

전방십자인대 손상 슬관절의 자연적 병의 경과

인하대학교 의과대학 인하병원 정형외과

김 형 수

서 론

전방십자인대 손상은 나이에 관계없이 활동적인 연령층에서 심각한 장애를 초래하는 정형외과의 흔한 질환이다. 몇몇 저자들이 비수술적 치료 방법에 의한 자연적인 병의 경과를 관찰하였으며, 또한 전방십자인대 재건술에 대한 여러가지 이점을 발표하였다. 그러나 정형외과 스포츠 의학과 관련된 잡지의 30% 이상이 전방십자인대와 관련되어 있는 제목임을 보면 전방십자인대 손상은 아직까지도 스포츠 분야에서의 주된 관심사이다.

대체적으로 서구에서 전방십자인대 파열의 빈도는 1년에 인구 3,000명당 1명꼴로 발생하고 있다²⁵고 한다. 대부분 스포츠와 관련된 손상이며 봄으로 부딪히는 운동(competitive sports) 즉 미식축구, 축구, 스키 및 농구 등을 즐기는 집단에서는 정상빈도 보다도 훨씬 높다. 그 예로 미국 축구 선수 집단에서는 1년에 1,000 선수당 42명의 전방십자인대 파열 빈도가 보고된 적이 있고, 미국에서는 스키손상에 의해서만 1년에 10만명 정도의 전방십자인대 파열 환자가 발생하고 있음을 보고하고 있다²⁶. 즉 급성 전방십자인대 파열 환자의 70%가 레크레이션 또는 봄으로 부딪히는 운동과 관련되어 있다¹³.

전방십자인대 파열 운동선수들은 대부분 파열전 상태의 운동능력으로 회복하기는 어려우나 가끔 경쟁(competition) 능력이 회복되어 파열전 상태의 운동능력을 회복하기도 한다. 즉, 몇몇 저자들은 만성 전방십자인대 결핍 환자에서 일상생활 패턴과 운동수준을 변화시키지 않고도 일상생활을 영위할 수 있고 또한 불안정성, 동통, 만성 관절부종만이 나타나는 경한 증상이라고 기술하고 있다. 그러나 대부분의 저자들은 만성 전방십자인대 결핍은 심한 슬관절 불안정성, 동통, 슬관절내 다른 구조물의 이차적 손상 및 퇴행성 관절염의 조기 발현 가능성이 높다고 보고하고 있다²⁷.

손상된 전방십자인대가 좋은 치유를 보인다면 치료에 대하여 논란의 여지가 없다. 그러나 중간부 전방십자인대 급성 파열시 치유 반응에 대해서는 치유가 되지 않는다는 것이 일반적인 이론이다. Noyes 등^{28,27,28,29}은 32명의 부분적 전방십자인대 파열 환자에서 추구관찰 결과 12명에서 완전파열로 이행되었다고 보고하였으나, Buckley 등³⁰은 25명의 부분파열중 72%환자에서 활동과 관련된 증상을 가지고 있지만, 결과는 60%에서 만족하였다고 보고하였다. 그러나 대부분의 보고들은 만성 십자인대 결핍은 심한 전방 불안정성으로 슬관절 구조물을 손상시켜, 결과적으로 슬관절의 퇴행성 변화를 초래한다고 보고하고 있다³¹.

손상된 중간부 전방십자인대가 치유가 되지 않는 원인은 확실히 규명되고 있지 않다. Arnoczky 등³²은 전방십자인대의 미세 혈액구조를 규명하였는데 경골, 대퇴골 부착부 및 중간부위 모두 혈관이 충분하였다. 즉 이는 치유에 충분한 혈관분포를 보여주고 있는 증거이다. 그러나, 불가능한 요인으로는 활액막내 내적요인이나 잘 알려지지 않은 기계적 요인에 의한 치유불능으로 추정된다. 기계적 요인에서는 슬관절을 치유기간동안 어떤 방법으로 외고정을 시행하여도 대퇴골에 대한 경골의 제한적 감시운동(control the motion)이 불가능하다. 즉, 석고붕대나 보조기 안에서 사두고근 수축시 경골의 전방전위가 일어나 치유과정을 방해한다. 이러한 기계적 요인에 대한 설명은 비수술적 치료나 봉합술 단독보다는 봉합술과 함께 인대 보강술시 보다 좋은 안정을 얻을 수 있다는 점이다. 그 이외의 활액막내 요인은 인대 자체의 내적요인과 활액내 여러 효소가 인대치유를 방해한다고 알려져 있다³³. Schmidt 등³⁴은, 슬관절 손상시 여러 효소가 활액내로 유출되어 전방십자인대 치유기전을 방해한다고 주장하여 활액의 치유방해 기전을 설명하고 있다. Lyon 등³⁵은, 인체와 비슷한 토끼의 내측부 인대(MCL)와 전방십자인대 세포의 미세 형태학적 구조의 차이점을 발견하였다. 즉 내측

