

편마비 장애인의 손 뻗기 동작 시 높이에 따른 근활성도와 운동형상학적 분석

Analysis of Electromyography and Kinematics during Reaching Tasks according to Height in Stroke Patients

*고병우¹, #박대성¹, 송원경², 이정수², 김종배²

*B. W. Ko¹, #D. S. Park(daeric@naver.com)¹, W. -K. Song², J. S. Lee², J. B. Kim²

¹국립재활원 재활연구소 운동인지기능재활연구과, ²국립재활원 재활연구소 재활보조기술연구과

Key words : Stroke, Reaching, Electromyography, Motion analysis, Kinematics

1. 서론

손을 뻗는 동작 (reaching)은 일상생활에 있어서 중요한 움직임이며, 상지의 다양한 구성요소들의 조화를 필요로 한다. 일상생활에서 흔히 사용하는 손 뻗기, 잡기 (grasping) 그리고 들어올리기 (lifting)와 같은 동작들은 많은 관절 자유도와 함께 다양한 근육들의 공동작용이 필수적이다.

편마비란 뇌졸중으로 인하여 흔하게 발생하는 운동신경 장애이며, 기능적 움직임 수행의 어려움을 겪게 된다[1]. 이로 인하여 신체적 장애를 감소시키기 위한 연속적이고 장기적인 치료가 요구된다.

본 연구의 목적은 손 뻗기 동작 시 목표물의 높이와 그룹간 차이가 근활성도와 운동형상학적 (kinematics) 데이터에 미치는 영향을 연구하여 일상생활동작 (Activities of daily living)을 위한 근력보조 시스템 혹은 착용형 로봇의 제어에 있어서 기초자료로 사용 하고자 하였다.

2. 연구 방법

자발적 동의를 얻은 건강한 성인 10명과 뇌졸중 편마비 환자 8명을 대상으로 실시하였으며, 실험대상자들은 의자에 앉은 상태에서 손을 테이블 위에 올려놓고, 어깨관절 각도는 0°, 팔꿈치관절은 90° 굴곡 상태를 유지하도록 하였다. 각 실험 동작에서 시작시점과 끝 시점을 알기 위하여 손아래와 목표물에 스위치 (trigger switch)를 사용하였다.

목표물의 위치는 피험자들 각각의 팔 길이의 90% 지점에 눈높이 (high)와 명치높이 (low) 두 곳으로 설정하였다[2].

시작 신호가 주어지면 실험대상자들은 편안한 속도로 목표물에 위치한 스위치를 향하여 손을 뻗었으며 이때 초기자세 스위치에서 손이 떨어지는 시점을 시작시점으로 하였고, 목표물의 스위치가

눌리는 시점을 종료시점으로 하였다.

손 뻗기 동작 동안 삼차원 동작분석장비 (VICON system; Oxford's Metrics, Oxford, UK)와 Trigno™ 무선 근전도 장비 (Delsys Inc, Boston, USA)를 이용하여 데이터를 수집하였고, 표본 수집율 (sampling rate)은 각각 120Hz와 1,200Hz로 설정하였다. 근전도의 측정 대상 근육들은 Anterior deltoid (A.D), Posterior deltoid (P.D), Biceps brachii (Bi), Triceps brachii (Tri), Pectoralis major (P.M), Supraspinatus (Sup) 그리고 Infraspinatus (Inf)이었다. 근전도 신호 처리는 10~450Hz 대역필터 (band pass filter)한 후, Root Mean Square 하였다. 그 후 20Hz 저주파통과필터 (Low pass filter)처리 하였다.

Modulation ratio (MR)은 근수축 개시시점에서 100 ms 구간 동안의 적분EMG값과 휴지기 동안의 평균EMG값 × 100으로 계산되어진 비율이며, MR 값이 1보다 클 경우 초기 100 ms 구간동안 근수축 양이 휴지기 때 보다 크다는 것을 의미한다[1]. Curvilinearity ratio (CR)는 '초기위치에서 목표물까지의 직선거리 / 손 뻗기 동작 시 실제 손이 움직인 이동경로' 로 나타낸 값이다[2]. Number of Movement Units (NMUs)는 이동궤적의 smoothness 정도를 정량화하여 나타낸 값으로 tangential velocity에서 peak의 수를 의미한다.

목표물의 높이 (high, low)와 실험대상군 (healthy, stroke)에 따른 변수들의 통계학적 유의성을 검증하기 위하여 two-way (height × group) repeated measures ANOVA를 사용하였으며, 유의수준 α는 0.05로 하였다.

