

Original Article

엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 운동이 다리 근육의 활성화에 미치는 영향

윤새봄, 배창환¹⁾

자생한방병원, 배창환운동센터¹⁾

Effects of Squat Exercise on Muscle Activity in Leg Muscles According to the Pressure of Hip Adduction

Sae-bom Yun, Chang-hwan Bae¹⁾

*Dept. of Physical Therapy, Jaseng Oriental Medicine Hospital
Dept. of Physical Therapy, Bae Chang Hwan Training Center¹⁾*

ABSTRACT

Background: This study examined the changes in the leg muscle activities of 30 healthy subjects according to different pressures caused by isometric hip adduction during squat exercise.

Methods: With their knee flexed at 60°, the subjects performed isometric hip adduction with a pressure of 0, 20, 40, and 60mmHg. Surface electromyography was used to measure their muscle activities. Changes in the activities of the muscles, such as the gluteus maximus (GMAX), Gluteus medius (GM), vastus medialis oblique (VMO), vastus lateralis oblique (VLO), biceps femoris (BF), and Tensor fasciae latae (TFL) muscles, were analyzed.

Results: The activities of the VMO, VLO, GM, BF, and GMAX muscles were significantly different after exercise compared to that before exercise ($p < .05$). The activities of all the leg muscles measured were highest at a pressure of 60mmHg during isometric hip joint adduction.

Conclusion: The pressure produced by isometric hip joint adduction during squat exercise increased the leg muscle activities of the subjects. These results will provide basic data on effective squat exercise to alleviate knee joint diseases.

Key Words:

Muscle activity, Hip adduction, Squat exercise

I. 서론

무릎관절은 인체에서 가장 큰 관절로서 무릎넓다리관절, 안쪽넓다리정강관절, 가쪽다리정강관절 및 몸쪽정강종아리관절이 포함되며, 관절의 특성상 변형된 경첩관절(modified hinge joint)로 시상면에서 굽힘과 폼의 일차적인 움직임이 발생하며(Houghton, 2007), 수평면에서 바깥돌림과 안쪽돌림이 이차적으로 일어나게 된다(Neumann, 2010). 무릎넓다리관절의 생체역학적 관점에서 무릎관절의 안정성은 수동적, 능동적 요소에 의해 조절되며, 일차적 능동조절에는 넓다리네갈래근 복합체와 함께 엉덩정강근막띠, 큰모음근, 긴모음근, 거위발 그룹과 넓다리두갈래근 등이 부가적인 요소로 작용하게 된다(Tang 등, 2001). 근육의 상호작용과 무릎관절 질환의 연관성에 관한 연구들은 안쪽넓은근과 가쪽넓은근 사이의 근활성도에 대한 균형에 초점이 맞추어져 있으며(Chester 등, 2008; Liebensteiner, 2008), 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 불균형은 무릎뼈의 비정상적인 전위를 일으키고 이로 인해 무릎넓다리관절의 병적 변화를 일으킨다. 이러한 병적 변화를 예방하기 위해 정상적인 안쪽넓은근과 가쪽넓은근활성도의 균형에 대한 재설정이 필요하다고 하였다(Chester 등, 2008).

무릎관절 질환의 재활에서 안쪽넓은근의 선택적 근활성화 및 기능회복을 위한 대부분의 연구는 동적인 운동을 하는 동안 시각적 피드백을 적용하여 안쪽넓은근의 선택적 강화나 운동의 형태 또는 위치에 대한 차이를 다루는 연구들로서(Yoon 등, 2011), 가장 흔하게 적용되고 있는 무릎관절 피드백 훈련은 근전도 기기를 이용하여 적절한 근수축, 신체정렬상태 유지 및 정상적인 움직임을 이끌어 내는데 효과적인 방법으로 임상에서 주로 무릎관절 질환의 근 재교육을 위해 사용되어 진다고 한다(Criswell, 2010).

무릎관절 질환을 위한 다양한 훈련 프로토콜에서 달린사슬과 열린사슬 운동을 사용하고 있다. 일상생활과 계단보행 및 각종 레저 활동 등에서 체중 부하를 가하는 동작들이 많아 달린사슬 운동은 치료적 운동으로 많이 이용되며(Neptune 등, 2000), 열린사슬 운동과 비교하였을 때 달린사슬 운동은 다리 근활성도 변화에 그 효과가 크다(Bolgla, 2005).

