

주의·집중훈련 프로그램의 두 가지 과제수행에 따른 뇌파 변화

채정병[†]

마산대학교 물리치료과

Changes in EEG According to Attention and Concentration Training Programs with Performed Difference Tasks

Jung-Byung Chae[†]

Department of Physical Therapy, Masan University

Received: March 10, 2014 / Revised: April 19, 2014 / Accepted: April 20, 2014

© 2014 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to investigate changes in EEG through attention. Concentration training and performing tasks are important factors in the improvement of motor learning ability.

Methods: In the experiment, 22 healthy people were divided into two groups: the trail making test (TMT) group and the computerized neurocognitive function test (CNT) group. A one-way Neuro Harmony M test to see whether there was a significant difference among the groups.

Results: The TMT group showed a significant increase in α wave, α wave sequence, and β wave sequence; however, there were no significant differences in SMR wave, SMR wave sequence, and β wave. The CNT group showed increases in α wave, α wave sequence, SMR wave, SMR wave sequence, and β wave sequence; however, there was no significant difference in β wave. In EEGs before and after two performance tasks were changed, there were significant differences in α wave, SMR wave, SMR wave sequence; however, there were no significant differences in α wave sequence, β wave, and β wave sequence.

Conclusion: Attention training and concentration training offer feedback and repetition for constant stimulus and response. Moreover, attention training and concentration training can contribute to new studies and motivation by developing fast sensory and motor skills through acceptable visual and auditory stimulation.

Key Words: Attention, Concentration, Cognition, EEG, Motor learning

[†]Corresponding Author : Jung-Byung Chae (jbchae@masan.ac.kr)

I. 서론

새로운 움직임의 기술을 습득하고 수행할 수 있는 능력은 연습과 경험에 관련된 일련의 과정으로 특정한 방법과 과제 수행에 대한 숙련도를 증가시키는 연속적인 변화를 강조한다(Seidler, 2006).

Magill(1993)은 연습이나 경험의 결과로써 비교적 연속적인 향상으로 추론되는 개인의 기술수행 능력의 변화를 운동학습이라고 하였다. 따라서 운동학습이란 운동을 수단으로 하여 결과로 나타나는 개인행동의 변화를 의미한다.

Wu 등(2001)은 움직임을 수행하기 위한 기능적 목표 또는 과제란 개인이 성취하기 위하여 시도하는 무엇인가를 의미하며, 과제 목표, 운동 협응 패턴을 결정하기 위해 수행자 주위의 환경과 상호작용을 필요로 한다고 하였다. 또한 과제 목표의 기능적 수준 또는 중요성이 증가할수록 운동수행과 수행의 정확성은 강화된다고 하였다.

초기에는 느리고, 부정확하고, 비협응화 된 운동 수행력이 과제의 연습을 통해 빠르고 정확하고 협응화 된 동작으로 바뀌게 되는 변화들은 운동 계획 및 운동 프로그래밍 과정의 전환으로 일어나며(Schmidt, 1988), 운동 학습에 있어서 운동기술은 연습을 함에 따라 인지단계(cognitive stage), 연관단계(associative stage), 자동단계(automatic stage)를 경험하게 된다고 하였다(Fitts & Posner, 1964).

인지단계는 학습자가 새로운 과제를 수행할 때 과제에 대한 인지적 이해를 하는 단계이고, 연관 단계는 학습자가 과제수행에 대한 가장 효과적인 해결 방법과 동작 반응과의 연결 및 관계를 결정했을 때 수행 방식을 안정되게 조정하는 단계이며, 자동단계는 마지막 단계로서 장기간 연습 후에 운동 수행에 자동적으로 이루어지는 단계를 말한다. 따라서 운동 학습 연구의 궁극적 목적은 반복적인 연습을 통한 기술의 획득 과정에 영향을 주는 요인 및 그 기전을 찾아내는 것이라고 할 수 있다(Schmidt, 1988).

주의와 집중(attention and concentration)이란 한 개

이상의 여러 자극이 있을 때 어떤 한 개의 자극이나 두 개의 자극에 대하여 선택적 초점을 맞추는 것을 의미하며, 또한 주의는 환경으로부터 또는 장기간 기억으로부터 정보를 처리하기 위한 뇌의 수용 능력으로, 손상 받지 않은 선택적인 주의력을 가진 사람은 관련 없는 정보를 검사하는 동안 관련 있는 환경을 선별하거나 처리할 수 있다(Susan, 2001). 이러한 주의·집중은 운동 학습의 연속적인 절차에서 그 수행력 변화의 중요한 요인으로 작용한다.

