

문제 해결 전략에서 협동학습의 효과

노태희 · 여경희 · 전경문
(서울대학교)

Instructional Effect of Cooperative Learning in Problem Solving Strategy

Noh, Taehee · Yeo, Kyeonghee · Jeon, Kyungmoon
(Seoul National University)

ABSTRACT

The effect of cooperative learning in a heuristic approach (four stage-problem solving strategy) that also emphasized molecular level representation was studied. Three high school classes (N=130) were randomly assigned to St group (using strategy individually), St-Co group (using strategy in cooperative group), and control group. After instruction, students' multiple-choice problem solving ability, strategy performing ability, and the perception of involvement were compared. Students' preferred instruction type was also examined. Although multiple-choice problem solving ability were not different significantly, a significant interaction between the treatment and the previous achievement level was found in strategy performing ability. Analysis of simple effects indicated that the medium-level students in the St group performed better than those in the St-Co group. In the perception questionnaire of involvement, however, the scores of the St group were significantly lower than those of the control group. The instruction type that students most preferred was also St-Co.

Key words: problem solving strategy, cooperative learning, problem solving ability.

I. 서 론

문제 해결은 과학 교육의 중요한 목표로 간주되어 왔으나 학생들의 문제 해결력은 수업 후에도 매우 낮은 경향이 있다(Stewart & Hafner, 1991). 이에 문제 해결력 향상을 위한 교수 방법들이 다양한 맥락에서 개발되고 있으며, 그 일환으로 전문가의 문제 해결 과정을 전략화하여 교수할 것이 제안되었다

(Reif, 1983). 그러나 화학 수업에서 문제 해결 전략을 교수한 경우, 그 효과에 대해서는 서로 다른 결과들이 보고되었다(Bunce & Heikkinen, 1986; Mettes, Pilot, Roossink, Kramers-Pals, 1980). 이에 대해 노태희와 전경문(1997)은 진정한 의미의 문제 해결을 위해서는 개념 이해가 선행되어야 한다는 점(Gabel, Briner, & Haines, 1992)에 기초하여, 분자 수준의 그림과 4단계 문제 해결 전략을 교수하

* 1999년 5월 19일 받음.

는 방안을 개발하였다. 그러나 이 방법도 학생들의 개념 이해에는 효과적이었으나 문제 해결력을 향상시키지는 못했으며, 이는 교사에 의해 제시된 전략을 학생들이 올바르게 습득하고 사용하는지에 대한 점검이 부족했기 때문인 것으로 제안되었다. 따라서 성공적인 문제 해결을 유도하기 위해서는 문제 해결 전략을 제시할 뿐만 아니라, 실제 문제 해결 과정에서 이를 사용하도록 구체적으로 지도할 필요가 있다 (Schoenfeld, 1985).

협동학습은 긍정적인 상호의존성을 토대로 한 언어적 상호작용을 근간으로 하므로, 동료의 문제 해결 과정에 대한 즉각적인 피드백을 제공할 것으로 기대된다(Tingle & Good, 1989). 그러나 문제 해결 전략에서 협동학습의 효과를 검증한 연구는 별로 많지 않다. 물리나 수학 교육 분야의 일부 연구들은 협동학습 환경에서 문제 해결 전략을 사용하도록 한 수업이, 전통적 방식(Heller, Keith, & Anderson, 1992)이나 문제 해결 전략을 개별적으로 사용하도록 한 방식(Duren & Cherrington, 1992)보다 전략 습득에 있어서 더 효과적인 것으로 보고하였다. 반면 Tingle과 Good(1990)은 화학양론에 대한 객관식 문제에서, 문제 해결 전략을 개별적으로 사용한 집단과 협동학습 환경에서 사용한 집단 사이의 차이가 없다는 연구 결과를 보고하였다. 한편, 협동학습 환경에서 학생들이 능동적으로 문제를 해결하고(Good, Reys, Grouws, & Mulryan, 1990) 더 인내하는 경향이 있다(Duren & Cherrington, 1992)는 연구 결과는 협동학습이 학생들의 수업 참여를 높일 수 있는 효과적인 교수 방법으로 활용될 수 있음을 시사한다.

