

한국형 컴퓨터 인지프로그램 CoTras가 뇌졸중 환자의 기억력과 뇌파에 미치는 효과: 단일대상연구

김정미*, 조아영**, 장지연*, 송창순***

*광주여자대학교 작업치료학과

**씨티재활의학과 요양병원 작업치료실

***조선대학교 보건과학대학 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 한국형 컴퓨터 인지프로그램(Cognitive Training System; CoTras)가 뇌졸중 환자의 기억력과 뇌파에 미치는 영향을 알아보는 것이다.

연구방법 : 본 연구는 다중기초선 실험설계로, 뇌졸중으로 진단을 받은 환자 3명을 대상으로 2012년 8월부터 10월까지 총 8주 동안 실시하였다. 연구기간 동안 대상자별 실험설계는 대상자 1은 기초선 5회, 중재기 15회, 대상자 2는 기초선 7회기, 중재기 13회기, 그리고 대상자 3은 기초선 9회기, 중재기 11회기로, 대상자간 기초선과 중재기의 회기 수는 다르나 총 회기 수는 20회로 일정하였다. 각 중재기간은 CoTras를 사용하여 인지훈련을 30분씩(주5회) 실시하였다. 기초선 기간에는 기억력을 평가하기 위하여 전산화인지검사인 전산화신경인지검사(Computerized Neurocognitive Test; CNT)의 숫자외우기(Digit Span Test)를 실시하였고, 뇌활성도를 측정하기 위하여 8채널 뇌파를 이용하여 뇌파변화를 측정하였다. 또한 대상자의 포괄적인 인지기능을 평가하기 위하여 중재 전후에 로웬스타인 작업치료 인지기능 평가-노인용(Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-Geriatric; LOTCA-G)를 사용하였다.

결과 : 중재 전과 비교하여, 모든 대상자에서 CoTras 중재 후에 CNT점수와 LOTCA-G의 기억력 항목이 향상되었다. 또한 뇌맵핑에서 뇌활성화의 효과를 측정할 수 있었다. 그러나 뇌파에는 변화가 없었다.

결론 : 본 연구의 결과는 한국형 컴퓨터 인지프로그램인 CoTras가 뇌졸중 환자 기억력을 향상시키는데 가능성을 입증하였으며, 향후 임상에서 CoTras를 사용한 뇌졸중 환자의 기억력 및 뇌활성화의 치료적 근거를 제시하는데 그 의의가 있다.

주제어 : 기억력, 뇌졸중, 뇌파, 컴퓨터 인지프로그램, CoTras

I. 서론

뇌졸중 환자의 기억력 손상은 문제해결 능력과 추론 능력을 유지하는데 영향을 주며 우리의 일상생활에 수많

은 행동이나 활동에까지 기능장애를 가져오게 된다. 뇌졸중 후 기억력 손상과 편측무시 증상은 기능 장애로 여후가 좋지 않다(Pendelton & Krohn, 2011). 따라서 뇌졸중 환자의 증가로 인해 기억력 손상에 대한 치료적 접

근은 매우 중요한 재활 부분이다(Kwon et al., 2008).

일반적으로 임상에서 시행되고 있는 뇌졸중 환자의 기억력 회복에 대한 치료적 접근법에는 책상 위 활동의 전통적인 접근방법과 기억 손상을 보상하는 보조기구의 사용 및 전략사용, 또한 컴퓨터 인지재활프로그램 등이 있다(Jung, 2011).

컴퓨터인지프로그램의 장점은 첫째, 손상된 영역의 자극을 통해 대상자의 신경심리적 패턴에 기초한 개별화된 치료를 제공한다(Kang, Kang, Yang, Koo, & Kim, 2009). 둘째, 치료에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있어 효과성 대비 비용절감의 효과가 있다(Kim, 2011). 셋째, 인지재활 프로그램이 모델화 되어 있기 때문에 환자의 과제 수행 능력을 객관적으로 평가하고 체계적인 치료를 할 수 있다. 넷째, 인지재활 프로그램은 인지의 세부 영역별로 표준화되고 구조적인 훈련과제를 제공할 뿐만 아니라 개인의 인지 수준에 부합하여 훈련 난이도를 조절할 수 있다. 다섯째, 수행결과에 대한 자료를 정확하고 지속적으로 기록하고 비교 분석 할 수 있으므로 훈련내용의 유용성을 더 편리하게 사용할 수 있다. 이런 장점들로 인해 인지재활에 유용하게 적용되고 있으며, 점차 그 사용이 증가하고 있는 추세이다(Hwang & Kim, 2011; Kim, Kim, Sin, & Oh, 2003; Kim, Lee, & Kim, 2008).

컴퓨터 인지프로그램은 Glisky, Schacter와 Tulving (1986)에 의하여 처음 시도된 후 여러 연구자에 의하여 효과에 대한 검증이 이루어지고 있다. Barnes 등(2009)은 경도의 인지손상 환자를 대상으로 연구 한 결과 인지 기능이 향상된 것을 보고하였다.

국내에서도 치매환자 20명을 대상으로 RehaCom (Hasomed, Magdeburg)을 이용하여 컴퓨터 인지재활 프로그램을 실시한 결과, 집중력과 기억력에서는 증진을 보였다고 보고하였다(Oh, Kim, Kim, & Sin, 2003). 또한 RehaCom으로 반응행동, 단어기억력, 위치기억력 훈련을 실시한 결과 간이정신상태검사(Mini Mental State Examination; MMSE)와 Functional Independence Measure (FIM) 점수에서 유의한 증진을 보였다는 것을 밝혔다(Sin, Kim, & Kim, 2008). 뇌졸중 환자 40명을 대상으로 하여 RehaCom을 적용한 실험군과 대조군을 비교해서 노인인지기능의 결과를 살펴본 결과 집중력과 시각 기억력과 작업 기억력에서 통계학적으로 유의한

차이가 있었다는 것을 보고하였다(Jo, 2010). Baek과 Lee(2002)는 Captin's log 프로그램이 뇌졸중과 뇌손상 환자의 인지기능 향상을 밝혔다. 외상성뇌손상환자에게 Psychological Software Service, Indianapolis (PssCogReHab)이라는 컴퓨터 훈련 프로그램을 실시하여, 15일간이라는 짧은 기간에도 시지각, 인지기능, 그리고 일상생활 동작 수행능력이 향상되었으며, Kim 등(2003)은 뇌손상 후 인지기능 장애를 보이는 대상에게 치료를 실시한 결과, 언어성 기억력, 단기 시지각 기억력, 청각적 및 시각적 주의집중력에서 의미있게 향상된 결과를 보였다고 보고하였다(Lee, Jung, & Chae, 2001). 또한 인지기능의 장애를 보이는 뇌졸중 환자를 대상으로 COMCOG (Maxmedica, Korea)와 전산화신경인지검사(Computerized Neurocognitive Test; CNT)를 이용한 연구 결과, 기억력과 주의력의 증진을 보였다고 보고하였다(Shim, Kim, & Lee, 2007). 이상의 선행연구들을 살펴보면, 모든 프로그램이 주의력, 기억력, 반응능력 등 세 가지 인지 영역에 대한 치료가 동시에 적용되었기 때문에 어떠한 프로그램이 결과에 영향을 주었는지 파악하기 어려운 제한점이 있다(Lee, 2008).

