

신발 뒤굽 높이가 계단 올라가기 및 내려오기 동안 내측광근과 외측광근의 근 활성화도에 미치는 영향

오덕원, 김선엽
대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과

Abstract

Effect of Shoe Heel Height on Vastus Medialis and Vastus Lateralis Electromyographic Activity During Stair Ascending and Descending

Duck-won Oh, Ph.D., P.T.
Suhn-yeop Kim, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Health Sports Science, Daejeon University

This study aimed to investigate the effect of differing heel heights on the electromyographic (EMG) activity in vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL) during stair ascending and descending activities. A total of 26 healthy women volunteered to perform stair-ascending and stair-descending tasks with 3 heel heights: barefoot, 3 cm, and 7 cm. The EMG activities of the VM and VL were recorded during the tasks. During the stair ascending and descending tasks, the EMG activities of both VM and VL significantly changed with differing the heel heights ($p < .05$). Moreover, the EMG activities of VM and VL during the stair ascending task were significantly higher than the corresponding values during the stair-descending task ($p < .05$). However, there were no significant differences between the VM:VL EMG ratios for the 3 heel heights ($p > .05$). The VM:VL EMG ratios between the 2 tasks differed significantly in the 7 cm high heel condition ($p < .05$). Despite an increase in the EMG activities in both VM and VL during stair ascending and descending tasks, there was no change in the relative EMG intensities of VM and VL, which was measured by calculating the VM:VL ratio. This result indicates that no VM:VL imbalances were elicited. The relative EMG intensities of VM and VL during stair descent were lower than the corresponding values during the ascent, suggesting that VM and VL may show an imbalance in the eccentric activation during the weight-acceptance phase. This study provides useful information that will facilitate future research on how heel height affects muscle activity around the knee joint.

Key Words: High-heeled shoes; Knee; Stair up and down; Vastus lateralis; Vastus medialis.

I. 서론

무릎은 하지의 관절 중에서 통증 및 기능장애가 가장 많이 나타나는 관절로, 이러한 증상들은 나이에 관계없이 발생된다(Sheehy 등, 1998). 무릎에서 나타나는 증상은 무릎 구부린 채 앉아 있기, 계단 오르기 및 내리기, 그리고 경사로 걷기 등 일상생활과 관계된 여러 활동들로 인

하여 악화될 수 있다(Ficat와 Hungerford, 1977). 이러한 증상들은 뼈 기형, 근육 불균형, 그리고 관절낭 및 인대와 같은 결합조직의 문제로 나타나는 비외상성 요인들과 관계될 수 있으며, 외상으로 인하여 관절에 직접적인 충격이 주어지면서 발생할 수도 있다(Sheehy 등, 1998).

무릎 관절의 기능을 저하시키는 가장 일반적인 요인 중의 하나인 근육 불균형은 슬개대퇴증후군

통신저자: 오덕원 duckwono@dju.kr

본 연구는 2008학년도 대전대학교 교내학술연구비 지원에 의함.

(patellofemoral syndrome)과 퇴행성 관절염 등의 근본적인 원인으로 알려져 있다(Tang 등, 2001). 특히, 상호 길항적인 작용을 통해 슬개골의 위치를 조절하는 내측 광근(vastus lateralis)과 외측 광근(vastus medialis)은 무릎 기능의 역학적인 효율성 측면에서 매우 중요하게 고려되고 있다(Callaghan, 1996; Tang 등, 2001). 대부분의 무릎 통증은 외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도가 감소되거나, 혹은 내측 광근의 근 수축 개시 시점이 지연되는 것과 밀접한 관계가 있으며, 이러한 이유로 슬개-대퇴의 정렬에 문제가 발생하여 역학적인 불균형이 나타나게 된다(Callaghan, 1996).