따라서 본 연구에서는 분자 수준의 그림과 4단계 문제 해결 전략을 제시한 후 협동학습 환경에서 문제를 해결하도록 한 교수 방법(St-Co: Strategy-Cooperative learning)의 효과를, 개별적으로 문제를 해결하도록 한 교수 방법(St: Strategy) 및 전통적 수업과 비교하였다. 본 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

1) 새로운 교수 방법이 객관식 문제 해결력에 미치는 효과 및 교수 방법과 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과를 조사한다.

2) 새로운 교수 방법이 문제 해결 전략 수행 능력에 미치는 효과 및 교수 방법과 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과를 조사한다.

3) 새로운 교수 방법이 수업 참여도에 대한 인식에 미치는 효과 및 교수 방법과 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과를 조사한다.

4) 학생들이 선호하는 수업 유형을 조사한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 서울시에 소재한 일반계 고등학교 2학년 자연 계열 남학생 130명이었다. 중간고사 화학 성적이 유사한 세 학급을 선정하여 동질 집단을 확인한 후($MS=29.60$, $F=.05$, $p=.950$), 통제 집단, St 집단, St-Co 집단으로 무선 배치하였다. 이전 학기 기말고사 화학 성적에 기초하여 상·하위 33.3%를 기준으로 학생들의 사전 성취 수준을 상(34.6%), 중(31.5%), 하(33.8%)로 구분하였다(Table 1).

Table 1. Subjects of the three groups by previous achievement level

	Control	St	St-Co	Total
High	15	16	14	45
Medium	12	16	13	41
Low	18	14	12	44
Total	45	46	39	130

2. 연구 절차

선행 연구에 기초하여 새로운 교수법을 개발하고 참여 교사와의 면담을 통해 구체적인 교수 자료를 제작하였다. 교사로부터 이전 학기 화학 성적을 구하고, 사전 검사로 수업 참여도에 대한 인식 검사를 실시하였다. 각 처치 집단(St 집단, St-Co 집단)에서는 1차시에 걸쳐 4단계 문제 해결 전략이나 협동학습에 대한 예비 지도를 실시하고, 대상 단원과 무관한 연

습 문제를 해결하도록 하였다. 기체 단원에 대해서 처치 집단에는 새로운 교수법을, 통제 집단에는 전통적 강의식 수업을 5차시씩 실시하였다. 새로운 교수법은 교사가 다른 학급에서 연습한 후 실시하도록 하였고, 연구자는 모든 처치 요소가 포함된 St-Co 집단의 수업을 2회 참관하였다. 사후 검사로는 객관식 문제 해결력 검사, 문제 해결 전략 수행 능력 검사, 수업 참여도에 대한 인식 검사를 실시하였다. 또한 St-Co 집단을 대상으로 선호하는 수업 유형을 조사하였다.

3. 수업 방법

본 연구에서 개발한 교수 방법의 구성 요소는 분자 수준의 그림, 4단계 문제 해결 전략, 그리고 협동학습이다. 처치 집단(St, St-Co)에서는 교사가 수리적인 공식이나 법칙을 도입하기 전에 분자 수준의 그림을 제시하여 정성적인 개념 이해를 강조하였고, 4단계 문제 해결 전략(이해, 계획, 풀이, 검토: 노태희와 전경문, 1997)을 학생들에게 교수하였다. 학생들의 문제 해결 활동에는 4단계 전략이 제시된 활동지를 사용하였는데, St 집단에서는 개별적으로 문제를 해결하고, St-Co 집단에서는 협동학습 환경에서 문제를 해결한 후 조 점수를 공유하도록 하였다. 협동학습을 위한 소집단은 학생들의 화학 성취도가 이질적인 3인 1조로 구성하였고, 조장, 질문자, 기록자의 역할을 분담하여 매차시 교대로 수행하도록 하였다. St와 St-Co 집단에서 교사는 학생들의 문제 해결 활동을 순회 지도하고, 활동이 끝나면 정리 자료를 제공하였다. 통제 집단에서는 전통적인 강의식 수업과 문제 해결을 실시하였다. 각 집단의 수업 과정을 [부록 1]에 비교, 제시하였다.

