

# 생물 II ‘세포호흡’ 단원에서 역할놀이 비유 수업의 효과

김동렬\*

부산해동고등학교

## Effect of the Analogical Role-playing Activity on the "Cellular Respirations" Unit in Biology II Class

Kim, Dongryeul\*

Busan Haedong High school

**Abstract:** The purpose of this research was to find out if the analogical role-playing class activity had an effect on the students' academic achievements on cellular respirations as well as their science learning motivation for those who took part in the cellular respiration. To examine the effects of applying the activity, the research was conducted targeting a high school with humanities and social sciences courses, located in Busan. The target was specified as two classes that had selected a Biology II class, with one class (27 students) set as the test group and the other class (28 students) set as the control group. The conclusion drawn from this research was as follows: First, it seemed that the analogical role-playing activity helped the students to take their own parts in cellular respiration and gave them an opportunity to explain the concepts through direct physical activities, enhancing their academic achievements. Second, it was concluded that as the students found confidence and relevance in scientific knowledge as well as obtained a sense of accomplishment, the analogical role-playing class activity increased their level of satisfaction and their science learning motives. Third, as a result of the interviews on the change of the concept, students expressed some dissatisfaction over the new concept, and thought of the analogical role-playing activity as an intelligible alternative. It appeared that the alternative was plausible and fruitful.

**Key words:** analogical role playing, cellular respiration, academic achievement, science learning motives, change of the concept.

### I. 서론

과학교과는 주위의 사물과 자연 현상에 대하여 항상 의문을 가지고 탐구하게 하여 과학의 지식을 이해시키고, 과학적 태도 및 창의적인 사고력과 합리적인 판단력을 함양시켜 주는 교과로 그 성격을 규정할 수 있다(권낙원, 1997).

이런 맥락에서 과학 수업은 과학의 기본 개념의 이해와 탐구 방법을 익히도록 하고, 수업 과정에서 학생들의 토의가 활발하게 이루어지도록 해야 한다. 또한 학습은 하나의 능동적인 과정이기 때문에 학습이 일어나려면 반드시 학생들이 일정한 활동에 참여해야 한다(Posner & Rudnitsky, 1982). 따라서 과학 학습은 활동 중심의 탐구 수업을 통해서 그들 스스로의 이해와 의미를 구성하도록 해야 한다. 그러나 추상적

인 과학 개념을 언어 수단이나 실험만으로 가르치려 한다면 구체적 조작기나 과도기에 있는 학생들의 지적 발달을 돕지 못할 수 있으며 학생들은 과학을 어렵고 흥미 없는 과목으로 인식하게 될 것이다(정여진 등, 2006).

특히, 생물교과에서 학생들이 이해하기 어렵다고 보고함과 동시에 교사들도 까다롭다고 보고한 대표적인 주제는 ‘세포호흡’이다(Patro, 2008; Ross et al., 2008; Songer & Mintzes, 1994). 세포호흡을 가르치는 데에는 세 가지의 어려움이 있다. 우선 학생들은 이전 학습 경험으로부터 얻은 잘못된 개념을 많이 지니고 있다는 점이고(Driver & Bell, 1986), 이러한 개념들은 학생들의 추상적 수준이나 인지 수준에 따라 교육 후에도 종종 지속될 수 있다는 점이다(Ross et al., 2008). 또한 이렇게 잘못 이해된 개념

\*교신저자: 김동렬(ahabio@hanmail.net)

\*\*2009.03.24(접수) 2009.05.06(1심통과) 2009.06.04(2심통과) 2009.06.05(최종통과)

들은 지속적인 반복 교육을 받음에도 불구하고 주로 그대로 유지된다는 것이다(Alparsian *et al.*, 2003; Mann & Treagust, 1998; Ross *et al.*, 2008).

학생들이 세포 호흡에 대해 잘못된 생각을 하고 있다는 사실이 널리 인식되고 있음에도 불구하고 (Wandersee *et al.*, 1994), 대부분의 교사들은 교수·학습전략으로 강의 혹은 실험만을 이용하고 있다 (Hodson, 1998). 물론 강의와 실험시간의 이중 역할을 통해 학생들이 스스로 학습기술을 발달시키고 개념적 이해가 이루어지기는 하지만(Gustone, 1995), 말 그대로 실험실 수업에서는 눈에 보이지 않는 분자 수준에서 세포 개념들을 다루기에는 효과적이지 못할 수 있다(Ross *et al.*, 2008). 더욱 문제를 악화시키는 사실은 이러한 개념영역들에 있어 전형적인 실험 및 실습은 학생들이 여태껏 개발하지 못했던 기술을 관찰, 자료 분석 및 커뮤니케이션을 통해 스스로 익힐 수 있기를 강요한다는 점이다(Ross *et al.*, 2008; Ragsdale & Pedretti, 2004). 세포호흡에서 학생들에게 잘못된 생각을 고칠 수 있도록 도움을 주기 위해선 눈에 보이는 물질과 눈에 보이지 않는 분자 크기를 연결시켜줄 수 있는 교수·학습전략을 개발할 필요가 있다(Lin & Hu, 2003; Ragsdale & Pedretti, 2004; Songer & Mintzes, 1994). Songer와 Mintzes(1994), 그리고 Ragsdale과 Pedretti(2004)는 비유법이 까다로운 개념부분에서 학생들의 학습을 촉진시키는데 효과적인 방법으로 자주 사용이 되며 이로 인해 눈에 보이는 물질과 눈에 보이지 않는 분자 사이의 연결고리를 만들 수 있음을 나타낸 바 있다.

비유활동은 학생 지식에 의존하며 학생 지식에서 이끌어 내는 것으로, 학생들이 친숙한 내용을 새로운 내용과 연결하거나 친숙한 내용을 새로운 관점으로 바라보는 것을 돕는다. 비유활동을 이용한 창조적 비유 문제 해결 전략은 학생들이 상상력을 개발하도록 조장하고 일상의 활동을 통찰하도록 하는 지식 구조를 제공할 수 있다(권낙원, 1997; 김동렬, 2008).

한편, 비유활동의 효과를 더욱 높일 수 있는 방안으로 수업 과정 중 학생들이 적극적으로 참여할 수 있고 학습에 대한 동기와 성취가 향상될 수 있는 역할놀이 비유활동이 제안되었다(노태희 등, 2003; 정여진 등, 2006; Cherif & Somerville, 1995; Lovejoy, 1995; Pauline *et al.*, 2008).

역할놀이는 과학을 가르치는 데에 수업이 학생들에

게 더욱 매력적인 과목이 되도록 하는 가능성 때문에 권장되어 왔는데(Aubusson *et al.*, 2006, 1997), 이는 역할놀이를 통해 학생들이 다양한 관점으로 현상을 관찰할 수 있도록 하기 때문이다. 역할놀이의 잠재된 장점은 학생들에게 스스로 자신의 실체를 형성토록 하여 학생이 다른 사람들과 상호작용 할 수 있는 능력을 개발하고 학습 의욕을 증대시키며, 스스로에 대해 신뢰하도록 하고 자신의 경험을 수업에 끌어오도록 하여 학습에 더욱 참여하도록 유도한다는 점이다(Aubusson & Fogwill, 2006).

