

## 일반 성인의 작업과 활동의 중재 형태에 대한 행위 관찰 시 거울신경세포 시스템의 EEG 활성화도 차이

고효은 · 윤태원<sup>1</sup> · 정현애<sup>†</sup>

동신대학교 작업치료학과, <sup>1</sup>씨티재활의학과 요양병원 재활센터

Differences of EEG Activation in Mirror Neuron System during Action Observation  
for Occupation-based, Purposeful Activity, Preparatory Method  
in adult subjects

Hyo-Eun Ko · Tae-Won Yun<sup>1</sup> · Hyun-Ae Chung<sup>†</sup>

*Department of Occupational Therapy, Dong-shin University*

*<sup>1</sup>Rehabilitation center, Gwangju City Rehabilitation Hospital*

Received: November 26, 2014 / Revised: February 27, 2015 / Accepted: March 2, 2015

© 2015 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### | Abstract |

**Purpose:** This study aims to identify changes in the mirror neuron system in normal people through mu rhythm during action observation of occupation-based intervention, purposeful activity and prepare a method of intervention form of occupation using occupation and activity.

**Methods:** This study aims to identify changes in the mirror neuron system in normal people through mu rhythm during action observation of occupation-based intervention, purposeful activity and prepare a method of intervention form of occupation using occupation and activity. The activation of the mirror neuron system was compared among 3 conditions by one-way ANOVA.

**Results:** The result of analysis showed mu suppression in all conditions. Although all conditions showed mu suppression, there was no significant difference among the conditions.

**Conclusion:** The results suggest that the mirror neuron system is activated during action observation to be able to occupational therapy but the mirror neuron system is not separately activated among the conditions.

**Key Words:** Occupation-based, Purposeful activity, Preparatory method, Action observation, EEG

<sup>†</sup>Corresponding Author : Hyun-Ae Chung (cjc816@naver.com)

## I. 서론

뇌졸중 환자의 증상과 예후는 감각이상, 인지장애, 언어장애, 삼킴장애 등으로 다양하며, 많은 환자들이 운동기능의 상실로 움직임이나 기능을 회복하지 못해 영구적인 장애를 가지고 살아간다(Trombly & Ma, 2002). 뇌졸중 환자의 85% 이상은 편마비를 경험하고 그 중 69% 이상이 상지기능의 손상을 가진다(Luke et al, 2004). 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(Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

뇌졸중 환자를 위해 임상에 있는 치료사들은 운동을 기반으로 한 기능적인 문제들에 대해 많은 연구를 시행해왔고, Merians 등(2002)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.

최근 뇌졸중 환자들의 기능적 활동 능력을 향상시키는 방법으로 과제 특이적 훈련이 전통적인 접근법들보다 더 효과적임을 확인하였다(Dobkin, 2008). 과제-지향적 훈련이라는 용어는 움직임 과학과 운동 학습으로부터 나왔고(Schmidt & Lee, 2005), 이 접근법은 단일 동작의 반복훈련과는 달리 기능적 과제로 구성된 문제들을 실제 수행하는 기관들이 상호작용하여 효율적이고 효과적으로 해결하는 방식이다. 재활에서 과제-지향적 훈련은 목표-지향적인 연습과 반복을 통한 기능적 과제 수행의 향상에 중점을 두고 있다.

과제-지향적 훈련은 환자의 운동능력 발달을 증진시키고, 동시에 수행영역에서 환자 능력이 발휘될 수 있도록 함으로써 생활환경이나 지역사회에 복귀를 통해 작업역할을 수행하도록 하는 작업치료의 프로그램

과 일맥상통한다. 이를 위해서 작업치료에서는 환자의 일상생활활동, 일, 생산적인 활동 및 놀이, 여가에 대한 적절한 과제를 각 개인이 작업적 역할을 만족하게 이행할 수 있도록 개인적 발달단계 및 문화와 환경에 맞추어 과제를 수행하도록 한다(Pedretti & Early, 2001). 따라서 작업치료는 선택된 과제에 대한 환자의 참여라고 할 수 있으며 환자의 능동적인 참여가 작업치료의 긍정적인 중재효과를 이끌어내는데 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. 거울신경세포는 원숭이의 운동앞겉질에서 처음 발견되었으며, 이 세포들은 특정 행위로 직접 수행하거나 다른 원숭이의 행위로 관찰하는 동안 발화하는 특징이 있다(Gallese et al, 1996; Rizzolatti et al, 1996).

