한국전문물리치료학회지 제11권 제3호
KAUTPT Vol. 11 No. 3 2004.

정적인 스쿼트 운동시 복합적인 하지의 자세가 가쪽넓은근과 안쪽빗넓은근의 근활성도에 미치는 영향

유원규
연세대학교 대학원 재활학과
이충휘
연세대학교 보건과학대학 물리치료학과 및 보건과학연구소
이현주
안동과학대학 물리치료과

Abstract

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

Yoo Won-gyu, B.H.Sc., P.T.
Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University
Yi Chung-hwi, Ph.D., P.T.
Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University
Institute of Health Science, Yonsei University
Lee Hyun-ju, M.Sc., P.T.
Dept. of Physical Therapy, Andong Science College

Most exercise for Patellofemoral pain syndrome (PFPS) has focused on selectively strengthening the vastus medialis oblique muscle (VMO). Although open chain knee extension exercises are effective for increasing overall quadriceps strength, they are not always indicated for PFPS rehabilitation. This study was designed to identify the effect of combined posture of lower extremity on Electromyographic (EMG) activity of the vastus lateralis muscle (VL) and VMO during static squat exercises. The subjects were twenty young adult males who had not experienced any knee injury and their Q-angle was within a normal range. They were asked to perform static squat exercises in five various postures using their lower extremities. The EMG activity of the VL and VMO were recorded in five exercises by surface electrodes and normalized by %MVC values derived from seated, isometric knee extensions. The normalized EMG activity levels (%MVC) of the VL and VMO for the five postures of the lower extremities were compared using one way ANOVA with repeated measures. Results of repeated measures of ANOVA's revealed that exercise 3 and exercise 5 produced significantly greater EMG activity of VMO/VL ratios than exercise 1 ($p<.05$). When the static squat exercise was combined with hip adduction and toes pointed outwardly, the EMG activity of VMO/VL rates was increased. The EMG activity of VMO/VL ratio was highest during static squat exercises performed on a decline squat. These results haveimportant implications for progressive and selective VMO muscle strengthening exercises in PFPS patients.

Key Words: Combined posture, Electromyography, Static squat exercise, VMO/VL ratio.

통신저자: 유원규 won@yonsei.ac.kr

Ⅰ. 서론

무릎넙다리 통증증후군(patellofemoral pain syndrome; PFPS)은 대개 계단을 오를 때, 무릎서기, 또는 오랫동안 무릎을 구부리고 앉아 있을 때 앞쪽 무릎에 오는 통증이다(Doucette와 Goble, 1992; Sczepanski 등, 1991; Wise 등, 1984). 일반적으로 무릎넙다리 통증증후군의 재활은 무릎넙다리 관절(patellofemoral joint)의 전단력(anterior shear force)을 최소화하면서 넙다리네갈래근(quadriceps femoris)을 강화시키는 것이었다(Bechman 등, 1989; Braddom, 2000; Shelton과 Thigpen, 1991; Steinkamp 등, 1993; Woodall과 Welsh, 1990).

현재 시행되고 있는 무릎재활은 대개 하지신전거상(straight leg raise)이나 무릎 굽힘과 폄운동을 하는 열린 사슬운동(open chain excercise)이 적용되고 있다. 그러나 열린 사슬운동은 넙다리네갈래근의 힘이 증가함에 따라 무릎과 넙다리의 접촉면이 적어지기 때문에 전단력을 증가시키고(Grabiner 등, 1994; McDonagh와 Winter, 1991), 전십자인대의 과도긴장과 비기능적인 근동원 패턴(nonfunctional muscle recruitment patterns)을 유발시킨다(O′Shea, 1985; Winter, 1991). 이에 비해 닫힌 사슬운동(closed chain excercise)은 무릎넙다리관절에서의 압박력 증가와 넙다리네갈래근과 뒷다리넓은근의 협력수축으로 인해 전단력이 거의 나타나지 않기 때문에(Grabiner 등, 1992; Grelsamer와 Klein, 1998; Hungerford와 Barry, 1979; McDonagh와 Davies, 1984), 다관절의 움직임에 의한 기능적인 근동원 패턴(functional muscle recruitment patterns)을 제공할 수 있다(de Looze 등, 1993).

