

이중 다발 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술

Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Autogenous Hamstring Grafts

가톨릭의대

최남용 · 남원식 · 한창환

전방십자인대 파열은 반복적인 슬관절의 불안정성과 반월상 연골 파열, 관절 연골의 퇴행성 변화 등을 초래할 수 있기 때문에 근래에는 적극적인 재건술이 이루어지고 있으며, 이식건의 종류와 재건 방법에 따라 매우 다양한 술기가 시행되고 있다. 전통적으로 전방십자인대 재건술은 정상 전방십자인대의 전내측 다발(anteromedial bundle)만을 재건하는 단일 다발 재건술(single-bundle reconstruction)이 시행되어왔다. 단일 다발 전방십자인대 재건술의 실패율은 10%에서 20% 사이로 보고되고 있는데, 그 원인의 하나로 단지 전내측 다발만을 재건해서는 정상 전방십자인대의 복합적인 기능을 복원시킬 수 없기 때문으로 알려져 있다.

전방십자인대는 정상적으로 전내측 다발과 후외측 다발(posteromedial bundle)로 이루어져 있으며 이들은 각각 다른 기능을 담당하여, 슬관절을 거의 신전한 상태에서는 후외측 다발이 주로 경골의 전방 전위에 저항하는 역할을 하고 굴곡한 상태에서는 주로 전내측 다발이 이러한 역할을 하게 된다. 최근의 연구 결과에 따르면 단일 다발로 재건술을 시행했을 경우 이중 다발로 했을 때보다 경골의 전방 전위에 대한 안정성과 회전력에 대한 안정성 모두 떨어진다고 보고하였다. 따라서 정상 전방십자인대의 기능을 최대한 복원하고 보다 향상된 결과를 얻고자 1980년대에 Mott와 Zaricznyj가 기술한 이후 많은 저자들에 의해 다양한 방법의 이중 다발 전방십자인대 재건술이 시도되고 있다.

Yasuda 등은 2004년에 사체 실험을 통한 슬관절의 해부학적 분석을 시행하여 전방십자인대의 전내측 다발과 후외측 다발의 해부학적 위치를 밝히고, 자가 슬괵건을 이용한 이중 다발 전방십자인대 재건술을 시행하여 좋은 결과를 보고한 바 있다. 저자들에 의하면 일부 보고에서 단일 다발과 이중 다발 재건술의 결과에 차이가 없다고 하는 것은 전방십자인대의 해부학적 위치, 특히 후외측 다발이 정확한 위치에 재건되지 않았기 때문이라고 하였으며, 다른 술자들의 방법에 비해 대퇴 내과의 좀더 후방, 원위부에 후외측 다발의 해부학적 위치를 정하고 재건술을 시행하여 단일 다발 재건술과의 임상적 비교에서도 전방 동요와 pivot shift 검사에서 모두 더 우수한 결과를 얻었다고 하였다. 본 연구에서 저자들은 Yasuda 등이 보고한 술식을 변형하여 이중 다발 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대의 전내측 다발과 후외측 다발의 해부학적 재건술을 시행하였으며, 그 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 대상

2005년 1월부터 2005년 12월까지 전방십자인대 파열로 진단받은 환자에서 자가 슬괵건을 이용한 이중

다발 전방십자인대 재건술을 시행한 후 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 68예를 대상으로 하였다. 남자가 50예, 여자가 18예였으며 평균나이는 31세(20~51세), 수상 후 평균 4.8개월(3주~27개월) 후에 수술을 시행하였으며 평균 추시기간은 13.4개월(12~16개월)이었다. 동반 손상으로는 내측 반월상연골 손상이 25예, 외측 반월상연골 손상이 20예, 내외측 반월상연골 손상이 5예 있었으며 내측 측부인대 손상이 5예 있었다. 50예의 반월상연골 손상에 대해서는 40예에서 부분 절제술 또는 아전 절제술을 시행하였으며 10예에서 봉합술을 시행하였고, 내측 측부인대 손상에 대해서는 grade 3 이상에서 동시에 봉합술을 시행하였다. 후방십자인대 및 후외측 구조물의 손상이 동반된 경우는 동종 아킬레스건을 이용해서 동시에 재건술을 시행하였으며 연구 대상에서 제외하였다.

2. 수술

1) 이식건의 채취 및 준비

관절경 검사를 시행한 후 경골 근위부의 경골 조면 내측에 수평 사위의(horizontal-oblique) 피부 절개를 4 cm 정도 크기로 가하고 tendon stripper를 이용하여 반건양건(semi-tendinosus tendon)과 박건(gracilis tendon)을 채취하였다. 근육부위를 제거하고 절반으로 접어서 각각 두 가닥이 되도록 하였으며 두 가닥의 반건양건은 전방십자인대의 전내측 다발을, 두 가닥의 박건은 후외측 다발을 재건하기 위한 이식물로 사용하였고 각각 7 mm, 5 mm의 두께로 다듬었다. 이식건의 절단단은 No.5-0 Ethibond를 이용해서 감치기 봉합을 하였고 이식건의 고리 부위는 EndoButton(Smith & Nephew)의 polyester 고리에 연결하였다. EndoButton의 금속 부위에는 No.2-0 Vicryl과 No.5-0 Ethibond를 연결하여 No.5-0 Ethibond를 이식건의 통과 시 이식건을 당기는 주된 봉합사(leading suture)로 사용하였다.

