

CASE 프로그램에 의한 중학생들의 인지가속 효과

최병순 · 한효순 · 강성주 · 이상권 · 강순희* · 박종윤* · 남정희**
(한국교원대학교 화학교육과) · (이화여자대학교)* · (부산대학교)**

Effects of a Cognitive Acceleration Program on Secondary School Students

Choi, Byung-Soon · Han, Hyosoon · Kang, Seong-Joo · Lee, Sang-Kwon · Kang, Soon-Hee* · Park, Jong-Yoon* · Nam, Jeong-Hee**

(Korea National University of Education) · (Ewha Womans University)* · (Pusan University)**

ABSTRACT

In an attempt to accelerate the development of formal reasoning ability of students, 'Thinking Science' activities developed by the Cognitive Acceleration through Science Education(CASE) project were implemented to 841 students in 7th grade aged 12+ in six middle schools over a period of two years. Homogeneity between the CASE group and control group was tested with SRT II, while the improvement of formal reasoning ability of the students was tested with SRT VII. The results were analyzed by treatment, gender, and cognitive levels of the students.

Statistically significant gains were shown in the CASE group compared with those in the control group. Cognitive level of girls in the CASE group significantly increased as compared with the control group, while there was moderate effect in boys. These results implied that the thinking science activities were effective in cognitive acceleration of girls aged 12+. It was shown that much more CASE students in pre or concrete operational level shifted to formal operational level as compared with the control group while there were significant effects in all levels (ES=0.31~1.10) without showing any tendency.

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

I. 서론

학생들이 과학을 어려워하는 주요 원인 중의 하나

로 과학 교과내용이 요구하는 인지수준이 학생들의 인지수준에 비해 높기 때문이라는 연구 결과(Shayer, 1972)가 나온 이후, 학생들의 인지수준을 고려하여

*2002.7.30(접수) 2002.10.5(1차 수정) 2002.12.4(최종 통과)

**본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-1999-0003350)지원으로 수행되었음.

과학교과 내용을 조정하거나, 학생들의 인지발달을 촉진시켜 과학교과 내용을 학습시키고자하는 연구가 꾸준히 진행되어 왔다.

인지수준 차이로 생기는 문제점을 해결하기 위한 적극적인 대처 방안으로 학생들의 인지발달을 촉진시켜 과학교육의 효과를 증진시키려는 노력이 영국의 Adey, Shayer와 그의 동료들에 의해 1970년대 초반부터 지금까지 진행되어왔다. 이들은 1987년 과학교육을 통하여 학생들의 인지발달을 가속시키는 과학교육 프로그램(Cognition Acceleration through Science Education, 이하부터는 CASE라 약함)을 개발했다. CASE는 Piaget의 인지발달 이론과 Vygotsky의 상호작용을 강조한 사회구성주의 이론을 근간으로 개발한 과학교수-학습교재, '생각하는 과학(Thinking Science)'에 (Adey et al., 1995) 있는 30가지의 활동을 2년 동안에 걸쳐 수행하게 하여 구체적 조작기에 있는 학생들을 형식적 조작이 가능한 인지수준에 도달하도록 도와주는 과학교육 프로그램이다. 이들은 영국내 학교에 CASE 적용을 통해 인지가속의 가능성을 시사하는 일련의 연구결과들을 꾸준히 발표해오고 있으며(Adey, 1987; Adey & Shayer, 1994b; Adey & Shayer, 2002), 홍콩, 중국, 핀란드, 그리고 싱가포르 등지에서도 활발한 연구와 더불어 적극적인 도입을 추진하고 있다(Kuusela & Hautamaki 2002). 장기간 지속적인 투입으로부터 얻은 경험과 이론을 토대로 초등학교 저학년은 물론 유아들을 위한 프로그램들을(Adey et al., 2002) 계속해서 발표하고 있다.

우리나라에서는 과학교육에 대한 높은 관심과 인식에도 불구하고, 초·중등학교의 학생들이 과학을 어려워하고, 학년이 올라갈수록 과학을 기피하는 문제점을 다각도로 연구해온 결과, 과학 교과내용이 요구하는 인지수준과 학생들의 인지수준과의 커다란 격차가 주요원인이 된다는 연구 결과(한중하 등, 1982; 문홍무와 최병순, 1987; 최병순, 1987; 최병순과 허명, 1987; 박중윤 등, 1993; 강순희 등, 1996; 박중윤과 강순희, 1996; 강순희 등, 1999) 보고된바 있다. 이에 따라 우리나라에서도 효율적인 과학 교육을 통해서 학생들의 전반적인 인지수준을 향상시키고, 더

불어 다른 과목의 성취도를 향상시키는 일반 전이로 이어질 수 있다는 주장(Adey, 1987)과 사고력 신장을 강조한 교육과정을 적용한 성공적인 결과들을 신뢰한 일부 과학교육학자들에 의해 CASE 프로그램을 적용해 보려는 개별적인 시도가 있었다. 그 결과 초등학생과 중학생을 대상으로 했던 일련의 연구(김현재와 장경례, 1991; 김영식, 1999; 조성남, 2000; 김영준, 2001; 이덕렬, 2001; 한윤덕, 2001)에서 부분적으로 인지가속이 확인되었지만, 단기간의 연구준비와 적용 및 소수의 연구대상 등의 문제점들이 많이 노출되었다. 현재, 이러한 경험을 바탕으로 영국의 CASE 프로그램 개발자들과의 활발한 교류와 그들과 함께 연구한 경험이 있는 과학교육자들의 협조로 장기적이고 포괄적인 연구를 진행해오고 있다(홍현수, 2001; 최미화, 2002; 남정희 등, 2002; 한효순 등, 2002).

