

반복되는 불일치 상황에서 상황 제시 방법에 따라 초등학생들이 예상을 바꾸는 특성

전아름 · 노석구[†] · 박재근[†]
(용인신일초등학교) · (경인교육대학교)[†]

The Characteristics of Elementary School Students' Prediction Changes by the Suggestion Types for Situation in Repeated Anomalous Situation - Focused on Buoyancy -

Jeon, Ah-Reum · Noh, SukGoo[†] · Park Jae-Keun[†]
(Yongin Shinil Elementary School) · (Gyungin National University of Education)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the characteristics of elementary school students' prediction changes by the suggestion types in a multiple anomalous situation. We investigated the responses, the rate and time of changing prediction, and cognitive conflicts of the students when repeated anomalous situation was suggested in experimental or logical way in science classes focused on buoyancy. As the anomalous situation was repeated, the students to change the prediction increased in number and also the rates to choose the correct prediction became higher. The group who was exposed in experimental way changed their prediction more than in logical way. In addition, when we classified the students to change the prediction by types, the group in experimental way showed higher rate of NM, MM type and FFT type. With anomalous situation repeated, cognitive conflicts of the students has been gradually declining in both groups. But it seemed that the group in experimental way experienced higher mental conflicts. In particular, as students changed the prediction more and arrived at the correct answer after changing their prediction, all the more so. It is concluded that the degree of students' changing prediction and experiencing cognitive conflict can be different according to the suggestion types for situation. Therefore the correlation with cognitive conflict factors can be also observed with the types of students' reactions.

Key words : prediction change, multiple anomalous situation, cognitive conflict, buoyancy

I. 서 론

교실 상황에서 이루어지는 학습은 같은 방법과 내용으로 실행되더라도 학습자에 따라 받아들여지는 내용과 결과가 다르게 나타난다. 이는 학습자가 지니고 있는 선 개념을 포함한 인지적 특성과 자아 신념, 불안 요소 등을 포함하는 정의적 특성이 함께 반영되어 학습자가 나름의 방식으로 자료를 해석하고 개념을 형성시키기 때문이다(Chi & Roscoe,

2002).

초기 개념 변화 이론에서는 개념 변화가 일어나기 위한 조건으로 학생들이 우선 자신의 개념에 대해 불만족스럽게 생각하고, 새롭게 도입될 과학 개념이 그럴 듯 해야 하며, 그 개념이 이해하기 쉽고, 또한 유용할 때 비로소 개념 변화가 잘 일어날 수 있다고 주장하고 있다(Posner *et al.*, 1982). 따라서 이를 바탕으로 학생들이 자신의 개념에 대해 불만족스럽게 생각할 수 있는 개념의 불일치 상황을 다

양한 방법으로 제시하는 인지 갈등 전략에 관한 연구들이 많이 이루어져 왔다(김범기와 권재술, 1995; 박종원, 1992; 정미영 등, 2006; Dreyfus *et al.*, 1990; Niaz, 1995).

권재술 등(2003)은 인지 갈등을 일으키는 단계에 있어서 개념의 불일치 상황과 관련한 구체적인 변인으로 불일치 상황의 내용, 불일치 상황의 난이도 및 불일치 상황의 제시 방법 등을 언급하였다. 이 중 불일치 상황의 제시 방법으로는 현상, 논리, 체험, 그리고 토론 제시 등을 들 수 있는데, 현상을 통한 불일치 상황 제시 방법은 학생의 생각에 반하는 실제 상황을 직접 실험을 통해 보여주는 대표적인 방법이고, 논리를 통한 방법은 학생의 생각에 반하는 논리를 제시하여 논리적인 논증을 통해 학생들의 생각을 반박하는 것이다. 또한 체험을 통한 방법은 학생 스스로 직접 실험을 하거나 몸으로 경험하는 체험을 통해 근운동 갈등을 유발하며, 토론 제시 방법은 의견이 다른 둘 이상의 사람들 사이의 토론을 통해 인지 갈등을 겪게 하는 방법이다(이영직, 1998; 최혁준 등, 2005; Dreyfus *et al.*, 1990; Druryan, 1997; Thorley & Treagust, 1987). 이와 관련하여 불일치 상황 제시 방법에 따른 학습의 효과성에 대한 몇몇 관련 연구들(김연수 등, 2001; 이채은 등, 2001; 임이숙 등, 1998; 차영 등, 2001)이 있어 왔다.

한편, 학습자는 이론 의존적이기보다는 상황 의존적인 경향이 크기 때문에 한 번의 불일치 상황을 경험한 것만으로는 개념 변화를 일으키기 어렵다(권재술 등, 2003). 이는 어떤 개념에 대하여 한 가지 인지 갈등의 제시는 그 개념이 학생의 전체 인지구조와 연합되어 있는 다양한 연결고리 중 하나의 연결고리만을 제거한 것에 불과하기 때문에, 학생들의 선 개념을 새로운 과학적인 개념으로 변화시키기 위해서는 하나의 불일치 상황의 제시로는 한계가 있기 때문이다. 따라서 다양한 상황에서 인지 갈등을 제시하는 다중 불일치 상황 제시 전략을 제안하고 있다(김지나, 2003; 서상오, 2004; 정미영 등, 2006). 실제 이와 관련하여 중고등학생을 대상으로 다중 불일치 상황 제시 전략을 적용했을 때 과학적 개념의 변화에 효과적이라는 연구들(권난주와 권재술, 2004; 이채은 등, 2001)이 보고된 바 있다.

본 연구에서는 초등학생들에게 ‘부력’과 관계되는 인지 갈등 상황을 반복되는 불일치 상황으로 제시하였을 때, 이들이 상황 제시 방법에 따라 각각의

갈등 상황에 대해 예상을 바꾸는 특성이 어떻게 나타나는지 살펴보고자 하였다. 예상을 바꾸는 특성이란 단순 불일치 상황과 달리 불일치 상황이 반복 제시될 때 나타나는 특징으로 자신의 예상과 다른 실험 결과에 대면하였을 때 나름대로 실험 결과를 해석하여 이후의 불일치 상황에 대한 기존의 예상을 바꾸는 것을 뜻한다. 다시 말해 한 가지 개념과 관련하여 여러 개의 불일치 상황을 경험할 때 학생들은 자신의 예상과 다른 실험 결과를 보고난 후 다음, 불일치 상황에 대한 기존의 예상을 바꾸는 경향을 나타내며, 예상을 바꾼 후 결과의 옳고 그름에 따라 또 예상을 바꾸기도 하고, 원래 예상을 고수하기도 한다.

