

한국 성인 십자인대와 슬개건의 형태 측정

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실, 연세대학교 의과대학 재활의학과교실*,
연세대학교 의과대학 해부학교실**

김동욱 · 노권재 · 유우경* · 정인혁**

— Abstract —

The Morphometric Study on Cruciate and Patellar Ligaments in Korean Adults

Dong Wook Kim, M.D., Kwon Jae Roh, M.D., Woo Kyung Yoo, M.D.* and In Hyuk Chung, M.D.**

Department of Orthopaedic, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea
Department of Rehabilitation, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea*
*Department of Anatomy, College of Medicine, Yonsei University**, Seoul, Korea*

In the endoscopic one-incision anterior cruciate ligament(ACL) reconstruction, placing the graft's tendon-bone interface flush with the intraarticular femoral tunnel results in frequent distal graft protrusion. On the contrary, we occasionally found that the intraarticular posterior cruciate ligament(PCL) length was longer than patellar tendon length and had a great difficulty in performing the endoscopic one-incision technique of PCL reconstruction. The purpose of this study is to get a certain guideline in the endoscopic one-incision technique of cruciate ligament reconstruction by measuring intraarticular distance of ACL, PCL and patellar tendon and by measuring distance between the insertion of pes anserinus and medial tibial plateau in 19 cadaveric knees.

The results were as follows ;

1. The average patellar tendon length was $36.2 \pm 4.7\text{mm}$ (range 24.7-45.0).
2. The average ACL length was $23.7 \pm 3.9\text{mm}$ (range 16.5-30.3).
3. The average PCL length was $32.7 \pm 3.8\text{mm}$ (range 25.4-41.0).
4. The average distance between the insertion of pes anserinus and medial tibial plateau was $38.3 \pm 5.4\text{mm}$ (range 27.2-53.6).

Clinical Relevance : Since Korean patellar tendon is shorter than Caucasian's and intraarticular distance of ACL is same as Caucasian's, graft-tunnel mismatch doesn't seem to be a major problem with the accurate technique of the endoscopic one-incision ACL reconstruction in Korean patients. It is possible to interfere with the pes anserinus if the length of the tibial tunnel is needed more than 44.8 mm. It is very difficult to perform an endoscopic one-incision PCL reconstruction if the length of patellar tendon is less than 35mm because intraarticular distance of PCL is sometimes longer than patellar tendon in such cases.

* 통신저자 : 김 동 욱

서울특별시 종로구 종로 6가 70번지

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실

서 론

전방십자인대 재건술이 1936년 Campbell¹⁾에 의해 처음으로 소개된 이래 많은 발전이 있었다.

최근에는 관절경을 통하여 슬개건을 이용하여 하나의 절개만으로 공여부골과 터널의 벌어짐(divergence)이나 슬개건의 끊어짐(shearing)을 줄이고, 더욱 정확히 공여부를 위치시킬 수 있게 되었다. 이는 결과적으로 수술 후 합병증을 줄이고 수술반흔이나 재활능력을 좋게 하였다^{5,13,16,17)}.

그러나 이와같은 발전에도 불구하고 아직도 많은 문제가 남아 있다. 항상 만족스러운 수술 결과를 얻기가 어렵다든가 기술적인 어려움이 있으며, 그외에도 등장점을 정확히 찾는 문제, 유도강선의 휨과 파손, 분기된 나사못 고정(divergent screw fixation)이 있으며 그중에서도 공여부와 구멍의 길이 차이에 의한 견고한 고정을 얻지 못하는 경우가 자주 발생한다¹³⁾. 따라서 저자는 시체 슬관절에서, 관절경을 통한 십자인대 재건술에 중요한 부위의 길이를 계측하여 수술에 참고가 되고자 하였다.

