

# 전류 개념 변화를 위한 순환학습의 효과

김 영 민

(한국교육개발원)

권 성 기

(서울대학교 대학원)

(1992. 12. 7 받음)

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

중학생들이 과학 개념에 대해 과학자적이 아닌 다른 개념들을 가지고 있다는 것은 국내외의 많은 연구들(Driver, 1985; 권성기, 1988; 김영민, 박승재, 1990)에 의해 밝혀졌다. 이렇게 과학자적이 아닌 다른 개념들을 어떻게 효과적으로 과학자적인 개념으로 바꿀 수 있는가에 대한 연구는 지금까지 수행되었지만 앞으로도 끊임없이 계속되어야 할 과제이다.

학생의 전류 개념을 물리학자적인 개념으로 변화시키기 위한 방법에 대한 연구도 1970년대 말 전류에 대한 오개념 연구를 시작으로 활발하게 전개되었다. 그리고 그 대부분이 구성주의 이론을 바탕으로 한 것이다. 즉, 학생들이 어떤 개념에 대해 인지적 갈등을 일으켜서 그 갈등을 해소하는 과정에서 개념 변화가 일어난다는 것이다. 그러한 관점에서 보면 수업에서 학생들로 하여금 인지적 갈등을 일으키게 하고 그 갈등을 과학자적 개념을 가지는 방향으로 해소하도록 유도하는 것이 중요하다.

한편 탐색(exploration), 발명(invention), 발견(discovery)으로 이어지는 순환학습 모형(Lawson, et. al.,

1989)은 과학 수업에서 효과적으로 활용될 수 있는 학습 모형으로 알려져 있다. 한국에서 직관적인 학생 개념을 과학적인 개념으로 변화시키려는 시도 중에서 순환학습을 이용한 연구로는 밀도 개념(홍순경, 최병순, 1991)을 대상으로 한 것이 있다. 홍순경과 최병순(1991)의 연구는 2시간 정도의 순환학습을 한 후에 남녀 학생별로 그리고 인지수준 별로 나누어서 그 효과를 비교하였다. Zollman(1990)은 예비 초등교사 100명 정도되는 대규모 학급을 대상으로 15가지 과학 주제를 순환학습으로 가르치는 연구를 하였다. 또 정희옥(1989)은 정성적인 문제를 풀게 하는 방법을 이용하여 학생들의 선입견을 변화시켜 보려고 시도하였다.

그러나, 이 과정은 인지적 갈등을 강조한 것이 아니기 때문에 본 연구에서는 순환 학습의 과정에서 인지적 갈등을 강조하는 단계를 두었을 때의 효과를 알아보려고 하였다.

### 2. 연구의 내용

본 연구는 다음과 같이 세 부분으로 구성되었다. 우선 중학교 전기 단원 수업에서 중학생들이 이해하지 못한 전류 개념과 그 원인을 찾기 위해 전기에

관련된 현상에 대해 학생들이 어떻게 반응하는가를 조사하였다. 둘째로 그 조사 결과를 바탕으로 전기 관련 개념의 지도를 위한 구성주의에 바탕을 둔 순환학습 모형과 수업 절차 및 자료를 개발하였다. 그리고 셋째로 그 모형의 효과를 검증하기 위해 실험 집단과 통제 집단을 대상으로 수업을 실시하고 수업 전과 후의 전류 개념의 이해 정도를 비교하였다.

## II. 연구의 방법

### 1. 조사 연구

예상·관찰·설명 형의 검사 도구를 사용하여 학생들의 전류 개념을 조사 분석하였다. 개념 검사는 1988년 서울 국제 워샵(SNU, 1988)에서 개발한 예상·관찰·설명식의 전기 검사 도구를 예상 단계에 이유 설명을 추가하는 방식으로 일부 수정하여 사용되었다. 이 검사도구는 여러 연구(김영민, 박승재 1990, 박윤희, 1990, 김영민, 1991)에서 사용되었다. 사전 검사와 사후 검사는 동일한 문항을 이용하였다. 실험 집단과 통제 집단의 수업을 녹음하였고 일부 수업은 다른 연구자가 직접 관찰하면서 미비된 점이나 특징을 기록하였다.

### 2. 개발 연구

본 연구에서 적용할 수업 모형을 구안하고, 그 모형에 터하여 수업 자료를 개발하였다. 첫 단계로는 중학생들을 대상으로 한 전기 개념조사에서 밝혀진 바를 근거로 학생의 개념을 교사와 학생 자신이 파악하는 개념 도출 단계를 설정하였다. 이 단계는 본 연구에서 특별히 강조한 단계로서, 우리나라의 다인수 학습의 특성을 고려하여 퀴즈 형식의 정성적 응답 문항을 구성하여 학생들로 하여금 짧은 시간에 답하게 하고 교사가 이를 분류하여 제시하였다.

그 다음은 탐색 단계로서 다른 학생들과의 토의를 통해 자신의 개념과 다른 학생들의 개념의 차이를 파악할 수 있게 하였다. 이 단계에서는 개념 도출 단계에서 밝혀진 전류 개념의 유형들을 탐색 단계에서 소개하여 학생들로 하여금 논리적인 점과 논리적이 못한 점을 지적하게 하였다. 본 연구에서는 학생들이 이 단계에서 인지적 갈등을 일으킬 것으로 가정하였다.

탐색 단계를 거친 후에는 개념 재구성 단계를 두어 교사가 학생들의 토의 내용을 정리하면서 과학적 모형을 제시하였다.

개념 재구성 단계 뒤에는 개념의 정착을 위한 개념의 응용 또는 적용의 단계를 마지막에 두었다.

수업 자료를 개발하는데 있어서는 앞에서 설정한 수업 모형의 단계에 따라 정규 수업 시간에 사용될 수 있도록 학생들이 학습할 교육 과정 내용을 재구성하였고 수업 절차 및 수업 자료를 개발하였다. 이런 수업 자료의 개발은 중학교 2학년의 전기 단원 중에서 두 개의 소단원을 중심으로 하였다. 개략적인 수업 단원의 내용 및 소요 시간은 〈표1〉과 같다.

〈표 1〉 수업 단원의 내용 및 시간수

소 단 원	소 주 제	시간수 및 차시
1. 전하 와 전류	(1)전기의 발생	2시간
	• 마찰 전기	1차시
	• 정전기 유도	2차시
	(2) 전류	3시간
	• 전류의 방향	3~4차시
2. 전압 과 전기 저항	• 전류의 세기	5차시
	(1) 전압	4시간
	• 전압	6차시
	• 전지의 연결	7차시
	• 전압과 전류의 관계	8차시
	• 도체와 부도체	9차시
	(2) 전기저항의 연결	4시간
• 저항의 직렬 연결	10~11차시	
• 저항의 병렬 연결	12~13차시	

그 중에서 본 수업 모형을 적용한 수업 절차의 예를 들면 다음과 같다.

#### 〈8차시〉 전압과 전류와의 관계

##### A. 학습목표

- (1) 전류는 전압에 비례함을 안다.
- (2) 옴의 법칙을 알고 적용할 수 있다.
- (3) 옴의 법칙을 기호를 써서 나타낼 수 있다.
- (4) 옴의 법칙으로 부터 전기저항의 의미를 추리할 수 있다.
- (5) 전기저항이 물질에 따라 다름을 안다.

