

인지갈등 상황 제시유형에 따른 고등학생들의 역학 개념 변화

이채은 · 이경호¹ · 김지나² · 권재술¹
(성남정보산업고등학교) · ¹(한국교원대학교) · ²(부산연산여자중학교)

The Change of High School Students' Mechanics Conceptions by the Types of Cognitive Conflict Situations

Lee, Chae-Eun · Lee, Gyoungho¹ · Kim, Jina² · Kwon, Jaesool¹
(Sunghnam Information & Industrial High School) ·
¹(Korea National University of Education) · ²(Busan Yeoun Girls' Middle School)

ABSTRACT

Researchers on conceptual change have been proposed that confronting a cognitive conflict situation would be important for a student to change his/her preexisting conception. There have been reported that there are three different methods of producing a cognitive conflict situation; the first is logical argument(LC), the second is demonstration of an actual phenomenon(DC), and the third is kinesthetic conflict which is a kind of physical experience(EC). In this study, the researcher tried to find out the differences in the conceptual changes by the three different conflict situations. Seventy two high school students were chosen in a high school in Kyungkido, Korea. The students were tested four times; pretest, posttest, one week delayed posttest, and one month delayed posttest. Six different test situations on mechanics were developed for this study. Test item for each situation was developed. Each item consisted of a multiple choice question and explanation of the choice. The result showed a clear differences among the three conflict groups. In general, kinesthetic conflict which is a kind of physical experience(EC) was proved to be the most efficient strategy for the conceptual change; however, logical argument(LC) seemed to be the least efficient. However, the effectiveness was not uniform from situation to situation. Results of some items showed that even the LC was quite good for the conceptual change. Therefore, it seems to be important to develop appropriate method for the target concept.

Key words : conceptual change, cognitive conflict situation, kinesthetic conflict, logical argument, actual phenomenon group, high school students, mechanics

I. 서론

1980년대 이후 구성주의적 관점이 널리 받아들여지면서, 학생의 수업 전 선개념을 이해하기 위한 과학교육 연구가 광범위하게 진행되었다. 경험주의 입장에서는 학습은 학생들에게 가르치기만 하면 바른 개념으로 받아들여 진다고 본다. 반면에, 구성주의 입장에서는 학생들이 과학 수업을 받기 이전부터 일상 생활의 경험을 통하여 자연 현상에 대한 나름대로의 개념을 가지고 있어서 이미 형성된 개념 체계로 다른 개념을 획득하게 된다고 본다. 따라서 구성주의 입장에서는 학습이란 학생이 갖고 있는 개념과의 상호 작용을 통해서 학습자가 스스로의 의미를 구성해 나가는 능동적인 활동이다(Pines & West, 1986).

한편, 학생의 선개념을 과학적인 개념으로 변화하도록 하는데 관심을 갖는 일련의 개념 변화 연구는 과학교육 연구의 중요한 이슈로 등장하였다. 특히, Posner 와 그의 동료(1982) 들이 제시한 개념 변화 모형은 이 분야의 이론적·실험적 연구를 촉진하였다. 이들이 제시한 개념 변화 모형은 그 후 다른 연구자들 (Pintrich, Mark, & Boyle, 1993)과 자신들 (Strike & Posner, 1992)에 의하여 정의적, 사회적 측면을 충분히 고려하지 못하였다는 비판을 받았지만 개념 변화의 조건으로 제시된 4가지 요소는 여전히 중요한 것으로 보인다. 특히, 개념 변화 조건의 한가지인 인지갈등은 개념 변화 모형이 제시되기 이전부터 여러 심리학자들에 의해서 개념 변화 뿐 아니라 인간발달의 중요한 요소로 간주되어왔다(Chapman & McBrid, 1992).

과학교육 연구에서도 인지갈등은 수업전략의 중요한 한가지 요소로 간주되어왔으며(Pines & West, 1986; Hashweh, 1986; 권재술, 1989; 1992; 박종원, 1992), 많은 연구자들은 인지갈등의 긍정적인 효과를 보고하였다(Stavy & Berkovitz, 1980; Hewson & Hewson, 1984; Niaz, 1995; Druyan, 1997; Kwon & Lee, 1999; 김명련, 1994; 심영이, 1994; 김범기와 권재술, 1995; 이영직, 1998).

그러나 과학개념 변화에 대한 인지갈등의 긍정적인 효과가 모든 연구에서 일관되게 나타난 것은 아니었

다. Vosniadou(1999)는 과학학습에서 인지갈등의 효과에 관한 질문은 아직까지 해결되지 않았다고 말하였다. 최근 과학교육 연구에서 인지갈등의 효과에 대한 조심스러운 일련의 논의들이 있다. 과학학습에서 인지갈등의 효과를 밝힌 선행 연구들이 학습자의 특성이나 과제의 특징, 또는 외부환경의 조건 등을 충분히 고려하지 못한데서 비롯되었다고 볼 수 있다. 앞으로의 연구에서는 이 부분에 대한 세밀한 접근이 필요하다고 본다. 이와 같은 문제인식을 가지고 본 연구에서는 학생들에게 인지갈등을 유발할 수 있는 다양한 상황에 초점을 맞추었다. 즉, 갈등 상황을 달리했을때 개념 변화에 미치는 효과는 어떠한지를 알아보고자 하였다.