역할놀이 비유 수업은 목표 개념의 추상적인 속성을 구체화하기 위해 사용되는 비유물에 대해서 학생들이 가상의 역할을 분담하여 직접 신체, 감각적인 활동을 강조하므로 동료들과 상호작용을 거쳐 탐구활동을 수행하도록 한다는 점에서(노태희 등, 2003), 과학교과 교육과정에서의 구성주의에 입각한 학생 중심의 지도법과 일맥상통한다. 또한 학생들이 능동적으로 참여하며 활발한 토의를 통해서 문제를 해결해 나가는데 매우 유용하다(Cherif & Somerville, 1995). 특히, 역할놀이 비유 수업은 분자 수준에서 다루어질 수 있으며 처음 접하는 분자 수준에서의 개념들이 많이 포함된 세포호흡 단원 학습에 가장 적절한 수업 방법이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 세포호흡의 개념적인 이해를 증진시키기 위해 학생들이 직접 세포호흡 과정에서 기본단위 혹은 주요부분이 되어 세포 대사작용의 주요 역할을 행동으로 옮기는 역할놀이 비유 수업을 실시하였다. 이를 통해 학생들의 학업 성취도와 과학 학습동기에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

본 연구의 목적 하에 설정된 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 역할놀이 비유 수업은 학생들의 학업 성취도에 어떠한 영향을 미치는가?
- 2) 역할놀이 비유 수업은 학생들의 과학 학습동기에 어떠한 영향을 미치는가?
- 3) 역할놀이 비유 수업은 학생들의 개념변화에 어떠한 영향을 미치는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

역할놀이 비유 수업의 적용 효과를 알아보기 위해

부산 소재의 인문계 고등학교 자연이공집중과정 3학년 학생 중 생물Ⅱ를 선택한 2개반을 대상으로 1개 반(27명)은 실험집단으로 1개반(28명)은 통제집단으로 구성하여 연구를 진행하였다. 두 집단은 사전 학업 성취도와 과학 학습동기 검사를 실시하여 유의미한 차이가 없음을 확인하였다( $p>.05$ ).

## 2. 연구 절차

본 연구에서는 역할놀이 비유 수업의 효과를 알아보기 위해 사전-사후 검사 설계(group pretest-posttest design)를 사용하였다. 기초연구 단계에서는 역할놀이 비유 수업의 선행연구 조사와 분석, 문헌수집, 연구 설계를 하였으며, 본 연구단계에서는 연구 대상의 선정 및 표집, 수업모형 적용을 위한 학습내용 선정, 역할놀이 비유 수업 설계, 검사도구의 개발, 사전 검사, 수업처치, 사후 검사, 검사결과의 분석 순서로 수행되었다.

사전검사는 학업 성취도와 과학 학습동기 검사도구를 사용하여 실험집단과 통제집단 학생 모두에게 동일한 시간에 실시하였다. 실험집단에서는 4차시 분량의 역할놀이 비유 수업을 적용하여 2주간 수업처치를 하였으며, 통제집단에서는 실험집단과 동일한 학습내용과 차시로 교과서 위주의 강의 중심 수업을 실시하였다.

통제집단과 실험집단의 차시별 수업내용 비교는 표 1과 같다.

사후검사는 사전검사지와 동일한 검사도구를 활용

하여 수업처치 후 다음 차시에 실시하였다. 학업 성취도와 과학 학습동기 검사도구는 한 문항을 1점으로 하여 채점하였으며, 수업처치가 실험집단과 통제집단에 유의미한 차이를 나타내는지를 알아보기 위하여 t-검정을 실시하였다.

## 3. 역할놀이 비유 수업의 과정

본 연구에서의 역할놀이 비유 수업은 Ross et al.(2008)의 세포호흡 수업 과정을 참고하였으나 우리나라 생물Ⅱ 교육과정의 학습목표와 학습내용 수준을 고려하여 좀 더 구체적인 세포호흡 과정으로 수정·보완하여 사용하였다.

수업 처치에 앞서 학생들의 역할놀이 비유 수업에 대해 충분히 인식할 수 있도록 오리엔테이션을 실시하였다.

세포호흡 단원의 역할놀이 비유 수업에서 교사 사전 유의 사항으로는 우선, 역할 연기를 실제로 시작하기 전에 학생들에게 교실이 어떻게 세포의 내부를 나타낼 수 있으며 어떻게 세포과정에서 분자를 나타낼 수 있을지에 대해 생각을 표현할 수 있는 기회를 주었다. 그리고 학생들이 분자 구조나 화학식에 대한 구체적인 표현은 제한됨을 설명하고 이와 관련하여 학생들이 화학이나 생화학에 관련된 정보를 더 자세히 알고 싶어 할 경우 역할놀이 비유 수업이 끝난 후 교재 및 도표나 그래프, 그리고 이전 강의를 참고할 수 있도록 지도하였다. 따라서 이 연구에서 역할놀이 비유 수업은 해당과정과 TCA 회로의 과정이나 분자의 몇

표 1  
수업 내용 비교

통제집단	실험집단	차시
1. 세포호흡의 의미와 전체 과정 파악하기 : 교과서 활용	1. 세포호흡의 의미와 전체 과정 파악하기 : 교과서 활용	1차시
2. 해당과정, TCA 회로, 전자전달계 구체적 과정 이해하기 : 교과서 내용 위주	2. 해당과정, TCA 회로, 전자전달계 구체적 과정 이해하기 : 역할놀이 비유 수업 1차	2차시
3. 해당과정, TCA 회로, 전자전달계 구체적 과정 이해하기 : 교과서 자료해석형 탐구활동 활용	3. 해당과정, TCA 회로, 전자전달계 구체적 과정 이해하기 : 역할놀이 비유 수업 2차(수정·보완 후 재 실현)	3차시
4. 세포호흡 전체 과정 정리 : 교과서 단원종합문제 활용	4. 세포호흡 전체 과정 정리 : 역할놀이 비유 수업에서 각 단계별 한계점 지적하고 정리하기	4차시

몇 특정 면들에만 해당되고 제한하고 있음을 강조하였다. 즉, 역할놀이 비유 수업의 초점은, 이러한 과정들과 세포 자체의 극미소적인 구조간의 관계를 심적 이미지로 구성시킬 수 있도록 학생들에게 기회를 주는 것이다. 학생들의 사전 지식에 따라 더 많은 혹은 다른 역할을 포함시켜 효소와 이성질화 반응을 표현할 수 있길 원할지라도, 역할놀이 비유 수업에서의 이러한 역할들을 표현하기에는 어려움이 있기 때문에 생화학과 관련한 자세한 내용은 방과 후 추가 학습을 하도록 유도하였다.

또한 역할놀이 비유 수업에서는 이전의 개념화된 것들을 재구성할 수 있도록 시간을 갖고 천천히 진행되도록 하였다. 교사는 지시자가 아닌 안내자, 자료제공자, 공동탐구자로서 역할을 하였다. 학생이 스스로 의미를 구성하고 그들에게 새로운 개념들을 발견할 수 있도록 교사는 질문을 유도하고, 학생 스스로가 노력을 할 수 있도록 도왔다.

역할놀이 비유 수업에 학생의 사전 준비사항으로는 역할 연기가 이루어질 교실을 세포 내벽으로 상상하고 교실을 어떻게 2등분할 것인지 의논하여, 한 쪽은 세포질을 나타내기 위해 사용되며 다른 한 쪽은 미토콘드리아의 내부 부분을 나타내도록 미리 의논하도록 하였다. 의논이 끝나면 의자나 책상으로 2줄을 배열하여 교실을 나눔으로써 미토콘드리아의 이중막을 나타내도록 하였다. 수업은 세포의 부분인 세포질 내의 포도당을 형성시키는 것으로 시작된다. 그러므로 여섯 명의 학생에게 세포질 내에 존재함을 상기시키고 '탄소원자'라는 이름을 붙여주면서 팔짱을 끼고 원을 만들도록 하였다. 이 과정에서 학생들이 더 자세한 설명을 필요로 한다고 생각될 경우 질의응답 시간을 통해 이를 의논할 수 있도록 하였다. 학생 두 명에게는 조효소 A라고 이름을 붙인 후 의자에 앉도록 하였다. 미토콘드리아 내에서는 네 명의 학생으로 구성된 두 개의 그룹을 구성하여 탄소원자라는 이름을 붙인 후 '옥살아세트산'의 분자들을 나타내도록 하였다. 방안의 모든 학생들이 역할놀이에 참여하여 친숙함을 느끼도록 하였고 학생들의 이해도 수준을 알아내기 위해서 질의응답 기법을 이용하여 수시로 토의를 유도하였다.