운동학습 능력은 경험의 결과로 나타나는 지속적 행동의 변화나 그 잠재력의 변화 혹은 그 지식을 습득하는 과정에서 일을 감당해 낼 수 있는 힘을 말하는데, 주의 집중력은 마음이나 주위를 집중할 수 있는 능력으로 많은 정보에 직면했을 때 꼭 필요한 제한된 수의 정보만을 선택하고 그 나머지 정보들을 무시하는 것, 또는 어떤 것을 효과적으로 다루기 위해서 다른 것로부터 분리하는 것을 뜻하며, 혼란한 상태와는 반대되는 상태로서 필요할 때 주의의 폭을 줄이거나 넓힐 수 있고 의도하는 방향으로 생각을 이끌 수 있는 능력을 의미한다(Fitts & Posner, 1964).

주의·집중력은 모든 학습과 정보처리에 기초가 되는 기본적인 인지능력으로서 이러한 능력이 부족하거나 장애를 가지게 되면, 집중하는 것, 듣는 것, 그리고 기억하는 것에 어려움이 따른다.

주의·집중은 각성 및 각성 수준에 의하여 영향을 받으며, 각성 및 불안 수준을 측정할 수 있는 생리적 지표로는 뇌파, 심박 수, 피부저항, 혈압, 근 긴장 등이 있다. 뇌파는 대뇌피질에 있는 신경세포들의 활동에 의해 결정되는데, 각성 수준에 따라 신체적 뇌는 정신적 자극에 의해서 긴장도가 높아지면 β 파(14-30Hz)와 γ 파(30Hz이상)상태가 되고, 이완이 되면 α 파(8-12Hz) 출현이 많아지며, 얇은 수면 시와 숙면 시에는 각각 θ 파(4-7Hz)와 δ 파(3Hz)가 출현하는 것으로 알려져 있다. 즉, 각성수준에 따라서 서파(δ , θ , α 이완상태), 속파(β , γ , 각성상태)의 비율로 측정할 수 있다(Fernandez et al, 1995; Glass, 1991; Luria, 1973)(Table1).

Table 1. Classification of brain wave

Items	Hz	Status
δ (delta wave)	0.1-3	deep sleep
θ (theta wave)	4-7	deeply relaxed
α (alpha wave)	8-12	passive attention
SMR wave	12-15	relaxed, external attention
middle- β (beta wave)	16-20	active, external attention
high- β (beta wave)	21-30	high correlation with anxiety
γ (gamma)	30-50	nervous, anxiety

α 파는 명상이나 최면에 의하여 쉽게 유발될 수 있으며, 후속 자극이 제시될 경우 α 파는 이 자극을 최대한 효율적으로 처리할 수 있다(Fernandez et al, 1995; Glass, 1991; Luria, 1973). β 파는 변위 폭이 가장 작은 뇌파로서 α 파보다 짧은 주기를 가진 뇌파 성분의 총칭이다. α 파가 두정부와 후두부에서 강하게 발달하고 있는 것에 비해 β 파는 중심 후회(postcentral gyrus)보다 앞부분에서 우세하게 나타난다. 정상적으로 전두엽에서 잘 기록되며, 주의를 집중하여 정신 활동을 할 때는 뇌 전체에서 광범위하게 나타난다.

따라서 정상인에게 주의를 요하는 과제를 부과하면 비동기화 또는 α 파 억제(α -blocking)현상으로 설명되는 뇌파의 변화에 의해 β 파에 해당되는 빠른 뇌파가 큰 진폭으로 나타나게 된다. β 파는 피질의 각성과 관련되어 있어서 사람이 정신 활동을 수행할 때 활성이 강하게 나타난다(Fernandez et al, 1995; Glass, 1991; Luria, 1973).

β 파는 주파수에 따라 다시 분류할 수 있는데 그중에서 SMR(느린 베타 리듬; 12-15Hz)은 신체의 움직임이 없는, 운동감각 피질의 활동을 최소화한 상태에서 주의를 기울이는 비교적 단순한 과제를 수행할 때 우세하며, m- β (중간 베타 리듬; 16-20Hz)는 계산이나 암산과 같이 한 가지 주제에 집중하면서 정신부하가 동반되는 사고 활동을 수행할 때 우세해지고, h- β (빠른 베타 리듬; 21-30Hz)는 비교적 복잡한 추론이나 정신

부하가 높은 편인 정보 처리 활동을 수행할 때 또는 정서적인 긴장, 불안, 흥분 상태에서 우세하게 나타난다(Laxtha, 2005).

Hebert와 Lehmann(1977)은 theta bursts를 짧은 기간 동안 전반적인 신경활성으로 수면으로의 진행을 방지하고 지속적인 낮은 각성 상태를 유지하는 상태 적응 기전의 증거로 보았다.