무릎넙다리 통증증후군을 위해서는 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 균형이 필요하다고 제시되었다(Brunet과 Stewart 1989). 최근 연구들을 통해 안쪽빗넓은근이 가쪽넓은근에 비해 현저히 약하거나 활성화되는 시간이 늦어지는 것은 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 불균형으로 인한 것이라고 보고 되었다(Boucher 등, 1992; Miler 등, 1997; Reynolds 등, 1983; Souza와 Gross, 1991). 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 불균형으로 인한 슬개골의 과도한 외측끌림이 무릎넙다리 통증증후군의 주요원인이라고 제시되었고, 많은 연구를 통해 무릎넙다리통증증후군 환자들의 슬개골이 과도하게 외측으로 끌리는 것이 증명되었다(Blond와 Hansen, 1998; Kramer, 1996; Sheehy 등, 1998). 그러므로 넙다리네갈래근을 전체적으로 발달시키는 열린 사슬운동이 무릎넙다리 통증증후군 환자에게 항상 적용할 수는 있는 운동은 아니라고 보고하였다(Tang 등, 2001; Steinkamp 등, 1993; Wilk 등, 1996). 일반성인과 무릎넙다리 통증증후군이 있는 환자를 대상으로 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 근활성 비를 조사한 결과 무릎넙다리 통증증후군이 있는 환자가 정상인보다 낮게 나타났다(Boucher 등, 1992; Miller 등, 1997; Tang 등, 2001; Souza와 Gross 1991; Steinkamp 등, 1993). 그러므로 무릎넙다리 통증증후군를 위한 운동은 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화에 초점을 맞추어야 한다(Earl 등, 2001; Isear 등, 1997; Loudon 등, 2002; Tang 등, 2001). 몇몇 연구에서 다양한 운동을 이용한 안쪽빗넓은근의 강화를 시도하였으나 안쪽빗넓은근이 선택적으로 강화된 결과를 제시하지는 못하였다(Rice 등, 1995).

한편, 스쿼트 운동은 닫힌 사슬운동의 좋은 보기로서, 발목관절 굽힘과 함께 무릎관절 굽힘, 엉덩관절 굽힘을 동시에 일으키고, 관절 압박력과 협력수축을 통하여 경대퇴관절의 전단력을 감소시킴으로 전십자인대에 주는 스트레스를 최소화한다(Palmitier 등, 1991). 무릎넙다리 통증증후군 환자에게 지속적으로 45°이상의 굴곡 스쿼트 운동을 적용한 결과 기능적인 안정성의 증가를 보였다(Grelsamer와 Klein, 1998). 또한 45°이상의 굴곡상태에서의 스쿼트 운동과 같은 닫힌 사슬운동이 선택적인 안쪽빗넓은근 강화에 좋은 운동이라고 제시하였다(Earl 등, 2001; Isear 등, 1997; Steinkamp 등, 1993; Tang 등, 2001).

또한 안쪽빗넓은근이 큰모음근(adductor magnus)의 원위부분에 기시한다는 것을 바탕으로 엉덩모음(hip adduction)을 함께 유도하는 경우 안쪽빗넓은근의 근활성화도가 증가될 것이라는 가설이 제시되었다(Grabiner 등, 1994; Hanten과 Schulthies, 1990; Rice 등, 1995). Earl 등(2001)도 선택적인 안쪽빗넓은근의 강화를 위하여 무릎을 굽힌 채로 엉덩모음을 함께하는 정적인 운동(static closed chain exercise) 자세를 제시하였다. 굴곡상태에서 엉덩모음을 함께하는 스쿼트 운동이 연구되었고, 몇몇 연구의 결과에서 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화를 위해서는 역동적인 운동보다는 정적인 운동에서 등척성 엉덩모음의 혼합효과를 얻을 수 있을 거라고 보고하였다(Earl 등, 2001; McCaw와 Melrose, 1999; Steinkamp 등, 1993).

Signorile 등(1995)은 닫힌 사슬운동을 통한 효과적인 근육강화의 중요성이 강조되어 왔지만 연구자마다 근력

강화 방법에 대해서는 주장하는 바가 달랐다고 제시하면서 발의 위치가 정강이뼈의 돌림을 유발시켜 넙다리네갈래근의 각(Q-angle)의 변화를 일으켜서 넙다리 네갈래근의 운동에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 그러나 무릎각도 60°에서 스쿼트 운동시 toe-out를 적용해 본 결과 유의한 차이가 없었고(Escamilla 등, 2000), 다리를 어깨넓이로 벌린 자세보다 그 이상의 넓이에서 안쪽빗넓은근의 집중적인 근활성화를 보였다(Escamilla 등, 2001; McCaw와 Melrose, 1999).