달린사슬 운동의 대표적 저항운동인 스쿼트 운동에서 체중지지를 통한 다리의 근력 강화는 비체중지지 운동보다 많은 관절의 움직임이 요구되며, 근육동원의 기능적 패턴을 촉진시키고, 고유수용성 감각을 자극하므로 보다

효율적이다(Selseth 등, 2010). 스쿼트 운동은 단순하고 제한된 운동이 아니라 무릎관절의 굽힘 각도와 종아리의 돌림 각도, 다리의 벌림 정도, 한발 서기 스쿼트 등 다양하게 수정하여 실시할 수 있으며(Oh, 2013), 최근 연구에서는 일반적인 스쿼트 운동과 엉덩관절 모음 스쿼트 운동을 시행하여 다리의 근력 개선을 비교하였다(Earl 등, 2001). 이처럼 스쿼트 운동은 다양하게 응용할 수 있지만 스쿼트 운동은 서로 다른 근활성도를 나타냄으로 목적하는 근육의 근활성을 개선하기 위해 특정한 스쿼트 운동을 시행하는 것이 효율적이다.

스쿼트 운동에 대한 다양한 연구는 한발 스쿼트시 엉덩관절의 등척성 모음과 벌림, 그리고 단일면에서 무릎 폼 운동 실시한 연구(Hertel 등, 2004), 엉덩관절 등척성 모음을 동반한 스쿼트 운동에 대한 연구들이 있었다(Koh 등, 2011).

무릎관절 질환에 관한 최근 연구에서는 엉덩관절 벌림근과 바깥돌림근 근육들의 약화도 나타나기 때문에 넓다리네갈래근 뿐만 아니라 엉덩관절에 대한 종합적인 평가가 이루어져야 한다(Lee 등, 2016). 무릎관절 질환의 재활에서 엉덩관절 근력의 중요성을 시사하는 많은 증거가 있음에도 불구하고, 안쪽넓은근과 가쪽넓은근에 국한된 연구가 많이 이루어졌다. 그러므로 안쪽넓은근과 가쪽넓은근 뿐만 아니라 다리의 다양한 근육들의 다리 근육 활성에 어떠한 변화가 있는지 연구해 볼 필요가 있다. 선행 연구에서 엉덩관절 모음을 동반한 스쿼트 운동의 효과에 관한 연구는 많이 있었지만(Koh 등, 2011; Irish 등, 2010), 엉덩관절 모음의 압력이 어느 정도일 때 더 높은 활성도를 보이는지는 알려지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 치료적 운동에 많이 사용되는 스쿼트 운동시 엉덩관절 모음 압력의 차이가 하지근육의 활성도에 어떠한 영향을 미치는지 연구하여, 무릎관절의 기능회복이나 근력 강화를 위한 효과적인 스쿼트 운동방법을 제시하기 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구는 경상남도 양산시에 거주하는 20-30대로 남자와 여자를 대상으로 하였고, 실험하기 전 연구 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 하고 자발적인 동의를 얻었다. 연구대상자의 선정기준은 스쿼트 수행이 가능한 자, 일상생활 외 규칙적인 운동을 하지 않는 자, 균형에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자, 엉덩관절의 변형

(coxa valgus, coxa varus)이 없는 자, 무릎관절의 변형(genu varum, genu valgum)이 없는 자, 발의 변형(Pes planus, Pes cavus, Pes equinus)이 없는 자, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절 구축이 없는 자로 남자 13명 여자 17명으로 총 30명을 대상으로 진행하였다.

본 연구의 표본 크기는 Koh 등(2011)의 연구를 근거로 연구에 필요한 표본을 산출하였다. G*power 3.1 프로그램을 이용하여 표본수를 산출한 결과 효과 크기(effect sized)는 .759, $\alpha=.05$, power(1- β)=.80일 때 필요한 대상자 수는 16명으로 나왔다. 탈락율을 20% 고려하여 30명으로 정하였다(Faul 등, 2009). 연구대상자의 일반적 특성은 표 1에 제시하였다.

Table 1.
General characteristics of subjects.

