

환경교육
The Environmental Education
2008. 21권 1호 pp.1~15

내분비계 장애물질 관련 멀티미디어 프로그램 활용 수업의 효과

안현경¹ · 심규철^{1,*} · 소금현² · 여성희³ · 김정민¹

(¹공주대학교 · ²부산교육대학교 · ³이화여자대학교)

Effect of Instruction using Multimedia Program Related to the Endocrine Disruptors

Hyoun-Kyoung An¹ · Kew-Cheol Shim^{1,*} · Keum-Hyun So² ·

Sung-Hee Yeau³ · Jung-Min Kim¹

(¹Kongju National University · ²Busan National University of Education ·

³Ewha Womans University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop the education program using multimedia for endocrine disruptor, and to examine the learning effects of it on high school students. The subjects were 70 tenth grade students in the academic high school located in Chungnam. With dividing them into two groups: the controlled group and the experimental one, lessons were executed respectively. Total average of achievement was significantly different between control and experimental groups. Using multimedia learning can be effective in improving in terms of knowledge achievement. Meaningful difference did appear from almost, but did not appear between using multimedia materials group and traditional approach to tuition classes. The most of experimental group students were interesting of the education program using multimedia, and thought that multimedia learning materials were helpful to understand the lesson about endocrine disruptor. And experimental group students were more active and positive in the lesson using multimedia than in the traditional ones. By providing students with the proper learning materials that go with their traits and preference, the educational environments that students can take part in the class more positively and actively should be provided.

Key words : education program, multimedia, endocrine disruptor, high school students

I. 서론

환경 문제는 인류가 직면하고 있는 중대한 문제로 환경 문제에 대한 대처 방법과 예방에 대한 인식은 심각하게 고려되고 있다. 우리나라도 산업화와 도시화가 빠른 속도로 진행됨에 따라 여러 가지 환경 문제가 제기되고 있는 실정이다. 따라서 학교에서 좀 더 체계적이고 실질적인 환경교육이 시급하다(박현주 등, 2006). 우리는 환경을 구성하고 있는 모든 요소들이 서로 관련되어 작용하고, 인간은 이들 구성원의 한 부분임을 인식하고, 환경에 대한 인간의 영향이 궁극적으로는 환경계 전체에 영향을 주게 되는 특성을 교육을 통하여 이해시킬 필요가 있다(이우봉·정원우, 2000).

대부분의 학생들은 환경을 환경교과에서 보다는 과학 과목에서 학습하고 있으므로(박현주 등, 2006), 과학과 교육과정에 환경 관련 주제를 적극적으로 도입하여 학생들이 환경오염 현상의 원인, 현상, 대책 등에 대하여 명확하게 이해하고 과학과 기술의 긍정적, 부정적 영향에 대하여 인식하게 하여 이를 바탕으로 환경 쟁점에 대한 합리적 의사 결정을 갖추도록 안내해야 할 것이다(정은영, 2006). 또, 과학 교과에서는 학교 환경 교육 강화를 위한 기본 방향을 설정하고 환경 교육이 효율적으로 이루어지도록 해야 할 것이다. 환경교육의 지속적인 개발과 효과적인 적용을 위해서는 좀 더 다양하고 구체적인 프로그램 개발이 필요하다(이우봉·정원우, 2000).

멀티미디어 학습은 방대한 자료를 기반으로 정보 통신 매체라는 강점을 앞세워 다양하고 종합적 사고와 지식을 함양할 수 있다는 점에서 과학 교육의 새로운 가능성을 보여준다(안미경 등, 2005). 과학 학습에서는 학습자의 직접적인 참여나 경험에 의하여 얻어진 개념이 학습자의 지식 구조에 의미있는 변화를 줄 수 있고, 일상 생활에서 활용도가 높으므로 직접 관찰이 중요하다. 그러나 시·공간적 제약으로 직접 관찰이 어려운 경우에는 적절한 모형이나 매체를 학습 보조 자료로 적극 활용하여야 한다(교육부, 1994). 학습을 하는데 있어 멀티미디어 자료는 종래의 문

자와 그래픽을 포함하여 음향, 음성, 이미지, 동화상 등이 복합적으로 구성된 정보가 컴퓨터 시스템에서 처리되므로 자연에 존재하는 정보를 원형에 가깝게 저장, 전달 가능하다(임혜영·안희수, 1999). 멀티미디어 프로그램을 과학과 학습에 이용할 경우, 짧은 시간 내에 다양한 내용을 효율적으로 제시할 수 있고, 쉽게 달성하기 어려운 교육 과정의 목표를 성취하는 새로운 학습 방법으로 학습시간의 단축과 교과에 대한 이해도 및 흥미도를 증대시킬 수 있다(심규철 등, 2007; Bögel *et al.*, 1998; Shim *et al.*, 2005).

정보화 시대의 최첨단 기술인 멀티미디어를 활용한 다양한 수업은 학생들의 학습에 대한 흥미와 의욕을 높여주고 창의력을 길러주어 자기 주도적 학습 능력을 신장시키며, 이의 평가를 공정하고 타당하게 함으로써 학습효과를 극대화 하는데 주도적 역할을 한다(이상규, 2005; Masie-llo *et al.*, 2005; Shim *et al.*, 2005). 또한, 멀티미디어는 개인차를 고려한 개별화 학습을 가능하게 하며, 학생과 교사, 학생과 학습 내용과의 상호작용이 가능하게 하고, 시간과 공간을 초월한 학습을 가능하게 해줌으로써 풍부한 학습 환경을 제공한다(김경희, 2001; 이상규, 2005; Anderson *et al.*, 1999; Newton, 1997). 많은 연구에서 멀티미디어를 근간으로 하는 데이터베이스나 인터넷, 학습용 코스웨어 등을 지식 베이스로 삼아 수행하면 교수·학습에 효과적이라는 결과를 보고하고 있다(임혜영·안희수, 1999; 이명희 등, 2001; 안미경 등, 2005; 배영혜 등, 2006).

멀티미디어 학습 가운데 대표적인 것이 애니메이션 기법을 활용한 교수학습이라 할 수 있을 것이다. 애니메이션 기법을 활용한 교수 학습 자료는 학습자의 흥미와 함께 학업 성취도에도 기여하는 것으로 보고된 바 있다(박재원·백성혜, 2004; 차옥경 등, 2004). 단순히 플래시 애니메이션으로 학습 내용을 구성하기보다는 이미지와 동영상 등을 포함한 애니메이션 기반 멀티미디어 학습 프로그램이 더욱 효과적이다. 과학적 내용에 대한 학습보다도 환경 또는 사회적 요소가 결합된 STS적 학습 내용에서 애니메이션 기반 멀티미디어 학습 프로그램을 개발하여 활용하는

것이 적합하다(소금현 등, 2006).

