

Effects of Brain Activity-Maze Program on Brain Functions in Middle School Students

Ji-Young Choi¹⁾ · Kyeong-Lae Kim^{*2)}

¹⁾Jeonnam Technical Science High School · ²⁾Korea National University of Education

브레인 액티비티-메이즈 프로그램의 적용이 중학생의 뇌 기능에 미치는 영향

최지영¹⁾ · 김경래^{*2)}

¹⁾전남기술과학고등학교 · ²⁾한국교원대학교

<ABSTRACT>

This study is to investigate the effect of brain activity-maze program on brain functions in middle school students. The participants of this study were 20 second grade boys with low self-control. They were divided into 2 groups randomly(Experimental group: 10, Comparison group: 10). The brain activity-maze program was performed after receiving the experimental consent form of students and their parents. The program ran for 20 minutes at a time, 3 times per week during 12 weeks. Data processing was done using SPSS Ver. 20.0 statistical program. The results of the analysis using t-test are as follows. 12 weeks after the experiment First, there were statistically significant differences in impulsiveness and self-centeredness in the experimental group, however there was no difference in all sub-variables of self-control in the comparison group. There was no significant difference between the two groups after the experiment. Second, There were statistically significant differences in Raw Color score and Raw Color-Word score in experimental group, and Raw Word score and Raw Color score in the comparison group of prefrontal executive functions. There was no significant difference between the two groups after the experiment.

key words : Brain activity-maze program, brain function, self-control, prefrontal executive function, middle school students

I. Introduction

인류의 시작과 더불어 인간의 뇌는 오랜 기간을

통하여 진화하여 왔다. 인간은 태어나서 성장하고 노화가 진행되면서 결국은 죽음에 이르기까지 인간의 뇌는 평생 동안 끊임없이 변화한다. 뇌의 신경 회로는 일생동안 끊임없이 변화하고 성년 전기뿐만

* Corresponding Author : Kyeong-Lae Kim, silzzang@knue.ac.kr

Received December 5, 2020; Reviewed December 14, 2020 Corrected December 20, 2020; Accepted December 20, 2020

© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

아니라 성년기나 노년기에도 일정한 수준의 뇌 가소성을 유지한다. 뇌 가소성은 뇌의 기능과 구조가 변화할 수 있다는 이론으로(Kolb, 2003), 성별이나 연령에 상관없이 경험과 관련된 자극에 대하여 새로운 신경 형성과 신경 연결 생성으로 인지 기능과 운동 기능을 향상시킬 수 있다는 것이다(Azari & Seitz, 2000).

뇌 발달에 가장 중요한 전환기를 맞이하는 우리나라 중·고등학생의 6.4%가 흡연, 16.1%가 음주를 한다(Statistics Korea, 2018). 청소년기는 충동 조절의 실패로 인해 여러 가지의 부정적 문제를 경험하는 시기이다. 학교 현장에서도 충동을 잘 조절하지 못하는 청소년들이 학교 부적응 및 학교 폭력 등의 문제로 학교생활에 적응하지 못하고 중도 포기하는 경우도 흔히 발생한다. 자기통제력이 높을수록 알코올의 남용이나 폭음이 감소하고, 정신병리학적 문제 발생이 적으며, 더 높은 성적을 유지 할뿐만 아니라, 대인관계 능력도 우수하다(Tangney, Baumeister & Boone, 2004). 이러한 이유로 자신의 충동을 잘 조절하여 몸과 마음이 건강하게 성장 발달하기 위해서는 청소년기에 자기통제 능력을 길러야 하며, 이는 청소년기에 꼭 갖추어야 할 능력이라 할 수 있다(Choi, 2018).

청소년기에 뇌의 전두엽 발달은 이성적인 인간을 형성하는 데 도움을 주는 자기통제 능력과 관련이 있다(Steinberg, 2013). 청소년기에는 전두엽이 발달하면서 계획 설정, 의사 결정, 문제 해결 및 충동적인 감정 조절 등과 같은 뇌 기능에서 이전과는 다른 성장을 나타내기 시작한다(Steinberg, 2011). 뇌의 다양한 부위 중에서 전두엽은 즉각적인 만족보다는 자신의 목표를 성취하기 위해 힘들거나 어려운 일을 참고 인내하며, 규칙이나 규범을 능동적으로 준수하고 선택하도록 하는 역할을 수행하기 때문에, 전두엽의 발달은 청소년기의 뇌 성장에 있어서 필수적인 요소라고 할 수 있다. 청소년기 뇌의 발달 특성을 고려하여 전두엽과 그것에 연결된 신경망의 발달을 촉진하기 위해 어떠한 교육적 경험을 어떤 방식으로 제공해야 하는지에 대해 고민할 필요가 있다(Immordino, 2016).

