

## 로봇보조(Robot-assisted) 치료가 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 영향

황선정\*, 유두한\*

\*전북대학교병원 작업치료실

### 국문초록

목적 : 본 연구는 로봇보조 치료가 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

연구방법 : 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 발병 12개월 이내의 입원 환자 4명과 발병 12개월 이후의 외래 환자 7명에게 각각 5~6주간 로봇보조 치료를 실시하였다. 로봇보조 치료는 상지기능 훈련을 위한 다양한 운동프로그램을 가지고 있는데, 그 중 앞으로 팔 뻗기 훈련을 통해 환자의 능력에 적합한 운동모드를 치료사가 선택하여 이루어졌다. 환자는 30분간 3차원의 피드백을 제공하는 모니터를 바라보며 앞으로 팔 뻗기 운동을 반복적으로 수행하였다. 대상자들의 상지기능 변화를 위해 장악력 검사(Grip strength test), 한글판 울프운동기능검사(Korean-Wolf Motor Function Test: K-WMFT), 상자와 나무토막검사(Box & Block Test: BBT)와 팔 뻗기 수행시간을 중재 전·후에 측정하였다.

결과 : 로봇보조 치료를 통한 상지기능의 변화를 살펴보기 위해 중재 전·후의 측정값의 변화량을 비교하여 살펴본 결과, 연구 대상자 모두에서 결과값의 향상을 보였다. 통계적인 유의성을 확인하기 위해 윌콕슨 부호 순위 검증을 실시한 결과, 외래환자의 장악력과 상지기능, 기민성, 수행시간에서 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ), 입원 환자의 경우에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

결론 : 로봇보조 치료가 뇌졸중 환자의 상지기능 회복에 긍정적인 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 본 연구를 기초로 작업치료 영역에서도 로봇보조 치료를 통한 중재적 접근이 필요할 것으로 생각되며, 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 로봇보조 치료의 유용한 사용이 기대된다.

주제어 : 뇌졸중, 로봇보조, 상지기능

### 1. 서론

뇌졸중 후 신경학적인 재활이 이루어지는 기간 동안에 상지기능의 장애는 작업수행을 방해하는 중요한 문제로(Hesse, Schulte-Tiggas, Konrad, Baedeleben & Werner, 2003), 오랜 기간 동안 환자의 독립적인 생활

을 어렵게 한다. 대다수의 뇌졸중 환자들은 상지 기능에 있어 완전한 움직임이나 기능적인 회복에 어려움을 보인다(김선희, 장문영과 권혁철, 2003).

뇌졸중 환자의 상지기능은 일상생활 동작의 수행동안에 과제수행을 위해 중요한 역할을 함으로 재활프로그램에서 상지의 치료적 중재가 강조되고 있다(Yoo,

Cha, Kim & Lee, 2013). 뇌졸중으로 인한 상지기능은 발생 초기에 집중적인 치료적 중재를 통해 운동능력의 회복을 촉진할 수 있다(최유임, 정민예, 정보인과 유은영, 2009). 상지의 운동조절과 기능회복을 위한 다양한 재활이 이루어지고 있는데, 신장운동이나 근력강화 운동과 같은 보존적 치료와 신경발달학적치료(Bobath, 1959), 브룬스트롬의 협력작용을 이용한 치료(Brunnstrom, 1970), 고유수용성 신경근 촉진법(Knott & Voss, 1968), 근전도 생체피드백 방법(Basmajian, Gowland, Brandstater, Swanson & Trotter, 1982), 강제유도 운동치료(Taub, Miller & Berman, 1993), 보조기(Langlois, Pederson & Mackinnon, 1991), 기능적 전기자극(Francisco et al., 1998) 등의 방법들이 대표적이다. 뇌졸중 환자의 상지기능 장애가 지속되는 이유 중 하나는 학습된 비사용 (learned nonuse) 현상 때문이라고 문헌들은 보고하고 있다(Liepert, Bauder, Miltner, Taub & Weiller, 2000; Miltner, Bauder, Sommer, Dettmers & Taub, 1999; Wolf, Lecraw & Barton, 1989). 최근에는 과제지향 훈련과 양측성 상지 훈련, 거울매개치료와 같은 방법들이 뇌졸중 환자의 상지기능의 회복을 위한 치료로 이용되고 있다(백영림과 김수경, 2010; 유수전, 황기철, 김희정과 권혁철, 2011).

하지만 이러한 치료적인 방법들은 노동력을 필요로 하고, 환자와 치료사 간의 일대일로 집중적인 치료를 제공하기 위해 많은 시간이 필요로 한다. 특히, 상지 사용의 어려움은 실망과 좌절감을 가중시켜 운동기능 회복에 부정적인 영향을 줄 수 있고, 장시간의 반복적인 치료적 중재는 치료사와 환자에게 체력적인 소모가 크기 때문에 치료 효과가 감소될 수 있다(신규현, 2008).

