

관절경하 전방십자인대 재건술 후 경골 터널 크기 변화

울지외과대학 정형외과학교실

이광원, 이병기, 류창수, 금덕섭, 최원식

Tibial Tunnel Enlargement following Arthroscopic ACL Reconstruction

Kwang-Won Lee, M.D., Byeong-Ki Lee, M.D., Chang-Soo Ryu, M.D.,
Teok-Seop Keum, M.D., Won-Sik Choy, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Eulji Medical College, Taejon, Korea.

ABSTRACT : We retrospectively evaluated the changes in the diameter of the tibial tunnel over time following the reconstruction of the anterior cruciate ligament with a bone-patella tendon-bone(BPTB) autograft(25 cases) and quadruple semitendinosus(ST) graft(27 cases) in 52 patients at one year postoperatively. The changes in the geometry of the bony tunnel were measured with radiography. The demensions at final follow up were correlated with the clinical results. An increased width of the tibial tunnel was noted in all cases. On the femoral side, however, no tunnel expansion was noted. In AP view, the average tibial tunnel enlargement in ST and BPTB graft groups were 1.30mm(13%) and 1.82mm(17%), respectively. In lateral view, the average tibial tunnel enlargement in ST and BPTB graft group was 1.30mm(13%) and 2.04mm(19%). The differences between two groups were not statistically significant, however, there was evidence of a borderline significance(P=0.0502). Although the tunnel enlargement does not appear to adversely affect the clinical outcome in the short term, the exact mechanism which are involved should be demonstrated. Furthermore histologic study is needed to evaluate graft replacements with emphasis on the graft-tunnel interface.

Key Words : Tibial tunnel enlargement, Arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament

서 론

교통사고 및 스포츠 손상의 증가로 전방십자인대 손상이 증가하고 있으며 슬관절의 불안정성과 이로 인한 슬관절의 퇴행성 변화 및 기능장애를 예방하기 위하여 여러 가지 방법의 전방십자인대 재건술이 시행되고 있다. 십자인대 재건술 시 사용되는 이식물로는 골-슬개건-골, 반양막근건, 반전양

근건, 박근건, 장경인대등의 자가 이식물 및 신선 동결 동종 골-슬개건-골이나 아킬레스건등이¹⁾ 이용되고 있다. 전방십자인대 재건술 후 발생하는 합병증으로는 골괴상에, 이식전 실개, 대퇴-슬개관절 동통, 신전거전의 장애, cyclops증후군²⁾등이 있으며 환자 추시기간중 단순 방사선상 이식건의 고정을 위해 대퇴골 및 경골에 만든 터널크기의 증가³⁾가 보고되고있다. 그러나 이 골터널의 크기가 증가하는 원인 및 임상적인 의의는 아직까지 불분명하나, 이식인대의 물리적 자극으로 인한 기계적 요소, 이식건의 생물학적 반응 및 활액에 의한 생리적 요소에 의한 가설로 설명되어지고 있다. 본 논문의 목적은 자가 골-슬개건-골 및 자가 반전양근건을 이용한 단축절개 관절경하 전방 십자인대 재건술을 시행받은

*통신저자 : 이 광 원
울지외과대학 정형외과학교실

*본 논문의 요지는 1997년 제 8차 대한 정형외과 스포츠의학회에서 구연되었음.

환자를 대상으로 경골 터널의 크기의 변화를 측정하고 터널 크기의 변화와 임상적 결과 및 이식물의 종류, 간섭나사의 위치 및 술 후 슬관절의 안정성 등과의 관련여부를 분석하는데 있다.

연구대상 및 방법

1995년 1월부터 1996년 8월까지 을지의과대학병원 정형외과에서 전방십자인대 손상 진단하에 자가 골-슬개건-골과 자가 반건양근건을 이용하여 관절경하 전방십자인대 재건술을 시행한 환자중, 1년이상 추시가 가능했던 52명(자가 골-슬개건-골 25명, 반건양근건 27명)을 대상으로 하였으며, 추시기간은 최단 12개월에서 최장 32개월로 평균 22개월 이었고, 통계학적 검증은 2-Tailed student t-test를 사용하였다. 52명의 환자중 남자가 34명, 여자가 18명이었고 연령 분포는 평균 28.5(16-66)세였다. 수상 원인으로서는 교통 사고가 28례, 스포츠 손상이 16례, 기타 8례였으며 동반 손상으로는 다른 인대 손상이 20례, 반월판 연골 손상이 10례, 골 타박상이 11례였다. 수술전후 평가 방법으로는 Lachman 검사, 전방 전위 검사, Pivot shift 검사등의 이학적 검사와, 단순방사선검사 및 자기공명영상을 시행하였고, 불안정성의 평가는 KT-2000 Arthrometer를 이용하여 side-to-side difference를 측정하였으며, 술후 평가로는 Lysholm 평가법¹⁰⁾을 이용하였다. 수술 방법으로는 52례 모두 관절경을 이용하여 수술 하였고 단측 절개술(single incision)을 이용하여 시행하였다. 사용된 이식건의 종류는 자가 반건양근건이 27례 자가 골-슬개건-골이 25례였으며, 자가 반건양근건의 경우 4결을 이용하였고, 대퇴골쪽은 EndoButton(Acuflex Microsurgical, Mansfield, MA)을 이용하여 고정하였으며, 자가 골-슬개건-골의 경우 2개의 간섭나사못(Linvatec Coporation, Largo, FL)을 이용하여 이식물을 고정하였고, 이식물의 평균직경은 자가 반건양