청소년기의 규칙적인 운동이 뇌 기능에 미치는 영향을 알아보기 위한 것으로, 고강도인터벌트레이

닝 프로그램이 남자 중학생의 자기통제력, 전전두엽 실행 기능(Choi & Kim, 2018) 및 주의집중력에 긍정적 영향을 미친다는 연구가 있다. 자기통제력 증진과 관련된 선행연구를 살펴보면, Park (2018)는 사회적 유능감 프로그램이 학교 부적응 청소년들의 자기효능감과 자기통제력 향상에 긍정적 영향을 미쳤다고 하였고, Jung & Jeon (2018)은 부모의 심리적 통제 및 청소년의 자기통제력이 청소년의 관계적 공격성에 미치는 영향에 관한 연구에서 청소년의 자기통제력이 자신의 관계적 공격성을 낮추는데 통계적으로 유의한 변인으로 작용하였다고 보고하였다. Chung & Seomun (2019)은 인터넷 중독 예방 프로그램이 청소년의 자기통제력에 긍정적 영향을 미쳤다고 보고하였다. Kim (2018)은 자기통제력 향상이 ADHD 성향 아동의 실행 기능과 사회성 증진에 효과적이라고 하였고, Hwang (2018)은 다양한 경험적 연구들이 뇌 발달적 측면에서 청소년기 자기통제력의 변화 가능성을 규명하였다고 보고하였다.

운동 및 놀이 활동이 전전두엽 실행 기능에 어떠한 영향을 미치는지는 알아보기 위한 선행연구를 알아보면 Park & Yoon (2017)은 청소년의 유산소 운동이 스트룹 과제 수행에 미치는 효과 연구에서 청소년의 유산소 운동이 스트룹 간섭 효과에 유의한 차이가 나타났다고 하였고, Choi & Kim (2018)은 HIIT 프로그램의 적용이 자기통제력이 낮은 중학생의 전전두엽 실행 기능과 자기통제력에 긍정적인 효과를 나타냈다고 보고하였다.

Chun et al. (2017)이 주의집중력을 향상시키기 위하여 초등학교 저학년 아동을 대상으로 숨은그림 찾기 그림책을 활용한 연구를 바탕으로 수행한 Choi et al. (2019)의 남자 중학생을 대상으로 숨은그림찾기 프로그램을 활용한 연구에서는 활동 참여 집단의 전전두엽 억제 기능이 향상되었다고 보고하였다. Yun et al. (2019)은 12주간의 규칙적인 단체 줄넘기 운동이 초등학교 고학년 학생의 주의집중력 향상에 긍정적인 효과가 있었다고 보고하였고, Park (2013)는 미로 미술 프로그램이 지적 장애 아동의 시지각 기능 변화에 미치는 영향 연구에서 미로 찾기의 적용이 지적 장애 아동의 흥미를 유발하고 시지각을 향상시키는 데 효과적이라고 하였다. Ryan

et al. (2012)에 따르면 자기통제력 조절은 청소년기에도 계속해서 진행되므로, 이 시기의 뇌 발달 특성을 고려하여 뇌 신경망과 전두엽의 발달을 촉진하고 자기통제력을 향상시킬 수 있는 교육적인 중재 및 처치가 필요하다.

이 연구는 다양한 선행연구를 바탕으로 아침 시간을 활용한 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 활동이 자기통제력이 낮은 중학교 2학년 남학생들의 자기통제력 및 전두엽 실행 기능에 어떠한 영향을 미치는지는 알아보기 위하여 수행하였으며, 학교 현장에서 관련 연구를 위한 기초 자료로 활용 가치가 높을 것으로 기대한다.

II. Methodology

1. Participants

연구 참여자는 전라남도 H군 소재 H중학교 2학년 남자 중학생을 대상으로 자기통제력이 낮은 학생 20명을 대상으로 선정하였고, 브레인 액티비티-메이즈 프로그램에 참여하는 실험집단 10명과 참여하지 않는 비교집단 10명으로 나누었다. 실험 전 자발적인 참여 의사를 밝힌 학생들을 대상으로 학생 및 학부모 동의서에 서명을 받은 후 실험을 진행하였다.

연구 참여자의 일반적 특성은 다음의 <Table 1>에 제시하였다.

<Table 1> General characteristics of participants

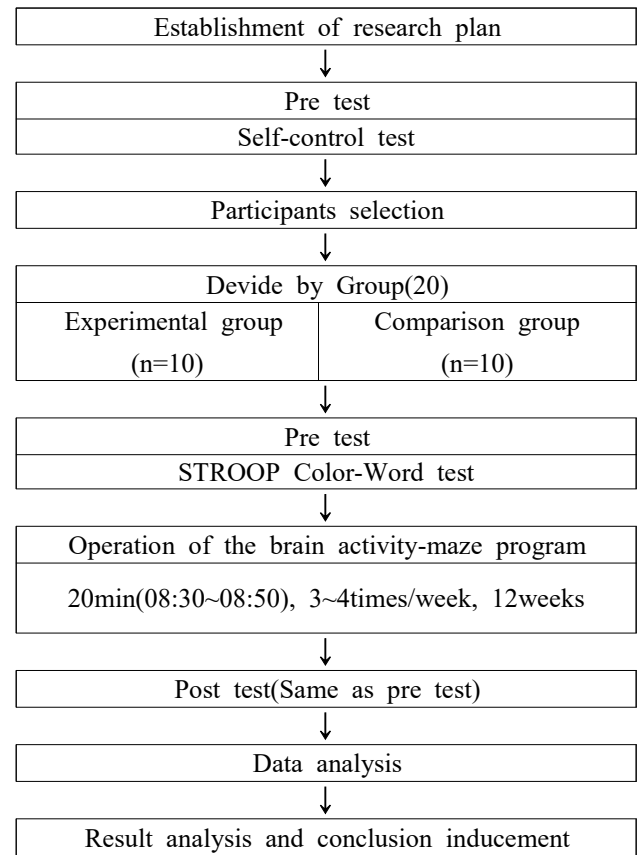
Items	Sex	Age (year)	Height (cm)	Body weight (kg)
EG(10)	Male	14.25±0.58	166.89±5.35	61.23±14.68
CG(10)	Male	14.31±0.77	163.99±6.20	56.33±11.22

