

# 과학 학습에서 불일치 현상 대면 여부에 따른 상태호기심 및 상태불안의 변화

강지훈 · 김지나<sup>†</sup>

## Changes in State Curiosity and State Anxiety in Science Learning Depending on Confronting Violation of Expectation

Kang, Jihoon · Kim, Jina<sup>†</sup>

### 국문 초록

과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심과 상태불안은 학업 수행 및 성취에 많은 영향을 미친다. 상태호기심과 상태불안은 매 순간마다 그 수준이 변할 수 있기 때문에 학습의 전 과정에서 학생의 상태호기심과 상태불안 수준을 파악하여 지도할 필요가 있다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 과학 학습을 과학 문제 대면, 결과 확인, 과학 개념 학습의 세 상황으로 구분하여 초등학교 5~6학년 학생을 대상으로 자신의 예상과 결과의 일치 여부에 따른 학생들의 상태호기심 및 상태불안 수준의 변화를 분석하였다. 분석 결과, 문제 대면 후 결과를 확인하는 과정에서 자신의 예상과 일치한 결과에 직면한 nVOE 집단의 상태호기심 수준은 유의한 차이가 없었지만, 자신의 예상과 일치하지 않은 결과에 직면한 VOE 집단의 상태호기심은 증가하였다. VOE 집단 중 결과에 대한 이유를 바르게 추론한 VOE-R 집단의 상태호기심 수준은 유의한 변화가 없었지만 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 VOE-FR 집단의 상태호기심은 증가하였다. 한편 문제의 결과를 확인한 후 VOE 집단과 nVOE 집단의 상태불안은 감소하였으며 VOE-R 집단 역시 상태불안이 감소하였다. 반면 VOE-FR 집단의 상태불안은 유의한 변화가 나타나지 않았다. 문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 과정에서 VOE 집단, nVOE 집단, VOE-FR 집단의 상태호기심은 모두 감소하였다. 한편 nVOE 집단의 상태불안 수준은 유의한 변화가 없었지만, VOE 집단, VOE-R 집단, VOE-FR 집단의 상태불안 수준은 감소하였다. 이러한 연구 결과의 교육적 함의에 대하여 논의하였다. 본 연구의 결과는 과학 학습에서 유발되는 학생의 정서적 상태에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어:** 상태호기심, 상태불안, 불일치, 추론, 반복측정분산분석

### ABSTRACT

State curiosity and state anxiety in the science learning have a great influence on academic performance and achievement. Since the levels of state curiosity and anxiety can change at any moment, it is essential to identify the levels of student's state curiosity and state anxiety throughout the course of science learning. Accordingly, we assessed the changes in state curiosity and anxiety levels sensed by 5th- and 6th-grade elementary school students depending on their exposure to the violation of expectation. To this end, we classified science learning into three situations: confronting a scientific task, checking the result, and learning science concepts. As a result, there was no significant difference in state curiosity level of the nVOE group who confronting the result consistent with their expectations in checking the result after confronting a scientific task, but the state curiosity level of the VOE group who facing violation of their expectation increased. In the VOE groups, there was no

본 논문은 강지훈의 2021년도 박사 학위논문에서 발췌 정리하였음.

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대한CT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2022-0-01606), 2022.05.19(접수), 2022.06.07(1심통과), 2022.07.11(2심통과), 2022.07.12(최종통과)

E-mail: mailto:jina@pusan.ac.kr(김지나)

significant change in the state curiosity level of the VOE-R group who correctly inferred the reason for the result, but that of the VOE-FR group who could not correctly inferred increased. The state anxiety levels of the VOE and nVOE groups decreased after checking the result of the task. The state anxiety level also declined in the VOE-R group. In contrast, there was no significant change in state anxiety level of the VOE-FR group. In learning science concepts of the result after checking the result, the state curiosity of the VOE, nVOE, and VOE-FR group all faded. No significant change was observed in the state anxiety level of the nVOE group, whereas the VOE, VOE-R, and VOE-FR group presented a decreased state anxiety. This study discusses the educational implication of these findings and its outcomes are expected to broaden the understanding of emotional states of students in science learning.

**Key words:** state curiosity, state anxiety, incongruity, inference, repeated measures ANOVA

## I. 서 론

과학 개념을 효과적으로 지도하기 위한 교수·학습 전략에 대한 연구는 주로 인지적 측면의 관점에서 이루어져 왔다. 하지만 인지적 측면을 중요시하는 학습지도 전략은 학습 과정에서 학생의 정서·감정과 같은 정의적 특성을 고려하지 않는다는 지적이 꾸준히 제기되어왔다(Pintrich *et al.*, 1993; Randler *et al.*, 2011). 학습 과정에서 학생의 정의적 요인은 인지적 요인과 함께 서로 영향을 주고받으며 학업 수행에 많은 영향을 미치기 때문에(Bloom, 1976; Tobin *et al.*, 2013) 수업을 진행하는 교사는 학생의 인지적 요인과 정의적 요인을 모두 고려할 필요가 있다(Laukenmann *et al.*, 2003; Mallow & Greenburg, 1982). 이러한 점에서 정의적 요인은 과학 교육에서 중요하게 다루어져야 하며, 정의적 요인을 함양하는 것 자체가 교육의 주요 목표가 되기도 한다(신영준 등, 2017; Eggen & Kauchak, 2010). 2015 개정 과학과 교육과정의 목표에서 정의적 영역의 내용이 먼저 제시된 점도 정의적 요인의 중요성을 강조한 것으로 여겨진다.

학습에 영향을 주는 정의적 요인에는 학생의 흥미, 태도, 신념, 동기, 호기심, 불안 등 많은 변인이 포함된다(강지훈과 김지나, 2021a). 일반적으로 정의적 요인은 학습 과정에서 학생의 정서(emotion), 정동(affect), 감정(feeling), 기분(mood)을 나타내며(Anderson, 1981),<sup>1)</sup> 학습 장면을 정확히 이해하고 대처하기 위해서는 학습의 전 과정에 영향을 주는

정의적 요인에 대한 이해가 필요하다(Schutz & Lanehart, 2002). 과학 학습에서 정의적 요인은 학생들로 하여금 인지적 참여에 몰입하게 하여 한 단계 높은 인지활동을 가능하게 한다는 측면에서 중요하다(신영준 등, 2017).

학습 과정 중 학생이 느끼는 정서는 정보처리과정에서 핵심 요인으로 작용하며, 학습과 관련된 여러 인지적·동기적 요소들과 연결되어 학업 수행 및 성취에 많은 영향을 주며, 과학 교육에서도 중요한 요인으로 여겨진다(Bower, 1981; Jaber & Hammer, 2016; Meyer & Turner, 2002). 효과적인 과학 학습 지도를 위해서는 학습 상황에서 유발되는 학생의 정서적 상태를 이해하고 고려하는 것이 중요하다(강지훈과 김지나, 2020; Schutz & Pekrun, 2007). 여러 선행연구에 의하면 학습과정에서 유발되는 정서 중 호기심은 학습 동기 중 하나로 주의, 기억, 탐색행동을 촉진하는 등 학습의 전 과정에 영향을 준다(Grossnickle, 2016; Kang *et al.*, 2009; Markey & Loewenstein, 2014). 또한 불안은 학업 수행 과정에서 긍정적 또는 부정적 영향을 주기도 하며 학업 성취에 많은 영향을 준다(강지훈, 2021; Sahin *et al.*, 2015). 따라서 학습 과정에서 학생의 정서적 상태를 이해하고 이에 관한 연구를 위해서는 호기심과 불안을 고려하는 것이 좋다.

Berlyne (1960)은 인간의 내재적 동기의 중요성을 강조하며 내적동기의 근원 중 하나가 호기심이라 보았다. 그는 개념적 갈등이나 인지적 불일치와 같은 자극에 의해 호기심이 유발된다고 하였다. 다수

1) 국내 교육학 영역에서 'affective domain'은 '정의적 영역'으로 번역되지만 'affect'는 '정의'가 아닌 '정동(情動)'으로 주로 번역된다. 본 연구에서는 'affective'를 '정의적'으로, 'affect'를 '정동'으로 표현하였다. 정의적 영역은 상대적으로 지속적인 '특성(trait)'과 일시적인 '상태(state)' 측면으로 구분되며, '상태'는 다시 '정서(emotion)'와 '기분(mood)'으로 구분된다(Rosenberg, 1998). '정서'는 '기분'보다는 일시적인 특징을 지닌다(Davidson, 1994; Rosenberg, 1998).

의 연구에 의하면 과학 학습 과정에서 불일치 상황에 직면하게 되면 인지갈등이 일어난다(강훈식 등, 2007; 권재술 등, 2003; 김지나 등, 2002; 노태희 등, 2001, 2002; Lee *et al.*, 2003). 인지갈등의 하위 요인에는 ‘흥미’와 ‘불안’이 포함되어 있기 때문에(Lee *et al.*, 2003)<sup>2)</sup> 과학 학습 과정에서 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 학생의 호기심과 불안 수준은 변할 수 있다. 이와 같이 호기심과 불안은 적정 수준 이상의 자극에 의해 유발되는 일종의 추동 상태(drive state)로서(Leherissey, 1971a) 과학 학습 과정에서 자신의 예상과 일치하지 않는 새롭고 신기한 자극에 직면한 학생은 주의를 기울이게 되는데, 호기심과 불안은 이러한 과정을 조절한다(Day, 1982; Gruber & Ranganath, 2019; Lester, 1968; Pacheco-Unguetti *et al.*, 2010).

