유비쿼터스 환경에서의 거울신경세포시스템에 근간한 동작관찰-신체훈련

(뇌졸중 환자의 상지기능과 일상생활활동에 미치는 영향)

고효은* · 박진주** · 이경주** · 이은희** · 오명화***

The effect of action-observational physical training based on mirror neuron system on upper extremity function and activities of daily living in stroke patient

Hyo-Eun Ko* · Jin-Ju Park** · Kyung-Ju Lee** · Eun-Hee Lee** · Myung-Hwa Oh***

요 약

본 연구는 유비쿼터스 환경에서 동작관찰-신체훈련이 뇌졸중 환자의 상지기능과 일상생활활동에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보고자 실시하였다. 연구 대상자는 19명이며 실험군 10명, 대조군 9명으로 나누었다. 실험군은 일반 작업치료와 동작관찰-신체훈련을 병행하였고, 대조군은 일반 작업치료와 동작관찰만을 시행하였다. 훈련 과정은 4주였으며, 주 3회, 회당 30분씩 훈련에 참여하였다. 대상자 선별 후 WMFT와 MBI 평가를 시행하였으며 전-후 평가를 실시하여 증진 정도를 보고자 하였다. 그 결과 대상자들의 상지기능과 일상생활 활동은 두 그룹 모두중재 후 유의한 증진을 보였다($p<.05$). 하지만 각 측정 시점간의 두 군의 차이는 유의한 차이를 보이지 않았다.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of action observational physical training on upper extremity function and activities of daily living in stroke patient. 19 hemiparetic patients participated in this study and were randomly selected into an experimental group and a control group. An experimental group observed performance actions of purposeful activity task through a video and imitated actions with the traditional occupational therapy, and a control group only observed actions with the traditional occupational therapy. Traing was performed 3 times a week and 30 min for each round for 4 weeks. WMFT were performed for an upper extremity function and MBI were performed for activities of daily living. As a result, WMFT and MBI showed significant difference between before and after in two groups but didn't show significant difference between two groups.

키워드

Action Oservational Physical Training, Mirror Neuron System, Upper Extremity Function, Activities of Daily Living
동작관찰-신체훈련, 거울신경세포시스템, 상지기능, 일상생활활동

* 제1저자 : 광주새미래병원 재활센터장(kick1005@gmail.com) ** 다우리병원 작업치료사(21451101@hanmail.net)

** 광주새미래병원 작업치료사(sibum18@naver.com)

** 첨단우암병원 작업치료사(lehj32@empas.com)

*** 교신저자(corresponding author) : 동신대학교 작업치료학과 교수(mhoh@dsu.ac.kr)

접수일자 : 2013. 10. 30

심사(수정)일자 : 2013. 12. 16

게재확정일자 : 2014. 01. 13

1. 서 론

오늘날 유비쿼터스시대의 의료산업에서 인간과 컴퓨터 사이의 상호작용에 관한 기술 수요의 증대로 이어지면서, HCI(Human Computer Interaction)의 한 분야인 증강현실이 큰 주목을 받고 있다[1]. 뇌졸중 환자의 증상과 예후는 감각이상, 인지장애, 언어장애, 삼킴장애 등으로 다양하며, 많은 환자들이 운동기능의 상실로 움직임이나 기능을 회복하지 못해 영구적인 장애를 가지고 살아간다[2]. 또한 인터넷과 스마트폰의 사용으로 인하여 뇌졸중 환자의 85% 이상은 편마비를 경험하고 그 중 69% 이상이 상지기능의 손상을 가진다[3]. 상지기능의 손상은 일상생활활동을 수행하고, 사회에 복귀하는 데 있어서 커다란 장벽을 제공하며, 회복 또한 하지에 비하여 좋지 못하다. 이것은 발병부위에 의한 것일 수도 있고, 상지가 하지에 비해 반복적인 운동의 기회가 적어 뇌의 재조직을 촉진할 기회가 적기 때문일 수도 있다[4].

