

젊은 여성의 한쪽 다리 스텝다운 동작 시 슬관절 외반 정도와 대퇴사두근 근활성도 간의 상관관계

이세희, 문영, 송지현, 김선엽, 장현정¹⁾

대전대학교 자연과학대학 물리치료학과, 대전대학교 대학원 물리치료학과¹⁾

The Relationships Between Valgus Collapse Knee Position and Quadriceps Activity During a Single Limb Step Down in Female Subjects

Se-hee Lee, Young Moon, Ji-hyun Song, Suh-yeop Kim, Hyun-jeong Jang¹⁾

Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University¹⁾

Key Words:

Knee valgus,
Step-down,
Vastus
medialis,
Vastus lateralis

ABSTRACT

Background: This study was designed to investigate the correlation between electromyography (EMG) activities in the vastus medialis oblique (VMO) vs vastus lateralis (VL) activity ratio and the valgus collapse knee position while stepping down. **Methods:** Twenty healthy women volunteered to participate in this study. We measured the frontal-plane projections of the knee valgus angle, knee valgus distance, and hip adduction angle by using a digital camcorder. After 3 repetitions of the step down (dominant side) exercise, the findings of the static and dynamic phases were analyzed. EMG activities data of the VMO:VL activity ratio were recorded during the step down exercise and were normalized to the maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of the quadriceps. A paired t-test was used to compare the findings of the static and dynamic phases. We analyzed the Spearman's rank order correlation coefficient between the and VMO:VL ratio. **Results:** Hip adduction angle, knee valgus angle, VMO activity, VL activity, VMO:VL activity ratio were statistically higher in the dynamic phase than in the static phase ($p < .05$). Frontal-plane projections of knee valgus angle were significantly correlated with hip adduction angle ($r = .459$, $p < .05$) and knee valgus distance ($r = .505$, $p < .05$). However, the EMG activity ratio of the VMO and the VL did not show a significant change during step down exercise with respect to hip adduction angle ($p = .875$), knee valgus angle ($p = .618$), and knee valgus distance ($p = .701$). **Conclusion:** The results from this study indicate that frontal-plane projections of knee valgus angle were associated with hip adduction angle and knee valgus distance. On the basis of these results, the knee valgus distance may be used to determine the valgus collapse knee position while stepping down.

I. 서론

슬관절은 대퇴골, 경골, 슬개골의 3개의 뼈로 구성된 복합관절로 연결되어 있는 관절과의 기능적 움직임이 중요하다(Anderson 등, 2000). 슬관절에서 내반슬, 외반슬과 같은 구조적인 부정렬이 나타날 경우 슬관절의 병

리학적 문제뿐만 아니라 하지전체의 기능장애를 야기시킬 수 있다. 실제로 고관절의 내회전 증가와 슬관절 굴곡 감소는 하지의 정렬에 영향을 주고 슬개대퇴관절 내 부하를 증가시킴으로써 슬개대퇴동통증후군을 야기시킨다(Powers 등, 2002).

부정렬과 관계된 대표적인 질환으로는 슬개대퇴동통증후군, 전십자인대손상, 내측경골스트레스증후군, 피로골절, 족저근막염, 슬관절 외반슬 등이 있다(Hertel 등, 2004; Powers 등, 2002). 이런 슬관절 질환은 활동적인

교신저자: 장현정(대전대학교, jjang5223@naver.com)

논문접수일: 2012.10.26, 논문수정일: 2012.11.18,

개재확정일: 2012.11.28

젊은 성인과 청소년에게 매우 일반적으로 나타나며 여성에게 더 많이 발생하였다(Powers 등, 2003; Crossley 등, 2002). 또한 이러한 형태학적인 변화는 계단내려오기, 뛰기, 찌그러앉기 동작과 같은 동적인 일상생활동작 시에도 나타나게 되며 이때 나타나는 형태학적 변화를 슬관절의 동적인 외반슬(dynamic knee valgus)이라고 일컫는다(Boling 등, 2009; Stefanyshyn 등, 2006).

