

# 하지 외전근 비활성화에 따른 보행시 하지 주요 근육의 상호보완관계

## - 수학적 인체모형을 이용한 분석

### Muscle Contribution of Walking in Hip Abductor Weakened

### - Mathematical Human Model Analysis

\*최현호<sup>1</sup>, #임도형<sup>1</sup>

\*H. H. Choi<sup>1</sup>, #D. H. Lim(dli349@kitech.re.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국생산기술연구원

Key words : Hip Abductor, Muscle Degeneration, Mathematical Human Model

## 1. 서론

정상적인 보행을 하기 어려운 중추 신경계(central nervous system) 손상 환자들은 하지 근육의 경직으로 보행에 필요한 엉덩관절 근육을 정상적으로 제어하기 힘들다. Catherin M. Said *et al.*은 이러한 뇌졸중 환자들이 보행 시 Centre of mass (COM)과 Centre of pressure (COP)를 측정하여 뇌졸중 환자의 보행 특이성에 대해 보고하였다<sup>1</sup>. Sharon Kinsella *et al.*은 뇌졸중을 가진 환자 중 족부 변형(Deformity of the foot)에 의한 보행 패턴을 분류하였다<sup>2</sup>. John H Patrick *et al.*은 뇌졸중 이후 보행 분석에 관한 연구결과를 발표하였으며 중추 신경계 손상이 보행에 많은 영향을 미친다는 것을 간접적으로 서술하고 있다<sup>3</sup>. 기존 연구에 의하면 대부분의 중추 신경계 손상환자들은 보행 시 과내전(Excessive adduction)이 발생하고 있으며 넓은 보폭 보행(wide-based gait) 또는 가위걸음(scissor gait)이 발생한다. 하지만 기존연구는 중추 신경계 환자의 보행 패턴의 분석에 대한 연구로써 환자들의 정상보행을 위한 재활훈련 시 엉덩관절의 과내전을 보완하기 위한 엉덩관절 외전근의 활성화를 증가시키는 재활 훈련의 종류와 강도를 제안하기에 어려움이 있었다.

따라서 본 연구에서는 수학적 인체모형을 이용하여 중추 신경계 손상 환자들의 보행시 하지 외전근(Hip abductor)의 비활성화 시 하지 근육들의 근활성화 정도를 분석하고, 재활 환자의 외전근의 손상에 따라 정상보행에 필요한 외전근의 활성화량에 대해 제시하려고 한다.

## 2. 실험방법

### 2.1 피검자 선정

본 연구의 실험을 위하여 성인 남성 8 명( $2$   $3.2 \pm 1.1$  세,  $174.5 \pm 1.8$  cm, and  $72.3 \pm 5.5$  kg; mean  $\pm$  SD)을 피검자로 선정하였다. 모든 실험은 실험 전 피검자가 정상보행에 무리가 없음을 확인한 후 수행되었다.

### 2.2 데이터 측정 및 획득

선정된 피검자들은 10 대의 적외선 카메라를 사용한 삼차원 동작 분석 시스템(VICON Motion System Ltd., UK)과 힘측정판(AMTI, USA)을 사용하여 보행 시 발생하는 인체 데이터를 획득하였다. 이 때 각 피검자는 적외선 카메라 인식용 마커를 Plug-in gait marker set에 근거하여 부착하였다. 보행은 일정한 속도로 5 회씩 이루어 졌으며 각 실험 시 5 분간의 휴식을 취하였다. 획득된 데이터는 3 차원 가상인체 모델 소프트웨어 (BRG.LifeMOD, USA)를 사용하여 3 차원 수학적 인체 모델을 생성하였다.

### 2.3 삼차원 근골격계 모델링 및 분석

생성된 수학적 인체모형을 이용하여 정상 보행 시 하지 외전근에서 발생하는 근육힘(Muscle force)을 계산하였다(Fig. 1). 또한 중추 신경계 손상환자를 가정하기 위해 근골격계 모델을 이용하여 보행 중 하지 외전근 (큰볼기근 (Gluteus Maximus), 중간볼기근(Gluteus Medius))의 근활성도를 각각

20%, 50%, 70% 활성화 시켰을 때 하지 외전근의 상호 보완 관계를 분석하기 위해 각 하지 외전근의 활성도를 계산하였다.