학습 과정에서 유발되는 호기심은 학생으로 하여금 주의집중, 기억, 파지에 긍정적인 영향을 주어 학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 하며, 과학적 사고력 및 소양 함양에도 도움을 준다(성영신 등, 2009; Bathgate *et al.*, 2014; Borowske, 2005; Fandakova & Gruber, 2021; Gruber & Ranganath, 2019; Gruber *et al.*, 2014; Jirout, 2020; Kang *et al.*, 2009; Marvin & Shohamy, 2016; McGillivray *et al.*, 2015; Murphy *et al.*, 2021). 이와 같이 호기심이 학업 수행 및 성취에 긍정적인 영향을 준다는 사실은 자명해 보이지만, 어떠한 학습 상황에서 호기심이 높게 유발되거나 낮아지는지에 대한 실증적인 연구는 부족한 편이다. 한편, 학습 과정에서 유발되는 불안이 일정 수준 이상으로 높아지면 학업 수행 및 성취에 부정적인 영향을 미친다(Covington, 1992; Everson *et al.*, 1994; Eysenck, 1992; Hembree, 1988; Jegede, 1987; Naveh-Benjamin, 1991; Pintrich & De Groot, 1990; Wine, 1980). 학습과 관련된 여러 정의적 요인 중 불안은 학업 수행과 성취에 많은 영향을 주기 때문에(Anderson & Bourke, 2000; Sahin *et al.*, 2015) 과학 교육 연구에서 중요하게 다룰 필요가 있다. 하지만 어떠한 학습 상황에서 불안 수준이 높아지거나 낮아지는지에 대한 실증적인 연구는 제한적이다.

학습 과정에서 학생이 느끼는 호기심과 불안은 학업 수행에 많은 영향을 미치므로 각각의 학습 상

황에서 학생의 호기심과 불안 수준을 파악하는 것이 중요하다. 이때 호기심과 불안은 그 수준이 쉽게 변하지 않는 개인의 타고난 특성(trait)으로서의 호기심과 불안이 아닌, 매 상황마다 그 수준이 상대적으로 쉽게 바뀔 수 있는 개인의 정서적 상태(state)로서의 호기심과 불안을 의미한다. 특정 학습 상황에서의 일시적인 호기심과 불안을 의미하는 상태호기심과 상태불안(Deacy *et al.*, 2016; Loewenstein, 1994)은 적절한 교육적 중재를 통하여 그 수준을 변화시킬 수 있으므로 과학 교육 연구에서 중요하게 다루어져야 한다. 현재까지 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 및 상태불안을 하나의 변인으로 설정하여 수행된 연구들은 특정한 하나의 학습 상황에서 상태호기심 또는 상태불안을 측정하거나(강지훈과 김지나, 2020; 강지훈과 김지나, 2021b; 김연수, 2002; Gruber *et al.*, 2014; Kang *et al.*, 2009; Litman *et al.*, 2005), 이어지는 두 학습 상황에서의 상태호기심 또는 상태불안을 측정하여 분석되었다(강훈식 등, 2007; 권미량 등, 2009; 성영신 등, 2008, 2009; Fandakova & Gruber, 2021; Fastrich *et al.*, 2018; McGillivray *et al.*, 2015). 하지만 과학 문제를 대면할 당시 높았던 상태호기심이 문제의 결과를 확인한 후 낮아질 수 있으며, 결과와 관련된 개념을 학습하는 과정에서 다시 높아질 수 있다. 그리고 이와 반대의 상황도 충분히 가능하다. 이와 비슷하게 과학 문제를 대면할 당시 낮았던 상태불안은 예상과 다른 결과에 직면하게 되면 높아질 수 있으며, 결과와 관련된 개념을 학습하는 과정에서 다시 낮아지거나 높은 상태로 유지될 수 있다. 그리고 이와 반대의 상황도 충분히 가능하다. 특히 학생들은 자신의 예상과 일치하지 않는 정보를 만나게 되면 일시적으로 생리적 각성 수준이 증가하게 되며, 증가된 각성 수준을 최적의 수준으로 낮추고 불일치를 해결하기 위하여 자연스럽게 추론하는 과정을 거칠 수 있다(Kim, 1999). 그리고 이러한 추론의 결과 또는 이어서 제공되는 정보에 따라 상태호기심과 상태불안 수준은 높아지거나 낮아질 수 있다(Kim, 1999). 이와 같이 상태호기심 또는 상태불안은 매 학습 상황마다 그 수준이 변할 수 있기 때문에 특정한 한두 학습 상황에서 학생의 상태호기심 또는 상태불안을 측정하기보다 과학 문제

2) 인지갈등의 하위 요인 중 하나가 ‘흥미’로 명명되어 있지만, ‘흥미’ 측정 문항에 ‘호기심이 생긴다’라는 내용이 포함된 것으로 보아 흥미와 호기심을 구분하지 않고 사용된 것으로 판단된다.

를 대면하고, 문제의 결과를 확인한 후, 결과와 관련된 과학 개념을 학습하는 일련의 학습 과정에서 상태호기심 및 상태불안 수준을 측정하고 그 변화를 분석해야 타당하고 신뢰있는 연구 결과를 도출할 수 있다.

과학 학습 과정에서 학생이 느끼는 상태호기심 및 상태불안은 학업 수행 및 성취에 많은 영향을 미칠 수 있으므로 매 학습 상황에서 학생의 상태호기심 및 상태불안 수준을 파악하고 적절히 대처하는 것은 중요하다. 이를 위해서는 학생들이 과학 문제를 대면하고, 문제의 결과를 확인한 후, 결과와 관련된 개념을 학습하는 일련의 학습 상황에서 유발되는 상태호기심 및 상태불안 수준을 측정하고 그 변화를 파악해야 한다. 하지만 매 학습 상황에서 학생의 상태호기심 및 상태불안 수준을 측정하여 파악하는 것은 힘들기 때문에 어떠한 학습 상황에서 상태호기심 또는 상태불안 수준이 높아지거나 낮아지는지에 대한 실증적인 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 과학 학습 상황을 과학 문제 대면, 문제의 결과 확인, 결과와 관련된 과학 개념 학습 상황으로 구분하여 일련의 학습 상황에서 자신의 예상과 결과의 일치 여부에 따른 학생들의 상태호기심 및 상태불안 수준을 측정하여 어떠한 학습 상황에서 상태호기심 또는 상태불안 수준이 유의하게 변하는지를 분석하고 이에 대해 논의해보고자 한다. 본 연구의 결과는 과학 학습 과정에서 유발되는 학생의 상태호기심 및 상태불안 수준의 변화에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있을 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 사례 수

광역시 소재 A 초등학교에 재학 중인 5학년 6개

학급(186명), 6학년 7개 학급(224명), 총 410명(남학생 216명, 여학생 194명)의 학생을 대상으로 연구를 진행하였다. A 초등학교는 사회·경제적 수준이 중산층 수준으로 여겨지는 아파트 단지 안에 위치하고 있으며, 학생들의 학업성취도는 중상위권 정도이다. 한 학생이 열 개념을 묻는 두 문제(문제1 및 문제2)를 해결하였기 때문에 연구 사례 수는 총 820개가 된다. 이중 불성실하게 응답하거나 표기가 명확하지 않은 사례, 한 번이라도 응답이 누락된 사례는 분석 대상에서 제외하여 최종 646사례(5학년 304사례; 남학생 342사례)를 대상으로 분석하였다.

### 2. 연구 설계 및 처치

본 연구의 목적은 학생들이 과학 문제를 풀고, 문제의 결과를 확인한 후, 결과에 대한 과학 개념 학습을 하는 일련의 과학 학습 과정에서 자신의 예상과 결과의 일치 여부에 따른 상태호기심 및 상태불안의 변화를 분석하는 것이다. 이를 위하여 다수의 선행연구(강지훈과 김지나, 2021c; 권성기와 김익진, 2003; 김성진, 1999; 백성혜와 박영주, 2002; 이선경과 김우희, 1995; 최행숙 등, 2001; Erickson, 1979; Paik *et al.*, 2007)에서 많은 학생들이 오개념을 가지고 있는 것으로 확인된 열 개념을 연구 내용으로 선정하였다.

본 연구의 개요는 Fig. 1과 같다. 과학 학습 상황을 ‘I. 과학 문제 대면’, ‘II. 결과 확인’, ‘III. 과학 개념 학습’의 세 상황으로 구분하였다. 학생들에게 과학 문제를 제시하고(I. 과학 문제 대면), 과학 문제를 대면한 직후 유발되는 상태호기심(상태호기심 I) 및 상태불안(상태불안 I)을 측정하였다. 학급의 모든 학생들이 문제를 다 풀었다는 것을 확인한 후 문제의 정답을 제시하였다

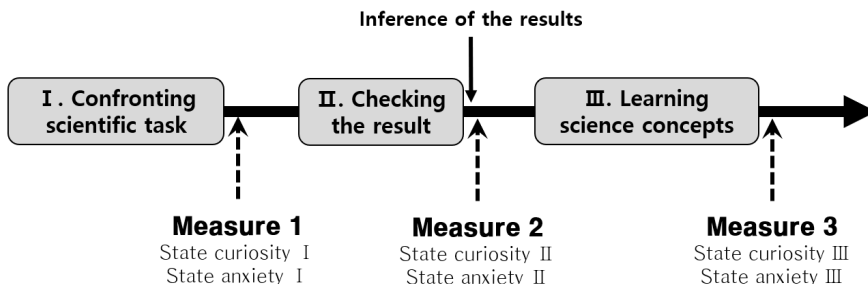


Fig. 1. Overview of the experimental setup

(II. 결과 확인). 학생들이 정답을 확인한 직후 ‘왜 이런 결과가 나왔을까요?’ 라는 질문에 대하여 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 학생들에게 정답의 이유를 추론하여 적도록 하였다. 이어서 학생이 느끼는 상태호기심(상태호기심 II)과 상태불안(상태불안 II) 수준을 측정하였다. 학급의 모든 학생이 응답을 완료했다는 것을 확인한 후 해당 문제에 대한 풀이가 포함된 학습자료를 나누어 주었다(III. 과학 개념 학습). 학습자료를 읽은 직후 학생이 인식하는 상태호기심(상태호기심 III)과 상태불안(상태불안 III) 수준을 측정하였다. 학생들에게 배부된 한 묶음의 설문지를 통하여 매 상황마다 상태호기심 및 상태불안을 측정하였으며, 설문지 각 페이지는 하나의 상황에서의 상태호기심 및 상태불안을 측정하도록 구성되었다. 학생들마다 학습자료를 읽고 이해하는 시간이 모두 다르기 때문에 학습자료를 읽은 데 충분한 시간을 제공하였다.