4. 검사 도구

수업 참여도에 대한 인식 검사는 CES(Classroom Environment Scale: Trickett & Moos, 1973) 중에서 '참여도' 영역에 해당하는 10문항을 5단계의 리커트 척도로 사용하였다. 이 검사의 내적 신뢰도

(Cronbach's α)는 사전, 사후에서 각각 .71, .77이었다. 객관식 문제 해결력 검사는 선행 연구(노태희와 전경문, 1997; Noh & Scharmann, 1997)를 토대로 교과서 문제와 유사한 유형으로 제작하였다. 각 하위 영역(보일-사들의 법칙, 기체 상태 방정식, 확산, 부분압력)별로 2문항씩, 총 8문항의 수리 문제를 5지 선다형으로 개발하였다. 이 검사의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .63이었다.

문제 해결 전략 수행 능력 검사는 문제를 해결할 때의 사고 과정을 가능한 자세히 적도록 한 것으로, 불필요한 정보가 포함되도록 하고 구해야 할 것을 명시하지 않으며 일상적인 상황으로 제시하였다(Heller & Hollabaugh, 1992). 먼저 2문항을 개발하여 기체 단원을 학습한 49명을 대상으로 예비 검사(pilot test)를 실시한 후, 학생들의 전략 사용이 보다 잘 드러나는 1문항을 선정하여 수정·보완하였다. 선호하는 수업 유형 검사는 5가지 수업 유형(전통적 방식, St, Co, St-Co, 기타) 중 학생들이 가장 선호하는 것 하나를 선택하도록 하는 문항으로 구성하였다. 본 연구에서 개발한 모든 검사지들은 과학 교육 전문가 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았다.

5. 결과 분석

새로운 교수 방법의 효과 및 교수 방법과 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과를 조사하기 위해, 교수 방법을 독립 변인으로 하고 사전 성취 수준을 구획 변인으로 하는 3×3 요인 방안에 의한 이원 공변량 분석(2-way ANCOVA)을 실시하였다. 객관식 문제 해결력 검사와 문제 해결 전략 수행 능력 검사는 이전 학기 중간고사 화학 성적을, 수업 참여도에 대한 인식 검사는 사전 검사 점수를 공변인으로 사용하였는데, 각각의 공변인과 종속 변인들 사이에 .5 이상의 유의미한 상관관계가 존재하였다($p < .01$). 공변량 분석은 동변량성 및 등회귀선 가정을 검토한 후 실시하였고, 이원 공변량 분석에서 상호작용이 유의미할 경우 단순 효과(simple effects)를 검증하였다(Keppel, 1991).

문제 해결 전략 수행 능력 검사의 채점들은 선행

연구(Heller, Keith, et al., 1992; Huffman, 1997)와 연구자 2인간의 논의를 토대로 다음과 같은 7개 범주로 개발하였다: 1) 문제에 제시된 조건을 파악하는 '조건 파악', 2) 제시된 조건과 구해야 할 것 사이의 관계를 토대로 한 '관련 법칙 회상', 3) 풀이 과정을 미리 계획하는 '하위 목표 설정', 4) 개념이나 법칙을 적용하여 올바른 물리량을 구해내는 '물리량 유도', 5) '수리적 수행', 6) 체계적이고 논리적으로 결론을 이끌어내는 '논리적 전개', 7) 풀이 과정 및 답의 의미를 점검하는 '검토'. 각 하위 영역의 점수는 해당 전략을 시도하지 않으면 0점, 전략 수행을 시도하나 틀리면 1점, 부분적으로 바르게 수행하면 2점, 전략을 충분히 바르게 수행하면 3점으로, 문제 해결 전략 수행 능력 검사의 총점은 21점이었다. 수업 처치와 사전 성취 수준을 고려하여 선정한 12명의 답안지에 대해 2인의 분석자간의 일치도(intercoder agreement)가 .90임을 확인한 후, 모든 답안지를 연구자 1인이 채점하였다.

III. 결과 및 논의

1. 객관식 문제 해결력 및 문제 해결 전략 수행 능력에서의 수업 처치 효과

객관식 문제 해결력 검사 및 문제 해결 전략 수행 능력 검사 점수의 평균과 교정 평균을 Table 2에, 이에 대한 이원 공변량 분석 결과를 Table 3에 제시하였다. 객관식 문제 해결력 검사에서는 St 집단의 교정 평균(4.07)이 통제 집단(3.68)보다 약간 높았으나, 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 이는 객관식 문제 해결에 대한 전략의 교수 효과를 조사했던 선행 연구들과 일치하는 결과이다(노태희와 전경문, 1997; Bunce & Heikkinen, 1986). 또한 4단계 문제 해결 전략을 협동학습 환경에서 사용하게 한 것(St-Co)과 개별적으로 사용하게 한 것(St) 사이에도 차이가 없는 것은 Tingle과 Good(1990)의 연구 결과와 일치한다.

