

반월상 연골 동종 이식술 후 이차 관절경 소견

이춘택 정형외과병원, 연세대학교 의과대학 정형외과학교실*

최정기·손일진·이춘택·김성재*

Arthroscopic Evaluation of Allogenic Meniscal Transplantation

Jeong-Ki Choi, M.D., Il-Jin Son, M.D., Chun-Tek Lee, M.D., Sung-Jae Kim, M.D.*

Lee Chun-Tek Orthopaedic Specialty Hospital, Suwon,
Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Yonsei University*, Seoul, Korea

ABSTRACT: Purpose: The purpose of this study was to evaluate the arthroscopic findings of the transplanted human allogenic meniscus including MRI changes at follow up.

Materials and Methods: From Oct. 1999 to Jun. 2002, nine patients underwent arthroscopic evaluation at follow-up. We used nonirradiated cryopreserved meniscus allograft for 6 cases and fresh-frozen for 3 cases. We used bone-plug method for medial meniscus and bone-bridge method for lateral meniscus to fix the transplanted meniscus. The average follow-up time was 13 months. We evaluated the result by lysholm score, MRI and second-look arthroscopic finding.

Results: The second-look arthroscopy after allogenic meniscal transplantation revealed that grafts were well incorporated with surrounding capsular tissue. But one case showed wear on the post horn and the other case which was operated at other local clinic showed tear of the anterior horn due to non-anatomic placement of bone bridge. There was improvement of average Lysholm score from 64 to 87.

Conclusion: Second-look arthroscopy revealed excellent incorporation of the allograft with firm attachment and early clinical results are satisfactory. But further studies are necessary to assess whether meniscal transplantation can prevent progressive degenerative changes.

KEY WORDS: Meniscus, Allograft, Arthroscopy

서 론

슬관절의 정상적인 기능 수행에 있어 반월상 연골의 중요성은 잘 알려져 왔으며 반월상 연골 부분 절제 또는 전 절제술을 시행한 경우 체중 부하의 건이 능력 상실로 조기에

관절의 퇴행성 변화를 초래하게 된다¹⁾. 지난 수년간 반월상 연골 봉합술 등 이를 보존하기 위한 많은 노력과 시도가 이루어져 왔다. 그 중 최근 가능한 정상적인 관절 기능의 회복을 위해 반월상 연골 이식술이 활발히 시행되고 있고 높은 성공율이 보고되고 있다^{2,15,23)}. 이에 저자들은 동종 반월상 연골 이식술 후 이차 관절경 검사 및 자기 공명 영상을 통하여 이식물의 상태를 관찰하고자 하였다.

* Address correspondence and reprint requests to
Jeong-Ki Choi, M.D.
Lee Chun-Tek Orthopaedic Specialty Hospital
130-1 Gyo-dong Gweon Seon-gu, Suwon, Korea
Tel: 82-31-228-0348, Fax: 82-31-236-9966
E-mail: jkchoi@sportsmed.co.kr

* 본 논문의 요지는 2003년 제47차 대한정형외과학회 추계학술대회에서 구연 발표 되었음.

대상 및 방법

저자들은 1999년 10월부터 2002년 6월까지 본원에서 반월상 연골판 동종 이식술을 시행한 18례 중 이차 관절경 검사를 시행하였던 8례와 타원에서 시행 후 본원에서 이차

Table 1. Clinical data of patients

No.	Age/Sex	Affected Knee	Graft Processing	Radiation	Interval to Surgery (months)	Combined surgery	Lysholm Score (preop./postop.)
1	M/35	Rt/Lat.	Cryo-preserved	-	72		64/89
2	M/42	Rt/Med.	Cryo-preserved	-	6	ACL*	63/85
3	M/36	Lt/Lat.	Cryo-preserved	-	60	Mosaic-plasty	67/87
4	M/40	Lt/Med.	Cryo-preserved	-	4	ACL	59/84
5	M/36	Rt/Med.	Fresh-frozen	+	8	Mosaic-plasty	63/87
6	F/22	Lt/Med.	Fresh-frozen	+	2	ACL	63/89
7	M/33	Lt/Lat.	Cryo-preserved	-	48		67/89
8	M/38	Lt/Lat.	Cryo-preserved	-	96	ACL	64/87
9	M/22	Rt/Lat.	Fresh-frozen	+	36		66/69

