

불안정한 바닥에서의 닫힌사슬운동이 전십자인대 재건술 환자의 슬관절 안정성에 미치는 영향

김연주 · 박래준¹

안동과학대학 물리치료과, ¹대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Effects of Closed kinetic chain Exercises of Unstable Floor on the Stability of the Knee Joints of Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Yeon-ju Kim, P.T., M.S., Rae-joon Park, P.T., Ph.D.¹

Department of Physical Therapy, Andong Science College

¹*Department of physical therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University.*

<Abstract>

Purpose : This study was to comparison of EMG of an stable exercise group and unstable exercise group on patients who have had anterior cruciate ligament reconstruction(ACL reconstruction).

Methods : The subjects of the study were patients who had no less than 4 weeks after ACL reconstruction and could stand on one leg, and they divided into a control group with 9 patients doing closed kinetic chain exercises on the stable floor and an experimental group with 10 patients doing closed kinetic chain exercises on the unstable floor and in order to compare degrees of the muscle activity of the thigh extensor and flexor was tested each before the exercise, in 3 weeks and 6 weeks after doing exercises by using surface electromyography (Surface EMG). The patients made 3 sets of exercises (10 times per set), each of which consisted of exercises using elastic bands and the squat.

Results : There was statistic significance about the vastus medialis muscle.

Conclusion : It is thought that the closed-chain exercise could be an exercise program through which patients could enhance the muscle activity of the vastus medialis muscle optionally among the quadriceps muscle and the hamstring muscles which should weaken after ACL reconstruction.

Key Words : Anterior cruciate ligament reconstruction(ACL reconstruction), Closed kinetic exercise, EMG

I. 서 론

1. 연구의 필요성

최근 생활수준이 향상되고 여가시간이 늘어나면서 운동과 건강에 대한 관심이 증대되고 있어서 스포츠 활동에 참여하는 인구가 증가됨에 따라 스포츠 손상도 늘어가고 있다. 그 중 슬관절 손상이 가장 빈번하게 발생하고 있다(현광석, 2001).

슬관절은 체중의 지지는 물론 활동 조정뿐만 아니라 강한 부하에 대해서도 이를 견디는 저항력이 매우 높은 관절 구조를 가지고 있고, 외부에 노출되어 체중부하를 담당하며, 많은 운동범위를 가진 관절이다(배성수 등, 2000).

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%를 차지하고 회전축의 축을 이루고 있어서 슬관절의 안정성을 유지하는 기능을 담당한다(민기석, 2004). 특히 십자인대는 두껍고 강하며, 경골과 대퇴골 사이의 전·후 전단력에 저항하고 슬관절의 순간적인 회전 중심을 조절함으로써 관절의 안정성과 움직임에 중요한 역할을 한다(Hall과 Brody, 1998).

전방십자인대 파열의 경우 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(Clancy, 1998). 또한 완전 파열이 있을 경우 전방 및 전측방의 아탈구 현상이 나타나기도 한다(Galway 등, 1972).

전방십자인대 손상 시에는 스포츠 활동의 복귀와 슬관절 안정성을 고려하여 수술적 치료를 하게 되는데, 수술 후 치료 과정에서 오랜 부동으로 인한 대퇴사두근의 위축, 관절 섬유화, 이식 실패, 슬개건 수축(patellar infera) 등과 같은 합병증들이 보고되고 있다(Steadman과 Bollom, 2005). 따라서 전방십자인대 파열의 치료 목표는 슬관절의 안정성을 확보하

고 슬관절의 운동 범위 및 근력을 정상 수준으로 회복시켜 슬관절 기능이 원활히 수행될 수 있도록 하는데 있다(Clancy, 1998).

슬관절의 전십자인대 손상은 진행성의 슬관절 불안정성 및 무력감을 초래하게 된다.

1982년 Kennedy 등은 슬관절의 인대 손상은 슬관절 고유수용감각력의 되먹임 역제의 상실을 초래한다는 가설을 주장하였는데, 이는 최근의 인체의 전십자인대에 기계적 수용기가 존재한다는 여러 문헌 보고에 의해 뒷받침되고 있다.

이러한 기계적 수용체는 관절의 위치를 감지하고, 슬관절에 외력이 가해질때 인접 근육을 수축시키는 반사 반응으로 슬관절을 보호하고 안정화시키는 역할을 한다.