이러한 예상을 바꾸는 특성과 관련하여 초등학교 과학수업에서 불일치 상황을 논리 제시 방법과 현상 제시 방법으로 반복 제시하였을 때 학생들의 반응 유형이 어떠한지 분석하고, 예상을 바꾸는 비율과 시기, 그리고 인지 갈등 정도에 대해 알아보았다. 이는 불일치 상황을 처음부터 모두 제시하는 기존 연구들과 달리 반복되는 상황을 통해 단계적으로 제시한다는 점에서 차별성을 띠고 있고, 또한 학습자가 가지고 있는 개념을 올바른 개념으로 변화시키는 것을 주된 목적으로 하는 기존 연구들과는 달리 학습자가 예상을 바꾸는 반응 특성이 인지 갈등 상황에 따라 어떻게 달라지는지에 초점을 맞추으로써 학습자의 인지 갈등 과정을 살펴 볼 수 있다는 점에서 중요한 의미를 가진다.

한편, 불일치 상황의 주제로 도입하고 있는 ‘부력’은 제7차 과학과 교육과정에서는 6학년 ‘물속에서의 무게와 압력’ 단원에서 다루었던 내용 요소이지만, 2007개정 교육과정에서는 초등학교 과학과 교육과정에서 완전 삭제된 내용이다. 따라서 연구 대상의 초등학생들이 수업을 통해 이와 관련한 내용을 배운 경험이 전혀 없고, 또한 이들 대부분이 인지 발달 단계상 형식적 조작 단계보다는 구체적 조작 단계에 속하기 때문에 과학적 상황에 대한 인지 갈등을 유발하기에 적합한 주제라고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 초등학생을 대상으로 한 다중 불일치 상황에서 상황 제시 방법에 따라 ‘부력’이 작용한 결과에 대해 초등학생들이 어떻게 예상을 바꾸는지 그 특성을 분석해 봄으로써 이들의 과학적 개념 변화 과정에 효과적인 불일치 상황을 어떻게 구성하는 것이 좋은지, 적절하게 인지 갈등 상

황을 제시하는 방법은 무엇인지, 그리고 이러한 요소가 학습자의 인지 갈등에 미치는 영향은 무엇인지에 대한 중요한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 경기도 용인시에 소재한 초등학교 6학년 4개 학급 113명을 대상으로 하였다. 우선 다중 불일치 상황에서 상황을 제시하는 방법에 따라 현상 제시 방법과 논리 제시 방법을 적용할 학급을 각각 2개씩 선정하여 이들을 대상으로 부력에 대한 선 개념 검사를 실시하고, 이 결과를 바탕으로 부력에 대해 오 개념을 가진 학생, 즉 불일치 상황을 경험할 것으로 보이는 학생을 선별하였다. 이 때 선 개념 검사에 제시된 세 개의 문항에 대해 모두 오답을 제시한 학생은 총 49명이었다. 선 개념 검사에 사용된 문항은 모두 객관식으로, 객관식 문항의 특성을 고려하여 비록 정답을 선택하였더라도 이에 대한 이유를 올바르게 진술하지 못한 학생들의 경우도 오답 그룹에 포함시켰다. 최종적으로 현상 제시 방법을 적용할 학급의 학생은 21명, 논리 제시 방법을 적용할 학급의 학생은 28명으로 결정하였다.

2. 연구 절차

선 개념 검사에서 사용한 부력 관련 문항은 3번의 반복되는 불일치 상황에서 다시 순차적으로 사용하기 때문에 사전 개념 검사 후 학생들이 각 문항에 대해 정답을 확인하지 않도록 유의하였다. 정답과 이에 대한 이유는 각각의 불일치 상황이 끝날 때마다 현상 제시 방법의 경우에는 시범 실험, 논리 제시 방법의 경우에는 적절한 논리 제시문을 제시해줌으로써 이를 확인하는 절차를 거치도록 하였다. 논리 제시의 방법은 형태에 따라 설명형, 그림형, 수식형으로 구분되는 데(원동만, 2000), 본 연구에서는 초등학교가 가장 이해하기 쉽게 설명형과 그림형으로 논리 제시문을 구성하여 학생들이 교사와 함께 논리 제시문을 읽고 난 후 처음에 예상했던 결과와 제시문의 결과를 확인할 수 있게 하였다. 논리 제시문의 예는 그림 1과 같다.

현상 제시 방법의 경우를 예로 들어서 연구의 흐름을 살펴보면, 우선 불일치 상황 1을 제시하고, 불일치 상황 1에 대한 시범 실험 결과 확인 후 인지 갈

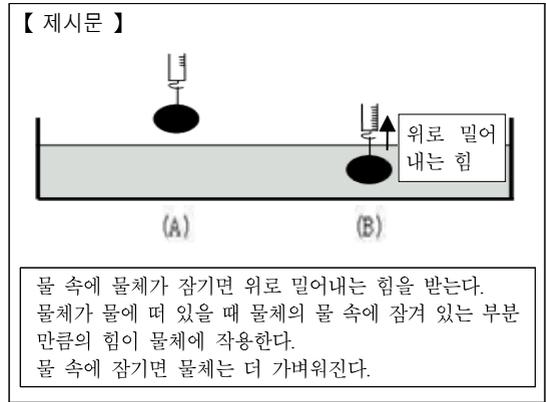


그림 1. 논리 제시문의 예

등 검사, 불일치 상황 2에서 기존의 사전 개념 검사에서 응답한 자신의 예상을 바꿀지 아니면 그 예상을 고수할 지에 대한 선택 기회 부여, 불일치 상황 2에 대한 시범 실험 결과 확인 후 인지 갈등 검사, 그리고 불일치 상황 3에 대해 예상을 바꿀 수 있는 기회 부여, 시범 실험 결과 인지, 인지 갈등 검사의 순으로 진행하였다(그림 2).

각각의 불일치 상황에 대해서 매 20분의 실험 시간이 소요되었으며, 시범 실험이 진행되거나 논리 제시문을 읽는 동안에는 학생들이 서로 의견을 교환하거나 자신의 의견을 다른 사람에게 이야기할 수 없도록 통제하였다.

3. 검사 도구

부력에 대한 선 개념 검사와 3번의 반복되는 불일치 상황 제시에 사용될 문항들은 부력의 가장 기본적인 개념을 포함하고 있으면서 학습자가 잘못된 예상을 할 가능성이 높은 상황을 중심으로 구성하였다. 각각의 문항은 4지 선다형이며, 모든 문항의 마지막 보기는 기타로 제시하여 학생들이 자신의 생각을 자유롭게 선택, 서술할 수 있도록 하였다(표 1).

