

# 안굽이무릎을 가진 여성에게 볼을 이용한 스쿼트 운동이 무릎사이 간격과 Q각, 근 활성화도에 미치는 효과

이건철<sup>1</sup> · 한지원<sup>2\*</sup> · 배원식<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경남정보대학교 물리치료과 교수, <sup>2\*</sup>JM 연구소 소장, <sup>1</sup>경남정보대학교 물리치료과 교수

## Effects of Squat Exercise Using Balls on the Gap Interval between Knees, Q-angle, Muscle Activity in Women with Genu-Varum

Lee Keoncheol, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Han Jiwon, PT, Ph.D<sup>2\*</sup> · Bae Wonsik, PT, Ph.D<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor  
JM Laboratory, Director

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor

### Abstract

**Purpose** : The purpose of this study is to investigate the effect of squat exercise using a ball on the gap between knees and Q angle of a subject with a genu-varum, and to prove the effect, to provide a clinical basis for developing into a knee correction exercise program.

**Methods** : As a result of posture measurement through GPS, 26 female with genu-varum with a knee length of 5 cm or more were studied. The group was randomly assigned to 13 squat exercise group using ball (experimental group) and 13 general squat exercise groups (control group). The experimental group placed the ball between both knees in a position where the distance between both feet was slightly wider than the shoulder width on a flat support surface, and fixed the ball, and then squat with the start signal. The control group squats without a ball. Each group performed three sets of exercise three times a week for six weeks. Before their exercise, after three and six weeks, EMG, GPS, digital goniometer measurement, the vastus medialis (VM), the vastus lateralis (VL), and the Q-angle were measured in the squat exercise posture. EMG was measured in squat exercise posture.

**Results** : The distance between the knees was reduced. EMG is activated in group A, the group B experimental results showed the high activity of the VL. Q-angle had increased. But the experimental group increased more than the control group.

**Conclusion** : We have confirmed through our experiments that the distance interval between the knees during squat exercises using a ball can be reduced. Furthermore, it would also be helpful to ensure the treatment of genu-varum.

**Key Words** : genu-varum, interval between knees, Q-angle, squat exercise

\*교신저자 : 한지원, damgeom@naver.com

논문접수일 : 2020년 1월 31일 | 수정일 : 2020년 3월 5일 | 게재승인일 : 2020년 3월 13일

# I. 서 론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

현대인들은 다들 올바른 자세와 아름다운 체형을 가지고 싶어 한다(Han 등, 2010). 올바른 자세란 체중을 지지하는 여러 관절들이 최소한의 에너지를 소비하며 올바른 정렬을 유지하는 자세이다(Kwon, 2010). 올바른 자세를 유지하기 위해 다리에서는 체중을 지지하고 신체는 균형을 유지해야 한다(Doo & Jeong, 2017). 몸의 균형이 불안정하면 신체 성장과 발달, 작업능력, 운동능력까지도 영향을 미치게 되므로 자세의 균형은 건강상의 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다.

다리에 관련한 불균형 중에서 최근 중요한 문제는 다리 변화와 관련된 안굽이무릎이 대표적이다Choi 등(2013). 서 있는 자세에서 발목관절이 맞닿고 양쪽 무릎 사이에 간격이 있다면 이 경우 환자는 안굽이무릎으로 간주한다(Chae 등, 2012; KAOMT, 2014). 다리의 변형 중 안굽이무릎은 대표적으로 이마면에서의 잘못된 무릎 정렬 상태이며, 무릎관절을 포함한 다리의 전반적인 정렬에 문제를 야기한다(Jeong & Lim, 2016; Park 등, 2014).

안굽이무릎은 Q각의 점진적인 감소에 의해 발생하게 되면서 이로 인해 무릎관절에 불안정한 하중과 힘의 분배에 의해 무릎간의 안쪽의 마모 또는 소모가 일어나게 된다(Chae 등, 2018). Q각은 넓다리네갈래근에 의해 생산된 힘의 방향과 크기로 무릎뼈의 중심에서 앞위엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)를 연결한 선과 정강뼈의 거친면(tibia tuberosity)으로부터 무릎뼈 중심을 연결한 선 사이에 형성된 각으로 정의되며, Q각에 대한 정상 범위는 학자들마다 의견 차이를 보이고 있지만 연구에 의하면 정상 성인의 경우 Q각은 남성이 14°, 여성이 17°라고 하였다(Neumann, 2016). 안굽이무릎의 또 다른 원인으로 다리근육의 근력 약화로 넓다리네갈래근이 현저하게 약화되면서 염증 또한 동반되어 발생한다(Stief 등, 2014).

안굽이무릎은 잘못된 무릎 정렬 상태이며, 다리의 전반적인 정렬에 문제를 발생시키는데, 이는 점차적으로 척추 변형과 허리통증의 문제까지도 야기시킨다(Jeong

& Lim, 2016; Park 등, 2014; Stief 등, 2011). 또한, 안쪽으로 편향된 체중전달로 인하여 안쪽 구획관절염이나 퇴행성 관절 변형, 무지외반증 등의 유발원인이 되며, 자세적인 안정성을 떨어뜨려 낙상의 위험도를 증가시키는 요인이 된다(Chae 등, 2015; Moghtadaei 등, 2017). 안굽이 무릎은 정강뼈 및 넓다리뼈 변형을 수반시키지만 일반적으로 정강뼈의 변화가 강하다. 즉, 무릎이 가쪽으로 편향되면서 정강뼈 비틀림을 발생시키는 것이 일반적이다(Musculoskeletal Exercise Therapy Committee, 2017).

