

전방 십자 인대 재건술시 대퇴 터널의 위치에 대한 방사선학적 평가

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

정현기 · 최충혁 · 이중학

Radiographic Evaluation of Femoral Tunnel Placement During ACL Reconstruction

Hyun Kee Chung, M.D., Choong Hyeok Choi, M.D., Joong Hak Lee, M.D.

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

ABSTRACT : The isometric position for the graft is important in the anterior cruciate ligament reconstruction surgery. It is well known that the femoral position is more critical than tibial side. But, there is few deciding method of proper graft position after the anterior cruciate ligament reconstruction surgery. So we planned to evaluate the ideal femoral isometric position with 6 adult cadavaric femurs and exact radiographs. After the insertion of femoral interference screw on ideal isometric position, we obtained roentgenograms of true lateral view and 10, 20, 30, 45 degree internal and external rotation views. Then we measured the shortest distance from the posterior cortical margin of lateral femoral condyle to posterior border of interference screw on the radiographs. We also measured true distance between posterior cortical margin of lateral femoral condyle to the posterior margin of femoral tunnel after cutting of distal femur.

Based on this study, we could not determine the permissible rotation degree of radiographs. But we concluded that if the distance between posterior cortical margin of lateral femoral condyle and posterior border of interference screw ranges 4.5 - 6.5mm on the lateral view, the femoral position is considered as a relatively ideal isometric good position.

Key Words : Femoral tunnel, ACL reconstruction

서 론

전방십자인대의 손상은 슬관절의 기능 장애를 초래하여 수술적 치료를 필요로 하는 주요 손상으로 점차 인식되어 가고 있으며 자가 혹은 동종 이식편을 사용한 관절내 재건

술로 전방십자인대손상으로 인해 초래되는 문제들을 해결하고자 시도되고 있다. 이와 더불어 최근 발달된 관절경술은 관절경을 이용한 전방십자인대 재건술시 수술 시야가 넓으며 이식편을 등장성 위치에 정확히 위치시킬 수 있으며 수술후 반흔이 적어 술후 관절 강직의 빈도가 낮고 조기 재활 치료가 가능하여 일반화되는 경향이 있다. 관절경적 전방십자인대 재건술 시기중 대퇴골에 이식편의 위치선정이 가장 중요하여 등장점에 고정하는 것이 강조되고 있다. 그러나 관절경 시야상에 등장점위치에 이상적으로 고

*통신저자 : 정 현 기
한양대학교 의과대학 정형외과학교실

*본 논문의 요지는 제3차 관절경학술대회에서 구연되었음.

정한 것으로 생각되었으나 술후 방사선 소견상 만족할 만한 위치에 놓이지 않는 경우도 발견되고 방사선 촬영시 회전 정도에 따른 대퇴 터널의 위치의 변화가 많을 것으로 사료되나 이에 대하여 언급한 문헌은 매우 드물어 대퇴골 터널에 대한 술후 방사선 촬영시 허용될 수 있는 회전범위와 적절한 대퇴 터널의 방사선학적 기준을 선정하고자 연구를 시행하였다.

재료 및 방법

성별과 연령을 알 수는 없었으나 성인으로 추정되는 사체 대퇴골 6개를 사용하였고, 좌, 우측 대퇴골이 각각 3개였으며 외형상 특별한 골 변형은 없었다.

대퇴 터널의 위치는 우측은 11시 방향에, 그리고 좌측은 1시 방향에 대퇴골 외과의 후방 피질면에서 7mm 전방에 7mm offset transtibial femoral guide(대퇴 도자)를 사

용하여 beath(도자)핀을 고정하고 9mm cannulated reamer(유관 확공기)로 도자핀을 따라 대퇴 터널을 형성하였고, 대퇴 터널에는 10mm 직경에 25mm 간섭나사못을 충분히 삽입하였다.

