

과학고 학생들의 창의력과 과학적 사고력 향상을 위한 생물 실험 모듈의 적용 효과

윤덕근¹ · 김성하 · 차희영 · 이길재 · 정완호
(신반포중학교)¹ · (한국교원대학교)

Application Effects of Biology Modules for Improving Science High School Students' Creativity and Scientific Thinking

Deog-Geun Yoon¹ · Sung-Ha Kim · Heeyoung Cha · Kil-Jae Lee
· Wan-Ho Chung

(Shinbanpo Middle School)¹ · (Korea National University of Education)

ABSTRACT

Two biology modules were developed previously for the purpose of improving creativity and scientific thinking of secondary school students. A hypothetical – deductive experimental procedure was reflected in the module when students themselves can perform a series of activities of making hypothesis and designing an experiment to solve the questions. They followed a series of scientific processes to determine some characteristics regarding plant pigments and the transport process of materials in living organisms. Four classes of 9th graders in 'S' Science High School were divided into the experimental and the control group. The same contents of the modules were taught to the control group by the traditional experimental way. The students' creativity, scientific thinking, scientific inquiry skill and knowledge achievement were examined before and after the interventions. As results, the experimental groups showed more significant improvement on the areas of the students' creativity, scientific thinking, scientific inquiry skill and achievement than the control groups. Results indicated that the specially designed modules in terms of hypothetical – deductive experimental procedure were effective to improve science high school students' creativity and scientific thinking abilities.

Key words: biology module, hypothetical-deductive, creativity, scientific thinking

I. 서 론

1. 연구의 목적 및 필요성

과학 교과서의 주요 목표 중 하나는 관찰과 실험을 통해 과학 지식 생성 과정에 참여함으로써 과학의 본성을 경험하는 것이다. 현재 중·고등학교 교과서에 포함되어 있는 대부분의 실험들은 주어진 실험 순서에 따라 그대로 조작하여 결과를 알아봄으로써 교과 내용으로 소개되는 원리들을 확인하는 형식으로 구성되어 왔다. 즉, 과학교사들은

학생들을 과학의 개념 형성 과정에 초대하는 데 그다지 적극적이지 못했다는 것이다(곽영순 등, 1995). 이와 같은 학교 과학 실험은 학생들에게 과학적으로 문제를 해결할 기회를 제공하지 못하고 있으며, 학생들이 호기심에서 출발하여 스스로 만든 문제를 창의적으로 해결하기 위한 실험 계획을 세워서 실제로 실험을 해 보는 방식의 과학 학습을 어렵게 해 왔다(Rief & Larkin, 1991).

국제과학성취도 평가 결과 우리나라 학생들은 학년이 올라갈수록 과학에 대한 관심과 흥미가 낮아지는데(해외교육정보, 1998), 그 이유는 우리나라 중·고등학생들이 과

학의 기본 지식과 탐구 기능을 활용하여 복잡한 문제를 해결하는 창의적인 문제해결 능력이 부족하기 때문에으로 생각된다. 이에 대해, 교육계에서는 탐구와 창의적인 문제 해결 능력을 키우는 획기적인 교육방법 개선책이 마련되어야 한다는 주장을 제기해 왔다(조연순 등, 2000). 중·고등학생들이 앞으로 살아야 할 21세기는 고도의 지식·정보화 사회이므로 단순한 지식의 활용보다 전문적인 지식에 기초한 독창적 아이디어를 창출할 수 있는 창의적인 인간을 요구한다. 이러한 시대적 요청에 따라 다양한 아이디어를 창출해낼 수 있는 창의적인 교육을 통해야만 미래 사회에 능동적으로 대처하는 인재를 키울 수 있는 것이다.