사전적 의미로 안굽이무릎이란, 두 다리를 모으고 섰을 때, 무릎 사이가 붙지 않고 가쪽 방향으로 굽어진 O자 모양의 다리를 말하며 또한 양쪽 발목의 안쪽복사뼈가 닿게 하여 측정한 양쪽 무릎 사이의 거리가 증가된 것을 말하는데(Neumann, 2016), 일반적으로 안굽이무릎의 단계는 발목의 안쪽복사뼈를 서로 최대한 붙인 후 양측 무릎 간의 거리를 측정했을 때 2.5 cm 이하는 grade I, 2.5 cm ~ 5 cm는 grade II, 5 cm ~ 7.5 cm는 grade III, 7.5 cm 이상은 grade IV 로 규정하고 있다(Han 등, 2010). 안굽이무릎 교정과 관련하여 안굽이무릎이 심할수록 교정하는데 있어 어려움이 많고, 양쪽 무릎 사이의 거리가 5 cm 이하는 스트레칭이나 운동으로 교정 가능성이 있으나, 5 cm 이상인 경우 수술적 치료가 필요한 대상이다(Han 등, 2010). 그러나 안굽이무릎의 수술적 접근방법은 많은 합병증의 위험이 나타날 수 있다고 보고되고 있다. King-Martinez 등(2007)의 연구에서도 안굽이무릎 환자를 대상으로 수술적 치료를 시행한 환자 중 53 %에서 합병증이 발생함을 보고하였으며, Han 등(2018) 또한, 안굽이 무릎에 대한 교정수술 후 발생하는 많은 합병증에 대해 보고하였다. 이러한 결과를 비교해 보아 안굽이무릎의 교정을 위해서 Han 등(2010)의 연구에서는 평소에 무릎 관절 주변의 근육을 강화시키는 운동과 지속적이고 꾸준한 스트레칭을 해야 한다고 보고하였다. 그러므로 구조적인 문제가 아닌 근육 불균형으로 나타나는 안굽이 무릎을 교정하기 위해서 운동프로그램은 무릎관절뿐만 아니라 엉덩관절, 발목관절 등 다리에 관련된 각 관절과 기능에 영향을 미치는 동적 안정화에 기여할 수 있도록 다리의 근육을 강화시켜야 한다(Boissonneault 등, 2014; Yu & Kim, 2015).

스쿼트 운동은 다리근육을 발달시킬 수 있는 여러 중

## II. 연구방법

### 1. 연구의 대상자 및 기간

본 연구는 부산의 K대학교에서 다음의 선정 조건에 충족하며 자발적인 참여 의사를 표시하는 연구 동의서에 승인한 대상자를 상대로 실험하였다.

#### 1) 선정 기준

첫째, 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 이해하고 실험 참여에 동의한 자

둘째, 선천적이나 후천적인 근골격계 질환을 가지지 않은 자

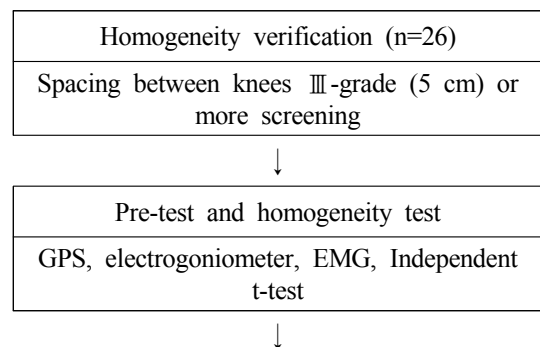
셋째, GPS를 통한 자세측정 결과 무릎 간의 거리가 5cm 이상인 자

실험에 참여한 모든 대상자는 실험에 대한 결과와 의미를 알지 못하도록 하였다. 선정 조건을 근거로 선발된 여성 26명을 대상으로 제비뽑기 방식으로 무작위 배치하여 2017년 3월 20일부터 2017년 4월 28일까지 6주간 주 3회 1회당 20개, 3세트 운동을 실시하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 연구절차

불을 이용한 스쿼트 운동그룹(실험군) 13명, 일반 스쿼트 운동그룹(대조군) 13명으로 무작위 선별을 통하여 총 26명 선발하였다. 본 연구의 연구절차는 다음과 같다 (Fig 1).