본 연구에서는 한 학생 당 두 개의 과학 문제(문제 1 및 문제 2)를 해결하도록 하였다. 따라서 문제를 제시하고 문제에 대한 학습자료를 제시하기까지(I→III)의 동일한 과정을 다른 문제를 대상으로 1 회 반복하였다. 문제의 제시순서가 결과에 영향을 미칠 수 있다고 판단하여 6 개 학급의 학생들(남: 151사례, 여: 146사례; 5학년: 148 사례, 6학년: 149사례)에게는 ‘문제 1 → 문제 2’의 순서로, 7개 학급의 학생들(남: 191사례, 여: 158사례; 5학년: 156사례, 6학년: 193사례)에게는 ‘문제 2 → 문제 1’의 순서로 문제를 제시하였다. 이전 문제를 해결하면서 생겼던 인지부하를 최소화하기 위하여 문제 1과 문제 2 사이에 3 분의 휴식 시간을 제공하였다. 연구의 모든 과정은 일반적인 수업 분위기에서 본 연구의 1 저자가

직접 진행하였다.

### 3. 검사도구

각 학습 상황에서 상태호기심과 상태불안을 측정하기 위하여 강지훈 등(2020)이 개발한 과학상태호기심 및 과학상태불안 검사도구(Science State Curiosity and Anxiety Scale: SSCAS)를 사용하였다. SSCAS는 과학 학습 상황을 세 가지 상황(과학 문제 대면, 결과 확인, 과학 개념 학습)으로 구분하여 각 상황에서 상태호기심을 측정하는 다섯 문항과 상태불안을 측정하는 다섯 문항, 총 서른 문항으로 구성되어 있다(문항의 예: 과학 문제 대면 상황 직후 상태호기심을 측정하는 문항은 ‘이 문제의 정답을 알고 싶다’, ‘이 문제와 관련하여 궁금한 것을 묻고 싶다’ 등 다섯 문항; 결과 확인 상황 직후 상태불안을 측정하는 문항은 ‘이 결과를 보니 고민이 된다’, ‘이 결과를 보니 내가 무엇인가 놓치고 있는 것 같아 초조하다’ 등 다섯 문항; 과학 개념 학습 상황 직후 상태호기심을 측정하는 문항은 ‘이 학습 자료와 관련된 내용을 좀 더 알고 싶다’, ‘이 학습 자료의 내용과 관련하여 궁금한 것을 묻고 싶다’ 등 다섯 문항). 각 상황에서 측정하는 상태호기심 및 상태불안 다섯 문항은 모두 단일 요인으로 구성되어 있다. SSCAS 는 매 학습 상황마다 학생의 상태호기심과 상태불안을 측정할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 학생들에게 과학 문제를 제시한 직후, 문제의 정답을 제시한 후, 해당 문제의 풀이가 포함된 학습자료를 제시한 직후에 학생의 상태호기심 및 상태불안을 측정하였다. 각 문항은 5 단계 리커트 척도(0점: 전혀 아니다~4점: 매우 그렇다)로 응답하도록 하였다. 검사도구의 학습 상황별 문항 구성 및 Cronbach  $\alpha$  계수는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Composition of SSCAS and internal consistency reliability

Learning situation	Construct	# of items	Cronbach $\alpha$	
			question 1	question 2
I. Confronting scientific task	State curiosity I	5	.908	.904
	State anxiety I	5	.882	.874
II. Checking the result	State curiosity II	5	.918	.909
	State anxiety II	5	.902	.891
III. Learning science concepts	State curiosity III	5	.929	.949
	State anxiety III	5	.911	.898

#### 4. 자료 처리 및 분석 방법

다수의 선행연구에서 호기심과 불안의 상호 관련성 —주의 집중(Lester, 1968; Pacheco-Unguetti *et al.*, 2010), 탐색행동(Lester, 1968), 동기적 요소(Trudewind, 2000), 자극 종류 및 수준에 따라 유발되는 각성 상태 유형(Day, 1982; Gruber & Ranganath, 2019; Kim, 1999; Leherissey, 1971a)—을 언급하고 있지만 현재까지 이 두 개념의 관계에 대한 합의는 이루어지지 않았다(강지훈과 김지나, 2020). 따라서 본 연구에서는 상태호기심과 상태불안 모두 과학 학습 과정에 영향을 주는 주요한 정서적 요인이지만 이 두 개념은 독립적으로 작용한다고 가정하고 분석하였다.

본 연구에서는 독립변수가 두 개인 이원혼합설계(Two-way mixed design)로 분석하였다. 이 설계는 각각의 독립변인을 하나씩(one-way) 따로 분석했을 때보다 통계적 검정력이 높다(정미미와 엄한주, 2011). 두 개의 독립변수 중 하나는 개체-내 변인(within-subject variable)으로 상태호기심 또는 상태불안을 측정할 시점(세 개의 시점: ‘과학 문제 대면’, ‘결과 확인’, ‘과학 개념 학습’)을 의미한다. 다른 하나는 개체-간 변인(between-subject variable)으로 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 집단(group of Violation of Expectation: VOE 집단)과 예상과 다른 결과에 직면하지 않은 집단(group of non-Violation of Expectation: nVOE 집단)으로 구분된다. VOE 집단은 문제의 정답을 맞지 못한 학생들로 구성되었고, 나머지 학생들은 nVOE 집단으로 구성되었다. 본 연구는 측정시점에 따라 두 집단 간 상태호기심 및 상태불안의 변화에 차이가 있는지를 검증하는 것이 주요 목적이다. 따라서 집단 및 측정시점의 주효과보다 집단과 측정시점의 상호작용 효과를 확인하는 것에 초점을 두고 분석하였다.

본 연구와 같이 동일한 개체(집단)에 대하여 측정 시점에 따라 여러 번 반복하여 측정한 자료의 경우 개체-간에는 독립적일 수 있지만 개체-내에서는 상관이 높기 때문에 일원분산분석(ANOVA) 방법으로 결과를 분석하면 동일한 개체의 검정을 여러 번 수행한 결과가 되어 오류가 증가하고 결과에 대한 신뢰성이 낮아질 수 있다. 반복측정 자료를 다루는 연구에서는 공변량분석(ANCOVA)과 반복측정분산분석(repeated measures ANOVA)이 많이 활용되지만 반복측정분산분석은 집단과 측정시점

간 상호작용까지 검증할 수 있다는 장점이 있어(유진은, 2014) 본 연구에서는 반복측정분산분석 방법으로 자료를 분석하였다. 일반적으로 종속변수들끼리 상관이 없는 경우라면 다변량분산분석(MANCOVA)보다 각각의 종속변수에 대해 분산분석을 실시하는 것이 바람직하다(김성은 등, 2018; 성태제, 2019). 본 연구에서 종속변수인 상태호기심과 상태불안의 상관관계는 유의하지 않거나 매우 낮기 때문에(Table 2 참고) 다변량분산분석이 아닌 상태호기심 및 상태불안에 대한 분산분석을 각각 실시하였다.

흥미, 특성호기심, 인지욕구와 같은 학습자 특성 측면의 변인은 상태호기심이 유발되는 수준에 영향을 줄 수 있으며(강지훈과 김지나, 2021b; Boyle, 1979; Henderson *et al.*, 1982; Loewenstein, 1994; Naylor, 1981; Olson *et al.*, 1984; Shin & Kim, 2019), 인지욕구, 과학자야개념, 특성불안과 같은 학습자 특성 측면의 변인은 상태불안이 유발되는 수준에 영향을 줄 수 있다(강지훈과 김지나, 2021b; Grös *et al.*, 2007; Ladd & Gabrieli, 2015; Olson *et al.*, 1984; Spielberger, 1972a, 1972b). 이러한 요인들은 개체-간 변인에 영향을 미칠 수 있지만 각각의 반복측정 조건에 따른 개체-내 변인에는 영향을 주지 않는다. 즉, 세 번의 반복측정치 수준 각각에 대하여 학습자 특성 변인의 수준도 동일하기 때문에 측정시점에 따른 반복측정치의 조정이 필요하지 않다(곽호완, 2011; Huitema, 1980; Keppel, 1991; Keppel & Zedeck, 1989). 그러므로 본 연구에서는 학습자 특성 변인들을 공변수로 두지 않고 두 독립변수(측정시점, 집단)가 종속변수(상태호기심, 상태불안)에 미치는 영향을 분석하기 위하여 SPSS 22.0 프로그램을 이용하여 이원반복측정분산분석(Two-way repeated measures ANOVA)의 방법으로 분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

일련의 과학 학습 과정에서 자신의 예상과 결과의 일치 여부에 따른 학생들의 상태호기심과 상태불안의 변화를 알아보기 위하여 학습 상황별 상태호기심 및 상태불안의 평균과 상관관계를 파악하였다. 그리고 불일치 현상 대면 여부에 따라 집단별 상태호기심 및 상태불안의 변화를 반복측정분산분석 방법을 통해 분석하였다. 반복측정분산분석

은 측정시점에 따른 상태호기심 또는 상태불안 수준의 변화, 그리고 집단과 측정시점의 상호작용효과를 분석하였다. 상호작용효과란 한 독립변인이 종속변인에 미치는 영향이 다른 독립변인의 수준(또는 범주)에 따라 달라지는 효과를 의미한다(Keppel, 1991). 따라서 본 연구에서 상호작용효과가 유의하다는 것은 세 개의 측정시점(한 독립변인)에 걸쳐 상태호기심 또는 상태불안 수준(종속변인)이 변하는 양상이 집단(다른 독립변인)에 따라 차이가 있다는 것을 의미한다.

