

뇌졸중 환자에서 양손 보완운동의 운동형상학

Kinematics of Bimanual Complementary Movement in Stroke Patients

김태훈

동서대학교 보건의료계열 작업치료학과

Taehoon Kim(context@gdsu.dongseo.ac.kr)

요약

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 양손 보완운동 및 한손운동을 수행하는 동안 환측의 움직임 속도를 측정하여, 양손 보완운동의 효과를 검증하고자 수행되었다. 대상자는 부산지역에 거주하는 뇌졸중 후 편마비 환자 중 12가지 기준을 적용하여 30명을 선정하였다. 과제 수행 동안 환측의 움직임 특성을 측정하기 위해 피트미터(Fitmeter) 가속도계를 부착하여 신호벡터크기(Signal Vector Magnitude: SVM), 최고 가속도(peak acceleration), 최고 감속도(peak deceleration)를 측정하였다. 연구 결과 양손 보완운동은 한손운동보다 수행시간이 짧았고($p < 0.05$), 신호벡터크기가 감소하였다($p < 0.05$). 따라서 뇌졸중 환자가 일상생활 동작을 수행할 때 환측만 사용하는 것보다 건측을 보완적으로 사용하는 것이 운동형상학적으로 움직임 향상에 도움이 될 것으로 생각된다.

■ **중심어** : | 뇌졸중 | 보완운동 | 신호벡터크기 | 가속도 |

Abstract

The objective of this study was to compare the unimanual and bimanual complementary movements of the affected upper extremity. Thirty participants living in Busan area with post-stroke hemiparesis were involved in this study. They were selected according to twelve criteria. We used the Fitmeter accelerometer to measure Signal Vector Magnitude, peak acceleration and peak deceleration. The movement time and Signal Vector Magnitude of bimanual complementary movement were less than those of unimanual movement($p < 0.05$). Therefore, we suggest that bimanual complementary movement is more useful, as for the kinematic aspect, than unimanual movement when a person with stroke perform activities of daily living.

■ **keyword** : | Stroke | Complementary Movement | Signal Vector Magnitude | Acceleration |

1. 서론

뇌졸중은 통계적으로 상지의 장애를 유발하는 가장 흔한 질환으로, 비효과적이고 비효율적인 움직임 패턴을 발생시킨다[1]. 뇌졸중 환자의 경우 양손 운동의 빈

도가 33.3%로 건강한 노인의 절반 정도 수준으로 감소되어 있다[2]. 건강한 노인의 경우 하루 활동시간 중 65.1%의 시간 동안 양손으로 움직이고(단추 잠그기, 글씨 쓰는 동안 비우세손으로 종이 잡고 있기 등), 한손으로 움직이는 시간은 34.9%에 불과하다[3].

* 본 연구는 2013년도 동서대학교 "Dongseo Frontier Project" 지원을 받아 수행되었음.

접수일자 : 2015년 03월 02일

수정일자 : 2015년 03월 24일

심사완료일 : 2015년 03월 24일

교신저자 : 김태훈, e-mail : context@gdsu.dongseo.ac.kr

정상군에서 양손 보완운동은 양손이 동일한 목표를 달성하기 위해 움직이는 동작으로 단일 기능단위를 형성하는데, 이것은 움직임 궤도에 동기화를 발생시켜 움직임 시작이나 움직임 속도와 같은 움직임의 질을 향상시켜 한손 운동보다 움직임의 양과 질이 유리한 것으로 보고되었다[4][5]. 뇌졸중 환자군에서 양손 대칭운동의 효과에 대한 연구는 다수 있으나, 양손 보완운동의 효과를 측정하는 연구는 거의 없었다[6]. 또한, 뇌졸중 환자군은 움직임 시간, 움직임 오류, 움직임 거리, 최고 속도, 움직임의 부드러움, 상지 움직임의 양, 체간 움직임의 양과 같은 운동형상학적 변수에서 정상군과 유의한 차이를 보인다[7]. 따라서 뇌졸중 환자를 대상으로 양손 보완운동의 효과에 대한 운동형상학적 측정이 필요할 것이다.