과거 생활수준이 낮을 때는 질병으로부터 해방되는 것이 최대 목표였지만 생활수준이 향상되면서 평균 수명이 연장되었고 이에 따라 질병으로부터의 해방뿐만 아니라 개인의 삶의 질과도 영향이 맞닿아 있기 때문에 질적이고 능률적인 재활치료 방법이 요구된다(신규현, 2008). 능률적인 재활치료가 가능한 로봇보조 치료는 치료사 한 명이 로봇을 이용하여 여러 명의 환자를 훈련시킬 수 있고, 컴퓨터 시스템의 결합으로 개별적인 훈련 횟수와 지속정도를 확인할 수 있다. 또한 치료기간을 단축하는 효과를 가져와 개인적인 비용의 절

감도 기대할 수 있다(김선진, 류제광, 김민주와 김상범, 2010). 그리고 로봇 시스템을 이용하게 되면 다양한 종류의 운동 구현과 운동 강도조절이 가능하고, 주어진 목표를 달성하도록 훈련이 이루어지게 되어 환자는 집중과 긴장을 유지하여 훈련에 집중할 수 있어 치료 효과가 증가될 것으로 기대된다.

로봇은 과거 산업 현장에서 적용되었고 최근에는 다양한 분야에서 응용되어 연구가 이루어지고 있다(신규현, 2008). 재활로봇의 응용을 살펴보면 근력과 관절의 운동 범위 등과 같은 운동 특성을 진단하는 연구, 운동장애를 치료 또는 훈련시키는 시스템에 대한 연구가 있다(이수한과 신규현, 2011). 로봇을 이용한 재활치료는 1990년대 후반부터 그 연구가 국외를 중심으로 활발하게 진행되어 왔다. 다양한 형태와 특징을 가진 로봇들이 개발되어 왔는데, 1차원과 2차원 평면 운동이 가능한 MIT-MANUS와 같은 로봇이 초기에 주류를 이루었다(신규현, 2008). 하지만 다양한 상지의 운동과 일상생활 동작의 훈련을 수행하기 위해서는 어깨와 팔꿈치에 대하여 3차원 공간상의 운동이 필요하다. 최근에는 국외뿐만 아니라 국내에서도 단순한 관절 운동범위를 넓히기 위한 수동운동뿐만 아니라 일상생활동작을 위한 능동운동을 초점으로 한 재활영역에서 로봇의 개발이 이루어지고 있다. 이러한 로봇보조 치료는 일상생활활동에서 음료수 캔을 쥐거나 열쇠를 쥐는 등의 동작을 위한 3차원적인 동작의 감각운동을 가능하도록 돕는다. 그러나 로봇의 개발에 따른 임상적인 실험이 주로 국외에서만 이루어져 있고, 국내에서는 로봇보조 치료의 적용과 임상적인 유용성에 대한 의미 있는 연구가 부족한 상황이다.

따라서 본 연구는 이러한 장점을 극대화시킬 수 있는 로봇보조 치료의 임상적 적용을 확인하고, 로봇보조 치료를 통하여 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2011년 9월부터 11월까지 전라도 소재의 대학병원에서 뇌졸중 편마비로 진단받은 입원과 외래 환자 11명을 대상으로 하였다. 발병 12개월 이내의 입

