

# 초등 예비교사의 실험 기구 조작 능력에 대한 연구

이소리<sup>1</sup> · 최현동<sup>2</sup> · 임재근<sup>3</sup> · 신세영<sup>4</sup> · 양일호<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국교원대학교 · <sup>2</sup>서울대방초등학교 · <sup>3</sup>대전성모초등학교 · <sup>4</sup>서울방학초등학교

## A Study on the Manual Skills of Experimental Apparatuses of Pre-service Elementary School Teachers

Lee, So-Ree<sup>1</sup> · Choi, Hyun-Dong<sup>2</sup> · Lim, Jae-Keun<sup>3</sup> · Shin, Se-Young<sup>4</sup> · Yang, Il-Ho<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea National University of Education · <sup>2</sup>Seoul Daebang Elementary School

· <sup>3</sup>St. Mary's Elementary School · <sup>4</sup>Seoul Banghak Elementary School

**Abstract:** The purpose of this study is to investigate manual skills of experimental apparatuses of pre-service elementary school teachers by examining and analyzing the process of experiments conducted by pre-teachers. For this study, 24 pre-service elementary school teachers were selected as the subjects and 4 experimental apparatuses were chosen through analyzing science textbooks from 3rd grade to 6th grade in elementary school. The selected experimental apparatuses were alcohol burner, dropper, microscope, instruments for making a prepared specimen. In addition, a task was carefully chosen to conduct an investigation in real settings and a series of evaluation standards was developed. While 3 subjects conducted experiments in separated and independent space at the same time, 3 collaborators observed the experiment process and recorded whether the subject met the evaluation standards or not, using O, X. The study suggests that pre-service elementary school teachers' manual skills of experimental apparatuses were under far below our projections. Particularly, in case of alcohol burner, the subjects showed lower ability to properly light the burners - which is to brush through the lampwick with fire - and to adjust the height of tripods according to the flame. Also, when it comes to dropper, they were not held the way they were supposed to be. In addition, when designing prepared specimen, the subjects used their hands instead of tweezers and often skipped the process of dripping water drop and wiping water with an oilpaper. Moreover, they did not know how to use a microscope properly so there were many times that they could not focus a microscope, failing to observe the objects. Educational implications are discussed.

**Key words:** manual skills of experimental apparatuses, experimental apparatuses, pre-service elementary school teachers

### I. 서론

실험수업은 약 200여년 전부터 과학 교수 학습에서 중요한 학습 방법의 하나로 자리매김 해 왔다(Lazarowitz & Tamir, 1994). 많은 과학교육자들은 실험수업이 학생들의 개념적 지식과 절차적 지식을 향상시키고(Bybee, 2000) 과학의 본성에 대한 이해와(Lazarowitz & Tamir, 1994) 과학에 대한 흥미 유발, 동기 부여 등 과학적 태도에 긍정적인 영향을 준다고 주장해 왔다(김영신과 양일호, 2005; Lazarowitz & Tamir, 1994).

그러나 교실에서 이루어지는 실험 수업은 교사에 의해 제시된 실험 과정을 단순히 따라 하는 요리책식

실험활동(Cookbook laboratory activity)으로 이루어지고 있어(Wellington, 2000) 과학교육에서 강조하고 있는 탐구와는 거리가 먼 형태로 운영되고 있는 실정이다(양일호와 조현준, 2005). 이와 같이 학교 실험수업이 요리책식 실험으로 이루어지는 원인 중의 하나는 학생들이 실험에 대한 이해가 부족하고 실험 기구의 용도와 사용법에 대한 지식이 부족하기 때문이라는 연구 결과가 있다(정은영과 홍미영, 2004). 실험 기구는 과학적 지식을 습득하기 위한 도구에 불과하지만 실험 기구의 용도와 사용법을 바르게 알고 있으면 실험과 관련된 개념을 효과적으로 습득할 수 있으며(Ritchie & Rigano, 1996) 과학적 사고력과 실험 기구의 조작 · 기능적인 측면도 육성할 수 있다(박

\*교신저자: 양일호(yih118@knu.ac.kr)

\*\*2011년 04월 25일 접수, 2011년 05월 31일 수정원고 접수, 2011년 06월 01일 채택

재호 등, 1989).

최근 전국의 초등학교에 2007 개정 과학과 교육과정이 적용된 과학교과서가 보급되었다. 2007 개정 과학과 교육과정은 실험을 통한 탐구 활동을 강조하고 있기 때문에(교육인적자원부, 2007) 이를 반영한 과학교과서에서는 학생들이 실험 기구를 이용하여 실험 활동에 참여하는 내용이 많아졌다(여상인과 이병문, 2004). 실험 활동에 참여하는 학생들은 직접 실험 기구를 다루는 것에 매우 긍정적이며 실험 기구 사용법에 대해 잘 알고 있으면 실험 활동에 큰 도움이 된다고 하였다(장소영과 노석구, 2005). 하지만 초등학교들의 실험 기구 조작 능력은 매우 낮다는 연구 결과들이 있으며, 이러한 연구들은 그 원인으로 초등 교사의 실험 기구 조작 방법에 대한 지도 부족을 꼽고 있다(박재원 등, 2007; 정은영과 홍미영, 2004). 과학교육에서 사용하는 가장 기초적이고 기본적인 실험 기구의 용도와 조작 방법에 대한 학습은 초등학교, 중학교 과정에서 주로 이루어지고 있기 때문에 이 기간에 실험 기구의 조작 방법에 대한 정확한 지도가 이루어져야 한다(박재호 등, 1989). 즉, 실험 기구를 올바르게 사용하는 방법과 유의할 점, 실험에서 이 실험 기구를 사용하는 이유에 대한 교사의 지도가 충분히 이루어진다면 학생들이 능동적으로 실험에 참여할 수 있으며 안전 사고의 위험도 줄일 수 있을 것이다(정은영과 홍미영, 2004). 하지만 대부분의 초등 교사들은 초, 중, 고등학교를 다닐 때 실험을 거의 하지 않아 실험 기구를 조작할 기회가 거의 없었으며(임재근 등, 2010; Varma & Hanusein, 2008) 자신이 과학을 배웠던 방법대로 학생들에게 가르치다 보니(Kelly, 2000) 실험 기구를 조작하는 방법에 대한 지도가 부족한 것이다. 초등 교사들의 이러한 문제점을 극복하기 위해서 박재원 등(2007)은 초등 교사 양성 기관에 있는 초등 예비교사들이 실험 기구를 많이 조작해 보아야 하며 실험 기구의 용도 및 조작 방법에 대해 바르게 알고 있어야 한다고 하였다. 그렇다면 초등 예비교사의 실험 기구 조작 능력은 어느 수준일까?

