

Concept Status Analysis of Pre-Service Science Teachers on Life Science Concepts Related to Disease

Yoeng-Min Jo¹⁾ · Min-Su Ha²⁾ · Eun-Ju Park^{*3)}

¹⁾YangYang High School · ²⁾Kangwon National University · ³⁾Bongueui High School

질병과 관련된 생명과학개념에 대한 예비과학교사들의 개념 분석

조영민¹⁾·하민수²⁾·박은주^{*3)}

¹⁾양양고등학교, ²⁾강원대학교, ³⁾봉의고등학교

<ABSTRACT>

The concept of life sciences related to disease is a concept that requires attention of teaching due to high interests of students and many misconceptions. Therefore, pre-service science teachers need to have a precise and deep understanding of life science concepts related to disease before they can be put into the school. The purpose of this study is to identify the types of life science concepts status related to the diseases of pre-service science teachers. The study was conducted through an open survey divided into three areas: antibiotics, immunity and cancer. As a result, pre-service science teachers have often confused antibiotics with immune responses in the definition of antibiotics. In addition, when defining antibiotics, there was no precise classification of antibiotic targets such as microorganisms, bacteria, and viruses. In defining immunity, most of the explanation was based on acquired immunity, which excludes innate immunity. The most unscientific concept was the type of adaptation in the individual. In the definition of cancer, the explanation of the specificity of cancer cells, which pre-service teachers distinguish between malignant and benign tumors, was somewhat insufficient. This study is expected to be used for data on the current state of teacher education as well as the types of concepts related to the diseases of pre-service science teachers.

Key words : Conceptual status, disease concept, pre-service science teacher, teacher education

* Corresponding Author : Eun-Ju Park (skyblue96@hanmail.net)

Received February 28, 2020; Reviewed March 17, 2020 Corrected March 20, 2020; Accepted March 21, 2020

© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. Introduction

전 세계인을 바이러스 공포에 잠식시킨 2014년 미국 의료진 에볼라바이러스(Ebola virus)와 2015년 메르스 코로나바이러스(MERS-CoV), 그리고 최근 발생한 신종 코로나 바이러스 19 (COVID-19)는 국내 감염사례는 개인적 공포를 넘어 사회, 경제에 치명적인 영향을 일으킬 만큼 질병이 인간의 삶 속에서 배제될 수 없는 존재임을 증명하기에 충분했다. 과학교과에서 질병과 관련된 개념은 공통 교육과정 ‘과학’ 중 초등학교 5, 6 학년군 중 ‘생물과 환경’, ‘생물과 우리 생활’ 단원, 선택 교육과정에서 고등학교 ‘과학’ 중 ‘인류의 건강과 과학기술’ 단원, ‘생명과학 I’ 중 ‘항상성과 건강’ 단원 내 ‘방어 작용’ 단원, ‘고급 생명 과학’ 중 ‘생물의 조절과 방어’ 단원에서 가르치도록 구성되어 있으며(MEST, 2011), 이전 교육과정과 비교했을 때 2009개정 과학과 교육과정에서 생명과학 I 교과 중 ‘방어 작용’ 단원을 중심으로 질병관련 개념은 더욱 심화되었다(Kang, 2012). 이에 과학교사들은 질병과 관련된 개념에 대한 전문성을 갖추고 있어야 한다. 더욱이 2015교육과정에서 통합과학은 각 과학영역이 유기적으로 연결된 학습을 목표로 하므로 과학교사는 자신의 전공영역과 비전공영역의 개념적 연결을 통해 학습자에게 전달 할 수 있어야 한다(Ha, 2018; Jeong & Wee, 2019; Kim & Yang, 2018).

여러 연구에서 국내 현직 과학교사들이 가지고 있는 전문성 중 가장 중요한 것이 교과와 관련된 ‘전문 지식’과 과학적 개념의 위계성의 이해를 강조했다(Kwak, 2006; Ha, 2019). 하지만 최근 바이러스 감염 사건뿐만 아니라 기존에 이미 약물 오·남용에 의한 문제 등 질병과 관련된 개인의 건강과 사회적 문제는 지속적으로 제기되어 왔음에도 질병과 관련된 생명과학 개념에 대한 연구는 과학교육연구에서 중요하게 다루어지지 않았다. 본 연구 이전에 이와 관련된 공개된 연구는 없었으며 연구가 진행되던 중 ‘면역 개념에 대한 현직 생물교사와 예비 생물교사의 개념지위 분석(Choi & Cheon, 2015) 단 한건이 발표되었을 정도로 매우 부족한 실정이다.

위와 같은 배경에 따라 추후 학교 현장에서 과학교육을 수행해야하는 예비과학교사들은 현장에 투

입되기에 앞서 질병과 관련된 생명과학개념을 정확하고 깊게 갖추어야 할 필요가 있다(Noh & Kwon, 2018). 이에 본 연구는 현재 예비과학교사들이 가지고 있는 질병과 관련된 생명과학 개념을 확인하고 그 유형을 파악하고자 한다.

II. Research Procedure

1. Participants

연구 대상인 예비과학교사는(이하 예비교사) 지방 거점 국립대학교 K대학과 C대학의 과학교육전공자를 대상으로 했다. 물리, 화학, 생명과학, 그리고 지구과학교육 전공 별 전 학년을 대상으로 개방형 설문조사를 실시하였으며 전체 학생 중 74명이 설문에 응답했다. 전체 응답자 중 전공 별 인원은 물리교육전공 8명, 화학교육전공 11명, 생명과학교육전공 41명, 지구과학교육전공 14명이다.

2. Data collection

검사에 사용될 설문 문항을 개발하기 위해 질병과 관련된 생명과학개념을 조사했다. 전공 구분 없이 모든 고등학생이 배우는 고등학교 ‘과학’ 교과서 5종을 임의로 선정하여 2009개정 과학과 교육과정을 바탕으로 각 교과서 별 다루고 있는 질병 관련 생명과학 개념들을 비교분석 하였으며 그 결과는 <Table 1>과 같다.

