

## 급성 전방십자인대 손상에 이용한 **Synthetic Polyester Ligament** 보강술의 치료 효과 (예비 보고)

아산재단 해성병원 정형외과

신동배 · 안장엽 · 진경호 · 조병국 · 최웅길

### — Abstract —

### **The Effect of Augmentation with The Synthetic Polyester Ligament in Acute Tear of The Anterior Cruciate Ligament (Preliminary report)**

**Dong-Bae Shin, M.D., Jang-Yeob Ahn, M.D., Kyung-Ho Jin, M.D.,  
Byung-Kuk Cho, M.D., Ung-Kil Choi, M.D.**

*Department of Orthopaedic Surgery, Haesung Hospital, Asan Foundation, Ulsan, Korea*

The development of the arthroscopic surgery technique presented a great method in the reconstruction of anterior cruciate ligament. There were many debates about the timing of reconstruction in the acute anterior cruciate ligament injury. However, it was regarded true that primary reconstruction in the acute phase have higher complication rate of arthrofibrosis than in the chronic phase. Many authors recommended delay of reconstruction at least 3 weeks in acute tear of anterior cruciate ligament. In contrast, some surgeons have tried to suture the ruptured anterior cruciate ligament accompanied by 'over-the-top' augmentation with the hamstring tendon or the artificial ligament arthroscopically. Since Jan. 1992, the authors have implanted the synthetic polyester ligament(ABC ligament®; Surgicraft, U.K.) into the substance of ruptured ligament proper and fixed at the 'over-the-top' position without any procedure for repair of the ruptured anterior cruciate ligament. Our indication for this surgery is only acute rupture of anterior cruciate ligament with good stump condition. We report the clinical results of 22 cases at 20.3 months follow-up(mean) preliminarily.

1. On measurement of pre-operative and post-operative differences between the normal and the affected side by Telos stress X-ray study and KT-2000 arthrometer. Differences were markedly improved from 5.6mm(mean : pre-op) to 1.9mm(mean : post-op) on Telos stress X-ray study(on 15

---

※ 통신저자 : 신 동 배

울산시 동구 전하동 290-3

해성병원 정형외과

Kp stress) and both knee showed minimal differences on KT-2000 study(2.2mm on 9Kp, 2.5mm on maximum stress) at the time of follow-up.

2. The average Lysholm score was 82. By Clancy criteria, the 20 cases(91%) showed good and excellent results.

3. Second look arthroscopy was available in three cases. In two cases, there were marked fibrous proliferation around the ligament. The stability felt good on probing. We could observe healing-like appearance of ruptured ACL with minimal fibrous tissue proliferation in one another case.

**Key Words :** Anterior cruciate ligament, Augmentation, Synthetic polyester ligament.

## 서 론

관절경 시술의 발달은 전방십자인대 재건술에 획기적인 방법을 제시하였다. 그러나 급성의 전방십자인대 파열의 치료에 있어서 처음부터 전방십자인대 재건술을 시행함은 파열된 십자인대의 남아있는 정상적 조직을 희생시키고<sup>10</sup>, 또한 재건한 생물학적 이식물(biologic graft)의 장기간의 예후에 대한 불확실성<sup>14</sup>이라는 점에서 약간의 문제점이 있는것 같다. 더우기 전방십자인대의 급성 손상 환자에서 초기부터 재건술을 시행하더라도 조기에 재건술을 시행하면 관절운동의 장애를 초래하는 빈도가 높음으로서, 일정기간의 경과 후 재건술을 시행하는 것이 좋을이 여러 저자들에 의해 보고되고 있다<sup>8,18,20,22</sup>. 또한 최근에는 급성전방십자인대 손상의 치료방법으로서 관절경 하에서 전방십자인대의 일차 봉합 및 자가인대 또는 인조인대를 이용한 over-the-top 보강술이 많이 시도되고 있는 추세이다<sup>1,2,3,9</sup>. 전방십자인대는 관절내 구조물이면서도 활막의 구조물이다. 이러한 점에 착안하여 저자들은 "internal splint"의 개념<sup>15</sup>으로 synthetic polyester ligament인 ABC 인조인대를 파열된 전방십자인대의 실질부로 삽입시켜 over-the-top 위치로 고정하는 보강술만을 시행하였다. 이의 목적은 슬관절의 조기운동을 가능하게 하고 슬관절의 전방 불안정성 및 pivot-shift 현상을 예방할 수 있으므로 후일의 전방십자인대 재건 시점까지의 슬관절의 기능을 최대화 하며, 슬관절의 퇴행변화를 예방하고, 혹시 가능할수도 있는 급성 파열된 인대의 자연치유를 기대해보자는 데에 있었다. 저자들은 위와같은 근거에서 급성 전방십자인대의 파열의 치료에 있어 수술적 손상을 최소화하는

