

수학불안증 감소를 위한 연구동향 탐색¹⁾

고상숙²⁾ · 이창연³⁾

정도의 차이는 있겠지만 사람이면 누구나 불안을 경험하기 때문에 수학불안증에 대한 연구는 수학교육이 발달하면서부터 주요 주제가 되어왔다. 최근엔 기기의 발달로 그간 연구하기 힘들었던 뇌 과학 연구의 새 영역이 가능해진 바 본 연구에서는 시대적 변화에 따른 수학불안증을 재조명하고, 이를 측정할 수 있는 방법과 수학불안증 감소 방안에 대한 선행연구의 결과를 종합적으로 분석하여 앞으로의 연구방향에 시사점을 얻고자 하였다. 연구결과로써 몇안 되는 뇌 과학적 접근을 시도한 연구에서는 단순연산과제만을 사용하였는데 심지어 대학생들을 대상으로 한 연구에서도 이와 유사한 문제를 사용하였다. 검사지를 활용한 연구에서는 인지적, 정의적 영역을 모두 조사할 수 있는 다차원적 검사척도가 개발되었다. 수학불안증 감소를 위한 처치로는 인지적 행동적 방법에 체계적 둔감법, 이완훈련, 그리고 이들을 복합적으로 사용한 임상상담기법 등이 사용되었으며 교수·학습 방법으로 STAD 교수법, 쓰기 기법 등 개발되었으나 좀 더 세분화되고 신뢰도 있는 방안들이 앞으로 더 많이 연구되어져야함을 알 수 있었다.

주요용어: 수학불안증, 수학불안 검사지, 수학불안 감소를 위한 처치, 뇌 과학기반, 둔감법

I. 서론

어떤 상황이나 환경이 익숙해지기 전에는 사람이면 정도의 차이는 있겠지만 누구나 불안을 경험하기 때문에 수학불안증에 대한 연구는 수학교육이 발달하면서부터 주요 주제가 되어왔다. 일반적으로 어느 정도의 스트레스는 정신건강에 좋다는 통념을 받아들이는 것과 유사하게, 이종희, 김수진(2010)은 교육에서도 중간정도의 불안은 학업성취도에 긍정적으로 작용할 수 있고 학습동기를 유발할 수 있다고 하였다. 하지만 과도한 수학불안은 학습자의 여러 영역에 부정적으로 작용할 수 있다. 수학불안은 수학 학업성취도에만 영향을 미치는 것이 아니라 인접 교과인 과학(김수미, 2006), 더 나아가 읽기와 같은 인문 교과(Hopko, Ashcraft, Gute, Ruggiero, & Lewis, 1998)에도 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 수학불안이 시험

1) 이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2014S1A5A2A01011692).

2) 단국대학교

3) 단국대학교 일반대학원

불안과 관련 깊다고 밝힌 연구(Hopko, 2003)로 수학불안을 시험불안의 일부로 보는 관점도 있지만, 시험불안과는 구분하여 별개의 개념으로 보는 관점(Bandalos, Yates, & Thorndike-Christ, 1995)도 있다. 이처럼 수학불안에 관한 다양한 연구결과에 대해 앞으로 이루어질 연구는 시대가 요구하는 연구목적에 따라 이들 선행연구에 대한 올바른 해석과 방향설정이 요구된다.

국내에서 이루어진 수학불안에 관한 연구들은 허혜자(1996), 김명숙, 임신일과 김세영(2011), 그리고 고호경, 이현숙(2012)연구와 같이 국외 검사지를 바탕으로 수학불안 검사지를 개발하여 수학불안증을 측정⁴⁾하고 요인을 분석하였거나 김잔디(2005)와 원소연(2009)의 연구처럼 수학불안증 감소를 위해 의도적인 처치를 하고 검사지에 의해 그 효과를 입증한 연구들이 주류를 이룬다.

좀 더 최근에는 정보와 기술공학시대를 맞아 뇌의 변화를 조사할 수 있는 기기들의 개발이 눈에 띄게 향상됨에 따라 여러 분야에서 뇌 기반 연구가 활발해지고 있는데 수학불안증 연구에도 이런 기기들이 사용되기 시작하였다. 한 예로 Young, Wu, & Menon(2012) 연구는 이런 기기를 활용하여 초등학생을 대상으로 수학불안이 낮은 집단과 높은 집단에서 수학문제를 푸는 동안 뇌의 활성화 영역이 서로 다를 것을 제시하였다.

현재 현장교실에서는 “행복교육” 기치아래 인성교육의 함양을 모색하고 있다. 수학교과 인성교육에는 정의적 영역인 수학적 기질(또는 성향)이 포함되므로(송상현, 2002; 권오남, 박지현, 박정숙, 2011) 이를 함양하기 위해서는 수학불안의 진단과 처치가 중요함은 두말할 나위 없다. 본 연구에서는 수학불안증과 관련된 주요 변인을 중심으로 선행연구를 분석하여 시대적 변화에 따른 수학불안증을 측정할 수 있는 여러 방법의 한계점을 파악하고 동시에 수학불안증 감소를 위해 수행되었던 처치 방안과 그 결과에 주목하면서 현재의 시대적 요구에 대응할 수 있는 수학불안증을 재조명하고, 이를 감소시키기 위한 적절한 연구방법에 대해 시사점을 얻고자 하였다. 시대적 요구를 반영한 본 연구결과는 수학불안증 감소를 목적으로 현장적용에 필요한 수학 교수학습 모형을 구성하고 그 효과를 다각도⁵⁾로 측정하고자 하는 후속연구에 필요한 기초자료로써 기여할 것으로 보인다.

자료조사를 위해 수학불안을 주제로 하고, 신경생리학, 인지신경학, 수학성취도, 그리고 수학불안 검사지를 하위 주제로 하여 이들을 교차로 입력함으로써 학술정보기술원, 과학기술학회마을, 국회도서관을 통해 국내자료를, ERIC, 사이언스디렉트와 구글서치를 통해 국외자료를 수집하였다. 그밖에도 이 주제어들과 관련되어 선행연구에서 참고되었던 문헌들도 포함되어 대략 120편에 가까운 논문이 조사대상으로 선택되었다. 이들 문헌들을 대상으로 첫째, 수학불안증을 어떤 측정방법을 사용하였는지, 둘째, 수학불안증 감소를 위해 어떤 처치를 수행하였는지에 초점을 두고 분류하였다. 따라서 측정방법에는 기기를 사용한 경우와 검사지를 사용한 경우로 분류되었고, 처치를 수행한 연구에는 인지적, 행동적 처치방법과 교수·학습적 변환을 사용한 경우로 분류되었다. 이 과정에서 그들이 사용한 연구방법에서 신뢰도와 타당도가 수준미달⁶⁾인 경우는 논문으로써 의미가 없으므로 연구대상에서 제외하였다.

4) 검사지에 의한 측정은 진단을 위한 측정이므로 본 고에서는 측정 또는 진단이란 단어가 혼용되어 사용됨.

5) 뇌파측정기, 검사지, 상담기법 등

6) 소수의 연구대상으로 정량연구방법을 사용한 경우, 또는 정성연구방법에서 연구목적에 따른 자료수집에 일관성이 결여된 경우 등이 이에 해당된다.

II. 본론

1. 시대적 변화에 따른 수학불안증 정의

앞서 언급되었듯이 학습에 있어서 적절한 불안은 긍정적으로 작용할 수 있고 학습동기를 유발할 수 있다. 하지만 Aiken(1980)에 의하면, 학생들의 수학불안은 기초적인 수학교육과정 뿐 아니라 수준높은 과정에 이르기까지 수학 학습을 방해한다고 하였다. 이러한 정의적 영역의 성취도를 방해하는 요인인 자신감 하락, 자신의 수학적 실력에 관한 믿음 부족, 즐거움과 흥미 부족 등이 모여 수학불안이라는 일종의 현상을 나타낸다. 지금까지 학생들의 수학학습에 영향을 미치는 수학불안은 주로 교육심리, 교육평가 그리고 수학교육 분야의 많은 연구자들에 의해 연구되어왔다. 수학불안의 정의는 연구자들마다 차이는 있지만 의미는 유사하다.

최초로 수학불안에 관한 언급은 1950년도 Dreger, & Aiken(1957)의 수학에 대한 태도척도를 만들며 시작되었다. 당시 Dreger와 Aiken은 수학에 관한 부정적 태도를 수 불안(number anxiety)라고 명명하며 수 불안을 산수 또는 수학에 대한 정서적 반응의 증후라고 정의하였다. 이후 새 수학 시대를 통해 엄밀한 수학논리체계를 강조하는 수학교육이 강조되면서 많은 학생들이 수학에 관하여 어렵고 재미없다는 부정적 인식을 가지게 되자, 1970년도부터 수학불안에 관한 연구가 활발히 진행되기 시작되었다. Richardson, & Suinn(1972)은 수학불안을 일상생활과 학습 장면에서 수의 조작과 수학문제 해결을 방해하는 긴장과 불안한 감정이라고 정의하였고, Tobias(1979)는 수학불안을 수학적 문제를 해결해야 할 때 개인에게 일어나는 공포, 무력감, 정신적 불안과 같은 상황이라고 하였으며, Fennema, & Sherman(1976)은 수학불안을 수학 학습과 관련된 불안감, 두려움, 신경증세 및 신체증세라고 하였다.

이러한 수학불안에 관한 정의와 연구가 발전되면서 Byrd(1983)는 수학불안을 “어떤 식으로든 수학에 접하였을 때, 개인이 불안을 경험하는 상황”으로 정의하면서 이전 수학불안의 다양한 정의들은 두 가지 제한점을 가지고 있다고 지적했다. 첫 번째는 수학의 개념을 일부 영역에 한정시킨다는 것이고, 두 번째는 불안의 개념을 제한한다는 것이었다. 그는 Richardson, & Suinn(1972)의 수학불안의 정의는 수학을 산술연산과 문제해결만으로 제한하였고 Tobias(1979)는 문제해결만을 수학으로 생각하였으며 적당한 긴장과 불안이 가져올 수 있는 학습능력 상승과 긍정적인 면에 대하여는 서술하지 않고 높은 불안상태가 가져오는 부정적인 부분을 중점적으로 서술하였다고 비판하였다. 유사하게 Beck, & Emery(1985)는 위협으로부터 개인을 보호하도록 발달된 불안이 지나치게 왜곡되거나 잘못된 방향으로 인도하여 개인에게 불리하게 작용할 수 있다는 ‘불안의 역설’을 확인한 바 있다. 좀 더 최근에는 Ashcraft(2002)은 수학불안을 “수학수행을 방해하는 긴장, 우려, 두려움의 느낌”으로 정의하였다(p. 1).