지금까지 실험 기구 조작과 관련된 연구는 초등 예비교사의 실험 기구 명칭과 용도에 대한 이해(김용권과 이옥경, 2004; 여상인과 이병문, 2004), 초·중등 교사의 실험 기구 관련 지식에 대한 조사(성민웅과 곽대오, 1997; 여상인과 노석구, 2002), 실험 기구 조작 기능 평가를 위한 도구 개발(최행숙과 백성혜, 1999),

초등학생의 실험 기구 조작 능력에 대한 실태 조사(박재원 등, 2007) 등이 이루어져 왔다. 이 중 초등 예비교사를 대상으로 이루어진 연구는 초등 예비 교사들이 실험 기구 명칭과 용도에 대해서 얼마나 알고 있는지 조사한 연구가 있다(김용권과 이옥경, 2004; 여상인과 이병문, 2004). 하지만 이 연구들은 초등 예비교사들이 실험 기구의 명칭과 용도를 알고 있는지 여부를 조사했으므로 초등 예비교사들의 실험 수행 과정에서 나타나는 실험 기구 조작 능력을 알아보기에는 부족하다.

따라서 이 연구는 초등 예비교사들의 실험 수행 과정에서 나타나는 실험 기구 조작 능력을 알아보기 위해서 초등 예비교사의 실험 수행 과정을 관찰, 분석하고자 한다. 이를 통하여 초등 예비교사들의 실험 기구 조작 능력과 자주 나타나는 오류 유형을 알아봄으로써 초등 교사 양성 기관의 과학과 교육과정 수정·보완에 대한 시사점을 얻고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

이 연구는 중소도시에 소재한 H대학교 초등교육과 학생 24명을 대상으로 하였다. 연구 대상자는 대학 홈페이지 게시판에 연구 대상자 모집 공고를 통하여 희망자를 공개 모집하였으며 자발적 참여 의사를 보여준 24명을 최종 선정하였다. 연구 대상의 학년별 및 심화 과정별 인원 구성은 표 1, 표 2와 같다.

표 1 연구 대상의 학년별 인원 구성

학 년	1학년	2학년	3학년	계
학생 수(명)	6	10	8	24

### 2. 실험 기구 선정

연구할 실험 기구는 2007 개정 교육과정에 근거하여 개발된 초등학교 3-6학년 과학 교과서를 분석하여 선정하였다. 3-6학년 과학 교과서를 분석한 결과, 3, 4학년에는 비교적 단순한 실험 기구가 대부분이었기 때문에 5, 6학년 과학 교과서에 등장하는 실험 기구로 선정 범위를 축소하였다. 5, 6학년 과학 교과서 분석

표 2 연구 대상의 심화과정별 인원 구성

학년	심화과정									
	교육학	영어	국어	도덕	사회	수학	실과	음악	미술	계
1학년	-	2	-	4	-	-	-	-	-	6
2학년	-	-	1	2	3	2	-	1	1	10
3학년	1	-	-	-	-	-	2	5	-	8
계	1	2	1	6	3	2	2	6	1	24

결과, 물리와 지구과학 영역은 조작이 필요한 실험 기구가 거의 없었으며 생물 영역은 현미경, 프레파라트, 페트리접시, 화학 영역은 비커, 시험관, 삼각플라스크, 스포이트, 유리막대, 약순가락, 알코올 램프 등의 사용 빈도가 많았다. 이 중 페트리접시, 비커, 시험관, 삼각 플라스크, 유리막대, 약순가락은 조작이 단순하여 연구할 실험 기구에서 제외하였다. 따라서 5, 6학년 과학 교과서에 사용되는 실험 기구 중에서 조작성이 요구되며 과학 교과서에 5회 이상 사용되는 실험 기구인 현미경, 프레파라트 제작, 스포이트, 알코올램

프를 연구할 실험 기구로 선정하였다. 5, 6학년 과학 교과서에서 사용하는 실험 기구 분석 결과는 표 3과 같다.

### 3. 실험 과제 선정

실제 실험 상황에서 초등 예비교사의 실험 기구 조작성을 알아보기 위해 초등학교 교과서에 나와 있는 실험 중에서 두 가지 실험 과제를 선정하였다. 알코올램프와 스포이트를 사용하는 실험으로 [자주색

표 3 5, 6학년 과학교과서에서 사용하는 실험 기구 분석 결과

실험 기구	학년-학기 단원	5-1		5-2		6-1		6-2		계	
		3	4	2	3	2	3	4	2		3
현미경		3	2	1	-	-	-	-	-	-	6
돋보기		2	2	-	-	-	-	-	-	-	4
프레파라트		3	2	-	-	-	-	-	-	-	5
페트리접시		2	2	2	2	1	-	1	-	2	13
비커		2	-	5	4	4	-	2	-	4	23
시험관		-	-	-	-	4	-	-	-	-	5
삼각 플라스크		1	-	-	2	1	-	-	-	2	6
집기병		-	-	-	-	-	-	-	2	2	4
스포이트		1	-	-	-	6	-	-	2	-	9
유리막대		-	-	4	4	3	-	-	-	-	11
유리판		1	-	-	-	-	-	-	1	2	4
약순가락		-	-	4	2	-	-	-	-	-	6
막자/막자사발		-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
온도계		-	-	1	1	-	-	-	-	2	4
알코올램프		1	-	1	2	1	-	-	1	-	6
거름 장치		-	-	-	-	1	-	-	-	2	3
전자저울		-	-	1	1	-	-	-	-	-	2

