

## 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 상지운동기능에 미치는 영향 : 다중기초선연구

윤태원 · 박혜령 · 김태윤<sup>1</sup> · 이문규<sup>†</sup>

씨티재활병원 재활치료센터, <sup>1</sup>원광보건대학교 물리치료과

### The Effect of Action Observation Training on Upper Motor Function in Stroke Patients : A Multiple Bbaseline Design

Tae-Won Yun · Hye-Ryoung Park · Tae-Yoon Kim<sup>1</sup> · Moon-Kyu Lee<sup>†</sup>

*Rehabilitation center, Gwangju City Rehabilitation Hospital*

*<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Won-Gwang Health college*

Received: May 7, 2014 / Revised: June 21, 2014 / Accepted: June 22, 2014

© 2014 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:** The discovery of mirror neuron system may positively affect functional recovery; therefore, rehabilitation is needed that is practical for use in clinical settings. The purpose of this study was to examine the effect of action observation training on upper motor function in people who had suffered strokes.

**Methods:** Three elderly patients with stroke, aged to years, were recruited from a stroke rehabilitation center. A nonconcurrent, multiple baseline subject approach was taken, with an A-B-A treatment single-subject experimental design, and the experiment was conducted for 3 weeks. The action observation training was repeated 5 times in 5 days during the intervention period. The arm function, including WMFT, BBT, and grip and pinch strength, was evaluated in each subject 5 times during the baseline period, the intervention period, and the baseline regression period.

**Results:** The results of the evaluation for each subject were presented as mean values and video graphs. The WMFT scores of 2 subjects were improved during the intervention period in comparison with the baseline period, and this improvement was maintained even during the regression baseline period. The BBT and the grip and pinch strength were not improved.

**Conclusion:** Based on these results, we suggest that the action observation training for 5 sessions was effective in improving upper limb function of stroke patients but was not effective in improving hand dexterity or grip and pinch strength.

**Key Words:** Action Observation Training, Observation-execution Matching system, Stroke, Upper motor function

<sup>†</sup>Corresponding Author : Moon-Kyu Lee ([moonkyukorea@gmail.com](mailto:moonkyukorea@gmail.com))

## I. 서론

뇌졸중 후 상지의 마비가 있는 환자들 중의 5~20%만이 자연적으로 운동 손상이 회복되며 대부분의 환자들은 상지 기능 회복의 예후가 좋지 않다(Kwakkel et al, 2003). 또한 마비쪽 상지의 남아 있는 운동기능은 음식 자르기, 손질하기, 씻기, 옷입기와 같은 일상생활에서 자기관리하는데 매우 중요하다(Rabadi & Rabadi, 2006; Sveen et al, 1999).

뇌졸중과 같이 장기간의 운동손상을 야기 시키는 뇌손상 환자들의 재활에서는 여러 요인들이 상호적으로 작용하여 기능 회복에 영향을 주므로 임상에서 적절한 중재를 적용하는 것이 어려울 수 있다(Wallace et al, 2010). 하지만 뇌졸중 후 모든 기능적 회복이 뇌가역성에 기초하므로 뇌 가역성을 증진시킬 수 있는 신경자극을 제공하는 것이 무엇보다도 중요하다. 뇌졸중 환자들의 뇌 가역성을 증진시키고 마비 쪽 상지 기능의 회복을 얻기 위해 로봇치료, 강제유도움직임치료와 같은 다양한 접근법들이 임상에서 적용되어 왔으나, 환경에 대한 부분은 배제되어 왔다. 뇌손상 후 겔질 재구성에 관한 이론에 따르면, 운동결손을 최소화하고 운동 학습을 증진시키기 위한 선택적 전략으로써 발병 초기에 집중적이고 반복적으로 환경을 고려한 훈련을 해야한다(French et al, 2010; Rodgers et al 2003).

이러한 부분을 고려하여 최근 새롭게 제안되고 있는 훈련방법이 동작관찰훈련이다. 이 훈련은 동작을 관찰하고 관찰한 동작을 모방하여 스스로 반복적으로 훈련하는 방법으로 실제 환자가 원하는 목표를 실제 환경에서 훈련이 가능하다. 이 동작관찰훈련은 거울 신경세포 시스템(mirror neuron system; MNS)이라는 이론적 배경을 기초로 하고 있다(Small et al, 2010).

초기 거울신경세포는 원숭이의 운동앞겔질 F5 영역에서 발견되었다. 이 세포들은 원숭이가 특정 동작을 직접 수행할 때, 다른 원숭이나 연구자의 동작을 관찰할 때 모두 발화하는 특징이 있다(Rizzolatti, 1996). 인간의 거울신경세포는 원숭이와 유사하게 다

른 사람이 수행하는 것과 같은 동작이나 유사한 동작을 관찰하는 동안 또는 운동 동작을 실제로 수행할 때 활성화되고 발화되는 특정 세포이다(Franceschini et al, 2012). 또한 구체적인 목표를 갖고 있는 운동을 실행할 때 더욱 강하게 활성화되는 신경 시스템이다(Fadiga & Craighero, 2004; Gallese et al, 1996).