시술의 하나로서 관절경을 통한 술식으로 ABC 인조인대를 전방십자인대의 실질부 속으로 삽입시켜 over-the-top으로 고정하는 보강술을 시행하였던 환자중 1년이상 추시가 가능하였던 22례에 대한 임상결과를 예비로 보고하는 바이다.

## 연구대상 및 방법

1992년 1월부터 저자들은 급성 전방십자인대 손상이 의심되는 환자들에게 슬관절경 검사를 시행하여 파열을 확인하고, 파열된 인대의 실질부의 상태가 양호한 경우에는 파열된 전방십자인대는 가능하면 더 이상의 손상을 주지 않으면서 ABC 인조인대를 파열된 전방십자인대의 실질부 속으로 삽입시키고, 'over-the-top' 위치에서 고정하는 전방십자인대 보강술을 시행하여 왔다. 이중 1년이상 추시가 가능하였던 22례를 대상으로 하였다. 평균 추시기간은 20.3개월이었으며 최단 12개월, 최장 2년 5개월이었다. 치료 결과의 분석은 추시점에서의 주관적 증상, 이학적 소견, Telos stress 방사선 검사, KT-2000 arthrometer 측정 등을 종합하여 Clancy 판정 기준<sup>4</sup>과 Lysholm knee score<sup>21</sup>에 기초하여 판정하였다.

## 증례 분석

### 1. 성별 및 연령분포

여자는 단지 1명으로 거의 전부가 남자이었으며 연령분포는 20대가 10례(45%)로 가장 많았으며, 40대 7례(32%), 30대 3례(14%), 10대 2례(9%)의 순으로 각종 사고나 스포츠 손상에 노출되기 쉬운

젊은층이 대부분이었다.

## 2. 손상의 원인

손상의 원인으로는 교통사고가 12례, 실족사고 및 스포츠 손상이 각각 4례, 직접 타격에 의한 손상이 2례이었다.

## 3. 전방십자인대의 손상 부위 및 동반손상

관절경검사로 확인한 전방십자 인대의 손상 부위는 대퇴골 부착부가 14례(64%), 인대실질부 7례(32%), 경골 부착부가 1례(5%)이었으며, 동반손상으로는 내측측부인대 손상이 7례로 가장 많았고, 반월상 연골판 손상이 3례, 후방십자인대 및 외측측부인대 손상이 각각 1례씩 이었다.

## 수술술기 및 술후 재활

먼저 환자를 척추 또는 전신마취 하에서 양와위로 눕히고 슬관절의 불안정성에 대한 이학적 검사를 실시한 다음, 슬관절 지지대 및 지혈대를 장착시키고 슬관절경 수술에 용이하게 준비를 한다. 진단을 위한 관절경 검사를 먼저 시행하여 관절내의 전반적인 구조물의 손상여부와 전방십자인대의 손상여부, 손상상태를 확인한다. 이때 전방십자인대의 손상이 심

