

# 초기 뇌졸중 환자에서 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련의 효과: 무작위 대조 예비 연구

정경만<sup>1</sup>, 정유진<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>원광대학교병원 물리치료실,

<sup>\*2</sup>원광대학교병원 작업치료실

## The effect of robot-assisted upper limb training combined with trunk restraint in early stroke patients: randomized controlled pilot study

Kyeoung-Man Jung<sup>1</sup>, Yu-Jin Jung<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of physical Therapy, Won-kwang University Hospital,

<sup>\*2</sup> Dept. of occupational Therapy, Won-kwang University Hospital

### Abstract

**PURPOSE** This study was to determine the effect of robot-assisted upper limb training combined with trunk restraint in early stroke patient.

**METHODS** Sixteen inpatients were randomly allocated into the experimental group (n=8), who received robot-assisted upper limb training combined with trunk restraint, and the control group (n=8), who received a robot-assisted upper limb training. Each intervention consisted of a 30 min session once a day, five times a week, for four weeks. To measure the functions of the upper limbs and performance capacities in the activities of daily living, the Fugl-Meyer assessment-upper extremity (FMA-UE), Manual function test (MFT), Korean-modified Barthel index (K-MBI) were used before after the intervention.

**RESULTS** The robot-assisted upper limb training combined with trunk restraint group and control group improved more significantly after intervention in FMA, MFT, K-MBI ( $p<.05$ ). However, robot-assisted upper limb training combined with trunk restraint group was more effective than control group in increasing the FMA, MFT, K-MBI ( $p<.05$ ).

**CONCLUSION** These results suggest that robot-assisted upper limb training combined with trunk restraint is more helpful to improve upper-extremity function than robot-assisted upper limb training only early stroke patients.

**Key words** Activities of daily living, Robot-assisted upper limb training, Stroke Trunk restraint, Upper extremity function

**Corresponding author** Yu-Jin Jung (amyeyugene@naver.com)

### 1. 서론

뇌졸중은 뇌혈관 질환으로 뇌로 공급되는 혈관이 막히거나 터짐으로써 신체 전반에 걸쳐 기능 제한과 일상생활활동에 장애를 유발하는 질병이다.<sup>1)</sup> 뇌졸중 환자의 85% 에서 인지, 운동, 감각, 균형 장애 등이 나타나며 그 중 69% 이상의 환자에서 마비측 상지에 기능 장애가 발생된다.<sup>2)</sup> 특히 뇌졸중 발병 초기에 마비측 상지의 심각한 운동장애를 보이는 환자 중 20% 정도에만 상지 기능이 일부 회복되었고, 상지 기능이 완전 회복되는 경우는

5% 미만이라고 하였으며, 발병 5년 이후에도 25%의 환자가 적절한 상지 사용의 어려움을 호소할 정도로 뇌졸중 후 상지 기능 회복은 부정적이다.<sup>3,4)</sup>

뇌졸중 이후 발생하는 상지 기능 장애는 정교한 손동작, 조작하기, 식사하기, 글씨 쓰기, 개인 위생관리, 의사표현하기, 걷기, 균형 유지하기 등과 같이 동작을 방해하는 주요 원인으로 작용하기 때문에 환자의 사회적 독립성을 방해하고 삶의 질 저하를 초래한다.<sup>5)</sup> 뇌졸중 환자의 상지 기능 회복은 인간의 가장 기본적 삶을 유지하는데 있어 중요하다고 할 수 있다 일상생활을 수행하는데 있어 하지의 보행 기능 못지않게 중요하다고 할 수 있다.<sup>6)</sup> 최근 무작위 대조군 연구를 메타 분석한 연구에서, 상지 기능 향상을 위해 실시한 상지 재활 로봇 치료가 상지 근력 및 운동 기능에 효과적이라는 보고가 있었다.<sup>7)</sup>