국내에서 사용 중인 많은 컴퓨터 인지프로그램들은 외국에서 만들어진 것으로 우리나라 말로 재번역해서 사용된다. 국내 환자를 대상으로 하였을 때 언어, 정서, 그리고 문화적 차이로 인하여 치료효과의 극대화를 이루기 어렵고 일부 환자들에게는 적용하기 부적절한 단점이 있다. 따라서 우리나라의 여건에 맞는 국산 소프트웨어의 개발에 대한 요구와 함께 프로그램의 유용성과 적용 효과에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다고 제언하고 있다(Kim et al., 2008; Park, Park, & Yang, 2009). 이에 Kim(2011)은 국내에서 적용되는 COMCOG, RehaCom 등 국외 프로그램을 수정 보완하여 한국형 컴퓨터 인지 프로그램(Cognitive Training System; CoTras)을 개발하였다.

Kim(2011)은 임상적 효과를 검증하기 위해 뇌졸중 환자를 대상으로 CoTras를 실시하였다. 그 결과 CoTras로 훈련받은 집단이 그렇지 않은 집단보다 인지기능이 유의하게 향상되었다. 연구 제한점으로 집중력과 기억력의 신뢰도와 타당도가 높은 측정도구를 적용하여 효과성 검증의 높은 신뢰성에 대한 필요성을 제안하였다.

컴퓨터 보조 인지재활의 효과에 대한 선행 연구들은 컴퓨터 과제 수행도와 인지 평가 점수가 향상되는 결과를 나타냈지만 이것이 신경생리적으로 전이되는 근거를 보여주지 못했다(Thornton & Carmody, 2008). 뇌의 신경학적 인 변화를 관찰하기 위한 방법으로는 양전자 방출 단층 촬영, 단일 광자 방출 전산화 단층 촬영술, 기능성 자기공명 영상(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI) 그리고 뇌파(Electroencephalogram; EEG)등이 있다. 다른 뇌 영상 연구 방법들과 비교할 때 뇌파는 단시간 내에 비침습적 방법으로 대뇌의 기능변화를 직접 보여줄 뿐 아니라 짧은 시간의 검사 자료로도 다양한 유용한 정보를 제공해주는 경제적 장점을 가지고 있다(Florence, Guerit, & Gueguen, 2004). 뇌파 측정은 특정한 과제에 집중하는 동안 두뇌의 기능 상태를 실시간으로 조사하는데 유용한 전기 신경생리적 연구 방법이다(Kim & Jang, 2001).

국내에서 뇌파를 적용한 전산화 인지 프로그램의 연구들을 살펴보면, 일반노인 30명을 대상으로 RehaCom을 적용한 컴퓨터 인지재활훈련 그룹과 균형운동 그룹으로 나누어서 인지기능과 시지각기능이 뇌파에 미치는 효과를 살펴본 연구(Lee, 2011)에서 인지기능과 뇌파의 화가 유의하게 변화하였으나 두 그룹간의 차이가 없다는 것을 밝혔다. 뇌졸중 환자를 대상으로 신경되먹임 뇌파 훈련과 컴퓨터 보조 인지 재활(RehaCom)을 적용한 연구에서 컴퓨터 보조 인지 재활 훈련이 뇌파와 인지기능에 향상을 가져온다는 것을 보고하였다(Jung, 2011). 또한 컴퓨터를 이용한 집중력 훈련 프로그램에 대한 일반노인과 치매노인의 뇌 활성화 비교연구에서는 컴퓨터를 이용한 집중력 훈련의 뇌활성화의 효과를 밝혔다(Kang et al., 2009). 그러나 컴퓨터 인지재활 프로그램을 단 1회만 적용한 후 뇌파를 측정한 결과로 중재의 효과에 따른 뇌파의 변화를 일반화하기에는 부족하므로 추후 중재 회기를 늘려 중재효과를 검증할 수 있는 뇌파의 변화를 살펴보는 것이 필요하고 하였다.

뇌파를 적용한 선행연구들은 뇌졸중 환자가 아닌 일반노인에 대한 적용과 컴퓨터 인지재활치료를 1회만 실시하여 뇌파에 대한 영향을 측정한 것, 국내에서 문화적 차이를 주는 외국에서 개발한 컴퓨터 인지프로그램의 적용하여 뇌파의 변화를 살펴본 연구의 제한점을 제시하고 있다(Jung, 2011; Kang et al., 2009).

따라서 본 연구의 목적은 국내 작업치료사에 의해 개발된 CoTras를 적용하여 훈련의 서브 항목 중 단일 프로그램인 기억력 향상에 대한 훈련을 통하여 뇌졸중 환자의 기억력향상과 뇌파에 미치는 영향을 알아보고자 하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 단일사례 실험연구방법으로 개별대상자 다중기초선 연구로 총 실험회기 20회기, 실험은 기초선과 치료과정으로 나누어 진행하였다. 연구기간 동안 대상자별 실험절차는 대상자 1은 기초선 5회, 중재기 15회, 대상자 2는 기초선 7회기, 중재기 13회기, 그리고 대상자 3은 기초선 9회기, 중재기 11회기로, 대상자간 기초선과 중재기의 회기 수는 다르나 총 회기 수는 20회로 일정하였다. 각 중재기간은 CoTras를 사용하여 인지훈련을 30분씩(주 5회) 실시하였다. 로웬스타인 작업치료 인지기능 평가-노인용(Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-geriatric; LOTCA-G)는 치료기간 전·후에 각각 측정하였다. 전산화신경인지검사(Computerized Neurocognitive Test; CNT)는 치료 직후에 기억력을 평가하기 위하여 숫자외우기를 실시하였고, 뇌활성도를 측정하기 위하여 8채널 뇌파를 이용하여 뇌파변화를 측정하였다(Figure 1).

2. 연구 대상

본 연구는 2012년 8월부터 2012년 10월까지 K지역의 재활전문 C요양병원에서 입원하여 치료를 받는 뇌졸중 환자로 연구의 취지를 이해하고 연구 참여에 동의를 한 3명을 대상으로 하였다. 대상자는 Magnetic Resonance Imaging (MRI)이나 전산화 단층촬영(Computerized Tomography; CT)에 의해 뇌졸중 진단을 받은 환자이다. 뇌졸중 발병 후 3개월 이내는 신경학적 회복이 빠르게 진행되는 시기이기 때문에 발병 이후 6개월 이상 환자들을 대상으로 선정하였다(Gillen, 2010). 한국형 간이정신상태 검사(Mini Mental State Examination Korean;

MMSE-K)를 실시하여 Back과 Gwon(1989)이 제시한 인지훈련으로 회복이 가능한 인지장애 기준인 18~23점 사이의 환자들을 실험참가자로 구성하고, 시력장애, 청각장애, 정신과적 병력이 있는 환자, 의식장애가 있는 환자는 대상에서 제외시켰다. 대상자의 일반적 특성은 다음 Table 1과 같다.

3. 측정 도구

1) 정량화 뇌파(Quantitative Electroencephalography 8 Channel; QEEG 8)

뇌파는 뇌의 전기적인 활동을 머리표면에 부착한 전극에 의해 비침습적, 객관적, 연속적으로 측정한 전기신호이다(Yoon, 2004). 본 연구에서는 뇌파 측정기인 QEEG 8(LXE3208, LAXTHA Inc., Korea)를 사용하여 뇌파 데이터를 수집하였다. 뇌파를 측정(전극부착, 측정 장비 사용, 분석 프로그램의 적용)하는 검사자는 실험 전에 뇌파 측정 전문가(락싸 코리아의 연구원)의 교육을 받고 반복적으로 측정 과정을 훈련하는 예비 실험 과정을 거쳐 본 실험을 실시하였다.