*ACL:Anterior cruciate ligament

관절경 검사를 시행하였던 1례를 대상으로 하였다(Table 1). 남자가 8례, 여자 1례였으며 평균연령은 33(22~42)세였다. 내측 반월상 연골이 4례, 외측 반월상 연골이 5례였고 연골판 절제 후 동종 이식술까지 평균 22(6주~8년)개월에 시행하였다. 4례에서 자가 슬관절을 이용한 전방십자 인대 재건술을 함께 시행하였다. 대퇴골과에 Outerbridge 분류상 3도의 연골 손상이 3례, 4도가 2례 존재하여 4도의 경우 골연골 이식술을 함께 시행하였다. 반월상 연골판 이식물의 크기는 술 전 단순 방사선 사진을 이용해 측정하였으며, 방사선을 조사치 않은 초냉동 보존(cryopreserved non-irradiated type)동종 연골을 6례, 2.5mRad의 방사선을 조사한 신선-냉동 보존(fresh-frozen type)동종 연골을 3례 사용하였다. 수술 수기는 내측 반월상 연골의 경우 골편(bone plugs)을 이용한 고정술을, 외측 반월상 연골은 골교(bone-bridge)를 이용한 수기를 사용하였다. 술 후 약 2주까지 체중 부하하지 않았고 이후 6주째까지 점진적인 체중 부하를 허용하였다⁴⁾. 임상적 평가는 Lysholm score를 이용하였으며 술 후 12~20개월째 이차 관절경 검사를 시행하였고 평균 8(3~11)개월에 자기 공명 영상 촬영을 시행하였다.

결 과

1. 이학적 및 기능적 평가

술 후 신선-냉동 보존된 동종연골을 사용하였던 1례에서 관절 내 삼출을 보여 두 차례 천자술을 시행하였고 전방십자 인대 재건술을 함께 시행하였던 4례에서 슬관절의 불안정성은 소실되었다. 임상적 결과는 Lysholm score를 이용하여 평가 하였으며 본원에서 시행한 8례의 경우 술 전 64점에서 술 후 87점으로 향상되었으며 타원에서 시행하

였던 1례에서는 술 후 69점으로 만족할 만한 결과를 얻지 못하였다.

2. 방사선적 및 자기 공명 영상 촬영소견

1례에서 술 후 4주째 단순 방사선 사진상 석회화 소견을 보였다가 3개월째 소실되었으며 전례에서 술 후 3개월에서 11개월 사이에 자기 공명 영상 촬영을 하였다. 술 후 6개월째 시행한 2례에서 변연부에 부분적으로 고신호 강도를 볼 수 있었으며 1례에서 관상면상에 경도의 외측 아탈구 소견을 보였으나(Fig. 1A) 이차 관절경 검사상 이식한 동종 반월상연골은 아탈구 소견 없이 완전한 변연부 유합 소견을 보였고(Fig. 1B), 타원에서 시행하고 내원한 1례에서는 관상면상 비해부학적 위치에서의 골교 고정과 함께 이식연골의 외측 아탈구를 보였으며 시상면상 전각부에 증가된 신호강도를 보여 다발성 파열을 의심할 수 있었다(Fig. 3A).

3. 관절경 소견

술 후 이차 관절경 검사는 평균 13(12~20)개월에 시행하였다. 본원에서 시행한 8례에서 이식 연골이 변연부에 고정되어 접합부를 따라 풍부한 혈관 증식을 확인할 수 있었고 1례에서 후각부에 경도의 마모(wear)가 존재하였으며 보존적 치료를 시행 하였다. 동시에 시행하였던 4례의 재건된 전방십자 인대의 재혈관화 역시 양호하였으며(Fig. 2A) 이식 연골 역시 풍부한 혈관 증식을 확인할 수 있었다(Fig. 2B). 타원에서 시행 후 본원에 내원하였던 1례에서 전각부에 자기 공명 영상 소견과 일치하는 다발성 파열 소견을 볼 수 있어 부분 절제술을 시행하였다(Fig. 3B). 이식 연골의 보존법과 이차 멸균 여부에 상관없이 연골의 저명한 위축 소견은 보이지 않았다.