무릎에서 일반적으로 발생하는 근골격계의 문제인 슬개대퇴증후군과 퇴행성 관절염은 남성보다는 여성에게서 더욱 많이 발생하는 것으로 보고되고 있다(DeHaven과 Lintner, 1986). Horton과 Hall(1989)은 무릎 병변이 여성에게서 더 많이 발생하는 이유를 호르몬의 특성과 근골격계 구조들에 대한 성별 차이 때문인 것으로 보았다. 그러나 성별 차이와 같은 내재적인 요인에도 불구하고 무릎을 제외한 다른 관절 병변의 발생률은 성별에 따라 차이가 나지 않으므로 이를 결정적인 요인으로 설명하기는 어렵다(Lawrence 등, 1998). 최근의 연구들은 여성에서 무릎 병변이 호발하는 이유를 신발 형태, 활동 수준, 그리고 체중과 같은 외재적인 요소들에서 찾고 있다(Kerrigan 등, 2005; Syed와 Davis, 2000). 이러한 외재적인 요인들은 보행 동안 정상적인 힘 분포를 변화시켜 무릎과 같은 하지 관절들의 상태를 악화시키는 것으로 보고되고 있다(Syed와 Davis, 2000).

많은 외재적 요인들 중 대부분의 여성들에게 익숙해져 있는 하이힐은 신체의 정적인 상태 및 동적인 움직임에 대한 변화를 초래할 수 있기 때문에 무릎과 관련된 근골격계 문제의 발생 요인 중의 하나로 고려되고 있다(Franklin 등, 1995; Guccione 등, 1990; Verbrugge, 1995). 발굽 높이가 같은 하이힐의 특성은 신체 수직 지면반발력 및 외재성 내전 모멘트와 같은 하지의 역학적인 특성뿐만 아니라 신체 전반적인 균형에 많은 영향을 미친다(Brecht, 1995). 이러한 영향은 무릎의 근육 작용의 변화와도 관계될 것이며, 결국에는 무릎의 여러 문제들을 야기시키는 요인으로 작용할 것이다(Cimmino와 Parodi, 2005; Kerrigan 등, 2005). Hertel 등(2005), Lee 등(2001), 그리고 Stefanyshyn(2000)은 하이힐 특성과 관련된 신발의 형태 및 높이가 대퇴 근육들의 활성도를 변화시키는 것으로 보고하였다. 또한 Edwards

등(2008)은 발굽 높이가 증가됨에 따라 앉고 일어서는 과제에서 내측 광근과 외측 광근과 같은 근육들의 활성도가 변화될 수 있음을 지적하였다.

신발은 다양한 지면의 특성에 대해 불편감 없이 보행할 수 있도록 해주며, 외부의 충격으로부터 발을 보호하는데 중요한 역할을 한다(McPoil, 1988). 그러나 오래 동안 신발의 역할에 대해 큰 관심을 갖지 않았으며, 적절한 신발의 선택이 균형과 보행 형태에 영향을 미칠 수 있다는 것을 인식하지 못하였다(Menz와 Lord, 1999). 특히 많은 여성들이 신고 있고 무릎 병변의 위험 요소로 거론되고 있음에도 불구하고 하이힐을 통해 나타날 수 있는 근육 불균형과 이와 관계된 신체적인 특성에 대해서는 많이 연구되지 않았으며, 하이힐에 대한 연구의 범위 또한 발의 역학적인 면에 초점이 맞추어져 시행되었다. 이에 본 연구는 하이힐이 신체에 미치는 영향을 고려하여 뒤굽 높이가 다른 하이힐을 신고 계단 올라가기 및 내려가기와 같은 활동을 하는 동안 무릎의 상태에 영향을 미칠 수 있는 내측 광근과 외측 광근의 상태를 평가하고 비교하기 위하여 계획되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 20대 초반의 젊은 여성 26명으로 하였다. 최근 1년 이상, 1주일에 3일 이상, 그리고 하루 4시간 이상 하이힐을 신고 생활한 사람을 연구 대상에 포함시켰으며(Snow와 Williams, 1994), 발목 및 무릎에 정형외과적인 문제가 있는 사람, 6개월 이전 동안 발목과 무릎에 상해가 있었던 사람, 현재 신체 전반적으로 불편감 및 통증을 호소하는 사람, 그리고 임신한 사람과 정신과적 문제가 있는 사람은 연구에서 제외시켰다. 연구 대상자의 나이는 21.2 ± 9 이었으며, 신장은 161.7 ± 4.2 이었고, 체중은 56.4 ± 5.1 이었다. 연구대상자의 우세측 다리는 오른쪽이 22명(84.6%)이었고 왼쪽이 4명(15.4%)이었다.

