

## 신경피먹임 뇌파 훈련과 컴퓨터보조 인지 재활훈련이 뇌졸중 환자의 인지와 상지기능에 미치는 영향

정민우\*, 심선화\*\*

\*건강보험공단 일산병원 작업치료실

\*\*연세대학교 작업치료학과 대학원

### 국문초록

목적 : 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 신경피먹임(Neurofeedback; NFB)을 통한 뇌파 훈련과 컴퓨터보조 인지 재활(Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation; CACR) 훈련이 뇌졸중 환자의 인지, 상지기능에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

연구방법 : 뇌졸중 후 3개월에서 1년 이내이며, 경기도 소재 병원에서 입원치료중인 환자 44명을 NFB군(14명)과 CACR군(14명), 대조군(16명)의 세 그룹으로 배치시켰다. NFB 훈련과 CACR 훈련은 6주간에 걸쳐 실시하였으며 사전, 사후 평가기간을 포함하여 총 9주간 연구를 진행하였다. 측정은 인지, 상지 기능을 측정하였으며 훈련 전후와 그룹간의 인지, 상지 기능의 변화를 분석하였다.

결과 : 연구대상자들의 훈련방법에 따른 인지기능의 차이를 알아보기 위해 한국형 간이정신상태 검사(Mini-Mental State Examination-Kore; MMSE-K) 총점의 변화를 분석한 결과 NFB군은 실험 전 16.92 점에서 실험 후 20.50 점으로 유의한 차이를 보였고 CACR군은 실험 전 17.85 점에서 실험 후 22.14 점으로 유의한 차이를 보였으며 대조군도 실험 전 18.62 점에서 실험 후 19.25 점으로 유의한 차이를 보였다. 그러나 사후검정 결과 실험방법 간 차이는 보이지 않았다. 상지기능의 차이를 알아보기 위해 뇌졸중 상지 기능인 뇌졸중 상지 기능 검사(Manual Function Test; MFT) 총점을 분석한 결과 상지운동 영역에서 NFB군은 실험 전 4.64 점에서 실험 후 5.50 점으로 유의한 차이를 보였고 CACR군은 실험 전 3.92 점에서 실험 후 5.35 점으로 유의한 차이를 보였으며 대조군도 실험 전 3.68 점에서 실험 후 4.75 점으로 유의한 차이를 보였다. 그러나 사후검정 결과 실험방법 간 차이는 보이지 않았다.

결론 : 본 연구는 NFB 훈련과 CACR 훈련, 전통적 재활훈련 이후 인지기능과 상지 기능의 향상을 제시하였으며 앞으로 각 개인에게 적절한 훈련방법을 적용한 NFB 훈련과 CACR 훈련 프로그램 개발 및 프로토콜이 제시되어야 할 것이다.

주제어 : 뇌졸중, 상지기능, 신경피먹임 뇌파 훈련, 인지기능, 컴퓨터보조 인지 재활 훈련

## I. 서론

뇌졸중은 만성적인 장애를 유발하는 주요한 요인이 되고 있다. 신경학적 이상으로 발생된 뇌졸중은 신체적, 인지적, 행동적 문제를 초래하여 운동기능의 장애, 감각 장애, 인지장애 등의 많은 증상을 나타내게 된다(Thrift, Dewey, Macdonell, McNeil, & Donnan, 2000). 이러한 기능적 장애들은 상호적으로 뇌졸중 환자의 재활과 사회 통합에 영향을 주게 되어 뇌졸중 환자의 삶의 질의 저하를 초래하게 만든다(Mercier, Audet, Hebert, Rochette, & Dubois, 2011). 많은 연구에서 이러한 운동, 인지, 지각적 기능장애로 인한 영향을 감소시키고 기능적 회복을 촉진하는 다양한 중재에 대한 접근을 시도하고 있다. 특히 여러 연구자들이 일상생활활동의 참여에 영향을 끼치는 주요한 요인의 하나로 인지 및 지각적 손상을 지목하고 있다(이택영과 김장환, 2001). 또한 운동기능의 회복이 가능한 환자에게서도 인지와 지각기능의 손상은 재활을 어렵게 하는 요소가 된다고 하였다(백지영, 2001).

인지 재활을 위해 전통적인 인지치료법과 함께 폭넓게 사용되는 방법은 컴퓨터보조 인지 재활(Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation; CACR) 훈련이다. CACR은 기억력 장애를 가진 뇌손상 환자의 기억력 향상을 위해 사용하기 시작되었다(Glisky, Schacter, Tulving, 1986). 컴퓨터 보조 인지 치료는 측정과 기록의 객관성이 보장되고 손상된 영역을 자극할 수 있도록 환자의 신경심리적 패턴(neuropsychological pattern)에 기초한 개별화된 치료를 제공한다는 장점이 있다(Talassi et al., 2007). 그리고 치료에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있는 효과 대비-비용 절감도 장점이 된다(Kasten, W st, Behrens-Baumann, & Sabel, 1998). 또한 환자의 과제 수행 능력을 객관적으로 평가할 수 있고 즉각적인 피드백을 제공하며(Chen, Thomas, Glueckauf, &

Bracy, 1997) 인지의 세부 영역별로 표준화되고 구조화된 훈련 과제를 제공할 뿐 아니라 개인의 인지 수준에 맞게 과제의 난이도를 조절할 수 있어 사용이 증가되고 있다(Chen et al., 1997; Gontkovshy, McDonald, Clark, & Ruwe, 2002). 또한 문화적 이질감과 언어 차이로 인한 문제점을 없애기 위해 우리말과 글로 변환시킨 기억력 재활 치료 프로그램화하여 임상적 적용을 시행하고 있으며 효과에 대한 연구들이 진행되고 있다(김연희 등, 2003; 백지영과 이병희, 2002).