	Mean±SD	Range
Sex(male/female)	13/17	
Age(yrs)	28.33±2.60 ^a	25~31
Height(cm)	166.93±8.80	155~177
Weight(kg)	59.53±13.33	43~75

^aMean±SD

2. 실험방법

본 연구는 실험하기 전 연구대상자들에게 실시하게 될 운동 방법에 대해 사전 설명과 올바른 자세를 보여 준 후 동작을 완벽하게 숙지하도록 5분간 연습하였다.

스쿼트는 엉덩관절 모음 압력에 따라 0mmHg, 20mmHg, 40mmHg, 60mmHg를 유지한 상태에서 엉덩관절 등척성 모음압력을 준 후 네 가지 방법으로 스쿼트를 실시하였다(Figure 1).



Figure 1. Squat exercise according to the pressure of hip adduction

무릎은 발끝을 넘지 않는 범위에서 무릎의 굽힘 각도 60°로 설정하였다(Escamilla 등, 2001). 대상자들은 높낮이가 조절되는 메뉴얼 침대에 앉아 무릎의 각도를 60°로 맞춘 뒤 엉덩이를 침대에 살짝 닿도록 하여 무릎의 각도를 최대한 유지하도록 하였다. 그리고 운동 시 이상적인 정렬 상태를 유지하기 위해 무릎뼈의 첨부가 두 번째 발가락을 향하도록 지시하고(Choi 등, 2011), 몸통을 세운 상태로 유지하도록 지시하였다(Nam, 2008).

대상자는 각 운동의 조건에서 스쿼트 운동을 하는 동안 다리의 근활성도를 측정하였고, 모든 운동은 연습효과를 배제하기 위해 운동순서를 무작위로 선정하여 시행하였다. 각각의 운동방법은 5회 실시하였고, 그중 3회의 평균값을 선택하여 분석하였다. 연속 측정으로 발생할 수 있는 근 피로를 최소화하기 위해 각 운동 측정 간 2분씩 휴식을 하도록 하였다(Kendal 등, 2005).

3. 실험도구 및 측정방법

1) 실험도구

엉덩관절의 등척성 모음 압력을 측정하기 위해 메타식 혈압계에 스티로폼을 부착하여 무릎관절의 정렬을 고려하여 제작하였으며, 엉덩관절의 모음 압력을 스스로 관찰할 수 있도록 하였다. 엉덩관절 모음 압력의 단위는 mmHg로 설정하였다(Figure 2.).



Figure 2. Measuring instrument for the pressure of hip adduction

2) 근전도 측정

연구 대상자의 스쿼트 운동 시 엉덩관절 모음 압력에 따른 다리 근육의 근활성도를 측정하기 위해서 표면근전도(Noraxon USA Inc, Scottsdale, USA)를 사용하여 수집 및 분석하였다(Figure 3). 표면 전극을 측정 부위에 부착하기 전, 피부 저항을 최소화하기 위해 체모가 있는 경우 면도를 하여 체모를 제거하였고, 사포를 이용하여 각질을 제거하고 알코올로 소독하였다.

전극은 Ag/AgCl 전극을 사용하였고, 근전도 신호 수집을 위한 표본추출률(신호획득률; sampling rate)은 1,500Hz로 하며, 수집된 신호는 완파 정류(full wave

rectification)로 처리하였다. 자료 처리는 수집된 근전도 아날로그 신호를 Myosystem DTS로 보내서 디지털 신호로 전환 후 Myoresearch XP 1.72 소프트웨어를 이용하여 신호를 처리 하였다. 실험 전, 측정 데이터의 표준화를 위해 해당 근육의 최대 등척성 수축(maximum voluntary isometric contraction; MVIC)으로 근전도 값을 측정하였다. 큰볼기근, 중간볼기근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리두갈래근, 넙다리근막긴장근의 근육 측정 자세는 도수근력 검사자세(manual muscle test)를 기준으로 시행 하였다.

처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안 평균값을 제공 근의 평균제곱(root mean square; RMS) 처리하여 %MVIC로 설정하였다. 측정 시 근 피로도를 고려하여 5 분간의 휴식을 제공하였다(Criswell, 2010).