거울신경세포가 인간에서도 존재한다는 근거는 뇌전도(electroencephalographic, EEG)를 통해 확인할 수 있다. 거울신경세포의 활성화 지표로 사용하는 뮤리듬은 감각운동겉질 영역에서 발생하는 8-13Hz의 주파수이며 뮤리듬 억제제는 인간의 거울신경세포 시스템이 발화된 것으로 간주한다(Oberman et al, 2005).

한 연구에서는 대상자들이 정지된 물체를 관찰하는 동안 뮤 억제제가 나타나지 않았지만, 동작을 수행하는 모습을 관찰하거나 물건을 잡고 있는 모습을 관찰하는 동안 뮤 억제제가 나타났다(Perry & Bentin, 2009). 또한 배쪽 운동앞겉질과 뮤 리듬이 발생하는 일차감각운동겉질 사이에는 겉질-겉질 신경로로 연결되어 있다는 해부학적, 생리학적 근거들이 제시되어 거울신경세포 활동의 지표로 뮤 억제를 사용하는 것은 타당성이 있다(Nishitani & Hari, 2000; Petrosini et al, 2003).

거울신경세포 시스템은 행위를 관찰하는 동안 관찰한 움직임과 움직임의 의도를 내포하고 있는 시각적 장면이 함께 제공될 때 더 큰 활성화를 보였다.

아침식사가 준비된 장면에서 컵을 향해 손을 뻗는 행위를 관찰하는 동안 거울신경세포 시스템은 컵만 있는 배경에서 컵을 향해 손을 뻗는 행위를 관찰하는 것에 비해 더 큰 활성화를 보였다(Iacoboni et al, 2005). 이는 거울신경세포 시스템이 행위의 배경적 상황이나 관찰된 행위에 의미를 부여하는 개인의 경향에 의해 조정될 수 있음을 의미한다.

2008년 미국작업치료협회에서 작업치료 실기 틀(Occupational Therapy Practice Framework)의 작업과 활동을 치료적으로 사용하는 작업 중재 형태로써 작업-기반 중재, 목적있는 활동, 그리고 준비 수단에 대해 제시하였다(Roley et al, 2008). 하지만 기능적 접근법으로써 실제 작업치료 임상에서 가장 빈번하게 시행되고 있음에도 불구하고 3가지 방법들에 대한 근거를 제시하는 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구의 목적은 3가지 방법들에 대한 근거를 제시하는 첫 번째 시도으로써 3가지 방법의 행위 관찰 시 일반인들의 거울신경세포 시스템 변화를 무리듬을 통해 알아보는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자들은 전라남도 나주시에 소재한 D 대학의 작업치료학과 학생 30명이었다. 모든 참여자들은 연구의 의의와 실험과정에 대한 설명을 들었고, 자발적으로 실험에 참가 의사를 밝은 자와 헬싱키 선언(2008)의 기본 원칙에 따라 작성한 동의서를 스스로 읽고 동의한 자를 대상으로 선정하였다.

### 2. 연구 도구 및 절차

#### 1) 실험 설계

동영상을 관찰할 때 발생하는 뇌파는 QEEG-8(LXE3208, LAXTHA Inc., Korea)를 사용하여 측정하였다. 뇌파자료는 두피에 부착한 8개의 전극을 통해 수정하였고, 샘플링 주파수 256 Hz, 통과필터 0.5~50

Hz, 12-bit AD 변환을 통해 컴퓨터에 저장되었다.