이렇게 준비된 대퇴골을 단순 방사선 촬영을 하기 위하여 전방십자인대의 대퇴골 부착부위로 사료되는 부위의 직하방에 그리고 원위 대퇴골 내과의 외과의 후면에 평행하도록 K-강선을 통과시킨 후 내측 및 외측 후방 대퇴골과가 일치되게 정측면 방사선 촬영을 하였고, 이후 대퇴골의 전면에서 전방십자인대의 대퇴골 부착부위로 사료되는 점을 향해 먼저 삽입한 K-강선에 수직방향으로 K-강선을 삽입하여 두 개의 K-강선이 교차점이 회전의 중심이로 기준하여 대퇴골을 각기 내회전 10° 20° 30° 45° (Fig. 1-A), 외회전 10° 20° 30° 45° (Fig. 1-B) 상태로 측면 방사선 촬영을 하였다. 거리 측정 방법은 방사선 사진상 대퇴골 외과의 후방 피질골면의 후방 경계선과 삽입되어 있는 간섭나

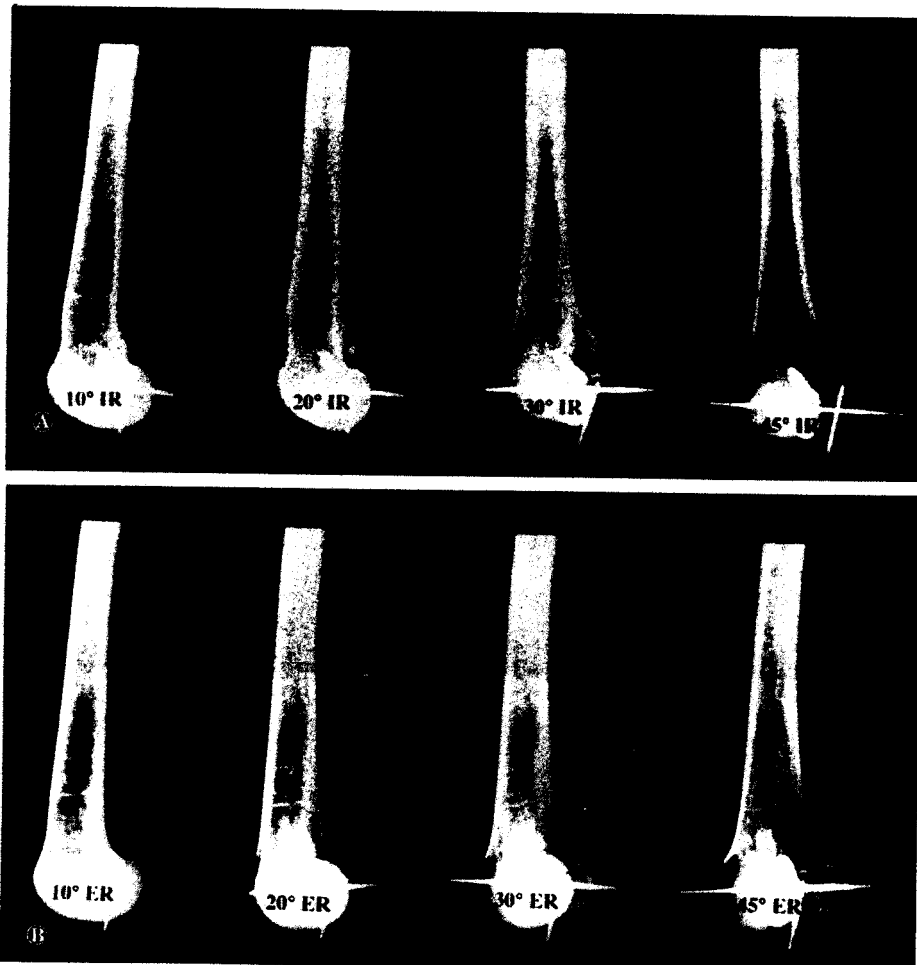


Fig. 1-A. Roentgenograms in internal rotation 10°, 20°, 30°, and 45° after the insertion of the femoral interference screw

B. Roentgenograms in external rotation 10°, 20°, 30°, and 45° after the insertion of the femoral interference screw

사뭇의 후면 사이의 최단 거리를 측정하였고(Fig. 2) 간섭 나사뭇을 제거후 대퇴골을 방사선학적 측정면과 일치되게 절단한 후 대퇴 터널의 후방 경계와 대퇴골 외과 후방 피질골의 후면사이의 최단 거리를 실측하였다.