뇌졸중 환자에 대해 임상 치료사들은 운동을 기초로 한 기능상의 문제들에 대해 많은 연구가 이루어졌고, Merians 등(2002)[5]은 뇌졸중 후 편마비 환자의 효과적인 운동 기술 회복과 신경조직의 재구성을 위해서는 집중적인 훈련이 필수적이라고 하여 편마비 환자의 상지기능을 향상시키기 위해서 마비 측 상지의 집중적인 사용을 권장하는 치료방법들이 다양하게 연구되고 있다.

최근에 뇌졸중 환자들의 기능적 활동 능력을 향상시키는 데에는 과제 특이적 훈련이 전통적인 접근법들보다 더 효과적임을 확인하였다[6]. 과제-지향적 훈련이라는 용어는 움직임 과학과 운동 기술 학습 문헌으로부터 나왔고[7], 이 접근법은 단일 동작의 반복훈련과는 달리 기능적 과제로 부여된 문제들을 연관된 국방부 직할부대 및 기관들이 상호작용하여 효율적이고 효과적으로 해결하는 방식이다. 재활에서 과제-지향적 훈련은 목표-지향적인 연습과 반복을 통한 기능적 과제 수행의 향상에 중점을 두고 있다. 또한, 신경회로의 재구성에 관한 근거들이 많아짐에 따라[8], 최근 강제적 움직임 유도치료와 같은 중재들은 마비 쪽 사지를 강제로 사용하게 하여 학습된 무사용 증후군(Learned non-use Syndrome)을 극복함으로써 상지 기능 향상을 목적으로 하고 있다[9], [10]. 이로 인한

기능적 수행능력 향상은 움직임에 관여하는 신경네트워크의 변화로 인한 것이라는 것을 입증하는 연구들이 많아지고 있다[11].

이러한 경향은 환자의 운동능력 발달을 증진시키는 동안 수행영역에서 환자 능력이 발휘될 수 있도록 함으로써 환자의 기능적 독립을 유도하여 생활환경이나 지역사회에 복귀시켜 작업역할을 수행하도록 하는 작업치료의 프로그램과 일맥상통한다. 이를 위해서 작업치료에서는 환자의 일상생활활동과 일과 생산적인 활동 및 놀이와 여가에 대한 적절한 과제를 각 개인이 작업적 역할을 만족하게 이행할 수 있도록 개인적 발달단계 및 문화와 환경에 맞추어 학습과 훈련을 통해 적용된 과제들을 수행하도록 한다[12]. 따라서 작업치료는 선택된 과제에 대한 환자의 참여라고 할 수 있으며 환자의 능동적인 참여가 작업치료 효과에 필수적이다. 하지만 운동능력이 많이 손상된 환자들은 이러한 훈련 참여에 제한이 있으며 경험 의존적 신경가역성을 위한 감각 및 운동 입력을 제공받는 것이 어려워진다.

이러한 제한점을 극복하고자 최근 제안되는 방법이 바로 거울신경세포 시스템(Mirror Neuron System)을 근간으로 한 동작관찰훈련이다. 대뇌의 운동영역들은 동작이 실제로 일어날 때 뿐 만 아니라 상상을 하거나 또는 단순히 관찰만 해도 동원된다는 근거들이 많아지고 있고[13], 이런 사실은 원숭이에서 처음 보고되고 기술된 거울신경세포시스템의 발견에 신경생리학적 기초를 두고 있다[14], [15]. 거울신경세포는 원숭이의 운동앞겉질에서 처음 발견되었으며, 이 세포들은 특정 행위를 직접 수행하거나 다른 원숭이의 행위를 관찰하는 동안 발화하는 특징이 있다[14], [15].

거울신경세포가 처음 발견된 마카크(Macaque) 원숭이의 배쪽 운동앞겉질(ventral premotor cortex; PMv)의 입쪽(F5 영역)은 흥미로운 영역이다. 이 영역은 인간의 브로카 영역(Broca area)과 같은 부위로 간주되고 있다[16], [17]. F5 영역은 입과 손의 목표지향적 동작의 운동투사(Motor Representation)이다. 흥미롭게도, 입과 손의 목표지향적 동작을 실행하는 동안 발화하는 이 신경부위는 원숭이가 다른 원숭이나 사람인 실험자가 같은 동작이나 비슷한 동작을 관찰할 때도 반응한다[14], [15]. 인간에서도 거울신경세포시스템이 존재한다는 사실이 여러 연구들에서 입증

되고 있다[18], [19]. 발견된 이후로 거울신경세포시스템은 다른 사람의 동작을 지각하고 이해하는데 관여하는 통합된 시스템의 일부라고 간주하고 있다[20], [21]. 최근에는 모방[22]이나 마음 그리고 감정[23]과 관련된 인간의 고차원적인 인지의 기전으로 일반화시키려는 시도들이 이뤄지고 있다.