Values are means±SD

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

2. Procedure

이 연구의 실험을 위한 연구 설계는 다음에 제시한 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] Experimental design

3. Metrics and Methods

1) Measurement Items and Tools

실험을 위한 측정 항목 및 측정 도구는 다음에 제시한 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Measurement items and tools

Variables	Measurement items	Tools
Self-control	Impulsiveness, Simple task preference,	Self-control examining paper
	Adventure seeking,	
	Physical activity preference,	
	Self-centeredness, Anger temperament	
STROOP Color-Word Test	Raw Word Score	STROOP
	Raw Color Score	Color-Word
	Raw Color-Word Score	Test

2) Measuring Methods

(1) Self-control

이 연구에서는 Grasmick et al. (1993)이 개발한 검사를 Ha & Kim (2005)이 변안한 한국판 자기통제력 검사지를 활용하였다. 이 검사지는 총 24개의 문항으로 충동성(4), 단순과제 선호(4), 모험추구(4), 신체활동 선호(4), 자기중심(4), 화 기질(4)의 총 24개 문항으로 구성되어 있다. 문항 형식은 1점(전혀 아니다)에서 5점(매우 그렇다)까지 5점 Likert 척도로 일치하는 정도에 따라 평정되며, 점수 범위는 24점에서 120점까지이다. 전체 점수의 합이 높을수록 자기통제력이 낮음을 의미한다. 자기통제력 검사지의 전체 내적 합치도는 Cronbach's $\alpha = .85$ 이며 하위 변인은 충동성(.66), 단순과제선호(.77), 모험추구(.78), 신체활동선호(.88), 자기중심(.72), 화 기질(.97)로 나타났다.

(2) Prefrontal Execution Functions

연구 참여자의 전전두엽 실행 기능 평가를 위해 STROOP Color And Word Test를 측정 도구로 활용하였다. 이 도구는 Golden & Freshwater (2002)가 개정한 스트룹 검사를 Shin & Park (2007)이 타당화 한 한국판 아동용 스트룹 색상-단어 검사이다. 스트룹 아동 색상-단어 검사에서 단어 원점수는 단어 페이지에서 완성한 문항 수를 의미하고, 색상 원점수는 색상 페이지에서 완성한 문항 수를 의미하며, 색상-단어 원점수는 색상-단어 원점수에서 완성한 문항 수를 말한다. 채점 방법은 세 가지 모두 읽은 문항 수로 채점하며, 신뢰도는 단어 원점수는 .76, 색상 원점수는 .66, 색상-단어 원점수는 .72로 신뢰도가 높은 편이다.

스트룹 검사는 색상(color), 단어(word), 색상-단어(color-word)의 3가지 유형으로 구성되어 있으며, 각 검사마다 5열 20행으로 이루어진 100개의 색상 또는 단어가 8.5×11인치 크기의 용지에 인쇄되어 있다. 첫째, 스트룹 색상 검사는 'XXXX'로 써진 글자가 초록색, 파란색, 빨간색으로 인쇄되어 있으며, 어떤 색깔도 열 내에서 연속되지 않게 구성되어 있다. 검사자의 신호에 따라 45초 동안 가능한 빠르게 큰소리로 색깔을 말하면서 읽는 과제이다. 둘째, 스

트룹 단어 검사는 검정색으로 인쇄된 '빨강', '파랑', '초록' 단어가 무작위로, 반복되지 않게 배열되어 있다. 검사자의 지시에 따라 45초 동안 용지에 써진 단어를 큰 소리로 읽는 과제이다. 셋째, 스트룹 색상-단어 검사는 '초록', '파랑', '빨강'의 단어가 단어의 명칭과 다른 색으로 반복되지 않게 인쇄되어 있다. 단어 검사의 단어가 색깔 검사의 색깔로 인쇄된 두 검사 문항의 혼합 구성으로, 단어 검사의 첫 문항이 색상 검사의 첫 문항 색깔로 인쇄되어 색상-단어 검사의 첫 문항이 되도록 구성되어 있다. 검사자의 지시에 따라 45초 동안 할 수 있는 만큼 많이 단어의 색깔을 말하면서 열을 따라 읽는 과제이다. 스트룹 색상-단어 검사의 예시는 다음에 제시한 <Table 3>과 같다.

