

물리 학업 성취도에 따른 예상의 확인 결과가 고등학생의 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향

최혁준* · 권재술¹

공주대학교 과학교육연구소* · 한국교원대학교¹

The Effect of the Results of Ascertaining Prediction on High School Students' Cognitive Conflict and Conceptual Change by Physics Achievement

Choi, Hyukjoon* · Kwon, Jaesool¹

Institute of Science Education, Kongju National University* · Korea National University of Education¹

Abstract: This study examined the effect of the results of ascertaining prediction on cognitive conflict and conceptual change by physics achievement. The participants of this study were 186 11th graders. They answered a pretest composed of two items, and through a demonstration on either of the two pretest items, they ascertained whether their predictions were correct or not. The cognitive conflicts were measured with CCLT. After brief instructive treatment, a posttest was conducted to measure the degree of conceptual change. The students who ascertained that their predictions were incorrect generated more cognitive conflicts and conceptual changes than those who ascertained they were correct. In addition, cases in which student physics achievement was low were found to produce more meaningful results of ascertaining predictions on cognitive conflict and conceptual change.

Key words: cognitive conflict, conceptual change, prediction,

I. 서론

1980년대 이후 개념변화에 대한 많은 연구들은 학생의 선개념을 과학적 개념으로 변화시키는 개념 조절 조건으로서 인지갈등의 중요성을 제안하였다(권재술, 1989, 1992; Hashweh, 1986; Posner *et al.*, 1982; Strike & Posner, 1992). 그 후 많은 연구에서 인지갈등을 이용한 전략이 개념변화에 효과적임을 보고하였다(김범기, 권재술, 1995; 김지나 등, 2000; 차영 등, 2001; Druyan, 1997; Niaz, 1995).

불일치 상황 제시는 인지갈등을 유발하는 주요 방법이며(Chan *et al.*, 1997; Limón, 2001), 학생들의 선개념에 불일치한 상황은 학생들로 하여금 자신의 선개념에 불만족을 느끼게 함으로써 인지갈등을 유발시킬 수 있다고 보았다(Dreyfus *et al.*, 1990; Posner *et al.*, 1982). 또한 권재술 등(2003)은 불일치 상황 제시가 단순히 인지갈등을 유발하는 주요 방법 중의 하나라기 보다는

인지갈등 유발의 충분조건은 아닐지라도 필요조건이라고 보았다.

그런데 불일치 상황 제시가 인지갈등 유발의 필요 조건이라면, 인지갈등 유발은 불일치 상황 제시의 충분조건이라고 할 수 있다. 학생들이 갖고 있는 개념이 비과학적인 경우에도 주어진 상황에 대한 예상을 옳게 할 수 있으며, 그러므로 예상을 옳게 한 경우에도 인지갈등을 일으키는 경우가 있다(권난주, 2000; 최혁준, 2003). 다시 말해, 인지갈등이 유발되었다는 것은 제시된 상황이 불일치 상황이었다는 것으로, 한 학생이 자신에게 제시된 상황의 결과를 올바르게 예상하였다 하더라도 그 상황을 접하여 인지갈등을 일으켰다면, 제시된 상황은 그 학생에게 불일치 상황이 된다고 할 수 있다. 제시된 상황이 불일치 상황이라는 것은 학생들이 갖고 있는 개념이 과학적인 개념이 아닐 수 있다는 것을 의미한다.

이와 같이 제시된 상황에 대해 옳게 예상한 학생

*교신저자: 최혁준(hychoi@kongju.ac.kr)