Cook 등(2000)은 30° 전방 경사면 위에서의 스쿼트 운동은 장딴지근의 영향을 최소화 함으로써 지면에서보다 안쪽빗넓은근의 활성화를 위해 더 효과적이라고 하였다. 또한 경사면 위에서의 스쿼트 운동은 체간을 수직으로 세우기 용이하여 엉덩근육의 영향도 최소화할 수 있으므로 많은 저항을 부여한다고 제시하였다(Cook 등, 2001). Purdam 등(2003)은 다양한 닫힌 사슬 운동을 비교해 본 결과 경사면 위에서의 한 발 스쿼트 운동이 통증이 있는 부위의 집중적인 강화와 평가, 그리고 근골격계 저항테스트에 있어서 가장 좋은 운동이라고 제시하였다. 이와 같이 무릎넙다리 통증증후군의 치료는 약해진 안쪽빗넓은근을 강화시켜 불균형을 줄여주는 것에 초점을 맞춰야 하며, 이를 위해서는 안쪽빗넓은근이 가쪽넓은근에 비해 선택적으로 활성화되는 운동을 시행해야 할 필요가 있다.

본 연구의 목적은 스쿼트 운동시 복합적인 자세적용이 안쪽빗넓은근의 선택적인 근활성화도에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 복합적인 하지의 자세적용에 따른 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 비를 제시하여 양발 스쿼트 운동시 안쪽빗넓은근의 선택적인 근활성화도를 유발시키는 선택적인 운동자세를 알아보았다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

연구대상자는 연세대학교에 재학 중인 20대 건강한 성인 남자 15명으로 하였다. 다음과 같은 경우에 해당하는 자는 실험대상자에서 배제하였다. 첫째 하지와 척주에 손상이 있는 자, 둘째 하지와 체간에 관련된 관절 가동범위에 큰 제한이나 통증이 있는 자, 셋째 체간과 하지의 근육 힘이 비정상적으로 비대칭을 이루는 자, 넷째 최근 6개월 이내 하지 근력 강화 운동을 실시하지 않은 자, 다섯째 넙다리네갈래근의 각이 13±5°내의 범위에 있지 않는 자(Ninos 등, 1997).

2. 실험방법

대상자에게 5가지 정적인 스쿼트 운동을 실시하여 오른쪽의 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성화도를 측정하였다. 측정 순서는 무작위로 제비뽑기를 이용하여 결정하였고, 대상자의 어깨넓이에 따라 발의 위치가 그려져 있는 바닥위에서 실시하였다. 피부저항을 최소화하기 위해서 전극을 붙이는 부위와 전극을 알코올로 잘 닦아준 후 실시하였다. 각각의 스쿼트 운동은 6초간 등척성 운동을 실시하였고, 초기 1초와 마지막 1초를 제외한 4초 동안 측정된 근전도 값을 자료 분석에 사용하였다. 체간을 바르게 세우도록 지시하였으며, 양손은 가볍게 양쪽 허리위에 올려놓았다. 연속적인 측정으로 인해 발생할 수 있는 근피로를 최소화하기 위해서 각 운동 후 3분간의 휴식을 취하도록 하였다. 본 연구에서 적용된 스쿼트 운동은 다음과 같다. 기본자세는 기존연구들의 결과에서 안쪽빗넓은근의 선택적인 근활성도의 유의한 차이를 얻어낸 자세로써 운동1로 설정하였고(Escamilla 등, 2001; Isear 등, 1998; McCaw와 Melrose, 1999; Tang 등, 2001), 다른 운동들은 운동1을 기준으로 다음과 같은 자세들을 함께 적용하였다. 운동1은 양발을 어깨넓이의 120% 벌린 자세에서 무릎을 45°로 굽힌 자세로 정적인 스쿼트 운동(그림 1), 운동2는 운동1에서 엉덩관절 모음 20°인 자세를 동시에 적용(그림 2), 운동3은 운동1에서 엉덩관절 모음 20°와 발의 toe-out 20°인 자세를 동시에 적용(그림 3), 운동4는 운동1에서 엉덩관절 모음 20°와 발의 toe-in 20°인 자세를 동시에 적용(그림 4), 운동5는 운동1을 전방 경사각 25°인 경사면위에서 적용하였다(그림 5).

근전도 측정은 MP100 system[1]으로 하였으며, 전극은 DE-3.1 Double Differrential Electrode[2] 2개를 사용하였다. 근전도 부착부위는 무릎 3~5 ㎝ 위의 중앙선 기준으로 외측을 가쪽넓은근으로 하고, 무릎에서 내측 55° 대각선 방향으로 2 ㎝지점을 안쪽빗넓은근으로 하였다(Cram 등, 1998). 삼차원 동작분석기인 Zebris (CHS-HS)[1]의 단일표식자 4개를 양측 위앞엉덩뼈가시

1) Biopack system Inc. Santa Barbara, CA. U.S.A.
2) Delsys Inc. Boston, MA. U.S.A.