이와 같이 주의 집중은 학습에 있어서 가장 중요하게 다루어지는 요소이며, 학습 능력을 높이기 위해 주의 집중력을 향상시키는 것은 매우 중요하다고 볼 수 있으며, 뇌파의 변화에도 많은 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다.

이에 본 연구는 운동 학습 능력향상에 중요한 요인인 주의 집중력훈련 과제를 통해 그 과제의 수행 후 뇌파 변화를 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 연구의 목적과 실험절차에 동의한 ○○대학의 대학생 22명을 대상으로 Trail Making Test (TMT)군 11명, Computerized Neurocognitive Function Test (CNT)군 11명으로 무작위로 구분하여 과제수행과 뇌파 측정을 실시하였으며, 연구에 참가한 모든 대상자들은 측정에 영향을 미칠 수 있는 약물의 복용과 신체적·정신적으로 이상이 없는 건강한 젊은 성인으로 구성되었고, 연구 기간은 2013년 5월1일부터 5월31일까지 실시되었다.

2. 연구 도구

1) 주의 집중 훈련 프로그램

(1) Trail Making Test

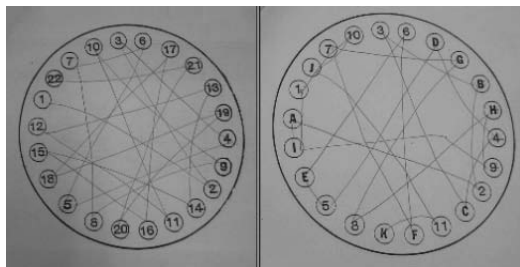
Trail Making Test (TMT)는 가장 많이 쓰이는 신경심리 검사 중의 하나로서 A형과 B형으로 구성되어 있다(Fig 1).

A형은 무선 배치된 원 안의 숫자들을 순서대로 찾아서 이어가는 것이고(숫자1에서 22까지), B형은 무선 배치된 원안의 숫자들(숫자1에서 11까지)과 알파벳(A에서 K까지)들을 순서대로 찾아 번갈아 이어가는 검사 및 훈련 방법이다.

이 검사는 경미한 뇌 기능 장애 탐색에도 상당히 민감한 것으로 밝혀졌고, 오랜 연구를 통해 대표적인 주의 집중력 내지 전두엽 검사로서 임상적 유용성이 입증되어 왔으며, TMT는 실시 방법이 간단하고 소요 시간이 적은 장점이 있어 종종 뇌기능 장애에 대한 선별검사로서 사용된다(Lezak, 1995; Stuss et al, 2001).

TMT 수행에 독특하게 기여하는 인지적 요인들을 밝히려는 Crowe(1998)의 연구 결과 A형은 시각 및 운동적 탐색 기능, B형은 읽기 능력, 시각적 탐색 기술, 동시에 두 가지 순서를 정신적으로 유지하려는 능력, 주의력 및 작업 기억 등과 관련이 있는 것으로 나타났다.

일반적으로 B형에서 완성 시간이 더 긴 이유는 A형에 비해 더 복잡한 인지 과정이 관여 될 뿐만 아니라 B형 검사 자체가 A형에 비해 운동 속도와 시각적 탐색을 더 필요로 하는 점도 주요한 변인으로 작용하는 것으로 보여 진다고 하였으며, 따라서 B형에서 상대적으로 완성시간이 길어질 때 인지적인 결함으로 과도하게 해석하지 않도록 주의해야 한다(Gaudino et al, 1995; Rossini & Karl, 1994).



Type A

Type B

Fig. 1. Trail making test type

(2) Computerized Neurocognitive Function Test

컴퓨터 보조 인지 재활프로그램의 장점은 손상된

영역을 자극할 수 있도록 환자의 신경 심리적 패턴(neuropsychological pattern)에 기초한 개별화된 치료프로그램을 제공한다는 점이다(Talassi 등, 2007).

또한 중재에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있는 효과성 대비-비용 절감(cost-effectiveness)도 장점이고, 환자의 과제 수행 능력을 객관적으로 평가 훈련할 수 있으며, 즉각적인 피드백을 제공한다(Chen et al, 1997).

컴퓨터 보조 인지 재활프로그램은 인지의 세부 영역별로 표준화되고 구조화된 훈련과제를 제공할 뿐 아니라, 개인의 인지 수준에 맞게 과제의 난이도를 조절할 수 있다. 전통적인 인지재활 과제는 난이도 조절의 실패에 따른 자신감 상실 및 흥미감소의 문제가 있지만, 컴퓨터 보조 인지 재활프로그램은 다양한 난이도 조절이 가능하며, 점차 사용의 빈도가 증가되고 있다(Chen et al, 1997).

