

# 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 관계

강훈식<sup>†</sup>

## Relationship between Science Academic Passion, Positive Experience about Science and Scientific Creativity in Elementary Science-Gifted Students

Kang, Hunsik<sup>†</sup>

### 국문 초록

이 연구에서는 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 관계를 탐색하였다. 이를 위해 초등 3~6학년 과학영재 학생 108명을 선정하여 과학 학업 열정 검사, 과학 긍정 경험 검사, 과학적 창의성 검사를 실시한 뒤, 기술통계분석과 상관분석 및 다중회귀분석을 실시하였다. 연구 결과, 연구 대상 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험은 비교적 높은 수준이었지만, 과학적 창의성은 비교적 높지 않은 수준이었다. 과학 학업 열정 전체는 과학적 창의성과 통계적으로 유의미한 상관이 없었지만, 5가지 하위 영역(중요함, 좋아함, 시간/에너지 투자, 조화열정, 강박열정) 중 ‘강박열정’에서는 과학적 창의성과 통계적으로 유의미한 부적 상관이 있었다. 또한 과학 학업 열정의 5가지 하위 영역, 특히 ‘좋아함’, ‘조화열정’, ‘강박열정’은 과학적 창의성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 과학 긍정 경험의 5가지 하위 영역(과학 학습 정서, 과학 관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학 관련 진로 포부, 과학 관련 태도)은 과학적 창의성과 통계적으로 유의미한 상관이 없었을 뿐만 아니라, 과학적 창의성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 또한 과학 학업 열정 전체와 과학 긍정 경험 전체는 과학적 창의성에 통계적으로 유의미한 영향력이 없었다. 이러한 결과에 대한 교육적 시사점을 논하였다.

**주제어:** 과학 학업 열정, 과학 긍정 경험, 과학적 창의성, 초등 과학영재 학생

### ABSTRACT

This study explored the relationship between science academic passion, positive experience about science and scientific creativity in elementary science-gifted students. To do this, 108 science-gifted students from grades 3 to 6 were selected. After conducting the tests on their science academic passion, positive experience about science and scientific creativity, descriptive statistics, correlation analysis, and multiple regression analysis were conducted. The results revealed that the students exhibited relatively high levels of science academic passion and positive experience about science, but their scientific creativity was not relatively high. While there was no statistically significant correlation between the overall science academic passion and scientific creativity, there was a significant negative correlation with scientific creativity in the aspect of ‘obsessive passion’ of the five subcategories (‘importance’, ‘like’, ‘time/energy investment’, ‘harmonious passion’, and ‘obsessive passion’). Furthermore, the five subcategories, particularly ‘like’, ‘harmonious passion’, and ‘obsessive passion’ were statistically significant predictors of scientific creativity. However, the five subcategories of positive experience about science (‘science

academic emotion', 'science-related self-concept', 'science learning motivation', 'science-related career aspiration', and 'science-related attitude') did not exhibit statistically significant correlations with scientific creativity and did not had a significant influence on it. Additionally, neither the overall science academic passion nor the overall positive experience about science had a statistically significant effect on scientific creativity. Educational implications of these results were discussed.

**Key words:** science academic passion, positive experience about science, scientific creativity, elementary science-gifted student

## I. 서 론

영재교육의 중요한 목표 중 하나는 영재 학생의 다양한 특성을 찾아 발전시키는 것이다. 또한 영재 학생의 특성은 영재교육 담당 교사가 영재교육 프로그램을 계획하고 실행하거나, 영재 학생들이 영재교육 프로그램을 수행하는 과정에서 다양하게 영향을 주고받으며 해당 프로그램의 성과를 결정짓는 데 큰 영향을 미친다. 따라서 영재교육이 성과를 거두기 위해서는 영재 학생에게 그들의 다양한 특성에 부합하는 교육 기회를 제공해야 한다(교육부, 2018; 이봉우와 손정우, 2017). 이를 위해 과학영재 학생의 특성을 밝히려는 연구(김혜원과 전영석, 2021)와 과학영재 학생 특성들 사이의 관계를 규명하려는 연구(강정관과 유미현, 2016; 김민주와 임채성, 2017; 2020; 김지숙과 최선영, 2018; 박지호와 최선영, 2017; 이경관과 박종호, 2013; 이신영과 강훈식, 2022; 정송희 등, 2023)가 꾸준히 지속되고 있다. 이런 맥락에서 과학영재 학생의 특성 변인 중 최근에 새롭게 정의되어 연구가 많이 진행되지 않았던 변인과 과학적 창의성이나 과제집착력 등과 같이 과학영재 학생의 주요 특성으로 알려진 다른 주요 변인의 관련성을 탐색함으로써, 그 새로운 변인이 과학영재교육에서 담당하는 역할을 규명하려는 노력이 필요하다.

이와 관련된 새로운 과학 학습 관련 정의적 변인으로는 학업적 실패내성(윤상천과 최선영, 2017), 과학 학습 정서(안태훈과 최선영, 2017), 과학 긍정 경험(김태희, 2020), 과학 학업 열정(강훈식, 2021) 등이 있다. 이 변인 중에서 이 연구에서 주목한 변인은 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험이다. 심리학 분야에서는 개인의 정체성에서 중요한 비중을 차지하며 자신이 좋아하거나 중요하게 생각하는 특정 활동에 시간과 에너지를 쏟으려는 경향을 '열정'으로 보고 있다(Vallerand, 2015). 그리고 학업 활동과 관련된 학업 열정의 구성 변인으로는 열정의 유형

요소로 조화열정과 강박열정이 있으며, 열정의 강도 요소로 중요함, 좋아함, 시간/에너지 투자 등이 있다(김솔비와 임효진, 2020; Marsh *et al.*, 2013; Vallerand, 2015). 선행연구에 따르면 학업 열정은 학습 정서와 태도, 학습 참여도, 학업 동기, 학습 몰입, 학업적 자아 효능감, 학업 성취도 등과 같이 학습 과정 및 결과와 관련된 변인과 연관이 깊은 것으로 밝혀졌다(김솔비와 임효진, 2020; Sverdluk *et al.*, 2022; Vallerand *et al.*, 2008; Vallerand *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2021). 또한 초등 일반 학생보다 과학영재 학생의 과학 학업 열정 수준이 높게 나타났다(강훈식, 2021). 많은 중학교 과학영재 학생이 영재교육 기관의 활동에 높은 열정을 가지고 참여하고 있으며, 실험을 통한 탐구과정이 진행됨에 따라 과제 집착력, 열정, 리더십에 해당하는 행동 특성이 더 자주 나타날 뿐만 아니라 동기, 열정, 과제 집착력, 리더십이 연계성을 보이기도 하였다(서혜애 등, 2018).

한편 과학 긍정 경험은 과학이나 과학 학습에 관한 학생의 정의적 성취에 긍정적 영향을 미치는 경험의 총체로 정의된다. 그리고 과학 학습 정서, 과학 관련 자아개념, 과학학습 동기, 과학 관련 진로 포부, 과학 관련 태도의 5가지 정의적 변인으로 구성되어 있다. 과학 긍정 경험은 인지적 성취를 위한 중재 요인으로 작용하여 과학 학습 과정이나 결과에 긍정적으로 작용한다는 것을 기본 전제로 두고 있다(신영준 등, 2017). 또한 과학 긍정 경험의 구성 변인들은 서로 밀접하게 관련되어 영향을 미치고 있으며(김희경 등, 2017), 다양한 과학 학습 경험이나 환경의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(강훈식 등, 2020; 광영순 등, 2020; 김태희, 2020; 김현정 등, 2022; 서선진과 강훈식, 2021; 정은영 등, 2022). 중학교 일반 학생보다 과학영재 학생의 과학 긍정 경험 지수가 높게 나타나기도 하였다(김태희, 2020).

