

급성 전방십자인대 단독 손상의 보존적 치료

전진웅 • 박용범^{*✉}

중앙대학교 의과대학 중앙대학교병원 정형외과, *중앙대학교 의과대학 중앙대학교광명병원 정형외과

Conservative Treatment of Isolated Acute Anterior Cruciate Ligament Injury

Jin-Woong Jeon, M.D. and Yong-Beom Park, M.D., Ph.D.^{*✉}

Department of Orthopedic Surgery, Chung-Ang University Hospital, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, *Department of Orthopedic Surgery, Chung-Ang University Gwangmyeong Hospital, Chung-Ang University College of Medicine, Gwangmyeong, Korea

Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are common sports-related knee injuries, with surgical treatment being widely accepted as the standard approach. An ACL reconstruction aims to restore the knee function, prevent secondary meniscal tears, and cartilage damage caused by instability. Acute isolated ACL injuries account for approximately 3%–10% of all ACL injuries, making them relatively uncommon. Various treatment methods, ranging from conservative management to ACL reconstruction, have been used, but surgical treatment is often preferred, particularly in young and active individuals. Conservative treatment allows patients to return to their previous activities, and studies have shown that its outcomes in terms of patient assessment and osteoarthritis incidence are comparable to those of surgical treatment. Nevertheless, it has some drawbacks, including a higher risk of secondary meniscal tears and mild static knee instability compared to surgery. Therefore, selecting suitable patients for conservative treatment is crucial for achieving satisfactory results. Various selection criteria have been proposed. Recent reports suggest that even young, highly active patients can return to their pre-injury activity levels if they are carefully selected for conservative treatment. With the appropriate indications and functional rehabilitation tailored to the patient's expectations, conservative treatment can be considered a viable standard option for managing acute isolated ACL injuries. This review summarizes the clinical outcomes of conservative treatment for such injuries, focusing on appropriate indications and rehabilitation strategies based on the literature.

Key words: knee, anterior cruciate ligament, conservative treatment

서론

전방십자인대(anterior cruciate ligament)는 슬관절에 있어서 가장 중요한 구조물들 중 하나로, 슬관절의 전방 및 회전 안정성에 기여한다.¹⁾ 전방십자인대가 외상 등의 이유로 그 기능을 하지 못하는 경우 만성적인 슬관절 불안정성을 유발하며, 이는 이

차적인半月연골판 파열(meniscus tear) 및 조기 골관절염(early onset osteoarthritis)의 위험 인자로 알려져 있다.^{2,3)} 전방십자인대 파열은 흔한 스포츠 손상이며 대부분의 경우半月연골판, 관절 연골 및 인대 등의 손상이 동반된다.⁴⁾ 따라서, 전방십자인대 파열이 발생한 경우, 수술적 치료가 표준 치료로 받아들여져 왔다.⁵⁾ 이는 수술을 통하여 손상 전의 활동 수준으로 복귀나 슬관절의 기능 회복, 그리고 이차적으로 발생할 수 있는 연골이나半月연골판의 손상 등을 예방하기 위함이다.

급성 전방십자인대 단독 손상은 전방십자인대의 손상의 약 3%–10%로 비교적 빈도가 낮으며, 보존적 치료부터 전방십자인대 재건술까지 다양한 치료 방법이 적용되어 왔으나, 여러 연구들에서 적절한 적응증에 해당하는 환자군에서 보존적 치료를 적

Received October 1, 2024 Revised December 2, 2024 Accepted August 5, 2025

[✉]Correspondence to: Yong-Beom Park, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chung-Ang University Gwangmyeong Hospital, Chung-Ang University College of Medicine, 110 Deokan-ro, Gwangmyeong 14353, Korea

TEL: +82-2-2610-6651 FAX: +82-2-2610-6630 E-mail: whybe78@cau.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3741-2311>

용하여 무릎의 기능 회복 및 정상적인 일상생활 복귀가 가능하다고 보고하고 있으며, 수술적 치료와 유사한 기능적 회복이 가능함을 제시하고 있다.^{6,7)} 하지만 보존적 치료는 수술적인 치료보다 슬관절 불안정성이 남을 가능성이 있어 이차적인 연골 및 반월연골판 손상의 위험이 높은 단점으로 인해 적절한 환자군에게 선택적으로 적용되어야 한다.

이에 본 종설에서는 현재까지 보고된 연구들을 바탕으로 급성 전방십자인대 단독 손상 환자에서 보존적 치료의 임상 경과, 특히 적절한 적응증과 기능회복치료 방법에 대해 정리하여, 임상 현장에서 합리적인 의사 결정에 도움이 되는 근거를 제공하고자 한다.

본 론

1. 급성 손상의 정의

급성 전방십자인대 손상(acute anterior cruciate ligament injury)은 일반적으로 3개월 이내에 손상된 경우를 의미하며, 3개월을 초과한 경우 만성 전방십자인대 손상으로 분류한다.⁸⁾ 전방십자인대 손상은 주로 스포츠 활동이나 일상 활동 중에 비접촉성 외상으로 발생한다. 전방십자인대는 슬관절의 전후방 및 회전 안정성에 기여하므로, 축성 운동이나 방향 전환, 그리고 착지를 하는 과정에서 손상될 위험이 있다. 미국정형외과학회(American Academy of Orthopaedic Surgeons)에서는 전방십자인대 손상을 정도에 따라 Grade 1, 2, 3으로 분류하였다.⁹⁾

2. 보존적 치료의 임상 결과

급성 전방십자인대 단독 손상의 치료 방법은 크게 두 가지로, 수술적 재건술을 시행하거나 비수술적인 치료를 적용할 수 있다. 전방십자인대 손상 이외에 반월연골판이나 관절 연골 손상 등이 동반되어 수술적 치료가 필요한 경우를 제외하고, 전방십자인대 단독 손상에서 수술적인 치료와 보존적 치료의 임상적인 경과를 아래에 기술하였다.