**2004.11.24(접수) 2004.12.9(1심통과) 2005.5.28(2심통과) 2005.6.5(최종통과)

중에는 사전개념이 과학적인 경우가 있으나 그렇지 못한 경우도 있을 수 있다. 그런데 대부분의 인지갈등 연구(예, 권난주, 권재술, 2004; 한인수 등, 2001)에서는 제시된 상황에 대한 잘못된 예상을 한 학생만이 실험 결과를 불일치 상황으로 인식하므로 인지갈등을 일으킨다고 보고, 제시된 상황에 대해 인지갈등이 일어난 경우에도 예상을 옳게 한 경우에는 연구의 대상에서 제외시켰다(이경호, 2000). 그러므로 이와 같이 비과학적인 개념을 갖고 있으면서 예상을 옳게 한 학생들을 대상으로 한 개념변화 연구 또한 필요하다. 이에 대해 최혁준(2003)은 관련이 깊은 두 문항을 제시하여 그중 한 문항에 대해서는 옳게 예상하고 다른 문항에 대해서는 틀리게 예상한 경우를 연구 대상에 포함시켜 이러한 학생들에게 옳게 예상한 문항에 대해서만 자신이 한 예상의 결과가 옳았다는 것을 확인시킴으로써, 일반적인 인지갈등 연구에서 대상으로 하는 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 학생과의 인지갈등과 개념변화의 차이를 조사하였다. 그의 연구에서 학생들이 제시된 불일치 상황에 대한 예상이 틀림을 확인한 경우가 옳음을 확인한 경우보다 인지갈등과 개념변화 정도가 유의미하게 높게 나온다는 것을 확인하였다. 이러한 연구는 대학생을 대상으로 이루어진 것으로 고등학생에게도 이와 유사한 결과가 나오는지 확인할 필요가 있다. 또한 그의 연구에서는 학습동기, 학습전략, 배경 지식 등에 따라 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향에 차이가 나타나는지 알아보았다. 하지만 학교 현장에서 가장 중요한 학생들의 인지적 요인 중에 하나인 학업 성취도와와의 관련에 대해서는 연구가 이루어지지 않았다. 따라서 학업 성취도에 따라 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향에 차이가 나타나는지 알아볼 필요가 있다.

그러므로 이 연구에서는 고등학생을 대상으로 자신이 한 예상이 옳은지 또는 틀린지를 확인하였을 때, 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 영향을 미치는지, 그리고 학생들의 물리 학업 성취도에 따라 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향에는 차이가 있는지를 알아보고자 하였다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 고등학교 2학년 6개 학급 186명을 대상으로 하였다. 남학생은 4개 학급 127명, 여학생은 2개 학급 59명이다. 이들에게 모두 동일한 두 문항의 사전개념 검사문항과 네 문항의 사후개념 검사문항에 응답

하도록 하였다. 먼저 3개 학급씩 A, B 두 그룹으로 나누어 사전개념 검사문항 두 문항 중 서로 다른 한 문항에 대해서만 시범실험을 통해 자신의 예상이 옳았는지, 옳지 않았는지를 확인하게 하였다. 즉, 그룹A는 사전개념 검사문항1에 대한 시범실험을 하여 사전개념 검사문항1에 대한 예상의 결과를 확인하게 하였고, 그룹B는 사전개념 검사문항2에 대한 시범실험을 하여 사전개념 검사문항2에 대한 예상의 결과를 확인하게 하였다. 그리고 예상의 결과를 확인한 문항에 대한 학생들의 인지갈등 정도를 측정하였다.

이어서 미리 준비한 교안과 TP 자료를 사용하여 시범실험 결과를 설명하는 수업을 실시하였다. 설명이 끝난 직후, 사후개념 검사도구를 사용하여 학생들의 사후개념을 조사하였다. 사전개념 검사부터 사후개념 검사까지 실시하는 데는 약 50분이 소요되었다.

2. 검사 문항 및 검사 도구

가. 사전·사후개념 검사도구

학생들의 사전, 사후개념을 검사하기 위해 최혁준(2003)이 작성한 검사도구를 사용하였다. 사전개념 검사에서는 모두 두 문항을 제시하였다. 각 문항은 ‘기타’ 항목을 포함하여 5개의 답지로 구성되어있으며, 답지를 선택한 이유를 직접 기술하도록 하였다. 사전개념 검사문항1은 컵을 잡고 있던 손을 가만히 놓아 컵을 떨어뜨리면, 컵이 낙하하면서 물은 어떻게 되는지 물었고, 사전개념 검사문항2는 이 컵을 포물선 운동하도록 가만히 던진다면, 컵이 손을 떠난 상태에서 물은 어떻게 되는지 물었다.

