

## 생체역학 모델을 이용한 노인 및 장애인용 보행기 평가

### Evaluation of Elderly and Disable walker Using Bromechanical Human Model

신준호, 박용현, 김영관, 김윤혁  
경희대학교 기계공학과

Jun Ho Shin, Yong Hyun Park, Young-Kwan Kim,  
Yoon Hyuk Kim  
Department of Mechanical Engineering, School  
of Engineering, Kyung Hee University

#### 요약

본 연구에서는 한국인 표준체형과 유사한 사람의 의료 영상 자료를 이용하여 인체 골격계 모델을 개발하였다. 이를 동역학 해석 상용 소프트웨어인 RecurDyn™에 탑재하여 인체 시뮬레이션 모듈을 개발하였고 타당성을 검증한 후 노인의 앉기-서기 및 보행 동작해석에 적용하였다. 노인이 보행기(elderly walker)를 사용하여 앉기-서기 동작을 할 때 하지관절 기구학의 변화는 미비하였으나 보행 시 각 관절의 가동범위가 감소하였고 동작시간이 증가하였다. 또한 근전도 해석결과 일부 발목 주변 근육들과 햄스트링 근육에서 근활성치가 줄거나 활성시간이 줄었다. 이러한 변화는 보행기를 이용한 보행 때 하지의 기여도가 감소했기 때문에 발생하는 현상으로 생각된다. 본 연구를 통해 얻어진 시뮬레이션 기술은 다양한 인체 정보 콘텐츠분야에 널리 활용될 것으로 생각된다.

#### I. 서론

현대사회가 고령화 사회로 접어들어 따라 상지 및 하지 손상을 경험하게 되는 노인 인구가 증가하고 있다. 상지 및 하지의 손상은 일상생활에서 큰 문제들을 야기시킨다. 특히 다수의 노인들은 관절 통증, 하지 근력의 약화, 또는 질병으로 인하여 자발적인 보행이 불가능해지는 경우를 경험하게 된다.[1]

보행기는 노인들의 관절 통증을 줄여 주며, 하지 근력이 약한 노인들에게 자발적인 보행을 가능케 한다. 보행기는 지팡이와는 달리 4개의 다리를 가지기 때문에 넓은 지지 면과 높은 안정성을 제공하여 노인들이 안정적인 걷기 및 앉기-서기 동작을 할 수 있게 해 준다.[2]

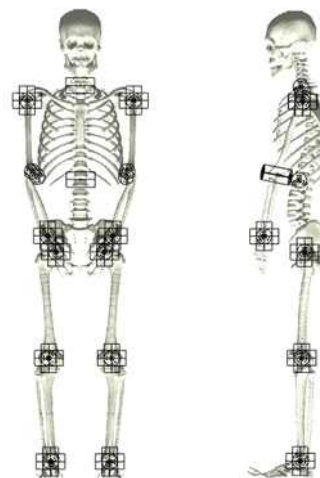
하지만 이러한 장점에도 불구하고 보행기의 안정성은 완벽하지 못하나, 보행기의 잘못된 사용으로 추가적인 부상이나 낙상에 대한 위험은 노인들에게 큰 위협요소이다.[3]따라서 보행기 사용 시 사고 예방 및 재활의 수월성 향상을 위해 인체의 상지, 하지에 대한 역학적 분석이 필요하다.[4]

본 연구는 첫째, 한국인 표준체형과 유사한 인체의 의료 영상 자료를 활용하여 인체 생체역학 모델을 구현하였고, 이것을 국내에서 개발된 동역학 해석용 상용 소프트웨어인 RecurDyn™ (FunctionBayInc., Korea)에 탑재하여 인체 시뮬레이션 기술을 구현하였다. 특히 시뮬레이션을 통해 얻어진 결과와 역기구학해석을 통해 얻어진 결과를 비교하여 시뮬레이션 기술의 타당성을 확인하였다. 둘째, 노인이 두 가지 대표적인 하지동작들을 수행할 때(보행과 앉기-서기 동작) 보행기가 관절 기구학에 미치는 영향을 살펴보았다. 본 연구를 통해 얻어진 결과는 인체 시뮬레이션 기술개발의 기초자료가 될 수 있을 것

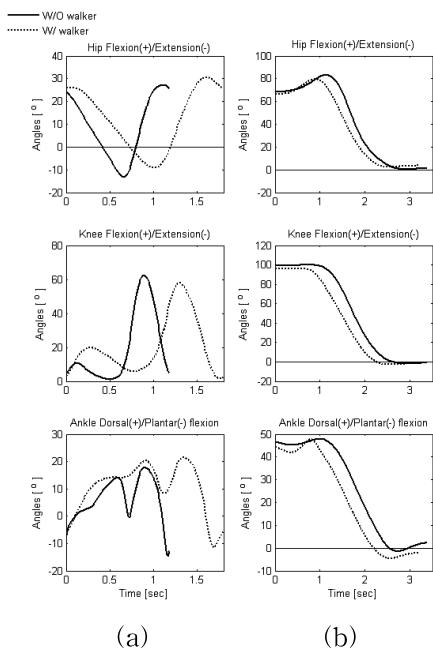
이다.

