한국전문물리치료학회지 2015년 22권 1호 69-78 ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
Phys Ther Korea 2015;22(1):69-78 http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

# 고유수용성신경근 촉진법 훈련과 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 상지 운동기능에 미치는 효과: 단일사례 연구

박혜령[1], 이문규[1], 윤태원[1]
[1]광주 씨티재활의학과 요양병원 재활센터

# Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Action Observation Training on Upper Extremity Motor Function in Stroke Patient: A Single-Subject Study

**Hye-ryoung Park[1], MPH, PT, Moon-kyu Lee[1], PhD, PT, Tae-won Yun[1], MSc, PT**
[1]Dept. of Rehabilitation Center, Gwangju City Rehabilitation Hospital

## Abstract

This study evaluated and compared the effectiveness on upper motor extremity function between proprioceptive neuromuscular facilitation which has been frequently used in clinical practice, and action observation training in terms of improving upper motor extremity function. A study with a single-subject design (A-B-C-A') was conducted with a patient who was diagnosed with left hemiplegia. A repeated-measure analysis was conducted to assess results of the Wolf Motor Function Test (WMFT), Box and Block Test (BBT), and grip and pinch strength test performed daily in the study for 4 weeks. The results of the analysis indicated that the WMFT score, BBT score, grip strength, and pinch strength were improved from 29.60 to 39 (24.10%), from 1.67 to 4.93 each (EA) (66.22%), from 2.06 to 2.66 libras (lbs) (22.61%), and from 1.57 to 1.93 lbs (18.94%), respectively, from the baseline period to treatment period B. The values were improved from 29.60 to 42.20 (29.86%), from 1.67 to 7 EA (76.21%), from 2.06 to 3.47 lbs (40.57%), and from 1.57 to 1.67 lbs (6.12%), respectively, from the baseline period to treatment period C. From treatment period B to treatment period C, the WMFT score, BBT score, and grip strength were improved from 39 to 42.20 (7.58%), from 4.93 to 7 EA (29.56%), and from 2.66 to 3.47 lbs (23.20%), respectively, but pinch strength was decreased from 1.93 to 1.67 lbs (15.83%). In conclusion, proprioceptive neuromuscular facilitation and action observation training both have positive effects on upper extremity motor function. However, we suggest that the posttreatment effect of action observation training was better than that of proprioceptive neuromuscular facilitation.

**Key Words:** Action observation training; Proprioceptive neuromuscular facilitation; Stroke; Upper extremity motor function.

## Ⅰ. 서론

성인과 아이들은 새로운 동작을 배우기 위해 동작을 관찰하고 모방함으로써 관찰한 동작을 학습한다(Celnik 등, 2008). 학습한 동작은 성인이 되어가면서 점차 발달하게 되며 다양한 전략을 이용하여 동작을 수행한다. 새로운 동작을 학습하는데 있어 타인의 움직임을 모방하는 것은 매우 중요한 요소로 인간이 일상생활을 하는데 결정적인 역할을 한다(Rizzolatti와 Craighero, 2004). 이 모방은 관찰, 상상, 실행이라는 인지적 과정이 포함되어 있다(Buccino와 Riggio, 2006).

뇌졸중은 운동장애, 인지기능 저하, 실어증, 심리/행동

Corresponding author: Moon-kyu Lee moonkyu.e@gmail.com

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

장애 등의 후유증으로 신체 또는 정신적 장애를 일으킬 뿐만 아니라 이로 인하여 삶의 질이 심각하게 저하된다(Park와 Yang, 2003). 뇌졸중의 정도에 따라 다양한 형태의 신체적 기능 손상, 활동제한이 나타날 수 있고 이는 기능 장애의 요인이 된다(Chae 등, 1995). 또한 뇌졸중 환자들도 기능 장애를 극복하기 위해 다양한 전략들을 이용하여 일상생활 동작들을 수행해야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 뇌졸중 발병 후 재활 과정 중 임상에서 주로 사용되는 접근법들로는 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation; PNF), Bobath 접근법, Brunnstrom 접근법 등이 있다. 이 신경촉진법들은 뇌 손상으로 인한 반마비 환자들의 마비쪽 팔다리의 수의적 움직임을 향상시켜 신체적 기능 손상을 회복시키는데 중점을 두고 있다(Refshauge 등, 2005).

뇌졸중과 같이 뇌 손상으로 인한 신체적 기능 손상을 회복시키는데 중점을 두고 있는 촉진법 중 PNF는 환자에게 고유 감각 자극을 제공함으로써 신경근 기전의 반응을 촉진시키거나 혹은 증진시키는 방법(Adler 등, 2008)으로써 뇌졸중 재활에서 손상을 개선시키기 위한 목적으로 점진적 저항운동의 대안으로 자주 사용하고 있다(Andersen 등, 2006). 또한 뇌졸중 재활에서 환자들의 기능적 활동을 훈련시키거나 여러 형태의 손상을 향상시키기 위해 사용한다(Jette 등, 2005). Kawahira 등(2004)은 PNF를 포함한 신경 촉진법 운동이 뇌졸중 환자의 마비쪽 하지 운동기능을 증진시킨다고 하였다.