전극 부착 부위는 국제 10-20 전극 배치법(International 10-20 method of electrode placement)을 근간으로 전극 부착 부위를 정하였다. 전극의 저항을 줄이기 위해 측정부위를 알코올 솜으로 닦아냈다. 닦은 부위의 알코올이 증발된 후, Ag/AgCl 전극용 겔을 이용하여 자료 수집용 전극은 F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2에 부착하였고, 접지전극은 양쪽 귀 뒤쪽에 부착하였다.

#### 2) 동작관찰 동영상

대상자들에게 모두 4가지 조건의 화면을 제시하였다. 첫째, 기초선 조건은 흰색 화면이었다. 둘째, 작업-기반 중재 조건은 배우가 익숙할 만한 환경을 포함하는 침대와 옷장이 있는 배경에서 아침에 일어나 옷을 입는 동영상이었다. 셋째, 목적있는 활동 조건은 옷입기 활동에서 옷의 단추를 조작하는 방법을 연습하는 동영상이었다. 넷째, 준비 수단 조건은 세라밴드를 이용한 손근력강화 운동을 하는 동영상이었다. 각각의 동영상 조건들은 각각 20초였으며, 각 조건 간들 사이에 5초의 검정색 화면을 제공함으로써 각 조건들 간의 간섭을 최소화하고자 하였다.

#### 3) 측정 절차

측정에 앞서, 대상자들에게 실험 절차와 주의사항에 대해 설명하였고, 대상자들의 머리에 뇌파 전극을 부착하고 13인치 컴퓨터 화면 앞에 앉도록 하였다. 대상자들은 편안히 앉아 13인치 화면을 통해 각 조건의 화면과 동영상을 관찰하였다. 동영상을 관찰 동안에는 대상자들의 움직임이 최대한 통제하였다.

#### 4) 뇌파 자료 변환

각 조건별로 20초 동안 뇌파 신호를 수집하였으며, 시작과 끝 부분의 5초씩을 각각 제거하여 각 조건 당 10초의 뇌파 자료를 만들었다. 뇌파의 디지털 변환과 분석은 TeleScan 프로그램(LAXTHA Inc. Korea)을 이용하여 처리하였다. 컴퓨터로 전송된 신호는 뇌파 분

Table 1. General characteristics of subjects

General characteristics		Subjects
Gender	Male	9
	Female	21
Ages		20.9

석 전문가가 분석하였다.

감각운동결절 부위의 발생하는 무리듬 억제(mu suppression)는 거울신경세포 시스템의 지표로 사용된다(Oberman et al, 2005). 본 연구에 사용한 뇌파는 8~13Hz의 알파파다. 이중 감각운동결절에 해당하는 C3와 C4 부위에서 얻은 8~13Hz의 알파파를 무리듬(mu rhythm)이라고 하며, 본 연구에서는 C3와 C4에서 얻은 무리듬값만을 분석하였다. C3와 C4에서 얻은 절대 무파워(absolute mu power)를 기초선 조건에 대한 각 조건의 절대 무파워비(mu power ratio)로 전환하고 이를 로그 변환하였다. 변환한 로그비(log ratio)가 0보다 크면 무리듬 증가, 0이면 억제가 없음, 0보다 작으면 무리듬 억제를 나타내며, 무리듬의 억제는 거울신경세포 시스템이 활성화되었음을 의미한다.

### 3. 자료 분석

작업-기반 중재, 목적있는 활동, 준비 수단에 대한 행위 관찰 시 거울신경세포 시스템의 활성화를 비교하기 위해 C3와 C4의 전극에서 수집한 무리듬 로그비를 비교하였다. 각 조건의 무리듬 로그비는 One-way ANOVA를 이용하여 비교하였다. 분석은 SPSS for Window 18.0을 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의 수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구대상자들은 남학생이 9명, 여학생이 21명이었고, 평균연령은 20.9세였다(Table 1).

