

자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 결과 판정에 있어 MRI 검사의 유용성

인제대학교 서울백병원 정형외과학교실, 인제대학교 서울백병원 영상의학과*

김진구 · 김영우 · 이수원 · 심재찬* · 오수진

The effectiveness of MRI evaluation after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon autograft

Jin-Goo Kim, M.D., Young-Woo Kim, M.D., Soo-Won Lee, M.D.,
Jae-Chan Shim, M.D.* Soo-Jin Oh, M.S.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University, Seoul Paik Hospital, Seoul, Korea
Department of Radiology, Inje University, Seoul Paik Hospital, Seoul, Korea*

Purpose: To evaluate the effectiveness of MRI after ACL reconstruction with femoral tunnel at 10 o'clock position.

Materials and Methods: MRI findings of 29 patients after ACL reconstruction using hamstring tendon autograft were evaluated. The mean period from operation to MRI was 18.9 months (7~40 months). Signal intensity, morphology and continuity of graft, femoral insertion, graft angle, roof impingement, cross pin breakage and position were evaluated. Those findings were compared with KT-2000, Lysholm knee score and pivot shift test.

Results: There was no significant correlation between signal intensity of graft and the duration to MRI. Most common pattern of the morphology was straight, and the continuity was well-preserved. 13 cases of femoral tunnel insertion were zone 4 and 16 were zone 3. There were no roof impingement. 10 cases showed cross pin breakages, of which 5 were found at the outside of distal femoral posterior cortex. 9 showed cross pin directed posteriorly in axial view. There was no significant correlation between clinical results and cross pin breakage.

Conclusion: MRI examinations after ACL reconstructions are useful to evaluate the graft status, position of the graft and cross pins. Since the direction of the cross pin is important especially in 10 o'clock femoral position, care should be taken to avoid cross pin breakage.

KEY WORDS: Anterior cruciate ligament reconstruction, MRI, Graft position, Cross pin

서 론

슬괵건을 통한 전방십자인대 재건술은 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술과 비견할만한 임상적, 생역학적 결과들이 발표되면서^{5,6)}, 그 시술이 점차 널리 사용되고 있다. 이

의 경과관찰을 위한 방법으로는 수많은 방법들이 사용되고 있으며 그 중에서도 전방십자인대 이식건이 정확한 해부학적 위치에 근접할수록 재건술 후 경과가 더 좋다는 의견들이 제시됨에 따라 방사선학적 검사의 중요성이 커지고 있다¹⁵⁾. 하지만 생흡수성의 고정물의 사용으로 단순 방사선 검사 및 2차 관절경 검사나 임상 결과 판정으로는 정확한 터널의 위치나 삽입물의 위치 파악이 용이하지 않은 실정이다. 이에 비록 고가에 시간 소모가 많이 되는 단점이 있지만 MRI 검사의 비중이 커지고 있다. 그리고 터널 내 이식건의 상태나 이식건 자체의 표면뿐만 아니라 내부의 전반적인 상태까지도 판단할 수 있어 MRI 검사의 중요성이 커질 것으로 기대된다.

자가 슬괵건은 전방십자인대 재건술에 있어 이상적인 이식

* Address reprint request to

Jin-Goo Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University, Seoul Paik Hospital, Jeo Dong 2Ga, Gung Gu, Seoul, Korea
Tel: 82-2-2270-0025, Fax: 82-2-2270-0048
E-mail: boram107@hanmail.net

건이나 고정 방식의 약점 때문에 그 사용의 어려움이 있었다. 하지만 최근 그 고정 방식이 향상되고 있으며 교차 핀(cross pin)이 Clark 등⁴⁾에 의해 소개된 이래, 터널 내 직접적으로 관절면 가까이 고정할 수 있어 이식건의 터널 내 움직임을 감소시키고 상대적으로 견고한 고정력을 발휘할 수 있는 등 여러 생역학적 장점이 널리 알려지면서 증가 추세에 있다^{1,4,14,21)}. 하지만 교차 핀의 위치가 원위 대퇴 후방 피질골 밖으로 벗어

나 있거나 부러져 있는 것이 보고된 바 있으며^{3,7)}, 이에 대해 MRI 검사가 유용하다고 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 대퇴 터널을 오른쪽 슬관절에서는 10시, 왼쪽에서는 2시 방향으로 설정하여 자가 슬립건 이식을 이용한 전방십자인대 재건술 후 결과 판정에 있어 MRI 검사의 유용성에 대해 조사하고자 하는데 있다.