문제 해결 전략 수행 능력 검사에서는 수업 처치와 사전 성취 수준 사이에 유의미한 상호작용 효과가 있

었다(Table 3, Fig 1). 단순 효과를 검증하기 위해 일원 공변량 분석을 실시한 결과, 상위와 하위 수준의 경우 St-Co 집단의 교정 평균이 가장 높았으나(Table 2) 집단간 차이가 유의미하지는 않았다($MS = 22.70, F = 1.25, p = .297; MS = 28.65, F = 2.11, p = .135$). 중위 수준의 경우에는 등회귀선 가정이 만족되지 않으므로($MS = 105.53, F = 5.48, p = .008$), 동질 집단임에 기초해 일원 변량 분석을 실시하였는데, 유의미한 차이가 나타났다($MS = 112.36, F = 5.95, p = .006$). Tukey 검증 결과 St 집단의 평균이 St-Co 집단보다 유의미하게 높았다.

이와 같이 St-Co 집단의 수업 방식이 중위 수준 학생들에게 부정적인 영향을 미친 것은, 전략 습득에 대한 협동학습의 주효과가 유의미하였던 선행 연구(Duren & Cherrington, 1992; Heller, Keith, et al., 1992) 결과와는 다르나, 이질적인 소집단에서 중위 수준 학생들의 성취도가 저하된다는 Webb(1982)의 보고와 일맥상통한다. 본 연구에서는 협동학습 과정에서의 언어적 상호작용이 학습 성취도의 향상과 유의미하게 관련된다는 점(Webb, 1985)에 기초하여, 가장 균형 있는 상호작용이 이루어질 것으로 기대되는 3인 1조(Heller & Hollabaugh, 1992; Kempa & Ayob, 1991)의 소집단을 구성하였다. 그러나 실제로는 중위 수준 학생들이 이러한 상호작용 과정에서 소외되었거나, 전략 수행 능력의 향상과 관련이 적은 상호작용에 주로 참여하였던 것으로 보

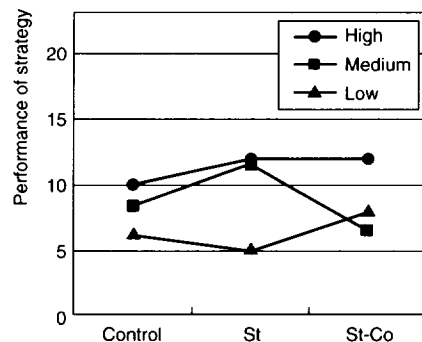


Fig. 1 Interactive effect on strategy performing ability

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means of the scores in the multiple-choice problem solving ability test and the problem solving strategy performing ability test(N = 130)

	Control		St		St-Co	
	M(SD)	Adj. M	M(SD)	Adj. M	M(SD)	Adj. M
Multiple-choice problem solving ability(total score=8)						
High	5.47(1.77)	4.19	5.31(1.45)	4.33	5.00(1.75)	3.80
Medium	2.67(1.50)	2.88	3.81(1.76)	3.93	2.77(1.54)	3.12
Low	2.94(1.55)	3.74	2.79(1.31)	3.83	2.42(1.31)	3.35
Total	3.71(2.02)	3.68	4.02(1.82)	4.07	3.46(1.92)	3.45
Strategy performing ability(total score=21)						
High	11.80(5.27)	10.14	13.25(3.98)	11.97	13.57(4.38)	12.00
Medium	8.08(5.25)	8.36	11.44(3.76)	11.59	5.92(4.11)	6.38
Low	5.11(2.99)	6.15	3.64(3.15)	5.01	6.67(4.89)	7.88
Total	8.13(5.24)	8.04	9.70(5.46)	9.82	8.90(5.61)	8.87

Table 3. ANCOVA results on the scores in the multiple-choice problem solving ability test and the problem solving strategy performing ability test

Source of Variance	SS	df	MS	F	p
Multiple-choice problem solving ability					
Covariate	29.86	1	29.86	13.42	.000
Treatment	8.40	2	4.20	1.89	.156
Treatment × Level	4.21	4	1.05	.47	.755
Strategy performing ability					
Covariate	50.63	1	50.63	2.91	.090
Treatment	37.97	2	18.99	1.09	.339
Treatment × Level	242.71	4	60.68	3.49	.010

인다.