최근 들어 인지기능 향상을 위한 또다른 치료방법으로 신경피드백(Neurofeedback; NFB)을 통한 뇌파 훈련이 시도되고 있다(Serruya & Kahana, 2008). NFB 훈련은 뇌파를 이용한 신경피드백으로서 환자는 자신의 뇌파 상태를 모니터를 통해 그 피드백을 실시간으로 전달받게 되어 그에 따라 뇌파를 의도하는 방향으로 조절하게 된다. 보통 정상인의 경우엔 잠재능력 향상을 목적으로, 환자의 경우 임상증상 개선을 목적으로 시행하게 된다(Nelson, 2007).

NFB 훈련은 환자가 시각적, 청각적 피드백을 받아 자신의 특정 주파수를 강화시키거나 억제시킴으로써 뇌파를 정상화시켜 대뇌의 기능을 향상시키는 것을 목적으로 한다(Cortoo, Verstraeten, & Cluydts, 2006; Wing, 2001). 또한 신경피드백을 통해 습득된 학습 효과는 충분한 반복 훈련을 통해 이전의 비정상적인 뇌 활동 형태의 역치를 넘어서게 되면 훈련을 마친 뒤에도 그 패턴이 의식적으로 노력하지 않더라도 장기간 유지될 수 있다(김동구, 2004). 특정 뇌파를 활성화시키거나 억제하는 훈련을 하는 신경피드백에 적용되는 훈련방법은 목적에 따라 훈련시키는 뇌파의 종류가 다르며 환자의 질환이나 증상 등에 따라 달라지며, 목적에 따라 강화하고자 하는 보상 주파수대(reward band)와 억제하고자 하는 억제 주파수대(inhibit band)를 결정하게 된다(김동구, 박형배와 안영우, 2005).

NFB 훈련은 정상인의 기억력 향상에도 효과가 있으

며 뇌손상을 가진 환자의 재활에 효과가 있다고 하였고(Kirtley, 2000) 집중력, 인지기능, 운동기능, 과잉 행동조절 등의 향상에 효과가 있다는 연구가 이루어 졌다(Bearden, Cassisi, & Pineda, 2003; Nelson, 2007; Sterman, 2010; Thornton & Carmody, 2005; Wing, 2001). 국내에서도 신경퇴먹임을 이용한 주의력 저하 치료, 불면증 치료, 공황장애 치료 등에 대한 임상 연구를 통해 다양한 질환들이 비정상적인 뇌파 형태와 관련이 있다고 보고하였다(강원구 등, 2009; 서호석과 박형배, 2007; 신기석, 이영진, 이용호, 성형모와 서호석, 2009). 그러나 기존의 NFB 훈련에 대한 연구 중 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구는 단일 사례 연구로 제한되어 있고 무작위 통제 연구 역시 부족한 실정이다. 또한 CACR 훈련의 효과와 뇌파의 변화를 비교하여 살펴본 연구도 드물며 뇌졸중 환자를 단일 대상 질환으로 한 객관적이고, 타당성 있는 연구가 부족하다고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 NFB 훈련과 CACR 훈련을 통해 뇌졸중 환자의 인지, 상지 기능에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

대상자는 2010년 12월부터 2011년 1월까지 경기도 I 종합병원에 입원치료를 받는 환자 중 작업치료와 물리치료 대상인 뇌졸중 환자로 NFB군, CACR군과 대조군에 입원 순서에 따라 무작위 배치하였다. 대상자의 선정기준은 발병 3개월부터 1년 이내인 뇌졸중 편마비 환자로 언어적 지시 따르기가 가능하고 적절한 의사소통이 가능한 경우이다. 또한 검사도구의 검사가 모두 실시 가능하고 MMSE-K 검사상 23점 이하에 해당하는 경우를 대상으로 선정하였다. 대상자 제외기준으로는 양측마비 환자이거나 학력이 무학인 경

우이거나 편측 무시가 있는 경우, 지난 2년간 신경퇴 먹임 뇌파 훈련과 컴퓨터 보조 인지 훈련의 경험이 있는 경우를 제외시켰다. 또한 본 연구는 실험을 이해하고, 예상 효과와 부작용에 대한 충분한 설명을 들은 후 연구 참여에 대한 동의서에 서명한 환자만을 대상으로 하였다.

### 2. 연구도구 및 방법

#### 1) NFB 훈련

NFB 훈련을 위한 기기는 뉴로사이버네틱스에서 제작한 뉴로컴프 시스템(NeuroComp System)을 사용하였으며 중계기와 치료사용 모니터 화면(EEG therapist view), 환자용 모니터 화면(EEG client view), 컴퓨터, EEG 센서, 케이블(cable)과 전극(electrodes) 등으로 구성된다. 본 연구에서 사용된 NFB 훈련 방법은 베타-SMR 훈련 모드이며 눈을 뜬 상태로 수행하고 퇴먹임을 위한 보상 형태는 청각적 보상과 시각적 보상의 두 가지 형태로 주어진다. 보상 뇌파(보상 대역 주파수)는 선정된 대뇌 피질의 위치에 따라 12~15 Hz의 SMR과 또는 15~18 Hz의 Mid-베타파로 설정되고 억제 뇌파는 2~5 Hz의 델타파와 22~36 Hz의 High-베타파 두 가지가 동시에 설정된다(Scott, Kaiser, Othmer, & Sideroff, 2005; Sokhadze, Cannon, & Trudeau, 2008; Sterman, & Egnor, 2006). 본 실험을 위해 설정된 훈련시간은 30분으로 하였는데 3분간의 훈련 모드를 10회 실시하였다.