1) 슬관절 불안정성 및 이차적 반월연골판 파열

여러 장기 추시 연구들에서 전방십자인대 재건술을 시행하는 경우, 보존적 치료에 비하여 향상된 전후방 및 회전 안정성을 얻을 수 있다고 보고하였다.^{10,11)} 전방십자인대가 손상된 후 기능 회복이 되지 않을 경우, 잔존하는 불안정성으로 인해 반월연골판 등의 이차적인 안정화 구조물들이 영향을 받게 된다. 최근 연구들에서 보존적 치료를 시행한 경우 수술적인 치료를 시행한 환자들보다 이차적인 반월연골판의 손상이 발생할 위험과 이에 대해서 추후 수술을 시행 받을 가능성이 더 높다고 보고하였다.^{12,13)}

2) 골관절염

전방십자인대 손상으로 장기적으로 골관절염을 유발할 수 있다는 것은 이미 알려진 사실이다.^{14,15)} 보존적 치료 시 지속적인 불안정성이 잔존하는 경우, 장기적으로 이차적인 관절연골 손상이나 반월연골판 손상이 발생할 가능성이 높아지고, 이는 골관절염의 주요 위험 인자로 작용할 수 있다. 급성 전방십자인대 손상 환자에서 보존적 치료 시 장기적으로 골관절염의 발생률은 연구에 따라 다소 차이가 있으나, 30%~70%의 높은 발생률을 보인다. Frobell 등¹¹⁾은 5년 추적 관찰 시 약 35%에서 방사선학적 골관절염이 확인되었다고 보고하였으며, 10년 이상의 추적 관찰 연구들에서도 40% 이상의 골관절염 발생률을 보고하였다. Hellberg 등¹⁶⁾은 100명에서 30년 이상 경과하였을 때 75%의 환자들에서 골관절염이 확인되었으나, 38%에서만 증상이 있다고 보고하였다.

전방십자인대 재건술의 골관절염 예방 효과는 아직까지 논란의 여지가 있다.^{10,17,18)} 5년 이상의 추시 관찰 연구들을 포함하여 분석한 체계적 고찰 및 메타분석 연구들에서도 수술적 치료와 보존적 치료가 골관절염의 빈도에 있어서는 차이를 보이지 않았다고 보고하였다.^{18,19)} 하지만 이러한 장기 추시 결과들은 대부분 비해부학적 위치에 전방십자인대를 재건하는 수술기법을 사용한 연구들이 많고, 최근 Rothrauff 등²⁰⁾은 해부학적인 전방십자인대 재건술이 비해부학적인 재건술에 비하여 골관절염 발생률을 낮출 수 있음을 보고하였다(해부학적 재건술: 27.4%, 비해부학적 재건술: 69.6%). 이처럼 해부학적인 전방십자인대 재건술 및 최신의 수술기법들을 적용한 경우에는 골관절염의 발생 빈도에 있어, 다른 결과에 도달할 가능성이 있으므로 앞으로 향후 지속적인 관심과 추가적인 연구가 필요하다.

3) 환자 평가 점수

환자 평가 측면에서 수술적 치료와 보존적 치료를 비교하였을 때 많은 연구들에서 Tegner, Lysholm, 그리고 Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score 점수에 유의한 차이가 없었다.^{6,7,18)} International Knee Documentation Committee (IKDC) 점수의 경우 Kessler 등의 10년 추시 연구⁶⁾에서는 수술적 치료를 받은 환자들의 점수가 유의하게 높았으나, 몇몇 연구들에서는 두 군 간의 차이가 없다고 보고하였다.^{17,21)} 한발 뛰기(one-leg hop), 슬관절 굴곡 및 신전 근력 등의 기능적 평가 지표들에서도 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.^{17,21,22)}

3. 보존적 치료의 적응증

전방십자인대의 단독 손상에서 보존적 치료 또는 수술적인 치료를 결정하는 기준은 아직 정립되지 않은 상태이다(Table 1). 보존적인 치료의 적용으로 만족할 만한 결과를 얻을 수 있는 기준에 대하여 지속적으로 연구가 되어 왔다. Daniel 등²³⁾은 전방십자

