

시계열 선형 분석을 통한 뉴로피드백 훈련 전, 후의 주의력 결핍 성향과 정서적 성향에 미치는 영향에 관한 연구

백기자* · 이선규** · 박병운***

A Reserch on the Effect Neurofeedback Traing before & After About Emotional and Attention Deficit Characteristics by Timeseries Linear Analysis : for Primary Student

Ki-Ja Bak* · Professor Seon-Gyu Yi** · Professor Pyung-Woon Park***

Abstract

The purpose of the study was to examine the effectiveness of Neuro Feedback training by observing the pre and post brainwave measurement results of about 50 (experimental group 25. comparative group 25) subjects who have shown psychological difficulties in studying, attention deficit, and personalities. The study took place at Neuro Feedback training Center B, in between the months of July 2006 and May 2007. The methodology involved in the study included the Coloring Analysis Program of the Brain Quotient Test. As the brain waves are adjusted by timeseries linear analysis, the brain function quotients can reflect the functional states of the brain. Through the test, three parameters - relaxation, attention and concentration-were initially measured for one minute each and the lowest parameter out of the three was selected as the training mode or improvement target. The training took place two or three times a week, for about 40 to 60 minutes per session. Because the clients have come to the training center at different times, the researcher sampled the results of only those who had attended more than 30 training sessions. The tool used to measure the psychological reaction was POMS (Profile of Mood State), while the tool used to measure the emotional and attention-deficit characteristics was the Amen Clinic ADD Type questionnaire. Hypothesis testing included t-test. The result of the study showed the Theta : SMR ratio of (left) $p=.013$, (right) $p=.019$. The result also confirmed the differences of both ATQ(left) $p=.011$, (right) $p=.030$ and SQ(left) $p=.017$, (right) $p=.022$. The result confirmed of emotional $p=.000$, attention-deficit characteristics $p=.000$. The result of the study suggest Neuro Feedback technique's possibility in positively affecting the subjects' mental state and attention-deficit characteristics.

Keywords : Neurofeedback, Brainwave, Brain Quotient, Attention-deficit Characteristics, Emotional

논문접수일 : 2007년 09월 12일 논문게재확정일 : 2007년 10월 30일

* 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과(뇌과학 전공), e-mail : brainbaik@hanmail.net

** 교신저자, 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과 교수, (135-090) 서울 강남구 삼성동 37-18 서울벤처정보대학원대학교

*** 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과 교수

1. 서 론

1.1 연구의 필요성

뇌는 아주 최근까지도 그 정체가 비밀의 베일에 쌓여있었다. 그러나 1980년대 이후부터 뇌에 대한 연구 결과들이 가시적으로 드러나기 시작했고[윤상원, 서용성 1997], 현재까지 우리가 알고 있는 뇌에 대한 정보의 거의 대부분이 지난 10여 년간의 연구 결과라고 하더라도 과언이 아닌 정도에 이르렀다. 또한 뇌는 21세기에 가장 주목받는 연구 대상 중의 하나이다. 인간의 생명의 신비를 푸는 열쇠를 쥐고 있는 것으로 평가되고 있는 뇌는 그동안 유전공학과 함께 인간이 도전해야 할 마지막 과제로 생각하여 왔다.

인간의 모든 행동과 정신적 사고 작용은 두뇌에 의해 이루어지고 있어 신경 심리학적으로 인간은 적극적인 정보 처리자로서 학습 및 기억 활동을 수행한다고 여겨지고 있다. 조선희 외[2005]는 뇌 기능 영상 측정법을 이용하여 영재성 평가의 타당성을 연구하였고 하중덕 외[2005]는 뇌의 인지 기능 특성을 통하여 영재성 판별을 하였다. 개인이 지닌 뇌신경 생리학적 지표를 이용하여 인간의 사고활동에 대하여 두뇌와 기능 상태를 과학적으로 조사하는 방법으로 뇌파 측정이 있다. 뇌파 측정은 비침습적 방법으로 두뇌의 기능 상태를 실시간으로 조사하는데 유용한 신경 과학적 연구 방법이라고 할 수 있겠다. 그동안 연구자들은 뇌파 측정을 통하여 두뇌의 인지 기능을 살피고자 많은 연구들이 꾸준히 이루어져 왔지만 그러한 연구들은 연구 방법에 있어서 일관성이 결여되어 있었다. 즉, 이러한 연구들은 눈으로 뇌파의 특정한 패턴을 확인하는 방법이 사용되었기 때문이다[이홍재 등, 2000]. 그러나 오늘날에는 PC의 발달 덕분에 뇌파의 해석이 이전보다 훨씬 용이해졌고 뇌파 분

석의 신뢰도와 타당도도 함께 증가하게 되었다 [김대식 등, 2001]. 뇌파(brainwave)에 대한 연구는 신경이 전기적 형태를 갖고 있다는 초기 신경 생리학 분야에서부터 시대의 관심사를 반영하면서 다양하게 발전되어 왔으며, 최근에 들어 심리학 분야에서도 뇌파 조절을 통한 심리기술 훈련 방법으로 그 관심이 매우 높다고 할 수 있다. 뇌파를 이용한 뉴로피드백 연구는 주요 관심주제와 연구 방법론에서 조금씩 차이가 있으나 자신의 의지에 의해 긍정적으로 뇌파를 생성시켜 인지 능력을 향상시키고자 하는데 목적을 갖고 있으며 뇌의 항상성 자기조절 능력을 향상시키는 최첨단 과학 연구라 할 수 있겠다.

뉴로피드백은 자신의 뇌파 정보를 직접 눈으로 보면서 뇌 발달에 필요한 뇌파를 스스로 조절하여 뇌신경 네트워크를 발달시키는 뇌 훈련 기술이며 일명 뇌파 바이오 피드백이라고 한다. 뉴로피드백 기술은 자기 스스로의 노력에 의해 최적 상태의 두뇌를 만들어 낼 수 있다. 효과는 지난 40여 년간의 임상 실험과 결과로 증명되었으며, 앞으로 인간을 진화 시킬 신기술 중의 하나로써 각광 받고 있다. 국내의 경우, 인지 기능이나 특정 과제 수행에서의 뇌기능 차이, 성격이나 정서적인 차이 분석을 학습과 관련하여 많은 연구들이 있었지만 이에 대한 문제점을 개선시키고자 뉴로피드백 기술을 활용한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 주의력이 부족하거나 산만함으로 인하여 문제 해결 능력이 저하되거나, 자율적이며 자생적인 사고의 부족으로 자기 주도 학습이 안 되는 경우에 뉴로피드백 기술을 활용한 뇌 훈련을 통하여 효과를 검증해 보고자 한다. 또한 정서적인 성향이 불편한 학생들을 대상으로 이를 개선하여 지적인 학습이나 학교생활에 융통성 있게 대처할 수 있는 능력의 변화를 보고자 한다. 또한 이러한 제 증상으로 인하여 학생

본인은 물론이고 가족에게까지 불편함이 증대함으로 이를 개선하여 삶의 질을 높이는데 도움이 되고자 한다.

1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 주의력이나 정서적 성향이 뇌의 기능과 매우 밀접한 관계가 있어 다양한 방법에 대해 논의되고 있지만, 지금까지 신경과학적 연구 방법으로 검증이 이루어지지 않은 분야를 실제 실험을 통해 방법을 모색 하고자 한다. 주의력 결핍 성향이 있거나 정서적 불편을 호소하는 초등학교 학생들의 뇌파를 측정하여 뇌의 기능을 분석하고, 특정한 뇌 기능의 향상이 증상을 호전 시킬 수 있는가를 뉴로피드백 S/W 훈련을 통해 밝혀 보려는 데 목적이 있다. 또한 뇌파분석에 있어 가장 기본적으로 사용되는 고속푸리에변환을 통한 주파수계열(frequency series)파워스펙트럼 분석법의 단점을 보완하여 서파(slow)와 속파(fast)의 정도를 정량적으로 분석하고자 한다.