이러한 측정방법에 대한 측정자 오류 정도(intraobserver reliability)를 검증하기 위하여 1개월의 간격으로 동일인이 2회측정을 실시하였고 또한 측정자간의 차이(interobserver reliability)를 검증하기 위하여 제 2 측정자가 측정하여 제 1측정자와의 측정 수치를 비교 검증하였으며 모든 통계적 처리는 SPSS의 paired samples t-test를 이용하여 검증하였다.

결 과

실제 대퇴골을 방사선 측정면과 일치되게 절단 후 측정 한 대퇴 터널의 후방 경계와 대퇴골 외과 후방 피질골의 후면사이의 최단거리는 평균 2.59mm(표준편차 0.68mm)로 측정되었다.

측면 단순 방사선 사진상, 간섭나사뭇과 대퇴골 외과 후방 피질골의 최단거리는, 정측면 사진상 평균 5.50mm였으며, 10°내회전시 평균 4.76mm, 20°내회전시 평균 3.87mm, 30°내회전시 평균 2.66mm, 45°내회전시 평균 0.91

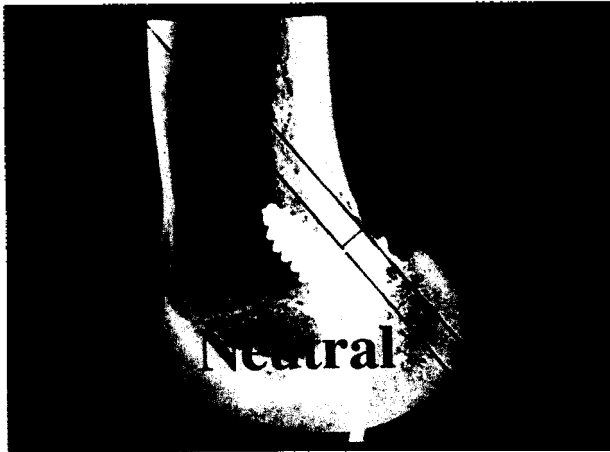


Fig. 2. The radiographic shortest distance between the over-the-top position and the femoral interference screw on the true lateral view.

Table 1. The thickness of the posterior wall decrease according to internal rotation of the femur

	Neutral	IR* 10°	IR* 20°	IR* 30°	IR* 45°
Mean	5.50	4.76	3.87	2.66	0.91
Max.	6.20	5.90	4.80	4.00	2.50
Min.	4.50	3.10	2.00	0.00	0.00

* Internal rotation

mm로 내회전의 정도가 증가할수록 점차로 거리가 감소하여 (Table 1), 수치상으로는 내회전시 30°시에 실측 거리와 유사한 수치를 나타내었으며 이러한 결과는 대퇴골 원위부의 해부학적인 형태에 의해 초래되어 지는 것으로 사료되었으며, 30°내회전시 1례에서 간섭나사뭇과 대퇴골 외과 후방 피질골간에 중복이 되었으며(Fig. 3), 45°내회전시 3례에서 중복된 방사선 소견을 보였다. 또한 외회전시에는 10°외회전시 평균 9.40mm, 20°외회전시 평균 11.6mm, 30°외회전시 평균 14.2mm, 45°외회전시 평균 18.6mm로 외회전이 증가할수록 최단 거리는 점차로 증가하는 양상을 보였고(Table 2) 측정의 오차도 커짐을 보여 주었다. 측정자 오류의 정도(p=0.555)와 측정자간의 측정오차는 통계적으로 의미가 없었으며(p=0.254), 실측거리 그리고 정측면 방사선 촬영상의 거리와 회전 정도에 따른 방사선 사진상 측정수치는 모든 방사선 사진상에서 통계적으로 paired samples t-test상 의미있는 차이가 있었다(p<0.05), 따라서 통계에 의한 회전 허용범위를 결정하기는 불가능하였다.