MNS에 이론적 기초를 두고 있는 동작관찰이 일차 운동겔질의 겔질 흥분성을 증가시키고 동작의 모방과 운동학습을 향상시킬 수 있고(Celnik et al, 2006; Ertelt et al, 2007b), 운동실행 네트워크의 변화는 곧 뇌졸중 후 운동 기능의 회복으로 연결될 수 있다(Gerloff & Hallett, 2010).

그러므로 손상된 운동 네트워크 내에서 결손된 운동 기능을 회복시키기 위한 방법을 제공하는 동작관찰 훈련을 임상에서 뇌졸중 재활 중재로 적용하려는 시도가 많이 이뤄지고 있다. 이러한 시도로 동작관찰 신체 훈련이 뇌졸중 환자들의 손 조작능력에 미치는 영향을 알아본 연구에서 동작관찰을 하고 훈련을 한 조건에서 대상자들의 손 조작능력이 가장 많이 향상되었다(Kim & Lee, 2010). 또한, Lee 등(2011)은 동작관찰을 신체훈련과 결합한 훈련이 뇌졸중 환자들의 상지기능을 회복시키는지 알아본 결과 동작관찰 신체훈련 대상자들의 상지기능이 향상되었다고 보고하였다. 이는 신체훈련만 하는 것에 비해 동작관찰을 시행한 훈련방법이 상지 기능 회복에 더 효과적임을 말한다. 이외 동작관찰훈련은 훈련 방법이 단순하고, 부작용이 없기 때문에 이를 임상에서 기존의 물리치료와 결합하여 사용할 수 있으며, 원격 재활방법으로도 사용이 가능하다고 제시하고 있다(Franceschini et al, 2012).

하지만 이러한 연구들은 집단운동을 한 연구로써 개개인의 변화를 살펴보기는 어렵다는 제한점이 있다. 따라서 본 연구에서는 3명의 대상자를 통해 동작관찰훈련이 만성 뇌졸중 환자들의 상지 기능의 변화에 미치는 영향을 알아보고, 동작관찰훈련이 임상에서 사용가능한 재활도구인지 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

본 연구는 뇌졸중 진단을 받고 광주광역시에 위치한 C재활병원에 입원 중인 편마비 환자 3명을 대상으로 하였다. 대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비가 있는 사람, 인지 및 지각에 손상이 없는 자를 선정하였다. 사람 대상 연구윤리의 원칙에 입각하여 연구대상자로부터 연구동의서를 받은 후 연구를 진행하였다.

### 1. 실험 설계

본 연구에서는 단일 사례 연구 설계 중 A-B-A' 설계를 사용하였다. A와 A'는 기초선 기간이었으며, B는 동작관찰훈련 기간이었다. 전체 연구 기간은 3주였으며, 첫 번째 기초선은 5일, 훈련기간은 5일, 두 번째 기초선(A')은 5일이었다. 각 종속변수마다 첫 번째 기초선은 1일 1회씩, 총 5회를 측정하였으며, 두 번째 기초선도 1일 1회씩, 5회를 측정하였다. 훈련기간(B) 1주 동안, 주 5일 모두 5회의 동작관찰훈련 후 5회 측정을 실시하였다.

#### 1) 기초선(A)

첫 번째 기초선은 중재를 적용하기 전 대상자의 상지운동기능, 기민성, 잡기와 집기 근력 변화를 살펴보고 측정값의 안정성을 알아보기 위한 기간이다. 상지운동기능의 변화를 살피기 위해 Wolf Motor Function test (WMFT)를 총 5일 동안 측정하였다. 기민성의 변화는 박스와 나무토막 검사(Box and Block test)를 사용하였으며, 잡기와 집기 근력 변화는 dynamometer를 이용해 1일 1회 총 5번을 측정하였다.

#### 2) 중재 기간(B)

기초선 기간에서 종속변수들의 변화가 안정되었다고 판단되어 동작관찰훈련을 적용하는 중재 기간이다. 일상생활에서 가장 흔히 사용하는 활동들을 물리치료사 5명이 결정한 후 이를 선별하여 제작된 동영상을 관찰하고 이를 모방하도록 하였다. 중재는 1일 1회 30분씩 적용하였으며, 총 5일 동안 시행하였다. 각 훈

련 후에는 상지운동기능, 기민성, 잡기와 집기 근력을 매일 측정하였다.

#### 3) 기초선(A')

중재 전과 후 종속변수의 변화를 알아보기 위해 중재 기간 후의 기초선 기간이다. 모든 과정은 첫번째 기초선 기간 절차대로 반복하여 종속변수의 변화를 총 5일 동안 측정하였다.