뇌파 측정 환경으로는 Kang 등(2009)의 연구방법에 따라서 소음이 발생되지 않는 방에서 피험자에게 전극을

부착한 후, 실험실 중앙에 설치된 의자에 앉도록 하였다. 피험자의 전방에 19인치 모니터와 우측에는 시야차단을 위한 칸막이를 설치하고 그 뒤편에 뇌파 측정 장비를 설치하였다. 대상자의 전방 0.5m 거리에 있는 모니터 화면을 하얀색 종이로 가리고 지름 1cm 크기의 검은색 점(응시지점)을 표시하였다. 시각 자극을 받는 컴퓨터 훈련의 뇌파 반응을 비교하는 연구이므로 눈을 감은 상태의 안정 뇌파를 측정하지 않고 눈을 뜨고 모니터 위치에 시각적 고정 지점을 응시하는 측정방법을 사용하였다.

(1) 뇌파 측정 과정

CoTras를 20분간 수행한 후, 소음이 발생하지 않는 실험실에서 피험자는 편안한 의자에 앉은 후 피험자의 두피에 뇌파 전극을 부착한 후 2분간 휴식을 취했다. 측정의 신뢰도를 위해 2명의 검사자가 전극부착과 측정 장비 조작을 각각 분담하여 동일하게 측정하였다. 초당 샘플링은 256Hz로 하고, 뇌파 데이터 수집 시 수집되는 파형을 실험자가 실시간으로 확인하기 위하여 Gain은 694.4 UV로 한다. 피험자에게 잡파 방지를 위해 실험도중 씹는 행위나 말하지 않도록 요구하였다. 피험자가 전방의 응시지점을 움직임이 없는 상태로 3분 동안 응시하도록 한다. 응시하는 3분동안 뇌파를 측정한 후 1분간 휴식을 취하였다(Kang et al., 2009).

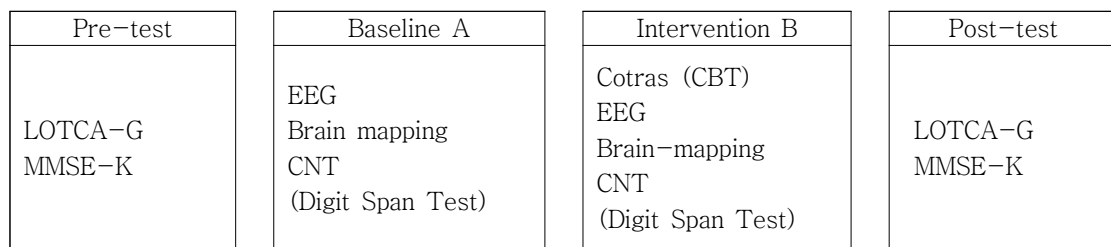


Figure 1. Research Procedure

Table 1. General Characteristics of Subjects

Subject	Gender	Age	Etiology	Affected side	Onset period	Education level	MMSE-K
1	Male	66	Ischemic stroke	Rt.	14month	Middle school	19
2	Male	73	Cerebral hemorrhage	Lt.	10month	Middle school	18
3	Male	67	Ischemic stroke	Lt.	10month	Elementary school	19

(2) 뇌파 전극 부착

머리 표면의 8개 부위에서 단극유도(monopolar derivation) 방식으로 뇌파를 측정하였다. 전극의 부착 위치는 10/20 국제 전극배치법에 의해 차례로 Fp1 (Frontopolar 1: 좌측 전전두부), Fp2(Frontopolar 2: 우측 전전두부), F3(Frontal 3: 좌측 전두부), F4(Frontal 4: 우측 전두부), T7(Temporal 7: 좌측 측두부), T8 (Temporal 8: 우측 측두부), P3(Parietal 3: 좌측 두정부), P4(Parietal 4: 우측 두정부) 부위에 8개의 전극을 부착하였다. 기준전극(reference electrode)은 우측 귓볼 뒤, 접지전극(ground electrode)은 좌측 귓볼에 부착하였다. 사용된 전극은 금으로 도포된 접시형태의 디스크 전극이며, 접시전극에 뇌파전용 전극 폴(ElefixZ-401CE, Japan)을 묻혀 부착하였다. 또한 부착된 접시전극 이에 거즈를 덮어서 전극폴이 빨리 굳지 않고 머리 표면에 잘 고정되도록 하였다(Figure 2).

(3) 뇌파분석 방법

측정된 뇌파의 파형을 보고 잡파의 유입여부를 확인하였다. 그 후에 측정된 뇌파의 원 자료(raw data)를 고속 푸리에 변환(fast fouier transform)을 하여 파워 스펙트럼 분석(power spectral analysis)을 하였다. 산출된 주파수(frequency band)는 상대 θ 파(4~8Hz/4~50Hz), 상대 α 파(8~12Hz/4~50Hz), 상대 β 파(12~20Hz/4~50Hz), 그

리고 상대 Sensory Motor Rhythm (SMR) 파(12~15 Hz)/ 4~50Hz)로 분석하였다. 각 뇌파 밴드를 기초로 뇌의 기능별 특성을 나타내는 뇌 지수를 산출하였다.

(4) 뇌 활성 지수(Slow β 파/ α 파)

안정 시 발생하는 α 파와 활동파인 slow β 파의 비율은 행동의 활동성을 판단하는 기준이 된다(Han, Chae, Park, & Park, 2008).

$$\text{활성화지수} = \frac{\text{Slow } \beta \text{ 파}(13\sim 20\text{Hz})}{\alpha \text{ 파}(4\sim 7.99\text{Hz})}$$

2) 로웬스타인 작업치료 인지기능 평가-노인용

(Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-Geriatric; LOTCA-G)

LOTCA-G는 현재 전 세계적으로 노인의 인지능력 평가에 사용하고 있는 표준화된 평가이다. LOTCA-G는 총 8개 영역, 23문항으로 구성되어있다. 8개 영역은 지남력, 지각(대상재인), 공간지각, 운동실행, 시운동 조직화, 사고력, 기억과 집중력이다. 총 검사 도구에 대한 신뢰도 Cronbach α 값은 $r=.95$ 이다(Itzkovich, Elazar, & Averbuch, 2000). 본 연구에서는 사전, 사후로 대상자 각각의 인지능력의 변화를 알아보기 위하여 사용하였다.

