

## 전전두엽 EEG-뉴로피드백 훈련과 유아의 뇌기능 및 지능발달에 대한 연구

장순옥<sup>1</sup>, 이선규<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>서울벤처정보대학원 대학교 정보경영학과

### A Study on the Effect of Prefrontal EEG-Neurofeedback on Development of Infants' Brain Function and Intelligence

Soon-Ok Jang<sup>1</sup> and Seon-Gyu Yi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Information Management, Seoul University of Venture & Information

**요약** 본 연구는 뉴로피드백 훈련이 유아의 뇌 기능과 지능에 미치는 영향에 관한 연구로 첫째, 뉴로피드백 훈련이 유아의 뇌 기능에 어떤 변화를 주는지를 검증하였으며, 둘째, 한국 웨슬러유아지능검사(K-WPPSI: Korean Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence)를 통해 뉴로피드백 훈련이 유아의 지능 발달에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다. 본 연구는 천안 소재의 J 유치원에 재원중인 만5세 유아 60명을 대상으로, 2008년 4월 21일부터 12월 12일에 걸쳐 뉴로피드백 훈련 지침에 따라 훈련을 실시하였다. 뉴로피드백 훈련 전과 후의 뇌기능지수와 지능을 분석하였으며, 통계분석은 SPSS for Window 13.0 패키지를 사용하여 t-검증을 통해 분석하였다. 분석 결과 첫째, 뇌기능 지수 전체를 종합 평가한 브레인지수는 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타나, 뉴로피드백 훈련이 유아의 뇌 기능 발달에 매우 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 둘째, 뉴로피드백 훈련이 동작성 지능 지수 중 도형 영역, 미로 영역, 빠진 곳 찾기 영역은 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 종합적인 평가 지수인 동작성 지능 지수도 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 실험 결과는 뉴로피드백 훈련이 동작성 지능 지수 발달에 매우 효과적인 방법임을 알 수 있었고, 셋째, 뉴로피드백 훈련은 언어성 지능 지수 중 공통성 영역만 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

**Abstract** As a study on how the Neurofeedback training effects on young children's brain function and intelligence, first, this paper aims to verify the effect Neurofeedback training brings to the function of young children's brain. Second, through K-WPPSI IQ test, analyses how Neurofeedback training influences on the development of young children's intelligence. The subjects of this study were the 60 five-year children attending J kindergarten in Cheon-an, experimnet treatment was performed according to Neurofeedback training guidance from Aprile 21 to December 12, 2008. It analyzes the states of brain waves before and after the Neurofeedback training, and performed the statistical analysis through t-test, using SPSS for Window(V.13.0) package. As a result of analysis, it was shown that firstly Neurofeedback training was very effective on the d! evelopment of infant's brain intelligence, since the quotient to evaluate the entire brain function appeared to have a meaningful influence. Secondly, it was proved that Neurofeedback training had much influence on the object assembly-area, the maze-area, and picture completion-area, and that it had the same influence on the performance intelligence quotient too. So, such results as these one make us realize that Neurofeedback training is a very effective method to the development of performance intelligence quotient. Thirdly, they indicate that Neurofeedback training hasn't a meaningful influence on verbal intelligence quotient, since it affects only on the similarities area among verbal intelligence quotient, the total evaluative quotient.

**Key Words** : Neurofeedback training, young children's brain function quotient, verbal intelligence quotient, performance intelligence quotient.

\*교신저자 : 이선규(sgyi@suv.ac.kr)

접수일 09년 04월 14일

수정일 (1차 09년 05월 25일, 2차 09년 06월 09일)

계재확정일 09년 06월 17일

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성

현대적 아동관이 성립되면서 Freud, Erikson, Bloom, Piaget와 같은 발달심리학자들은 특정한 발달과업을 가장 잘 성취할 수 있는 최적의 시기가 있는데 유아기는 발달의 모든 영역에서 기초가 형성되는 결정적인 시기이며, 이 시기에 특정발달이 성취되지 않으면 나중에 회복되지 않기 때문에 유아기는 인간의 전 생애에 있어 매우 중요한 시기임을 입증하였다. 뿐만 아니라 최근 뇌생리학자들은 유아기는 두뇌 발달이 급속도로 이루어지는 시기[1]로, 생후 처음 5-6년은 뇌의 발달에서 유연한 시기[2]라고 밝히고 있다. 최근의 실험 연구들의 결과는 뇌가 변화된 환경의 영향을 받을 경우 스스로 기능적 구조를 변화시킬 수 있음을 시사하고 있다[39]. 이에 따라 뇌가 출생 후의 환경과 경험이 의해 무게와 크기 그리고 생화학적 특성에 많은 영향을 받는다는 주장이 나오게 되었고, 지능이 뇌의 기능과 불가분의 관계를 맺고 있다고 본다면 지능은 환경과의 경험이 축적됨에 따라 변화하는 것으로 볼 수 있다. 이렇듯 발달에 있어 결정적 시기에 위치한 유아기는 뇌의 가소성이 풍부한 시점이기 때문에 뇌의 학습기제에 기반을 둔 체계적인 프로그램의 개발 및 적용이 강력하게 요구되는 시기[3]라 할 수 있다.

최근 획기적인 과학 기술들의 개발에 따라 인간의 두뇌가 어떠한 상황에서 어떻게 움직이는가에 대해 예측이 아닌 과학적 정보가 나오기 시작했으며[4], 뇌의 기능적 측면을 집중적으로 탐구하는 개념인 뇌 과학(Brain-science)의 개념[5]이 등장하였다. 뿐만 아니라 뇌 과학 연구와 인지과학 연구의 협력을 통해 기존의 학습 과학에 대한 새로운 가능성이 열렸으며, 그 가능성이 바로 '두뇌기반 학습과학'(Brain-Based Learning Science) 혹은 '교육신경과학'(Educational Neuroscience)이다.

이렇게 두뇌와 학습이 함께 논의될 때 뇌 가소성(neuroplasticity)의 중요성을 간과할 수 없다. 뇌 가소성(neuroplasticity)은 뇌가 유전자에 정해진 대로 만들어진 딱딱하고 고정된 시스템이 아니라 살아가는 동안에 그 환경과의 상호작용을 통하여 자기의 구조를 바꿀 수 있는 유연한 시스템이라는 것이다. 변동하는 환경 속에서 생물이 살아남기 위해서 뇌의 가소성은 대단히 중요하다. 왜냐하면 인간은 다른 종에 비해 발달 궤도상 충분히 발달하지 않은 뇌를 가지고 태어났기 때문이다[6]. 특히 뇌파(Electroencephalogram, EEG)는 신경계에서 뇌신경 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름으로 뇌의 활동 상황을 측정하는 가장 중요한 지표이면서, 개인의 노

력에 따라, 뇌의 특성상 가소성과 항상성의 원리에 따라 변화가 가능한 것이기 때문에 특히 중요하다 하겠다[7]. 뇌 활동의 변동을 시공간적으로 파악할 수 있는 객관적 지표인 뇌파를 측정하려는 뇌파 측정기의 활용에 대한 객관적인 연구 방법과 결과의 계량화를 위한 연구가 시도되면서, 뇌파를 통해 뇌의 기능을 직접 측정할 수 있게 되었다[8]. 더욱이 PC가 발달되면서 뇌파의 해석이 이전보다 훨씬 용이해졌고 뇌파분석의 신뢰도와 타당도도 함께 증가하게 되어[9], 뇌파를 분석할 뿐 아니라 뇌파의 긍정적인 변화를 꾀하는 뉴로피드백 프로그램이 개발되었다.