인지 기능의 각 영역을 객관적, 정량적으로 평가, 훈련하기 위해서는 시행 절차가 일정하고 타당도와 신뢰도가 입증된 표준화된 도구가 필요하며, 해석을 위한 기준치가 마련되어 있어야 한다. 최근 컴퓨터의 발달과 더불어 신경인지 기능의 여러 영역들이 전산화 되어 왔는데, 본 연구에서 주의 집중력 증가 훈련에 사용된 컴퓨터 신경인지 기능 검사(Computerized Neurocognitive Function Test, CNT) 도구가 그 중 하나이다(Fig 2.).

CNT는 컴퓨터를 이용하는 평가, 훈련 도구로서 뇌 기능 장애 검사에 있어 가장 정확하고, 국소적 진단 능력이 뛰어난 17개의 신경인지기능검사를 전산화 하였으며, 특히 CNT는 중추신경계 질환으로 인한 인지 기능의 결함을 측정하고 잘 보존되어 있는 기능에 대한 정보를 제공해 줌으로써 임상에서 중요하게 사용되고 있으며, 언어 능력, 기억력, 주의력, 계획적 사고 능력, 운동 능력과 같은 다양한 임상질환에 대한 진단 및 연구 목적으로 활용 될 수 있다(Talassi et al, 2007).

2) 뇌파(brain wave) 측정

본 연구에서는 참가 대상자들의 과제 수행 전과 과제 수행 후의 뇌파변화를 측정하기 위하여 한국정



Fig. 2. Computerized neurocognitive function test

신과학연구소에서 개발한 Neuro Harmony M (Braintech, Korea)을 이용하였으며, 뇌파 측정기는 개인용 컴퓨터에서 Neuro Soft (Braintech, Korea) 소프트웨어를 이용하여 측정에 따른 신호처리를 할 수 있도록 되어 있다.

이 뇌파 측정 프로그램은 원시 뇌파와 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transformation, FFT)을 한 2차원 그래프와 3차원 그래프 및 밴드 별 평균치를 제공하고 있다.

Neuro Harmony M은 다른 뇌파 측정기인 Gress System (USA)과의 좌·우뇌 뇌파, α , β , θ 값에 대한 상관관계수 0.916($p < 0.001$)의 신뢰도를 가지고 있다(Kim & Chang, 2001)(Fig 3.).

3. 실험절차

본 연구는 두 가지 다른 형태의 주의·집중훈련 프로그램 수행자들에 대한 뇌파를 수집하기 위하여



Fig. 3. Neuro harmony M

참가 대상자들에 대한 수행 과제가 노출되지 않도록 차단하였으며, 실험 순서에 해당되는 참가자에 대해 그 절차를 숙련된 검사자가 설명하여 진행하였다. 참가 대상자들의 과제 수행 전 뇌파측정을 우선적으로 실시하였으며, 과제에 따라 TMT 과제수행 후, 뇌파를 측정하고 CNT 과제수행 후 뇌파를 측정하여 그 값을 수집하였다. 본 연구는 건강한 대학생을 대상으로 하였으므로 TMT A형과 B형, 그리고 B형의 역순으로 진행되는 방법으로 수정하여 3회에 걸쳐 TMT를 실시하였으며, CNT에서는 Visual Span Test 항목을 이용하였다. 각 과제수행에 따른 설명은 실험 전 교육을 받은 검사자들에 의해 수행되었고 뇌파를 측정(전극 부착, 측정 장비 사용, 분석 프로그램 적용)하는 검사자 역시 실험 전 뇌파 측정 전문가의 교육을 받고 반복적으로 측정 과정을 훈련하는 예비 실험 과정을 거쳐 본 실험을 실시하였다.

뇌파 측정 환경을 위해 소리와 전파의 방해를 받지 않도록 차단된 방에서 대상자가 편안하게 앉은 자세로 뇌파를 측정하였고, 측정 도중 졸음을 확인하기 위해 검사자가 옆에서 계속 관찰 하였으며, 대상자에게 충분한 심호흡을 지시하며 안정된 상태를 유지하게 하였다.

또한 전극이 부착되는 전전두 영역의 두피는 눈의 바로 위에 위치하고 있기 때문에 안구 움직임에 의한 잡파(artifact)의 영향을 가장 많이 받고, 이 외에도 심장 박동, 맥파, 근육의 움직임도 뇌파에 영향을 줄 수 있기 때문에 측정 도중 대상자가 움직임을 최소화 하도록 관찰, 지도하였다.