양배추 지시약 만들어 용액 분류하기], 프레파라트를 제작하여 현미경으로 관찰하는 실험으로 [잎의 기공 관찰하기]를 선정하였다. 선정된 실험 과제가 각 실험 기구의 조작 능력을 관찰하기에 적절한 과제인지 확인하기 위해 과학 교육 전문가 3인에게 내용 타당도를 검증받았다. 실험 과제로 사용한 활동지는 표 4, 표 5와 같다

#### 4. 실험 기구 조작 능력 평가 관점 개발

알코올램프, 스포이트, 현미경 조작 능력 및 프레파라트 제작 능력 평가 관점을 개발하기 위해 교과서와 지도서를 분석하여 지도 내용을 추출하였다. 알코올램프와 스포이트의 평가 관점은 추출한 지도 내용을 바탕으로 최행숙과 백성혜(1999), 백철민(2005)이 개

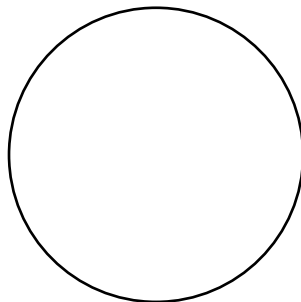
표 4 자주색 양배추 지시약으로 용액의 성질 알아보기

실험 주제	자주색 양배추 지시약으로 용액의 성질 알아보기				
실험 준비물	알코올램프, 삼발이, 석망, 접화기, 목장갑, 비커, 자주색 양배추, 스포이트, 종류를 알 수 없는 액체 4종류, 시험관, 시험관대				
실험 과정	① 비커에 물 50mL를 담고 보라색 양배추를 뜯어 넣는다. ② ①을 알코올램프로 가열하여 양배추 지시약을 만든다. ③ 스포이트를 이용하여 A, B, C, D 용액을 각 시험관에 각각 '10방울' 씩 담는다. ④ ③의 각 용액에 양배추 지시약을 3방울씩 떨어뜨리고 결과를 관찰한다. ⑤ [표-1]을 참고하여 A, B, C, D 용액의 성질을 [표-2]에 적는다.				
실험 결과	[표-1]				
	용액의 성질	산성	중성	염기성	
	양배추지시약의 색	붉은색	보라색	청색, 녹색, 노랑색	
	[표-2]				
	용액의 종류	A 용액	B 용액	C 용액	D 용액
	용액의 성질				

표 5 잎의 기공 관찰하기

실험 주제	자주 달개비 잎의 기공 관찰하기
실험 준비물	받침 유리, 덮개 유리, 핀셋, 스포이트, 거름종이, 자주달개비 잎
실험 과정	① 자주달개비 잎의 뒷면 표피를 벗겨내어 프레파라트를 제작한다. ② 현미경을 가져다 ①의 프레파라트를 관찰한다. ③ 아래 원에 관찰한 결과를 그려 넣는다.

실험 결과



〈자주달개비 잎의 기공 관찰 결과〉

발한 실험 기구 조작 능력 평가 관점을 2007 개정 과학과 교육과정에 맞게 수정·보완하였다. 또 현미경과 프레파라트 제작에 대한 평가 관점은 평가 관점을 개발한 선행 연구가 없어 교과서와 지도서에서 추출한 지도 내용을 연구자가 직접 실험을 해 보면서 수정·보완하였다. 개발된 실험 기구 조작 능력 평가 관점은 과학 교육 전문가 2인에게 내용 타당도를 의뢰하여 검증받았으며 타당도는 0.86이다. 이 연구에서 사용한 실험 기구 조작 능력 평가 관점은 표 6과 같다.

### 5. 자료 수집 및 분석

3명의 연구 대상자가 각자 독립된 공간에서 동시에 실험 과제를 수행하였다. 이 때 3명의 공동 연구자가

각 연구 대상자의 실험 과제 수행 과정을 관찰하고 실험 기구 조작 능력 평가 관점표에 제시된 각 관점의 조작 여부를 O, X로 기록하였다.

공동 연구자 3명의 관찰 평가에 대한 신뢰성을 높이기 위해 사전에 2차례 평가 관점에 대한 논의를 통해 일관된 평가 관점을 갖도록 하였다. 또한 초등 예비교사 5명을 대상으로 예비 관찰 평가를 실시하여 평가 문항의 신뢰도와 평가자간 일치도를 점검하였다. 예비 관찰 평가는 1명의 연구 대상자를 3명의 공동 연구자가 동시에 관찰한 후 이를 상호 비교하는 방식으로 이루어졌다. 예비 관찰 평가에서 평가 문항의 신뢰도와 평가자간 일치도는 0.92이다.

한편 평가 관점에 나타나지 않은 특이 행동이나 오류 행동은 비교란에 기록하였고 필요한 경우 연구 대상자에게 행동의 이유를 질문하였다. 연구 대상자의

