전방십자인대 건열 골절의 관절경적 치료: 성장판을 보존한 All-Inside 교량형 봉합술

박병문 · 이승환 · 양봉석[✉] · 김지현

광명성애병원 정형외과

Arthroscopic Treatment of an Anterior Cruciate Ligament Avulsion Fracture: Physeal-Sparing, All-Inside Suture Bridge Repair

Byeong-Mun Park, M.D., Seung-Hwan Lee, M.D., Bong-Seok Yang, M.D.[✉], and Ji-Hyeon Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gwangmyeong Sungae Hospital, Gwangmyeong, Korea

An anterior cruciate ligament (ACL) avulsion fracture is an uncommon injury that occurs predominantly in the pediatric and adolescent population. Accurate reduction and fixation of an avulsed fragment are necessary to restore and maintain the length of the ACL and normal knee biomechanics. Several techniques are available to repair an ACL avulsion fracture. On the other hand, treatment is controversial in skeletally immature patients due to risk of physeal injury. This paper reports a case of an ACL avulsed fracture in a skeletally immature patient treated with arthroscopic all-inside suture bridge repair, in which an excellent result and firm stability were obtained without physeal injury.

Key words: arthroscopy, anterior cruciate ligament, avulsion fractures, physeal sparing, suture bridge

전방십자인대 경골부 건열 골절은 1875년 Poncet¹⁾에 의해 처음 기술되었으며 주로 8-13세의 소아에서 주로 발생하며 이는 소아에서는 인대의 탄성력 및 강도가 상대적으로 골이나 골단판 보다 더 크기 때문에 슬관절의 전방십자인대 실질부의 파열보다는 경골극 부착부의 건열 골절이 주로 발생한다.^{2,3)} 전방십자인대 건열 골절은 Meyers와 McKeever⁴⁾에 의해 세 가지로 분류되었으며 골편의 전위 정도에 따라 제2형 일부 및 완전히 전위된 제3형에서는 수술적 치료가 필요하다. 이에 다양한 고정물을 이용한 수술적 치료 방법이 소개되었으며 관절경적 술기 및 기구의 발달로 다양한 관절경적 치료 방법 또한 소개되었다. 하지만 여러 수

술적 방법 중 전위된 골편을 성장판을 통과하여 고정하는 술식은 성장판 손상의 위험이 있으며 이에 따른 각변형 또는 하지 부동의 문제가 발생할 수 있다.⁵⁾ 이에 저자들은 수술적 치료가 필요한 전방십자인대 경골부 건열 골절이 있던 소아 환자에서 성장판 손상 없이 관절경적 교량형 봉합술을 시행하여 좋은 결과를 얻어 이를 보고하고자 한다.

증례보고

10세 남자로 자전거를 타고 가다 차량과 충돌하여 발생한 우측 슬관절 통증으로 내원하였으며 내원 당시 시행한 신체검사상 우측 슬관절의 심한 부종, 통증으로 인한 관절 운동 제한 및 슬관절 천자 검사상에 지방구가 포함된 혈관절증 소견을 보였으며 슬관절 천자 후 시행한 Lachman 검사에서 양성으로 나타나는 전방 불안정성 소견을 보였다. 단순 방사선 촬영, 컴퓨터 단층촬영 및 자기공명영상 검사상 전방십자인대 경골 부착 부위에서 골편

Received July 22, 2019 Revised September 8, 2019

Accepted October 10, 2019

[✉]Correspondence to: Bong-Seok Yang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gwangmyeong Sungae Hospital, 36 Digital-ro, Gwangmyeong 14241, Korea

TEL: +82-2-2680-7236 FAX: +82-2-2680-7755 E-mail: faridat80@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7001-4174>

의 앞쪽은 전위되었으나 골편 뒤쪽의 일부 접촉이 남아있는 Meyer-McKeever 제2형에 해당하는 전방십자인대 전열 골절이 확인되었다(Fig. 1). 골편 전위와 함께 신체검사상 전방 불안정성이 있어 수술적 치료를 계획하였다. 환자의 성장판이 열려있는 점을 고려하여 성장판 손상 없이 골편의 정복 및 고정이 가능하도록 봉합 나사못을 이용한 관절경적 비매듭형 교량형 봉합술을 계획

하였다. 수술 전 자기공명영상 검사상 골단의 두께를 측정해 성장판에 손상을 주지 않기 위해서는 길이 14 mm 이내의 고정물이 필요함을 확인하였다.