상지 로봇은 신경학적 질환이 있는 환자들에게 감각 운동 훈련을 제공할 수 있는 장비로, 상지 무게를 보조하여 비 정상적인 형태의 근 시너지를 감소시켜 선택적 움직임을 유도할 수 있으며, 과제 지향적 훈련을 통한 운동 학습, 반복의 강도, 집중력과 지속적인 동기부여를 제공할 수 있는 장점이 있다.<sup>8)</sup> 그러나 아직까지 선행 연구마다 상지 로봇 치료 효과에 대한 차이가 나타나고 있는데 이는 적절한 로봇의 종류, 로봇 치료를 시작한 시점, 치료의 강도나 적용기간, 환자의 인지 상태 등이 그 원인이라고 하였다.<sup>9)</sup> Joo 등<sup>10)</sup>은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 상지 로봇 치료를 실험군에 적용하고 대조군에는 고식적 치료만 시행한 결과 두 군간 상지 기능과 일상생활활동에 차이가 없었다고 하였다.

기존 연구에서 보면, 뇌졸중 환자의 상지 훈련 시 신체 다른 부위에서 상지의 부족한 움직임을 보상하기 위한 다양한 형태의 보상 움직임을 발생된다고 하였다.<sup>11)</sup> 이러한 의도하지 않은 신체의 보상 움직임은 결과적으로 상지 훈련의 강도와 선택적 동작을 방해하는 요인으로 작용하여 상지 훈련의 효과를 감소시키기 때문에 상지 훈련 시 보상 움직임을 억제하기 위한 체간 움직임의 제한은 상지 훈련의 효과를 향상시킬 수 있다고 하였다.<sup>12)</sup> 체간 제한 방법은 마비측 상지로 과제 수행 시 어깨관절, 주관절의 부족한 움직임을 보상하기 위해 체간의 움직임을 감소시킴으로써 상지 기능에 영향을 미칠 수 있다.<sup>13)</sup> 체간의 과도한 움직임을 억제하여 보상 움직임을 줄이면 상지 운동 시 더 많은 잠재적 회복을 유도할 수 있다.<sup>14)</sup>

그러나 대부분의 로봇 보조 상지 훈련 시 체간의 과도한 움직임을 제한하여 시행한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 초기 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련이 상지 운동 기능과 일상생활동작에 미치는 효과를 알아보하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상 및 연구기간

본 연구는 2016년 9월 1일부터 2016년 12월 30일까지 전북 익산에 위치한 W대학교병원 재활의학과에 입원치료 중인 뇌졸중 환자 16명을 대상으로 실시하였다. 연구대상자는 본 연구의 선정조건에 부합되는 자로 본 연구의 목적과 절차에 대한 충분한 설명을 듣고 실험 참여에 자발적으로 서면 동의한 자를 대상으로 하였다. 대상자의 선정 기준은 뇌졸중으로 진단 받은 지 1개월 미만인 환자 중 재발되지 아니한 자, 마비측 어깨관절 굴곡근과 외전근이 도수근력 측정(manual muscle test, MMT) 상 Poor 이상인 자, 상지 경직의 등급이 MAS(modified ashworth scale)가 2 미만인 자, 한국형 간이정신상태검사 판별검사 MMSE-K(mini-mental state examination-Korea) 점수가 24점 이상인 자로 하였으며, 로봇 치료를 적절히 수행할 수 없는 기저질환이 있는 자는 제외하였다. 대상자는 다음과 같다.(1)

## 2. 측정 도구 및 측정 방법

### 1) Fugl-Meyer 평가 척도 (Fugl-Meyer Assessment; FMA)

Fugl-Meyer 평가 척도는 뇌졸중 환자를 대상으로 운동기능, 균형, 감각 관절 가동범위 등 운동기능 회복단계를 양적으로 평가하기 위해 개발된 측정 도구이다.<sup>15)</sup> 상지와 하지 두 영역으로 나뉘어 있고 공동운동(synergy)을 고려하여 평가할 수 있다. 본 연구에서 사용한 상지 영역의 세부 항목은 어깨/팔꿈치/아래팔 18항목, 손목 5항목, 손(손가락) 7항목, 상지 협응능력 3항목 이었다. 마비측과 비마비측을 3회씩 실시하여 높은 점수를 채택하며, 수행 정도에 따라 0~2점을 부여하게 된다(0점은 수행할 수 없음, 1점은 부분적으로 수행, 2점은 완전하게 수행). 상·하지 모두 포함한 전체 점수는 100점으로 상지에 해당하는 검사는 33항목으로 최대 66점이며, 회복 정도를 백분율로 나타낼 수도 있다.<sup>16)</sup> 측정자 간 신뢰도와 측정자 내 신뢰도는 .94와 .99로 높은 신뢰도를 가지고 있다.<sup>17)</sup>