3. Data analysis

설문은 개방형 검사 도구를 사용하여 예비교사들이 가지고 있는 개념을 그대로 나타낼 수 있도록 했다. 전공자와 비전공자의 비교를 확인하기 위해 전공 및 학년 정보를 동시에 수집하였으며 설문은 2015년 8월부터 10월까지 이루어졌다. 비교 분석 시 관련된 단원인 ‘질병과 면역’, ‘천연 및 합성 의약품’, ‘암의 발생과 진단 및 치료’을 바탕으로 면역 영역, 약품 영역, 암 영역으로 나누어 각 영역별로 핵심내용이라 볼 수 있는 개념을 중점으로 문항을 개발했다.

<Table 1> Comparison of classification and explanation of disease-r

Chapter		Concept Classification	
Disease and immunity	Infectious disease	Pathogen	Bacterium
			Virus
		Immunity	Congenital immunity
			Acquired immunity
			Autoimmune disease
	Noninfectious disease	Vaccine (deliberate immunization)	Immune deficiency
			Hyperimmunization
			Vaccine
			Live vaccine
			Killed vaccine
Natural and synthetic drug	Connect to biological diversity	Incidence	Normal cell and cancer cell
			Tumor
			Benign tumor
			Malignant tumor
			Genetic cause
	Cause	Cause	Environmental cause
			Immunological cause
			Tumor marker
			Physical diagnosis
			Biopsy
Incidence, diagnosis and therapy of cancer	Diagnosis	Diagnosis	Genetic test
			Operation
			Radiation therapy
			Chemotherapy
			Gene therapy
	Therapy	Therapy	Cancer gene
			activate suppress
			Cancer suppress
			gene
			Suicide gene
			Vaccine
			Target therapy
			Stem cell
			transplantation

SA:Sangsang academy, KH:Kyohaksa, TT:The text, CJ(O):Cheonja
 0=not mentioned, 1=word level mentioned, 2=brief description, 3

문항의 타당도를 확인하기 위하여 생물교육전문가 3인과 현직 생물교사 1인이 문항의 내용타당도를 확인했다. 자료 코딩은 생물교육전문가 1인과 합의하에 채점 근거를 설정하여 신뢰도를 높였다. 위 과정으로 개발된 문항은 총 6문항으로 항생제 영역, 면역 영역, 암 영역 별 2개의 문항으로 이루어졌으며 각 문항은 <Table 2>와 같다. 자료 수집 후 학생의 응답을 토대로 분류하여 개념의 유형을 구분했다. 응답 자료를 공통적인 설명방식 기준으로 유형을 나눈 뒤, 각 유형을 다시 과학적 개념과 비과학적 개념(오개념)으로 구분했다.

III. Result

1. Pre-Service Science Teacher's Concept of Antibiotics

1) The Concept of Antibiotics

예비교사들이 생각하는 항생제의 정의에서 비과학적 개념을 비롯한 3가지의 개념 유형을 찾아내었다. 3가지 유형은 <Table 3>에 제시되어 있다.

과학적 개념이라 분류한 예비교사들의 응답은 미생물, 박테리아, 바이러스, 성장, 번식, 억제, 사멸 등 생물학적 용어를 사용하여 항생제를 정의한 것이다.

“미생물의 성장 등의 생명활동을 억제하는 물질. 세균의 세포벽 합성을 방해하거나 단백질합성을 방해하는 등 여러 가지 종류가 있다(예비교사36).”

예비교사36의 응답의 경우 미생물, 성장, 생명활동, 억제 등 생물학적 용어를 사용하여 ‘미생물의

생장을 억제하는 물질’로 항생제를 설명 하였으며 항생제의 작용 기작도 함께 설명했다. 하지만 이 유형에 속하는 예비과학교사들의 응답은 항생제를 정의함에 있어서 미생물과 바이러스, 박테리아에 대한 정확한 구분 없이 설명하는 경우가 대부분이었다.

“미생물을 죽이거나 성장을 막는 물질. 바이러스를 죽이는데 쓰임(예비교사21).”

예비교사21는 항생제 정의에 있어 세균과 바이러스 용어를 모두 사용하고 있다. 항생제(Antibiotics)에 대한 정확한 정의는 ‘미생물이 만들어 내는 대사산물로서, 다른 미생물의 생장을 억제하거나 사멸시키는 물질’이다. 여기서 ‘미생물’이라는 용어는 미생물학에서 ‘세균’ 뿐만 아니라 ‘진균’, ‘바이러스’ 등을 아우르는 용어다. 미생물학에서는 항생제를 보다 정확히 ‘항생물질’이나 보다 ‘항미생제’로 표현하고 있으며 하위 요소로 ‘항세균제’, ‘항진균제’, ‘항바이러스제’ 등으로 항미생물제의 작용 대상에 따라 분류하여 표기하고 있다.

하지만 고등학교 과학 교과서는 박테리아와 바이러스의 차이점에 대해 기술되어 있으면서도 ‘미생물’과 ‘박테리아’의 용어를 별다른 구분 없이 항생제를 정의하는데 사용하고 있다. 이러한 표현은 학생에 따라서 ‘항생제’에 대한 정확한 개념 이해에 방해될 수 있으며, 교사의 입장에서조차 마찬가지다.

과학적 개념이라고 할 수 있으나 항생제의 기능을 중심으로 설명한 것은 ‘병균을 죽인다.’, ‘염증을치료한다.’와 같이 생물학적 용어 사용이 부족하며 항생제 사용으로는 기능에 대한 설명과 ‘세균의 세포벽을 파괴시킨다.’와 같이 항생제의 작용기작 중 일부에 대한 표현을 사용하여 항생제를 정의한 것이다.

<Table 2> Survey questions

Related Chapter	Core Concept	Survey Questions
Natural and synthetic drug	Antibiotics	1. Explain what antibiotics is? 2. Why does antibiotics resistance occur?
Vaccine and immunity	Immunity	1. What is the immune system? 2. How does immunity occur?
Incidence, diagnosis and therapy of cancer	Cancer	1. Explain as much as you know what cancer is. 2. Explain biologically how you can treat cancer.

