

Thinking Science 프로그램의 적용이 중학교 1학년 학생들의 인지발달에 미치는 영향

최병순 · 최미화 · 남정희* · 이상권
(한국교원대학교) · *(부산대학교)

Effects of the Intervention of Thinking Science Program on Cognitive Development of the 7th Grade Student

Choi, Byung-Soon · Choi, Mee-Hwa · Nam, Jeong-Hee*
· Lee, Sang-Kwon
(Korea National University of Education) · *(Pusan National University)

ABSTRACT

Because of the gap between the cognitive levels of the students and the curricular materials for the students to understand, the secondary school students feel science difficult and they get to avoid science as they go up to the higher grade. So it is absolutely needed to take the active measures to improve the cognitive development of the students through some special programs stimulating their cognitive process.

This study investigated the effects of thinking science activity program devised for cognitive acceleration of the students. After implementing thinking science program to 181 7th grade students, the effectiveness of this program was examined through the analysis of covariance of both experimental and control groups. The result of the study showed that the cognitive level of the students in experiment group dealt with thinking science program was more accelerated than that of the students in control group who were just taught regular science curriculum. Especially, the effect was clear to the students in stages 1 and 2B. It was also found that the percentage of the students who promoted from concrete operational stage to formal operational stage was higher in experimental group than in control group. The results of the study implied that cognitive acceleration of the students might be possible through the specially designed materials such as thinking science program.

Key words: cognitive acceleration, cognitive level, formal operation, logical thinking

*2001.8.31(접수) 2002.5.27(1차 수정) 2002.6.26(최종 통과)

**본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-1999-000-00335-0) 지원으로 수행되었음.

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

과학기술력이 요구되는 현대 사회에서는 국가적 차원에서 과학기술 인구의 저변을 확대하고 과학기술 지향적인 사회 분위기를 조성하여, 궁극적으로 우수한 과학인력을 양성하는 것이 매우 중요하다. 이런 관점에서 우리 나라에서도 과학교육에 대한 관심과 인식은 증대되고 있지만, 초·중등 학교의 학생들은 과학을 어려워하며 학년이 올라갈수록 과학을 기피하는 현상이 심해지는 것이 오늘날의 현실이다(최병순, 1990; 김효남 등, 1998; 강승희 등, 1999).

이런 현상의 원인을 Piaget의 인지발달이론으로 설명하자면, 일정한 단계를 거쳐 서서히 발달하는 인지구조의 특성으로 인해 학생들의 인지수준이 과학교과 내용이 요구하는 인지수준에 미치지 못하기 때문이라는 해석이 가능하다. 연구 결과에 의하면 중·고등학교의 과학교과내용 중에는 형식적 조작 단계의 인지수준을 요구하는 것이 대부분인 반면, 학생들의 인지수준은 구체적 조작 단계에 머물러 있는 비율이 비교적 높다고 보고되고 있다(최병순, 1987; Adey & Shayer, 1994). 실제로 지난 10여년 동안 발표된 각종 연구자료로부터 분석한 우리나라 중학교 1학년 학생들의 평균 인지수준은, 검사도구에 따라 다소 차이를 보이지만, 평균적으로는 구체적 조작기의 학생이 약 48~67%, 과도기의 학생이 약 24~36%, 형식적 조작기의 학생이 약 2.2~9.5% 정도의 분포를 보인다(김경미, 1999; 이종단, 2001).

이런 상황에 대한 적극적인 대처 방안은 학생들의 인지발달을 촉진하여 과학교과내용을 쉽게 이해할 수 있도록 인지수준을 향상시키는 것이다. 인지발달을 촉진하는 것이 가능한 것인가에 관한 문제에 초점을 맞추고, 인지발달을 위해 특별히 고안된 학습 프로그램이 학생들의 인지기능을 신장시킬 수 있는가에 관한 연구는 Piaget의 인지발달이론이 재조명을 받기 시작한 1970년대 초반부터 이루어져 왔다. 이 분야의 연구는 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 그 중의 하나는 Siegler et al(1973), Lawson et al(1975), Lawson과

Snitgen(1982)과 같이 직접적인 훈련을 통한 특수전이 혹은 일반전이의 가능성을 알아보는 연구이고, 또 다른 하나는 Kuhn과 Angelev(1976), Rosenthal(1979) 같이 학생들의 관심을 문제의 새로운 상황에 집중시키는 우회적이고 간접적인 방법으로 인지발달을 촉진하는데 초점을 맞춘 연구이다.