외국에서 선행된 다양한 수학불안 연구들이 영향을 미치면서 국내에서도 1990년대 수학불안에 관련된 연구가 시작되었다. 시대 상황적으로 수학교육의 평가 양식은 시험을 통한 인지적 영역의 평가가 주를 이루었으며 이에 따른 경쟁과 학업과중으로 시험불안과 수학불안의 상관관계를 조사하기에 이른다. 김연식, 허혜자(1995)은 수학불안이 순수하게 시험상황에 한정하여 일어나는 것이 아니라 수업, 숙제, 시험을 포함하는 수학과 접촉에 대한 일반적인 두려움을 포함하는 것이라고 하였다. 김영남(2002)은 수학불안의 대부분이 시험불안으로부터 예측 가능하지만, 나머지는 시험불안 이외의 요소에 의해 해석되어야 한다고 하였다.

이처럼 시간이 가면서 수학불안을 설명하고 이를 완화하거나 긍정적인 방향으로 이끌기

위한 다양한 노력, 혹은 수학불안의 근본적인 원인을 규명하기 위한 다양한 시도와 새로운 정의들을 내세우며 수학불안에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 본 논문에서는 수학불안이란 “학생들이 학교생활이나 일상생활에서 수학에 관련된 상황이나 문제를 마주했을 때 긴장과 불안을 경험하는 상태”로 정의하면서 전개해나가고자 하였다.

2. 수학불안증 측정

1) 수학불안증에 관한 뇌 과학적 접근

19세기 말, 인간의 뇌에 관한 관심이 급격히 높아짐과 더불어 의식이나 사유를 관찰할 수 있는 기기의 발전에 따라 신경생리학적 연구들이 활발하게 진행되기 시작했다(Hansen, & Monk, 2002). 즉, 인간은 자신의 마음과 뇌와의 상관관계를 관찰하고 그 근거를 대략적으로나마 제시할 수 있는 수준으로 올라섰다. 이로 인한 인지과학의 등장은 신경과학적 기초를 강조하고 있다(Churchland, 1986). 김성일(2006)은 이러한 뇌 과학적 연구물들이 축적되어 뇌기능에 대한 이해도가 높아지게 된다면, 다양한 분야에서 많은 공헌을 할 수 있을 것으로 기대된다고 말하며, 아직 뇌인지 기능에 대한 인지신경 과학적 연구결과로 구체적인 학습이나 원리를 교육에 대입하기엔 다소 부족함을 언급하였다.

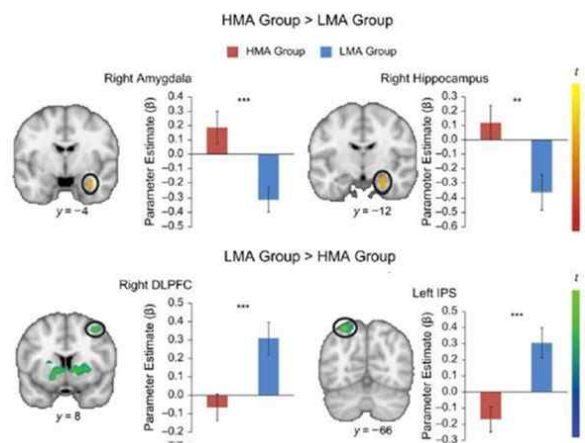
이러한 수학교육과 관련하여 사용되어지는 방법으로 기능핵자기공명영상과 같이 뇌기능영상기술이 주로 사용되는데 이는 뇌파를 통한 사고 상태와 정도를 측정하기에 알맞기 때문이다. 이미 국외 연구에서는 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging [fMRI])기법과 뇌파(electro-encephalogram [EEG]) 측정기법을 활용하여 수학불안에 관한 연구를 진행한 연구들이 존재한다. 기능적 자기공명영상(fMRI)기법은 혈류 내의 산소 포화정도를 측정하여 산소의 농도차이(BOLD) 신호를 반복 측정함으로써 뇌신경의 활동을 측정하는 방법이며, 뇌파(EEG)은 오랜 역사를 가지는 방법으로 뇌에서 자발적으로 일어나는 뇌전위의 변화를 측정하는 방법이다. fMRI의 경우 측정하기 위한 실험실과 장비의 비용과 시간, 공간적 문제 때문에 국내/외에서 이루어진 실험이 많지 않다. 또한 학생들이 장비 안으로 들어가 밀폐된 공간 내에서 측정을 해야 하며 이러한 환경적 변인이 사고에 영향을 미치지 않을 것 이란 보장이 없다. 그에 비해 EEG는 상대적으로 드는 비용이 저렴하며 장비의 탈/착이 간편하고 개방된 실험공간을 가질 수 있다는 장점을 가지지만, 뇌파의 측정을 통하여 나타난 자료를 해석하는 과정에서 명확한 해석과 신뢰성에 관하여 의문을 가질 수 있다.

국외에서는 수학불안의 신경생리학적 방법과 분석을 통하여 수학불안과 작업기억(working memory)와 관련이 있는 것을 찾아볼 수 있다. 수학불안의 심리적 불안감이 작업기억의 용량 감소와 더 많은 뇌의 노력을 요구하게 되므로 수학문제해결 능력이 낮아진다는 것을 다양한 실험과 분석으로 밝혀냈다.

fMRI를 활용한 국외 연구로는 Young, Wu, & Menon (2012)의 연구가 있다. 이 연구는 46명의 초등학교 2, 3학년 학생들 대상으로 검사지를 통해 수학불안이 높은 집단과 낮은 집단으로 나누어 문제를 풀게 하고 푸는 동안 fMRI를 활용하여 뇌 활성화를 측정한 것이다. 수학문제 항목들은 간단한 산술연산으로 이루어졌다. 예를 들면 $5+2=7$ 이나 $5+1=7$ 등의 정답이거나 정답이 아닌 형태의 산술문제(덧·뺄셈)의 정답여부를 묻는 질문이었다. 오답들은 모두 1~2정도의 근사한 차이를 가지는 오답들이었다. 이 과정에서 이미지화 된 뇌를 분석해본 결과 수학불안이 높은 집단에서 우측 편도체가 더 활성화 되었으며 수학불안이 낮은 경우 좌·우측 배외측 전전두엽피질(dorsolateral prefrontal cortex [DL-PFC]) 이 더

활성화됨을 알 수 있었다(그림1 참조). DL-PFC는 작업기억(working memory)에 관하여 상관관계가 있다고 밝혀져서 수학불안이 높고 낮음에 따라 작업기억 능력과 집중력의 차이가 있음을 인지 신경적으로 밝혀내었다. 연구진이 추가적으로 분석한 뇌 영역 사이의 연결성을 살펴보면, 수학 불안이 낮은 집단에서는 활성화한 편도체가 후측 두정피질과 잘 연결되어 있어 수리 과제를 잘 수행하도록 기능한다. 반면에 수학 불안이 높은 집단에서는 과도한 불안을 처리하기 위해 편도체가 부정적인 감정을 조절하는 뇌 영역과의 연결성이 증가해 있었다. 이로 인해 수학을 문제를 해결하는 뇌의 능력은 더 많은 제약을 받게 되는 것이다.

다시 말해 수학불안은 학생의 수학불안이 높다면 뇌에서 이를 처리하는 동안 문제 해결 능력이 감소하기 때문에 그 학생이 수학불안이 낮은 학생과 지능, 작업기억, 학업성취 면에서 동등한 능력을 가지고 있음에도 좋은 성적을 받지 못하게 됨을 알 수 있다.



[그림 II-1] HMA와 LMA 집단의 뇌 활성화영역

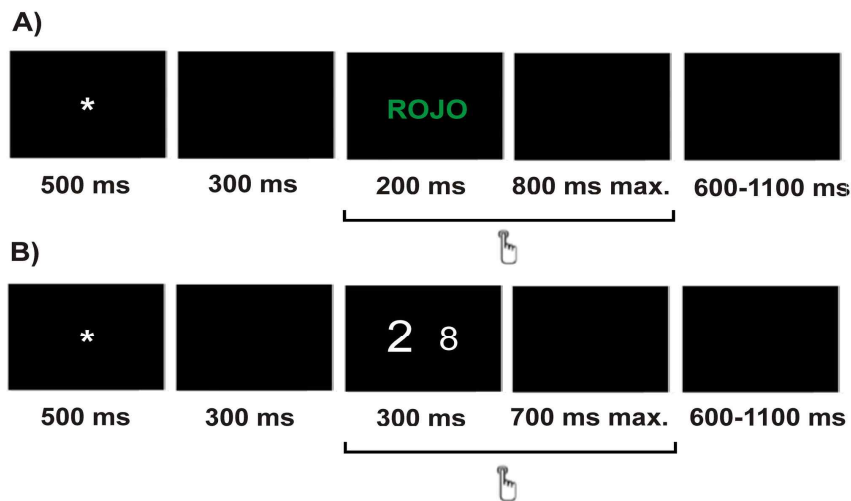
Sheffield, & Hunt(2006)은 18세~45세의 27명을 대상으로 검사지 MARS(Mathematics Anxiety Rating Scale)를 통해 수학불안 높은 집단과 낮은 집단으로 분류한 후 컴퓨터기반 덧셈문제를 제공하였고 참여자들은 컴퓨터 키보드를 터치함으로 참 또는 거짓을 입력하였다. EEG에 의해 그들의 ERPs로 알려진 뇌파 분포를 알 수 있었는데 수학불안이 높은 집단은 낮은 집단보다 초기 수행에서 더 넓은 파장과 더 큰 진폭의 높이가 나타났다. 이로써 수학불안이 높은 집단은 초기에 올림있는 덧셈문제의 난이도를 매우 크게 인식하는 것으로 보이며 이런 현상은 유사한 다른 불안증에 관한 연구결과와 비슷하다고 하였다. 특히 그들은 뇌의 전반부가 더욱 활성화되는 것으로 관찰되었다.