Figure 3. Equipment and measurement

(1)전극 부착 부위

전극 부착 부위는 큰볼기근, 중간볼기근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리두갈래근, 넙다리근막긴장근에 전극을 부착하였다. 큰볼기근은 큰돌기의 경사각 약간 위의 근육 중간부위와 엉치뼈 사이의 중간부위에 부착하였고, 중간볼기근은 엉덩뼈능선과 큰돌기 사이의 근접부 1/3에 걸쳐 근육 섬유에 평행하게 배치하였고, 안쪽넓은근은 무릎뼈 위안쪽면으로 2cm, 가쪽넓은근은 넙다리뼈 중앙선을 기준으로 무릎뼈 가쪽 3~5cm 지점, 넙다리두갈래근은 궁둥뼈 결절과 정강뼈의 가쪽위관절융기 사이의 1/2 지점에 부착하였다(Criswell, 2010). 넙다리근막긴장근은 넙다리뼈 큰돌기에서 앞쪽으로 손가락 2개 너비만큼 떨어진 지점에 부착하였다(Kim 등, 2013).

4. 자료 처리

수집된 자료는 상용 통계프로그램인 윈도우용 SPSS version 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 스쿼트

운동방법에 따른 하지 근육의 근활성도를 알아보기 위해 일요인 반복측정 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검정은 본페로니 수정법(Bonferroni correction)을 이용하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다

III. 결 과

1. 엉덩관절 모음 압력에 따른 근활성도 비교

1) 안쪽넓은근의 근활성도 비교

엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 동작에 있어서 안쪽넓은근의 근활성도 변화는 통계적으로 유의하게 높았으며($p<.05$)(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 20mmHg, 40mmHg, 60mmHg은 0mmHg 보다 유의하게 높았다($p<.05$).

2) 가쪽넓은근의 근활성도 비교

엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 동작에 있어서 가쪽넓은근의 근활성도 변화는 통계적으로 유의하게 높았으며($p<.05$)(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 20mmHg, 60mmHg은 0mmHg보다 통계적으로 유의하게 높았고, 60mmHg은 40mmHg보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$).

3) 중간볼기근의 근활성도 비교

엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 동작에 있어서 중간볼기근의 근활성도 변화는 통계적으로 유의하게 높았으며($p<.05$)(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 20mmHg, 40mmHg, 60mmHg은 0mmHg보다, 40mmHg, 60mmHg은 20mmHg 보다, 60mmHg은 40mmHg보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$).

4) 넙다리두갈래근의 근활성도 비교

엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 동작에 있어서 넙다리두갈래근의 근활성도 변화는 통계적으로 유의하게 높았으며($p<.05$)(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 20mmHg, 40mmHg, 60mmHg은 0mmHg 보다, 40mmHg, 60mmHg은 20mmHg 보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$).

5) 큰볼기근의 근활성도 비교

엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 동작에 있어서 큰볼기근의 근활성도 변화는 통계적으로 유의하게 높았

며($p<.05$)(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 20mmHg은 0mmHg 보다, 60mmHg은 20mmHg보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$).

6) 넙다리근막긴장근의 근활성도 비교

엉덩관절 모음 압력에 따른 스퀴트 동작에 있어서 넙다리근막긴장근의 근활성도 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며($p>.05$)(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

IV. 고찰

본 연구는 달린사슬의 대표적인 치료적 운동인 스퀴트 운동을 수행할 때 엉덩관절 모음 압력의 변화에 따른 큰볼기근, 중간볼기근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리두갈래근, 넙다리근막긴장근의 활성도 변화를 알아보았다. 스퀴트 운동은 달린사슬 운동으로 무릎관절 재활에 널리 이용되고 있는 운동으로 넙다리네갈래근과 무릎 주변 근육의 동시 수축과 정강넙다리관절에 대해 압력의 증가를 유도하여 정강넙다리관절 전위를 감소시킬 수 있고 고유 수용성 기능을 촉진하는 것으로 알려 졌다(Coqueiro 등, 2005).

넙다리무릎관절 질환의 최근 연구에서 무릎뼈의 비정상적인 이동과 연부조직의 비정상적인 스트레스가 통증의 기여요소로 작용한다고 하였으며(Kim 등, 2011), 안쪽넓은근과 가쪽넓은근활성도 비의 감소는 무릎뼈에 있어 다양한 부정렬을 만들어 정상적인 활동 시 무릎넙다리관절에 작용하는 압력 및 전단력의 불균형을 유발한다(Christian 등, 2006).