인지갈등을 유발할 수 있는 상황을 고려한 연구는 국내외의 일부연구에서 발견할 수 있다. 이경호(1990)는 관성 현상을 보여줄 수 있는 실험, TV 화면, 그림카드 상황을 개발하였다. 학생들의 인지갈등을 유발할 수 있는 불일치 상황을 이용하여 학생들의 반응을 연구하였다. 임이숙(1996), 박용운(1996), 김지나(1997)와 이영직(1998)은 역학 영역 또는 전자기 영역에 관련된 현상제시, 논리제시, 현상-논리제시 상황을 개발하였고 각 상황에 따른 학생들의 인지갈등 정도나 개념변화 혹은 인지갈등과 개념 변화의 관계를 알아보았다. Druyan(1997)은 시각 갈등과 근운동 갈등과 동료 갈등 등을 통하여 학생들의 개념 변화를 조사하였다. 예를 들어, 저울의 균형에 관한 문제에서 시각 갈등이란 예측 후 저울의 운동을 관찰하는 것이다. 근 운동 갈등이란 저울의 중심 축과 연결된 고리를 잡고 움직여서 근육으로 느끼는 것이다. 동료 갈등이란 사전 검사에서 서로 다른 예측을 했던 아동들끼리 그룹이 되어 자신의 예측과 불일치한 현상을 보고 서로를 설득하게 하는 것이다. 아동-성인 갈등이란 아동과 어른이 짝이 되어 아동이 옳은 예측을 하면 “나도 그렇게 생각한다”라고 긍정을 표하고 틀린 예측을 하면 “나는 달리 생각한다”라고 말함으로써 학생에게 갈등을 일으키게 하여 연구하였다. 이 연구에서 근 운동 갈등 그룹의 80%가 개념이 발전했고, 시각적 갈등과 아동-성인 갈등은 50%가 개념이 발전했으며, 동료 갈등은 20%만 개념이 발전했다.

이상의 연구를 보면 인지갈등의 유발과 관련되는 상황은 시범실험이나 시뮬레이션을 보여주는 현상제시, 책을 보여주거나 구두로 설명하는 논리제시, 그리고 학생이 직접 조작하면서 경험하게 하는 체험제시 상황으로 구분 지을 수 있다. 한편, 기존의 연구에서는 이 세 가지 상황이 학생의 개념 변화에 미치는 차이를 비교하고 분석한 예를 찾아보기 어렵다. 따라서 이 연구에서는 고등학생의 역학 수업에서 사용될 수 있는 특징적인 세 가지상황을 개발하고 각 상황별로 학생의 개념 변화에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구 대상자 선정

본 연구는 성남시 소재 고등학교 평준화 적용 지역 인문 고등학교 2학년을 대상으로 학급 평균 점수가 거의 비슷한 2학년 이과 3개 반을 선정하였다. 물리 과목의 중간고사 점수로 홀수 석차 학생만 26명씩 선발하여 비슷한 성적 분포를 갖는 3집단을 만들었다. 이들 학생 중에서 본 연구에 참여할 의사가 있는 학생을 최종적으로 선발하였다. 학교 사정상 야간 자율 학습이 실시되는 저녁에(오후 6:40~8:25) 연구를 진행하였다. 학생 개인의 사유로 참여하기 어려운 학생은 동일 또는 차 순위 석차로 대체하여 26명씩 3개의 동일 집단을 만들었다. 그럼에도 학생의 사정으로 6명이 불참하게 되어 결국 연구에 끝까지 참여한 학생 수는 현상제시 그룹 24명, 논리제시 그룹 26명, 체험제시 그룹 22명으로 총 72명이었다.

2. 검사 도구

(1) 지필 검사 도구

기존의 연구에서 개발된 역학 영역과 관련된 오개념 문항들을 분석하여, 현상제시, 논리제시, 체험제시가 가능한 6개 문항을 선정하였다. 수레 위로부터 떨어지는 공의 위치를 묻는 직선 관성 문항, 곡선 관을 미끄러져 내려오는 공의 위치를 묻는 곡선 관성 문

항, 스케이트보드에 탄 두 명의 학생 사이에 작용하는 힘으로 작용·반작용을 묻는 문항, 힘의 평형, 용수철 저울의 작용·반작용, 낙하 운동 문항이 포함되어 있다. 문제에 포함되어 있는 그림은 부록에 나타내었다.

(2) 갈등상황 제시유형

본 연구에서는 실제 상황을 학생들에게 시범을 통해서 해 보이는 방법과 논리적인 논증을 이용하는 방법, 학생 자신이 직접 체험해 보는 방법의 세 가지를 이용하였다. 시범을 통해서 학생들에게 인지갈등을 유발한 방법을 현상제시라고 하고 논리적인 논증을 통해서 인지갈등을 유발하는 방법을 논리제시, 학생 자신이 직접 체험을 통해 인지갈등을 하게 함으로써 갈등을 유발하는 방법을 체험제시라 하였다. 이 연구에서 사용하였던 현상 및 체험제시 기구와 논리 제시용 카드는 부록에 있다.

3. 연구 절차

이 연구 과정에서는 먼저 동일한 학력분포를 갖는 세 집단에 갈등상황 제시유형을 서로 다르게 하기 위하여, 평균 점수가 비슷한 3개 반을 편성하고 학생들의 사전 개념을 조사하였다. 사전 검사에서 학생들이 문제 상황을 이해하지 못해서 풀지 못하는 문제가 없도록 문제 상황을 설명해 주었다.

체험, 현상제시를 위한 체험 및 시범 기구를 제작하고, 논리제시를 위한 논리를 고안하여 갈등상황을 다르게 제시한 뒤 각 상황을 설명하는 수업을 하고 학생들의 개념을 조사하였다. 이때 각 집단간의 시간이나 다른 변인에 의한 차이를 최소화하기 위하여 현상, 논리, 체험 집단 학생들이 갈등상황을 보고 생각할 시간을 갖게 함으로써 갈등상황 제시 시간 차이를 최소화하고, 수업도 연구자 자신이 미리 직접 작성한 영상 자료를 이용하여 같은 내용을 동일한 시간동안 진행하였다. 학생들의 개념이 지속적인지 알아보기 위하여 1주일 후와 1개월 후 같은 문항지로 사후 검사를 실시하였다.