관절의 고유수용성 감각은 일반적으로 신체부위에 대한 상대적 위치와 움직임을 결정하는 관절의 위치감각과 운동감각과 관련이 있다. 고유수용성 감각에 기여하는 말초의 기계적 수용기들은 관절, 근육, 결합조직과 인대조직에서 풍부하게 분포되어지고 신경근 조절, 근육조절 그리고 관절의 안정성을 확보하고 유지하는데 중요한 되먹임의 요소로서 관절의 안정화에 중요한 역할을 한다(Vlight 등, 1996)

본 연구에서는 안정적인 바닥에서 닫힌사슬운동과 쪼그려 앉기를 실시하고 불안정한 바닥으로 균형판과 Area step을 이용하였다. 이러한 운동은 더 많은 기계적 수용기를 자극하고 근육의 동원을 증가시켜 대퇴사두근과 슬골근의 근력을 효과적으로 증가시키고 동적 관절 안정성을 조절하기 위한 중심성 정보와 중추적 기전을 자극함으로써 무의식적인 운동반응이 일어나도록 한다(권순복과 이현옥, 2005)고 하였다.

닫힌사슬운동은 관절의 원위분절이 고정되고 한 관절에서 운동이 일어나는 경우로 다른 모든 관절에서도 운동이 일어나게 된다. 닫힌사슬운동은 하지 손상의 운동치료방법으로, 특히 전방십자인대의 수술 후 복원을 위해서 적용할 수 있는 좋은 운동방법으로 알려져 있다. 닫힌사슬운동은 관절 압박력과 근육의 협력수축을 통하여 경·대퇴관절에 전단력을 감소시킴으로 전방십자인대에 주어지는 스트레스를 최소화시킨다(Palmitier 등, 1991). 또한, 닫힌

사슬운동은 대퇴사두근과 슬괵근의 협력수축을 일으키는데, 양 하지의 스쿼트 운동시에는 대퇴사두근과 슬괵근의 동시 수축이 일어나고, 체간 전방 굴곡과 함께 슬괵근이 활동함에 따라 이러한 동시수축이 증가하는 것을 볼 수 있다(Ohkoshi 등, 1991). 단한사슬운동에서 슬괵근 활성화를 강조하는 근력 강화 프로그램은 손상을 막는 프로그램으로 유익하며, 많은 연구들은 슬괵근 근력강화와 고유수용성각을 강조하는 슬관절의 동적 조절을 향상시키는 운동이 전방십자인대 손상을 예방한다고 하였다.

근전도는 근 수축에 따른 신경근육 활동을 전기적 신호로 나타낸 것으로 근섬유막 양단에서 이온의 흐름에 따라 발생하는 전류를 나타내는데, 이 신호는 조직을 통해 전파되어 전극면에 도달한다. 전극에서 감지 가능한 인접영역에 있는 한 운동 단위의 근섬유가 활동함으로써 전달되는 전기적 신호를 운동단위 활동전위(MUAP; motor unit action potential)라 하며 이것이 근전도 신호의 기본단위가 된다(고한우 등, 1997).

근전도는 근수축의개시와 근육조절 작용과 관련된 생체전기활동의 정보를 담고 있다. 따라서 근전도의 분석을 통해 근육의 움직임과 시간적 측면과의 관계, 힘의 생성과 근전도간의 관계, 근피로와 근전도간의 관계 등 다양한 작업자세와 활동량 등과 관련된 근골격계의 스트레스를 비교하고자할 때 사용되어질 수 있다(U.S. department of health and human services, 1992).

선행 연구자들은 단한사슬운동을 통한 근활성에 대한 연구를 시행하였는데 Hopkins 등(1999)은 4가지 단한사슬운동시, 외측광근, 내측광근, 대퇴이두근의 근활동성에 대해 연구하였다. Schulthies 등(1998)은 전방 십자인대 재건술을 받은 후 5~24주 동안 탄력저항을 이용한 4개의 단한 사슬운동들을 시행하여 내측광근, 외측광근, 반막양근, 반건양근 그리고 대퇴이두근의 근활성 대해 연구하였다. Ann-katrin 등(2003)은 열린 사슬운동과 단한 사슬운동 시 슬관절 신전근 운동 시행시 근육에 동원되는 단순반응 시간(simple reaction-time)을 비교하였다.