그러므로 제 7차 교육과정에서 추구하는 인간상 중 하나도 창의적인 능력을 발휘하는 사람이다. 고등학교 교육 목표 중에는 문제해결력을 기르고 생각과 느낌을 창의적으로 표현하는 경험을 기르는 것이 포함되어 있으며, 특히 과학 교과에서는 창의적인 문제해결력을 상당히 강조하였음을 알 수 있다. 제 7차 교육과정의 과학과 성격에서도 '과학의 단편적인 지식 전달보다는 기본 개념을 유기적이고, 통합적으로 이해하도록 하고, 창의성을 기르는데 유의한다'고 명시하고 있다(교육부, 1997). 우리나라 교육 현실에서 학생들의 창의력 및 과학적인 사고력을 향상시킬 수 있는 교수-학습 방법을 개선시키기 위한 일차적인 과제는 학생들의 창의력을 신장시키기 위해 학교 교육과정에 적용할 수 있는 보다 다양한 과학 교수-학습 활동 자료의 개발이라 하겠다(강호감 등, 2001).

실제로 과학교육에서는 탐구능력 신장을 위한 자료가 많이 개발되어 왔지만, 앞서 개발되어 왔던 교수-학습 자료들이 학생들의 창의력 신장이란 목표까지 달성하도록 개발된 경우는 찾아보기 어려웠고, 실제로 학교 과학 교육과정을 통한 창의력 및 과학적 사고력 교육은 적절하고 풍부한 교수-학습 자료를 제공하는 것부터 적극적으로 이루어지지 못한 것은 사실이다. 정원호 등(2000)이 수행했던 중등학교 교사를 대상으로 한 창의력 및 과학적 사고력 교육에 대한 설문 조사에서 교사들은 창의력 및 과학적 사고력 개발의 필요성을 절실히 느끼고 있으나 학교 현장의 과학교육이 창의력 및 과학적 사고력 교육의 수행이 어렵다고 응답하였다. 즉, 그의 연구에서는 교육과정에서 창의력 및 과학적 사고력의 중요성만 포괄적으로 서술하거나 내용체계에 과학 개념이나 활동들이 제시되는 것만으로는 창의력 및 과학적 사고력 증진을 위한 수업 실시는 실제로 불가능하며, 무엇보다도 창의력 및 과학적

사고력을 신장시킬 수 있는 교수-학습 방법의 개선과 이를 위한 다양한 교수-학습 활동 자료의 개발이 필요함을 인식할 수 있었다.

과학교육에서 창의력 및 과학적 사고력을 신장시킬 수 있는 실험에 대한 교수-학습 방법의 개선과 이를 위한 다양한 교수-학습 활동자료의 개발은 반드시 필요한 연구이지만, 교과별로 적극적이고 체계적인 개발 시스템이 갖추어지지 않았다. 또한, 그와 같이 학생들의 창의력 및 문제해결력을 향상시키는 목적으로 특별히 개발된 많은 자료들이 학교 현장에서 상당히 효과적이었음을 많은 연구 결과들이 보여 주고 있지만(강호감 등, 2001; 김나경, 1997; 동방여자중학교, 2001; 박현주, 1999; 이정선, 2002; 이현미, 2002) 실제로 학교 교육과정에 적극적으로 포함시킬 수 있는 체계적인 장치 마련에 대한 연구 및 마인드가 일층 고조될 필요가 있다.

특히, 초등학교에서는 창의성 계발을 위한 많은 과학프로그램에 대한 개발 연구가 이루어진 것으로 파악되나, 중·고등학교 수준에서는 많지 않다. 이런 연구의 필요성에 의해 중등학생들을 위한 창의력 및 과학적 사고력을 향상시키기 위한 모듈을 앞서 개발한 바 있는데(윤덕근 등, 2003), 이와 같은 목적으로 개발되었던 중등학생들의 창의력 및 과학적 사고력 향상을 위한 생물모듈들을 현장 학교에 적용하여 모듈의 실효성을 입증해 보고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. 연구의 내용 및 방법

1. 연구 문제

본 연구는 고등학생의 창의력 및 과학적 사고력 향상을 위해 개발된 생물 실험 모듈을 과학고 학생들에게 적용한 연구로, 다양한 검사를 통해서 그 모듈을 통한 수업이 창의력과 과학적 사고력 뿐만 아니라, 여러 영역에 걸쳐서 부가적인 효과도 얻어 낼 수 있음을 확인하고자 하였다. 본 연구는 구체적으로 다음과 같은 연구 문제를 해결하고자 하였다. 개발된 생물 실험 모듈들은:

- 1) 학생들의 창의력을 향상시키는 데 효과적인가?
- 2) 학생들의 과학적 사고력을 향상시키는 데 효과적인가?
- 3) 학생들의 과학 탐구능력을 향상시키는 데 효과적인가?
- 4) 실험 내용에 대한 개념을 이해하는 데 효과적인가?