뇌졸중 환자들의 기능적 활동 능력을 향상시키기 위해서는 전통적인 접근법들보다 과제 특이적 훈련이 더 효과적이라고 입증되었다(Dobkin, 2008). 과제 특이적 훈련에서는 향상시키고자 하는 운동 기술을 특이적으로 반복해서 연습시킨다. 그러나 운동 능력이 심각하게 손상된 환자의 경우에는 이러한 훈련에 참여하는 것 자체가 제한되어 경험 의존적 신경가역성을 위한 감각이나 운동 정보의 입력을 제공받는 것이 어려워진다(Garrison 등, 2010). 이러한 제한점을 극복하고자 최근 제안된 훈련 방법이 거울신경세포시스템(mirror neuron system; MNS)을 기반으로 한 동작관찰 훈련이다(Aziz-Zadeh 등, 2006; Rizzolatti, 2005).

거울신경세포란 어떤 동작을 직접 수행할 때와 다른 사람이 같은 동작을 수행하는 모습을 관찰할 때 뇌 영역에 있는 신경세포들이 동일하게 활성화되는 세포를 말한다(Gallese 등, 1996; Rizzolatti 등, 1996). 거울신경세포는 마카크(macaque) 원숭이의 배쪽 운동앞겉질(ventral premotor cortex)에서 처음 발견되었고, 이 영역은 인간의 브로카 영역(Broca area)과 상동기관으로 간주되고 있다. 또한 이 영역은 사람이나 다른 원숭이가 동작을 수행할 때나 비슷한 동작을 관찰할 때 발화한다(Rizzolatti 등, 1996).

인간에서도 MNS가 존재한다는 사실이 여러 연구들을 통해 입증되고 있다(Strafellad와 Paus, 2000; Tremblay 등, 2004). 인간의 MNS 역시 타인이 수행하는 동작을 관찰하고(Grafton 등, 1996; Muthukumaraswamy 등, 2004), 관찰한 동작을 이해하며(Rizzolatti 등, 2009), 동작의 의도를 파악하는데 반응한다(Iacoboni 등, 2005). 하지만 인간의 MNS는 원숭이에서 나타나지 않았던 흉내 내기 동작에 반응하는 차이가 있다(Buccino 등, 2001). 최근에는 모방(Iacoboni 등, 1999)이나 마음, 그리고 감정(Umilta 등, 2001)과 관련된 인간의 고차원적 인지의 기전으로 MNS를 일반화시키려는 시도들이 이루어지고 있다.

Iacoboni 등(1999)은 일반인을 대상으로 동작 관찰, 모방 시 MNS 활성 부위를 확인한 결과 활성부위가 서로 유사하다는 점을 확인하였다. 또한 동작관찰을 통해 동작을 직접 실행할 때 사용하는 운동시스템과 유사한 운동시스템이 활성화된다(Rizzolatti와 Craighero, 2004). Maeda 등(2002)의 연구에서 동작을 관찰하는 동안 MNS가 활성화되었으며, 관찰한 동작에서 사용한 부위에 상응하는 겉질 척수로의 흥분성이 증가되었다. 이는 MNS에 의해 동작을 수행하거나 목표 관련 행위를 할 때 동일한 겉질 투사 영역이 활성화되어 관찰-실행 맞추기(observation-execution matching)에 관여하는 것으로 추측하고 있다(Franceschini 등, 2010).

MNS가 동작이해와 모방에 관여한다는 연구 결과에 기초하여 이를 재활분야에서 적용하고 있는 훈련방법이 바로 동작관찰 훈련이다(Garrison 등, 2010). 동작관찰, 동작상상, 동작모방을 포함하고 있는 동작관찰 훈련은 뇌졸중 환자(Ewan 등, 2010; Kim 등, 2010), 파킨슨 환자(Pelosin 등, 2010), 근골격계 환자(Bellelli 등, 2010), 자폐아 아동(Oberman 등, 2005) 재활에서 유용한 훈련 방법으로 시도되고 있다. 운동모방은 일반적으로 사람들이 자신들의 삶 속에서 이미 사용해왔기 때문에 동작을 관찰하고 모방하는 형태는 매우 익숙한 학습 방식으로 훈련 시 도움이 될 수 있다.

뇌졸중 재활에서 뇌졸중 환자들의 상지 운동기능 손상을 향상시키는데 다양한 신경 촉진법 중에서도 PNF 패턴을 응용한 여러 형태의 운동이 임상에서 많이 이용

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

되고 있다. 또한 최근 진행된 연구에서 MNS를 기반으로 한 동작관찰 훈련 또한 상지 운동기능을 향상시키는데 효과가 있다고 밝혀졌다(Lee와 Kim, 2011). 그러나, 상지 운동기능 향상을 위해 임상에서 주로 사용되고 있는 PNF 훈련과 보다 과제 특이적으로 접근한 동작관찰 훈련을 적용한 후 비교한 연구는 없었다. 따라서 본 연구의 목적은 전통적으로 임상에서 주로 사용되는 접근법인 PNF 훈련과 최근 시도가 이루어지고 있는 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 상지 운동기능에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다.

## Ⅱ. 연구방법

본 연구는 뇌졸중 진단을 받고 광주광역시에 위치한 C재활병원에 입원 중인 반마비 환자 1명을 대상으로 하였다. 대상자는 뇌졸중으로 인한 반마비가 있는 사람, 인지 및 지각에 손상이 없는 자를 선정하였다. 연구대상자로부터 연구동의서를 받은 후 연구를 진행하였다.

