

## 관절강 내에서 모든 수술 과정을 시행하는 관절경적 전방십자인대 재건술

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 정형외과

정 화 재

### 서 론

전방십자인대 재건에 관한 기술과 지식 (art and science)은 1917년 Hey Grove<sup>8)</sup>가 처음으로 기술한 이래 많은 발전을 해왔다.

슬관절 손상의 병리 기전, 이식물의 생물학과 치유 (biology and healing)에 관해서는 이미 잘 알려져 있으며 이식물의 위치, 장력, 삽입과 고정 개념이 계속 발전해가고 있다.

전방십자인대 손상에 대한 진단 기술의 발전과 만성적 증상을 가진 환자에서 발생하는 관절 내의 병태에 관한 인식으로부터 전방십자인대 재건의 중요성이 인식되고 그에 관한 연구가 활발해져서 등척점 (isometric point), 충돌 (impingement) 등의 문제점들이 비교적 잘 이해되고 있으나 아직도 해결되지 않은 문제점들이 있다.

이 순간에도 이상적인 이식물의 선택에 관한 연구가 진행되고 새로운 고정 방법이 계속 개발되고 있다. 최근 동종 이식편이 필요에 따라 쓰여지고 있으나 자가 이식편의 사용이 일반적인 추세이고 현재 슬개골건, 반건양근건, 박진, 대퇴 사두건 등을 자가 이식 물로 이용하여 여러 가지 고정 방법으로 전방십자인대 재건술을 시행하고 있으나 아직도 수술 후 좋은 결과를 얻기에는 많은 문제점들이 있어 이런 문제점들을 해결할 수 있는 좀더 나은 기술과 이론이 요구되고 있다.

이에 저자는 외부에서 터널을 만들지 않고 관절경적으로 관절강 내에서 경골 및 대퇴골에 각각 하나씩 두 개의 구멍 (double socket)을 만들고 여기에 대퇴 사두건-슬개골 (central quadriceps tendon and a patella bone block)을 이식물로 고정하여 전방십자인대 재건을 하는 새로운 수술 방법에 대해 기술하고자 한다.

### 수술 시기

- 1) 환자를 앙와위로 하고 수술대의 다리 부분을 잡고 전내측 및 전 외측 창 (portals)을 통해 포괄적인 진단적 관절경 검사를 한다. 연골판 손상 등 동반 손상이 있으면 적절한 치료를 한 후 전방십자인대 밀동 (stump)을 제거하고 5mm 정도의 외측 대퇴골과 성형 (lateral wall plasty)을 하여 최상부 (over the top)가 잘 보이고 장차 이식물과 외측 대퇴골과 간에 충돌 (impingement)이 일어나지 않도록 한다.
- 2) 대퇴 구멍 (femoral socket) 만들기 : 전내측 창을 통해 슬관절을 120° 굴곡 시킨 상태에서 대퇴골 측 등척점을 찾아 표시를 하고 깃 달린 도자핀 (collared pin)을 표시한 등척점에 위치시킨 후 Tuber Harvester (Arthrex, Inc. Naples, FL)를 이 편을 따라 35mm 깊이까지 박아 넣은 후 360° 회전을 하여 해면 골이 잘 분리되게 하여 깨끗한 골주를 얻을 수 있고 동시에 10mm의 대퇴구멍을 뚫는다 (Fig. 1).

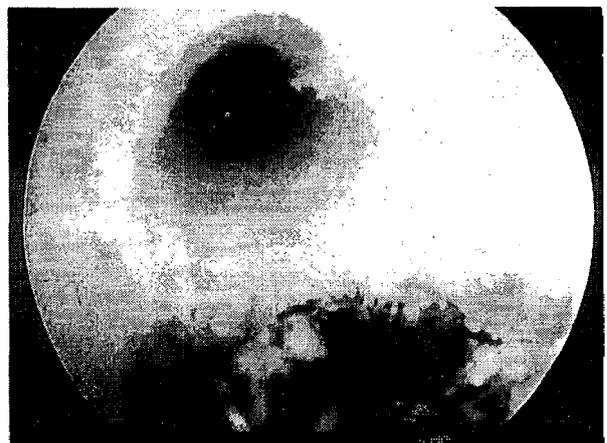


Fig. 1. Driver/Extractor is removed leaving clean socket.