이러한 점들을 종합해보면 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험은 과학영재 학생의 주요 특성으로 과

과학영재교육 프로그램의 과정이나 결과에 영향을 미치는 변인이라 할 수 있다. 따라서 이 두 변인이 과학영재교육에서 담당하는 역할을 탐색하기 위한 다양한 접근의 연구가 필요하다. 이 두 변인과 과학영재교육에서 중요하게 여기는 과학영재 학생 특성 변인과의 관련성을 탐색하는 연구가 그 예가 될 수 있다. 하지만 지금까지 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 다른 변인의 관계를 밝히는 연구는 찾아보기 어렵다. 특히 과학영재교육 분야에서 두 변인과 관련된 연구 자체도 매우 적어서, 과학영재교육에서 두 변인의 역할과 영향력을 판단하기 위한 정보가 부족한 실정이다.

두 변인과 관련된 선행연구를 구체적으로 살펴보면, 과학 학업 열정의 경우 초등 일반 학생보다 과학영재 학생의 수준을 비교하거나(강훈식, 2021), 특정 과학영재교육 기관의 프로그램이 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정에 미치는 영향을 조사하거나(최시내와 강훈식, 2023), 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정에 영향을 미치는 학습 경험을 질적으로 탐색하는 연구가 최근에 일부 보고되었다(고예영 등, 2023). 이를 통해 초등 일반 학생보다 과학영재 학생의 과학 학업 열정 수준이 높음을 확인할 수 있었다. 또한 다양한 초등 과학영재교육 프로그램에서 제공하는 6가지 의미 있는 학습 경험이 그들의 과학 학업 열정에 영향을 줄 수 있음을 알아내었다. 학업 열정의 의미를 교사 전문성 측면으로 확장하여 초등 예비 및 현직 교사의 과학 PCK에 대한 학업 열정의 수준과 요인의 특성이 다소 차이를 보여주는 연구도 진행된 바 있다(강훈식, 2022; 2023; 임효진과 강훈식, 2022). 하지만 과학영재 학생의 과학 학업 열정과 관련이 있는 변인에 대한 정보는 잘 알려진 바 없다.

과학 긍정 경험 관련 연구는 과학 학업 열정보다는 더 활발하게 진행되었으나 주로 일반 과학교육 분야에서 이루어졌다. 즉 국내 일반 학생을 대상으로 과학 긍정 경험 실태(신영준 등, 2017), 과학 긍정 경험 구성 변인 사이의 경로 모형(김희경 등, 2017), 특정 수업이나 프로그램이 과학 긍정 경험에 미치는 효과(김성기와 김현정, 2022; 문주영과 신영준, 2018; 여한나와 신동훈, 2022; 유미현 등, 2020; 유은정과 김경화, 2020; 이여빈과 신영준, 2019; 이정은 등, 2020; 정수연과 장정호, 2022), 과학 긍정 경험의 추이와 하락 원인(김현정 등, 2022), 과학 긍정 경험에

영향을 미치는 요인(강훈식 등, 2020; 곽영순 등, 2020; 정은영 등, 2022) 등을 조사하는 연구가 주로 진행되었다. 과학영재교육 분야에서는 중학교 일반 학생과 과학영재 학생의 과학 긍정 경험 수준을 비교(김태희, 2020)하거나, 초등 및 중등 과학영재 학생의 과학 긍정 경험 향상에 영향을 주는 학습 경험을 탐색(김태희, 2020; 서선진과 강훈식, 2021)한 일부 연구가 보고되었다. 초등 일반 학생과 과학영재 학생을 대상으로 과학 긍정 경험과 과학 학업 열정의 관련성을 조사한 연구도 있었다(이신영과 강훈식, 2022). 이로 인하여 과학영재 학생의 과학 긍정 경험 수준과 이에 영향을 주는 학습 경험에 대한 정보는 어느 정도 알려졌지만, 그들의 과학 긍정 경험과 관련이 있는 다양한 변인에 대한 정보는 매우 부족한 실정이다.

이런 맥락에서 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학영재 학생의 주요 특성들의 관련성을 탐색하는 연구를 다양한 측면에서 진행할 필요가 있다. 과학영재 학생의 다양한 특성 중 가장 핵심적이면서도 중요한 특성은 과학적 창의성이다(이신동 등, 2019; Barbot *et al.*, 2016; Worrell *et al.*, 2019). 과학적 창의성의 구성 변인에 대해서는 학자마다 약간의 차이가 있지만 대체로 인지적 측면에서는 과학 내용 지식, 과학 탐구과정, 창의적 사고, 문제해결력, 독창성, 유용성, 정교성 등을 포함하고 있다(박종원, 2004; 임성만 등, 2009). 그리고 이러한 구성 변인의 상호관련성(박종원, 2004; Yang *et al.*, 2019; Zainuddin *et al.*, 2020)에 기초하여 이 구성 변인을 함께 활용하여 과학적 창의성이 발현될 수 있다고 주장되고 있다(박종원, 2004; Sun *et al.*, 2020). 또한 창의성은 현재와 미래 사회의 핵심역량 중 하나여서, 과학영재교육(교육부, 2018)뿐만 아니라 일반 과학과 교육과정(교육부, 2022)에서도 과학적 창의성 향상을 주요 목표로 삼고 있다. 따라서 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 관계를 체계적으로 탐색한다면 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험을 통해 과학적 창의성을 향상시킬 수 있는지와 구체적인 향상 방안을 탐색하는 데 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

하지만 지금까지 과학적 창의성과 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험의 관계를 직접적으로 탐색한 연구는 보고된 바 없다. 다만 과학적 창의성은 과학 지식, 다중지능, 논리적 사고력 등의 인지적 변인,

가정환경과 학업 진보 격려 등의 환경적 변인, 관찰 능력 등의 과학 탐구 능력, 자기 주도성과 자아효능감 및 학습 몰입 등의 정의적 변인과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(김민주와 임채성, 2017, 2020; 김현주 등, 2022; 오종석 등, 2014; 윤희정 등, 2015; 이남주와 백성혜, 2014; Qiang *et al.*, 2020). 이처럼 과학적 창의성과 관련이 있는 변인은 모두 학습 과정 및 결과와 관련된 것이며, 특히 과학적 창의성과 관련이 있는 정의적 변인은 과학 학업 열정과 관련이 있는 학습 관련 변인이나 과학 긍정 경험의 하위 요소와 유사한 특징이 있다(김솔비와 임효진, 2020; 신영준 등, 2017). 따라서 과학적 창의성은 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 의미 있는 관련이 있을 가능성이 있다. 이에 이 연구에서는 초등 과학영재 학생을 대상으로 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 관계를 탐색하고 실증적으로 검증하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 절차

수도권 지역 과학영재교육원의 과학영재교육 분야에 지원한 초등학교 3~6학년 학생 중 1차 과학적 창의성 검사 전형을 1.5배수로 통과한 108명을 연구 대상으로 편의 표집하였다. 선정한 학생 중 75% 정도는 2차 면접 전형을 통해 최종 선발되었으며, 이 학생들에 대한 기본 정보는 Table 1과 같다. 선정한 학생을 대상으로 과학 학업 열정 검사와 과학 긍정 경험 검사를 실시한 후, 과학 학업 열정 검사, 과학 긍정 검사, 과학적 창의성 검사에 대한 기술통계 분석, 상관분석 및 다중회귀분석을 실시하였다.