2. 연구절차

하이힐에 대한 영향을 평가하기 위하여 맨발, 3 cm, 그리고 7 cm의 굽 높이를 사용하였다. 하이힐 뒤굽의 지면 접촉면의 면적은 모두 약 1 cm^2 이었다. 모든 하이힐은 대상자들의 발 크기에 맞게 적용되었다. 본 연구

에서 사용된 계단 도구는 양쪽에 계단 난간이 있는 높이 15 cm, 깊이 30 cm, 그리고 너비 75 cm의 계단을 이용하였다. 계단 올라가기 및 내려오기는 난간을 잡지 않고 시행하였으며, 메트로놈¹⁾을 이용하여 1초 동안 계단 1단을 오르도록 이동 속도를 조절하였다. 우세측 다리는 공을 찰 때 사용되는 다리로 정하였다(Edwards 등, 2008). 근전도 측정은 각각 세 번씩 시행하였으며, 각 측정에 대한 평균값을 분석에 이용하였다.

3. 근전도 측정 및 자료처리

내측 광근과 외측 광근의 활성도를 평가하기 위하여 표면 근전도²⁾를 사용하였으며, 측정된 자료는 근전도 소프트웨어인 Telescan version 2.89를 사용하여 저장되고 분석되었다. 근전도 측정은 제모 후에 에틸 알콜로 피부를 소독한 다음 표면 전극³⁾(직경 11.4 mm, 전극 테 직경 20 mm, 350배 증폭, 그리고 3db 대역여파)을 양쪽 다리의 내측 광근과 외측 광근에 부착하였다. 전극은 근섬유들의 방향으로 지향되도록 부착하였다(그림 1). 내측 광근에 대한 전극은 슬개골(patella)의 상내측 가장자리(superomedial border)에서 위쪽으로 4 cm, 내측으로 3 cm 부위로 대퇴골에 대해 55도의 각을 이루도록 부착하였으며, 외측 내측 광근에 대한 전극은 슬개골의 위쪽 가장자리에서 위쪽으로 10 cm, 외측으로 7 cm 부위로 하여 대퇴골에 대해 55도의 각을 이루도록 부착하였다(Cowan 등, 2001). 접지 전극(ground electrode)은 요천추 연접(lumbosacral junction)의 중간 부위에 부착하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling

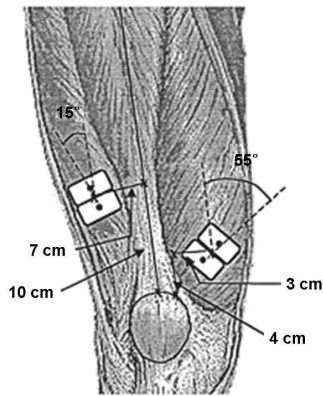


그림 1. 표면근전도 전극 위치.

rate)은 1024 Hz로 설정되었으며, 근전도 신호의 증폭률은 1785였다. 전기신호에 의한 잡음을 제거하기 위하여 60 Hz의 노치 필터(notch filter)를 사용하였다.

근 활성도에 대한 분석을 위하여, 각 조건에서 3회씩 근전도 측정을 시행 한 후 제곱평균제곱근(root mean square) 평균값을 계산하였다. 그 후 이를 최대수의등척성수축(maximal voluntary isometric contraction)에 대한 백분율로 표준화하여 사용하였다. 최대수의등척성수축 평가는 Kendall 등(2005)에 의해 추천된 무릎 신전근의 도수근력 검사 자세에서 시행되었으며, 5초 동안 수축하였을 때 측정된 무릎 신전근의 제곱평균제곱근 값으로 기록되었다. 최대수의등척성수축 평가는 3회 시행되었으며, 평균값으로 계산되어 사용되었다.