미국에서는 신경학, 의학, 심리학 등 다양한 분야의 1960년대부터 연구 결과들이 발표되었으나, 우리나라에서는 2000년 이후 뉴로피드백 프로그램과 관련된 질적, 양적 연구가 발표되었다. 기존연구들에서 뉴로피드백 프로그램의 연구대상은 문제 혹은 장애를 지닌 성인과 청소년, 스포츠 선수에 편향되어, 의학적인 치료와 신체 운동능력의 향상과 관련된 연구들이 수행되었다. 특히 아동을 연구대상으로 한 뉴로피드백 관련 연구에서는 ADHD[10, 11], 학습장애[12], 정신지체[13]등 장애를 지닌 아동을 중심으로 이들의 문제 해결에 미치는 영향을 분석하였다. 이에 본 연구에서는 연구대상을 문제를 지닌 특수 유아가 아닌 보편적인 일반 유아로 선정하여, 특정한 치료적인 목적보다 교육과 학습에 가장 필요한 인지능력의 향상 및 뇌 기능 향상에 초점을 맞추어, 두뇌 세포수준의 성장과 변화를 이끌어내는 뉴로피드백 프로그램이 가소성이 뛰어난 유아들에게 어떠한 효과가 있는지를 파악하고자 한다.

### 1.2 연구의 목적 및 방법

최근 뉴로피드백 훈련의 효과성에 대하여 다양한 관점에서 논의되고 있는데 본 연구에서는 첫째, 뉴로피드백 훈련이 유아의 뇌 기능에 어떤 영향을 미치는지, 둘째, 뉴로피드백 훈련이 유아의 지능 변화에 어떤 영향을 미치는지 분석하고자 한다.

본 연구는 천안 소재 J 유치원에 재원중인 만 5세 유아 60명을 대상으로, 2008년 4월 21일부터 12월 12일에 걸쳐 뉴로피드백 프로그램을 실시하였으며, 뉴로피드백 훈련은 한국정신과학연구소에서 개발한 뉴로 소프트웨어를 이용하였다. 수집된 자료는 SPSS 13.0 프로그램을 활용하여 분석하였으며, 실험집단과 통제집단의 유아들의 뇌 기능지수, 지능검사의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-test, 대응표본 t-test를 통해 분석하였다.

### 1.3 연구 가설

뉴로피드백 훈련이 유아의 뇌 기능과 지능발달에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- 가설 1. 뉴로피드백 훈련은 브레인지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1a. 뉴로피드백 훈련은 기초운동지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1b. 뉴로피드백 훈련은 자기조절지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1c. 뉴로피드백 훈련은 주의지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1d. 뉴로피드백 훈련은 활성지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1e. 뉴로피드백 훈련은 정서지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1f. 뉴로피드백 훈련은 항스트레스지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1g. 뉴로피드백 훈련은 좌우뇌균형지수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  
- 가설 2. 뉴로피드백 훈련은 지능에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-1. 뉴로피드백 훈련은 동작성 지능에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-1a. 뉴로피드백 훈련은 모양 맞추기 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-1b. 뉴로피드백 훈련은 도형 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-1c. 뉴로피드백 훈련은 토막 짜기 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-1d. 뉴로피드백 훈련은 미로 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-1e. 뉴로피드백 훈련은 빠진 곳 찾기 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  
- 가설2-2. 뉴로피드백 훈련은 동작성 지능에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-2a. 뉴로피드백 훈련은 상식 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-2b. 뉴로피드백 훈련은 이해 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설2-2c. 뉴로피드백 훈련은 산수 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설2-2d. 뉴로피드백 훈련은 어휘 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설2-2e. 뉴로피드백 훈련은 공통성 영역에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 2. 이론적 배경 및 선행 연구

### 2.1 뇌의 구조 및 기능

뇌는 인간의 신체 가운데에서 정보처리를 담당하는 조직으로 대뇌피질의 표면은 전두엽(frontal lobe), 두정엽(parietal lobe), 측두엽(temporal lobe) 및 후두엽(occipital lobe)의 4엽으로 나누어진다. 각 부분에 대한 기능은 다음과 같다.

#### 2.1.1 전두엽(frontal lobe)

전두엽(frontal lobe)은 운동피질과 전전두피질을 포함하며 전두엽의 맨 앞부분에 있는 전전두피질은 어느 하나의 감각계로부터 들어오는 정보가 일차적으로 도달하는 부위는 아니지만 신체의 내부를 포함한 모든 감각계의 정보를 받아들이는 부위이다.

#### 2.1.2 두정엽(parietal lobe)

두정엽(parietal lobe)은 후두엽(occipital lobe)과 피질 표면에 가장 깊은 홈 가운데 하나인 중심구와 중심구(centralsulcus)사이에 위치한다. 두정엽의 기능은 촉각, 근신장수용기, 그리고 관절 수용기 등에서 유입되는 신체 정보를 처리하는 기능을 가지고 있다.

#### 2.1.3 측두엽(temporal lobe)

측두엽은 좌 뇌반구의 외측 부분(관자놀이 부근)에 위치하며 외부로부터 들어오는 청각 정보가 일차적으로 전달되는 피질 영역이다. 측두엽의 기능은 언어의 이해, 얼굴의 재인 기능, 정서나 동기 행동 등에 관여한다. 특히 왼쪽의 측두엽은 구어를 이해하는데 필수적이다.

#### 2.1.4 후두엽(occipital lobe)

후두엽(occipital lobe)은 피질의 뒤 쪽 끝에 위치하는데, 시각 통로에서 입력을 받는 시상핵의 축삭이 존재하는 곳이다. 후두엽의 가장 뒤 부분을 일차 시각피질(primary visual cortex), 또는 피질을 얇게 자른 절편에 줄무늬가 있다고 하여 선조피질이라고도 한다.

## 2.2 영유아의 뇌 발달

### 2.2.1 영유아의 뇌 발달 과정

김영진[14]은 뇌의 성장과 발달 과정을 다음 표 1과 같이 설명하고 있는데, 구체적인 설명은 다음과 같다.

[표 1] 뇌의 성장과 발달[14]

연령	주기	뇌 성장 및 발달
임신~2세	급증 및 정체	의도적인 동작 시작, 청각계의 성장 및 발달, 시각력의 성장완료, 평생 사용할 신경세포가 발달, 해마가 발달되어 경험한 내용을 기억하며 전두엽이 급속 성장한다.
2~4세	급증	청각 구어체계의 성장이 급증, 전두엽이 성장하고 척수의 운동신경과 연결된다. 이해 영역과 말 생성 영역 연결 신경세포가 수초화된다.
4~6세	정체	뇌량이 수초화, 시각력이 청각력과 운동력에 연결되기 시작하여 척수의 운동 연결들이 전두엽에 도달된다.

#### 1) 0-2세 영아의 뇌 발달

곽노의 등[15]은 출생 직후 영아의 뇌에는 이미 충분한 수의 뉴런이 존재한 상태이고, 출생 후에는 시냅스 형성 및 제거와 수초의 증가를 통해 뇌의 발달이 진행된다고 설명하면서 시냅스의 수는 2세 무렵 영아의 경우에는 이미 성인 수준에 이르고, 3세 무렵의 유아의 뇌에는 1,000조개의 시냅스가 존재하게 되며, 유아의 뇌는 최종적으로 필요로 하는 시냅스의 2배를 만들어낸다고 밝히고 있다.