Table 1. Evaluation protocol using MRI

Signal intensity (saggital)	Proximal	0 / 1 / 2 / 3
	Middle	0 / 1 / 2 / 3
	Distal	0 / 1 / 2 / 3
Signal intensity (coronal)	Proximal	0 / 1 / 2 / 3
	Middle	0 / 1 / 2 / 3
	Distal	0 / 1 / 2 / 3
Total signal intensity		
Morphology		straight / curved / wavy
Continuity		well-preserved/ partial disruption/ complete disruption
Pin direction		downward / non-downward
Coronal angle		
Femoral tunnel postion	Sagittal	zone1 / zone2 / zone3 / zone4
	Axial	zone1 / zone2 / zone3 / zone4
Roof impingement		yes / no
Cross pin fixatioin	Breakage	yes / no
	position	outside cortex / inside cortex



Fig. 1. Evaluation of femoral graft insertion in the sagittal view.



Fig. 2. Analysis of graft roof impingement in the sagittal view.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본원에서 2003년 11월부터 2006년 11월까지 자가 슬립건을 이용한 전방십자인대 재건술을 시행 받았던 환자들 중 술 후 결과 판정에 있어 최소 1년 이상의 임상 결과 및 MRI 검사를 시행 받았던 29명을 분석하였다. 남자가 23명, 여자가 6명이었으며 평균 연령은 30.7세(17~50세)였고 평균 술 후 MRI 검사까지의 기간은 18.9개월(7~40개월)이었다. 반월상 연골 판 손상을 제외한 다른 동반 손상을 가진 환자들은 모두 제외되었다. 모든 시술은 4 가닥 자가 슬립건을 이용하였으며 대퇴 터널을 관절경에서 대퇴 절흔을 기준으로 오른쪽 슬관절에서는 10시, 왼쪽에서는 2시 방향으로 설정하여 만들었다. 대퇴골 고정은 생체흡수성 교차 핀(Rigidfix cross pin, Mitek Norwood MA[®])으로 시행되었고 경골 고정은 생체흡수성 간섭나사와 함께 staple이나 피질골 나사못과 washer로 첨가 고정하였으며, 한 명의 수술자에 의해 모두 시술되었다.

2. 방법

모든 MRI 소견은 이식건의 신호강도, 형태, 연속성, 시상면에서의 대퇴터널의 시작점, 축상면에서 대퇴터널의 위치, 관상면에서의 이식건의 각도, 과간 절흔 충돌 여부, 교차 핀의 손상 여부, 시상면에서 교차 핀의 원위 대퇴 피질골 외부로 탈출 여부, 축상면에서의 교차 핀의 방향에 대해 조사하였다

(Table 1). 환자의 임상적 결과는 Lysholm 점수, 축회전 검사, KT-2000 검사로 평가하였다.

이식건의 신호 강도는 Howell 등¹⁰⁾이 제안한 체계를 이용하여 평가하였다. 관절강 내에서 이식건을 시상면과 관상면에서 각각 근위, 중간, 원위로 세 부분으로 나누어 각각의 지점의 신호강도를 0점부터 3점까지 나누고 6지점의 점수를 모두 합한 총점을 산정하였다(0점: 후방십자인대나 슬개건과 같은 정도의 균등한 저신호, 1점: 이식건의 50% 이내에서 신호 강도가 증가, 2점: 이식건의 50% 이상에서 신호 강도 증가, 3점: 전체적으로 균등한 신호 강도의 증가). 이식건의 형태는 시상면에서 Blumensaat's line을 기준으로 straight, curved, wavy의 세 단계로 나누었으며, 이식건의 연속성은 well-preserved, partial disruption, complete disruption의 세 단계로 나누었다. 시상면에서의 대퇴터널 시작점은 Harner 등⁹⁾이 제시한대로 Blumensaat's line을 4등분하여 앞쪽에서부터 zone 1, 2, 3, 4로 나누었다(Fig. 1). 과간 절흔 충돌 여부는 Howell 등¹¹⁾이 제안한대로 시상면에서 경골 터널의 앞쪽 경계를 따라 그은 선과 과간 절흔을 따라 그은 선 사이의 각도를 재어 0도 이하면 충돌이 있는 것으로 간주하였다(Fig. 2). 축상면에서의 대퇴터널 위치는 Sommer 등²⁰⁾이 제안한 방법대로 과간 절흔을 시계 방향으로 나누어 우측 슬관절의 경우 10:00에서 11:00사이(좌측 슬관절은 2:00에서 1:00사이)는 zone 1, 11:00에서 12:00사이(좌측 슬관절은 1:00에서 12:00사이)는 zone 2, 12:00에서 1:00사이(좌측 슬관절은 12:00에서 11:00사이)는 zone 3, 9:00에서 10:00사이(좌측 슬관절은 3:00에서 2:00사이)는 zone 4로 나누었다(Fig. 3). 관상면에서의 이식건의 각도는 Ahn 등²⁾이 제시한

