

초등학생의 실험 기구 조작 능력에 대한 실태 조사

박재원 · 윤상미¹ · 원정애² · 백성혜³

(서울신강초등학교) · (대전대양초등학교)¹ · (대전매봉초등학교)² · (한국교원대학교)³

A Fact-finding Research Exercise into the Handling Abilities of Experimental Apparatus by Elementary School Students

Park, Jae-Won · Yoon, Sang-Mi¹ · Won, Jeong-Ae² · Paik, Seung-Hey³

(Seoul Singang Elementary School) · (DaeJeon Daeyang Elementary School)¹ ·

(DaeJeon MaeBong Elementary School)² · (Korea National University of Education)³

ABSTRACT

This study aims at helping us improve the methods used to teach elementary school students how to handle experimental apparatus by examining their manual skills and their understanding of the alcohol lamp, spuit and thermometer. To evaluate their ability to handle each experimental apparatus, a practical skills test and knowledge evaluation sheets were developed. The evaluation was carried out with 270 students from 2 classes each in the 3rd, 4th, 5th and 6th grade of D Elementary School located in Daejeon City.

For their handling ability of the alcohol lamp, the results for the practical skills test showed that the students had a very low ability in placing objects in the center of the apparatus for safe use and also in adjusting the height of the trivet to place objects so that they contact the outer flames correctly. For the spuit, the pass rate of the skills test was generally low in regards to how students should grasp a spuit and the timing and method of depressing the rubber part before dipping it into liquid. For the thermometer, on the other hand, the pass rate was relatively high in every respect.

The knowledge evaluation results for the use of experimental apparatus showed a very high rate of correct answers for alcohol lamps and thermometers. The test results for spuits also produced a relatively high rate of correct answers, with the exception of the test item regarding the way that students should grasp them.

Key words : elementary school students, manual skills, experimental apparatus, alcohol lamp, spuit, thermometer

I. 서 론

과학교과는 자연의 사물현상을 탐구하는 교과이므로 관찰과 실험은 과학의 출발점이 되며, 많은 연구 결과들(권용주와 Lawson, 1999; Shymansky *et al.*, 1983; Tobin and Capie, 1982)이 과학 교육에서 실험의 중요성을 강조하고 있다. 특히 7차 교육과정의 초등학교 과학이 초보적인 탐구 능력을 강조하면서 교사와 학생들이 실험 기구를 가지고 활동할 기회가 많아졌으므로 실험 기구에 대한 바른 이해

의 필요성이 더욱 커지게 되었다(여상인과 이병문, 2004). 기구의 올바른 사용 방법 습득은 이와 관련된 과학적 지식의 습득은 물론 기구의 조작 기능적인 면과 과학적 사고력이 동시에 육성되며, 이를 여러 가지 장면에 응용할 수 있게 되므로 과학교육에서 중요하다고 할 수 있다(박재호 등, 1989). 따라서 현재 과학교육에서 사용되어지는 기구 중 가장 기초적이고 기본적인 조작 방법의 육성이 이루어지는 초등학교와 중학교 과정에서 기구의 조작 기능에 대한 정확한 지도가 반드시 필요하다.

2006.11.23(접수), 2007.1.22(1심통과), 2007.5.13(2심통과), 2007.5.23(최종통과)

E-mail: state@paran.com(박재원)

초등 과학에서 실험 기구 조작 기능에 대한 지도의 중요성은 여러 연구에서 나타난다. 차재선(1984)은 눈금 실린더의 측량 실험에 의한 실험 기구 조작 기능의 숙달 정도는 대체로 중학교 시기보다도 초등학교 4~6학년 시기에 보다 효과적인 것으로 나타났다고 하였다. 즉, 초등학교 시기에서의 바로고 정확한 기구 조작 능력 습득이 중요하다는 것을 말해 주고 있다. Ritchie와 Rigano(1996)는 역시 학생들이 능숙한 실험 기술을 통해 학교 경험 이상의 개념을 이해하게 되는 것을 통해 학생들의 실험 기술은 개념적 진보가 이루어질 수 있도록 그 전에 키워주어야 할 필요가 있음을 시사하였다. 또한, 실험 기구의 사용법을 알면 학생들이 실험을 더 재미있게 느낀다는 장소영과 노석구(2005)의 연구 결과 역시 실험 기구 조작 기능이 실험 수업에서 중요하게 지도되어야 한다는 것을 보여준다. 그러나 우리나라에서 지금까지 실시된 몇몇 실험 평가에서 아동들의 실험 실기 평가 결과를 보면 대체로 기초적인 실험 기능인 기구 조작 능력이 매우 낮은 것으로 나타났으며, 이것은 실험 기구 사용법 지도상에 문제가 있음을 나타낸다. 이옥경(2006)은 학생들이 적절한 실험 기구를 올바른 방법으로 사용하는 능력이 부족하고 교사들 또한 실험 기구에 대한 기초적 지도가 소홀함을 지적하였으며, 정은영과 홍미영(2004) 그리고 고민아(2006)의 연구에서도 초등학교 과학과 실험 및 관찰 수업 사례에서 나타난 수업의 문제점으로 실험 기구의 용도와 사용법에 대한 설명이 부족함을 지적하였다. 따라서 이 연구에서는 초등학교 3학년부터 6학년까지 학생들을 대상으로 하여 기초적인 실험기구 중 알코올 램프, 스포이트, 온도계의 조작 능력 실태와 이해 정도를 조사 분석하여 실험 기구 조작 기능의 지도 방법 개선에 도움이 되고자 한다. 이 연구에서 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학교 3~6학년 학생들의 알코올 램프, 스포이트, 온도계를 다루는 능력은 어떠한가?

