

외상성 뇌손상 후유증으로 인한 좌 우 Alpha파 비대칭성이 유발된 청소년의 Alpha파 비대칭 뉴로피드백 훈련 1례

정문주¹, 원희욱², 채은영^{3*}

¹한양대학교 교육학과, ²서울불교대학원대학교 뇌인지과학과, ³더드림 상담연구소

A Case of Alpha Wave Asymmetric Neurofeedback Training of Adolescents having Left and Right Alpha Wave Asymmetry Caused by Traumatic Brain Injury Sequela

Moon Joo Cheong¹, Hee Wook Weon², Eun Young Chae^{3*}

¹Division of Education Hanyang University

²Division of cognitive-neuroscience, Seoul University of Buddhism

³The dream counseling center

요약 본 연구의 목적은 외상성 뇌손상 후유증이 삶의 질을 결정할 수 있는 주요한 요인이기 때문에, 후유증을 호전시킬 수 있는 효과적인 훈련 방법을 찾는 데 있다. 이를 위해 본 연구에서는 어린 시절 외상성 뇌손상을 경험하고 인지 학습과 정서적인 부분에 어려움이 있는 청소년을 대상으로 하여 뉴로피드백 훈련을 실시하였다. 환자 평가는 K-WAIS-IV 지능검사와 QEEG 뇌파 분석을 사용하였다. 뉴로 피드백 훈련은 T3 알파파 보상, T4의 알파파 억제 훈련을 주 3회 30분씩, 총 36회를 훈련하였다. 또한 뉴로피드백 훈련과 함께 호흡 명상도 환자 스스로 실시할 수 있도록 하였다. 그 결과 숙면을 취하고 시험 불안의 감소, 기말고사 성적의 만족 등의 안정적인 상태를 보였다. 본 연구는 유년기 두뇌 외상으로 인하여 가시적으로 드러나지 않는 기질적, 심인성 문제들이 존재할 가능성과 이를 발견할 수 있는 다양한 도구의 활용에 대해 발견했다. 또한 유년기 외상성 뇌손상의 경우 뇌 훈련과 명상을 통하여 호전될 수 있다는 결과를 나타냈다. 이는 뇌과학의 측면에서 심신 치료에 도움이 되는 융합적 방법을 제시하였다는데 그 의의가 있다.

Abstract The purpose of this study is to determine an effective training method to improve sequela, since traumatic brain injury sequela is a major factor in determining the quality of life. Neurofeedback training was conducted for an adolescent who had experienced traumatic brain injury during his childhood and who had difficulty in cognitive learning and emotional aspects. The assessment of an adolescent was conducted using K-WAIS-IV intelligence test and QEEG brain wave analysis. In the neurofeedback training, T3 alpha wave compensation and T4 alpha wave inhibition training were performed 36 times for 30 minutes three times a week. In addition to the neurofeedback training, respiratory meditation was also made available to the adolescent. As a result, the adolescent showed a stable condition as indicated by taking a good sleep, reducing test anxiety, and satisfaction with final exam results. This study revealed the possibility for hidden physical and psychological problems arising due to childhood brain trauma. It has also recently been discovered that a more diverse set of tools can be found. In addition, these childhood traumatic brain injuries can be improved through brain training and meditation. The study finding is meaningful for its suggestion of a fusion method for developing mind and body therapy in terms of brain science.

Keywords : neurofeedback, traumatic brain injury, QEEG, meditation, brain training

*Corresponding Author : Eun Young Chae(The dream counseling center)

Tel: +82-2-566-8291 email: eun0chae@hanmail.net

Received July 18, 2017

Revised (1st July 31, 2017, 2nd August 1, 2017)

Accepted August 17, 2017

Published August 31, 2017

1. 서론

뇌 타박 손상(traumatic brain injury, TBI)은 갑작스런 외부 충격에 의한 뇌의 조직학적, 세포 생물학적 변화를 초래하는 손상이다. 뇌 타박 손상은 사고 시 뇌가 두개골 안에서 튀기면서 부딪치기 때문에 뇌에 직접적으로 충격을 전달해 발생하는 일차적 손상[1, 2]과 일차적 손상으로 인해 파열된 혈관과 세포 및 조직으로부터 분비되는 여러 염증 단백질들로 인해 예정된 세포사(apoptosis)와 같은 세포생물학적 변화가 발생하는 이차적 손상으로 구분된다[3].

외부활동이 증가하기 시작하는 유아기에, 아동은 자연스럽게 환경에 노출되는 빈도에 비례하여 물리적 사고가 일어날 수 있는 확률이 증가한다. 특히 아동들은 신체의 균형이 성인과는 다르고 뇌의 무게가 몸에서 차지하는 비율이 발달 단계에 있어서 여전히 크기 때문에 자칫하면 뇌 손상에 이르는 부상을 입기도 한다. 아동의 외상성 뇌손상의 경우는 일차적인 손상이 가시적이기 때문에 즉시적으로 치료 가능하나, 이차적 뇌손상에 관하여서는 아동이 이렇다 할 반응을 보이지 않을 경우 쉽게 치료가 불가능하고 그 후유증이 언제 나타날지 모르는 어려움이 존재한다[4]. 또한 이러한 후유증은 신체적인 기능의 문제뿐만 아니라 인지결손(cognitive deficit)을 보이는 경우가 많기 때문에 인지기능 발달에 중점을 둔 포괄적인 재활치료가 필요하다. 그럼에도 불구하고 일차적 손상에 대한 가시적 치료만 즉시적으로 진행되었을 경우 이후의 뇌손상은 지속적으로 유아의 인지, 정서, 행동에 영향을 미치게 된다[5, 6]. 국내에서는 Park, Noh[7]가 1997년에 유아기의 뇌손상은 이후 성장과 발달단계에 있어서 개인의 삶의 질에 부적인 영향을 미친다는 것이 보고되었다. 그 이후 외상성 뇌손상 환자들의 기억기능과 실행기능에 따른 차이가 개개인의 삶에 미치는 영향에 대한 연구가 지속되고 있다[8](이종민, 2012). 특히 국내의 뇌손상 관련한 주 연구들의 진단 도구 혹은 실험측정 도구들은 주로 뇌 영상 촬영을 통한 결과이거나 LOC 결과를 토대로 비교하는 연구가 주를 이루고 있다[9](신혜연, 최지영, 2016). 하지만 이러한 뇌 영상 촬영, 특히 MRI나 fMRI의 위험성에 대한 인지로 인하여 비침습적이고 보다 안전한 여러 가지 신경학적 첨단기술에 관심을 기울이고 있다[10, 11] 그에 따른 치료에 있어서도 약물치료가 아닌 동양 의학적 치료의 가능성에 대해서도 보고하

고 있다[12]. 그러나 과거에는 이러한 신경학적 진단적 중률과 기법이 발전한다 해도 뇌의 특정부위 손상이 그 환자에게 어떤 기능적 장애를 초래하는지에 대한 자료가 부족했으며 명확한 기준이 있는 객관적인 정보를 제공하지 못한다는 한계점이 존재하였다. 특히 진단적으로 CT와 MRI는 뇌 속의 구조적 이상 소견을 알아내는데 아주 유용한 검사 방법임에도 불구하고 구조적 변화 이전의 뇌의 기능변화를 찾아내는 데는 그리 효과적이지 못하다[13]. 이에 양전자 방출 단층검사(Position emission tomography)가 도입되어 뇌의 기능, 특히 뇌조직의 대사나 기능을 예민하게 찾아낼 수 있게 되었으나 사이클로트론(cyclotron) 같은 장비를 설치해야 하며 검사비용이 아주 비싸 환자들에게 쉽게 적용하지 못하는 등 실용적이지 못하다는 단점이 있다.