NFB 훈련에서 사용되는 전극(electrode, sensor)은 두피에 부착되며 진동기록기(oscillograph)에 기록되는데 눈을 감은 경우 눈을 떴을 때보다 뇌파가 더 느리다(Robbins, 2000). 전극의 위치는 10-20 국제표준화 체계(Standard International 10-20 system)에 의해 결정되는데 이것은 전극의 위치를 결정하는 정해진 규칙으로서 각 전극의 간격을 전체 둘레의 10~20%로 나누어 결정한 것을 말한다(Thornton &

Carmody, 2005; Wilson & Fisher, 1995; Wing, 2001).

환자용 모니터에는 뇌파 훈련을 수행하기 위한 수행 활동이 게임의 형태로 나타나는데 게임의 종류는 선택할 수 있도록 구성되어 있으며 본 연구에서는 여러 가지 뇌파 훈련용 게임 중에서 환자들에게 접근하기 쉬운 난이도이며 흥미를 유발시키기에 좋은 우주 비행 피드백 게임(space race), 미로통과 피드백 게임(mazes), 화산섬 탈출 피드백 게임(island), 상자 크기 변경시키기 피드백 게임(boxlight) 등의 4가지 게임 방법을 사용하였다. 환자는 전극을 부착한 상태로 모니터를 주시하며 각성 상태를 조절하여 게임을 진행하는데, 환자에 대한 보상은 시각적 보상방법과 청각적 보상방법의 2가지가 있다. 예를 들어 우주 비행 피드백 게임의 시각적 보상방법은 활성화 정도에 따라 환자용 모니터에서 우주선이 앞으로 전진하거나 정지하도록 구성되어 있다. 전극이 부착된 부위의 각성 수준이 치료자가 조건화한 뇌파 상태를 유지할 때, 즉 보상 뇌파는 역치 이상의 전압을 유지하며 억제 뇌파는 역치 이하의 전압을 유지할 때 게임이 진행되며 뇌파가 적절하게 조절된다.

## 2) CACR 훈련

본 연구에 사용된 CACR 훈련 프로그램은 RehaCom으로 인지 기능의 장애나 결핍이 있는 환자를 대상으로 컴퓨터를 이용하여 인지재활 치료를 할 수 있도록 1989년 개발되어 임상에서 사용되고 있으며 선행 연구들에서 사용되었다(Eriksson & Dahlin-Ivanoff, 2002). 치료가 진행되는 동안과 종료 후에 결과에 대한 피드백을 제공되는데, 이러한 피드백을 통해 학습이 진행되고 환자에게 적절한 학습 전략을 개발하게 된다(Computer Aided Cognitive Rehabilitation, 2001). RehaCom은 별도의 조이스틱과 터치스크린을 입력 장비로 선택할 수 있으며 환자는 앉은 자세에서 화면을 보며 반응보드를 통해 치료과정을 수행할 수 있다.

본 연구에서는 RehaCom의 여러 가지 CACR 프로그램 중 주의력과 집중력, 기억력 프로그램을 선택하여 환자의 기능수준에 맞추어 회당 30분씩 적용하였는데 주의력과 집중력에서는 주의력과 집중력, 동시적 주의력, 선택적 주의력 프로그램을 사용하였고 기억력은 위치 기억력, 단어기억력, 그림기억력, 언어성 기억력 프로그램을 사용하였다.

## 3) 한국형 간이 정신상태 검사

(Mini-Mental State Examination-Kore; MMSE-K) MMSE-K는 MMSE(Folstein, Folstein, & McHugh, 1975)를 우리나라의 문화적 특성에 맞게 번안하여 수정 보완한 인지기능검사이다. MMSE-K는 총 6개 영역의 12문항으로 구성되어 있으며 6개 영역은 시간에 대한 지남력, 장소에 대한 지남력, 기억등록, 주의집중 및 계산, 언어기능 및 기억회상이며 항목별 배점은 시간에 대한 지남력(5점), 장소에 대한 지남력(5점), 기억등록(3점), 기억회상(3점), 주의집중 및 계산(5점), 언어기능(7점), 이해 및 판단(2점)이다. 최고 점수는 30점으로 점수가 높을수록 인지기능이 좋은 것을 의미하는데 24점 이상은 '정상', 18~23점은 '경도의 인지기능 저하', 17점 이하는 '고도의 인지기능저하'로 분류되며(Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) 검사자간 신뢰도는  $r=.999$ 이다(권용철, 박종한, 1989).

## 4) 뇌졸중 상지 기능 검사

### (Manual Function Test; MFT)

MFT는 뇌졸중 편마비 환자의 상지기능 및 동작 능력 측정검사도구로 일본 동북대학 의학부에서 개발되었으며 상지운동 4항목, 파악 2항목, 수지조작 2항목으로 구성되어 있다. 득점은 각 하위검사가 가능한 경우 1점, 불가능한 경우 0점이며 원점수는 전 항목의 총계로 만점은 하부검사의 득점인 32점이다. MFS(manual function score)는 32점을 100점 만점 환산한 점수로 나타낸 것으로 하부항목 점수에 3.125를

곱한 점수이다. 상지 기능의 회복 과정과 일상생활 동작에 있어서의 실용수준을 반영하고 객관적으로 실시하기 쉽게 고안되어 있고 우리나라에서는 채경주와 이한석(1997)에 의해 정상 표준치가 연구되었으며 환자상지의 기능적 상태를 잘 반영하는 것으로 나타났다(이한석, 1996). Miyamoto, Kondo, Suzukamo, Michimata와 Izumi(2009)의 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 검사-재검사 신뢰도, 검사자간 신뢰도 모두 .95, Brunnstrom 손의 회복단계와의 상관은 .8 이상으로 높게 나타났다.

