

컴퓨터를 이용한 집중력 훈련 프로그램에 대한 일반노인과 치매노인의 뇌 활성화 비교

강원구*, 강민희**, 양정림***, 구은진****, 김수경*****

*보니파시오병원 작업치료실

**서울성모병원 작업치료실

***세브란스병원 재활병원 작업치료실

****연세노은병원 작업치료실

*****건양대학교 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 일반노인과 치매노인을 대상으로 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램을 적용하여 훈련 전, 후에 뇌 활성화의 변화를 살펴보고 일반노인과 치매노인의 변화를 비교하는 것이다.

연구방법 : 충남 지역사회에 거주하는 60~80세 노인 50명을 대상으로 MMSE-K와 K-DRS를 이용하여 인지장애가 있는 치매노인 집단과 일반노인으로 구분하였다. 컴퓨터 보조 인지재활 프로그램(Rehacom) 중 주의력과 집중력 프로그램(AUFM)을 수행하기 전과 후에 뇌파를 측정하였다. 두피에 전극을 부착한 후, 대상자가 검은 색 점을 3분간 응시하는 동안 뇌파를 측정하였다.

결과 : 일반노인군은 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 수행 후 활동지수는 Fp1, F3, F4, T1, P3 영역에서, 집중지수는 F4 영역에서 유의한 변화($p<.05$)를 보였다. 치매군은 통계적으로 유의한 차이는 아니었으나 뇌 활성화가 증가되었다. 일반노인군과 치매군을 비교하면 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 수행 전에는 F4 부위에서만 활성화와 집중지수가 차이가 났지만 수행 후에는 F3, F4, T1, T2, P4 부위의 집중지수에서 유의한 차이를 보였다.

결론 : 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램을 적용하여 뇌의 활성화를 비교한 결과, 일반노인은 전두엽 영역에서 유의한 변화를 보였고 치매노인은 전체적인 활성화의 증가를 보였지만 유의하지는 않았다. 본 연구는 노인의 집중력을 자극하고 훈련하는 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램의 임상적 효과에 대한 뇌 신경생리적 근거를 제시하였다.

주제어 : 뇌파, 집중력, 치매, 컴퓨터 보조 인지재활 프로그램

I. 서 론

2006년을 기준으로 우리나라의 평균 수명은 74.4세(남)와 81.8세(여)로서 현저한 고령화 현상을 보이고 있다(통계청, 2006). 수명 연장에 따라 증가된 치매나 기타 노인성 정신질환이 중요한 사회적 문제로 대두되고 있다. 최근 연구에서 노인의 인지 기능은 일상생활 수행능력을 비

롯한 기능적 활동을 독립적으로 수행하는데 중요한 역할을 한다고 보고되었다(Carpenter, Hastie, Morris, Fries, & Ankri, 2006). 정상적 노화에 의한 일반노인의 인지 기능의 저하와 치매 등의 신경학적 질환에 의한 인지 손상을 평가하고 치료하는 것은 노인의 독립적인 생활과 삶의 질을 유지하는데 중요하다. 주의집중력과 기억력의 손상은 문제해결 능력과 추론 능력을 유지하는데 영향을 준다

(Owen, Downes, & Sahakian, 1990).

일반적으로 임상에서 시행되고 있는 노인의 인지 기능에 대한 치료 방법들에는 음악치료와 회상치료를 포함한 심리적 접근법, 인지 손상을 보상하는 인지적 보조기구(기억력 보조기구 등)와 컴퓨터 보조 인지재활(computer-assisted cognitive rehabilitation) 프로그램 등이 포함되어 있다(김희경, 2000; Gontkovsky, McDonald, Clark, & Ruwe, 2002).

컴퓨터 보조 인지 재활의 장점은 손상된 영역을 자극할 수 있도록 환자의 신경심리적 패턴(neuropsychological pattern)에 기초한 개별화된 치료를 제공한다는 점이다(Talassi et al., 2007). 치료에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있는 효과성 대비-비용 절감(cost-effectiveness)도 장점이 된다. 또한 환자의 과제 수행 능력을 객관적으로 평가할 수 있고 즉각적인 피드백을 제공한다(Chen, Thomas, Glueckauf, & Bracy, 1997). 컴퓨터 보조 인지 재활은 인지의 세부 영역별로 표준화되고 구조화된 훈련 과제를 제공할 뿐 아니라 개인의 인지 수준에 맞게 과제의 난이도를 조절할 수 있다. 전통적인 인지재활 과제는 난이도 조절의 실패에 따른 자신감 상실 및 흥미 감소의 문제가 있지만 컴퓨터 보조 인지재활은 다양한 난이도 조절이 가능하여 점차 사용이 증가되고 있다(김영기, 김지혜, 신윤식과 오병훈, 2003; Chen et al., 1997).

그러나 컴퓨터 보조 인지재활의 효과에 대한 선행 연구들은 컴퓨터 과제의 수행도와 인지 평가 점수가 향상되는 결과는 나타났지만 이것이 신경생리적으로 전이되는 근거를 보여주지 못했다(Thornton & Carmody, 2008).

뇌의 신경학적인 변화를 관찰하기 위한 방법으로는 양전자 방출 단층 촬영, 단일 광자 방출 전산화 단층 촬영술, 기능성 자기공명 영상(fMRI) 그리고 뇌파(Electroencephalogram: EEG) 등이 있다. 다른 뇌 영상 연구 방법들과 비교할 때 뇌파(EEG)는 단시간 내에 비침습적 방법으로 대뇌의 기능 변화를 직접 보여줄 뿐 아니라 짧은 시간의 검사 자료로도 다양한 유용한 정보를 제공해 주는 경제적 장점을 가지고 있다(Florence, Guerit, & Gueguen, 2004). 뇌파 측정은 특정한 과제에 집중하는 동안 두뇌의 기능 상태를 실시간으로 조사하는데 유용한 전기 신경생리적 연구 방법이다(김용진과 장남기, 2001).