### 2) 상지 기능 검사(Manual Function TEST; MFT)

뇌졸중 환자의 상지 운동기능의 전반적인 상태를 평가하기 위해 일본 동북 대학 의학부 리하연구소에서 개발한 검사도구이다. 뇌졸중 환자의 상지 기능 및 동작 능력 측정을 짧은 시간에 측정할 수 있는 장점이 있다. 검사 항목으로는 상지 운동 4항목, 파악 2항목, 손가락 조작 2항목으로 상지 운동 기능의 회복 상태를 확인 할 수 있다. 세부 항목마다 수행 시 1점, 불가능할 시 0점으로 기록하는데 어깨 굽힘(4점), 어깨 벌림(4점), 후두부에 손 닿기(4점), 등에 손 닿기(4점), 쥐기(3점), 집기(3점), 입방체 운반(4점), 페그 보드에 꽃기(6점)으로 총점은 32점이 만점이다.<sup>18)</sup> 검사자간 신뢰도와 검사-재검사 신뢰도는 .95으로 높게 보고되고 있다.<sup>19)</sup>

### 3) 한국판 수정된 바델 지수(Korean version of modified Barthel index; K-MBI)

일상생활활동 수행능력을 평가하기 위한 도구로 개발된 K-MBI는 Shah 등<sup>20)</sup>이 개정한 MBI 제5판을 한국 실정에 맞도록 일부 문항을 수정 및 보완하여 표준화 한 것이다. 총 10가지의 일상생활 활동 항목으로 구성되어 있으며 각 항목별 5점 척도로 점수화 시킨다. 100점 만점으로 0~24점은 완전 의존, 25~49점은 중등도 의존, 50~74점은 중도 의존, 75~90점은 경도 의존, 91~99점은 최소 의존, 100점은 완전 독립성을 나타낸다. 검사-재검사 신뢰도는 .89, 검사자 간 신뢰도는 .95로 높게 보고되고 있다.<sup>21)</sup>

## 3. 치료 중재

본 연구에서 로봇 보조 상지 훈련은 ArmeoSpring (Hocoma Inc, Zurich, Switzerland)를 이용하였다. 로봇 훈련은 해당 회사로부터 로봇사용 방법에 대한 교육을 이수하고 자격증을 부여 받은 경력 5년 이상의 작업 치료사가 시행하였다. 훈련 전 환자 및 보호자에게 훈련에 대한 충분한 설명과 주의사항을 교육 한 후 손잡이 위치, 하부 팔의 길이, 상부 팔의 길이를 조정하여 마비측 팔을 로봇 외골격에 부착하였다. 훈련 프로그램은 마비측 상지의 뺨기, 들어 올리기, 옮기기, 이동 시키기 등 전반적인 일상생활과 관련된 동작을 위주로 개인의 능력과 목적에 맞게 설정하였으며, 난이도는 환자의 운동 수행 결과를 토대로 결정하였다. 로봇 보조 상지 훈련 중 실험군은 체간의 전방이동과 회전 등의 보상적 움직임을 최소화 하기 위해 스트랩으로 체간을 고정 시켜 제한 하였다. 운동의 강도는 운동자각도를 이용하여 1~2주차에서는 RPE 13~14(약간 힘들다), 3~4주에서는 RPE 14~15(힘들다)로 상향 조절 하였다. 훈련은 1일 30분, 주 5회, 4주간 총 20회를 시행 하였다.

## 4. 연구 방법

본 연구는 총 21명의 대상자를 모집하였으나 선정기준에 충족하지 못한 4명과 참여를 거부한 1명을 제외하여 총 16명의 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 실험을 진행하였다. 대상자는 불투명한 상자에서 실험군과 대조군이 적

허있는 동봉된 봉투를 뽑아 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련을 시행하는 실험군(8명)과 로봇 보조 상지 훈련을 시행하는 대조군(8명)으로 무작위 배정하였다. 중재 전 사전평가와 중재 후 사후평가는 5년 이상의 임상 경력을 가진 동일한 작업치료사가 실시하였다. 실험에 참가한 모든 대상자는 일반적 물리치료와 작업치료를 실시하였고, 전반적인 연구 절차는 다음과 같다(Figure 1).

