

뒤십자인대 및 뒤가쪽 복합체 동반 수술 후 재활운동에 따른 기능회복 차이

김현목¹, 하성희², 공두환³, 김창국^{4*}

¹고려대학교 대학원 사회체육학과 박사과정, ²연세대학교 체육교육학과 객원교수, ³서울백병원 스포츠메디컬센터 실장,
⁴고려대학교 국제스포츠학부 교수

Differences in Functional Recovery according to Exercise Rehabilitation after Posterior Cruciate Ligament with or without Posterolateral Complex Reconstruction

Hyun-Mok Kim¹, Sunghe Ha², Doo-Hwan Kong³, Chang-Kook Kim^{4*}

¹Ph.D. Student, Department of Sport and Leisure Studies, Graduate School, Korea University

²Visiting Professor, Department of Physical Education, Yonsei University

³Chief Manager, Department of Sports Medical Center, Inje University Seoul Paik Hospital

⁴Professor, Division of Global Sport Studies, Korea University

요약 본 연구는 뒤십자인대 단독 재건술과 뒤가쪽 복합체 동반 수술 후 재활운동에 따른 기능회복의 차이를 확인 하는데 목적이 있다. 뒤십자인대 단독 재건술을 받은 환자 16명과 뒤가쪽 복합체 동반 수술을 받은 환자 16명을 대상으로 24주간 재활운동에 따른 무릎관절 인대 이완, 주관적 설문지, 등속성 근 기능의 변화를 수술 전, 수술 후 12주, 24주에 걸쳐 자료를 분석하였다. 본 연구 결과 뒤십자인대 단독 재건술군과 뒤가쪽 복합체 동반 수술군의 무릎관절 인대 이완 차이($p = 0.048$), IKDC 주관적 점수($p < 0.001$), Lysholm 무릎 점수($p < 0.001$), Tegner 활동 점수($p = 0.027$), 등속성 펌 근력($p = 0.040$)은 기간에 따른 통계적 차이가 나타났으나 집단 및 상호작용 효과는 관찰되지 않았다($p > 0.05$). 등속성 굽힘 근력 결손률은 기간, 집단, 상호작용 효과 모두 차이가 없었다($p > 0.05$). 본 연구 결과, 뒤십자인대 단독 재건술과 뒤가쪽 복합체 동반 수술 후 24주간의 재활운동은 기능회복에 영향을 미칠 수 있다.

주제어 : 무릎관절, 설문지, 십자인대, 운동, 재활

Abstract This study aimed to compare functional recovery after rehabilitation exercise between isolated PCL reconstruction and combined PLC reconstruction. Patients were divided into two groups: those who had isolated PCL reconstruction ($n = 16$) and those who had combined PLC reconstruction ($n = 16$). We assessed knee joint ligament laxity, subjective questionnaires, and isokinetic muscle function before, after 12, and 24 weeks of a rehabilitation exercise program. In both groups, there were significant differences in knee joint laxity ($p = 0.048$), IKDC subject score ($p < 0.001$), Lysholm knee ($p < 0.001$), Tegner activity scale ($p = 0.027$), and isokinetic muscle deficit ($p = 0.040$) by estimated period. However, no significant difference between groups was observed ($p > 0.05$). These results suggest that rehabilitation exercise after isolated PCL and combined PLC reconstruction influenced structural, subjective, functional recovery positively.

Key Words : Knee joint, Questionnaire, Cruciate ligament, Training, Rehabilitation

*Corresponding Author : Chang-Kook Kim(kimck@korea.ac.kr)

Received January 28, 2022

Revised February 28, 2022

Accepted March 20, 2022

Published March 28, 2022

1. 서론

급속한 경제발전을 바탕으로 대중 스포츠와 여가 활동의 증가는 전문선수 뿐만 아니라 일반인의 스포츠 참여를 증가시켰으며 그에 따라 근골격계의 손상 발생률도 증가하고 있다[1]. 특히 뒤십자인대(posterior cruciate ligament; PCL)의 손상 발생은 스포츠 참여, 교통사고, 산업 현장에서 빈번히 보고되고 있다[2]. 관절경, 자기공명영상(magnetic resonance image) 등의 진단 및 치료 기술의 발달로 PCL 손상의 치료 중요성이 강조되고 있다[3].

PCL은 무릎 관절 뒤쪽의 1차적 안정자로 작용하며 앞십자인대(anterior cruciate ligament)의 약 2배 직경을 가진 무릎에서 가장 크고 강한 인대이다[4,5]. 뒤가쪽 복합체(posterolateral complex; PLC)는 넙다리뼈의 가쪽 돌림 및 안굽이 무릎, 뒤 전위에 대해서 안정성을 제공하는 역할을 하며 무릎관절 내 주요 인대에 비해 강한 인장력(tensile force)를 가지고 있다[6]. PCL과 PLC의 동반 손상 기전은 무릎관절의 과다뻗, 과도한 안굽이 무릎, 정강뼈의 가쪽 돌림, 뒤 전단력, 무릎관절 탈구 등으로 보고된다[7-9]. 선행 연구에 따르면 급성 PCL 손상은 46%가 앞십자인대 손상과 동반되고, 41%는 PLC 손상과 동반되며, 3% 정도만이 단독 손상으로 관찰되었다[10-12].