그러나 아직 신체적, 정신적으로 발달단계에 있는 아동·청소년의 경우에는 시각적인 손상 외에 자신의 인지나 정서 불안정성에 대한 파악이 쉽지 않기 때문에 이러한 검사방법을 쓰기에는 제한점이 존재한다[14]. 특히 뇌의 어떠한 위치가 손상을 입었느냐에 따라 아동에게는 여러 다양한 문제가 나타나기도 하는데 이를 증상적인 부분과 원인을 연결하여 설명하는데 어려움이 존재하는 것이다. 이에 따라 서양에서는 비 침습적이며 비 약물을 사용하는 진단의 도구로서 융합과학으로 뇌파 분석이나 심신을 치유하는 명상, 호흡 훈련 등을 하나의 방법으로 사용하기도 한다[15]. 이러한 시도들은 실제로 증상을 치유하는 1차 목적 이외에 환자가 나타내는 여러 가지 증상에 대한 더 폭넓은 이해와 함께 근본적인 원인을 찾아 그에 적절한 방법으로 환자의 증상을 완화시키며 이후 삶에 도움이 되고자 하는 거시적인 관점으로 진행되고 있는 것이다. Simkin, Thatcher와 Lubar[16]는 이러한 부분에 있어서 정량적 뇌파검사를 통하여 정확한 이상 위치를 찾아서 실시하는 neurofeedback 훈련에 대한 효과성을 제시한바 있다. 또한 국외에서는 외상성 뇌손상 환자(TBI)를 진단하고 치료하는데 있어서 신경학적 진단과 치료를 겸하고 있으며[17], 비 침습적이고 비 약물적인 부분에 대하여 가장 효과적인 방법에 대하여 각 연구자들은 고려하고 있다[18].

본 연구에서는 5세에 미끄럼틀에서 떨어져 뇌손상을 입은 청소년을 대상으로 임상적으로 안전하며 효과적인 방법에 대해 고려하여 QEEG 정량화 뇌파를 측정 한 후, 이에 따라 훈련 위치를 선정하여 neurofeedback 훈련을

실시하였다. 이 환아는 처음 내원했을 시 무표정하며 학습에 어려움이 있고 불안과 수면 문제를 호소하였다. 구체적으로는 ‘시험이 끝나면 답이 보여요’, ‘이게 불안인 건가요?’, ‘잠을 푹 자지 못해요’라고 표현하였으며, 병원에 내원하면서 학습 클리닉을 병행하고 있었다. 병력 확인 후 환아는 사고 당시 가시적으로 나타난 일차적 손상은 수술을 통하여 회복하였다. 그러나 뇌가 받은 충격은 이후 인지 학습적 능력과 정서적 연결성에 문제를 야기하게 된 것으로 보인다. 이에 따라 학습적인 부분에 있어서 불안감을 해소하고 행동적 일치감을 증가시키는 것을 목적으로 하고 뇌파 훈련과 더불어 간략하게 심신을 안정화시키는 명상 호흡(Mind fullness) 방법을 적용 · 실시하였다.

2. 증례 1

2.1 증례 1

2.1.1 환아: 임00 (남/18세)

2.1.2 주 호소

- (1) 현기증(Dizziness)
- (2) 불면증(Insomnia)
- (3) 무기력(Helplessness)

2.1.3 과거력

밤에 잠을 잘 못자고 불을 켜놓고 자는 습관이 있음.
불을 끄면 불안했음.

야뇨증이 7~8세까지 존재했음.

2.1.4 가족력: 없음.

2.1.5 사회력

- (1) 키, 몸무게: 183cm/89kg
- (2) 고등학교 3학년(만 18세)

2.1.6 현 병력과 ROS

(1) 현 병력

상기 환아는 집중력과 무기력과 시험 불안, 정서표현의 억압으로 인하여 학부모와 선생님의 제안으로 학습 클리닉을 병행하는 상담센터로 의뢰되었다.

(2) ROS

general weakness(-)/general ache(-)

2.1.7 임상 및 심리치료 개인력 조사

(1) 유아기: 부모님의 잦은 다툼을 목격하였으며 아버지의 외도로 인하여 결국 부모님의 이혼을 경험하게 되었다.

(2) 초반 학령기: 초등학교 당시 아파트 놀이터에서 놀다가 미끄럼틀에서 추락하여 머리의 우측 하 방향에 생긴 상처를 봉합했다.

(3) 어머니와의 관계: 어머니와 대화가 없다. 귀찮다. 말을 자꾸 시켜서 대꾸 해준다.

(4) 현재 주 증상: 학습적인 부분은 이해를 잘하고 있으며 문제집도 잘 풀 수 있다. 시험이 끝나고 보면 답을 다 알겠는데 막상 시험 시간에는 잘 모르겠다. 수업시간에 졸음이 많다. 잠을 푹 잔 것 같지 않다. 그냥 몸에 힘이 없다. 타인의 평가는 감정이 얼굴에 나타나지 않는다. 무표정하다. 자신은 웃는다고 웃지만 박자가 느리다는 평가가 있다.

(5) 훈련 후 기대하는 점: 머리가 좀 맑아졌으면 좋겠다. 아는 만큼 시험을 잘 봤으면 좋겠다. 마음이 편했으면 좋겠다.

2.1.8 연구 방법과 평가

(1) 연구 방법

연구 기간은 2016년 8월부터 10월까지 3개월간 매주 3회씩 12주 동안 총 36회 뉴로피드백 훈련을 실시하였다. 더불어 Wang과 Cho[19]가 실시한 전통적인 불교명상을 이용한 요가 프로그램에서 사용되는 옷자이 호흡을 매일 아침 5분간 12주 동안 실시할 수 있도록 훈련하였다.

