

동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 손 조작능력에 미치는 영향

김종만
서남대학교 보건학부 물리치료학과

양병일
보바스기념병원 물리치료실

이문규
광주 씨티재활병원 재활센터

Abstract

The Effect of Action Observational Physical Training on Manual Dexterity in Stroke Patients

Jong-man Kim, Ph.D., P.T., O.T.

Dept. of Physical Therapy, Division of Health, Seonam University

Byoung-il Yang, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Bobath Memorial Hospital

Moon-kyu Lee, M.P.H., P.T.

Dept. of Rehabilitation Center, Gwangju City Rehabilitation Hospital

The aim of this study was to determine the effect of action observational physical training (AOPT) on manual dexterity and corticomotor facilitation in stroke patients. Ten hemiparetic patients participated in this study. Each subject was asked to participate the three conditions; base condition (Base), physical training (PT), AOPT. Participants were asked to observe the action in the video that a therapist moved the blocks during the AOPT conditions. Corticomotor facilitation was determined in three conditions by monitoring changes in the amplitude of motor-evoked potentials (MEPs) elicited in hand muscles by transcranial magnetic stimulation. MEP responses were measured from the first dorsal interosseous after participants attended to three conditions. For the manual dexterity, Box and Block test (BBT) was used. The results of present study were summarized as follows: MEPs amplitude significantly tended to be larger than PT and Base condition. The scores of BBT in the AOPT condition were also significantly larger than other conditions. In conclusion, this finding of present study indicates that physical training for observation of an action is beneficial for enhancing a dexterity of paretic arm in stroke patients.

Key Words: Action observation; Dexterity; Mirror neurons; Stroke.

I. 서론

상지의 운동회복에 목적을 둔 대부분의 중재들은 몸 쪽 기능을 강조한다. 현재 재활환경에서는 운동결손 그 자체를 치료하기 보다는 운동결손을 보상하는 것에 중점을 두고 있다(Bobath, 1990; Voss 등, 1985). 이것이

기능적 결과를 얻기에 가장 효율적인 방법으로 여기고 있기 때문이다. 신경회로의 재구성에 관한 근거들이 많아짐에 따라(Nudo, 2003), 최근 강제적 움직임유도치료와 같은 중재들은 마비쪽 사지를 강제로 사용하게 하여 학습된 비사용 증후군(learned non-use syndrome)을 극복함으로써 상지 기능 향상을 목적으로 하는 운동결

손 치료법이라 할 수 있다(Liepert 등, 2000; Taub 등, 1993). 이로 인한 기능적 수행능력 향상은 움직임에 관여하는 신경네트워크의 변화로 인한 것이라는 것을 입증하는 연구들이 많아지고 있다(Levy 등, 2001).

재활의 목적이 새로운 기술을 익히기 보다는 이전에 학습되어 있는 운동기술을 다시 획득하는 것이기 때문에 재활과정에서는 손 운동회복에 있어서 운동모방(motor imitation)을 많이 사용한다. 운동모방은 운동관찰, 운동상상, 운동실행의 과정을 포함하는 인지과정으로 광범위한 신경 네트워크가 관여한다(Buccino 등, 2006). 운동모방에는 시각, 청각, 고유감각 같은 다양한 감각이 이용되며 이미 학습되어 있는 신경네트워크를 이용하기 때문에 재활과정에서 운동결손을 치료하기 위한 새로운 접근법으로 이용이 가능하다.

대뇌의 운동영역들은 동작이 실제로 일어날 때 뿐 아니라 상상을 하거나 또는 단순히 관찰만 해도 동원된다는 근거들이 많아지고 있다(Jeanerod, 2001). 이런 사실의 신경생리학적 기초들은 원숭이에서 처음 보고되고 기술된 거울신경시스템(mirror neuron system)의 발견에 기초하고 있다(Gallese 등, 1996; Rizzolatti 등, 1996). 처음 이 신경들은 인간 뇌의 배쪽운동앞겉질(ventral premotor cortex)에 해당하는 원숭이의 F5영역에서 발견되었으며, 이후에는 아래쪽마루엽영역과 관자엽위고랑에서도 발견되었다. F5영역은 손과 입의 목표 지향적 동작의 운동투사 영역이다(Rizzolatti 등, 1988). 이 신경세포들은 또한 걷기, 머리 돌리기, 손 움직이기, 몸통구부리기의 시각적 관찰 시에도 반응하였다(Perrett 등, 1989). 인간의 거울신경시스템에 관한 연구들에서는 아래마루엽과 아래이마엽이랑을 포함하는 배쪽운동앞겉질을 인간의 거울신경시스템에 포함되는 영역으로 간주한다(Fabbi-Destro과 Rizzolatti, 2008).

