

동종 반월상 연골 이식술의 술기

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실

이범식 · 정종원 · 빈성일

서 론

동종 반월상 연골 이식술(Menisal allograft transplantation, 이하 반월상 연골 이식술)은 1984년⁶⁾ 처음으로 인체에서 시행된 이후 반월상 연골 전절제술 혹은 아전절제술을 받은 환자에서 반월상 연골의 기능을 회복하기 위한 대안 치료로 널리 시행되고 있으며, 현재까지의 여러 연구 결과 반월상 연골이 소실된 구획의 동통 감소에는 효과가 있는 것으로 보고되고 있다^{3,8,11,17)}. 하지만, 아직까지 관절연골의 보호 효과 등 장기적인 결과에 대해서는 확립된 바가 없으며 많은 연구가 필요한 상태이다. 양호한 예후를 위하여 수술 전 고려해야 할 사항으로는 관절연골의 상태, 인대기능, 하지정렬, 이식물의 처리방법 및 크기 선택 등 여러가지 중요한 요소들이 있으나, 이식된 반월상 연골이 제 기능을 하기 위해서는 이와 함께 적절한 수술방법을 통하여 반월상 연골 이식물을 정확한 위치에 이식을 하는 것은 필수적일 것이다. 현재까지 정형화된 술식은 없어 여러 저자들 마다 서로 다른 다양한 반월상 연골 이식술의 방법들을 사용하고 있다^{4,5,7,14,16,18)}.

수술 방법

수술방법은 접근방법에 따라 개방적 술식과 관절경을 통한 술식으로 나눌 수 있으며, 고정방법에 따라 bone plug 방법, key-hole 방법, trough 방법 등 여러 방법 등이 있다^{8,9)}. 어떤 방법을 선택하던지 간에 이식된 반월상 연골의 전각 및 후각을 해부학적인 위치에 견고하게 고정을 하는 것이 매우 중요하다. 일반적으로 반월상 연골의 연부조직만을 봉합하는 것보다는 전각 및 후각의 골조직을 같이 고정하는 것이 고정력이 좋은 것으로 알려져 있다^{1,2)}.

1. 개방적 반월상 연골 이식술

개방적 술식 중 대표적인 것으로는 Verdonk 등¹⁶⁾이 소개한 방법이 있다. 이들이 기술한 방법의 특징은 반월상 연골의 전각 및 후각부에서 골편을 제거한 후에 연부조직만을 이식한다는 것과, 개방적 술식으로 수술 중 충분한 공간 확보를 위해 내측 혹은 외측 측부인대의 절골술이 필요하다는 점으로 이에 대해 간략하게 소개하도록 하겠다. 먼저 이식물은 코르크판위에 바늘로 고정된 상태에서 주변의 연부조직들을 특히 반월상 연골-활액막 경계부위에서부터 제거하여 반월상 연골만을 남긴 후 양끝에 바늘이 달린 2~0 PDS나 prolene 실을 이용하여 3 mm 간격으로 여러 개의 수평봉합을 시행해 둔다.

1) 외측 반월상 연골 이식술

슬개건의 외측방으로 관절절개를 시행한 후에 전각부를 제거하고, 장경인대는 원위부착부에서 골막하 유리를 시행한다. 그 후 외측부인대와 슬와건의 대퇴골 부착부를 절골기(osteotome)을 이용하여 약 1.5 cm 깊이의 원뿔모양으로 유리시켜 떼어낸다. 슬관절을 figure-of-four를 취하면서 70~90도 굴곡위에서 외측 구획을 벌려 남아 있는 외측 반월상 연골을 제거한다. 전각부 및 후각부는 이식될 반월상 연골에 맞도록 잘라낸 후 준비된 이식물을 삽입하고, 미리 수평으로 봉합해둔 실을 뒤쪽에서 앞쪽으로 차례로 하나씩 관절막에 남아 있는 반월상 연골의 테두리(menisal rim)에 봉합을 시행한다. 이후 외측부인대 및 슬와건 골편을 다시 원위치 시키고 나서로 고정한 후 전각부를 고정시킨 후 관절봉합을 시행한다.

