

정상성인에서 경사로의 사용 방향이 다리근육의 활성화 및 안쪽/가쪽넓은근의 비율에 대한 연구

이상열¹ · 이수경^{2*}

¹경성대학교 물리치료학과, ^{2*}동의대학교 물리치료학과

The Comparison of Lower Limb Muscle Activities and VMO/VLO Ratio according to Direction for Using the Ramp in the Normal Adult

Lee Sangyeol, PT, Ph.D¹ · Lee Sukyoung, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Kyungung University

^{2*}Dept. of Physical Therapy, College of Nursing, Healthcare Sciences and Human Ecology, Dong-Eui University

Abstract

Purpose : The purpose of study was to find out the environmental risk factor that can be easily occurred imbalance muscle activities according to direction for using the ramp during one legged standing.

Method : The subjects were 20 normal adults with a mean age of 23.15 ± 2.14 years and a Body Mass Index (BMI) of 22.74 ± 1.07 . Participants were measured muscle activities on vastus medialis, vastus lateralis, tibialis anterior, peroneus longus during one legged stance at four conditions ramp (down ramp, up ramp, medial ramp, lateral ramp). The statistical analyses were performed using IBM SPSS(Ver. 23) and p-value less than .05 were considered statistically significant for all cases.

Result : In this study, the activity of the lower extremity muscle and the ratio of the vastus medial and lateral muscles according to the direction of use of the ramp were investigated. The changes in the muscle activity of the lower limbs along the direction of the ramp were significantly different between the vastus medial muscle and the peroneus longus muscle.

Conclusion : For a short time on a ramp or a pedestrian crossing, a clerk in a ramp can move or stand by placing the lower limbs in various directions, but if performed in consideration of the individual's disease characteristics or unstable foot position, It is thought that there will be an effect to prevent on the ankle and knee instability.

Key Words : imbalance, muscle activity, ramp direction

*교신저자 : 이수경 ptlsk@deu.ac.kr

논문접수일 : 2017년 7월 20일 | 수정일 : 2017년 8월 7일 | 게재승인일 : 2017년 8월 9일

※ 이 성과는 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017R1C1B5015093).

I. 서 론

우리가 일상적으로 활동하는 환경은 편평하다고는 볼 수 없으며, 경사로 보행 및 경사로 위에서의 서기는 인간에게 있어서 필수적 요소이다(윤남식 등, 1998). 경사로는 옥외 공간에서 높낮이의 변화를 연결시켜주는 등 수직이동을 하는 수단으로 매우 중요하며, 유모차, 휠체어, 자전거 등의 바퀴달린 기구들의 운행과 관련하여 계단을 이용하기보다 훨씬 유용하다(류남형, 1995). 이외에도 턱이 높은 보도블럭과 횡단보도를 연결시켜 보행 시 턱에 걸려 넘어지는 사고를 예방하거나 완화시켜주는 방법으로 사용되어지고 있다. 특히 경사로의 설치규격은 법적으로 제시되어 있는데(이동훈 등, 2010), 우리나라의 경우 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률 시행규칙(보건복지부, 2010)으로 경사로의 기울기는 1:12, 1:8 까지 만들 수 있도록 규정하고 있다. 일상생활활동에서 횡단보도나 보행로, 산책로에서의 경사로 또는 건물 안으로의 이동이외에도 넓은 공간 및 각 층을 이어주는 백화점이나 마트에서의 경사로형 에스컬레이트 등을 쉽게 사용할 수 있는데 이러한 경사로의 사용 시 경사로 위에서의 인체의 움직임은 정적인 자세로 서있으면서도 동적인 균형 유지하고 안전하게 기립 및 이동을 위한 전략을 사용하게 될 것이다.

기본적으로 다리는 체중부하구조이며, 안정성과 균형을 유지하고 보행 시에는 신체를 전방으로 추진시키며 이동에 필요한 기본적 운동을 제공하며(Gallery와 Foster, 1987), 또한 발은 보행 시 몸통의 이동에 필요한 추진력과 진행 방향을 제공할 뿐만아니라 이동시 발생하는 물리적 충격을 흡수하며 체중을 지지하고 지면에 대한 적응 및 몸의 중심이 이동에 반응하여 균형을 유지하는 동시에 경사로에 맞게 발자체의 안정성을 유지하여야 하는 역할을 하고 있다(성일훈, 2000).