### 3. 연구절차

병원에 내원한 뇌졸중 환자 중에서 연구에 동의한 환자를 대상으로 대상자의 일반적 특성인 성별, 나이, 몸무게, 키, 학력과 병변과 관련된 의학적 정보에 대해 조사하였다. MMSE-K 평가 기준에 해당되는 대상을 실험 방법에 따라 중 NFB군과 CACR군, 대조군의 세 그룹으로 배치시켰다. 대상자는 NFB군 14명, CACR군 14명, 대조군 16명으로 총 44명이 실험에 끝까지 참여하고 사후검사를 하였다. NFB 훈련과 CACR 훈련은 병원의 입원기간을 고려하여 6주간에 걸쳐 실시하였으며 대상자 모집이 순차적으로 진행되어 총 9주간 연구를 진행하였다. 평가는 인지, 상지 기능을 측정하였으며 대조군은 6주간 주당 5회, 회당 30분씩 전통적인 재활훈련인 작업치료와 물리치료를 받고, NFB군과 CACR군은 대조군과 같은 횟수의 재활훈련을 받았으며 NFB 훈련과 CACR 훈련을 각각 6주간 주당 5회, 30분씩 추가로 훈련 받았다.

### 4. 자료분석

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. 본 자료는 Kolmogorov-Sminorv 검정법에 의한 변수들의 정규성 검정을 실시한 결과, 모든 변수가 정

규분포 하였다. 그룹 내 훈련에 따른 종속변수의 전후 비교를 위하여 대응표본 *t* 검정을 실시하였다. 또한 세 그룹 간 훈련방법에 따른 종속변수의 차이를 비교하기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며 사후검정으로 Scheffe법을 사용하였다. 모든 통계학적 유의수준은 .05 이하로 하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 연구대상자의 특성

본 실험에서의 대상자는 남녀 총 44명으로 NFB군 14명, CACR군 14명, 대조군 16명으로 하였다. 그 결과 일반적 특성에서 연령, 신장, 체중, 병변유형, 마비부위, 발병기간에서 집단별 차이를 보이지 않았다(표 1).

### 2. 훈련방법에 따른 인지의 변화

훈련방법에 따른 인지기능 변화의 차이를 알아보기 위해 실시한 MMSE-K의 결과 MMSE-K 총점에서 NFB군은 실험 전 16.92 점에서 실험 후 20.50 점으로 유의한 차이를 보였고( $p < .01$ ) CACR군은 실험 전 17.85 점에서 실험 후 22.14 점으로 유의한 차이를 보였으며( $p < .01$ ) 대조군도 실험 전 18.62 점에서 실험 후 19.25 점으로 유의한 차이를 보였다( $p < .01$ ). 그러나 사후검정 결과 실험방법 간 차이는 보이지 않았다(표 2).

### 3. 훈련방법에 따른 상지기능의 변화

뇌졸중 상지 기능 평가인 MFT를 통한 상지기능에 있어서의 변화는 다음과 같다(표 3). 상지운동 영역에서 NFB군은 실험 전 4.64 점에서 실험 후 5.50 점으로 유의한 차이를 보였고( $p < .01$ ) CACR군은 실

험 전 3.92 점에서 실험 후 5.35 점으로 유의한 차이를 보였으며( $p < .01$ ) 대조군도 실험 전 3.68 점에서 실험 후 4.75 점으로 유의한 차이를 보였다( $p < .01$ ). 그러나 사후검정 결과 실험방법 간 차이는 보이지 않았다.  
MFT 총점에서 NFB군은 실험 전 5.35 점에서 실험

후 6.42 점으로 유의한 차이를 보였고( $p < .01$ ) CACR군은 실험 전 4.71 점에서 실험 후 6.42 점으로 유의한 차이를 보였으며( $p < .01$ ) 대조군도 실험 전 4.37 점에서 실험 후 5.56 점으로 유의한 차이를 보였다( $p < .01$ ). 그러나 사후검정 결과 실험방법 간 차이는 보이지 않았다.

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

(N=44)

분류	NFB군(n=14) (M ± SD)	CACR군(n=14) (M ± SD)	대조군(n=16) (M ± SD)	$\chi^2/t$	p
연령 (세)	62.21 ± 6.27a	63.07 ± 5.47	64.06 ± 8.88	.567	.905
신장 (cm)	165.78 ± 6.04	166.57 ± 7.36	168.06 ± 6.43	1.019	.250
체중 (kg)	69.35 ± 5.74	70.50 ± 10.39	68.93 ± 7.31	.781	.575
병변유형(명)			16	3.172	.070
뇌경색(%)	10(64.3)	9(71.4)	9(56.3)		
뇌출혈(%)	4(35.7)	5(28.6)	7(43.7)		
마비부위(명)	14	14	16	.364	.546
오른쪽(%)	7(50)	9(64.3)	8(50)		
왼쪽(%)	7(50)	5(35.7)	8(50)		
발병기간(개월)	5.92 ± 2.23a	5.14 ± 2.21	6.56 ± 1.54	1.222	.101

표 2. 훈련방법에 따른 인지 기능(MMSE-K)의 변화

(N=44)

항목	측정	NFB군(n=14) (M ± SD)	CACR군(n=14) (M ± SD)	대조군(n=16) (M ± SD)	F	p	
총점	전	16.92 ± 3.28	17.85 ± 3.89	18.62 ± 3.46	1.30 4	.282	
	후	20.50 ± 4.71	22.14 ± 3.20	19.25 ± 3.45			
	전후차	-3.57 ± 1.08	-4.28 ± 2.23	-.62 ± .50			
	t	-12.266	-7.179	-5.000			AB   C
	p	.000	.000	.000			

표 3. 훈련방법에 따른 마비측 상지 기능(MFT)의 변화

(N=44)