2) 내측 반월상 연골 이식술

슬개건 내측방으로 관절 절개를 시행 후 내측부인대를 대퇴골 부착부에서 절골기를 이용하여 유리 시킨 후 내측 구획을 벌려 남아 있는 반월상 연골을 제거 후 준비된 이식물을 삽입하고, 외측 반월상 연골과 같은 방법으로 봉합을 시행 후 내측부인대 골편을 다시 고정 후 관절 봉합을 시행한다.

* Address reprint request to
Seong-Il Bin, M.D., Ph.D.
Department of Orthopedic Surgery, Asan Medical Center,
College of Medicine, University of Ulsan,
388-1, Poongnap-2dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel: 82-2-3010-3530, Fax: 82-2-488-7877
E-mail: sibir@amc.seoul.kr

2. 관절경을 통한 반월상 연골 이식술

저자들은 내측 반월상 연골 이식술의 경우 bone plug 방법을, 외측 반월상 연골 이식술의 경우에는 key-hole 방법을 사용하며, 두 방법에서 모두 반월상 연골의 전각 및 후각부의 골편을 이용하여 정상 부착부위를 재건하도록 노력하면서 골유합을 얻을 수 있도록 한다. 이식술을 시행하기 전에 먼저 전외측 삽입구를 통하여 관절경을 삽입하고, 전내측 삽입구를 통해 탐침을 삽입하여 관절연골 및 전후방십자인대, 남아 있는 반월상 연골의 상태를 면밀히 확인하여 이식수술 여부를 결정한다. 반월상 연골 이식술을 결정하고 나면, 관절경용 수술기구를 이용하여 남아 있는 반월상 연골을 약 1 mm 정도의 테두리만 남기고 제거한다.

1) Bone plug방법을 이용한 내측 반월상 연골 이식술

준비된 내측 반월상 연골 이식물은 생리식염수에 녹여 주위 연부조직을 제거한 후 후각부는 8 mm, 전각부는 10 mm 직경의 골편을 남긴 후 이 부위에 Ethibond 봉합사를 이용하여 결찰하고 후내측부위에는 2개의 선도봉합사(leading suture)를 봉합하여 준비한다(Fig. 1A).

관절경을 통하여 이식될 반월상 연골의 후각부 골편이 과간절흔을 통하여 잘 통과할 수 있도록 공간을 넓힌다. 이는 전외측 삽입구를 통하여 관절경으로 과간절흔을 부위를 보면서 전내측 삽입구를 통해 절골기를 삽입하여 경골의 내측 용기부 및 내측 대퇴과의 과간절흔을 일부 제거하여 시행한다. 슬관절을 90도 굴곡시키고, 관절경을 대퇴골 과간절흔을 지나 후내측 구획에 도달 시킨 후 관절막을 보면서 spinal needle을 삽입하여 정확한 위치를 확인한 후 후내측 삽입구를 만든다. 관절경을 후내측 삽입구를 통해 삽입하여 내측반

월상 연골 후각부의 골부착부를 확인한 후에 전방십자인대 경골 유도기를 이용하여 경골의 전내측부로부터 반월상 연골 후각부까지 8 mm의 터널을 뚫어 이식물의 후각부에 부착된 골편이 삽입될 터널을 만든다(Fig. 2).