선행된 연구들을 바탕으로 Adey(1987)는 과학교육을 통하여 학생들의 논리적 사고력, 즉 인지발달을 가속시킬 수 있는 프로그램을 개발하고, 그 적용을 통해 인지발달 가속의 가능성을 시사하는 일련의 연구 결과들을 발표하였다(Adey, 1987, 1988; Adey & Shayer, 1990, 1992a, 1992b, 1993). 이 연구 결과를 보면 학생들의 인지발달 가속 효과는 프로그램의 적용이 끝나고 1년 혹은 2, 3년이 지난 후에 보다 명백해지며, 인지가속은 물론 과학성취도와 수학, 영어의 성취도가 유의미하게 증가되는 넓은 의미의 일반전이 효과까지 나타나는 것으로 보고되고 있다(Shayer, 1997).

이와 같이 국외에서는 아동의 인지발달 가속화에 대한 연구가 비교적 활발하게 논의되고 또 수행되어 왔지만 국내의 관련 연구는 미흡한 편이다. 김현재(1991a, 1991b)는 초동학생을 대상으로 하여 인지가속 연구자료 개발의 이론적 가능성을 확인하였으며, 내용 영역과는 무관한 일반적인 논리사고력의 발달을 긍정적으로 보고 하였다. 최근에 이르러 김영식(1999), 조성남(2000) 김영준(2001)은 초동학생을, 이덕렬(2001), 한윤덕(2001)은 중학생을 대상으로 하여 이와 관련된 일련의 실험연구 결과를 보고하였다.

초동학생을 대상으로 한 김영식(1999)의 연구에서는 변인통제능력의 특수전이 효과가 구체적 조작 단계의 학생들에게서 나타나는 것으로 분석되었는데, 구체적 조작 단계 중에서도 비교적 낮은 인지수준의 학생들에게서 변인통제능력의 특수전이 효과가 크다는 결론을 얻었다. 이러한 연구 결과는 중학생을 대상으로 한 연구에서도 확인되었다(한윤덕, 2001). 조성남(2000)은 초동학생을 대상으로 비례논리능력의 특수전이 효과가 성에 따라 어떻게 다른가를 알아보았는데, 남학생보다는 여학생 집단에서 그 효과가 크게 나타났음을 밝혔다. 중학생을 대상으로 한 연구

(이덕렬, 2001)에서도 같은 연구 결과가 보고되었다. 파키스탄에서(Iqbal & Shayer, 2000) CASE 프로그램 적용하고 사후 검사와 사후 지연 검사를 실시한 결과, 수학, 과학 성적이 남학생보다는 여학생의 경우, 보다 효과적으로 향상되었다.

김영준(2001)은 인지가속을 위한 활동 프로그램을 초등학교 5, 6학년 학생에게 적용하여 인지수준과 학생-교사의 상호 작용에 따라 인지 발달 정도의 차이를 분석하였다. 그는 학생들의 인지수준, 주의력, 과학에 대한 태도와 자신에 대한 인식 등이 문제 해결에 중요한 역할을 하며, 구체적 조작 중기와 후기 아동들의 인지수준이 크게 신장되었다는 결과를 보고하였다.

학생 개인의 연령 또는 수준에 따른 인지발달의 효과성에 대하여 권용주와 그의 동료들에 의해 수행된 최근의 몇 가지 연구(정완호 등, 1998; Kwon, 1998; Kwon & Lawson, 1998)에서는 어린이와 청소년의 인지 발달이 단순한 선형적 발달 과정을 보여주는 것이 아니라, 특정 연령에서 급등과 정체 시기를 가지는 과정을 통해서 발달한다고 보고하였다. 즉, 12세에서 16세에 이르는 청소년들에 대한 연구결과, 청소년들의 과학적 사고 발달은 12-14세에서 정체 시기를 나타내며, 다시 15-16세에 급등시기를 나타낸다는 것이다.

