

무중력 상태에 대한 예상의 확인 결과가 예비 초등 교사의 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향

최혁준 · 김준태[†] · 권재술[‡]

(공주대학교 과학교육연구소) · (공주대학교)[†] · (한국교육원대학교)[‡]

The Effects of the Result of Ascertaining Predictions on Pre-service Elementary Teachers' Cognitive Conflict and Conceptual Change in the Concept of Weightlessness

Choi, Hyukjoon · Kim, Juntae[†] · Kwon, Jaesool[‡]

(Institute of Science Education, Kongju National University) · (Kongju National University)[†]
· (Korea National University of Education)[‡]

ABSTRACT

This study examined the effects of the result of ascertaining predictions on cognitive conflict and conceptual change when students learned the concept of weightlessness. Participants were 200 pre-service elementary teachers. They answered the pretest composed of two items. Through the demonstration on either of two items of the pretest, they identified whether their predictions were correct or not. In addition, students' cognitive conflicts were measured. After brief instructional treatment, the posttest was conducted. The results of this study are as follows: The more students who identified their own predictions on the experiment were incorrect there were, the more effective it was on cognitive conflict and conceptual change. And cognitive conflicts and conceptual changes of students who identified that their predictions were incorrect were generated meaningfully more than those of students who identified that their predictions were correct. From these results, it is concluded that students who identified that their predictions were correct experience cognitive conflicts, but their cognitive conflicts and conceptual changes were smaller than those of students who identified that their predictions were incorrect.

Key words : cognitive conflict, conceptual change, prediction, pre-service elementary teacher, weightlessness

I. 서 론

현재 심리학과 인식론, 교육 분야에 있어 핵심을 이루는 배경은 구성주의이다. 구성주의 관점에서 개인은 환경과의 상호작용을 통해 주체적으로 지식을 구축하며, 학습이란 학습자의 선개념과 주변 환경이 능동적으로 상호작용을 하면서 학습자에게 있어서 개념변화가 일어나는 것이다. 과학교육에서 개념변화는 다양한 의미로 사용되고 있다. 그럼에도 불구하고 개념변화가 기존에 가지고 있는 지식의 재구조화와 관련이 있다는 것에는 이견이 없다(Duit, 1999).

과학교육에 있어 개념변화에 관한 가장 영향력 있

는 이론들은 1980년대 초 코넬대학교의 과학교육자들과 철학자들에 의해 발달되었다(Hewson, 1982; Posner et al., 1982). 이들의 초기 이론은 개념변화를 일으키는 네 가지 조건을 제시하면서 어떻게 학습자가 자신이 가지고 있는 개념을 대체 개념으로 바꿀 수 있는지에 대한 답을 제공해 주었다. 물론 이들의 초기 이론은 인지적 측면만을 강조하였다는 비판을 받게 되지만(Pintrich et al., 1993), 개념변화를 위해서는 현재 개념에 대한 불만족을 경험하는 것이 가장 선결되어야 하는 핵심 조건임을 강조하므로 인지갈등이 개념변화를 촉진시키는 요인으로 주목받도록 하였다.

그 이후 여러 연구가 인지갈등을 이용한 전략이 개념변화에 효과적임을 보고하였다(김범기와 권재술, 1995; 김지나 등, 2000; 차영 등, 2001; Druyan, 1997; Niaz, 1995). 이 때 불일치 상황 제시는 인지갈등을 유발하는 주요 방법이다(권재술 등, 2003; Chan et al., 1997; Limon, 2001). 학생들의 선개념에 불일치한 상황은 학생들로 하여금 자신의 선개념에 불만을 느끼게 함으로써 인지갈등을 유발시킬 수 있다(Dreyfus et al., 1990; Posner et al., 1982). 학생들은 불일치 상황을 신중하게 고려하면서 인지갈등을 겪게 되고, 학생의 개념체계는 개념변화를 준비하게 된다. 학생들이 불일치 상황을 심각하게 다루면 다룰수록 기존 개념에 대해 더 큰 불만을 느끼게 되어 새로운 개념으로 변화할 가능성이 많아지게 된다(Posner et al., 1982).

개념변화를 위한 수업 전략으로 불일치 상황 제시를 통해 인지갈등을 유발하는 경우, 교사가 제시한 상황에 대해 그 결과를 올바르게 예상한 학생들 중에도 많은 학생들이 비과학적 개념을 갖고 있을 수 있다. 권난주(2000)는 제시된 상황의 결과를 옳게 응답한 학생에게서도 틀리게 응답한 학생에 비해 정도는 작지만 인지갈등이 유발될 수 있다는 것을 확인하였다. 그런데 지금까지 수행된 대부분의 연구에서는 제시된 상황의 결과를 올바르게 예상한 학생들은 연구 대상에서 제외되었다.