본 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 뉴로피드백 S/W 훈련에 의한 뇌 기능 변화가 실제로 주의력 결핍 성향에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

둘째, 뉴로피드백 훈련에 의한 뇌 기능 변화가 실제로 정서적 성향에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

셋째, 뉴로피드백 S/W 훈련 전과 후의 뇌 기능 변화 분석을 정량적 시계열 선형분석 방법을 적용하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 뉴로피드백의 원리와 적용 범위

피드백(Feedback)이란 단어는 의학사전에 어

떤 과정을 제어하기 위하여 출력의 어떤 부분이 되돌리는 것 이라고 정의 하고 있다. 뉴로피드백이란 일명 뇌파 바이오 피드백 이라고 하며 바이오피드백이란 몸에서 우리가 스스로 조절할 수 없는 기능과 관련한 정보를 우리가 알 수 있는 정보로 바꾸어 주어, 조절할 수 없거나 조절이 불가능한 기능을 조절할 수 있도록 해주는 것을 말한다.

EEG(뇌파)는 Electroencepharogram의 준말로 뇌의 신경세포가 활동함에 따라 나오는 전기적 신호의 총체적인 정보를 사람의 머리 피부에서 측정된 전기적 신호 즉 뇌파를 말한다.

뇌파는 뇌의 신경세포의 활동에 의해 변화하는 것이기 때문에 뇌 활동성을 대변해주는 것이라고 할 수 있다. 사람은 자신의 뇌 신경세포가 어떻게 활동하고 있는지 알 수 없지만 EEG 바이오피드백 훈련을 통해 신경세포를 활성화시키고 뇌의 상태가 변화하도록 유도할 수 있다. 이 훈련이 뉴로피드백 훈련이다.

뉴로피드백의 원리는 뇌파를 이용하여 뇌의 항상성 자기 조절 능력을 강화하여 뇌의 가소성을 향상시키는 기술, 다시 말해 자기 뇌를 보고, 듣고, 느끼면서 스스로 훈련 하는 것이다[미국 바이오피드백학회, 1968]. 항상성(homeostasis)이란 외부환경으로 부터 자극을 받아들여 적절하게 반응함으로써, 외부 환경이 변화하여도 체내의 상태(체온, 혈압, 체액의 ph, 체내에서 필요한 물질의 양)를 거의 일정하게 유지하려는 성질을 의미한다. 가소성은 스스로 학습할 수 있음을 의미하며, 가소성(Plasticity)은 내외적 자극에 따라 뇌의 신경망이 스스로 조직화(Organization)되고 구성(Construction)되는 특성이 있다. 뉴로피드백은 정신적 활동 상태를 조절할 수 있고, 바이오피드백(Bio-Feedback)은 육체적 활성 상태의 리듬을 조절할 수 있다.

뉴로피드백의 목표는 뇌의 최적화(Optimal Per-

formance) 이다. 어떤 특정 뇌파만을 강화하는 훈련이 아니고, 뇌파의 균형과 조화를 유도하여 뇌의 기능을 건강하게하고 최적화시키는 것이다. 그 이유는 주어진 정보에 따라 뇌가 스스로 학습하고 훈련하기 때문에 뇌세포들을 연결하는 신경섬유 네트워크가 치밀하게 발달되어 혈액순환이 개선되고 그에 따라 산소공급이 향상되며 정보전달이 활성화되어 뇌기능이 현저히 향상되기 때문이다. 뉴로피드백은 독일에서 Hans Berger[1925]가 뇌파측정기를 개발하여 뇌의 기능을 직접 측정 할 수 있게 됨에 따라 가능해졌다. Kamiya[1958]에 의해 알파파 통제 실험이 성공하고, Serman[1965]에 의해 뉴로피드백 훈련의 결과 면역 기능이 크게 향상된다는 것을 발견하면서 1971년에 최초로 간질 환자에게 적용하여 3개월 만에 호전시키는데 성공하였다.

뉴로피드백 훈련은 미국의 심리학, 의학, 신경학 등 다양한 분야의 연구자들에 의해서 ADD/ADHD(Attention Deficit Disorder/Attention Deficit Disorder Hyperactivity 주의력 결핍장애/과잉 행동)나 정서 장애 그리고 우울증이나 치매, 알코올 및 약물 중독, 간질 등 특수 질병에 적용하여 1960년대 부터 연구 결과들이 발표되고 있으나 국내에서는 연구가 미흡한 실정이다. 뉴로피드백의 훈련에 의해서 긍정적인 효과를 얻을 수 있는 분야는 가벼운 두통이나 만성 피로 증후군, 불면, 신경증 등의 정신 건강분야와 학습 장애아의 학습 능력 향상, 주의력 결핍, 집중력 향상, IQ 향상 등의 학습 분야, 스포츠, 연예인, 예술가, 경영인의 능력 향상을 위한 능력 개발 분야, 그리고 자신의 잠재 능력을 올려주는 명상 개발 분야 또한 알코올 중독, 마약 중독, 약물 중독 등에도 적용 할 수 있다(미국 바이오피드백학회).

Lubar[1975]에 의해 학습 장애아 치료와, ADD/

ADHD(Attention Deficit Disorder/Attention Deficit Disorder Hyperactivity 주의력 결핍 장애/과잉 행동) 치료가 성공적으로 이루어졌다. Lubar [1984]는 뉴로피드백 훈련이 ADD/ADHD (Attention Deficit Disorder/Attention Deficit Disorder Hyperactivity 주의력 결핍장애/과잉 행동)환자들의 치료뿐만 아니라 IQ를 10점~15점 올려 주었다고 보고 하였으며, Rosenfeld[1999]는 알파 훈련으로 우울증 환자 치료에 효과를 보았다고 발표 하였다. 그에 의하면 좌측 전전두 피질(prefrontal cortex)은 긍정적 감정 회로를, 우측 전전두 피질은 부정적 감정 회로를 지배한다고 한다. 둘 다 알파 영역에서 작동되며 만일 우측이 우세하면 우울증에 빠진다고 한다. Rosenfeld의 알파 비대칭 훈련은 왼쪽 알파대역을 올리고 오른쪽은 낮추도록 한다고 하였다. 국내에서는 김진구[2002]가 미취학 아동 60명을 실험 집단과 통제 집단으로 각각 30명씩 나누어서 일주일에 3회, 1회 훈련 시간은 15분씩 3개월 동안 뉴로피드백 훈련을 실시하였다. 훈련전과 훈련후의 IQ(종합지능검사 K-ABC) 검사결과는 실험 집단이 통제집단과 비교하여 순차 처리 척도, 동시 처리 척도, 인지 처리 과정 척도, 습득도 모두 10점 이상 높아진 것으로 나타났다. 스포츠 학계에서는 정청희 등(2001)이 대학교 테니스 선수들을 대상으로 뇌파 조절 훈련을 실시한 결과 집중력이 향상되었고 경기 실수율이 감소되어 운동 수행에도 긍정적인 영향을 미친다고 밝히고 있으며, 김진구[2002]는 고등학교 사격 선수들을 대상으로 알파 자기 훈련을 실시해서 운동 수행 능력을 향상시켰다고 보고 하였다. 또한 김재훈[2002]은 골프 과제에서 대학생들에게 알파 자기 조절 훈련을 시킨 뒤에 골프 퍼팅 과제를 수행하게 한 결과 알파 자기 조절 훈련을 받은 집단이 통제 집단보다 골프 운동 수행 능력이 일관성에 있어서 매우 높은 것으로 나타

났다고 보고하고 있다.

장재근[2004]은 뇌파조절을 통한 집중력 훈련이 육상 단거리 스타트 수행력에 긍정적인 영향을 미친다고 발표 하였고, 최철승[2005]은 뇌파 Feedback 정신훈련이 최대운동 후에 집중력 대 사물질의 증가와 스트레스 호르몬의 감소를 초래 하였다고 밝혔다. 이외에도 많은 사례들이 발표 되고있다.