위에서 언급된 일련의 선행 연구 결과에 의하면 논리적 사고력의 특수전이 효과 혹은 일반전이 효과는 연령, 성별, 인지수준과 무관하지 않으며 이를 검증하기 위한 후속 연구의 필요성을 시사하고 있다고 말할 수 있다. 그러므로 인지발달 가속화의 가능성에 대한 보다 명백한 결론을 얻기 위해서는 다양한 상황에서 변인통제가 체계적으로 이루어진 장기적인 연구가 수행되어야 한다. 즉 인지발달 가속에 영향을 미칠 수 있는 변인들을 고려하여 개발된 구체적인 활동 프로그램의 처치가 인지발달을 가속하게 하는지에 대한 검증이 보다 장기적으로 이루어져야 할 것이다. 이와 같은 필요성에 의해 이 연구에서는 인지발달 가속을 목적으로 영국에서 개발된 Thinking Sciece(TS) 프로그램을 우리나라 사정에 맞게 일부 내용을 수정 보완하여 중학교 1학년 학생들을 대상으로 1년 동안 처치한 후, 학생들의 성별 및 인지수준에 따른 처치 효

과를 알아보았다.

2 용어의 정의

이 논문에서 말하는 인지 가속은 논리적 사고력의 발달을 촉진하는 일련의 활동을 통하여 인지 발달을 촉진시킨다는 뜻으로, 개인의 사고 활동을 지배하는 내적 행동 양식의 질적 변화를 의미한다.

3. 연구의 제한점

인지 가속 효과를 검증하는 연구에서, 실험집단과 통제집단 선정에 제한을 받아 각각 서울시 소재 중학교와 수원시 소재 중학교 선정하였다. 동일 지역의 학교를 선정하지 못한 이유는 투입 가능 학교 및 연구에 협조할 수 있는 교사 선정에 제한을 받았기 때문이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상 및 시기

실험집단은 서울의 강북에 소재하는 S중학교 1학년 3개 학급, 강남에 소재하는 I중학교 1학년 3개 학급으로 모두 181명이고, 통제집단은 수원시에 소재하는 G중학교 1학년 5개 학급으로 187명이었다. 실험집단 교사의 경력은 5년과 2년, 통제집단 교사의 경력은 12년이었으며, 모두 석사학위과정 중에 있는 과학교육 전공자였다.

연구를 위한 사전 검사는 2000년 3월에, 사후 검사는 2001년 2월에 실시하였다. 그리고 1년에 걸친 기간 동안 12개의 활동 프로그램을 적용하였다. 이는 방학 기간과 실험집단이 속해 있는 학교의 학사일정을 고려하여 특별한 사정이 없는 한 2주에 1개의 활동 프로그램을 처치한 것이다. 이 연구에서 적용한 활동 프로그램을 영역별로 보면 변인 및 변인통제논리 5개, 비례논리 4개, 보상논리가 3개였다.

실험집단, 통제집단 모두 1주당 과학 수업 시수는 4시간이었으며, 실험집단에서는 정규 과학교과 수업 2

시간 대신에 1개의 활동 프로그램을 적용하였다. 즉 실험집단에서는 인지가속 활동 프로그램을 적용하는 수업을 실시한 시간만큼 정규 과학교과 수업을 하지 않았으며, 통제집단에서는 정규 과학교과 수업을 4시간 전부 하였다. 활동 프로그램의 적용한 수업은 구체적 준비, 인지 갈등, 인지형성 가능 범위 활동, 메타인지, 지적 연관의 처치 전략에 의해 이루어졌고, 실험집단과 통제집단의 과학교과 수업은 동일한 일반 교수법에 의해 교과 지향적인 지도로 이루어졌다.

2. 연구 방법

인지발달의 특성을 고려한다면 인지가속을 위한 활동 프로그램은 장기간에 걸쳐 적용되는 것이 바람직하므로, 이 연구에서는 12개의 활동을 1년에 걸쳐 적용하여 인지가속 효과를 검증하였다. 활동 프로그램을 투입하기 위해 먼저 TS를 번역하고, TS의 취지에 맞도록 수업안을 개발하였다. 개발된 수업안은 현장교사들의 피드백을 받아 수정, 보완하였다. 그리고 활동 프로그램을 투입하기 전 분기별로 1년에 4회에 걸쳐 프로그램을 처치할 교사들에 대한 연수가 실시되었다. 교사 연수는 TS 활동의 목적 및 내용을 처치 교사에게 충분히 이해시키고, 활동의 취지에 부합하는 교사-학생간 상호작용을 유도할 수 있도록 교사의 역할을 강조하는 내용으로 구성하였다. 활동 프로그램 준비 및 교사 연수가 완료된 후, 실험집단과 통제집단간의 동질성을 알아보기 위한 사전 검사를 실시하고, 인지가속 효과를 검증하기 위해 사후 검사를 실시하였다. 연구 설계를 도식화한 것은 다음과 같다 (Fig. 1).