세포호흡 단계인 해당과정, TCA회로, 전자전달계의 구체적인 역할놀이 비유 수업의 과정은 다음과 같다.

### 1) 역할놀이 비유활동 1: 해당과정

(1) 포도당 분자를 표현하고 있는 학생들을 두 개의 그룹으로 나누어 각 그룹에 세 명의 탄소원자가(피루브산의 두 분자) 포함하도록 하였다. 다른 그룹에 있는 학생들도 이 과정을 반복하고, 과정을 확인하는 용어로 '해당과정'을 외치도록 하였다. 당분해 작용의 과정 동안 학생들에게 확실하게 해둘 점은, 하나의 포도당 분자가 피루브산 두 분자로 변환된다는 사실이다. 이 과정에는 많은 중간단계가 있으며 각 단계는 여러 효소에 의해 반응이 촉진됨을 설명하였다. 그리고 이러한 특정 역할 연기가 분자과정에 포함된 반응이나 효소, 혹은 에너지를 모두 표현하지는 못했지만, 이 과정에서 ATP 두 분자를 생산해낸다는 것을 학생들에게 상기시켰다.

(2) 피루브산을 맡은 학생들 중 한명에게 피루브산로부터 떨어져 나가는 CO<sub>2</sub> 분자를 나타내기 위해 세포 밖으로 확산되도록 지시하였다(교실 밖으로 혹은 교실 안에 편한 구석 쪽으로).

(3) 남아 있는 탄소원자는 두 개의 아세트산에 속하게 됨을 의논하도록 하였다.

(4) 활성 아세트산을 형성하기 위해 각 조효소 A 역할을 맡은 학생에게 두 개의 아세트산 중 하나와 연결되도록 하였다. 그러면 활성 아세트산은 세포질을 통하여 이동하고, TCA회로로 들어가기 전에 조효소 A는 미토콘드리아의 세포질로 되돌아와서(의자나 책상에 앉음) 다른 아세트산이 생성되기를 기다린다.

(5) 중요하다고 생각되는 역할 부분에서는 언제든지 이 과정에 친숙해질 때까지 혹은 모든 학생이 참여해볼 때까지 시간이 허락하는 한 반복하였다. 과정은 가능한 한 역동적으로 진행하였으며, 세포 내에서 분자의 무작위 움직임을 나타내기 위해 학생들에게 교실 주위를 돌아다니도록 요구하였다. 학생들이 이 과정을 반복할 때는 과정의 이름을 외치도록 함으로써 나타내고 있는 단계를 확인할 수 있도록 하였다.

(6) 학생들의 잘못된 역할놀이 경향이 보이면 역할놀이를 멈추고 토의를 유도하고 다시 수정하여 실현하였다.

### 2) 역할놀이 비유활동 2: TCA회로

해당과정에 이어 미토콘드리아의 내부(Matrix)에서 TCA회로의 기본 구조를 보여주는 다음 단계가 진행된다.

(1) 미토콘드리아의 기질에서 탄소 4개의 옥살아세트산부터 시작하였다.

(2) 활성아세트산(조효소A 역할을 맡은 학생은 빠져 나가고 2명의 학생(탄소 2개) 남음)은 옥살아세트산(미토콘드리아 기질에 4명 학생 모여 있는)에 합류한다. 이는 시트르산이라 알려진 여섯 개의 탄소 분자를 나타낸다. 학생들에게 이런 명칭들은 자주 강조하도록 하였는데, 그 이유는 TCA회로를 순환단계의 첫 단계의 이름을 따서 '시트르산 회로' 라고도 부르기 때문이다.

(3) 여섯 개의 탄소 사슬분자(시트르산)가 TCA회로를 통해 진행된다. 하나의 탄소를 잃고 세포로 방출된다(탄소 역할을 맡은 한 학생이 빠져나간다).

(4) 다섯 개의 탄소 사슬은 순환을 계속한다(알파케토글루타레이트; AKG). 이 화합물은 네 개의 탄소 사슬을 위해 다시 탄소를 하나 잃는다(탄소 역할을 맡은 한 학생이 빠져나간다). 이러한 과정 중에 이성질화에 대해 토의를 유도하였다.

(5) 학생들에게  $NADH_2$ ,  $FADH_2$ , ATP의 역할을 배정하고 TCA회로를 거치는 동안 생성된다는 것을 연기로 표현하도록 하였다.

(6) 마지막으로 옥살아세트산으로 재생되어 다시 순환을 시작할 준비를 하였다.

### 3) 역할놀이 비유활동 3: 전자전달계

해당과정에서 생긴  $NADH_2$  2분자와 TCA 회로에서 생긴 6분자의  $NADH_2$  그리고 2분자의  $FADH_2$ 로부터 분리된 고에너지 전자가 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를 따라 이동하면서 ATP가 생성된다는 것을 역할놀이를 통해 이해하였다.

(1)  $FADH_2$ ,  $NADH_2$ 의 역할을 맡은 학생이 고에너지의 전자를 미토콘드리아 내막(크리스타)의 전자전달계에 전달하게 하고 그 과정에서 ATP가 나오게 된

다는 것을 역할놀이로 표현하였다.

(2) 전자전달계를 표현하기 위해 일부 학생들은 조효소Q, 시토크롬a,b,c의 역할을 맡게 되고, 미토콘드리아 내막에 해당하는 위치의 의자에 앉아 있다. 전자전달계의 의미와 역할 정도만 표현할 수 있도록 하고 구체적인 전자의 이동과정은 생략하였다. 그러나 전자전달계 효소는 전자 친화력의 차이에 따라 단계적으로 배열되어 있고, 전자전달계에서 에너지가 생성되는 과정은 마치 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 떨어지는 힘을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 수력 발전과 같다는 것을 학생들에게 설명하였다.

세포호흡 단계별 학생들의 역할놀이 비유 활동 모습은 그림 1과 같다.

### 4) 역할놀이 비유 수업의 한계점 지적하기

학생이 비유물이나 역할놀이에 친숙하지 않거나, 역할을 잘못 전달하거나, 학생의 인지 발달 수준이나 추론 능력이 부족하면 오개념을 일으킬 수 있다. 유사성의 불완전함은 그 자체가 나쁜 것이 아니며 부분적으로 구분하고 분석하고 개선하면서 배움이 일어난다(Aubusson, 2006; Tronson & Ross, 2004). 따라서 역할놀이 비유 수업의 4차시에는 비유물의 정확성, 비유물과 목표물 사이의 대응 관계의 명료성, 비유 방법 사용상의 문제에 대해 토의하였다(표 2). 즉, 역할놀이 비유 수업 후 학생들 스스로 한계점을 토론할 수 있게 고무시키고 도와줌으로써 반성적 사고과정을 강화시켰다.