사후개념 검사문항은 모두 네 문항이다. 사후개념 검사문항1과 사후개념 검사문항2는 사전개념 검사에서 사용한 문항과 동일한 문항이며, 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 검사문항 4는 이 캔이 정상에 도달한 다음, 내려오는 동안 캔 속의 물은 어떻게 되는지 물었다.

응답에 대한 이유 진술을 포함하여 네 문항 모두 옳게 답한 경우만을 과학적 개념을 갖고 있는 것으로 판단하여 사후개념 점수를 1점 부여하였고, 나머지 경우는 모두 비과학적인 개념을 갖고 있는 것으로 판단하여 사후개념 점수를 0점 부여하였다.

나. 인지갈등 측정도구

이 연구에서는 연구자가 두 문항의 사전개념 검사 문항 중 한 문항에 대한 시범실험을 보여주어 학생들

에게 인지갈등이 유발되도록 하였으며, Lee 등(2003)이 개발한 CCLT(Cognitive Conflict Levels Test)를 이용하여 학생들이 겪는 인지갈등의 정도를 정량적으로 측정하였다. 이 검사도구는 인지갈등의 구성 변인을 불일치 상황의 인식, 흥미, 불안, 그리고 인지적 재평가로 보고, 이 네 가지 하위 변인을 측정하므로 전체적인 인지갈등 정도를 측정하도록 되어있다.

각 하위 변인별 3문항씩, 총 12문항이며, 각 문항은 다섯 단계의 리커트 척도로 응답하게 되어있다. 이 다섯 단계에 각각 0~4점을 부여하여, 각 문항은 4점 만점, 인지갈등 총점은 48점 만점이다.

3. 수업 처치 및 자료 처리

가. 수업 처치

학생들의 인지갈등 정도를 측정한 후, 자유낙하하는 구멍 뚫린 컵에서 물이 흘러나오지 않는 이유에 대해 10분 정도 설명하는 수업을 실시하였다. Galili(1993, 1995)는 무중력 상태에 대한 학생들의 혼란이 무게를 중력과 동일한 개념으로 가르치는데 있다고 보고, 이러한 혼란을 제거하기 위해서는 무게를 물체가 접촉하는 면에 대하여 느끼는 수직항력으로 설명하는 것이 바람직하다고 지적하였다. 이 연구에서는 Galili가 지적한 이러한 내용을 고려하여 수업 내용을 구성하였다.

연구 대상인 6개 학급에 동일한 수업 처치를 하기 위해 교안과 TP 자료를 벗어난 설명은 가급적 하지 않았으며, 개별 질문은 받지 않았다.

나. 물리 학업 성취도에 따른 구분

학생들의 물리 학업 성취도는 중간고사 물리 I의 성적 중 변별도가 낮은 수행평가 성적을 제외한 50점 만점의 필기고사 점수를 사용하였으며, 중앙치 36.8점 이상인 경우는 학업 성취도 유형 '상'으로, 이보다 낮은 경우는 학업 성취도 유형 '하'로 구분하였다(Table 1). 학업 성취도 유형 '상'의 평균은 42.7점, 학업 성취도 유형 '하'의 평균은 24.7점이다.

Table 1
Classification of physics achievement

Achievement	Score Range	Mean	N
High	36.8~50.0	42.7	94
Low	4.8~36.7	24.7	92

Note. full marks = 50, Median = 36.8, Mean = 33.8.

다. 사전개념에 따른 유형 분류 및 유형별 비교
이 연구에서는 두 문항의 사전개념 검사문항에 대

한 응답이 옳았는지 틀렸는지에 따라 학생들을 네 개의 유형으로 구분하였다. 네 개의 유형은 T와 F로 조합된 두 개의 문자로 표현하였다. 문자 T와 F는 각각 응답이 옳은 경우와 틀린 경우를 의미하며, 두 문자 중 앞 문자는 사전개념 검사문항1에 대한 응답의 결과를, 뒤 문자는 사전개념 검사문항2에 대한 응답의 결과를 나타낸다.