Experimental Group	O ₁	X	O ₂
Control Group	O ₁	Y	O ₂

O₁: pre-test, O₂: post-test, X: TS activity, Y: traditional science lesson

Fig. 1. Research design

3. 활동 프로그램 및 검사도구

가. 인지발달 가속을 위한 활동 프로그램

CASE 연구팀에 의해 만들어진 활동 프로그램인 Thinking Science(TS)는 교사용 지도서와 학생용 활동지, 활동 카드 및 이에 대한 지도 자료로 구성되어 있다(Adey et al., 1989). TS 프로그램은 과학에 관련된 30개의 활동으로 구성되어 있으며 각각의 활동은 Piaget가 언급한 형식적 사고에 해당하는 변인 통제, 비례, 보상, 평형 등의 논리도식을 포함하고 있다. TS 프로그램에 포함된 활동은 Vygotsky의 근접 발달 영역의 이론을 바탕으로 하기 때문에 수업에 있어서 집단 토론을 이용하게 되며, 이때 교사는 조정자의 역할을 하게 된다(Adey & Shayer, 1994).

나. SRT 검사지

사전, 사후에 실시한 인지수준 검사는 SRTⅡ를 사용하였다. SRT(Science Reasoning Task) 검사지는 학생들의 과학적 사고력과 인지수준과의 관계를 측정하기 위해 Chelsea대학의 CSMS팀이 1973-1978년에 개발한 일련의 검사 도구이며, 'The child's construction of quantities' (Piaget & Inhelder, 1974)의 내용을 기초로 하고 있다. SRT는 모두 7종류이며, 그 중에서 두번째에 해당하는 SRTⅡ는 질량과 부피 보존에 관한 14개의 문항으로 구성되어 있다. 이 검사를 받는 학생들은 교사의 시범을 보면서 검사지의 질문에 답하도록 되어 있다. SRTⅡ의 논리적 사고 발달 단계의 측정 범위는 1(전조작기), 2A(구체적조작 초기), 2A/2B(구체적조작 중기), 2B(구체적조작 후기), 2B/3A(과도기), 3A(형식적조작기)까지 모두 6단계이다.

4. 자료 처리

이 연구에서 얻은 검사 결과는 기초분석, 공변량분석 및 t-test 등의 통계 처리를 통하여 분석되었다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 실험집단과 통제집단의 사전 인지수준

TS 활동 프로그램 처치 전에 실험집단과 통제집단 학생들의 동질성을 확인하기 위하여 SRTⅡ를 사용하여 두 집단 학생들의 인지수준을 검사하였다. SRTⅡ의 인지수준 판정기준에 따라 학생들의 인지수준을 1(전 조작기)에서 3A(형식적 조작기)까지 6단계로 나누고 각 인지수준 단계에 1에서 6까지의 점수를 부여하였다. 검사 결과에 의하면, 실험집단의 사전 인지수준 평균이 3.92, 통제집단의 평균이 3.47로 실험집단의 평균이 높았다. 실험집단과 통제집단의 물리적 환경에 차이가 있으므로 두 집단의 동분산성을 확인하기 위하여 Levene의 동분산성 검사를 하였다. 사전 검사의 결과를 실험집단과 통제집단으로 비교하면 유의미한 차이가 없었으며(유의도=0.458), 남·녀 성별로 비교하더라도 역시 두 집단간에 동분산성임을 보여주었다(유의도=0.779). 통제집단과 실험집단의 인

지수준은 t-검증 결과, 0.05유의수준에서 통계적으로 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 1). 따라서 활동 프로그램의 처치 전 실험집단 학생들의 인지수준은 통제집단 학생들의 인지수준에 비하여 높다고 말할 수 있다.

2. 실험집단과 통제집단 학생들의 인지발달

집단별 사후 인지수준 측정치를 보면, 실험집단의 사후 평균은 4.69이고 통제집단의 사후 평균은 4.11로써, 사전 검사 결과와 비교해 볼 때 두 집단 모두 1년 사이에 인지수준에 큰 향상이 있음을 알 수 있었다(Table 2). 그러나 평균의 변화를 비교해보면 실험집단이 통제집단에 비해 더 향상된 것을 알 수 있는데, 특히 실험집단 여학생들에게서 변화가 큰 것으로 나타났다(Fig. 2).