역할놀이 비유 수업의 한계점 지적하기 결과, 해당과정 단계에서는 중간과정이 다소 생략된 부분이 있어 중간생성물의 구체적인 구조와 생성과정을 이해하기 어려웠다는 반응과, 전자전달계와의 연결이 잘 안된다는 점을 지적하였다. 또한 해당과정은 유기호흡과 무기호흡에서 공통적으로 거치는 과정으로 산소

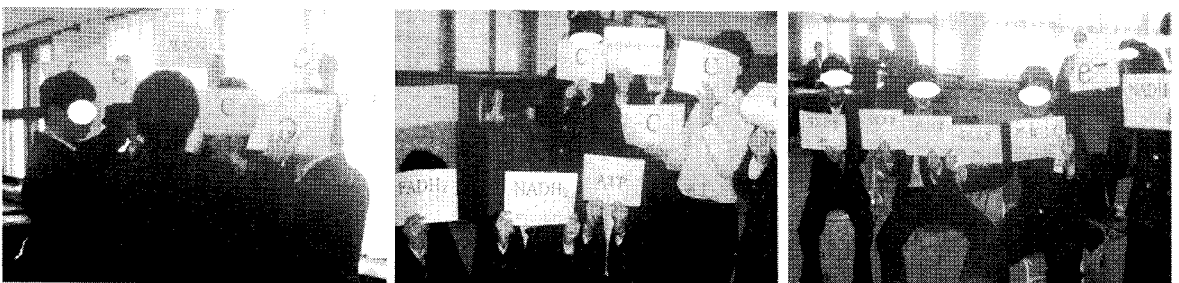


그림 1 '세포호흡' 단원의 역할놀이 비유활동 모습

표 2  
역할놀이 비유 수업의 한계점 지적하기

세포호흡 단계	역할놀이 비유 수업의 한계점
해당과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ATP의 구체적인 생성과정을 설명할 수 없다.</li> <li>· NADH<sub>2</sub> 생성과정을 구체적으로 표현을 못했다.</li> <li>· 산소가 부족할 때와 산소가 잘 공급될 때의 차이를 정확히 표현 못했다.</li> <li>· 피루브산을 단지 탄소3개로만 표현하여 구체적인 분자구조를 이해하기 어려웠다.</li> <li>· 해당과정에서 생긴 2NADH<sub>2</sub>가 전자전달계로 바로 이동하는 과정을 추가 표현해야 할 것이다.</li> <li>· 포도당이 바로 2분자의 피루브산으로 분해되는 것으로 표현했는데, 교과서에서는 과당2인산과 인글리세르알데히드(PGAL)의 중간생성물이 표현되어 있다.</li> </ul>
TCA회로	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 호흡효소(탈탄산 효소, 전자전달효소, 탈수소효소)의 작용은 역할놀이로 설명할 수 없다.</li> <li>· 수소가 FAD, NAD의 수소 수용체에 수용되었다가 전자전달계로 전달되는 과정 표현이 미흡했다.</li> <li>· 시트르산은 알파-케토글루타르산, 숙신산, 푸마르산, 말산을 거쳐 다시 옥살아세트산으로 되며, 옥살아세트산은 다시 활성아세트산과 결합하여 시트르산이 되는 반복과정에서의 역할놀이 진행이 원활하지 못했다.</li> <li>· FADH<sub>2</sub>, NADH<sub>2</sub>, ATP가 생기는 각 단계가 강조될 필요가 있겠다.</li> <li>· 산소가 없으면 TCA회로가 진행되지 못하고 발효나 부패가 이어진다는 역할놀이가 추가되면 좋겠다.</li> <li>· 중간 생성물들의 구체적 구조에 대해 별도로 공부해야 한다.</li> </ul>
전자전달계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전자전달계 속의 구체적인 구조에 관해 설명할 수 없다.</li> <li>· 미토콘드리아 내막에 전자 전달계가 어떻게 분포해 있는지 정확하게 표현을 못했다.</li> <li>· 전자전달계에서 ATP가 합성되는 원리와 H<sub>2</sub>O가 생성되는 과정을 구체적으로 표현하지 못했다.</li> <li>· 해당과정과 TCA회로에서 이탈된 수소가 시토크롬계 효소의 작용을 받아, 산화와 환원을 반복하여 ATP를 생성하는 과정을 표현하기 위해 좀 더 구체적인 역할놀이가 필요하다.</li> <li>· 산소 공급이 충분하면 전자 전달이 원활하게 일어날 수 있고 산소의 공급이 충분하지 못하면 전자 전달이 일어나지 못해 호흡도 계속될 수 없다는 내용은 역할놀이로 표현이 불가능할 것 같다.</li> </ul>

유무에 따른 해당과정 다음 단계인 TCA회로의 진행 여부에 대한 추가 설명이 필요함을 지적하였다.

TCA회로 역할놀이 비유활동에서는 호흡효소의 역할이 중요함에도 불구하고 각 호흡효소의 구체적인 작용을 표현 못했다는 점을 많이 지적하였다. 또한 해당과정과 마찬가지로 중간생성물의 구체적인 분자구조를 단지 탄소수만으로 표현한 것이 역할놀이 비유 수업의 가장 큰 한계점을 지적하였다. 따라서 이와 관련해서는 추가 자료 제시를 통한 학습이 필요함을 시사해 주었다.

전자전달계 단계에서는 나름대로 전자전달효소에 대한 역할을 배정하여 연기를 하였으나 각 효소들의

역할을 구체적으로 나타내지 못한 점과 전자전달계의 마지막 과정인 산소와 결합하여 물을 생성하는 과정을 구체적으로 표현을 못한 점이 아쉬웠다는 반응을 보였다.

#### 4. 검사도구

##### 1) 학업 성취도 검사

학업 성취도 검사지는 Songer와 Mintzes(1994)의 개념 검사지와 세포호흡 단원의 학습목표와 성취기준을 바탕으로 선다형 문항 형태로 개발하였다. 이를 생물 교사 5인과 과학교육학 박사 1인에게 검토를 의뢰

하여 수정·보완 후 사전 사후 검사지 각각 20문항으로 구성하였다. 각 문항 당 1점 배점으로 하여 총 20점 만점으로 하였고, 검사지의 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 사전 사후 각각 .787, .803 이었다. 검사시간은 30분으로 하였다.

### 2) 과학 학습동기 검사

과학에 대한 태도 검사지는 Tuan *et al.*(2005)이 개발한 과학 학습동기 검사지를 사용하였다. 과학 학습동기 검사지는 자기 효력감에 대한 7문항, 과학학습에 대한 태도 8문항, 과학학습의 가치에 대한 5문항, 성적목표에 대한 4문항, 성취목표에 대한 5문항, 학습환경에 대한 6문항으로 총 35문항으로 구성되었다. 과학 학습동기 검사지의 문항형식은 Likert 5간 척도이고 사전 사후 동일한 검사지를 사용하였으며 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .893이었다. 검사 시간은 25분으로 하였다.

### 3) 심층면담

개념 변화를 촉진시키는 것은 단순히 학생들에게 그들의 개념이 틀렸고 옳은 개념은 어떤 것이라고 말해주는 일이 아니라 학생들을 설득해야 한다. 즉, Posner *et al.*(1982)은 개념변화가 일어나기 위해 충족되어야 하는 필요조건으로 4가지를 제시하였다(권성기, 임청환 역, 2002). (1) 선개념에 대한 불만족(dissatisfaction)이 커져야만 한다. (2) 지적으로 이해할 수 있는 대안(intelligible alternative)이 있어야 한다. (3) 그 대안은 그럴듯(plausible)하게 보여야 한다. (4) 그 대안은 유용해(fruitful) 보여야 한다. 따라서 본 연구에서는 실험집단 학생들의 개념 변화를 4가지 측면에서 면담하여 역할놀이 비유 수업이 학생들의 개념 변화에 어떤 영향을 주었는지 알아보았다.

## Ⅲ. 연구 결과 및 논의

### 1. 학업 성취도 검사 결과

고등학교 생물Ⅱ 세포호흡 단원에 대한 역할놀이 비유 수업이 학업 성취도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시한 사전 사후 학업 성취도 검사 결과는 표 3과 같다.