2.2 뇌파의 주파수 대역과 특성

뇌세포간의 정보 교환 시 발생하는 전기적 신호를 뇌파라고 하며, 뇌의 활동 상태와 활성상태를 보여주는 중요한 정보를 가지고 있으며, 뇌는 부위별로 그 기능이 세분되어 있으며, 의식 상태와 정신활동에 따라 변하는 특정한 패턴이 있다.

인간의 뇌에서 나오는 뇌파는 <표 2-1>과 같다. 뇌파(Brain waves)는 뇌에서 발생하는 0.1~80Hz에 걸친 넓은 저주파 영역을 포함한 작은 파동 현상이다. 뇌파는 두피로부터 대뇌피질의 신경세포군에서 발생한 미세한 전기적 파동을 체외로 도출하고 이를 증폭해서 전위를 증폭으로 시간을 횡축으로 해서 기록한 것이다[김대식, 최창욱, 2001].

전극 부착법에는 감각 운동피질(CX, TX)중심 전극부착법과 전두엽(FP)중심 전극 부착법, 후두엽(PX)중심전극 그리고 뇌 전체 전극부착법(QEEG)이 있다. 신경의학적인 관점에서 두뇌의 상태와 기능을 진단하는 방법으로 신경 진류에 의한 전기적 포텐셜(electric potential)을 검출하는 EEG(뇌파), 신경진류에 의한 자기장을 검출 하는 MEG(Magneto Encephalo Graphy 자석 뇌조영 촬영법), 방사성 포도당을 혈액에 주입하여 양전자의 쌍이 소멸 발생하는 감마선의 검출에 의한 PET(Positron Emission Tom-

ography 양전자 방출 단층 촬영), 그리고 신경세포 활동시 혈액 속 헤모글로빈의 산소함유량 변화를 검출하여 이를 영상화하는 f-MRI(functional-Magnetic Resonance Imaging 기능적 자기 공명법)등이 있다. 이러한 방법들은 생리학에서 많이 사용하는 미소전극에 비교하여 머리의 절개 없이 뇌 활동 상태를 검출할 수 있다는 장점이 있어 활발히 연구되고 있다. 그러나 PET나 f-MRI는 뇌의 인지 과정을 시간적으로 충분히 따라갈 정도가 되지 않으며, MEG의 경우에는 사용되는 초전도 양자 간섭소자(SQUID: Superconducting Quantum Interference Device array)가 매우 고가인 반면에, MEG의 해석 결과가 EEG와 큰 차이가 없음이 보고되고 있다. 이에 비해 뇌파 측정은 객관적, 비침습적, 연속적으로 간단하게 대뇌 기능을 평가할 수 있는 검사법으로, 현재 대뇌 기능 평가법 중에서 가장 우수하게방법으로 인식되고 있다[김대식, 최창욱, 2001]. 뇌파는 뇌전도(EEG: electroencephalogram)라고도 불리우며, 뇌활동의 지표 혹은 뇌세포의 커뮤니케이션 상태를 나타낸다.

<표 2-1> 뇌파의 주파수 대역과 특성

뇌파 종류	파 장 대	의 식 상 태
델타파	0.1~3 Hz	깊은 수면 상태나 뇌 이상 상태
세타파	4~7 Hz	수면 상태
알파파	8~12 Hz	이완 및 휴식 상태
SMR	12~15 Hz	주의 상태
낮은 베타파	16~20 Hz	집중, 활동상태
높은 베타파	21~30 Hz	긴장, 흥분 상태, 스트레스 상태

2.3 뇌 기능 분석

뇌파분석은 각 파장대별 뇌파조절을 통한 뇌의 기능 상태를 반영할 수 있는 직접적이며, 정

량적인 시계열 뇌파 선형 뇌기능분석(BQ ; Brain Quotient) 방법을 사용하였다.

뇌파 측정기에 의해 나오는 신호는 시계열(time-series)전압 신호로서 배경(background)뇌파와 지배(dominant)뇌파를 구분하는 것으로 뇌의 상태를 파악하는 것이 의학적으로 사용되는 방법이다. 하지만 뇌파는 시계열 신호가 특정 주파수로 확연히 구별되는 신호가 아니고 다양한 정보가 포함되어 있는 복합신호이기 때문에 보다 다양한 분석 기법 등이 개발되었다. 가장 기본적으로 사용되는 방법은 고속푸리에 변환을 통한 주파수계열(frequency series)파워스펙트럼 분석법이다. 이것은 시계열 뇌파값을 주파수계열로 변환하여 밴드별로 진폭의 세기를 비교 분석하는 방법이다. 하지만 밴드별 뇌파 세기를 각각 독립적으로만 구분하게 되면 서파나 속파화 정도 등을 정확히 파악하기 어렵다. 이러한 방법들은 모두 고전적인 선형분석으로서 수많은 신경세포에서 발생하는 복합적인 신호들을 정밀 분석하는데 한계가 있다. 1985년에 Bablyoantz and Salazar, Nicolis는 비선형적 분석이 가능하다는 것을 보여주었다. 이후 많은 연구들이 이루어지면서 뇌기능에 의한 뇌파신호의 비선형적 분석들이 이루어졌다. 뇌파신호 분석에 있어 주목을 받는 것은 신호의 근원(source)과 국소화(localization)에 대한 연구이다. 이런 목적에서 가장 대표적으로 사용되는 것은 독립성분분석법(ICA : Independent Component Analysis)이다. 이것은 복합 신호에 뇌파에서 특정 성분들을 구별해 냄으로써 뇌파 신호의 근원과 위치를 추정할 수 있게 한다.

본 연구에서 사용하는 방법은 주파수 계열 스펙트럼 분석법으로서 기존의 밴드별 독립 분석법이 아니라 상호 연관성에 의한 서파화와 속파화 정도를 파악하는 방법이다. 또한 폐안과 개안시의 뇌파를 비교 분석함으로써 기초운동(ba-

sic rhythm)의 주파수를 파악하고, 뉴로피드백에 의한 뇌의 자기조절정도(degree of self-regulation)를 측정함으로써 뇌의 동적상태(dynamic state)를 측정하여 분석하였다. 이러한 시도는 단순히 시계열 분석만 하거나 파워스펙트럼에만 의존하는 기존의 분석법보다 다양한 정보를 제공한다. 박병운[2005]은 이와 같은 분석법을 뇌 기능 분석이라 하고 지수로서 뇌의 상태를 정량화하였다. 그리고, 지수를<표 2-2>와 같이 특성을 정리하였다.

뇌 기능 분석은 기존의 IQ 검사나 적성 검사, 인성 검사 등 설문지와 문제풀이 방식을 통한 간접 분석과 달리 뇌의 발달 상태, 활성 상태, 균형 상태, 주의 집중 능력, 휴식 능력, 학습 능력 등을 뇌파를 측정하여 정량적으로 직접 분석하는 방법으로, 개안과 폐안 상태를 비교 분석하여 시각 정보에 대한 뇌의 반응을 정확히 파악함으로써 뇌기능뿐만 아니라 육체적 건강 상태 까지도 판단할 수 있다.

또한 뇌 기능 지수는 각 파장대별 뇌파(δ 파, θ 파, α 파, β 파 등)를 서로 조절함으로써 두뇌의 기능 상태를 반영할 수 있도록 한 수치들이다

〈표 2-2〉 뇌 기능 분석

분 석 지 수	의 미
자기조절지수(SRQ)	뇌의 자율신경계조절능력 판단
휴 식	정신적 피로 재충전의 능력, 지구력
주의력	주의력, 사회성, 발표력, 적응성
집중력	집중력, 추진력, 성취면, 활동성
주의 지수(ATQ)	뇌의 각성정도 판단
주의비율	연령대별 비율, 숫자가 낮을수록 각성
긴장도	육체적, 정신적, 긴장도
산만도	정서적으로 불안정, 산만한 상태, 잡념
항 스트레스 지수(SQ)	육체적, 정신적, 스트레스 저항 정도

[심도현, 2005].