관절경 소견상 전위된 전방십자인대 경골 부착부의 전열 골편이 확인되었으며 동반 손상 소견은 없었다(Fig. 2). 골편과 경골 부착부 사이의 혈종을 제거하고 이후 탐색자를 이용하여 골편이

Figure 1. Preoperative magnetic resonance imaging shows a Meyer-McKeever type II avulsion fracture of the anterior cruciate ligament.

Figure 2. Arthroscopic finding shows an avulsion fracture of the anterior cruciate ligament and hematoma at the fracture site.

Figure 3. Intraoperative arthroscopic findings. (A) Sutures loaded from all suture anchors inserted posteromedial and posterolateral to the fracture margin are passed across through the anterior cruciate ligament. (B) Placement and tensioning of a knotless anchor anterior to the fracture margin to fix the suture limbs. (C, D) Anatomical reduction of the avulsed fragment is achieved.

정복 가능함을 확인하였다. 전내측 통로를 통하여 1.4 mm 직경의 연성 봉합 나사못(ICONIX 1; Stryker Endoscopy, San Jose, CA, USA)을 굴곡된 삽입 가이드를 이용하여 골편의 후외측에 삽입하였다. 동일한 방법으로 전외측 통로를 통하여 같은 직경의 연성 봉합 나사못을 골편의 후내측에 삽입하였다. 다음으로 봉합 갈고리(Linvatec, Largo, FL, USA)를 이용하여 두 가닥의 No. 0 polydioxanone (PDS; Ethicon, Somerville, NJ, USA)을 전방 십자인대의 골편 부착부에 인접하여 전내측에서 후외측 방향, 전외측에서 후내측 방향으로 각각 통과시켰다. 통과된 PDS를 이용하여 골편의 후내측 및 후외측에 삽입된 봉합 나사못에 부착된 봉합사를 shuttle relay 기법으로 십자인대를 통과하여 전내측 및 전외측 방향으로 통과시켰다. 전위된 견열 골편은 탐침자를 이용하여 정복을 시행하였고 K-강선을 삽입하여 정복을 유지

Figure 4. Illustration shows the final configuration of the all-inside suture bridge repair with posterior placement of all suture anchors posterior to the fragment and knotless anchors anterior to the fragment.

하였다. 후내측에서 전외측 방향으로 전방십자인대를 통과한 봉합 나사못의 봉합사는 정복된 골편의 전외측에 2.9 mm 직경의 생체흡수성 비매듭 봉합 나사못(2.9×12.5 mm, BioComposite PushLock Anchor; Arthrex, Naples, FL, USA)을 이용하여 교량형 봉합술을 시행하여 골편의 정복과 동시에 압박을 시행하였다. 동일한 방법으로 골편의 후외측에서 전내측으로 통과한 봉합사를 비매듭 봉합 나사못을 이용하여 고정하여 교량형 봉합술을 시행하였다(Fig. 3, 4). 슬관절의 신전과 굴곡을 반복하여 전방십자인대 견열 골편이 견고하게 고정되었음을 확인하였다.

수술 1주 후 전방십자인대 보조기 착용에 부분 체중부하를 시행하고 슬관절의 능동적 굴곡과 신전을 허용하였고 수술 6주 후 전 체중부하를 시행하였다. 수술 후 3개월에 시행한 신체검사상 Lachman 검사 음성 소견 및 슬관절 30도 굴곡 전방 부하 방사선 검사상 건측과 차이를 보이지 않았으며 임상적으로 특이 소견이 보이지 않아 달리기를 허용하였다. 수술 후 6개월에 시행한 자기공명영상 검사상 골편의 완전한 유합 및 삽입된 봉합 나사못이 성장판을 침범하지 않았음을 확인하였다(Fig. 5). 이후 수상 전 수준의 운동을 허용하였으며 수술 후 9개월에 수상 전과 동일한 수준의 운동 능력을 보임을 확인하였다. 수술 후 2년째 추시 시 단순 방사선 사진상 각변형, 하지 부동 등의 이상 소견은 보이지 않았으며 슬관절 운동범위는 건측과 동일하였다(Fig. 6).