사전 검사에서 실험집단의 평균 점수는 8.92점, 통제집단은 8.85점이었고, 사후 검사에서는 실험집단이 15.00점, 통제집단은 12.78점이었다. 사전 검사에 비해 사후 검사에서 실험집단은 6.08점 향상되었고, 통제집단은 3.93점 향상되었다. 이러한 점수 차이가 유의미한 지 알아보기 위하여 t-검정을 한 결과 사전검사 결과에서는 유의미한 차이가 없었으나( $p>.05$ ), 사후검사 결과에서는 두 집단간 유의미한 차이가 나타났다( $p<.01$ ). 즉, 역할놀이 비유 수업이 교과서 중심의 강의식 방법보다 학업 성취도 향상에 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

즉, 목표 개념의 추상적 속성을 구체화하기 위해 사용된 비유물에 대해서 학생들이 가상적인 역할을 분담하고 직접 신체 감각적 활동을 하는 역할놀이 비유 수업은(노태희 등, 2003) 전통적인 강의식 수업에 비해 학습 내용에 대한 학생들의 이해도를 효과적으로 향상시켰다고 볼 수 있다. 또한 역할놀이 비유 수업은 독창성을 포함시킬 수 있는 기회를 제공함과 동시에 개념적 이해와 학습 내용에 기억력을 모두 향상시킨 것으로 생각된다(Ross *et al.*, 2008, 2005).

한편, 역할놀이 비유 활동은 학생의 흥미, 관심, 사고수준을 고려한 구체적 비유물이 학생의 이해를 도울 수 있고(Harrison & Treagust, 1993), 활동적이고 역할 분담을 통한 협동학습이 제공되는 환경 내에서는 새로운 지식을 얻고 지적 발달을 이룰 수 있다는 점에서 과학 탐구활동의 효율적인 방향 설정에 중요

표 3  
학업 성취도의 사전/사후 검사 결과

검사	집단	N	M	SD	t	p
사전검사	실험집단	27	8.92	2.77	.090	.929
	통제집단	28	8.85	2.88		
사후검사	실험집단	27	15.00	2.38	3.458**	.001
	통제집단	28	12.78	2.36		

\*\* $p<.01$

한 시사점을 준다고 볼 수 있다.

## 2. 과학 학습동기 검사 결과

통제집단과 실험집단의 사전·사후 과학 학습동기 검사 결과는 표 4와 같다.

이러한 점수 차이가 유의미한 지 알아보기 위하여 t-검정을 한 결과, 사전검사에서는 모든 영역에서 유의미한 차이가 없었으나( $p > .05$ ), 사후검사에서는 성적목표( $p < .05$ )를 제외한 나머지 5개 영역인 자기 효력감( $p < .05$ ), 과학학습에 대한 태도( $p < .01$ ), 과학학습 가치( $p < .05$ ), 성취목표( $p < .05$ ), 학습환경( $p < .05$ ) 영역에서 두 집단간 유의미한 차이가 나타났다. 따라서 역할놀이 비유 수업은 과학 개념의 이해를 돕고 동기를 유발하는데 효과적인 것으로 판단할 수 있었다

(Aubusson, 2006, 1997).

이러한 결과는 역할놀이 비유 수업은 학생들의 학습에 대한 자신감을 심어주어 학습 동기를 향상시켰다는 노태희 등(2003)의 연구결과와 일치하며, 중학생을 대상으로 역할놀이를 통한 비유 수업은 논리적 사고 수준에 관계없이 과학 학습동기 향상에 매우 효과적이었다는 정여진 등(2006)의 연구결과와도 일치한다.

즉, 역할놀이 비유 수업을 통해 학생들은 과학을 배우는 일들에 대하여 자신의 능력으로 가능하다고 믿고(자기 효력감), 적극적인 역할을 수행하여 이전에 이해했던 내용들을 바탕으로 새로운 지식들을 쌓을 수 있었다고 생각한 것으로(과학학습에 대한 태도) 판단된다. 또한 이번 학습을 통해 학생들은 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖추고, 일상생활에서 과학과의 관

**표 4**  
과학 학습동기 요소에 대한 사전/사후 검사 결과

학습동기 요소	검사	집단	N	M	SD	t	p
자기효력감	사전검사	실험집단	27	20.29	3.06	.012	.990
		통제집단	28	20.28	3.44		
	사후검사	실험집단	27	24.70	3.19	2.014*	.049
		통제집단	28	22.82	3.91		
과학학습 태도	사전검사	실험집단	27	23.25	4.79	.141	.889
		통제집단	28	23.10	3.05		
	사후검사	실험집단	27	27.88	4.92	2.736**	.008
		통제집단	28	24.14	5.21		
과학학습의 가치	사전검사	실험집단	27	13.66	3.15	.127	.899
		통제집단	28	13.57	2.36		
	사후검사	실험집단	27	16.88	3.80	2.079*	.042
		통제집단	28	14.89	3.30		
성적목표	사전검사	실험집단	27	10.92	2.52	-.330	.742
		통제집단	28	11.17	3.10		
	사후검사	실험집단	27	12.51	3.96	.052	.959
		통제집단	28	12.46	3.77		
성취목표	사전검사	실험집단	27	14.59	2.93	.545	.588
		통제집단	28	14.17	2.69		
	사후검사	실험집단	27	19.11	3.80	2.303*	.025
		통제집단	28	16.40	4.01		
학습환경	사전검사	실험집단	27	16.25	3.03	-.346	.730
		통제집단	28	16.53	2.88		
	사후검사	실험집단	27	20.55	5.05	2.399*	.020
		통제집단	28	17.78	3.37		

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$



련성을 발견하여 과학 학습의 중요성을 인식하게 된 것으로 생각된다(과학학습의 가치). 역할놀이 비유 수업으로 학생들은 어려운 문제를 해결하고, 역할놀이 비유활동에 적극적으로 참여하므로써 동료 학생들에게 자신의 의견을 제시하고 받아들여지는 등의 과정을 통해 경쟁력과 성취감이 증가하면서 만족감을 느끼게 되었고(성취목표), 수업이 이루어지는 동안 선생님의 가르침, 학생들 간의 상호작용과 같이 환경과 주변은 과학을 배우고 싶은 느낌을 가지도록 한 것으로 판단된다(학습환경). 그러나 성적목표에서는 유의미한 차이를 보이지 못한 것은 과학교육에서 학생들의 목표는 서로 경쟁을 하면서 교사로부터 관심을 받고 원하는 탐구결과를 얻는 것이지만(성적목표), 역할놀이 비유 수업은 좋은 성적을 받기 위해 과학 수업들에 참여하고, 다른 학생들에게 똑똑하게 보이기 위해서나 선생님의 관심을 끌기 위해 과학 수업에 참여하는 등의 성적목표 요소와 목적이 부합되지 않음으로서 성적목표 영역에서는 유의미한 차이를 보이지 않은 것으로 판단된다.

그러나 과학 교사는 학생 스스로 과학에 동기를 부여할 수 있도록 도와주고 과학 수업에의 참여도를 높여 성적에 대한 성취를 높일 수 있는 환경을 설계하는 역할도 중요하다. 이와 관련하여 교사가 채택할 수 있는 가장 중요한 수업의 요인은 수업을 흥미롭게 하는 전략들을 개발하는 것이고, 수업을 학생들의 삶에 관련 있게 하는 것이다(Posner & Rudnitsky, 1982).