Colome, Nucez-Pena, Suarez-Pellicioni (2013) 연구에서는 EEG를 측정하여 수학불안이 높다고 평가된 사람이 문제를 해결하는 동안 두뇌의 영역별 전 주파수에 걸쳐 뇌파 활성이 어떤 식으로 일어나는지 조사하였는데, P600, P3b파가 뇌에서 판단, 논리, 인지를 담당하는 뇌파라는 것을 이용하여 뇌파의 높낮이와 정도를 분석해냈다. 해당 실험은 기존에 Faust(1996)가 수학불안이 높은 아이들이 간단하거나 복잡한 덧셈문제를 해결하고 참, 거짓을 판별하는 시간적 차이가 수학불안이 낮은 아이들에 비하여 더 많은 시간이 걸린다고 주장한 연구결과를 뇌파의 측정을 통해 증명하고자 하였다. 실험대상은 20세~27세의 대학생 30명을 15명씩 높은 수학불안집단(HMA)와 낮은 수학불안집단(LMA)로 나누어 진행되

었다. 실험방법에서 학생들에게 정답이 포함된 덧셈식을 보여주고 해당 덧셈식이 맞는지 틀린지 판단하여 대답하도록 하였다. 제시된 문제는 세 종류로 덧셈이 완벽히 계산된 문제, 덧셈은 틀렸으나 정답이 근소하게 틀린 문제, 덧셈도 틀리고 정답이 큰 차이로 틀린 문제로 분류하였다. 흥미로운 것은 높은 수학불안을 가진 집단이 정답이 큰 차이로 틀린 문제를 봤을 때 대답하는 시간이 더 오래 걸렸으며 뇌파적으로도 더 많은 과장이 일어남을 알아내었다. 연구에서는 이 더 긴 과장과 큰 진폭을 뇌가 판단하는데 더 많은 노력이 필요하다고 해석하였으며 이러한 것은 높은 수학불안이 연산을 판단하는데 틀린 해답을 일종의 장애물로 인식하고 연산과정을 통제하는 태도가 부족하다고 분석하였다. 즉, 수학불안이 높은 사람은 문제를 해결하는 동안 문제와 관련없는 정보들이 나열되고 확장되는 것을 통제하는데 있어 어려움을 가진다는 것이다.

이들의 후속연구인 Suarez-Pellicioni, Nucez-Pena, & Colome (2013)에서도 수학불안 높은 집단과 낮은 집단으로 나누어 Stroop tasks를 활용하여 오류(Error)를 범하였을 때 나타나는 뇌파적 차이를 관찰하였다. 452명의 학생 중 38명을 선정하여 그중 수학불안에서 불안이 관찰되지 않은 2명과 불안이 너무 높았던 2명을 제외하고 34명을 대상으로 실험을 시작하였다. Stroop tasks(그림 II-2 참조)는 숫자적 방법과 일반 방법으로 나누어 측정하였는데, 그 결과 수학불안이 높은 학생들이 숫자적 Stroop tasks에서 수학불안이 낮은 학생들과 유의미한 차이가 나타났다. 여기서 멈추지 않고 표준화된 저해상도 뇌전자 단층 촬영(Standardized low resolution electromagnetic tomography: sLORETA)를 사용하여 각 측정마다 뇌의 어느 부분이 활성화 되는지 비교하여 그 유의미성을 찾고자 하였다.

그러나 이러한 세세한 분석에도 불구하고 수학교육처치에 관한 명확한 방향을 제시하지 않으며 수학불안을 낮추기 위한 방안에 대해서는 타 연구의 결과를 적절히 인용하여 결론짓는 수준에 머물렀다. 대상자가 성인임에도 불구하고 여전히 직관적으로 판단하는 문제를 제시한 것은 또한 아쉬운 일이다. 이는 해당 연구가 수학교육전문가에 의한 수학교육 측면에 중점을 두었다기보다는 신경생리학적 분석에 더 중점을 두었기 때문으로 보인다.



[그림 II-2] 측정에 사용된 Stroop Tasks

국내에서 신경생리학 또는 뇌기반이란 주제어를 사용한 수학불안에 관한 연구는 2000년 이전에는 전무하였으나 2000년 이후에는 윤은정(2014)연구와 심슬기, 이광호(2010)연구만을 찾아볼 수 있는데 이 두 연구 모두 기기를 사용하지 않았다. 윤은정 연구는 동향을 파악한 연구이고, 심슬기 외 연구는 뇌선호도에 따른 수학불안 정도를 뇌 성향 검사지로 조사하였다. 뇌 선호도는 Wonder, & Donovan (1984)의 개발한 뇌성향 검사지, WPT(whole brain thinking)의 개정판인 BPI(brain preference indicator)를 번역하여 사용하였고, 수학불안요인 검사는 이미림(2007)의 것을 사용하였다. 이를 위해 학생들의 좌뇌 선호도가 높은 학생, 우뇌 선호도가 높은 학생으로 구분하여 수학불안 요인검사를 하였다.

지금까지 국내·외에서 수학불안을 신경생리학적으로 접근한 논문을 살펴보았다. 이들 연구에서 뇌파를 측정하는 과제는 연구대상이 성인이나 아동에 상관없이 간단한 산술연산임을 알 수 있다. 이것은 뇌파를 측정한 뒤 해석의 타당성을 높이고 인과관계를 쉽게 설명하기 위함으로 보인다. 이것은 복잡한 문제나 문장제 문제를 접하고 푸는 과정에서 일어나는 인간의 사고과정을 명확하게 해석하기 어렵기 때문일 것이다. 하지만 이제 한 발짝 더 나아가 학습자 수준에 맞는 수학문제를 풀 때 뇌의 변화를 살펴보는 좀 더 깊이 있는 연구가 필요하다.

2) 수학불안증에 관해 검사지에 의한 접근

(1) 수학불안증에 관한 검사지의 개발과정

국외에서 수학불안척도가 개발되기 이전에 Aiken과 Dreger(1957)가 수학에 대한 태도를 알아보기 위해 대학생에게 세 가지 질문을 하였다. “나는 산수를 해야 할 때 종종 긴장(nervous)한다.”, “나는 수학문제를 보는 순간 얼어붙은 적이 여러 번 있다.”, “나는 수학에서 다른 과목처럼 잘한 적은 없었다.” 라는 질문에 학생들은 예나 아니오로 답하는 문항이었다(Aiken, 1970, 재인용). Aiken은 1961년에 수학태도척도(Math Attitude Scale)를 리커트 유형으로 만든 후 1963년에 개정하였고, 그 이후 여러 수학태도척도가 개발되었다.

리커트 유형의 수학불안 검사지인 MARS(Mathematics Anxiety Rating Scale)를 Richardson과 Suinn(1972)가 98개 문항으로 개발하였다. 이는 수학불안이 일반불안, 시험불안과는 다르게 일상생활과 수학이라는 학문에서 수의 조작이나 문제를 해결할 때 나타나는 긴장과 염려의 느낌을 측정하고자 개발되었다(김명숙 외, 2011). Fennema와 Sherman(1976)은 수학학습에 대한 태도를 알아보기로 수학태도척도의 일부를 사용하여 12문항의 MAS(Mathematics Anxiety Scales)를 만들었다(허혜자, 1996). 이후 1980년대 국외 수학불안연구에서는 수학불안 검사지를 수정하여 타당도 검사를 하고 수학불안의 요인을 분석하였다. 문제해결 불안, 수학시험불안, 수 불안, 추상개념 불안 등 여러 가지 요인을 추출해냈다.

Plake와 Parker(1982)는 MARS를 수학시험불안과 수 불안 요인의 26문항으로 축약·개정하여 MARS-R를 만들었다. Ferguson(1986)는 수학시험불안 요인의 10문항, 수 불안 요인의 10문항에 추상개념 불안요인의 10문항을 추가하여 Phobos척도를 개발했다. 추가된 문항은 MARS에 의해 측정되지 않았던 추상적인 수학적 주제를 나타내는 것으로 “2와 3 대신에 x, y 와 같은 문자를 포함한 수학문제를 풀 때”, “삼각형에 대한 증명을 논의할 때” 등이다(허혜자, 1996, 재인용). 같은 해에 Suinn과 Edwards(1982)는 위의 Richardson과 Suinn(1972)의 수학불안척도(MARS)를 가지고 “청소년을 위한 MARS”로 수정하여 요인분석을 한 결과 평가상황에서 수학시험불안과 수의 조작 활동에서 수불안의 두 가지 요인이 있음을 밝혔다.

Wigfield와 Meece(1988)는 기존의 수학불안척도 대부분이 정서적 반응만을 고려한 것이라고 지적하며 인지적 측면을 구별할 것을 주장했다. 그래서 선행연구와는 다르게 시험불안의 두 차원을 적용하여 수학불안을 부정적 정서반응과 걱정으로 표현되는 인지적 요인으로 구성된 11문항의 MAQ(Mathematics Anxiety Questionnaire)를 개발하였다. 이는 수학불안척도 MARS에 대한 요인분석 연구에서 시험불안의 비중이 크다는 연구결과와도 관련이 있다. 후속 연구에서 수학불안이 수학에 대한 정서, 감정과 같은 정의적 요인과 수학수행에 대한 걱정과 염려로 표현되는 인지적 요인으로 구성되어 있음을 밝혔다(김명숙 외, 2011, 재인용).

이상을 정리하면, 1960년대에 수학불안을 일반불안과 구별하기 위해 수학에 대한 태도 설문문을 시작으로 수학태도척도가 개발되고 수정되었고, 1970년대에 수학불안척도인 MARS와 MAS가 개발되었다. 1980년대 이후에는 주로 MARS를 사용하여 수학불안척도의 요인을 분석하거나 문항수를 줄이거나 연구대상에 맞게 재구성하여 수학불안을 측정하였다. 또한 수학불안 척도에 시험불안 척도의 두 차원을 적용한 MAQ가 개발되었다. 1990년대 이후에는 기존의 수학불안 척도를 실험대상의 학교급에 맞게 수정하여 사용하였음을 알 수 있었다.