초기 baseline 측정은 인지능력을 평가하기 위해 K-WAIS-IV 검사를 실시하였으며, baseline을 측정하고 훈련위치를 찾기 위하여 Brainmater Discovery 24E - 24Channel qEEG를 사용하여 정량화뇌파분석을 실시하였다. 이후 훈련의 효과를 검증하기 위해 뉴로피드백 훈련 효과의 평균값의 변화를 측정·기록하였으며, 환아의 중간고사 등수와 훈련 후 실시한 기말고사의 각 과목별 전체 등수를 비교하여 제시하였다.

(2) 인지능력 측정도구(K-WAIS-IV 지능검사 실시)
본 연구에서는 한국 웨슬러 성인용 지능검사 4판

(Korean- Wechsler Adult Intelligence-IV; K-WAIS-IV) 을 사용하였다. K-WAIS-IV는 미국의 WAIS 개정 4판 (Wechsler Adult Intelligence- IV: WAIS- IV, 2008)의 한국판으로 Hwang, Kim, Park, Choi, Hong[20]에 의해 표준화되었다. K-WAIS-IV는 개인의 지능을 측정하는 통합적인 임상도구로, 16세 0개월부터 69세 11개월의 연령을 실시대상으로 한다. K-WAIS-IV는 전반적인 지적 능력을 측정하는 전체 지능을 측정하는 4개의 지수점수로 구성되어 있다.

지수점수들은 유사한 인지능력을 측정하는 소검사들의 조합으로 이루어져 있다. 소 검사는 10개의 핵심 소 검사와 5개의 보충 소검사로 이루어져 있으며, 본 연구에서는 조합점수를 산출하는데 필요한 10개의 핵심 소 검사를 실시하였다. 언어이해 지수척도의 핵심 소검사는 공통성, 어휘 상식으로 구성된다. 지각 추론 지수척도의 핵심 소검사는 토막짜기, 행렬 추론, 퍼즐을 포함한다. 작업기억 지수척도의 핵심 소검사는 숫자와 산수로 구성된다. 처리속도 지수척도의 핵심 소 검사는 동형 찾기와 기호쓰기로 구성된다. 임상 전문가가 K-WAIS-IV 실시 매뉴얼에 따라 검사를 실시하였으며, 대략 1시간-1시간 20분의 시간이 소요되었다. 본 환자의 전체 IQ는 132 백분위는 98%로서 전체 상위 2%안에 드는 인지능력을 가지고 있는 것으로 나타났다.

Table 1. The result of K-WAIS-IV

Factors		Client		
Life age		18 years and 7 months		
Sex		Male		
School Grade		High school senior		
		IQ	Percentile	95%C.I.
K-WAIS -IV	Understanding languages	118	89	110-124
	Perception reasoning	136	99	125-141
	Working memory	139	99.5	128-144
	Processing speed	112	80	101-120
	All	132	98	126-136

2.2 뇌파측정

2.2.1 정량화 뇌파 (QEEG) 측정실시

정량화 뇌파 측정을 위해 Brainmater Discovery 24E-24Channel qEEG를 사용하였다. Brainmater Discovery 24E는 neuroGuidem Loreta, SKIL,과 WinEEG와 같은 뇌 정량화 소프트웨어를 사용하여 진단 가능한 도구이다. 뇌파 측정 시 편안한 의자에 앉아서 눈감은 상태의 배경뇌파를 훈련 전후로 뇌파기록을 받아 측정하였다. 뇌파 측정을 위해 전극 모자를 착용하고 모

든 전극의 임피던스는 5,000Ohm 이하로 하였다. 이후 두피에서 받은 아날로그 신호는 AD converter를 통해 디지털 신호로 전환시켜 국제 10-20시스템에 따라서 19 개의 영역(Fp1, Fp2, F7, F8, F3, F4, Fz, T3, T4, C3, C4, Cz, T5, T6, P3, P4, Pz, O1, O2) 에 두 개의 Ground 전극(Fpz, Oz)을 추가하였다. 이 때 Artifact를 제거하기 위해 1~35Hz에서 여과하였고 200epoch (1epoch=1초) 동안 256의 표본 추출 속도로 디지털화 하는 프로그램을 사용하였으며, Reference 전극은 양쪽 귓볼 A1, A2에 부착하고 뇌 전위 변화를 측정하기 위해 마이크로 볼트의 값으로 정량 분석하였다. 뇌파 자료 분석은 FFT(Fast Fourier Transform)를 한 후에 주파수 영역에 따라 Power Spectrum을 하였고, Delta Wave (0-3Hz), Theta Wave(4-7Hz), Alpha Wave(8-13Hz), Beta Wave(14Hz-30Hz) 주파수 구간을 4종류의 Brain map(Delta Wave map, Theta Wave map, Alpha Wave map, Beta Wave map)에 대입하여 mapping이 이루어지게 하였다. 각 brain map의 아래에 표시되어 있는 scale bar는 각 측정자들의 상대적인 배경뇌파의 양을 고려한 Min-Max scale로써 정상 % scale의 Min-Max scale과 비교하여 각 맵의 항진 및 소실을 파악할 수 있고, 뉴로 피드백 훈련 전 프로토콜 설정과 훈련 전후의 뇌파를 비교할 수 있었다.

2.2.2 Neuro-Guide Analysis I(Z scored FFT)

폐안 시에 우세뇌파(Dominant brain waves)인 Alpha Wave가 개안 시에 더 큰 진폭을 보이며 나타나고 있다. 이는 Alpha Wave Blocking이 제대로 이루어지지 않고 있다는 것을 보여주는 것으로서 Alpha Wave Blocking 이 안 되는 환자의 경우는 일반적으로 각성, 안정, 정서, 인지의 문제를 복합적으로 나타낸다. 특히 청소년기의 Alpha Wave Blocking의 문제는 정서적 불안으로 인하여 차분하게 학습할 수 있는 역량의 부족을 야기하고 좌절감과 학습된 무기력감을 만들 수 있다.

또한 개안 시와 폐안 시에 우세뇌파의 역위발생(reverse)과 더불어 동시성(asymmetry)의 문제는 결국 인지능력과 동작능력의 비 동시성은 정보의 투입과 산출에 있어서 문제를 야기하는 것으로 나타난다. 특히 개안 시에 뇌파의 normality와 대조적으로 폐안시의 alpha Wave대역과 beta대역의 과각성은 환자에게 있어서 우측 뇌의 과도한 사용과 좌측 뇌의 비대칭성으로 인한 문제를 더욱 야기하여 생리적 문제가 심리, 신체적 문제를

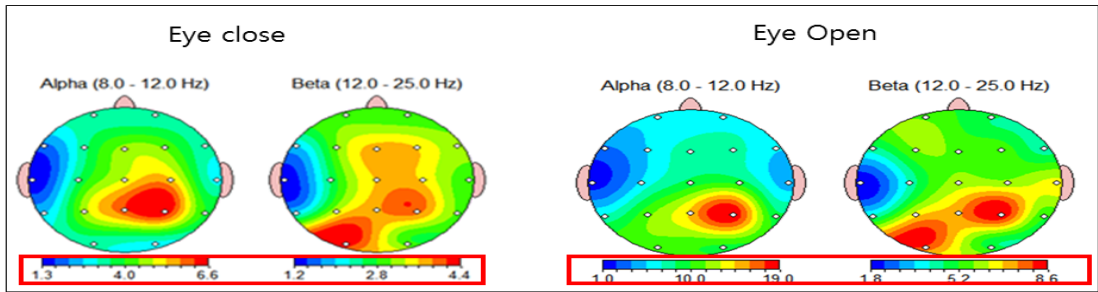


Fig. 1. FFT(Fast Fourier transform) Absolute power(Spectral power)

야기하게 하는 것으로 보인다. 이는 다음의 Figure1에서 보이는 것처럼 고속푸리에 변환(FFT)을 통한 절대대기(Absolute)를 비교하여 각 파의 진폭의 양(Spectral power)을 확인 할 수 있다.