그러나 기존의 운동형상학적 측정도구(초음파 또는 적외선 신호 처리 방식)는 매우 번거로운 장비 조정 및 준비 과정이 필요하고, 실험실 환경에서만 측정할 수 있다는 결정적인 단점이 있어, 병원 환경에서는 기능평가도구(예: Manual Function Test, Jebsen Taylor Hand Function Test, Box and Block Test 등)를 주로 사용한다[8]. 또한 만성 뇌졸중 환자의 대부분은 단기간 동안 기능평가도구 상에서 의미 있는 양적 변화를 관찰하기 힘들다는 제한점이 있다[9]. 삼차원 가속도계는 기능평가 도구로 측정할 수 없는 역학적 변수를 측정할 수 있다는 장점과 측정부위에 부착 후 스위치만 누르면 측정이 가능하다는 간편함을 동시에 만족한다. 또한, 선이 없고 매우 가볍기 때문에(개당 13.7g) 대상자의 활동에 거의 제한을 주지 않아, 병원, 의원, 요양시설, 등 다양한 환경에서 임상적 활용가능성이 높다[10].

본 연구에서는 삼차원 가속도계를 활용하여 뇌졸중 환자에서 양손 보완운동 및 한손운동 수행 시 환측 상지에서 발생하는 운동형상학을 비교하여, 양손 보완운동의 효과를 검증하고자 수행되었다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

대상자의 1차 선별(screening)을 위해서 부산지역 일개 종합병원에서 입원환자 중 뇌졸중 진단을 받은 자, 병변이 한쪽으로 국한된 편마비 환자, 팔꿈 관절에 구축(contracture)이 없는 자, 앉은 자세 균형이 우(good) 등급 이상인 자, 간이정신상태검사(Mini-Mental State Examination) 20점 이상인 자를 선정하였다. 2차 선별에서는 마비된 손으로 물체를 놓고 잡기가 가능한 자를 선별하기 위하여, 뇌졸중 상지기능검사(Manual Function Test)를 실시하였다[11]. 뇌졸중 상지기능검사의 세부 항목에서 어깨 굽힘 2점 이상; 어깨 펴기 2점 이상; 어깨 벌림 2점 이상; 입방체 옮기기 2점 이상; 쥐기 1점 이상인 환자, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 자를 선별하여 최종 30명(우측 편마비 15명, 좌측 편마비 15명)이 대상자로 선정되었다. 대상자들과 보호자들에게 본 연구의 목적과 절차에 관한 내용을 충분히 설명하였고, 자발적인 동의를 얻었다.

2. 측정 도구 및 측정 방법

2.1 대상자 선별을 위한 측정 도구

2.1.1 한국형 간이정신상태검사

한국형 간이정신상태검사는 국내에서 가장 많이 사용하는 인지기능 선별검사로, 권용철과 박종환이 Folstein 등이 개발한 Mini-Mental State Examination을 표준화 것이다. 검사 항목은 시간지남력, 장소 지남력, 기억등록, 회상력, 주의력, 언어기능의 6개 영역, 11 문항으로 총점은 30점이다. 이 검사는 신뢰도(Cronba's $\alpha=.95$)와 진단적 타당도(AUROC=.94)가 높아 뇌손상 환자의 인지능력 측정 및 진단과 예후를 평가하는 데 유용함이 보고되었다[12][13].

2.1.2 뇌졸중 상지기능검사

뇌졸중 상지기능검사는 상지의 운동, 쥐기, 손가락 조작의 세 가지 영역에 대해 8개 항목 32개의 세부검사 항목으로 구성되어 있다. 각 항목을 수행할 수 없을 경우 0점, 완전히 수행한 경우 1점으로 총점은 32점이다[14]. [15]의 연구에서 검사-재검사 신뢰도 $r=.95$, 내적 일치도 Cronba's $\alpha=.95$ 로 제시되었으며, 바텔 지수(Barthel Index)와도 유의한 상관성($r=.647$)을 보여 일

상생활동작에서의 수행수준을 반영한다.

