

## 중학교 1학년 학생들의 변인통제 능력 향상을 위한 메타전략 활동의 효과

허병철<sup>1,\*</sup> · 정진우<sup>1</sup> · 장명덕<sup>2</sup> · 정 철<sup>3</sup>

<sup>1</sup>363-791, 충청북도 청원군 강내면 다락리 산 7 한국교원대학교 지구과학교육과

<sup>2</sup>314-711, 충남 공주시 봉황동 376 공주교육대학교 과학교육과

<sup>3</sup>712-714, 경상북도 경산시 진량읍 내리리 15 대구대학교 환경교육과

### The Effect of Metastrategic Activities on 7th Grade Students' Variable Controlling Abilities

Byung-Cheol Heo<sup>1,\*</sup>, Jin-Woo Jeong<sup>1</sup>, Myoung-Duk Jang<sup>2</sup>, and Cheol Cheong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, 363-791, Korea

<sup>2</sup>Department of Science Education, Gongju National University of Education, 314-711, Korea

<sup>3</sup>Department of Environmental Education, Daegu University, 712-714, Korea

**Abstract:** The purpose of this study was to investigate the effect of a metastrategic activity on the development of student variable controlling abilities. Three groups of seventh graders at a middle-school in the City of Daegu participated in this study: a metastrategy activity group (ME), a problem-solving activity group (PR), and a control group (CO). The ME group was given metastrategy activity worksheets, which required students to monitor, control, and evaluate variable control strategies in a specified situation. The PR group was given problem-solving activity worksheets, which were needed to solve problems in various situations. The results were seen as follows. First, the metastrategy activity group showed better achievement ( $p < .05$ ) and a longer standing effect ( $p < .01$ ) than the other groups in the development of variable control ability. The problem-solving activity group was more effective than the control group ( $p < .05$ ) in the development of variable controlled ability, but there was no lasting effect of the acquired ability. Second, the metastrategic activity group was more effective than the problem-solving activity group in finding fixed variables ( $p < .01$ ), but not as effective in uncovering independent variables. What is not transferred to the development of the ability to find dependent variables.

**Keywords:** metacognition, metastrategy, controlling variable

**요 약:** 이 연구의 목적은 메타전략 활동이 중학교 1학년 학생들의 변인통제 능력 향상에 효과가 있는지를 조사하는 것이었다. 이를 위해 대구광역시내 1개 중학교 1학년 3학급을 각각 메타전략 활동집단, 문제풀이 활동집단 및 통제집단으로 선정하였다. 처치활동으로 메타전략 활동집단에게는 매회 15분씩 총 4회에 걸쳐 어느 한 특정 상황에서 변인통제 전략에 대한 컨트롤, 모니터 및 평가 등의 활동이 요구되는 자료를 투입하였다. 문제풀이 활동집단에게는 메타전략 활동집단과 같은 방법으로 활동자료를 투입하였으나 그 내용은 다양한 상황하에서 여러 가지 변인통제 문제들을 해결하는 활동으로 구성되었다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 메타전략 활동집단은 문제풀이 활동집단 및 통제집단보다 변인통제 능력 향상에 효과적이며( $p < .05$ ), 그 효과는 지속적이었다( $p < .01$ ). 문제풀이 활동집단의 경우, 통제집단보다 효과는 있었으나( $p < .05$ ) 지속 효과는 없었다. 둘째, 변인통제 능력의 요소별 발달 정도를 집단간 비교 분석 결과, 메타전략 활동집단이 문제풀이 활동집단보다 고정변인 찾기 능력에서 통계적으로 유의미한 차이를 보인 반면( $p < .01$ ), 독립변인 찾기 능력에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었으며, 종속변인 찾기 능력 발달로의 전이의 효과는 없었다. 따라서 이상의 연구 결과를 종합해 볼 때, 과학탐구능력 중의 변인통제 능력을 향상시키기 위해서는 다양한 문제를 해

\*Corresponding author: heobc@hanmail.net

Tel: 82-32-439-5501

Fax: 82-32-439-5505

결하도록 하는 활동 못지 않게 한 문제에 대해 깊이 생각해보는 메타전략 활동이 효과가 있음을 알 수 있었다.

