

스쿼트 운동 시 수의적 내·외측 체중이동이 내측광근과 외측광근 활성 비율에 미치는 영향

이재호 · 김진선 · 신용욱 · 유예지 · 이상열[†] · 김용훈¹
경성대학교 물리치료학과, ¹근로복지공단 창원병원 물리치료실

Effects of Voluntary Change of Weight Bearing on Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Ratio During Squat Exercise

Jae-Ho Lee · Jin-Sun Kim · Yong-Wook Shin · Ye-Ji Yoo · Sang-Yeol Lee[†] · Young-Hoon Kim¹

Department of Physical Therapy, College of Science, Kyungsung University

¹Korea Work's Compensation & Welfare Service, Changwon Hospital

Received: July 25, 2014 / Revised: August 10, 2014 / Accepted: August 30, 2014

© 2014 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to show the effects of voluntary change of weight bearing on the vastus medialis oblique and the vastus lateralis ratio during squat exercise.

Methods: Twenty-four healthy adults were recruited for this study. The subjects performed squat exercise with median weight bearing, lateral weight bearing and non-changed weight bearing. The muscle activities of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis were measured during the squat for all three conditions. The measured data were analyzed using one-way ANOVA to investigate the effect of muscle activation on the each condition. The statistical analyses were performed using SPSS ver. 17.0, and a p-value of less than 0.05 was considered significant for all cases. A post-hoc test was performed using Tukey's test.

Results: The study showed that the vastus medialis oblique and the vastus lateralis ratio significantly changed according to the voluntary change of weight bearing during a squat. The vastus medialis oblique and the vastus lateralis ratio significantly decreased under the condition of voluntary lateral weight bearing.

Conclusion: We suggest squat exercise on median weight bearing to increase the vastus medialis oblique and the vastus lateralis ratio. If your patient has.

Key Words: Squat, Vastus medialis oblique, Weight bearing

[†]Corresponding Author : Sang-Yeol Lee (sjslh486@hanmail.net)

I. 서론

슬개대퇴관절에 통증을 유발하는 문제점은 대부분 대퇴사두근의 내측광근과 외측광근의 조화롭지 못한 운동에 의해서 발생한다(Goh et al, 1995). 내측광근은 슬개대퇴 관절의 압력을 조절하고 슬개골의 위치를 조절하는 역할을 한다(Ciccotti et al, 1994). 외측광근의 활성이 내측광근에 비하여 높게 작용할 때 슬개골이 외측으로 이동하여 슬개대퇴동통증후군을 유발한다(Cowan et al, 2001; Miler et al, 1997).

슬개대퇴동통증후군이 있는 환자의 경우 외측광근의 활성이 내측광근의 활성에 비해 현저하게 높게 나타났다으며, 열린 사슬 운동은 근육의 조화로운 동작을 유도하지 못하여 외측광근의 활성을 더욱 높여 슬개골이 과도하게 외측으로 이동한다(Sheehy et al, 1998). 이러한 이유로 열린 사슬 운동은 내측광근과 외측광근을 모두 발달시키는 운동으로 슬개대퇴동통증후군 환자에게 적용하기 어려운 운동이라고 보고하였다(Tang et al, 2001).

닫힌 사슬 운동의 대표적인 운동인 스쿼트 운동은 하지 근력 강화 운동으로 슬개대퇴동통증후군(patellofemoral pain syndrome)과 같은 무릎 통증을 예방하기 위해 시행되는 가장 일반적인 운동이며(Schoenfeld, 2010), 닫힌 사슬 운동으로써 다관절 근육을 동원하여 근육들의 조화로운 동원을 교육하기에 적당한 운동이다(Fry et al, 2003). 또한 하지의 여러 관절의 협응을 통하여 경대퇴관절의 전단력을 감소시키고 전십자인대의 스트레스를 최소화 할 수 있는 재활운동이다(Palmitier et al, 1991). 선행 연구에 따르면 스쿼트 운동을 슬개대퇴동통증후군 환자에게 45°이상의 굴곡으로 적용한 결과 슬개대퇴관절의 기능적인 안정성을 증가시켰다고 보고하고 있으며, 내측광근의 선택적인 강화를 위해 효과적인 운동이라고 제시하였다(Tang et al, 2001). 선행 연구들은 내측광근 활성도를 높이기 위해 무릎 굴곡 각도를 조절하였고(Tang et al, 2001), 지지한 양 발의 거리를 조절하였으며(Escarmilla et al, 2001), 전후방 경사를 이용하는(Cook

et al, 200; Purdam et al, 2003) 등 다양한 방법으로 스쿼트의 효과를 높이고자 하였다.