2.2 실험 도구

2.2.1 실험 과제 수행을 위한 도구

실험 과제를 수행하기 위해 컵과 물병이 사용되었다. 컵은 손잡이가 없는 형태로 스테인리스 소재로 지름은 8 cm, 높이는 9.5 cm이었으며, 물병은 폴리에틸렌 소재로 지름은 6.5 cm, 높이는 21 cm이었다. 컵과 물병과 테이블 끝에서 전방 21 cm에 위치하였으며, 컵과 물병 사이의 거리는 15 cm로 하였다. 컵과 물병의 위치를 일정하게 하기 위하여 각각 받침대를 테이블에 고정하였다 [그림 1].



그림 1. 실험과제

2.2.2 운동형상학 측정을 위한 도구

피트미터(Model Fitmeter, Fit.Life, Korea)는 국내에서 개발한 삼축 가속도 동작 감지기로, 무게 13.7 g, 크기 3.5×3.5×1.3 cm이다. 본 연구에서 상지에 부착한 가속도계의 민감도는 $4G(-122.25 \text{ cm/s}^2 \sim +122.25 \text{ cm/s}^2)$ 로 설정하였고, 체간에 부착한 가속도계의 민감도는 $2G(-61.25 \text{ cm/s}^2 \sim +61.25 \text{ cm/s}^2)$ 로 설정하였다. [16][17].

본 연구에서는 국제생체역학협회 기준을 적용하여 총 6개의 가속도계를 표식자로 사용하였다. 몸통의 움직임을 측정하기 위해 목아래패입(suprasternal notch)에 부착하고, 위팔의 움직임을 측정하기 위해 좌우의 가쪽위관절융기(lateral epicondyle)에 각각 부착하였으며, 아래팔의 움직임을 측정하기 위해 좌우 노쪽 붓돌기(radial styloid process)에 두 개의 표식자를 부착하였다[18][그림 2]. 마지막 표식자는 실험자가 손에 쥐고 움직임을 시작과 끝을 측정하여 동기화하는데 사용하였다.

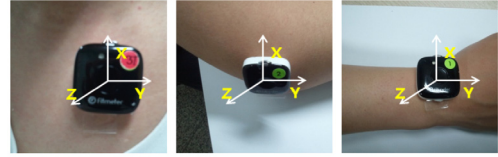


그림 2. 표식자 부착 위치

2.3 실험 과제와 대조과제의 측정 과정

실험에 참여한 대상자들은 실험 과제(양손 보완운동)와 대조 과제(한손 운동) 각각 3회씩 실시한 평균값을 원점수로 기록하였다. 실험 순서는 무작위로 선정하였다.

2.3.1 실험 과제

실험 과제는 건측(sound side)은 컵을 잡고 환측(affected side)은 30 ml의 물이 담긴 물병을 잡은 상태에서 준비한다. 시작이라는 신호에 맞추어 물병을 잡은 손으로 물 붓는 동작을 시작하며, 물병에 있는 물을 물컵으로 옮긴 후 물병을 시작 위치로 복귀하는 동작을 연속으로 수행한다.

2.3.2 대조 과제

대조 과제는 엄지-집게 살 공간(thumb-index web space)이 컵과 약 1 cm정도 떨어진 위치에 건측을 놓고, 과제 수행 중 설정된 위치에서 움직이지 않도록 지시하였다. 환측으로 시작이라는 신호에 맞추어 물병을 잡은 손으로 물 붓는 동작을 시작하며, 물병에 있는 물을 물컵으로 옮긴 후 물병을 시작 위치로 복귀하는 동작을 연속으로 수행한다.

