

Original Article

십자인대재건술 전과 후의 무릎신전근육에 대한 등속성 근력 비교

문달주, 김종우¹⁾, 황병준²⁾

대구과학대학교 물리치료과 교수, 나사렛병원 물리치료실¹⁾, 계림체형운동센터²⁾

Before and After Cruciate Ligament Reconstruction Comparison of Isokinetic Muscle Strength for Knee Extensor Muscles

Dal-joo Moon, Jong-woo Kim¹⁾, Byeong-jun Hwang²⁾

Dept. of Physical Therapy, Deagu Science University

Dept. of Physical Therapy, Nazareth Hospital Physical Therapy¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Gyerim Exercise Center²⁾

ABSTRACT

Background: The purpose of this study is to compare and analysis the changes in strength and endurance of the knee extensor muscles after Anterior cruciate ligament reconstruction.

Methods: Twelve male subjects with ligament injury were seated on Biodex and the hip joint was flexed at 110°, and torso, lower extremities, and legs were fixed using Velcro. The resistance device was placed at a point 3cm above the ankle, and measurements were taken before and a surgery at 60°/sec and 180°/sec when the knee was maximally extended. The postures ingeniously combine forward-bending poses countered with backward-bending ones.

Results: There was no significant difference in the comparison of muscle strength of 60°/sec and 180°/sec before surgery. But there was a significant difference after surgery. There was significant difference in muscle endurance both before and after surgery. There was a significant difference in the pre- and post- operative comparison values of muscle strength and endurance in isokinetic movements at 60°/sec and 180°/sec during knee extension on the injured side.

Conclusion: For cruciate ligament tears, Orthopedic reconstruction is recommended. Correct alignment of the knee ligament after surgery can enhance the strength and endurance of the quadriceps femoris during knee extension rejuvenated.

Key Words:

Anterocruciated ligament, Peack torque, Total work

I. 서론

십자인대파열은 활발한 신체활동을 하거나 고위험 활동에 참여하는 사람들에게 흔히 발생하는 근골격계 손상이다(Erickson 등, 2019; Cimino 등, 2010). 십자인대 파열의 발생기전은 발이 지면 위에 닿은 상태에서 무릎을 구부리면서 비트는 동작이 무리하게 강요될 때 발생한다(Smith 등, 2014). 정형외과와 스포츠의학에서 다루는 십자인대의 외과적 재건술은 가장 일반적인 외과적 기술로 특정 임상검사를 포함한 병력, 신체검사 및 특수검사를 통해 진단하며, 개인적 특성에 따라 재활 기간은 6개월에서 1년 정도 지속된다고 하였다(Yao 등, 2021; Paschos와 Howell, 2017; Kim 등, 2016).

수술 후 방사선 및 자기공명영상과 컴퓨터 단층 영상은 무릎의 터널 위치나 뼈 구조 및 고정장치에 대한 유용한 정보를 제공하며 관련 영상 정보들로 후속 조치를 추가하기 위한 기본검사로 임상가들의 오진방지장치로서 진단이나 평가 시 중요한 의사결정을 돕는다(Kim 등, 2016; Smith 등, 2014). 한편 십자인대 재건술의 발전과 재활프로그램의 최적화에도 불구하고 무릎 수술 후 실패율이 상대적으로 여전히 높은 이유는 바람직하지 않은 치료과정 가능성 때문에 임상가들은 전방십자인대 파열로 발생하는 장기적 결과를 이해하는 것을 가장 중요시한다(Yao 등, 2021; Paschos와 Howell, 2017). 그러나 지난 수십 년 동안 정형외과와 재활 기술의 개선에도 불구하고 최대 25%의 환자는 십자인대 재건술 후 만족스러운 무릎의 기능회복을 하지 못하고 있고 세 가지 중요한 요소로 전방십자인대 재건술 지연에 따른 반달연골 손상률 증가와 초기 무릎관절 섬유증의 위험 그리고 수술 지연 동안의 근력손실이 발생한다(Paschos와 Howell, 2017; Kim 등, 2016).

전방십자인대 재건술을 받은 환자들은 외과적 재건술과 재활에도 불구하고, 통증 및 부종, 염증, 기능 저하, 위축, 지속적인 대퇴사두근의 억제, 보행 비대칭, 기능장애, 근력 상실, 보행 중 무릎의 과신전화와 최소화된 무릎 굴곡 그리고 무릎 신전 최대화의 특징인 "뻣뻣한 무릎 전략" 등이라 하였다(Criss 등, 2021; Luc-Harkey 등, 2018).

