

# 로봇재활을 위한 편마비 장애인의 마시기 동작에 대한 동역학 분석

## Dynamic Analysis on Drinking Activity of People with Hemiplegia for Robot Rehabilitation

\*손량희<sup>1</sup>, #송원경<sup>1</sup>, 김경<sup>1</sup>, 이정수<sup>1</sup>, 이휘영<sup>1</sup>, 김종배<sup>1</sup>

\*R. H. Sohn<sup>1</sup>, #W.-K. Song(wksong@nrc.go.kr)<sup>1</sup>, K. Kim<sup>1</sup>, J. Lee<sup>1</sup>, H. Y. Lee<sup>1</sup>, J. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립재활원 재활연구소 재활보조기술연구과

Key words : Robot Rehabilitation, Power Assist, Activities of daily living(ADL), Hemiplegia

### 1. 서론

장애인은 장애 특성에 따라 일상생활동작(Activities of daily living, ADL)을 수행하는데 있어 건강한 성인과는 다른 생체 역학적 특성을 보인다. 따라서 뇌졸중, 척수손상, 근육병 장애인 등의 근골격계 재활 훈련에 있어 외골격 로봇을 적용하여 ADL 수행에 중점을 둔 재활 훈련을 수행할 때 사용자의 특성을 고려하는 것이 필요하며, 특정 경로를 추종하면서 바른 자세로 운동하고 이상상태를 감지하기 위한 관절 가동 범위와 그와 관련된 관절 토크에 대한 고려가 요구된다[1].

본 논문에서는 로봇을 이용한 ADL에 중점을 둔 재활 훈련에 있어 편마비 장애인에게 필요한 상지 근력 보조량(Power Assist Ratio) 추정을 위해 마시기 동작에 대하여 건강한 성인과 편마비 장애인의 상지 관절 모멘트의 변화를 비교 분석하였다.

### 2. 방법

실험을 위해 건강한 성인(Healthy people) 7명과 발병 3개월 이상인 오른쪽 편마비(Hemiplegia) 장애인 7명을 대상으로 150g의 컵으로 편안한 속도로 마시기 동작을 수행하였다. 150g의 컵을 사용한 이유는 실제 장애인들이 무겁고 물이 가득찬 컵을 사용하지 않기 때문이다. 동작분석시스템(VICON Motion Systems)을 통해 120Hz의 표본 수집율(Sampling rate)로 데이터를 수집하였다. 근골격 모델 AnyBody Modeling System을 이용하여 역동역학을 통한 상지 관절 모멘트를 도출하였으며, 빨기, 입으로 가져오기, 마시기, 컵 제자리에 놓기, 정리 하기의 5단계에 따라 구간별 모멘트 차이를 관찰하였다. 통계 처리는 PASW Statistics Software, ver.

18.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 모멘트 차이에 대한 유의성을 검증하기 위해 장애 유/무에 따라 집단을 분리하여 단계별 수행 비율과 모멘트를 검정변수로 하여 독립 표본 t-검정을 실시하였으며, 유의 수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

### 3. 결과

Fig. 1은 마시기 동작 수행 시 건강한 성인과 편마비 장애인의 표준화된 최대 관절 모멘트의 평균 및 표준편차를 보여주고 있다. 마시기 동작 단계별 수행 비율에 있어서 통계적 유의성은 확인되지 않았다. 하지만, 평균 모멘트 변화에 있어서는 편마비 장애인이 건강한 성인에 비해 어깨관절 굴곡/신전(Flexion/Extension) 움직임(Healthy:  $0.038 \pm 0.009$ , Hemiplegia:  $0.033 \pm 0.007$ , (Nm/kg))과 팔굽 관절의 굴곡/신전 움직임(Healthy:  $0.020 \pm 0.017$ , Hemiplegia:  $0.019 \pm 0.014$ , (Nm/kg))에서는 상대적으로 발생한 모멘트가 작았으며, 어깨관절의 외전/내전(Abduction/Adduction) 움직임(Healthy:  $0.022 \pm 0.003$ , Hemiplegia:  $0.028 \pm 0.004$ , (Nm/kg))과 내회전/외회전(Internal/External Rotation) 움직임(Healthy:  $0.017 \pm 0.003$ , Hemiplegia:  $0.021 \pm 0.004$ , (Nm/kg))에서는 상대적으로 큰 모멘트가 발생하였다. 움직임 방향이 바뀌는 시점인 1단계 동작이 끝나는 팔을 뻗어 컵을 잡는 시점에서 어깨관절의 굴곡/신전 움직임에서 발생한 모멘트(Healthy:  $0.253 \pm 0.003$ , Hemiplegia:  $0.195 \pm 0.004$ , (Nm/kg))와 2단계 동작이 끝나고 컵을 입으로 가져온 시점에서 어깨관절의 굴곡/신전 움직임에서 발생한 모멘트(Healthy:  $0.261 \pm 0.005$ , Hemiplegia:  $0.202 \pm 0.002$ , (Nm/kg))와 외전/내전 움직임에서 발