### 1. 과학 학습 과정에서 상태호기심 및 상태불안의 평균, 표준편차, 상관관계

과학 문제를 대면하고(I) 문제의 결과를 확인하며(II) 문제를 해결하기 위한 과학 개념을 학습하는(III) 일련의 과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 및 상태불안의 평균, 표준편차, 상관관계는 Table 2에 제시하였다. 상태호기심의 평균은 각 학습 상황에서 큰 변화가 나타나지 않았지만 상태불안의 경우 학습이 진행될수록 점점 낮아졌다.

상태호기심과 상태불안 간 상관관계는 각 학습 상황에서 유의하지 않은 결과가 나오거나 유의하더라도 매우 낮은 상관관계를 보였다( $r = .054 \sim .154$ ). 반면 상태호기심은 I 과 II( $r = .831$ ), II 와 III( $r = .848$ ), I 과 III( $r = .807$ ) 상황 사이에서 높은 정적 상관관계를 보였다. 상태불안 역시 I 과 II( $r = .618$ ), II 와 III( $r = .649$ ), I 과 III( $r = .560$ ) 상황 사이에서 높은 정적 상관관계를 나타냈다. 이러한 결과는 이전 상황에서 유발된 상태호기심 또는 상태불안은 이후의 상황에서 유발되는 상태호기심 또는 상태불안 수준에 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 권미량(2008)의 연구에서

도 불일치 현상 직면 전 흥미와 직면 후 흥미, 불일치 현상 직면 전 불안과 직면 후 불안은 높은 상관관계를 보였다.

## 2. 과학 학습 과정에서 상태호기심의 변화

### 1) 불일치 현상 대면 여부에 따른 상태호기심의 변화

학습과정에서 상태호기심의 수준 변화가 VOE 집단과 nVOE 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 집단과 측정시점(학습 상황)을 독립변인으로 하여 이원반복측정분산분석을 실시하였다. Mauchly의 구형성 가정을 충족시키지 못하였기 때문에( $p = .001$ ) 구형성 가정의 위배로 인한 통계적 오류를 교정하기 위한 방법 중 하나인 Greenhouse-Geisser에 기초한 F 통계값과 유의확률로 분석 결과를 해석하였다(Greenhouse-Geisser's  $\epsilon = .979$ ; 성태제, 2019; 유진은, 2014; Brace *et al.*, 2006). 분석 결과, 과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심은 두 집단 모두 측정 시점에 따라 유의한 차이가 있었다( $F = 32.629, p < .001, \eta_p^2 = .048$ ). 반면 집단과 측정시점의 상호작용효과는 통계적으로 유의하지 않았다( $F = .806, p = .445, \eta_p^2 = .001$ ). 이는 과학 문제를 대면하고, 결과를 확인하며, 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 일련의 과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 수준이 변하는 양상은 두 집단 간 유의한 차이가 없다는 것을 의미한다.

과학 학습 과정에서 VOE 집단과 nVOE 집단 간 상태호기심 수준의 변화는 Fig. 2에 제시하였다. 과학 문제를 대면한 후 문제의 결과를 확인하는 과정(I → II)에서 상태호기심 수준의 변화가 없었던

Table 2. Mean, standard deviation, and correlation of state curiosity and state anxiety by learning situation

(N=646)

	Mean (SD)	1	2	3	4	5
1. State curiosity I	11.10 (5.00)	1				
2. State curiosity II	11.27 (5.10)	.831**	1			
3. State curiosity III	10.36 (5.36)	.807**	.848**	1		
4. State anxiety I	7.53 (4.75)	.054	.063	.045	1	
5. State anxiety II	5.72 (4.67)	.086*	.154**	.109**	.618**	1
6. State anxiety III	4.59 (4.15)	-.103**	-.070	-.080*	.560**	.649**

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

nVOE 집단( $p = .937$ )과 달리, 불일치 현상에 대면한 VOE 집단의 상태호기심 수준은 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ). Loewenstein (1994)의 지식격차이론에 의하면 현재 자신이 알고 있는 지식과 알고 싶은 지식의 차이(이하 지식격차)가 호기심을 유발시키며, 이러한 지식격차는 인지적불평형(disequilibrium), 개념적 갈등(conceptual conflict), 불일치(incongruity)와 같은 자극(collative variable)에 의하여 유발된다(권재술 등, 2003; Grossnickle, 2016; Lee *et al.*, 2003). 이와 비슷하게 자신의 예상과 일치하지 않는 정보를 접한 학생은 각성 수준이 증가하며 불일치를 해결하기 위하여 호기심이 유발된다(Day, 1982; Gruber & Ranganath, 2019; Kim, 1999). 따라서 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 후 VOE 집단의 상태호기심이 증가하였다고 판단된다. 권미량 등(2009)의 연구에서도 무중력 개념 문제에서 불일치 현상을 직면한 후 학생들의 흥미 수준이 증가한다고 제시하였다.

한편 문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 과정(Ⅱ→Ⅲ)에서는 두 집단 모두 상태호기심 수준이 감소하였다( $p < .001$ ). 그리고 두 집단 모두 과학 문제를 대면할 때(Ⅰ)의 상태호기심보다 과학 개념을 학습한 직후(Ⅲ)의 상태호기심이 더 낮았다( $p < .001$ ). 이러한 결과는 학생들에게 제공되는 지식과 정보의 양이 증가할수록 학생들이 인식하는 지식격차는 줄어들게 되며 이에 따라 유발되는 상태호기심이 충족된다는 선행연구의 결과(Litman *et al.*, 2005; Loewenstein, 1994)를 뒷받침한다.

## 2) 불일치 현상 대면 후 올바른 추론 여부에 따른 상태호기심 변화

자신의 예상과 다른 결과에 직면한 VOE 집단을 결과에 대한 이유를 바르게 추론한 집단(group of Violation of Expectation-Right inference: VOE-R 집단)과 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 집단(group of Violation of Expectation-Fail in Right inference: VOE-FR 집단)으로 구분하여 집단별 과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 수준의 변화를 추가로 분석하였다. Mauchly의 구형성 가정을 충족시키지 못하여( $p = .001$ ), Greenhouse-Geisser의 보정된 통계량으로 결과를 분석하였다(Greenhouse-Geisser'  $\epsilon = 0.979$ ).

nVOE 집단, VOE-R 집단, VOE-FR 집단 간 측정 시점에 따른 상태호기심 수준에 대한 반복측정분산분석 결과는 Fig. 3과 같다. 과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 수준의 변화는 측정 시점에 따라 유의한 차이가 있었다( $F = 15.766, p < .001, \eta_p^2 = .024$ ). 반면 집단과 측정시점의 상호작용효과는 유의하지 않았다( $F = .812, p = .515, \eta_p^2 = .003$ ). 이 결과는 과학 문제를 대면하고, 결과를 확인하며, 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 일련의 과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 수준이 변하는 양상은 세 집단 간 유의한 차이가 없다는 것을 의미한다.

과학 문제를 대면하고 문제의 결과를 확인하는 과정(Ⅰ→Ⅱ)에서 nVOE 집단의 상태호기심 수준이 유의하게 변하지 않은 것처럼 자신의 예상과 다른

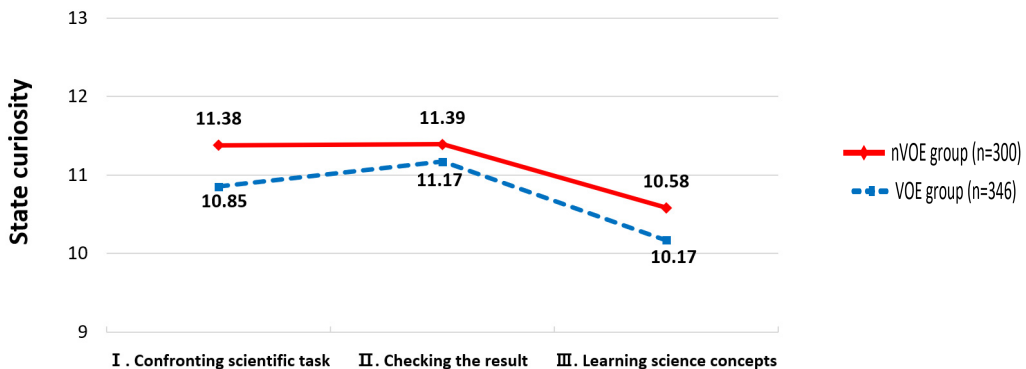


Fig. 2. Changes in state curiosity across three measurement times (comparison between two groups)



결과에 직면했었지만 그 결과를 올바르게 추론한 VOE-R 집단의 상태호기심 수준도 유의하게 변하지 않았다( $p = .965$ ). 이러한 결과는 문제의 답을 정확하게 예상하지 못한 학생일지라도 그 답을 보고 답에 대한 이유를 바르게 추론할 수 있다면 정답을 예상한 학생의 상태호기심 변화와 비슷한 패턴을 보인다는 것을 의미한다. VOE-R 집단의 17명의 학생들(28.8%)은 문제를 해결하는 과정에서 두 가지의 답안 중 하나를 고민하였다. 이 학생들은 문제의 정답을 확인하여 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 순간 문제를 풀 당시 고민했던 다른 하나의 답안이 맞았을 것이라고 생각하고 있었다. 호기심은 자신이 느끼는 지식격차를 줄이기 위하여 지식과 정보를 알고자 하는 욕구(Grossnickle, 2016; Loewenstein, 1994; Litman & Spielberger, 2003)이다. 정답에 대한 이유를 학습하기 전이라도 정답에 대한 이유를 추론하고 확신할 수 있다면 학생이 인식하는 지식격차는 커지지 않기 때문에 유발되는 상태호기심 수준도 더 이상 높아지지 않을 것이다. 따라서 VOE-R 집단의 상태호기심 수준은 nVOE 집단과 같이 과학 문제 대면 상황과 결과 확인 상황에서 유의한 차이가 없었던 것으로 판단된다. 반면 자신의 예상과 다른 결과에 직면하고, 그 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 VOE-FR 집단의 상태호기심은 과학 문제를 대면할 때보다 결과를 확인한 직후가 더 높은 것으로 나타났다( $p < .05$ ). VOE-FR 집단의 181명의 학생들(63.1%)은 문제의 정답을 확인한 후 정답에 대한 이유에 대하여 ‘잘 모르겠다’고 응답하였다. 따라서 VOE-FR 집

단의 경우 문제를 대면했을 때보다 문제의 결과를 확인했을 때 지식격차가 더 크다고 인식한 것으로 보이며, 이에 따라 상태호기심 수준도 더 높아진 것으로 판단된다.