<Table 3> Antibiotic concepts classification of pre-service science teachers

Concept Type		Characteristic of Concept Type	Frequency (%)
Scientific concept	1. The scientific concept based on the principles of life science	- Substances that inhibit the growth or growth of microorganisms - Substances that inhibit the reproduction of microorganisms - Substance that kill microorganisms	44(59%)
	2. The scientific concept of the function of antibiotics	- Description focused on the function of the drug - Described some of the antibiotic action - Explained by antigen-antibody reaction	19(26%)
	3. Immune response and confusion	- Explained by immune process - Described as a vaccine-forming immunity process	9(12%)
Unscientific concept	Other	- No response - Used antibiotic word - Used antigenic specificity word	2(3%)

“사람에게 질병이 나타나게끔 하는 병원균을 없애려고 하는 약(예비교사22).”

“각종 미생물들로 인한 염증 등등의 병을 치료하기 위한 약(예비교사12).”

예비교사22는 병원균을 ‘없앤다.’는 비생물학적 용어를 사용하고 있어 비과학적 개념으로 볼 수 없지만 ‘생명과학 원리에 바탕을 둔 과학적 개념’ 유형과는 차이를 보이며 질병의 원인으로서의 병원균 제거라는 항생제 사용에 대한 약리적 기능으로 설명하여 유형1에 비해 제한적으로 설명하고 있다. 예비교사12의 응답도 ‘염증을 치료한다.’와 같은 항생제 사용으로 얻는 약리적 기능으로 설명하는 대표적인 예가 될 수 있다.

“세균의 세포벽을 파괴시켜 죽인다(예비교사72).”

예비교사72는 세포벽을 파괴시키는 항생제의 작용 기전으로 항생제를 정의했다. 박테리아의 세포벽을 파괴시키는 기작이 과학적으로 틀린 개념은 아니지만 항생제 작용기전 중 일부이기 때문에 한 가지 작용 기전으로 항생제를 정의하기에는 한계가 존재한다.

항생제에 대한 비과학적 개념으로는 먼저 면역반

응과 항생제의 개념을 혼동하는 것이다. 이 유형에 속하는 응답으로는 주로 ‘항원’, ‘항체’, ‘항원-항체 반응’ 용어를 사용하거나 ‘백신’의 개념을 항생제에 적용하여 설명하는 특징을 보인다.

“바이러스에 대하여 비병원성균을 인공적으로 만든 뒤 인체에 삽입하여 해당 바이러스에 대하여 항체를 가지게 한다(예비교사65).”

예비교사65는 항원-항체 반응을 이용하여 비병원성균을 주입하여 해당 병원균에 대한 면역을 형성하는 2차면역과정을 이용한 백신의 개념과 항생제의 개념을 혼동하고 있다. 항생제의 작용은 항원-항체 반응으로 설명, 정의되지 않으며 항원-항체 개념은 면역반응 중 후천성면역(적응면역)의 내용에 속하는 개념용어이므로 이 유형은 명확한 오개념이다.

마지막으로 기타에 해당되는 응답내용은 무응답, 항생제의 개념을 항생 단어 사용으로 설명이 있었다.

“세균이 만들어내는 항생물질로써 페니실린 같은 것들이 해당된다(예비교사54).”

항생제의 개념을 ‘항생물질’이라는 단어를 사용하여 항생제의 개념을 어떤 수준으로 알고 있는지 파악하기가 어렵다. 이러한 경우 개념 설명에 사용된 단어

의 의미를 다시 물어봐야 할 필요성이 있으나 본 연구에서 추가적인 설문은 진행되지 않았다. 위와 같은 응답은 매우 낮은 빈도로 인해 유형을 결정하기 어려워 무응답의 경우와 함께 기타 분류로 정한다.

생명과학교육 전공자 41명 중 9명(22%)이 유형2에 속했으며, 유형3에 5명(12%), 기타에 2명이 속했다(5%). 생명과학교육 비전공자 33명 중 10명(30%)이 유형2에 속했으며, 유형3에 4명(12%)이 포함되었다.

2) Principle of Antibiotic Resistance

예비교사들이 생각하는 항생제 내성의 원리에서 비과학적 개념을 비롯한 5가지의 개념 유형을 찾아내었다. 4가지 유형은 <Table 4>에 제시되어 있다.

항생제 내성형성 과정에 대한 과학적 개념은 ‘돌연변이’, ‘자연선택’과 관련된 표현을 사용하여 ‘진화론적 설명’을 바탕으로 항생제 내성 원리를 설명했다.

“병원체 중에서 항생제에 저항성을 가지는 돌연변이가 발생할 수 있는데, 항생제를 장기간 투여할 경우 저항성이 없는 병원체들은 제거되고 저항성을 가지는 병원체들만 선택적으로 남게 되어 번식하므로 항생제 내성이 생긴다(예비교사66).”

이 유형은 예비교사04와 같이 직접적으로 ‘돌연변이’가 발생한 것으로 설명하거나 ‘유전자변이’가 일

어났다는 표현을 사용하며 돌연변이가 일어난 후 항생제 작용에도 살아남는 군만 선택되거나 번식한다는 표현으로 ‘자연선택’에 대한 의미를 설명했다.

내성 형성과정의 일부분에 대한 개념은 ‘돌연변이’와 ‘자연선택’ 중 한 가지 내용만을 바탕으로 설명한 유형이다.

“세균이 항생제가 있어도 안 죽게 유전자가 변형되어서(예비교사03).”

이 유형의 응답 중 예비교사03의 경우 ‘돌연변이’에 대한 표현으로만 설명하였으며 ‘자연선택’과 관련된 설명이 없어 위 유형에 속한다. 즉 진화론적 설명을 바탕으로 하나 내용이 일부 부족한 경우다.

개체 수준의 적응 유형은 주로 세균 스스로의 ‘변화’, ‘저항력의 증가’, ‘적응’, ‘익숙해짐’이란 용어를 사용하여 정의했다.