Table 2. Mu rhythm differences among conditions

Conditions	Mean±SD	F	P
Occupation-based	-0.02±0.18		
Purposeful activity	-0.08±0.16	1.92	0.15
Preparatory method	-0.10±0.16		

### 2. 조건별 무리듬 로그비 비교

작업기반 중재에 대한 무리듬 로그비의 평균은  $-0.02\pm 0.18$ 이었고, 목적있는 활동에 대한 무리듬 로그비의 평균은  $-0.08\pm 0.16$ 이었고, 준비수단에 대한 무리듬 로그비의 평균은  $-0.10\pm 0.16$ 이었다. 각 조건들 간의 차이를 비교한 결과, 유의한 차이가 없었다( $P>0.05$ ) (Table 2).

## IV. 고찰

미국작업치료협회에서는 2008년도에 작업의 참여를 통해 개인, 조직, 사회의 건강과 사회적 참여를 증진하는 데 작업치료의 기여도를 명확하게 하기 위해 작업치료 실기의 틀: 영역과 과정 2nd(Occupational Therapy Practice Framework: Domain and Process II)을 제시하였다(Roley et al, 2008). 이 틀에 의하면, 작업치료는 치료적 목표에 근접하기 위해 특정 환자를 위해 선택된 작업이나 활동을 치료적으로 사용하기 위해서 고객의 치료적 목표와 관련해서 배경과 환경, 활동 요구, 그리고 고객 요소들 모두를 고려해야 한다고 하였다. 작업-기반 중재는 형상화한 목표와 일치하는 고객-지향적인 작업에 참여하는 것, 목적있는 활동은 작업의 참여 기술을 증진하기 위해 특별히 선택된 활동에 참여하는 것, 준비 수단은 고객이 작업을 수행할 수 있는 능력을 갖추기 위해서 실기자는 직접적인 방법이나 테크닉을 선택하며, 목적있는 활동이나 작업-기반 활동을 준비하기 위해서 사용되거나 동시에 사용하는 것이다.

이에 본 연구에서는 작업치료 중재 접근법으로 작업과 활동을 치료적으로 사용하고자 하는 작업-기반 활동, 목적있는 활동, 그리고 준비 수단에 대한 행위

관찰 시의 무리듬의 변화를 알아보고자 하였다. 그 결과, 작업-기반 활동, 목적있는 활동, 그리고 준비 수단에 대한 행위 관찰 시 무리듬이 억제됨을 확인함으로써 거울신경세포 시스템 활성화를 입증할 수 있었다. 이는 대상자들의 운동 레퍼토리에 포함되어 있는 행위를 관찰하는 과정을 통해 거울신경세포 시스템이 변화한 것으로 사료된다.

행위관찰은 운동상상, 운동실행과 함께 운동모방에 포함되어 있는 것으로 여기고 있으며(Buccino et al, 2006), 운동모방은 관찰한 행위를 이전에 가지고 있던 운동 레퍼토리에 맞추는 것으로 가능해진다. 운동모방은 관찰한 행위를 이전에 가지고 있던 운동 레퍼토리에 맞추는데 연관있는 관찰실행 맞추기 시스템(observation-execution matching system)이 관여하는 것으로 여겨진다. 관찰실행 맞추기 시스템이 이루어지는 영역들로 간주되는 양쪽 감각운동영역, 양쪽 측두엽이랑, 보완운동영역 등에서 활성도가 증가하였다(Ertelt et al, 2007). 따라서 이 연구자들은 행위관찰 시 활성화되는 영역들이 실제 행위를 하는 동안 활성화되는 운동 영역들과 밀접하게 생리학적인 네트워크를 형성하는 것으로 간주하였다. 이 결과는 타인의 행위를 관찰하는 동안 관찰자의 거울신경세포 시스템이 활성화되는 기전을 설명할 수 있을 것이다.