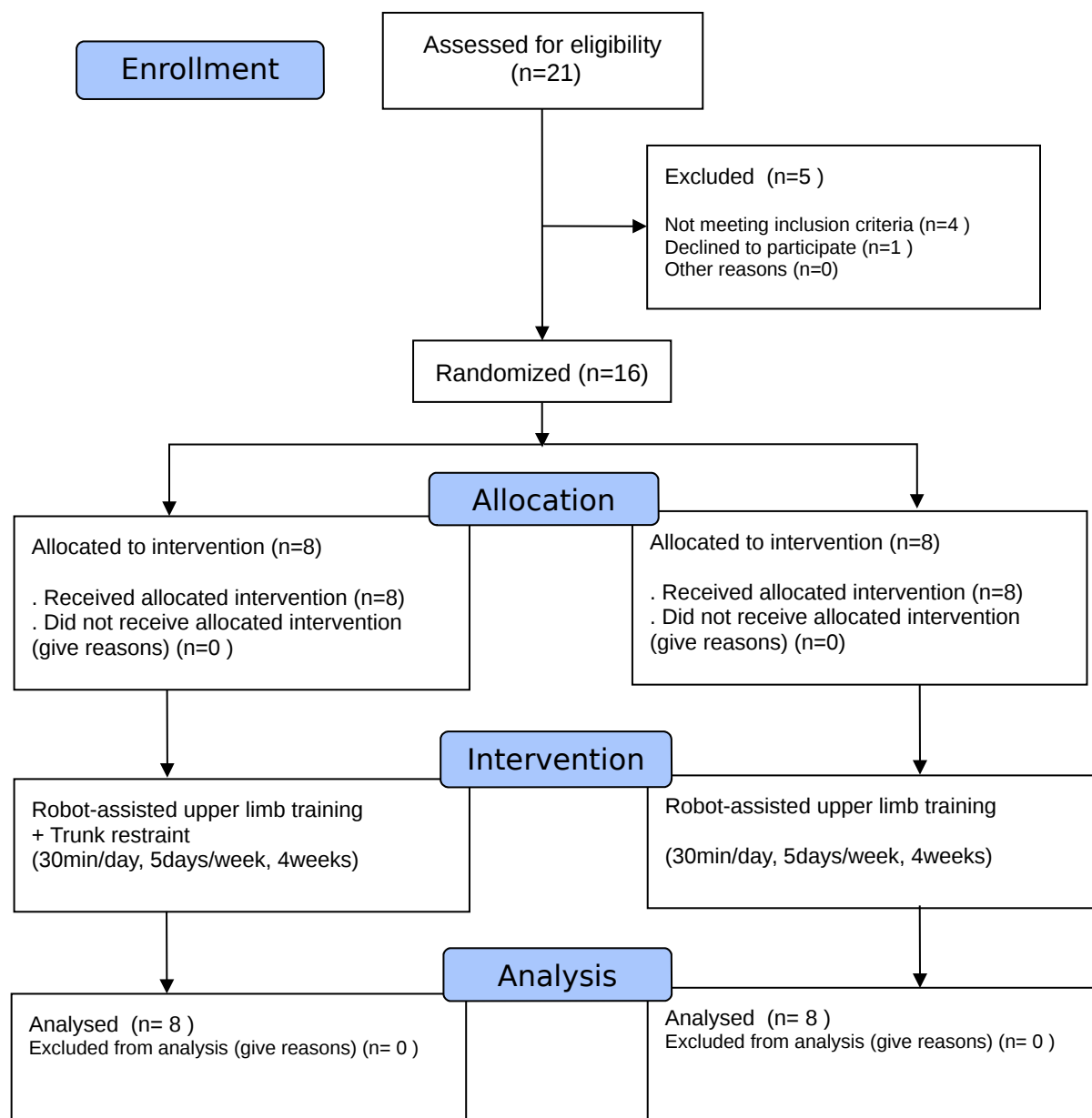


Fig. 1. Flowchart of the study process

## 5. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석 하였다. 중재 전 연구 참여자의 일반적 특성은 기술통계량을 이용해 평균과 표준편차를 제시하였고, 명목척도는 카이제곱 검정과 순서척도는 맨 휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 통해 동질성 검정을 실시하였다. 군 간 비교를 위해서 맨 휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 이용하였고, 군 간 중재 전후를 비교 하기 위해서 비모수 검정 방법인 윌콕슨 부호순위(Wilcoxon Signed-ranks) 검정을 이용하였고, 두 군별 중재 전후 변화량을 비교하기 위해 맨

휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 이용하였다. 통계적 유의 수준  $p$  값은 .05로 하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 16명으로 실험군 8명, 대조군 8명이다. 실험군은 남자5명, 여자 3명이며, 손상측은 왼쪽 3명, 오른쪽 5명으로 평균 연령은61.86세이고, 유병 기간은 평균 18.91일 이었다. 대조군은 남자 6명, 여자 2명이며, 손상측은 왼쪽 4명, 오른쪽 4명으로 평균 연령은62.57 세이고, 유병 기간은 평균 19.88일 이었다. 중재 전 두 군간 일반적 특성에 대한 동질성 검증을 실시한 결과 통계학적 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 1).

**Table 1. General characteristics of subjects**

Characteristics	Pre-treatment		$\chi^2 / z (P)$
	RAULT <sup>a</sup> +TR <sup>b</sup> group (n=8)	RAULT group (n=8)	
Gender (male/female)	5/3	6/2	1.14 (.49)
Affected side (left/right)	3/5	4/4	.291 (.69)
Onset duration (day)	18.91±1.89 <sup>c</sup>	19.88±1.84	-.192 (.74)
Age (year)	61.86±9.17	62.57±5.62	-.263 (.69)
Body weight (kg)	62.93±9.75	63.91±8.46	-.061 (.84)
MMSE-K <sup>d</sup> (score)	25.86±2.77	25.71±1.75	-1.331 (.48)

<sup>a</sup>RAULT: Robot-Assisted Upper Limb Training, <sup>b</sup>TR: Trunk Restraint group, <sup>c</sup>Mean±Standard deviation, <sup>d</sup>MMSE-K: Mini-Mental State Examination-Korea, \* $p<.05$