이후 이식물의 후각부의 봉합사를 터널을 통해 밖으로 빼낼 수 있도록 철사를 통과시켜 둔다. 이제 슬개건의 내측방 및 슬개골의 내연을 따라 전방 관절 절개를 시행하여 남아 있는 전각부 및 골극 등을 제거한다. 슬관절의 후내측부에도 피부 절개 및 후내측 도달법을 이용한 박리를 시행하여 선도봉합사 및 inside-out 봉합사들을 관절막에 결찰할 수 있도록 준비하고 내측 비복근과 후내측 관절막 사이로 견인기를 삽입하여 반월상 연골 봉합시 혈관신경 손상에 주의한다. 전방 관절절개를 통해 이식물의 후내측에 미리 봉합한 선도봉합사를 위한 철사를 후내측으로 통과시킨다. 미리 통과시켜 놓은 철사들을 이용하여 이식물의 후각부에 결찰한 봉합사는 후각부의 터널을 통하여, 후내측부의 선도봉합사들은 후내측 관절막의 밖으로 빼낸 후 먼저 과간절흔을 통하여 후각부의 실을 당기면서 통과시켜 삽입하고, 이후 외반력을 가함과 동시에 세개의 봉합사들을 당겨 이식물을 삽입한다. 관절경을 통해 이식물에 적절한 위치에 있음을 확인 한 후 후각부의 골편을 탐침 등을 이용하여 정확한 위치에 삽입되었는지 확인하면서 후각부의 실을 당겨 고정한다. 후방에서 전방으로 inside-out봉합을 시행한 후에 전각부의 bone plug를 삽입할 위치를 선정하여 10 mm 확공기(reamer)를 이용하여 구멍을 만든다. 경골 전방부에서 후상방으로 구멍의 안쪽을 향하여 드릴을 뚫어 전각부에 결찰한 봉합사를 안에서 밖으로 통과시켜 아래로 당기면서 전각부를 단단히 삽입한 후에 후각부의 봉합사와 함께 결찰하여 고정한다. 관절경으로 보면서 과도한 장력이 가지 않도록 선도봉합사를 먼저 봉합한 이후 시행

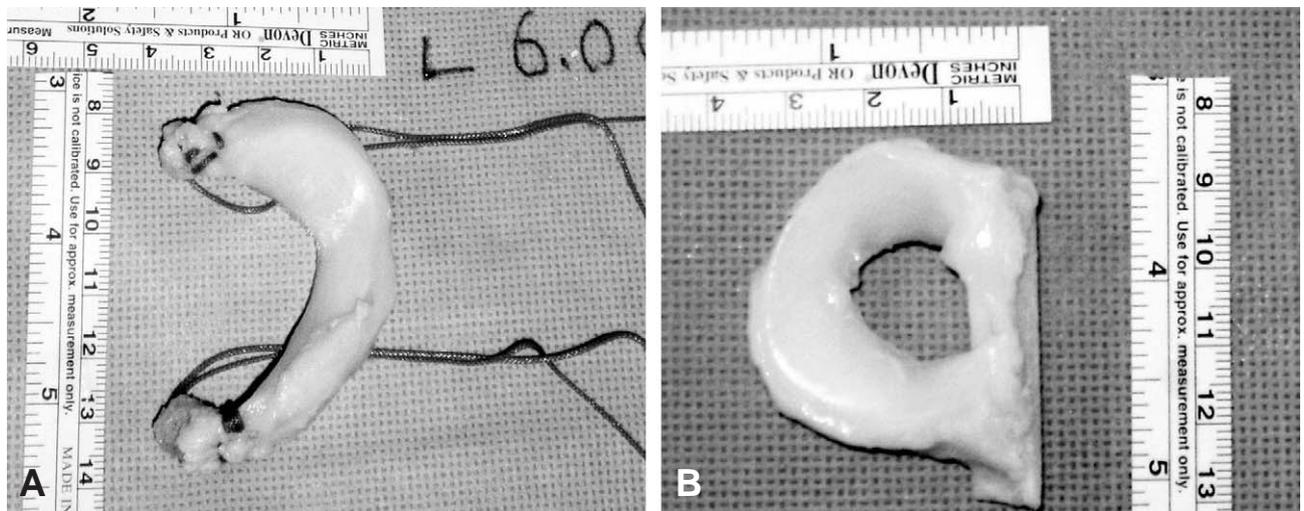


Fig. 1. Graft preparation

(A) The medial meniscus transplant is prepared with anterior and posterior bone plug. Two locking suture are passed through each bone plugs using number 2-0 Ethibond. (B) The lateral meniscus transplant is prepared with bone bridge 10 mm in diameter which is connecting the anterior and posterior horn attachment.

한 inside-out 봉합사들을 하나씩 관절막에 결찰하고, 가장 전방부는 outside-in 봉합을 시행한 후 관절낭을 봉합한다 (Fig. 3).