### 1. 실험 설계

본 연구에서는 단일 사례 연구 설계 중 A-B-C-A' 설계를 사용하였다. A와 A'는 기초선 기간이었으며, B는 PNF 훈련을 적용한 중재기간이었으며, C는 동작관찰 훈련 기간이었다. 전체 연구 기간은 4주였으며, 첫 번째 기초선은 5일, 훈련기간은 PNF 훈련과 동작관찰 훈련 각각 5일, 두 번째 기초선(A') 또한 5일이었다. 각 종속변수마다 첫 번째 기초선은 1일 1회씩, 총 5회를 측정하였으며, 두 번째 기초선 역시 1일 1회씩 총 5회를 측정하였다. 훈련기간(B, C)은 각각 1일 1회씩 각각 5회씩 시행하였고, 훈련이 끝난 후 매일 동일한 측정을 반복해 시행하였다.

가. 기초선(A)

첫 번째 기초선은 중재를 적용하기 전 대상자의 상지 운동기능, 기민성, 잡기와 집기 근력 변화를 살펴보고 측정값의 안정성을 알아보기 위한 기간이다. 상지 운동기능의 변화를 살피기 위해 Wolf Motor Function Test (WMFT)를 1일 1회씩 총 5번 측정하였다. 또한 기민성의 변화와 잡기 및 집기의 근력 변화도 각각 박스와 나무토막 검사(Box and Block Test; BBT), 근력측정기(dynamometer)를 사용해 1일 1회씩 총 5번 측정하였다.

나. 중재기간(B)

기초선 기간에서 종속변수들의 변화가 안정되었다고 판단되어 PNF 훈련을 적용한 중재기간이다. 상지 운동기능 향상을 위한 PNF 훈련에서 사용한 패턴은 어깨뼈의 앞쪽올림과 뒤쪽내림 패턴(anterior elevation & posterior depression for scapular pattern)과 상지의 굽힘-벌림-바깥돌림 패턴(flexion-abduction-external rotation for upper extrimity pattern)과 폄-모음-안쪽돌림 패턴(extension-adduction-internal rotation for upper extremity pattern)을 적용하였고, 율동적 개시 테크닉(rhythmic initiation technique)을 사용하였다. 중재는 1일 1회 30분씩 적용하였으며, 총 5일 동안 시행하였다. 훈련 후에는 기초선에서 사용한 측정도구들을 사용하여 상지 운동기능, 기민성, 잡기와 집기 근력을 매일 측정하였다.

다. 중재기간(C)

PNF 패턴을 적용한 중재기간이 마무리된 후 동작관찰 훈련을 적용한 중재기간이다. 일상생활동작으로 구성된 동영상을 관찰하고 이를 모방하도록 하였다. 중재 기간은 1일 1회 30분씩 적용하였으며, 총 5일 동안 시행하였다. 마찬가지로 훈련 후에는 기초선에서 사용한 도구들을 사용하여 상지 운동기능, 기민성, 잡기와 집기 근력을 매일 측정하였다.

라. 기초선(A')

중재 전과 후 종속변수의 변화를 알아보기 위한 중재 후의 기초선 기간이다. 모든 과정은 첫 번째 기초선 기간과 동일하게 측정하였다.

### 2. 연구대상자

선정된 연구대상자는 뇌졸중으로 인한 왼쪽 반마비 진단을 받고 3개월이 경과된 여성으로 나이 71세, 키 152 ㎝, 체중 58 ㎏이고, 발병 전 우세손은 오른손이었다. 대상자는 입원 중인 병원에서 하루 30분씩 제공되는 물리치료와 작업치료를 받고 있었으며 PNF 훈련과 동작관찰 훈련은 치료시간 이외에 추가로 시행하였다.

### 3. 동작관찰 동영상

동작관찰 훈련 과정에서 사용한 과제들은 일상생활에서 필수적인 동작들을 물리치료사 6명이 논의하여 결정한 후 과제별 난이도에 따라 3개의 과제로 나누어 촬

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

영하였다. 3개의 과제는 병뚜껑 열기, 수도꼭지 조작하기, 도장 찍기로 하였다. 각각의 과제들은 다시 하위 동작들로 나누어 촬영하였는데 과제별 난이도와 복잡성이 점진적으로 증가하도록 하였다. 예를 들어, 병뚜껑 열기라는 과제의 경우 뚜껑이 큰 병, 중간 병, 작은 병의 순으로 쉬운 동작에서 어려운 동작으로 나누어 촬영하였다. 또한 앞쪽, 옆쪽, 뒤쪽 각도에서 촬영하여 3차원으로 관찰할 수 있도록 편집하였다. 각 하위 과제 동영상은 3~4분이었으며 한 과제의 동영상 시간은 10~12분이었다. 동영상은 과제에 따라 한 손 또는 두 손을 이용하여 물건을 조작하는 동작을 제시하였으며 관찰 후 대상자에게 그 동작을 모방하도록 하였다.

### 4. 동작관찰 훈련 절차

대상자는 조용한 방에서 편안하게 앉아 컴퓨터 화면에서 나오는 과제를 수행하는 동작들이 포함된 동영상을 관찰하였다. 관찰한 후에 그 동작을 반복적으로 모방하며 연습하였다. 동영상을 관찰하는 과정에서 대상자가 동작관찰에 집중하도록 치료사가 개입하여 동작의 중요한 특징이나 움직임을 설명해주었다. 처음에는 손을 움직이지 않도록 지시하였고, 그 이후에는 관찰하면서 동시에 같은 동작을 연습하도록 하였다. 처음에는 일반적인 속도로 제시하다가 2배속 느린 속도, 다시 일반적인 속도로 관찰하도록 하였다. 동작관찰 후 대상자는 치료사의 도움을 받으며 동영상에 제시된 동일한 물건을 가지고 마비쪽 팔다리 또는 양손을 이용하여 해당 동작을 각 과제당 약 5분 동안 반복적으로 연습하였다.