구체적 조작기에 있는 학생들의 인지수준을 형식적 조작기 수준으로 발달시키기 위해 고안된 CASE 프로그램이 중학생들의 인지발달에 미치는 효과를 알아보기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- (1) CASE 프로그램은 학생들의 인지발달 가속에 효과가 있는가?
- (2) 성별에 따라 CASE 프로그램의 효과는 어떻게 다른가?
- (3) 학생들의 인지수준에 따라 CASE 프로그램의 효과는 차이가 있는가?

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 참여자

형식적 조작기의 학생들이 나타나기 시작하는 중학교 1학년 학생들을 연구대상으로 선정하였다. 서울의 강북, 강남, 성북지역과 청주시에서 1개 학교씩, 총 4개 중학교 19학급에서 427명이 실험집단으로 참여했다. CASE 프로그램을 적용한 교사들의 평균 교육경력은 5년이었으며, 2년 동안 CASE와 관련된 프로그램의 내용과 운영에 관한 각종 연수와 세미나에 참여하여 '생각하는 과학'에 있는 활동에 대한 교수법을

익혔다. 실험학교들과 유사한 환경에 있는 중학교를 서울의 강남과 청주시에서 1개 학교씩을 통제집단으로 선정하여 14학급에서 414명의 학생들이 통제반으로 참여하였다. 이들의 과학수업은 5년 이상의 교육 경력을 가진 과학교과 담당선생님이 가르쳤다.

Table 1. Number of the students, classes, and schools attended

Group	Schools	Classes	Students
CASE	4	19	427
Control	2	14	414
Total	6	33	841

2. 연구 절차

SRT II를 이용하여 학생들의 사전 인지수준을 조사한 후, 2000년 3월부터 2002년 2월까지 2년 동안 CASE 프로그램을 투입하였다. 학생들의 인지수준의 변화를 알아보기 위해 처치개시 1년 후 중간검사를 실시했으며, 2년에 걸쳐 27가지 활동을 마친 후 사후 인지수준 검사를 실시하였다. 이 연구의 설계는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1. Pre-mid-post test control group design

O_1	X_1	O_2	X_2	O_3
O_1		O_2		O_3

O_1 : pre test by SRT II test

X_1 : 12 'Thinking Science' activities

O_2 : mid test by SRT II test

X_2 : 15 'Thinking Science' activities

O_3 : post test SRT VII test

3. 수업 내용

과학교육 전문가들로 구성된 CASE 연구팀이 CASE 프로그램의 교수학습 활동교재인 'Thinking Science' (Adey et al., 1995)를 번역하여 '생각하는 과학'이라는 제목의 활동책자를 만들고 CASE 프로그램의 교육전략(Adey & Shayer, 1994b)에 의거

한 교사용 안내서를 제작하여 사용하였다. '생각하는 과학'을 가르치고자 하는 교사들은 주로 교사연수를 통해 CASE 교수전략과 가르칠 내용을 익혔으며, 개별적인 모임이나 CASE 홈페이지의 게시판과 e-mail을 통한 교류로 활동의 취지와 교사의 역할 등에 대해 논의했다.

CASE 프로그램의 효과를 알아보기 위해 주당 4시간의 과학교과 시간에 통제반에서는 정규 과학교육과정에 따라 교과서 중심의 과학교과 수업을 실시하였고, 실험반에서는 교육과정에 따른 과학교과 수업을 최소한의 시간으로 운영하면서 2주마다 '생각하는 과학' 활동 한가지씩 2차시 연속수업으로 실시했다. 심각한 시간 부족의 문제를 해결하기 위해 학교행사나 공휴일로 인한 결손이 없도록 다른 교과와 협의 아래 여러 가지 노력을 시도했으나 원래 계획(30가지활동)보다 적은 27가지 활동을 마칠 수 있었다. 결과적으로 실험반에서는 연간 중학교 과학교과 배당시간 136차시 중 19.9%에 해당하는 27차시는 '생각하는 과학' 활동을, 나머지 109차시는 통제반에서 실시한 정규 과학교과를 지도했다.

인간의 중추적인 정신작용은 성숙과 환경의 영향을 받기 때문에 학생들이 새로운 것을 학습하거나 문제 해결을 위한 접근과정을 익히는데 상당한 시간이 소요되는 것을 감안하여 2년 동안 다섯 가지의 전략(구체적 준비, 인지갈등, 구성영역 활동, 메타인지, 그리고 연계과정)이 적용된(Adey & Shayer, 1994b) 27가지의 '생각하는 과학' 활동을 수행했다.

4. 자료 수집

인지수준을 판정하는 도구로 영국 Chelsea 대학의 CSMS(The Concepts in Secondary Mathematics & Science) 팀이 개발한 과학적 사고력 검사(Science Reasoning Tasks, SRT라 약함)를 사용하였다. 현재까지 개발된 7종류(SRT I - VII)의 검사도 구중 사전검사와 중간검사로 12-13세 학생들의 인지수준을 고려하여 측정범위가 전조작기에서 형식적 조작기인 SRT II를 사용하였고, 사후검사로 상위 인지수준 측정에 적절한 SRT VII(측정범위:

2A/2B~3B) 사용하였다. 과학교육 전문가들로 구성된 CASE 연구팀이 검사도구를 번역하고, 검사에 필요한 도구들을 주문 제작하여 예비검사를 거쳐 수정·보완하여 사용하였다.

SRT II는 질량과 부피보존에 관한 14개의 문항으로 구성되어 있으며, SRT VII는 금속막대가 휘어지는데 영향을 미치는 다섯 가지 변인들의 효과를 분류해 낼 수 있는 학생들의 변인통제 능력을 묻는 12개의 문항으로 구성되어 있다. 검사는 모든 학생이 잘 볼 수 있는 크기의 기구를 사용하여 절차에 따라 시범실험을 보여 주고, 질문에 답하도록 되어 있다. 학생의 이해를 돕기 위해 각 문항마다 실험과 관련 있는 그림을 실었으며, 검사에 소요되는 시간은 각각 50분이다. 이 검사의 신뢰도는 K-R의 신뢰계수 $r=0.78$, 0.82인 것으로 나타났다.

