대한관절경학회지 제14권 제2호 2010
Journal of Korean Arthroscopy Soc.
Volume 14, Number 2, June, 2010

자가 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술

경북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

경희수

서 론

전방십자인대 재건술의 일차적 목표는 슬관절을 가능적으로 안정화 시키는 데 있으며, 자가건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술은 많은 문헌에서 만족할 만한 결과를 보고하고 있다[2,20,25,31]. 이식건의 선택시 전방십자인대 재건술 후 조기 관절 안정성(early stability)과 공여부 이환(donor site morbidity)이 고려되어야 한다. 사용되는 자가건으로는 골-슬개건-골, 슬괵건, 대퇴사두건-골 등이 있으며, 그 중 자가 골-슬개건-골이 생역학적 및 생물학적으로 표준(gold standard)으로 인정되어 왔다. 미국 정형외과 스포츠 의학회 회원 1,188명에 대하여 설문 조사한 결과를 보면 자가 골-슬개건-골을 가장 선호한다고 하였다[9]. 골-슬개건-골 이식물은 강도와 경도가 뛰어나고 간섭나사를 사용하여 골-골간 고정이 가능하여 견고한 고정이 가능함과 동시에 이식물이 빨리 결합(incorporation)된다는 장점이 있다. 그러나 슬관절 전방 통증, 무릎을 꿇을 때의 통증, 슬개골 골절, 슬개-대퇴 관절의 염발음 및 대퇴사두근력의 감소 등 이식물 채취로 인한 공여부 이환(morbidity)이 문제가 되고, 이를 피하기 위해 슬괵건의 사용이 점차 증가하는 추세이다. 하지만 자가 슬괵건을 이용할 때도 슬관절 굴곡력 감소와 같은 공여부 이환이 문제가 될 수 있으며, 특히 박근과 반건양근을 모두 채취하여 사용한 경우 굴곡력이 감소한다고 한다[24,30]. 일부 저자들은 슬관절 전방 통증은 자가 슬괵건 그룹이나 자가 골- 슬개건-골 그룹이나 차이가 없다고 하나, 일반적으로 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술에서 공여부 이환이 낮다고 한다[9].

자가 골-슬개건 -골 사용시 고려할 점

슬관절 전방 통증의 빈도는 4~40%까지 다양하게 보고 되고 있다[9]. 슬개건 채취 후 슬관절 전방 통증과 슬개골 저위(patellar baja)가 발생 할 수 있다. 슬개건 결손부를 완전 봉합시 10% 이상 슬개건 단축이 73%의 빈도까지 보고되고 있다[3]. 그러나 슬개건의 길이와 폭은 슬개건이나 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 차이가 없다고도 한다[22]. Berg[1]는 슬개건의 부건(paratenon)만을 봉합하면 6~12개월 후 결손부의 건에 단단한 반흔 형성이 된다고 하였으며, Burks 등[4]은 재생된 건은 신전 기전의 하중부하에 관여하는 원래의 건의 질(quality)과는 다르다고 하였다. Frank 와 Jackson[7]은 비후성 반흔(hypertrophic scar)은 최대 2년 이상 재형성(remodel)된다고 하였다. Kyung 등[18]은 10례의 자가 골-슬개건-골을 채취 후 평균 29.6개월 추시하여 자기공명영상을 이용하여 공여부 치유에 대한 보고를 하였는데 10례중 7례에서 10.3 cm^2의 단면적의 결손을 보였다고 하였으며 3례는 완전 치유되었다고 하였다.