* 통신저자 : 김 형 수
인하대학교 의과대학 인하병원 정형외과

부 인대 세포는 방추체(spindle) 모양의 섬유아세포(fibroblast) 같은 세포가 콜라겐 섬유 다발(collagen fiber bundle) 사이에 많이 산재되어 있으나, 전방십자 인대 세포는 타원형(oval)의 연골세포(cartilage cell)와 비슷하다. 즉 전방십자 인대 세포는 내측부 인대 세포보다 상대적으로 낮은 세포증식 및 이동으로 내측부 인대 세포보다 낮은 치유율을 증명한다.

이에 저자는 문헌 고찰을 통한 자인 치유되지 않는 전방십자 인대 결핍 슬관절의 자연적인 경과를 파악하여 전십자 인대 결핍 슬관절의 치료 근거를 마련하고자 하였다.

본 론

만성 전방십자 인대 결핍 환자에서 증세 변화, 이학적 검사 변화, 기타 구조물의 변화, 활동 능력의 변화 및 방사선적 변화에 대하여 지금까지의 문헌 결과를 요약하면 다음과 같다.

〈증 세〉

전방십자 인대 결핍 환자는 1개 또는 그이상의 증세를 보이는데 이러한 증세들은 서로 다른 활동 능력에서 볼 수 있다. 가장 주된 증상은 동통이다^{6,24,26}. 동통은 환동이 일상생활이건 힘든 운동이건 간에 활동과 연관되어 있다²⁶. 또한 Giving way는 환자의 체중을 지탱하지 못할 때 나타나는 증상으로 저지들에 따라 17%에서 65%의 환자에서 보고하고 있다¹⁰. 또한 Giving way는 회전 및 감속시 흔하게 나타난다. 부종이 세번째로 흔한 증상이며^{6,13,24,26,28} 시간이 경과함에 따라 빈도는 증가하며 심한 운동이나 장기간 운동후 나타나는 부종은 골성 관절염의 발생 초기 신호소견으로 생각된다²⁶.

〈이학적 검사〉

특징적인 이학적 검사소견으로는 전방 불안정성과 전외측 불안정성이다. 전방 불안정성은 Lachman 검사와 전방 전위 검사로 알 수 있다. 그외에도 pivot-shift검사, Jerk 검사 등이 있으며 기계적인 검사로는 KT-2000 arthrometer 방법(MEDmetric, San Diego, CA)이 있다. Lachman 검사는 만성 전방십자 인대 결핍환자의 86%에서 100%까지 발현되며^{17,24,26}, 전외측 불안정은 pivot-shift검사로써 알 수 있는데 87%정도에서 나타난다. 증세가 심할 수록, 시간이 경과함에 따라 불안정성이 증가하며 이것은 슬관절내 이차 안정구조물의 이차적 손상과 연관되어 있다^{10,26}.

〈반월상 연골 손상〉

전방십자 인대 결핍 슬관절이나 불안속스러운 전방십자 인대 재건 슬관절에서 가장 중요한 것은 슬관절의 불안정성의 증세와 함께 반월상 연골의 심한 손상이다¹¹. 반월상 연골의 손상은 슬관절내 일정한 체중부하를 불가능하게 하여 1948년 Fairbank¹⁸가 주장한 방사선상 퇴행성 변화가 나타난다. Allen 등⁹은 이러한 변화가 전체 환자중 18%에서 나타난다고 하였다.

또한 Levy 등¹⁹은 반월상 연골은 슬관절내 안정구조물로서 중요하여 반월상 연골 손상이나 제거술시 전방전위가 증가한다고 하였다. 이는 전방십자 인대 결핍 슬관절에서 손상된 내측 반월상 연골 절제술은 전방 불안정성을 증가 시킴을 알 수 있다^{14,19}.

