

## 계단 오르고 내리기시 엉덩관절 내회전이 무릎관절 폼근과 엉덩관절 별림근 근활성도에 미치는 영향

오재섭

연세대학교 대학원 재활학과

권오윤, 이충휘, 전해선

연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, 보건환경대학원 인간공학치료학과

### Abstract

#### Effects of Hip Internal Rotation on Knee Extensor and Hip Abductor Electromyographic Activity During Stair Up and Down

**Jae-seop Oh, M.Sc., P.T.**

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

**Oh-yun Kwon, Ph.D., P.T.**

**Chung-hwi Yi, Ph.D., P.T.**

**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

The purpose of this study was to examine the effect of the hip internal rotation on knee extensor and hip abductor electromyographic (EMG) activity during stair up and stair down mobility. Eighteen healthy subjects were recruited. All subjects performed stair up and down movements on a step of 30 cm height while maintaining the hip in neutral (condition 1) and hip in internal rotation (condition 2). Surface EMG activity was recorded from five muscles (gluteus maximus, vastus lateralis (VL), vastus medialis oblique (VMO), posterior gluteus medius (Gmed), and tensor fascia latae (TFL)) and hip internal rotation angle was measured using a three dimensional motion analysis system. The time period for stair up and down was normalized using the MatLab 6.5 program, and EMG activity was normalized to the value of maximal voluntary isometric contraction (%MVIC). The EMG activities according to the hip rotation (neutral or internal rotation) during the entire time period of stair up and down in each phase were compared using a paired t-test. During the entire period of stair up, the EMG activities of VL and TFL in condition 2 were significantly greater than in condition 1 ( $p < .05$ ). During the entire period of stair down, the EMG activities of VL and TFL in condition 2 were significantly greater than in condition 1 ( $p < .05$ ). However, the EMG activities of the other muscles were not significantly different between the conditions ( $p > .05$ ). These results suggest that the stair up and down maintaining hip internal rotation was could be a contributing factor on patellar lateral tracking.

**Key Words:** Hip internal rotation; Patellofemoral pain syndrome; Stair up and down; Tensor fascia latae; Vastus lateralis; Vastus medialis oblique; EMG activity

## I. 서론

무릎넙다리 통증증후군(patellofemoral pain syndrome; PFPS)은 가장 흔한 무릎관절 문제로 무릎넙다리 관절에서의 생역학적(biomechanic), 생화학적(biochemical) 변화로 인한 무릎뼈 뒤쪽과 무릎뼈 주위에 통증을 야기시키며(Blond와 Hansen, 1998), 젊은 성인 인구의 25%가 경험하는 가장 흔한 근골격계 질환 중 하나이다(McConnel, 1996). 정상인에서 무릎뼈는 능동적인 무릎 펴고 굽힘 시 무릎뼈에 작용하는 여러 근육들의 힘의 균형으로 넙다리뼈관절용기사이 고랑에서 움직이게 된다(Tang 등, 2001). 그러나 PFPS 환자의 경우 무릎뼈가 넙다리뼈 관절용기사이 고랑에서 밀려나 외측으로 이동하여 통증을 유발하고 관절면의 마모로 퇴행성 관절염을 초래하게된다(Quilty 등, 2003). 무릎뼈가 외측으로 밀려나는 이유는 무릎관절 외측 연부조직의 단축, 무릎관절 내측 연부조직의 느슨함(laxity), 비정상적인 무릎뼈의 위치, 무릎의 비정상적 정렬, 안쪽빗넓은근(vastus medialis oblique; VMO)의 수축력 상실 등이 있다(Neumann, 2002). 또한 지속적인 앉기, 달리기, 쪼그려 앉기, 계단 오르고 내리기와 같은 활동들은 PFPS 환자에게서 무릎뼈의 외측 이동을 촉진시켜 PFPS의 증상을 악화시킨다(Crossley 등, 2000). 이 중 계단 오르고 내리기는 PFPS 환자에게서 가장 통증을 많이 유발시키는 일상생활 동작 중 하나이다(Brechter와 Powers, 2002). 계단 오르고 내리기 동작은 평지 보행보다 무릎 펴고 굽힘의 모멘트(moment)를 증가시키기 때문에 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근(vastus lateralis; VL)의 힘의 균형이 맞지 않은 환자에게 무릎뼈의 외측 이동을 더욱 증가시키고 반복적인 스트레스를 주게 된다(Andriacchi 등, 1980).

이러한 PFPS의 치료 방법은 수술적 치료 방법과 보존적 치료 방법이 있는데 수술적 치료 방법은 보존적 치료가 실패했을 때 실시하는 것을 권장하고 있다(Federico와 Reider, 1997). 보존적 치료 방법으로는 다양한 방법이 제시되고 있는데 무릎뼈의 정렬을 올바르게 하기 위한 안쪽빗넓은근의 선택적 강화, 엉덩정강뼈의 신장운동, 무릎뼈의 관절 가동화 운동, 보조기를 이용한 발의 인체 운동학적 정렬, 테이핑 기법 등이 있다(Eng와 Pierrynowski, 1994).