또 기호 '*'를 사용하여 그룹A와 그룹B를 구별하였다. 즉, 그룹A는 사전개념 검사문항1에 대한 예상이 옳았는지 틀렸는지를 확인하였기 때문에 사전개념 검사문항1에 대하여 예상 확인 실험을 실시하였다는 의미로 앞 문자에 '*' 표시를, 그룹B는 사전개념 검사문항2에 대한 예상이 옳았는지 틀렸는지를 확인하였기 때문에 뒤 문자에 '*' 표시를 하였다.

예를 들어 F^{*}T라고 표현한 유형은 앞의 문자가 F이므로 사전개념 검사문항1의 응답이 틀렸다는 것을 의미하고, 뒤의 문자가 T이므로 사전개념 검사문항2의 응답이 옳았다는 것을 의미한다. 또한 앞의 문자에 '*' 표시를 한 것은 사전개념 검사문항1에 대한 자신의 예상이 옳았는지 틀렸는지를 확인한 것을 의미한다. 그리고 이 유형은 사전개념 검사문항1에 대한 예상 확인 실험을 실시였으므로 그룹A에 속한다. Table 2는 사전개념 검사문항 응답에 따라 그룹별로 유형을 나타내는 기호를 정리한 것이다.

Table 2
Symbols of types by group

		pretest item 2	
		incorrect	correct
Group A	pretest item 1		
	incorrect	F [*] F	F [*] T
	correct	T [*] F	T [*] T
Group B	pretest item 1		
	incorrect	FF [*]	FT [*]
	correct	TF [*]	TT [*]

Note. Group A ascertained the result of pretest item 1, and Group B did that of pretest item 2. The symbol '*' represents which one of the two pretest items was ascertained.

사전개념 검사문항에 대해 예상한 결과가 옳았는지 틀렸는지에 따른 인지갈등과 개념변화의 정도는 Table 3과 같이 크게 두 가지 형태의 유형 비교를 할 수 있다.

첫 번째 형태의 유형 비교는 사전개념 유형이 같은 경우로, 사전개념 검사문항1과 사전개념 검사문항2의 응답을 모두 같게 한 그룹A와 그룹B의 유형 사이의

Table 3
Pairs of compared types by the result of ascertaining prediction

Condition	Pairs of compared types
In the case that responses of pretest are same	'T ⁺ F & TF ⁺ ', 'F ⁺ T & FT ⁺ '
In the case that response confirmation/refutation demonstrations are same	'F ⁺ F & T ⁺ F', 'FF ⁺ & FT ⁺ '

비교이다. 즉, 사전개념 검사문항 두 문항 중 동일한 문항에 대해 한 문항은 맞고 한 문항은 틀린 유형 사이의 비교로, 'T⁺F와 TF⁺', 그리고 'F⁺T와 FT⁺' 두 쌍의 유형 사이의 인지갈등과 사후개념을 비교하였다.

두 번째 형태의 유형 비교는 예상의 확인 실험이 같은 경우로, 동일 그룹 내에서 확인한 예상의 결과가 다른 두 유형 사이의 비교이다. 이 때 예상을 확인하지 않은 문항이 사후개념에 미치는 영향을 배제하기 위해 예상의 결과를 확인하지 않은 문항을 틀리게 응답한 유형을 사용하여 조사하였다. 이러한 유형의 쌍은 모두 두 쌍으로 A그룹의 'F⁺F와 T⁺F', 그리고 B그룹의 'FF⁺와 FT⁺'이다.

III. 연구결과 및 논의

두 문항의 사전개념 검사문항에 대한 예상이 맞고 틀림에 따라 각 그룹별로 학생들을 네 개의 유형으로 구분하였다. 각 그룹의 유형별 사례수는 Table 4와 같다.