PCL 손상은 뒤밀림이완검사(posterior drawer laxity test)를 통해 1, 2, 3등급으로 구분된다[13]. 정상 무릎은 90° 굽힘된 상태에서 안쪽넙다리고원(medial femoral plateau)이 안쪽넙다리돌기(medial femoral condyle)보다 약 10mm 정도 앞에 위치한 상태이고, 1등급은 안쪽넙다리고원이 5mm 정도 뒤로 밀리나 여전히 안쪽넙다리돌기의 앞에 위치한 상태를 말하며, 2등급은 5-10mm 정도 뒤로 밀린 상태를 말한다. 마지막으로 3등급은 안쪽넙다리고원이 안쪽넙다리돌기의 위치보다 더 뒤로 밀리며, 복합손상이 동반된 상태이다[14].

PLC의 진단은 급성기 시 무릎관절 뒤가쪽의 압통, 종아리뼈머리 골절의 유무 등을 관찰해야 하며, PCL과 마찬가지로 3가지 등급으로 손상을 구분할 수 있다[15]. 그러나 이는 단일 분류로 규정되지 않고 아직 어떤 분류도 우월하게 평가되지 않는 실정이다[16].

PCL 완전 파열 단독 손상 시 보존적 치료에 대한 장기 추시 결과 반월상 연골판 파열 위험이 높게 나타났고 관절성형술을 시행하는 비율이 높게 나타나는 부작용이 다수 보고 되고 있어 수술적 치료가 꼭 필요하다. PLC

동반 손상의 경우 보존적 치료나 PCL 단독 재건술로는 치료 결과가 우수하지 않으며 손상 구조물들에 대한 복합적인 수술적 치료와 재활운동이 요구되는 심각한 손상이다[17,18]. 수술 후 재활운동과 관련하여 이식물의 회복 기간 중 넙다리내갈래근과 햄스트링 근력 강화의 필요성과 같은 재활의 일반적인 원칙은 확립되어 있으나 운동의 종류, 시기, 관절 가동 범위 목표에 관한 프로토콜은 상당한 차이가 존재한다[19]. 최근 많은 연구들이 수술 기법들을 비교하고 있지만 가장 이상적인 수술 후 재활운동 프로토콜은 아직 정해지지 않았다[20]. 특히 동반 손상에서 수술 후 재활과 최적의 시기에 대하여 양질의 증거가 충분히 뒷받침되고 있지 않으며 계속 연구가 진행되고 있다[21].

이에 따라 현재는 PCL 완전 파열 후 실시하는 단독 재건술과 PLC 동반 손상 후 실시하는 수술이 각각 다른 수술 방법임에도 불구하고 환자에게 동일한 재활 운동 프로그램을 적용하고 있는 현실이다. 국내 PCL관련 연구를 살펴보면, 보존적 재활운동[22]과 재건술 후 기능평가 [10]에 대해 보고되었고, 국외 연구의 경우 PLC 동반 수술 후 재활에 관한 프로토콜을 제시하였으나[23], PCL 단독 재건술을 시행한 환자에 관한 연구였다. 따라서 본 연구의 목적은 PCL과 PLC 동반 수술을 시행한 환자의 재활운동에 따른 기능 회복 차이를 관찰하는 데 있다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상자

본 연구는 2006년 4월부터 2014년 4월까지 서울 소재 병원의 정형외과에서 PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술을 시행한 환자 74명 중 6개월간 재활운동과 기능 평가에 모두 참여한 32명을 분석하였다. 대상자 정보는 Table 1과 같다. 본 연구는 자발적 참여에 동의한 자를 대상으로 진행하였고, 앞십자인대 재건술, 관절 발달 봉합술, 연골 이식술을 받은 자는 제외하였다.

Table 1. Demographic information of participants

	PCL (n=16)	PCL+PLC (n=16)	<i>p</i>
Height (cm)	172.9±8.0	173.7±5.6	0.763
Weight (kg)	74.4±12.5	75.4±11.9	0.824
Age (year)	27.2±10.8	29.6±9.4	0.501

Results are expressed as means and standard deviation. PCL = posterior cruciate ligament; PLC = posterolateral complex

Table 2. Rehabilitation program (24 weeks)