\* 통신저자 : 정 화 재  
성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 정형외과

3) 사두고건 채취와 슬개골의 상 내측 창 만들기 : 슬개골의 상부극점(superior pole)에서 상방으로 3-5cm 피부 절개를 가한 후 슬개골편을 길이 20mm, 폭 10mm, 두께 7-8mm가 되도록 채취하고 골편을 들어올려 이 골편의 두께를 기준으로 하여 대퇴 사두고건의 중앙 부위에 폭 10mm의 사두고건을 위쪽으로 약 6-7cm까지 채취한다(Fig. 2). 이때 중간광근(vastus intermedius)이 2-3mm 두께로 남도록 주의하여야 한다. 만일 중간광근(vastus intermedius)이 천공되어 상부 슬개골낭(suprapatella pouch)과 통하게 되면, 관절경 시술 때 관절강이 팽창되지 않으므로, 반드시 꿰매어야 한다.

슬개골 상 내측의 창은 슬개골 내측 연과 내측사광근(vastus medius obliquus)의 근근막접촉면(musculofascial interface)중간 위치에 좌, 우측에 따라 각각 10시, 2시 방향에 만든다. 이것은 경골 측 구멍을 뚫고, 이식건을 관절강 내로 삽입하는 창이므로 내측사광근섬유(vastus medius obliquus fiber)를 분리(split)해서 적절한 크기로 만든다.

4) 사두고-슬개골이 얼어지면 슬개골 골편이 10mm의 구멍을 통과할 수 있도록 다듬고 반대편의 유리건(free tendon)은 1-0 PDS봉합사를 이용하여 긴장봉합(tensioning suture)을 해 둔다(Fig. 3).

5) 경골 측 구멍 만들기 : 경골 측 구멍은 전통적인 터널 방식과는 달리 관절강 내에서 만드는데 슬관절을 90° 굴곡 한 상태에서 상 내측 창을 통해 도자편을 삽

입하여 양측 경골 극 사이에 전방십자인대의 중앙 상 부착점(central sagittal attachment point)이 되는 후방 십자 인대 전연의 8mm 앞에 홈을 내고 깃달린 도자편을 이 홈에 위치시킨 후 후하방으로 25° 경사지게 대퇴구멍 만들 때와 같은 방법으로 깊이 25mm의 구멍을 만든다. 이때 얻은 골주는 슬개골 공여부의 절손 부위를 때우는데 사용한다(Fig. 4).

6) 이식건의 통과 및 고정(Graft passage and fixation) : 슬관절을 120° 굴곡 시키고 eyed Beath pin(Arthrex, Inc)을 전내측 창을 통해 삽입하여 대퇴 구멍의 중심에 위치시키고, 1-0 polydioxanone봉합사의 양쪽 끝 모두를 도자편의 눈에 꿰어 넣은 후, 판을 전진 시켜 대퇴골의 전 외측 피질골을 뚫고 장경인대(iliotibial tract) 상부에서 피부 밖으로 빼내면 관절강 내에 봉합사 고리(loop)가 만들어지는데 이것을 관절경 파악기(arthroscopic grasper)로 상 내측 창 밖으로 뽑아내고 여기에 준비된 이식건을 연결시키고 대퇴 외측에 뽑아 낸 봉합사 양끝을 당김으로써 이식건을 대퇴 외측으로 뽑아 낼 수 있다. 이식건의 슬개골편은 슬관절을 90° 굴곡 시킨 상태에서 flanged Graft Insert(Arthrex, Inc)를 이용하여 상 내측 창을 통하여 관절강 내로 넣고 건이 넉히지 않은(골이 노출된)면이 경골 측 구멍의 전내측에 오도록 구멍의 입구에 위치시킨 후 가볍게 치면서 삽입하여 methylene blue로 표시해둔 이식건의 슬개골-건 경계 부위가 경골 측 구멍의 입구와 수평이 되도록 삽입한 후 8-×20-mm간섭 나사못으로 고정한다(Fig. 5).