다양한 선행 연구들은 외부 환경의 변화를 통하여 내측광근의 활성도를 높일 수 있는 방안을 제시하고 있다. 본 연구는 발바닥에서의 내·외측 체중 이동이 내측광근과 외측광근 활성도의 비율을 제시하여 내측광근 활성도를 높일 수 있는 스쿼트의 또 다른 조건을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 방법 및 측정 도구

본 연구는 20대 성인 24명을 대상으로 하였으며, 대상자의 평균 신장은 172.5 cm, 평균 체중은 72.5 kg, 평균 연령은 22.5년 이었다. 모든 대상자는 본 연구의 목적과 방법에 대하여 충분한 설명을 들은 후 동의서를 작성하였다. 모든 대상자는 스쿼트 동작을 도움 없이 5회 이상 실시 할 수 있는 균형 능력과 하지 근력을 가진 남성으로 선정하였다.

본 연구는 모든 대상자들에게 세 가지 조건에서 슬관절 0°에서 90°까지 동적인 스쿼트를 5회 실시하는 동안 내측광근과 외측광근의 활성도를 측정하였다. 0°에서 90°까지의 각도는 직각의 췌기를 오금부에 고정하여 양면이 하퇴와 대퇴에 접촉하면 끝 범위로 인지하도록 하여 조절하였다. 제공된 세 가지 조건은 첫 번째, 수의적 내측 체중이동, 두 번째, 수의적 외측 체중 이동, 세 번째, 수의적 체중이동 없이 스쿼트 동작을 수행하는 것이다. 수의적 체중 이동을 위하여 1cm 높이의 연질 재료를 발바닥의 외측 1/2, 내측 1/2에 제공하여 수의적으로 밟도록 함으로써 체중을 이동시킬 수 있도록 하였다. 스쿼트의 수행 속도는 메트로놈으로 조절하였으며, 속도는 40비트에 맞추어 실시하였다. 스쿼트 운동은 양발의 넓이를 어깨 넓이의 120%로 설정한 상태에서 동작을 수행하는 동안 고관절을 약간 내전하도록 지시 하였다(Earl et al, 2001).

세 가지 조건은 근피로에 대한 영향을 줄이기 위

하여 무작위로 제공되었으며, 각 조건 사이에 5분간의 휴식을 제공하였다. 5회 측정 중 1회 차와 5회 차를 제외한 3번의 동작의 평균값을 이용하여 분석하였다.

본 연구에서는 발바닥에서의 체중이동에 따른 내측광근과 외측광근의 활성도를 측정하기 위하여 8채널 무선 근전도 기기(Myosystem TM DTS, Noraxon Inc., USA)를 사용하였다. 근전도 신호 처리를 위하여 MyoResearch XP master edition 1.07 (Noraxon Inc., USA) 프로그램을 사용하였으며, 표본추출률은 1024 Hz로 설정하였고, 20~500Hz의 원신호 대역 필터영역을 설정하였다. 각 근육별 근전도 신호를 실효값(root mean square, RMS)으로 처리하여 사용하였다. 표면 근전도에서 나타나는 저항을 줄이기 위하여 피부 표면은 깨끗하게 각질을 제거한 후 알코올 솜으로 닦아낸 후 전극을 부착하였으며, 전극은 Ag/AgCl 무선 전극인 IWC-DTS, 9113A-DTS를 사용하였다.

2. 자료 분석

모든 자료는 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며, 전체 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 제시하였다. 측정된 내측광근과 외측광근의 활성도는 외측광근 활성도에 대한 내측광근 활성도의 비율로 나타내어 통계에 사용하였다. 각 조건에서 나타난 내측광근과 외측광근의 비율을 비교하기 위하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였으며, Tukey's measure를 사용하여 사후 검정을 실시하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위하여 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

본 연구는 발바닥에서의 체중 이동에 따른 스쿼트 동작 시 나타나는 내측광근과 외측광근의 활성 비율을 측정하였다. 본 연구 결과 외측 체중이동을 유도한 스쿼트 동작을 실시할 때 내측광근과 외측광근의 활성 비율이 90.25 ± 9.59 로 내측으로의 체중 이동을 유도한 스쿼트 동작에 비하여 외측광근의 활성도를 더욱 높이는 방법인 것으로 나타났다 ($p < 0.05$) (Table 1). 내측 체중이동을 유도한 스쿼트 동작을 하는 것은 수의적 체중이동이 없는 상태에서의 스쿼트 동작 시와 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$) (Table 1).

IV. 고찰

본 연구는 스쿼트 동작 시 체중 부하의 위치에 따른 내측광근과 외측광근의 활성 비율을 알아보고자 실시하였다. 모든 동작은 0°에서 90°까지의 무릎을 굴곡과 신전을 하는 동안 동적 스쿼트 동작동안 실시하였다.