거울신경세포시스템이 동작 이해와 모방에 관여한다는 연구에 기초하여 최근 재활분야에서 시도되고 있는 훈련방법이 바로 동작관찰훈련이다[24]. 이 훈련 방법은 최근 뇌졸중환자[25], [26], 파킨슨환자[27], 근골격계환자[28], 자폐아아동[29] 재활에서 유용한 훈련 방법으로 시도되고 있다.

또한, 뇌졸중 재활의 목적이 새로운 기술을 익히기 보다는 이전에 학습되어 있는 운동 기술을 다시 획득하는 것이기 때문에 재활과정에서는 손 운동회복을 위해 운동모방(Motor Imitation)을 많이 사용한다. 운동모방은 운동관찰, 운동상상, 운동실행의 과정을 포함하는 인지과정으로 광범위한 신경 네트워크가 관여한다[30]. 특히, 동작관찰과 연습을 결합하면 운동기억의 형성이 강하게 촉진되며 특정 동작을 관찰하는 동안 그 동작에 실제 사용되는 근육들의 운동유발전위의 진폭이 증가한다[31].

이에 본 연구에서는 거울신경세포시스템에 근간한 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 상지기능과 일상생활 활동에 미치는 영향을 알아보고자 하며, 더 나아가 동작관찰훈련만을 시행했을 때와 모방연습을 결합했을 때를 비교하여 동작관찰훈련이 뇌졸중 재활에서 상지기능과 일상생활활동을 향상시키는 데 사용될 수 있을 것인가에 대한 그 가능성을 검토해보고자 한다.

II. 연구방법

2.1 연구대상자

오늘날 인터넷 시대를 맞이하여 스마트폰과 전자기기의 사용으로 인하여 신체의 동작관찰 훈련에 참여한 뇌졸중 대상자들은 뇌졸중 진단을 받고 지역 재활 센터에서 치료를 받고 있는 뇌졸중 발생 후 6개월 이상이 경과한 자 19명을 대상으로 하였다. 대상자 선정 기준은 뇌졸중으로 진단받은 지 6개월 이상인 자, 한국형 간이 정신 상태검사(MMSE-K : Mini-Mental

Status Examination-Korea) 점수에서 24점 이상인 자, 의사소통에 문제가 없고 지시를 따를 수 있는 자, 환자 본인과 보호자가 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하는 것을 동의한 자로 선정하였다.

2.2 연구 도구

1) Wolf Motor Function Test : WMFT

뇌졸중 환자군의 상지 기능을 평가하기 위한 WMFT는 동작관찰 훈련 전과 후에 시행하였다. 이 도구는 강제움직임유도치료를 받은 만성 뇌졸중 환자들의 상지 장애를 평가하기 위해 개발되었다[32]. 나중에 이 도구는 17개 항목으로 줄었으며 2가지 근력 측정과 15개의 기능적 과제가 포함되어 있다[33]. 15가지 과제를 하는 동안 수행시간과 기능적 능력 척도(Functional Ability Scale : FAS)를 측정한다. 이 도구의 측정자간 신뢰도와 측정-재측정 신뢰도는 높다[34]. 수행시간의 측정자간 신뢰도는 $r=.97$, 측정-재측정 신뢰도는 $r=.90$ 으로 보고되었다. 기능적 능력 점수에 대한 측정자간 신뢰도는 $r=.88$, 측정-재측정 신뢰도는 $r=.95$ 로 보고되었다. 과제들은 점점 복잡해지며 몸쪽 관절들이 참여하는 과제에서부터 먼쪽 관절들이 참여하는 과제로 진행된다.