외반슬은 슬개대퇴관절의 스트레스와 슬관절 주변 근육들의 불균형과 연관이 있다(Devan 등, 2004). 이러한 슬관절 주변 근육들 중에서 슬관절의 안정성과 정상적인 기능을 위해 대퇴사두근의 근력 균형이 매우 중요하다(구애련 등, 1997). 이 근육은 슬개골을 정상위치에 고정시켜 줌으로써 인체에 가해지는 중력의 적절한 전달과 체중의 지탱이 가능하도록 해주며, 동시에 평형을 유지하는 역할을 한다(이규형과 이면우, 1982). 대퇴사두근 중 내측광근과 외측광근은 동적인 슬관절의 신전 동안 슬개골을 안정시키기 위해 작용하며, 내측광근은 슬개골의 안쪽당김을 유지하는데 기여하고, 외측광근은 가쪽에서 주로 작용한다(김성중, 2001). 그러므로 이 두 근육의 균형은 매우 중요하다. 그러나 두 근육들 사이의 힘의 불균형은 슬관절 주변의 역학적인 변화를 일으켜 슬개골의 부정주행을 이끌고 슬개골의 외측 아탈구의 원인이 되어 슬개대퇴동통증후군과 같은 슬관절 질병을 발생시킨다(Insall, 1982). 이 때, 정상인에서 내측광근/외측광근의 근활성도 비는 약 1:1로 보고되었지만, 슬개대퇴동통증후군 환자에 대한 몇몇의 연구들에서는 건강한 사람보다 슬개대퇴동통증후군 환자의 내측광근/외측광근의 근활성도 비가 적게 나타났다(Miller 등, 1997).

슬관절의 기능적인 검사 방법 중에는 스쿼트, 런지, 포워드 스텝업, 계단오르내리기 등과 같은 닫힌사슬운동(closed kinetic chain exercise)이 있다. 닫힌사슬운동은 체중을 부하한 상태에서 실시하는 운동으로 대부분의 기능적 활동을 증진시키는데 사용된다(Stephen 등, 1994). 이 중에서 슬관절 주위 근육의 불균형을 검사하기 위한 방법으로 스텝다운 검사가 활용되고 있다(Norman 등, 2007). Zeller 등(2003)은 한쪽 다리 스쿼트 동작 시 고관절 주위근의 근활성도에 따라 무릎 외반 정도가 변화한다고 보고하였으며, Willson 등(2007)은 고관절 외회전근의 근력과 무릎 외반슬간에 음의 상관성을 보고하였다. 이와 같이 한쪽 다리 스텝다운 동작과 관련되어 무릎 외반슬 정도를 분석한 연구들이 보고되고 있지만 대부분의 연구가 고관절 근육의 근력과 근활성도 사이의 관련성을 보는 연구로서 무릎관절 주위 근육인 내, 외측광근의 근활성도와외의 상관성에 관한 연

구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 한쪽 다리 스텝다운 동작 시 검사측의 외반슬 정도에 따른 내측광근과 외측광근의 근활성도와 비가 어떠한 상관성이 있는지 알아보고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 D대학교에 재학 중인 성인 여자 20명을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 모든 대상자는 실험 참가에 동의하였으며, 실험 내용을 충분히 숙지 후 다음 실험에 참가하였다. 연구대상자의 제외조건은 슬개골이나 하지의 외과수술의 병력이 있는 자, 슬개골 탈구 또는 아탈구의 병력이 있는 자, 반월판 또는 인대부분과 슬개골 건 부분의 병변이 있는 자, 3개월 이전의 하지 손상으로 인해 의학적인 치료를 받은 자, 달리거나, 점프하거나 계단을 오르내릴 때 통증이나 제한이 있는 자, 하지 손상의 원인으로 인한 진통 보행과 운동기능의 손상으로 인한 근골격계, 신경근계, 심폐계 또는 피부계 병변이 있는 자로 하였다(Olson 등, 2011; Hollman 등, 2009).