뇌파는 진동하는 주파수의 범위에 따라 δ 파(0.2~3.99Hz), θ 파(4~7.99Hz), α 파(8~12.99Hz), β 파(13~

29.99Hz), γ 파(30~50Hz)로 구분한다(민윤기와 이강희, 2000). 일반적으로 δ 파는 소아나 성인의 수면 시 뇌의 여러 부위에서 발생하고, θ 파는 불쾌할 때나 졸린 경우에 흔히 나타난다. α 파는 휴식을 취하거나 안정적일 때 발생하고 β 파는 정상인의 각성과 고도의 인지기능을 수행할 때 나타난다(Mantini, Perrucci, & Del Gratta, 2007). β 파는 slow β 파(13~19.99Hz)와 fast β 파(20~30Hz)로 나뉜다(Laufs et al., 2003). γ 파는 지나친 각성과 불안, 복잡한 정보처리 등 각성상태가 높을 때 발생한다(Kaiser & Lutzenberger, 2005). 피험자의 인지 유형에 따라 활성화되는 뇌파 밴드의 양상이 달라지고 뇌 영역별 활성화도 변화한다(Fisher & Wilson, 1995; Hillary, Genova, Chiaravalloti, Rypma, & DeLuca, 2006).

따라서, 본 연구의 목적은 일반노인과 치매노인을 대상으로 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램을 적용하여 훈련 전, 후에 뇌 활성화의 변화를 살펴보고 일반노인과 치매노인의 변화를 비교하는 것이다. 이를 통해 임상에서 노인의 집중력을 훈련하는데 컴퓨터 프로그램을 활용하는 방법에 대한 뇌의 신경생리적 근거를 제시하고자 한다. 특히, 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램에 대한 일반노인과 치매노인의 뇌 활성화 반응을 비교하여 일반노인과는 다른 치매노인의 특성을 이해하고 이에 적합한 치료 프로토콜을 개발하는 데 유용한 정보를 제공하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

충남 지역사회에 거주하는 60세~80세 노인 50명을 대상으로 하였다. 노인의 연령 기준은 권용철과 박종한(1989)의 연구와 안명수, 김용훈과 이흥순(1999)에 근거하여 60세 이상으로 하였다. 간이정신상태검사-한국판(MMSE-K)와 한국판 치매 평가 검사(K-DRS)를 이용하여 인지장애가 있는 치매노인 집단과 일반노인으로 구분하였다. 치매로 구분하는 기준은 아래와 같다(권용철과 박종한, 1989).

1) MMSE-K 23점 이하인 노인

2) 55~64세이며 초졸 이하일 경우 K-DRS점수가 103.1 이하인 노인

- 3) 55~64세이며 초졸 이상일 경우 K-DRS점수가 119.4 이하인 노인
- 4) 65~84세이며 초졸 이하일 경우 K-DRS점수가 101.2 이하인 노인
- 5) 65~84세이며 초졸 이상일 경우 K-DRS점수가 116.4 이하인 노인

실험에 대한 설명을 듣고 실험 참여에 동의하여 동의서를 작성한 사람으로 하였다.

2. 치매판별 도구

1) 간이정신상태검사-한국판(Mini Mental State Examination-Korean: MMSE-K)

1975년 미국에서 개발된 간이 정신상태 검사(MMSE)를 1989년에 한국판으로 개발한 도구로서 간단하게 노인의 인지 장애와 치매 여부를 평가하는 치매 선별검사 도구로 사용된다(권용철과 박종한, 1989). 임상에서 인지 기능의 장애를 나타내는 노인들을 일차적으로 선별하고 진단하는데 이용할 수 있는 인지기능 평가도구로서 치매의 진단 타당도는 .93(김재민, 신일선, 윤진상과 이형영, 2003)이고 신뢰도는 .90(김민걸 등, 1998)으로 조사되었다.

2) 한국판 치매평가검사(Korean-Dementia Rating Scale: K-DRS)

한국판 치매평가검사(K-DRS)는 국내 치매환자의 진단 및 경과 측정을 위하여 Mattis(1988)의 Dementia Rating Scale을 한국에서 표준화한 검사이다. K-DRS는 치매환자의 진단에 중요한 여러 인지 기능들을 5개의 하위 검사로 측정하고 있다. 하위 검사에는 주의, 관리기능, 구성, 개념화, 기억이 포함되는데 총 36개의 과제로 구성되어 있다. 구성 타당도 .82와 검사-재검사 신뢰도가 .96으로 조사되었다(최진영과 이소애, 1997).

3. 뇌파 (Electroencephalogram)

1) 정량화 뇌파(QEEG-8)

뇌파(EEG)는 뇌의 전기적인 활동을 머리표면에 부착한 전극에 의해 비침습적, 객관적, 연속적으로 측정된 전기신호이다(윤중수, 2004). 본 연구에서는 뇌파 측정기인

QEEG-8(모델명 : 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.

2) 뇌파 측정 환경

소음이 발생되지 않는 방에서 피험자에게 전극을 부착한 후, 실험실 중앙에 설치된 의자에 앉도록 한다. 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(응시 지점)을 표시하였다(그림 1). 시각 자극을 받는 컴퓨터 집중력 훈련의 사전-사후 뇌파 반응을 비교하는 연구이므로 눈을 감은 상태의 안정 뇌파를 측정하지 않고 눈을 뜨고 모니터 위치에 시각적 고정 지점을 응시하는 측정 방법을 사용하였다. 이는 여성 노인을 대상으로 컴퓨터 도형 구분 과제의 수행 시 뇌파 변화에 대해 연구한 심준영(2007)의 연구 방법에 근거하였고 본 연구의 대상자가 치매 노인인 것을 감안하여 단순한 집중력 과제로 변형하였다.

