대한관절경학회지 제7권 제1호 2003
Journal of Korean Arthroscopy Soc.
Volume7, Number1, June, 2003

자가 대퇴사두건을 이용한 전방십자인대 재건술

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

성상철 · 이명철 · 이상훈 · 조현철 · 박윤근

서 론

자가 골-슬개건-골은 안정성과 기능적인 면에서 이식건의 장력이 우수하고 고정력이 좋아서 전방십자인대 재건술에서 표준적인 이식물로서 많은 문헌들이 보고하고 있다[2]. 최근 새로운 고정 방법으로 향상된 결과를 보이는 슬괵건 또한 이식물로서 재평가를 받고 있다[9]. 그러나 안정성의 회복에 있어서 우수한 중장기 결과를 보이는 반면 술후 전방 슬관절 동통, 슬개대퇴 관절의 퇴행성 변화 등은 해결되지 않은 문제점이라고 할 수 있으며 슬개건염, 슬개건 파열 등의 합병증 또한 보고되고 있다[1,9-13,15]. 특히 무릎을 구부려 앉는 동양인에서는 전방 슬관절 동통이 골-슬개건-골 자가이식에서 가장 문제가 될 수 있다. 슬괵건을 이용한 재건술에서는 이 같은 술후 합병증은 적지만 대신 건-골의 유합의 지연과 장기 추시 시 이식물의 신장이 아직 논쟁의 여지가 있다고 할 수 있다. 대퇴사두건 중앙부를 이용한 전방 십자 인대 재건술은 1984년 Blauth가 처음 보고한 이후 많지는 않으나 몇몇 저자들에 의하여 시행되어 양호한 결과를 보였으며, 최근 Staubli등은 체외 생역학적 실험을 통하여 골-대퇴사두건 이식물이 전방 및 후방 십자 인대 재건시 유용한 이식물이 될 수 있음을 증명하였다[3,7,8,18,19]. 이에 저자들은 저자들이 경험한 대퇴사두건 중앙부를 이용한 전방십자인대 재건술의 임상적 결과를 보고하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상 및 수술의 적응

1999년 2월부터 2002년 2월까지 본교실에서 전방 십자 인대 손상으로 대퇴사두건을 이용한 전방 십자 인대 재건술을 시행 받은 환자 중 추시 관찰 기간이 1년 이상인 116례를 대상으로 하였다. 남자가 103례, 여자가 13례였으며 평균 연령은 29세(17~56였다. 추시관찰기간은 12개월에서 50개월까지 평균 33개월이었으며 후방십자인대 파열이 동반되었던 경우는 제외하였다.

수술의 적응증으로는 환자 자신이 느끼는 증상을 참고로 하여 이학적 검사 및 방사선적 검사결과를 토대로 하였으며, 주관적으로 통증 또는 불안정성을 느끼며 자기공명영상 검사상 전방십자인대의 파열이 있고 이학적 검사상 2도 이상의 전방 불안정성이 있는 경우에 재건술을 시행하였다.

2. 수술방법 및 술후 처치

전방 십자 인대 재건술은 고식적인 전내측 및 전외측 포탈 (portal)과 경골부 1개의 절개를 이용한 관절경적 방법으로 시행하였다. 우선 관절 내를 검사하여 전방십자인대의 파열과 이완을 확인하고 반월상 연골의 절제 또는 봉합을 시행하였다. 이식물의 채취는, 슬관절을 70~80도로 굴곡하여 슬개골 중앙으로부터 근위부로 약 5~6 cm 가량의 절개를 가하여 시행하였다. 대퇴사두건과 슬개골 근위부를 노출하고 골-건 경계부에서 대퇴사두건의 채취할 부분과 중간광근 (vastus intermedius)의 일부를 분리한 후 폭10 mm, 길이 20-25 mm, 두께 7 mm 가량의 슬개골 골편을 채취한다. 10 mm 폭의 Graft harvester (Parasmillie Linvatec, Largo, FL, USA)와 scissor를 이용하여 폭 10 mm, 두께 6~8 mm, 길이 6~7 cm의 대퇴사두건을 얻는다(Fig. 1,2). 활액막을 뚫고 관절강 내로 침범하는 것을 조심하여야 하며 이를 위해 중간광근의 일부를 남기고 채취하고 만약 침범하는 경우 흡수성 사로 봉합을 하여 이후 수술 과정에서 관절액의 누출로 인한 방해를 받지 않도록 하였다. 남은 대퇴사두건의 좌, 우단의 표재층을 서로 봉합하였다(Fig. 3). 이식물 골편에는 2개의 구멍을 뚫어 PDS 봉합사를 통과시키고, 건 부위에는 2개의 비흡수성 봉합사를 이용하여 Krackow suture를 하였다(Fig. 4). 이식물의 채취 후 직경 10 mm의 경골 터널을 뚫고, 약 10시 30분 또는 11시 방향에 위치하고 후방 골피질이 약 2 mm 남도록 대퇴골 터널을 뚫었다. Notchplasty를 시행하여 이식물의 충돌을 막았다. 이식물이 통과한 후 대퇴부 골편의 고정을 위해 7×25 mm의 금속 간섭나사를, 경골부 건의 고정을 위해 9×25 mm의 생흡수성 나사를 이용하였으며 경골부 건에 통과시킨 봉