한편, 학생들이 각각의 불일치 상황에서 느끼는 인지 갈등 정도를 측정하기 위한 검사도구는 Lee 등(2003)이 개발한 CCLT(Cognitive Conflict Levels Test)를 기본으로 하여, 박상석 등(1999)이 초등학교를 대상으로 개발한 인지 갈등 검사 도구와 원동만(2000)이 개발한 논리 제시에 의한 인지 갈등 검사 도구 문항 요소를 사용하였다. 검사 도구의 내용 타당도는 박상석(1999)의 연구 결과 0.85에서 0.97, 원동만(2000)의 연구 결과 0.82에서 0.97로 나타났다. Cronbach- α 값

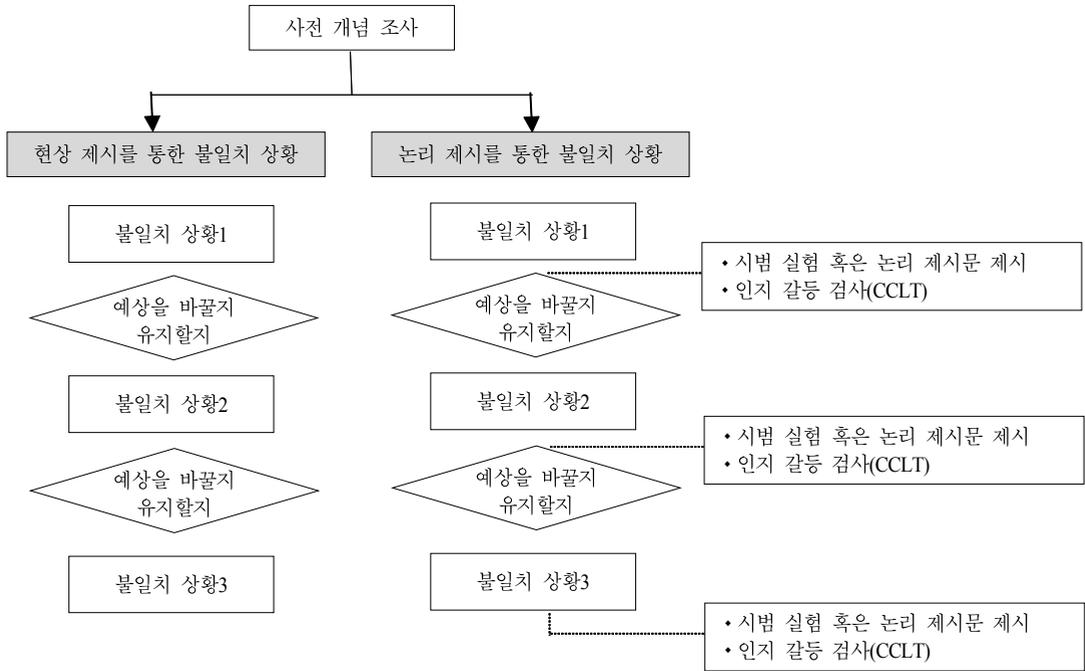


그림 2. 연구 절차

표 1. 선 개념 검사 및 불일치 상황 제시 문항

불일치 상황 1	불일치 상황 2	불일치 상황 3
<p>1. 아래 그림은 무게와 부피가 같은 추를 이용하여 공기 중에서도 물속에서 무게를 재어 비교하는 것입니다. 결과는 어떻게 될까요? 아래 보기 중 옳은 것을 하나 고르고 그 이유를 적어 봅시다.</p> <p>(A) (B)</p> <p>① (A)가 더 가볍다. ② (B)가 더 가볍다. ③ 무게는 서로 같다. ④ 기타 ()</p> <p>※ 그렇게 생각한 이유는? ()</p>	<p>2. 무게와 모양이 같은 추를 아래 그림과 같이 하나는 수면 가까이 넣고 다른 하나는 수조 바닥 가까이 넣어 각각 무게를 측정하였습니다. 결과는 어떻게 될까요? 아래 보기 중 옳은 것을 하나 고르고 그 이유를 적어 봅시다.</p> <p>(A) (B)</p> <p>① (A)가 더 가볍다. ② (B)가 더 가볍다. ③ 무게는 서로 같다. ④ 기타 ()</p> <p>※ 그렇게 생각한 이유는? ()</p>	<p>3. 무게와 모양이 같은 추가 여러 개 있습니다. 아래 그림과 같이 물에 잠긴 추의 수를 다르게 하여 각각 무게를 측정하였습니다. 결과는 어떻게 될까요? 아래 보기 중 옳은 것을 하나 고르고 그 이유를 적어 봅시다.</p> <p>(A) (B)</p> <p>① (A)가 더 가볍다. ② (B)가 더 가볍다. ③ 무게는 서로 같다. ④ 기타 ()</p> <p>※ 그렇게 생각한 이유는? ()</p>

은 제시유형과 영역별로 0.71에서 0.91로 충분한 신뢰도를 확보하고 있다. 검사지를 구성하고 있는 세부 인지 갈등 요소는 인식, 흥미, 불안, 비판 등의 4

가지이며, 각각의 인지 갈등 요소당 3문항씩 총 12 문항으로 구성되어 있다.

각 문항은 0~4점의 5단계 리커트 척도로 제시되

어 있으며, 12개 문항의 최고점은 48점이 된다. 리커트 척도에 응답하는 요령은 사전에 학생들에게 자세히 설명하였으며, 학생들이 질문 내용을 충분히 읽지 않고 넘어가거나 미리 앞서 가는 경우가 없도록 매 검사 때마다 연구자가 검사 문항을 하나씩 읽어주고, 학생들이 해당사항에 표시하도록 하였다.

4. 자료의 처리

수집된 자료로부터 반응 유형을 구분할 때 기존의 예상을 바꾸는지의 여부를 나타내기 위해 예상을 바꾼 경우는 M(Modification)으로, 예상을 바꾸지 않은 경우는 N(Non-Modification)으로 표현하였으며, 예상이 옳은지 그른지를 의미하는 예상 결과는 문자 T(True)와 F(False)를 아래 첨자로 표시하였다. 예를 들어 $M_{2T}N_{3F}$ 의 경우라면 이는 불일치 상황 2에서는 예상을 바꾸었는데(M) 바꾼 예상이 옳았으며(T), 불일치 상황 3에서는 예상을 바꾸지 않았는데(N), 바꾸지 않은 예상이 틀림(F) 경우를 의미한다. 이 기준을 적용하여 학생들이 나타낸 반응의 여러 가지 유형들을 정리해 보면 표 2와 같이 나타낼 수 있다.

표 2에 바탕을 두어 학생들의 반응 유형을 다시 예상을 바꾸는 유형별로 유목화하면 MN 유형, NM 유형, MM 유형 NN 유형 등으로 구분되고, 바꾼 예상의 옳고 그름 반응 여부에 따라서 구분하면 FFF 유형(불일치 상황 1, 2, 3 모두 틀림), FTF 유형, FFT 유형, FIT 유형 등의 4가지로 나누어진다.

