

## 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험의 효과

김지영 · 성숙경 · 박종윤<sup>1</sup> · 최병순  
(한국교원대학교) · <sup>1</sup>(이화여자대학교)

### The Effects of Scientific Inquiry Experiments Emphasizing Social Interaction

Kim, Ji-Young · Seong, Suk-Kyoung · Park, Jong-Yun<sup>1</sup> ·  
Choi, Byung-Soon

(Korea National University of Education) · <sup>1</sup>(Ewha Womans University)

#### ABSTRACT

This study investigated the effects of scientific inquiry experiments emphasizing social interaction on the academic achievement, the ability for science inquiry and the learning motivation of the students. To examine the differences among the classes of scientific inquiry experiments according to the way of organizing small groups, the effects of the group in homogeneous cognitive level and the group in heterogeneous cognitive level were compared. 255 7th-graders were grouped into the treatment group and the control group. After the treatment group received the scientific inquiry experimental lessons emphasizing social interaction and the control group received traditional lessons for one year, academic achievement, ability for scientific inquiry, and learning motivation were examined. These inquiry experiments were composed of four steps which are eliciting, familiarizing, constructing and bridging. And students can interact with peers and teachers through the process of relating observed phenomena to concept, constructing experiment procedure, and eliciting results.

The ANCOVA results revealed that there were significant effects of science inquiry experiments emphasizing social interaction on the academic achievement, the ability for scientific inquiry and the learning motivation of the students. The significant academic achievement of the students in most of the cognitive levels, if not all, was found and degree of improvement in the ability for scientific inquiry was lower than that in the academic achievement. Concerning the effects according to the way of organizing small groups, there were significant improvement in academic achievement and learning motivation of the group in homogeneous cognitive level compared to the group in heterogeneous cognitive level. These results indicate that social interaction in learning is important and it has positive influences on the improvement in academic achievement and ability for scientific inquiry of students.

**Key words:** scientific inquiry experiment, social interaction, cognitive level

\*2002.5.21(접수) 2002.7.25(최종 통과)

\*\*이 논문은 2000년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

## I. 서론

과학수업에서 탐구활동은 학습자가 개념을 얻고 수정해나가는 과정으로서 매우 중요하다. 우리 나라 교육과정에서도 과학교육과정의 목표로 탐구활동을 통한 과학개념 이해와 탐구능력의 신장을 강조하고 있다(교육부, 1998; 1999). 실제 학교에서는 실험실에서 주로 탐구학습이 행해지며, 학생들이 하나의 소집단을 이루고 직접적인 실험활동을 함으로써 구체적인 경험을 하고 이를 통해 새로운 개념을 접하는 기회를 가지게 된다. 그러나 보통의 실험수업에서는 상호작용이 활발치 못하고 교사의 지시대로만 행해지는 경향이 있으며, 과학적 사실을 많이 가르쳐주어 학생들이 실험활동을 학습내용과 연관시키는데 성공적이지 못하다(Hodson, 1990). 또한 소집단으로 학습할 경우, 소집단 내의 한 두 명이 활동을 주도하여 나머지는 방관자적 입장에 놓이게 되고(Chang & Lederman, 1994), 상호작용이 부분적이고 피상적으로 이루어지는 경향이 있으므로(강석진 등, 2000) 실험실에서 단순히 소집단을 조직하는 것만으로는 효과적인 학습을 기대할 수가 없다.

사회적 구성주의 관점에서는 학습이 이루어지기 위해서 사회적인 상호작용이 중요하며, 유능한 동료학습자 및 성인과의 상호작용이 강조된다(Vygotsky, 1978; 조부경 등, 2001). 이러한 학습환경으로서 제안되는 협동학습은 학습과정에서 사회적인 상호작용을 강조하여 좀더 강화된 소집단 학습으로 받아들여져 왔으며, 과학수업에서 협동학습을 적용한 연구들(임희준, 1998; Swing & Peterson, 1982; 이양락, 1997)은 협동학습이 대체로 개념의 학습에 효과적이라는 결론을 보고하고 있다. 그러나 실험활동이 강조되는 상황에서 협동학습은 성취도에 효과가 나타나기 어려운데(노태희 등, 1998; 노태희 등, 1997; Chang & Lederman, 1994), 이것은 실험실 활동에서 학생들이 토론하고 생각하는데 시간을 보내기보다는 실험기구를 장치하거나 주어진 대로 실험하는 것에 많은 시간을 보내므로 실험을 통해 개념변화를 일으키는데 비효과적이기 때문이다(Gunstone & Champagne, 1990). 과학학습에서 토론하는 동안에 질문하고, 가설

을 세우며, 설명하고, 생각을 체계화하는 활동이 과학적 지식을 공유하고 명료화하는데 중요한 요인이므로(Revard & Straw, 2000), 실험수업에서 이루어지는 활동들이 효과적인 학습과 연관되기 위해서는 주어진 대로 실험하기보다는 구성원들과 함께 실험을 계획하고, 실험관찰에서 얻은 결과들을 여러 가지 관점에서 생각해보고 토론하는 상호작용 과정을 거치는 것이 중요하다.