2. 측정방법 및 측정도구

1) 슬관절의 외반 정도 측정

본 연구는 슬관절의 외반 정도를 알아보기 위해 고관절 내전각(θ_1), 슬관절 외반각(θ_2), 슬관절 외반거리(knee valgus distance)를 디지털 캠코더(DCR-SR300, SONY, Japan)를 이용하여 측정하였다(Fig 1). 고관절 내전각은 양쪽 전상장골극(anterior superior iliac spine; ASIS)을 연결한 선과 측정하지의 슬개골의 중심점과 동측 ASIS를 연결한 선이 경계를 이루는 각으로 정하였다. 슬관절 외반각은 측정 하지의 ASIS와 슬개골의 중심점을 연결한 선과 동측 슬개골의 중심점과 족관절의 중심점을 연결한 선이 경계를 이루는 각으로 정하였다. 슬관절 외반거리는 슬개골의 중심점이 지면과 수직을 이루는 직선과 ASIS가 지면과 수직을 이루는 직선의 사이 거리로 하였다.

고관절 내전각과 슬관절 외반각을 표준화하기 위하여 표준 고관절 내전각은 90도-고관절 내전측정각(θ_1), 표준 슬관절 외반각은 180도-슬관절 외반측정각(θ_2)으로 계산하였다. 각 측정값들은 3회 반복 측정하여 평균값을 기록하였다.

2) 대퇴사두근의 근활성도 측정

대퇴사두근의 근활성도 측정을 위하여 EMG QEMG-4 시스템(LXM3204, Laxtha, Daejeon, Korea)을 사용하였고, Telescan ver. 2.89를 사용하여 측정된 자료를 분석하였다. 근전도 신호 추출률은 1024Hz, 증폭율은 1785Hz, 전기신호에 의한 잡음 제거를 위해 60Hz, 노치필터를 사용하였다. 측정된 값을 표준화하기 위해 실효치(root mean square)로 변환하였다.

연구대상자는 표면전극을 부착하기 전 피부저항을 줄이기 위해 면도와 소독 후 전극을 부착하였다(Newman 등, 2003; Isear 등, 1997). 내측광근의 전극 위치는 슬개골의 상내측 가장자리로부터 4cm 위, 3cm 내측, 수직에서 55도 내측으로 부착하고 외측광근의 전극 위치는 슬개골로부터 10cm 위, 6cm 외측, 수직에서 15도 외측으로 부착하였다(Cowan 등, 2002). 접지전극은 경골결절(tibial tuberosity) 부위에 부착하였다.

스텝다운 동작 시 얻어진 데이터는 대퇴사두근의 최대 수의적 등척성 수축(maximum voluntary isometric contraction; MVIC)을 하는 동안 얻어진 근전도신호로 표준화하였다. MVIC 측정은 고관절 90도 굴곡, 슬관절 80도 굴곡 자세에서 실시하여(Newman 등, 2003; Isear 등, 1997) 슬관절을 가능한 최대로 신전할 수 있도록 계속적으로 구두지시를 주었다. 5초간 MVIC 측정, 10초간 휴식을 3회 반복하였다.

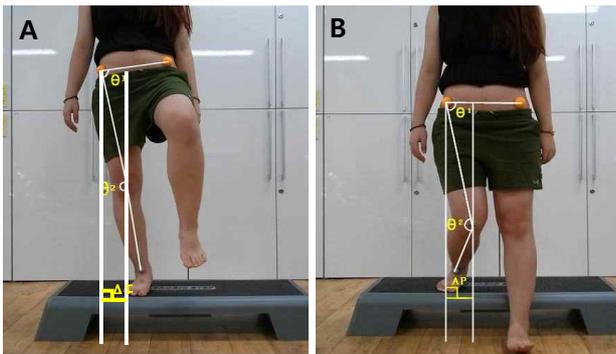


Fig 1. Valgus collapse knee position during single limb stance task. (A) Static phase, (B) Dynamic phase
 θ^1 =Hip adduction angle, θ^2 =Knee valgus angle,
 AP=Knee valgus distance