그림 1. 운동1

그림 2. 운동2

그림 3. 운동3

그림 4. 운동4

그림 5. 운동5

(anterior superior iliac spine)과 무릎중심선상에 부착하여 실험자세의 통제를 위해 사용하였다.

개개인의 차이가 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 모든 운동에서 얻은 값은 앉은 자세에서 엉덩관절을 90도로 하여 체간을 고정하고 무릎각도 80°에서의 무릎 폄운동 시에 최대 등척성 수축값(%Maximal Voluntary Contraction; %MVC)으로 정량화(normalization)하였다(Newman 등, 2003).

3. 신호처리 및 자료수집

근전도 신호의 표본 수집률(sampling rate)은 1000 Hz로 한 후, MP100을 이용하여 아날로그에서 디지털 신호로 전환하였다. 아날로그 신호는 60 Hz notch filter로 처리한 후 full-wave rectified 하고 Root mean square (RMS)를 이용하여 smoothing한 다음 컴퓨터 파일로 저장하였다. 신호저장과 처리를 위해 AcqKnowledge 3.7.2[2] 프로그램을 사용하였다(그림 6).

4. 분석방법

건강한 성인 남자를 대상으로 5가지의 정적인 스쿼트 운동시 근육의 근활성화도에 대해 반복측정된 일요인 분산분석(single-factor repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 각각의 운동자세에 따른 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 비를 알아보기 위해 반복측정된 일요인 분산분석을 한 후 본페로니 수정법(Bonferroni's correction)으로 추후검정을 하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준 α=.05로 정하였고, 수집된 자료는 상용통계프로그램인 윈도용 SPSS version 12.0을 이용하여 분석하였다.

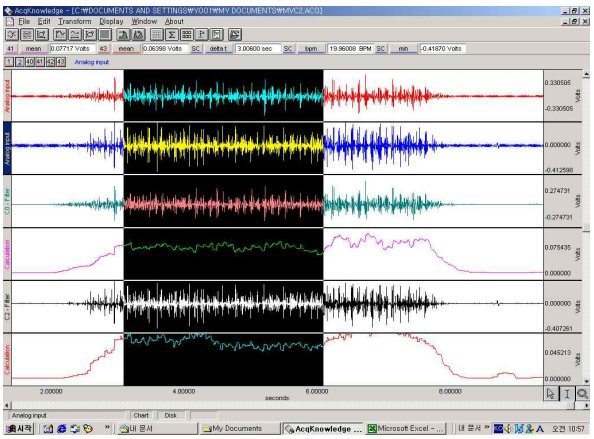


그림 6. 정적인 등척성 스쿼트 운동시 근전도 신호

Ⅲ. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

실험에 참가한 대상자는 허리와 다리에 통증이 없고, 이전에 손상당한 경험이 없는 건강한 성인 남자 15명을 대상으로 하였다. 연구대상자의 특성은 다음과 같다(표 1). 대상자의 평균나이는 26.5세였으며, 평균체중은 70.4 ㎏, 평균키는 175.7 ㎝였다.

2. 각 근육에서 자세의 변화에 따른 근전도 신호량

각 근육에서 자세의 변화에 따른 근전도 신호량(%MVC)의 차이를 알아보기 위하여 반복측정된 일요인

1) Zebris Medizintechnik, GmbH. Isny. Germany.
2) Biopack system Inc. Santa Barbara, CA. U.S.A.

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성 (N=15)

일반적인 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	26.5±4.4	20~28
체중(kg)	70.4±11.9	54~72
신장(cm)	175.7±7.96	169~184

표 2. 5가지 운동자세에 따른 근전도 신호량(%MVC)의 반복측정된 일요인 분산분석

	평방합	자유도	평방평균	F	p
안쪽빗넓은근	10313.84	4	2578.46	15.62	.000
가쪽넓은근	4313.93	4	1078.43	6.12	.017

표 3. 5가지의 정적인 스쿼트 운동자세에 따른 근전도 신호량(%MVC) (단위: %)

근육	정적인 스쿼트 운동				
	운동1	운동2	운동3	운동4	운동5
안쪽빗넓은근	83.36±12.28[a]	78.06±17.69	93.22±18.89	75.33±19.43	107.52±17.40
가쪽넓은근	83.03±14.41	71.55±15.59	83.53±27.55	65.64±19.85	84.18±16.37

[a]평균±표준편차

분산분석을 실시한 결과, 가쪽넓은근과 안쪽빗넓은근에서 유의한 차이를 보였다(표 2)($p<.05$). 운동3과 운동5는 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성화도가 운동1에 비교하여 모두 높게 나타났으며, 운동2와 운동4는 운동1에 비교하여 가쪽넓은근의 더 낮은 근활성화도를 나타내었다(그림 7)(표 3).