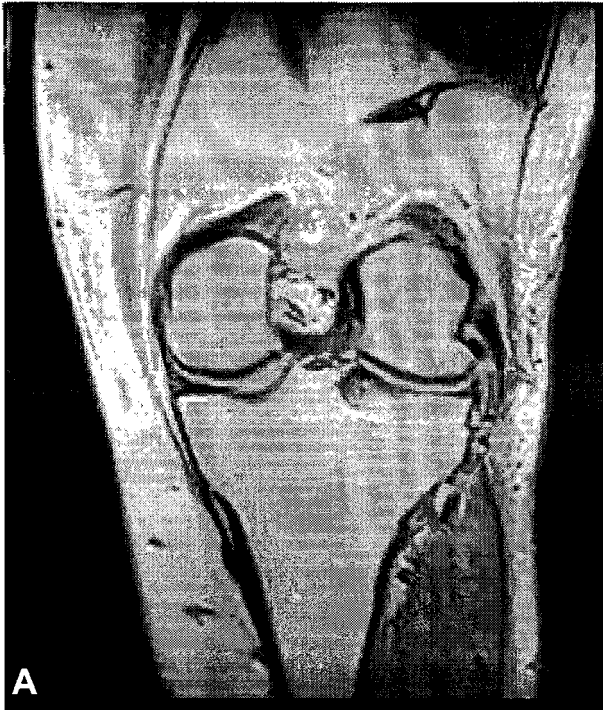


Fig. 1. 33 year old male after Lateral meniscus allograft transplantation. (A) Coronal proton density MR image (TR4000/TE17) shows apparent peripheral displacement of the body of the meniscus allograft. (B) Second look arthroscopic examination at 12 months shows normal meniscus position and complete healing with firm attachment around the entire circumference of the meniscal rim.

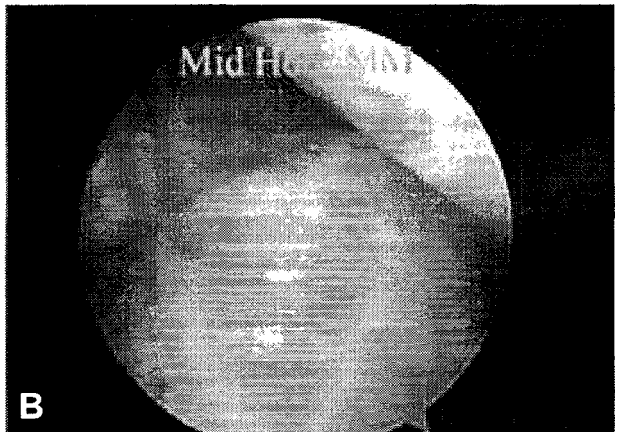
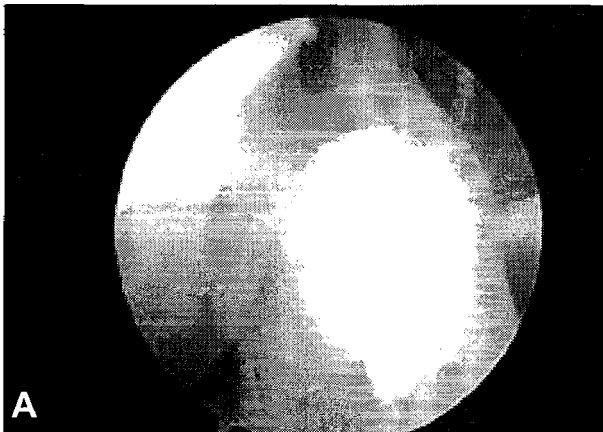


Fig. 2. 40 year old male after ACL reconstruction and medial meniscus allograft transplantation (A) Second look arthroscopic examination at 14 months shows good vascularization and normal tension of the ACL graft (B) Second look arthroscopic examination shows complete revascularization around the meniscal rim.