주요어: 메타인지, 메타전략, 변인통제

## 서론

학생들이 탐구 활동의 초기에 결정해야할 중요한 일 중 하나는 주어진 문제 상황에 대답하기 위해 무엇을 조절하고, 무엇을 측정하고, 무엇을 같게 할 것인가 즉, 독립변인, 종속변인, 고정변인을 설정하는 것이다(Duggan et al., 1996; Martin, 1997). 따라서 학생들의 변인통제(controlling variables) 능력은 문제를 인식하거나 설정하는데 밀접한 관련이 있는 중요한 탐구요소라는 인식을 바탕으로 Piaget 이래 많은 연구자들에 의해 학생들의 이에 대한 능력을 촉진시키기 위한 연구들이 지속적으로 수행되고 있다(Ross, 1988). 그러나 변인통제 능력은 훈련이나 명확한 교수에 의해서 일부 획득되지만 학생들이 여전히 획득하기 어려운 기능임을 보이고 있다. 예를 들어, Lawson et al. (1975)은 훈련에 의해 변인통제 능력을 습득시킨 후, 이 능력의 전이를 알아보는 연구에서 특수전이와 일반전이는 나타나지 않았지만, 이러한 형태의 훈련 학습이 구체적 조작단계의 학생에게 효과적이었다는 것을 보고하고 있다. Germann et al. (1996)의 연구에서 7학년 학생들은 실험 계획상에서 보이는 과학 탐구능력에 대한 연구에서 상당수의 학생이 조작되지 않은 변인을 그대로 두었다는 경향을 보였다. 이에 대해 김재우와 오원근(1998)은 변인을 통제하는 법에 대한 명확한 교수가 필요함을 암시하고 있다.

최근 학생들의 과학 탐구 능력의 신장을 위한 학습 활동으로 메타인지 활동의 중요성과 효과에 관한 연구들이 보고되고 있다. 예를 들어, Pearsall(1999)의 연구에서 동료 학생들이 상호 협력하는 상황에서 메타인지 활동은 학생의 과학 추론 발달을 촉진시킨다고 보고하였다. 또한 장명덕(2001)은 과학 추론 전략에 대한 메타인지 활동이 초등 학생의 추론 전략 발달에 긍정적인 효과가 있었다는 결과를 얻었다. 하지만 중학생을 대상으로 메타인지 활동이 변인통제 능력 발달에 어떤 효과가 있는지 보고된 바가 없다. 이에 중학생들을 대상으로 변인통제 전략에 대한 조절, 평가 등의 메타전략적 활동의 효과를 조사하고자 본 연구를 수행하였다. 또한 선행 연구와 달리 다양한 맥락에서의 변인통제 문제를 해결하는 집단과 소수의

문제에 대해 메타인지적 활동을 하는 집단간의 그 활동의 효과를 비교하였다.

## 연구 방법

### 연구 대상 및 절차

연구 대상은 대구광역시에 소재한 여자 중학교 1학년 3학급 109명이었다. 이들 학급은 각각 메타전략 활동집단(metastrategy activity group, 이하 ME 집단) 1학급 37명, 문제풀이 활동집단(problem-solving activity group, 이하 PR 집단) 1학급 37명 그리고 통제집단(control group, 이하 CO 집단) 1학급 35명을 선정하였다. PR 집단은 다양한 상황하에서의 변인통제 문항을 해결하는 15분간에 걸친 문제해결 활동에 참가하였다(부록 1). 같은 시간동안 ME 집단은 PR 집단의 문제 중 하나를 대상으로 행한 가상의 학생의 변인통제 전략을 평가하고 이를 통해 자신이 사용한 전략에 대해서 숙고하여 보는 메타전략적 활동으로 참가하였다(부록 2). 처치활동으로 ME 집단과 PR 집단 학생들에게 투입된 학습자료는 각각 본 연구자들에 의해 개발된 메타전략 활동 학습자료와 문제풀이 활동 학습자료였다. 이들은 각각 독립변인 찾기와 고정변인 찾기 활동으로 구성되었고, 총 4차시 분량으로 1차시 분량은 A4용지 1매로 15분 가량 소요되었다. PR집단을 위한 학습자료의 1차시는 다양한 상황의 변인통제에 관한 3문항으로 구성하였다. ME집단을 위한 학습자료의 1차시는 가상의 학생이 행한 변인통제의 전략을 평가하고 이를 통해 자신이 사용한 전략에 대해 심사숙고해 보는 메타전략적 활동으로 구성되어 있다. ME, PR, CO 세 집단을 대상으로 변인통제 능력의 사전 검사를 실시한 후(6/19), 하루에 1차시씩 4회에 걸쳐 수업 이외의 시간(오전 8:20~8:35)에 처치활동이 이루어졌다(7/6~7/11). 사전 검사와 동일한 문항을 이용하여 사후 검사(7/18) 및 지연 검사(8/30)를 실시하였다.