Table 4
The distribution of persons by type

Group	Type	N	Percentage (%)
Group A	F ⁺ F	49	52.1
	F ⁺ T	5	5.3
	T ⁺ F	30	31.9
	T ⁺ T	10	10.6
	total	94	100.0
Group B	FF ⁺	44	47.8
	FT ⁺	13	14.1
	TF ⁺	19	20.7
	TT ⁺	16	17.4
	total	92	100.0

그룹A의 학생들은 시범실험을 통해 사전개념 검사 문항1에 대한 자신의 예상이 옳았는지 틀렸는지를 확인하였으며, 그룹B의 학생들은 사전개념 검사문항2에 대한 자신의 예상이 옳았는지 틀렸는지를 확인하였다. 그러므로 그룹A의 경우는 자신의 예상이 옳았다는 것

을 확인한 사례가 42.5%인 40명이며, 그룹B의 경우는 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 사례가 31.5%인 29명이다. 즉, 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 학생의 비율은 그룹A가 그룹B보다 10% 이상 많았다.

1. 예상의 확인 결과에 따른 인지갈등과 개념변화

가. 사전개념 유형이 같은 경우

T⁺F와 TF⁺는 모두 사전개념 검사문항1은 맞고 사전개념 검사문항2는 틀린 경우로, 두 유형 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 틀렸다는 것을 확인하였다.

Table 5는 T⁺F와 TF⁺의 인지갈등 점수와 사후개념 점수를 나타낸 것이다. 두 유형의 인지갈등 점수는 각각 19.8과 31.2로 통계적으로 유의미한 차이를 보인다. 두 유형은 동일한 사전개념을 갖고 있으나, 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 TF⁺가 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 T⁺F보다 인지갈등 점수가 높았다. T⁺F와 TF⁺의 사후개념 점수는 각각 0.16과 0.34로 통계적으로 유의미한 차이를 보인다. 확인한 예상의 결과가 틀린 경우, 즉 인지갈등이 많이 일어난 경우 사후개념 점수가 높게 나타났다.

Table 5
Cognitive conflict score and posttest score of T⁺F & TF⁺

Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
		Mean	t	Mean	t
T ⁺ F	30	19.8	4.06**	0.07	3.22*
TF ⁺	19	31.2		0.47	

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1.
*p < 0.01, **p < 0.001.

F⁺T와 FT⁺의 비교에서는 인지갈등 점수는 각각 31.6과 24.2로 확인한 예상의 결과가 틀린 F⁺T가 더 높게 나왔으나 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았으며, 사후개념 점수는 각각 0과 0.15로 확인한 예상의 결과가 옳은 FT⁺가 더 높게 나왔으나 마찬가지로 통계적으로 유의미하지 않았다(Table 6). F⁺T와 FT⁺의 비교가 T⁺F와 TF⁺의 비교와 다르게 나타난 이유는 이들의 사례수가 각각 5와 13으로 작았기 때문이라고 생각된다.

나. 예상의 확인 실험이 같은 경우

F⁺F와 T⁺F는 모두 검사문항2를 틀린 그룹A의 유형으로, 두 유형의 사전개념은 모두 과학적이라고 볼 수

Table 6
Cognitive conflict score and posttest score of F⁺T & FT⁺

Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
		Mean	t	Mean	t
F ⁺ T	5	31.6	1.65	0.00	1.48
FT ⁺	13	24.2	0.15		

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1.

없다. 두 유형의 차이는 F⁺F는 사전개념 검사문항1에 대하여 자신의 예상이 틀렸다는 것은 확인한 경우이며, T⁺F는 이 문항에 대한 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 경우이다.

Table 7은 F⁺F와 T⁺F의 인지갈등 점수와 사후개념 점수를 나타낸 것이다. 두 유형의 인지갈등 점수는 각각 26.7과 19.8로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 F⁺F의 인지갈등 점수가 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 T⁺F보다 높았다. F⁺F와 T⁺F의 사후개념 점수는 각각 0.16과 0.07로 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 F⁺F가 더 높게 나왔으나 통계적으로 유의미하지는 않았다.

Table 7
Cognitive conflict score and posttest score of F⁺F & T⁺F

Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
		Mean	t	Mean	t
F ⁺ F	49	26.7	3.10*	0.16	1.37
T ⁺ F	30	19.8	0.07		

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1. *p < 0.01.

반면 FF⁺와 FT⁺는 두 유형 모두 검사문항1을 틀린 그룹B의 유형으로, 두 유형의 사전개념 또한 모두 과학적이라고 볼 수 없다. 두 유형의 차이는 FF⁺는 사전개념 검사문항2에 대한 자신의 예상이 틀렸다는 것은 확인한 경우이며, FT⁺는 이 문항에 대한 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 경우이다.