실제로 지금까지 학교에서 이루어지고 있는 실험수업에서는 이러한 상호작용이 강조된 탐구실험이 많이 행해지지 못했으며, 그러한 실험개발 및 효과에 대한 연구가 부족한 편이다. 이런 점에서 볼 때 소집단 탐구에서 적절한 탐구실험 프로그램의 개발을 통해 학생들에게 효과적인 상호작용의 장을 마련하여주는 것이 필요한 것으로 보인다. 그리고 이러한 프로그램의 적용을 통해 상호작용이 일어나는 과정과 여러 가지 효과를 분석하는 것이 필요하다. 이 연구에서는 사회적 상호작용이 강조된 실험프로그램을 적용한 후, 학생들의 인지수준에 따른 학업성취와 과학 탐구능력 및 학습동기에서의 효과를 알아보고, 인지적으로 동질적인 집단과 이질적인 집단사이의 학업성취와 학습동기에서의 효과도 비교해 보았다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

서울시에 위치한 중학교의 2학년 학생으로, 성적이 유사한 8학급 가운데 실험집단 4학급, 통제집단 4학급으로 총 255명을 대상으로 하였다. SRT II 검사도구를 이용하여 인지수준을 측정한 결과 초기 구체적 조작기(2A) 학생은 12.4%, 중기 구체적 조작기(2A/2B) 학생은 25.3%, 후기 구체적 조작기 학생(2B)은 15.3%, 과도기(2B/3A) 학생은 40.6%, 초기 형식적 조작기(3A) 학생은 6.4%이었다.

한 학급은 보통 4명씩 8개의 소집단을 이루었으며, 소집단은 기본적으로 여러 인지 수준의 학생들이 한 소집단을 이루도록 하였다. 또한 인지수준이 동질적인 학생들로 구성된 소집단과 인지수준이 이질적인

학생들로 구성된 소집단간의 상호작용의 차이를 알아 보기 위해서, 실험집단 중에서 4개의 소집단은 이질적으로, 다른 4개의 소집단은 동질적으로 편성하였다. 이질적인 소집단은 인지수준이 3A, 2B/3A, 2B, 2A/2B 인 학생들 각각 1명씩으로 구성하였고, 3A인 수준의 학생들이 없는 반은 2B/3A, 2B, 2A/2B, 2A 인 학생들로 구성하였다. 동질적인 소집단은 인지 수준이 같은 2B/3A 4명으로 구성하거나 2A/2B 4명으로 구성하였으며, 모든 소집단은 탐구능력 평균이 유사하게 하였다.

## 2. 수업내용 및 방법

사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험은 김조연 등(2001)과 현종오(2001)에 의해 개발된 것을 수정, 보완하여 사용하였다. 이 실험은 이끌어내기(eliciting), 친숙해지기(familiarizing), 구성하기(construc-ting), 확장하기(bridging)의 4단계 전략에 기초하여, 소집단 내의 학생-학생 상호작용을 통해 주어진 현상을 이해하고 실험을 설계하고 문제를 해결하는 과정을 거치도록 개발되었다. 2학년 교과 내용에 맞추어 개발된 12개의 실험을 1년간 실시하였으며, 그 중 2개의 실험은 교수 방법에 대한 예비학습으로 실시하였다. 각 실험들은 2시간 연속하여 진행하였으며 조별활동지를 2부씩 제공하여 활동지를 바탕으로 실험 및 토론을 한 후, 조원들의 의견을 포함한 활동지 1부만을 제출하게 하였다. 각각의 실험 마지막에는 개별 활동지를 나눠 주어 개인별로 작성하도록 하였다. 반면, 통제집단은 교과서에 주어진 대로 실험을 실시하였으며 조별 활동을 통해 모든 구성원이 각각 활동지를 작성하였다.

두 집단 모두 논리적 사고력, 학습동기, 과학탐구능력에 대해 사전검사를 하였고 과학학업성취도, 학습동기, 과학탐구능력 사후검사를 실시하였다. 탐구실험에 대한 인식을 조사하기 위해 실험집단에 대해서만 설문조사를 하였다.

## 3. 검사도구

### 1) 과학 탐구능력 검사

권재술과 김범기(1994)에 의해 개발된 '과학탐구능력검사(TSPS: Test of Science Process Skill)'를 이용해 학생들의 과학탐구능력을 측정하였다. 각 탐구 요소는 기초탐구능력인 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리와 통합탐구능력인 자료변환, 자료해석, 가설 설정, 변인통제, 일반화 등의 하위요소로 구성되어 있다. 4지 선다형 30문항으로 사전검사의 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 .72, 사후검사의 신뢰도는 0.88이었다

### 2) 과학학업성취도 검사

Bloom의 이원 목적 분류틀에 의거하여 개발하였으며, 21문항의 5지 선다형 문항으로 구성하였다. 실험집단과 통제집단 학생들 모두 공통적으로 실험한 10개의 실험내용에 관련된 내용의 문항을 고루 선정하였다. 교사 2인과 과학교육전문가 2인으로부터 안면 타당도를 검증 받았으며, 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.81이었다.

