

발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략의 개발 및 적용 효과

홍혜인 · 강순희*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2014. 10. 24; 게재확정 2014. 12. 19)

The Development of Inquiry Teaching Strategy for the Enhancement of Divergent and Convergent Thinking Skills and the Effects of Its Applications

Hyein Hong and Soonhee Kang*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea. *E-mail: shkang@ewha.ac.kr
(Received October 24, 2014; Accepted December 19, 2014)

요 약. 이 연구의 목적은 탐구 과정을 수행하는 동안 발산적 사고와 수렴적 사고를 경험할 수 있는 수업 전략을 개발하고 이를 적용함으로써 그 효과를 검증하는 것이다. 이를 위하여 발산하기 모형, 수렴하기 모형을 탐구의 각 단계에 활용할 수 있는 수업 전략을 개발하였다. 그리고 중학교 1학년생을 대상으로 5월부터 12월까지 개발한 수업 전략을 실시한 후 이 수업 전략이 창의적 사고력, 비판적 사고력에 미치는 효과를 알아보았다. 그 결과 창의적 사고의 하위 범주인 유창성과 융통성, 독창성이 모두 유의미하게 향상되었다. 또한 창의적 사고력과 그 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성에 대한 인지 수준, 성별, 학업 성취도는 교수 전략과의 상호 작용 효과는 없는 것으로 나타났다. 비판적 사고력에 대해서는 가설 설정, 변인 통제, 자료해석 및 자료변환에서 유의미한 신장을 나타냈다. 또한 비판적 사고력에 대한 인지 수준, 성별, 학업 성취도는 교수 전략과 상호 작용 효과가 없는 것으로 나타났다.

주제어: 창의적 사고력, 비판적 사고력, 발산적 사고, 수렴적 사고

ABSTRACT. The purpose of this study was to develop teaching materials using pyramid model of divergent thinking, inverse pyramid model of convergent thinking and evaluate the effects of its applications. The teaching materials was implemented to 110 students (The experimental group is 57, The control group is 53) in middle school for about 8 months (from May to October). Results indicated that the experimental group presented statistically meaningful improvement in creative thinking skills, especially in fluency, flexibility and originality. There was no interaction effect about creative thinking skills between the teaching strategy and cognitive level, achievement, gender of those students. Also the teaching materials contributed to improve critical thinking skills, especially in making hypothesis, control of variables transformation and interpretation of data. There was no interaction effect about critical thinking skills between the teaching strategy and cognitive level, achievement, gender of those students.

Key words: Creative thinking, Critical thinking, Divergent thinking, Convergent thinking

서 론

세계는 기후, 환경, 에너지의 위기와 경기 침체 등 다양한 변화와 도전에 직면해 있다. 빠르게 변화하는 정보화·세계화 시대에 현재의 어려움을 이겨내고 미래를 준비하려면 창의적인 인재 양성이야말로 국가 경쟁력 확보의 원천이다. 전 세계 많은 국가들이 앞 다투어 창의적 인재를 어떻게 양성하고 활용할 것인가를 깊이 고민하는 것은 이 때문이다. 우리나라 역시 마찬가지로 2007, 2009 개정 교육 과정^{1,2}을 살펴보면 미래 사회가 요구하는 창의적 인재 육성을 기본 방향으로 하고 있음을 알 수 있다. 창의적 인재란 어떤 환경에서나 변화를 수용하고 창의적으로 사고

할 줄 알고, 창의적 문제 해결 능력을 갖추고 있어 효과적인 새로운 산출을 해낼 수 있는 사람이다.³ 따라서 창의적 인재 육성을 위한 교육의 목적으로 가장 우선시 되어야 할 것은 문제를 해결하는 과정에서의 창의적 사고, 비판적 사고의 신장이다.

본 연구에서 다루는 창의성 즉 창의적 사고는 본질에 대한 통합적인 접근이 아니라 확산적인 사고의 요소들을 포함하는 인지적 측면에서 협의적으로 접근하고자 한다.⁴ 최근 창의성에 대한 과학적 연구는 창의적인 사람의 사고 과정이나 특성 뿐 아니라 사람, 과정, 산출물 및 환경과 같은 여러 측면들을 모두 고려해 창의성을 통합적으로 개념화하고 있다.³ 그 중 인지적 측면에서 창의적 사고는 광의의

창의적 사고와 협의의 창의적 사고로 나눌 수 있다. 이처럼 창의성의 본질에 대해 통합적으로 접근하거나, 창의성을 인지적 측면에서 광의적으로 정의할 경우 이에 합당한 창의적 사고력을 교육할 수 있는 방법을 찾기가 쉽지 않다. 그래서 창의성의 훈련에 적용될 수 있는 일반적인 방법이 존재한다고 주장하는 연구자들은 창의성을 인지적 측면에서 협의적으로 정의하여 교육에 활용하고 있다.

창의성을 인지적 측면에서 광의적으로 정의하면 새롭고(신기성 *new, novelty*), 유용한(*usefulness*) 어떤 것을 생산해내는 행동 또는 정신 과정이라고 한다.⁶ 창의성에 대해 협의적으로 정의하면 ‘발산적 사고’ 또는 ‘확산적 사고’라고 한다.^{6,7} 협의의 정의에 의한 창의성 하위 요소는 사고의 수가 얼마나 많은지를 의미하는 유창성(*fluency*), 사고가 얼마나 다양한지를 의미하는 융통성(*flexibility*), 사고가 얼마나 독특한지를 의미하는 독창성(*Originality*) 등이 있다. 협의의 창의성 검사는 미래의 ‘창의적 잠재력’을 예측할 수 있다. 미래의 창의적 행동에 대한 발산적 사고 검사의 예언 타당도는 .55로서⁸ 이는 발산적 사고 검사에서 높은 점수를 획득한 학생은 미래에 창의적으로 행동할 것이라고 예측 가능하다. 창의적 사고의 협의적인 관점은 광의적인 관점보다 구체성이 보다 높고 효율성의 수준이 높아지게 되기 때문에⁴ 협의적인 측면으로 초점을 맞춘 발산적 사고의 기법들이 과학 교육 현장에 적용되어 그 효과를 검증한 다양한 연구와 시도가 있었다. 브레인스토밍 기법의 훈련이 대학생들의 창의적 사고력에 유의미한 향상이 있었다는 연구⁹와 발산적 활동인 마인드 맵을 활용할 수업이 중학생의 창의력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 나타낸 연구 결과도 있었다.^{10,11}

비판적 사고란 어떤 사고나 주장에 대하여 더 낮게, 더 생각해보고, 더 합리적으로 판단하는 사고라고 한다.¹² 비판적 사고는 표출된 다양한 사고들을 먼저 깊게 이해한 다음에, 한 발짝 뒤로 물러서서 이리 따져보고, 저리 따져보면서, 적극적으로 경청하고 비판적으로 질문하면서, 다양한 사고들 중에서 어떤 것들을 기각할 것인지, 마지막으로 어떤 것을 수용·선택할 것인지를 결정하는 ‘수렴적 사고’이다.¹³ 즉 여러 가지 가능한 주장 또는 사고들 중에서 보다 합리적인 하나의 주장 또는 사고로 수렴하는 사고를 말한다. 비판적 사고를 하기 위해서는 사고 요소, 사고력, 태도, 지적 수행의 준거의 네 가지 측면이 있어야 한다.⁶ 즉 바람직한 비판적 사고 결과물이 산출되기 위해서는 우선 학생들은 문제를 풀어나가기 위한 사고력(*thinking skill*)이 있어야 하고, 문제를 잘 풀려는 태도(*attitude*)도 있어야 하며, 해당 문제를 잘 푸는데 필요한 수행 준거(*performance criteria*)로 활용되는 분석적(*analytical*) 방법들을 합당하게 활용해야만 한다.¹³ 예를 들면 탐구의 과정에서 비판적 사