따라서 일반적으로 수술 후 대퇴사두근의 근력을 정상화하기 위한 두 가지 전략이 있는데 첫째는 부상과 수술 후 근력감소를 최소화하고 둘째는 수술 후 근력 회복의 최대화와 가속화이다(Buckthorpe 등, 2019).

전방십자인대 재건술 후 일상생활로 복귀 할 준비가

되었는지를 평가하기 위해서는 무릎 신전 근육의 근력이 기준이 된다(Barfod 등, 2019).

최대 무릎 신전 동안의 수술 후 초기에 무릎회전력은 일상생활활동의 움직임과 특정 과제 사이의 깊은 관계를 보여준다(Lisee 등, 2019). 무릎 신전 근육의 크기 및 무릎 손상 후의 무릎 신전 근육의 근력감소는 생체역학 저하와 기능감소, 골관절염의 위험성 증가, 운동복귀 시 재부상의 위험성 증가와 관련이 깊으므로 전방십자인대 재건술 후 재활의 우선순위 중 하나는 무릎 펌근육의 근력회복이라고 할 수 있다(Buckthorpe 등, 2019).

전방십자인대 재건술 후 지속적인 결손에도 불구하고 최대하 무릎 신전 시 회전력 및 초기회전력의 결과가 일상생활과 착지자세는 다리의 부하 및 움직임과 관련이 있는지 명확하지 않다(Lisee 등, 2019). 또한, 무릎 신전의 결손 또는 무릎 신전 상실은 십자인대 재건술 후 잠재적인 합병증으로 재활 중 또는 수술 후 무릎 펌의 변화는 잘 정의되어 있지 않다(Ektas 등, 2019).

이에 따라 본 연구의 목적은 전방십자인대 재건술 전·후에 따른 무릎 펌 근육의 근력과 근지구력의 변화를 비교분석을 함으로 이후 재활과정에서 수술 환자의 무릎 신전 근육에 대한 적절한 운동프로그램의 적용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 측정 기간은 2020년 4월부터 6월까지로 하였으며 대상자는 K 병원에서 무릎 십자인대 파열로 진단 받은 성인남성 12명으로 하였다. 대상자는 실험 동의를 얻은 후 재활에 참여하지 않았으며 자발적으로 실험에 참여하였다.

2. 실험도구 및 측정방법

본 연구의 측정 도구는 등속성 근력 및 지구력 측정 장비인 Biodex System III(Biodex Co, USA)이다. 측정 방법은 대상자를 편안한 상태에서 등속성 동적 근력 장비에 허리를 지지하고 앉아 엉덩관절 110°의 굴곡 상태를 유지하도록 하였다. 그리고 벨크로를 이용하여 몸통과 다리를 고정하였다. 저항장치는 발목 위 3cm 지점으로 정렬하였다. 측정은 수술 전·후로 하였으며, 실험측정 전 워밍업 운동은 고정자전거 10분 탑승하였다. 그리고

측정 시 무릎의 최대하 신전 시 60°/sec와 180°/sec에서 Peak torque(최고토크)와 Total work(전체일)을 각각 5번씩 측정하여 평균값을 구하였다. 또한, 근 피로 유발을 방지하기 위하여 측정 사이에는 충분한 휴식시간을 제공하였다.



Figure 1. Biodex System III(Biodex Co, USA)

3. 분석방법

본 연구에서 얻은 모든 자료는 통계 프로그램 SPSS 19.0(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성의 정규분포를 확인하기 위해 Shapiro-Wilk 검정을 이용하였으며 각각의 속도에 수술 전,후의 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 하였고, 수술 후 각속도 차이에 따른 비교를 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 이용하였으며, 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

Table 1.
Subject General Characteristics (N=12)

Variables	Mean±SD
Age(yrs)	36.58±13.18
Height(cm)	172.66±6.34
Weight(kg)	77.83±8.14

2. 손상 측 무릎 신전 동안 근력 비교

무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 최대토크에서 수술 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.001$)(Table 2). 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 최대토크에서 수술 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.001$)(Table 2).

수술 전 60°/sec와 180°/sec의 최대토크값 비교에서 유의한 차이가 없었다(Table 2). 수술 후 60°/sec와 180°/sec의 최대토크값 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

3. 손상 측 무릎 신전 동안 지구력 비교

무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 전체일에서 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.001$)(Table 2).