권재술 등(2003)은 인지갈등 유발이 개념변화를 위한 충분조건은 아닐지라도 필요조건이기는 하며, 불일치 상황 제시 또한 인지갈등 유발의 충분조건은 아닐지라도 필요조건이기는 하다고 보았다. 이것에 의하면 불일치 상황 제시가 인지갈등 유발의 필요조건이라는 것은 인지갈등 유발은 불일치 상황 제시의 충분조건이라고 볼 수 있다. 즉, 한 학생이 자신에게 제시된 상황의 결과를 올바르게 예상하였다 하더라도 그 상황을 접해서 인지갈등을 일으켰다면, 제시된 상황은 그 학생에게 불일치 상황이다. 그런데 제시된 상황이 불일치 상황이라는 것은 학생들이 가지고 있는 개념이 과학적인 개념이 아니며 이를 올바른 과학적 개념으로 변화시켜야 할 필요가 있음을 의미한다. 그러므로 이와 같은 학생들을 대상으로 한 개념변화 연구가 필요하다.

따라서 이 연구에서는 지금까지 대부분의 개념변화 연구에서 논의의 대상에서 제외되었던 비과학적 사전개념을 가졌지만 제시된 상황의 결과를 옳게 예상한

학생들을 주요한 연구 대상으로 포함시켜, 제시된 상황에 대한 예상 확인이 개념변화와 어떠한 관계가 있는지 알아보고자 하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 예상 확인 실험에 따라 인지갈등과 개념변화에 차이가 있는가?
- 2) 확인한 예상이 옳았는지, 옳지 않았는지에 따라 인지갈등과 개념변화에 차이가 있는가?

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 교육대학교 1학년 학생 200명을 대상으로 하였다. 남학생은 56명, 여학생은 144명이었다. 무중력 상태에 대해 학습한 경험이 있는냐는 질문에 90.0%인 180명이 학습한 경험이 있다고 대답하였다.

연구의 절차는 그림 1과 같다. 학생들을 A, B 두 그룹으로 나누고 ‘무중력 상태’ 개념에 대한 두 문항으로 구성된 사전개념 검사도구를 사용하여 사전개념을 조사한 후, 두 문항의 사전개념 검사문항 중 그룹에 따라 각기 다른 한 문항에 대해서만 시범실험을 보여줌으로써 보여준 문항에 대해 자신이 한 예상이 옳았는지, 옳지 않았는지를 확인하게 하였다. 이 논문에서는 이 실험을 예상 확인 실험이라고 명명하였다. 즉, 그룹A는 사전개념 검사문항1에 대한 시범실험을 통해 사전개념 검사문항1에 대해 자신이 한 예상의 결과를 확인하게 하였으므로 사전개념 검사문항1에 대한 시범실험이 예상 확인 실험이 되며, 그룹B는 사전개념 검사문항2에 대한 시범실험을 통해 사전개념 검사문항2에 대한 예상의 결과를 확인하게 하였으므로 사전개념 검사문항1에 대한 시범실험이 예상 확인 실험이 된다. 이 때, 사전개념 검사문항2에 비해 문제가 좀 더 쉽다고 판단되는 사전개념 검사문항1을 틀릴 학생수가 적을 것이라고 예상되므로 그룹A의 학생 중 자신의 예상이 옳지 않았다는 것을 확인하게 되는 학생수를 확보하려는 의도로 그룹A의 학생을 그룹B보다 많게 구성하였다. 그룹A는 136명, 그룹B는 64명이다. 예상 확인 실험을 실시한 후, 이를 통해 유발된 학생들의 인지갈등 정도를 측정하였다.

이어서 자유낙하하는 컵 속은 무중력 상태가 되며 이러한 경우 컵에 뚫린 구멍에서 물이 빠져나오지 않는다는 것을 설명하는 수업을 실시하였다. 수업 시

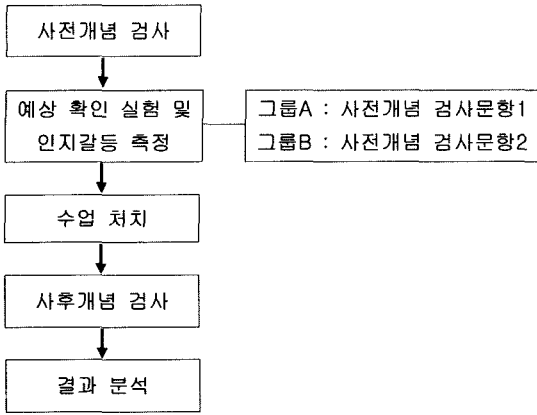


그림 1. 연구 절차.