<Table 3> STROOP Color-Word test example

Word	Color	Color - Word
Red	xxxx	Green
Green	xxxx	Green
Blue	xxxx	Blue
Green	xxxx	Green
Blue	xxxx	Red

검사 수행 도중 틀렸을 경우에는 틀린 부분부터 수정하여 다시 바르게 읽도록 안내하였으며, 각 과제 당 45초 이내에 오류 없이 읽기를 모두 완성한 개수를 점수로 환산하였다.

4. Brain Activity-Maze Program

이 연구에서 브레인 액티비티-메이즈 프로그램으로 활용한 교재는 Chun et al. (2017)의 선행연구에서 제시한 연구 결과를 토대로 스토리가 있고, 단계별로 구성된 미로 찾기 책을 채택하였다.

1) Brain Activity-Maze Program Textbook

이 연구에서는 똑똑해지는 미로 찾기 중급편(Hit the Trail), 똑똑해지는 미로 찾기 고급편(Lost and Found), 똑똑해지는 미로게임 심화, 뇌가 놀고 있을 때 미로 찾기 등 4권의 교재를 활용하였다.

2) Activity Time and Frequency

브레인 액티비티-메이즈 활동의 효과를 높이기 위해 1회 활동 시간을 20분으로 정하고 일주일에 3~4회씩 총 12주간 프로그램을 진행하였다.

3) Brain Activity-Maze Program

브레인 액티비티-메이즈 프로그램의 세부 내용은 다음의 <Table 4>에 제시하였다.

<Table 4> Brain activity-maze program

Period	Time	Frequency	Activities
12 Weeks	3min		Warm-up
	14min	3~4 times/ week	Brain activity-maze activity
	3min		Cool-down

5. Data Analysis

실험을 통하여 얻은 측정 자료는 SPSS Ver. 20.0 프로그램을 활용하여 연구의 목적에 맞게 분석하였다. 첫째, 연구 참여자의 일반적 특성은 기술통계를 통해 분석하였다. 둘째, 두 집단의 사전·사후검사 측정 결과는 평균 및 표준편차로 제시하였다. 셋째, 집단 내 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 참여 전과 후에 따른 차이 검증과 집단 간 차이를 확인하기 위해서 각각 대응표본 t-검증과 독립표본 t-검증을 사용하였다. 모든 통계적 유의도 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. Results

1. Homogeneity Verification

이 연구에 참여한 연구 참여자의 자기통제력 및 전전두엽 실행기능의 사전 값에 대한 항목별 측정 값 및 동질성 검증 결과는 <Table 5>와 같다. 실험

집단과 비교집단 간 자기통제력과 전전두엽 실행 기능 사전 값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으므로 동질성이 확인되었다.

<Table 5> Homogeneity verification between EG and CG

Variables		Group		t	p
		EG (n=10)	CG (n=10)		
Self-control	Impulsiveness	13.60± 2.41	12.90± 2.18	.680	.505
	Simple task preference	12.30± 3.50	12.90± 1.97	-.473	.644
	Adventure seeking	13.3± 3.02	11.50± 3.03	1.331	.200
	Physical activity preference	15.50± 3.57	15.40± 1.96	.078	.939
	Self- centeredness	10.40± 2.88	10.40± 0.84	.000	1.000
	Anger temperament	11.80± 1.23	11.20± 1.99	.812	.428
	Sum of Self-control	76.9± 5.95	74.3± 6.78	.911	.374
	Prefrontal executive function	Raw Word score	51.00± 12.68	53.50± 9.56	-.498
Raw Color score		45.00± 7.50	48.70± 10.67	-.897	.381
Raw Color-Word score		50.90± 8.80	51.30± 9.17	-.100	.922

Values are means±SD

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

2. Changes of Self-Control

12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 후 실험집단과 비교집단의 사전·사후 자기통제력 총점 결과는 <Table 6>에서 보는 바와 같이 실험집단에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($P<.01$). 비교집단에 비해 실험집단의 평균 점수가 더 큰 폭으로 감소한 것으로 나타났으며, 이는 실험집단의 자기통제력이 증가하였음을 의미한다.

<Table 6> Sum of self-control between EG and CG

Variables	Group		t	p
	Pre	Post		
EG(n=10)	76.9±5.95	67.00±10.23	3.465	.007**
CG(n=10)	74.30±6.78	73.90±10.33	.159	.877

** p < .01, Values are means±SD,

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 전과 후의 자기통제력 하위 변인들에 대한 집단 내 변화를 살펴보면 다음의 <Table 7>에 제시한 바와 같다.