B. 교사의 사전 준비 사항

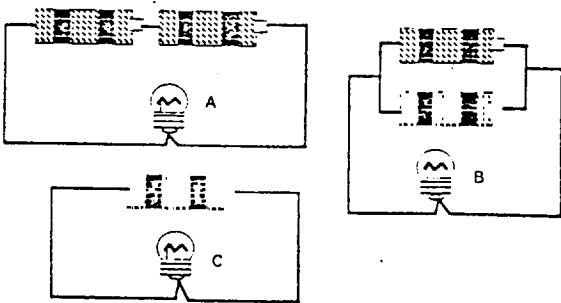
- (1) 학생 개념 도출을 위한 퀴즈 형식의 문항을 준비하고 학생수 만큼 복사한다.
- (2) 수업 모형의 각 단계에서 어떤 내용을 지도할 것인지를 계획하고 비유나 모형이 필요한 경우 적절한 비유나 모형을 생각해둔다.

C. 교수학습 활동

개념 도출 단계

- (1) 다음과 같은 회로를 제시한다.

아래 세 회로에 연결된 전구들과 전지들은 동일한 것입니다.



달린 회로가 되었을 때 어느 전구의 밝기가 가장 밝을까요? 또 어느 전구가 가장 어두울까요?

왜 그렇게 생각합니까?

- (2) 제시된 회로에 대한 질문에 답하게 하여 학생 개념을 도출한다.

탐색 단계

- (1) 전지의 역할에 대해, 전압의 의미에 대해 토의한다.
- (2) 자신이 내세운 이유를 뒷받침할 수 있는 증거를 제시한다.
- (3) 다른 사람이 내세운 이유에 대해 반증되는 예를 제시한다.
- (4) 가장 타당한 설명이라고 생각되는 이론을 채택한다.
- (5) 이를 실험적으로 알아볼 수 있는 방법을 토의한다.

개념 재구성 단계

- (1) 전지가 연결된 회로와 연결되지 않은 회로를 비교한다.
- (2) 전압계를 연결하여 전압의 크기를 측정한다.  
전압계 사용법 설명, 전압의 단위 설명
- (3) 전압계를 전지에 연결하여 전압을 측정하고 전구에 걸린 전압과 비교한다.
- (4) 수압과도 비교해 보고 물을 흐르게 하는 펌프와 비교해 본다.

전압과 전류 : 도선에 흐르는 전류의 세기는 전압에 비례한다.

전기 저항의 단위 - 옴

1옴 : 1V의 전압의 걸어줄 때 1A의 전류를 흐르게 하는 저항

옴의 법칙 : 도선의 저항을 R, 걸리는 전압을 V, 흐르는 전류를 I라고 하면 이들 사이의 관계는 다음과 같다.

$$V = IR$$

$$I = V/R$$

개념 적용 단계

- (1) 전구 두 개를 직렬로 연결한 회로에서 전류와 전구에 걸린 전압을 측정하여 옴의 법칙을 확인한다.
- (2) 전구와 전동기가 직렬로 연결된 회로의 각 부분의 전압의 크기와 전류 세기를 측정하여 옴의 법칙을 확인한다.

3. 실험 연구

위에서 개발한 수업모형과 수업자료의 적용 효과를 알아보기 위해 중학교 2학년에서 두 학급을 선정하여 한 학급은 실험집단으로 설정하고 다른 학급은 통제집단으로 설정하였으며, 1991년 9월부터 12월까지 학습자료의 적용을 실시하였다. 각 학급에 실시한 검사와 수업 유형은 〈표 2〉와 같다.

실험집단에는 본 연구진이 개발한 모형과 수업자료를 적용하였으며, 통제집단에는 전통적인 수업을 실시하였는데, 전통적인 수업이란 본 수업을 담당하고 교사가 평소에 보편적으로 행하는 수업으로 교과서 내용 전개 순서에 따라 행한 수업을 말한다.

〈표 2〉 표집 대상과 수업 및 검사

대상학급	수업전 검사	수업 유형	수업후 검사
실험집단(52명)	개념검사	모형적용 수업	개념검사
통제집단(52명)	개념검사	전통적인 수업	개념검사
시 기	9.20~21	9.22일~ 11.10일(7주)	11.12~13

### Ⅲ. 수업 모형 적용의 효과 분석

#### 1. 학생들의 예상, 관찰, 설명에 대한 정성적 분석

개념 검사 문항은 5개 문항이었지만 처음 2개 문항은 정답율이 매우 높아서 분석에서 제외하였다. 실험 집단과 통제 집단의 예상에 대한 객관식 선택 비율과 그에 대한 이유 설명, 관찰 결과, 예상과 관찰의 일치 여부에 따른 설명들의 세부 항목 별로 분석하였다. 객관식 선택에 대한 이유나 관찰후의 설명과 같은 정성적인 응답은 김영민(1991)의 연구에서 사용된 계통도를 그대로 이용하여 각 범주별 빈

도를 구하였다.

#### 1) 두 전구의 직렬연결에서의 밝기

두 전구를 직렬로 연결한 경우에 어느 전구가 밝은가를 물었을 때 실험 집단과 통제 집단이 수업 전후에 응답한 결과를 〈표3〉에 제시하였다.

〈표 3〉 두전구의 직렬 연결에서 밝기 예상

집 단 별	실험집단(n=52)		통제집단(n=52)	
	수업전	수업후	수업전	수업후
1. A가 더 밝다	13	1	11	4
2. B가 더 밝다	1	1	2	1
3. 밝기가 같다*	34	48	38	47
4. 모르겠다	0	1	1	0
무응답	4	1	1	0

화살표는 설명을 바꾸거나 유지한 방향을 나타내고, 화살표 옆의 ( )속의 숫자는 그러한 학생수를 나타낸다.

\* 과학적으로 옳은 선택임

〈표 4〉 두전구의 직렬 연결에서 밝기의 예상 이유

객 관 식	응 답 유 형	실험집단(52)		통제집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
A가 더 밝다	전압, 전류, 저항이 모두 같아서	6	1	4	3
	전구를 거치면 전류가 감소	4	0	2	1
	기타	2	0	4	0
	모르겠다.	1	0	1	0
B가 더 밝다	전기가 가면서 더 밝아짐	1	0	0	0
	전류는 같지만 전압이 B가 크다	0	1	0	0
	전자가 B를 먼저 거치므로	0	0	2	1
밝기가 같다	두 전구는 한 전선으로 연결	4	4	3	3
	경험이 있다	1	1	1	3
	A는 (+)극 힘, B는 (-)극 힘을 받음	2	0	1	0
	양극에서 전류가 동시에 도착	2	1	2	0
	전류가 골고루 분배됨	1	0	2	0
	두 전구에 흐르는 전류가 같음*	13	29	18	32
	전압, 전류, 저항이 모두 같아서 밝기 같음	0	2	0	1
	직렬 연결에서는 전압이 같다	1	0	1	2
	전지와 전구가 같다*	3	6	1	3
	저항과 전류가 같다*	5	4	6	3
기타	2	0	3	2	
모르겠다	0	1	0	0	
무응답		4	1	0	0

(\* 표가 붙은 응답은 과학적인 응답임)

실험 집단의 학생 중에서 수업 전후에 모두 옳게 응답한 학생은 31명으로 이런 학생을 제외하면 수업 후에 옳게 응답하게 된 경우는 17명(32%)이었다. 특히 수업전에 전지 가까이 있는 전구(A전구)가 밝다고 한 학생 13명 중에서 12명이 옳은 응답으로 바뀌었다. 한편 통제 집단 학생 중에서 수업 전후에 모두 옳게 응답한 학생은 34명으로 이런 학생을 제외하면 수업 후에 옳게 응답하게 된 학생이 13명(25%)이었다. 수업 전에는 A전구가 더 밝다고 응답한 11명의 학생 중 10명은 수업후에 두 전구의 밝기가 같다고 옳은 개념으로 바뀌었다.

