

계단보행에서의 보행분석

°양 길태, 장 윤희, 임 송학, 문 무성
재활공학연구센터

Motion analysis of stairway gait

G. T. Yang, Y. H. Chang, S. H. Im and M. S. Mun
Korea Orthopaedics and Rehabilitation Engineering Center

Abstract

This study was conducted to characterize the gait of a person climbing or descending the stairs. Using our motion analysis system (Vicon 370), gait patterns of ten healthy females (18.8 - 19.6 yrs. old) were measured 1) when a subject tip-toed the stairs, 2) when a subject climbs the stairs with the whole foot, and 3) when a subject went down the stair, respectively. The results of each cases were compared with the data for the level walking collected from 21 healthy females in the previous studies. The stairway gait data can be used as a useful reference in the design of artificial limbs for the lower-limb amputee.

서 론

인간이 보행한다는 것은 하지가 체중을 지탱하고 신체의 균형을 유지하며, 한 곳에서 다른 곳으로 이동하는 것을 의미한다. 이같이 인간의 이동체계에 따른 지면보행에 대한 선행 연구들은 많은 연구자들에 의해 연구되었으며[1][2][3], 지금도 계속적인 연구가 진행되고 있다. 그러나, 지면보행이 아닌 경사로 보행과 같은 특수한 상황에서의 이동체계에 대한 연구들은 아직까지 미미한 형태이다[4]. 재활공학연구센터에서는 산업사회의 발달로 인하여 많은 이동체계가 발달하였고, 특히 계단보행은 일상 생활에서 지면보행 다음으로 많은 위치를 차지하고 있어 정상인의 계단보행에 대한 기초연구를 통하여 절단환자들의 의족보행 시 계단에서 좀더 유연하게 보행할 수 있는 의족의 설계자료로 활용하고자 한다.

방 법

실험에 참여한 피검자는 20대 성인 여자를 대상으로 하였으며, 피검자 수는 총 10명이다. 피검자들의 평균나이, 체중, 신장은 각각 19.2세(18.8-19.6), 162cm(158-165), 56kg(48-66)이었다. 피검자에 대한 임상적 자료는 시각적 검토와 개인별 병력을 조사하

고 특별한 외관상의 이상이 없고, 보행 역시 이상이 없는 사람들로 선정하였다.

실험에 사용한 계단은 3단으로 재활공학연구센터에서 제작한 것으로 계단높이 16cm, 계단폭 30cm이며, 첫 번째와 두 번째 계단에는 force plate(400 x 600, Kistler)가 내장되어 있다. 보행분석 실험장치로는 Vicon 370을 이용하였다. 실험은 1)맨발보행시 발을 계단 안에 완전히 넣는 경우, 2) 맨발보행시 발을 계단에 반만 걸치는 경우로 나누어 실시하였으며, 계단보행의 보행패턴은 20대의 성인 여자 21명에 대한 지면보행의 평균치를 구하여 비교하였다.

피검자의 부자연스러운 계단보행을 방지하기 위하여 실험실에서 충분한 보행연습을 시킨 후 정상시의 자연스러운 자유보행이 되었을 때 지면보행에서 바로 계단보행을 하도록 하였으며, 계단이 3단인 관계로 왼발을 오른발을 각각 분리하여 첫 번째 계단에 오르도록 하였다.

결과 및 고찰

Pelvic motion

계단보행시 신체는 계단을 올라가거나 계단을 내려오기 위하여 상체를 앞으로 기울리게 된다. 지면보행에서 계단을 올라가기 위해서는 약 $4.2^{\circ}(3.2^{\circ}-5.1^{\circ})$ 정도 앞쪽으로 기울어져(anterior tilt) 있는 것을 알 수 있다. 반대로 계단을 내려오는 경우 지면보행보다 약간 더 상체가 앞으로 기울어져 있는데, 이는 몸의 균형을 유지하도록 하기 때문인 것으로 생각된다.

Hip motion

계단을 올라가기 위해서는 다음번 계단이 현재 계단보다 높기 때문에 초기 hip 굴곡 각도가 계단높이 만큼 굴곡 되어있으며, 입각기 말기에 최대로 신전이 되다가 유각기 동안에 다시 급격한 굴곡이 일어나 다음번 계단을 준비하고 있다.

반대로 계단을 내려오는 경우 다음번 계단 높이가 현재 지지면보다 낮기 때문에 초기 hip의 굴곡 각도는 지면보행보다 작으며 입각기 동안 초기 상태를 그대로 유지 하다가 유각기 중반에 약간의 굴곡이 발생한다.

Knee motion

Knee 역시 계단을 오르기 위해서는 계단 높이만큼 굴곡 되어 있으며, 보행주기의 10% 이후부터 신체를 다음번 계단으로 이동하기 위한 급격한 굴곡이 진행하다가 유각기 초기부터 다음번 계단으로 발을 들어 올리기 위하여 급격한 신전을 하고 있다.

반대로 계단을 내려오는 경우 hip의 경우와 마찬가지로 다음번 계단이 현재 지지면보다 낮기 때문에 신체 하중에 의하여 충분히 신전 되어있는 상태에서 유각기 중반까지 꾸준히 굴곡되고 있다.

