

고등학교

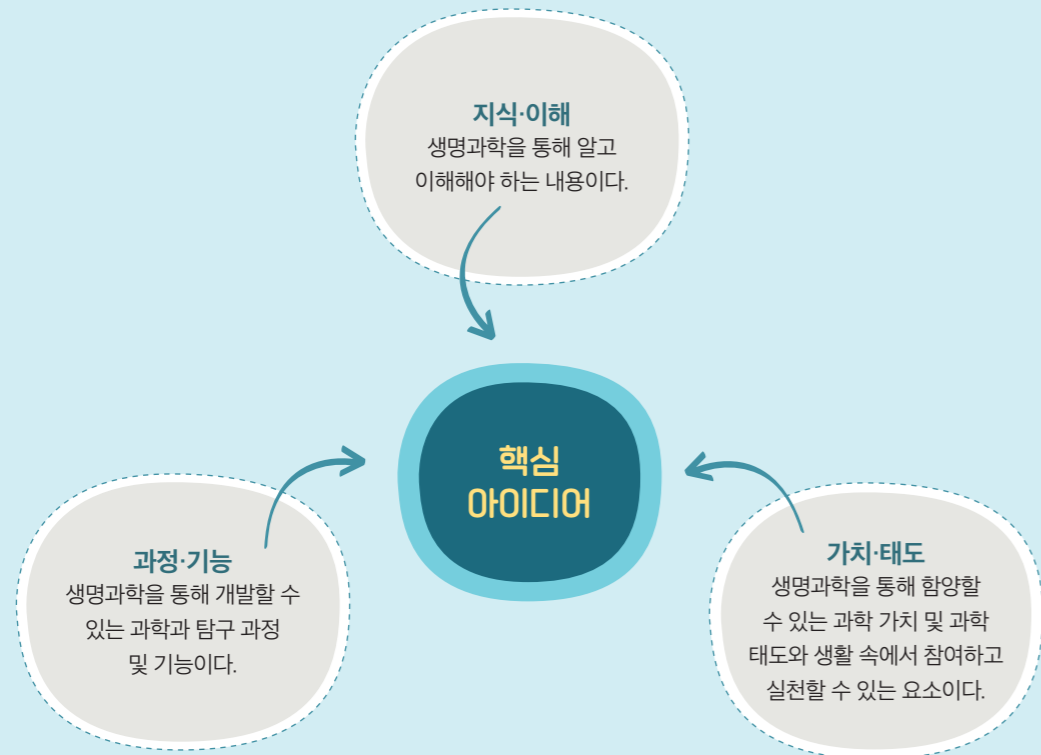
생명과학

오현선
강희정
정종우
이일규
김대준
최종훈





생명과학 교과서를 다양한 활동과 탐구를 중심으로 학습하면서
지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호 보완적으로 함양하여
영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다.



『생명과학』은 사람을 포함한 자연과 일상생활에서 나타나는 생명 현상에 대한 의문점을 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 필요한 과학적 기초 소양을 기르는 과목이다.

이 교과서는 2022 개정 교육과정의 취지에 맞추어 ‘생명 시스템의 구성’, ‘항상성과 몸의 조절’, ‘생명의 연속성과 다양성’의 3 개 대단원으로 구성했다. ‘생명 시스템의 구성’ 단원에서는 생물 및 생명과학의 특성과 생명시스템의 구성 단계, 생물에서 물질대사 및 기관계의 통합적 작용을 통해 생명활동을 유지하는 과정, 생태계구성요소 사이의 상호작용을 다루었다. ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서는 신경자극전도와 시냅스전달, 신경계와 내분비계의 상호작용을 통한 항상성 유지, 병원체와 우리 몸의 방어 작용 및 백신의 필요성을 다루었다. ‘생명의 연속성과 다양성’ 단원에서는 염색체, 유전자, DNA의 관계와 생식세포 형성의 중요성, 생물의 진화 원리, 생물의 분류체계 및 식물 분류군과 동물 분류군의 특징을 설명했다.

이 교과서는 2022 개정 교육과정에서 추구하는 민주 시민 의식, 디지털 소양, 과학적 소양과 역량을 갖추어 미래 사회를 살아갈 시민으로 성장하는 데 도움을 줄 수 있도록 구성했다. 학생 참여형 수업을 활성화하여 자기 주도적 학습 능력을 기르고, 실험, 조사, 토론 등 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 과학적 탐구 능력과 문제 해결력, 창의성을 기를 수 있도록 구성했다. 이를 위하여 중학교와 고등학교 과학에서 다루는 생명과학에 대한 개념을 긴밀하게 연계하고, 이를 바탕으로 하여 내용을 심화했다.