### 5. 측정 도구

대상자의 상지운동기능 변화를 살펴보기 위해 WMFT를 측정하였으며, 기민성 변화는 BBT, 잡기와 집기 근력 변화는 근력측정기를 사용하였다.

가. Wolf Motor Function Test(WMFT)

뇌졸중 환자의 상지 운동기능을 검사하기 위한 WMFT는 실험기간 동안 매일 시행하였다. 이 도구는 강제움직임유도치료를 받은 만성 뇌졸중 환자들의 상지 운동기능을 검사하기 위해 개발되었다(Wolf 등, 1989). 두 가지 근력 측정과 15개 기능적 과제가 포함되어 있으며, 이 기능적 과제를 수행하는 동안 수행 시간(performance time)과 기능 능력 점수 척도(functional ability scale; FAS)를 측정한다(Wolf 등, 2001). 이 도구의 수행 시간에 관한 측정자 간 신뢰도는 r=.97로, 측정-재측정 신뢰도는 r=.90로 보고되었다. 기능 능력 점수에 대한 측정자 간 신뢰도는 r=.88로, 측정-재측정 신뢰도는 r=.95로 보고되었다(Morris 등, 2001).

나. Box and Block Test(BBT)

BBT는 신체적으로 손상이 있는 환자들의 손 기민성(dexterity)을 검사하기 위한 것(Mathiowetz 등, 1985)으로 1인치 크기의 블록을 한쪽 상자에서 반대쪽 상자로 옮기는 방법이다. 비마비쪽과 마비쪽 손으로 1분 동안 옮긴 나무토막의 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, 바닥이나 책상에 떨어뜨리거나 칸막이를 건드릴 경우에는 점수에 포함하지 않았다.

다. 잡기와 집기 근력

잡기 근력(grip strength) 검사는 악력계(JAMAR Hydraulic Hand Dynamometer, Sammons Preston, Bolingbrook, USA)를 사용하여 손의 전반적인 근력을 측정하였다. 검사 시 자세는 어깨관절 모음, 팔꿉관절 굽힘, 아래팔 중립, 손목관절 폄 및 자뼈측 편위가 되도록 위치시킨 후 시행하였다. 3회 측정 후 평균치를 구하였다. 집기 근력(pinch strength) 검사는 핀지 게이지(pinch gauge)(Jamar Hydraulic Pinch Gauge, Sammons Preston, Bolingbrook, USA)를 사용하였다. 검사는 외측집기(lateral pinch)로 3회 측정 후 평균치를 구하였다.

### 6. 분석 방법

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

## Ⅲ. 결과

### 1. Wolf Motor Function Test(WMFT)

두 번의 기초선과 두 번의 훈련 기간 동안 상지 운동기능의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

