

# 하지 분절 길이 비율에 따른 근골격 모델의 근육활성화 비교 Comparison of Muscle activation of Musculoskeletal model by Low extremity ratio

\*방윤환<sup>1</sup>, #탁계래<sup>1</sup>, 양주영<sup>1</sup>, 최진승<sup>1</sup>, 강동원<sup>1</sup>

\*Y. H. Bang<sup>1</sup>, #G. R. Tack(grtack@kku.ac.kr)<sup>1</sup>, J.Y. Yang<sup>1</sup>, J.S. Choi<sup>1</sup>, D.W. Kang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 의료생명대학 의공학부

Key words : Muscle activation, Low extremity ratio, Musculoskeletal modeling

## 1. 서론

인간의 모든 움직임은 각각의 분절들에 붙어있는 근육의 수축 작용으로 이루어진다. 이러한 인체의 운동을 담당하는 근골격 시스템에서 근력과 각 관절내의 접촉력 및 인대에서 전달되는 힘의 해석은 여러 가지 동작을 진단하고 이해하는데 필수적이다[1]. 그러나 생체에 관한 연구는 내/외부적 제한에 따른 측정과 계측, 분석의 한계로 인해 인체의 다양한 동작과 기전에 대한 연구 시 모델을 통한 이해와 해석이 필요하다.

최근에 인체 각 근육에서 발생하는 힘을 분석하는 모델링 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 연구는 근골격 모델을 이용하여 대퇴절단환자의 계단보행 실험으로 얻은 데이터의 역동역학적 분석(Inverse dynamics analysis)을 수행하여 정상인과 절단 장애인의 근력을 생체 역학적 관점에서 분석하였다[2]. 또한 앉은 자세로부터 일어서기 (sit-to-stand) 동작에 대한 지면 반력 데이터와 EMG 활성도를 예측된 근골격 모델 상의 지면반력과 근육활성도를 비교함으로써 하지 모델을 평가한 연구도 있다[3]. 그러나 기존연구에 따르면 EMG 실험과 시뮬레이션 활성도는 보행 모델의 속도와 어떤 근육의 활성도를 확인하느냐에 따라 차이가 있으므로[4] 하지 분절의 길이 비율에 따른 근골격 모델의 검증이 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 하지 분절의 길이 비율에 대하여 보행 실험에 따른 운동학적 데이터를 이용한 근골격 모델과 EMG 실험을 비교하여 보다 정확한 하지 근골격 모델을 보완함에 있다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 실험 내용

피험자 선정은 하지 근골격계에 이상이 없는 20대 성인 남성 10명을 대상으로 실시하였고, 각 피험자의 하지 분절 길이를 측정하여 하지길이가 신장의  $\pm 50\%$ 의 두 그룹으로 나누었다(Table 1). 각 피험자는 20개의 반사마커(Plug-in maker set)를 부착하여 보행(walking)을 3차례 반복 수행하였고, 6대의 3차원 동작분석 시스템(Motion Analysis Corp., USA)과 지면반력기(AMTI, USA)를 이용하여 각각 100Hz/1000Hz로 데이터를 획득하였다. 보행과 동시에 EMG 신호를 MP100(BIOPAC System Inc., USA)을 이용하여 오른쪽 다리의 외측광근(Vastus Lateralis)과 비복근(Gastrocnemius)의 EMG 신호를 1000Hz로 획득하였다(Fig. 1).

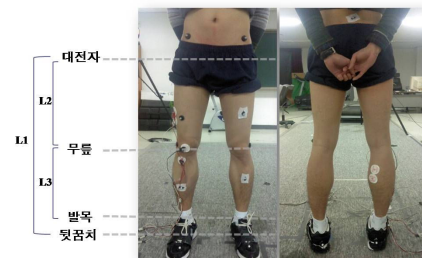


Fig. 1 Definition of each length on low extremity & the scene of experiment

Table 1 Subject's physical information

Group	Height(m)	L1(m)	L2(m)	L3(m)
A(Short)	1.72±0.04	0.82±0.04	0.35±0.03	0.41±0.39
B(Long)	1.77±0.03	0.88±0.01	0.39±0.01	0.42±0.02

### 2.2 근골격 모델링

본 연구에서는 근골격 모델의 분석을 위하여

AnyBody 소프트웨어(AnyBody Technology, Denmark)를 사용하였다.