류의 근력강화 운동방법 중 가장 효과적인 운동방법이라 할 수 있다(Oh 등, 2015). 스쿼트 운동은 다양한 스포츠 종목에서 경기력 향상을 위한 목적으로 사용될 뿐만 아니라 무릎 수술 후 재활 과정에서도 매우 효과적인 운동이기 때문에 재활프로그램에서도 많이 활용된다(Hyeon, 2013). 또한 다양한 실시 방법과 함께 장점이 많은 운동이라 할 수 있다(Shon & Lim, 2016). 가장 효과적인 운동 자세는 허리를 바르게 편 자세에서 시선은 정면 또는 약간 위쪽을 향하도록 하고, 무릎이 발끝으로 나가지 않는 상태를 유지하여 무릎관절의 굽힘과 펴를 반복하는 동작을 진행하고, 다리는 어깨너비보다 약간 더 11자로 벌린 자세이다(Kim 등, 2017). 스쿼트 운동을 통하여 기존에 있던 운동방식에 있어서 동작의 변형을 주어 추가적인 운동 강도를 제공하거나, 보조물 등을 적용하여 기능해부학적 또는 운동역학적인 효과들로 코어 근육의 강화뿐만 아니라 다리 근육 활성화에 도움을 줄 수 있는 형태의 효율적인 운동방법들이 많이 이슈화되고 있고(Hyeon, 2013; Shon & Lim, 2016), Kim(2016)은 불을 이용한 스쿼트 운동 시 넵다리네갈래근의 근활성도가 유의하게 증가하였다고 하였다.

이에 본 연구에서는 발목의 안쪽복사뼈를 서로 최대한 붙인 후 양측 무릎 간의 거리를 측정했을 때 5 cm 이상인 사람을 안굽이무릎 대상자로 선정하여 불을 이용한 스쿼트 운동을 통해 안굽이무릎의 O자 형태의 양측 무릎 안쪽에 불을 끼워 모음시켜 무릎이 X자 형태가 되도록 스쿼트 운동을 시행하도록 함으로써 무릎사이 간격, Q각, 안·가쪽 넓은근의 근 활성화도에 어떠한 변화가 나타나는지 알아보고 안굽이무릎에 대하여 불이라는 과제를 준 스쿼트 운동방법의 효과성을 제시함으로써 안굽이무릎 개선에 도움이 되는 자료를 제공하고자 한다.

### 2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 안굽이무릎을 보이는 여성인 대상자에게 스쿼트 운동을 실시하여 무릎사이 간격, Q각, 안·가쪽넓은근의 근 활성화도에 미치는 변화를 알아보고 안굽이무릎 교정과 다리의 정상 정렬을 만드는 방법에 도움을 주고자 한다.

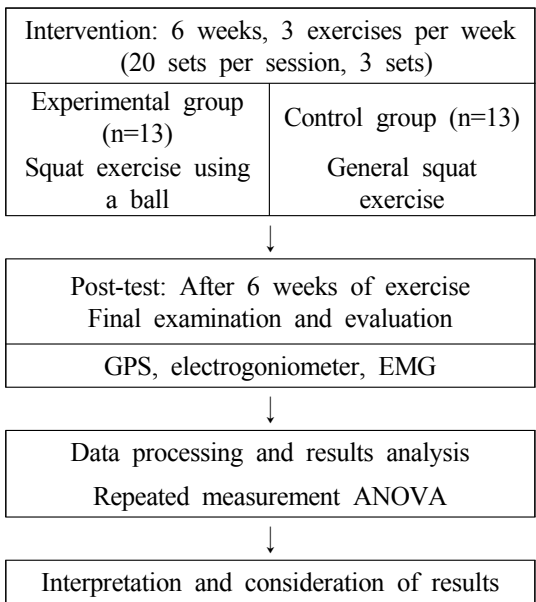


Fig 1. Research procedure

2) 운동 프로그램

본 연구의 운동 프로그램은 6주간 주 3회 1회당 20회, 3세트 실시하였으며 운동방법은 다음과 같다.

(1) 일반 스쿼트 운동

운동을 위해 편평한 지지면에서 양 발의 간격을 어깨 넓이보다 약간 크게 11자로 벌린 자세에서 팔은 전방으로 뻗고 허리를 곧게 펴고 시선은 정면으로 향하게 하였으며 무릎이 발 앞쪽으로 나가지 않도록 한 후 일반각도기(Goniometer)를 이용하여 무릎관절 60° 굽힌 자세에서 스쿼트를 시행하였다. 대상자별로 20회를 3세트 실시하였으며, 각 세트 사이에 약 1분간 휴식을 취하게 하였다 (Fig 2).



가. Starting position 나. End posture  
Fig 2. General squat exercise

(2) 볼을 이용한 스쿼트 운동

편평한 지지면에서 양 발의 간격을 어깨 넓이보다 약간 크게 11자로 벌린 자세에서 팔은 전방으로 뻗고 허리를 곧게 펴고 시선은 정면으로 향하게 하였다. 그리고 양쪽 넓다리뼈의 안쪽위관절염기 사이에 볼을 끼워 엉덩관절을 모음하여 볼을 고정한 자세를 취한 후 무릎관절 60° 굽힌 자세에서 시작 신호와 함께 스쿼트를 시행하였다. 대상자별로 20회를 3세트 실시하였으며, 각 세트 사이에 약 1분간 휴식을 취하게 하였다(Fig 3).



가. Starting position 나. End posture  
Fig 3. Squat exercise using a ball

3) 측정 도구 및 방법

(1) 표면 근전도

표면근전도(Electromyogram, EMG)의 측정을 위하여 무선 표면 근전도기(Telemyo-DTS, NORAXON, USA)를 사용하였다.