“항생제를 처음 쓸 때는 항생제를 만난 적이 없었어서 쉽게 죽지만 같은 항생제를 여러 번 쓰면 바이러스가 항생제에 익숙해져서 더 강해져서 쉽게 안 죽는다(예비교사20).”

“미생물이 항생제로부터 자신을 방어하려는 작용으로 생긴다(예비교사14).”

예비교사31번처럼 이 유형에 속하는 대부분의 응답이 ‘익숙해졌다’, ‘적응했다’는 표현으로 항생제 내

<Table 4> Antibiotic resistance concept classification of pre-service science teachers

Concept Type		Characteristic of Concept Type	Frequency (%)
Scientific concept	1. The scientific concept based on the principles of life science	- Mutation - Used the concept of natural selection	25(34%)
	2. The concept of a part of the process of resistance	- Used some part of mutation and natural selection	12(16%)
unscientific concept	3. Object-level adaptation	- Adaptation of bacteria to the antibiotic environment - Increase bacteria resistance	23(31%)
		- Bacteria produce antibiotics	
	4. Explanation using the process of immune formation	- Explained immune process by vaccine	11(15%)
Other		- No response	3(4%)

성원리를 설명하며 이 유형에서는 예비교사14처럼 미생물이 스스로 항생제에 저항하는 것으로 설명하는 내부의지 표현도 함께 나타나는 경향도 나타났다. 내부의지적 표현은 오개념의 원인이 되는 인지편향의 유형 중 하나이다.

면역과정과 혼동한 유형은 주로 항생제에 ‘백신’의 개념을 적용하거나 ‘항원·항체’용어를 사용하여 항생제 내성 원리를 설명했다.

“항생제를 통해 어떤 병원균이 들어오는지 알기 때문에 더 발전된 병원균이 생성된다(예비교사57).”

예비교사57은 항생제를 ‘백신’과 같은 것으로 설명한다. 독성이 없는 병원균을 사전에 체내에 주입하여 해당 병원균에 대한 기억면역이 형성되어 다음 감염 시 빠르게 면역반응이 일어날 수 있도록 하는 백신과 항생제를 혼동하는 설명이 이 유형의 대부분을 차지했다.

기타에 포함되는 응답으로는 무응답과 ‘오·남용’을 내성 형성원인으로 한 응답이 있었다. 또한 항생제 내성 형성 원리를 설명하는 과정에서도 항생제 정의에서와 같이 미생물, 박테리아, 바이러스 등의 용어를 구분하지 않고 사용하는 응답이 빈번했다.

생명과학교육 전공자 41명 중 11명(27%)이 유형3에 속했으며 유형4에 4명(10%), 기타에 1명(2%)이 속했다. 생명과학 비전공자 33명 중 12명(36%)이 유형3에 속했으며 유형4에 7명(21%), 기타에 2명(6%)이 속했다.

2. Pre-Service Science Teacher's Concept of Immunity

1) Definition of Immunity

예비교사들이 생각하는 면역의 정의에서 비과학적 개념을 비롯한 5가지의 개념 유형을 찾아내었다. 5가지 유형은 <Table 5>에 제시되어 있다.

선천면역 및 후천면역 유형은 면역을 정의함에 있어서 선천면역과 후천면역을 전부 설명한 유형이다.

“체내로 침입한 병원체에 대항하는 시스템을 말한다. 선천성 면역과 적응면역으로 나뉘며 선천성 면역은 이전에 병원체의 침입이 없더라도 감염이 있을 때 바로 방어반응을 나타내는 것이다. 한편 적응면역은 후천성 면역반응이라고도 하며 선천성 면역이 작동한 이후에 서서히 발달하고 이전에 병원체의 침입이 있었다면 반응이 더 강해진다(예비교사69).”

면역을 정의함에 있어서 선천면역과 후천면역 모두 언급한 응답은 예비교사69 한 명이다.

내성형성과정의 일부분에 대한 개념 유형은 선천면역과 후천면역 중 한 가지에 대해서만 설명한 유형이다.

“생물이 질병에 몸을 방어하기 위해서 가지고 태어나는 것들 중의 하나인데(예비교사09).”

<Table 5> Immune concept classification of pre-service science teachers

Concept Type		Characteristic of Concept Type	Frequency (%)
Scientific concept	1. Congenital and acquired immunity	- Explained both of congenital and acquired immunity	1(1%)
	2. The concept of a part of the tolerance building process	- Explained congenital immunity only - Explained acquired immunity only	39(53%)
	3. Biological function-oriented concept	- Concept focused on biological function of immunity	26(35%)
Unscientific concept	4. Inner ability	- Ability to overcome disease - Ability to kill bad bacteria	4(5%)
	5. B	- Produce the resistance to certain diseases	2(3%)
	Object-level adaptation	- Produce bacteria against germs	
	Other	- No response	2(3%)

예비교사09의 경우 ‘가지고 태어난다’는 용어를 통해 선천면역을 설명하고자 하는 의도가 보이나 설문응답이 위와 같이 중간에 끝나 정확한 의미를 파악할 수 없다. 하지만 선천면역과 후천면역 모두 설명한 1번 유형을 제외하고는 ‘선천면역’과 관련되거나 이와 비슷한 용어를 사용한 설명은 위 사례가 유일하다.

“체내에서 질병에 대한 항체를 만들어내어 질병에 대항할 수 있는 것(예비교사02).”

“외부 미생물의 침입에 의한 특정 질병에 걸려서 회복 후 같은 질병균의 2차 침입시 기존의 정보를 바탕으로 신속한 항체생성반응이 일어나는 것(예비교사71).”

예비교사02의 경우 항원에 대한 항체 형성으로 면역을 설명하였으며 이는 후천면역 중 1차 면역에 속한다. 예비교사71의 경우는 기억B세포와 보조T세포에 의해 동일 항원이 다시 감염되었을 때 빠르게 면역반응을 일으키는 적응면역 중 2차 면역을 바탕으로 면역을 설명했다. 이 유형에 속하는 응답 중 50%가 2차 면역 과정으로 면역을 정의했다.