2) Key-hole방법을 이용한 외측 반월상 연골 이식술

외측 반월상 연골은 전각부와 후각부를 연결하는 골편을 직경 10 mm의 열쇠 모양으로 다듬고 후외측부위에는 2개의 선도봉합사(leading suture)를 봉합하여 준비한다(Fig. 1B). 전방도달법을 통하여 슬개건과 슬개골의 외연을 따라 관절낭을 최소 절개 후 과간 절흔을 통하여 외측 반월상 연골의 전각과 후각 부착부위를 잇는 선에 나란하게 지나가도록 평행 유도기(Menisal Allograft Drill Guide System, Arthrex, USA)를 삽입한다. 유도핀을 경골 근위부의 후방 경사각에 평행하게 삽입 후 방사선 투시기(C-arm intensi-

fier)을 통해 이를 확인한다. 전후방 촬영상 유도핀은 경골 외측 융기부 하방에 위치하여야 하며, 측면 촬영상 유도핀의 깊이가 외측경골면의 약 5 mm하방, 후방경사각에 평행하게 삽입되었는지 확인한 후 10 mm 확공기를 이용하여 터널을 만든다(Fig. 4).

이때 경골 후방을 뚫고 지나가 혈관 및 신경을 다치는 일이 없도록 주의해야 한다. Burr와 rongeur를 이용하여 전방십자인대의 부착부가 손상되지 않도록 주의하면서 터널 상단부의 남아 있는 외측 융기부를 제거하여 열쇠 구멍 모양의 터널을 완성한다. 이후 봉합사를 관절막에 결찰할 수 있도록 슬관절의 후외측부에 피부절개 및 후외측 도달법을 이용한 박리를 시행하여, 선도봉합사 및 inside-out 봉합사들을 관절막에 결찰할 수 있도록 준비하고 외측 비복근과 후외측 관절막 사이로 견인기를 삽입하여 반월상 연골 봉합시 혈관신경 손

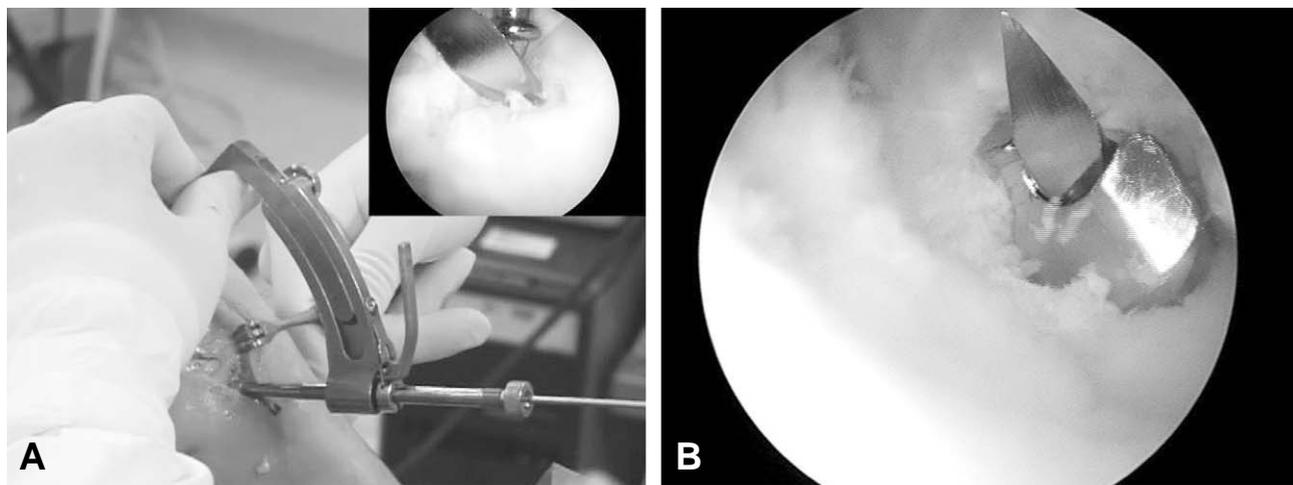


Fig. 2. Medial Meniscus Allograft Transplantation (A) A guidewire is positioned using the ACL guide and is directed to the anatomic posterior horn attachment of medial meniscus. (B) The posterior bone plug tunnel was made over the guidewire with 8 mm reamer under direct visualization.