급성 전방십자 인대 파열시 반월상 연골 손상은 16%에서 77% 가장 보고되고 있으나^{2,5,8,9,13,15,20,26} 만성기에는 반복되는 불안정성의 증세와 함께 다발성 손상이 반월상 연골에 나타나고 있다^{2,20}. 손상기전은 외전과 외회전 또는 파진전에 의한다. 내측 또는 외측의 손상빈도는 저지들에 따라 다르게 보고되고 있으나 내측 반월상 연골 손상이 많고 외측 손상 또는 양측 손상으로 나타난다²⁰(Fig. 1). 또한 내외 양측 반월상 연골 손상시 좀 더 많은 Giving way가 보인다.

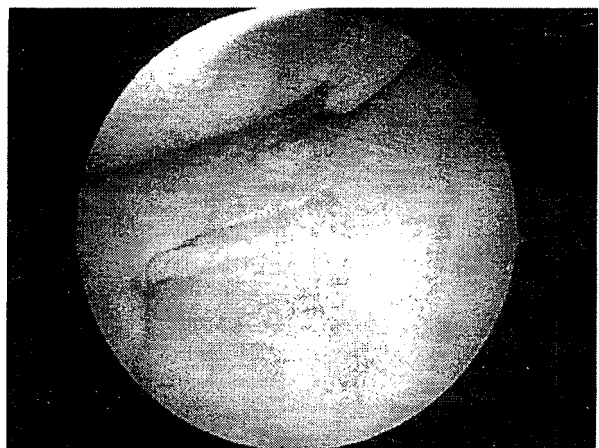


Fig. 1. Classic medial meniscus tear in the ACL-deficient knee with recurrent subluxation.

Cerebona 등²⁰의 관찰에 의하면 내측 반월상 연골은 변연부 종파열(peripheral longitudinal tear)이 가장 흔한 형태인 반면 외측 반월상 연골은 횡파열 또는 복합파열의 형태를 보인다. 즉 손상된 내측 반월상연골은 대부분의 경우 봉합이 가능한 파열이다.

Noyes 등²⁶⁾은 전방십자 인대 결핍 슬관절에서 반월상 연골 절제술은 슬관절내 동통 및 부종을 증가시키고 내외 양측 절제술에는 슬관절의 손상을 더욱 가속시킨다고 하였다²⁹⁾. 즉 방사선상 퇴행성 변화를 가속시킨다고 한다 (Fig. 2). 반월상연골은 안정 슬관절에서 일정한 체중부하시 관절 연골 보호에 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 불안정한 슬관절에서 반월상연골 손상은 일정한 체중부하 불능 및 증가되는 불안정성으로 관절면이 지속적으로 손상된다⁹⁾.

〈골연골 손상〉

반월상연골 손상기전과 마찬가지로 Giving way 증세와 함께 골연골도 손상된다. 초기손상시 21%에서 31%환자에서 볼 수 있으며^{4,15,20)}, Bray와 Dandy⁵⁾는 이러한 손상은 내측대퇴과의 체중부하면에 대부분 발생하고 인도는 만성에서 더욱 많아 Indelicato와 Bittar¹⁹⁾은 만성시 54%에서 발생하였다고 보고하였다.

연골손상은 관절연골의 마모(wear)의 핵을 제공해주며, 시간이 진행됨에 따라 슬관절의 심각한 손상이 야기된다⁹⁾. 관절연골 손상 진단은 자기공명영상이 진단적 가치가 있으며, T1 강조영상에서 신호 강도의 감소(decreased signal intensity) 부위를 볼 수 있는데 이는 방사골(trabecula bone)의 현미경적 골절(microfracture)을 의미하며, T2 강조 영상에서 신호 증가는 출혈 및 부종을 의미한다. 대부분의 저자들은 급성 전방십자 인대 손상시 자기공명영상상 골손상은 80%이상에서 볼 수 있다고 하였다^{22,29)} (Fig. 3). 이러한 높은 빈도의 골손상이 지속될 경우 추후 관절면의 퇴행성 변화에 상당한 역할을 할 수 있다는 경고이다.