둘째, 초등학교 3~6학년 학생의 알코올 램프, 스포이트, 온도계 사용법에 대한 이해 정도는 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 절차

연구 수행을 위해 먼저 학생들의 실험 기구 조작

능력과 관련된 문헌 연구와 선행 연구를 통해 기초 연구를 하였으며, 초등학교 3~6학년 과학 교과서 및 지도서를 분석하여 실험 기구 조작 능력을 평가할 수 있는 평가 관점 및 지필 평가지를 개발하였다. 평가 도구는 과학 교과 교육 교수 1명과 과학교육학 박사 1명, 석사 2명에게 의뢰하여 내용 타당도를 검증 받았다. 개발된 평가 관점에 대한 평가자간 일치도와 평가 문항의 신뢰도를 알아보기 위해 예비 평가를 실시하였으며 문제점을 수정·보완하였다. 최종 수정된 평가 도구로 학생들의 실기 평가 및 지식 평가를 실시함에 있어 학생들에게 지식 평가를 먼저 시행했을 경우, 이후에 실시될 실기 평가의 결과에 영향을 줄 수 있다고 판단되어 2005년 2학기 초에 먼저 학년별로 개별 실기 평가를 먼저 실시하였다. 실기 평가의 경우 학생의 수행 과정을 교사가 직접 관찰하고 미리 준비된 평가 관점표에 실행 여부를 기록하도록 하였다. 이러한 개별 학생들의 관점표를 수집, 분석하여 관점별 통과율을 알아보았다. 지식 평가는 실기 평가가 끝난 2주후에 지식 평가지를 나누어주고 개인별로 답하도록 하여 지식 이해 여부와 그 이유를 알아보았다.

2. 연구 대상

이 연구는 대전광역시 소재하는 D초등학교 3~6학년 각 2개 학급씩 총 270명의 학생을 대상으로 하였다. D초등학교의 학구는 주로 아파트 단지 와 주변의 주택가로 이루어져 중산층의 학생이 대부분을 차지하며, 한 학급의 80% 정도가 학원에서 과외 수업을 받고 있는 실정이다. 표집된 인원의 학년별 구성은 표 1과 같다.

3. 평가 도구

1) 실기 평가를 위한 평가 관점 개발

알코올 램프, 스포이트, 온도계의 조작 능력 평가를 위해 먼저 과학 교과서와 지도서를 분석하여 지도 내용을 추출하였다. 이를 최행숙과 백성혜(1999), 백철민(2005)의 연구에서 개발된 초등 과학 실험 기구 조작 평가를 위한 기준 개발과 비교·분석하

표 1. 연구 대상의 학년별 구성

학 년	3학년	4학년	5학년	6학년	계
학생수(명)	66	73	71	60	270

여 각 실험 기구별로 5가지의 평가 관점을 개발하였으며, 이는 과학 교육 전문가 4인에게 내용 타당도를 검증받았다. 개발된 평가 관점에 따라 평가자는 학생이 개인별로 실험을 수행하는 과정을 관찰하고 평가 관점표에 실행 여부를 기록하도록 하였다. 3인의 평가자가 초등학교 4학년 10명의 학생을 대상으로 예비 평가를 실시한 결과, 평가자간 평균 일치도는 0.89로 나타났다. 개발된 평가 관점은 표 2와 같다. 실기 평가에 대한 평가 관점은 지도서에 있는 관점과 다르지는 않지만 완벽하게 일치하지는 않는다. 예를 들어 알코올 램프의 세 번째 관점인 “겉불꽃의 중심 부분에 물체가 닿도록 삼발이 높이를 조절하는가?”에 관한 부분이 그러한 예라고 할 수 있다. 이러한 관점은 과학 실험 활동이 좀 더 효율적으로 진행되기 위해 필요한 부분이라 생각하여 제시한 것이다.

또한, 학생들에게 각각의 기구에 대한 사용 경험의 여부와 기구에 대한 능숙 정도를 묻는 설문지를 작성하도록 하였다. 설문지 문항의 한 예는 그림 1과 같다.

2) 실기 평가를 위한 과제 개발

개발된 평가 관점에 따라 학생을 평가하기 위해 두 가지 실험 과제를 개발하였다. 실험 과제는 실제 실험 상황에서 3가지 실험 기구의 조작 능력을 관점에 따라 평가할 수 있도록 고안하였으며, 평가 대

상자 간에 상호 영향을 줄 수 있다는 판단 하에 1명씩 과제를 수행하도록 하였다. 개발된 과제를 과학 교육 전문가 4인에게 의뢰하여 타당도를 검증받은 결과, 온도계의 2번과 5번 관점은 액체의 온도를 측정할 때와 그렇지 않을 때로 서로 다른 평가 상황이기 때문에 어느 하나는 평가하지 못 할 수도 있다는 지적이 있어 액체의 온도 측정 전에 먼저 온도계의 현재 눈금을 확인해 보도록 하는 단계를 첨가하였다.

(1) 알코올 램프와 온도계 조작 능력 평가를 위한 실험 과제

실험 바구니에 알코올 램프, 삼발이, 석망, 비커, 온도계를 준비해 주고 온도계의 현재 온도를 확인한 뒤 비커에 물을 받아 물의 온도를 측정하도록 하였다. 다음은 알코올 램프로 3분간 가열한 후 다시 물의 온도를 측정해 보도록 하였다.

(2) 스포이트 조작 능력 평가를 위한 실험 과제

여러 개의 스포이트와 서로 다른 색소를 탄 물이 담긴 비커를 2개씩 준비한 후 학생들에게 스포이트를 이용하여 비커에 담긴 각각의 액체를 유리판에 1방울씩 떨어뜨리도록 하였다.