### 검사 도구

학생들의 변인통제 능력을 검사하기 위해 Ross (1990)가 개발한 문항을 번역하여 사용하였는데 이는

**Table 1.** The criterion and allotment of the question in the Ross's instrument

Classification	Evaluation criterion	Score
Independent Variables	• precise statement of effect (예: 미끼의 색을 달리 한다, 밝은 색과 어두운 색)	2
	• vague statement of effect (예: 바늘 하나에 밝은 색과 어두운 색을 동시에 쓴다)	1
	• no response, no statement of the independent variables	0
Dependent Variables	• precise statement of cause (예: 잡힌 물고기 수)	2
	• vague statement of effect (예: 미끼가 없어진 양)	1
	• no response, no statement of the dependent variables	0
Fixed Variables	• more than two variable controlled (예: 이른 아침, 부두 오른쪽, 동일한 낚시대 바늘 등)	3
	• one variable controlled	2
	• vague ideal of control (예: 조건 동일)	1
	• no response, no statement of the fixed variables	0

총 2개 문항으로 구성되어 있으며, 그 응답 시간은 20분이었다(부록 3). 1번 문항은 학생들에게 실생활의 상황에 맞는 실험을 계획해 보도록 하였고, 학생들이 통제해야 하는 변인들을 제시해주었다(도움이 제공된 문항). 반면 2번 문항은 학생들에게 교수 자료로서 접해 본 적이 없는, 실생활의 상황에 맞는 실험을 계획해 보도록 하였다. 통제되어야 하는 확실한 변인들이 항목의 지시 사항에 나타나 있지 않은 것이다(도움이 제공되지 않은 문항).

### 자료 처리 및 분석

변인통제 능력 검사 항목의 채점은 주어진 상황에 대답하기 위해 무엇을 조절하고(독립변인), 무엇을 측정하고(종속변인), 통제되어야 하는 변인(고정변인)을 인식하여 효과적인 실험 계획을 구성할 줄 아는 학생의 능력에 근거하여 작성하였다. 평가 척도와 배점은 Table 1과 같다. 측정 항목에 대한 학생들의 대답을 두 명의 독립적인 채점자가 분석하여 점수를 부여하였다. 두 채점자 사이의 일치도는 사전검사가 86%, 사후검사가 90%, 지연검사가 89%이었다. 채점자간 일치하지 않은 자료는 채점자간의 협의를 통하여 재 채점을 하였다.

## 연구 결과 및 논의

처치 유형에 따른 변인통제 능력의 향상과 지속효과  
처치 유형 즉, 매타전략 활동집단(ME: metastrategy

**Table 2.** Means and SD among the ME, PR, and CO groups

Group	Score			
		Pretest	Post-test	Delay-test
ME (N=37)	M	4.36	7.06	7.89
	SD	3.41	3.29	3.39
PR (N=37)	M	6.03	6.70	6.58
	SD	3.05	2.54	3.23
CO (N=35)	M	5.38	5.00	4.97
	SD	3.00	3.20	2.96

activity group), 문제풀이 활동집단(PR: problem-solving activity group), 통제집단(CO: control group)에 따른 변인통제 능력의 향상 정도와 지속 효과를 알아보기 위해 실시한 집단간 사전, 사후 및 지연검사 결과는 Table 2 및 Fig. 1과 같다. 사전검사에서 PR집단(M=6.03, SD=3.05)이 ME집단(M=4.36, SD=3.41)이나 CO집단(M=5.38, SD=3.00)에 비해서 평균 점수가 높게 나타났으나, 사후검사와 지연검사에서는 ME집단이 다른 두 집단보다 높게 나타났다.