고 찰

전위된 전방십자인대 경골극 견열 골절의 경우 보존적 치료를 시행할 경우 신전제한 또는 슬관절 불안정성의 위험이 있으며 오랜 슬관절 고정기간으로 인해 슬관절 운동 제한이 발생할 수 있다.⁶⁾ 최근에는 관절경 수술 술기의 발달로 수술적 필요가 필요한 Meyer-McKeever 제2형 일부 및 제3형의 불안정 견열 골절의 경우, 골편의 정확한 정복과 견고한 고정을 통해 좋은 결과들이

Figure 5. Coronal (A) and sagittal (B) planes of magnetic resonance imaging at six months after surgery show complete union of an avulsed fragment and no penetration of distal tip of suture anchors with an upper margin of physal plate.

Figure 6. (A) Plain radiographs at two years after surgery (right) show complete union of the avulsed fragment (arrow) compared to the preoperative radiographs (left). (B) Photographs show that the range of motion of the knee at the final follow-up is the same as that at the contralateral side.

보고되고 있다.⁷⁾ 하지만 경골극 전열 골절의 수술적 치료에 있어 다양한 고정물을 이용한 술기 중 성장판이 열려있는 소아의 경우에는 금속 나사못이나 K-강선, 경골 터널을 통하는 견인 봉합술에 사용되는 강선 또는 봉합사는 골단과 성장판을 통과하여 골편을 고정함에 따라 성장판 손상의 위험이 있다.^{5,7,8)}

이에 봉합 나사못을 이용하여 성장판을 통과하지 않고 전방십자인대 전열 골편을 고정하기 위한 고정법들이 보고되었다.^{2,3)} 하지만 기존의 봉합 나사못을 이용해 전열 골편을 고정한 방법들의 경우 해부학적 정복을 얻기 어렵다. 따라서 골편과 골절부의 접촉면적이 넓지 않고 또한 전방십자인대에 환형 결찰을 시행할 경우 인대 손상의 위험이 있으며 전위된 골편을 관통하여 봉합할 경우에는 골편의 분쇄가 발생하는 단점이 보고되었다.^{7,8)}

반면 전관절의 회전근개 봉합술에 널리 사용되는 교량형 봉합술의 경우에는 접촉면이 넓은 경우에도 정복된 골편의 압박과 함께 견고한 고정이 가능한 방법이다.^{9,10)} 이에 저자들은 십자인대의 결찰에 따른 인대의 허혈성 손상 및 골편 관통에 의한 골편 손상 위험을 낮추면서 성장판 손상의 위험 없이 골편을 골절부에 견고하게 고정하기 위해 봉합 나사못을 이용한 관절경적 교량형 봉합술을 적용하였다. 저자들이 사용한 교량형 봉합술은 골단의 두께보다 짧은 길이의 봉합 나사못을 사용하여 성장판을 침범하지 않도록 해 성장판에 손상을 주지 않도록 하였다. 봉합 나사못은 골절면의 후방 및 전방 내외측의 네 귀퉁이에 삽입하여 봉합사가 X-형태로 교차되어 골편과 골절면 전체를 압박하여 고정할 수 있었다. 또한 봉합사는 골편을 직접 관통하지 않아 골편이 분쇄되거나 손상될 위험이 없으며 골편과 전방십자인대 부착부 사이에 위치하여 봉합사에 의한 인대의 압박 없이 골편만을 압박

하여 십자인대의 허혈성 손상 위험을 최소화하였다. 사용된 봉합 나사못은 전방 통로를 통해 전방십자인대의 경골 부착부 후방에 일직선으로 삽입 시 도달의 어려움이 있어 25도 굴곡된 삽입 가이드를 통해 삽입 각도의 조절이 가능한 연성 봉합 나사못을 이용하여 45도 이상의 각도로 봉합 나사못이 삽입되어 충분한 인장 강도를 갖도록 하였다. 이때 비스듬히 삽입된 봉합 나사못은 직각으로 삽입 시 보다 성장판 침범의 위험을 낮추는 효과가 있다. 또한 골절면 전방 내외측에는 비매듭 봉합 나사못 사용으로 별도의 매듭을 만들 필요가 없어 술기가 간편하고 관절 운동 시 매듭에 의한 관절 연골의 손상이 발생하지 않는다. 하지만 이를 위해 반드시 수술 전에 촬영한 자기공명영상 또는 컴퓨터 단층촬영 검사상 골단의 두께를 측정하여 이보다 짧은 길이의 봉합 나사못을 사용하여 고정물이 어떤 각도로 삽입되더라도 성장판을 침범하지 않도록 주의를 기울여야 한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors appreciate Dr. Su-Keon Lee for reviewing the english abstract of this paper.