본 연구는 TMT와 CNT 과제를 통한 주의·집중력 훈련의 전·후 뇌파 반응을 비교하는 연구이므로 눈을 감은 상태의 안정 뇌파를 측정하지 않고 눈을 뜨고 뇌파측정기에 부착된 모니터에 시각을 응시하는 측정 방법을 사용하였으며, 측정의 신뢰도를 위해 2명의 검사자가 전극부착과 측정 장비 조작을 각각 담당하여 동일하게 실시하였다.

4. 자료 분석

본 연구 참가 대상자 22명으로부터 수집된 자료는 Window용 SPSS version 18.0을 사용하여 독립표본 t검정과 대응표본 t검정을 실시하였고, 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자의 평균 연령은 TMT군 23.33±1.72, CNT군 24.54±2.50세이었으며, 평균 신장은 TMT군 166.66±6.19, CNT군 167.00±8.61cm이었고, 평균 체중은 TMT군 56.91±8.36, CNT군 61.72±9.95kg이었다 (Table 2).

Table 2. General characteristics of subjects

	TMT	CNT
age (yrs)	23.33±1.72	24.54±2.50
height (cm)	166.66±6.19	167.00±8.61
weight (kg)	56.91±8.36	61.72±9.95

2. TMT 과제수행에 따른 뇌파 전·후 변화

TMT 과제 수행군에서의 α wave는 중재 전 27.33±5.92%, 중재 후 32.33±5.21%로 유의하게 증가하였고, α wave sequence도 중재 전 5.25±2.09에서 중재 후 7.41±2.84회로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). SMR wave는 중재 전 23.83±5.28%에서 중재 후 25.08±4.64%로 증가하여 나타났지만 유의한 차이가 없었으며, SMR wave sequence에서도 전 3.50±1.00, 후 4.66±1.87회로 증가하였으나 유의하지 않았다($p>0.05$).

β wave는 중재 전 23.91±4.52%, 중재 후 25.75±3.36%로 증가하여 나타났지만 유의하지 않았으며($p>0.05$), β wave sequence는 중재 전 3.75±1.54에서 중재 후 4.75±1.60회로 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$)(Table 3).

Table 3. A changes pre-post of brain wave according to TMT

	Pre	Post	p
α wave(%)	27.33±5.92	32.33±5.21	0.01
α wave sequence	5.25±2.09	7.41±2.84	0.01
*SMR wave(%)	23.83±5.28	25.08±4.64	0.48
*SMR wave sequence	3.50±1.00	4.66±1.87	0.12
β wave(%)	23.91±4.52	25.75±3.36	0.31
β wave sequence	3.75±1.54	4.75±1.60	0.02

*SMR : sensorimotor rhythm

3. CNT 과제수행에 따른 뇌파 전·후 변화

CNT 과제 수행군에서의 α wave는 중재 전 28.90±2.91%에서 중재 후 36.00±2.52%로 유의한 증가를 보였으며, α wave sequence 또한 중재 전 6.00±2.04에서 중재 후 9.09±1.70회로 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$). SMR wave 또한 중재 전 24.36±2.97%에서 중재 후 29.09±3.17%로 유의하게 증가하였으며, SMR wave sequence도 중재 전 3.81±1.16에서 중재 후 6.27±1.67회 유의한 증가를 나타내었다($p<0.05$). 그러나 β wave는 중재 전 24.36±8.06%, 중재 후 28.36±5.66%로 수행 전 보다 증가하여 나타났으나 통계학적으로 유의하지 않았고($p>0.05$), β wave sequence에서는 중재 전 4.09±2.30, 중재 후 5.72±1.19회의 유의한 증가를 나타내었다($p<0.05$)(Table 4).

Table 4. A changes pre-post of brain wave according to CNT

	Pre	Post	p
α wave(%)	28.90±2.91	36.00±2.52	0.00
α wave sequence	6.00±2.04	9.09±1.70	0.00
SMR wave(%)	24.36±2.97	29.09±3.17	0.01
SMR wave sequence	3.81±1.16	6.27±1.67	0.00
β wave(%)	24.36±8.06	28.36±5.66	0.21
β wave sequence	4.09±2.30	5.72±1.19	0.05

4. 각 과제수행에 따른 뇌파 전·후 변화

두 가지 과제 수행에 따른 뇌파의 전·후 변화량에 서는 α wave의 변화량은 TMT 과제 수행군 5.00±4.86%, CNT 과제 수행군 7.09±4.12%로 두 군 간에서 유의한 차이를 나타내었으나($p < 0.05$), α wave sequence는 TMT 과제 수행군 2.16±2.29회, CNT 과제 수행군 3.09±2.67회의 증가된 변화량을 보였지만, 두 군 간에서는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). SMR wave의 변화량은 TMT 과제 수행군 1.25±5.73%, CNT 과제 수행군 4.72±4.27%로 두 군 간에서 유의한 차이를 나타내었으며, SMR wave sequence에서도 TMT 과제 수행군 1.16±2.32회, CNT 과제 수행군 2.45±1.94회의 증가된 변화량을 보여 두 군 간에서 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

