

4MAT System 학습방법이 초등학생의 창의력, 과학과 학업성취도 및 과학관련태도에 미치는 효과

최선영[†] · 강호감

(인천일신초등학교)[†] · (경인교육대학교)

Effects of the 4MAT System on Creativity, Science Achievement and Science-related Attitudes of Elementary Students

Choi, Sun-Young[†] · Kang, Ho-Kam

(Incheon Ilshin Elementary School)[†] · (Kyeongin National Univ. of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore effects of 4MAT system program on the creativity, science achievement and science-related attitudes of elementary school students. 4MAT learning program is a model based on the whole brain learning including the learning styles and the cognitive specialization of left and right hemispheres. The study was conducted for 10 weeks during the 1998 second semester in H elementary school which is located in Incheon. 4MAT learning program was applied to the 5th and 6th grade students. One hundred 5th grade students and eighty three 6th grade students are selected for this study. The experimental group was taught in applying the 4MAT system, and the control group was taught by the traditional manner. The results of this study were as follows: There was a significant difference on creativity between the instruction by applying 4MAT system and the traditional instruction. In the 6th grade, there was a statistically significant difference on science achievement and science-related attitude. In the 5th grade, there was slightly increased, but statistically nonsignificant. In conclusion, the instruction by applying 4MAT system was more effective in developing student's creativity than the traditional instruction in both grades.

Key words : 4MATsystem, Creativity, Science achievement, Science-related attitude

I. 서 론

오늘날 세계는 무한경쟁시대로서 첨단과학기술사회·정보사회로 급속히 변모하고 있다. 이러한 시대적 변화 속에서 살아남기 위한 생존 방법은 남보다 새로운 아이디어와 문제를 창의적으로 해결하는 능력을 갖춘 인재를 양성하는 것이라 할 수 있다.

미국을 비롯한 선진국에서는 이미 오래 전부터 학교 교육에서 창의력 교육을 강조하였으며 최근에 우리나라도 다소 늦은 감은 있으나 창의적인 인간육성을 교육의 큰 목표로 정하여 초등학교의 과학과 교육과정 총괄목표에도 명시하고 있다(교육부, 1996a).

최근 몇 년 동안 두뇌기능과 교육적 함의와 관련한 연구를 살펴보면, 두뇌는 두 개의 반구로 존재하지만 그

들 반구는 서로 상호작용하고 있고(Bogen, 1973), 창의력은 우반구 기능으로 편중되어 있는 것으로 알았으나 창의적인 능력은 반구의 우세성보다는 양쪽 반구의 상호작용에 있음이 알려졌다(Torrance, 1982). 예를 들면 과학의 새로운 발견은 논리적이고 분석적인 좌반구에서 우러나오는 사고만으로 이루어진다고 보기 쉬우나 훌륭한 물리학자, 화학자, 생물학자, 수학자들은 시인 못지않게 직감력(우반구)이 강하다(장남기 등, 1989). 따라서 새로운 창조가 나오려면 좌·우반구가 균형있게 발달하여 긴밀하게 상호작용해야 하기 때문에 창의력을 기르기 위해서 교사는 좌우반구의 기능 특성을 이해하고 전뇌(whole brain)를 활용할 수 있는 교수전략을 세워야 한다(Brandwein & Ornstein, 1977; Shook, 1981).

그러나 전통적 교육방법은 인지, 기억, 추상화된 기호

의 사용 등의 좌반구적인 방식을 지나치게 강조한 나머지 학생들의 우반구 기능이 축소되는 결과를 초래하게 되었고(Haglund, 1981), 미국의 학교 시스템은 거의 대부분이 언어적이고 이성적인 좌반구를 발달시키는데 비하여 직관적이고 창의적인 우반구는 학교 교육과정에서 거의 고려되지 않고 있으며(McLendon, 1982), 우리나라 역시 초등학교 과학과 교육이 좌뇌중심으로 이루어지고 있음을 지적한 바 있다(강호감, 1991).