TS 활동 프로그램이 인지 발달에 미친 효과를 알아보기 위해서 사전 인지수준 검사 결과를 공변인으로 사후 인지수준 검사 결과에 대하여 이원공변량 분

Table 1. Result of t-test on SRTⅡ scores in pre-test

Group	n	Mean	SD	t	Sig.	
Experimental	Boys	93	4.13	1.40	3.206	.001*
	Girls	88	3.70	1.38		
	Total	181	3.92*	1.40		
Control	Boys	135	3.49	1.35		
	Girls	52	3.40	1.38		
	Total	187	3.47*	1.35		

Table 2. Means and standard deviations of SRTⅡ scores in post-test

Group	n	Mean	SD
Experimental	Boys	93	4.70
	Girls	88	4.67
	Total	181	4.69
Control	Boys	135	4.11
	Girls	52	4.10
	Total	187	4.11

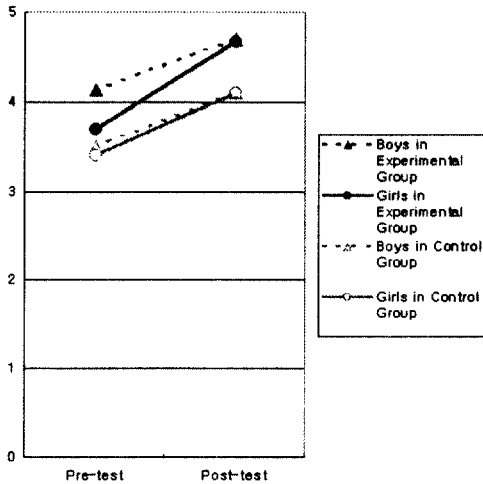


Fig. 2. Comparison of pre-test and post-test scores of SRT II test in both groups

석을 하였다(Table 3). 분석 결과에 의하면, 0.05유의 수준에서 처치 효과는 통계적으로 의미 있게 나타났다. 그러나 성에 따른 효과나 처치와 성에 따른 상호 작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

Fig. 1에서 집단간 인지수준 향상 정도를 성별로 살펴보면, 통제집단의 경우 남학생과 여학생의 인지수준 향상이 비슷한 경향을 보이지만, 실험집단의 경우 남학생에 비해 여학생의 인지수준 향상이 두드러지게

나타난다. 그러나 통계적으로 처치나 성에 따른 상호 작용 효과가 없는 것은, 실험집단뿐만이 아니라 통제 집단에서도 남학생보다는 여학생에게서 인지수준의 향상 정도가 약간 높게 나타났기 때문으로 판단된다.

3. 인지수준에 따른 인지가속 효과 분석

TS 활동 프로그램 처치가 어느 단계의 인지수준에 있는 학생에게 효과적이었는지를 분석하기 위해 사전 검사에 의한 학생들의 인지수준에 따라 사후 인지수준 검사 결과를 분석하였다(Table 4). 전반적으로 1, 2A, 2B 수준에서는 실험집단 학생들이 통제집단 학생들에 비하여 사후 인지수준 검사에서 상향 변화된 비율이 높게 나타났다. 그러나 2A/2B와 2B/3A 수준에서는 그러한 경향이 두드러지게 나타나지는 않았다.

사전 인지수준이 1인 학생의 경우, 인지수준이 2A/2B 이상의 단계로 향상된 학생의 비율이 실험집단에서는 72.8%인 반면 통제집단에서는 32.3%에 불과하다. 사전 인지수준이 2A인 학생의 경우, 실험집단에서는 사후 인지수준의 분포가 2A/2B 단계 이상에서만 나타났지만 통제집단에서는 1단계부터 고르게 분포되어 있다. 즉 통제집단에 비해 실험집단 학생의 사후 인지수준이 향상되었음을 알 수 있다.