#### II. 재료 및 방법

한국인 표준체형(디지털 코리안 모델)과 유사한 체형을 지니고 상지 및 하지 병변이 없는 21세 남성(신장 170cm, 몸무게 65kg)을 선택하여 1 mm 간격으로 컴퓨터 단층촬영(Computer Tomography: CT)을 수행하였다. 상용 프로그램인 3D-doctor®(Able software Corp., USA)에서 경계 추출법(edge detection)으로 골격의 외곽선을 추출한 후 적층하여 3차원 골격계 그래픽 모델을 만들었다(그림 1).



▶▶ 그림 1. 3차원 인체 근골격 모델



▶▶ 그림 2. 보행기 사용의 유무에 따른  
(a)보행과 (b)앉기-서기 관절각 비교

이렇게 구성된 인체 전신 골격계 모델은 15개의 분절(상지 6분절, 하지 6분절, 척추 3분절)로 구성되었으며, RecurDyn™에 탑재하여 해석이 가능한 3차원 시뮬레이션 모델을 구축하였다. 상지는 어깨, 팔꿈치, 손목의 3개 관절에서 하지는 엉덩, 무릎, 발목의 3개 관절에 구축하여 각각 7자유도 운동이 가능하게 하였다. 척추 부위의 경우 목과 흉추에서 단순 경첩관절을 적용하여 1자유도 운동이 가능하다. 척추 부위의 경우 목과 흉추에서 단순 경첩관절을 적용하여 1자유도 운동이 가능하다.

본 연구에서는, 보행과 앉은 자세에서 일어서기 동작(앉기-서기)시 보행기를 이용한 동작(W/ walker)과 이용하지 않은 동작(W/O walker) 분석하였고, 인체동작을 구현하기 위해 동작 분석 카메라 시스템에서 얻어진 마커 위치 데이터를 이용하였고, 이 자료는 수치해석 소프트웨어인 Matlab® (MathWorks Inc., USA)의 Simulink®를 사용하여 RecurDyn™ 기반으로 개발된 인체 골격계 모델을 연동하였다.

### III. 결과 및 고찰

개발한 인체 모델을 이용하여 기본적인 보행과 앉기-서기 동작을 구현해 보았다. 보행 동작은 보행기를 이용한 보행의 경우 보행 속도(0.58 m/s에서 0.84 m/s)가 느려지고 하지 관절의 굴곡/신전 속도(최대무릎굴곡각 속도의 경우 6.98 rad/s에서 4.39 rad/s)가 감소하였다(그림 2). 이는 보행기를 사용한 보행에서는 보행기를 밀어 이동시키는 과정이 필요하기 때문에 보행이 느려지고, 이에 따라 하지 관절각의 변화도 달라진 것으로 판단되었다. Matlab® 통해 계산된 각도와 개발된 인체 골격 모델의 시뮬레이션을 통해 얻은 각도를 비교한 결과 전반적인 동작의 형태는 매우 유사하였다.

앉기-서기 비교에서는 각 관절에서의 가동범위와 동작

시간이 매우 유사하였고, 단지 보행기를 이용했을 경우 하지 관절 신전 시작 시점이 빨라졌다. 이는 손으로 보행기를 누르기 때문에 상대적으로 하지에 걸리는 앉기-서기 동작은 엉덩과 발목관절에서는 약간의 굴곡 후는 부하가 줄어들기 때문에 발생한 것으로 판단된다.

### IV. 결론

본 연구에서는 인체 동작 분석이 가능한 인체 모델을 개발하였고, 이를 동작 측정 데이터와 연계하여 RecurDyn™기반에서 인체 운동 시뮬레이션을 수행하였다. 수행 결과를 Matlab® 기반의 역기구학해석 프로그램 결과와 비교함으로써 인체 모델과 시뮬레이션 기술의 타당성을 확인하였다. 시뮬레이션 기술을 이용하여 인체 동작에 응용한 결과 앉기-서기 동작에서는 보행기 사용에 따른 관절기구학적 변인들의 변화가 거의 없었고, 보행 동작 때 유의한 차이들이 나타났다. 보행 속도가 느려지고, 각 관절의 신전/굴곡 각속도가 줄어들었다. 본 연구 결과는 보행기 사용이 노인들에게 미치는 영향을 판단하거나 보행기 설계 시 필요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이며, 다양한 인체 정보 콘텐츠 분야에 널리 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

### ■ 후 기 ■

본 연구는 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금, 기초기술연구회의 재원으로 국가야전다사업(P-09-JC-LU63-C01)지원, 그리고 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업의 지원을 받아 수행되었음. 보행기 사용과 관련된 동작 데이터를 제공해주신 국립재활원에 감사드립니다.

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] Kang, C. K., Sung, S. C. and Lee, M. G., "Effects of two kinds of combined Exercise Training on daily Living Fitness in elderly Farmers", Korean Journal of Sport Science, Vol .21, No. 2, pp. 1152-1164, 2010.
- [2] Bachschmidt, R.A., G.F. Harris, and G.G. Simoneau, "Walker-assisted gait in rehabilitation: a study of biomechanics and instrumentation". IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 9, No. 1, pp. 96-105, 2001
- [3] Brooks, L.L., J.J. Wertsch, and E.H.J. Duthie, "Use of devices for mobility by the elderly". Wisconsin medical journal, Vol. 93, No. 1, pp. 16-20, 1994.
- [4] Jonkers, I., Spaepen, A., Papaioannou, G., and Stewart, C. "An EMG-based, muscle driven forward simulation of single support phase of gait", Journal of Biomechanics, Vol. 35, No. 5, pp. 609-619, 2002.