### 3) 학습동기 검사지

Ames & Archer(1988) 등이 주장한 목적이론에 근거하여 개발된 PALS(Patterns of Adaptive Survey)의 일부를 선택하여 사용하였다(현종오, 2001). 문항은 모두 8개 영역 33문항으로, 8개 영역은 학습목적범주인 능력목표 지향성(4), 학습목표 지향성(4)과 자아효능감(4), 가치(3), 자아개념(3), 기대(3)와 학습전략범주인 피상적 전략(5), 심층적 전략(7)으로 구성되어 있다. 사후검사의 신뢰도는 각 영역에 대하여 0.62~0.88 사이에 분포하였다.

### 4) 인지수준 검사지

학생들의 인지수준을 측정하기 위해서 SRT II (Science Reasoning Task II)를 사용하였다. 이 검사지는 학생들의 과학적 사고력과 인지수준과의 관계를 측정하기 위해 영국 Chelsea 대학의 CSMS(Concepts in Secondary Mathematics and Science) 팀에 의해 개발된 일련의 검사지 중의 하나로 Piaget와 Inhelder(1974)의 "The child's construction of quantities"의 내용을 기초로 하고 있다. 물질, 무게, 부피 보존과 동일한 밀도의 비율에 관한 14개의 문항

으로 구성되어 있으며, 논리적 사고 발달 단계의 측정 범위는 I(전조작기)~3A(초기 형식적 조작기) 수준까지이다. 인지수준을 측정한 후 구한 신뢰도는 0.71이었다.

5) 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험에 대한 설문지

사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험 수업에 대한 인식을 조사하기 위해 현종오(2001)와 김조연 등(2001)의 설문지를 수정 보완하여 사용하였다. 5단계 리커트 척도로 구성되어 있는 총 14문항에 주관식 6문항을 추가하였다. 설문검사 후 구한 신뢰도는 0.88이었다.

4. 자료분석

이 연구는 학업성취도와 과학 탐구능력 및 학습동기에서의 인지수준에 따른 수업처치의 효과를 알아보기 위하여 공변량 분석(ANCOVA)을 하였다. 학업성취도검사에 대한 공변인으로는 수업처치 전 학업성취율, 과학탐구능력과 학습동기에 대한 검사에서는 각각 사전검사점수를 공변인으로 사용하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 과학 학업 성취도에 미치는 효과

사회적 상호작용을 강조한 탐구실험 수업 후 두 집

단의 인지수준별 성취도검사의 평균과 표준편차, 수업처치 전 과학성취율 공변인으로 한 공변량 분석결과를 Table 1에 제시하였다. 실험활동이 강조될 때의 협동학습 수업처치에서 성취도에 유의미한 효과가 나타나지 않았던 결과(노태희 등, 1998: Chang & Lederman, 1994)와는 다르게 상호작용을 강조한 탐구실험은 성취도에서 유의미한 향상을 보였다. 이는 실험 활동 시 실험기구를 장치하거나 주어진 대로 실험하는 것보다 실험설계에서부터 결론 도출에 이르기까지 소집단 활동을 통하여 학습자 스스로 생각하고 동료와 함께 토론하여 수행하도록 한 것이 실험수업에서 효과적으로 작용한 것으로 보인다(Gunstone & Champagne, 1990; 임희준, 1998).

인지수준별로 분석한 결과에 의하면, 2A/2B, 2B/3A, 3A인 인지수준에서 실험집단의 성취도가 유의미하게 향상되었으며 3A 인지수준에서 향상 정도가 매우 높았다. 학업성취와 관련이 있는 언어적 행동은 대체로 '구체적인 내용을 제공'하는 행동(임희준, 1998: Nattiv, 1994)이므로, 사회적 상호작용이 강조된 탐구실험활동이 동료에게 구체적인 내용을 설명하면서 스스로 학습내용을 통합하고 보다 정교한 이해를 창출(Webb, 1985)할 수 있는 기회를 제공하여 성취도가 향상된 것으로 보인다.