그러나 β wave의 변화량은 TMT 과제 수행군 1.83±5.72%, CNT 과제 수행군 4.00±9.56%로 두 군 모두 증가된 변화량을 보였지만, 두 군 간에서는 유의한 차이가 없었으며($p > 0.05$), β wave sequence에서도 TMT 과제 수행군 1.00±1.23회, CNT 과제 수행군 1.63±2.29회로 각 군에서 증가된 변화량을 나타내었으나, 두 군 간의 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)(Table 5).

Table 5. A Changes pre-post of Brain Wave according to Each Task

	TMT	CNT	p
α wave(%)	5.00±4.86	7.09±4.12	0.03
α wave sequence	2.16±2.29	3.09±2.67	0.08
SMR wave(%)	1.25±5.73	4.72±4.27	0.00
SMR wave sequence	1.16±2.32	2.45±1.94	0.01
β wave(%)	1.83±5.72	4.00±9.56	0.20
β wave sequence	1.00±1.23	1.63±2.29	0.11

IV. 고 찰

주의·집중력은 외부 자극을 지각할 수 있는 최소한의 각성상태를 유지하는 능력, 관심을 한 가지 자극에 집중할 수 있는 정도, 한 가지 자극에 지속적으로

관심을 기울이는 능력, 여러 자극 중에서 한 가지 자극에만 주의를 집중하는 능력, 두 가지 이상의 자극에 관심을 적당히 분배하는 분할 주의력 등을 모두 포괄하는 대단히 복합적인 개념이라 할 수 있다(Cohen, 1993).

운동학습이란 지속적으로 변화하는 환경 내에서 어떻게 적절히 움직이는가에 관한 지식과 기술을 습득하는 것이다. 이러한 학습 과정의 초기단계에서 중요한 역할을 하는 것은 인지적인 요소들이다.

즉, 정보처리과정과 기억 과정이 요구된다. 대표적인 지능 장애로는 주의력 결핍과 기억 장애를 들 수 있다. 이러한 주의력의 결핍은 결국 정보처리 속도의 지연을 야기한다(Hochstenbach & Mulder, 1999).

이에 본 연구는 건강한 대학생을 대상으로 주의 집중 훈련 프로그램의 두 가지 과제수행에 따른 뇌파의 변화를 알아보고자 본 연구를 실시하였다.

뇌의 활성화를 평가하기 위한 도구는 매우 다양하다. 뇌파검사는 자기공명영상술, PET와 같은 신경 영상기법에 비해 비침습적으로 안전하고 저렴하여 임상에서 뇌기능 연구에 효율적으로 적용할 수 있다.

또한 밀리 초(millisecond)단위의 짧은 시간에 따르는 뇌 활동의 변화를 볼 수 있으므로(Kuperman et al, 1996) 주의·집중 과제 실행 중의 뇌기능 활성도의 변화 측정과 국소화에 이용될 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서 주의 집중력 훈련 증재 방법은 TMT와 CNT의 두 가지 도구가 사용되었으며, TMT를 사용하여 훈련을 한 군과 CNT의 증재방법을 사용하여 훈련을 한 군으로 구분하여 과제 수행 전과 후의 뇌파 변화를 알아보았다.

연구 결과에서 TMT 과제수행군은 α wave와 α wave sequence, 그리고 β wave sequence에서 전·후의 유의한 차이를 보였으며, SMR wave와 SMR wave sequence, β wave에서는 과제 수행 전보다 증가하여 나타났으나 유의한 차이를 보이지 않았다.

TMT 과제수행군에서는 특히 α wave와 관련된 항목에서 유의한 변화를 보였는데 α wave는 주로 두정부와

후두부에서 강하게 활성화를 나타낸다(Fernandez & Harmony, 1995; Glass, 1991; Luria, 1973).

뇌의 후두부와 두정부, 후외측 시상상의 외측 시상침핵(pulvinar nucleus), 그리고 소구(colliculus)들은 주로 단순한 형태의 인식과 관련된 주의 집중에 증추적인 역할을 하는 부위들이다(Posner & Petersen, 1990).

이는 본 연구에서 주의 집중훈련 프로그램으로 사용된 TMT 과제수행이 비교적 간단하고, 소요시간이 오래 걸리지 않는 과제의 특성을 가지고 있음을 의미하며, TMT 과제수행이 후두부와 두정엽 등의 활성화를 통해 α wave와 관련된 항목들의 변화를 일으킨 것으로 생각되어진다.