그러나 실험 집단이 위 문항의 객관식 선택에 대한 이유를 쓴 응답을 분석하면 〈표 4〉와 같다. 수업 전에 밝기가 같다고 선택한 학생은 34명(65%)으로서 그 비율에는 옳은 이유를 설명한 21명(40%)이 포함되었음을 알 수 있다. 수업 후에는 39명(75%)이 옳은 이유를 설명하였다. 전구를 거치면 전류가 감소한다거나 단순하게 전압, 전류, 저항이 같기 때문이라고 설명하는 비율은 수업 후에 많이 감소하였다. 한편 통제 집단은 수업전에는 25명(48%)이 옳은 이유를 설명하였고 수업 후에는 38명(73%)으로 증가하였다.

간단하게 말한다면 실험집단은 동일한 두 전구의 밝기에 대해 옳은 이유를 설명하는 비율이 수업전에 40%에서 수업후에 75%로 증가한 것이다. 그리고 통제 집단은 수업 전에 48%에서 수업 후에 73%로 증가하였다.

학생들이 직렬로 연결된 두 전구의 밝기를 관찰한 결과는 〈표 5〉와 같다. 실험 집단이 수업 전에는 A 전구가 더 밝다고 관찰한 학생이 5명(10%)이었으나 수업 후에는 1명(2%)으로 감소하였다. 수업 전에 두

전구의 밝기가 같다고 관찰한 42명의 학생 중에서 3명은 수업 후에는 두 전구의 밝기가 다르게 관찰하였다. 그리고 수업 전에는 밝기를 다르게 관찰하다가 수업 후에 밝기를 같게 관찰한 경우는 10명(19%)이었다. 통제 집단은 수업 전에는 밝기를 다르게 관찰한 학생이 6명(12%)이었지만 수업 후에는 모두 밝기가 같다고 관찰하였다.

〈표 5〉 두 전구의 직렬 연결에서 밝기를 관찰한 결과

집 단 별	실험집단(n=52)		통제집단(n=52)	
	수업전	수업후	수업전	수업후
1. A가 더 밝다	5	1	3	0
2. B가 더 밝다	1	0	3	1
3. 밝기가 같다*	42	49	46	51
4. 모르겠다	0	1	0	0
무응답	4	1	0	0

\* 과학적으로 옳은 선택

학생들이 예상한 것과 관찰한 결과가 일치하는 것을 조사하기 위해서 〈표 6〉과 같이 정리하였다. 실험 집단은 예상과 관찰 결과가 일치된 경우는 수업전에 38명(73%)이었고 불일치한 경우는 10명(19%)이었다. 그러나, 일치한 학생중 옳은 예상과 옳은 관찰을 한 경우는 33명(63%)이었다. 예상과 관찰이 불일치된 경우는 수업전에는 19%로서 특히 전구A가 더 밝은 것이라고 예상했는데 두 전구의 밝기가 같다고 관찰한 경우가 17%(9명)이었다. 수업후에는 이런 경우가 없다. 통제 집단은 예상과 관찰이 일치한 경우는 수업 전 41명(78%)이었고 11명(21%)이었다.

〈표 6〉 두 전구의 직렬 연결에서 밝기의 예상과 관찰의 일치 여부

유 형	예 상 → 관 찰	실 험 집 단		통 제 집 단	
		전	후	전	후
예상과 관찰이 일치	A가 더 밝다고 예상 → A가 더 밝다고 관찰	4	1	2	0
	B가 더 밝다고 예상 → B가 더 밝다고 관찰	1	0	2	1
	밝기가 같다고 예상* → 밝기가 같다고 관찰*	33	48	37	47
예상과 관찰이 불일치	A가 더 밝다고 예상 → 밝기가 같다고 관찰	9	0	8	4
	밝기가 같다고 예상 → A가 더 밝다고 관찰	1	0	1	0
	기타	0	2	2	0
무 응 답		4	1	0	0

\* 과학적으로 옳은 예상과 관찰을 한 경우

그러나, 일치한 학생 중 수업전에 옳은 예상과 옳은 관찰을 한 경우가 37명(71%)이었다가 수업 후에 47명(90%)으로 증가하였다. A전구가 밝다고 예상하고 두 전구의 밝기가 같다고 한 학생은 수업 전에 8명

(15%)이었다가 4명(8%)으로 감소하였다.

이렇게 예상과 관찰 결과가 달랐을 때 설명을 하거나 별 다른 설명을 하지 않은 경우로 나누어서 분석한 결과를 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> 두 전구의 직렬 연결에서 밝기의 예상과 관찰이 달랐을 때 설명을 바꾼 경우

유 형		실험 집단		통제 집단	
		전	후	전	후
예상과 관찰이 일치한 경우	설명을 하지 않은 경우	38	49	39	48
	설명을 한 경우	1	0	2	0
예상과 관찰이 다른 경우	설명을 하지 않은 경우	4	2	7	3
	설명을 한 경우	5	0	4	1
무응답		4	1	0	0

예상과 관찰이 일치한 경우는 거의 설명이 없었고, 예상과 관찰이 다른 경우에도 설명을 한 학생보다는 하지 않은 학생들이 많았다.

2) 가변저항이 직렬로 연결되었을 때의 두 전구 밝기

동일한 두 전구 사이에 가변 저항을 두고 가변 저항을 증가시킬 때 전구의 밝기를 예상하도록 했을 때의 실험 집단과 통제 집단의 수업 전후의 결과를 <표 8>에 제시하였다.

실험 집단은 옳은 예상을 한 경우가 수업 전에 13명(25%)에서 수업 후에 24명(46%)으로 증가하였다. 그리고 틀린 예상으로서 두 전구의 밝기가 변화

없다고 생각한 비율과 A전구는 밝기가 변화없고 B전구만 어두워진다고 생각한 비율이 각각 16명(31%)과 10명(19%)이었다가 수업 후에는 절반 정도로 줄어들었다. 통제 집단은 옳은 예상을 한 경우가 수업 전에 17명(33%)에서 수업 후에는 29명(56%)로 증가하였다. 특히 수업 전에 두 전구의 밝기가 변화없다고 생각한 비율과 A전구는 밝기가 변화없고 B전구만 어두워진다고 생각한 비율이 각각 17명(33%)과 10명(19%)이었는데 수업 후에는 A전구는 밝기가 변화없고 B전구만 어두워진다고 생각한 비율은 6명(12%)으로 감소하였지만 두 전구의 밝기가 변화없다고 생각한 비율은 오히려 13명(25%)으로 증가하였다.

