The Journal of Korean Society of Physical Therapy
Dec. 2007, 19(6) : 31 ~ 36

전방십자인대 재건술 후 닫힌사슬운동이 슬관절 대퇴둘레, Lysholm 척도에 미치는 영향

김연주, 이윤미[1]
안동과학대학 물리치료과, [1]구미1대학 작업치료과

The Effects of Closed Kinetic Chain Exercises on Thigh Circumference and Lysholm Scale of the Knee Joints of Patients with ACL Reconstruction

Yeon-Ju Kim, MS, PT; Yoon-Mi Lee, MS, PT[1]
Department of Physical Therapy, Andong Science College; [1]Department of Occupational Therapy, Gumi College

Purpose: This study compared the thigh circumference and Lysholm scale of a stable and unstable exercise group of patients who had undergone an anterior cruciate ligament reconstruction (ACL reconstruction).

Methods: The subjects were patients more than 4 weeks after their ACL reconstruction and could stand on one leg. The patients were divided into a control group with 9 patients performing closed kinetic chain exercises on a stable floor and an experimental group with 10 patients performing closed kinetic chain exercises on an unstable floor. The degree of muscle atrophy was compared by measuring the circumference of the injured thigh before the exercise program, and 3 weeks and 6 weeks after the exercise program. The Lysholm scale was used to assess the function of the knee joint.

Results: There was no significant increase in thigh circumference according to the exercise periods in the two groups. However, there was a statistically significant increase before exercises and 6 weeks after the exercises ($p<0.05$). There were statistically significant differences in the Lysholm scores between the two groups ($p<0.05$).

Conclusion: There were no statistically significant increase in the two groups, but there was a significant difference between before the exercise programand 6 weeks after the exercise program ($p<0.05$).

Key Words: Closed kinetic exercise, Anterior cruciate ligament reconstruction, Lysholm scale

논문접수일: 2007년 8월 27일
수정접수일: 2007년 9월 22일
게재승인일: 2007년 10월 29일
교신저자: 이윤미, yoonmipt@kumi.ac.kr

Ⅰ. 서 론

인간은 삶의 질을 위하여 레저문화의 확산과 스포츠 인구의 증가로 인하여 무리한 신체활동을 통한 물리적인 충격과 교통사고, 운동부족으로 인한 관절의 손상이 늘어나고 있는 추세이다. 그 중에서 가장 관여도가 높은 관절은 슬관절 손상이다(현광석, 2000).

슬관절은 체중의 지지는 물론 활동 조정뿐만 아니라 강한 부하에 대해서도 이를 견디는 저항력이 매우 높은 관절구조를 가지고 있고, 외부에 노출되어 체중부하를 담당하며, 많은 운동범위를 가진 관절이다(배성수, 2000). 슬관절의 안정성은 뼈의 구조적 배열보다는 주로 연부조직의 제한에 의해 얻게 된다. 큼직한 대퇴과들은 거의 편평한 경골의 관절면과 관절하게 되는데, 넓은 인대와 관절낭, 큰 근육 등에 의해 관절의 위치를 유지하게 된다. 발이 지면과 견고하게 접촉하고 있을 때, 이러한 연부조직들은 근육들

과 외적인 원인에 의해 큰 힘들에 노출되게 된다. 인대와 연골의 손상은 슬관절에 부과된 큰 기능적 요구들의 결과로 흔히 생기게 된다(Neumann, 2004).

관절의 동적 안정성은 수동적 그리고 능동적 요소에 의한 조절과 감각-운동의 협력 작용으로 이루어지게 된다. 인대는 관절의 움직임을 제한하는 수동적 구조로서 관절 안정성에 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 관절의 위치 감각과 근육의 반사적 안정성을 조절하는 감각적 되먹임을 제공함으로써 일차적인 기능적 안정성을 제공한다(Gomez 등, 1996).

슬관절 손상은 전방 및 후방십자인대, 반월판 연골, 내·외측부인대, 슬개골 골절 등이 발생하며 그 중 높은 상해 빈도를 보이는 것이 전방십자인대의 손상이다. 전방십자인대는 슬관절에서 가장 중요한 구조물로서 경골의 전방 전위 검사 시 전 위력에 대한 저항의 약 86%을 차지하고 회전의 축을 이루고 있어서 슬관절의 안정성을 유지하는 기능을 담당한다(민기석, 2004).