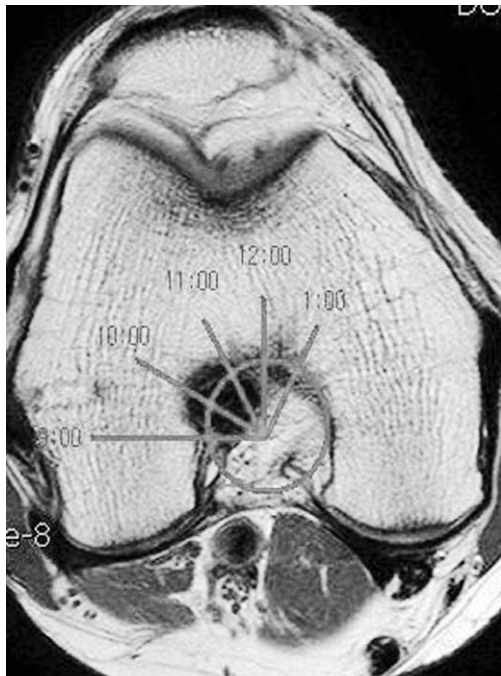


Fig. 3. Analysis of the femoral tunnel in the axial view.

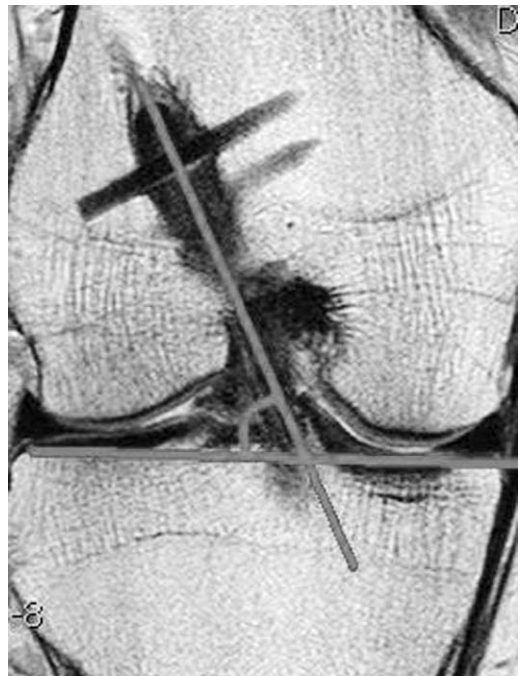


Fig. 4. ACL graft angle in the coronal view.

것처럼 이식건의 중앙을 지나는 평행한 선과 경골 관절면의 고평부를 연결하는 선 사이의 각도를 측정하였다(Fig. 4). 교차 핀의 손상 여부는 Choi 등³⁾이 제시한 바와 같이 관상면에서 교차 핀의 각 형성, 교차 핀의 조각 사이에 확실한 틈이 관찰되거나 변형이 관찰될 때, 교차 핀의 조각이 이동되어 있는

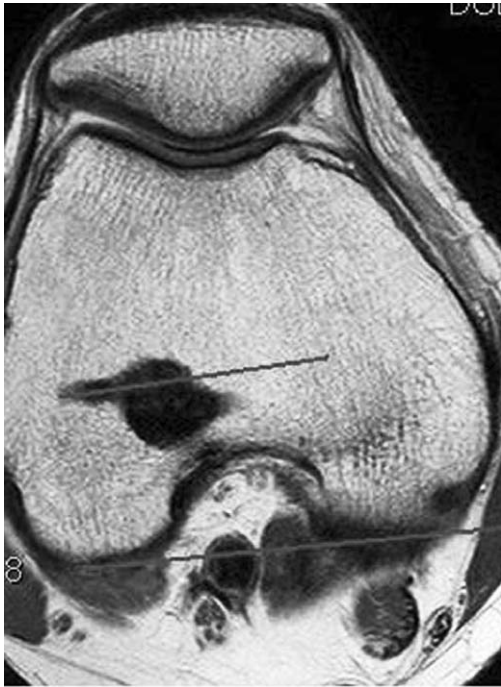


Fig. 6. Direction of the cross pin in the axial view.