항목	측정	NFB군(n=14) (M ± SD)	CACR군(n=14) (M ± SD)	대조군(n=16) (M ± SD)	F	p
상지 운동	전	4.64 ± 2.79a	3.92 ± 2.81	3.68 ± 2.77	1.266	.293
	후	5.50 ± 3.29	5.35 ± 2.70	4.75 ± 2.95		
	전후차	-.85 ± .77	-1.42 ± 1.28	-1.06 ± .77		
	t	-4.163	-4.163	-5.506		
	p	.001	.001	.000		
과약	전	.50 ± .51	.71 ± .82	.43 ± .51	1.013	.372
	후	.57 ± .64	.92 ± .82	.50 ± .63		
	전후차	-.07 ± .26	-.21 ± .42	-.06 ± .25		
	t	-1.000	-1.883	-1.000		
	p	.336	.082	.333		
수지 조작	전	.21 ± .42	.07 ± .26	.25 ± .44	.321	.727
	후	.35 ± .49	.14 ± .36	.31 ± .47		
	전후차	-.14 ± .36	-.07 ± .26	-.06 ± .25		
	t	-1.472	-1.000	-1.000		
	p	.165	.336	.333		
총점	전	5.35 ± 3.43	4.71 ± 3.36	4.37 ± 3.46	1.304	.282
	후	6.42 ± 4.16	6.42 ± 3.50	5.56 ± 3.75		
	전후차	-1.07 ± 1.20	-1.71 ± 1.26	-1.18 ± .91		
	t	-3.322	-5.064	-5.216		
	p	.006	.000	.000		

#### IV. 고 찰

뇌졸중 환자들의 신경학적 증상은 뇌반구의 손상으로 인한 운동기능 장애, 인지·지각장애, 언어장애, 정서장애 등인데 이러한 장애들은 감각운동 요소, 인지/인지적 통합요소, 정신사회적/심리적요소를 포함하고 있어 뇌졸중 환자의 독립적인 일상생활

동작 수행을 방해한다. 대부분의 일상생활동작 수행이 손에 의해서 이루어진다고 볼 때, 상지의 기능과 손의 기민성은 매우 중요하다고 볼 수 있다 (Pendleton & Schultz-Krohn, 2006).

인지 전략은 뇌졸중이나 뇌손상 후 인지능력 향상을 위해서 많이 사용되지만 운동 기술 습득을 위한 사용은 거의 드물다(McEwen, Huijbregts, Ryan, &

Polatahko, 2009). 하지만 손상된 기능 회복을 위해서는 운동기술 습득을 위한 운동학습(motor learning)이 필요하며 이 때 기억력, 지각력, 문제해결능력 등의 인지적 요소가 매우 중요한 역할을 수행한다 (Cirstea, Ptito, & Levin, 2006; Guadagnoli & Lee, 2004). Sunderland, Bower, Sluman, Wilcock 와 Ardron(1999)은 뇌졸중 후 마비측의 상지는 기능이 손상되는 경우가 대부분이고 비마비측 상지도 수행능력을 떨어지는 경우가 많으며 이것은 특히 지각이나 움직임 조절하는 인지 기능에 손상이 있는 경우 손의 기민성 저하에 영향을 미친다고 하였다.

뇌파에서 SMR베타파는 운동성과 관련 있으며 자발적인 움직임을 할 때 조절력과 반사와 연관된다 (Thompson & Thompson, 1998). Putmen(2001)은 왼쪽 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 SMR파와 베타파 향상을 위한 NFB 훈련을 수행시킨 결과 환자의 마비측 팔과 다리 관절가동범위와 대동작 조절이 현저하게 향상되었다. 그리고 Wing(2001)은 왼쪽 편마비 뇌졸중 환자에 대한 NFB 치료가 운동 회복에 미치는 효과를 알아보기 위해 고리 끼우기, 페그 끼우기, 장악력 측정을 수행하였는데 3가지 수행과제 모두 양손에서 기능적인 향상을 보였다. Thompson 과 Thompson(1998)은 근육긴장이상(dystonia)을 가진 파킨슨씨병 환자를 대상으로 SMR 향상을 위한 NFB 훈련을 수행시켰는데 그 결과 근육긴장이상 증상이 현저하게 감소되었다. 또한 Bearden 등(2003)의 연구에서 오른쪽 편마비 뇌졸중 환자에 대해 QEEG 적용 훈련의 효과를 알아보고자 손 기능 검사인 Grooved Pegboard Test를 수행시킨 결과 통계적으로 의미있는 결과는 아니지만 치료 전 후 차이를 보였다.

본 연구에서도 마비측 상지 기능 수행도를 알아보기 위해 MFT를 수행시킨 결과 상지 운동 영역과 MFT 총점에서 세 가지 훈련 방법 모두 실험 전후 의미있는 향상을 보였으나 훈련 방법 간의 차이는 보이지 않았다. Crosbie, McDonough, Gilmore와 Wiggam

(2004)은 뇌졸중 환자에 대해 인지훈련을 통해 상지 기능 수행도를 살펴본 결과 80%의 대상자에서 상지 기능의 향상을 보였다고 보고하였고 Page (2000)는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 인지 훈련을 수행한 결과 Fugl-Mayer Assessment를 통한 평가에서 상지 기능의 현저한 향상을 보였다고 하였다.

비록 뇌졸중 상지기능 평가에서 훈련 방법 간 수행도의 차이는 없었으나 인지능력이 임상적으로 의미있는 수준으로 향상된다면 상지의 기능적 향상을 동반시킬 수 있을 것이라 생각된다. 그러므로 운동능력 향상을 위한 재활 프로그램에서도 대상자가 인지 손상을 동반한 경우 그에 대한 적절한 평가와 치료가 병행된다면 운동능력 향상에 더 큰 효과를 볼 수 있을 것이라 생각한다.