이 신경세포들은 동물이 손이나 입으로 물체와 관련된 동작을 수행할 때 그리고 다른 동물이나 다른 사람이 동일한 동작이나 비슷한 동작을 할 때 활성화된다. 인간에서도 동작을 관찰할 때 활성화되는 곳이 같은 동작을 실제로 실행하는 동안 활성화되는 곳과 동일한 운동투사영역임이 밝혀졌다(Fadiga 등, 1995; Rizzolatti과 Craighero, 2004). 이 거울신경시스템이 모방과 모방학습에 관여하는 것으로 알려져 있다(Buccino 등, 2004a; Iacoboni 등, 1999).

거울신경시스템이 모방에 관여한다는 것이 최근 여러 뇌영상연구들에 의해 증명되고 있다(Iacoboni 등, 1999; Rizzolatti 등, 2009). 이 거울신경시스템은 단순한 동작 보다는 목표지향적 동작을 관찰할

때, 흉내만 내는 동작보다는 물체와 관련된 동작을 관찰할 때 더 활성화되는 특징이 있다(Fogassi 등, 2005). 또한 사진으로 제공되는 동작보다는 움직이는 동작을 관찰할 때 더 활성화되며 동작의 목표와 성취방식이 밝혀졌을 때 더 많이 활성화된다.

거울신경시스템이 관여하는 동작관찰이 동작을 모방하거나 또는 학습하는데 관여한다는 사실에 기초하여, 이를 신경계 재활의 한 프로그램으로 적용하려는 연구들이 이뤄지고 있기는 하지만(Celnik 등, 2008; Page 등, 2001), 동작관찰이 뇌졸중 환자의 손동작 향상에 미치는 영향을 알아본 연구들은 미비하다. 따라서 본 연구에서는 앞에서 언급한 거울신경시스템의 특성을 고려하여 동작관찰훈련이 만성뇌졸중 환자의 손조작능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

거울신경시스템의 동원으로 인해 곁질척수로의 흥분성이 증가할 것이라는 가설을 검증하기 위해 경두개자극(transcranial magnetic stimulation; TMS) 장비를 이용하여 첫 번째 등뼈사이근에서 운동유발전위(motor-evoked potentials; MEPs)의 진폭을 측정하였다. 연구 결과를 통해, 신경계 재활분야에서 동작관찰을 이용한 치료방법이 운동결손 자체를 치료할 수 있는 접근법으로 이용될 수 있는가에 대한 가능성을 논의하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구에는 경기도 분당의 B 병원에 내원하는 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 하였다. 대상자 선정 기준은 뇌졸중으로 진단을 받은 지 6개월 이상인 자, 마비쪽 손으로 Box and Block test(BBT)가 가능한 자로 하였다. 심각한 우울증이 있는 자, 중증 언어장애 및 MMSE(mini-mental status examination) 점수가 23점 이하로 인지장애가 있는 사람은 대상자 선정에서 제외하였다. 대상자 모두는 본 연구의 내용을 이해하고 자발적으로 참여에 동의하였다.

2. 연구도구

가. 경두개자극자극

곁질척수로의 흥분성 변화를 측정하기 위한 경두개자극자극기는 MagPro R30¹⁾을 이용하였다. 이 장비는

1) MagPro R30, Medtronic Inc., Skovlunde, Denmark.