### 3. 심층면담 결과

구성주의적 관점에서 학생들이 얼마나 배웠고 배운 것을 얼마나 잘 이해했는지를 알 수 있는 가장 좋은 방법 중 하나는 그것에 대해 학생들에게 물어 보는 것이다(임청환 등 역, 2004).

Posner *et al.*(1982)이 제시한 개념변화가 일어나기 위해 충족되어야 하는 4가지 필요조건인, 선개념에 대한 불만족, 지적으로 이해할 수 있는 대안, 대안의 그럴듯함, 대안의 유용함 측면에 대해 실험집단 학생 중 무선 표집된 12명의 학생을 대상으로 면담한 결과는 다음과 같다.

#### 1) 선개념에 대한 불만족(dissatisfaction)

교사: 세포호흡에 대해 알고 있었던 사전 개념에는

어떤 점에 문제가 있었는지 불만족한 부분을 예를 들면서 말해 볼까요?

학생a: 미토콘드리아의 구체적인 구조를 이해 못한 상태에서 세포호흡을 이해하려고 했습니다.

학생b: 포도당이 미토콘드리아 내로 바로 들어가 에너지가 생성되는 줄 알았습니다.

학생c: 해당과정의 의미를 전혀 모르고 있었습니다.

학생d: 미토콘드리아에서의 내막의 역할을 생각하지 못했습니다.

학생e: 광합성과 호흡 과정이 서로 많이 헷갈렸습니다.

학생f: 포도당을 왜 섭취해야 하는지 이유를 몰랐습니다.

학생g: 세포호흡의 반응식이 왜 그렇게 나오는지 이제야 알겠습니다.

학생h: 폐호흡과 세포호흡을 구별하지 못하고 있었습니다.

학생: 밥만 먹으면 에너지가 저절로 생기는 줄 알았습니다.

비록 선개념이 정확한 탐구에 의해 나온 것은 아닐지라도, 학생들에게는 믿을만한 것이고 의미가 있다(임청환 등 역, 2004). 학생들이 이제껏 가지고 있었고 성공적으로 사용했던 개념에 대해 의문을 갖지 않는 한 선개념을 포기하려 하지 않을 것이다. 그러므로 현재 학생들이 가지고 있는 개념에 모순되는 것을 그들 스스로가 경험해 보도록 하는 것이 중요하다(권성기, 임청환 역, 2002). 면담결과, 학생들은 사전에 알고 있었던 세포호흡 개념에 대해 많은 불만을 가지고 있었다. 이러한 불만을 가지고 된 것은 역할놀이 비유 수업을 통해 새로운 개념을 획득하고 반성적 사고를 가지게 된 결과로 판단된다. 특히, 역할놀이 비유 수업은 목표 개념의 추상적 속성에 따라 학생들의 비유물 자체로서 역할을 분담하고 신체 감각적 활동에 직접 참여하게 하여(정여진 등, 2006; 현동걸, 1998), 선개념과 활동을 통해 얻게 된 새로운 개념간의 인지 갈등을 유발함으로써 세포호흡 개념 형성에 도움을 준 것으로 판단된다.

#### 2) 지적으로 이해할 수 있는 대안(intelligible alternative)

교사: 역할놀이 비유수업을 통해 세포호흡 개념들이

어떻게 이해되었는지 구체적으로 설명해 보세요.

학생f: 각자에게 나름의 역할이 주어져 집중할 수 있었고, 특히 저의 역할을 통해 산소가 각 세포에 공급되면 세포는 양분을 산화시켜 생명활동을 위한 ATP를 생성하고... 이 과정이 세포 호흡이라는 것을 알게 되었습니다.

학생h: 실제 행동으로 각 역할을 표현하니 해당과정은 세포질에서 TCA회로, 전자전달계단계는 미토콘드리아에서 일어나야 하는 이유가 잘 이해되었습니다.

학생: 친구들과 많은 이야기를 나눌 수 있어서 더 많은 개념을 받아들일 수 있었습니다. 특히 유산소 호흡이 무산소 호흡보다 더 많은 생물학적 에너지를 생성하는 것을 이해할 수 있었는데요, 이유는 산소가 있으면 TCA회로와 전자전달계가 진행되기 때문입니다.

학생d: 역할놀이 비유를 통해 세포호흡에서 나오는 어려운 개념들을 하나하나 짚어 나갈 수 있어 좋았습니다. 특히 세포호흡은 광합성의 역반응으로 산소를 이용하여 포도당을 분해하면서 ATP를 얻는 반응이라는 것을 이해하는데 큰 도움이 되었습니다.

학생a: 이번 수업은 재미있는 게임을 하는 것처럼 느껴졌습니다. 교실에서 자유롭게 움직이고 반복된 활동을 한 것이 기억에 남습니다. 저의 역할은 NADH<sub>2</sub>와 FADH<sub>2</sub>로 고에너지의 전자를 전자전달계를 구성하고 있는 전자수송체로 전달하고 다시 해당과정과 TCA회로로 돌아가는 것이었습니다.

학생c: 역할놀이 비유 수업은 세포호흡의 전체 과정이 통합적으로 연결되는 그림이 머릿속에 그려지도록 했습니다.

학생k: 이번 수업에서 제가 주인공이 되어 다른 학생들 앞에서 연기한 부분은 자신 있게 설명할 수 있습니다. 저의 역할은 세포호흡 과정에서 기질로부터 떨어져 나온 전자를 운반하는 핵심적인 역할인 조효소였습니다.

현재 학생들이 가지고 있는 생각이 명백한 문제를 가지고 있더라도, 그 문제점을 수정해 줄 수 있는 어떤 대안이 없다면 그대로 유지될 가능성이 아주 높다.

따라서 지적으로 이해할 수 있는 대안을 통해 새 개념이 무엇을 의미하는지 알고, 그것을 표상해 낼 수 있어야 한다. 이는 실제 예시나 그림, 비유, 다이어그램 등을 통해 그 개념을 완전히 이해하고 있는지 다른 영역의 것에 비교할 수 있는 능력이 있는지 확인할 수 있다.

학생c에게 역할놀이 비유 수업으로 얻게 된 세포호흡의 전 단계를 하나의 모식도로 나타내라고 했을 때, 해당과정과 TCA회로 전자전달계를 서로 연결하여 세포호흡의 전 단계를 하나로 표현하였고, 각 단계별로 발생하는 대표 물질들도 표현하였다. 즉, 학생c는 지적으로 이해할 수 있는 대안을 통해 세포호흡의 과정을 통합적으로 그릴 수 있게 되었다는 것을 의미한다.

다른 학생들의 면담에서도 역할놀이 비유 수업은 학생들의 정신적 이미지를 구축하는데 도움을 주어 (Ross *et al.*, 2008) 해당과정과 TCA회로의 시각적 개요를 제공하는 한 방법이 된 것으로 나타났다. 즉, 학생들은 역할놀이 비유 수업으로 세포호흡의 전 과정에 대해 더 상세히, 쉽게 이해할 수 있었다는 반응을 보였다. 또한 내용을 오래 기억하도록 도왔다는 반응을 보였다. 일부 학생들을 이번 수업을 게임으로 보았기 때문에 열린 마음으로 접근할 수 있었고 편안하게 생각할 수 있었으며 결과적으로 효과적인 학습을 얻게 되었다는 반응을 보였다. 특히, 세포호흡을 광합성과 연결하여 생각하고 산소를 이용하여 포도당을 분해하면서 ATP를 얻는 반응이라는 설명을 자신 있게 한다는 점과, 유산소 호흡과 무산소 호흡의 에너지 생성량의 차이나 조효소의 역할을 명확하게 설명하는 등 새로운 개념에 의해 수업활동들이 어떻게 구조화될 수 있는지를 이해하여 새로운 개념이 지적으로 이해할 수 있는 대안이 될 수 있다는 것을 인지하고 있었다.