이 연구에서는 일반적으로 분류해온 인지수준 발달 단계를 세분화한(Adey & Shayer, 1994b) Genevan 척도(Table 2)를 사용하여 자료를 수집하고, SPSS 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 인지가속 효과 분석

CASE 프로그램을 적용하기에 앞서 SRT II를 사용하여 집단간 인지수준의 분포를 조사하였다. SRT

II의 인지수준 판정범위인 전조작기(2A 미만)에서 형식적 조작기(3A)까지 6단계를 Genevan 척도에 따라 점수화하여 얻은 분포는 Fig. 2와 같다.

전체적인 인지수준의 분포는 과도기인 2B/3A가 가장 많았으며, 다음으로 구체적조작 중기인 2A/2B와 구체적조작 후기인 2B, 구체적조작 전기인 2A, 전조작기인 (2A, 그리고 형식적조작 전기인 3A의 순으로 나타났다. 실험반과 통제반의 편포도(skewness)가 -0.375과 -0.473로 모두 하위 인지수준 방향으로 편포되어 있었으며 통제반은 이점분포(bimodal distribution)로 나타났다. 실험반의 84.5%와 통제반의 87.7%에 해당하는 학생들이 구체적 조작기에 있었으며, 형식적 조작기에 도달한 학생수는 실험반(6.1%)과 통제반(7.2%)이 거의 같은 수준으로 두 집단이

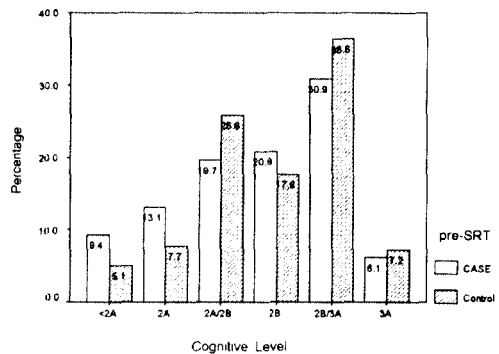


Fig. 2. Distributions of the pre cognitive level

Table 2. The refined genevan scale for the piagetian's cognitive levels

Stage	Level	Symbol	Scale number
Pre	Early	1A	1
	Generalization	1B	2
Concrete	Early	2A	3
	Mid	2A/2B	4
	Mature	2B	5
	Generalization	2B/3A	6
Formal	Early	3A	7
	Mature	3A/3B	8
	Generalization	3B	9

상당히 유사한 분포를 하고있었다. 실험반이 구체적 조작 전기인 2A(실험 13.1:통제 7.7)와, 구체적조작 후기(2B; 실험 20.8:통제 17.6), 그리고 전조작기 (<2A; 실험 9.4:통제 5.1)에서 통제반보다 많은 수를 보인 반면, 통제반은 구체-형식적 과도기인 2B/3A(실험 30.9:통제 36.5), 구체적조작 중기인 2A/2B(실험 19.7:통제 25.8), 형식적 조작기인 3A 이상(실험 6.1:통제 7.2)에 실험반보다 많은 학생들이 있었다.

Table 3에 나타난 바와 같이 중학교 1학년생들의 평균 인지수준은(4.82) 아직 구체적조작 후기(2B)에 도달하지 못한 수준으로 같은 나이의 영국 학생들(5.2)보다(Adey & Shayer, 1994b) 인지수준이 낮은 것으로 나타났다. 실험반보다 통제반의 평균 인지수준이 다소 높게(차이=0.25) 나타났으나 두 집단의 인지수준을 t-검증 결과 0.05 유의수준($t_{(414)}=1.960$)에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

CASE 프로그램이 학생들의 인지수준 발달에 효과가 있는가를 알아보기 위해 처치 1년 후 실시한 중간 검사와 2년 후 실시한 사후검사 결과 나타난 인지수

준별 분포는 Fig. 3과 같다.

중간검사 결과에 의한 전체적인 인지수준 분포에서는 구체-형식적 과도기인 2B/3A(실험 45.2:통제 60.0)가 가장 많았으며, 다음으로 형식적조작 전기(3A; 실험 16.8:통제 9.3), 구체적조작 후기(2B; 실험 14.2:통제 12.9), 구체적조작 중기(2A/2B; 실험 14.2:통제 12.1)가 서로 비슷한 정도의 분포를 보였다. 결과적으로 실험반의 80.6%와 통제반의 90.7%가 구체적 조작기에 있었으며, 실험반의 16.8%와 통제반의 9.3%가 형식적 조작기에 있었다. 실험반은 물론 통제반의 인지수준도 상위수준 쪽으로 거의 같은 정도로 이동한 경향은 자연적인 인지발달과 학교 교육의 효과가 함께 나타난 것으로 해석된다.

사후검사 결과, 통제반은 구체적조작 후기(2B; 실험 27.9:통제 29.1)의 학생들이 가장 많았으나, 실험반에서는 형식적조작 전기(3A; 실험 5.1:통제 1.3)의 학생들이 가장 많았다. 사전이나 중간검사 결과와는 달리 전조작기와 초기 구체적 조작기에 있는 학생이 나타나지 않은 것은 SRT III의 검사한계(2A/2B~

Table 3. Comparison of the pre-cognitive level

Group	n	M	SD	t	p
CASE	427	4.69	1.42	-2.699	.007*
Control	414	4.94	1.30		
Total	841	4.82	1.37		

*p < .05

Fig. 3. Distribution of mid- and post-SRT results

3B) 때문이다. 이런 한계를 고려해도 결과적으로 실험반의 27.6%와 통제반의 20.5%가 형식적조작 초기에, 실험반의 19.0%와 통제반의 6.5%가 형식적조작 후기에 도달 한 것으로 나타난 것은 사전이나 중간검사에 비해 실험반의 인지발달 가속이 월등히 이루어진 것을 의미한다.