처치유형에 따른 변인통제 능력의 향상 정도가 유의미한 차이가 있는지에 대한 공변량 분석한 결과는 Table 3과 같다. 사후검사에서 ME집단과 PR집단( $p < .05$ ), CO집단 사이에( $p < .01$ ) 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 또한 PR집단과 CO집단 사이에도 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 지연검사에서 ME집단과 PR집단( $p < .01$ ), CO집단 사이에( $p < .01$ ) 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 그러나

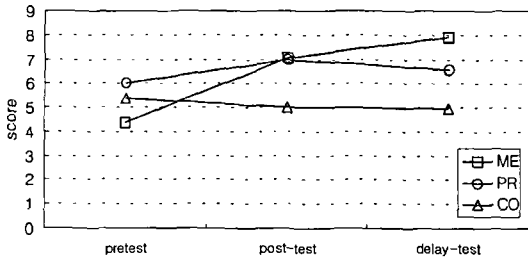


Fig. 1. Means among the groups on pretest, posttest, and delayed tests.

PR집단과 CO집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. ME집단이 PR집단보다 사후 검사에서 변인통제 능력의 향상에 효과적이었고 ( $p < .05$ ), 파지여부를 알아보기 위한 지연검사에서도 효과적이었다 ( $p < .01$ ).

이는 메타인지 활동이 과학 탐구능력의 향상에 효과적이었다는 선행 연구(장명덕, 2001; Lin and Lehman, 1999)와도 일치한다. 이에 비하여 PR집단은 CO집단보다 사후검사에서는 변인통제 능력의 향상에 효과적이었으나 ( $p < .05$ ), 파지여부를 알아본 지연검사에서는 효과적이지 못했다. 선행 연구(Lawson, Blacke, and Nordland, 1975; Lawson and Wollman, 1976)에 의하면 훈련에 의해서도 변인통제 능력이 향상될 수 있다는 연구 결과와 일치한다. 그러나 훈련에 의해 변인통제 능력은 향상될 수 있지만 지속효과는 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 ME집단이 PR집단보다 변인통제 능력의 향상에 있어서 효과적임을 알 수 있다 ( $p < .05$ ).

**변인통제 능력의 요소별 향상 정도**

변인통제 능력의 요소별 향상 정도를 알아보기 위해 실시한 문항별 집단간 사전, 사후, 지연검사의 결과는 Table 4와 같다.

도움이 제공된 문항(assisted real-life experiment task)의 사후, 지연검사에서 독립변인, 종속변인, 고정변인 찾기 능력의 향상 정도가 유의미 있는 차이가 있는지를 알아보기 위한 공변량 분석한 결과가 Table 5와 같다. 독립변인 찾기 능력은 사후 검사에서 ME집단과 PR집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었고, CO집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $0 < .05$ ). PR집단과 CO집단 사이에서도 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .01$ ). 지연 검

Table 3. ANCOVA results among the ME, PR, and CO groups

Group	Post-test			Delay-test		
	ME	PR	CO	ME	PR	CO
ME						
PR	*				**	
CO	**	*			**	

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

사에서는 ME집단과 CO집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었고 ( $p < .01$ ), PR집단과는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. PR집단과 CO집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 종속변인 찾기 능력은 사후 검사에서 PR집단이 ME집단보다 더 효과적이라는 결과가 나왔지만 ( $p < .05$ ), Table 4의 점수를 고려해 보았을 때 ME집단의 점수가 감소함으로써 의미 있는 차이가 나왔다는 것을 알 수 있다. 지연검사에서는 세 집단간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 고정변인 찾기 능력은 사후검사서 ME집단과 PR집단, CO집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .01$ ). PR집단과 CO집단 사이에는 유의미한 차이가 없었다. 지연검사서 ME집단과 PR집단, CO집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .01$ ). PR집단과 CO집단 사이에도 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .05$ ).