횡단보도에서 보행자 신호를 기다리는 동안에 내림 경사로 위에서의 서있기와 주위 사람들과의 소통이나 대화 등으로 서로 마주보며 경사로 위에서 옆서기 또는 오름 경사로의 서기 등 다양한 일상생활속에서의 환경에서 균형을 유지하며 정적, 동적인 움직임과 안정성을 요하는 상황들은 흔히 일어난다. 이러한 환경적인 요소 이외에

도 남, 여의 차이, 개인 특성의 차이, 연령에 따른 차이 등 경사로에서의 움직임과 관련된 요소들은 아주 다양한데 특히 노인의 경우 고령자의 일반적인 보행에서의 보행속도, 보폭이 청년군에 비해 약 20 % 정도의 차이를 나타내며 보행능력이 낮으며, 또한 일반 보행에 비해 경사로 보행이 발뒤꿈치당기와 발가락떼기 시 매우 큰 차이가 나타나 경사로 보행 시 하지 근력이 약한 고령자에게는 안전 장치가 설치된 곳을 이용하라고 권고하고 있다(조웅 등, 2015).

일반적으로 신발의 중창의 높이에 따른 정적 및 동적 균형에 관한 연구(송근찬 등, 2015) 또는 다양한 지지면에서의 스쿼트 운동이 무릎관절 근력 및 위치감각(강동훈 등, 2013)과 관련된 연구 등은 찾아 볼 수 있으나 일상생활에서 사용되어지고 있는 경사로의 다양한 방향과 연계한 서기에서의 다리의 근활성도 변화를 알아본 연구는 없다. 따라서 본 연구는 경사로의 네 가지 방향에서의 다리의 근활성도 변화 및 방향에 따라 넓다리네갈래근 중 안쪽 및 가쪽넓은근의 활성도 비율을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 20대 정상 성인 남성 20명을 대상으로 실시하였다. 대상자는 모두 연구의 절차와 목적에 대해 이해하고 자발적으로 참여에 동의하였다. 모든 대상자의 우세측은 오른쪽이었으며, 평균 연령은 23.15±2.14세였다. 경사로의 조건에 대한 체중이 가하는 하중의 편차를 예방하기 위하여 체질량 지수는 정상 범위의 대상자를 선정하였으며 평균 체질량 지수(Body Mass Index; BMI)는 22.74±1.07이었다. 하지 관절의 근골격계 질환이 있거나 최근 과도한 운동을 실시한 대상자는 제외하였다.

2. 연구방법

본 연구는 네 가지 경사로의 사용 방향에 따라 넓다리

에서의 근활성도와 발목의 움직임의 형성하는 근육의 활성도를 측정하기 위하여 오름 경사, 내림 경사, 안쪽 경사 그리고 가쪽 경사에서 외발서기 자세를 유지하는 동안 안쪽넓은근, 바깥쪽넓은근, 앞정강근, 긴종아리근의 활성도를 측정하였다. 경사로의 경사각은 선행 연구(Lee 등, 2017)에서 내·외측 경사로의 위험성을 제시한 15°로 설정였으며, 본 연구를 위해 자체 제작된 알루미늄 경사로에서 맨발로 자세를 유지하는 동안 측정하였다.

모든 대상자는 외발서기 동작에서 안정을 찾은 후 5초간 자세를 유지하는 동안 3회 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다. 표면근전도 시스템(Myosystem TM DTS, Noraxon Inc., USA)을 사용하여 각각의 근육 활성도를 측정하였으며, 측정된 결과는 근전도 분석 프로그램(Biomechanical analysis software MR 3.8, Noraxon Inc., USA)를 사용하여 분석하였다. 표면 전극은 Ag/AgCl 전극(IWC-DTS, 9113A-DTS, Noraxon Inc., USA)을 사용하였으며 전극의 간격은 1~2 cm로 하여 부착하였다.