협동학습 소집단을 관찰한 선행 연구들에 의하면, 과학 실험 수업의 경우 상위와 중위 수준 학생들이 공동으로 소집단 활동을 진행하는 것으로 조사되었으나(임희준, 1998), 수학 수업의 경우 상위와 하위 수준 사이의 상호작용이 활발한 것으로 조사되었다(Webb, 1982). 문제 해결 전략을 사용하는 데에 협동학습을 적용한 본 연구의 수업은, 과학 실험 수업 보다는 문제 해결 위주로 진행되는 경향이 있는 수학 수업과 유사한 특징을 지닐 것이다. 따라서 Webb(1982)의 연구는 본 연구에서 상위와 하위 수준 학생들이 활발히 상호작용하고 중위 수준 학생들

이 소외되었을 가능성을 지지한다.

2. 수업 참여도에 대한 인식에서의 수업 처치 효과

수업 참여도에 대한 인식 검사의 평균과 교정 평균을 Table 4에, 이에 대한 이원 공변량 분석 결과를 Table 5에 제시하였다. 수업 처치에 의한 주효과가 유의미하였는데, St 집단(27.20)의 교정 평균이 통제 집단(30.00)이나 St-Co 집단(29.57)에 비하여 낮은 경향이 있었다. 그러나 Tukey-Kramer에 의한 사후 검증 결과, St 집단과 통제 집단 사이에서만 유의미

Table 4. Means, standard deviations, and adjusted means of the perception questionnaire scores of involvement

	Control		St		St-Co	
	M(SD)	Adj. M	M(SD)	Adj. M	M(SD)	Adj. M
High	28.93(4.01)	29.48	26.53(5.41)	27.27	30.50(4.59)	30.36
Medium	30.25(2.93)	30.46	27.33(3.52)	27.88	29.39(6.16)	28.88
Low	30.11(4.60)	30.22	26.91(3.39)	26.32	30.36(4.55)	29.46
Total	29.76(3.97)	30.00	26.67(4.32)	27.20	30.08(5.05)	29.57

Table 5. ANCOVA results on the perception questionnaire scores of involvement

Source of Var	SS	df	MS	F	p
Covariate	604.71	1	604.71	40.38	.000
Treatment	196.32	2	98.16	6.55	.002
Treatment × Level	35.26	4	8.81	.59	.672

Post-hoc comparison		
	St	St-Co
Control	*	

*p<.05

한 차이가 나타났다. 이처럼 문제 해결 전략을 개별적으로 사용하도록 할 때 수업에 대한 참여가 저조해진 것은 학생들이 전략 사용에 대해 어려움을 느끼기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 이러한 경향성은 학생들의 성취 수준과 무관하게 나타났는데, 특히 중위 수준에서의 이 결과는 문제 해결 전략 수행 능력 검사에서 St 집단의 점수가 가장 높았던 것(Table 2)과 대비되는 것이다. 이는 문제 해결 전략을 개별적으로 사용하는 수업이 전략 습득에는 다소 효과적일 수 있으나 정적 영역에 대해서는 부정적인 측면이 있음을 의미한다.

한편 St-Co 집단과 통제 집단 사이에 유의미한 차이가 없었던 것은, 일반적으로 협동학습이 학생들의 수업 참여도를 높여 준다고 보고된 것과 상반된다(노태희, 차정호, 임희준, 노석구, 권은주, 1997; Lazarowitz, Baird, Hertz-Lazarowitz, & Jenkins, 1985). 그러나 St 집단의 참여도가 통제 집단에 비해 유의미하게 낮았던 점을 고려할 때, St-Co 집단에서 언어적 상호작용을 통해 서로의 전략 사용을 접

감하도록 한 것이, 전략에 대해 느끼는 부담을 다소 완화시켜 줄 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