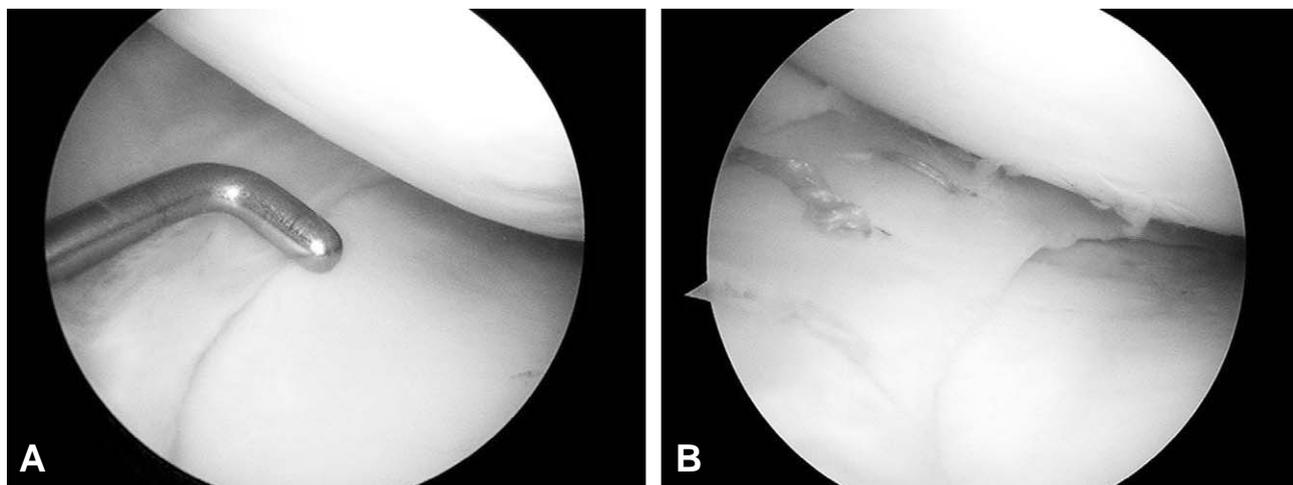


Fig. 3. Medial meniscus allograft transplantation. A near-total meniscectomized medial compartment before transplantation (A) and after transplantation (B).

상에 주의한다. 전방 관절 절개를 통해 철사를 후외측으로 통과시킨 후 이를 이용하여 이식물의 후외측에 미리 봉합한 선도봉합사를 관절막 밖으로 빼낸 후 당김과 동시에 이식물의 열쇠구멍 모양의 골편을 경골부위에 만든 터널에 삽입한다. 이식물이 적절한 위치에 있음을 확인한 후에 관절경을 통하여 후방에서 전방으로 inside out 봉합을 시행한다. 관절경으로 보면서 선도봉합사를 먼저 봉합한 이후 시행한 inside-out 봉합사들을 하나씩 관절막에 걸찰하고, 이때 과도한 장력으로 인한 반월상 연골 이식물의 탈출에 유의한다. 가장 전방부는 outside-in 봉합을 시행한 후 관절낭을 봉합한다.

수술후의 재활

일반적으로 수술 직후 조기에 관절운동을 시작하는 것을 권장하고 있으며, 서서히 단계적으로 늘려 2개월 이내에 완전



Fig. 4. Meniscal Allograft Drill Guide System, Arthrex, USA

한 관절운동 범위를 회복하고 6주에서 2개월 사이에 완전체 중부하를 하도록 한다^{8,10,12,13,15,17}. 조기의 과도한 관절 굴곡은 이식물이 안착하는데 좋지 않은 영향을 미칠 수 있으므로, 서서히 늘려가도록 한다. 스포츠 활동이 가능한 시기에 대하여는 술 후 6~9개월 정도가 반월상 연골 치유의 생태 및 문헌을 기초로 판단할 때 적절할 것으로 보여지지만, 스포츠 활동은 가벼운 운동 정도로 제한하는 것이 장기적인 안목에서 합당한 것으로 생각된다.