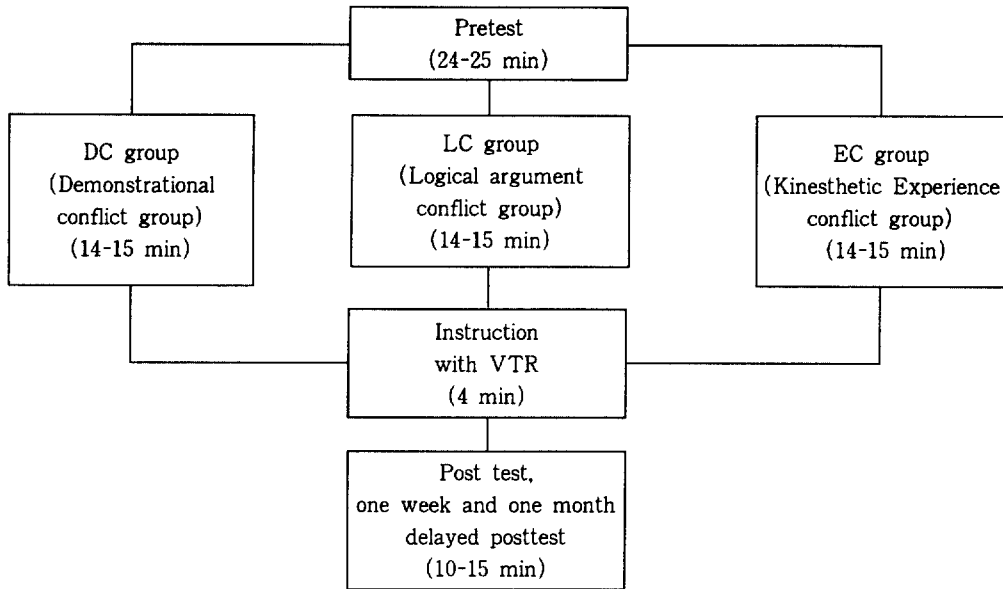


Fig. 1. Research procedure

4. 분석 방법

학생들의 응답은 답지 선택과 응답 이유가 모두 올바른 경우 과학적인 개념으로 분류하였다. 각 집단별로 문항에 따른 개념 변화를 분석하였고, 다음으로는 각 집단의 개인별로 문항에 따라 어떤 개념 변화과정을 거치는가를 분석하였다. 문항별 개념 변화 과정의 경로 분석과정에서는 학생들의 개념을 과학적 개념과 오개념으로 분류하고, 제시 직후와 1주일 후 그리고 1개월 후 학생들의 개념이 어떻게 변화하였는지 조사했다. 정답자 중 응답 이유 진술이 과학적 개념이 아닌 학생도 오개념으로 분류하였다.

후 개념검사에 대한 ANOVA 분석을 실시하였다. 전체 문항에 대한 유의도 분석 결과는 table 1과 같다. 전체 문항에 대한 사전 검사의 선택형 정답율은 집단간에 차이가 없었다. 답지 선택에 대한 이유를 묻는 질문에서도 과학적 개념을 가진 학생에 대한 분석 결과에서도 집단간에 유의미한 차이는 없는 동일집단으로 나타났다. 사후 검사에서 각 집단의 평균 점수는 체험제시 집단, 현상제시 집단, 논리제시 집단 순으로 체험제시 집단이 가장 높은 것으로 나타났다. 제시 직후 검사와 한달 후 검사에서 모두 집단간에 의미있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 체험제시 방법은 다른 방법에 비하여 효과적임을 알 수 있다.

IV. 결과 및 논의

1. 갈등상황 제시유형에 따른 개념 변화 분석

사전개념과 사후개념에서 각 집단별로 차이가 있는지를 알아보기 위하여, 학생들의 사전 개념검사와 사

(1) 직선 운동에서의 관성(관성1)

일정한 속도로 움직이고 있는 수레에서 떨어지는 쇠구슬의 경로를 묻는 직후 사후 개념검사에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 현상제시, 논리제시, 체험제시 집단에서 각각 17명(70.8%), 18명(69.2%), 20명(90.9%)으로 집단간 유의미한 차이는 없었다.

Table 1. The Analysis of Variance by pre and post-test.

	df	SS	MS	F ratio	Mean			
					DCgroup	LCgroup	ECgroup	Total
Pretest	2	3.06	1.53	1.07	1.67	1.26	1.72	1.54
Posttest	2	14.21	7.11	4.03 *	3.45	3.00	4.09	3.49
One week delayed posttest	2	9.02	4.51	2.22	3.45	3.30	4.13	3.61
One month delayed posttest	2	27.07	13.54	7.60 *	3.75	3.03	4.54	3.78

* p<0.05

DC group : Demonstrational conflict group
 LC group : Logical argument conflict group
 EC group : Kinesthetic Experience conflict group

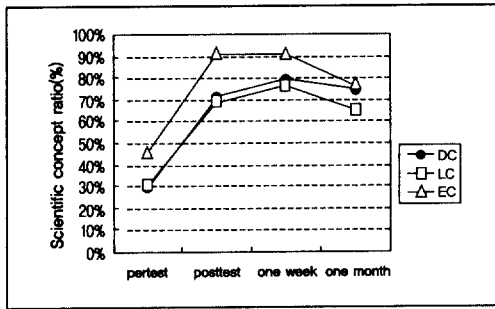


Fig. 2. Group comparison of scientific concept ratio according to linear inertia test by period

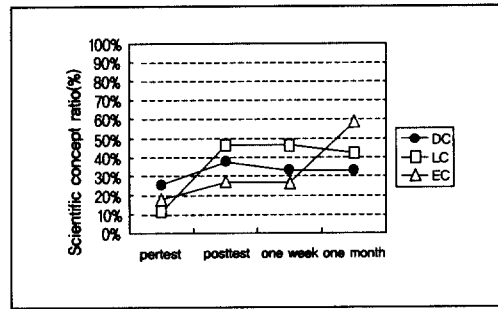


Fig. 3. Group comparison of scientific concept ratio according to curvilinear inertia test by period

제시 1주일 후의 동일한 문항에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 현상제시, 논리제시, 체험제시 집단에서 각각 18명(75.0%), 17명(65.4%), 17명(77.3%)으로 집단간 유의미한 차이는 없었다. 체험제시 집단은 1개월 후까지 과학적 개념을 가진 학생 수의 비율이 논리제시 집단에 비해 높았다. 현상제시도 한달 후까지 과학적 개념을 가지고 있는 학생수가 비교적 많은 것을 알 수 있다.