직경이 70 cm인 B65 butterfly 코일 자극기를 연결하여 사용하며 최대 자장은 2.0T이다. 대상자는 침대에 바로 누운 자세를 취하게 하여 최대한 이완된 상태에 있도록 하였으며, 양 팔은 몸통 옆에 회내시켜 두도록 하였다. 대상자의 머리를 고정하기 위해 딱딱한 베개를 사용하였으며 대상자의 머리에 자극의 좌표를 쉽게 찾을 수 있도록 좌표가 그려진 두건을 두피에 착용시켰다. 두건의 좌표는 코뿌리점(nasion)에서 뒤통수점(inion)까지 연결한 정중시상선(midsagittal line)과 양쪽귀선(interaural line)의 교차시킨 점을 중심점(Cz)으로 하여 이를 기준으로 각 1 cm 간격의 바둑판 모양으로 선을 교차하여 작성한 것이다. 코일을 손상쪽 대뇌반구 두피에 접선 방향으로 하여, 손잡이 부분이 뒤쪽을 향하게 하고 중심선에서 45도 각도로 위치시켰다.

운동유발전위(motor evoked potentials; MEPs)를 측정하기 위해 첫번째등뼈사이근에 근전도 전극²⁾을 부착하고 접지전극은 앞팔 부위에 부착시켜 근전도를 측정하였다. 근전도 활동은 이동식 KEY POINT.NET³⁾ 장치를 통해 기록하였다. 근전도 신호는 100 mV/div 로 증폭시킨 후 2 Hz~10 kHz로 필터링하였다.

손 운동결절영역의 정확한 위치를 찾기 위해 코일의 위치를 조금씩 옮겨가며 단일 반복 자극을 주었다. 첫째 등뼈사이근의 기록전위에서 가장 큰 MEPs가 나타나는 지점을 해당근육의 운동결절영역으로 판단하였다. 휴식기 운동역치(resting motor threshold)는 10회 자극 중 적어도 5회 이상 자극에서 50 μ V 이상의 유발전위가 기록되는 최소한의 자극 강도로 정의하였으며 110%의 운동유발전위로 자극하여 15회 측정하였다(Rossini 등, 1994).

나. Box and Block test

BBT는 한 손 동작의 대동작 조작 능력(gross manual dexterity)을 측정하는 도구로, 상자 안의 블록을 한 손으로 옮겨 손의 조작 능력과 협응 능력을 측정한다(Desrosiers 등, 1994). 도구의 구성물은 가로 2.5 cm × 세로 2.5 cm의 블록 150개와 너비 53.7 cm × 길이 8.5 cm 크기의 상자이다. 이 상자는 15.2 cm 높이의 칸막이에 의해 두 부분으로 나누어져 있다. 상자의 실제 깊이는 나무 두께를 제외하면 7.5 cm이다.

이 도구는 시행 절차가 간단하여 인지 능력, 주의집중력 또는 지구력이 부족한 사람에게도 적용할 수 있다

(김진현과 정원미, 2004). 본 연구에서는 마비쪽 손으로 수행토록 하여 점수를 산정하였다. 점수는 1분 동안 마비쪽 손을 사용하여 가능한 한 많은 블록을 다른 쪽 칸으로 옮기게 하여 옮긴 블록의 개수로 산정하였다. 블록은 한 번에 하나씩만 옮기도록 하였으며 2개 이상을 옮기더라도 한 개로 산정하였다. 바닥이나 책상에 떨어뜨린 블록도 유효한 것으로 인정하였으며 블록을 던져서 옮긴 경우에는 무효로 처리하였다.

다. 동작관찰 동영상

동작관찰신체훈련(action observational physical training; AOPT) 조건에 사용된 동영상은 치료사가 앉은 자세로 BBT 검사에 사용된 도구를 가지고 블록을 옮기는 동작을 2대의 카메라를 이용하여 정면과 옆면 45도 각도에서 촬영한 것이었다. 이후 한 화면에서 동작의 정면 모습과 옆면 모습을 동시에 볼 수 있도록 동영상을 편집하였다. 동영상은 초당 30 프레임으로 촬영하였다. 동영상을 보는 모니터(HP L1706)의 크기는 17 인치였으며 BBT 검사 도구 뒤쪽에 설치하였다.