3. 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근에 의한 근전도 신호량(%MVC)의 비

각각의 스쿼트 운동에서 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근에서의 근전도 신호량의 비는 운동1보다 모두 높은 값을 나타냈고, 운동5, 운동3, 운동4, 운동2순으로 높은 값을 보였다. 일요인 분산분석에서는 운동1에 대하여 운동5가 가장 큰 차이를 보였고, 운동3도 유의한 차이를 나타냈다(그림 8)(표 4)($p<.05$).

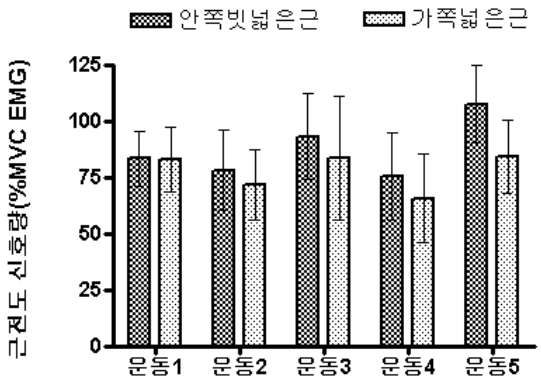
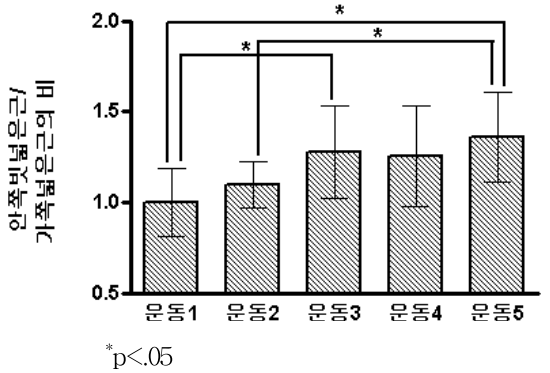


그림 7. 5가지의 정적인 스쿼트 운동자세에 따른 근전도 신호량(%MVC)



*p<.05

그림 8. 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근에 의한 근전도 신호량(%MVC)의 비

표 4. 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근에 의한 근전도 신호량(%MVC)의 비

근육	정적인 스쿼트 운동				
	운동1	운동2	운동3	운동4	운동5
VMO/VL	0.99±0.18[a]	1.10±0.12	1.27±0.25*	1.25±0.28	1.36±0.24*

[a]평균±표준편차
*운동1과 비교시 $p<.05$

Ⅳ. 고찰

이 연구는 스쿼트 운동 시 하지의 다양한 자세 변화가 근활성화도에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 기준이 되는 운동1은 양발을 어깨넓이의 120% 벌린 자세에서 무릎을 60°로 굴곡한 자세로 정적인 스쿼트 운동으로써 기존 연구들을 통해 유의한 결과를 얻어내었던 스쿼트 운동자세였다. 운동2는 Earl 등(2001)이 엉덩관절 모음자세가 안쪽빗넓은근에 근활성화도에 유의한 차이를 얻어낸 결과를 바탕으로 적용된 운동자세였다. 운동3과 운동4는 Signorile 등(1995)이 무릎이 잠겨있지 않는 구부린 상태에서 발의 위치가 정강뼈의 돌림을 유발시켜 넙다리네갈래근 각의 변화를 일어나게 할 수 있다는 보고를 바탕으로 적용된 운동자세였다. 운동5는 25° 전방 경사대위에서의 스쿼트 운동으로써 앞으로 넘어지는 느낌 때문에 체간을 뒤로 이동시켜 그것을 보상하려 하고, 그로 인해 중력선에 대한 발목, 무릎, 체간, 머리 모두 후방으로 유의하게 이동하게 되어 무릎관절을 펴게 하는 외부모멘트를 증가한다(Oplia 등, 1988). 또한 장딴지근의 영향을 최소화하고, 넙다리뒤근육을 이완시키며 체간을 곧게 세우므로 엉덩근의 영향도 최소화시켜 넙다리네갈래근에 집중적인 저항을 부여할 수 있다(Cook 등, 2001). 위와 같은 자세변화로 인해 관절운동축이 변하고 무릎관절을 펴게하는 외부모멘트의 증감과 무릎주변 근육의 긴장도의 변화가 수의적 운동시 넙다리네갈래근에 변화를 줄 것이라 생각했다.