생물학적 기능 중심의 개념 유형은 면역이 가지는 생물학적 기능으로 ‘질병에 저항하는 능력.’, ‘방어기작’ 등으로 설명한 사례이며 예비교사63의 응답이 대표적이다.

“면역이란 생물체의 질병이나 바이러스로부터 자신 스스로를 지킬 수 있는 능력(예비교사63).”

응답 유형 중 내부의지 유형은 ‘병을 이긴다.’는 표현을 사용한 유형이다. 병일 이긴다는 표현은 감염된 숙주가 병을 물리친다는 의인화적인 설명이므로 내부의지적 표현이라고 볼 수 있다. 예비교사06의 응답이 대표적이다.

“병을 이겨낼 수 있는 능력(예비교사06).”

개체수준의 적응 유형은 ‘내성’이라는 용어를 이용하여 면역을 정의한 경우다.

“특정 병에 내성이 생기는 것(예비교사15).”

예비교사15의 경우 병에 ‘내성’이 생겼다는 표현으로 면역을 정의했다. 내성이라는 표현은 숙주가 감염원에 대하여 적응한 것으로 해석되므로 위 유형으로 구분했다. 면역에 대한 설명 유형 중 낮은 기타 응답으로는 다음과 같은 응답이 있었다.

“내 몸의 체제가 건강한 정도(예비교사37).”

“어떤 질병에 대해 반응하지 않는 현상이다(예비교사17).”

생명과학교육 전공자 41명 중 24명(58%)이 유형2에 속했으며 모두 후천면역을 바탕으로 설명했다. 또한 유형3에 15명(36%), 유형4에 1명(2%)이 속했다. 생명과학교육 비전공자 33명 중 유형1에 속하는 응답은 없었으며 유형2에 15명(45%), 유형 3에 11명(33%), 유형4에 3명(9%), 유형5에 2명(6%)이 속했다. 기타에 속하는 2명은 모두 비전공자다.

2) Immunization principle concept

예비교사들이 생각하는 면역 생성 원리에 대한 개념에서 비과학적 개념을 비롯한 5가지의 개념 유형을 찾아내었다. 5가지 유형은 <Table 6>에 제시되어 있다.

선천면역 및 후천면역 유형은 유전적으로 획득하는 선천면역과 항원-항체 반응 및 2차 면역을 포함하는 후천면역을 모두 설명한 유형이다.

“면역은 선천적으로 가지고 태어나며 백혈구에 의해 면역반응이 일어나게 된다. 또한 면역은 후천적으로 획득되기도 하는데 후천적으로 획득되는 면역의 경우 병원체에 노출되었을 때 림프구에 의해 면역반응이 일어난다(예비교사14).”

예비교사14와 같이 면역이 선천적으로 획득됨과 림프구에 의한 후천면역 반응을 모두 설명한 경우가 위 유형에 속한다. 앞서 면역의 정의에서 보여진 결과와 비교했을 때 면역형성 개념에 대한 설명

<Table 6> Immunization principle concept classification of pre-service science teachers

Concept Type	Characteristic of Concept Type	Frequency (%)
Scientific concept	1. Congenital and acquired immunity - Description of congenital immunity and secondary immunization by acquired immunity	13(18%)
	2. Acquired immunity - Primary immunity by acquired immunity - Secondary immunity by acquired immunity	52(70%)
Unscientific concept	3. Inner object adaptation - Adaptation of body - Memory of body	3(4%)
	Other - Others - Lack of scientific explanation	6(8%)

에서는 면역의 정의에서와 달리 선천면역과 후천면역을 모두 언급하는 응답의 비율이 20%정도로 나타났다.

후천면역 유형에 해당하는 응답은 선천적 획득에 대한 설명 없이 ‘항원-항체 반응’이나 2차면역반응에 의한 ‘기억’작용을 바탕으로 면역 형성 원리를 설명한 유형이다.

“병을 발현 시키는 항원에 대해서 항체가 생성되어 균이 몸으로 들어와도 항원항체반응으로 균을 없애게 됨(예비교사61).”

“병원체가 몸속에 들어왔을 때 그 병원체를 제거하기 위해 항체를 생성하게 된다. 그러면서 그 병원체를 기억하는 세포를 만든다. 그 세포를 통해 다음번에 같은 병원체가 들어왔을 때 빠르게 제거를 할 수 있게 된다(예비교사33).”

“항원이 있는데 b림프구가 그 항원을 기억해서 나중에 또 들어오면 바로 항체를 만들어내서 병에 안 걸림(예비교사 03).”

이 유형에는 예비교사61과 같이 항원-항체 반응 수준에서 면역반응이 이루어지는 과정을 통해 면역 형성 원리를 설명한 경우와 예비교사33이나 예비교사 03과 같이 2차면역 반응에 대해서 설명한 경우가 해당된다.

예비교사 33과 예비교사 03의 응답 같이 2차면역에 대한 설명을 한 경우(해당개념유형1을 포함한)

대부분 ‘항원을 기억해서’라는 표현을 사용하여 면역의 생성 원리를 설명했다. ‘기억’이라는 과정이 생물학적으로 복잡하기 때문에 ‘기억’이라는 단어를 이용한 단순한 설명이 과학적인지, 비과학적인지에 대한 판단은 어려울 수밖에 없다. 그러므로 예비교사들의 면역개념을 더욱 정확히 평가하기 위해서는 이와 같은 단어를 사용하는지 확인하고, 그 과정에 대한 설명이 없을 경우 추후 질문이 필요할 것이다.

개체 내 적응 유형에 속하는 응답은 ‘적응’용어를 사용하거나 ‘몸의 기억’ 등 의 표현을 사용한 사례로 예비교사12의 응답이 대표적이다.

“병에 걸렸다가 죽지 않고 나으면? 몸의 적응?(예비교사12)”

기타 유형에는 “병원균이 한번 체내에 침투하는 일이 있어야 한다.”와 같이 과학적 설명이 부족한 응답과 무응답이 해당된다.