내측으로의 수의적 체중지지를 유도한 상태에서 스쿼트 동작과 체중이동의 유도가 없는 스쿼트 동작이 외측 수의적 체중 지지를 유도한 상태에서의 내측광근과 외측광근의 활성 비율보다 유의한 증가를 보였다. 이러한 결과는 내측으로의 수의적 체중 지지가 고관절의 내전을 유도하기 때문으로 생각된다. 본 연구는 Earl 등(2001)이 제시한 스쿼트 방법을 사용하여 고관절의 내전을 유도한 상태에서 실시되어 발바닥에서의 수의적 체중이동을 유도 하지 않은 상태에서 스쿼트 동작이 내측 수의적 체중지지와 유사한 고관절 내전력을 형성하였기 때문인 것으로 생각된다. 의식

Table 1. The comparison of VMO/VL ratio according to wedge

	Median WB	non moved weight	Lateral WB	F	p
Ratio	102.44±9.11	101.75±11.91	90.25±9.59*	10.65	0.00*

Ratio = VMO/VLO×100

Each value represents the mean±SD. The values with different superscripts in the same column are different significantly ($p < 0.05$) by Tukey's measure.

* : statistically significant with $p < 0.05$

적인 고관절의 내전 유도가 내측광근의 활성도를 높여 내측광근의 활성 비율을 높인다는 기존의 연구(Cerny, 1995; Coqueiro et al, 2005)는 본 연구에서 내측 수의적 체중지지를 이용한 조건 모두 고관절의 내전을 직·간접적으로 유도하기 때문에 내측광근의 활성 비율을 높일 수 있었을 것으로 생각된다. 외측 수의적 체중지지를 유도한 상태에서의 스쿼트 동작은 본 연구의 결과와 같이 내측광근의 활성 비율을 낮게 만드는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 내측 수의적 체중지지와는 반대로 고관절의 외전을 간접적으로 유발하여 내측광근보다는 외측광근의 활성도를 높이는 것으로 생각된다. 선행 연구에서도 고관절의 외전을 동반한 스쿼트 동작이 외측광근의 활성도를 선택적으로 높인다고 보고하였다(Koh et al, 2011). 선행 연구에서는 탄력 밴드와 볼을 이용하여 고관절의 내전과 외전을 유도하였다. 이러한 유도는 체중의 내·외측 이동이 발생시킴으로써 본 연구와 동일한 결과를 보인 것으로 생각된다. 하지만 본 연구에서와 같이 체중의 외측 지지는 발목관절의 불안정성이 있는 경우 발목 내번에 의한 염좌를 유발할 우려가 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 결과는 닫힌 사슬 운동에서 원위부인 발목관절의 조절을 통한 체중지지 부위의 변화가 근위부인 내측광근과 외측광근의 활성 비율을 조절할 수 있음을 시사한다. 닫힌 사슬 운동에서 원위부의 조절의 중요성은 상지의 운동에서도 밝혀진바 있다(Lee et al, 2011). 본 연구는 스쿼트 동작 시 발에서 체중을 지지하는 부분이 근위부 근육 활성화에 중요한 영향을 미친다는 것을 시사한다. 연구 결과를 바탕으로 스쿼트 동작 시 발에서의 올바른 체중 분포를 하도록 유도하는 방법들에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 스쿼트 동작에서 발목관절을 활용한 내측 수의적 체중의 이동이 근위부인 내측광근의 활성

비율을 높이는 방법을 제시하고 있다. 하지만 체중의 이동 정도와 방향을 수의적 조절이 아닌 객관적인 방법으로 제시하여 더욱 객관화된 연구가 앞으로 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratio for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy*. 1995;75(8):672-682.
- Ciccotti MG, Kerlan RK, Perry J, et al. An electromyographic analysis of the knee during functional activities. I. The normal profile. *American Journal of Sports Medicine*. 1994;22(5):645-650.
- Cook JL, Khan K, Kiss S, et al. Reproducibility and clinical utility of tendinopathy in young basketball players. *British Journal of Sports Medicine*. 2001;35:65-69.
- Coqueiro KR, 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. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15(6):596-603.
- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, et al. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(2):183-189.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001;33(9):1552-1566.
- Fry AC, Smith JC, Schilling BK. Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *The Journal of Strength and Conditioning Research*.

- 2003;17(4):629-633.
- Goh JC, Lee PY, Bose K. A cadaver study of the function of the oblique part of astus medialis. *Journal of Bone and Joint Surgery British*. 1995;77(2):225-231.
- 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. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2011;21(3):361-368.
- Lee SY, Jung JM, Hwangbo G. The Effects on shoulder stabilizer activation of finger flexor activation during the push-up plus exercise. *Journal of Physical Therapy Science*. 2011;23(4):575-577.
- Miller J, Sedory D, Croce R. Vastus medialis obliques and vastus lateralis activity in patients with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1997;6(1):1-10.
- Purdam CR, Cook JL, Hopper DM, et al. Discriminative ability of functional loading tests for adolescent jumper's knee. *Physical Therapy in Sport*. 2003;4:3-9.
- Schoenfeld BJ. Squatting kinematics and kinetics and their application exercise performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010;24(12):3497-3506.
- Sheehy P, Burrdett R, Irrgang J, et al. An electromyographic study of vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. 1998;27(6):423-429.
- Tang S, Chen CK, Hsu R, et al. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercise in patients with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(10):1441-1445.