3) 지식 평가를 위한 평가 문항 개발

학생들이 알코올 램프와 스포이트, 온도계의 울

표 2. 실기 평가를 위한 평가 관점

실험 기구	평가 관점
알코올 램프	1 실험대의 중앙에 안전하게 위치하여 사용하는가?
	2 알코올 램프에 불을 붙일 수 있는가?
	3 알코올 램프 겉불꽃의 중심 부분에 물체가 닿도록 삼발이의 높이를 조절하는가?
	4 알코올 램프를 끌 때 뚜껑을 이용하는가?
	5 알코올 램프의 뚜껑을 벗긴 후 다시 뚜껑을 씌우는 과정을 수행하는가?
스포이트	1 스포이트를 엄지와 검지를 이용하여 고무부분을 잡고 나머지 손가락으로 유리부분을 감아서 잡는가?
	2 교사가 지시한 만큼의 용액을 떨어뜨릴 수 있는가?
	3 용액이 다를 경우 스포이트를 바꾸어 사용하는가?
	4 스포이트를 거꾸로 하여 고무 속으로 용액이 들어가지 않게 사용하는가?
	5 스포이트의 고무를 누른 후 용액에 넣어 빨아올리는가?
온도계	1 온도계를 잡을 때 구부에서 먼 쪽으로 잡는가?
	2 온도계의 끝 부분이 액체의 중심부에 오도록 장치하는가?
	3 온도계의 눈금의 변화가 없을 만큼 충분한 시간이 지난 후에 눈금을 읽는가?
	4 눈의 위치가 온도계의 눈금과 수평이 되도록 하는가?
	5 눈과 온도계의 거리는 입김의 영향이 없을 만큼 충분히 멀리 유지하는가?

<p>2. 스포이트의 사용과 관련하여</p> <p>(1) 스포이트의 사용 방법을 배운 후 여러분들은 그 방법에 따라 직접 연습해 본 경험이 얼마나 있습니까?</p> <p>① 사용 방법에 대해 선생님의 설명만 듣고 직접 스포이트를 사용해 본 경험은 없음.</p> <p>② 과학수업시간에 한두 번 연습해 봄.</p> <p>③ 스포이트의 사용이 익숙해질 만큼 충분히 경험하고 연습해 봄.</p> <p>④ 해 볼 수 있는 기회는 있었으나 두렵거나 귀찮은 마음이 앞서 해보지 않음.</p> <p>(2) 스포이트의 사용 방법을 익히는 데 있어서 어떤 방법이 가장 좋다고 생각합니까?</p> <p>① 선생님의 설명만 듣는 것으로도 충분하다.</p> <p>② 선생님이 직접 시범을 보여주며 설명해 주시면 충분하다.</p> <p>③ 선생님의 설명과 시범 후 한 두 번 직접 연습해 보는 시간이 필요하다.</p> <p>④ 새로운 실험 기구에 익숙해지기 위해선 한 두 번의 연습으로 부족하며 가능한 여러 번 연습해 볼 수 있는 기회가 있어야 한다.</p> <p>(3) 자신은 스포이트를 올바른 방법으로 능숙하게 사용할 수 있다고 생각합니까?</p> <p>① 예</p> <p>② 아니오⇒ 3-1 문항으로</p> <p>(3-1) 스포이트의 사용이 어렵다면 그 이유는 무엇이라고 생각하나요?</p> <p>① 선생님의 설명이 부족했다.</p> <p>② 사용방법에 대해서는 이해하고 있으나 직접 사용해 본 경험이 부족하여 자신이 없다.</p> <p>③ 스포이트는 원래 초등학생이 다루기에는 너무 어려운 실험기구이다.</p> <p>④ 그 밖에 다른 이유()</p>

그림 1. 설문지 문항의 예.

바른 사용 방법에 대해 어느 정도 이해하고 있는지 평가하기 위해 실기 능력에서 평가했던 평가 관점과 관련지어 평가 문항을 개발하였다. 관점별로 개발한 평가 문항은 표 3과 같다.

각각의 문항은 ○, ×로 답하도록 하였으며, 학생들의 적절한 지식평가가 가능하도록 몇 개의 관점은 두 개의 지필 평가 문항으로 나누어 개발하였다. 온도계의 2번 평가 관점의 경우는 다른 두 가지 상황으로 나누어 질문하였으며, 알코올 램프의 4번과 스포이트 1번, 4번 평가 관점의 경우는 이유에 대한 정확한 근거 자료를 위해 같은 상황을 반대로 제시하여 두 번 질문하였다. 그러나 스포이트 2번 평가 관점에 대한 지식 평가는 어렵다고 판단되어 평가 문항에서 제외시켰다. 개발한 평가 문항 역시 과학 교육 전문가 4인에게 내용 타당도를 검증 받았으며, 초등학생 6학년 10명을 대상으로 예비 평가를 실시한 결과, 문항의 검사-재검사 신뢰도 계수는 0.85로 나타났다.

III. 연구 결과 및 논의

이 연구에서는 초등학교 과학 교과서와 실험실의 기초 실험 기구인 알코올 램프, 스포이트, 온도계에 대한 학생들의 조작 능력을 실기 평가와 지식

평가로 나누어서 알아보았다.

1. 알코올 램프 조작 능력에 대한 결과

1) 알코올 램프 실기 평가 결과

학생들의 알코올 램프 조작 능력을 앞의 표 2에 제시한 바와 같이 알코올 램프를 실험대 중앙에 위치시키는가, 안전하게 불을 붙일 수 있는가, 걸불꽃의 중심 부분에 물체가 닿도록 삼발이의 높이를 조절하는가, 끌 때 뚜껑을 이용하는가, 뚜껑을 연 후 다시 썬우는 과정을 수행하는가 등의 다섯 가지 관점으로 알아본 결과는 그림 2와 같다.