본 연구에서는 불안정한 바닥에서의 단한사슬운동이 슬관절근들의 근활성도 비교를 통해 안정성에

미치는 영향을 규명하며 임상적 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 목적

슬관절 십자인대 손상은 관절의 움직임을 조절하기 위한 고유수용성 감각의 결여와 정상적인 근 활동 패턴에 변화를 초래하여 현저한 불안정성을 일으킬 수 있고 이러한 불안정성은 재손상이나 관절 연골과 다른 연부조직에 부하를 증가시켜 퇴행성 변화를 유발할 수 있다. 그러므로 슬관절 십자인대 손상 후 관절의 불안정성을 회복하기 위한 적절한 치료적 중재가 필요하다. 따라서 안정한 바닥과 불안정한 바닥에서 탄력저항을 이용한 단한 사슬운동과 스쿼트 운동 시행시 내측광근, 외측광근, 내측 슬괵근 그리고 외측 슬괵근의 근활성도 비교를 통해 전방십자인대 손상으로 감소된 근활성도에 대한 차이를 알아보고 안정한 바닥과 불안정한 바닥에서의 단한 사슬운동이 슬관절 안정성에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 대구광역시에 소재한 P병원에서 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 조건을 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 단힌사슬운동군과 실험군인 불안정한 바닥에서 단힌사슬운동군 대퇴 신전근과 굴곡근의 근활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도를 이용하여 운동 전과 운동 3주, 6주 후 평가하였다.

1) 운동 프로그램

실험군과 대조군 모두 각각의 운동 프로그램을 적용하기 이전에 통증과 부종을 해결하기 위한 방법으로 냉치료 15분, 간섭과 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 단힌사슬운동인 대퇴사두근 저항 운동, 슬괵근 저항 운동, 쫂그려 앉기를 실시하였고, 실험군은 대조군과 같은 운동을 불안정한 바닥에서 실시하였다.

2) 운동방법

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

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

3) 근전도 신호 수집 및 분석 시스템

본 연구의 근활성도 측정을 위해 사용된 표면 근전도는 MP 30 system(Biopac Systems, Inc., USA)을 사용하였다. 수집된 표면 근전도 아날로그 신호는 MP30 WSW로 보내져 디지털 신호로 전환한 다음, 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.7.3(BIOPAC system Inc. Santa Babara, USA) 소프트웨어를 이용하여 필터링과 기타 신호처리를 하였다. 전극은 일회용 자가 접착성 은-염화은 표면 전극(F 50C)을 사용하였다.

(1) 표면 근전도 측정 준비

연구 대상자는 신발을 벗고 편안한 반바지를 착용 한 후 손상 측 다리의 전극 부착 부위를 면도한 후 사포로 가볍게 문지른 다음 알코올로 닦았다.

표면 근전도의 전극은 손상 측 다리의 내측광근(VMO), 외측광근(VL), 내측 슬괵근(MH)과 외측 슬괵근(LH)에 부착하였다. 내측광근(VMO)전극은 슬개골 상내측 수축된 근육의 근복 위에 부착하였고, 외측광근(VL) 전극 위치는 전상장골극(ASIS)과 슬개골 상극 사이 1/2지점의 대퇴 외측에 부착하였다. 좌골결절과 외측 관절선 사이에서 1/3되는 상외측에 외측 슬괵근(LH)전극을 부착하였으며, 내측 슬괵근(MH)전극은 좌골결절과 내측관절선 사이 1/3 상내측에 부착하였다. 기록전극과 기준전극은 근섬유에 평행하게 부착하였다(Schulthies 등, 1998).

4개 근육의 활동전위의 표준화를 위해서 각 근육의 도수근력검사 자세에서 최대 등척성수축시 근활성도를 측정하였고, 최대 등척성수축시 완전수축을 위한 1초의 예비 시간을 포함해 3초 동안 수축자세를 유지한 후, 3초 동안의 신호 중 처음과 마지막 1초를 제외한 중간 1초 동안의 근전도 신호만을 자료화하였다(Hung과 Gross, 1999). 각각의 운동 사이에 근육 피로의 가능성을 최소화하기 위하여 5분간의 휴식시간을 주었다(Laprade 등, 1998).

근활성도 측정을 위해 사용되는 전극은 직경 2cm 크기의 원형 모양의 Ag-Ag/Ci를 사용하여 기록전극은 각각 내측광근, 외측광근, 외측 슬괵근, 내측 슬괵근의 운동점에 부착하고 기준전극은 기록전극과 2cm 거리를 두고 근섬유 주행과 평행하게 부착하였으며 접지전극은 동측 슬개골 중앙 부위에 부착하였다. 6주 동안 전극위치를 일정하게 유지하기 위하여 잘 지워지지 않는 피부용 잉크(dermographic ink)로 부착부위를 표시하였다. 전극과 근전도계를 연결하는 전선은 잘 정리하여 움직임 때 잡음(motion artifact)이 생기지 않도록 하였다.