최근 들어 컴퓨터 기술이 급격히 발달되기 시작하면서 NFB 훈련은 다양한 손상의 수준을 가진 뇌손상 환자에게 폭넓게 적용시킬 수 있게 되었고 뇌기능과 관련된 여러 영역에서 다양한 효과가 확인되면서 여러 증상과 임상분야에 걸쳐 응용되고 있다(서호석 과 박형배, 2007). NFB를 이용한 뇌파 훈련을 통해 주의집중, 반응시간, 긴장완화, 결정능력과 같은 인지기능 향상을 목적으로 사용하기도 하며 뇌졸중, 외상성 뇌손상과 같은 뇌손상은 물론 노인을 대상으로 한 NFB 훈련에서도 인지 능력 변화에 효과가 있다는 연구들이 발표되고 있다(Vernon et al., 2003; Gnthera, Sch fera, Holznera, & Kemmlera, 2003). 이것은 NFB 훈련을 통해 인지적 결손을 치료하는 것은 물론 예방을 목적으로도 다양하게 활용할 수 있다는 것을 시사한다. EEG를 이용한 NFB 훈련의 예후에 영향을 주는 요인은 치료지속기간이며 치료종결 후 향상된 결과가 얼마나 오랫동안 유지되는지가 가장 중요한 요소이다(Scott, Kaiser, Othmer, & Sideroff, 2005).

뇌손상 환자와 노인, 치매 환자 등의 인지 재활을 위해 임상에서 이용되고 있는 CACR 프로그램은 여러 연구들에서 효과가 확인되었다(Gontkovsky et al., 2002; Lynch, 2002). 인지재활훈련에 있어서 컴퓨터



터 프로그램은 치료의 유연성과 조절 뿐 아니라 치료 시간의 단축, 수행능력의 객관적인 측정, 환자에게 즉각적인 피드백(feedback)을 줄 수 있고 환자의 필요와 수준에 따라 선택하며 난이도를 조절할 수 있는 장점이 있다(Zoltan, 1996).

CACR훈련은 주의력을 통해 지각하고 비교 분석하며 세밀한 차이를 비교하는 등의 자극 인식력, 새로운 과제에 대한 기억화 과정, 언어적 표현, 계획하기 등의 과정이 요구되었다. 이러한 과정이 반복되면서 다양한 뉴런의 활성화를 자극시켰을 것이라 생각되며 주의력과 기억력에 변화를 가져왔다. 인지 기능이 저하된 뇌손상 환자에 대해 인지 재활 훈련을 통해 임상적으로 의미있는 수준의 인지기능 향상을 꾀하고, 동시에 동기, 자신감 향상이나 우울과 같은 정서적 요인에도 도움이 될 것이라 생각된다. 따라서 초기 뇌졸중 환자에 대한 CACR 훈련은 환자의 인지 기능 향상을 통한 일상생활동작의 독립적인 수행을 통해 환자 본인과 가족의 건강한 삶, 심리적, 경제적 부담 절감에도 도움이 될 것이라 기대된다. Gontkovsky 등(2002)은 CACR이 환자의 인지 결함에 대한 효과적인 치료 방법이며 효율적인 프로그램 운영을 통해 효율성 대비 소요 시간의 감소로 치료사의 능률적인 시간 관리가 가능해지며 의료비의 절감 효과도 볼 수 있다고 하였다.

이러한 조건으로 볼 때 컴퓨터 게임을 이용한 NFB 훈련이나 CACR 훈련은 아주 유용한 치료적 중재 방법이다. 회복의 결과는 손상의 부위와 유병기간도 중요하지만 집중적 재활훈련과 재활 기간, 환자의 회복 의지 또한 중요하게 작용한다(Dobkin, 2004). 장기간 지속되는 재활의 과정에 환자의 적극적인 참여가 유지되기 위해서는 재활훈련방법이 기능적이고 효과적이면서도 어렵지 않고 흥미를 유발해야 한다. 본 연구에서 대상자의 평균 나이가 63.11세로 컴퓨터나 전자 장비의 조작이 어려운 노인들이었음에도 불구하고 2번째 시행 후 프로그램의 선택과 과제 수행이 익숙해졌으며 대부분의 대상자들이 NFB 훈련과 CACR

훈련에 열심히 참여하였다.

본 연구에서 상대베타파, 인지 기능과 시지각 등의 향상에도 불구하고 마비측 상지기능이나 일상생활동작의 기능적 향상을 초래하지는 못했다. Laibou, Stubblebine 와 Bounias(2001)도 27명의 뇌손상 환자를 대상으로 NFB 훈련을 수행시킨 결과 알파파와 Mid베타파의 향상은 있었으나 현기증 증세의 감소에는 효과가 없었다고 하였다.

또한 지정된 장소에 설치된 컴퓨터 프로그램은 인지 손상을 가진 거동이 불편하여 치료실로 찾아갈 수 없는 경우 적용시키는데 한계가 있으므로 아이패드와 같이 휴대하기 편리한 장비를 이용하여 NFB 훈련이나 CACR 훈련을 적용시킬 수 있다면 중증환자를 비롯한 다양한 인지 재활이 필요한 대상자들에게 간편하게 이동시켜 적용시킬 수 있을 것이다. 그리고 인지 기능 자체의 단순한 기능적 향상도 중요하겠지만 이러한 여러 가지 수렴요소들의 향상을 통해 환자의 실질적인 삶에서의 작업영역 수행과 삶의 질 향상이 무엇보다도 중요하다고 하겠다.

## V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 NFB 훈련과 CACR 훈련의 적용이 뇌졸중 환자의 인지와 상지기능에 미치는 영향을 알아보려는 목적으로 실시하였다. 연구 방법으로 환자가 쉽게 다룰 수 있고 흥미를 유발하는 게임 형식의 컴퓨터를 이용하는 뇌파 훈련과 인지 훈련을 실시하였고 뇌파, 인지, 상지기능, 일상생활동작의 변화를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 인지 기능은 세 그룹 모두 실험 전후 통계적으로 의미있는 향상을 보였으나( $p < .01$ ) 훈련 방법 간에 통계학적으로 의미있는 차이는 나타나지 않았다.