안쪽빗넓은근의 선택적인 강화는 무릎관절의 내측 안정성을 제공하여 무릎 넙다리 관절의 정상적인 정렬을 유지시키므로 무릎뼈의 외측 이동으로 인해 통증이 있는

환자들의 물리치료에 필수적으로 적용되고 있다(Lam와 Ng, 2001). 효과적인 안쪽빗넓은근의 선택적 강화방법에 대한 연구에서 Hanten과 Schulthies(1990)는 엉덩관절 모음 시 안쪽빗넓은근의 근활성도가 증가한다고 보고하였다. 그들은 강한 엉덩관절 모음은 안쪽빗넓은근의 기시점을 안정스럽게 유지하여 주기 때문에 효과적인 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화를 위해서는 엉덩관절 모음과 함께 훈련시켜야 한다고 주장하였다. 그러나 안쪽빗넓은근의 수축력이 있더라도 엉덩관절 별립근이 약하여 한발서기(single limb support)시 엉덩관절의 회전이 일어나면 무릎뼈의 비정상적인 정렬을 초래한다(Neumann, 2002).

Delp 등(1999)은 엉덩관절 굽힘에 따른 엉덩관절의 회전 모멘트의 변화를 알아보는 연구에서 엉덩관절의 굽힘이 증가할수록 엉덩관절의 내측 회전 모멘트가 증가한다고 보고하였다. 이는 계단 오르고 내리기와 같이 엉덩관절 굽힘이 일어나는 활동에서 엉덩관절의 내측 회전 모멘트가 증가한다는 것을 의미한다. 엉덩관절의 내회전은 넙다리 전염(femoral anteversion)이 클 때 증가한다(Sahrman, 2001). Nyland 등(2004)은 넙다리 전염이 엉덩관절의 내회전에 기여한다는 가정하에 넙다리 전염이 큰 환자가 안쪽빗넓은근과 엉덩별립근의 근활성도가 감소하였다고 보고하였다. 또한 엉덩관절의 내회전은 회내발(pronated foot)의 원인이 된다(Schamberger, 2002). 회내발은 무릎 내측에 스트레스를 증가시키며 정강이의 염전(torsion)을 초래하여 무릎관절의 비정상적인 정렬의 원인이 된다. 그러므로 계단을 오르고 내려갈때와 같이 무릎이 내측으로 회전하여 내반고(coxa varus)와 외반슬(genu valgus) 자세가 될수록 무릎의 외측지대와 엉덩정강뼈의 연결이 무릎뼈를 외측으로 이동시켜 하지의 비정상적인 정렬을 초래한다(Blauth와 Tillmann, 1983). 그러나 Lam과 Ng(2001)는 PFPS 환자에게서 엉덩관절과 무릎관절의 위치에 따른 넙다리네갈래근의 근활성도를 알아보는 실험에서 효과적인 안쪽빗넓은근의 선택적 강화를 위해서는 엉덩관절 내회전과 무릎관절 굽힘 상태에서 근력운동을 실시하여야 한다고 보고하였다. 이는 엉덩관절 내회전이 무릎뼈의 외측 이동을 초래한다는 연구 결과와 반대되는 결과이다.

PFPS 환자에게서 무릎뼈의 외측 이동을 감소시켜 정상적인 무릎뼈의 움직임을 만들고자 많은 연구들이 진행되어 왔다. 그러나 기존의 연구는 무릎뼈 외측 이동의 원인인 안쪽빗넓은근의 수축력 상실을 무릎관절에서만 국한시켜 해결하려 하였다. PFPS 환자의 치료는 무릎관

질 뿐만 아니라 엉덩관절 근육들의 선택적인 근력증진과 신장운동이 필요하며 또한 정강이의 염전과 발의 형태에 따른 무릎뼈 외측 이동의 원인을 기초로 근육 재교육이 필요하지만 아직 이와 관련된 연구는 부족한 실정이다 (Nyland 등, 2004). 더욱이 기존의 연구들은 정적인 상태에서의 치료법만을 제시하고 있고 계단 오르고 내리기와 같은 기능적인 활동과 연결시킨 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 계단 오르고 내리거시 엉덩관절의 내회전과 중립 위치에서 안쪽넓은근과 가쪽넓은근, 큰볼기근(gluteus maximus; GM), 엉덩벌림근(gluteus medius; Gmed), 넓다리근막긴장근(tensor fascia latae; TFL)의 근활성도를 비교함으로써 엉덩관절의 위치가 넓다리 주변근육에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 목적과 방법에 대하여 실험 전에 연구 대상자에게 충분히 설명한 후 실험 참여에 동의한 연세대학교 원주캠퍼스에 재학 중인 건강한 성인 남자 18명을 대상으로 실시하였다. 하지에 선천적인 기형, 심각한 외과적 혹은 신경학적 질환, 지난 6개월 동안 하지의 외상, 발이나 허리부위의 통증을 경험했던 대상자는 제외시켰다. 또한 계단 내려오기 시 무릎뼈가 엄지발가락보다 내측으로 이동하는 자, 안쪽넓은근보다 가쪽넓은근의 근수축이 먼저 일어나는 자는 연구 대상자에서 제외시켰다. 그리고 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine; ASIS)와 무릎뼈의 중앙, 정강이 결절을 연결하는 넓다리네갈래근 각(quadriceps angle; Q angle)을 측정하여 5~10° 범위에 있는 자만을 연구 대상으로 선정하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=18)

일반적 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	23.8±2.1	20~28
신장(cm)	172.9±4.1	164~179
체중(kg)	65.5±5.7	56~78
넓다리네갈래근 각(°)	8.3±1.5	5~10

1) Zebris Medizintechnik, GmbH, Isny, Germany.

2) BIOPAC System Inc., CA, U.S.A.

3) Delsys Inc., Boston, MA, U.S.A.