Table 8은 FF⁺와 FT⁺의 인지갈등 점수와 사후개념 점수를 나타낸 것이다. 두 유형의 인지갈등 점수는 각각 32.6과 24.2로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 즉, 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 FF⁺가 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 FT⁺보다 인지갈등 점수가 높게 나타났다. 이러한 결과는 F⁺F와 T⁺F의 결과와 유사하다. 두 유형의 사후개념 점수는 각각 0.34와 0.15로 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 FF⁺가 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 FT⁺보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의미하지는 않았다.

이러한 결과 또한 F⁺F와 T⁺F의 것과 유사하다.

Table 8
Cognitive conflict score and posttest score of FF⁺ & FT⁺

Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
		Mean	t	Mean	t
FF ⁺	44	32.6	3.31*	0.34	1.48
FT ⁺	13	24.2	0.15		

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1. *p < 0.01.

2. 학업 성취도에 따른 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향

가. 사전개념 유형이 같은 경우

사전개념이 같은 유형 사이의 비교인 ‘T⁺F와 TF⁺’, ‘F⁺T와 FT⁺’ 중 앞 절에서 유의미한 결과를 보인 ‘T⁺F와 TF⁺’의 인지갈등과 사후개념 점수를 물리 학업 성취도에 따라 두 집단으로 나누어 비교한 결과는 Table 9와 같다.

Table 9
Cognitive conflict score and posttest score of T⁺F & TF⁺ by achievement

Achievement	Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
			Mean	t	Mean	t
High	T ⁺ F	20	21.9	2.48*	0.10	3.34**
	TF ⁺	8	32.8	0.63		
Low	T ⁺ F	10	15.6	4.26***	0.00	2.27*
	TF ⁺	11	30.0	0.36		

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1. *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.

물리 학업 성취도가 ‘상’인 경우와 ‘하’인 경우 모두 두 유형의 인지갈등과 사후개념 점수가 유의미한 차이를 보였다. 즉, 사전개념이 같은 경우는 물리 학업 성취도와 상관없이 자신의 예상이 옳은 것을 확인하였을 때보다 틀린 것을 확인하였을 때 인지갈등과 개념변화가 크게 일어났다.

나. 예상의 확인 실험이 같은 경우

예상 확인 실험이 같은 경우, 즉 A그룹의 ‘F⁺F와 T⁺F’, B그룹의 ‘FF⁺와 FT⁺’의 인지갈등과 사후개념 점수를 물리 학업 성취도에 따라 나누어 비교하였다.

‘F⁺F와 T⁺F’의 인지갈등과 사후개념 점수를 물리 학업 성취도에 따라 나누어 비교한 결과는 Table 10과 같다. 학업 성취도가 ‘상’인 경우는 예상이 틀렸다는 것을 확인한 경우가 인지갈등과 사후개념 점수가 모두

높았으나 통계적으로 유의미하지 않았다. 반면 학업 성취도가 '하'인 경우는 예상이 틀렸다는 것을 확인한 경우가 옳았다는 것을 확인한 경우보다 인지갈등과 사후개념 점수가 모두 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다.

Table 10
Cognitive conflict score and posttest score of F⁺F & T⁺F by achievement

Achievement	Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
			Mean	t	Mean	t
High	F ⁺ F	25	26.9	1.75	0.12	0.21
	T ⁺ F	20	21.9		0.10	
Low	F ⁺ F	24	26.5	3.06**	0.21	2.46*
	T ⁺ F	10	15.6		0.00	

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1.
*p < 0.05, **p < 0.01.

물리 학업 성취도에 따라 나누어 'FF⁺'와 'FT⁺'의 인지갈등과 사후개념 점수를 비교한 결과는 Table 11과 같다. 학업 성취도가 '상'인 경우는 예상이 틀렸다는 것을 확인한 경우가 인지갈등 점수는 높고 사후개념 점수는 낮게 나타났으나 모두 통계적으로 유의미하지 않았다. 반면 학업 성취도가 '하'인 경우는 예상이 틀렸다는 것을 확인한 경우가 옳았다는 것을 확인한 경우보다 인지갈등 점수와 사후개념 점수 모두 높게 나타났다. 인지갈등 점수의 차이는 통계적으로 유의미하였으며, 사후개념 점수는 0.20으로 큰 차이를 보였으나 통계적으로 유의미하지는 않았다.