### 2. 대상자

선정된 연구 대상자 1은 뇌졸중으로 인한 왼쪽 편마비 진단을 받고 30개월이 경과된 남성으로 나이 54세, 키 173 cm, 체중 68 kg이고, 발병 전 우세손은 오른손이었다. 쥐고 펴는 움직임은 일어나지만 부드럽게 움직이지 못하며, 과제 수행 시 팔에서 흔들림이 심하다. 대상자 2는 뇌졸중으로 인한 오른쪽 편마비 진단을 받고 2개월이 경과된 여성으로 나이 47세, 체중 56 kg, 키 168 cm이었으며, 발병 전 우세손은 오른손이었다. 손에서의 수의적인 움직임은 거의 없으며, 과제 수행 시 어깨를 들어 올리는 동작이 많이 일어나며 어깨 높이 이상 팔을 올리지 못한다. 대상자 3은 오른쪽 편마비 진단을 받고 21개월이 경과된 여성으로 나이 60세, 키 165 cm, 체중 55 kg이었으며, 발병 전 우세손은 오른손이었다. 손목과 손가락에서 펴는 움직임은 없으나 구부리는 움직임은 약간 가능하다. 팔꿈관절은 구부리는 움직임이 가능하고 어깨관절은 어깨 높이 정도로 올릴 수 있는 정도의 근력이 있다. 전체 연구기간 동안 대상자는 입원 중인 병원에서 하루 30분씩 제공되는 물리치료와 작업치료를 받았으며, 동작관찰훈련은 치료시간 이외의 시간에 추가로 시행하였다.

### 3. 동작관찰 동영상

동작관찰훈련 과정에서 사용한 일상생활동작 과제들은 일상생활에서 필수적이라고 판단되는 동작들이며, 물리치료사 6명이 논의하여 결정하였다. 훈련에 사용한 일상생활동작 과제는 수도꼭지 조작하기, 도장 찍기, 전화 걸기, 빨래 접기, 병뚜껑 열기 5가지의

과제들로 이루어졌다. 선별된 각각의 과제들은 하위 3개의 과제로 세분화하여 난이도를 조절한 후 동영상으로 제작되었다. 예를 들어 수도꼭지 조작하기 과제는 상하좌우로 움직일 수 있는 수도꼭지 조작하기, 좌우로만 움직이는 수도꼭지 조작하기, 360도로 돌려야만 움직이는 수도꼭지 조작하기로 이루어져있다. 각 과제별 동작들은 난이도가 점진적으로 증가하도록 배치하였으며, 동영상의 영상은 모델을 앞에서 바라보는 관점, 모델의 옆에서 바라보는 관점, 모델의 입장에서 과제를 바라보는 관점에서 촬영하여 3차원적으로 관찰할 수 있도록 편집되었다.

각 하위 과제 동영상은 1분 정도였으며 한 과제의 동영상 시간은 3~4분이었다. 동영상에서는 과제에 따라 한 손 또는 두 손을 이용하여 물건을 조작하는 것을 제시하였으며 관찰 후 대상자들에게 그 동작을 모방하도록 하였다.

#### 4. 훈련절차

대상자들은 조용한 방에서 편안하게 앉아 컴퓨터 화면에서 나오는 과제를 수행하는 동작들이 포함된 동영상을 관찰하였다. 관찰한 후에 대상자들은 관찰한 동작을 반복적으로 모방하며 연습하도록 하였다. 동작을 관찰하는 과정에서 대상자들이 동작관찰에 집중하도록 치료사가 개입하여 동작의 중요한 특징이나 움직임을 설명해주었다. 처음 관찰 시에는 손을 움직이지 않도록 하였으며 그 이후로는 동작을 관찰하며 연습할 수 있도록 하였다.

동작관찰 시 처음에는 일반적인 속도로 동영상을 관찰하였으며 두 번째에는 2배속 느린 속도로 세 번째에는 다시 일반적인 속도로 관찰하도록 하였다. 동작관찰 후 대상자들은 치료사의 도움을 받으며 비디오에서 나온 것과 동일한 물건을 가지고 마비쪽 상지 또는 양손을 이용하여 관찰한 동작을 각 과제당 약 5분 동안 반복적으로 연습하였다.

#### 5. 측정 도구

대상자들의 상지운동기능 변화를 살펴보기 위해

Wolf Motor Function test (WMFT)를 이용하였으며, 기민성 변화는 박스와 나무토막 검사(Box and Block test)를 이용하였고, 잡기와 집기 근력 변화는 dynamometer를 이용해 측정하였다.

##### 1) Wolf Motor Function Test

뇌졸중 환자의 상지 기능을 검사하기 위한 Wolf Motor Function Test (WMFT)는 실험기간동안 매일 시행하였다. 이 도구는 강제움직임유도치료를 받은 만성 뇌졸중 환자들의 상지 기능을 검사하기 위해 개발되었다(Wolf et al, 1989). 2가지 근력측정과 15개의 기능적 과제가 포함되어있으며, 이 기능적 과제를 수행하는 동안 수행 시간(performance time)과 기능 점수 척도(functional ability scale; FAS)를 측정한다(Wolf et al, 2001). 이 도구의 수행 시간의 측정자간 신뢰도는  $r=.97$ 로, 측정-재측정 신뢰도는  $r=.90$ 로 보고되었다. 기능능력 점수에 대한 측정자간 신뢰도는  $r=.88$ 로, 측정-재측정 신뢰도는  $r=.95$ 로 보고되었다(Morris et al, 2001).

##### 2) Box and Block test

Box and Block test (BBT)는 신체적으로 손상이 있는 환자들의 손 기민성(dexterity)을 검사하는데 시행하였다(Mathiowetz et al, 1985). 검사 방법은 1인치 크기의 블록을 한쪽 상자에서 반대쪽 상자로 옮기는 것으로 건측과 환측 손으로 1분 동안 옮긴 블록의 개수를 점수로 산정한다. 검사 시 대상자에게 가능한 빨리 옮기도록 하였고, 나무토막은 한 번에 하나씩 옮기도록 하였다. 검사 도중 한꺼번에 2개 이상의 나무토막을 옮길 경우 한 개로 계산하고, 칸막이를 건들거나 바닥이나 책상에 떨어뜨릴 경우에는 점수에 포함하지 않았다.