인지수준이 가장 낮은 2A 학생들은 다른 인지수준에 비해 성취도의 향상정도가 가장 작는데, 이는 인지수준이 낮아 주어진 실험을 잘 이해하지 못하고 동료의 설명에도 이해하기보다는 단순히 답만 듣기 때

Table 1. Mean, standard deviation and the adjusted mean of the achievement test by cognitive level and the ANCOVA results on the mean scores of achievement test

| Cognitive level | Experimental group |       |       |        | Control group |      |       |        | F        |
|-----------------|--------------------|-------|-------|--------|---------------|------|-------|--------|----------|
|                 | N                  | M     | SD    | Adj. M | N             | M    | SD    | Adj. M |          |
| 2A              | 17                 | 36.3* | 14.90 | 35.6   | 14            | 32.2 | 14.76 | 33.1   | 0.256    |
| 2A/2B           | 34                 | 49.1  | 13.35 | 48.2   | 29            | 39.7 | 14.79 | 40.7   | 5.518**  |
| 2B              | 15                 | 52.1  | 13.60 | 49.4   | 23            | 42.1 | 20.74 | 43.8   | 0.964    |
| 2B/3A           | 51                 | 63.6  | 16.06 | 62.9   | 50            | 55.7 | 15.99 | 56.5   | 4.259**  |
| 3A              | 8                  | 81.8  | 11.03 | 82.3   | 8             | 67.4 | 10.20 | 66.8   | 10.283** |
| Total           | 125                | 55.7  | 18.51 | 54.5   | 124           | 47.5 | 18.91 | 48.8   | 8.39**   |

\*100점 만점, \*\*p<0.05

문(Slavin, 1995)인 것으로 생각된다. 반면 인지수준이 2A/2B인 학습자는 동료학생의 설명을 이해할 수 있기 때문에 상호작용을 강조한 탐구실험수업이 성취도 향상에 효과가 있었다.

## 2 탐구능력에 미치는 효과

탐구능력 사전 검사점수를 공변인으로 하여 분석한 결과(Table 2), 실험집단의 탐구능력 교정평균이 통제집단보다 유의미하게 높았다. 이는 사회적 상호작용을 강조한 탐구 실험 프로그램을 6개월 동안 처치한 후 실험집단과 통제집단의 과학 탐구능력검사를 실시한 결과 실험집단의 탐구능력이 향상되었다는 연구 결과와 일치함을 볼 수 있다(김조연, 2001). 탐구능력에 효과가 있는 이유는 수업 과정에서 생기는 여

러 가지 문제를 인식하고 해결하는 과정에서, 동료와의 상호작용을 통하여 서로의 의견과 생각을 교환하고 자신의 의견을 명료화하는 기회를 갖게 되어 보다 높은 차원의 사고를 할 수 있게 되기 때문인 것으로 보인다.

인지수준별로 분석한 결과 성취도의 향상정도는 인지수준 2A/2B, 2B/3A, 3A에서 유의미하게 높았던 반면, 탐구능력의 향상정도는 인지수준 2B/3A에서만 유의미하게 높은 것을 볼 수 있었다. 학업성취도에 비해 탐구능력의 향상정도가 작은 것은 탐구능력이 성취도에 비해 단기간의 처치에 의해서 쉽게 신장되지 않는 비교적 안정적 특성을 가지기 때문인 것으로 생각된다(양명원, 1988; 최병순, 1990; 송신숙, 1994). 또한 실험집단과 통제집단사이의 인지수준별 사전동기수준을 비교한 결과(Table 3), 탐구능력의 향상이

**Table 2.** Mean, standard deviation and the adjusted mean of the TSPS by cognitive level and the ANCOVA results on the mean scores of TSPS

| Cognitive level | Experimental group |       |      |        | Control group |      |      |        | F       |
|-----------------|--------------------|-------|------|--------|---------------|------|------|--------|---------|
|                 | N                  | M     | SD   | Adj. M | N             | M    | SD   | Adj. M |         |
| 2A              | 17                 | 16.9* | 4.02 | 17.0   | 14            | 16.3 | 4.94 | 16.2   | 0.363   |
| 2A/2B           | 34                 | 19.6  | 4.05 | 19.5   | 29            | 18.5 | 3.73 | 18.7   | 0.810   |
| 2B              | 15                 | 21.5  | 3.29 | 21.5   | 23            | 20.0 | 3.42 | 20.0   | 2.140   |
| 2B/3A           | 51                 | 22.4  | 3.45 | 22.5   | 50            | 21.3 | 4.09 | 21.2   | 4.400** |
| 3A              | 8                  | 26.5  | 1.93 | 26.6   | 8             | 26.1 | 2.59 | 26.0   | 0.318   |
| Total           | 125                | 21.1  | 4.27 | 21.1   | 124           | 20.1 | 4.48 | 20.1   | 6.529** |

\*30점 만점, \*\*p<0.05

**Table 3.** T-test results on pre-test of deep strategies

| Cognitive level | Experimental group |       |      | Control group |      |      | t       |
|-----------------|--------------------|-------|------|---------------|------|------|---------|
|                 | N                  | M     | SD   | N             | M    | SD   |         |
| 2A              | 17                 | 18.6* | 3.43 | 14            | 19.1 | 5.94 | -0.283  |
| 2A/2B           | 34                 | 17.9  | 4.06 | 27            | 18.0 | 5.27 | -0.049  |
| 2B              | 15                 | 20.6  | 3.07 | 23            | 17.6 | 4.97 | 2.081** |
| 2B/3A           | 51                 | 21.1  | 4.81 | 50            | 19.1 | 5.36 | 1.992** |
| 3A              | 8                  | 19.9  | 6.81 | 8             | 25.8 | 7.48 | -1.643  |
| Total           | 125                | 19.8  | 4.57 | 122           | 19.0 | 5.72 | 1.142   |

\*35점 만점, \*\*p<0.05

큰 2B/3A와 2B인 실험집단의 학생들이 통제집단에 비해 심층적 전략을 더 많이 사용한 것으로 나타났는데, 이것은 학습한 것을 실생활과 연관시키며 내용을 이해하려고 노력하는 심층적인 전략을 사용하는 학생들에게 상호작용을 강조한 탐구실험수업이 더 효과적일 수 있음을 암시한다.