고의 과정이 나타난다면 사고 요소는 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리 등의 탐구 요소이며 사고력은 관찰하는 능력, 측정하는 능력 등을 의미한다. 태도는 호기심, 참을성, 책임감, 끈기 등의 정의적 영역을 의미한다. 마지막으로 비판적 사고를 하기 위한 수행 준거(*performance criteria*)로는 정확성, 정밀성, 광범성, 중요성, 일관성, 타당성, 검증 가능성 등으로 이를 활용하여 학생들의 비판적 사고력을 평가할 수 있다.¹³

과학에서 문제를 해결하는 방법인 과학적 방법을 과학 교과에서는 탐구 과정이라고 한다. 과학 교육학자들은 과학적 탐구가 문제 인식 및 정의, 가설의 생성 및 제시, 실험의 설계, 관찰 및 측정, 자료의 수집 및 분석, 결론 도출 및 일반화의 과정에 따라 이루어지며, 각 단계를 수행할 때 여러 가지 탐구 기능을 활용한다고 본다. Lawson¹⁴은 창의적이고 비판적인 사고력(*creative and critical thinking skill*)은 과학적 탐구 과정을 진행할 때 사용하는 사고 유형을 이해하기 위한 뼈대를 제공한다고 하였으며 창의적이고 비판적인 사고력의 신장을 위해 탐구 과정을 거친다고 하였다. 과학에서 탐구 과정에 따라 문제를 해결해 가는 과정을 살펴보면 문제를 발견하여 정의하고 새로운 가설들을 만들어내고 독창적인 방법으로 해결책을 찾아가는 과정에서 창의적 사고력이 발현된다. 그리고 다양하게 만들어낸 아이디어를 분석하고 평가하여 합당한 것을 선택하게 하는데 비판적 사고력이 발현된다. 이 때 발산적 사고가 아이디어를 생산해 내고 그 다음에 비판적 사고가 아이디어를 다듬는 것이 아니라 두 사고력이 함께 작용하여 문제에 대한 대안을 마련해 나가는 것이다. 이처럼 탐구 과정에서 협의의 창의적 사고인 발산적 사고력과 비판적 사고력이 마치 톱니바퀴처럼 맞물려 돌아가면서 작용할 때 창의적이고 비판적으로 문제를 해결해 나갈 수 있다.^{4,15} 이와 같이 발산적 사고와 수렴적 사고 기법을 활용하여 창의적 사고와 비판적 사고를 모두 강조한 수업 전략을 개발하여 적용한 결과 창의적 문제 해결력 신장에 긍정적 영향을 미쳤다는 다양한 기존의 선행 연구들이 있다.¹⁶⁻²⁰

본 연구에서는 기존의 선행 연구들과 마찬가지로 강순희²¹의 Fig. 1 발산하기 모형, Fig. 2 수렴하기 모형을 과학의 탐구 요소인 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리, 문제 인식,

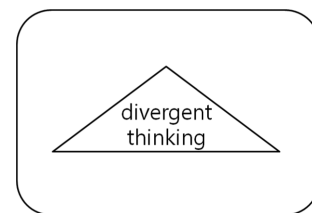


Figure 1. Pyramid model of divergent thinking.

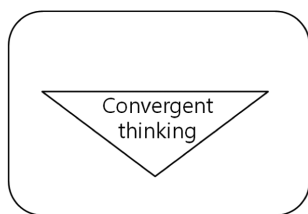


Figure 2. Inverse pyramid model of convergent thinking.

가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화의 과정 곳곳에 적용시켰다. 개발한 교수 전략을 중학교 1학년 학생들에게 8개월에 걸쳐 긴 시간 지속적으로 투입하였으며 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력에 미치는 효과를 알아보았다. 또한 현재 중학교의 학습은 인지 수준, 성별, 학업 성취도 수준이 섞여 있는 이질 집단으로서 각 집단별 교수 전략의 효과가 차이가 있는지도 알아보려고 하였다.

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 절차

개발한 수업 전략의 효과를 알아보기 위하여 서울 소재 중학교 1학년 학생들을 대상으로 62차시 동안(1학기 중간고사 이후부터 2학기 기말고사 전까지) 수업을 진행하였다. 연구 대상 학생은 총 110명이며 두 집단으로 나누어 연구를 진행하였다. 57명의 실험 집단의 학생들에게는 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 수업을 진행하였다. 53명의 통제 집단의 학생들에게는 교과서에 따른 탐구 수업을 실시하였다.

2011년 3월에 실험 집단과 통제 집단을 선정한 후, 실험 집단과 통제 집단에 대하여 각각 중학생용 창의적 문제 해결력 검사지²²로 사전 검사를 실시하였다. 1학기 중간고사(5월) 이후부터 2학기 기말고사(12월 중순) 이전까지 약 8 개월에 걸쳐 총 62차시 동안 수업 처치를 하였으며 수업이 끝나는 마지막 차시에 동일한 검사지로 사후 검사를 실시하여 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력의 변화를 알아보려고 하였다.

교수 전략 개발

본 연구는 앞서 발산하기와 수렴하기 모형을 강화한 교수 전략은 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력을 신장시킬 것이라는 가설을 설정하였다.

창의적 사고력에 대한 협의의 정의를 토대로 강순희와 우애자²³는 한 가지 이상 설명들을 하도록 학생들에게 요구하는 교수 전략을 경험한 학생들은 창의성이 신장될 것이라고 하였다. 더불어 세 개의 응답들 중에서 토의하면서

수렴적으로 그 중 한 개의 응답을 선택하는 과정을 경험한 학생들은 비판성도 신장 될 것이라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 학생들로 하여금 설명들(가설들)을 세 가지 또는 그 이상으로 하도록 하여 발산적 사고를 하도록 하고, 이어서 세 개 중에서 한 개로 선택하는 과정에서 비판적으로 사고하는 수렴적 사고를 하도록 하는 과학 교수 전략을 중학교 과학1 교과서 4단원부터 9단원까지 개발하였다. 7단원의 4차시에서 실제로 수업한 예시는 Fig. 3에 제시하였다. 제시된 예시는 가설 연역적 탐구 수업 과정에 발산하기와 수렴하기 모형을 활용한 수업으로, 질문에 대하여 가능한 한 많은 아이디어를 생성해보도록 한 후에 토론을 통해 가장 합당하다고 생각하는 아이디어를 수렴적으로 선택해보도록 하였다. 발산하기와 수렴하기 모형은 수업의 과정에서 가능한 많이 활용하도록 하였다. 전체 단원 중 일부인 4단원과 5단원에 해당하는 실험 집단과 통제 집단의 단원에 따른 학습내용을 부록 1에 제시하였다.

이와 같이 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략을 개발한 후 총 62차시(8개월)동안 실험 집단의 학생들에게는 개발한 교수 전략에 따른 탐구 수업을 시행하였으며 통제 집단의 학생들에게는 교과서에 따른 탐구 수업을 실시하였다. 수업은 실험 집단과 통제 집단 모두 동일 교사가 시행하였으며 한 차시의 수업은 45분이다.

검사 도구 및 분석 방법

창의적 문제 해결력 검사는 과학 내용 영역에서 발휘되는 협의적 측면의 창의적 사고력과 동시에 비판적 사고력을 평가하는 것을 목표로 한다. 창의성은 영역간의 상관성이 매우 낮으므로 영역별로 다르게 이해되고 측정되어야 하며 특히 과학 영역에서의 창의성은 지식, 내용 의존적이라는 견해에 따라 2010년 중학생용 창의적 문제해결력 검사지가 개발되었다. 본 연구에서는 수업 적용 전·후에 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력에 있어서의 변화를 알아보기 위하여 중학생용 창의적 문제 해결력 검사지를 수정 보완하여 사용하였다.²² 본 연구에서 수정 보완된 중학생용 창의적 문제 해결력 검사지는 세 명의 과학교육 전문가에게 타당도를 검증받았으며 사전 검사의 Cronbach's α 계수는 .809, 사후 검사의 Cronbach's α 계수는 .831이다.