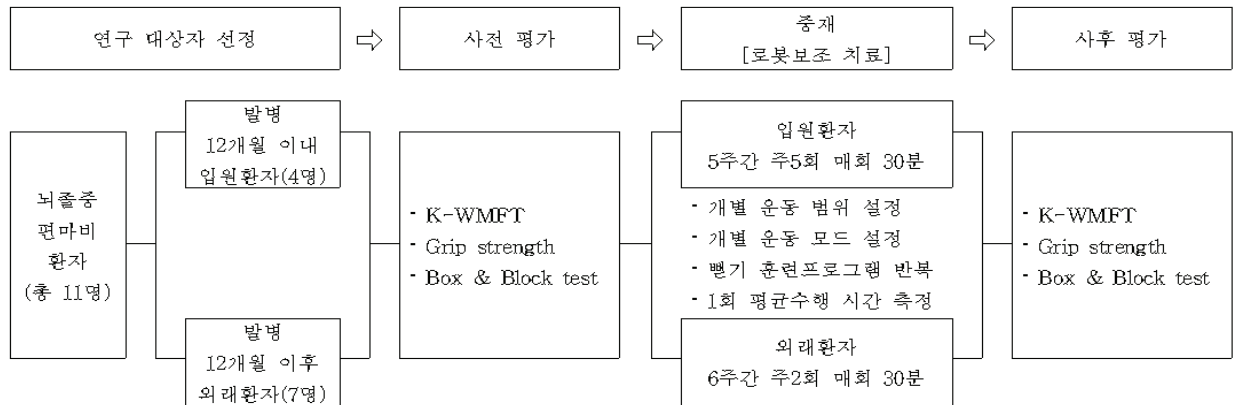


그림 1. 연구 설계 및 진행 과정

원 환자 4명과 발병 12개월 이후의 외래 환자 7명은 각각 5~6주간 로봇보조 치료를 받았다. 로봇보조 치료는 모니터를 보고 적절한 피드백으로 반응하여 신체를 움직이는 방법으로 적용되기 때문에 편측무시가 없고, 지시에 대한 인지장애와 의사소통 능력의 문제가 없는 환자를 대상으로 연구를 실시하였다(Hesse et al., 2003). 실험 전에 11명의 연구 대상자에게 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명한 후 자발적인 동의를 한 경우 연구에 참여하도록 하였다. 연구에 참여한 대상자의 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 전문의에게 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단을 받은 자
- 2) MVPT 수행 결과 편측무시가 없는 경우
- 3) MMSE-K 검사 결과에서 24점 이상으로 인지기능에 문제가 없는 경우
- 4) 언어 이해 능력에 문제가 없고 실행증이 없어서 지시하는 내용을 이해하고 수행하는데 문제가 없는 경우
- 5) 로봇보조 치료를 이용한 연구의 참여에 동의한 경우

## 2. 연구 과정

### 1) 연구 설계

본 연구는 단일그룹 사전-사후 설계(the one group pretest-posttest design)를 사용하여 로봇보조 치료의 효과를 살펴보았다. 선정기준에 적합하고 연구 참여에 동의한 11명의 입원과 외래 환자를 대상으로 치료 전에 한글판 울프운동기능검사(Korean-Wolf Motor

Function Test, K-WMFT), 장악력 검사(grip strength test), 상자와 나무토막 검사(Box & Block Test)를 사용하여 사전 평가를 실시하였다. 입원 환자 그룹 4명은 5주간 주 5회 30분씩 로봇보조 치료를 24~25회기 실시하였으며, 외래 환자 그룹 11명은 6주간 주 2회 30분씩 로봇보조 치료를 11~12회기 실시하였다.

중재 동안에 사용한 로봇보조 치료는 치료사가 환자에 개별적으로 적합한 운동모드와 범위를 설정한 후에 앞으로 팔 뺑기 훈련프로그램을 반복하여 수행하도록 하였다. 그리고 상지 조절능력의 변화를 살펴보기 위해 중재의 처음과 마지막 회기에 수행한 훈련프로그램의 수행시간을 측정하여 중재전후로 비교하였다.

5~6주간의 중재 기간 이후에는 사전 평가에서 실시한 동일한 측정을 재평가하여 변화량을 비교하였다. 입원과 외래 환자 그룹은 동일한 조건과 방법으로 중재가 이루어지지 않아 그룹별로 사전-사후 비교를 통해서만 통계적 의미를 살펴보았다.

### 2) 로봇치료기와 운동 프로그램

최근 연구에서 사용한 로봇치료기는 다양한 운동모드를 가지고 환자의 기능적인 상지훈련을 돕고 있다. 상지기능을 위한 재활훈련을 위해 다양한 각도, 저항, 조절능력 등의 기술로 환자의 기능적인 움직임 훈련을 돕고 있다. 또한 환자의 안전을 고려하여 구동 프로그램에 대한 안전장치와 같은 대책들이 포함되어 있다(이수한과 신규현, 2011). 본 연구에서 사용한 로봇치료기도 다양한 운동모드를 가지고 환자의 기능적인 움직임 조절을 할 수 있도록 설계되어 있었으며, 다양한 각도와 저항 그리고 조절에 있어 다양한 프로그램을

제공하고 있었다. 또한 환자의 안전을 위해 응급상황 시에 사용할 수 있는 비상정지 버튼과 사용자 편의를 위한 안전장치 등을 제공하고 있었다(원주연, 심형준, 박범석과 한창수, 2003). 본 연구에서는 환자들에게 이러한 사항을 사전에 교육하고 최대한 안전한 상태에서 환자에게 훈련을 실시하였다.

연구에 사용된 로봇치료기는 이스라엘의 Motorika에서 제작한 Reogo™를 사용하였다(그림 2). 이 장비는 수동과 능동 운동이 가능한 3차원 피드백 시스템으로 치료사에 의해 설계된 운동 프로그램이 포함되어 있다. 뇌졸중과 뇌손상 환자 등에게 개별적인 적용이 가능하며, 어깨와 팔 그리고 손목과 손에 반복적인 운동 프로그램이 음성안내와 함께 제공되어 집중적인 치료가 가능하다.