한편, 과학 기술의 괄목할만한 발전에 의해 인간은 지금까지 자연계에 존재하지 않았던 합성 화학물질을 무수히 만들어 왔다. 이처럼 생활에 깊이 파고 들어 있는 화학물질의 존재 속에 인간과 자연의 지속 가능한 유지 발전을 가로막고 있는 것이 내분비계 교란 작용을 갖는 화학물질, 즉, 배분비계 장애물질이다(유현주, 2003). 내분비계 장애물질에 대한 교육의 필요성은 인간과 환경과의 관계를 잘 이해하고 내분비계 장애물질이 환경에 미치는 악영향을 잘 인지하고 개선해 나가는데 있다(이우봉·정원우, 2000).

내분비계 장애물질에 대한 인식은 대중매체를 통해 어느 정도 이루어지고 있으나, 실제 행동에 대한 지식은 거의 습득하지 못하고 있는 상태이다. 실제로 최수연 등(2006)의 연구에 의하면 우리나라 고등학생들의 내분비계 장애물질에 대한 인식 수준은 높았으나, 지식 수준은 매우 낮은 것을 알 수 있다. 이것은 내분비계 장애물질에 대한 학교 교육 과정이 지식에 대한 교육과 아울러 그에 따른 올바른 행동을 연결시킬 수 있는 방향으로 설계되어야 함을 의미한다. 과학 교육은 단순히 지식 전달만이 아니라 학생들의 행동 변화를 일으킬 수 있는 방향으로 이루어져야 할 것이다(유현주, 2003; 최수연 등, 2006).

이에 본 연구에서는 배분비계 장애물질 학습에 대한 멀티미디어 활용 학습 자료를 개발하고, 고등학생을 대상으로 적용하여 멀티미디어 활용 수업의 효과를 알아보고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구에서는 고등학생들을 대상으로 내분비계 장애물질에 대한 멀티미디어 학습 프로그램을 개발하고, 그 교육적 효과에 대해 알아보고자 하였다. 이에 대한 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 내분비계 장애물질 관련 멀티미디어 프로그램 활용 수업의 학업 성취 효과

둘째, 내분비계 장애물질 관련 멀티미디어 프로그램 활용 수업에 대한 학생의 인식

2. 연구 대상

내분비계 장애물질에 대한 멀티미디어 프로그램의 학습 효과를 알아보기 위해 충남 소재 고등학교 1학년 2개 학급(통제집단 1개, 실험집단 1개)을 선별하여 총 70명을 대상으로 연구를 수행하였다(표 1). 두 집단의 동질성 검증을 하기 위하여 과학 성적에 대한 t 검정을 실시하였으며, 그 결과 통계적으로 유의한 차이가 없이 동일한 집단이라는 것을 알 수 있었다(표 2).

3. 연구 과정

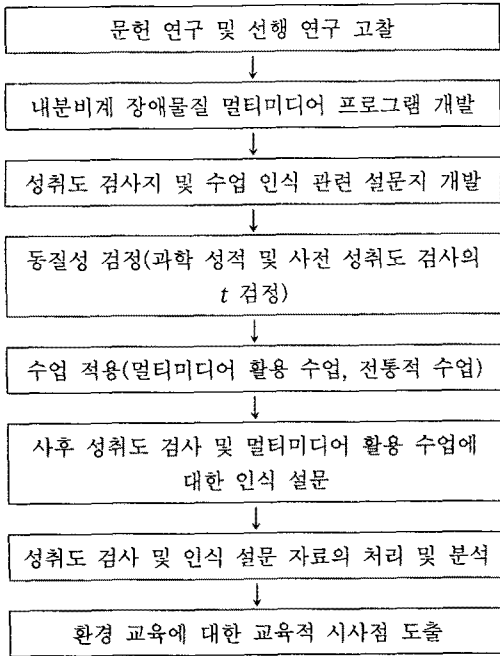
본 연구는 2006년 12월에 시작하여 2007년 12월 까지 <그림 1>과 같은 과정으로 수행되었다. 먼저 멀티미디어 활용 학습 관련 문헌과 선행 연구를 고찰하고, 고등학교 교육과정에서 내분비계 장애물질과 관련된 단원의 자료를 수집하여 분석하였다. 그리고 본 연구에 대한 교수·학습 과정을 정립하여 이에 대한 멀티미디어 프로그램

<표 1> 실험집단과 통제집단의 학생 수

구분	학급수	학생수
실험집단	1	35
통제집단	1	35
전체	2	70

<표 2> 실험집단과 통제집단의 과학성적 t 검정 결과

구분	평균	표준편차	자유도	t	p
실험집단	61.089	9.220	68	.004	.997
통제집단	61.079	10.757			



〈그림 1〉 연구의 과정

활용 수업을 위해 학습 지도안과 활동지를 제작하였고, 지식 성취도와 수업에 대한 인식을 알아보기 위해 검사 도구를 개발하였다.

멀티미디어 프로그램을 활용한 수업 적용 전, 고등학교 2개 학급의 과학 성적에 대해 t 검정을 실시하였다. 그 후, 수업 적용은 통제집단과 실험 집단 모두 2차시에 걸쳐 실시하였다. 수업 적용이 끝난 후 각각의 집단에 대해 동일한 검사지로 지식 성취도 사후검사를 실시하였다. 또, 실험 집단은 수업에 대한 인식 관련 설문 조사를 실시하였다. 연구 결과는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 t 검정과 빈도분석을 하였다.

4. 검사도구의 개발

가. 성취도 검사지

성취도 검사지의 문항은 고등학교 학생의 내분비계 장애물질에 대한 지식 성취도를 알아보기 위해 고안되었다. 이 검사지는 실험집단(멀티미디어 활용 수업 참여 집단)과 통제집단(전통적 수업 참여 집단)의 모든 학생들을 대상으로 실시

〈표 3〉 내분비계 장애물질에 대한 지식 성취도 검사지의 문항 구성

하위 영역	문항 유형	문항 수	배점 (점)
내분비계 장애물질의 정의	단답형, 서술형	2	10
내분비계 장애물질의 특징	진위형	7	10
내분비계 장애물질의 합성 및 유입 경로	진위형	8	10
내분비계 장애물질의 영향	서술형	1	10
내분비계 장애물질의 종류	배합형	6	10
내분비계 장애물질에 대한 대책	서술형	1	10
계		25	60

하였다. 검사지는 내분비계 장애물질의 정의, 내분비계 장애물질의 특징, 내분비계 장애물질 합성 및 유입 경로, 내분비계 장애물질의 영향, 내분비계 장애물질의 종류, 내분비계 장애물질에 대한 대책의 6개 영역으로 내분비계 장애물질에 대한 지식 성취도를 알아보는 것으로 30문항 정도로 구성하였다(표 3).

이를 동료 생물 교사 및 사범대학 교수 5인에게 검토를 의뢰하여 학습자 수준을 고려하여 수정·보완하여 사용하고 이를 충남 지역의 타 학교의 동일 학년에 사전 검사를 실시하여 문구의 수정하고 학습 효과에 대한 검증이 가능하다고 판단되는 총 25문항을 선정하여 활용하였다. 검사 실시 후 검사의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .737로 내적 일관성이 수용할만한 것으로 나타났다.