#### 2) 2-4세 유아의 뇌 발달

2~4세의 유아들은 청각 구어체계의 성장이 급증하고, 전두엽의 성장으로 척수의 운동신경과 연결되며, 이해 영역과 말 생성 영역 연결 신경세포가 수초화된다[5]. 2세 이후의 전두엽은 점차 더 효과적으로 작용하게 되고 몇 년 동안 꾸준히 성장하여 아동기 무렵에는 상당히 발달된 상태에 이르지만 30대까지도 계속해서 정교화 된다.

#### 3) 4-6세 유아의 뇌 발달

4-6세의 유아기는 종합적인 사고를 담당하는 전두엽과 리듬, 동작 및 정서를 담당하는 우반구의 발달이 주를 이루는데, 이와 관련하여 김영진[14]은 뇌량이 수초화되고, 시각력이 청각력과 운동에 연결되기 시작하여 척수의 운동 연결들이 전두엽에 도달한다고 설명하고 있다.

## 2.3 뇌파의 특성과 종류

뇌파는 뇌 세포 간의 정보 교환 시 발생하는 전기적 신호로서 뇌전도(Electroencephalogram, EEG)라고도 불리며, 뇌 활동의 지표 혹은 뇌 세포의 커뮤니케이션 상태를 나타낸다[16]. 뇌파는 뇌의 활동 상태와 활성 상태를 보여주는 중요한 정보를 가지고 있으며, 의식 상태와 정신 활동에 따라 변하는 특정한 패턴이 있다. 뇌파 종류에 대한 세부적인 설명은 다음과 같다.

### 1) 델타( $\delta$ )파

델타( $\delta$ )파는 신생아와 유아, 그리고 정상적인 성인의 깊은 수면 시에 관찰되는 뇌파이다. 하지만 유아기에는 각성(arousal)시에도 출현하며, 뇌종양, 뇌염, 의식 장애 등을 겪고 있는 환자들에 있어서 주로 많이 나타난다. 특히, 전방전두부에서는 안구 운동 등의 영향을 받기 때문에 델타( $\delta$ )파의 활성이 높게 나타난다[17].

### 2) 세타( $\theta$ )파

세타( $\theta$ )파는 수면 상태에서 가장 흔히 나오는 뇌파로 4-5세의 소아기에 나타나 성인이 되면 줄어들지만, 일반 성인이 되어도 두정부 또는 측두부에서 관찰되기도 한다. 잠에 빠져들 때의 뇌파로 서파수면파 또는 졸음파라고도 부른다. 꿈을 꾸고 있는 동안이나 명상하는 동안에 나타나기도 하며, 통찰력이 커지고, 의식과 무의식 사이에 존재한다고도 한다[18]. 뇌가 알파( $\alpha$ )파와 세타( $\theta$ )파 교차(알파( $\alpha$ )파/세타( $\theta$ )파 crossover) 상태일 때 창조성과 텔레파시가 높아진다[19]. 세타( $\theta$ )파는 작동 기억(working memory)의 등록(encoding)과 검색(retrieval)에 관여하고 있는 것으로 보고되고 있으며[20], 최고성과 수행력(peak performance)에도 중요한 역할을 하는 것으로 알려지고 있다[21, 22].

### 3) 알파( $\alpha$ )파

알파( $\alpha$ )파는 정신적으로 안정될 때, 즉 눈을 감고 있거나 조용한 환경에서 잘 나타나며, 알파( $\alpha$ )파의 역제는 빛, 불안, 암산 등의 정신 활동, 청각 자극, 피부 자극, 음(音) 등과 같은 자극에 의해서도 출현한다[23]. Wilson[24] 등의 연구에서도 알파( $\alpha$ )파가 증가하면 불안이 감소하는 것으로 나타나며, Kamiya[25]의 연구에서도 불안이 낮은 사람에서 알파( $\alpha$ )파가 더 많이 나타나는 것으로 보고되고 있다.

### 4) SMR (sensorimotor rhythm) 파

주파수 범위에 들어가지만 다른 뇌파들과 조금 특수한 형태로 SMR (sensorimotor rhythm)파가 있다. 주파수 영

역은 12-15Hz 대역으로 베타(β)파 대역이지만 오직 감각 운동영역(sensorimotor cortex)에서만 나타나는 뇌파이다. 또한 SMR파는 휴식이나 긴장, 이완이 아닌 대기 상태에서 발생할 수 있다. Sterman [26]이 발견하였으며, SMR 뇌파 훈련을 실시한 결과 면역 기능이 크게 향상 된다고 설명하고 있다

5) 베타(β)파

베타(β)파의 주파수 영역은 16~30 Hz이며 낮은 베타(β)파와 높은 베타(β)파로 구분 할 수 있다. 낮은 베타(β)파는 16-20Hz 사이의 뇌파를 말하며 의식 활동이나 정신 활동 상태는 집중하거나 작업 중일 때 혹은 학습에 몰두 할 때 발현하는 뇌파이다. 높은 베타(β)파는 21~30 Hz 사이에 있으며 긴장이나 흥분 상태 혹은 스트레스 상태에서 나타난다.

2.4 뉴로피드백

2.4.1 뉴로피드백의 정의와 발달 과정

피드백(Feedback)은 의학적으로 어떤 과정을 제어하기 위하여 출력의 어떤 부분을 되돌리는 것이라고 정의하고 있다[27]. 미국바이오피드백학회에서는 뉴로피드백의 원리에 대해서 뇌파를 이용하여 뇌의 항상성 자기 조절 능력을 강화하여 뇌의 가소성을 향상시키고, 뇌신경 조직과 네트워크의 재조직 또는 재구성을 통하여 뇌를 스스로 활성화시키는 과학적이고 효과적인 방법이라고 설명하고 있다.

뉴로피드백은 1904년에 처음으로 Ivan P. Pavlov의 고전적 조건반사(조건 설정 + 무조건 반사 ⇒ 학습 회로)에서 출발하여 스키너(Skinner)의 조작적 조건반사(조건 반사 + 강화 ⇒ 학습효율 조절), 밀러(Miller)의 자율 신경계 통제(생리적 현상 + 조건 설정 ⇒ 자율신경 통제)로 발전 하였다. 다음 표 2는 뉴로피드백 연구의 발달 과정을 설명한 자료이다.

[표 2] 뉴로피드백의 역사[28]

년도	연구자	연구 내역
1904	Ivan P. Pavlov	조건반사 발견, 노벨상 수상
1911	E. L. Thorndike	효과의 법칙(Law of Effect) 발견
1924	Hans Berger	뇌파측정기 발명, 뇌파대역별 구분함
1928	Winder Penfield	뇌지도 작성
1934	E.D. Adrian	뉴로피드백으로 알파파통제실험 성공
1938	B. F. Skinner	Operant Conditioning 발표
1958	Joe Kamiya	알파파 뉴로피드백 훈련 성공
1960	Neal E. Miller	자율신경의 조절 가능성 발견

1965	Barry Sterman	SMR파 발견
1968	AAPB	미국 바이오피드백 학회
1968	Barry Sterman	면역기능 강화 효과 검증
1971	Barry Sterman	간질환자 치료에 성공
1973	Elmer Green	세타파 뉴로피드백 훈련에 성공
1975	Joel Lubar	학습장애아, ADD/ADHD 치료에 성공
1987	Siegfried Othmer	컴퓨터 뉴로피드백 시스템 개발에 성공
1990	Eugene Peniston	약물중독, 마약중독자 치료에 성공