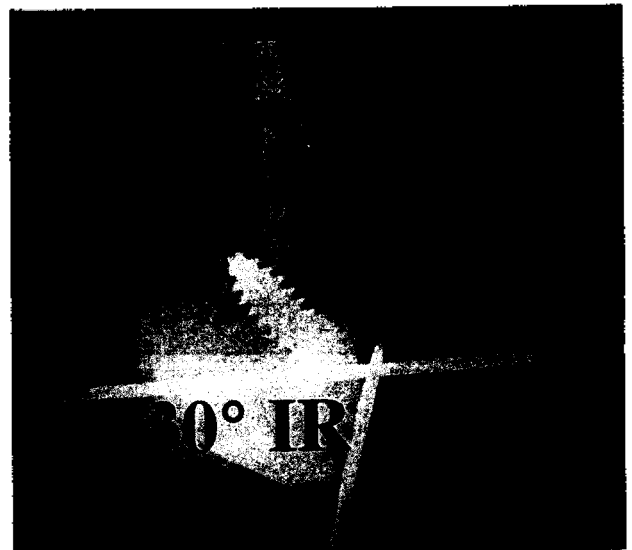


Fig. 3. The femoral interference screw was overlapped with the lateral femoral condyle on 30° external rotation view.

Table 2. The thickness of the posterior wall increase according to external rotation of the femur

	Neutral	ER* 10°	ER* 20°	ER* 30°	ER* 45°
Mean	5.50	9.40	11.6	14.2	18.6
Max.	6.20	13.0	15.3	18.0	25.0
Min.	4.50	8.00	8.00	11.0	14.0

* External rotation

고 찰

해부학적으로 전방십자인대는 단순한 선형이 아닌 골극 및 신전 위치에 따라 일부분은 긴장도가 증가하고 일부는 이완되는 복합적 형태의 3차원적 공간을 유지하는 인대이므로 전방 십자 인대는 대퇴골 어느 부위에도 완전한 등장점은 없어 정상과 완벽하게 일치하는 전방 십자 인대의 복원은 불가능한 것으로 알려져 있다^{5,12}. 따라서 완벽한 복원이 아닌 정상에 가까운 재건술을 이루기 위하여는 슬관절의 골극과 신전 운동시 이식물의 길이 변화가 적은 등장성이 유지되는 등장점에 터널을 만드는 것이 가장 중요하며¹³ 경골에서의 전방십자인대 부착부위보다는 대퇴골 부착부위의 등장점이 더욱 결정적인 역할을 한다고 하며¹⁴, 이러한 대퇴골 부착 부위에 대한 위치선정에는 여러 의견들이 있다. 전방십자인대의 대퇴골 부착 부위중 가장 등장점에 가까운 위치에 대하여 Galway와 McIntosh¹⁵ 그리고 Insall¹⁶ 등은 over-the-top 위치를 권한 바 있으나 over-the-top 위치는 슬관절 신전시에 길이의 증가나 긴장도가 증가하므로¹⁷ Odensten¹⁸은 대퇴골 부착 부위의 중심을, Hoogland와 Hillen¹⁹은 대퇴골 외과의 후상방에 대퇴 터널 형성을 주장한 바 있으나, Melhorn과 Henning²⁰은 방사선학적 연구에서 대퇴 터널 사용시에도 역시 길이 변화가 20%정도나 있어 외측 대퇴골과 후면에 고랑(trough)을 만드는 Modified over-the-top 위치가 가장 등장점에 가깝다고 주장한 바 있다. Penner²¹도 단순한 over-the-top 위치는 비등장점 위치이며 정상 전방 십자 인대의 길이 변화와 가장 유사한 등장점 위치로는 Modified over-the-top 위치나 대퇴 터널을 대퇴 외골과 후상방에 만들고 경골 부착부위를 전방십자인대 부착부의 전내방으로 선정하는 경우에 가장 등장점과 유사하다 하였다. 그러나 경골 부착부위를 전방으로 이동시에는 이식건과 대퇴과관절흔에 impingement(충돌)이 초래되는 것으로 알려져 있다. 이와같이 over-the-top 위치에 가까우나 이 위치보다는 약간 전방이 가장 적절한 등장점이 되는 것을 의미하는 연구결과가 많으나 골편을 고정시에 골편의 안정성을 위해서는 후방 피질골이 유지되어야만 하며 따라서 O'Donner와 Scerpella²² 그리고 안²³ 등은 측면상 대퇴 이식 골편은 후방 피질골은 침범되지 않고 후방 피질골로부터 2mm 이내에 존재하는 것을 주장한 바 있다. 그러나 수술 시야상 이상적인 등장점이라고 생각되는 부위에 골편을 고정하였다고 하여도 관절경의 투시각도가 평면은 아니며 실제 슬관절에서의 거리와 위치가 관절경의 시야과 다를 수도 있고, 관절경의 시야는 3차원 영상이지만 방사선 소견은 2차원적인 소견이므로 차이가 있을 수 있으며²⁴ 이로 인해 술후 방사선 소견상 만족할만한 위치에 고정되지 않는 경우도 있다. Bernard²⁵은 전방십자인대의 부