#### 2. 두 군간 중재 전·후 상지 기능, 일상생활활동 수행능력 수준 비교

두 군에서 중재 전에 측정된 FMA, MFT, K-MBI 점수들은 동질성 검사에서 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 2). 두 군간 중재 전과 후를 비교한 결과, 두 집단 모두에서 측정된 FMA, MFT, K-MBI에서 모두 유의한 차이가 나타났다( $p<.05$ )(Table 2).

**Table 2. Results of between-group and within-group comparison on FMA, MFT, K-MBI**

		RAULT <sup>a</sup> +TR <sup>b</sup> group (n=8)	RAULT group (n=8)	Z(P)
FMA-UE <sup>c</sup> (score)	Pre-test	16.00±2.13 <sup>d</sup>	16.62±2.26	-.371(.711)
	Post-test	34.62±3.42	26.37±3.11	-3.11(.002*)
	z(p)	-2.527 (.012*)	-2.524(.012*)	
	MFT <sup>e</sup> (score)			

	Pre-test	13.12±2.53	11.50±2.00	-1.333(.183)
	Post-test	24.25±3.53	18.50±1.85	-2.967(.003*)
	z(p)	-2.539 (.011*)	-2.549 (.012*)	
K-MBI <sup>f</sup> (score)	Pre-test	29.75±4.86	28.87±4.38	-.369(.712)
	Post-test	57.00±3.58	43.62±5.57	-3.21(.001*)
	z(p)	-2.524 (.012*)	-2.527 (.022*)	

<sup>a</sup>RAULT: Robot-Assisted Upper Limb Training, <sup>b</sup>TR: Trunk Restraint group, <sup>c</sup>FMA-UE: Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity, <sup>d</sup>Mean±Standard deviation, <sup>e</sup>MFT: Manual Function Test, <sup>f</sup>K-MBI: Korean version of modified Barthel index, \* $p < .05$

## 2) 두 군간 중재에 따른 상지 기능, 일상생활활동 수행능력 변화량 비교

중재 후 두 군간의 상지 기능(FMA, MFT), 일상생활활동 수행능력(K-MBI)의 변화량을 비교한 결과, 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련군이 로봇 보조 상지 훈련군 보다 유의하게 더 큰 차이값을 갖는 것으로 나타났다 ( $p < .05$ )(Table 3).