Phase (week)	Contents	Mins OR RepsXSets
Phase Acute (0-1)	· Patellar mobilization	15 mins
	· Quadriceps setting	20 mins
	· Partial weight shifting with support	15 mins
Phase 1 (1-3)	· Continued Acute Phase exercise	20 mins
	· Range of motion (ROM) exercises (limited in 90°)	10 mins
	– Prone hang exercise with band (active assist), CPM exercise	
	· Straight leg raises 4 directions with brace	10 X 3
	· Weight shifting squat limited in 45°	10 X 3
	· Calf raises	10 X 3
	· Crutch gait exercise (full extension partial weight bearing)	10 mins
· Single balance exercise (stable)	10 mins	
Phase 2 (4-6)	· Straight leg raises 4 directions with brace	10 X 3
	· ROM exercises (limited in 120°)	10 mins
	– Prone hang exercise with band (active assist), CPM exercise (passive)	
	· Standing Straight leg raises 4 directions with brace	10 X 3
	· Weight shifting squat limited in 45°	10 X 3
	· Calf raises	10 X 3
Phase 3 (7-12)	· Crutch gait exercise (full extension partial weight bearing)	10 X 3
	· Single balance exercise (stable)	10 X 3
	· ROM exercises (full range)	10 mins
	– Every position is possible (active assist & passive), stationary bicycle	
	· Straight leg raises 4 directions	10 X 3
	· Weight shifting squat limited in 60°→ 90°	10 X 3
	· Split squat limited in 60°→ 90°	10 X 3
	· Lunge limited in 60°→ 90°	10 X 3
	· Step up/down lateral	10 X 3
	· Calf raises	10 X 3
Phase 4 (13-24)	· Leg extension without weight (0°- 60°)	10 X 3
	· Normal gait exercise (full weight bearing)	10 X 3
	· Single balance exercise (unstable)	10 X 3
	· Leg press machine limited in 60°→ 90°	10 X 3
	· ROM exercises (full range)	10 mins
	– Every position is possible (active assist & passive), stationary bicycle	
	· Weight shifting squat	10 X 3
	· Split squat	10 X 3
	· Lunge	10 X 3
	· Step up/down lateral	10 X 3
	· Calf raises	10 X 3
· Leg extension (0°- 60°)	10 X 3	
· Normal gait exercise (full weight bearing)	10 X 3	
· Single balance exercise (unstable)	10 X 3	
· Leg press and curl machine	10 X 3	
· Functional movement exercise	10 mins	
– Jogging, Jumping in place, figure 8, side step, shuttle run		

CPM = continuous passive motion; Mins = minutes

2.2 기능 평가

무릎관절 인대 이완 검사는 대상자를 바로 눕혀 무릎관절을 90도 굽힘하게 하고, KT-2000 arthrometer (Meditronic Corp, USA)을 사용하여 측정하였다. 30lb로 정강뼈의 뒤 전위를 유발하여, 이때 전위 정도를 mm 단위로 기록하였다.

무릎관절 주관적 기능은 International Knee Documentation Committee (IKDC) 주관적 점수; Lysholm 무릎 점수; Tegner 활동 점수를 통해 평가하였다[24]. IKDC 주관적 점수는 환자의 증상과 현재

무릎의 상태 및 수술 전, 수술 후의 일상생활 및 스포츠 활동 참여에 대한 문항을 항목 별로 점수를 기록한 후 이를 합산하여 평가하는 방법으로 100점 만점을 기준으로 점수를 측정하였다[25]. Lysholm 무릎 점수는 일상 생활에 대한 환자의 기능을 항목별로 나누어 주관적 판단을 기준으로 점수를 기록한 후 이를 합산하여 환자의 무릎관절 상태를 평가하는 방법으로 100점 만점을 기준으로 점수를 측정하였다. 8개의 항목에 대해 대상자가 자신의 상태를 측정하여 모든 항목의 합산 값을 사용하였다. Tegner 활동 점수는 대상자의 활동 수준을 주관

적인 지표로 나타낸 방법으로 0-10점 중 자신의 활동 수준에 맞는 항목을 골라 점수로 채택하였다[26].

등속성 근기능 검사(BIODEX system III, Biodex medical, USA)는 양쪽 무릎의 근력을 측정하기 위해 적용되었다. 프로토콜은 60°/sec에서 4회 측정한 후 이때 얻어진 단위체중 당 최대우력(peak torque % body weight)의 평균값을 사용하였다.

2.3 재활운동프로그램

이 연구에 사용된 PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술 후 적용된 24주 재활운동프로그램은 서울백병원 스포츠 메디컬센터 내 재활운동프로그램을 적용 하였다. 세부사항은 Table 2와 같다. PCL 단독 재건술 및 PLC 동반 수술 후 재활은 시기의 차이는 있지만 과정은 유사하게 보고되고 있어[26,27] 모든 대상자에게 동일한 재활운동프로그램을 적용하였으며, 재건술 후 환자의 상태에 따라 관절 가동범위와 체중지지 등의 시기를 고려하여 적용되었다. 본 연구에서 사용된 재활운동프로그램은 이 식물 보호를 위해 12주간 무릎관절 굽힘근의 능동 수

축을 완전히 금지하고 있으므로 정상 기능 회복을 위해 재활운동프로그램 기간을 24주로 설정하였다[28]. 재활운동프로그램의 참여 빈도는 수술 직후부터 24주 동안 병원 내 스포츠메디컬센터에 방문하여 주 3회 실시하였다.

