고 하였으며, Marzo와 Gurske-DePerio¹⁵⁾도 내측 반월연골판 후방 기시부 전열 시 접촉면이 급격히 감소하고, 최대 접촉 응력은 증가한다는 동일한 결과를 보고하였다. 또한 내측 반월연골

판 후방 기시부의 손상 시 경골의 외회전과 외측 전위가 증가되며, 이러한 변화는 궁극적으로 하지의 내반 정렬을 초래하게 된다.⁴⁾

4. 진단

1) 임상적 진단

내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 임상적 진단은 일반적으로 어려운 것으로 알려져 있다. 환자들은 내측 관절면의 통증, 종창 및 슬관절 굴곡의 소실 등을 호소하며, 연골판 손상에서 전형적으로 양성 반응을 보이는 McMurray 검사에서도 기계적 걸림 없이 양성소견을 보일 수 있고,¹⁶⁾ 내반 스트레스 검사는 내측 반월연골판 후방 기시부 전열의 임상적 진단에 유용하다. 또한 내반 스트레스 검사 시 환자의 내측 관절면을 촉진하면서 연골판의 돌출 소견을 확인할 수 있고, 스트레스를 주지 않은 상태에서는 연골판의 돌출 소견이 보이지 않게 된다.¹⁷⁾ 특히 중년 이후 아시아 인에서 통증을 동반한 터지는 느낌(popping sensation)이 단일 이벤트로 존재할 때 내측 반월연골판 후방 기시부 파열을 강하게 예측할 수 있는 것으로 알려져 있고, 이러한 임상적 사인이 있을 때에는 환자들의 연골마모 상태가 나쁘지 않음을 시사하기도 한다.¹⁸⁾ 관절경적인 방법으로는 검자를 이용한 후각부의 ‘리프트 오프(lift-off)’ 검사로 병변을 식별하는 데 도움을 줄 수 있다.

2) 자기공명영상 진단

내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 효과적인 이학적 검사의 부재로 인해 MRI가 내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 진단에 사용이 증가되고 있는 추세이다. 그러나 기존 연구에서 관절경적으로 확인된 내측 반월연골판 후방 기시부 파열 환자 67명을 대상으로 술 전 MRI 소견을 확인한 결과 72.9%에서만 양성 소견을 보였기 때문에 MRI의 정확한 진단에는 영상의 질과 방사선사의 숙련도가 많은 영향을 미친다고 할 수 있겠다.¹¹⁾

(1) 관상면(coronal plane) 영상: 측면 영상이 높은 민감도와 특이도를 제공하긴 하지만 일반적으로 내측 반월연골판 후방 기시부 파열 병변은 내측 경골부에 부착되어 있는 섬유연골 띠로서 연속된 두 개의 관상면 MRI 영상에서 가장 쉽게 관찰되며, 수직선형 결함(sign of truncation)으로 나타난다. 특히 T2-강조영상이 최대 특이도 및 민감도를 가지기 때문에 가장 좋은 영상으로 받아들여지고 있다.¹⁹⁾ 하지만 내측 반월연골판 후방 기시부 파열이 상대적으로 크기가 작을 때에는 파열을 진단하기 어려워 이차적으로 내측 반월연골판의 돌출은 후방 골 기시부 파열이 존재함을 강하게 시사한다 하겠다.²⁰⁾ 내측 반월연골판의 돌출은 경골 고평부 경계에 비하여 연골판의 부분 전위 혹은 완전 전위된 상태로 정의할 수 있다(Fig. 1). 기존 연구에 따르면 중간 관상면 영상에서 3 mm 이상의 돌출은 관절 연골 및 연골판의 변성을 초래하며 후방 골 기시부를 침범하는 연골판 파열과 크게 관련이 있다고 알려져 있

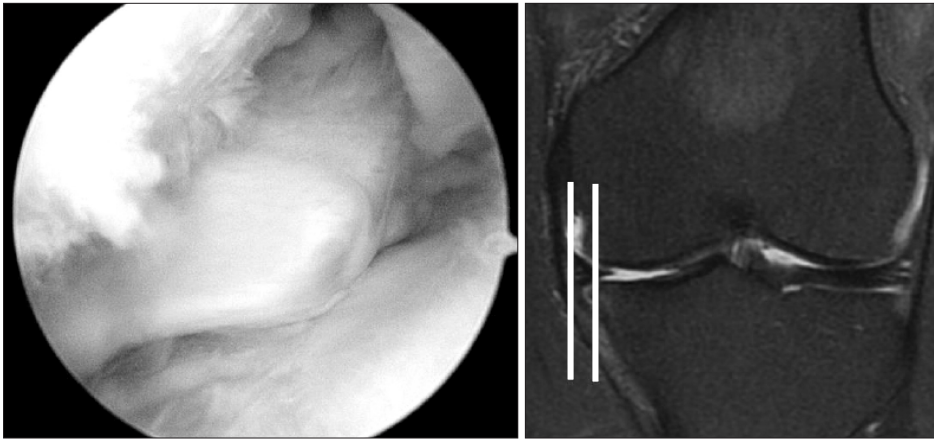


Figure 1. Coronal T2-weighted image showing medial meniscus extrusion with left arthroscopic panel.