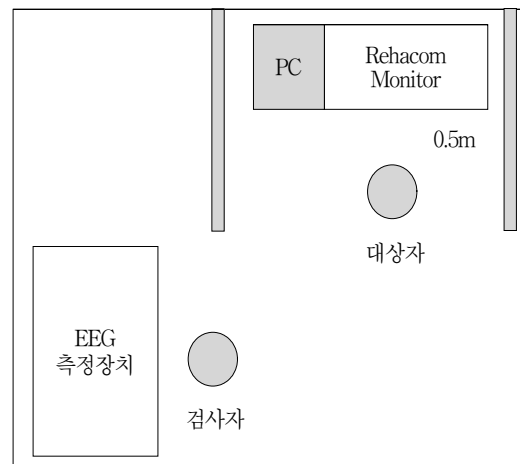


그림 1 실험실 환경

3) 뇌파 측정 과정

소음이 발생하지 않는 실험실에서 피험자는 편안한 의자에 앉은 후 피험자의 두피에 뇌파 전극을 부착한 후 3분간 휴식을 취했다. 측정의 신뢰도를 위해 2명의 검사자가 전극부착과 측정 장비 조작을 각각 분담하여 동일하게 측정하였다. 초당 샘플링은 256Hz로 하였고 뇌파 데이터 수집 시 수집되는 파형을 실험자가 실시간으로 확인하기 위하여 Gain은 694.4 UV로 하였다. 피험자에게는 잡파 방지를 위해 실험도중 씹는 행위나 말하지 않을 것을 요구하였다. 피험자가 전방의 응시지점을 움직임이 없는 상태로 3분 동안 응시하도록 하였다. 응시하는 3분 동안 뇌파를 측정한 후 1분간 휴식을 취했다. 그 다음 Rehacom 프로그램 중 주의력과 집중력(AUFM)을 20분간 수행한 후, 다시 1분간 휴식한 후, 검은색 점을 응시하는 3분 동안 뇌파를 측정하였다(그림 2).

4) 뇌파 전극 부착

머리 표면의 8개 부위에서 단극유도(monopolar derivation) 방식으로 뇌파를 측정하였다. 전극의 부착 위치는 10/20 국제 전극배치법(International 10/20 electrode system)에 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 풀(ElefixZ-401CE, Japan)을 묻혀 부착하였다. 또한 부착된 접시전극 위에 거즈를 덮어서 전극풀이 빨리 굳지 않고 머리 표면에 잘 고정되도록 하였다.

4. 뇌파 분석

1) 뇌파 분석 방법

측정된 뇌파의 파형을 보고 잡파의 유입여부를 확인

하였고 측정된 뇌파의 원 자료(raw data)를 고속 푸리에 변환(fast fourier transform)을 하여 파워 스펙트럼 분석(power spectral analysis)을 하였다. 산출된 주파수(frequency band)는 상대파워분석(relative power analysis)을 통해 상대 θ 파(4~8Hz/4~50Hz), 상대 α 파(8~12Hz/4~50Hz), 상대 β 파(12~20Hz/4~50Hz), 그리고 상대SMR파(12~15Hz/4~50Hz)로 분석하였다. 각 뇌파 밴드를 기초로 뇌의 기능별 특성을 나타내는 뇌 지수를 산출하였다.

2) 뇌 지수

(1) 집중 지수(SMR/ θ 파)

수면 상태의 θ 파와 각성을 나타내는 SMR의 비율은 주의 집중도를 결정하는 척도이다(박병운, 2005).

(2) 활성 지수(slow β 파/ α 파)

안정 시 발생하는 α 파와 활동파인 slow β 파의 비율은 행동의 활동성을 판단하는 기준이 된다(한영수, 채명신, 박병운과 박종기, 2008).

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

$$\text{집중지수} = \frac{\text{SMR}(12 \sim 15 \text{Hz})}{\theta \text{파}}$$

5. 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램

컴퓨터 보조 인지재활 프로그램(Rehacom)은 인지 기능의 장애나 결핍이 있는 환자를 대상으로 컴퓨터를 이용하여 인지재활 치료를 할 수 있도록 1989년에 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 있으나 본 연구에서는 임상에서 보편적

수행 전 평가		컴퓨터 프로그램 수행		수행 후 평가
검은색 점 응시(3분): 뇌파 측정	⇒	Rehacom 수행(20분)	⇒	검은색 점 응시(3분): 뇌파 측정

그림 2 실험과정

으로 사용되는 큰 버튼이 적용된 조작판(enlarged button control board)을 이용하였다. 본 연구에서는 컴퓨터 보조 인지재활 프로그램 중 주의력과 집중력(AUFM) 프로그램을 선택하여 사용하였다.