것이 관찰 될 경우 교차 핀의 손상이 있다고 간주하였다. 또한 시상면에서 교차 핀의 원위 대퇴 피질골 밖으로 탈출 여부도 관찰하였으며(Fig. 5), 축상면에서 양대퇴과의 후방면을 연결한 선을 기준으로 교차 핀의 진행 방향의 각도를 재어 후방인지 전방인지 관찰하였다(Fig. 6).

추시 기간에 따른 이식건의 신호강도를 보기 위해 paired t-test를 이용하여 상관관계를 분석하였고, 이식건의 형태나 연속성에 따른 임상 결과를 Lysholom 점수와 축회전 검사, KT-2000 검사로 비교하였다. 축상면에서의 대퇴 터널의 위치에 따른 시상면에서의 이식건 각도 차이와 임상 결과를 비교하기 위해 각각의 평균을 구한 후 independent t-test를 이용하여 상관관계를 구하였다. 교차 핀의 손상이 있는 군과 없는 군간의 비교는 independent t-test를 이용하여 Lysholm 점수, 축회전 검사, KT-2000 검사 결과를 비교하였다.

결 과

이식건의 신호강도의 평균은 근위부가 1.52점, 중간부위가 2.38점, 원위부가 2.86점이었으며 총합은 6.76점으로 원위부로 갈수록 신호강도가 증가되는 양상을 보였으며, 이식건의 신호강도와 추시 기간과는 유의한 상관관계를 나타내지 못하였다($P>0.05$). 시상면에서의 이식건의 형태는 24례가 straight(83%)로 대부분이었으며 3례에서 curved였으며 2례에서 wavy로 나타났다. 이식건의 형태가 straight일 때 KT-2000 검사에서 이완 차이는 평균 1.8 mm, 축회전 검사



Fig. 5. Position of cross pin at the posterior cortex of distal femur (A) cross pin inside posterior cortex of the distal femur, and (B) cross pin outside posterior cortex of the distal femur.

의 평균은 0.3, Lysholm 점수의 평균은 90.3점이었다. curved일 때의 KT-2000 검사의 평균은 1.7 mm, 축회전 검사의 평균은 0.3, Lysholm 점수의 평균은 87.8점이었으며, wavy일 때의 KT-2000 검사의 평균은 2.5 mm, 축회전 검사의 평균은 0, Lysholm 점수의 평균은 93점으로 나타났다. 시상면에서의 이식건의 연속성은 27레에서 well-preserved(93%)였고 2레에서 partial disruption였으며, complete disruption은 없었다. 연속성이 well-preserved 일 때 KT-2000 검사의 평균은 1.9 mm, 축회전 검사의 평균은 0.3, Lysholm 점수의 평균은 90.1점이었으며 partial disruption일 때 KT-2000 검사의 평균은 2.0 mm, 축회전 검사의 평균은 0, Lysholm 점수의 평균은 91점으로 두 구간간의 유의한 차이는 없었다. 시상면에서 대퇴 터널의 시작점은 zone 4가 13레였으며 zone 3가 16레였다. 과간 절흔 충돌은

관찰되지 않았다. 축상면에서 대퇴 터널의 위치는 14레에서 zone 1에 위치하였으며 이 때의 관상면에서의 이식건 각도는 평균 62.1도였고, 15레에서 zone 2에 위치하였으며 이 때의 각도는 63.6도로 두 구간에 유의한 차이는 보이지 못하였다 ($P>0.05$). zone 1에 위치할 때의 KT-2000, 축회전 검사, Lysholm 점수의 평균은 각각 1.5 mm, 0.3, 90.2점이었으며 zone 2에 위치할 때의 KT-2000, 축회전 검사, Lysholm 점수의 평균은 각각 2.2 mm, 0.3, 90.1점으로 두 구간간의 유의한 차이는 보이지 않았다.

교차 핀의 손상은 10레에서 관찰되었으며 교차 핀이 원위 대퇴 후방 피질골 밖으로 빠진 경우가 5례였고, 교차 핀의 방향이 축상면에서 후방을 향하는 경우가 9레에서 발견되었다. 교차 핀의 손상이 없을 때의 KT-2000, 축회전 검사, Lysholm 점수의 평균은 각각 1.8 mm, 0.3, 91.4점이었으며

