

뇌졸중 환자에서 한손 및 양손 활동 수행 시 가속도 분석

이정은, 김도영*, 김태훈**

*동서대학교 대학원 보건과학과 석사과정 학생

**동서대학교 보건의료계열 작업치료학과 교수

국문초록

목적 : 본 연구는 뇌졸중 환자가 한손 및 양손 활동을 수행하는 동안 가속도 측정을 통해 건측 및 환측, 위팔 및 아래팔의 활동량을 비교하여 일상생활활동의 정량적 측정도구로서 가속도계의 활용가능성을 제시하고자 한다.

연구방법 : 2017년 9월부터 11월까지 우측 편마비 환자 10명과 좌측 편마비 환자 10명을 대상으로 한손 활동과 양손 활동을 실시하였다. 한손 활동은 마시기로 건측과 환측을 따로 측정하였고, 양손 활동은 옷입기로 건측과 환측을 동시에 측정하였다. 삼축 가속도계를 위팔의 가쪽 위관절용기 아래 지점, 아래팔의 노뼈뿔돌기 아래 지점에 착용하여 수행시간과 활동량을 측정하였다. 각 3회씩 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

결과 : 우측 편마비 환자에서는 양손 활동 수행 시 아래팔에서만 건측의 활동량이 유의하게 많았고($p<.05$), 전체 활동에서 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았다($p<.01$, $p<.05$). 좌측 편마비 환자에서 한손 활동과 양손 활동 수행 시 모두 환측과 건측의 활동량에 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 양손 활동 시 환측을 제외한 모든 활동에서 건측 및 환측의 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았다($p<.05$). 전체 환자에서 양손 활동 수행 시 건측의 위팔과 아래팔의 활동량이 유의하게 많았고($p<.05$), 전체 활동에서 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았다($p<.001$, $p<.05$).

결론 : 삼축 가속도계로 위팔 및 아래팔의 활동량을 측정한 결과, 한손 및 양손 활동 수행 시 아래팔의 활동량이 위팔보다 많았고, 양손 활동 수행 시에는 건측의 활동량이 더 많았다.

주제어 : 가속도계, 뇌졸중, 양손 활동, 한손 활동

교신저자 : 김태훈(context@dongseo.ac.kr)

|| 접수일: 2020.03.12

|| 심사일: 2020.03.15

|| 게재승인일: 2020.04.08

논문은 이정은(2018)의 석사학위 논문을 수정 보완한 것임.

I. 서론

뇌졸중은 신경계 질환 중에서 가장 많은 비율을 차지하는 질환으로써 뇌혈관의 출혈, 허혈 등의 문제로 뇌에 공급되는 혈액이 감소되어 나타나는 신경학적 증상이다. 뇌졸중 환자는 신체적, 인지적, 감정적으로 여러 문제를 갖게 되며 이 중 25-74%가 일상생활에 있어서 보호자의 일부 도움을 받거나 전적인 의존을 하게 된다(Miller et al., 2010). 일상생활활동의 장애는 환자의 독립성을 손상시켜 개인의 역할을 변하게 하고, 대인관계에서 제한을 받게 하며, 심리 사회적 부적응문제를 초래한다. 그리고 장기적으로 신체적 기능과 일상생활활동에 지장을 받게 되므로 환자의 삶의 질이 저하된다(Ham, Choi, & Ryu, 2000).

뇌졸중 환자의 독립적인 일상생활을 방해하는 가장 큰 원인 중 하나는 환측 상지의 마비이며, 이는 비정상적인 근긴장도, 근력의 약화, 협응 문제 등을 초래한다(de Kroon, IJzerman, Lankhorst, & Zilvold, 2004; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). 뇌졸중 환자는 마비로 인한 실패와 좌절감을 경험하면서 장기적으로 환측을 사용하지 않게 되며, 보상적 방법으로 정상적인 기능을 가진 건측의 과사용으로 이어진다(Levine & Page, 2004). 이러한 이유로 재활 훈련에 있어서 환측 상지의 회복이 치료의 주된 목표가 되고 있다. 상지의 재활 프로그램으로는 신경발달치료(Carolyn, Karen, & Kim, 2004), 작업치료, 운동치료, 강제유도 운동치료(Taub et al., 1993), 신경근 전기치료(Francisco et al., 1998), 양측성 상지훈련(Chang, Tung, Wu, & Su, 2006) 등이 있다. 최근에는 거울매개치료(Invernizzi et al., 2013), 가상현실 치료(Andrea et al., 2013), 로봇 치료(Wu, Yang, Lin, & Wu, 2013), 동작관찰 훈련(Marco et al., 2012) 등의 중재가 개발되고 있다. 이와 같은 다양한 중재의 효과를 알아보기 위해서 환측 상지의 기능평가를 주로 시행하고 있으나, 일상생활활동이 대부분 양손으로 이루어지기 때문에 과제 기반의 양손활동 평가가 반드시 필요하다.