맺음말

동종 반월상 연골 이식술은 불가피하게 반월상 연골이 소실된 환자에서 이로 인한 증상을 호전 및 반월상 연골의 기능을 회복시키기 위한 대안으로 매우 효과적인 치료이다. 무엇보다 견고한 고정과 반월상 연골 이식물의 탈출을 방지하는 것이 중요하며, 이를 위해 적절한 크기의 이식물을 선택하고, 전각 및 후각을 골조직과 함께 해부학적인 위치에 단단히 고정을 하여야 한다. 또한 inside-out 봉합시 위쪽뿐만 아니라 반월상 연골의 아래쪽에 3개 이상의 봉합을 시행하고, 관절경을 통하여 봉합사를 당기면서 적절한 장력을 확인하여 봉합사 걸찰시에 가해지는 힘이 너무 과도하지 않도록 주의한다. 술자의 선호도에 따라 다양한 방법중의 하나를 선택할 수 있지만, 어떤 방법이든 수술 술기상의 어려움이 있으므로, 철저한 준비와 노력이 필요할 것이다.

REFERENCES

- 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.

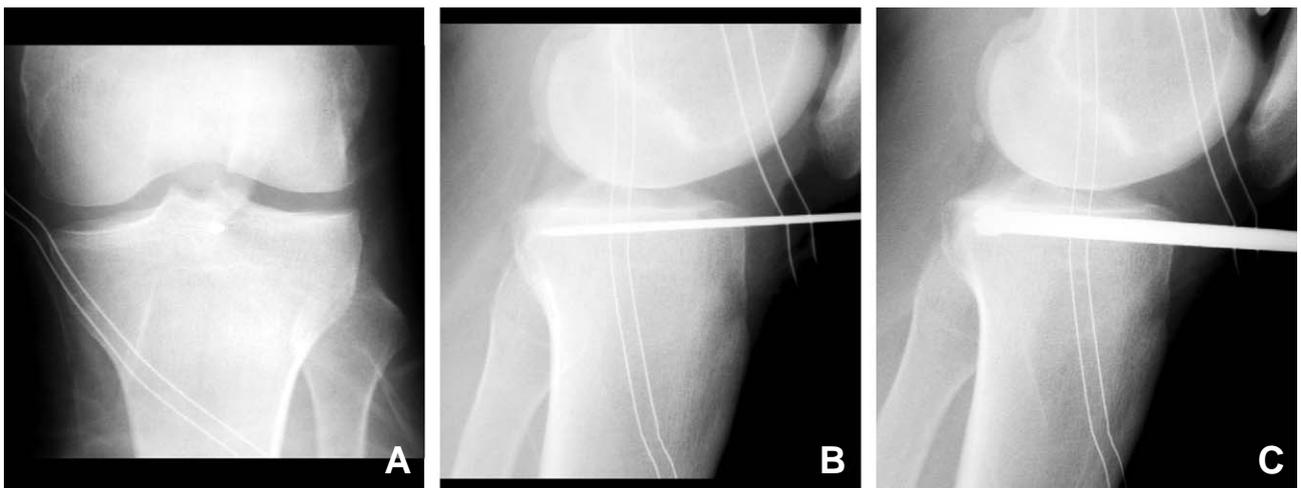


Fig. 5. C-arm intensifier for lateral meniscus allograft transplantation. A guidewire is placed under lateral tibial eminence on anteroposterior radiograph (A) and parallel to lateral tibial plateau (B). The key-hole tunnel is made with 10 mm reamer (C) avoiding violation of the posterior tibial cortex.