3. 연구절차

가. TMS 측정 절차

본 연구에서 TMS 측정은 모두 3번 시행하였다. 훈련 전에 모든 대상자들을 대상으로 기초선(base) 조건에서 TMS 장비를 이용하여 MEPs의 진폭을 측정하였다. 신체훈련(physical training; PT)을 실시한 후에 기초선 측정 시와 동일한 방법으로 MEPs를 측정하고 AOPT 조건에서 훈련을 한 후에 다시 측정하였다. BBT의 경우도 마찬가지로 Base 조건, PT 조건 후, AOPT 조건 후에 3회 측정하였다.

나. 훈련 절차

기초선 측정 후, 모든 대상자들은 2가지 서로 다른 훈련 조건에 참가하였다. 먼저 PT 조건에서는 블록을 옮기는 훈련을 시행하였다. 치료사가 지켜보는 가운데 블록 옮기기 훈련을 5분 동안 시행하고 2분간의 휴식을 갖도록 하였다. 이 과정을 모두 3회 반복하였다. AOPT 조건에서는 다른 사람이 블록 옮기기를 시행하는 동영상을 2분 동안 관찰하도록 한 다음, PT 조건과 동일한

2) Pre-gelled disposable surface electrode, Alpine Biomed, Skovlunde, Denmark.

3) KEY POINT.NET, Medtronics Inc., Skovlunde, Denmark.

블록 옮기기 훈련을 5분 동안 시행하도록 하였으며 이 과정을 3회 반복하였다. 블록 옮기기 훈련은 마비쪽 팔을 이용하여 하도록 하였으며 수행이 어려운 경우 치료사가 약간의 신체적 도움과 동작 수정을 위한 피드백을 제공하였다. 전체 소요 시간은 각 조건 당 21분이었다.

4. 자료분석

Base 조건, PT 조건, AOPT 조건 간의 MEPs 진폭 크기 그리고 BBT 점수를 비교하기 위해 반복측정된 일요인 분산분석으로 분석하였다. 본 연구에서는 Mauchly의 구형성 가정이 성립이 되지 않아 Greenhouse-Geisser의 수정된 자유도 값에 의해 분석하였다. 유의한 차이가 있을 경우에는 Bonferroni 방법으로 사후검정을 시행하였다. 자료분석에는 통계 분석 프로그램인 SPSS for Window 17.0 버전을 이용하였다. 통계적 유의성 검정을 위한 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 만성 뇌졸중 환자 10명(남자 8명, 여자 2명)이었다. 평균나이는 60.7 ± 13.1 세였으며 평균 유병기간은 31.0 ± 18.1 개월이었다. 뇌졸중 유형은 뇌출혈이 6명, 뇌경색이 4명이었고 마비부위는 오른쪽이 5명, 왼쪽이 5명이었다. 각 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=10)

특성	대상자	
성별	남자	8
	여자	2
마비부위	오른쪽	5
	왼쪽	5
뇌졸중 유형	뇌경색	4
	뇌출혈	6
뇌졸중 기간(개월)	31.0 ± 18.1^a	
나이(년)	60.7 ± 13.1	

^a평균±표준편차.

2. MEPs 진폭 비교

AOPT 조건에서 대상자들의 평균 MEPs 진폭은 $.21\pm 1$ mV, PT 조건은 $.17\pm 0.75$ mV, Base 조건의 MEPs

진폭은 $.092\pm 0.047$ mV 이었다(표 2). 세 조건 간 MEPs 진폭의 차이를 비교하기 위한 반복측정된 일요인분산분석 결과, 세 조건 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F_{1,243, 11.191}=22.451, p<.001$). 사후분석 결과, 세 조건 중 AOPT 조건, PT 조건, Base 조건 순으로 MEPs 진폭이 유의하게 큰 것으로 나타났다($p<.05$)(그림 1).