본 연구에서 0, 20, 40, 60mmHg의 엉덩관절의 모음

압력에 따른 스퀴트 조건을 비교한 결과, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 중간볼기근, 넙다리두갈래근, 큰볼기근의 근활성도가 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

측정한 모든 다리 근육의 근활성도는 60mmHg의 엉덩관절 등척성 모음 압력에서 스퀴트 운동 시 가장 높은 근활성도를 보였다.

본 연구에서는 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도가 60mmHg의 엉덩관절 모음 압력에서 가장 높게 나타났다($p<.05$). 안쪽넓은근의 선택적 활성화를 위한 다양한 연구 중 넙다리네갈래근 수축운동과 엉덩관절 모음을 병행하는 방법이 안쪽넓은근의 선택적인 활성화에 효과적이고 하였고(Hodges 등, 1993), 엉덩관절 등척성 모음의 병행 운동에 대한 많은 연구가 이루어졌고 연구자마다 다양한 결과를 제시하였다(Boling 등, 2006). Felício 등(2011)은 스퀴트 운동 시 전통적인 스퀴트, 모음 압력, 벌림 압력을 준 상태에서의 근 활성을 분석한 결과 모음 압력을 줄 경우 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도가 높았다고 보고하고 있다. 이는 본 연구와 비슷한 결과를 보였고, 모음 압력의 증가가 무릎의 등척성 저항 강도의 증가로 안쪽넓은근과 가쪽넓은근 근활성도가 높았다고 사료된다.

본 연구에서 엉덩관절의 모음 압력에 따른 스퀴트 운동 시 60mmHg의 압력에서 중간볼기근의 가장 높은 근활성도를 보였고, 이는 엉덩관절 모음근 활성화에 의한 골반 평형 유지를 위해 나타난 결과로 보인다. 이와 비슷한 연구는 엉덩관절 등척성 모음을 동반한 스퀴트를 실시할 경우 골반의 안정에 관여하며 넙다리뼈의 모음, 안쪽돌림을 통제하는 중간볼기근의 활성도 높다고 하였다(Nyland 등, 2004; McCurdy 등, 2003).

스퀘트 운동 시 무릎관절 굽힘 각도 90°에서 스위스볼 사용 유무에 따른 큰볼기근의 근활성도 연구에서 근

Table 2.
Electromyographic activity of the various muscles groups (n=30)

Group	0mmHg	20mmHg	40mmHg	60mmHg	F	p
VMO	35.89±17.38 ^a	39.51±20.45	40.17±22.34 ^a	42.61±24.67 ^a	2.942	.031
VLO	46.91±17.72	50.41±20.53 ^a	49.34±23.67	52.21±24.90 ^{ac}	5.750	.002
GM	8.81±4.86	9.90±5.73 ^a	13.20±5.90 ^{ab}	17.88±8.23 ^{abc}	16.391	.000
BF	9.91±4.74	14.43±7.40 ^a	18.71±13.08 ^{ab}	21.51±13.98 ^{ab}	9.330	.000
GMAX	9.97±4.16	8.62±4.36 ^a	9.20±6.92	10.25±5.33 ^b	2.972	.043
TFL	45.60±20.89	49.40±24.41	47.92±24.10	49.81±24.83	1.600	.200

^aMean(%MVIC)±SD, *a*: <.05 vs. 0mmHg, *b*: <.05 vs. 20mmHg, *c*: <.05 vs. 40mmHg, by one way repeated analysis of variance, VMO:Vastus medialis oblique, VLO: Vastus lateralis oblique, GM: Gluteus medius, BF: Biceps femoris, GMAX: Gluteus maximus, TFL: Tensor fasciae latae

활성도가 증가한다고 하였다(Barton 등, 2014). 하지만 본 연구에서는 스쿼트 운동 시 무릎관절 굽힘 각도 60°에서 실험을 진행하였으며 20mmHg은 0mmHg보다, 60mmHg은 20mmHg보다 큰볼기근의 근활성도에 유의하게 높았다.