4. 분석방법

모든 측정값들은 윈도우용 SPSS version 14.0 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 세 가지 하이힐 뒤굽 조건에서 평가된 내측 광근과 외측 광근의 근활성도 측정값들, 그리고 두 근육 사이의 근활성도 비(ratio) 간에 차이가 있는지를 비교하기 위하여 반복측정 분산분석(repeated ANOVA)을 사용하였으며, 이 검증을 통해 유의한 차이가 나타난 경우 사후 검증(post-hoc)으로 Scheffe 법을 이용하였다. 내측 광근과 외측 광근의 근활성도가 계단 올라가기 과제와 계단 내려오기 과제 사이에 차이 나는 지를 비교하기 위하여 짝비교 t 검정(paired t-test)을 시행하였다. 통계학적 유의성 검증을 위해 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다. 또한 각 조건에서 내측 광근과 외측 광근의 근활성도 측정값에 대한 검사-재검사 신뢰도를 평가하기 위하여 급간내상관계수(intraclass correlation coefficients; ICC)를 계산하였다.

III. 결과

표 1은 맨발, 3 cm 하이힐, 그리고 7 cm 하이힐을 신고 계단 올라가기 및 내려오기 과제를 수행하는 동안의 내측 광근과 외측 광근의 근활성도를 보여주고 있다. 계단 올라가기 및 내려오기 과제에서 모두 내측 광근과 외측 광근의 근활성도가 맨발, 3 cm 하이힐, 그리고 7

1) MH-3000 Chromatic metro-tuner, Muztek, Seoul, Korea.
2) QEMG-4 System, LXM 3204, Lathax, Daejeon, Korea.
3) Red Dot, 3M, St. Paul, U.S.A.

표 1. 계단 올라가기 및 내려오기 과제를 수행하는 동안 나타나는 맨발, 3 cm 하이힐, 그리고 7 cm 하이힐 사이의 내측 광근과 외측 광근의 근활성도 비교

	맨발	3 cm 하이힐	7 cm 하이힐	F 값
내측 광근				
계단 올라가기	61.50±32.31 ^a	75.05±35.29	82.90±41.17	5.40*
계단 내려오기	24.91±10.28	28.68±16.75	31.47±11.78	4.17*
t 값	3.91*	3.38*	4.53*	
외측 광근				
계단 올라가기	52.36±23.17	67.81±29.07	73.48±32.18	7.74*
계단 내려오기	30.07±15.92	26.55±9.60	34.99±9.56	22.98**
t 값	2.94*	3.29*	3.84*	

^a평균±표준편차.
*p<.05, **p<.01.

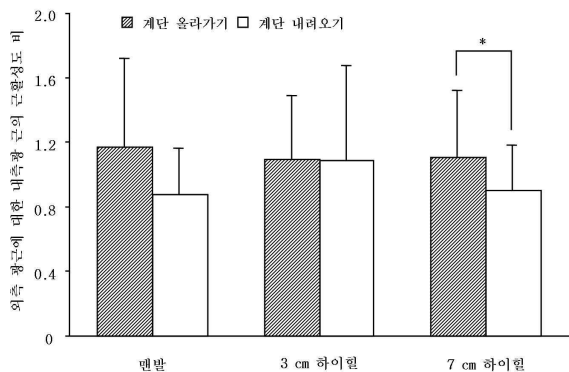


그림 2. 외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도 비.
*p<.05.

cm 하이힐 사이에 유의한 차이가 있었다(p<.05). 사후 검정 결과, 계단 올라가기 과제에서 내측 광근의 근활성도는 맨발과 3 cm 하이힐, 그리고 맨발과 7 cm 하이힐 사이에 유의한 차이가 있었으며(p<.05), 외측 광근의 근활성도는 맨발과 7 cm 하이힐 사이에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05). 또한 내려오기 과제에서 내측 광근의 근활성도는 맨발과 3 cm 하이힐 사이에 유의한 차이가 있었으며(p<.05), 외측 광근의 근활성도는 3 cm 하이힐과 7 cm 하이힐 사이에 유의한 차이가 있었다(p<.05). 계단 올라가기와 계단 내려오기 과제 사이의 근활성도 비교에서는 맨발, 3 cm 하이힐, 그리고 7 cm 하이힐 조건에서 모두 내측 광근과 외측 광근의 근활성도에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05).