3. BBT 점수 비교

AOPT 조건에서 대상자들의 평균 BBT 점수는 25.8 ± 6.68 점, PT 조건에서는 22.9 ± 7.17 점, Base 조건이 22.8 ± 6.97 점 이었다(표 2). 세 조건 간의 차이를 비교하기 위한 반복측정된 일요인분산분석 결과, 세 조건 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F_{1,192, 10.732}=41.611, p<.001$). 사후분석 결과, 세 조건 중 AOPT 조건, PT 조건, Base 조건 순으로 BBT 점수가 유의하게 큰 것으로 나타났다($p<.01$)(그림 2).

IV. 고찰

본 연구 결과에서, 각 조건에서 대상자들의 손조작능력을 측정하기 위한 BBT 점수는 같은 동작의 동영상 을 관찰한 조건에서 점수가 가장 높았다. 또한 대상자들의 첫번째등뼈사이근에서 측정된 MEPs 진폭 또한 기초선 조건과 동작을 관찰하지 않고 훈련만 한 조건보다 동영상의 시범자가 보여주는 동작을 관찰한 조건에서 더 컸다. 다른 사람이 3차원 물체를 조작하는 것을 대상자들이 관찰하는 동안 TMS를 적용하고 실제 사용되는 근육들의 MEPs 진폭을 측정한 한 연구에서는 동작을 관찰하지 않을 때보다 동작을 관찰할 때 진폭이 더 증가하였음을 입증하였다(Strafella과 Paus, 2000). 동일한 방법으로 Gangitano 등(2001)은 손동작을 관찰하는 동안 관찰된 동작을 실제 시행할 때 관여하는 근육들의 MEPs 진폭이 증가하였음을 보고하였다.

본 연구 결과와 동작관찰의 효과에 관한 연구 결과들은 동작관찰이 운동모방과 운동수행에 긍정적 영향을 준다는 점에서 일치한다. 동작관찰은 걸질척수로의 흥분성을 증가시킨다(Buccino 등, 2006). MEPs 진폭이 증가하였다는 것은 동작관찰을 통해 걸질척수로의 흥분성이 증가한 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 대상자들은 모두 만성뇌졸중 환자들이며 연구에 참가한 시점까지도 일반적인 재활프로그램에 참여하는 사람들이었다. 기초선 조건보다 동작관찰 조건에서 BBT 점수

표 2. 세 조건 간 MEPs 진폭과 BBT 점수

(N=10)

	Base	PT	AOPT
MEPs 진폭	.092±.047 ^a mV	.17±.075 mV	.21±.1 mV
BBT 점수	22.8±6.97 점	22.9±7.17 점	25.8±6.68 점

^a평균±표준편차.

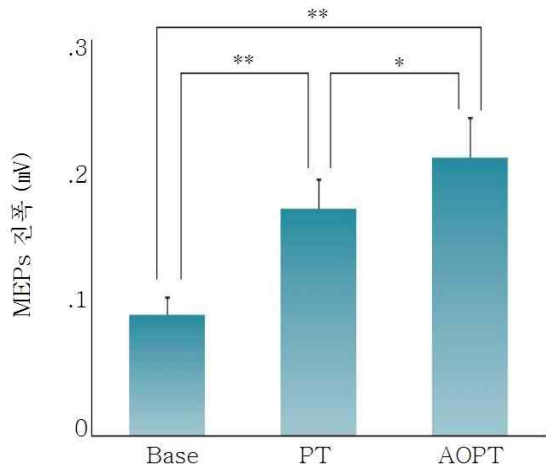


그림 1. 세 조건 간 MEPs 진폭 비교(*p<.05, **p<.01).

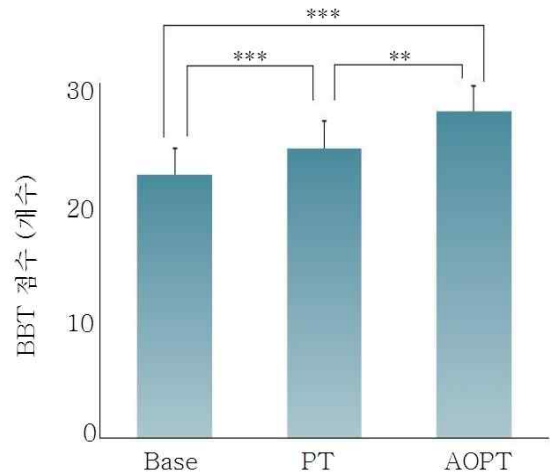


그림 2. 세 조건 간 BBT 점수 비교(**p<.01, ***p<.001).