<Table 7> Changes of sub-variables of self-control within the groups

Sub-variables of self-control	Group	Time		t	p
		Pre	Post		
Impulsiveness	EG (n=10)	13.60±2.41	10.60±2.46	2.689	.025*
	CG (n=10)	12.90±2.18	12.20±2.35	.958	.363
Simple task preference	EG (n=10)	12.30±3.50	12.20±4.08	.096	.925
	CG (n=10)	12.90±1.97	12.60±2.95	.303	.769
Adventure seeking	EG (n=10)	13.3±3.02	11.50±4.14	1.561	.153
	CG (n=10)	11.50±3.03	12.30±2.80	-1.500	.168
Physical activity preference	EG (n=10)	15.50±3.57	15.00±3.30	.667	.521
	CG (n=10)	15.40±1.96	15.40±2.63	.000	1.000
Self-centeredness	EG (n=10)	10.40±2.88	8.60±3.03	2.714	.024*
	CG (n=10)	10.40±0.84	10.10±1.91	.449	.664
Anger temperament	EG (n=10)	11.80±1.23	9.10±3.21	2.119	.063
	CG (n=10)	11.20±1.99	11.30±2.71	-.148	.885

*P < .05, Values are means±SD.

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

위의 <Table 7>에서 보는 바와 같이, 실험집단의 경우 집단 내 충동성(P< .05)과 자기중심(P< .05)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 비교집단의 경우에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 후 자기통제력 하위 변인들에 대한 두 집단 간의 차이를 살펴보면 다음의 <Table 8>에 제시한 바와 같다.

<Table 8> Comparison of sub-variables of self-control between two groups

Variables	Group		t	p
	EG(n=10)	CG(n=10)		
Impulsiveness	10.60±2.46	12.20±2.35	-1.488	.154
Simple task preference	12.20±4.08	12.60±2.95	-.251	.804
Adventure seeking	11.50±4.14	12.30±2.80	-.506	.619
Physical activity preference	15.00±3.30	15.40±2.63	-.300	.768
Self-centeredness	8.60±3.03	10.10±1.91	-1.325	.202
Anger temperament	9.10±3.21	11.30±2.71	-1.655	.115

Values are means±SD.

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

위에 제시한 <Table 8>에서 보는 바와 같이, 12주 동안의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 후 두 집단 간 차이를 살펴본 결과 자기통제력의 모든 하위 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2. Changes of Prefrontal Execution Function

12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 전과 후의 전전두엽 실행 기능의 하위 변인들에 대한 집단 내 변화를 살펴보면 다음의 <Table 9>에 제시한 바와 같다.

다음의 <Table 9>에서 보는 바와 같이, 실험집단의 경우 색상 원 점수(P< .01) 및 색상-단어 원점수

($P < .05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 비교집단의 경우에는 단어 원점수 ($P < .001$)와 색상 원점수 ($P < .05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<Table 9> Changes of sub-variables of prefrontal executive function within the groups

Sub-variables of prefrontal executive function	Group	Time		t	p
		Pre	Post		
Raw of Word score	EG (n=10)	51.00±12.68	56.20±14.20	-1.671	.129
	CG (n=10)	53.50±9.56	62.20±10.54	-3.275	.000
Raw of Color score	EG (n=10)	45.00±7.50	53.40±7.50	-3.360	.008
	CG (n=10)	48.70±10.67	59.60±11.98	-5.989	.012
Raw of Color-Word score	EG (n=10)	50.90±8.80	55.90±6.44	-2.766	.022
	CG (n=10)	51.30±9.17	58.10±7.95	-2.229	.51

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

Values are means±SD.

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 후 전전두엽 실행 기능의 하위 변인들에 대한 집단 간 차이를 살펴보면 다음의 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Comparison of sub-variables of prefrontal executive function between two groups

Variables	Group		t	p
	EG(n=10)	CG(n=10)		
Raw of Word score	56.20±14.20	62.20±10.54	-1.073	.297
Raw of Color score	53.40±7.50	59.60±11.98	-1.387	.182
Raw of Color-Word score	55.90±6.44	58.10±7.95	-.680	.505

Values are means±SD.

EG: Experimental Group, CG: Comparison Group

위의 <Table 10>에 제시한 바와 같이, 실험 후 단어 원점수, 색상 원점수 및 색상-단어 원점수 변인에서 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

IV. Discussion

1. Changes of Self-Control

자기통제력의 하위 변인들에 대한 집단 내 변화를 살펴보면 실험집단의 경우 충동성 및 자기중심의 결과 값이 감소하여 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 비교집단의 경우 유의한 차이가 나타나지 않았다. 실험 후 집단 간 차이를 살펴본 결과 자기통제력의 모든 하위 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험집단의 집단 내 충동성 및 자기중심의 감소는 Choi & Lee(2015)의 학교폭력 가해 청소년의 자기통제력 향상에 집단미술치료 프로그램이 긍정적 영향을 미쳤다는 연구, Sung et al. (2014)의 자기조절능력 향상 프로그램이 실험집단의 자기통제력의 모든 하위 변인에서 유의한 차이를 보였다는 연구 결과와 부분적으로 일치한다. 또한 Choi et al. (2019)의 숨은그림찾기 프로그램 적용이 남자 중학생의 충동성 및 화 기질에 긍정적 영향을 미쳤다는 연구 결과와도 부분적으로 일치한다.