근전도계와 연결된 컴퓨터상에서 각각의 전선과 연결된 근육에 해당하는 채널을 지정하여 근전도 신호를 관찰하였고, 근전도 잡음(noise)이 발생되고 있는지의 여부를 조사하고 근전도 잡음이 발생하는 경우 원인을 제거하였다. 모든 관절 가동 범위와 전

불안정한 바닥에서의 단련사슬운동이 전십자인대 재건술 환자의 슬관절 안정성에 미치는 영향

극부착은 측정자 간의 오차를 최소화하기 위하여 동일한 실험자가 실시하였으며 측정시 실내온도는 22±1℃를 유지하였다.

(2) 표면 근전도 신호처리 방법

근전도 기기와 컴퓨터를 연결하고 컴퓨터상에서 근전도 프로그램을 작동시켜 다음과 같이 검사매개 변수를 설정하였다.

- ① 채널을 지정하여 각 채널에서 근전도 신호를 받을 수 있도록 하였다.
- ② 근전도 신호의 표본 추출율은 1,000Hz(1,000 samples/second)로 하였다.
- ③ 증폭된 파형을 30~500Hz의 대역통과필터(band pass filter)로 필터링하였다.
- ④ 잡음을 제거하기 위해 60Hz의 노치 필터(notch filter)를 이용하였다.
- ⑤ 각 근육이 수축한 시간동안 수집된 신호를 정량화하기 위해 실효치를 측정하였다.

3. 자료분석 및 통계처리

대조군인 안정된 바닥 운동군과 실험군인 불안정 바닥 운동군에서 운동기간에 따른 그룹 내의 대퇴둘레, 슬관절 기능 지수, 근활성도 비교를 위하여 반복측정 분산분석(repeated ANOVA test)을 실시하였다.

모든 통계분석은 SPSS Window 12.0 프로그램을 이용하여 처리하였으며 유의수준은 α 는 .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(표

1, 그림1).

연구 대상자의 전방 십자인대 손상 원인으로서는 스포츠 손상이 대부분으로 축구 손상이 7명, 배구 3명, 스키 2명, 씨름 1명, 교통사고 4명, 산업재해 2명으로 나타났다. 손상측은 오른쪽이 12명, 왼쪽이 7명으로 나타났다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Mean±SE (n=19)	
	SEG (n=9)	UEG (n=10)
Age (yrs)	24.66 ± 6.43	24.71 ± 3.68
Height (cm)	176.16 ± 4.21	176.57 ± 6.80
Weight (kg)	69.66 ± 12.46	73.28 ± 10.53

SEG : stable exercise group
UEG : unstable exercise group

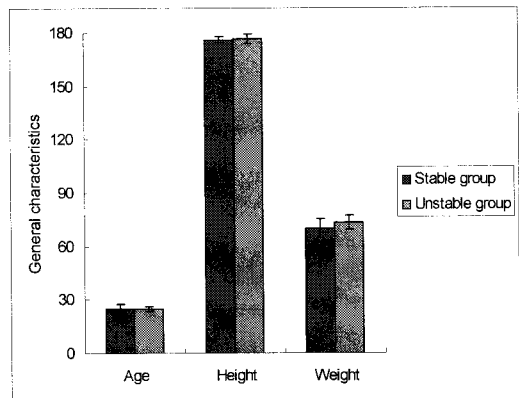


Fig 1. General characteristics

2. 근활성도 비교

1) 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 내측광근 근활성도 비교

운동기간에 따른 실험군과 대조군의 내측광근 근활성 비교 결과, 실험군은 운동 전 22.76%, 운동 3주 후 31.15% 6주 후 62.20%였으며, 대조군은 운동 전 12.37%, 운동 3주 후 18.75%, 6주 후 38.05%로 통계학적으로 유의한 증가를 보였다($p < .01$)(표 2). 운동기간과 그룹에 따른 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 치료 기간별 효과 크기를 검정해 본 결과 운동전과 운동 6주 후, 운동 3

주 후와 운동 6주 후 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 또한 그룹 간에도 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(표 3, 4),(그림 2)

Table 2. The comparison of vastus medialis muscle activity between SEG and UEG (unit %)