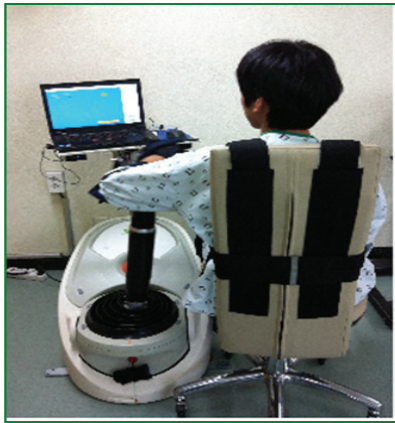


그림 2. Reogo™

로봇치료기는 상지기능의 회복을 위한 다양한 운동 프로그램을 가지고 있는데, 본 연구에서는 3차원으로 구성된 앞으로 팔 뻗기 훈련 프로그램을 선택하였다. 앞으로 팔 뻗기 훈련 프로그램은 총 12가지 방향에 대한 3차원적인 뻗기 움직임이 1회기로 구성되어 있다. 훈련 프로그램의 시작 전에 연구 대상자들에게 개별적인 운동범위를 설정한 후, 훈련을 위한 5가지의 운동

모드 중 연구 대상자에게 적절한 저항을 환자의 상태에 맞게 치료사가 선택하여 적용하였다(표 1). 치료사는 5가지의 운동모드 중 환자의 상지기능이 좋을수록 운동의 강도나 난이도를 높여 선택하였다. 각 연구 대상자별로 30분 동안에 보통 10회기 정도의 수행을 하였고, 피로감을 느끼거나 집중력이 감소되어 어려움을 호소하는 경우에는 약간의 휴식을 갖고 난 후 다시 수행하였다.

### 3. 측정 도구

#### 1) 장악력 검사(grip strength test)

손의 장악력 평가를 위해 JAMAR hydraulic dynamometer®를 사용하여 우세손에서 비우세손의 순서로 측정하였다. 손의 장악력을 평가하기 위한 자세는 어깨는 안쪽으로 모음시키고, 팔꿈치는 90°도 굽힘 상태로, 아래팔을 중립자세로 위치시켜 측정하였다. 장악력은 최대 등척성을 측정하였으며, 손잡이는 끝에서 2번째 칸에 위치시켜 대상자마다 동일하게 측정하였다. 측정값은 세 번 측정한 평균값으로 하였다(Trombly, 1989).

#### 2) 한글판 올프운동기능검사

(Korean-Wolf Motor Function Test; K-WMFT)

WMFT는 편마비 환자의 상지 운동 기능을 평가하기 위해 1989년 미국에서 개발된 도구이다. 17개 하위 항목으로 구성되어 각 동작의 수행시간과 동작의 질적인 측면을 기능적 점수로 측정하도록 되어있다. 또한 단순한 동작부터 복잡한 동작까지 다양한 과제를 포함하고 있어 상지와 손의 기능 수행을 검사하기에 적절하며, 운동 수행 능력과 수행 시간을 동시에 알아볼 수 있는 장점이 있다(Wolf, Lecraw, Barton & Jann, 1989; Wolf et al., 2001). WMFT를 한글판으로 전환하

표 1. 로봇보조 치료의 5가지 운동모드

운동모드	움직임
수동운동(Guided)	전적인 로봇의 움직임
초기능동보조(Initiated)	시작점에서 수동적인 움직임 후 로봇의 움직임
스텝능동보조(Step initiated)	전체 움직임에서 중간에 저항이 들어간 움직임
수동+저항능동보조(Assisted)	전체 움직임에서 저항이 포함된 경로지정 움직임
저항(Free)	전체 움직임에서 저항이 포함된 자유로운 움직임

여 검사자간 신뢰도와 검사자 내 신뢰도를 검증하기 위해 발병한지 6개월 이상 된 성인 편마비 환자 20명을 대상으로 검사를 실시하여, 검사자간 신뢰도를 평가하는 급내 상관계수는 수행시간에서 0.94, 기능적 점수에서 0.99로 높은 신뢰도를 보였다. 검사자 내 신뢰도는 상관계수가 수행시간에서 1.00, 기능적 점수에서 0.97로 높은 신뢰도를 보였다(박창식 등, 2004). 본 연구에서는 기능 수준만을 측정하여 총점으로 사용하였다.

### 3) 상자와 나무토막 검사(Box & Block Test; BBT)

손의 조작능력과 상지의 기민성을 평가하기 위해 표준화된 평가도구인 BBT를 사용하였다(Cromwell, 1965; Trombly, 1989). 이 도구는 2.5cm 정육면체 나무토막과 중앙에 칸막이가 있는 53.7cm x 27.4cm x 8.5cm 크기의 나무상자로 구성되어 있다. 검사는 나무상자에 있는 칸막이를 환자의 중앙에 위치하도록 하여 가능한 많은 나무토막을 평가 중인 손의 반대방향으로 칸막이를 가로질러 넘기게 하며, 60초 동안 옮긴 나무토막의 개수를 측정한다. 검사-재검사 신뢰도는 오른손이 0.97, 왼손이 0.93이었으며, 검사자간 신뢰도는 오른손 1.00, 왼손이 0.99이다(Cromwell, 1965).