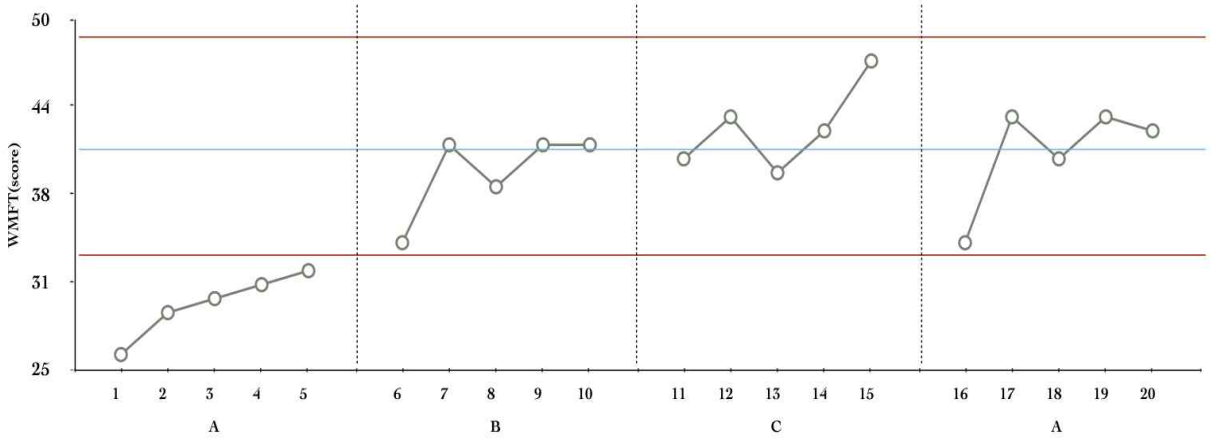


**Figure 1.** The difference between each period in the WMFT score during the study (WMFT: Wolf Motor Function Test).

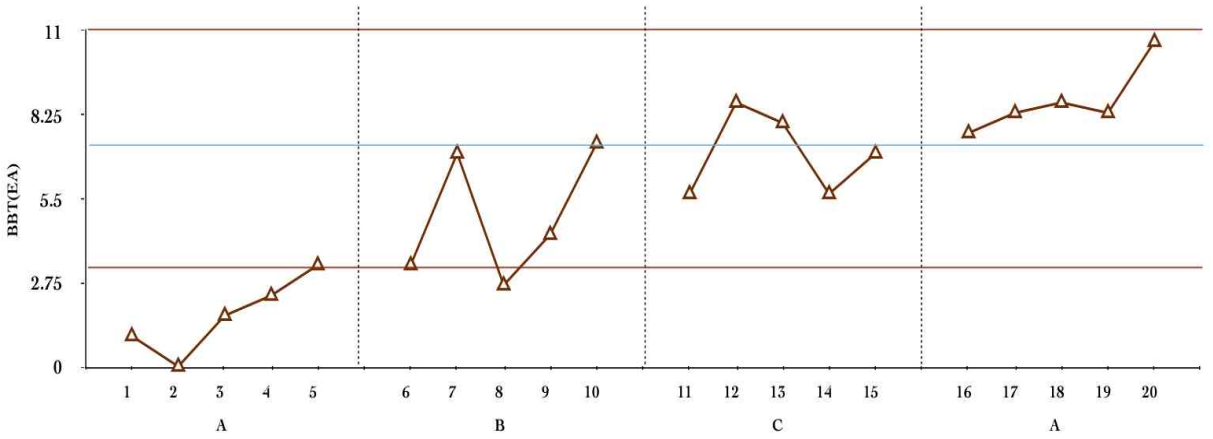


**Figure 2.** The difference between each period in the BBT score during the study (BBT: Box-and-Block Test, EA: each).

림에 제시하였다(Figure 1). PNF 훈련을 적용한 기간의 평균 점수는 39점으로 29.60점이었던 초기에 비해 24.10%가 향상되었으며, 동작관찰 훈련을 적용한 기간의 WMFT 평균 점수는 42.20점으로 초기에 비해 29.86%가 향상되었다. 또한 PNF 훈련을 적용한 기간보다 동작관찰 훈련을 적용한 기간에 7.58%가 향상된 것으로 나타났다. 중재가 끝난 기간에도 WMFT 점수는 40.40점으로 초기에 비해 26.73%가 향상된 상태를 유지하고 있었다.

## 2. Box and Block Test(BBT)

두 번의 기초선과 두 번의 훈련 기간 동안 기민성의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Figure 2). PNF 훈련을 적용한 기간의 평균 점수는 4.93개로 1.67개였던 초기에 비해 66.22%가 향상되었으며, 동작관찰 훈련을 적용한 기간의 BBT 평균 점수는 7개로 76.21%가 향상되었다. 또한 PNF 훈련을 적용한 기간보다 동작관찰 훈련을 적용한 기간에 29.56%가 향상되었으며, 중재가 끝난 기간에도 박스와 나무토막 검사 점수는 초기에 비해 80.93%로 향상된 상태를 유지하고 있었다.

## 3. 잡기와 집기 근력 변화

가. 잡기 근력 검사

두 번의 기초선과 두 번의 훈련 기간 동안 잡기 근력의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Figure 3). PNF 훈련을 적용한 기간의 평균 근력은 2.66 lbs로 2.06 lbs이었던 중재 전 기간에