피부에서 생성된 근전도 신호에 대한 저항력을 최소화시키기 위해 알코올 솜으로 이물질을 닦아낸 후 전극을 부착하였다. 기록전극은 가쪽넓은근, 안쪽넓은근에 부착하였으며 무릎을 60° 굽힌 스쿼트 자세를 유지하며 가쪽넓은근과 안쪽넓은근의 근전도 값을 정량화(Normalization)하기 위하여 자발적 기준 수축(Reference Voluntary Contraction: RVC)을 사용하였다. 위와 같은 방법으로 3회씩 실시하고, 각 구간의 평균값을 측정하였다.

자료 수집을 위해 근전도기의 표본 추출율(Sampling rate)을 512 Hz, 주파수 대역폭을 10~350 Hz의 대역 필터(Band pass filter)와 60 Hz 노치 필터(Notch filter)를 사용

해 잡음을 제거하였다. 수집된 근전도 신호를 완파 정류(Full-wave rectification)한 후 RMS(Root mean square)로 계산하여 XR-XP 1.07 Master Edition으로 분석하였다(Fig 4). 측정도구의 단위는  $\mu V$ 로 하였다.



Fig 4. EMG measurement posture

## (2) 전신자세측정시스템

전신자세측정시스템(GPS400, Red Balance, Italy)을 사용하여 무릎사이 간격을 측정하였다. GPS400은 사진촬영을 통해서 자세변화를 측정해 신체의 전·후와 좌·우 형태를 중심선, 수직선, 수평선을 이용하여 신체의 비대칭을 관찰할 수 있는 도구이다(Kang 등, 2014). 자세측정을 하기 위해서 3 m 거리를 두고 같은 자리에 카메라로 촬영하여 양쪽 무릎뼈 중앙에 스티커를 부착하고 양쪽 무릎뼈 중앙을 축으로 수직선을 그어놓고 양발을 모아 안쪽 복사뼈를 닿게 한 후 두 선 사이의 거리를 측정하였다(Fig 5). 발목의 안쪽복사뼈를 서로 최대한 붙인 후 양측 무릎 간의 거리를 측정했을 때 5 cm 이상인 사람을



Fig 5. Measurement of gap between knee

안굽이무릎 대상자로 선정하였다. 측정도구의 단위는 cm로 하여 측정하였다.

## (3) 전자각도계(electrogoniometer)

Q각을 평가하기 위한 측정 장비로 무릎 관절 위치와 운동 측정에 대해 높은 신뢰성과 타당성이 있고(Bronner 등, 2010), 물리치료와 작업치료, 정형외과, 스포츠의학 등에서 관절가동범위를 측정하기 위해 널리 사용하고 있는 전자각도계(Biometrics, USA)를 사용하였다(Fig 6). 매 측정 시 마다 전자각도계를 0°로 조정하여 측정하였다.



Fig 6. Electrogoniometer measurement and equipment

## 3. 분석방법

윈도우용 IBM SPSS Statistics 24 프로그램을 이용하여 연구에서 수집된 자료를 분석하였다. 안굽이무릎을 가지고 있는 사람 중 일반 스쿼트를 한 대조군, 볼을 이용한 스쿼트를 한 실험군 총 2개 그룹으로 나누어 실험기간에 따른 운동효과를 비교하기 위하여 반복측정 분산분석을 실시하였으며 통계학적 유의수준  $\alpha = .05$ 로 하였다. 기간에 따른 사후분석은 LSD (least significant difference) 기법을 이용하여 분석하였다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

실험군(볼을 이용한 스쿼트 운동군 13명)과 대조군(일반 스쿼트 운동군 13명)에서 실험 전 변수에 대한 동질

성 검증을 위해 SPSS로 분석한 결과로 모든 변수에 대해 두 집단 간의 평균값에는 통계학적으로 유의한 차이

가 나타나지 않아 두 집단은 동일 집단이라고 볼 수 있었다( $p>.05$ )(Table 1).

Table 1. General physical characteristics of subjects

Variables	EG	CG	<i>p</i>
Age (yr)	21.85±4.10	20.38±4.61	0.897
Height (cm)	163.35±5.06	161.48±6.26	0.622
Body weight (kg)	56.95±53.2	56.05±6.80	0.285
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.38±2.21	21.43±1.68	0.291
Before experiment Q-angle (°)	8.00±1.22	8.00±1.58	0.364
Before experiment Knee spacing (cm)	6.14±0.53	6.35±0.59	0.497

CG; control group(normal squat exercise), EG; experimental group(squat exercise using a ball)

2. 실험기간에 따른 Q각의 변화

스쿼트 운동에 따른 실험군과 대조군의 6주간의 Q각의 변화는 Table 2와 같다. 다변량 검정 결과 실험기간에 따라 Q각의 변화량 비교에 있어서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 또한 실험기간과 그룹군에 따라 상호작용이 있었다( $p<.05$ ). 실험군의 Q각은 실험 전

8.00±1.22°에서 실험 6주 후 11.15±0.68°로 각도가 증가하였고, 대조군의 Q각은 실험 전 8.00±1.58°에서 실험 후 10.00±0.81°로 나타나 Q각의 변화는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 개체-간 효과검정을 통한 그룹군에 따른 평균값 차이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