6. 통계 분석

인구통계학적 변인의 특성은 기술통계를 사용하였다. 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램의 수행 전과 후의 뇌파는 paired t-test를 이용해 분석하였고 일반노인군과 치매군의 뇌 활성의 차이를 보기 위해 t-test를 사용하였다. 유의수준은 .05로 분석하였다. 뇌파의 뇌 부위별 변화를 시각적으로 확인할 수 있도록 뇌 지도화(맵핑) 프로그램인 Brain map 3D(Ver. 2.0, Laxtha Inc., Korea)를 이용하여 각 부위 뇌파의 상대파워 값을 시각화하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구대상자의 일반적 특성을 살펴보면 다음과 같다(표 1). 일반노인군은 남자 10명(31.3%)와 여자 22명(68.8%) 이었고 연령대별 인원은 60~69세 22명(68.8%),

70~79세 9명(28.1%), 80세 이상은 1명(3.1%)이었다. 교육 수준은 무학 5명(15.6%), 초졸 21명(65.6%), 중졸 5명(15.6%), 고졸 이상이 1명(3.1%)이었다. MMSE-K 점수는 평균 26.75±1.66점, K-DRS 점수는 평균 128.13±5.33점이었다. 치매군의 성별은 자 4명(22.2%), 여자 14명(77.8%)이었고 연령별로 60~69세 10명(55.6%), 70~79세 8명(44.4%), 80세 이상의 대상자는 없었다. 교육 수준은 무학 9명(50.0%), 초졸 9명(50.0%), 중졸 5명(15.6%), 고졸 이상이 1명(3.1%)이었다. MMSE-K 점수는 평균 26.75±1.66점이고 K-DRS 점수는 평균 128.13±5.33점이었다(표 2).

2. 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 전과 후의 뇌파 변화

1) 일반노인군의 프로그램 수행 전, 후의 뇌 지수 변화
일반노인군은 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 수행 후에 활동지수는 Fp1, F3, F4, T1, P3 영역에서, 집중지수는 F4 영역에서 유의한 변화가 나타났다(표 3).

2) 치매군의 프로그램 수행 전, 후의 뇌 지수 변화
치매군은 활동지수와 집중지수에서 평균값이 상승했지만 유의한 차이는 없었다(표 4).

표 1 대상자의 일반적 특성

일반적 특성	구분	일반노인군 (N=32)	치매군 (N=18)
		인원수	인원수
연령(년도)	60~69세	22	10
	70~79세	9	8
	80세 이상	1	0
성별(남/여)	남자	10	4
	여자	22	14
교육정도(년도)	미취학	5	9
	초졸	21	9
	중졸	5	0
	고졸 이상	1	0

표 2 대상자의 인지기능 평가 점수

평가 척도 (총점)	일반노인군 (N=32)	치매군 (N=18)
MMSE-K	26.6 ± 1.77	17.22 ± 4.42
K-DRS	128.12 ± 5.33	84.78 ± 21.92

표 3 일반노인군의 집중력 훈련 프로그램 수행 전과 후의 뇌 지수 변화

뇌파측정 부위	프로그램 전	프로그램 후	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
활동지수				
Fp1	.309 ± .349	.466 ± .672	-2.045	.049*
Fp2	.274 ± .297	.455 ± .795	-1.873	.071
F3	.946 ± .714	1.178 ± .836	-2.950	.006*
F4	.864 ± .608	1.061 ± .731	-2.088	.045*
T1	1.021 ± .750	1.287 ± .802	-2.928	.006*
T2	1.036 ± .673	1.211 ± .707	-1.770	.087
P3	.930 ± .535	1.069 ± .543	-2.253	.031*
P4	.856 ± .541	.968 ± .480	-1.314	.199
집중지수				
Fp1	.158 ± .159	.194 ± .230	-1.656	.108
Fp2	.160 ± .159	.190 ± .229	-1.123	.270
F3	.527 ± .349	.575 ± .343	-1.344	.189
F4	.489 ± .296	.596 ± .318	-2.067	.047*
T1	.556 ± .337	.648 ± .317	-1.808	.080
T2	.579 ± .298	.664 ± .269	-1.613	.117
P3	.549 ± .227	.629 ± .268	-1.798	.082
P4	.570 ± .301	.644 ± .263	-1.786	.084

*p<.05

표 4 치매군의 집중력 훈련 프로그램 수행 전과 후의 뇌 지수 변화

뇌파측정 부위	프로그램 전	프로그램 후	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
활동지수				
Fp1	.239 ± .216	.318 ± .356	-1.476	.158
Fp2	.223 ± .179	.250 ± .199	-.625	.540
F3	.584 ± .434	.800 ± .813	-1.719	.104
F4	.467 ± .403	.676 ± .810	-1.794	.091
T1	.657 ± .717	.842 ± 1.279	-1.213	.242
T2	.680 ± .860	.757 ± 1.134	-.893	.384
P3	.836 ± 1.087	.864 ± 1.217	-.301	.767
P4	.786 ± 1.012	.844 ± 1.211	-.727	.477
집중지수				
Fp1	.113 ± .087	.136 ± .120	-1.241	.232
Fp2	.101 ± .073	.113 ± .078	-.828	.419
F3	.357 ± .277	.377 ± .291	-.357	.726
F4	.298 ± .255	.334 ± .300	-.934	.363
T1	.399 ± .373	.380 ± .419	.309	.761
T2	.424 ± .444	.384 ± .417	.701	.493
P3	.482 ± .483	.438 ± .415	.810	.429
P4	.434 ± .471	.437 ± .452	-.085	.934

3. 일반노인군과 치매군의 뇌파 비교

1) 프로그램 수행 전 일반노인군과 치매군의 뇌 지수 비교

컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 적용 전 일반노인군은 치매군에 비해 활동지수와 집중지수가 F4 영역에서 유의하게 높게 나타났다(표 5).

2) 프로그램 수행 후 일반노인군과 치매군의 뇌 지수 비교

컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 적용 후 일반노인군은 치매군에 비해 활동지수는 F4 영역에서, 집중지수는 F3, F4, T1, T2, P4 영역에서 유의하게 높게 나타났다(표 6).