2. 연구 대상

본 연구는 서울특별시 소재 S 과학고 1학년 학생 4개 학급을 대상으로 하였다. 사전 검사를 실시하여 그 중 2개 학급 46명은 실험 집단으로, 나머지 2개 학급 46명은 통제 집단으로 편성하였다(Table 1).

Table 1. Students involved in the study

Group		Experimental group	Control group
Number of students	Male	34	34
	Female	12	12
	Total	46	46

3. 개발된 모듈의 특징

본 연구에서 적용된 모듈은 학생들의 창의력 및 과학적 사고력을 높이기 위한 모듈 설계를 위해 순환학습 모형을 근간으로 하였다. 그 이유는 순환학습 모형은 탐색, 개념 도입, 개념 응용의 세 단계로 이루어져 있고(Karplus, 1977), 도입부가 가설검증 수업 형태의 탐색 단계로 구성

되어 있으며, 과학의 과정 학습에 초점을 두고 있기 때문이었다(최병순, 1990). 모듈은 학생용 실험서와 교사용 지도서를 분리하여 개발하였고, 수업개요, 학습목표, 준비물, 교수-학습 과정으로 두 단계의 탐구 활동과 적용하기, 이렇게도 해봐요, 형성 평가, 읽기자료 등의 요소로 구성하였다(윤덕근 등, 2003).

창의력을 신장시키기 위한 하위 요소로, Torrance와 김영채(1999)가 제시했던 유창성, 독창성, 융통성, 정교성, 민감성, 그리고 재구성력의 여섯 가지를 선정하였다. 과학적 사고력의 하위요소는 Lawson(1995)이 분류한 경험-귀납적 사고 수준의 다섯 단계인 분류, 보존추론, 서열적 순서화, 서술적 개념의 이해, 적용과 가설-연역적 사고 수준의 다섯 단계인 이론적 개념의 이해와 적용, 조합적 사고, 비례적 사고, 변인 통제, 확률 추론 능력을 고려하였다. 위의 요소들을 모든 탐구활동 과정에 적절히 포함시켰는데, 자연 현상에 대해 학생 스스로 가설을 세우고, 실험을 설계하여 자신의 가설을 검증하며, 실험을 통해 가설이 기각되는 경우 새로운 가설을 세워 자연 현상을 증명해 보도록 하는 가설-연역적 과정이 근간이 되었다. 연구에 사용한 모듈의 교사용 지도서 개요는 Fig. 1 과 같다.

Outline of the teachers' guide for the module regarding photosynthetic pigments

- ☞ Title
- ☞ Structure of the experiments: Presenting few examples of concepts and observable phenomena related to photosynthetic pigments
- ☞ Goals: Presenting the experimental objectives
- ☞ Materials
- ☞ Prior preparation for the experiments: A pot of geranium should be located in a sunny place.
- ☞ Information for teachers: Inclusion of informations and misconceptions about photosynthetic pigments, separation of the plant pigments using chromatography and Reverse phase Thin Layer Chromatography to help teachers to guide the experiments.
- ☞ Teaching and learning process: Three main activities
 - ◆ Recognizing a problem
 - ◆ Making a hypothesis
 - ◆ Designing an experiment
 - ◆ Predicting
 - ◆ Experimenting
 - ◆ Collecting data
 - ◆ Analyzing data
 - ◆ Discussing
 - ◆ Application
- ☞ Different ways of experimenting
- ☞ Formative evaluation
- ☞ Reading materials: Evolution of photosynthesis