- 2) **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.
- 3) **Cole BJ, Carter TR and Rodeo SA**: Allograft meniscal transplantation: background, techniques, and results. *Instr Course Lect*, 52: 383-396, 2003.
- 4) **Farr J, Meneghini RM and Cole BJ**: Allograft interference screw fixation in meniscus transplantation. *Arthroscopy*, 20: 322-327, 2004.
- 5) **Kim JG, Lee YS, Lee SW, Kim YJ, Kong DH and Ko MS**: Arthroscopically assisted medial meniscal allograft transplantation using a modified bone plug to facilitate passage: surgical technique. *J Knee Surg*, 22: 259-263, 2009.
- 6) **Milachowski KA, Weismeier K and Wirth CJ**: Homologous meniscus transplantation. Experimental and clinical results. *Int Orthop*, 13: 1-11, 1989.
- 7) **Noyes FR and Barber-Westin SD**: Repair of complex and avascular meniscal tears and meniscal transplantation. *J Bone Joint Surg Am*, 92: 1012-1029, 2010.
- 8) **Noyes FR, Barber-Westin SD and Rankin M**: Meniscal transplantation in symptomatic patients less than fifty years old. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A: 1392-1404, 2004.
- 9) **Noyes FR, Barber-Westin SD and Rankin M**: Meniscal transplantation in symptomatic patients less than fifty years old. Surgical Technique. *J Bone Joint Surg Am*, 87 Suppl 1: 149-165, 2005.
- 10) **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.
- 11) **Rijk PC**: Meniscal allograft transplantation--part I: background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations. *Arthroscopy*, 20: 728-743, 2004.
- 12) **Ryu RK, Dunbar VW and Morse GG**: Meniscal allograft replacement: a 1-year to 6-year experience. *Arthroscopy*, 18: 989-994, 2002.
- 13) **Sekiya JK, Giffin JR, Irrgang JJ, Fu FH and Harner CD**: Clinical outcomes after combined meniscal allograft transplantation and anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 31: 896-906, 2003.
- 14) **Shelton WR and Dukes AD**: Meniscus replacement with bone anchors: a surgical technique. *Arthroscopy*, 10: 324-327, 1994.
- 15) **van Arkel ER and de Boer HH**: Survival analysis of human meniscal transplantations. *J Bone Joint Surg Br*, 84: 227-231, 2002.
- 16) **Verdonk PC, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G and Verdonk R**: Transplantation of viable meniscal allograft. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*, 88 Suppl 1 Pt 1: 109-118, 2006.
- 17) **Verdonk PC, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G and Verdonk R**: Transplantation of viable meniscal allograft. Survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. *J Bone Joint Surg Am*, 87: 715-724, 2005.
- 18) **Wilcox TR, Goble EM and Doucette SA**: Goble technique of meniscus transplantation. *Am J Knee Surg*, 9: 37-42, 1996.

초 록

동종 반월상 연골 이식술은 불가피하게 반월상 연골이 소실된 환자에서 증상을 호전을 위한 매우 효과적인 치료이다. 관절연골의 보호 효과 등 장기적인 결과에 대해서는 아직까지는 많은 연구가 필요한 상태이지만, 이러한 환자에서 반월상 연골의 기능을 회복시키기 대안이 많아 점차 널리 시행되는 추세이다. 이식된 반월상 연골이 제 기능을 하기 위해서는 적절한 수술방법을 통하여 반월상 연골 이식물을 정확한 위치에 이식을 하는 것은 필수적일 것이다. 여러 저자들 마다 서로 다른 다양한 반월상 연골 이식술의 방법들을 사용하고 있지만, 어떤 방법을 선택하던지 간에 이식된 반월상 연골의 전각 및 후각을 해부학적인 위치에 견고하게 고정을 하는 것이 매우 중요하다. 술자의 선호도에 따라 다양한 방법중의 하나를 선택을 할 수 있지만, 어떤 방법이든 수술 술기상의 어려움이 있으므로, 철저한 준비와 노력이 필요할 것이다. 본 종설에서는 반월상 연골 이식술 중 개방적 방법에 대한 간단한 소개와 함께 저자들이 사용하는 관절경을 이용한 수술방법을 정리하였다.

색인 단어: 슬관절, 반월상 연골, 동종 이식술