Ankle motion

지면보행에서는 보행주기중 10% 정도에서 꾸준히 배굴되다가 50%정도에서 급격한 저굴이 일어나 신체를 전방으로 이동시키고 있지만 계단보행에서는 초기 접지기부터 보행주기의 20%까지 배굴되다가 이후부터는 서서히 저굴이 일어나다가 50% 정도에서 급격하게 저굴 되고 있다. 계단을 내려오는 경우는 초기에 최대로 저굴 되어있다가, 초기 접지기 이후 보행주기의 10% 정도까지 급격하게 배굴되고 이후부터는 완만한 배굴이 일어나 신체 하중에 의한 충격을 흡수할 수 있도록 하고 있다.

결론

본 연구는 계단보행시 보행분석을 통하여 정상인의 계단보행 형태를 알아보고자 하였다. 이같은 기초 연구는 경사지 보행과 같은 특수한 상황에서의 이동 체계를 연구하는데 필요한 기초 자료로 활용하고자 하며, 연령별/성별 그룹에 대한 계단보행시 보행분석은 계속적인 연구과제로 삼고자 한다. 또한 이같은 연구결과를 대퇴 및 하퇴 절단자들이 의족 착용 후 계단보행을 할 때 좀더 편안하고 유연한 보행을 할 수 있는 다 기능성 의족의 개발에 필요한 기초 자료로 활용하고자 한다.

참고문헌

1. J. Perry, *Gait analysis: Normal and pathological function*, Slack Inc., New Jersey, pp.3-7, 1977.
2. R. L. Craik and C. A. Oatis, *Gait analysis: Theory and application*, Mosby-Year Book Inc., St. Louis, pp.9-14, 1995.
3. G. W. Nuber, "Biomechanics of the foot and ankle during gait". Clin Orthop vol. 102, pp.18-28, 1974.
4. 김 영호, 양 길태, 문 무성, "Treadmill에서의 경사로 정상보행에 관한 동작분석", 의공학회지, 제18권, 제1호, 1997.

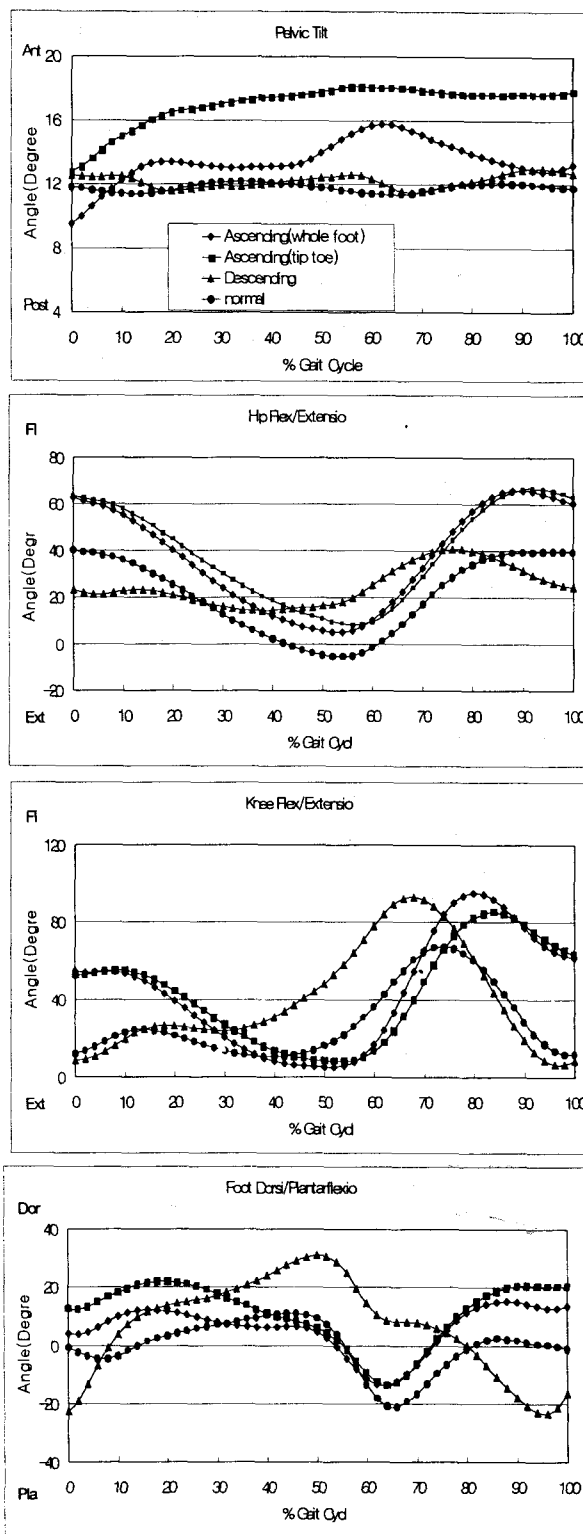


그림 1. 계단보행에서의 보행분석 결과