전전두엽 뉴로피드백 훈련이 초등학생들의 자기조절 능력에 미치는 영향 연구

안상균*
*서울불교대학원대학교 뇌 과학 전공
e-mail:askyhk@hanmail.net

A study on the effect prefrontal lobe neurofeedback traing on the primary student about self regulation ability

Sang-Kyun Ahn*
*Dept. of Neuroscience Seoul University of Buddhism

요 약

본 연구는 2008년 1월부터 2008년 12월까지 B. 뇌훈련 센타에 자기조절 능력 및 학업 성취도 향상을 위하여 방문한 내담자 52명(실험군 26명, 대조군 26명)의 뇌파를 검사하여 뉴로피드백 훈련 전과 훈련 후의 뇌 기능과 자기 조절 능력 변화를 보고자 하였다. 자기조절 능력에 영향을 미치는 특정한 뇌 기능의 훈련 전과 후의 결과를 시계열 선형분석으로 비교하였으며, 자기조절 능력 반응 측정 변화를 보기 위하여 5점 척도 설문지를 이용하였다. 연구의 결과로는 자기조절지수, 훈련모드, 최대편차에서 집단 간에 유의미한 차이가 나타났다. 또한 자기조절 능력 반응 설문지에서도 두 집단이 유의미한 차이를 나타냈다. 이는 전전두엽 뉴로피드백의 기술을 적용한 뇌 훈련은 자기조절지수와 자기조절 능력에 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있겠다.

1. 서론

1.1 연구의 필요성

학습능력에 대한 사회적 요구는 최근 들어 급증하는 추세에 있다고 할 수 있다. 정보사회인 현재는 과거에 비하여 더욱 폭 넓고, 깊이 있는 새로운 지식을 학습 할 수 있는 능력을 더욱 요구하게 된 것이다[1]. 인간행동의 외현적 변화를 강조한 지금까지의 학교교육은 학습자의 역할이 수동적인 활동으로 간주된 교사 중심의 교육이었으나, 인간은 외부에서 주어지는 자극하는 존재가 아니라 인간의 내재해있는 잠재력과 성장력을 전제로 하여 부단히 발달해가는 존재이다. 부모와 교사의 공부에 대한 지나친 강요와 간섭은 학생들의 올바른 인격 형성에 장애를 일으키고, 이로 인한 복잡한 심리 현상은 학생들의 스트레스를 유발하며, 부적응 행동을 초래하게 하였다[2]. 따라서 이제는 우리의 몸과 맘을 총체적으로 다스리고 있는 뇌(두뇌 과학)에 관한 정보와 두뇌의 활용이 필요한 시점이라고 생각되어진다. 인간의 사고활동에 대하여 두뇌와 기능 상태를 과학적으로 조사하는 방법으로 뇌파 측정이 있다. 뇌파는 시간경과에 따라 계속적인 측정이 가능하여 피험자가 길고 복잡한 과제를 수행하는 동안 뇌에서 진행되고 있는 활동을 평가하는데 활용할 수 있다. 뇌파를 이용한 뉴로피드백 연구는 주요관심주제와 연구방법론에서 조금씩 차이가 있으나 자신의 의지에 의해 긍정적으로 뇌파를 생성시켜 인지능력을 향상시키고자 하는데 목적을 갖고 있으며 뇌의 항상성 자기조절능력을 향상시키는 최첨단과학 연구라 할 수 있겠다. 효과는 지난 40여 년간의 임상실험과 결과로 증명 되었으며, 앞으로 인간을 진화 시 킬 신기술 중의 하나로써 각광 받고 있다.

본 연구는 뉴로피드백 기술을 활용한 뇌 훈련을 통하여 자기조절 능력을 유도하고 나아가서 학업성취도를 향상하여 지적인 학습이나 학교생활에 융통 있게 대처할 수 있는 능력과 문제해결 능력의 향상을 보고자한다.

1.2 연구의 목적

자기조절 능력을 유도하기 위한 다양한 방법에 대해 논의되고 있지만 뉴로피드백과 관련된 효과성에

대해서는 부족한 바 본 연구에서는 초등학생들을 대상으로 뇌파를 측정하고 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 통한 특정한 부분의 뇌 기능의 향상이 자기조절 능력을 변화 시킬 수 있는가를 실제 실험을 통해 밝혀 보는데 목적이 있다. 본 연구의 목적은 구체적으로 다음과 같다.

첫째, 뉴로피드백 훈련이 초등학생들의 뇌 기능 변화에 어떤 영향을 미치는지를 연구하고자 한다.