##### 3) 잡기와 집기 근력

잡기 근력(grip strength) 검사는 손의 전반적인 근력을 측정하기 위해 악력계(JAMAR Hydraulic Hand Dynamometer, Sammons Preston)를 사용하였다. 검사 시 자세는 어깨관절 내진, 팔꿈치관절 굴곡, 아래팔 중립, 손목관절 신전 및 자뼈측 편위가 되도록 위치시킨 후

시행하였다. 검사는 3회 측정 후 평균치를 구하였다.

집기 근력(pinch strength) 검사는 Pinch gauge (Jamar Hydraulic Pinch Gauge)를 사용하였다. 검사는 외측집기(lateral pinch)로 3회 측정 후 평균치를 구하였다.

### 6. 분석 방법

두 번의 기초선 및 중재 기간 동안 대상자들의 상지 운동기능, 기민성, 잡기와 집기 근력 변화를 알아보기 위해 기술통계 및 그래프를 이용한 시각분석법을 사용하였다. 각 변수들의 기간 내 평균값을 구하고 각 단계의 변화율을 비교 제시하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 상지운동기능의 변화

#### 1) Wolf motor function test (WMFT) 결과

두 번의 기초선(A, A')과 한 번의 훈련기간(B) 동안 상지운동기능의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Fig. 1). 대상자 1의 동작관찰훈련기간(B) 점수는 58.4점으로 51.8점이었던 초기(A)에 비해 11.3%가 향상되었으며, 중재 후 기간(A')동안 WMFT 점수는 60.4점으로 초기에 비해 14.2%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련을 적용한 기간(B)보다 중재가 끝난 기간(A')에 3.3% 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 2의 동작관찰훈련기간 점수는 27.4점으로 24점이었던 초기에 비해 12.4%가 향상되었으며, 중재 후 기간 동안 WMFT 점수는 28.4점으로 초기에 비해 15.5%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련을 적용한 기간보다 중재가 끝난 기간에 3.5% 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 3의 동작관찰훈련기간 점수는 32.2점으로 31.6점이었던 초기에 비해 1.9%가 향상되었으며, 중재 후 기간 동안 WMFT 점수는 32.4점으로 초기에 비해 2.5%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련을 적용한 기간보다 중재가 끝난 기간에 0.6% 향상된 상태를 유지하고 있었다.

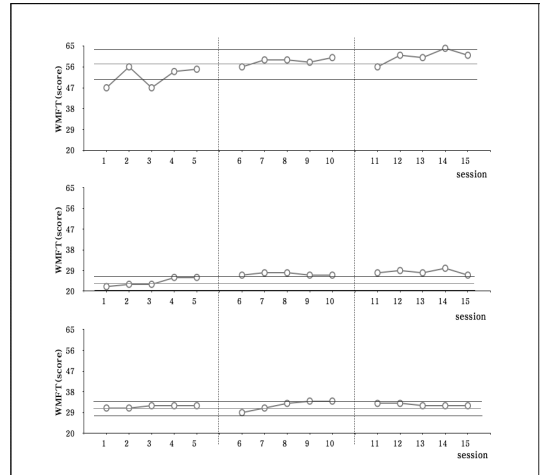


Fig. 1. Difference of WMFT score among the three subjects after treatment

### 2. 기민성 변화

#### 1) box and block test 결과

기초선(A, A') 기간과 훈련기간(B) 동안 상지 기민성 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Fig. 2). 대상자 1의 동작관찰훈련(B) 동안 BBT 점수는 24.34점으로 21.93점이었던 초기(A)에 비해 9.9%가 향상되었으며, 중재 후 기간(A')동안 BBT 점수는 23.6점으로 초기에 비해 7.1%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간(B)보다 중재가 끝난 기간(A')에 3.1% 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 2의 동작관찰훈련동안의 점수는 0.2점으로 0.2점이었던 초기와 차이가 없었으며, 중재 후 기간 동안의 BBT 점수는 0.6점으로 초기에 비해 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간보다 중재가 끝난 기간에도 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 3의 동작관찰훈련동안의 점수는 1점으로 1점이었던 초기와 비교해 차이가 없었으며, 중재 후 기간 동안 BBT 점수는 1.2점으로 초기에 비해 16.7%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간보다 중재가 끝난 기간에 16.7% 향상된 상태를 유지하고 있었다.