### 4) 수행시간

로봇보조 치료 동안에 수행하는 앞으로 팔 뻗기 훈련에서 운동 프로그램의 수행시간을 중재 전·후에 측정하였다. 대상자별로 설정된 범위 안에서 반복적인 팔 뻗기 훈련을 실시하기 때문에 처음 회기와 마지막

회기의 첫 훈련에서의 수행시간을 측정하여 변화량을 비교하였다. 로봇보조 치료 동안에 수행되는 앞으로 팔 뻗기와 같은 기능적인 과제훈련은 일상생활능력에 향상을 줄 수 있는 방법으로 실제 시각적·청각적 피드백을 받을 수 있는 실제와 같은 환경에서 실시하게 되면 더욱 빠른 움직임을 가능하게 한다는 가정에서 수행시간을 측정하였다(방요순, 2007; Carr & Shepherd, 2003).

## 4. 통계 분석

자료의 분석은 연구 대상자의 수가 적어 통계적인 분석에 한계가 있어 중재 전·후의 변화량을 확인하여 그 결과를 확인하였다. 이후 SPSS 12.0을 사용하여 입원환자와 외래환자를 대상으로 로봇보조 치료 전후의 변화량을 확인하기 위하여 윌콕슨 부호 순위 검정을 실시하였으며, 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자는 입원 환자 4명과 외래 환자 7명으로 총 11명을 대상으로 하였다. 연령은 30대 이상으로 40대와 50대가 주를 이루었다. 성별과 좌·우의 환측 그리고 출혈과 경색의 손상종류는 입원 환자와 외래 환자에서 비슷한 수를 보였다. 그리고 연구 대상자는 MMSK-K에서 모두 총점 24점 이상으로 인지기능에

표 2. 입원과 외래 환자 그룹에 따른 연구 대상자별 일반적 특성

환자군	구분	연령(세)	성별	유병기간(개월)	환측	손상종류	MMSE-K	운동모드 <sup>1)</sup>
입원	대상자1	53	남	6	좌	출혈	28	3
	대상자2	49	남	2	우	경색	28	2
	대상자3	31	남	2	우	경색	25	5
	대상자4	51	여	5	좌	출혈	26	2
외래	대상자5	68	남	56	좌	경색	27	3
	대상자6	41	남	44	좌	경색	30	3
	대상자7	50	남	113	우	출혈	28	2
	대상자8	48	남	126	우	출혈	28	2
	대상자9	45	여	61	우	출혈	24	2
	대상자10	69	여	12	좌	출혈	30	2
	대상자11	55	여	70	우	경색	25	2

1) 1: 수동운동(Guided mode), 2: 초기능동보조운동(Initiated mode), 3: 스텝능동보조운동(Step initiated mode), 4: 수동+저항 능동보조운동(Assisted mode), 5: 저항모드(Free mode)

표 3. 중재 전·후에 따른 연구 대상자의 상지능력의 변화

환자군	구분	장악력(kg)			K-WMFT(점)			BBT(개)			수행시간(초)		
		전	후	변화량	전	후	변화량	전	후	변화량	전	후	변화량
입원	대상자1	10.2	12.2	2.0	58	60	2	28	30	2	230	199	-31
	대상자2	4.8	6.8	2.0	38	46	8	19	26	7	225	179	-46
	대상자3	22.0	23.0	1.0	60	65	5	68	79	11	261	188	-73
	대상자4	6.5	7.0	0.5	32	35	3	8	13	5	268	197	-71
	대상자5	8.2	13.5	5.3	65	72	7	37	40	3	200	182	-18
외래	대상자6	5.5	5.8	0.3	42	45	3	6	8	2	215	146	-69
	대상자7	4.0	7.0	3.0	33	35	2	0	9	9	212	211	-1
	대상자8	4.3	6.3	2.0	22	24	2	0	2	2	238	226	-12
	대상자9	2.1	6.0	3.9	20	27	7	0	1	1	224	217	-7
	대상자10	4.7	5.7	1.0	53	57	4	20	22	2	196	190	-6
	대상자11	6.3	8.3	2.0	35	42	7	15	16	1	221	183	-38

서 문제를 보이지 않았다. 개인 사정이나 몸이 아파 참석하지 못한 경우를 제외하고 중재는 입원 환자 경우 평균 24.8회, 외래 환자 경우 평균 11.7회를 수행하였다. 그리고 운동모드는 연구 대상자의 상태에 따라 Brunnstrom stage를 기준으로 치료사가 2~5단계로 정하였다.

## 2. 중재 전·후에 따른 연구 대상자의 상지능력

로봇보조 치료를 통한 상지능력의 변화를 살펴보기 위해 장악력과 K-WMFT, BBT, 수행시간에서 중재 전·후에 따른 변화량을 확인하였다. 그 결과 연구 대상자 모두 4가지 영역에서 중재 전보다 향상된 변화를 보였다(표 3).