전방십자인대 파열은 대퇴골과에 대하여 경골에 작용하는 내회전력에 의해 가장 흔하게 발생되며 파열될 경우 슬관절에 불안정성을 유발하고 이로 인해 이차적인 퇴행성관절염, 대퇴 근육의 위축, 근력 약화 등의 후유증을 유발한다(Arnold, 1979). 따라서 손상을 받으면 기능적 안정성을 회복시키기 위하여 자가이식(autograft) 혹은 타가이식(allograft)을 이용한 전방십자인대 재건술을 시행하고 있다(김은경, 2007). 하지만 전십자인대 재건술 후 환자들의 임상적 합병증으로 무릎의 고정 또는 제한된 가동범위, 관절과 인접 근육의 약화를 볼 수 있어(Bruce 등, 1996) 전방십자인대 파열의 치료 목표는 슬관절의 안정성을 확보하고 슬관절의 운동 범위 및 근력을 정상 수준으로 회복시켜 슬관절 기능이 원활히 수행될 수 있도록 하는 데 있다고 할 수 있다(Clancy, 1998).

슬관절의 인대손상은 관절의 가동범위에 따라 발현하는 대퇴부위의 근기능의 감소를 초래하는데, 특히 상해 후 치료시기의 지연은 대퇴사두근 및 슬굴근의 근력을 완연하게 떨어뜨리게 된다(장용우 등, 1997).

Katayama 등(2000)과 Carter 등(1997)은 전방십자인대 손상 시 고유수용성 감각, 기능 수행 능력 그리고 대퇴사두근의 근력이 손상 측 슬관절에서 유의하게 감소하였음을 보고하였으며, Wexler 등(1998)은 보행시 경골이 대퇴골에 대해 과도하게 전방으로 이동하는 것을 보상하기 위해 슬굴근의 활동이 증가하고 대퇴사두근의 활성은 억제된다고 보고하였다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 운동치료는 손상된 인대에 좌상을 최소화시키고 치료를 촉진할 수 있는 운동이 선택되어야 할 것이다. 이를 위한 운동으로 닫힌사슬운동과 열린사슬운동이 있는데, 닫힌사슬운동은 하나의 동작을 수행할 때 다양한 관절이 움직이는 반면, 열린사슬운동은 하나의 관절만이 움직이게 된다. 그리고 닫힌사슬운동은 관절 압박력과 근육의 협력수축을 통하여 경·대퇴관절에 전단력을 감소시킴으로 전방십자인대에 주어지는 스트레스를 최소화시킨다(Palmitier 등, 1991). 또한, 닫힌사슬운동은 대퇴사두근과 슬굴근의 협력수축을 일으키는데, 양하지의 스쿼트 운동시에는 대퇴사두근과 슬굴근의 동시 수축이 일어나고, 체간 전방 굴곡과 함께 슬굴근이 활동함에 따라 이러한 동시수축이 증가하는 것을 볼 수 있다(Ohkoshi 등, 1991). 닫힌사슬운동에서 슬굴근 활성화를 강조하는 근력 강화 프로그램은 손상을 막는 프로그램으로 유익하며, 많은 연구들은 슬굴근 근력강화와 고유수용성감각을 강조하는 슬관절의 동적 조절을 향상시키는 운동이 전방십자인대 손상을 예방한다고 하였다.

따라서 닫힌사슬운동 위주의 운동을 하는 것이 인대에 더욱 더 많은 안정성을 제공하기 때문에 운동초기에 이루어진다. 또한 많은 연구들은 전방십자인대 재건술 후 열린사슬운동보다 닫힌사슬운동이 더 안전하고 운동초기에 사용될 수 있다고 보고하였다(Henning 등, 1985).