(2) 곡선 운동에서의 관성(관성2)

등근 고무 호스를 돌다가 빠져 나온 쇠구슬의 경로를 묻는 직후 사후 개념검사에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 논리제시, 현상제시, 체험제시 집단에서

각각 12명(46.2%), 9명(37.5%), 6명(27.3%)으로 나타났다. 이 문항과 관련된 체험제시나 현상제시는 구르는 공의 속도와 바닥의 상태 등을 고려할 때, 학생들이 입장에서 명확하게 받아지기에는 다소 어려운 현상이다. 더불어 이 현상에는 원운동, 선속도, 구심력 개념 등이 관련되어 있어서 즉시적 현상을 체험하거나 보는 경우보다는 단계적으로 이 현상의 특징을 언급하는 논리제시 방법이 효과적이었던 것으로 생각한다.

(3)용수철 저울에서의 작용·반작용(작용·반작용1)

책상 위에 올려진 용수철 저울의 양쪽 끝에 각각

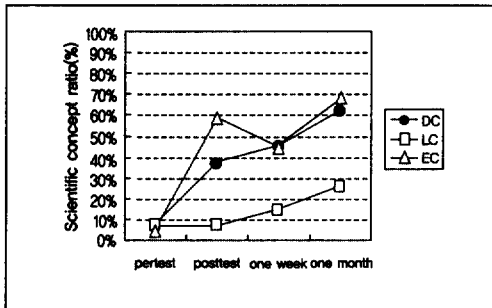


Fig. 4. Group comparison of scientific concept ratio according to action-reaction of spring balance test by period

2N인 추를 단 후 용수철 저울의 눈금을 묻는 직후 사후 개념검사에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 현상제시, 논리제시, 체험제시 집단에서 각각 9명 (37.5%), 2명(7.7%), 13명(59.1%)으로, 논리제시 집단과 체험제시 집단간, 현상제시 집단과 논리제시 집단간 의미있는 차이가 나타났다. 정답자 중 답지 선택에 대한 이유 진술에서 현상제시 집단은 '용수철이 한 쪽으로만 늘어나기 때문' 또는 '한 쪽이 고정되어 있는 것과 같다(16.7%)' 라고 답한 학생이 많았다.

제시 1개월 후 사후검사에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 현상제시, 논리제시, 체험제시 집단에서 각각 15명(62.5%), 7명(26.9%), 15명(68.2%)로 논리제시 집단과 체험제시 집단간, 현상제시 집단과 논리제시 집단간 의미있는 차이가 나타났다.

(4) 질량이 같은 공과 나무토막의 평형(평형)

도르래에 줄을 걸고 질량이 같은 두 물체를 양쪽에 달아 각 물체의 높이를 다르게 할 때 두 물체의 운동을 묻는 문항이다.

직후 사후 검사에서 체험제시 집단에서는 14명 (63.6%)이 과학적 개념으로 응답을 하였으며, 논리제시 집단에 비하여 많은 학생들이 과학적 개념을 가지는 것으로 나타났다. 제시 1주일 후와 제시 1개월 후 사후 검사에서 과학적 개념으로 응답한 학생비율이 체험제시 집단은 높아지는 반면, 다른 두 집단은 낮아지는 것을 알 수 있다. 현상제시 집단과 논리제시 집단간, 논리제시 집단과 체험제시 집단간의 차이는

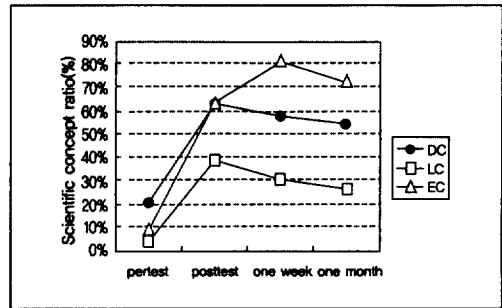


Fig. 5. Group comparison of scientific concept ratio according to pulley test by period

통계적으로 의미있는 것으로 나타났다. 논리제시 집단에서 '원래 상태로 복귀(50.0%)'라는 학생 수가 제시 직후보다 증가하였다.

(5) 스케이트보드를 이용한 작용·반작용(작용·반작용2)

몸무게가 같은 두 학생이 스케이트보드 위에 다리를 올린 채 줄을 맞잡고 잡아당기는 문항에서 직후 사후검사의 정답자는 현상제시, 논리제시, 체험제시 집단별로 각각 14명(58.3%), 15명(57.7%), 19명(86.4%)으로 나타났다. 현상제시 집단과 논리제시 집단간은 유의미한 차이가 없었다. 현상제시 집단과 체험제시 집단간, 논리제시 집단과 체험제시 집단간 유의미한 차이가 나타났다.

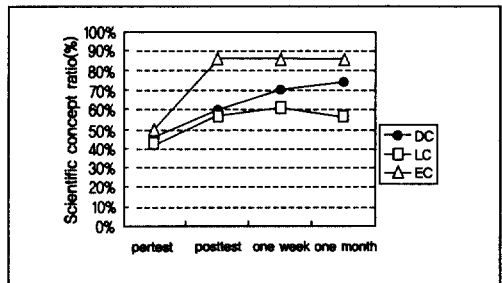


Fig. 6. Group comparison of scientific concept ratio according to action-reaction of skateboard test by period

제시 1주일 후와 제시 1개월 후 체험제시 집단과 현상제시 집단의 정답율은 높아진 반면 논리제시 집단

의 정답율은 낮아지는 것을 알 수 있다.

사후검사에서 체험제시 집단의 90%에 가까운 학생들이 과학적 개념으로 응답을 하였는데, 그 이유는 이 현상이 학생들에게 단순하면서도 분명한 체험을 제공해주었으며, 문항을 설명하는 데 필요한 내용도 비교적 간단했기 때문인 것으로 보인다.

이 문항과 관련된 활동에서 체험제시 집단에 있는 학생들은 몸무게가 같은 경우와 다른 경우의 차이를 측정해 보고 밀리는 정도를 비교하는 등 체험을 즐기는 모습을 보여주었다.

