

## 연골 결손의 치료

가천의과대학교 정형외과학교실

이범구 · 심재양

연골 결손은 자체 치유 능력이 적어 그 크기가 1 cm 이상인 경우 골관절염이 발생할 수 있다<sup>12,48</sup>. 최근에는 3-tesla MRI 등의 발전으로 인해 수술 전에 미리 연골 손상을 정확히 진단할 수 있어 연골 손상의 치료를 더욱 적극적으로 할 수 있다<sup>47</sup>. 이제까지 연골 손상에 대한 수술적 치료는 세척술(lavage) 및 변연 절제술(debridement), 미세 천공술(microfracture), 자가 골연골 이식술(autologous osteochondral graft), 자가 연골 세포 이식술(autologous chondrocyte implantation, ACI), 동종 골연골 이식술(osteochondral allograft)이 있다.

### 1. 세척술 및 변연 절제술

목적은 연골의 일치도(congruity)를 향상시키고, 추가적인 층상 파손(delamination)을 방지 하는 것으로<sup>9,48</sup>, 활동이 적고 손상 범위가 적은 환자에서 병기의 초기에 좋은 결과를 볼 수 있다<sup>17,43</sup>. 단, 연골 손상을 줄이기 위해 쓰이는 수액은 37도 정도가 좋고<sup>7,26</sup>, bupivacaine은 안 쓰는 것이 좋다<sup>11</sup>. 연골을 다듬을 때 radiofrequency energy (RFE)를 사용하면 수술시 매끈한 면을 만들 수 있으나, 제거되는 연골에 추가적인 연골 피사가 발생하므로 조심하여 사용하여야 한다<sup>4,25,41</sup>.

### 2. 미세 천공술

손상된 연골을 제거하고 안정된 경계(rim)를 만든 후 다발성 천공을 하여 과응괴(superclot)를 만들어 pluripotential mesenchymal 세포를 통해 연골을 생성하는 술식으로<sup>5,44,45</sup>, 연골 조직 재생으로 관절 간격 증가 등을 기대할 수 있고, type II, 4 cm<sup>2</sup> 이하의 연골 손상시 좋은 결과를 기대할 수 있고<sup>2,19</sup>, 약 반에서는 high impact 운동도 가능하며<sup>32</sup>, 술 후 7 년에도 이러한 좋은 결과가 지속됨이 보고되고 있다<sup>44</sup>.

### 3. 자가 골연골 이식술

연골 뿐 아니라 골연골이 같이 결손 되어 있어도 사용할 수 있는 술식으로 체중 부하가 많지 않은 부위의 골연골을 채취하여 체중 부하가 많이 걸리는 부위의 병변에 이식하는 술식이다<sup>14</sup>. 이식 골연골은 연골의 피사를 막기 위해 튀어나오지 말아야하고, 또한 2 mm 이상의 함몰시에도 연골로 대치되지 않으므로 조심하여야 한다<sup>6,16,20,23,24,37</sup>.

일부에서는 oversize로 수술하여야 좋은 조직학적, MRI상 우수한 결과를 얻는다고 하여 press fit를 주장하나<sup>22,27,35</sup>, press fit시 이식골을 tamping하여야 하고 이 조작이 연골의 피사

를 초래하므로 조심하여야 한다<sup>13)</sup>.

일반적으로 80~90%의 좋은 결과가 보고되고 있고<sup>14,30)</sup>, Tegner 점수도 중간 정도로 보고되고 있다<sup>29)</sup>. 그러나 4년 이상 추시 MRI에서 비정상적인 골수 신호(marrow signal)가 관찰되므로 꾸준한 관찰을 요한다<sup>8)</sup>.

#### 4. 자가 연골 세포 이식술

연골 배양 후 다시 이식하는 방법으로 과거에는 연골 배양 후 골막으로 덮는 방식이었으나<sup>2)</sup>, 요즘은 scaffold에 직접 연골 세포를 배양하고 그것을 봉합없이 붙이는 방법이 시행되고 있다<sup>39)</sup>. 자가 연골 세포 이식술은 병변의 크기가 다소 크더라도 적용할 수 있다<sup>2)</sup>. 환자의 나이가 많으면 동반된 퇴행성 변화로 인해 노인에서는 제한이 있었으나 최근에 개발된 stem cell을 이용한 방법은 퇴행성 병변에도 적용할 수 있는 장점이 있다<sup>34)</sup>. 자가 연골 세포 이식술 후 치유는 약 1년에 걸쳐 증식(proliferation), 전환(transition), 재성형(remodelling)을 걸쳐 일어나며, 강성(stiffness)이 정상 연골의 90%까지 치유되며, 초자 연골(hyaline cartilage)이 약 60~70%까지 생성된다고 보고하고 있다<sup>18,38)</sup>.