Table 2. Comparison of Q-angle according to the experiment period

(Unit : ° )

Q-angle	0 week	3 weeks later	6 weeks later	Period(F)	Group(F)	Period * Group(F)
EG	8.00±1.22	9.69±0.75	11.15±0.68			
CG	8.00±1.58	9.30±1.03	10.00±0.81	46.641*	2.330	3.448*
t	.000	1.087	3.895*			

\* $p<.05$ , CG; control group(breathing exercise alone), EG; experimental group(breathing exercise combined with balance exercise)

3. 실험기간에 따른 무릎 간격의 변화

스쿼트 운동에 따른 실험군과 대조군의 6주간의 무릎 간격의 변화는 Table 3과 같다. 개체-내 효과검정 결과 실험기간에 따라 무릎 간격의 변화량 비교에 있어서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 또한 실험기간과 그룹군에 따라 상호작용이 있었다( $p<.05$ ). 실험군의

무릎 간격은 실험 전 6.14±0.52 cm에서 실험 6주 후 4.59±0.62 cm로 간격이 감소하였고, 대조군의 무릎 간격은 실험 전 6.35±0.59 cm에서 실험 후 5.20±0.71 cm로 나타나 무릎 간격의 변화는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 개체-간 효과검정을 통한 그룹군에 따른 평균값 차이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

Table 3. Comparison of knee spacing according to the experiment period (Unit : cm)

Knee spacing	0 week	3 weeks later	6 weeks later	Period(F)	Group(F)	Period * Group(F)
EG	6.14±0.52	5.49±0.57	4.59±0.62			
CG	6.35±0.59	5.86±0.60	5.20±0.71	187.446*	3.146	4.349*
t	-0.956	-1.593	-2.348*			

\*p<.05, CG; control group(breathing exercise alone), EG; experimental group(breathing exercise combined with balance exercise)

#### 4. 실험기간에 따른 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 활성화도 평균값의 변화

##### 1) 안쪽넓은근의 근 활성화도 변화

스쿼트 운동에 따른 실험군과 대조군의 6주간의 안쪽넓은근의 변화율은 Table 4와 같다. 다변량 검정 결과 실험기간에 따라 안쪽넓은근의 변화율 비교에 있어서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05), 또한 실험기간

과 그룹군에 따라 상호작용이 있었다(p<.05). 실험군의 안쪽넓은근의 변화율은 실험 전 23.35±6.28  $\mu$  V에서 실험 6주 후 43.71±15.09  $\mu$  V로 근 활성화도가 증가하였고, 대조군의 안쪽넓은근의 변화율은 실험 전 24.00±7.17  $\mu$  V에서 실험 후 32.46±7.85  $\mu$  V로 나타나 안쪽넓은근의 변화율은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 개체-간 효과검정을 통한 그룹군에 따른 평균값 차이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05).

Table 4. Comparison of VM EMG according to the experiment period

(Unit :  $\mu$  V)

VM	0 week	3 weeks later	6 weeks later	Period(F)	Group(F)	Period * Group(F)
EG	23.35±6.28	30.02±9.82	43.71±15.09			
CG	24.00±7.17	28.67±8.32	32.46±7.85	35.709*	1.352	8.599*
t	-0.246	.378	2.385*			

\*p<.05, CG; control group(breathing exercise alone), EG; experimental group(breathing exercise combined with balance exercise), VM; vastus medialis muscle, EMG; electromyograph

##### 2) 가쪽넓은근의 근 활성화도 변화

스쿼트운동에 따른 실험군과 대조군의 6주간의 가쪽넓은근의 변화율은 Table 5와 같다. 다변량 검정 결과 실험기간에 따라 가쪽넓은근의 변화율 비교에 있어서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05), 또한 실험기간과 그룹군에 따라 상호작용이 있었다(p<.05). 실험군의

가쪽넓은근의 변화율은 실험 전 38.89±12.84  $\mu$  V에서 실험 6주 후 61.82±21.25  $\mu$  V로 근 활성화도가 증가하였고, 대조군의 가쪽넓은근의 변화율은 실험 전 39.54±10.69  $\mu$  V에서 실험 후 48.04±13.14  $\mu$  V로 나타나 가쪽넓은근의 변화율은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 개체-간 효과검정을 통한 그룹군에 따른 평균값 차이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05).

Table 5. Comparison of VL EMG according to the experiment period

(Unit :  $\mu V$ )

VL	0 week	3 weeks later	6 weeks later	Period(F)	Group(F)	Period * Group(F)
EG	38.89±12.84	47.38±15.91	61.82±21.25			
CG	39.54±10.69	44.52±11.35	48.04±13.14	25.387*	.977	6.564*
t	-.141	.528	1.989			

\*p<.05, CG; control group(breathing exercise alone), EG; experimental group(breathing exercise combined with balance exercise), VL; vastus lateralis muscle, EMG; electromyograph

### IV. 고찰

본 연구는 6주간 중재를 통해 안굽이무릎 변형을 가진 여성을 대상으로 볼을 이용한 스쿼트 운동을 적용 시 무릎사이 간격에 대한 영향과 Q각의 변화 그리고 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근 활성도를 알아보기 위해 실시하였다. 무릎사이 간격, 및 안·가쪽넓은근의 근 활성도를 측정하기 위하여 각각 GPS, 전자각도계 및 EMG를 이용하여 총 3회 측정하여 평균을 내는 방식으로 분석하였다.