3. 선호하는 수업 유형 조사

St-Co 집단(n=37)을 대상으로 선호하는 수업 유형을 조사한 결과(Table 6), 협동학습(Co: 32.4%)이나 협동학습 환경에서 문제 해결 전략을 사용하는 수업(St-Co: 27.0%)을 선택하는 학생들이 많았다. 즉 학생들은 문제 해결 전략 사용에 관계없이 협동학습을 선호하는 경향이 있었다. 기타 유형으로 나타난 응답들에서도 교사의 역할을 강화하자거나 조 점수를 공유하는 대신 개별 점수제를 도입하자 등, 일부 사항이 수정된 협동학습을 선호하는 경우가 많았다. 한편, 문제 해결 전략을 개별적으로 사용하는 수업에 대한 선택률(St: 5.4%)은 전통적인 수업보다도 더 낮았는데, 이것은 학생들이 조원들과 함께 사용했던 전략을 혼자 사용하는 것에 대해 두려움이나 부담을 느끼기 때문인 것으로 파악된다.

Table 6. Students' responses in the test of preferred instruction type

	Traditional	St	Co	St-Co	others	Total
High	1	1	3	4	4	13
Medium	3	0	4	3	3	13
Low	2	1	5	3	0	11
Total (%)	6(16.2)	2(5.4)	12(32.4)	10(27.0)	7(18.9)	37(100)

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 분자 수준의 그림과 4단계 문제 해결 전략을 제시한 후, 협동학습 환경에서 전략 사용 과정을 점검하도록 하는 교수 방법의 효과를 조사하였다. 고등학생 130명을 대상으로 협동학습 환경에서 문제를 해결하는 수업(St-Co: Strategy-Cooperative learning), 개별적으로 문제를 해결하는 수업(St: Strategy), 그리고 전통적 방식의 수업을 진행하였다.

연구 결과 객관식 문제 해결력에 대해서는 집단간 차이가 없었으나, 전략 수행 능력의 경우 St 집단의 중위 수준 학생들의 점수가 St-Co 집단보다 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 이는 협동학습 환경에서 전략을 사용하도록 하는 방안이 학생들의 전략 습득에 효과적이라는 선행 연구 보고와는 다르나, 이질적으로 소집단을 구성하는 경우 중위 수준 학생들의 성취도가 저하된다는 연구 보고와는 일맥상통하는 것이다. 한편, 수업 참여도에 대해서는 St 집단 학생들이 통제 집단보다 부정적으로 인식하였고, 선호하는 수업 유형도 전략 사용과는 무관하게 협동학습인 것으로 조사되었다. 이는 학생들이 문제 해결 전략을 개별적으로 사용하는 것에 대해 어려움이나 부담을 느끼며, 협동학습을 통해 이러한 부담이 다소 완화될 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

본 연구의 이러한 결과들은 협동학습을 통해 전략 사용 과정을 점검하도록 한 교수 방법이 객관식 문제 해결력 향상이나 전략 수행 능력에 대한 효과를 나타내지는 못했으나, 학생들의 정의적인 측면에는 긍정적으로 작용하였음을 의미한다. 따라서 본 연구에서

사용된 St-Co 교수법을 수정·보완하는 작업을 계속 진행할 필요가 있다. 특히 협동학습 소집단의 내적 과정을 분석함으로써 중위 수준 학생들이 혜택을 받지 못했던 원인을 재고해 볼 필요가 있으며, 이 학생들에게 효과적으로 작용할 수 있는 소집단 구성 방식을 연구해 보아야 한다. 아울러 습득과 적용이 용이하도록 문제 해결 전략을 보다 단순화하는 작업이나, 전략의 습득 과정을 구체적으로 지도할 수 있는 다양한 교수 방안들에 대한 연구들도 병행되어야 할 것이다.

* 본 연구는 서울대학교 과학교육연구소의 지원에 의해 수행되었음.