연구대상 및 방법

연구 대상으로는 학생 실습용 시체에서 떼어낸 슬관절 19쪽을 사용하였다. 왼쪽이 9쪽, 오른쪽이 10쪽이었다. 슬개건, 전방십자인대, 후방십자인대, 그리고 거위발(pes anserinus)의 경골 부착부로부터 관절면까지의 거리를 측정하였다. 슬관절 앞쪽에 U자형의 절개를 하여 경골극을 포함한 슬개건, 슬개골을 근위부로 올리고 무릎밑 윤활주름(ligamentum mucosum)과 무릎밑 지방체(infrapatella fat pad)를 제거하고 관절 내부를 노출시켰다. 뒤로 돌려 슬와부를 세로절개하여 혈관과 신경을 제거하고 근육을 분리한 후 관절낭을 절제하여 관절 내부를 노출시켰다. 슬관절의 내측과 외측의 구조물은 가능한 한 보존하여 슬관절의 비정상적인 운동성에 의한 측정상의 오차를 줄이는데 노력하였다.

슬개건은 십자인대 재건술에서와 같이 경골극과

슬개골을 포함하여 떼어낸 후 슬개건의 길이를 계측하였다(Fig. 1).

전방십자인대의 경우 슬관절 앞뒤쪽의 노출 부위를 통하여 경골과 대퇴골 부착부위에서 제거하였다. 대퇴골 부착부위는 관절경을 통한 재건술 시 유도강선이 삽입되는 위치, 즉 과간절흔(intercondylar notch)의 오른쪽은 11시, 왼쪽은 1시 방향에서 가장 뒷면의 앞쪽 7mm를 지정하여 이 지점에 #1 PDS를 묶은 작은 나사못을 삽입하였다(Fig. 2). 경골에

Fig. 1. After harvesting the central-third patellar tendon with patellar bone block and tibial bone block, measured the length of patellar tendon.

Fig. 2. After choosing the femoral site of ACL(anterior 7mm from the lateral intercondylar back wall at 11 o'clock position on the right knee and at 1 o'clock position on the left knee), inserted a small nail(arrow) tied with #1 PDS suture. LFC, lateral femoral condyle; MFC, medial femoral condyle; PCL, posterior cruciate ligament.

서는 전방십자인대 부착부위의 중심위치를 지정하여 약 50°로 슬관절을 굽힌 위치에서 이 지점에 긴장상태의 실을 위치시켜 기구(tonsil)로 잡은 후 나사못을 빼내어 나사못과 기구사이 실의 길이를 자로 측정하였다(Fig. 3).

후방십자인대의 경우 김과 민¹¹⁾이 소개한 관절경을 통한 재건술시 유도강선이 삽입되는 위치, 즉 대퇴골 과간절흔의 오른쪽은 1시, 왼쪽은 11시 방향에서 대퇴골 내측관절융기의 관절연골에서 6mm 근위부, 경골에서는 경골 관절 뒷면으로부터 15mm 원위부를 지정하여 약 50°로 무릎관절을 굽힌 위치에서 전방십자인대의 측정과 같은 방법으로 측정하였다(Fig. 4, Fig. 5).

그리고 거위발 경골 부착부위의 윗면으로부터 내측 관절선까지의 직선 거리를 측정하였다(Fig. 6).

Fig. 3. Using a tonsil, the suture was clamped flush at the center of tibial ACL origin and the suture was removed and measured with a ruler.

Fig. 4. After choosing the femoral site of PCL(6mm proximal to the margin of the articular cartilage of the medial femoral condyle at 1 o'clock position on the right knee and at 11 o'clock position on the left knee), inserted a small nail(arrow) tied with #1 PDS suture.

Fig. 5. Using a tonsil, the suture was clamped flush at the site of 15mm below the posterior articular edge of tibia and just lateral to the midline and the suture was removed and measured with a ruler.

Fig. 6. Using a ruler, ensured the distance between the upper margin of pes anserinus insertion and medial tibial plateau. P, pes anserinus.