CASE 프로그램의 효과를 알아보기 위해 사전 인지수준을 공변인으로 공변량 분석한 결과(Table 4) 실험반과 통제반의 교정평균 차이가 중간검사에서는 -0.01, 사후검사에서는 0.79로 나타났다. 중간검사 결과에는 인지가속 효과가($MS = .005, F = .005, p = .945$) 나타나지 않았으나, 2년 후에 실시한 사후검사 결과에서는 인지가속 효과가($MS = 130.120, F = 72.870, p = .000$) 매우 큰 것으로 확인되었다.

각 집단에서 형식적 조작기에 도달한 학생들의 수를 검사별로 비교한 결과(Fig. 4), 프로그램 투입 2년 동안 형식적 조작기에 도달한 학생들의 수가 계속 증가한 것으로 나타났다. 이런 증가 추세는 통제반보다 실험반에서 두드러지게 나타났다. 사전검사에서는 거의 같은 비율이었다가 중간검사에서는 통제반보다 실험반이 1.8배, 사후검사에서는 1.7배 많은 비율을 보였다. 이는 선행연구 결과(Adey & Shayer, 1992a; 1993)보다 높은 효과로, 구체적 조작기에 있는 학생들의 인지수준을 형식적 조작기 수준으로 발달시키기 위해 적용한 CASE 프로그램의 목표(Adey & Shayer, 1994a; Adey et al., 1995)가 적절히 반영된 것으로 해석된다.

2 성별에 따른 인지가속 효과 비교

학생들의 성별에 따라 CASE 프로그램의 효과를 알아보기 위해 사전 인지수준 분포를 성별로 비교하면 Fig. 5와 같다. 남·여 중학생 모두 통제반의 경우 과도기인 2B/3A에서 1차 정점이 나타나고, 다시 구체적조작 중기인 2A/2B에서 2차 정점이 나타나는 이점분포(bimodal distribution)를 보인 반면, 실험반의 경우 과도기인 2B/3A를 정점으로 편포도(skewness)가 남학생은 -0.435, 여학생은 -0.312로 모두 하위 인지수준 쪽으로 편포되어 있었다. 통제반과 실험반 모두 남학생들이 여학생들 보다 상위 인지수준에서 높은 분포를 보였다.

Table 5는 남·여 중학생들의 사전 인지수준을 비교한 것으로 남·여학생 모두 실험반보다 통제반의 인지수준이 약간 높은 것으로 나타났으며, 실험반과

Fig. 4. Change in the number of students at formal operational stage (%)

Table 4. Results of ANCOVA from mid- and post-SRT

Test	Group	n	M	SD	M*	MS	F	p
Mid	CASE	155	5.43	1.27	5.48	.005	.005	.945
	Control	140	5.55	1.01	5.49			
Post	CASE	427	6.44	1.54	6.49	130.120	72.870	.000
	Control	414	5.75	1.31	5.70			

*estimated marginal mean

Fig. 5. Distribution of the pre-SRT results by gender

Table 5. Comparison of the pre-cognitive level by gender

Gender	Group	n	Mean	SD	t	p
Boy	CASE	203	4.77	1.36	-1.588	.113
	Control	234	4.97	1.29		
Girl	CASE	224	4.62	1.48	-.594	.553
	Control	180	4.91	1.31		

통제반에서 남학생들의 인지수준이 약간 높은 것으로 나타났으나, t 검정 결과 남·여학생들의 인지수준에는 유의미한 차이가 없는 것($p>.05$)으로 나타났다.

중간 인지수준 분포를 성별로 비교한 Fig. 6을 보면 남·여학생 모두 구체-형식적 과도기에서 가장 많은 학생수가 나타나는 비슷한 양상의 분포를 하고있다.

Table 6은 중간검사 결과 나타난 인지수준을 비교한 것으로 남·여학생들 모두 통제반의 평균 인지수준이 높은 것으로 나타났으나 교정평균을 계산하여 비교한 결과는 실험반 남학생들이 높은 것으로 밝혀졌다. 사전 인지수준을 공변인으로 하여 중간검사 결과를 공변량 분석한 결과 남·여학생들 모두에게서 유의미한 인지가속 효과를 찾아볼 수 없었다. 이 효과에 처치와 성별의 상호작용이 개입되었는가를 알아보기 위해 사전 인지수준을 공변인으로 하여 사후 인지수준을 이원공변량 분석한 결과 성별에 따른 효과가($MS=.214$, $F=.075$, $p=.830$) 없었으며 처치와 성별간 상호작용 효과도($MS=2.877$, $F=2.556$,

$p=.111$) 나타나지 않았다.

사후 인지수준 분포를 성별로 비교한 Fig. 7을 보면 남·여학생들 모두 통제반에서는 구체적조작 후기, 실험반에서는 형식적조작 전기에 가장 많은 학생들이 있는 것으로 나타났다. 남·여학생들 모두 통제반보다 실험반의 인지수준이 높았다.