구성주의적 접근에 있어 교사의 가장 중요한 임무는 학생들이 스스로 탐구하고 자신들의 의미 있는 결론에 도달하도록 이끄는 대안을 마련하는 것이다. 그러기 위해서는 교사는 학생들과 서로 상호작용하여 학생들이 새로운 정보를 어떻게 구성하는가를 알아야 하고(임정환 등 역, 2004), 학생들에게 의미 있고 타당한 방식으로 지식을 재구성하고 타당한 결론을 내리는데 도움을 줄 수 있는 지적으로 이해할 수 있는 대안 탐색이 선행되어야 한다.

### 3) 대안의 그럴듯함(plausibility)

교사: 새롭게 알게 된 개념이 타당한지(그럴듯한지)를 실제 경험이나 과거의 경험의 예를 들어 말해 보세요.

학생a: 역할놀이 비유 학습을 한 후 세포호흡 관련 문제를 풀어보니 쉽게 해결이 되었습니다.

학생: 역할놀이 비유 수업이 오랫동안 기억되어 세포호흡을 친구들에게 설명할 때 그 때 역할놀이 장면이 떠올라 재미있게 설명할 수 있었습니다.

학생e: 어제 우연히 세포호흡에 관한 영상을 보게 되었는데 내용이 쉽게 이해가 되더군요.

학생m: 선생님께서는 세포호흡이 생물II에서 매우 어려운 단원이라고 항상 말씀하셨는데 이번 수업을 받아보니 세포호흡의 개념이 그렇게 어렵게 느껴지지는 않습니다.

학생b: 제가 운동장에서 축구하거나 농구를 할 때 세포호흡이 활발하게 일어나야겠지요!

학생g: 아침에 밥을 많이 먹어야 에너지를 많이 만들 수 있겠지요.

학생j: 세포호흡을 많이 해야만 제가 열심히 공부도 할 수 있겠지요.

대안 개념이 유용하고 지적으로 이해하기 쉬운 것일지라도, 그것이 만약 그럴듯하지 않으면 학생들은 그것을 오랫동안 받아들이지 않는다(권성기, 임청환 역, 2002). 즉, 대안 개념은 타당성을 가져야 한다.

역할놀이 비유 수업을 통해 학생들은 실생활과 세포호흡 내용을 관련짓는 것을 확인할 수 있었고, 학습한 개념은 문제해결에 많은 도움이 되었다는 반응을 보여 대부분의 학생들이 자신의 개념의 타당함을 이야기하였다.

즉, 역할놀이 비유 수업은 새로운 방법으로 수업주제를 소개한 것뿐만 아니라(Ross *et al.*, 2008), 관련 교육자료(관련 영상, 교과서, 문제)들과 연관시킬 수 있도록 도와주었다는 점이 학생들에게 그럴듯한 수업으로 다가갔을 것으로 판단된다. 또한 학생들은 전통적인 교실 수업 방법으로는 이해하려고 애썼던 다른 주제들과 비교할 때 이번 수업을 통해 지식을 기억하고 회상하는데도 큰 도움이 된 것으로 면담결과 확인할 수 있었다.

### 4) 대안의 유용함(fruitfulness)

교사: 역할놀이 수업을 통해 알게 된 개념을 다른 단원 혹은 다른 과학 개념에 적용해 볼 수 있겠습니까?

학생c: 세포호흡의 이해는 물질대사 전체적인 개념을 이해하는데 매우 도움이 되었습니다.

학생k: 효소의 작용을 역할놀이를 통해 표현해 본 것이 앞 단원의 효소의 특성을 이해하는데 도움이 되었습니다.

학생: 역할놀이 비유 수업은 세포호흡에서 나오는 당들의 분자구조까지 이해하기에는 어려움이 있었지만, 한번 자세히 알고 싶다는 생각에 생화학에 더 많은 관심을 가지게 되었습니다.

학생j: 세포호흡에서 생성되는 생물학적에너지(ATP)가 생물의 어디에 사용하고 어떻게 사용되는지 구체적으로 공부해 보겠습니다.

학생b: 이번 세포호흡 학습으로 세포호흡과 광합성과의 관계를 더욱 쉽게 이해할 수 있었습니다.

학생h: 발효와 진핵세포의 세포호흡과의 차이점을 좀 더 심도 있게 생각할 수 있는 계기가 되었습니다.

학생e: 세포호흡은 에너지를 방출하므로 발열반응입니다. 발열반응의 간단한 예로는 알코올이 연소할 때 알코올 속에 숨어있던 에너지가 열에너지로 방출되는 반응과 사람이 음식을 먹고 숨을 쉴 때 우리 몸속으로 들어가는 산소에 의해 음식의 영양소가 산화될 때 열이 발생해 체온이 유지되는 반응 등을 들 수 있습니다.

대안이 유용해 보여야 한다는 것은 원래의 개념보다 새로운 대안을 사용함으로써 얻은 개념이 더욱 유용해야 한다는 것이다.

면담결과, 학생들은 세포호흡을 다른 단원의 학습내용과 적절히 연결시키므로써 역할놀이 비유 수업 통해 얻은 개념이 유용하다는 반응을 보였고, 학습한 내용은 좀 더 포괄적인 학습으로 이어질 수 있었다는 반응을 보였다. 또한 타 교과와의 연관성을 찾으려고 하는 학생도 있었다.

따라서 역할놀이 비유 수업은 상호작용을 통해 세포호흡의 개념을 다른 과학 관련 개념에 적용하는 등

예전에는 생각 못했던 내용들을 새롭게 생각해 볼 수 있는 한 단계 확장된 사고를 위한 수업전략이 된 것으로 판단된다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 세포호흡의 개념적인 이해를 증진시키기 위해 학생들이 직접 세포호흡 과정의 기본단위 혹은 주요부분이 되어 행동으로 옮기는 역할놀이 비유 수업을 실시하였다. 이를 통해 학생들의 세포호흡에 대한 학업 성취도와 과학 학습동기에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 역할놀이 비유 수업이 교과서 중심의 강의식 방법보다 학업 성취도 향상에 효과가 있었다. 역할놀이 비유 활동은 세포호흡에 대해서 역할을 분담하고 직접 신체 감각적 활동을 통하여 개념을 설명할 수 있는 기회를 제공하여 학습 내용에 대한 이해를 향상시킨 것으로 나타났다. 특히, 구체적이고 조작적 활동이 제공되는 환경 내에서 새로운 지식을 얻을 수 있었던 것으로 판단된다.

둘째, 역할놀이 비유 수업이 교과서 중심의 강의식 방법보다 과학 학습동기 향상에 효과가 있었다. 역할놀이 비유 수업을 통해 학생들은 과학을 배우는 일들에 대하여 자신감을 가졌으며, 이전에 이해했던 내용들을 바탕으로 새로운 지식들을 쌓고, 일상생활에서 과학과의 관련성을 발견하며 과학을 배우는 동안에 경쟁력과 성취감이 증가하면서 만족감을 느끼게 되었다. 이를 통해 과학 학습동기 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

셋째, 학생들이 세포호흡을 얼마나 배웠고 배운 것을 얼마나 잘 이해했는지를 알아보기 위하여 선개념에 대한 불만족, 지적으로 이해할 수 있는 대안, 대안의 그럴듯함, 대안의 유용함 측면에 대해 면담한 결과, 학생들은 사전에 알고 있었던 세포호흡 개념에 대해 많은 불만을 가지고 있었고, 역할놀이 비유 수업으로 세포호흡의 전 과정에 대해 더 상세히, 쉽게 이해할 수 있었다는 반응을 보였다. 또한 새로운 개념에 의해 수업활동들이 어떻게 구조화될 수 있는지를 이해하여 새로운 개념이 지적으로 이해할 수 있는 대안이 될 수 있다는 것을 인지하고 있었다. 역할놀이 비유 수업을 통해 실생활과 세포호흡 내용을 관련지을

수 있었고 문제해결에 많은 도움이 되었다는 반응도 보였다. 이와 더불어 좀 더 포괄적인 개념과 연결시키며 실생활과의 관계를 적절히 설명하는 등 역할놀이 비유 수업을 통해 얻은 개념은 그럴듯하고 유용함에 도달한 것임을 확인할 수 있었다.