작업치료사는 뇌졸중 환자에게 다양한 평가를 제공하는데, 일상생활활동 평가하기 위해 Functional Independence Measure(FIM), Canadian Occupational Performance Measure

(COPM), Modified Barthel Index(MBI), Assessment of Motor and Process Skills(AMPS), The ADL-focused Occupation-based Neurobehavioral Evaluation(A-ONE) 등을 사용한다(Kang & Park, 2017). 그 중 우리나라에서 가장 많이 사용되는 FIM, MBI는 인터뷰와 관찰을 통해 일상생활 의존도를 평가하며, 신뢰도와 타당도가 높다(Jung et al., 2007; Kidd et al., 1995). COPM은 대상자와 면담을 통하여 중요하게 인식하는 일상생활활동을 선택한 후에 수행도와 만족도를 자가평가하는 반구조화된 평가도구로 치료의 우선순위와 목표를 세우는데 중요한 역할을 한다(Law et al., 1990). AMPS는 일상생활 수행능력을 질적인 면을 중심으로 평가한다. 표준화된 120개의 과제 중에 대상자가 우선순위로 정한 과제를 직접적으로 관찰하여 운동기술(16항목)과 처리기술(20항목)을 노력, 효율성, 안전성, 자립성으로 나누어 검사한다(Merritt, 2011). A-ONE은 신경생리학적 손상이 있는 성인 대상자의 일상생활활동 수행을 관찰하여 기능적인 독립수준과 신경행동적 결함수준을 동시에 평가한다(Gardarsdottir & Kaplan, 2002).

위와 같은 기존의 작업치료 평가도구는 일상생활에서 대상자의 독립수준을 질적으로 평가하지만, Vicon이나 Zebris와 같은 생체역학적 분석장비는 정상인이나 뇌졸중 환자의 움직임 양적으로 측정할 수 있다. 생체역학적 분석은 기능적 평가도구로 증명할 수 없는 다양한 정보를 주며, 움직임 분석에 있어 타당도와 신뢰도가 입증되어 있다. 그러나 매우 고가일 뿐 아니라, 실험실 환경에서만 측정할 수 있다는 결정적인 단점이 있다. 가속도계는 생체역학적인 모든 변수를 측정할 수는 없지만, 기존의 장비를 대체할 수 있는 몇 가지 장점이 있다. 먼저 장비의 비용이 기존 장비보다 비교적 저렴하며, 실험을 준비하는데 별도의 공간이나 준비가 필요 없이 전원만 켜면 x, y, z 축에서 발생하는 가속도와 이를 합산한 신호벡터크기(Single vector magnitude)를 산출할 수 있다. 또한, 크기가 작고 착용이 간편하여 일상생활활동의 유형에 상관없이 다양한 활동을 측정할 수 있어, 작업치료 임상이나 지역사회에서 쉽게 적용 가능할 것으로 사료된다(de Niet, Bussmann, Ribbers, & Stam, 2007).

그러나 가속도계가 기존의 생체역학적 장비를 대체하기 위해서는 정상인 대상의 가속도 측정 연구뿐만 아니라 뇌졸중 환자를 대상으로 측정한 다양한 실험적 근거가 필요할 것이다. 뇌졸중 환자를 대상으로 가속도계를 활용하여 보행능력이거나 신체활동의 양적인 측면을 대상으로 한 연구는 많았으나, 상지기능의 양적인 측면을 연구한 논문은 부족한 실정이다. Noorkoiv, Rodgers와 Price(2014)는 뇌졸중환자를 대상으로 24시간 동안 환측과 건측의 상지사용량을 분석하였으나, 측정기간 동안 구체적인 일상생활활동별로 상지사용량을 측정하지 않았다는 제한점이 있었다. Kim과 Park(2014)의 연구에서는 정상인에서 전화하기, 마시기, 옷입기 등 네 가지 일상생활활동 수행 시 가속도계를 통한 활동량과 삼차원 동작분석장비(Zebri)를 통한 활동량을 비교한 결과 두 가지 장비가 유의한 상관관계를 보였다. 따라서 정상인뿐만 아니라 뇌졸중 환자를 대상으로 환측 또는 건측으로 특정한 일상생활활동 수행 시 활동량의 차이가 있는지 측정한 보완연구가 필요할 것이다. 본 연구에서는 한손 및 양손 활동 수행 시 활동량을 비교하여, 추후에 뇌졸중 환자의 다양한 일상생활활동을 평가하기 위한 연구의 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자 및 방법

본 연구는 대구광역시 소재 N병원에 입원중인 환자와 보호자를 대상으로 2017년 8월 사전설명회를 통하여 연구의 목적과 의의를 충분히 설명하였다. 아래의 선정 기준을 만족하는 대상자 중 연구 참여에 동의한 20명을 최종 대상으로 선정하였다(Table 1). 사전설명회 실시 전 연구윤리 검증을 위하여 임상경력 8년차 작업치료사 1인과 교수 2인에게 타당성 검토 및 승인을 받은 후 연구를 시작하였다. 대상자들의 평균 연령은 64.90±16.21세이였으며, 평균 유병기간은 5.10±3.06개월이었다. 마비 위치는 우측 10명, 좌측 10명이었고, 여자 12명, 남자 8명

이었다. 대상자와 보호자에게 본 연구의 절차와 목적에 관한 내용을 충분히 설명하고, 자발적인 동의를 얻었다. 대상자 선정 조건은 다음과 같다.