무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 전체일에서 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

수술 전 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2). 수술 후 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

4. 비손상 측 무릎 신전 동안 근력비교

무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 최대토크에서 전·후 비교에서 유의한 차이가 없었다(Table 2). 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 최대토크에서 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

수술 전 60°/sec와 180°/sec의 최대토크 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2). 수술 후 60°/sec와 180°/sec의 최대토크 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

5. 비 손상 측 무릎 신전 동안 지구력 비교

무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 전체일에서 전·후 비교값의 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2). 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 전체일에서 전·후 비교에서 유의한 차이가 없었다(Table 2).

수술 전 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 없었다(Table 2). 수술 후 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 없었다(Table 2).

Table 2.
Changes in muscle strength according to angular velocity during knee extension

		Pre test	Post test	t	p	
Injured side	Peak torque	60°/sec	89.45±41.20 ^a	127.65±51.96	4.884	.000
		180°/sec	63.40±33.51	87.69±36.93	4.543	.000
		t	1.698	2.171		
	Total work	t	.104	.043		
		p				
Uninjured side	Peak torque	60°/sec	398.77±288.79	288.79±83.36	3.758	.000
		180°/sec	622.93±468.96	962.40±582.52	3.054	.010
		t	-1.410	-2.097		
	Total work	t	.173	.053		
		p				
Injured side	Peak torque	60 peak torque	135.75±57.26	154.54±53.64	2.003	.073
		180 peak torque	83.20±35.87	98.24±38.87	3.084	.012
		t	2.712	2.944		
	Total work	t	.013	.011		
		p				
Uninjured side	Peak torque	60 total work	562.70±292.12	708.87±247.46	3.058	.012
		180 total work	795.26±517.30	1010.87±562.21	1.572	.143
		t	1.356	1.703		
	Total work	t	.189	.103		
		p				

^aMean(ft-lbs)±SD

IV. 고찰

Niederer 등(2020)은 전방십자인대 재건술 후 환자의 대퇴사두근의 근력 및 피로, 근지구력을 연구하였는데 십자인대 재건술 후 무릎의 지속적인 대퇴사두근의 기능 장애와 비대칭은 전방십자인대 파열의 위험 요소가 될 수 있다고 보고하였다.

본 연구는 손상측 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 최대토크 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었고 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 최대토크 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다. 이것은 십자인대 재건술 후 대퇴사두근의 길이 장력 관계의 회복으로 인한 것으로 사료된다.

Suh 등(2021)은 100명의 전방십자인대 손상 환자를 대상으로 우세다리 및 비 우세다리 손상에 대한 전방십자인대 재건 후 근력 및 신경근 조절 비교에서 수술 후 6개월에서 비 우세다리 대상자의 대퇴사두근 근력이 수술받은 우세다리 대상자 근력보다 낮았다고 보고하였다. 본 연구는 손상 측 무릎 신전 시 등속성 운동 전 60°/sec와 180°/sec 최대토크 비교에서 유의한 차이가 없었지만, 등속성 운동 후 60°/sec와 180°/sec 최대토크 비교에서 유의한 차이가 있었다. 이는 무릎 신전 동안

역학적 불안정의 최소화에 따른 무릎 기능의 향상이라고 생각한다.

He 등(2021)은 25명의 전방십자인대 손상 성인남성을 대상으로 전방십자인대 재건 후 내측광근의 수동적 근경직 감소가 대퇴사두근 근력 및 무릎 기능 저하와 관련이 있다고 보고하였다. 본 연구의 손상측 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 전체일 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었고, 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 전체일 전·후 비교값의 유의한 차이가 있었다. 이것은 무릎 재건술 후 십자인대 재배열에 의한 대퇴사두근의 전체 일량 및 근지구력 증가라고 생각한다.

Iwame 등(2021)은 83명의 전방십자인대 손상 환자를 대상으로 대퇴사두근의 근력 대 체중 비율이 전방십자인대 재건 후 조깅을 시작하는 중요한 지표라고 보고하였다. 본 연구의 손상 측 무릎에서 등속성 운동 전 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 있었고 등속성 운동 후 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 있었다. 이것은 무릎 재건술 후 십자인대 재배열에 의한 대퇴사두근의 전체 일량의 증가와 근지구력의 증가라고 생각한다.