나. 멀티미디어 활용 수업에 대한 인식 설문지

멀티미디어 활용 수업에 대한 인식 설문지는 내분비계 장애물질에 대한 멀티미디어 활용 수업의 인식 정도를 알아보기 위해 고등학교 수준에 맞게 작성하였다. 이전에 멀티미디어 활용이나 수업에 대한 학습 인식 관련 설문 문항을 참조하여(소금현 등, 2006; 차옥경 등, 2004) 수업 인식에 대한 설문 문항을 개발하고, 생물 교사, 대

〈표 4〉 수업에 대한 인식 설문지의 문항 구성

수업에 대한 설문 영역	문항수
흥미	2
이해	2
학습의 유용성	1
참여	5
계	10

학교수 등 5인 검토하여 설문지를 완성하였다.

멀티미디어 활용 수업에 대한 인식 설문지는 실험집단의 학생들만을 대상으로 실시하였으며, 흥미, 이해, 학습의 유용성, 참여 영역 등을 망라하여 총 10문항으로 구성하였다. 각 문항은 리커트 척도 5단계로 응답하도록 구성하였다(표 4). 또, 문항에 대한 이유를 답할 수 있도록 하위 문항을 제시하였다. 본 설문지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .730으로 내적 일관성이 수용할만한 것으로 나타났다.

5. 멀티미디어 프로그램의 개발

본 연구에 적용한 멀티미디어 프로그램은 내분비계 장애물질의 정의와 특성뿐 아니라 내분비계 장애물질의 종류와 피해 사례, 작용 기작 등을 구체적으로 포함하고 있다. 멀티미디어 프로그램의 소주제와 표현 방법은 다음에 제시된 〈표 5〉와 같다.

가. 애니메이션(배낭여행)

고등학생들에게 내분비계 장애물질의 의미를

〈표 5〉 내분비계 장애물질 관련 멀티미디어 프로그램의 소주제와 표현 방법

주제	표현 방법
내분비계 장애물질의 정의, 작용 기작, 발생 원인, 대책	애니메이션
내분비계 장애물질의 종류, 특성, 피해 사례	데이터베이스

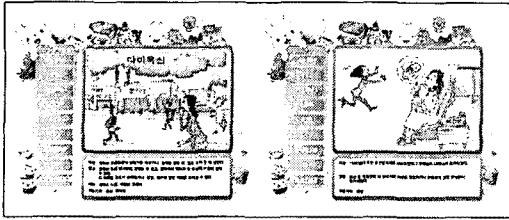


〈그림 2〉 내분비계 장애물질 애니메이션(배낭여행)의 장면들

쉽고 재미있게 전달하기 위하여 '배낭여행' 과정에서 학생들이 여러 나라를 통해 보고 들은 경험을 소재로 제작된 애니메이션이다(그림 2). 수달과 바다표범의 생활, 가마우지의 비정상적인 행동 등 학습자의 흥미를 유발할 수 있는 주제를 선택하여 내분비계 장애물질의 피해 사례를 제시하고, 전문가와의 대화를 통해 내분비계 장애물질의 정의, 작용 기작, 체내 유입 경로, 피해 대책에 대해서 함께 이야기하는 장면을 통해 학생들이 내분비계 장애물질에 대한 전반적인 내용을 이해할 수 있도록 구성하였다(표 6).

〈표 6〉 애니메이션 '배낭여행'에 포함된 내용

	내용
개념	· 배분비계 장애물질
등장 인물	· 하늘이, 바다-배낭여행을 하는 학생들 · 삼촌-환경호르몬 전문가
포함된 내용	· 내분비계 장애물질의 정의 · 내분비계 장애물질의 작용 기작 · 내분비계 장애물질 발생 원인 · 내분비계 장애물질의 유입 경로 · 내분비계 장애물질에 대한 대책
표현 방식	· 하늘이와 바다가 배낭여행을 하면서 내분비계 장애물질의 피해 사례를 관찰하고 삼촌을 만나 대화하면서 내분비계 장애물질에 대한 의미를 이해하도록 구성



〈그림 3〉 데이터베이스의 물질 설명 및 피해 내용의 예시

나. 데이터베이스

전체적으로 내분비계 장애물질의 종류와 각각의 특성, 작용 기작, 피해 사례를 포함하고 있다. 데이터베이스의 화면 구성은 내분비계 장애물질의 종류가 좌측의 메뉴 바에 나타나도록 구성하고, 각각의 메뉴 바에서 선택된 내분비계 장애물질의 종류와 관련된 이미지와 설명이 중앙에 나타나도록 되어 있다. 제시된 이미지의 좌우 화살표를 통해 다음 이미지나 이전 이미지로 이동할 수 있다(그림 3). 그리고 이에 해당하는 내분비계 장애물질의 종류와 각각의 특성과 내분비계 장애물질의 작용 기작은 <표 7> 및 <표 8>과 같다.

6. 멀티미디어 프로그램 활용 수업

멀티미디어 프로그램 활용 수업을 위해 고등 학생의 수준을 고려하여 내분비계 장애물질에 대한 학습 요소를 <표 9>와 같이 추출하고 내분비계 장애물질의 정의, 내분비계 장애물질이 생태계에 주는 영향, 내분비계 장애물질의 생성 경로, 내분비계 장애물질에 대한 문제 해결 방법, 내분비계 장애물질이 함유된 제품 등은 애니메이션에 포함된 내용으로 활동지의 안내에 따라 학습 내용을 정리할 수 있도록 하였다. 내분비계 장애물질의 종류, 특징 등에 관해서는 데이터베이스의 자료를 활용하여 설명하였다.

그리고 수업은 총 2차시에 걸쳐 멀티미디어를 활용한 수업으로 진행되었다(표 10). 실험집단의 1차시에는 '배낭여행'에 대한 애니메이션을 제시하여 활동지를 통해 내분비계 장애물질에 대해 정리할 수 있도록 하였다. 활동지에 정리된 내용

을 확인하는 과정에서 애니메이션을 다시 시청할 수 있도록 하였다. 2차시에는 데이터베이스를 통해 내분비계 장애물질의 종류와 특징에 대해 설명하고 활동지를 통해 학습 내용을 정리할 수 있도록 지도하였다. 그리고 1, 2차시에 학습한 내용을 바탕으로 내분비계 장애물질에 대한 뉴스 원고를 제작할 수 있도록 하여 수업을 정리하였다.

통제집단의 1, 2차시는 실험집단과 동일한 학습 내용을 ppt 자료와 유인물을 통해 설명하는 전통적 방식으로 수업을 진행하였다. 전통적 수업은 프리젠테이션을 기반으로 텍스트, 그림이나 이미지 등을 포함하여 교육 목표, 학습 요소, 학습 목표, 학습 내용 및 활동지는 실험집단과 동일하게 제시되었으며 동일한 과정을 통해 학습하도록 하였다.