- (1) 뇌졸중으로 진단을 받은 자
- (2) 병변이 한쪽으로 제한된 편마비가 된 자
- (3) 발병 전 우세손이 오른손인 자
- (4) 한국형 간이 정신상태검사(K-MMSE) 점수가 20점 이상인 자
- (5) 앉은 자세에서의 균형이 Good 등급 이상인 자
- (6) 팔꿈치 관절에 구축이 없는 자
- (7) Brunstrom의 상지 회복단계 4단계 이상으로 자발적인 움직임이 가능한 자
- (8) 연구자가 지시한 내용을 이해하며 따를 수 있는 자

2. 연구 도구

본 연구에서 측정 도구로 사용된 피트미터(Model Fitmeter, Fit.Life, Korea)는 삼축 가속도 동작 감지기로 크기는 3.5×3.5×1.3cm, 무게는 13.7g이다(Figure 1). 삼축 가속도계는 손목밴드와 팔굽밴드를 이용하여 대상자의 팔에 착용하는 것으로, 비침습적이고 안전한 도구로 활동분석을 위한 여러 연구에서 널리 사용되고 있다(Kim, Hwang, Jeon, Bae, & Kim, 2011; Kim & Park, 2014). X, Y, Z의 삼축 가속도 값을 측정하고 필터 적용을 통해 중력에 의한 가속도 값이나 기기 내부의 오차를 미리 거를 수 있다. 측정값 저장 간격은 1/32초 단위이며, 가속도 변화의 시점을 확인하고 싶을 때 시점 기록 여부를 설정하여 가속도계의 버튼을 누르면 그 시점이 데이터로 기록된다. 가속도 측정 범위는 2G에서 8G(1G=9.8%, 중력가속도)까지 설정 가능하며, 느리고 정밀한 움직임 측정할 때는 2G(-61.25cm/s²~+61.25cm/s²), 일상적인 움직임은 4G(-122.25cm/s²~+122.25cm/s²), 스포츠와 같은 빠른 활동은 8G(-245cm/s²~+245cm/s²)로 측정한다(Kim et al., 2011). 본 연구에서는 일상생활활동을 측정하므로 4G로 설정하였다. 국제생체역학협회 기준을 적용하여 대상자의 아래팔의 움직임을 측정하기 위해 좌우 노쪽 붓돌기(Radial styloid process) 2cm 아래 지점에 각각 착용

Table 1. General Characteristics of Patients

(N=20)

	Gender	Age (year)	Onset (month)	Diagnosis	Affected side	K-MMSE	MAS	Brunnstrom recovery stage
1	F	74	5	Infarction	Right	27	0	5
2	F	56	3	Infarction	Left	23	0	6
3	F	74	6	Infarction	Left	26	0	6
4	F	77	4	Infarction	Left	25	1	5
5	M	80	3	Infarction	Right	28	1	6
6	F	77	1	Infarction	Left	30	1	5
7	F	56	9	Hemorrhage	Right	29	0	6
8	F	55	9	Hemorrhage	Right	30	0	6
9	M	51	5	Hemorrhage	Left	30	1	4
10	M	83	3	Infarction	Right	21	0	6
11	M	69	7	Infarction	Left	26	0	5
12	F	46	1	Hemorrhage	Right	30	0	6
13	M	75	5	Infarction	Right	20	0	5
14	M	28	10	Hemorrhage	Left	30	1+	4
15	F	74	2	Infarction	Right	23	0	6
16	F	83	3	Infarction	Right	20	0	4
17	M	60	9	Hemorrhage	Right	27	0	6
18	F	33	10	Hemorrhage	Left	27	0	6
19	F	80	1	Infarction	Right	20	0	4
20	M	68	6	Hemorrhage	Right	24	0	5

K-MMSE=Korean Mini Mental State Examination; MAS=Modified Ashworth Scale

하고 위팔의 움직임 측정을 위해 좌우의 가쪽위관절염기 (Lateral epicondyle) 2cm 아래 지점에 각각 착용하였다 (Wu et al., 2005).

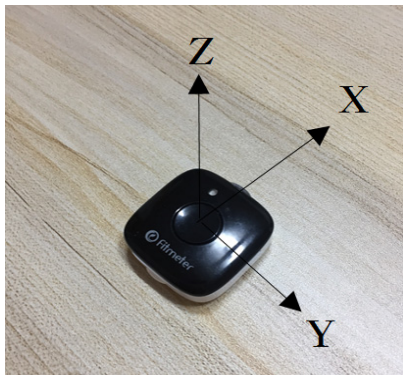


Figure 1. Accelerometer

3. 연구 절차

실험은 조용한 환경에서 시행되었다. 대상자는 활동 시 작 전 등받이가 있고, 팔걸이가 없는 의자에 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절을 90도 굽힌 자세로 앉았다. 몸통은 테이블과 10cm 간격을 유지하였다. 팔은 테이블 위에 편안 하게 두었다. 검사자는 대상자의 측면에 서서 실험을 진행 하였다.

본 연구에서 사용된 활동은 한손 사용과 양손 사용의 역학적 변수 차이를 확인하기 위하여 두 가지 활동을 선정 하였다. 한손 활동은 삼차원 동작분석 장비를 활용한 선행 연구를 참고하여 컵을 사용하여 마시기 흉내 내기이며, 양손 활동은 국내 일상생활동작훈련치료에서 가장 많이 훈련하는 옷입기 활동으로 선정하였다(Butler et al., 2010; Lee & Chang, 2014). 마시기는 대상자가 앉은 자세에서



Figure 2. Drinking



Figure 3. Dressing

테이블 가장자리로부터 15cm 전방에 있는 12×7cm 컵을 한 손을 이용하여 입까지 이동한 후 제자리에 놓는다 (Figure 2). 한쪽 팔을 측정 후에 반대편 팔도 측정하였다. 옷입기는 대상자가 앉은 자세에서 테이블 가장자리에서 15cm 전방에 있는 펼쳐진 XL 크기의 상의를 양손을 이용하여 입을 뒤 옷의 앞자락을 겹치면 활동을 종료하였다(Figure 3).