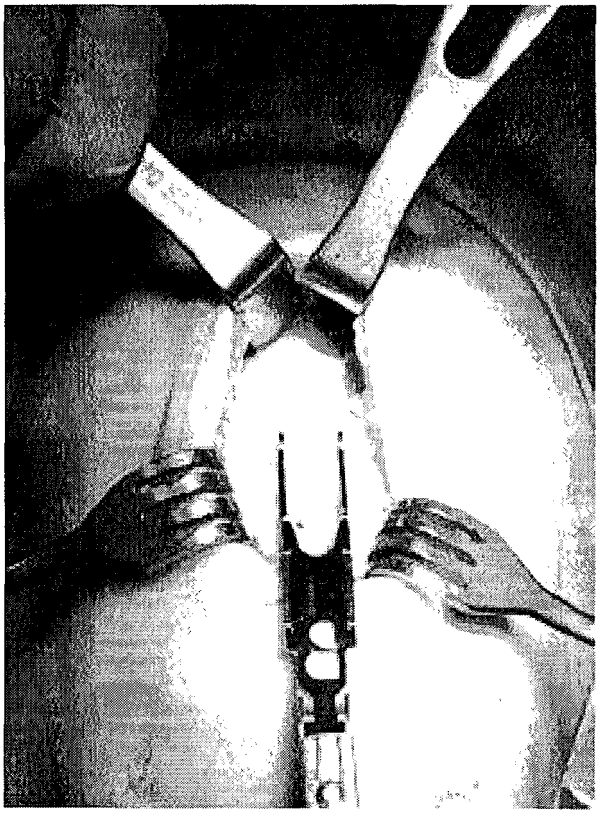

Fig. 1. After exposing the quadriceps tendon and patella properly, a strip of quadriceps tendon is excised from distal portion in continuity with the patellar bone block with a 10 mm Parasmillie® Graft Harvester.

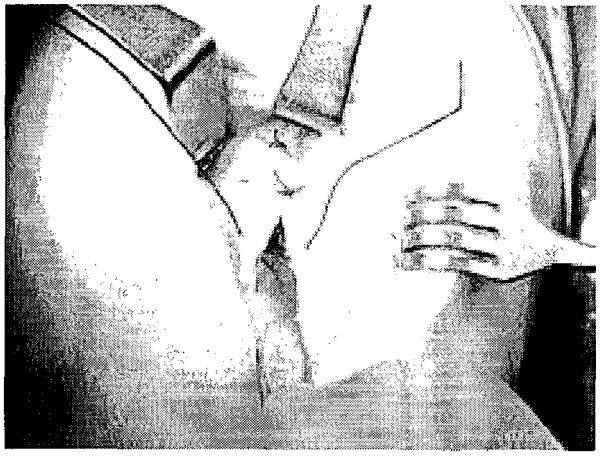

Fig. 3. Superficial layers of cut surface of the tendon is closed transversely with absorbable coapting sutures, leaving potential space over the defect.