Table 1. Details of Conservative Treatment of ACL Injury

Author	Design	Age (yr)	No. of case	Time from injury	Diagnostic criteria	Inclusion criteria for CTx	Follow-up
Tsoukas et al. (2016) ⁽¹⁰⁾	RCT	32.0	32	6 wk	Functional: KT-1000 arthrometer Radiologic: X-ray, MRI	Randomly assigned	10.3 yr
Kessler et al. (2008) ⁽⁶⁾	Retrospective cohort	30.7	109		Functional: pivot shift test Radiologic: X-ray, MRI	Based on consensus between the treating surgeon and the patient, independent of the sports activity level	11.1 yr
Frobell et al. (2013) ⁽¹¹⁾	RCT	26.0	121	<4 wk	Functional: Lachman, pivot shift Radiologic: X-ray, MRI	Randomly assigned	5 yr
Kovalak et al. (2018) ⁽²²⁾	Retrospective comparative, match-paired	32.0	82	3 wk (CTx) 6 wk (ACLR)	Functional: one-leg hop test, joint position sense, muscle strength Radiologic: X-ray, MRI	Determined by the surgeon and patient, independent of athletic activity	8 yr
Grindem et al. (2014) ⁽²¹⁾	Prospective cohort	26.0	143	<3 mo	Functional: KT-1000 arthrometer Radiologic: X-ray, MRI	Patient's choice after being informed	2 yr
Wellsandt et al. (2018) ⁽¹⁷⁾	Prospective cohort	34.0	105	6 mo	Functional: quadriceps strength, single-legged hop, KOS-ADLS, GRS Radiologic: X-ray, MRI	No concomitant injury (meniscus, cartilage, and ligament) Early rehabilitation after ACL injury to resolve initial impairments (pain, effusion, ROM, quad muscle weakness) Screening test for a potential copers	5 yr
Fitzgerald et al. (2000) ⁽³²⁾	Prospective cohort	28.7	93	4 wk	Functional: KT-1000 arthrometer (a) Single, triple, cross-over, and timed hop tests (b) Quadriceps femoris maximum voluntary isometric strength test (c) Global rating of knee function (d) KOS-ADLS (e) Number of knee giving way episodes from the time of injury Radiologic: X-ray, MRI	All patients were young athletes No concomitant injury (meniscus, cartilage, and ligament) Early rehabilitation after ACL injury to resolve initial impairments (pain, effusion, ROM, quad muscle weakness) - Screening test for potential copers when there is a lack of pain, effusion, full ROM, and ability to hop on the involved leg	3–5 wk after screening test
Reijman et al. (2021) ⁽²⁷⁾	RCT	31.3	167	6 wk	Functional: IKDC, KOOS, Lysholm, giving way, NRS, Likert scale, Tegner score Radiologic: X-ray, MRI	Randomly assigned	2 yr

Table 1. Continued

Author	Design	Age (yr)	No. of case	Time from injury	Diagnostic criteria	Inclusion criteria for CTx	Follow-up
Fithian et al. (2005) ⁽²⁴⁾	Prospective cohort	39.0	209	<3 mo	Functional: KT-1000, sports hour per year Radiologic: X-ray, MRI	Surgical risk factor Low/moderate/high risk (1) KT-1000 arthrometer (2) Sports hour per year (level 1, 2 sports) Low risk → CTx High risk → Early ACLR Mod risk → allocated by weekday	6.6 yr
Hurd et al. (2008) ⁽³¹⁾	Prospective cohort	27.0	345	6 wk	Functional: KT-1000 arthrometer, quadriceps strength, hop test (single hop, cross-over hop, triple hop, 6-m timed hop), KOS-ADLS, global rating of knee function Radiologic: X-ray, MRI	Early rehabilitation after ACL injury to resolve initial impairments (pain, effusion, ROM, quad muscle weakness) - Screening test for potential copers when there is a lack of pain, effusion, full ROM, and ability to hop on the involved leg	10 yr

ACL, anterior cruciate ligament; CTx, conservative treatment; RCT, randomized controlled trial; MRI, magnetic resonance imaging; ACLR, anterior cruciate ligament reconstruction; KOS-ADLS, Knee Outcome Survey-Activities of Daily Living Scale; GRS, global rating scale; ROM, range of motion; IKDC, International Knee Documentation Committee; KOOS, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score; NRS, Numeric Rating Scale.

인대 손상 환자가 보존적 치료 시행 후 반월연골판이나 인대 수술을 받게 될 위험 인자들을 분석하여, 환측과 건측의 동요 차이와 연간 1, 2등급의 과격한 운동 시간의 2가지 위험 인자를 보고하였으며, 이를 바탕으로 Surgical Risk Factor (SURF) 알고리즘을 만들어 환자들을 3개의 위험군으로 분류하였다(고위험군, 중등도 위험군, 저위험군; Table 1). 이후 Fithian 등²⁴⁾은 SURF 알고리즘으로 환자들을 분류하여 고위험군은 초기에 전방십자인대 재건술을, 저위험군에서는 보존적 치료를 권장하고 평균 6.6년간 추시하여, 저위험군의 환자들은 중등도와 고위험군의 환자들보다 추후 이차적인 수술을 받을 위험이 절반 수준으로 낮았음을 보고하였다(16% vs. 33%). van der List 등의 후향적 코호트 연구²⁵⁾에서 보존적 치료를 시도한 25세 이하의 젊은 환자들의 88.9%와 고강도(high-impact) 스포츠를 하는 환자들의 82.8%에서 2년 내로 전방십자인대 재건술이 필요하였음을 보고하였다. 보존적 치료에 성공한 환자들은 실패한 환자들과 비교하여 더 고령이며, 활동 수준(Tegner activity level)이 더 낮았다. van der Graaff 등²⁶⁾과 Reijman 등²⁷⁾은 COMPARE trial에서 보존적 치료군으로 무작위 배정되었으나 3-6개월의 재활치료 이후에 치료 결과가 좋지 않아 수술을 시행한 환자들의 특성을 분석하였다. 지연 수술을 받은 환자들은 나이가 더 젊었으며, 수상 전 활동 수준이 더 높았다. 이러한 결과들을 미루어 볼 때 기본적으로 젊고 활동 수준이 높은 환자들에서는 보존적 치료보다는 수술적 치료를 고려하는 것이 필요할 것이다.