각 활동을 수행하기 전에 시범을 보여주고 대상자가 정확히 이해했는지 3회 연습한 후, 3회 반복 측정하였다. 검사자의 “시작”이라는 명령에 따라 주어진 활동을 수행한 후에 종료 동작 때까지의 가속도계 자료를 수집하였다. 이때 검사자는 한 개의 가속도계를 손에 쥐고 시작과 끝에 버튼을 눌러 수행 시점을 기록하였다. 그리고 각 수행 사이에 충분한 휴식을 취하게 하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서는 Fitmeter Manager V1.2 소프트웨어를 사용하여 가속도계가 측정한 데이터를 PC로 전송받아 분석하였다. 양쪽 위팔, 아래팔에 부착한 가속도계에서 x, y, z의 세 축에 대한 측정값 저장 간격은 1/32초이며, 가속도 측정 범위는 4G이다. 실험자에게 사용된 가속도계 4개와 검사자가 시점기록을 위해 사용한 가속도계 1개를 동기화하여 측정하였다. 활동 수행 중 발생한 x, y, z의 축 가속도

는 크기와 방향을 가진 벡터값으로 저장된다. 활동량은 각 축에서 발생한 3축 가속도를 양의 값으로 합산하여 실제적인 움직임 양을 의미하며 활동량은 cm/s^2 단위로 처리하였다(Pan, Lynch, Peshkin, & Colgate, 2004).

자료의 통계 처리를 위해 IBM SPSS Version 20.0 소프트웨어를 사용하였고, 마시기, 옷입기 활동 동안 건측과 환측의 활동량, 위팔과 아래팔의 활동량을 비교하기 위해 비모수검정(Mann-Whitney *U* test)을 실행하였다. 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 하였다. 우측 편마비 환자, 좌측 편마비 환자, 전체 환자 세 가지 경우로 활동량을 비교하였다.

III. 연구 결과

1. 활동량

1) 우측 편마비 환자

우측 편마비 환자의 위팔과 아래팔에서 환측과 건측의 활동량을 비교한 결과, 마시기 활동과 옷입기 활동 수행 시 위팔에서는 유의한 차이가 없었고($p>.05$), 옷입기 활동 수행 시 아래팔에서만 건측의 활동량이 유의하게 많았다 ($p<.05$).

환측의 위팔과 아래팔의 활동량을 비교한 결과, 마시기와 옷입기 활동 수행 시 모두 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았고($p<.01$, $p<.05$), 건측의 위팔과 아래팔의 활동량

Table 2. Amount of Activity of Right Hemiplegic Patients

(N=20)

Task		Affected side	Non-affected side	U	p
Drinking	Upper arm	7.65±5.37	7.14±4.72	65.00	.69
	Lower arm	13.94±3.11	15.01±5.85	64.00	.64
	U	14.00	19.00		
	p	.00**	.00**		
Dressing	Upper arm	10.63±3.96	13.90±3.29	40.00	.07
	Lower arm	15.31±5.96	20.99±4.12	31.00	.02*
	U	34.00	13.00		
	p	.03*	.00**		

* $p < .05$, ** $p < .01$ (Unit: cm/s^2)

을 비교한 결과, 마시기와 옷입기 활동 수행 시 모두 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았다($p < .01$)(Table 2).

2) 좌측 편마비 환자

좌측 편마비 환자의 위팔과 아래팔에서 환측과 건측의 활동량을 비교한 결과, 마시기 활동과 옷입기 활동 수행 시에 둘 다 유의한 차이가 없었다($p > .05$).

환측의 위팔과 아래팔의 활동량을 비교한 결과, 마시기 활동 수행 시 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았으며($p < .01$), 옷입기 활동 수행 시 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 건측의 위팔과 아래팔의 활동량을 비교한 결과, 마시기와 옷입기 활동 수행 시 모두 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았다($p < .05$)(Table 3).

3) 전체 환자

전체 환자의 위팔과 아래팔에서 환측과 건측의 활동량을 비교한 결과, 마시기 활동에서는 유의한 차이가 없었고($p > .05$), 옷입기 활동 수행 시에는 건측의 활동량이 유의하게 많았다($p < .05$).

환측의 위팔과 아래팔의 활동량을 비교한 결과, 마시기와 옷입기 활동 수행 시 모두 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았고($p < .001$, $p < .05$), 건측의 위팔과 아래팔의 활동량을 비교한 결과, 마시기와 옷입기 활동 수행 시 모두 위팔보다 아래팔의 활동량이 유의하게 많았다($p < .001$)(Table 4).