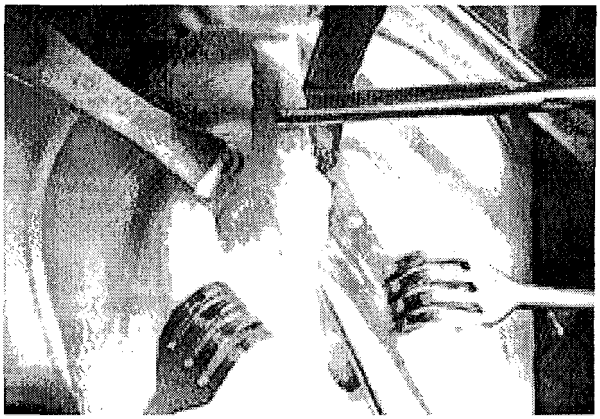

Fig. 2. Trapezoidal bone block is obtained from the patellar base with an oscillating saw and the quadriceps tendon is excised with the Metzenbaum scissors.

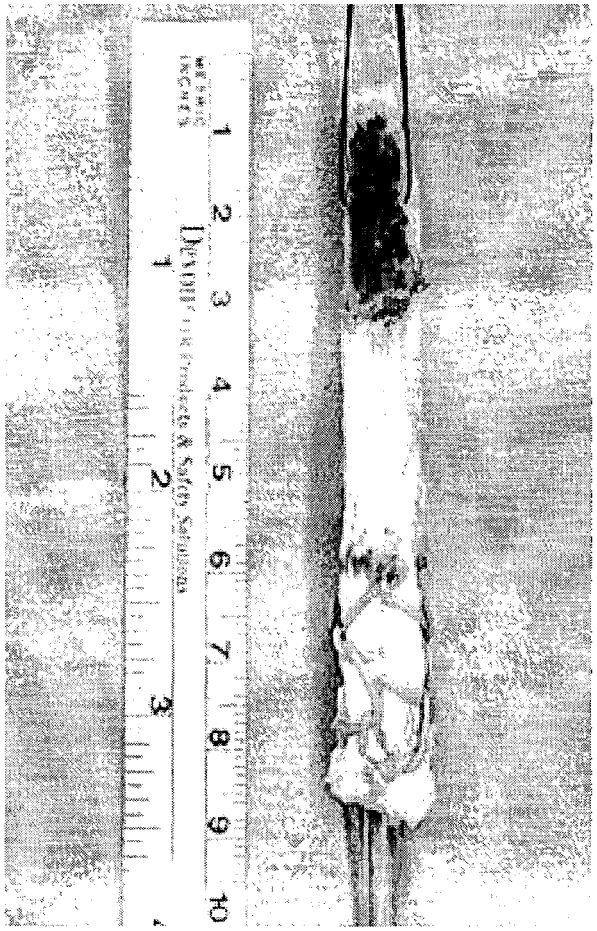

Fig. 4. The bone block from the patellar base is perforated transversely with drill holes and two absorbable sutures are passed and tied. The tendinous portion of the graft is secured with two No. 5 Ethibond sutures using Krackow-type stitches.

합사를 피질 나사 위에 post-ti하여 강화하였다. 술후 3일 이내 Continuous passive motion machine을 이용하여 관절범위 운동을 시작하였으며 6주까지 최대굴곡을 얻었다. 6주까지 motion-controlled brace를 착용하고 부분 체중부하를 서서히 진행하였다. 스포츠 활동으로의 복귀는 6개월 이후 대퇴사두근 근력의 회복을 고려하여 시행하였다.

3. 임상 및 방사선적 검사

각 환자에게서 수술 전과 수술 후의 관절 운동 범위, 전방 전위 정도, 신전 소실, Cybex dynamometer를 이용한 대퇴사두근의 근력, KT-2000 arthrometer를 이용한 최대 전방 전위의 차이, Lysholm score[20], IKDC grade, 전방 슬관절 동통에 대한 설문[16] 등을 평가하였다. 수술 전과 후의 슬관절 측면과 Merchant view 사진에서 각각 슬개골 위치를 Insall ratio와 일치각을 측정하여 비교하였다. 각 례에서 임상 결과와 방사선적 계측은 최종 추시 관찰에서 얻은 결과를 토대로 하였으며 통계적인 검증은 SPSS 11.5를 이용하여 Wilcoxon signed rank test와 Mann-Whitney U test를 하였다 ($p<0.05$).