〈활동 능력의 회복〉

문헌고찰시 손상전 활동 능력(activity level)이나 불안정성정도가 객관적으로 기록되지 않아 정확하지는 않다. 그러나 일반적으로 손상후 활동능력은 변하게 된다. 많은 환자들이 손상된 활동능력이 회복되었다고는 하지만 그들이 손상전과 같은 행동이나 기술을 이용하여 운동활동을 하는지를 판정하기는 매우 힘들다. 즉 짐프나 치열한 경쟁을 요하는 운동선수가 손상후 활동량을 변경시켜 손상전 담당위치보다는 기술능력에 따라 상대적으로 적은 경쟁을 요하는 위치에서 활동하게끔 된다. 많은 저자들^{16,29)}은 대부분의 전방십자 인대 손상 운동선수들에서 회복기에는 본인의 손상전 활동능력이 회복되나 시간이 경과함에 따라 증상이 심해져서 운동참여의 수준을 변화시켜야만 한다고 주장한다. 이는 손상전으로의 회복보다는 향후 계속되는 손상으로 인한 활동능력 제한의 시작이라고 본다.

〈방사선학적 변화〉

방사선학적 퇴행성 변화는 저자에 따라 빈도의 차이가 있으나 20%에서 88%가량 나타난다고 한다^{4,13,17,20,24,25,30,32,36)}. 이러한 변화는 반월상연골 손상시 더욱 많이 볼 수 있다. 이러한 방사선학적 퇴행성 변화는 무증상에서도 보이나 실제로 관절경적 소견보다도 늦게 발견된다. Fairbank¹⁴⁾가 주장한 반월상연골제거술 후 나타날 수 있는 3가지 주요변화를 보면, 첫째 반월상연골제거부위 대퇴과로부터 전후 융기(ridge)의 형성, 둘째 대퇴과의 변연 1/2부위의 편평화, 셋째 손상부위 관절강의 협소화 등이 있으며 그외에도 골관절염과 관련된 연골하 골경화 및 관절주위변화를 들 수 있다.

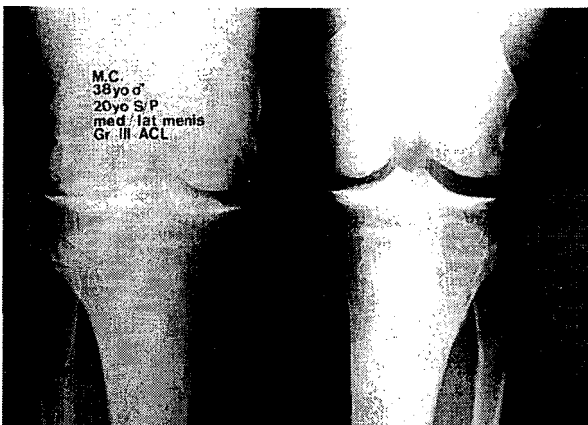


Fig. 2. Marked gonarthrosis seen in the ACL-deficient knee twenty years after medial and lateral meniscectomy.

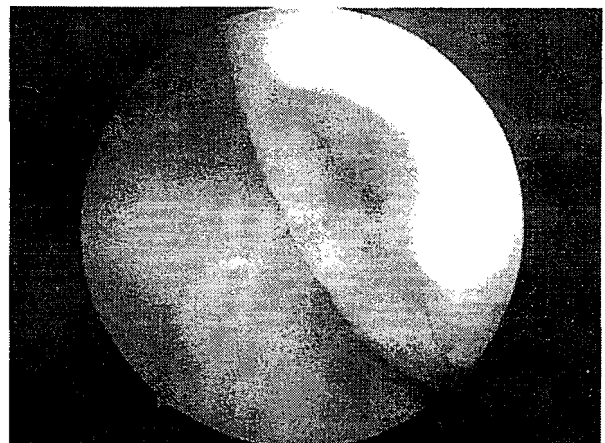


Fig. 3. Osteochondral defect of the medial femoral condyle in the ACL-deficient knee.

또한 McDaniel과 Dameron^{23,24}은 내반슬, 내측연골절제술과 내측관절강의 협소화는 확실히 관련되어 있고, Allen 등⁹은 슬관절 부정열 또는 외측연골 절제술 후 골성관절염의 높은 빈도가 보인다고 하였다. Lynch 등²⁰은 안정된 전방십자 인대 재건술 환자에서 간재한 반월상연골인 경우가 3%, 연골의 부분 또는 완전절제시 88%, 연골 불합시 8%, 치료치 않은 손상연골시 20%의 Fairbank변화가 관찰되었다. 이러한 결과에서 방사선학적 퇴행성변화의 진행은 반월상연골 손상형태, 손상된 반월상연골의 치료형태 그리고 슬관절의 부정열 유무에 깊은 관련이 있음을 보여준다.