공여부 통증을 감소시키기 위하여 슬개골 결손부에 골 이식을 할 수 있다[5]. Martin 등[21]은 골이식환자군(15예)에서 국소 통증이 없었으며 골 이식하지 않은 군(19예)의 21%에서 슬개골 결손부에서 통증을 호소하였다고 하였다. 이와 같은 차이는 수술 후 2년까지 존재하였으며, 골 이식한 군은 대퇴-슬개 점수가 항상 높게 나타났으며 방사선상 결손부 치유가 빨랐다고 하였다. 골 결손부를 골로 채우므로 골-연부 조직 사이의 층형성(step-off)이 없어지고, 골 결손의 변연부가 연부조직을 자극하여 발생하는 동통이 없어진다고 하였다. 전방 슬관절 감각 이상은 슬개건 채취시 복재신경의 슬개하 신경(infrapatellar nerve) 분지가 손상되어 생기는데 무릎 꿇기(kneeling) 와 무릎 보행(knee walking)이 불편해 진다[14]. 슬개건의 아래, 위 2군데 절개술을 이용하여 수술 중 복재신경의 슬개하 신경 분지를 최대한 보존하려는 노력을 해야 한다[23].

자가 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술시 공여부 이환을 줄이는데 중요한 요소는 수술 후 재활 치료이다. 수술 후 슬개골 통증은 즉시 적극적인(aggressive) 재활 훈련을 함으로써 매우 줄일 수 있다고 한다[28]. 중앙 1/3 슬개건 채취 후 기능적 결손은 낮은 비율로 발생하며 술후 3~6개월 후 보통 회복된다고 하며, 슬개골 통증의 조절은 재활방법과 관절 운동범위의 완전한 회복 여부에 달려있다고 한다[15,28].

* Address reprint request to
Hee-Soo Kyung, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Kyungpook National University Hospital,
50 Samduk-2ga, Jung-gu, Dacgu, 700-721 Korea
Tel: 82-53-420-5636, Fax: 82-53- 422-6605
E-mail: hskyung@knu.ac.kr

자가 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술 시 기술적으로 이식건-골터널 오류(graft-tunnel mismatch)가 발생한다. 이는 슬개건의 평균 길이가 약 43 mm인데, 관절내 전방십자인대의 길이는 약 30 mm미만이다. 이렇게 되면 이식건의 경골 부위의 골이 경골 터널 밖으로 돌출되어 경골부에 골고정이 약하게 된다. 그래서 경골 터널의 길이를 깊게 하려면 수직으로 경골 터널(vertical tibial tunnel)을 만들게 되는데 이는 이식건이 덜 수평으로 향하게(less horizontal orientation) 고정될 수 있다.

비교 연구

자가 골-슬개건-골과 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 두 그룹간 결과를 비교한 메타분석(meta-analysis)이 있다. Freedman 등[8]은 34개의 연구를 종합한 결과 이식 실패, 이완 정도, 환자 만족도 등에서 자가 골-슬개건-골을 이용한 군에서 보다 우수한 결과를 나타내었으나, 슬관절 전방 통증의 빈도 역시 높았다고 보고하였다. Yunes 등[31]은 4개의 연구를 분석하여 자가 골-슬개건-골을 이용한 경우에서 술 후 이완 정도 및 술 전 생활상태로의 복귀가 우수하였다고 보고하였다. 그러나 최근 발표된 메타분석에서는 자가 골-슬개건-골 이식물을 이용한 경우 전반적으로 임상결과 및 안정도에서는 유의하게 좋은 결과를 보이는 반면, 공여부 문제에 대해서는 슬개건을 이용한 경우 더 불량한 결과를 보인다. Goldblatt 등[10]은 11개의 연구를 분석한 결과, Lachman 검사, pivot shift 검사, KT-1000 관절계측 비교 등에서 자가 골-슬개건-골을 이용한 군에서 좀 더 정상에 가까운 결과를 보였으나 술 후 불안정성에서 유의한 차이는 없었으며, 슬관절 전방 통증, 슬개-대퇴 염발음 및 신전력 감소와 같은 공여부 이환에 대해서 자가 골-슬개건-골을 이용한 군에서 더 많이 관찰되었다고 하였다. Prodromos 등[25]이 발표한 메타분석에 따르면 4겹의 자가 슬괵건을 이용한 경우 자가 골-슬개건-골 보다 오히려 더 우수한 안정성을 얻을 수 있었다고 보고하면서, 4겹의 슬괵건을 이용할 경우 안정성은 어떤 고정기기를 사용하느냐가 중요하며 EndoButton과 단순 staple 이나 단추 고정이 아닌 2세대 경골 고정을 이용할 경우 높은 안정성을 얻을 수 있다고 하였다. Biau 등[2]은 18개의 연구를 분석하여 공여부 이환 정도에서 자가 슬괵건을 이용하였을 때 더 우수한 결과를 보였으며, 술 후 안정도에서는 비슷한 결과를 보인다고 하였다.