결 과

슬개건은 슬개골의 하연으로부터 경골극에 부착하며 길이는 최소 24.7mm, 최고 45.0mm로 평균 36.2 ± 4.7 mm이었다(Table 1). 전방십자인대는 대퇴골 부착부에서 경골쪽으로 갈수록 직경이 커졌으며 길이는 16.5mm부터 30.3mm로 평균 23.7 ± 3.9 mm이었다(Table 1). 후방십자인대는 전방십자인대와는 정반대로 경골 부착부에서 대퇴골쪽으로 갈수록 직경이 커졌으며 길이는 최소 25.4mm, 최고 41.0mm로 평균 $32.7 \text{mm} \pm 3.8$ 이었다(Table 1). 거위발 경골 부착

Table 1. The lengths of patellar tendon, ACL, PCL and Distance between pes insertion and medial tibial plateau(DPM)

No.	Patellar tendon	ACL	PCL	DPM
1	24.7	16.6	27.0	27.4
2	29.5	20.5	30.0	41.5
3	32.0	18.2	30.0	33.0
4	32.0	18.0	31.0	34.0
5	33.7	20.6	34.4	35.6
6	34.0	22.6	34.8	39.6
7	34.2	24.0	30.0	38.8
8	36.0	19.3	25.4	37.2
9	36.4	24.5	31.0	36.0
10	37.0	26.2	32.1	37.5
11	37.4	26.0	31.2	35.3
12	37.6	25.9	33.6	40.0
13	38.0	26.6	32.0	53.6
14	38.0	24.8	32.7	39.0
15	38.1	24.4	33.1	35.2
15	40.0	28.5	35.8	46.3
16	40.0	28.5	35.8	46.3
17	41.7	27.2	38.5	37.3
18	41.8	26.3	41.0	41.8
19	45.0	30.3	37.5	39.2
Mean	36.2	23.7	32.7	38.3

부위의 윗면으로부터 내측 관절면까지의 거리는 27.2mm부터 53.6mm로 평균 38.3 ± 5.4 mm이었다 (Table 1).

고 찰

슬개건을 이용한 전방십자인대 재건술 시 두개의 절개를 통한 방법일 때에는 공여부와 터널 사이의 길이차이에서 오는 문제는 없다. 그러나 최근 한개의 절개를 통한 재건술이 보편화되면서 이 문제가 많이 부각되었다. 슬개건이 너무 긴 경우, 공여부와 터널의 길이차이로 공여건에 부착된 골이 경골의 터널 밖으로 나와 견고한 고정을 얻지 못하게 된다.

Hellet⁷⁾는 슬개건의 길이를 대개 5-6cm로 기술하고 있으며, Insall 등⁸⁾도 약 6cm로 적고 있다. Shaffer 등¹⁹⁾은 48.4 ± 6.0 mm(40mm-63mm)로 보고하고 있다. 저자들의 경우 36.2 ± 4.7 mm(24.7mm-45.0mm)로 측정되어 Caucasian에 비하여 짧은 것으로 나타났다.