표 6 실험 기구 조작 능력 평가 관점

실험기구	실험 기구 조작 능력 평가 관점
알코올 램프	1 알코올램프를 삼발이 중앙에 안전하게 위치시켜 불을 붙이는가?
	2 알코올램프의 심지에 스킨이 하여 불을 붙이는가?
	3 알코올램프 걸볼꽃의 중심 부분에 물체가 닿도록 삼발이의 높이를 조절하는가?
	4 알코올램프를 끌 때 뚜껑을 이용하는가?
	5 불을 끈 후, 뚜껑을 벗겨 다시 켜는 과정을 수행하는가?
스포이트	1 스포이트를 엄지와 검지로 고무 부분을 잡고 나머지 손가락으로 유리 부분을 감아서 잡는가?
	2 스포이트의 고무를 누른 상태에서 용액에 넣어 빨아올리는가?
	3 스포이트로 교사가 지시한 만큼의 용액을 떨어뜨릴 수 있는가?
	4 용액이 다룰 경우 스포이트를 다른 것으로 바꾸어서 사용하는가?
	5 스포이트를 기울이거나 거꾸로 드는 행동을 하지 않아 고무 속으로 용액이 들어가지 않게 사용하는가?
현미경	1 현미경을 옮길 때 한 손은 받침대를, 다른 한 손은 손잡이를 잡는가?
	2 대물렌즈를 저배율에 맞추고 시작하는가?
	3 프레파라트를 재물대에 고정된 후, 옆에서 보면서 조동 나사로 재물대를 올려 대물렌즈와 프레파라트 사이의 거리를 최대한 가깝게 하고 시작하는가?
	4 조동 나사로 대강의 초점을 맞춘 후, 미동 나사로 정확한 초점을 맞추는가?
	5 정확한 초점을 맞출 수 있는가?
프레 파라트	1 관찰 재료를 얇게 벗겨 내는가?
	2 관찰 재료를 받침 유리 위에 얹은 후, 스포이트로 물을 한 방울 떨어뜨리는가?
	3 덮개 유리를 덮을 때 한쪽 끝부터 비스듬히 대고 덮어 기포가 생기지 않도록 하는가?
	4 관찰재료와 덮개유리를 조작하는 과정에서 기구(핀셋 등)를 사용하는가?
	5 거름종이로 덮개 유리 주변에 있는 물을 닦는가?

실험 수행 과정은 캠코더로 녹화되었으며, 3명의 공동 연구자는 녹화된 실험 수행 과정을 재관찰함으로써 평가 관점표에 기록된 내용을 점검하였다.

수집된 관찰 평가 결과는 O, X 결과를 분석하여 실험 기구의 기구별, 관점별, 학년별로 정리하였다. 또한 실험 기구 조작 과정에서 나타나는 오류 행동을 분석하여 주요 오류 유형을 정리하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 알코올램프 조작 능력

초등 예비교사의 알코올램프 조작 능력은 앞의 표 6에서 제시한 바와 같이 알코올램프를 삼발이 중앙에 안전하게 위치시켜 불을 붙이는가(P1), 알코올램프의 심지에 스킨이 하여 불을 붙이는가(P2), 알코올램프 걸볼꽃의 중심 부분에 물체가 닿도록 삼발이의 높이를 조절하는가(P3), 알코올램프를 끌 때 뚜껑을 이용하는가(P4), 불을 끈 후 뚜껑을 벗겨 다시 씌우는 과정을 수행하는가(P5)의 다섯 가지 관점에 대하여 평가하였다. 평가 결과는 그림 1과 같다.

평가 결과, 스킨이 불 붙이기(P2)와 삼발이 높이 조절하기(P3)의 통과율이 매우 낮았다. 스킨이 불 붙이기(P2)의 경우 연구 대상자의 83.3%가 알코올램프의 심지에 점화기를 댄 채로 불을 붙였으며 29.8%는 심지에 불이 붙은 상태에서 2초 이상 점화기를 계속 대고 있었다. 삼발이 높이 조절하기(P3)의 경우 연구 대상자의 75.0%는 삼발이의 높이 조절뿐만 아니라 알코올램프의 불꽃 상태도 확인하지 않았다. 그 외의 알코올램프 조작 과정에서 관찰되어진 오류 유형은 표 7과 같다.

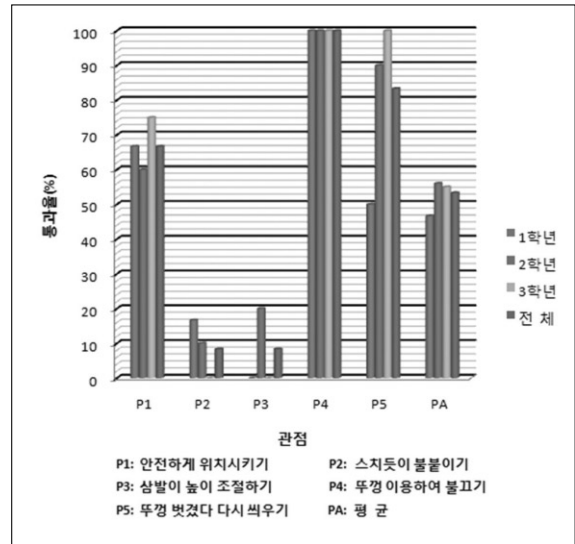


그림 1 알코올램프 조작 능력 평가 결과

알코올램프에 불을 붙일 때, 스킨이 붙이지 않고 점화기를 직접 댄 채 불을 붙일 경우, 심지만만 아니라 알코올램프 전체에 불이 붙어 화재로 이어질 위험성이 있기 때문에 스킨이 불 붙이기(P2)는 안전한 실험을 위해 필수적으로 익혀야 하는 알코올램프 조작 능력이며, 볼꽃에 따라 삼발이 높이를 조절하는 것은 가열시간에 영향을 주기 때문에 효율적인 실험을 수행하기 위해서 알고 있어야 하는 알코올램프 조작 능력이다. 하지만 연구 결과, 대부분의 초등 예비교사들이 알코올램프 조작 과정 중에서 스킨이 불 붙이기(P2)와 삼발이 높이 조절하기(P3)에 대해서 잘 모르고 있다는 것을 알 수 있으므로 이에 대한 지도가 이루어져야 할 필요가 있다.

한편, 알코올램프의 불을 끄는 방법인 뚜껑 이용하여 불 끄기(P4), 뚜껑 벗겼다 다시 씌우기(P5)는 통과율이 각각 100%, 83.3%로 매우 높게 나타났다.

