다양한 지지면에서의 스쿼트 운동이 무릎관절 근력 및 위치감각 향상에 미치는 영향

강동훈 · 유일영 · 이건철*

좋은삼선병원 물리치료실 · *경남정보대학교

The Effects of Knee Extensor, Flexor Muscle Strength and Joint Position Sense in Squat Exercise on Variety Surface

Kang Donghun, PT · Yu Ilyeong, PT · Lee Geoncheol, PT, PhD*

Department of Physical Therapy, Good Samsun Hospital

**Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology*

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to compare the Effects of Knee Extensor, Flexor Muscle Strength and Joint Position Sense in Squat Exercise on Variety Surface.

Method : Subjects were consist of 30 male and female who had non disorder knee joint. we had divided 3 group(control group, balance pad group, and togu group) and we measured that knee joint 15°/45°proprioception(position sense) and Peak Torque of knee extensor, flexor muscle at 60°/sec, 180°/sec angular velocity.

Result : First, knee joint 15°proprioception(position sense) of balance pad and togu group was significantly different after exercise($p<.05$), but only balance pad group was significantly different at knee joint 45°. Second, knee extensor Peak Torque of balance pad and togu group was significantly different at 60°/sec, 180°/sec angular velocity($p<.05$). Third, knee flexor Peak Torque of balance pad and togu group was significantly different at 60°/sec, 180°/sec angular velocity($p<.05$).

Conclusion : Squat exercises on the balance pad and togu were affects knee joint proprioception and muscle strength improvement. These results suggest that squat exercise on the unstable surface is effective for prevention of knee joint injury and functional activity.

Key Words : squat exercise, proprioception, peak torque, various surface

*교신저자 :

이건철 rptgeon@lycos.co.kr, 051-320-2911

접수일 2013년 6월 25일 | 수정일 2013년 6월 28일 | 게재확정일 2013년 6월 30일

I . 서론

오늘날 생활수준이 향상되고 여가시간이 늘어나면서 운동과 건강에 대한 관심이 증대되어 직접 스포츠 활동에 참여하는 인구가 증가하고 있는 추세이다. 이로 인해 스포츠 손상도 늘어가고 있다. 그렇기 때문에 스포츠손상에 대한 관리의 중요성이 새로이 인식되면서 운동 상해의 예방뿐만 아니라 빠른 회복과 적극적인 재활의 필요성이 강조되고 있다(Cowan 등, 2001).

다양한 스포츠 손상이 있지만 무릎관절 손상이 과거에 비해 현저히 늘어나고 있으며, 보고에 의하면 무릎관절 손상은 전체 근골격계 상해 중 약 14~16%를 차지하며 전체 상해에서 발목관절 손상에 이어 두 번째로 빈번하게 발생한다고 하였다. 무릎관절은 구조적으로 매우 불안정한 관절로 강력한 연부조직의 지지를 받고 있지만 외부에 노출되어 있어 손상받기 쉬우며, 무릎관절 손상 후 결과적으로 대퇴 근육의 근육약화를 더욱 심화시키며 특별한 처치가 없으면 무릎관절의 불안정성이 지속적으로 나타나 활동에 많은 제한을 주어 재손상의 위험도 증가하게 된다.

이러한 무릎관절의 근육 약화와 기능 저하를 개선하기 위해 무릎관절 손상 후 재활과 관련된 연구들이 활발하게 진행되었다. 무릎관절 재활운동의 목적은 무릎관절의 불안정성을 감소시켜 손상이전의 활동을 할 수 있도록 하는 것이다. 무릎관절의 일반적인 재활운동 원칙은 초기 관절가동범위 확보와 점진적 체중부하 그리고 등척성, 등장성, 등속성 운동을 통한 무릎관절 근육강화운동 등 근육운동 중심의 치료가 진행되는 것이 일반적 원칙으로 여겨져 왔다(Major & Woodfin, 1996). 하지만 근육이 회복된다고 해서 무릎관절 치료에 대한 성공의 지표인 기능적 활동 및 스포츠 활동의 복귀여부는 불투명한데 이는 정지상태의 정적인 무릎관절의 안정성보다도 활동 중의 동적 무릎관절의 안정성이 강조되기 때문이다. 이처럼

무릎관절의 안정성에 영향을 미치는 또 다른 요인으로 고유수용 감각이라는 것이 밝혀졌다(Wojtys & Huston 1994).