대상자들이 2분 이내에 과제를 완료할 수 없으면 시도를 중단하고 기능적 능력 점수는 1점을 주며 수행시간은 120초로 기록한다[34]. 수행시간 항목의 경우 대부분의 뇌졸중 대상자들이 검사 과제를 수행하는데 너무 오랜 시간이 걸리기 때문에 수행시간 측정값이 너무 많게 나오는 바닥 효과(Floor Effect)가 발생할 가능성이 있으며[35], 본 연구의 목적이 근력보다는 기능적 수행능력을 평가하는 것이기 때문에 일상생활의 과제를 수행하는데 필요한 상지의 움직임을 WMFT FAS 점수로만 평가하였다. 움직임의 질은 6점 척도로 점수를 매기며, 가장 낮은 점수인 0점은 '수행되지 않음'으로, 가장 높은 점수인 5점은 '정상 움직임'으로 되어 있다. 전체 점수 범위는 0에서 75점까지이다.

2) 일상생활활동(Modified Barthel Index : MBI)

바텔 지수는 일상생활활동 자립도를 평가기준으로 하여 개발한 것으로 환자의 기능 호전 변화를 반영하

는 데 많이 이용되고 있다. 10가지의 구체적인 일상생활 활동으로 구성되어 있는데, 신변처리 동작(Self-Care Index) 7개 항목과 가동능력(Mobility Index) 3개 항목으로 구분하고 있으며, 각 동작별로 5단계의 점수를 주게 되고, 100점을 만점으로 0~24점은 '완전 의존성', 25~49점은 '최대 의존성', 50~74점은 '부분 의존성', 75~90점은 '약간 의존성', 91~99점은 '최소 의존성', 100점은 '완전 독립성'을 나타낸다. 검사-재검사 신뢰도는 $r=.89$, 검사자간 신뢰도는 $r=.95$ 로 알려져 있다[36].

2.3 연구 절차

1) 측정 절차

중재 전에 모든 대상자들이 상지 기능과 일상생활 활동 정도를 평가하였다. 훈련 과정은 4주였으며, 대상자들은 두 개 군인 일반 작업치료와 동작관찰훈련군, 일반 작업치료와 동작관찰-신체훈련군으로 나누어 주 3회, 회당 30분씩 훈련에 참여하였다. 중재 후 모든 대상자들의 상지 기능과 일상생활활동 정도를 재평가하였다. 모든 과정을 완수한 대상자들의 상지 기능과 일상생활활동 정도를 비교 분석하였다.

2) 훈련 절차

(1) 중재 동영상

원격 진료 및 동영상을 위한 과제 선정을 위해 작업치료학과 교수 1인, 박사과정의 작업치료사 1인 그리고 석사과정의 작업치료사 3인이 논의한 후 뇌졸중 환자들에게 필요한 과제들로 선정하여 앞면과 옆면에서 촬영하여 편집하였다.

(2) 절차

모든 대상자들은 대상자들의 특성과 기능을 고려하여 회당 2개의 과제를 선택한다. 대상자들은 조용한 방에서 전방 30cm에 놓인 15인치 컴퓨터 모니터 화면을 바라보고 치료사는 동영상 재생과 함께 과제에 필요한 동작과 특성을 구두로 제공한다. 동작관찰군은 5분 동안의 동영상 관찰만을 시행하고, 동작관찰-신체훈련군은 5분 동안의 동영상 관찰을 시행한 후, 대상자들은 관찰한 동작을 반복적으로 10분 간 모방연습을 한다.

2.4 자료 분석

대상자들의 일반적 특성은 기술통계를 실시하였고, 중재 전과 후의 WMFT FAS 값과 MBI 점수를 비교하기 위해 대응 t-검정으로 분석하였으며, 각 측정 시점간의 두 군의 차이를 알아보기 위해 독립 t-검정으로 비교하였다. 모든 통계 분석에서 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였으며, 모든 자료는 SPSS ver. 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

III. 결과

3.1 대상자의 일반적 특성

대상자는 총 19명 중 남자가 11명, 왼쪽 편마비가 11명, 뇌경색이 11명으로 더 많았다. Table 1에서와 같이 평균 연령은 57.89 ± 11.03 이었고, 유병기간은 11.26 ± 5.82 개월이었다.