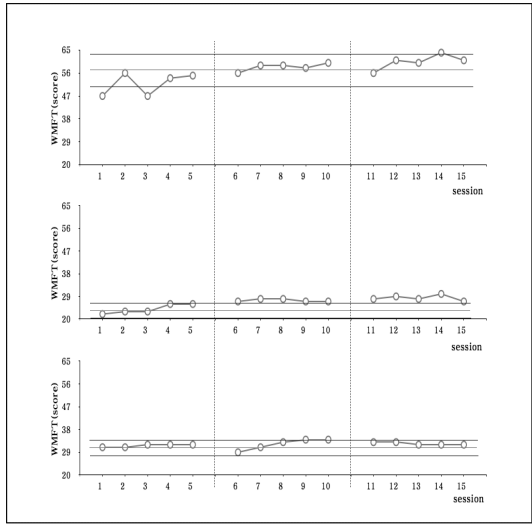


Fig. 2. Difference of BBT score among the three subjects after treatment

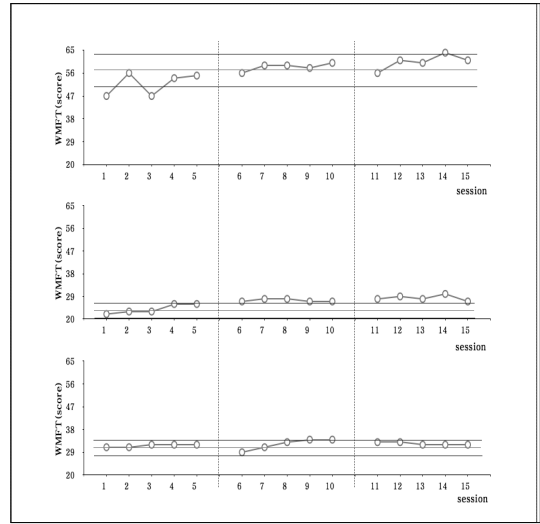


Fig. 3. Difference of grip strength among the three subjects after treatment

### 3. 잡기와 집기 근력 변화

#### 1) grip and pinch strength 결과

기초선(A, A') 기간과 훈련기간(B) 동안 잡기 근력의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Fig. 3). 대상자 1의 동작관찰훈련기간(B) 잡기 근력은 28점으로 24.87점이었던 초기(A)에 비해 11.2%가 향상되었으며, 중재 후 기간(A')동안 잡기 근력은 31.2점으로 초기에 비해 20.3%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간(B)보다 중재가 끝난 기간(A')에 비해 10.3% 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 2의 동작관찰훈련 기간 동안 잡기 근력은 0.27점으로 0점이었던 초기에 비해 향상되었으며, 중재 후 기간동안 잡기 근력은 0.33 LBP로 초기에 비해 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간보다 중재가 끝난 기간에도 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 3의 동작관찰훈련 기간 동안 잡기 근력은 4.8 LBP로 4.8 LBP이었던 초기와 비교해 차이가 없었으며, 중재 후 기간 동안 잡기 근력은 5.6 LBP로 초기에 비해 다소 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간보다 중재가 끝난 기간에 14.3% 향상된 상태를 유지하고 있었다.

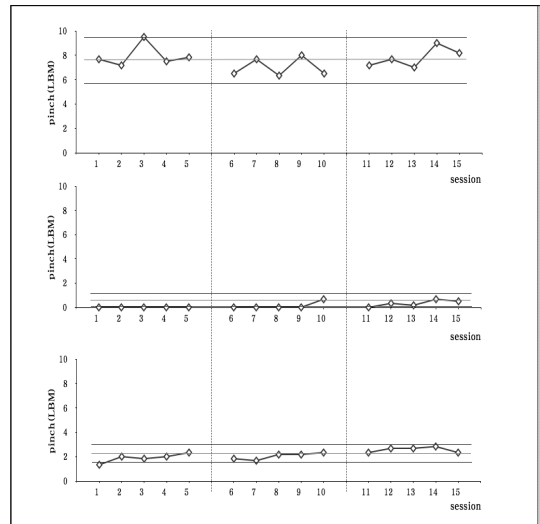


Fig. 4. Difference of pinch strength among the three subjects after treatment

집기 근력의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Fig. 4). 대상자 1의 동작관찰훈련 기간(B) 집기 근력은 7 LBP로 7.93 LBP이었던 초기(A)에 비해 13.3%가 감소되었으며, 중재 후 기간(A')동안 집기 근력은 7.8 LBP로 초기에 비해 1.7%가

감소되었다. 대상자 2의 동작관찰훈련 기간 동안 집기 근력은 0.13 LBP로 0 LBP였던 초기에 비해 향상되었으며, 중재 기간 동안 집기 근력은 0.33 LBP로 초기에 비해 향상되었다. 또한 동작관찰훈련 기간과 비교 결과, 중재가 끝난 기간에도 향상된 상태를 유지하고 있었다. 대상자 3의 동작관찰훈련 기간 동안 집기 근력은 2.03 LBP로 1.9이었던 초기와 비교해 6.6% 향상되었으며, 중재 후 기간 동안 집기 근력은 2.57 LBP로 초기에 비해 26%가 향상되었다. 또한 동작관찰훈련을 적용한 기간과 비교해, 중재가 끝난 기간에도 20.8% 향상된 상태를 유지하고 있었다.

#### IV. 고 찰

본 연구 결과, 손의 기능적 동작을 관찰한 후 집중적이고 반복적으로 관찰한 동작을 모방하는 5일간의 훈련을 통해 만성 뇌졸중 환자의 상지 기능이 향상되었다. 또한 그 효과는 훈련 종료 후에도 유지된 것으로 나타났다.