하여 인대실질부가 너덜너덜한 경우에는 바로 슬개골 골-건-골 자가인대를 이용한 일차 재건술을 행하였으며 인대실질부가 잘 유지되어 있는 경우에만 본 술식을 시행하였다. Guide pin zig를 경골 삽입부에서는 경골 조면부와 경골 후면의 중간 지점으로 위치하고, 관절내에는 외측 경골극의 바로 내측에 위치시킨다(Fig. 1). Guide pin을 zig를 따라 삽입시켜 guide pin이 전방십자인대의 전방 실질부 내에 위치 시키도록 한다. 이때 guide pin의 끝이 잘 보이지 않을때가 많으므로 소식자를 이용하여 guide pin의 위치를 확인하여야 한다. Guide pin의 경골 측 삽입부에 약 1cm 정도의 피부절개를 가하고 경골 피질부를 노출시킨 다음 6mm 직경의 drill bit를 사용하여 경골의 터널을 만든다. 이때 주의해야 할 점은 경골의 관절면을 관통시키는 즉시 drill의 회전을 멈추어 전방십자인대의 실질부와 싸고있는 활막에 손상을 주지 않도록 주의를 해야 한다. 슬관절을 신전시킨 상태에서, 관절경 시술시 사용하는 obtunded trocar를 사용하여 경골 터널, 전방십자인대의 실질부를 관통시키고 더욱 전진시키면 trocar는 'over-the-top' 위치를 지나 대퇴골의 후외측방으로 나와있게 된다(Fig. 2). 외측 대퇴부의 상과 약 2cm 상방에서 3cm 정도 길이의 종적 절개를 가하고 외측의 근간막 깊숙히 더욱 해부하면 외측

Fig. 1. Shows a features that guide pin is inserted.

; K-wire inserted point should be placed antero-medial area of tibial spine.

과상부 및 외측과가 노출되어 손가락으로 슬관절의 후방을 만져보면 앞에 언급한 trocar를 만질 수 있다. ABC 인조인대 키트에 포함되어 있는 측정자는 trocar가 만들어 놓은 길을 따라 쉽게 경골터널, 전방십자인대 실질부, 'over-the-top' 위치를 통과할 수 있으며 또한 적당한 길이를 측정할 수 있다. 적당한 길이의 인대를 선택한 다음 측정자에 ABC 인조인대를 연결시키고 대퇴의 외과측에서 잡아 당기면 인조인대를 목적하는 바 대로 위치시킬 수 있다. 대퇴부의 고정인 인대의 끝을 외과의 전면으로 급격한 각도를 주어 슬관절을 신전시킨 상태에서 최대의 장력을 준 다음 슬관절을 운동시켜, 가장 반진폭이 적게 보여지는 지점을 골라 고정하였다. 수술후의 재활은 특별한 동반손상이 없는 경우에는 고정을 하지 않았으며 환자가 걷는 한도내에서 바로 관절운동 및 보행, 체중부하, 고무튜브를 이용한 하지의 저항적 운동을 적극적으로 하도록 권유하였다.

## 결 과

**Fig. 2.** 'Over-the-top' positioning of implant can be ease by passing the blunt arthroscopic troca from tibial tunnel to intercondylar notch in knee extension state.

Telos stress 방사선 검사, KT-2000 Arthrometer를 이용하여 술전과 추시점에서의 차이를 비교하였으며 이와 더불어 Lysholm knee score와 Clancy의 판정기준(Table 1)을 토대로 결과를 판정하였다.

**Table 1.** Grading of results by Clancy

Result		Findings
Excellent	Subjective	No pain or rare pain, even with athletic activity; no swelling with athletic activity
	Objective	Lachman test-absent or trace; pivot shift-absent
	Functional	Returned to participation in all athletic activities, including those requiring acceleration, deceleration, and cutting, without instability
Good	Subjective	occasional pain and swelling, only with vigorous athletic activity; none with activities of daily living
	Objective	Lachman test-absent, trace, or mild; pivot shift-absent
	Functional	Returned to participation in all athletic activities, including those requiring acceleration, deceleration, and cutting, without instability
Fair	Subjective	Occasional pain or swelling, or both, with activities of daily living
	Objective	Lachman test-mild or moderate; pivot shift-moderate
	Functional	Instability with participation in athletic activities but not with activities of daily living
Failure	Subjective	Pain or swelling, or both, with activities of daily living
	Objective	Lachman test-moderate or severe; pivot shift-moderate or severe
	Functional	Instability with activities of daily living