표 1. 대상자의 일반적 특성
Table 1. General characteristics of the subject(N=19)

General characteristics		subject
gender	male	11
	female	8
hemi-side	right	8
	left	11
type of CVA	infarction	11
	hemorrhage	8
age(year)		57.89 ± 11.03
period of illness(month)		11.26 ± 5.82

3.2 대상자의 상지기능

대상자들을 동작관찰훈련군(9명)과 동작관찰-신체훈련군(10명)으로 나눠 실시한 결과, Table 2에서와 같이 훈련 후 대상자들의 상지기능은 동작관찰훈련군 19.22 ± 10.44 에서 25.78 ± 11.04 로 유의한 증진($p=.001$)을 보였고, 동작관찰-신체훈련군은 24.20 ± 9.15 에서 29.10 ± 8.86 으로 유의한 증진($p=.001$)을 보였다($p<.05$). 하지만 각 측정 시점간의 두 군의 차이는 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 2. 대상자의 상지기능
Table 2. Upper extremity function of the subject

Group	WMFT FAS		p-value
	before	after	
action observation	19.22 ± 10.44	25.78 ± 11.04	.001*
action observational physical training	24.20 ± 9.15	29.10 ± 8.86	.001*
p-value	.283	.477	

3.3 대상자의 일상생활활동

대상자들을 동작관찰훈련군(9명)과 동작관찰-신체훈련군(10명)으로 나눠 실시한 결과, Table 3에서와 같이 훈련 후 대상자들의 MBI 점수는 동작관찰훈련군 61.22 ± 31.15에서 67.44 ± 29.80으로 유의한 증진($p=.022$)을 보였고, 동작관찰-신체훈련군 57.90 ± 21.11에서 61.10 ± 20.17으로 유의한 증진($p=.009$)을 보였다($p<.05$). 하지만 각 측정 시점 간의 두 군의 차이는 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 3. 대상자의 일상생활활동
Table 3. Activities of daily living of the subject

Group	MBI		p-value
	before	after	
action observation	61.22 ± 31.15	67.44 ± 29.80	.022*
action observational physical training	57.90 ± 21.11	61.10 ± 20.17	.009*
p-value	.787	.590	

IV. 고 찰

본 연구는 유비쿼터스 시대에 인터넷, 스마트폰 및 전자통신기기의 많은 사용으로 인하여 동작관찰-신체훈련이 뇌졸중 환자의 상지기능과 일상생활활동에 어

떠한 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다. 연구 대상자는 19명이며 실험군 10명, 대조군 9명으로 나누었다. 실험군은 전통적인 작업치료와 동작관찰 및 신체훈련을 병행하였고, 대조군은 전통적인 작업치료와 동작관찰만을 시행하였다. 대상자 선별 후 WMFT와 MBI 평가를 시행하였으며 전-후 평가를 실시하여 증진 정도를 보고자 하였다.

WMFT는 뇌졸중 환자의 상지회복에 대한 효과를 보기 위하여 사용하였고, MBI는 일상생활활동의 수행 능력 정도를 평가하기 위하여 사용하였다.