Bodkin 등(2021)은 전방십자인대 재건 후 개인의 무릎 신전 근육의 피로 저항을 연구하였는데 전방십자인대

재건술을 받은 사람은 건강한 사람보다 피로 저항이 있고, 반대측 사지에 비해 피로 저항이 더욱 크다고 보고하였다.

본 연구의 비 손상 측 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 최대토크 전·후 비교에서 유의한 차이가 없었지만, 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 최대토크 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다. 이는 백색근이나 빠른 연속 운동 단위가 해당 과정의 무산소 기전과 감소된 미토콘드리아 숫자는 근육의 단면적을 더욱 크게 하고 더 많은 근력을 생성한다고 생각한다.

Jiang 등(2019)은 20명의 전방십자인대 재건술 환자를 대상으로 6년 추적관찰 연구에서 전방십자인대 손상 후 첫해에 근력이 회복되었고 사지 대칭 지수가 90% 이상에 도달했다고 보고하였다. 본 연구의 비 손상 측 무릎에서 등속성 운동 전 60°/sec와 180°/sec 최대토크 비교에서 유의한 차이가 있었고 등속성 운동 후 60°/sec와 180°/sec 최대토크 비교에서 유의한 차이가 있었다. 이는 손상 측 무릎 재건술 후 비 손상 측 다리 역시 대퇴사두근의 길이 장력 관계에서 근력증가와 더불어 근지구력 증가가 동반해서 나타나서 전체적인 근수행력의 증가가 일어났을 것으로 사료된다.

Osterås 등(1998)은 90명의 여성 엘리트 팀 핸드볼 선수를 대상으로 전방십자인대 재건 후 등속성 근력을 연구하였는데, 26세 이상의 환자들은 어린 환자들보다 수술 한 하지의 근력이 현저히 낮았다고 보고하였다.

본 연구의 비 손상측 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 전체일 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었고, 무릎 신전 시 등속성 운동 180°/sec 전체일 전·후 비교에서 유의한 차이가 없었다. 이것은 비 손상측 무릎 신전 시 60°에서의 전체 일량 및 대퇴사두근의 근지구력증가라고 생각한다.

Lee 등(2021)은 98명의 전방십자인대 손상 환자를 대상으로 전방십자인대 파열에서 발생한 전방 외측 인대 손상과 관련한 청소년과 성인 사이의 차이를 연구하였는데 청소년은 성인보다 전방십자인대 재건 후 전방 외측 인대 손상의 재활 낮고 차축 회전의 재활이 더 높다고 하였다.

본 연구의 비 손상측 무릎에서 등속성 운동 전 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 없었고 등속성 운동 후 60°/sec와 180°/sec 전체일 비교에서 유의한 차이가 없었다. 이것은 비 손상 측의 무릎 신전 시 대퇴사두근의 전체 일량의 평준화라고 생각한다.

V. 결 론

본 연구는 손상 측 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec와 180°/sec에서 근력과 지구력의 수술 전·후 비교에서 유의한 차이가 있었다. 그리고 수술 전 60°/sec와 180°/sec 근력 비교에서 유의한 차이가 없었으나 수술 후에는 유의한 차이가 있었고 근지구력 비교에서는 수술 전과 후 둘 다에서 유의한 차이가 있었다. 비 손상 측 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec와 180°/sec 근력에서 수술 전 비교에서 유의한 차이가 없었지만, 수술 후 비교값에 유의한 차이가 있었다. 그리고 수술 전·후 60°/sec와 180°/sec 근력 비교에서 유의한 차이가 있었다. 무릎 신전 시 등속성 운동 60°/sec 근지구력에서 수술 전 비교에서 유의한 차이가 없었지만, 수술 후에는 유의한 차이가 있었다. 그리고 수술 전·후 60°/sec와 180°/sec 근지구력 비교에서 유의한 차이가 없었다.

십자인대파열은 정형외과 재건술이 추천되고 수술 후 무릎인대의 올바른 정렬이 무릎 신전 시 대퇴사두근의 근력 및 근지구력의 향상을 증진 시킬 수 있다. 향후 물리치료 분야의 연구 및 기술발전은 수술 전, 수술 후 십자인대파열에 대한 적절한 관리프로그램을 개발하고 향후 연구는 무릎관절의 치유개선 및 올바른 임상목표를 설정하는 것이 중요할 것으로 기대된다.