문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 개념을 학습하는 과정(Ⅱ→Ⅲ)에서 VOE-FR 집단은 nVOE 집단과 같이 상태호기심이 유의하게 낮아졌지만( $p < .001$ ), VOE-R 집단의 상태호기심은 유의한 변화가 나타나지 않았다( $p = .151$ ). VOE-FR 집단의 경우 자신의 예상과 다른 결과가 나타난 것에 대한 이유를 생각해 보았지만 181명의 학생들(63.1%)은 ‘잘 모르겠다’고 응답하였다. 따라서 많은 비율의 학생들이 결과에 대한 이유를 적절하게 추론할 수 없었으며, 학생들이 느끼는 지식격차는 해소되지 않았고 결과 확인 이후 상태호기심 수준은 높아졌다. 이후 과학 개념을 학습할 때 자신이 추론하지 못했던 결과에 대한 이유를 교사가 제공한 학습자료를 통하여 확인함으로써 지식격차가 줄어들었으며 상태호기심 수준이 낮아진 것으로 판단된다. Kim (1999)의 연구에서도 예상과 일치하지 않는 정보에 직면한 학생들은 불일치한 정보를 이해하기 위해 가능한 설명들을 추론하게 되는데, 추론 또는 후속 정보에 의하여 불일치를 해결하였다면 각성 수준 최적의 수준으로 낮아지지만 그렇지 않다면 각성 수준이 높게 유지된다고 하였다. 반면 VOE-R 집단의 경우 문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 이유를 추론하는 과정에서 대안가설을 고안하였을 것이며, 올바른 추론이라 인식을 하여 다른 두 집단에 비하여 학생들이 인식하는 지식격차가 줄어

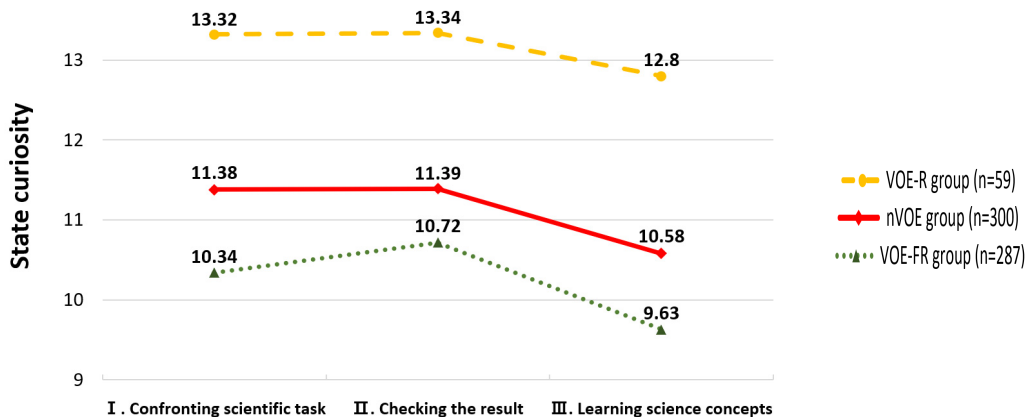


Fig. 3. Changes in state curiosity across three measurement times (comparison between three groups)

들었을 것이라 생각된다. 따라서 VOE-R 집단은 결과를 확인한 상황(Ⅱ)과 과학 개념을 학습하는 상황(Ⅲ)에서 의 상태호기심 수준의 변화가 없었던 것으로 판단된다.

### 3. 과학 학습 과정에서 상태불안의 변화

#### 1) 불일치 현상 대면 여부에 따른 상태불안 변화

학습과정에서 상태불안의 수준 변화가 VOE 집단과 nVOE 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위하여 집단과 측정시점(학습 상황)을 독립변인으로 하여 이원반복측정분산분석을 실시하였다. 집단 간 공분산 행렬이 동일한지 확인하기 위하여 Mauchly의 구형성 가정 검정을 실시한 결과 구형성 가정을 충족시키지 못하였다( $p < .001$ ). 이에 Greenhouse-Geisser의 교정된 통계치를 이용하여 분석 결과를 해석하였다(Greenhouse-Geisser's  $\epsilon = .966$ ). 분석 결과, 두 집단 간 과학 학습 과정에서 유발되는 상태불안은 측정 시점에 따라 유의한 차이가 나타났다( $F = 188.116, p < .001, \eta_p^2 = .226$ ). 그리고 집단과 측정시점의 상호작용 효과는 통계적으로 유의하게 나타났다( $F = 38.825, p < .001, \eta_p^2 = .057$ ). 이는 과학 문제를 대면하고, 결과를 확인하며, 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 일련의 과학 학습 과정에서 유발되는 상태불안 수준의 변화는 VOE 집단과 nVOE 집단이 다른 양상

을 보인다는 것을 의미한다(Fig. 4 참고).

과학 문제를 대면하고 문제의 결과를 확인하는 과정(I→Ⅱ)을 살펴보면, 자신의 예상과 일치한 결과에 직면한 nVOE 집단과 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 VOE 집단의 상태불안은 과학 문제를 대면했을 때보다 결과를 확인한 후 더 낮아졌다( $p_{nVOE} < .001; p_{VOE} < .01$ ). 불안은 자신의 답이 틀릴 수 있다는 불확실한 결과에 대한 불편한 감정과 염려(임규혁과 임웅, 2007)로서 성취하고자 하는 목표를 달성하지 못할 수 있다고 느낄 때 경험하게 되는 정서이다(Raffety et al., 1997). 두 집단 모두 문제의 결과를 확인하는 순간 문제의 결과와 관련된 불확실성이 제거되었고, 자신의 답이 틀릴지도 모른다는 걱정이 일부 해소되어 상태불안이 낮아진 것으로 판단된다. 권미량 등(2009)의 연구에서도 광원과 무중력 개념에 대한 불일치 현상 직면 전보다 직면 후 학생들의 상태불안 수준이 낮아진 결과를 보였다.

문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 과정(Ⅱ→Ⅲ)에서 nVOE 집단의 상태불안 수준은 유의한 변화가 없었지만( $p = .948$ ), VOE 집단의 상태불안은 감소하였다( $p < .001$ ). nVOE 집단의 경우 결과를 확인하는 순간 자신이 예상한 답이 맞았기 때문에 VOE 집단에 비하여 문제의 결과에 대한 불확실성이 크게 줄어 학생들이 느끼는 불안 수준도 큰 폭으로 감소하였다. 따라서 과학 개념을 학습한 직후 느끼는 불안 수준과 결과를 확인한 직후 느끼는 불안 수준은 유의한 차이가

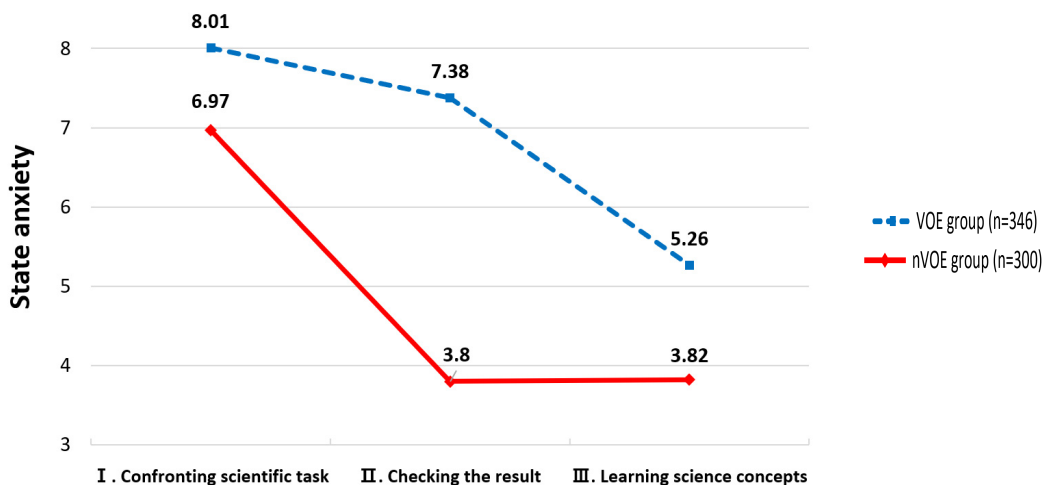


Fig. 4. Changes in state anxiety across three measurement times (comparison between two groups)

없게 나타난 것으로 판단된다. 반면 VOE 집단의 경우 결과를 확인한 이후에 불확실성이 모두 제거되지 않아 불안 수준이 다소 높은 상태였지만, 과학 개념을 학습한 이후 불확실성이 대부분 해소되어 상태불안이 낮아진 것으로 판단된다. 중학교 1학년 학생을 대상으로 밀도 개념과 관련된 변칙사례에 직면했을 때(‘II. 결과 확인 상황’) 학생들이 느끼는 불안보다 변칙사례에 대한 대안가설을 접한 후(‘III. 과학 학습 상황’) 느끼는 불안이 더 낮다는 강훈식 등(2007)의 연구 결과는 결과 확인 후 개념을 학습하는 과정에서 VOE 집단의 상태불안이 감소한다는 본 연구와 비슷한 결과를 보여준다.