3. 실험방법

실험 자세를 촬영하기 위한 디지털 캠코더의 위치는 스텝박스로부터 전방 3m 앞에 고정하였으며, 캠코더의 높이는 대상자의 슬개골 중심부와 일치하도록 하였다(Theou 등, 2008; Parcell 등, 2002). 측정하기 위한 우세측 하지의 기준은 총 5회의 보행의 시작 시 3회 이상 연속적으로 먼저 나오는 하지로 정하였다. 고관절

내전각과 슬관절 외반각을 분석하기 위한 기준점은 양쪽 ASIS, 슬개골의 중심, 족관절의 내외측 복사뼈 중심으로 정하였으며(Olson 등, 2011), 측정자 내 오차를 최소화하기 위하여 마커(marker)를 기준점에 부착하여 분석하였다. 모든 대상자는 정확한 운동자세가 이루어지도록 하기 위해 측정 전 평가자의 지도하에 충분한 연습을 한 후 양발을 어깨 넓이만큼 선 자세에서 시작하였다. 대상자들은 2초간 한발서기자세를 유지하고, 다음 2초간 비우세측의 발뒤꿈치부터 지면에 닿는 스텝다운 동작을 수행한 뒤, 처음 자세로 돌아왔다(Hollman 등, 2009). 대상자들은 측정하는 동안 팔을 자연스럽게 내리고 시선은 정면을 향하였으며, 연구자는 대상자들의 체간 외측 굽힘 또는 회전 등의 보상작용을 막기 위해 구두지시를 주었다. 이런 절차로 진행된 스텝다운 동작은 두 가지 동작으로 나누어 분석하였다. 첫 번째, 정적단계는 측정 다리로 지지하는 한발서기 자세를 측정하였고, 두 번째 동적단계는 스텝다운 동작 시 고관절 내전각과 슬관절 외반각이 기준선 지점으로부터 가장 멀리 떨어진 지점으로 측정하였다(Hollman 등, 2009). 대상자들은 이 동작을 5회 연속하여 반복 실시하였고, 첫 번째 마지막을 제외한 3회 값을 추출하여 평균값을 대표값으로 사용하였다.

4. 분석방법

스텝다운 동작 시 정적단계와 동적단계 사이의 슬관절의 외반술 정도와 대퇴사두근의 활성도를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-tests)을 실시하였다. 스텝다운 동작 시 고관절 내전각, 슬관절 외반각, 슬관절 외반거리, 대퇴사두근의 활성도 사이의 상관성을 분석하기 위하여 스피어만 상관계수(Spearman's rank order correlation coefficient)를 이용하여 분석하였다. 자료의 분석은 SPSS ver. 18.0을 사용하였으며, 통계학적 유의 수준 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 20대의 건강한 여성 20명이 참여하였다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)
20.50±1.47 ^a	161.65±5.04	54.90±7.27

^aMean±SD

2. 스텝다운 동작 시 슬관절 외반슬 정도와 대퇴사두근의 근활성도

스텝다운 동작 시 고관절 내전각과 슬관절 외반각은 정적단계와 비교하여 통계적으로 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 또한 스텝다운 동작 시 내측광근의 근활성도는 51.88%MVIC, 외측광근의 근활성도는 41.72%MVIC로 정적단계와 비교하여 통계적으로 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 그러나 ASIS에서 슬개골 중심까지의 거리는 유의한 차이를 보이지 않았다($p < .05$)(Table 2).