활동지는 「활동 1. 배분비계 장애물질이란?」, 「활동 2. 내분비계 장애물질의 심각성」으로 구성되어 있다. 활동 1은 애니메이션을 통해 내분비계 장애물질의 정의, 내분비계 장애물질이 생태계에 주는 영향, 내분비계 장애물질의 생성 경로, 내분비계 장애물질에 대한 문제 해결 방법, 내분비계 장애물질이 함유된 제품 등에 대해 알게 된 학습 내용을 정리한 활동이다. 활동 2는 데이터베이스를 통해 내분비계 장애물질의 종류, 특징 등에 관해 알게 된 지식을 정리하고 이를 바탕으로 내분비계 장애물질에 대한 뉴스 진행 원고를 만들어 글로 표현해 보도록 하였다. 활동지에는 내분비계 장애물질이란 정식 명칭 대신 학생들이 보편적으로 인식하고 있는 환경호르몬이라는 용어를 사용하였다.

수업 적용이 끝난 후, 두 집단 모두 동일한 평가지로 성취도 측정을 실시하였고, 실험집단에 대해서만 수업 인식에 대한 설문 검사를 하였다.

7. 결과 분석

본 연구는 멀티미디어 활용 수업이 전통적인 수업과 비교하여 성취도 측면에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내는지 알아보았다. 또, 멀티미디어 활용 수업에 대한 설문을 통해 흥미, 이해,

<표 7> 데이터베이스에 포함된 내분비계 장애물질의 종류와 특성

종류	내용
다이옥신	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 맹독성 화합물로서 쓰레기를 태우거나, 농약을 만들 때, 염소 표백할 때 생성 · 영향 : 모유를 통해 아기에게 전달될 수 있고, 면역력이 떨어져 입 주위에 기형이 유발, 이 밖에도 정소가 위축되거나, 불임, 태아의 발달 저해를 초래 · 사례 : 세배소 사건, 베트남 고엽제 · 작용 기작 : 붕쇄, 방아쇠
DDT	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 살충제, 농약 등으로 널리 사용되었으나 쉽게 분해되지 않고 내성이 생길 수 있으며 생물 농축의 문제 발생 · 영향 : 생식기나 성호르몬 분비에 이상을 줄 수 있으며 암을 유발 · 사례 : 아포프카 호의 악어 · 작용 기작 : 모방, 붕쇄
비스페놀A	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 주변의 플라스틱 그릇이나 컵 등에서 녹아나옴 · 영향 : 암세포를 증가, 적혈구를 약화, 생식기능에 이상 · 작용 기작 : 모방
스티렌	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 컵라면 용기에 뜨거운 물을 붓거나 가열할 경우 녹아 나옴 · 영향 : 백혈병이나 암을 유발 · 작용 기작 : 모방
PCB	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 열에도 강하고 잘 타지 않으며, 쉽게 분해되지 않음 · 영향 : 성호르몬을 비롯한 내분비계나 소화기, 신경계에 이상, 뼈와 근육의 기형이나 피부병을 유발, 심하면 사망 · 사례 : 가네미유 사건 · 작용 기작 : 모방
DES	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 1960년대 유산방지제로 사용, 부작용으로 사용 금지 · 영향 : 임신 중 복용했을 때 자손의 생식기에 이상, 딸들에게 질암 발생율이 증가 · 작용 기작 : 모방
노닐 페놀류	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 석유제품의 산화방지제나 부식방지제에 포함, 여성호르몬과 같은 작용 · 영향 : 눈과 피부를 자극, 일부 어류에서 난소와 정소를 함께 가진 암수동체 나타남 · 작용 기작 : 모방
TBT	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 선박용 페인트에 첨가되는 화합물, 부착 방해 효과 · 영향 : 어패류 내에 쌓이면 기형을 유발, 성장 저해, 암컷에서 수컷의 생식기가 발달, 산란장으로 개체수가 감소 · 작용 기작 : 모방
식물에스트로젠	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 콩이나 클로버 등의 식물에 포함되어 있으며 에스트로젠과 비슷한 작용. 인체 내에서 수용성이 높아져 소변으로 빠르게 배출 · 영향 : 양들의 대량 불임(1940년대 오스트레일리아) · 작용 기작 : 모방, 붕쇄
DEHP	<ul style="list-style-type: none"> · 특성 : 플라스틱의 유연성을 위해 많이 사용되는 물질, 플라스틱에서 쉽게 녹아나오지만 잘 분해되지 않고 잔류성이 높음 · 영향 : 지방에 친화성이 높아 지방을 많이 포함한 식품을 오염시키고, 섭취할 경우 체내의 지방조직에 쌓임, 쥐의 경우 정자수를 감소, 정소의 크기도 축소

유용성, 참여 측면에서 학생들이 가지고 있는 인식을 조사하였다. 검사 결과는 SPSS 12.0을 이용

하여 분석하였고, 검사 도구의 신뢰도(Cronbach' α) 측정, t 검정 및 빈도 분석을 하였다.

〈표 8〉 내분비계 장애물질의 작용 기작

기작	설명
모방 (mimics)	호르몬 모방작용이란 내분비계 장애물질이 마치 정상호르몬인 것처럼 호르몬 수용체와 결합하여 세포 반응을 일으키는 것으로서, 대표적인 물질이 DES(Diethylstilbestrol)나 식물성 에스트로젠 등이다. DES나 그 유사 물질은 정상 호르몬보다 강하거나 혹은 약하게 작용하여 내분비계의 교란 작용을 유발할 수 있다. 내분비계 장애물질이 자연 호르몬을 흉내내어 자연 호르몬과 같은 세포반응을 유발한다. 이 세포반응의 강도는 자연 호르몬의 그것보다 훨씬 약한 경우가 대부분이지만 오히려 더 강할 수도 있다.
봉쇄 (blocking)	호르몬 봉쇄작용이란 내분비계 장애물질이 호르몬 수용체 결합 부위를 봉쇄함으로써 정상호르몬이 수용체에 접근하는 것을 막아 내분비계가 기능을 발휘하지 못하도록 하는 것이다. 대표적으로는 DDE(DDT의 분해산물)의 경우, 고환의 안드로젠 호르몬 기능을 봉쇄하는 것으로 알려져 있다. 그 자체로는 호르몬으로 작용하지 않으면서, 자연 호르몬과 결합할 수용체를 막아버림으로써 자연 호르몬의 기능을 마비시킨다. 그 결과 생명체의 기능 유지에 필요한 자연 호르몬의 작용이 감소하게 되어 피해를 준다.
방아쇠 (trigger)	방아쇠 작용은 내분비계 장애물질이 수용체와 반응함으로써 정상적인 호르몬 작용에서는 일어나지 않는 세포분열이나 생체 내에서 물질의 대사와 합성 등의 변화를 유발한다. 이러한 영향으로서는 단백질 수용체와의 결합, 발암 과정 같은 비정상적 분화와 증식, 대사 이상, 불필요한 물질의 생성 등이다. 다이옥신 및 그 유사물질 등이 여기에 해당된다.