(6) 낙하 운동

쇠구슬과 몽친 종이를 같은 높이에서 낙하시켰을 때 나타나는 현상을 묻는 문항의 제시 직후 현상제시, 논리제시, 체험제시 집단에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 각각 19명(79.2%), 15명(57.7%), 18명(81.8%)이었다. 체험제시 집단은 체험 사실이나 단순 경험을 표현하는 학생이 3명(13.6%)으로 나타났으나 정답자가 거의 과학적 개념을 가지게 되었다.

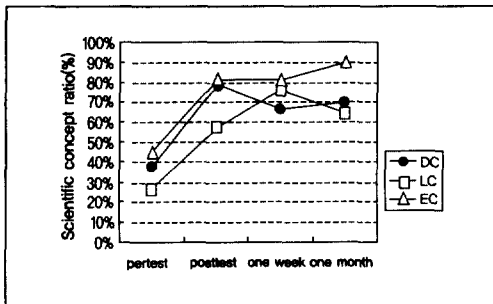


Fig. 7. Group comparison of scientific concept ratio according to free fall test by period

제시 1주일 후 과학적 개념으로 답한 학생 수는 각각 16명(66.7%), 20명(76.9%), 18명(81.8%)으로 집단간 유의미한 차이는 없었다. 현상제시 집단에서 '지구가 당기는 힘이 같기 때문'이라는 학생이 5명(20.8%)으로 제시 직후 보다 2명(8.3%)증가하였다. 이는 직관적으로 정답은 찾을 수 있었으나 정확한 과학적 개념으로 설명하기 어려웠던 것 같다. 제시 1개월 후 정답자 수는 현상제시, 논리제시, 체험제시 집

단에서 각각 23명(95.8%), 23명(88.5%), 22명(100%)로 나타났으며, 정답자 중 답지 선택에 대한 이유를 묻는 질문에서 과학적 개념으로 답한 학생 수는 17명(70.8%), 17명(65.4%), 20명(90.9%)으로 집단간 유의미한 차이가 없었다

2. 개인별 개념변화 과정의 분석

문항별로 학생들의 개념변화 과정은 4가지로 분류할 수 있었다. 첫째, 사전 과학적 개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 1개월 후까지 과학적 개념을 유지하는 경우(과학적 개념→과학적 개념), 둘째, 사전 과학적 개념을 가진 학생이 제시 1개월 후 오개념을 가지는 경우(과학적 개념→오개념), 셋째, 사전 오개념을 가지고 있던 학생이 제시 1개월 후 과학적 개념으로 바뀐 경우(오개념→과학적 개념), 넷째, 사전 오개념을 가지고 있던 학생이 제시 1개월 후에도 오개념을 유지하고 있는 경우(오개념→오개념) 등이다.

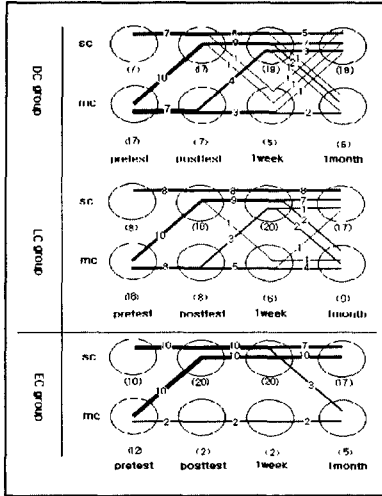
이 연구는 인지갈등 유발이 가능한 세가지 제시상황의 효과를 분석하는 것이므로, 이 장에서는 분석 대상은 사전 검사에서 오개념이 있는 학생들로 하였다. 여기서 정적개념변화 효과란 사전 검사에서 오개념을 가지고 있던 학생이 갈등상황 제시 1개월 후에 과학적 개념을 가지게 된 경우이다. 각 문항별로 각 집단에서 학생들이 보인 개념변화과정은 다음과 같다.

(1) 직선 운동에서의 관성(관성1)

직선 관성에 관한 사전 개념검사에서 오개념을 가진 학생 수는 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단별로 각각 17명, 18명, 12명이었다. 이 학생들 중에서 수업 후 1개월이 지난 후에 과학적 개념이 형성된 학생 수는 각각 12명(70.6%), 9명(50.0%), 10명(83.3%)으로 체험제시 집단이 가장 많았고, 그 다음이 현상제시 집단이었다.

현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단에서 제시 직후부터 과학적 개념이 형성된 학생 수는 각각 7명(41.2%), 7명(38.9%), 10명(83.3%)이었다. 따라서 체험제시 집단에서 정적 개념 변화가 일어난 학생의

거의 대부분이 제시 직후에 과학적 개념을 가진 것으로 나타났다.



sc : scientific concept
mc : misconception

Fig. 8. Group comparison of the process of concept change at linear inertia test

(2) 곡선 운동에서의 관성(관성2)

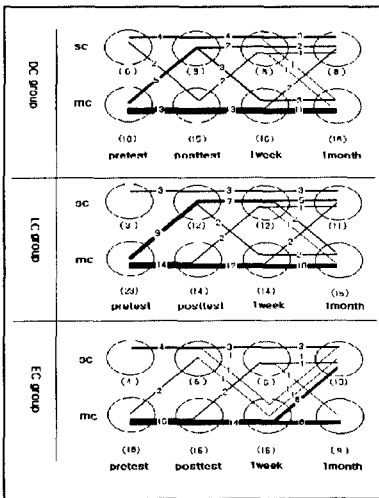


Fig. 9. Group comparison of the process of concept change at curvilinear inertia test

곡선 관성에 관한 사전 개념검사에서 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단별로 오개념을 가진 학생 수는 각각 18명, 23명, 18명이었으며, 직후 개념검사에서는 논리제시 집단이 개념 변화 정도가 가장 큰 것으로 나타났다. 인지갈등 상황 제시 1개월 후에 과학적 개념이 형성된 학생 수는 현상, 논리, 체험제시 집단별로 각각 4명(22.2%), 8명(34.8%), 9명(50.0%)으로 나타났다. 따라서 수업 후 한달 간 동안 각 집단에 속한 학생들의 개념 변화과정은 다르게 나타난 것을 알 수 있는데 이와 같은 차이가 어디에서 기인 한 것인지는 이 연구에서 설명할 수 없었다. 이러한 차이의 원인을 알기 위해서는 개념 변화과정에 관여하는 다양한 변인들간의 관계를 분석하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