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

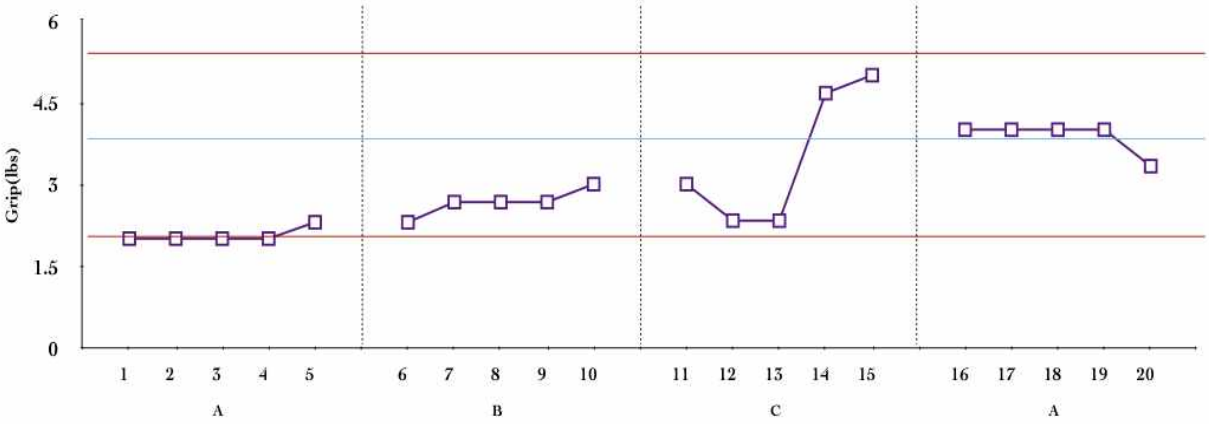


**Figure 3.** The difference each period in the grip strength during the study (lbs: libras).

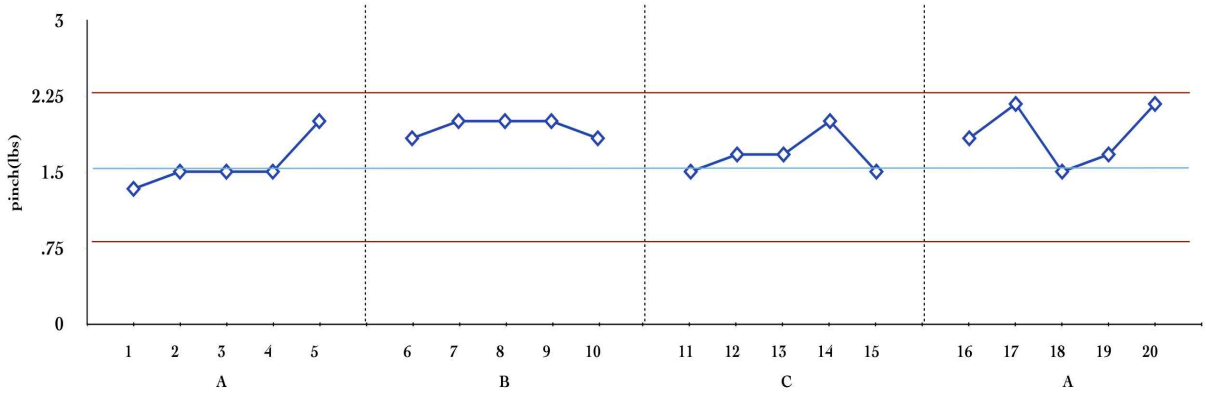


**Figure 4.** The difference between each period in the pinch strength during the study (lbs: libras).

비해 22.61% 향상되었으며, 동작관찰 훈련을 적용한 기간의 평균 근력은 3.47 lbs로 40.57%가 향상되었다. 또한 PNF 훈련을 적용한 기간보다 동작관찰 훈련을 적용한 기간에 23.20%가 향상되었으며, 중재가 끝난 기간에도 잡기 근력은 초기에 비해 46.71%로 향상된 상태를 유지하고 있었다.

나. 집기 근력 검사

두 번의 기초선과 두 번의 훈련 기간 동안 집기 근력의 변화를 알아보기 위해 측정한 값을 아래의 그림에 제시하였다(Figure 4). PNF 훈련을 적용한 기간의 평균 근력은 1.93 lbs로 1.57 lbs이었던 중재 전 기간에 비해 18.94% 향상되었으며, 동작관찰 훈련을 적용한 기간의 평균 근력은 1.67 lbs로 6.12%가 향상되었다. 또한 중재가 끝난 기간의 집기 근력은 초기에 비해 16.17%가 향상된 상태를 유지한 반면, PNF 훈련을 적용한 기간보다 동작관찰 훈련을 적용한 기간에 근력이 15.83% 정도 감소하였다.

## Ⅳ. 고찰

본 연구 결과, PNF 상지 패턴을 적용한 훈련과 상지의 기능적 동작을 관찰하고 그 동작을 모방한 동작관찰 훈련을 통해서 WMFT, BBT, 잡기와 집기 근력이 향상되었다. 또한 PNF 훈련 기간보다 동작관찰 훈련 기간에 더 큰 향상을 보였다.

PNF를 적용한 훈련이 뇌졸중 환자의 보행 및 계단 오르기 수행 능력에 미치는 효과를 알아본 연구에서는 (Kim, 1999) 대상자에게 PNF의 골반 및 하지 패턴을 적용한 결과, 보행 및 계단 오르기 수행 능력이 향상되었고, 동작 수행에 대한 두려움이 줄어들었다. 또한 퇴

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

행성 슬관절염 환자들에게 PNF 하지 패턴을 적용한 결과 통증 감소, 기능 향상, 근력, 지구력, 협응력이 향상되었고(Jung 등, 2007), Choi 등(2005)은 노인들에게 12주 동안 PNF 운동프로그램을 적용한 후 유연성, 민첩성, 근력 및 지구력이 향상되었다고 하였다.

또한, 오십견 환자 20명에게 PNF 상지 패턴을 적용한 결과 통증 감소와 관절가동범위 증가를 보였다(Song, 1995). 11명의 척수손상 환자들에게 8주 동안 PNF 훈련 후 상지 근력과 상지 운동기능의 변화를 알아보았다(Shin과 Lee, 2004). 그 결과 휠체어를 미는 힘과 휠체어가 이동하는 속도가 향상되었음을 보고하였다. 본 연구에서도 뇌졸중 환자의 상지 운동기능 향상을 위해 PNF에서 제시하고 있는 어깨뼈 및 상지 패턴을 적용하여 연구한 결과, PNF 패턴 훈련 기간 동안 운동기능, 민첩성, 잡기와 집기 근력이 향상된 것을 확인할 수 있었다. PNF 상지 패턴을 적용한 결과는 PNF 특유의 나선형 패턴이 연부조직의 근 방추와 골지건기와 같은 고유수용기를 자극하여 정상적인 반응을 촉진함으로써 근작용을 활성화한 것으로 판단된다.

하지만 본 연구에서 과제지향적인 동작관찰 훈련 기간에 PNF를 적용한 기간보다 상지 운동기능이 보다 더 향상되었다. Lee와 Kim(2011)은 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 일상생활동작을 촬영한 동영상을 관찰하고 모방한 후 연습하도록 하였다. 관찰한 동작은 수도꼭지 조작하기, 빨래 접기, 전화 걸기, 병뚜껑 열기 등이었다. 훈련 후 대상자들의 상지 기능은 향상되었으며 2주 후까지 유지된 것으로 나타났다. 또한 만성 뇌졸중 환자들을 두 군으로 나누고 실험군에는 일상생활동작의 동영상을 보여주고 관찰한 동작을, 대조군은 기호나 글자를 관찰하고 같은 동작을 연습하도록 하였다. 연구 결과, 동작을 관찰하고 훈련을 한 실험군이 대조군에 비해 팔 기능에서 유의한 향상이 있었다(Ertelt 등, 2007). 본 연구 결과에 따르면, 동작관찰 훈련 기간 동안 집기의 평균 근력이 PNF 훈련 기간에 비해 감소된 것으로 나타났다. 이는 동작관찰 훈련에 사용된 동영상 과제들이 집기 활동에 관여하는 근육들을 직접적으로 훈련시키기 어려운 과제들로 이루어져 있기 때문에 PNF 패턴을 적용한 훈련 기간에 비해 동작관찰 훈련 기간에 근력이 감소된 것으로 생각된다.

