

## 엣침 스쿼트 운동이 안굽이와 무릎 주위 근육에 미치는 즉각적 효과

김현수<sup>1</sup> · 김경돈<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경남정보대학교 물리치료과 교수, <sup>2\*</sup>대구보건대학교 물리치료과 교수

### Immediate Effects of the Pronation Squat on the Genu Varum and the Muscles Around the Knee

Hyeon-Su Kim, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Kyoung-Don Kim, PT, Ph.D<sup>2\*</sup>

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

<sup>2\*</sup>Dept. of Physical Therapy, Daegu Health College, Professor

#### Abstract

**Purpose :** The purpose of this study was to compare the ankle pronation squat with the general squat and investigate the effect on the genu varum and the muscles around the knee.

**Methods :** Subjects were chosen as the target for squat exercise with the distance between the knees more than 5 cm. The selected 30 students were randomly divided into 15 pronation squat group and 15 general squat group, and performed five sets movements 20 times. Global postural system (GPS) and digital goniometer were used to check the distance between the knees and the Q angle, and muscle activity was measured with EMG during squat exercise.

**Results:** The result is as follows. First, as a result of analyzing the change in the distance between the knees, the distance between the knees decreased and the Q angle increased in the pronation squat group after exercise. Second, as a result of analyzing the change in muscle activity of the peroneus longus, the muscle activity increased in the pronation squat group after exercise, and it was more effective than the general squat group. Third, as a result of analyzing the change in the VMO (vastus medialis oblique) and VL (vastus lateralis) muscle activity ratio, the activity ratio of the pronation squat group increased after exercise, and the imbalance in the VMO/VL muscle activity was decreased.

**Conclusion:** The pronation squat exercise applied to the ankle will greatly affect what is made into a balanced leg as decreased of the distance between knees, increased of Q angle, increased of the muscle activity of the peroneus longus and the ratio of VMO/VL.

---

**Key Words :** genu varum, muscle activity, pronation squat exercise, VMO/VL

\*교신저자 : 김경돈, donice1595@gmail.com

제출일 : 2021년 10월 7일 | 수정일 : 2021년 11월 9일 | 게재승인일 : 2021년 11월 19일

# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

퇴행성 뼈관절염(osteoarthritis)으로 내원하는 환자의 수는 2010년 187만 명에서 2018년 263만 명으로 매년 그 수가 증가하고 있으며(Health Insurance Review & Assessment Service, 2019) 우리나라가 초고령 사회로 빠르게 진전될 것으로 예상됨에 따라 앞으로의 환자의 수도 늘어날 것으로 전망된다(Shin, 2019). 퇴행성 뼈관절염은 연령이 증가하거나 비만일수록 높은 유병률을 보이는데(Cho 등, 2009), 이러한 변화가 진행될수록 안굽이 무릎을 포함한 무릎관절의 부정렬이 증가해 뼈관절염에 영향을 미칠 수 있다고 한다(Sharma 등, 2001). Kang 등(2009)에 의하면 대한민국 국민의 90 % 이상이 안굽이 무릎변형을 보인다고 하였다. 이러한 이유로는 선천적으로 정상 무릎관절 형태로의 발달과정을 거치지 못해 안굽이 무릎이 발생할 수도 있지만(Kim 등, 2014), 대부분의 경우 아이를 등에 업어서 키우거나 양반다리를 하는 자세(Jeong, 2016)와 같은 바르지 못한 생활 습관으로 인해 안굽이 무릎이 발생할 수 있다고 한다(Han 등, 2011).

안굽이 무릎이란, 사전적 의미로는 두 다리를 모으고 섰을 때 무릎 사이가 붙지 않고 가쪽 방향으로 굽어진 O자 모양의 다리를 말하며, 양쪽 발목의 안쪽복사뼈가 닿게 하여 측정된 양쪽 무릎 사이의 거리가 증가된 것을 말한다(Neumann, 2018). 일반적으로 안굽이 무릎의 단계는 발목의 안쪽복사뼈를 서로 최대한 붙인 후 양측 무릎 간의 거리를 측정했을 때, 넓다리뼈 안쪽위관절용기를 기준으로 Grade I은 2.5 cm 이하, Grade II는 2.5~5 cm, Grade III는 5~7.5, 7.5 cm 이상은 Grade IV로 규정한다(Han 등, 2011). 안굽이 무릎 교정은 안굽이 무릎이 심할수록 교정하는 데 어려움이 많고, 양쪽 무릎 사이의 거리가 5 cm 이하는 스트레칭이나 운동으로 교정 가능하고, 5 cm 이상인 경우 수술적 치료가 필요하다(Han 등, 2011).