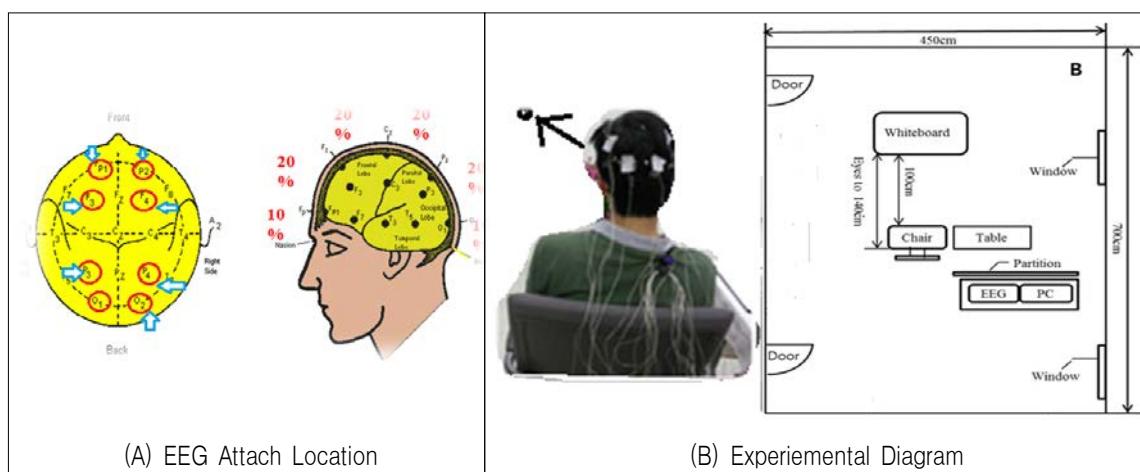


Figure 2. EEG Attach Location & Experimental Diagram

3) 전산화신경인지기능검사

(Computerized Neurocognitive Function Test; CNT)

CNT는 인지기능과 관련이 있는 기억력, 집중력, 어휘력, 시공간 구성능력 그리고 치매 등을 평가하는 전산화된 검사를 말한다(Ha et al., 2002). 총 11개의 항목으로 구성되어 있으나 본 연구에서는 전산화 인지기능평가 도구 하위 항목 중 숫자 따라하기(Digit Span Test)를 통해 기억력을 평가하였다. Ha 등(2002)의 연구에서는 CNT의 숫자 따라하기 검사의 검사-재검사 신뢰도는 $r=.40\sim.87$, 타당도는 $r=.50\sim.56$ 였다. 본 연구에서는 반복 측정의 학습효과를 줄이기 위해서 숫자 따라하기의 숫자를 매 회기 측정할 때마다 달리하여 평가하였다.

4. 중재 방법

연구에서 사용한 전산화 인지재활프로그램은 CoTras이다. CoTras는 2009년도 산학 공동기술개발지원사업으로 정부지원금을 받아 과제책임자인 대구보건대학교 김영근과 참여기업인 (주)넷블루가 개발한 한국형 컴퓨터 기반 인지재활프로그램이다. 프로그램 개발 초기에 국내에서 전산화 인지재활을 하고 있는 종합병원 및 교수 20명을 대상으로 기존 프로그램을 분석하고 장단점 요인을 추출하였다. 여기에 사용성 평가 및 유니버설 디자인 원리를 조합하여 제품 개발 가이드라인을 개발한

후 가이드라인에 맞게 콘텐츠를 구성하고 디자인하였으며 시스템을 개발하였다. 시제품이 개발된 이후에도 전문가 7명이 제품에 대해서 평가하였으며 이를 바탕으로 수정·보완하였다. 코트라스는 콘텐츠, 소프트웨어, 입력장치로 구성이 되어있다. 콘텐츠는 시지각 훈련, 주의 훈련, 기억력 훈련, 지남력 훈련, 기타(수와양, 범주화, 순서화) 프로그램으로 총 5개 영역으로 구성되어있다. 본 연구는 기억력에 효과를 보기 위한 연구이므로 코트라스에서 기억력 훈련 콘텐츠를 집중 사용하여 실험 대상자들에게 실시하였다.

중재는 CoTras 프로그램 중 기억력훈련을 주 5회 30분씩 제공하였다. 기억력 훈련은 6개의 항목으로 11개의 세부 콘텐츠로 구성되어 있으며(Table 2), 난이도 조절은 Kim(2010)의 기억력 훈련 난이도 기준을 참고하여 조정하였다.

5. 분석 방법

기초선 A와 중재기 B의 회기별 측정값은 시각적 그래프와 기술 통계(평균과 표준편차)를 통해 비교 및 분석하였다. 또한 기억력과 뇌파변화의 유의성을 검증하기 위해 2표준편차 범위를 기준으로 분석하였다. 즉, 기초선 A시기의 평균 $\pm$ 2표준편차를 기준으로 하여, 중재기의 각 회기별 측정값들 중에서 기준보다 높은 값이 연속하여 2회기 이상 나타날 때, 유의한 변화가 있는 것으로 해

Table 2. Memory Training Program in CoTras

Training scope	Detailed-contents	Difficulty level
Spatial memory	Space memory	1~10
	Moving ball	1~11
Shape memory	Shape memory	1~11
Memory span training	Random number span	1~ 8
	Memory of number span	1~ 8
	Memory of letter span	1~ 7
	Memory of word span	1~ 5
Story memory	Sentence memory	1~ 7
	Picture memory	1~ 3
Memorizing plans	Memorizing plans	1~ 8
Memorizing procedure	Memorizing procedure	1~16

석한다(Noubakhsh & Ottenbacher, 1994). 또한 기초선과 중재기의 기억력과 뇌파변화의 점수의 평균값을 이용하여 변화를 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 인지 기능 사전- 사후 비교

대상자의 인지기능을 LOTCA-G로 실험 전·후로 측정하여 비교한 결과, 대상자 1은 지남력과 실행에서 각각 1점씩 향상되었고, 기억력에서는 3점이 향상되었다. 대상자2는 지남력에서 점수의 변화가 없었고, 각각 실행 2점, 시운동조직 3점, 사고조작 5점, 기억력 4점으로 향상되었으며, 지각에서 2점 감소되었다. 대상자 3은 각각 지

남력 1점, 사고조작 6점, 기억력 3점으로 점수가 향상되었다. 실행, 시운동조직의 점수의 변화가 없었고, 지각영역에서는 점수가 감소되었다. 대상자 모두 기억력 항목에서 점수의 향상이 있었다. LOTCA-G의 사전·사후 점수 변화는 Figure 3에 제시되었다.

2. 기억력의 변화(CNT의 숫자 따라하기)

대상자 1의 기억력 변화는 t 값의 평균 변화가 기초선 A(8.4)보다 중재기 B(10.47)로 향상되었다. 대상자 2의 기억력 변화는 기초선 A(16.58) 점수보다 중재기 B(19.92) 점수로 향상되었다. 대상자 3의 기억력 변화는 기초선 A(8.56)보다 중재기 B(11.45)에 향상되었다. 대상자 모두 중재기 B에서 기초선 A의 평균과 2표준편차 밴드 이상인 값들이 두 개 이상 연속으로 나타나므로