Fig. 1. Structure of the teachers' guide of the module

4. 모듈 실험 내용

본 연구에서 적용한 모듈의 실험 내용은 Table 2와 같다. 첫 번째 모듈 실험 수업 내용은 학생들이 주변의 삼투 현상을 다루어 그 개념을 쉽게 이해하도록 현상을 제시하였고, 이런 현상에서 제시된 의문을 해결하기 위한 가설과 실험설계를 직접 활동 중심으로 구성하여 개방적인 수업 형태가 되도록 하였다. 또한 두 번째 모듈 실험 수업 내용은 식물의 잎이 왜 녹색으로 보이며, 잎에서 추출한 색소가 빛에 의해 어떤 영향을 받는지 조사하도록 하였다. 그리고 종이 크로마토그래피와 역상 박층 크로마토그래피(TLC)를 이용한 녹색 식물의 잎에 들어 있는 색소를 분리하여 녹색 식물이 가지고 있는 색소를 알 수 있도록 구성하였다.

5. 검사 도구

본 연구에서는 개발된 모듈을 적용한 수업 전·후에 창의력 검사, 과학적 사고력 검사, 과학 탐구 능력 검사, 성취도 검사를 하였다. 성취도 검사지는 직접 개발하여 투입하였으며, 창의력, 과학적 사고력, 과학 탐구 능력을 평가하기 위한 검사지는 기존에 개발된 것을 사용하였다.

1) 창의력 검사

창의력 검사는 Torrance의 "Torrance Tests of Creative Thinking: Thinking Creatively with Words, Form A"를 우리말로 편역한 검사지(김영채, 1999)를 사용하였다. 검사의 구성은 질문하기, 원인 추측하기, 결과 추측하기, 작품 향상시키기, 마분지 상자의 독특한 용도, 가상해 보기로 구성되어 있으며, 서술형으로 답하도록 되어 있다. 각 활동들은 유창성, 독창성 및 융통성 등에 따라

표준점수가 각각 총 160점으로 하였으며, 검사소요 시간은 40분이었다. 채점은 편역자 김영채에게 의뢰하였다.

2) 과학적 사고력 검사

Roadrangka 등(1983)이 개발한 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)검사지를 사용하였다. 총 문항은 21개 문항이고 각 문항은 답과 이유를 선택하는 선다형 형식으로 6개의 논리유형을 측정하도록 구성되어 있다. 전체 문항은 보존논리 4문항, 비례논리 6문항, 변인 통제논리 4문항, 확률논리 2문항, 상관논리 2문항, 조합논리가 3문항이었다. 개발자들은 GALT 총점에 따라 인지 수준을 구분하여 0점~8점을 구체적 조작기, 9점~15점은 과도기, 16점~21점은 형식적 조작기로 분류하였는데, 본 연구에서도 이 기준을 따랐다.

3) 과학 탐구 능력 검사

과학 탐구 능력 검사는 Burns 등(1985)이 개발한 TIPS II로 4지 선다형 총 36개의 문항으로 구성되어 있으며 5개의 하위 기능을 측정하도록 되어 있다. 각 문항 당 1점씩으로 총 36점 만점으로 하였다. 전체 문항의 Cronbach α 를 이용한 신뢰도는 0.86, 평균 난이도와 평균 변별도는 각각 0.53, 0.35이다.

4) 성취도 검사

성취도 검사지는 연구자가 개발한 문제로 전문가에 의해 문항 타당도를 검사한 후 수정 보완하였다. 성취도 검사지는 개발 후 문항 타당도를 측정하여 수정·보완하였는데, 중·고등학교 생물교사 각각 10명씩 총 20명의 생물 전공 교사를 대상으로 각 문항마다 5등급의 리커트 척도로 평가하였다. 1차 타당도 검사 결과 평균이 4.0(적절함)미만인 문항은 새로 개발하거나 수정한 후, 재차 타당

Table 2. Contents of the modules

Theme	Title	Contents
Osmosis	How can materials be moved in living organism?	Activity 1. Osmotic phenomena Activity 2. Osmosis of animal and plant cells
Plant pigments	What are the pigments involved in photosynthesis?	Activity 1. Which factors influence pigmentation process in plants? Activity 2. Which pigments are included in leaves? Activity 3. What is happening when the chlorophyll is exposed to the sunlight?