〈표 9〉 내분비계 장애물질에 대한 학습 요소

	학습 요소
내분비계 장애물질	<ul style="list-style-type: none"> · 내분비계 장애물질의 정의 · 내분비계 장애물질이 생태계에 주는 영향 · 내분비계 장애물질의 생성 경로 · 내분비계 장애물질에 대한 문제 해결 방법 · 내분비계 장애물질 함유 제품 · 내분비계 장애물질의 종류, 특징 (다이옥신, DDT, 비스페놀A, 스티렌, PCB, DES, 노닐페놀류, TBT, 식물에스트로젠) · 내분비계 장애물질의 작용 기작 <ul style="list-style-type: none"> * 모방, 봉쇄, 방아쇠

III. 연구 결과 및 논의

1. 멀티미디어 활용 수업이 지식 성취도 향상에 미치는 효과

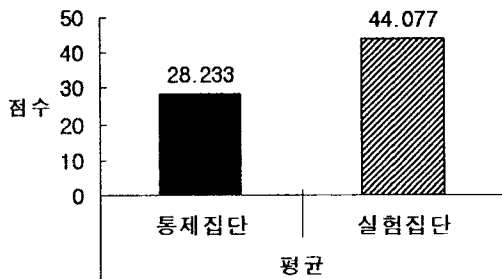
멀티미디어 프로그램 활용 수업이 지식 성취도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 내분비계 장애물질에 대한 수업 경험이 없는 동일한 두 개의 집단을 설정하고, 전통적인 수업을 진행하는 통제집단, 멀티미디어 프로그램 활용 수업을 진행

〈표 10〉 차시별 학습 목표 및 내용

차시	학습 목표	학습 내용
1	<ul style="list-style-type: none"> · 내분비계 장애물질의 작용 원리와 우리 생활에 미치는 영향에 대해 설명할 수 있다. · 내분비계 장애물질 함유 제품과 생성 경로에 대해 설명할 수 있다. · 내분비계 장애물질을 줄일 수 있는 방안을 알아보고, 정리하여 말할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 내분비계 장애물질의 정의 · 내분비계 장애물질이 생태계에 주는 영향 · 내분비계 장애물질 생성 경로 · 내분비계 장애물질 문제 해결 방법 · 내분비계 장애물질 함유 제품
2	<ul style="list-style-type: none"> · 내분비계 장애물질의 종류와 특징에 대해 설명할 수 있다. · 내분비계 장애물질을 줄일 수 있는 방안을 호르몬 종류에 따른 각각의 특성에 따라 유추하여 설명할 수 있다. · 내분비계 장애물질에 대한 학습내용을 정리하여 환경호르몬 주제로 뉴스 진행 원고를 작성할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 내분비계 장애물질의 종류, 특징 · 내분비계 장애물질의 작용 기작

하는 실험집단을 구성하여 연구하였다. 실험처치 후 수업 내용의 하위 영역을 세분화 하여 성취도 검사를 실시하였다.

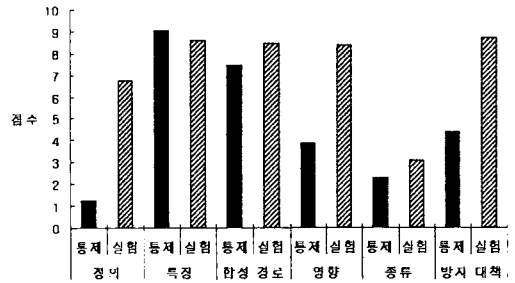
집단 간 평균은 통제집단 28.233점, 실험집단 44.077점으로 실험집단이 통제집단보다 높은 점수를 나타냈다(그림 4). 집단 간 점수는 매우 통계적으로 유의한 차이를 보였는데, 이를 통해 멀티미디어 프로그램 활용 수업이 전통적 수업보다 내분비계 장애물질에 대한 지식 성취도를 향상시키는데 효과적임을 알 수 있다(표 11). 이는 애니메이션을 포함한 멀티미디어 자료의 활용이 학습에 대한 동기를 유발시키고, 학습에 집중할 수 있도록 하는 학습 동기 유발에 효과적이고 과학 개념을 전달함에 있어서도 효과적이어서 지식 성취도 향상에 기여한 것으로 생각된다(박재원·박성혜, 2004, 윤치원 등, 2005). 특히, 환경호르몬은 환경으로부터 생물체내에서 유입되어 생물학적 작용을 하는 물질로써 비가시적인 추상적 개념이라 할 수 있는데, 이러한 추상적 개념이나 순간적으로 일어나는 현상이 아닌 지속적으로 관찰해야 알 수 있는 현상 등을 학습하는



〈그림 4〉 실험집단과 통제집단의 평균

〈표 11〉 실험집단과 통제집단의 평균 점수 t 검정 결과

영역	구분	평균	표준 편차	자유도	t	p
전체 (60점 만점)	통제 집단	28.233	8.430	68	8.676	.000
	실험 집단	44.077	6.598			



〈그림 5〉 실험집단과 통제집단의 영역별 평균

데 멀티미디어 자료가 효과적이라는 이전의 연구 결과(심규철 등, 2003; 차옥경 등, 2004)들과 유사한 결과를 알 수 있었다.

대부분의 하위 영역에서 실험집단의 평균이 통제집단보다 높은 것으로 나타났다(그림 5). ‘환경호르몬의 특징’ 영역에서는 통제집단의 평균이 9.029점, 실험집단의 평균이 8.580점으로 통제집단이 실험집단보다 더 높은 점수를 나타냈는데, 이것은 이 영역 자체가 현상적인 이해보다는 정리된 학습 내용을 기억하는 활동을 필요로 하기 때문에, 애니메이션을 보고 등장 인물들의 대화 내용 중에 환경호르몬의 특징을 찾아 정리한 후 학습 내용을 기억해야 하는 실험집단 학생들 보다는 이미 환경호르몬의 특징이 요약된 자료가 주어진 통제집단 학생들의 성취도가 높게 나타난 것으로 사료된다.

내분비계 장애물질 관련 내용의 하위 영역에 대해 멀티미디어 활용 수업과 전통적 수업 집단 간의 성취도를 t 검정을 실시한 결과, ‘내분비계 장애물질의 정의’, ‘내분비계 장애물질의 합성 경로’, ‘내분비계 장애물질의 영향’, ‘내분비계 장애물질에 대한 대책’ 영역에 대한 학습에서는 집단 간 평균 차가 매우 유의미하게 나타났다(표 12, $p < .01$). 반면 ‘내분비계 장애물질의 종류’ 영역에서도 집단별 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 이 영역 역시 학생들의 이해를 필요로 하기 보다는 정리된 자료를 기억하는 단편적 암기 능력을 필요로 하기 때문에, 이미 정리되어진 자료로 학습하는 통제집단의 학습 성취도가 더 높게 나타난 것으로 사료된다. 이와 같은 영역에 대해 애니메이션과 데이터베이스의 멀티미디어 자