2.4 자료처리

무릎관절 인대 이완 검사 후 환측에서 건측의 차를 통해 인대 이완 차이 값을 산출하였다(단위: mm). 등속성 폼, 굽힘 근력의 결손률과 환측의 무릎관절 굽힘/뺨근 비율은 각각의 최대우력을 체중으로 표준화하여 <공식 1, 2>를 통해 산출하였다.

<공식 1>

$$\text{등속성근력결손률(\%)} = \left(1 - \frac{\text{최대우력(환측)}}{\text{최대우력(건측)}}\right) \times 100$$

<공식 2>

$$\text{굽힘근/뺨근 비율(\%)} = \frac{\text{굽힘근(환측)}}{\text{뺨근(환측)}} \times 100$$

Table 3. Differences in structural, subjective, and functional factors between groups according to 24-week rehabilitation exercise

		Before	After 12 weeks	After 24 weeks	F(p)
Knee joint laxity difference (mm)	PCL (n=16)	5.81±3.30	3.11±1.92	5.30±2.51	Time: 4.239(0.048*) Group: 0.129(0.722)
	PCL+PLC (n=16)	7.16±3.27	3.17±2.11	4.56±3.03	Time X Group: 1.907(0.178)
IKDC subject score	PCL (n=16)	59.81±11.53	69.50±10.90	79.00±12.24	Time: 20.248((0.001***) Group: 2.873(0.100)
	PCL+PLC (n=16)	52.63±18.06	64.50±15.43	75.00±14.27	Time X Group: 0.125(0.883)
Lysholm knee score	PCL (n=16)	72.63±14.87	86.06±11.01	88.56±11.68	Time: 22.995((0.001***) Group: 3.051(0.091)
	PCL+PLC (n=16)	62.94±21.24	81.88±11.12	83.88±10.57	Time X Group: 0.526(0.594)
Tegner activity scale	PCL (n=16)	4.94±1.34	4.50±1.63	4.88±1.26	Time ¹ : 4.047(0.027*) Group: 0.129(0.722)
	PCL+PLC (n=16)	4.81±1.38	4.25±0.93	5.19±1.47	Time X Group ¹ : 0.003(0.958)
Isokinetic torque deficit of the knee extensor (%)	PCL (n=16)	29.96±25.68	37.35±16.19	26.29±19.73	Time ¹ : 7.370(0.002**) Group: 0.423(0.520)
	PCL+PLC (n=16)	30.09±21.56	44.63±19.90	30.49±18.66	Time X Group ¹ : 0.504(0.583)
Isokinetic torque deficit of the knee flexion (%)	PCL (n=16)	26.21±24.78	26.14±15.16	22.73±20.51	Time: 2.381(0.101) Group: 0.637(0.431)
	PCL+PLC (n=16)	28.17±23.90	36.89±17.98	20.46±9.18	Time X Group: 1.063(0.351)
Ratio of knee flexion-extension (%)	PCL (n=16)	53.95±18.76	59.35±13.83	57.00±20.26	Time ¹ : 3.571(0.040*) Group: 0.008(0.928)
	PCL+PLC (n=16)	49.72±21.19	62.06±23.61	60.06±17.45	Time X Group ¹ : 0.706(0.483)

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001; ¹p for Huynh-Feldt correction

Results are expressed as means and standard deviation.

IKDC = International Knee Documentation Committee; PCL = posterior cruciate ligament; PLC = posterolateral complex

2.5 통계분석

PCL 단독 재건술 집단과 PLC 동반 수술 집단의 24주간 재활운동에 따른 기능 회복의 차이를 확인하기 위해 반복 측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였으며, 분석은 SPSS 25 (IBM, USA) 소프트웨어를 사용하였다.

3. 결과

PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술 후 재활운동에 따른 무릎관절 인대 이완 차이, IKDC 주관적 점수, Lysholm 무릎 점수, Tegner 활동 점수, 등속성 무릎 펌 근력 결손률은 시간에 따라 통계적 차이가 관찰되었으나 ($p < 0.05$), 집단 및 기간과 집단 간의 상호작용 효과에서는 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$; Table 3). 등속성 무릎 굽힘 근력 결손률은 기간, 집단, 기간과 집단 간의 상호작용 효과 모두에서 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$; Table 3).

4. 논의

이 연구는 PCL 단독 재건술과 PLC 동반 재건술 후 재활운동에 따른 기능회복의 차이를 분석하기 위하여 수술 전, 수술 후 12 주차, 수술 후 24주에 비교하였다.