본 연구에서는 동작관찰 훈련 집단이 치료 중재를 실시하기 전과 중재를 실시한 후의 WMFT와 MBI점수가 통계학적으로 유의하게 증가하였다. Ertelt 등 (2007)[37]의 연구에서는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 동작관찰훈련을 시행한 집단의 중재 전-후 결과 비교 시 동작관찰 훈련 집단이 유의한 기능 향상을 나타냈다는 선행연구와 일치한다. 그러나 본 연구에서 동작관찰 훈련만을 시행한 군과 동작관찰 훈련 및 신체 훈련을 병행한 군 간에서는 유의한 차이가 없었다. 그 이유는 대상자를 선정하는 과정에서 무작위로 배정하여 대상자 간의 제한적 요인을 선별하지 못하였고, 만성 뇌졸중 환자의 다양한 기능 수준을 고려하지 못하였다. 또한 대상자의 수가 적어 연구의 결과를 일반화시키기에 어려움이 있었다는 점이 본 연구의 제한점으로 생각된다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구에서는 동작관찰과 동작관찰-신체훈련 중재를 통하여 대상자의 상지기능과 일상생활활동 기능의 증진 결과를 나타냄으로서 동작관찰의 효과를 입증하였다. 또한 이러한 연구 결과는 동작관찰-신체훈련 효과를 지지하는 결과라고 볼 수 있다. 본 연구와 선행연구들을 종합하여 뇌졸중 환자에게 동작관찰-신체훈련을 적용할 때 뇌졸중 환자의 손상영역과 마비측을 고려하여 만성 뇌졸중 환자의 운동회복을 위한 중재접근법을 적용하여 동작관찰-신체훈련에 대한 연구가 이루어진다면 동작관찰-신체훈련의 효과를 입증하는 유용한 연구 결과가 될 것으로 보인다. 최근 뇌졸중 환자를 대상으로 동작관찰-신체훈련 연구가 활발히 진행되고 있으나 대상자의 수가 적어 결과를 일반화시키기 어렵고, 중재 프로그램 선정 시 어려움이 따라 동작관찰-신체훈련에 관한 연구가 부족한 실정이다.

다음 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 더욱

다양하고 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 추후 연구에서는 IT 기술과 기계공학의 발달로 가까운 미래에는 인간의 지능과 비슷한 능력을 보유한 로봇의 실용화가 가능해 질 것이기에[38], 로봇의 움직임을 관찰했을 때에도 거울신경세포시스템이 활성화되는 지에 대한 연구와 IT 기술의 발달로 인해 다양한 카메라가 널리 보급되고 이를 이용한 영상 분석 및 활용에 대한 요구가 증가하고 있기에[39] 추후 연구에서는 3D 영상을 촬영한 후 그 영상을 관찰했을 때의 연구도 진행될 것을 기대해 본다.

참고 문헌

- [1] Y.-J. Oh and E.-K. Kim, "Implementation and Analysis of 3D Fish Encyclopedia for Children Education in Mobile Environment," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 2, 2013
- [2] C. A. Trombly and H. Ma, "A synthesis of the effects of occupational therapy for person with stroke, part I: Restoration of roles, tasks, and activities," *The American J. of occupational therapy*, vol. 56, no. 3, 2002, pp. 250-259.
- [3] C. Luke, K. J. Dodd, and K. Brock, "Outcomes of the Bobath concept on upper limb recovery following stroke," *Clinical rehabilitation*, vol. 18, no. 8, 2004, pp. 888-898.
- [4] A. Shumway-Cook and M. H. Woollacott, *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Lippincott Williams&Wilki, 2007.
- [5] A. S. Merians, D. Jack, R. Boian, M. Tremaine, G. C. Burdea, S. V. Adamovich, M. Recce, and H. Poizner, "Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke," *Physical therapy*, vol. 82, no. 9, 2002, pp. 898-915.
- [6] B. H. Dobkin, "Training and exercise to drive poststroke recovery," *Nature clinical practice neurology*, vol. 4, no. 2, 2008, pp. 76-85.
- [7] R. A. Schmidt and T. D. Lee, *Motor Control and Learning - 4th : A Behavioral Emphasis*. Human Kinetics, 2005.
- [8] R. J. Nudo, "Retuning the misfiring brain," *Proc. of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 100, no. 13, 2003, pp. 7425-7427.
- [9] J. Liepert, H. Bauder, W. H. Miltner, E. Taub, and C. Weiller, "Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans," *Stroke; a J. of cerebral circulation*, vol. 31, no. 6, 2000, pp. 1210-1216.
- [10] E. Taub, N. Miller, T. Novack, E. Cook 3rd, W. Fleming, C. Nepomuceno, J. Connell, and J. Crago, "Technique to improve chronic motor deficit after stroke," *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 74, no. 4, 1993, pp. 347.
- [11] C. E. Levy, D. S. Nichols, P. M. Schmalbrock, P. Keller, and D. W. Chakeres, "Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy," *American J. of physical medicine & rehabilitation*, vol. 80, no. 1, 2001, pp. 4-12.
- [12] L. W. Pedretti and M. B. Early, *Occupational Therapy: Practice Skills for Physical Dysfunction*. Mosby, 2001.
- [13] M. Jeannerod, "Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition," *Neuroimage*, vol. 14, 2001, S103-S109.
- [14] V. Gallese, L. Fadiga, L. Fogassi, and G. Rizzolatti, "Action recognition in the premotor cortex," *Brain*, vol. 119, no. 2, 1996, pp. 593-609.
- [15] G. Rizzolatti, L. Fadiga, V. Gallese, and L. Fogassi, "Premotor cortex and the recognition of motor actions," *Cognitive brain research*, vol. 3, no. 2, 1996, pp. 131-141.
- [16] F. Binkofski and G. Buccino, "Motor functions of the Broca's region," *Brain and Language*, vol. 89, no. 2, 2004, pp. 362-369.
- [17] G. Rizzolatti and M. A. Arbib, "Language within our grasp," *Trends in neurosciences*, vol. 21, no. 5, 1998, pp. 188-194.
- [18] A. P. Strafella and T. Paus, "Modulation of cortical excitability during action observation: a transcranial magnetic stimulation study," *Neuroreport*, vol. 11, no. 10, 2000, pp. 2289-2292.
- [19] C. Tremblay, M. Robert, A. Pascual-Leone, F. Lepore, D. K. Nguyen, L. Carmant, A. Bouthillier and H. Théoret, "Action observation and execution Intracranial recordings