와 MEPs 진폭이 높았다는 점은 이전의 훈련 방법과 동작관찰을 결합하면 신경계 재활에 훨씬 많은 향상을 줄 수 있다는 점을 암시하는 것이다.

거울신경시스템이 모방에 관여한다는 것이 최근 여러 뇌영상연구들에 의해 증명되고 있다. Iacoboni 등(1999)은 정상인들에게 화면에 목표 동작을 시각적으로 보여 줄 때, 기호로 신호를 주었을 때, 공간적 신호를 주고 그에 반응하여 손가락을 들어 올리는 동안 fMRI를 이용하여 뇌를 관찰하였다. 연구 결과, 운동을 보고 모방을 하는 동안 왼쪽 아래이마엽이랑의 덮개부분, 오른쪽 앞쪽마루엽영역, 오른쪽 마루엽 덮개부위, 오른쪽 관자엽위고랑 영역이 더 강하게 활성화된 것으로 나타났다. 운동모방은 관찰한 동작을 이전에 가지고 있던 운동도식 즉 이전에 생성되어 기억하고 있는 운동 동작에 맞추는 것으로 구성된다. 운동모방은 잠재적으로 운동관찰, 운동상상, 운동실행을 포함한다(Buccino 등, 2006). 관찰/실행 맞추기 시스템(observation/execution matching system)이 운동학습 과정 없이 동작을 만들어내는 것으로 생각된다(Buccino 등, 2004c). 이 관찰실행 맞추기 시스템이 운동모방에 관여하는 것으로 추측된다.

Buccino 등(2004c)은 전문기타 연주자가 연주하는 기

타코드를 초보자들이 보고 모방하도록 요구하였다. 관찰모방조건에서는 기타코드 관찰하기, 멈춤, 관찰한 코드 치기, 기초선으로 시행하였고 대조조건에서는 잇따른 운동행동 없이 그냥 기타코드만 관찰하기, 기타 목을 쥐었다 놓았다 하는 관련없는 행동을 한 후 코드 관찰하기, 기타코드를 자유롭게 치기를 시행하였다. 연구 결과, 관찰모방조건에서는 아래마루엽과 아래이마엽이랑의 덮개부분 그리고 배쪽운동앞영역이 관여하는 결질의 네트워크의 활성화도와 관련이 있었다. 동작관찰과 관련된 활성화 정도는 대조조건들 보다 모방을 하는 동안에 더 강하게 나타났다. 이 연구 결과는 새로운 운동패턴을 생성하는데 관여하는 신경부위들이 거울신경시스템의 핵심중추와 일치한다는 것을 보여준다.

Ertelt 등(2007)은 만성뇌졸중 환자들을 두 군으로 나누고 실험군은 일상생활에서의 손과 팔동작을 보여주는 동영상을 보여주고 관찰한 동작들을 연습하도록 하고 대조군에는 기호나 글자들이 나오는 동영상을 보여주고 동작을 연습하도록 하였다. 연구 결과 동작을 관찰하고 훈련을 한 실험군이 대조군에 비해 표준화된 팔기능 척도에서 유의한 향상이 있었다. 뇌영역의 활성화에서도 동작 관찰/동작실행 맞추기 시스템이 이루어지는 영역

으로 간주되는 양쪽의 배쪽운동앞영역, 양쪽의 위쪽관자엽이랑, 보완운동영역, 반대쪽 모서리위이랑의 활성도가 실험군에서 유의하게 증가했다. 연구자들은 이 결과가 연구에 참가했던 환자들의 향상된 운동기술이 훈련한 동작이 나타나는 운동투사영역인 운동영역의 생리학적 네트워크의 재활성화와 관련이 있다고 해석하였다.

