

대퇴사두근 근력 운동 시 고관절 중립 자세와 내전 자세에 따른 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간 차이 비교

최보람, 김민희
연세대학교 대학원 재활학과

전혜선
연세대학교 보건과학대학 물리치료과, 보건환경대학원 인간공학치료학과

Abstract

Comparisons of Vastus Medialis and Vastus Lateralis EMG Onset Time During Quadriceps Strengthening Exercise In Neutral and Adducted Hip Positions

Bo-ram Choi, B.H.Sc., P.T.

Min-hee Kim, M.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Hye-seon Jeon, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Dept. of Ergonomic Therapy, The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University

This study examined the vastus medialis oblique (VMO) and the vastus lateralis (VL) onset time differences (OTD) during quadriceps contraction in different hip positions. Twelve healthy subjects were recruited (four men, eight women). Surface EMG activities of the VMO and VL were measured during a quadriceps strengthening exercise in a long sitting condition and in a sitting at a chair with feet hanging condition. For each condition, subjects were tested in two hip positions (neutral and adduction). The OTD between the two muscles was calculated for each condition, by subtracting the onset time of the VL from the VMO. Therefore, the negative value of OTD represent earlier EMG onset of the VMO compared to the VL. The OTD was not significantly different between the hip neutral and the hip adduction position in the long sitting condition ($p=.064$). However, the OTD was significantly different between the hip neutral position (15.83 ± 109.51 ms) and hip adduction position (-5.58 ± 121.08 ms) during the sitting at a chair with feet hanging condition ($p=.047$). The negative OTD value in the hip adduction condition during quadriceps strengthening exercises is the result of earlier onset of the VMO than VL. Therefore, quadriceps contraction in the hip adduction position can prevent the risk of patella lateral tracking. We expect that quadriceps strengthening exercise in the hip adduction position will be a safe way to prevent patellofemoral pain syndrome resulting from abnormal patella lateral tracking.

Key Words: Onset time difference; Patellofemoral pain syndrome; Quadriceps strengthening exercise.

I. 서론

슬개대퇴동통증후군(patellofemoral pain syndrome)은 과간구 내에서 슬개골의 움직임이 비정상적일 때 슬개골 앞쪽과 슬개골 뒤쪽에 통증이 발생하는 것을 말하

며, 슬개대퇴 관절에 생역학적, 신체적 변화를 발생시킨다(Tria Jr 등, 1992). 아직 명확한 병인이 밝혀지지 않았으나, 슬개대퇴동통증후군의 원인으로 대퇴사두근 각(Q-angle)의 증가, 고위 슬개골(patella alta), 과도한 경골의 외측 비틀림, 대퇴사두근 불균형에 따른 슬개골의

외측 치우침(lateral tracking) 등이 보고되고 있다(Earl 등, 2001; Ruffin과 Kiningham, 1993).

슬개골의 비정상적인 외측 치우침은 해부학적으로 슬개골의 외측에 부착되어 있는 원위 대퇴장경인대와 외측지대의 단축이 있을 때 슬개골이 외측으로 치우치게 되는 현상이다(Lun 등, 2005). 원위 대퇴장경인대의 단축 시, 슬개골의 상부내측 모서리에 부착되어 있는 내측광근(vastus medialis)은 상대적으로 신장, 약화되어 신전 모멘트(extension moment)를 잃게 된다. 이로 인해 시상면에서의 움직임이 힘을 잃게 되고, 마지막 신전(terminal extension) 시 내측광근의 주요 작용인 동적 내측면 안정화(dynamic medial stabilization)에 기여하지 못하게 되어 슬개골의 비정상적인 움직임을 유발하게 된다(McConnell, 2007).