Snyder-Mackler 등²⁸⁾이 compensator (coper)와 noncompensator (non-coper)의 개념을 소개하였다. 전방십자인대가 상실된 환자에서 보존적인 치료 후에도 기존의 운동 능력을 보존할 수 있는 환자들을 coper, 보존적 치료만으로는 수상 전의 활동 수준으로 복귀하기 어려워 수술적인 치료가 필요한 환자들을 non-coper로 분류하였으며, 이후에 coper들이 어떤 특성들을 가지는지 알아보기 위해 여러 연구들이 진행되었다.

수상 전의 활동 수준을 회복하기 위해서 중요한 것은 슬관절의 동적 안정성(dynamic knee stability)이다. 동적 안정성은 활동 중에 빠르게 변하는 부하를 받으면서도 안정성을 유지할 수 있는 능력이다. 인대 등 구조물들의 역학적인 지지만으로는 동적 안정성을 이룰 수 없으며, 슬관절에 가해지는 부하와 수동적인 움직임을 빠르게 감지하고 그에 맞추어 반응하는 신경근육 기능(neuromuscular function)이 중요하다.²⁹⁾ 슬관절의 안정성을 평가하기 위해 흔하게 사용되는 Lachman, Pivot shift 등의 이학적 검사들이나, 부하 방사선 사진(stress X-ray), KT-1000 등의 관절운동측정기(arthrometer)들은 슬관절의 정적 안정성을 평가하는 방법들이다. 이들을 통하여 전방십자인대의 기능과 파열 여부를 예측할 수 있지만, 활동 중 슬관절의 동적인 안정성을 직접적으로 평가할 수는 없다. Frobell 등이 시행한 수술적 치료군과 보존적 치료군을 5년간 추시한 무작위 대조연구¹¹⁾에서 수술

적 치료군은 Lachman, Pivot shift가 정상인 비율이 보존적 치료군보다 많았으나(정상 Lachman 비율 76% vs. 4%, 정상 Pivot shift 비율 76% vs. 18%), 보존적 치료군과 환자 평가 점수나 수상 전 활동 수준으로의 복귀 비율 등에는 차이가 없었다. 즉, 수술적인 치료를 통해 얻은 정적인 안정성이 더 높은 활동 수준을 의미하지는 않았다.

동적인 안정성을 평가하기 위해서 다양한 검사들이 제안되었으며, 대표적으로 one-leg hop test가 사용되고 있다.^{30,31)} Fitzgerald 등³²⁾은 전방십자인대 단독 손상이 발생한 젊은 운동선수들을 대상으로 급성기 치료 이후 통증 및 종창이 소실되고, 완전한 관절 가동범위 회복, 환측 다리로 one-leg hop이 가능해졌을 때 'potential coper' 여부를 확인하기 위한 선별검사를 진행하였다. 선별검사는 1) 슬관절 기능 점수(global rating of knee function)가 60% 이상, 2) 수상 이후 슬관절 무력감(giving-way) 발생 횟수 1회 이하, 3) Knee Outcome Survey-Activities of Daily Living Scale 80% 이상, 4) 6미터 one-leg hop 시간을 건측과 비교하여 건측 슬관절 기능의 80% 이상을 유지한 경우를 모두 만족하면 potential coper로 분류하고 보존적 치료를 시행하였다(Table 2). 이러한 선별검사 없이 보존적 치료를 결정했을 때 환자가 수상 전 활동 수준으로 복귀할 가능성은 23%-39% 밖에 되지 않았으나,³³⁻³⁵⁾ 선별검사를 통해 선택된 환자군에서 시행한 경우 평균 나이 20대의 운동선수들임에도 79%가 보존적 치료만으로 기존의 활동 수준으로 복귀할 수 있었다. Hurd 등^{29,31)}은 고강도의 운동을 하는 환자들에서 동일한 선별검사를 통해 potential coper와 non-coper를 구분하여 두 군의 특성을 비교하고 10년간 추시하였다. Potential coper로 분류된 환자들 중 72%가 기존의 활동 수준까지 복귀하는 데 성공했다. 추가로, 이 연구에서 potential coper와 non-coper 사이에 KT-1000을 통해 측정된 정적 슬관절 안정성에는 차이가 없었다. 이를 통해 보존적 치료로 기존의 활동 수준까지 복귀할 수 있는 환자들을 구분할 때, 정적인 안정성보다는 동적인 안정성을 확인하는 것이 더 중요함을 알 수 있다.

Table 2. Potential Coper Screening Test

Screening test	Coper classification threshold
Timed 6-m hop, symmetry (%)	≥80
Knee Outcome Survey-Activities of Daily Living Scale score (%)	≥80
Global rating score (%)	≥60
No. of giveaway episodes	≤1

Potential coper: meets threshold on all four tests. Non-coper: fails any of the four tests. coper, compensator; non-coper, noncompensator.

4. 보존적 치료 방법

보존적인 치료를 시행하는 경우에는 전방십자인대의 손상 이후 발생하는 통증, 종창, 관절 운동범위 제한 등의 급성기 증상들이 충분히 해소된 이후에 동적 슬관절 안정성을 얻기 위한 다양한 기능회복운동을 시행하는 것이 적절하다. 아직까지 가장 효과적인 기능회복치료는 완전히 정립되어 있지 않아 다양한 치료 프로토콜이 사용되고 있다. 이 종설에서는 수상 후 급성기와 그 이후의 기능 회복으로 나누어서 기술하고자 한다.