본 실험의 결과는 운동1에 비해 운동3과 운동5에서 가쪽넓은근과 안쪽빗넓은근 모두 높은 근활성화도를 나타냈다. 운동3의 경우는 toe-out한 발의 위치가 엉덩관절 모음에 있어서 저항을 주는 자세이기 때문에 엉덩모음근이 더욱 활성화된 결과라 생각된다. 운동5는 경사대 위에서의 운동이 장딴지근과 엉덩근의 작용을 최소화하고 상지를 곧게 세우기 용이하게 함으로써 안쪽빗넓은근의 선택적인 근활성화를 유도한 기존연구들과 같은 결과였다(Cook 등, 2001; Purdam 등, 2003).

안쪽빗넓은근의 근활성화도과 함께 선택적인 근활성화도를 위한 가쪽넓은근의 대한 안쪽빗넓은근에 비를 조사한 결과, 운동5, 운동3, 운동4, 운동2, 운동1의 순으로 높은 비를 나타냈고, 본훼로니 수정법을 적용한 결과 일요인 분산분석 결과에서는 운동3과 운동5에서는 운동1에 대하여 유의한 차이를 나타냈다. 운동2와 운동4의 경우에는 운동1에 비해 안쪽빗넓은근의 근활성화도는 낮았지만, 가쪽넓은근이 상대적으로 적게 작용하여 운동1보다 높은 비를 얻었다. 그러므로 운동2와 운동4도 선택적인 안쪽빗넓은근의 근활성화를 위해 운동1보다는 더 좋은 운동이라 생각된다. 이 결과는 무릎을 신전하는 동안 등척성 엉덩관절 모음운동을 혼합했을 때 넙다리네갈래근의 근활성화도의 증가를 보였던 기존연구와 같은 결과였다. Cerny(1995)와 Miller 등(1997)은 엉덩관절 모음을 함께 수행했을 때 안쪽빗넓은근의 근활성화도의 증가를 보였다고 보고하였다.

Rice 등(1995)은 열린 사슬운동에서 등척성 엉덩관절 모음을 혼합한 효과를 연구한 결과, 안쪽빗넓은근의 선택적인 근활성화는 발견할 수 없었지만 가쪽넓은근의 근활성화도가 감소하는 효과를 얻을 수 있었다고 하였다. 그들은 가쪽넓은근의 근활성화도 감소는 올바른 신전 기전(mechanism)에 도움을 줄 것이라고 주장하였다. 약해진 안쪽빗넓은근은 넙다리근이 당기는 방향을 더욱 바깥쪽으로 향하도록 하여 넙다리 각을 증가시키므로 안쪽빗넓은근을 선택적으로 운동시키는 것은 중요하다고 하였다(Woodall과 Welsh, 1990).

엉덩관절 모음과 발의 위치에 변화를 줌으로써 넙다리네갈래근 각이 증가하여 비정상적인 구조가 되면 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 기시와 정지거리에 영향을 미쳐 가쪽넓은근의 당김선이 짧아지게 되어 근육이 수축상태(contracted state)가 된다. 안쪽빗넓은근은 수축된 상태에 대항하여 당겨야 하기 때문에 가쪽넓은근이 수축하지 않을때 보다 더 많이 사용하게 되는 것이다

(Blake 등, 1981). 또한 발은 toe-out했을 경우에는 엉덩관절을 모음에 있어서 저항을 주는 자세이므로 안쪽빗넓은근이 큰모음근의 원위부분에 기시한다는 것을 바탕으로 엉덩관절 모음을 함께 유도하는 경우 안쪽빗넓은근의 근활성화도가 증가될 것이라는 가설을 함께 적용한 운동이었다(Earl 등, 2001; Steinkamp 등, 1993). 그러나 본 실험과정에서 운동3과 같은 과도한 넙다리네갈래근의 각의 증가는 무릎에 비정상적인 압력을 가할 수도 있으므로 장기적인 적용은 삼가야 한다고 생각되었다. 또한 기존의 역학적 이론과 함께 체중지지면의 증감과 체간의 움직임에 따른 중력중심선의 이동도 요인으로 작용함으로 그에 대한 더 많은 연구도 필요하다.

최근 연구들은 무릎폄의 기능적인 평가를 위해서 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근 활성화도의 비를 평가도구로 사용하고 있다. 대부분의 비대칭적인 대상자들은 비가 1:1이하의 값을 나타낸다(Schaub와 Worrell, 1995; Worrell 등, 1995). Tang 등(2001)은 열린 사슬운동과 닫힌 사슬운동 시 일반인과 무릎넙다리 통증증후군 환자들을 비교한 결과, 열린 사슬운동은 75°와 90°사이에서 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 비가 유의하게 증가되었고, 닫힌 사슬운동은 무릎각도 45°와 60°사이에서 열린 사슬운동보다 더 크게 무릎넙다리 통증증후군 환자들의 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 비가 증가됨을 보고하면서, 스쿼트 운동과 같은 닫힌 사슬운동이 환자에게 적용 시 더 안전하고 효과적인 운동이라고 제시하였다.