뒤넓다리근은 넓다리내갈래근과 함께 관절을 보호하기 위해 관절에 떨어지는 체중을 분산시키고 무릎관절을 안정화 시키는 역할을 한다. 본 연구에서 엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 운동 시 넓다리두갈래근의 근활성도가 유의하게 높게 나타났다. 이것은 엉덩관절 모음 압력의 변화에 따른 중간볼기근의 활성도와 연관이 있다고 생각된다. 엉덩관절 모음 압력이 증가할수록 중간볼기근의 활성도 증가가 골반의 안정화를 통해 넓다리두갈래근의 근활성도도 함께 증가하는 것으로 생각된다.

넓다리근막긴장근의 높은 활성도는 Q-각을 증가시켜 무릎뼈를 외측으로 이동시키게 되며 무릎관절에 좋지 못한 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서 넓다리근막긴장근의 근활성도는 유의한 차이가 없어 엉덩관절 등척성 모음 압력을 가한 스쿼트 운동이 무릎관절 질환에서 효과적인 운동방법으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 대상자가 20~30대 정상 성인으로 국한되어 측정된 결과 실험기간 동안 통증을 호소한 대상자는 없었지만, 무릎관절 질환에서 무릎관절 굽힘이 증가할수록 통증은 증가하고 무릎넓다리 관절의 압력도 증가하는 것으로 알려져 있으며, 높은 관절 압력은 관절의 부하를 증가시키고 이는 퇴행성 변화의 가능성을 증가시킬 수 있다(Coqueiro 등, 2005).

따라서 무릎관절 질환 환자들에게 일반화하기에는 제한점이 있다는 점과 스쿼트 운동 시 엉덩관절 모음 압력을 세분화하지 못하였다는 점이다. 또한 근활성도의 즉각적인 변화를 확인하는 연구로서 얼마나 지속될 것인지 확인할 수 없는 제한점이 있다. 그러므로 2~4주 이상의 중재를 적용하였을 때 어떤 변화가 있을 것인지 그리고 지속기간이 어느 정도일 것인지에 대해 추가적인 연구가 필요하다.

향후, 더 많은 대상자를 상대로 장기간의 연구가 필요할 것으로 생각되며, 앞으로의 연구에서는 더욱 다양한 평가 도구를 활용하여 측정 변인들에 대한 체계적인 비교 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 정상 성인을 대상으로 스쿼트 운동 시 엉덩

관절 등척성 모음 압력에 따른 다리 근육 큰볼기근, 중간볼기근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넓다리두갈래근, 넓다리근막긴장근의 활성도 변화를 조사하여 치료적 중재의 효과를 알아보고자 하였다.

본 연구에서 엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 동작의 네 가지 조건을 비교한 결과 큰볼기근, 중간볼기근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넓다리두갈래근의 근활성도가 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 측정된 모든 다리 근육의 활성도는 60mmHg의 엉덩관절 등척성 모음 압력에서 스쿼트 운동 시 가장 높은 근활성도를 보였다.

결론적으로 엉덩관절 모음 압력에 따른 스쿼트 운동이 큰볼기근, 중간볼기근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넓다리두갈래근의 활성도를 증가시키는 데 효과적으로 나타나 무릎관절 질환에 필요한 치료적 운동으로 스쿼트 운동에 대한 기초자료를 제시하였다. 이 연구를 바탕으로 다양한 환자를 대상으로 한 임상 연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Barton CJ, Kennedy A, Twycross-Lewis R, et al. Gluteal muscle activation during the isometric phase of squatting exercises with and without a Swiss ball. *Phys Ther Sport*. 2014;15(1):39-46. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.02.006>.
- Bolgia LA, Uhl TL. Electromyographic analysis of hip rehabilitation exercises in a group of healthy subjects. *J Orthop & Sports Phys Ther*. 2005;35(8):487-494. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2005.35.8.487>
- Boling M, Padua D, Blackburn JT, et al. Hip adduction does not affect VMO EMG amplitude or VMO: VL ratios during a dynamic squat exercise. *J Sport Rehabil*. 2006;15(3):195-205.
- Chester R, Smith TO, Sweeting D, et al. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculo-skelet Disord*. 2008;9(1):64. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-64>
- Choi EH, Kim KK, Jun AY, et al. Effects of the off