<표 8> 두 전구의 직렬 연결에서 밝기를 관찰한 결과

집 단 별 객관식 선택	실험집단(n=52)		통제집단(n=52)	
	수업전	수업후	수업전	수업후
1. A B전구 모두 밝아진다	3	4	2	2
2. A는 밝아지고 B는 어두워진다	2	5	3	1
3. A는 어두워지고 B는 밝아진다	4	1	1	1
3. A는 어두워지고 B는 변화없다	0	2	1	0
5. A,B전구 모두 어두워진다*	13	24	17	29
6. A는 변화없고 B는 어두워진다	10	6	10	13
7. A는 변화없고 B는 밝아진다	0	1	1	0
8. A,B전구 모두 변화없다	16	8	17	6
9. 무응답	4	1	0	0

\* 과학적으로 옳은 응답임

한편 이런 예상에 대한 이유를 설명한 것을 분석한 결과를 (표 9)에 제시하였다. 실험 집단에서 수업 전에 두 전구가 모두 어두워진다고 예상한 학생이 13명(25%)이었지만 그 중에서 2명(4%)만이 전류는 줄어든 채로 어느 곳에서나 같기 때문에 밝기가 같다고 설명하였다. 나머지 11명은 올바르게 못한 설명을 하였다. 수업 전에 전류가 항상 일정하기 때문에 가변 저항을 증가시켜도 두 전구의 밝기가 변하지 않는다고거나 전구의 밝기는 저항과 무관하다거나

저항이 증가해도 전류는 일정하다는 이유를 대는 경우가 한해서 14명(27%)이 있었고 수업 후에도 13명(25%)으로 변화가 없었다.

반면에 통제 집단에서는 저항이 증가해도 전구의 밝기는 변화가 없다는 생각이 수업 전에 13명(25%)이었다가 수업 후에 5명(10%)으로 줄었다. 그러나 두 전구 사이의 가변 저항을 증가시키면 B전구만 영향을 받아서 어두워진다는 설명이 수업 전에 4명(8%)에서 수업 후에 10(19%)로 많이 증가하였다.

(표 9) 두 전구 사이에서 가변저항을 증가시켰을 때 전구 밝기 예상의 이유

객 관 식	응 답 유 형	실험집단(52)		통제집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
A,B전구 모두 밝아진다	저항이 작아져서	1	0	1	0
	저항증가로 전류가 더 잘 움직임	2	2	0	0
	전류는 저항에 비례	0	1	1	2
	모르겠다	0	1	0	0
A는 밝아지고 B는 어두워짐	저항에 의해 전류가 (국부적)약화	0	1	0	0
	전류가 지나는 길이 길어져서	1	0	1	0
	저항있어 전류가 통과하기 어려움	0	1	0	0
	저항 증가는 B만 영향을 준다	1	1	1	0
	전압이 저항만큼 소모됨	0	1	0	0
	모르겠다	0	1	1	1
A는 어두워지고 B는 밝다	저항 증가로 전기가 더 잘 움직임	1	1	0	0
	A전구의 저항은 불변, B는 저항 증가	1	0	1	0
	기타	2	0	0	1
A는 어두워지고 B는 불변	저항 증가의 영향을 A만 받음	0	1	0	0
	저항 증가로 B만 전압이 작아짐	0	1	0	0
	저항에 의해 전류가 약화된다	0	0	1	0
A,B전구 모두 어두워진다	전지 힘이 약해져서	1	0	1	0
	전류가 지나는 길이 길어져서	2	0	1	0
	저항이 증가하면 모두 어두워진다	2	3	2	5
	전류는 항상 일정하다	3	2	4	1
	전압이 저항만큼 소모된다	0	1	0	0
	저항에 의해 전류가 약화된다*	2	13	53	18
	전류는 어느 곳에서나 같다*	0	1	0	0
	저항이 있어 전류 통과가 힘들다	1	3	1	1
	저항에서 전력 소모	2	0	0	1
	전류는 같으나 저항증가로 전압이 떨어짐*	0	0	1	1
	앞의 실험에서 볼 때	0	0	1	0
	기타	0	0	0	2
	모르겠다	0	1	1	0

A전구는 변화없고 B전구는 어두워진다	저항에 의해 전체 전류가 약화된다	1	2	0	1	
	전류는 항상 일정하다	3	2	0	1	
	저항에서 전력을 소모한다	3	0	2	0	
	저항 증가의 영향을 B만 받음	1	1	4	10	
	저항이 있어 전류 통과가 힘들	1	0	1	0	
	전압이 저항만큼 소모된다	1	0	0	0	
	A전구 저항은 일정하고 B의 저항 증가	0	1	1	0	
	저항이 증가하면 모두 어두워진다	0	0	0	1	
	저항 증가로 B만 전압이 작아진다	0	0	1	0	
	기타	0	0	1	0	
A,B전구 모두 변화없다	전류는 항상 일정	4	2	2	0	
	밝기는 저항과 무관	6	1	3	1	
	저항의 증가와 전류는 무관하다	4	4	8	4	
	전압, 전류, 전구가 같아 저항과 무관하다	0	1	0	0	
	모르겠다	2	0	2	1	
B만 밝아짐	앞의 실험에서 볼 때		0	1	1	0
무응답			4	1	0	0

\* 과학적으로 옳은 응답임

가변저항을 변화시키면서 두 전구의 밝기를 관찰한 결과는 〈표 10〉에 실려 있다. 실험 집단이 수업 전에 두 전구 모두 밝기가 변화가 없었다고 관찰한 경우는 4%이었고 두 전구가 어두워지는데 어두워지는 정도는 다르다고 관찰한 경우가 12%이었지만 수업 후에는 이렇게 관찰한 경우는 거의 없고 옳은 결과로 관찰한 경우가 늘어났다. 통제 집단은 수업 전이나 후에 모두 두 전구 모두 어두워진다고 관찰한 경우가 대부분이었다.

실험 집단이 가변 저항이 증가되었을 때 두 전구의 밝기를 예상한 것과 관찰이 일치되는 경우는 수업 전에 29%에서 수업 후에 46%로 증가했다. 예상과 관찰이 불일치되는 경우 중에는 두 전구의 밝기가 변화가 없을 것이라는 예상을 했지만 두 전구 모두 어두워지는 것으로 관찰한 경우와 A전구는 밝기가 변화없고 B전구만 어두워질 것이라고 예상하고 두 전구가 모두 어두워진다고 관찰한 경우는 수업

전에 각각 27%와 13%에서 수업 후에 15%와 12%로 줄어들었다.