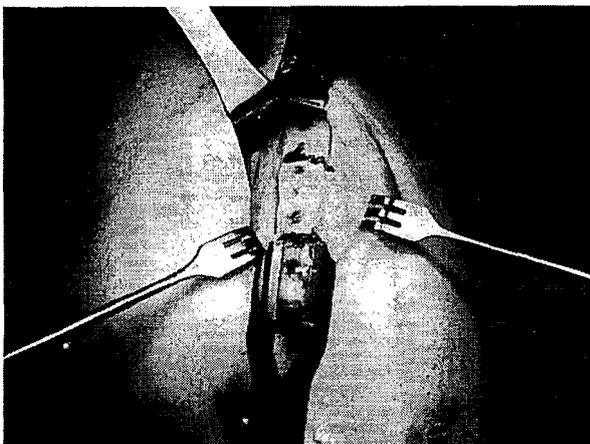


Fig. 2. Central Quadriceps tendon graft is harvested through a 3 to 5 cm incision beginning at the superior pole of the patella and extending proximally.

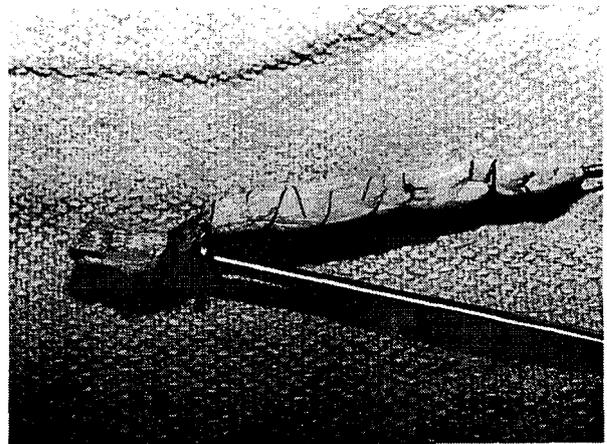


Fig. 3. Bunnell's suture in the free collagen graft end with the Graft Inserter in the superior patella bone plug.

이때 나사보호덮개(screw protection sheath)를 사용하여 대퇴골과(femoral condyle)와 이식건의 교원질부(collagen portion of the graft)를 보호 하도록 한다. 성공적으로 경골 축 고정이 끝나면 다시 슬관절을 120° 굴곡 시키고 긴장봉합(tensioning suture)을 당겨서 장력을 유지하면서 이식건의 유리건 쪽을 대퇴 구멍에 잘 위치시킨 다음 전방에 골주줄 끼워 넣고 간섭 나사못으로 고정시킨다(Fig. 6).

### 고 찰

전방십자인대는 슬관절의 안정에 중요한 기능을 하는 구조물로서 이 인대의 기능 부전은 그에 따르는 이차적인 슬관절 불안정과 연골이나半月상 연골 판 등의 손상을 유발시켜 퇴행성 관절염 등의 합병증을 초래하므로 이러한 합

병증을 줄이고 기능 회복을 위해서는 전방십자인대의 재건이 필요하다<sup>5,6</sup>.

전방십자인대 재건에 관한 기술과 지식(art and science)은 1917년 Hey Grove와 1918년 Smith가 처음으로 기술한 이래 현재는 관절경적 재건 등으로 눈부시게 발전이 되었으나 아직도 논란이 되고 있으며 어떠한 방법으로도 정상 슬관절로의 회복은 어렵지만 골-슬개전-골을 이용한 재건술이 보편화되어 최상의 표준 술식으로 받아들여지고 있다<sup>12</sup>.