Table 1. The characteristics of participants

구분	3학년	4학년	5학년	6학년	계
남	7	31	33	15	86
여	3	7	7	5	22
계	10	38	40	20	108

### 2. 검사 도구

과학 학업 열정 검사는 선행연구(강훈식, 2021)의 초등학생용 ‘과학 학업 열정 검사’를 사용하였다. 이 검사는 김솔비와 임효진(2020)이 초등학생을 대상으

로 개발하여 구인타당도, 준거타당도, 교차타당도를 검증한 ‘학업적 열정 척도’에서 ‘공부’라는 용어를 ‘과학 공부’로 바꾼 것이다. 하위 영역은 크게 ‘강도’와 ‘유형’의 2가지로 구분되어 있으며, ‘강도’와 ‘유형’은 다시 2~3가지의 세부 영역으로 나뉘어져 있다. ‘강도’의 하위 영역은 ‘중요함’, ‘좋아함’, ‘시간/에너지 투자’이고, ‘유형’의 하위 영역은 ‘조화열정’과 ‘강박열정’이다. 이 5가지 하위 영역별로 각 4문항씩, 총 20문항이 5단계 리커트 척도 문항으로 구성되어 있다.

과학 긍정 경험 검사는 신영준 등(2017)에서 초, 중, 고등학생을 대상으로 개발하여 구인타당도를 검증한 ‘과학 긍정 경험 지표 검사’를 사용하였다. 이 검사는 ‘과학 학습 정서’, ‘과학 관련 자아개념’, ‘과학 학습 동기’, ‘과학 관련 진로 포부’, ‘과학 관련 태도’의 5가지 하위 영역으로 구분되어 있다. 그리고 이 5가지 하위 영역에 대해 5~10문항씩, 총 35문항이 4단계 리커트 평정 방식을 취하고 있다.

과학적 창의성 검사는 인지적 측면에서의 과학적 창의성 모델에 기초하여 제안된 과학적 창의성 신장 활동 유형(박종원, 2004; 박종원과 김진국, 2013)을 참고하여 물질 영역에 대한 1개의 서술형 문항으로 개발하였다. 즉 기체의 성질을 소재로 ‘새로운 실험 방법 고안/개선하기’ 활동 유형을 활용한 서술형 문항으로 개발하였다. 실제 문항은 바닥에 구멍이 뚫린 플라스틱 컵의 바닥 부분에 반으로 자른 고무 풍선을 씌우고 이 컵을 바닥 부분을 위로 향하게 하여 수면과 수조 바닥의 중간 위치까지 밀어 넣었을 때의 결과 그림을 제시한 뒤, 이때보다 컵 속의 수면 위치를 더 위쪽으로 가게 하는 방법을 5가지 적고 그 원리를 각각 쓰는 문항으로 구성하였다. 이 문항은 4명의 과학영재교육 전문가 교수가 공동으로 출제하였다. 즉 4명의 교수 중 1명이 문항과 채점 기준의 초안을 작성한 뒤 공동으로 검토하고 수정하는 작업을 거쳐 최종 문항과 채점 기준을 완성하였다.

이 세 가지 검사의 하위 영역별 기준과 문항 개수 및 과학 학업 열정 검사와 과학 긍정 경험 검사의 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )를 Table 2에 정리하여 제시하였다. 과학 학업 열정 검사와 과학 긍정 경험 검사의 내적 신뢰도는 0.64~0.90으로 비교적 준수하게 나타났다.

Table 2. Composition and reliability coefficients of instruments

구분		기준	문항 형태	문항 수	Cronbach's $\alpha$
과학 학업 열정	강도	중요함 과학 공부 및 과학 공부와 관련된 활동에 대한 중요성 인식 정도	5단계 리커트 척도	4문항	0.64
		좋아함 과학 공부를 좋아하는 정도, 과학 공부에 흥미를 느끼는 정도		4문항	0.84
	유형	시간/에너지 투자 과학 공부 및 과학 공부와 관련된 활동에 시간과 에너지를 쓰는 정도		4문항	0.83
		조화열정 과학 공부와 삶의 다른 활동 간의 균형 정도, 과학 공부에 대한 통제 가능 정도		4문항	0.64
		강박열정 과학 공부와 삶의 다른 활동 간의 갈등 정도, 과학 공부에 대한 강박 정도		4문항	0.86
계				20문항	0.85
과학 긍정 경험	과학 학습 정서	과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서	4단계 리커트 척도	6문항	0.78
	과학 관련 자아개념	과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감		6문항	0.69
	과학 학습 동기	과학 학습에서 특정 과제를 학습하려는 마음 상태 혹은 의지, 추진력		10문항	0.73
	과학 관련 진로 포부	이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하고 유지하게 만드는 동기나 의지와 관련된 특성		5문항	0.66
	과학 관련 태도	과학과 과학자의 역할, 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학의 중요성과 가치에 대한 인지 및 행동양식		8문항	0.68
계				35문항	0.90
과학적 창의성 검사	기체의 성질을 소재로 한 과학적 창의성 수준	서술형	1문항		

### 3. 분석 방법

과학적 창의성 검사는 5가지 방법당 방법과 원리에 대해 각 2점씩 4점, 총 20점 만점으로 채점하였다. 채점 기준에 따라 4명의 초등학교 교사가 출제자에게 채점 기준에 대한 설명을 듣고 일부 답안을 채점하고 비교하는 과정을 몇 차례 거쳐 채점 기준을 숙지한 뒤 모든 답안을 나눠서 채점하였다. 이때 채점의 신뢰성을 높이기 위해 출제자는 채점 교사의 채점 과정을 계속 점검하였고, 채점 교사의 질문 사항에 대해 피드백을 제공하였다. 또한 1개의 답안 지당 2명의 교사가 교차로 채점 결과를 검토하였고, 검토한 결과에서 의견이 일치하지 않은 부분에 대해서는 합의하여 채점하였다.