슬개골의 비정상적인 외측 치우침의 또 다른 이유는 내측광근과 외측광근의 수축 개시 시간(onset time)의 차이이다(Voight와 Wieder, 1991). 내측광근은 해부학적 특성상 외측광근보다 작은 횡단면적을 가지고 있다. 반면, 외측광근은 슬개골을 외측으로 당기는 우세한 힘을 가지고 있으므로 슬개골 움직임의 균형을 이루기 위해서는 내측광근의 빠른 활성화가 유발되어야 할 것이다(Grabiner 등, 1994). 이러한 이유로 인해 내측광근 수축 개시 시간의 지연은 슬개골의 정상적인 배열에 영향을 미칠 수 있다(Grabiner 등, 1994). Cowan(2001)은 슬개대퇴동통증후군 환자와 건강한 사람의 계단 오르내리기를 비교하였을 때, 건강한 대상자는 내측광근과 외측광근의 수축 개시 시간에 유의한 차이가 없었으나, 슬개대퇴동통증후군 환자는 외측광근의 수축 개시 시간이 빠르게 나타났다고 보고하였다.

환자군에서 뿐만 아니라 비통증 군(Dixon과 Howe, 2007)에서도 내측광근과 외측광근의 수축 개시 시간에 차이가 있다는 보고들이 있다. Witvrouw(1996)는 근수축 개시 시간의 불균형이 지속적으로 반복된다면 슬개골의 부정배열(malalignment)을 유발할 수 있다고 하였으며, 슬개대퇴동통증후군을 유발한다고 하였다. Herrington과 Pearson(2006)은 내측광근과 외측광근의 수축 개시 시간의 차이에 대한 임상적인 의의를 찾기 위해서 증상이 없는 정상인들을 대상으로 많은 연구를 해야 한다고 하였다.

대퇴사두근 근력운동(quadriceps strengthening exercise)은 슬개대퇴동통증후군 환자들의 보존적 치료 방법 중의 하나로써 많은 연구에서 추천되어왔다(Arroll 등, 1997; Boucher 등, 1992). 임상에서 적용되고 있는

일반적인 대퇴사두근 근력운동으로는 다리 뻗고 앉은(long-sitting) 자세에서의 대퇴사두근 등척성 운동, 또는 N-K 테이블(Noland-Kuckoff table)에서 앉은 자세로 슬관절 구심성 신전운동(Stensdotter 등, 2003) 등이 있다. 이러한 운동이 대퇴사두근의 전반적인 근력 증진에는 도움을 줄 수 있으나, 내측광근과 외측광근의 선택적인 근수축을 유발시키기에는 어려움이 있다. Insall(1982)은 내측광근과 외측광근의 비정상적인 근수축 패턴이 나타나는 상태에서의 실시되는 대퇴사두근 근력운동이 이차적인 슬개골의 외측 치우침을 유발할 수 있다고 제안하였다. Powers(2003)는 슬개대퇴관절에만 초점을 둔 이전의 근력강화 운동들이 경골과 대퇴골 부적절한 움직임으로 인해 비정상적인 슬개골 외측 치우침을 일으키고 슬개대퇴관절 기전(mechanism)에 영향을 미친다고 하였다.

이러한 제한점을 보완하기 위해, 선택적인 내측광근의 근력증진을 위한 연구들이 보고되고 있다. Hanten과 Schulthues(1990)는 고관절 내전을 동반한 대퇴사두근 근력운동 시 외측광근에 비하여 내측광근의 근활성도가 높았다. 또한, Nakagawa 등(2008)은 대퇴사두근 근력운동과 고관절 내전근의 근력운동을 병행하였을 때 슬개대퇴동통증후군 환자들의 통증이 감소하였다고 보고하였다. 이처럼 고관절 내전자세에서 대퇴사두근 근력운동을 실시하였을 때 내측광근의 근활성도가 외측광근에 비해 유의하게 높았다는 결과들이 보고되고 있으나, 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 변화를 연구한 논문은 거의 없었다. 이에 본 연구는 내측광근과 외측광근의 근수축 개시시간의 차이를 알아보기 위해 사전 연구들의 운동방법들을 바탕으로 고안한 수정된-대퇴사두근 근력운동(modified quadriceps strengthening exercise)을 적용해보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 자발적으로 참여한 연세대학교에 재학 중인 학생 12명(남 4명, 여 8명)을 대상으로 실시하였다(표 1). 실험 대상자 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 대퇴사두근의 건이나 슬개골 인대의 촉진 시 통증이 없어야 한다. 둘째, 무릎을 굽히거나 펼 때 딸깍거리는 느낌, 또는 슬개골의 내측면을 촉진하였을 때 압통이 없