Table 2. Clinical findings and MRI findings of cross pin of 29 patients

Case No	OP date	Period to MRI (month)	Lysholm	Pivot shifting	KT-2000 (mm)	Cross pin breakage	Cross pin position	Cross pin direction
1	2003.11.26.	40	89	1	3	yes	outside	downward
2	2004.03.11.	36	86	1	1.8	yes	outside	downward
3	2004.03.18.	25	81	0	2.7	yes	inside	non-downward
4	2004.05.25.	25	96	1	3	yes	outside	downward
5	2004.06.08.	35	91	0	1.5	yes	outside	downward
6	2004.08.12.	32	92	0	1	yes	inside	non-downward
7	2004.08.24.	28	93	0	1.8	no	inside	non-downward
8	2004.12.16.	16	99	0	1.9	no	inside	downward
9	2005.01.25.	13	93	0	2	no	inside	non-downward
10	2005.05.12.	12	96	0	3.2	yes	inside	non-downward
11	2005.05.24.	15	92	1	2.2	no	inside	non-downward
12	2005.05.31.	25	82	0	1.2	no	inside	non-downward
13	2005.06.02.	7	83	0	1	yes	inside	non-downward
14	2005.07.12.	21	87	1	5	no	inside	non-downward
15	2005.07.13.	13	100	0	0	no	inside	non-downward
16	2005.08.23.	24	100	0	2.8	no	inside	non-downward
17	2005.11.17.	14	85	2	3.2	no	inside	non-downward
18	2005.11.21.	17	86	0	0.5	no	inside	downward
19	2005.11.25.	17	96	0	3	no	inside	non-downward
20	2006.06.01.	14	93	1	2.1	no	inside	downward
21	2006.06.01.	17	86	0	0	yes	outside	downward
22	2006.07.14.	14	86	1	1.1	no	inside	non-downward
23	2006.08.11.	14	88	0	1	no	inside	non-downward
24	2006.08.31.	12	95	0	1	no	inside	non-downward
25	2006.08.31.	12	78	0	2.7	yes	inside	non-downward
26	2006.09.01.	13	89	0	1	no	inside	non-downward
27	2006.09.27.	13	86	0	1	no	inside	non-downward
28	2006.10.10.	12	93	0	3	no	inside	downward
29	2006.11.17.	13	94	0	0.5	no	inside	non-downward

교차 편 의 손상이 있을 때의 KT-2000, 축회전 검사, Lysholm 점수의 평균은 각각 2.0 mm, 0.3, 87.8점으로 나타났으며(Table 2), 두 군간의 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

고 찰

전방십자인대 손상은 일반적으로 슬관절의 불안정성을 초래하고 반월상 연골 손상과 같은 추가 손상을 초래할 수 있다^{13,17}. 따라서 전방십자인대 재건술의 목표는 관절의 안정성을 회복하고 추가 손상을 예방하여 결과적으로 퇴행성 진행을 막는 데 있다고 할 수 있다. 전방십자인대 재건술에 의해서 얻어지는 안정성은 대퇴 및 경골 터널의 위치와 매우 밀접한 관계가 있다고 하였다¹¹. 또한 기존의 생체역학적인 연구들에서도 전방십자인대 이식 시 삽입 위치와 관절의 안정성 간에는 강한 상관관계가 있다고 보고되어 왔으며^{12,16,19}, 이에 따라 전통적인 단순 방사선 검사를 이용한 터널 위치의 술 후 추시는 quality control의 중요한 요소가 되어 왔다. 하지만 자가 슬릭건과 생체흡수성 고정물을 이용한 전방십자인대 재건술이 증가함에 따라 술 후 평가를 위한 MRI의 필요성이 증가하고 있다. 본 연구에서는 슬릭건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 MRI 검사와 단정적 임상적 결과는 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 하지만 좀 더 정확한 평가를 위해서는 더 많은 추시 기간과 함께 2차 관절경 소견 등의 추가적인 검사가 필요할 것으로 사료된다.

Hong 등⁹은 술 후 MRI 검사까지 걸린 시간에 따른 이식건의 신호강도 변화는 전방십자인대 재건술 후 6개월 미만, 6~12개월, 12개월 이후로 나누었을 때 통계적으로는 유의하지 않았지만 시간이 지남에 따라 신호 강도는 감소하는 경향을 보였고 이런 현상을 전방십자인대 재건술 후의 정상적인 인대화 과정을 반영하는 것이라고 하였다. 또한 Murakami 등¹⁸도 전방십자인대 재건술 후 12개월 미만에서는 고신호 강도를 보이던 이식건도 12개월 이후에는 점차 저신호 강도로의 변화를 보고하면서 안정적인 전방십자인대 이식건에서 보이는 고신호 강도는 자가 이식건의 성숙과정을 나타낸다고 주장하였다. 본 연구에서는 술 후 MRI 검사까지 걸린 시간과 신호 강도의 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 본 연구가 대부분 1년 이후에 시행된 것을 감안하면 선행 연구와의 이런 차이를 설명할 수 있을 것으로 사료된다.