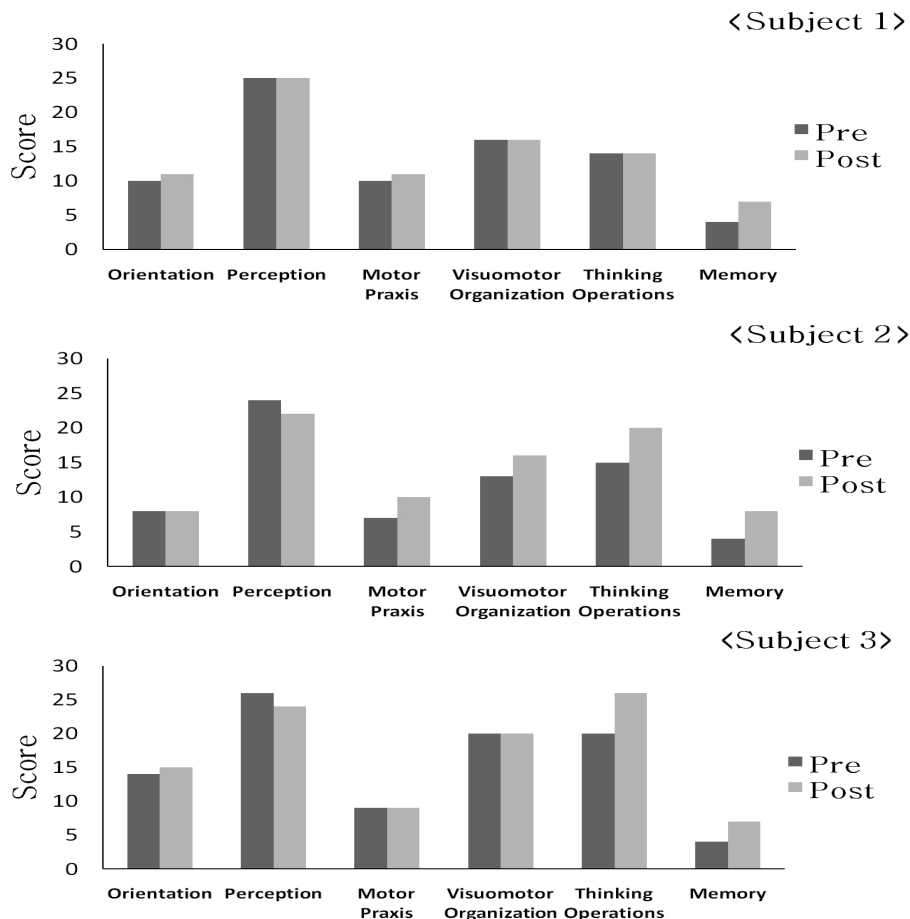


Figure 3. Changes of LOTCA-G in Pre-post

통계적으로 유의한 변화가 나타났다. 기초선 A와 중재기 B의 기억력 변화는 Table 3과 Figure 4에 제시되었다.

3. 뇌파 및 뇌맵핑의 변화

대상자 1의 뇌활성화 뇌파의 변화는 기초선 A(9.0)보다 중재기 B(8.47)로 감소되었다. 대상자 2의 뇌활성화

의 변화는 기초선 A(16.57)보다 중재기 B(20.46)으로 향상되었다. 대상자 3의 뇌파의 변화는 기초선 A(13.56)보다 중재기 B(10.36)으로 감소되었다. 대상자는 뇌활성도 뇌파변화가 없었다. 기초선 A와 치료기간 B동안 뇌활성도 뇌파의 변화는 Table 4와 Figure 5에 제시되었다. Figure 6의 뇌활성화의 뇌맵핑에서는 기초선 A보다 중재기 B의 뇌활성화 효과를 확인하였다.

Table 3. Change Digit Span *t*-score in Baseline A to Intervention B

Subject	Baseline (A)	Intervention (B)
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
1	8.40 $\pm$ 1.14	10.47 $\pm$ 1.36
2	16.58 $\pm$ 1.27	19.92 $\pm$ 3.12
3	8.56 $\pm$ 1.24	11.45 $\pm$ 1.75

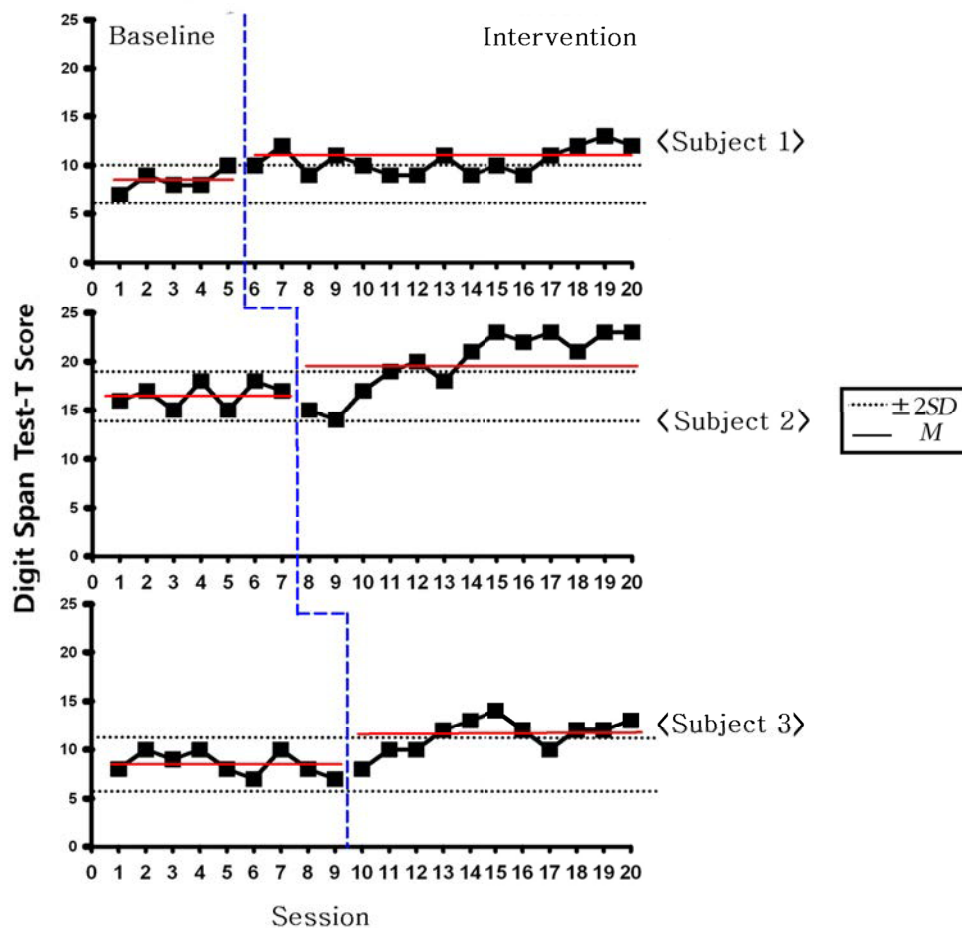


Figure 4. Changes in the Digit Span Test *t*-Scores

Table 4 . Change the EEG in Baseline to Intervention (Unit: Score)

Subjects	Baseline (A)	Intervention (B)
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
1	9.00 ± 2.10	8.47 ± 1.86
2	16.57 ± 1.18	20.46 ± 4.88
3	13.56 ± 1.71	10.36 ± 2.31