ORCID

Byeong-Mun Park, <https://orcid.org/0000-0001-9944-7117>
 Seung-Hwan Lee, <https://orcid.org/0000-0002-0432-3857>
 Bong-Seok Yang, <https://orcid.org/0000-0001-7001-4174>
 Ji-Hyeon Kim, <https://orcid.org/0000-0003-2830-7488>

REFERENCES

1. Poncet A. [Arrachement de l'épine du tibia à l'insertion du ligament croisé antérieur]. Bull Mem Soc Chir Paris. 1875;1:883-4. French.
2. Vega JR, Irribarra LA, Baar AK, Iñiguez M, Salgado M, Gana N. Arthroscopic fixation of displaced tibial eminence fractures: a new growth plate-sparing method. Arthroscopy. 2008;24:1239-43.
3. Hirschmann MT, Mayer RR, Kentsch A, Friederich NF. Physeal sparing arthroscopic fixation of displaced tibial eminence fractures: a new surgical technique. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009;17:741-7.
4. Meyers MH, McKee FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. J Bone Joint Surg Am. 1970;52:1677-84.
5. Mylle J, Reynders P, Broos P. Transepiphyseal fixation of anterior cruciate avulsion in a child. report of a complication and review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg. 1993;112:101-3.
6. Baxter MP, Wiley JJ. Fractures of the tibial spine in children. an evaluation of knee stability. J Bone Joint Surg Br. 1988;70:228-30.
7. Verdano MA, Pellegrini A, Lunini E, Tonino P, Ceccarelli F. Arthroscopic absorbable suture fixation for tibial spine fractures. Arthrosc Tech. 2013;3:e45-8.
8. Gamboa JT, Durrant BA, Pathare NP, Shin EC, Chen JL. Arthroscopic reduction of tibial spine avulsion: suture lever reduction technique. Arthrosc Tech. 2017;6:e121-6.
9. Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. Arthroscopy. 2006;22:1360.e1-5.
10. Boutsiadis A, Karataglis D, Agathangelidis F, Ditsios K, Papadopoulos P. Arthroscopic 4-point suture fixation of anterior cruciate ligament tibial avulsion fractures. Arthrosc Tech. 2014;3:e683-7.

전방십자인대 건열 골절의 관절경적 치료: 성장판을 보존한 All-Inside 교량형 봉합술

박병문 • 이승환 • 양봉석[✉] • 김지현

광명성애병원 정형외과

전방십자인대 건열 골절은 주로 소아 및 청소년기에 발생하는 드문 손상으로 전방십자인대의 길이를 유지하여 정상적인 슬관절의 기능을 보존하기 위해서 건열 골편의 정복 및 고정が必要하다. 이에 다양한 술기가 보고되었으나 성장판이 열려있는 소아에서의 성장판 손상의 위험으로 인해 치료 방법에 논란의 여지가 있다. 저자들은 성장판이 열려있는 소아의 전방십자인대 건열 골절에 봉합 나사못을 이용한 관절경적 교량형 봉합술을 시행하여 성장판의 손상 없이 견고한 고정 및 좋은 임상 결과를 얻어 이를 보고하고자 한다.

색인단어: 관절경, 전방십자인대, 건열 골절, 성장판 보존, 교량형 봉합술

접수일 2019년 7월 22일 수정일 2019년 9월 8일 게재확정일 2019년 10월 10일

[✉]책임저자 양봉석

14241, 광명시 디지털로 36, 광명성애병원 정형외과

TEL 02-2680-7236, FAX 02-2680-7755, E-mail faridat80@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7001-4174>