Table 3. Amount of Activity of Left Hemiplegic Patients

(N=20)

Task		Affected side	Non-affected side	U	p
Drinking	Upper arm	5.61±1.53	8.70±6.96	24.00	.40
	Lower arm	11.76±3.45	13.71±4.95	23.00	.35
	U	1.00	12.00		
	p	.00**	.04*		
Dressing	Upper arm	9.19±4.60	11.73±3.59	18.00	.14
	Lower arm	14.47±7.00	16.82±4.08	24.00	.40
	U	17.00	12.00		
	p	.12	.04*		

* $p < .05$, ** $p < .01$ (Unit: cm/s^2)

Table 4. Amount of Activity of All Patients

(N=20)

Task	Affected side	Non-affected side	<i>U</i>	<i>p</i>	
Drinking	Upper arm	6.84±4.31	7.76±5.60	191.50	.82
	Lower arm	13.07±3.35	14.49±5.41	171.00	.43
	<i>U</i>	31.00	62.00		
	<i>p</i>	.00 ^{***}	.00 ^{***}		
Dressing	Upper arm	10.05±4.17	13.03±3.49	118.00	.03 [*]
	Lower arm	14.98±6.23	19.31±4.51	118.00	.03 [*]
	<i>U</i>	105.00	60.00		
	<i>p</i>	.01 [*]	.00 ^{***}		

p*<.05, ^{*}*p*<.001(Unit: cm/s²)

IV. 고찰

뇌졸중 환자는 환측 상지의 마비로 인하여 일상생활에 어려움을 겪게 되므로 이에 따른 재활치료의 주된 목표는 환측 상지의 회복이다. 다양한 재활치료 프로그램을 통하여 환측 상지의 기능이 회복되더라도 일상생활활동은 대부분 양손으로 이루어지기 때문에, 환측 상지와 양측 상지의 기능적인 평가가 동시에 이루어져야 한다. 그러나 기존의 일상생활 평가는 인터뷰 또는 관찰 위주의 질적인 평가로 구성되어 있어서 정량적인 데이터를 통하여 수치화하기 어렵다(Lee, Park, Kim, Park, & Park, 2016). 그러므로 양적인 측정이 가능한 가속도계를 활용하여 환측 상지 및 양측 상지의 평가가 필요하다.

본 연구는 삼축 가속도계를 사용하여 편마비 환자의 한손 및 양손 활동 수행 시 상지의 움직임 패턴을 분석하여 가속도계의 유용성을 검증하고자 하였다.

첫째, 우측 편마비 환자에서는 양손 활동 수행 시 아래팔에서만 건측의 활동량이 유의하게 많았다. 좌측 편마비 환자에서 한손 활동과 양손 활동 시 모두 환측과 건측의 활동량에 유의한 차이가 없었다. 하지만 전체 환자의 평균을 비교했을 때, 양손 활동에서 건측 위팔과 아래팔에서 활동량이 유의하게 많았다. 활동 수행 중 발생하는 가속도는 작용근과 대항근의 비율에 의해 결정되며, 움직임 궤적의 시간적, 공간적 특성을 나타낸다(Plamondon, 1995). 작

용근과 대항근의 교대역제는 빠른 움직임을 발생시키는 데, 이것은 작용근과 대항근의 활동량이 클수록 가속과 감속이 더 증가한다(Potgieser & de Jong, 2011). 본 연구에서 양손 활동으로 선정된 옷입기는 가속과 감속의 조합으로 수행된 동작이다. 본 연구에서는 삼축(x, y, z)에서 발생한 가속도의 값을 제공하여 양의 값으로 합산하여 실제적인 활동량을 구하였다. 그 결과, 양손 활동에서 환측보다 건측의 활동량이 많았다. 한손 활동보다 양손 활동에서 환측의 움직임 효율성이 떨어진 것은 건측 상지의 보상이 많아졌기 때문일 것이다. 뇌졸중 환자는 발병 초기 환측 상지의 반복적인 실패와 좌절감을 경험하면서, 건측 상지를 이용하여 보상하는 방법을 이용하게 된다. 이러한 보상적 방법이 습관화되면 재활 훈련을 통하여 상지의 기능이 회복되어도 일상생활활동에서 사용빈도가 낮아 장기적인 측면에서 신경학적인 회복에 방해가 될 것이다(Levine & Page, 2004; Liepert, Beauder, Miltner, Taub, & Weiller, 2000).

둘째, 우측 편마비 환자와 전체 환자의 평균에서 위팔보다 아래팔의 활동량이 더 많았고, 좌측 편마비 환자의 양손 활동시 환측을 제외한 모든 활동에서 건측 및 환측의 위팔보다 아래팔의 활동량이 더 많았다. 이것은 옷입기와 마시기와 같은 활동이 몸 쪽보다는 먼 쪽의 움직임이 많은 활동이기 때문일 것이다(Wijnroks & Vermeer, 2002). 옷입기, 마시기, 몸단장 등의 기본적 일상생활활동과 의사소통 매체 사용, 재정관리, 식사준비 등의 수단적 일상생활활동