한편, 이러한 불일치 상황과 불일치 상황 제시 방법에 따른 집단별 인지 갈등 정도를 비교하기 위하여 독립표본 *t*-test를 활용하여 인지 갈등의 각 세부

표 2. 반응 유형 구분

예상을 바꾼 횟수	예상을 바꾼 시기	바꾼 예상의 결과	기호
0회	-	-	$N_{2F}N_{3F}$
1회	2번째 불일치 상황	옳음	$M_{2T}N_{3F}$
		틀림	$M_{2F}N_{3F}$
1회	3번째 불일치 상황	옳음	$N_{2T}M_{3T}$
		틀림	$N_{2F}M_{3F}$
2회	2번째 & 3번째 불일치 상황	옳음 - 옳음	$M_{2T}M_{3T}$
		옳음 - 틀림	$M_{2T}M_{3F}$
		틀림 - 옳음	$M_{2F}M_{3T}$
		틀림 - 틀림	$M_{2F}M_{3F}$

요소별 두 집단 간 차이를 검증하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 선 개념 검사에 대한 반응

학생들이 부력에 대해 가지고 있는 사전 개념을 분석해 본 결과, 선 개념 검사 3문항에 대해 모두 오답으로 응답한 학생이 49명으로 가장 많고, 1문항만 맞힌 경우가 19명, 2문항만 맞힌 경우 30명, 그리고 3문항 모두를 맞힌 경우가 15명으로 나타났다. 각각의 불일치 상황에 대한 학생들의 선개념은 표 3과 같다.

학생들이 부력과 관련하여 가지고 있는 대표적인 비과학적인 개념으로는 ‘물속에서는 압력이 작용하므로’, ‘물속에서는 수압이 있으므로’ 등과 같이 수압과 관련지어 피상적으로 생각하거나 ‘물속에서는 중력이 약해지므로’, ‘물에 젖으면 물의 무게가 더해져 더 무거워지기 때문에’ 등과 같이 기존에 배운 과학적 개념과 용어를 사용하지만, 논리적인 비약으로 현상을 해석하려는 경우가 많이 관찰되었다.

2. 상황 제시 방법에 따라 예상을 바꾸는 특성과 반응 유형

상황 제시 방법에 따라 예상을 바꾼 시기와 반응 특성은 표 4와 같다. 다중 불일치 상황에서 불일치 상황이 반복될수록 예상을 바꾼 학생의 수가 증가하였으며, 바꾼 예상이 정답인 경우의 비율도 함께 높아졌다. 예상을 바꾼 학생의 수는 현상 제시 집단이 논리 제시 집단에 비해 높게 나타났는데, 이는 과학적 상황에서 시범 실험을 통한 직접적인 관찰이 사고 활동을 요구하는 논리 제시 방법보다 학생들의 인지 갈등과 예상을 바꾸는 데 있어 보다 효과적이라는 사실을 시사한다. 학습자는 시범 실험 혹은 논리 제시문을 통해 결과를 재해석하고, 이를 통해 이것이 자신의 선 개념과 다르다는 사실을 발견하면 자신의 예상을 바꾸려는 시도를 하게 되는데, 이러한 결정에 큰 영향을 미치는 요소는 직, 간접적인 실험을 통한 현상의 경험이라는 사실을 보여준다. 따라서 과학 교과에서 탐구활동 중심의 교육과정을 운영하고, 과학적 개념 변화에 있어서의 구체적 조작 활동을 강조하는 것이 매우 중요함을 재인식할 수 있다. 이선화(2001)의 경우에 있어서도 전

표 3. 불일치 상황에 대한 학생들의 선개념

	선택 번호	응답자 수	응답률(%)	응답 예
불일치 상황 1	① (A)가 더 가볍다.	30	26.5	<ul style="list-style-type: none"> • (B)는 물에 젖어 무게가 더 무거우므로 • (B)는 물속에서 누르는 힘이 작음해 더 무거우므로 • 물속에 있는 추는 그 위에 있는 물의 압력을 받으므로 • 공기는 가볍고 물은 무겁기 때문에
	② (B)가 더 가볍다. (과학적 개념)	54 ⁺⁺	47.8	<ul style="list-style-type: none"> • 물속에서는 물 위로 떠오르는 힘이 있으므로 • 물속에서 부력이 작용하므로 • 수영장에 가면 물 속에서 무게가 더 가벼워지므로
		15 ⁺	13.3	<ul style="list-style-type: none"> • 물속은 무중력 상태이므로 • 물속에서는 공기 힘이 없어서 더 가벼워지기 때문에 • 물속은 우주 공간과 흡사하기 때문에
	③ 무게는 서로 같다.	13	11.5	<ul style="list-style-type: none"> • 추의 크기와 모양이 같기 때문에
	④ 기타	1	0.9	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 온도와 상태에 따라서 달라진다.
불일치 상황 2	① (A)가 더 가볍다.	47	41.6	<ul style="list-style-type: none"> • 수면 가까이 있어서 수압이 약하므로 • (B)처럼 깊이가 깊을수록 물의 힘을 더 많이 받으므로 • 바닥과의 거리가 멀어서 중력이 약하므로 • (A)는 아래에 물이 많아서 부력이 더 크게 작용하므로
	② (B)가 더 가볍다.	25	22.1	<ul style="list-style-type: none"> • 수면 가까이 있으면 떠오르려는 힘이 약하기 때문에 • 깊이가 잠길수록 부력이 더 세지기 때문에
	③ 무게는 서로 같다. (과학적 개념)	29 ⁺⁺	25.7	<ul style="list-style-type: none"> • 물에 잠긴 추의 크기와 모양이 같기 때문에 • 물의 깊이와 상관없이 부력이 작용하므로
		11 ⁺	9.7	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 깊이에 상관없이 공기의 저항이 똑같이 작용하므로 • 모양과 크기가 같으면 언제 어디서든 무게가 같으므로
	④ 기타	1	0.9	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 양에 따라서 달라진다.
불일치 상황 3	① (A)가 더 가볍다.	32	28.3	<ul style="list-style-type: none"> • 공기는 물보다 가볍기 때문에 1개만 물에 젖은 (A)가 더 가벼워서 • 높이 떠 있을수록 더 가볍다는 생각이 들어서 • (A)는 물의 압력을 하나만 받지만 (B)는 2개 모두 받아서 • (A)는 추를 바로 끌어올리지만, (B)는 아래에서 위로 끌어올려서 힘이 많이 들므로
	② (B)가 더 가볍다. (과학적 개념)	52 ⁺⁺	46.0	<ul style="list-style-type: none"> • 물속에 많이 잠겨 있으면 가벼워지기 때문에 • 1개만 물속에 있는 (A)보다 2개 모두 물속에 잠긴 (B)가 더 가벼워서
		16 ⁺	14.2	<ul style="list-style-type: none"> • (A)는 공기의 저항을 크게 받기 때문에 • (A)는 공기 중에 나와 있어 더 많은 압력을 받으므로 • (A)는 균형이 맞지 않지만 (B)는 둘 다 물속에 있어서 균형이 맞으므로
	③ 무게는 서로 같다.	12	10.6	<ul style="list-style-type: none"> • 무게와 부피가 둘 다 같은 추이므로 몇 개를 달아도 무게는 같으므로
	④ 기타	1	0.9	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 온도와 상태에 따라서 달라진다.