4. 일반노인군과 치매군의 뇌 맵핑 변화

1) 일반노인군 뇌 맵핑의 변화

머리를 위쪽에서 내려다보는 장면이며 코(앞쪽 큰 돌

기 1개)가 있는 쪽이 이마(전전두엽 부위) 부위이다. 파랑색(활성 저하)에서 붉은색(고활성)까지 뇌파의 주파수에 따라 색의 스펙트럼으로 분포된다.

일반노인군과 치매군의 뇌 활성도를 맵핑화 하였을 때, 전반적으로 치매군보다 일반노인군에서 뚜렷하게 활성화 되었다. 일반노인군의 수행 전, 후의 뇌의 활성도를 보면 비국소적으로 넓은 부위에서 뇌 활성이 증가하는 변화가 관찰되었고 좌 뇌와 비교하여 우 뇌가 더 활성화 되었다(그림 3, 4).

2) 치매군 뇌 맵핑의 변화

일반노인군과 비교해서 치매군의 뇌 활성도가 확연히 저하되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 치매군의 활동지수와 집중지수는 통계적으로 유의한 변화는 없었으나 뇌 맵핑에서는 다른 부위와 비교하여 전두엽 영역이 활성화 되는 변화를 확인할 수 있었다. 일반노인군과 마찬가지로 치매노인군도 좌 뇌와 비교하여 우 뇌가 더 활성화 되었다(그림 5, 6).

표 5 집중력 훈련 프로그램 수행 전 일반노인군과 치매군의 뇌 지수 비교

뇌파측정 부위	일반노인군	치매군	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
활동지수				
Fp1	.309 ± .349	.239 ± .216	-.771	.444
Fp2	.274 ± .297	.223 ± .179	-.664	.510
F3	.946 ± .714	.584 ± .434	-1.954	.057
F4	.864 ± .608	.467 ± .403	-2.471	.017*
T1	1.021 ± .750	.657 ± .717	-1.674	.101
T2	1.036 ± .673	.680 ± .860	-1.624	.111
P3	.930 ± .535	.836 ± 1.087	-.410	.684
P4	.856 ± .541	.786 ± 1.012	-.317	.752
집중지수				
Fp1	.158 ± .159	.113 ± .087	-1.102	.276
Fp2	.160 ± .159	.101 ± .073	-1.789	.080
F3	.527 ± .349	.357 ± .277	-1.764	.084
F4	.489 ± .296	.298 ± .255	-2.291	.026*
T1	.556 ± .337	.399 ± .373	-1.524	.134
T2	.579 ± .298	.424 ± .444	-1.473	.147
P3	.549 ± .227	.482 ± .483	-.558	.583
P4	.570 ± .301	.434 ± .471	-1.245	.219

* p<.05

표 6 집중력 훈련 프로그램 수행 후 일반노인군과 치매군의 뇌 지수 비교

뇌파측정 부위	일반노인군	치매군	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
활동지수				
Fp1	.466 ± .672	318 ± .356	-.865	.392
Fp2	.455 ± .795	250 ± .199	-1.071	.290
F3	1.178 ± .836	800 ± .813	-1.547	.128
F4	1.061 ± .731	.676 ± .810	-1.718	.092
T1	1.287 ± .802	.842 ± 1.279	-1.513	.137
T2	1.211 ± .707	.757 ± 1.134	-1.745	.087
P3	1.069 ± .543	.864 ± 1.217	-.824	.414
P4	.968 ± .480	.844 ± 1.211	-.514	.610
집중지수				
Fp1	.194 ± .230	.136 ± .120	-.994	.325
Fp2	.190 ± .229	.113 ± .078	-1.725	.092
F3	.575 ± .343	.377 ± .291	-2.060	.045*
F4	.596 ± .318	.334 ± .300	-2.843	.007*
T1	.648 ± .317	.380 ± .419	-2.546	.014*
T2	.664 ± .269	.384 ± .417	-2.882	.006*
P3	.629 ± .268	.438 ± .415	-1.975	.054
P4	.644 ± .263	.437 ± .452	-2.049	.046*

*p<.05

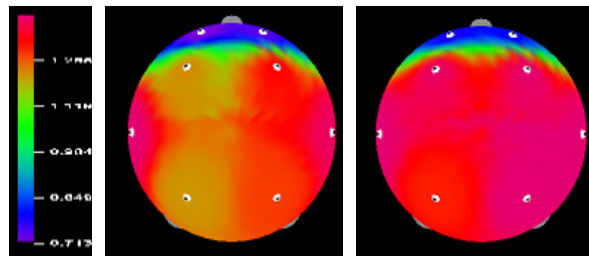


그림 3 일반노인군 활성 지수의 변화(뇌파 맵핑)

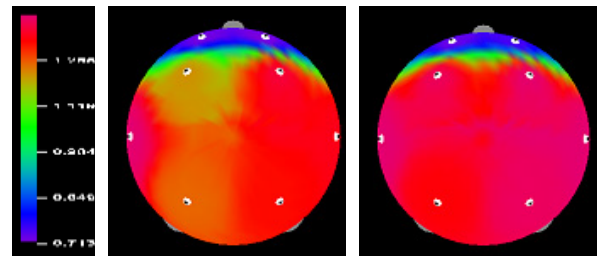


그림 4 일반노인군 집중 지수의 변화(뇌파 맵핑)

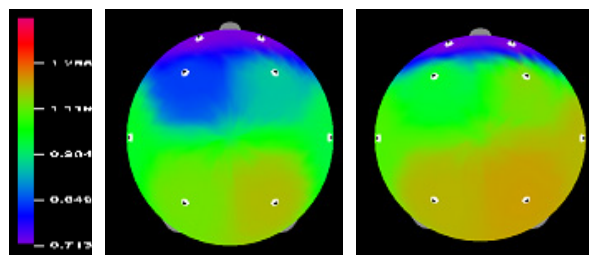


그림 5 치매군 활성 지수의 변화(뇌파 맵핑)