참고문헌

- Barfod KW, Feller JA, Hartwig T, et al. Knee extensor strength and hop test performance following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*. 2019;26(1):149-154. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.11.004>.
- Bodkin SG, Weltman AL, Hart JM. Knee extensor fatigue resistance in individuals following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech*. 2021;81:105-242. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105242>.
- Buckthorpe M, La Rosa G, Villa Della F. Restoring knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction: A clinical commentary. *Int J Sports Phys Ther*. 2019;14(1):159-172. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190159>.
- Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate

- ligament injury: Diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician.* 2010;82(8):917-22.
- Criss CR, Melton MS, Ulloa SA, et al. Rupture, reconstruction, and rehabilitation: A multi-disciplinary review of mechanisms for central nervous system adaptations following anterior cruciate ligament injury *Knee.* 2021;30:78-89. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.03.009>
- Ektas N, Scholes C, Kulaga S, et al. Recovery of knee extension and incidence of extension deficits following anterior cruciate ligament injury and treatment: A systematic review protocol. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):88. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1127-8>.
- Erickson LN, Lucas KCH, Davis KA, et al. Effect of blood flow restriction training on quadriceps muscle strength, morphology, physiology, and knee biomechanics before and after anterior cruciate ligament reconstruction: Protocol for a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2019;99(8):1010-1019. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz062>.
- He Xin, Huang WY, Leong HT, et al. Decreased passive muscle stiffness of vastus medialis is associated with poorer quadriceps strength and knee function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech.* 2021;82:105-289. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2021.105289>.
- Iwame T, Matsuura T, Okahisa T, et al. Quadriceps strength to body weight ratio is a significant indicator for initiating jogging after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2021;28:240-246. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.12.010>.
- Jiang XD, Zheng HL, Yang YP. Outcome of posterior wall blowout in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction via anteromedial portal approach: A retrospective research in 20 patients with 6 years follow-up. *Chin J Traumatol.* 2019;22(1):24-28. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2018.12.002>.
- Kim M, Choi YS, Kim HS, et al. Postoperative Evaluation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Measurements and Abnormalities on Radiographic and CT Imaging. *Korean J Radiol.* 2016;17(6):919-930. <https://doi.org/10.3348/kjr.2016.17.6.919>.
- Lee DW, Lee JK, Kwon SH, et al. Adolescents show a lower healing rate of anterolateral ligament injury and a higher rotational laxity than adults after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2021;30:113-124. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.03.020>.
- Lisee C, Birchmeier T, Yan A, et al. Associations between isometric quadriceps strength characteristics, knee flexion angles, and knee extension moments during single leg step down and landing tasks after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech.* 2019;70:231-236. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.10.012>.
- Luc-Harkey Brittney A, Franz Jason R, Blackburn J Troy, et al. Real-time biofeedback can increase and decrease vertical ground reaction force, knee flexion excursion, and knee extension moment during walking in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Biomech.* 2018;76:94-102. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.05.043>.
- Niederer D, Kalo K, Vogel J, et al. Quadriceps torque, peak variability and strength endurance in patients after anterior cruciate ligament reconstruction: Impact of local muscle fatigue. *J Mot Behav.* 2020;52(1):22-32. <https://doi.org/10.1080/00222895.2019.1570909>.
- Osterås H, Augestad LB, Tondel S. Isokinetic muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J Med Sci*

Sports. 1998;8:279-282. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1998.tb00483.x/>.

Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: Principles of treatment. EFORT Open Rev. 2017;1(11):398-408. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160032>.

Smith MA, Smith WT, Kosko P, et al. Anterior cruciate ligament tears: Reconstruction and rehabilitation. Orthop Nurs. 2014;33(1):14-24. <https://doi:10.1097/NOR.0000000000000019>.

Suh DK, Lee JH, Rhim HC, et al. Comparison of muscle strength and neuromuscular control up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction between patients with domi-

nant leg and non-dominant leg injuries. Knee. 2021;29:15-25. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.01.006>.

Yao S, Fu BS, Yung PS. Graft healing after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol. 2021;25:8-15. <https://doi.org/10/1016/j.asmart.2021.03.003>.

논문접수일(Date received) : 2021년 06월 29일

논문수정일(Date revised) : 2021년 07월 01일

논문게재확정일(Date accepted) : 2021년 08월 05일