근전도 신호의 표본 추출률은 1,024 Hz로 설정하였으며 대역통과필터 20~500 Hz와 60 Hz 노치필터를 이용하여 필터링하였다. 수집된 신호는 RMS(Root Mean Square) 값으로 정량화 하였다. 각각의 근육은 실험 참가 전 최대 등척성 수축을 측정하고, 이를 기준으로 % MVIC(Maximal Voluntary Isometric Contraction)로 환산하여 본 연구의 분석에 사용하였다. 안쪽 넓은근과 바깥쪽 넓은근의 활성화 비율은 아래의 식을 이용하여 환산하였다.

$$\frac{\text{안쪽 넓은근 활성화}}{\text{바깥쪽 넓은근 활성화}} \times 100$$

3. 자료 처리

측정된 자료는 IBM SPSS 23.0을 이용하여 각각의 경사로 사용 방향에 따른 하지 근육 활성화도와 안쪽 넓은근과 바깥쪽 넓은근의 활성화 비율을 비교하기 위해 일원배치분산분석을 사용하였으며 각각의 조건에서 차이를 밝히기 위한 사후검정으로 LSD를 이용하였다. 통계적 유의수준은 α 는 .05 하였다.

III. 연구결과

본 연구에서는 경사로의 사용 방향에 따른 하지근육의 활성화도 및 안쪽, 바깥쪽 넓은근의 비율을 확인한 결과는 다음과 같다. 경사로의 방향에 따른 하지의 근활성도의 변화는 안쪽넓은근과 긴종아리근에서 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$)(표 1). 사후검정의 결과는 안쪽넓은근의 경우 다른 경사로의 방향에 비해 가쪽 기울기에서 18.43 ± 6.08 %MVC으로 유의한 차이를 나타내었으며, 긴종아리근의 경우 평지보다 아래쪽 기울기에서 46.98 ± 28.50 %MVC으로, 안쪽 기울기에서 53.04 ± 42.92 %MVC 으로 유의한 차이를 나타내었으며, 가쪽 기울기에서 33.87 ± 26.86 %MVC으로 다른 방향들에 비해 유의한 차이를 나타내었다.

Table 1. muscle activities and VMO/VLO ratio by direction for using the ramp (%MVC)

	Flat	Down ramp	Up ramp	Medial ramp	Lateral ramp	F	p
VMO	11.26±4.25	12.17±9.44	9.98±2.64	10.45±4.03	18.43±6.08 [†]	9.17	.00*
VLO	21.79±3.92	18.71±7.73	24.25±5.24	19.32±6.51	22.00±7.60	2.34	.05
TA	14.48±6.73	14.24±9.16	14.53±8.45	16.59±5.52	14.57±8.72	.60	.87
PL	27.10±21.49	46.98±28.50 [†]	28.65±13.23	53.01±42.92 [†]	33.87±26.86 [‡]	2.75	.01*
VMO/VLO ratio	51.50±14.61	68.83±38.46 [†]	42.42±12.09	70.37±61.13 [†]	91.36±33.93 [‡]	5.74	.00*

VMO: Vastus medialis oblique, VLO: Vastus lateralis oblique, TA: Tibialis anterior muscle, PL: Peloneus longus muscle
Each value represents the mean (SD). The values with different superscripts (†, ‡) in the same column are significantly different ($p < 0.05$) by LSD

IV. 고 찰

일상생활에서의 이동은 단순히 평지만 보행하는 것이 아니라 오르막, 내리막 경사로, 다양한 종류의 길 등 여러 변인요소들을 많이 접할 수 있게 되며(오테영 등, 2010), 인간의 보행 형태는 가장 개인적인 것 중의 하나로써 자신의 독특한 보행형태를 가지고 있다. 그 사람의 직업, 인체 구조, 건강 상태 및 인격뿐만 아니라 다른 신체적이고 심리적이 특성도 보행에 포함되듯이(한진태 등, 2006) 경사로에서의 서기 또한 개인적인 성향을 많이 내포하고 있을 것이다.