생한 모멘트(Healthy:  $0.253 \pm 0.003$ , Hemiplegia:  $0.442 \pm 0.004$ , (Nm/kg))에서 편마비 장애인과 건강한 성인 사이에 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다( $p < 0.05$ ). 또한 마시기 동작을 마치고 컵을 입에서 떼는 시점인 3단계에서 어깨관절의 외전/내전 움직임에서 발생한 모멘트(Healthy:  $0.029 \pm 0.007$ , Hemiplegia:  $0.419 \pm 0.006$ , (Nm/kg))와 4단계 컵 제자리에 놓기 시점에서 어깨관절의 굴곡/신전 움직임에서 발생한 모멘트(Healthy:  $0.250 \pm 0.005$ , Hemiplegia:  $0.183 \pm 0.002$ , (Nm/kg)) 그리고 팔굽 관절의 굴곡/신전 움직임에서 발생한 모멘트(Healthy:  $0.298 \pm 0.003$ , Hemiplegia:  $0.334 \pm 0.003$ , (Nm/kg))에서도 통계적으로 유의한 차이가 발생하였다( $p < 0.05$ ).

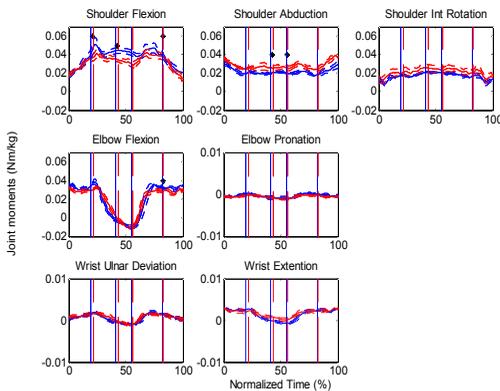


Fig. 1 Normalized moments of the upper limb Healthy (blue), Hemiplegia (red), Mean (solid line), Standard Deviation (dashed line), \* ( $p < 0.05$ )

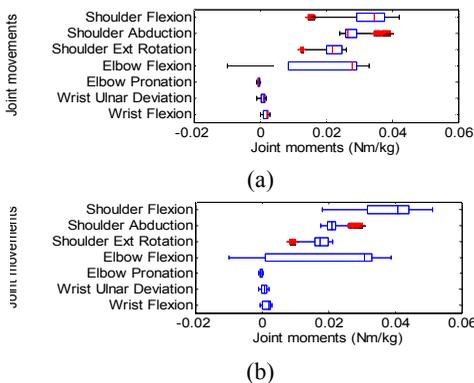


Fig. 2 Statistical distribution on joint dynamics (a) Hemiplegia, (b) Healthy

Fig. 2는 건강한 성인과 편마비 장애인의 표준화된 최대 관절 모멘트의 통계적 분포를 보이고 있다. 건강한 성인과 편마비 장애인 모두 어깨관절과 팔굽관절의 굴곡/신전 움직임에서 발생한 모멘트의 산포가 다른 관절 움직임에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 편마비 장애인은 어깨관절과 팔굽관절의 굴곡/신전 움직임에서 발생한 모멘트의 중앙값이 건강한 성인에 비해 상대적으로 양의 값으로 치우쳐 있고 어깨 관절의 외전/내전과 내회전/외회전 움직임 시 발생한 모멘트의 중앙값이 건강한 성인에 비해 상대적으로 음의 값으로 치우치는 것이 확인되었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 로봇을 이용한 ADL 중심의 재활 훈련 중 마시기 동작에 필요한 근력 보조량을 추정하기 위해 건강한 성인과 편마비 장애인의 마시기 동작이 상지 관절에 대한 동역학적 특성을 비교 분석하였다. 편마비 장애인의 경우 어깨 관절의 외전/내전과 내회전/외회전 움직임에서 건강한 성인보다 상대적으로 큰 모멘트가 발생하여 바른 동작을 위해서는 로봇에 의한 힘의 감소가 필요하다는 것을 알 수 있었으며, 어깨관절과 팔굽관절의 굴곡/신전 움직임에서는 상대적으로 작은 모멘트가 발생하여 로봇에 의한 힘의 보조가 필요하다는 것을 알 수 있었다. 현재 연구결과를 적용한 재활로봇 제어에 관한 연구가 계속 진행 중이며, 뇌졸중으로 인한 편마비 장애인의 로봇재활 및 근력보조 등 삶의 질 향상에 기여할 것으로 기대된다.

#### 후기

본 연구는 ‘NRCRI [11-A-05]와 R&D Program of MKE/KEIT [10035201, ADL Support System for the Elderly and Disabled]’의 지원을 받아 수행하였음.

#### 참고문헌

- Rosen, J., Perry, J. C., Manning, N., Burns, S., Hannaford, B., “The human arm kinematics and dynamics during daily activities - toward a 7 DOF upper limb powered exoskeleton,” Proc. 12th Intl. Conf. on Advanced Robotics, ICAR '05, pp. 532-539, July 2005