요약 및 결론

손상에 의한 전방십자 인대 결핍 슬관절의 치료에는 과거 수년동안 논란이 많았으나 최근 많은 연구와 재건술의 발달로 좀 더 수술적인 치료 경향이 많다. 전방십자 인대 결핍 슬관절에서 시간이 경과함에 따라 반월상연골 손상의 위험도가 높고 이러한 반월상연골 손상으로 인한 관절면의 손상이 지속되고 이는 방사선학적 퇴행성 변화를 유발하게 된다^{5,15,20}. Satku 등²⁵은 반월상연골 손상없이도 전방십자 인대 결핍 슬관절에서 11%의 방사선 변화를 보인다고 하였다. 그리고 환자들은 활동능력 또한 변화시켜야만 한다. 초기에는 증세가 없는 전방십자 인대 결핍 환자도 시간이 경과함에 따라 환자가 의도하는 활동수준에는 상당한 제한을 받게 된다. 전방십자 인대 결핍 슬관절의 불안정성은 추후 반월상연골과 관절연골 손상을 가중시켜 슬관절의 퇴행성 변화를 좀 더 초기에 초래한다는데는 더이상 논란의 여지가 없다.

결론적으로 저자는 전방십자 인대 결핍 환자에서 약간의 퇴행성 변화가 있는 젊은 활동기의 환자에서 상대적으로 활동적인 생활 패턴을 유지하고자 할 때는 수술적 재건술을 권하며 불안정성 및 상당한 내측슬관절의 퇴행성 변화를 갖고 있는 중년에서도 경골 근위부 절골술과 함께 전방십자 인대의 재건술이 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

1. Allen PR, Denham RA, Swan AV : Late degenerative changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg.* 66B:666-671, 1984
2. Andersson C, Odensten M, Good L, et al : Surgical or non-surgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament: A randomized study with long-term follow-

- up. *J Bone Joint Surg.* 71A:965-974, 1989
3. Arnoczky SP, Rubin RM, Marshall JL : Microvasculature of the cruciate ligaments and its response to injury: An experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg.* 61A: 1221-1229, 1979
4. Arnold J, Coker T, Heaton L, et al : Natural history of anterior cruciate tears. *Am J Sports Med.* 7:305-313, 1979
5. Bray R, Dandy D : Meniscal lesions and chronic anterior cruciate ligament deficiency. *J Bone Joint Surg.* 71B:128-130, 1989
6. Buckley S, Barrack R, Alexander AH : The natural history of conservatively treated partial anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med.* 17:221-225, 1989
7. Caborn DNM, Johnson BM : The natural history of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Clin. Sports Med.* 12:625-636, 1993
8. Cerabona F, Sherman M, Bonamo J, et al : Patterns of meniscal injury with acute anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med.* 16:603-609, 1988
9. DeHaven KE, Lintner DM : Athletic injuries: Comparison by age, sport and gender. *Am J Sports Med.* 14:218-24, 1986
10. Fairbank TJ : Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg.* 30B:664-670, 1948
11. Feagin JA Jr, Curl W : Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow up study. *Am J Sports Med.* 4:95-100, 1976
12. Fetto J, Marshall J : The natural history and diagnosis of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop.* 147: 29-38, 1980
13. Hawkins R, Misamore G, Merritt T: Follow-up of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear. *Am J Sports Med.* 14:205-210, 1986
14. Hsieh H, Walker P : Stabilizing mechanisms of the loaded and unloaded knee joint. *J Bone Joint Surg.* 58A:87-93, 1976
15. Indelicato P, Bittar E: A perspective of lesion associated with ACL insufficiency of the knee; A review of 1100 cases. *Clin Orthop.* 198:77-88, 1985
16. Joki P, Kaplan N, Stovell P, et al : Non-operative treatment of severe injuries to the medial and anterior cruciate ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg.* 66A:741-744, 1984
17. Kannus P, Jarvinen M : Conservatively treated tears of the anterior cruciate ligament: Long-term results. *J Bone Joint Surg.* 69A:1007-1012, 1987
18. Levy IM, Torzilli P, Warren R : The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg.* 64A:883-888, 1982
19. Lipscomb AB, Anderson A : Tears of the anterior cruciate ligament in adolescents. *J Bone Joint Surg.* 68A:19-

