

심리적 처치프로그램에서 고등학교 학생들의 뇌파반응에 따른 수학불안의 변화¹⁾

한 세 호* · 고 상 숙**

수학불안은 부정적인 수학에 대한 자아개념을 형성 하게 할 뿐 아니라 학습 장애 요인으로 작용할 수 있기에 수학불안 요인을 찾고 그에 알맞은 처치 방안을 고안해내는 것이 중요하다. 이에 본 연구는 고등학교 학생들을 대상으로 수학 내적 요인, 학습 방법 요인, 시험 및 성적 요인, 수학 외적 요인을 감소시켜줄 수 있는 심리적 처치프로그램을 개발 하고, 개발된 프로그램을 적용시킴으로써 수학불안 감소에 어떠한 효과가 있는지를 연구하였다. 수원에 위치한 S 외국어고등학교 총 11명의 학생을 연구 대상으로 하였고, 10주간 심리적 처치 프로그램 실시 후에 수학불안과 뇌파검사를 측정하고, 이를 분석하였다. 분석결과 본 프로그램의 지속적인 심리적 처치는 어느 정도 수학불안 감소에 도움이 될 수 있으며, 수학불안에 대해 학생별 진단이 지필 검사지에 의한 일차적 분석에만 근거하지 않고, EEG에 의한 다차원적인 요인 분석의 가능성을 확인하는 계기가 되었다.

1. 서 론

1. 연구 필요성 및 목적

근래 우리나라 학생들은 PISA와 TIMSS와 같은 국제 성취도 평가에서 수학 성취도는 매우 높은 수준에 있지만 정의적 영역에 대해 참가국 중 매우 낮은 수준임이 보고되고 있다(정은영, 남민우, 김도남, 김혜숙, 박가나, 이봉주, 외 8인, 2010; 이종희와 김수진, 2010).

이에 대한 문제점을 해결하기 위한 노력으로 정의적 영역에서 가장 큰 영향을 미치는 변수를 분석한 이종희, 김수진(2010)는 수학에 대한 흥미에는 수학에 대한 자아개념을, 도구적 동기에

는 수학에 대한 흥미가, 수학에 대한 자기효능감에는 수학 성취도가, 수학 불안에는 수학에 대한 자아개념이, 수학에 대한 자아개념에는 수학에 대한 흥미가 각각 가장 큰 영향을 준다고 분석하였다. 또한 정의적 영역 중 윤락경, 전인호(2010)은 학습에 대한 기피현상, 수학에 대한 두려움이 '수학 공포증'으로 발전해 결국 수학에 대한 혐오감이나 수학에 대한 강한 부정적 느낌을 가지게 되는 수학불안에 주목하여 이를 방지할 경우 수학학습 장애 요인으로 작용할 수 있기에 수학불안 요인을 찾아 그에 알맞은 처치 방안을 고안해내는 것이 중요하다고 하였다.

최근 뇌 영상 기술이 날로 향상되어 발전하면서 심리학자와 뇌 과학자를 중심으로 수학적 연산과 관련된 신경 메커니즘 연구가 활발히 이루

* 수원외국어고등학교, hanscho@hanmail.net (제1 저자)

** 단국대학교, sangch@dankook.ac.kr (교신저자)

1) 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.
(NRF-2014S1A5A2A01011692)

어지고 있는데 주로 산술과제로써 단순한 덧, 뺄셈 계산에서부터 받아 올림이 있는 복잡한 계산까지를 사용하여 뇌의 어떤 영역이 활성화되는지 또는 어떤 뇌파의 특성을 지니는지와 같은 연구가 수행되었다. 이 중 Norton(2014) 연구는 수학교육자가 참여한 몇 안 되는 연구로써 초등학교 학생들이 분수계산을 할 때 포함제와 등분제에 따른 활성화되는 뇌 영역이 다르며 특히 포함제에서 영역은 공간지각 능력에 사용되는 영역과 같은 영역이 활성화되었음을 밝히는 연구로 수학의 각 세부 영역에 뇌 기반 연구도 활성화 될 수 있음을 보여주는 예라 할 수 있다. 더 나아가 수학학습의 다양한 집단들 가령 영재 학생과 일반학생, 또는 수학불안이 높은 집단과 낮은 집단들 간의 연구들이 주목을 받고 있다.

뇌 영상기법에 사용되는 방법에는 크게 fMRI²⁾과 EEG³⁾기법이 있다. fMRI는 혈류내의 산소포화도를 측정하여 뇌기능의 활성화 영역을 측정하는 것이고, EEG는 대뇌피질을 구성하는 신경세포군에서 발생한 뇌 전기 활동의 총화를 체외로 도출하고, 이 뇌파를 증폭해서 이해하는데 도움을 주는 도구이다. EEG는 상대적으로 경제 적이며, 피험자에 대한 위험이 적고 상대적으로 사용하기 쉬우며 측정 또한 용이한 장점이 있다.

최근 EEG 뇌 기반 측정을 통하여 나타난 수학불안증의 특징을 함수적 과제를 중심으로 연구한 석영민(2015)는 수학불안이 단순한 심리적 압박뿐 아니라 실제로 과제를 수행함에 있어 뇌 신경적인 영향을 미치고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 그러나 대학생 대상이라는 연구 제한점이 있어 수학불안으로 크게 고통 받고 있는 고등학생을 대상으로 한 뇌 영상기법을 활용 연구는 그 어느 때보다 필요한 시점이라 할 수 있다.

따라서 본 연구는 고등학교 학생들을 대상으

로 수학불안 요인인 수학 내적 요인, 학습 방법 요인, 시험 및 성적 요인, 수학 외적 요인 중 기존 연구자들이 다소 심각한 불안요소로 지목한 학습 방법 요인 해소에 중점을 둔 심리적 처치 프로그램 개발 하고, 개발된 프로그램을 적용시킴으로써 수학불안 감소에 어떠한 효과가 있는지를 연구하고자 하였다. 하지만 뇌파 및 뇌 영상 기기의 의한 측정을 포함한 연구에는 공간적, 시간적 요인뿐만 아니라 그 외 다수의 외적 요인에 의한 제약으로 인해 다수의 대상자를 확보하는데 어려움이 많다. 이런 연구는 의학 심리학 또는 스포츠 심리학 분야에서 각 개인의 특성에 초점을 두고 여러 가지 데이터를 제공하면서 수행되는 정성연구 방법을 활용한다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다. 첫째 심리적 처치 프로그램에서 학년과 성적에 따른 학생들의 수학불안 감소는 어떠한가? 둘째 심리적 처치 프로그램에서 학년과 수학불안 지수에 따른 학생들의 뇌파의 특징은 무엇인가? 본 연구를 위하여 각 연구대상자에 대해 사전 사후 수학불안 검사와 사후 뇌파 검사가 실시되었고, 연구자와 일대일 면담이 이루어졌다.

III. 이론적 배경

본 장에서는 문헌연구를 통하여 수학불안 요인을 찾아보고, 그 요인을 감소시켜줄 수 있는 심리적 처치 프로그램 개발 가능성을 탐색하였다. 또한 최근 함수과제를 중심으로 연구한 EEG 뇌 기반 측정에 대해 알아보고, 뇌파검사에서 나타난 수학불안증의 특징 대해 간략히 제시하고자 하였다.

2) functional Magnetic Resonance Imaging

3) Electroencephalograph

1. 수학불안 요인

수학은 다른 과목에 비추어 특이하게 수학불안 또는 수학 공포증이란 용어가 생겨날 만큼 수학 성취도에는 수학 능력 뿐 아니라 다양한 심리적 조건을 수반한다. 김보경 외(1996)는 수학 교육자 Lazarus(1974)가 정의한 수학공포증(4)을 예로 들면서 이를 방지할 경우 학생들은 수학에 대한 자신의 비관적 태도를 계속 합리화하게 되고, 그의 태도는 더 비관적이고 또 그러한 악순환은 더욱 나쁜 방향으로 진행된다고 지적했다. 이를 감소시키기 위해서는 먼저 수학불안 요인 분석이 요구된다. 허혜자는 여러 학자들이 제시한 수학불안요인들을 분석하여 <표 II-1>과 같이 5개의 상위요인과 19개의 하위요인을 제시하였다.