**2) 불일치 현상 대면 후 올바른 추론 여부에 따른 상태불안 변화**

자신의 예상과 다른 현상을 제시하여 학생의 개념 변화를 분석한 다수의 연구에서는 불일치 상황 대면 직후 학생의 상태불안이 높아질 것이라 가정하여 연구가 진행되었다(Lee et al., 2003). 하지만 실제 분석 결과, VOE집단의 상태불안은 불일치 현상을 대면한 순간보다 과학 문제를 대면한 상황에서 더 높게 나타났다. 이러한 이유를 심층적으로 이해하기 위하여 VOE 집단을 결과에 대한 이유를 바르게 추론한 VOE-R 집단과 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 VOE-FR 집단으로 구분하여 세 집단(nVOE 집단, VOE-R 집단, VOE-FR 집단) 간 상태불안의 변화가 측정시점에 따라 유의한 차

이가 나타나는지 추가로 분석하였다. 구형성 가정을 만족시키지 못하여( $p < .001$ ) Greenhouse-Geisser에 기초한  $F$  통계값과 유의확률로 분석 결과를 해석하였다(Greenhouse-Geisser'  $\epsilon = 0.968$ ).

세 집단별로 측정시점에 따른 상태불안의 변화를 그래프로 제시한 결과는 Fig. 5와 같다. 과학 학습 과정에서 유발되는 상태불안은 측정 시점에 따라 유의한 차이가 나타났다( $F = 137.242, p < .001, \eta_p^2 = .176$ ). 그리고 집단과 측정시점의 상호작용 효과는 통계적으로 유의하게 나타났다( $F = 22.694, p < .001, \eta_p^2 = .066$ ). 이러한 결과는 각 측정시점에 따라 유발되는 상태불안 수준은 집단에 따라 차이가 있다는 것을 의미한다.

과학 문제를 대면하고 결과를 확인하는 과정(I → II)에서 자신의 예상과 다른 결과에 직면했으나 그 결과에 대한 이유를 바르게 추론한 VOE-R 집단은 nVOE 집단과 동일하게 상태불안이 감소하였다( $p < .01$ ). 이는 학생들이 문제의 답을 정확히 예상하지 못했더라도 정답을 확인한 후 답에 대한 이유를 바르게 추론할 수 있다면 정답을 맞힌 학생과 비슷한 양상으로 상태불안 수준이 감소한다는 것을 의미한다. 반면, 자신의 예상과 다른 결과에 직면했고 그 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 VOE-FR 집단의 상태불안은 유의한 변화가 나타나지 않았다( $p = .056$ ).

불확실한 결과에 기인하는 심리적 동요로서 학습

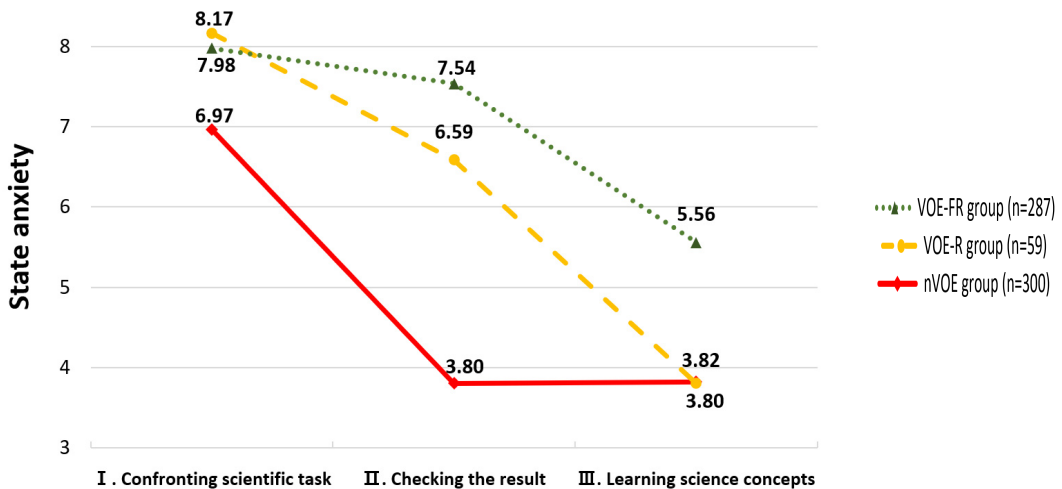


Fig. 5. Changes in state anxiety across three measurement times (comparison between three groups)

과정에서 자신의 예상이 틀릴 수 있다는 걱정으로부터 불안이 유발될 수 있다(임규혁과 임웅, 2007; Pekrun, 2006; Sahin *et al.*, 2015). 학생들이 과학 문제를 푼 직후에는 자신의 답이 정답인지 아닌지 확신할 수 없으며, 자신의 답이 틀릴 수 있다는 걱정에 의하여 상태불안 수준이 높을 수 있다. 정답에 대한 이유를 바르게 추론한 VOE-R 집단의 경우 결과를 확인한 후 결과에 대한 이유를 추론하는 과정에서 이러한 불확실성과 걱정이 일부 해소됨으로써 상태불안은 낮아진 것으로 판단된다. 김연수(2002)는 자신의 예상과 다른 결과에 직면하여 인지갈등을 높게 일으킨 학생 중 문제의 결과를 보고 그 결과에 적합하게 자신의 개념을 수정하며 설명가설을 제안하는 학생 유형과 예상과 다른 결과에 직면한 상황에서 그 결과에 대해 상반된 두 가지 결과를 예측하였던 학생 유형의 경우 낮은 수준의 불안을 경험한다고 하였다. VOE-R 집단은 김연수(2002)가 제시한 두 유형의 학생들(설명가설 제안 유형 42명, 71.2%; 상반된 두 가지 결과 예측 유형: 17명, 28.8%)로 구성되어 있었으므로 VOE-R 집단의 상태불안Ⅱ가 상태불안Ⅰ보다 낮게 나온 것으로 해석할 수 있다. 반면 자신의 예상과 다른 결과에 직면하고, 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 VOE-FR 집단의 경우 상태불안Ⅱ는 상태불안Ⅰ과 유의한 차이가 없이 여전히 높은 상태로 불안 수준이 유지되고 있다고 해석할 수 있다( $p = .056$ ). VOE-FR 집단의 181명의 학생들(63.1%)은 문제의 정답을 확인한 후 정답에 대한 이유에 대해 ‘잘 모르겠다’고 응답하였다. 학생에게 제공되는 자료가 학생에게 도전적인 문제이면서 놀라움을 주거나 학생의 선개념과 불일치한 내용일 경우, 그리고 그 자극의 정도가 클수록 학생은 불안을 느끼기 쉽다(Day, 1982; Leherissey, 1971a, 1971b). 또한 학생이 자신의 예상과 불일치한 결과에 직면했을 때 자신의 힘으로 이러한 불일치를 해소하려는 시도를 하지만 불일치를 해소하지 못하거나 문제의 결과를 이해할 수 없다고 생각할 때 높은 수준의 불안이 유발된다(김연수, 2002; Carver & Scheier, 1988). 따라서 VOE-FR 집단은 결과를 확인한 이후에도 상태불안 수준이 유의미하게 낮아지지 않은 것으로 판단된다.

한편, Kim(1999)은 인지적 흥미가 발생하는 과정에 대한 기대-불일치(expectation-incongruity) 이론을

근거로 학생이 기대하지 않았거나 기대와 불일치하는 정보에 접하게 되면 각성수준이 증가하여 불안을 경험하게 되며, 증가된 각성을 최적 수준으로 낮추고 불일치를 해결하기 위하여 추론을 한다고 하였다. VOE-R 집단은 불일치를 해결하기 위하여 추론을 하였으며, 이러한 추론으로 불일치를 해소했다고 판단하여 불안 수준이 낮아진 것으로 생각된다. 반면 VOE-FR 집단은 추론을 통해 불일치를 해결할 수 없다고 판단하여 불안 수준이 계속 높은 상태로 유지된 것으로 해석할 수 있다.

문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 과정(Ⅱ→Ⅲ)에서 nVOE 집단의 상태불안 수준은 변하지 않았지만 VOE-R 집단과 VOE-FR 집단 모두 상태불안이 감소하였다( $p < .001$ ). 이는 결과에 대한 과학 개념을 학습한 직후 학생이 느끼는 상태불안 수준의 변화는 문제의 결과에 대하여 바르게 추론했는지 여부에 따라 달라지는 것이 아니라는 것을 의미한다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 과학 학습 과정에서 예상과 결과의 일치 여부에 따른 학생의 상태호기심 및 상태불안 수준의 변화를 분석하고 이에 대해 논의해보는 것이다. 이를 위해 문제의 정답을 맞지 못한 학생들은 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 집단(VOE 집단)으로, 정답을 맞힌 학생들은 자신의 예상과 다른 결과에 직면하지 않은 집단(nVOE 집단)으로 구분하였다. 그리고 과학 학습 과정을 과학 문제 대면(Ⅰ), 결과 확인(Ⅱ), 과학 개념 학습(Ⅲ)의 세 학습 상황으로 구분하여 학습 상황에 따라 집단별 상태호기심 및 상태불안 수준의 변화를 측정하여 분석하였다.