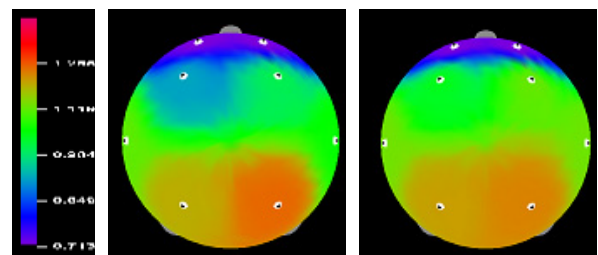


그림 6 치매군 집중 지수의 변화(뇌파 맵핑)

IV. 고 찰

본 연구는 일반노인과 치매노인을 대상으로 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램을 적용하여 훈련 전, 후에 뇌 활성의 변화를 살펴보고 일반노인과 치매노인의 변화를 비교하는 실험을 통해 컴퓨터를 이용한 집중력 훈련이 일반노인과 치매노인에게 미치는 신경생리적 영향을 확인하고자 하였다. 연구결과에서 일반노인군은 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 수행 후 활동지수는 Fp1, F3, F4, T1, P3 영역에서, 집중지수는 F4 영역에서 유의한 변화($p < .05$)를 보였다. 치매군은 통계적으로 유의한 차이는 아니었으나 뇌 활성이 증가되었다. 일반노인군과 치매군을 비교하면 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램 수행 전에는 F4 부위에서만 활성과 집중지수가 차이가 났지만 수행 후에는 F3, F4, T1, T2, P4 부위의 집중지수에서 유의한 차이를 보였다.

뇌손상 환자와 노인, 치매 환자 등의 인지 재활을 위해 임상에서 이용되고 있는 컴퓨터 보조 인지 재활 프로그램은 여러 연구들에서 효과가 확인되었다(Gontkovsky et al., 2002; Lynch, 2002). Günther, Schafer, Holzner와 Kemmler(2003)는 노인들에게 컴퓨터 보조 인지 재활을 실시한 직후에 나타난 효과 중 일부가 5개월 후까지 장기적으로 지속되는 연구결과를 통해 노인의 인지적 결손을 치료하고 예방하기 위해 컴퓨터를 다양하게 사용할 것을 제안하였다. 컴퓨터 인지재활을 통해 알츠하이머 병 환자와 경증 인지 손상 환자의 인지 기능이 유의하게 향상되었다(Cipriani, Bianchetti, & Trabucchi, 2006).

연구 결과에서 일반노인군은 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램을 수행 후 Fp1, F3, F4, T1, P3 영역에서 활동지수가 유의하게 증가하였고 집중지수는 F4 영역에서 유의한 변화를 보였다. 전두부 영역은 지속적 집중력과 저장된 정보를 내적으로 조작해서 문제를 해결하는 작업 기억(working memory)에 중추적인 역할을 담당한다(Daffner, Mesulam, & Scinto, 2000; Koechlin, Basso, Pietrini, Panzer, & Grafman, 1999). 따라서 전전두엽(Fp1), 전두엽(F3, F4) 영역의 활동지수와 전두엽(F4) 영역에서 집중지수가 유의하게 증가한 것은 집중과 인지적 실행을 담당하는 전두부 영역의 활성화를 의미한다. Praamstra, Boutsen와 Humphreys

(2005)의 연구에서 집중력 향상 시 전두부 영역이 활성화된 것과 일치하는 결과이다.

치매노인군은 활성지수와 집중지수의 평균값이 상승하였으나 유의한 차이는 없었다. 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램이 치매노인의 주의력을 향상시키는 효과를 보고한 선행 연구(김영기 등, 2003)와 일치하지 않았다. 이는 일정 기간의 훈련과정을 거치지 않고 컴퓨터 프로그램 1회 수행에 대한 뇌파의 변화를 분석한 연구 방법의 제한점 때문인 것으로 생각된다. 그러나 치매노인군도 통계적으로 유의하지 않지만 뇌의 전 영역의 활동지수와 전두엽(F3, F4)의 집중지수 평균값이 증가되었다. 이러한 결과를 근거로 인지 기능이 점차 감퇴되는 치매노인에게 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램을 적용하면 집중력 저하의 진행을 지연시키는 효과를 기대할 수 있을 것이다.

일반노인의 활성 및 집중지수가 프로그램 수행 전에는 F4영역에서만 치매노인보다 유의하게 높게 나타났지만 프로그램 수행 후에는 좌측 두정엽(P3, $p = .54$)을 제외한 뇌의 전 영역(F3, F4, T1, T2, P4)에서 집중지수가 유의하게 높게 나타났다. 일반노인의 신경생리적 활성이 치매노인에 비해 더 즉각적이고 뚜렷하게 나타나는 것으로 판단된다.

뇌파의 활성을 뇌의 영역별로 시각화해서 보여주는 뇌 맵핑 결과를 통해 일반노인군과 치매노인군 모두에서 프로그램 수행 후 뇌 활성이 증가하는 것을 확인했다. 특히, 통계적 유의성이 나타나지 않은 치매노인군도 시각적 스펙트럼에서는 변화를 보였다. 좌 뇌와 우 뇌의 양상을 비교하면 좌반구의 뇌 활성화에 비해 우반구 활성이 확연히 증가된 것을 확인할 수 있었다. 좌 뇌는 언어와 분석적 사고를 주로 담당하고 우 뇌는 시각 및 공간의 인식이 특성화된 기능적 특성을 대뇌 반구의 '편측성'이라고 한다(강호감, 1990). 다양한 2, 3차적 시각적 영상 과제를 활용하는 컴퓨터 프로그램에 대한 우뇌의 시공간적 편측성의 영향이 우 뇌의 활성에 반영된 것으로 생각된다.