사전 인지수준이 2B인 학생의 경우에도, 실험집단에서는 사후 인지수준이 2B부터 3A까지 분포되어 있

Table 3. Summary of 2-way ANCOVA on SRT II scores in post-test

Source of Variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Covariate (pre-test)	200.062	1	200.062	268.175	.000
Main Effect					
treatment	6.664	1	6.664	8.933	.003
sex	1.325	1	1.325	1.176	.184
Interaction Effect					
treatment × sex	.759	1	.759	1.018	.314
Explained	230.849	4	57.712		
Residual	270.803	363	.746		
Total	501.652	367			

Table 4. Analysis of SRT II scores in post-test by cognitive level of the students

Pre Cognitive Level	Post Cognitive Level	Experimental(n=181)		Control(n=187)	
		Frequency	Percent(%)	Frequency	Percent(%)
1 (n=11, 16)	1	2	18.2	1	6.3
	2A	1	9.0	10	62.4
	2A/2B	3	27.3	4	26.0
	2B	3	27.3	1	6.3
	2B/3A	2	18.2	.	.
	Total	11	100	16	100
2A (n=20, 27)	1	.	.	2	7.4
	2A	.	.	5	18.5
	2A/2B	8	40.0	8	29.7
	2B	7	35.0	6	22.2
	2B/3A	4	20.0	6	22.2
	3A	1	5.0	.	.
	Total	20	100	27	100
2A/2B (n=37, 62)	2A	1	2.7	8	13.0
	2A/2B	11	29.7	16	25.8
	2B	8	21.6	10	16.1
	2B/3A	14	37.8	27	43.5
	3A	3	8.2	1	1.6
	Total	37	100	62	100
2B (N=17, 26)	2A/2B	.	.	4	15.4
	2B	3	17.6	13	50.0
	2B/3A	12	70.6	9	34.6
	3A	2	11.8	.	.
	Total	17	100	26	100
2B/3A (n=84, 48)	2A/2B	1	1.2	1	2.1
	2B	8	9.5	4	8.3
	2B/3A	59	70.3	38	79.2
	3A	16	19.0	5	10.4
	Total	84	100	48	100
3A (n=12, 8)	2B/3A	2	16.7	.	.
	3A	10	83.3	8	100
	Total	12	100	8	100

으나 통제집단에서는 2A/2B부터 2B/3A까지 분포 되어 있어, 실험집단의 사후 인지수준이 통제집단에 비하여 향상되었다고 할 수 있다. 특히 실험집단에서는 70.6%가 사후 2B/3A로 상향 변화된 반면, 통제 집단에서는 2B단계에 그대로 머물러 있는 비율이 50%이고 2B/3A로 상향 변화된 비율은 34.6%이었다. 또한, 실험집단에서는 3A로 상향 변화된 학생이 11.8%인 반면, 통제집단에서는 한 명도 없었다. 3A 단계는 비로소 형식적 조작기의 사고가 가능한 단계이기 때문에 3A로 상향 변화된 비율이 통제집단에 비해 실험집단이 높다는 것은 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다.

Table 4에 제시된 사후 인지수준 분포를 종합적으로 분석하면, 실험집단의 경우가 통제집단보다 3A수준으로 향상된 비율이 높으며 사전 인지수준이 높을 수록 그 경향이 강하게 나타났다. 인지가속 프로그램의 처치 목적이 학생들의 논리적 사고력 향상, 궁극적으로는 형식적 조작 단계의 논리적 사고가 가능한 수준으로 이끄는 것이라고 보았을 때, 실험집단에서 학생들의 사후 인지수준이 3A 단계로 상향 변화된 비율이 12.2%나 되어, 전체적으로 3A 단계에 있는 학생의 비율이 17.7%로 높아진 것은 매우 의미 있는 일이다. 이것은 통제집단의 7.5%에 비하여 매우 높은 것이다. 이것은 중학교 1학년에서 형식적 조작기의 학생이 약 2.2~9.5% 정도의 분포를 보인다는 선행 연구 결과(김경미, 1999; 이종단, 2001)와 비교해 볼 때에도 이는 매우 의미 있는 결과이다.

인지수준에 따른 인지 가속 효과를 정량적으로 검증하기 위해 실험집단과 통제집단에서 사전 인지수준이 같은 학생들에 대하여 사후 인지수준 측정 결과를 t-검증하였다(Table 5).

Table 5에 나타난 결과를 보면, 사전 인지수준이 구체적 조작 후기(2B)와 1단계에 속하는 학생들에게 통계적으로 유의미한 처치 효과가 있음을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

연구결과로부터 정규과학교과만을 학습한 통제집단보다 TS 활동 프로그램과 과학 교과를 함께 학습한 실험집단에서 인지가속 효과가 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다. 이는 인지가속을 위한 활동 프로그램의 처치가 학생들의 인지발달 가속에 영향을 미쳤음을 의미한다. 처치효과는 남학생보다는 여학생에게서 높아 보였지만, 이러한 남녀간의 차이가 통계적으로 의미 있는 수준은 아닌 것으로 나타났다.

