

전방십자인대 재건술후 재활치료

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

신 동 민

서 론

전방십자인대 재건술후에 따르는 술후 재활의 목표는, 재건된 전방십자인대의 차유에 과부하(overload)가 없으면서, 동시에 관절을 고정함으로써 오는 부작용을 최소화하여, 재건된 전방십자인대의 수복과, 근력 회복, 슬관절의 기능향상을 도모하는데 있겠다.

사실 과거에는, 재건된 이식건에 가해지는 strain과 load에 대한 여러 가지 기초적인 실험성적에 의해서 재활의 방법이 논의가 되어졌으며^{3,4,10}, 이는 연구가 불충분할 뿐만 아니라 임상적인 관점에서 볼 때 슬관절의 기능향상에 도움을 주지 못하였다.

따라서 최근에는 임상적 경험에 의거하여서 재활치료를 하는 경향이 많은 실정이다.

역사적 배경

1960년대에는 전방십자인대의 봉합이나 재건술후 슬관절을 굳꼭시킨 상태에서 장하지 석고 고정을 하여 인대의 치유를 도모하도록 하였으나, 장기추사 결과 다시 불안정성이 관찰되며, 슬관절의 신전장애, 전방 슬부 동통, infrapatella fat pad의 구축, 슬개, 대퇴 관절의 변화와 더불어 quadriceps와 hamstring 근육을 원상태로 회복하기가 매우 어렵고, 시간이 많이 소요된다는 문제점이 있었다.

1970년대와 1980년대 초기에 있어서의 슬관절 재활도 역시 매우 보수적이었으며, 수술후 슬관절을 최대 신전하는 것은 이식건에 많은 load가 가해진다는 여러 가지 실험적인 결과에 의거하여 금지되어 졌으며(Fig. 1), 특히 30°-40°의 슬관절 굽곡에서 신전을 하게 되면 슬개골이 tibial tuberosity 전방에 위치하며, 사두근의 견인력 때문에 경골이 전방으로 이동하면서 전방십자인대가 긴장

된다고 하여(Fig. 2) 추후 이식된 인대 파열이나 loosening을 염려하였다¹¹.

또한 술후 초기에는, 이식건이 약하고, viability가 없기 때문에, 조기에 슬관절을 움직이면 이식건이 stress를 감당하지 못하고, 결국 수술은 실패한다고 하였다.

조기 재활의 최근 이론적 배경

1. 관절 고정에 따른 부작용

(Effect of Joint Immobilization)

Akeson 등¹²은 연골, 인대, 관절낭, 활액막, 건 등의 결체조직도 bone healing에 관계되는 Wolf's law와 똑같은 영향을 받는다고 보고하였으며, Evans 등¹³은 쥐(rat)의 슬관절을 2-12주간 고정한 다음, 슬관절에 오는 변화를 관찰하였고, Enneking 등¹⁴은 인체 슬관절을 장기간 고정함으로써 오는 여러가지 조직학적, 생화학적 변화를 기술하여, 결국 슬관절의 장기간 고정은 슬관절의 연골, 인대, 활액막 등에 좋지 않은 변화를 가져올 수 있다고 하였다.

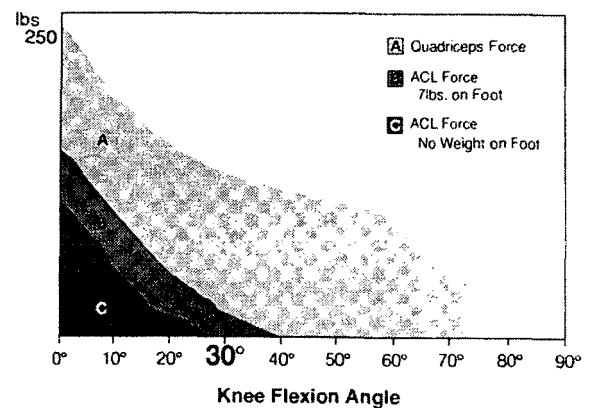


Fig. 1. Force on the anterior cruciate ligament(ACL) reconstruction is minimized by avoiding active knee extension past 30 degrees.

* 논문저자 : 신 동 민
조선대학교 의과대학 정형외과

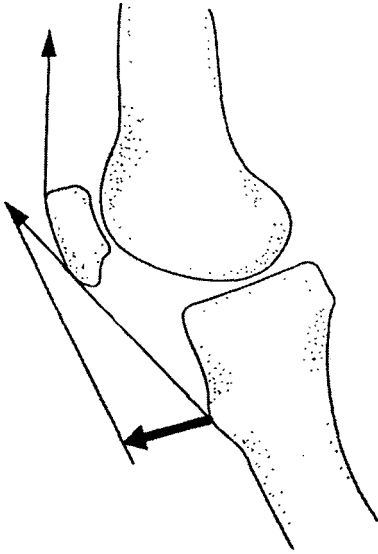


Fig. 2. Increased graft tension due to anterior tibial drawer produced by the action of the quadriceps and patellar tendon.