최근 파킨슨 환자를 대상으로 4주 동안 주 3회 동작관찰 훈련을 적용한 연구에서는 동작관찰이 파킨슨 환자의 걷기 능력을 회복하는데 이점을 제공한다고 하였다(Pelosin 등, 2010). 실험군은 동작을 관찰한 후 관찰한 동작을 연습하였고, 대조군은 움직임과 관련 없는 풍경을 관찰하였다. 연구 결과 동작관찰 훈련 후 실험군의 보행동결(freezing of gait)이 감소하였고 일정기간 동안 유지되었다. 또한 근골격계 수술 환자들을 대상으로 동작관찰 훈련을 적용한 후 실험군의 대상자들은 대조군에 비해 Functional Independence Measure, Tinetti Scale 점수에서 많은 향상을 보였다.

동작을 관찰하는 동안 인간의 뇌에서도 변화가 나타난다는 연구가 있다(Haslinger 등, 2005; Kim 등, 2010). 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 대조군, 신체 훈련군, 동작관찰 훈련군으로 나누어 동작을 관찰하는 동안 운동유발전위를 확인한 결과 동작관찰 훈련군에서 가장 강한 운동유발전위가 발생하였다(Kim 등, 2010). 또한 일반인과 피아노 연주자를 대상으로 피아노를 연주하는 동작을 관찰하는 동안 활성화되는 뇌 영역을 관찰하였다(Haslinger 등, 2005). 연구 결과, 동작을 관찰하는 동안 피아노 연주자들에서 이마-마루-관자엽 네트워크가 더 강하게 활성화하였는데 연구자들은 이를 동작관찰 시 특정한 내적 네트워크와 밀접한 관련이 있다고 해석하였다. 동작관찰 시 작동하는 내적 네트워크에 관여하는 관찰-실행 맞추기 시스템(observation-execution matching system)으로 간주되는 영역인 양쪽 감각운동영역, 양쪽 측두엽이랑, 보완운동영역 등에서 뇌 활성화가 나타났다(Ertelt 등, 2007). 또 다른 연구에서 일반인에게 기타코드 관찰하기, 휴식, 관찰한 코드 모방하기, 관련 없는 움직임하기로 구성된 4개의 조건을 관찰하도록 하였다(Buccino 등, 2004). 연구 결과, 기타코드 관찰하기 조건에서는 아래마루엽과 배쪽 운동앞겉질, 아래마루이랑 덮개 부분이 활성화되었으며, 관찰한 코드 모방하기 조건에서는 더욱 강하게 활성화되었다. 이는 실행하는 동안 활성화되는 운동 시스템과 관찰하는 동안 활성화되는 운동 시스템이 동일하게 활성화됨을 의미한다. 이와 같은 연구 결과 해석들을 토대로 본 연구 결과에서도 마찬가지로 일상생활에서 자주 접하게 되는 병뚜껑 열기, 수도꼭지 조작하기, 도장 찍기와 같은 동작들을 관찰할 때 대상자의 관찰-실행 맞추기 시스템 영역이 활성화되어 상지 운동기능의 향상으로 이어졌다고 추론할 수 있다.

본 연구에서는 한 명의 대상자에게 적용하여 연구 결과의 효과를 일반화하기 어렵고, 발병 후 3개월이 지났기 때문에 자연적 회복 가능성을 명확하게 배제하지

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

못한 제한점이 따른다. 따라서 추후 연구에서는 보다 많은 대상자를 참여시키고, 대조군을 추가하여 실험 설계가 이루어져야 할 것이다.

## Ⅴ. 결론

본 연구는 전통적으로 임상에서 주로 사용되는 접근법인 PNF 훈련과 최근 새로운 접근법으로 제안된 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 상지 운동기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 진행되었다. 연구 결과, PNF 훈련과 동작관찰 훈련을 적용한 후 WMFT, BBT, 잡기와 집기 근력의 측정을 통해 뇌졸중 환자의 상지 운동기능이 향상되었음을 확인하였다. 본 연구 결과를 토대로 현재 재활환경에서 적용하고 있는 PNF와 같은 접근법에 MNS를 기전으로 한 동작관찰 훈련을 결합한 중재를 제공한다면 뇌졸중 환자들의 상지운동기능에 추가적인 효과를 얻을 수 있을 것이다.

## References

Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An illustrated guide. 3rd ed. Heidelberg, Springer, 2008:2-3.

Andersen LL, Magnusson SP, Nielsen M, et al. Neuromuscular activation in conventional therapeutic exercises and heavy resistance exercises: Implications for rehabilitation. Phys Ther. 2006;86(5):683-697.

Aziz-Zadeh L, Koski L, Zaidel E, et al. Lateralization of the human mirror neuron system. J Neurosci. 2006;26(11):2964-2970.

Bellelli G, Buccino G, Bernardini B, et al. Action observation treatment improves recovery of postsurgical orthopedic patients: Evidence for a top-down effect? Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(10):1489-1494. http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.07.013

Buccino G, Binkofski F, Fink GR, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: An fMRI study. Eur J Neurosci. 2001;13(2):400-404.

Buccino G, Riggio L. The role of the mirror neuron system in motor learning. Kinesiology. 2006;38(1):5-15.