안굽이 무릎의 주 원인인 넓다리뒤근의 단축과 넓다리네갈래근의 약화는 무릎관절의 가동범위가 감소되어 무릎관절에 부하를 주거나(Fisher 등, 2007), 무릎관절 정렬축의 변화를 만들어 낼 수 있다(Yu & Kim, 2015). 넓다리네갈래근은 무릎을 정상적으로 유지하는데 중요한 근

육인데(Mellor & Hodges, 2005), 총 네 개의 근육 중 안쪽넓은근은 무릎뼈 안쪽에서 안정성을 제공하는 중요한 역할을 하지만 생리적으로 근력이 약하며(Cha, 2013), 가쪽넓은근과의 불균형은 무릎관절에 기능장애를 일으킬 수 있다(Park, 2013). 이를 해결하기 위해서는 넓다리네갈래근의 근력운동 또는 교정운동을 통한 효과적인 근력향상이 필요한데(Cha, 2013; Moon 등, 2018), 열린사슬운동보다는 닫힌사슬운동이 다리의 근력향상에 효과적이라고 하였다(Kim 등, 2015).

안굽이 무릎 교정의 선행연구들을 살펴보면 무릎관절 주변의 근육을 강화하는 스쿼트 운동과 지속적인 스트레칭을 통해 안굽이 무릎을 개선시켰다(Han, 2009). 스쿼트 운동은 넓다리네갈래근의 근력강화를 위해 실시하는 닫힌사슬운동 중 대표적인 운동으로 특별한 기능적 요구에 대한 다리 근조직의 활동과 훈련을 위해 유익하며(Kisner 등, 2017), 무릎관절 회복을 위한 방법으로 많이 시행하고 있다(Hooper 등, 2001). Cho(2015)는 스쿼트 운동 중 안굽이 무릎 교정운동에서 일반 스쿼트 운동보다 다리의 보폭을 최대한 좁게 만들어 운동하는 내로우 스쿼트 운동이 효과적이라고 하였고, Han 등(2018)은 안굽이 무릎 변형자에게 내로우 스쿼트 100회를 적용한 연구에서 무릎 사이 거리와 무릎 모음 모멘트가 유의하게 감소했다고 하였다. 또한 Coqueiro 등(2005)은 세미스쿼트가 넓다리네갈래근을 활성화시켜 근력 강화 운동이나 임상적인 치료에 효과적으로 적용할 수 있다고 하였으며, Kim과 Song(2010)의 연구에 따르면 관절 각도가 60° 일 때 근활성비가 가장 높다고 하였다.

발목의 엽침(pronation)은 발꿈치뼈의 가쪽번짐(eversion)과 벌림(abduction), 발등굽힘(dorsiflexion)의 복합적인 움직임으로 만들어지며, 목말종아리관절 내에서의 수평면 운동이 정강뼈의 안쪽돌림을 유발시키는데, 이는 무릎에 대한 박굽이 토크를 발생시킴으로써 안굽이 토크를 감소시켜 무릎에 대한 압박 부하와 통증을 줄이고, 기능을 증진시킬 수 있다(Neumann, 2018). 발의 엽침을 위해 5°의 가쪽웨지가 들어간 깔창을 안쪽 무릎뼈관절염 환자에게 적용한 결과, 즉각적으로 안굽이 토크를 감소시키고 안쪽 무릎관절의 부하가 감소되면 무릎의 통증도 감소시킬 수 있다(Kerrigan 등, 2002).

무릎 펌의 기능적인 평가를 위해서 가쪽넓은근에 대

한 안쪽넓은근 근활성비를 평가도구로 사용하는데, 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근활성비는 무릎뼈에 대한 안쪽과 가쪽의 힘의 지표로 고려되면서, 근육 기능장애와 동원 패턴 변화의 지시자로 사용된다(Ng 등, 2008). 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근활성비가 1보다 더 큰 것은 안쪽넓은근이 가쪽넓은근보다 정규화된 활성이 더 크다는 것을 나타내며, 근활성비를 나타내는 운동은 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성 패턴에 변화를 주는 것으로 알려져 있다(Kim & Song, 2010).

선천적인 원인이 아니라 자세불안정과 나쁜 생활습관으로 인한 변형된 안굽이무릎은 발목의 자세조절과 스쿼트 운동을 통해 교정이 가능하다고 생각되며, 본 연구에서는 안굽이무릎의 교정을 위한 방법으로 웨지를 이용해 발목의 옆침 5°를 만들고 무릎관절을 60°로 굽힌 자세에서의 스쿼트를 실시한 후 일반 스쿼트를 비교하여 안굽이무릎의 무릎사이거리, Q각, 근활성도에 미치는 영향을 알아보았다.

2. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 가설을 제시하고, 실험하여 이를 검증하려고 한다.

첫째, 옆침 스쿼트군은 일반 스쿼트군에 비해 무릎사이거리가 감소할 것이다.

둘째, 옆침 스쿼트군은 일반 스쿼트군에 비해 Q각이 증가할 것이다.

셋째, 옆침 스쿼트군은 일반 스쿼트군에 비해 긴종아리근의 근활성도가 증가할 것이다.

넷째, 옆침 스쿼트군은 일반 스쿼트군에 비해 안·가쪽넓은근의 근활성도 비율이 증가할 것이다.

II. 연구방법

1. 연구의 대상자 및 기간

본 연구는 부산의 K대학교 재학생 중 안굽이무릎을 보이는 남·여 30명을 대상으로 남자 17명, 여자 13명에게 일반 스쿼트 및 옆침 스쿼트를 실시하였으며 연구 대상 선정 기준은 다음과 같다.