다섯 가지 평가관점 중 학년에 상관없이 관점 a '중앙에 안전하게 위치하여 사용하는가'와 관점 c '알코올 램프의 걸불꽃의 중심 부분에 물체가 닿도록 삼발이의 높이를 조절하는가'에 있어서 평균 23.8%와 3.6%라는 낮은 통과율을 나타냈다. 실제로 많은 아이들이 실험 바구니에 알코올 램프를 놓아둔 채 불을 붙였으며, 알코올 램프의 불을 켜고 불꽃을 확인해 보는 경우는 아주 드물었다. 관점 a는 안전지도 면에서 지도서에 제시되어 있음에도 잘 지도되지 않고 있음을 알 수 있다. 관점 c는 실험의 효율성 측면에서 중요하다고 연구자는 생각하지만 지도서나 교과서에 제시되어 있지 않으며, 따라서 교육 현장에서 이에 대한 지도 또한 이루어지지 않

표 3. 지식 평가 문항의 개발 근거

실험 기구	실기평가 평가관점	학생의 지식 평가 문항
알코올 램프	1 안전한 곳에 놓기	1 알코올 램프는 실험대의 중앙에 위치시켜야 한다.
	2 불 붙이기	2 다른 알코올 램프에도 불을 붙이고 싶을 때는 이미 불이 붙은 알코올 램프를 기울여 불을 붙여 줄 수 있다.
	3 삼발이 높이 조절	3 알코올 램프로 물체를 가열할 때는 불의 크기에 따라 삼발이의 높낮이를 조절해 주어야 한다.
	4 불 끌 때의 뚜껑 이용	4 알코올 램프의 불을 끌 때는 반드시 뚜껑을 이용해야 한다. 5 알코올 램프의 불을 끌 때 뚜껑이 없다면 입으로 불어서 꺼도 상관없다.
	5 뚜껑 벗겼다 다시 씌우기	6 알코올 램프의 불을 끈 후에는 뚜껑을 벗겼다 다시 씌워야 한다.
스포이트	1 바르게 잡기	1 스포이트를 잡을 때는 엄지와 검지 손가락만 이용하여 스포이트의 고무 부분을 가볍게 잡는다. 2 스포이트를 잡을 때는 엄지와 검지를 이용하여 고무 부분을 잡고 나머지 손가락으로는 유리부분을 잡아준다.
	2 지시한 만큼 떨어뜨리기	제 외
	3 다른 용액의 경우 바꾸어 사용하기	3 서로 다른 여러 가지 액체에 스포이트를 사용할 경우 액체마다 다른 스포이트를 사용해야 한다.
	4 거꾸로 하지 않기	4 스포이트에 액체를 넣어 이동할 때는 액체가 떨어지지 않도록 옆으로 기울여 이동시켜야 한다. 6 스포이트에 액체를 빨아올린 후에는 스포이트를 기울이는 일이 없도록 해야 한다.
	5 고무를 먼저 누른 후 용액에 넣기	5 스포이트에 액체를 빨아올리기 위해서는 고무를 먼저 누른 후 용액에 스포이트를 넣어야 한다.
온도계	1 구부에서 먼 쪽 잡기	1 온도계는 가능하면 실 등을 이용하여 손으로 잡지 않도록 하고 손을 이용할 시에는 구부에서 먼 쪽을 잡도록 한다.
	2 액체의 중심부에 위치시키기	2 액체의 온도를 측정하고자 할 때는 온도계의 끝부분이 바닥에 닿도록 최대한 내려 액체에 담근 후 온도를 측정한다. 3 액체 속의 온도 측정을 위해 담가 두었던 온도계의 눈금을 읽기 위해선 잠시 온도계를 밖으로 꺼내어 눈금을 확인하도록 한다.
	3 충분한 시간이 지난 후 읽기	4 액체의 온도를 측정하고자 할 때는 온도계를 액체 속에 담근 후 잠시 기다렸다가 온도계의 눈금을 읽는다.
	4 읽을 때의 눈의 위치	5 온도계의 눈금을 확인할 때 눈의 위치는 온도계의 눈금과 수평이 되어야 한다.
	5 온도계와 눈의 거리 유지	6 온도계의 눈금을 확인할 때 온도계는 가능한 얼굴 가까이 대고 읽도록 한다.

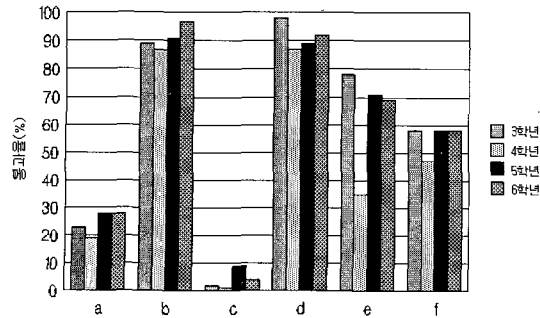
았기 때문이라 생각된다. 그러나 불붙이기와 뚜껑으로 불끄기는 평균 91.6%와 92.2%의 높은 통과율을 나타내어 다른 관점에 비해 상대적으로 지도가 잘 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 4학년만을 대상으로 화학 실험 영역에서의 실험 기구 조작 능력을 조사한 고민아(2006)의 연구 결과에서도 동일하게 나타났다.

학년별로 평균 통과율을 비교해 본 결과인 f를 보면 4학년이 약간 낮고 다른 학년의 경우는 비슷하게 나타났다. 이는 평가의 실시 시기가 3학년의 경우 알코올 램프의 사용법을 배우고 얼마 지나지 않았을 때이며, 5, 6학년의 경우는 알코올 램프의 반복 사용으로 어느 정도 조작 능력이 숙달된 때이나,

4학년의 경우는 3학년 과정이후 반복 지도가 아직 이루어지지 않았던 때였으므로 평가 실시 시기의 영향으로 나타난 결과라 보여진다.