그리고 입원 환자와 외래 환자로 나누어 중재 전·후의 측정값을 비교하기 위해 윌콕슨 부호 순위 검증을 실시하였다. 그 결과 외래환자의 장악력과 K-WMFT, BBT, 수행시간에서 유의한 차이를 보였다(표 3,

$p < 0.05$ ). 입원 환자 경우에는 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4).

## IV. 고 찰

뇌졸중 환자들은 운동신경의 손상으로 수의적, 선택적 근육수축활동에 있어서 어려운 기능적 장애를 겪게 된다. 상지 기능 회복을 위해 재활치료를 받는 환자들은 증가하고 있으나 치료사의 수는 부족한 상황이다. 치료사 한명 당 담당해야 할 환자수가 증가하고 있어 환자들은 충분한 시간 동안 치료를 받지 못하고 있다. 또한 환자와 직접적인 접촉을 통해 치료를 수행하기 때문에 치료사의 노동력이 많이 요구된다(이정완, 이재경, 2008). 이러한 장애로 인해 뇌졸중 환자들은 일상생활을 수행할 때에 어려움이 있고, 다른 보조수단들을 필요로 한다. 이에 대한 대안으로 최근에는 컴퓨터나 보조도구, 로봇을 이용한 치료가 도입되고 있다.

작업치료는 장애가 있는 사람들에게 물리적, 문화적,

표 4. 중재 전·후에 따른 그룹별 상지능력의 변화

	구분	전	후	Z	p
장악력(kg)	입원 환자 그룹	10.88±7.75	12.25±7.59	1.84	0.07
	외래 환자 그룹	5.01±1.92	7.51±2.79	2.37*	0.02
K-WMFT(점)	입원 환자 그룹	47.00±14.09	51.50±13.63	1.83	0.07
	외래 환자 그룹	38.57±16.24	43.14±16.95	2.39*	0.02
BBT(개)	입원 환자 그룹	30.75±26.15	37.00±28.93	1.83	0.07
	외래 환자 그룹	11.14±13.91	14.00±13.65	2.39*	0.02
수행시간(초)	입원 환자 그룹	246.00±21.65	190.75±9.18	-1.83	0.07
	외래 환자 그룹	215.14±14.38	193.57±27.16	-2.37*	0.02

\* $p < 0.05$

사회적 환경 내에서 최상의 기능을 가지고 살아갈 수 있도록 촉진시킨다. 또한 활동을 분석하고, 기능을 평가 한 후 개인의 능력을 최대화 시킬 수 있는 환경 내에서 훈련하여 적합한 기능을 갖도록 도와준다 (Pedretti & Early, 2001). 따라서 본 연구는 개인의 능력을 최대화시킬 수 있는 방법으로 로봇보조 치료의 임상적인 적용을 확인하고, 로봇보조 치료를 통하여 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

주로 로봇보조 치료에서는 작업치료사가 이러한 목적 있는 동작이나 활동 등을 선정하며, 로봇이 환자의 기능적인 수행이 가능 하도록 보조하고 도와준다. 일상생활을 수행하는 환자에게 식사하기, 자기 관리, 옷 입고 벗기와 같이 3차원적인 상지 활동을 반복적으로 훈련하는 것이 필요하다(이수한과 신규현, 2011). 최근에는 단순한 관절가동범위내의 운동을 보조하는 로봇치료 뿐만 아니라 일상생활활동을 구현할 수 있는 3차원 공간 내의 훈련으로 이루어진 로봇치료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(신규현, 2008). 본 연구도 이러한 경향을 반영하여 3차원 공간에서 수행 가능한 상지 활동으로 로봇치료를 통하여 반복적인 기능 훈련을 실시하였다.

이전의 연구들에서 살펴보면 Hesse 등(2003)은 로봇 치료를 받은 환자 그룹에서 Fugle-Meyer의 상지운동 점수와 FIM의 점수가 대조군 그룹과 비교하였을 때 유의한 증가를 보였다. 이러한 결과를 통해 로봇보조 치료가 일상생활활동의 수행능력과 운동수행능력에 효과적임을 알 수 있었다. Bugar, Lum, Shor와 Machiel Van der Loss 등(2000)은 로봇치료를 만성 편마비 환자에게 적용한 결과 상지의 운동기능 점수가 증가하여 로봇치료가 근력과 운동조절에 있어서 효과적이라고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 위와 같은 결과들을 보였지만 일상생활활동의 수행능력의 향상에 대해서는 알 수 없었다.

로봇보조 치료는 로봇시스템을 이용하기 때문에 실제 재활이 이루어지는 임상에서 사용하는 자유운동과 치료사의 보조 및 저항 운동은 로봇을 통하여 임의적으로 설정할 수 있다.

치료사는 로봇치료를 통해 환자가 반복적인 특정 과제를 수행하도록 함으로써 환자의 경과를 객관적인 측정을 통해 모니터링 할 수 있다(Prange, Jannink, Groothuis

-Oudshoorn, Hermens & Ijzerman, 2006). 따라서 치료사에 의한 주관적인 평가가 아닌, 로봇시스템을 이용한 저항력과 추종 속도, 궤적을 벗어나려는 불필요한 힘에 의한 위치 오차 등의 객관적이고 정확한 데이터를 측정 할 수 있다는 장점이 있다(이수한과 신규현, 2011).