생명과학교육 전공자 41명중 유형3은 나타나지 않았으며 기타 응답에 3명(7%)이 속한다. 생명과학교육 비전공자 33명 중 3명(9%)이 유형3에 속했으며 기타 응답에 예 3명(9%)가 속했다.

3. Pre-Service Science Teacher's Concept of Cancer

1) Definition of cancer

<Table 7> Cancer concept classification of pre-service science teachers

Concept Type		Characteristic of Concept Type	Frequency (%)
Scientific concept	1. Scientific concept based on the principles of life science	- Explained infinite cell division ability and metastasis ability - Described to malignant tumor	19(26%)
	2. Non-division of benign and malignant tumors	- Explained only abnormality of cell division - Including benign tumors as a sub-element of cancer	44(59%)
Unscientific concept	Other	- No response - Cause of virus - Unscientific explanation	11(15%)

예비교사들이 생각하는 암의 정의에서 비과학적 개념을 비롯한 2가지의 개념 유형을 찾아내었다. 2가지 유형은 <Table 7>에 제시되어 있다.

생명과학원리에 바탕을 둔 과학적 개념유형은 암을 정의할 때 무한한 세포분열에 대한 특징뿐만 아니라 전이, 혈관신생 등 악성종양이 가지는 특성도 설명하고 있다.

“비정상적인 기능을 가지며, 증식이 활발한 세포. 밀도의존성억제가 없고, 부착의존성 없고, 분열에 제한이 없어 무제한으로 증식이 가능하다. 다른 조직으로 전이가 가능하고, 혈관신생인자를 분비하여 혈관생성을 촉진한다(예비교사30).”

“세포의 분열이 조절되지 않는 악성 종양(예비교사70).”

“세포가 성장 수준을 벗어나 계속적으로 증식하는 것으로 전이되는 것이 있고 전이되지 않는 것이 있다(예비교사29).”

예비교사30의 경우 무제한적인 증식에 대한 특성뿐만 아니라 전이, 혈관신생에 대한 부분들을 포함하여 설명하여 과학적 개념에 속한다. 과학적 개념에 속한 암의 정의 중에는 예비교사90처럼 ‘악성종양’이라는 표현을 사용한 사례도 있다. ‘악성종양’은 양성종양과 구분되는 암을 지칭하는 용어이므로 암에 대한 과학적 개념 유형으로 결정할 수 있다. 하지만 해당 용어 사용이 악성종양만 가지는 특이성

에 대해 예비과학교사가 인지한 상태로 사용한 응답인지 정확히 구분할 수 없다. 또한 예비교사29와 같이 악성종양개념 안에 양성종양을 포함시키는 경우도 나타났다.

비과학적 개념에서 대부분의 응답자들이 양성종양과 악성종양을 정확히 구분할 수 없는 설명으로 암을 정의했다.

“조직 내의 세포가 증식하는데 일정하게 증식이 되고 멈추어야하는데 이러한 역할을 하는 사이클이 망가져서 계속 끊임없이 증식된 것으로 종양이라고 말한다(예비교사32).”

암은 종양 유형 중 하나이며 예비교사32가 설명한 것처럼 세포의 증식이 멈추지 않고 지속된다. 하지만 이는 양성종양에도 해당하는 특성이므로 끊임없이 증식한다는 표현만으로는 악성종양, 즉 암을 정의하기에 부족하다. 응답자의 절반 이상이 위와 같이 ‘마구마구 분열하는 세포’, ‘세포가 계속 분열하는 현상.’ 등 세포주기 이상의 특성만을 들어 암을 정의했다. 따라서 위와 같은 유형의 응답은 암을 정확히 정의하기 어려움을 근거로 비과학적 개념으로 포함했다.

기타 응답으로는 ‘바이러스로 인한 세포의 죽음’, ‘세포의 모양이 변화’, 무응답 등이 있었다.

생명과학교육 전공자 41명중 26명(63%)이 유형2에 속하였으며 5명(12%)이 기타에 속한다. 생명과학교육 비전공자 33명중 18명(54%)이 유형2에 속하였

으며 6명(18%)이 기타에 속한다.

2) Principle of Cancer Therapy

예비교사들이 생각하는 암 치료 원리에서 4가지의 개념 유형을 찾아내었다. 4가지 유형은 <Table 8>에 제시되어 있다.

암세포의 전이능력 및 분열능력 억제 유형에 속하는 응답은 암세포의 분열을 억제하는 방법과 함께 전이능력을 억제하는 방법으로 암을 치료하는 방법을 설명한 경우다.

“1. 암세포가 있는 부위를 절제 - 더 이상의 증식과 전이를 막음. 2. 항암제 투여 - 암세포에 세포분열억제 물질이 작용하여 세포분열을 억제한다. 그러나 암세포만을 따로 구별하지 않기 때문에 정상세포에도 영향을 미쳐 부작용 유발함(예비교사30).”

예비교사30의 경우 암을 치료는 구체적인 방법(절제, 항암제 처리)과 함께 해당 치료방법이 작용하는 생물학적 원리를 설명했다.

암세포의 분열능력 억제에 해당하는 유형은 세포분열 기능이 다시 정상적으로 작동하거나 세포주기를 정지시키는 물질을 투여하여 암세포의 분열능력을 억제시키는 방법을 설명한 경우로 아래 예비교사24의 응답사례가 대표적이다.

“계속 증식하는 특정 세포를 억제시키는 약물을 투입하거나 그 세포만 떼어 낸다(예비교사24).”

암세포의 세포자살 유도 유형은 세포자살이 이루어지지 않는 암세포를 세포자살이 정상적으로 일어나도록 하는 방법으로 암세포를 치료법을 설명한다.

“암세포가 스스로 복제를 멈추고 자살할 수 있도록 한다(예비교사17).”

“암 세포를 조작 사멸하도록 유도, 다른 세포에 감염되지 않게 막음(예비교사46).”

위와 같은 유형의 응답은 세포자살을 유도하는 구체적인 방법을 제시하지는 않는다.