표 7 알코올램프 조작 시 관점별 오류 유형

평가 관점	오류 유형	비율(%)
안전하게 위치시키기	알코올램프에 불을 붙인 후 삼발이로 이동시킴	33.3
스킨이 불붙이기	점화기를 심지에 댄 상태로 점화함 점화기를 끈 후 심지로 이동시켜 2초 이상 머무름	83.3 8.3
삼발이 높이 조절하기	볼꽃 확인과 높이 조절을 모두 수행하지 않음 볼꽃 확인은 하나 높이 조절은 수행하지 않음	75.0 1.7
뚜껑 이용하여 불끄기	-	-
뚜껑 벗겼다 다시 씌우기	뚜껑을 이용하여 불을 끈 후 그대로 둠	16.7

## 2. 스포이트 조작 능력

스포이트 조작 능력은 스포이트를 엄지와 검지로 고무 부분을 잡고 나머지 손가락으로 유리 부분을 감아서 잡는가(P1), 스포이트의 고무를 누른 상태에서 용액을 넣어 빨아올리는가(P2), 스포이트로 교사가 지시한 만큼의 용액을 떨어뜨릴 수 있는가(P3), 용액이 다룰 경우 스포이트를 다른 것으로 바꾸어서 사용하는가(P4), 스포이트를 기울이거나 거꾸로 드는 행동을 하지 않아 고무 속으로 용액이 들어가지 않게 사용하는가(P5)의 다섯 가지 관점에 대하여 평가하였다. 평가 결과는 그림 2와 같다.

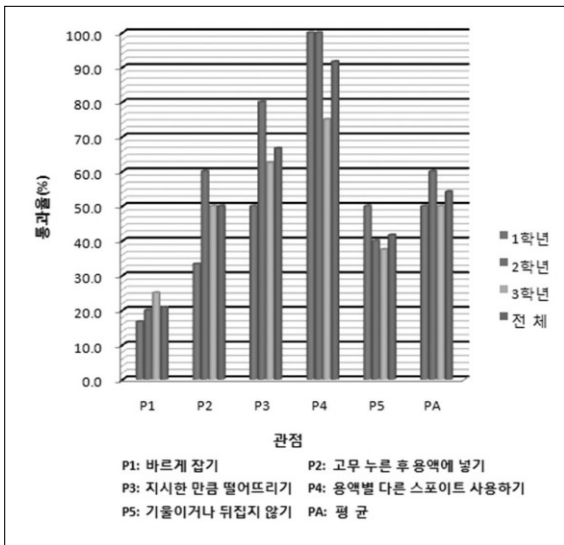


그림 2 스포이트 조작 능력 평가 결과

평가 결과, 바르게 잡기(P1)에 대한 통과율이 29.2%로 가장 낮게 나왔다. 연구 대상자의 25.0%는 젓가락을 잡듯 엄지, 검지, 중지로 고무부분을 잡고 약지로 유리부분을 받쳐 잡았으며, 12.5%는 양 손으로 스포이트를 잡았다. 스포이트를 바르게 잡는 것(P1)은 지시한 만큼 떨어뜨리기(P3)와 스포이트를 기울이거나 뒤집지 않기(P5)를 바르게 수행하기 위한 기본 요건이지만 연구 대상자의 대부분이 스포이트를 잡는 법조차 알고 있지 않기 때문에 스포이트를 기울이거나 뒤집지 않기(P5)의 통과율도 41.7%로 절반을 넘지 못하였다. 이로 인하여 연구 대상자의 30%는 실험 과제 수행 도중 용액이 담긴 상태에서 스포이트를 뒤집음으로 인해 고무 속으로 용액이 들어가거나 스

포이트 밖으로 용액이 뿜어져 나오기도 했다. 따라서 스포이트 조작 능력과 관련한 여러 관점 중에서 우선적으로 스포이트를 바르게 잡는 것(P1)에 대한 지도가 꼭 필요함을 알 수 있다. 그 외의 스포이트 조작 과정에서 관찰되었던 오류 유형은 표 8과 같다.

한편, 용액별 다른 스포이트 사용하기(P4)는 통과율이 91.7%로 매우 높게 나타났다. 하지만 스포이트의 모든 관점에 대한 통과율은 55.8%에 불과하여 스포이트가 과학 실험 활동에서 자주 사용하는 익숙한 실험 기구임에도 불구하고 초등 예비교사들이 스포이트 조작법을 정확하게 알고 있지 못하다는 것을 알 수 있다.

## 3. 현미경 조작 능력

초등 예비교사의 현미경 조작 능력은 현미경을 옮길 때 한 손은 받침대를, 다른 한 손은 손잡이를 잡는가(P1), 대물렌즈를 저배율에 맞추고 시작하는가(P2), 프레파라트를 재물대에 고정된 후, 옆에서 보면서 조동 나사로 재물대를 올려 대물렌즈와 프레파라트 사이의 거리를 최대한 가깝게 하고 시작하는가(P3), 조동 나사로 대강의 초점을 맞춘 후, 미동 나사로 정확한 초점을 맞추는가(P4), 정확한 초점을 맞출 수 있는가(P5)의 다섯 가지 관점에 대하여 평가하였다. 평가 결과는 그림 3과 같다.