앞의 연구처럼 동작관찰과 동작실행의 유효성을 알아본 연구들과(Binkofski과 Buccino, 2004; Buccino과 Riggio, 2006) 마찬가지로 본 연구에서도 동작을 관찰하는 것과 그 동작을 실제로 실행하는 것을 결합하였다. 동작관찰이 동작관찰 능력과 운동경험을 통해 거울신경시스템 내의 영역들을 동원한다는 것은 잘 알려진 사실이다. Buccino 등(2004b)은 동작을 관찰하는 관찰자가 해야하는 운동 항목이었던 씹는 동작을 관찰하는 동안에는 거울신경시스템이 활성화되었으나 소리치기 동작을 관찰할 때는 활동하지 않았다. 즉, 관찰자의 운동투사영역에 움직임으로 투사되지 않을 때는 활성화되지 않았다. 또한 Calvo-Merno 등(2005)은 capoeira 댄서들이 전통 발레 보다는 capoeira 움직임을 관찰할 때, 운동앞영역과 마루엽영역 그리고 판자엽위고랑에서 더 강한 활동이 있었다고 하였다. 반면에 전통발레 댄서들은 capoeira 움직임을 관찰할 때 보다는 전통적인 발레 움직임을 관찰하는 동안 같은 영역이 더 강하게 활성화되었다.

거울신경시스템은 동작관찰과 관련된 운동기능의 회복과 운동학습에서 중요한 역할을 하는 것으로 여기고 있다. 연구들은 모두 새로운 운동 기술을 습득하는 데 있어 동작관찰과 거울신경시스템의 역할을 증명하는 것이다(Binkofski과 Buccino, 2004; 2006; Buccino 등, 2004a; Rizzolatti과 Craighero, 2004). 거울신경시스템은 모방학습에 관여하는 것으로 추측된다. 즉 새로운 운동기술을 습득하는데 있어 거울신경시스템의 특별한 역할을 입증하는 것이다. 재활에 동작관찰과 모방을 결합하여 시행하면 운동상상 및 운동모방을 통해 이전의 경험들을 떠올리게 하며, 실행과 결합하면 추가적인 긍정적 효과를 얻을 수 있다(Page 등, 2001).

본 연구의 제한점으로는 상지를 이용한 다양한 기능적 활동을 관찰하고 그 수행능력의 변화를 알아보지 못했다는 점이다. 또 다른 제한점으로는 대상자 수가 많지 않았다는 점이다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구의 결과는 동작관찰의 긍정적 효과를 입증하는 것이었다. 중요한 점은 같은 양의 동작 훈련을 한 조건도 향상이 있었지만 동작관찰 후 훈련한 조건보다는 크지 않았다는 점이다. 이는 동작관찰을 일반적인 물리치료

에 결합하여 기능적인 활동들을 관찰한 다음 집중적으로 훈련하면 추가적인 효과를 얻을 수 있다는 것을 의미한다. 추후연구에서는 팔의 다양한 기능적 동작들을 관찰하면서 훈련하고 다양한 기능적 평가를 시행하여 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 팔의 기능을 향상시키는 데 도움이 될 것인가가 연구되어야 할 것이다.

V. 결론

동작관찰이 만성 뇌졸중 환자의 손조작 능력에 미치는 영향을 알아보기 위한 본 연구의 결과는 동작관찰 조건에서 MEPs 진폭이 동작을 관찰하지 않고 신체훈련만 시행한 조건보다 더 큰 것으로 나타났다. 이는 길질척수 전달로의 흥분성이 동작 관찰 후에 더 커진 것을 의미한다. 또한 동작관찰을 하고 훈련을 한 조건에서 대상자들의 손조작능력이 가장 많이 향상되었다. 이는 관찰한 동작을 집중적이고 반복적으로 연습하는 것을 결합하면 현재 신경계재활에서 이루어지는 신체적 동작을 집중적이고 반복적으로 실시하는 재활프로그램의 결과에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