이와 같이 학습자의 대뇌반구 기능의 비대칭성을 학교교육을 통해서 학습자의 좌·우반구 능력을 균형있게 발달시킬 수 있도록 전뇌 교육과정이 요구되고 있고(Christensen, 1991; Mayberry & Karr-Kidwell, 1981) 이렇게 함으로써 학업성취도 뿐 만 아니라 창의력도 향상시킬 수 있다(Sinatra, 1983).

국내에서 과학교육에서 창의성 교육과 관련된 연구를 살펴보면, 강호감(1991), 강호감과 조병희(1992), 강호감과 원용준(1994) 등은 과학과 교육에 있어서 대뇌의 인지기능에 기초하여 좌·우반구를 균형있게 활용하는 전뇌 교육을 강조한바 있다.

따라서 본 연구의 목적은 초등학교 과학과 학습에서 전뇌학습 방법인 4MAT 시스템 적용을 통하여 학생의 창의력, 과학과 학업성취도 및 과학관련태도에 미치는 효과를 분석하는데 있다.

II. 이론적 배경

1. McCarthy의 4MAT 모형

McCarthy(1980)는 Kolb *et al.*(1979)의 학습양식 이론을 기초로 하여 시카고 고등학교에서 6년간의 실험연구를 통해 학습양식을 4가지 유형의 학습자 즉, 상상력의 학습자, 분석적 학습자, 일반상식 학습자 그리고 역동적

학습자로 구분하여 설명하였는데 이는 다른 학습양식 연구자와 거의 유사하였다.

한편, McCarthy(1980)는 이러한 학습양식 이론에 Bogen(1973)이 주장한 두뇌는 두 개의 반구로 구성되어 있으며 이들 좌·우반구 사이에 정보를 처리하는 것이 유일한 차가 있다는 연구 결과에 착안하여 학습양식이론과 좌·우반구의 인지특성을 결합시켜 만든 4MAT 전뇌 학습 모델을 그림 1과 같이 제안하였다.

따라서 모든 학습자들은 같은 방식으로 학습하지 않기 때문에 4MAT 학습을 적용하면 다양한 학습자를 학습에 고루 포함시킬 수 있어서 우뇌학습 성향이 있는 학습자에게는 좌뇌학습 능력을 길러주고, 반대로 좌뇌학습 성향이 있는 학습자에게는 우뇌학습 능력을 기를 수 있도록 하고 있다. 4학년을 대상으로 한 ‘식물의 성장’이라는 주제에 대해 이 교수·학습 방법을 적용한 예는 그림 2와 같다.

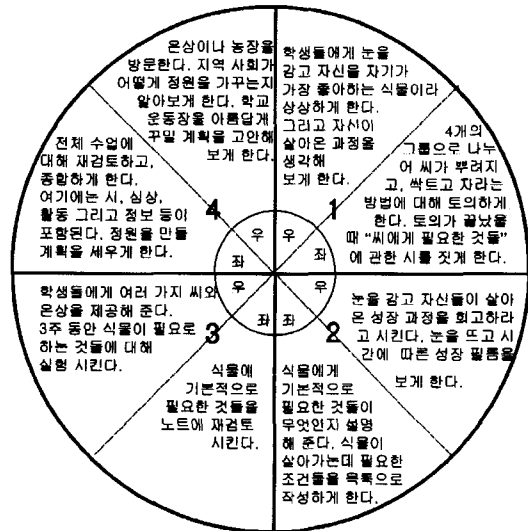


그림 2. 식물의 성장에 관한 4MAT 예시

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구대상

본 연구는 인천광역시 계양구에 소재하고 있는 H초등학교에서 실시하였고, 4MAT 학습 프로그램은 10주간 5, 6학년에게 각각 2개 학급씩 총 4개 학급을 선정하여 비교반과 실험반으로 하였다.