적 요

본 연구에서는 분자 수준의 그림을 강조하고 4단계 문제 해결 전략을 제시하는 수업에서 협동학습의 효과를 조사하였다. 고등학교 세 학급(130명)을 선정하여 개별적으로 전략을 사용하는 집단(St: Strategy), 협동학습 환경에서 전략을 사용하는 집단(St-Co: Strategy-Cooperative learning), 그리고 통제 집단으로 무선 배치하였다. 수업 처치 후 학생들의 객관식 문제 해결력, 전략 수행 능력, 수업 참여도에 대한 인식을 비교하였고, 학생들이 선호하는 수업 유형도 조사하였다. 객관식 문제 해결력에서는 집단간에 유의미한 차이가 없었으나, 전략 수행 능력에서는 수업 처치와 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과가 유의미하였다. 단순 효과를 분석한 결과, St 집단의 중위 수준 학생들이 St-Co 집단보다 전략을 더 잘 수행한 것으로 나타났다. 그러나 수업 참여도

에 대한 인식 검사에서는 St 집단의 점수가 통제 집단보다 유의미하게 낮았고, 학생들이 가장 선호하는 수업도 St-Co인 것으로 조사되었다.

참 고 문 헌

- 노태희와 전경문(1997). 물질의 분자 수준을 시각적으로 강조하는 4단계 문제 해결식 수업이 학생의 개념과 문제 해결 능력에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 17(3), 313-321.
- 노태희, 차정호, 임희준, 노석구, 권은주(1997). 협동 학습 전략의 교수 효과: 고등학교 화학 수업에 STAD 모델 적용. 한국과학교육학회지, 17(3), 251-260.
- 임희준(1998). 과학 수업에서의 협동학습: 교수 효과와 소집단의 언어적 상호작용. 서울대학교 박사학위논문.
- Bunce, D. M., & Heikkinen, H. (1986). The effects of an explicit problem-solving approach on mathematical chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(1), 11-20.
- Duren, P. E., & Cherrington, A. (1992). The effects of cooperative group work versus independent practice on the learning of some problem-solving strategies. *School Science and Mathematics*, 92(2), 80-83.
- Gabel, D. L., Briner, D., & Haines, D. (1992). Modelling with magnets. *The Science Teacher*, 59(3), 58-63.
- Good, T. L., Reys, B. J., Grouws, D. A., & Mulryan, C. M. (1989). Using work-groups in mathematics instruction. *Educational Leadership*, 47(4), 56-62.
- Heller, P., & Hollabaugh, M. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups. *American Journal of Physics*, 60(7), 637-644.
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636.
- Huffman, D. (1997). Effect of explicit problem solving instruction on high school students' problem-solving performance and conceptual understanding of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 551-570.
- Kempa, R. F., & Ayob, A. (1991). Learning interactions in group works in science. *International Journal of Science Education*, 13(3), 341-354.
- Keppel, G. (1991). Design and analysis: A researcher's handbook. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lazarowitz, R., Baird, J. H., Hertz-Lazarowitz, R., & Jenkins, J. (1985). The effects of modified Jigsaw on achievement, classroom social climate, and self-esteem in high-school science classes. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck, (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 231-253). New York, NY: Plenum.
- Mettes, C. T. C. W., Pilot, A., Roossink, H. J., & Kramers-Pals, H. (1980). Teaching and learning problem solving in science. Part I: A general strategy. *Journal of Chemical Education*, 57(12), 882-885.
- Noh, T., & Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Reif, F. (1983). How can chemists teach

- problem solving?: Suggestions derived from studies of cognitive processes. *Journal of Chemical Education*, 60(11), 948-953.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. San Diego: Academic Press.
- Stewart, J., & Hafner, R. (1991). Extending the conception of "problem" in problem-solving research. *Science Education*, 75(1), 105-120.
- Tingle, J. B., & Good, R. (1990). Effects of cooperative grouping on stoichiometric problem solving in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 671-683.
- Trickett, E. J., & Moos, R. H. (1973). Social environment of junior high and high school classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 65(1), 93-102.
- Webb, N. M. (1982). Peer interaction and learning in cooperative small groups. *Journal of Educational Psychology*, 74(5), 642-655.
- Webb, N. M. (1985). Student interaction and learning in small groups: A research summary. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 147-172). New York: Plenum Press.

[부록 1] 각 집단의 수업 과정 비교

수업 과정	통제 집단	St 집단	St-Co 집단
교사의 내용 강의		분자 수준의 그림 제시	
교사의 문제 해결	전통적 방식	4단계 전략	4단계 전략
문제 해결 활동		4단계 전략	4단계 전략과 협동학습