둘째, 뉴로피드백 훈련에 의한 초등학생들의 뇌 기능변화가 실제로 자기조절능력에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

1.3 연구가설

자기조절 능력을 유도하기 위한 전전두엽 뉴로피드백 훈련이 뇌 기능지수 중에 자기조절 지수 에 영향을 미칠 것이라고 가설을 설정한 것은 자기조절 지수는 뇌의 자기 조절 능력을 수치화 한 것이다. 하위지수인 기본 상태는 개인의 성격, 심리상태, 생활태도, 학습 능력, 업무능력 등과 밀접한 관계가 있다. 최대편차는 기본상태의 최고 점수와 최저점수의 차이이며 최대편차가 적을수록 최적화 된 것을 의미한다. 훈련모드는 기본상태중에서 가장 낮은 점수와 가장 낮은 가중치를 가진 상태를 말하며 상승 하는 것이 바람직하다.

1.3.1 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 자기조절지수・훈련모드・최대편차에서 차이가 있을 것이다.

1.3.2 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 자기조절 능력에서 차이가 있을 것이다.

.

1.4 용어의 정리

1.4.1 뉴로피드백

뉴로피드백의 가장 기본이 되는 원리이자 목적이기도 하다[3]. 즉 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.

1.4.2 뇌파

뇌세포간의 정보 교환 시 발생되는 전기적 신호를 뇌파라고 한다. 뇌파는 뇌의 활동 상태와 활성상태를 보여주는 중요한 정보를 가지고 있으며, 의식 상태와 정신 활동에 따라 변하는 특정한 패턴이 있다. 인간의 뇌에서 나오는 뇌파는 [표 1]과 같다. 뇌파 측정은 객관적, 비침습적, 연속적으로 간단하게 두뇌 기능 상태를 실시간으로 평가할 수 있는 매우 우수한 신경과학적 검사법이라 할 수 있다[4].

[표 1] 뇌파의 종류와 특성

뇌파 종류	상태	파 장 대	의 식 상 태
델타(δ)파	↑	0.1 - 3 Hz	깊은 수면, 뇌 이상상태
세타(Θ)파	서파	4 - 7 Hz	수면 상태
알파(α)파		8 - 12 Hz	이완 및 휴식 상태
SMR		12 - 15 Hz	주의 상태
낮은 베타(β)파	속파	16 - 20 Hz	집중, 활동상태
높은 베타(β)파	↓	21 - 30 Hz	긴장, 흥분, 스트레스상태

1.4.3 뇌기능 지수

한국정신과학연구소에서 개발한 뇌기능 분석 프로그램인 BQ Test를 이용하여, 각 주파수 대역별로 측정한 뇌파 수치들의 비율 분석을 통해 구한 지수들을 기반으로 뇌의 기능을 종합 평가하는 지수이다[5].

[표 2] 자기조절지수와 기본상태의 특성

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, 활동면

2. 연구 방법

2.1 연구 설계

본 연구는 초등학생들의 자기조절 능력에 전전두엽 뉴로피드백 훈련이 미치는 영향을 분석하기 위한 비동등성 전후 설계 유사 실험 연구이다.

2.2 연구 대상

2008년 1월부터 2008년 12월까지 B. 뇌훈련 센타에 자기조절 능력 및 학업 성취도 향상을 위하여 방문한 내담자 초등학생 52명(실험군 26명, 대조군 26명)의 뇌파를 검사하여 뉴로피드백 훈련 전과 훈련 후의 자기조절지수와 자기 조절 능력 변화를 보고자 하였다. 내담자의 의뢰시기가 각자 다르므로 실험군은 최초 훈련일로부터 훈련횟수 30회 이상인자, 대조군은 비훈련자를 대상자로 1차 내담시를 사전, 사후는 3개월 후 뇌파측정하여 비교하였다.

2.3 연구 도구

2.3.1 뇌파측정기

본 연구에 사용된 측정도구는 '한국정신과학연구소'에서 개발한 2 channel system 이동식 뇌파측정기를 컴퓨터에 장착하여 사용하였다. 뉴로피드백 시스템의 프로그램으로 고속 퓨리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)분석을 통한 주파수별 진폭의 세기를 구하였다. 진폭의 세기는 전압(μV)으로 나타내어 활성도(activity)값으로 사용되었다. 한국정신과학연구소(Neuro-feedback System, Braintech Corp., Korea)에서 개발한 뉴로피드백은 2 channel, 건식전극, 귓불전극을 한 개 사용, 시스템은 잘 알려져 있는 뇌파 측정기인 Grass System(USA)과의 좌우 뇌파 알파, 베타, 세타파 값에 대한 상관계수가 .916(p<.001)으로 나타나 신뢰도가 입증된 바 있다[6].