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

둘째, 선천적이거나 후천적인 근골격계 질환을 가지지 않은 자

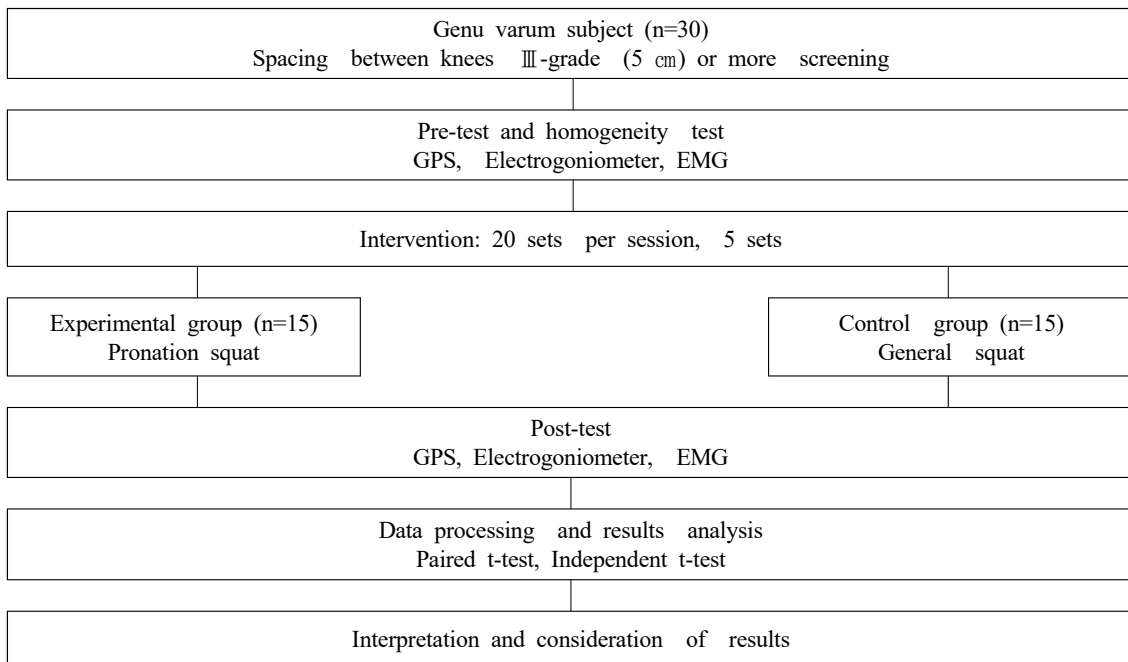


Fig 1. Research procedure

셋째, GPS를 통한 자세측정 결과 무릎사이의 거리가 5 cm 이상인 자(무릎뼈 중심사이의 거리를 기준)

## 2. 연구방법

### 1) 연구절차

대상자는 남녀 상관없이 무작위 선별을 통하여 발목 관절의 옆침 스쿼트 그룹(실험군) 15명, 일반 스쿼트 그룹(대조군) 15명으로 총 30명을 선발하였으며, 실험 전 대상자의 연령, 신장, 체중, 체질량지수, 실험 전 무릎사이 거리를 측정하였다. 본 연구의 연구절차는 다음과 같다(Fig 1).

### 2) 운동 프로그램

본 연구의 운동 프로그램은 운동 전에 스트레칭을 실시하였고 스쿼트는 20회씩 5 set 실시하였으며 운동방법은 다음과 같다.

#### (1) 스쿼트

##### ① 일반 스쿼트

편평한 지지면에서 양 발을 어깨 넓이로 벌리고 선 후 팔을 모으고, 허리는 곧게 편 채 시선은 정면을 향한다. 무릎이 발 앞쪽으로 나가지 않도록 하며 무릎관절을 60°로 굽힌 자세에서 스쿼트를 시행하였다(Fig 2). 이러한 과정을 대상자별로 20회를 5 set 실시하였으며, 사이마다 약 1분간 휴식을 취하게 하였다.



Starting position

End posture

Fig 2. General squat

##### ② 옆침 스쿼트

일반 스쿼트와 동일한 방법의 시작 자세에서 옆침 5°를 만들어내는 웨지 위에 올라가 무릎관절을 60°로 굽힌 자세에서 스쿼트를 시행하였다(Fig 3). 이러한 과정을 대상자별로 20회를 5 set 실시하였으며, 사이마다 약 1분간 휴식을 취하게 하였다.