자기조절 지수(SRQ: Self-Regulation Quotient)는 기본 상태(Basic State), 뇌 컨디션(Brain-Condition), 분산도(Deviation), 가중치(Weight), 훈련모드(Neurofeedback Training Mode)를 바탕으로 뇌의 자기조절 능력을 수치화 한 것이다. 기본 상태는 개인의 성격, 심리상태, 생활태도, 학습 능력, 업무능력 등과 밀접한 관계가 있으며 뇌 컨디션은 세 가지 기본상태의 점수를 모두 더한 총점으로써 측정된 날의 뇌의 자기조절능력을 나타내며, 분산도는 기본 상태 점수 차이를 나타내며 세 점수의 분산 정도를 나타내는 표준편차와 최고 점수와 최저점수의 최대차이이다. 가중치는 연속적으로 같은 상태를 만들어내는 정도, 훈련모드는 가장 낮은 점수와 가장 낮은 가중치를 가진 상태를 말한다. 자기조절지수는 휴식(알파파), 주의력(SMR파), 집중력(저 베타)의 세 가지 기본상태에 대한 뇌의 자율조절 능력 평가로서 구할 수 있다. 기본상태 측정시 색깔되어 지는 % 점수를 모두 더한 총점이 자기 조절지수 이다[Kamiya, 1972; Sterman, 1977; Lubar, 1976].

주의 지수(ATQ: Attention Quotient)는 주의 비율과, 긴장도, 산만도를 수치화 한 것이다. 미국 테네시대학교의 Lubar[1995]교수는 학습장애아들에 세타파가 SMR파가 매우 강하다는 사실을 밝혀내고 세타파가 높아지면 주의집중도가 떨어진다고 보고 하였다. 본 연구에 사용된 주의지수는 세타파의 활성도를 SMR파의 활성도로 나눈 수치이다. 주의비율은 세타(θ)파대 SMR파의 비율이며, 15에서 45세사이의 성인이나 고등학생이 대략 2:1이며, 중학생이나 50대는 3:1정도, 초등학생이나 60대는 4:1, 유아는 5:1정도, 5:1이라함은 세타(θ)파가 SMR파보다 5배 강하다는 뜻이다. 긴장도(Tension)는 육체적, 정신적 긴장정도를 나타내며, 이 수치가

높으면 육체적으로 근육 등이 긴장되어 있거나, 정신적으로 경직되어 있음을 의미한다. 일반적으로 산만하면 안정이 안 되어 있기 때문에 긴장도가 높게 나타난다. 주로 델타(δ)파에서 많이 표출된다, 바람직한 수치는 10이하이다. 산만도(Instability)는 정신적으로 불안정하여 산만한 상태를 나타내며, 이 수치가 높으면 정신적으로 잡념이 많고 산만하며 심리적으로 불안정하여 과격한 행동을 할 수 있다. 자리에 가만히 앉아 있지 못하고 계속 온 몸을 움직이거나 틱 장애 등을 보이게 되며 높은 베타(fast β)파에서 많이 표출된다. 바람직한 수치는 1이하이며, 정신적으로 안정된 학생들은 0.5~1사이에 분포되어 있다. 주의지수는 12~15Hz 대의 SMR 파에 대한 세타(θ)파의 비율 분석을 통해 구할 수 있다[Lubar, 1984].

항스트레스 지수(SRQ: Stress Resistance Quotient)는 내외적 환경 요인으로 인한 육체적, 정신적 피로도를 나타내는 지수이다. 뇌파는 흥분하거나 불안정한 경우 비동기화 현상에 의해 빠른 베타파가 활성화 되며 안정을 취하고 있을 때에는 대뇌피질의 다수 세포가 거의 동시에 활동하는 동기화 현상에 알파파와 더 느린 주파수의 델타 세타(δ, θ) 파 등의 서파가 우세하게 나타난다[김용진, 장남기 2005]. 육체적 스트레스는 인체의 긴장과 불안, 흥분 상태를 나타내고 정신적 스트레스는 심리적인 긴장과 불안, 흥분 상태를 나타낸다. 항 스트레스지수는 스트레스에 대한 저항지수를 뜻하는 것으로 높을수록 좋다.

항스트레스지수는 델타(δ)파와 높은베타(fast β)파에 의해 구할 수 있다[Peniston, 1993].

3. 연구 및 실험의 방법과 절차

3.1 연구 및 실험 설계

본 연구는 초등학생의 주의력 결핍 성향과 정

서적 성향이 전전두엽 뉴로피드백 훈련에 따른 변화 분석을 하기 위한 비동등성 전후 설계 유사 실험 연구이다. 독립변수는 전전두엽 뉴로피드백 훈련이고, 종속 변수는 뇌 기능, 주의력 결핍 성향, 정서적 성향이다.

<표 3-1> 실험 설계

	사전조사	뉴로피드백 훈련적용	사후조사
실험군	뇌파측정, 설문지	x	뇌파측정, 설문지
대조군	뇌파측정, 설문지		뇌파측정, 설문지

주) x 뉴로피드백 훈련

3.2 연구 대상

2006년 7월부터 2007년 5월까지 B뇌훈련 센터에 학습능력 저하, 주의산만, 성격 및 정서적으로 심리적 불편을 호소한 내담자 50명(실험군 25명, 대조군 25명)을 뇌파 검사하여 뉴로피드백 훈련 전과 훈련 후의 뇌파변화 및 결과를 보고자 한다. 내담자의 의뢰시기가 각자 다르므로 실험군은 최초 훈련일로부터 훈련횟수 30회 이상인자, 대조군은 비 훈련자를 대상으로 1차 내담시를 사전, 사후는 3개월 후 뇌파측정 하여 비교하였다.

<표 3-2> 대상자 분류

	실험군	대조군
남	15	13
여	10	12
합계	25	25

3.3 연구 가설

가설 1: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 자기조절 지수

에서 유의미한 변화를 일으킬 것이다.

가설 2: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 주의 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이다.

가설 3: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 항스트레스 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이다.

가설 4: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 정서적 성향에 변화를 일으킬 것이다.

가설 5: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 주의력 결핍 성향에 변화를 일으킬 것이다.

3.4 측정 도구

본 연구에서는 다음과 같이 2가지 측정 도구를 사용하였다.

첫째, 뇌파 측정은 '한국정신과학연구소'에서 개발한 2 Channel System 이동식 뇌파 측정기를 컴퓨터에 장착하여 사용하였다. 뇌파 측정을 위하여 뉴로피드백 시스템의 프로그램으로 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 분석을 통하여 주파수별 진폭의 세기를 계산하였다. 진폭의 세기는 전압(μV)으로 나타내어 활성도(activity)값으로 사용되었다. 각 주파수별로 살펴보면, α 파의 파장대(band)에 대한 주파수 영역은 8~12Hz, SMR파는 12~15Hz, 저 β 파는 16~20Hz, 고 β 파는 21~30Hz, θ 파는 4~7Hz, δ 파는 0~3Hz로 설정하였다.

1) 한국정신과학 연구소(Neuro-feedback System, Braintech Corp., Korea)에서 개발한 뉴로피드백은 2 channel, 건식전극, 컷볼전극 을 한개 사용, 시스템은 잘 알려져 있는 뇌파 측정기인 Grass System (USA) 파의 좌. 우 뇌파 알파, 베타, 세타파 값에 대한상관계수가 .916($p < .001$)으로 나타나 신뢰도가 입증된 바 있다(김용진 외, 2000).

측정주파수 범위는 1~30Hz, 샘플링 주파수는 256Hz, 측정 정밀도는 $\pm 0.6\mu V$ 로서 매초 256 샘플링, 8비트로 변환하여 디지털 신호를 출력하였다.

2 Channel System의 최소 사용 환경은 다음과 같다.

- 기종 : Intel Pentium III 133 MHz 또는 호환 기종
- 메모리 : 128MB RAM
- 운영체제 : Microsoft Windows 98/2000/NT/XP
- 그래픽 카드 : 800 X 600 투루칼라(24Bit)
- 하드디스크 : 1GB 이상 Free Space
- 음향 : 16Bit 사운드 카드
- DirectX : V.6.1
- CD Rom : 16배속
- USB 포트, 마우스

둘째, 본 연구의 목적을 위하여 다음과 같은 2가지 설문지를 활용하였다.

(1) 정서적, 심리적 반응 측정 도구로 POMS (Profile of Mood state) 기본상태 설문지를 사용하였는데, 본 설문지는 McNair[1992] 이 수차례의 검증과 확인을 거쳐 개발한 도구로, 이 도구는 인간의 전반적인 기분을 측정할 수 있도록 고안된 도구로서 3요인 -34문항(불안-우울 요인 21 문항, 활력 요인 8문항, 분노 요인 5문항)으로 구성되어 있으며, 신윤희[1996]의 연구에서 신뢰도는 *Cronbach Coefficient alpha* = 0.90 이었고 각 문항은 '전혀 아니다' 1점에서 '매우 그렇다' 5점까지 긍정적 문항은 역환산하여 Likert 방법으로 점수화하며, 점수가 높을수록 기분상태가 저조한 것을 의미한다. 전체적인 기분상태의 변화를 보기 위하여 실험 전과 후에 측정하여 비교하였다.

(2) 주의력 TEST를 위해서는 The Amen Clinic

ADD Type Questionnire(Healing ADD)를 토대로 만든 도구를 사용하였는데, 본 도구는 10 문항으로 구성되어 있으며 각 문항은 전혀 없음 0점, 약간 1점, 상당히 2점, 아주 심함 3점까지 총점은 30점이며, 15점 이상이면 주의력이 부족하거나 산만함으로 의심해 보도록 권유한다(신뢰도 *Cronbach Coefficient alpha* = 0.623).

3.5 실험 방법

연구 대상자에게 뇌파측정의 내용과 순서를 미리 알려준 후, 의자에 가장 편안한 자세로 앉도록 하였으며 이때 조명은 너무 밝지 않도록 하였다. 이때 뇌파를 찍는 동안 전자파와 금속 물질이 닿지 않도록 준비하여 측정하였다. 헤드밴드에 부착된 전극을 이용하여 실험을 하였다. 전극은 고체 전극으로 4cm 간격으로 고정 배치된 FP1, FPz, FP2의 채널을 통하여 좌우 전두엽으로부터 뇌파를 측정하고 좌측 귓볼을 기준 전극(ground electrode)으로 사용하여 뇌파를 측정하였다. 훈련 장소는 B 뇌훈련 센터 훈련실, 실험 기구는 뉴로피드백 시스템이 장착된 컴퓨터를 이용하였다. 훈련은 뇌기능분석(BQ ; Brain Quotient) Test에 포함되어 있는 그림 색칠하기 분석 프로그램을 이용하여 휴식, 주의력, 집중력에 대해서 각각 1분씩 측정하였다. 측정 결과가 가장 낮은 점수를 훈련 모드로 채택 일주일에 2회에서 3회 실시하였으며, 1회당 훈련 시간은 40분에서 60분간 실시하였다. 훈련 방법은 헤드밴드에 부착된 가운데 전극인 FPz 부위를 전전두부인 이마 정 중앙에 오도록 머리에 적절한 세기로 매고 좌측 귓볼에 기준 전극을 연결한 다음 헤드폰을 장착하였다. 훈련 순서는 먼저 호흡으로 안정을 취한 후 긴장 이완 훈련으로 '컵 만들기' 게임을 실시하였고, 그 다음은 주의력 훈련으로 '활 쏘기'나 '행성 기억하기' 게임

등을 실시하였다. 게임 형식으로서 흥미 유발, 주의 집중력, 긴장 이완을 도와주는 시스템, 거울을 보고 잘못된 자세를 교정하듯이 모니터를 통하여 뇌파 정보를 직접 눈으로 보면서 뇌 발달에 필요한 뇌파를 스스로 조절하여 뇌신경 네트워크를 발달시키는 훈련이다. 중심이 되는 파장 대는 알파파, SMR파, 로우베타파이다. 전극 부위를 전전두부에 부착한 이유는 전전두엽(prefrontal lobe)은 인지 및 사고 작용, 창의성에 중요한 기능[Simonov, 1997]을 가지고 있어 학습 행동과 관련한 두뇌 기능의 중심 역할을 하는 부위이기 때문이다. 또한 두뇌 기능의 중심 역할을 하는 부위이기 때문이며, 두뇌 신경 세포들의 공동 작용 효과(synergy effect)에 의해 전체 뇌의 활성 상태가 전전두엽 부위에 반영될 수 있기 때문이다. 주의 사항으로는 편안한 자세에서 움직임을 최소화하였다.

3.6 자료 분석 방법

- (1) 자료 분석은 SPSS 13.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다.
- (2) 뉴로피드백 훈련 전 후 실험군과 대조군은 대응표본 t -검증을 이용하였다. 모든 자료에 대하여 평균과 표준 편차를 산출하였으며, 유의수준을 $*p < .05$, $**p < .01$, $***p < .001$ 로 선정하였다.

4. 연구 결과 및 가설 검증

4.1 두 집단의 동질성에 대한 검증

〈표 4-1〉 두 집단의 동질성 검증

	군집	N	M	SD	t	p
경험 전평	대조군	25	68.79	14.97	-0.619	0.539
	실험군	25	65.73	19.67		

뇌 건강 및 뇌의 척도인 자기조절 지수는 통계량에서 대조군과 실험군의 유의 확률이 $p = 0.539 > 0.05$ 이므로 차이가 없음이 확인되었다.

4.2 가설 검증

가설 1: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 자기조절 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이다.

가설 1을 검증하기 위하여 t -검정한 결과 <표 4-2>과 같다. 유의미한 차이는 나타나지 않았지만, 실험군에서 평균값이 훈련 전보다 훈련 후에 휴식 1.8%, 주의력 2%, 집중력 3%, 자기조절 지수 8.58% 각각 상승되었다. 대조군에서는 자기조절 지수에서 훈련전보다 훈련 후에 2.05% 상승되었다. 자기조절 지수는 자율적이며 자생적인 학습능력의 가능성과 뇌의 자기조

〈표 4-2〉 훈련전과 훈련후의 자기조절 지수(SRQ : Self-Regulation Quotient)

	실험군				대조군			
	훈련 전	훈련 후			훈련 전	훈련 후		
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	t	p	$M \pm SD$	$M \pm SD$	t	p
휴식	27.6±7.32	29.4±6.24	1.014	0.321	30.5±6.15	27.8±7.67	-1.615	0.119
주의력	22±6.43	24±6.1	1.724	0.098	23.1±5.21	23.6±4.18	0.448	0.658
집중력	23±6.41	26±5.4	1.466	0.156	23.8±5.23	23.52±5.94	-0.150	0.882
SRQ	65.73±19.67	74.31±15.98	1.986	0.059	68.79±14.97	70.84±15.60	0.588	0.562

주) * $p < .05$.

절 능력을 수치화 한 것이다. 자기조절지수의 상승은 자기주도 학습이나 감정조절과 무관하지 않으며, 즉각적인 반응과 보상을 요구하는 양상이 정상에 가깝게 변할 수 있다는 것을 의미한다.

<표 4-3> 자기조절지수의 평가표 (단위 : 점)

구분	40이하	40~60	60~80	80~100	100이상
자기조절지수(SRQ)	극저	저	보통	상	최상

참조: 일반 초등학교 2,933명의 자기조절지수 평균은 69.75 점이다.

가설 2: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 주의 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이다.

가설 2를 검증하기 위하여 *t*-검증한 결과는 <표 4-4>와 같다. 비율(좌)*p* = .013, (우)*p* = .019, 주의지수(좌)*p* = .011, (우)*p* = .030, 로 유의미한 차이를 보였다. 즉, 실험군이 훈련 전보다 훈련 후에 유의미하게 비율은 낮아졌으며, 주의지수는 높은 것으로 나타났다. 비율이나 긴장도, 산만도는 낮아지는 것이 효과적이며 주의 지수는 평균값이 높아지는 것이 효과적이다. 평균값에

서 비율, 긴장도가 낮아졌다는 것은 훈련 전보다 뇌가 각성되었고 정신적이나 육체적인 긴장이 낮아졌음을 의미한다. 비율은 θ 와 SMR의 비율을 의미하며 초등학교생은 3:1, 혹은 4:1이 정상범위이며, 정상비율보다 높다면 주의력 부족이나 산만하다는 것을 의미한다[Lubar, 1984; 박병운, 2005].

비율, 긴장도, 산만도를 모두 합한 주의 지수는 주의력이나 사회성 그리고 자신과 주변과의 관계성을 의미하며 훈련 후 주의 지수가 유의미하게 높아 졌다는 것은 자기가 처해있는 상황에 맞게 적절히 각성할 수 있는 능력이 높아졌다고 볼 수 있다. 즉 주의력 결핍 성향이 긍정적으로 개선될 수 있다고 본다.

<표 4-5> 주의지수의 평가표 (단위 : 점)

구분	20이하	20~40	40~60	60~80	80이상
주의지수(ATQ)	아주 산만	산만	보통	각성	최상

참조: 일반 초등학교 2,933명의 주의지수 평균은 (좌) 56.16 (우) 56.26 이다.

가설 3: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 항스트레스

<표 4-4> 훈련전과 훈련후의 주의지수(ATQ : Attention Quotient)

	실험군				대조군			
	훈련 전 <i>M±SD</i>	훈련 후 <i>M±SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	훈련 전 <i>M±SD</i>	훈련 후 <i>M±SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
비율(좌)	5.79±2.69	4.38±0.73	-2.685	0.013*	4.60±1.63	4.79±1.68	0.829	0.415
비율(우)	5.56±2.07	4.57±0.89	-2.515	0.019*	4.56±1.52	4.85±1.64	1.452	0.159
긴장도(좌)	26.92±11.80	22.98±10.52	-2.015	0.055	20.34±9.88	21.45±11.17	0.410	0.685
긴장도(우)	24.47±10.72	23.77±10.33	-2.067	0.050	21.87±8.98	24.79±17.82	0.934	0.360
산만도(좌)	0.84±0.46	0.91±0.34	0.759	0.455	0.81±0.40	0.85±0.69	0.347	0.732
산만도(우)	0.90±0.45	0.97±0.51	0.507	0.617	0.89±0.52	0.88±0.71	-0.054	0.957
ATQ(L)	45.11±18.32	55.23±11.36	2.771	0.011*	55.78±16.56	53.84±14.18	-0.753	0.459
ATQ(R)	45.98±16.34	53.45±12.14	2.305	0.030*	54.61±15.28	52.68±14.37	-0.902	0.376

주) **p* < .05.

지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이다.

가설 3을 검증하기 위하여 *t*-검증한 결과는 <표 4-6>과 같다. 항스트레스 지수(좌) *p*=.017, (우) *p*=.022 에서 유의미한 차이를 보였다. 즉, 실험군이 훈련 전보다 훈련 후에 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 항스트레스 지수는 육체적, 정신적인 긴장, 불안, 흥분상태를 이겨낼 수 있는 저항지수이다. 특히, 항스트레스 지수의 상승은 스트레스호르몬(코티졸)의 감소[임성은, 2006]를 의미한다는 연구가 나와져있다. 훈련 후 정신적 긴장, 불안, 흥분상태 뿐만 아니라 육체적인 긴장이나 질병에 대한 대응능력이 높아졌다는 것을 의미한다. 이는 훈련 후 초등학생들의 학습이나 학교생활에 대하여 스트레스를 덜 받으며, 받았다 하더라도 대처능력이 원활해질 수 있다고 볼 수 있겠다.

<표 4-7> 항스트레스지수의 평가표 (단위 : 점)

구 분	20이하	20~40	40~60	60~80	80이상
항스트레스 지수(SQ)	병적 상태	피로	보통	건강	최상

참조 : 일반초등학생 2,933명의 항스트레스지수 평균은 (좌)70.03 (우)69.33 이다.

가설 4 : 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 정서적 성향에 변화를 일으킬 것이다.

가설 4를 검증하기 위하여 *t*-검증 한 결과 <표 4-8>와 같다. 불안, 우울, 분노에서 *p*=.001, 활력, 생기에서 *p*=.005로 유의미한 차이가 나타났다으며 전체적인 정서적인 성향 기분에서 *p* =.000 로 유의미한 차이를 보였다. 즉, 실험군이 훈련 전보다 훈련 후에 불안, 우울, 분노 점수에서 평균값 2.54점에서 1.95점 낮아졌으며 활력, 생기에서 평균값 3.06점에서 2.55점으로 낮아져

<표 4-6> 훈련전과 훈련후의 항스트레스 지수(SQ : Stress Resistance Quotient)

	실 험 군				대 조 군			
	훈련 전		훈련 후		훈련 전		훈련 후	
	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
SQ(L)	61.26±14.18	67.15±12.56	2.563	0.017*	70.01±11.71	68.09±12.81	-0.621	0.540
SQ(R)	60.83±11.78	65.97±12.52	2.459	0.022*	68.04±10.72	66.93±12.63	-0.469	0.643

주) **p*<.05.

<표 4-8> 훈련전과 훈련후의 정서, 심리적인 기본상태

구분	실 험 군				대 조 군			
	훈련 전		훈련 후		훈련 전		훈련 후	
	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
불안우울 분노	2.54±0.66	1.95±0.72	-4.302	0.001**	2.63±0.90	2.88±0.98	.885	0.385
활력생기	3.06±0.67	2.55±0.70	-3.076	0.005**	3.08±0.81	3.03±0.90	-.220	0.827
기분	2.80±0.71	2.25±0.77	-5.152	0.000***	2.85±0.87	2.95±0.94	.569	0.572

주) **p*<.05, ***p*<.01, ****p*<.001.

서 훈련 후 정서적 성향이 개선되었음을 알 수 있었다. 전체적인 정서적인 성향 기분에서 훈련 전 2.80점에서 훈련 후 2.25점으로 낮아졌다. 이 결과는 실험군의 불안, 우울, 분노는 감소하였고 긍정적 문항인 활력, 생기는 역계산하였으므로 증가하였음을 의미한다. 대조군에서는 큰 변화가 없었다.

〈표 4-9〉 5점 척도표

구분	전혀 아니다	약간 그렇다	보통이다	많이 그렇다	매우많이그렇다
	1점	2점	3점	4점	5점

가설 5: 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 주의력결핍 성향에 변화를 일으킬 것이다.

가설 5를 검증하기 위하여 t -검정한 결과 <표 4-10>와 같다. 주의력 test $p=.000$ 로 유의미한 차이가 나타났다. 즉 실험군이 훈련전보다 훈련후에 주의력 평균값 15.72점에서 12.50점으로 낮아져서 주의력결핍 성향이 긍정적으로 변화되었음을 알 수 있다. 이결과는 주의력부족으로 산만하거나 사회적 기준이나 규칙들에 대한 이해 부족으로 학습능력과 학교생활을 영위함에 있어서 불편함이 해소 되는데 도움이 된다고 본다.

5. 결론 및 논의

본 연구에서 주의력 결핍 성향, 정서적 성향

과 뇌 기능과의 관계를 신경과학적 연구 방법으로 검증하기 위하여 실제 실험을 통해 조사 하였다. 주의력 결핍 성향이 있거나 정서적 불편을 호소하는 초등학교 학생들의 뇌파를 측정하여 뇌의 기능을 분석하였고, 특정한 뇌 기능의 향상이 증상을 호전 시킬 수 있는가를 뉴로피드백 S/W 훈련을 통하여 전, 후 결과를 비교 하여 보았다. 또한 뇌파분석에 있어 가장 기본적으로 사용되는 고속푸리에변환을 통한 주파수 계열(frequency series)과 위스펙트럼 분석법의 단점을 보완하여 서파(slow)와 속파(fast)의 정도를 정량적으로 분석 하여 보았다.

연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 자기조절 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이라는 가설은 평균의 차이는 높아졌지만 자기조절 지수의 차이 변화가 미미하여 가설은 지지되지 못하였다. 유의미한 차이는 없지만 자기조절 지수의 상승은 자기 주도 학습이나 감정조절과 무관하지 않으며, 즉 각적인 반응과 보상을 요구하는 양상이 정상에 가까워 졌다는 것을 의미한다.

둘째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 주의 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이라는 가설은 지지되었다. θ 와 SMR의 비율 과 주의지수 (좌, 우)에서 유의미하게 높아 졌다는 것은 자기가 처해있는 상황에 맞게 적절히 각성할 수 있는 능력이 높아 졌다고 볼 수 있다. 즉 주의력 결핍 성향을 개

〈표 4-10〉 훈련전과 훈련후의 주의력 TEST

구분	실험군				대조군			
	훈련 전 M±SD	훈련 후 M±SD	t	p	훈련 전 M±SD	훈련 후 M±SD	t	p
주의력	15.72±1.31	12.50±1.16	-9.163	0.000***	15.40±1.12	15.48±1.29	0.258	0.637

주) * $p < .05$, 점 30점 15점 이상이면 주의 집중력 부족, 산만의 성향이 있다고 본다.

선시키는데 효과가 있었음을 의미한다.

셋째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 항스트레스 지수에서 유의미한 변화를 일으킬 것이라는 가설은 지지되었다. 항스트레스 지수 (좌, 우) 에서 실험군이 훈련 전보다 훈련 후에 유의미하게 높아졌다. 항스트레스 지수는 육체적, 정신적인 긴장, 불안, 흥분 상태를 이겨낼 수 있는 저항 지수 특히, 항스트레스 지수의 상승은 스트레스 호르몬(코티졸)의 감소를 의미한다(임성은, 2007). 이는 질병의 유병률이나 저항력과도 상관관계가 있는데, 훈련 후 정신적 긴장, 불안, 흥분 상태 뿐만 아니라 육체적인 긴장이나 질병에 대한 대응 능력이 높아 졌다는 것을 의미한다. 따라서 훈련 후 초등학생들의 학습이나 학교생활에 대하여 스트레스를 덜 받을 수 있으며, 스트레스를 받았다 하더라도 대처 능력이 원활해 졌다고 볼 수 있다.

넷째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 정서적 성향에 변화를 일으킬 것이라는 가설은 지지되었다. 불안, 우울, 분노 점수에서 평균값이 낮아졌으며 활력, 생기에서도 평균값이 낮아져서 훈련 후 정서적 성향이 개선되었음을 알 수 있었다.

이 결과는 대상자의 불안, 우울, 분노는 감소하였고, 긍정적 문항인 활력, 생기는 증가하였음을 의미한다. 초등학생들의 신경증의 정도나 심리적 불편함이 해소되었음을 의미한다.

다섯째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 주의력 결핍성향에 변화를 일으킬 것이라는 가설은 지지되었다. 실험군이 훈련전보다 훈련후에 주의력test 결과 평균값이 낮아졌다. 이러한 변화는 주의력 부족으로 산만하거나 사회적 규준이나 규칙들에 대한 이해 부족으로 학습 능력과 학교 생활을 영위함에 있어서 불편함이 개선되었음을 의미한다.

본 연구의 결과가 기여 하는 바는 학습이나 인지능력의 부족뿐만 아니라 성격면에서 주의력 결핍성향 이나 정서적 성향이 불편한 아이들에게 사고 활동과 인지 활동의 중심부위로 알려져 있는 전전두부의 뇌파 측정과 뉴로피드백 훈련을 통하여 학습 활동과 정신활동을 연구하는데 중요한 지표가 되었다고 사료된다. 뇌파측정을 통하여 정보처리 과정의 이해와 문제점 발견은 교수전략의 효율성을 높일 수 있는 가능성을 열었다고도 할 수 있다. 그리고, 주의력이 부족하거나 정서적, 심리적으로 안정되어 있지 아이들에게 뇌기능 향상을 통하여 자신들이 가지고 있는 주의력과 노력을 제대로 활용하거나, 자기가 처해 있는 상황에 맞게 적절히 각성하도록 도와 주는데 효과가 있었음을 의미한다. 또한 제 증상으로 인하여 학생 본인은 물론이고 가족에게 까지 불편함이 증대함으로 이를 개선하여 삶의 질을 높이는데 기여하리라 기대한다.

선행 연구와의 차이점은 주의 지수가 높다는 것은 신경증이 낮아 안정적이고, 사교성과 대인관계의 적응 정도가 높고, 지적인 면에서 개방적이며, 더 성실 하다고 볼 수 있다(김유미, 2004)는 연구는 문답, 필답식의 연구 였으며 이영희 [2002]가 주장한 신경(두뇌)피드백에 기초한 주의력개선은 이론적 고찰 위주였으나 본 연구에서는 주의력 결핍 성향이 있거나 정서적 불편을 호소하는 초등학교 학생들의 뇌파를 측정하여 뇌의 기능을 분석하고, 특정한 뇌 기능의 향상이 증상을 호전 시킬 수 있는가를 실제 실험을 통하여 객관화하기 위하여 개인이 지닌 뇌신경의 생리학적 지표를 신경과학적 연구 방법을 이용하여 접근 하였다는데 차별성이 있다고 할 수 있다. 또한 뇌파 해석에 있어서 국내에서 경기력의 향상이나 실수율의 감소를 위한 뉴로피드백(뇌파 조절) 관련 선행연구들(김진구, 2002; 정청희, 2001; 김재훈, 2002; 장재근, 2004; 최철승,

2005]에서 사용하는 방법은 주파수 계열 스펙트럼 분석법을 사용하였으나 본 연구에서는 기존의 밴드별 독립 분석법이 아니라 상호 연관성에 의한 서파화와 속파화 정도를 파악하는 방법이다. 또한 폐안과 개안시의 뇌파를 비교 분석함으로써 기초율동(basic rhythm)의 주파수를 파악하고, 뉴로피드백에 의한 뇌의 자기조절정도(degree of self-regulation)를 측정함으로써 뇌의 동적상태(dynamic state)를 측정하여 분석하였다. 이러한 시도는 단순히 시계열분석만 하거나 파워스펙트럼에만 의존하는 기존의 분석법보다 다양한 정보를 제공한다고 본다. 또한, 평가표에 기인하여 점수가 낮을수록 정도가 심한 것을 의미한다고 정량적으로 정리 하였다.

또한, 최일호[2005]가 바둑의 수를 생각하는 피험자의 뇌파를 fMRI(functional-Magnetic Resonance Imaging 기능적 자기공명법)로 촬영하여 바둑의 문제 상황에 따라 활성화되는 뇌의 부위가 다르다는 연구를 하였고, 조선희 외[2005]가 뇌 기능 영상 측정법을 이용하여 영재성 평가의 타당성을 연구하였다. 하지만 이러한 뇌 기능 영상기술을 이용하여 사고과정에서 작동하는 신경세포의 활동성을 직접 측정함으로써 뇌 기능 차이를 문답식 평가가 아닌 객관적 방법을 도출 하였다고 하지만 뇌 기능 영상 측정법은 비용과 측정시간 등 현실적으로 극복해야 할 문제점이 많다. 본 연구에서 적용한 뇌파측정은 실시간 뇌 기능을 파악 할 수 있고 접근이 용이하므로 뇌 기능 차이를 객관화할 수 있으며 영상측정법의 한계점을 해결 하리라 기대한다.

이상과 같은 선행연구와의 차이점을 비교한 결과 본 연구의 의의는 시계열 선형 분석을 통한 뉴로피드백 훈련 전, 후의 주의력 결핍 성향과 정서적 성향에 미치는 영향에 관한 연구를 함으로써 심도 있는 후속적인 연구의 기초 자료를 제공한 것에 있다고 하겠다.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 다음과 같은 결론을 내릴수 있겠다.

첫째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련은 초등학생의 주의력결핍 성향과 정서적인 성향의 불편함을 호전시키는데 효과적인 방법임이 검증되었다 또한, 뇌파분석에 있어서 정량적인 시계열 선형 분석 방법은 기존의 밴드별 독립 분석법보다 상호 연관성에 의한 서파화와 속파화 정도를 파악하는데 용이한 방법임을 알 수 있었다.

한편 본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구에 활용된 자료들이 제한된 지역에 거주한 대상자로만 국한되어 있어 일반화하기에는 미흡하였다.

둘째, 본 연구의 주대상자는 불편함을 호소한 일반 아이들 이었으나 차후에는 영재 아이들이나, 장애를 가진 아이들에게도 적용시킨 연구가 나오길 기대한다.

셋째, 뉴로피드백 훈련은 물리적이며 부작용이 없지만 사후관리를 장기간 해 주어야 하는 점이 단점이 될 수 있겠다.

넷째, 훈련 횟수 차이에 따른 연구결과가 나온다면 사후관리에 지침이 될 수 있으리라 본다.

참 고 문 헌

- [1] 김대식, 최창욱, *뇌파검사학*, 고려의학, 2001.
- [2] 김유미, 안창규, “영재아동과 일반아동의 성격특성의차이 분석 영재교육연구”, 제14권 제2호, 2004년, pp. 73-97.
- [3] 김용진, 장남기, “시청각 학습의 반복 수행에 따른 전두부의 뇌파 활성화도 변화”, 한국과학 교육학회지. 제21권 제3호, 2001년, pp. 516-528.
- [4] 김재훈, 뇌파조절을 통한 집중력과 심상이 골프퍼팅 수행학습에 미치는 영향, 석사학

- 위논문, 중앙대학교 대학원, 2002.
- [5] 김진구, “뇌파자기조절 바이오피드백을 통한 운동학습과 EEG변화”, 한국스포츠 심리학회 제12권 제1호, 2001년, pp. 1-13, 경북대학교.
- [6] 박병운, “뇌파 밴드별 상호 연관성에 따른 뇌기능 최적화 연구”, 한국정신과학연구소, 2005a.
- [7] 박병운, *뉴로피드백 입문*. 한국정신과학 연구소, 2005b.
- [8] 박병운, “뇌파 해석 기법”, 한국정신과학연구소, 2005c.
- [9] 신윤희, “노인의 기분측정을 위한 도구(Profile of Mood state. POMS)의 타당화에 관한 연구” 간호 학회지. 제26권 제4호, 1996년, pp. 743-758.
- [10] 심도현, 인지 과제 수행시 컴퓨터게임 중독성향 아동과 비교집단 아동의 뇌 지수 차이, 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 2005.
- [11] 윤상원 외, “뇌파조절 효과가 학습에 미치는 영향에 관한 연구”, *Journal of the Korean-jungshin Science Society*, Vol. 1, No. 2, 1997, pp. 103-107.
- [12] 이영희, “신경(두뇌)피드백에 기초한 주의력개선”, 한국 지체부자유아 교육학회지, 제40권, 2002년, pp. 197-212.
- [13] 이홍재, 심현택, “시각적 공간 과제의 수행 성적과 사건 관련 뇌전위에 미치는 뇌파 biofeedback의 효과” 한국심리학회지: 생물 및 생리, 제9권 제1호, 2006년, pp. 71-82.
- [14] 임성은, 족욕이 성인여성의 stress 및 인체 변화에 미치는 변화, 석사학위논문, 서경대학교 대학원, 2006.
- [15] 장재근, “뇌파조절을 통한 집중력 훈련이 육상 단거리 스타트 수행력에 미치는 영향”, 한국스포츠 심리학회 제6권, 제2호, 2005년, pp. 151-158.
- [16] 정청희, 홍길동, 황 진, “뇌파 바이오피드백 기기를 활용한 집중력 훈련이 양궁 경기수행력 미치는 영향”, 한국스포츠 심리학회지, 제15권 2004년, pp. 37-46.
- [17] 조선희 외, “뇌기능영상 측정법을 이용한 영재성 평가의 타당성 연구” 영재 교육연구, 제15권 제2호, 2005년, pp. 101-125
- [18] 최일호, “Study on brain activation in Baduk problem solving : function MRI study”, 한국바둑학회지, 국제바둑학 학술대회, 제3권 2005년, pp. 25-34.
- [19] 최철승, “뇌파 Feedback 정신훈련이 최대 운동 후 집중 대사물질 스트레스호르몬에 미치는 영향” 박사학위논문. 한양대학교 대학원, 2003.
- [20] 하종덕, 송경애, “Journal of Gifted/Talented Education”, Vol. 15, No. 2, 2005, pp. 77-100.
- [21] Lubar, J. O. and Peniston, E. G., “EEG alpha-theta brainwave synchronization in Vietnam theater veteran with combat-related posttraumatic stress disorder and alcohol abuse”, *Medical psychotherapy ; An international journal* Vol. 6, 1984, pp. 37-50.
- [22] Peniston, E. G., “Alpha-theta EEG biofeedback training in alcoholism and post-traumatic stress disorder”, *The international society for the study of subtle energies and energy medicines*. Vol. 2. 1993, pp. 5-7.
- [23] Rosenfield, J. P. and Baehr, R., “Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders”, In(J. R. Evans, ed.) *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*. N. Y.:Academic Press, 1999,

pp. 181-201.

- [24] Sterman, M. B., "Sensorimotor EEG operant conditioning: Experimental and clinical effects", *Pavlovian journal of biological science*, Vol. 12, 1977, pp. 63-92.
- [25] Simonov, P. V., "Neurobiological basis of creativity", *Neuroscience of Behavior Physiology*. Vol. 27, No. 5, 1997, pp. 585-591.

저자소개



백 기자

동아대학교 관광학과 학사, 중앙대학교 사회개발대학원 보건학 석사학위를 취득하였고, 서울벤처정보대학원대학교, 정보경영학과 뇌 과학 전공 박사과정을 수료하였다. 현재 호원대학교 겸임교수, 서경대학교 출강, 뉴로피드백 뇌 훈련 센터 원장을 역임하고 있다.



이 선 규

1978년 중앙대학교 문리대 문학사를 취득하고 1987년 중앙대학교 국제경영대학원에서 경영학석사를 취득하였으며, 2004년 건국대학교 대학원 경영학과(MIS전공) (경영학박사)를 취득하였다. 한국전력공사 전자계산소, 엘지칼텍스가스(주) 전산부, (주)한국컴퓨터솔루션, 한진정보통신(주), 근무하였으며, 현재 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과 교수로 재직중이며, 주요 관심분야는 MIS, ERP, SCM, e-Biz, 시스템 분석 및 설계, 프로젝트관리, 뇌과학, 등이다.



박 병 운

1981년 연세대학교 물리학과를 졸업하고 1990년 미국 인디애나대학교에서 이론물리학 박사학위를 취득하였다. 1991년부터 한국전자통신연구소에서 선임연구원으로 RTD 연구팀장을 역임하였으며 1994년에 한국정신과학연구소에서 책임연구원으로 뇌연구책임자로 근무하였다. 1996년부터 소장으로 근무중이다. 또한 1998년에 브레인테크(주)를 설립하여 뉴로피드백 제품인 뉴로하모니를 생산하면서 대표이사로 재직하고 있으며 2004년부터 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과 뇌과학전공 겸임교수로 뇌과학 전문인력을 교육시키고 양성하고 있다.