〈표 12〉 실험집단과 통제집단의 영역별 t 검정 결과

하위 영역(각 10점 만점)	구분	평균	표준편차	자유도	t	p
내분비계 장애물질의 정의	통제집단	1.236	2.434	68	9.643	.000
	실험집단	6.755	2.352			
내분비계 장애물질의 특징	통제집단	9.029	1.377	68	-1.264	.210
	실험집단	8.580	1.589			
내분비계 장애물질의 합성 경로	통제집단	7.428	1.792	68	2.493	.015
	실험집단	8.428	1.556			
내분비계 장애물질의 영향	통제집단	3.885	3.462	68	6.387	.000
	실험집단	8.342	2.248			
내분비계 장애물질의 종류	통제집단	2.276	2.791	68	1.362	.178
	실험집단	3.075	2.007			
내분비계 장애물질의 방지 대책	통제집단	4.376	3.768	68	5.646	.000
	실험집단	8.716	2.461			

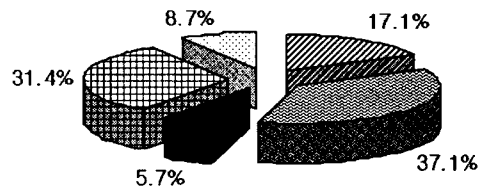
료가 추상적인 학습 내용을 구체적으로 나타내 학생들의 이해도를 높였기 때문에 나타난 결과로 보여진다. 또, 단순히 멀티미디어 자료를 시청하여 이해하는 것뿐만 아니라 활동지의 안내를 통해 자료에 대해 이해한 학습 내용을 학습자 자신이 정리하였기 때문에 학습 효과가 높게 나타난 것으로 사료된다.

2. 멀티미디어 프로그램 활용 수업에 대한 학생들의 인식

멀티미디어 프로그램 활용 수업에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해 수업에 대한 흥미, 이해, 참여, 다른 학습이나 과목에 유용 정도에 대해 설문 조사·분석하였다(표 13). '멀티미디어 프로그램 활용 수업이 흥미로운가?'에 관련한 학생들의 응답에 대해 '매우 그렇다'라고 답한 학생이 20.0%, '그렇다'라고 답한 학생이 77.1%, '보통이다'라고 답한 학생들이 2.9%로 조사되었다. 이는 대부분의 학생들이 내분비계 장애물질에 대한 멀티미디어 활용 수업에 흥미를 가졌다고 할 수 있는 결과이다.

흥미를 갖게 된 이유에 대해서 조사를 한 결

과는 〈그림 6〉과 같이 학생들은 멀티미디어 활용 수업에 흥미를 갖게 된 이유를 '복잡한 내용이 이해가 잘 되어서(37.1%)', '선생님의 일방적인 주입식 수업이 아니어서(31.4%)', '컴퓨터를 활용하기 때문에(17.1%)', '활동지에 수업 내용을 스스로 정리할 수 있어서(8.7%)', '새로운 방식의 자료에 대한 신기함 때문에(5.7%)' 순으로 들고 있다. 특이할만한 것은 선생님의 일방적인 주입식 수업이 아니라는 이유로 31.4% 학생이 멀티미디어 활용 수업에 흥미를 가지고 있는 것으로 나타났다. 이것은 수업 적용을 한 집단이 충남 소재의 인문계 고등학교인 만큼 현실적으로는



- 컴퓨터 활용
- 자료의 신기함
- 활동지 작성
- ▨ 이해감 높음
- ▨ 일방적 수업이 아님

〈그림 6〉 멀티미디어 활용 수업에 흥미를 갖는 이유

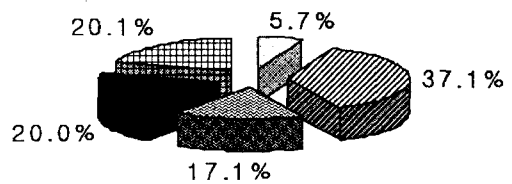
<표 13> 멀티미디어 프로그램 활용 수업에 인식

물음		응답				
		매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
멀티미디어 프로그램 활용 수업이 흥미로운가?	빈도(명)	0	0	1	27	7
	백분율(%)	0.0	0.0	2.9	77.1	20.0
멀티미디어 활용 수업이 학습에 대한 이해력을 높이는 데 도움이 되었는가?	빈도(명)	0	0	1	22	12
	백분율(%)	0.0	0.0	2.9	62.8	34.3
멀티미디어 프로그램을 활용한 수업이 다른 내용을 학습할 때에도 도움이 되리라고 생각하나요?	빈도(명)	0	0	6	15	14
	백분율(%)	0.0	0.0	17.1	42.9	40.0
설명만으로 이루어지는 수업보다 멀티미디어를 활용한 본 수업에 더 적극적으로 참여하였나요?	빈도(명)	0	0	5	19	11
	백분율(%)	0.0	0.0	14.3	54.3	31.4
다음에 멀티미디어 활용 수업에 참여할 수 있는 기회가 주어진다면 설명식 수업보다 수업에 더 잘 참여할 것인가요?	빈도(명)	0	1	6	17	11
	백분율(%)	0.0	2.9	17.1	48.6	31.4
친구들은 설명만으로 이루어지는 수업보다 멀티미디어를 활용한 본 수업에 더 적극적으로 참여하였나요?	빈도(명)	0	2	5	22	6
	백분율(%)	0.0	5.7	14.3	62.9	17.1

지식 습득 위주의 전통적인 교육 방법이 많이 이루어져 나타난 결과라고 할 수 있다(이명희, 2001). 다른 한편으로 보면 학생들의 수업에 대한 흥미를 높이기 위한 방안의 강구가 필요하다는 것을 나타내 주는 결과이다.

학생들 중 '멀티미디어 활용 수업이 학습에 대한 이해력을 높이는 데 도움이 되었는가?' 라는 질문에 대해 '매우 그렇다'고 답한 학생이 34.3%, '그렇다'는 62.9%, '보통이다'고 답한 학생들이 2.9%로 조사되었다. 대부분의 학생들에게 멀티미디어 활용 수업이 환경호르몬에 대한 학습 내용을 이해하는 데 도움을 주었다고 할 수 있다.

수업에 대한 이해가 높아진 이유에 대한 응답 결과는 <그림 7>과 같다. 가장 많은 학생들이 '애니메이션의 내용이 알기 쉽게 구성되어서(37.1%)'라고 답했고, '주변에서 흔히 볼 수 있는 친숙한 상황으로 이루어져서(20.1%)', '학생 위주



- 학습내용 정리가 되어서
- ▨ 알기 쉽게 구성되어서
- ▤ 보충자료가 있어서
- 학생 위주의 수업이어서
- ▣ 친숙한 상황을 제공해서

<그림 7> 멀티미디어 활용 수업에 이해를 높이는 이유

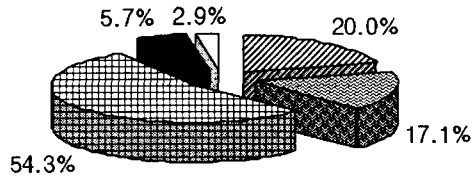
의 수업이기 때문에(20%)' 순으로 대답했다. '보충자료가 있어서(17.1%)', '활동지를 통해 스스로 학습 내용을 정리하기 때문에(5.7%)'의 답이 뒤를 이었다. 이것은 멀티미디어 프로그램에 추상

적인 학습 내용이 자세히 제시되고, 우리가 주변에서 흔히 볼 수 있는 익숙한 형태로 자료가 제시되었을 때 학생들이 학습 내용을 이해하는 데 도움을 줄 수 있다는 사실을 나타낸다(소금현 등, 2006). 이와 같은 결과는 학습자와 학습 내용의 특성에 따라 흔히 접할 수 있는 친숙한 소재를 멀티미디어 프로그램에 활용하여 효율적인 수업 자료를 제작해야 한다는 필요성을 시사한다.