PCL 단독 재건술과 PLC 동반 재건술 후 재활운동에 따른 무릎관절 인대 이완 검사 결과, 건측과 환측을 비교한 값인 결손율에서 시간에 따라 유의한 차이가 관찰되었으나 집단 간 및 상호작용 효과는 관찰되지 않았다. 이광원 등[10]의 연구결과에서도 PCL 단독 재건술 및 PLC 동반 손상 관절경 수술 후 무릎 관절 인대 이완 검사에서 두 집단 모두에서 후방 불안정성이 감소하였고 두 집단 간 차이가 없다고 보고하였다. 비록 PLC 동반 손상이 PCL 단독 손상에 비해 후방 및 내외측 불안정성을 증가시킬 수 있으나 재건술과 재활운동을 통해 무릎의 구조적, 기능적 안정성이 향상되었다[29].

본 연구 결과 PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술 후 재활운동에 따른 IKDC 주관적 점수와 Lysholm 무릎 점수는 기간에서 유의한 증가가 나타났으나 집단 간, 상호작용 효과에서 통계적 차이는 나타나지 않았다. 선행 연구에 의하면 PCL 단독 및 PLC 동반 수술 이후 환자들의 IKDC 주관적 점수[30-32]와 Lysholm 무릎 점수

[33,34]는 유의하게 증가한 것으로 보고된다. 두 손상 형태 모두 넙다리무릎관절의 압박력 증가로 무릎에 극심한 통증이 나타나는 것이 특징으로[35] 이는 수술 후 통증의 감소가 환자의 주관적 기능 회복 정도와 만족감을 증가시킨 것으로 사료된다.

PCL 단독 재건술 집단은 수술 후 Tegner 활동 점수가 유의하게 감소하였고 PLC 동반 수술 집단은 증가한 것으로 나타나며 기간에 따른 통계적 차이가 관찰되었다. 그러나 집단 간 및 상호작용 효과는 나타나지 않았다. PCL 단독 재건술의 경우 Tegner 활동 점수의 상반된 결과로서 유의하게 증가하거나[32] 차이가 없었던 것[36]으로 보고되었고, PLC 동반 재건술의 경우 Tegner 활동 점수는 유의한 증가를 보고하였다[37,38]. IKDC 주관적 점수와 Lysholm 무릎 설문지의 경우 통증, 증상 등을 포함한 다양하고 구체적인 활동에 대한 설문으로 구성되었지만 Tegner 활동 설문지의 경우 활동수준만을 묻는 문항으로 구성되었기 때문에 일반인을 대상으로 수술 전, 후의 주관적 요인을 비교하기에 미흡할 수 있다고 사료된다.

PCL 손상은 정강뼈를 뒤로 이동하게 함으로써 무릎의 펌을 만들어내는 넙다리네갈래근의 약화를 야기하고, 모멘트 암이 짧아지게 되어 비효율적인 무릎 상태가 된다[39]. PCL 재건술 후 12주간의 재활운동은 무릎관절 등속성 펌 근력의 향상 및 불균형을 감소시킨 것으로 보고하였다[40]. 재건술 후 2년간 추적 관찰한 연구에서도 등속성 펌 근력의 향상이 관찰되었다[41]. 본 연구 결과 무릎관절 펌 근력 결손율이 재활운동 기간에 따라 유의한 차이가 나타났으며 선행 연구와 일치하는 결과를 확인하였다.

본 연구 결과 24주간의 재활 운동으로는 스포츠 활동으로의 복귀가 가능한 10%의 결손율까지 감소할 수 없었다[42]. 스포츠 복귀를 위해서는 등속성 근력 측정 결과 건측과 비교하여 환측의 근력이 90% 이상 향상되어야 하고[43,44], 일상생활로 복귀하기 위해서는 80% 이상 회복되어야 가능하다[45]. 따라서 PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술 후 재활운동은 6개월 이상 소요될 것으로 사료된다.

본 연구 결과 무릎관절 굽힘/펴 근력 비율은 기간에 따른 통계적 차이가 나타났고 집단 간 및 상호작용 효과는 차이가 없었다. 무릎관절의 굽힘/펴 근력 비율의 차이가 증가하는 것은 무릎관절 손상의 위험요인으로 간

주된다[46]. 본 연구에서 12주까지 무릎 굽힘근의 능동적 수축을 제한하고 넵다리네갈레근의 근력 강화를 통해 무릎의 후방 안정성을 향상하기 위한 전략을 사용했음에도 무릎관절의 굽힘/펴 근력 비율이 우상향으로 증가한 것은 재활운동프로그램이 등속성 근 기능 회복에 긍정적인 영향을 미친것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫 번째, 본 연구에서는 설문지를 통한 주관적 기능 평가는 이루어졌으나 일상생활과 스포츠 상황과 관련된 실제 움직임 수행에 대한 기능 차이를 확인할 수 없었다. 추후 연구에서는 일상생활과 스포츠 상황과 관련된 실제 움직임 수행을 측정할 수 있는 기능 수행 평가를 통해 재활운동 프로그램의 효과를 검증할 필요가 있다[47]. 두 번째, 연구의 표본은 서울 소재의 P병원 내원 환자로 제한되었고, 세 번째, 대상자의 심리적, 신체적 요인을 동일하게 통제하지 못하였다. 네 번째, 대상자 특수성으로 인하여 사례수가 적게 모집되었다. 다섯 번째, 수술 후 재활은 필수사항으로 재활운동을 적용하지 않은 대조군을 설정하지 못했다. 마지막으로 개인의 생활습관이나 식습관 혹은 다른 과거 병력 등의 변인에 대하여 통제하지 못하였다.