고유수용 감각은 동작 감각, 건과 근육의 감각, 압력감각, 평행감각과 같은 특수감각에 대한 신체의 물리적 상태를 나타내며 여기에는 관절의 위치감각과 운동감각도 해당된다. 무릎관절 굴곡과 신전 동작 시 인대 및 관절에 위치한 기계적 수용기를 자극하면 이 신호가 척수 반사(Spinal reflex)를 통하여 그 운동에 상반되는 근육 수축을 촉발하여 무릎관절의 손상을 예방한다는 것이다(Gardner, 1950). 하지만 무릎관절 손상 시 인대와 관절의 이완으로 고유수용감각의 피드백 억제(feedback)기전의 상실을 초래하여 결국은 무릎관절의 불안정성이 증가하게 된다(Kennedy 등, 1982). 이러한 이론에 근거하여 무릎관절의 동적 안정성과 관련된 고유수용감각에 대해 관심을 갖게 되었으며, 특히 체중부하 또는 운동 중 관절 주변의 근수축이 고유수용 감각을 효과적으로 증진시킬 수 있다는 것이 밝혀졌다(Clark 등, 2007).

이상에서와 같이 최근의 연구들을 살펴보면 고유수용감각은 자세조절과 관련하여 지지면과 접촉하고 있는 발목관절로부터 체성 감각 정보에 의존하고 있다는 결과로 불안정한 지지면에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Shumway-Cook 등, 2007).

한편 Schilling 등(2009)은 불안정한 지지면에서 균형을 유지하는 것은 고유수용성 감각을 증진시키기 위해 효과적이라고 보고하였다. 특히 환경 조건을 변화시키면서 자세조절을 요구하는 불안정한 지지면에서의 치료적 접근이 노인 환자를 포함한 스포츠 손상 환자 등 다양한 질환에서 적용되고 있으며, 특히 Na 등(1999)는 만성적 족관절 불안정성을 가진 환자에게 6주간 발목 원판을 이용해 감각증진 운동을 실시한 후에 장비골근의 반응시간 단축을 보고하였다. 고유수용성 감각과 관련하여, 불안정한 지지면에서의 균형운동과 근육강화 운동에 대한

연구가 진행되어왔으나 대부분의 연구가 무릎관절 손상 후 재활에만 치중되어 왔고 손상 전 재활운동이 무릎상태를 회복시키는 데 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 과제 지향적 치료와 관련한 Balance pad나 Togu 등을 이용한 불안정 지지면 차이에 따른 고유수용성 감각에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 무릎관절 손상 전부터 무릎관절 안정성을 증가시켜 손상을 예방하기 위한 객관적이고 효과적인 운동방법을 제시하기 위해 다양한 형태의 지지면에서 고유수용감각을 자극시키는 동시에 무릎관절 근력향상을 위한 닫힌사슬(close kinetic chain)운동과 등척성(isometric)수축 형태인 스쿼트 운동이 무릎관절의 근력 향상 및 고유수용감각에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구의 대상

본 연구의 대상자는 무릎관절 손상을 받지 않은 20~30대 성인 남·여 30명을 대상으로 사전 질문을 통해 본 연구의 의의를 충분히 이해하고 자발적으로 실험에 참여하는자를 대상으로 하였으며 연구 대상자는 다음과 같은 기준으로 선정하였다.

- 1) 20~30세 이상 건강한 성인 남·여
- 2) 최근 6개월간 무릎관절 문제로 병원 치료를 받은 적이 없는 자
- 3) 무릎관절 및 근골격계 질환과 관련하여 수술을 받지 않은 자
- 4) 최근 6개월간 건강과 관련하여 주기적으로 체력운동을 하지 않은 자

대상자들은 스쿼트 운동을 수행하는 지지면에 따라 무작위 선별을 통하여 총 세 그룹으로 나누어 편평한 지지면에서의 운동

그룹(대조군) 10명, balance pad를 이용한 운동그룹(실험군 A) 10명, togu를 이용한 운동그룹(실험군 B) 10명 총 30명을 대상으로 하였다.