바른 자세는 신체의 중심선이 무릎 정중선의 바로 전방을 통과하고, 넙다리뼈의 큰결절, 허리뼈 몸통, 어깨관절, 목뼈 몸통, 그리고 귓볼을 통과하며, 신체가 평형을 이루어서 내적인 힘이 동등한 상태이다(Neumann, 2016). 그러나 바르지 못한 자세, 즉 신체의 정렬이 맞지 않는 경우는 외적으로도 좋지 못하고, 근육의 효율성도 감소시키며, 근육뼈대계 또는 신경학적인 병리적인 상태를 만들 수도 있다(Boissonneault 등, 2014; Chae 등, 2015; Moghtadaei 등, 2017; Stief 등, 2011).

이에 본 연구는 일반 스쿼트와 볼을 이용한 스쿼트로 각각 2가지로 구분하여 각각의 운동 방법이 안굽이무릎을 가진 여성의 바른 정렬상태, 무릎사이 간격의 변화, 근 활성도에 미치는 영향을 확인하고, 무릎사이 간격의 감소와 Q각의 증가에 있어 효과적인 운동방법을 제시하고자 하였다.

Han 등(2010)은 안굽이무릎을 알아볼 수 있는 방법으로 Q각, 넙다리 경사각, 넙다리 비틀림각을 측정하여 파악하였고, 측정판과 측정자로 무릎사이의 간격을 측정하

여 알아냈다. 선행 연구에서는 측정도구로 X-ray, 넙다리 경사각을 측정하는  $\pi$  viewSTAR program, 무릎사이 간격 측정을 위한 무릎 간격 측정자와 측정판, 신장과 체중을 측정하는 JENIX 등을 사용하였다.

Choi 등(2013)은 안굽이무릎을 가진 대상자에게 안굽이무릎 교정운동을 실시하였는데 안굽이무릎 변형의 요인으로 지적되는 넙다리뼈의 안쪽돌림을 교정하기 위해 모음근 군과 넙다리근막긴장근의 스트레칭, 넙다리 가쪽돌림근 군에 근육 강화운동을 적용하였다. 또한 무릎관절의 불균형을 교정하기 위해 밴드를 이용하여 안굽이무릎을 안굽이무릎 방향으로 적용하는 밴드운동을 시행하였다. 중재 후 운동 전·후 유의한 차이가 있었으며 운동 프로그램의 효과가 있음을 알 수 있었다는 결과를 가지고 Choi 등(2013)의 스트레칭, 운동프로그램을 수정 보완하여 실시 한 본 실험에서의 양쪽 넙다리뼈의 안쪽위관절용기 사이에 볼을 끼워 모음을 한 상태로 실시한 스쿼트 운동이 무릎사이 간격을 줄이는데 영향을 주었다는 본 연구 결과와 일치한다. 또한 Kim(2016)의 연구에서 볼을 이용한 스쿼트 운동 시 넙다리네갈래근의 근활성도가 유의하게 증가하였다는 결과는 본 연구 결과와 일치한다.

본 연구에서는 무릎 사이 간격이 평균 5 cm 이상으로 안굽이무릎을 평가하는 데 있어 3등급의 수준으로 나타났다. 3등급 이상이 되면 무릎 변형에 의해 여러 가지 문제가 발생할 수 있다고 많은 선행논문에서 알려져 있다. 본 연구에서 볼을 이용한 스쿼트 운동 실험군의 무릎 사이 간격은 운동 적용 전에 비해 6.14±0.52 cm에서 4.59 ± 0.62 cm로 간격이 좁아져 감소하면서 유의한 차이가 있



었음을 알 수 있었다. Han 등(2010)의 연구에서는 안굽이무를 변형자에게 스트레칭, 탄성밴드를 12주간 실시한 결과 무릎 사이 간격이 감소함을 확인하고, Kwon 등(2013)의 연구에서는 8주간의 탄성밴드 운동이 안굽이무를 성인 여성의 무릎사이 간격을 감소시킴을 확인하였다. 본 연구에서 볼을 이용한 스쿼트 운동 프로그램을 6주간 참여한 경우 무릎사이 간격이 유의하게 감소하였으며, 이는 Han 등(2010)과 Kwon 등(2013)의 연구 결과와 일치한다. 위의 연구결과들의 통해 안굽이무를 교정에 대한 효과적인 운동방법을 제시함으로써 안굽이무를 교정에 더욱 효과적인 교정운동 프로그램을 제공할 수 있을 것 이라고 사료되며, 이런 결과들은 향후 안굽이무를 예방과 치료를 위한 자료제공에 중요한 의미를 가진다고 생각된다.