고 찰

Milachowski 등¹⁰⁾이 1984년 처음 반월상 연골관 동종 이식술을 시도한 이래 많은 기초 및 임상적인 연구가 행해지고 있으며 그 결과 역시 다양하게 보고되고 있다. Paletta 등²⁰⁾은 사체를 이용한 생역학적 실험에서 반월상 연골 전 절제술 후 이식을 한 실험군에서 경골면의 국소 접

촉압력(local contact pressure)이 현저히 감소하였으며 전체 접촉 면적(total contact area)은 약 3배 가까이 증가하였다고 하였다. 반월상 연골의 보존 방법 역시 다양하여 신선(fresh), 신선-냉동(fresh-frozen), 심냉동(deep-frozen), 냉동건조(freeze-dried) 및 초냉동(cryopreserved) 등이 있다⁷⁾. Milachowski 등¹⁰⁾은 냉동건조 보존법을 사용한 군에서 저명한 연골판 축소현상(shrinkage)이 나타났다고 보고하였으나 Garrett 등²¹⁾은

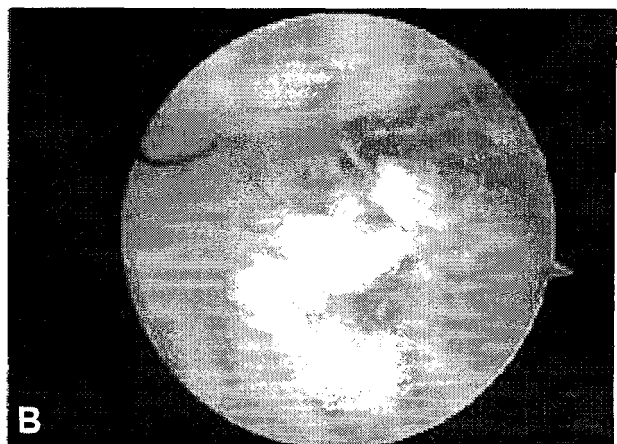
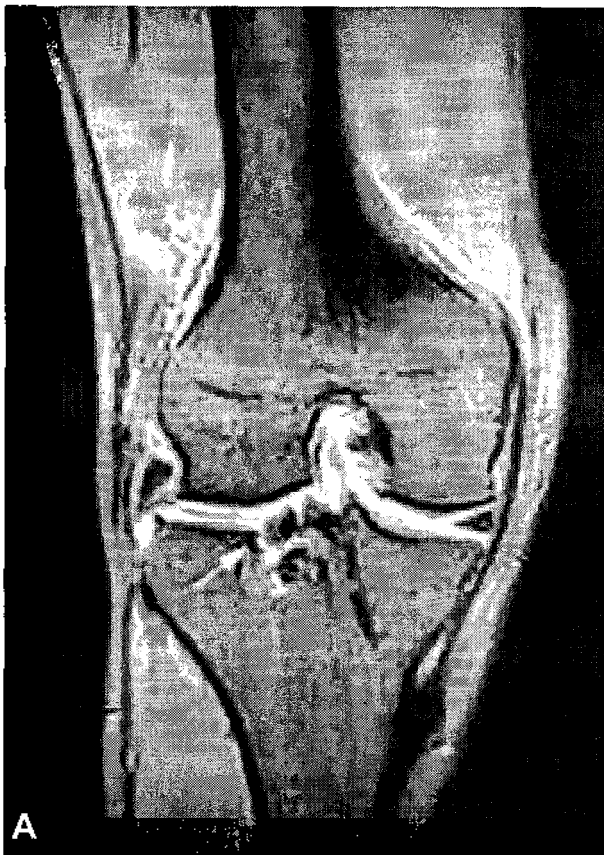


Fig. 3. 22year old male after lateral meniscus allograft transplantation. (A) Coronal GE MR image(TR600/TE13 FA40) at 13months after meniscal transplantation shows non-anatomic placement of allograft bone-bridge and displacement of the allogenic meniscus to the lateral gutter. (B) Second look arthroscopic examination shows multiple tear in the anterior horn of allogenic meniscus.