최근 보고에 의하면 전방십자인대 재건술 후 장기 추시에서 관관절염의 발병을 보고하고 있다. Salmon 등[27]은 67예의 슬개건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 최소 13년 장기 추시에서 방사선학적 퇴행성 변화(radiologic osteoarthritis)는 79% 환자에서 있었으며, 거의 절반은 조기 관절염을 시사하는 소견으로 신전 소실을 보였으며, 특히 반월상 연골을 절제술 한 경우 87%에서 방사선학적 퇴행성 변화가 관찰되었다고 하였다. 그러나 내측 관절은 42%, 외측은 70%, 대퇴-슬개 관절은 74%가 방사선학적 퇴행성 변화가 관찰되지 않았다고 하였다. Lebel 등[19]은 자가 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술을 받은 101례에 대하여 최소 10년 추시 결과 39%에서 방사선학적 퇴행성 변화를 보였으며 17.8%에서 골관절염이 발생하였다고 하였으며 Body Mass Index (BMI)와 나이가 관련 있었으며, 반월상 연골이 정상인 경우 8%에서만 골관절염의 빈도를 보고하였다. Holm 등[12]은 자가 골-슬개건-골과 자가 슬괵건을 이용한 72예의 전방십자인대 재건술 후 10년 추시 결과 골관절염 빈도와 기능을 비교하여 양군간에 차이가 없다고 하였다. 그러나 반대 측보다는 골관절염의 빈도가 더 높다고 하였다. 경도, 중등도 골관절염의 빈도는 자가 슬괵건군55%, 자가 골-슬개건-골 64%(반대측은 슬괵건 28%, 슬개건 22%)라고 하였다.

Roe 등[26]은 7년 경과관찰을 통해 양 군간의 결과를 비교하였는데, 임상결과나 안정성은 비슷한 결과를 보였고, 합병증은 자가 골-슬개건-골 군에서 더 많이 관찰되었으며 특히 조기 관절염이나 신전력의 감소 등이 관찰되었다고 보고하였다. Harilainen 등[11]은 5년 경과관찰을 통해 자가 슬괵건을 이용한 경우 터널 확대현상이 좀 더 관찰되었으나, 임상결과나 안정성에 유의한 차이를 발견하지 못하였다고 보고하였다. 또한 Splindler 등[28]은 자가 골-슬개건-골과 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술의 결과를 비교하면서, 술 후 안정성 및 이완도에 유의한 차이가 없었으며, 슬개건을 이용한 군에서 슬관절 전방 통증이 증가되었으나, 어떤 이식물을 선택하느냐가 술 후 성공적인 결과를 가져오는 결정인자는 아니라고 주장하였다.

과도한 관절이완(excessive joint laxity)이 있는 환자를 대상으로 자가 골 슬개건 골을 이용한 연구가 있다. Kim 등[16,17]은 과도한 관절이완(excessive joint laxity)이 있는 환자, 특히 슬관절의 과신전이 있는 경우 전방십자인대 재건술 후 잔존 이완(residual laxity)이 증가하므로 이식건으로 자가 슬괵건 보다는 자가 골-슬개건-골을 사용하면 더 좋은 결과를 얻는다는 보고도 있다. Hospodar 와 Miller[13]는 관절과이완(hyperlaxity)이 있는 젊은 성인남자에게 자가 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술을 선호한다고 하였으며 기술적인 문제로 회전 불안정성(rotational instability)이 남을 수 있으므로 좀 더 수평방향의 단일 가닥(horizontally single-bundle) 재건술을 함으로써 해결할 수 있다고 하였다.