간은 10분 정도이며, 미리 준비한 교안과 TP 자료를 사용하였다. 설명이 끝난 직후 사후개념 검사도구를 사용, 학생들의 사후개념을 조사하였다. 사전개념 검사부터 사후개념 검사까지 실시하는 데는 모두 50분 정도가 소요되었다.

이 연구에서는 검사도구를 통해 얻은 자료를 두 단계로 분석한다. 먼저 학생들에게 자신의 예상이 옳았는지, 옳지 않았는지를 확인시켜준 예상 확인 실험에 따라 전체 학생을 그룹A와 그룹B로 나누어 인지갈등과 개념변화에 차이가 있는지 비교하였다. 그리고 사전개념 검사문항의 응답에 따라 유형을 분류하여 사전개념이 분명히 비과학적이면서 확인한 예상이 옳은 유형과 사전개념이 분명히 비과학적이면서 확인

한 예상이 옳지 않은 유형 사이의 인지갈등과 개념변화 정도를 비교하였다.

2. 검사도구

1) 사전·사후개념 검사도구

무중력 상태에 대한 학생들의 사전, 사후개념을 검사하기 위한 문항을 개발하였다. 사전개념 검사에서는 모두 두 문항을 제시하였다. 각 문항은 ‘기타’ 항목을 포함하여 5개의 답지로 구성되어있으며, 답지를 선택한 이유를 학생들이 직접 기술하도록 하였다. 사전개념 검사문항1은 컵을 잡고 있던 손을 가만히 놓아 컵을 떨어뜨리면 컵이 낙하하는 상태에서 물은 어떻게 되는지 물었고(그림 2), 사전개념 검사문항2는 이 컵을 포물선 운동하도록 가만히 던진다면 컵이 손을 떠난 상태에서 물은 어떻게 되는지 물었다.

사후개념 검사에서는 모두 네 문항을 제시하였다. 사후개념 검사문항1과 2는 사전개념 검사에서 사용한 문항과 동일하다. 사후개념 검사문항3은 옆면에 구멍이 있는 캔 속에 물을 넣고 이 캔을 연직 위로 던져 올릴 때, 캔이 손을 떠나 위로 올라가는 동안 캔 속의 물은 어떻게 되는지 물었고, 사후개념 검사문항4는 이 캔이 정상에 도달한 후, 내려오는 동안 캔 속의 물은 어떻게 되는지 물었다. 응답에 대한 이유 진술을 포함하여 네 문항 모두 옳게 답한 경우만 과학적 개념을 갖고 있는 것으로 판단하여 사후개념 점수를 1점 부여하였고, 나머지 경우는 모두 비과학

1. 오른쪽 그림과 같이 옆면에 구멍이 있는 컵에 물을 넣고, 손가락으로 구멍을 막은 채 잡고 있었다. (만일, 구멍을 막지 않았다면 물은 ㉠과 같이 흘러나오며, 공기의 저항은 무시한다.) 잡고 있던 손을 가만히 놓아 컵을 떨어뜨리면, 컵이 낙하하면서 물은 어떻게 될까? ()

(가) ㉠과 같이 흘러나온다.
 (나) ㉡과 같이 흘러나온다.
 (다) ㉢과 같이 흘러나온다.
 (라) 물이 흘러나오지 않는다.
 (마) 기타 ())

그 이유는?

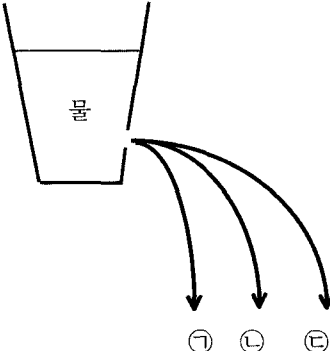


그림 2. 사전개념 검사문항1.

적인 개념을 갖고 있는 것으로 판단하여 사후개념 점수를 0점 부여하였다.

2) 인지갈등 측정도구

두 문항의 사전개념 검사문항 중 한 문항에 대한 예상 확인 실험을 실시하여 학생들에게 인지갈등이 유발되도록 하였으며, Lee 등(2003)이 개발한 CCLT (Cognitive Conflict Level Test)를 이용하여 유발된 인지갈등의 정도를 정량적으로 측정하였다. 이 검사 도구는 인지갈등의 구성 변인을 불일치 상황의 인식, 흥미, 불안, 그리고 인지적 재평가로 보고, 이 네 가지 하위 변인을 측정하여 전체적인 인지갈등 정도를 나타낸다.