	Pre-test	3Weeks-test	6Weeks-test
SEG (n=9)	12.37±3.87	18.75±3.80	38.05±4.86
UEG (n=10)	22.76±3.58	31.15±3.52	62.20±4.50

Mean±Standard Error(%MVIC)

SEG : stable exercise group

UEG : unstable exercise group

Table 3. Tests of within-subjects effects on vastus medialis muscle activity

	Type III SS	MS	F	p
Group	2374.05	2374.05	11.598	.006**
Period	7532.12	3766.06	65.93	.000**
Period*Group	356.82	178.41	3.12	.06
Error(Period)	1256.60	57.11		

** $p < .01$

Table 4. Tests of within-subjects contrasts on vastus medialis muscle activity

	Period	Type III SS	MS	F	p
Period	Pre vs 6Weeks	6851.04	6851.04	75.96	.000**
	3Weeks vs 6Weeks	681.07	681.07	28.32	.000**
Period*Group	Pre vs 6Weeks	305.87	305.87	3.4	.093
	3Weeks vs 6Weeks	50.95	50.95	2.11	.173
Error (Period)	Pre vs 6Weeks	992.11	90.19		
	3Weeks vs 6Weeks	264.48	24.04		

** $p < .01$

Table 5. The comparison of vastus lateralis muscle activity between SEG and UEG (unit)

	Pre-test	3Weeks-test	6Weeks-test
SEG (n=9)	23.21±11.65	31.93±10.76	51.23±13.91
USG (n=10)	29.16±6.91	39.50±8.77	68.25±9.65

Mean±Standard Error(%MVIC)

SEG : stable exercise group

UEG : unstable exercise group

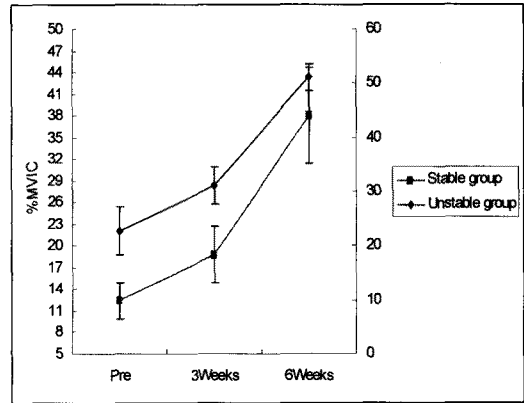


Fig 2. Vastus medialis muscle activity

2) 운동기간에 따른 대조군과 실험군의 외측광근 근활성도 비교

운동기간에 따른 대조군과 실험군의 외측광근 근활성도 비교 결과, 대조군은 23.21%, 운동 3주 후 31.93%, 운동 6주 후 51.23%이었고, 실험군은 운동 전 29.16%, 운동 3주 후 39.50%, 운동 6주 후 68.26%로 운동기간에 따른 외측광근의 근활성도는 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$)(표 5). 운

Table 6. Tests of within-subjects effect on vastus lateralis muscle activity

	Type III SS	MS	F	p
Group	334.81	334.81	244.93	.075
Period	7727.15	3863.57	126.7	.000**
Period*Group	231.54	115.77	3.79	.038*
Error (Period)	670.82	30.49		

** $p < .01$, * $p < .05$

Table 7. Tests of within-subjects contrasts on vastus lateralis muscle activity

	Period	Type III SS	MS	F	p
Period	Pre vs 6Weeks	14549.63	14549.63	180.74	.000**
	3Weeks vs 6Weeks	7457.88	7457.88	136.84	.000**
Period*Group	Pre vs 6Weeks	396.90	396.90	4.931	.048*
	3Weeks vs 6Weeks	289.24	289.24	5.307	.042*
Error (Period)	Pre vs 6Weeks	885.46	80.49		
	3Weeks vs 6Weeks	599.47	54.49		

**p<.01, *p<.05

동기간과 그룹에 따른 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 치료기간별 효과크기를 검정해 본 결과 운동전과 운동 6주 후, 운동 3주 후와 운동 6주 후 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)(표 6, 7),(그림 3).