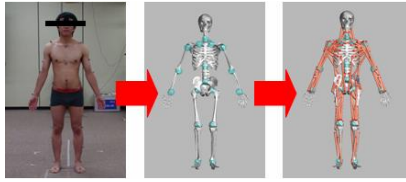


Fig. 1 Plug-in gait marker set (left) and Musculoskeletal model (middle, right) in the LifeMOD

3. 실험결과

정상 보행 시 하지 주요 근육에서 발생하는 근육힘은 Fig 2 와 같다. 기존 연구와 유사한 패턴을 보였으며 보행주기에 따라 활성화 되는 근육과 활성화 정도가 다르다는 것을 알 수 있다. Table. 1 은 각 중간 볼기근의 비활성화에 따라 하지 외전근의 상호 보완하는 정도를 나타낸 것이다. 초기 지지기(Initial contact phase)에 중간볼기근의 비활성화를 보완하기 위해 큰볼기근의 활성이 증가했다. 또한 중간볼기근의 활성화 정도가 50%, 70% 였을 때 정상 보행에 비해 큰볼기근의 활성화 정도는 2 배로 증가하였다. Table. 2 는 큰볼기근의 활성화 정도가 50%, 70%일 경우에 중간볼기근의 활성화 정도가 정상보행에 비해 2 배 증가 하였다. 말기 입각기(Terminal stance phase)의 경우 중간볼기근의 활성도가 50%, 70%일 때 큰볼기근의 활성도가 정상보행에 비해 증가하였으며, 큰볼기근의 활성도가 감소하였을 때 중간볼기근도 상호보완을 위해 근활성 정도가 증가하였다.

4. 토론 및 결론

정상보행시 엉덩관절 외전근은 상호보완을 하며 중추신경계 손상 환자는 외전근의 손상으로 과내전이 발생한다. 본 연구의 결과는 엉덩관절 외전근의 손상으로 인한 비정상 보행 환자의 재활 프로토콜을 구축하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Catherine M. Said, Patricia A. Goldie, Aftab E.

Patla., William A. Sparrow, " Effect of stroke on step characteristics of obstacle crossing ", Archives of Physical Medicine and Rehabilitaion, 82, 1712-1719, 2001.

2. Sharon K., Kieran M., "Gait pattern categorization of stroke participants with equinus deformity of the foot", 27(1),144-151, 2008  
 3. John H Patrick, Mary Ann E Keenan, "Gait analysis to assist walking after stroke", Wound Repair and Regeneration, 369(9558), 256-257, 2007.

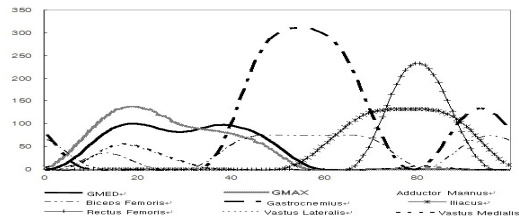


Fig. 2 The lower limb muscle force in normal gait

Table1. Muscle contribution of GMED and GMAX to be achieved maximally at stance phases, for normal walking under GMED weaknesses simulated in this study

GMED Deactivation (%)	Muscle Contribution (%)	
	stance Phase	
	GMED	GMAX
0 (normal)	44.2	55.8
20	38.8	61.2
50	32	68.1
70	28	72

Table2. Muscle contribution of GMAX and GMED to be achieved maximally at stance phases, for normal walking under GMAX weaknesses simulated in this study

GMAX Deactivation (%)	Muscle Contribution (%)	
	stance Phase	
	GMAX	GMED
0 (normal)	57.9	42.1
20	53	47
50	40.9	59.1
70	28.8	71.2