각 하위 변인별로 3문항씩 총 12문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 다섯 단계의 리커트 척도로 응답하도록 되어있다. 이 다섯 단계에 각각 0-4점을 부여하여 각 문항은 4점 만점으로, 인지갈등 총점은 48 점 만점으로 하였다.

3. 수업 처치

우선 자유낙하하는 경우가 어떤 경우인지에 대해 설명하고, 구멍 뚫린 컵을 손으로 잡고 있는 경우에 물이 흘러나오는 이유와 자유낙하 하는 경우에 물이 흘러나오지 않는 이유에 대해 10분 정도 설명하는 수업을 진행하였다. Galili(1993, 1995)는 무중력 상태에 대한 학생들의 혼란이 무게를 중력과 동일한 개념으로 가르치는데 있다고 보고, 이러한 혼란을 제거하기 위해서는 무게를 물체가 접촉하는 면에 대해 느끼는 수직항력으로 설명하는 것이 바람직하다고 지적하였다. 이 연구에서는 Galili가 지적한 이러한 내용을 고려하여 수업 내용을 구성하였다. 수업 전 올바른 사전개념을 가지고 있지 않을지라도 수업을 통해 올바른 사후개념을 가질 수 있도록 수업 내용을 구성하여 진행하였다.

4. 사전개념에 따른 유형 분류

두 문항의 사전개념 검사문항에 대한 응답이 옳았는지, 옳지 않았는지에 따라 학생들을 네 개의 유형으로 구분하였다. 네 개의 유형은 T와 F로 조합된 두 개의 문자로 표현하였다. 문자 T는 응답이 옳은 경우를, 문자 F는 응답이 옳지 않은 경우를 의미하며, 두 문자 중 앞 문자는 사전개념 검사문항1에 대한 응답의 결과를, 뒤 문자는 사전개념 검사문항2에 대

한 응답의 결과를 나타낸다.

또 기호 ‘⁺’를 사용하여 그룹A와 그룹B를 구별하였다. 즉, 그룹A는 사전개념 검사문항1에 대한 예상 이 옳았는지, 옳지 않았는지를 확인하였기 때문에 사전개념 검사문항1에 대한 예상 확인 실험을 실시하였다는 의미로 앞 문자에 ‘⁺’ 표시를, 그룹B는 사전개념 검사문항2에 대한 예상 이 옳았는지, 옳지 않았는지를 확인하였기 때문에 뒤 문자에 ‘⁺’ 표시를 하였다.

예를 들어, FT⁺라고 표현한 유형은 앞의 문자가 F이므로 사전개념 검사문항1의 응답이 옳지 않았다는 것을 의미하고, 뒤의 문자가 T이므로 사전개념 검사문항2의 응답이 옳았다는 것을 의미한다. 또한 뒤의 문자에 ‘⁺’ 표시를 한 것은 사전개념 검사문항2에 대한 자신의 예상 이 옳았는지 옳지 않았는지를 확인한 것을 의미한다. 이 유형은 사전개념 검사문항2에 대한 예상 확인 실험을 실시하였으므로 그룹B에 속한다. 표 1은 사전개념 검사문항 응답에 따라 그룹별로 유형을 나타내는 기호를 정리한 것이다.

IV. 연구결과 및 논의

1. 유형별 사례수

무중력 상태에 대한 두 문항의 사전개념 검사에 대한 응답이 맞고, 틀림에 따라 나는 각 그룹의 유형별 사례수는 표 2와 같다. 그룹A에서는 유형이 TT인 사례가, 그룹B에서는 TF인 사례가 가장 많이 나타났으나, 교차분석 결과 두 그룹의 유형별 인원 분포에는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 두 그룹 모두 유형이 FT인 사례가 5% 이하로 가장 적었다.

표 1. 그룹별 유형을 나타내는 기호

		사전개념 검사문항2	
		응답이 옳지 않은 경우	응답이 옳은 경우
그룹A	사전개념 검사문항1		
	응답이 옳지 않은 경우	F ⁺ F	F ⁺ T
	응답이 옳은 경우	T ⁺ F	T ⁺ T
그룹B	사전개념 검사문항1		
	응답이 옳지 않은 경우	FF ⁺	FT ⁺
	응답이 옳은 경우	TF ⁺	TT ⁺

주. 그룹A의 예상 확인 실험은 사전개념 검사문항1에 대한 것이다. 그룹B의 예상 확인 실험은 사전개념 검사문항2에 대한 것이다.