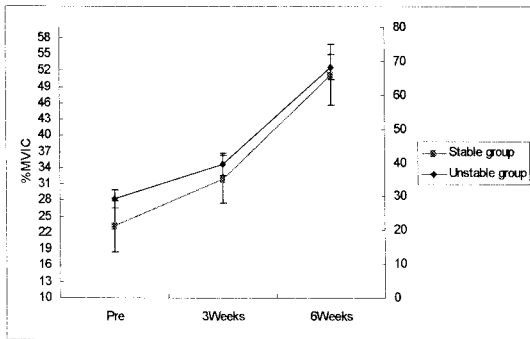


Fig 3. Vastus lateralis muscle activity

3) 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 외측 슬괵근 근활성도 비교

실험군과 대조군의 운동기간에 따른 외측 슬괵근의 근활성도 비교 결과 대조군의 실험 전 외측 슬괵근의 근활성도는 운동 전 31.93%, 운동 3주 후 42.62%, 6주 후 55.09%였고 실험군은 운동 전 41.09%, 운동 3주 후 54.09%, 6주 후 58.02%로 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 8). 운동기간과 그룹에 따른 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 없었고(p>.05). 치료기간별 효과크기를 검정해 본 결과 운동전과 운동 6주 후 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)(표 9, 10),(그림4).

Table 8. The comparison of lateral hamstring muscle activity between SEG and UEG (unit %)

	Pre-test	3Weeks-test	6Weeks-test
SEG (n=9)	31.93±8.82	42.62±9.81	55.09±5.34
USG (n=10)	41.09±8.16	54.09±4.95	58.02±9.08

Mean±Standard Error(%MVIC)

SEG: stable exercise group

UEG: unstable exercise group

Table 9. Tests of within-subjects effects on lateral hamstring muscle activity

	Type III SS	MS	F	p
Group	597.46	597.46	.707	.418
Period	2307.65	1330.09	6.20	.007**
Period*Group	443.02	255.35	1.19	.323
Error (Period)	4089.84	214.30		

**p<.01

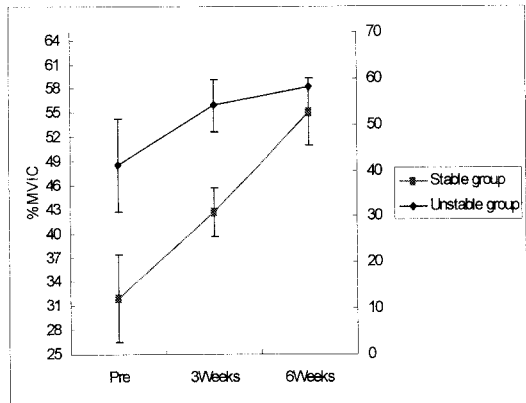


Fig 4. Lateral hamstring muscle activity

Table 10. Tests of within-subjects contrasts on lateral hamstring muscle a

	Period	Type III SS	MS	F	p
Period	Pre vs 6Weeks	2111.34	2111.34	10.26	.008**
	3Weeks vs 6Weeks	196.1	196.31	1.18	.300
Period*Floor	Pre vs 6Weeks	167.01	167.01	.81	.387
	3Weeks vs 6Weeks	276.01	276.01	1.66	.224
Error(Period)	Pre vs 6Weeks	2262.01	205.63		
	3Weeks vs 6Weeks	1827.83	166.16		

**p<.01

4) 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 내측 슬괵근의 근활성도 비교

실험군과 대조군의 운동기간에 따른 내측 슬괵근의 근활성도 비교 결과, 통계학적으로 유의한 증가가 나타났다(p<.05)(표 11). 운동기간과 그룹에 따른 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 없었고(p>.05). 치료기간별 효과크기를 검정해 본 결과 운동 전과 운동 6주 후 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)(표 12, 13),(그림 5).

Table 11. The comparison of medial hamstring muscle activity between SEG and UEG (unit %)

	Pre-test	3Weeks-test	6Weeks-test
SEG (n=9)	24.61±3.55	34.06±4.88	54.89±3.10
UEG (n=10)	18.67±3.29	35.55±4.52	57.50±2.87

Mean±standard error(%MVIC)
 SEG: stable exercise group
 UEG: unstable exercise group

Table 12. Tests of within-subjects effects on medial hamstring muscle activity

	Type III SS	MS	F	p
Group	6.07	6.07	.029	.869
Period	7843.99	1330.09	6.20	.000**
Period*Group	132.68	255.35	1.19	.153
Error(Period)	713.73	214.30		