2. 실험 설계

본 연구의 실험절차는 Fig 1과 같다.

Fig 1. Study Protocol

2. 측정도구 및 측정방법

1) 측정 도구

가. 전자각도계(electrogoniometer)

무릎 관절 위치감각(고유수용감각)을 평가하기 위한 측정 장비는 물리치료, 작업치료, 정형외과, 스포츠의학 등에서 관절가동범위를 측정하기 위해 널리 사용하고 있는 전자각도계(Biometrics, USA)를 사용하였다(Fig 2).

Fig 2. electrogoniometer

나. 등속성 측정장비(CON-TREX MJ)

무릎 관절 근력을 평가하기 위한 등속성 측정 장비는 물리치료, 정형외과, 스포츠의학 등에서 생체역학 실험 및 교육, 평가 및 운동조절이 가능한 CON-TREX MJ (Physiomed, Germany) 등속성 장비를 사용하였다(Fig 3).

Fig 3. CON-TREX MJ

2) 측정 방법

가. 관절위치감각(고유수용감각) 측정

무릎관절의 고유수용감각을 평가하기 위해 주어진 각도를 능동적으로 움직여 찾아가는 관절위치 감각(joint position sense, JPS) 검사를 실시하였다. 대상자는 바로누운 자세로 두 눈을 가린 상태에서 우세측 무릎관절에 검사자가 먼저 임의의 각도를 설정하여 대상자에게 인식시킨 후 대상자에게 10초간 그 각도를 유지하면서 각도를 기억하게 하고 10초 경과 후 대상자가 능동적으로 무릎관절 굴곡 각도 15°, 45°를 찾도록 하여 각각의 오차각도를 측정하였다. 이러한 측정방법으로 15°, 45° 각각 3회씩 반복 실시하여 평균값을 구

하였으며, 운동 전, 운동 4주 후에 우세 측 무릎관절의 위치감각 차이를 측정하였다(Fig 4)(Fig 5).

Fig 4. Knee joint Flexion
15°

Fig 5. Knee joint Flexion
45°

나. 무릎관절 근력 평가

대상자들의 무릎관절 근력은 등속성 기구 CON-TREX MJ(Physiomed, Germany)를 이용하여 측정하였다(Maffiuletti 등, 2007). 검사 전 모든 대상자는 10분간 준비운동을 한 후 검사 시 고관절이 90° 굴곡 되도록 하고 고정 벨트를 이용하여 상체와 골반 및 대퇴부와 발목의 내측과 직상방 부위를 각각 고정하였다. 또한 하지의 무게가 무릎관절 최대 우력에 영향을 주는 것을 막기 위해 Gravity effect torque를 측정하였으며, 무릎각도 0°~90°에서 검사하였다. 모든 대상자들은 측정 전에 각각 2회 연습 후 우세 측 무릎관절에 대한 근력을 측정하였으며, 검사 프로토콜은 각속도 60°/sec 와

180°/sec에서 각각 3회, 15회 반복하여 무릎관절 굴곡, 신전근에 대한 최대 Peak Torque값을 측정하였다. 그리고 각속도 60°/sec 와 180°/sec 측정 사이에 30초의 휴식 시간을 주었으며 이러한 측정방법으로 운동 전, 스쿼트 운동 4주 후 무릎관절 굴곡·신전근의 Peak Torque값 차이를 측정하였다(Fig 6).

Fig 6. Knee joint Strength measurement

3. 실험방법

1) 대조군(편평한 지지면)

대상자는 편평한 지지면에서 양 발의 간격은 어깨 넓이로 벌리게 하고, 팔은 전방으로 뻗은 자세에서 스쿼트 운동을 시작하게 하였다. 스쿼트 동작 시 무릎관절 굽힘 시에 허리를 곧게 펴고 시선은 전방으로 향하게 하였으며 무릎이 발 앞쪽으로 나가지 않도록 교육시킨 후 일반각도기(goniometer)를 이용하여 무릎관절 60°에서 무릎관절 신전근에 5초간 등척성 수축을 유도한 후 다시 시작자세로 돌아와 5초간 휴식을 취하게 하였다. 이와 같은 방법으로 각 세트 당 스쿼트 동작을 10회 반복하여 총 3세트를 실시하였고 각 세트 사이에 1분의 휴식시간을 주었다. 이러한 방법으로 주 5회씩 총 4주간 스쿼트 운동을 실시하였다(Fig 7).