표 2. 그룹의 유형별 사례수

그룹	유형	인원	비율(%)
그룹A	F ⁺ F	19	14.0
	F ⁺ T	6	4.4
	T ⁺ F	51	37.5
	T ⁺ T	60	44.1
	소계	136	100.0
그룹B	FF ⁺	12	18.8
	FT ⁺	2	3.1
	TF ⁺	27	42.2
	TT ⁺	23	35.9
	소계	64	100.0

그룹A의 학생들은 예상 확인 실험을 통해 사전개념 검사문항1에 대한 자신의 예상이 옳았는지 옳지 않았는지를 확인하였으며, 그룹B의 학생들은 사전개념 검사문항2에 대한 자신의 예상이 옳았는지 옳지 않았는지를 확인하였다. 그러므로 그룹A의 경우는 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 사례가 81.6%인 111명이며, 그룹B의 경우는 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 사례가 39.0%인 25명이다. 즉, 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 학생의 비율은 그룹A가 그룹B보다 2배 이상 크다.

2. 예상 확인 실험에 따른 인지갈등과 개념변화

네 개의 하위변인별 점수를 포함한 그룹별 인지갈등 점수는 표 3과 같다. 총점을 비롯하여 인지갈등 하위변인 중 흥미를 제외한 세 변인은 모두 그룹B의 점수가 그룹A에 비해 유의미하게 높았다. 이것은 그룹B가 사전개념 검사문항1보다 예상이 더 많이 틀린

표 3. 그룹별 인지갈등 점수

인지갈등 하위변인	그룹	평균	t
인식	그룹A	6.22	4.640*
	그룹B	8.33	
흥미	그룹A	9.30	1.219
	그룹B	9.81	
불안	그룹A	5.16	3.916*
	그룹B	7.05	
재평가	그룹A	8.84	3.828*
	그룹B	10.19	
총점	그룹A	29.52	4.280*
	그룹B	35.38	

주. 각 인지갈등 하위변인 만점=12; 총점 만점=48. 그룹A n=136; 그룹B n=64.
*p<0.001.

표 4. 그룹별 사후개념 점수

그룹	인원	평균	표준편차	t
그룹A	136	0.51	0.50	2.484*
그룹B	64	0.69	0.47	

주. 만점=1.
*p<0.05.

사전개념 검사문항2에 대해 예상을 확인하고, 이에 대한 인지갈등을 측정하였기 때문이라고 볼 수 있다.

간단한 수업 처치가 있는 직후 실시한 사후개념 검사에 대한 결과는 표 4와 같다. 그룹A와 그룹B의 사후개념 점수는 각각 0.51과 0.68로, 이것은 그룹A는 수업 후 51%의 학생들이 무중력 상태에 대해 과학적 개념을 갖은 것을, 그리고 그룹B는 69%의 학생들이 과학적 개념을 갖은 것을 의미한다. 그룹별 사후개념 점수의 차이는 통계적으로 유의미하였다. 즉, 더 많은 비율의 학생이 자신이 예상이 옳지 않았다는 것을 확인하므로 인지갈등이 더 크게 유발된 그룹이 개념변화가 더 많이 일어났다.

3. 확인한 예상의 성패에 따른 인지갈등과 개념변화

각 그룹의 유형별 인지갈등 및 개념변화 점수에 대한 일원변량분석을 실시하여 유형에 따라 각 점수에 차이가 있는지 알아보았다. 표 5와 표 6은 각각 그룹A와 그룹B에 대한 결과이다.

그룹A의 경우 인지갈등과 사후개념은 유형별로 유의미한 차이를 보였다(표 5). 사후 검증 결과, 인지갈등의 차이는 ‘F⁺F’와 ‘T⁺F’, ‘F⁺F’와 ‘T⁺T’, ‘F⁺T’와 ‘T⁺F’,

표 5. 그룹A의 유형별 인지갈등 및 사후개념 점수

변인	유형	평균	표준편차	F
인지갈등	F ⁺ F	38.95	6.19	14.483**
	F ⁺ T	39.17	3.37	
	T ⁺ F	26.27	9.22	
	T ⁺ T	28.33	7.94	
	계	29.52	9.26	
사후개념	F ⁺ F	0.63	0.50	2.787*
	F ⁺ T	0.50	0.55	
	T ⁺ F	0.35	0.48	
	T ⁺ T	0.60	0.49	
	계	0.51	0.50	

주. 인지갈등 점수 만점=48; 사후개념 점수 만점=1.
*p<0.05, **p<0.001.

표 6. 그룹B의 유형별 인지갈등 및 사후개념 점수

변인	유형	평균	표준편차	F
인지갈등	FF ⁺	41.00	5.26	11.088*
	FT ⁺	45.00	4.24	
	TF ⁺	37.56	6.44	
	TT ⁺	29.04	8.29	
	계	35.38	8.48	
사후개념	FF ⁺	0.75	0.45	2.072
	FT ⁺	0.00	0.00	
	TF ⁺	0.63	0.49	
	TT ⁺	0.78	0.42	
	계	0.69	0.47	

주. 인지갈등 점수 만점=48, 사후개념 점수 만점=1.
*p < 0.001.