실제 환자에 이식하였던 43례를 2년 내지 7년 추시 관찰한 결과 신선 보존법을 사용한 군과 초냉동 보존법을 사용한 군간의 차이가 없었다고 하였다. 또한 이식 연골의 이차 멸균 요법으로 방사선 조사 동결건조(lyophilization), 에틸렌 산화물 가스(Ethylene oxide gas) 소독 등이 있다. 이러한 멸균 요법은 이식연골의 축소(shrinkage)를 유발할 수 있으며 특히 2.5Mrad의 감마 방사선 조사는 HIV 바이러스를 불활성화 하는데 필요한 양이지만 이는 이식 연골의 생역학적 성질을 현저히 변화시켜 실패의 원인이 될 수 있어 Goble 등^{6,7)}과 Noyes 등^{18,19)}은 이차 멸균 요법을 추천치 않았다. 저자들은 초냉동 보존된 연골과 2.5Mrad를 조사한 신선 냉동 연골을 사용하였으며 그 중 각각 6례와 3례에 대하여 이차 관절경 검사를 시행하였고 단기 추사에서 두 군간의 특이한 차이는 발견할 수 없었다. Alhalki 등¹¹⁾은 골조적을 부착한 경우와 부착하지 않은 연골판을 각각 이식하여 경골면의 부하와 접촉면적 등을 분석한 결과 골조적을 이용치 않고 단순 연골판 봉합만을 한 경우에 비해 전후각에 골편을 부착하여 해부학적인 위치에서의 고정된 경우 정상에 가장 가까운 최대 접촉 면적(total contact area)과 최소의 국소 접촉 압력(local peak contact pressure)을 보였으며 또한 체중 부하상태에서

부하를 연골판 전후각에서 연골판으로 골고루 분산시켜 주는데 중요한 역할을 한다 하였다. Noyes 등¹⁸⁾역시 96례를 추시 관찰하여 연골판의 전후각을 골편을 이용한 고정술 하지 않음이 중요한 실패의 원인이라 하였다. 이에 저자들은 내측 반월상 연골의 경우 골편(bone plug)을 이용한 고정을 외측 반월상 연골은 골교(bone bridge)을 이용하여 가능한 해부학적 위치에서 경골부위에 고정하여 견고한 이식 연골의 고정을 얻을 수 있었다. 또한 Levy 등^{15,21)}은 사체 실험 등을 통해 내측 반월상 연골의 후각부가 전심자 인대 다음으로 슬관절의 전후방 전이에 중요한 역할을 하고 있다고 하였고 Shelbourne 등²⁵⁾은 내측 반월상 연골 절제 후 전방십자인대 재건술을 시행한 경우 점진적인 이식건의 이완이 발생할 수 있다 하여 전방십자인대 재건시 내측 반월상 연골의 중요성을 강조하였다. 따라서 저자들은 전방십자인대 파열과 봉합이 불가능한 내측 반월상 연골 파열이 동반된 4례에 대해 자가 슬립건을 이용한 전방십자인대 재건술과 함께 시행하였고 술 후 평균 11개월째 시행한 이차 관절경 검사 소견상 전례에서 이식건 이완 없이 반월상 연골의 변연부 혈관 증식을 확인할 수 있었다. 이식 반월상 연골은 전방십자인대 이식건에서와 같이 면역학적으로 항원성이 없으며 여러 연구에서도 이식 반월상 연골에서는 면역

학적 거부 반응이 없음을 제시하였다^{2,9,11,25)}. 그러나 Rodeo 등²⁶⁾은 28례의 이식 연골에서 생검을 하여 조직학적으로 분석하였으며 전례에서 면역학적 거부 반응을 발견할 수 없었으나 미세한 면역학적 반응들을 발견할 수 있었고 이러한 반응은 이식 연골의 지속적인 부종, 이식건의 위축과 변성 등의 원인이 될 수 있으며 연골의 합일화(incorporation), 재 혈관화에도 영향을 줄 수 있다 하였다. 저자들은 1례에서 술 후 6주째 부종이 존재해 천자술을 시행하였으나 이식 연골의 거부 반응 등은 관찰할 수 없었다.