통제 집단도 가변 저항에 증가되었을 때 두 전구 모두 밝기가 변화없다고 예상하고 두 전구의 밝기도 변하지 않은 것으로 관찰한 경우가 수업 전에 2명 있었지만 수업 후에는 거의 없었다. 옳은 예상을 하고 옳게 관찰한 경우가 통제 집단은 수업 전에 16명(31%)에서 수업 후에 28명(54%)으로 증가했다. 그러나 예상과 관찰이 다른 경우는 두 전구 모두 변화 없을 것이라고 예상했다가 두 전구 모두 어두워진다고 관찰한 경우는 수업 전에 14명(27%)이었는데 수업 후에는 6명(12%)으로 줄었다. 그러나 A전구는 변화없고 B전구만 어두워진다고 예상했다가 두 전구 모두 어두워진다고 관찰한 경우가 수업 전에 10명(19%)이었는데 수업 후에 12명(23%)으로 약간 증가하였다. 그리고 예상과 관찰이 달랐을 때 설명을 바꾼 경우는 〈표 12〉에 있다.



<표 10> 두 전구 사이에서 가변 저항을 증가시켰을 때 두 전구의 밝기 관찰 결과

관찰 결과 유형	실험 집단(52)		통제 집단(52)	
	수업전	수업후	수업전	수업후
A전구, B전구 모두 어두워졌다*	37	51	45	50
A전구는 어두워지고 B전구는 더 어두워짐	1	0	1	1
A전구는 어두워지고 B전구는 변하지 않음	1	0	0	0
A전구는 어두워지고 B전구는 덜 어두워짐	1	0	0	0
A전구는 더 어두워지고 B전구는 더 어두워짐	1	0	0	0
A전구는 덜 어두워지고 B전구는 더 어두워짐	1	0	1	0
A전구는 변화없고 B전구는 어두워짐	1	0	1	1
A전구, B전구 모두 변화없다	2	0	2	0
기타	3	0	2	0
무응답	4	1	0	0

\* 과학적으로 옳은 관찰임

그리고 이와 같이 예상과 관찰이 달랐을 때 설명을 바꾼 경우는 <표 12>에 제시하였다.

<표 11> 두 전구사이에서 가변저항을 증가시켰을 때 예상과 관찰의 일치 여부

유형	예상 → 관찰	실험집단(52)		통제집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
예상과 관찰이 일치	A,B 모두 어두워진다 → A,B 모두 어두워졌다	11	24	16	28
	A,B 모두 어두워진다 → A,B 모두 더 어두워졌다	1	0	0	0
	A,B 모두 변화없다 → A,B 모두 변화없다	0	0	2	0
	기타	3	0	0	0
예상과 관찰이 불일치	A,B 모두 어두워진다 → A는 어두워지고 B는 더 어두워졌다	1	0	1	0
	A,B 모두 변화없다 → A,B 모두 어두워졌다	14	8	14	6
	A전구는 변화없고 B는 어두워진다 → A,B 모두 어두워졌다	7	6	10	12
	A,B 모두 밝아진다 → A,B 모두 어두워진다	0	0	0	2
	A는 밝아지고 B는 어두워진다 → A,B 모두 어두워진다	0	0	0	1
	기타	17	14	9	2

<표 12> 두 전구사이에서 가변저항을 증가시켰을 때 밝기 예상과 관찰이 달랐을 때 설명을 바꾼 경우

유형	설명	실험집단(52)		통제집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
예상과 관찰이 일치한 경우	설명을 하지 않는 경우	18	25	24	29
예상과 관찰이 다른 경우	설명을 하지 않는 경우	5	8	5	7
	저항 증가가 모두에 영향을 준다	2	3	6	8
	저항이 증가하면 어두워진다	3	0	2	1
	저항이 증가하여 전류가 약해짐	4	4	5	2
	저항을 직렬연결하면 전류가 같음	1	3	1	2
	저항에서 전기를 빼앗긴다	3	1	1	0
	저항 증가로 전류가 흐르는 길이 길어짐	4	0	3	1
	확인한 현상을 그대로 설명	2	2	1	1
	잘 모르겠다	5	3	3	0
무응답		4	1	0	1

3) 직렬연결 두 전구, 병렬연결 두 전구 및 한개만 연결된 전구의 밝기

동일한 전구를 한 개(A전구), 직렬로 연결한 경우(B전구, C전구), 병렬로 연결한 경우(D전구, E전구) 전구가 밝은 순서를 예상하라는 문항에서 실험 집단은 한 개 전구가 가장 밝고 직렬 연결된 두 전구가 그 다음으로 밝고 병렬로 연결된 두 전구가 가장 어둡다는 예상을 수업전에 32명(62%)이 하였지만 수업후에는 20명(38%)으로 감소하였다. 그 62%중의 절반은 수업전과 후에 이런 예상이 변하지 않았다. 그리고 전구 한 개가 가장 밝고 병렬 연결된 두 전구가 그 다음으로 밝고 직렬로 연결된 두 전구가 가장 어둡다는 예상을 수업전에 6%가 하였지만 수업후에는 10%로 나타났다. 반면에 옳은 예상인 한 개 전구와 병렬 연결한 두 개의 전구는 밝기가 같고 직렬 연결한 두 전구보다 밝다는 응답이 수업 전에는 4%(2명)에 그쳤지만 수업후에는 23%(12명)으로 많이 늘어났다. 이 12명 중에는 수업전에 위의 잘못된 예상을 한 학생이 6명이 있어서 올바른 생각으로 바뀐 비율이 가장 많았다(표 13).

반면에 통제집단의 학생은 옳은 응답을 한 비율이 수업전과 수업후에 모두 10%에 불과했다. 특히 한 개의 전구의 밝기가 가장 밝고 연결한 두 전구가 그 다음으로 밝고 직렬 연결한 두 전구가 가장 어둡다는 예상을 하는 경우가 수업전에는 0%이었다가 수업 후에 30.7%(16명)로 급격한 증가를 보였다.

(표 13) 직렬, 병렬 연결된 전구와 한 전구 밝기 비교

객관식 응답	실험집단(52)		통제집단(52)	
	수업전	수업후	수업전	수업후
A=D=E>B=C*	2	(1) → 12	5	(2) → 5
A=D=E<B=C	0	(2) → 1	0	(2) → 0
A>D=E>B=C	3	(6) → 5	0	(2) → 16
A>B=C>D=E	32	→ 20	29	(7) → 9
A>B>C>D=E	1	(16) → 1	4	→ 0
A=B=C>D=E	3	→ 3	3	→ 4
A>B=C=D=E	0	→ 2	2	→ 2
A=B=C=D=E	1	→ 0	1	(6) → 0
D=E>A>B=C	0	→ 0	0	→ 2
기 타	0	→ 0	0	→ 1
무 응답	0	→ 5	0	(2) → 12
	6	→ 2	8	→ 2
	4	→ 1	0	→ 0

\*과학적으로 옳은 선택

또 수업전에는 가장 많은 수의 학생(29명;56%)이 한개 연결한 전구가 가장 밝고, 그 다음은 직렬연결한 두 전구, 그리고 병렬연결한 두 전구가 가장 어두울 것으로 예상한 것은 실험집단과 같지만 수업후에는 병렬연결한 두 전구, 한개짜리 전구, 직렬연결한 두 전구의 순으로 밝기를 예상한 학생수가 12명(23%)으로 가장 많았다. 수업전에 한개 연결한 전구가 가장 밝고, 그다음은 직렬연결한 두 전구, 그리고 병렬연결한 두 전구가 가장 어두울 것으로 예상한 29명(56%)중에서 7명(13%)만이 수업후에도 그 생각을 바꾸지 않은 것도 실험집단과 다른 양상을 보이면 중의 하나이다.