### 3. 학습동기에 미치는 효과

사회적 상호작용을 강조한 탐구실험 수업을 처치한 후 실험집단과 통제집단의 학습동기에 대한 공분산 분석 결과(Table 4), 학습동기 총 8개의 영역 중 자아개념과 학습목표지향의 2개 영역에서 실험집단이 통제집단에 비해 유의미하게 향상되었다. 이 결과로 사회적 상호작용을 강조한 탐구실험이 학생들에게 과학을 잘한다는 자아개념을 심어 주었고, 과학점수보다는 공부한 내용을 이해하려고 과학학습을 하는

것에서 기분이 좋아지는 것을 느끼는 학습목표를 지향하게 하였다는 것을 알 수 있었다.

### 4. 소집단 구성에 따른 효과

인지수준별 소집단 구성에 따른 상호작용을 강조한 과학탐구실험 수업의 효과를 알아보기 위해, 소집단을 인지수준이 이질적인 집단과 동질적인 집단으로 나누어 성취도, 탐구능력, 학습동기의 향상정도를 비교하였다.

인지 수준별 성취도검사의 분석결과(Table 5), 동질적으로 구성된 소집단 내의 중위수준 학습자는 유사한 중위수준 사이의 상호작용을 통해서 성취도가 향상되기 어렵다는 연구(박수연, 1998)와는 달리 동질집단의 성취도가 이질집단에 비해 유의미하게 높았다. 이질집단은 문제해결은 잘 하나 인지수준이 높은 학생들이 주로 상호작용을 주도하는 경향이 있었다.

**Table 4.** ANCOVA results on the science learning motivation

| Category(n)                  | Experimental group(125) |      |        | Control group(122) |      |        | F      |
|------------------------------|-------------------------|------|--------|--------------------|------|--------|--------|
|                              | M                       | SD   | Adj. M | M                  | SD   | Adj. M |        |
| Self efficacy(4)             | 11.2                    | 2.70 | 11.2   | 11.2               | 2.49 | 11.2   | 0.008  |
| Learning strategies          |                         |      |        |                    |      |        |        |
| Surface strategies(5)        | 15.4                    | 3.21 | 15.4   | 15.9               | 3.36 | 15.9   | 1.722  |
| Deep strategies(7)           | 20.2                    | 4.25 | 20.0   | 18.9               | 5.46 | 19.0   | 3.406  |
| Science value(3)             | 9.5                     | 2.40 | 9.5    | 8.9                | 2.77 | 9.0    | 3.556  |
| Self-concept of ability(3)   | 7.7                     | 2.90 | 7.7    | 6.8                | 2.90 | 6.9    | 6.581* |
| Expectancy(3)                | 9.1                     | 2.56 | 9.0    | 8.7                | 2.64 | 8.7    | 1.100  |
| Learning goal                |                         |      |        |                    |      |        |        |
| Ability goal orientation(4)  | 12.4                    | 2.88 | 12.4   | 13.1               | 3.34 | 13.1   | 3.290  |
| Learning goal orientation(4) | 11.6                    | 2.88 | 11.6   | 10.5               | 3.40 | 10.5   | 9.500* |

범주별 총점: 문항수×5, \*p<0.05

**Table 5.** ANCOVA results on the achievement test

|             | Heterogeneous group(32) |       |        | Homogeneous group(32) |       |        | F       |
|-------------|-------------------------|-------|--------|-----------------------|-------|--------|---------|
|             | M                       | SD    | Adj. M | M                     | SD    | Adj. M |         |
| Achievement | 57.7*                   | 18.92 | 55.7   | 61.3                  | 14.46 | 63.3   | 4.940** |

\*100점 만점, \*\*p<0.05

동질집단은 교사의 도움을 많이 필요로 하나 한사람의 의견을 일반적으로 따르지 않고 의견합의를 거치는 상호작용이 활발히 일어나 인지수준이 낮은 학생도 상호작용에 참여하였다(김조연, 2001). 실험이 진행되는 동안 소집단을 관찰한 결과 대체로 동질집단의 학생들이 이질집단에 비해 토론에 활발히 참여하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 동질집단의 성취도가 유의미하게 향상된 것은 이질집단에 비해 동질집단내의 구성원들이 상호작용에 활발히 참여했기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 성취도 검사결과와는 다르게 과학 탐구능력검사에서는 두 집단간의 교정평균이 거의 비슷하여 그 향상정도에 유의미한 차이가 나타나지 않았다(Table 6).