2. 검사도구

본 연구는 학습자의 학습양식을 기초로 좌·우뇌 인지

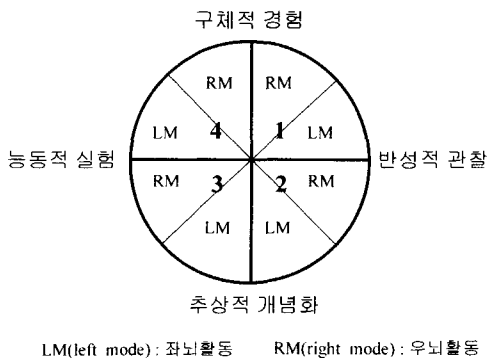


그림 1. 4MAT System

LM(left mode): 좌뇌활동 RM(right mode): 우뇌활동

기능의 특성을 포함하는 4MAT 전뇌학습 프로그램을 초등학교 과학과 수업에서의 효과를 알아보고자 한 것이다. 이 목적을 달성하기 위하여 사전과 사후에 학생의 창의력, 과학과 학업성취도 및 과학 관련 태도 검사를 실시하였다.

가. 창의력 검사

창의력 검사는 코리안테스팅센터에서 발행한 초등학교용 표준화 간편 창의력 검사(정범모, 1996)를 사용하였다. 본 검사의 신뢰도의 경우 본 검사가 10개의 이질적인 소검사로 구성되어 있기 때문에 동일한 방법에 의한 일률적인 신뢰도 계수의 산출은 가능하지 못하나, 각 소검사는 본 연구에서 독창적으로 만들어진 것이 아니라 선행연구(Guilford, Torrance)에서 비교적 널리 사용된 검사이고 상당히 신뢰도도 인정되는 검사이다. 본 검사의 제작 과정 중, 표준화 과정에서 얻어진 신뢰도 계수는 $r = .70 \sim .90$ 의 범위를 나타내고 있다.

나. 과학과 학업성취도 검사도구

본 연구에서는 전뇌학습 프로그램 투입 후 과학과 학업성취도의 변화를 보기 위하여 각 학년의 사전검사와 사후검사가 사용되었다. 사전검사는 인천시 교육청에서 실시한 진단평가 점수를 사용하였으며, 사후검사는 본 연구자들과 해당 학년 교사가 투입한 단원을 중심으로 형성평가를 20문항씩을 작성하여 검토한 후 사용하였다.

다. 과학 관련 태도 검사

본 연구에서 아동의 과학 관련 태도를 검사하기 위해 평가문항이 상세하고 신뢰도가 입증된 TOSRA(Test of Science-Related Attitude)(Fraser, 1981)를 사용하였다. TOSRA의 Cronbach α 신뢰도 계수는 학년에 따라 0.80~0.84, 검사-재검사 신뢰도는 0.78로 비교적 높은 편

으로 평가 도구로 사용하는데 충분한 신뢰도이다. 여기에 사용된 70개의 모든 문항은 리커트 척도로 이루어져 있어서, 평가 결과를 정량화 하여 통계 처리하는데도 적합하다.

3. 4MAT모형 적용을 위한 지도안 작성

가. 학습지도 내용

5, 6학년용 대상으로 4MAT 학습 프로그램을 적용한 학습지도 내용은 교육부에서 발행된 교사용 지도서(교육부, 1996b, c)를 중심으로 지도하였고 그 내용은 표 1과 같다.

나. 지도안 작성

4MAT 모형에서 제시하는 4사분면의 8단계 과정을 거치도록 작성하였고, 좌·우뇌 활동은 Torrance(1979)와 McCarthy(1980)가 제안한 활동을 기초로 과학교육과 창의력 교육의 전문가 교수 1명과 함께 협의하여 지도안을 작성하였다(표 2).