그리고 'F⁺T와 T⁺T' 사이의 차이에 의한 것이며, 사후개념의 차이는 'F⁺F와 T⁺F', 그리고 'T⁺F와 T⁺T' 사이의 차이에 의한 것임을 확인하였다.

그룹B의 경우 인지갈등만 유형별로 유의미한 차이를 보였다(표 6). 이 차이는 사후 검증 결과, TT⁺와 다른 세 유형(FF⁺, FT⁺ 및 TF⁺) 사이의 차이에 의한 것임을 확인하였다. 또한 전체 유형에 대한 일원변량 분석 결과에서는 나타나지 않았던 사후개념의 차이도 두 유형 사이에 개별적인 t 검증을 해보면, FT⁺와 다른 세 유형(FF⁺, TF⁺ 및 TT⁺) 사이에 유의미한 차이를 보이는 것을 확인하였다.

이러한 유형별 차이를 확인한 예상의 결과와 관련하여 분석하였다. 즉, 예상의 확인 결과가 다른 두 유형 사이의 인지갈등과 사후개념에 차이가 있는지 확인하기 위해 모두 두 쌍의 유형에 대하여 인지갈등과 사후개념 정도를 비교하였다. 그중 한 쌍의 유형 비교는 사전개념 검사문항1과 사전개념 검사문항2의 응답을 모두 같게 한 그룹A와 그룹B의 유형 사이의 비교이다. 사전개념 검사문항 두 문항 중 한 문항은 맞고 한 문항은 틀린 유형의 쌍은 'T⁺F와 TF⁺' 그리고 'F⁺T와 FT⁺' 두 쌍이 있을 수 있으나, 'F⁺T와 FT⁺'의 경우 사례수가 각각 6과 2로 적으므로, 사례수가 많은 'T⁺F와 TF⁺'의 인지갈등과 사후개념 정도를 비교하였다.

나머지 한 쌍의 유형 비교는 같은 그룹 내에서 확인한 예상의 결과가 다른 두 유형 사이의 비교이다. 두 문항의 사전개념 검사문항을 모두 맞은 T⁺T와 TT⁺에는 수업 전에 이미 과학적인 개념을 가진 경우

가 포함될 수 있으므로 비교에서 제외하였다. 따라서 확인한 예상의 결과가 다른 유형의 쌍은 각 그룹별로 두 개씩, 모두 네 쌍이며, 이중 예상을 확인하지 않은 문항이 사후개념에 미치는 영향을 배제하기 위해서는 예상의 결과를 확인하지 않은 문항을 틀리게 응답한 쌍을 고려해야 한다. 이러한 쌍은 두 쌍이며, 이 중 'FF⁺와 FT⁺'의 경우는 각 유형의 사례수가 12와 2로 작다. 그러므로 사례수가 많은 'T⁺F와 T⁺F'의 인지갈등과 사후개념 정도를 비교하였다.

T⁺F와 TF⁺는 모두 사전개념 검사문항1은 맞고, 검사문항2는 틀린 경우이다. 이 유형들은 모두 사전개념 검사문항2를 틀렸으므로 사전개념이 과학적이라고 볼 수 없다. 물론 그룹A에 속한 T⁺F는 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인하였고, 그룹B에 속한 TF⁺는 자신의 예상이 옳지 않았다는 것을 확인하였다.

그림 3은 T⁺F와 TF⁺의 인지갈등 점수를 그래프로 나타낸 것이다. 두 유형의 인지갈등 점수는 각각 26.27과 37.56으로 통계적으로 유의미한 차이를 보인다(p < 0.001). 두 유형은 동일한 사전개념을 갖고 있으나, T⁺F는 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인하였기 때문에 자신의 예상이 옳지 않았다는 것을 확인한 TF⁺ 보다 인지갈등 점수가 낮았다.

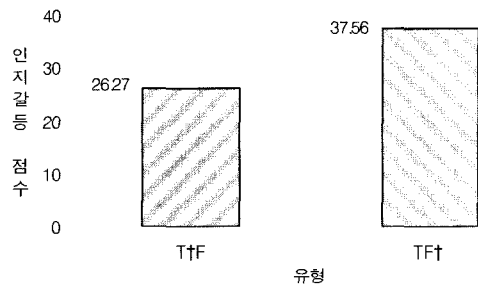


그림 3. 사전개념 유형이 같은 경우, 예상의 성패에 따른 인지갈등 점수.