실험에서 적용된 경사대위에서의 운동은 장딴지근과 엉덩근 그리고 뒷다리넓은근을 이완시킴으로써 지면에서의 복합적인 자세 변화의 운동보다 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 비가 더 높게 나타난 기존의 연구결과를 토대로 기능적인 재활을 위한 운동으로써 선택적으로 안쪽빗넓은근의 강화를 위해서는 넙다리네갈래근 주변에 있는 근육들에 관한 연구가 더 뒷받침되어야 한다는 것을 제시하고자 하였다(Earl 등, 2001). 앞으로 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화를 위한 올바른 운동방법에 관한 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 기존 연구들의 결과를 바탕으로 하지에 복합적인 자세를 적용한 5가지 운동을 제시하였다. 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 비의 결과는 선택적인 안쪽빗넓은근의 향상을 위한 스쿼트 운동시 체간을 곧게 펴는 것과 엉덩모음 그리고 적절한 발의 자세가 중요한 영향을 미쳤다. 따라서 본 연구의 결과는 스쿼트 운동시 올바른 자세 설정에 기초 자료가 될 것이라 생각한다.

Ⅴ. 결론

본 연구는 정적인 스쿼트 운동시 엉덩관절의 모음과 발의 위치변화를 이용한 복합적인 자세가 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성화도와 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 비에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 연구대상자는 연세대학교에 재학중인 건강한 성인 남자 15명을 대상으로 실시하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도에 있어서 기존의 자세보다 엉덩관절 모음과 toe-out의 복합적인 운동3과 전방으로 기울어진 경사대위에서의 운동5에서 높은 근활성화도를 나타났다($p<.05$).
2. 엉덩관절 모음을 적용한 운동2와 엉덩관절 모음과 toe-in의 복합적인 운동4의 경우 운동1에 비해 안쪽빗넓은근의 근활성화도는 낮았지만, 가쪽넓은근의 근활성화도가 상대적으로 적게 작용하였다.
3. 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근활성화도 비에 있어서는 운동5, 운동3, 운동4, 운동2순으로 높은 값을 보였고, 일요인 분산분석 결과에서는 운동3과 운동5에서 운동1에 대하여 유의한 차이를 나타냈다($p<.05$).

본 연구는 5가지의 운동에서 안쪽빗넓은근의 근활성화도와 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근 근활성화도의 비를 얻어냈고, 이를 통해 선택적인 안쪽빗넓은근의 근활성화도에 있어서의 올바른 자세를 위한 기초자료를 제시하였다. 따라서 스쿼트 운동시 무릎넙다리 통증증후군 환자의 효과적인 안쪽빗넓은근의 강화를 위해서는 체간을 곧게 펴는 것과 엉덩관절의 모음 그리고 올바른 발의 자세설정이 중요한 영향을 미칠 것이라 사료된다.

인용문헌

Bechman M, Craig R, Lehman RC. Rehabilitation of patellofemoral dysfunction in the athlete. Clin Sports Med. 1989;8:841-860.

Blake RL, Burns DP, Colson JP. Etiology of atraumatic medial knee pain. J Am Podiatry Assoc. 1981;71(10):580-583.

Blond L, Hansen L. Patellofemoral pain syndrome in

athletes: A 5.7 year retrospective follow-up study of 250 athletes. Acta Orthop Belg. 1998;64:393-400.

Boucher JP, King MA, Lefebre R, et al. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. Am J Phys Med. 1992;20:527-532.

Braddom R. Physical Medicine and Rehabilitation. In: Casazza B, Yomung J, editors. Musculoskeletal Disorders of the Lower Limbs. 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders, 2000.

Brunet M, Stewart G. Patellofemoral rehabilitation. Clin Sports Med. 1989;8:319-329.

Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. Phys Ther. 1995;75(8):672-682.

Cook JL, Khan K, Maffuli N, Purdam C. Overuse tendinosis, not tendinitis: Applying the new approach to patellar tendinopathy. Phys Sports Med. 2000;28(6):31-46.

Cook JL, Khan K, Kiss S, et al. Reproducibility and clinical utility of tendinopathy in young basketball players. Br J Sport Med. 2001;35:65-69.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to Surface Electromyography. Maryland, Aspen, 1998:360-374.

de Looze MP, Toussaint HM, van Dieen JH, et al. Joint moments and muscle activity in the lower extremities and lower back in lifting and lowering tasks. J Biomech. 1993;26:1067-1076.

Doucette S, Globe E. The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. Am J Sports Med. 1992;21:434-440.