도움이 제공되지 않은 문항(unassisted real-life experiment task)의 사후, 지연검사서 독립변인, 종속변인, 고정변인 찾기 능력의 향상 정도에 대한 공변량 분석한 결과가 Table 6과 같다. 독립변인 찾기 능력의 사후검사서 ME집단과 PR집단, CO집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. PR집단과 CO집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .05$ ). 지연검사에서는 ME집단과 CO집단, PR집단과 CO집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .05$ ). 종속변인 찾기 능력은 사후, 지연 검사에서 세 집단간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 고정변인 찾기 능력의 사후검사에서는 세 집단간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 지연검사에서는 ME집단과 PR집단, CO집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ( $p < .05$ ). PR집단과 CO집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

본 연구에 투입한 메타전략 활동자료와 문제풀이 활동자료는 주로 독립변인 찾기와 고정변인 찾기 활

**Table 4.** The score of each components of the variable control ability on the 'assisted' real-life experiment task (Question 1) and the 'unassisted' real-life experiment task (Question 2) between the groups

			Pretest	Post-test	Delay-test		
The 'assisted' real-life experiment task (Question 1)	Independent Variable	ME (N=37)	M SD	1.28 0.94	1.78 0.63	1.83 0.56	
		PR (N=37)	M SD	1.63 0.74	1.97 0.17	1.69 0.73	
		CO (N=35)	M SD	1.52 0.72	1.58 0.72	1.55 0.81	
		ME (N=37)	M SD	0.56 0.73	0.47 0.77	0.66 0.79	
		PR (N=37)	M SD	1.00 0.82	1.00 0.75	0.73 0.76	
		CO (N=35)	M SD	0.90 0.83	0.84 0.82	0.87 0.71	
	Fixed Variable	ME (N=37)	M SD	0.30 0.85	2.22 1.17	2.06 1.40	
		PR (N=37)	M SD	0.28 0.81	0.76 1.17	0.97 1.40	
		CO (N=35)	M SD	0.26 0.68	0.26 0.81	0.19 0.74	
		Independent Variable	ME (N=37)	M SD	1.27 0.94	1.61 0.80	1.69 0.71
			PR (N=37)	M SD	1.76 0.61	1.91 0.38	1.91 0.38
			CO (N=35)	M SD	1.68 0.65	1.55 0.85	1.48 0.89
Dependent Variable	ME (N=37)		M SD	0.39 0.55	0.28 0.61	0.53 0.56	
	PR (N=37)		M SD	0.55 0.56	0.52 0.76	0.67 0.69	
	CO (N=35)		M SD	0.65 0.80	0.48 0.81	0.52 0.62	
	Fixed Variable	ME (N=37)	M SD	0.58 1.08	0.69 1.17	1.11 1.38	
		PR (N=37)	M SD	0.79 1.22	0.55 1.03	0.61 1.12	
		CO (N=35)	M SD	0.39 0.95	0.29 0.90	0.35 0.88	

동으로 구성되었다. 그런데 문항 유형에 따라 크게 관계없이 ME집단이 PR집단보다 고정변인 찾기 능력의 향상에만 효과가 있는 것으로 나왔다. 독립변인 찾기 능력의 향상은 ME집단과 PR집단사이에는 차이가 없었지만, 두 집단 모두 CO집단보다 효과가 있었다. 특히 고정변인 찾기 능력의 향상은 ME집단이 PR집단보다 효과적인 것으로 나왔다. 하지만 종속변인 찾기 능력의 향상으로의 전이는 일어나지 않았다.

## 결론 및 제언

이상과 같이 중학교 1학년 학생의 처치유형에 따른 변인통제 능력 향상의 정도와 지속 효과, 그리고 변인통제 능력의 요소별 향상 정도를 알아본 결론은 다음과 같다.

첫째, 메타전략 활동집단은 통제집단 및 문제풀이 활동집단보다 변인통제 능력 향상에 효과적이며 지속적이다( $p < .05$ ). 문제풀이 활동집단의 경우, 통제집단

**Table 5.** ANCOVA results of each component of the variable control ability on the ‘assisted’ real-life experiment task

	Group	Post-test			Delay-test		
		ME	PR	CO	ME	PR	CO
Independent Variable	ME						
	PR						
	CO	*	**			*	
Dependent Variable	ME		*				
	PR						
	CO						
Fixed Variable	ME						
	PR	**				**	
	CO	**				**	*

\*p< .05, \*\*p< .01

**Table 6.** ANCOVA results of each component of the variable control ability at the ‘unassisted’ real-life experiment task

	Group	Post-test			Delay-test		
		ME	PR	CO	ME	PR	CO
Independent Variable	ME						
	PR						
	CO		*			*	*
Fixed Variable	ME						
	PR					*	
	CO					*	

\*p< .05

보다 효과는 있었으나 지속 효과는 없었다(p< .05).