Fig 7. Control group Intervention

2) 실험군 A(balance pad)

대상자는 balance pad 위에서 양 발의 간격은 어깨 넓이로 벌리게 하고, 팔은 전방으로 뻗은 자세에서 스쿼트 운동을 시작하게 하였다. 스쿼트 동작 시 무릎관절 굽힘 시에 허리를 곧게 펴고 시선은 전방으로 향하게 하였으며 무릎이 발 앞쪽으로 나가지 않도록 교육시킨 후 일반각도기(goniometer)를 이용하여 무릎관절 60°에서 무릎관절 신전근에 5초간 등척성 수축을 유도한 후 다시 시작자세로 돌아와 5초간 휴식을 취하게 하였다. 이와 같은 방법으로 각 세트 당 스쿼트 동작을 10회 반복하여 총 3세트를 실시하였고 각 세트 사이에 1분의 휴식시간을 주었다. 이러한 방법으로 주 5회씩 총 4주간 스쿼트 운동을 실시하였다(Fig 8).

Fig 8. Experimental group A Intervention

3) 실험군 B(togu)

대상자는 togu 위에서 양 발의 간격은 어깨 넓이로 벌리게 하고, 팔은 전방으로 뻗은 자세에서 스쿼트 운동을 시작하게 하였다. 스쿼트 동작 시 무릎관절 굽힘 시에 허리를 곧게 펴고 시선은 전방으로 향하게 하였으며 무릎이 발 앞쪽으로 나가지 않도록 교육시킨 후 일반각도기(goniometer)를 이용하여 무릎관절 60°에서 무릎관절 신전근에 5초간 등척성 수축을 유도한 후 다시 시작자세로 돌아와 5초간 휴식을 취하게 하였다. 이와 같은 방법으로 각 세트 당 스쿼트 동작을 10회 반복하여 총 3세트를 실시하였고 각 세트 사이에 1분의 휴식시간을 주었다. 이러한 방법으로 주 5회씩 총 4주간 스쿼트 운동을 실시하였다. 실험군 B 운동방법은 Fig 9와 같다.

Fig 9. Experimental group A Intervention

4. 분석방법

본 연구의 자료처리 방법은 SPSS 20.0 통계 프로그램을 이용하여 측정항목에 대한 평균과 표준편차를 산출하여 도표화 하였고, 집단-간 무릎관절 위치감각과 근력 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 각 집단 간 차이를 알아보기 위해 Scheffe 사후검정을 실시하였고, 모든 변인에 대한 통계학적 유의수준은 $p=.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 20, 30대 성인 남·여를 대상으로 각 그룹별로 대조군 10명, 실험군 A 10명, 실험군 B 10명씩 총 30명을 무작위로 나누었으며, 연구대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General Characteristics of Subjects

(N=30)

Variables	Subjects	
	M±SD	Range
Age(y)	26.6±3.5 ^a	21.0~34.0
Height(cm)	168.1±6.6	156.0~182.0
Body Weight(Kg)	60.7±11.8	48.0~90.0
BMI(kg/m ²)	21.3±2.7	18.0~28.7

^a평균±표준편차

2. 연구결과

1) 4 주간의 스쿼트 운동에 따른 각 그룹별 무릎관절 굴곡 각도 15°위치감각 차이

연구결과 Table 2에서 각 그룹별 15°위치감각 차이는 대조군은 운동 전 25.7±4.6에서 운동 후 24.8±4.2로 나타났지만 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다($p=.625$). 실험군 A는 운동 전 27.4±4.7에서 운동 후 19.0±2.0로 나타났으며($p=.001$), 실험군 B는 운동 전 26.3±4.1에서 운동 후 15.7±1.3로 나타났으며($p=.000$), 각각 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 각 그룹 간 무릎관절 위치감각 차이를 알아보기 위하여 scheffe 검정으로 사후분석을 실시한 결과 대조군과 실험군 A, 대조군과 실험군 B 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 2. Comparison of position sense in three groups - 15° flexion