<표 II-1> 허혜자(1996) 수학불안 요인

수학 불안의 요인	수학교과요인	추상성, 교수방법, 언어 및 구조, 수학에 대한 선입견적 불안, 기초 기능 결여
	수학성취요인	성적, 자아개념, 시험
	인지요인 및 부정적 생각	일상생활에서의 수 불안, 부정적 생각, 인지양식, 부모의 태도, 이해, 선입관
	수학에 대한 태도	유용성, 남성영역, 수학학습 동기
	교사요인	권위, 교사

본 연구에 사용된 Ko & Yi (2011)의 수학불안 검사지는 허혜자(1996)의 수학불안 검사지를 참고하여 재구성한 것인데 수학 내적 요인, 학습 방법 요인, 시험 및 성적 요인, 수학 외적 요인인 총 4가지의 하위 요인으로 구분하여 구성하였다.

2. 수학불안 해소

수학 공포로 불릴 만큼 수학불안은 수학학습

에 매우 부정적인 영향을 끼치므로 정확한 요인 진단과 더불어 원인을 파악하여 이에 적절한 해소방안을 처치하는 것은 중요하다. 1980년대에 이후 미국에서는 수학 불안을 감소시켜 수학 성취도를 높이려는 수학불안 처치 프로그램이 교육학자들에 의해 개발 되었는데, Mathison(1979)은 수학 불안을 감소시키려는 중재 형태로서 교정 교육, 교과 과정 내용의 변화, 심리적 중재법, 통합적 접근법 등을 제시하였다. 심리적 중재로는 불안을 감소시키기 위한 상담 기법의 이용, 탈감법, 긴장이완법, 긴장 훈련, 행동 수정, 인지 훈련, 집단 또는 개별적 상담을 예로 들고 있는데, 특히 수학 불안이 아주 높거나, 수학 공부를 극도로 회피하는 학생, 문제 해결 시 큰 어려움을 겪고 있는 학생들에게 아주 유용함을 강조한다.

또한 허혜자(1996)는 수학불안을 감소시켜 주는 방법으로 심리중점 처치, 비심리 중점 처치, 두 가지를 혼합한 복합 처치 등과 함께 피드백 처치, 개인 교수 처치가 있다고 하였다. 이에 이지혜(2013)은 허혜자(1996)을 참고하여 우리나라 고등학생에게 가장 많은 요인을 진단하여 그에 맞는 해소방안을 제시하는 수학불안 처치 전략을 고안하였는데, 심리적 중점 처치 전략, 비심리적 중점 처치 전략, 복합 처치 전략, 피드백 처치 전략, 개인 교수 처치 전략이 이에 해당한다. 심리적인 측면에서 수학 불안 감소를 목적으로 하는 심리중점 처치전략은 근육 긴장-이완 훈련단계, 불안 위계표를 작성하는 단계, 근육이 이완된 상태에서 훈련 참가자가 작성한 불안 위계에 따라 그에 상반되는 이완상황을 만들어 불안감을 탈감해 나가는 단계로 구성된 체계적 탈감법이 대표적인 예로 제시되었다.

3. 뇌 교육 프로그램

4) 수학공포증이란 수학에 대한 불합리적이며 수학을 공부하는데 방해물 일으키는 두려움이다.

최근 혁신적인 과학기술의 발달은 뇌 과학적 연구 성과를 교육에 접목하고자 하는 시도가 확산되고 있다. 이유로 학습이 이뤄졌다는 것은 학습을 하고 있는 개인의 뇌기능과 능력이 극대화 될 수 있는 상황에서 가장 효율적인 학습이 이루어 질 수 있기 때문이다. 이에 자기주도 학습 능력 향상을 위한 뇌 교육 프로그램(Brain Intergration in Education: BIE)을 개발하여 이를 교수-학습활동에 적용하고 뇌 교육 프로그램의 효과를 검증하고자 했던 김은주(2010)는 좌·우 뇌를 통합적이고 균형적으로 사용하는 데 도움을 주는 뇌 교육 프로그램은 학습자의 통합적인 두뇌발달을 촉진하여 자기주도적 학습능력을 향상에 시사점이 있고, 뇌 교육 프로그램은 공교육에서 좌 뇌 중심의 교육방법에 대한 대안이 될 수 있음을 강조하였다. 본 연구에서는 학습 방법 요인을 감소시키기 위한 방안으로 김은주(2010)가 개발한 BIE 프로그램을 보완하여 구체적으로 활용하고자 하였다.

4. 뇌 영상기법

EEG 뇌 기반 측정을 통하여 나타난 수학불안 증의 특징을 함수적 과제를 중심으로 연구한 석영민(2015)의 연구는 국내 수학교육분야에서 최초로 이뤄진 뇌 기반 연구이다. 대학생을 대상으로 측정을 위한 함수과제로는 표상 간에 활동으로써 그래프에서 함수식의 전환(G 과제)이 함수식에서 그래프 전환(F 과제)이다. 수학불안 집단에 상관없이 F 과제보다 G 과제에서 더 많은 작업 기억을 할애함을 알 수 있었고, 또한 두 과제 모두에서 수학불안이 높은 집단이 낮은 집단보다 더 많은 뇌파의 진폭과 범위를 사용하고 있음을 발견하였다. 이 결과는 함수과제만을 연구했던 선행연구와 일치하는 부분이 있었지만 함수과제를 통해 수학불안을 조사한 최초의 연구

라고 할 수 있다. 이렇듯 수학교육에서 뇌 기반 연구에 대한 기초적 연구로써 중요한 의미를 가지나 함수과제에서 나타나는 현상을 조사하였을 뿐 참여자들의 수학불안 감소를 위한 처치프로그램을 사용하지 않았다.

본 연구에서는 수학불안에 노출되어 있는 고등학생들을 대상으로 심리적 처치 프로그램을 통해 어떤 변화가 있는지를 조사하는 것이다. 검사지만을 의존하지 않고 뇌 영상기법을 함께 활용한 연구는 그 어느 때보다 필요한 시점이라 할 수 있다. 뇌 영상기법의 발달은 정량적이고 객관적인 자료를 얻을 수 있는 길을 열어 주었고, 이는 수학불안과 뇌파측정에 의한 정답율과 반응시간 사이의 상관관계 규명에 큰 도움이 될 수 있다. 김남희(2013)의 연구에서는 뇌파의 활성 정도를 델타(0-3Hz), 알파(8-13Hz), 베타(13-30Hz), 감마(30-50Hz)등의 대역별로 분류하였는데, 상대적으로 우세한 뇌파를 계산할 수 있는 상대과위 분석을 사용하였다. 뇌파는 눈을 감고 안정상태일 때, 눈을 뜨고 안정상태일 때, 과제 수행 시간으로 나누어 각각 20초씩 측정하였다.

III. 연구방법

뇌파 및 뇌 영상 기기의 의한 측정을 포함한 연구에는 공간적, 시간적 요인뿐만 아니라 그 외 다수의 외적 요인에 의한 제약으로 인해 다수의 대상자를 확보하는데 어려움이 많다. 본 연구는 심리적 처치프로그램에 의한 학생들의 수학불안이 어떻게 변화하는지를 이해하는 것이므로 정성적 연구방법을 사용하는 것이 바람직하다. 하지만 측정에 의한 데이터를 분석하는 것이 포함되므로 어느 정도 정량적인 데이터를 함께 사용하여 분석이 이루어졌음을 상기할 필요가 있다.

1. 수학불안 감소를 위한 프로그램 개발

가. 심리적 처치에 사용된 프로그램 개발

본 연구에서는 학생들의 수학불안의 정도를 파악하기 위하여 Ko & Yi(2011)가 개발한 수학불안 검사지를 사용하였다. Ko & Yi(2011)는 허혜자(1996)의 검사지를 재구성하여 수학 내적 요인, 학습 방법 요인, 시험 및 성적 요인, 수학 외적 요인인 총 4가지를 하위 요인으로 구분한다. 그 중 학습 방법 요인은 상기 연구자들에 있어 불안정도가 상대적으로 높게 나타난 것으로 보고하고 있으며, 본 연구에서도 다른 요인들과 더불어 특히 학습 방법 요인 감소에 보다 중점을 두고 프로그램을 개발하였다.