- in a human subject," *Neurology*, vol. 63, no. 5, 2004, pp. 937-938.
- [20] G. Buccino, F. Binkofski, G. R. Fink, L. Fadiga, L. Fogassi, V. Gallese, R. J. Seitz, K. Zilles, G. Rizzolatti, and H. J. Freund, "Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study," *European J. of neuroscience*, vol. 13, no. 2, 2001, pp. 400-404.
- [21] G. Rizzolatti and L. Craighero, "THE MIRROR-NEURON SYSTEM," *Annual review of neuroscience*, vol. 27, no. 1, 2004, pp. 169-192.
- [22] M. Iacoboni, "Cortical Mechanisms of Human Imitation," *Science*, vol. 286, no. 5449, 1999, pp. 2526-2528.
- [23] M. A. Umiltà, E. Kohler, V. Gallese, L. Fogassi, L. Fadiga, C. Keysers and G. Rizzolatti, "I know what you are doing: A neurophysiological study," *Neuron*, vol. 31, no. 1, 2001, pp. 155-166.
- [24] K. A. Garrison, C. J. Winstein and L. Aziz-Zadeh, "The Mirror Neuron System: A Neural Substrate for Methods in Stroke Rehabilitation," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 24, no. 5, 2010, pp. 404-412.
- [25] L. M. Ewan, K. Kinmond and P. S. Holmes, "An observation-based intervention for stroke rehabilitation: experiences of eight individuals affected by stroke," *Disability & Rehabilitation*, vol. 32, no. 25, 2010, pp. 2097-2106.
- [26] M. Lee, J. Kim, and B. Yang, "The Effect of Action Observational Physical Training on Manual Dexterity in Stroke Patients," *Physical Therapy Korea*, vol. 17, no. 2, 2010, pp. 17-24.
- [27] E. Pelosin, L. Avanzino, M. Bove, P. Stramesi, A. Nieuwboer, and G. Abbruzzese, "Action Observation Improves Freezing of Gait in Patients With Parkinson & apos;s Disease," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 24, no. 8, 2010, pp. 746-752.
- [28] G. Bellelli, G. Buccino, B. Bernardini, A. Padovani and M. Trabucchi, "Action Observation Treatment Improves Recovery of Postsurgical Orthopedic Patients: Evidence for a Top-Down Effect?," *YAPMR*, vol. 91, no. 10, 2010, pp. 1489-1494.
- [29] L. M. Oberman, E. M. Hubbard, J. P. McCleery, E. L. Altschuler, V. S. Ramachandran, and J. A. Pineda, "EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders," *Cognitive Brain Research*, vol. 24, no. 2, 2005, pp. 190-198.
- [30] G. Buccino and L. Riggio, "The role of the mirror neuron system in motor learning," *Kinesiology*, vol. 38, no. 1, 2006, pp. 5-15.
- [31] K. Stefan, L. G. Cohen, J. Duque, R. Mazzocchio, P. Celnik, L. Sawaki, L. Ungerleider, and J. Classen, "Formation of a motor memory by action observation," *The J. of Neuroscience*, vol. 25, no. 41, 2005, pp. 9339-9346.
- [32] S. L. Wolf, D. E. Lecraw, L. A. Barton, and B. B. Jann, "Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned non-use among chronic stroke and head-injured patients," *Experimental neurology*, vol. 104, no. 2, 1989, pp. 125-132.
- [33] S. L. Wolf, P. A. Catlin, M. Ellis, A. L. Archer, B. Morgan and A. Piacentino, "Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke," *Stroke; a J. of cerebral circulation*, vol. 32, no. 7, 2001, pp. 1635-1639.
- [34] D. M. Morris, G. Uswatte, J. E. Crago, E. W. Cook, and E. Taub, "The reliability of the Wolf Motor Function Test for assessing upper extremity function after stroke," *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 82, no. 6, 2001, pp. 750-755.
- [35] J. H. Lin, M. J. Hsu, C. F. Sheu, T. S. Wu, R. T. Lin, C. H. Chen, and C. L. Hsieh, "Psychometric comparisons of 4 measures for assessing upper-extremity function in people with stroke," *Physical Therapy*, vol. 89, no. 8, 2009, pp. 840-850.
- [36] S. Shah, F. Vancly, and B. Cooper, "Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation," *J. of clinical epidemiology*, vol. 42, no. 8, 1989, pp. 703-709.
- [37] D. Ertelt, S. Small, A. Solodkin, C. Dettmers, A. McNamara, F. Binkofski, and G. Buccino, "Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke," *Neuroimage*, vol. 36, 2007, T164-T173.
- [38] J. Zhu, J. Chong, and K-C Kim, "The Recognition and Distance Estimation of a Golf Ball using a WebCam," *J. of The Korea Institute of*