마지막 유형은 생물학적 원리가 결여된 단순한 설명 유형이다.

“암세포를 모두 파괴시켜야함(예비교사07).”

“가장 좋은 방법은 암 덩어리를 잘라내는 것이다. 즉, 조직 내 세포가 망가진 부위를 잘라내 찌꺼기를 도려내는 방법이다. 다른 방법으로는 방사선 치료가 있는데 이는 고 에너지를 가진 방사선을 인체 내에 쏘아 암 덩어리만 파괴하는 방법이다(예비교사32).”

<Table 8> Cancer therapy concept classification of pre-service science teachers

Concept Type		Characteristic of Concept Type	Frequency (%)
Scientific concept	1. Inhibition of cancer cell metastasis and division	- Inhibition of cancer cell metastasis and cell division ability	3(4%)
	2. Inhibition of cancer cell division	- Suppresses cell division of cancer cells using anticancer drug - Genesistasis through removal of cancer tissue	20(27%)
	3. Induce apoptosis of cancer cells	- Induce apoptosis of cancer cell	6(8%)
	4. Simple explanation lacking bio-scientific principles	- Cancer tissue removal - Using anticancer drug - Radiation therapy	39(53%)
Unscientific concept	Other	- Intercellular competition - Using antibiotics - no response	6(8%)

“항암치료를 한다(예비교사21).”

위 유형에 해당되는 응답은 주로 생물학적인 원리 설명 없이 암치료의 대표적인 예 들을 나열한 경우다. 예비교사32의 응답을 보면 암세포의 제거와 방사선 치료방법은 현대에 주로 사용되는 암 치료 방법들이지만 이러한 방법이 암세포에게 어떻게 작용하는지에 대한 생물학적인 설명은 결여되어 있다. 이 유형에 해당하는 응답 중에는 예비교사07처럼 단순히 ‘파괴시킨다’, ‘없앤다’ 등의 매우 단순한 표현도 포함된다.

비과학적 개념에 해당하는 응답은 다음과 같으며 무응답을 포함한다.

“암을 이겨내는 세포를 이식한다(예비교사06).”

“항생제 투여(예비교사73).”

생명과학교육전공 예비교사 41명 중 18명(44%) 유형4에 속하며 3명(7%)이 기타에 속한다, 생명과학교육비전공 예비교사 33명 중 21명(63%)이 유형4에 속하며 3명(9%)이 기타에 속한다.

IV. Conclusion and Implication

먼저 항생제 영역에서 예비교사들이 항생제를 정의함에 있어서 면역반응과 항생제작용 원리를 혼동하는 것을 알 수 있다. 면역반응과 항생제는 질병을 치료한다는 목적 아래 동일한 기능을 가지고 있지만 그 기작은 서로 다르다. 따라서 예비과학교사들은 항생제의 작용기작과 면역반응 작용기작의 차이점을 확실하게 인지해야 한다. 또한 예비과학교사들은 항생제를 정의함에 있어서 세균과 바이러스를 구분하여 사용하지 않음을 확인할 수 있었다. 일반적으로 사용되는 ‘항생제’ 용어는 ‘세균’을 사멸시키는 물질로 알려져 있다. 하지만 미생물학에서 항생제는 세균뿐만 아니라 진균, 바이러스 등 특정 작용대상이 정해지지 않은 일반적인 용어로 사용하며 작용 대상에 따라 ‘항균제’, ‘항진균제’, ‘항바이러스제’ 등으로 정확히 구분지어 사용한다. 하지만 고등학교 ‘과학’ 교과서에서는 이러한 구분 없이 미생물

과 세균, 박테리아 용어에 대한 구분 없이 항생제를 정의하고 있다. 이러한 정의는 학생들로 하여금 항생제에 대한 오개념을 형성시킬 수 있다. 따라서 예비과학교사는 항생제의 작용대상에 다른 분류를 정확히 습득하고 그에 따라 항생제에 대한 정확한 설명을 할 수 있어야 하며, 예비과학교사 뿐만 아니라 추후 개편될 교과서에서도 이를 분명하게 서술해야 할 필요가 있다.

면역반응영역에서 예비과학교사 대부분은 면역에 대한 정의와 면역 형성 원리 설명에 있어서 선천면역을 언급하지 않음을 확인할 수 있었다. 후천면역에 속하는 항원-항체 반응과 기억세포에 의한 기억면역도 면역반응에서 매우 중요한 기작이지만 1차 물리적, 화학적 방어를 선천면역이 결여될 경우 후천면역이 제대로 진행되지 않기 때문에 그만큼 선천면역도 중요하다. 따라서 예비과학교사들은 선천면역에 대한 중요성을 인식하고 면역을 정의함에 있어서 선천면역 또한 반드시 설명해야 한다.

다음으로 암 영역에서는 예비과학교사들의 암세포에 대한 주된 설명이 세포주기, 세포분열 이상에 초점이 맞춰져 있음을 확인할 수 있었다. 교과서에서는 암을 악성종양으로 표기함과 동시에 양성종양과의 구분을 위하여 악성종양과 양성종양이 모두 갖고 있는 비정상적 세포분열 외에 전이능력과 혈관신생능력을 서술하여 악성종양이 갖는 특징을 서술하고 있다. 즉, 비정상적 세포분열만으로는 암에 대한 정확한 정의가 불가능 하므로 예비과학교사들은 양성종양과 악성종양의 차이점을 정확히 인식해야 한다.

예비과학교사들 중 질병관련 개념과 관련된 전공인 생명과학교육 전공자와 이와 거리가 먼 비전공자의 비과학적 개념 응답비율을 비교했을 때, 항생제 영역에서는 항생제 정의에서 생명과학 전공자 중 17%, 비전공자 중 12%로 전공자의 비과학적 개념 응답비율이 높았으나 내성 형성 원리에 대한 설명에서는 생명과학 전공자 중 39%, 비전공자 중 63%로 비전공자의 비과학적 개념 응답비율이 더 높았다.