전방십자인대의 경우 Kennedy 등¹⁰⁾은 10구의 시체 슬관절에서 측정하여 평균 39(37-41)mm, Girgis

등⁴⁾은 44쪽의 시체와 신선한 슬관절을 측정하여 38 ± 3.9 mm(30mm-48mm), Odensten과 Gillquist¹⁶⁾는 33구의 시체 슬관절에서 측정하여 31 ± 3 mm(25mm-35mm)로 보고하였다. Norwood와 Cross¹⁴⁾는 18쪽의 대퇴부 절단으로 인한 신선한 슬관절의 연구를 통하여 가장 짧은 후외측 부분의 길이는 18mm이었으며, 어느 부위(bundle)를 측정하느냐에 따라 길이에 차이가 있음을 보고하였다. Noyes 등¹⁵⁾은 6쪽의 신선한 슬관절에서 평균 26.9 ± 1.1 mm이었음을 보고하였다. 그러나 대부분의 교과서^{3,8,12,18)}에서 Girgis 등의 논문을 인용하여 38mm로 기술하고 있다. Shaffer 등¹⁹⁾은 33명의 환자에서 관절경을 통한 전방십자인대의 재건술을 시행하면서 공여건의 관절내 길이를 측정하여 26.3mm(21mm-33mm)임을 보고하였다. 저자들의 경우 Sidles 등²⁰⁾의 주장, 즉 대퇴부착부의 후상방에서 경골부착부의 중심까지의 길이는 무릎관절 0°-110° 운동시 거의 등장성을 유지한다는 것을 근거로, 연구방법에서 서술한 두 지점 사이의 길이를 측정하여 평균 23.7 ± 3.9 mm의 결과를 얻었다. 이는 측정 방법을 고려할 때 전방십자인대 재건술에서 공

여건의 관절내 길이를 나타낸다. Shaffer 등¹⁹의 경우에는 패임성형술(notchplasty) 후에 측정된 것으로 이를 감안하면 저자들의 결과와 큰 차이가 없을 것으로 생각한다. 그러므로 Norwood와 Cross¹⁴의 주장대로 전방십자인대의 어느 부분을 측정하느냐에 따라 오차가 생길 것이고, 여러 저자들^{4,10,16}이 보고한 전방십자인대의 길이보다는 실제 수술에서 공여건의 관절내 길이는 짧은 것으로 판단된다. Shaffer 등¹⁹은 슬개건의 길이가 50mm 이상인 경우 공여건과 터널의 길이차이가 주로 발생한다고 주장하였다. 패임성형술을 고려하면 저자들과 Shaffer 등¹⁹의 공여건의 관절내 길이는 큰 차이가 없으며, 저자들의 경우 슬개건의 길이는 평균 36.1±4.7mm로 서구인에 비하여 1cm 이상 짧으며, 50mm 이상인 경우가 하나도 없었기 때문에 정확한 수술 수기로 재건술을 시행하면 슬개건이 길어서 공여건과 터널의 길이차이는 발생하지 않을 것으로 생각된다. 즉, 이 길이차이가 발생하는 것은 대퇴골의 터널을 너무 앞쪽으로 뚫었든지, 경골 터널을 너무 앞쪽에 뚫었든지, 경골 터널을 경골 고정부(Plateau)와 너무 완만한 각도로 뚫어서 길이가 짧다든지하는 수술 수기 상의 문제가 주된 원인으로 판단된다.

후방십자인대는 전방십자인대에 비하여 별로 문헌에 나와있지 않으나 최근 수년 사이에 관심이 증가하고 있다. Girgis 등⁴은 평균 38.1mm(30mm-45mm)로 보고하였고, 대부분의 교과서^{3,8,12,18}도 38mm로 기술하고 있다. 후방십자인대의 대퇴부착부의 등장점에 대하여 아직도 많은 논란이 있다. Welsh²는 후방십자인대는 슬관절의 모든 운동각도에서 긴장상태하에 같은 길이를 유지한다고 주장하였다. 그러나 Grood 등⁶에 의해 슬관절의 운동각도에 따라 일정한 길이를 유지하는 것은 후방십자인대의 어느 부분도 없음을 밝히면서, 슬관절 운동 시 후방십자인대의 등장성을 유지하는 결정 요인이 대퇴부착부임을 주장하였다. 즉, 회전 중심부의 전상방 지점을 후방십자인대 재건술 시 대퇴부착부로 하였을 때, 완전히 등장성이 있지는 않지만 등장점에 가까운 곳으로, 공여건에 긴장을 최소로 할 수 있다고 하였다. Edward 등²도 같은 주장을 하면서 그래도 40°-60°의 무릎관절 굽힌 상태에서 가장 길고, 최대로 굽혔을 때 가장 짧아진다고 하였다. 저자들은 김과 민¹¹의 수술 수기에서 지정한 후방십자인대의 대퇴골과