⁺⁺답과 그에 대한 이유를 잘 진술함, ⁺답은 맞지만 그 이유가 틀림

기회로를 소재로 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 한 연구에서 실험이나 직접적 체험활동의 제시가 논리 제시보다는 불일치 상황에서 인지 갈등을 일으킨 정도가 더 높게 나타나며, 과학적 개념 변화에 좀더 효과적이라는 결과를 제시한 바 있다.

표 5는 상황 제시 방법에 따라 예상을 바꾼 학생의 수를 유형별로 나타낸 것이다. 논리 제시 집단보

다는 현상 제시 집단에서 NM유형과 MM유형이 더 높게 나타나고 있는데, 이것은 불일치 상황을 반복적으로 경험하는 동안에 논리 제시문보다는 시범 실험을 통해서 대상이나 현상에 대한 직접적인 관찰을 경험하도록 하는 것이 학생들에게 더 깊은 인상을 남기며, 이것이 나아가 학생들로 하여금 올바르게 예상을 바꾸도록 하는데 기여하고 있음을 확

표 4. 상황 제시 방법에 따라 예상을 바꾼 시기와 특성

예상을 바꾼 시기	특성	현상 제시 집단(명)	논리 제시 집단(명)
불일치 상황 2	안바꿈(틀림)	19	14
	바꿈(맞음)	4	2
	바꿈(틀림)	5	5
	계	28	21
불일치 상황 3	안바꿈(틀림)	12	13
	바꿈(맞음)	12	7
	바꿈(틀림)	4	1
	계	28	21

표 5. 상황 제시 방법에 따라 예상을 바꾸는 유형별 학생수

예상을 바꾸는 유형	현상 제시 집단(명)	논리 제시 집단(명)	
MN 유형 (Modification, Non-Modification)	$M_{2T}N_{3F}$	2	1
	$M_{2F}N_{3F}$	3	4
	소계	5	5
NM 유형 (Non-Modification, Modification)	$N_{2F}M_{3T}$	9	5
	$N_{2F}M_{3F}$	3	1
	소계	12	6
MM 유형 (Modification, Modification)	$M_{2T}M_{3T}$	1	1
	$M_{2T}M_{3F}$	1	0
	$M_{2F}M_{3T}$	2	1
	$M_{2F}M_{3F}$	0	0
	소계	4	2
NN 유형 (Non-Modification, Non-Modification)	$N_{2F}N_{3F}$	7	8
	소계	7	8
	합계	28	21

표 6. 상황 제시 방법에 따른 옳고 그름의 반응유형별 학생수

옳고 그름의 반응 유형	논리 제시집단(명)	현상 제시집단(명)	비고
FFF	13	13	불일치 상황 1, 2, 3 모두 틀림
FTF	1	3	불일치 상황 1, 3은 틀리고, 2는 옳음
FFT	6	11	불일치 상황 1, 2는 틀리고, 3은 옳음
FTT	1	1	불일치 상황 1은 틀리고, 2, 3은 옳음
합 계	21	28	

인할 수 있다.

표 6은 상황 제시 방법에 따른 반응 유형별 학생수를 나타낸 것이다. 현상 제시 집단과 논리 제시 집단 모두 FFF 유형이 가장 많고, 그 다음이 FFT 유형, 그리고 FTF 유형과 FTT 유형의 순으로 나타났다. 특히, 현상 제시 집단은 논리 제시 집단보다 FFT 유형의 학생수가 더 많은 것으로 나타났는데, 이것은 계속되는 불일치 상황을 시범 실험과 같이 현상적으로 제시할 때 잘못된 선 개념을 서서히 올바른 과학적인 개념으로 옮겨가려고 하는 경향이 더 크다는 것을 의미한다.

3. 상황 제시 방법에 따른 인지 갈등 정도

1) 논리 제시 집단과 현상 제시 집단 사이의 인지 갈등 비교

비슷한 불일치 상황이 반복될 때 각 상황에서 학생들이 나타내는 인지 갈등 정도를 살펴보면 논리 제시 집단의 경우 23.10, 21.10, 20.19의 순으로 낮아지고, 현상 제시 집단은 27.21, 27.04, 25.54의 순으로 낮아지고 있다(표 7). 이것은 불일치 상황이 반복될 때 상황 제시 방법이 무엇이든 비슷한 상황이 연속적으로 나타나는 경우 학습자가 이 상황에 익숙해지면서 인지적 갈등이 감소한다는 사실을 보여준다.

인지 갈등 총점을 비교해 볼 때 각각의 불일치 상황에서 현상 제시 집단은 논리 제시 집단에 비해 더 높은 점수를 보이는데, 이는 현상 제시 집단이 각 상황에서 좀더 높은 심리적인 갈등을 경험한다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 전자기학 영역에서 소재와 상관없이 현상 제시 방법이 논리 제시 방법보다 고등학생들의 인지 갈등 유발과 개념 변화에 더 효과적이라는 이영직(1998)의 연구와도 일치하고 있다.

특히, *t*-검증 결과, 상황 3의 경우 두 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있는데($p < .05$),

표 7. 불일치 상황과 상황 제시 방법에 따른 집단별 인지 갈등 정도 비교

불일치 상황	인지 갈등 세부요소	상황 제시 방법구분	학생수(명)	평균(점)	표준편차	t	p
상황 1	인식	논리	21	5.95	2.58	-1.43	.158
		현상	28	7.14	3.08		
	흥미	논리	21	6.24	2.17	-3.67**	.001
		현상	28	8.82	2.63		
	불안	논리	21	3.43	2.93	-0.24	.811
		현상	28	3.64	3.20		
	비판	논리	21	7.48	2.23	-0.18	.854
		현상	28	7.61	2.62		
	계	논리	21	23.10	6.53	-1.87	.068
		현상	28	27.21	9.36		
상황 2	인식	논리	21	5.67	2.71	-2.15*	.036
		현상	28	7.61	3.39		
	흥미	논리	21	5.62	2.58	-2.15*	.037
		현상	28	7.64	3.68		
	불안	논리	21	3.14	2.26	-1.06	.294
		현상	28	4.04	3.32		
	비판	논리	21	6.67	3.31	-1.07	.290
		현상	28	7.75	3.65		
	계	논리	21	21.10	8.58	-1.98	.054
		현상	28	27.04	11.57		
상황 3	인식	논리	21	5.05	3.38	-1.29	.202
		현상	28	6.29	3.26		
	흥미	논리	21	6.05	2.67	-2.75**	.008
		현상	28	8.29	2.92		
	불안	논리	21	2.9	2.59	-1.09	.281
		현상	28	3.82	3.30		
	비판	논리	21	6.19	3.16	-1.08	.287
		현상	28	7.14	2.99		
	합계	논리	21	20.19	8.52	-2.13*	.038
		현상	28	25.54	8.80		

이는 불일치 상황이 반복될수록 논리 제시 집단의 경우 인지적 갈등 정도가 감소하는 반면에, 현상 제시 집단은 실험 상황에 대한 노출을 통해 논리 제시 집단보다는 더 큰 인지 갈등을 경험하게 되고, 이것이 예전의 틀린 예상을 올바른 예상으로 바꿀 수 있

게 하는 모티브로 작용하고 있음을 시사한다.