- loading brace on the activation of femoral muscles-A preliminary study. *Ann Rehabil Med*. 2011;35(6):887. <https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.6.887>
- Christian SR, Anderson MB, Workman R, et al. Imaging of anterior knee pain. *Clin Sports Med*. 2006;25(4):681-702. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.06.010>.
- Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, et al. 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*. 2005;15(6):596-603. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.03.001>.
- Criswell, E. *Cram's Introduction to Surface Electromyography*. Jones & Bartlett Publish. 2010.
- Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2001;11(6):381-386 [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(01\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(01)00024-4).
- Faul F, Erdfelder E, Buchner A, et al. Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*. 2009;41(4):1149-1160.
- Felício LR, Dias LA, Silva AP, et al. Muscular activity of patella and hip stabilizers of healthy subjects during squat exercises. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(3):206-211.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng NA, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports & Exerc*. 2001;33(9):1552-1566.
- Hertel J, Earl JE, Tsang KK, et al. Combining isometric knee extension exercises with hip adduction or abduction does not increase quadriceps EMG activity. *Br J Sports medicine*. 2004;38(2):210-213. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2002.003277>.
- Hodges PW, Richardson CA. The influence of isometric hip adduction on quadriceps femoris activity. *J Rehabil Med*. 1993;25(2):57-62.
- Houghton KM. Review for the generalist: evaluation of anterior knee pain. *Pediatric Rheumatol*. 2007;5(1):8. <https://doi.org/10.1186/1546-0096-5-8>.
- Irish SE, Millward AJ, Wride J, et al. 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*. 2010;24(5):1256-1262. [10.1519/JSC.0b013e3181cf749](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cf749).
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. *Muscles, Testing and Function: With Posture and Pain*. 5th ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins. 2005.
- Kim MC, Lee MH, Han SK, et al. Effects of Strengthening and stretching exercise for individuals with intrinsic patellofemoral pain syndrome. *J Kor Soc Phys Med*. 2011;6(2):165-175.
- Koh, EK, Lee KH, Jung, DY. The effect of isometric hip adduction and abduction on the muscle activities of vastus medialis oblique and vastus lateralis during leg squat exercises. *Kor J Sport Biomechanics*. 2011;21(3):361-368. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2011.21.3.361>
- Lee SE, Kim JW, Hwang BJ. The influence of applied resistance to hip joint during single limb squat on the muscle activation of quadriceps muscle in patellofemoral pain syndrome patient. *Archives of orthopedic and Sports physical therapy*. 2016;12(2):31-42.
- Liebensteiner MC, Szubski C, Raschner C, et al. Frontal plane leg alignment and muscular activity during maximum eccentric contractions in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *The Knee*. 2008;15(3):180-186. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.01.009>.
- McCurdy K, Conner C. Unilateral support resistan

- ce training incorporating the hip and knee. J Strength Cond Res. 2003;25(2):45-51.
- Nam KS. Effect of the resistance direction by an elastic band on the VMO/VL electromyographic activity ratio during dynamic squat exercise. J Kor Phys Ther. 2008;20(3):29-34.
- Neptune RR, Wright IC, van den Bogert AJ. The influence of orthotic devices and vastus medialis strength and timing on patellofemoral loads during running. Clin Biomech. 2000;15(8):611-618. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(00\)00028-0](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(00)00028-0).
- Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System; Foundation for Rehabilitation. Mosby & Elsevier. 2010.
- Nyland J, Kuzemchek S, Parks M, et al. Femoral anteversion influences vastus medialis and gluteus medius EMG amplitude: composite hip abductor EMG amplitude ratios during isometric combined hip abduction-external rotation. J Electromyogr Kinesiol. 2004;14(2):255-261. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)00078-6](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00078-6)
- Oh TY. The effects of squatting exercise with gym ball and wall on lower extremity muscles activation. J Kor Soc Phys Med. 2013;8(4):647-653. <https://doi.org/10.13066/kspm.2013.8.4.647>
- Tang SF, Chen CK, Hsu R, et al. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001;82(10):1441-1445. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.26252>.
- Yoon JW, Sawant A, Suh Y, et al. Experimental investigation of a moving averaging algorithm for motion perpendicular to the leaf travel direction in dynamic MLC target tracking. Medical Physics. 2011;38(7):3924-3931. <https://doi.org/10.1118/1.3590384>.

논문접수일(Date received) : 2020년 05월 31일

논문수정일(Date Revised) : 2020년 06월 01일

논문게재확정일(Date Accepted) : 2020년 06월 07일