결 과

동반손상의 치료는 내측 반월상 연골의 부분절제술이 41례, 봉합이 10례 있었으며 외측 반월상 연골의 부분절제술이 16례, 봉합이 1례 있었다. 관절 운동 범위는 술전 3~5도의 신전 소실이 9명, 6~10도의 신전 소실이 3명, 10도 이상의 신전 소실이 4명이었으며 술후 115명(99%)에서 신전 소실이 3도 이하였다. 최대 굴곡 또한 술전 0~5도의 굴곡 소실이 2명, 6~15도의 굴곡 소실이 6명, 16~25도의 굴곡 소실이 8명이었으나 술후 114명에서 굴곡 소실이 없었다.

술전 Lachman 검사상 grade 1이 18례, grade 2가 88례, grade 3가 10례였으나 술후 grade 2 이상이 4명으로 향상된 결과를 보였다. 전방 전위 검사 및 축 이동 검사도 유사한 향상된 결과를 보였다(Table 1). KT-2000 arthrometer를 이용하여 전방 전위를 측정하였을 때 술전 건측과의 차이가 2 mm 이내인 경우는 없었으며 3~5 mm인 경우가 13례, 5 mm이상인 경우가 103례였으나 술후 각각 79례, 32례, 그리고 5례로 향상되었다(Table 2). Cybex II isokinetic testing device를 이용한 신전시 최대 토크 (extension peak torque) 는 술후 1년에 60°/sec에서 건측의 78%, 180°/sec에서 건측의 82%였으며 2년에 각각 82%, 89%였다. 단순 방사선 사진에서 측정한 Insall-Salvati ratio는 술전 1.02에서 술후 1.02로 변화가 없었으며 일치각도 -7.7°에서 -7.3°로 변화가 없었다.

IKDC 기준에 따른 환자의 활동은 술전 grade I (competitive)이 20례, grade II (recreational)가 79례, grade III(active)가 17례 였으며 술후 각각 17례, 74례, 그리고 25례였다(Table 3). 환자의 주관적 슬관절 평가는 술후 94%(108)의 환자가 자신의 슬관절을 normal 또는 nearly normal로 평가하였다(Table 4). Modified Lysholm score는 술전 69점에서 91점으로 증가하였다. 전방 슬관절 동통에 대한 설문 결과상 94% (63)의 환자가 무릎을 꿇을 때 통증이 경미하거나 없다고 하였다(Table 5).

고 찰

Staubli는 10 mm너비의 대퇴사두건-골 복합체의 생역학적 성질에 대한 연구에서 대퇴사두건은 슬개건과 다른 생역학적인 성질을 가지고 있음을 밝혔다[18,19]. 최대인장부하(Ultimate tensile load)는 슬개건이 2,376±157 N, 대퇴사두건은 2,352±495 N으로 차이가 없으나, 큰 단면적으로 인해 정상 전방십자인대의 대퇴부착부의 구조를 더 가까이 닮고, 좀 더 많은 양의 교원질을 초기에 공급할 수 있으며, 이식물의 길이를 더 길게 얻을 수 있는 장점이 있다. 단면적이 큰 이식물이 좀 더 향상된 전방 안정성을 보임을 몇몇 저자들이 보고한 바 있다[7,21]. 본 연구의 결과는

Table 1. Anterior laxity test

Grade	Lachman test		Anterior drawer test		Pivot shift test	
	Preop	Final	Preop	Final	Preop	Final
0	-	77	-	87	-	64
1	18	35	18	26	17	48
2	88	4	90	3	69	4
3	10	-	8	-	30	-

Table 2. KT-2000 data

Side-to-Side difference	Preoperative (%)	Final
< 2 mm	-	79(68)
3 to 5 mm	13 (11)	32 (28)
6 to 10 mm	95 (82)	5 (4)
> 10 mm	8 (7)	-

Table 3. IKDC Activity level

Rating	Preinjury (%)	final
I	20 (17)	17 (15)
II	79 (68)	74 (64)
III	17 (15)	25 (21)
IV	-	-

이와 같은 보고를 뒷받침하는 것으로 보인다. 96%(111)의 환자가 술후 grade 0 또는 1의 전방 안정성을 보였으며 KT-2000으로 측정한 전방 전위의 차이의 정중값은 2 mm로 이는 다른 술자의 슬개건 또는 슬괵건을 이용한 재건술의 결과와 비견될 수 있다[2,9].