Electronic Communication Science, vol. 8, no. 12, 2013, pp. 1833-1839.

- [39] K. Kim, S. Han, and J. Park, "A Distortion Correction Method of Wide-Angle Camera Images through the Estimation and Validation of a Camera Model," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 8, no. 12, 2013, pp. 1923-1931.

저자 소개

고효은(Hyo-Eun Ko)

2010년 광주대학교 작업치료학과 졸업(이학사)
2012년 동신대학교 대학원 작업치료학과 졸업(이학석사)

2014년 동신대학교 일반대학원 보건의료학과 박사 수료 예정

2014년 현재 광주새미래병원 재활센터장

※ 관심분야 : 성인작업치료학, 신경계 작업치료

이은희(Eun-Hee Lee)

2012년 전남과학대학교 작업치료학과 졸업(이학사)

2014년 동신대학교 대학원 작업치료학과 석사 수료 예정

2014년 현재 첨단우암병원 작업치료사

※ 관심분야 : Perception, Cognition

오명화(Myung-Hwa Oh)

1999년 2월 우석대학교 교육대학원 특수교육전공(교육학 석사)

2005년 2월 삼육대학교 대학원 물리치료전공(이학박사)

2014년 현재 동신대학교 작업치료학과 교수

※ 관심분야 : 아동작업치료학, 일상생활활동학

박진주(Jin-Ju Park)

2012년 호원대학교 작업치료학과 졸업(이학사)

2014년 동신대학교 대학원 작업치료학과 졸업 예정(이학석사)

2014년 현재 다우리병원 작업치료사

※ 관심분야 : Dysphasia

이경주(Kyung-Ju Lee)

2013년 동신대학교 작업치료학과 졸업(이학사)

2014년 동신대학교 대학원 작업치료학과 석사 과정 중

2014년 현재 광주새미래병원 작업치료사

※ 관심분야 : Neuroscience, Dysphasia