**p<.01

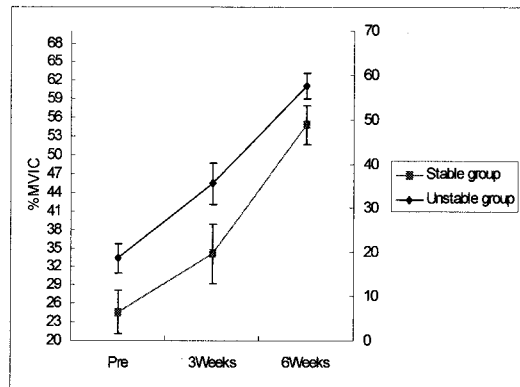


Fig 5. Medial hamstring muscle activity

Table 13. Tests of within-subjects contrasts on medial hamstring muscle activity

	Period	Type III SS	MS	F	p
Period	Pre vs 6Weeks	7716.10	7716.10	208.10	.000**
	3Weeks vs 6Weeks	127.09	127.09	4.57	.056
Period*Group	Pre vs 6Weeks	117.94	117.94	3.18	.102
	3Weeks vs 6Weeks	14.74	14.74	.530	.482
Error(Period)	Pre vs 6Weeks	407.89	37.08		
	3Weeks vs 6Weeks	305.83	27.80		

**p<.01

IV. 고 찰

본 연구에서는 슬관절 손상과 수술 후 근력강화 그리고 재교육에 필수적인 대퇴사두근과 슬관절에서 동적 안정성과 관련 있는 슬딕근 족, 내측광근, 외측광근, 내측 슬딕근, 외측 슬딕근의 근활성도를 표면근전도를 통해 측정하였다. 그 결과 운동기간에 따른 근활성도는 내측광근, 외측광근, 내측 슬딕근, 외측 슬딕근 모두 통계학적으로 유의한 증가를 보였고, 운동 전과 운동 6주 후 가장 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 이것은 Schulthies 등(1998)이 전방십자인대 재건술을 받은 후 5~24주 동안 탄력저항을 이용한 4개의 닫힌사슬운동을 시행하여 내측광근, 외측광근, 반막양근, 반건양근 그리고 대퇴이두근의 근활성도를 연구한 결과 대퇴이두근과 슬딕근의 높은 근활성도를 볼 수 있었던 것과 유사한 결과를 나타낸다. 실험군과 대조군 간 내측광근 근활성도 비교결과 안정적 바닥 운동군이 23.05%, 불안정 바닥 운동군이 38.70%로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 이것은 권순복과 이현옥(2005)이 닫힌사슬운동으로 정적인 지면에서 쪼그려 앉기 대신 균형판과 에어쿠션 위에서 쪼그려 앉기를 적용시, 이러한 운동은 더 많은 기계적 수용기를 자극하고 근육 동원율을 증가시켜 대퇴사두근과 슬딕근의 근력을 효과적으로 증진시킬 뿐만 아니라 동적 관절 안정성을 조절하기 위한 구심성 정보와 중추적 기전을 자극함으로써 무의식적인 운동반응이 일어나도록 한다고 한 것과 같다. 그 중 내측광근 근활성도만이 유의한 차이를 나타낸 것은 Hopkins 등(1999)이 슬관절을 약 5~30도 굴곡한 상태에서 4가지 닫힌사슬운동을 하는 동안 3개 근육(내측광근, 외측광근, 대퇴이두근)의 EMG 활성도 비교결과 탄력밴드를 이용한 운동에서 내측광근의 활동이 두드러지게 높게 발생하였다고 보고한 결과와 유사하다.

내측광근은 대퇴사두근중 외측광근과 내측광근의 경사갈래가 슬개골의 위치를 결정하면서 슬관절의 안정성을 유지하는데 중요한 역할을 한다(이충휘 등, 1997). 장내측광근은 대퇴골간에서 내측으로 대략 15~18도, 사내측광근은 50~55도에서 내측으로 당긴다(Levangie와 Norkin, 2001). 슬관절을 굴곡한

상태에서 불안정 바닥의 닫힌사슬운동이 내측광근 근활성도를 증가시킨 것으로 생각된다.