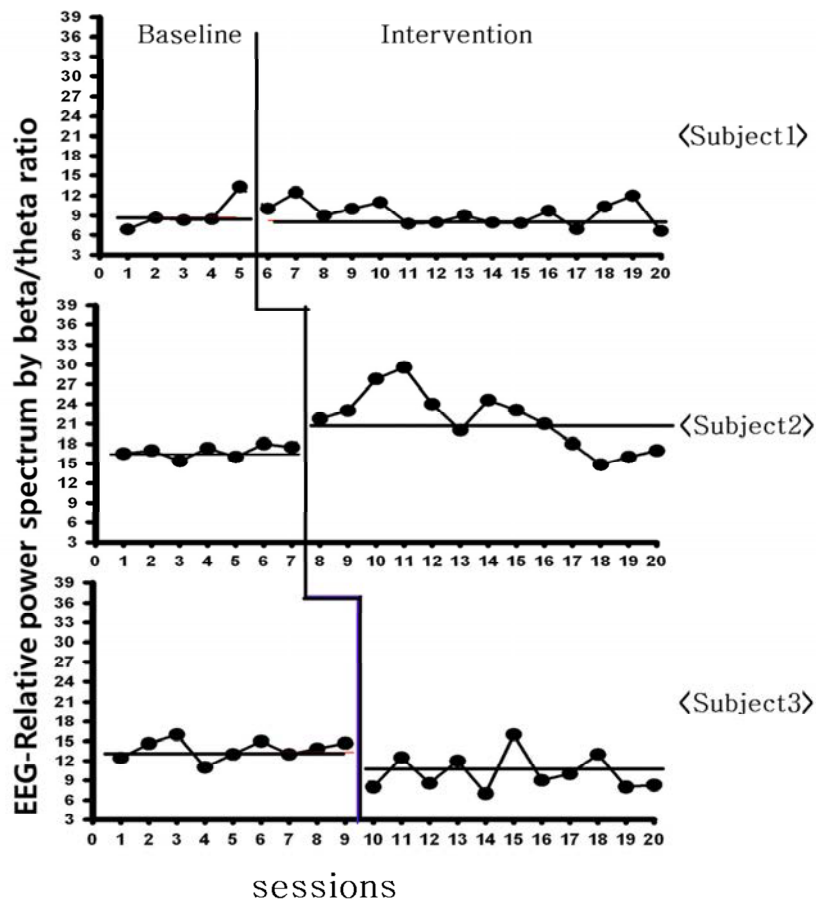


Figure 5 . Changes the EEG From Baseline to Intervention Phase

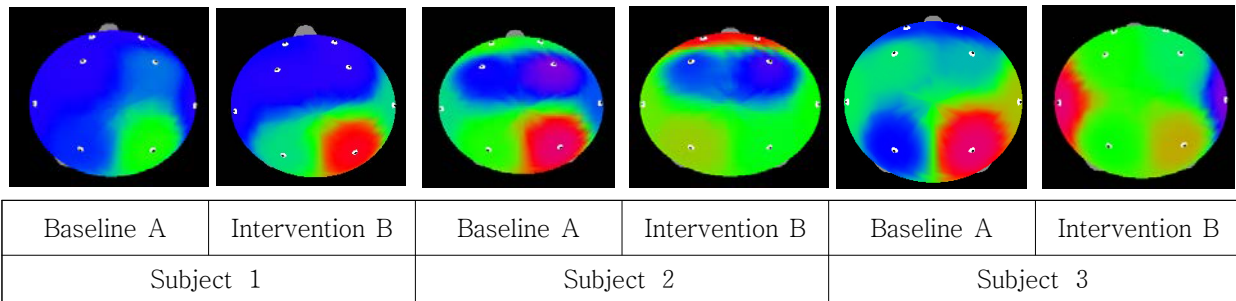


Figure 6 . Brainmapping

IV. 고 찰

본 연구는 CoTras가 뇌졸중 환자의 기억력 및 뇌파에 미치는 영향을 알아보고자, 중재 전·후에 CNT, EEG, LOTCA-G 등을 평가하였다. 연구결과 기초선과 비교하여 CoTras를 적용한 후 연구대상자 모두에서 기억력이 의미 있게 향상되었다. LOTCA-G의 항목별 변화를 살펴보면, 대상자 1은 지남력, 실행, 기억력이 향상되었고, 대상자 2는 실행, 시운동조직, 사고조작 및 집중력이 향상되었으며, 대상자 3는 지남력, 사고조작, 기억력 및 집중력이 향상되었다. 또한 CNT의 숫자 따라하기로 측정한 기억력은 대상자 1과 대상자 3에서 유의미하게 향상되었으나, 대상자 2는 다른 2명의 대상자에 비해서 미비한 변화만 있었다. 마지막으로 CoTras를 사용한 중재는 뇌졸중 환자의 뇌활성화에 영향이 없는 것으로 나타났다.

뇌졸중 환자에게 기억력은 기본적인 일상생활동작뿐만 아니라 생활 전반의 기능적인 활동을 위하여 반드시 선행되어야 할 능력 중 하나이다. 따라서 선행연구들은 뇌졸중 환자를 대상으로 그들의 신체적 기능향상에 관한 연구뿐만 아니라 기억력을 향상시킬 수 있는 치료적 중재에 관한 연구를 중요하게 수행하고 있다. 최근에 선행 연구를 통해서 기억력 향상에 효과적이라고 소개된 치료적 중재법 중 하나가 컴퓨터를 이용한 인지프로그램이다. Cicerone 등(2005)은 체계적 고찰을 통하여 인지재활 치료에 관한 42편의 연구를 분석하였다. 연구결과 인지재활치료는 뇌졸중 발병 1년 미만의 정도 및 중등도 기억장애를 가진 환자에 효과적인 것으로 조사되었다. Gilsky (1992)는 외상성 뇌손상 이후에 기억력과 학습 손상이 있는 환자를 대상으로 컴퓨터 인지프로그램을 실시한 결과, 비록 정상인보다는 느리지만 일상생활동작 및 기능적 활동 영역에서 학습능력의 향상으로 새로운 동작들을 수행하는 양이 증가하였으며 동작 수행능력도 향상되었다고 보고하였다. 또한, Zoltan(2007)은 컴퓨터 인지프로그램을 통한 치료가 뇌손상 환자의 기억력, 문제해결 능력, 주의집중에서 뚜렷한 향상이 있다고 보고하였으며, Barnes 등(2009)은 컴퓨터 인지프로그램이 경도 인지손상 환자에게 효과적이라고 보고하였다. 컴퓨터를 이용한 인지프로그램이 긍정적인 연구결과만 있는 것은 아니다.

Batcheler, Shores, Marosszeky, Sandnam과 Lovarini(1988)는 외상성 뇌손상 환자 47명을 대상으로 컴퓨터 인지프로그램을 수행하였을 때 전통적인 인지 치료보다 컴퓨터 인지프로그램이 대상자의 기억력, 주의 집중, 정보처리, 고위중추인 대뇌겉질의 기능 등이 유의미하게 변화하지 않았다.

본 연구에서는 CoTras를 사용하여 훈련한 인지재활치료가 뇌졸중 환자의 기억력 및 뇌활성화에 미치는 영향을 알아보았다. 비록 대상자 1은 기억력에서 큰 변화가 없었지만, 대상자 2과 대상자 3는 기억력에서 유의미한 차이를 보여주었다. 이러한 결과는 대상자 1의 발병 후 기간이 1년 이상이었던 것으로 조사되었기 때문에 선행연구에서 제언했던 것처럼 발병 후 기간이 기억력에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 대상자의 기억력을 검사하기 위하여 CNT의 숫자 따라하기를 사용하였다. 대상자 1은 특히 연구자의 언어적 자극에 반응하지 않아 중간에 멈추려는 시도를 보였다. 따라서 이러한 대상자 1의 반응 양상이 연구결과에 영향을 미칠 수 있었던 것으로 사료된다.