둘째, 변인통제 능력의 요소별 발달 정도를 집단간 비교 분석 결과, 두 집단의 주 활동인 독립변인 및 고정변인 찾기 활동에서 메타전략 활동집단이 문제풀이 활동집단보다 고정변인 찾기 능력에서 통계적으로 유의미한 차이를 보인 반면(p<.01), 독립변인 찾기 능력에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었으며, 종속변인 찾기 능력 발달로의 전이의 효과는 없었다.

따라서 이상의 연구 결과를 종합해 볼 때, 과학탐구능력 중의 변인통제 능력을 향상시키기 위해서는 다양한 문제를 해결하도록 하는 활동 못지 않게 한 문제에 대해 깊이 생각해보는 메타전략 활동이 효과가 있음을 알 수 있었다.

본 연구는 여러 가지 제한점을 가지고 있으므로 다음과 같은 계속적인 연구 활동이 기대된다.

첫째, 이 연구에서는 학생들의 능력을 설명하기 위해 이용할 수 있는 발생 사고법, 구조화된 인터뷰, 또는 행동적 평가처럼 정성적인 자료에 대한 자세한 분석은 하지 않았다. 체계적인 방식으로 정성적인 자료를 수집하고 분석하는 연구 계획은 본 연구에서

알려지는 결과에 대한 심리적인 과정을 탐색하는데 가치가 있을 것이다.

둘째, 이 연구 대상 학생은 중학교 1학년 여학생으로 학년, 사회·경제적 환경 등이 제한적이기 때문에 다른 다양한 집단들을 대상으로 한 후속 연구가 필요하다.

### 참고 문헌

김재우, 오원근, 1998, 중학생의 교과서 실험 수행에서 나타난 문제점(실험목표와 관련 변인 인식 및 인식한 목표와 도출된 결론의 관련성). 한국과학교육학회지, 18 (1), 35-42.

장명덕, 2001, 다른 아동이 수행한 모의 실험 과정을 평가하는 메타인지 활동이 아동의 과학 추론 전략 향상에 미치는 효과에 관한 미시 발생학적 분석. 한국교원대학교 교육학박사학위논문.

Duggan, S., Johnson, P., and Gott, R., 1996, A critical point in investigative work: Defining variables. Journal of Research in Science Teaching, 33 (5), 461-474.

German, P.J., Aram, A., and Burke, G., 1996, Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of

- designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (1), 79-99.
- Lawson, A., Blacke, A., and Nordland, F., 1975, Training effects and generalization of the ability to control variables in high schools biology students. *Science Education*, 59 (3), 387-396.
- Lawson, A. and Wollman, W., 1976, Encouraging the transition from concrete to formal cognitive functioning an experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 13 (5), 413-430.
- Lin, X. and Lehman, J.D., 1999, Supporting learning of variable control in computer-based biology environment: Effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7), 837-858.
- Martin, D.J., 1997, *Elementary science methods*. New York, Delmar publisher.
- Pearsall, S.H., 1999, Effects of metacognitive exercise on the development of scientific reasoning. Unpublished doctoral dissertation, Columbia University. UMI Number: 9930773.
- Ross, J.A., 1988, Controlling variables: a meta analysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58 (4), 405-437.
- Ross, J.A. and Maynes, F., 1983, The development of a test of experimental problem-solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (1), 63-75.

---

2003년 6월 7일 원고 접수  
2003년 9월 16일 수정원고 접수  
2003년 11월 15일 원고 채택

## 부록 1. 문제풀이 활동 학습 자료

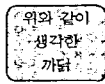
(1일차) ( )학년 ( )반 ( )번 이름( )

(1) 다음 그림과 같이 실험장치를 꾸며 식물이 흡수하는 물의 양은 잎의 수에 따라 차이가 있는지 조사하려고 한다. 다음 <실험조건>에서 같게 해야 할 것과 다르게 해야 할 것을 찾아 적어보자.