2.4 측정 변수

Fitmeter(+) Manager v1.1 소프트웨어를 활용하여 아래 팔, 위 팔, 체간에 부착된 가속도계에서 X, Y, Z 축에 대해 표본 추출률(sampling rate)은 32 Hz이며, 과제의 시작과 종료시점을 기준으로 다섯 개 가속도계의 측정값을 동기화하였다.

2.4.1 수행시간

피트미터에 내장된 순간시점기록 옵션을 활용하여,

각 과제와 시작과 끝 지점을 표시하였다. Fitmeter(+)
Manager v1.1 소프트웨어를 활용하여 수집한 데이터를
엑셀파일로 저장하여, 한 개의 행을 1/32초로 처리한 행
의 수로 각 과제에 대한 수행시간으로 계산하였다.

2.4.2 신호벡터크기(SVM)

과제 수행 중 X, Y, Z 축에서 발생하는 가속도(ax, ay, az)를 합산하여 신호벡터크기로 처리하였다(1).

$$SVM = \sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2} \quad (1)$$

개별 축에서 발생하는 가속도는 각 축에서의 선형 가속도(linear acceleration)을 반영하지만, 신호벡터크기는 삼축 가속도를 합산한 값으로 실제적인 움직임의 양을 의미한다[19].

2.4.3 최고 가속도 및 최고 감속도

X, Y, Z 축에서 발생한 가속도 출력 값에서 각 축의 최고값을 최고 가속도, 각 축의 최저값을 최고 감속도로 정의하였다. 최고 가속도는 움직임 과정에서 목표지점에 도달하기 작용근을 빠르게 동원할 수 있는 능력을 말하며, 최고 감속도는 대항근을 빠르게 동원하여 목표지점에서 움직임을 신속히 정지할 수 있는 능력을 말한다[20].

3. 통계 분석

통계 검정은 SPSS 18.0 소프트웨어 (SPSS, Chicago, IL, U.S.A.)를 사용하였다. 양손운동과 한손운동 시 각 과제의 수행 시간, 신호벡터크기, 최고 가속도, 최고 감속도를 비교하기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

최종 선정된 연구 대상자 30명(남 19, 여 11)은 연령 62.13±10.76세, 유병기간 15.37±15.64개월, 환측의 뇌졸

중 상지기능검사 22.80±4.26점, 한국판 간이정신상태검사 25.20±3.39점이었다[표 1].

표 1. 대상자의 일반적 특성

변수		빈도(%)	평균값
성별	남	19(63.33)	
	여	11(36.66)	
연령(세)	40~49	4(13.33)	62.13±10.76
	50~59	9(30.00)	
	60~69	9(30.00)	
	70~79	5(16.66)	
	80~89	3(10.00)	
유병기간(개월)			5.37±15.64
뇌졸중 상지기능검사(점)			22.80±4.26
한국판 간이정신상태 검사(점)			25.20±3.39

Values are mean±SD, (n=30)

2. 수행시간

과제 수행 시 양손운동이 한손운동보다 환측 상지로의 수행시간이 유의하게 감소되었다(p<0.05)[표 2].

표 2. 양손 보원운동 및 한손운동의 수행시간 비교

(단위: sec)

	양손운동	한손운동	t 값
수행시간	4.24±2.57	4.69±2.44	-2.102*

Values are mean±SD, * p<0.05 (n=30)

3. 신호벡터크기

과제 수행 시 아래팔에서 양손운동이 한손운동보다 신호벡터크기가 유의하게 감소되었으나(p<0.05), 위팔과 체간에서는 유의한 차이가 없었다(p>0.05)[표 3].

표 3. 양손 보원운동 및 한손운동의 신호벡터크기

(단위: cm/sec²)

위치	양손운동	한손운동	t 값
아래팔	11.81±4.46	13.48±5.35	-2.275*
위팔	5.83±2.12	6.03±2.55	-0.470
체간	1.64±1.00	1.73±1.42	-0.467

Values are mean±SD, * p<0.05 (n=30)

4. 최고 가속도

최고 가속도는 양손 운동시와 한손 운동시에 아래팔, 위팔, 체간의 X, Y, Z 축 모든 변수에서 유의한 차이가 없었다(p>0.05)[표 4].