2.4.2 뉴로피드백의 원리

뉴로피드백의 원리는 뇌와 뉴로피드백 장치가 서로 간에 대화를 통해 뇌가 스스로 훈련을 한다는 이론에 근거하고 있다[28]. 따라서 뉴로피드백은 사용자의 뇌파를 측정, 분석하여 사용자가 자신의 뇌 상태를 정확히 파악한 후 자신이 필요로 하는 상태를 스스로 만들 수 있도록 훈련시키는 기술이다[28]. 뉴로피드백의 이론적 기반은 훈련에 의해서 생리적 반사 기능을 만들 수 있다는 파블로프의 조건 반사에서 시작되었다. 이러한 이론적 근거에 의해 자율 신경계나 불수의근을 통제하고자 많은 연구자들의 다양한 시도들이 이루어지게 되었다. 뉴로피드백은 조작적 조건화를 통해 특정 뇌파를 증가시키거나 억제시켜서 원하는 효과를 얻고자 방법으로 두뇌 신경의 기능에 대한 연구 방법 중 뇌파, 혹은 EEG(electroencephalogram)를 통해 살아있는 뇌에 해를 주지 않으면서 연구할 수 있는 비침습적 방법이다.

2.5 뇌 기능 분석

일반적인 곡선파형으로 나타나는 뇌파를 분석하기에는 여러 가지 어려운 점이 있다. 뇌파의 측정은 인체에 아무런 해를 주지 않으면서 인간의 활동에 대하여 실시간의 경과에 따른 두뇌의 기능 상태를 추정하기에 적합한 방법으로[22] 뇌 기능을 분석하는 방법은 접근하는 방법에 따라 그 방법이 서로 다르다. 박병운[29]은 뉴로피드백 기술에 기초한 뇌파 분석은 각 파장대별 뇌파 조절을 통한 뇌의 기능 상태를 반영할 수 있는 직접적이며, 정량적인 시계열 선형분석 방법을 사용하는데, 뇌파 측정에 의해 나오는 신호는 시계열(time series) 전압 신호로서 배경(background) 뇌파와 지배(dominant) 뇌파로 구분하여 뇌의 상태를 분석하고 있다.

2.5.1 뇌기능 지수의 종류와 특성

표 3은 뇌기능 지수의 종류와 특성에 관한 자료로 구

체적인 내용은 다음과 같다.

[표 3] 뇌기능 지수의 종류와 특성

분석지수	반구	관련 주파수	특성
자기조절지수 (SRQ; Self Regulation Quotient)		$\alpha$ 파, SMR, low $\beta$ 파	뇌의 자율신경계 조절 능력 판단 휴식, 주의력, 집중력 판단
기초율동지수 (BRQ; Basic Rhythm Quotient)	(좌) (우)	폐안시 $\alpha$ 파	뇌의 발달 정도와 안정성, 노화정도 판단
주의 지수 (ATQ; Attention Quotient)	(좌) (우)	$\theta$ 파, SMR	뇌의 각성 정도 판단, 질병이나 육체적 피로에 대한 저항력
활성지수 (ACQ; Activity Quotient)	(좌) (우)	$\alpha$ 파, low $\beta$ 파	뇌의 활성 정도 판단
정서지수 (EQ; Emotion Quotient)		좌 $\alpha$ 파, 우 $\alpha$ 파	정서적 평균 상태 판단
항스트레스지수 (ASQ; Anti-Stress Quotient)	(좌) (우)	$\delta$ 파, high $\beta$ 파	육체적, 정신적 스트레스 저항정도 판단
좌우뇌균형지수 (CQ; Correlation Quotient)		좌우 뇌파의 상관성	좌뇌와 우뇌의 균형 정도 판단
브레인 지수 (BQ; Brain Quotient)		모든 주파수	뇌 기능의 종합적인 판단

1) 자기조절지수(SRQ: Self Regulation Quotient)

자기조절지수(Self-regulation Quotient)는 뇌의 건강과 활동력의 가장 기본적인 척도로 활용되고 있다. 뇌는 각성 시에 휴식 상태, 주의력 상태, 집중력 상태의 세 가지 상태를 자율적으로 조절하면서 활동 리듬을 통제한다.

2) 기초율동지수(BRQ: Basic Rhythm Quotient)

기초율동지수(Basic Rhythm Quotient)는 알파( $\alpha$ )파의 안정된 폐안 시에 지배적으로 나타나는데, 알파( $\alpha$ )파의 주파수는 뇌의 활동 속도를 말한다. 알파( $\alpha$ )파의 주파수가 정해진 연령 기준보다 느리면 뇌의 활동 속도가 느리다고 판단할 수 있다[30].

3) 주의지수(ATQ: Attention Quotient)

주의지수(Attention Quotient)는 뇌의 각성 정도와 질병이나 스트레스에 대한 저항력을 나타내는 지수로 세타( $\theta$ )파의 활성도를 12~15Hz 대의 SMR 파의 활성도로 나눈

값으로 계산되는데, 질병이나 스트레스에 대항하는 면역력과 관련이 있다[26].

4) 활성지수(ACQ: Activity Quotient)

활성지수(Activity Quotient)는 좌뇌와 우뇌의 알파( $\alpha$ )파의 활성도, 저 베타( $\beta$ )파 활성도 및 좌우뇌의 전체적인 활성 정도를 나타내는 지수로 정신적 활동과 사고 능력 및 행동 성향을 판단하는 지수로 사용되고 있다.

5) 정서지수(EQ: Emotion Quotient)

정서지수(Emotion Quotient)는 정서적 안정, 불안정 상태를 나타내는 지수로 좌우뇌의 알파( $\alpha$ )파 진폭의 차이와 상호 연관성에 의하여 구할 수 있다[31].

6) 항스트레스지수(ASQ: Anti-Stress Quotient)

항스트레스지수(Anti-Stress Quotient)는 내외적 환경 요인으로 인한 육체적 정신적 피로도를 나타내는 지수로, 스트레스의 저항력을 나타내는 수치이다. 항스트레스지수는 델타( $\delta$ )파와 고 베타( $\beta$ )파의 상호 연관성에 의해 산출할 수 있다[32].

7) 좌우뇌균형지수(CQ: Correlation Quotient)

좌우뇌균형지수(Correlation Quotient)는 좌뇌와 우뇌의 균형을 보는 지수로 균형은 진폭의 대칭과 위상의 대칭성이 있다. 10% 정도의 차이는 이상이 없는 것으로 판단한다. 대칭성은 진폭의 대칭을 보는 것이고, 동시성은 위상의 대칭성을 보는 것이다.

8) 브레인 지수(BQ: Brain Quotient)

브레인 지수(Brain Quotient)는 위에서 설명한 모든 지수들을 바탕으로 해서 뇌의 기능을 종합 평가하는 지수로 절대적이지 않으며 자신의 노력에 의해 발달될 수 있다. 브레인 지수는 IQ나 EQ와 달리 직접 뇌파를 측정하고 뉴로피드백 훈련을 적용 시켜봄으로서 뇌의 반응과 조절 능력을 판단하는 것이기 때문에 보다 정확하고 폭넓은 정보를 제공할 수 있는 지수이다.