하지만 본 연구에서는 이러한 데이터의 관리를 위한 인력의 교육이 이루어지지 못한 점과 기계 자체의 오류로 인하여 체계적으로 자료를 확인하여 이용할 수 없었던 것이 제한점으로 남는다. 또한 대상자 선정과 운동수준 차이로 인해 연구 결과에 영향을 주었고, 중재의 방법과 대상자의 수가 차이가 났기 때문에 집단간 비교보다는 전후 비교를 통해 연구결과를 살펴보았던 것이 제한점으로 남는다. 따라서 향후 연구에서는 대상자의 특성에 따른 연구와 집단간 비교를 통한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

뇌졸중 환자는 의료기관을 통해 재활치료를 받을 수 있는 시간이 한정적이며, 반복적인 재활치료로 인해 체력적인 소모가 크다. 또한 환자의 회복을 평가하는데 주관적인 요소가 강하게 반영되어 치료의 경과를 파악하기 위한 객관적인 자료 수집이 어렵다. 지역사회 내에서 기관을 통해 치료를 받는 외래 환자의 경우 스스로 운동을 할 수 있는 재활용 기기의 성능과 수급도 부족한 편이다. 로봇보조 치료는 반복적인 작업을 효과적으로 수행할 수 있도록 하고 환자가 피로함을 느끼지 않도록 돕는다. 또한 환자의 회복에 대한 정량적 평가가 가능하며, 비교적 시간과 장소에 구애를 받지 않고 이용할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 로봇치료가 외래환자에게 적용한 경우 효과가 있음을 확인하였다. 하지만 통계적으로 대상자 수가 너무 적고 대상자 간의 운동 기능 수준의 차이가 컸기 때문에 연구 결과에 대한 일반화에 제한점이 있다. 그러나 지역사회 내에서 로봇치료의 보급이 증가되어 치료적으로 이용된다면 뇌졸중 환자들의 기능 향상에 유용하게 사용되어 질 것으로 생각된다. 이미 미국과 유럽에서는 로봇보조 치료에 큰 관심을 보이고 많은 연구와 임상적 실험이 이루어지고 있다 (Bugar et al., 2000). 따라서 우리나라 재활에서도 임상적으로 로봇치료가 많이 적용되고 활발한 연구가 진행되어지기를 기대해본다.