Table 7은 남·여학생들의 사후 인지수준을 비교한 것으로 남·여 모두 통제반보다 실험반의 평균 인지수준이 높은 것으로 나타났으며, 남학생들 보다 여학생들의 평균 인지수준이 높은 것으로 나타났다. 사전과 중간검사를 분석한 결과에서는 집단간 인지수준 차이가 나타나지 않았으나, 사전 인지수준을 공변인으로 하여 사후 인지수준을 공변량 분석한 결과 남학생들($MS=55.071$, $F=29.641$, $p=.000$) 보다 여학생들의($MS=70.363$, $F=41.277$, $p=.000$) 인지수준이 더 향상된 것으로 나타났다. 이 효과에 처치와 성별에 따른 상호작용이 개입되었는가를 알아보기 위해 사전 인지수준을 공변인으로 하여 사후 인지수준을

Fig. 6. Distribution of the mid-SRT results by gender

Table 6. Results of ANCOVA from mid-SRT by gender

Gender	Group	n	M	SD	M*	MS	F	p
Boy	CASE	62	5.39	1.22	5.51	.413	.427	.515
	Control	76	5.50	1.01	5.40			
Girl	CASE	93	5.45	1.31	5.47	.583	.500	.481
	Control	64	5.61	1.02	5.59			

*estimated marginal mean

Fig. 7. Distribution of the post-SRT results by gender

Table 7. Results of ANCOVA from post-SRT by gender

Gender	Group	n	M	SD	M*	MS	F	p
Boy	CASE	203	6.35	1.61	6.40	55.071	29.641	.000
	Control	234	5.72	1.30	5.68			
Girl	CASE	224	6.52	1.48	6.57	70.363	41.277	.000
	Control	180	5.79	1.32	5.73			

*estimated marginal mean

이원공변량 분석한 결과 성별에 따른 효과는 (MS=5.492, F=6.181, p=.242) 나타났으나 처치와 성별간 상호작용 효과는 (MS=.887, F=.498, p=.481) 나타나지 않았다.

각 집단에서 형식적 조작기에 도달한 남·여학생들의 수를 검사별로 분석한 결과(Fig. 8) 남·여학생들 모두 통제반보다 실험반에서 더 많이 나타났으며, 특히 실험반 여학생들의 수가 가장 많았다. 남학생들의 경우 실험반이 통제반 보다 1.65배, 여학생들의 경우에는 1.80배로 여학생들의 집단간 차이가 조금 더 있는 것으로 나타났다. 즉, 형식적 조작기에 도달한 학생의 비율 역시 CASE 프로그램이 남학생들 보다 여학생들에게 약간 더 효과적이었던 것으로 나타났다.

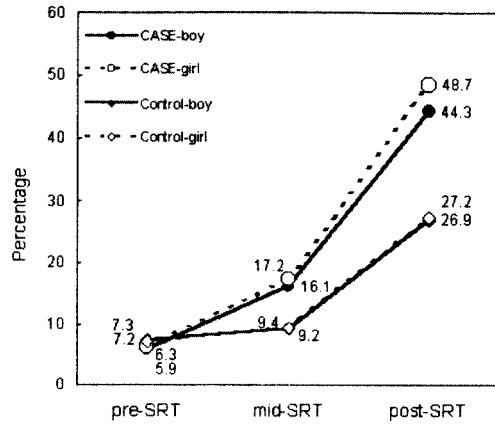


Fig. 8. Change in the number of students at formal operational stage (%)

3. 인지수준별 인지가속 효과 비교

2년 동안 CASE 프로그램을 투입한 후 사전 인지 수준이 사후검사 결과 어느 단계의 인지수준으로 열

마나 변화되었는가를 면밀히 분석한 결과를 Table 8로 정리했다. 인지수준 검사도구의 측정한계와 오차범위(±1단계)를 고려하면 의미 있는 인지수준 향상

Table 8. Distribution of post cognitive level by pre cognitive level

pre-SRT level	Group	n	post-SRT level*					M	SD	ES**
			2A/2B	2B	2B/3A	3A	3B			
<2A	CASE	40	7(17.5)	16(40.0)	4(10.0)	8(20.0)	5(12.5)	5.83	1.57	1.07
	Control	21	9(42.9)	7(33.3)	4(19.0)	1(4.8)	0	4.86	.91	
2A	CASE	56	12(21.4)	15(26.8)	14(25.0)	11(19.6)	4(7.1)	5.71	1.38	1.10
	Control	32	13(40.6)	13(40.6)	5(15.6)	1(3.1)	0	4.81	.82	
2A/2B	CASE	84	12(14.3)	21(25.0)	21(25.0)	18(21.4)	12(14.3)	6.11	1.53	0.61
	Control	107	25(23.4)	42(39.3)	19(17.8)	18(16.8)	3(2.8)	5.39	1.18	
2B	CASE	89	5(5.6)	17(19.1)	23(25.8)	26(29.2)	18(20.2)	6.60	1.48	1.01
	Control	73	11(15.1)	31(42.5)	15(20.5)	15(20.5)	1(1.4)	5.52	1.07	
2B/3A	CASE	132	3(2.3)	21(15.9)	31(23.5)	47(35.6)	30(22.7)	6.83	1.40	0.52
	Control	151	9(6.0)	40(26.5)	50(33.1)	37(24.5)	15(9.9)	6.16	1.28	
3A	CASE	26	1(3.8)	2(7.7)	3(11.5)	8(30.8)	12(46.2)	7.54	1.56	0.31
	Control	30	0	3(10.0)	6(20.0)	13(43.3)	8(26.7)	7.13	1.31	
Total	CASE	427	40(9.4)	92(21.5)	96(22.5)	118(27.6)	81(19.0)	6.49	1.54	0.60
	Control	414	67(16.2)	136(32.9)	99(23.9)	85(20.5)	27(6.5)	5.70	1.31	

*number of students (%), **Effect Size

으로 추정되는 통계자료는 Table 8의 회색부분이며, 그 중에서 특별히 실험반과 통제반간의 차이가 크게 나타나는 부분은 진한 글씨로 표기했다.