‘멀티미디어 프로그램을 활용 수업이 다른 내용을 학습할 때에도 도움이 되리라고 생각하나요?’ 라는 질문에 ‘매우 그렇다(40.0%)’, ‘그렇다(42.9%)’라고 응답하여, 80% 이상의 학생이 다른 과목이나 다른 내용을 학습할 때에도 멀티미디어 프로그램을 사용하기를 희망하는 것으로 나타났다. 나머지 학생(17.1%)도 ‘보통이다’라고 대답하였다. 이것은 학생들이 과학적 내용, 환경 교육에 대한 학습뿐 아니라 다른 과목의 학습에서도 멀티미디어 활용 수업을 선호한다는 것을 나타내 준다. 이와 같은 결과는 특정 교과뿐 아니라 각 교과에서 실생활 중심의 친숙한 소재를 바탕으로 한 멀티미디어 자료가 개발되어 수업에 활용되어야 한다는 것을 보여준다(성기상, 2005).

‘설명만으로 이루어지는 수업보다 멀티미디어를 활용한 본 수업에 더 적극적으로 참여하였나요?’라는 질문에 ‘매우 그렇다’가 31.4%, ‘다소 그렇다’가 54.3%, ‘보통이다’가 14.3%로 응답하여 대부분의 학생들이 전통적인 수업 방식보다 멀티미디어를 활용한 수업에 학생들의 참여도가 높은 것으로 나타났다.

멀티미디어 활용 수업에 적극적으로 참여한 이유를 살펴보면 ‘애니메이션을 시청하는 것이 재미있어서(54.3%)’, ‘이해가 잘 되어서(20.0%)’, ‘호기심이 유발되어서(17.1%)’, ‘활동 위주의 수업이기 때문에(5.7%)’, ‘수업에 참여하지 않으면 선생님의 제재를 받아서(2.9%)’ 순으로 나타났다(그림 8). 애니메이션 시청하는 것이 재미있어서 적극적으로 참여했다는 응답을 통해 과반수 이상의 학생들이 애니메이션 기반 멀티미디어 활용 수업을 하는 것에 관심을 갖고 참여한다는 것을 알 수 있다. 이것은 애니메이션에 등장하는 캐릭터, 그들의 대화, 단순화된 배경 등의 구성요소로 인해 학습자들이 학습 내용을 좀 더 쉽고



- ▣이해도 높음
- ▤재미있는 자료
- ▥선생님의 제재
- ▧호기심 유발
- ▨참여 위주의 수업

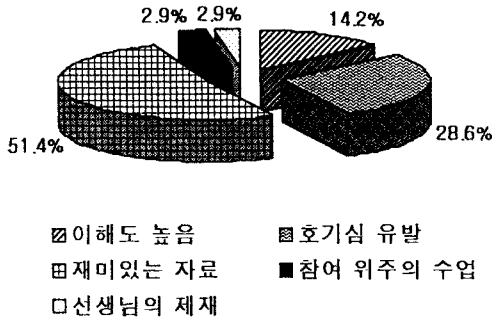
〈그림 8〉 멀티미디어 활용 수업에 참여하는 이유

친숙하게 인식했기 때문으로 사료된다(유현주, 2003).

‘다음에 멀티미디어 활용 수업에 참여할 수 있는 기회가 주어진다면 설명식 수업보다 수업에 더 잘 참여할 것인가요?’라는 질문에 ‘매우 그렇다’가 31.4%, ‘그렇다’가 48.6%, ‘보통이다’가 17.1%, ‘그렇지 않다’가 2.9%로 나타났다. 대부분의 학생들이 다음 수업에도 잘 참여하겠다고 답했지만, 소수의 학생은 정리된 자료나 유인물이 없어 다음 번 복습에 부담감이 생겨난다는 이유로 다소 부정적인 응답을 했다. 면담 결과, 항상 정리된 자료와 교과서로 수업을 받아온 학생들 중 일부는 멀티미디어를 활용한 수업 자료를 스스로 정리하는데 필요 이상의 부담을 갖는 것으로 나타났다.

‘친구들은 설명만으로 이루어지는 수업보다 멀티미디어를 활용한 본 수업에 더 적극적으로 참여하였나요?’라는 질문에 ‘매우 그렇다’를 17.1%, ‘그렇다’를 62.9%, ‘보통이다’를 14.3%, ‘그렇지 않다’를 5.7%로 응답했다. 자신들의 참여도의 응답 결과와 비교해 볼 때 자신들보다는 친구들의 참여도를 다소 낮게 보는 결과가 나타났다.

멀티미디어 활용 수업에 친구들이 적극적으로 참여한 이유를 예상한 결과를 살펴보면 ‘애니메이션을 시청하는 것이 재미있어서(51.4%)’, ‘호기심이 유발되어서(28.6%)’, ‘내용의 이해가 잘 되어서(14.2%)’, ‘활동 위주의 수업이어서 집중할 수 있어서(2.9%)’, ‘수업에 참여하지 않으면 선생님의 제재를 받아서(2.9%)’ 순으로 응답했다(그림 9). 이것은 학생들이 동료 학습자들이 자신과



〈그림 9〉 친구들이 멀티미디어 활용 수업에 참여하는 이유

같은 이유로 수업에 잘 참여한다고 생각한다는 결과를 나타낸다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학생들을 대상으로 내분비계 장애물질에 대한 멀티미디어 학습 프로그램을 개발하고 그 교육적 효과에 대해 알아보고자 하였다. 내분비계 장애물질 관련 멀티미디어 활용 수업은 전통적인 수업에 비해 매우 효과적인 것으로 나타났다.

내분비계 장애물질 관련 멀티미디어 활용 수업을 실시한 실험집단과 전통적 수업 방식을 사용하여 수업을 실시한 통제집단의 성취도 평가 결과, 집단 간 전체 점수의 평균은 매우 유의미한 차이를 보였다. '내분비계 장애물질의 정의', '내분비계 장애물질의 합성 및 유입 경로', '내분비계 장애물질의 영향', '내분비계 장애물질에 대한 대책' 영역에 대한 학습에서는 집단 간 평균 차이가 매우 유의미하게 나타났지만, 현상의 이해보다는 단편적 암기력이 중요시 되는 '내분비계 장애물질의 특징', '내분비계 장애물질의 종류' 영역에서는 집단별 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

멀티미디어 프로그램 활용 수업에 대한 학생들의 흥미를 조사한 결과, 학생들의 97.1%가 멀티미디어 활용 학습에 대해 '흥미롭다'고 답했다. 흥미를 갖게 된 응답 결과에 대해 학생들 중 약

70%가 이해가 쉽고 일방적 수업이 아니라는 이유를 들었다. 따라서 추상적인 내용을 구체화시켜 이해도를 높일 수 있는 다양한 멀티미디어 학습 자료를 개발하여 학생들과 상호 작용이 가능한 수업을 할 수 있는 교육 방안의 강구가 필요하다.