본 연구 결과는 임상에서 다양한 방법으로 이용될 수 있다. 노인은 노화에 의해 정보의 신경학적 처리 속도가 점차 감소되는데, 이러한 일반노인의 뇌를 활성화하기 위해 컴퓨터 보조 인지 재활 프로그램을 이용할 수 있을 것이다. 또한 경도 인지 장애(mild cognitive impairment) 환자는 다양한 컴퓨터 인지 과제를 수행하면서 뇌의 신

경학적 활성이 증가되어 인지 장애가 심화되거나 치매로 진행되는 것을 예방할 수 있을 것이다. 일반노인에 비해 덜 뚜렷했지만 치매노인도 1회기 컴퓨터 프로그램을 적용한 후 뇌 활성이 증가되었으므로 치매노인을 위한 인지재활 훈련 프로토콜에는 신경학적 변화를 위한 충분한 훈련 회기가 포함되어야 한다. 그리고 1회기의 훈련 시간은 환자의 기능 수준과 상태 등을 고려하여 20분 정도에서 가감하여 설정하고 초기 치매환자는 문제해결형 과제를 제시하고 점차 치매가 진행됨에 따라 단순 선택형 또는 감각 자극형 과제를 활용하는 것이 적절한 것이다.

향후 연구에서는 치매노인을 대상으로 여러 회기의 훈련을 시행하여 컴퓨터 인지 재활 프로그램의 신경생리적 효과를 뒷받침하는 연구가 필요하다. 치매 환자의 기능 상태와 특징에 따른 효과적인 세부 훈련 프로토콜을 확인하고 치매노인을 위한 더 쉽고 다양한 컴퓨터 훈련 과제와 컴퓨터 인터페이스의 개발이 요구된다.

V. 결 론

본 연구는 32명의 일반노인과 18명의 치매노인에게 컴퓨터 집중력 훈련(Rehacom) 프로그램을 적용하고 뇌파를 측정하여 뇌 활성의 변화를 비교하였다.

컴퓨터 집중력 프로그램을 수행한 후 일반노인은 전두엽 부위에서 뇌 지수가 유의하게 증가하였고 치매노인은 유의한 수준은 아니지만 전체 부위에서 뇌 지수가 증가되었다. 또한 프로그램 수행 전에는 일반노인과 치매노인의 뇌 지수는 우측 전두엽에서만 유의한 차이가 나타났다. 수행한 후에는 전두엽과 측두엽, 두정엽에서 일반노인의 집중지수가 치매노인보다 유의하게 높았다. 즉, 컴퓨터 프로그램을 이용한 집중력 훈련 시 일반노인과 치매노인의 뇌 활성도가 증가하였고 치매노인에 비해 일반노인의 집중지수가 더 크게 변화하였다. 본 연구의 의의는 일반노인과 치매노인의 집중력을 자극하고 훈련하는 컴퓨터 집중력 훈련 프로그램의 임상적 효과에 대한 뇌 신경생리적 근거의 단초를 제시한 데 있다. 특히, 치매노인의 뇌 활성화에 대한 자료는 임상에서 치매노인을 위한 다양한 집중력 훈련 프로토콜을 개발하는데 유용한 정보로 이용되길 바란다.

참 고 문 헌

- 강호감. (1990). 대뇌 좌우 양반구의 기능과 성차. 과학수학교육연보, 6, 69-70.
- 권용철, 박종한. (1989). 노인용 한국판 Mini-Mental State Examination(MMSE-K) 표준화 연구. 대한 신경정신의학, 28(1), 125-135.
- 김민걸, 이상수, 이영호, 이상경, 안동성, 윤성환 등. (1998). 도시 지역 알츠하이머형 치매 환자를 대상으로 한 한국판 MMSE(MMSE-K)의 진단적 타당성 조사와 정신병리 평가. 신경정신의학, 37(6), 1277-1291.
- 김영기, 김지혜, 신윤식, 오병훈. (2003). 인지재활훈련이 노인성 치매 환자의 인지기능에 미치는 영향. 대한 신경정신의학회, 42(4), 514-519.
- 김용진, 장남기. (2001). 시청각 학습의 반복 수행에 따른 전두부의 뇌파 활성도 변화. 한국과학교육학회지, 21(3), 516-528.
- 김재민, 신일선, 윤진상, 이형영. (2003). 치매 선별을 위한 MMSE-K와 K-MMSE의 진단 타당도 비교. 신경정신의학, 42(1), 124-130.
- 김희경. (2000). 음악요법이 치매노인의 인지기능, 치매 행동 및 정서에 미치는 영향. 성인간호학회지, 12(3), 463-476.
- 민윤기, 이강희. (2000). 뇌파 인터페이스 게임과 컴퓨터 게임의 수행에 따른 뇌파 변화 비교. 감성과학, 3(1), 17-24.
- 박병운. (2005). 뇌파 밴드별 상호 연관성에 따른 뇌기능 최적화 연구. 한국정신과학 학술대회 논문집, 21, 103-108.
- 심준영. (2007). 뇌호흡 수련 여성노인의 생활만족 및 도형구분과제 수행시 활성뇌파의 변화. 한국스포츠심리학회, 18(2), 31-44.
- 안명수, 김용훈, 이홍순. (1999). 성인병 검진을 위해 내원한 60세 이상 노인에게서 연령 증가에 따른 질환의 분포. 대한내과학회지, 56(2), 147-158.
- 윤중수. (2004). 임상 뇌파학. 서울: 고려의학.
- 최진영, 이소애. (1997). 한국판 치매 평가 검사(K-DRS)의 표준 연구. 한국임상심리학회지, 16(2), 423-433.