Fig 3. Wedge

## 3. 측정 도구 및 방법

### 1) 전신자세측정시스템

본 연구는 무릎사이 거리 측정을 위해 실험장비로 전신자세측정시스템(GPS400, Chinesport, Italy)을 사용하였다. GPS400은 사진촬영을 통해서 자세변화를 측정하여 신체의 전·후와 좌·우 형태를 중심선, 수직선, 수평선을 이용하여 신체의 비대칭을 관찰할 수 있는 도구이다(Harman 등, 2005). 자세측정을 하기 위해서 3 m 거리를 두고 같은 자리에 카메라로 촬영하여 양쪽 무릎뼈 중앙에 스티커를 부착하고 양쪽 무릎뼈 중앙을 축으로 수직선을 그어 놓고 양발을 모아 안쪽 복사뼈를 닿게한 후 두 선 사이의 거리를 측정하였다(Fig 4). 발목의 안쪽 복사뼈를 서로 최대한 붙인 후 양측 무릎 간의 거리를 측정했을 때 5 cm 이상인 사람을 안굽이무릎 대상자로 선정하였다. 측정도구의 단위는 cm로 하여 측정하였다.



Fig 4. Measurement of gap between knee

2) 표면 근전도(EMG)

표면전극을 이용하여 근 전체의 합성단위를 도출하는 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. 기록 전극은 가쪽넓은근, 안쪽넓은근, 앞정강근, 긴종아리근에 부착하였으며(Fig 5), 대조군은 편평한 지면 위에서, 실험군은 웨지 위에서 스쿼트를 3회씩 실시하고, 각 구간의 평균값을 측정하였다.

자료 수집을 위해 근전도기의 표본 추출률(sampling rate)을 512 Hz, 주파수 대역폭을 10~350 Hz의 대역필터(band pass filter)와 60 Hz 노치 필터(notch filter)를 사용해 잡음을 제거하였다. 수집된 근전도 신호를 완파 정류(full-wave rectification)한 후 RMS (root mean square)로 계산하여 분석하였다(Won 등, 2014).

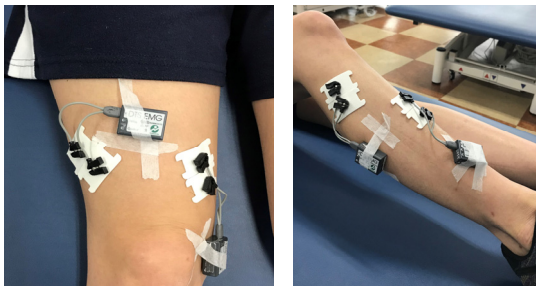


Fig 5. EMG measurement

3) 전자각도계(electrogoniometer)

무릎관절 위치감각(고유수용감각)을 평가하기 위한 측정 장비는 물리치료, 작업치료, 정형외과, 스포츠의학 등에서 관절가동범위를 측정하기 위해 널리 사용하고



Fig 6. E-LINK ROM Kit

있는 전자각도계(E-LINK ROM Kit, Biometrics, USA)를 사용하였다.

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우 용 SPSS version 25.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성과 변수에 대한 정규성 검정을 한 결과, 모든 변수는 정규분포를 하는 것으로 나타났다. 안굽이를 가지고 있는 사람 중 일반 스쿼트를 한 대조군, 옆침 스쿼트를 한 실험군 총 2개 그룹으로 나누어 1회의 운동에 따른 전·후 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정 및 독립 표본 t-검정을 실시하였으며, 통계학적 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에서는 안굽이무릎을 가지고 있는 20대 남녀 30명을 대상으로 실험군과 대조군을 나누어 실험군은 옆침 스쿼트, 대조군은 일반 스쿼트 운동을 실행하였을 때 나타나는 무릎사이거리, 근활성도, Q각의 변화 비교와 두 집단의 동질성을 알아보기 위해 독립 t-검정을 실시하였다. 통계학적으로 두 집단의 모든 변수에 대해 유의한 차이가 없어 두 집단은 동일집단이라고 볼 수 있었다.

2. 운동 전·후 무릎사이거리 변화 비교

운동 전·후 옆침 스쿼트와 일반 스쿼트 운동에 따른 무릎사이거리의 변화는 Table 2와 같다. 운동 전보다 운동 후에 옆침 스쿼트군에서 무릎사이거리가 유의하게 감소하였고( $p<0.05$ ), 일반 스쿼트군은 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

Table 1. Characteristics of subjects

Variable	Pronation squat	General squat	<i>p</i>
Year	21.80±2.24	22.13±3.54	.760
Height (cm)	169.04±7.76	168.82±8.44	.941
Weight (kg)	61.77±10.24	65.04±11.35	.414
BMI (kg/m)	21.51±2.47	22.71±2.87	.230
Distance between knees (cm)	11.30±2.11	11.71±1.58	.553

Table 2. Comparison of changes of distance between knees

Exercise group	Pre	Post	t	<i>p</i>
Pronation squat	11.30±2.11	10.40±1.79	3.616	.003*
General squat	11.71±1.58	11.42±2.03	1.304	.213

\**p*<.05

3. 운동 전·후 Q각 변화 비교

운동 전·후 옆침 스쿼트와 일반 스쿼트 운동에 따른 Q

각의 변화는 Table 3과 같다. 운동 전보다 운동 후에 옆침 스쿼트군에서 Q각이 유의하게 증가하였고(*p*<.05), 일반 스쿼트군은 유의한 차이가 없었다(*p*>.05).