여러 가지 장점 때문에 컴퓨터-보조 인지재활은 개인용 컴퓨터가 보급되기 시작한 20세기 후반부터 고급되기 시작하여 현재는 임상에서 일반적으로 사용되는 인지재활프로그램 중 하나가 되었다. 본 연구에서 사용한 CoTras는 이러한 임상적 의의에 바탕을 두고 개발된 프로그램 중 하나이다. 서론에서 언급했던 것처럼 기존에 사용하던 전산형 인지재활훈련시스템인 COMCOG와 레하킴은 외국에서 개발되어 우리나라 말로 번역된 훈련 프로그램이기 때문에 우리나라의 교육수준 및 문화적 배경을 적절히 적용하여 만든 인지재활프로그램이라고 할 수 없다. 이러한 단점을 보완하여 한국형 컴퓨터 인지프로그램으로 개발된 것이 CoTras이다(Kim, 2011).

기존의 연구들은 국외에서 개발된 인지재활프로그램을 주로 사용하여 이루어졌다면, 본 연구는 아직은 보편적으로 임상에서 적용되고 있지 않는 한국형 컴퓨터 인지재활프로그램을 사용하였고, 기억력에 긍정적인 훈련 효과를 보여주고 있다는 것이 의의라고 할 수 있다. 본 연구는 한국형 컴퓨터 인지재활치료가 뇌졸중 환자의 기억력과 뇌활성화 및 뇌파에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 기초선 단계와 비교하여 인지재활치료 중재기

이후에 연구대상자의 기억력은 향상되었으나, 뇌파에는 변화가 없었다. Kang 등(2009)의 연구에서도 뇌파의 측정이 환경적 요인과 사람의 영향을 많이 받기에 측정상의 오차가 많은 도구를 것을 밝혔다. 실험환경에 소음과 온도 등을 완벽하게 통제하지 못했기에, 대상자의 땀배출, 측정의 상태의 기후 등에 오차범위에 영향을 받았으리라 생각된다. Lee(2011)는 RehaCom을 사용한 컴퓨터 인지재활훈련이 노인의 뇌파에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. Jung(2011)은 뇌졸중 환자를 대상으로 컴퓨터 인지재활훈련과 신경피억임 뇌활성화 훈련을 함께 실시한 결과 뇌활성화 및 인지기능에 변화를 보여주었다고 보고하였으나, 순수한 컴퓨터 인지재활훈련의 효과라고는 말할 수 없다.

본 연구는 뇌졸중 환자 3명을 대상으로 한 다중기초선 개별실험연구이었다. CoTras는 뇌졸중 환자의 기억력 개선에 영향을 미쳤으나, 뇌활성화에는 변화가 없었다. 따라서 CoTras는 뇌졸중 환자의 기억력 개선에 효과적인 훈련방법으로 제시할 수 있으며, 연구결과는 훈련방법을 이용한 임상연구의 필요성을 제시할 수 있는 근거로 활용할 수 있다고 사료된다. 그러나 개별실험연구이었기 때문에 일반화에 제한점이 있으며, 더 큰 표본으로 동일한 연구를 지속할 있다고 사료된다. 또한 뇌졸중 환자를 대상으로 CoTras와 뇌활성화에 대한 연구는 더 활발히 지속되어 임상적 근거를 제시할 필요가 있다고 생각된다. 적절하고 정확하며 근거에 기초한 연구를 통하여 CoTras의 임상적 보편화의 근거를 제시할 수 있기 때문이다. 본 연구는 뇌졸중 환자의 뇌활성화를 측정하기 위하여 뇌파를 사용하였다. 향후 연구에서는 뇌졸중 환자가 중추신경계질환자라는 것을 고려하여 보다 측정의 안정성과 오차범위가 적은 측정도구를 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 다중기초선 개별실험연구를 통해 한국형 전산화 프로그램 CoTras가 뇌졸중 환자의 기억력과 뇌파변화에 효과가 있는지를 알아보았다. 연구대상은 G지역의 C요양병원의 뇌졸중 환자 3

명을 선정하였다. 실험기간은 2012년 8월부터 10월까지 총 8주간이었으며, 대상자 1은 기초선 5회기, 중재 15회기, 대상자 2는 기초선 7회기, 중재 13회기, 대상자 3은 기초선 9회기 중재 11회기를 총 20회기를 실시하였다. 기초선 기간에는 CoTras 중재를 실시하지 않고 기억력과 뇌파의 변화를 측정하였다. 중재기간에는 CoTras를 실시하여 기억력과 뇌파의 변화를 살펴보았다. 기초선 A를 시작하기 전과 중재기 B가 끝난 후에 인지기능을 살펴보기 위해서 LOTCA-G를 측정하였다. 본 연구의 결과 뇌졸중 환자의 기억력과 집중력의 향상되었으나, 뇌파평에서 뇌 활성화의 효과는 확인하였으나, 뇌파에는 변화가 없었다.

따라서 본 연구는 작업치료사에 의해 개발된 CoTras이 기억력 증진에 효과가 있다는 임상적 가능성을 제시하는 데 의의가 있으나 단일대상연구로의 일반화에 제한점이 있다. 앞으로는 많은 대상의 CoTras의 효과를 입증하는 연구를 통해 일반화의 타당성을 제시하며, 또한 다각적인 방향으로 CoTras가 실생활과 연관된 작업수행에도 임상적 효과가 있다는 추후 연구가 지속될 필요성이 있다.

References

- Back, J. H., & Gwon, Y. C. (1989). Standardization of Korean version of the Mini-Mental State Examination (MMSE-K) for use in the elderly. Part II diagnostic validity. *Journal of the Korean Neuropsychiatric Association*, 28, 508-513.
- Baek, J. Y., & Lee, B. H. (2002). The effect of computer assisted cognition rehabilitation with specific approach and hierarchical approach on cognition, activity of daily living in persons with traumatic brain injury and stroke. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 10(1), 43-54.
- Barnes, D. E., Yaffe, K., Belfor, N., Reed, B., Jagust, W., DeCarli, C., ... Kramer, J. H. (2009). Computer-based cognitive training for