<표 II-1> 국내 수학불안 검사지의 개발과정

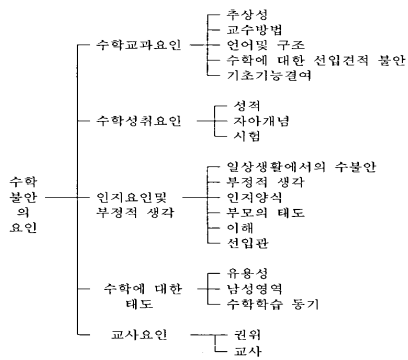
년도 저자	사용한 수학불안 검사지	연구목적	문항수 및 요인구조	수학불안 요인	연구대상
1987 신입철	MAS를 번역	개발 및 상관관계	단일요인	※기타-수학태도, 성격, 수학성취도와 수학불안과의 관계	
1988 최진승	수학태도검사지(Aiken, 1970), MARS, MAS, MARS-A, MARS-R를 참고	개발 및 상관관계	20문항, 단일요인	※기타-일반불안, 시험불안, 학업불안, 수학불안, 수학성적, 전교과 성적평균과의 관계	중학생
1993 백승욱	최진승검사지, Mc Milland의 15개 시험불안장면을 참고	수 학 불 안 감소방안	12문항, 단일요인	※기타-수학불안 감소훈련이 수학성취에 미치는 효과	초등학생
1994 은수진, 이종희	MAS를 수정	수 학 불 안 감소방안	20문항, 단일요인	※기타- divided-page 쓰기방법에 의한 수학불안 감소	중학생
1995 김연식, 허혜자,	개방형 질문과 MARS, MARS-A, MARS-R, MAQ, MAS, phobos를 참고	개발 및 요인분석	요인(5) -19개 하 위요인	수학교과, 교사, 수학성취, 인지요인 및 부정적 생각, 수학에 대한 태도	고등학생
1996 허혜자	"		"	"	"
2000 송귀영	개방형 질문, MARS, 허혜자(1996) 재구성	개발 및 요인 분석	37문항, 요인(10)	기초기능, 교수방법, 시험, 교과서 내용, 자아 개념, 학습동기, 선입견, 부정적 경험이나 생각, 친구나 부모의 태도, 이해	초등학생
2000 오후진, 이종배	신입철(1987), 허혜자(1996) 혼합	수 학 불 안 정도조사, 요인분석	35문항, 요인(3)	수학교과, 교사, 수학시험	초·중·고
2003 최택영외	허혜자(1996)재구성	수 학 불 안 감소방안	요인(5)	수학교과, 교사, 수학성취, 인지요인 및 부정적 생각, 수학에 대한 태도 ※기타-수학 친화 프로그램에 의한	중학생

수학불안증 감소를 위한 연구동향 탐색

				수학불안 감소	
2003 권점자	선행연구 재구성	요인분석	요인(4)	수학교과, 학습자 태도, 교사, 환경	초등학생
2005 이영순	송귀영(2000), 권점자(2003) 재구성	요인분석	요인(4)	수학교과, 학습자 태도, 교사, 환경	초등학생
2006 김현미, 강완	선행연구 재구성	요인분석	20문항, 요인(4)	수학교과, 학습자 태도, 교사, 환경	초등학생
2007 이미림	허혜자(1996) 재구성		요인(5)	수학교과, 교사, 수학적취, 인지요인 및 부정적 생각, 수학에 대한 태도	중·고등 학생
2007 고희경, 박상희	허혜자(1996)재구성	상관관계	요인(11)	교수방법, 추상성, 교사, 권위, 시험, 자아개념, 선입관, 일상생활, 인지양식, 유용성, 학습동기 ※기타-MBTI 성격유형검사와 상관관계	고등학생
2009 원소연	이미림(2007) 사용	수학불안 감소방안	요인(5)	수학교과, 교사, 수학적취, 인지요인 및 부정적 생각, 수학에 대한 태도 ※기타-협동학습에 의한 수학불안 감소	중학생
2010 윤락경, 전인호	이영순(2005) 사용	수학불안 감소방안	요인(4),	수학교과, 학습자 태도, 교사, 환경 ※기타-수학 친화적 활동 프로그램에 의한 수학불안 감소	초등학생
2010 심슬기, 이광호	이미림(2007) 사용	상관관계	요인(5)	수학교과, 교사, 수학적취, 인지요인 및 부정적 생각, 수학에 대한 태도 ※기타-좌우뇌선호도와 상관관계	고등학생
2011 김명숙외	MARS, MARS-A, MARS-R, MAQ, MAS, phobos, 최진승(1988), 허혜자(1996), 박명기 외(2008) 참고	개발	28문항, 2×2 요인(4)	학습정동, 학습인지, 평가정동, 평가인지	고등학생
2012 고희경, 이현숙	MARS, MAS, MAQ, MARS for Adolescent students, 허혜자(1996)재구성	수학불안 차이 분석	65문항, 요인(4)	수학내적, 수학외적, 학습방법, 시험 및 성적	중·고등 학생
2013 정재복, 황우형	허혜자(1996)재구성	수학불안 감소방안	요인(5)	성취, 수학교과, 인지적요인, 수학에 대한 태도 및 부정적 생각, 교수방법 및 교사 ※기타-분할노트기법과 코넬노트기법에 의한 수학불안 감소	고등학생

국내에서 개발된 수학불안 검사지를 년도 별로 간략히 제시하면 <표 II-1>과 같다. 신임철(1987)이 석사논문에서 Fennema와 Sherman(1976)이 제작한 수학불안척도(MAS)를 번역하여 개발하였다. 최진승(1988)은 박사논문에서 수학태도검사지(Aiken, 1970)와 국외 수학불안 척도(MARS, MAS, MARS-A, MARS-R)를 참고로 하여 한국 문화와 언어에 맞게 중학생을 대상으로 수학불안척도를 개발하였다. 백승욱(1993)은 최진승의 검사지와 Mc Milland의 15개 시험불안장면을 참고하여 12문항의 수학불안 검사지를 구성했다. 은수진, 이종희(1994)는 수학불안척도(MAS)를 번역하되 우리나라 중학생을 맞도록 수정하여

20문항의 검사지를 개발하였다. 허혜자(1995, 1996)는 고등학생을 대상으로 선행연구들을 근거로 수학불안 문항을 개발하고 예비조사와 본 연구를 통하여 106개 최종 선별하여 수학불안의 하위요인 19개를 분석하였다. 검사지의 문항개발 1단계는 한 명에게 “당신이 수학에 대해 두려워하고, 수학을 싫어하고 기피하는 이유는 무엇인가”를 물었고, 2단계는 1단계에서 얻은 응답을 9개 영역으로 분류하여 15명의 학생에게 각 영역별로 수학불안을 일으킬 수 있는 요인을 쓰도록 하였다. 3단계는 1단계, 2단계의 설문 결과와 국외 수학불안 척도(MARS, MARS-A, MARS-R, MAQ, MAS, Phobos)를 토대로 138개 문항을 개발하였다. 그 후 1차 예비조사에서 문항 양호도 검사 후 문항을 수정하거나 제거하여 108문항을 만들고, 2차 예비조사에서 106개 문항으로 수정하였고 23개 하위영역으로 나누었다. 마지막으로 3개의 고등학교에서 본 연구를 실시하여 수집된 718개의 검사지로 106개 문항을 5개 요인과 19개 하위요인으로 분석하였다. 수학불안요인을 정리하면 다음 그림 3과 같다.



5개 불안요인을 그대로 사용하고, 106문항은 55문항으로 줄여서 수학불안 검사지를 재구성하여 중·고등학교 학생들의 수학불안 요인에 관해 분석하였다.

[그림 II-3] 수학불안의 구성요인(김연식, 허혜자, 1995)

송귀영(2000)은 “수학을 싫어하는 이유는 무엇인가?” 라는 설문의 답과 MARS, 허혜자의 수학불안 검사지에서 초등학생에게 사용할 수 있는 50개 문항을 선정하여 수학불안검사지를 개발하였다. 10명의 교사들에게 문항이 적합한지 설문하여 중복된 4문항을 제거하였고, SPSS의 요인분석을 통하여 신뢰도가 낮거나 공변량이 낮은 문항을 제거하여 37개 문항을 10개 요인(기초기능, 교수방법, 시험, 교과서 내용, 자아 개념, 학습동기, 선입견, 부정적 경험이나 생각, 친구나 부모의 태도, 이해)으로 분류한 불안요인 진단도구를 개발하였다.

그밖에 권점자(2003)는 초등학교 학생들의 수학불안 요소를 규명하기 위해 선행연구를 바탕으로 수학교과 요인, 학습자태도 요인, 교사 요인, 환경 요인에서 각 10개 리커트 척도 문항과 2개의 개방형 질문을 묻는 설문지를 개발하였다. 이미림(2007)은 허혜자(1996)의

김명숙 외(2011)은 수학불안의 선행연구가 서로 다른 요인으로 일차원적 접근을 시도했다는 한계를 지적하며 상황영역(학습-평가)과 반응영역(정동-인지)으로 하는 2×2요인의 수학불안 척도를 개발하고 이 척도의 타당도를 살펴보았다. 학습정동, 학습인지, 평가정동, 평가인지 각 영역에서 7문항씩 총 28문항을 개발하였다. 이를 위해 국외 수학불안척도들(MARS, MARS-A, MARS-R, MAQ, MAS, phobos)과 국내 최진승(1988), 허혜자(1995, 1996)의 수학불안 검사지와 박병기 외(2008)의 시험불안척도를 참고하였다(김명숙 외, 2011, 재인용). 고호경과 이현숙(2012)은 허혜자(1996)가 개발한 106개 문항의 수학불안 검사 도구를 탐색적 요인 분석을 통해 최종적으로 65개의 문항만을 선정하고 수학내적요인,

학습방법요인, 시험 및 성적 요인, 수학 외적 요인으로 재구성하여 수학불안 설문지를 만들었다. 정재복, 황우형(2013)은 허혜자(1996)의 수학불안 검사지를 5가지 수학불안요인을 성취, 수학교과, 인지적 요인, 수학에 대한 태도 및 부정적 생각, 교수방법 및 교사로 구분하고 60문항으로 수정하여 고등학생에게 수학불안 검사를 하였다.

이상을 정리하면 국내 수학불안 검사지는 1987년 후반부터 2000년 사이에 석·박사논문에서 외국 수학불안검사지를 번역하거나 참고하여 우리나라 실정에 맞게 개발되었고, 이후 수학불안과 관련된 논문에서 선행연구에서 개발된 검사지를 연구대상에 맞게 수정하여 사용하였다. 주로, 최진승(1988)이나 허혜자(1995, 1996)가 개발한 검사지를 연구대상의 학교급에 맞게 재구성하여 사용했음을 알 수 있다. 더 나아가 김명숙 외(2011)는 연구자마다 수학불안을 다르게 분류하는 문제점을 지적하며 수학불안에 대한 다차원적 특성의 총체적인 이해를 돕고자 2×2요인의 수학 불안 척도를 개발하였다.

(2) 개발된 검사지에 의한 연구결과

개발된 수학불안 검사지가 연구자마다 다르지만, 김명숙 외(2011)가 개발한 수학불안 검사를 도구로 사용한 후속연구는 아직 없었고, 주로 최진승, 허혜자의 수학불안 검사지를 재구성하여 사용하였으므로 이들 연구에 의한 수학불안 요인의 특징은 다음과 같다.

수학불안 검사지를 개발하여 수학불안 요인을 분석한 김연식, 허혜자(1995)의 연구에서 고등학생의 평균 수학 불안도는 수학성취요인의 하위요인인 성과와 시험, 인지요인의 하위요인인 이해와 인지양식 순으로 높았다. 그러나 성적이 '상'인 집단에서 성적의 수학 불안도는 '중', '하'인 집단과 다르게 보통으로 나왔다. 송귀영(2000)의 연구결과는 초등학생의 52%가 수학 불안을 느끼고 10가지 수학 불안요인에서 시험, 기초기능, 교수방법의 순서로 불안도가 높게 나왔다. 이미림(2007)의 연구에서 중학생들은 수학불안의 하위요인인 시험과 추상성의 수학불안이 높았고, 고등학생들은 대부분의 요인에서 수학불안을 느끼고 있었다. 김명숙 외(2011)는 시험불안척도를 사용하여 2×2요인 구조의 수학불안 검사지를 개발하였다. 이 검사지의 신뢰도와 타당도는 양호했으며, 대안모형들(예: 병렬4요인모형, 2요인모형1(학습, 평가), 2요인모형2(정동, 인지))보다 적합도 지수가 더 좋았다. 또한 실패에 대한 두려움이 수학불안과 유의미한 상관을 가졌고, 수학성취와의 관계에서는 학습정동 불안과 약한 부적관계, 평가정동 불안과 약한 정적관계가 있었다.