2.2.3 Neuro-Guide Analysis III (Z scored Peak Frequency)

뇌파의 표준화 정점 주파수를 비교한 결과는 다음의 Fig. 2와 같다. 폐안시 우세뇌파(dominant waves)는 alpha Wave 대역이지만 이 환자의 경우는 폐안시보다 개안시에 alpha Wave의 peak 주파수가 높다. 이와 반대로 개안시 dominant wave는 Beta임에도 불구하고 개안시보다 폐안시에 beta 진폭이 더 높은 것으로 reverse

wave현상이 일어나고 있는 것으로 보이며 이를 통하여 head damage가 있었을 것으로 사료된다.

또한 좌측 뇌에 비해 우측 뇌의 뇌파 진폭이 더 크게 나타나는 것으로 보아 좌측 뇌의 사용보다는 우측 뇌의 사용이 과다하게 사용되고 있는 것으로 나타났다. 이는 우측 뇌의 손상으로 인하여 정보를 처리하는데 있어서 좌측 뇌와의 교량의 역할을 제대로 하지 못하고 있는 것으로 추정 할 수 있다. 특히 개안시 Alpha Wave진폭이 크다는 것은 폐안시 불안을 느낄 확률이 높다는 것이다 [21]. 이는 결국 환아가 유년기 불을 키고 자아했다는 과거력을 뒷받침하고 있는 것을 뒷받침하는 근거이다. 따라서 이러한 Alpha Wave blocking이 안 되는 profile을 보이는 case의 경우는 밤에 눈을 감으면 불안이 높아지

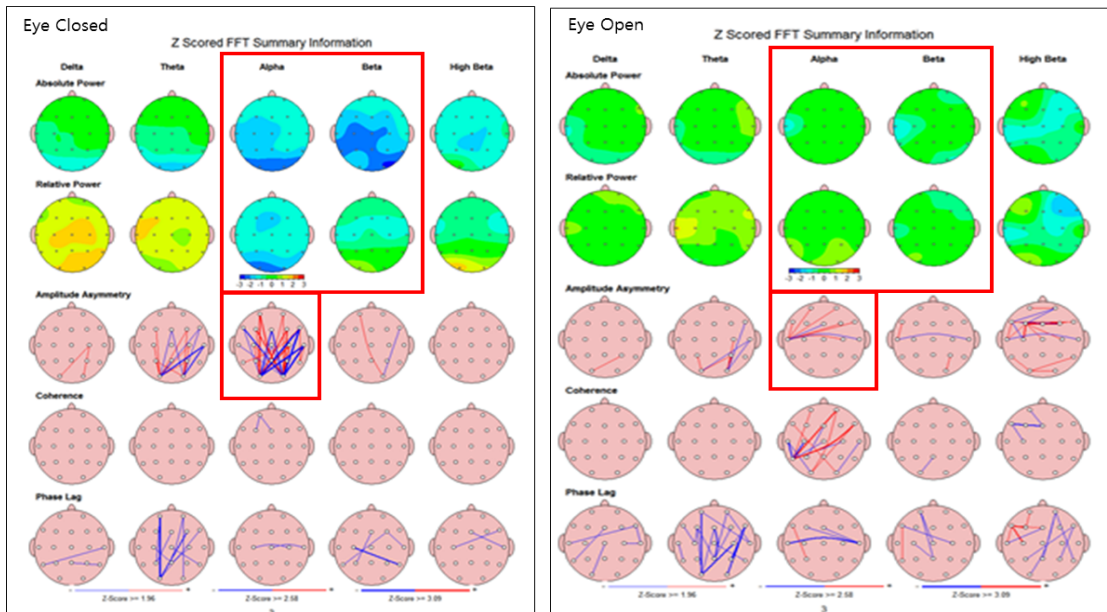


Fig. 2. the result of Alpha wave revers and asymmetry in FFT Summary Information (Z scored Peak Frequency)

기 때문에 잠을 푹 잘 수 없으며, 이러한 증상은 불을 키고 잠들며 숙면의 문제를 야기했던 것으로 볼 수 있다. 또한 Amplitude Asymmetry에서 눈을 감았을 때(eye closed) 비대칭 현상이 Alpha 파에서 나타나고 있다. 이러한 현상으로 보아 우뇌와 좌뇌의 비대칭은 학습지연과 사회성에 영향을 주고 있을 것으로 판단된다[22, 23, 24] Fig. 2는 표준화 고속푸리에 요약 정보와 alpha 파 비대칭 현상을 나타낸 것이고, Table 2는 이를 수치화하여 보고한 결과이다. 이중 표준화 ± 1 에서 이상 치료 벗어난 값은 존재하지 않았다.

Table 2. the result score of Intrahemispheric

Left	Eye Close	Eye Open	Eye Close	Eye Open	Right	Eye Close	Eye Open	Eye Close	Eye Open
	ALPHA		BETA			ALPHA		BETA	
	Fp1-LE	-.42	.50	-.28		-.25	Fp2-LE	-.40	-.22
F3-LE	-.45	.36	-.20	-.20	F4-LE	-.14	-.29	.92	-1.21
C3-LE	.13	.76	-.08	-.92	C4-LE	-.18	-.12	.94	-.66
P3-LE	-.54	.45	.38	.10	P4-LE	-.77	.48	.68	.11
O1-LE	-.53	.59	.98	1.11	O2-LE	-.76	.77	.66	.54
F7-LE	-.31	.36	-.37	.12	F8-LE	.20	-.38	.61	-1.30
T3-LE	.06	.10	-.48	-1.15	T4-LE	-.32	-.36	.57	-.39
T5-LE	-.44	.63	.19	-.31	T6-LE	-.87	.39	.47	-.05

2.3 뉴로 피드백 훈련 위치 측정

외상성 뇌손상 이후 뇌의 비대칭성을 완화시키고 연결성과 동시성을 획득하기 위한 뇌파 훈련은 정량화 뇌파 검사 결과를 기반으로 하여 ProComp2 - 2Channel EEG System with v6.0 Infiniti Software(Thought Technology)를 이용하여 Alpha Wave T3(reward), T4(Inhibit) 2channel 훈련을 진행하였다.