1) 급성기 기능 회복

환자가 전방십자인대 손상이 발생한 경우, 치료 방법에 관계 없이 급성기 기능회복치료를 시작하는 것이 좋다. 여러 연구들에서 수술적인 치료를 시작하기 전에 기능회복치료를 시행하는 것이 수술 후의 환자 평가 점수나 기능적 검사 결과, 스포츠 활동으로의 조기 복귀 면에서 이점이 있음을 보고하였다.³⁶⁻³⁹⁾ 보존적인 치료를 시행하는 경우에도 본격적인 기능회복치료에 들어가기 전 급성기 증상들의 해소를 위해서 급성기 기능 회복은 필요하다. Potential copper 여부를 판별하는 선별검사를 시행하기 위한 조건들(통증과 종창이 없고, 전범위의 관절 가동범위가 가능하며, 건측의 대퇴사두근 근력의 70% 이상, 슬관절 보조기를 착용한 상태에서 one-leg hop이 통증 없이 가능한 경우)를 만족하기 위해서도 급성기 기능 회복이 필요하다.^{17,29,31,32)}

급성기 기능 회복의 목표는 급성기 증상의 해소와 기능 장애의 회복이다. 여기에는 급성 혈관절증(통증, 종창), 관절 가동범위 감소, 그리고 근력의 감소가 해당된다. 수상 직후에는 POLICE (Protection, Optimal Loading, Ice, Compression, Elevation) 원칙에 따라서 부목 고정과 비체중 부하를 시행한 상태에서 골절이나 탈구 등의 동반 손상 여부를 확인한다. 단독 전방십자인대 손상에서도 관절 내 출혈과 종창이 약 48시간 동안 지속되기 때문에, 이 기간 동안에는 급성 혈관절증의 조기 해소를 위해서 POLICE 원칙을 유지하는 것이 좋다.⁴⁰⁾ 등척성 근육 펌핑(isometric muscle pumping)도 종창을 빨리 해소하기 위해 시행할 수 있다.⁴¹⁾ 이후의 관절 가동범위 운동과 근력 운동 시에도 통증이나 종창이 악화되지 않을 정도로 시행하되 점진적으로 가동범위를 늘려 간다.⁴²⁾

수상 후 슬관절 주위 근육들의 근력이 급격하게 감소한다. 이러한 근력의 회복 없이 이후의 기능 회복 단계들로 넘어가면 비정상적인 보상 운동을 유발하거나, 슬관절의 동적인 불안정성이 남을 수 있다. 수상 초기에 환자가 능동적으로 대퇴사두근을 수축하지 못하는 경우가 있는데, 이런 경우에는 신경근 전기 자극(neuromuscular electrical stimulation)이 도움이 될 수 있다.^{43,44)} 기능회복운동 시 신경근 전기 자극을 병행하는 것이 대퇴사두근 근력 향상에 도움을 준다는 결과를 보고하였다.^{45,46)}

근력 운동에는 열린사슬(open kinetic chain)과 닫힌사슬

(closed kinetic chain) 운동을 적절하게 병행하는 것이 좋다. Tagesson 등이 시행한 무작위 대조 연구⁴⁷⁾에서 열린사슬 운동은 닫힌사슬 운동보다 대퇴사두근 근력을 더 유의하게 향상시켰다. 하지만 최근 메타 연구들에서는 열린사슬과 닫힌사슬 운동 사이에 대퇴사두근 근력이나 슬관절 안정성에 미치는 영향의 차이가 없다고 보고하여 이에 대해서는 논란의 여지가 있다.^{48,49)} 레그 익스텐션(leg-extension) 기구 등으로 열린사슬 운동을 시행할 때, 초기에는 관절 가동범위를 60-90도 굴곡으로 제한하여 시행한다.⁴²⁾ 닫힌사슬 운동은 대퇴사두근의 근력 향상에는 열린사슬 운동보다 효과가 떨어질 수 있으나, 다양한 자세들에서 대퇴사두근의 근력을 조화롭게 조절하는 능력의 향상에는 더 도움이 될 수 있다.⁴³⁾ 스쿼트나 레그 프레스(leg-press) 등의 닫힌사슬 운동도 초기에는 관절 가동범위를 0-45도 굴곡으로 제한한 상태에서 시행하는 것이 안전하다.^{41,42)}

2) 급성기 이후의 기능 회복

4-6주간의 급성기 기능 회복을 통하여 슬관절의 통증과 종창이 소실되고, 관절 가동범위 및 근력이 어느 정도 회복되면 다음 단계로 진행할 수 있다. 이후 치료의 목표는 환자가 원하는 정도의 활동 수준으로 복귀하는 것이기 때문에, 환자가 최종적으로 도달 하길 원하는 활동 수준을 확인하여 그에 맞는 기능회복치료를 시행하는 것이 중요하다. 아직까지 가장 효과적인 기능회복치료가 정립되어 있지는 않아 다양한 기능회복치료의 방법이 사용되고 있다(Table 3).