자가 골-슬개건-골을 이용한 술식에서 문제가 되는 술후 병변 (morbidity)은 신전 소실, 대퇴사두근력 약화, 감각신경의 손상으로 인한 감각소실 및 이상 감각, 그리고 슬개

Table 4. Knee Function Subjective Assessment

Rating	Preoperative(%)	Final
Normal	-	61 (53)
Nearly Normal	3 (2)	47 (41)
Abnormal	75 (65)	5 (4)
severe	38 (33)	1 (1)

Table 5. Questionnaire on Anterior Knee Pain (n=67)

	n	%
1. When participating in strenuous work/sport, I am:		
Able to participate with no kneecap symptoms	49	73
Able to participate but with minimal kneecap symptoms	10	15
Able to participate but with moderate kneecap symptoms	7	10
Able to participate but with significant kneecap symptoms limiting my ability	0	-
Unable to participate due to severe kneecap symptoms	1	2
2. When climbing stairs, I am:		
Able to climb with little or no kneecap symptoms	63	94
Able to climb, but I am limited by kneecap symptoms	3	4
Able to climb only 11-30 stairs	1	2
Unable to climb more than 10 stairs due to kneecap symptoms	0	-
3. Following long periods sitting I have:		
Little or no kneecap symptoms	64	96
Moderate kneecap symptoms, only able to sit for 1-2 h at a time	3	4
Severe kneecap symptoms limiting my ability to perform some daily activities	0	-
4. During normal daily activities, I have:		
Little or no kneecap symptoms	63	94
Moderate kneecap symptoms	4	6
Severe kneecap symptoms limiting my ability to perform some daily activities	0	-
5. During activities requiring kneeling, I have:		
Little or no kneecap pain	63	94
Moderate kneecap pain	4	6
Severe kneecap pain that limits my ability to kneel	0	-
Severe kneecap pain that prohibits me from kneeling	0	-

건 단축 또는 파열 등이 보고되었지만 전방 슬관절 동통과 관련된 합병증이 가장 빈번하다[1,9-13,15]. 본 연구에서 전방 슬관절 동통에 관한 결과는 매우 고무적이며 대퇴사두건 사용의 가장 큰 장점으로 보인다. 계단오르기, 오래 앉아 있기, 무릎 꿇기 등에서 통증이 있고 활동에 제약이 있었던 경우는 10% 이하였으며 이는 방사선적으로 확인되었듯이 슬개골 위치 변화와 이에 따른 생역학적 변화가 없고, 슬개건과 관련된 합병증이 없으며 채취부 압통의 위치가 다르고 경미하기 때문인 것으로 사료된다. 수술 직후 간혹 관찰된 압통은 빠른 회복을 보여 최종 추시서 이를 호소하는 환자는 1명 있었으나 활동을 제약하지는 않았다. 술후 공여부 병변를 최소화하는 것은 환자의 술후 만족도와도 관련이 있을 것으로 보이며 본 연구에서 90% 이상의 환자가 주관적으로 자신의 슬관절에 만족을 보였던 것은 이에 어느 정도 기인했던 것으로 생각한다.

대퇴사두근 근력의 약화는 많은 술자들에게 있어 대퇴사두근을 희생하는 수술을 망설이게 하는 큰 이유 중의 하나이다. 1999년 Chen 등[4]은 본 연구에서와 같은 이식물을 이용하여 전방 십자 인대 재건술을 시행한 12명의 환자에 대한 보고서에서 슬개건을 사용하였을 때 보다 morbidity가 적고, 더 빨리 스포츠 활동으로 돌아갈 수 있었으며, 대퇴사두근의 근력 또한 12명중 11명에서 1년내 80%가 회복되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 유사한 결과를 보이는 바, 1년째 평균 약 80%에 가까운 근력을, 2년째 그 이상을 회복할 수 있음을 보여주었다. 그러나 대퇴사두근 근력의 회복은 어디까지나 철저한 감시와 조절 하의 재활운동 치료에 많은 부분을 의존하는 바 다른 이식물을 사용한 재건술에서 같은 프로토콜을 사용한 경우와 비교연구하는 작업이 필요할 것으로 보인다. 슬괵건과 슬개건에서 술후 약 1년 이후에 건이 재생한다고 하는 보고가 있는 것으로 보아 대퇴사두건에서도 유사한 치유과정이 진행할 것으로 추정해 볼 수 있다[14].

대퇴사두건의 장점으로 보다 길고 두꺼운 이식물을 사용하여 후방십자인대 또는 후외방측 재건술에 사용될 수 있다는 점을 추가할 수 있겠으며 이미 이에 대한 문헌이 보고가 되고 있다[5].