최근 이러한 술식은 경골 축에 하나의 수술 창상을 내어 경골 및 대퇴골 축 터널을 만들고 이를 통해 골-슬개전-골을 간섭 나사못으로 고정하는 관절경적 하나의 터널 방법(one tunnel technique)으로 발전되어 널리 시행되고 있으며 이러한 술식은 대퇴외측 피부 절개가 필요 없고 대퇴골에 등착점을 더 쉽고 정확하게 위치시킬 수

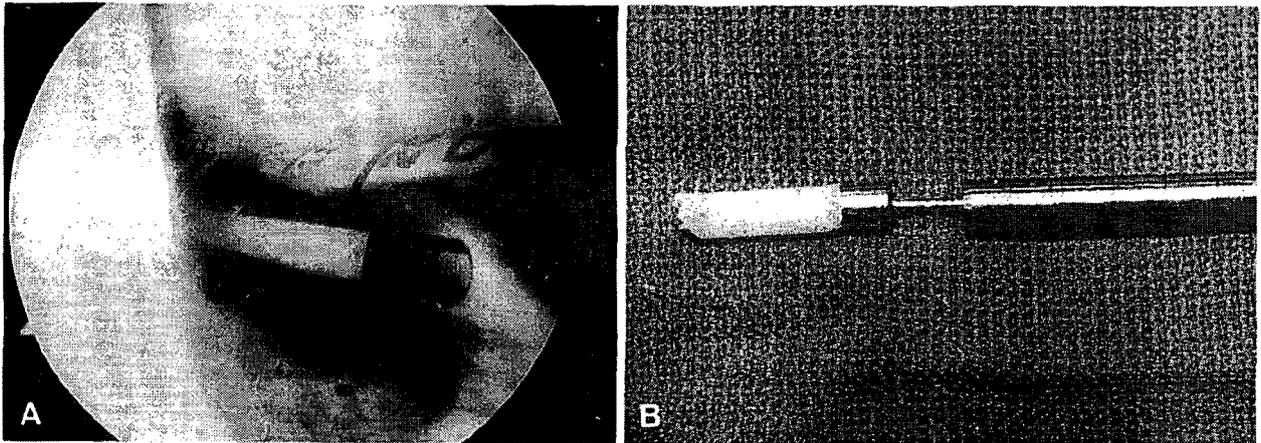


Fig. 4. (A) The bone core in the harvester (B) The bone core on the collared pin is removed from the tube harvester and saved later use.



Fig. 5. Anatomic intra-articular fixation of the graft bone plug which is level to the socket orifice on the intercondylar floor.

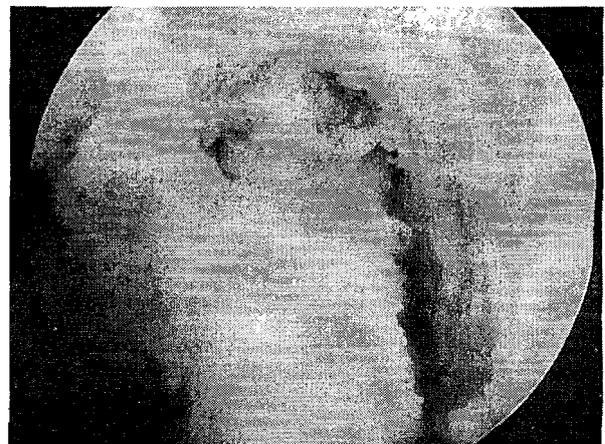


Fig. 6. Placement of the interference screw anterior to the bone core.