**Table 3. Results of between-group comparison in the change value of each parameter of subjects**

	RAULT <sup>a</sup> +TR <sup>b</sup> group (n=8)	RAULT group (n=8)	Z(P)
FMA-UE <sup>c</sup> (score)	18.62±2.55 <sup>d</sup>	14.19±5.41	-3.263 (.001*)
MFT <sup>e</sup> (score)	11.12±1.88	9.00±2.63	-3.411 (.001*)
K-MBI <sup>f</sup> (score)	27.25±5.94	21.00±7.84	-3.368 (.001*)

<sup>a</sup>RAULT: Robot-Assisted Upper Limb Training, <sup>b</sup>TR: Trunk Restraint group, <sup>c</sup>FMA-UE: Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity, <sup>d</sup>Mean±Standard deviation, <sup>e</sup>MFT: Manual Function Test, <sup>f</sup>K-MBI: Korean version of modified Barthel index, \* $p < .05$

## IV. 고찰

본 연구는 목적인 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련이 상지기능, 일상 생활활동 수행능력에 미치는 효과를 알아보기 위한 것이었다. 이를 위해 본 연구에 참여한 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 실험군에는 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련을, 대조군에는 로봇 보조 상지 훈련을 30분씩 1일 2회 적용하였다. 본 연구의 결과 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련은 로봇 보조 상지 훈련과 상지 기능,

일상생활동작 향상에 효과적이었으며, 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련이 로봇 보조 상지 훈련 보다 더 효과적인 것으로 나타났다. 뇌졸중으로 인한 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련은 상지 기능과 일상생활 활동 능력에 효과성이 입증되었다. 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련 프로그램은 마비측 상지를 사용해서 모니터에 나오는 과제를 수행하는 동안 체간의 보상 운동을 억제하여 마비측 상지가 더 많이 사용될 수 있도록 하였다.<sup>22)</sup>

상지 기능 수준을 알아보는 FMA와 MFT 검사 상 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련군은 로봇 보조 상지 훈련군 보다 마비측 상지를 체간의 보상작용 없이 더 집중적으로 사용할 수 있음으로 더 큰 개선을 보였다. Michaelsen 등<sup>22)</sup>은 뇌졸중 환자를 대상으로 실험군에 체간 제한을 겸한 상지 운동을 적용한 결과 체간 제한을 하지 않은 대조군에 비해 기능과 손상의 정도가 더 개선됨을 확인 하였다. 이러한 결과는 체간 이 제한됨으로 상지 운동 시 능동 관절 범위가 증가하였기 때문이라고 하였다. Kim 등<sup>23)</sup>은 뇌졸중 환자를 대상으로 로봇 보조 상지 재활 훈련을 시행한 실험군에서 상지 기능의 신경학적 회복 및 일상생활동작의 호전에 유의한 변화를 확인 하였으며, 고강도 훈련이 효율적인 치료를 위해 고려되어야 한다고 하였다. 본 연구의 중재에서도 선행연구에서 적용한 로봇 보조 상지 훈련과 체간 제한 중재를 결합하였고, 연구 결과 선행 연구와 유사한 결과가 나타났다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 신경학적 요인에 의해 개선된 것으로 추측해 볼 수 있는데, 첫째, 로봇 보조 재활 훈련을 통해 환측의 상지만을 집중적으로 훈련 할 수 있어 학습화 비사용에 의해 감소할 수 있는 마비측 상지의 능동적 사용을 증가시켰으며<sup>24)</sup>, 둘째, 뇌 손상 후 과제 지향적인 고강도 반복훈련을 통해 대뇌 피질 수준에서의 재조직화 과정이 촉진되어 상지 기능 향상에 기여할 수 있었다.<sup>25)</sup> 셋째, 뇌졸중 이후 재활 과정에서 이뤄지는 집중적인 과제 지향 훈련은 기능적 향상으로 이어질 수 있는 중재 방법의 기초가 된다.<sup>26)</sup> 본 연구의 결과로 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련이 체간의 보상 작용을 감소시켜 환측 상지를 더 사용함으로써 상지 기능이 더 향상된 것으로 생각된다.