표 4. 양손 보완운동 및 한손운동의 최고 가속도

(단위 : cm/sec²)

위치	축	양손운동	한손운동	t
아래팔	X	7.63±3.54	7.97±4.67	-0.413
	Y	23.23±7.24	22.37±6.63	0.761
	Z	13.00±8.12	14.33±7.23	-1.105
위팔	X	6.73±2.61	6.63±2.85	0.249
	Y	7.47±4.13	8.23±5.92	-0.976
	Z	8.63±3.78	9.03±3.47	-0.736
체간	X	2.93±1.53	3.23±2.18	-1.159
	Y	0.97±0.93	0.83±0.70	1.072
	Z	1.83±2.18	1.90±1.37	-0.178

Values are mean±SD

(n=30)

5. 최고 감속도

과제 수행 시 최고 감속도는 양손 운동시와 한손 운동시에 아래팔, 위팔, 체간의 X, Y, Z 축 모든 변수에서 유의한 차이가 없었다(p>0.05)[표 5].

표 5. 양손 보완운동 및 한손운동의 최고 감속도

(단위: cm/sec²)

위치	축	양손운동	한손운동	t 값
아래팔	X	-6.63±3.63	-8.00±4.41	1.740
	Y	-22.53±13.24	-27.43±11.87	2.218
	Z	-16.17±4.63	-16.27±5.78	0.097
위팔	X	-5.93±2.83	-6.87±3.07	1.443
	Y	-8.37±6.01	-9.47±5.79	1.249
	Z	-8.40±2.91	-8.47±2.56	0.143
체간	X	-2.53±1.85	-2.93±2.68	1.161
	Y	-0.63±0.67	-0.77±0.86	0.724
	Z	-0.87±0.86	-1.00±1.02	0.701

Values are mean±SD

(n=30)

IV. 고 찰

본 연구는 뇌졸중 환자에서 양손 보완운동 및 한손운동 수행 시 환측 상지에서 발생하는 운동형상학을 비교하여, 뇌졸중 환자에서 양손 보완운동의 효과를 검증하고자 수행되었다.

양손 보완운동 수행 시 한손운동보다 환측의 수행시간이 더 짧았다. 양손 보완운동은 한손운동보다 일차 운동겉질(primary motor cortex)과 보조운동겉질(supplementary motor cortex), 운동알겉질(premotor cortex)의 활성화도를 유의하게 증가시켜 움직임의 속도와 정확도를 향상시킬 수 있다[21]. 또한, 양손 보완운동은 바다핵(basal ganglia)의 창백핵(globus

pallidus)의 활성화를 유의하게 증가시키는데, 이것은 불필요한 움직임 감소와 움직임 효율 증가에 기여한다[22]. 따라서 환측 움직임의 향상을 위해서는 환측에 작업부담을 부여하고 건측 상지에 작업부담을 감소시키는 양손 보완운동이 한손운동보다 효과적이라고 가정할 수 있을 것이다.

본 연구에서 양손 보완운동이 한손운동보다 아래팔의 신호벡터크기가 감소하였다. 신호벡터크기는 세 축에서 발생하는 가속도 측정값의 벡터합으로 궤도 길이와 비례하며, 같은 과제를 수행할 때 궤도 길이가 짧을수록 수행속도와 정확도가 향상된다[7]. 이것은 뇌졸중 환자군과 정상군의 비교 연구 뿐 아니라, 상지마비를 가정한 국소마취 실험연구, 성인과 아동 비교연구에서도 유사한 양상을 보인다. [23]의 연구에서 상지마비를 가정한 국소마취 실험군과 비마취 대조군을 비교한 결과, 국소마취군이 대조군보다 작은 뚜껑 들기 수행시 아래팔의 움직임 양이 많았으며, [24]의 연구에서 7세 아동은 성인보다 동일과제 수행 시 아래팔의 움직임 궤적 및 수행시간이 증가하였다. 따라서 같은 과제를 수행할 때 양손 보완운동이 한손운동보다 아래팔의 움직임 양이 감소했다는 것은, 같은 과제를 더 적은 노력으로 수행하였고 움직임 효율이 향상되었다고 해석할 수 있을 것이다.

