

보행 중 중족족지관절의 삼차원 운동분석

3D Kinematics of the Metatarsophalangeal Joint During Barefoot Walking

*정보라¹, #김영호¹, 김승현¹, 손종상¹

*B. R. Jeong¹, #Y. H. Kim(younghokim@yonsei.ac.kr)¹, S. H. Kim¹, J. S. Son¹

¹연세대학교 의공학과

Key words : Metatarsophalangeal joint, 3D kinematics

1. 서론

발은 보행에 있어 에너지를 저장 및 방출하여 체중을 지지한다. 또한 몸무게를 지지하고 몸을 이동시키는 역할을 하기 때문에 충격을 흡수할 수 있는 구조를 가진다[1].

발바닥접지기에는 체중이 발의 뒤꿈치와 전족부로 분리된다. 하지만 중간입각기와 발뒤축 들림기에는 체중의 중심이 앞으로 이동하면서 체중이 거의 전족부로 집중된다.

발의 전족부에서 중족골들과 지질골들 사이에 위치한 중족족지관절은 전족부의 광범위한 지지역할을 한다[2].

중족족지관절의 운동학적 기전을 설명하기 위한 많은 연구들이 이루어져왔다. 하지만 대부분의 연구들이 전족부를 하나의 체절로 정의하거나 첫 번째 체절까지만 고려한 경우였다. 하지만 이 가정은 실제 전족부의 운동학적 기전과 다르기 때문에 이러한 가정을 보완한 분석방법이 적용되어야 할 것이라고 예상된다.

무지외반증은 비교적 흔한 질환으로 족무지의 외측변위와 제 1 중족골의 내측 변위 변형, 그리고 점진적인 제 1 중족족지관절의 아탈구가 동반된다[3]. 이러한 무지외반증 환자의 경우 중족족지관절의 운동학적 기전이 정상인과 다를 것이라 예상된다.

본 연구에서는 정상인과 무지외반증 환자의 보행에 있어서 중족족지관절의 운동학적 기전을 네 개의 체절로 나뉘어진 발 모델을 통해 분석하였다.

2. 방법 및 실험

본 연구에서는 신경근골격계에 이상이 없는 성인 5 명을 정상인 피실험자 (나이: 26.1 ± 1.7 세, 키: 174.3 ± 4.2 cm, 몸무게: 61.2 ± 7.9 kg)로 선정하였다. 또한, 1 명의 무지외반증 환자 피실험자 (나이: 56 세, 키:152cm, 몸무게: 57kg)를 선정하였다.

16 개의 반사 마커를 피실험자의 하지에 Helen-Hayes 마커 셋[4]에 맞게 부착시키고, 전족부를 세 개의 체절로 나누어 정의하기 위해 10 개의 마커를 추가로 부착하였다.

총 10 회의 보행을 반복하였고, 보행하는 동안 6 대의 적외선 카메라(VICON NEXUS, VICON Motion system LTD., UK)를 이용하여 200Hz 의 샘플링율로 운동학적 데이터를 얻었다.

3. 결과 및 토의

Fig. 1 은 정상인과 무지외반증 환자의 중족족지관절에 대한 시상면과 전두면에서의 운동 각도를 나타내고 있다. 무지외반증 환자의 경우 전체 보행주기에서 입각기가 차지하는 비율이 정상인에 비해 현저히 줄어든 것을 볼 수 있다. 이는 환부에 최소의 힘을 가하게 하려는 보상작용 이라고 볼 수 있다. 첫 번째 중족족지관절의 경우 정상인은 중립의 위치에서 큰 운동변화 없이 보행하는데 반해 무지외반증 환자의 경우 중간입각기에서 외반을 시작하여 말기입각기 까지 외반을 하면서 보행한다. 이것은 무지외반증 환자의 경우 환부인 첫 번째 중족족지관절이

불안정하여 정상인보다 외전이 많이 발생하는 것으로 보인다.

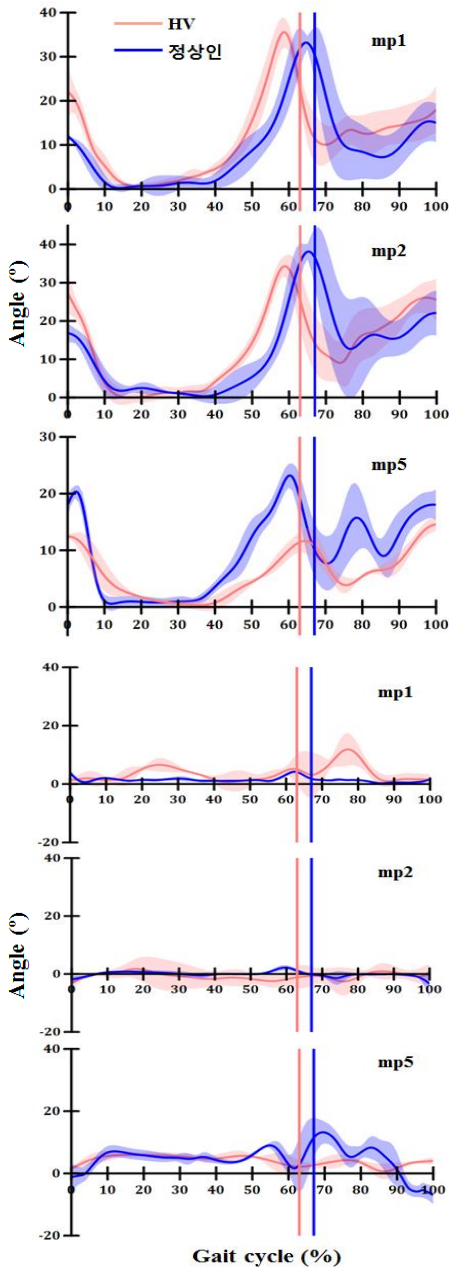


Fig. 1 Sagittal and plane joint angles for mp1, mp2, and mp3

4. 결론

본 연구에서는 기존의 단일체질 발 모델의 단점을 보완하는 4 개의 다체질 발 모델을 개발하고 개발된 모델을 정상인과 대표적 발 질환인 무지외반증 환자에게 적용하여 보행 중 발의 세부 운동 특성을 분석하였다.

그 결과로 무지외반증 환자의 경우 전체 보행주기에서 입각기가 차지하는 비율이 정상인보다 적은 것을 알 수 있었다. 또한 전두면에서의 운동은 무지외반증 환자의 경우 중간입각기에서 외반을 시작하여 말기입각기 까지 외반을 이어감으로써 발이 지면에 닿았을 때 불안정한 운동특성을 보였다.

본 결과는 추후 힘 측정판을 사용한 정상인과 무지외반증 환자의 중족족지관절의 운동역학적 분석에 적용할 수 있을 것이라 사료된다.

후기

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 지역산업기술개발사업 및(70011192) 중소기업청의 산학연 공동기술개발사업 (1030050032) 으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. 이경태, 족부정형외과학, 대한민국: 군자출판사, 2004.
2. Perry J, Gait Analysis - Normal and Pathological Function, USA: SLACK Inc., 1992.
3. S. Miyazaki and S. Yamamoto, "Moment acting at the metatarsophalangeal joints during normal barefoot level walking", *Gait & Posture*, **1**, 133-140, 1993.
4. Davis R.B, Tyburski D, Gage J.R, "A Gait Analysis Data Collection and Reduction Technique", *Hum Mov Sci.*, **10**, 575-587, 1991.