한편 정의적 영역인 학습동기에 있어서는 8개의 영역 중 학습목표지향에 있어서 동질적인 집단이 이질

적인 집단에 비해 긍정적으로 향상되었으며, 그 차이는 유의미하였다(Table 7). 동질집단이 성취도와 태도에서 긍정적인 효과가 있었다고 보고한 Lonning (1993)의 연구와 상호작용을 강조한 탐구실험의 처치 후 동질집단이 이질집단에 비해 학습동기 및 성취도가 향상된 결과로 보아 인지수준이 비슷한 학습자로 구성된 소집단의 상호작용이 인지수준의 차이가 많이 나는 소집단의 상호작용에 비해 학생들에게 긍정적으로 작용하고 있음을 알 수 있다.

### 5. 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험 수업에 대한 학생들의 인식

학생들의 인식조사 결과 실험을 하면서 부딪히는 어려움이나, 이해가 되지 않는 것은 동료의 도움을

Table 6. ANCOVA results on the TSPS

|      | Heterogeneous group |      |        | Homogeneous group |      |        | F    |
|------|---------------------|------|--------|-------------------|------|--------|------|
|      | M                   | SD   | Adj. M | M                 | SD   | Adj. M |      |
| TSPS | 22.0*               | 4.57 | 21.8   | 21.7              | 3.25 | 21.9   | .001 |

\*30점 만점, \*\*p<0.05

Table 7. ANCOVA results on the science learning motivation between group

| Category(n)                  | Heterogeneous group(32) |      |        | Homogeneous group(32) |      |        | F      |
|------------------------------|-------------------------|------|--------|-----------------------|------|--------|--------|
|                              | M                       | SD   | Adj. M | M                     | SD   | Adj. M |        |
| Self efficacy(4)             | 11.2                    | 2.36 | 11.2   | 11.3                  | 2.45 | 11.3   | 0.059  |
| Learning strategies          |                         |      |        |                       |      |        |        |
| Surface strategies(5)        | 15.8                    | 2.89 | 15.8   | 15.6                  | 2.79 | 15.6   | 0.125  |
| Deep strategies(7)           | 20.0                    | 4.41 | 20.4   | 21.0                  | 3.45 | 20.6   | 0.094  |
| Science value(3)             | 9.4                     | 2.42 | 9.6    | 10.2                  | 1.84 | 10.1   | 1.221  |
| Self-concept of ability(3)   | 7.6                     | 2.82 | 7.6    | 7.4                   | 2.35 | 7.4    | 0.265  |
| Expectancy(3)                | 9.0                     | 2.42 | 9.1    | 9.7                   | 2.19 | 9.6    | 1.319  |
| Learning goal                |                         |      |        |                       |      |        |        |
| Ability goal orientation(4)  | 13.0                    | 2.52 | 12.7   | 12.2                  | 2.58 | 12.5   | 0.232  |
| Learning goal orientation(4) | 10.8                    | 2.77 | 11.0   | 12.3                  | 2.72 | 12.2   | 5.007* |

범주별 총점: 문항수×5, \*p<0.05

받아 해결하는 것을 장점으로 생각했으며, 소집단 구성원들과의 상호작용을 통해 조원들의 도움을 긍정적으로 인식하게 되었다고 하였다. 또한 토론을 통해 친구들이 다른 생각을 가지고 있다는 것을 알 수 있었으며, 토론을 하는 것이 실험진행에 도움이 된다고 느끼고 있음을 알 수 있었다. 조별 의견이 일치되지 않을 때는 의견 일치를 위해 계속 토론하였으나 가끔은 한 사람의 의견을 따르기도 한 것으로 나타났다. 그리고 교사의 설명을 통해 얻은 지식보다 보다 스스로 실험하고 토론하면서 알아낸 지식들이 더 오래 기억에 남는다고 지적하였다.

#### IV. 결론 및 제언

사회적 상호작용을 강조한 탐구실험은 학생들의 과학학습성취에 효과적이었다. 이는 교과서에 주어진 대로 실험기구를 장치하거나 예상된 결과가 나타나 있는 실험이 아닌, 실험설계에서부터 결론도출에 이르는 과정을 소집단원들과 토론을 통해 상호작용을 하는 것이 성취도 향상에 효과적임을 의미한다. 특히 1년이라는 긴 기간동안 이루어진 실험수업 후 실시한 성취도 검사에서 유의미한 향상이 나타난 것은 상호작용을 통해 얻은 지식이 학생들에게 내면화 되었음을 알 수 있다. 인지수준이 중상이나 상위에 있는 학생들의 성취도가 향상된 것은 동료와의 상호작용을 통하여 스스로의 개념을 정리하고 통합하는 과정을 거치기 때문이며, 인지수준이 가장 낮은 학생들은 실험과제를 이해하기 어려워 소집단의 상호작용에 잘 참여하지 못하기 때문에 성취도의 향상이 가장 낮은 것으로 판단된다. 따라서 낮은 인지수준의 학생들도 소집단의 상호작용에 잘 참여할 수 있도록 하는 수업 전략이 필요하다.