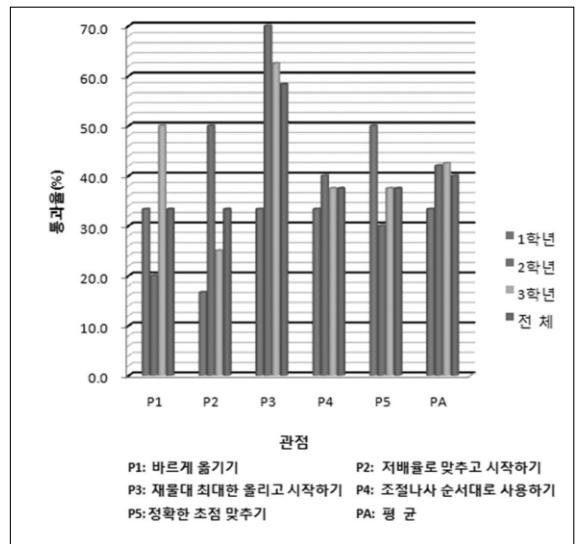


그림 3 현미경 조작 능력 평가 결과

평가 결과, 바르게 옮기기(P1), 저배율로 맞추고 시

표 8 스포이트 조작 시 관점별 오류 유형

평가 관점	오류 유형	비율(%)
바르게 잡기	엄지, 검지, 중지, 약지로 젓가락 잡듯 잡음	25.0
	엄지, 검지, 중지, 약지로 세워 잡음	20.8
	엄지, 검지, 중지로 고무 부분만 잡음	12.5
	양손으로 잡음	8.3
	엄지, 검지, 중지로 연필 잡듯 잡음	4.2
고무 누른 후 용액에 넣기	용액에 넣은 후 고무 부분을 눌러 기포를 발생시킴	45.8
	용액을 빨아올리지 않고 스포이트 끝에 문힘	4.2
지시한 만큼 떨어뜨리기	한꺼번에 주르륵 떨어뜨림	16.7
	한번에 2-3방울씩 떨어뜨림	12.5
	스포이트 끝에 용액을 문혀서 옮긴 후 떨어뜨림	4.2
용액별 다른 스포이트 사용하기	비커에 담긴 물에 동일 스포이트를 행구어 사용	8.3
기울이거나 뒤집지 않기	용액이 담긴 상태에서 뒤집어서 용액이 뿔어져 나옴	29.2
	용액이 담긴 상태에서 기울여 작업함	29.2

작하기(P2)의 통과율이 각각 33.3%, 조절 나사 순서대로 사용하여 초점 맞추기(P4), 정확한 초점 맞추기(P5)의 통과율이 각각 37.5%로 나타났다. 바르게 옮기기(P1)의 경우 연구 대상자의 62.5%가 한 손으로 손잡이만 잡고 현미경을 옮겼으며, 저배율로 맞추고 시작하기(P2)는 연구 대상자의 45.8%가 대물렌즈의 배율을 살피지 않고 바로 관찰을 시작하였고, 20.9%는 배율을 살핀 후 저배율이 아닌 중배율이나 고배율의 렌즈로 맞추고 관찰을 시작하였다. 뿐만 아니라 62.5%가 현미경의 초점을 맞추지 못해 관찰 결과를 그리지 못하였다. 그 외의 현미경 조작 과정에서 관찰

되어진 오류 유형은 표 9와 같다.

다른 실험 도구에 비해 현미경은 대부분의 관점에서 40.0% 이하의 전반적으로 낮은 통과율을 나타냈다. 이는 현미경이 고가의 실험 기구이기 때문에 일선 학교의 보유량이 많지 않아서 직접 조작해 볼 기회가 적었고 다른 실험 기구에 비해 조작이 복잡하기 때문에 정확한 조작 방법을 습득하기 어렵기 때문인 것으로 여겨진다.

#### 4. 프레파라트 제작 능력

초등 예비교사의 프레파라트 제작 능력은 관찰 재

표 9 현미경 조작 시 관점별 오류 유형

평가 관점	오류 유형	비율(%)
바르게 옮기기	한 손으로 손잡이만 잡고 옮김	62.5
	한 손은 손잡이, 다른 손은 재물대를 잡고 옮김	4.2
저배율로 맞추고 시작하기	세팅 상태(고배율) 그대로 관찰을 시작함	45.8
	대물렌즈의 배율을 살핀 후 고배율로 맞추고 시작함	16.7
	대물렌즈의 배율을 살핀 후 중배율로 맞추고 시작함	4.2
재물대 최대한 올리고 시작하기	세팅 상태(재물대를 최대한 내림)로 관찰 시작	29.2
	재물대를 올리긴 하나 최대한 가깝게 올리지 않음	12.5
조절나사 순서대로 사용하기	대물렌즈 교체나 프레파라트 위치 조정만 수행 (조절나사는 거의 조작하지 않음)	25.0
	두 나사를 순서 없이 번갈아 조작함	20.8
	조동나사만 조작함	20.8
정확한 초점 맞추기	초점을 맞추지 못해 관찰 결과를 그리지 못함	62.5



료를 얇게 벗겨 내는가(P1), 관찰 재료를 받침 유리 위에 얹은 후, 스포이트로 물을 한 방울 떨어뜨리는가(P2), 덮개 유리를 덮을 때 한쪽 끝부터 비스듬히 대고 덮어 기포가 생기지 않도록 하는가(P3), 관찰 재료와 덮개 유리를 조작하는 과정에서 기구(핀셋 등)를 사용하는가(P4), 거름종이로 덮개 유리 주변에 있는 물을 닦아내는가(P5)의 다섯 가지 관점에 대하여 평가하였다. 평가 결과는 그림 4와 같다.

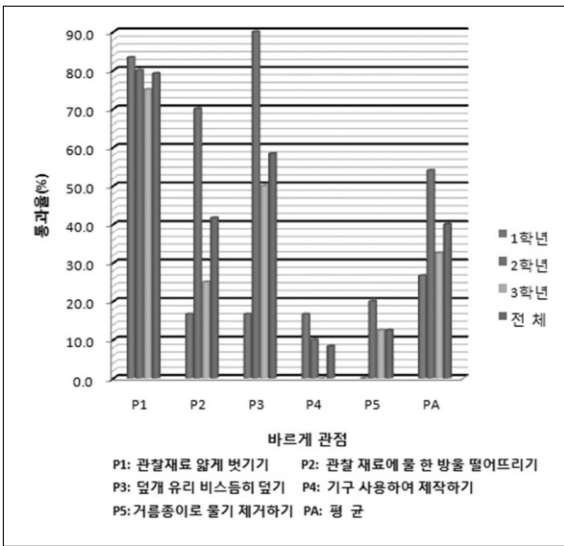


그림 4 프레파라트 제작 능력 평가 결과

평가 결과, 관찰 재료와 덮개 유리를 조작하는 과정에서 기구(핀셋 등)를 사용하여 제작하기(P4)와 거름종이로 물기 제거하기(P5)의 통과율이 각각 8.5%와