4. 자료의 처리

본 연구 결과 얻은 모든 자료의 통계분석은 SPSSWIN 8.0을 사용하였다. 프로그램 투입에 따른 아동의 창의력, 과학과 학업성취도 및 과학 관련 태도 변화를 알아보기 위하여 사전검사를 공변인수로 한 공변량 분석을 하였다.

5. 연구의 범위 및 제한점

본 연구는 초등학교 학생을 대상으로 4MAT 프로그램을 적용하여 효과를 살펴본 것으로 다음과 같은 제한점이 있다.

가. 본 연구의 대상은 인천광역시 계양구에 있는 H초등학교의 5, 6학년 4개 학급을 대상으로 하였기에 우리나라 전체 학생으로 일반화하기에 어려운 점이 있다.

표 1. 4MAT학습에 적용한 5, 6학년 과학과 학습지도 내용

학년	단원명	소단원	학습주제 수	차시
5	2. 몸의 운동과 성장	(1) 몸의 운동과 조절	11	12
		(2) 몸의 성장	4	4
	3. 물체의 위치와 운동	(1) 물체의 위치 나타내기	6	7
		(2) 물체의 빠르기	8	9
6	2. 계절의 변화	(1) 계절과 주위 환경	4	4
		(2) 지구의 운동과 계절의 변화	10	12
	3. 산소와 이산화탄소	(1) 산소	2	3
		(2) 이산화탄소	3	3
(3) 연소		5	7	

표 2. 4MAT학습에 적용한 5학년 교수학습지도안(예시)

단원		2. 몸의 운동과 성장 (1) 몸의 운동과 조절		
학습주제		1) 여러 활동을 할 때 몸의 각 부분의 움직임	차시	1/12
학습목표		여러 활동을 할 때 몸의 어느 부분이 협동하여 움직이는지 말할 수 있다.		
단계	학습내용	교수·학습활동	시간(분)	좌우뇌중심 활동
동기유발	새로운 경험	○ 잡지나 신문에서 여러 동물의 움직임을 수집한 다음 친구앞에서 재현한다.	3	우뇌
	경험 분석	○ 수집한 동물의 움직임을 보고 어느 부분이 움직이고 있는지 토의하여 기록한 다음 발표한다.	5	좌뇌
개념화	개념 속에 통합	○ 각자 어떤 움직임의 활동을 상상한 다음 어느 부분이 관계하는지 발표한다.	5	우뇌
	이론과 개념개발	○ 우리 몸을 이루는 구조에 대해 이해한다. - 우리 몸을 구성하는 것은 머리, 몸통, 팔, 다리로 구분된다. - 어떤 활동을 할 때 어느 한 부분만으로 하는 것이 아니라 동시에 함께 사용한다.	5	좌뇌
적용	정의된 개념 실행	○ 여러 활동을 할 때 몸의 각 부분의 움직임에 대해 토의 발표한다. (날아오는 공 잡기 등 실험관찰 19쪽)	10	좌뇌
	자신만의 부연가 추가	○ 실제로 운동장이나 교실에서 위의 활동을 해 보고 이때 움직임에 관계하는 몸의 부분을 확인한다.	5	우뇌
창조	미래의 학습에 대한 응용	○ 우리 몸의 움직임이 자유롭지 못할 때 어떤 경우인지 토의 발표한다. (예, 한 부분이 다쳤을 때) ○ 우리 몸의 움직임을 이용한 경우를 조사해 보고 더 특성을 살려 간단히 모형을 제작한다.	3	좌뇌
	서로의 경험을 나누기	○ 제작한 결과를 교실에 전시하고 서로의 의견을 발표한다.	4	우뇌

나. 본 연구는 10주간 5, 6학년의 교과서를 중심으로 두 단원에 한정하여 이루어 졌기 때문에 전 영역에 대한 일반화하기에 어려운 점이 있다.

IV. 결과 및 논의

1. 4MAT 프로그램 투여에 따른 아동의 창의력 변화

4MAT 프로그램을 투입한 실험집단과 비교집단의 창의력 점수의 변화는 표 3과 같다.