- mild cognitive impairment: Result of a pilot randomized, controlled trial. *Alzheimer's and Dementia*, 23, 205–210. doi:10.1097/WAD.0b013e31819c6137
- Batchelor, J., Shores, E. A., Marosszeky, J. E., Sandanam, J., & Lovarini, M. (1988). Focus on clinical research: Cognitive rehabilitation of severely closed-head-injured patients using computer-assisted and non-computerized treatment techniques. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 3(3), 78–85. doi:10.1097/00001199-198809000-00012
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S., & Morse, P. A. (2005). Evidence-based cognitive rehabilitation: Updated review of the literature from 1998 through 2002. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 1681–1692. doi:10.1016/j.apmr.2005.03.024
- Florence, G., Guerit, J. M., & Gueguen, B. (2004). Electroencephalography (EEG) and Somatosensory Evoked Potentials (SEP) to prevent cerebral ischaemia in the operating room. *Neurophysiologie Clinique: Clinical Neurophysiology*, 34(1), 17–32. doi:10.1016/j.neucli.2004.01.001
- Gillen, G. (2010). *Stroke rehabilitation: A function-based approach* (3rd ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- Glisky, E. L., Schacter, D. L., & Tulving, E. (1986). Learning and retention of computer-related vocabulary in memory impaired patients: Method of vanishing cues. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8, 292–312. doi:10.1080/01688638608401320
- Gilsky, E. L. (1992). Computer-assisted instruction for patients with traumatic brain injury: Teaching of domain-specific knowledge. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 7, 1–12. doi:10.1097/00001199-199209000-00003.
- Ha, G. S., Gwon, J. S., Gyun, R. I., Won, G. S., Lee, D. W., & Yun, T. (2002). Development and standardization process, and factor analysis of the Computerized Cognitive Function Test System for Korea adults. *Journal of the Korean Neuropsychiatric Association*, 41, 551–562.
- Han, Y. S., Chae, M. S., Park, P. W., & Park, C. K. (2008). Patterns analysis of prefrontal brain waves of cancer patients using brain-computer-interface. *Journal of KIISE: Software and Applications*, 35(3), 169–178.
- Hwang, J. H., & Kim, S. G. (2011). The effect of computer-assisted cognitive rehabilitation program on memory in the dementia: Case report. *Journal of the Korean Society of Assistive Technology*, 3(1), 53–63.
- Itzkovich, M., Elazar, B., & Averbuch, S. (2000). *Lowenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-Geriatric (LOTCA-G) manual*. Jerusalem, Israel: Maddak.
- Jeon, W. M., Hwang, Y. J., & Youn, J. C. (2010). Effects of a computer-based cognitive rehabilitation therapy on mild dementia patients in a community. *Journal of the Korean Gerontological Society*, 30(1), 27–140.
- Jo, Y. N. (2010). *The effects of computerized cognitive rehabilitation on cognitive function in elderly post-stroke Patients* (Doctoral dissertation). Daegu University, Daegu.
- Jung, J. H. (2011). *The effects of neurofeedback training and computer assisted cognitive rehabilitation training on brain wave, cognition, and ADL in post stroke* (Doctoral dissertation). Sahmyook University, Seoul.
- Kang, W. G., Kang, M. H., Yang, J. R., Koo, E. J., & Kim, S. K. (2009). The comparison of EEG activity by computer assisted cognitive

- rehabilitation program in the normal elderly and the elderly with dementia. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 17(3), 75-87.
- Kim, H. J., Lee, S. J., & Kim, K. Y. (2008). A review of Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation (CACR). *Journal of Occupational Therapy for the Aged and Dementia*, 2(2), 35-46.
- Kim, Y. G. (2010). *Development of a Korean computer-based cognitive rehabilitation program (CoTras) for patients with cognitive disabilities and the validation of its effects* (Doctoral dissertation). Busan university, Busan.
- Kim, Y. G. (2011). The effects of Korean computer-based cognitive rehabilitation program (CoTras) for the cognition and ADL in stroke. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 19(3), 75-87.
- Kim, Y. H., Ko, M. H., Seo, J. H., Park, S. H., Kim, G. S., Jang, E. H., ... Jo, Y. J. (2003). Effects of computer-assisted cognitive rehabilitation program for attention training in brain injury. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 27, 830-839.
- Kim, Y. K., Kim, J. H., Sin, Y. S., & Oh, B. Y. (2003). The effects of cognitive rehabilitation training on cognitive function of elderly dementia patients. *Journal of the Korean Neuropsychiatric Association*, 42, 514-519.
- Kim, Y. K., & Jang, N. K. (2001). Changes of the prefrontal EEG (Electroencephalogram) activities according to the repetition of audio-visual learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21, 516-528.
- Kwon, J. S., Kim, Y. G., Kim, J. Y., Yook, J. S., Joe, H. J., & Hong, S. P. (2008). *Cognitive rehabilitation for occupational therapist*. Seoul, Korea: Pacificbooks.
- Lee, H. L. (2008). *The improvement of problem solving skills in adults with brain injury via a real life task based computer assisted cognitive Rehabilitation Program* (Master's thesis). Yonsei University, Wonju.
- Lee, S. A., Jung, M. S., & Chae, G. J. (2001). The effects of the computer-assisted cognitive rehabilitation on cognition, perception, activities of daily living on traumatic head injury patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 9(1), 124-133.
- Lee, Y. M. (2011). *The effect of computer-assisted cognitive rehabilitation training and balance exercise on cognition, visual perception, hand function, balance and electroencephalography in elderly* (Doctoral dissertation). Daegu University, Daegu.
- Nourbakhsh, M. R., & Ottenbacher, K. J. (1994). The statistical analysis of single-subject data: A comparative examination. *Physical Therapy*, 74, 768-776.
- Oh, B. H., Kim, Y. G., Kim, J. H., & Sin, Y. S. (2003). The effects of cognitive rehabilitation training on cognitive function of elderly dementia patients. *Journal of the Korean Neuropsychiatric Association*, 42, 514-519.
- Park, J. Y., Park, J. H., & Yang, Y. A. (2009). The use status of Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation (CACR) in Busan, Gyeongsangnam-do. *Journal of Occupational Therapy for the Aged and Dementia*, 3(1), 43-53.
- Pendleton, H. M., & Krohn, W. S. (2011). *Pedretti's occupational therapy for physical dysfunction* (7th ed., pp. 865-868). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Shim, J. M., Kim, H. H., & Lee, Y. S. (2007). Effects of computerized neurocognitive function program induced memory and attention for patients with stroke. *Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 19(4), 25-32.
- Sin, S. H., Kim, J. H., & Kim, Y. G. (2008). The

- effects of a computer-assisted cognitive training program (RehaCom) in stroke patients. *Brain & Neurorehabilitation*, 1(1), 181–189.
- Thornton, K. E., & Carmody, D. P. (2008). Efficacy of traumatic brain injury rehabilitation: Interventions of QEEG-guided biofeedback, computers, strategies, and medications, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33(2), 101–124. doi:10.1007/s10484-008-9056-z
- Yoon, J. S. (2004). *Clinical electroencephalogram*. Seoul, Korea: GoRyeo Medicine.
- Zoltan, B. (2007). *Vision, perception, and cognition* (4th ed.). Thorofare, NJ: Slack.

Abstract

Effect of Korean Computer-based Cognitive Rehabilitation Program (CoTras) for the Memory and EEG Activity in Stroke

Kim, Jung-Mi*, M.Sc., O.T., Jo, A-Young**, M.Sc., O.T.,
Jang, Ji-Yeon*, M.Sc., O.T., Song, Chiang-Soon***, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Kwangju Women's University

**Dept. of Occupational Therapy, City Rehabilitation Hospital

***Dept. of Occupational Therapy, Chosun University

Objective : The purpose of this study was to verify the clinical effect of a Korean computer-based cognitive rehabilitation program (CoTras) for recovering the memory and Electroencephalogram (EEG) activity in stroke patients.

Methods : A single-subject multiple-baseline experiment research design was used to determine the effect of Cognitive Training System (CoTras). Three participants who have had memory deficit post-stroke were trained using CoTras for 30 minutes per session. A total of twenty sessions were conducted. Their EEG was recorded during each session, and their relative power spectrum was analysed based on the beta/theta ratio. A Digit Span Test (DST) of the Computerized Neurocognitive Function Test (CNT) was used to assess the memory of each subject during each session, and Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-Geriatric (LOTCA-G) was used to evaluate their brain activation pre- and post-test. The data were visually analyzed using graphs and a descriptive statistical analysis.

Results : All of the participants showed a significant increase in memory, and their LOTCA-G and DST scores were improved post-test. However, no significant changes in EEG were shown.

Conclusion : These findings provide evidence that CoTras is an effective approach to memory recovery after a stroke; however, their EEG levels did not change.

Key words : Computer-based cognitive therapy, CoTras, EEG, Memory, Stroke