양명희(2000)는 자기주도 학습능력의 하위요인을 인지, 동기, 행동으로 총 3가지로 구분하였다. 이 중 동기, 행동 요인을 Ko & Yi(2011)의 수학불안 하위 요인 중 학습 방법 요인과 직접 연결하기에는 다소 무리가 따를 수 있지만 많은 면에서 유사함을 찾을 수 있었다. 양명희(2000)가 제안한 자기주도 학습능력의 하위요인을 토대로 김은주(2010)는 자기주도 학습능력을 향상시키기 위한 뇌교육 프로그램(Brain Intergration in Education: BIE)을 개발하였다. 이에 따라 우리는 학습 방법 요인을 감소시키기 위한 방안으로 김은주(2010)가 개발한 BIE 프로그램을 보완하였다.

프로그램 구성은 3차례 수정 보완되었으며, 이를 위해 문헌고찰(본 연구관련 선행연구조사 및 분석) ▶ 프로그램 구성(온라인, 오프라인 전문가회의) ▶수학교사 대상 설문 실시(인터넷에 탑재로 프로그램 구성 피드백)와 같은 절차와 방법을 사용하여 수학불안 요소 중 학습 방법 요인을 감소시키기 위한 프로그램을 수정·보완하였다. 이를 정리하면 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 프로그램 전체 구성 내용

차시	프로그램	설명	학습방법 요인
1	$\lim_{(n) \rightarrow \infty}$	뇌의 무한한 가능성을 통하여 자신감을 향상시킬 수 있다.	동기유발 요인
2	목표를 향한 나의 뇌	학습의 필요성을 미래의 직업과 연관시켜 생각해 본다.	동기유발 요인
3	한계 뛰어넘기	몇 가지 프로그램을 통해 인내심을 향상시킬 수 있다.	자기통제요인
4	Time ⇔ Money	시간 관리를 통한 효과적인 나만의 학습방법 찾기	학습방법 및 경험요인
5	Help me!	문제해결에 필요한 단서나 실마리를 동료에게 도움을 청하여 해결할 수 있다.	학습방법 및 경험요인
6	$\lim_{(n) \rightarrow \infty}$	뇌의 무한한 가능성을 통하여 자신감을 향상시킬 수 있다.	동기유발 요인
7	목표를 향한 나의 뇌	학습의 필요성을 미래의 직업과 연관시켜 생각해 본다.	동기유발 요인
8	한계 뛰어넘기	몇 가지 프로그램을 통해 인내심을 향상시킬 수 있다.	자기통제요인
9	Time ⇔ Money	시간 관리를 통한 효과적인 나만의 학습방법 찾기	학습방법 및 경험요인
10	Help me!	문제해결에 필요한 단서나 실마리를 동료에게 도움을 청하여 해결할 수 있다.	학습방법 및 경험요인

차시의 개발과정에는 수학교육 전공 교수 1인과 고등학교 현장 교사 2인이 한 조가 되어 5차시 활동을 개발하였고, 수학교육 전공 교수, 연구원, 현직교사 등의 8인으로 구성된 자문위원단으로부터 프로그램 구성에 대한 타당도 검증을

받아 프로그램 전체 구성 내용이 완료되었다.

특히 수학불안 감소를 목표로 뇌 능력의 무한 가능성, 자신의 진로와 연관된 동기유발, 인내심 향상, 효율적인 시간관리, 더불어 함께하는 학습으로 내용을 구성하였다. 뇌부이치치 동영상과 같은 감동적인 내용이 포함된 뇌 능력의 무한 가능성영역은 중요한 항목이라 할 수 있어 선행 연구를 바탕으로 다른 주요활동5)과 함께 포함하였으며, 가능한 간소화를 피하여 현장에서 수행하기에 용이하도록 3~4가지 활동으로 제한하였다. 3차시의 한계 뛰어넘기 활동은 10분 정도로 압축하여 남은 7차시 전반에 수시로 반복 진행되었다. 1차시는 교사 또는 동아리 반장 주도하에 뇌의 무한 가능성에 관한 이야기와 사례를 들어주며 진행하였고, 2차시는 자신의 미래에 대한 진로와 수학과와의 연관성을 생각할 수 있는 시간을 주고 이를 활동지에 기록하고 발표하는 시간으로 구성하였다. 4차시는 수학학습에 대한 자신의 어려움을 이야기하고 효과적인 나만의 학습방법을 찾는 활동을 하였고, 5차시는 수학기해 해결에 필요한 단서나 실마리는 어떻게 효율적으로 찾을 수 있는 지에 대한 토의로 진행되었다. 프로그램 구성은 학생들에게 익숙하지 않은 점을 고려하여 2회 반복을 통한 총 10차시로 구성하였다.

2. 현장 적용 과정

가. 연구대상

본 연구의 대상은 경기도 소재한 S 고등학교 2학년 여학생 6명과 1학년 여학생 5명이다. 모두 심리학에 관심이 있는 심리동아리 부원 학생들로 본인의 희망에 의해 자원하여 본 연구에 참

여하였다.

<표 III-2> 학생들의 성적

성명	1학기 내신(등급)	모의고사(등급)
학생 1-1	8	4
학생 1-2	9	3
학생 1-3	7	4
학생 1-4	3	2
학생 1-5	5	4
학생 2-1	6	3
학생 2-2	6	2
학생 2-3	5	1
학생 2-4	5	1
학생 2-5	3	2
학생 2-6	1	1
평균	5.27	2.45

개인 사정으로 학생1-5학생은 사전 사후 수학불안 검사지 검사를 참여하였으나 뇌파검사에는 참여하지 않아 뇌파검사는 총 10명이 참여하였다. 외국어고등학교 인문계 학생들로 전국단위와 비교했을 때 수학적성이 상위수준의 학생들이고, 개인별 성적은 <표 III-2>와 같다.

나. 적용 절차

학생들이 연구에 참여한 기간은 2015년 8월 20일에서 11월 20일까지로 총 10차시의 프로그램 내용이 사용되었다. 활동 장소는 동아리 교실을 사용하였고, 활동 시간은 일주일에 한번 있는 목요일 2시간 CA활동시간 중 1시간을 본 연구의 프로그램 수행에 할애 하였다. 진행 과정상 2학년 학생들과 1학년 학생들의 차이점은 본 연구자가 2학년 학생들과는 20분씩 2차례 정도 더 면담시간이 있었다는 점이다. 지도 교사는 본 연구자로 경력 20년차인 수학교사이며 본 연구에

5) 두뇌 체조, 에너지 집중명상, 특정 동작을 일정시간 유지하면서 좌·우뇌의 평형감각과 집중력을 향상 시켜 인내심을 길러주는 HSP Gym

참여한 11명의 학생들이 프로그램에 자유롭게 참여할 수 있도록 안내자 역할을 하였다. 대부분의 프로그램은 활동 하루 전에 제공되었고 2학년 학생들이 주도적으로 활동을 이끌었다.