그렇게 예상한 이유를 서술한 것을 분석한 결과를 (표 14)에 제시하였다. 예상과 이유 서술이 모두 옳은 학생은 실험 집단의 경우는 수업전에 2명(4%)에서 10명(19%)으로 증가하였으며, 통제집단의 경우는 수업전 3명에서 수업후에는 2명(4%)으로 오히려 감소하였다. 과학자적이 아닌 생각으로 가장 많은 수를 차지하고 있는 것은 '전구 수가 많을수록 어둡고 직렬이 병렬보다 밝다'는 생각인데 수업전에는 실험집단 20명(38%), 통제집단 21명(40%)이었고, 수업후에 꽤 줄긴 했지만 여전히 실험 집단 13명(25%), 통제집단 7명(13%)으로 많은 수를 차지했다. 통제 집단의 경우는 수업후에 '전구 수가 많을수록, 병렬이 직렬보다 밝다'는 생각을 가진 학생이 11명(21%)이나 새로 생겨났으며, '저항 크기가 직렬, 전구 한개, 병렬 순이고 전류는 그 반대이므로 병렬, 전구 한개, 직렬 순이다'라는 생각을 가진 학생도 8명(15%)이나 새로 생겨났다. 이 문항에 대해서는 수업전에 비해 수업 후에 상당히 다양한 생각으로 바뀌거나 새로운 생각이 나타나는 것을 볼 수 있다.

직렬 연결한 두 전구, 병렬연결한 두 전구, 한개만 연결한 전구를 켜 놓고 밝기를 관찰하게 했을 때 학생들의 응답은 (표 15)와 같다.

실험집단의 경우 한개 연결한 전구와 두개를 병렬로 연결한 전구의 밝기가 같고, 그것은 직렬연결한 두 전구보다 밝은 것으로 관찰한 학생수는 수업 전 17명(33%)에서 수업후에는 2명(4%)으로 크게 감소하였다. 그 반면에 전구 한개만 연결한 것이 가장 밝고, 병렬연결한 두 전구가 그 다음으로 밝고, 직렬연결한 두 전구가 가장 어두운 것으로 관찰한 학생은 수업전 13명(25%)에서 수업후에는 39명(75%)으로 크게 증가하였다. 이 39명(75%)중 10명(19%)은 수

<표 14>

직렬, 병렬 연결된 전구와 한 전구 밝기 비교의 이유

객관식 선택	주관식 응답 유형	실험집단(52)		통제집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
A=D=E>B=C	병렬이 직렬보다 저항이 적어서 밝다*	0	3	0	0
	A,D,E는 전압이 같고, B,C는 전압이 분배*	2	7	3	2
	저항 크기가 D=E<A<B=C이므로 전류는 그 반대	0	2	0	1
	전구수가 많을수록 어둡고 직렬이 병렬보다 밝다	0	0	1	0
	기타	0	0	1	2
A=D=E<B=C	직렬(A,B,C)이 병렬보다 밝다	0	1	0	0
A>D=E>B=C	직렬은 전류를 나눠 쓰기에 같은 전압의 D,E보다 어둡다	1	0	0	0
	병렬이 직렬보다 저항이 적어 밝다*	0	1	0	0
	전구수가 적을수록, 전지에 가까울수록 밝다	2	2	0	0
	전구수가 많을수록, 병렬이 직렬보다 밝다	0	0	0	11
	저항 크기가 A<B=C<D=E이다	0	0	0	2
	A는 전체 저항, B,C는 분배, D,E는 여럿으로 분배	0	1	0	1
기타	0	1	0	1	
A>B=C>D=E	직렬은 전류를 나눠 쓰기에 같은 전압의 D,E보다 어둡다	0	1	0	0
	A는 모든 전기힘, B,C는 힘이 약해짐, D,E는 나뉨	1	0	1	0
	병렬이 가장 도선이 길고 직렬이 그 다음, A가 가장 짧다	3	0	2	0
	전구수가 많을수록 어둡고 직렬이 병렬보다 밝다	20	13	21	7
	저항 크기가 A<B=C<D=E이다	0	1	1	1
	직렬(A,B,C)이 병렬보다 밝다	1	0	0	0
	A는 전체 저항, B,C는 분배, D,E는 여럿으로 분배	2	0	2	0
	A는 모든 전류, B,C는 두배 저항, D,E는 전류 분배	1	0	0	0
	A는 모든 전지힘, B,C는 전류 일정, D,E는 전류 분배	2	3	1	0
	모르겠다	0	0	1	1
A>B>C>D=E	전구수가 많을수록 어둡고 직렬이 병렬보다 밝다	1	0	4	0
	전류가 B를 거쳐 C로 가므로	0	1	0	0
A=B=C>D=E	A,B,C는 전류가 같고, D,E는 둘로 나뉨	3	0	1	0
	병렬이 직렬(A,B,C)보다 밝다	0	1	0	0
	A,B,C는 전압이 같고, D,E는 둘로 나뉨	0	1	1	0
	A,B,C는 직렬로 같은 전류로서 병렬보다 밝다	0	1	1	4
A>B=C=D=E	B,C,D,E는 전류가 반씩 나뉨	0	1	2	2
	A는 모든 전기힘, B,C는 힘이 약해짐, D,E는 나뉨	0	1	0	0
A=B=C=D=E	전선 길이에 무관하게 전류의 양은 불변	1	0	1	0
D=E>A>B=C	병렬이 직렬보다 저항이 적어서 밝다*	0	0	0	3
	병렬이 직렬(A,B,C)보다 밝다	0	2	0	1
	저항 크기가 D=E<A<B=C이므로 전류는 그 반대	0	2	0	8
	기타	0	1	0	0

객관식 선택	주관식 응답 유형	실험집단(52)		통계집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
기타	전구수가 많을수록 어둡고 직렬이 병렬보다 밝다	2	0	2	1
	직렬(A,B,C)이 병렬보다 밝다	0	0	2	0
	A는 모든 전류, B,C는 두배 저항 D,E는 전류가 나뉨	0	0	1	0
	전구수가 적을수록, 전지에 가까울수록 밝다	1	0	1	0
	A는 모든 전기힘, B,C는 힘이 약해짐, D,E는 나뉨	1	2	0	0
	기타	1	1	0	1
무응답		4	1	0	0

\* 과학적으로 옳은 응답임

<표 15> 직렬, 병렬 연결된 전구와 한 전구 밝기 관찰

	실험집단(52)		통계집단(52)	
	수업전	수업후	수업전	수업후
A=D=E>B=C	17	(2) 2	10	(10) 0
A>D=E>B=C	13	(12) 9	13	(10) 6
E>A=D>B=C	1	(10) 1	0	0
A=D=E>B>C	1	0	0	0
A>D>E>B=C	0	(2) 8	0	(4) 2
A>B=C>D=E	0	0	0	1
A>E>D>B>C	5	1	5	(6) 0
A>E>D>B=C	0	(4) 0	7	(11) 0
D=E>A>B=C	5	0	2	0
A=E>D>B=C	0	(4) 0	11	(1) 0
기 타	6	0	4	3
무 응 답	4	1	0	(1) 0

업전과 같게 관찰한 학생들이고 12명(23%)은 수업 전에 A=D=E>B=C로 관찰했던 학생들이며 4명(8%)은 D=E>A>B=C로 관찰했던 학생들이다.