전십자인대 재건술 후 슬개대퇴통증은 공통적인 부작용으로 보고되었다. 슬개대퇴 통증은 또한 내측광근과 비교시 외측광근 활성도가 증가되었기 때문이라 생각할 수 있는데 본 연구에서 내측광근의 높은 근활성도는 슬개대퇴통증을 감소시킬 수 있는 임상적 의의가 있다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 대구 시내 모 정형외과 전문병원에서 전방십자인대 재건술을 받은 성인 남성 19명을 대상으로 2007년 1월부터 3월까지 대조군인 안정적 바닥 닫힌사슬 운동군과 실험군인 불안정 바닥 닫힌사슬 운동군으로 무선배치하여 슬관절의 근활성도를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 운동 전과 운동 3주, 6주 후 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 운동기간에 따른 내측광근 근활성도는 유의하게 증가하였고($p<.05$), 운동기간과 그룹에 따른 상호작용은 없었다. 운동 전과 운동 6주 후, 운동 3주 후와 운동 6주 후 모두 유의하게 증가하였다($p<.05$). 그룹 간에도 유의한 차이가 있었다($p<.05$).
2. 운동 전과 운동 3주, 6주 후 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 운동기간에 따른 외측광근 근활성도는 유의하게 증가하였고($p<.05$), 운동기간과 그룹에 따른 상호작용도 있었다($p<.05$). 그룹 간에는 유의한 차이가 없었지만($p<.05$), 운동 전과 운동 6주 후, 운동 3주 후와 운동 6주 후 모두 유의한 증가가 있었다($p<.05$).
3. 운동 전과 운동 3주, 6주 후 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 운동기간에 따른 외측 슬딕근 근활성도는 통계학적으로 유의한 증가가 있었고($p<.05$), 운동기간과 그룹에 따른 상호작용은 없었다. 그룹 간에는 유의한 차이가 없었지만($p<.05$), 운동 전과 운동 6주 후 유의하게 증가하였다($p<.05$).
4. 운동 전과 운동 3주, 6주 후 운동기간에 따른 실험군과 대조군의 운동기간에 따른 내측 슬딕근 근활성도는 유의한 증가가 있었고($p<.05$), 운동기

간과 그룹에 따른 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 그룹 간에는 유의한 차이가 없었지만($p<.05$), 운동 전과 운동 6주 후 유의하게 증가하였다($p<.05$).

이상과 같은 결과로 미루어 볼 때 불안정한 바닥에서의 닫힌사슬운동은 전십자인대 재건술을 시행한 환자들의 대퇴사두근과 슬괵근의 근활성도를 증가시킬 수 있고 그 중 내측광근 근활성도의 유의한 증가를 보였는데 이는 전방십자인대 재건술 후 근력약화가 생기는 대퇴사두근과 슬괵근 중 선택적 내측광근 운동 프로그램이라 사료되며 임상적 적용으로서의 의의가 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

고한우, 김선일, 김희찬, 박승훈, 우웅제, 윤영로, 윤형로, 이경중, 이수열, 임재중, 조민형. 디지털 생체신호처리. 여문각. 1997.

이충휘, 구애련, 노정석. 하지거상운동과 대퇴사두근 등척성운동시 대퇴사두근의 활동전위. 한국전문물리치료학회지. 1997;4(1):1-10.

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

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

배성수 외 21인. 임상 운동학. 대학서림. 2000.

현광석. 재활운동 프로그램이 전방십자인대 재건술 환자의 근기능과 신체조성에 미치는 영향. 고려대학교 박사학위논문. 2001.

Ann-Katrin, S., Paul, W., Rebecca, M., Gunnevi, S., and Charlotte, H. R. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. American College of Sports Medicine. 2003.

Clancy WG Jr, Ray JM, Zoltan DJ. Acute tears of the anterior cruciate ligament. Surgical versus

conservative treatment. J Bone Joint Surg Am. 1988;70(10):1483-8.

Galway RD, Beaupre A, MacIntosh DL. A clinical sign of symptomatic anterior cruciate ligament insufficiency. J Bone Joint Surg, 54B, 1972;548: 763-764.

Hall CM, Brody LT. Therapeutic exercise : Moving toward function. Washington, Lippincott Williams & Wilkins, 1988:449-466.

Hopkins JT, Ingersoll CD, Sandrey MA et al. An Electromyographic comparison of 4 closed chain exercise. J Athl Train, 1999;34(4):353-7.

Hung YJ, Gross MT. Effect of foot position on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during lower-extremity weight-bearing activities. J Orthop Sports Phys Ther. 1999;29(2):93-104.

Laprade J, Culham E, Brouwer B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;27(3):197-204.

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

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

Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function. 3th ed. Philadelphia, F.A. Davis. 2001.

Schulthies SS, Ricard MD, Alexander KJ et al. An Electromyographic Investigation of 4 Elastic-Tubing Closed Kinetic Chain Exercises After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Athl Train. 1998;33(4):328-335.

Steadman, J. R. & Bollom, T. S. Principles of ACL revision surgery and rehabilitation. Sports Med Arthrosc Rev, 2005;13(1):53-58.