- 통계청. (2006). 장래인구 추계. 서울: 통계청.
- 한영수, 채명신, 박병운, 박종기. (2008). 뇌-컴퓨터 인터페이스를 이용한 암환자들의 전전두엽 뇌파 분석. 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 35(3), 169-178.
- Carpenter, G. I., Hastie, C. L., Morris, J. N., Fries, B. E., & Ankri, J. (2006). Measuring change in activities of daily living in nursing home residents with moderate to severe cognitive impairment. *BMC Geriatrics*, 6(7), 7-14.
- 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.
- Cipriani, G., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (2006). Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 43(3), 327-335.
- Computer-aided Cognitive Rehabilitation. (2001). *Rehacom manual* [Catalogue]. Megdeburg, German: Author.
- Daffner, K. R., Mesulam, M. M., & Scinto, L. F. (2000). The central role of the prefrontal cortex in directing attention to novel events. *Brain: A Journal of Neurology*, 123(5), 927-939.
- 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 of Occupational Therapy*, 9(3), 119-129.
- Fisher, F., & Wilson, G. F. (1995). Cognitive task classification based upon topographic EEG data. *Biological Psychology*, 40(1-2), 239-250.
- 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.
- Gontkovsky, S. T., McDonald, N. B., Clark, P. G., & Ruwe, W. D. (2002). Current directions in computer-assisted cognitive rehabilitation. *Neurorehabilitation*, 17(3), 195-199.
- Günther, V. K., Schafer, P., Holzner, B. J., & Kemmler, 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 and Mental Health*, 7(3), 200-206.
- Hillary, F. G., Genova, H. M., Chiaravalloti, N. D., Rypma, B., & DeLuca, J. (2006). Prefrontal modulation of working memory performance in brain injury and disease. *Human Brain Mapping*, 27(11), 837-847.
- Kaiser, J., & Lutzenberger, W. (2005). Human gamma-band activity: A window to cognitive processing. *Neuroreport*, 16(3), 207-211.
- Koechlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S., & Grafman, J. (1999). The role of anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 399(6732), 148-151.
- Laufs, H., Krakow, K., Sterzer, P., Eger, E., Beyerle, A., Salek-Haddadi, A., et al. (2003). Electroencephalographic signatures of attentional and cognitive default modes in spontaneous brain activity fluctuations at rest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(19), 11053-11058.
- Lynch, B. (2002). Historical review of computer assisted cognitive retraining. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(5), 446-457.
- Mantini, D., Perrucci, M. G., & Del Gratta, C. (2007). Electrophysiological signatures of resting state networks in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(32), 13170-13175.
- Mattis, S. (1988). *Dementia Rating Scale (DRS)*.

- Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Owen, A. M., Downes, J. J., & Sahakian, B. J. (1990). Planning and spatial working memory following frontal lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, 28(10), 1021-1034.
- Praamstra, P., Boutsen, L., & Humphreys, G. W. (2005). Frontoparietal control of spatial attention and motor intention in human EEG. *Journal of Neurophysiology*, 94(1), 764-774.
- Talassi, E., Guerreschi, M., Feriani, M., Fedi, V., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (2007). Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in Mild Dementia (MD) and Mild Cognitive Impairment (MCI): A case control study. *Archives Gerontology Geriatrics*, 44(suppl), 301-399.
- 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.

Abstract

The Comparison of EEG Activity by Computer Assisted Cognitive Rehabilitation Program in the Normal Elderly and the Elderly With Dementia

Kang, Won-Ku^{*}, B.H.Sc., O.T., Kang, Min-Hee^{**}, B.H.Sc., O.T., Yang, Jung-Lim^{***}, B.H.Sc., O.T., Ku, Eun-Jin^{****}, B.H.Sc., O.T., Kim, Su-Kyoung^{*****}, M.P.H., O.T.

^{*}Dept. of Occupational Therapy, Bonifacio Rehabilitation Hospital

^{**}Dept. of Occupational Therapy, Seoul St. Mary's Hospital

^{***}Dept. of Occupational Therapy, Yonsei University Medical Center

^{****}Dept. of Occupational Therapy, Yonsei Naeun Hospital

^{*****}Dept. of Occupational Therapy, Konyang University

Objective : The purposes of this study were to look at the activation of the brain and to compare the normal elderly with the elderly with dementia after applying to the computer assisted cognitive rehabilitation program(Rehacom).

Methods : The subjects were divided into two groups (elderly group without dementia) based on the MMSE-K and K-DRS. The subjects gazed at a point on a computer monitor during EEG measurement for 3 minutes as pretest. The subject were then trained by AUFM (attention task mode) in computer assisted cognitive rehabilitation program. After 20 minutes of computer training, the subjects again gazed at a point on a computer monitor during EEG measurement for 3 minutes.

Results : Dementia group improved in mean score, but there was not a significant change. The normal elderly subjects significantly increased in activity quotient (low beta/theta) for Fp1, F3, F4, T1, P3 and in attention concentration quotient (SMR/theta) for F4($p<.05$). A significant difference between dementia group and elderly group without dementia was found for F₃, F₄, F₄, T₁, T₂, F₄.

Conclusion : The normal group showed a meaningful change in frontal area. The dementia group showed an overall change of activity, but not meaningful. This study presents that the computer assisted cognitive rehabilitation program is a neurophysiologically effective method of cognitive training in the elderly. Therefore, occupational therapists should conduct research on the nature of the brain activation and specific region through the performance of computer assisted cognitive rehabilitation task.

Key words : Attention, Computer assisted cognitive rehabilitation program, Dementia, EEG