착부에 대한 방사선학적 연구를 보고한 바 있으나 전방십자인대 재건술은 전방십자인대의 위치에 복원하는 것이 아니라 등장점에 이식건을 고정하는 수술이므로 이러한 해부학적 위치의 방사선학적 소견과는 차이가 있다. 따라서 저자들은 대퇴 터널을 등장점에 형성한 후 대퇴 터널의 후방 경계와 대퇴골 외과 후방 피질골 후면사이의 실측한 거리와 정측면 및 내, 외회전 방사선 사진상 측정된 거리를 비교하여 단순 방사선 촬영시 대퇴 터널의 위치가 적절한지를 평가할 때 도움이 되는 지표를 연구하려 하였다. 그러나 본 연구에서 측정된 모든 수치가 내, 외회전 정도에 관계없이 실측된 수치와 통계적으로 유의한 차이가 있어 술 후 방사선 촬영시 허용될 수 있는 회전정도를 결정하지는 못하였으며, 내회전시에는 점차로 실측한 수치와 유사하여져, 30° 내회전시의 방사선 측정수치가 실측한 수치와 유사하여 수술 후 대퇴 터널의 위치를 파악하기 위하여 30° 내회전 방사선 촬영이 도움이 될 수는 있겠으나 재현성에 문제가 있을 것으로 사료되며, 또한 2례에서는 실제로는 후방 피질골이 유지되었으나, 방사선 소견상은 간섭나사못과 대퇴골 외과 후방 피질골이 중복되는 경우도 발견되기도 하여, 30° 내회전 방사선 촬영이 항상 도움이 될 수 있다고 단언하기 어려웠다. 또한 외회전 방사선 사진상에서는 실측거리와 차이가 많아 10° 외회전 증가시마다 평균 4.2mm의 증가를 보이며, 수치가 커지면서 방사선 사진상 측정시 오차도 많아 의미가 없는 것으로 사료되었다. 따라서 전방십자인대 재건술 후 방사선 사진상 대퇴골 등장점에 대퇴 터널이 정확한 위치에 선정되었는지를 평가하는데 결정적인 기준은 얻지는 못하였으며, 단지 정측면 방사선 사진상 4.5-6.5mm 정도로 측정되면 비교적 적절한 위치의 대퇴골 등장점선정으로 평가하는 것이 타당할 것으로 판단되었다.