연구 대상 학생들에게 알코올 램프 사용에 대한 자신감 정도를 설문지를 통해 알아본 결과는 그림 3과 같이 나타났다.

그림 3을 보면 알코올 램프 사용에 대한 자신감이 학년이 올라갈수록 낮아지는 경향을 보임을 알 수 있다. 이 설문에서 알코올 램프 사용에 자신이 없다고 답한 학생들은 88명으로 32.6%에 달한다. 이러한 학생들의 73.9%가 알코올 램프 사용에 대한 자신감 부족의 이유로 지목한 것은 경험의 부족이었다. 그러나 교과서에서 알코올 램프가 사용되는 횟



- *a: 알코올 램프 안전하게 위치시키기
- *b: 안전하게 불 붙이기
- *c: 불꽃에 따른 삼발이의 높낮이 조절
- *d: 뚜껑을 이용하여 불 끄기
- *e: 불을 끈 후 뚜껑 벗겼다 다시 켜우기
- *f: 모든 문항의 학년별 평균값

그림 2. 알코올 램프 실기 평가 결과 비교

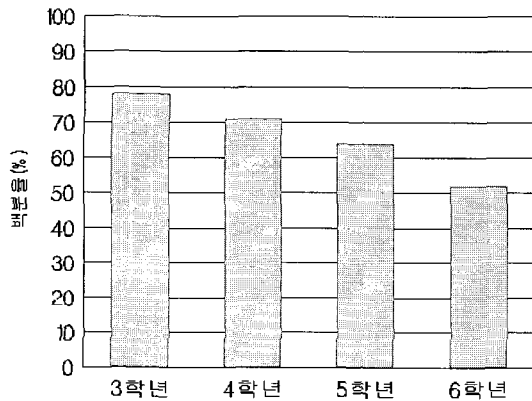


그림 3. 알코올 램프 사용에 대한 자신감 비교

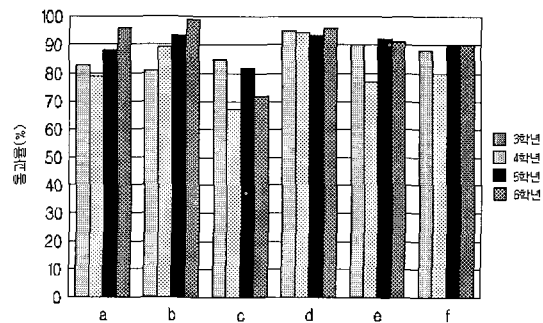
수는 3학년에서는 3회, 4학년 9회, 5학년 5회, 6학년 3회 등으로 6학년 과정까지 꾸준히 반복 사용되고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 학년이 올라감에 따라 사용 경험이 누적됨에도 불구하고 경험이 부족하다고 느끼는 이유는 교육 현장에서 이루어지는 많은 실험이 대부분 조별로 이루어짐에 따라 개별적으로 실험을 경험할 수 있는 기회가 부족했기 때문이라 생각된다. 이와 같은 경험 부족은 스포츠와 온도계에서도 같은 경향성을 보였기에 이후 연구 결과에서는 따로 언급하지 않았다. 이러한 결과에 비추어 불 때 개별적인 직접 경험의 부족이 결국 학생들의 자신감을 낮게 만든 한 원인으로 생각해 볼 수 있다. 김기명(2004)과 이윤중 등(1997, 1998)은 교수·학습 현장에서 개별 실험 기회가 절대적으로 부족한 이러한 현실을 문제로 지적하며,

이의 해결을 위해 개별 실험 키트의 필요성을 강조하였다. 또한, 고민아(2006)는 학생과의 면담 결과를 바탕으로 학생들이 주로 조별 활동을 하게 되니까 기구를 만질 기회가 적고 과학을 잘 하는 아이들과 실험에 적극적인 아이들이 실험 기구를 주로 만지게 되며, 소극적인 학생은 다른 아이에게 양보하거나 실험 기구 만지는 것을 포기하게 되므로 과학 실험 시간에 학생들에게 개인적으로 자주 기구를 접할 수 있는 기회를 줄 필요가 있음을 지적하고 있다.

2) 알코올 램프 지식 평가 결과

알코올 램프 사용에 대한 학생들의 지식 평가는 앞서 제시한 실기 평가의 관점과 같게 문항을 묶어서 분석하였다. 지식 평가지의 문항 5와 6은 같은 내용을 반복 질문한 것이므로 묶어서 분석하였으며, 이 두 가지 문항을 다 맞힌 경우에만 정답으로 인정하였다. 결과는 그림 4와 같다.

분석 결과, 실기 평가에 비하여 대부분의 문항에 있어 모든 학년이 높은 정답률을 나타냈다. 그러나 4학년의 경우, 불꽃에 따른 삼발이의 높낮이 조절의 필요성과 불을 끈 후 뚜껑을 벗겼다 다시 켜워야 한다는 내용에 있어 다른 학년에 비해 정답률이 특별히 낮게 나타났다. 이는 3학년 때 처음으로 알코올 램프의 사용 방법에 대해 학습한 후 복습이 이루어지지 않은 상태에서 이 두 가지 내용에 있어 특별히 망각이 많이 일어났기 때문이라고 판단된다. 앞의 그림 1에 제시된 실기 평가의 결과에서도 이 두 가지 내용과 관련 있는 c와 e에 대한 4학년 통과율



- *a: 알코올 램프 안전하게 위치시키기
- *b: 안전하게 불 붙이기
- *c: 불꽃에 따른 삼발이의 높낮이 조절
- *d: 뚜껑을 이용하여 불 끄기
- *e: 불을 끈 후 뚜껑 벗겼다 다시 켜우기
- *f: 모든 문항의 학년별 평균값

그림 4. 알코올 램프 지식 평가 정답률

이 특별히 낮은 것을 볼 때 실기로나 지식적으로 이 두 가지 내용에 대해 지속적인 지도가 필요함을 알 수 있다. 그러나 반드시 지속적인 지도의 부족이라기보다는 학년에 따라 지도한 교사들이 다르기 때문에 생긴 변인과 학생 개인차에 의한 변인 등도 배제할 수는 없을 것이다.