도를 검사하여 확정하였다. 성취도 평가 문항은 5지 선다형 객관식 6문항과 주관식 4문항으로 총 10문항으로 구성되었으며, 한 문항 당 10점씩 배점하여 100점 만점으로 하였다. 성취도 검사지에 대한 최종 타당도 검사 결과는 5점 만점에 4.1(82%)이었으며, 신뢰도는 Chronbac α 계수로 0.59이었다.

6. 연구 설계

생물 실험 모듈의 적용 효과를 알아보기 위하여 실험 집단과 통제 집단을 구성하였다. 실험 집단에서는 가설-연역적 방식을 도입한 삼투 현상 실험 모듈과 광합성 색소 분리 실험 모듈로 수업하였고, 통제 집단에서는 실험 내용은 동일하나 미리 실험 내용 및 실험 방법을 소개해주고 실험을 진행하는 전통적인 실험 수업 방식으로 수업하였다. 이와 같은 처치 전·후에 네 가지 검사 도구를 사용하여 검사를 실시하였다(Fig. 2).

학생들에게 모듈과 검사지 투입은 2001년 9월부터 2001년 10월 사이 4주에 걸쳐 이루어졌으며 사전 검사, 실험수업, 사후 검사 순으로 진행되었다. 모듈 수업 시간은 100-150분을 1교시로 주당 1회씩 총 2주 시행하였다.

7. 결과 분석

실험 집단과 통제 집단의 구별은 학교의 학급 단위로 하였다. 사전검사 점수의 t-검증 결과는 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만, 두 집단의 동질성이 의심되므로 사전 검사를 공변인으로 하여 두 집단의 사전 검사 결과를 통제시켜 주는 공변량 분석(ANCOVA)을 하였다. 검사 결과는 SPSS WIN 7.5 버전을 이용하여 통계처리 하였다.

II. 연구 결과 및 논의

본 연구에서는 과학고 학생을 대상으로 전통적인 방법으로 생물 실험을 한 통제 집단과 창의력 및 과학적 사고력 신장을 위해 특별히 개발된 두 개의 생물 실험 모듈을 적용한 실험집단의 창의력, 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 성취도의 향상 효과를 알아보았다.

1. 창의력

1) 평균 표준 점수로 나타난 창의력 검사 결과

창의력 검사의 점수에 대하여 공변량 분석을 한 결과(Table 3), 실험 집단의 창의력 검사 평균 점수가 통제 집단의 경우보다 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다. 이러한 결과를 볼 때 개발된 생물 실험 모듈은 과학고 학생들의 창의력 향상에 효과적임을 알 수 있다.

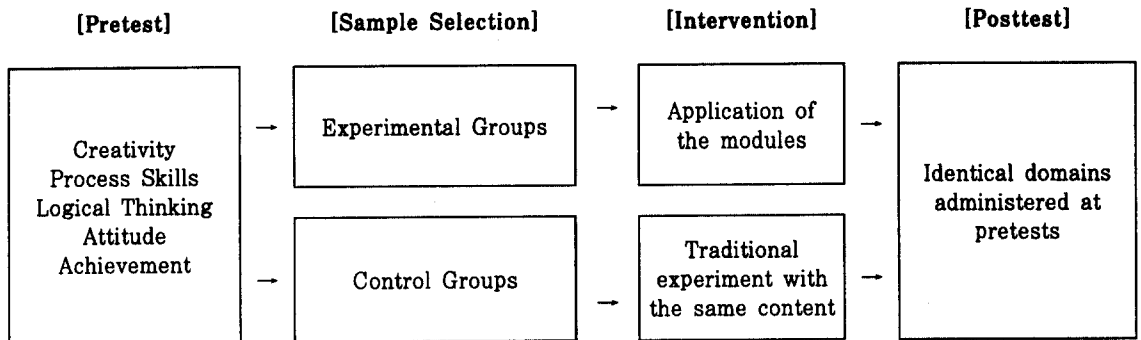


Fig. 2. Procedure of the study

Table 3. ANCOVA summary table for students' Torrance test scores

Test	Group	No. of Students	Mean	Standard deviation	F-value	P
Post-test	Control	46	111.87	14.84	6.70	.011
	Experimental	46	117.63	14.51		

2) 창의력의 하위요소에 대한 검사 결과

창의력의 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성 검사의 점수에 대하여 공변량 분석을 한 결과는 Table 4와 같다. 모든 하위 영역의 평균 점수가 통제 집단의 경우보다 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다. 적용된 생물 실험 모듈은 학생들의 창의력의 하위요소인 유창성, 융통성, 독창성의 향상에 모두 효과적임을 알 수 있었다.