Table 2. Valgus collapse knee position and quadriceps muscle activity

	Static phase	Dynamic phase	Difference	t	p
Valgus collapse knee position					
^a HAA(°)	.95±3.29 ^f	15.26±5.03	14.31	-10.42	.000
^b KVA(°)	5.71±2.57	11.86±5.83	6.15	-6.03	.000
^c KVD(cm)	10.08±1.88	9.40±3.08	.68	1.18	.254
Muscle activity					
^d VMO (%MVIC)	7.61±3.63	51.88±21.84	44.27	-10.14	.000
^e VL (%MVIC)	8.39±3.57	41.72±14.36	33.33	-11.79	.000
VMO/VL (%MVIC)	.91±0.26	1.30±0.53	.39	4.45	.000

^aHAA : Hip adduction angle = $90^\circ - \theta^1$,

^bKVA : Knee valgus angle = $180^\circ - \theta^2$,

^cKVD : Knee valgus distance(cm),

^dVMO : Vastus medialis oblique,

^eVL : Vastus lateralis, ^fMean±SD, * $p < .05$

3. 스텝다운 동작 시 슬관절 외반슬 정도와 대퇴사두근 근활성도 간의 상관관계

스텝다운 동작 시 고관절 내전각과 슬관절 외반각 사이($r = .459$, $p < .05$), 고관절 내전각과 슬관절 외반거리 사이에($r = .505$, $p < .05$) 상관관계가 있었다. 또한 슬관절 외반각은 슬관절 외반거리와 상관관계가 있었다($r = .505$, $p < .05$). 그러나 내측광근의 활성도($r = .131$, $p < .05$)와 외측광근의 활성도($r = .155$, $p < .05$)는 슬관절 외반각과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 또한 내측광근의 활성도, 외측광근의 활성도, 내측광근/외측광근의 비 모두 고관절 내전각과 유의한 상관성을 나타내지 않았다.

또한, 내측광근/외측광근의 비와 슬관절 외반각 사이

($r = .119$, $p < .05$), 슬관절 외반거리와 대퇴사두근의 근활성도 사이의 유의한 상관관계가 없었다. 그러나 슬관절 외반거리와 슬관절 외반각은 50.5%의 양의 상관관계가 있었다($r = .505$, $p < .05$).

Table 3. The coefficient of correlation between valgus collapse knee position and quadriceps muscle activity

	KVA	KVD	VMO	VL	VMO/VL
^a HAA	.459*	.505*	.242	.282	.038
^b KVA	-	.505*	.131	.155	.119
^c KVD		-	.245	.332	.092
^d VMO (%MVIC)			-	.539*	.663
^e VL (%MVIC)				-	-.230

^aHAA : Hip adduction angle = $90^\circ - \theta^1$,

^bKVA : Knee valgus angle = $180^\circ - \theta^2$,

^cKVD : Knee valgus distance(cm),

^dVMO : Vastus medialis oblique,

^eVL : Vastus lateralis, * $p < .05$

IV. 고찰

본 연구는 건강한 성인 여성을 대상으로 스텝다운을 하는 동안 고관절 내전각, 슬관절 외반각, 슬관절 외반거리를 포함하는 슬관절 외반 정도와 대퇴사두근의 근활성도의 상관성을 알아보기 위해 실시되었다. 연구 결과 슬관절 외반각과 고관절 내전각, 슬관절 외반거리 간의 유의한 상관성이 있는 것으로 확인 되었으며, 내측광근/외측광근 비와 슬관절 외반각, 슬관절 외반거리 간에는 유의한 상관성이 나타나지 않았다.

정적단계와 동적단계 전후차이를 비교했을 때 고관절 내전각과 슬관절 외반각은 유의한 차이가 있었다. 또한 내측광근, 외측광근, 내측광근/외측광근 비에서도 유의한 차이가 보여진 것은 오석(2011)의 연구와 유사하다. 이것으로 보아 스텝다운 동작 시 정적단계와 동적단계사이에 차이가 있는 것을 확인함으로써 스텝다운 동작이 각 구분된 동작사이에서 구조적인 변화나 근활성도의 변화정도를 유추할 수 있는 하나의 과제로 보여진다.