Hong 등⁹은 이식건의 형태와 연속성에서 각각 longitudinal streak-increased signal intensity band가 81.8% 및 well-preserved가 72.7%로 보고하였다. 본 연구에서 시상면에서 이식건의 형태와 연속성은 각각 대부분 straight (83%)와 well-preserved (93%)로 선행 연구와 비교하여 보다 양호한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 술 후 MRI 검사까지의 시간의 차이로 설명할 수 있을 것이다. 하지만 이 결과와 다른 임상 검사들과는 유의한 상관관계가 없었다. 따라서 MRI를 통해서 본 이식건의 형태나 연속성만으로는 전방십자인대 재건술의 결과가 양호하다고 단정 지을 수는 없을 것으로 생각된다. 축상면에서의 대퇴 터널 위치는 zone 1 이 zone 2 보다 관

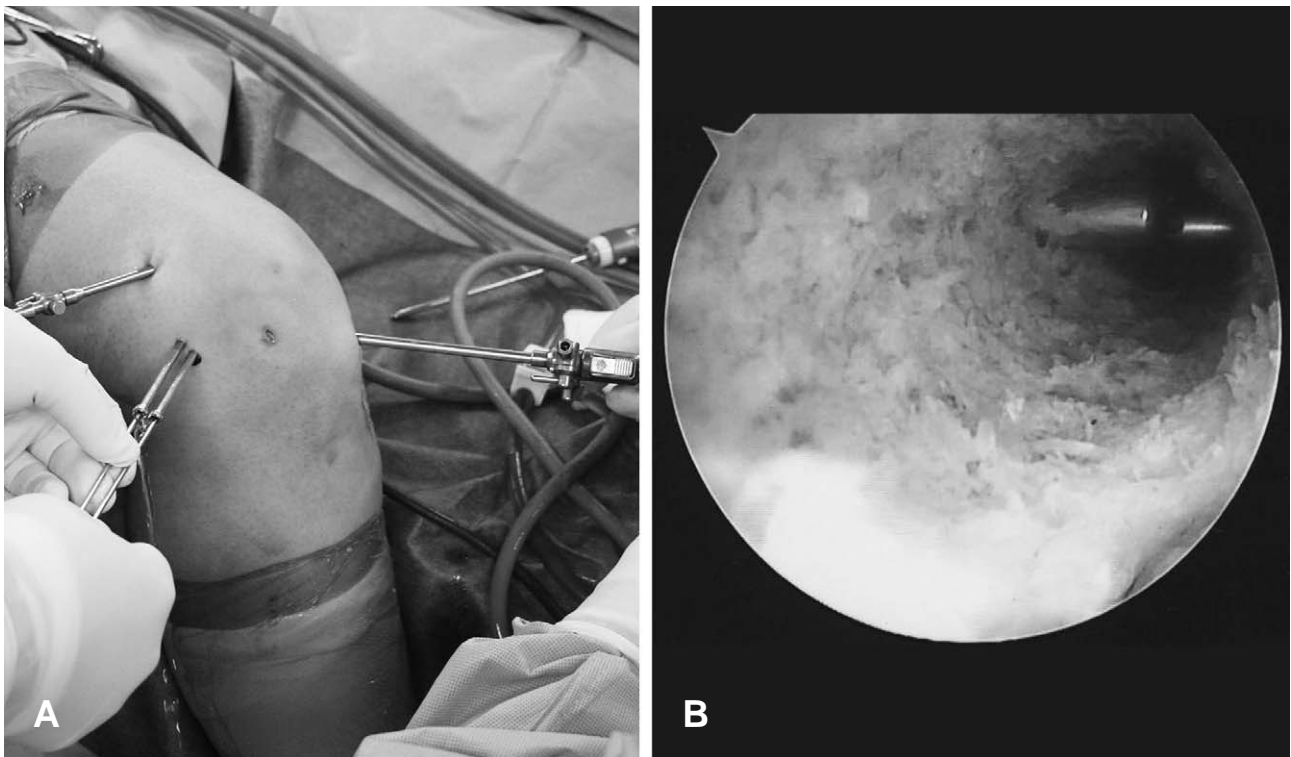


Fig. 7. The way to check the position of the cross pin at our institution (A) photographic view, (B) arthroscopic view.