2) 경골 터널과 대퇴 터널의 조성

우선 후외측 다발의 위치를 정하고 터널을 만들기 위해 전내측 입구(anteromedial portal)로 tibial guide를 집어넣고 정상 후외측 다발의 경골 부착부인 경골 과간융기의 뒷부분, 후방십자인대의 5 mm 앞에 위치시킨 후 유도판을 삽입하였다. 유도판은 표재부 내측 측부인대(superficial MCL)의 바로 앞 부위에서 삽입하였다. 전내측 다발의 터널을 만들기 위해 다시 tibial guide를 정상 전내측 다발의 경골 부착부, 먼저 삽입한 유도판의 7 mm 앞에 위치시킨 후 경골 조면의 바로 내측에서 유도판을 삽입하였다. 유관 확공기를 이용해서 각각 5 mm, 7 mm 지름의 경골 터널을 만들었다. 다음으로 전내측 다발의 대퇴골 터널을 만들기 위해 90° 굴곡 상태로 5 mm offset femoral guide를 전내측 입구를 통해 집어넣고 좌측 무릎은 대퇴과간의 1시반 방향에, 우측 무릎은 10시반 방향에 위치시킨 후 유도판을 삽입하고 4.5 mm 유관 확공기로 반대편 피질골까지 확공한 뒤 터널의 길이를 측정하였다. 측정한 터널의 길이를 이용해서 20 mm-25 mm의 이식건의 터널 내 고정 길이를 결정하고 EndoButton 고정을 위한 6 mm 길이를 추가하여 유관 확공기로 지름 7 mm의 대퇴골 터널을 만들었다. 후외측 다발의 대퇴골 터널을 만들기 위해 기존의 전내측 입구의 내측으로 부가적인 전내측 입구(accessory anteromedial portal)를 만들고 90° 굴곡 상태에서 Yasuda 등이 기술한 바와 같이 대퇴 외과에서 전방십자인대의 부착부의 종축을 이루는 선과 대퇴 외과와 경골 관절면이 접하는 부위에서 수직으로 올린 선이 만나는 지점, 즉 대퇴 외과 후방 관절 연골이 시작되는 부위에서 5~8 mm 전방에 후외측 다발의 터널 위치를 정하고, Yasuda 등의 방법과는 달리 경골 터널이 아닌 accessory anteromedial portal을 통해 110° 정도 굴곡한 상태로 유도판을 삽입하였으며 대퇴부

외측의 후방이 아닌 전방으로 나오게 하여 비골신경의 손상을 방지하였다. 전내측 다발과 마찬가지로 방법으로 확공을 하고 터널의 길이를 측정한 후 지름 mm의 대퇴골 터널을 만들었다.

3) 이식건의 통과 및 고정

후외측 다발의 터널에 위치한 유도판을 이용하여 두 가닥의 박건으로 이루어진 이식건을 대퇴골 터널 내에 위치 시키고 EndoButton이 반대편 피질골에 고정된 것을 확인한 뒤, 후외측 다발의 경골 터널을 통해 집어넣은 강선 고리(wire loop)에 이식건 말단의 No.5-0 Ethibond suture를 연결해서 경골 터널을 통해 빼내어 후외측 다발을 터널 내에 위치시켰다. 다음으로 전내측 다발의 터널에 위치한 유도판을 이용하여 두 가닥의 반막양건으로 이루어진 이식건을 대퇴골 터널 내에 위치 시키고 EndoButton이 고정된 것을 확인하였으며, 같은 방법으로 강선 고리를 이용해서 경골 터널을 통해 이식건을 빼내어 전내측 다발을 터널 내에 위치시켰다. 이식건을 당긴 상태에서 20회 정도 슬관절의 굴곡과 신전을 반복한 뒤 20° 굴곡 상태에서 1개 내지 2개의 spiked staple을 이용하여 경골에 이식건을 고정하였다. 두 개의 이식건의 경골 터널 입구에 생체흡수성 간섭나사를 각각 1개씩 고정하였으며, 관절경을 이용하여 이식건의 위치와 슬관절의 굴곡과 신전시 충돌 현상이 없는지 확인한 후 Lachman 검사를 시행하여 이식건의 고정 상태를 확인하고 절개창을 봉합하여 수술을 마무리하였다.

4) 수술 후 재활

수술 후 2주까지는 보조기 착용하에 완전 신전상태로 대퇴 사두고근 등장운동을 하며 점진적인 관절 운동 범위의 증가와 부분 체중부하를 허용하였다. 술 후 6주까지 보조기를 착용하였으며 완전한 관절 운동 범위와 전 체중 부하가 가능하도록 하였다.