훈련 프로토콜은 좌측 T3(reward) training, 4~7Hz 억제, 12~15Hz 보상, 22~30Hz 억제, T4(inhibit) training 8~12hz 억제로 2channel로 훈련을 진행하였다. 즉 T3(reward), T4(inhibit) 알파파(alpha-wave) 보상-억제 훈련을 실시하였다. 기간은 1주일에 3번씩 30분, 총 36회 훈련하였고, 월, 수, 금 오후 7시에 규칙적인 시간에 실시하였으며 5분 훈련 후 5분 휴식으로 하루 30분 훈련을 실시하였다.

Walker, Kozlowski와 Lawson[25]은 T3 보상, T4의 억제 알파파 훈련기반은 T3는 논리, 언어적 기억형성 및 저장과 음운의 처리와 청각 등 언어문제와 연결되고 대인관계에 있어서 과민성과 관련된 부분이며 T4의 경우 감정적, 자전적 기억 형성 및 저장과 타인의 이야기를 듣고 자신의 성격적 측면의 표현 조직적 표현, 분노, 슬픔

등 자신의 것을 표현하는 것과 타인의 음성 톤을 해석하는 부분과 관련이 있는 것으로 보고하고 있다. 이에 neuro-feedback 전문가이자 슈퍼바이저의 추천과 neuro-feedback 전문가 2인의 협의 하에 측정위치를 선정 실시하였다. 이 환자의 뇌파 mapping의 결과 우측 뇌파의 진폭이 낮아 우뇌를 과도하게 쓰고 있으며 좌뇌의 경우는 비대칭성에서 보여 지는 것처럼 뇌의 정보를 우뇌와 동시적으로 실행하지 못하기 때문이며 개안 시에 보여 지지 않는 문제들이 폐안시에 나타나기 때문에 Alpha Wave 훈련을 실시하기로 하였다.

2.4 호흡 명상

호흡명상은 Wang과 Cho[26]가 실시한 전통적인 불교명상을 이용한 요가 프로그램에서 사용되는 옷자이 호흡으로서 간략하게 고등학생이 학교에서 실시 할 수 있는 단계로서 훈련기간 매 12주 동안 매일 아침 5분씩 학교에 등교하여 자리에 앉은 후 실시하게 하였다. 우선 눈을 감고 앉아서 몇 분 동안 호흡을 바라본다. 이 때 인위적으로 호흡을 조절하려는 노력 없이 자연스럽게 흐르는 호흡을 관찰한다. 그 다음에 몸 중앙 갈비뼈 바로 아래 부분에 주의를 기울인다. 숨을 들이쉬면 그 부위가 약간 부풀어 오르고 숨을 내쉬면 약간 수축하는 것을 알아차린다. 횡경막의 움직임에 주의를 기울일 수도 있다. 숨을 들이쉬면서 횡경막이 “내려간다”고 생각하고, 내쉬면서 “올라간다”고 생각한다. 호흡의 흐름과 함께 이 근육이 올라가고 내려가는 것을 수동적으로 지켜보기만 한다. 자연스럽게 일어나는 호흡과정을 더 예민하게 알아차릴수록 호흡은 더 리드미컬해지며 마음은 더 고요해지면서 중심을 잡아간다.

3. 결과

총 12주간 주 3회, 총 36회의 훈련을 실시하였고 그 결과는 다음과 같다. 첫 주의 알파파 평균은 5.39였으나 12주간 36회의 실험 실시 이후 Alpha Wave mean은 19.00으로 향상되었다. 12주간 과정 중 5주차부터 Alpha Wave mean은 6 이상으로 증가하기 시작하였으며, 9주차 이후 7로 평균이 증가하였다. 그리고 10주차에 이르러 처음 Alpha Wave평균의 2배인 10.50으로 증가하였다. 그리고 이후 12주차에 급격한 평균 변화가 나타났다. 이는 다음의 Table 3dml 뉴로피드백 훈련 후 알

과파 평균값의 결과에서 나타난 것과 같다. 또한 이를 가시적으로 확인하기 위하여 다음의 Fig. 3에서는 그래프로 표시하였다. 이러한 결과는 뉴로피드백 훈련의 효과는 적어도 잠재기 포함 10주 이상의 훈련이 지속되어야 효과가 가시적임을 알 수 있었다. 한편 KWAIS-IV 검사의 경우는 이월 효과로 인하여 실시하지 않았으며 학습능력의 향상을 확인하기 위하여 3개월 전후의 내신 성적을 비교하여 제시하였다. 훈련 전후의 학생의 학업성취도는 차이는 다음의 Table 4의 뉴로피드백 훈련 사전 사후 중간 기말고사의 점수에서 나타낸 바와 같다. 전체 학생 248명 중 중간고사에서는 108등, 전체 43.5%로 전체 등급 5등급 이하였다. 반면 기말고사 성적은 전체 248명 중 32등(전체 12.9%)으로 이과에서 3등급 이내로 두드러진 상승결과를 보고하였다. 또한 수업시간에 집중이 잘 되었으며, 졸음이 적어졌고 두통이 줄었으며, 반주하는 사고가 사라져 불안이 감소되었음을 보고하였다.

Table 3. The result of the alpha Wave mean after neuro-feedback training

Week	Statistic	Description	Value	Week	Statistic	Description	Value
	B: Low Alpha Wave	mean	2.92		B: Low Alpha Wave	mean	3.09
1	B: High Alpha Wave	mean	2.79	2	B: High Alpha Wave	mean	2.75
	B: Alpha Wave	mean	5.39		B: Alpha Wave	mean	5.61
	B: Low Alpha Wave	mean	3.08		B: Low Alpha Wave	mean	2.87
3	B: High Alpha Wave	mean	2.65	4	B: High Alpha Wave	mean	3.14
	B: Alpha Wave	mean	5.79		B: Alpha Wave	mean	5.86
	B: Low Alpha Wave	mean	3.28		B: Low Alpha Wave	mean	3.20
5	B: High Alpha Wave	mean	3.08	6	B: High Alpha Wave	mean	3.37
	B: Alpha Wave	mean	6.02		B: Alpha Wave	mean	6.44
	B: Low Alpha Wave	mean	3.19		B: Low Alpha Wave	mean	3.80
7	B: High Alpha Wave	mean	3.28	8	B: High Alpha Wave	mean	3.44
	B: Alpha Wave	mean	6.13		B: Alpha Wave	mean	6.92
	B: Low Alpha Wave	mean	3.95		B: Low Alpha Wave	mean	5.36
9	B: High Alpha Wave	mean	3.74	10	B: High Alpha Wave	mean	5.41
	B: Alpha Wave	mean	7.57		B: Alpha Wave	mean	10.50
	B: Low Alpha Wave	mean	5.10		B: Low Alpha Wave	mean	8.41
11	B: High Alpha Wave	mean	4.52	12	B: High Alpha Wave	mean	7.41
	B: Alpha Wave	mean	10.86		B: Alpha Wave	mean	19.00