외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도 비는 계단 올라가기 과제에서 맨발이 1.15±.45, 3 cm 하이힐이

1.14±.44, 그리고 7 cm 하이힐이 1.32±.86으로 세 조건 사이에 유의한 차이가 없었다(F=1.25, p=.30). 또한 계단 내려오기 과제에서도 모두 유의한 차이가 없었다(F=1.26, p=.29). 계단 올라가기 과제와 계단 내려오기 과제 사이의 비교에서 맨발(t=.84, p=.41)과 3 cm 하이힐(t=.88, p=.38)에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 7 cm 하이힐(t=2.92, p=.01)에서는 유의한 차이가 있었다(p<.01)(그림 2).

근활성도 측정값에 대한 ICC 분석에서 검사-재검사 신뢰도는 계단 올라가기 시 내측 광근에서 .93, 외측 광근에서는 .95, 그리고 계단 내려오기 시 내측 광근에서 .89, 외측 광근에서는 .90으로 나타났다. 평가도구의 신뢰성을 평가하기 위한 ICC 기준이 .75 이상임을 고려해 볼 때(Portney와 Watkins, 2000), 본 연구에서 사용된 근전도 측정은 충분히 수용할 만한 것으로 여겨질 수 있었다.

IV. 고찰

신발은 외부의 지면 환경에 대한 적응성을 높여 발을 보호하는데 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(McPoil, 1988). 그러나 신발이 전반적인 신체 기능과 어떠한 관계가 있는지 혹은 신발 형태가 보행 및 하지의 움직임에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 중요하게 고려되지 않았다(Menz, 1999). 특히 대부분의 여성들이 선호하고 있고 일상 활동 중에 익숙하게 사용하고 있는 하이힐에 대해서는 더욱 그러하다(Franklin 등, 1995). 본 연구는 하이힐의 뒤굽 높이가 계단 올라가기 및 내려오기와 같은 활동을 하는 동안 무릎의 안정성과

관계된 내측 광근과 외측 광근의 근활성도에 영향을 미치는지를 평가하기 위하여 시행되었다.

본 연구에서 사용된 과제인 계단 올라가기 및 내려오기는 무릎 작용과 밀접하게 관계되는 기능적 활동으로, 무릎 병변을 가지고 있는 사람들이 가장 어려워하는 체중 지지 활동 중의 하나이다(Guccione 등, 1994). 또한 체중을 지탱하여 몸의 안정성을 유지하는 것에 있어서 일반 평지에서 걷는 것보다 더 많은 근력 및 근 조절 능력을 필요로 하므로, 이를 통해 일상생활과 연관된 무릎의 기능적 수준을 보다 명확히 판단할 수 있다(McFadyen과 Winter, 1988). 무릎 근육들의 기능적인 관련성을 설명하기 위하여 시행된 연구들은 대부분 정상인 혹은 무릎 병변 환자들을 대상으로 하여 슬개골 안정성에 큰 영향을 미칠 수 있는 내측 광근과 외측 광근의 수축 개시시점을 평가하여 비교하였다(Cowan 등, 2001; Hinman 등, 2002; Karst와 Willett, 1995; Powers 등, 1996; Sheehy 등, 1998). 그러나 이 연구들은 내측 광근과 외측 광근의 수축 개시시점이 무릎의 기능성 및 병변 상태와 유의하게 관계되지 않는 것으로 보고하였다(Hinman 등, 2002; Sheehy 등, 1998). 반면, 내측 광근과 외측 광근의 전반적인 근력의 차이는 일상 활동 중에 문제가 발생시킬 수 있는 중요한 요인으로 설명되고 있다(Grabiner 등, 1991). 이러한 선행 연구들의 결과에 근거하여, 본 연구에서는 내측 광근과 외측 광근의 수축 개시시점에 대한 평가 보다는 내측 광근과 외측 광근의 근활성도에 대한 평가를 주요 변수로 포함시켰다.