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: 381-386.

Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. Med. Sci. Sport Exerc. 2001;33(9):1552-1566.

Grabiner M, Koh T, Draganich L. Neuromechanics of the patellofemoral joint. Med Sci Sports Exerc. 1994;26(1):10-21.

Grabiner M, Koh T, Von Haefan L. Effect of concomitant hip joint adduction and knee joint extension forces on quadriceps activation. Eur J Musculoskel Res. 1992;1:155-160.

Grelsamer R, Klein J. The biomechanics of the patellofemoral joint. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;28:286-297.

Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. 1990;70(9):561-565.

Hungerford DS, Barry BS. Biomechanics of the patellofemoral joint. Clinical Orthopaedics. 1979;144:9-15.

Isear JA, Erickson JC, Worrell TW. EMG analysis of lower-extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat. Med Sci Sport Exerc. 1997;29:535-539.

Kramer PG. Patellar malalignment syndrome: Rationale to reduce excessive lateral pressure. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;8:301-309.

Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, et al. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. J Athl Train. 2002;37(3):256-261.

McCaw ST and Melrose DR. Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. Med. Sci. Sport Exerc. 1999;31:428-436.

McDonagh MJ, Davies CT. Adaptive responses of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. Eur J Appl Physiol. 1984;52:139-155.

Miller J, Sedory D, Croce R. Vastus medialis obliques and vastus lateralis activity in patients with and without patellofemoral pain syndrome. J Sport Rehabil. 1997;6:1-10.

Newman SA, Jones G, Newham DJ. Quadriceps voluntary activation at different joint angles measured by two stimulation techniques. Eur J Appl

Physiol. 2003;3:836-840.

Ninos JC, Irrgang JJ, Burdett R, et al. Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected neutral position. J Orthop Sports Phys Ther. 1997;25(5):307-315.

Oplia KA, Wagner SS, Schiowitz S, et al. Postural alignment in barefoot and high-heeled stance. Spine. 1988;13(5):542-547.

O'Shea P. The parallel squat. Natl Strength Condit J. 1985;6:70-72.

Palmitier RA, An KN, Scott SG, et al. Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. Sports Med. 1991;60(12):1624-1632.

Purdam CR, Cook JL, Hopper DM, et al. Discriminative ability of functional loading tests for adolescent jumper's knee. Phys Ther Sport. 2003;4:3-9.

Reynolds L, Levin TA, Medeiros JM, et al. EMG activity of the vastus medialis and the vastus lateralis in their in patellar alignment. Am J Med Rehabil. 1983;62(2):61-70.

Rice M, Bennett J, Ruhling R. Comparsion of two exercises on VMO and VL activity and force production. Isokinet Exerc Sci. 1995;5:61-67.

Schaub P, Worrell T. EMG activity of six muscles and VMO : VL ratio determination maximal squat excercise. J Sport Rehabil. 1995;4:195-202.

Sczepanski T, Gross M, Duncan P, Chandler J. Effect of contraction type, angular velocity, and arc of motion on VMO:VL EMG ratio. J Orthop Sports Phys Ther. 1991;14:256-262.

Sheehy P, Burrdett R, Irrgang J, et al. An electromyographic study of vastus lateralis activity while ascending and descending steps. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;27:423-429.

Shelton GL, Thigpen LK. Rehabilitation of patellofemoral dysfunction: A review of literature. J Orthop Sports Phys Ther. 1991;14:243-249.

Signorile JF, Kwiatkowski K, Caruso JF, et al. Effect of foot position on the electromyographic activity of the superficial quadriceps muscles during the parallel squat and knee extension. J Strength Cond Res. 1995;9:182-187.

Souza D, Gross M. Comparsion of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. Phys Ther. 1991;71:310-320.

Steinkamp L, Dillingham M, Markel M, Hill J, et al. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. Am J Sports Med. 1993;21:438-444.

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. Arch Phys Med Rehabil. 2001;83:1441-1445.

Wilk K, Escamilla R, Fleisig G, et al. A comparsion of tibiofemoral joint forces and eletromyographic activity during open and closed kinetic chain excerises. Am J Sports Med. 1996;24:518-527.

Winter DA. Electromyogram recording, processing, and normalization: Procedures and considerations. J Hum Muscle Perform. 1991;1:5-15.

Wise H, Fiebert I, Kates J. EMG biofeedback as treatment for patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 1984;6:95-103.

Woodall W, Welsh J. A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint. J Orthop Sports Phys. 1990;11:535-542.

Worrell T, Connelly S, Hilvert J. VMO/VL ratios and torque comparions at four angles of knee flexion. J Sport Rehabil. 1995;4:264-272.