다. 자료수집 및 분석

방과 후 활동시간에 학생들을 대상으로 사전 검사로 Ko & Yi(2011)가 개발한 수학 불안 검사지를 활용하여 수학불안 정도를 측정하였고, 10차시의 프로그램이 끝난 후 사후검사를 실시하였다. 또한 사후 검사 후 1주일 동안 뇌파 기기를 활용하여 뇌파를 측정하였는데 11월 20일에서 11월 27일까지 1주일 동안 개인별로 측정하였다. Brain Products사의 Brain Vision Standard V-AMP를 본 연구의 측정 기기로 사용하였으며 뇌파측정은 시각자극을 이용한 사건관련 유발전위(ERP) 측정법을 이용하였다. 측정 전극은 16채널을 이용하였으며 추가로 양쪽 귀에 저항 전극을 부착하였고, 측정을 위한 소프트웨어로 Brain Vision standard사의 Professional Recorder로 뇌파를 관찰하였으며, 분석프로그램은 Analyzer를 사용하였다. 측정과정은 실험대상자가 입장한 후 10분가량 뇌파측정기를 착용하고 전극을 조정하는 10분간의 뇌파안정화 단계를 거친다. 안정화 단계 후 E-Run 프로그램을 실행하여 산술과제⁶⁾와 함수적 과제를 수행하도록 하였다. 아울러 학생들이 수행한 수학불안 사전, 사후 검사지, 활동 교사 관찰지, 활동상황을 녹화한 비디오 파일, 뇌파 자료, 연구진(수학교육전문가 4명, 현장교사 2명)의 회의 자료와 각종 기록물 등의 자료를 수집하였다. 먼저 사전·사후 검사지에 나타난 변화를 분석하였고, 다음으로는 사후 검사지에 나타난 자료와 뇌파검사 결과와의 관련성을

다각도로 분석하였다. 또한 현장 적용 과정을 통해 얻어진 결과들은 개발된 심리치치 프로그램의 적절성 및 타당도 검증을 위한 자료로 활용되었으며, 이를 토대로 프로그램 내용과 구성이 연구결과물로써 최종적으로 수정·보완되었다.

라. 함수적 과제를 사용한 뇌파검사

일찍이 수학적 사고의 핵심으로 학교수학에서 주목을 받고 있는 함수적 사고는 대수, 기하, 확률과 통계, 해석분야까지 함수적인 관점에서 해석이 가능하도록 하였고, 다양한 수학 내·외적 문제 또한 함수적으로 보고 해결하는 등 함수적 사고 능력과 태도의 개발은 학교수학에서 매우 중요한 목표가 되었다. 이에 비해 최근 EEG를 활용한 수학불안 연구 대부분은 간단한 덧셈으로 구성 문항을 뇌파연구과제로 삼고 있다. 이에 석영민(2015)는 일차식과 이차식의 함수 그래프와 식을 보여주며 수학불안을 탐구한 Thomas 외(2010)연구를 참고하여 이차함수 기본형 $y = a(x+p)^2 + q$ 인 형태를 변형시켜 뇌파연구과제로 개발하였다. 그래프-함수식 전환(G 과제)은 그래프가 먼저 제시되어 함수식으로 전환하는 과제이고, 함수식-그래프 전환(F과제)은 반대로 전환하는 과제이다. 산술과제 20문항, 그래프-함수식과제 20문항, 그리고 함수식-그래프과제 20문항을 해결하도록 하여 각 학생당 총 60문항의 과제를 수행하는 동안 뇌파와 정답률과 반응시간이 측정되어 저장된다. 이 때 산술문제는 본 과제와 상관없이 학생들의 뇌 활동을 안내하는 역할을 하여 함수과제에 뇌 활동이 충분히 자극될 수 있도록 선행자로서 사용되는 것이다. 이와 같이 함수적 과제를 사용한 뇌파검사는 대학생

6) 뇌는 활성화 과정이 필요하다. 본 과제인 함수과제를 제대로 수행하게 하려면 선행적으로 뇌의 작업기억을 확보하기 위한 준비단계를 거치는 것이 일반적이다. Sheffield, 외(2007) 연구에서는 산술과제 수행 전에 6개의 철자를 미리 제시하였다.

대상이라는 것과 처치프로그램과는 무관하다는 연구 제한점이 있다. 따라서 고등학생을 대상으로 함수적 과제를 사용한 뇌파검사가 요구된다.

IV. 연구결과 및 분석

1. 사전·사후 수학 불안 검사지 결과

1학년 학생들의 검사지 결과 평균은 3.3점으로 있고, 2학년 학생들의 평균은 3.4로 1학년보다 약간 높은 편이었다. 1학년 학생 중 3명, 2학년 학생 중 3명이 3.5이상의 점수를 받아 수학 불안이 다소 높은 학생으로 반별 되었다. 이들의 수학 불안 요인 중 가장 높은 점수를 받은 요인은 ‘성적 및 시험에 대한 요인’으로, 특히 ‘수학시간에 친구들이 내가 모르는 것을 알고 있을 때 불안하다.’와 ‘내 수학 성적을 다른 아이들이 알게 될까봐 불안하다.’는 항목이 가장 높은 점수를 받았다. 반면 가장 낮은 점수를 받은 요인은 ‘학습 요인’인데 ‘왜 수학을 공부해야 하는지 몰라서 불안하다’는 항목이 가장 낮은 점수를 받았다. 위 결과는 수학 불안 측정 및 분석을 시도했던 Ko & Yi(2011) 연구와 석영민(2015)의 자연계 대학생 연구와 약간 다르게 도출되었다. 전자의 연구에서는 시험 및 성적불안이 가장 낮은 반면 수학의 외적 요인이 가장 높게 집계되었고, 자연계 대학생들을 대상으로 한 후자 연구는 ‘학습방법 및 경험 요인’에서 가장 높았고, ‘성적 관련 요인’에서 가장 낮았다. 반면 석영민(2015)의 인문계 대학생들은 ‘성적과 시험 요인’에서 가장 높은 불안요인으로 나왔는데 이는 인문계 학생들로만 구성된 본 연구결과와 일치하였다.

<표 IV-1> 수학불안 사전 검사 결과

불안요소	1학년 사후검사 (5명)	1학년 사후검사 (5명)	2학년 사전검사 (6명)	2학년 사후검사 (6명)
수학내적	3.5	3.0	3.6	3.3
학습	3.1	3.0	3.2	2.7
성적 및 시험	4.0	3.7	3.6	3.4
수학외적	3.3	3.0	3.1	2.7
평균	3.5	3.2	3.4	3.0

사후검사 결과는 1학년의 수학불안 평균이 3.5에서 3.2으로 0.3만큼 감소하였고, 2학년도 평균이 3.4에서 3.0으로 0.4만큼 감소하였다. 1학년에서는 수학내적 요인이 가장 많이 감소한 반면, 2학년에서는 학습요인이 가장 많이 감소하였다. 학습방법 요인에 초점을 둔 심리적 처치프로그램을 적용한 이후에도 여전히 성적 및 시험 요인이 수학불안의 다른 요인보다 높게 나타났는데 이는 성적 및 시험에서 수학불안을 감소하기 위해서는 본 연구의 심리적 처치프로그램에 함수의 인지적 사고향상에 목적이 있는 비심리적 처치프로그램과도 복합적으로 사용한다면 더 효과적일 수 있음을 내포한다.

연구 참여자 전체의 사전수학불안 검사지 평균은 3.4였고, 사후 수학불안 검사지 평균은 3.1이었다. 3.0을 기준으로 수학불안이 높은 그룹은 1학년 3명 2학년 3명이었고, 이에 수학불안이 낮은 그룹은 6명 그리고 낮은 그룹은 5명으로 분류되었으며, 분포는 다음과 같다.

<표 IV-2> 학년별 수학불안 집단의 분류

집단	수학불안 높음	수학불안 낮음
1학년	3명	2명
2학년	3명	3명
평균	6명	5명

그러나 뇌파검사에서는 수학불안이 높은 1학년 학생 1명이 참여를 하지 않아 수학불안이 높은 학생과 낮은 학생의 비율은 동일하였다.

2. 사후 뇌파검사에서의 정답률과 시간

참여자들의 성취수준이 전국단위 학생들보다 상위 수준의 학생들로 두 과제 모두에서 95% 이상의 높은 성취도를 나타냈다. 함수식-그래프 과제와 그래프-함수식 가제에 대한 학년별, 그룹별 정답률은 다음과 같다.

<표 IV-3> 함수식-그래프 과제에 대한 학년별, 그룹별 정답률

집단	1학년	2학년
HMA	100%	95%
LMA	97.5%	95%

<표 IV-4> 그래프-함수식 과제에 대한 학년별, 그룹별 정답률

집단	1학년	2학년
HMA	95%	91.7%
LMA	95%	91.7%

대신 2학년 학생들은 현재 이차함수를 학습하고 있는 1학년 학생들에 비해 약간 낮은 성취도를 보이고 있다. 함수식-그래프 과제 반응시간은 1학년 학생들의 평균 0.81초인데 비해 2학년 학생들의 반응시간은 1.04초로 이차함수를 배우고 있는 1학년에 비해 반응 속도가 0.23초 느리게 반응하였다.