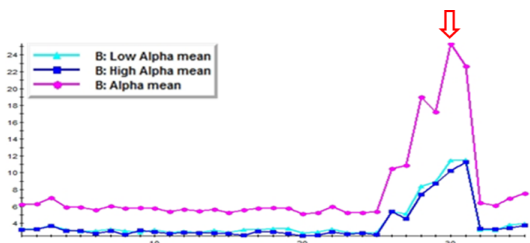


Fig. 3. Result graph of alpha Wave value after neuro-feedback training

Table 4. Neurofeedback training Pre-post Mid and Final Term-Test score Result

	Midterm exam Rank (total student number))	Final examination Rank (total student number))
Korean Language	123(248)	53(248)
English	95(248)	48(248)
Calculus II	92(248)	28(248)
Geometric vector	110(248)	35(248)
Biology	121(248)	5(248)
physics	105(248)	85(248)
chemistry	106(248)	6(248)
Earth science	102(248)	92(248)
Rank	108(248)	32(248)

*Rank Score of study client (the number of the total students)

4. 결론 및 논의

외상성으로 인하여 유아기에 뇌손상을 입은 환아들의 경우는 최초 손상인 가시적인 부분에 대한 치료는 가능하다[27]. 그러나 뇌 손상의 경우는 외부적 손상보다는 내부 충격으로 인한 손상이 이후 삶의 전체 방향에 영향을 줄 수 있다. 이는 Ghajar[28]의 특히 유아기적 뇌손상의 경증이 사고 당시에는 나타나지 않지만 이후 뇌의 발달지연에 영향을 주어 사회성과 학습적인 부분에 있어서 문제를 야기할 수 있다고 보고한 것과 맥락을 같이 한다.

이렇듯 뇌는 우리가 삶의 방향을 결정하는데 있어서 실행기관의 역할을 하는 모든 것이다. 기억을 담는 것은 물론이고 세상을 보고, 감정을 느끼고, 말을 하는 삶의 전 부분을 관장하고 있기 때문이다. 보는 것만 해도 눈이 아니라 뇌가 본다. 우리의 시각 체험이 눈에서 입력되는 정보와 경험의 합성물이기 때문이다[29]. 망막의 입력 정보가 완전 차단된 상태에서도 우리는 특정한 그림을 머릿속에서 그린다. 가느다란 끈을 뱀으로 잘못 보고, 하늘의 뭉게구름을 보고 꿈의 형상을 그리는 것들은 우리가 눈이 아닌 머리로 사물을 보는 것을 잘 설명해 준다. 그러나 이러한 뇌의 미묘한 처리과정은 미묘한 외부 충격으로도 손상을 받을 수 있다, 그러나 이러한 충격의 결과가 언제 어떠한 방식으로 드러날지 본인 스스로도 알 수 없을 정도로 뇌는 민감하며 살아 있는 것이다.

현대의 과학기술이 발전하고 의학이 발전하면서 사람의 심리적 육체적 문제들을 해결하는 각 분야의 전문가들은 융합적인 측면으로 사람을 치료하는데 관심을 기울이기 시작하였다[30, 31, 32]. 특히 외과적 측면으로 이상 소견이 없지만 심인성의 문제를 가지고 있는 사람들의 문제는 신경학적인 치료와 더불어 언어치료가 도입이

되고 있으며 이와는 반대로 언어치료를 통하여 자신의 심리적 문제를 해결하려 온 경우에도 증상과 맥락적으로 환아가 이해가 안 되는 측면에서 생리학적인 측면을 보는 융합과학의 시대가 되고 있는 것이다[33, 34, 35].

이에 본 연구는 학습 치료를 겸하고 있는 상담소에 내원한 시험불안과 스트레스를 호소하는 환아에게 언어 면접을 실시한 후 인지능력 검사와 뇌 기반측정을 실시하였다. 이에 따라 어린 시절 head damage가 있었던 것을 확인하였으며 좌우뇌의 대칭성 문제, alpha Wave blocking이 안 되면서 개인 시는 발견되지 않으나 폐안 시 드러나는 뇌의 이상증후[28]는 수면의 문제, 불안, 우울을 야기할 수 있음이 사료되었다. 이러한 증례는 TBI(traumatic brain injury)에 관한 연구[36]에서 보고한 바와 맥락을 같이하며 좌뇌 우뇌의 역치(reverse) 현상과 더불어 비대칭 현상, 그리고 Alpha Wave blocking이 나타난 것과 같았다. 특히 이러한 유아기 뇌손상은 일시적인 불안이 아니라 성장하면서도 지속적인 불안과 정서적 장애에 영향을 미치거나, 좌우뇌 반구의 비대칭으로 인하여 학습지연 현상이 나타나기도 한다고 보고하였다[37, 38]. 이러한 결과는 본 연구에서 역시 환아에게 있어서도 비슷한 유형으로 결과가 나타났다.

이에 따라 본 연구에서는 alpha Wave blocking 문제를 해결하기 위하여 Hammond와 Kirk[39]에 의해서 제시된 T3 T4 알파파 보상-역제 훈련을 실시하였다. 이를 통해 좌우 뇌 대칭성의 문제를 해결하고 덧붙여 Wilson, Peper와 Moss[40]에 의해서 마음 챙김 훈련에서 사용되었던 호흡 훈련을 동시에 실시하였다. 호흡훈련은 일반적으로 스트레스나 시험불안 같은 경우에 명상훈련에 일환으로 실시되는 것[41]인데 고등학교 3학년이라는 현실적 상황에 있어서 많은 시간을 할애할 수 없어서 매일 규칙적으로 5분간의 자가 훈련을 실시하게 하였다. 3개월간의 훈련이 끝난 후 환아는 숙면을 취하고 시험불안이 감소하면서 기말 고사에 스스로 인정할 만한 성취를 보였으며 안정적인 상태로 alpha Wave 훈련을 종료하게 되었다. 이러한 결과는 기존의 학업스트레스 측면에서의 이완 호흡훈련의 효과는 보고된 바와 같이 청소년들에게 있어서 간단하면서도 지속적으로 실시하여 효과를 나타낸 연구 결과[42, 43]와 맥락을 같이 한다.