어야 한다. 셋째, 하지 거상 시 허리와 다리에 통증이 없어야 한다. 넷째, 전극을 부착할 부위에 개방성 상처가 없어야 한다. 다섯째, 슬관절을 포함한 하지에 과거 병력이 없어야 한다(Edwards 등, 2008).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=12)

성별	연령(세)	신장(cm)	몸무게(kg)
남자(n ₁ =4)	28.3±2.9 ^a	173.7±2.9	66.0±8.5
여자(n ₂ =8)	22.9±3.5	160.9±1.9	49.1±2.6

^a평균±표준편차.

2. 실험과정

대상자는 두 가지 앉은 자세에서 측정되었다. 다리 뻗고 앉기(long-sitting)와 의자에 앉기(sitting)의 자세를 취하도록 하였다. 다리 뻗고 앉기와 의자에 앉기 상태에서 각각 고관절의 중립자세(neutral position)와 내전자세(adduction position)를 취하여 대퇴사두근 근력 운동을 실시하였다. 동작의 시작은 대상자가 예측하지 못하도록 측정자가 임의로 신호(종소리)를 주어 반응하도록 하였다.

가. 다리 뻗고 앉기 - 고관절 중립자세와 내전자세

다리 뻗고 앉기는 테이블 위에 등받이가 있는 좌식의 의자를 놓고, 슬관절을 신전한 채 편안하게 앉도록 하였다. 고관절 중립자세(그림 1A)는 오른쪽 다리의 고관절 굴곡 각도를 110도로 고정하고, 전상장골극(ASIS)와 슬개골 중심(patella center)을 잇는 선과 슬개골 중심과 경골조면(tibial tuberosity)을 잇는 선이 일직선이 되도록 유지시켰다. 오른쪽 발목의 발뒤꿈치 중심과 두 번째 발가락이 만나는 부분을 선으로 이어서 지면의 수평

선과 수직으로 유지 하도록 한다. 정확한 고정을 위하여 발목 중립 고정 도구를 사용하였다. 흉곽과 골반을 벨트로 고정하여 보상작용을 방지하였다. 이 자세에서 종소리와 함께 대퇴사두근을 3초 내에 최대수축 하도록 속도를 일정하게 조절하였다. 다리 뻗고 앉기 상태에서 고관절 내전자세(그림 1B)는 양 발목을 발목 중립 고정 도구로 함께 고정하여 고관절 내전 15도를 유지하도록 하였고, 질차는 고관절 중립자세와 같았다.

나. 의자에 앉기 - 고관절 중립자세와 내전자세

의자에 앉기는 테이블 위에 등받이가 있는 좌식의 의자를 테이블 바깥쪽을 향해서 놓고, 팔짱을 낀 자세로 편안하게 앉아 무릎 굽힘 각도가 90도가 되도록 하였으며, 이 때 양발이 바닥에 닿지 않도록 테이블의 높이를 지정하였다. 고관절 중립자세(그림 1C)는 전상장골극과 슬개골의 중심을 잇는 선과 슬개골 중심과 경골 조면을 잇는 선이 서로 일직선이 되도록 설정하여 Q-angle이 0이 되는 자세(Hughston 등, 1984)로 실시한다. 슬관절 90도 굴곡을 시작자세로 하여, 종소리와 함께 1초당 30도의 속도로 슬관절 최대 신전을 하도록 한다. 슬관절 신전 속도는 충분한 훈련 후에 실시하였다. 앉기 상태에서 고관절 내전자세(그림 1D)는 양 대퇴와 양 무릎을 밀착하게 하여 고관절 내전 15도를 유지시킨 상태로 슬관절 신전을 하도록 하였다.