'F⁺F'와 'T⁺F'의 비교와 'FF⁺'와 'FT⁺'의 비교 모두 학업 성취도가 '하'인 경우는 예상이 틀렸다는 것을 확인한 경우가 옳았다는 것을 확인한 경우보다 인지갈등 점수와 사후개념 점수가 모두 높게 나타났다. 즉 예상의 확인 결과는 학업 성취도가 높은 경우보다 학업 성취도가 낮은 경우 인지갈등과 개념변화에 더 영

Table 11
Cognitive conflict score and posttest score of FF⁺ & FT⁺ by achievement

Achievement	Type	N	Cognitive Conflict		Posttest	
			Mean	t	Mean	t
High	FF ⁺	25	32.6	0.99	0.37	0.35
	FT ⁺	2	26.0		0.50	
Low	FF ⁺	17	32.5	3.18*	0.29	1.27
	FT ⁺	11	23.9		0.09	

Note. Cognitive Conflict full marks = 48, Posttest full marks = 1.
*p < 0.01.

향을 미치는 것으로 나타났다. 최혁준(2003)은 면담을 통해 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인하였을 때 자신이 그 개념을 알고 있다고 오해하므로 수업에 대한 참여 정도가 낮아지게 되어 사후개념 문항을 빠르게 해결하지 못하게 됨을 보였다. 예상의 확인 결과가 학업 성취도가 높은 경우보다 학업 성취도가 낮은 경우 인지갈등과 개념변화에 더 영향을 미친다는 결과는 학업 성취도가 낮은 경우 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인하였을 때 자신이 그 개념을 알고 있다고 오해하므로 수업에 대한 참여 정도가 낮아지게 될 가능성이 높음을 보여준다고 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

확인한 예상이 옳고 틀림에 따라 인지갈등과 개념변화 정도에 유의미한 차이를 보였다. 이것은 인지갈등 정도가 클수록 개념변화가 더 많이 일어난다는 여러 선행연구(권난주, 권재술, 2004; 이영직, 1998; 차영등, 2001)의 결과와 같이 확인한 예상이 틀린 경우가 옳은 경우에 비해 인지갈등이 유의미하게 크게 일어났기 때문에 개념변화가 더 많이 일어난 것이라고 생각할 수 있다.

학업 성취도가 높은 경우에는 예상의 확인 결과에 따라 인지갈등과 개념변화에 유의미한 차이를 보이지 않았으나 학업 성취도가 낮은 경우에는 예상의 확인 결과가 틀렸을 때가 예상의 확인 결과가 옳았을 때보다 인지갈등 점수와 사후개념 점수가 높게 나타난 경우가 있다. 즉, 예상의 확인 결과는 학업 성취도가 높은 경우보다 학업 성취도가 낮은 경우 인지갈등과 개념변화에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 물리 학업 성취도에 따라 예상의 확인 결과가 인지갈등이나 개념변화에 미치는 영향에 차이가 나타날 수 있음을 확인하였다.

이와 같은 연구 결과들은 인지갈등 전략을 이용한 실제 수업 현장에서 인지갈등을 유발함에 있어서 비과학적인 개념을 갖고 있는 학생, 특히 학업 성취도가 낮으면서 비과학적인 개념을 갖고 있는 학생이 교사가 제시한 과제의 결과를 옳게 예상하였을 때 인지갈등과 개념변화를 이끄는데 어려움을 겪게 된다는 것을 보여준다. 따라서 이러한 학생들을 고려하여 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 있다. 그러므로 다중, 다단계 인지갈등 전략을 사용하는 것이 이러한 학생들이 포함되어 있는 교실 상황을 고려할 때, 매우 효과적인 방법이라 할 수 있을 것이며, 이에 대한 연구가 필요하다.