근력 운동을 통해 적절한 근력의 회복이 확인되면, 동적인 안정성을 기르는 신경근육훈련(neuromuscular training)을 병행하는 것이 더 높은 활동 수준에 도달하는 데 도움이 될 수 있다. 신경근육훈련은 다양한 자세에서 슬관절에 체중 부하를 가하며 균형을 잡는 방법으로 동요 훈련(perturbation training), 뒤로 걷기, 플라이오메트릭(plyometric) 훈련 등이 여기에 포함된다. 동요 훈련은 바퀴달린 판이나 바닥면이 둥근 판(rockerboard) 등의 불안정한 판 위에서 균형을 잡는 훈련이다. 플라이오메트릭 운동은 고강도의 활동 수준으로 복귀하고자 하는 환자들에서 필요한 재활운동으로, 점프 등을 통하여 근육들을 급격하게 수축과 이완시키는 방법이다. 스케이트를 타듯 한 다리씩 번갈아 뛰는 운동 등이 여기에 속한다.⁴⁰⁾ 특히 몇몇 연구들에서 전방십자인대 손상 후 보존적 치료를 시행할 때 고식적인 근력 훈련만 단독으로 시행하는 것보다 동요 훈련을 같이 시행한 경우 슬관절의 동적 안정성이 더 좋으며, 추후 고강도 스포츠로의 복귀율도 더 높다고 보고하였다.^{31,50)}

환자가 고강도의 스포츠 활동으로 복귀하길 원하는 경우, 시행하려는 스포츠 종류에 따른 추가적인 기능회복훈련이 필요하다. 다양한 민첩성(agility) 훈련과 심혈관 훈련(cardiovascular training), 그리고 스포츠에 특이적인 방향전환 훈련 등이 여기

Table 3. Various Conservative Treatment Protocols Introduced in Clinical Studies

Author	Protocol
Kessler et al. (2008) ⁶⁾	ACL brace for six weeks Train hamstring, quadriceps muscle, proprioception training, no flexion greater than 60° For six weeks Return to sports after three months Return to contact/pivoting sports after nine months
Frobell et al. (2013) ¹¹⁾	Kanton study rehabilitation protocol 24 weeks -4 level, goals (ROM, muscle function, functional performance)
Kovalak et al. (2018) ²²⁾	Three weeks: knee brace Supervised neuromuscular training (closed kinetic chain exercises) after three weeks 12 weeks: jogging Six months: pivot sports Contact sports were avoided
Grindem et al. (2014) ²¹⁾	Five-week program: early muscle strength training Two to three months of a rehabilitation program Return to level-II sports only when the limb symmetry index was >90% for hamstring and quadriceps strengths, four hop tests Advised not to participate in any level-I sports (handball, soccer, and basketball) forever
Wellsandt et al. (2018) ¹⁷⁾	Early rehab program after ACL injury 10 sessions of progressive strength and neuromuscular training Home exercise program
Fitzgerald et al. (2000) ³²⁾	Early rehab program after ACL injury Lower extremity muscular strengthening, agility skill training (quick start and stops, cariocas, cutting and spinning drills), and sport-specific skill training: two or three times/ week, three to five weeks
Reijman et al. (2021) ²⁷⁾	Dutch ACL rehabilitation guideline ≥3 months Only closed-chain exercise in early rehab Strength+neuromuscular training A brace is not necessary Heavy labor or sports only after three months
Fithian et al. (2005) ²⁴⁾	Tolerated weight bearing Nonimpact closed chain strengthening, ROM exercise Six to 12 weeks: jogging, sport-specific drills Avoid competitive situations for three months Participate in all sports after three months
Hurd et al. (2008) ³¹⁾	Acute phase: impairment treatment protocol Two to five weeks Structured rehabilitation program: muscle strengthening, cardiovascular, agility, sport-specific exercise+perturbation training

ACL, anterior cruciate ligament; ROM, range of motion.

에 포함된다.⁴¹⁾ 이 단계의 기능회복운동 시 재수상(re-injury) 가능성이 있기 때문에, 시작하기에 앞서 충분한 근력 운동과 신경 근육훈련을 시행하여야 한다. 안전하게 이 단계의 기능회복운동을 시작할 수 있는 기준이나 실제 스포츠 활동에 복귀하는 기준(return to sports)에 대해서는 아직 정립되지 않았다. 몇몇 연구들에서 전방십자인대 재건술 이후의 기능 회복에서 스포츠 활동에 복귀하는 선별검사들을 제안하였다. 선별검사들의 항목에는 근력, 점프-착지 수행 능력(jump-landing performance), 움직임의 질(movement quality), 그리고 정신적인 측면 등을 포함시켰는데, 이 선별검사들을 통과한 환자들에서 이차적인 전방십

자인대 손상의 발생이 감소하는지에 대해서는 이견이 있는 상태이다. 효용성이 있는 선별검사를 만들기 위해서 다양한 연구들이 현재 활발하게 진행 중에 있다.