통계집단의 경우도 실험집단과 마찬가지로 한개 연결한 전구와 두개를 병렬로 연결한 전구의 밝기가 같고, 그것은 직렬연결한 두 전구보다 밝은 것으로 관찰한 학생수는 수업 전 10명(19%)에서 수업후에

는 0명으로 크게 감소하였다. 그 반면에 전구 한개만 연결한 것이 가장 밝고, 병렬연결한 두 전구가 그 다음으로 밝고, 직렬연결한 두 전구가 가장 어두운 것으로 관찰한 학생은 수업전 13명(25%)에서 수업후에는 46명(88%)으로 크게 증가하여 그 증가폭이 실험집단보다도 컸다. 이 46명(88%) 중 10명(19%)은 수업전과 같게 관찰한 학생들이고 10명(19%)은 수업전에 A=D=E>B=C로 관찰했던 학생들이며 17명(33%)은 A=E>D>B=C와 A>E>D>B=C로 관찰했던 학생들이다.

실험 집단이 세 종류의 전구 연결에서 전구들의 밝기 순서를 예상한 것과 관찰이 일치되는 경우는, 수업 전에 4명(8%)에서 수업 후에 8명(15%)로 증가했다. 예상과 관찰이 불일치되는 경우 중에는 상당히 다양하게 분포하는 것을 볼 수 있다.

통계 집단도 세 종류의 전구 연결에서 전구들의 밝기 순서를 예상한 것과 관찰이 일치되는 경우는 수업 전에 3명(6%) 있었지만 수업 후에는 15명(29%)으로 증가했다. 그리고 실험집단과 마찬가지로 예상과 관찰이 불일치하는 경우는 상당히 다양한 분포를 보였다.<표 16>

(표 16) 직렬·병렬 연결된 전구와 한 전구 밝기 예상과 관찰 일치 여부

일치 여부	설 명	실험집단(52)		통제집단(52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
일치	설명하지 않은 경우	4	8	3	15
	설명하지 않은 경우	4	9	7	12
	직렬은 전압이 일정하고 병렬을 전압이 분배된다.	1	0	1	0
	A와 D, E에 흐르는 전류가 같다	2	0	2	0
	직렬은 전류가 나뉘고 병렬은 같은 전류이다	0	0	0	1
	B와 C사이에는 전류가 안통한다	1	0	0	0
	직렬은 전류가 감소되고 병렬은 전류가 나뉨*	0	0	0	2
	직렬은 전압이 낮아지고 병렬은 전류가 나뉨	1	0	0	0
	직렬은 전압이 일정하고 병렬은 전압이 분배됨	1	0	1	0
	병렬이 직렬보다 밝다	4	11	5	9
불일치	병렬은 전구 한개 밝기와 같다	3	0	2	0
	내 기억이 잘못된 것 같다	1	0	0	0
	내 생각과 같지않아 이상하다	3	5	3	0
	모르겠다	18	13	16	3
	기타	6	4	12	10

\* 과학적으로 옳은 설명임.

2. 실험집단과 통제집단 학생의 예상, 이유 설명, 관찰에 대한 통계적 분석

각 문항에서의 전구 밝기에 대한 학생들의 예상, 이유 설명, 관찰에 있어서 수업 전과 후에 실험 집단과 통제 집단간에 통계적으로 유의미한 차가 있는지를 알아보기 위해 비율에 의한 비교와 통계적 검증을 실시하였다.

(표 17)은 실험집단과 통제집단의 수업 전과 후의 옳은 예상, 옳은 이유 설명, 옳은 관찰을 한 학생 수의 비율을 비교한 것이다. 두 전구의 직렬연결의 경우는 실험집단의 경우 수업 전과 수업후에 예상 27% 증가, 이유 설명 35% 증가, 관찰 14%의 증가를 보인 반면, 통제집단의 경우는 예상 17%, 이유 설명 25% 증가, 관찰 10%의 증가를 보여 실험집단이 통제집단에 비해 수업 효과가 큰 것으로 나타났다. 가변저항이 연결된 회로의 경우는 실험집단의 경우 수업 전과 수업후에 예상 21% 증가, 이유 설명 23% 증가, 관찰 17%의 증가를 보인 반면, 통제집단의 경우는 예상 23%, 이유 설명 25% 증가, 관찰 10%의 증가를 보여 통제집단이 실험집단에 비해 수업 효과

가 큰 것으로 나타났다. 세 종류의 회로 연결의 경우는 실험집단의 경우 수업전과 수업후에 예상 20% 증가, 이유 설명 16% 증가, 관찰 23%의 감소를 보인 반면, 통제집단의 경우는 예상은 증가도 감소도 없고, 이유 설명 4% 증가, 관찰 19%의 감소를 보여 실험집단이 통제집단에 비해 수업 효과가 큰 것으로 나타났다.

(표 17) 실험집단과 통제집단의 수업전후 검사 결과 비교

문 항		실험 집단(n=52)		통제 집단(n=52)	
		수업전	수업후	수업전	수업후
직렬 연결	예상	65%	92%	73%	90%
	이유	40%	75%	48%	73%
	관찰	80%	94%	88%	98%
가변저항	예상	25%	46%	32%	55%
	이유	3%	26%	11%	36%
	관찰	71%	98%	86%	96%
세 회로 연결	예상	3%	23%	9%	9%
	이유	3%	19%	5%	9%
	관찰	32%	9%	19%	0%

이상의 분석에서 보면 가변저항이 연결된 회로의 경우를 제외하고 두 전구의 직렬 연결의 경우와 세 종류의 회로의 경우는 실험집단이 통제집단에 비해 수업의 효과가 큰 것으로 나타났다. 이러한 것을 통계

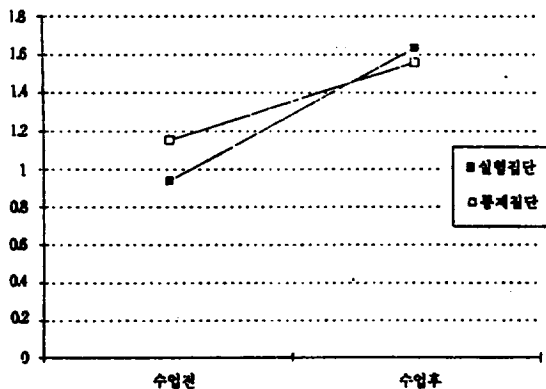
적으로 유의미한 차가 있는지를 알아보기 위해 세 문항에서 예상의 객관식 선택을 1점씩으로 하여 두 집단의 평균 점수를 구하고 그것의 차의 의의도 검증을 해 본 결과는 (표 18)과 같다.