전통 발레 무용가와 카포에이라 전문가들이 발레를 하는 동영상과 카포에이라를 하는 동영상을 관찰하였다. 그 결과, 자신이 전공으로 하는 행위를 관찰할 때 더욱 강하게 활성화되었다(Calvo-Merino et al, 2005). 또한 피아노 연주를 전공한 자와 일반인들을 대상으로 행위를 관찰한 결과, 두 그룹에서 모두 거울신경세포 시스템이 활성화되었고, 피아노 전공자들의 거울신경세포 시스템이 더욱 강하게 활성화되었다(Haslinger et al, 2005). 이는 행위를 관찰하는 동안 거울신경세포 시스템이 활성화됨을 확인할 수 있었고, 운동레퍼토리에 따라 거울신경세포 시스템의 활성화에 차이가 발생할 수 있음을 의미한다.

의미가 포함된 행위를 관찰하는 동안 거울신경세포 시스템이 명백하게 더 강한 활성화를 보인 연구가

있다. 관찰된 행위를 모방하기 위한 의도를 가지고 행위를 관찰하는 것은 의도가 없는 행위를 관찰하는 것에 비해서 강한 거울신경세포 시스템의 활성화를 유발하였다(Buccino et al, 2004). fMRI를 이용한 이 연구에서는 음식이 가득한 테이블의 머그컵을 잡는 행위가 빈 테이블의 머그컵을 잡는 행위를 관찰하는 것에 비해 거울신경세포 시스템이 더욱 강하게 활성화되었다(Iacoboni et al, 2005). 유사한 연구에서는 참여자에게 의도를 알려주지 않고 음식과 관련된 행위를 관찰할 때 포만감을 가진 참여자와 배고픈 참여자를 비교한 결과, 배고픈 참여자들의 거울신경세포 시스템이 더욱 강하게 활성화되었다(Cheng et al, 2007). 이는 거울신경세포 시스템이 사전에 의미를 부여받거나 의미를 유추할 수 있으면 더욱 강하게 활성화됨을 의미한다.

또한 거울신경세포 시스템의 활성화는 우리가 행위를 관찰할 때 다른 사람의 의도를 추론하는데 상황적 정황을 이용함으로써 행위를 이해하도록 한다(Iacoboni et al, 2005). 이는 거울신경세포 시스템이 의도를 가지고 하는 행위를 관찰하는 동안이나 관찰하는 동안의 정황에 따라 활성화의 변화가 나타날 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 작업치료에서 작업이라는 의미를 더욱 강하게 고취시킬 수 있는 기초자료가 될 수 있을 것이다. 하지만 의도와 상황적 정황을 포함하고 좀 더 의미를 내포하고 있는 목적있는 활동 조건이 기계적 운동으로 간주되는 준비수단 조건에 비해 더욱 강한 거울신경세포 시스템의 활성화를 보일 것이라는 연구자의 가설과는 다르게 세 조건 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

이는 작업치료에서 거울신경세포 시스템의 활성화는 의도와 상황적 정황이 포함된 행위에 의해 조정될 것으로 판단하고 있다. 하지만 상황적 정황과 의미를 포함하고 있는 작업기반 중재 조건을 제시함에 있어 개개인에게 의미있고 가치있는 것으로 정의되는 작업의 의미를 개개인에게 맞춘 작업이 아닌 다수에게 제공하여 일반화시켜 제공함으로써 근본 취지인 개개인의 의미와 가치가 상실되었을 것으로 사료된다. 또한

작업치료를 공부하고 있는 학생에 있어 중재 형태로 세 조건 모두를 고려하게 된다. 본 연구의 대상자들이 현재 작업치료를 공부하고 있는 학생이었기에 다른 조건들에 비해 그 의도를 분명하게 유추할 수 있었던 준비수단 조건에서 보다 강한 활성화가 나타난 것으로 사료된다. 즉, 본 연구의 대상자들인 작업치료학과 학생들에게는 특정 조건에서 미리 알고 있던 지식으로 인해 오염이 된 것으로 판단한다.