위의 검사지들과 다르게 뇌성향 검사지를 사용한 심슬기, 이광호(2010)에서는 고등학생들의 뇌 선호도에 따른 수학불안의 정도를 조사하였는데 좌뇌 선호형 집단에서는 5가지 요인 중 수학성취요인과 교사요인에서 수학불안이 높았으며, 양뇌 선호형 학생들과 우뇌 선호형 학생들 두 집단은 수학에 대한 태도 요인을 제외한 나머지 모든 요인들에서 수학불안을 유발시킨다고 하였다. 세 집단의 평균점수에서 수학성취요인의 수학 불안도가 가장 높았다.

선행연구 분석결과에 의하면, 초·중·고 학교급에 무관하게 수학성취요인이 수학불안에 가장 큰 영향을 주었다(김연식, 허혜자, 1995; 송귀영, 2000)고 밝히고 있다. 그러나 성취수준별로 수학불안의 요인은 유의미하게 다르고(오후진 외, 2000), 실패에 대한 두려움이 수학불안에 영향을 끼치므로(김명숙 외, 2011) 수학불안을 정확히 진단하기 위해서는 수학불안과 관련된 개념들을 명확히 분류할 필요가 있다.

(3) 변인에 따른 수학불안증

수학불안과 학년 및 학교급의 상관관계를 조사한 연구로는 수학불안과 관련된 선행연구들을 메타 분석한 Hembree(1990)를 들 수 있는데 그는 중학교 학년이 올라가면서 수학불안이 수준이 증가했고, 9-10학년에서 가장 불안이 높았고 그 뒤로 거의 변동이 없음을 밝혔다. 오후진, 이종배(2000)의 연구에서 초등학생보다는 중학생의 수학 불안도가 높게 나왔다. 이미림(2007)은 중학교와 고등학교를 총체적으로 연관시켜 수학불안 요인을 분석하였는데, 학년이 올라감에 따라 수학불안이 높아졌다.

수학불안과 성취도의 관계를 다룬 국내 많은 연구에서 초·중·고 학교급에 무관하게 수학 성취요인이 수학불안에 가장 큰 영향을 주었다고 하였다(예: 김연식, 허혜자, 1995; 송귀영, 2000; 심슬기, 이광호, 2010). 허혜자(1996)는 수학불안이 낮은 학생들의 성적이 높다고 하였다. Hembree(1990)는 수학불안과 성취도의 관계를 두 가지로 정리하였다. 첫째, 더 높은 성취는 일관되게 수학불안의 감소를 동반한다. 둘째, 처치를 통해 높은 수학불안을 가진 학생들의 성취를 낮은 수학불안의 학생들에서 나타나는 성취 수준으로 회복시킬 수 있다. 그러나 그는 낮은 성취가 수학불안을 일으킨다는 강력한 증거는 없다고 하였다.

수학불안과 성별에 따른 특성을 정리하면, 초등학교 2, 4, 6학년을 대상으로 한 김현미, 강완(2006)의 연구에서 상위 4개의 요인, 수학교과, 학습자태도, 교사, 환경, 모두에서 여학생이 남학생보다 수학불안이 높았고, 특히 환경요인의 하위요인인 부모의 태도에서는 유의수준($p < 0.01$)에서 수학불안은 유의미하게 나타났다. Hembree(1990)는 모든 학년에 걸쳐, 여학생들의 수학불안의 수준이 남학생보다 더 높다고 할 수 있으나. 여학생의 경우에서 더 높은 수학불안 수준이 더 부진한 수행이나 더 높은 수학 회피로 연계되지는 않는다고 하였다. 오후진, 이종배(2000)의 연구에서 초·중·고 학생을 대상으로, 수학교사 요인의 수학 불안도가 유의미하게 남학생이 여학생보다 높았다. 그러나 학년별 또는 요인별 조사에서 수학불안이 성별에 따라 차이가 없다고 밝힌 연구들도 있다(예: 김연식, 허혜자, 1995; 오수진, 2002).

수학불안과 시험요인과의 관계는 학교급간의 유의한 차이가 없이 보통이상 나왔다(오후진, 이종배 2000). Hembree(1990)는 수학불안과 시험불안 두 불안 모두 일반 불안과 관련이 있고 학생의 능력, 성별, 민족성에 관하여 불안 수준의 차이는 두 불안이 유사하며 또한 두 불안 모두 유사한 방식으로 성취도에 영향을 미친다고 하였다. 그러나 그는 수학불안의 변량(variance)의 37%만을 시험불안의 변량으로부터 예측할 수 있고, 남은 63%는 수학불안을 수반하는 다른 요인에서 기인된다고 하였다. 즉, 수학불안이 시험불안에 많은 부분이 겹쳐있으나 포함관계가 아니며 여기에는 시험불안과는 관련없는 수업, 과제 등의 요인이 있다는 것을 보였다.

(4) 수학불안증과 타 영역 간 연구

조규관(2006)은 초등학교 4, 5, 6학년에서 중학교 1, 2, 3학년으로 올라갈수록 수학 불안 정도는 증가되고 수학자아개념과 수학태도는 감소한다고 하였다. 특히, 초등학교 6학년에서 중학교 1학년으로 올라갈 때 수학불안이 급격하게 증가되었다고 하며 수학의 내용조직을 학생의 능력과 심리적 특성에 맞추어 구성할 것을 주장하였다. PISA 2003 결과에서 정의적 영역(수학 흥미, 도구적 동기, 수학 자기효능감, 수학불안, 수학 자아개념)에 영향을 주는 요인을 분석한 이종희, 김수진 (2010)의 연구에서 성취도와 7개의 배경변인과 정의적 요인을

모두 포함하여 13개의 변인 중 수학불안에 가장 큰 영향을 주는 것은 수학에 대한 자아개념 이고 그 다음은 흥미라고 하였다. 최은경(2011)은 수학영재와 일반학생의 수학불안증과 자기효능감의 상관관계를 분석하였다. 두 집단 모두에서 수학불안과 자기효능감이 높은 상관을 가졌고, 특히 자기효능감의 하위요인인 자신감이 수학불안에 중요한 요인임을 밝혔다.

타과목과 수학불안의 상관관계를 연구한 김수미(2006)는 수학불안과 과학불안이 유의수준 0.05에서 약 0.6의 양의 상관관계가 있다는 것을 보임으로서 수학불안이 다른 과목에서 영향을 준다는 것을 보였다. 또한 국외에서는 수학불안과 작업 기억과의 관계가 대두되면서, 수학불안이 있는 학생들의 읽기과제 수행에 관한 연구가 있었다. Hopko, Ashcraft, Gute, Ruggiero, & Lewis(1998)는 읽기과제를 통하여 수학불안이 어떠한 효과를 가지는지 확인해보았다. 실험대상은 심리학부 학부생 90명을 sMARS를 사용하여 30명씩 3집단(높은 수학불안, 낮은 수학불안, 중간 수학불안)으로 나누어 진행하였다. 실험방법은 각 집단들에게 읽기 및 이해 과제를 주고, 읽게 한 뒤 문제를 푸는 것이었다. 문제는 해당 지문에 있던 내용을 재확인하는 문제로 구성되어 있다. 이때, 읽기 과제 안에는 읽기 과제와 관련있는 평범한 내용이 일반 글자체로, 읽기과제와 상관없는 내용이 이탤릭 체로, 읽기과제와는 상관있으나 문제에는 적용되지 않는 가짜 내용이 볼드체로는 포함되어 있다. 참여 학생들은 글자체를 통하여 읽기 및 이해과제에 필요한 내용을 확인할 수 있었다. 수학불안이 높은 학생들은 문제에 적용되지 않는 내용들인 이탤릭체와 볼드체의 문장들을 사실로 생각하여 문제를 해결한 오답률이 수학불안이 낮은 학생들보다 높게 나타났다. 이를 통하여 수학불안이 높은 학생들은 읽기 및 이해 과제 수행에서 필요한 내용과 상관없는 문장을 이해하고 처리하는데 어려움을 겪고 있는 것을 알 수 있으며 이것은 문장체와 같은 문제에서 수학불안의 증상이 단순하게 수학적 내용에만 국한된 것이 아님을 시사하고 있다.

3. 수학불안증 감소를 위한 처치 방안

1) 인지적, 행동적 처치방법에 의한 접근

1990년에 Hembree는 수학불안에 대한 선행연구들을 메타 분석하였는데, 심리학적 처치로서 행동적 방법은 수학에 대한 '정서성'(두려운 감정과 예민한 반응)을 완화하는 것이고 인지적 방법은 과목에 관해 나타난 염려와 걱정을 완화하기 위해 고안되었음을 밝혔다. 인지적, 행동적 처치 방법은 걱정 요인에 주목했고 또한 정서성을 완화하는 요소를 제공하는 것이다. 그에 의하면 가장 일반적인 행동적 처치 방법인 체계적 둔감법⁷⁾(systematic desensitization)을 불안관리 훈련과 조건화된 억제와 함께 사용하였을 때 수학불안 수준을 줄이는데 크게 성공했다. 잘못된 믿음을 조정하고 수학에서 자신감을 갖게 하는 인지적 조절(cognitive modification)은 수학불안을 중간 정도로 감소시켰다. 체계적 둔감법 또는 이완 훈련을 결합한 인지적 조정(cognitive restructuring)은 단독의 체계적 둔감법과 비슷한 수준으로 수학불안 감소에서 성공했다. 또한 Hyman은 체계적 둔감법을 사용하여 수학불안을 줄인 후에 수학적 지식의 격차가 있다면 이를 채우는 교정 프로그램이 필요하다고 하였다(허혜자, 1996, 재인용).

7) “둔감법은 근육의 이완을 유도하여 일단 긴장이 완화되면 일련의 장면을 상상하도록 이끈다. 상상 후에 다시 긴장이 완화된 상태로 돌아가도록 지도한다(허혜자, 1996, p. 154).”