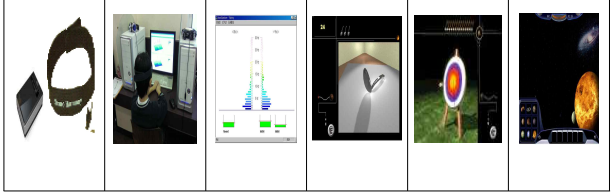
2.3.2 자기조절능력검사지

자기조절능력 검사 도구는 [7]이 개발한 자기조절 학습표준화 검사지를 초·중등학교 수준에 맞게 수정보완 한 것을 토대로 하였다. 검사영역은 1번부터 12번까지는 동기조절능력, 13번부터 22번까지는 인지조절능력, 23번부터 31번까지는 행동조절능력을 평가하며 3개영역 총 31개의 문항이며, 5점 Likert Scale 평정척도로 구성되어 있다. 이 검사는 도구의 신뢰도 계수는 .680으로 나타났다.

2.4 실험 방법

분석 프로그램으로 휴식, 주의력, 집중력 각기 1분씩 측정하여 가장 낮은 점수를 훈련 모드로 채택 일주일에 2회 내지 3회, 1회 훈련시간은 40분에서 60분 하였으며, 훈련방법은 헤드밴드에 부착된 가운데 전극인 FPz 부위를 전전두부인 이마 정 중앙에 오도록 머리에 적절한 세기로 매고 좌측 귓불에 기준전극을 연결한 다음 헤드폰을 장착하였다. 훈련 순서는 먼저 호흡으로 안정을 취한 후 긴장이완 훈련으로 '컵 만들기' 게임을 실시하였고, 그 다음은 주의력 훈련으로 '활쏘기'나 '행성 기억하기' 게임 등을 실시하였다.

soft & hard	뇌파측정	준비	이 완	각성	기억력
		Spectrum	컵	화살	행성



[그림 1] 뇌파 측정과 뉴로피드백 훈련 프로그램

2.5 자료 분석 방법

자료 분석은 *SPSS* 12.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 뉴로피드백 훈련 전과 후 실험군과 대조군의 집단 간의 차이를 알아보기 위하여 공분산 분석(ANCOVA)을 이용하였으며, 두 집단의 자기조절 능력 차이는 독립표본 *t* 검증을 이용하였다. 측정도구 신뢰도 검증은 *Cronbach Co efficient alpha*를 산출하였고, 모든 자료에 대하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 유의수준을 $^{*}p<.05$, $^{**}p<.01$, $^{***}p<.001$로 선정하였다.

3. 연구 결과 및 가설 검증

3.1 제 1가설 검증(자기조절지수·훈련모드·최대편차)

"전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 자기조절지수·훈련모드·최대 편차에서 차이가 있을 것이다." 라는 가설을 검증하기 위하여 공분산 분석을 한 결과 [표 3]과 같이 P=0.000 으로 유의미한 차이를 보였다. 자기조절지수는 자율적이며 자생적인 학습능력의 가능성과 뇌의 자기조절 능력을 수치화 한 것이다. 자기조절지수의 상승은 활동리듬을 통제할 수 있으며 자기조절능력과 무관하지 않다. 자기조절지수의 하위지수인 기본상태 평균은 25점정도이며 최대편차는 10점을 넘지 않는 것이 바람직하다.

[표 3] 자기조절지수(SRQ), 훈련모드, 최대편차 공분산분석 결과

	제 III 유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	p
자기조절전	1.705	1	1.705	.010	.922
뉴로피드백	3263.804	1	3263.804	18.457	$.000^{***}$
훈련모드전	5.760	1	5.760	.264	.610
뉴로피드백	349.944	1	349.944	16.051	$.000^{***}$
최대편차전	2.212	1	2.212	.090	.765
뉴로피드백	422.967	1	422.967	17.268	$.000^{***}$

$^{*}p<.05$, $^{**}p<.01$, $^{***}p<.001$

두 집단의 자기조절지수·훈련모드·최대 편차의 평균, 표준편차, 조정된 훈련 후 점수는 [표 4]와 같다.

[표 4] 두 집단의 평균, 표준편차, 조정된 훈련 후 점수

평가구분	집단	훈련 전		훈련 후		조정된 훈련 후	
		M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
자기조절지수	실험군	62.28	15.75	81.41	13.57	81.42	2.61
	대조군	63.50	8.45	65.57	12.75	65.56	2.61
훈련모드	실험군	18.12	4.00	24.69	4.46	24.69	.92
	대조군	18.08	2.54	19.50	4.80	19.50	.92
최대편차	실험군	14.12	5.25	8.08	3.87	8.06	.97
	대조군	13.12	4.30	13.77	5.76	13.79	.97

3.2 제 2가설 검증(자기조절 능력)

"전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 대조군에 비하여 자기조절능력에 변화를 일으킬 것이다" 라는 가설을 검증하기 위하여 t 검증 한 결과 [표 5]와 같이 뉴로피드백 훈련 전과 후 집단 간 차이는 P=0.000, P=0.038, P=0.004로 유의미한 차이가 나타났으며 이는 대상자의 동기조절능력, 인지조절능력, 행동조절능력이 증가하였음을 의미한다.

[표 5] 뉴로피드백 훈련 전과 후의 자기조절능력

훈련 전				
변인	실험군	대조군		
	$M\pm SD$	$M\pm SD$	t	p
동기조절 능력	37.08±3.55	36.08±3.44	1.031	.308
인지조절 능력	28.08±6.41	29.04±2.03	-.730	.471
행동조절 능력	25.58±4.61	26.35±2.38	-.756	.454
훈련 후				
변인	실험군	대조군		
	$M\pm SD$	$M\pm SD$	t	p
동기조절 능력	42.46±3.72	36.04±2.92	6.924	.000***
인지조절 능력	31.42±4.66	28.85±2.05	2.164	.038*
행동조절 능력	28.77±3.88	26.12±2.27	3.010	.004**

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

4. 결론 및 논의

연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 자기조절지수와 훈련모드, 최대편차에서 차이가 있을 것이라는 가설이 지지되었다. 둘째, 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 적용한 실험군은 자기조절 능력에 차이가 있을 것이라는 가설이 지지되었다. 이 연구에서의 의미는 자기조절 능력을 유도하기 위한 다양한 방법에 대해 논의되고 있지만 뉴로피드백과 관련된 효과성에 대해서는 부족한 바 본 연구에서는 초등학생들을 대상으로 뇌파를 측정하고 전전두엽 뉴로피드백 훈련을 통한 특정한 부분의 뇌 기능의 향상이 자기조절 능력을 변화 시킬 수 있는가를 실제 실험을 통해 밝혀보려는데 목적이 있었다. [8], [9]의 연구에서 아동의 자기주도 학습준비도가 고등학생이나 성인보다 높다고 하였다. 이결과는 초등학교에서부터 자기주도 학습능력이 길러질 수 있는 방법이 실시되어야 함을 시사해주고 있다. 또한 자기조절능력이 유의미하게 높아졌다는 것은 동기조절능력, 인지조절능력, 행동조절능력이 향상되었음을 의미한다. 뉴로피드백 훈련에 의하여 자기조절지수와 자기조절능력이 함께 긍정적으로 변화되었다는 것은 두 지표가 무관하지 않음을 시사한다고 본다. 이결과는 자기주도적 학습은 인간이 내재적으로 가지고 있는 지적 탐구심이나 학습동기가 자발적으로 발현될 때 효과적으로 이루어지는 것[10]으로 학생들에 있어서 자기주도 학습능력의 향상을 위하여 자기조절능력의 특성과 향상에 대한 분석이 선행되어야 함을 뒷받침해주는 결과이다. 또한 이 연구는 기존의 설문지와 문제풀이 방식만을 통한 간접 분석결과와는 달리 학습활동이나 정신작용을 객관화하기 위하여 개인이 지닌 뇌신경 생리학적 지표를 이용하여 신경과학적 연구방법을 적용한 것에 의의가 있다고 할 수 있다.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 전전두엽 뉴로피드백 훈련은 초등학생의 자기조절 능력을 유도하기 위한 효과적인 중재임이 검증되었다.

참고문헌

[1] 이영희, "신경(두뇌)피드백에 기초한 주의력 개선",한국지체부자유아 교육학회지. 40, 197-212 2002.

[2] 박종미, "고등학생의 스트레스 원인과 그 대처방식에 관한 연구", 관동대학교대학원, 석사학위논문, 1998.

[3] 김동구, 박형배, 안영우, "Neueodeedback 원리와 임상응용스트레스연구", 13(2), pp. 93-98, 2005.

[4] 김대식, 최창옥, "뇌파 검사학", 고려의학, 2001.

[5] 박병운, "뉴로피드백 입문", (재)한국정신과학연구소, 2005.

[6] 김용진, "학습활동의 뇌파분석에 기초한 두뇌순환 학습 모형의 개발과 과학학습의 적용", 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2000.

[7] 송인섭, "지능 및 창의성과 학업성취간의 연구에 대한 메타분석", 한국아동교육학회, Vol. 15, No. 4, 167-186, 2006.

[8] 강윤정, 성인 학습자의 인지양식과 자기주도 학습의 관계에 관한 연구, 중앙대학교 대학원 석사학위 논문, 1996.

[9] 박영태, 현정숙, "아동의 자기주도적 학습능력에 영향을 미치는 관련변인 분석, 동아교육논총, 23, 23(11), pp. 95-118, 1997.

[10] 김매희, "성인과 청소년의 자기주도 학습특성에 관한 비교연구", 서울여자대학교 대학원 박사 학위 논문, 1993.