상면에서 더 수평하게 위치할 것으로 기대하였으나 실제로 평균 결과가 두 군 간에 약간의 차이는 있었지만 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내지는 못하였다. 또한 임상결과와의 상관관계도 유의하지 못하였다. 따라서 본 교실에서는 측상면에서의 터널 위치 보다는 관상면에서의 이식건의 각도가 더 중요한 지표가 될 것으로 사료된다.

교차 핀의 손상의 경우 Choi 등³⁾은 후방으로 치우친 교차 핀의 방향이 주된 원인의 하나라고 하였다. 이러한 문제점은 아마도 11시 대퇴 터널을 기준으로 고안된 교차 핀 고정방식을 10시 대퇴 터널에 적용하면서 더욱 증가할 것으로 예상된다. 본원에서 2003년과 2004년에 시행된 전방십자인대 재건술에서 교차 핀의 위치가 원위 대퇴 후방 피질골 밖으로 탈출하여 손상된 경우가 8례 중 4례에서 관찰되었으며 2005년과 2006년에는 21례 중 1례에서만 발견되었다. 이렇게 비교적 초기에 시행되었던 전방십자인대 재건술에서 교차 핀 손상이 많았는데, 이는 10시 방향의 대퇴 터널에서는 교차 핀의 방향이 약간 후방으로 향하여도 그 원위부가 원위 대퇴 피질골의 후방으로 탈출함으로써 교차 핀이 손상되었을 것으로 생각된다. 이는 교차 핀 손상의 상당 부분이 술기적인 오류 특히 11시 방향의 대퇴 터널 고정을 위한 기기를 이용하여 10시 방향의 대퇴 고정을 할 때 발생할 수 있는 추가적인 주의의 부족에서 기인할 가능성이 큼을 시사한다. 10시 방향의 대퇴 터널은 11시 방향에 비해 좀더 대퇴 외과의 외측면으로 치우침에 따라 교차 핀이 후방으로 향할 경우 쉽게 대퇴 피질골 후방으로 탈출할 가능성이 높아진다. 저자들은 10시 방향의 대퇴 터널을 이용한 전방십자인대 재건술의 초기 경험을 통해 이러한 사실을 파악하게 되었고 이를 극복하기 위해 몇 가지 기술적인 보완을 하고 있다. 먼저 교차 핀 고정을 위한 골터널 유도 기기의 설치 시 술자 및 2명의 보조자가 육안으로 교차 핀의 위치가 관상면에서 평행하거나 전방으로 향하게 설치되어 있는 것을 확인하여 기록을 남기고, 교차 핀 유도 터널을 만든 후에는 유도 강선을 삽입하여 그 원위부가 골내에 위치하고 있는지를 확인하며 관절경을 전내측창에 위치 시켜 골터널 내의 위치를 직접 확인함으로써 교차 핀 손상을 상당 부분 줄일 수 있었다(Fig. 7).

결 론

자가 슬립건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 MRI 검사는 이식건의 상태와 위치, 교차 핀의 위치 등을 파악할 수 있는데 유용하였다. 10시 방향 대퇴 터널의 전방십자인대 재건술에서는 특히 교차 핀의 위치가 중요하므로 수술 시 교차 핀의 손상을 피하기 위한 세심한 주의를 요한다.

REFERENCES

- 1) **Ahmad C, Grardner T, Groh M, Arnouk J, Levine WN:** Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 32: 635-640, 2004.
- 2) **Ahn JH, Lee SH, Yoo JC, Ha HC:** Measurement of the graft angles for the anterior cruciate ligament reconstruction with transtibial technique using postoperative magnetic resonance imaging in comparative study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(11): 1293-1300, 2007.
- 3) **Choi NH, Lee JH, Victoroff BN:** Do broken cross-pins compromise stability after anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendons? *Arthroscopy*, 23: 1334-1340, 2007.
- 4) **Clark R, Olsen RE, Larson BJ, Goble EM, Farrer RP:** Cross-pin fixation: A new technique for hamstring anterior cruciate reconstruction of the knee. *Arthroscopy*, 14: 258-367, 1998.
- 5) **Corry IS, Webb JM, Clingeffer AJ, Pinczewski LA:** Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament: a comparison of patellar tendon autograft and four-stranded hamstring autograft. *Am J Sports Med*, 27: 444-454, 1999.
- 6) **Hamner DL, Brown CH Jr, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC:** Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg Am*, 81: 549-557, 1999.
- 7) **Han I, Kim YH, Yoo JH, Seong SC, Kim TK:** Broken bioabsorbable femoral cross-pin after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft: A case report. *Am J Sports Med*, 33: 1742-1745, 2005.
- 8) **Harner CD, Marks PH, Fu FH, Irrgang JJ, Silby MB, Mengato R:** Anterior cruciate ligament reconstruction: endoscopic versus two-incision technique. *Arthroscopy*, 10: 502-512, 1994.
- 9) **Hong SJ, Ahn JM, Ahn JH, Park SW:** Postoperative MR findings of the healthy ACL grafts correlation with second look arthroscopy. *Clin Imaging*, 29: 55-59, 2005.
- 10) **Howell SM, Berns GS, Farley TE:** Unimpinged and impinged anterior cruciate ligament grafts: MR signal intensity measurements. *Radiology*, 179: 639-643, 1991.
- 11) **Howell SM, Clark JA, Farley TE:** A rationale for predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. A magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med*, 19: 276-282, 1991.
- 12) **Howell SM, Gittins ME, Gottlieb JE, Traina SM, Zoellner TM:** The relationship between the angle of the tibial tunnel in the coronal plane and loss of flexion and anterior laxity after anterior cruciate ligament reconstruc-