본 연구는 맨발, 3 cm 하이힐, 7 cm 하이힐 등의 세 가지 뒤굽 조건을 통해 내측 광근과 외측 광근의 근활성도에 대한 하이힐의 영향을 평가하였다. 연구의 결과는 계단 올라가기 및 내려오기 과제를 수행할 때 맨발 보다는 3 cm 하이힐과 7 cm 하이힐에서 내측 광근과 외측 광근의 근활성도가 유의하게 증가되는 것으로 나타났다($p < .05$). 이러한 결과는 하이힐을 신고 체중지지 활동을 수행할 때 나타나는 무릎의 운동학적인 특성과 관련될 것이다. Opila-Correia(1990)는 하이힐을 신고 보행하는 동안 나타나는 무릎 움직임에 대한 운동학적인 분석을 통하여 입각기(stance phase) 시 무릎 신전 각도가 감소됨을 보고하였으며, 이로 인하여 내측 광근 및 외측 광근의 근활성도가 변화될 수 있음을 지적하였다. 이러한 견해는 Lee 등(2001)의 연구에서도 찾아볼 수 있다. Edwards 등(2008)은 앉기 및 서기와 같은 체중지지 과제를 수행할 때 내측 광근과 외측 광근의 근활성

도가 유의하게 증가된다고 하였으며, 이를 신발 뒤굽 높이가 무릎의 역학적인 특성 변화와 관련되기 때문이라고 설명하였다. 일반적으로, 계단 올라가기 및 내려오기 과제는 체중지지에 있어서 일반 보행에서보다 더 큰 움직임 모멘트를 요구하므로 내측 광근과 외측 광근에서 더 많은 근력이 주어진다(McFadyen과 Winter, 1988).

계단 올라가기 및 내려오기 과제를 수행하는 동안 외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도 비는 맨발, 3 cm 하이힐, 7 cm 하이힐 사이에 유의하게 차이 나지 않는 것으로 나타났다($p > .05$). 하지 관련 과제들을 수행함에 있어서 하이힐 착용이 내측 광근과 외측 광근의 전반적인 근활성도 증가와 관계된다는 Lee 등(2001)의 연구 결과와 마찬가지로, 본 연구에서도 하이힐 뒤굽 높이가 증가될수록 두 근육의 근활성도가 증가되었다. 뒤굽이 증가됨에 따라 두 근육에서 모두 근활성도가 증가되었으므로 외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도 비가 세 뒤굽 조건들 사이에 유의하게 차이 나지 않았을 것이다. 이러한 결과는 계단 올라가기 및 내려오기 과제를 수행할 때 나타나는 무릎 근육들의 활성도에 대한 Sheehy 등(1998)의 연구에서도 확인할 수 있다. 또한 신발 뒤굽 높이에 대한 Edwards 등(2008)의 연구에서도 이와 유사한 결과를 보고하고 있다. 외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도 비는 이 두 근육의 상대적인 근활성도를 의미하므로(Edwards 등, 2008), 이를 통해 무릎 근육들의 불균형 및 불안정성을 예측할 수 있다(Tang 등, 2001). 외측 광근에 대한 내측 광근의 근활성도 비에 대한 본 연구의 결과는 계단 올라가기 및 내려오기와 같은 체중지지 과제에서 신발의 뒤굽 높이 특성을 근육 불균형으로 인한 무릎의 불안정성 유발 요인으로 설명할 수 없다는 것을 의미한다.

내측 광근과 외측 광근의 근활성도는 계단 내려오기에서 보다 올라가기 과제에서 유의하게 더 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 계단 올라가기 과제는 다른 과제들에 비해 체중을 지탱하여 몸의 안정성을 유지하는데 더 많은 근력과 근 조절 능력을 요구하기 때문에 이 두 근육의 활성도는 더욱 증가될 것이다(McFadyen과 Winter, 1988). 내측 광근과 외측 광근의 근활성도 비에서는 맨발 및 3 cm 하이힐을 착용하였을 때 두 과제 사이에 유의한 차이가 없었지만($p > .05$), 7 cm 하이힐을 착용하였을 때는 계단 올라가기 과제를 수행할 때보다 계단 내려오기 과제 과제를 수행할 때 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < .05$). 무릎의 체근들 중 내측 광근의 활