### 3. 연구 및 실험 방법

#### 3.1 연구대상

뉴로피드백 프로그램은 뇌파조절기로 뇌에 직접적으로 행해지는 활동이므로, 신경과학의 윤리적, 철학적 문제를 간과할 수 없으며, 또한 연구대상의 권리를 인정해

야 하는 실험처치 방법 중 하나이다. 그럼으로 본 연구자는 실험처치 활동으로 뉴로피드백 프로그램을 실시하기 위해, J유치원에 재원중인 만 5세 유아들의 가정에 뉴로피드백 프로그램의 목적 및 과정에 관한 상세한 설명과 함께 자녀의 연구 참여를 선택하게 하는 참가 동의서를 발송하였다. 그 결과 발송된 모든 가정에서 자녀의 연구 참여 동의서가 제출되어, 본 연구 대상으로 선정되었다. 최종적으로 본 연구의 대상으로 선정된 유아는 천안소재 J유치원에 재원중인 만5세 유아 총 60명으로, 30명의 유아들을 실험집단에, 30명의 유아들을 통제집단에 무선 배정하였다. 연구대상 유아의 특성은 표 4.에 제시된 바와 같다.

【표 4】 연구 대상자의 일반적 특성 (N=60)

항목	실험 집단(30명)	통제 집단(30명)
나 이	56.9개월	57.4 개월
신 장	107.2	107.57
체 중	18.62	19.77
성 별	남(16), 여(14)	남(15), 여(15)
뇌기능 지수	78.98	77.38
뇌지능 지수	99.73	98.13

### 3.2 연구도구

#### 3.2.1 뇌파 측정기

본 연구에서 사용된 뇌파 측정기는 유아들의 뇌파를 측정하여 뇌기능 지수를 검사하는 측정도구일 뿐 아니라, 전전두엽의 뇌파를 훈련시키는 뉴로피드백 프로그램 중 재도구로 한국정신과학연구소에서 개발한 2 channel system 이동식 뇌파 측정기이다. 이 뇌파 측정기는 쌍극 유도법(Sequential Bipolar Montage: 측정 전극 2개)을 이용하여 국제 10-20 System 기준[33]에 의해 정해진 전전두엽(Prefrontal Lobe)의 Fp1과 Fp2에서 좌우 뇌파를 동시에 측정하도록 설계되었다. 헤드밴드에 부착된 전극은 고체 전극으로 4cm 간격으로 고정 배치된 Fp1, Fp2, Fp2의 채널을 통하여 좌우 전전두엽으로부터 뇌파를 측정하고 좌측 컷볼을 기준 전극(round electrode)으로 사용하여 뇌파를 측정한다. 뇌파 분석을 통해 뇌기능 지수를 측정할 수 있다. 뇌파측정기로 측정되는 뇌기능지수(브레인 지수)는 기초움동지수, 자기조절지수, 주의지수, 활성지수, 정서지수, 항스트레스지수, 좌우뇌균형지수로 구성되어 있다.

#### 3.2.2 지능 검사도구

본 연구에서는 유아들의 지능을 검사하기 위해서 K-WPPSI를 사용하였다. K-WPPSI는 만3세~7세 3개월 된 유아의 지능을 측정하도록 고안되었으며 언어성 지능과 동작성 지능의 2개 영역으로 구분되어 있다[35]. 동작성 지능의 하위영역에는 ‘모양 맞추기’, ‘도형’, ‘토막짜기’, ‘미로’, ‘빠진 곳 찾기’ 그리고 ‘동물짜짓기’를 포함되며, 언어성 지능의 하위영역에는 ‘상식’, ‘이해’, ‘산수’, ‘어휘’, ‘공통성’ 그리고 ‘문장’으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 보충검사인 동작성의 ‘동물짜짓기’와 언어성의 ‘문장’은 생략하였다. K-WPPSI의 신뢰도 계수는 .70이었다.

### 3.3 연구절차

#### 3.3.1 사전검사

실험집단과 통제집단 유아들의 뇌기능지수와 지능을 분석하기 위해 2008년 4월 1일부터 4월 15에 걸쳐 유아의 K-WPPSI 지능 검사와 뇌기능지수 검사를 실시하였다. 지능검사는 일반 교실과 분리된 2층의 조용한 교실에서 검사자와 유아가 일대일로 검사하였다. 검사는 유치원의 하루일과 중 등원시간(AM 9:00)부터 반일제 유아의 하원시간(PM 3:00)까지 실시되었으며, K-WPPSI 지능 검사는 한 유아당 대략 50-60분의 시간이 소요되었다. 그리고 뇌기능 지수 검사는 일반 교실과 분리된 뉴로피드백 센터에서 하루 일과 중 오전시간에 실시되었다.

#### 3.3.2 뉴로피드백 프로그램 실시

2008년 4월 21일부터 12월 12일에 걸쳐 뉴로피드백 프로그램을 실시하였다. 이 프로그램은 일주일에 3회씩 총 90회 실시되었고, 1회당 훈련시간은 25분 정도 소요되었으며, 훈련시간은 유치원의 하루일과 중 두뇌활동이 활발한 오전 11시에 실시하였다. 실험집단과 통제집단 유아들에게 생활주제에 따른 교육과정과 활동이 동일하게 제시되었으며, 실험집단의 유아들이 뉴로피드백 프로그램을 실시하는 시간에 통제집단 유아들은 하루일과에 따른 활동을 진행하였다. 프로그램을 실시하기 전에, 연구자는 뉴로피드백 훈련 장소의 조명을 너무 밝지 않게 조절하였으며 전자파와 금속 물질을 차단한 최적의 환경을 구비하였다. 또한 연구대상 유아들에게 뇌파측정의 내용과 순서를 미리 알려줄 뿐 아니라 뉴로피드백 훈련에 대한 정보를 제공하여, 유아들의 두려움과 불안을 감소시키려 하였다. 본 연구에서 실시된 뉴로피드백 훈련은 한국정신과학연구소에서 개발한 뉴로 소프트웨어를 이용하였다. 뉴로 소프트웨어는 좌뇌와 우뇌의 전전두엽(Fp1, Fp2)의 뇌파를 측정할 수 있는 뇌파 측정기 겸 뉴로피드백 훈련 시스템

템으로 PC에 연결하여 사용하였다.

뇌 기능 분석에 있는 그림 색칠하기, 분석 프로그램으로 휴식, 주의력, 집중력 각각 1분씩 측정하여 가장 낮은 점수를 훈련모드로 채택하였다. 훈련 순서는 먼저 조식 호흡으로 안정을 취한 후 각자의 정해진 훈련 모드로 시행하였다. 첫 번째는 이완 훈련으로 ‘컵 만들기’ 게임을 2회(4분) 해바라기 1회(2분), 수저 구부리기 1회(2분), 자동차 운전(3분) 실시하였고, 두 번째로 긴장 훈련 1회(2분)로 ‘활쏘기’ 나 ‘행성기억하기’ 게임 등을 실시하였다. 세 번째로 좌우뇌 균형 훈련으로 명상 훈련 프로그램을 실시하였다. 중심이 되는 파장대는 알파(a)파, SMR파, 낮은 베타(β)파 등이다. 알파(a) 프로토콜은 뇌 활동의 가장 기본이 되는 휴식 능력인 알파(a)파를 만들어 낼 수 있는 능력을 평가하는 것으로 안정성, 침착성, 지구력, 피로도 등과 관계가 있다. SMR 프로토콜은 SMR파를 만들어 자기 주변과의 관계를 개선시키는 프로그램으로 주의력 향상 훈련이며 사회성, 사교성, 주의력, 관찰력, 발표력 등과 관계가 있다. β프로토콜은 저 베타(β)파를 만들어 한가지에 몰두하는 능력을 향상시키며 집중력, 추진력, 정확성, 적극성 등과 관계가 있는 집중력 훈련 프로그램이다[24, 26, 34]. 실험 집단은 편한 마음의 상태를 유지하도록 지시받으며, 두뇌가 최적의 상태에 이르면 스크린에 강화 반응과 칭찬 반응이 나타나는 것을 안내받는다. 실험 집단은 자신의 정신 상태에 집중하면서 어떤 상태를 유지해야 화면에 반응이 나타나는지를 변별하게 된다.