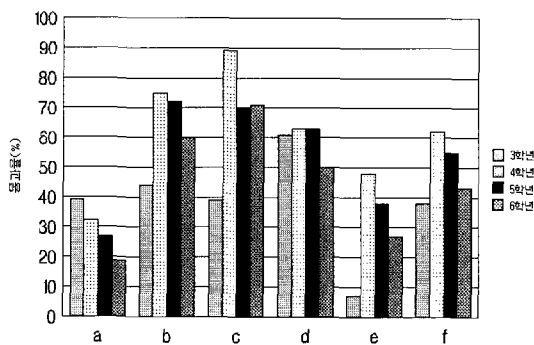
2. 스포이트 조작 능력 평가 결과

1) 스포이트 실기 평가 결과

학년별로 학생들의 스포이트 조작 능력을 바르게 잡는가(a), 지시한 만큼 떨어뜨리는가(b), 다른 용액에 다른 스포이트를 사용하는가(c), 거꾸로 하지 않는가(d), 고무를 누른 후 용액에 넣는가(e) 등 모두 다섯 가지의 관점에서 알아본 결과는 그림 5와 같았다.

그림 5를 보면 다섯 가지 관점 중 잡는 방법과 고무를 누른 후 용액에 넣는가에 관련된 a, e 관점이 평균 29.7%와 30.5%로 낮은 통과율을 나타내 이 부분에 대한 지도가 미흡했음을 보여준다. 4학년을 대상으로 스포이트 조작 능력을 조사한 고민아(2006)의 연구에서도 학생들이 스포이트 쥐는 법조차 몰라 50% 정도의 학생들이 임의적으로 사용한다는 문제점을 지적하였다.

학년별 평균 통과율은 알코올 램프와 달리 4학년이 62.2%로 가장 높게 나타났다. 이는 알코올 램프의 경우, 3학년에서 사용방법을 배우고 4학년 과정



- *a: 바르게 잡기
- *b: 지시한 만큼 떨어뜨리기
- *c: 다른 용액엔 다른 스포이트 사용하기
- *d: 거꾸로 하지 않기
- *e: 고무를 누른 후 용액에 넣기
- *f: 모든 관점의 학년별 평균값

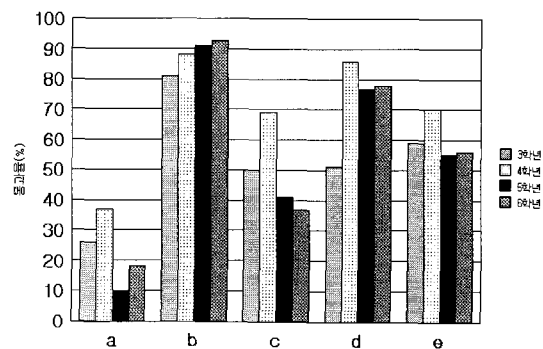
그림 5. 스포이트 실기 평가 결과 비교

에서 아직 복습이 이루어지기 전에 평가가 실시되었으나, 스포이트는 평가전 4학년 1학기 ‘우리 생활과 액체’ 단원에서 스포이트 사용법에 대한 복습이 이루어졌기 때문에 나타난 결과라고 여겨진다. 또한, 이러한 결과는 기구를 접하고 사용하는 횟수가 기구 조작 능력 향상에 많은 영향을 줄 수 있음을 보여준다.

2) 스포이트 지식 평가 결과

스포츠 사용에 대한 학생들의 지식 정도를 지식 평가지를 통해 알아보았다. 지식 평가지의 문항 1번과 2번, 문항 4번과 6번은 같은 내용을 반복 질문한 것이므로 묶어서 분석하였으며 같은 상황에 해당되는 두 가지 문항을 다 맞힌 경우에만 정답으로 인정하였다. 결과는 그림 6과 같다.

그림 6을 보면 실기 평가 결과에서 낮은 통과율을 나타냈던 a관점 ‘바르게 잡기’와 관련한 지식 평가 문항이 역시 낮은 정답률을 나타냈다. 이는 스포이트 사용법에 있어 가장 기초가 되는 잡는 방법에 대해 실기적인 면이나 지식적인 면 모두에서 실제로는 지도가 잘 이루어지지 못하고 있음을 보여준다. 이는 교사용 지도서에서 바르게 잡는 방법에 대해 지도하라고 되어 있으나 왜 그렇게 잡아야 하는가에 대한 타당한 설명이 없기 때문에 교사들이 간과하기 쉽기 때문이라 생각된다. 또한 잡는 방법과 스포이트를 거꾸로 하지 않기와 관련된 a, c문항에 있어 5학년의 정답률이 큰 폭으로 감소한 것을 볼 수 있다. 이는 4학년 때 스포이트 사용에 대한



- *a: 바르게 잡기
- *b: 다른 용액엔 다른 스포이트 사용하기
- *c: 거꾸로 하지 않기
- *d: 고무를 누른 후 용액에 넣기
- *e: 모든 관점의 학년별 평균값

그림 6. 스포이트 지식 평가 정답률

복습이 이루어진 이후 5학년으로 진급하는 사이에 이 두 가지 내용에 있어 특별히 망각이 많이 일어났기 때문으로 보여진다. 따라서 a, c 문항과 관련된 내용에 대한 지도가 보다 필요함을 알 수 있다.