본 연구에서 최고 가속도와 최고 감속도는 양손 보완운동 및 한손 운동에서 유의한 차이가 없었다. 이것은 본 연구에서 정의된 과제는 이동과제가 아닌 조작과제이기 때문일 것이다. 일상생활동작을 정상적인 패턴으로 수행하기 위해서는 과제에 따라 상지의 몸쪽(proximal) 또는 먼쪽(distal)의 복합된 움직임을 적절하게 사용해야 하는데, 일상생활동작은 몸쪽과 먼쪽의 비율을 기준으로 이동과제와 조작과제로 분류할 수 있다[25]. 이동과제는 주로 팔과 체간의 움직임이 조합된 동작으로 먼쪽 움직임보다 몸쪽 움직임이 상대적으로 많으나, 조작과제는 주로 손목과 손의 움직임이 조합된 동작으로 몸쪽 움직임보다 먼쪽 움직임이 상대적으로 많다[26]. 따라서 공 던지기(이동과제)의 경우 팔과 체간을 주로 움직이는 과제이기 때문에 최고 가속도와 및 최고 감속도 에서 차이가 큰 양상을 보이지만[27], 물

따르기(조작과제)의 경우 손목과 손을 주로 움직이는 과제이기 때문에 최고 가속도 및 최고 감속도에서 유의한 차이가 없는 실험결과를 보인 것으로 생각된다[28]. 추후 연구에서 조작과제가 아닌 이동과제 형태의 보완운동을 적용한다면 최고 가속도 및 최고 감속도에서 의미 있는 차이가 있을 것이라고 가정할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 건측으로 컵을 잡고 환측으로 물붓기-건측을 테이블에 고정 후 환측으로 물붓기를 비교하였는데, 이것은 건측과 환측 동시 사용-건측 제한 후 환측 사용을 비교한 기존 연구와도 관련성이 있을 것이다. [29]의 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 양손 사용-건측 제한 후 환측 사용을 비교한 결과, 6개월 중재 후 두 군 모두에서 Wolf Motor Function Test 및 Canadian Occupational Performance Measure에서 유의한 점수 향상을 보였다고 보고하였다. 그러나 기존 연구에서는 면접식 평가도구를 사용하여 기능수준을 측정하였기 때문에 유의한 점수향상을 관찰하는데 4주 이상의 중재 기간이 소요되었지만, 본 연구는 가속도계를 사용하여 운동형상학적 변수를 측정하여 양손 보완운동의 일시적 효과를 보다 신속하게 관측했다고 생각된다. 추후 연구에서는 양손 보완운동군과 한손운동군 또는 양손 보완운동군과 건측상지 제한군을 각각 두 군으로 나누어 4주 이상의 중재 결과를 비교한 후, 양손 보완운동의 중장기적 효과를 검증할 수도 있을 것이다. 본 연구는 선정된 일상생활동작이 단일 과제라는 제한점이 있었다. 정상인 대상의 기존 연구들에서 물 따르기, 전화하기, 세수하기, 숟가락사용하기 등 역학적 특성을 측정하는데 있어 신뢰도가 검증된 과제들이 있었다[30]. 본 연구의 결과를 일반화하기 위해서는 정상인에서 역학적 특성이 제시된 몇 가지 과제를 추가적으로 선정하여, 뇌졸중 환자를 대상으로 양손 보완운동의 효과를 검증해야 할 것으로 생각된다. 또한 조작 또는 이동과제를 각각 구분하여 측정해야 보다 타당한 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 결론