근건이 8mm, 자가 골-슬개건-골이 10mm 이었다. 수술 후 처치로서 술후 즉시 신전위에서 보조기를 착용시켰으며 대퇴사두근 근육의 등장성 운동과 하지직거상 운동을 시행하였고, 술후 1주째부터 목발을 사용한 완전 체중부하를 시행함과 동시에 점차 운동범위를 증가 시키면서 술후 4주이내에 0°-120°정도의 운동범위를 허용하면서 점진적으로 운동범위를 확대하였다. 경골 터널 크기 측정 방법은 술후 1년된 환자의 단순 방사선 슬관절 전, 후면 및 측면 사진을 이용, 0.1mm까지 측정 할 수 있는 계수자를 이용하여 2명이 각각 2회씩 독립적 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 측정 부위는 관절면 1cm 하방의 경화성 가장자리(sclerotic margin)의 가장 넓은 부위에서 측정 하였으며 실제 터널 크기는 확대인자를 통한 다음 공식을 이용 계산 하였다.

확대 인자 = 측정된 나사 지름/실제 나사의 지름

실제 터널 크기 = 확대 인자×방사선상 측정된 터널의 크기

경골 터널의 위치는 슬관절 방사선 전, 후면 사진상에서 내, 외측 편중 위치는 $D \times 100 / C$ (D:경골 내측연에서 터널 중앙 까지 거리, C:내, 외측방향의 경골 고령부 넓이)을 이용하여 구하였고 경골 터널의 측면 사진상 전, 후 편중 위치는 $CTT \times 100 / STD$ (CTT: 경골 전방연과 터널중심까지거리, STD: 내측 경골 고령부 횡단면상 길이, T: 골 터널 직경)을 이용하여 구하였다(Fig. 1, 2).

결 과

1. 대퇴골 터널의 1년 추시 방사선 사진상 모든 이식 골편(bone plug)의 유합소견을 볼 수 있었으며, 측정가능한 대퇴골 터널의 경우 크기 변화는 양측 환자들 모두 보이지 않았다.

2. 경골터널 크기의 변화는 모든 환자군에서 경골터널의 크기 증가가 있었으며 평균 크기 증가는 방사선 전후면 사진상에서는 반건양근건을 사용한 경우는 1.30(0-2.5)mm,

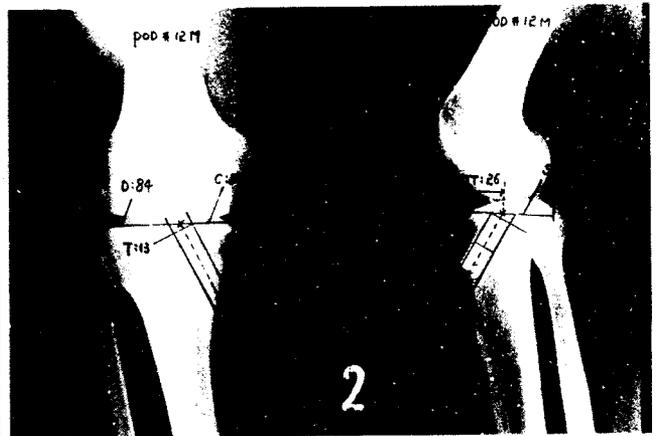
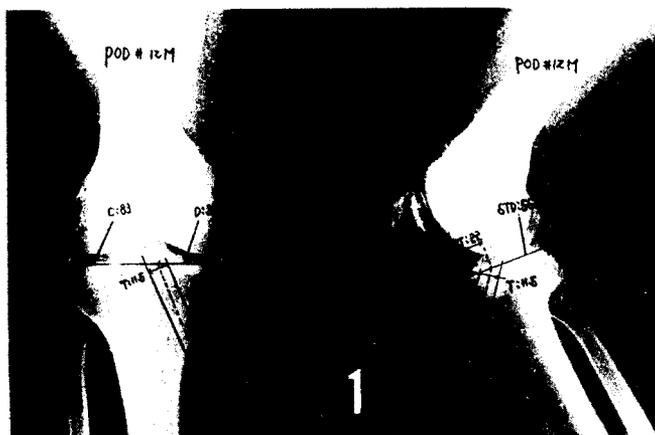


Fig. 1. Medio-lateral position of the tibial tunnel calculated on the anteroposterior view.