대상자들이 손으로 수행하는 동작을 관찰할 때 거울신경세포 시스템이 활성화되었고(Yun & Lee, 2011), 동작을 관찰하는 동안 대상자들의 특정 근육군에서 운동유발전위가 특이적으로 촉진되었다(Kim et al, 2010). 이는 동작관찰이 실제 과제 실행 시의 운동시스템과 유사한 운동시스템을 활성화시키고, 뇌졸중 재활의 목표가 되는 동작들의 내적 투사를 만들며 동작관찰이 동작 실행에 영향을 줄 수 있다고 제안하고 있다(Rizzolatti & Craighero, 2004). 또한 대상자가 인지적 과제 수행 시 거울신경세포 시스템의 활성 부위를 확인한 결과, 관찰 조건과 실행 조건에서 활성 부위가 서로 유사하다는 점을 확인하였다(Jacoboni et al, 1999). 이는 동작관찰과 실행의 신경 기전이 서로 유사하며 움직임의 처리과정을 이 기전으로 설명할 수 있다는 것을 말해준다. 본 연구에서 만성 뇌졸중 환자들이 수행한 동작관찰훈련은 대상자들의 운동 레퍼토리에 들어 있는 동작을 관찰하여 이를 모방하려는 과정

을 통해 운동시스템을 동원시켜 운동기능이 변화한 것으로 사료된다.

운동 모방은 관찰한 동작을 이전에 가지고 있던 운동 레퍼토리에 맞추는 것으로 이루어진다. 이 운동 모방에는 운동 관찰, 운동 상상, 운동 실행이 포함된다고 여기고 있다(Buccino 등, 2006). 운동 모방은 대다수의 사람들이 자신의 삶에서 이미 이용해왔기 때문에 동작을 관찰하고 모방하는 것은 매우 익숙한 학습 방식이며, 관찰한 동작을 이전에 가지고 있던 운동 레퍼토리에 맞추는 데 연관 있는 관찰 실행 맞추기(observation-execution matching) 시스템이 운동 모방에 관여하는 것으로 파악할 수 있다. 운동모방 시 관찰-실행 맞추기 시스템이 이루어지는 영역으로 간주되는 양쪽 배측운동양영역, 양쪽 위쪽관자엽이랑, 보완운동영역, 반대쪽 모서리위이랑의 활성화도가 증가하였다(Ertelt et al, 2007). 연구자는 이 결과가 환자들에서 향상된 운동기술이 훈련한 동작의 운동투사영역인 운동영역의 생리학적 네트워크의 활성화와 연관성이 있다고 하였다.

본 연구에서 사용한 과제들은 수도꼭지 조작하기, 빨래 접기, 전화 걸기, 병뚜껑 열기, 도장 찍기 등의 일상생활동작들이었다. 일상생활에서의 이같은 과제를 수행한 경험을 통해 이미 형성된 운동 레퍼토리에 따른 장점을 연구한 문헌이 있다. 관찰자의 운동 레퍼토리에 저장된 동작은 운동시스템에 지도화되어 있으며 인간의 거울신경세포 시스템은 관찰된 동작과 관찰자의 운동 경험이 일치할 때 더 민감하다(Buccino et al, 2004a). 전통 발레 무용가와 카포에이라(Capoeira) 전문가들이 발레와 카포에이라 동작을 관찰하는 동안 활성화되는 뇌영역을 살펴보았다. 그 결과 카포에이라 전문가들이 전통 발레 동작을 관찰하는 조건에 비해 카포에이라 동작을 관찰하는 조건에 거울신경세포 시스템 영역들이 더 강하게 활성화되었다(Calvo-Merino et al, 2005). 또 다른 연구에서는 전문 피아노 연주자와 일반인들을 대상으로 피아노를 연주하는 손가락 움직임을 관찰하는 동안 전문 피아노 연주자들의 거울신경세포 시스템이 일반인에 비해 더욱 강하게 활성화하였다(Haslinger et al, 2005). 이는 관찰자의 운동레퍼

토리에 저장된 동작을 관찰할 때 거울신경세포 시스템이 특이적으로 활성화한다는 내용을 뒷받침하고, 본 연구에서 제시한 과제는 대상자들이 일상생활에서 수행하는 과제들로서 거울신경세포 시스템을 활성화 하는데 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 따라서 뇌졸중 재활에서 거울신경세포 시스템에 기초한 중재방법들은 환자가 뇌손상 이전의 운동경험에 기초하여 운동시스템이 이미 투사되어 있는 동작들을 적용함으로써 재활에 더 많은 이점을 가질 수 있을 것이다.