2 가속화된 재활치료 (Accelerated Rehabilitation)

1987년 Noyes 등^{15,16)}은 슬관절 전방십자인대 재건술후 술후 조기재활이 술후 안정성에 대하여 큰 영향이 없다고 하였으며, Jakob¹⁷⁾ 역시 수술후 고정된 군과 고정하지 않고 빠른 재활을 하였던 군과의 비교에서, 안정성면에서 차이가 없었으며, 오히려 빠른 재활을 하였던 경우에서 완전한 운동범위 회복과 사두고근 위축이 줄었다고 하였다.

1990년에 Shelbourne과 Nitz^{15,16)}는 accelerated rehabilitation를 주장하여 1) 슬관절의 완전 신전 2) 조기 체중부하 3) closed kinetic chain exercise를 시행하는 것이 추후 슬관절 기능 향상에 좋은 결과를 가져올 수가 있다고 하였으며, 이러한 이론적 배경으로는, 슬관절을 신전하였을 경우, 출혈과 추후 대퇴과간 절흔의 상흔이 적어진다고 하였고, 슬관절을 신전상태에서 quadriceps setting exercise를 할 경우, tibiofemoral joint에 압박을 가하여 전방십자인대에는 stress가 덜 가해진다고 하였으며, 동시에 슬개골의 운동성을 증대시킨다고 하였다^{15,20)}.

재활치료방법

전방십자인대 재건술후 재활 치료에 대한 방법은, 여러 치료자에 따라 다양하게 시행하여 지고 있으나, 최근에는 술전 재활 프로그램의 필요성을 인식하고, 술전에 환자에게 슬관절의 해부학적 특성, 생리, 병리 및 재활의 과정 등

을 상세히 교육하는 것이 중요시 되어지고 있다^{15,16)}. 술후에는 슬관절을 신전상태로 고정하며, 조기 체중부하, 빠른 관절운동의 회복, 등척성(isometric), 등장성(isotonic), 등속성(isokinetic) 운동을 시기에 알맞게 시행하는 것이 중요하며¹⁸⁾, 고유 체위 감각 훈련과 보행, 달리기, 스포츠 활동에 대한 치료자의 감시와 권유가 필수적인 것으로 되어 있다.

1. 관절 운동범위 회복

수술후 수일간은 동통 때문에 능동적 운동보다는 CPM을 이용한 수동적 운동을 시행하는 것이 좋다고 하고 있으며, 술후 2주 이내에 0°-90° 정도의 운동범위를 허용하여야 하며, 술후 4주 이내에 0°-120° 정도의 운동범위를 허용하면서, 집진적으로 운동범위를 확대하는 것이 바람직하겠다. 물론 이러한 운동범위를 회복하기 위한 선전 조건으로는, 수술시 견고한 이식건의 고정, 이식건의 등장침 위치 등이 필수적이며, 아울러 운동범위 회복기간에 대퇴사두고근 및 hamstring 근육 강화운동, 점진적인 체중부하, 슬개골 유동 운동 등이 병행되어야 한다.

2. 체중부하

수술후 조기에 체중부하를 허용하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 초기에는 두 개의 목발을 이용하여 약 50% 정도의 체중부하를 유지시키다가, 술후 2주정도에 50% 이상의 체중부하를 허용하면서 술후 4주에서는 두 개의 목발을 모두 버리고, 전 체중부하(full weight bearing) 허용하는 것이 바람직하다. 체중부하는 가장 기초적인 고유 체위 감각 훈련(proprioception training)의 하나인 것을 염두에 두어야 하겠다.

3. 보조기 착용

전방십자인대 재건술후 보조기 착용에 대해서는 많은 논란이 있으며, 보조기 착용시 사두고근 위축 등을 우려하여, 보조기 착용을 허용하지 않는 술자도 있으며, 재활기간 도중 외상으로 인하여, 이식건의 새파열 등을 염려하여, 어느정도 기간은 보조기 착용이 필요하다고 주장하는 술자도 있어¹⁹⁾, 여기에 대하여서는 양면성이 있다.

저자의 경험으로는, 초기에는 보조기 착용을 하여 무릎 운동이나 체중부하를 쉽게 환자로부터 유도할수 있는 장점이 있는 것 같으나, 경제적인 측면, 환자의 협조 등을 고려하여야할 것이며, 너무 장기간 보조기 착용은 피해야 할 것으로 사료된다.