그러나 TMT 과제가 대표적인 주의 집중력 내지 전두엽 검사로서 임상적 유용성이 입증되어 왔다(Lezak, 1995; Stuss et al, 2001)고 한 연구와는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

본 연구의 CNT 과제수행군에서는 α wave, α wave sequence, SMR wave, SMR wave sequence, β wave sequence에서 전·후의 유의한 차이를 보였으나, β wave에서는 과제 수행 전보다 증가하여 나타났으나 유의한 차이를 보이지 않았다.

β wave는 중심 후회(post central gyrus)보다 앞부분에서 우세하게 나타나고 정상적으로 전두엽에서 잘 기록되며, 주의를 집중하여 정신 활동을 할 때는 뇌 전체에서 광범위하게 나타나는 파(wave)이다. 따라서 정상인에게 주의를 요하는 과제를 부과하면 피질의 각성과 관련되어 β wave에 해당되는 빠른 뇌파가 큰 진폭으로 나타나게 된다(Fernandez & Harmony, 1995; Glass, 1991; Luria, 1973).

β wave의 분류에서 SMR wave(느린 베타 리듬; 12-15Hz)는 신체의 움직임이 없는, 운동감각 피질의 활동을 최소화한 상태에서 주의를 기울이는 비교적 단순한 과제를 수행할 때 우세하고, m- β wave(중간 베타 리듬, 15-20Hz)는 계산이나 암산과 같이 한 가지 주제에 집중하면서 정신부하가 동반되는 사고활동을 수행할 때 우세하게 나타나며, h- β wave(빠른 베타 리듬, 20-30Hz)는 비교적 복잡한 추론이나 정신부하가

높은 편인 정보처리 활동을 수행할 때 또는 정서적인 긴장, 불안, 흥분상태에서 우세하게 나타난다(Laxtha, 2005).

따라서 β 파는 의식이 깨어 있을 때나 새로운 학습을 하고 있을 때와 같이 뇌신경이 많은 에너지를 소비하는 경우에 주로 나타나는 뇌파로 생각되어진다.

본 연구의 CNT 과제수행군에서는 α wave의 활성과 더불어 주의 상태에서 활성화 되는 SMR wave의 활성도도 높게 증가하여 나타났는데 이러한 결과들은 CNT 과제수행이 일정한 시간 간격을 유지하면서 동일한 강도의 자극제공과 객관적이고 즉각적인 피드백 제공의 이점이 있음을 의미한다.

본 연구의 두 가지 과제수행에 따른 뇌파의 전·후 변화량에서는 두 군에서 모두 뇌파의 변화가 증가되었다. 특히 α wave, SMR wave, SMR wave sequence의 변화량은 CNT 과제수행군에서 유의하게 높게 나타났다.

운동 학습과 인지에 관련된 주의 집중력은 실제로 뇌의 신경 작용에 의해 이루어지므로 문제 해결에 적용되는 사고 과정에 대한 신경인지학적 접근은 뇌의 기능에 기초한 학습 방법에서 과제수행 반복성을 필요로 한다(Houtz, 1994).

이러한 결과들은 본 연구의 주의 집중력 향상을 위한 두 가지 과제에서 CNT 과제수행군에서의 뇌파 전·후 변화와 변화량의 유의성에 있어서도 일치하는 결과를 보였다.

주의 집중력을 평가하고 훈련하기 위한 임상적 접근 방법은 매우 다양하다. 오래전부터 글자 지우기 검사(letter cancellation test), 지속적 주의력 검사, 스트룹 검사(stroop test), 기호 잇기 검사(trail making test) 등의 다양한 지필 평가 도구나 질문법에 의한 검사 도구들이 이용되어왔다(Lezak, 1995; Spreen & Strauss, 1998).

그러나 평가와 훈련 수행방법이 연구자들마다 다르며, 표준화된 틀이 마련되어 있지 않는 등, 임상 적용에서 사용하기에 어려움이 적지 않았다. 뇌기능 장애를 가진 환자들에게 제공되는 프로그램은 체계적이고 구체적인 모형을 필요로 한다.

본 연구의 결과에서 주의 · 집중력 향상을 위한 과제의 제공에서 컴퓨터를 이용한 평가와 훈련 방법은 일정한 자극과 반응에 대한 피드백 제공과 반복성을 제공할 수 있는 이점을 가지고 있으며, 시 · 청각적 자극을 수용하여 빠른 감각 · 운동기술을 발달시킴으로써 반복 학습과 동기화에 기여할 수 있을 것으로 생각되어진다.