또한 이 연구는 고등학교 학생을 대상으로 수업 처치를 통해 절반 정도의 학생이 과학적 개념을 얻은 무중력 상태에 대하여 연구를 수행하였으므로 연구 대상과 관련 물리 개념을 일반화하는데 제한이 있다. 그러므로 대상과 관련 개념을 확대한 후속 연구가 필요하다.

국문 요약

이 연구는 학생들이 제시된 상황에 대해 자신의 예상이 옳은지 또는 틀린지를 확인하였을 때, 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 영향을 미치는지, 그리고 물리 학업 성취도에 따라 예상의 확인 결과가 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향에는 차이가 있는지를 알아보는 것이다.

고등학교 2학년 186명을 대상으로, 학생들이 무중력 상태에 관한 두 문항의 사전개념 검사문항에 대해 답하도록 하였다. 그 중 한 문항에 대해서만 시범실험을 실시하여 학생들이 자신이 예상한 답이 옳았는지 틀렸는지를 확인하게 하고, 인지갈등 정도를 측정하였다. 간단한 수업 처치 후, 사후개념을 검사하여 개념변화 정도를 확인하였다.

연구 결과, 자신의 예상이 틀렸다는 것을 확인한 학생들이 자신의 예상이 옳았다는 것을 확인한 학생들에 비해 인지갈등과 개념변화가 유의미하게 더 많이 일어났다. 그리고 학업 성취도가 높은 경우에는 예상의 확인 결과에 따라 인지갈등과 개념변화에 유의미한 차이를 보이지 않았으나 학업 성취도가 낮은 경우에는 예상의 확인 결과가 틀렸을 때가 예상의 확인 결과가 옳았을 때보다 인지갈등 점수와 사후개념 점수가 높게 나타나는 경향을 볼 수 있었다. 즉, 예상의 확인 결과는 학업 성취도가 높은 경우보다 학업 성취도가 낮은 경우 인지갈등과 개념변화에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다.

참고 문헌

- 권난주 (2000). 인지갈등에 의한 중학생의 과학 개념변화에서 학습자특성의 영향. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 권난주, 권재술 (2004). 인지갈등 전략을 이용한 과학 개념변화에서 학습자 특성의 효과. 한국과학교육학회지, 24(4), 216-225.
- 권재술 (1989). 과학개념의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1), 1-9.
- 권재술 (1992). 과학 개념 학습을 위한 수업 절차와 전략. 한국과학교육학회지, 12(1), 19-29.
- 권재술, 이경호, 김연수 (2003). 인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. 한국과학교육학회지, 23(5), 574-591.
- 김범기, 권재술 (1995). 과학 개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-486.
- 김지나, 이영직, 권재술 (2000). 갈등상황 제시 유형에 따른 학생 개개인의 물리 개념변화 경로 분석. 한국과학교육학회지, 20(1), 77-87.
- 이경호 (2000). 고등학생의 물리 개념변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 이영직 (1998). 인지갈등에 의한 고등학생의 물리 개념변화. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 차영, 서상오, 권재술 (2001). 작용과 반작용에 관한 학습에서 토론을 통한 인지갈등과 개념변화. 한국과학교육학회지, 21(2), 411-421.
- 최혁준 (2003). 무중력 상태에 대한 예상의 확인 결과가 대학생의 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 한인수, 권난주, 권재술 (2001). 인지갈등 유발 수업에서 오개념에 대한 확신도가 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 21(4), 689-696.
- Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15(1), 1-40.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change: Some implications, difficulties, and problems. *Science education*, 74(4), 555-569.
- Druryan, S. (1997). Effect of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1083-1099.
- Galili, I. (1993). Weight and gravity: teachers' ambiguity and students' confusion about the concepts. *International Journal of Science Education*, 15(2), 149-162.
- Galili, I. (1995). Interpretation of students' understanding of concept of weightlessness. *Research in Science Education*, 25(1), 51-74.
- Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- 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(6), 585-603.
- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.
- Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialecticconstructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 959-970.
- 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(2), 211-227.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*, (pp. 147-176). Albany, NY: State University of New York Press.