스텝다운 하는 동안 내측광근과 외측광근의 근활성도와 슬관절 외반정도 간에 유의한 상관성이 나타나지 않았다. Cerny(1995)의 연구에서는 스텝다운을 하는 동안 내측광근과 외측광근의 비가 건강한 대상자 그룹에

서 슬개대퇴동통증후군 그룹에서보다 더 큰 값이 나타났다고 보고하였다. Cerny(1995)는 그 원인을 슬개대퇴동통증후군 그룹이 스텝다운 동작과 유사한 동작 시 내측광근과 외측광근의 불균형으로 인하여 내측광근 활동이 감소하거나 외측광근 활동이 증가하는 것이라고 하였으며, Cowan(2001)은 내측광근과 외측광근 활동의 개시시간의 차이가 원인일 것이라고 하였다. 또한, 기존 연구에서는 대퇴사두근 각(Quadriceps angle)과 같은 비정상적인 구조의 변화가 나타나게 되면 내측광근과 외측광근의 기시와 정지거리에 영향을 미쳐 외측광근의 당김선(pulling line)이 짧아지게 되고 이로 인해 외측광근의 과사용 될 수 있는 환경에 놓이게 된다고 보고하였다(Earl 등, 2001; Escamilla 등, 2001; Hantenm과 Schulthie, 1990). 그러나 본 연구에서는 대상자들이 건강한 성인으로 정하였기 때문에 기존 선행 연구와는 차이를 보인 것으로 확인되었다.

본 연구에서 슬관절 외반 정도를 확인하기 위해서 선택한 세 가지 요인인 슬관절 외반각과 고관절 내전각과 슬관절 외반거리 간의 유의한 상관성이 확인되었다. 이전 Hollman(2009)의 연구에서는 슬관절 외반각과 고관절 내전각 사이에 $r=.755$ 의 높은 상관관계가 있는 것으로 확인되었다. 따라서 본 연구도 이와 같은 내용을 지지하는 바이다. 이는 스텝다운 동작 시 슬관절 외반각이 증가하는 동안 내려오는 쪽 하지의 골반이 아래로 움직이는 짝움직임으로 인해 고관절 내전각에 변화를 준 것으로 보여진다. 또한 슬관절 외반각과 슬관절 외반거리 간의 양의 상관성을 통해 슬관절 외반 정도가 커질수록 슬관절 외반거리가 커진다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 슬관절 외반거리는 임상에서 스텝다운 검사 시 슬관절 외반각을 측정하는 대신에 보다 간편한 측정 도구로 사용할 수 있을 것이다.

정적단계와 동적단계 동안 슬관절 외반거리가 유의한 차이가 없었다. Griffin(2000)의 연구에서 한쪽 다리 스쿼트 동작 시 여성과 남성의 역학적 사슬 정도(즉, 체간, 골반, 고관절, 슬관절)를 다르게 사용한다고 하였다. 그 중 여성은 한쪽 다리 스쿼트의 내려오는 단계 동안 남자보다 더 많은 직립 자세(less trunk flexion)를 유지한다고 하였다. 또한 Blackburn과 Padua(2008)은 여성이 남성보다 더 많은 직립자세와 더 큰 고관절 내전, 슬관절 외전이 나타난다고 하였다. 따라서 본 연구의 결과는 환자가 아닌 정상적인 여성을 대상으로 하였기 때문인 것으로 보여진다.

스텝다운은 하지의 동적 정렬과 움직임 패턴을 보여주며 슬관절의 움직임과 밀접하게 연관된 기능적인 활동으로 무릎 질환을 가지고 있는 사람들에게서 부적절

한 움직임 패턴을 보여주는 대표적인 동작 중 하나이다(Loudon 등, 2002; Guccione 등, 1994; Beckman 등, 1989). 이 검사는 무릎이 체중을 지탱하여 몸의 안정성을 유지할 때 더 많은 근력과 근조절 능력을 필요로 하므로, 일상생활과 연관된 무릎의 기능적 수준을 보다 명확히 판단할 수 있다(McFadyen과 Winter, 1988). 이에 본 연구에서는 슬관절의 기능적 수준을 빠르고 간편하게 판단할 수 있는 평가 방법으로 스텝다운 검사를 시행하였다.