에는 상지의 위팔(몸 쪽)보다는 아래팔(먼 쪽)을 보다 더 움직이는 활동이 많다. 그러나 편마비 환자의 가속도를 분석한 기존 연구는 대부분 양손 및 한손활동에 대한 구체적인 분석이 없었고, 아래팔 및 위팔 움직임을 분리하여 비교하지 않았다. 본 연구에서는 양손 및 한손 활동에서 팔꿈치(몸 쪽)와 손목(먼 쪽)을 구분하여 차이를 관찰하였다. 우측 편마비, 좌측 편마비, 그리고 전체 환자들에서 손목의 활동량이 팔꿈치의 활동량보다 유의하게 많았으며 좌측 편마비 환자의 양손 활동 시 환측에서는 유의하지는 않지만 역시 손목의 활동량이 많은 것을 볼 수 있었다. 발병전 우세손이 오른손인 대상자들에게 환측(우측 편마비환자의 오른손과 좌측 편마비환자의 왼손)과 건측(우측 편마비환자의 왼손과 좌측 편마비환자의 오른손)을 비교하였기 때문에 우세손의 효과와 환측의 효과가 상쇄되어 유의하지 않은 결과가 도출되었을 것이다. 이것은 가속도계가 양손 및 한손 활동 모두를 유용하게 측정 가능하다는 것을 의미한다. 따라서 기본적 일상생활활동과 수단적 일상생활활동 시 움직임 양을 객관적으로 측정할 때는 몸 쪽보다는 먼 쪽의 움직임을 중심으로 분석해야 할 것이다.

셋째, 본 연구는 가속도계를 활용하여 객관적이고 정량적인 데이터를 수집하였다는 점에서 기존의 상지기능 평가도구의 단점을 보완하였고, 기존의 동작분석장비에 비하여 저렴하고 간단하게 측정할 수 있다는 활용 가능성을 제시하였다. 일반적으로 만성 편마비 환자는 기존의 상지기능 평가도구로 단기간의 점수향상을 관찰하기 어렵지만, 가속도계는 상지에서 발생하는 움직임의 양과 질을 1/32 Hz 단위로 분석할 수 있기 때문에 측정의 민감도가 높다는 장점이 있다. 적외선, 가시광선, 초음파 등을 기반으로 측정하는 기존의 동작분석장비는 고가이기 때문에 우리나라의 재활치료수가에서는 현실적으로 적용이 어렵다(Kim & Park, 2014). 또한, 측정의 준비와 분석에 상당한 시간과 인력이 투입된다. 가속도계는 기존의 장비는 1/30 정도로 비용을 절감할 수 있고, 전원 스위치만 켜면 약 한 달 동안 자유로운 측정이 가능하다.

가속도계는 기존의 평가방법으로는 측정하기 어려운

연구도 가능할 것으로 생각된다. 입원 또는 외래로 내원하는 환자들은 치료실에서는 환측 상지를 많이 사용하지만, 지역사회나 가정에서는 환측보다는 건측을 많이 사용하는 경향이 있다. 가속도계는 손목시계와 유사한 형태로 손목, 팔꿈치, 허리 등에 착용 후 장기간동안 자연스러운 일상생활활동을 측정가능하다(Noorikoiv et al., 2014). 따라서 가속도계는 일정 기간의 환측 상지 사용량에 대한 객관적 피드백 제공할 때 사용될 수도 있을 것이다. 또한, 가속도계를 착용한 상태에서 기존의 상지 기능 평가도구 또는 작업수행 평가도구와 병행할 경우 질적인 측면과 양적인 측면을 동시에 분석할 수도 있을 것이다. 예를 들어 가속도계를 손목에 착용한 상태에서 Jebsen-Taylor Hand Function Test를 수행하면 활동의 수행시간뿐 아니라 상지 움직임의 양을 객관적으로 측정할 수 있으며, AMPS나 A-ONE을 측정할 때 가속도계를 병용하면 질적 및 양적 측면을 종합적으로 해석할 수도 있을 것이다.

본 연구는 대상자 수가 부족하여 일반화가 어렵다는 제한점이 있고 양손 활동 중 하나인 옷입기와 한손 활동 중 하나인 마시기만을 분석했기 때문에 추후 연구에서는 더욱 다양한 일상생활활동을 측정할 필요가 있을 것이다. 기본적 일상생활활동 영역에서 다양한 종류의 하의 및 상의 입기, 다양한 음식의 식사하기, 여러 가지 기능적 이동 동작 등의 측정을 시도할 수 있을 것이며, 수단적 일상생활활동영역에서 스마트기기 또는 컴퓨터 사용하기, 운전하기, 청소하기, 요리하기 등의 동작에 대한 X, Y, Z 축 가속도 특성 및 활동량을 측정할 수 있을 것이다 (Barbara, Fulvio, & Antonio, 2014; Kim, Im, Hong, Ahn, & Kim, 2007).

V. 결론

본 연구는 삼축 가속도계를 활용하여 뇌졸중 환자에서 한손 활동과 양손 활동 수행 시 건측과 환측, 아래팔과 위팔의 활동량을 우측 편마비, 좌측 편마비, 전체 환자로 나누어 분석하였다. 우측 편마비 환자의 경우 양손 활동

수행 시 아래팔에서 환측보다 건측의 활동량이 많았고, 전체 환자에서 양손 활동 수행 시 아래팔과 위팔 모두 건측의 활동량이 많았다. 양손 활동에서 아래팔과 위팔에서 환측보다 건측의 활동량이 더 많았다. 그리고 아래팔과 위팔의 활동량을 비교하였을 때, 좌측 편마비 환자의 양손 활동 시 환측을 제외한 한손과 양손 활동 둘 다 위팔보다 아래팔의 활동량이 더 많았다. 이는 일상생활활동 측정 시 몸 쪽보다는 먼 쪽의 움직임을 중심으로 분석해야 할 것임을 나타낸다. 가속도계는 객관적이고 정량적인 데이터를 통하여 건측 및 환측, 아래팔과 위팔의 움직임을 측정할 수 있고 편의성과 활용성이 높으므로, 활동량 측정을 통한 뇌졸중 환자의 일상생활활동 측정도구로써 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