인지가속을 위한 활동 프로그램의 처치 효과를 인지수준별로 분석한 결과, 인지수준이 향상된 단계는 구체적 조작 후기인 2B 단계와 1단계에 속하는 학생들을 알 수 있었다. 또한 전반적으로 구체적 조작 단계내에서의 인지수준 향상은 비교적 그 비율이 높은 반면, 구체적 조작 단계에서 형식적 조작 단계로 향상되는 비율은 현저하게 낮았다. 그러나 이 연구는 통제집단에 비하여 실험집단에서 형식적 조작기로 인지수준이 상향 변화된 학생들의 비율이 훨씬 높은 결

Table 5. Result of t-test on SRT II scores in post-test by cognitive level of the students

Pre-test	Post-test						t	Sig.
	Experimental			Control				
	n	Mean	SD	n	Mean	SD		
1	11	3.18	1.40	16	2.31	0.70	2.13	0.043
2A	20	3.90	0.91	27	3.33	1.24	1.73	0.091
2A/2B	37	4.19	1.05	62	3.95	1.14	1.04	0.303
2B	17	4.94	0.55	26	4.19	0.69	3.73	0.001
2B/3A	84	5.07	0.58	48	4.98	0.53	0.91	0.363
3A	12	5.83	0.39	8	6.00	0.00	-1.20	0.246

과를 보여주었다. 이러한 연구 결과로부터 이 연구는 특별히 고안된 프로그램에 의한 인지 가속의 가능성을 제시하였다고 볼 수 있다.

형식적 조작 단계의 사고를 요하는 내용이 대부분인 중학교 과학교과 내용을 보다 잘 이해하기 위해서는 중학생들의 인지수준을 향상시키는 것이 매우 절실하다. 물론 인지수준의 향상이 전통적인 정규 과학교과의 학습을 통해서 서서히 이루어지기도 하지만, 이 연구 결과가 보여 주듯이 특별히 고안된 활동 프로그램의 처치를 통해 더욱 효과적으로 이루어질 수도 있다. 이러한 의미에서 인지가속을 위한 활동 프로그램은 학교 현장의 과학교육에 새로운 방향을 제시하는 계기를 마련해 줄 수 있을 것이다.

적 요

교과내용의 수준과 학생들의 인지수준의 차이로 인해 중·고등학생들이 과학을 어려워하며 학년이 올라갈수록 과학을 기피하는 현상이 심해지고 있는 상황에서, 인지발달을 촉진하는 특별한 프로그램을 통해 학생들의 인지수준을 향상시킬 수 있는 적극적인 대처 방안이 절실히 요구되고 있다.

이 연구는 인지가속을 위해 특별히 고안된 TS 활동 프로그램을 사용하여 그 효과를 검증하였다. 중학교 1학년 학생 181명을 대상으로 1년간 TS 활동 프로그램을 적용하고 공변량분석을 한 결과, 통제집단에 비해 실험집단 학생들의 인지수준이 통계적으로 의미 있는 수준에서 향상된 것으로 밝혀졌다. TS 활동 프로그램의 처치 효과를 인지수준별로 분석한 결과, 인지수준이 향상된 단계는 1단계와 구체적 조작 후기인 2B 단계였다. 또한, 이 프로그램을 적용한 실험집단에서는 통제집단에 비하여 형식적 조작기로 인지수준이 상향 변화된 학생들의 비율이 훨씬 높았다.

형식적 조작 단계의 사고를 요하는 내용이 대부분인 중학교 과학교과내용을 보다 잘 이해하기 위해서는 학생들의 인지수준 향상이 매우 절실하다. 이 연구에서, TS 활동 프로그램과 같이 특별히 고안된 프로그램에 의해 학생들의 인지수준을 보다 효과적으로 형식적 조작 단계로 가속시킬 수 있다는 결과를 얻은

것은 앞으로의 과학교육에 새로운 방향을 제시하는 의미가 있다.