이후에는 과학 학업 열정, 과학 긍정 경험, 과학적 창의성 검사에 대한 기술통계분석을 실시하였다. 또한 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정, 과학 긍정 경험, 과학적 창의성의 상관관계를 조사하기 위해, 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험 검사의 전체 및 하위 영역과 과학적 창의성 검사 점수에 대한 피어슨 상관분석을 실시하였다. 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 인과관계를 추론하기 위해, 과학 학업 열정

전체 및 과학 긍정 경험 전체 점수를 독립변인으로 하고 과학적 창의성 검사 점수를 종속 변인으로 하는 다중회귀분석도 실시하였다. 또한 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험 검사 각각에 대해 모든 하위 영역 점수를 독립변인으로 하고 과학적 창의성 검사 점수를 종속 변인으로 하는 다중회귀분석도 실시하였다. 과학영재교육 전문가 박사 1인이 논문의 모든 내용에 대하여 검토하여 조언을 제공하였으며, 이를 토대로 논문을 수정하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 기술통계분석 결과

과학 학업 열정, 과학 긍정 경험, 과학적 창의성 검사에 대한 기술통계분석 결과는 Table 3과 같다. 먼저 과학 학업 열정의 평균을 살펴보면, 5점 만점 중 ‘중요함’은 4.76, ‘좋아함’은 4.73, ‘시간/에너지 투자’는 4.27, ‘조화열정’은 4.47, ‘강박열정’은 3.03, 전체는 4.25로 나타났다. 과학 긍정 경험 평균의 경우 4점 만점 중 ‘과학 학습 정서’는 3.64, ‘과학 관련 자아개념’은 3.53, ‘과학 학습 동기’는 3.51, ‘과학 관련 진로 포부’는 3.70, ‘과학 관련 태도’는 3.83, 전체는

**Table 3.** Results of descriptive statistical analysis (N=108)

구분		평균	표준편차	
과학 학업 열정	강도	중요함	4.76	0.33
		좋아함	4.73	0.43
		시간/에너지 투자	4.27	0.63
	유형	조화열정	4.47	0.49
		강박열정	3.03	0.93
전체		4.25	0.39	
과학 긍정 경험	과학 학습 정서	3.64	0.42	
	과학 관련 자아개념	3.53	0.38	
	과학 학습 동기	3.51	0.35	
	과학 관련 진로 포부	3.70	0.33	
	과학 관련 태도	3.83	0.22	
	전체	3.63	0.27	
과학적 창의성		7.04	3.50	

3.63이었다. 과학적 창의성의 경우에는 20점 만점 중 평균은 7.04, 표준편차는 3.50으로 나타났다.

과학 학업 열정과 과학 긍정 경험이 높은 수준이었던 것은, 일반 학생보다 과학영재 학생의 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험의 수준이 높다는 선행연구(강훈식, 2021; 김태희, 2020)의 결과와 이 연구의 대상이 비교적 합격이 어려운 것으로 평가받고 있는 과학영재교육원의 1차 전형율 1.5배수로 통과한 학생인 점을 고려하여 해석할 수 있을 것이다. 즉 연구 대상 학생들은 비교적 합격이 어려운 과학영재교육원의 1차 전형을 통과하거나 최종 대상자로 선

발될 정도로 과학 분야에서의 영재성을 지니고 있어, 과학영재 학생 수준으로 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험이 높았다고 볼 수 있다. 한편, 과학적 창의성 검사의 경우에는 만점을 기준으로 볼 때 비교적 평균이 낮은 상태에서 고르게 분포했음을 알 수 있었다. 이는 이 연구에 사용한 과학적 창의성 검사가 연구 대상 학생에게는 다소 어려운 편이었음을 보여주는 결과라 할 수 있다. 초등학교 3~4학년 학생이 40% 정도 포함되어 있어, 만점에 비해 점수가 비교적 낮았다고 짐작할 수 있다. 하지만 해당 학생들이 1.5배수로 이 과학적 창의성 검사 전형을 통과

**Table 4.** Results of correlation analysis (N=108)

구분		과학적 창의성	
과학 학업 열정	강도	중요함	0.069
		좋아함	0.175
		시간/에너지 투자	-0.065
	유형	조화열정	-0.101
		강박열정	-0.204*
전체		-0.093	
과학 긍정 경험	과학 학습 정서	-0.093	
	과학 관련 자아개념	0.155	
	과학 학습 동기	-0.041	
	과학 관련 진로 포부	0.062	
	과학 관련 태도	-0.028	
	전체	0.003	

\* p<0.05

했으므로, 해당 학생들의 과학적 창의성 수준이 절대적으로 낮다고 보긴 어렵고 일반 학생에 비해서는 높은 수준이라고 판단하는 것이 더 타당하다고 본다.

### 2. 상관분석 결과

과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 관계를 알아보기 위한 상관분석 결과는 Table 4와 같다. 먼저 과학적 창의성과 과학 학업 열정의 상관관계를 살펴보면, 과학적 창의성은 과학 학업 열정 전체와 통계적으로 유의미한 상관이 없었다( $r=-0.093, p>0.05$ ). 그리고 과학 학업 열정의 하위 영역 중에서는 ‘강박열정( $r=0.204, p<0.05$ )’과만 통계적으로 유의미한 부적 상관이 있었고, ‘중요함( $r=0.069, p>0.05$ )’, ‘좋아함( $r=0.175, p>0.05$ )’, ‘시간/에너지 투자( $r=-0.065, p>0.05$ )’, ‘조화열정( $r=-0.101, p>0.05$ )’과는 통계적으로 유의미한 상관이 없었다. 과학적 창의성과 과학 긍정 경험의 상관관계의 경우, 과학적 창의성은 과학 긍정 경험 전체( $r=0.003, p>0.05$ ) 및 하위 영역인 ‘과학 학습 정서( $r=-0.093, p>0.05$ )’, ‘과학 관련 자아개념( $r=0.155, p>0.05$ )’, ‘과학 학습 동기( $r=-0.041, p>0.05$ )’, ‘과학 관련 진로 포부( $r=0.062, p>0.05$ )’, ‘과학 관련 태도( $r=-0.028, p>0.05$ )’와 모두 통계적으로 유의미한 상관이 없었다.

이러한 결과는 과학적 창의성은 대체로 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 관련성이 적을 가능성

을 의미한다. 하지만 과학적 창의성은 과학 학업 열정의 ‘강박열정’ 영역과는 비교적 관련이 높을 가능성을 확인할 수 있었다. 이는 초등 과학영재 학생의 경우 과학 공부와 삶의 다른 활동 간의 갈등 정도나 과학 공부에 대한 강박 정도와 과학적 창의성이 부정적인 관련이 있음을 보여준다. 하지만, 과학 공부 및 과학 공부와 관련된 활동을 중요하게 생각하거나 좋아하는 정도, 과학 공부 및 과학 공부와 관련된 활동에 시간과 에너지를 쓰는 정도, 과학 긍정 경험 정도는 과학적 창의성과 밀접한 관련이 없을 가능성을 시사한다.