Table 3. Comparison of changes of Q angle

Exercise group	Pre	Post	t	<i>p</i>
Pronation squat	10.27±5.71	14.73±6.38	-4.855	.000*
General squat	9.07±5.58	10.8±5.43	-1.881	.081

\**p*<.05

4. 운동 전·후 긴종아리근의 근활성도 변화 비교

운동 전·후 옆침 스쿼트와 일반 스쿼트 운동에 따른 긴종아리근 활성도의 변화는 Table 4와 같다. 운동 전

다 운동 후에 옆침 스쿼트군은 유의하게 증가하였고 (*p*<.05), 일반 스쿼트군은 유의한 차이가 없었다(*p*>.05). 또한 운동 전 두 군 간에 유의한 차이가 없었고(*p*>.05), 운동 후에는 유의한 차이가 있었다(*p*<.05).

Table 4. Comparison of changes in muscle activities of peroneus longus and differences between groups

Exercise group	Pre	Post	t	<i>p</i>
Pronation squat	34.20±17.21	42.26±19.35	-2.290	.038*
General squat	24.30±11.94	28.28±11.47	-1.860	.084
<i>p</i>	.078	.025*		

\**p*<.05

5. 운동 전·후 안·가쪽넓은근의 근활성도 변화 비교

운동 전·후 옆침 스쿼트와 일반 스쿼트 운동에 따른 안·가쪽넓은근의 근활성도 변화는 Table 5과 같다. 운동

후에 옆침 스쿼트군의 안쪽넓은근 근활성도는 증가하였고, 가쪽넓은근 근활성도는 감소하였으나, 전·후에 유의한 차이는 없었다. 일반 스쿼트군은 안·가쪽넓은근 활성도가 모두 감소하였는데, 전·후에 유의한 차이는 없었다.

Table 5. Comparison of changes in muscle activities of VMO and VL

Muscle	Exercise group	Pre	Post	t	p
VMO	pronation squat	54.74±18.62	60.06±23.13	-1.188	.255
	general squat	69.62±21.32	68.54±18.21	.241	.813
VL	pronation squat	61.62±31.72	61.05±12.91	.063	.950
	general squat	53.42±12.73	52.05±16.28	1.108	.286

VMO; vastus medialis Oblique, VL; vastus lateralis

6. 운동 전·후 안·가쪽넓은근의 근활성도 비율 변화 비교

운동 전·후 옆침 스쿼트와 일반 스쿼트 운동에 따른 안·가쪽넓은근 근활성도비의 변화는 Table 6과 같다. 운동 전보다 운동 후에 옆침 스쿼트군의 활성도비는 1에 가까워져서 안·가쪽넓은근 근활성도의 균형이 증가하였

음을 알 수 있었고, 일반 스쿼트군의 활성도비는 1에서 멀어져 안·가쪽넓은근 근활성도의 균형이 감소하였음을 알 수 있었다. 또한 운동 전 두 군 간에 유의한 차이가 없었고(p>.05), 운동 후에는 유의한 차이가 있었다(p<.05).

Table 6. Comparison of changes in ratios of muscle activities of VMO, VL and differences between groups

Group	Ratios of VMO/VL	Pre	Post
Pronation squat	VMO/VL	0.89±0.28	0.98±0.33
General squat	VMO/VL	1.30±0.57	1.32±0.54
	t/p	-.304/.064	-1.407/.015*

\*p<.05

IV. 고 찰

스쿼트는 넓다리네갈래근의 근력을 증가시킬 수 있는 대표적인 방법으로(Dionisio 등, 2008), 뺨은 발 올림운동(straight leg raise), 넓다리네갈래근 고정운동(quadiceps setting exercise) 같은 열린사슬운동(Kim 등, 2018)들과는 달리, 닫힌사슬운동으로써 작용근과 대항근의 협력 수축을 촉진시켜 관절의 동적 안정성을 증가시킬 수 있는 운

동이다(Kisner 등, 2017).

본 연구에서 무릎사이거리와 Q각을 비교하였을 때, 동일 집단 간 스쿼트 전·후 비교 시 일반 스쿼트군에서는 유의한 차이가 없었고(p>.05), 옆침 스쿼트군에서는 유의한 차이가 있었다(p<.05). 안굽이 환자에게 가쪽웨지를 적용하는 것은 발목관절의 교정과 더불어 무릎관절의 정렬 상태를 올바르게 하여 안굽이 모멘트를 감소시키며, 이는 교정에 효과적이라고 하였는데(Kerrigan 등,

2002), 가쪽웨지가 만들어낸 발목의 옆침으로 정강뼈의 안쪽돌림을 유발시켜 무릎에 대한 박굽이 토크를 발생 시킴으로써 안굽이 토크를 감소시킴에 따라 무릎에 대한 압박 부하는 감소되고(Neumann, 2018), 무릎관절 안쪽에 가해지는 신체 중심의 축을 변화시켜(Chang & Lee, 2012) 안굽이 모멘트를 감소시킨 것으로 보인다. 또한 박굽이 토크의 유발은 체중부하 시에 무릎관절의 중심을 상대적으로 안쪽으로 움직이게 해 가로면에서 Q각을 증가시키고(Kisner 등, 20017), Q각의 증가에 따라 무릎 사이의 거리가 감소한 것으로 보인다. 이에 근거해 안굽이 무릎 대상자에게 10°의 가쪽웨지를 적용한 스쿼트를 시행하였는데, 무릎사이 거리와 Q각이 유의하게 감소하였다. 그러므로 발목관절에 옆침을 적용한 스쿼트는 안굽이 무릎을 교정하는 데 있어 효과적이라고 생각한다.