<표 IV-5> 함수식-그래프 과제에 대한 학년별, 그룹별 반응시간

집단	1학년	2학년	평균
HMA	0.861초	1.086초	0.97초
LMA	0.767초	1.003초	0.89초
평균	0.81초	1.04초	0.93초

<표 IV-6> 그래프-함수식 과제에 대한 학년별, 그룹별 반응시간

집단	1학년	2학년	평균
HMA	1.368초	1.800초	1.58초
LMA	1.082초	1.393초	1.24초
평균	1.23초	1.60초	1.41초

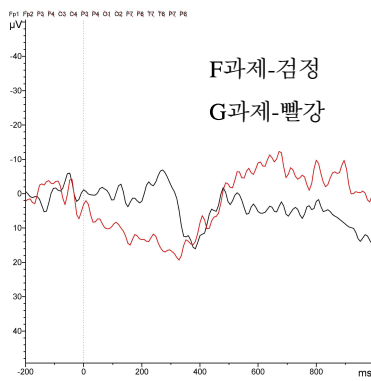
수학불안이 높은 그룹의 함수식-그래프 과제의 반응시간은 0.97초이고, 그래프-함수식 과제에 대한 수학불안이 높은 그룹은 1.58초로 0.61초의 반응시간 차이가 보였다. 반면 수학불안이 낮은 그룹의 함수식-그래프 과제의 반응시간은 0.89초이고, 그래프-함수식 과제에 대한 수학불안이 낮은 그룹은 1.24초로 0.35초의 반응시간 차이가 있었다. 따라서 수학불안이 낮은 그룹의 학생들은 그래프-함수식 과제를 해결하는데 있어 수학불안이 높은 그룹에 비해 반응시간이 짧게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 대학생으로 한 석영민(2015)의 연구와 일치하였다.

3. 수학과제에 따른 수학불안 각 집단들의 반응

뇌는 어떠한 자극에 대해 반응의 결과로 나타나는 전위차를 가지게 되는데 이를 뇌파검사를 통해 측정할 수 있다. 본 연구에서는 함수과제를 보면서 정답, 또는 오답에 대한 반응을 보이고 있는 학생들의 뇌파 결과를 가지고 집단 간의

반응을 분석하였다.

[그림 IV-1], [그림 IV-2]는 2학년 학생들의 뇌파검사 결과로써 검은색은 F과제를 수행한 것이고, 빨간색은 G과제를 수행한 결과이다. 수학불안이 높은 학생들은 수학불안이 낮은 학생들에 비해 양극전위가 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다. 또한 수학불안이 높은 그룹에서는 F 과제 보다는 G 과제에서 수학불안이 높다는 것도 알 수 있다.



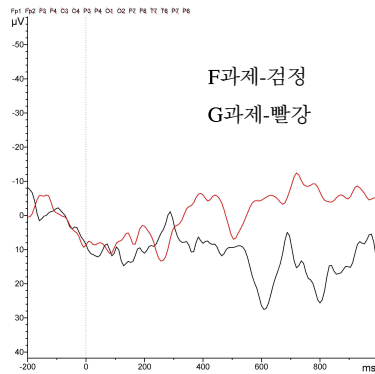
[그림 IV-1] HMA - 2학년



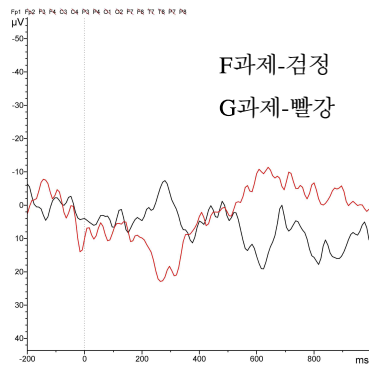
[그림 IV-2] LMA - 2학년

특이한 점은 수학불안이 낮은 2학년 그룹에서는 F 과제와 G 과제에서 큰 차이는 발견되지 않고 있으며, 이는 수학불안이 낮은 학생들에게 있

어서는 G 과제가 큰 부담이 되지 않고 있음을 알 수 있다. 반면 [그림 IV-3], [그림 IV-4]는 1학년 학생들의 뇌파검사 결과로써 검은색은 F 과제를 수행한 것이고, 빨간색은 G 과제를 수행한 결과이다. 2학년 뇌파검사⁷⁾와는 다르게 수학 불안이 낮은 그룹에서 양극 전위가 상대적으로 높게 나타나고 있다.



[그림 IV-3] HMA - 1학년



[그림 IV-4] LMA - 1학년

이는 수학불안이 높은 그룹과 낮은 그룹을 나눌 때 사전 검사지를 기준으로 나누었는데 1학년 학생들은 수학불안이 낮은 학생들이 사후 검사에서 수학불안이 약간 높아졌고, 반대로 수학

7) 2학년 학생들의 사후 수학불안지수에 의한 순위가 바뀌지 않은 반면, 1학년 학생들은 2명이 순위가 바뀌게 되었음.

불안이 높은 학생들은 수학불안이 상대적으로 많이 감소하여 수학불안 집단에 변화가 있었다. 뇌파검사에 참여한 1학년 학생들이 4명의 소수 인원이어서 일반화된 분석에 어려움이 따르지만 사후 검사를 기준으로 바꾸어 분석한다면 2학년과 크게 다르지 않다고 분석할 수 있다. 따라서 심리치치 프로그램을 실행 후 학생들은 수학불안에 대한 변화가 있었다는 것을 뇌파검사를 통해서도 확인 할 수 있었다.

4. 심리치치 프로그램 실행 후 학생 관찰

본 연구에 참여한 11명의 학생들은 실험 후 면담이 있었다. 그 중 분석이 필요한 4명의 학생들에 대해 면담결과를 바탕으로 프로그램 활동 진행시 특징과 프로그램 종료 후의 수학불안 상태에 대한 분석은 다음과 같다.

가. 수학불안이 높고, 학업성취도가 낮은 학생 2-1

학생2-1은 2학년 학생으로 심리치치 프로그램에 가장 적극적으로 참여하였으며, 프로그램을 동아리 학생들에게 실질적으로 적용하기 위해 계획 설계하는 리더의 역할을 수행하였다. 사전 검사의 수학불안이 2학년 중 2번째로 높은 학생이었지만, 프로그램 시행 후 가장 많이 불안지수가 낮아진 학생이 되었다.

<표 IV-7> 학생 2-1의 변화

	사전	사후	차이
수학불안	3.92	3.06	0.86
내신성적	6	6	0
모의고사	3	2	1

내신 성적에서는 큰 변화를 찾지는 못했지만

전국모의고사에서는 상승한 성적으로 보였다. 프로그램에 참여 후 소감을 묻는 질문에 학생은 다음과 같이 대답하였다.

수학불안 심리를 해소하려는 시도 자체가 있었다는 것이 나에게 소중한 시간이었다. (중략) 프로그램을 계획하고 부원들과 실행하면서 수학문제를 풀 때 마음가짐이 달라진 것을 부정할 수 없는 사실인 것 같다. 수학 뿐 아니라 학습전반에 적용 가능한 심리실험이라 생각한다.

특히 학생2-1은 모든 활동에 적극적으로 참여하였지만 특히 동기유발요인을 감소시키는 활동으로 감동적인 동영상 시청에서 눈물을 보이는 등 타 학생들에 비해 감수성도 높았고, 감동을 많이 받고 있음을 관찰할 수 있었다.

나. 수학불안이 낮고, 학업성취도가 상인 학생 2-3

학생2-3은 2학년 학생으로 심리치치 프로그램에 적극적으로 참여하였다. 사전 검사의 수학불안이 2학년 중 제일 낮은 학생이었고, 프로그램 시행 후 2번째로 불안지수가 낮아진 학생이 되었다.