구체적인 문항 구성은 Table 1에서와 같이 대 문항 5문항으로 구성되어 있으며 각각의 대문항은 가설 설정(Making hypothesis), 문제 인식(Recognition of problems), 변인 통제(Control of variables), 자료 해석 및 자료 변환(Transformation & Interpretation of data), 결론 도출 및 일반화(Making conclusion & Generalization)를 평가한다. 1, 2, 3의 세 문항은 창의적 사고력, 비판적 사고력 두 측면에서 평가되며 4, 5-1, 5-2의 세 문항은 비판적 사고력 측면에서 평가된다.

Why I slipped on the snow better?

A car, B car are parked side by side in a snow-covered hill. After a while I heard the sound A car hit a telephone pole slipped on a hill. However, B is not slipping.

Find variables (1) What are the factors for the car to slide less of? find factors(variables) as many as possible.

① _____ ② _____
 ③ _____ ④ _____
 ⑤ _____ ⑥ _____

Select variables (2) Please write down what factors affect directly, and select one of the best possible factor(variables) with member of the class.

Proposed causal questions Question. Why don't B car slip?

Create hypotheses (3) Make hypothese as many as possible.

① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____

Select hypothesis (4) Please write down what the real problems of each hypothesis, and select one the best possible hypothesis with member of the class.

classify variables (5) Consider the following

- what are the causal variables?
- what are the effective variables?

Design Experiment 2. Design the experiment

what are the Operational Variables?	
what are the Control variables?	

Expected result 4. what is the expected result?

observed result 3. What is the observed results?

Conclusion 6. What is the conclusion?

Figure 3. Example of instruction using divergent thinking & convergent thinking model (▲ divergent thinking model, ▼ convergent thinking model).

Table 1. Test of creative problem solving skills in science

No. Item	Concept	Inquiry thinking skills	Criteria for creative thinking skills	Criteria for critical thinking skills
1 Plants in space	the growth of plants, space environment, future science	Making hypothesis	fluency, flexibility, originality	validity
2 Green people	photosynthesis, energy	Recognition of problems	fluency, flexibility, originality	validity
3 Windy car	air resistance, frictional force, velocity	Control of variables	fluency, flexibility, originality	validity, importance
4 Naro planet	revolution, rotation	Transformation & Interpretation of data	-	consistency, accuracy, validity
5-1		Interpretation of data	-	consistency
5-2 H1N1 virus	disease, temperature, humidity	Making conclusion & Generalization	-	validity

창의적 사고력은 협의의 정의로 발산적 사고라고 정의하였으며 평가할 수 있는 평가 준거는 유창성(fluency), 융통성(flexibility), 독창성이다(originality). 유창성은 반응(응답)의 총 수로 정의한다. 최고 점수의 한계 없이 학생들의 반응(응답)의 개수를 모두 인정하여 합산한다. 융통성은 반응(응답)들 속에 나타나 있는 상이한 범주의 총 수로 정의한다. 모든 반응들을 여러 범주들 가운데서 그 중 어느 하나로 분류하여 그 범주의 개수를 합산한다. 독창성은 답안의 희소성으로 정의한다. 반응(응답)의 비율이 2% 이상은 빈번하게 일어나는 반응(응답)으로 간주하여 0점을 부여하고 반응(응답)의 비율이 2% 미만은 독창적인 반응(응답)으로 간주하여 1점을 부여하여 합산한다. 융통성과 독창성 모두 유창성과 마찬가지로 최고 점수의 한계는 없다.

비판적 사고력은 문항에 따라 검증가능성, 광범성, 일관성, 정밀성, 정확성, 중요성, 타당성의 판단 수행 준거 중 일부를 사용하여 채점되며 각각의 비판적 사고력 준거에 따라 2점 만점으로 채점하였으며, 한 문항에서 두 개 이상의 비판적 사고력 준거가 있을 경우 평균 점수를 사용하였다. 전체 비판적 사고력은 모든 문항, 즉 1, 2, 3, 4, 5-1, 5-2 문항의 비판적 사고력 점수를 합하여 총 12점 만점으로 하였다. 검사에 소요된 시간은 40분이다.

본 연구에서는 교수 전략이 학생들의 인지 수준과 사전

학습 성취도에 따라 창의적 사고력과 비판적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 인지 수준과 학습 성취도의 사전·사후 검사를 분석하였다. 인지 수준을 나누기 위해 GALT 축소본 검사 점수²⁴를 사용하였으며 정답 개수가 0-4개인 경우 구체적 조작기, 5-8개인 경우 과도기, 9-12개는 형식적 조작기로 분류하여 세 그룹으로 나누어 창의적 사고력과 비판적 사고력을 비교하였다. 학습 성취도 수준을 나누기 위해 학습 성취도 점수로 1학기 중간고사 점수를 사용하였으며 학습 성취도 점수의 평균은 82.39로 평균 점수 이상인 학생과 평균 점수 미만인 학생들로 두 그룹으로 나누어 창의적 사고력과 비판적 사고력을 비교하였다.

본 연구에서 개발한 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전 검사 점수를 공변인으로 하여 일원 공변량 분석(one-way ANCOVA)을 실시하였다. 또한 창의적 사고력과 비판적 사고력에 대하여 교수 전략과 성별, 교수 전략과 인지 수준, 교수 전략과 학습 성취도 수준과의 상호 작용 여부를 확인하기 위하여 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 모든 통계 처리는 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다.

Table 2. Mean, standard deviations for the score of Creative thinking skills

Category	Group	Pre test		Post test		Adj. M
		M	SD	M	SD	
Fluency	experiment	12.18	6.37	16.28	6.74	17.30
	control	15.58	7.35	11.92	6.93	10.83
Flexibility	experiment	8.18	3.42	10.25	3.69	10.49
	control	8.98	3.46	7.75	3.67	7.49
Originality	experiment	7.30	4.59	10.67	5.59	11.41
	control	9.62	5.56	7.51	5.07	6.71
Creative thinking	experiment	27.63	13.96	37.16	15.47	39.22
	control	34.13	15.80	27.19	15.20	24.97

Table 3. ANCOVA results for the Creative thinking skills

Category	Group	Person	df	MS	F	p
Fluency	experiment	57	1	1082.18	37.51	.000
	control	53				
Flexibility	experiment	57	1	242.98	26.96	.000
	control	53				
Originality	experiment	57	1	577.73	33.39	.000
	control	53				
Creative thinking	experiment	57	1	5325.20	37.93	.000
	control	53				

연구 결과 및 논의

개발한 교수 전략이 창의적 사고력에 미치는 효과

창의적 사고의 하위 요소들인 유창성, 융통성, 독창성 영역과 전체 창의적 사고력에 대한 기술 통계 결과는 Table 2와 같다. 사전·사후 검사 점수에 대하여 실험 집단과 통제 집단 간의 유창성, 융통성, 독창성 및 창의적 사고력 점수의 일원 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 3과 같다.

본 연구의 학생들의 문항 1, 문항 2, 문항 3의 유창성 점수를 모두 합산한 유창성 총점은 최저 0점에서 최고 30점으로 나타났다. 학생들의 문항 1, 문항 2, 문항 3의 융통성 점수를 모두 합산한 융통성 총점은 최저 0점에서 최고 18점으로 나타났다. 학생들의 문항 1, 문항 2, 문항 3의 독창성 점수를 모두 합산한 독창성 총점은 최저 0점에서 최고 23점으로 나타났다.