술 후 자기 공명 영상을 이용한 추시는 이식 연골의 치유, 변성, 압출(extrusion) 여부 등을 평가하는데 중요한 역할을 한다²⁷⁾. 본원에서는 술 후 평균 8개월째 자기 공명 검사를 시행하였으며 술 후 6개월에 시행한 2례에서 이식 연골의 변연부에 고신호 강도를 관찰 할 수 있었으나 이차 관절경 검사상 완전한 변연부 결합을 확인할 수 있었다. 이러한 신호 강도의 증가에 대해 Verstraete 등²⁸⁾은 조직학적으로 연골 점액성 변성(chondromucoid degeneration)과 교원 섬유 조직붕괴(disorganization)에 의한 것이며 또한 반흔 조직과 세포의 증식 그리고 반월상 연골의 변연부에서의 혈관 증식에 의한 것으로 보고하였다. 그리고 많은 저자들이 이식 연골의 치유(graft healing) 여부를 자기 공명 영상 촬영으로 판단함에 의문점을 제시하였으며 이차 관절경 검사를 통한 정확한 평가가 필요하다 하였다¹⁾. 또한 타원에서 외측 반월상 연골 이식을 시행하고 본원에서 추시 관찰하였던 1례에서 비 해부학적인 위치에서의 골고 고정으로 인한 이식된 연골의 아탈구 소견과 함께 전연부에 증가된 신호 강도를 확인할 수 있었고 이차 관절경 검사에서 다발성 파열이 존재하여 이식연골의 해부학적 위치에서의 정확한 고정이 수술 성공에 중요한 요인임을 알 수 있었다^{3,14,17)}.

결 론

저자들은 이차 관절경 검사와 자기 공명 영상 촬영을 통해 이식된 반월상 연골이 잘 보존되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 이식 연골의 보존 방법, 이차 멸균 여부, 이식 연골 크기의 측정방법 등 여러 변수들에 대한 결과에 대해 보다 장기적인 추시 관찰과 함께 표준화가 필요하리라 사료된다.

REFERENCE

- 1) Alhalki MM, Howell SM and Hull ML: How three methods for fixing a medial meniscal autograft affect tibial contact mechanics. *Am J Sports Med*, 27:320-328, 1999.
- 2) Arnoczky SP, DiCarlo EF, O'Brien SJ and Warren RF: Cellular repopulation of deep-frozen meniscal autografts: an experimental study in the dog. *Arthroscopy*, 4(4):428-436, 1992.
- 3) Chen MI, Branch TP and Hutton WC: Is it important to secure the horns during lateral meniscal transplantation? A cadaveric study. *Arthroscopy*, 12:174-181, 1996.
- 4) Fritz JM, Irrgang JJ and Harner CD: Rehabilitation Following allograft meniscal transplantation; A review of the literature and case study. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24:98-106, 1996.
- 5) Garrett JC: Meniscal transplantation: A review of 43 cases with 2 to 7 years follow-up. *Sports Med Arthr Review*, 1:164-167, 1993.
- 6) Goble EM, Kane SM, Wilcox TR and Decette SA: Meniscal allograft. Operative arthroscopy, 2nd ed, Philadelphia, *Lippincott-Raven Publishers*:317-331, 1996.
- 7) Goble EM: Meniscal allograft transplantation. *Advanced Arthroscopy, New York Springer* :367-380, 2001.
- 8) Jackson DW, McDevitte CA, Simon TM, Arnoczky SP, Atwell EA and Silvino NJ: Meniscal transplantation using fresh and cryopreserved allografts. Experimental study in goats. *Am J Sports Med*, 20:644-656, 1992.
- 9) Jackson DW, Whelan J and Simon TM: Cell survival after transplantation using fresh and cryopreserved allografts. Experimental study in goats. *Am J Sports Med*, 20:644-656, 1992.
- 10) Jackson DW, Windler GE and Simon TM: Intraarticular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patella tendon-bone allografts in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 18:1-11, 1990.
- 11) Kim SH, Ha KI, Ahn JH and Chang DK: Chronological change of the human allograft meniscal transplantation; MRI, arthroscopic and histological study. *J of Korean Arthroscopy Soc*, 10:60-66, 1998.
- 12) Kuhn JE and Wojtys EM: Allograft meniscus transplantation. *Clin Sports Med*, 15:537-571, 1996.
- 13) Kurosawa H, Fukubayashi T, Nakajima H: Loadbearing model of the knee joint: physical behavior of the knee joint with or without the menisci. *Clin Orthop*, 149:283-290, 1980.
- 14) Lee KW, Kim JS, Keum TS, Choy KJ and Choy WS: Arthroscopic Evaluation of Allogenic Meniscal Transplantation. *J of the Korean Orthop Assoc*, 37, 1; 77-82, 2002.
- 15) Levy IM, Torzilli PA and Warren RF: The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg*, 64A:883-888, 1982.
- 16) Milachowski KA, Weismerer K, Wirth CJ and Kohn O: Homologous meniscal transplantation-experimental