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.

Celnik P, Webster B, Glasser DM, et al. Effects of action observation on physical training after stroke. Stroke. 2008;39(6):1814-1820. http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.508184

Chae J, Johnston M, Kim H, et al. Admission motor impairment as a predictor of physical disability after stroke rehabilitation. Am J Phys Med Rehabil. 1995;74(3):218-223.

Choi JH, Lee KM, Kim HJ, et al. Effects of supplemental PNF and weight training on the daily activity-related physical function and isokinetic muscular function of knee joint in the elderly. The Korean Journal of Physical Education. 2005;44(1):693-701.

Dobkin BH. Training and exercise to drive poststroke recovery. Nat Clin Pract Neurol. 2008;4(2):76-85. http://dx.doi.org/10.1038/ncpneuro0709

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.

Ewan LM, Kinmond K, Holmes PS. An observation-based intervention for stroke rehabilitation: Experiences of eight individuals affected by stroke. Disabil Rehabil. 2010;32(25):2097-2106. http://dx.doi.org/10.3109/09638288.2010.481345

Franceschini M, Agosti M, Cantagallo A, et al. Mirror neurons: Action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. Eur J Phys Rehabil Med. 2010;46(4):517-523.

Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, et al. Action recognition in the premotor cortex. Brain. 1996;119(Pt 2):593-609.

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

Garrison KA, Winstein CJ, Aziz-Zadeh L. The mirror neuron system: A neural substrate for methods in stroke rehabilitation. Neurorehabil Neural Repair. 2010;24(5):404-412. http://dx.doi.org/10.1177/1545968309354536

Grafton ST, Arbib MA, Fadiga L, et al. Localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. 2. Observation compared with imagination. Exp Brain Res. 1996;112(1):103-111.

Haslinger B, Erhard P, Altenmuller E, et al. Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. J Cogn Neurosci. 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 Biol. 2005;3(3):e79.

Iacoboni M, Woods RP, Brass M, et al. Cortical mechanisms of human imitation. Science. 1999;286(5449):2526-2528.

Jette DU, Latham NK, Smout RJ, et al. Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities. Phys Ther. 2005;85(3):238-248.

Jung HS, Bae SS, Jung YW. Effect on muscle questionnaire of knee osteoarthritis with lower extremity patterns of the proprioceptive neuromuscular facilitation. Korean Soc Phys Med. 2007;2(1):21-30.

Kawahira K, Shimodozono M, Ogata A, et al. Addition of intensive repetition of facilitation exercise to multidisciplinary rehabilitation promotes motor functional recovery of the hemiplegic lower limb. J Rehabil Med. 2004;36(4):159-164.

Kim DK. Change of walking and stair up in hemiplegia by proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. J Korean Soc Phys Ther. 1999;11(3):57-64.

Kim JM, Yang BI, Lee MK. The effect of action observational physical training on manual dexterity in stroke patients. Phys Ther Korea. 2010;17(2):17-24.

Lee MK, Kim JM. The effect of action observational training on arm function in people with stroke. Phys Ther Korea. 2011;18(2):27-34.

Maeda F, Mazziotta J, Iacoboni M. Transcranial magnetic stimulation studies of the human mirror neuron system. International Congress Series. 2002;1232:889-894.

Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, et al. Adult norms for the box and block test of manual dexterity. Am J Occup. 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. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(6):750-755.

Muthukumaraswamy SD, Johnson BW, McNair NA. Mu rhythm modulation during observation of an object-directed grasp. Brain Res Cogn Brain Res. 2004;19(2):195-201.

Oberman LM, Hubbard EM, McCleery JP, et al. EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. Brain Res Cogn Brain Res. 2005;24(2):190-198.

Park BK, Yang JH. Motor recovery of the upper extremity following stroke. Korean J Stroke. 2003;5(1):89-95.

Pelosin E, Avanzino L, Bove M, et al. Action observation improves freezing of gait in patients with Parkinson's disease. Neurorehabil Neural Repair. 2010;24(8):746-752. http://dx.doi.org/10.1177/1545968310368685

Refshauge KM, Ada L, Ellis E. Science-Based Rehabilitation: Theories into practice. Oxford, Butterworth-Heinemann, 2005:1-3.

Rizzolatti G. The mirror neuron system and its function in humans. Anat Embryol (Berl). 2005;210(5-6):419-421.

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

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2015.22.1.069

Pract Neurol. 2009;5(1):24-34. http://dx.doi.org/10.1038/ncpneuro0990

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.

Shin YI, Lee HS. The effect of elastic band based of PNF pattern on the U/E function in the spinal cord injury patient. J Korean Soc Phys Ther. 2004;16(3):152-160.

Song MS. A study on comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and general exercise in the treatment of frozen shoulder. The Journal of Korean Academy of Physical Therapist. 1995;2(2):487-494.

Strafella AP, Paus T. Modulation of cortical excitability during action observation: A transcranial magnetic stimulation study. Neuroreport. 2000;11(10):2289-2292.

Tremblay C, Robert M, Pascual-Leone A, et al. Action observation and execution: Intracranial recordings in a human subject. Neurology. 2004;63(5):937-938.

Umilta MA, Kohler E, Gallese V, et al. I know what you are doing. A neurophysiological study. Neuron. 2001;31(1):155-165.

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. Exp Neurol. 1989;104(2):125-132.

This article was received September 13, 2014, was reviewed September 16, 2014, and was accepted October 30, 2014.