메이즈 프로그램에서 매 회마다 제시되는 조건에 부합하도록 미로 찾기를 하는 과정에서 쉬운 것부터 시작하려는 일시적인 욕구나 도착점부터 미로 찾기를 시작하려는 충동을 피하고, 즉각적인 만족감을 주는 답을 보고 싶은 충동을 조절·관리하며, 반복되는 오답 속에서 끝까지 정답을 찾고, 주변 친구들의 미로 찾기 속도 등과 같은 외부의 영향 요인을 통제하며 각자의 페이스에 맞게 활동을 해나가는 과정의 누적 속에서 장기적인 목표를 향해, 즉각적인 충동이나 만족을 지연시키고 저항하며, 자신의 선택과 결정을 외부의 영향 없이 스스로 조절·관리하는 행동 통제 능력(Lee & Kim, 2018; Shaffer, 1993)인 자기통제력이 향상된 것으로 사료된다.

10대 후반에서 20대 초반은 중독 물질의 사용 가

능성이 가장 높은 시기로, 담배나 술이 주는 즐거움, 게임을 통해 얻는 기쁨에 더 예민하게 반응하거나(Monique et al., 2005), 강렬한 감정의 영향으로 아무 생각 없이 즉각적인 충동을 만족시키는 행동을 할 확률이 높다(Julia et al., 2017). 흡연은 초기 청소년 시기의 노출이 청소년기의 심각한 니코틴 위험을 높이는 요인이 될 수 있다. Lee & Kim (2018)의 연구에서 금단과 자기통제력은 유의한 정적 상관관계를 보였는데, 자기통제력의 하위 변인 중 높은 상관관계를 보인 순서로는 충동성, 자기중심, 단순과제 선호, 화 기질 변인이었다. 여러 선행 연구들의 결과에서도 보여주듯이 이 연구에서 활용한 브레인 액티비티-메이즈 프로그램은 중학생들의 자기통제력에 부분적으로 긍정적인 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

청소년기 자기통제력의 조절은 계속 진행되고, 뇌는 꾸준히 활성화 되는 부분만 유용하게 남는다(Ryan, Jacob & Frank, 2012). 이 연구에서는 자기통제력이 교육적 처치를 통해 긍정적으로 변화로 변화될 수 있다는 연구(Hwang, 2018)를 토대로 메이즈 프로그램이라는 교육적 처치를 시행하였다. 이러한 측면에서 연구 결과에서 나타난 중학교 2학년 남학생의 자기통제력 하위 변인 중 충동성과 자기중심의 변화에 브레인 액티비티-메이즈 프로그램이라는 교육적 처치가 긍정적 영향을 미쳤다는 점에서 그 의의가 있다고 할 수 있을 것이다.

2. Changes of Prefrontal Execution Functions

전두엽 실행 기능이나 총체적 기능을 측정하는 스트룹 색상-단어 검사 결과 실험집단의 색상 원점수 및 색상-단어 원점수에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 비교집단에서는 단어 원점수와 색상 원점수에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 실험 후 집단 간 차이를 살펴본 결과 전전두엽 실행 기능의 모든 하위 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험집단의 색상 원점수 및 색상-단어 원점수에서 유의한 차이가 나타난 것은 Park & Yoon (2017)의 청소년의 유산소 운동이 스트룹 간섭 효과에 유의한 효과가 있었다는 연구, Ha & Kang

(2015)의 예비 유아교사 스마트폰 사용과 전두엽 기능 간의 관계 연구에서 스마트폰을 사용하지 않은 기간 동안 전두엽의 기능이 전반적으로 향상되었다는 연구, Choi & Kim (2018)의 고강도인터벌트레이닝이 전전두엽 실행 기능을 향상시켰다는 연구 및 숨은그림찾기 프로그램 적용이 전전두엽 실행 기능을 향상시켰다는 연구 결과와 부분적으로 일치한다.

스트룹 검사 중에서 색상 원점수와 색상-단어 원점수는 간섭 효과를 가장 잘 나타내는 수치로 제시되는데 색상-단어 원점수가 색상이나 단어 원점수보다 유의하게 높은 경우, 충돌하는 반응을 억제하는 능력이 우수함을 나타낸다(Shin & Park, 2007). 이 연구에서 나타난 색상 원점수와 색상-단어 원점수의 유의한 차이는 주의 간섭이 예상보다 적게 나타나 충돌하는 반응을 억제하는 능력이 향상되었음을 잘 나타내주는 것이라고 생각할 수 있다.

미로 찾기 과정에서 참여자들이 문제 해결을 위해 주의를 기울이게 되고, 도착점을 찾아 가기 위해 구조를 파악하고 미로 시작 지점과 경유 지점의 연결선을 눈이나 연필로 그려보면서 인지 전략을 관리·유지해 필요할 때 적절하게 반응하고, 부적절한 자극이 제시되는 과제 수행 시 불필요한 자극을 차단(Kim, 2006; Willcutt et al., 2005)하는 과정을 통해 전전두엽 실행 기능이 향상된 것으로 사료된다. 이 연구에서 집단 간 유의차는 나타나지 않았는데, 이는 매 회기의 운영 시간이 비교적 짧고, 학생들의 개인차 변인을 동일하게 통제하지 못하는 등의 상황적 제한점이 영향을 미친 것으로 사료된다.