표 3. 학년별 아동의 창의력 변화

학년	통계치	실험반		비교반	
		사전	사후	사전	사후
5	M	114.8	131.3	115.1	127.0
	SD	15.5	16.1	15.1	14.7
	N	100		94	
6	M	118.5	146.7	127.1	137.6
	SD	14.6	17.6	17.3	19.9
	N	83		89	

4MAT 프로그램을 투여한 5, 6학년 모두에서 창의력이 향상됨을 알 수 있었다. 투입한 프로그램이 아동의 창의력 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 공변량 분석을 한 결과 실험집단과 비교집단이 1% 유의수준에서 5학년($p < .001$)과 6학년($p < .001$) 모두에서 통계적으로 매우 유의한 차가 있었다(표 4). 이것으로 보아 4MAT 프로그램을 5, 6학년에 투여했을 때 전통적인 수업보다

표 4. 4MAT 학습 투여에 따른 창의력에 대한 공변량 분석

학년	변량원	자승화	자유도	평균자승화	F	p
5	공 변인	21500.34	1	21500.34	169.516	.000
	주 효과	985.339	1	985.339	7.769	.006**
	모 델	22386.88	2	11193.44	88.253	.000
	잔여효과	24225.25	191	126.834		
	전 체	46612.12	193	241.514		
6	공 변인	297.642	1	297.642	.837	.362
	주 효과	3808.939	1	3808.939	10.713	.001**
	모 델	3801.393	2	1905.196	5.358	.006
	잔여효과	60088.46	169	355.553		
	전 체	63898.85	171	373.678		

아동의 창의력 향상에는 효과가 있음을 알 수 있다.

이는 4MAT 모형 프로그램이 전통적인 주입식 교수법보다 지적, 정의적으로 학습자를 도울 수 있고(Mills, 1984), 교사, 학생 모두에게 잘 수용되는 교수학습 방법 이기에(Sangster & Shulman, 1988), 이 프로그램을 적용한 학습활동에서 창의력 향상에 효과가 있었고, 특히 비판적이고 창의적인 사고 변화에 유의한 효과가 있었다(Vaughn, 1991). 그리고 4MAT 모형의 적용은 철학적, 이론적, 구조적으로 창의력을 기르기에 적당하고 학급에서 적용하는데 효과적이라는 연구보고(Murray, 1992)와 관련하여 볼 때, 창의력 향상에 효과가 있다는 본 연구의 결과와 일치한다 하겠다.

2. 4MAT 프로그램 투여에 따른 과학과 학업성취도 변화

4MAT 프로그램을 투여한 실험집단과 비교집단의 과학과 학업성취도 점수의 변화는 표 5와 같다.

투입한 프로그램이 아동의 과학과 학업성취도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 공변량 분석을 한 결과는 표 6과 같다. 5학년 아동의 경우 실험반에서 과학과 학업성취도의 큰 향상을 주지 못하였으나, 6학년 아동의 경우에 실험반이 비교반보다 아동의 과학과 학업성취도의 향상이 있었으며 공변량 분석을 한 결과 실험집단과 비교집단이 통계적으로 매우 유의한 차($p<.000$)가 있음을 알 수 있었다.

4MAT 프로그램을 투여한 결과 Appell(1991)은 초등학교 5학년 음악과 수업에서 프로그램 투여 결과 학업성취도에서 유의한 효과를 나타냈으며, Bowers(1987)는 과학과에서 학업성취도가 향상되었다고 보고한 바 있으나 Vaughn(1991)은 3학년 학생의 영재아를 대상으로 '이야기 꾸미기' 단원에 적용한 결과 학업 성취도 변화에 유의한 차이가 없었으나 창의성에는 효과가 있었고, Ursin(1995)도 9학년 학생의 지구과학수업에서 학업 성