볼을 이용한 스쿼트 운동 실험군의 Q각 값은 운동 전  $8.00 \pm 1.22^\circ$ 에서 6주 후  $11.15 \pm 0.68^\circ$ 로 운동 적용 전에 비해 증가하며 유의한 차이를 보였다. Q각은 위앞엉덩뼈가시(ASIS)와 무릎뼈의 중양을 이은선과 무릎뼈의 중양과 정강뼈 거친면을 이은 선 사이의 각도를 말하며, Q각은 무릎에 대한 넙다리네갈래근의 상대적 가쪽 당김을 측정할 수 있는 임상지표이다(Fredericson & Yoon, 2006; Moghtadaei 등, 2017; Park 등, 2011). 또한 여러 연구에서는 Q각을 통해 골반의 위치, 엉덩관절의 회전, 정강뼈의 비틀림, 무릎뼈의 위치, 발의 위치를 복합적으로 측정할 수 있을 것이라고 제안하고 있다(Seo 등, 2019). 이 각도가 정상 범위일 때 하중이 동일하게 무릎의 가쪽과 안쪽으로 나뉘게 된다. 본 연구에서 Q각은 볼을 이용한 스쿼트 운동 전에는 정상 범위보다 감소되어 있으며, 운동을 실시한 결과 Q각 값이 증가한 양상을 보였다. 이는 운동 후 Q각이  $8.00 \pm 1.22^\circ$ 에서  $11.15 \pm 0.68^\circ$ 로 오히려 감소한 Han 등(2010)의 연구와 상반된 결과이지만 선행연구와 본 연구 모두 비정상 범위의 Q각에서 정상범위로 가까워진 경향을 보인 결과, 볼을 이용한 스쿼트 운동이 다리의 올바른 정렬에 있어 긍정적인 영향을 주었다고 사료된다.

본 연구의 제한점은 많은 수의 대상자를 포함시키지 못하였기 때문에 연구 결과를 일반화하기에는 제한이 따르며 또한 실험에 참가한 일반인의 시험 시간 이외의 생활환경을 통제할 수 없었다. 본 연구에 대한 제한점은

추후의 연구를 통해 보완할 필요가 있을 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 볼을 이용하여 스쿼트 운동을 한 실험군, 일반 스쿼트 운동을 한 대조군에서 Q각, 무릎사이 간격과 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 활성화 변화를 알아보기 위해 그룹별로 운동을 실시한 후 각각의 변화를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험군과 대조군의 무릎사이 간격 변화를 분석한 결과는 실험 전과 3주, 3주와 6주, 실험전과 6주 사이에 유의하게 감소하였으며, 대조군에 비해 실험군에서 무릎사이 간격이 더 크게 감소하였다.
2. 실험군과 대조군의 Q각 변화를 분석한 결과는 실험 전과 3주, 3주와 6주, 실험전과 6주 사이에 유의하게 증가하였으며, 대조군에 비해 실험군에서 Q각이 더 크게 증가하였다.
3. 실험군과 대조군의 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 근 활성화도 변화를 분석한 결과는 실험 전과 3주, 3주와 6주, 실험전과 6주 사이에 유의하게 증가하였으며, 대조군에 비해 실험군에서 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 근 활성화도가 더 크게 증가하였다.

이러한 연구 결과를 볼 때, 볼을 이용한 스쿼트 운동이 Q각의 증가와 무릎사이 간격을 감소시킬 수 있는 운동으로 적용할 수 있으며 안쪽위관절용기에 볼을 끼워 엉덩관절을 모음하여 볼을 고정된 자세에서 스쿼트 운동이 일반 스쿼트 운동에 비해 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 근 활성화도가 더 높게 측정되는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 Q각의 증가와 무릎사이 간격의 감소, 안·가쪽넓은근의 근 활성화도 증가를 보았을 때 볼을 이용하여 스쿼트 운동이 일반 스쿼트 운동에 비해 더 큰 영향을 미친 것이라 할 수 있다.

이 연구의 결과들은 안굽이무를 가진 대상자에게 안굽이무를 교정운동 프로그램 구성 시 볼을 이용한 스쿼트 운동이 도움될 것으로 생각된다.

차후 연구에서는 제한점을 충분히 통제하고 보완하여

연구 결과를 일반화시킬 수 있는 연구가 필요할 것이라 여겨진다.

### 참고문헌

Boissonneault A, Lynch JA, Wise BL, et al(2014). Association of hip and pelvic geometry with tibiofemoral osteoarthritis: multicenter osteoarthritis study(MOST). *Osteoarthritis Cartilage*, 22(8), 1129-1135. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.06.010>.

Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofeitimi S, et al(2010). Reliability and validity of electrogoniometry measurement of lower extremity movement. *J Med Eng Technol*, 34(3), 232-242. <https://doi.org/10.3109/03091900903580512>.

Chae YW, Park JW, Park S(2012). The effect of postural stability on genu varum in young adults. *J Kor Phys Ther*, 24(6), 419-422.

Choi KY, Kim JG, Choi MY, et al(2013). The effects of exercise programs on genu varum persons. *J Korean Soc Integrative Med*, 1(1), 87-96. <https://doi.org/10.15268/ksim.2013.1.1.087>.

Chae YW, Park JW, Park S(2015). Effects of knee malalignment on static and dynamic postural stability. *J Kor Phys Ther*, 27(1), 7-11. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2015.27.1.7>.