<표 IV-8> 학생 2-3의 변화

	사전	사후	차이
수학불안	2.58	2.00	0.58
내신성적	3	1	2
모의고사	1	1	0

내신 성적에서는 큰 변화를 가져왔고, 전국모의고사에서는 높은 성취도를 보이고 있다. 프로그램에 참여 후 소감을 묻는 질문에 학생은 다음과 같이 대답하였다.

수학문제를 많이 접해도 개념이 순간순간 기억 나지 않을 때가 있다. 그럴 때마다 조금씩 불안해지곤 하는데 개념을 시간들여 보는 것과 문제를 푸는 일 사이에서 항상 갈등하게 된다. 결국 문제를 풀게 되는 모습에서 불안감은 여전히 존재한다. (중략) 문제를 빨리 해결하는 것에 온 신경을 쏟고 있어 이직도 가장 큰 스트레스로 작용한다.

위 학생은 수학성적이 크게 오르고 수학불안 지수도 낮아지고 있지만 여전히 빨리 문제를 해결해야 한다는 불안에 사고 잡혀 있다고 면담에서 이야기하곤 하였다. 수학성취도가 오르고, 불안지수가 낮더라도 특정한 부분에 대한 수학불안이 있음을 관찰할 수 있었다.

다. 수학불안이 높고, 학업성취도가 높은 학생 2-6

학생2-6은 2학년 학생으로 심리처치 프로그램에 참여하였으며, 활동에 있어서도 적극성을 가지고 있었다. 사전 검사의 수학불안이 2학년 중 제일 높은 학생이었고, 프로그램 시행 후에는 3.37로 낮아 졌지만 여전히 높은 불안지수를 보이고 있다.

<표 IV-9> 학생 2-6의 변화

	사전	사후	차이
수학불안	4.06	3.37	0.69
내신성적	1	3	2
모의고사	1	1	0

내신 성적에서는 1학기 보다 저조한 성적을 얻었고, 전국모의고사에서도 다소 하락한 성적으로 보였다. 프로그램에 참여 후 소감을 묻는 질문에 학생은 다음과 같이 대답하였다.

수학은 중학교 때부터 항상 불안하게 여겨왔었다. 여전히 고등학교 1학년 때에도 지속되었는데 2학년에서 더욱 심해진 듯하다. 동아리 부원들과 균형 잡는 운동을 반복하고, 동영상 시청 등을 통해 '나의 가능성과 잠재력'에 대해 계속 의식하게 되었고 이를 통해 수학에 대해 수학을 긍정적으로 인식하게 하는 계기가 되었다.

특히 학생2-6은 프로그램 시작 전에도 수학 학습에 대한 심각한 불안 증세를 보였으며, 프로그램에 적극적으로 참여하여 다소 안정감을 느끼다가도 기말고사 이후, 다시 불안 증세를 보이고 있다. 학생2-6은 수학적 감각이 뛰어나며 수학성취도 또한 매우 우수한 학생임에도 '수학 수업시간에 질문을 받을까봐 불안하다.'와 '예전에 수학을 못한다고 선생님이나 부모님께 꾸중을 들은 적이 있어서 수학 공부할 때 불안해진다.' 그리고 '나는 수학에 소질이 없는 것 같아서 불안하다.' 등과 같이 최 상위 그룹의 수학실력을 가지고 있는 학생답지 않게 가장 높은 수학불안을 보이고 있다.

라. 학생 2-6의 변화4) 수학불안이 낮고, 학업성취도가 낮은 학생1-2

1학년 학생들 대부분이 2학년 학생들이 준비한 활동에 수동적으로 참여하였기 때문에 학생 1-2도 심리처치 프로그램에 다소 수동적인 모습이었다. 사전 검사의 수학불안이 1학년 중 매우 낮은 학생이었지만, 프로그램 시행 후 불안 지수가 3.29로 높아져 불안지수가 가장 많이 오른 학생이 되었다.

<표 IV-10> 학생 1-2 변화

	사전	사후	차이
수학불안	2.92	3.29	0.37
내신성적	9	7	1
모의고사	3	4	0

내신 성적에서는 2등급 향상된 변화를 보였으나, 전국모의고사에서는 다소 성적이 하락하였다. 프로그램에 참여 후 소감을 묻는 질문에 학생은 다음과 같이 대답하였다.

프로그램에 참여하면서 내가 어느 부분에 대해, 어떤 문제에 대해서 불안하고 초조한지 알수있었다. 내 무한한 가능성을 믿고 수학문제를 푸는 데 조금 자신감이 생겼고, 수학 시험을 보기 직전에 차분한 마음으로 공식을 다시 생각해 보는 시간을 가질 수 있었다. 아직 수학에 대해 자신감이 급속도로 올라간 것은 아니지만 수학을 받아들이는 데에 있어 좋은 변화가 생긴 것 같다. 이제 수학 문제를 풀 때 스트레스를 받지 않으려 노력한다.

특히 학생1-1은 추가 면담에서 수학 불안이 낮은 학생이었으나, 프로그램 후 다소 불안지수가 높아진 것에 대해 모의고사 시험 성적이 잘 나오지 않은 거에 대한 불안이 작용 했다고 진술하였다. 사후 검사지에서도 ‘힌트나 풀이 없이 혼자서 문제를 풀려고 하면 불안해진다.’를 가장 높은 불안요인으로 선택하였다. 면담에서는 프로그램에 참여해 심리적 안정감을 찾았다고는 했지만 사후 검사지 결과는 1학년 5명중 2번째로 높은 수학 불안을 보이고 있다.

V. 결론 및 논의

본 연구에서는 수학불안을 감소시켜줄 수 있는 심리적 처치프로그램을 개발하고, 개발된 프로그램을 고등학생에게 적용 한 후 그들의 수학 불안에 중점을 두었다. 이를 위해 함수과제를 사용한 뇌파검사를 측정하고, 좀 더 학생들의 수학 불안이 어떻게 변화하는지를 이해하기 위해 정성적 연구방법을 사용하였다.

1. 요약

본 연구의 연구문제에 대한 연구결과는 다음과 같다. 첫째 심리적 처치 프로그램에서 학년과 성적에 따른 학생들의 수학불안 감소는 어떠한가? 소수(11명)를 대상으로 한 사전수학불안 검사지 전체 평균은 3.4이었으나 심리 처치프로그램 적용 후 검사지의 평균은 3.1로 0.3정도의 불안지수가 낮아졌다. 이 수치는 많은 수의 대상자에 의한 비교가 아니라서 신뢰할만한 것은 아닐지라도 특히 1학년에서는 수학내적 요인이, 2학년에서는 학습요인에서 가장 많은 감소가 있었는데 처치프로그램이 심리적인 안정감에 초점이 있었기로 학습자의 내적인 요인이나 자신의 학습방법에서 변화가 있었던 것으로 보인다. 반면에 우수한 인문계 학생들로 분류되는 본 연구 참여자들은 시험 또는 성적과 관련 수학불안을 크게 느끼고 있었다. 따라서 수학불안을 감소시킬 수 있는 심리 처치프로그램은 집단별로 다르게 접근해야 함을 확인하는 계기가 되었다.

둘째 심리적 처치 프로그램에서 학년과 수학불안 지수에 따른 학생들의 뇌파의 특징은 무엇인가? 뇌파측정에서 수학불안이 높은 학생들은 G과제와 F과제 모두에서 수학불안이 낮은 학생보다 반응하는데 오랜 시간이 걸렸다. 이는 대학생을 대상으로 한 석영민(2015)의 연구와 일치하였다. 과제에 대한 반응시간이 1학년보다 2학년이 오랜 시간이 걸렸고, 정답률에 있어서도 1학년이 2학년 보다 높게 나타났다. 이는 함수단원을 현재 1학년이 배우고 있고, 2학년은 함수단원을 배우지 1년이 지나 함수적 사고의 재생 측면에 차이가 있음을 보여준다. 수학불안이 높은 집단과 낮은 집단의 뇌파를 분석한 결과 수학불안이 높은 집단의 뇌파가 낮은 집단의 뇌파보다 상대적으로 더 높은 진폭을 기록하였으며 이를 토대로 수학불안이 높은 집단이 낮은 집단보다

동일한 과제를 수행함에 있어서 더 많은 뇌의 작업 기억을 할애하고 있음을 알 수 있었다. 반면 수학불안이 낮은 2학년 학생들의 G 과제와 F 과제 수행의 진폭의 변화에서 상대적으로 더 낮은 진폭을 보이고 있는데, 이는 그래프에서 함수로 전환하는 G 과제에서조차도 수학불안이 낮은 2학년 집단이 다른 어떤 집단보다 부담스러워하지 않고 매우 자연스럽게 해결하였음을 확인 할 수 있었다.