(표 18) 실험집단과 통제집단의 수업전후 검사 결과의 통계적 검증

	실험 집단(n=52)		통제 집단(n=52)		F값과 유의도
	평균	표준편차	평균	표준편차	
수업전	0.942	0.777	1.154	0.802	F=1.86 (p=0.174)
수업후	1.635	0.864	1.558	0.698	F=0.25 (p=0.618)
F값과 유의도	F= 18.45 (p=0.0001)		F=7.51 (p=0.0072)		

(표 18)을 보면 수업전에는 실험 집단과 통제 집단이 평균 점수에서 유의미한 차이가 없었다. 그리고 수업후에는 실험 집단과 통제 집단 모두 수업전의 평균 점수보다 통계적으로 유의미한 차이를 보이

1987;김영민, 박윤희, 박승재, 1990;김영민, 1991)에서 밝혀진 것과 비슷하다. 둘째, 전류에 관한 세 문항에 대해 문항별로 옳은 응답 비율이 차이가 심하였다. 두 전구의 직렬연결에 관해서는 옳은 응답이 많지만 가변저항이 직렬로 연결된 경우와 세 종류 회로에 관련된 문항에 대해서는 옳은 응답이 매우 저조한 경향을 보였다. 그것은 실험집단이든 통제집단이든 마찬가지로 경향을 보였다. 또 예상을 옳게 한 비율이 높았어도 그 이유의 설명까지 옳게 한 비율은 크게 감소하는 경향을 보였다. 셋째, 세가지 회로에서 전구의 밝기 예상과 관찰이 달랐을 때 이유를 설명하는데 어려워했다. 넷째, 실험집단이든 통제집단이든 수업전에 비해 수업 후의 정답율은 통계적으로 의미있게 향상된 것으로 나타났으나, 실험집단과 통제집단 간에는 수업후에 개념 점수에서 유의미한 차이는 없었다. 그러나 세가지 회로에서 전구의 밝기를 묻는 문항에서는 실험 집단이 통제 집단보다 정답율이 높게 나타났다.



[그림 1] 실험집단과 통제집단의 개념 점수 결과의 수업전후 비교

면서 증가했다. 그러나 실험집단의 수업후 평균 점수와 통제집단의 평균 점수는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이 결과를 그림으로 나타낸 것이 그림 1이다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 전류에 관해 중학생들이 여러 가지 오개념들을 가지고 있는 것은 이미 여러 연구(박효기,

이상의 결론으로부터 다음과 같은 시사점을 얻었다. 첫째는, 실험집단이 받은 순환학습의 단계가 충분히 이루어지지 못한 것이 통제집단의 수업 효과보다 더 높이지 못한 한 원인이 될 수 있다. 연구자의 수업관찰에서 탐색단계의 토의, 증거 제시 등의 활동이 부족해 보인다고 판단된 것은 이것을 뒷받침해 준다. 이러한 것은 45분 수업 한 단위마다 순환학습 단계를 모두 거치려 한데서 오는 결과이며 또 그렇게 하지 않고서는 정상적인 진도를 나갈 수 없는 데서 오는 문제이므로 교육과정 내용 분량과도 연계지어 해결되어야 할 문제이다. 둘째로는, 실제로 관찰해 보면 전지 한개에 전구 한개를 연결한 것이 두 전구를 병렬로 연결한 것보다 밝다. 이에 대한 설명은 고등

학교 물리에서 전지의 내부저항에 대한 학습을 한 후라야 가능하다.

그리고 국민학교와 중학교에서 이것에 대한 설명을 교사가 어떻게 해야 할 것인가에 대한 연구가 더 필요하다.

## 참 고 문 헌

권성기(1988), 중학생의 과학 수업에 의한 힘과 운동의 개념 변화, 서울대학교 대학원 석사학위논문

김영민, 박윤희, 박승재(1990) 중학생의 전류에 대한 학습전 개념과 관계 현상 관찰후의 설명, 한국과학교육학회지, 제10권 제1호, 47-55.

김영민(1991) 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 미발행.

김영민, 박승재(1990) 대학 입학생의 전류에 대한 개념과 관련 현상의 수용 형태 조사, 물리교육, 제8권 제1호, 40-50.

문충식, 최병순(1991) 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구, 한국과학교육학회지, 제11권 제1호, 1-14.

박윤희(1990) 중학생들의 수업 전후 전류에 대한 개념 변화, 서울대학교 대학원 석사 학위논문, 미발행

박효기(1987) 중학생들의 전기에 대한 개념 조사, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 미발행

홍순경, 최병순(1991) 밀도의 개념 변화에 미치는 순환 학습의 효과, 한국과학교육학회지, 제11권 제1호, 15-24.

Driver, R., et. al.(1985) Children's ideas in science, Open University Press

Jung, Hee-Ok(1989) What should we do with pre-instructional conceptual framework ? ; A suggestion for instructional strategy, 한국과학교육학회지, 제9권 제2호, 89-97.

Lawson, A, E., et al.,(1989), A theory of instruction : using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills, NARST monograph (1)

Lombard, A.S., Konick, R.D. and Schultz, K.(1985) Description and evaluation of inservice model for implementation of a learning cycle approach in the secondary science classroom, Science Education 69(4), 491-500.

Osborne, R. J. & Gilbert, J. K.(1979), An approach to student understanding of basic concept in electricity, University of Surrey

Sexena, A.B.(1992) An attempt to remove misconceptions related to electricity, International Journal of Science Education, vol. 14. No. 2. 157-162.

SNU(1988), Proceedings of workshop on research for students' conceptual structures and changes in learning physics. Seoul National University

Zollman, D.(1990) Learning cycles for a large-enrollment class, The Physics Teacher, vol. 28. No. 1, 20-25.

von Rhoneck, C. and Grob, K. (1991) Psychological aspects of learning about basic electricity in rural and urban classes, International Journal of Science Education, vol. 13, No. 1, 87-95.

(ABSTRACT)

# The Effects of Learning Cycle on Changing the Students' Conceptions of Electric Current

Young-Min, Kim

(Korean Educational Development Institute)

Sung-Gi, Kwon

(Seoul National University, Graduate School)

The purpose of this study was to develop the instructional model and teaching material to change the middle school students' conceptions of electric current into the scientific ones and to investigate the effects of the model in actual classrooms.

We identified the students' ideas and their misunderstanding about the concept of electric current through reviewing the literatures and our in this study. Based on the above results, we developed the instructional model and designed the teaching sequence and prepare the learning materials about the unit of the electric current in middle school. Our instructional model was based on 'learning cycle' developed by Lawson, but the new stage called "exploration through qualitative questions" to elicit the students' own conceptions was inserted to it. To investigate the effects of the new teaching model, the pre- and post-test using the POE type were administered to experimental group(52 students) taught with learning cycles and control group(52 students) taught with traditional styles.

The results are as follows; 1) The rates of correct predictions was varying according to the kinds of problems. And the rates of the correct reasons of their predictions were lower than those of the predictions. 2) The mean scores of the post-test of both groups were significantly higher than those of the pre-test. We could not find statistically significant difference in the mean score between experimental group and control group after implementation of the model. But the experimental group gained higher scores than those of the control group on two problem. Therefore, although we cannot show the prominent effects of our teaching model based on learning cycles, there are some effects of our model on changing the middle school students' conceptions of electric current.