- 김진현, 정원미. 상자와 나무토막 검사(Box and block test)의 정상 아동 표준치에 관한 연구: 서울시 초등학교를 대상으로. 대한작업치료학회지. 2004;12(1):55-68.
- Binkofski F, Buccino G. Motor functions of the broca's region. *Brain Lang.* 2004;89(2):362-369.
- Binkofski F, Buccino G. The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *J Physiol Paris.* 2006;99(4-6):396-405.
- Bobath B. *Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment.* Oxford, Butterworth-Heinemann Medical Books, 1990.
- Buccino G, Binkofski F, Riggio L. The mirror neuron system and action recognition. *Brain Lang.* 2004a;89(2):370-376.
- Buccino G, Lui F, Canessa N, et al. Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: An fMRI study. *J Cogn*

- Neurosci. 2004b;16(1):114-126.
- Buccino G, Riggio L. The role of the mirror neuron system in motor learning. *Kinesiology*. 2006;38(1):5-15.
- Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: Implications for neurorehabilitation. *Cogn Behav Neurol*. 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*. 2004c;42(2):323-334.
- Calvo-Merino B, Glaser DE, Grèzes J, et al. Action observation and acquired motor skills: An fMRI study with expert dancers. *Cereb Cortex*. 2005;15(8):1243-1249.
- Celnik P, Webster B, Glasser DM, et al. Effects of action observation on physical training after stroke. *Stroke*. 2008;39(6):1814-1820.
- Desrosiers J, Bravo G, Hébert R, et al. Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: Reliability, validity, and norms studies. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75(7):751-755.
- Ertelt D, Small S, Solodkin A, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage*. 2007;36 Suppl 2:T164-173.
- Fabbri-Destro M, Rizzolatti G. Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology*. 2008;23:171-179.
- Fadiga L, Fogassi L, Pavesi G, et al. Motor facilitation during action observation: A magnetic stimulation study. *J Neurophysiol*. 1995;73(6):2608-2611.
- Fogassi L, Ferrari PF, Gesierich B, et al. Parietal lobe: From action organization to intention understanding. *Science*. 2005;308(5722):662-667.
- Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, et al. Action recognition in the premotor cortex. *Brain*. 1996;119(Pt 2):593-609.
- Gangitano M, Mottaghy FM, Pascual-Leone A. Phase-specific modulation of cortical motor output during movement observation. *Neuroreport*. 2001;12(7):1489-1492.
- Iacoboni M, Woods RP, Brass M, et al. Cortical mechanisms of human imitation. *Science*. 1999;286(5449):2526-2528.
- Jeannerod M. Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*. 2001;14(1 Pt 2):S103-109.
- Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, et al. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(1):4-12.
- Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*. 2000;31(6):1210-1216.
- Nudo RJ. Retuning the misfiring brain. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2003;100(13):7425-7427.
- Page SJ, Levine P, Sisto S, et al. A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clin Rehabil*. 2001;15(3):233-240.
- Perrett DI, Harries MH, Bevan R, et al. Frameworks of analysis for the neural representation of animate objects and actions. *J Exp Biol*. 1989;146:87-113.
- Rizzolatti G, Camarda R, Fogassi L, et al. Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey. II. Area F5 and the control of distal movements. *Exp Brain Res*. 1988;71(3):491-507.
- Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. *Annu Rev Neurosci*. 2004;27:169-192.
- Rizzolatti G, Fabbri-Destro M, Cattaneo L. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nat Clin Pract Neurol*. 2009;5(1):24-34.
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, et al. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res*. 1996;3(2):131-141.
- Rossini PM, Barker AT, Berardelli A, et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: Basic principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN committee. *Electroencephalogr Clin*

Neurophysiol. 1994;91(2):79-92.
Strafella AP, Paus T. Modulation of cortical excitability during action observation: A transcranial magnetic stimulation study. Neuroreport. 2000;11(10):2289-2292.
Taub E, Miller NE, Novack TA, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1993;74(4):347-354.
Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Proprioceptive

Neuromuscular Facilitation: Patterns and techniques. 3rd ed. Philadelphia, Harper & Row, 1985.

논문접수일	2010년 4월 13일
논문게재승인일	2010년 5월 9일