본 연구에서는 다양한 방향에서의 한발 서기로 하지의 근활성도를 측정하고 서기 시 하지의 중간관절인 무릎의 안정성에 관여하는 안쪽과 가쪽넓은근의 활성도 비율을 확인하고자 하였다. 안쪽넓은근의 경우 가쪽 경사로에서 서기 시 유의한 차이를 나타내었는데, 임상에서는 무릎통증증후군 환자에게서 적용하는 웨지의 형태를 안쪽에 덧대는 형태와 같아서 안쪽넓은근의 활성도를 유도하기도 하는데(이현주 등, 2014), 특히 류마티스형 관절염환자에게 발의 안쪽면에 웨지를 적용하였을 때가 그러하다(윤남식 등, 1998). 일반적으로 무릎넓다리 통증증후군의 증상을 감소시키기 위해 넓다리네갈래근 중 안쪽넓은근을 선택적으로 강화하는 것이 관건인데, 이는 안쪽넓은근에 의한 무릎뼈의 고정으로 올바른 움직임을 유도할 수 있기 때문이다(Gallery & Foster, 1987).

경사로에서의 서기 시에도 평소 무릎이 불안정한쪽의 방향이 경사로에서 가쪽 서기가 된다면 안쪽넓은근을 선택적으로 활성화하는 자세라 유효한 정보라 생각되어진다. 또한 정도영(2013)은 정상인을 대상으로 발의 안쪽에 웨지를 이동하여 근전도를 측정하였으나 유의한 차이가 없었다고 하였고(류남형, 1995), 유원규 등(2005)의 연구에서는 정상인을 대상으로 한 안쪽 웨지 적용 시 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도의 비가 유의하게 증가하였다고 하였다. 본 연구에서도 안쪽과 아래쪽, 그리고 가쪽 방향에서 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비율이 유의한 차이를 나타내었는데, 그 중에서도 기울기의 방향이 가쪽일 때가 가장 높은 활성도 비를 나타내었다. 경사로 기울기에서 실제 발목의 불안정성으로

야기되는 신체중심의 이동으로 불균형이 야기될 때 발목에서의 더 많은 근육의 활성화도 필요하겠지만 발목전략에서 보다는 무릎전략으로 신체중심을 안정화하려는 경향이 있기 때문에(조규권과 김유신, 2001) 무릎에서의 안쪽과 가쪽넓은근의 활성화 증가와 동시에 안쪽넓은근의 선택적 강화에 초점을 맞추어 무릎뼈 끝림체계의 균형을 위해 무릎근육의 활성화 비율이 높아진다(Earl 등, 2001).

긴종아리근의 역할은 발의 옆침과 벌림, 들림을 하는 근육으로 고르지 못한 지면에서 발의 형태를 지면에 맞게 형성하며 발목의 안정성을 강화하는데 도움을 주며, 신체의 정렬을 바르게 하여 균형을 유지하게 한다. 이에 반해 발목에서의 부정렬은 또한 불안정한 발목을 만들어 신체중심이 무너지고 저하된 균형능력을 보상하는데 발목만이 아닌 무릎의 안정화 전략을 촉진시키는 결과를 나타내며(한진태 등, 2009), 앞서 나타난 결과와 같이 안쪽, 가쪽넓은근의 비율이 높아지는 연관성을 가지게 된다. 따라서 긴종아리근은 평평한 바닥 및 위쪽 기울기에서의 서기는 그 활성도가 낮게 측정되었으며, 발목의 불안정성을 야기하는 아래, 안쪽과 가쪽 기울기에서 서기는 활성도가 높게 측정되었는데 그 중에서도 안쪽 기울기는 긴종아리근이 수축되는 방향으로의 발이 옆침되기 때문에 더욱 높아진 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

다양한 방향의 기울기에서의 서기는 하지의 불안정성, 특히 무릎통증증후군이나 류마티스 관절염 또는 발목의 불안정성을 가진 사람들에게 단순히 짧은 시간 서기나 보행의 한 부분으로써의 서기로 인식되었지만 하지의 통증이나 변형을 야기할 수 있는 원인으로 작용할 수 있기 때문에 개개인의 성향이나 질환과 기능장애에 따라 경사로에서의 짧은 시간의 서기라도 그 방향을 고려해야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 다양한 방향의 경사로에서 한 발 서기를 실시하는 과정에서 평지를 포함한 5가지 경사면에서의 발목의 위치에 따른 하지의 근활성도를 측정하고 하지의 중간관절인 무릎관절의 안정성을 나타내는 안쪽과 가쪽