성도는 구심성 수축(centric contraction)을 할 경우보다 원심성 수축(excentric contraction)할 경우에 더욱 하여진다(Sheehy 등, 1998). 그러므로 7 cm 하이힐에서 두 과제 사이에 내측 광근과 외측 광근의 근활성도 비지만($p > 0.05$ 차이)은 두 과제에 포함됨에 비해 체근의 수축 특성에 따른 내측 광근의 활성화도 하이라계 단될 것이다. 내측 광근은 외측 광근에 비해 근육 자체의 크기가 더 작으므로 상대적으로 더 작은 힘을 형성 > 0.05 되기를 작아 같은 무릎 근육들의 특성은 슬개골 외측 편향성유 중요한 원인으로 설명되고 있다(Grabiner 등, 1991). 대부분의 무릎 통증은 근육 불균형으로 인한 무릎의 과제를 수때보다 별점 > 0.05 관계된다(Callaghan, 1996). 또한 라가기 과제를 수행할 때보는데 더 많무릎 통증 환자들은 내측 광근과 외측 광근의 근활성도 비지만 정상인에 비해 더 낮05 나타난다(Cerny, 1995; Powers 등, 1996; Sheehy 등, 1998). 그러므로 본 연구의 결과는 뒤굽이 높은 신발기에서는 상태에서 내려오기 과제와 같이 원심성 수축이 포함된 활동을 수행98 경우 잠재적으로 무릎 근육들의 불균형이 초래이 두 근육을 유지하는데 더 많무릎에 부정물 수증상이 나타날 가능성이 높 원심성98 것을 의미한다.

본 연구는 무릎 병변이 없는 젊은 여성들을 대상으로 하여 시행되었다. 따라서 본 연구의 결과를 모든 연령대에 적용하거나 무릎 병변이 있는 사람들에게 일반화시켜 이해하는 것에는 제한이 따를 것이다. 향후에는 이러한 점을 보완하여 다양한 연령층의 대상자와 질환 특성에 맞는 대상자들을 포함시키고 장기간의 추적 관찰을 시행하는 연구가 시행되어야 할 것이다. 또한 본 연구는 하이힐의 영향을 평가하는데 있어서 운동학적 요소들을 포함시키지 않았다. 보행분석과 힘판(force plate) 측정과 같은 운동학적 요소들의 평가를 통해 보행형태, 지면반발력 및 압력분포에 대한 보다 정확한 정보를 파악할 수 있지만, 운동학적 분석이 포함되어 있지 않다고 해서 향후의 연구에 대해 진보적인 지식을 제공해주는데 문제가 된다고 볼 수는 없다(Edwards 등, 2008). 다른 근전도 연구들에서도 운동학적 분석을 포함시키지 않았다(Hertel 등, 2005; Janwantanakul과 Gaogasigam, 2005; Lehman 등 2006; Ryan과 Rowe, 2006). 본 연구의 중점은 무릎 병변의 원인으로 고려되고 있는 근육 활성화도의 변화를 평가하는 것이었다. 무릎의 기능적인 수행도를 평가하는 연구들은 대부분 근전도를 이용하여 슬개골을 안정화시키는 근육들의 활성

도를 측정하였다(Cowan 등, 2001; Edwards 등, 2008; Gilleard 등, 1998; Hinman 등, 2002; Karst와 Willett, 1995; Powers 등, 1996). 본 연구는 다양한 움직임 과제를 수행하는 동안 하이힐이 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 시도되는 향후의 연구들을 위한 유용한 정보를 제공해줄 수 있다. 향후에는 하이힐을 신고 수행하는 다양한 움직임 과제들에 대한 운동학적 분석과 근전도 분석을 연계시키는 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

최근, 신발 형태는 근골격계 문제를 예방하고 일상생활과 관련된 많은 기능적인 문제들을 향상시키는데 중요한 것으로 고려되고 있다(Verbrugge, 1995). 본 연구는 신발의 뒤굽 높이에 따라 무릎의 안정성에 중요한 역할을 하는 내측 광근과 외측 광근의 근활성도가 변화될 수 있음을 보여주고 있다. 두 근육의 상대적인 비에서는 뒤굽 조건에 따른 차이가 나타나지 않았지만, 높은 굽에서 계단 올라가기 과제를 수행할 때 보다는 내려가기 과제를 수행할 때 두 근육의 상대적인 비가 유의하게 감소되는 것으로 나타났다. 이는 원심성 수축이 포함된 체중지지 활동을 하는 동안 뒤굽 높이에 따라 무릎 근육들의 동적인 활성화도가 변화될 수 있음을 나타내는 것이다. 본 연구는 무릎의 역학적인 상태에 영향을 미칠 수 있는 근육들의 활성화도 변화에 대한 것으로 하이힐과 관련된 잠재적인 문제들을 예측하는데 도움이 될 것이며, 또한 이와 관련된 분야에서의 향후 연구에 도움이 될 수 있는 정보를 제공해준다.