3.3.3 사후검사

실험집단과 통제집단 유아들의 뇌기능지수와 지능을 분석하기 위해 2008년 12월 1일부터 12월 12에 걸쳐 유아의 K-WPPSI 지능 검사와 뇌기능지수 검사를 실시하였다. 사후검사는 사전검사와 동일한 장소에서 동일한 검사자에 의해 수행되었다.

3.4 자료의 분석

수집된 자료는 SPSS V.13 통계 패키지를 이용하여 분석하였다. 뉴로피드백 훈련 전과 후의 실험 집단과 통제 집단의 뇌기능과 지능의 차이를 분석하고자 t-검증을 통해 실시하였다.

4. 연구 및 실험의 결과

4.1 뇌 지능 변화에 대한 검증

가설1. 뉴로피드백 훈련은 유아의 뇌기능 지수 (브레인 지수)에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

뉴로피드백 훈련이 유아의 뇌 기능에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 가설 1을 검증한 결과는 표와 같다.

[표 5] 뇌 기능 지수의 집단 간 차이 분석

구 분	실 험 집 단				통 제 집 단			
	M±SD	t	p	M±SD	t	p		
브레인 지수	전	78.98±7.59	-4.838	.000***	77.38±8.37	-.218	.829	
	후	84.43±4.97			77.79±4.52			
기초 (좌) 활동 지수	전	92.41±11.85	-1.258	.218	90.49±13.70	-.669	.509	
	후	96.70±13.40			90.43±12.11			
기초 (우) 활동 지수	전	91.77±13.40	-1.492	.146	95.57±15.60	-.464	.646	
	후	97.48±15.23			92.04±14.51			
자기조절 지수	전	65.70±14.89	-2.552	.016*	71.80±16.49	-.283	.779	
	후	75.43±14.17			73.15±14.22			
주의 지수	전 (좌)	65.30±9.01	-4.112	.000***	67.52±6.80	.764	.451	
	후	73.07±5.91			66.14±7.43			
주의 지수	전 (우)	64.44±9.68	-3.990	.000***	65.02±6.41	.408	.686	
	후	72.72±5.83			64.26±7.41			
활성 지수	전 (좌)	84.59±7.47	4.302	.000***	82.41±2.13	20.799	.310	
	후	98.85±4.23			81.34±6.11			
활성 지수	전 (우)	85.83±8.49	4.831	.000***	83.71±1.17	24.267	.280	
	후	96.36±6.25			84.13±2.10			
정서지수	전	89.55±5.01	-.533	.598	87.42±5.30	-.986	.332	
	후	90.17±3.43			88.61±3.41			
항-스트레스 지수	전 (좌)	59.29±18.03	-4.490	.000***	59.22±24.98	-2.409	.323	
	후	76.18±9.35			71.76±10.10			
항-스트레스 지수	전 (우)	51.12±28.37	-4.337	.000***	48.46±29.11	-3.250	.203	
	후	76.14±9.97			68.51±11.23			
좌우뇌 균형지수	전	79.57±19.63	-2.262	.031*	65.01±17.26	-3.657	.321	
	후	88.51±9.92			76.86±7.95			

\*p<.05, \*\*\*p<.001

표 5에서 보는 바와 같이 뇌기능 지수인 브레인 지수 (p=.000)는 실험 집단에서 유의미한 차이를 보였다. 뇌기능 지수의 하위영역인 자기조절지수(p=.016), 주의지수 (좌)(p=.000)와 주의지수(우)(p=.000), 활성지수(좌)(p=.000)와 활성지수(우)(p=.000), 항스트레스지수(좌)(p=.000)와 항스트레스지수(우)(p=.000), 좌우뇌균형지수(p=.031)는 실험집단에서 유의미한 차이를 보였다. 그러나 기초운동지수(좌)(p=.218)와 기초운동지수(우)(p=.146), 정서지수 (p=.598)에서는 실험집단에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

따라서 뉴로피드백 훈련은 브레인 지수에 영향을 미칠 것이라는 가설 1은 지지되었다. 그러나 하위영역 중 1b, 1c, 1d, 1f, 1g의 가설은 지지되었으나, 1a, 1e의 가설은 지지되지 않음을 보여 주고 있다.

4.2 지능 변화에 대한 검증

4.2.1 전체 지능 변화에 대한 검증

가설 2. 뉴로피드백 훈련은 유아의 전체 지능에 정(+)



의 영향을 미칠 것이다.

가설2-1. 뉴로피드백 훈련은 유아의 동작성 지능에 정 (+)의 영향을 미칠 것이다.

가설2-2. 뉴로피드백 훈련은 유아의 언어성 지능에 정 (+)의 영향을 미칠 것이다.

뉴로피드백 훈련이 유아의 전체 지능에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 가설 2를 검증한 결과는 표6.과 같다.

**[표 6]** 지능의 집단 간 차이 분석

구분	실험집단			통제집단		
	M±SD	t	p	M±SD	t	p
전체 지능	전 99.73±14.98 후 107.40±14.30	-5.172	.000***	98.13±13.73 101.30±12.69	-1.99	.056
동작성 지능	전 95.70±13.24 후 107.23±14.19	-5.420	.000***	96.63±15.01 100.87±11.18	-1.675	.105
언어성 지능	전 100.63±12.51 후 101.43±14.63	-.305	.184	100.63±12.51 101.43±14.63	-.305	.305

\*\*\*p<.001

표 6에서 보는 바와 같이 전체지능(p=.000)은 실험 집단에서 유의미한 차이를 보였다. 전체 지능의 하위영역인 동작성지능(p=.000)은 실험집단에서 유의미한 차이를 보였으며, 언어성 지능(p=.305)에서는 실험집단에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

따라서 뉴로피드백 훈련은 유아의 전체 지능에 영향을 미칠 것이라는 가설 2는 지지되었다. 그러나 전체 지능의 하위영역인 2-1의 가설은 지지되었으나, 2-2의 가설은 지지되지 않음을 보여 주고 있다.

**4.2.2 동작성 지능 변화에 대한 검증**

뉴로 피드백 훈련이 유아의 동작성 지능의 하위영역에 미치는 영향을 살펴보기 위해 가설 2-1을 검증한 결과는 표 7.과 같다.