주의 · 집중력은 인지 과정과 운동학습의 연속적인 절차에 중요한 요소이다. 앞으로의 연구에서는 임상 의 많은 증례에 대한 세부적 훈련 프로토콜 개발이 요구된다.

V. 결론

본 연구의 결과에서 주의 집중력 향상을 위한 과제의 제공에서 컴퓨터를 이용한 평가와 훈련 방법은 일정한 자극과 반응에 대한 피드백 제공과 반복성을 제공할 수 있는 이점을 가지고 있으며, 시 · 청각적 자극을 수용하여 빠른 감각 · 운동기술을 발달시킴으로써 반복 학습과 동기화에 기여할 수 있을 것으로 생각되어진다.

참고문헌

- Kim YJ, Chang NK. Changes of the prefrontal EEG (Electroencephalogram) activities according to the repetition of audio-visual learning. *The Korean Association for Science Education*. 2001;21(3):516-528.
- Chen SH, Thomas JD, Glueckauf RL, et al. The effectiveness of computer-assisted cognitive Rehabilitation for persons with traumatic brain injury. *Brain Injury*. 1997;11(3):197-209.
- Cohen RA, O'Donnell BE. Attentional dysfunction associated with psychiatric illness. In : *The Neuropsychology of Attention*, Ed. by Cohen R.A., New York. Plenum Press. 1993.
- Crowe SF. The differential contribution of mental tracking, cognitive flexibility, visual search, and motor speed to performance on parts A and B of the trail making test. *Journal of Clinical Psychology*. 1998;54(5):585-591.
- Fernandez T, Harmony T, Rodriguez M, et al. EEG activation patterns during the performance of tasks involving different components of mental calculation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1995;94(3):175-182.
- Fitts PM, Posner MI. Perceptual motor skill learning, "Categories of Human learning", New York. Academic Press. 1964.
- Gaudino EA, Geisler MW, Squires NK. Construct validity in the trail making test: What makes part B harder?. *Journal of clinical and Experimental Neuropsychology*. 1995;17(4): 529-535.
- Glass A. Significance of EEG alphaasymmetries in cerebral dominance. *International Journal of Psychophysiology*. 1991;11(1):32-33.
- Hebert R, Lehmann D. Theta burst: an EEG pattern in normal subjects practising the transcendental meditation technique. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1997;42(3):397-403.
- Hochstenbach J, Mulder T. Neuropsychology and the relearning of motor skills following stroke. *Internal Journal of Rehabilitation Research*. 1999;22(1):11-20.
- Houtz JC. Creative problem solving in the classroom: contributions of four psychological approaches. In Runco, M.A. ed. *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*. N.J. Ablex Publishing Co. 1994.
- Kuperman S, Johnson B, Arndt S, et al. Quantitative EEG differences in a nonclinical sample of children with ADHD and undifferentiated ADD. *Journal of American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*.

- 1996;35(8):1009-1017.
- Laxtha. (Model : LXTDDS-COGAT-DRV. 1.3) user manual. Daejon. Laxtha. 2005.
- Lezak MD. Neuropsychological assessment, 3rd ed. New York. Oxford University Press. 1995.
- Luria AR. The working brain: an introduction to neuropsychology. New York. Basic Book. 1973.
- Magill RA. Motor learning; concepts and application, 4th ed. Dubuque. IA. Wim C. Brown. 1993.
- Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. *Annual Review Neuroscience*. 1990;13:25-42.
- Rossini ED, Karl MA. The trail making test a and b: a technical note on structural nonequivalence. *Perceptual and Motor Skills*. 1994;78(2):625-626.
- Schmidt RA. Motor control and learning: a behavior Emphasis, 2nd ed. Champaign. IL: Human Kinetics Publishers. 1988.
- Seidler RD. Differential effects of age on sequence learning and sensorimotor adaptation. *Brain Research Bulletin*. 2006;70(4):337-346.
- Spree O, Strauss E. A compendium of neuropsychological tests : administration norms, and commentary, 2nd ed. New York. Oxford University Press. 1998.
- Stuss DT, Bisschop SM, Alexander MP, et al. The trail making test: a study in focal lesion patients. *Psychological Assessment*. 2001;13(2):230-239.
- Susan B. O'Sullivan, Thomas J. Schmits physical rehabilitation : assessment and treatment, 4th ed. F. A. Davis Company. 2001.
- Talassi E, Guerreschi M, Feriani M, et al. Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2007;44:301-399.
- Wu CY, Wong MK, Lin KC, et al. Effects of task goal and personal preference on seated reaching kinematic after stroke. *Stroke*. 2001;32(1):70-76.