수술 후 Lysholm 점수, Tegner 점수, KOOS 점수의 향상이 보고되고 있으며, 특히 운동능력이 청소년에서 96%로 보고되기도 한다<sup>28,31,33,46)</sup>. 합병증으로 연골의 비후(hypertrophy)가 보고되고 있고, 이러한 연골의 비후는 골막 사용과 연관이 있고, 교원질 막(collagen membrane)을 사용시 예방될 수 있다<sup>15,36,40,46)</sup>. 또 disturbed fusion이 올 수 있는데 이러한 합병증은 matrix-associated ACI한 군에서 많이 발생한다<sup>36)</sup>. 자가 연골 세포 이식술과 미세 천공술의 비교는 이견이 있으나 최근에는 자가 연골 세포 이식술을 시행한 군에서 치유된 연골이 우수하고 스포츠 능력도 좋다는 보고가 있다<sup>10,19,21,42)</sup>.

#### 5. 동종 골연골 이식술

동종 골연골 이식술은 결손 부위의 크기에 상관없이 사용할 수 있다<sup>2)</sup>. 그러나 면역 반응이 28%에서 양성을 보이며, 3주 이상 보관시 critically important superficial layer의 연골 세포가 죽으므로 주의해야 한다<sup>1,3)</sup>.

## 결 론

연골 손상에 대한 수술적 치료는 여러 가지 수술적 치료로 잘 치료할 수 있으며, 크기가 적을 때는 미세 천공술 및 자가 골연골 이식술로, 크기가 크거나, 활동이 클수록 자가 연골 세포 이식술이나 동종 골연골 이식술로 치료할 수 있다.

## 참고 문헌

1. Alford JW, Cole BJ. Cartilage restoration, part 1: basic science, historical perspective, patient

- evaluation, and treatment options. *Am J Sports Med.* 2005 Feb;33(2):295-306.
2. Alford JW, Cole BJ. Cartilage restoration, part 2: techniques, outcomes, and future directions. *Am J Sports Med.* 2005 Mar;33(3):443-60.
  3. Allen RT, Robertson CM, Pennock AT, Bugbee WD, Harwood FL, Wong VW, Chen AC, Sah RL, Amiel D. Analysis of stored osteochondral allografts at the time of surgical implantation. *Am J Sports Med.* 2005 Oct;33(10):1479-84.
  4. Amiel D, Ball ST, Tasto JP. Chondrocyte viability and metabolic activity after treatment of bovine articular cartilage with bipolar radiofrequency: an in vitro study. *Arthroscopy.* 2004 May;20(5):503-10.
  5. Bae DK, Yoon KH, Song SJ. Cartilage healing after microfracture in osteoarthritic knees. *Arthroscopy.* 2006 Apr;22(4):367-74.
  6. Below S, Arnoczky SP, Dodds J, Kooima C, Walter N. The split-line pattern of the distal femur: A consideration in the orientation of autologous cartilage grafts. *Arthroscopy.* 2002 Jul-Aug;18(6):613-7.
  7. Cheng SC, Jou IM, Chern TC, Wang PH, Chen WC. The effect of normal saline irrigation at different temperatures on the surface of articular cartilage: an experimental study in the rat. *Arthroscopy.* 2004 Jan;20(1):55-61.
  8. Chow JC, Hantes ME, Houle JB, Zalavras CG. Arthroscopic autogenous osteochondral transplantation for treating knee cartilage defects: a 2- to 5-year follow-up study. *Arthroscopy.* 2004 Sep;20(7):681-90.
  9. Fond J, Rodin D, Ahmad S, Nirschl RP. Arthroscopic debridement for the treatment of osteoarthritis of the knee: 2- and 5-year results. *Arthroscopy.* 2002 Oct;18(8):829-34.
  10. Fu FH, Zurakowski D, Browne JE, Mandelbaum B, Ergelet C, Moseley JB Jr, Anderson AF, Micheli LJ. Autologous chondrocyte implantation versus debridement for treatment of full-thickness chondral defects of the knee: an observational cohort study with 3-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2005 Nov;33(11):1658-66.
  11. Gomoll AH, Kang RW, Williams JM, Bach BR, Cole BJ. Chondrolysis after continuous intra-articular bupivacaine infusion: an experimental model investigating chondrotoxicity in the rabbit shoulder. *Arthroscopy.* 2006 Aug;22(8):813-9.
  12. Guettler JH, Demetropoulos CK, Yang KH, Jurist KA. Osteochondral defects in the human knee: influence of defect size on cartilage rim stress and load redistribution to surrounding cartilage. *Am J Sports Med.* 2004 Sep;32(6):1451-8.
  13. Gulotta LV, Rudzki JR, Kovacevic D, Chen CC, Milentijevic D, Williams RJ 3rd. Chondrocyte death and cartilage degradation after autologous osteochondral transplantation surgery in a rabbit model. *Am J Sports Med.* 2009 Jul;37(7):1324-33.
  14. Hangody L, Ráthonyi GK, Duska Z, Vásárhelyi G, Fáles P, Módis L. Autologous osteochondral mosaicplasty. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Mar;86-A Suppl 1:65-72.
  15. Henderson I, Gui J, Lavigne P. Autologous chondrocyte implantation: natural history of postimplantation periosteal hypertrophy and effects of repair-site debridement on outcome. *Arthroscopy.* 2006 Dec;22(12):1318-1324.
  16. Huang FS, Simonian PT, Norman AG, Clark JM. Effects of small incongruities in a sheep model of osteochondral autografting. *Am J Sports Med.* 2004 Dec;32(8):1842-8.
  17. Jackson RW, Dieterichs C. The results of arthroscopic lavage and debridement of osteoarthritic knees based on the severity of degeneration: a 4- to 6-year symptomatic follow-up. *Arthroscopy.* 2003 Jan;19(1):13-20.
  18. Jones DG, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Nov;88(11):2502-20.

19. Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, Drogset JO, Grøntvedt T, Solheim E, Strand T, Roberts S, Isaksen V, Johansen O. Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Mar;86-A(3):455-64.
20. Koh JL, Kowalski A, Lautenschlager E. The effect of angled osteochondral grafting on contact pressure: a biomechanical study. *Am J Sports Med*. 2006 Jan;34(1):116-9.
21. Kon E, Gobbi A, Filardo G, Delcogliano M, Zaffagnini S, Marcacci M. Arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation compared with microfracture for chondral lesions of the knee: prospective nonrandomized study at 5 years. *Am J Sports Med*. 2009 Jan;37(1):33-41.
22. Kordás G, Szabó JS, Hangody L. Primary stability of osteochondral grafts used in mosaicplasty. *Arthroscopy*. 2006 Apr;22(4):414-21.
23. Lane JG, Massie JB, Ball ST, Amiel ME, Chen AC, Bae WC, Sah RL, Amiel D. Follow-up of osteochondral plug transfers in a goat model: a 6-month study. *Am J Sports Med*. 2004 Sep;32(6):1440-50.
24. Leo BM, Turner MA, Diduch DR. Split-line pattern and histologic analysis of a human osteochondral plug graft. *Arthroscopy*. 2004 Jul;20 Suppl 2:39-45.
25. Lotto ML, Wright EJ, Appleby D, Zelicof SB, Lemos MJ, Lubowitz JH. Ex vivo comparison of mechanical versus thermal chondroplasty: assessment of tissue effect at the surgical endpoint. *Arthroscopy*. 2008 Apr;24(4):410-5.
26. Lu Y, Edwards RB 3rd, Nho S, Cole BJ, Markel MD. Lavage solution temperature influences depth of chondrocyte death and surface contouring during thermal chondroplasty with temperature-controlled monopolar radiofrequency energy. *Am J Sports Med*. 2002 Sep-Oct;30(5):667-73.
27. Makino T, Fujioka H, Terukina M, Yoshiya S, Matsui N, Kurosaka M. The effect of graft sizing on osteochondral transplantation. *Arthroscopy*. 2004 Oct;20(8):837-40.
28. Mandelbaum B, Browne JE, Fu F, Micheli LJ, Moseley JB Jr, Erggelet C, Anderson AF. Treatment outcomes of autologous chondrocyte implantation for full-thickness articular cartilage defects of the trochlea. *Am J Sports Med*. 2007 Jun;35(6):915-21.
29. Marcacci M, Kon E, Delcogliano M, Filardo G, Busacca M, Zaffagnini S. Arthroscopic autologous osteochondral grafting for cartilage defects of the knee: prospective study results at a minimum 7-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2007 Dec;35(12):2014-21.
30. Marcacci M, Kon E, Zaffagnini S, Iacono F, Neri MP, Vascellari A, Visani A, Russo A. Multiple osteochondral arthroscopic grafting (mosaicplasty) for cartilage defects of the knee: prospective study results at 2-year follow-up. *Arthroscopy*. 2005 Apr;21(4):462-70.
31. McNickle AG, L'Heureux DR, Yanke AB, Cole BJ. Outcomes of autologous chondrocyte implantation in a diverse patient population. *Am J Sports Med*. 2009 Jul;37(7):1344-50.
32. Mithoefer K, Williams RJ 3rd, Warren RF, Wickiewicz TL, Marx RG. High-impact athletics after knee articular cartilage repair: a prospective evaluation of the microfracture technique. *Am J Sports Med*. 2006 Sep;34(9):1413-8.
33. Mithöfer K, Minas T, Peterson L, Yeon H, Micheli LJ. Functional outcome of knee articular cartilage repair in adolescent athletes. *Am J Sports Med*. 2005 Aug;33(8):1147-53.
34. Nakamura N, Miyama T, Engebretsen L, Yoshikawa H, Shino K. Cell-based therapy in articular cartilage lesions of the knee. *Arthroscopy*. 2009 May;25(5):531-52.
35. Nho SJ, Foo LF, Green DM, Shindle MK, Warren RF, Wickiewicz TL, Potter HG, Williams RJ 3rd. Magnetic resonance imaging and clinical evaluation of patellar resurfacing with press-fit osteochondral autograft plugs. *Am J Sports Med*. 2008 Jun;36(6):1101-9.
36. Niemeyer P, Pestka JM, Kreuz PC, Erggelet C, Schmal H, Suedkamp NP, Steinwachs M. Characteristic complications after autologous chondrocyte implantation for cartilage defects of the knee joint. *Am J Sports Med*. 2008 Nov;36(11):2091-9.