실험 집단의 사후 교정 평균은 전체 유창성이 17.30, 전체 융통성이 10.49, 전체 독창성이 11.41이며 전체 창의적 사고력은 39.22이다. 통제 집단의 사후 교정 평균은 전체 유창성이 10.83, 전체 융통성이 7.49, 전체 독창성이 6.71이며 전체 창의적 사고력은 24.97이다. 즉 실험 집단의 유창성, 융통성, 독창성 및 전체 창의적 사고력은 사후 교정 평균이 통제 집단의 사후 교정 평균보다 높으며 일원 공변량 분석 결과 실험 집단과 통제 집단의 점수 차이가 통계적으로 유의미하게 나왔다($p < .05$). 다시 말하면 본 연구에서 개발한 교수 전략을 8개월간 경험한 중학교 1학년 학생들의 창의적 사고력은 유의미하게 향상되었음을 알 수 있었다. 실험 집단과 통제 집단의 유창성, 융통성, 독창성 항목에 대한 점수 차이가 통계적으로 유의미한 이유는 약 8개월 동안의 과학 학습 활동에 실험 집단 학생들은 본 연구의 교수 전략에서 강조한 발산적 사고를 많이 경험했기 때문으로 판단된다. 발산적 사고를 할 때 다양하고 그리고 융통성 있게 많이 생각하고 많이 쓰도록 하는 훈련을 많이 받았기 때문이다. 특히 독창성의 경우 창의적 문제 해결력 지향 과학 수업 전략을 고등학생들에게 적용하여 수행된 연구¹⁷에서 독창성이 단기간 향상시키기 어렵기

때문에 유의미한 차이를 보이지 못했으나 본 연구에서는 1학기 중간고사 이후부터 2학기 기말고사 전까지 오랜 시간 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 수업 전략 투입으로 통계적으로 유의미한 차이를 보인 것으로 분석되었다.

창의적 사고력에 대한 학습자의 특성과 개발한 교수 전략의 상호 작용 효과

인지 수준과 교수 전략의 상호 작용 효과: 발산하기와 수렴하기, 발산·수렴 함께하기 탐구 교수 전략이 학생들의 인지 수준에 따라 유창성, 융통성, 독창성, 창의적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 학급 전체가 아닌 각 인지 수준별 학생들의 사전 검사와 사후 검사에 대한 점수를 분석하였으며 그 결과는 Table 4와 같다. 적용된 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략에 따른 유창성, 융통성, 독창성 및 전체 창의적 사고력이 학생들의 인지 수준과 상호 작용 여부를 알아보기 위해 이원 공변량 분석을 한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5의 이원 공변량 분석 결과에 의하면 유창성, 융통성, 독창성 및 창의적 사고력에 대해 본 연구에서 개발한 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략이 학생들의 인지 수준과는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다($p < .05$). 인지 수준이 혼합된 전체 실험 집단과 전체 통제 집단을 대상으로 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 교수 전략이 유창성, 융통성, 독창성 및 창의적 사고력에 미치는 영향은 학생들의 인지 수준에 따라 달라지지 않는다는 것을 알 수 있었다.

사전 학업 성취도와 교수 전략의 상호 작용 효과: 발산하기와 수렴하기 탐구 교수 전략이 학생들의 학업 성취도 수준에 따라 유창성, 융통성, 독창성, 창의적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 학급 전체가 아닌 각 학업 성취도 별 학생들의 사전 검사와 사후 검사에 대한 점수를 분석하였으며 그 결과는 Table 6과 같다. 적용된 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략에 따른 유창성, 융통성, 독창성 및 전체 창의적 사고력이 학생들의 학업 성취도와 상호 작용 여부를 알아보기 위해 이원 공

Table 4. Mean, standard deviations for the score of Creative thinking skills by cognitive level

Cognitive level	Category	Group	Person	Pre test		Post test		Adj. M
				M	SD	M	SD	
Formal Operational Period	Fluency	experiment	14	16.64	6.66	18.64	6.43	20.08
		control	14	19.86	5.72	13.64	8.21	12.21
	Flexibility	experiment	14	10.43	3.08	11.86	3.55	12.11
		control	14	11.00	3.19	8.93	4.41	8.68
	Originality	experiment	14	9.36	4.81	12.71	6.11	14.25
		control	14	12.57	4.50	8.36	5.61	6.82
	Creative thinking	experiment	14	36.43	14.26	43.14	15.54	46.41
		control	14	43.43	13.05	30.93	17.98	27.67
Translation Period	Fluency	experiment	21	10.71	6.06	17.24	5.10	18.18
		control	18	15.94	7.48	12.33	6.45	11.23
	Flexibility	experiment	21	7.19	3.20	10.67	2.46	10.95
		control	18	8.94	3.21	8.11	3.51	7.78
	Originality	experiment	21	6.48	4.75	10.52	4.92	11.18
		control	18	9.44	5.94	7.50	5.00	6.73
	Creative thinking	experiment	21	24.33	13.50	38.43	11.78	40.41
		control	18	34.17	15.74	27.94	14.34	25.63
Concrete Operational Period	Fluency	experiment	22	10.73	5.30	13.86	7.75	20.08
		control	21	12.43	6.95	10.43	6.42	12.21
	Flexibility	experiment	22	7.68	3.31	8.82	4.34	8.81
		control	21	7.67	3.32	6.67	3.09	6.67
	Originality	experiment	22	6.77	4.06	9.50	5.75	9.88
		control	21	7.81	5.26	6.95	4.93	6.55
	Creative thinking	experiment	22	25.18	12.30	32.14	17.46	33.17
		control	21	27.90	15.05	24.05	13.97	22.96

Table 5. Two-way ANCOVA results by cognitive level & teaching for the Creative thinking skills

	Category	SS	df	MS	F	p
Fluency	Teaching Method	1092.08	1.00	1092.08	38.26	.000
	Cognitive level	67.73	2.00	33.86	1.19	.309
	Cognitive level*Teaching Method	73.98	2.00	36.99	1.30	.278
Flexibility	Teaching Method	239.56	1.00	239.56	27.14	.000
	Cognitive level	39.95	2.00	19.98	2.26	.109
	Cognitive level*Teaching Method	12.40	2.00	6.20	0.70	.498
Originality	Teaching Method	615.68	1.00	615.68	35.25	.000
	Cognitive level	4.81	2.00	2.41	0.14	.872
	Cognitive level*Teaching Method	47.38	2.00	23.69	1.36	.262
Creative thinking	Teaching Method	3244.50	1.00	3244.50	32.33	.000
	Cognitive level	321.39	2.00	160.69	1.60	.207
	Cognitive level*Teaching Method	266.40	2.00	133.20	1.33	.270

변량 분석을 한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7의 이원 공변량 분석 결과에 의하면 유창성과 독창성에 대해 본 연구에서 개발한 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략이 학생들의 학업 성취도와는 상호 작용이 있었으나($p < .05$) 융통성, 창의적 사고력에 대해서는 본 연구 교수 전략이 학생들의 학업 성취도와는 상호 작

용이 없는 것으로 나타났다($p < .05$). 학업 성취도 수준이 혼합된 전체 실험 집단과 전체 통제 집단을 대상으로 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 교수 전략이 유창성과 독창성에 미치는 영향은 학생들의 학업 성취도 수준에 따라 달라지나 융통성과 창의적 사고력에 미치는 영향은 학생들의 학업 성취도 수준에 따라 달라지지 않는다는 것을

Table 6. Mean, standard deviations for the score of Creative thinking skills by science achievement

Achievement level	Category	Group	Person	Pre test		Post test		Adj. M
				M	SD	M	SD	
Above the Average	Fluency	experiment	36	13.72	6.83	18.33	6.02	19.44
		control	31	18.19	6.53	12.90	6.93	11.61
	Flexibility	experiment	36	8.92	3.54	11.25	3.16	11.58
		control	31	10.13	3.13	8.29	3.53	7.91
	Originality	experiment	36	8.00	4.77	12.06	5.54	13.23
		control	31	11.77	5.08	8.19	5.08	6.84
	Creative thinking	experiment	36	35.28	11.38	43.09	9.21	44.51
		control	31	41.41	10.16	33.01	11.75	31.35
Average Less than	Fluency	experiment	21	9.52	4.50	12.76	6.57	13.69
		control	22	11.91	6.98	10.55	6.85	9.66
	Flexibility	experiment	21	6.90	2.86	8.52	3.98	8.68
		control	22	7.36	3.30	7.00	3.80	6.85
	Originality	experiment	21	6.10	4.09	8.29	4.95	8.47
		control	22	6.59	4.83	6.55	5.01	6.37
	Creative thinking	experiment	21	29.19	8.56	33.14	13.33	34.14
		control	22	31.54	10.95	28.31	14.10	27.35