맺음말

자가건 선택에 대해서는 많은 논쟁의 소지가 존재하며 많은 보고들이 나오고 있으나, 현 시점에서 전방십자인대 재건술시 이식건으로 자가 골-슬개건-골이 표준(gold stan-

dard)라는 주장은 이제 변화하고 있으며, 골-건 고정방법의 개선에 따른 조기 슬관절 안정성의 호전으로 자가 슬괵건의 사용이 점점 증가되고 있는 추세이다. 자가 골-슬개건-골은 이식건으로써 강한 물성, 튼튼한 고정, 장기 추시에서 좋은 성공률 등을 보이고 있으므로 젊고, 강한 활동을 요하는 운동선수에서 종종 선택되고 있으며 조기에 강한 활동으로의 운동복귀를 할 수 있다. 그래서 각각의 이식건의 공여부 이환과 이식건의 고정방법에 따른 조기 슬관절 안정성 등을 고려하여 술자의 선호도에 따른 이식건의 선택이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1) **Berg EE**: Intrinsic healing of a patellar tendon donor site defect after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*, 160-163, 1992.
2) **Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz PJ, Nizard RS**: Bone-patellar tendon-bone autografts versus hamstring autografts for reconstruction of anterior cruciate ligament: meta-analysis. *BMJ*, 332: 995-1001, 2006.
3) **Breitfuss H, Frohlich R, Povacz P, Resch H, Wicker A**: The tendon defect after anterior cruciate ligament reconstruction using the midthird patellar tendon--a problem for the patellofemoral joint? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 3: 194-198, 1996.
4) **Burks RT, Haut RC, Lancaster RL**: Biomechanical and histological observations of the dog patellar tendon after removal of its central one-third. *Am J Sports Med*, 18: 146-153, 1990.
5) **Daluga D, Johnson C, Bach BR, Jr.**: Primary bone grafting following graft procurement for anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy*, 6: 205-208, 1990.
6) **Delay BS, Smolinski RJ, Wind WM, Bowman DS**: Current practices and opinions in ACL reconstruction and rehabilitation: results of a survey of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine. *Am J Knee Surg*, 14: 85-91, 2001.
7) **Frank CB, Jackson DW**: The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 79: 1556-1576, 1997.
8) **Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR, Jr.**: Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med*, 31: 2-11, 2003.
9) **Fu FH, Bennett CH, Ma CB, Menetrey J, Lattermann C**: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med*, 28: 124-130, 2000.
10) **Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC**: Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthroscopy*, 21: 791-803, 2005.
11) **Harilainen A, Linko E, Sandelin J**: Randomized prospective study of ACL reconstruction with interference screw fixation in patellar tendon autografts versus femoral metal plate suspension and tibial post fixation in hamstring tendon autografts: 5-year clinical and radiological follow-up results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14: 517-528, 2006.
12) **Holm I, Oiestad BE, Risberg MA, Aune AK**: No Difference in Knee Function or Prevalence of Osteoarthritis After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament With 4-Strand Hamstring Autograft Versus Patellar Tendon-Bone Autograft: A Randomized Study With 10-Year Follow-up. *Am J Sports Med*, 38: 448-454, 2010.
13) **Hospodar SJ, Miller MD**: Controversies in ACL reconstruction: bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction remains the gold standard. *Sports Med Arthrosc*, 17: 242-246, 2009.
14) **Kartus J, Ejerhed L, Eriksson BI, Karlsson J**: The localization of the infrapatellar nerves in the anterior knee region with special emphasis on central third patellar tendon harvest: a dissection study on cadaver and amputated specimens. *Arthroscopy*, 15: 577-586, 1999.
15) **Kartus J, Stener S, Lindahl S, Engstrom B, Eriksson BI, Karlsson J**: Factors affecting donor-site morbidity after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5: 222-228, 1997.
16) **Kim SJ, Kim TE, Lee DH, Oh KS**: Anterior cruciate ligament reconstruction in patients who have excessive joint laxity. *J Bone Joint Surg Am*, 90: 735-741, 2008.
17) **Kim SJ, Moon HK, Kim SG, Chun YM, Oh KS**: Does Severity or Specific Joint Laxity Influence Clinical Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? *Clin Orthop Relat Res*, 2009.
18) **Kyung HS, Ihn JC, Kim PT, Park PC**: Morphologic changes in the human patellar tendon after anterior cruciate ligament reconstruction using autologous bone-patellar tendon-bone. *J Korean Knee Society*, 10: 28-33, 1998.
19) **Lebel B, Hulet C, Galaud B, Burdin G, Locker B, Vielpeau C**: Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone autograft: a minimum 10-year follow-up. *Am J Sports Med*, 36: 1275-1282, 2008.
20) **Lee JH, Bae DK, Song SJ, Cho SM, Yoon KH**: Comparison of clinical results and second-look arthroscopy findings after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using 3 different types of grafts.