뇌졸중 후 상지마비는 일상생활동작의 수행시간을

증가시키고 비효율적인 움직임 패턴을 발생시키며, 뇌졸중 환자는 정상인보다 두 배 정도의 빈도로 양손보다는 한손으로 일상생활동작을 수행하는 특성이 있다. 본 연구 결과 양손 보완운동은 한손운동보다 수행시간이 짧았고, 움직임의 효율도 높았다. 따라서 뇌졸중 환자가 일상생활동작을 연습할 때 환측만 사용하는 것(한손운동)보다 건측을 보완적으로 사용하는 것(양손 보완운동)이 환측의 수행시간 및 움직임 효율 향상에 의미 있는 도움이 될 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] K. K. Andersen and T. S. Olsen, "One-Month to 10-year survival in the Copenhagen stroke study: interactions between stroke severity and other prognostic indicators," *J. of Stroke and Cerebrovascular Disease*, Vol.20, No.2, pp.117-123, 2011.
- [2] S. C. van der Pas, J. A. Verbunt, D. E. Breukelaar, R. van Woerden, and H. A. Seelen, "Assessment of arm activity using triaxial accelerometry in patients with a stroke," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.92, No.9, pp.1437-1442, 2011.
- [3] S. L. Kilbreath and R. C. Heard, "Frequency of hand use in healthy older persons," *Australian J. of Physiotherapy*, Vol.51, No.2, pp.119-122, 2005.
- [4] M. Cassidy, P. Mazzone, A. Oliviero, A. Inzola, P. Tonali, V. D. Lazzaro, and P. Brown, "Movement related changes in synchronization in the human basal ganglia," *Brain*, Vol.125, No.6, pp.1235-1246, 2002.
- [5] 유원규, 박지혁, 김민희, "다양한 양측 팔뻗기 작업수행시 팔뻗기 속도와 수직이동거리," *대한작업치료학회지*, 제13권, 제2호, pp.41-49, 2005.
- [6] K. C. Stewart, J. H. Cauraugh, and J. J. Summers, "Bilateral movement training and

- stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis," *J. of Neurological Science*, Vol.244, No.1, pp.89-95, 2006.
- [7] M. Cirstea and M. F. Levin, "Compensatory strategies for reaching in stroke," *Brain*, Vol.123, No.5, pp.940-953, 2000.
- [8] D. A. Winter, *Biomechanics and motor control of human movement*, John Wiley & Sons Inc, 2009.
- [9] W. Muellbacher, C. Richards, U. Ziemann, G. Wittenberg, D. Wetz, B. Boroojerdi, and M. Hallett, "Improving hand function in chronic stroke," *Archives of Neurology*, Vol.59, No.8, pp.1278-1282, 2002.
- [10] M. de Niet, J. B. Bussmann, G. M. Ribbers, and H. J. Stam, "The stroke upper-limb activity monitor: its sensitivity to measure hemiplegic upper-limb activity during daily life," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.88, No.9, pp.1121-1126, 2007.
- [11] 최유임, 정민예, 정보인, 유은영, "강제유도운동 치료가 뇌졸중 환자의 상지 기능 및 일상생활활동에 미치는 영향," *대한작업치료학회지*, 제17권, 제1호, pp.77-90, 2009.
- [12] 박종한, 권용철, "노인용 한국판 Mini-Mental State Examination(MMSE-K)의 표준화 연구-제2편: 구분점 및 진단적 타당도-", *신경정신의학*, 제28권, 제3호, pp.508-513, 1989.
- [13] 김재민, 신일선, 윤진상, 이형영, "치매선별을 위한 MMSE-K 와 K-MMSE 의 진단 타당도 비교", *신경정신의학*, 제42권, 제1호, pp.124-130, 2003.
- [14] 이상현, "뇌졸중 환자에서 알렌인지수준과 일상생활활동, 인지기능 및 상지기능의 상관관계," *한국콘텐츠학회논문지*, 제9권, 제9호, pp.287-294, 2009.
- [15] S. Miyamoto, T. Kondo, Y. Suzukamo, A. Michimata, and S. Izumi, "Reliability and validity of the Manual Function Test in patients with stroke," *American J. of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol.88, No.3, pp.247-255, 2009.
- [16] 김도윤 전소혜, 강승용, 김남현, "3축 가속도 센서를 이용한 신체활동에 따른 맞춤형 에너지 측정 알고리즘", *한국콘텐츠학회논문지*, 제11권, 제12호, pp.103-111, 2011.
- [17] <http://fitdotlife.com>
- [18] G. Wu, F. C. van der Helm, H. E. Veeger, M. Makhsous, P. Van Roy, C. Anglin, J. Nagels, A. R. Karduna, K. McQuade, X. Wang, F. W. Werner, and B. Buchholz, "International Society of Biomechanics. ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion-part II: shoulder, elbow, wrist and hand," *J. of Biomechanics*, Vol.38, No.5, pp.981-992, 2005.
- [19] P. Pan, M. A. Peshkin, J. E. Colgate, and K. M. Lynch, "Static single-arm force generation with kinematic constraints," *J. of Neurophysiology*, Vol.93, No.5, pp.2752-2765, 2004.
- [20] A. Shumway-Cook and M. H. Woollacott, *Motor control: translating research into clinical practice*, Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [21] F. Debaere, S. P. Swinnen, E. Beatse, S. Sunaert, P. Van Hecke, and J. Duysens, "Brain areas involved in interlimb coordination: a distributed network," *Neuroimage*, Vol.14, No.5, pp.947-958, 2001.
- [22] N. Wenderoth, F. Debaere, S. Sunaert and S. P. Swinnen, "The role of anterior cingulate cortex and precuneus in the coordination of motor behaviour," *European J. of Neuroscience*, Vol.22, No.1, pp.235-246, 2005.
- [23] O. Kazennikov, S. Perrig, and M. Wiesendanger, "Kinematics of a coordinated goal-directed bimanual task," *Behavioural Brain Research*, Vol.131, No.2, pp.83-91, 2002.