12.5%로 매우 낮게 나타났다. 관찰 재료와 덮개 유리를 조작하는 과정에서 관찰 재료를 벗겨 받침 유리에 올릴 때에는 핀셋을 사용하지만 덮개 유리는 손으로 덮는 경우가 66.7%였으며, 관찰 재료와 덮개 유리를 조작할 때 모두 손을 사용하는 경우도 25.0%로 나타났다. 또한 거름종이로 물기 제거하기(P5)의 경우 연구 대상자의 75.0%는 물기를 제거하지 않고 프레파라트를 만들었으며 12.5%는 손이나 옷을 이용하여 물기를 제거하였다. 관찰 재료에 물 한 방울 떨어뜨리기(P2)의 경우 물을 떨어뜨리지 않고 프레파라트를 만드는 비율이 41.7%였다. 그 외의 프레파라트 제작 과정에서 관찰되어진 오류 유형은 표 10과 같다.

한편 관찰 재료 얇게 벗기기(P1)는 통과율이 79.2%로 다른 관점들에 비해 상당히 높았다. 프레파라트 제작 과정의 각 관점에 대한 통과율이 40.0%로 현미경 조작 능력의 결과와 유사하게 전반적으로 낮음을 알 수 있다. 이는 프레파라트가 현미경을 관찰을 위해 제작되어지는 것이므로 현미경을 조작할 기회가 적었기 때문에 프레파라트 제작 능력도 낮게 나타난 것으로 여겨진다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등 예비교사의 실험 수행 과정을 관찰, 분석하여 초등 예비교사들의 실험 수행 과정에서 나타나는 실험 기구 조작 능력과 자주 나타나는 오류 유형을 알아보았다. 이 연구는 중소도시에 소재한 H대

표 10 프레파라트 제작 시 관점별 오류 유형

평가 관점	오류 유형	비율(%)
관찰 재료 얇게 벗기기	벗기지 않고 5mm×5mm 크기로 뜯어서 제작	12.5
	벗기지 않고 통째로 올려놓음	8.3
관찰 재료에 물 한 방울 떨어뜨리기	물을 떨어뜨리지 않음	41.7
	물을 여러 방울 떨어뜨림	12.5
	핀셋 뒷부분에 물을 묻혀 재료에 묻힘	4.2
덮개 유리 비스듬히 덮기	받침 유리 위에 던지듯 놓고 손으로 누름	33.3
	덮개 유리를 덮지 않음	4.2
	두 장의 덮개 유리를 맞붙여 프레파라트 제작	4.2
기구 사용하여 제작하기	덮개 유리를 손으로 덮음	66.7
	모든 과정을 손으로 수행	25.0
거름종이로 물기 제거하기	물기를 제거하지 않음	75.0
	손이나 천(옷, 목장갑 등)으로 물기 제거	12.5

학교 초등교육과 학생 24명을 대상으로 이루어졌으므로 연구 결과를 모든 초등 예비교사로 일반화하는 것에는 제한점이 따른다.

초등 예비교사 24명의 실험 기구 조작 능력을 관찰한 결과, 알코올램프와 스포이트의 조작 능력이 낮음을 알 수 있었다. 특히 알코올램프는 스킨볼 불 붙이기와 불꽃에 따라 삼발이의 높이를 조절하는 능력이 매우 부족하였고 스포이트는 바르게 잡는 방법도 제대로 수행하지 못하였다. 또한 현미경 조작 능력과 프레파라트 제작 능력도 매우 낮았다. 특히 프레파라트를 만들 때, 핀셋 등의 기구를 사용하는 것이 아닌 손을 주로 사용하였으며 프레파라트를 완성한 후에 거름종이를 이용하여 물기를 닦아내는 과정은 대부분의 연구 대상자가 수행하지 않았다.

이 연구의 결과를 통해 연구 대상자인 24명의 초등 예비교사들이 가장 기초적이고 기본적인 실험 기구의 조작 방법을 제대로 습득하고 있지 않음을 알 수 있다. 특히 알코올램프와 스포이트는 과학 실험 활동에서 자주 사용하는 익숙한 실험 기구임에도 불구하고 알코올램프에 불 붙이는 방법, 스포이트 쥐는 법 등 가장 기초적인 조작 기능을 습득하고 있지 않았다. 또한 현미경과 프레파라트 제작의 경우, 프레파라트 만드는 과정을 정확하게 알지 못할 뿐만 아니라 현미경의 초점을 맞추지 못해 관찰 결과를 관찰하지 못하는 경우도 많이 있었다.

미래에 초등학생을 지도하게 될 초등 예비교사의 실험 기구 조작 능력은 학생의 실험 기구 조작 능력으로 이어지기 때문에 초등 예비교사들이 올바른 실험 기구 조작 능력을 갖추는 것은 중요하다. 따라서 초등 예비교사들의 실험 기구 조작 능력 향상을 위해서 초등 교사 양성 과정에서 초등 예비교사들이 개별적으로 실험 기구를 조작해 볼 수 있는 기회를 충분히 가져야 하며, 이 과정에서 실험 기구의 명칭과 용도, 실험 기구를 올바르게 사용하는 방법, 사용할 때의 유의점, 실험에서 이 실험 기구를 사용하는 이유 등 실험 기구의 가장 기초적이고 기본적인 내용에 대한 지도가 이루어져야 할 것이다. 이를 위해서 초등 교사 양성 기관에 충분한 실험 기구가 보급될 수 있는 재정적 지원이 요구되며, 또한 초등 예비 교사들이 참고할 수 있도록 실험 기구의 기본적 내용을 다룬 교재도 제작되어야 할 필요가 있다.