결론

급성 전방십자인대 단독 손상은 보존적 치료부터 전방십자인대 재건술의 수술적 치료까지 치료 방법으로 적용되고 있으나, 젊고 활동적인 환자에서는 수술적 치료가 더욱 선호되고 있다. 보존적 치료를 적용할 경우, 경도의 불안정성의 잔존 및 이차적 관

절연골 및 반월상연골의 손상이 발생할 가능성이 있다. 따라서, 보존적 치료 후에도 기존의 운동 능력을 보존할 수 있는 환자들을 정적인 검사에 동적인 안정성을 포함하는 선별검사를 통하여 potential coper에 해당하는 환자들을 선별하여 환자들의 기대 회복 수준에 따른 기능회복치료를 적용한다면 보존적 치료도 급성 전방십자인대 단독 손상에서 적용이 가능한 표준 치료 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Jin-Woong Jeon, <https://orcid.org/0009-0001-8822-4329>
Yong-Beom Park, <https://orcid.org/0000-0002-3741-2311>

REFERENCES

- Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;454:35-47.
- Sommerfeldt M, Raheem A, Whittaker J, Hui C, Otto D. Recurrent instability episodes and meniscal or cartilage damage after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Orthop J Sports Med*. 2018;6:2325967118786507.
- Poulsen E, Goncalves GH, Bricca A, Roos EM, Thorlund JB, Juhl CB. Knee osteoarthritis risk is increased 4-6 fold after knee injury - a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2019;53:1454-63.
- Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *J Sci Med Sport*. 2009;12:622-7.
- Diermeier T, Rothrauff BB, Engebretsen L, et al.; Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. Treatment after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28:2390-402.
- Kessler MA, Behrend H, Henz S, Stutz G, Rukavina A, Kuster MS. Function, osteoarthritis and activity after ACL-rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:442-8.
- Papaleontiou A, Poupard AM, Mahajan UD, Tsantanis P. Conservative vs surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review. *Cureus*. 2024;16:e56532.
- Lee DH, Lee JH, Ahn SE, Park MJ. Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability. *PLoS One*. 2015;10:e0139038.
- Evans J, Mabrouk A, Nielson JL. Anterior cruciate ligament knee injury. *StatPearls*; 2025.
- Tsoukas D, Fotopoulos V, Basdekis G, Makridis KG. No difference in osteoarthritis after surgical and non-surgical treatment of ACL-injured knees after 10 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:2953-9.
- Frobell RB, Roos HP, Roos EM, Roemer FW, Rastam J, Lohmander LS. Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of randomised trial. *BMJ*. 2013;346:f232.
- Hagmeijer MH, Hevesi M, Desai VS, et al. Secondary meniscal tears in patients with anterior cruciate ligament injury: relationship among operative management, osteoarthritis, and arthroplasty at 18-year mean follow-up. *Am J Sports Med*. 2019;47:1583-90.
- Petersen W, Guenther D, Imhoff AB, et al. Management after acute rupture of the anterior cruciate ligament (ACL). Part 1: ACL reconstruction has a protective effect on secondary meniscus and cartilage lesions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023;31:1665-74.
- Nebelung W, Wuschech H. Thirty-five years of follow-up of anterior cruciate ligament-deficient knees in high-level athletes. *Arthroscopy*. 2005;21:696-702.
- Neuman P, Englund M, Kostogiannis I, Fridén T, Roos H, Dahlberg LE. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Am J Sports Med*. 2008;36:1717-25.
- Hellberg C, Kostogiannis I, Stylianides A, Neuman P. Outcomes >30 years after initial nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. 2024;52:320-9.
- Wellsandt E, Failla MJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Does anterior cruciate ligament reconstruction improve functional and radiographic outcomes over nonoperative management 5 years after injury? *Am J Sports Med*. 2018;46:2103-12.
- de Jonge R, Máté M, Kovács N, et al. Nonoperative treatment as an option for isolated anterior cruciate ligament injury: a

- systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2024;12:23259671241239665.
19. Lien-Iversen T, Morgan DB, Jensen C, Risberg MA, Engebretsen L, Viberg B. Does surgery reduce knee osteoarthritis, meniscal injury and subsequent complications compared with non-surgery after ACL rupture with at least 10 years follow-up? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2020;54:592-8.
 20. Rothrauff BB, Jorge A, de Sa D, Kay J, Fu FH, Musahl V. Anatomic ACL reconstruction reduces risk of post-traumatic osteoarthritis: a systematic review with minimum 10-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28:1072-84.
 21. Grindem H, Eitzen I, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Nonsurgical or surgical treatment of ACL injuries: knee function, sports participation, and knee reinjury: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:1233-41.
 22. Kovalak E, Atay T, Çetin C, Atay IM, Serbest MO. Is ACL reconstruction a prerequisite for the patients having recreational sporting activities? *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2018;52:37-43.
 23. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med.* 1994;22:632-44.
 24. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, et al. Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Am J Sports Med.* 2005;33:335-46.
 25. van der List JP, Hagemans FJA, Hofstee DJ, Jonkers FJ. The role of patient characteristics in the success of nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 2020;48:1657-64.
 26. van der Graaff SJA, Meuffels DE, Bierma-Zeinstra SMA, et al. Why, when, and in which patients nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury fails: an exploratory analysis of the COMPARE trial. *Am J Sports Med.* 2022;50:645-51.
 27. Reijman M, Eggerding V, van Es E, et al. Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *BMJ.* 2021;372:n375.
 28. Snyder-Mackler L, Fitzgerald GK, Bartolozzi AR 3rd, Ciccotti MG. The relationship between passive joint laxity and functional outcome after anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 1997;25:191-5.
 29. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: part 2, determinants of dynamic knee stability. *Am J Sports Med.* 2008;36:48-56.
 30. Fitzgerald GK, Lephart SM, Hwang JH, Wainner RS. Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:588-97.
 31. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: part 1, outcomes. *Am J Sports Med.* 2008;36:40-7.
 32. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:76-82.
 33. Andersson AC. Knee laxity and function after conservative treatment of anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Int J Sports Med.* 1993;14:150-3.
 34. Engström B, Gornitzka J, Johansson C, Wredmark T. Knee function after anterior cruciate ligament ruptures treated conservatively. *Int Orthop.* 1993;17:208-13.
 35. Shelton WR, Barrett GR, Dukes A. Early season anterior cruciate ligament tears. A treatment dilemma. *Am J Sports Med.* 1997;25:656-8.
 36. Failla MJ, Logerstedt DS, Grindem H, et al. Does extended preoperative rehabilitation influence outcomes 2 years after ACL reconstruction? A comparative effectiveness study between the MOON and Delaware-Oslo ACL cohorts. *Am J Sports Med.* 2016;44:2608-14.
 37. Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna N, Moran R, O'Byrne JM. Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2013;41:2117-27.
 38. Giesche F, Niederer D, Banzer W, Vogt L. Evidence for the effects of prehabilitation before ACL-reconstruction on return to sport-related and self-reported knee function: a systematic review. *PLoS One.* 2020;15:e0240192.
 39. Carter HM, Littlewood C, Webster KE, Smith BE. The effectiveness of preoperative rehabilitation programmes on postoperative outcomes following anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a systematic review. *BMC Musculo-*