경골부착부, 두 지점 사이의 거리를 측정하여 평균 32.7±3.8mm(25.4mm-41.0mm)의 결과를 얻었다. 이 수치는 하나의 절개를 이용한 후방십자인대의 관절경적 재건술 시 공여건의 관절내 길이를 나타낸다. 이를 측정된 슬개건과 비교해 볼 때 슬개건의 길이가 35mm보다 짧은 경우 공여건의 관절내 길이가 슬개건의 길이보다 긴 경우가 많이 있다(7례중 4례). 따라서 이 때에는 경골부착부를 근위부로 이동시키거나, 두개의 절개를 이용하여 대퇴골 구멍의 각도를 조절하여 공여부가 대퇴골 구멍의 관절내 입구에서 꺾임을 최대한 방지하여 공여건이 짧아서 생기는 문제를 배제하여야 할 것으로 생각된다.

거위발(pes anserinus)은 봉공근(sartorius m.), 박근(gracilis m.), 반건양근(semi-tendinosus m.)의 세 근육이 합쳐지면서 근위 경골의 내측에 부착하는 부위를 일컫는다. 슬관절의 일차적인 굴곡운동에 작용하며, 이차적으로 경골의 내측회전에 관여한다. 또한 슬관절의 외측회전과 외반력에 길항작용도 함께 있다. 이 연구에서 거위발의 경골부착부로부터 경골 관절면까지의 거리를 측정한 이유는 전방십자인대 재건술 시 경골의 구멍을 길게하기 위하여 근위 경골의 너무 낮은 위치에서 터널을 뚫기 시작하면 거위발에 손상을 주어 동통의 원인이 될 수 있기 때문이다.

Kenna 등⁹은 경골의 길이가 55mm 이상이면 거위발에 손상을 줄 수 있다고 하였다. 저자들의 경우 거위발의 부착부가 경골의 관절면으로 부터 평균 38.3±5.4mm 원위부에 부착하였다. 전방십자인대의 경골부착부의 중간 지점은 Girgis 등⁴에 의하면 경골 관절면의 앞쪽으로 부터 30mm 뒤쪽이라 하였다. 경골 구멍의 경사를 고려할 때 유도강선은 거위발 부착부보다는 5mm 위쪽에서 위치해야 하므로 $30^2 + 33.3^2 = 44.82^2$, 즉 경골 구멍이 44.8mm 이상이 필요한 경우에는 -외국문헌의 계측치와 함께 계산한 것으로 약간의 오차가 있을 수 있으나 거위발 부착부에 손상을 줄 수 있으므로 이것을 고려하면 재건술을 시행하여야 할 것으로 생각한다.