## 참고 문헌

- 교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호.
- 김영신, 양일호(2005). 초등학교 학생들의 과학 태도 변화에 영향을 미치는 요인 분석. *초등과학교육*, 24(3), 292-300.
- 김용권, 이옥경(2004). 실험기구에 대한 초등학교 학생·예비교사·현직교사의 이해도에 관한 연구. *과학교육연구*, 29, 207-226.
- 박재원, 윤상미, 원정애, 백성혜(2007). 초등학교의 실험 기구 조작 능력에 대한 실태 조사. *초등과학교육*, 26(2), 161-170.
- 박재호, 문정대, 조운복, 황수진, 이영주, 심정애, 성정희, 김영, 박종길(1989). 관찰과 실험에서 기구의 조작 기능에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 9(2), 29-45.
- 성민웅, 광대오(1997). 중등 과학교사들이 오기하기 쉬운 몇 가지 실험기구 명칭. *한국과학교육학회지*, 17(4), 493-499.
- 양일호, 조현준(2005). 학교 과학수업에서 실험의 목적에 대한 고찰. *초등과학교육*, 24(3), 268-280.
- 여상인, 노석구(2002). 초등학교 예비교사의 실험 기구의 명칭과 용도에 대한 이해. *인천교육대학교 과학교육논총*, 14, 1-19.
- 여상인, 이병운(2004). 초등학교 학생·예비교사·현직 교사의 실험 기구 명칭과 용도에 대한 이해. *초등과학교육*, 23(1), 45-50.
- 임재근, 이소리, 양일호, 이윤경(2010). 초등과학 수업에서 실험 활동에 대한 교사들의 내적 요인 조사. *초등과학교육*, 29(1), 93-101.
- 장소영, 노석구(2005). 초등학교의 과학 선호도에 영향을 주는 과학 수업에 대한 인식 조사. *초등과학교육*, 24(4), 435-442.
- 정은영, 홍미영(2004). 초등학교 과학과 실험 및 관찰 수업 사례에서 나타난 수업의 문제점: 도시 지역의 수업 사례를 중심으로. *초등과학교육*, 23(4), 287-296.
- 최행숙, 백성혜(1999). 초등학교 과학실험 기구 조작 기능에 대한 관찰 평가 준거 개발: 초등학교 화학 단원을 중심으로. *초등과학교육*, 18(1), 65-73.
- Bybee, R. W. (2000). Teaching science as

- inquiry. In J. Minstrel., & E. H. Van Zee (Eds). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). Wasington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Kelly, J. (2000). Rethinking the elementary science methods course: A case for content, pedagogy, and informal science education. *International Journal of Science Education*, 22, 755-777.
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science, In D. L. Gabel (Ed), *Handbook of research on science teaching and learning*. (pp. 94-130). New York: Macmillan.
- Ritchie, S. M. & Rigano, D. L. (1996). Laboratory apprenticeship through a student research project. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 799-815.
- Varma, T. & Hanuscin, D. L. (2008). Pre-service elementary teachers' field experiences in classrooms led by science specialists. *Journal of science teacher education*, 19, 593-614.
- Wellington, J. J. (2000). Practical work in school: time for a re-appraisal. In J. J. Wellington(Ed.), *Practical work in school science*(pp, 3-15). NY : Routledge.

## 국문 요약

이 연구는 초등 예비교사들의 실험 수행 과정에서 나타나는 실험 기구 조작 능력을 알아보기 위해서 초등 예비교사의 실험 수행 과정을 관찰, 분석하였다. 연구를 위하여 중소도시 소재 H대학교 초등교육과 학

생 24명을 연구 대상으로 선정하였으며 2007 개정 과학과 교육과정에 근거하여 개발된 초등학교 3-6학년 과학 교과서를 분석하여 실험 도구를 선정하였다. 선정된 실험 기구는 현미경, 프레파라트 제작, 스포이트, 알코올램프이다. 또한 실제 실험 수행 과정에서 나타나는 실험 기구 조작 능력을 알아보기 위하여 실험 과제를 선정하였으며 실험 기구의 조작 능력을 평가하기 위한 평가 관점을 개발하였다. 3명의 연구 대상자가 각자 독립된 공간에서 동시에 실험 과제를 수행하였고 이 때 3명의 공동 연구자가 각 연구 대상자의 실험 과제 수행 과정을 관찰하고 실험 기구 조작 능력 평가 관점표에 제시된 각 관점의 조작 여부를 O, X로 기록하였다.

연구 결과, 초등 예비 교사들의 알코올램프, 스포이트, 현미경, 프레파라트 제작 능력이 낮다는 것을 알 수 있었다. 특히, 알코올램프는 스킨셋 불 붙이기와 불꽃에 따라 삼발이의 높이를 조절하는 조작 기능이 매우 낮았으며 스포이트는 바르게 잡기를 제대로 수행하지 못하였다. 프레파라트는 제작 시 핀셋 등의 기구 대신 손을 많이 사용하였고 물방울 떨어뜨리기, 거름종이로 물기 닦아내기를 거의 수행하지 않았다. 또한 현미경은 각 과정의 사용법을 정확하게 알지 못했고 초점을 제대로 맞추지 못해 관찰 대상을 관찰하지 못하는 경우도 많이 있었다.

초등 예비교사들의 실험 기구 조작 능력 향상을 위해서 초등 교사 양성 과정에서 초등 예비교사들이 개별적으로 실험 기구를 조작해 볼 수 있는 기회를 충분히 가져야 하며, 이 과정에서 실험 기구의 명칭과 용도, 실험 기구를 올바르게 사용하는 방법, 사용할 때의 유의점, 실험에서 이 실험 기구를 사용하는 이유 등 실험 기구의 가장 기초적이고 기본적인 내용에 대한 지도가 이루어져야 할 것이다.

주요어: 실험 기구 조작 능력, 실험 기구, 초등 예비 교사