- skelet Disord. 2020;21:647.
40. Bøe B. Nonoperative anterior cruciate ligament injury treatment. *Clin Sports Med.* 2024;43:343-54.
 41. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Proposed practice guidelines for nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation of physically active individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000;30:194-203.
 42. Musahl V, Karlsson J. Anterior cruciate ligament tear. *N Engl J Med.* 2019;380:2341-8.
 43. Paterno MV. Non-operative care of the patient with an ACL-deficient knee. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017;10:322-7.
 44. Hurd W, Axe M, Snyder-Mackler L. Management of the athlete with acute anterior cruciate ligament deficiency. *Sports Health.* 2009;1:39-46.
 45. Kim KM, Croy T, Hertel J, Saliba S. Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:383-91.
 46. Culvenor AG, Girdwood MA, Juhl CB, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament and meniscal injuries: a best-evidence synthesis of systematic reviews for the OPTI-KNEE consensus. *Br J Sports Med.* 2022;56:1445-53.
 47. Tagesson S, Oberg B, Good L, Kvist J. A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med.* 2008;36:298-307.
 48. Jewiss D, Ostman C, Smart N. Open versus closed kinetic chain exercises following an anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp).* 2017;2017:4721548.
 49. Perriman A, Leahy E, Semciw AI. The effect of open- versus closed-kinetic-chain exercises on anterior tibial laxity, strength, and function following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48:552-66.
 50. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physical active individuals. *Phys Ther.* 2000;80:128-40.

급성 전방십자인대 단독 손상의 보존적 치료

전진웅 • 박용범*[✉]

중앙대학교 의과대학 중앙대학교병원 정형외과, *중앙대학교 의과대학 중앙대학교광명병원 정형외과

전방십자인대 손상은 무릎관절에 발생하는 흔한 스포츠 손상으로, 현재까지 수술적 치료가 표준 치료로 받아들여지고 있다. 전방십자인대 재건술은 무릎의 기능을 회복하고 불안정성에 의해 유발되는 반월연골판 파열 및 관절 연골 손상을 예방하는 데 그 목적이 있다. 급성 전방십자인대 단독 손상은 전방십자인대의 손상의 약 3%-10%로 비교적 빈도가 낮으며, 보존적 치료부터 전방십자인대 재건술까지 다양한 치료 방법이 적용되어 왔으나, 젊고 활동적인 환자에서는 수술적 치료가 더욱 선호되고 있다. 보존적 치료를 적용할 경우, 기존 활동 수준으로 복귀를 할 수 있으며 환자 평가나 골관절염 발생 면에서도 수술적 치료와 비슷한 결과를 보이는 연구들도 있다. 하지만 보존적 치료는 수술적인 치료보다 슬관절 불안정성이 남을 가능성이 있고 이차적인 연골이나 반월연골판 손상의 위험이 높은 단점이 있어 적절한 환자군에게 선택적으로 시행하여야 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다. 최근까지 다양한 선별 기준들이 제시되었으며, 적절한 환자군을 선별하여 보존적 치료를 시행한다면 젊고 활동성이 높은 환자에서도 수상 전 활동 수준으로 성공적으로 복귀할 수 있다는 보고들도 있다. 이처럼 급성 전방십자인대 단독 손상에서 적절한 적응증에 해당하는 환자에서 기대 수준에 따른 적절한 기능회복치료를 시행한다면 보존적인 치료도 일부 환자군에서는 표준 치료로 고려될 수 있다고 생각한다. 이에 본 종설에서는 현재까지 보고된 연구들을 바탕으로 급성 전방십자인대 단독 손상 환자에서 보존적 치료의 임상 경과, 특히 적절한 적응증과 기능회복치료 방법에 대해 정리하여 제시하고자 한다.

색인단어: 슬관절, 전방십자인대, 보존적 치료

접수일 2024년 10월 1일 수정일 2024년 12월 2일 게재확정일 2025년 8월 5일

[✉]책임저자 박용범

14353, 광명시 덕안로 110, 중앙대학교 의과대학 중앙대학교광명병원 정형외과

TEL 02-2610-6651, FAX 02-2610-6630, E-mail whybe78@cau.ac.kr, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3741-2311>