**Table 2.** Lysholm's knee score

Score	No.(%)
>80	15( 68)
>65	7( 32)
<65	0( 0)
Total	22(100)

**Table 3.** Results by Clancy criteria

Degree	No.(%)
Excellent	13( 59)
Good	7( 32)
Fair	2( 9)
Failure	0( 0)
Total	22(100)

### 1. Telos stress 방사선 검사 및 KT-2000 Arthrometer

슬전과 추시점에서 15Kp하에서의 stress 방사선 촬영 소견상, 전측과 환측의 전방 전위차는 평균 5.6mm에서 1.9mm로 개선되었고(Fig. 3-a, 3-c, 4-a, 4-c), KT-2000 arthrometer에 의한 계측 결과도 9Kp에서 2.2mm, 최대부하상태에서 2.5mm의 전측과의 평균차이로 우수한 결과를 보였다.

### 2. Lysholm knee score에 의한 판정

추시점에서의 Lysholm knee score는 평균 82점이었으며 80점 이상을 우수군, 65점 이상을 양호군, 그 이하를 불량군으로 판정 하였을 때 우수군이 15례(68%), 양호군이 7례(32%)이었다(Table 2).

- Fig. 3-a.** Telos stress view of 43 year old male, the affected side translated anteriorly 8mm more than healthy side
- Arthroscopic finding at surgery; ACL was ruptured at the femoral attachment, the ligament proper looked good.
  - At the 18 months after operation there was 1mm difference on the stress views.
  - Second look arthroscopic finding at the 18 months after operation; it showed proliferation of the fibrous tissues around the ACL and the tension of ACL felt good on probing.

- Fig. 4-a.** Telos stress view of 27 year old male, difference between the affected and the healthy side was 10mm on the anterior stress.
- b.** Arthroscopic finding at surgery; ACL was ruptured at the femoral attachment. Augmentation with ABC ligament was done.
- c.** At the 15 months after operation, there was no difference on the stress views.
- d.** Second look arthroscopic finding at the 15 months after operation; it looked healing of the ruptured ACL. He had no anterior instability and no loss of ROM.

3. Clancy의 판정기준으로는 우수(Excellent) 13례, 양호(Good) 7례로 91%에서 양호 이상의 결과를 보여 주었다(Table 3).

## 고 찰

### 4. 2차 관절경 소견

3례에서 2차 관절경 검사를 시행할 수 있었다. 1례는 내측 연골판의 문제로, 1례는 후방십자인대의 재건을 위하여, 1례는 인조인대의 재고정을 위하여 시행하였었다. 2례에서는 손상된 전방십자인대 주위로 심한 섬유증식을 볼 수 있었으며, 1례에서는 관절경 소견상 전방십자인대의 파열이 치유된것 같은 소견을 볼 수 있었다(Fig. 3-b, 3-d, 4-b, 4-d).

급성 전방십자인대 손상의 치료를 어떻게 할 것인가? 저자들은 초기부터 파열된 전방십자인대를 모두 다 제거하고 일차 재건술을 하는것은 약간의 문제가 있다고 생각한다. 더우기 근자에는 여러 저자들<sup>8,20,22)</sup>이 급성 전방십자인대 손상 후 시행한 일차 재건술이 많은 경우에서 슬관절의 운동범위 제한의 합병증을 초래한다고 하며, 만성 전방 불안정성의 슬관절에 시행한 재건술보다 성적이 좋지 않음을 보고하고 있다. 이의 가능한 이유로서 손상받은 슬관절에 재건술을 시행하므로써 관절내의 손상이 더욱 더 가해지고 이것으로 관절내 유착이 더욱 심하여짐이 그 하나고, 또 하나는 동반된 내측, 후내측의 인대 손상