이 연구의 제한점으로는 생체골과 사체골에 대한 차이가 있을 수 있으며, 방사선학적 확대 효과를 보정하지 못한 점이 있으며 실제 전방십자인대 재건술시 대퇴 터널에 골편을 삽입한 후 간섭나사못을 고정시 대퇴 터널내에서 골편의 위치 변화를 고려하지 못한 점과 임상적 결과가 반드시 방사선 사진상의 결과와 일치하지 않을 수 있다는 점이 있을 것으로 사료되었다.

결 론

저자들은 6개의 사체 대퇴골을 이용하여 전방십자인대의 대퇴 등장점에 대퇴 터널을 형성하고, 간섭나사못을 삽입한 후 측정된 정측면, 내회전 10° 20° 30° 45°, 외회전 10° 20° 30° 45° 측면 단순 방사선 사진을 촬영하여 측정된 방사선학적 연구결과는 다음과 같다.

1. 대퇴골의 내, 외회전 정도에 관계없이 모든 수치가 통계적 차이가 있어 전방십자인대 재건술후 대퇴 터널의 위치의 적절성에 대한 방사선학적 평가시 허용될 수 있는 회전정도를 결정하지는 못하였다.
2. 대퇴골의 30°내회전 방사선 사진에서 측정된 간격이 평균 2.66mm로 실제 대퇴골에서의 실측 거리인 평균 2.59mm 와 가장 유사하기는 하였지만 방사선 촬영시 내회전은 30°를 유지하는데는 재현성에 문제가 있을 것으로 사료되었다.
3. 외회전은 10°에서 평균 9.40mm 최단거리를 보였으며 이후 매 10°회전 증가시 약 4.2mm의 거리 증가를 보여 외회전은 의미를 둘 수 없었다.
4. 정측면 방사선 사진상 대퇴 외과 후방 피질골의 후경 계면과 대퇴 터널의 간격이 4.5-6.5mm정도라면 비교적 적절한 위치로 대퇴골 등장점이 선정되었다고 판정될 수 있을 것으로 사료되었다.

REFERENCES

1. 안진환, 권오수, 박병주 : 골-슬개관-골을 이용한 관절경적 전십자인대 재건술후 방사선학적 평가. *대한정형외과학회지*, 32:1314-1323, 1997.
2. Bernard M, Hertel P, Hornung H and Cierpinski Th : Femoral Insertion of the ACL. *Am J Knee Surg*, 10:14-22, 1997.
3. Friederich NF, et al : How important is isometric placement of cruciate ligament substitute? A. A. O. S. Scientific Exhibit; Accepted for Publication, *Acta Orthop Scand*, Supplementum, 1989.
4. Galway HR and MacIntosh DL : The lateral pivot shift: A symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop*, 147:45-50, 1980.
5. Hefzy MS, Grood ES and Noyes FR : Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. I. The anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 17:208, 1989.
6. Hoogland T and Hillen B : Intraarticular reconstruction of the anterior cruciate ligament: an experimental study of length changes in different ligament reconstruction. *Clin Orthop*, 185:197, 1984.
7. Insall JN, Joseph DM, Aglietti P : Bone-block ilio-tibial band transfer for anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg*, 63A:560-569, 1981.
8. Melhorn JM and Henning CE : The relationship of the femoral attachment site to the isometric tracking of the anterior cruciate ligament graft. *Am J Sports Med*, 15:539-542, 1987.
9. Odensten M and Gillquist J : Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg*, 67A:257-262, 1985.
10. O'Donnell JB and Scerpella TA : Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction: Modified technique and radiographic review. *Arthroscopy*, 11:577-584, 1995.
11. Penner DA, Daniel DM, Wood P and Mishra D : An in vitro study of anterior cruciate ligament graft fixation placement and isometry. *Am J Sports Med*, 16:238-243, 1988.
12. Sapega AA, Moyer RA, Schneck C, et al : Testing for isometry during reconstruction of the anterior cruciate ligament ; Anatomical and biomechanical consideration. *J Bone Joint Surg*, 72A:259-267, 1990.