Chae YW, Park S, Park JW(2018). Pelvic, hip, and knee kinematics of stair climbing in people with genu varum. *J Kor Phys Ther*, 30(1), 14-22. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2018.30.1.14>.

Doo YT, Jeong YW(2017). Correlation between leg length difference with pelvic and shoulder level, weight distribution, ankle muscle strength. *Asian J Kinesiol*, 19(3), 83-88. <https://doi.org/10.15758/jkak.2017.19.3.83>.

Fredericson M, Yoon K(2006). Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*, 85(3), 234-243. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000200390.67408.f0>.

0000200390.67408.f0.

Han SM, Lee KK, Ha S, et al(2010). The effects of correction exercise on hip joint angle, Q angle, and the distance between knees of genu varum patients. *KACEP*, 13(1), 83-90.

Han SK, Kim TH, Rho JS, et al(2018). The immediately effect of narrow squats on the knee joint biomechanics during a gait and distance between the knees of person with genu-varum. *Phys Ther Korea*, 25(3), 19-26. <https://doi.org/10.12674/ptk.2018.25.3.019>.

Hyeon DS(2013). The effect of different leg positions during squat performance on power expression of spinal and lower extremities in elite weight lifters. Graduate school of Korea National Sport University, Republic of Korea, Master's thesis.

Jeong JM, Lim BO(2016). Differences of lower extremity muscle activities between genu varum females and straight-leg females in squat. *KPEAW*, 30(4), 387-397. <https://doi.org/10.22472/kpeaw.2016.30.4.387>.

Kang SH, Lee SH, Lee YS, et al(2014). The effect of balance training on shoulder gradient. *J Korean Soc Integrative Med*, 2(1), 91-100. <https://doi.org/10.15268/ksim.2014.2.1.091>.

KAOMT(2014). *Orthopedic physical assessment*. 6th ed, Seoul, Hyunmunsa, pp.797-801.

Kim BB(2016). Effects of ball squeeze squat with hip external rotation on quadriceps muscle activity and valgus alignment in subjects with patellofemoral pain syndrome. Graduate school of Yonsei University, Republic of Korea, Master's thesis.

Kim WG, Kim YS, Kim YB, et al(2017). Effects of fast treadmill training on spinal alignment and muscles thickness. *J Kor Phys Ther*, 29(4), 175-180. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2017.29.4.175>.

King-Martinez AC, Cuellar-Avaroma A, Perez- Correa J, et al(2007). High tibial dome osteotomy complications in genu varum patients. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 45(2), 111-116.

Kwon MG(2010). The effects of 12-week K-bar weight

- training on the body alignment changes of junior elite athletes. *Asian J Kinesiol*, 12(2), 45-53.
- Kwon SY, Jung JH, Yang JH(2013). Effects of elastic band exercise for 8 weeks on interval of knee joint, foot pressure and pain for adult women with genu varum according to surface. *Korea J Sport Sci*, 22(3), 1109-1119.
- Moghtadaei M, Yeganeh A, Boddouhi B, et al(2017). Effect of high tibial osteotomy on hip biomechanics in patients with genu varum: a prospective cohort study. *Interv Med Appl Sci*, 9(2), 94-99. <https://doi.org/10.1556/1646.9.2017.2.20>.
- Musculoskeletal Exercise Therapy Committee(2017). Therapeutic exercise for musculoskeletal system. 1st ed, Seoul, Panmun education, pp.541.
- Neumann DA(2016). Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation. 3rd ed, St Louis, Mosby, pp.479-707.
- Oh JH, Kang SR, Kwon TK, et al(2015). The effect on muscle activation in the trunk and lower limbs while squatting with slope-whole-body vibration. *KJSB*, 25(4), 383-391. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2015.25.4.38>.
- Park S, Lee WJ, Park JW(2014). Differences of onset timing between vastus medialis and lateralis during knee isometric contraction on individuals with genu varum or valgum. *J Kor Phys Ther*, 26(1), 9-14.
- Park SK, Yang DJ, Park JM, et al(2011). Analysis of patellar tracking and Q-angle during semi-squat exercise. *KJSB*, 21(1), 107-114. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2011.21.1.107>.
- Seo JH, Chang JS, Lee MY(2019). Effects of squatting with different foot positions on muscle activations in subjects with genu varum. *J Kor Phys Ther*, 31(2), 76-81. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2019.31.2.76>.
- Stief F, Bohm H, Schwirtz A, et al(2011). Dynamic loading of the knee and hip joint and compensatory strategies in children and adolescents with varus malalignment. *Gait Posture*, 33(3), 490-495. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.01.001>.
- Stief F, Bohm H, Dussa CU, et al(2014). Effect of lower limb malalignment in the frontal plane on transverse plane mechanics during gait in young individuals with varus knee alignment. *Knee*, 21(3), 688-693. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.03.004>.
- Shon JW, Lim HW(2016). Comparison of muscle activities of trunk and lower limb during bow and squat exercises. *J Kor Phys Ther*, 28(2), 95-100. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2016.28.2.95>.
- Yu BK, Kim EH(2015). The effects of the correction exercise program combined with stretching and elastic band exercise on femoral intercondylar distance, Q-angle, plantar pressure in undergraduate with genu varum. *JKAIS*, 16(3), 2064-2072. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.3.2064>.