3. 결과

3.1 Movement time (MT)

건강한 성인군보다 편마비 장애인들에게서 MT

는 증가하였으며, 두 그룹 모두 낮은 높이로 손을 뻗을 경우 MT는 감소되는 경향을 보였다. 통계결과 MT는 높이와 그룹에 따라 각각 유의하게 영향을 받는 것으로 나타났다($p<0.05$). 또한, 높이와 그룹에 대한 상호작용 역시 존재하는 것으로 나타났다($p<0.05$).

3.2 Modulation ratio (MR)

높이는 Tri, P.M을 제외한 모든 근육들의 MR값에 유의하게 영향을 주었다($p<0.05$). 그룹은 A.D, P.D, Tri, Inf 근육들의 MR값에서 유의한 영향을 나타냈다($p<0.05$). 높이와 그룹에 따른 상호작용은 A.D, Sup, Inf 근육에서만 나타났다($p<0.05$).

3.3 Curvilinearity ratio (CR)

건강한 성인군과 비교하여 편마비 장애인들에서 CR값은 낮게 나타났으며, 두 그룹 모두 낮은 높이에서 CR값이 높은 높이보다 낮게 나오는 경향을 보였다. 높이는 CR값에 유의한 영향을 주는 요인이었지만($p<0.05$), 그룹으로 인한 영향과 상호작용은 나타나지 않았다.

3.4 Number of Movement Units (NMUs)

건강한 성인군보다 편마비 장애인군에서 NMUs의 빈도가 두 높이 모두 높게 나타났다. 통계학적으로 그룹만이 NMUs의 빈도에 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났으며($p<0.05$), 높이로 인한 영향과 상호작용은 통계학적으로 유의하지 않았다.

4. 결론

본 연구결과를 통하여 손 뻗기 동작 시 목표물의 높이와 그룹간 차이가 건강한 성인과 편마비 장애인의 근활성도와 운동형상학적 데이터에 미치는 영향을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 향후 재활임상분야, 뇌졸중 환자의 삶의 질을 향상시키기 위한 근력보조 시스템 혹은 착용형 로봇의 제어에 있어서, 기초자료로 사용 될 수 있을 것으로 판단된다.

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

1. Wagner J, Dromerick A, Sahrman S, Lang C, "Upper extremity muscle activation during recovery of reaching in subjects with post-stroke hemiparesis", Clin Neurophysiol, 118, 164-176, 2007.
2. K Kim, DS Park, BW Ko, JS Lee, SN Yang, JB Kim, WK Song, "Arm Motion Analysis of Stroke Patients in Activities of Daily Living Tasks: A Preliminary Study" IEEE EMBC2011, 1287-1291, 2011.

Table 1 Electromyography and Kinematics data in Healthy and Stroke during Reaching

		Mean (Standard Deviation)		P value			
		High	Low	Height	Group	Height x Group	
MT (s)	Healthy	0.62 (0.11)	0.54 (0.11)	0.000	0.004	0.001	
	Stroke	1.13 (0.42)	0.88 (0.35)				
MR	A.D	Healthy	35.57 (17.61)	24.50 (13.26)	0.000	0.001	0.002
		Stroke	8.96 (3.42)	7.77 (2.78)			
	P.D	Healthy	3.29 (2.10)	2.39 (1.23)	0.019	0.045	0.253
		Stroke	1.74 (0.58)	1.40 (0.43)			
	Tri	Healthy	1.37 (0.48)	1.31 (0.29)	0.885	0.027	0.484
		Stroke	1.00 (0.20)	1.04 (0.12)			
	Bi	Healthy	5.46 (3.85)	3.07 (1.56)	0.007	0.411	0.057
		Stroke	3.66 (1.42)	3.17 (0.87)			
	P.M	Healthy	2.62 (2.25)	2.08 (1.13)	0.472	0.063	0.100
		Stroke	1.04 (0.23)	1.26 (0.39)			
	Sup	Healthy	15.96 (11.97)	8.82 (7.25)	0.002	0.018	0.006
		Stroke	3.70 (1.65)	3.20 (1.61)			
Inf	Healthy	3.82 (1.22)	2.72 (0.98)	0.000	0.020	0.000	
	Stroke	2.18 (0.82)	2.00 (0.78)				
CR	Healthy	0.95 (0.02)	0.91 (0.05)	0.002	0.099	0.686	
	Stroke	0.92 (0.06)	0.86 (0.08)				
NMUs	Healthy	4.20 (1.14)	4.90 (2.23)	0.925	0.002	0.403	
	Stroke	12.88 (6.40)	12.00 (7.65)				