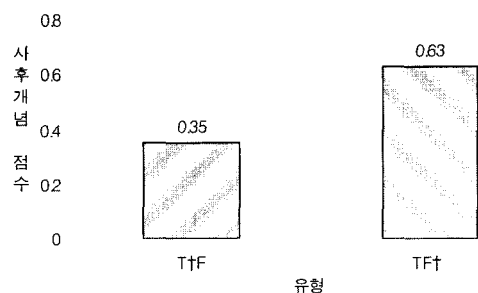


그림 4. 사전개념 유형이 같은 경우, 예상의 성패에 따른 사후개념 점수.

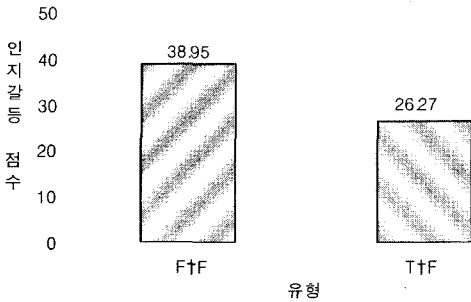


그림 5. 예상 확인 실험이 같은 경우, 예상의 성패에 따른 인지갈등 점수.

$T^{\dagger}F$ 와 TF^{\dagger} 의 사후개념 점수는 그림 4와 같다. 두 유형의 사후개념 점수는 각각 0.35와 0.63으로 통계적으로 유의미한 차이를 보인다($p < 0.05$). TF^{\dagger} 의 사후개념 점수가 $T^{\dagger}F$ 의 것보다 높은 것은 TF^{\dagger} 가 더 큰 인지갈등을 유발하였기 때문이라고 할 수 있다.

$F^{\dagger}F$ 와 $T^{\dagger}F$ 는 모두 그룹A의 유형이며 사전개념 검사문항2를 모두 틀린 유형이므로 두 유형의 사전개념은 모두 과학적이라고 볼 수 없다. $F^{\dagger}F$ 는 사전개념 검사문항1에 대하여 자신의 예상이 옳지 않았다는 것은 확인한 경우이며, $T^{\dagger}F$ 는 이 문항에 대한 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 경우이다.

그림 5는 $F^{\dagger}F$ 와 $T^{\dagger}F$ 의 인지갈등 점수를 나타낸 것이다. 두 유형의 인지갈등 점수는 각각 38.95와 26.27로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < 0.001$). $F^{\dagger}F$ 는 자신의 예상이 옳지 않았다는 것을 확인하였기 때문에 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 $T^{\dagger}F$ 보다 인지갈등 점수가 높다.

$F^{\dagger}F$ 와 $T^{\dagger}F$ 의 사후개념 점수는 그림 6의 그래프와 같다. 두 유형의 사후개념 점수는 각각 0.63과 0.35로 유의미한 차이를 보인다($p < 0.05$). $T^{\dagger}F$ 는 사전개념 검사에서 한 문항은 맞춘데 비해 $F^{\dagger}F$ 는 두 문항

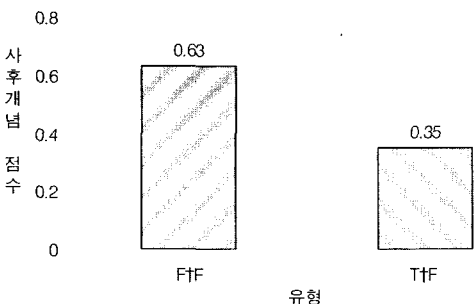


그림 6. 예상 확인 실험이 같은 경우, 예상의 성패에 따른 사후개념 점수.

다 틀렸으므로 $T^{\dagger}F$ 의 사후개념 점수가 $F^{\dagger}F$ 보다 높을 것이라고 생각할 수도 있으나, 실험 결과 확인한 예상이 옳지 않으므로 인지갈등을 높게 일으킨 $F^{\dagger}F$ 의 사후개념 점수가 $T^{\dagger}F$ 보다 높았다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 연구 대상을 두 그룹으로 나누어 두 문항의 사전개념 검사문항 중 서로 다른 한 문항에 대한 예상 확인 실험을 통해 학생들이 자신이 한 예상이 옳았는지, 옳지 않았는지를 확인하게 하였다. 두 문항의 정답률은 큰 차이가 있었다. 이때 그룹별로 유발된 인지갈등과 개념변화 정도는 유의미한 차이가 나타났다. 즉, 제시된 불일치 상황에 따라 예상의 확인 결과에 차이가 나타났으며, 이로 인해 인지갈등 정도에도 차이를 보였다. 또한 그룹별 인지갈등 정도의 차이가 그룹별 사후개념 점수의 차이를 가져온 것으로 볼 수 있다.