표 5. 학년별 아동의 과학과 학업성취도 변화

학년	통계치	실험반		비교반	
		사전	사후	사전	사후
5	M	61.4	83.6	63.0	83.7
	SD	16.6	13.8	15.0	15.5
	N	100		94	
6	M	68.7	73.7	67.3	65.3
	SD	15.9	13.1	16.5	16.6
	N	83		89	

표 6. 4MAT 학습 투여에 따른 과학과 성취도에 대한 공변량 분석

학년	변량원	자승화	자유도	평균자승화	F	p
5	공 변 인	14083.13	1	14083.13	99.099	.000
	주 효 과	28.990	1	28.990	.204	.652
	모 델	14083.44	2	7041.722	49.551	.000
5	잔여효과	27143.30	191	142.112		
	전 체	41226.74	193	213.610		
	공 변 인	10108.53	1	10108.53	60.266	.000
6	주 효 과	2608.540	1	2608.540	15.552	.000***
	모 델	13161.73	2	6580.867	39.235	.000
	잔여효과	28346.45	169	167.730		
6	전 체	41508.19	171	242.738		

취도가 유의한 차이가 없음을 보고하였다.

본 연구에서 4MAT 프로그램을 적용하여 얻은 결과 5학년에서는 효과가 없었으나 6학년에서 효과가 있었다. 이것은 위의 여러 연구 보고에서도 알 수 있듯이 4MAT 프로그램이 적용학년과 교과에 따라 학업성취도의 효과가 다소 차이가 있는 것과 비추어 볼 때 일치한다 하겠다. 따라서 4MAT 프로그램을 우리나라 현행 초등학교 과학과 교육과정 단원에 적용하여 학업성취도 향상을 위해서는 방법의 개선이 필요하다고 사료된다.

3. 4MAT 프로그램 투여에 따른 과학 관련 태도 의 변화

아동의 과학에 대한 정의적인 측면을 알아보기 위하여 과학 관련 태도검사를 실시하여 투여한 프로그램이 어떠한 영향을 미치는가 알아보았다.

전뇌학습 프로그램을 투여한 실험집단과 비교집단의 과학 관련 태도 점수의 변화는 표 7과 같다.

4MAT 학습 프로그램을 투여한 5학년의 경우, 과학 관련 태도 점수가 전체적으로 약간의 향상이 있었다. 그

표 7. 학년별 아동의 과학 관련 태도 변화

학년	통계치	실험반		비교반	
		사전	사후	사전	사후
5	M	230.6	234.0	224.8	224.2
	SD	35.8	37.7	35.8	36.5
	N	100		94	
6	M	229.7	234.1	222.9	221.0
	SD	39.0	35.2	35.7	32.8
	N	83		89	

표 8. 4MAT 학습 투여에 따른 과학 관련 태도에 대한 공변량 분석

학년	변량원	자승화	자유도	평균자승화	F	p
5	공 변 인	41167.52	1	41167.52	35.218	.000
	주 효 과	2637.215	1	2637.215	2.256	.135
	모 델	45807.07	2	22903.54	19.593	.000
	잔여효과	223266.8	191	1168.936		
	전 체	269073.8	193	1394.165		
6	공 변 인	114061.4	1	114061.4	234.917	.000
	주 효 과	2984.761	1	2984.761	6.147	.014*
	모 델	121451.9	2	60725.96	125.069	.000
	잔여효과	82055.95	169	485.538		
	전 체	203507.9	171	1190.105		

러나 투입한 프로그램이 아동의 과학 관련 태도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 공변량 분석 결과, 통계적으로 유의한 차가 나타나지 않았다. 6학년에서는 실험반은 과학 관련 태도 점수가 증가하였으나 비교반은 오히려 감소하였고 통계적으로 유의한 차($p<.05$)가 있음을 알 수 있다(표 8).

