

후방 보행 시 관절의 생체역학적 분석 Biomechanical Analysis of Lower-Limb Joint During Backward Walking

*이민현, 손종상, 김정윤, #김영호

*M. H. Lee, J. Son, J. Y. Kim, #Y. H. Kim (younghokim@yonsei.ac.kr)

연세대학교 대학원 의공학과, 연세의료공학연구원

Key words : Gait Analysis, Backward walking, Biomechanics, Lower-limb joint

1. 서론

보행은 인간에게 가장 기본적인 이동 방법으로서, 오래 전부터 많은 연구를 통하여 일반화 되어 왔다. 그러나 최근 재활 목적으로 흔히 사용되는 뒤로 걷기는[1] 관절각도나 근전도 신호, 관절모멘트 등 보행의 주요 생체역학적 요소가 각각의 개별적인 연구에서 적은 수의 피험자를 통해 측정되는 것에 그쳤다.

본 연구에서는 앞으로 걷기와 뒤로 걷기 시의 발목, 무릎, 엉덩이 관절 등 하지의 주요 관절의 패턴 변화를 관찰하였다.

2. 방법

본 연구를 위해 근골격계 질환이 없는 건강한 정상인 피험자 4 명을 모집하였다. 모집된 피험자는 4 명의 여성으로, 평균 연령은 21.0 ± 2.0 세, 평균 신장은 167.8 ± 5.5 cm였고, 평균 체중은 64.8 ± 7.3 kg이었다.

실험 전 피험자 스스로 뒤로 걷기에 익숙해질 때까지 자신의 보행 습관이 도출되도록 충분히 연습하도록 하였다.

보행 시의 동작 분석을 위해 Plug-In Gait 마커셋에 따라 16 개의 반사 마커를 피험자 몸에 부착한 후 삼차원 동작 측정 시스템 (VICON612, VICON Motion Systems, 영국)을 이용하여 마커의 궤적을 획득하였다. 보행 분석을 통해 얻은 데이터 중 발목 관절 각도만을 본 연구에서 분석하였다.

3. 결과 및 토의

4 명의 피험자의 보행 요소를 측정하였을 때 보행 주기는 차이가 적었으나, 보행 속도는 앞으로 걸기가 뒤로 걷기 보다 빠른 것을 확인할 수 있었다(표 1). 보행 시 시각적 정보는 평형을 유지하고 안정성을 확보하게 하는데[2], 뒤로 걷기 시에는 진행 방향에 대한 시야가 확보되지 않아 앞으로 걸기에 비해 속도가 감소한 것으로 보인다.

Table 1 Spatio-temporal parameters during forward and backward walking

	Forward walking	Backward walking
Speed (m/s)	1.37 ± 0.04	0.98 ± 0.15
Stride Time (s)	1.01 ± 0.05	1.25 ± 0.14
Stride Length (m)	0.50 ± 0.03	0.63 ± 0.07
Step Time (s)	1.38 ± 0.03	1.22 ± 0.16
Step Length (m)	0.68 ± 0.02	0.65 ± 0.06

뒤로 걷기 시에는 발꿈치가 닿아(heel contact) 발가락이 떨어지는(toe off) 순으로 진행되는 앞으로 걷기와 반대로, 발가락이 먼저 닿아(toe contact) 보행이 시작되고 발꿈치가 떨어지는(heel off) 것으로 보행이 종료되었다. 보행이 척행성(plantigrade)에서 지행성(digitigrade)으로 바뀔 때 따라 입각기 시 이벤트가 앞으로 걷기와 뒤로 걷기에서 차이를 보인 것으로 확인된다.

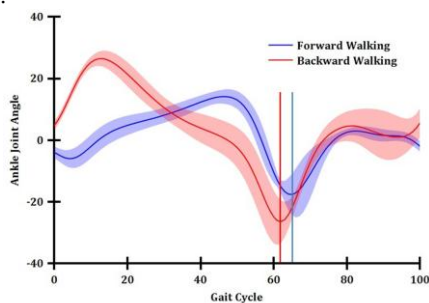
뒤로 걷기 시 발목 관절과 엉덩이 관절의 운동형상학적 패턴은 앞으로 걷기 시의 패턴과 반전되는 양상을 보였다(그림 1). 발목 관절은 발가락이 땅에 닿은 후 배측 굴곡된 후 입각기 전체에 저측 굴곡되었다(그림 1(a)). 무릎

관절은 앞으로 걷기 시 입각기 전체에서 신전되고 유각기 시 굴곡되었는데, 뒤로 걸을 때는 입각기 시 신전이 나타나지 않고 굴곡된 상태로 유지되는 것을 확인할 수 있었다(그림 1 (b)). 이는 불안정한 보행의 균형을 위한 것으로 예상된다. 앞으로 걷기 시 엉덩관절은 입각기 시 굴곡되고 유각기 시 신전되는 반면, 뒤로 걷기 시에는 입각기 시 신전되고 유각기 시 굴곡되었다(그림 1 (c)).

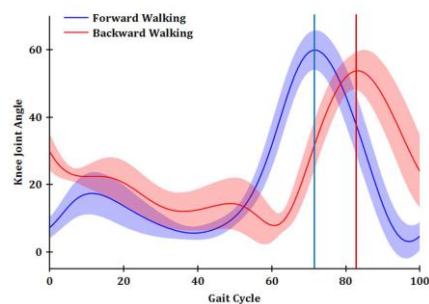
4. 결론

본 연구에서는 앞으로 걷기와 뒤로 걷기 시의 하지 관절 각도의 패턴을 관찰하였다. 뒤로 걷기 시의 운동형상학적 패턴은 앞으로 걷기 시의 패턴의 반전된 형태임을 확인할 수 있었는데, 이는 보행이 척행성에서 지행성으로 변화하여 생긴 것으로 확인할 수 있었다.

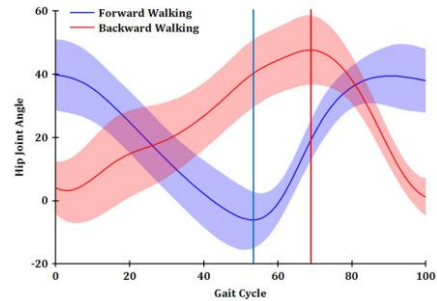
차후 피험자의 수를 늘려 보다 일반적인 관절각도의 경향에 대한 연구를 진행할 것이며, 통계적인 분석을 통해 피험자 간의 차이를 확인할 것이다. 또한 운동역학적 분석을 진행해야 할 것이다.



(a) Ankle joint angle



(b) Knee joint angle



(c) Hip joint angle

Fig. 1 Kinematic data of ankle, knee and hip during forward and backward walking

후기

본 연구는 산학협력 기업부설연구소 설치 지원 사업과 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 지역산업기술개발사업으로 수행됨.

참고문헌

1. R. Deursen, T. Flynn, J. McCrory, and E. Morag, "Does a Single Control Mechanism Exist for Both Forward and Backward Walking?," *Gait Posture*, **7**, 214-224, 1998.
2. A. Muddasir and K. Nanda, "The Effect Of Backward Walking Treadmill Training On Kinematics Of The Trunk And Lower Limbs," *Serbian Journal of Sports Sciences*, **3**, 121-127, 2009