CASE 프로그램에 의한 인지발달 가속효과를 Effect Size를 이용하여 분석했다(한효순 등, 2002). Effect Size는 $(Me-Mc)/\sigma_c$ 로, Me는 실험반의 사후 평균을, Mc는 통제반의 사후평균을, σ_c 는 통제반의 표준편차를 의미한다(Glass et al., 1981; Cohen, 1988). Table 4에 제시한 교정평균 값을 이용하여 처치효과를 Effect Size(이하 ES로 약함)로 계산한 결과 사후검사에서 0.60으로 나타났다. ES=0.6은 실험반의 평균점수가 통제반의 평균점수보다 0.60 향상됐음을 의미한다. 즉 실험반에서 상위 50%에 해당하는 학생의 점수가 통제반의 상위 28%에 해당하는 것으로, 교육 연구에서는 유의미한 처치효과가 크게 나타난 것으로 판정한다.

사전 인지수준별로 보면 모든 인지수준에서 처치효과가 뚜렷하게(ES=0.31~1.10) 나타났으나 특별한 경향성을 찾아볼 수는 없었다. 특히 초기 구체적 조작기(ES=1.10)와 전조작기(ES=1.07), 그리고 구체적조작 후기(ES=1.01) 학생들에게 큰 효과가 있었던 것으로 밝혀졌다. ES=1.0은 실험반에서 상위 50%에 해당하는 학생의 점수가 통제반의 상위 16%에 해당하는 것으로, 교육 연구에서는 상당히 큰 효과로 판정한다.

형식적 조작기에 있는 실험반 중학생들은 중간검사에서 가장 큰 효과를(ES=1.07) 보였으나 사후 검사에서는 가장 낮은 효과가(ES=0.31) 있었던 것으로 나타났다. 이미 형식적 조작기에 있는 중학생들에게는 그 시기에 오를 수 있는 최고의 인지수준에 도달한 것이며 다른 인지수준에 비해 사실상 더 이상 측정 가능한 인지수준의 한계로(3B) 인해 가장 낮은 효과가 나온 것은 당연한 결과로 해석된다.

사전 인지수준별로 사후 인지수준 평균을 집단별 비교하면 Fig. 9와 같다. 모든 단계에서 사후 인지수준이 향상된 것이 뚜렷하게 나타나고 있으며, 전조작기를 제외한 다른 단계에서는 사전 인지수준이 높을수록 인지발달의 정도가 증가한 것을 알 수 있었다.

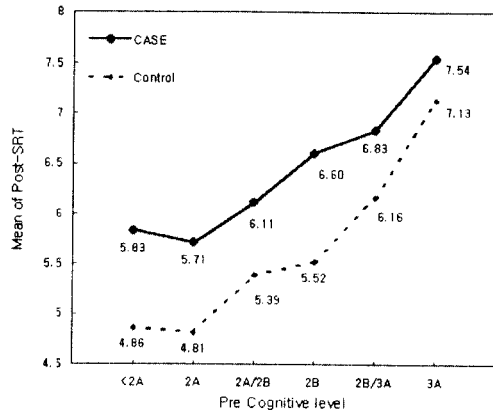


Fig. 9. Comparison of post cognitive level by pre cognitive level

IV. 결론 및 제언

학생들의 인지발달을 촉진시켜 과학교과 내용의 이해를 증진시키기 위해 구안된 CASE 프로그램을 중학교 1학년 학생들에게 2년 동안 지도한 결과 다음과 같은 효과가 있었다.

CASE 프로그램에 의한 중학생들의 인지발달 가속효과를 조사한 결과 중간검사에서는 인지수준의 향상이($MS=.005, F=.005, p=.945$) 보이지 않았으나, 사후검사에서 인지수준이 상당히 향상된($MS=130.120, F=72.870, p=.000$) 것으로 확인되었다. 이로 미루어 CASE 프로그램에 의한 인지발달 가속효과는 1년 이상의 기간이 요구되는 것을 알 수 있었으며, 정규과학교과만을 학습한 통제반보다 CASE 프로그램과 과학 교과를 함께 학습한 실험반에서 인지가속 효과가 뚜렷하게 나타난 것으로 미루어 우리나라 중학교 과학교육과정 수립에 인지수준에 대한 고려가 좀 더 요구됨을 알 수 있다.

형식적 조작기에 도달한 학생들의 수를 검사별로 비교한 결과, 프로그램 투입 2년 동안 형식적 조작기에 도달한 학생들의 수가 계속 증가했으며 이런 증가는 통제반보다 실험반에서 두드러지게 나타났다. 형식적 조작기 학생수가 사전검사에서는 거의 같은 비율이었으나 중간검사에서는 통제반보다 실험반이 1.8

배, 사후검사에서 1.7배 많은 비율을 보였다. 여러 수준에 있는 학생들 중 특별히 구체적 조작기에 있는 학생들을 형식적 조작기 수준으로 인지발달을 시키기 위해 적용한 CASE 프로그램의 목표가 달성된 것으로 해석된다.

성별에 따라 CASE 프로그램의 효과를 비교한 결과 남·여 중학생들 모두에게 유의미한 인지속이 이루어진 것으로 나타났다. 남학생들($MS=55.071$, $F=29.641$, $p=.000$; $ES=0.55$) 보다 여학생들의 ($MS=70.363$, $F=41.277$, $p=.000$; $ES=0.64$) 인지수준이 더 발달된 것으로 밝혀졌으며, 이원공변량 분석한 결과 처치와 성별간 상호작용 효과는($MS=2.413$, $F=1.532$, $p=.216$) 나타나지 않았다. 집단별로 형식적 조작기에 도달한 학생수를 분석한 결과, 남학생들의 경우 실험반이 통제반보다 1.6배, 여학생들의 경우에는 1.8배 더 많았다. 이상의 결과로 미루어 CASE 프로그램은 남학생들 보다 여학생들에게 효과가 약간 더 있었던 것으로 판정된다.