있다. 그러나 공여부의 잔여 슬개건의 약화, 구속으로 인한 슬개골 저위중, 경골 터널과 대퇴 터널 사이의 길이와 자가 이식건의 길이 차이로 인한 문제<sup>12,18</sup>, 조기 운동 시에 일어나는 이식건의 크립(creep), 터널 입구에서의 자동차 유리 와이퍼와 같은 동작(windshield wiper motion)에 의한 마모(abrasion) 등과 같은 슬개건 공여부위의 문제점이나 터널에서의 문제점 등 많은 문제가 또 다른 쟁점이 되고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위한 방법들이 여러 사람들에 의해 고안되었고 그 중 하나로 Benjamin 등<sup>2</sup>은 이식 골편을 터널 안으로 함입 시켜 고정하였고 정 등<sup>1</sup>은 골-슬개건-골의 변형 채취법을 제시하였다. 저자들의 새로운 수술 방법은 관절경적으로 관절강 내에서 경골과 대퇴골에 각각 구멍(socket)을 만들고 여기에 이식건을 고정하는 방법으로 관절강 외부에서 터널을 만들지 않고 모든 수술 과정을 관절강내에서 관절경을 통하여 수술하는 방법(all inside technique)<sup>19</sup>으로서 여러 장점을 지니고 있다. 즉, (1) 이식건 길이의 정확한 일치, (2) 공여부의 이환율(morbidity)이 적고, (3) 이식건의 변형(creep) 저항성이 좋고 마찰에 의한 마모의 소지가 없으며, (4) 경골편의 장력에 대한 고정력이 우수하고, (5) 관절강 내에 해면골 부산물이 생기지 않고, (6) 간섭 나사못을 제거해야만 하는 경우에는 관절경적으로 제거가 용이 할뿐만 아니라, (7) 어떠한 대체물을 이식건으로 선택하더라도 이 방법을 이용할 수 있다.

전방십자인대의 부착점에 대한 많은 연구는 재현성 있고 정확한 해부학적 터널 위치 선정의 지침을 마련하였다<sup>21,24,25,26,27</sup>. 그러나 실제로 정상 전방십자인대는 골 속에 깊이 묻혀지는 않고 양 경골 극 사이에서 관절 내에 부착되어 있어 이식건의 고정 위치에 따라 실제 해부학적 고정 양상과 많이 다를 수 있고 이식건의 고정 위치는 수술 후에 이식건의 장력, 신장(elongation), 조기 운동 시의 변형(creep) 등과 관련이 있다. 따라서 최근에는 이식건의 고정 위치가 중요한 관측사가 되고 있다<sup>5,16,18</sup>.

Ishibashi 등<sup>16</sup>은 전방십자인대 재건 슬관절에서 경골 축 고정이 관절면에서 밀어질수록 이식건의 장력이 떨어지고 관절의 불안정성도 증가한다고 보고하였는데 저자들의 경골 축 고정 방법은 관절면에서의 해부학적 부착점과 같은 높이로 고정 하므로 Ishibashi 등의 견해에 부합되며, 터널 입구에서의 자동차유리 와이퍼와 같은 동작(wind shield wiper motion)에 의한 마모(abrasion)도 방지된다<sup>28</sup>.

또한 관절강 내에서의 경골 축 고정은 측면에서 볼 때 전상방에서 후하방으로 25° 경사지게(sagittal posterior direction) 고정되므로 Deadman 이론<sup>8</sup>에 의하면 전하방에서 후상방으로 고정되는 일반적인 터널 방식에 비해 인장력에 대한 고정력이 더 증가된다. 한편 대퇴골 축의 고정은 대퇴 구멍을 만들 때 얻은 골주를 사두건의 유리 건과 대퇴구멍 사이에 끼어 넣고 간섭 나사못으로 고정하는데 최근에 Wexler 등<sup>29</sup>은 동물실험에서 유리 골편 간섭 나사못 고정(free bone block interference screw fixation)이 일반 나사못에 실로 고정하는 방법(suture over a screw and post)보다 더 고정력이 강하다고 하였다. 따라서 저자는 조기재활을 실시하여 수술 후 6주까지는 정상 보행이 가능하도록 재활 계획을 설정할 수 있었다.