이 그 이유라고 설명하고 있다. Shelbourne 등<sup>18)</sup>, Harner 등<sup>8)</sup> 및 Cosgarea 등<sup>6)</sup>은 급성 전방십자인대 손상의 환자에게 재건술을 시행할 경우 적어도 3주에서 1개월간을 기다린 다음 재건술을 시행하는 것이 좋다고 했으며, Wasilewski 등<sup>22)</sup>은 6개월까지 치료를 안한 상태로 방치를 해도 슬관절의 기능에는 별 이상이 없고, 급성에서의 재건술이 만성에서의 재건술보다 예후가 불량하므로 일정기간의 고정, 관찰 후 기능적인 전방 불안정성이 보이면 그 시점에서 재건술을 하는 것이 적당하다고 하였다. 요사이 관절경 수술을 통한 파열된 전방십자인대의 일차 봉합 및 자가인대 또는 인조인대를 이용하여 'over-the-top' 보강술이 많이 시도되고 있기도 하다<sup>1-3)</sup>. 저자들은 파열된 조직은 충분한 혈액 조직과 적당한 고정이 있으면 치유능력을 가진다<sup>11)</sup>고 하는 생물학적 법칙, 전방십자인대는 관절내 조직이면서 활막외 조직이다 라고 하는 해부학적 특성, 전방십자인대의 'over-the-top' 고정은 pivot shift 현상을 방지할 수 있다는 점<sup>9,12)</sup>들을 감안하여 급성 전방십자인대 파열의 치료에 슬관절내의 조직의 수술적 손상을 최소화 하면서 전방십자인대의 실질부 내로 인조인대를 삽입시켜 'over-the-top' 고정을 하여 주므로서 파열된 인대조직의 'internal splint' 역할을 해주고, 슬관절의 조기운동을 가능하게 하며, 슬관절의 전방 불안정성 및 pivot shift 현상을 예방할 수 있으므로로서 후일의 전방십자인대 재건시점까지의 슬관절의

기능을 최대화하며, 슬관절의 퇴행변화를 예방하고, 혹시 가능할 수도 있는 급성 파열된 인대의 자연치유를 기대해 보고자 하였다. 본 연구에서 사용한 ABC 인조인대(Active Bioprosthetic Composite)(Fig. 5)는 그 구성과 모양은 다량의 폴리에스터 가닥들이 하나의 단위로 뭉쳐서 구성되어진 섬유다발이 같은 형태의 다른 다발과 지그재그되게 엮이면서 꼬여있는 모양을 하고 있으며 인조인대의 성질상 permanent ligament에 속하며, 굵기는 6mm이다<sup>15)</sup>.

ABC 인조인대는 영국의 Surgicraft사에서 개발되어졌으며, 1985년경부터 임상적으로 사용되어지기 시작하였다. O'Brien 등<sup>16)</sup>과 Strover 등<sup>19)</sup>이 전방십자인대 손상 환자의 치료에 사용해 좋은 결과를 보고하고 있으며, O'Brien과 Mcleod 등<sup>16)</sup>에 의해서는 추시점에서의 관절경 검사상 ABC 인조인대 주위로 새로운 섬유조직이 형성되어 치유되었음을 확인하여 ABC 인조인대의 역할이 본래의 전방십자인대의 해부학적 주행을 따라 생물학적 골격 역할을 함으로서 이합성 섬유소들과 남아있는 인대 조직간에 새로운 섬유조직의 형성을 촉진한다 하였다. 저자들의 경우에는 3례에서 2차 관절경 검사를 시행할 수 있었는데 인조인대 주위로 섬유의 증식 및 파열된 인대의 치유처럼 보이는 소견을 관찰할 수 있었다. 그러나 조직검사는 시행하지 못하였기 때문에 O'Brien과 Mcleod 등<sup>16)</sup>과 같이 확신할 수는 없다.

인공대치물로는 일찌기 1914년 Coner에 의해

Fig. 5. ABC ligament(Surgicraft, England).

loop of silver wire가 사용되어진 이후 flexible carbon fiber<sup>19)</sup>, polyester<sup>13)</sup>, Gore-Tex<sup>5)</sup>, Leeds-Keio<sup>7)</sup> 등 여러가지 인조인대가 사용되었으며 장기간의 추시시 활막염, 파열 등의 여러 합병증에 따른 높은 실패율이 여러 저자들에 의해 발표되었다<sup>5,7,13,19)</sup>.