인지 갈등의 세부 요소별로 불일치 상황별, 그리고 상황 제시 방법에 따른 차이를 살펴보면 우선, ‘인식’ 요소의 경우 불일치 상황 1과 3에서는 두 집단 간 차이가 나타나지 않았지만, 불일치 상황 2에

서는 현상 제시 집단이 논리 제시 집단에 비해 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다($p < .05$). 최혁준 등(2005)에 따르면 자신이 가지고 있는 개념이 과학적 개념과 일치하지 않음을 인식하는 정도는 스스로 개념에 대한 확신 정도가 크고, 불일치 상황의 사실성을 신뢰하는 학생일수록 크게 나타난다고 하였다. 본 연구에서도 부력이 작용하는 여러 가지 과학적 상황을 직접 경험하고 눈으로 관찰한 후 얻게 되는 실험 결과를 제시하는 것이 논리 제시문을 읽으며 개념을 이해하는 것보다 불일치 상황의 사실성이 높다고 볼 수 있다. 다시 말해, 학생들은 다중 불일치 상황에서 자신의 눈으로 직접 그 결과를 확인할 때 더 강한 신뢰감을 갖고 상황을 적극적으로 받아들이려고 하고 있다고 할 수 있다.

불일치 상황에 직면하거나 자신의 기존 생각과 다른 상황에 직면했을 때, 자신의 생각과 같지 않은 상황이라고 인식하는 경우에는 흥미나 불안과 같은 정의적 반응이 유발되며, 갈등상태를 지속할 것인지를 판단하는 비판 과정을 거친다. 이와 반대로 불일치 상황을 인식하지 않는 학생은 갈등이 없을 것으로 예상되며, 불일치 상황을 인식은 하였으나 흥미나 불안 등의 정의적 반응이 없다면 갈등은 보통 정도인 것으로 예상된다. 즉, 불일치 상황에 대한 인식을 통해 정서적인 반응을 보이고 갈등 상황에 대한 비판의 과정을 거친다면 인지 갈등이 많이 일어난 것으로 볼 수 있다(Lee et al., 2003).

인지 갈등 요소 중 ‘흥미’는 어떤 활동에 대해 긍정적인 감정을 갖는 것으로 호기심이 생긴다, 재미있다 등의 반응을 보이는 것이다. 표 7을 살펴보면 모든 불일치 상황에서 흥미 요소는 현상 제시 집단이 논리 제시 집단보다 유의미하게 높게 나타났다. 즉, 세 번의 불일치 상황에서 시범 실험을 통해 결과를 제시하는 것이 논리 제시문보다는 학생들로 하여금 더 많은 흥미와 호기심을 경험하도록 하였으며, 이로 인해 유의미한 인지 갈등이 유발되었다고 볼 수 있다. 이는 불일치 상황에서 직접 눈으로 결과를 확인할 수 있는 실험이 학생들에게 호기심과 흥미를 유발함에 있어 더 유리하며, 특히 연구 대상 초등학교 학생들이 인지 발달 단계상 구체적 조작기에 속한다는 특성을 고려한다면 더욱 효과적임을 의미한다.

인지 갈등 요소 중 ‘불안’은 자신의 이론에 위협을 느껴 생기는 긴장감으로 왜 그런 실험 결과가 나왔는지 ‘답답하다’, ‘내 생각이 혼란스럽다’ 등의 반

응을 말한다. 흥미나 불안은 인지 갈등에서 나타나는 대표적인 정의적 반응이며, 학습자의 일반적인 특성이 아니라 특정한 상황에서 유발되는 상태 흥미나 상태 불안을 의미한다. 표 7에서 불안요소는 다른 요소에 비해 비교적 낮게 나타나는 편이다. 특히, 불일치 상황이 반복됨에 따라 현상 제시 집단의 경우 다른 인지 갈등 세부 요소들에 비해 불안요소에 대한 점수가 상대적으로 낮은 편이며, 이러한 결과는 선행 연구들(권난주와 권재술, 2004; 박상석 등, 1999)도 일치하고 있다. 불안요소에 대해서 상황 제시 방법에 따른 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의미하지 않게 나타났는데, 이는 인지적 불일치 상황에 대해 학생들이 심리적으로 느끼는 불안하고 답답한 정도가 상황 제시 변인에 따라서는 크게 영향을 받지 않았음을 의미한다. 한편으로는 부력 개념에서 활용한 논리 제시문이 전자기학이나 역학 개념을 중심으로 적용한 다른 선행 연구들에 비해서 비교적 학생들에게 친근하고 이해하기 쉬운 내용으로 받아들여졌기 때문인 것으로도 유추할 수 있다.

인지 갈등 요소 중 ‘비판’은 자기 생각과 실험 결과를 비교하고 검토하면서 ‘왜 그런지 이유를 알고 싶다’, ‘책이나 다른 것들을 통해서 찾아 봐야겠다’ 등의 반응을 나타내는 것으로 올바른 비판 과정을 거칠 때 인지 갈등을 잘 극복할 수 있다. 그러나 표 7에서 비판 요소에 대한 점수는 현상 제시 집단이 논리 제시 집단보다 대체로 높은 편이지만, 통계적 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

2) 예상을 바꾸는 유형에 따른 인지 갈등 비교

불일치 상황이 반복 제시될 때 예상을 바꾸는 유형에 따른 인지 갈등 요소별 인지 갈등 정도를 비교해 본 결과는 표 8과 같다.

우선 ‘인식’ 요소의 경우 예상을 바꾸는 유형에 따른 인지 갈등 평균값이 MM, NM, MN, NN유형의 순으로 나타났다. MM유형의 학생들은 반복되는 불일치 상황에서 자신의 개념이 과학적 개념과 일치하지 않는다는 사실을 인식하고, 또한 불일치 상황의 사실성에 대한 확신이 높기 때문에 기존의 예상을 계속 바꾸려는 특성을 지니는 것으로 유추해 볼 수 있다.

‘흥미’ 요소에 대한 평균은 반복되는 불일치 상황에서 예상을 바꾼 횟수가 많을수록 더 높은 값을 나타낸다. 이러한 사실은 MM유형에 속하는 학생들

이 반복되는 불일치 상황에 대한 호기심이 가장 높고 각각의 상황에 대한 흥미도가 높다는 사실을 시사한다.