3. 실험기기 및 자료처리

NORAXON Telemetry 2400T¹⁾을 사용하여 대상자의 오른쪽 다리(우세다리)의 내측광근과 외측광근의 근전도 자료를 수집하였다. 이중표면전극(dual surface electrode)을 내측광근과 외측광근에 부착하였으며 전극사이의 거리는

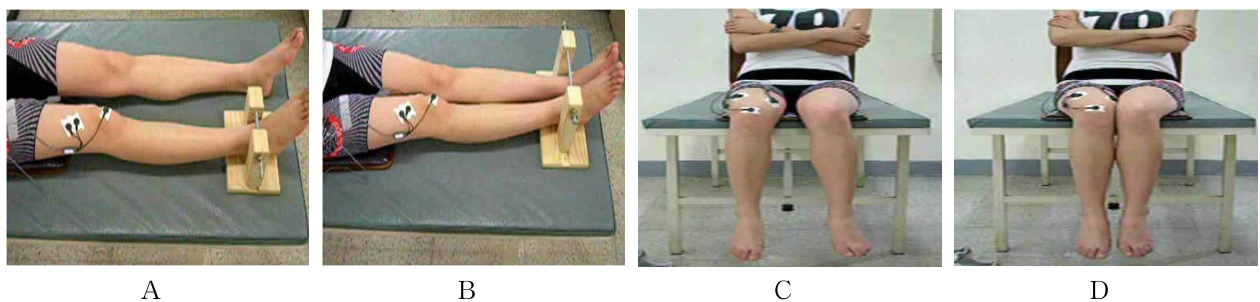


그림 1. 실험 자세. A: 다리 뻗고 앉기-고관절 중립 자세, B: 다리 뻗고 앉기-고관절 내전 자세, C: 의자에 앉기-고관절 중립 자세, D: 의자에 앉기-고관절 내전 자세.

1) NORAXON Inc., Scottsdale, AZ, U.S.A.

2 cm로 일정하게 부착하였다. 부착위치는 다음과 같다. 1) 내측광근은 상내측 슬개골면에서 수직선에서 55도 위치에 상부로 4 cm, 내측으로 3 cm 위치에 부착하였다. 2) 외측광근은 슬개골상면에서 수직선에서 15도 위치에 상부로 10 cm, 외측으로 6~8 cm에 부착하였다(Gilleard 등, 1998). 3) 단일기준전극(single reference electrode)은 슬개골에 부착하였다. 전극을 부착하기 전에 피부를 알코올 솜으로 닦고, 면도하고, 사포로 문질러 피부저항을 5 kΩ 이하로 낮추었다(Cowan 등, 2001). 근전도 자료 처리는 주파수 대역폭을 20~500 Hz로 하였고(Herrington과 Pearson, 2006), 표본 추출률(sampling rate)은 1000 Hz로 설정하였다(Hinman 등, 2002).

근전도 개시 시간 분석은 MyoResearch Master Edition 1.06 XP software(NORAXON Inc., Scottsdale, AZ, U.S.A.)를 사용하였다. 수집된 근전도 신호를 평균 제곱근법(root mean square; RMS) 처리하고, 컴퓨터 분석을 이용한 근 수축 개시 시간 결정(computer-based onset determination) 방법을 사용하여 움직임의 시작 전 100 ms 기간의 평균값에 대한 표준편차(standard deviation; SD)를 구하여 3SD에 도달하는 시점을 근수축 개시 지점이라고 지정하였다(Cowan 등, 2001). 측정자세마다 5번씩 측정하여 그 중 최소값과 최대값을 제외한 3번을 평균 내었다. 내측광근과 외측광근의 수축 개시 시간의 차이(onset time difference: OTD)는 내측광근에서 외측광근의 시간을 뺀 값으로 계산하였다. 그러므로 음의 값은 내측광근이 외측광근보다 먼저 활성화 되었다는 것을 의미한다(Dixon과 Howe, 2007).

4. 분석방법

다리 뻗고 앉은 상태에서 고관절 중립자세와 내전자세에서 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이와 의자에 앉은 상태에서 고관절 중립자세와 내전자세에서 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이를 알아 보기 위해 다리 뻗고 앉은 상태와 의자에 앉은 상태에서 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이를 각각 짝 비교(paired t-test)로 분석하였다. 자료 분석은 SPSS 12.0을 사용하였고, 유의 수준 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 다리 뻗고 앉은 상태(long-sitting)에서 고관절 자세에 따른 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이 비교

다리 뻗고 앉은 상태에서 고관절 중립자세로 대퇴사두근을 수축 했을 때 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이는 46.08 ± 75.93 ms로 나타났고, 고관절 내전자세로 대퇴사두근을 수축 했을 때 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이는 12.83 ± 72.69 ms로 나타났다(표 2). 두 자세 간에 유의한 차이는 없었다($p>.05$).