Table 7. Two-way ANCOVA results by science achievement & teaching for the Creative thinking skills

	Category	SS	df	MS	F	p
Fluency	Teaching Method	854.57	1.00	854.57	30.53	.000
	Cognitive level	13.01	1.00	13.01	0.46	.497
	Achievement level*Teaching Method	130.72	1.00	130.72	4.67	.033
Flexibility	Teaching Method	194.03	1.00	194.03	21.84	.000
	Cognitive level	7.32	1.00	7.32	0.82	.366
	Achievement level*Teaching Method	23.30	1.00	23.30	2.62	.108
Originality	Teaching Method	455.00	1.00	455.00	27.70	.000
	Cognitive level	1.56	1.00	1.56	0.10	.758
	Achievement level*Teaching Method	122.09	1.00	122.09	7.43	.008
Creative thinking	Teaching Method	2546.05	1.00	2546.05	25.63	.000
	Cognitive level	132.68	1.00	132.68	1.34	.250
	Achievement level*Teaching Method	372.02	1.00	372.02	3.74	.056

알 수 있었다.

성별과 교수 전략의 상호 작용 효과: 발산하기와 수렴하기 탐구 교수 전략이 학생들의 성 별에 따라 유창성, 융통성, 독창성, 창의적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 학급 전체가 아닌 실험반의 여학생들과 통제반의 여학생들, 실험반의 남학생들과 통제반의 남학생들의 사전 검사와 사후 검사에 대한 점수를 분석하였으며 그 결과는 Table 8과 같다. 적용된 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략에 따른 유창성, 융통성, 독창성 및 전체 창의적 사고력이 학생들의 성별과 상호 작용 여부를 알아보기 위해 이원 공변량 분석을 한 결과는 Table 9와 같다.

Table 9의 이원 공변량 분석 결과에 의하면 유창성, 융통성, 독창성 및 창의적 사고력에 대해 본 연구에서 개발한 발

산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략이 학생들의 성 별과는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다($p < .05$). 성별 이 혼합된 전체 실험 집단과 전체 통제 집단을 대상으로 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 교수 전략이 유창성, 융통성, 독창성 및 창의적 사고력에 미치는 영향은 학생들의 성별에 따라 달라지지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이는 창의적 문제해결 수업은 성별에 따라 효과의 차이가 없다는 기존의 연구 결과¹⁷와도 일치한다.

개발한 교수 전략이 비판적 사고력에 미치는 효과

한 문항 당 2점 만점으로 총 6개의 문항으로 구성되어 총점이 12점이 만점인 비판적 사고력 검사의 실험 집단과 통제 집단의 사전·사후 검사 점수는 Table 10과 같다. 실험

Table 8. Mean, standard deviations for the score of Creative thinking skills by gender

Gender	Category	Group	Person	Pre test		Post test		Adj. M
				M	SD	M	SD	
Female	Fluency	experiment	29	11.76	5.69	16.62	6.28	17.05
		control	24	14.21	6.85	10.42	6.34	9.89
	Flexibility	experiment	29	8.10	3.27	10.59	3.54	10.64
		control	24	8.42	3.06	7.17	3.43	7.10
	Originality	experiment	29	6.97	4.35	10.90	5.04	11.32
		control	24	8.79	5.64	6.58	4.92	6.08
	Creative thinking	experiment	29	32.47	10.09	40.20	11.34	40.64
		control	24	35.12	10.61	28.84	11.64	28.30
Male	Fluency	experiment	28	12.61	7.08	15.93	7.29	17.53
		control	29	16.72	7.68	13.17	7.25	11.63
	Flexibility	experiment	28	8.25	3.64	9.89	3.88	10.36
		control	29	9.45	3.74	8.24	3.84	7.79
	Originality	experiment	28	7.64	4.88	10.43	6.20	11.51
		control	29	10.31	5.50	8.28	5.15	7.23
	Creative thinking	experiment	28	33.63	11.58	38.62	12.47	40.94
		control	29	39.13	12.05	32.89	13.72	30.65

Table 9. Two-way ANCOVA results by gender & teaching for the Creative thinking skills

	Category	SS	df	MS	F	p
Fluency	Teaching Method	1090.66	1.00	1090.66	37.59	.000
	Cognitive level	0.00	1.00	0.00	0.00	.997
	Gender*Teaching Method	39.92	1.00	39.92	1.38	.243
Flexibility	Teaching Method	243.96	1.00	243.96	26.88	.000
	Cognitive level	0.84	1.00	0.84	0.09	.761
	Gender*Teaching Method	10.08	1.00	10.08	1.11	.294
Originality	Teaching Method	581.60	1.00	581.60	33.32	.000
	Cognitive level	0.38	1.00	0.38	0.02	.884
	Gender*Teaching Method	17.48	1.00	17.48	1.00	.319
Creative thinking	Teaching Method	3280.56	1.00	3280.56	31.75	.000
	Cognitive level	4.58	1.00	4.58	0.04	.834
	Gender*Teaching Method	99.33	1.00	99.33	0.96	.329

집단과 통제 집단 간의 비판적 사고력 점수의 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 사전 점수를 공변인으로 하여 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 11과 같다.

전체 비판적 사고력의 사후 교정 평균은 실험 집단과 통제 집단 각각 7.21, 5.77로 그 차이가 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < .05$). 구체적으로 살펴보면 가설 설정의 사후 교정 평균은 실험 집단과 통제 집단이 각각 1.87과 1.63, 문제인식의 사후 교정 평균은 실험 집단과 통제 집단이 각각 1.78과 1.64, 변인 통제의 사후 교정 평균은 실험 집단과 통제 집단이 각각 1.72와 1.36이었다. 자료 해석 및 자료 변환의 사후 교정 평균은 실험 집단과 통제 집단이 각각 0.72, 0.50, 자료 해석의 사후 교정 평균은 실험 집단과 통제 집단이 각각 0.61, 0.45, 결론 도출 및 일반화

의 사후 교정평균은 실험 집단과 통제 집단 각각 0.62, 0.63이었다. 다시 말하면 결론 도출 및 일반화에서만 실험 집단이 통제 집단보다 사후 교정 평균이 낮았으며, 나머지 가설 설정, 문제인식, 변인 통제, 자료 해석 및 자료 변환, 자료 해석, 그리고 전체 탐구 사고력에서 실험 집단이 통제 집단보다 사후 교정 평균이 높았다. 그리고 그 차이는 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석 및 자료 변환, 전체 비판적 사고력에서만 유의미 하였다($p < .05$). 다시 말하면 본 연구에서 개발한 교수 전략을 8개월간 경험한 중학교 1학년 학생들의 비판적 사고력은 유의미하게 향상되었음을 알 수 있었다. 실험 집단과 통제 집단의 비판적 사고력 점수 차이가 통계적으로 유의미한 이유는 1년 동안의 과학 학습 활동에 실험 집단 학생들은 본 연구의 교수 전략에

Table 10. Mean, standard deviations for the score of Critical thinking skills

Category	Group	Person	Pre test		Post test		Adj. M
			M	SD	M	SD	
Making hypothesis	experiment	57	1.75	0.36	1.87	0.28	1.87
	control	53	1.88	0.16	1.63	0.54	1.63
Recognition of problems	experiment	57	1.77	0.33	1.78	0.44	1.78
	control	53	1.80	0.31	1.64	0.57	1.64
Control of Variables	experiment	57	1.55	0.63	1.71	0.51	1.72
	control	53	1.61	0.61	1.37	0.85	1.36
Transformation & Interpretation of data	experiment	57	0.74	0.71	0.75	0.71	0.72
	control	53	0.62	0.69	0.47	0.63	0.50
Interpretation of data	experiment	57	0.33	0.48	0.50	0.60	0.61
	control	53	0.58	0.63	0.29	0.54	0.45
Making conclusion & Generalization	experiment	57	0.61	0.90	0.63	0.89	0.62
	control	53	0.57	0.87	0.63	0.92	0.63
Critical thinking	experiment	57	6.62	1.71	7.11	2.02	7.21
	control	53	6.97	1.92	5.88	2.35	5.77

Table 11. ANCOVA results for the Critical thinking skills

Category	Group	Person	df	MS	F	p
Making hypothesis	experiment	57	1	1.58	8.57	.004
	control	53				
Recognition of problems	experiment	57	1	0.56	2.16	.145
	control	53				
Control of Variables	experiment	57	1	3.61	8.41	.005
	control	53				
Transformation & Interpretation of data	experiment	57	1	0.33	4.06	.046
	control	53				
Interpretation of data	experiment	57	1	0.64	0.89	.349
	control	53				
Making conclusion & Generalization	experiment	57	1	.003	.004	.885
	control	53				
Critical thinking	experiment	57	1	55.89	13.45	.000
	control	53				

서 강조한 수렴적 사고를 많이 경험했기 때문으로 판단된다. 구체적으로 실험 집단의 수업 내용을 살펴보면 변인을 다양하게 발산적으로 찾고, 그 중에 선택한 변인을 제외 한 나머지 변인은 배제하여 통제하는 실험 설계를 하도록 하는 훈련을 하였으며, 다양한 가설을 세워 그 중 한 가지 가설을 선택해 검증하는 실험 설계를 하도록 구성되어 있다. 따라서 그런 활동을 한 실험 집단 학생들은 변인 통제, 가설 설정 등에 익숙해져 가설 설정과 변인 통제 문항에서 유의미한 결과가 나온 것으로 사료된다. 다시 말하면 실험 집단 학생들은 의도된 교수 전략을 통해 자연스럽게 문제를 인식하고 해결하는 과정에서 가설을 설정하고 변인을 통제하고 자료를 분석하여 결론 도출을 하면서 비판적 사고력이 향상될 수 있었다고 분석된다.

비판적 사고력에 대한 학습자의 특성과 개발한 교수 전략의 상호 작용 효과

인지 수준과 교수 전략의 상호 작용 효과: 발산하기와 수렴하기 탐구 교수 전략이 학생들의 인지 수준에 따라 비판적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 인지 수준별 학생들의 사전 검사와 사후 검사의 비판적 사고력에 대한 점수를 분석하였다. 인지 수준을 구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기로 분류하여 세 그룹으로 나누어 비판적 사고력을 비교하였으며 그 결과는 Table 12와 같다. 적용된 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략에 따른 비판적 사고력이 학생들의 인지 수준과 상호 작용 여부를 알아보기 위해 이원 공변량 분석을 한 결과는 Table 13과 같다.

Table 12. Mean, standard deviations for the score of Critical thinking skills by cognitive level

Cognitive level	Group	Person	Pre test		Post test		Adj. M
			M	SD	M	SD	
Formal Operational Period	experiment	14	7.07	1.87	7.67	1.27	8.17
	control	14	8.66	1.86	6.82	3.26	6.33
Translation Period	experiment	21	6.36	1.49	7.41	1.61	7.49
	control	18	7.20	1.51	6.08	2.16	5.99
Concrete operational Period	experiment	22	6.58	1.82	6.46	2.59	6.09
	control	21	5.66	1.24	5.07	2.10	5.45

Table 13. Two-way ANCOVA results by Critical level & teaching for the creative thinking skills

Category	SS	df	MS	F	p
Teaching Method	56.21	1.00	56.21	13.46	.000
Cognitive level	7.85	2.00	3.93	0.94	.394
Cognitive level*Teaching Method	4.91	2.00	2.45	0.59	.557

Table 14. Mean, standard deviations for the score of Critical thinking skills by science achievement

Achievement level	Group	Person	Pre test		Post test		Adj. M
			M	SD	M	SD	
Above the Average	experiment	36	6.73	1.65	7.59	1.54	7.72
	control	31	7.61	1.89	6.39	2.57	6.24
Average Less than	experiment	21	6.44	1.84	6.29	2.49	6.13
	control	22	6.08	1.60	5.16	2.34	5.31

Table 15. Two-way ANCOVA results by science achievement & teaching for the Critical thinking skills

Category	SS	df	MS	F	p
Teaching Method	14.74	1.00	14.74	3.64	.059
Science achievement	44.30	1.00	44.30	10.93	.001
Achievement*Teaching Method	3.38	1.00	3.38	0.83	.363

Table 13의 이원 공변량 분석 결과에 의하면 비판적 사고력에 대해 본 연구에서 개발한 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략이 학생들의 인지 수준과는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다($p < .05$). 인지 수준이 혼합된 전체 실험 집단과 전체 통제 집단을 대상으로 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 교수 전략이 비판적 사고력에 미치는 영향은 학생들의 인지 수준에 따라 달라지지 않는다는 것을 알 수 있었다.

사전 학업 성취도와 교수 전략의 상호 작용 효과: 발산하기와 수렴하기 탐구 교수 전략이 학생들의 학업 성취도 수준에 따라 비판적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전 학업 성취도 수준별 학생들의 사전 검사와 사후 검사의 비판적 사고력에 대한 점수를 분석하였다. 사전 학업 성취도 평균 점수인 이상 되는 학생과 평균 점수 미만인 학생들의 비판적 사고력 결과는 Table 14와 같다. 적용된 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략에 따른 비판적 사고력이 학생들의 사전 학업 성취도

와의 상호 작용 여부를 알아보기 위해 이원 공변량 분석을 한 결과는 Table 15와 같다.

Table 15의 이원 공변량 분석 결과에 의하면 비판적 사고력에 대해 본 연구에서 개발한 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략이 학생들의 사전 학업 성취도 수준과는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다($p < .05$). 학업 성취도 수준이 혼합된 전체 실험 집단과 전체 통제 집단을 대상으로 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 교수 전략이 비판적 사고력에 미치는 영향은 학생들의 사전 학업 성취도 수준에 따라 달라지지 않는다는 것을 알 수 있었다.

성 별과 교수 전략의 상호 작용 효과: 발산하기와 수렴하기 탐구 교수 전략이 학생들의 성별에 따라 비판적 사고력의 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 성별 학생들의 사전 검사와 사후 검사의 비판적 사고력에 대한 점수를 분석하였으며 그 결과는 Table 16과 같다. 적용된 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략에 따른 발산적 사고력이 학생들의 성별과 상호 작용 여부를 알아보기 위

Table 16. Mean, standard deviations for the score of Critical thinking skills by gender

Gender	Group	person	Pre test		Post test		Adj. M
			M	SD	M	SD	
Female	experiment	29	6.80	1.51	7.31	2.12	7.33
	control	24	6.89	1.63	5.50	2.06	5.47
Male	experiment	28	6.44	1.91	6.89	1.93	7.09
	control	29	7.04	2.15	6.19	2.86	6.00

Table 17. Two-way ANCOVA results by gender & teaching for the Critical thinking skills

Category	SS	df	MS	F	p
Teaching Method	57.57	1.00	57.57	13.77	.000
Gender	1.06	1.00	1.06	0.25	.615
Gender*Teaching Method	4.70	1.00	4.70	1.13	.291

해 이원 공변량 분석을 한 결과는 Table 17과 같다.

Table 17의 이원 공변량 분석 결과에 의하면 비판적 사고력에 대해 본 연구에서 개발한 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략이 학생들의 성별과는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다($p < .05$). 성별이 혼합된 전체 실험 집단과 전체 통제 집단을 대상으로 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 교수 전략이 비판적 사고력에 미치는 영향은 학생들의 성별에 따라 달라지지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이는 과학 글쓰기를 활용한 창의적 문제해결력 수업은 성별에 상관없이 비판적 사고력 향상에 효과적이라고 볼 수 있다는 기존의 선행 연구¹⁷⁾와 일치하는 결과이다.

결론 및 제언

본 연구에서는 탐구 과정에서 학생들이 발산적 사고와 수렴적 사고를 경험할 수 있도록 하기 위하여 발산하기 모형, 수렴하기 모형을 과학 수업에 적용하여 이러한 교수 전략이 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력 향상을 위한 보다 효과적인 교수 전략으로 제안하는 것을 목적으로 한다.

그 결과 이 연구에서 개발한 수업 전략은 발산적 사고로서의 창의적 사고력 신장에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다. 특히 유창성과 융통성과 독창성 모두에서 그 차이가 통계적으로 유의미하였다. 이것은 1년 동안의 과학 학습 활동에서 관련된 변인들을 다양하게 찾아보도록 하는 활동, 가설을 다양하게 설정해보도록 하는 활동 등 발산적 사고를 훈련시키는 것은 창의적 사고력의 신장에 도움이 된다는 것을 의미한다. 또한 창의적 사고력과 그 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성에 대한 인지 수준, 성별과 교수 전략과의 상호 작용 효과는 없는 것으로 나타났다, 학업 성취도와 교수 전략의 상호작용 효과는 유창성과 독창성에서만 나타났다.

비판적 사고력에 대해서는 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석 및 자료변환에서 유의미한 효과가 나타났다. 이것은 8개월의 과학 학습 활동에 실험 집단 학생들은 본 연구의 교수 전략에서 강조한 수렴적 사고를 많이 경험했기 때문으로 판단된다. 특히 변인을 다양하게 찾고, 그 중에 선택한 변인을 제외한 나머지 변인은 배제하여 통제하는 실험 설계를 하도록 하는 훈련은 변인통제의 비판적 사고력의 신장에 도움이 된다는 것을 의미한다. 또한 다양한 가설을 세워 그 중 한 가지 가설을 선택해 검증하는 실험 설계는 비록 실제로 검증해보는 기회는 모두 가지지는 못하였지만 가설을 설정하는 능력에 있어서 가설 설정의 비판적 사고력이 유의미한 결과가 나온 것으로 사료된다. 다시 말하면 실험 집단 학생들은 의도된 교수 전략을 통해 자연스럽게 문제를 인식하고 해결하는 과정에서 가설을 설정하고 변인을 통제하고 자료를 분석하여 결론 도출을 하면서 비판적 사고력이 향상될 수 있었다고 분석된다. 또한 비판적 사고력에 대한 인지 수준, 성별, 학업 성취도와 교수 전략의 상호 작용 효과가 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 개발한 비판적 사고력을 강화한 탐구 교수 전략은 학생들의 인지 수준, 성별, 학업 성취도의 영향을 받지 않으며 인지 수준과 성별, 학업 성취도가 혼재된 현재의 교육 환경에 비추어볼 때 본 연구의 교수 전략이 비판적 사고력 향상을 위한 교육의 한 방법이 될 수 있다는 것을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

이 연구의 결론을 토대로 보충하면 좋을 제언은 다음과 같다. 본 연구에서 개발한 발산하기와 수렴하기를 강화한 탐구 교수 전략은 창의적 사고력과 비판적 사고력에 긍정적인 효과가 있었다. 2007 개정 교육과정 이후 교과서 속 활동과 연습 문제 등에는 창의적 문제 해결력을 기르기 위한 다양한 구성을 하고 있다. 하지만 여전히 교과서 내의 실험은 이미 변인이 통제되어있는 확인 실험이 대부분이며 변인을 찾고 가설을 설정하는 등의 활동이나 발산적

인 사고를 위한 문항이 부족한 실정이다. 따라서 과학 수업을 하면서 지속적으로 발산하기와 수렴하기의 경험을 반복적으로 제공한다면 수업 외 활동의 부담과 거부감 없이 과학 수업 시간에 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력 향상에 도움을 줄 것이라 사료된다.

또한 본 연구에서는 창의적 사고력과 비판적 사고력의 인지 수준, 성별, 학업 성취도와 교수 전략의 상호 작용 효과를 알아 보았다. 그러나 상호 작용 효과의 결과에 대한 원인 분석에 대한 선행 연구는 없는 실정이다. 따라서 추후 연구에서 교수 전략 투입 후 통계 분석 뿐 아니라 개인별 인터뷰 등을 통한 다양한 질적 분석을 한다면 상호 작용 효과에 대한 구체적인 원인을 찾을 수 있으리라 사료된다.

본 연구에서 개발한 탐구 교수 전략은 인지적인 측면에 대한 연구였다. 다양한 가치를 추구하는 복잡한 현대 사회는 점차 인간 중심의 사고에서 자연과의 조화를 강조하고, 인간 본성 중에서도 지성과 이성 외에 감성을 강조하는 경향을 띠게 되면서 교육에서 정의적 영역도 매우 중요시 되고 있다. 따라서 인지적 측면 뿐 아니라 학생들의 정의적 측면까지도 향상시킬 수 있는 교수 방안을 마련하고 정의적 측면의 분석에 대한 추후 연구가 필요할 것이다.

Acknowledgments. 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2012R1A1B3000454).

REFERENCES

1. Ministry of Education and Human Resources Development. *Science Curriculum*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2007.
2. Ministry of Education. *Science and Technology Science Curriculum*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2009.
3. Lee, K. W.; Cho, N. S.; Oh, E. S.; Kwun, J. L.; Kim, H. M.; Ji, E. L.; Hong, W. P. *Forum on Improving Secondary School Education for Creative Personnel Training*; Korea Institute for Curriculum and Evaluation, ORM 2011-63, 2011.
4. Kang, S. H. *Korea Assoc. Sci. Edu.* **2008**, *28*(5), 482–494.
5. Cho, Y. S.; Seong, J. S.; Lee, H. J. *Education for Creativity*; Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2008.
6. Kim, Y. C. *Creative Problem Solving: A Coach Guide for Teaching of Creativity*; Kyoyookkwahaksa: Seoul, Korea, 2004.
7. Guilford, J. P. *American Psychologist* **1950**, *5*, 444–454.
8. Runco, M. A. *Divergent Thinking*; In M. A. Runco, S. R. Pritzker, Eds.; Academic Press: San Diego, CA, 1999; p 577.
9. Yoo, B. H. An Experimental Study of Brain Storming on Creative Thinking Ability Enhancement. Master's Dissertation, Yonsei University: Seoul, Korea, 2000.
10. Kim, S. D.; Kim, E. J. Ju, C. Y.; Choi, S. B.; Hong, D. G. *J. Korean Earth Science Society* **2008**, *29*(7), 617–625.
11. Jung, J. H.; Chung, Y. L. *Korea Assoc. Sci. Edu.* **2009**, *29*(4), 388–399.
12. Kim, Y. C. *Thinking: Theory, Development and Teaching*; Kyoyookkwahaksa: Seoul, Korea, 2004.
13. Kang, S. H. *Assessment Instruments and Criteria of Creative Problem Solving Thinking Skills in Science Education*; Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2010.
14. Lawson, A. E. *Science Teaching and the Development of Thinking*; Wadsworth Publishing Company: Belmont, CA, 1995.
15. Kim, Y. J. Creative and Critical thinking. *The Korean Society for Cognitive Science* **2002**, *13*(4), 81–90.
16. Park, I. S. Development and Implementation of Science Programs Enhancing Creative Problem Solving Skills Applying Meta-cognition. Master's Dissertation, Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2011.
17. Bang, D. I. Development of Teaching Strategy Using Inter-Disciplinary Analogy to Enhance Students' Creative Problem Solving Skills and Examination of Its Effectiveness. Master's Dissertation, Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2011.
18. Yoon, H. J.; Hongm H. I.; Bnag, D. I.; Park, J. E.; Kang, S. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2011**, *55*(6), 1056–1073.
19. Park, J. E. *Journal of the Korean Chemical Society* **2014**, *58*(5), 478–489.
20. Park, H. J. The Development of Teaching Strategy Focused on Science Writing to Enhance Students' Creative Problem Solving Skills and Examination of Its Effectiveness. Master's Dissertation, Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2013.
21. Kang, S. H. *The Development and Application of Teaching Instruction for the Enhancement of the Creative Problem Solving through the Science Teaching on Common Education*; Report NRF-2012R1A1B3000454, 2012.
22. Yoon, H. J.; Hong, H. I.; Kang, S. H. *Assessment Instruments and Criteria of Creative Problem Solving Thinking Skills for Middle School Student*; Kang, S. H. Assessment Instruments and Criteria of Creative Problem Solving Thinking Skills in Science Education. 2010-13, 2010; pp.77–92.
23. Kang, S. H.; Woo, A. J. *General Chemistry Experiments Enhance Students' Creative Problem Solving Skills*; BooksHill: Seoul, Korea, 2008.
24. Kang, S. H. *Cognitive*; Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2002-01.

부록 1. 실험 집단과 통제 집단의 중학교 과학1 단원에 따른 학습내용 비교(4단원, 5단원)

단원	차시	실험반		통제반		
		학습 내용	창의적 사고	학습 내용		
4. 생물의 구성과 다양성	1	4.1 현미경으로 만나는 작은 세계 • 탐색 - 태아의 그림 카드로 확대와 축소 비교하고 배율 계산하기		4.1 현미경으로 만나는 작은 세계 • 현미경의 역사 • 탐구 활동 - 현미경 각 부분의 이름과 기능		
	2	• 용어 도입 - 현미경 구조, 현미경 사용법 설명		• 현미경의 조작 순서 • 탐구 활동 - 작은 글자 관찰		
	3	• 적용 - 현미경을 이용하여 암호를 밝혀라!		4.2 세포의 세계를 탐험해보자 • 탐구 활동 - 식물 세포와 동물 세포 관찰 • 식물 세포와 동물 세포의 구조 비교		
	4	4.2 세포의 세계를 탐험해보자 • 탐색 - 쥐와 코끼리 세포 크기 비교, 세포가 크면 벌어질 일을 상상하여 예측 식물 세포와 동물 세포 관찰		4.3 세포에서 생물까지 • 동물체와 식물체의 구성 단계 • 해보기 - 동물체의 구성 단계 확인하기		
	5	• 용어 도입 - 세포의 구조, 동물 세포와 식물 세포 비교 • 적용 - 정자 세포, 신경 세포, 적혈구 세포의 각기 다른 모양의 이유를 예측 암세포와 송전탑과의 관계		4.4 여러 가지 생물을 어떻게 정리할까 • 분류의 개념 / 분류 기준 • 해보기 - 기준을 정하여 생물 분류해 보기		
	6	4.3 세포에서 생물까지 • 탐색 - 연못 속 원생 생물의 수 알아맞히기		4.5 동물을 분류해 보자 • 척추 동물과 무척추 동물 • 탐구 활동 - 척추 동물의 분류		
	7	• 용어 도입 - 학교와 생물체 비유하여 설명, 단세포 생물과 다세포 생물, 생물체의 구성 • 적용 - 단세포 생물의 모습 관찰 후 특징을 찾아 식물성과 동물성 단세포 생물 분류하기		4.5 식물을 분류해 보자 • 식물의 분류, 종자 식물의 분류 • 종자식물의 분류, 속씨 식물의 분류		
	8	4.4 여러 가지 생물을 어떻게 정리할까 • 탐색 - 다양한 생물의 특징을 통해 생물 카드 분류, 그룹 이름 짓기		• 탐구 활동 - 식물의 분류 • 해보기 - 생태계 예상하기 • 생물 다양성의 중요성		
	9	• 용어 도입 - 생물 분류, 동물 분류 • 적용 - 동물의 그림으로 동물 분류하기 • 용어 도입 - 식물의 분류, 생물의 다양성 • 적용 - 생물 다양성 보존을 위한 생물 자원 권리 찬반 토론			• 개념 정리하기 • 개념 적용하기 • 과학적으로 해결하기	
	10	5.1 암석은 무엇으로 이루어져있을까? • 탐색 - 실생활에 광물과 암석의 사용을 신문, 잡지에서 오려 설명하기 • 용어 도입 - 암석과 광물의 정의 지각의 8대 원소 찾기			5.1 암석은 무엇으로 이루어져있을까? • 해보기 - 암석을 이루는 물질 관찰하기 • 조암 광물과 지각의 8대 구성 원소	
11	5.2 광물은 어떻게 구별할까? • 용어 도입 - 광물 구별 특성 설명	5.2 광물은 어떻게 구별할까? • 해보기 - 광물의 색과 조흔색 관찰하기 • 광물의 성질을 이용한 광물의 구별				
5. 지각의 물질과 변화	12	• 적용 - 광물을 관찰하고 성질을 비교하여 광물을 구분해보자	5.3 화성암과 친해지기 • 암석의 분류와 암석의 순환 • 해보기 - 화성암의 생성 과정 알아보기			
	13	5.3 화성암과 친해지기 • 탐색 - 현무암과 화강암 비교해보자		• 탐구 활동 - 스테아르산 결정의 크기 비교 • 화성암의 결정 크기		
	14	• 용어 도입 - 화성암의 정의와 분류 • 적용 - <읽기자료> 도봉산, 북한산의 암석은?	• 해보기 - 화성암을 이루는 광물 관찰하기 • 화성암의 색, 화성암의 종류			
	15	• 적용 - 화성암 만들기	5.4 퇴적암과 친해지기 • 해보기 - 퇴적암 관찰하기 • 퇴적암의 종류와 특징			

부록 1. 실험 집단과 통제 집단의 중학교 과학1 단원에 따른 학습내용 비교(4단원, 5단원) – Continued

	5.4 퇴적암과 친해지기 • 탐색 - 퇴적암 관찰하기 • 용어도입 - 퇴적암의 생성 과정과 종류 • 적용 - 지표의 암석 분포 비율 분석		5.5 변성암과 친해지기 • 해보기 - 변성암 관찰하기 • 변성암 종류와 특징
	5.5 변성암과 친해지기 • 탐색 - 변성암 관찰하기 • 용어도입 - 변성암의 생성 과정과 특징, 암석의 순환		5.6 암석이 부서지면 • 풍화와 토양의 정의 • 토양의 중요성
5. 지각의 물질과 변화	18 • 적용 - 여러 가지 암석을 관찰하고 분류하기		5.7 지표의 조각가들 - 흐르는 물 • 지표의 평탄화 과정 • 흐르는 물에 의해 생성된 지형
	19 5.6 암석이 부서지면 • 탐색 - 달의 암스트롱 발자국이 지워지지 않는 이유 • 용어도입 - 풍화의 정의와 토양의 생성 과정		5.8 지표의 조각가들 - 바람과 빙하 • 탐구 - 빙하의 작용 • 빙하와 바람에 의해 생성된 지형
	20 5.7 지표의 조각가들 - 흐르는 물 • 용어도입 - 풍화의 정의와 토양의 생성 과정		5.9 지표의 조각가들 - 지하수와 파도 • 탐구 - 파도에 의한 해안선 변화 • 지하수와 파도에 의해 생성된 지형
	21 5.8 지표의 조각가들 - 바람과 빙하 • 용어도입 - 풍화의 정의와 토양의 생성 과정		• 인위적인 지형 변화의 종류 • 인위적인 지형 변화의 영향
	22 5.9 지표의 조각가들 - 지하수와 파도 • 용어도입 - 풍화의 정의와 토양의 생성 과정		• 해보기 - 우리나라에서 지형이 변화된 영향을 보고 분류해보기
	23 • 적용 - 다양한 지표의 모습 카드를 보고 풍화의 원인 찾고 분류하기		• 개념 정리하기 • 개념 적용하기 • 과학적으로 해결하기