연구 대상자의 평균 연령은 23.8세, 평균 신장은 172.9 cm, 평균 체중은 65.5 kg이었다(표 1).

### 2. 실험기기 및 도구

#### 가. 삼차원 동작 분석 시스템

실험 과정동안 엉덩 관절의 중립과 내회전 각도를 유지하는지 알아보기 위하여 실시간 삼차원 동작 분석 시스템인 CMS-HS<sup>1)</sup>를 사용하였다. 이 장비는 개인용 개인용 컴퓨터, 초음파 신호를 내보내는 직경 1 cm의 능동 표식자(active marker), Basic Unit CMS-HS, 24 개의 능동 표식자의 정보를 전달할 수 있는 케이블 어댑터, 그리고 초음파 신호를 인식하는 측정 감지기(measuring sensor MA-HS)로 구성된다. 능동 표식자의 공간상의 좌표는 앞(+)/뒤(-)가 X축, 좌(-)/우(+), 위(+)/아래(-)가 Z축으로 정의되었다. 각도의 변화는 CMS-HS를 통해 10 Hz 표본추출률(sampling rate)로 측정되었다. 윈도우 Windata 2.19 프로그램을 사용하여 각 표식자의 정보를 삼차원상 좌표로 전환하였으며 각 좌표 간의 실시간 각도변화를 저장하였다.

#### 나. 표면근전도 신호 및 분석 시스템

표면 근전도 자료 수집을 MPI00WSW<sup>2)</sup>와 최대 8개의 근전도 신호를 처리할 수 있는 Bagnoli EMG System<sup>3)</sup>을 사용하였다. 표면근전도의 전극은 DE 3.1 이중 차등(double differential) 전극들과 접지전극(ground electrode)을 사용하였다. 이중 차등 전극의 배치는 폭 1 mm, 길이 10 mm의 순은 막대 3개가 10 mm 간격으로 나란히 배열되었으며, 양쪽 끝의 두 개는 활성전극(active electrode), 가운데 하나는 기준전극(reference electrode)으로 하여 이중 차등 앰프에 연결하였다. 또한 5개 채널의 표면근전도 아날로그 신호와 MP100에서 디지털 신호로 전환된 아날로그 신호는 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.72(BIOPAC System Inc., Santa Barbara, U.S.A.) 소프트웨어를 이용하여 자료를 수집하였다. 근전도 신호의 표본추출률은 1000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(bandwidth)은 Bagnoli EMG System의 측정 주파수 대역 필터인 20~450 Hz와 60 Hz 노치 필터(notch filter)를 사용하였다. 계단 오르고 내리기 주기 동안의

각 근육별 근전도 신호를 RMS(root mean square)처리하여 아스키(ASCII) 형태로 전환하여 분석하였다.

### 3. 실험방법

#### 가. 근전도 전극 및 표식자 부착

본 실험에 참가하기 전에 하지의 근전도 신호량을 알아보기 위해 계단 오르기과 내리기시 무릎관절의 펌과 엉덩관절의 펌, 벌림에 주로 작용하는 근육인 안쪽빗넓은근, 가쪽넓은근, 큰볼기근, 엉덩벌림근, 넓다리근막긴장근을 선택하였다. 기존의 연구를 참조하여 각 근육의 전극 부착 부위를 유성펜으로 작게 표시 하였다(Cram 등, 1998)(표 2). 표시된 부위를 참조하여 맨손근력검사(manual muscle testing; MMT)의 최대 근수축시 뚜렷이 보이는 근복에 근전도 전극 부착부위를 최종적으로 표시하였다. 표면근전도 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위해 부착부위를 가는 사포로 3~4회 문질러 피부 각질층을 제거하고, 소독용 알코올로 피부지방을 제거한 후에 소량의 전해질 젤(electrolyte gel)을 바른 표면전극을 피부에 부착하였고 접지전극(ground electrode)은 오른쪽 손목에 부착하였다. 계단 오르고 내리기시 엉덩관절의 회전 각도를 측정하기 위하여 2개의 삼중 표식자(triple marker)를 ASIS와 무릎관절의 가쪽 위관절융기(lateral epicondyle)에 유성펜으로 표시하고 부착하였다.

#### 나. 실험 설계

계단 오르기과 내리기시 두 가지 다른 조건에서 실험을 실시하였다. 조건 1은 엉덩관절을 중립 상태로 유지하며 계단 오르기과 내리기였고, 조건 2는 엉덩관절을 내회전 상태로 유지하며 계단 오르기과 내리기였다.

계단 오르기 자세와 내리기 자세를 구분하여 오르기 자세부터 측정하였다. 측정 전 예비 계단 오르기에서 각 근육의 근전도 신호가 정상적인 신호가 나타나지는지를 확인한 후 본 실험을 실시하였다. 대상자들의 계단

오르기 속도를 일정하게 유지하기 위하여 미리 정해 둔 메트로놈(metronome)의 속도에 따라 3회 예비 연습을 하였다. 오르기 시작 자세에서 삼차원 동작 분석기의 표식자 보정(calibration)을 위해 엉덩관절 중립위치에서 3초간 유지하게 한 후 보정을 하고 조건 1 오르기를 3회 실시하며 측정하였고, 조건 2 오르기를 3회 실시하며 측정하였다. 실험의 순서는 무작위로 선택되었다. 실험자의 '시작' 구령과 함께 실험자는 근전도와 삼차원 동작분석기를 동기화하여 측정을 시작하였다. 실험자는 대상자에게 엉덩관절의 중립과 내회전 각도를 유지하도록 삼차원 동작분석기의 각도 변화를 주시하게 하였다. 오르기 실시 후 내리기 시작자세에서 오르기과 같은 방법으로 조건1과 2를 측정하였다.