(unit : degree)

Group	position sense (°)		P value
	pre 15°	post 15°	
Control	25.7±4.6	24.8±4.2	.625
Exp A	27.4±4.7	19.0±2.0	.001**
Exp B	26.3±4.1	15.7±1.3	.000***

** : p<.01, *** : p<.001

2) 4 주간의 스쿼트 운동에 따른 각 그룹별 무릎관절 굴곡 각도 45° 위치감각 차이
연구결과 Table 3에서 각 그룹별 45° 위치감각 차이를 살펴보면 대조군은 운동 전 33.2±12.0에서 운동 후 36.3±12.5로 나타났지만 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 실험군 A는 운동 전 34.0±7.7에서 운동 후 40.8±5.2로 나타났으며, 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.006). 실험군 B는 운동 전 38.0±11.3에서 운동 후 44.5±2.7로 나타났지만 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Comparison of position sense in three groups - 45° flexion

(unit : degree)

Group	position sense (°)		P value
	pre 15°	post 15°	
Control	33.2±12.0	36.3±12.5	.208
Exp A	34.0±7.7	40.8±5.2	.006**
Exp B	8.0±11.3	44.5±2.7	.108

** : p<.01

3) 4 주간의 스쿼트 운동에 따른 각 그룹별 각속도 60°/sec 에서의 신전근 최대 Peak Torque값 차이

연구결과 Table 4에서 각 그룹별 각속도 60°/s에서의 신전근 최대 Peak Torque값 차이를 살펴보면 대조군은 운동 전 96.4±47.7에서 운동 후 101.7±48.4 (p=.001), 실험군 A는 운동 전 88.4±36.1에서 운동 후 126.0±35.5(p=.000), 실험군

B는 운동 전 120.3±33.4에서 운동 후 168.7±41.4(p=.000)로 나타났으며, 각각 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 각 그룹 간 신전근 최대 Peak Torque값 차이를 알아보기 위하여 scheffe 검정을 실시하여 사후분석한 결과 대조군과 실험군 B 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 4. Comparison of peak torque in three groups -60°/sec extension

(unit : degree)

Group	Peak Torque (Nm)		P value
	pre 60°/s	post 60°/s	
Control	96.4±47.7	101.7±48.4	.001**
Exp A	88.4±36.1	126.0±35.5	.000***
Exp B	120.3±33.4	168.7±41.4	.000***

** : p<.01, *** : p<.001

4) 4 주간의 스쿼트 운동에 따른 각 그룹별 각속도 180°/s 에서의 신전근 최대 Peak Torque값 차이

연구결과 Table 5에서 각 그룹별 각속도 180°/s에서의 신전근 최대 Peak Torque값 차이는 대조군은 운동 전 73.5±29.5에서 운동 후 74.8±22.2로 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 (p=.707). 실험군 A는 운동 전 72.0±22.2에서 운동 후 98.5±21.6로, 실험군 B는 운동 전 87.9±32.1에서 운동 후 129.2±36.8로 나타났으며, 각각 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.000). 각 그룹 간 신전근 최대 Peak Torque값 차이를 알아보기 위하여 scheffe 검정을 실시한 결과 대조군과 실험군 B 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 5. Comparison of peak torque in three groups - 180°/sec extension (unit : degree)

Group	Peak Torque (Nm)		P value
	pre 180°/s	post 180°/s	
Control	73.5±29.5	74.8±22.2	.707
Exp A	72.0±22.2	98.5±21.6	.000***
Exp B	87.9±32.1	129.2±36.8	.000***

*** : p<.001

5) 4 주간의 스쿼트 운동에 따른 각 그룹별 각속도 60°/s 에서의 굴곡근 최대 Peak Torque값 차이

연구결과 Table 6에서 각 그룹별 각속도 60°/s에서의 굴곡근 최대 Peak Torque값 차이는 대조군은 운동 전 79.2±34.5에서 운동 후 88.9±31.7로(p=.007), 실험군 A는 운동 전 72.3±25.9에서 운동 후 106.4±25.4로(p=.000), 실험군 B는 운동 전 91.3±29.3에서 운동 후 142.2±38.4로(p=.000) 나타났으며, 세 집단 모두에서 각각 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 각 그룹 간 굴곡근 최대 Peak Torque값 차이를 알아보기 위하여 scheffe 검정을 실시한 결과 대조군과 실험군 B 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 6. Comparison of peak torque in three groups - 60°/sec flexion (unit : degree)