저자들도 인조인대의 영구성에 대하여는 부정적인 견해를 가지고 있다. 인조인대를 사용한 전방십자인대 재건술의 장기 추사에서 활막염의 발생, 인대의 파열 등의 높은 실패율이 많이 보고되고 있고 실제로 저자들도 인조인대를 이용한 전, 후방 십자인대의 재건술에 많은 실패를 경험하였기 때문이다. 그러나 급성 전방십자인대 손상의 환자에게 제한적으로 사용한 후 약 3년이 경과한 지금까지 몇례에서 간헐적인 정도의 활막염 소견을 보이는 이외에는 비교적 만족스러운 결과를 보여주고 있다.

‘Over-the-top’ 고정법의 문제점은 슬관절의 신전의 제한으로 인한 굴곡구축, 슬관절의 굴곡 상태에서의 이완성이다<sup>9,17)</sup>. 저자들은 이러한 문제점을 호전시키기 위하여 슬관절을 최대 신전시킨 상태에서 인대 끝의 반향을 대퇴골 외과의 전방, 원위부로 방향을 하여 인대가 ‘over-the-top’ 위치를 지나올시에 대퇴골 외과의 내측에 밀착되도록 하였다. 이 상태에서 최대 장력을 가하면서 슬관절의 운동을 시키면 최소로 반진폭을 보이는 고정점을 대퇴골 외과면에서 찾을 수 있다. 이 방법은 과거에 이용하던 ‘over-the-top’ 고정 방법과는 다르다. 과거의 대퇴골 과상부에 인대의 끝을 고정하면 슬관절의 굴곡시에는 인대가 외과의 내측에서 떨어져서 위치하게 되므로 진정한 ‘over-the-top’ 고정이라고 하기에는 문제가 있는것 같다. 저자들은 이 문제에 대하여 실험적 방법으로 조사하고 있다. 추시 기간이 짧은 점은 있으나 현재까지의 결과로는 간단한 술기, 조기 재활의 가능, 만족스러운 슬관절의 운동능력 등 좋은 결과를 보여주고 있다. 추후 더 오랜 기간의 추시점에서 치료결과를 다시 보고하고자 한다.

## 결 론

급성 전방십자인대 손상의 치료 방법으로 synthetic polyester ligament를 인대의 실질부속에 위치시키고 ‘over-the-top’ 위치에서 고정시켜 보강술을 시행하였던 22례에 대한 20.3개월(평균 추시

기간) 간의 치료결과는 다음과 같다.

1. 술전과 추시점에서의 15Kp 하에서의 stress 방사선 소견상, 전측과 환측의 전방 전위의 차이는 평균 5.6mm에서 1.9mm로 개선되었고, KT-2000 arthrometer에 의한 계측 결과도 9Kp, 최대부하상태에서 각각 2.2mm, 2.5mm의 전측과의 평균차이로 양호한 결과를 보였다.

2. 추시점에서의 Lysholm knee score 측정은 대부분 양호 이상의 결과를 보였고 Clancy 판정기준으로도 20례(91%)에서 양호 이상의 결과를 보였다.

3. 3례에서 2차 관절경 검사를 시행하였는데, 2례에서는 손상된 전방십자인대 주위로 심한 섬유증식을 볼 수 있었으며, 1례에서는 관절경 소견상 전방십자인대의 파열이 치유된것 같은 소견을 볼 수 있었다.

이와같은 사실로 보아 이 방법은 아직 추시기간은 짧으나 술식이 비교적 용이하고 전방십자인대 급성 손상후 즉각적이고도 적극적인 재활 프로그램을 가질 수 있고, 슬관절의 내부에 별 수술적 손상을 주지 않아 후일에 있을 수 있는 전방십자인대 재건술에도 별지장을 초래하지 않으리라는 점에서 전방십자인대의 급성 손상의 치료의 한 방법으로 이용될 수 있음을 예비로 보고하는 바이다.