Fig. 2. Anterio-posterior position of the tibial tunnel calculated on the lateral view.

Table 1. Tibial tunnel enlargement in both groups

Group	ST(mm), %	BPTB(mm), %
X-ray		
AP View	1.30(0-2.5), 13	1.82(0-3.5), 17
LAT View	1.30(0-2.5), 13	2.04(-0.5-4.5), 19

(P=0.0502)

13%였으며 골-슬개건-골을 사용한 경우는 1.82(0-3.5)mm, 17%였다. 또한 측면사진상에서는 반건양근건을 사용한 경우는 1.30(0-2.5)mm, 13%였고 골-슬개건-골을 사용한 경우는 2.04(-0.5-4.5)mm, 19%였으며 두 군간의 통계적 유의성은 없었다(p=0.0502).

3. 경골터널 크기 증가와 술후 평가와의 상관관계는 골-슬개건-골을 사용한 군의 경우 평균 Lysholm score는 88 점으로, KT-2000(20N)을 이용한 이완성 검사상 2.78mm였으며, 반건양근건 군의 경우 평균 Lysholm score는 87 점 이었고 KT-2000 arthrometer 검사상 평균 2.75mm의 결과를 보여 유의하지 않았다(P>0.05).

고 찰

관절경을 이용한 전방십자인대 재건술은 환자의 조기 재활이 가능하고, 감염등의 합병증이 적지만 골극 구축, 이식건의 파열, 전방 슬관절 동통, 신전기전의 변화등이 보고되고있다^{10,11,14}. 또한 이들 환자들의 추시 방사선 사진 상 대퇴골 또는 경골의 골터널의 크기가 증가한다는 보고가 있다⁹. Indelicato 등¹⁰은 동종이식을 이용한 전방십자인대 재건술후 합병증으로 상기한 바와 같이 골극장애, 신전기전의 장애, 대퇴슬개관절 동통, 이식건의 이완 및 파열, cyclops증후군 및 방사선상의 골터널 증가 등이 올 수 있다고 보고하였다. Fukubayashi 등⁷도 인조인대를 이용한 전방십자인대 재건술후 경골 터널의 증가를 보고하였으며 cone, line, cavity type의 세가지 형태로 나누었고 그 중 cone type의 경우에서 골 해리(osteolysis)가 비교적 많이 관찰되었다고 보고하였으나 수술후 슬관절의 이완성과의 관계는 없다고 하였다. 또한 골흡수의 기전은 인조건에 의한 골 해리와 기계적 마찰로 설명하였고 Fahey 및 Indelicato 등⁹도 자가 슬개골 및 동종 골-슬개건-골을 이용한 재건술시 경골터널의 크기변화를 비교 하였는데, 술후 1년 추시후 측면 방사선 사진상 동종 이식물의 경우 1.2(-2.5-6.0)mm, 자가이식물의 경우 0.26mm의 크기변화가 있었다고 보고하였으며, 양 군간의 크기 변화에서 통계적 유의성이 있었다고 하였고, 술후 평가와 KT-1000 arthrometer를 이용한 슬관절 이완성에 대한 차이는 없었다고 보고 하였다. 또한 Linn 등¹⁵도 동종 아킬레스건을 이용, 전방 십자인대 재건술후 대퇴 및 경골터널 크기의 증가를

Table 2. Clinical outcome of tibial tunnel enlargement

Group	ST	BPTB
Method		
Lysholm score	87	88
KT-2000(20N)	2.75mm	2.78mm

(P>0.05)