본 연구 결과의 현장 적용은 일상생활로의 복귀 가능한 기준을 제시하였고, 스포츠 활동으로 복귀를 위해서는 6개월 이상의 재활운동이 요구됨을 제안한다. 앞집자인대 연구에서 스포츠 복귀 기준은 근력 결손율과 기능수행 검사 간 상관관계가 보고되었다[48]. PCL 단독 재건술 및 PLC 동반 수술 후 재활운동프로그램 시행에 따른 복귀기준과 관련된 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

5. 결론

PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술 후 24주간 실시한 재활운동프로그램은 인대 이완, 주관적 기능, 등속성 근 기능 회복에 긍정적인 영향을 미칠 수 있으나 스포츠 활동 복귀 수준의 기능 향상을 도모할 수 없으므로 그 이상의 기간이 고려되어야 한다.

추후 연구에서 PCL 단독 재건술과 PLC 동반 수술 후 재활 운동 기간의 차이에 관한 연구와 무릎관절의 기능적 안정성 구축에 중요한 요소인 고유수용성감각 기능 향상을 위한 균형성 회복 연구, 전방집자인대 기능 수행 평가와 마찬가지로 일상 활동에 더 밀접한 기능적 동작으로 구성된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] H. M. Jin & H. Jung. (2006). A Study on the effects of initial rehabilitative exercise program on knee joint's myofunction after the reconstruction of anterior crucial ligament. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 20(2), 55-66.
- [2] S. S. Seo & H. C. Gwak. (2002). The treatment of combined injury of posterior cruciate ligament & medial collateral ligament. *Korean Knee Society*, 14(2), 1225-1623.
- [3] B. K. Lee, I. H. Seong, Y. H. Jang & S. J. Baek. (1999). Clinical study after reconstruction of the posterior cruciate ligament: Factors on posterior stability. *Knee Surgery & Related Research*, 11(1), 62-69.
- [4] S. Pache, Z. S. Aman, M. Kennedy, G. Y. Nakama, G. Moatshe, C. Ziegler, & R. F. LaPrade. (2018). Posterior cruciate ligament: current concepts review. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 6(1), 8-18.
- [5] S. L. Logterman, F. B. Wydra & R. M. Frank. (2018). Posterior cruciate ligament: anatomy and biomechanics. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 11(3), 510-514.
DOI : 10.1007/s12178-018-9492-1
- [6] E. T. Ricchetti, B. J. Sennett & G. Huffman. (2008). Acute and chronic management of posterolateral corner injuries of the knee. *Orthopedics*, 31(5), 479-488.
DOI : 10.3928/01477447-20080501-08
- [7] J. Cooper & L. McAndrews. (2006). Posterolateral corner injuries of the knee: Anatomy, diagnosis, and treatment. *Sports Medicine Arthroscopy Review*, 14(4), 213-220.
DOI : 10.1097/01.jsa.0000212324.46430.60
- [8] R. F. LaPrade & G. C. Terry. (1997). Injuries to the posterolateral aspect of the knee. Association anatomic injury patterns with clinical instability. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(4), 433-438.
DOI : 10.1177/036354659702500403
- [9] R. F. LaPrade, F. Wentorf & J. L. Lewis. (2002). The effect of injury to the posterolateral structures of the knee on force in a posterior cruciate ligament graft: a biomechanical study. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 233-240.
DOI : 10.1177/03635465020300021501
- [10] K. W. Lee, S. H. Lee, J. G. Park, H. Y. Kim, B. S.