따라서 추후에는 제시된 개개인에게 의미가 있고 가치가 있는 작업을 채택한 연구가 진행되기를 바라며, 모든 조건을 동일하게 재설정 후 연구가 진행되길 바란다. 더 나아가 일반 대학생이 아닌 뇌졸중 환자를 대상으로 대상자 특이적으로 의미있고, 가치있는 작업을 채택하여 작업치료에서 제시하는 작업에 대한 유용성과 기능적 변화들을 검증할 수 있는 연구들이 진행되기를 바란다.

## V. 결론

본 연구는 작업치료 중재 접근법으로 작업과 활동을 치료적으로 사용하고자 하는 작업-기반 활동, 목적 있는 활동, 그리고 준비 수단에 대한 행위 관찰 시의 유리듬의 변화를 알아본 결과, 작업-기반 활동, 목적 있는 활동, 그리고 준비 수단에 대한 행위 관찰 시 유리듬이 억제됨을 확인함으로써 거울신경세포 시스템 활성화를 입증할 수 있었다.

## References

- Buccino G, Lui F, Canessa N, et al. Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconpecifics: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2004;16(1):114-126.
- Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. *Cognitive and behavioral neurology*. 2006;19(1):55-63.
- Calvo-Merino B, Glaser DE, Grèzes J, et al. Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cerebral cortex*. 2005;15(8):1243-1249.
- Cheng Y, Meltzoff AN, Decety J. Motivation modulates the activity of the human mirror-neuron system. *Cerebral Cortex*. 2007;17(8):1979-1986.
- Dobkin BH. Training and exercise to drive poststroke recovery. *Nature clinical practice neurology*, 4(2); 76-85, 2008.
- Ertelt D, Small S, Solodkin A, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage*. 2007;36:T164-T173.
- Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, et al. Action recognition in the premotor cortex. *Brain*. 1996;119(2):593-609.
- Haslinger B, Erhard P, Altenmüller E, et al. Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of cognitive neuroscience*. 2005;17(2):282-293.
- Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, et al. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS biology*. 2005;3(3):529-535.
- Luke C, Dodd KJ, Brock K. Outcomes of the Bobath concept on upper limb recovery following stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(8):888-898.
- Merians AS, Jack D, Boian R, et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Physical therapy*. 2002;82(9):898-915.
- Nishitani N, Hari R. Temporal dynamics of cortical representation for action. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2000;97(2):913-918.
- Oberman LM, Hubbard EM, McCleery JP, et al. EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*. 2005;24(2):190-198.
- Pedretti LW, Early MB. *Occupational Therapy: Practice Skills for Physical Dysfunction*. 5th ed. Philadelphia. Mosby. 2001.
- Perry A, Bentin S. Mirror activity in the human brain while

- observing hand movements: A comparison between EEG desynchronization in the  $\mu$ -range and previous fMRI results. *Brain research*. 2009;1282:126-132.
- Petrosini L, Graziano A, Mandolesi L, et al. Watch how to do it! New advances in learning by observation. *Brain research reviews*. 2003;42(3):252-264.
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, et al. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive brain research*. 1996;3(2):131-141.
- Roley S, DeLany J, Barrows C, et al. Occupational therapy practice framework: Domain & practice. *The American journal of occupational therapy.: official publication of the American Occupational Therapy Association*. 2008;62(6): 625.
- Schmidt RA, Lee TD. Motor Control and Learning-A Behavioral Emphasis. 4th ed. California. Human Kinetics. 2005.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice. Third ed. Philadelphia. Lippincott Williams&Wilkins. 2007.
- Trombly CA, Ma H. A synthesis of the effects of occupational therapy for persons with stroke, Part I: Restoration of roles, tasks, and activities. *The American journal of occupational therapy*. 2002;56(3):250-259.