관찰하였으며 골터널 크기의 증가는 비교적 초기에 일어나며 2년 이후에는 증가가 없다고 하였으나, 이 크기 증가와 임상증상을 비교하지 못하였고, Shino 등¹⁶은 동종건을 사용하여 전방십자인대 재건술후 6주, 2년의 방사선 사진 상에서 경골 및 대퇴골 터널의 크기의 증가를 볼 수 없었다고 하였으며, Jackson 등¹⁴과 Robert 등⁷도 동종 이식술후 터널 내의 낭종성 변화를 보고 하였다. 여러 연구를 통하여 관찰된 방사선상의 골터널 크기 증가에대한 명확한 원인은 불분명하나, 다음 두가지 즉, 이식건의 물리적 자극으로 인한 기계적 요소와 활액에 의한 생리적 요소를 생각할 수 있다. 기계적 인자로는 drill을 이용한 골터널 천공시의 주변 골조직의 괴사, 골편 및 간섭나사에 대한 골터널 근위부의 응력 방패 효과와 골터널 내에서의 골편의 기계적 움직임 등을 들 수 있고 생리적 요소로는 이식건에 대한 면역반응 및 이식건 거부반응과 이식건의 소독방법을 들 수 있다. 해부학적으로 정상 전방십자인대는 대퇴골과 경골 사이의 복합 구조물로 슬관절을 0도에서 140도 굴곡시 전방십자인대는 대퇴부에서 100도, 경골부에서 40도 회전하는데 반하여 이식건은 골터널을 통과하여 부착되므로 비록 이식물이 골터널 입구에서 생물학적 고정되어 있다 하더라도 골터널내에서 자유롭게 회전하므로 터널 입구의 모서리에 부딪히게 되고 골극, 신전시 이식건 및 골터널에 마모를 일으켜 터널 크기의 증가를 나타낼 수 있다. 따라서 Ishibashi 등¹¹도 경골 터널에 있어서 가능한 경골 조면 즉 관절 가까이에 이식건을 고정해야만 이식건의 안정성을 얻을 수 있다고 하였다. 즉 이식건의 골편이 해부학적인 위치에 고정되어야만 골편의 움직임이 적어 골터널 크기 증가가 적을 수 있다고 했으며, Shulte 등²⁰도 이식건의 종류에 따른 골터널 크기 변화에 대한 연구에 있어서 대퇴부에 해부학적으로 고정된 예 모두에서 골터널 크기 증가가 없었다고 보고 하였다. 저자들의 경우에도 대퇴골 터널 부위에서는 골터널의 크기의 증가를 볼 수 없었는데 이것은 골터널을 이식건의 골편이 거의 완전히 채우고 있고 이식건의 전부위는 관절내에만 위치하므로 건이 터널을 기계적으로 자극할 수 없기 때문에 터널의 증가가 일어날 수 없었다고 생각된다. 그러나 만약 대퇴골 터널에 고정된 이식건의 골편이 터널의 근위부로 깊숙히 들어가서 고정된다면 이식건에 의한 입구의 기계적 자극이 가능하므로 터널의 크기의 증가가 가능하리라 생각된다. 박 등¹²도 간섭나사의 위치가

대퇴 외측 피질골에 근접할수록 대퇴 터널 직경의 증가가 있었다고 보고한 바 있고, Fahey와 Indelicato⁹⁾, Linn 등¹⁰⁾은 터널의 크기의 증가와 임상 결과와는 관계가 없다고 하였다. 저자들의 경우에 있어서 추시 결과 통계학적인 의미는 없었으나 골-슬개건-골을 사용한 군에서 골 터널의 증가가 반건양근건을 사용한 경우보다 더 큰 것으로 나타났는데, 이는 골-슬개건-골의 경우 이식건이 골 터널 입구에서 비교적 자유롭게 움직일 수 있는데 반 하여 반건양근건의 경우 이식건이 골 터널내를 완전히 채움으로서 골 터널 입구에서의 움직임이 감소한 결과가 아닌가 사료되며, 비록 추시기간이 짧기는 하지만 슬관절의 안정성, Lysholm 점수 등 임상 결과와의 연관성은 발견할 수 없었다. 본 연구의 한계는 첫째로 슬관절 측면 사진에서 측정된 경골 터널의 직경과 실제 경골 터널의 직경과는, 방사선 사진상 확대를 제외하고도 차이가 있다. 왜냐하면 실제의 경골 터널은 방사선 빔에 대하여 수직이 아니기 때문이다. 따라서 경골 터널과 방사선 빔의 각도에 따라서 터널의 확대 또는 축소가 있을수 있다. 결국 오차를 줄이기 위해서는 컴퓨터 단층촬영을 이용한 3차원적 영상을 통한 재측이 필요하리라 사료된다. 둘째로 골터널 크기변화의 원인 규명을 위해서는 터널내의 이식건이나 구조물에대한 조직학적인 검증이 필요하며 이에대한 연구가 되어야 할 것으로 사료된다.