‘불안’ 요소의 경우에도 인식이나 흥미 요소와 마찬가지로 예상을 바꾼 횟수가 높을수록 불안 정도가 높다는 사실을 알 수 있다. 이는 주어진 불일치 상황에 대해 심리적으로 답답해하고 두려워하며, 문제 해결을 위해 혼란스러워 하는 정도가 학생들의 예상을 바꾸는 특성과 높은 상관성이 있음을 의미한다. ‘비판’ 요소의 경우도 역시 다른 세부 갈등 요소와 마찬가지로 MM유형이 가장 높은 값을 보이고, 그 다음으로 NM, NN, MN 유형의 순으로 나타나는 경향을 보인다.

결론적으로 학습자는 반복되는 불일치 상황에 대해 예상을 바꿀 것인지, 그렇지 않을 것인지를 선택하면서 내부적으로 많은 인지 갈등을 경험하게 되는데, 예상을 많이 바꾸는 유형일수록 인식, 흥미, 불안, 비판 등의 각 세부 갈등 요소의 평균값도 높은 경향을 보이며, 이러한 과정을 통해 갈등 상황을 적절히 해결해 나가며 과학적 개념의 정립에 접근해 가는 것으로 생각된다.

3) 옳고 그름의 반응유형에 따른 인지 갈등 비교 바꾼 예상이 옳고 그름에 따른 세부 인지 갈등 요

소별 인지 갈등 정도는 표 9와 같다. 각 요소에 대해 평균적으로 가장 높은 평균값을 보이는 유형은 2회에 걸쳐 바꾼 예상이 모두 옳은 FTT 유형으로, 이들은 불일치 상황을 인지하고 갈등 상황 해결을 위한 심리적인 두려움과 관심이 높을 뿐만 아니라, 문제 상황에 대한 구체적인 이유를 탐색하고 이에 대한 해결책을 얻는데 있어 가장 적극적인 것으로 생각되며, 이러한 과정을 통해 올바른 문제 해결 방향에 접근하고 있는 것으로 보인다.

표 9에서 FF* 유형(FFF&FFT)과 FT*(FTF&FTT) 유형을 비교해 보면, 2번째 불일치 상황에서도 틀린 예상을 제시한 FF* 유형은 3번째 불일치 상황에서 흥미 요소를 제시한 나머지 세부 요소에 대해 모두 2번째 불일치 상황보다 낮은 값을 보이는 반면에, 1번째 상황에서는 틀린 예상을 제시하였지만 2번째 불일치 상황에서 옳은 예상을 제시한 FT* 유형은 그 다음 3번째 불일치 상황에서 거의 대부분의 세부 갈등요소에서 2번째 불일치 상황보다는 높은 값을 보이고 있다. 이러한 결과는 본인이 비로소 옳은 예상을 제시할 수 있었다는 만족감과 성취감이 그 다음 갈등 상황에서 좀더 높은 인지 갈등을 유발할 수 있으며, 이를 통해 학습자가 바람직한 과학적 개념의 형성에 접근할 수 있다는 사실을 시사해 준다.

표 8. 예상을 바꾸는 유형과 인지 갈등 요소별 인지 갈등 정도 비교

인지 갈등 요소	예상을 바꾸는 유형	학생수	불일치 상황 1	불일치 상황 2	불일치 상황 3	평균
인식	MN	10	7.30	6.80	4.50	6.20
	NM	18	6.44	6.89	5.67	6.33
	MM	6	9.17	6.33	7.50	7.67
	NN	15	5.40	6.80	6.00	6.07
흥미	MN	10	7.80	5.90	6.50	6.73
	NM	18	7.78	7.39	7.89	7.69
	MM	6	9.17	7.67	9.50	8.78
	NN	15	7.00	6.27	6.33	6.53
불안	MN	10	3.20	4.00	3.80	3.67
	NM	18	3.11	3.67	3.33	3.37
	MM	6	6.00	3.00	5.00	4.67
	NN	15	3.33	3.67	2.67	3.22
비판	MN	10	7.30	6.70	5.30	6.43
	NM	18	8.00	6.33	7.17	7.17
	MM	6	8.11	8.11	7.72	7.98
	NN	15	6.87	7.07	6.33	6.76

표 9. 옳고 그름의 반응 유형과 인지 갈등 요소별 인지 갈등 정도 비교

인지 갈등 요소	옳고그름의 반응 유형	학생수	불일치 상황 1	불일치 상황 2	불일치 상황 3	평균
인식	FFF	26	6.27	7.04	6.00	6.44
	FTF	4	8.50	4.75	6.00	6.42
	FFT	17	6.24	6.41	4.65	5.76
	FTT	2	11.00	10.50	11.50	11.00
흥미	FFF	26	7.62	6.50	6.73	6.95
	FTF	4	7.25	5.00	7.25	6.50
	FFT	17	7.71	7.18	8.06	7.65
	FTT	2	10.00	10.50	9.00	9.83
불안	FFF	26	3.38	3.96	3.50	3.62
	FTF	4	5.50	4.50	5.75	5.25
	FFT	17	2.94	2.82	2.29	2.69
	FTT	2	7.00	5.00	7.50	6.50
비판	FFF	26	7.31	7.38	6.42	7.04
	FTF	4	7.25	4.50	7.25	6.33
	FFT	17	7.65	7.59	6.76	7.33
	FTT	2	10.50	9.00	9.50	9.67

IV. 결론 및 제언

본 연구는 학생들이 불일치 상황을 반복적으로 접하는 다중 인지 갈등 상황에서 상황 제시 방법에 따라 기존에 가지고 있던 부력과 관련된 과학적 개념을 어떻게 바꾸어 나가는지 알아보고자 하였다. 이를 위해 반복되는 불일치 상황에서 학습자가 예상을 바꾸는 특성을 분석하기 위하여 현상 제시와 논리 제시 방법의 두 가지로 불일치 상황을 제시한 후, 이에 따라 예상을 바꾸는 학습자의 특성과 반응 유형, 그리고 인지 갈등 정도를 비교하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 다중 불일치 상황에서 불일치 상황이 반복될수록 예상을 바꾼 학생의 수는 증가하며, 바꾼 예상이 정답인 비율도 함께 높아졌다. 특히 현상 제시 집단에서 예상을 바꾸는 비율이 논리 제시 집단보다 높으며, 현상 제시 집단 중에서는 3번째 불일치 상황에서 예상을 바꾸는 비율이 크게 증가한다. 이는 불일치 상황을 반복적으로 경험하는 동안 논리 제시문보다 시범 실험을 통한 직접 관찰이 학생들에게 더 깊은 인상을 남기며, 나아가 학생들이 예상을 바꾸는 데 기여하는 정도가 크다는 것을 시사한다. 따라서 완전한 형태의 형식적 조작기에 도달하지 못한 학생들이 많은 초등학교 6학년을 대상으로

불일치 상황을 제시할 때는 논리 제시보다 현상 제시 방법이 더 의미가 있다고 할 수 있다.