4MAT를 적용한 학습에서 학생의 태도가 괄목할만한 성과가 있었고(Ault, 1986), 통계적으로 유의한 차를 나타내고 있으며(Miller, 1989), 6학년을 대상으로 한 과학 학습에서 4MAT를 적용한 집단의 학습태도가 긍정적이었으며(Bowers, 1987), 지구과학수업에 적용한 후 과학 관련 태도에 있어서 통계적으로 유의한 차를 발견하지 못하였지만 긍정적으로 향상되었다(Ursin, 1995).

본 연구 결과의 경우 6학년에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 5학년의 경우 통계적으로 유의하지 않았지만 실험반이 비교반보다 더 향상되고 있는 것으로 보아 Bowers(1987)과 Ursin(1995)의 연구결과와 일치한다고 할 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서 전뇌학습 프로그램인 4MAT 프로그램을 투여한 후 아동의 창의력, 과학과 학업성취도, 과학에 대한 태도에 대한 결과를 종합하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 4MAT 학습 프로그램을 투여한 집단 모두에서 아동의 창의력은 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 보아 전통적 수업 방식에 비하여 창의력 계발에 효과가 있음을 알 수 있다.

2. 과학과 학업 성취도 변화에서도 5학년에서는 통계

적으로 유의한 차를 보이지 않았고, 6학년의 경우 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 보아 적용 학년에 따라 과학과 학업 성취도 향상에도 어느 정도 효과가 있음을 알 수 있다.

3. 과학 관련 태도 변화에서 4MAT학습은 5학년에서는 통계적으로 유의한 차는 나타나지 않았지만 6학년에서는 유의한 차이가 있는 것으로 보아 적용 학년에 따라 전통적인 수업방식에 비해 효과가 있음을 알 수 있다.

창의력이 절실히 요구되는 시대적 상황에서 교육자들이 학생의 두뇌개발을 위해 전뇌교육을 해야하는 입장에서 본 연구에 투여한 4MAT 프로그램을 우리나라 현실여건에 효과적으로 활용될 수 있도록 개선의 노력이 필요하다고 사료된다.

적 요

본 연구는 McCarthy가 개발한 4MAT 프로그램을 과학과 학습에 투여하여 창의력, 학업성취도와 과학에 대한 태도의 향상에 대한 효과를 분석하였다. 4MAT 학습 프로그램은 학습양식이론을 기초로 하여 좌우반구의 인지능력 특성을 종합한 전뇌학습 방법이다. 인천 지역의 초등학교 5학년과 6학년 학생을 대상으로 4MAT 프로그램을 투여하여 그 효과를 검증하였다. 실험연구에서 4MAT 학습은 연구대상 학년 모두에서 창의력을 향상시키는데 효과적임을 알 수 있었다. 과학과 학업성취도 변화에 있어서, 5학년에서 통계적 유의한 차이는 없었으나 6학년에서는 유의한 차이가 있었다. 과학 관련 태도 변화에 있어서도 5학년에서 통계적 유의한 차이는 없었으나 6학년에서는 유의한 차이가 있었다.