- <실험조건>
- 잎의 수
  - 놓는 장소
  - 식물의 종류
  - 처음 물의 양

같게 해야 할 조건	다르게 해야 할 조건



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(2) 진수는 액체의 종류에 따라 증발하는 정도에 차이가 있는지 알아보려고 한다. 이를 위해 진수는 종이와 물과 알코올을 묻힌 후 이 두 액체가 모두 증발하는데 걸리는 각각의 시간을 측정하기로 하였다. 이 실험을 할 때 다음 <보기>중에서 같게 해야 할 조건과 다르게 해야 할 조건은 무엇인지 적어보자.

<보 기>

· 묻히는 액체의 양	· 묻히는 액체의 종류
· 액체를 묻히는 종이의 종류	· 액체를 묻힌 종이를 두는 장소

▷ 같게 해 주어야 할 조건: \_\_\_\_\_

▷ 다르게 해 주어야 할 조건: \_\_\_\_\_

(3) 윤석이는 소금물의 진하기에 따라 물이 어느데 걸리는 시간이 달라지는지 조사하기로 하였다. 이 실험을 할 때 같게 해야 할 조건과 다르게 해야 할 조건을 <보기>에서 찾아 적어보자.

<보 기>

· 물의 양	· 소금의 양
· 물의 온도	· 비커의 크기

▷ 같게 해 주어야 할 조건: \_\_\_\_\_

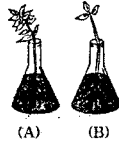
▷ 다르게 해 주어야 할 조건: \_\_\_\_\_



## 부록 2. 메타전략 활동 학습 자료

(1일차) ( )학년 ( )반 ( )번 이름( )

(1) 다음 그림과 같이 실험장치를 꾸며 식물이 흡수하는 물의 양은 잎의 수에 따라 차이가 있는지 조사하려고 한다. 다음 <실험조건>에서 같게 해야 할 것과 다르게 해야 할 것을 찾아 적어보자.



- <실험조건>
- 잎의 수
  - 놓는 장소
  - 식물의 종류
  - 처음 물의 양

같게 해야 할 조건	다르게 해야 할 조건

위의 같이  
생각한  
가답

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(2) 위 실험에 대해 정수와 승희라는 학생은 각각 다음과 같이 실험 조건들을 선택하였다. 이들에게 점수를 준다면 각각 몇 점을 주겠는지 그리고 왜 그러한 점수를 주었는지 적어보자.

<정수의 선택> ( ) 점		<승희의 선택> ( ) 점	
같게 해야 할 조건	다르게 해야 할 조건	같게 해야 할 조건	다르게 해야 할 조건
잎의 수	식물의 종류 놓는 장소 처음 물의 양	식물의 종류 놓는 장소 처음 물의 양	잎의 수

위의 같이  
점수를 준  
가답

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(3) 위 두 학생이 선택한 실험 조건들과 문제 (1)에서 여러분이 선택한 실험 조건을 비교하여 보자. 여러분이 한 실험 조건의 선택에 대해서 점수를 준다면 몇 점을 주겠는지 그리고 왜 그러한 점수를 주었는지 적어 보자.

▶ 나의 점수 : ( ) 점

위의 같이  
점수를 준  
가답

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 부록 3. 변인통제 능력 검사지

본 검사지는 여러분이 실험을 계획하는 능력을 알아보고, 이를 통해 여러분이 과학 공부를 더 잘 할 수 있는 방법을 찾으려고 만든 것입니다. 검사 결과는 학교 성적과 관계가 없으며 연구 목적 이외에는 사용하지 않습니다. 각 문항을 잘 읽고 이해한 다음 성의껏 답하여 주시기 바랍니다.

(        )중학교 (        )학년 (        )반 이름(        )

(1) 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.  
 정수는 많은 물고기를 잡고 싶어합니다.  
 정수는 낚시를 하기 가장 좋은 시간은 이른 아침이라는 것을 알고 있습니다.  
 또한 그는 낚시하기 가장 좋은 장소는 부두 오른쪽 바다라는 것을 알고 있습니다.  
 정수는 미끼의 색깔이 영향을 미치는지 알아보려고 합니다.  
 밝은 색 미끼가 어두운 색의 미끼보다 더 효과가 있을까?



☞ 만약 여러분이 정수라면 어떻게 실험을 할지 적어 보세요.

(2) 영희는 어떤 종류의 빨래비누가 기름때를 잘 제거하는지 조사하고자 합니다.

☞ 만약 여러분이 영희라면 어떻게 실험을 할지 적어 보세요.