실험을 통해 얻은 피험자의 동작 데이터와 지면 반력 데이터를 모델에 입력하여 역동역학 해석을 수행하였으며, 시뮬레이션에 사용한 인체모델은 Hill-type근육을 기반한 GaitLowExtremity 모델을 사용하였다(Fig. 2).

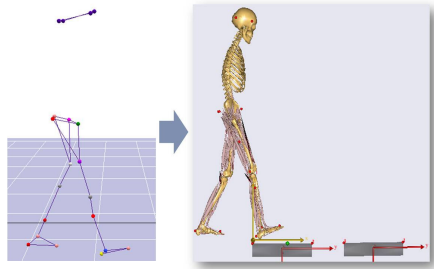


Fig. 2 Musculoskeletal modeling during walking

### 2.3 데이터 분석

동작분석 시스템을 통해 수집된 데이터는 simple moving average method를 사용하여 잡음을 제거하였다. EMG 데이터는 raw data 내에 포함된 노이즈를 제거하기 위해 10-250Hz Band-pass filtering한 후, 음의 값을 양의 값으로 처리하기 위하여 정류된 데이터를 적분(integration)하여 iEMG 데이터를 획득하였다.

본 연구에서는 보행의 한 걸음(stride)을 입각기(stance phase)와 유각기(swing phase)로 나누어 분석하였다.

## 3. 결과 및 논의

하지 비율에 따른 그룹별 보행하는 동작에서 외측광근과 비복근의 EMG와 근골격 모델링 시뮬레이션의 결과는 피험자 10명의 데이터를 각각 평균 내어 나타내었다(Fig. 3). 외측광근의 활성화는 Heel-contact되는 부분에서 A, B그룹 모두 활성화 되었으며, 비복근의 경우 말기 입각기 시점에서 오른발이 Toe-off 되는 부분의 EMG와 시뮬레이션 모두 활성화 되었다. A그룹에 비해 B그룹의 근육활성도는 큰 차이는 없으나 EMG실험과 시뮬레이션의 근육활성도 패턴은 유사한 경향을 보였다. 추후에 하지의 다른 근육의 신호를 획득하여 비교하는 연구가 필요하다.

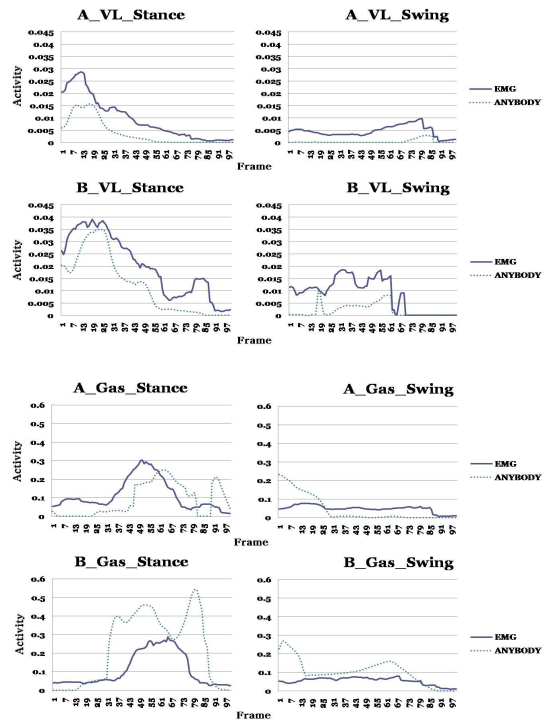


Fig. 3 Muscle activation of stance and swing phase during walking

### 후기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0075413).

### 참고문헌

1. 박중철, “컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 태권도 돌려차기 동작의 근 활동 분석,” 2009
2. 배태수, 김신기, 문무성, “근골격 모델을 이용한 대퇴절단환자의 계단보행에 대한 동역학 해석,” 한국 정밀공학회지, 24(7), 133-138, 2007.
3. Thompson, M. S., Voigt, M., Zee, M. D., "Evaluation of lower extremity musculoskeletal model using sit-to-stand movement," Congress of the International Society of Biomechanics, 2003
4. Damsgaard, M., Rasmussen, J., Christensen, S. T., Surma, E., Zee, M. D., "Analysis of musculoskeletal systems in the AnyBody Modeling System," Simulation Modeling Practice and Theory, 14, 1100-1111, 2006