또한 프로그램을 진행하면서 특정 학생들과의 면담은 개인별 수학불안 변화를 이해하는데 도움이 되었다. 학생 1-1은 심리 처치프로그램의 도움으로 평소 수학불안이 점점 나아지고 있다고 했지만 사후 검사 바로 전 수학 모의고사 성적을 확인하고 불안지수가 오히려 높게 나오기도 하였다. 특히 수학 불안이 높고 학업성취도 또한 높은 학생 2-6은 ‘수학 수업시간에 질문을 받을까봐 불안하다.’와 ‘예전에 수학을 못한다고 선생님이나 부모님께 꾸중을 들은 적이 있어서 수학 공부할 때 불안해진다.’ 그리고 ‘나는 수학에 소질이 없는 것 같아서 불안하다.’ 항목에서 심리 처치 후에도 매우 큰 불안을 보이고 있었다. 학업성취도가 높아도 수학불안이 높을 수 있음을 나타내주는 예로써 수학불안이 과거 수년간의 부정적 학습경험으로부터 누적되었음을 알 수 있으며 이것이 중재적 과정을 거치지 않고 지속된다면 수학공포로 발전 되어 수학 성적 하락에도 적지 않은 영향을 미칠 것으로 분석되었고, 수학불안 감소를 위해 향후 지속적인 상담과 관심이 요구된다고 볼 수 있다.

따라서 학생들의 수학불안을 줄이고자 심리적 처치프로그램을 수행하면서 수학불안의 처치는 일시적이며 한정적인 노력에서 해결되는 것이 아니라 학생의 잠재력을 기대하며 수학불안을 적어도 학교에 머무는 동안만이라도 지속적으로 줄이려는 노력이 학생, 학부모, 교사에게 앞으로

도 절실히 요구된다고 본다.

2. 심리처치 프로그램의 의미

수학불안 요소 중 학습 방법 요인을 감소시키기 위한 프로그램 내용과 구성은 다음과 같은 총 5회 이상의 검증과정을 거쳐 타당도와 신뢰도를 확보하였다. (1) 예비연구결과, (2) 본 연구의 실험결과, (3) 수학교육평가영역 자문위원단 검토, (4) 2회(중간, 최종)에 걸쳐 실시된 현장교사 검토진의 피드백을 통해 수정 보완이 이루어졌다. 특히 이 과정에서 일부 학생들은 수학불안에 대한 자신들의 심리 상담을 요청해 오기도 하였는데, 이는 활동의 피드백 차원에서 필요성을 느껴 최종 수정·보완에 참고가 되었다. 더욱이 고등학교 학생들의 수학불안에 대한 심리 처치 자료가 매우 미미한 현 시점에서 본 연구결과물은 수학 불안을 감소시켜줄 수 있는 프로그램 내용과 구성으로써 그 의의가 있다고 하겠다.

3. 제언

아울러 수학불안을 감소시켜줄 수 있는 적절한 심리적 처치프로그램의 개발과 그 효과를 과학적으로 검증할 수 있는 시스템에 대한 논의가 앞으로 후속연구로써 필요하므로 다음과 제언으로 마무리하고자 한다.

첫째, 본 연구를 위해 개발한 심리적 처치 프로그램은 외부 전문가로부터 프로그램 구성에 대한 타당도 검증을 받아 프로그램 전체 구성 내용이 완료되었다. 특히 수학불안 감소를 목표로 뇌 능력의 무한 가능성, 자신의 진로와 연관된 동기유발, 인내심 향상, 효율적인 시간관리, 더불어 함께하는 학습으로 내용을 구성하였는데 프로그램 구성은 학생들에게 익숙하지 않은 점을 고려하여 5차시가 2번 반복되는 구조를 가지

고 있다. 하지만 본 연구에서 개발한 심리적 처치프로그램은 학습 방법 요인 감소에 보다 중점을 두고 개발한 측면이 있다. 앞으로 학생집단의 수학불안 요소에 따른 맞춤형 교육프로그램으로써 수학불안을 감소시킬 수 있는 좀 더 다양한 형태의 심리적 처치프로그램이 개발되어야 한다.

둘째, 본 연구에서는 심리적 처치 프로그램을 함수과제에 대한 뇌파반응을 통해 수학불안의 변화를 조사하였다. 이 뇌파측정을 위한 스트룹 과제는 Thomas 외 (2010)가 시도한 것에 석영민 (2015)가 명료화한 것을 사용하였다. 수학에는 다양한 영역이 존재하고 이들 각 영역에 대한 학생들의 이해정도는 서로 다를 수밖에 없다. 따라서 다양한 영역에서의 스트룹 과제개발이 이루어져서 이를 수학불안과 관련지어 이들 영역으로의 확장이 이루어져야 한다. 뇌 기반 연구에서는 스트룹 과제 개발과 같은 기초적인 연구가 구성이 되어 수학영역에서 뇌파측정이 가능하므로 지속적인 후속연구가 이루어져야 한다.

셋째, 본 연구에서는 국제적으로 사용되고 있는 16채널의 독일회사 Brain Products사의 Brain Vision Standard V-AMP를 EEG 측정을 위해 사용하였다. 두피에 채널을 고정하여 16 곳의 뇌파를 조사한 것인데 특히 전두엽 부근의 뇌파가 선명하게 나타나 분석에 활용되었다. 이는 전두엽이 인지적 활동을 우선적으로 주관하기 때문이다. 앞으로 연구에서는 뇌파의 종류 간의 정답율과 반응시간은 무엇인지, 또는 기기들 간에 뚜렷한 차이는 무엇인지와 같은 미래 뇌 기반 연구에 직접적으로 도움이 되는 연구가 후속적으로 이뤄질 필요가 있다.

넷째, 측정을 기반으로 하는 연구에서 겪게 되는 어려움을 본 연구를 수행하는 과정에서도 발생하였다. 측정은 물리적인 준비에 만전을 다하였다 해도 학생 개인의 측정순간의 정서적 상태, 예를 들어 친구와 말다툼을 하였다하는 부정적

인 정서가 측정하고자 하는 의도를 방해할 수가 있다. 이런 부정적인 요소를 배제하고자 10분 정도의 시작 전에 눈을 감고 심호흡을 하게 하는 등을 노력은 하지만 완전히 극복되었는지는 잘 알 수 없는 것이다. 다만 외적인 전자파에 의한 방해 파는 최대한 제거하려고 노력하였다. 이러한 어려움으로 인해 많은 대상자를 확보하는 것이 필요하지만 이 또한 여러 외적인 요인으로 인해 순조롭지 않은 상황이 자주 발생할 수 있다. 향후 뇌파측정의 편의성이 증가하게 되면 이와 같은 상황은 개선 될 것이며, 나아가 쉽게 많은 표본을 얻을 수 있어 뇌파를 통한 과학적인 측정으로 자신의 수학불안을 집단의 평균 또는 이전의 자신과 쉽게 비교 가능하게 될 날이 도래할 것이라 기대한다.