본 연구에서 긴종아리근의 근활성도를 비교하였을 때, 동일 집단 간 운동 전·후 비교 시 일반 스쿼트군에서는 유의한 차이가 없었으나( $p>.05$ ), 옆침 스쿼트군에서는 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 또한 운동 전 일반 스쿼트군과 옆침 스쿼트군 간에 유의한 차이는 없었으나( $p>.05$ ), 운동 후 군 간에 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 긴종아리근은 다른 발목관절 주위 근육과 함께 급격한 안굽이 모멘트나 굽힘 모멘트 등의 불안정에 대해 역동적으로 방어하는 역할을 한다(Yu & Kim, 2006). 본 연구의 10° 가쪽웨지의 불안정한 경사 위에 올라가는 것만으로도 발은 균형에 대해 보상작용으로 주변 근육을 활성화시킴에 따라 긴종아리근에도 영향을 끼쳤을 것이므로 근활성도가 증가한 것으로 보이고(Karthikbabu 등, 2011), 더불어 옆침 스쿼트 동작 시에 무릎관절의 굽힘 각이 증가할수록 발목 주위의 근육들에 동적인 불안정성을 더욱 야기시켜 고유수용감각을 자극시켰기에 긴종아리근의 근활성도가 더욱 증가한 것으로 보인다(Yu & Kim, 2006).

본 연구에서 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도, 그리고 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도비를 비교하였을 때, 동일 집단 간 운동 전·후 비교 시 일반 스쿼트군과 옆침 스쿼트군 모두 유의한 차이가 없었고( $p>.05$ ), 운동 전 일반 스쿼트군과 옆침 스쿼트군 비교 시에도 유의한 차이가 없었으나( $p>.05$ ), 운동 후 일반 스쿼트군과 옆침 스쿼트군 비교 시 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). 스

쿼트를 통해 안쪽넓은근을 선택적으로 활성화시키기 위한 방법으로 스쿼트와 동시에 엉덩관절의 등척성 모음을 추가하거나(Irish 등, 2010), 45° 이상의 무릎각도에서 스쿼트를 실시하거나(Tang 등, 2001), 발의 중립 자세에서 스쿼트를 하는 방법 등(Yoo 등, 2004)이 있다. 안쪽넓은근은 해부학적으로 대부분 큰모음근의 먼쪽부와 긴모음근과 안쪽근육사이막에 이는곳이 있어 모음근의 수축이 안쪽넓은근의 수축에 영향을 주며, 안쪽넓은근의 50~55°의 경사각이 엉덩관절 모음에 효과적으로 작용할 수 있는 이점을 제공하기 때문에(Cha, 2012), 위와 같은 선행연구에서의 스쿼트 자세들은 안쪽넓은근을 신장시켜 길이-장력 관계에 따라 무릎 펴 시에 선택적으로 근활성도를 증가시킬 수 있었다(Koh 등, 2011).

이를 바탕으로 본 연구에서 발의 옆침을 유도하여 스쿼트를 실시하였을 때에도 안쪽넓은근을 선택적으로 활성화시킬 수 있었는데, 안굽이 무릎의 특징적인 자세인 엉덩관절 벌림 자세를(Gross 등, 2011) 방지하기 위해 발목의 옆침을 통한 다리의 돌림을 유도하였고, 나아가 엉덩관절의 모음을 만들어냈기 때문에 안쪽넓은근의 근활성도를 높일 수 있었다고 생각된다. 결과적으로 안쪽넓은근의 근활성도가 증가함에 따라 옆침 스쿼트 군의 안쪽넓은근/가쪽넓은근 근활성도비는 증가하였는데, 운동 후 유의한 차이는 없었다( $p>.05$ ). 안쪽넓은근/가쪽넓은근 근활성비가 1보다 더 큰 것은 안쪽넓은근이 가쪽넓은근보다 정규화된 활성이 더 크다고 할 수 있는데(Kim 등, 2010), 옆침 스쿼트군에서의 안쪽넓은근/가쪽넓은근 근활성비가 1에 가까워졌다는 결과로 미루어 보아 가쪽웨지를 적용한 스쿼트는 안쪽넓은근을 강화시키는 데 도움을 줄 수 있으며, 안·가쪽넓은근의 균형에 긍정적인 효과를 미쳤다고 생각된다.

본 연구는 기존 스쿼트 운동과 안굽이 무릎 환자에게 나타나는 뼈의 축 변화를 바탕으로 발목관절 자세의 변화 및 정강뼈의 돌림이라는 변수를 적용해 스쿼트를 실시한 후 다리의 무릎사이 거리, Q각, 근활성도를 평가하였다.