### 3. 회귀분석 결과

과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 인과관계를 추론하기 위한 다중회귀분석 결과는 Table 5와 같다. 먼저 과학 학업 열정 전체 및 과학 긍정 경험 전체와 과학적 창의성의 인과관계를 살펴보면, 과학 학업 열정 전체와 과학 긍정 경험 전체는 과학적 창의성을 유의미하게 설명하지 못하는 것으로 나타났다( $F=0.845, p=0.432$ ). 과학 학업 열정의 하위 영역과 과학적 창의성의 인과관계를 살펴본 결과에서는 과학 학업 열정의 5가지 하위 영역이 과학적 창의성 변량의 15.3%를 설명하고 있었으며, 이 회귀모형은 통계적으로  $p<0.01$  수준에서 유의미하였다( $F=3.695, p=0.004$ ). 과학 학업 열정의 하위 영역에 따라서는 ‘좋아함’, ‘조화열정’, ‘강박열

Table 5. Results of multiple regression analysis (N=108)

구분	변인	비표준화 계수		표준화 계수		t	p	R <sup>2</sup>	Adj. R <sup>2</sup>	F	p
		B	표준오차	베타							
전체 분석	과학 학업 열정	1.480	1.690	0.112	0.875	0.383	0.016	-0.003	0.845	0.432	
	과학 긍정 경험	-1.505	1.158	-0.167	-1.300	0.196					
변인별 분석	과학 학업 열정 유형	중요함	1.125	1.637	0.108	0.687	0.493	0.153	0.112	3.695**	0.004
		강도	2.472	1.067	0.307	2.318	0.022				
		시간/에너지 투자	-0.686	0.697	-0.123	-0.984	0.328				
		조화열정	-1.446	0.717	-0.200	-2.016	0.046				
		강박열정	-1.176	0.389	-0.313	-3.025	0.003				
	과학 학습 정서	-1.139	1.070	-0.136	-1.064	0.290					
과학 긍정 경험	과학 관련 자아개념	2.804	1.186	0.301	2.364	0.020	0.076	0.030	1.667	0.149	
	과학 학습 동기	-1.272	1.513	-0.128	-0.841	0.402					
	과학 관련 진로 포부	1.240	1.371	0.115	0.904	0.368					
	과학 관련 태도	-2.139	1.963	-0.136	-1.089	0.279					

\*\* p<0.01

정'은 과학적 창의성을 유의미하게 설명하였고( $p < 0.05$ ), '중요함'과 '시간/에너지 투자'는 과학적 창의성을 유의미하게 설명하지 못하였다( $p > 0.05$ ). 한편 과학 긍정 경험의 하위 영역과 과학적 창의성의 인과관계를 분석한 결과에서는 과학 긍정 경험의 5가지 하위 영역은 과학적 창의성을 유의미하게 설명하지 못하는 것으로 나타났다( $F=1.667, p=0.149$ ). 하지만 과학 긍정 경험의 하위 영역별로 살펴보면 다른 4가지 하위 영역과 달리 '과학 관련 자아개념'만이 과학적 창의성을 유의미하게 설명하였다( $p < 0.05$ ).

이러한 결과는 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험 전체는 과학적 창의성에 유의미한 영향을 미치지 못했지만, 두 변인이 하위 영역을 통해 과학적 창의성에 영향을 미치는 양상은 다소 달랐음을 보여준다. 과학적 창의성에 미치는 각 변인의 하위 영역별 영향력이 상호작용하여 전체에서는 그 영향력이 드러나지 않았던 것으로 보인다.

구체적으로 살펴보면 과학 학업 열정의 5가지 하위 영역이 과학적 창의성에 유의미한 영향을 미칠 가능성을 확인할 수 있었다. 특히 '좋아함', '조화열정', '강박열정'의 3가지 하위 영역이 과학적 창의성에 미치는 영향력이 상대적으로 클 가능성을 추론할 수 있었다. 즉 초등 과학영재 학생의 경우 과학 학업 열정이 높을수록, 특히 과학 공부를 좋아하고 과학 공부에 흥미를 많이 느끼거나, 과학 공부와 삶의 다른 활동 간에 조화를 잘 이루지 못하거나, 과학 공부에 강박감을 덜 가질수록 과학적 창의성이 높아지는 것으로 나타났다. 따라서 초등 과학영재 학생의 경우 과학 학업 열정, 특히 '좋아함', '조화열정', '강박열정' 영역을 효과적으로 자극한다면 과학적 창의성을 의미 있게 향상시킬 수 있을 것이다.

선행연구에 따르면 교과 및 학습에 대한 흥미가 자기주도학습(임병노, 2011)이나 학습 몰입(공정현 등, 2017; 조홍식, 2013) 등에 영향을 주는 것으로 알려져 있고, 자기주도학습(김민주와 임채성, 2017)이나 몰입(이남주와 백성혜, 2014; 이애리와 이신동, 2017; 최병연, 2018) 등은 창의성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고된다. 이에 비추어보면 과학 학업에 대한 '좋아함'이 자기주도학습이나 학습 몰입을 자극하여 과학적 창의성에 긍정적인 영향을 주었다고 해석할 수 있다.

그리고 과학 공부에 대한 조화열정과 강박열정이 과학적 창의성에 부정적인 영향을 주는 것은, 과학

적 창의성에 영향을 주는 자기 주도성, 자아효능감, 학습 몰입, 학업 스트레스 등의 다양한 학습 관련 변인(김민주와 임채성, 2017, 2020; 김현주 등, 2022; 오종석 등, 2014; 윤희정 등, 2015; 이남주와 백성혜, 2014; 이애리와 이신동, 2017; 전학철 등, 2021; 최병연, 2018; Pastatidou *et al.*, 2012; Qiang *et al.*, 2020)에 두 유형의 열정이 부정적으로 작용했기 때문일 수 있다. 가령 과학 공부에 대한 조화열정이 높을수록 과학 공부 이외 활동에도 시간과 노력을 들여 과학 학습 몰입에 방해를 받았을 수 있다. 또한 과학 공부에 대한 강박열정이 높을수록 자기 주도성이나 자율성, 학습 몰입이 낮아지고 학업 스트레스가 높아졌을 수도 있다. 하지만 이는 가능한 원인 중 하나일 뿐이어서 그 원인을 더 명확하게 밝히기 위해서는 보다 심층적인 연구가 필요하다. 특히 조화열정이 과학적 창의성에 부정적인 영향을 준 결과의 원인에 주목할 필요가 있다. 대체로 조화열정은 학습 관련 변인에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타나지만, 강박열정의 경우에는 학습 관련 변인에 주는 영향이 혼재되어 있기 때문이다(김솔비와 임효진, 2020).

조화열정과 강박열정의 경우 열정의 대상이 되는 활동이나 열정을 가지는 주체의 특성에 따라 다른 변인과의 관련성이 긍정적으로 나타나기도 하고 부정적으로 나타나기도 하고 관계성이 나타나지 않기도 한다(김솔비와 임효진, 2020; Mageau & Vallerand, 2007; Vallerand, 2010; Vallerand, 2015; Vallerand *et al.*, 2003). 또한 일반 초등학생의 경우 중·고등학생이나 성인과 비교하면 학업 활동에 투자한 시간과 에너지, 학업과 관련된 통제적이고 강압적인 환경에 노출되는 정도 등이 적어서 조화열정이나 강박열정의 특성이 학업 상황에서 크게 작용하지 않을 수 있다(김솔비와 임효진, 2020). 과학이라는 학문의 특성(이영희, 2014), 과학적 창의성의 고유한 특성(박종원, 2004), 일반 학생과는 다른 과학영재 학생의 우수한 특성(이신동 등, 2019) 등을 고려할 때, 일반 초등학생의 일반 학업 열정 상황과 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정 상황에서의 열정이 다른 학습 관련 변인에 작용하는 양상이 다를 수도 있다. 따라서 이러한 특성들을 고려하여 조화열정과 강박열정이 과학적 창의성에 영향을 미치는 경로와 방법, 원인 등을 체계적이고 심층적으로 밝히려는 지속적인 노력이 필요하다.

한편 과학 긍정 경험은 과학적 창의성에 유의미



한 영향을 미치지 못할 가능성을 엿볼 수 있었다. 이는 초등 과학영재 학생의 경우 과학 긍정 경험을 통해 과학적 창의성을 직접적으로 향상시키기는 어려울 수 있음을 의미하므로, 과학 긍정 경험을 통해 직접적으로 과학적 창의성 향상을 도모하기보다는 다른 접근이 필요하다. 예를 들면 과학 긍정 경험이 과학적 창의성에 간접적인 영향을 미치는지, 간접적인 영향을 미친다면 어떤 경로를 통해 영향을 미치는지 등을 여러모로 조사하고, 이에 기반을 두어 접근할 필요가 있다. 특히 선행연구(Qiang *et al.*, 2020)에서 창의적 자아 개념이 과학적 창의성에 영향을 주었던 것처럼, 이 연구에서도 ‘과학 관련 자아 개념’이 과학적 창의성에 긍정적인 영향을 미칠 가능성도 보여주었으므로 이 변인의 영향에 관해 관심을 가질 필요가 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 관계를 탐색하고 통계분석을 통해 실증적으로 규명하였다. 연구 결과, 연구에 참여한 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험은 비교적 높은 수준이었지만, 과학적 창의성은 비교적 높지 않은 수준이었다. 과학 학업 열정 전체는 과학적 창의성과 통계적으로 유의미한 상관관계가 없었으며, 하위 영역 중 ‘강박열정’에서만 과학적 창의성과 통계적으로 유의미한 정적 상관관계가 있었다. 또한 과학 학업 열정의 5가지 하위 영역, 특히 ‘좋아함’, ‘조화열정’, ‘강박열정’은 과학적 창의성을 통계적으로 유의미하게 설명하는 것으로 나타났다. 하지만 과학 긍정 경험의 5가지 하위 영역은 과학적 창의성과 통계적으로 유의미한 상관관계가 없었을 뿐만 아니라 과학적 창의성을 통계적으로 유의미하게 설명하지 못하였다. 또한 과학 학업 열정 전체와 과학 긍정 경험 전체는 과학적 창의성에 유의미한 영향력이 없었다. 이러한 결과는 일반 과학교육 및 과학영재교육에 다음과 같은 시사점을 제공할 수 있다.

첫째, 지금까지 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학영재 학생의 특성이나 과학 학습과 관련된 다양한 변인들의 관련성을 탐색하는 연구가 없어서 과학영재교육 및 일반 과학교육에서 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험의 역할에 대한 정보가 부

족한 실정이었다. 따라서 과학영재 학생의 가장 핵심적인 특성이면서 일반 과학교육에서도 강조하고 있는 과학적 창의성과 두 변인의 관계에 관한 구체적이고 실증적인 정보를 제공했다는 점에서 이 연구는 의미가 있다. 가령 이 연구의 결과는 초등 과학영재 학생의 경우 서로 밀접한 관련이 있는 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험(이신영과 강훈식, 2022)이 다양한 하위 영역을 통해 과학적 창의성에 미치는 영향력이 다소 다를 가능성을 보여주는 실증적인 근거가 될 수 있다.

둘째, 초등 과학영재 학생의 과학적 창의성을 향상시키는 방안을 모색하는 데 구체적인 시사점을 제공할 수 있다. 이 연구에서는 과학 학업 열정, 특히 ‘좋아함’, ‘조화열정’, ‘강박열정’ 영역을 자극하는 것이 초등 과학영재 학생의 과학적 창의성을 향상시키는 데 더 효과적일 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 과학적 창의성 향상을 위해서는 과학 긍정 경험보다 과학 학업 열정을 자극하기 위해 노력해야 할 것이다. 이를 위해 선행연구(고예영 등, 2023)에 밝혀낸 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정을 향상시키는 학습 경험을 참고하는 것이 좋은 방안이 될 수 있다. 즉 ‘실생활 소재 활용 학습 경험’, ‘자기 주도 학습 경험’, ‘학교와는 다른 환경에서의 학습 경험’, ‘심화 및 속진 학습 경험’, ‘융합 역량 요구 학습 경험’, ‘진로 관련 학습 경험’ 등을 초등 과학영재 학생들에게 적극적으로 제공하여 과학 학업 열정을 자극한다면 그들의 과학적 창의성을 향상시키는 데 도움이 될 수 있을 것이다. 특히 ‘학교와는 다른 환경에서의 학습 경험’, ‘심화 및 속진 학습 경험’, ‘자기 주도 학습 경험’, ‘진로 관련 학습 경험’ 등을 통해 과학 학업 열정의 ‘좋아함’ 영역을 자극한다면 과학적 창의성 향상에 더욱 효과적일 것으로 기대된다. ‘융합 역량을 요구하는 학습 경험’이 ‘조화열정’ 영역에 영향을 주고 ‘자기 주도 학습 경험’과 ‘학교와는 다른 환경에서의 학습 경험’이 ‘강박열정’ 영역에 영향을 줄 수 있으므로, 이 경험을 제공할 때 지나치게 ‘조화열정’이나 ‘강박열정’을 유발하지 않도록 주의해야 할 것이다.

셋째, 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과 과학적 창의성의 인과관계나 영향력과 관련하여 일반화된 결론을 내리기 위해서는 다양한 접근에서의 추후 연구가 필요하다. 이 연구에서는 과학 학업 열정이 과학적 창의성에 유의미한 영향을 미치는 것으

로 나타났으나, 그 영향력은 크지 않았다. 또한 하위 영역 중 ‘중요함’과 ‘시간/에너지 투자’ 영역의 영향력은 유의미하지 않았다. 과학 긍정 경험의 모든 하위 영역이 과학적 창의성에 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 선행연구에 따르면 과학 인식, 과학 흥미, 과학적 태도 등의 정의적 변인과 메타인지는 과학적 창의성 중 해결 아이디어 생성과 관련이 적었다(유용현 등, 2013). 또한 과학에 대한 인식과 흥미, 과학적 태도, 자아효능감 등의 정의적 변인이 과학적 창의성에 유의미한 직접 효과를 보이지 않았지만, 인지적 변인을 경유하여 과학적 창의성에 간접효과를 보이는 것으로 나타났다(윤희정 등, 2015). 이러한 점에서 볼 때, 정의적 변인인 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험도 과학적 창의성에 직접적인 영향을 주기보다는 다른 변인을 통해 간접적인 영향을 줄 가능성이 있다고 짐작할 수 있다. 따라서 이후에는 과학적 창의성에 직접적인 영향을 미치는 변인들과 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험과의 관련성을 조사하고, 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험이 그 변인들을 경유하여 과학적 창의성에 영향을 주는 경로 모형을 검증하는 연구가 필요하다.

과학 지식, 다중지능, 논리적 사고력 등의 인지적 변인, 가정환경과 학업 진보 격려 등의 환경적 변인, 관찰 능력 등의 과학 탐구 능력, 자기 주도성과 자아효능감 및 몰입 등의 정의적 변인이 창의성에 유의미한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(김민주와 임채성, 2017, 2020; 김현주 등, 2022; 오종석 등, 2014; 윤희정 등, 2015; 이남주와 백성혜, 2014; 이애리와 이신동, 2017; 최병연, 2018; Qiang *et al.*, 2020). 또한 열정은 감정이나 스트레스를 통해 창의성에 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다(전학철 등, 2021; Pastaidou *et al.*, 2012). 따라서 이 변인들을 매개로 과학 학업 열정 및 과학 긍정 경험이 과학적 창의성에 영향을 미치는 경로 모형을 조사하는 연구가 그 사례가 될 수 있을 것이다. 연구 대상을 초등 및 중등 일반 학생이나 중등 과학영재 학생으로 더 다양화하거나 확대하여 반복 연구를 진행할 필요도 있다. 조화열정이나 강박열정이 과학적 창의성에 영향을 주는 과정이나 원인을 분석하기 위한 심층적인 질적 연구도 필요하다.

## 참고문헌

- 강정란, 유미현(2016). 초등과학영재와 일반 학생의 유머 감각, 셀프리더십 및 대인관계능력 비교 및 관계 분석. *과학영재교육*, 8(1), 1-13.
- 강훈식(2021). 초등 일반 학생과 과학영재 학생의 과학 학업적 열정 비교. *초등과학교육*, 40(4), 421-432.
- 강훈식(2022). 초등학교 교사의 과학 PCK에 대한 학업 열정 수준 및 영향 요인 탐색. *초등과학교육*, 41(3), 553-568.
- 강훈식(2023). 초등 예비교사의 과학 PCK에 대한 학업 열정 수준과 영향 요인 탐색. *초등과학교육*, 42(1), 1-16.
- 강훈식, 이성희, 이일, 광영순, 신영준, 이수영, 하지훈(2020). 초등학생과 중학생의 과학긍정경험 향상 요인에 대한 질적 탐구. *초등과학교육*, 39(2), 183-203.
- 고예영, 유지연, 강훈식(2023). 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정 향상을 위한 학습 경험 탐색. *초등과학교육*, 42(2), 274-286.
- 광영순, 신영준, 강훈식, 이성희, 이일, 이수영, 하지훈(2020). 고등학생의 과학긍정경험 향상을 위한 교수학습 및 평가 개선 방안에 대한 질적 탐구. *한국과학교육학회지*, 40(3), 337-346.
- 공정현, 정은영, 안성아(2017). 간호대학 신입생의 학업 흥미, 전공만족도 및 학습몰입에 관한 연구. *인문사회* 21, 8(2), 1-16.
- 교육부(2018). 제4차 영재교육진흥종합계획. 세종: 교육부.
- 교육부(2022). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 9].
- 김민주, 임채성(2017). 초등과학영재학생의 자기주도성과 과학창의성의 관계. *초등과학교육*, 36(4), 379-393.
- 김민주, 임채성(2020). 초등과학영재학생의 과학창의성과 다중지능의 관계: 생명 영역을 중심으로. *초등과학교육*, 39(3), 369-381.
- 김성기, 김현정(2022). 컴퓨터 기반 과학 탐구 프로그램을 활용한 화학 수업이 과학 긍정경험, 과학과 핵심역량 및 학업성취도에 미치는 영향. *대한화학회지*, 66(2), 107-123.
- 김솔비, 임효진(2020). 초등학생용 학업적 열정 척도의 개발 및 타당화. *초등교육연구*, 33(3), 171-200.
- 김지숙, 최선영(2018). 초등 과학영재와 일반학생의 메타인지와 과학적 추론 능력 관계 분석. *생물교육*, 46(4), 524-532.
- 김태희(2020). 과학 영재 학생과 일반 학생들의 과학 긍정경험 비교 연구. *한국교원대학교 석사학위논문*.
- 김현주, 김민주, 임채성(2022). 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계 분석: 야외 식물 관찰 학습 사례

- 를 중심으로. 초등과학교육, 41(4), 593-615.
- 김현정, 강훈식, 이재원, 김율, 정지현, 정은영, 윤혜경, 박지선, 이성희(2022). 우리나라 학생의 과학긍정경험 추이 및 하락 원인 분석. 한국과학교육학회지, 42(2), 215-226.
- 김혜원, 진영석(2021). 토픽 모델링을 활용한 과학영재교육 연구동향 분석. 초등과학교육, 40(3), 283-294.
- 김희경, 박영순, 강훈식, 신영준, 이성희, 이수영(2017). 과학 긍정경험 구성 변인 간의 구조방정식 모형에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 37(3), 507-521.
- 문주영, 신영준(2018). 과학중심 STEAM 프로그램이 과학긍정 경험에 미치는 효과: 초등학교 과학 “지구와 달” 단원을 중심으로. 과학교육연구지, 42(2), 214-229.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안: 인지적 측면을 중심으로. 한국과학교육학회지, 24(2), 375-386.
- 박종원, 김진국(2013). 과학적 창의성 지도를 위한 활동 자료의 개발과 유형 분석. 한국과학교육학회지, 33(2), 310-327.
- 박지호, 최선영(2017). 초등 과학영재와 일반 학생의 과학 윤리성, 과학 진로 지향도 및 사회 기여 의식과의 상관관계. 생물교육, 45(4), 578-586.
- 서신진, 강훈식(2021). 초등 과학영재 학생의 과학긍정경험 향상을 위한 교수-학습 경험 탐색. 한국과학교육학회지, 41(2), 133-144.
- 서혜애, 심재호, 강나나(2018). 과학영재교육원 심화과정에서 과학영재들이 나타내는 동기, 과제집착력, 열정, 리더십의 개별 행동특성 탐색: 맞춤형 지도방안에 대한 시사점. 과학영재교육, 10(3), 202-219.
- 신영준, 박영순, 김희경, 이수영, 이성희, 강훈식(2017). 과학긍정경험 지표 검사를 위한 도구 개발 연구. 한국과학교육학회지, 37(2), 335-346.
- 안태훈, 최선영(2017). 초등과학 영재학급 학생과 일반학급 학생의 과학 학습정서와 과학적 상상력 비교. 초등과학교육, 36(2), 155-162.
- 여한나, 신동훈(2022). 인공지능 기술을 적용한 생명 영역 수업이 초등학생의 과학긍정경험에 미치는 영향. 생물교육, 50(4), 543-556.
- 오종석, 이형철, 유병길(2014). 초등과학영재아동과 일반 아동 부모의 학습관여와 지적호기심 및 과학창의성의 관계 연구. 수산해양교육연구, 26(5), 1119-1128.
- 유미현, 박기수, 이정은(2020). 창의융합형 과학실 수업이 초등학생의 과학 긍정경험 및 리더십 특성에 미치는 영향. 현장과학교육, 14(3), 321-336.
- 유용현, 강유진, 김지나(2013). 고등학생의 과학영역 창의성과 일반창의성, 메타인지, 과학 정의적 특성과의 관계. 교과교육학연구, 17(1), 109-128.
- 유은정, 김경화(2020). 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업이 과학긍정경험과 과학 학습자 정체성에 미치는 영향 탐색. 한국지구과학회지, 41(2), 176-193.
- 윤상천, 최선영(2017). 초등 과학영재와 일반 학생의 grit(Grit)과 학업적 실패내성 및 심리적 안녕감과의 비교. 초등과학교육, 36(4), 439-446.
- 윤희정, 박은미, 김지영, 이윤하, 방담이(2015). 중학생들의 과학적 창의성 관련 변인 간 관계 분석 연구. 교과교육학연구, 19(4), 1005-1025.
- 이경란, 박종호(2013). 초등과학영재와 일반 학생의 과학적 태도와 자아탄력성 및 심리적 안녕감의 관계. 한국초등교육, 24(4), 243-257.
- 이남주, 백성혜(2014). 과학 영재학생들의 일상에서 나타나는 몰입과 창의성에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 34(2), 147-153.
- 이봉우, 손정우(2017). 과학영재 발굴·육성 종합계획 성과분석을 통한 과학영재교육 발전방안 탐색. 한국과학교육학회지, 37(5), 775-785.
- 이신동, 이정규, 박춘성(2019). 최신 영재교육학개론. 서울: 학지사.
- 이신영, 강훈식(2022). 초등 일반 학생과 과학영재 학생의 과학 학업 열정과 과학 긍정 경험의 관계. 과학영재교육, 14(3), 115-127.
- 이애리, 이신동(2017). 완벽주의 수준에 따른 학습몰입과 창의성과의 관계. 특수·영재교육저널, 4(1), 51-74.
- 이여빈, 신영준(2019). 게이미피케이션 요소를 적용한 ‘사이언스 레벨 업’ 과학 수업이 과학긍정경험에 미치는 효과. 생물교육, 47(1), 97-106.
- 이영희(2014). 한국과 미국 초등학교 교과서에 나타난 과학의 본성 비교 분석. 한국과학교육학회지, 34(3), 207-212.
- 이정은, 박기수, 유미현(2020). 창의융합형 과학실 수업이 초등학생의 과학 긍정경험 및 리더십 특성에 미치는 영향. 현장과학교육, 14(3), 321-336.
- 임병노(2011). 자기주도학습을 위한 ‘학습정서’ 척도 개발 연구. 교육방법연구, 23(4), 827-853.
- 임성만, 양일호, 임재근(2009). 영역 특수적인 입장에서의 과학적 창의성에 대한 정의, 구성요인에 대한 탐색. 과학교육연구지, 33(1), 31-43.
- 임효진, 강훈식(2022). 초등 예비교사와 현직교사의 과학 PCK에 대한 학업 열정 수준 비교. 초등과학교육, 41(4), 690-700.
- 전하철, 왕벽은, 구자숙(2021). 열정과 창의성 및 업무성과 간 관계: 도전-방해 관련 스트레스의 매개효과와 결정권한의 조절효과를 중심으로. 조직과 인사관리연구, 45(4), 85-105.
- 정송희, 김성기, 백성혜(2023). 과학영재 학생들의 과학 메타모델링 지식(MMK) 수준 및 MMK 수준과 화학 학업 성취도와의 관계 분석. 현장과학교육, 17(1),

- 9-24.
- 정수연, 장정호(2022). 생명공학 단원의 제한 효소 지도 작성 탐구실험 수업이 고등학생의 과학긍정경험에 미치는 영향. *과학교육연구지*, 46(3), 293-311.
- 정은영, 박지선, 이성희, 윤혜경, 김현정, 강훈식, 이재원, 정지현(2022). 초·중·고등학생들의 과학 정의적 성취가 낮은 원인에 대한 질적 연구. *한국과학교육학회지*, 42(3), 325-340.
- 조홍식(2013). 체육교사의 교수열정과 학생들의 교과 흥미도 및 학습몰입간의 구조적 관계. *한국스포츠교육학회지*, 20(2), 115-134.
- 최병연(2018). 예비초등교사의 심리적 자본과 창의성의 관계에서 학습몰입의 매개효과. *Global Creative Leader*, 8(4), 1-15.
- 최시내, 강훈식(2023). 교육대학 부설 과학영재교육원 프로그램이 초등 과학영재 학생의 과학 학업 열정에 미치는 영향. *교육논총*, 43(1), 65-80.
- Barbot, B., Besançon, M., & Lubart, T. (2016). The generality-specificity of creativity: Exploring the structure of creative potential with EPoC. *Learning and Individual Differences*, 52, 178-187.
- Mageau, G. A., & Vallerand, R. J. (2007). The moderating effect of passion on the relation between activity engagement and positive affect. *Motivation and Emotion*, 31(4), 312-321.
- Marsh, H. W., Vallerand, R. J., Lafrenière, M. A. K., Parker, P., Morin, A. J. S., Carbonneau, N., Jowett, S., Bureau, J. S., Fernet, C., Guay, F., Abduljabbar, A. S., & Paquet, Y. (2013). Passion: Does one scale fit all? Construct validity of two-factor passion scale and psychometric invariance over different activities and languages. *Psychological Assessment*, 25(3), 796-809.
- Parastatidou, I. S., Doganis, G., Theodorakis, Y., & Vlachopoulos, S. P. (2012). Exercising with passion: Initial validation of the passion scale in exercise. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 16(2), 119-134.
- Qiang, R., Han, Q., Guo, Y., Bai, J., & Karwowski, M. (2020). Critical thinking disposition and scientific creativity: The mediating role of creative self-efficacy. *The Journal of Creative Behavior*, 54(1), 90-99.
- Sun, M., Wang, M., & Wegerif, R. (2020). Effects of divergent thinking training on students' scientific creativity: The impact of individual creative potential and domain knowledge. *Thinking Skills and Creativity*, 37: Online.
- Sverdluk, A., Rahimi, S., & Vallerand, R. J. (2022). Examining the role of passion in university students' academic emotions, self-regulated learning and well-being. *Journal of Adult and Continuing Education*, 28(2), 426-448.
- Vallerand, R. J. (2010). On passion for life activities: The dualistic model of passion. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (pp. 97-193). New York, NY: Academic Press.
- Vallerand, R. J. (2015). *The psychology of passion: A dualistic model*. New York, NY: Oxford University Press.
- Vallerand, R. J., Blanchard, C., Mageau, G. A., Koestner, R., Ratelle, C., Léonard, M., Gagné, M., & Marsolais, J. (2003). Les passions de l'âme: On obsessive and harmonious passion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(4), 756-767.
- Vallerand, R. J., Mageau, G. A., Elliot, A. J., Dumais, A., Demers, M. A., & Rousseau, F. (2008). Passion and performance attainment in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(3), 373-392.
- Vallerand, R. J., Paquet, Y., Philippe, F. L., & Charest, J. (2010). On the role of passion for work in burnout: A process model. *Journal of Personality*, 78(1), 289-312.
- Worrell, F. C., Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Dixon, D. D. (2019). Gifted students. *Annual Review of Psychology*, 70, 551-576.
- Yang, K., Hong, Z., Lee, L. & Lin, H. (2019). Exploring the significant predictors of convergent and divergent scientific creativities. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 252-261.
- Zainuddin, Suyidno, Dewantara, D., Mahtari, S., Nur, M., Yuanita, L., & Sunarti, T. (2020). The correlation of scientific knowledge-science process skills and scientific creativity in creative responsibility based learning. *International Journal of Instruction*, 13(3), 307-316.
- Zhao, H., Liu, X., & Qi, C. (2021). "Want to learn" and "Can learn": Influence of academic passion on college students' academic engagement. *Frontiers in Psychology*, 12, 697822.

† 강훈식, 서울교육대학교 교수(Hunsik Kang; Professor, Seoul National University of Education).