권순복(2005)은 십자인대 재건술 후 닫힌사슬운동과 열린사슬운동 간의 효과를 비교하여 고유수용성 감각, 슬관절 굴곡근과 신전근의 근력 그리고 관절의 불안정성의 변화를 알아보았고, 김용권(2002)은 전십자인대 재건술 후 12주 동안 운동프로그램을 통해 운동군과 비운동군간의 인대안정성, 대퇴근력 및 슬관절 기능지수의 변화에 대해 연구하였다. 장용우 등(1998)은 전방십자인대 술후 등속성 운동이 대퇴위 근력 및 근비대에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 이렇듯 이전 연구들은 안정적인 바닥에서 닫힌사슬운동을 통한 슬관절 안정성에 대해 논의하거나 등속성 운동을 통한 대퇴근력의 변화에 대하여 논의하였다. 하지만 본 연구에서는 불안정한 바닥에서의 닫힌사슬운동이 안정적인 바닥에서의 닫힌사슬운동과 비교하여 슬관절 안정성에 미치는 영향이 어떠한지 규명하여 임상적 자료로 제공하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 대구광역시에 소재한 P 병원에서 슬관절 십자인대 손상으로 인대 재건술을 시행한 환자 중 본 연구의 내용을 이해하고 적극적으로 참여할 것을 동의한 사람으로서 2007년 1월부터 3월까지 시행하였다. 연구대상자는 18세-33세 남성으로 전방십자인대 재건술 후 4주-8주 내의 환자로 한발 서기가 가능한 자 19명을 대상으로 다음의 조

건을 만족하는 자를 대상으로 실시하였다.

1) 슬관절 십자인대 손상으로 재건술을 시행한 자
2) 반대측 하지에 병리학적 병력이 없는 자
3) 골절을 동반하지 않은 자

2. 연구 방법

대조군인 안정한 바닥에서 닫힌사슬운동군과 실험군인 불안정한 바닥에서 닫힌사슬운동군의 근 위축 정도를 비교하기 위하여 환측 대퇴둘레를 운동 전과 운동 3주, 6주 후 측정하였다. 슬관절 기능 지수는 Lysholm scale을 이용하여 운동 전과 운동 3주, 6주 후에 평가하였다.

1) 운동 프로그램

실험군과 대조군 모두 각각의 운동 프로그램을 적용하기 이전에 통증과 부종을 해결하기 위한 방법으로 냉치료 15분, 간섭파 치료 15분을 각각 적용한 후에 운동 프로그램을 실시하였다. 두 군에서 각각의 운동은 10회 3세트 실시하고 각 운동 사이에는 30초의 휴식 시간을 두었다. 6초간의 등척성 수축을 유지하도록 하고 운동의 강도는 대상자가 심한 통증을 느끼지 않을 정도로 조절하여 적용하였다.

대조군은 안정된 바닥에서 탄력 밴드를 이용하여 닫힌사슬운동인 대퇴사두근 저항 운동, 슬굴근 저항 운동, 쪼그려 앉기를 실시하였고, 실험군은 대조군과 같은 운동을 불안정한 바닥에서 실시하였다.

2) 운동방법

운동 프로그램 적용 전 이틀 동안 사전연습을 실시하여 적용가능성을 판단하고 운동프로그램 적응 훈련을 실시하였다.

사전 훈련 동안 대상자들은 손상 측 다리로 균형을 유지하고, 운동에 요구되는 관절범위로 각각의 운동을 수행할 수 있을 때까지 훈련하였다. 운동 적용 방법은 1주 3회씩 격일로 적용하였다.

3) 대퇴 둘레 측정

운동 전과 운동 후 3주, 6주 시기별 대퇴부 둘레에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 경골 내측 프라토의 가장자리(medial tibial plateau edge)에서 약 7.5cm 위 부위에서 대퇴 둘레를 측정하였다(정진우 등, 2000).

4) Lysholm scale 측정

슬관절 기능 지수 검사를 위해 운동 전, 운동 3주, 6주 후 검사지를 통해 실시하였다. Lysholm 척도는 슬관절 인대 수술 후 슬관절의 기능 평가하기 위해 고안된 것으로 정상적인 보행 유무(5점), 체중부하의 정도(5점), 계단 오르기(10점), 쪼그려 앉기(5점), 그리고 걷기, 달리기, 점프와 같은 활동 시 불안정성(30점), 부종(10점)의 정도, 통증(30점) 그리고 대퇴부 근위축(5점)의 정도를 평가한다. 총점을 100점으로 하여 100-91:우수, 90-82:양호, 81-62:보통, 61-0:불량으로 해석된다(Lysholm과 Gillquist, 1982).

3. 자료분석 및 통계처리

대조군인 안정된 바닥 운동군과 실험군인 불안정 바닥 운동군에서 운동기간에 따른 그룹 내의 대퇴둘레, 슬관절 기능 지수를 비교를 위하여 반복측정 분산분석(repeated ANOVA test)을 실시하였다. 모든 통계분석은 SPSS Window 12.0 프로그램을 이용하였으며 유의수준은 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 19명으로 모두 남성이었으며, 실험군인 불안정 바닥 운동군 10명, 대조군인 안정적 바닥 운동군 9명이었다. 실험군의 평균 연령은 24.71세, 평균 신장 176.57cm, 평균 체중은 73.28kg이었으며, 대조군의 평균연령은 24.66세, 평균 신장 176.16cm, 평균 체중은 69.66kg이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=19)

Variables	SEG (n=9)	UEG (n=10)
Age(yrs) M±SE	24.66 ± 6.43	24.71 ± 3.68
Height(cm) M±SE	176.16 ± 4.21	176.57 ± 6.80
Weight(kg) M±SE	69.66 ± 12.46	73.28 ± 10.53

Mean±standard Error
SEG : stable exercise group
UEG : unstable exercise group

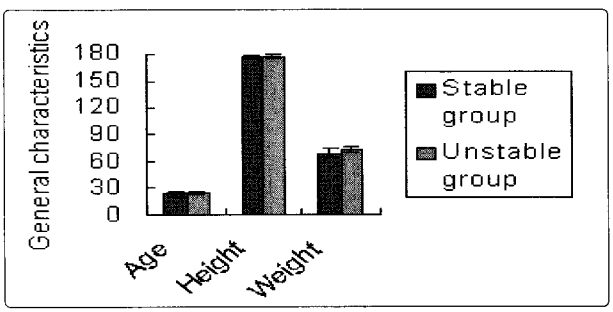

Figure 1. General characteristics

2. 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 대퇴둘레비교

운동기간에 따른 손상 측 대퇴부 둘레에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 경골 내측 프라토의 가장자리(medial tibial plateau edge)에서 약 7.5cm 위에서 대퇴의 둘레를 운동 전, 운동 3주, 6주 후 측정하였다. 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 대퇴둘레는 반복측정 분산분석 실시결과 운동기간에 따른 대퇴둘레는 통계학적으로 유의한 차이가 없었고($p>0.05$), 운동기간과 그룹에 따른 상호작용도 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 운동기간별 효과크기 검정결과 운동 전과 운동 6주 후 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(Table 2, 3, 4).

Table 2. The comparison of thight circumference between SEG and UEG (unit : cm)

	Pre-test	3Weeks-test	6Weeks-test
SEG (n=9)	43.50±3.84	43.70±3.93	43.78±4.01
UEG (n=10)	43.25±5.61	43.28±5.69	43.45±5.57

Mean±standard Error
SEG: stable exercise group
UEG: unstable exercise group

Table 3. Tests of within-subjects effects on thigh circumference

	Type Ⅲ SS	MS	F	p
Group	0.34	0.34	0.01	0.90
Period	0.37	0.18	1.69	0.20
Period*Group	0.04	0.02	0.21	0.81
Error(Period)	2.45	0.112		

*p<0.05

3. 슬관절 기능 지수에 대한 실험군과 대조군의 Lysholm 척도 비교

슬관절 기능 지수 평가를 위해 Lysholm 척도를 이용하여 대상자가 직접 기입하여 점수를 수집하였고, 운동기간에 따라 운동 전과 운동 3주, 6주 후 실시하였다. Lysholm 척도는 대조군에서 운동 전 46.83점, 운동 3주 후 62.33점, 6주 후 75.33점으로 증가하였고, 실험군은 운동 전 52.28, 운동 3주 후 61.57점, 6주 후 77.42점으로 운동기간 따른 Lysholm 척도의 점수에서 통계학적 유의성이 나타났다($p<0.05$)(Table 5). 운동기간과 그룹에 따른 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 운동기간별 효과크기 검정결과 운동 전과 운동 6주 후, 운동 3주 후와 운동 6주 후 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(Table 6, 7).

Table 4. Tests of within-subjects contrasts on thigh circumference

	Period	Type Ⅲ SS	MS	F	p
Period	Pre vs 6Weeks	0.75	0.75	4.89	0.044*
	3Weeks vs 6Weeks	0.21	0.21	1.01	0.330
Period*Group	Pre vs 6Weeks	0.02	0.02	0.112	0.703
	3Weeks vs 6Weeks	0.02	0.02	0.543	0.731
Error(Period)	Pre vs 6Weeks	1.60	0.14		
	3Weeks vs 6Weeks	2.22	0.20		

*p<0.05

Table 5. The comparison of Lysholm scale between SEG and UEG (unit : score)

	Pre-test	3Weeks-test	6Weeks-test
SEG (n=9)	46.83 ± 6.21	62.33 ± 5.90	75.33 ± 4.80
UEG (n=10)	52.28 ± 5.75	61.57 ± 5.46	77.42 ± 4.44

Mean±Standard Error
SEG: stable exercise group
UEG: unstable exercise group

Table 6. Tests of within-subjects effects on Lysholm score

	Type Ⅲ SS	MS	F	p
Group	16.52	16.52	0.09	0.76
Period	4657.28	2328.64	67.4	0.00**
Period*Group	62.51	31.23	0.90	0.41
Error(Period)	759.38	34.51		

**p<0.01

Table 7. Tests of within-subjects contrasts on Lysholm score

	Period	Type Ⅲ SS	MS	F	p
Period	Pre vs 6Weeks	9296.72	9296.72	84.91	0.000**
	3Weeks vs 6Weeks	2690.37	2690.37	54.31	0.000**
Period*Group	Pre vs 6Weeks	36.412	36.412	0.333	0.576
	3Weeks vs 6Weeks	26.374	26.374	0.532	0.481
Error(Period)	Pre vs 6Weeks	1204.35	109.48		
	3Weeks vs 6Weeks	544.85	49.53		

**p<0.01

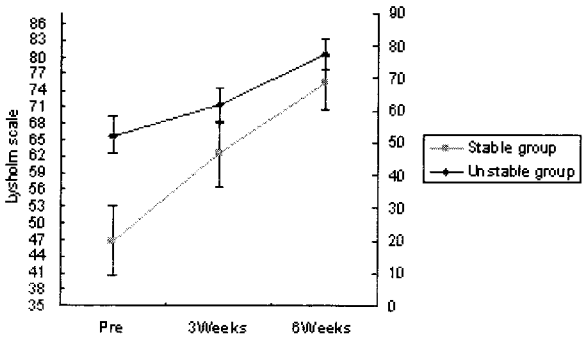

Figure 2. Lysholm scale

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 대구광역시에 소재한 P 병원에서 슬관절 전방십자인대 손상으로 전방십자인대 재건술을 시행한 남자 환자 19명을 대상으로 안정적 바닥과 불안정 바닥에서 실시한 닫힌사슬운동이 슬관절의 대퇴부 둘레, 슬관절 기능 지수에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.

전방십자인대 재건술 후 고정(immobilization)은 대퇴부 근육을 감소시키며, 그로 인해 대퇴부 둘레가 감소하게 되는데, 본 연구에서 운동기간에 따른 대퇴둘레 비교 시 안정적 바닥의 운동군은 운동 전, 운동 3주, 6주 후 각각 43.50, 43.70, 43.78cm, 그리고 불안정 바닥의 운동군은 각각 43.25, 43.28, 43.45cm로 통계학적으로 유의한 증가를 보이지 않았지만 운동기간별 효과크기 검정결과 운동 전과 운동 6주 후 유의한 증가를 보였다. 김인섭(2001)은 전방십자인대 재건술 후 6주 운동프로그램과 물리치료를 병행한 결과 운동 전, 후 대퇴둘레는 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다고 보고한 결과와 유사하며 또한 김용권(2003)이 전방십자인대 재건술 후 12주 훈련 프로그램으로 운동 전과 운동 후 대퇴둘레의 변화는 향상되었지만 통계적인 차이가 없었다고 보고한 결과와도 유사하다. 또한 이재학(2005)은 전방십자인대 재건술 후 12주 동안의 운동프로그램으로 훈련 전과 4주, 8주, 12주 시기별 대퇴부 둘레 차이가 있는지 알아본 결과 훈련 기간에 따라서는 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 그룹에 따라 매우 유의한 차이를 나타내었다고 하였다. 이것은 본 연구와 달리 남성과 여성을 비교하였고 또한 운동방법 차이에 의한 것으로 생각된다.

일반적으로 슬관절 환자의 운동 초기의 4-6주간의 근력 증강은 신경성적응(neural adaptation)에 의해 이루어진다고 보고되고 있으며 근력 증가는 근비대에 의한 것보다는 신경성 적응에 의한 것이라고 생각되어진다. 그 이유로서는 많은 학자들이 근비대는 적어도 8주 이상의 기간과 본 훈련에서 이용된 운동 프로그램의 운동 강도보다 훨씬 높은 강도를 요구하고 있기 때문이다(Sale, 1987). 또한 탄력밴드를 이용한 등척성 저항운동에 의하여 운동단위 동원이 증가되어 근력이 상승되는 것(Griffin과 Cafarelli, 2005)으로 생각된다.

슬관절 기능 지수는 일상생활을 하면서 느끼는 최소한의 불안정 정도를 절룩거림, 보조기 착용여부, 계단오르기, 쪼그려 앉기, 부종, 통증, 근위축 등으로 지수화한 것이다. 본 연구에서 안정적 바닥의 운동군 슬관절 기능 지수는 각각 운동 전 46.83점, 운동 3주 후 62.33점, 6주 후 75.33점으로 증가하였고, 불안정 바닥군은 운동 전 52.28점, 운동 3주 후 61.57점, 6주 후 77.42점으로 운동기간에 따른 Lysholm 척도의 점수에서 통계학적 유의성이 나타났다. 권순복(2005)은 닫힌사슬운동군과 열린사슬운동군에서 운동 전·후 Lysholm 점수 차이가 두 군 모두 증가가 나타났으며, 닫힌사슬운동군에서 더 많은 증가를 보였지만 통계적 유의성은 나타나지 않았다고 하였다. 이것은 두 그룹 모두 운동을 통한 슬관절부의 근력 상승 때문이라 생각되며, 본 연구에는 불안정한 바닥에서의 운동이 안정적인 바닥에서의 운동보다 전방십자인대의 고유수용성 감각 정보를 제공하여 외상에 대한 슬관절을 보호하고 근육 반사를 유도하여 안정성을 갖도록 근육의 동원률을 상승시킨 결과라 생각된다.

본 연구는 조사대상이 대구광역시의 ○○정형외과 병원에서 치료를 받고 있는 대상자만을 조사하여 시한적이고 지역적인 제한점이 있고 피험자의 생리적, 심리적 요인과 각 집단 간의 운동 이외의 시간에 대한 자율적 활동을 동일하게 통제하지 못한 제한점이 있다. 또한 6주간이라는 짧은 기간 동안 운동하여 얻은 결과로서 좀 더 긴 기간을 두고 연구한다면 좀 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 대구 시내 모 정형외과 전문병원에서 전방십자인대 재건술을 받은 성인 남성 19명을 대상으로 2007년 1월부터 3월까지 대조군인 안정적 바닥 닫힌사슬운동군과 실험군인 불안정 바닥 닫힌사슬운동군으로 무선배치하여 환측 대퇴둘레, 슬관절의 기능 지수를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

운동 전과 운동 3주, 6주 후 운동기간과 그룹 간의 실험군과 대조군의 대퇴둘레 비교 결과 유의한 차이가 없었지만, 운동 전과 운동 6주 후 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), Lysholm score의 운동기간에 따른 임상적 평가 비교 결과는 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 그룹 간 유의한 차이는 없었지만, 운동 전과 운동 6주 후, 운동 3주 후와 운동 6주 후 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

이상과 같은 결과로 미루어 볼 때 전방십자인대 재건술을 받은 후 근력약화가 생기는 대퇴사두근과 슬굴근을 불안정한 바닥과 안정한 바닥에서의 운동 시 운동군 간은 모두 대퇴둘레, 슬관절 기능 지수에 큰 영향을 미치지 못하였다. 하지만 운동기간에 따른 유의한 차이는 있었다.

참고문헌

권순복. 십자인대 재건술 후 닫힌사슬운동과 열린사슬운동의 효과. 대한물리치료학회지. 2005;17(3):297-310.

김은경. 전방십자인대 재건술 후 고유수용성감각 운동과 등속성 운동이 슬관절 기능에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2007;18(2):479-88.

김인섭. 전방십자인대 재건술 후 운동기능 회복에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 석사학위논문, 2001.

김용권. 전방십자인대 재건술 후 12주 동안의 운동프로그램이 인대 안정성, 대퇴근력 및 슬관절 기능 지수에 미치는 영향. 고려대학교 대학원, 박사학위논문, 2002.

민기석. 전방십자인대 손상환자에 있어서 가정재활운동의 효과. 서울대학교 대학원, 석사학위논문, 2004.

배성수. 임상 운동학. 서울, 대학서림, 2000.

이재학. 전십자인대 재건술 후 12주 동안의 재활운동프로그램이 20-30대 성인 남성과 여성의 신체조성, 대퇴둘레와 근기능의 상호관계. 단국대학교 대학원, 석사학위논문, 2005.

현광석. 재활운동프로그램이 전방십자인대 재건술 환자의 근 기능과 신체조성에 미치는 영향. 고려대학교 대학원, 박사학위논문, 2000.

장용우, 권양기, 김유섭. 전방십자인대 상해 환자의 근기능 개선을 위한 등속성 운동의 효과. 대한스포츠의학회지. 1997;15(2):235-45.

장용우, 최경수, 권양기. 전방십자인대 술 후 등속성 운동의 대퇴위 근력 및 근비대에 미치는 영향, 대한스포츠의학회지. 1998;16(1):6-17.

정진우. 척추와 사지의 검진. 서울, 대학서림, 2000.

Akima H, Furukawa T. Atrophy of thigh muscles after meniscal lesions and arthroscopic partial menisectomy. Knee Sugery, Sports Traumatology. 2005;13(8):632-7.

Arnold JA, Coker TP, Heaton IM et al. Natural history anterior cruciate ligament tears. Am J Sports Med. 1979;7:305-13.

Bruce DB, Robert JJ. Anterior cruciate ligament Injury Rehabilitation in Athletes: Biomechanical Considerations. Sports Med. 1996;22(1):55-64.

Carter ND, Jenkinson TR, Wilson D et al. Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. Br J Sports Med. 1997;31(3):209-12.

Clancy WG Jr, Ray JM, Zoltan DJ. Acute tears of the anterior cruciate ligament. Surgical versus conservative treatment. J Bone Joint Surg. 1988;70(10):1483-8.

Gomez BE, Martine-Moreno E, Munuera L. Segmental sensory innervation of the anterior cruciate ligament and the patellar tendon of the cat's knee. Acta Orthop Scand. 1996;67(6):545-52.

Griffin L, Cafarelli E. Resistance training: cortical, spinal, and motor unit adaptation. Canadian Journal of Applied Physiology. 2005;30(3):328-40.

Hall CM, Brody LT. Therapeutic exercise: Moving toward function. Washington, Lippincott Williams & Wilkins, 1998:449-66.

Henning CE, Lynch MA, Glick KR. An in-vivo strain gage study of elongation of the anterior cruciate ligament. Am J sports Med. 1985;13:22-6.

Katayama M, Higuchi H, Kimura M et al. Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. Int Orthop. 2004;28(5):278-81.

Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. Am J Sports Med. 1982;10(3):150-4.

Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal system. Seoul, Jung dam Publishing Company, 2004

Ohkoshi Y, Yasuda K, Kaneda K et al. Biomechanical analysis of rehabilitation in the standing position. The American Journal of Sports Medicine. 1991;19(6):605-11.

Palmitier RA, An KN, Scott SG et al. Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. Sports Medicine 1991;11(6):402-13.

Sale DG. Influence of exercise and training on motor unit activation. Exerc Sport Sci Rev. 1987;15:95-151.

Wexler GH, Hurwitz DE, Bush-Joseph CA. Functional gait adaptations in patients with anterior cruciate ligament deficiency over time. Clin Orthop. 1998;348:166-75.