동작관찰이 새로운 운동기억의 형성에 관련 있다고 보고하였다. 이 연구에서 동작관찰이 일차운동결절에 운동투사의 재구성을 유도하여 관찰한 동작의 운동기억을 형성한다는 것을 증명하였다(Stefan et al, 2005). 이 연구에서는 단지 운동 관찰만으로 발생한 운동기억이라는 점이 중요하다. 노인을 대상으로 진행한 연구에서는 실제훈련이나 동작관찰만으로는 기초선에 비교해 유의한 변화를 보이지 않았으나 실제훈련과 동작관찰을 결합한 경우에는 새로운 운동기억이 형성되었다고 하였다(Celnik et al, 2006). 한 연구에서는 전문가의 동작을 관찰함으로써 새로운 운동 패턴을 배울 수 있는 운동학습을 연구하였다(Buccino et al, 2004b). 대상자들에게 전문 기타연주자가 연주하는 기타 코드를 모방하도록 요구하였고, 조건은 기타 코드 관찰하기, 휴식, 관찰한 코드 모방하기, 관련 없는 움직임 수행하기로 된 4개의 조건이었다. 그 결과, 모방을 했을 때는 관찰 조건에서 활성화된 영역들을 포함하고 추가적으로 활성화되는 영역이 있음을 보고하였다. 이는 새로운 운동 패턴을 담당하는 신경원들이 거울신경세포 시스템의 핵심 중추를 포함한다는 것을 보여주는 연구로서 운동학습에서 거울신경세포 시스템이 어떠한 역할을 수행한다는 것을 의미한다.

새로운 운동기술을 학습하는데 동작관찰의 유효성을 설명하는 기전으로 사용되고 있고 학습방법으로 사용하고 있다. 한 연구에서는 일반 여대생 40명을 아무것도 하지 않은 대조군, 발차기만 한 그룹, 발차기를 관찰만 한 그룹, 관찰하고 실제 발차기를 수행한 4개의 군으로 나누어 각각 참여하도록 한 결과, 동작을

시행하기 전 관찰하고 발차기를 수행한 군에서 발차기 수행력이 유의하게 향상되었다(Jang & Park). 연구자들은 이러한 결과를 통해 운동기술의 학습 효과를 최대화시키고 더 많은 학습 기회를 주는 데 있어 동작을 관찰한 후 관찰한 동작을 실행했을 때 효과적이라고 하였다. 지적장애 중학생을 대상으로 동작관찰과 신체훈련을 병행한 조건과 신체연습만 한 조건, 동작관찰만 한 조건으로 골프퍼팅 수행력의 변화를 알아 보았고, 병행한 조건에서 수행력이 향상된 것으로 나타났다(Kim & Woo, 2010). 이는 동작관찰이 지적장애인의 운동학습을 촉진시킬 수 있는 인지적 중재방법으로써 이용할 수 있다고 보고하였다.

거울신경세포 시스템을 기반으로 한 동작관찰훈련을 임상의 환자들에게 적용하려는 시도가 진행되고 있다. 동작관찰훈련이 뇌졸중 회복을 증진하기 위해 관찰된 동작을 실제로 실행하는데 관여하는 운동회로를 강화시킴으로써 움직임을 만들어 낼 수 있다는 측면에서 임상적 의미가 있다(Holden, 2005). 한 연구에서 동작관찰훈련을 통해 뇌졸중 환자의 상지운동기능 변화를 알아볼 목적으로 만성뇌졸중 환자들을 두 군으로 나누어, 실험군은 일상생활에서의 손과 팔동작을 보여주는 동영상을 시청하고 관찰한 동작들을 연습하도록 하였고 대조군은 동작과 관계없는 기호나 글자들을 시청하도록 한 후 동작들을 연습하도록 하였다. 연구 결과, 실험군이 대조군에 비해 팔기능 척도에서 유의한 향상이 있었다(Ertelt et al, 2007). 또한 뇌졸중 환자에게 실제 수행만 한 조건과 실제 수행에 동작관찰을 결합한 조건에 참가하도록 하여 동작관찰훈련의 유효성을 알아보았다(Kim et al, 2010). 첫 번째 조건은 실제 블록을 옮기는 훈련 하는 것이고 두 번째 조건은 다른 사람이 블록 옮기는 동영상을 관찰하고 실제 훈련을 하는 조건이다. 그 결과 동작관찰과 실기를 결합한 조건에서 손기능의 유의한 향상이 있었다. 이러한 연구들은 실기만 하기보다는 동작관찰과 실기를 결합할 때 운동기능에 유의한 향상이 있었음을 알 수 있었고, 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 운동기능 회복을 위한 방법으로 제시될 수 있을 것이다.



동작관찰훈련은 뇌졸중 환자들뿐만 아니라 파킨슨 환자들의 걷기 능력을 회복하는데 긍정적인 이점을 제공한다고 밝혔다(Pelosin et al, 2010). 또한 근골격계 수술 후 환자들을 대상으로 일상적인 동작들을 관찰한 후 수행하도록 하여 FIM과 Tinetti scale 점수에서 더 나은 향상이 있었고, 이는 수술 후 근골격계 환자의 재활에 효과적이며 전통적인 물리치료 행위의 보완책이 될 수 있을 것으로 제안하였다(Bellelli et al, 2010).

하지만 동작관찰훈련을 적용한 국내 연구는 미비한 수준이고, 본 연구에서도 뇌졸중 환자를 대상으로 연구를 진행하였다. 추후 연구에서는 뇌졸중 외 다른 신경학적, 근골격계적인 손상을 가지고 있는 환자들을 대상으로 연구를 진행해야 할 것이다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자가 손상 이전의 경험을 통해 미리 형성된 운동레퍼토리에 저장된 일상생활 동작을 관찰하고 모방함으로써 뇌졸중 환자의 상지운동기능이 향상되었다. 이러한 결과는 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 상지운동기능 향상을 위한 중재방법으로 유용한 도구가 될 수 있을 것으로 판단된다.