(3) 용수철 저울에서의 작용·반작용(작용·반작용1)

용수철 저울에 관한 사전 개념검사에서 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단별로 오개념을 가진 학생 수는 각각 22명, 24명, 21명이었다. 한편, 이 학생들 중에서 제시 1개월 후에 과학적 개념이 형성된 학생 수는 각각 14명(63.6%), 7명(29.2%), 14명

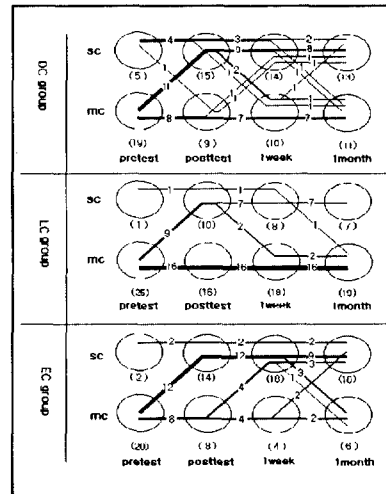


Fig. 10. Group comparison of the process of concept change at pulley test

(66.7%)으로 체험제시 집단이 가장 많았고, 그 다음이 현상제시 집단이었다. 수업 전 오개념을 가지고 있던 학생들이 인지갈등 상황제시 후에도 계속 오개념을 가지고 있는 학생 수는 논리제시 집단에서 가장 많은 것으로 나타났다.

(4) 질량이 같은 공과 나무토막의 평형(평형)

이 문항의 사전 개념검사에서 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단별로 오개념을 가진 학생 수는 각각 19명, 25명, 20명이었는데, 이들 중 제시 1개월 후에 과학적 개념이 형성된 학생 수는 각각 10명(52.6%), 7명(28.0%), 14명(70.0%)으로 체험제시 집단이 가장 많았고, 그 다음이 현상제시 집단이었다. 평형 문항에서도 제시 직후 오개념에서 과학적 개념으로 변환 학생 수는 체험제시 집단에서 가장 많았다.

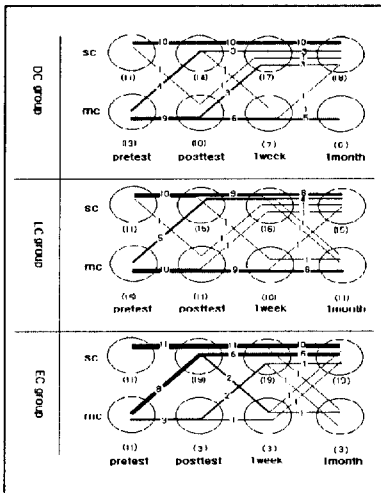


Fig. 11. Group comparison of the process of concept change at action-reaction of skateboard test

(5) 스케이트보드를 이용한 작용·반작용(작용·반작용2)

스케이트보드를 이용한 작용·반작용 문항의 사전 개념검사에서 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단별로 오개념을 가진 학생 수는 각각 13명, 15명, 11명이었는데, 제시 1개월 후에 과학적 개념이 형성된 학생 수는 각각 7명(53.8%), 6명(40.0%), 9명

(81.8%)으로 체험제시 집단이 가장 많았고, 그 다음이 현상제시 집단이었다. 특히, 이들 중 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단에서 제시 직후부터 과학적 개념이 형성된 학생 수는 각각 3명(23.1%), 4명(26.7%), 6명(54.5%)이었다. 이와 같이 작용·반작용2 문항에서는 다른 문항에서보다 체험제시 집단의 정적 개념 변화가 크게 나타났다. 학생들이 직접 줄을 당겨보는 체험이 학생들에게 분명한 느낌과 함께 자신의 선개념에 모순되는 현상을 인식하게 된 것으로 보이며, 이와같은 체험이 결국 과학적 개념형성에 깊은 영향을 미친 것으로 보인다.

(6) 낙하운동

쇠구슬의 낙하 운동에 관한 사전 개념검사에서 현상제시 집단, 논리제시 집단, 체험제시 집단의 학생들 중에서 오개념을 가진 학생 수는 각각 15명, 19명, 12명이었는데, 이들 중 갈등 상황 제시 1개월 후에 과학적 개념이 형성된 학생 수는 11명(73.3%), 11명(57.9%), 10명(83.3%)으로 체험제시 집단이 가장 많았고 그 다음이 현상제시 집단이었다. 따라서 이 문항과 관련된 상황도 체험제시, 현상제시, 논리제시 순으로 과학개념변화에 미치는 효과에 차이가 있음을 알 수 있다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 역학영역에서 학생들의 사전개념과 불일치하는 세 가지 다른 상황(현상, 논리, 체험)을 제시하고, 각 상황이 학생의 개념변화에 미치는 효과를 분석하였다. 이 연구를 통하여 얻어낸 결론 및 제언은 다음과 같다.

1. 이 연구에서 사용된 문항들에 대한 학생의 반응을 종합하면 갈등상황이 개념 변화에 미치는 긍정적인 효과는 체험제시, 현상제시, 논리제시 순으로 나타났다. 학생 개인별 개념 변화 과정의 분석 결과에서도 오개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 직후부터 계속 과학적 개념을 가지게 되는 비율은, 체험제시 집단이 가장 많았다. 즉, 논리적으로 제시된 글보다는 직접

만지고 느끼는 방법이 학생의 개념 변화에 효과적이었다.

2. 특히 근운동 체험이 가능한 용수철 상황이나 현상의 관찰이 용이한 문항에서는 개념 변화에 미치는 효과의 차이가 더욱 분명하게 나타났다. 그러나, 근운동 갈등이 일어나지 않거나 현상이 분명하지 않는 경우는 논리제시로 갈등상황을 제시하는 것이 효과적이었다.