학생들의 사전 인지수준에 따라 CASE 프로그램의 효과를 분석한 결과, 모든 인지수준에서 처치효과가 뚜렷하게($ES=0.31\sim 1.10$) 있었으나 특별한 경향성은 나타나지 않았다. 특히 초기 구체적 조작기($ES=1.10$)와 전조작기($ES=1.07$), 그리고 구체적조작 후기($ES=1.01$) 학생들에게 상당히 큰 효과가 있었다. 이미 형식적 조작기에 있는 중학생들에게는 그 시기에 오를 수 있는 최고의 인지수준에 도달한 것이며 사실상 더 이상 측정 가능한 인지수준의 한계로(3B) 인해 가장 낮은 효과가($ES=0.31$) 나온 것은 당연한 결과로 해석할 수 있다.

형식적 조작기에 있는 실험반 중학생들은 중간검사 에서 가장 큰 효과를($ES=1.07$) 보였으나 사후 검사에서는 가장 낮은 효과가($ES=0.31$) 있었던 것으로 나타났다. 이미 형식적 조작기에 있는 중학생들에게는 그 시기에 오를 수 있는 최고의 인지수준에 도달한 것이며 다른 인지수준에 비해 사실상 더 이상 측정 가능한 인지수준의 한계로(3B) 인해 효과가 낮은 것으로 해석할 수 있다.

사전 인지수준별로 사후 인지수준 평균값을 집단별 비교한 결과 모든 단계에서 인지수준이 향상된 것이

뚜렷하게 나타났으며 대체적으로 사전 인지수준이 낮을수록 집단간 인지수준의 차이가 크게 나타났다. 이런 결과는 CASE 프로그램이 중학생들의 인지발달 가속에 아주 적합한 교수-학습 프로그램을 보여주며, 특히 인지수준이 낮은 중학생들에게 더 적절하다는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해보면 과학 교과내용이 요구하는 인지수준과 학생들의 실제 인지수준과의 격차로 인해 생기는 과학교육의 문제점을 해결하는데 CASE 프로그램과 같은 구성주의적 입장에서 상호작용이 강조된 교수학습 방법이 적절함을 입증해주고 있다. 우리나라 중학교 과학교육과정 수립이나, 교재개발 및 학습지도시 인지수준에 대한 고려가 좀 더 요구됨을 알 수 있다. 일방적인 교사중심의 지도로부터 탈피하여 다방면으로의 상호작용을 통한 '중재(intervention)'가 이루어져 진정한 의미의 이해가 일어날 수 있도록 학생들을 도와주는 교수학습 방법이 우리나라 과학교육의 문제점을 일부 해결해줄 수 있음을 시사하고 있다.

그러나 현실적으로 학급당 학생수가 많고, 다양한 수준의 학생들이 공존해 있는 우리나라 과학교육 현장에 CASE 프로그램을 이용하기 위해서는 몇 가지 해결해야할 점도 나타났다.

구체적 조작기 학생들의 인지발달을 고려하여 구성된 CASE 프로그램을 이미 형식적 조작기에 있는 학생들에게 2년 동안 투입하는 것은 적절치 못하다. 물론 현재 우리나라 교육과정에 따른 정규 과학교과만을 학습한 것보다는 인지발달에 효과적이었으나, 이들에게는 새로운 프로그램에 적응하는 별도의 시간이 필요 없이 초기 1년 동안 최대의 학습효과를 보였다. 연구에 참여한 전체 중학생 중 형식적 조작기에 있는 학생들은 6.7%에 불과하지만 이들을 위해 CASE 프로그램을 1년으로 재조정하는 방법 등의 적절한 재조정이 필요할 것으로 판단된다.

CASE 프로그램의 성공 여부는 상당 부분 교사의 의지에 달려있다. 사고력 증진을 위한 다섯 가지의 전략(구체적 준비, 인지갈등, 구성영역 활동, 메타인지, 그리고 연계과정)의 관리는 명백히 교사의 의지와 능력에 의존한다. 잘 설계된 활동책자나 교사용

안내서를 제공하면 그 방법에 있어서는 교사들의 전문성이 요구된다. 아울러 7차 교육과정에 따른 과학 교과교육과 CASE 프로그램을 병행하여 학교수업을 운영하는 일들이 교사들에게 큰 부담으로 작용하고 있어 이에 대한 대책이 요망된다.

학생들의 인지수준을 향상시키는 CASE 프로그램의 일차 목표 달성은 학업성취도와 정서적 영역에는 어떤 영향을 끼치는지 분석하여 CASE 프로그램이 궁극적으로 학생들의 과학교육에 기여한 것을 면밀히 검토할 필요가 있다.

적 요

학생들의 인지발달을 촉진시켜 학습효과를 높이려고 개발된 CASE 프로그램의 효과를 조사했다. 중학교 1학년(841명) 학생들이 연구에 참가하였으며, 같은 분량의 시간동안 실험반에서는 교육과정에 따른 과학 교과 수업과 '생각하는 과학' 활동을 병행하였고, 통제반에서는 과학교과 수업만을 수행하였다. 연구 초기에 논리적 사고력 검사(SRT II)를 이용하여 집단의 동질성을 비교하고, 2년 동안 실험반에 CASE 프로그램을 처치한 후 이질동형검사도구인 SRT VII을 이용하여 처치별, 성별, 인지수준별 인지가속에 대한 효과를 조사했다.

CASE 프로그램에 의한 중학생들의 인지발달 가속 효과는 중간검사에서는 보이지 않았으나, 사후검사에서 상당히 큰 것으로 확인되었다.