본 연구 결과의 시사점과 본 연구와 관련하여 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 역할놀이 비유 수업의 마무리 단계인 한계점 지적하기 외에 수업 시간에 배운 것을 정리하고 수정할 수 있는 방안으로 개념도 작성을 과제로 제시하여 결과를 발표하고 토론할 수 있는 시간을 가지는 것도 필요하다. 즉, 교사가 참고용으로 제공한 그래프나 도표를 모방하는 것에 그치는 것이 아니라 역할놀이 비유 수업의 경험을 반영하는 무언가를 만들어낼 수 있도록 후속 과제 제시가 필요하다.

둘째, 생물학의 추상적 개념을 충분히 이해시키기에는 하나의 교수·학습 전략으로는 어려움이 있기 때문에 좀 더 많은 학생들에게 생물 개념 이해에 도움을 주기 위해서는 더 다양한 접근법들을 개발 활용하는 것이 필요하다. 비유 활용 수업은 정형화된 방법만 있는 것은 아니고, 수업 내용, 상황, 비유물 특성에 따라 다양할 수 있다(정여진 등, 2006). 본 연구에서 역할놀이를 비유 도입 방식으로 설정한 것은 하나의 전략일 뿐이며 비유 도입 방안에 대한 효과를 좀 더 정확히 파악하기 위해서는 비유에 실험법, 질문법, 논쟁 및 토의법 등 과학교과의 특성을 고려한 다양한 전략을 접목해 볼 필요가 있다.

#### 국문 요약

본 연구의 목적은 학생들이 직접 세포호흡 과정의 주요부분이 되어 역할을 행동으로 옮기는 역할놀이 비유 수업을 실시하여 학생들의 세포호흡에 대한 학업 성취도와 과학 학습동기에 미치는 효과를 알아보는 데 있다. 역할놀이 비유 수업의 적용 효과를 알아보기 위해 부산 소재의 인문계 고등학교 생물Ⅱ를 선택한 2개반을 대상으로 1개 반(27명)은 실험집단으로 1개반(28명)은 통제집단으로 구성하여 연구를 진행하였다. 본 연구를 통해 얻은 결과는, 첫째, 역할놀이 비유 수업은 세포호흡에 대해서 학생들이 역할을 분담하고 직접 신체 감각적 활동을 통하여 개념을 설명할 수 있는 기회를 제공하여 학업 성취도를 향상시킨 것

으로 나타났다. 둘째, 역할놀이 비유 수업을 통해 학생들은 과학에 대한 자신감과 과학과의 관련성을 발견하고 성취감이 증가하면서 만족감을 느끼고 이를 통해 과학 학습동기가 향상된 것으로 나타났다. 셋째, 개념 변화에 대한 면담 결과에서, 학생들은 선개념에 대한 불만족을 가지고 있었고, 역할놀이 비유 수업은 지적으로 이해할 수 있는 대안으로 생각하고 있었으며, 그 대안은 그럴듯하고 유용한 것으로 나타났다.

### 참고 문헌

권낙원 (1997). 토의수업의 이론과 실제. 현대교육출판.

권성기, 임청환 역 (2002). 구성주의적 과학학습 심리학. 시그마프레스.

김동렬 (2008). 생물Ⅱ '단백질 합성' 단원에서 비유를 활용한 수업이 고등학생들의 학업 성취도와 학습 동기에 미치는 효과. 한국생물교육학회지, 36(1), 11-25.

노태희, 변순환, 전경문, 권혁순 (2003). 화학 개념 학습에서 역할놀이 비유 활동의 효과. 한국과학교육학회지, 23(3), 246-253.

임청환, 권성기, 송명섭, 송남희 역 (2004). 초등 과학교육-구성주의적 접근. 시그마프레스.

정여진, 김승현, 유규환 (2006). 놀이를 통한 비유 수업의 효과. 교육과정평가연구. 9(1), 363-380.

현동걸 (1998). 과학적 사고력의 신장을 위한 과학 비유탐구놀이 학습방법의 구안. 한국초등과학교육학회지, 17(1), 61-73.

Alparsian, C., Tekkaya, C., & Geban, O. (2003). Using the conceptual change instruction to improve learning. *Journal of Biological Education*, 37(3), 133-137.

Aubusson, P., Barr, R., Perkovic, L., & Fogwill, S. (1997). what happens when students do simulation role-play in science. *Research in Science Education*, 27, 565-579.

Aubusson, P. J., & Fogwill, S. (2006). Roleplay as analogical modelling in science. In P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education*, (pp. 91-102) Dordrecht: Springer.

Cherif, A. H., & Somerville, C. H. (1995). Maximizing learning: Using role-playing in the classroom. *The American Biology Teacher*, 57(1), 28-35.

Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *The School Science Review*, 67(240), 443-456.

Gunstone, R. F. (1995). Constructivist learning and teaching of science. In B. Hand & V. Prain (Editors), *Teaching and Learning in Science: The Constructivist Classroom* (pp. 3-20). Australia: Harcourt Brace & Co.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study of in grade-10 optics. *Journal of Reserch in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.

Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach*. Buckingham, PA: Open University Press.

Lin, C., & Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1529-1544.

Lovejoy, C. (1995). Using students' conceptual knowledge to teach a junior secondary topic of circulation and respiration. In B. and V. Prain, editors. (Editors). *Teaching and Learning in Science: The Constructivist Classroom* (pp. 106-121). Australia Harcourt Brace & Co.

Mann, M., & Treagust, D. F. (1998). A pencil and paper instrument to diagnose students' conceptions of breathing, gas exchange and respiration. *Australian Science Teachers Journal*, 44(2), 55-59.

Patro, E. (2008). Teaching aerobic cell respiration. *The American Biology Teacher*, 70(2), 85-87.

Posner, G. J., & Rudnitsky, A. N. (1982).

Course design: A guide to curriculum development for teachers (2nd Edition). NY, NY: Longman.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

Ragsdale, F. R., & Pedretti, K. M. (2004). Making the rate: Enzyme dynamics using Pop-It Beads. *The American Biology Teacher*, 66(9), 621-626.

Ross, P. M., Tronson, D. A. & Ritchie, R. J. (2005). Modelling photosynthesis to increase conceptual understanding. *Journal of Biological Education*, 40(2), 84-88.

Ross, P. M., Tronson, D. A., & Ritchie, R. J. (2005). Increasing Conceptual Understanding of Glycolysis and the Krebs Cycle using Role-play. *The American Biology Teacher* 70(3): 164-168.

Songer, C. J., & Mintzes, J. J. (1994). Understanding cellular respiration: An

analysis of conceptual changes in college Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 621-637.

Tronson, D., & Ross, P. (2004). Modelling effective teaching and learning strategies with our teaching teams in first-year university. *Australian Journal of Education in Chemistry*, 63, 11-15.

Tuan, H., Chin, C., & Shieh, S. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International journal of science education*, 27(6), 639-654,

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In G.L. Gabel (Editor), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 177-210). A Project of the National Science Teachers Association. NY: Macmillan Publishing Company.