## REFERENCES

- 1) 김정남, 권순용, 박성진, 김기원 : 관절경을 이용한 전방십자인대 실질파열의 일차복원술. *대한정형외과학회지*, 28-1:75-81, 1993.
- 2) 이광진, 황득수, 오선태 : 급성 십자인대 손상에서의 관절경을 이용한 인대 봉합술. *대한슬관절학회지*, 3:30-36, 1991.
- 3) 정영복, 강수용, 이봉진 : 자가골 슬개관골 및 인조인대를 이용한 전방십자인대의 재건술. *대한정형외과학회지*, 27-7:1663-1673, 1992.
- 4) Clancy WG Jr, Michael JR and Zoltan DJ : Acute tears of anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 70-A:1483-1488, 1988.
- 5) Collins HR : Experience with Gore-Tex reconstruction of the anterior cruciate ligament. In : Friedman MJ, Ferrel RM, eds. *Prosthetic ligament reconstruction of the knee*. pp.158-165, Philadelphia, etc., W.B. Saunders, Co., 1988.



- 6) **Cosgarea AJ, et al** : Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patella tendon autograft. *Am J Sports Med*, 23-1:87-92, 1995.
- 7) **Fujikawa K** : Clinical study of anterior cruciate ligament reconstruction with the Leeds-Keio artificial ligament. In : Friedman MJ, Ferkel RD, ed. Prosthetic ligament reconstruction of the knee. pp.132-139, Philadelphia, etc., W.B. Saunders, Co., 1988.
- 8) **Harner CD, et al** : Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 20-5:499-506, 1992.
- 9) **Insall J, Joseph DM, Aglietti P and Campbell RD Jr** : Bone-block iliotibial-band transfer for anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg*, 63-A:560-569, 1981.
- 10) **Kennedy JC, Roth JH, MendeHall HV and Sanford JB** : Presidential address : Intraarticular replacement in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J sports Med*, 8:1-8, 1980.
- 11) **Lambert KL** : Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligaments insufficiency. *Clin Orthop*, 172:85-89, 1983.
- 12) **Macintosh DC** : The anterior cruciate ligament 'over-the-top' repair. *J Bone Joint Surg*, 56-B:591, 1974.
- 13) **Mody BS, Howard L, Harding ML, Parmar HV and Learmonth DJ** : The ABC carbon and polyester prosthetic ligament for ACL deficient knees. *J Bone Joint Surg*, 75-B:818-821, 1993.
- 14) **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF and Hefzy MS** : Biomechanical analysis of humen ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg*, 66-A:344-352, 1984.
- 15) **O'Brien TK, Hugher F, Strover A, Mowbray M, and Shafighian B** : Prosthetic anterior cruciate ligament reconstruction-Biomechanical and functional performance. In : Williams K and lesser T ed. Interfaces in medicine and mechanics, pp.1-16, Pub. Dotesios, Trowbridge, Wilts, 1989.
- 16) **O'Brien TK, Mcleod A, Cooker WD, et al** : Success and failures following 5 years of clinical experience with the surgicraft ABC prosthetic anterior cruciate ligament. In : Williams KR, Toni A, Middleton J, Pallotti G, ed. Interfaces in medicine and mechanics. Mechanics-2, pp.169-178, Barking: Elsevier, 1991.
- 17) **Odensten M and Gilquist J** : Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale. *J Bone Joint Surg*, 67-A:257-262, 1985.
- 18) **Shelbourne KD, et al** : Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction ; the effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med*, 19-4:332-336, 1995.
- 19) **Strover A, Hughes F, O'Brien T and Minns RJ** : Mechanical properties of the ABC carbon and polyester fiber anterior cruciate ligament. *Eng. in Med*, pp97-101, June, 1989.
- 20) **Strum GM, et al** : Acute anterior cruciate ligament reconstruction, analysis of complications. *Clin Orthop*, 253:184-189, 1990.
- 21) **Tegner Y and Lysholm J** : Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop*, 198:43-49, 1985.
- 22) **Wasilewski SA, et al** : Effect of surgical timing on recovery and associated injuries after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 21-3:338-342, 1995.