- Kim & W. S. Choi. (2002). Functional evaluation after arthroscopic reconstruction in isolated and combined injury of posterior cruciate ligament. *The Journal of Korean Arthroscopy Society*, 6(2), 115-120.
- [11] G. C. Fanelli & C. J. Edson. (1995). Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: PART 2. *Arthroscopy*, 11(5), 526-529.
- [12] G. C. Fanelli, D. R. Orcutt & C. J. Edson. (2005). The multiple-ligament injured knee: Evaluation, treatment, and results. *Arthroscopy*, 21(4), 471-486.
DOI : 10.1016/j.arthro.2005.01.001
- [13] A. P. C. Series. (2011). Outcomes of treatment of acute grade-III isolated and combined posterolateral knee injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 93(18), 1672-1683.
DOI : 10.2106/JBJS.J.01639
- [14] J. R. Brown & T. H. Trojian. (2004). Anterior and posterior cruciate ligament injuries. *Primary Care*, 31(4), 925-956.
DOI : 10.1016/j.pop.2004.07.004
- [15] Y. Jung & Y. Lee. (2005). Trends in treatment of posterior cruciate ligament and posterolateral rotational instability of the knee joint: Anatomy, functional biomechanics, injury frequency, injury mechanism, diagnosis, and treatment. *Journal of Korean Arthroscopy Society*, 9(1), 1-8.
- [16] G. C. Fanelli & R. V. Larson. (2002). Practical management of posterolateral instability of the knee. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 18(2), 1-8.
DOI : 10.1053/jars.2002.31779
- [17] A. McCadden, M. Akelman, S. A. Traven, S. K. Woolf, J. W. Xerogeanes & H. S. Slone. (2021). Quadriceps tendon autograft is an effective alternative graft for posterior cruciate ligament reconstruction in isolated or multiligament injuries: A systematic review. *Journal of ISAKOS*, 6(4), 220-225.
DOI : 10.1136/jisakos-2020-000487
- [18] P. W. Winkler et al. (2021). Evolving evidence in the treatment of primary and recurrent posterior cruciate ligament injuries, part 2: Surgical techniques, outcomes and rehabilitation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 29(3), 682-693.
DOI : 10.1007/s00167-020-06337-2
- [19] M. Senese, E. Greenberg, J. T. Lawrence & T. Ganley. (2018). Rehabilitation following isolated posterior cruciate ligament reconstruction: a literature review of published protocols. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(4), 737-751.
DOI : 10.26603/ijsp20180737
- [20] R. K, Simhal, M. Bovich, E. A. Bahrn & J. C. Dreese. (2021). Postoperative rehabilitation of posterior cruciate ligament surgery: A systematic review. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 29(2), 81-87.
DOI : 10.1097/JSA.0000000000000307
- [21] A. D. Lynch et al. (2017). Current concepts and controversies in rehabilitation after surgery for multiple ligament knee injury. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 10(3), 328-345.
DOI : 10.1007/s12178-017-9425-4
- [22] Y. S. Jee. (2002). The changes of pain degree , range of motion, and musculo-articulation functions in athletes with isolated posterior cruciate ligament injury. *The Korean Journal of Physical Education*, 41(1), 501-515.
- [23] C. J. Edson, G. C. Fanelli & J. D. Beck. (2010). Postoperative rehabilitation of the posterior cruciate ligament. *Sports Medicine Arthroscopy Review*, 18(4), 275-279.
DOI : 10.1097/JSA.0b013e3181f2f23d
- [24] J. Lysholm & Y. Tegner. (2007). Knee injury rating scales. *Acta Orthopaedica*. 78(4), 445-53.
DOI : 10.1080/17453670710014068
- [25] J. J. Irrgang, A. F. Anderson & H. U. Staubli. (2000, September). The new IKDC. *Proceedings of the Ninth Conference of the European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy*. (pp. 16-20). London.
- [26] J. D. Yoo. (2008). Rehabilitation after posterior cruciate ligament, posterolateral rotatory instability, multiple ligament reconstruction. *Korean Arthroscopy Society*, 12(2), 91-92.
- [27] C. M. LaPrade, D. M. Civitarese, M. T. Rasmussen & R. F. LaPrade. (2015). Emerging updates on the posterior cruciate ligament: A review of the current literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(12), 815-821.
DOI : 10.1177/0363546515572770
- [28] T. M. Jung, A. Lubowicki, A. Wienand, M. Wagner & A. Weiler. (2011). Knee stability after posteriorcruciate ligament reconstruction in female versus male patients: A prospectivematched-group analysis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 27(3), 399-403.
DOI : 10.1016/j.arthro.2010.08.019