3. 따라서 학생들에게 상황을 제시할 때에는 학생들이 이해하기 쉽고, 분명하게 체험할 수 있는 것을 고안할 필요가 있다. 즉, 도구를 사용할 때는 정확한 측정이 가능한 도구를 사용하여 분명하게 제시해야 하며, 학생의 관찰을 오도하는 외부 변인은 제거되어야 하겠다. 그리고 선행연구(임이숙, 이영직, 권재술, 1998)에서 지적한 것처럼 논리제시도 학생들이 이해하기 쉽고 그럴듯하게 단계적으로 잘 구성한다면 애매하거나 불확실한 현상보다도 개념 변화에 효과적인 방법이 될 수 있음을 알 수 있었다.

4. 이 연구에서는 학생들이 갈등상황을 경험하도록 돕는 방법으로 세가지 상황(현상, 논리, 체험)을 개발하고 연구에서 사용하였다. 현상제시와 논리제시의 경우 선행연구에서 개발과정과 그 효과에 대한 다양한 분석결과가 보고되었으나 체험제시의 경우 이에 관한 선행연구가 부족하다. 따라서 체험제시는 어떻게 제시되는 것이 효과적이며, 각 상황에서 체험의 강도나 질은 어떠한지 등을 분석하는 연구가 필요하다.

5. 학생들의 과학개념 변화에 대한 인지갈등의 효과는 교사에 의해 제시되는 상황뿐만 아니라 학생특성을 비롯하여 교사의 교수방법 등 다양한 변인과 관련된다는 관점이 필요하며, 이를 바탕으로 과학개념 변화의 구체적인 과정을 설명할 수 있는 연구가 필요하다.

적 요

학생들의 개념 변화를 촉진하기 위하여 인지갈등상황을 제시하는 것이 필요하다는 주장이 여러 연구자들에 의하여 제기 되어왔다. 본 연구자들은 문헌 분석을 통하여 인지갈등을 유발할 수 있는 상황은 크게

세가지로 구분할 수 있었다. 이 연구의 목적은 이들 세가지 상황이 학생들의 과학개념 변화에 미치는 영향의 차이를 알아보는 것이었다.

연구 대상으로 참여한 학생은 경기도 소재의 인문고등학교 2학년 72명이다. 갈등상황으로 체험을 제시할 때 직접 실험할 수 있는 인원의 한계성 때문에 한 반에 26명씩 선정하였다.

먼저 역학의 중요 개념에 대한 여섯 가지 문항을 이용하여 학생들의 사전 개념을 조사한 후, 갈등상황을 현상, 논리, 체험 등 3가지로 나누어 제시하고 수업을 한 다음 사후 검사를 실시하였다. 개념 변화의 지속성을 보기 위해서 1주일 후와 1개월 후에 같은 문항으로 검사를 실시하였다. 이 검사 결과를 바탕으로 각 문항별 응답 유형을 분석하여 학생들의 개념이 과학적으로 변화하였는지 조사하였다. 연구결과, 각 문항에서 과학적 개념으로 변화되는 학생 수는 체험 제시 집단이 다른 두 집단에 비하여 많았으며 그 다음은 현상제시 집단이었다. 제시 특성별로 보면, 근운동을 통한 강한 체험이 가능한 문항에서는 체험제시의 효과가 높게 나타났으며 다른 문항들에서도 체험이나 시각적으로 명확하게 관찰이 가능한 정도에 따라 논리제시에 비하여 체험제시와 현상제시가 개념 변화에 효과적인 것으로 나타났다.

따라서 학생들의 과학개념 변화를 위해서는 개념 특성에 맞는 적절한 갈등상황을 제시해야 한다고 본다. 또한, 효과적인 개념 변화를 위해 갈등상황을 제시할 때, 모든 문항에 대해 현상이나 논리, 체험제시 중 어느 하나가 더 효과적이라고 구별하기보다는 문항의 종류와 갈등상황 제시의 특성, 학습자의 상태 등을 고려하여 제시해야 한다고 본다.

참 고 문 헌

- 권재술(1989). 과학 개념 형성의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1), 1-9.
- 권재술(1992). 과학개념 학습을 위한 수업 절차와 전략. 한국과학교육학회지, 12, 19-29.
- 김명련(1994). 인지갈등 수업전략이 중학생의 과학 개념 변화와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교

- 원대학교 석사학위논문.
- 김법기, 권재술(1995). 과학 개념과 인지적 갈등 유형이 학생들의 개념 변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-485.
- 김지나(1997). 갈등상황 제시 유형에 따른 학생들의 물리 개념 변화. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 박용운(1996). 전기회로에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 박종원(1992). 인지적 갈등의 이론적 모형. 전남대학교 과학교육지, 16, 17-35.
- 심영이(1994). 인지적 갈등 전라이 아동의 힘 개념 변화에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이경호(1990). 인지적 갈등 상황에 대면한 학생들의 행동 특성. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이영직(1998). 인지갈등이 학생들의 물리 개념 변화에 미치는 영향. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 임이숙(1996). 뉴턴의 운동 법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 임이숙, 이영직, 권재술(1998). 뉴턴 운동법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지갈등 유발에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 18(4), 473-483.
- Chapman, M., & McBride, M. I.(1992). The education of reason: Cognitive conflict and its role in intellectual development. In Shantz, C.U., & Hartup, W. W(Eds.), *Conflict in child and adolescent development* (pp. 36-69). Cambridge University Press.
- Druyan, S.(1997). Effect of kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1083- 1099.
- Hashweh, M. Z.(1986). Toward on explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G.(1984). Effect of instruction using student's prior knowledge and 0conceptual change strategies on science learning. *Journal of Science Education*, 4(1), 61-78.
- Kwon, J. S., & Lee, Y. J.(1999). *The effect of cognitive conflict on students' conceptual change in physics*. 1999 NARST Annual Meeting , Boston, Massachusetts, March 31.
- Niaz, M.(1995). Cognitive Conflict as a Teaching Strategy in Solving Chemistry Problems: A Dialectic-Constructivist Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 959-970.
- Pines, A. L., & West, L. H. T.(1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- 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., & Gertzog, W. A.(1982). The Clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 195-209.
- 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). State University of New York Press.
- Stavy, R., & Berkovitz, B.(1980). Cognitive Conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64(5), 679-692.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C.(1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20, 1213-1230.