Sheffield와 Hunt(2006)는 Hembree(1990)의 연구결과를 바탕으로 체계적인 처치를 이용하여 간단한 행동적 처치를 개발했다. 10살-11살인 초등학생 154명을 임의로 추출하여 실험집단은 82명, 통제집단은 72명이 참여하였다. MASC(Maths Anxiety Rating Scale for Children)으로 수학불안 수준을 검사하고 실험집단에게 처치 프로그램 일환으로 수정된 체계적 둔감법 시간에 참여하게 했다. 이 프로그램에는 편안한 호흡을 연습하는 동안 조금 더 어려운 수학 문제를 단계별로 노출시키는 것으로 구성되어 있다. 게다가, 그들은 집에서 이런 기술을 연습할 수 있도록 지도받았다. 처치 후 1내지 5주에 모든 참여자들은 MASC로 수학불안을 측정했다. 그 결과 통제집단에서는 변화가 없었던 반면에 실험집단에 참여자들은 불안 감소를 보였다. 마찬가지로, 수학수행능력은 1주에 실험집단에서 향상되었으며 5주에도 유지되었다. 초기에 통제집단이 실험집단보다 수학불안 낮고 수학수행을 더 잘했음에도 불구하고, 이 반전된 결과는 간단한 처치에 의해 수학불안을 성공적으로 줄일 수 있음을 시사했다.

국내 수학불안의 처치 및 수학불안 감소를 위한 노력을 상담기법에 의해 접근한 시도들이 있었다. 김잔디(2005)는 인지행동상담기법을 통하여 수학불안을 감소시킬 수 있는지를 조사하였는데 이와 함께 시험불안이 수학불안에 영향을 미치는지도 함께 조사하였다. 서울 시내 서대문에 위치한 고등학생 497명을 대상으로 수학불안과 시험불안 관계를 조사하였고, 142명의 실험집단에게 상담기법을 적용하여 처치 후 다시 수학불안 검사를 실시하여 72명의 통제집단과 비교하였다. 수학불안처치를 위한 상담기법으로는 이완훈련, 체계적 둔감법, 긍정적 자기 언어 반복, 자기 관찰 기법, 불안 자극에 노출되기를 사용하였다. 검사지로는 허혜자(1999)의 수학불안요인 검사지를 사용하였는데 시험, 성적과 같은 수학시험불안 요인이 다른 요인인 자아개념, 학습동기, 선입관 등보다 더 높게 측정됨을 알 수 있었다. 상담기법을 통한 처치가 수학불안 및 수학시험불안의 평균에서 유의미한 차이를 보였으며 이를 바탕으로 수학시험불안요인의 처치가 수학불안의 감소에 효과적이 될 수 있다고 주장하였다.

최택영 외(2003)와 윤락경, 전인호(2010) 각각 중학교 3학년 한 학급 학생 26명, 초등학교 4학년 한 학급 학생 32명을 대상으로 수학불안을 유발하는 요인에 대하여 요인별 수학불안과 집단별 수학불안 요인을 조사하여 수학불안을 감소시키기 위한 수학 친화 프로그램을 개발하였다. 최택영 외(2003)는 허혜자(1996)가 고등학생을 대상으로 개발한 106문항의 수학불안 검사지를 중학교 실정에 적합하도록 수정하여 사용하였고, 윤락경, 전인호(2010)는 초등학교 학생들의 수준에 적합한 수학불안 측정도구의 초안을 개발한 이영순(2005)의 연구⁸⁾에서 이미 사용된 바 있는 수학불안 측정도구를 사용하였다. 수학 친화 프로그램은 수학내용에 중점을 둔 약화전략 프로그램(비 심리적 처치)과 불안치료 훈련 프로그램(심리적 처치)을 결합한 형태이다. 수학 친화 프로그램을 실시한 두 연구의 결과는 거의 흡사하였으며, 결과로는 수학 친화 프로그램 활용 후 수학불안이 높은 집단과 낮은 집단 모두 수학불안이 감소하였으며 수학 성적 또한 향상되었다. 게다가, 수학 친화 프로그램이 학습동기를 유발하여 흥미가 향상되었고 수학학습에 성공을 체험하여 자신감을 회복한 것으로 나타났다.

인지적 행동적 처치방법에는 다양한 기법들이 복합적으로 사용됨을 알 수 있다. 그들 중 체계적 둔감법의 효과를 수학불안 감소를 위해 여러 연구에서 언급하고 있다. 또한 여러 기법이 복합적으로 사용된 상담기법을 적용한 연구에서 알 수 있듯이 상담이 2000년대 이후

8) 허혜자(1996), 송귀영(2000), 그리고 권점자(2003)의 연구에 제시된 수학불안 측정도구를 참고로 하여 개발되었다.

관심을 끄는 영역이므로 학생들의 고민인 수학불안증을 감소시키기 위해 시대적으로 발달한 다양한 상담기법을 활용한 연구들이 앞으로 더욱 활성화되리라 짐작할 수 있다.

2) 교수 · 학습 변환에 의한 접근

(1) 소집단 협동학습 모형 (STAD 모형)

전통적인 수업을 보충하는 방법으로서가 아니라 학교 학습구조를 조직하는 하나의 일관된 대안적 수단으로서 고안된 협동학습(cooperative learning)은 1970년대 이후 꾸준히 관심을 받아 왔다. 협동학습은 학생들이 공통의 과제를 함께 공부하고 서로 격려하는 수업방법으로 능력이나 성적에서 서로 이질적인 학생들이 팀을 이루어 돕고 격려하면서 다 같이 과제를 해결하고 목표에 도달하고자 하는 수업전략이다. 협동학습은 많은 유형이 개발되어 있으나 그 중 수학교과와 가장 관련이 있는 STAD(Student Teams Achievement Divisions) 모형(Slavin, 1978)이 수학불안증과 관련되어 사용되었다.

남영만, 서영철(1998)은 STAD 모형을 중심으로 교수 · 학습 지도 방법을 소개하였고 이를 활용하여 원소연(2009)은 중학교 2학년을 대상으로 사전검사인 중간고사 성적 결과와 수학불안검사 결과를 바탕으로 2개 동질집단을 선택하여 한 학급은 실험집단(36명) 다른 학급은 통제집단(36명)으로 구성하였다. 실험반은 학업 능력 및 수학성취도 등을 고려하여 가능한 이질적으로 4명씩 9개의 팀으로 참여하였고 도형에 대해 6차시로 구성된 수업이 실시되었다. 수학불안검사는 허혜자(1996)의 검사지를 수정한 이미림(2007)의 수학불안 검사지를 활용하였다. 연구결과 소집단 협동학습이 전통적 강의식 수업보다 수학불안 감소, 수학불안 감소에 미치는 지속 효과, 수학성취도에 대해 효과적인 것으로 나타났다.

(2) Divided-page (분할노트기법)

Tobias(1987)의 연구에서 문장제는 수학불안의 핵심이라고 말하면서 문장제를 풀 때 문제해결을 포기하지 않고 계속 시도하도록 고무시키면서 자기관찰(self-monitoring)의 효과를 얻고자 문제 풀이 연습방법으로 divided-page라는 것을 소개하였다. divided-page란 수학을 풀기 위해 노트를 사용할 때 page를 반으로 나누어 왼쪽에는 느낌 또는 생각을 쓰고 오른쪽에는 문제에 필요한 계산이나 도표, 그림을 그리면서 해결하는 연습방법이다.

은수진, 이종희(1994)는 수학불안을 가지고 있는 중학생 5명을 대상으로 divided-page 연습을 실시하였다. 수학불안검사는 수학에 대해 학생들이 느끼고 있는 염려, 긴장 또는 고민의 정도를 측정하기 위해 Fennema와 Sherman(1976)이 제작한 수학불안척도(Mathematics Anxiety Scale: MAS)를 우리나라 실정에 맞도록 번안 개작하여 사용하였다. divided-page연습과 지도는 5명의 학생을 대상으로 약 한 달간 일주일에 2, 3회씩 방과 후 30-40분을 이용하여 자동차 타이어 문제, 페이트 칠 문제, 울타리 문제, 쌀가마 분배 문제로 구성된 총 4개의 문장제를 가지고 9회에 걸쳐 대수 방정식을 다루었다. 그 결과 divided-page 연습은 문장제를 풀 때 수학불안이 큰 학생들로 하여금 독창적이고 다양한 풀이를 가능하게 하는 효과를 나타내었고, 오른쪽에 풀이과정을 쓸 수 없을 때라도 왼쪽에는 자신의 느낌과 생각을 계속 써 내려갈 수 있으므로 그 문제를 포기하지 않게 하는 효과를 나타내었으며 자신관찰(self-monitoring)을 할 수 있게 하여 문장제가 주는 막연한 불안

감을 줄일 수 있는 효과를 나타내었다.

김의태 외(2000)는 초등학교 4학년 동질집단 2개 학급을 선정하여 한 학급은 실험집단으로 divided-page를 다른 한 학급은 통제집단으로 일반적 수업 방법을 적용하였다. 학생들의 수학불안 정도를 측정하기 위해 사용한 수학불안검사는 Fennema-Sherman(1977)의 수학 태도 척도(MAS)를 백승욱(1993)이 초등학교의 수학 학업불안 장면과 수학 시험불안 장면에 맞도록 수정하여 사용한 수학불안척도를 사용하였다. 그 결과, divided-page 연습을 활용한 수업은 학습자의 흥미를 유발시키고 자신감을 향상시켜 학습 태도 면에서 매우 큰 효과를 발휘할 수 있었는데 실험집단은 비교집단보다 수학불안이 감소했을 뿐만 아니라 더 높은 학업성취도를 보였다. 또한, 수학불안이 높은 집단과 낮은 집단 모두에서 divided-page 연습을 활용한 수업이 학업성취도의 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다.

이 연구는 어떤 처치가 수학불안 감소에 영향을 미치는지를 확인하기 위해 연구 참여자를 수학불안 높은 집단과 낮은 집단으로 분류하여 연구한 대부분의 선행연구들과 다르게 실험집단과 통제집단으로 나누어 연구한 것이다. 여기엔 실험집단과 통제집단에게 수업을 진행한 교사가 다르다는 점에서 신뢰도가 떨어질 수 있으므로 교사간의 일치 정도를 제시할 필요가 있다.

(3) 코넬노트기법

정재복, 황우형(2013) 연구에서 위 분할노트기법과 함께 미국 코넬대학교(Cornell University) 교수학습센터에서 노트 필기 전략으로 소개된 코넬노트기법을 함께 사용하였다. 이 방법은 노트를 크게 3등분하여 윗부분을 두 칸으로 나누어 단서란, 내용란으로 아랫부분을 요약란으로 나누어서 4R1Q의 원칙에 따라 노트 필기를 활용하게 하는 방법으로 이 방법에 따라 노트를 필기하면 더욱 체계적으로 필기할 수 있을 것으로 보인다. 4R1Q 원칙을 소개하면 1) 수업내용을 적는 Record(기록하기), 2) 수업직후 내용란에 질문을 적는 Question(질문하기), 3) 단서란만을 보고서 자신이 기억하는 사실, 개념, 원리 등을 Recite(재생하기), 4) 질문에 대해 스스로 답하는 Reflect(되새기기), 끝으로 5) Review(복습하기)로 구성되어있다. 이를 위해 고등학교 2학년 학생 12명을 대상으로 분할노트기법과 코넬노트기법을 함께 사용하여 수학불안 감소에 미치는 효과와 수학불안을 감소시키는 원인을 조사하고자 허혜자(1996)가 고등학생을 대상으로 개발한 106문항의 수학불안 측정도구를 상황에 맞게 60문항을 수정하고 재배열하여 사용하였다. 이 연구는 수학불안 감소를 위해 노트 필기로 코넬노트기법과 분할노트기법을 모두 활용했다는 점은 훌륭하지만 각각의 효과는 제시하지 않았는데 이는 소수의 학생을 대상으로 검사지를 사용한 연구분석에서 타당도의 결여로 각 요인에 대해서도 정보를 제공하지 못한 취약점을 지니고 있다. 이처럼 앞으로 많은 연구들이 더 심도있게 이루어져야 함을 뜻한다.

III. 논의 및 결론

현재 현장교실에서는 “행복교육”의 실현을 추구하고 있다. 학생들이 학교생활에서 행복하려면 수학과 같은 각 교과교육에서 먼저 행복할 수 있는 교육환경이 제공되어야한다. 이런 시대적 요구에 맞추어 수학교실에서 수학에 대한 긍정적 성향을 기르는데 학생들의 수학

불안증의 감소를 위한 교사의 노력은 더욱 필요한 시대가 되었다. 본 연구결과로써 다음과 같은 시사점을 통해 미래 좀 더 의미있고 실현 가능한 수학불안 감소에 대한 연구들이 이루어져야 할 것이다.

수학불안 검사지는 초기 연구에서 개발된 것을 바탕으로 좀 더 구체적으로 수학불안을 진단하고자 하는 연구목적에 맞게 수학불안요인을 세분화하는 과정을 거친 검사지가 꾸준히 개발되어왔고, 다른 한편으로는 이렇게 개발된 검사지의 문항내 진술 등을 연구대상에 수준에 맞게 단순히 수정하거나 필요한 수학불안 요인들에 관한 문항들만 발췌하여 수행한 연구들로 분류된다. 이런 축소에 의한 과도한 접근은 개발한 검사지의 원래의 의미를 상실할 우려가 있다는 김명숙 외(2011)의 주장에 유념할 필요가 있다. 이런 경우에는 검사지와 문항별 신뢰도를 제공하여야 할 뿐만 아니라 적절한 자료 분석방법에 의한 연구결과를 제시해야 할 것이다.

수학불안 검사지의 변천과정을 요약해보면 국외에서 1960년에 수학태도척도를 시작으로 1970년대에 MARS와 MAS가 개발되고, 국내에서 국외 수학불안척도를 참고하여 최진승(1988)과 허혜자(1995, 1996)가 수학불안 검사지를 개발하였다. 그 외에 수학불안 척도에 시험불안 척도의 차원을 적용하여 국외에서는 Wigfield와 Meece(1988)가 MAQ를 개발하였고, 국내에서는 김명숙 외(2011)가 2×2요인의 수학불안 척도를 개발하였다. 시간이 흐르면서 수학불안 요인들이 더욱 구체화되며 발전하였고, 가장 최근에는 교차적(다차적) 변인에 관한 검사지가 개발되어 수학불안에 대한 진단이 더욱 명료해졌음을 알 수 있다.

검사지에 의한 수학불안의 국내연구 결과에 의하면, 초·중·고 모두 수학기험 및 성취요인이 수학불안에 가장 큰 영향을 주었다고 하였다(김연식, 허혜자, 1995; 송귀영, 2000; 심슬기, 이광호, 2010). 초등학생들은 다른 학교급과는 다르게 기초 기능이 부족하여 수학불안이 높게 나타났다(송귀영, 2000), 중학생들은 추상성 요인에서 수학불안을 높게 나타냈다(이미림, 2007).

그러나 수학불안을 정확히 진단하고 처치하기 위해서 인지적 성취수준요인 외에 학교급과 흥미, 자아개념 등 수학불안과 관련된 다른 개념 즉 정의적 요인들을 함께 고려해야 한다. 고등학생을 대상으로 한 김명숙 외(2011)의 연구에서는 실패에 대한 두려움이 수학불안에 영향을 끼친다는 점을 고려하여 이를 포함하였고, 이미림(2007) 연구에서는 중학생, 고등학생 모두 수학교과에 대한 흥미가 낮은 집단에서는 대부분의 요인에서 수학불안을 느끼는 것으로 나타났다. 이종희, 김수진(2010)의 연구에서 성취도와 7개의 배경요인과 정의적 요인을 모두 포함하여 13개의 변인 중 수학불안에 가장 큰 영향을 주는 것은 수학에 대한 자아개념이고 그 다음은 흥미라고 하였다. 또한 수학불안은 과학불안과 정적 상관관계가 있고(김수미, 2006), 수학불안이 높은 학생들은 읽기 및 이해 과제 수행에서 내용과 상관없는 문장을 이해하고 처리하는데 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다(Hopko et al., 1998).

이처럼 수학불안은 수학학습에서 요구되는 인지적·정의적인 전 영역이 서로 밀접하게 관련되어있는데 이를 구별하는 것이 정서와 인지심리의 복잡성으로 인해 하위요인들의 분류에 있어 중분류를 거치지 않고 소분류의 요인들만으로는 판단하기는 쉽지가 않다. 이 경우 각 연구목적에 명확히 이해할 필요가 있다. 예를 들어 부정적인 정서와 대조적으로 걱정을 인지적 요인으로 분류하였고(예: Wigfield, & Meece, 1988)과 이후 후속연구에서는 수학불안을 수학에 대한 정서, 감정과 같은 정의적 요인과 수학수행에 대한 걱정과 염려로 표현되는 인지적 요인으로 구성하였다(예: Meece et al., 1990; 김연식, 허혜자, 1995; Ho et al., 2000; 김명숙 외, 2011). 이들 분류에서 알 수 있듯이 우리 수학교육에서 분류하는 일반적인 내용과 다름을 알 수 있는데 수학교육측면에서 이 요인들을 4가지로 재분류를 피한 고희경, 이현숙(2012)을 통해 앞으로의 방향을 모색할 수 있을 것이다.

국내에서 수학불안을 뇌 과학이나 인지신경생리학을 통한 연구의 시도는 아직 미미하였다. 앞으로 진행될 연구에서는 이러한 인지신경생리학을 통해 수학불안증의 메커니즘을 구체적으로 밝힘으로써 불안증 감소에 대한 적극적 조치를 취할 수 있는 방안이 마련될 수 있을 것이다. 뇌파(EEG)나 fMRI를 사용한 연구에서 학생들에게 주었던 과제들이 학생들의 수준에 맞지 않은 간단한 덧셈을 사용하였기에 실제 자신의 학습에서 느끼는 수학 불안감과는 괴리감이 있을 것으로 판단되었다. 다시 말해 이것은 뇌파분석에 주관적인 해석을 최소화하기 위한 것으로 보이나 성인에게 단순 덧셈을 보여주며 수학불안과 작업기억 사이의 상관관계를 분석하는 것은 수학불안을 처치하기 위한 과정이나 근거로서 활용하기에는 거리가 있음을 알 수 있다. 따라서 대상의 수준에 맞는 적절한 문제 개발에 대한 연구와 이 문제에 대해 뇌파 뿐 아니라 문제를 푸는 대상과의 인터뷰, 풀이과정을 교차로 연구하여 학습자에게 요구되는 직접적 변인들과 관련지어 수학불안에 관한 연구가 더 심도있게 진행되어야 할 것이다.

수학수업에서 수학불안을 감소시키기 위해 연구자들의 노력으로 여러 가지 방안이 도출되었다. 수학불안을 감소시키기 위한 최적화된 교수·학습 모형을 만들어내는 것이 많은 수학교육 학자들의 숙제일 것이다. 협동학습은 소집단에서 상호작용을 강화하므로 수학불안에 관하여 뿐만 아니라 여러 영역에 광범위하게 사용되어왔다. 수학불안 감소를 위한 쓰기 기법으로써 Divided-page 기법의 사용이 인지적과 정의적 요인에서 수학불안 감소에 효과적이었고, 코넬노트 기법을 사용한 연구에서는 인지적 요인에서 수학불안을 조사하였다. 쓰기는 수학과 핵심역량 중 하나인 의사소통력의 한 요소로써 학생의 반성적 사고를 강화시키므로 수학불안을 감소시켰음을 알 수 있다. 특히 의사소통력은 인지적 뿐만 아니라 정의적 영역과도 관련이 깊기 때문에(NCTM, 1999; NCTM, 2000) 수학불안 감소를 위해 의사소통력의 여러 요소들을 활용한 교수·학습의 다양한 기법들이 더 개발되어야 할 것이다.

수학불안 감소를 위해 인지적, 행동적 처치를 포함한 여러 프로그램 개발이 있었다. 행동적 처치로서 체계적인 둔감법을 사용하였을 때 수학불안을 감소시키는데 효과적이었던 연구결과들⁹⁾이 있다(예: Hembree, 1990; Sheffield, & Hunt, 2006; 김잔다, 2005). 이 프로그램들은 각각의 수학불안 요인을 감소시키기 위해 그에 적합한 주제로 구성되어 있다는 점에서 큰 강점을 가지고 있다고 판단된다. 여기에서 한 걸음 더 나아가, 학생들의 수학불안 감소를 위해 학생들의 특성을 고려한 다양한 ‘수학친화 프로그램’이 개발된다면 우리나라 학생들의 수학적 힘을 배양하는 데에 크나큰 보탬이 될 것이다.

결론적으로 수학불안에 관련된 요인이 다양하므로 많은 연구가 연구방법의 한계점을 나타내었다. 위에서 언급된 기기를 사용한 연구들은 기기사용으로 인한 자료수집의 어려움¹⁰⁾ 또는 적절한 검사지의 적용을 위해 연구가설에 따르는 변인조절과 통제에 대한 한계점을 들 수 있다. 수학불안에 관한 처치가 있는 연구에서 참여자들의 수학불안은 시간이 지나감에 따라 자연스럽게 감소할 것임을 감안해본다면 지금까지는 변인조절이나 통제의 어려움으로 단순한 과제를 사용하였거나 단순 처치의 효과를 조사한 연구가 지배적이었다면 앞으로 연구에서는 수학교육측면에서 이런 연구방법의 한계점을 보완한 신뢰도 높은 불안감소 방안을 제시하는 연구가 더 많이 이루어져야 할 것이다.