넓은근의 비율을 알아보려고 하였다. 안쪽넓은근의 경우 가쪽서기 시 높은 활성도를 보였는데, 불안정한 발목관절을 보완하기 위한 방법으로 안쪽넓은근을 선택적으로 활성화시켜 무릎의 안정화에 기여한 것으로 판단되며, 긴종아리근의 경우 평지서기와 오름 경사로를 제외한 나머지 경사로에서 활성도가 높게 나타났는데 그 중 안쪽 경사로의 경우 발이 옆침되어 있는 자세와 동시에 긴종아리근이 수축하는 자세이기 때문에 다른 경사로 서기에 비해 상대적으로 높은 활성도가 나타난 것으로 나타났다. 경사로에서의 보행이나 횡단보도에서 짧은 시간동안 경사로에서의 서기는 다양한 방향으로 하지를 위치시켜 이동이나 대기가 가능하나 평소 개개인의 질환의 특성이나 불안정한 발의 위치 등을 고려하여 수행되어진다면 더 큰 손상을 예방하는 효과가 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 강동훈, 유일영, 이건철(2013). 다양한 지지면에서의 스쿼트 운동이 무릎관절 근력 및 위치감각 향상에 미치는 영향. 대한통합의학학지, 1(2), 47-57.
- 류남형(1995). 보행자세분석에 의한 경사로의 보행성. 한국조경학회지, 23(3), 35-42.
- 보건복지부(2010). 장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률 시행규칙.
- 성일훈(2000). 족부의 생체역학과 당뇨병. 서울, 최신의학사.
- 송근찬, 박민지, 조수연 등(2015). 중창의 높이가 건강한 젊은 남성들의 정적 및 동적 균형에 미치는 영향. 대한통합의학학지, 3(3), 49-57.
- 오탈영, 송현주, 이슬기 등(2010). 경사로 오르기 동안 슬관절 굴곡각도와 족저압의 특성 비교. 한국콘텐츠학회지, 10(2), 268-276.
- 유원규, 이현주, 이충휘(2005). 내·외측 Wedge와 넓다리내 갈래근 각의 차이가 안쪽넓은근/가쪽넓은근 비에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 12(2), 11-19.
- 윤남식, 이경옥, 김지연(1998). 경사도에 따른 보행의 운동학적 비교. 한국여성체육학회지, 13(1), 89-101.
- 이동훈, 박동국, 이호진 등(2010). 휠체어 탑승자 및 보조자를 고려한 경사로 설계방안 제시. 대한인간공학학회지, 10, 193-198.
- 이현주, 김소정, 김순중 등(2014). 신발굽 높이와 Wedge 위치 변화가 하지 근활성도에 미치는 영향. 재활복지공학학회지, 8(4), 291-297.
- 정도영(2003). Wedged insole 각도가 슬관절 내면 토크와 근활성도에 미치는 영향. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 조규권, 김유신(2001). 트레드밀 보행 시 경사도와 속도에 따른 보행형태의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 11(2), 175-191.
- 조용, 추권수, 노창균 등(2015). 고령자 직선 및 경사로 보행 특성 평가. 한국정밀공학학회지 2015년 추계학술대회논문집, pp.576-577.
- 한진태, 조정선, 배성수(2006). 정상인의 경사로 보행 시 경사각에 따른 시공간적 보행 특성 분석. 대한물리치료학회지, 18(1), 95-106.
- 한진태, 공원태, 이윤섭(2009). 근전도를 이용한 노인의 계단과 경사로 오르기 시 하지 근활성도 비교. 대한물리치료학회지, 21(1), 35-40.
- Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL(2001). Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercise with and without isometric hip adduction. J Electromyography Kinesiol, 11(6), 381-386.
- Gallery PM, Foster AL(1987). Function evaluation of normal and pathological knees during gait. Arch Phys Med Rehabil, 57(12), 571-577.
- Lee SY, Lee SM, Jung JM(2017). Peroneus longus activity according to various angles of a ramp during cross-ramp walking and one-legged standing. J Back Musculoskeletal Rehabil, (Preprint), 1-5.