- [29] G. C. Fanelli. (2008). Posterior cruciate ligament rehabilitation: How slow should we go? *Arthroscopy*, 24(2), 234-235.
DOI : 10.1016/j.arthro.2007.09.009
- [30] S. J. Kim, S. K. Lee, S. H. Kim, S. H. Kim & M. Jung. (2013). Clinical outcomes for reconstruction of the posterolateral corner and posterior cruciate ligament in injuries with mild grade 2 or less posterior translation: Comparison with isolated posterolateral corner reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(7), 1613-1620.
DOI : 10.1177/0363546513485927
- [31] D. W. Lee et al. (2014). Clinical, functional, and morphological evaluations of posterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation: Minimum 2-year follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(8), 1822-1831.
DOI : 10.1177/0363546514536680
- [32] O. A. Lien, E. J. Aas, S. Johansen, T. C. Ludvigsen, W. Figved & L. Engebretsen. (2010). Clinical outcome after reconstruction for isolated posterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy : Official Journal of the ESSKA*, 18(11), 1568-1572.
DOI : 10.1007/s00167-010-1176-3
- [33] C. H. Jeon, J.D. Jo & G. C. Jeon. (2009). Gait analysis after posterior cruciate ligament reconstruction using fresh-frozen achilles allograft. *Korean Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 8(2), 76-82.
- [34] Z. Rachad et al. (2011). Activity level recovery after arthroscopic PCL reconstruction: A series of 21 patients with a mean follow-up of 29 months. *The Knee*, 18(6), 392-395.
DOI : 10.1016/j.knee.2010.11.005
- [35] M. J. Skyhar, R. F. Warren, G. J. Ortiz, E. Schwartz & J. C. Otis. (1993). The effects of sectioning of the posterior cruciate ligament and the posterolateral complex on the articular contact pressures within the knee. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 75(5), 694-699.
DOI : 10.2106/00004623-199305000-00008
- [36] S. W. Lee, B. H. Seo, Y. S. Lee, S. H. Kim, Y. W. Oh. & B. G. An. (2013). Posterior cruciate ligament reconstruction with tibialis anterior tendon allograft in the acute posterior cruciate ligament injuries. *Journal of Korean Musculoskeletal Tissue Transplantation Society*, 13(2), 74-81.
- [37] E. B. Goudie, E. M. Will & J. F. Keating. (2010). Functional outcome following PCL and complex knee ligament reconstruction. *The Knee*, 17(3), 230-234.
DOI : 10.1016/j.knee.2009.08.008
- [38] C. Zorzi, M. Alam, V. Iacono, V. Madonna, D. Rosa & N. Maffulli. (2013). Combined PCL and PLC reconstruction in chronic posterolateral instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(5), 1036-1042.
DOI : 10.1007/s00167-011-1771-y
- [39] B. O. Lim & I. A. Choi. (2009). Posterior cruciate ligament injury mechanism and biomechanics. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*, 11(1), 75-83.
- [40] C. C. Lu, H. I. Yao, T. Y. Fan, Y. C. Lin, H. T. Lin & P. P. H. Chou. (2021). Twelve weeks of a staged balance and strength training program improves muscle strength, proprioception, and clinical function in patients with isolated posterior cruciate ligament injuries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12849.
DOI : 10.3390/ijerph182312849
- [41] D. W. Lee, J. G. Kim, S. J. Yang & S. I. Cho. (2019). Return to sports and clinical outcomes after arthroscopic anatomic posterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 35(9), 2658-2668.
DOI : 10.1016/j.arthro.2019.03.061
- [42] M. J. Berry & Z. Dvir. (1995). Isokinetics: Muscle testing, interpretation, and clinical applications. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(12), 1709.
- [43] C. L. Ardern, K. E. Webster, N. F. Taylor & J. A. Feller. (2011). Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: Two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 538-543.
- [44] M. A. Risberg, I. Holm, G. Myklebust & L. Engebretsen. (2007). Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 87(6), 737-750.
- [45] D. K. Kim & W. H. Park. (2014). The correlation of the evaluation of quality of life depends on knee strength after 1-year an anterior cruciate

ligament reconstruction. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 32(2), 139-143.

- [46] E. Kalfs & D. D. Arnheim. (1973). *Modern principles of athletics training*. St. Louis County: Mosby.
- [47] S. Yang, J. Jung, S. Oh & J. Kim. (2007). Effects of functional performance test after anterior cruciate ligament reconstruction. *Kinesiology*, 9(2), 63-68.
- [48] S. N. de Jong, D.R. van Caspel, M. J. van Haeff & D. B. Saris. (2007). Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *Arthroscopy*, 23(1), 21-e1.

김 현 목(Hyun-Mok Kim)

[정회원]



- 2007년 8월 : 남서울대학교 운동건강관리학과(체육학사)
- 2016년 2월 : 단국대학교 운동의과학과(운동손상학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 사회체육학과 박사과정

· 관심분야 : 스포츠과학
· E-Mail : ivskb@korea.ac.kr

하 성 희(Sunghe Ha)

[정회원]



- 2008년 2월 : 남서울대학교 운동건강학과(체육학사)
- 2012년 8월 : 한국체육대학교 사회체육대학원(체육학석사)
- 2018년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(이학박사)

· 2009년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 체육교육학과 객원교수
· 관심분야 : 생체역학, 스포츠 상해 예방 및 재활
· E-Mail : sunghe.ha@yonsei.ac.kr

공 두 환(Doo-Hwan Kong)

[정회원]



- 2006년 2월 : 단국대학교 운동처방학과(체육학사)
- 2009년 8월 : 국민대학교 스포츠산업대학원(스포츠학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 스포츠의과학과 박사과정

· 2006년 3월 ~ 현재 : 서울백병원 스포츠메디컬센터 실장
· 관심분야 : 스포츠의학
· Email : 02hwan@hanmail.net

김 창 국(Chang-Kook Kim)

[정회원]



- 1981년 2월 : 중앙대학교 체육교육학과 (체육학사)
- 1985년 8월 : 고려대학교 체육학과 (체육학석사)
- 1991년 8월 : 고려대학교 체육학과 (이학박사)

· 1999년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 국제스포츠학부 교수
· 관심분야 : 운동역학, 스포츠의학
· E-Mail : kimck@korea.ac.kr