9) Hembree(1990)연구에서 인지적 처치보다는 행동적 처치가 더 효과있음을 밝혔고, Sheffield와 Hunt(2006) 그 결과를 활용하였다.

10) 여기에는 기기사용의 한계뿐만 아니라 뇌의 구조 과제수행에 영향을 줄 수 있는 외적요인들로 제시할 수학 문제의 성격규명 등의 어려움을 포함한다.

참고 문헌

- 고호경, 박상희 (2007). 성격유형에 따른 수학불안 관련성 연구. 한국학교수학회논문집, 10(3), 369-384.
- 고호경, 이현숙 (2012). 중·고등학생의 배경 변인에 따른 요인별 수학 불안의 차이. 한국학교수학회논문집, 15(3), 487-509.
- 권오남, 박지현, 박정숙 (2011). 창의·인성교육을 위한 수학 수업 모형 사례. 수학교육, 50(4), 403-428.
- 권점자 (2003). 초등학교 학생들의 수학불안 요인에 관한 연구. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김명숙, 임신일, 김세영 (2011). 고등학교 수학불안 척도의 개발 및 타당화 연구. 교육심리연구, 25(4), 717-737.
- 김성일 (2006). 뇌기반 학습과학 : 뇌 과학이 교육에 대해 말해주는 것은 무엇인가? 인지과학, 17(4), 375-398.
- 김수미 (2006). 수학불안과 과학불안의 상관연구. 대구대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김연식, 허해자 (1995). 수학불안 요인에 관한 연구. 대학수학교육학회 논문집, 5(2), 111-128.
- 김영남(2002). 구체적 조작물을 이용한 도형 프로그램이 아동의 문제 해결력, 수학적 자기효능감, 수학불안에 미치는 효과를 알아보기 위한 분석적 연구. 수학교육논문집, 13(1), 193-214.
- 김의태, 고석구, 선우하식 (2000). 수학불안 해소를 중심으로 한 초등학교 수학교육의 발전방안. 건국대학교 자연과학연구소, 11, 71-80.
- 김잔디(2005). 인지행동상담기법을 이용한 수학불안 처치에 관한 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사논문.
- 김현미, 강완(2006). 학년 및 성별에 따른 초등학생의 수학불안 요인 분석. 한국초등수학교육학회지, 10(1), 89-106.
- 남영만, 서영철(1998). 수학불안요인 해소에 관한 연구. 교육이론과 실천, 8(1), 195-212.
- 백승욱 (1993). 국민학생의 수학불안 감소훈련이 수학성취에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 송귀영 (2000). 수학불안 진단을 위한 도구의 개발-초등학생을 대상으로-. 청주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 송상현(2002). 수학과 교육을 통한 인성교육. 수학사랑, 제 4회 Math Festival, 127-144.
- 신임철(1987). 수학태도, 성격, 수학성취도와 수학불안과의 관계, 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 심슬기, 이광호(2010). 좌우뇌선호도에 따른 수학불안에 관한 연구. 한국학교수학회논문집, 13(3), 443-458.
- 오수진 (2002). 성(性) 차이에 따른 수학불안에 관한 연구-중학교 3학년 학생들을 중심으로-. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 오후진, 이종배(2000). 수학학습에 대한 불안요인 연구. 한국학교수학회논문집, 3(1), 47-57.
- 원소연(2009). 소그룹 협동학습이 중학생의 수학불안 감소 및 수학성취도에 미치는 효과. 상담평가연구, 2(2), 31-46.

- 윤락경, 전인호(2010). 수학불안 감소를 위한 수학 친화적 활동 프로그램 개발. 한국초등수학교육학회지, 14(3), 583-613.
- 윤은정 (2014). 수학불안에 관한 국내외 연구의 동향 및 과제 - 인지신경기법을 중심으로 -. 학습자중심교과교육연구, 14(1), 295-314.
- 은수진, 이종희 (1994). 수학불안의 경향이 큰 학생들을 위한 효과적인 지도방법에 관한 연구 : 중학교 2학년 문장제를 중심으로. 수학교육, 33(2), 285-296.
- 이미림 (2007). 중·고등학교 학생들의 수학불안 요인에 관한 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이영순(2005). 초등학생들의 수학불안 요인에 관한 연구. 경인교육대학원 석사학위논문.
- 이종희, 김수진 (2010). PISA 2003 결과에서 수학의 정의적 영역에 영향을 주는 변인 분석. 학교수학, 12(2), 219-237.
- 정재복, 황우형 (2013). 분할노트기법과 코넬노트기법을 활용한 쓰기 활동이 수학불안 감소에 미치는 효과분석. 교과교육연구, 6(1), 37-65.
- 조규관 (2006). 수학과 교육과정 내용조직에 따른 초·중등학생들의 수학불안 및 수학자아개념, 수학태도가 수학성취도에 미치는 영향. 학습자중심교과교육연구, 6(2), 399-424.
- 최은경 (2011). 중등 수학영재와 일반학생의 수학불안과 자기효능감에 관한 연구. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최진승 (1989). 일반불안, 시험불안, 학업불안, 수학불안과 수학성적과의 공집 및 인과관계 분석. 경북대학교 박사학위 논문.
- 최택영, 김시주, 김현태 (2003). 수학불안 감소 방안에 관한 연구. 수학교육, 6(2), 127-142.
- 허혜자 (1996). 수학불안요인에 관한 연구-고등학생을 중심으로. 서울대학교 박사학위논문.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Directions in Psychological Science*, 11, 181-185.
- Aiken, L. R. (1970). Attitudes toward mathematics. *Journal for Review of Educational Research*, 40(4), 551-596.
- Aiken, L. R. (1980). Attitude measurement and research. In D. A. Payne (Ed.) *Recent Developments in Affective Measurement*(pp. 1-24). San Francisco : Jossey-Bass.
- Bandalos, D. L., Yates, K., & Thorndike-Christ, T. (1995). Effects of math self-concept, perceived self-efficacy, and attributions for failure and success on test anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 87(4), 611-623.
- Beck, A. T., & Emery, G. (1985). *Anxiety disorders and phobias: A cognitive perspective*. New York: Basic books.
- Byrd, P. G. (1983). *A Descriptive Study of Mathematics Anxiety: Its Nature and Antecedents*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University.
- Churchland, P. M. (1986). *Neurophilosophy: Toward the Unified Science of the Mind/Brain*, Cambridge, MA: MIT Press
- Colome, A., Nunez-Pena, M. I., & Suarez-Pellicioni, M. (2013). Mathematical anxiety effects on simple arithmetic processing efficiency: An event-related potential study. *Biological Psychology*, 94, 517-526.
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48, 344-351.

- Faust, M. W. (1996). Mathematics anxiety effects in simple and complex addition. *Mathematical Cognition*, 2(1), 25-62.
- Fennema, E., & Sherman, J. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 324-326.
- Ferguson, R. D. (1986) Abstraction anxiety: A factor of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17(2), 145-150.
- Hansen, L., & Monk, M. (2002). Brain development, structuring of learning and science education: Where are we now? A review of some recent research. *International Journal of Science Education*, 24(4), 343-356.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal of Research in Mathematics Education*, 21, 33-46.
- Ho, H., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okaomto, Y., Chiu, S., Nakazawa, Y., & Wang, D. (2000). The affective and cognitive dimensions of math anxiety: A cross-national study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 362-379.
- Hopko, D. R. (2003). Confirmatory factor analysis of the math anxiety rating scale-revised. *Educational and Psychological Measurement*, 63(2), 336-351.
- Hopko, D. R., Ashcraft, M. H., Gute, J., Ruggiero, K. J., & Lewis, C. (1998). Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a deficient inhibition mechanism. *Journal of Anxiety Disorders*, 12(4), 343-355.
- Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60-70.
- National Council of Teachers of Mathematics (1999). *Mathematics Assessment: A Practical Handbook for Grades 9-12*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Plake, B. S., & Parker, C. S. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 42(2), 551-557.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19, 551-554.
- Sheffield, D., & Hunt, T. (2006). How does anxiety influence maths performance and what can we do about it? *MSOR Connections*, 6(4), 19-23.
- Slavin, R. E. (1978). Students teams and achievement divisions. *Journal of Research of Development and Education*, 12, 39-49.
- Suarez-Pellicioni, M., Nunez-Pena, M. I., & Colome, A. (2013). Abnormal Error Monitoring in Math-Anxious Individuals: Evidence from Error-Related Brain Potentials. *PloS one*, 8(11), e81143.
- Suinn, R. M., & Edwards, R. W. (1982). The mathematics anxiety. *Arithmetic Teacher*,

29(4),

37-39.

- Tobias, S. (1979). Anxiety Research in education Psychology. *Journal of Educational Psychology*, 71(5), 575.
- Tobias, S. (1987). *Succeed with math : Every student's guide to conquering math anxiety*. New York : College Entrance Examination Board.
- Wigfield, A. & Meece, J. (1988). Math anxiety in elementary & secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 80, 210-216.
- Wonder, J., & Donovan, P.(1984). *Whole-brain Thinking*. New York: Quill.
- Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The neuro-developmental basis of math anxiety. *Psychological Science*, 23(5), 492-501.

Finding the Direction to the Research for Improvement of Mathematics Anxiety¹¹⁾

Choi-Koh Sang-Sook¹²⁾ · Lee Chang-Yeon¹³⁾

Abstract

Since most people experience mathematics anxiety(MA), the research on mathematics anxiety has been the main theme in the research of mathematics education. The study of brain science related to MA has recently been begun due to the advent of apparatuses so this study might have revisited MA as time passed and aimed to obtain realistic implications for the future study. For this purpose, we analyzed previous studies how to measure MA and how to develop the intervention to reduce MA. As the result, the researchers based on brain science studied the relevance of specific parts of the brain according to the degree of MA using only simple computational tasks. The research for developing the MA scale has upgraded how to measure both the cognitive and affective domains with more efficient ways. The research on intervention for MA has developed the programs using systematic desensitization, clinical counseling, STAD teaching method, writing methods, etc. However, we realized that more specified and reliable studies to solve the MA must be done in the future.

Key Words: Mathematics Anxiety, Mathematics Anxiety Scale, Treatment for Mathematics Anxiety, Brain Science, Systematic Desensitization.

Received October 8, 2014

Revised December 17, 2014

Accepted December 25, 2014

11) "This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and future Planning (No. 2014S1A5A2A01011692)"

12) Dankook University

13) The Graduate School of Dankook University