2. 과학적 사고력

GALT 검사지를 사용하여 사전 검사로 알아본 학생들의 과학적 사고력 검사 결과는 Table 5와 같다. 학생들의 사고 수준은 구체적 조작기는 없었고, 과도기 8.70%, 형식적 조작기가 91.30%인 것으로 나타나 대부분의 학생들이 형식적 조작기에 있었다. 이 결과는 임청환과 정진우(1991)의 연구 결과 고등학교 1학년 학생의 경우 구체적

조작기 11.8%, 과도기 34.4%, 형식적 조작기 53.8%인 경우와, 이성조(2002)의 연구에서 13.7%는 구체적 조작기, 36.6%는 과도기, 49.7%는 형식적 조작기로 나타난 일반계 고등학교 결과와 많은 차이를 나타내고 있다. 이는 대부분의 과학고 학생의 사고 수준이 형식적 조작기에 있다는 증거가 될 수 있으며, 앞서 밝혀진 바 있는 일반계 고등학교 학생들의 사고력 수준과는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

수업 전후의 과학적 사고력 검사의 점수에 대하여 공변량 분석을 한 결과(Table 6), 통제 집단과 실험 집단은 서로 유의미한 차이를 나타내었다. 따라서 본 연구에서 개발된 실험 모듈을 적용한 실험 수업이 전통적인 실험 수업보다 과학 고등학교 학생들의 과학적 사고력을 향상시키는 데 효과적이었다고 할 수 있겠다.

김영미(2001)는 고등학생의 인지특성 및 과학 창의력에 따른 탐구중심의 유전관련 교수-학습 모듈 수업의 효과

Table 4. ANCOVA summary table for the fluency, flexibility and originality domain of the post-tests of students' Torrance test scores

Domains	Group	No. of Students	Mean	Standard deviation	F-value	P
Fluency	Control	46	107.91	16.02	4.61	.034
	Experimental	46	113.63	14.72		
Flexibility	Control	46	110.41	15.56	5.73	.019
	Experimental	46	116.20	16.78		
Originality	Control	46	117.85	14.41	6.84	.019
	Experimental	46	122.91	13.69		

Table 5. Logical thinking ability levels of the students

Group	Concrete operational stage(%)	Transitional stage(%)	Formal operational stage(%)	Total (%)
Control	0	5(10.87)	41(91.30)	46(100)
Experimental	0	3(6.52)	43(93.48)	46(100)
Total	0	8(8.70)	84(91.30)	92(100)

Table 6. ANCOVA summary table for students' GALT scores

Test	Group	No. of Students	Mean	Standard deviation	F-value	P
Post-test	Control	46	17.00	1.56	40.163	.000
	Experimental	46	18.91	1.19		

연구에서 구체적 조작기와 과도기에 있는 학생의 경우 실험 집단과 통제 집단의 유의미한 차이는 없으나, 형식적 조작기 학생에서는 과학적 사고력을 향상시키는 데 효과가 있었다고 보고하였다. 본 연구 결과도 김영미(2001)의 연구 결과와 유사하였는데, 가설-연역적 실험 과정을 특별히 고려하여 구성된 실험 모듈의 경우 형식적 조작기 학생들의 과학적 사고력을 향상시키는 데 효과가 있다는 사실을 재확인할 수 있었다.

3. 과학 탐구 능력

과학 탐구 능력 검사의 점수에 대하여 공변량 분석을 한 결과(Table 7), 실험 집단의 과학 탐구 능력 평균 점수가 통제 집단의 경우보다 통계적으로 유의미하게 높았다. 이러한 결과를 볼 때 이 연구에서 적용한 생물 실험 모듈들은 과학고 학생들의 탐구 능력을 향상시키는 데 효과적인 모듈이라고 할 수 있다.