본 연구에서의 제한점으로는 안굽이 무릎 변형이 여러 연령대에서 나타나는 것에 비해 특정 나이대의 비슷한 연령대로 구성되어 있다는 점과, 안굽이 무릎 교정에 대하여 즉각적인 운동효과를 보았기 때문에 이를 일반화



하는데 어려움이 있다. 또한 발의 앞침은 정강뼈의 회전을 유발시킬 수 있었으나, 과도한 앞침은 편평발을 유발시킬 수 있기 때문에 이를 예방할 수 있도록 좀 더 효율적인 운동방법이 고려된다.

## V. 결론

본 연구는 앞침 스쿼트와 일반 스쿼트에서 안굽이무릎의 무릎사이 간격, Q각, 긴종아리근의 근활성도 및 안·가쪽넓은근의 근활성도 비율 변화를 알아보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 무릎사이거리 변화를 분석한 결과, 운동 후에 앞침 스쿼트군에서 무릎사이 거리가 감소하였고, Q각은 증가하였다.

둘째, 긴종아리근의 근활성도 변화를 분석한 결과, 운동 후에 앞침 스쿼트군에서 근활성도가 증가하였고, 일반 스쿼트군에 비해 더 효과적이었다.

셋째, 안·가쪽넓은근 근활성도 비율의 변화를 분석한 결과, 운동 후에 앞침 스쿼트군의 활성도비는 증가하였으며, 안·가쪽넓은근 근활성도의 불균형이 감소하였다.

이러한 연구 결과를 볼 때, 앞침 스쿼트 운동은 무릎사이 거리 감소와 Q각을 증가시킬 수 있는 운동으로 적용할 수 있으며 긴종아리근의 근활성도와 안·가쪽넓은근의 근활성도 비율이 증가하여 균형있는 다리로 만드는 것에 더 큰 영향을 미친 것이라 할 수 있다. 따라서 안굽이무릎 교정이 필요한 대상자들에게 앞침 스쿼트 운동의 적용이 도움이 될 것으로 생각되며 차후 연구에서는 제한점을 충분히 통제하고 여러 부족한 요소들을 보완하여 연구 결과를 일반화시킬 수 있는 연구가 필요할 것이라 여겨진다.

## 참고문헌

Ahn IK, Jeon KG, Kim DY(2015). The immediate effects of kinesio taping on quadriceps induced fatigue by short-term squat. Korean Acad Orthop Man Phys Ther,

21(1), 21-28.

Andrade R, Araújo RC, Tucci HT, et al(2011). Coactivation of the shoulder and arm muscles during closed kinetic chain exercises on an unstable surface. Singapore Med J, 52(1), 35-41.

Cha YS(2013). The effects of quadriceps closed kinetic chain exercise with hip adduction on vastus medialis oblique and vastus lateralis oblique muscle activation and onset time. Graduate school of Yonsei University, Republic of Korea, Master's thesis.

Chang YH, Lee WH(2012). Biomechanical effect on knee adduction moment by lateral wedge insole in transfemoral amputee. J Korean Soc Prec Eng, 29(2), 239-244. <https://doi.org/10.7736/KSPE.2012.29.2.239>.

Cho HJ, Chang CB, Jung JW, et al(2009). Prevalence of radiographic knee osteoarthritis in elderly Koreans. Knee Surg Relat Res, 21(4), 223-231.

Cho HY(2015). The biomechanical analysis of stair descent gait according to foot type. Graduate school of Ewha Womans University, Republic of Korea, Master's thesis.

Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, et al(2005). Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. J Electromyogr Kinesiol, 15(6), 596-603. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.03.001>.

Dionisio VC, Almeida GL, Duarte M, et al(2008). Kinematic, kinetic and EMG patterns during downward squatting. J Electromyogr Kinesiol, 18(1), 134-143.

Fisher DS, Dyrby CO, Mündermann A, et al(2007). In healthy subjects without knee osteoarthritis, the peak knee adduction moment influences the acute effect of shoe interventions designed to reduce medial compartment knee load. J Orthop Res, 25(4), 540-546. <https://doi.org/10.1002/jor.20157>.

Han SM(2009). A study on the effect of correction exercise on the space between knees of genu varum lower limbs deformation. Graduate school of Kookmin University, Republic of Korea, Master's thesis.