참 고 문 헌

- 김보경, 조성희, 이군현(1996). 수학 불안 감소를 위한 심리학적 전략(대전 과학고등학교 수학 불안 감소 훈련을 중심으로). **한국학교수학회 논문집**, 15(3), 487-509.
- 김은주(2010). 자기주도학습능력 향상을 위한 뇌 교육 프로그램 개발 및 뇌파분석 연구. 국제 뇌 교육 종합대학원대학교 박사학위논문.
- 석영민 (2015). 뇌 기반 측정을 통하여 나타난 수학불안증의 특징: 함수적 과제를 중심으로. 단국대학교 석사학위논문.
- 양명희(2000). 자기조절학습의 모형탐색과 타당화 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤락경, 전인호 (2010). 수학불안 감소를 위한 수학 친화적 활동 프로그램 개발. **한국초등수학교육학회지** 14(3), 583-603.
- 이종희, 김수진 (2010). PISA 2003 결과에서 수학의 정의적 영역에 영향을 주는 변인 분석.

- 학교수학 12(2), 219-235.
- 이지혜(2013). **수학불안 연구논문 분석을 통한 불안 해소방안에 관한 연구(고등학생을 중심으로)**. 한양대학교 석사학위 논문.
- 정은영, 남민우, 김도남, 김혜숙, 박가나, 이봉주, 권점례, 최원호, 이인호, 조보경, 송민영, 최인봉, 김희경, 김소영 (2010). **국가수준 학업성취도 평가의 교과별 평가 틀 개발연구**, 연구보고서 CRE 2010-7. 서울: 한국교육과정평가원.
- 허혜자(1996). **수학불안 요인에 관한 연구**. 서울대학교 박사학위 논문
- Ko, H. K., & Yi, H. S. (2011). Development and validation of a mathematics anxiety scale for students. *Asia Pacific Education Review*, 12(4), 509-521.
- Lazarus, M. (1974). Mathophobia: Some personal speculations. *The National Elementary Principal*, vol.53, no.(2), pp.16-22.
- Mathison, M. A. (1979). Interventions in math anxiety for Adults. *ERIC Document Reproduction Service*, ED. 171-560.
- Norton. A. (2014). Mind, Mathematics, and Mental Action. **수학교육논총**, 46. 7-21.
- Thomas, M. O., Wilson, A. J., Corballis, M. C., Lim, V. K., & Yoon, C. (2010). Evidence from cognitive neuroscience for the role of graphical and algebraic representations in understanding function. *ZDM*, 42(6), 607-619.
- Sheffield, D. & Hunt, T. (2007). How does anxiety influence math performance and what can we do about it? *MSOR Connections*, 6(4), 19-23.

The Changes of Mathematics Anxiety Shown Brain-Based Measurement through a Remedy Program for High School Students⁸⁾

Han, Se Ho (Suwon Foreign Language High School)

Choi-Koh, Sang Sook⁹⁾ (Dankook University)

Nowadays technological instruments are advanced to measure brain waves called EEG. Also, it is important to find some facts that cause students to have mathematic anxiety (MA) and to provide remedy programs to lessen their MA in order to help students cure MA that could contribute to negative self-efficacy toward mathematics and mathematical learning. To find how they change the MA level, a small group of 11 high school students in Suwon city participated for ten weeks at the remedy program based on students' levels of MA diagnosed by MASS instrument (Ko, & Yi,

2011) and proofread by 8 advisors who worked in related research areas. The results showed that the remedy program was effective to lessen students' MA and it should provide a long term period since some negative experiences were accumulated for a long time of his or her past schooling by others such as teachers, peers, and parents. EEG showed that students got better scores on a percent of correct answers and a reaction time and some student' EEG from a group HMA became smaller heights and width in comparison of the other groups.

* Key Words : EEG, Brain- based Research(뇌기반 연구), Mathematics Anxiety(MA: 수학불안), High Math Anxiety(HMA: 수학불안이 높은 집단), Low Math Anxiety(LMA: 수학불안이 낮은 집단), Remedy Program(처치프로그램).

논문접수 : 2016. 3. 21

논문수정 : 2016. 5. 9

심사완료 : 2016. 5. 10

8) This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2014S1A5A2A01011692)

9) Corresponding Author

<부록 1> 3차시 수업 지도안

제목	3. 한계 뛰어넘기		
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> · 닉 브이치치 동영상을 통해 감사하는 마음을 갖고 작은 장애를 극복할 수 있다. · HSP Gym을 통해 육체의 한계를 넘어 노력을 키울 수 있다. 		
준비 사항	소그룹 나누기, PPT자료		
학습 과정	동기 유발	교수-학습 활동	시간
학습 준비	주의 집중	<ul style="list-style-type: none"> ● 두뇌체조(Brain Gym), 에너지 집중 명상 	10
학습 실행	학습 활동	<ul style="list-style-type: none"> ● 닉 브이치치 동영상 보기 <ul style="list-style-type: none"> · 많은 육체적 장애를 가진 호주 출신의 젊은 청년의 감동적인 영상을 시청한 후 우리의 건강함에 감사하고 작은 장애를 극복하여 새로운 꿈과 희망을 갖는다. · 닉 브이치치 동영상을 시청한 후 서로의 느낌을 발표한다. ● HSP Gym 활동 <ul style="list-style-type: none"> · 특정 동작을 일정시간 유지하면서 좌·우뇌의 평형감각과 집중력을 향상시켜 인내심을 길러주는 활동이다. · 몸을 통해 자신의 한계에 도전하고 성취하는 기쁨을 통해 감정의 정화와 자신감이 향상된다. · 좌·우뇌의 균형적이고 통합적인 발달을 촉진한다. · 특정자세를 10분 정도 유지하며 마음에서 일어나는 여러 가지 감정을 바라보고 자신의 한계를 극복하는 힘을 키운다. · 활동이 끝난 후 서로의 느낌을 표현하고 발표해 본다. 	30
학습 평가	정리	<ul style="list-style-type: none"> ● 칭찬, Power Brain 상 	5
유의 사항	<ul style="list-style-type: none"> · HSP Gym 동작 시 한계를 넘을 수 있도록 격려를 해준다. · HSP Gym 동작을 취할 때 개인차가 있으므로 상황에 맞게 시간 안배를 한다. 		

<부록 2> 학습자료1(동영상 및 명상)

학습자료 1. 닉 브이치치 동영상



- 닉 브이치치는 1982년 12월 4일 호주 브리즈번(Brisbane)에서 출생했으며, 팔과 다리가 없이 아주 조그만 왼쪽발만 있는 상태로 태어났다. 그러나 그는 희망을 잃지 않고 세계 곳곳을 돌며 강연을 하여 많은 사람들에게 희망과 감동을 전하고 있다. 하고자 하는 신념이 강하면 어떠한 장애도 극복할 수 있는 것이다.

학습자료 2. 에너지집중명상

- 개념
의식을 양손에 집중하여 뇌통합을 유도하고 뇌파를 안정화시켜 집중력을 향상시키는 명상법이다.
·조용히 눈을 감고 박수를 30번 친후 손바닥을 10센티 정도 띄우고 손에 집중한다.
·손을 벌렸다 좁혔다를 반복하며 손에서 느껴지는 에너지를 느껴본다.




<부록 2> 학습자료2(두뇌 체조 및 신체 균형 운동)

학습자료 1. 두뇌체조(Brain Gym)

- 개념
간단하고 통합적인 동작으로 구성된 두뇌체조는 뇌와 신체를 활성화시켜 효율적인 학습을 준비하게 한다. 교차측면적이고 소근육 운동으로 이루어진 두뇌체조는 양반신의 근육을 고루 활성화시켜 주고 기저핵과 소뇌뿐 아니라 대뇌의 동작 피질을 통합하고 활성화시켜 준다(김유미, 1999).
- 유형
 1. 몸을 교차 시키는 운동
 2. 스트레칭 활동 ⇒ 다양한 뇌체조 변형
 3. 에너지 생산을 위한 동작

학습자료 2. HSP Gym



·특정 동작을 일정시간 유지하면서 좌·우뇌의 평형감과 집중력을 향상시켜 인내심을 길러주는 활동이다.
·몸을 통해 자신의 한계에 도전하고 성취하는 기쁨을 통해 감정의 정화와 자신감이 향상된다.
·좌·우뇌의 균형적이고 통합적인 발달을 촉진한다.

신체균형운동을 통한

두뇌의 고차원적 인지능력 HSP(High-Sensory Perception)강화