Group	Peak Torque (Nm)		P value
	pre 60°/s	post 60°/s	
Control	79.2±34.5	88.9±31.7	.007**
Exp A	72.3±25.9	106.4±25.4	.000***
Exp B	91.3±29.3	142.2±38.4	.000***

** : p<.01, *** : p<.001

6) 4 주간의 스쿼트 운동에 따른 세 그룹별 각속도 180°/s 에서의 굴곡근 최대 Peak

Torque값 차이

연구결과 Table 7에서 각 그룹별 각속도 180°/s에서의 굴곡근 최대 Peak Torque값 차이는 대조군은 운동 전 69.4±32.0에서 운동 후 69.5±23.0로 나타났으며, 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면 실험군 A는 운동 전 61.5±21.4에서 운동 후 85.6±19.2로, 실험군 B는 운동 전 77.7±24.2에서 운동 후 113.7±32.1로 나타났으며, 각각 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.000). 각 그룹 간 굴곡근 최대 Peak Torque값 차이를 알아보기 위하여 scheffe 검정을 실시한 결과 대조군과 실험군 B 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 7. Comparison of peak torque in three groups - 180°/sec flexion (unit : degree)

Group	Peak Torque (Nm)		P value
	pre 60°/s	post 60°/s	
Control	69.4±32.0	69.5±23.0	.986
Exp A	61.5±21.4	85.6±19.2	.000***
Exp B	77.7±24.2	113.7±32.1	.000***

*** : p<.001

IV. 고찰

무릎관절 치료에 대한 성공의 지표인 기능적 활동 및 스포츠 활동은 동적 무릎관절의 안정성이 매우 중요하며, 이러한 동적 안정성을 위해 무릎관절 주위 근육의 근력 증진운동(Cho 등, 1997)과 함께 고유수용 감각증진운동이 강조되고 있다(Wojtys & Huston 1994).

이에 본 연구는 고유수용감각과 근력향상을 통해 무릎관절 안정성을 증가시켜 손상을 예방하고 기능 활동의 개선을 위한 보다 객관적이고 효과적인 운동방법을 제시하기

위해 다양한 형태의 지지면에서 닫힌사슬(close kinetic chain)운동과 등척성(isometric)수축 형태의 스쿼트 운동이 무릎관절의 근력 향상 및 고유수용 감각에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보하고자 하였다.

고유수용감각 및 근력 차이를 알아보기 위해 무릎관절 굴곡 각도 15°, 45°를 찾아가는 관절 위치감각(JPS) 검사와 CON-TREX 등속성 장비를 이용하여 각속도 60°/sec, 180°/sec 에서의 신전근, 굴곡근의 최대 Peak Torque값 차이를 각각 측정하였다.

본 연구결과 무릎관절 위치감각의 경우 무릎관절 굴곡 각도 15°에서의 각 그룹별 위치감각 차이는 대조군, 실험군 A, 실험군 B 세 그룹 모두에서 운동 후 관절위치 감각이 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 그리고 무릎관절 굴곡 각도 45°에서의 각 그룹별 위치감각 차이는 실험군 A 에서만 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며 대조군, 실험군 B 에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

이러한 연구결과를 미루어 볼 때 무릎관절 굴곡 각도 15°에서의 위치감각 차이는 Schilling 등(2009)이 제시한 불안정한 지지면에서의 균형운동이 고유수용 감각을 증진시킨다는 연구결과와 일치하였으며, 또한 Pincivero 등(2001)이 제시한 무릎관절 15°/45°/60° 등 다양한 각도에서 관절위치를 찾도록 하는 관절 위치감각은 고유수용 감각이 각도를 재생시키는 것에 영향을 미친다는 결과와 일치하였다. 그리고 Yun (2007)이 제시한 6주간의 슬관절 저항운동이 동적 고유수용 감각을 증가시켰다는 연구결과와도 일치하였다. 하지만 본 연구에서는 무릎관절 각도 45°에서는 유의한 차이가 나타나지 않았는데 이는 무릎관절 굴곡 각도 45°는 상대적으로 이완 위치에 있기 때문에 인대와 관절의 이완으로 고유수용 감각의 피드백 억제기전의 감소에 따른 것으로 사료된다(Kennedy 등, 1982). 또한