Arthroscopy, 26: 41-49, 2010.

21) **Martin RP, Galloway MT, Daigneault JP, Goehner K**: Patelliofemoral pain followingh anterior cruciate ligament reconstruction: bone grafting the patellar defect. Presented at: *American Academy of Orthopedic Surgeons annual meeting*, Atlanta, GA: 1996.

22) **Meisterling RC, Wadsworth T, Ardill R, Griffiths H, Lane-Larsen CL**: Morphologic changes in the human patellar tendon after bone-tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*, 208-212, 1993.

23) **Mishra AK, Fanton GS, Dillingham MF, Carver TJ**: Patellar tendon graft harvesting using horizontal incisions for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 11: 749-752, 1995.

24) **Nakamura N, Horibe S, Sasaki S, et al**: Evaluation of active knee flexion and hamstring strength after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. Arthroscopy, 18: 598-602, 2002.

25) **Prodromos CC, Joyce BT, Shi K, Keller BL**: A meta-analysis of stability after anterior cruciate ligament reconstruction as a function of hamstring versus patellar tendon graft and fixation type. *Arthroscopy*, 21: 1202, 2005.

26) **Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, Salmon LJ, Kawamata T, Chew M**: A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities. *Am J Sports Med*, 33: 1337-1345, 2005.

27) **Salmon LJ, Russell VJ, Refshauge K, et al**: Long-term outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft: minimum 13-year review. *Am J Sports Med*, 34: 721-732, 2006.

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

29) **Spindler KP, Kuhn JE, Freedman KB, Matthews CE, Dittus RS, Harrell FE, Jr.**: Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. *Am J Sports Med*, 32: 1986-1995, 2004.

30) **Tashiro T, Kurosawa H, Kawakami A, Hikita A, Fukui N**: Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. A detailed evaluation with comparison of single- and double-tendon harvest. *Am J Sports Med*, 31: 522-529, 2003.

31) **Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pinczewski LA**: Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy*, 17: 248-257, 2001.

초 록

전방십자인대 재건술시 자가건 선택에 대해서는 많은 논쟁의 소지가 존재하며 많은 보고들이 나오고 있으나, 현 시점에서 이식건으로써 자가 골-슬개건-골이 표준(gold standard)라는 주장은 이제 변화하고 있으며, 골-건 고정방법의 개선에 따른 조기 슬관절 안정성의 호전으로 자가 슬괵건의 사용이 점점 증가되고 있는 추세이다. 자가 골-슬개건-골은 이식건으로써 강한 물성, 튼튼한 고정, 장기 추시에서 높은 성공률 등으로 젊고, 강한 활동을 요하는 운동선수에서 종종 선택되고 있으며 조기에 강한 활동으로의 운동 복귀를 할 수 있다. 그러나 슬관절 전방 통증, 무릎을 꿇을 때의 통증, 슬개골 골절, 슬개-대퇴 관절의 염발음 및 대퇴사두근력의 감소 등 이식물 채취로 인한 공여부 이환이 문제가 되었다. 그래서 자가 골-슬개건-골의 이식건으로서의 문제점 및 문헌상 고찰을 하여 논하고자 한다.

색인 단어: 자가 골-슬개건-골, 전방십자인대 재건술