#### 다. 최대등척성수축 근전도 신호량 측정

표식자를 제거한 후 안쪽빗넓은근, 가쪽넓은근, 큰볼기근, 엉덩벌림근, 그리고 넓다리근막긴장근의 활동전위를 정량화하기 위해 맨손근력검사 자세에서 최대등척성수축시 각 근육의 근활성도를 측정하였다. 5초 동안의 자료값을 RMS 처리 한 후 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 100%MVIC로 사용하였다.

### 4. 분석방법

#### 가. 자료 처리 및 정량화

계단 오르기과 내리기시 전체 주기는 MatLab 6.5 프로그램을 이용하여 계단 오르고 내리기를 각각 전체 주기 100%로 정량화하였다. 또한 각각의 근전도 신호는 100%MVIC로 정량화하였다.

#### 나. 통계방법

엉덩관절 회전에 따른 조건 1로 계단 오르기과 내리기, 조건 2로 계단 오르기과 내리기시 전체주기에서의 근활성도의 평균과 전체주기를 20% 구간씩 나누어 각 구간에서 조건 1과 조건 2의 각 근육들의 근활성도의

표 2. 근전도 전극의 근육별 부착 위치

근육	전극의 부착 위치
큰볼기근	넓다리뼈의 큰 돌기와 엉치뼈의 중간
가쪽넓은근	무릎뼈에서 외측상방 3~5 cm
안쪽빗넓은근	무릎뼈의 위 모서리로부터 내측상방 2 cm(55° 방향)
엉덩벌림근	엉덩뼈 능선과 넓다리뼈의 큰 돌기 사이의 근위부 2 cm
넓다리근막긴장근	위앞엉덩뼈가시 2 cm 아래

**표 3. 조건에 따른 계단 오르기과 내리기시 엉덩관절의 내회전 각도**

단위: °

실험조건	오르기		내리기	
	평균±표준편차	범위	평균±표준편차	범위
조건 1(엉덩관절 중립)	2.2±3.8	.6~5.6	4.8±3.4	.7~6.2
조건 2(엉덩관절 내회전)	28.5±12.8	17.9~42.7	31.4±11.2	21.8~43.7

**표 4. 계단 오르기 전체 주기 동안 조건에 따른 근육별 근전도 신호량 비교**

단위: %MVIC

근육	실험 조건		t	p
	조건 1(엉덩관절 중립)	조건 2(엉덩관절 내회전)		
큰볼기근	1.66±.88 <sup>a</sup>	2.58±1.83	1.675	.112
가쪽넓은근	6.94±2.10	9.69±4.70	2.579	.020
안쪽빗넓은근	11.68±6.07	8.87±3.24	1.844	.083
엉덩벌림근	2.56±1.61	2.80±1.73	.364	.720
넙다리근막긴장근	.71±.36	4.24±2.23	6.443	.000

<sup>a</sup>평균±표준편차.

**표 5. 계단 내리기 전체 주기 동안 조건에 따른 근육별 근전도 신호량 비교**

단위: %MVIC

근육	실험 조건		t	p
	조건 1(엉덩관절 중립)	조건 2(엉덩관절 내회전)		
큰볼기근	.99±.80 <sup>a</sup>	1.34±1.36	.915	.373
가쪽넓은근	5.44±1.96	7.77±3.62	2.353	.031
안쪽빗넓은근	7.03±2.39	7.24±3.00	.180	.860
엉덩벌림근	1.42±.77	1.62±1.47	.465	.648
넙다리근막긴장근	.97±.53	5.32±2.87	6.167	.000

<sup>a</sup>평균±표준편차.

평균을 비교하기 위해 짝 비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준을 검정하기 위하여  $\alpha = .05$ 로 하였으며 자료의 통계처리를 위해 상용 통계프로그램인 윈도용 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다.

### III. 결과

#### 1. 계단 오르기과 내리기시 조건에 따른 엉덩관절 내회전 각도의 비교

대상자들은 계단 오르기 시 조건 1에서 엉덩관절 내회전 각도가 전구간 평균 2.2°이었고, 조건 2에서 엉덩관절 내회전 각도가 전구간 평균 28.5°이었다. 내리기 시에는 조건 1에서 전구간 평균 4.8°이었고, 조건 2에서는 31.4°이었다(표 3).

#### 2. 전체 주기 동안 조건에 따른 각 근육의 근전도 신호량

##### 가. 전체 주기 동안 근육별 근전도 신호량

그림 1, 2는 계단 오르기과 내리기시 각 조건에 따른 근육별 근전도 신호량을 100%MVIC로 정규화하여 나타낸 곡선이다. 계단 오르기 시에는 조건 2에서 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 최대값이 20~40% 주기에서 나타났고 계단 내리기시에는 60~80% 주기에서 나타났다. 넙다리근막긴장근은 계단 오르기과 내리기시 조건 2에서 40~60% 구간에서 최대값이 나타났다. 큰볼기근과 엉덩 벌림근은 계단 오르기과 내리기시 조건 1과 2에서 비슷한 근전도 신호량 곡선을 보였다.

##### 나. 전체 주기 동안 근육별 근전도 신호량 비교

계단 오르기과 내리기시 조건에 따른 근육들의 근전도 신호량은 가쪽넓은근과 넙다리근막긴장근이 조건 2

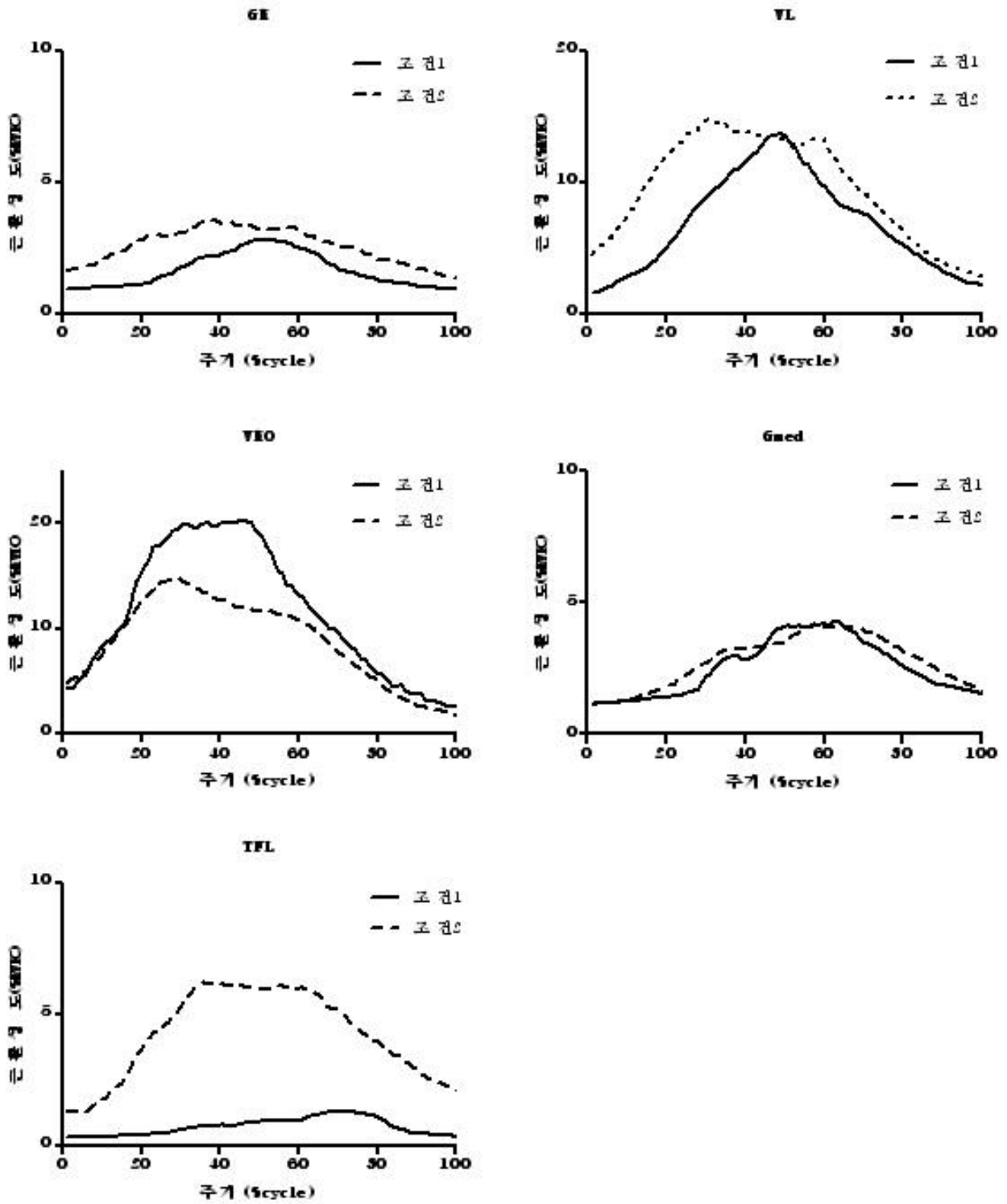


그림 1. 계단 오르기 시 조건에 따른 전체 주기동안 각 근육들의 근전도 신호량(조건 1: 엉덩관절 중립, 조건 2: 엉덩관절 내회전). GM: 큰볼기근, VL: 가쪽넓은근, VMO: 안쪽빗넓은근, Gmed: 엉덩벌림근, TFL: 넓다리근막긴장근.

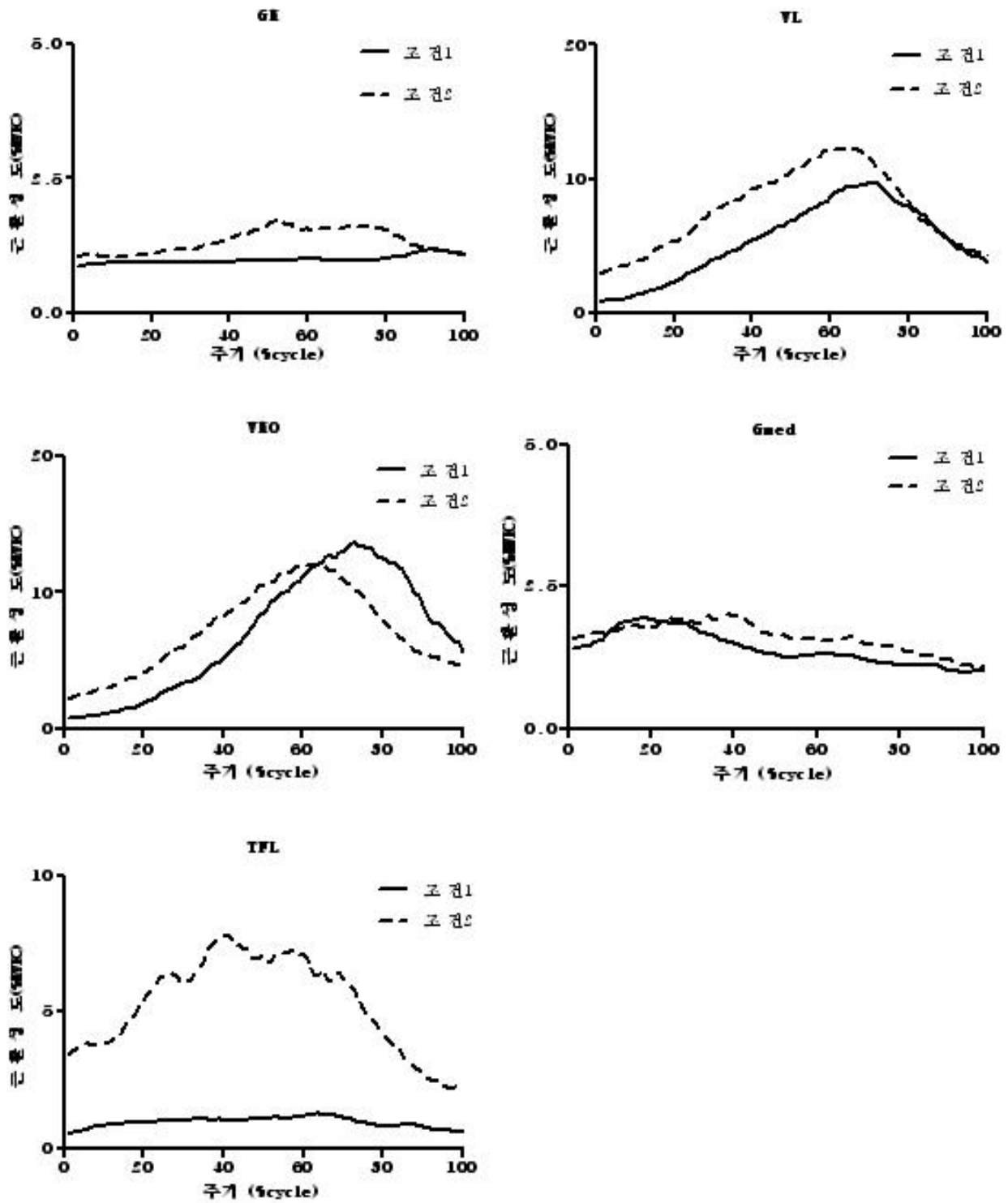


그림 2. 계단 내리기시 조건에 따른 전체 주기동안 각 근육들의 근전도 신호량(조건 1: 엉덩관절 중립, 조건 2: 엉덩관절 내회전). GM: 큰볼기근, VL: 가쪽넓은근, VMO: 안쪽빗넓은근, Gmed: 엉덩별림근, TFL: 넙다리근막긴장근.

에서 유의하게 증가하였으나( $p < .05$ ), 큰 볼기근, 엉덩벌림근, 안쪽빗넓은근에서는 조건간에 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ )(표 4)(표 5).

#### IV. 고찰

전통적으로 PFPS 환자의 무릎뼈 외측 이동을 방지하기 위한 안쪽빗넓은근의 근력강화 운동은 PFPS의 물리치료에 필수적으로 적용되었다. Lam과 Ng(2001)은 PFPS 환자를 위한 안쪽빗넓은근의 선택적 근력강화 운동을 위한 하지의 운동자세를 알아보는 연구에서 엉덩관절 내회전과 무릎관절 굽힘 40°일 때 근활성도가 최대로 나타나기 때문에 이 자세에서의 운동을 권장하였다. 반면 Nyland 등(2004)은 넙다리 전념이 엉덩관절의 내회전에 기여한다는 가정하에 넙다리 전념이 큰 환자의 안쪽빗넓은근과 엉덩벌림근의 근활성도가 감소하였다고 보고하였다. 이는 엉덩관절의 회전 위치에 따라 안쪽빗넓은근의 근활성도가 다양하게 나타나고 있다는 것을 반영해준다. 이에 본 연구는 계단 오르고 내리기시 엉덩관절이 중립위치와 내회전위치에 있을때 안쪽빗넓은근, 가쪽넓은근, 큰볼기근, 엉덩벌림근, 넙다리근막긴장근의 근활성도를 비교하였다.

무릎뼈의 외측 이동을 측정하는 것은 무릎뼈 외측 이동의 원인을 직접적으로 제시해주므로 가장 이상적인 방법이나 비침습적(noninvasive)인 방법으로는 측정이 어려워 X-ray 영상법이나 자기공명영상법(magnetic resonance imaging)으로 측정하고 있다(Lin 등, 2004). 그러나 이러한 방법도 하지의 움직임이 있으면 측정에 어려움이 있다. 그러므로 본 연구에서는 엉덩관절의 내회전이 있을 때 하지에서 내반고와 외반슬이 증가하여 외측지대와 엉덩정강뼈의 연결이 무릎뼈의 비정상적 정렬을 초래한다는 가정하에 하지의 움직임시 관절의 각도 측정이 용이한 삼차원 동작분석기로 엉덩관절의 내회전을 측정하였다.

본 연구에서는 계단 오르고 내리기시 전체주기에서 엉덩관절이 내회전이 될 때 넙다리근막긴장근과 가쪽넓은근의 근활성도가 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ). 이는 엉덩 관절의 내회전이 있을시 넙다리근막긴장근과 가쪽넓은근이 강하게 수축하여 무릎뼈의 외측 이동에 기여한다고 할 수 있다. 무릎뼈를 외측으로 이동시키는 근육들의 근활성도가 증가하였다고 무릎관절의 스트레스가 증가하였다고 할 수는 없으나 근전도는 근육에

걸리는 부하를 객관적으로 측정할 수 있는 방법이라고 하였다(Nordander 등, 2000). 엉덩관절의 내회전이 넙다리 근육들의 근활성도 비와 근수축 개시시간에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구 결과는 다양하게 제시되고 있다. Lam과 Ng(2001)는 엉덩관절 굽힘과 내회전 자세에서 등척성(isometric)운동시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비에서 안쪽빗넓은근의 비가 크다고 하였다. 그러나 Powers 등(1996)은 PFPS 환자의 평지 보행이나 계단 오르기 등 기능적인 활동 수행시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도에는 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 Karst와 Willett(1995)은 PFPS 환자군에서 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근수축 개시시간은 유의한 차이가 없었다고 보고하였다.

본 연구의 결과에서는 계단 오르고 내리기시 전체 구간에서 엉덩관절 내회전에 따른 안쪽빗넓은근의 근활성도에는 유의한 차이가 없었고 가쪽넓은근과 넙다리근막긴장근이 유의하게 증가하였다. 이는 계단 오르고 내리기시 엉덩관절 내회전은 안쪽빗넓은근의 근활성도를 증가시키기보다는 가쪽넓은근과 넙다리근막장근의 근활성도를 증가시킨다는 것을 반영해준다. 넙다리근막장근은 엉덩정강뼈와 연결되어 있어서 넙다리근막장근이 강하게 수축하게 되면 엉덩정강뼈를 단축시키게 되고 엉덩정강뼈는 외측지대에 연결되어 있어 무릎뼈를 외측으로 이동 시키게 된다. 그러므로 계단 오르고 내리기 같은 활동에서 엉덩관절 내회전이 일어나는 것은 무릎뼈의 외측이동의 원인이 된다고 사료되며 그 결과 PFPS 환자의 치료를 위해서는 안쪽빗넓은근의 강화와 함께 하지의 전반적인 근육의 작용과 계단 오르고 내리기 같은 일상생활에서의 운동 손상을 고려하여야 할 것이다.

계단 오르고 내리기시 전체 구간에서 큰볼기근과 엉덩벌림근은 엉덩관절의 내회전에 따른 유의한 차이가 없었다. Delp 등(1999)은 엉덩관절 외회전(external rotation)이 큰볼기근의 모멘트를 증가시킨다고 하였다. 본 연구에서는 엉덩관절의 내회전과 중립상태에서 측정하였기에 큰볼기근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다고 사료된다. 그러나 계단 내려오기시 20% 구간별 큰볼기근의 근활성도는 엉덩관절의 내회전과 중립 상태 모두에서 전 주기마다 일정한 근활성도를 보였다. 이는 큰볼기근이 계단 내려오기 시 엉덩관절의 안정성 유지를 위해 원심성 수축(eccentric contraction)으로 작용한다는 것을 알 수 있다(Andriacchi 등, 1980). 엉덩벌림근은 한발 서기 시 체간을 시상면(sagittal plane)에서 안정성을 제공하지만(Neumann,



2002), 본 연구에서는 유의한 차이가 없었다. 이는 대상자가 모두 하지에 이상이 없는 건강한 성인으로 선정되었으므로 30 cm 계단을 오르고 내리는 것이 체간의 안정성을 위협하는 정도의 과제가 아니었다고 사료되며 앞으로 PFPS 환자군과 비교하여 시행하는 연구가 필요할 것이다.

계단 오르고 내리기는 일상생활 동작에서 흔히 나타나는 활동이지만 무릎관절의 반복적인 굽힘과 펴므로 인하여 무릎 넓다리 관절의 스트레스를 증가 시키며, 특히 엉덩관절의 벌림근이 약하여 한발 서기 시 체간의 안정성을 유지시키지 못할 때는 계단 오르고 내리기가 무릎뼈 외측 이동을 더욱 강화시킬 수 있다. 조직에 가해지는 적당한 스트레스는 조직 손상의 역치를 높여주어 조직의 안정성을 유지해 주지만 반복적으로 가해지는 스트레스는 오히려 조직 손상의 원인이 된다(Mueller와 Maluf, 2002). 그러므로 정상 성인에서 시뮬레이션한 본 연구결과와 같이 정상인에서도 엉덩관절의 내회전이 일어나면 가쪽넓은근과 넓다리근막장근의 근활성도가 증가하고 이와 같은 방법으로 반복적인 계단 오르고 내리기를 하게되면 넓다리근막장근이 우세하게 작용하는 운동패턴이 발생하여 상대적으로 안쪽넓은근의 근수축력을 약화시켜 무릎뼈 외측 이동의 원인이될 수 있다.

기존의 연구와 본 연구의 결과로 미루어볼 때 계단을 오르고 내릴 때 엉덩관절의 내회전이 무릎관절에 영향을 주는 가쪽넓은근과 넓다리근막장근의 근활성도를 증가시킨다는 것을 알았다. 만약 넓다리 전념이나 엉덩관절 외회전근이 약하여 엉덩관절 내회전이 된 상태로 계단 오르거나 내리기, 평지 보행을 지속적으로 반복할 때에는 가쪽넓은근과 넓다리근막장근이 우세하게 작용하여 무릎뼈의 불안정성을 초래할 수 있다. 그러므로 앞으로 무릎관절의 안정성을 위해서는 치료실뿐 아니라 계단 오르거나 내리기, 평지 보행시와 같은 일상생활동작에서 엉덩관절을 중립에 유지시킬 수 있는 능력을 훈련시켜야할 것이다. 앞으로 PFPS 환자를 대상으로 엉덩관절 내회전이 엉덩관절과 무릎관절 주변 근육들의 근활성도에 미치는 영향을 알아보는 연구뿐만 아니라 운동역학(kinetic)적으로 어떤 영향을 미치는지 알아보는 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구에서는 엉덩관절의 내회전에 따른 계단 오르고 내리기시 무릎관절 펴고 엉덩관절 벌림에 작용하는

넓다리 근육들의 근활성도가 어떻게 변하는지 알아보았다. 연구대상자는 건강한 성인 18명을 대상으로 하였으며, 계단 오르고 내리기시 5개 근육의 근활성도를 표면 근전도 시스템을 사용하여 측정하였고 삼차원 동작분석 시스템인 CMS-HS로 엉덩관절 회전 각도를 감시하였다. 계단 오르고 내리기는 엉덩관절의 중립상태를 유지하며 시행한 조건 1과 내회전을 유지하며 시행한 조건 2에서 실시하였다. 연구결과는 다음과 같다.

1. 대상자들은 엉덩관절을 중립으로 유지하고 계단 오르기 시 엉덩관절 내회전 각도가 전구간 평균 2.2°로 유지하였고, 엉덩관절을 내회전으로 유지하며 계단 오르기 시 28.5°로 유지하였다. 계단 내리기시에는 엉덩관절 중립 시 내회전 각도가 전구간 평균 4.8°로 유지하였고, 엉덩관절 내회전에서 31.4°로 유지하였다.

2. 계단 오르고 내리기 시 전체 주기에서 가쪽넓은근과 넓다리근막장근의 근활성도는 조건 2에서 유의하게 증가하였으나( $p < .05$ ), 큰볼기근, 엉덩벌림근, 안쪽넓은근에서는 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

이상의 결과로 계단 오르고 내리기시 엉덩관절의 내회전은 넓다리근막장근, 가쪽넓은근의 근활성도를 증가시킨다는 것을 알 수 있었다. 향후 무릎 넓다리 통증 증후군을 가지고 있는 환자를 대상으로 계단 오르고 내리기시 엉덩관절의 내회전 정도가 넓다리 근육 및 무릎관절 주위 근육의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 연구뿐만 아니라 운동역학적으로 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 연구가 필요할 것이다.

## 인용문헌

- Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, et al. A study of lower limb mechanics during stair climbing. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62(5):749-757.
- Blauth M, Tillmann B. Stressing on the human femoro-patellar joint. I. Components of a vertical and horizontal tensile bracing system. *Anat Embryol (Berl).* 1983;168(1):117-123.
- 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(4):393-400.

- Brechtner JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2002;16(2):115-123.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to Surface Electromyography*. Maryland, Aspen Pub., 1998.
- Crossley K, Cowan SM, Bennell KL, et al. Patellar taping: Is clinical success supported by scientific evidence? *Man Ther*. 2000;5(3):142-150.
- Delp SL, Hess WE, Hungerford DS, et al. Variation of rotation moment arms with hip flexion. *J Biomech*. 1999;32(5):493-501.
- Eng JJ, Pierrynowski MR. The effect of soft foot orthotics on three dimensional lower limb kinematics during walking and running. *Phys Ther*. 1994;74(9):836-844.
- Federico DJ, Reider B. Results of isolated patellar debridement for patellofemoral pain in patients with normal patellar alignment. *Am J Sports Med*. 1997;25(5):663-669.
- 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.
- Karst GM, Willett GM. Onset timing of electromyographic activity in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther*. 1995;75(9):813-823.
- Lam PL, Ng GY. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(11):804-808.
- Lin F, Wang G, Koh JL, et al. In vivo and non-invasive three dimensional patellar tracking induced by individual heads of quadriceps. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(1):93-101.
- McConnell J. Management of patellofemoral problems. *Man Ther*. 1996;1(2):60-66.
- Mueller MJ, Maluf KS. Tissue adaptation to physical stress: A proposed "Physical Stress Theory" to guide physical therapist practice, education, and research. *Phys Ther*. 2002;82(4):383-403.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for physical rehabilitation*. 1st ed. St. Louis, Mosby, 2002.
- Nordander C, Hansson GA, Rylander L, et al. Muscular rest and gap frequency as EMG measures of physical exposure: The impact of work tasks and individual related factors. *Ergonomics*. 2000;43(11):1904-1919.
- 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.
- Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther*. 1996;76(9):946-955.
- Quilty B, Tucker M, Campbell R, et al. Physiotherapy, including quadriceps exercises and patellar taping, for knee osteoarthritis with predominant patellofemoral joint involvement: Randomized controlled trial. *J Rheumatol*. 2003;30(6):1311-1317.
- Sahrmann SA. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. Missouri, Mosby, 2001.
- Schamberger W. *The Malalignment Syndrome: Implications for medicine and sport*. London, Churchill Livingstone, 2002.
- 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. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(10):1441-1445.

---

논문접수일 2008년 2월 19일

논문게재승인일 2008년 4월 20일