관절강 내에서 모든 수술과정을 시행하는 이 수술 방법은 이식 건으로 사용되는 대체물의 종류에 관계없이 응용이 가능하지만 저자는 대퇴 사두건-슬개골 이용하였다. 사두건은 중간광근(vastus intermedius)과 대퇴직근(rectus femoris)으로 구성되며 슬개골 상단에서 약 3cm까지는 하나의 건으로 합쳐져 있으며 평균 두께는 9-10mm로서 슬개건 두께에 비해 적어도 2배 이상이 된다. 이 대퇴 사두건은 Blauth<sup>6</sup>, Säubli<sup>22</sup> 등에 의해 처음으로 전방십자인대 재건에 사용되었는데 최근 Fulkson 등<sup>7</sup>은 이 부위의 해부학적 연구와 함께 전방십자인대 재건에 사용하였으며 그들은 대퇴 사두건은 슬개건보다 두껍고, 짧은 피부 절개로 쉽게 채취할 수 있고, 수술 후 환자의 만족도가 높으며 공여부의 불편 감이 더 적다고 보고하면서 전방 및 후방십자인대 재건술, 십자인대의 재수술(revision surgery)때에 사용할 수 있는 훌륭한 대체물이라고 하였다.

Morgan<sup>17</sup>은 관절경적으로 모든 수술 과정을 관절강 내에서 수행하는 방법으로 수술한 100례를 분석하여 1년 및 2년째 KT 100 arthrometer 검사에서 최대수동차이(maximal manual difference)가 3mm 이상인례가 없었고 5%의 관절섬유화(arthrofibrosis)가 있었으나 6주에 도수조작(manipulation) 하여 모두가 좋아졌다고 하였다(Table 1).

## 결 론

관절강 내에서 모든 수술 과정을 시행하는 관절경적 전방십자인대 재건술은 최근에 개발된 방법으로 여러 가지 장점들이 있다. 즉, (1) 이식건 길이의 정확한 일치, (2) 공여부의 적은 이환율(morbidity), (3) 이식건의 변형(creep) 저항성이 좋고 마찰에 의한 마모의 소지가 없다,

**Table 1. Clinical result by Morgan**

| difference* | 1 year | 2 year |
|-------------|--------|--------|
| -1          | 0      | 0      |
| 0           | 3      | 2      |
| +1          | 19     | 10     |
| +2          | 37     | 14     |
| +3          | 41     | 16     |
| >+3         | 0      | 0      |
| Total       | 100    | 42     |

\* maximal manual difference in KT 100 arthrometer

(4) 경골편의 장력에 대한 고정력의 우수성, (5) 관절강 내에 헤면골 부산물이 생기지 않는다, (6) 간섭 나사못을 제거해야 할 때 관절경적으로 제거가 용이하다, (7) 다양한 대처물을 이식 건으로 선택할 수 있다, (8) 재건술의 계수술을 하는 경우에 유리하다는 등의 많은 장점들이 있다. 따라서 관절강 내에서 모든 수술 과정을 시행하는 관절경적 전방십자인대 재건술은 수술수기상 다소 어려운 점이 있으나 전방십자인대 재건술의 한 방법으로 매우 유용한 것으로 사료된다.

**REFERENCES**

1. 정영목, 열재광, 배영재 : 관절경하 전방십자인대 재건술시 자가 슬개건의 건 길이와 관절내 길이의 차이에 대한 분석 및 해결책(골 슬개건-골의 변형 채취법). *대한정형외과학회지*, 31:1396-1404, 1996.
2. Benjamin S, William G and Tibone JE : Graft tunnel mismatch in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction: A new technique of intra-articular measurement and modified graft harvesting. *Arthroscopy*, 9(6):633-646, 1993.
3. Blauth W : Restoration of the anterior cruciate ligament with a two-strip quadriceps tendon graft. *Unfallheilkunde*, 87:45-51, 1984.
4. Burkhart S : The Deadman theory of suture anchors: Observations along a South Texas fence line. *Arthroscopy*, 11:119-123, 1995.
5. Feagin JA Jr. : The syndrome of the torn anterior cruciate ligament. *Orthop. Clin. North Am.*, 10:81-90, 1979.
6. Fetto JF and Marshall JL : Thenatural history and diagnosis of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin. Orthop.*, 147:29-38, 1980.
7. Fulkerson JP, Langeland R : An alternative cruciate reconstruction graft: The central quadriceps tendon. *Arthroscopy*, 11:252-254, 1995.