따라서 표면적으로 인지검사나 일상생활에는 문제를 드러내지 않는 학생이라도 심리적으로 이상 혹은 의상이 존재할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 특히 유년시절

의 충격으로 인한 뇌손상은 가시적이지 않았지만, 의상을 남겨 정서와 인지의 연결성을 떨어뜨릴 가능성이 높다. 그리고 정서와 인지의 적절하지 못한 연결성은 청소년기 학습에 영향을 제공하는 것을 알 수 있었다. 그리고 인지적 측면에 있어서 정보의 투입과 산출의 어려움은 심리적인 무력감을 만들어 내고 기간이 지속되면서 학습된 무기력이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이러한 환아의 악 순환적 상황을 개선시키기 위하여 다양한 훈련도구의 사용, self-reporting의 제한점에서 벗어나는 환아를 더 많이 이해할 수 있는 융합적인 방법이 좀 더 제안되어야 함을 알 수 있었다. 또한 뇌호흡이 학생들의 학업성취도에 정적인 영향을 주었다고 보고한 결과[44]에서 나타난 결과와 같이, 본 연구에서도 이완 호흡은 학생들에게 있어서 스트레스를 감소시키고 정서적 안정성을 확보하여 학업성취도에 영향을 줄 수 있는 한 방법임을 보여주었다.

특히 임상적으로 드러나지 않는 기질적 문제와 심인성 문제들을 좀 더 다양한 도구를 활용하여 발견하고 도움이 되는 치료를 할 수 있다는 것은 이후 뇌 과학적 측면과 심신 치료에 도움이 되는 발견이라고 할 수 있다.

References

- [1] E. D. Bigler, "The lesion(s) in traumatic brain injury: Implications for clinical neuropsychology," *Archives of clinical neuropsychology*, vol. 16, no. 2, pp. 95-131, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1093/arclin/16.2.95>
- [2] S. R. Finfer, J. Cohen, "Severe traumatic brain injury," *Resuscitation*, vol. 48, no. 1, pp. 77-90, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0300-9572\(00\)00321-X](https://doi.org/10.1016/S0300-9572(00)00321-X)
- [3] R. R. Leker, E. Shohami, "Cerebral ischemia and trauma -different etiologies yet similar mechanisms: neuroprotective opportunities," *Brain Research Reviews*, vol. 39, no.1, pp. 55-73, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(02\)00157-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(02)00157-1)
- [4] B. G. Kim, Y. J. Park, "A case study on the early intervention of early stages of infants with risk of disability due to brain injury," *Special Education Rehabilitation Science Research*, vol. 54, no. 3, pp. 127-148, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15870/jsers.2015.09.54.3.127>
- [5] K. S. Kang, H. L. Myung, "Exploring educational application of children with disabilities based on brain science theory," *Research in Early Childhood Special Education*, vol. 7, pp. 165-188, 2007.
- [6] T. Duka, N. A. Harrison, O. D. Howes, "Immune influences on the brain: new findings and implications for treatment," *Psychopharmacology*, vol. 233, no. 9, pp.

- 1539-1541, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00213-016-4287-9>
- [7] J. S. Park, S. H. Noh. "Quality of life level in the patients with traumatic brain injury," *Journal of Korean neuropsychiatric association*. vol. 36, no. 4, pp. 648-657, 1997.
- [8] J. M. Lee. "The Correlation Between Relationship Ability and Activities of Daily Living(ADL) Performance Ability of Patients With Traumatic Brain Injury(TBI)," *Therapeutic science for neurorehabilitation*. vol. 1, no. 1, pp. 71-79, 2012.
- [9] H. Y. Shin, J. Y. Choi. "The Comparison of Clinical Characteristics Between Traumatic Brain Injury and Posttraumatic Stress Disorder Using the Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2 Restructured Form," *Korean journal of health psychology*. vol. 21, no. 4, pp. 943-964, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.17315/kjhp.2016.21.4.016>
- [10] C. Nagel, J. Diedler, I. Gerbig, E. Heimberg, M. U. Schuhmann, K. Hockel, K. "State of cerebrovascular autoregulation correlates with outcome in severe infant/pediatric traumatic brain injury," In *Intracranial Pressure and Brain Monitoring XV* (pp. 239-244). Springer International Publishing, 2016.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-22533-3_48
- [11] D. Pizzagalli, R. D. Pascual-Marqui, J. B. Nitschke, T. R. Oakes, C. L. Larson, C. L. H. C. Abercrombie, R. J. Davidson, R. J. "Anterior cingulate activity as a predictor of degree of treatment response in major depression: evidence from brain electrical tomography analysis," *American Journal of Psychiatry*, vol. 158. no. 3, pp. 405-415, 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.158.3.405>
- [12] M. A. Lim, D. H. Kang, H. J. Lee, D. R. Kim, H. S. Seo, J. W. Kim, P. G. Kim, 2016
- [13] F. X. Castellanos, J. Swanson, "Biological underpinnings of ADHD. Hyperactivity and attention disorders of childhood," vol. 2, pp. 336-366, 2002.
- [14] M. I. Jordan, "On statistics, computation and scalability," *Bernoulli*, vol. 19. no. 4, pp. 1378-1390, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.3150/12-BEJSP17>
- [15] R. Moseley, "Immersive brain entrainment in virtual worlds: actualizing meditative states," In *Emerging Trends and Advanced Technologies for Computational Intelligence* (pp. 315-346). Springer International Publishing, 2016.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33353-3_17
- [16] D. R. Simkin, R. W. Thatcher, J. Lubar. "Quantitative EEG and neurofeedback in children and adolescents: Anxiety disorders, depressive disorders, comorbid addiction and attention-deficit/hyperactivity disorder, and brain injury," *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, vol. 23. no. 3, pp. 427-464, 2014.
- [17] I. Keller. "Neurofeedback therapy of attention deficits in patients with traumatic brain injury," *Journal of Neurotherapy*, vol. 5. no. 1-2, pp. 19-32, 2001.
DOI: https://doi.org/10.1300/J184v05n01_03
- [18] B. N. Kim. "Child and adolescent onset obsessive-compulsive disorder," *Korean Journal of Psychopharmacology*, vol. 14, no. 2, pp. 119-128, 2003.
- [19] I. S. Wang, O. K. Cho. "The effects of yoga program on personalization, Anxiety and meaning of life in self - Supported female participants," *Korean Psychological Association: Health*, vol. 11, no. 3, pp. 587-606, 2002.
- [20] S. T. Hwang, J. H. Kim, K. B. Park, J. Y. Choi, & S. H. Hong. "Standardization of K-WAIS-IV - Reliability and Validity," *Korean Psychological Association Annual Conference 2012, Single Issue*, pp. 140, 2012.
- [21] S. Tu, J. Tu, "Stem Cell Therapy in Traumatic Brain Injury," In *Neurological Regeneration* (pp. 13-48). Springer International Publishing, 2017.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33720-3_8
- [22] D. Galin, R. R. Ellis. "Asymmetry in evoked potentials as an index of lateralized cognitive processes: Relation to EEG alpha asymmetry," *Neuropsychologia*, vol. 13, no. 1, pp. 45-50, 1975.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(75\)90046-9](https://doi.org/10.1016/0028-3932(75)90046-9)
- [23] H. S. Lim, M. S. Chae, B. W. Park. "Emotional and behavioral characteristics of early childhood comparing alpha wave and beta wave asymmetry at prefrontal lobe and with BIS/BAS," *Journal of Korea academia-industrial cooperation society*. vol. 12, no. 6, pp. 2588-2597, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.6.2588>
- [24] G. J. Bak, B. W. Park, S. G. An. "A Study on the effects of prefrontal lobe neurofeedback training on the corelation of children by timeseries linear analysis," *Journal of Korea academia-industrial cooperation society*. vol. 10, no. 7, pp. 1673-1679, 2009.
- [25] J. E. Walker, G. P. Kozlowski, R. Lawson, "A modular activation/coherence approach to evaluating clinical/QEEG correlations and for guiding neurofeedback training: modular insufficiencies, modular excesses, disconnections, and hyperconnections," *Journal of Neurotherapy*, vol. 11. no. 1, pp. 25-44, 2007.
DOI: https://doi.org/10.1300/J184v11n01_03
- [26] I. S. Wang, O. K. Cho. "The effects of yoga program on personalization, Anxiety and meaning of life in self - Supported female participants," *Korean Psychological Association: Health*, vol. 11, no. 3, pp. 587-606, 2002.
- [27] D. P. Macfarlane, J. A. Nicoll, C. Smith, D. I. Graham, "APOE ϵ 4 allele and amyloid β protein deposition in long term survivors of head injury," *Neuroreport*, vol. 10. no. 18, pp. 3945-3948, 1999.
DOI: <https://doi.org/10.1097/00001756-199912160-00040>
- [28] J. Ghajar, "Traumatic brain injury," *The Lancet*, vol. 356. no. 9233, pp. 923-929, 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02689-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02689-1)
- [29] J. D. Haynes, G. Rees, G. "Decoding mental states from brain activity in humans," *Nature reviews. Neuroscience*. vol. 7, no. 7, pp. 523, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn1931>
- [30] D. R. Weinberger, L. B. Bigelow, J. E. Kleinman, S. T. Klein, J. E. Rosenblatt, R. J. Wyatt, "Cerebral ventricular enlargement in chronic schizophrenia: An association with poor response to treatment," *Archives of General Psychiatry*, vol. 37. no. 1, pp. 11-13, 1980.
DOI: <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1980.01780140013001>
- [31] J. H. Shin, H. S. Kim, J. A. Kim. "The effects of brain education based on career camp program for child