4. 성취도

성취도 검사의 점수에 대하여 공변량 분석을 한 결과(Table 8), 실험 집단의 성취도 검사 점수가 통제 집단보다 유의미하게 높았다. 따라서 적용한 생물 실험 모듈을 적용한 실험 수업이 전통적인 원리 확인에 치중하고 있는 실험 수업보다는 학생들의 수업 내용에 대한 성취도를 향상시키는 데도 효과적이었다고 할 수는 있다. 단, 성취도 검사지의 신뢰도가 0.59로 낮은 편이므로 본 모듈이 학생들의 성취도를 향상시켰다는 결과는 제한적으로 해석할 수밖에 없다.

IV. 결론 및 제언

우리 과학 교육 현장에서 창의력 및 과학적 사고력의 중요성만 포괄적으로 서술하거나 내용 체계에 과학 개념이나 활동들을 제시하는 것만으로는 학생들의 창의력 및 과학적 사고력 증진은 실제로 불가능하다. 무엇보다도 창의력 및 과학적 사고력을 신장시킬 수 있는 교수-학습 방법의 개선과 이를 위한 다양한 교수-학습 활동 자료의 개발이 필요하다. 고등학생의 창의력 및 과학적 사고력 향상을 위해 '광합성 색소 분리'와 '삼투 현상'에 대한 주제로 생물 실험 모듈을 특별히 개발하였고, 그 모듈을 과학고 학생 수업에 적용했을 때 학생들의 창의력 및 과학적 사고력을 향상시키는 지 알아보았다. 개발된 실험 모듈들은 학생들의 창의력, 과학적 사고력, 과학적 탐구능력을 향상시키는 효과가 있었다.

본 연구 결과 제작된 모듈들은 학교 현장에 유용한 교재가 될 것임을 확신하고 있지만, 이런 실험 개발 과정에 대한 노하우를 바탕으로 기존 교과서 내에 포함되어 왔던 다양한 생물 주제들에 대한 실험들을 적극 검토하여 학생들의 창의력 및 과학적 사고력 향상에 도움이 되는 실험으로 개선하는 후속 연구들이 필요하다. 또한 본 연구 결과 개발된 모듈들이 과학고 학생들에게 많은 도움이 된 것으로 나타났으나, 앞으로 일반계 고등학교 학생들을 대상으로 이 모듈들을 적용해 보고 그들의 창의력 및 과학적 사고력 향상에 긍정적인 효과가 있었는지 한번 더 검증할 필요가 있다. 아울러 일반 고등학생들의 창의력 및 과학적 사고력 개발에 도움이 되는 프로그램의 성격은 어떠한지 할지에 대한 후속 연구가 요청된다.

Table 7. ANCOVA summary table for students' TIPS II scores

Test	Group	No. of Students	Mean	Standard deviation	F-value	P
Post-test	Control	46	32.02	3.52	10.23	.002
	Experimental	46	33.89	1.58		

Table 8. ANCOVA summary table for students' achievement test scores

Test	Group	No. of students	Mean	Standard deviation	F-value	P
Post-test	Control	46	66.96	11.76	7.992	.006
	Experimental	46	73.80	11.84		

모듈을 투입하고 효율성을 평가하기 위해 본 연구에서 접근한 방법은 모두 정량적인 측면이었다. 정성적인 연구를 통해 보다 정교한 자료들을 모아 모듈들을 정교화 시킨다면, 훨씬 효과적인 모듈로 거듭날 것으로 기대한다.