## V. 결 론

본 연구는 로봇보조 치료가 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 로봇보조 치료를 통한 상지능력의 변화를 살펴본 결과, 연구 대상자 모두에서 중재 전보다 결과 값의 향상을 보였다. 통계적인 유의성을 확인하기 위해 윌콕슨 부호 순위 검증을 실시한 결과, 외래환자의 장악력과 상지기능, 기민성, 수행시간에서 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 이처럼 로봇보조 치료가 일부 뇌졸중 환자의 상지기능 회복에 긍정적인 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 작업치료 영역에서도 뇌졸중 환자의 치료적인 중재를 위한 로봇치료의 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김선진, 류제광, 김민주, 김상범. (2010). 양측성 재활운동이 만성 뇌졸중 노인의 상지운동 기능 회복에 미치는 영향. **한국 스포츠 심리학회지**, 21(4), 13-24.
- 김선희, 장문영, 권혁철. (2003). 편마비 환자의 환측 상지 운동기능 향상이 일상생활활동의 수행에 미치는 영향. **대한작업치료학회지**, 11(2), 65-75.
- 박창식, 박시운, 김경미, 손미옥, 유정현, 장순자 등. (2004). 한글판 Wolf Motor Function Test의 타당도와 신뢰도에 대한 연구. **대한작업치료학회지**, 12(2), 49-60.
- 방요순. (2007). 과제 지향적 활동이 성인 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활동작에 미치는 영향. **대한작업치료학회지**, 15(3), 49-61.
- 백영림, 김수경. (2010). 수정된 강제유도운동치료와 양손 활동으로 구성된 과제 지향적 치료가 뇌졸중 환자의 상지기능 및 일상생활활동에 미치는 영향. **대한작업치료학회지**, 18(2), 79-94.
- 신규현. (2008). **상지 재활을 위한 3차원 로봇 시스템에 관한 연구**. 박사학위논문. 울산대학교, 울산.
- 원주연, 심형준, 박범석, 한창수. (2003). 로봇을 이용한 다기능 상지 재활 시스템에 관한 연구. **한국정밀공학학회지**, 20(11), 171-179.
- 유수진, 황기철, 김희정, 권혁철. (2011). 거울매개치료가 뇌졸중 후 편마비 환자의 상지기능과 일상생활활동에 미치는 영향. **대한작업치료학회지**, 19(2), 25-37.
- 이수한, 신규현. (2011). 상지 재활을 위한 3-D 로봇 시스템의 혼합 위치/힘 제어. **한국정밀공학학회지**, 28(5), 599-605.
- 이정완, 이재경. (2008). 팔꿈치 경직 환자의 회복 운동을 위한 재활 로봇 시스템 개발. **산업기술연구**, 28(A), 75-80.
- 최유임, 정민예, 정보인, 유은영. (2009). 강제유도운동 치료가 뇌졸중 환자의 상지 기능 및 일상생활활동에 미치는 영향. **대한작업치료학회지**, 17(1), 77-90.
- Basmajian, J. V., Gowland, C., Brandstater, M. E., Swanson L., & Trotter, J. (1982). EMG feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(12), 613-616.
- Bobath, B. (1959). Observations on adult hemiplegia and suggestions for treatment. *Physiotherapy*, 45, 279-289.
- Brunnstrom, S. (1970). *Movement therapy in hemiplegia: A neurophysiological Approach*. Philadelphia, PA; Harper and Row.
- Burgar, C. G., Lum, P. S., Shor, P. C., & Machiel Van der Loos, H. F. (2000). Development of robots for rehabilitation therapy: The Palo Alto VA/Stanford experience. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37(6), 663-673.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2003). *Stroke Rehabilitation*. Newton, MA: Butterworth-Helenemann.
- Cromwell, F. S. (1965). *Occupational therapist manual for basic skill assessment: Primary pre-vocational evaluation*. Oasadena. CA: Fair Oaks Printing Co.
- Francisco, G., Chae, J., Chawla, H., Kirshblum, S., Zorowitz, R., Lewis, G., et al. (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.
- Hesse, S., Schulte-Tigges, G., Konrad, M., Baedeleben, A., & Werner, C. (2003). Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movement in hemiparetic subject. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(1), 915-920.
- Knott, M., & Voss, E. (1968). *Proprioceptive neuromuscular facilitation: Patterns and techniques*. (2th ed.). New York: Harper and Row.
- Langlois, S., Pederson, L., & Mackinnon, J. R. (1991). The effects of splinting on the spastic hemiplegic hand: report of a feasibility study. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 58, 17-25.
- Liepert, J., Bauder, H., Miltner, W., Taub, E., & Weiller, C. (2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*, 31(6), 1210-1216.
- Miltner, W., Bauder, H., Sommer, M., Dettmers, C., & Taub, E. (1999). Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: a replication. *Stroke*, 30(3), 586-592.
- Pedretti, L. W., & Early, M. B. (2001). *Occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction*. (5th ed.). St. Louis : Mosby.
- Prange, G. B., Jannink, M. J., Groothuis-Oudshoorn, C. G., Hermens, H. J., & Ijzerman, M. J. (2006). Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *Journal of rehabilitation research and development*, 43(2), 171-184.
- Taub, E., Miller, N. E., & Berman A. J. (1993). Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 347.
- Trombly, C. A., (1989). *Occupational therapy for physical dysfunction* (3rd ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Wolf, S. L., Catlin, P. A., Ellis, M., Archer, A. L., Morgan, B., & Piacentino, A. (2001). Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*, 32(7), 1635-1639.
- Wolf, S. L., Lecraw, D. E., Barton, L. A., & Jann, B. B. (1989). Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental Neurology*, 104(2), 125-132.
- Yoo, D. H., Cha, Y. J., Kim, S. K., & Lee, J. S. (2013). Effect of three-dimensional robot-assisted therapy on upper limb function of patients with stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 25, 407-409.

## Abstract

### Effects of Robot-assisted Therapy on Function of Upper Extremity in Stroke Patients

Hwang, Sun-Jung\*, B.H.Sc., O.T., Yoo, Doo-Han\*, M.P.H., O.T.

\*Dept. Of Occupational Therapy, Chonbuk National University Hospital

**Objective :** The purpose of this study is to assess effects of Robot-assisted therapy on function of upper extremity in stroke patients.

**Method :** A total of 11 patients suffered from stroke participated in this study. Inpatients of 4 people and outpatients of 7 people divided by 12 months conducted Robot-assisted therapy for 5~6 weeks. Therapists selected appropriate exercise mode to patients, and patients performed the reaching exercise was repeated with looking monitor provided 3-dimensional feedback. Before and after treatment of upper extremity functions was compare by Wolf Motor Function(K-WMFT), Box & Block Test(BBT), Dynamometer, average execution time.

**Result :** Grip power, K-WMFT, BBT, average performance times were promoting in all subjects, and only showed statistically significant changes in outpatients. But outpatients did not show statistically significant changes in inpatients.

**Conclusion :** Robotic-assisted therapy in stroke patients have a positive impact on upper extremity function that could confirm that. In the future, Robots-assisted therapy is expected to be useful for stroke patients in the area of occupational therapy

Key Words : Robot-assisted, Stroke, Upper extremity function