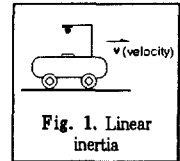
부 록

1) 현상 및 체험 기구의 제작

오개념을 가진 학생들에게 현상이나 체험으로 갈등상황을 유발하기 위한 것으로 각 문항마다 기구를 개발하여 제작하였다. 이 기구를 이용하여 현상제시는 시범 실험을 하고, 체험제시는 직접 실험을 하였다.

① 직선 운동에서 관성(문항1)

과학 상자를 이용하여 수레를 만들고 외부에서 가변저항으로 수레의 속력을 조절할 수 있도록 하였다. 수레 위에 막대를 그 세우고 끝에 전자석을 만들어 쇠구슬을 붙여놓았다. 스위치를 조정하여 수레가 등속으로 움직일 때 쇠구슬이 떨어지도록 하였다.

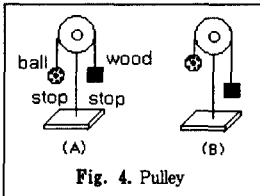
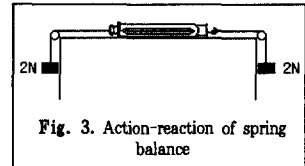


② 곡선 운동에서 관성(문항2)

굵은 고무관을 2-3회 나선으로 감아 책상 위에 올려놓고 고무관의 주둥이는 책상 위에서 1m 높이로 올려 그곳에서 쇠구슬을 넣어 쇠구슬이 고무관을 돌아 나오는 경로를 볼 수 있도록 하였다.

③ 용수철 저울의 작용 · 반작용(문항3)

용수철 저울과 도르래를 이용하여 책상 위에 올려진 용수철 저울의 양쪽 끝에 2N인 추를 각각 매달아 용수철 저울이 가리키는 눈금을 볼 수 있도록 하였다.

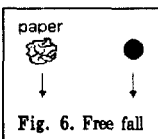
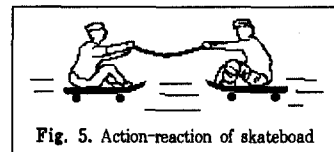


④ 평형(문항4)

도르래에 걸려 있는 줄의 양끝에 같은 무게의 추를 달아 두 추의 높이가 같을 때 정지하는 것을 보여준 후, 줄의 길이를 조절하여 두 추의 높이를 변화시켰을 때 추의 움직임을 관찰하도록 하였다.

⑤ 작용과 반작용(문항5)

두 사람이 서로 맞잡은 줄을 당길 때 누가 어느 방향으로 움직일 것인지 방향을 묻는 문항으로 선정하였다. 체험제시는 학생들이 직접 실험하고 느껴 보도록 했고, 현상제시는 모델로 선정된 두 학생의 움직임을 보도록 하였다.



⑥ 낙하 운동(문항6)

비슷한 부피이면서 무게가 다른 종이와 쇠구슬을 같은 높이에서 떨어뜨리는 문항으로 구성하여 현상제시는 시범 실험을 하고, 체험제시는 직접 실험을 하였다.

2) 논리 제시 카드 제작

선행 연구를 참고하여 각 문항마다 갈등상황을 유발할 수 있는 논리 제시 카드를 만들었다.

① 직선 운동에서의 관성(직선 관성)

일정한 속도로 운동하는 수레에 붙어 있는 쇠구슬은, 수레와 같은 속도로 이동하고 있다. 운동하던 수레에서 떨어진 쇠구슬은 계속 운동하려는 성질이 있어 수레와 같이 이동한다. 그러면, 일정한 속도로 운동하는 수레에서 떨어진 쇠구슬은 어디에 떨어질까?

② 곡선 운동에서의 관성(곡선 관성)

만약 쇠구슬을 아주 많이 호스에 넣는다면 호스의 어느 쪽이 빨리 닳을까? 바깥쪽이다. 쇠구슬이 호스 안에서 원운동 하는 이유는 호스의 바깥 부분이 쇠구슬에 힘을 작용하기 때문이다. 쇠구슬이 호스에서 빠져 나와서 호스 벽의 힘을 받지 않는다면 어떻게 될까?

③ 용수철 저울의 작용과 반작용 문항 (작용·반작용)

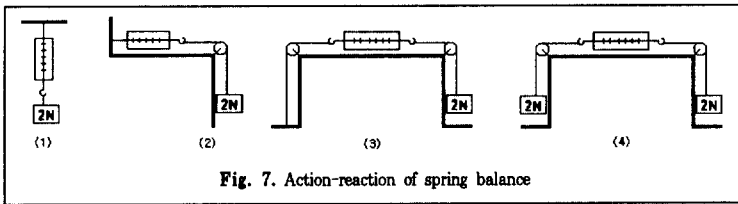


Fig. 7. Action-reaction of spring balance

그림 4개를 순서대로 보여주면서 같다는 것을 설명

④ 질량이 같은 공과 나무토막의 평형(평형)

공과 나무토막의 무게는 같다. 무게가 같으면 평형을 이룬다. 따라서 나무토막과 공은 평형을 이루어 어느 위치나 정지하게 된다

⑤ 작용·반작용

어떤 한 물체가 다른 물체에 힘을 작용하면 힘을 받은 물체도 동시에 똑같은 크기의 힘을 반대 방향으로 작용해 준다(작용·반작용의 법칙). 한 사람이 다른 사람을 밀거나 당긴다면 두 사람은 모두 같은 크기의 힘을 받게 되므로 두 사람 모두 밀리거나 당겨지게 된다.

⑥ 자유 낙하

물체가 떨어지는 속도는 무게와 관계가 없다. 물체마다 떨어지는 속도가 다른 것은 떨어지는 동안 받게 되는 공기의 저항이 다르기 때문이다. 즉, 공기의 저항이 없거나 큰 차이가 없다면 무게에 관계없이 물체가 떨어지는 시간은 거의 같을 것이다.