결 론

저자는 시체 슬관절 19쪽의 해부를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 슬개건의 길이는 평균 36.2 ± 4.7 mm이었으며, 최고 45.0mm로 측정되었다.
2. 전방십자인대의 길이는 평균 23.7 ± 3.9 mm (16.5mm-30.3mm)이었다.
3. 후방십자인대의 길이는 평균 32.7 ± 3.8 mm (25.4mm-41.0mm)이었다.
4. 거위발 경골 부착부의 윗면으로부터 내측 관절면까지의 거리는 평균 38.3 ± 5.4 mm (27.2mm-53.6mm)이었다.
5. 임상적용으로 슬개건의 길이는 Caucasian에 비해 짧고 전방십자인대 재건술시 관절내 길이는 Caucasian과 유사하므로 수술 수기를 정확히 하면 공여부와 터널사이의 길이차이에 의한 문제점은 배제할 수 있을 것으로 생각한다. 또한 경골 구멍이 44.8mm 이상이 필요할 경우 경골 터널의 시작 부위가 너무 아래로 내려가 거위발의 경골 부착부에 손상을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 후방십자인대 재건술시 슬개건의 길이가 35mm 이하인 경우에는 후방십자인대의 관절내 길이가 슬개건의 길이보다 긴 경우가 많이 있으므로 하나의 절개를 통한 관절경적 재건술이 쉽지 않을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 1) **Campbell WC** : Repair of the ligaments of the knee. *Surg Gynecol Obstet*, 62:964, 1936.
- 2) **Edwards RG, Lafferty JF and Lange KO** : Ligament strain in the human knee. *J Basic Eng*, 92:131-136, 1970.
- 3) **Feagin JA** : The cruciate ligaments. 1st ed. *New York, Churchill Livingstone Inc*, : 182-184, 1988.
- 4) **Girgis FG, Marshall JL and Al Monajem ARS** : The cruciate ligaments of the knee joint : anatomical, functional, and experimental analysis. *Clin Orthop*, 106:216-231, 1975.
- 5) **Good L, Odensten M and Gillquist J** : Precision in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand*, 58:658-661, 1987.
- 6) **Grood ES, Hefzy MS and Lindinfield TN** : Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. *Am J Sports Med*, 17:197-207, 1989.
- 7) **Helfet AJ** : The management of internal derangements of the knee. *Philadelphia, JB Lippincott*, 1965 (cited from Larson RL and Grana WA ed. The knee. 1st ed. Philadelphia, WB Saunder Co;19-20, 1993).
- 8) **Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA and Aglietti P** : Surgery of the knee. 2nd ed. *New York, Churchill Livingstone Inc* : 3-10, 1993.
- 9) **Kenna B, Simon TM, Jackson DW and Kurzweil PR** : Endoscopic ACL reconstruction : A technical note on tunnel length for interference fixation. *Arthroscopy*, 9:228-230, 1993.
- 10) **Kennedy JC, Weinberg HW and Wilson AS** : The anatomy and function of the anterior cruciate ligament : as determined by clinical and morphological studies. *J Bone and Joint Surg*, 56-A:223-225, 1974.
- 11) **Kim SJ and Min BH** : Arthroscopic Intraarticular interference screw technique of posterior cruciate ligament reconstruction : One-incision technique. *Arthroscopy*, 10:319-323, 1994.
- 12) **Karson RL and Grana WA** : The knee. 1st ed. Philadelphia, *WB Saunders Co* : 36-41, 1993.
- 13) **Meade TD and Dickson TB** : Technical pitfalls of single incision arthroscopic-assisted ACL ligament reconstruction. *Am J Arthrosc*, 2:86-98, 1992.
- 14) **Norwood LA and Cross MJ** : anterior cruciate ligament : functional anatomy of its bundles in rotary instabilities. *Am J Sports Med*, 7:23-26, 1979.
- 15) **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF and Hefzy MS** : Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstructions. *J Bone and Joint Surg*, 66-A:344-352, 1984.
- 16) **Odensten M and Gillquist J** : Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone and Joint Surg*, 67-A:257-262, 1985.
- 17) **Odensten M and Gillquist J** : A modified technique for anterior cruciate ligament(ACL) surgery using a new drill guide for isometric positioning of the ACL. *Clin Orthop*, 213:154-158, 1986.
- 18) **Scott WN** : The Knee. 1st ed. *St. Louis, Mosby*:26-32, 1994.
- 19) **Shaffer B, Gow W and Tibone JE** : Graft-tunnel mismatch in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction : A new technique of intraarticular measurement and modified graft harvesting. *Arthroscopy*, 9:633-646, 1993.
- 20) **Sidles JA, Larson RV, Carbini JL, Downey DJ and Matsen FA** : Ligament length relationships in the moving knee. *J Orthop Res*, 6:593-610, 1988.
- 21) **Welsh RP** : Knee joint structure and function. *Clin Orthop*, 147:7-14, 1980.