실행 기능은 고차원적인 사고 기능으로 뇌의 전두엽, 특히 전전두엽에서 관장된다고 알려져 있는데, 이를 측정하는 스트룹 색상-단어 말하기 수행 과제의 색상 원점수와 색상-단어 원점수 변인에서 유의한 차이가 있었다는 것은 필요한 자극에 적절하게 반응하되, 부적절한 자극을 차단하는 억제 기능과 충동을 억제하고 자신의 행동을 조절하는 등의 계획 기능이 향상되었음을 의미한다.

시지각 정보를 활용하여 문제 해결을 유도하는 숨은그림찾기와 같은 형태의 활동(Choi et al., 2019), 다양한 도구를 이용하여 손동작을 많이 하면서 손과 눈의 협응이 필요한 활동 및 전신을 이용한 신체활동을 규칙적으로 장기간동안 꾸준히 실

천할 경우 인지 기능이 향상(Kim, Kim & Park, 2020; Park & Kim, 2020)되는데, 이러한 인지 기능은 전전두엽 실행 기능이 발달함에 따라 향상될 수 있다. 전전두엽 실행 기능은 아동, 청소년기에 걸쳐 발달하며 행동·정서 통제, 인지 기능, 사회적 상호작용과 같은 넓은 범위의 능력을 담당하는 조절 기능 또는 관리 기능이라고 할 수 있다.

이 연구에서 브레인 액티비티-메이즈 프로그램은 뇌 상태를 효율적이고 긍정적인 상태로 발전시켜 전전두엽 실행 기능 향상에 긍정적 영향을 미쳤으며, 중독 가능성이 높은 집단의 실행 기능 향상을 위한 프로그램 개발의 근거를 마련하였다는 점에서 이 연구의 의의가 있다고 할 수 있을 것이다.

V. Conclusion

이 연구는 12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용이 자기 통제력이 낮은 남자 중학생의 자기통제력과 전전두엽 실행 기능에 미치는 영향을 연구하기 위한 것으로, 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 적용 전·후의 차이를 알아본 연구였다. 이 연구를 통하여 얻어진 주요 결론은 다음과 같다.

12주간의 브레인 액티비티-메이즈 프로그램 활동에 참여한 후 실험집단의 사전·사후 평균 비교에서 자기통제력의 점수가 감소하였는데, 이는 자기통제력의 향상을 의미하며, 집단 내 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 비교집단의 사전·사후 평균 비교에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 실험집단의 경우 집단 내 충동성 및 자기중심 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 비교집단의 경우에는 유의차가 나타나지 않았다. 실험 후 두 집단 간 차이를 살펴본 결과, 모든 하위 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험집단의 색상 원점수 및 색상-단어 원점수 변인에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 비교집단에서는 단어 원점수와 색상 원점수 변인에서 유의차가 있는 것으로 나타났다. 실험 후 두 집단 간 차이를 살펴본 결과, 전전두엽 실행 기능의 모든 하위 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지

않았다.

결론적으로, 자기통제력이 낮은 중학생을 대상으로 12주간 브레인 액티비티-메이즈 프로그램을 적용한 결과 자기통제력 및 전전두엽 실행 기능 변인에서 부분적으로 향상되었으며, 학교 현장에서 학생들의 정신건강 증진 및 뇌 기능 향상을 위하여 다양한 형태의 액티비티-메이즈 프로그램을 복합적으로 적용한 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

References

- Azari, N. P., & Seitz, R. J. (2000). Brain plasticity and recovery from stroke. *American Scientist*, 88(5), 426-431.
- Choi, C. H. (2018). Suggestions for developing the self-regulation ability of adolescence: Brain development. *Theology and Praxis*, 61, 331-356.
- Choi, J. Y., & Kim, K. L. (2018). The effect of HIIT program on self-control and prefrontal executive function in middle school male student. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 18(24), 1237-1254.
- Choi, J. Y., Kim, K. L., & Youn, C. T. (2019). Effects of hidden picture game activity on self-control and prefrontal executive function in middle school boys. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 19(21), 1327-1345.
- Choi, S. Y., & Lee, K. M. (2015). Program effectiveness of group art therapy for self-control improvement of bullying adolescents of school violence. *Korean Journal of Art Therapy*, 22(2), 363-383.
- Chun, H. J., Kim, S. M., & Lee, K. H. (2017). Study on special effects of attention concentration by 'Finding hidden picture' picture books : Focused on low graders of elementary school. *Journal of Communication Design*, 57, 142-154.
- Chung, M. S., & Seomun, K. A. (2019). The effect of internet addiction prevention program on adolescents' self-regulation: A systematic review