뇌졸중 환자는 과도한 보상작용, 강직, 근 약화, 비마비측 상지의 사용으로 마비측 상지의 사용빈도가 감소되므로 체간을 이용한 보상 마비측 상지를 움직임과 상지 기능이 더욱 감소하게 된다.<sup>27)</sup> 이러한 요소는 상지 움직임 시 어깨관절 근위부의 굴곡 시너지를 유발해 팔 뻗기 동작 시 주관절의 가동성을 제한 시켜 상지 기능을 제한하게 된다. 특히 상지의 일상생활동작과 관련해서 어깨관절 굴곡과 주관절의 신전 각도는 중요한 요소가 될 수 있으므로 이러한 동작을 유도할 수 있는 다양한 훈련은 중요하다고 할 수 있다.<sup>28)</sup> 본 연구에서도, 실험군과 대조군 모두 상지 기능과 일상생활활동 수행능력이 증가하였다. 그러나 로봇 보조 훈련 시 체간을 자연스럽게 움직일 수 있도록 한 대조군에 비해 체간 제한과 결합된 실험군의 로봇 보조 훈련 결과 일상생활활동 수행능력이 더 크게 향상된 것으로 나타났다. 이는 과도한 체간 보상 움직임은 상지의 잠재적인 사용 능력을 감소시키기 때문에 체간의 과도한 움직임을 제한 시켜 상지의 중요한 기능인 팔뻗기와 주관절 신전 능력의 훈련을 통해 일상생활활동 수행능력이 향상된 것으로 생각된다. 특히 로봇 보조 상지 훈련 시 중력에 영향을 로봇의 외골격 본 연구의 결과, 근력 약화로 중력에 대항하여 독립적인 상지 기능 훈련을 못하는 환자의 팔을 로봇에 장착하면 팔의 무게가 로봇에 의해 지지되어 중력에 대한 부담이 줄어 굴곡 시너지가 감소하므로 어깨관절과 주관절의 선택적 움직임이 더 촉진될 수 있을 것으로 생각되며, 체간을 제한함으로써 상지의 사용빈도가 더 가중되어 마비측 상지에 의미있는 훈련이 될 수 있는 체간의 안정성이 제공된 것으로 생각된다.

그러나, 본 연구의 제한점으로는 첫째, 연구의 대상자의 수가 16명으로 진행되었기 뇌졸중 환자 전체에 일반화 하는 것은 어려움이 있지만 예비 연구로 진행되었기 때문에 향후 연구에서는 연구 대상자의 표본 크기를 산출하여

연구가 진행되어야 할 것이다. 둘째, 장기간의 추적 관찰을 통해 중재 이후에 치료적 효과의 지속성을 확인하지 못하였다. 향후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 16명의 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련이 상지 기능과 일상생활활동 수행능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 실시되었다. 대상자들을 실험군 8명과 대조군 8명으로 무작위 배정 후 실험군은 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련을 실시하였고, 대조군은 로봇 보조 상지 훈련을 실시하였다. 본 연구의 결과 두 군 모두 중재 후 상지 기능을 알아본 FMA, MFT와 일상생활활동 수행능력을 알아본 K-MBI가 향상되었지만, 변화량의 차이에서는 실험군이 대조군에 비해 더 큰 향상을 보였다. 따라서 본 연구의 결과 체간 제한과 결합된 로봇 보조 상지 훈련은 급성기 뇌졸중 환자의 상지 기능과 일상생활활동 수행능력을 개선하는데 효과적임을 확인하였다. 향후 로봇 보조 상지 훈련 시 효과적인 중재 방법으로 사용될 수 있을 것이다