둘째, 마비측 상지기능 수행은 세 그룹 모두 상지운동 영역과 MFT 총점에서 실험 전후 통계적으로 의미

있는 향상을 보였으나( $p < .01$ ) 훈련 방법 간에 통계학적으로 의미있는 차이는 나타나지 않았다.

앞으로 인지손상을 가진 대상자에게 NFB 훈련과 CACR 훈련의 적용에 있어 재활 목적에 부합되면서 개인에게도 적절한 훈련방법을 찾아 최상의 방법으로 인지 훈련을 적용시킨다면 인지 기능과 상지 회복을 통해 좀 더 빠른 재활을 기대할 수 있을 것이라 생각된다. NFB 훈련과 CACR 훈련 프로그램 개발 및 활성화가 필요하다고 생각되며 추후 뇌 질환의 원인 파악과 함께 인지 및 상지 운동기능 손상 환자들의 뇌 파에 대한 세분화된 연구가 필요할 것이라 생각된다.

## 참 고 문 헌

강원구, 강민희, 양정립, 구은진, 김수경. (2009). 컴퓨터를 이용한 집중력 훈련 프로그램에 대한 일반노인과 치매노인의 뇌 활성화 비교. *대한작업치료학회지*, 17(3), 1-13.

권용철, 박중환. (1989). 노인용 한국판 Mini-Mental State Examination (MMSE-K) 의 표준화 연구. *신경정신의학회지*, 28(1), 125-135.

김동구. (2004). Neurofeedback의 이론과 실제. *대한스트레스학회지*, 12(3), 51-54.

김동구, 박형배, 안영우. (2005). Neurofeedback: 원리와 임상응용. *스트레스연구협회지*, 13(2), 93-98.

김연주, 이승주, 박래준, 이윤미. (2010). 치매노인들의 바이오피드백 훈련에 따른 뇌파 변화. *대한물리의학회지*, 5(3), 313-322.

김연희, 장은혜, 이상진, 박지원, 고명환, 박성희 등. (2003). 기억력 훈련을 위한 컴퓨터 인지치료프로그램의 개발. *대한재활의학회지*, 27(5), 667-674.

백지영. (2001). 인지기능의 전이 훈련이 뇌경색과

뇌출혈 환자의 인지기능과 운동 기능 회복에 미치는 효과. *대한작업치료학회지*, 9(1), 11-24.

백지영, 이병희. (2002). 컴퓨터-보조프로그램의 특수접근과 수직적접근이 뇌손상환자의 인지기능과 기능 회복에 미친 효과. *대한작업치료학회지*, 10(1), 43-54.

서호석, 박형배. (2007). 불면증에 대한 뉴로피드백 치료의 임상 적용. *수면정신생리학술지*, 14(2), 79-85.

신기석, 이영진, 이용호, 성형모, 서호석. (2009). 주의력 저하 아동에 대한 뉴로피드백 치료의 주의 집중력 향상. *정신신체의학회지*, 17(1), 23-29.

이택영, 김장환. (2001). 뇌졸중 환자의 일상생활 동작에 영향을 미치는 요인의 인자분석. *대한작업치료학회지*, 9(1), 25-36.

이한석. (1996). 편마비 환자의 상지기능 평가에 관한 연구. *대한작업치료학회지*, 4(1), 27-34.

채경주, 이한석. (1997). 뇌졸중 상지기능 평가 (Manual Function Test)의 정상인 표준치에 관한 연구. *대한작업치료학회지*, 5(1), 52-27.

Bearden, T. S., Cassisi, J. E., & Pineda, M. (2003). Neurofeedback training for a patient with thalamic and cortical infarctions. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 28(3), 241-253.

Chen, S. H., Thomas, J. D., Glueckauf, R. L., & Bracy, O. L. (1997). The effectiveness of computer-assisted cognitive rehabilitation for persons with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 11(3), 197-209.

Cirstea, C. M., Ptito, A., & Levin, M. F. (2006). Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. *Stroke*, 37(5), 1237-1242.

Computer-aided Cognitive Rehabilitation.

- (2001). *Rehacom manual Catalogue*. Megdeburg, German: Author.
- Cortooos, A., Verstraeten, E., & Cluydts, R. (2006). Neurophysiological aspects of primary insomnia: Implications for its treatment. *Sleep Medicine Reviews, 10*(4), 255–266.
- Crosbie, J. H., McDonough, S. M., Gilmore, D. H., & Wiggam, M. I. (2004). The adjunctive role of mental practice in the rehabilitation of the upper limb after hemiplegic stroke: A pilot study. *Clinical Rehabilitation, 18*(1), 60–68.
- Dobkin, B. H. (2004). Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol, 3*(9), 528–536.
- Eriksson, M., & Dahlin–Ivanoff, S. (2002). How adults with acquired brain damage perceive computer training as a rehabilitation tool: A focus–group study. *Scandinavian Journal Occupational Therapy, 9*(3), 119–129.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). “Mini–Mental State” A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research, 12*(3), 189–198.
- Glisky, E. L., Schacter, D. L., & Tulving, E. (1986). Computer learning by memory–impaired patients: Acquisition and retention of complex knowledge. *Neuropsychologia, 24*(3), 313–328.
- Gontkovsky, S. T., McDonald, N. B., Clark, P. G., & Ruwe, W. D. (2002). Current directions in computerassisted cognitive rehabilitation. *Neurorehabil, 17*(3), 195–199.
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior, 36*, 212–224.
- Günthera, V. K., Schäfera, P., Holznera, B. J., & Kemmlera, G. W. (2003). Long– term improvements in cognitive performance through computer–assisted cognitive training: A pilot study in a residential home for older people. *Aging Mental Health, 7*(3), 200–206.
- Kasten, E., Wl̄st, S., Behrens–Baumann, W., & Sabel, B. A. (1998). Computer–based training for the treatment of partial blindness. *Nat Med, 4*(9), 1083–1087.
- Kirtley, T. (2000). Improvement rehabilitation of memory functioning with neurotherapy QEEG biofeedback. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 15*(6), 1285–1296.
- Laibou, R. E., Stubblebine, A. N., & Bounias, H. S. M. (2001). EEG–NeuroBioFeedback treatment of patients with brain injury: Part 2: Changes in EEG parameters. *Journal of Neurotherapy, 5*(4), 45–71.
- Lynch, B. (2002). Historical Review of Computer–assisted Cognitive Retraining. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 17*(5), 446–457.
- McEwen, S. E., Huijbregts, M. P. J., Ryan, J. D., & Polatahko, H. J. (2009). Cognitive strategy use to enhance motor skill acquisition post–stroke: A critical review. *Brain Injury, 23*(4), 263–277.
- Mercier, L., Audet, T., Hebert, R., Rochette, A., & Dubois, M. F. (2011). Impact of motor, cognitive, and perceptual disorders on abil–