최근 연구들은 슬개대퇴동통증후군이 남성보다 여성들에게 두 배가량 더 발생하며, 여성의 무릎 손상비율이 클수록 근력의 불균형이 커지는 것으로 나타났다(Taunton 등, 2002; 정태호, 2007; Wojtys 등, 2003; Knapik 등, 1991). 그 결과 계단오르내리기 같은 반복되는 활동 동안 여성 실험대상자들에서 근활성도 크기와 지면시간을 기반으로 무릎관절주변의 근육활성을 모니터링하는 것이 강조되었다. 그리하여, 본 연구는 무릎관절의 손상이나 통증이 없는 건강한 성인 여성을 대상으로 선정하여 실험을 진행하였다.

본 연구는 두 가지 제한점을 갖고 있다. 첫 번째, 적은 표본 크기를 사용하였기 때문에 표집 오차가 커지고 그만큼 연구를 통해서 관찰한 관계가 표본오차에 의해서 나타날 수 있는 확률을 크게 만들게 된다. 두 번째, 결과에 제시된 각도와 거리는 2차원 분석 방법을 통하여 측정하였기 때문에 분석 하는 동안 오차가 발생할 가능성이 많았다. 하지만 최근 연구들에서 슬관절 외반 정도를 측정하기 위해 2차원과 3차원 방법 모두 높은 상관성을 보였으며 2차원 접근이 3차원 분석을 대체하여 슬관절 외반 정도를 분석할 수 있다고 말하였다(Olson 등, 2011).

현재 연구는 젊은 여성을 대상으로 스텝다운 하는 동안 2차원 측정방법을 사용하여 슬관절 외반각과 고관절 내전각, 슬관절 외반거리, 내측광근과 외측광근 비 사이의 관계를 실험하였다. 후속 연구는 제한점을 토대로 하여 슬관절 질환을 앓고 있는 많은 대상자들을 3차원적으로 분석하여 연구해야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 신체가 건강한 여성을 대상으로 내측광근과 외측광근의 근육 불균형으로 인한 하지의 부정렬을 평가하기 위해 스텝다운 동작을 실시하여 고관절 내전각, 슬관절 외반각과 슬관절 외반거리, 내측광근과 외측광근의 활성도 비와의 상관관계를 연구하였다.

연구의 결과 슬관절 외반 정도는 내측광근과 외측광근의 활성도 비와 상관관계를 나타내지 않았다. 이는 건강한 여성을 대상으로 연구한 결과라 생각한다. 그러나 슬관절 외반각은 고관절 내전각과 슬관절 외반거리 간의 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 이를 통해 스텝다운 동작 시 무릎외반거리를 통해서 슬관절 외반 정도를 평가할 수 있을 것이다. 추후의 연구에서는 건강한 대상자가 아닌 슬관절 질환을 앓고 있는 환자에게 적용하여 슬관절 외반 정도와 내측광근과 외측광근의 활성도 비와의 상관관계를 연구해봐야 할 것이다.