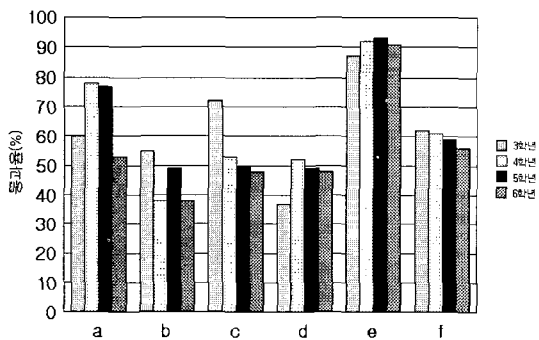
지식 평가의 d 관점 '고무를 누른 후 용액에 넣기'는 실기 평가의 c 관점에 해당하는 내용으로 실기 평가에서는 낮은 통과율을 나타냈지만 지식 평가에서는 높게 나타났다. 이는 학생들이 스포이트로 액체를 올리기 위해서는 먼저 누른 후 넣어야 한다는 것을 알고 있지만 실제 실험 과정에서는 액체 안에서 누르고 있음을 보여준다. 왜 액체 안에서 고무를 누르면 안 되는가에 대한 교사의 설명이 필요하다고 본다.

3. 온도계 조작 능력 평가 결과

1) 온도계 실기 평가 결과

학생들이 온도계를 어떻게 다루는가를 구부에서 먼 쪽을 잡는가, 액체의 중심부에 위치시키는가, 충분한 시간이 지난 후에 읽는가, 읽을 때의 눈의 위치를 수면과 일치시키는가, 온도계와 눈의 거리를 알맞게 유지하는 가 등으로 알아보았다. 온도계에 대한 관점별, 학년별 통과율은 그림 7과 같이 나타났다.

그림 7을 보면 앞서 본 알코올 램프나 스포이트와는 달리 특별히 통과율이 낮게 나타나는 관점이 없는 것으로 볼 때 비교적 고른 지도가 이루어졌다



- *a: 구부에서 먼 쪽 잡기
- *b: 액체의 중심부에 위치시키기
- *c: 충분한 시간이 지난 후 읽기
- *d: 읽을 때의 눈의 위치
- *e: 온도계와 눈의 거리 유지
- *f: 모든 관점의 학년별 평균값

그림 7. 온도계 실기 평가 결과 비교

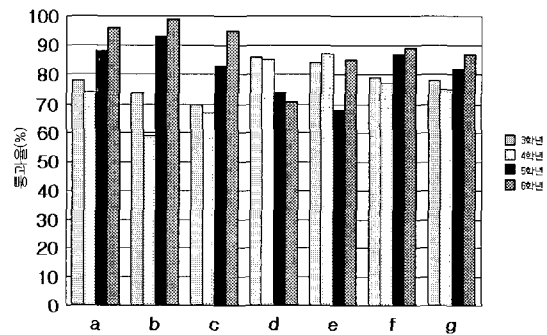
고 판단된다. 이는 온도계 사용 능력 평가 결과, 각 평가 항목을 정확히 수행한 학생의 비율이 골고루 높게 나타난 고민아(2006)의 연구 결과와 일치한다.

학년별 평균 통과율을 비교해 보면 앞의 두 실험 기구의 실기 통과율에서 평가 실시 시기가 많은 영향을 주었던 것처럼 가장 최근에 온도계에 대한 학습이 이루어진 3학년의 경우가 역시 62.2%로 가장 높은 통과율을 보였다.

2) 온도계 지식 평가 결과

온도계의 사용 방법에 대한 학생들의 지식 이해 정도를 알아본 결과, 아래의 그림 8과 같이 모든 문항에 있어 학년과 상관없이 매우 높은 정답률을 나타냈다.

그러나 4학년의 경우, 액체의 온도를 측정할 때 온도계의 위치와 관련된 내용을 묻는 문항 b의 경우 통과율이 58.9%로 다른 학년에 비해 다소 낮게 나타났다. 이는 그림 3의 알코올 램프 지식 정답률에서 3학년 때 알코올 램프의 사용방법을 학습한 후 특별히 두 가지 내용에 있어 망각이 많이 일어났던 것처럼 온도계 사용법과 관련해서는 b의 내용에 있어 망각이 많이 일어났기 때문이라고 판단된다. 또한, 그림 7 온도계의 실기 평가 결과에서와 같이 b 관점에서 4학년이 특별히 낮은 통과율을 나타낸 것은 액체의 온도를 측정할 때 온도계의 위치와 관련된 내용에 대해 실기나 지식적인 면 모두 좀 더 교사의 설명과 지도가 필요하다는 것을 의미한다.



- *a: 구부에서 먼 쪽 잡기
- *b: 액체의 중심부에 위치시키기
- *c: 충분한 시간이 지난 후 읽기
- *d: 액체 속에 넣은 채 눈금 읽기
- *e: 읽을 때의 눈의 위치
- *f: 온도계와 눈의 거리 유지
- *g: 모든 관점의 학년별 평균값

그림 8. 온도계 지식 평가 정답률

IV. 요약 및 제언

이 연구에서는 초등학교 과학 교과서에서 비교적 많이 다루어지는 기초적 실험 기구인 알코올 램프, 스포이트, 온도계에 대한 3~6학년 학생들의 조작 능력을 실기와 지식적인 면에서 알아보았다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 알코올 램프의 조작 능력 실기 평가 결과, 불붙이기와 뚜껑을 사용하여 불끄기는 대체로 높은 통과율을 나타냈으나 중앙에 안전하게 위치하여 사용하는 경우가 드물었고 알코올 램프의 겉불꽃의 중심부분에 물체가 닿도록 삼발이의 높이를 조절하는 능력은 아주 낮게 나타났다. 특히, 삼발이 높이 조절의 필요성은 교사용 지도서에도 제시되어 있지 않아 이에 대한 지도가 미흡했다고 생각된다. 그러나 단순히 불을 켜고 끄는 것뿐만 아니라 실험의 안정성이나 효율성 측면에서 이 두 가지 능력은 반드시 지도되어야 할 필요성이 있다. 따라서 교사는 지도서의 내용에만 의존할 것이 아니라 각 실험 기구별로 기초적인 조작 방법에 대한 정확한 이해를 바탕으로 학생들에게 빠짐없이 지도할 필요가 있다.