인용문헌

- Brecht JS, Chang MW, Price R, et al. Decreased balance performance in cowboy boots compared with tennis shoes. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(10):940-946.
- Callaghan MJ, Oldham JA. The role of quadriceps exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome. Sports Med. 1996;21(5):384-391.
- 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.
- Cimmino MA, Parodi M. Risk factors for osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum.* 2005;34(6 Suppl 2):29-34.
- 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.
- DeHaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: Comparison by age, sport, and gender. *Am J Sports Med.* 1986;14(3):218-224.
- 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;10;3:2.
- Ficat RP, Hungerford DS. Disorder of the Patello-Femoral Joint. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1977.
- Franklin ME, Chenier TC, Braunger L, et al. Effect of positive heel inclination on posture. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;21(2):94-99.
- 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, Miller GF. Fatigue rates of vastus medialis oblique and vastus lateralis during static and dynamic knee extension. *J Orthop Res.* 1991;9(3):391-397.
- Guccione AA, Felson DT, Anderson JJ. Defining arthritis and measuring functional status in elders: Methodological issues in the study of disease and physical disability. *Am J Public Health.* 1990;80(8):945-949.
- 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.
- Hertel J, Sloss BR, Earl JE. Effect of foot orthotics on quadriceps and gluteus medius electromyographic activity during selected exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(1):26-30.
- 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.
- Horton MG, Hall TL. Quadriceps femoris muscle angle: Normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Phys Ther.* 1989;69(11):897-901.
- Janwantanakul P, Gaogasigam C. Vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscle activity during the application of inhibition and facilitation taping techniques. *Clin Rehabil.* 2005;19(1):12-19.
- 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.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain.* 5th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- Kerrigan DC, Johansson JL, Bryant MG, et al. Moderate-heeled shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(5):871-875.
- Lawrence RC, Helmick CG, Arnett FC, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the United States. *Arthritis Rheum.* 1998;41(5):778-799.
- Lee CM, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. *Int J Ind Ergon.* 2001;28(6):321-326.
- Lehman GJ, Macmillan B, MacIntyre I, et al. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dyn Med.*

- 2006;5:7.
- McFadyen BJ, Winter DA. An integrated bio-mechanical analysis of normal stair ascent and descent. *J Biomech.* 1988;21(9):733-744.
- McPoil TG Jr. Footwear. *Phys Ther.* 1988;68(12):1857-1865.
- Menz HB, Lord SR. Footwear and postural stability in older people. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999;89(7):346-357.
- Opila-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(5):304-309.
- Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research: Applications to practice.* 2nd ed. New Jersey, Prentice-Hall, 2000:565.
- 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.
- Ryan CG, Rowe PJ. An electromyographical study to investigate the effects of patellar taping on the vastus medialis/vastus lateralis ratio in asymptomatic subjects. *Physiother Theory Prac.* 2006;22(6):309-315.
- Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ, et al. An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(6):423-429.
- Snow RE, Williams KR. High heeled shoes: Their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(5):568-576.
- Stefanyshyn DJ, Nigg BM, Fisher V, et al. The influence of high heeled shoes on kinematics, kinetics, and muscle EMG of normal female gait. *J Appl Biomech.* 2000;16(3):309-319.
- Syed IY, Davis BL. Obesity and osteoarthritis of the knee: Hypotheses concerning the relationship between ground reaction forces and quadriceps fatigue in long-duration walking. *Med Hypotheses.* 2000;54(2):182-185.
- 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.
- Verbrugge LM. Women, men, and osteoarthritis. *Arthritis Care Res.* 1995;8(4):212-220.

논문접수일 2009년 5월 18일

논문게재승인일 2009년 8월 7일