그리고 확인한 예상이 옳은 경우와 옳지 않은 경우는 인지갈등과 개념변화 정도에 유의미한 차이를 보였다. 확인한 예상이 옳지 않은 경우가 옳은 경우에 비해 개념변화가 크게 일어난 것은 인지갈등이 많이 유발된 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 개념변화가 더 잘 일어난다는 선행연구(권난주, 2000; 권난주와 권재술, 2004)의 결과와 유사하다.

이러한 연구 결과를 가지고 내린 결론은 다음과 같다.

제시된 상황에 따라 인지갈등과 개념변화에 많은 차이를 보인다. 또한 제시된 상황을 옳게 예상한 학생 중에서도 비과학적 사전개념을 가진 학생들이 있으며, 이들도 제시된 상황에 대해 인지갈등을 일으킨다는 것을 확인하였다. 하지만 제시된 상황을 옳게 예상한 경우의 인지갈등과 개념변화 정도는 확인한 예상이 옳지 않은 경우에 비해 작았다. 비과학적인 사전개념을 갖고 있는 학생이 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인하였을 때는 개념변화 정도가 낮았다. 그러므로 개념변화를 위한 인지갈등 유발 전략으로 제시되는 상황은 학생들의 예상과 확연하게 다른 것이 효과적이라고 할 수 있다.

이 연구의 결과와 결론으로부터 몇 가지 제안을 하고자 한다.

첫째, 이 연구는 교육대학교 학생을 대상으로 하였다. 학습 능력이 떨어지거나 초, 중등 학생을 대상으로

로 한다면, 그리고 무중력 상태가 아닌 다른 과학 개념을 사용한다면 현재와 다른 연구 결과를 보일 수도 있을 것이다. 즉, 이 연구에서는 수업 처치를 통해 상당 부분의 학생들이 과학적 개념을 얻었으며, 그 결과 처음에 옳은 예상을 하기 어려운 상황을 제시할수록 인지갈등과 개념변화 정도가 컸다. 하지만 연구 대상이나 대상 개념이 달라진다면, 완전한 개념변화는 어려울지라도 부분적인 개념변화를 도달하는 데는 옳은 예상을 하기 쉬운 상황을 제시하는 것이 더 효과적일 수도 있다.

둘째, 효과적인 인지갈등을 유발할 수 있는 구체적인 수업 전략의 개발이 필요하다. 좀 더 효과적인 개념변화 수업을 위해서는 많은 학생들의 예상과 어긋나는 결과를 보이는 실험을 개발해서 사용해야 한다. 하지만 이러한 경우에도 잘못된 사전개념을 갖고 있으면서도 예상을 옳게 한 학생들이 있을 수 있으며, 이러한 학생은 개념변화를 일으키기 어렵다. 다중, 다단계 인지갈등 전략을 사용하는 것은 이러한 학생들이 포함되어 있는 교실 상황을 고려할 때, 매우 효과적인 방법이라 할 수 있을 것이다. 그러므로 이에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

참고문헌

- 권난주(2000). 인지갈등에 의한 중학생의 과학 개념변화에서 학습자특성의 영향. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 권난주, 권재술(2004). 인지갈등 전략을 이용한 과학 개념변화에서 학습자 특성의 효과. 한국과학교육학회지, 24, 216-225.
- 권재술, 이경호, 김연수(2003). 인지갈등과 개념변화의 필요 조건과 충분조건. 한국과학교육학회지, 23, 574-591.
- 김범기, 권재술(1995). 과학 개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15, 472-486.
- 김지나, 이영직, 권재술(2000). 갈등상황 제시 유형에 따른 학생 개개인의 물리 개념변화 경로 분석. 한국과학교육학회지, 20, 77-87.
- 차영, 서상오, 권재술(2001). 작용과 반작용에 관한 학습에서 토론을 통한 인지갈등과 개념변화. 한국과학교육학회지, 21, 411-421.
- Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15, 1-40.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Elivovitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change: Some implications, difficulties, and problems. *Science education*, 74, 555-569.
- Druyan, S. (1997). Effect of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 1083-1099.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in science education. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263-282). Oxford, UK: Elsevier Science.
- Galili, I. (1993). Weight and gravity: teachers' ambiguity and students' confusion about the concepts. *International Journal of Science Education*, 15, 149-162.
- Galili, I. (1995). Interpretation of students' understanding of concept of weightlessness. *Research in Science Education*, 25, 51-74.
- Hewson, P. W. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The Influence of prior knowledge in learning. *European Journal of Science Education*, 4, 61-78.
- Lee, G., Kwon J., Park, S. S., Kim, J. W., Kwon, H. G., & Park, H. K. (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 585-603.
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357-380.
- Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialectic-constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 959-970.
- Pintrich, P. R., Mark, 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, 167-199.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.