4. 등척성(Isometric), 등장성(Isotonic), 등속성(Isokinetic) 운동

수술후 가장 먼저 시행하고, 쉽게 환자가 할수 있는 운동은 ankle pump이다. 이 운동은 족관절을 굴곡, 신전함으로써 환측 다리의 혈액순환을 도모하며, 부종을 감소시켜 주는 효과가 있겠다.

수술직후 또 바로 시행하여야 할 운동은 사두고근 강화운동, 하지 직거상 운동, hamstring 근육강화운동, 고관절의 외전, 내전운동, 슬개골 유동운동을 시행하며 (Fig. 3) 체중부하를 한 상태에서 무릎을 굴곡하면서 상체를 앞으로 이동하여, 푸그리기 운동(mini squats)이 요할 것으로 사료된다.

이느 정도의 운동범위가 회복되고, 체중부하가 되었다고 판단되면 술후 4주 정도에 수영장에서의 보행(pool walking)과 정지된 상태에서의 자전거 타기 운동 등을 허용한다. 아울러 발목에 chain을 걸어서 전·후, 좌·우 운동이 가능하게 하여 사두고근, hamstring근, 하퇴부 근육 강화 운동을 시행하는 closed kinetic chain 운동을 적극적으로 지도하여야 한다.

술후 6-8주 정도에 점진적인 저항성 운동(P.R.E. : progressive resistive exercise)을 시작하여, 근육 강화 운동을 하고 Cybex 등을 이용한 isokinetic exercise을 시행하여, 사두고근 등 근육 위축을 최대한 줄이는 방향으로 유도하여야 할 것이다.

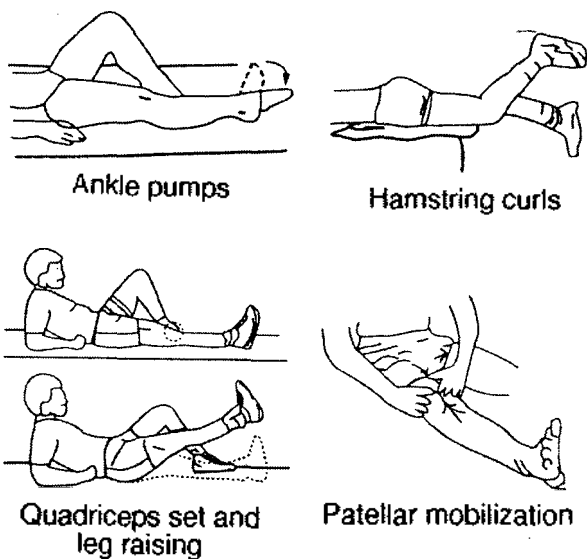


Fig. 3. Details of several methods of exercise.

5. 활동(Activities)

술후 6-8주정도 되었을 때 자유로운 보행을 허용하면서, 수술후 3-4개월 경과시에는 가벼운 달리기를 유도하고 고유 체위 감각 훈련을 강화하며 그전에 시행하였던 점진적인 저항성 운동, isokinetic exercise을 병행하며, 또한 지구력(endurance) 강화운동, 근력의 강도(strength and power)를 높이는 운동, 고관절이나 허리 근육 등과의 조화(coordination) 운동 등을 강화하여야 한다. 스포츠 활동은 술후 6-12개월간은 축구처럼 대인접촉이 많은 운동이나 테니스같은 갑자기 정지하거나 회전하는 운동은 삼가하며, 이 기간은 좀더 정적인 운동 등을 개발하여, 지도하는 것이 바람직하겠다.

결론

전방십자인대 재건술을 시행하여 좋은 결과를 얻기 위하여서는 환자의 선택, 어떠한 술식을 이용할 것인가, 수술 시기 및 재활 등 여러 요소가 모두 충족하여야 하며, 그중에서는 소홀히 하기 쉬운 재활치료가 매우 중요하겠다. 이러한 재활 치료를 원활하고 성공적으로 하기 위해서는 의사의 감독하에 물리치료사의 적극적인 치료, 운동선수의 코치, 감독의 관심, 환자 자신의 노력 (Fig. 4) 등이 구비되어야 될것으로 사료되며, 술자는 물리치료에 대한 중요성과 지식을 습득하여야 하며, 물리치료사의 교육, 치료장비 구비, 아울러 환자의 계속적인 추시관찰 등이 필요할 것으로 사료된다.