- tion. *Am J Sports Med*, 29: 567-574, 2001.
- 13) **Jacobsen K**: Osteoarthritis following insufficiency of the cruciate ligaments in man. Aclinical study. *Acta Orthop Scand*, 48: 520-526, 1977.
 - 14) **Kousa P, Jarvinen TL, Vihavainen M, et al**: The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Femoral site. *Am J Sports Med*, 31: 174-181, 2003.
 - 15) **Lobenhoffer P**: Treatment of multiple ligament injuries in the knee. *Orthopade*, 31: 770-777, 2002.
 - 16) **Markolf KL, Hame S, Hunter DM, et al**: Effects of femoral tunnel placement on knee laxity and forces in an anterior cruciate ligament graft. *J Orthop Res*, 20: 1016-1024, 2002.
 - 17) **McDaniel WJ Jr, Dameron TB Jr**: The untreated anterior cruciate ligament rupture. *Clin Orthop*, 172: 158-163, 1983.
 - 18) **Murakami Y, Sumen Y, Ochi M, Fujimoto F, Adachi N, Ikuta Y**: MR evaluation of human anterior cruciate ligament autograft on oblique axial imaging. *J Comput Assist Tomogr*, 22: 270-275, 1998.
 - 19) **Petsche TS, Hutchinson MR**: Loss of extension after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Am Acad Orthop Surg*, 7: 119-127, 1999.
 - 20) **Sommer C, Friederich NF, Muller W**: Improperly placed anterior cruciate ligament grafts: correlation between radiological parameters and clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 8: 207-213, 2000.
 - 21) **Zantop T, Weimann A, Rummler M, Hassenpflug J, Petersen W**: Initial fixation strength of two bioabsorbable pins for the fixation of hamstring grafts compared to interference screw fixation: single cycle and cyclic loading. *Am J Sports Med*, 32: 641-649, 2004.

초 록

목적: 10시 방향 대퇴 터널의 전방십자인대 재건술 후 MRI 검사의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 자가 슬괵건을 이용한 전방 십자 인대 재건술 후 MRI 검사를 시행 받았던 29명의 소견을 분석하였다. 평균 술 후 MRI 검사까지의 기간은 18.9개월(7~40개월)이었다. 이식건의 신호강도, 형태, 연속성, 대퇴터널 시작점, 대퇴터널 위치, 과간 절흔 충돌, 교차 핀 손상 및 위치에 대해 조사하였으며 KT-2000 검사, Lysholm 점수, 축회전 검사 등과 비교하였다.

결과: 이식건의 신호강도와 술후 MRI 검사까지의 기간은 유의한 상관관계가 없었다. 이식건의 형태와 연속성은 straight, well-preserved 가 대부분이었다. 대퇴 터널의 시작점은 zone 4가 13례, zone 3가 16례였으며 과간 절흔 충돌은 관찰되지 않았다. 교차 핀의 손상은 10례였고 이중 대퇴 후방 피질골 밖으로 빠진 경우가 5례였고, 방향이 후방을 향하는 경우가 9례였다. 교차 핀의 손상 여부와 임상 결과와의 상관 관계는 통계적으로 유의하지 않았다.

결론: 전방 십자 인대 재건술 후 MRI 검사는 이식건의 상태와 위치, 교차 핀의 위치 등을 파악하는데 유용하였다. 10시 방향 대퇴터널의 전방십자인대 재건술에서는 특히 교차 핀의 위치가 중요하므로 수술 시 교차 핀의 손상을 피하기 위한 세심한 주의를 요한다.

색인 단어: 전방십자인대 재건술, MRI, 이식건의 위치, 교차 핀