각 그룹간 고유수용 감각 차이의 경우, 무릎관절 15°에서 대조군과 실험군 A, 대조군과 실험군 B 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였는데 이는 편평한 지지면에서의 운동보다 불안정한 지지면에서의 운동(Shumway-Cook 등, 2007)이 고유수용 감각을 보다 효과적으로 증진시킬 수 있다는 것을 뒷받침 해준다.

본 연구결과 근력 차이의 경우 먼저 각속도 60°/sec, 180°/sec에서 각 그룹별 신전근 최대 Peak Torque 값 차이는 60°/sec에서는 세 그룹 모두 운동 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, 각속도 180°/sec에서는 대조군을 제외한 실험군 A, 실험군 B에서 운동 후 최대 Peak Torque값의 유의한 차이를 보였다.

각속도 60°/sec, 180°/sec에서 각 그룹별 굴곡근 최대 Peak Torque 값 차이는 60°/sec, 180°/sec 모두 각 그룹별로 대조군을 제외한 실험군 A, 실험군 B에서 운동 후 최대 Peak Torque값의 유의한 차이를 보였다.

이러한 연구결과를 미루어 볼 때 본 연구결과는 밸런스 증진운동을 통하여 고유수용 감각 뿐만 아니라 근력에서도 호전이 있었다는 선행연구 결과와 일치하며(Hoffman과 Payne, 1995), 또한 닫힌사슬 운동 시 주동근과 길항근의 근력강화로 관절의 안정성에 많은 영향을 준다는 연구결과와도 일치한다(Voight & Cook, 1995). 그리고 12주간의 재활운동 프로그램을 적용한 운동군이 그렇지 않은 비운동군에 비해 무릎관절 근기능을 향상시킨다는 연구결과와도 일치한다. 하지만 Lee(2009)가 보고한 8주간의 재활운동이 각속도 180°/sec에서 무릎관절 신전근, 굴곡근의 최대 Peak Torque 값은 유의한 차이를 보이지 않았다는 연구결과와 일치하지 않는데, 이는 선행 연구와 본 연구의 운동방법과 운동환경의 차이에 따른 것으로 사료된다. 그리고 각 그룹간의 최대 Peak Torque 값 차이에서 대조군과 실험군 B 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보

였는데 이는 환경의 변화를 통한 더 많은 효과를 위한 불안정한 지지면에서의 운동(Shumway-Cook 등, 2007)이 신전근과 굴곡근의 동시수축을 유발하여 관절내 기계수용기를 자극하여 고유수용감각 및 근력향상에 영향을 미쳐 관절의 안정성을 증가시킨다(Prentice, 2011)는 이론을 뒷받침 한다.

본 연구는 무릎관절의 병리적 소견이 없는 건강한 20대 성인 남·녀를 대상으로 하였으며, 개인 간의 근력을 고려하지 않아서 실험의 결과를 일반화하기에 어렵다는 제한점이 있다. 향후 본 연구를 바탕으로 다양한 환자를 대상으로 한 임상연구가 지속되어야 하고 보다 다양한 환경과 저항형태에 따른 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 다양한 지지면에서의 4주간 스쿼트 운동이 무릎관절 고유수용감각과 근력에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 이를 위해 무릎관절 손상을 받지 않은 20~30대 성인 남·녀 30명을 대상으로 무작위 선별을 통하여 편평한 지지면에서의 운동그룹(대조군) 10명, balance pad를 이용한 운동그룹(실험군 A) 10명, togu를 이용한 운동그룹(실험군 B) 10명으로 나누어 4주간의 스쿼트 운동을 실시 한 후 무릎관절 고유수용 감각(무릎관절 15°/45° 위치감각)과 무릎관절 근력(각속도 60°/sec, 180°/sec에 대한 무릎관절 신전근, 굴곡근 Peak Torque 차이)변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 그룹별 무릎관절 굴곡 각도 15° 위치감각 차이에 대한 결과 실험군 A와 실험군 B에서 운동 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