- and first clinical results. *Int Orthop*, 13:1-11, 1989.
- 17) **Min BH, Kim HS, Jang DW and Kang SY**: Technical note of meniscal allograft transplantation using minimal incision. *J of Korean Arthroscopy Soc.* 3:54-61, 1999.
- 18) **Noyes FR and Barber-Westin SD**: Irradiated meniscus allograft in the human knee: A two to five year follow-up study. *Orthop Trans*, 19:417, 1995.
- 19) **Noyes FR, Barber-Westin SD, Butler DL and Wilkins RM**: the role of allografts in repair and reconstruction of knee joint ligaments and menisci. *Instr Course Lect*, 47:379-396, 1998.
- 20) **Paletta GA Jr, Manning T and Snell E**: The effect of allograft meniscal replacement on intraarticular contact area and pressures in the human knee: A biomechanical study. *Am J Sports Med*, 25:692-698, 1997.
- 21) **Papageorgiou CD, Gil JE, Kanamori A, Genwick JA, Woo SL and Fu FH**: The biomechanical interdependence between the anterior cruciate ligament replacement graft and the medial meniscus. *Am J Sports Med*. 29:226-231, 2001.
- 22) **Potter HG, Rodeo SA and Wickiewicz TL**: MR imaging of meniscal allografts: Correlation with clinical and arthroscopic outcomes. *Radiology*, 198:509-514, 1996.
- 23) **Rath E, Richmond JC, Yassir W, Albright JD and Gundogan F**: Meniscal allograft transplantation: Two- to eight-year results. *Am J Sports Med*, 29:410-414, 2001.
- 24) **Rodeo SA, Seneviratne A, Suzuki K and Russell F.**: Histological analysis of human meniscal allografts: A preliminary report. *J Bone Joint Surg*, 82A: 1071-1082, 2000.
- 25) **Shelbourne KD and Gray T**: Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articular cartilage status at the time of surgery. Five- to fifteen-year evaluations. *Am J Sports Med*, 28:446-452, 2000.
- 26) **Verstraete KL, Verdonk R, Verstraete P, De Rooy and Kunnen M**: Current status and imaging of allograft meniscal transplantation. *J of European Radiology*, 26:16-22, 1997.



목적: 반월상연골 동종 이식술을 시행 후 2차 관절경적 소견 및 자기 공명 영상을 통해 이식물의 관절 내 변화를 관찰 하고자 하였다.

대상 및 방법: 1999년 10월부터 2002년 6월까지 반월상 연골 동종 이식술을 시행후 이차 관절경 검사를 9례를 대상으로 하였다. 6례에서 동결 보존(cryopreserved) 반월상 연골을, 3례에서 신선 동결(fresh-frozer)반월상 연골을 이식물로 사용하였다. 내측은 골편 고정술을, 외측은 골고 고정술을 사용하였다. 술후 평균13개월째 이차 관절경 검사를 시행 하였으며 임상적 평가는 lysholm score, 자기 공명 영상 및 이차 관절경 검사소견으로 평가 하였다.

결과: 이식된 반월상연골은 변연부에 견고하게 고정되었고 혈관 증식 역시 양호하였다. 그러나 1례에서 후각부에 경도의 마모를 보였으며, 타원에서 시술 후 내원하였던 1례에서 비해부학적 위치에의 이식으로 인한 전각부에 파열 소견이 관찰되었다. Lysholm score는 술전 평균64점에서 술후 87점으로 향상 되었다.

결론: 2차 관절경검사상 이식한 반월상연골이 변연부에 견고하게 고정 되었음을 확인 할수 있었으며 임상적으로도 증상이 호전되었으나, 향후 관절염의 진행을 예방 할수 있는지의 여부는 보다 장기간의 추시관찰이 필요하리라 사료되었다.

색인 단어: 반월상 연골, 동종이식, 관절경 검사