사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험은 학생들의 과학탐구능력 향상에도 효과적이었으나, 인지수준이 2B/3A인 학생들에게만 효과가 나타났으며 성취도에 비해 향상정도가 작았다. 2B/3A인 실험집단 학생들은 통제집단에 비해 심층적인 전략을 많이 사용하는 것으로 보아, 심층적인 학습전략을 많이 사용하는 학생들에게 상호작용을 강조한 탐구실험 수업이

더 효과적인 것으로 해석될 수 있다. 심층적 전략 외에 학습동기의 다른 요인들도 탐구능력의 신장에 영향을 미칠 것으로 생각되며, 이에 대한 연구가 계속 이루어져야 할 것으로 보인다. 성취도에 비해 쉽게 향상되지 않는 안정적인 특성과 보다 통합적이며 고차원적인 성격을 가진 탐구능력의 향상을 위해서는 학생들이 심층적인 전략을 많이 사용할 수 있도록 하며, 학습동기를 유발할 수 있도록 하는 것이 필요하다는 것을 시사한다.

상호작용을 강조한 탐구실험은 자아개념 및 학습목표지향에서 유의미한 효과가 나타났다. 상호작용이 활발히 일어날 수 있는 환경을 조성해주는 것은 학생들의 학습동기를 향상시키는데 영향을 미치며 학습동기의 향상은 학업성취 및 과학탐구능력의 향상과도 관련이 있을 수 있으므로, 상호작용이 효과적으로 일어날 수 있는 수업 전략에 대한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

인지수준이 비슷한 학생들로 구성된 소집단이 인지수준이 차이가 나는 학생들로 구성된 소집단보다 성취도에서 유의미하게 향상되었으며, 학습동기의 하나인 학습목표지향에서도 유의미한 효과가 나타났다. 이는 동질집단의 상호작용이 이질집단에 비해 활발히 일어나기 때문인 것으로 판단된다. 동질집단내 구성원들은 서로의 인지수준이 비슷하기 때문에 서로의 의견을 잘 제시하는 것으로 보이나, 이질집단에서 낮은 인지수준 학생들은 높은 인지수준 학생들에 비해 스스로 잘 모른다고 생각하기 때문에 상호작용에 잘 참여하지 않을 것이라 생각한다.

상호작용을 강조한 탐구실험에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과에 의하면, 토론이 실험진행에 도움이 된다고 느끼게 되었고, 동료들의 도움을 받아 어려운 문제들을 해결할 수 있었으며 이러한 동료의 도움을 긍정적으로 인식하였다. 또한 교사의 설명을 통해 얻은 지식보다 오래 기억에 남는다고 응답하였다.

#### 적 요

사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험이 학생들의 학업성취와 과학탐구능력 및 학습동기에 미치는

효과에 대해 연구하였으며, 탐구실험 수업이 소집단의 구성방식에 따라 어떠한 차이를 나타내는지 알아보기 위해 인지수준이 동질인 집단과 이질인 집단의 효과를 비교하였다. 이를 위해 중학교 2학년 255명을 통제집단과 실험집단으로 나누어, 실험집단에는 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험 수업을, 통제집단에는 전통적인 실험 수업을 1년간 적용한 후 과학 학업성취도, 과학탐구능력, 학습동기 검사를 실시하였다. 사회적 상호작용을 강조한 탐구실험은 이끌어내기, 친숙해지기, 구성하기, 확장하기의 4단계로 구성되어 있으며, 관찰 현상을 학습과 연관시키고 실험을 설계하며 결론을 이끌어내는 과정을 통해 동료 및 교사와 상호작용을 할 수 있도록 구성되어 있다.

연구 결과 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험은 학생들의 학업성취와 과학탐구능력 및 학습동기에서 유의미한 효과가 있었다. 모든 인지수준의 학생들에게 효과가 나타난 것은 아니었으나 대부분의 인지수준에서 학업성취의 효과가 크게 나타났으며, 학업성취에 비해 과학탐구능력의 향상정도가 낮았다. 소집단 구성에 따른 효과에서는 동질집단이 이질집단에 비해 성취도와 학습동기에서 유의미한 향상이 있었다. 이러한 결과는 과학탐구실험에서 상호작용이 중요하며, 상호작용이 학생들의 성취도와 탐구능력 향상에 긍정적 영향이 있음을 시사한다.