- 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>.
- Han SM, Lee KK, Ha S, et al(2011). The effects of correction exercise on hip joint angle, Q angle, and the distance between knees of genu varum patients. *Asian J Kinesiol*, 13(1), 83-90.
- Harman K, Hubley-Kozey CL, Butler H(2005). Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: a randomized, controlled 10-week trial. *J Man Manipulative Ther*, 13(3), 163-176. <https://doi.org/10.1179/106698105790824888>.
- Hooper TL, Dunn DM, Props JE, et al(2004). The effect of graded forward and backward walking on heart rate and oxygen consumption. *J Orthop Sports Phys Ther*, 34(2), 65-71. <https://doi.org/10.2519/jospt.2004.34.2.65>.
- Irish SE, Millward AJ, Wride J, et al(2010). The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1256-1262. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cf749f>.
- Jeong JM, Lim BO(2016). Differences of lower extremity muscle activities between genu varum females and straight-leg females in squat. *J Korean Assoc Phys Educ Sport Girls Women*, 30(4), 387-397. <https://doi.org/10.16915/jkapesgw.2016.12.30.4.387>.
- Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar K, et al(2011). Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 25(8), 709-719. <https://doi.org/10.1177/0269215510397393>.
- Kang SH, Lee WJ, Kim TY(2009). Possible effects of applying rehabilitation program upon bowlegged undergraduates' COG (center of gravity) oscillation and its correction. *Korean Soc Sport Leisure Stud*, 35(2), 1061-1072.
- Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, et al(2002). Effectiveness of a lateral wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(7), 889-893. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.33225>.
- Kim YH, Kim BJ, Park DJ(2018). Isolated activation ratio of the quadriceps femoris muscle on different support surfaces during squat exercise. *PNF Mov*, 16(1), 125-132. <https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2018.16.1.125>.
- Kim CY, Lim SK(2014). Range of motion and isokinetic strength of hip joint in the college women with idiopathic genu vara. *J Korea Cont Assoc*, 14(10), 210-217. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.10.210>.
- Kim HH, Song CH(2010). Effects of knee and foot position on EMG activity and ratio of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during squat exercise. *J Muscle Joint Health*, 17(2), 142-150. <https://doi.org/10.5953/JMJH.2010.17.2.142>.
- Kim HS, Kim EY, Han JW(2015). The effects of quadriceps femoris muscle activation by closed and open kinetic chain exercises. *J Korean Soc Integr Med*, 3(1), 71-80. <https://doi.org/10.15268/ksim.2015.3.1.071>.
- Kisner C, Colby LA, Borstad J(2017). Therapeutic exercise foundations and techniques. 7<sup>th</sup> ed, Philadelphia, FA Davis Company. pp.714-848.
- Kogler GF, Veer FB, Solomonidis SE(1999). The influence of medial and lateral placement of orthotic wedges on loading of the plantar aponeurosis. An in vitro study. *J Bone Joint Surg*, 81(10), 1403-1413.
- Koh EK, Lee KH, Jung DY(2011). The effect of isometric hip adduction and abduction on the muscle activities of vastus medialis oblique and vastus lateralis during leg squat exercises. *Korean J Sport Biomech*, 21(3), 361-368. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2011.21.3.361>.
- Mellor R, Hodges PW(2005). Motor unit synchronization of the vasti muscles in closed and open chain tasks. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(4), 716-721. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.07.354>.
- Moon HH, Lee SK, Jung SY, et al(2018). Effects of

- corrective exercise on structural variables and pain in knee patients with genu varus. *Korean Soc Sci Art*, 36, 99-107. <https://doi.org/10.17548/ksaf.2018.12.30.99>.
- Neumann DA(2018). *Kinesiology of the musculoskeletal system*. 3<sup>rd</sup> ed, St. Louis, Elsevier, pp.616.
- Ng GYF, Zhang AQ, Li CK(2008). Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(1), 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.08.010>.
- Park S(2013). *Biomechanical analysis of the quadriceps femoris according to the knee alignment in young adults*. Graduate school of Daegu Catholic University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Saxena A, Haddad J(2003). The effect of foot orthoses on patellofemoral pain syndrome. *J Am Podiatr Med Assoc*, 98(4), 264-271. <https://doi.org/10.7547/87507315-93-4-264>.
- Sharma L, Song J, Felson DT, et al(2001). The role of knee alignment in disease progression and function decline in knee osteoarthritis. *JAMA*, 286(2), 188-195. <https://doi.org/10.1001/jama.286.2.188>.
- Shin HE, Ko J, Shim EH, et al(2019). Unmet health care needs of elderly in South Korea: systematic review. *Korean J Health Economics Policy*, 25(1), 29-52.
- Tang SF, Chen CK, Hsu R, et al(2001). Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(10), 1441-1445. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.26252>.
- Won M, Kim M, Kim S, et al(2014). The effect of visual information provision on the changes of electromyogram activity in trunk and lower leg muscles during dynamic balance control. *Korean J Sports Med*, 32(1), 44-54. <https://doi.org/10.5763/kjism.2014.32.1.44>.
- Yoo WG, Yi CH, Lee HJ(2004). Effects of a combined posture of the lower extremity on activity of the vastus medialis oblique muscle and vastus lateralis muscle during static squat exercise. *Phys Ther Korea*, 11(3), 1-9.
- 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. *J Korea Acad-Industr Cooper Soc*, 16(3), 2064-2072. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.3.2064>.
- Yu GS, Kim TY(2006). Influence of the knee angles on the electromyographic activities and fatigue of the ankle muscles in healthy subjects. *J Korean Acad Orthop Man Ther*, 12(1), 16-24.
- Health Insurance Review & Assessment Service. Statistics on the number of patients with degenerative arthritis, 2019. Available at <https://opendata.hira.or.kr/home.do> Accessed October 4, 2021.