## V. 결론

본 연구의 목표는 3명의 뇌졸중 환자에게 적용한 동작관찰훈련이 상지기능과 기민성, 잡기 및 집기 근력에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 전체 연구기간은 총 3주였으며, 초기 1주일 동안 5회 기초선 측정을 한 후 1주 동안 5일, 1일 30분씩, 모두 5회 동안 동작관찰훈련을 시행하였다. 그리고 마지막 1주 동안 5회 두 번째 기초선 측정을 하였다.

그 결과 편마비 환자에게 적용한 동작관찰훈련은 편마비 환자의 상지운동기능을 향상시켰을 뿐만 아니라 중재를 적용하지 않았던 기간까지 그 능력이 지속되는 것으로 나타났다. 본 연구에서 사용한 동작관찰훈련은 뇌졸중 후 편마비 환자의 상지운동기능향상에 도움을 줄 수 있는 훈련방법으로 임상환경에서 유용하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Bellelli G, Buccino G, Bernardini B, et al. Action observation treatment improves recovery of postsurgical orthopedic patients: evidence for a top-down effect?. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(10):1489-1494.
- Buccino G, Lui F, Canessa N, et al. Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspicuous: 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 & Behavioral Neurology*. 2006;19(1): 55-63.
- Buccino G, Vogt S, Ritzl A, et al. Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*. 2004;42(2):323-334.
- Calvo-Merino B, Glaser DE, Grezes J, et al. Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*. 2005;15(8):1243-1249.
- Celnik P, Stefan K, Hummel F, et al. Encoding a motor memory in the older adult by action observation. *Neuroimage*. 2006;29(2):677-684.
- Ertelt D, Small S, Solodkin A, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage*. 2007;36:164-173.
- Fadiga L, Craighero L. Electrophysiology of action representation. *Journal of clinical neurophysiology*. 2004;21(3): 157-169.
- Franceschini M, Ceravolo MG, Agosti M, et al. 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*. 2012;26(5): 456-462.
- French B, Thomas L, Leathley M, et al. Does repetitive task training improve functional activity after stroke? A cochrane systematic review and meta-analysis. *Journal of rehabilitation medicine*. 2010;42(1):9-15.

- Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, et al. Action recognition in the premotor cortex. *Brain*. 1996;119(2):593-609.
- Gerloff C, Hallett M. Big news from small world networks after stroke. *Brain*. 2010;133(4):952-955.
- Haslinger B, Erhard P, Altenmuller E, et al. Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2005;17(2):282-293.
- Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychology & Behavior*. 2005;8(3):187-211.
- Iacoboni M, Woods RP, Brass M, et al. Cortical mechanisms of human imitation. *Science*. 1999;286(5449):2526-2528.
- Jang D, Park S, Lee SE. Effect of action observation on the learning of taekwondo side kick. *International Journal of Science and Advanced Technology*. 2012;2(4):88-93
- Kim JM, Yang BI, Lee MK. The effect of action observational physical training on manual dexterity in stroke patients. *Korean Academy of University Trained Physical Therapists*. 2010;17(2):17-24.
- Kim SW, Woo MJ. The Effect of action observation on the performance of a golf-putting task in students with mental retardation. *Journal of Adapted Physical Activity*. 2010;18(1):15-31.
- Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, et al. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke*. 2003;34(9):2181-2186.
- Lee MK, Kim JM. The effect of observational training on arm function in people with stroke. *Physical Therapy Korea*. 2011;18(2):27-34.
- Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, et al. Adult norms for the box and block test of manual dexterity. *The American Journal of Occupational Therapy*. 1985;39(6):386-391.
- Morris DM, Uswatte G, Crago JE, et al. The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(6):750-755.
- Pelosi E, Avanzino L, Bove M, et al. Action observation improves freezing of gait in patients with Parkinson's disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2010;24(8):746-752.
- Rabadi MH, Rabadi FM: Comparison of the action research arm test and the fugl-meyer assessment as measures of upper-extremity motor weakness after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(8):962-966.
- Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*. 2004;27:169-192.
- Rodgers H, Mackintosh J, Price C, et al. Does an early increased-intensity interdisciplinary upperlimb therapy programme following acute stroke improve outcome? *Clinical rehabilitation*. 2003;17(6):579-589.
- Small SL, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. *Developmental psychobiology*. 2012;54(3):293-310.
- Stefan K, Cohen LG, Duque J, et al. Formation of a motor memory by action observation. *The Journal of Neuroscience*. 2005;25(41):9339-9346.
- Sveen U, Bautz-Holter E, Sørdring KM, et al. Association between impairments, self-care ability and social activities 1 year after stroke. *Disability and rehabilitation*. 1999;21(8):372-377.
- Wallace AC, Talelli P, Dileone M, et al. Standardizing the intensity of upper limb treatment in rehabilitation medicine. *Clinical rehabilitation*. 2010;24(5):471-478.
- Wolf SL, Catlin PA, Ellis M, et al. Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*. 2001;32(7):1635-1639.
- Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA, et al. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental neurology*. 1989;104(2):125-132.
- Yun TW, Lee MK. The change of Mu Rhythm during action observation in people with stroke. *The Korean Society of Physical Medicine*. 2011;6(3):361-368.