표 2. 다리 뻗고 앉은 자세에서의 근수축 개시 시간 차이
단위: ms

	고관절 중립	고관절 내전	t	p
OTD ^b	46.08 ± 75.93^a	12.83 ± 72.69	2.061	.064

^a평균±표준편차.

^bOTD: 근수축 개시 시간 차이.

2. 의자에 앉은 상태(sitting)에서 고관절 자세에 따른 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이 비교

의자에 앉은 상태에서 고관절 중립자세로 대퇴사두근을 수축했을 때 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이는 15.83 ± 109.51 ms로 나타났고, 내전자세로 대퇴사두근을 수축했을 때 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이는 -5.58 ± 121.08 ms로 나타났다(표 3). 통계분석 결과, 내전자세에서 내측광근의 개시시간이 유의하게 빠른 것으로 나타났다($p<.05$).

표 3. 의자에 앉은 자세에서의 근수축 개시 시간 차이
단위: ms

	고관절 중립	고관절 내전	t	p
OTD ^b	15.83 ± 109.51^a	-5.58 ± 121.08	2.240	.047

^a평균±표준편차.

^bOTD: 근수축 개시 시간 차이.

IV. 고찰

본 연구는 대퇴사두근 근력 운동 시 다리 뻗고 앉은 상태와 의자에 앉은 상태에서 고관절 자세에 따른 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이를 알아보았다.

근수축 개시 시간의 차이에 관한 슬개대퇴동통증후군의 유발 원인 중 하나는 내측광근과 외측광근의 불균형적인 수축 시간에 의한 비정상적인 슬개골 외측 치우침이다(Grabiner 등, 1994). Cowan 등(2001)은 슬개대퇴동통증후군 환자와 정상인의 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간을 비교하였는데 슬개대퇴동통증후군 환자에게서 외측광근이 먼저 활성화되었다. Cowan 등(2001)은 이러한 근수축 개시 시간의 차이가 비정상적인 슬개골 외측 치우침을 유발할 수 있으므로 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 불균형을 통제하는 것은 슬개대퇴동통증후군 환자의 치료에 도입할 수 있는 이론적 지식이 된다고 하였다. 이 연구를 바탕으로 Cowan 등(2002)은 McConnell-based program으로 6주 동안 훈련을 실시한 결과 슬개대퇴동통증후군 환자들의 내측광근의 근수축 개시 시간이 단축되었다고 보고하였다. McConnell-based program은 내측광근의 기능적인 훈련을 위한 슬개골 테이핑, 내측광근의 등척성 수축, 고관절 내전근의 수축, 둔근 강화, 계단 내리기 운동 등의 다양한 방법으로 내측광근의 선택적인 활성화를 유도하는 운동 프로그램이다. Clark 등(2000)은 McConnell-based program을 적용한 결과 외측광근과 상대적인 내측광근의 근수축 개시 시간의 차이가 줄었고, 이 운동이 내측광근에 대한 운동조절(motor control)을 할 수 있다고 제시하였다.

Cowan 등(2002)의 연구가 내측광근의 근수축 개시 시간을 단축시키고 내측광근의 선택적인 활성화를 유도하기 위해 복합운동 프로그램을 고안하여 그 효과를 보았다면 본 연구에서는 내측광근의 수축 지연을 효과적으로 조절할 수 있는 특정 자세를 고안하여 그 효과를 증명하고자 하였다. 흔히 대퇴사두근 근력운동에 많이 사용되는 다리 펴고 앉은 자세에서 실시되는 등척성 대퇴사두근 근력운동(isometric quadriceps femoris muscle set)과 N-K 테이블에 앉은 자세로 적용되는 슬관절 구심성 신전운동(concentric extension exercise of knee joint) 시 고관절 자세변화에 따른 근수축 개시 시간의 차이를 비교하였다.