둘째, 스포이트의 조작 능력 실기 평가 결과, 스포이트를 잡는 방법과 액체에 넣기 전 스포이트의 고무를 누르는가와 관련한 실기 통과율이 낮게 나타나 모든 학년에서 이에 대한 지도가 좀 더 필요하다고 생각된다.

셋째, 온도계의 조작 능력은 실기 평가 결과, 모든 관점에 있어서 고른 통과율을 보였는데, 이는 다른 실험기구에 비해 비교적 고른 지도가 이루어졌기 때문으로 생각된다. 지식 평가 결과, 또한 모든 문항에서 높은 정답률을 나타냈다.

넷째, 모든 학년에서 각 실험 기구의 실기 평가 통과율이 지식 평가의 정답률보다 낮게 나타난 것으로 볼 때 학생들이 사용방법에 대해 지식적으로는 이해하지만 이것이 행동으로 옮겨지지 않는 경우가 상당히 많다는 것을 의미한다. 따라서 교사는 실험 기구 조작 능력을 지식적으로만 평가하여 다 할 수 있으리라 판단하고 넘어가는 일이 없어야 할 것이다. 또한, 과학 수업에서 실험 기구를 올바르게 사용하는 기능 습득도 중요하나, 과학 기능 훈련이 아닌 과학 교육이 되기 위해서는 그것이 왜 올바른 기구 사용 방법인지에 대해 호기심을 갖고 생각하

게 하는 것이 반드시 필요하며, 그와 함께 학생들에게 알고 있는 것을 실제로 직접 경험해 볼 수 있는 기회를 가능한 많이 제공하여 기구 조작 능력을 실천적으로 익히도록 지도해야 한다. 또한, 교사 양성 과정에서도 예비 교사들이 이러한 기구 조작에 대해 올바르게 이해하고 조작할 많은 기회를 갖도록 해야 할 것이며, 과학 관련 실험 연수와 같은 현장 교사의 재교육에 있어서도 관심을 갖고 실험 기구 조작에 대한 이해를 증진시키도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- 고민애(2006). 초등학교 4학년 화학 실험 영역에서의 학생들의 실험 기구 조작 능력 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 권용주, Lawson, A. E.(1999). Why do most science educators encourage to teach school science through lab- Based instruction?: A neurological explanation. 한국과학교육학회지, 19(1), 29-40.
- 김기명(2004). 초등학교 과학 교육의 현황 및 개선 방안. 화학교육, 31(2), 22-27.
- 박재호, 문정대, 조운복, 황수진, 이영주, 심정애, 성경희, 김영, 박종길(1989). 관찰과 실험에서 기구의 조작 기능에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 9(2), 29-45.
- 백철민(2005). 초등학교 과학 공통 실험 기구 사용 능력 평가 기준 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 여상인, 이병문(2004). 초등학교 학생·예비 교사·현직 교사의 실험 기구 명칭과 용도에 대한 이해. 초등과학교육학회지, 23(1), 45-50.
- 이옥경(2006). 실험기구에 대한 교과서 분석 및 교사와 학생의 이해도에 관한 연구. 부산교육대학교 석사학위논문.
- 이윤종, 기우항, 김영호, 정원우, 양승영, 강용희, 안병호, 임성규, 윤일희, 김중옥, 윤성효(1997). 현행 중등학교 과학 실험·실습 교육 실태 조사 및 그 운영 진단(I)-중학교 과학 실험·실습 교육을 중심으로. 한국과학교육학회지, 17(4), 435-450.
- 이윤종, 오철한, 기우항, 김영호, 정원우, 양승영, 강용희, 안병호, 임성규, 윤일희, 권용주, 전명남, 김중옥, 윤성효(1998). 현행 중등학교 과학 실험·실습 교육 실태 조사 및 그 운영 진단(II)-고등학교 과학 실험·실습 교육을 중심으로. 한국과학교육학회지, 18(3), 383-398.
- 장소영, 노석구(2005). 초등학생의 과학선행도에 영향을 주는 과학수업에 대한 인식 조사. 초등과학교육학회지, 24(4), 435-442.
- 정은영, 홍미영(2004). 초등학교 과학과 실험 및 관찰 수

- 업 사례에서 나타난 수업의 문제점: 도시 지역의 수업 사례를 중심으로. 초등과학교육학회지, 23(4), 287-296.
- 차재선(1984). 저지능 아동의 과학적 학습기능에 관한 연구. 인천교대 과학교육연구소, 84(1), 53-65.
- 최행숙, 백성혜(1999). 초등학교 과학실험 기구 조작 기능에 대한 관찰 평가 준거 개발-초등학교 화학 단원을 중심으로. 초등과학교육학회지, 18(1), 65-73.
- Ritchie, S. M., & Rigano, D. L. (1996). Laboratory apprenticeship through a student research project. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 799-815.
- Shymansky, J. A., Kyle, W. C., & Alport, J. M. (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 387-404.
- Tobin, K. G. & Capie, W. (1982). Development and validation of a group test of integrated science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 133-141.