주요어 : 4MAT 학습 프로그램, 창의력, 과학과 학업

성취도, 과학 관련 태도

참고문헌

- 강호감(1991). 두뇌의 기능분화에 따른 교수전략이 창의력 및 과학과 학업성취도에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 강호감, 원용준(1994). 대뇌의 인지기능에 기초한 과학과 교육의 방향 모색. 한국초등과학교육학회지, 13(1), 35-49.
- 강호감, 조병희(1992). 초등학교 아동의 인지양식분석과 창의력 개발을 위한 효율적인 교수전략에 관한 연구. 한국초등과학교육학회지, 11(2), 111-121.
- 교육부(1996a). 제6차 초등학교 교육과정 해설. 교육부.
- 교육부(1996b). 5학년 2학기 자연과 교사용 지도서. 교육부.
- 교육부(1996c). 6학년 2학기 자연과 교사용 지도서. 교육부.
- 장남기, 임영득, 강호감(1989). 과학교육심리학. 서울: 교육과학사, 419-495.
- 정범모(1996). 초등학교 4, 5, 6학년용 간편창의성검사. 코리안테스팅센터.
- Appell, C. J.(1991). The effects of the 4MAT system of instruction on academic achievement and attitude in the elementary music classroom. Univ. of Oregon/ Ed. D.
- Ault, K.(1986). Improving college teaching through adapting learning styles theory into practice, The Annual meeting of the midwest regional conference of English in the two-year college.
- Bogen, J. E.(1973). *The other side of the brain: An Appositional Mind*. In the Nature of Human Consciousness. 101-125.
- Bowers, P. S.(1987). The effect of the 4MAT system on achievement and Attitudes in Science. The university of North Carolina at Chapel Hill/Ph. D.
- Brandwein, P. and Ornstein, R.(1977). The duality of the mind. *Instructor*, 86, 56-58, January.
- Christensen, L. M.(1991). Cognitive style and hemispheric dominance: piecing the puzzle together - toward practical application in teaching the social studies. Eric Document No., ED, 337-392.
- Fraser, B. J.(1981). Test of Science-Related Attitude (TOSRA). Australian council for Educational research.
- Gordon, L.(1982). People types and tiger stripes. A practical guide to learning styles, 2nd ed., Florida: Gainesville center for applications of psychological types, Inc.
- Haglund, E.(1981). A Closer look at the Brain as related to teachers and Learners. *Peabody Journal of Education*, 3, 225-234.
- Jung, C. G.(1976). Psychological types. New Jersey. Princeton University Press, Bollingen Series, 160.
- Kolb, D. A., Irwin M. R. and James M. M.(1979, 3rd ed.). *Organizational psychology: An experiential approach*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Mayberry, L. and Karr-Kidwell, P. J.(1981). Learning styles: Their effects on the potential development of the brain. Eric Document No., ED, 232-975.
- McCarthy, B.(1980). The 4MAT System. Arlington Heights: EXCEL, INC.
- McLendon, G. H.(1982). Exploring the research concerning left hemisphere/right hemisphere cognitive processes and examining one instructional technique which may be implemented across the curriculum to produce holistic thinkers, Eric Document No., ED, 223-541.
- Merrill, D. W. and Roger H. R.(1976). Style awareness text. Denver: Personnel predictions and research, Inc., The Tracom Corporation.
- Mills, R.(1984). Learning Styles: A practical approach to retention. Univ. of North Carolina. *The Journal of Student Services*, 29-38.
- Miller, J.(1989). Transferring teaching skills and strategies from the inservice workshop into practice in the classroom: An evaluation of one district's experience. State Univ. of New York: Buffalo/Ed. D.
- Murray, A. M.(1992). Training teachers to foster creativity using the 4MAT model. University of Massachusetts/ Ed.D.
- Shook, R.(1981). The two brains and the education process. Resources Information Center, ED 218 360, National Association for Asian and Pacific Education, 26.
- Sangster, S. and Shulman, R.(1988). Impact of the 4MAT system as a curriculum delivery model, North York Board of Education.
- Sinatra, R.(1983). Interrelations of brain and learning style research. Eric Document No., ED, 339-708.
- Torrance, E. P.(1979). Your style of learning and thinking, form interpretation report. Department of Educational Psychology, Univ. of Georgia, Athens.
- Torrance, E. P.(1982). Hemisphericity and creative functioning. *Journal of Research and Development in Education*, 15, 29-37.
- Ursin, V. D.(1995). Effects of the 4MAT system of instruction on achievement, products and attitudes toward science of ninth-grade students. The University of Connecticut.
- Vaughn, V. L. F.(1991). A comparison of the 4MAT system of instruction with two enrichment units based of Bloom's taxonomy with gifted third-graders in a Pull-Out program, Purdue University/Ph.D.