다리 뻗고 앉은 상태에서 외측광근과 내측광근의 수축 개시 시간의 차이는 고관절 중립자세와 내전자세에

서 양의 값을 나타내었다. 이는 두 자세 모두에서 외측광근이 내측광근보다 먼저 수축하였다는 것을 나타낸다. 하지만 고관절 내전자세에서 중립자세보다 수축 개시 시간의 차이가 단축되었으므로 내측광근의 수축 개시 시간이 보다 앞당겨 졌음을 알 수 있다. 반면, 의자에 앉은 상태에서 외측광근과 내측광근의 수축 개시 시간의 차이는 고관절 중립자세에서 양의 값을, 고관절 내전자세에서 음의 값을 나타내었다. 고관절 내전자세에서의 음의 값은 내측광근이 외측광근보다 먼저 활성화되었다는 것을 의미한다.

외측광근에 대한 상대적인 내측광근의 개시 시점은 슬관절의 외측 부하를 감소시키는데 중요한 역할을 한다(Grabiner 등, 1994). Neptune 등(2000)은 외측광근에 대해 상대적으로 내측광근의 수축 개시 시간을 5 ms 늦추거나 앞당긴 상태로 달리기를 실시하였을 때 내측광근과 외측광근에 가해지는 부하량을 측정하였다. 달리기 시 내측광근의 수축 개시 시간이 5 ms 앞당겨 졌을 때 슬관절의 외측부위에 가해지는 부하량이 감소하였고, 내측광근의 수축 개시 시간이 5 ms 지연되었을 때는 그 부하량이 증가되었다고 보고하였다. 본 연구 결과, 고관절 내전 자세에서 내측광근의 근수축 개시 시간이 단축되었다. 이 결과는 고관절 내전을 동반한 대퇴사두근 수축 운동이 내측광근의 선택적인 근수축을 촉진시킬 수 있고(Reynolds 등, 1983), 슬관절의 외측 부하량을 줄일 수 있다는 것을 보여준다. 해부학적으로 내측광근은 고관절 내전 근육인 대내전근(adductor magnus), 장내전근(adductor longus)에 부분 기시하여 고관절 내전에 함께 작용하게 된다(Bose 등, 1980). 외측광근에 비해 상대적으로 작은 횡단면적을 가지고 있는 내측광근이 단독으로 수축할 때보다 고관절 내전근이 함께 작용하여 동시에 수축을 하게 되었을 때 상승효과(synergy effect)로 인해 근수축 개시 시간의 차이를 가져올 것이다.

이를 근거로 하여 이전 여러 연구에서도 고관절 내전 운동이 내측광근의 선택적인 강화에 사용될 수 있다고 하였다(Hanten과 Schulthies, 1990; Monteiro-Pedro 등, 1999). 고관절 자세에 따른 대퇴사두근 활성도의 차이를 본 연구에서 등척성 대퇴사두근 근력운동 시 고관절 내전 자세에서 내측광근의 큰 활성도를 나타내었다고 하였으며(Cerny, 1995), Hanten과 Schulthies(1990)는 고관절 내전 운동이 외측광근에 비해 내측광근의 활성화를 더욱 유발할 수 있다고 보고하였다. 이와 같이 고관절 내전 자세는 내측광근과 고관절 내전근 사이의 연결을

이용하여 내측광근의 선택적인 강화를 유도하므로 슬개골 불안정성을 치료하는데 사용된다(Bose 등, 1980). 그러나 고관절 자세에 따른 내측광근의 선택적인 강화에 대한 연구는 근활성도 차이에 국한되어 있고, 근수축 개시 시간의 차이에 대한 연구는 거의 없었다. 본 연구는 고관절 자세에 따른 외측광근과 내측광근의 수축현상의 차이가 근활성도 뿐만 아니라 근수축 개시 시간에서도 유발된다는 것을 나타내고 있으므로 그 의미가 있다.

본 연구에서 흥미 있는 또 하나의 결과는 앉은 자세에 따른 근수축 개시 시간의 차이이다. 다리 뻗고 앉기 시 고관절 내전 자세에서의 근수축 개시 시간의 차이값과 의자에 앉기 시 고관절 중립 자세에서의 근수축 개시 시간의 차이값이 유사함을 알 수 있다. 또한 전반적으로, 다리 뻗고 앉기 상태에서보다 의자에 앉기 상태에서 고관절 내전 자세로 대퇴사두근 수축 시 내측광근의 근수축 개시 시간이 더욱 앞당겨 지는 것을 알 수 있다. 이는 다리 뻗고 앉기 상태에서의 대퇴사두근 등척성 수축보다 의자에 앉기 상태에서의 구심성 수축이 내측광근의 선택적인 수축에 더욱 관여한다는 것을 의미할 수 있다. 그러나 내측광근을 선택적으로 강화하기 위해 고관절 내전과 함께 슬관절 신전을 병행하는 것이 더욱 효과적이지에 대해서는 의견이 분분하다. Zakaria 등(1997)은 고관절 내전과 슬관절 신전을 병행하여 운동을 실시 하였을 때 오히려 그 효과가 감소한다고 보고하였고, Cerny(1995)는 고관절 내전을 동반한 슬관절 신전 운동 시 외측광근에 비해 내측광근의 근활성도 증가가 나타나지 않았다고 보고하였다. 고관절 내전 자세로 대퇴사두근 근력 강화 운동을 실시 할 때 근수축 방법에 따른 근수축 개시 시간의 변화와 근활성도에 관한 연구가 지속적으로 필요하다고 생각된다.

본 연구에서 근수축 개시 지점의 분석은 수집된 근전도 신호를 RMS 처리하고, 컴퓨터 분석을 이용한 근 수축 개시 시간 결정 방법을 사용하여 움직임의 시작 전 100 ms 기간의 평균값에 대한 표준편차를 구하여 3SD에 도달하는 시점을 근수축 개시 지점이라고 지정하였다(Cowan 등, 2001). 근수축 개시 지점의 결정은 다양한 방법으로 시도되어 왔는데 그 중에서 움직임의 시작 전 100 ms 기간의 평균값에 대한 SD를 구하여 3SD에 도달하는 시점을 근수축 개시 지점이라 지정하는 컴퓨터 분석을 이용한 근 수축 개시 시간 결정방법이 많은 연구에서 사용되었다(Cowan 등, 2001; Herrington과 Pearson, 2006; Hinman 등, 2002). 이 외에도 Generalized likelihood ratio(GLR) 방법을 사용하는

통계적인 분석방법과 최근 제시되고 있는 신호 대 잡음비(signal to noise ratio)가 낮을 때 근수축 개시 시간을 결정하는 Teager-Kaiser Energy(TKE) 방법이 있다(Li 등, 2007). 컴퓨터 분석을 이용한 근 수축 개시 시간 결정 방법과 GLR과 TKE 방법으로 근수축 개시 시점의 결정에 대한 결과의 타당도를 검토해 보아야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서 대퇴사두근 근력 운동 시 고관절 중립 자세에서 실시하는 것보다 고관절 내전자세에서 하는 것이 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간의 차이를 줄여 줄 수 있다는 결과를 나타내었다. 이것은 내측광근의 수축 개시 시간의 지연으로 인해 이차적으로 발생할 수 있는 슬개골의 비정상적인 외측 치우침의 위험을 보안할 수 있다. 하지만 내측광근과 외측광근의 불균형적인 근수축 개시 시간은 슬개골의 비정상적인 외측 치우침을 발생하여 슬개골 운동 조절에 영향을 주는 여러 요인 중 하나이기 때문에 이 방법만으로 슬개골의 비정상적인 외측 치우침을 막을 수 있다는 단정을 짓기는 어렵다. 그러나 내측광근의 근수축 개시 시간의 지연으로 인해 슬개골의 외측 치우침이 유발되거나 악화되는 슬개대퇴동통증후군 환자의 경우, 고관절 내전 자세에서 근수축 개시 시간의또는 내전자세에서 근수축 개시 시간의하는 것이 슬개골의 외측 치우침으로 인해 발생하는 통증을 감소시켜줄 수 있을 것이다. 본 연구에서는 고관절 자세에 따른 대퇴사두근 근력 운동 시 내측광근과 외측광근의 근수축 개시 시간만을 변수로 측정하였다. 대퇴사두근의 근력 운동에서 중요한 또 하나의 변수는 내측광근과 외측광근의 근활성도이다. 추후 고관절 자세에 따른 대퇴사두근 근력 운동 시 대퇴사두근의 근수축 개시 시간의 변화와 더불어 근활성도의 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Arroll B, Ellis-Pegler E, Edwards A, et al. Patellofemoral pain syndrome. A critical review of the clinical trials on nonoperative therapy. *Am J Sports Med.* 1997;25(2):207-212.