과학 문제를 대면하고 문제의 결과를 확인하는 과정(Ⅰ→Ⅱ)에서 VOE 집단의 상태호기심은 증가한 반면, nVOE 집단의 상태호기심은 유의한 차이가 없었다. 상태호기심이 높을수록 학습에 긍정적인 영향을 미치기 때문에 교사는 학생들의 예상과 일치하지 않는 상황을 제시하는 것이 좋다. VOE 집단을 결과에 대한 이유를 바르게 추론한 VOE-R 집단과 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못한 VOE-FR 집단으로 구분하여 집단별 상태호기심 및 상태불안의 변화를 추가로 분석하였다. 분석 결과

VOE-R 집단의 상태호기심 수준은 nVOE 집단과 같이 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 학생들이 자신의 예상과 다른 현상에 대면하더라도 그 답을 보고 답에 대한 이유를 바르게 추론할 수 있다면 정답을 맞힌 학생과 유사하게 학생이 인식하는 지식격차가 줄어든 것으로 생각할 수 있다. 반면, VOE-FR 집단은 과학 문제를 대면한 상황보다 문제의 결과를 확인한 상황에서 상태호기심 수준이 더 높았다. VOE-FR 집단의 경우 자신의 예상과 다른 결과에 대한 이유를 바르게 추론할 수 없었기 때문에 지식격차가 크다고 인식한 것으로 보이며, 따라서 상태호기심이 더 높아진 것으로 판단된다. 상태호기심이 높은 학생은 학습 동기가 높은 상태이므로 자신의 예상과 다른 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못하는 학생에게는 학생 수준에 적합한 과학 개념 지도가 필요하다. 한편 VOE 집단과 nVOE 집단 모두 문제의 결과를 확인한 후 상태불안 수준이 감소하였다. 그리고 VOE-R 집단의 상태불안 수준 역시 감소하였다. 이러한 결과는 학생들이 자신의 예상과 다른 결과에 직면하더라도 그 결과에 대한 이유를 바르게 추론할 수 있다면 정답에 대한 불확실성과 걱정이 일부 해소되었기 때문인 것으로 생각된다. 반면 VOE-FR 집단의 경우 과학 문제 대면 후 결과 확인 과정에서 상태불안 수준은 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이는 VOE-FR 집단은 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못했기 때문에 기존의 인지-불일치를 해소하지 못하였고 여전히 높은 상태의 불안이 유지된 것으로 판단된다. 상태불안이 높으면 학습에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 자신의 예상과 불일치한 결과에 대한 이유를 바르게 추론하지 못하는 학생에게는 학생이 어려워하는 부분을 설명해주는 등 상태불안이 높아지지 않도록 적절한 피드백을 제공해줄 필요가 있다. 문제의 결과를 확인한 후 결과에 대한 과학 개념을 학습하는 과정(Ⅱ→Ⅲ)에서 VOE 집단과 nVOE 집단, 그리고 VOE-FR 집단의 상태호기심은 모두 감소하였다. 이러한 결과는 과학 개념을 학습한 이후 학생들이 인식하는 지식격차가 좁혀져 상태호기심이 충족되었기 때문으로 판단된다. 한편 정답을 맞혀 결과 확인 직후 큰 폭으로 감소했던 nVOE 집단의 상태불안 수준은 과학 개념을 학습한 직후에 유의한 변화가 나타나지 않았다. 반면 정답을 맞히지 못했던

VOE 집단, VOE-R 집단, VOE-FR 집단의 상태불안 수준은 감소하였는데 이는 과학 개념을 학습한 이후 불확실성이 대부분 해소되었기 때문인 것으로 판단된다.

과학 학습 과정에서 유발되는 상태호기심 및 상태불안 수준은 학생 자신의 예상과 일치한 결과에 직면했는지, 그리고 자신의 예상과 다른 결과를 확인한 후 결과에 대한 이유를 바르게 추론했는지에 따라 다른 양상이 나타났다. 기존의 과학 교육 연구에서는 자신의 예상과 다른 결과에 직면한 상황에 중점을 두고 많은 연구가 진행되어 왔다. 하지만 과학 학습 과정에서 자신의 예상과 다른 결과에 직면하게 되면 그러한 결과에 대한 이유를 추론하는 과정이 자연스럽게 이어질 수 있다. 이에 본 연구는 매 학습 상황마다 그 수준이 변할 수 있는 상태호기심 및 상태불안 수준의 변화를 실증적으로 분석하여 과학 학습에서 자신의 예상과 결과의 일치 여부뿐만 아니라 결과에 대한 이유를 바르게 추론할 수 있는지가 상태호기심 및 상태불안 수준의 변화에 유의한 영향을 미칠 수 있다는 점을 논의하였고, 상태호기심 및 상태불안과 관련된 이론을 실제 학습 장면에 적용하였다는 점에서 의미가 있다. 본 연구의 결과는 과학 학습에서 학생의 정서적 상태에 대한 이해의 폭을 넓히고 과학 교육 분야에서 많이 연구되지 않았던 상태호기심 및 상태불안 연구에 대한 이론적 토대를 마련할 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- 강지훈(2021). 중학교 과학영재학생의 과학불안 경험에 대한 현상학적 연구. 한국과학교육학회지, 41(4), 283-295.
- 강지훈, 김지나(2020). 열과 관련된 문제 상황에서 초등 학생들이 느끼는 친숙도, 인지에 대한 지각, 상태호기심, 상태불안의 관계 분석. 초등과학교육, 39(3), 433-448.
- 강지훈, 김지나(2021a). 과학 학습에서 유발되는 과학상태호기심 및 과학상태불안 수준에 따른 학습효과. 한국과학교육학회지, 41(3), 221-235.
- 강지훈, 김지나(2021b). 과학 문제 대면 상황에서 상태호기심 및 상태불안 유발에 영향을 미치는 학습자 변인에 대한 연구. 초등과학교육, 40(3), 343-365.
- 강지훈, 김지나(2021c). 초등학생의 열 개념 및 문제 상황과 친숙도 수준에 따른 정답률. 새물리, 71(1),

- 38-48.
- 강지훈, 유병길, 김지나(2020). 과학 상태호기심 및 과학 상태불안 측정도구 개발. *한국과학교육학회지*, 40(5), 485-502.
- 강훈식, 박진하, 김유정, 노태희(2007). 변칙사례 및 대안 가설에 의해 유발된 인지갈등과 비인지적 변인이 개념변화에 미치는 영향. *대한화학회지*, 51(1), 56-63.
- 곽호완(2011). 혼합 설계에서 공분산분석의 주의점: KwakStat과 SPSS를 사용하여. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 23(2), 229-238.
- 권미량(2008). 불일치 현상 대면 전과 후의 인지갈등이 중학생의 물리 개념변화에 미치는 영향. *한국교원대학교 박사학위논문*.
- 권미량, 김지나, 김중복, 권재술(2009). 불일치 현상 대면 전의 인지갈등이 중학생들의 물리 개념변화에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 29(8), 886-897.
- 권성기, 김익진(2003). 초등학생의 열 개념에 따른 온도 개념의 특성. *초등과학교육*, 22(1), 15-28.
- 권재술, 이경호, 김연수(2003). 인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. *한국과학교육학회지*, 23(5), 574-591.
- 김성은, 정규형, 허영희, 우종훈, 김과현(2018). 한번에 통과하는 논문: AMOS 구조방정식 활용과 SPSS 고급 분석. 서울: 한빛아카데미(주).
- 김성진(1999). 초등학교 학생의 온도와 열에 대한 개념 조사. *부산교육대학교 석사학위논문*.
- 김연수(2002). 인지갈등의 불안 유형과 귀인의 동기 심리학적 요인에 따른 학생의 물리 개념 변화 특성. *한국교원대학교 박사학위논문*.
- 김지나, 최혁준, 권재술(2002). 정량적 현상제시와 정성적 현상제시에 의한 학생들의 인지갈등 정도. *한국과학교육학회지*, 22(1), 12-21.
- 노태희, 정은희, 강석진, 한재영(2002). 개념 학습에서 변칙 사례의 역할. *한국과학교육학회지*, 22(3), 586-594.
- 노태희, 임희연, 강석진, 김순주(2001). 학생의 인지적·정의적 변인, 변칙 사례에 의한 인지갈등, 개념변화 사이의 관계. *한국과학교육학회지*, 21(4), 658-667.
- 백성혜, 박영주(2002). 초등, 중등학교 과학교과서에 나타난 열, 온도 개념에 대한 분석. *한국과학교육학회지*, 22(3), 478-489.
- 성영신, 김학진, 이현진, 박정선, 김희진, 김보경(2008). 지적 호기심의 심리적 메커니즘: 호기심 충족 방식에 따른 차이 비교. *한국심리학회지: 소비자·광고*, 9(2), 305-331.
- 성영신, 이현진, 박하연, 방지원(2009). 호기심 충족 시간 지연이 보상 및 학습에 미치는 영향: 호기심 정도의 조절효과를 중심으로. *광고학연구*, 20(4), 43-58.
- 성태제(2019). *알기 쉬운 통계분석(3판)*. 서울: 학지사.
- 신영준, 강훈식, 박영준, 김희경, 이수영, 이석희(2017). 과학관련 정의적 영역 검사도구에 대한 조사 연구. *생물교육*, 45(1), 41-54.
- 유진은(2014). 반복측정 자료를 다루는 교육 연구 실태 분석. *열린교육연구*, 22(4), 119-138.
- 이선경, 김우희(1995). 열의 오개념 교정을 위한 과학사의 도입에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 15(3), 275-283.
- 임규혁, 임웅(2007). *교육심리학*. 서울: 학지사.
- 정미미, 엄한주(2011). Two-way ANOVA 분석절차 및 사후검증방법의 이해. *한국체육측정평가학회지*, 13(2), 1-15.
- 최행숙, 김은경, 백성혜, 이길재, 정완호(2001). 초등학생들의 열과 온도에 대한 대안개념 조사. *초등과학교육*, 20(1), 123-138.
- Anderson, L. W. (1981). *Assessing affective characteristics in the schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Anderson, L. W., & Bourke, S. F. (2000). *Assessing affective characteristics in the schools*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Correnti, R. (2014). Children's motivation toward science across contexts, manner of interaction, and topic. *Science Education*, 98(2), 189-215.
- Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, arousal, and curiosity*. New York: McGraw-Hill.
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Borowske, K. (2005). *Curiosity and Motivation-to-learn*. Proceeding of the ACRL twelfth National Conference.
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Boyle, G. J. (1979). Delimitation of state-trait curiosity in relation to state anxiety and learning task performance. *Australian Journal of Education*, 23(1), 70-82.
- Brace, N., Kemp, R., & Snelgar, R. (2006). *SPSS for psychologists: A guide to data analysis using SPSS for Windows (3rd ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1988). A control-process perspective on anxiety. *Anxiety Research*, 1(1), 17-22.
- Covington, M. V. (1992). *Making the grade: A self-worth perspective on motivation and school reform*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Davidson, R. J. (1994). On emotion, mood, and related affective constructs. In P. Ekman & R. J. Davidson (Eds.), *The nature of emotion: Fundamental questions* (pp. 51-55). New York: Oxford University Press.