국 문 요 약

본 연구는 중·고등학생의 창의력 및 과학적 사고력 향상을 위해 학습자 활동 중심으로 개발된 가설-연역적 실험 모듈이 과학고 학생들에게 효과적인지 알아보기 위해 수행되었다. 삼투압과 식물의 색소 분리와 관련된 5차 시의 가설-연역적 실험 모듈의 효과를 알아보기 위하여 서울의 S 과학고 남·여 4개 반을 각각 46명씩 2개 학급으로 구성된 실험 집단 및 통제 집단으로 나누어서 수업을 하였다. 실험 집단은 삼투 현상 및 광합성 색소 분리와 관련된 가설-연역적 방식으로 구성된 생물 실험 모듈을 통해 학생 중심의 실험 수업을 하였고, 통제 집단은 개발된 실험 모듈과 같은 내용을 가지고 전통적인 방식의 실험 결과 확인 실험 수업을 수행하였다. 두 모듈을 적용하여 학생들의 창의력 및 과학적 사고력, 과학 탐구 능력 그리고 성취도의 향상 효과를 조사하였다. 연구 결과, 개발된 실험 모듈을 적용한 실험 수업은 기존의 전통적 실험 수업보다 학생들의 창의력, 과학적 사고력, 과학 탐구 능력에 유의미한 효과를 보였다. 이상과 같은 연구 결과는 삼투 현상과 광합성 색소 분리를 주제로 한 두 개의 생물 실험 모듈을 적용한 가설-연역적 방식의 수업이 전통적인 교과서 실험 방식인 확인식 실험 수업보다 학생들의 창의력 및 과학적 사고력을 높이는 데 효과가 있음을 의미한다.

참 고 문 헌

강호감, 노석구, 이희순(2001). 창의력 계발을 위한 자연과 교수·학습 자료 개발과 적용. 한국과학교육학회지, 21(1), 89-101.

곽영순, 명전옥, 최승언(1995). 지구과학 실험 수업에서 V 모형의 적용 효과. 과학교육연구논집, 20(1), 89-105

교육부(1997). 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서 주식회사.

김나경(1997). Parnes의 창의적 문제해결 모형 적용이 초등학교 아동의 창의성 신장에 미치는 효과. 한국교원

대학교 대학원 석사학위 논문.

김영미(2001). 고등학생의 인지특성 및 과학창의력에 따른 탐구중심의 유전관련 교수-학습 모듈 수업의 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

김영채(1999). 창의적 문제해결: 창의력의 이론, 개발과 수업. 서울: 교육과학사.

김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.

동방여자중학교(2001). 브레인스토밍(Brainstorming)운용을 통한 창의력 신장. 대전광역시교육청 지정 과학교육 시범학교 보고.

박현주(1999). Treffinger의 창의적 문제해결 수업모형이 아동의 창의성 및 자기존중감에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

윤덕근, 김성하, 차희영, 이길재, 정완호(2003). 고등학생들의 창의력 및 과학적 사고력을 높이기 위한 식물 색소 관련 실험 모듈의 개발. 한국생물교육학회지, 31(2), 181-190.

이성조(2002). 비유와 모형을 이용한 생물 수업이 고등학생들의 학업성취도와 학습 태도에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문

이정선(2002). 창의력 신장을 위한 생명공학 관련 실험모듈 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

이현미(2002). 창의력 및 과학적 사고력 향상을 위한 광합성 실험모듈의 개발과 적용 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

임청환, 정진우(1991). 고교생의 논리적 사고력과 과학탐구 기능 사이의 상관관계에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 11(2), 23-30.

정완호, 김영신, 권용주, 박윤복(2000). 초·중·고등학교의 교과 내용, 평가와 과학적 사고력의 분석에 대한 연구. '99년도 한국생물교육학회 동계학술대회 및 논문발표회. 인천교육대학교.

조연순, 성진숙, 채제숙, 구성혜(2000). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학교육과정 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 20(2), 307-328.

해외교육정보(1998). 세계 교육리그, 누가 1등인가-각국 학생성취도 차이 원인 분석. 서울: 유네스코 한국위원회, pp85-94.

Burns, J. C., Okey, J. R and Wise, K. C.(1985).

Development of an intergrated process skills test. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(2), 169-177.

Karplus, R.(1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2), 169-175.

Lawson, A. E.(1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.

Rief, F. & Larkin, J. H.(1991) Cognition in scientific

and everyday domain: Comparison and learning implication. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733-760.

Roadrangka, V., Yeany, R. H. & Padilla M. J.(1983). *The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas.