

계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 하지의 역학과 근 활성화도에 미치는 영향

강정일¹ · 이유경² · 박승규¹ · 이준희¹ · 양대중¹ · 최현²

¹대불대학교 보건대학 물리치료학과 · ²대불대학교 대학원 물리치료학과

Tibial Rotation Influences Muscle Activity and Motion of Lower Extremity during The Stair Ascent

Jeong-Il Kang¹ · Yu-Kyung Lee² · Seung-Kyu Park¹ · Joon-Hee Lee¹ · Dae-Jung Yang¹ · Hyun Choi²

¹Department of Physical Therapy, College of Health, Daebul University, Yeongam, Korea

²Department of Physical Therapy, Graduate School of Daebul University, Yeongam, Korea

Received 31 October 2011; Received in revised form 8 November 2011; Accepted 16 December 2011

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of tibial rotation while going up stair on muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis, and on patellar displacement. The subjects included 30 people (male: 15; female: 15) who were randomly assigned to the tibial internal-rotation, neutral-rotation, and external-rotation groups. The subjects went up the stair while performing the assigned rotations, and the rotation of the hip and the displacement of the patella were measured using a 3D motion analyzer. In addition, the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of the vastus medialis oblique and vastus lateralis were measured using surface electromyogram. On the tibial internal rotation, the hip rotation significantly appeared in the same direction and so did on the tibial neutral and external rotations($p < .001$). Although the MVIC of the vastus medialis oblique and vastus lateralis did not significantly differ by tibial rotation during the stair ascent, the MVIC of the vastus medialis oblique was higher than that of the vastus lateralis during the internal and neutral rotations ($p < .05$). In addition, during the stair ascent, the displacement of the patella was more significant during the tibial external rotation than during the tibial internal and neutral rotations($p < .001$). Thus, patients with patellofemoral pain are required to be considered the effects of tibial rotation for their rehabilitation.

Keywords : PFPS, Tibial Rotation, Vastus Medialis Obliques, Vastus Lateralis, Patellar Displacement

I. 서론

슬개대퇴동통증후군(patellofemoral pain syndrome;PFPS)은 다양한 요인들에 의해 발생하는 일반적인 통증으로 보통 무릎뼈 주위나 무릎뼈 후면에 국소적으로 통증이 나타난다(Dye, 2005). 또한 슬개대퇴동통증후군 환자는 세계적으로 물리치료 시 정형

변화가 요구된다(Fredericson & Yoon 2006). 이 슬개대퇴동통증후군은 일반적으로 25%의 높은 발병률을 가지며 남성에게는 17%, 여성에게는 33%가 발생된다(Ireland, Willson, Ballantyne & Davis, 2003). 병리학적으로 아직 정확하게 밝혀지지 않았지만, 무릎뼈(patella)의 정렬, 넙적네갈래근 각(Q-angle)의 증가, 넙적네갈래근(quadriceps)의 약화, 다리의 유연성 감소, 과사용(overused), 연골과 연골 하골의 부하가 증가되어 발생하는 근육의 불균형, 고위 무릎뼈(patella), 과도한 정강이뼈(tibia rotation)의 바깥쪽 비틀림(lateral torsion), 넙적네갈래근 불균형에 따른 무릎뼈의 바깥쪽 치우침(lateral tracking) 등의 여러 가지 요인들이 슬개대퇴동통증후군의 원인으로 보고되어지고 있다(Earl, Schmitz & Arnold,

Corresponding Author : Yu-Kyung Lee

Department of Physical Therapy, College of Health, Daebul University,
72 Sanho-ri, Samho-eup, Yeongam-gun, Jeollanam-do, Korea
Tel : +82-61-260-3155 / Fax : +82-61-260-3007

E-mail : ppony-nl@hanmail.net

본 논문은 2011년도 대불대학교 교내 연구지원에 의하여 쓰여진 것임.

2001; Powers, 2003; Elias et al., 2004; Fredericson & Yoon, 2006). 또한 오랜 무릎 꿇기, 계단 오르내리기, 지속적인 앉기, 달리기 등 무릎 넓다리에 압력을 주는 활동들은 슬개대퇴동통증후군의 증상을 악화시킨다(Serrão, Cabral, Bérzin, Candolo & Monteiro-Pedro, 2005). 이 중 계단 오르기 동작은 슬개대퇴동통증후군 환자들이 일상생활에서 가장 통증을 호소하는 증상 중 하나로 평지보다 무릎의 움직임이 커지고 무릎 꺾기의 모멘트를 증가시키기 때문에 안쪽빗넓은근(vastus medialis oblique; VMO)와 가쪽넓은근(vastus lateralis; VL)의 균형이 맞지 않아 무릎뼈의 바깥쪽 이동을 더욱 증가시키고 반복적인 스트레스를 주게 된다고 하였다(Brecht & powers, 2002). 무릎뼈의 바깥쪽 변위 원인은 해부학적으로 무릎관절(knee joint) 바깥쪽 연부조직의 단축, 비정상적인 무릎뼈의 위치, 무릎관절 안쪽 연부조직의 느슨함(laxity), 무릎의 비정상적 정렬, 안쪽빗넓은근(VMO)의 수축력 상실 등이 있다(Lun, Wiley, Meeuwisse & Yanaqawa, 2005). 원위 대퇴장경인대 단축 시 무릎뼈의 위 안쪽 모서리에 부착되어 있는 안쪽빗넓은근(Vastus medialis)은 상대적으로 신장, 약화되어 펴기 모멘트(extension moment)를 잃게 되고 이로 인해 시상면에서의 움직임이 힘을 잃게 되고, 마지막 펴기(terminal extension) 시 안쪽빗넓은근의 주요작용인 동적 내측면 안정화에 기여하지 못해 무릎뼈의 비정상적인 움직임을 유발하게 된다(McConnell, 2007). 무릎넓다리의 기능장애 사례들에서는 안쪽빗넓은근의 역할을 고려하여 이 근육의 힘을 증가시키는 것이 가쪽넓은근과 관계된 안쪽빗넓은근의 안정성을 확실하게 하는데 있어 필수적이라고 하였다(Lee 등, 2002). 이것은 안쪽빗넓은근의 근력운동이 무릎뼈의 외측 변위와 관련된 증상을 줄일 수 있다는 것이며(Sakai 등, 2000), 이러한 관점에서 안쪽빗넓은근의 활동을 향상시키는 방법을 연구하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다(Andreia Sousa & Rui Macedo, 2010). 그러나 무릎넓다리관절(patellafemoral joint)에만 초점을 둔 이전의 근력강화 운동들이 정강이뼈와 넓다리뼈의 부적절한 움직임으로 인해 비정상적인 무릎뼈 외측 치우침을 일으키고 펴기 기전의 불균형과 통증을 야기하여 무릎넓다리관절의 바깥쪽구획 과부하에 영향을 미친다고 하였다. 이에 Serrão et al.(2005)는 정강이뼈나 엉덩관절(hip joint)의 돌림(rotation)이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근 근육에 동원되는 패턴에 미치는 영향이 더욱 더 많은 관심과 연구를 필요로 하는 주제라고 하였다. Slocum & Larson(1968)의 해부학적인 가정에 기초하여, 많은 연구들은 정강이뼈 안쪽 돌림(이)이 안쪽빗넓은근의 활성도를 촉진시키는 넙적네갈래근의 동원패턴을 변화시킬 수 있다고 하였다(O'sullivan & popelas, 2005). 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 활동 패턴은 무릎 구부린 각도나 엉덩관절, 정강이뼈 돌림과 같은 몇가지 요인들에 의해 변화된다(Sakai et al., 2000). 그러나 Laprade, Culham 와 Brouwer (1998)은 넙적네갈래근의 등척성 수축에 관련되어 있을 때 정강

이뼈의 안쪽 돌림(internal rotation)은 안쪽넓은근의 활성도를 더 높게 증진시킨다고 하였다. 그럼에도 Serrão et al.(2005)은 그것이 닫힌 사슬 운동에서의 안쪽넓은근의 활동성과 관련성이 있다고 생각하지 않기에 정강이뼈의 다른 돌림의 자세로 실험하였다. 한편으로는, 정강이뼈의 안쪽 돌림이 억제되지 않는다면 넙적네갈래근의 등척성 수축과 정강이뼈 돌림의 활동이 복합적으로 증진되지 않는다는 연구결과도 있었다(Signorile et al., 1995). 결과적으로 넙적네갈래근의 저항 또는 복합적인 등척성 운동과 함께 정강이뼈의 안쪽 돌림을 시킨다면 넙적네갈래근의 활성도에 영향을 미친다고 보여진다(Andreia & Rui, 2010). Serrão et al.(2005)은 정강이뼈 돌림이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근 활성도에 영향을 미칠 것이라는 가정 하에 등척성 다리 누르기운동(isometric leg press exercise) 시 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 안쪽빗넓은근의 활성도보다 가쪽넓은근의 활성도가 더 높게 나왔다고 하였다. 반면에 몇몇 학자들은 안쪽빗넓은근의 활성도가 정강이뼈 안쪽 돌림과 관련이 없다고 주장하였다(Hanten & Schulthies, 1990; Signorile et al., 1995). 기존의 연구는 무릎뼈 바깥쪽 변위의 원인인 안쪽빗넓은근의 근력 약화를 무릎관절에서만 국한시켜 해결하려 하였다(coqueiro et al., 2005). 무릎관절뿐 아니라 엉덩관절 근육들의 선택적인 근력증진과 신장운동이 필요하며 또한 정강이의 염전과 발의 형태에 따른 무릎뼈 바깥쪽 이동의 원인을 기초로 하여 교육이 필요하지만 슬개대퇴동통증후군 환자 치료 시 아직 이와 관련된 연구는 부족한 실정이다(Nyland et al., 2004). 또한 정적인 상태에서 정강이뼈 돌림에 대한 연구들도 제시되고 있지만 계단 오르기와 같은 기능적인 활동의 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근에 어떠한 영향을 미치는지 근 활성도를 측정하고, 엉덩관절 돌림과 무릎뼈 변위에 미치는 영향에 대하여 연구하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 2010년 11월부터 2011년 3월까지 5개월 간 전라남도 소재한 목포 J병원에서 실시되었으며, 연구의 목적과 방법에 대해 실험 전에 충분히 설명한 후 실험 참여에 동의한 20-30대 일반인 30명을 대상으로 하였다. 대상자는 한국질병관리본부에서 제공하는 신체질량 지수(body mass index)를 계산하여 정상범위(25kg/m²이하)에 속하며, 넙적네갈래근의 건이나 무릎뼈 인대의 축진 시 통증이 없고, 무릎을 굽히거나 펼 때 “딸깍” 거리는 느낌 또는 무릎뼈의 안쪽면을 축진하였을 때 압통이 없

었으며, 다리 거상 시 허리와 다리에 통증이 없는 자, 그리고 전극을 부착할 부위에 개방성 상처가 없고 무릎관절을 포함한 다리에 과거 병력이 없어야 하며 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하기로 동의한 자를 대상으로 하였다.

2. 측정

1) 운동학 측정

하지 운동학 자료는 동작분석 시스템(LUKOtronic AS202, Lutz Kovacs Electronics, Innsbruck, Austria)을 사용하여 측정하였다. 이 시스템은 3개의 적외선 카메라와 동적 적외선 피부 마커로 구성되고, 마커의 움직임은 100Hz로 포착하였다. 측정을 위해 마커는 오른쪽 위앞엉덩뼈가시(R-ASIS: right anterior superior iliac spine), 왼쪽 위앞엉덩뼈가시(L-ASIS), 종아리뼈의 머리(Fibula head), 정강이뼈의 바깥쪽관절융기(lateral malleolus) 및 무릎뼈의 중앙에 부착하였다<Figure 1>.

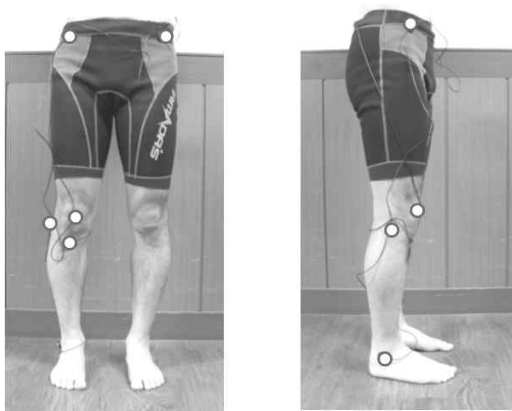


Figure 1. Marker attachment site

엉덩관절 돌림 각도는 오른쪽 위앞엉덩뼈가시과 왼쪽 위앞엉덩뼈가시를 잇는 선과 종아리 뼈의 머리와 바깥쪽관절융기를 잇는 선사이의 각도로 정의하였고(Wren et al, 2008), 이 두 선이 수직일 때를 0도로 설정하여 계단 오르기 시 시작 시점과 마지막 시점에서 바깥쪽 돌림의 양의 값(+)과 안쪽 돌림 음의 값(-)을 수집하였다<Figure 2>. 다음 계단 오르기 동안 엉덩관절 돌림의 움직임을 알아보기 위해 각 정강뼈돌림 시 시작 시점을 엉덩관절 돌림 0도로 설정하여 계단 오르기 동안 엉덩관절 최대 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림을 기록하였다. 무릎뼈의 안쪽과 바깥쪽 변위는 z축 이동거리로 정의하였고, 계단 오르기 동안 무릎뼈의 안쪽-바깥쪽 움직임을 알아보기 위해 각 정강뼈돌림 시 시작 시점을 0 mm으로 설정하여 계단 오르기 동안 최대 안쪽 변위와 바깥쪽 변위를 기록하였다. 무릎뼈의 위쪽-아래쪽 변위는 무릎뼈 중앙에 부착된 마커의 y축 이동거리로 정의하였으며, 계

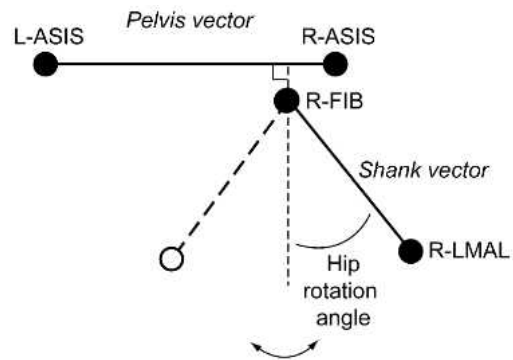


Figure 2. Angle setting marker set including right and left SIS(R-ASIS, L-ASIS), fibula head(FIB)and lateral malleolus(LMAL)

단 오르기 동안 무릎뼈의 위쪽-아래쪽 움직임을 알아보기 위해 각 정강뼈돌림 시 시작 시점을 0 mm으로 설정하여 계단 오르기 동안 최대 아래쪽 변위와 위쪽 변위를 기록하였다.

2) 근육 활성화 측정

안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근육 전도 신호 수집과 신호 처리를 위해 MP100WSW(Biopac System Inc. CA. USA)를 사용하였다. 전극은 이극 표면전극(Biopac System Inc. CA. USA)를 사용하였다. 신호의 표본 수집률은 1000 Hz로 설정하였으며, 25Hz-450Hz 주파수 영역필터(bandwidth)와 60 Hz 노치필터(notch filter)를 사용하였다. 근육 전도의 신호 저장과 신호 처리를 위해서 Acqknowledge 3.9.1 소프트웨어를 사용하였다.

각 근육의 활성전극(active electrode)는 Cowan, Bennell, Hodges et al.(2001)이 제시한대로 각 근육에 등척성 수축을 유도하여 가장 볼록한 부분에 전극을 부착하였는데, 안쪽빗넓은근은 무릎뼈의 위쪽 안쪽 가장자리(patellar superior medial border)에서 약 위쪽 4 cm, 안쪽 3 cm, 무릎뼈 장축(long axis)에서 55도 위치에 부착하였고, 가쪽넓은근 전극은 무릎뼈의 위 바깥쪽 가장자리(patellar superior lateral border)에서 약 위쪽 10-15 cm, 바깥쪽 6 cm, 무릎뼈의 장축에서 바깥쪽으로부터 12-15도 위치의 근육에 부착하였다. 접지전극(ground electrode)은 오른쪽 팔의 손목 후면에 부착하였다. 전극이 신호 잡음(signal noise)없이 해당 근육의 신호를 적절히 수집하고 있는지를 알아보기 위해 근전도 신호 확인 과정을 수행하였다.

본 연구에서는 근육의 활동전위를 정량화하기 위하여 실효값(root mean square; RMS)을 계산하였다. 정강이뼈 돌림 자세에서 계단 오르기 동작 동안 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근에 대한 근 활성도를 수집하였다. 실효값(RMS)은 각 근육에서 3회 측정하였으며, 각 회간 1분의 휴식을 가졌다. 각 근육의 실효값을 비교하기 위해 5초 동안 처리 값에서 처음과 마지막 1초를 제외한 실효값(RMS)의 중앙값(median values)을 수집하였으며, 3번

시도의 평균 값(mean values)을 계산하였다. %최대 맘대로 등척성 수축(%MVIC)은 최대 맘대로 등척성 수축력(MVIC)의 실효값으로 계단을 오를 때 측정된 실효값을 나누어 백분율로 나타내었다.

3. 절 차

대상자의 속도를 일정하게 유지하기 위하여 미리 정해 둔 메트로놈(metronome)의 속도(60/1분)에 따라 20cm 계단 오르기를 3회 예비 연습 후 무작위로 오르기 순서를 선택하였다. 시작 자세에서 정강이뼈를 바깥쪽 돌림(external rotation) 시켜 계단 오르기를 3회 실시하는 동안 엉덩관절 돌림(hip rotation)과 무릎뼈의 변위(patella displacement)되는 정보를 수집하고 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근 활성도를 측정하였고 1분 휴식 후 안쪽 돌림(internal rotation) 과 중립 돌림(neutral rotation) 시에도 이와 같은 동일한 방법으로 측정하였다.

4. 통계학적 분석

본 연구를 위한 자료 처리 방법은 Window용 SPSS 14.0을 이용하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술 통계를 사용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 엉덩관절 돌림과 무릎뼈의 변위에 영향을 미치는 알아보고, 정강이뼈 돌림이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근에 차이가 있는 지 알아보기 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 돌림 시 근육 간의 차이가 있는 지 알아보기 위하여 독립표본 t-검정(Independent-t test)을 실시하였다. 사후분석으로는 tukey를 사용하였고, 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 정강이뼈 돌림에 따른 엉덩관절 돌림 각도

1) 시작 시점과 마지막 시점에서 엉덩관절 돌림

계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 엉덩관절 돌림에 미치는 영향을 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실행한 결과 시작 시점에서 정강이뼈 돌림에 따른 엉덩관절 돌림은 계단 오르기 시 시작 시점에서 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 엉덩관절의 돌림값은 52.65(13.43)도이고, 정강이뼈의 중립 돌림 시 엉덩관절 돌림 값은 24.14(8.52)도, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 엉덩관절 돌림값이 -7.00(16.45)도로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$). 계단 오르기 시 끝나는 시점에서 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 엉덩관절의 돌림값은

53.99(14.14)도로 나타났고, 정강이뼈의 중립 돌림 시 엉덩관절 돌림 값은 40.48(8.00)도, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 엉덩관절 돌림 값은 23.30(13.41)도로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$). 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 엉덩관절은 안쪽 돌림 되었으며, 정강이뼈의 중립 돌림과 바깥쪽 돌림 시에는 엉덩관절이 바깥쪽 돌림 되었다. 계단 오르기 마지막 시점에서 모든 정강이뼈 돌림 동안 엉덩관절은 바깥쪽 돌림 되었다. 사후분석을 실시한 결과 시작 시점과 마지막 시점에서 엉덩관절 돌림은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간, 안쪽 돌림과 중립 돌림 간 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간에 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.01$) ($p<.001$) (Table 1).

Table 1. Result of hip rotation at start event and end event (unit: °)

	Tibia rotation			F	p
	ER	NR	IR		
	M±SD	M±SD	M±SD		
Start	52.65±13.43	24.14±8.52	-7.00±16.45	108.482	.000*
End	53.99±14.14	40.48±8.00	23.30±13.41	33.579	.000*

* $p<.001$

ER : external rotation, NR : neutral rotation, IR : internal rotation
(-) 값은 internal rotation, (+) 값은 external rotation을 의미

(2) 계단 오르기 동안 엉덩관절의 돌림

계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 엉덩관절 돌림에 미치는 영향을 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실행한 결과, 계단 오르기 동안 엉덩관절의 안쪽 돌림은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 4.73(5.13)도, 정강이뼈의 중립 돌림 시 1.07(1.29)도, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 10.17(12.19)도로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.01$) <Table 2>. 사후분석을 실시한 결과 엉덩관절의 안쪽 돌림은 정강이뼈 안쪽 돌림과중립 돌림 간에 유의한 차이가 있었으며($p<.01$), 정강이뼈 바깥

Table 2. Result of hip rotation (unit: °)

	Tibial rotation			F	p
	ER	NR	IR		
	M±SD	M±SD	M±SD		
HIR	4.73±5.13	1.07±1.29	10.17±12.19	7.481	.001*
HER	25.53±10.84	25.73±6.38	37.23±17.05	6.297	.003*
HRR	30.25±10.18	26.80±6.67	47.40±15.10	20.810	.001*

* $p<.01$

HIR : hip internal rotation HER : hip external rotation

HRage: hip rotation rage ER : external rotation,

NR : neutral rotation, IR : internal rotation

Table 3. Multiple comparisons between tibial rotation in hip rotation (unit: °)

Hip rotation	Tibia rotation	p-value'
IR	External - Internal	p.079
	Internal - Neutral	.001**
	External - Neutral	.331
ER	External - Internal	.012*
	Internal - Neutral	.013*
	External - Neutral	.998
Range	External - Internal	.000***
	Internal - Neutral	.000***
	External - Neutral	.605

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

IR : internal rotation, ER : external rotation

쪽 돌림과 안쪽 돌림 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05) <Table 3>. 계단 오르기 동안 엉덩관절의 바깥쪽 돌림은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 25.53(10.84)도, 정강이뼈의 중립 돌림 시 25.73(6.38)도, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 37.23(17.05)도로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01) <Table 2>. 사후분석을 실시한 결과 엉덩관절의 바깥쪽 돌림은 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간 및 안쪽 돌림과 중립 돌림 간에 유의한 차이가 있었으며(p<.01), 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05) <Table 3>. 계단 오르기 동안 엉덩관절의 전체 돌림 가동범위는 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 30.25(10.18)도, 정강이뼈의 중립 돌림 시 26.80(6.67)도, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 47.40(15.10)도로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01) <Table 2>. 사후분석을 실시한 결과 엉덩관절의 전체 돌림 가동범위는 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간 및 안쪽 돌림과 중립 돌림 간에 유의한 차이가 있었으며(p<.001), 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05) (Table 3).

2. 정강이뼈 돌림에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근 활성화도

계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근 활성화도에 미치는 영향을 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실행한 결과 정강이뼈 돌림 시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 %MVIC값은 바깥쪽 돌림 시 안쪽빗넓은근의 값은 69.84(21.43) %, 가쪽넓은근의 값은 64.75(28.30) %으로 나타났다. 중립 돌림 시 안쪽빗넓은근의

값은 67.70(19.07) %, 가쪽넓은근의 값은 55.69(20.59) %으로 나타났다. 안쪽 돌림 시 안쪽빗넓은근의 값은 65.57(18.48) %, 가쪽넓은근의 값은 54.65(14.58) %으로 나타났다. 세 가지의 정강이뼈 돌림 시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 활성도를 비교하였을 때, 바깥쪽 돌림에서 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 활성도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었지만(p>.05) <Table 4>, 정강이뼈 돌림에서 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근 간의 차이를 알아보기 위해 독립검정 t검정(Independent t-test)을 실행한 결과 중립 돌림 시 안쪽빗넓은근의 값은 67.70(19.07) %, 가쪽넓은근의 값은 55.69(20.59) %, 안쪽 돌림 시 안쪽빗넓은근의 값은 65.57(18.48) %, 가쪽넓은근의 값은 54.65(14.58) %으로 안쪽 돌림에서는 안쪽빗넓은근의 %MVIC값이 가쪽넓은근의 %MVIC값보다 유의하게 나타났다(p<.05) (Table 5).

Table 4. Result of %MVIC between VMO and VLip rotation (unit: %)

	Tibial rotation			F	p
	ER	NR	IR		
	M±SD	M±SD	M±SD		
VMO	69.84±21.43	67.70±19.07	65.57±18.48	1.555	.220
VL	64.75±28.30	55.69±20.59	54.65±14.58	.247	.782

VMO : vastus medialis oblique, VL : vastus lateralis
ER : external rotation, NR : neutral rotation, IR : internal rotation

Table 5. %MVIC of VMO and VL (unit: %)

Tibia rotation	muscle	VMO	VL	t	p
		M±SD	M±SD		
External rotation		69.84±21.43	64.75±28.30	.675	.515
Neutral rotation		67.70±19.07	55.69±20.59	2.125	.040*
Internal rotation		65.57±18.48	54.65±14.58	2.246	.031*

* p<.05

VMO : vastus medialis oblique, VL : vastus lateralis

3. 무릎뼈의 변위

1) 안쪽과 가쪽 변위

계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 무릎뼈의 변위에 미치는 영향을 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실행한 결과 계단 오르기 동안 무릎뼈의 전체 안쪽과 가쪽 이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 64.86(36.64) mm 정강이뼈의 중립 돌림 시 21.58(5.94) mm 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 15.59(6.55) mm으로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있

었다($p<.001$) <Table 6>. 사후분석을 실시한 결과 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간의 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p<.01$), 안쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다($p>.05$) <Table 7>. 계단 오르기 동안 무릎뼈의 가쪽 이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 57.49(31.80) mm 정강이뼈의 중립 돌림 시 17.87(8.19) mm, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 10.61(4.92) mm으로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$) (Table 6). 사후분석을 실시한 결과 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간의 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p<.001$), 안쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다($p>.05$) <Table 7>. 계단 오르기 동안 무릎뼈의 안쪽 이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 7.36(15.03) mm, 정강이뼈의 중립 돌림 시 3.70(4.92) mm, 정강이뼈 안쪽 돌림 시 4.97(4.73) mm으로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$) (Table 6).

Table 6. Result of patella lateromedial displacement (unit: mm)

	Tibia rotation			F	p
	ER	NR	IR		
	M±SD	M±SD	M±SD		
MLR	64.89±36.64	21.58±5.94	15.59±6.55	10.034	.000*
LD	57.49±31.80	17.87±8.19	10.61±7.31	35.430	.000*
MD	7.36±15.03	3.70±4.92	4.97±4.73	.800	.454

* $p<.001$

MLR : mediolateral range, LD : lateral displacement, MD : medial displacement

Table 7. Multiple comparisons between tibial rotation in lateral displacement

	Tibial rotation	p-value [†]
MLR	External - Internal	.001*
	Internal - Neutral	.849
	External - Neutral	.003*
LD	External - Internal	.000**
	Internal - Neutral	.485
	External - Neutral	.000**

* $p<.01$ ** $p<.001$

MLR : mediolateral range, LD : lateral displacement

2) 위쪽과 아래쪽 변위

계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 무릎뼈의 변위에 미치는 영향을 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실행한 결과 계단 오르기 동안 무릎뼈의 전체 위쪽과 아래쪽

Table 8. Result of patella Superoinferior displacement

	Tibia rotation			F	p [†]
	ER	NR	IR		
	M±SD	M±SD	M±SD		
SIR	23.40±12.82	12.06±3.77	7.31±3.34	31.132	.000**
ID	17.92±8.91	10.40±2.98	5.30±3.39	25.431	.000**
SD	5.49±5.01	1.66±2.28	2.01±1.89	8.316	.001*

* $p<.01$, ** $p<.001$

SIR : superoinferior range, ID : inferior displacement SD : superior displacement

Table 9. Multiple comparisons between tibial rotation in superoinferior displacement

	Tibial rotation	p-value [†]
SIR	External - Internal	.000***
	Internal - Neutral	.162
	External - Neutral	.000***
ID	External - Internal	.000***
	Internal - Neutral	.021*
	External - Neutral	.000***
SD	External - Internal	.006**
	Internal - Neutral	.947
	External - Neutral	.002**

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

SIR : superoinferior range, ID : inferior displacement, SD : superior displacement

이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 23.40(12.82) mm, 정강이뼈의 중립 돌림 시 12.06(3.77) mm, 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 7.31(3.34) mm으로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$). 사후분석을 실시한 결과 계단 오르기 동안 무릎뼈의 전체 위쪽과 아래쪽 이동은 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간의 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p<.001$), 안쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 계단 오르기 동안 무릎뼈의 아래쪽 이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 17.92(8.91) mm, 정강이뼈의 중립 돌림 시 10.40(2.98) mm, 정강이뼈 바깥쪽 돌림 시 5.30(3.39) mm으로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$). 사후분석을 실시한 결과 계단 오르기 동안 무릎뼈의 아래쪽 이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간, 안쪽 돌림과 중립 돌림 간 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간의 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.001$) ($p<.05$). 계단 오르기 동안 무릎뼈의 위쪽 이동은 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 5.49(5.01) mm, 정강이뼈의 중립 돌림 시 1.66(2.28) mm 정강

이때 안쪽 돌림 시 2.01(1.89) mm으로 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 사후분석을 실시한 결과 계단 오르기 동안 무릎뼈의 위쪽 이동은 정강이뼈 바깥쪽 돌림과 안쪽 돌림 간 및 바깥쪽 돌림과 중립 돌림 간의 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p < .01$), 안쪽 돌림과 중립 돌림 간에는 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 움직임($r = -.170$)과는 유의한 상관관계가 없었다(Table 4).

IV. 논 의

본 계단 오르기 시 정강이뼈 돌림이 엉덩관절의 돌림, 안쪽 빗넓은근과 가쪽넓은근의 활성화 및 무릎뼈의 변위에 어떤 영향을 주는 지 알아보기 위해 안쪽 돌림, 바깥쪽 돌림과 중립 돌림의 변화를 주어 알아보았다. 이러한 변인들에 따라 분석한 결과를 토대로 다음과 같은 내용들을 논의 하고자 한다. 계단 오르내리기 시 슬개대퇴동통증후군 환자에게서 엉덩이와 허벅지 주위 근육의 불충분한 동적 조절(poor dynamic control)로 인해 넙다리의 안쪽 편향(Femoral medial deviation)이 발생하고, 무릎뼈의 바깥쪽 이동의 원인인 장경 인대(iliotibial band)의 단축이 나타난다(Pazit 등, 2007). 또한 무릎을 내측 편향(medial deviation)시켰을 때 정강이뼈의 안쪽 돌림이 일어난다(Levinger 등, 2006). 그리고 발의 과도한 옆침은 근골격계 질환을 일으키는 요소 중 하나로 중종족궁(medial longitudinal arch)의 감소, 뒤쪽정강이근(posterior tibial muscle)의 신장, 종주인대(calcaneonavicular ligament)의 신장, 족저근막(plantar fascia)의 신장으로 인해 넙다리뼈의 안쪽 돌림이 증가하므로 Q-각이 증가하여 무릎넙다리관절의 반작용력(reaction force)이 높아지는 결과를 초래하여 정강이뼈의 안쪽 돌림을 유발한다(Alfonso, 2005). 이를 토대로 본 연구에서는 정강이뼈 돌림이 엉덩관절에 영향을 미칠 것이라는 가설 하에 실험한 결과, 정강이뼈 돌림을 시작자세에서 바깥쪽 돌림 시켰을 때 52.65(13.43)도, 중립 돌림 시켰을 때 24.14(8.52)도, 안쪽 돌림 시켰을 때 -7.00(16.45)도로 통계학적으로 유의하게 엉덩관절에서도 동일한 돌림이 일어남을 알 수 있었다($p < .05$). 그러나 세 가지 정강이뼈 돌림 자세가 마지막 시점에서는 바깥쪽 돌림 시 53.99(14.14)도, 중립 돌림 시 40.48(8.00)도, 안쪽 돌림 시 23.30(13.41)도로 모두 엉덩관절이 바깥쪽 돌림 되는 것 알 수 있었다($p < .05$). 또한 시작 자세를 0도 설정하여 계단 오르는 동안 최대 안쪽 돌림과 최대 바깥쪽 돌림을 측정하였을 때 정강이뼈 돌림이 엉덩관절 돌림에 유의한 차이가 나타났지만, 사후분석 결과 중립 돌림 시보다 바깥쪽 돌림 시 엉덩관절의 돌림에 영향을 미치지 못하였고, 정강이뼈의 안쪽 돌림

시 중립 돌림과 바깥쪽 돌림 시보다 엉덩관절 돌림범위에서 바깥쪽 돌림이 크게 일어났다. Bih와 Fong(2009)의 연구에서 힐의 높이에 따라 엉덩관절과 무릎관절 그리고 발목관절에서의 모멘트(moment)가 다르게 나타난다고 하였다. 엉덩관절의 안쪽 돌림 모멘트와 발목의 발바닥쪽굽힘과 내반슬(varus) 모멘트가 확연히 다르게 나타난다. 이는 힐의 높이가 증가하면 내반(inversion)의 증가와 최대 외반(maximum eversion)의 감소와 관계가 있다. 그 결과, 충격 흡수하는 외전의 기능이 분실되고 이로 인해 증가된 부하는 연부조직에 의해 직접적으로 흡수되거나 부하 약화를 위해 운동학적인 변화로 대상작용이 일어난다고 하였다. 그로 인해 발에서의 기능적인 움직임이 상실하여 이에 대한 보상작용으로 엉덩관절의 돌림이 일어난다.

본 연구에서 마지막 시점에서 정강이뼈의 안쪽 돌림 시에도 엉덩관절의 바깥쪽 돌림이 일어났다는 것은 지지한 발목 움직임의 제한으로 인하여 보상작용으로 계단 오르기 자세에서 엉덩관절의 바깥쪽 돌림을 야기했다고 할 수 있다. 또한 이러한 엉덩관절의 바깥쪽 돌림은 허벅지의 안쪽 돌림 근육의 감소를 야기했을 것이고, 이는 가쪽넓은근의 효율적 수축을 감소시켰을 것이다. 이전에도 엉덩관절의 돌림이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구가 선행되어왔다(Miller, Sedory & Croce, 1997; Lam & Ng, 2001; Skyes와 Wong, 2003; Nyland et al., 2004; Herrington & Nester 등, 2004; Michael, 2009). Millrer et al.(1997)의 연구에서는 닫힌 사슬 운동(closed chain kinetic exercise)시 다리 돌림(leg rotation)이 안쪽 빗넓은근과 가쪽넓은근에 미치는 영향을 알아본 결과, 6인치 계단 오르내리기 동작에서 다리의 바깥쪽 돌림이 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 비율이 다리의 안쪽 돌림이나 중립 돌림 시보다 낮은 값을 가졌다. 이는 다리의 바깥쪽 돌림이 닫힌 사슬 운동 시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 활성화도에 영향을 미쳤다고 할 수 있다. 또한, 일반인 30명을 대상으로 세 가지의 엉덩관절 돌림 시 누운 상태에서 다리 뻗어 올리기를 실시하여 안쪽빗넓은근의 활성화를 본 연구에서도 체중지지 했을 때와 하지 않았을 때를 비교했을 때 발목에 1.125 kg을 달고 45° 바깥쪽 돌림 시켰을 때 안쪽빗넓은근의 활성도가 높게 나타났다(Sykes & Wong, 2003). 본 연구에서는 안쪽빗넓은근이 정강이뼈 돌림에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으며, 가쪽넓은근 역시 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만($p > .05$), 바깥쪽 돌림 시켰을 때보다 안쪽 돌림과 중립 돌림 시켰을 때 가쪽넓은근보다 안쪽빗넓은근에서 더 통계학적으로 유의한 값을 얻을 수 있었다($p < .05$). 해부학적 횡단면으로 봤을 때 엉덩관절의 바깥쪽 돌림 시 안쪽빗넓은근은 먼 쪽 허벅지(distal thigh)의 가장 높은 자리에 위치하고 있어서 중력에 저항하여 움직임을 할 때 더 활성화된다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 바깥쪽 돌림 시보

다 안쪽 돌림과 중립 돌림 시 가쪽넓은근보다 안쪽빗넓은근의 활성도가 높게 나타난 것은 누운 자세에서 중력의 저항하여 움직이는 것이 아니라 계단 오르기 시 체중지지 하는 것이므로 근 활성도에 차이를 줄 것이라 사료된다.

반면, 슬개대퇴동통증후군 환자를 대상으로 반 쪼그려 앉기 시 엉덩관절과 무릎관절의 위치에 따라 넙다리네갈래근의 활성도의 차이를 본 연구에서는 무릎을 20° 구부린 상태에서 엉덩관절의 돌림에 따른 근 활성도에는 차이가 없었으나 무릎을 40° 구부린 상태에서 엉덩관절 30° 안쪽 돌림 시 반 쪼그려 앉기 동작을 실시하는 것이 바깥쪽 돌림과 중립 돌림보다 안쪽빗넓은근의 근 활성도가 높게 나타났다(Lam & Ng, 2001). Signorile et al.(1995)의 연구에서는 발모양에 따라 안쪽 돌림, 바깥쪽 돌림 및 중립 돌림 시 각각의 무릎 각도를 90,150,175 범위(degrees)에서 등척성 운동을 시행 후 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리곧은근의 근 활성도를 검사한 결과, 무릎 각도가 175 범위에서 안쪽 돌림 시켰을 때 근육의 활성도가 가장 크게 나타났다고 하였다. 이는 안쪽 돌림 시 무릎의 각도가 근 활성도에 영향을 미친다고 보여 진다. 본 연구에서는 돌림에 따른 근 활성도 값이 유의하게 나오지 않았지만($p>.05$), 안쪽 돌림과 중립 돌림 시 가쪽넓은근보다 안쪽빗넓은근의 근 활성도 값이 더 유의하게 나왔다($p<.05$). 무릎의 각도를 고려하지 않았지만 무릎을 구부린 상태에서 계단 오르기 동작이 시행되었기 때문에 이와 유사한 결과를 얻게 되었다. 또한 Sousa와 Macedo(2010)의 연구에서도 무릎을 90도 구부린 상태에서 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 안쪽빗넓은근의 활성화되었다고 하였다. 또한 O'sullivan Sp 등 (2005)의 연구에서도 열린 사슬 운동(open kinetic exercise)에서 정강이뼈의 안쪽 돌림 상태에서 마지막 무릎펴기 시 안쪽빗넓은근의 활동성이 가장 크게 나타났다. 이러한 결과들은 안쪽 펴기 건막(medial extensor aponeurosis)을 통해 정강이뼈의 앞안쪽면(anteromedial aspect)에 부착(insert)되기 때문에(clocum 과 Larson, 1968) 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 무릎펴기 각도에 따라 안쪽빗넓은근이 움직인다는 것으로 설명할 수 있다. 본 연구 결과와 같이 정강이뼈의 안쪽 돌림 시키고 무릎을 구부린 상태에서 계단을 오르는 동작이 가쪽넓은근보다 안쪽빗넓은근을 더 활성화시켰을 것이다.

슬개대퇴동통증후군환자들에게서 엉덩관절 벌림근과 엉덩관절 바깥쪽 돌림근의 약화가 보여 진다(Marten 과 Peter, 2009). 이는 엉덩관절의 벌림근이 약해지면 넙다리가 모음(adduction)되고 그로인해 Q각이 증가된다. Q각이 증가하면 무릎뼈의 가쪽 변위가 일어나게 된다(Bolgia, Malone, Umberger & Uhl, 2008). 또한 무릎뼈의 움직임에 따라 무릎넙다리관절의 불안정성이 나타나는데 이는 뼈, 활막, 지지대(retinaculum)들에 분포되어 있는 통각수용기가 활성화되어 통증을 유발하게 된다. 슬개대퇴동통증후군환자는 비정상적인 무릎뼈의 활주가 무릎넙다리관절의

가쪽을 압박한다는 것이 원인 중 하나로 Q각이 증가하면 무릎뼈가 지나치게 가쪽으로 활주하여 무릎넙다리관절이 스트레스를 받아 발생한다(Fulkerson & Rosemont, 2005). 비록 정확하게 알려지진 않았지만 무릎뼈의 가쪽 이동에 대한 중요한 학설은 뼈의 낮은 결속력 때문에 가쪽넙다리관절융기(lateral femoral condyle)에서 무릎뼈가 활차절흔(trochlear groove)부터 벗어나게 된다고 생각하는 것으로 배경으로 한다(Scudero & McCann, 2005, Aglietti, Givin, & Cuomo, 2006; Donell, 2006). 또한, 특히 안쪽 무릎넙다리 인대(medial patellofemoral ligament)와 원위안쪽넓은근 혹은 안쪽빗넓은근과 같은 약해진 안쪽 구조를 무기력하게 하는 가쪽 지지대(lateral retinaculum)와 가쪽넓은근 같은 가쪽 조직들(lateral tissues) 때문에 발생한다고 하였다. Lin, Wang, Koh, Hendrix & Zhang(2010)의 연구에서 정상인에게서 무릎각도가 0° 가쪽넓은근의 선택적 수축 시 무릎뼈는 가쪽으로 전위되지만 무릎 굽힘 20°에서는 안쪽으로 변위되었다. 안쪽빗넓은근의 선택적인 수축 시 0°와 20°각도에서 안쪽으로 변위된다. 슬개대퇴동통환자는 0°와 20° 두 무릎각도에서 가쪽넓은근의 선택적인 수축 시 모두 무릎뼈가 가쪽으로 변위되었다(Lin et al., 2004). 슬개대퇴동통증후군 환자는 무릎을 굽힘에 따라 무릎뼈가 지속적으로 변위되었고(Wilson 등, 2009), 이러한 결과는 안쪽 넙다리네갈래근(medial Quadriceps)의 약화와 관련이 있을 것이다(Lin et al., 2004). 본 연구에서 환자가 아닌 일반인을 대상으로 계단 오르기를 시행하였을 때, 정강이뼈의 안쪽 돌림과 중립 돌림보다 정강이뼈 바깥쪽 돌림 시 무릎뼈가 가쪽으로 더 크게 변위되었다는 것을 알 수 있었다. 이는 정강이뼈의 바깥쪽 돌림이 가쪽넓은근의 선택적인 수축을 유도했다고 할 수 있다. 슬개대퇴동통증후군 환자의 가쪽넓은근의 선택적 수축은 상대적으로 안쪽빗넓은근의 수축을 감소시켜 무릎뼈의 가쪽 이동을 유발하여 통증을 야기시킬 수 있다.

V. 결론 및 제언

본분 연구는 계단 오르기 시 시작 시점과 끝나는 시점에서 엉덩관절의 돌림값은 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이는 정강이뼈의 안쪽 돌림 시 엉덩관절은 안쪽 돌림 되었으며, 정강이뼈의 중립 돌림과 바깥쪽 돌림 시에는 엉덩관절이 바깥쪽 돌림 됨을 알 수 있었고, 계단 오르기 마지막 시점에서 모든 정강이뼈 돌림동안 엉덩관절은 바깥쪽 돌림이 나타남을 알 수 있었다. 또한 계단 오르기 시 안쪽빗넓은근은 각각의 정강이뼈 돌림에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었고, 가쪽넓은근도 정강이뼈의 돌림에 따른 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 정강이뼈의 돌림 시 두 근육

간의 활성화도는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이는 돌림에 따라 근육이 활성화되진 않았지만 안쪽 돌림과 중립 돌림 시 가쪽넓은근보다 안쪽넓은근이 더 활성화되는 것을 알 수 있었다. 계단 오르기 시 정강이뼈의 돌림에 따른 무릎뼈의 변위는 전체 안쪽과 가쪽 값에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고, 무릎뼈의 가쪽 이동에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며, 무릎뼈의 안쪽 이동은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 전체 위쪽과 아래쪽 값은 통계학적으로 유의한 차이가 있었고, 무릎뼈의 아래쪽과 위쪽이동에서도 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이는 정강이뼈의 안쪽 돌림과 중립 돌림보다 정강이뼈의 바깥쪽 돌림 시 무릎뼈가 가쪽으로 더 크게 변위되었다는 것을 알 수 있었다.

그러므로 본 연구에서는 정강이뼈 돌림 시킨 상태에서 계단 오르기의 마지막 시점에서는 세 가지 돌림 모두 엉덩관절의 바깥쪽 돌림이 일어났고 바깥쪽 돌림 시 무릎뼈가 가쪽으로 크게 변위되었음을 알 수 있었다. 이는 계단 오르기 시 정강이뼈를 바깥쪽 돌림 시켰을 때 무릎뼈의 가쪽 이동은 무릎 안쪽안정화 근육의 활성화가 부족한 상태에서 무릎넓다리관절(Patellofemoral joint)의 가쪽 구획 부하를 증가시킬 수 있다는 것과 무릎의 안쪽 안정화를 위해 안쪽넓은근을 활성화시키는 요소로 정강이뼈의 돌림도 슬개대퇴동통증후군환자의 재활 시 고려한다면 기능적인 측면에서 긍정적인 효과를 가져다 줄 것으로 사료된다.

참고문헌

- Aglietti, P., Given, F., & Cuomo, P.(2006). Disorders of the patellofemoral joint In: Scott WN, Install and Scott surgery of the knee, 4th ed. London: Churchill Livingstone Elsevier, 807-985.
- Alfonso, V. S., & Editor.(2006). Anterior knee pain and patellar instability, springer, 185-193
- Andreia, S., & Rui, Macedo.(2010). Effect of the contraction of medial rotators of the tibia on the electromyographic activity of vastus medialis and vastus lateralis, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(5), 967-972.
- Bih-Jen, Hsue., & Fong, C., S.(2009). Kinematics and kinetic of the lower extremities of young and elder women during stairs ascent while wearing low and high-heeled shoes, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(6), 1071-1078.
- Brechter, J. H., & Powers, C. M.(2002). Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain, *Gait & Posture*, 16(2) 115-123.
- Bolqia, L. A., Malone, T. R., & Umberger, B. R. et al.(2008). Hip Strength and Hip and Knee Kinematics During Stair Descent in Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome Symptom Prevalence, Level 4, *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38(1), 12-18.
- Coqueiro, K. R. R., Bevilaqua-Grossi, Berzin F et al.(2005). 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*, 15(6), 596-603.
- Cowan, S. M., Bennell, K. L., & Hodges, P. W. et al.(2001). 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*, 82(2), 183-189.
- Simon, & Donell.(2006). Patellofemoral dysfunction-extensor mechanism malignment, *Current Orthopaedics*, 20(2), 103-111.
- Dye, S. F.(2005). The pathophysiology of patellofemoral pain: A tissue homeostasis perspective, *Clinical Orthopaedics Related Research*, 436, 100-110.
- Earl, J. E., Schmitz, R. J., & Arnold, B. L.(2001). Activation of the vmo and vl during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(6), 381-386.
- Elias, J. J., Mattessic, S. M., & Kumagai, M. et al.(2004). In vitro characterization of the relationship between the Q-angle and the lateral component of the quadriceps force, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part H, *Journal of Engineering in Medicine*, 218(1), 63-67.
- Fredericson, M., & Power, C. M.(2002). Practical management of patellofemoral pain, *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12(1), 36-38.
- Fredericson, M., & Yoon, K.(2006). Physical examination and patellofemoral pain syndrome, *The American Journal of Physical Medicine Rehabilitation*, 85(3), 234-243.
- Hanten, W. P., Schulthies, S. S.(1990). Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles, *Physical Therapy*, 70(9), 561-565.
- Herrington, L., & Nester, C.(2004). Q-angle undervalued? The

- relationship between Q-angle and mediolateral position of the patella, *Clinical Biomechanics*(Bristol, Avon), 19(10), 1070-1073.
- Ireland, M. L., Willson, J. D., & Ballantyne, B. T.(2003). Hip strength in females with and without patellofemoral pain, *The Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 33(11), 671-676.
- Lam, P. L., Ng, G. Y. F.(2001). Activation of the Quadriceps Muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain, *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(11), 804-808.
- Laprade, J., Culham, E., & Brouwer, B.(1998). Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome, *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27(3), 197-204.
- Lee, T. Q., Sandusky, B. S., & Adeli, B. S.(2002). Effects of the simulated vastus medialis strength variation on patellofemoral joint biomechanics in human cadaver knees, *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(3), 429-438.
- Levinger, P., Gilleard, W.L., & Sprogis, K.(2006). Frontal plane motion of the rearfoot during a one-leg squat in individuals with patellofemoral pain syndrome, *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 96(2), 96-101.
- Lin, F., Wang, G., & Koh, J. L.(2004). In vivo and noninvasive three-dimensional patella tracking induced by individual heads of quadriceps, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 93-101.
- Lin, F., Wilson, N. A., & Makhsous.(2010). In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain, *Journal of Biomechanics*, 43(2), 235-241.
- Livecchi, N., Armstrong, C., & Cordova, M.(2002). Vastus lateralis and vastus medialis obliques activity during a straight leg raise and knee extension with hip lateral rotation, *Journal of Sports Rehabilitation*, 11(2), 120-126.
- Lun, V. M., Wiley, J. P., & Meeuwisse, W. H.(2005). Effectiveness of patellar bracing for treatment of patellofemoral pain syndrome, *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(4), 235-240.
- Marrten, P., Peter van der W.(2009). Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review, *The Australian Journal of Physiotherapy*, 55(1), 9-18.
- McConnell, J.(2007). Rehabilitation and nonoperative treatment of patellar instability, *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 15(2), 95-104.
- Michael, Chiacchiero.(2009). Patellofemoral syndrome motor task interventions evaluated, *The Journal of Musculoskeletal Medicine*, 26(12), 1-2.
- Miller, J. P., Sedory,Daniel, Ronald V.(1997). Leg rotation and vastus medialis oblique/ vastus lateralis electromyogram activity ratio during closed chain kinetic exercises prescribed for patellofemoral pain, *Journal of Athletic Training*, 32(3), 216-220.
- Mirzabeyqi, E., Jordan, C., Gronley, J. K.(1999). Isolation of the vastus medialis oblique muscle during exercise, *The American Journal of Sports Medicine*, 27(1), 50-53.
- Nakagawa, T. H., & Muniz, T. B.(2008). The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled pilot study, *Clinical Rehabilitation*, 22(12), 1051-1060.
- Neumann, D. A.(2002). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for physical rehabilitation*, 1st ed, ST.Louis, Mosby.
- Nyland, J., Kuzemchek, S., & Parks, M.(2004). Femoral anteversion influences vastus medialis and gluteus medius EMG amplitude; Composite hip abductor EMG amplitude ratios during isometric combined hip abduction-external rotation, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(2), 255-261.
- O'Sullivan, S. P., Popelas, C. A.(2005). Activation of vastus medialis obliquus among individuals with patellofemoral pain syndrome, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 302-304.
- Pazit, Levinger, Wendy, Gilleard, Cliff, & Coleman.(2007). Femoral medial deviation angle during a one-leg squat test in individuals with patellofemoral pain syndrome, *Physical Therapy in Sport*, 8(4), 163-168.
- Powers, C. M.(2003). The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective, *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(1), 639-646.
- Sakai, N., Luo, Z. P., & Rand, J. A.(2000). The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on the patellofemoral joint: an in vitro biomechanical study,

Clinical Biomechanics(Bristol, Avon), 15(5), 335-339.

- Scudero, G. R., & McCann, P. D.(2005). Sports medicine. A comprehensive approach, 2nd edition, Philadelphia: Elsevier Mosby.
- Serrao, F. V., Cavrak, H. M. N., & Berzin, F.(2005). Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press, *Physical Therapy in Sport*, 6, 15-23.
- Signorile, J. F., Kacsik, D., & Perry, A.(1995). The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps, *The Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 22(1), 2-9.
- Slocum, D. B., & Larson, R. L.(1968). Rotatory instability of the knee. Its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *The Journal of Bone and Joint Surgery American*, 50(2), 211-225.
- Sykes, K., & Wong, Y. M.(2003) Electrical activity of vastus medialis oblique muscle in straight leg raise exercise with different angles of hip rotation, *Physiotherapy*, 89(7), 423-430.
- Wilson, N. A., Press, J. M., & Koh, J. L.(2009). In vivo noninvasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain, *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 91(3), 558-566.
- Wren, T. A. L., Patrick, D. K., Reiko, & Hara.(2008). Use of a patella marker to improve tracking of dynamic hip rotation range of motion, *Gait & Posture*, 27(3), 530-534.
- Aglietti, P., Givin, F., & Cuomo, P.(2006). Disorders of the patellofemoral joint, 4th ed. London: Churchill Livingstone Elsevier.