- Day, H. I. (1982). Curiosity and the interested explorer. *Performance and Instruction*, 21(4), 19-22.
- Deacy, A. D., Gayes, L. A., De Lurgio, S., & Wallace, D. P. (2016). Adaptation of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety for Use in Children: A Preliminary Analysis. *Journal of Pediatric Psychology*, 41(9), 1033-1043.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2010). *Educational Psychology: Windows on Classrooms*. Pearson. [신중호 역(2014). *교육심리학*. 학지사.]
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63(2), 221-230.
- Everson, H. T., Smodlaka, I., & Tobias, S. (1994). Exploring the relationship of test anxiety and metacognition on reading test performance: A cognitive analysis. *Anxiety, Stress & Coping: An International Journal*, 7(1), 85-96.
- Eysenck, M. W. (1992). *Anxiety: The cognitive perspective*. Hobe, UK: Erlbaum.
- Fandakova, Y., & Gruber, M. J. (2021). States of curiosity and interest enhance memory differently in adolescents and in children. *Developmental Science*, 24(1), e13005.
- Fastrich, G. M., Kerr, T., Castel, A. D., & Murayama, K. (2018). The role of interest in memory for trivia questions: An investigation with a large-scale database. *Motivation Science*, 4(3), 227-250.
- Grös, D. F., Antony, M. M., Simms, L. J., & McCabe, R. E. (2007). Psychometric properties of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA): Comparison to the State-Trait Anxiety Inventory (STAI). *Psychological Assessment*, 19(4), 369-381.
- Grossnickle, E. M. (2016). Disentangling curiosity: Dimensionality, definitions, and distinctions from interest in educational contexts. *Educational Psychology Review*, 28(1), 23-60.
- Gruber, M. J., & Ranganath, C. (2019). How curiosity enhances hippocampus-dependent memory: The Prediction, Appraisal, Curiosity, and Exploration (PACE) framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(12), 1014-1025.
- Gruber, M. J., Gelman, B. D., & Ranganath, C. (2014). State of curiosity modulate hippocampus-dependent learning via the dopaminergic circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496.
- Hembree, R. (1988). Correlates, causes, effects, and treatment of test anxiety. *Review of Educational Research*, 58(1), 47-77.
- Henderson, B., Charlesworth, W. R., & Gamradt, J. (1982). Children's exploratory behavior in a novel field setting. *Ethology and Sociobiology*, 3(2), 93-99.
- Huitema, B. E. (1980). *The analysis of covariance and alternatives*. John, Wiley & Sons, Inc.
- Jaber, L. Z., & Hammer, D. (2016). Learning to feel like a scientist. *Science Education*, 100(2), 189-220.
- Jegede, O. J. (1987). Socio-cultural correlates of anxiety in science classrooms: a preliminary report. Paper presented as a contribution to the International Roundtable Exchange at the National Convention of the National Science Teachers Association, Washington, D. C., March, 26-29.
- Jirout, J. J. (2020). Supporting Early Scientific Thinking Through Curiosity. *Frontiers in Psychology*, 11.
- Kang, M. J., Hsu, M., Krajbich, I. M., Loewenstein, G., McClure, S. M., Wang, J. T. Y., & Camerer, C. F. (2009). The wick in the candle of learning: Epistemic curiosity activates reward circuitry and enhances memory. *Psychological Science*, 20(8), 963-973.
- Keppel, G. (1991). *Design and Analysis: A Researcher's Handbook* (3rd). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Keppel, G., & Zedeck, S. (1989). *Data Analysis for Research Design*. W. H. Freeman Company.
- Kim, S. I. (1999). Causal bridging inference: A cause of story interestingness. *British Journal of Psychology*, 90(1), 57-71.
- Ladd, S. L., & Gabrieli, J. D. E. (2015). Trait and state anxiety reduce the mere exposure effect. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 701.
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fuß, S., Gläser-Zikuda, M., Mayring, P., & Rhöneck, C. (2003). An investigation on the influence of emotions on learning in physics. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489-507.
- Lee, G., Kwon, J., Park, S., Kim, J., Kwon, H., & Park, H. (2003). Development of an instrument for the measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 585-603.
- Leherissey, B. L. (1971a). The development of a measure of state epistemic curiosity (Tech. Memo No. 34). Tallahassee: Florida State University.
- Leherissey, B. L. (1971b). Optimal degree of arousal theory: Toward an integration of research on curiosity behaviors. Unpublished manuscript, Florida State University.

- Lester, D. (1968). The effect of fear and anxiety on exploration and curiosity: Toward a theory of exploration. *The Journal of General Psychology*, 79(1), 105-120.
- Litman, J. A., Hutchins, T. L., & Russon, R. K. (2005). Epistemic curiosity, feeling of knowing, and exploratory behavior. *Cognition and Emotion*, 19(4), 559-582.
- Litman, J. A., & Spielberger, C. D. (2003). Measuring epistemic curiosity and its diversive and specific components. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), 75-86.
- Loewenstein, G. (1994). The psychology of curiosity: a review and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116(1), 75-98.
- Mallow, J. V., & Greenburg, S. L. (1982). Science anxiety: Causes and remedies. *Journal of College Science Teaching*, 11(6), 356-358.
- Markey, A., & Loewenstein, G. (2014). CURIOSITY. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *Educational psychology handbook series. International Handbook of Emotions in Education* (pp. 228-245). New York, NY: Routledge.
- Marvin, C. B., & Shohamy, D. (2016). Curiosity and reward: Valence predicts choice and information prediction errors enhance learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(3), 266-272.
- McGillivray, S., Murayama, K., & Castel, A. D. (2015). Thirst for knowledge: The effects of curiosity and interest on memory in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 30(4), 835-841.
- Meyer, D. K., & Turner, J. C. (2002). Discovering emotion in classroom motivation research. *Educational Psychologist*, 37(2), 107-114.
- Murphy, C., Dehmelt, V., Yonelinas, A. P., Ranganath, C., & Gruber, M. J. (2021). Temporal proximity to the elicitation of curiosity is key for enhancing memory for incidental information. *Learning & Memory*, 28(2), 34-39.
- Naveh-Benjamin, M. (1991). A comparison of training programs intended for different types of test-anxious students: Further support for an information-processing model. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 134-139.
- Naylor, F. D. (1981). A state-trait curiosity inventory. *Australian Psychologist*, 16(2), 172-183.
- Olson, K. R., Camp, C. J., & Fuller, D. (1984). Curiosity and need for cognition. *Psychological Reports*, 54(1), 71-74.
- Pacheco-Unguetti, A. P., Acosta, A., Callejas, A., & Lupiáñez, J. (2010). Attention and anxiety: Different attentional functioning under state and trait anxiety. *Psychological Science*, 21(2), 298-304.
- Paik, S. H., Cho, B. K., & Go, Y. M. (2007). Korean 4- to 11-Year-Old Student Conceptions of Heat and Temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 284-302.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- Rafferty, B. D., Smith, R. E., & Ptacek, J. T. (1997). Facilitating and debilitating trait anxiety, situational anxiety, and coping with an anticipated stressor: A process analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(4), 892-906.
- Randler, C., Hummel, E., Gläser-Zikuda, M., Vollmer, C., Bogner, F. X., & Mayring, P. (2011). Reliability and validation of a short scale to measure situational emotions in science education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(4), 359-370.
- Rosenberg, E. L. (1998). Levels of analysis and the organization of affect. *Review of General Psychology*, 2(3), 247-270.
- Sahin, M., Caliskan, S., & Dilek, U. (2015). Development and validation of the physics anxiety rating scale. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(2), 183-200.
- Schutz, P. A., & Lanehart, S. L. (2002). Introduction: emotions in education. *Educational Psychologist*, 37(2), 67-68.
- Schutz, P. A., & Pekrun, R. (2007). *Emotion in Education*. Amsterdam: Academic Press.
- Shin, D. D., & Kim, S. (2019). Homo curious: Curious of interest? *Educational Psychology Review*, 31(5), 853-874.
- Spielberger, C. D. (1972a). *Anxiety: Current trends in theory and research*. New York: Academic Press.



- Spielberger, C. D. (1972b). Experimental approaches to test anxiety: Attention and the uses of information. In C. D. Spielberger (Ed.), *Anxiety; Current Trends in Theory and Research* (Vol. 2). N. Y: Academic press.
- Tobin, K., Ritchie, S., Oakley, J., Mergard, V., & Hudson, P. (2013). Relationships between emotional climate and the fluency of classroom interactions. *Learning Environments Research*, 16(1), 71-89.
- Trudewind, C. (2000). Curiosity and anxiety as motivational determinants of cognitive development. In J. Heckhausen (Ed.), *Advances in Psychology*, 131. *Motivational psychology of human development: Developing motivation and motivating development* (pp. 15-38). Elsevier Science.
- Wine, J. D. (1980). Cognitive-attentional theory of test anxiety. In I. G. Sarason (Ed.), *Test Anxiety: Theory, Research and Applications* (pp. 349-385). L. Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.

---

강지훈, 달산초등학교 교사(Kang, jihoon; teacher, Dalsan elementary school)

† 김지나, 부산대학교 교수(Kim, Jina; Professor, Pusan National University)