- 28, 1986
20. **Lynch M, Henning C, Glick K** : Knee joint surface changes: Long-term follow-up meniscus tear treatment in stable anterior cruciate ligament reconstructions. *Clin Orthop*. 172:148-153, 1983
 21. **Lyon RM, Aekeson WH, Amiel D et al** : Ultrastructural difference between the cells of the medial collateral and the anterior cruciate ligaments. *Clin. Orthop*. 272:279-286, 1991
 22. **Marks PH, Vellet AD, Foxler PJ** : MRI detected bone lesions in anterior cruciate ligament injured knees. Presented at the Combined Congress of the International Arthroscopy Association and the International Knee society. Toronto, Canada, May 1991
 23. **McDaniel WJ Jr, Dameron T Jr** : Untreated ruptures of the anterior cruciate ligament: A follow-up study. *J Bone Joint Surg*. 62A:696-704, 1980
 24. **McDaniel WJ Jr, Dameron T Jr** : The untreated anterior cruciate ligament rupture. *Clin Orthop*. 172:158-163, 1983
 25. **Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML, et al** : The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am. J Knee Surg*. 4:3-8, 1984
 26. **Noyes F, Mooar P, Matthews D, et al** : The symptomatic anterior cruciate-deficient knee: I. The long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone Joint Surg*. 65A:154-162, 1983
 27. **Noyes F, Matthews D, Mooar P, et al** : The symptomatic anterior cruciate-deficient knee: II. The results of rehabilitation, activity modification, and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg*. 65A:163-174, 1983
 28. **Noyes F, Mooar L, Moorman C, et al** : Partial tears of the anterior cruciate ligament: Progression to complete ligament deficiency. *J Bone Joint Surg*. 71B:825-833, 1989
 29. **Noyes F, McGinniss G, Grood E** : The variable functional disability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Orthop Clin North Am*. 16:47-67, 1985
 30. **Pattee G, Fox J, Del Pizzo W, et al** : Four to ten years follow-up of unreconstructed anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med*. 17:430-435, 1989
 31. **Rosen MA, Jackson DW, Berger PE** : Occult osseous lesions documented by magnetic resonance imaging associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy*. 7:45-51, 1991
 32. **Satku K, Kumar V, Ngoi S** : Anterior cruciate ligament injuries: To counsel or to operate? *J Bone Joint Surg*. 68B:458-461, 1986
 33. **Schmidt CC, Georgescu HI, Kwob CK et al** : Effect of growth factor on the proliferation of fibroblasts from the medial collateral and anterior cruciate ligaments. *J Orthop Res*. 13:184-190, 1995
 34. **Shelbourne KD, Whitaker J, McCarroll J, et al** : Anterior cruciate ligament injury: evaluation of intraarticular reconstruction of acute tears without repair: Two to seven year followup of 155 athletes. *Am J Sports Med*. 18:484-489, 1990
 35. **Smith BA, Livesay GA and Woo SL-Y** : Biology and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med*. 12:637-670, 1993

The Natural History of Anterior Cruciate Ligament Deficient Knee

Hyung Soo Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Inha University, Inha General Hospital
Sung-nam, Korea*

The natural history of the anterior cruciate ligament(ACL)-deficient knee remains controversial, although numerous investigation have tried to ascertain the course that the knee would follow once the ACL has lost functional integrity.

An extensive review of the literature performed according to symptoms, physical examinations, associated surrounding tissue injuries, returns to activity level and radiological changes in the knee joint.

An active individual with a non-functioning ACL was susceptible to injury to the menisci and deteriorate the articular cartilage, followed radiographic changes. An activity levels in general also changed after injury. The most common symptom was pain. But instability varied in these individuals.

Conclusively we believe that all these factors will eventually, if not initially, result in a symptomatic knee, which will result in significant limitations to the individual's desired level. So we recommend an aggressive approach in person who desired to return to a relatively active life style in young person as well as in middle aged individuals who have significant symptomatic ACL deficient knee.

Key Words : Natural history, Anterior cruciate ligament, Deficiency