**[표 7]** 지능의 집단 간 차이 분석

구분	실험집단			통제집단		
	M±SD	t	p	M±SD	t	p
모양 맞추기	전 10.70±3.34 후 11.53±2.57	-1.191	.243	11.07±3.42 11.77±2.32	-1.088	.286
도형	전 8.63±2.70 후 12.77±4.19	-5.488	.000***	10.20±3.76 11.17±4.64	-1.266	.215
토막 짜기	전 11.20±2.97 후 11.63±2.55	-.982	.334	9.77±2.90 10.73±2.83	-1.707	.098
미로	전 9.23±2.45 후 10.90±2.94	-3.470	.002**	9.20±2.94 10.03±2.67	-1.433	.163
빠진곳 찾기	전 9.33±2.80 후 10.60±2.36	-2.187	.037	9.47±2.58 9.50±2.49	-.062	.951

\*p<.05, \*\*p<.01 \*\*\*p<.001

표 7에서 보는 바와 같이 동작성 지능의 하위영역인 도형 영역의 지능(p=.000), 미로 영역의 지능(p=.002), 빠진곳 찾기 영역의 지능(p=.037)은 실험집단에서 유의미한 차이를 보였다. 그러나 모양맞추기 영역의 지능(p=.243), 토막짜기 영역의 지능(p=.334)에서는 실험집단에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

따라서 뉴로피드백 훈련은 유아의 동작성 지능의 하위영역에 영향을 미칠 것이라는 가설 중 2-1b, 2-1d, 2-1c의 가설은 지지되었으나, 2-1a, 2-1c의 가설은 지지되지 않음을 보여 주고 있다.

**4.2.3 언어성 지능 변화에 대한 검증**

뉴로 피드백 훈련이 유아의 언어성 지능의 하위영역에 미치는 영향을 살펴보기 위해 가설 2-2를 검증한 결과는 표8.과 같다.

**[표 8]** 언어성 지능에서 집단 간 차이 분석

구분	실험집단			통제집단		
	M±SD	t	p	M±SD	t	p
언어성 지수	전 100.63±12.51 후 101.43±14.63	-.305	.184	100.63±12.51 101.43±14.63	-.305	.305
상식	전 11.70±2.94 후 12.53±2.74	-1.463	.154	11.00±2.10 11.23±2.22	-.705	.487
이해	전 11.97±2.82 후 11.87±2.45	.183	.856	11.60±3.04 11.10±2.47	.867	.393
산수	전 10.07±3.15 후 10.87±3.09	-1.827	.078	9.80±2.52 9.83±2.45	-.100	.921
어휘	전 10.83±3.06 후 10.33±2.71	1.113	.275	9.73±3.01 9.83±2.78	-.193	.848
공통성	전 10.43±2.40 후 11.77±2.36	-3.270	.003**	0.57±2.11 11.13±2.43	-1.166	.253

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

표 8에서 보는 바와 같이 언어성 지능의 하위영역인 공통성 영역의 지능(p=.003)은 실험집단에서 유의미한 차이를 보였다. 반면, 상식영역의 지능(p=.154), 이해영역의 지능(p=.856), 산수영역의 지능(p=.078), 어휘영역의 지능(p=.275)에서는 실험집단에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

따라서 뉴로피드백 훈련은 유아의 동작성 지능의 하위영역에 영향을 미칠 것이라는 가설 중 2-2e의 가설은 지지되었으나, 2-2a, 2-2b, 2-2c, 2-2d의 가설은 지지되지 않음을 보여 주고 있다.

**5. 결론**

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 뇌기능

지수 전체를 종합 평가한 브레인지수는 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 실험 결과는 뉴로피드백 프로그램이 유아의 전반적인 뇌 기능을 의미하는 뇌기능 지수를 향상시키는데 효과적이라 할 수 있다. 이러한 결과는 고등학생 사격 선수들을 대상으로 한 뉴로피드백 훈련 프로그램이 연구 대상의 알파( $\alpha$ )파를 증가시키고 베타( $\beta$ )파는 감소시켜 두뇌를 효율적인 상태로 만들었다는 연구[36]와 바독인의 뇌기능 향상에 뉴로피드백 훈련이 긍정적인 영향을 끼쳤다는 연구[25], 그리고 뉴로피드백 훈련이 고등학생의 뇌 기능을 증진시켰다는 연구[37] 결과와 동일함을 알 수 있다. 이는 뉴로피드백 훈련 프로그램이 사용자에게 자신의 현재 뇌파 상태를 알려줌으로써 스스로 목표하는 뇌파 상태에 이르도록 조절하는 방법을 익히도록 피드백 해줌으로써, 뇌가 스스로 학습하고 훈련하기 때문에 뇌세포들을 연결하는 신경섬유 네트워크가 치밀하게 발달되어 혈액순환이 개선되고 그에 따라 산소 공급이 향상되며 정보 전달이 활성화되기 때문에[28], 뉴로피드백 프로그램을 통해 유아의 전반적인 뇌기능 지수가 향상되었을 것으로 예측할 수 있다.

둘째, 뉴로피드백 훈련이 유아의 지능 지수 중 동작성 지능 지수에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다. 분석 결과 동작성 지능 지수 중 도형 영역, 미로 영역, 빠진 곳 찾기 영역은 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 종합적인 평가 지수인 동작성 지능 지수도 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. Wechsler의 지능검사의 경우 동작성IQ는 개인의 시-공간 지각(지각적 조직화, 구성력, 정보처리, 재생, 형태인지, 주의력 등) 및 운동성(시각-동작 협응, 조작 등)의 정보를 제공한다. 동작성IQ는 유전적이고 신경생리적 요인에 영향을 받는 지적 능력이므로 Neurofeedback 훈련을 통해 뇌신경의 네트워크가 스스로 조직화되고 재구성되었음을 의미한다. 또한 동작성 IQ의 경우는 '적극적이고 융통성 있는 문제해결능력을 포함하고 있어 적극적으로 격려되고 활용될 수 있는 학습적 환경과 경험이 제공될 때 그 능력이 보다 개발된다고 하였다[38]. 따라서 이러한 실험 결과는 뉴로피드백 훈련이 동작성 지능 지수와 전체 지능지수 발달에 매우 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

셋째, 뉴로피드백 훈련이 유아의 지능 지수 중 언어성 지능 지수에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다. 분석 결과 언어성 지능 지수 중 공통성 영역만 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 공통성은 논리적이고 추상적인 사고력과 언어의 추상적 사고 형성과정 및 상위개념의 형성능력인 언어의 공통성 능력 증진에 효과적이라 할 수 있겠다. 그러나 종합적인 평가 지수인 언어성 지능 지수는 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타

났다. 이상의 연구결과로 뉴로피드백 훈련은 유아의 언어성 인지능력보다는 동작성 인지 능력 증진에 더 효과적이라 할 수 있다.

이상의 결론을 토대로 후속 연구를 제안하면, 첫째, 본 연구에서는 연구 대상을 만 5세 유아 60명으로 국한된 것이므로, 연구의 결과를 일반화시키기 어렵다. 따라서 만 3세, 만 4세, 만 5세의 다양한 연령의 보다 많은 유아를 대상으로 좀 더 포괄적이고 심층적인 후속연구가 이루어져야 할 것이다. 둘째, 본 연구에서는 유아의 지능을 K-WPPSI 도구를 사용하여 언어성과 동작성으로 구분하여 살펴보았으나, 유아들의 지능을 여러 가지 측면에서 파악하도록 다양한 검사 도구를 활용한 후속연구들이 진행되어야 할 것이다. 셋째, 본 연구에서는 일반 유아들을 대상으로 뉴로피드백 프로그램의 효과를 살펴보았으나, 일반 유아와 영재 유아를 실험군과 비교군으로 선정하여 이들 간에 뉴로피드백 프로그램의 효과를 어떠한 차이가 있는지 연구해 볼 것을 제안한다.

## 참고문헌

- [1] Ratey, J. J., *A User's guide to the brain*. NY: Pantheon Books. 2001.
- [2] Jones, R., "Smart brains", *The American School Board Journal*, pp. 22-26, 1995.
- [3] Chugani, H. T., "Imaging human brain development with positron emission tomography", *Journal of Nuclear Medicine*, pp. 23-26, 32, 1998.
- [4] 황명숙, "두뇌과학에 기반을 두는 교육-어디까지 왔는가?", *광신논단*, pp. 329-276, 10(1), 2001.
- [5] 조주연, "학습 및 기억에 대한 인지과학적 발견의 교육적 적용", *초등교육연구*, pp. 5-27, 12(2), 1998.
- [6] 김유미, "두뇌에 기반을 둔 초등 교육의 방향 탐색", *초등교육학 연구*, pp. 1-32, 8, 2001.
- [7] 이창섭·노재영, "뇌과학 입문", 서울: 하나의학사, 1997.
- [8] Bruce, J., "Fisch and Spehlmann's EEG Primer", *3rd Ed., Elsevier*. pp. 141-198, 1999.
- [9] 김대식·최장욱, "뇌파 검사학". 고려의학, 2001.
- [10] 임영수, "주의력결핍 과잉행동장애 환아에서 시행한 뇌파 결과 및 중추신경자극제 치료에 따른 결과", *충북대학교 대학원, 석사학위논문*, 2008.
- [11] 최강혜, "주의력 결핍 과잉행동장애 아동에 대한 뇌과학적 이해와 교육적 시사점", *서울교육대학교 교육대학원, 석사학위논문*, 2006.
- [12] 김성화, "뉴로피드백 훈련이 학습장애아의 주의집중력

- 과 연산능력에 미치는 효과", 대구대학교 대학원, 박사학위논문, 2008.
- [13] 한성희·전병운·조광순, "뇌파 조건화가 정신지체아동의 주의집중 및 기억학습에 미치는 효과", 특수교육학연구, 271-308, 35(1), 2000.
- [14] 김영진, "뇌기능 특성에 기초한 수업체계 개발 및 적용이 학습 태도와 학업성취에 미치는 효과", 경성대학교 대학원, 박사학위 논문, 2004.
- [15] 광노의, 김유미 역, "유아의 두뇌발달", 양서원, 2001.
- [16] 박만상, "정신 생물학, 한국인의 두뇌개발Ⅲ", 서울: 지식산업사, pp. 221-249, 1992.
- [17] Grillon & Buchsbaum, Grillon & Buchsbaum, M., "Computed EEG topography of response to visual and auditory stimuli", *EEG and Clinical Neurophysiology*, pp. 42-53. 63, 1986.
- [18] 김동구, 박형배, 안영우 등, "Neurofeedback: 원리와 임상응용, 스트레스 연구", pp. 93-98, 13(2), 2005.
- [19] Klimesch, W., "Memory process described as brain oscillationjs in the EEG-alpha and theta bands," *Psychology*, pp. pp. 134-143. 11, 1995.
- [20] Veron, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C. & Sheri, A., "The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects for cognitive performance", *International Journal of Psychology*, 47, pp. 75-85, 2003,
- [21] Enger, T. & Gruzelier, J. H., "Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance", *Neuroreport*, pp.1221-1224. 14(1), 2003.
- [22] Eron, D. J., "Can neurofeedback training enhance performance? an evaluation of the evidence with implications for future research", *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, pp. 347-364. 30(4), 2005,
- [23] 김대식, 최창옥, "뇌파 검사학", 고려의학, pp. 89-90, 2001.
- [24] Wilson, F. A., *Dissociation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex.*, 1993.
- [25] Kamiya, J., "Self-Regulation as An Aid to Human Performance: Annal Progress Report(contract No 014-70-C-0350)", *San Francisco : Submitted to The San Diego University Foundation, Langhy Porte Neuropsychiatric Institute.* 1972.
- [26] Sterman, M. B., Sensorimotor EEG operant conditioning : Experimental and clinical effects. *Pavlovian journal of biological science*, pp. 63-92, 12, 1977.
- [27] 이우주, "의학사전", 서울: 아카데미서적, 2005.
- [28] 박병운, "뉴로피드백 입문", 한국정신과학연구소, 2004.
- [29] 박병운, "Neurofeedback 연구", 한국정신과학연구소, 2000.
- [30] Bruce, J., "Fisch and Spehlmann's EEG Primer ". 3rd Ed., Elsevier, pp. 41-198, 1999.
- [31] Maulsby, R. L., "An illustration of emotionally evoked theta rhythm in infancy", : *Hedonic Hypersynchrony. EEG and Clinical Neuroscience Letters*, pp. 10-14. 143, 1971.
- [32] Peniston, E. G. & Kulkosky, P. J., "Alpha-theta EEG biofeedback training in alcoholism and posttraumatic stress disorder," *The International Society for the Study of Subtle energies and Energy Medicines*, pp. 5-7, 2, 1992.
- [25] 백기자, "바둑인의 뇌기능 및 기력 향상에 뉴로피드백 훈련이 미치는 영향에 관한 연구", 서울벤처정보대학원대학교, 박사학위 논문, 2007.
- [33] Jasper, H. H., "The ten-twenty electrode system of the International Federation," *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, pp. 898-902, 56(6), 1958.
- [34] Lubar J. F. & Shouse, M. N., "EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm(SMR) : A preliminary report", *Biofeedback and Self-regulation*, pp. 93-306, 1, 1976.
- [35] 박혜원·곽금주·박광배, "K-WPPSI 지침서", 도서출판 특수교육, 2002.
- [36] 조동진·심준영, "10주간의 EEG biofeedback 훈련에 따른 뇌파 영역별 상대적 활성화도 비교", 한국스포츠리서치, pp. 1281-1290, 15(1), 2004.
- [37] 원희옥, "뉴로피드백 훈련이 뇌만구 비대칭 및 학업성취도에 미치는 영향에 관한 연구: 고등학생을 대상으로", 서울벤처정보대학원대학교, 박사학위 논문, 2008.
- [38] 박혜원, "지능검사의 이해, 한국 웨슬러 유아지능검사(K-WPPSI) 워크숍(중급)", pp. 1-3, 2008..
- [39] Diamond, M. C., "Enriching heredity: The impact of the environment on the anatomy of the brain". *NY: The Free Press*, 1988.

장 순 옥(Jang soon ok)

[정회원]



- 1972년 8월 : 한남대학교 영문학과 학사
- 2003년 6월 : Canada Christian Callege 교육학 석사
- 2006년 2월 : 목원대학교대학원 신학석사
- 2006년 3월 ~ 현재 : 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과 뇌과학전공 박사과정
- 1975년 ~ 1983년 : 중등학교 영어교사
- 1985년 ~ 현재 : 젤라유치원 원장 역임

이 선 규(Seon-Gyu Yi)

[정회원]



- 1978년 2월 : 중앙대학교 문리대 (문학사)
- 1987년 2월 : 중앙대학교 국제경영대학원 (경영학석사)
- 2004년 2월 : 건국대학교 대학원 경영학과(MIS전공) (경영학박사)
- 1977년 12월 ~ 1982년 10월 : 한국전력공사 전자계산소
- 1982년 10월 ~ 1993년 7월 : 엘지칼텍스가스(주) 전산부
- 1993년 12년 ~ 1995년 4월 : (주)한국컴퓨터솔루션
- 1995년 5월 ~ 1999년 12월 : 한진정보통신(주)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과 교수

<관심분야>

MIS, ERP, SCM, e-Biz, 시스템 분석및 설계, 프로젝트 관리, 뇌과학, 등...