둘째, 상황 제시 방법에 따라 예상을 바꾼 학생의 수를 유형별로 분석해 보면 논리 제시 집단보다는 현상 제시 집단에서 NM 유형과 MM 유형이 더 높게 나타나고, 상황 제시 방법에 따른 옳고 그름의 반응 유형별 학생수는 두 집단 모두에서 FFF 유형이 가장 많이 나타나는데 특히, 현상 제시 집단은 논리 제시 집단보다 FFT 유형의 학생수가 더 많은 것으로 나타났다. 셋째, 비슷한 불일치 상황이 반복될 때 학생들이 나타내는 인지 갈등 정도는 두 집단 모두에서 점점 낮아지며, 인지 갈등 총점을 비교해 볼 때 각각의 불일치 상황에서 현상 제시 집단은 논리 제시 집단에 비해 좀더 많은 심리적인 갈등을 경험하게 되어 결과적으로 더 높은 점수를 보이게 된다. 즉, 학습자가 실험 결과를 눈으로 직접 확인할 수 있을 때 불일치 상황의 사실성이 높아지며, 이로 인해 더 많은 인지 갈등을 경험하는 것으로 생각된다. 넷째, 예상을 바꾸는 유형에 따라 인지 갈등 정도를 비교해 보면 학습자는 반복되는 불일치 상황에 대해 예상을 바꿀 것인지, 그렇지 않을 것인지를 선택하면서 내부적으로 많은 인지 갈등을 경험하게 되며, 예상을 많이 바꾸는 유형일수록 인식, 흥미, 불안, 비판 등의 각 세부 갈등 요소의 평균값도 높

은 경향을 보였다. 다섯째, 옳고 그름의 반응 유형에 따른 인지 갈등 정도를 비교해 보면 각 요소에 대해 가장 높은 평균값을 보이는 유형은 2회에 걸쳐 바꾼 예상이 모두 옳은 FTT 유형으로 나타났다. FTI 유형이나 FTF 유형의 경우 2번째 불일치 상황에서 본인이 비로소 옳은 예상을 제시할 수 있었다는 만족감과 안도감이 그 다음 갈등 상황에서 좀더 높은 인지 갈등을 유발할 수 있음을 알 수 있었다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 불일치 상황이 반복적으로 제시될 때 불일치 상황 제시 방법에 따라 초등학생들이 예상을 바꾸는 특성을 분석해 보았는데, 이에 더해 학습자에 대한 분석을 통해 학습자의 특성에 따라 인지 갈등 정도와 개념 변화가 어떻게 나타나는지 연구해 볼 필요가 있다. 학습자 특성에 대한 분석은 학습자 양식과 인지 갈등을 보다 더 심층적으로 연결 지을 수 있고, 이는 불일치 상황에서 교수-학습 전략을 구성하는 데 있어 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 불일치 상황을 구성하는 데 있어 개념을 영역별 혹은 주제별로 선정하여 각 영역 및 주제에 따라 학습자가 그들의 예상을 바꾸는 특성이 어떻게 달라지는지 분석해 보는 연구가 필요할 것이다.

셋째, 불일치 상황을 제시하는 방법뿐만 아니라 불일치 상황을 제시하는 순서와 난이도, 시간 간격 등의 요인에 의해 학습자의 예상을 바꾸는 특성과 인지 갈등 정도가 어떻게 영향을 받는지에 대해서도 연구를 확장하고, 면담 등을 활용한 질적 연구가 보완될 필요성이 있다.

참고문헌

권난주, 권재술(2004). 인지 갈등 전략을 이용한 과학개념 변화에서 학습자 특성의 효과. *한국과학교육학회지*, 24(2), 216-225.

권재술, 이경호, 김연수(2003). 인지 갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. *한국과학교육학회지*, 23(5), 574-591.

김범기, 권재술(1995). 과학개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념 변화에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 15(4), 472-486.

김연수, 서상오, 이경호, 박현주, 권재술(2001). 중등과학 교육에서 인지 갈등 수업전략 활용 실태. *한국과학교육학회지*, 11(2), 400-410.

김지나(2003). 불일치 상황에 직면한 학생들이 요구하는 실험을 통한 인지 갈등과 물리 개념 변화 과정. *한국교원대학교 대학원 박사학위논문*.

박상석, 이경호, 김정환, 권혁구, 권재술(1999). 과학학습에서 불일치 상황에 대면한 초등학생의 인지 갈등 측정 도구 개발. *초등과학교육*, 18(2), 21-33.

박종원(1992). 인지적 갈등의 이론적 모형. *전남대학교 과학교육연구지*, 16(1), 17-35.

서상오(2004). 전기회로에서 다중불일치 상황에 대면한 초등학생의 반응 특성. *한국교원대학교 대학원 박사학위논문*.

원동만(2000). 논리 제시에 의한 초등학생의 인지 갈등 측정도구 개발과 적용. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.

이영직(1998). 인지 갈등에 의한 고등학생의 물리 개념 변화. *한국교원대학교 대학원 박사학위논문*.

이채은, 이경호, 김지나, 권재술(2001). 인지 갈등 상황 제시 유형에 따른 고등학생들의 역학 개념 변화. *한국과학교육학회지*, 21(4), 697-709.

임이숙, 이영직, 권재술(1998). 뉴턴 운동법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 18(4), 473-483.

정미영, 차영, 권재술, 경제복(2006). 다중인지 갈등 상황에서 진구의 밝기에 대한 초등학생들의 사전 개념 변화. *초등과학교육*, 25(1), 70-88.

차영, 서상오, 권재술(2001). 작용과 반작용에 관한 학습에서 토론을 통한 인지 갈등과 개념변화. *한국과학교육학회지*, 21(2), 411-421.

최혁준, 홍윤희, 이재남, 권미량, 서상오, 김지나, 김준태, 권재술(2005). 과학 학습에서 학습자 성격 유형과 불일치 상황 제시방법에 따른 인지 갈등 정도. *한국과학교육학회지*, 25(4), 441-449.

Chi, M. T. & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In M. Limon & L. Mason(Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3-27). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.

Dreyfus, A., Jungwirth, E. & Eliovitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change.- Some applications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74, 555-569.

Druyan, S. (1997). Effects of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 1083-1099.

Lee, G. H., Kwon, J. S., 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.

Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problem: A dialectic constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 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, 211-227.

Thorley, N. R. & Treagust, D. F.(1987). Conflict within dyadic interactions as a stimulant for conceptual change in physics. *International Journal of Science Education*, 9, 203-216.