- and meta-analysis. *Journal of Digital Convergence*, 17(8), 347-355.
- Golden, C. J., & Freshwater, S. M. (2002). *The stroop color and word test: A manual for clinical and experimental uses*. Chicago, IL: Stoelting.
- Grasmick, H. G., Bursik, R. J., & Arneklev, B. J. (1993). Reduction in drunk driving as a response to increased threats of shame, embarrassment, and legal sanctions. *Criminology*, 31, 41-67.
- Ha, C. S., & Kim, B. S. (2005). A exploratory factor analysis of Korean version of the self-control scale. *Korea Journal of Counseling*, 6(4), 1175-1188.
- Ha, Y. H., & Kang, S. Y. (2015). A study of relationship between using smartphones and the frontal lobe functions of the pre-early childhood teachers. *The Journal of Eco-Early Childhood Education*, 14(4), 81-98.
- Hwang, M. H. (2018). Neuroscience based review on the possibility of enhancing self-control in school learning. *The Korean Journal of Elementary Counseling*, 17(1), 1-27.
- Immordino, M. H. (2016). *Emotions. learning and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience*. New York, NY: WW Norton & Company.
- Julia, M., Julia, D., Jacquelynne, E., & Babara, S. (2017). Passionate experience in adolescence: Situational variability and long-term stability. *Research on Adolescence*, 27(2), 344-361.
- Jung, Y. J., & Jeon, H. S. (2018). The effect of parental psychological control and adolescent's self-control on relational aggression of adolescent children. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 8(4), 743-751.
- Kim, B. J. (2018). *The effects of self-control program on executive functions and sociality of children with ADHD*. Unpublished Master's Thesis, Han Seo University, The Republic of Korea.
- Kim, Y. B., & Kim, K. L., & Park, S. T. (2020). Effects of exercise types on BDNF and cognitive functions in middle aged women. *Brain, Digital, & Learning*, 10(2), 205-215.
- Kim, Y. H. (2006). Executive functioning in ADHD subtypes primarily in WCST. *Korean Journal of Psychological Association: Health*, 11(2), 302-314.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2003). *Fundamentals of human neuropsychology*. 5th. New York, NY: Worth.
- Lee, B. R., & Kim, H. G. (2018). Relationship between self-control and addiction on smart phone of adolescents. *Gongju National University of Education Elementary Education Institute*, 55(1), 1-23.
- Monique, E. Eric, N., Sandra, J., Erin B. M., Christopher, S., Monk, E. L., James, B., & Daniel, S. P. (2005). Amygdala and nucleus accumbens in responses to receipt and ommission of gains in adults and adolescent. *Neuroimage*, 25, 1279-1291.
- Park, J. A. (2013). *Effects of maze art program on visual perception of children with intellectual disability*. Unpublished Master's Thesis, Korea Nazarene University, The Republic of Korea.
- Park, S. M. (2018). *Study on the effect of social competence program on self-efficacy and self-control of maladjusted juveniles*. Unpublished Master's Thesis, Sookmyung Womes's University, The Republic of Korea.
- Park, J. M., & Kim, K. L. (2020). Effects of complex breathing training and vestibular rehabilitation training on balance kinematic breathing function and balance abilities and cognitive abilities in older patients with dizziness. *Brain, Digital, & Learning*, 10(2), 193-203.
- Park, S. Y., & Yoon, D. H. (2017). Effect of an acute aerobic exercise on adolescent cognitive performance of stroop task. *Korean Journal of Sport Psychology*, 28(4), 17-26.
- Ryan, C. M., Jacob, T. N. Y., & Frank, M. W. (2012). Changes in self-control during

- adolescence: Investigating the influence of the adolescent Peer network. *Journal of Criminal Justice*, 40, 452-462.
- Shaffer, D. R. (1993). *Developmental psychology: Childhood and adolescence* (3rd Ed.). California: Books/Cole.
- Shin, M. S., & Park, M. J. (2007). *STROOP color and word test for children*. Seoul, Korea: Hak Ji Co Ltd.
- Statistics Korea (2018). *Juvenile Statistics*. Statistics Korea.
- Steinberg, L. (2011). Demystifying the adolescent brain. *Educational Leadership*, 68(7), 42-46.
- Steinberg, L. (2013). The influence of neuroscience on US Supreme Court decisions about adolescents' criminal culpability. *Nature Reviews Neuroscience*, 14, 513-518.
- Sung, S. H., Hong, C. H., & Kim G. A. (2014). The effect of the self-regulation program on self-control, impulsiveness, aggression of juvenile delinquents. *Korean Journal of Psychological Association: School*, 28(2), 157-175.
- Tangney, J. P., Baumeister, R. F., & Boone, A. L. (2004). High self-control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *Journal of Persnality*, 72(2), 271-324.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Yun, S. B., Ho, E. S., & Kim, K. L. (2019). Effects of group jump rope on working memory and attention in elementary school students. *Brain, Digital, & Learning*, 9(3), 199-212.

[저자의 소속과 직위]

최지영 : 전남기술과학고등학교, 교사, 제1저자

김경래 : 한국교원대학교, 교수, 교신저자