결 론

자가 대퇴사두건의 중앙부는 전방십자인대의 이식물로 사용하기에 적당한 생역학적 특성을 가지고 있으며 타 술식에서 제기될 수 있는 전방 슬관절 동통 등의 병변을 초래하지 않는 등의 장점을 가진다. 전방십자인대 재건술에서 양호한 술후 결과를 보인 대퇴사두건은 좋은 이식물의 하나로 사료된다.

REFERENCES

1) **Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G**: Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop,* 288:195-203, 1993.

2) **Bach BR Jr, Tradonsky S, Bojchuk J, Levy ME, Bush-Joseph CA, Khan NH**: Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft. Five- to nine-year follow-up evaluation. *Am J Sports Med,* 26:20-29, 1998.

3) **Blauth W**: Die zweizugelige Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes aus der Quadricepssehne, Unfallheikunde. 87:45-51, 1984.

4) **Chen CH, Chen WJ, Shih CH**: Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *J Trauma,* 46:678-682, 1999.

5) **Chen CH, Chen WJ, Shih CH**: Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament: a comparison of quadriceps tendon autograft and quadruple hamstring tendon graft. *Arthroscopy,* 18:603-612, 2002.

6) **Colombet P, Allard M, Bousquet V, de Lavigne C, Flurin PH, Lachaud C**: Anterior cruciate ligament reconstruction using four-strand semitendinosus and gracilis tendon grafts and metal interference screw fixation. *Arthroscopy,* 18:232-237, 2002.

7) **Fulkerson JP, Langeland R**: An alternative cruciate reconstruction graft: The central quadriceps tendon. *Arthoscopy,* 11:252-254, 1995.

8) **Harris NL, Smith DAB, Lamoreaux L, Purnell M**: Central qudadriceps tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: Morphometric and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med,* 25:23-28, 1997.

9) **Jarvela T, Paakkala T, Kannus P, Jarvinen M**: The incidence of patellofemoral osteoarthritis and associated findings 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med,* 29:18-24. 2001.

10) **Kartus J, Magnusson L, Stener S, Brandsson S, Eriksson BI, Karlsson J**: Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A 2-5-year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,* 7:2-8, 1999.

11) **Kartus J, Movin T, Karlsson J. Current concepts**: Donor-site morbidity and anterior knee problems after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts. *Arthroscopy,* 17:971-980, 2001.

12) **Marumoto JM, Mitsunaga MM, Richardson AB, Medoff RJ, Mayfield GW**: Late patellar tendon ruptures

after removal of the central third for anterior cruciate ligament reconstruction. A report of two cases. *Am J Sports Med,* 24:698-701, 1996.

13) **Muellner T, Kaltenbrunner W, Nikolic A, Mittlboeck M, Schabus R, Vecsei V**: Shortening of the patellar tendon after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy,* 14:592-596, 1998.

14) **Nixon RG, SeGall GK, Sax SL, Cain TE, Tullos HS**: Reconstitution of the patellar tendon donor site after graft harvest. *Clin Orthop,* 317:162-171, 1995.

15) **Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF**: Patelfofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med,* 17: 760-765, 1989.

16) **Shelbourne KD, Trumper RV**: Preventing anterior knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med,* 25:41-47, 1997.

17) **Shino K, Oakes BW, Horibe S, Nakata K, Nakamura N**: Collagen fibril populations in human anterior cruciate ligament allografts. Elenctron microscopic analysis. *Am J Sports Med,* 23:203-208, 1995.

18) **Staubli HU**: Arthroscopically assisted ACL reconstruction using autologous quadriceps tendon, in Jakob RP, Staubli HU (eds): The Knee and the Cruciate Ligaments, Berlin, Springer Verlag, 443-451, 1992.

19) **Staubli HU, Schatzmann L, Brunner P, Rincon L, Nolte LP**: Mechanical tensile properties of the quadriceps tendon and patellar ligament in young adults. *Am J Sports Med,* 27: 27-34, 1999.

20) **Tegner Y, Lysholm J**: Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop,* 198:43-49, 1985

21) **Walz KE, Grood ES, Noyes FR**: Anterior-posterior translation in reconstructed knees correlates with graft cross-sectional area. *Trans Orthop Res Soc,* 12:65, 1987.