- [24] J. P. Kutzt-Buschbeck, H. Stolze, A. Boczek-Funcke, K. Jöhnk, H. Heinrichs, and M. Illert, "Kinematic analysis of prehension movements in children," *Behavioural Brain Research*, Vol.93, No.2, pp.131-141, 1998.
- [25] J. H. Carr and R. B. Shepherd, *Stroke rehabilitation : guidelines for exercise and training to optimize motor skill*, Butterworth-Heinemann, 2003.
- [26] M. C. Volman, A. L. Wijnroks, and A. Vermeer, "Effect of task context on reaching performance in children with spastic hemiparesis," *Clinical Rehabilitation*, Vol.16, No.6, pp.684-692, 2002.
- [27] S. Gray, S. Watts, D. Debicki, and J. Hore, "Comparison of kinematics in skilled and unskilled arms of the same recreational baseball players," *J. of Sports Science*, Vol.24, No.11, pp.1183-1194, 2006.
- [28] A. Potgieser and B. de Jong, "Different distal-proximal movement balances in right-and left-hand writing may hint at differential premotor cortex involvement," *Human Movement Science*, Vol.30, No.6, pp.1072-1078, 2011.
- [29] K. Hayner, G. Gibson, and G. Muir Giles, "Comparison of constraint-Induced movement therapy and bilateral treatment of equal intensity in people with chronic upper-extremity dysfunction after cerebrovascular accident," *American J. of Occupational Therapy*, Vol.64, No.4, pp.528-539, 2010.
- [30] 김태훈, 박경희, "정상인에서 일상생활활동 수행 시 상지의 가속도 분석", *대한지역사회작업치료학회지*, 제4권, 제1호, pp.23-30, 2014.

저 자 소 개

김 태 훈(Taehoon Kim)

증신회원



- 2013년 2월 : 연세대학교 대학원
작업치료학과 졸업(작업치료학
박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 동서대학
교 작업치료학과 부교수

<관심분야> : 신경과학, 신경계 작업치료, 인지재활