- ity to perform activities of daily living after stroke. *Stroke*, 32, 2602–2608.
- Miyamoto, S., Kondo, T., Suzukamo, Y., Michimata, A., & Izumi, S. I. (2009). Reliability and validity of the manual function test in patients with stroke. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(3), 247–255.
- Nelson, L. A. (2007). The role of biofeedback in stroke rehabilitation: Past and future directions. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(4), 59–66.
- Page, S. J. (2000). Imagery improves upper extremity motor function in chronic stroke patients: A pilot study. *Occupational Therapy Journal of Research*, 20(3), 200–215.
- Pendleton, H. M., & Schultz–krohn, W. (2006). *Pedretti's Occupational Therapy* (6th ed.). San Jose: Mosby.
- Putmen, J. A. (2001). EEG Biofeedback on a female stroke patient with depression: A case study. *Journal of Neurotherapy*, 5(3), 27–38.
- Scott, W. C., Kaiser, D., Othmer, S., & Sideroff, S. I. (2005). Effects of an EEG biofeedback protocol on a mixed substance abusing population. *American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 31(3), 455–469.
- Serruya, M. D., & Kahana, M. J. (2008). Techniques and devices to restore cognition. *Behavioural Brain Research*, 192(2), 149–165.
- Sokhadze, T. M., Cannon, R. L., & Trudeau, D. L. (2008). EEG biofeedback as a treatment for substance use disorders: Review, rating of efficacy, and recommendations for further research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33(1), 1–28.
- Sterman, M. B. (2010). Biofeedback in the treatment of epilepsy. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 77(3), S60–S67.
- Sterman, M. B., & Egnor, T. (2006). Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31(1), 21–34.
- Sunderland, A., Bowers, M. P., Sluman, S. M., Wilcock, D. J., & Ardron, M. E. (1999). Impaired dexterity of the ipsilateral hand after stroke and the relationship to cognitive deficit. *Stroke*, 30(5), 949–955.
- Talassi, E., Guerreschi, M., Feriani, M., Fedi, V., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (2007). Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia and mild cognitive impairment: A case control study. *Archives Gerontology Geriatrics*, 44(suppl), 301–399.
- Thompson, L., & Thompson, M. (1998). Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: Effectiveness in students with ADD. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 23(4), 243–263.
- Thornton, K. E., & Carmody, D. P. (2005). Electroencephalogram biofeedback for reading disability and traumatic brain injury. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 14(1), 137–162.
- Thrift, A., Dewey, H., Macdonell, R., McNeil, J., & Donnan, G. (2000). Stroke incidence on the east coast of Australia: The North–East Melbourne Stroke Incidence Study (NEMESIS). *Stroke*, 31(9), 2087–2092.

- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., et al. (2003). The effect of distinct neurofeedback training protocols on working memory, mental rotation and attention performance. *Journal of Neurotherapy*, 8(1), 100-101.
- Wilson, G. F., & Fisher, F. (1995). Cognitive task classification based upon topographic EEG data. *Biological Psychology*, 40(1-2), 239- 250.
- Wing, K. (2001). Effect of neurofeedback on motor recovery of a patient with brain injury: A case study and its implications for stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 8(3), 45-53.
- Zoltan, B. (1996). *Vision, Perception, and Cognition*(3rd ed.). New Jersey: Slack.

## Abstract

# Effects of Neurofeedback Training and Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation on Cognition and Upper Extremity Function in PostStroke.

Jung, Min-Woo\*, M.S., O.T., Shim, Sun-Hwa\*\*, M.S., O.T.

\*Dept. of Occupational Therapy, Ilsan Hospital

\*\*Dept. of Occupational Therapy, Graduate School of Yonsei University

**Objective :** This study was to evaluate the effects of a Neurofeedback(NFB) and Computer Assisted Cognitive Rehabilitation(CACR) training to improve on cognition and affected arm function in stroke subjects.

**Methods :** Participants were randomly allocated to three groups: NFB( $n=14$ ), CACR( $n=14$ ) and control( $n=16$ ). All groups received occupational therapy and physical therapy for 5 session 30 minutes per week during 6 weeks. Also NFB and CACR group practiced additional NeuroComp training and RehaCom training for 30 sessions 30 minutes during 6 weeks. Results were evaluated by cognition, affected arm function.

**Results :** There were significantly increased by CACR training that outcomes of MMSE-K( $p<.05$ ). And there weren't significantly difference by NFB and CACR training that outcomes of the affected arm function. And a difference between three groups wasn't found.

**Conclusion :** The NFB and CACR training improves cognitive function. These results suggest that NFB and CACR training is feasible and suitable for individuals with stroke.

**Key words :** Arm function, Computer assisted cognitive rehabilitation, Cognition, Neurofeedback, Stroke