- Bose K, Kanagasuntheram R, Osman MBH. Vastus medialis oblique: An anatomic and physiologic study. *Orthopedics*. 1980;3(9):880-883.
- Boucher JP, King MA, Lefebvre R, et al. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med*. 1992;20(5):527-532.
- 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):672-683.
- Clark DI, Downing N, Mitchell J, et al. Physiotherapy for anterior knee pain: A randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis*. 2000;59(9):700-704.
- Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, et al. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(12):1879-1885.
- 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. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):183-189.
- Dixon J, Howe TE. Activation of vastus medialis oblique is not delayed in patients with osteoarthritis of the knee compared to asymptomatic participants during open kinetic chain activities. *Man Ther*. 2007;12(3):219-225.
- 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.
- Edwards L, Dixon J, Kent JR, et al. Effect of shoe heel height on vastus medialis and vastus lateralis electromyographic activity during sit to stand. *J Orthop Surg*. 2008;3(1).
- Gilleard W, McConnell J, Parsons D. The effect of patellar taping on the onset of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle activity in persons with patellofemoral pain. *Phys Ther*. 1998;78(1):25-32.
- Grabiner MD, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(1):10-21.
- Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther*. 1990;70(9):561-565.
- Herrington L, Pearson S. Does exercise type affect relative activation levels of vastus medialis oblique and vastus lateralis? *J Sport Rehabil*. 2006;15(4):271-279.
- Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR, et al. Delayed onset of quadriceps activity and altered knee joint kinematics during stair stepping in individuals with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(8):1080-1086.
- Hughston JC, Hergenroeder PT, Courtenay BG. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(9):1340-1348.
- Insall J. Current concepts review: Patellar pain. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(1):147-152.
- Li X, Zhou P, Aruin AS. Teager-kaiser energy operation of surface emg improves muscle activity onset detection. *Ann Biomed Eng*. 2007;35(9):1532-1538.
- Lun VMY, Wiley JP, Meeuwisse WH, et al. Effectiveness of patellar bracing for treatment of patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med*. 2005;15(4):233-238.
- McConnell J. Rehabilitation and nonoperative treatment of patellar instability. *Sports Med Arthrosc*. 2007;15(2):95-104.
- Monteiro-Pedro V, Vitti M, Bazzucchi F, et al. The effect of free isotonic and maximal isometric contraction exercises of the hip adduction on vastus medialis oblique muscle: An electromyographic study. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1999;39(7):435-440.
- Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RdM, et al. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2008;22(12):1051-1060.
- 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 (Bristol, Avon)*. 2000;15(8):611-618.
- Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(11):639-646.
- Reynolds L, Levin TA, Medeiros JM. Emg activity of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis in their role in patellar alignment. *Am J Phys Med*. 1983;62(2):61-70.
- Ruffin MT 5th, Kiningham RB. Anterior knee pain: The challenge of patellofemoral syndrome. *Am Fam Physician*. 1993;47(1):185-194.
- Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R, et al. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(12):2043-2047.
- Tria Jr AJ, Palumbo RC, Alicea JA. Conservative care for patellofemoral pain. *Orthop Clin North Am*. 1992;23(4):545-554.
- Voight ML, Wieder DL. Comparative reflex response times of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction. An electromyographic study. *Am J Sports Med*. 1991;19(2):131-137.
- Witvrouw E, Sneyers C, Lysens R, et al. Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects and in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;24(3):160-165.
- Zakaria D, Harburn KL, Kramer JF. Preferential activation of the vastus medialis oblique, vastus lateralis, and hip adductor muscles during isometric exercises in females. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1997;26(1):23-28.

논문접수일 2009년 7월 8일

논문게재승인일 2009년 8월 15일