Acknowledgements

이 논문은 2020년도 BB21+사업의 지원을 받아 수행된 연구임

References

- Andrea, T., Mauro, D., Laura, V., Paolo, T., Michela, A., Carla, Z., ... Lamberto, P. (2013). Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: A prospective controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(85), 1-9. doi:10.1186/1743-0003-10-85
- Barbara, B., Fulvio, M., & Antonio, S. (2014, August). *A public domain dataset for ADL recognition using wrist-placed accelerometers*. The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 738-743. doi:10.1109/ROMAN.2014.6926341
- Butler, E. E., Ladd, A. L., Louie, S. A., LaMont, L. E., Wong, W., & Rose, J. (2010). Three-dimensional kinematics of the upper limb during a reach and grasp cycle for children. *Gait & Posture*, 32(1), 72-77. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.3.011
- Carolyn, L., Karen, J. D., & Kim, B. (2004). Outcomes of the bobath concept on upper limb recovery following stroke. *Clinical Rehabilitation*, 18(9), 888-898. doi:10.1191/0269215504cr793oa
- Chang, J. J., Tung, W. L., Wu, W. L., & Su, F. C. (2006). Effect of bilateral reaching on affected arm motor control in stroke-with and without loading on unaffected arm. *Disability and Rehabilitation*, 28(24), 1507-1516. doi:10.1080/09638280600646060
- de Kroon, J. R., IJzerman, M. J., Lankhorst, G. J., & Zilvold, G. (2004). Electrical stimulation of the upper limb in stroke: Stimulation of the extensors of the hand vs. alternate stimulation of flexors and extensors. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83(8), 592-600. doi:10.1097/01.PHM.0000133435.61610.55
- de Niet, M., Bussmann, J. B., Ribbers, G. M., & Stam, H. J. (2007). The stroke upper-limb activity monitor: Its sensitivity to measure hemiplegic upper-limb activity during daily life. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(9), 1121-1126. doi:10.1016/j.apmr.2007.06.005
- Francisco, G., Chae, J., Chawla, H., Kirshblum, S., Zorowitz, R., Lewis, G., & Pang, S. (1998). Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: A randomized pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(5), 570-575. doi:10.1016/S0003-9993(98)90074-0
- Gardarsdottir, S., & Kaplan, S. (2002). Validity of the Arnadottir OT-ADL Neurobehavioral Evaluation (A-ONE): Performance in activities of daily living and neurobehavioral impairments of persons with left and right hemisphere damage. *American Journal of Occupational Therapy*, 56(5), 499-508. doi:10.5014/ajot.56.5.499
- Ham, M. Y., Choi, K. S., & Ryu, E. J. (2000). Analysis of nursing studies about stroke research in Korea. *Korean Journal of Rehabilitation Nursing*, 3(2), 141-153.
- Invernizzi, M., Negrini, S., Carda, S., Lanzotti, L., Cisari, C., & Baricich, A. (2013). The value of adding mirror therapy for upper limb motor recovery of subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49(3), 311-317.
- Jung, H. Y., Park, B. K., Shin, H. S., Kang, Y. K., Pyun, S. B., Paik, N. J., & Han, T. R. (2007). Development of the Korean version of Modified Barthel Index (K-MBI): Multi-center study for subjects with stroke. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 31(3), 283-297.
- Kang, J. W., & Park, J. H. (2017). A systematic review of assessment tools of activities of daily living for stroke patients. *Therapeutic Science for Neurorehabilitation*, 6(1), 11-28.