성별에 따라 CASE 프로그램의 효과를 비교한 결과 남·여 중학생들 모두에게 유의미한 인지가속이 이루어진 것으로 나타났다. 남학생들 보다 여학생들의 인지수준이 더 발달된 것으로 밝혀졌으며, 처치와 성별간 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

학생들의 사전 인지수준에 따라 CASE 프로그램의 효과를 분석한 결과, 모든 인지수준에서 처치효과가 뚜렷하게 있었으나 특별한 경향성은 나타나지 않았다. 특히 초기 구체적 조작기(ES=1.10)와 전조작기(ES=1.07), 그리고 구체적조작 후기(ES=1.01) 학생들에게 상당히 큰 효과가 있었다. 이상과 같은 CASE 프로그램의 성공적인 결과는 현행 우리나라

과학교육과정 개정과 교수방법 개선에 시사하는 바가 많다.

참 고 문 헌

강순희, 박종윤, 우애자, 허은규(1996). 중학교 화학개념이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지수준을 고려한 교수방안에 관한 연구(제1보). 화학교육, 23(4), 267-278.

강순희, 박종윤, 정지영(1999). 학습자의 인지수준과 학습내용의 인지요구도를 고려한 중등화학 학습전략 개발에 대한 연구. 화학교육, 43(5), 578-588.

김영식(1999). 학생의 인지발달 수준에 따른 변인통계 능력의 형성과 특수 전이 효과에 대한 연구. 한국교원대학교 석사 학위 논문.

김영준(2001). CASE 프로그램의 적용과정에서 아동의 인지수준과 아동-교사의 상호작용이 문제해결 결과 논리적 사고력에 미치는 영향. 한국교원대학교 박사 학위 논문.

김현재, 장경례(1991). 인지가속자료 적용을 통한 논리적 사고의 지도 효과. 한국초등과학교육학회지, 10(2), 159-173.

남정희, 김성희, 강순희, 박종윤, 최병순(2002). 변인통계 문제해결 활동에서 학생들의 인지수준에 따른 상호작용 분석. 한국과학교육학회지, 22(1), 110-121.

문홍두, 최병순(1987). 고등학생들의 지적 발달 수준과 화학 교과 내용이 요구하는 조작 수준과의 관계 연구. 화학교육, 14(2), 116-127.

박종윤, 강순희(1996). 고등학교 과학 II(하) 교과서 내용이 요구하는 논리적 사고력 수준과 학생들의 인지수준 비교 연구(제2보). 화학교육, 23(5), 335-344.

박종윤, 강순희, 김선영, 김성희, 김인주, 이자현(1993). 고등학교 화학 교과서 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지수준 비교 연구(제1보). 화학교육, 20(4), 285-294.

이덕렬(2001). CASE의 비례논리 학습 프로그램이

- 중학교 1학년 학생들의 비례논리 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 조성남(2000). 비례논리 학습 프로그램에 의한 초등학교 6학년 학생의 비례논리 형성 및 지속 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 최병순(1987). 학생들의 인지수준과 구체적 및 형식적 과학 교과 내용과의 관계 분석. 화학교육학회지, 14(1), 30-42.
- 최병순, 허명(1987). 중학생들의 인지수준과 과학 교과 내용과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 7(1), 19-32.
- 최미화(2002). 'Thinking Science' 활동이 중학생의 인지가속에 미치는 효과 및 인지수준과 동기 유형에 따른 문제해결과정 분석. 한국교원대학교 박사 학위 논문.
- 한윤덕(2001). CASE의 변인통제 논리 학습 프로그램이 중학교 1학년 학생들의 변인통제 논리 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 한종하, 최돈형, 김영민(1982). 중·고등학교 학생의 과학적 사고발달에 관한 연구. 연구보고서, 한국교육개발원.
- 한효순, 최병순, 박종윤, 강순민(2002). '생각하는 과학' 프로그램의 변인활동이 초등학생의 변인통제 능력에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 22(3), 571-585.
- 홍현수(2001). 변인통제에 관한 과학 수업에서 학생들의 동기 수준에 따른 언어적 상호작용의 질적 분석. 이화여자대학교 석사 학위 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. & Shayer, M.(1992a). Accelerating the Development of Formal Thinking in Middle and High School Students II : Project Effects on Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 81.
- 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. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 351.
- Adey, P. & Shayer, M.(1994a). *Thinking Science INSET*. London: Routledge.
- Adey, P. & Shayer, M.(1994b). *Really raising standards: Cognitive intervention and academic achievement*. London: Routledge.
- Adey, P., Shayer, M., & Yates, C.(1995). *Thinking Science*. 2nd ed. London: Nelson & Sons Ltd.
- Adey, P. & Shayer, M.(2002). *Learning Intelligence*. London: Routledge.
- Adey, P., Robertson, A., & Venville G.(2002). *Let's Think!* London: NFER-Nelson Ltd.
- Adey, P., Robertson, A., & Venville G.(2002). Effects of a cognitive acceleration programme on year I pupils. *British Journal of Educational Psychology*, 72(1), 1-25.
- Glass, G.V., McGaw, B., & Smith, M.L.(1981). *Meta-analysis in social research*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Cohen, J.(1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Harnish, F., Fones, M. & Gott, R.(1998). Cognitive acceleration through science education: alternative perspectives. *International Journal of Science Education*, 20, 755.
- Kuusela, J. & Hautamaki, J.(2002). Proceeding from the 10th International Conference of Thinking. Harrogate, UK.
- Shayer, M.(1972). *Piaget's work and science teaching*. M.Ed., University of Leicester.
- Shayer, M.(1996). *The Long Term Effects of Cognitive Acceleration on Pupil's School Achievement*. <http://www.themerve2>.

com/ca/Newres.html.

Shayer, M. & Wylam, H.(1978). The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children. II - 14- to 16-year-olds and sex differentials. *British Journal of Educational*

Psychology, 48, 62-70.

Shayer, M., Adey, P., & Wylam, H.(1981). Group tests of cognitive development-ideals and a realisation. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(2), 157-168.