37. Patil S, Butcher W, D' Lima DD, Steklov N, Bugbee WD, Hoenecke HR. Effect of osteochondral graft insertion forces on chondrocyte viability. *Am J Sports Med.* 2008 Sep;36(9):1726-32.
38. Peterson L, Brittberg M, Kiviranta I, Akerlund EL, Lindahl A. Autologous chondrocyte transplantation. Biomechanics and long-term durability. *Am J Sports Med.* 2002 Jan-Feb;30(1):2-12.
39. Ronga M, Grassi FA, Bulgheroni P. Arthroscopic autologous chondrocyte implantation for the treatment of a chondral defect in the tibial plateau of the knee. *Arthroscopy.* 2004 Jan;20(1):79-84.
40. Rosenberger RE, Gomoll AH, Bryant T, Minas T. Repair of large chondral defects of the knee with autologous chondrocyte implantation in patients 45 years or older. *Am J Sports Med.* 2008 Dec;36(12):2336-44.
41. Ryan A, Bertone AL, Kaeding CC, Backstrom KC, Weisbrode SE. The effects of radiofrequency energy treatment on chondrocytes and matrix of fibrillated articular cartilage. *Am J Sports Med.* 2003 May-Jun;31(3):386-91.
42. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Haspl M, Bohnsack M, Fortems Y, Vandekerckhove B, Almqvist KF, Claes T, Handelberg F, Lagae K, van der Bauwhede J, Vandenuecker H, Yang KG, Jelic M, Verdonk R, Veulemans N, Bellemans J, Luyten FP. Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized controlled trial versus microfracture. *Am J Sports Med.* 2008 Feb;36(2):235-46.
43. Sohn JM, Kim HG, Cho WS. Arthroscopic debridement in osteoarthritis of the knee. *J Korean Knee Society.* 1998 June;10(1):104-108.
44. Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, Kocher MS, Gill TJ, Rodkey WG. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: average 11-year follow-up. *Arthroscopy.* 2003 May-Jun;19(5):477-84.
45. Steadman JR, Rodkey WG, Rodrigo JJ. Microfracture: surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Oct;(391 Suppl):S362-9.
46. Steinwachs M, Kreuz PC. Autologous chondrocyte implantation in chondral defects of the knee with a type I/III collagen membrane: a prospective study with a 3-year follow-up. *Arthroscopy.* 2007 Apr;23(4):381-7.
47. von Engelhardt LV, Kraft CN, Pennekamp PH, Schild HH, Schmitz A, von Falkenhausen M. The evaluation of articular cartilage lesions of the knee with a 3-Tesla magnet. *Arthroscopy.* 2007 May;23(5):496-502.
48. Williams III RJ, Brophy RH. Cartilage repair procedures: clinical approach and decision making. *Instr Course Lect.* 2008;57:553-61.