3. 평가

임상적 평가로 최종 추시시 관절 운동범위, Lachman 검사, Pivot-shift 검사 및 경골의 전방 전위 정도를 측정하였으며, 슬관절의 기능적 평가를 하여 재건술의 결과를 분석하였다. 전방 전위 정도는 KT-1000 관절계를 이용하여 수술 전후의 전위 정도를 측정하였으며, 슬관절의 기능적 평가는 수술 전후의 Lysholm 점수와 Modified Feagin Scoring System을 측정하여 평가하였다.

결 과

최종 추시시 관절 운동범위의 제한을 보인 예는 없었다. 수술 후 Lachman 검사상 최종 추시시 정상이 56예, grade 1이 8예, grade 2가 4예였으며 Pivot-shift 검사상 최종 추시시 정상이 60예, grade 1이 8예의 결과를 보였다(Table 2). KT-1000 관절계를 이용한 경골 전방 전위 검사상 건측과의 차이는 술 전 평균 8.4 mm에서 술 후 평균 1.7 mm로 호전되었다.

기능적 평가상 Lysholm 점수는 술 전 평균 64점에서 술 후 최종 추시시 평균 92점으로 향상되었으며, Modified Feagin Scoring System의 측정 결과는 술 후 최종 추시시 90% (61예)에서 우수 이상의 결과를 보였다.

수술 후 합병증으로는 EndoButton이 대퇴골의 피질골이 아닌 연부조직에 고정된 경우가 1예 있었으며,

절개창의 표재부 감염으로 치료를 한 경우가 1예 있었다. 그밖에 이식건의 실패나 재수술을 시행한 경우는 없었다.

전방십자인대의 해부학적 이중 다발 재건술은 정상 전방십자인대의 기능과 유사하게 복원할 수 있고 터널의 지름이 작아서 이식건의 안착과 재혈관화에 유리한 장점이 있지만, 과연 임상적으로 더 나은 결과를 얻을 수 있을지에 대한 의문, 수술의 적응증의 확립, 골터널 갯수의 증가로 재수술시 문제가 되거나 대퇴 외측과의 골절을 유발할 수 있는 가능성, 관절내 이식건의 충돌을 조장할 수 있는 가능성 등의 의문점이 있는 것이 사실이다⁹⁾. 이러한 문제들은 좀 더 장기간의 추시 후에 다양한 연구를 통해 해결해 나가야 할 것이다.

결 론

전방십자인대 파열 환자에서 자가 슬괵건을 이용한 해부학적 이중 다발 재건술은 전방십자인대의 전내측 다발과 후외측 다발을 모두 재건함으로써 정상 슬관절의 기능에 좀 더 가깝게 복원할 수 있는 유용한 치료 방법임을 알 수 있으며, 더욱 정확한 평가를 위해서는 향후 좀더 많은 증례를 통해 장기간의 추시 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Caborn DNM, Chang HC: Single femoral socket double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using tibialis anterior tendon: Description of a new technique. *Arthroscopy*, 21(10): 1273e1-1273e8, 2005.
2. Cha PS, Brucker PU, West RV, et al: Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: An anatomic approach. *Arthroscopy*, 21(10): 1275e1-1277e8, 2005.
3. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL-Y, et al: Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res*, 22: 85-89, 2004.
4. Hara K, Kubo T, Sugino T, Shimizu C, Hirasawa Y: Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a double bundle. *Arthroscopy*, 16: 860-864, 2000.
5. Harner CD: Double bundle or double trouble?. *Arthroscopy*, 20(10): 1013-1014, 2004.
6. Harner CD, Griffin R, Duntzman RC, Annunziata CC, Friedman MJ: Evaluation and treatment of recurrent instability after anterior cruciate ligament. *Instr Course Lect*, 50: 463-474, 2001.
7. Ishibashi Y, Tsuda E, Tazawa K, Sato H, Toh S: Intraoperative evaluation of the anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with the orthopilot navigation system. *Orthopedics*, 28(10): 1277-1282, 2005.
8. Johnson RJ, Beynon BD, Nichols CE, Renstrom PA: The treatment of injuries of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 74-A: 140-151, 1992.
9. Kim SJ, Jung KA, Song DH: Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous quadriceps tendon. *Arthroscopy*, 22(7): 797e1-797e5, 2006.
10. Marcacci M, Molgora AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML: Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy*, 19(5): 540-546, 2003.

11. Mott HW: Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop*, 172: 90-92, 1983.
12. Sakane M, Fox RJ, Woo SL, et al: In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res*, 15: 285-293, 1997.
13. Takeuchi R, Saito T, Mituhashi S, Suzuki E, Yamada I, Koshino T: Double-bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using bone-hamstring-bone composite graft. *Arthroscopy*, 18(5): 550-555, 2002.
14. Woo SL-Y, Kanamori A, Zeminski J, et al: The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg*, 84-A: 907-914, 2002.
15. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL: Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30: 660-666, 2002.
16. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, et al: Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*, 20(10): 1015-1025, 2004.
17. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H: Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: Comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy*, 22(3): 240-251, 2006.
18. Zaricznyj B: Reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using a doubled tendon graft. *Clin Orthop*, 220: 162-175, 1987.