adolescent's career maturity," Journal of Korea academia-industrial cooperation society. vol. 18, no. 3, pp. 215-222, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.3.215>

[32] S. H. Shin. "A study on employment stress and self-esteem of health college students," Journal of dental hygiene science. vol. 12. no. 3, pp. 217-225, 2012.

[33] H. J. Kim, H. S. Kim, H. K. Park. "Analysis of linguistic creativity according to the types of brain dominance for developing pre-service early childhood teachers' creativity teacher education program," Journal of digital convergence. vol. 15, no. 5, pp. 79-88, 2017.

[34] M. J. Park, D. W. Choi(2017). "The convergence eEffect of career education program for freshmen of nursing department on learning motivation, college life adaptation and self-efficacy," Journal of digital convergence. vol. 15, no. 4, pp. 339-349, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2017.15.4.339>

[35] R. Mayou, B. Bryant, "Outcome 3 years after a road traffic accident," Psychological medicine, vol. 32. no. 4, pp. 671-675, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033291702005470>

[36] C. Catroppa, V. A. Anderson, S. A. Morse, F. Haritou, J. V. Rosenfeld. "Outcome and predictors of functional recovery 5 years following pediatric traumatic brain injury (TBI)," Journal of pediatric psychology. vol. 33, no. 7, pp. 707-718, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsn006>

[37] A. Gerrard-Morris, H. G. Taylor. K. O. Yeates, N. C. Walz, T. Stancin, N. Minich, S. L. Wade. "Cognitive development after traumatic brain injury in young children," Journal of the International Neuropsychological Society. vol. 16. no. 1, pp. 157-168, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1355617709991135>

[38] D. M. Kim. "The effects of the brain education meditation program on self-regulated learning ability and the academic self-efficacy of elementary school students," Journal of digital convergence. vol. 14, no. 5, pp. 77-84, 2016.

[39] D. C. Hammond, L. Kirk, "First, do no harm: Adverse effects and the need for practice standards in neurofeedback," Journal of Neurotherapy, vol. 12. no. 1, pp. 79-88, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10874200802219947>

[40] V. E. Wilson, E. Peper, D. Moss, "The mind room in Italian soccer training: The use of biofeedback and neurofeedback for optimum performance," Biofeedback, vol. 34, no. 3, 2006.

[41] D. J. Kearney, K. McDermott, M. Martinez, T. L. Simpson, "Association of participation in a mindfulness programme with bowel symptoms, gastrointestinal symptom specific anxiety and quality of life," Alimentary pharmacology & therapeutics, vol. 34. no. 3, pp. 363-373, 2011.[42] J. H. Kim. "Systematic mindfulness for stress management : Focusing on mindfulness of the emotion," Korean journal of health psychology. vol. 6, no. 1, 23-58, 2001.

[43] Y. S. Kim, Y. H. Kim. "Effects of Brain Respiration Program on Test Anxiety and Depression in Nursing Students," Journal of Korean public health nursing. vol. 23, no. 2, pp. 251-261, 2009.

[44] S. G. An, G. J. Baek. "The Effect of brainwave training on students' academic achievement and ability of resisting stress -for the primary student-" Journal of Korea academia-industrial cooperation society. vol. 10, no. 10, pp. 2952-2958, 2009.

정 문 주(Moon Joo Cheong)

[정회원]



- 2013년 2월 : 한양대학교 일반대학원 교육학과(교육학 석사)
- 2017년 8월 : 한양대학교 일반대학원 교육학과 상담심리 박사 졸업

<관심분야>

뉴로피드백, 상담, 교육 프로그램

원 희 옥(Hee Wook Weon)

[정회원]



- 1984년 2월 : 연세대학교 간호학과(학사)
- 2001년 8월 : 한국체육대학교 건강관리학과(석사)
- 2008년 7월 : 서울 벤처정보대학원 대학교 경영학-뇌과학 (박사)
- 2009년 3월 ~ 2011년 11월 : Gifted Talent center St. John's University (Post-doctoral course)

<관심분야>

뉴로피드백, 뇌인지 과학, QEEG

채 은 영(Eun Young Chae)

[정회원]



- 2001년 8월 : 숙명여자대학교 아동복지학과 아동상담 전공(가정학 석사)
- 2017년 2월 : 숙명여자대학교 아동복지학과 아동심리치료 전공(문학 박사)

<관심분야>

뉴로피드백, 뇌과학, 아동·청소년 발달 및 상담