8. Hey Groves EW : Operation for the repair of crucial ligaments. *Lancet* 2:675-675, 1917.
9. Howell SM, Clark JA : Tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction and graft impingement. *Clin Orthop*, 283:187-195, 1992.
10. Ishibashi Y, Rudy TW, Kim HS, et al : The Effect of ACL Graft Fixation Level on Knee Stability. Presented at AAOS Annual Meeting, Atlanta, GA, 1996.
11. Jackson DW, Gasser SI : Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 10:124-131, 1994  
Jackson DW, Gasser SI: Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy*, 10:124-131, 1994.
12. Meade TD and Dickson TB : Technical pitfalls of single incision arthroscopic assisted ACL ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2:15-19, 1992.
13. Morgan CD : Personal communication at Delaware Orthopaedic Center, Wilmington, DE.
14. Morgan CD, Galinat BJ : The Tibial Insertion of the ACL Where is it? Scientific Exhibit, AAOS Annual Meeting, San Francisco, CA, 1993.
15. Morgan CD, Kalman VR and Grawl DM : Isometry testing for ACL reconstruction revisited. *Arthroscopy*, 11: 647-659, 1995.
16. Morgan CD, Kalman VR and Grawl DM : Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 11:275-288, 1995.
17. Noyes FR, Butler DE, Grood ES, Zernicke RF and Hefzy MS : Biochemical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstruction. *J Bone Joint Surg*, 66A:344-352, 1984.
18. O'Connor JJ and Zavatsky AB : Anterior cruciate ligament function in the normal knee. in Jackson DW (ed): *The Anterior Cruciate Ligament-Current and Future Concepts*. New York, NY, Raven, 1993.
19. Odenstein M and Giliquist J : Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg*, 67A:257-262 1985.
20. Palmeri M and Morgan CD : The all-inside anterior cruciate ligament reconstruction: A double socket approach. *Oper Tech Orthop*, 6:161-176, 1996.
21. Sidles JA, Larson RV, Garbini JL, et al : Ligament length relationships in the moving knee. *J Orthop Res* 6:593-610, 1988.
22. Staubli HU : In Jakob R, Staubli HU (eds): *The Knee and the Cruciate Ligaments*. New York, NY, Springer-Verlag: 444, 1992.
23. Wexler G, Novak P, Williams J and Bach BR : Free Bone Block Interference Fixation: Mechanical Analysis of a New Method of Fixation. Presented at the Residents and Fellows Arthroscopy Conference, Scottsdale, AZ, 1996.

## **All-Inside Technique of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using Central Quadriceps Tendon and Patella Bone Block**

**Hwa Jae Jeong, M.D.**

*Department of Orthopaedic Surgery, Kang Bok Sam Sung Hospital, Sam Sung Medical Center, Seoul, Korea*

The all inside anterior cruciate ligament reconstruction technique places an anterior ligament substitutes within two bony sockets rather than bone tunnel. This approach is accomplished through arthroscopic three portal which avoids the surgical exposure and morbidity associated with creating traditional bone tunnel. This technique has several distinct advantages when compared with the traditional ACL reconstruction through the bone tunnels. It offers the surgeon a less morbid method for ACL reconstruction that positions an ACL substitute at the anatomic attachment sites of the original ACL with two bone sockets, obviating the need for traditional bone tunnels. Graft fixation at or near the anatomic attachment points of the original ACL minimizes creep with early range of motion and reduces the abrasive "wind-shield wipe" motion of the graft which occur with bone plugs positioned inside bone tunnels. The sagittal posterior angle to the tibial socket increases fixation strength to pullout with anterior translation force for the tibia on the femur. This technique is not graft specific and can accommodate any graft in which graft length can be customized to the intraarticular native ACL length.

**Key Words :** Anterior Cruciate Ligament, Central Quadriceps Tendon, Reconstruction, All Inside Technique

---