멀티미디어 프로그램 활용 수업 후 97.1%의 학생들이 내분비계 장애물질에 대한 학습 내용을 이해하는데 멀티미디어 학습 자료가 도움이 되었다고 답하였다. 이해도가 높아진 이유에 대해서는 가장 많은 학생들이 '애니메이션의 내용이 알기 쉽게 구성되어서'라고 답했고, '주변에서 흔히 볼 수 있는 친숙한 상황으로 이루어져서', '활동 위주의 수업이어서'의 답이 뒤를 이었다. 또, 80% 이상의 학생이 다른 과목이나 다른 내용을 학습할 때에도 멀티미디어 프로그램을 사용하기를 희망하는 것으로 나타났다. 이것은 환경이나 과학교과뿐 아니라 다른 여러 교과에서도 실생활 중심의 친숙한 소재를 멀티미디어 프로그램에 활용하여 이해도를 높일 수 있는 수업 자료를 제작해야 한다는 필요성을 시사한다.

또한, 수업에 참여한 학생들 중 95.7%가 기존의 전통적 수업보다 멀티미디어 활용 수업에 더 적극적으로 참여했다고 응답했고, 전체 응답자의 90.0%는 동료 학습자의 수업 참여도 역시 높았다고 답했다. 수업에 적극적으로 참여한 이유는 84.3%의 학생이 '애니메이션을 시청하는 것이 재미있어서', '학습 내용의 이해가 잘 되어서'라고 답하였다. 또, 90.0%의 학생이 다음 기회에 제공되는 멀티미디어 학습에 참여할 것이라고 답하였다. 이것은 애니메이션에 등장하는 캐릭터, 그들의 대화, 단순화된 배경 등의 구성 요소로 인해 학습자들이 학습 내용을 좀 더 쉽고 친숙하게 인식했기 때문으로 보인다. 학습자의 특성과 기호에 맞는 수준별 학습 자료를 제공하여 학생들의 참여가 적극적으로 이루어질 수 있는 교육 환경이 제공되어야 할 것이다.

〈참고 문헌〉

김경희 (2001). 멀티미디어를 활용한 중등학교의

- 교육 현황 및 개선 방안. 동아대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 박현주, 정진화, 나춘기 (2006). 목포시 중학교 환경교육 현황 및 학생들의 환경에 대한 인식 조사. **한국환경과학회지**, 15(7), 607-614.
- 배영혜, 소금현, 김영수 (2006). 광합성에 영향을 미치는 환경요인 실험을 위한 시뮬레이션 코스웨어의 적용. **한국생물교육학회지**, 34(1), 1-6.
- 박재원, 백성혜 (2004). 초등학교 과학 수업에 적용한 입자 모델의 컴퓨터 애니메이션 교수 자료의 학습 효과. **초등과학교육**, 23(2), 116-122.
- 성기상 (2005). 중등 과학 교육의 멀티미디어 활용 실태와 과제. 건국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 소금현, 심규철, 여성희 (2006). 초등학교 학생을 위한 애니메이션 기반 멀티미디어 환경교육 프로그램의 개발과 활용. **한국생물교육학회지**, 34(1), 116-123.
- 심규철, 류수정, 김현섭, 김희수, 박영철 (2003). 가상현실 기법의 활용이 지식 성취도 향상에 미치는 효과 - 눈의 구조와 기능 내용을 중심으로-. **한국과학교육학회지**, 23(1), 1-8.
- 심규철, 소금현, 여성희 (2007). 외래 생물 관련 애니메이션 환경교육 프로그램의 학습 효과. **환경교육**, 20(2), 25-35.
- 안미경, 손서연, 송인숙, 김자영, 전정운, 여성희 (2005). 멀티미디어 학습 프로그램이 초등학교의 자연환경 이해 및 환경 윤리 의식에 미치는 영향. **한국생물교육학회지**, 33(3), 350-357.
- 유현주 (2003). 중학생들의 내분비계 장애물질에 대한 인식과 행태 연구. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤치원, 하태경, 심규철, 김현섭, 박영철 (2005). 중·고등학생들의 과학 교과에 대한 학습동기의 수준 비교. **한국생물교육학회지**, 33(1), 104-111.
- 이명희, 조현욱, 김중홍 (2001). 멀티미디어 프로그램 활용수업이 생물교과의 학습 태도 및 학업 성취에 미치는 효과. **한국생물교육학회지**, 29(2), 99-105.
- 이상규 (2005). 멀티미디어 교육자료를 활용한 학습능력 상승 효과에 관한 연구. 삼척대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 이우봉, 정원우 (2000). 환경호르몬에 대한 환경교육 방법 조사. **경북대학교 환경과학연구소논문집**, 14, 59-70.
- 임혜영, 안희수 (1999). 멀티미디어 과학 학습 프로그램의 개발과 과학 학업성취, 학습에 대한 태도에 미치는 효과 연구. **한국과학교육학회지**, 19(4), 595-603.
- 정은영 (2006). 우리나라 중학생들의 환경 영역 성취도 국제 비교 분석. **한국과학교육학회지**, 26(2), 210-211.
- 차옥경, 심규철, 윤치원, 조규영, 김현섭 (2004). 중학교 과학 생명영역 식물의 생식과 발생에 대한 애니메이션 학습 프로그램 개발 및 적용. **한국생물교육학회지**, 32(3), 224-235.
- 최수연, 소금현, 심규철, 여성희 (2006). 서울 경기지역 고등학교의 학생과 과학 교사의 내분비계 장애물질(환경호르몬)에 대한 인식 조사. **환경교육**, 19(3), 93-101.
- Anderson, S. J., Noyes, J. M., & Garland, K. J. (1999). Evaluation of the internet as a learning tool. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 85-90.
- Bögel, H., Laube, U., Dettman, J., Manturzyk, P., & Steinborn, D. (1998). Education in quantum and structural chemistry on the WWW- a multimedia project. *Journal of Molecular Structure(Theochem)*, 463, 219-224.
- Masiello, I., Ramberg, R., & Lonka, K. (2005). Attitudes to the application of a web-based learning system in a microbiology course. *Computers & Education*, 171-185.
- Newton, L. R. (1997). Information technology in biology teaching: Challenges and opportunities. *Journal of Biological Education*, 31(4), 274-278.

Shim, K. C., Park, J. S., Kim, H. S., Kim, J. H., Park, Y. C., & Ryu, H. I. (2003). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education, 37*(2), 71-74.

Shim, K. C., So, K. H., & Yeau, S. H. (2005).

Application of animation learning programs in environmental education. *In Proceeding of Conference on Research and Practices in Science Education*, p. 63. Hong Kong Institute of Education, Hong Kong.

2008년 2월 14일 접수
2008년 3월 15일 심사완료
2008년 3월 18일 게재확정