2. 각 그룹별 무릎관절 굴곡 각도 45° 위치감각 차이에 대한 결과 실험군 A는 운동

후 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나, 대조군과 실험군 B는 운동 후 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3. 각 그룹별 각속도 60°/sec에 대한 무릎관절 신전근 근력변화에 대한 결과 실험군 A와 실험군 B는 운동 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

4. 각 그룹별 각속도 180°/sec에 대한 무릎관절 신전근 근력변화에 대한 결과 실험군 A와 실험군 B는 운동 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

5. 각 그룹별 각속도 60°/sec에 대한 무릎관절 굴곡근 근력변화에 대한 결과 대조군, 실험군 A와 실험군 B 모두 운동 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

6. 각 그룹별 각속도 180°/sec에 대한 무릎관절 굴곡근 근력변화에 대한 결과 실험군 A와 실험군 B는 운동 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

이상의 연구결과는 불안정한 지지면에서의 스쿼트 운동이 무릎관절 안정성과 관련하여 무릎관절 고유수용 감각 및 무릎관절 근력이 향상된다는 것을 알 수 있었고 이러한 연구결과를 통해 무릎관절 안정성을 증가시키기 위한 보다 효과적인 운동방법으로 불안정한 지지면에서의 스쿼트 운동을 제안하고자 한다.

참고문헌

- Cho WS, Bin SI, Cho YS(1997). Conservative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Rupture. J Korean Orthop Assoc, 32(2), 282-287.
- Clark BC, Pierce JR, Manini TM(2007). Effect of prolonged unweighting of human skeletal muscle on neuromotor force control. Eur J Appl Physiol, 100(1), 53-62.
- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, et

- al(2001). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. Arch Phys Med Rehabil, 82 (2), 183-189.
- Gardner E(1950). Reflex muscular response to stimulation of articular nerves in the cat. Am J Physiol, 161(1), 133-141.
- Hoffman M. Payne VG(1995). The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. J Orthop Sports Phys Ther, 21(2), 90-93.
- Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC (1982). Nerve supply of the human knee functional importance. Am J Sports Med, 10(6), 329-335.
- Lee HS(2009). The effect of rehabilitation exercise program during 8 weeks after ACL reconstruction on muscle function & proprioception in the knee. Dept. of education. Changwon University. Master's thesis.
- Maffiuletti NA, Bizzini M, Desbrosses K et al(2007). Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer. Clin Physiol Funct Imaging, 27(6), 346-353.
- Majors RA, Woodfin B(1996). Achieving full range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med, 24(3), 350-355.
- Na YM, Moon JH, Seong YJ et al(1999). The effects of ankle disk training in functional ankle instability. J Korean Sports Med, 17(2), 406-412.
- Pincivero D, Bachmeier B, Coelho A (2001). The effects of joint angle and reliability on knee proprioception. Med Sci Sports Exer, 33(10), 1708-1712.
- Prentice WE(2011). Rehabilitation techniques in sports medicine. 5th ed, New York, McGraw-Hill.
- Schilling BK, Falvo MJ, Karlage RE et al(2009). Effects of unstable surface training on measures of balance in older adults. J Strength Condition Res, 23(4), 1211-1216.
- Shumway-Cook A, Silver IF, LeMier M et al(2007). Effectiveness of Community-Based Multifactorial intervention on Falls and Fall Risk Factors in Community-Living Older Adults: A Randomized Controlled Trial. J Gerontology, 62(12), 1420-1427.
- Voight ML, Cook G(1995). Clinical application of closed kinetic chain exercise. J Sport Rehabil, 5(1), 25-44.
- Wojtys EM, Huston LJ(1994). Neuromuscular performance in normal and anterior cruciate ligament - deficient lower extremities. Am J Sports Med, 22(1), 89-104.
- Yun YD(2007). Effects of resistance exercise in the static proprioception of knee joint and functional performance in elderly. Dept. of rehabilitation public health. Yonsei University. Master's thesis.