참고문헌

- 구애련, 이충휘, 노정석. 하지 거상 운동과 대퇴사두근 등척성운동시 대퇴사두근의 활동전위. 한국전문물리치료학회지. 1997;4(1):1-10.
- 김성중. 기립자세에서 발 위치가 슬개골 펌근의 등척성 수축 근전도 활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2001;8(2):1-16.
- 오석. The effect of close kinetic chain exercise and electrical stimulation in patellofemoral pain. 동신대학교 대학원 석사학위. 2011;21-91.
- 이구형, 이면우. A comparison of EMG amplitude between the biceps brachii and the quadriceps femoris muscles in static exertions. 한국국방경영분석학회지. 1982;8(1):77-98.
- 정태호. 무릎 운동치료. 가정의학회지. 2007;28(3):355-361.
- Anderson MK, Hall SJ, Martin, et al. Sports Injury Management. Williams & Wilkins. Philadelphia. 2000.
- Beckman M, Craig R, Lehman RC. Rehabilitation of patellofemoral dysfunction in the athlete. Clin Sports Med. 1989;8:841-860.
- Blackburn JT, Padua DA. Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing. Clin Biomech. 2008; 23(3):313-319.
- Boling MC, Padua DA, Marshall SW, et al. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: The Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. Am J Sports Med. 2009;37(11):2108-2116.
- 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.
- Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM et al. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. Med Sci Sport Exerc. 2002;34(12):1879-1885.
- Cowan SM, GrandDip, Bennell KL 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;82:183-189.
- Crossley K, Bennell K, Green S, et al. Physical therapy for patellofemoral pain: A randomized, double blinded, placebo-controlled trial. Am J Sports Med. 2002;30:857-865.
- Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, et al. A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. J Athl Train. 2004;39(3):263-267.
- Earl J, Schmitz R, Arnold B. 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.
- Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Risk factors and prevention strategies. J Am Acad Orthop Surg. 2000;8(3):141-50.
- Guccione AA, Felson DT, Anderson JJ, et al. The effects of specific medical conditions on the functional limitations of elders in the framingham study. Am J Public Health. 1994;84(3):351-358.
- Hanten WP, Schulthie SS. Exercise effect on electro-

- myographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther.* 1990;70:561-565.
- Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. *J Sports Sci Med.* 2004;3(4):220-225.
- Hollman JH, Ginos BE, Kozuchowski J, et al. Relationships between knee valgus, hip-muscle strength, and hip-muscle recruitment during a single-limb step-down. *J Sport Rehabil.* 2009;18(1):104-117.
- Insall J. Current Concepts Review: Patellar pain. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(1):147-152.
- 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.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, et al. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med* 1991;19(1):76-81.
- 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.
- McFadyen BJ, Winter DA. An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. *J Biomech.* 1988;21(9):733-744.
- Miller J, Sedory D, Croce R. Vastus medialis obliquus 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.
- Norman W, Deborah M, Geoffrey K, et al. Electromyographical analysis of selected lower extremity muscles during 5 unilateral weight-bearing exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(2):48-55.
- Olson TJ, Chebny C, Willson JD, et al. Comparison of 2D and 3D kinematic changes during a single leg step down following neuromuscular training. *Phys Ther Sport.* 2011;12(2):93-99.
- Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, et al. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(6):1018-1022.
- Powers CM, Chen PY, Reischl SF, et al. Comparison of foot pronation and lower extremity rotation in persons with and without patellofemoral pain. *Foot Ankle Int.* 2002;23(7):634-640.
- Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33:639-646.
- Stefanyshyn DJ, Stergiou P, Lun VM, et al. Knee angular impulse as a predictor of patellofemoral pain in runners. *Am J Sports Med.* 2006;34(11):1844-1851.
- Stephen M, Robert M, Marilyn P, et al. Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20:36-43.
- Taunton J, Ryan M, Clement D, et al. A retrospective case control analysis of running injuries. *Br. J. Sports Med.* 2002;36:95-101.
- Theou O, Gareth JR, Brown LE. Effect of rest interval on strength recovery in young and old women. *J Strength Cond Res.* 2008 ;22(6):1876-81.
- Wojtys EM, Huston LJ, Schock HJ, et al. Gender differences in muscular protection of the knee in torsion in size-matched athletes. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(5):782-789.
- Willson JD, Ireland ML, Davis IM. Core strength and lower extremity alignment during single leg squats. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:945-952.
- Zeller BL, McCrory JL, Kibler WB, et al. Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat. *Am J Sports Med.* 2003;31:449-456.