참 고 문 헌

- 강순희, 박종윤, 정지영(1999). 학습자의 인지수준과 학습 내용의 인지 요구도를 고려한 중등 화학 학습 전략 개발에 대한 연구. 대한화학회지, 43(5), 578-588.
- 김경미(1999). 원본과 축소본 GALT의 비교연구. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김영식(1999). 아동의 인지수준에 따른 변인통제 능력의 형성과 특수전이 효과에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김영준(2001). CASE 프로그램의 적용과정에서 아동의 인지수준과 아동-교사의 상호작용이 문제해결 결과 논리적 사고력에 미치는 영향. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 김현재(1991a). 과학교육을 통한 인지가속 교육과정 자료의 개발연구. 한국초등교육학회지, 10(1).
- 김현재(1991b). 인지가속자료 적용을 통한 논리적 사고의 지도효과. 한국초등교육학회지, 10(2).
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가 수준의 과학에 관련된 정적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.
- 이덕렬(2001). CASE의 비례논리 학습 프로그램이 중학교 1학년 학생들의 비례논리 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이종단(2001). Science Reasoning Task II와 Science Reasoning Task III의 상관 연구. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 정완호, 김영신, 권용주(1998). 논리적 사고력 검사지의 신경심리학적 변인통제에 대한 연구. 한국생물교육학회지, 26, 115.
- 조성남(2000). 비례논리 학습 프로그램에 의한 초등학교 6학년 학생의 비례논리 형성 및 지속 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 최병순(1987). 학생들의 인지수준과 구체적 형식적 과학내용과의 관계연구. 화학교육, 14, 30.

- 최병순(1990). Learning Cycle Model을 이용한 화학실험이 학생들의 탐구능력 신장에 미치는 영향. *화학교육*, 17, 6.
- 한윤덕(2001). CASE의 변인통제 논리 학습 프로그램이 중학교 1학년 학생들의 변인통제 논리 신장에 미치는 영향, 한국교원대학교 석사학위 논문
- Adey, P.(1987). Science Develops Logical Thinking ... Doesn't It? Part I: Abstract Thinking and School Science. *School Science Review*, 68, 622.
- Adey, P.(1988). Cognitive Acceleration: Review and Prospects. *International Journal of Science Education*, 10, 121.
- Adey, P. & Shayer, M.(1988). Strategies for Meta-Learning in Physics. *Physics Education*, 23, 97.
- Adey, P. & Shayer, M.(1990). Accelerating the Development of Formal Thinking in Middle and High School Students. *JRST*, 27, 267.
- Adey, P. & Shayer, M.(1992a). Accelerating the Development of Formal Thinking in Middle and High School Students II: Project Effects on Science Achievement. *JRST*, 29, 81.
- Adey, P. & Shayer, M.(1992b). Accelerating the Development of Formal Thinking in Middle and High School Students III: Testing the Permanency of Effect. *JRST*, 29, 1101.
- Adey, P. & Shayer, M.(1993). Accelerating the Development of Formal Thinking in Middle and High School Students IV: Three Years after a Two-Year Intervention. *JRST*, 30, 351.
- Adey, P. & Shayer, M.(1994). Really raising standards, London, Routledge.
- Iqbal, H. M. & Shayer, M.(2000). Accelerating the Development of Formal Thinking in Pakistan Secondary School Students: Achievement Effects and Professional Development Issues. *JRST*, 37, 259.
- Kuhn, D. & Angelev, J.(1976). An Experimental Study of the Development of Formal Operational Thought. *Child Development*, 47, 697.
- Kwon, Y.(1998). How do the prefrontal lobes mediate scientific reasoning and conceptual change in adolescents? *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18, 427.
- Kwon, Y., & Lawson, A. E.(1998). A plateau and spurt pattern of neurological maturation, scientific reasoning development, and conceptual change in secondary school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18, 589.
- Lawson, A. E., Blacke, A. J. D., & Nordland, F. (1975). Training Effects and Generalization of the Ability to Control Variables in High Schools Biology Students. *Science Education*, 59, 387.
- Lawson, A. E. & Snitgen, D. A.(1982). Teaching Formal Reasoning in a College Biology Course for Perspective Teacher. *JRST*, 19, 233.
- Rosenthal, D. A.(1979). The Acquisition of Formal Operations: The Effects of Two Training Procedures. *Journal of Genetic Psychology*, 134, 125.
- Shayer, M.(1997). The Long-Term Effects of Cognitive Acceleration on Pupils' School Achievement. <http://www.thenerve2.com/ca/NewRes.html>.
- Siegler, R., Liehert, D. & Liehert, R.(1973). Inhelder and Piaget Pendulum Problem: Teaching Preadolescents to Act as Scientists. *Developmental Psychology*, 9, 97.