다음으로 면역 영역에서는 항생제 정의 부분에서 전공자 응답 중 비과학적 개념 응답 비율이 2%임에 반해 비전공자의 경우는 21%이며, 면역 형성원리에 대한 설명에서도 전공자의 비과학적 개념 응답 비율은 7%, 비전공자의 경우는 18%로 면역 영역에

서도 비전공자의 비과학적 개념 응답비율이 더 높음을 알 수 있다.

마찬가지로 암 영역에서도 전공/비전공 별 응답 중 비과학적 개념 응답비율이 암 정의 부분에서 전공자의 경우 63%, 비전공자의 경우 72%로 비전공자의 비과학적 개념 응답비율이 높았음을 알 수 있다. 단 암 치료 방법 설명의 경우 생명과학적 원리가 결여된 단순설명 유형의 경우 전공자의 경우 44%, 비전공자의 경우 63%로 비전공자가 암 치료 방법 설명 시 생명과학적 원리가 결여된 경우가 더 많음을 확인할 수 있었다.

일반적으로 중학교에서 과학교육은 전공영역별 전공교사 여부에 관련 없이 특정 전공교사가 모든 영역을 전부 가르치는 경우가 대부분이다. 또한, 고등학교의 경우에도 과학 교과영역이 통합된 ‘통합과학’과 ‘생활과 과학’ 교과 수업에서 학교 현장 일선에서는 과학교사가 전공 구분 없이 다른 영역의 과학 개념을 지도하는 경우가 있다. 그러므로 생명과학교육 비전공자의 경우에도 고등학교 수준의 통합과학 및 생활과 과학 교과의 생명과학 내용을 교수할 수 있다. 따라서 모든 과학교사는 자신이 가르칠 비전공과학영역에 대해서도 정확한 개념을 습득하고 개념적 위계를 이해하고 있어야 한다.

본 연구는 예비과학교사들이 가지고 있는 질병과 관련된 개념에 대하여 분석함으로써 현재 예비과학교사들의 개념 유형을 파악함과 동시에 교원교육 실태를 파악할 자료에 사용될 것으로 기대된다. 단 예비과학교사의 설명 분석 중 용어사용의 모호함으로 인해 일부 예비교사의 응답이 정확한 과학적 개념을 가지고 해당 용어를 사용한 것인지, 단순한 단어 개념을 바탕으로 설명한 것인지 추가적인 설문이 이루어지지 않아 정확히 구분할 수 없는 한계가 존재한다. 이에 추후 이와 관련되거나 비슷한 유형의 연구가 이루어 질 경우 정확한 개념 확인을 위하여 사용된 용어에 대한 추가적인 설문이 요구된다.

또한 본 연구에서는 생명과학의 질병 개념에 대한 연구만을 수행하였으나, 질병과 같이 학생들이 교육과정 밖에서 쉽게 접하고 선지식을 가질 수 있는 과학 개념들에 대한 파악과 그에 관련된 예비교사들의 개념이해 수준을 파악할 필요성이 있다. 이러한 개념들에 대한 파악을 위한 학생들의 개념조

사 및 예비교사들의 개념의 위계 및 용어에 대한 이해도 파악, 그리고 현장의 교사들이 가진 개념과 약 및 전달 방법 확인 등의 연구들이 수행되어질 수 있다. 교사교육에서 과학 예비교사들이 정확한 개념을 습득하고 그 개념의 구조를 파악하도록 하는 것은 전문성을 위해 반드시 필요하며, 아울러 개념을 올바르게 전달하는 방법을 교육하는 것 또한 매우 중요하다고 사료된다.

References

- Abbas, A., Lichtman A. H., & Pillai, S. (2013). *Basic Immunology(4th)*. Beom Moon Educaton.
- Choi, J., & Cheon J. (2015). Analysis of immunity conceptual status between inservice and preservice biology teachers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*. 15(10), 173-193.
- Ha, M. S. (2018). Pre-service biology teachers' mixed model of Darwinism and Lamarckism. *Brain, Digital, & Learning*, 8(3), 99-108.
- Ha, M. S. (2019). Biology teachers' perception of value of biology learning. *Brain, Digital, & Learning*, 9(2), 31-38.
- Jeong, W. J., & WEE, S. M. (2019). An analysis of effectiveness of STEAM teaching and learning activity on chapter 'Beautiful Korean Peninsula' in high school earth science I. *Brain, Digital, & Learning*, 9(3), 163-173.
- Jo, H., Kim, H., Yun, H., & Lee, K. (2014). Theories of science education. Kyoyookbook.
- Kang, H. (2012). Comparative analysis of 2009 life science I text books by the revised curriculum : Focused on the defense action chapter. Unpublished master's dissertation, Kyung Hee University, Seoul, Korea.
- Kim, S. U., & Yang, I. H. (2018). An analysis of pre-service teacher's gaze distribution in class observation during observational practicum. *Brain, Digital, & Learning*, 8(4), 193-202.
- Kwak, Y. S. (2006). Research article : Definition of pedagogical content knowledge and ways of raising teaching professionalism as examined by

secondary school science teachers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*. 26(4), 527-536.

Lee, W., & Lee, D., (2004). An analysis of public consciousness and abuse of medicine after the separation policy of dispensary from medical practice. *The Korean Journal of Local Government Studies*. 8(2), 27-51.

Noh, S. Y., & Kwon, Y. J. (2018). Scientific reasoning process of blood circulation research based on Giere's theoretical hypotheses evaluation program. *Brain, Digital, & Learning*, 8(3), 99-108.

Silverthorn, D. U. (2013). *Human physiology: An integrated approach*. NJ: Pearson Education, Inc.

Willey, J. M., Sherwood L. M., & Woolverton, C. J. (2010). Prescott's microbiology. NY: Mc Graw Hill. Translated by Kim, Y. & etc. (2012). Microbiology (8th). Seoul: Life Science.

[저자의 소속과 직위]

조영민 : 양양고등학교, 교사, 제1저자

하민수 : 강원대학교, 교수, 공동저자

박은주 : 봉의고등학교, 교사, 교신저자