doi:10.22683/tsnr.2017.6.2.011

- Kidd, D., Stewart, G., Baldry, J., Johnson, J., Rossiter, D., Petrukkevitch, A., & Thompson, A. J. (1995). The Functional Independence Measure: A comparative validity and reliability study. *Disability and Rehabilitation*, 17(1), 10-14. doi:10.3109/09638289509166622
- Kim, D. Y., Hwang, I. H., Jeon, S. H., Bae, Y. H., & Kim, N. H. (2011). Estimating algorithm of physical activity energy expenditure and physical activity intensity using a triaxial accelerometer. *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of Korea*, 5(1), 27-33.
- Kim, I. J., Im, S. M., Hong, E. N., Ahn, S. C., & Kim, H. G. (2007). *ADL classification using triaxial accelerometers and RFID*. International Conference on Ubiquitous Computing Convergence Technology. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/4420216/proceeding>
- Kim, T. H., & Park, K. H. (2014). Accelerometry of upper extremity during activities of daily living in healthy adults. *Journal of Korean Society of Community Based Occupational Therapy*, 4(1), 23-31.
- Law, M., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990). The Canadian Occupational Performance Measure: An outcome measure for occupational therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 57(2), 82-87. doi:10.1177/000841749005700207
- Lee, C. Y., & Chang, M. Y. (2014). A survey on the activities of daily living training for occupational therapy in Korea. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 22(2), 35-46. doi:10.14519/jksot.2014.22.2.03
- Lee, J. H., Park, J. H., Kim, Y. J., Park, H. Y., & Park, J. H. (2016). A systematic review on accelerometer to measure a ctivity of daily living of patients with stroke. *Therapeutic Science for Neurorehabilitation*, 5(2), 57-69. doi:10.22683/tsnr.2016.5.2.057
- Levine, P., & Page, S. J. (2004). Modified constraint-induced therapy: A promising restorative outpatient therapy. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 11(4), 1-10. doi:10.1310/R4HN-51MW-JFYK-2JAN
- Liepert, J., Bauder, H., Miltner, W. H., Taub, E., & Weiller, C. (2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*, 31(6), 1210-1216. doi:10.1161/01.STR.31.6.1210
- Marco, F., Maria, G., Maurizio, A., Paola, C., Stefano, B., Valentina, D. A., ... Patrizio, S. (2012). Clinical relevance of action observation in upper-limb stroke rehabilitation: A possible role in recovery of functional dexterity. A randomized clinical trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(5), 456-462. doi:10.1177/1545968311427406
- Merritt, B. K. (2011). Validity of using the assessment of motor and process skills to determine the need for assistance. *American Journal of Occupational Therapy*, 65, 643-650. doi:19.5014/ajot.2011.000547
- Miller, E. L., Murray, L., Richards, L., Zorowitz, R. D., Bakas, T., Clark, P., & Billinger, S. A. (2010). Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient. *Stroke*, 41(10), 2402-2448. doi:10.1161/STR.0b013e3181e7512b
- Noorkoiv, M., Rodgers, H., & Price, C. I. (2014). Accelerometer measurement of upper extremity movement after stroke: A systematic review of clinical studies. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 11(1), 1-11. doi:10.1186/1743-0003-11-144
- Pan, P., Lynch, K. M., Peshkin, M. A., & Colgate, J. E. (2004). Static single-arm force generation with kinematic constraints. *Journal of Neurophysiology*, 93, 2752-2765. doi:10.1152/jn.00799.2004
- Plamondon, R. (1995). A kinematic theory of rapid human movements. *Biological Cybernetics*, 72(4), 295-307. doi:10.1007/BF00202785
- Potgieser, A. R. E., & de Jong, B. M. (2011). Different distal-proximal movement balances in right-and left-hand writing may hint at differential premotor cortex involvement. *Human Movement Science*, 30(6), 1072-1078. doi:10.1016/j.humov.2011.02.005
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). Abnormal reach, grasp, and manipulation. In A., Shumway-Cook, & M. H. Woollacott (Eds.), *Motor control: Translating research into clinical practice* (3rd ed., pp. 468-492). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Taub, E., Miller, N. E., Novack, T. A., Cook, E. W., Fleming, W. C., Nepomuceno, C. S., ... Cargo, J. E. (1993). Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(4), 347-354.
- Wijnroks, A., & Vermeer, A. (2002). Bimanual circle drawing in children with spastic hemiparesis: Effect of coupling modes on the performance of the impaired and unimpaired arms. *Acta Psychologica*, 110(2), 339-356. doi:10.1016/S001-6918(02)00041-0
- Wu, C. Y., Yang, C. L., Lin, K. C., & Wu, L. L. (2013). Unilateral versus bilateral robot-assisted rehabilitation on arm-trunk control and functions post stroke: A randomized controlled trial. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 10

(1). 1-10. doi:10.1186/1743-0003-10-35

Wu, G., Van der Helm, F. C., Veeger, H. E., Makhsous, M., Van Roy, P., Anglin, C., & Werner, F. W. (2005). 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. *Journal of Biomechanics*, *38*(5), 981-992. doi:10.1016/j.jbiomech.2004.05.042

Abstract

Accelerometry of Unimanual and Bimanual Activities in Stroke Patients

Lee, Jeong-Eun, M.S., O.T., Kim, Do-Yeong*, B.S., O.T., Kim, Tae-Hoon**, Ph.D., O.T.

*Dept. of Health Science, Graduate School of Dongseo University, Master's Course, Student

**Dept. of Occupational Therapy, Dongseo University, Professor

Objective : This study evaluated the differences between the upper and lower arm activities of the affected and non-affected sides in stroke patients performing activities of daily living. It was intended to gather basic data for the measurement of daily activities.

Methods : The participants in the study consisted of 20 patients, 10 had left hemiplegia and 10 had right hemiplegia. Between September and November 2017, they performed drinking and dressing as unimanual and bimanual tasks. The 3-axes accelerometers were placed 2cm below the lateral epicondyle on the upper arm and 2cm below the radial styloid on the lower arm. The data were collected at intervals of 1/32 Hz and analyzed.

Results : In patients with right hemiplegia, the tendon activity was significantly higher in the lower arm when performing a bimanual activity ($p < .05$), for all the other activities, those of the lower arm were significantly higher than those of the upper arm ($p < .01$, $p < .05$). There was no significant difference between the unimanual and bimanual activities of the affected and tendon sides in patients with left hemiplegia ($p > .05$). In both hands, the activity of the lower arm was significantly higher than that of the activities of the upper and lower arms, except on the affected side ($p < .05$). In all patients, the activities of the upper and lower arms were significantly higher ($p < .05$), and the activity of the lower arm was significantly higher than that of the upper ($p < .001$, $p < .05$).

Conclusion : The activity was higher on the non-affected side than the affected side during the dressing task, and the overall activity was higher in the lower arm than the upper arm.

Key words : Accelerometer, Bimanual task, Stroke, Unimanual task