## 참 고 문 헌

- 강석진, 김창민, 노태희(2000). 소집단 토론 과정에서의 언어적 상호작용 분석. 한국과학교육학회지, 20(3), 353-363.
- 교육부(1998). 과학과 교육과정(별책9). 서울: 대한교과서 주식회사.
- 교육부(1999). 중학교 교육과정 해설(Ⅲ). 서울: 대한교과서 주식회사.
- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 김영민, 권성기(1992). 전류 개념 변화를 위한 순환학습의 효과. 한국과학교육학회지, 12(3), 61-75.
- 김조연, 신애경, 박국태, 최병순(2001). 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험의 효과 및 학생들의 인지수준에 따른 상호작용 분석. 대한화학회지, 45(5), 470-480.
- 노태희 박수연 임희준(1998) 중학교 과학 수업에서 학생 중심 활동을 강조한 협동학습과 개별학습 전략의 효과. 화학교육, 25(1) 56-64
- 노태희, 임희준, 차정호, 노석구, 권은주(1997). 협동학습전략의 교수효과: 물상 수업에 LT 모델 적용. 한국과학교육학회지, 17(2), 139-147.
- 박수연(1998). 협동학습 전략에서 소집단 구성 방법의 효과, 서울대학교 석사학위논문.
- 송신숙(1994). 피아제의 형식과제 수업이 논리사고력과 과학탐구능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 양명원(1988). 순환학습모형을 이용한 일반화학 실험이 학생들의 화학수업에 대한 태도와 탐구능력의 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이양락(1997). 협동학습이 중학생의 과학 지식, 탐구능력 및 학습 환경 인식에 미치는 효과. 서울대학교 박사학위논문.
- 임청환, 김승화, 양일호(1997). 초 중학생들의 과학탐구능력에 미치는 인지적 정의적 특성에 대한 공변량 구조분석. 한국과학교육학회지, 17(1), 1-10.
- 임희준(1998). 과학수업에서의 협동학습: 교수 효과와 소집단의 언어적 상호작용 서울대학교 박사학위논문.
- 정완호, 권재술, 최병순, 정진우, 김효남, 허명(1996). 과학수업모형의 비교 분석 및 내용과 활동 유형에 따른 적정 과학수업 모형의 구안. 한국과학교육학회지, 16(1), 13-34.
- 조부경, 김효남, 백성혜, 김정준(2001). 구성주의 이론, 관점, 그리고 실제. 서울: 양서원.
- 최병순(1990). learning cycle model을 이용한 화학 실험이 학생들의 탐구능력 신장에 미치는 영향. 화학교육, 17(1), 6-11.
- 한순미(1999). 비고츠키와 교육. 서울: 과학교육사.
- 현종오(2001). 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구

실험에서 학생들의 학습동기에 따른 상호작용분석, 한국교원대학교 석사학위논문.

- Adey, P. & Shayer, M.(1994). *Really raising standards: Cognitive intervention and academic achievement*. London: Routledge.
- Anderman, E. M., & Young, A. J.(1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Chang, H. P., & Lederman, N. G.(1994). The Effects of Levels of Cooperation within Physical Science Achievement, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 167-181.
- Gunstone, R. F., & Champagne, A. B.(1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge
- Hodson, D. K.(1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71(256), 33-40.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T.(1989). *Cooperation and Competition: Theory and Research*. Edina, MN: Interaction Book Company.
- Lawson, A. E., & Renner, J. W.(1989). *A theory of instruction: Using the Learning Cycle to teach science concepts and thinking skills*. NARST Monograph (Number One).
- Lawson, A. E.(1995). *Science teaching and the development of thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Lazarowitz, R. & Karsenty, G.(1990). Cooperative learning and students academic achievement, process skills, learning environment, and self-esteem in tenth grade biology classrooms. In S. Sharan(ed.), *Cooperative Learning: Theory and Research*. New York: Praeger, 123-149.
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, J. H.(1994). Learning science in cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1121-1131.
- Lonning, R. A.(1993). Effect of cooperative learning strategies on student verbal interactions and achievement during conceptual change instruction in 10th grade general science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1087-1101.
- Nattiv, A.(1994). Helping behaviors and math achievement gain of students using cooperative learning. *The Elementary School Journal*, 94(3), 285-297.
- Piaget, J. & Inhelder, B.(1974). *The child's construction of quantities*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Questionnaire on approaches to learning and studying* (1995). Center for Research on Learning and Instruction, University of Edinburgh.
- Revard, L. P. & Straw, S. B.(2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84(5), 566-591.
- Shayer, M. & Adey, P., & Wylam, H.(1981). Group tests of cognitive development ideals and realization. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(1), 157-168.
- Slavin, R. E.(1995) *Cooperative Learning: Theory, research, and practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Swing, S. R. & Peterson, P. L.(1982). The relationship of student ability and small-group interaction to student achievement.

*American Educational Research Journal*,  
19(2), 259-274.

Vygotsky, L. S.(1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Havard University Press.

Webb, N. M.(1985). Student interaction and

learning in small group: A research summary. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hetz-Lazarowitz, C. Webb, & T. Schmuck (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn*. New York, NY: Plenum Press, 147-172.