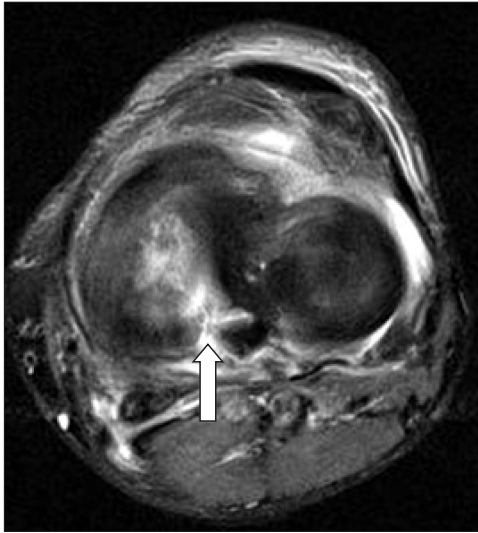


Figure 2. Axial image showing a high signal in the region of the posterior horn with a radial root tear (arrow).

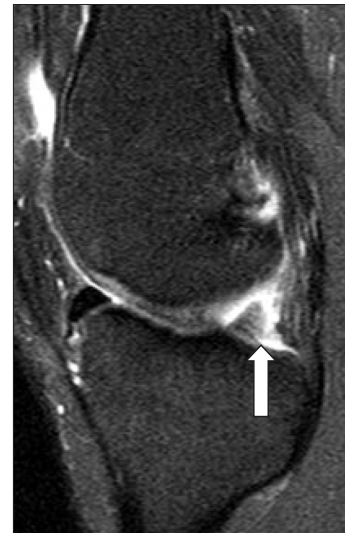


Figure 3. Sagittal image showing a ghost sign (arrow).

다.²¹⁾

(2) 측면(axial plane) 영상: 내측 반월연골판 후방 기시부 파열과 관련된 중요한 징후로는 측면 영상에서 발견되는 연골판 후방 골 기시부의 방사상 선형 결함이다(Fig. 2).²²⁾ 측면 영상은 연골판 후방 골 기시부 파열에 있어서 때로는 관상면 혹은 시상면 영상보다 진단이 잘 되는 것으로 알려져 있는데, 이는 횡파열의 방향이 반월상 연골판의 방향 축에 수직이기 때문이다.

(3) 시상면(sagittal plane) 영상: 내측 반월연골판 후방 기시부 파열과 관련된 또 다른 중요한 징후로는 시상면 영상에서 연골판 식별의 부재 및 정상적인 연골판의 저강도 신호가 고강도 신호로 전환된 고스트 사인(ghost sign)이라 하겠다. 고스트 사인은 내측 연골판 후방 골 기시부와 부분 변성을 가지는 후방 십자인대 사이에 단절된 간격을 나타낸다(Fig. 3). 또한 이러한 영상이 후방 십자인대 내측에서 관찰되는 이유는 내측 연골판 후각부의 경골 삽입부가 경골 고평부의 후방 과간 와(posterior intercondylar

fossa) 전내 중간 부위에 부착되어 있고, 후방 십자인대는 관절선에서 대략 1-1.5 cm 하방으로 과간 와(intercondylar fossa) 후외측 중간 부위에 부착되어 있기 때문이다.^{21,23)}

결론

내측 반월연골판 후방 기시부 파열을 가진 환자를 치료할 때 술자는 적절한 치료 방법을 선택하기 위해 중심주위 후각부 횡파열과 후방 골 기시부 파열을 구분해야만 하며, 이는 후방 골 기시부 파열보다 중심주위 후각부 횡파열에서 제한된 혈관 공급으로 인해 더 낮은 치유 결과를 보이기 때문인 것으로 알려져 있다.²⁾ 또한 내측 반월연골판 후방 기시부 파열은 흔히 내측 구획에 반월상 연골판 전절제술과 비슷한 결과를 초래하는 연골판 돌출을 야기하기 때문에 최근에 알려진 다양한 임상적 진단 및 MRI 영상에서 관상면상 truncation sign, 측면상 선형결함, 시상면상 고스트

Table 1. Clinical Diagnosis and MRI Evaluation of Medial Meniscus Root Tears

Clinical diagnosis	MRI evaluation
Patients with posterior knee pain	Assess for meniscal extrusion >3 mm at level of the MCL Assess for ghost sign on sagittal MRI
Assess for effusion and painful flexion	Assess for vertical linear defects on coronal MRI Differentiate root tear from posterior horn radial tear Ascertainment for the presence of bony edema or insufficiency fractures of the ipsilateral knee

MRI, magnetic resonance imaging; MCL, medial collateral ligament.

사인을 종합적으로 이해하고 평가한다면 내측 반월연골관 후방 기시부 파열을 가진 환자에게 있어 정확한 조기 진단 및 치료에 많은 도움이 될 것이다(Table 1).

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

- Fithian DC, Kelly MA, Mow VC. Material properties and structure-function relationships in the menisci. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;252:19-31.
- Koenig JH, Ranawat AS, Umans HR, Difelice GS. Meniscal root tears: diagnosis and treatment. *Arthroscopy.* 2009;25:1025-32.
- Kopf S, Colvin AC, Muriuki M, Zhang X, Harner CD. Meniscal root suturing techniques: implications for root fixation. *Am J Sports Med.* 2011;39:2141-6.
- 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.
- Johnson DL, Swenson TM, Livesay GA, Aizawa H, Fu FH, Harner CD. Insertion-site anatomy of the human menisci: gross, arthroscopic, and topographical anatomy as a basis for meniscal transplantation. *Arthroscopy.* 1995;11:386-94.
- Jones AO, Houang MT, Low RS, Wood DG. Medial meniscus posterior root attachment injury and degeneration: MRI findings. *Australas Radiol.* 2006;50:306-13.
- Johannsen AM, Civitaresse DM, Padalecki JR, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *Am J Sports Med.* 2012;40:2342-7.
- Kohn D, Moreno B. Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: a morphological cadaveric study. *Arthroscopy.* 1995;11:96-103.
- Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, et al. Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2011;39:743-52.
- Bin SI, Kim JM, Shin SJ. Radial tears of the posterior horn of the medial meniscus. *Arthroscopy.* 2004;20:373-8.
- Ozkoc G, Circi 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.
- Hwang BY, Kim SJ, Lee SW, et al. Risk factors for medial meniscus posterior root tear. *Am J Sports Med.* 2012;40:1606-10.
- Griffith CJ, LaPrade RF, Fritts HM, Morgan PM. Posterior root avulsion fracture of the medial meniscus in an adolescent female patient with surgical reattachment. *Am J Sports Med.* 2008;36:789-92.
- Kim JH, Chung JH, Lee DH, Lee YS, Kim JR, Ryu KJ. Arthroscopic suture anchor repair versus pullout suture repair in posterior root tear of the medial meniscus: a prospective comparison study. *Arthroscopy.* 2011;27:1644-53.
- Marzo JM, Gurske-DePerio J. Effects of medial meniscus posterior horn avulsion and repair on tibiofemoral contact area and peak contact pressure with clinical implications. *Am J Sports Med.* 2009;37:124-9.
- 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.
- Seil R, Dück K, Pape D. A clinical sign to detect root avulsions of the posterior horn of the medial meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:2072-5.
- Bae JH, Paik NH, Park GW, et al. Predictive value of pain-

- ful popping for a posterior root tear of the medial meniscus in middle-aged to older Asian patients. *Arthroscopy*. 2013; 29:545-9.
19. 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.
20. Magee T. MR findings of meniscal extrusion correlated with arthroscopy. *J Magn Reson Imaging*. 2008;28:466-70.
21. Lerer DB, Umans HR, Hu MX, Jones MH. The role of meniscal root pathology and radial meniscal tear in medial meniscal extrusion. *Skeletal Radiol*. 2004;33:569-74.
22. Kim SB, Ha JK, Lee SW, et al. Medial meniscus root tear refixation: comparison of clinical, radiologic, and arthroscopic findings with medial meniscectomy. *Arthroscopy*. 2011;27:346-54.
23. Breitsenseher MJ, Trattinig S, Dobrocky I, et al. MR imaging of meniscal subluxation in the knee. *Acta Radiol*. 1997;38:876-9.

내측 반월연골판 후방 기시부 파열

내측 반월연골판 후방 기시부 파열의 진단과 최신 지견

신영수 • 이대희* • 이현민† • 한승범[✉]

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실, *성균관대학교 의과대학 정형외과학교실, †고려대학교 의과대학 정형외과학교실

돌출(extrusion)을 동반한 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열은 ‘원주 버팀테 응력(circumferential hoop stress)’ 전달의 소실을 가져오며 이로 인해 슬관절의 접촉 응력(contact pressure)이 증가하고, 생역학 및 운동학의 변화가 발생하게 된다. 따라서 최근 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열의 조기 진단에 관심이 집중되고 있으며, 자기공명영상과 관절경의 괄목할 만한 발전으로 조기 진단이 증가하고 있다. 본 중설에서는 내측 반월상 연골판 후방 골 기시부 파열의 진단에 대한 최신 지견을 살펴보고자 한다.

색인단어: 내측 반월상 연골판, 후방 골 기시부 파열, 자기공명영상

접수일 2015년 7월 2일 수정일 2015년 7월 24일 게재확정일 2015년 7월 27일

[✉]책임저자 한승범

02841, 서울시 성북구 인촌로 73, 고려대학교 안암병원 정형외과

TEL 02-920-5692, FAX 02-924-2471, E-mail oshan@korea.ac.kr