## References

1. [Masiero S, Celia A](#), Rosati G, et al. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke. [Arch Phys Med Rehabil](#). 2007;88(2):142-9.
2. Luke C, Dodd KJ, Brock K. Outcomes of the Bobath concept on upper limb recovery following stroke. [Clin Rehabil](#). 2004;18(8):888-98.
3. Geddes JM, Fear J, Tennant A, et al. Prevalence of self reported stroke in a population in northern England. [J Epidemiol Community Health](#). 1996;50(2):140-3.
4. Hayward K, Barker R, Brauer S. Interventions to promote upper limb recovery in stroke survivors with severe paresis: a systematic review. [Disabil Rehabil](#). 2010;32(24):1973-86.
5. Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke. [Stroke](#). 2006;37(1):186-92.
6. Sheng B, Lin M. A longitudinal study of functional magnetic resonance imaging in upper-limb hemiplegia after stroke treated with constraint-induced movement therapy. [Brain inj](#). 2009;23(1):65-70.
7. Mehrholz J, Platz T, Kugler J, et al. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving arm function and activities of daily living after stroke. [Cochrane Database Syst Rev](#). 2008;4(4):CD006876.
8. Sale P, Franceschini M, Mazzoleni, et al. Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. [J Neuroeng Rehabil](#). 2014;11(1):104.
9. Jung YJ, Jung KM, Joo MC. Effects of Robot-Assisted Upper Limb Training in Patients With Acute Stroke : Randomized Controlled Pilot Study. [KSOT](#). 2017;25(2):15-27.
10. Joo MC, Park HI, Noh SE, et al. Effects of robot-assisted arm training in patients with subacute stroke. [Brain & Neurorehabilitation](#). 2014;7(2):111-17.



11. Cirstea MC, Ptito A, Levin MF. Arm reaching improvements with short-term practice depend on the severity of the motor deficit in stroke. *Exp Brain Res.* 2003;152(4):476-88.
12. Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. *Stroke.* 2006;37(1):186-92.
13. Cirstea MC, Levin MF. Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain.* 2000;123(5):940-53.
14. Choudhary A, Gulati S, Kabra M, et al. Efficacy of modified constraint induced movement therapy in improving upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Brain Dev.* 2013;35(9):870-6.
15. Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. [Scand J Rehabil Med.](#) 1975;7(1):13-31.
16. Duncan PW, Goldstein LB, Horner RD, et al. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. *Stroke.* 1994;25(6):1181-8.
17. Sanford J, Moreland J, Swanson LR, et al. Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Phys Ther.* 1993;73(7):447-7.
18. Nakamura R, Moriyama S. Manual function test (MFT) and functional occupational therapy for stroke patients. Tokorozawa, Japan: National Rehabilitation Center for the Disabled. 2000
19. Miyamoto S, Kondo T, Suzukamo Y, et al. Reliability and validity of the Manual Function Test in patients with stroke. [Am J Phys Med Rehabil.](#) 2009;88(3):247-55.
20. Shah S, Vanclay F, Cooper B. Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation. *J Clin Epidemiol.* 1989;42(8):703-9.
21. Granger CV, Albrecht GL, Hamilton BB. Outcome of comprehensive medical rehabilitation: measurement by PULSES profile and the Barthel Index. [Arch Phys Med Rehabil.](#) 1979;60(4):145-54.
22. Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. *Stroke.* 2006;37(1):186-92.
23. Kim JS, Park SW, Lee YS, et al. Clinical Outcomes of Robot-assisted Arm Rehabilitation in Stroke Patients. *Brain & Neurorehabilitation.* 2015;8(1):46-52.
24. Reinkensmeyer DJ. Robotic assistance for upper extremity training after stroke. *Stud Health Technol Inform.* 2009;145:25-39.
25. Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-Induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation—a clinical review. *J Rehabil Res Dev.* 1999;36(3):237-51.
26. Duncan PW. Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. *Top Stroke Rehabil.* 1997;3(4):1-20.
27. Taub E, Crago J, Uswatte G. Constrained-induced movement therapy: a new approach to treatment in physical rehabilitation. *Rehabil Psychol.* 1989; 43:152-79.

28. Brunner IC, Skouen JS, Strand LI. Is modified constraint-induced movement therapy more effective than bimanual training in improving arm motor function in the subacute phase post stroke? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2012;26(12):1078-86.