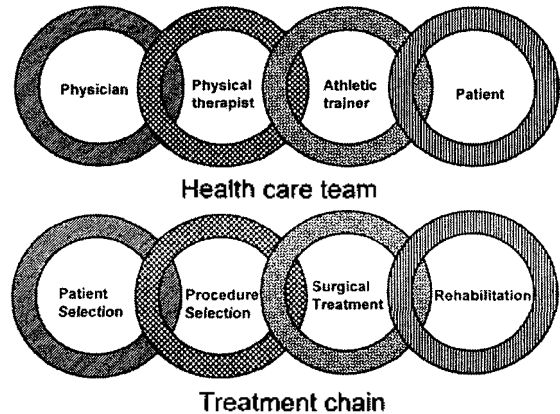


Fig. 4. Chains of treatment decisions and health care team.

REFERENCES

1. Akeson WH, Woo SL-Y, Amiel D, Coutts RD. The connective tissue response to immobility: biochemical changes in periarticular connective tissue of the immobilized rabbit knee. *Clin Orthop*, 93:356, 1973.
2. Akeson WH, Amiel D, Abel MF et al. Effects of immobilization on joints. *Clin Orthop*, 219:28, 1987.
3. Amiel D, Kuiper S. Experimental studies on anterior cruciate ligament grafts: histology and biochemistry. p. 379. In Daniel DM(ed): *Knee ligaments: structure function, Injury and Repair*. Raven press, New York, 1990.
4. Arms SW, Pope MH, Johnson RJ et al. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J sports Med*, 12:8, 1984.
5. Arnoezky SP, Tarwin GB, Marshall JL. Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon: an evaluation of graft revascularization in the dog. *J Bone Joint Surg*, 64-A:217, 1982.
6. Burks RT, Leand R. Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 4:260, 1988.
7. Burks RT, Hant RC, Lancaster RE. Biomechanical and histological observations of the dog patellar tendon after removal of its central one-third. *Am J Sports Med*, 18:146, 1990.
8. Enneking WF, Horowitz M. The intra-articular effects of immobilization on the human knee. *J Bone Joint Surg*, 65-A:973, 1972.
9. Evans FB, Eggers GWN, Butler GK, Blumel J. Experimental immobilization and remobilization of rat knee joints. *J Bone Joint Surg*, 42-A:737, 1960.
10. Friederich NF, O'Brien WR, Miller W and Henning CE. The effects of stress relaxation on initial graft loads during ACL reconstructions. Presented at the 58th Annual Meeting of AAOS, Anaheim, 1991.
11. Howell SM. Anterior tibial translation during a maximum quadriceps contraction: is it clinically significant? *Am J Sports Med*, 18:573, 1990.
12. Huegel M, Indelicato P. Trends in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med*, 7:801, 1988.
13. Jakob RP, Staubli HU, Deland JT. Grading the pivot shift: objective tests with implications for treatment. *J Bone Joint Surg*, 69-B:294, 1987.
14. Maltry GA, Noble PC, Woods GW et al. External stabilization of anterior cruciate ligament deficient knee during rehabilitation. *Am J Sports Med*, 17:550, 1989.
15. Noyes FR, Butler DL, Grood ES et al. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg*, 65-A:163, 1983.
16. Noyes FR, Mangine RE, Barber S. Early knee motion after open and arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 15:149, 1987.
17. Paulos L, Noyes FR, Grind ES, Butler DL. Knee rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction and repair. *Am J Sports Med*, 9:140, 1981.
18. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 18:292, 1990.
19. Shelbourne KD, Wilckens JH. Arthrofibrosis in the acute anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of timing of reconstruction and rehabilitation protocol. *Am J Sports Med*, 18:557, 1990.
20. Yasuda K, Sasaki T. Muscle exercise after anterior cruciate ligament reconstruction: biomechanics of simultaneous isometric contraction method of the quadriceps and hamstrings. *Clin Orthop*, 220:266, 1987.

Rehabilitation after ACL Reconstruction

Dong Min Shin, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Medical College, Cho-sun University

Good stability and complete range of motion should be the ultimate goal of a rehabilitation program after ACL reconstruction.

In previous years, the rehabilitation of the ACL reconstructed knee focused on protecting the new ligament by blocking terminal knee extension, but, despite good stability, this approach led to numerous postoperative complications.

Nowadays, most of surgeons agree the accelerated rehabilitation program based on the concept of ligamentization and clinical experience.

Accelerated rehabilitation program consists of maintain of full extension of the knee, early weight bearing and prompt recovery of ROM, and closed kinetic chain exercise. Meeting this goal requires effective communication between members of the health care team—the physician, physical therapist, athletic trainer, and the patient.

We have to know the importance of rehabilitation, knowlege about the physical therapy, and to introduce for special physical therapist and equipment.

Key Words : Rehabilitation, ACL, Reconstruction