결 론

1995년 1월부터 1996년 8월 까지 본 정형외과학 교실에서 관절경하 전방십자인대 재건술을 시행한 환자중 1년 이상 추시가가능했던 52명 환자를 대상으로한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 즉 경골터널 크기의 증가에 대한 확실한 원인은 모르나 이 경골 터널의 크기의 증가와 슬후 평가 및 슬관절의 이완성과의 상관관계는 없는 것으로 사료 된다 ($P>0.05$). 그러나 장기간의 추시에 따른 결과를 조사하여 볼 필요가 있으며 터널과 이식물간의 조직학적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. 박승립, 김형수, 강준준, 이우형, 이승규, 정현기 : 관절경하 전방십자인대 재건술후 대 퇴 Tunnel 크기의 변화. *대한정형외과학회지*, 31:746-753, 1996.
2. Arnoczky SP, Warren RF and Ashlock MA : Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft. A experimental study. *J Bone Joint Surg*, 68-A:376-385, 1986.
3. Clancy WG : ACL reconstruction using one third of the patellar ligament augmented by extra-articular tendon transfer. *J Bone Joint Surg*, 64-

- A:352-359, 1982.
4. Curtis RJ, DeLee JC and Drez DJ : Reconstruction of the anterior cruciate ligament with freeze dried fascia lata allograft in dogs. A preliminary report. *Am J Sports Med*, 13:408-414, 1985.
5. Fahey M and Indelicato PA : Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am J Sports Med*, 22:410-414, 1994.
6. Friedlander GE, Strong DM and Sell KW : Studies on the antigenicity of bone. I. Freeze-dried and deep-frozen boen allografts in rabbits. *J Bone Joint Surg*, 58-A:854-858, 1976.
7. Fukubayashi T, Ikeda K, Fuykuoka S and Koide S : Tunnel osteolysis due to Gore-Tex prosthetic ligament. In: *Transactions of the 61st Annual Meeting of the American Academy of orthopaedic Surgences, New Orleans*, p 119, 1994.
8. Graf BK, Henry J, Rothenberg M and Vanderby R : Anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. *Am J Sports Med*, 22:131-135, 1994.
9. Indelicato PA, Bittlar Es and Prevot TJ : Clinical comparison of freeze dried and fresh frozen patellar tendon allografts for anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Am J Sports Med*, 18:335-342, 1990.
10. Indelicato PA, Linton RC and Huegel M : The results of fresh-frozen patellar tendon allografts for chronic anterior cruciate ligament deficiency of the knee. *Am J Sports Med*, 20:118-121, 1992.
11. Ishibashi Y, Kim HS, Rudy T, Fu FH and Woo SL-Y : The effect of the tibial fixation level on ACL reconstructed knee stability. *Arthroscopy*, 11:373, 1995.
12. Jackson DW, Grood ES and Arnoczky SPL : Freeze dried anterior cruciate ligament allografts. Preliminary studies in a goat model. *Am J Sports Med*, 15:295-303, 1990.
13. Jackson DW and Schaefer PK : Cyclops syndrome - Loss of extension following intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 6:171-178, 1990.
14. Jackson Dw, Windler GE and Simon TM : Intra-articular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patellar tendon-bone allografts in the reconstruction of the abterior cruciate ligament. *Am. J Sports Med*, 18:111, 1990.
15. Linn RM, Fischer DA and Smith JP : Achilles tendon allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 21:825-831, 1993.

16. Lysholm J and Guilloquist J : Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale, *Am J Sport Med*, 10:150-153, 1982
17. Roberts TS, Drez D and McCarthy W : Anterior cruciate ligament reconstruction using freeze-dried, ethylene oxide-sterilized, bone-patellar tendon-bone allografts. Two year results in thirty-six patients, *Am J Sports Med*, 19:35-41, 1991.
18. Rodrige JJ : Osteocartilaginous allografts as compared with autografts in the treatment of knee joint osteocartilaginous defects in dogs, *Clin Orthop*, 134:42, 1978.
19. Shino K, Kimura T and Hirose H: Reconstruction of the anterior cruciate ligament by allogenic tendon graft. An operation for chronic ligamentous insufficiency, *J Bone Joint Surg*, 68-B:672-681, 1984.
20. Schulte KR, Majewski M, Irrgang JJ, Fu FH and Harner CD : Radiographic tunnel changes following arthroscopic reconstruction: autograft versus allograft, *Arthroscopy*, 11:372, 1995.
21. Thorson E, Rodrige JJ and Vasseur P : Replacement of the anterior cruciate ligament. A comparison of autografts and allografts in dogs, *Acta Orthop Scand*, 60:555-560, 1989.