현대 사회에서는 생명과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고, 생명 현상을 과학적으로 탐구하며, 이를 바탕으로 하여 개인과 사회의 문제를 해결하는 역량이 필요하다. 이 교과서를 통해 학습의 즐거움을 경험하고, 미래 사회가 요구하는 포용성, 창의성 등의 역량을 갖추어 미래 사회를 주도하는 사람으로 성장하길 진심으로 기대한다.

이 책의 구성과 특징

단원 시작 학습

생명 시스템의 구성

이 단원에서는 생명 시스템의 구성과 기능을 이해하고, 생명 시스템의 구성과 기능을 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구한다.

1. 생명 시스템의 구성과 기능을 이해한다.
2. 생명 시스템의 구성과 기능을 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구한다.
3. 생명 시스템의 구성과 기능을 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구한다.

중단원 도입

- 일상생활 속 상황과 관련된 질문에 답하면서 학습에 호기심을 가질 수 있다.
- 중단원에서 학습해야 할 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 파악하고, 학습 계획을 스스로 세울 수 있다.

단원 학습

01 생물의 특성

생물은 환경에 적응하여 살아남기 위해 다양한 특성을 가지고 있다. 이 단원에서는 생물의 특성을 탐구하고, 생물의 특성을 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구한다.

QR 코드를 찍으면 교과서 속 모든 QR 코드와 연결된 디지털 콘텐츠를 확인할 수 있어.



소단원 도입 일상생활 속 다양한 상황을 통해 학습에 흥미를 느낄 수 있다.

본문 학습 목표를 확인하여 스스로 학습하고, 다양한 시각 자료로 학습 내용을 쉽게 이해할 수 있다.

탐구 / 해 보기 조사, 실험, 자료 분석 등 다양한 모둠 활동으로 학습 내용을 이해하고, 활동이 끝나면 스스로 평가할 수 있다.

물음 / 창의 사고 학습 내용을 적용하여 문제를 해결하며 창의력과 사고력을 기를 수 있다.

스스로 확인하기 학습 내용을 스스로 평가하고, 학습 목표를 달성했는지 확인할 수 있다.

대단원 도입

대단원에서 학습할 내용을 핵심 아이디어를 통해 확인하고, 단원 연계를 통해 학습의 구조를 파악할 수 있다.

1 생명과학의 이해

생물학의 특성
생물학의 구성
생물학의 구성

학습 도우미

- 용어 해설
- **오개념 바로잡기** 학습에 대한 오개념 해결
- **디지털 탐색** 인터넷을 이용한 학습으로 디지털 소양 함양
- **생명과학 + 화학** 생활, 물리학, 지구과학 등 다른 영역과의 연계 설명
- 다른 학년 과목과의 연계 설명
- QR 코드를 통해 다양한 디지털 콘텐츠 활용

생물

생물은 환경에 적응하여 살아남기 위해 다양한 특성을 가지고 있다. 이 단원에서는 생물의 특성을 탐구하고, 생물의 특성을 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구한다.

생물과 환경의 관계

생물은 환경에 적응하여 살아남기 위해 다양한 특성을 가지고 있다. 이 단원에서는 생물의 특성을 탐구하고, 생물의 특성을 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구한다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

중단원 마무리 학습 내용을 정리하고, 문제 풀이를 통해 성취도를 스스로 평가할 수 있다.

창의 활동

단원과 관련된 프로젝트 활동을 하면서 개인과 사회 문제를 과학적 근거를 들어 창의적으로 해결하고, 과학 역량을 기를 수 있다.

대단원 마무리 학습

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

대단원 마무리 학습

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

대단원 마무리 학습

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

대단원 마무리 학습

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

창의 활동

단원과 관련된 프로젝트 활동을 하면서 개인과 사회 문제를 과학적 근거를 들어 창의적으로 해결하고, 과학 역량을 기를 수 있다.

대단원 마무리

생각 그물, 문제 풀이, 과학 글쓰기를 통해 학습 내용을 최종 점검하고 과학 역량을 기를 수 있다.

과학 이야기

과학사, 과학자, 최신 과학, 체험 활동 등 다양한 읽을거리를 통해 과학에 흥미를 느낄 수 있다.

생명과학과 나의 미래

생명과학 관련 직업 읽을거리를 통해 스스로 진로를 탐색할 수 있다.

장내 미생물과 건강

장내 미생물은 우리 몸의 건강에 중요한 역할을 합니다. 이 단원에서는 장내 미생물의 역할과 건강에 미치는 영향을 탐구합니다.

헬스케어 컨설턴트

헬스케어 컨설턴트는 사람들의 건강을 돕는 중요한 직업입니다. 이 단원에서는 헬스케어 컨설턴트의 역할과 직업에 대해 탐구합니다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

중단원 마무리

이 단원에서는 생물과 환경의 관계를 탐구하고, 생물과 환경의 관계를 이해하는 데 필요한 개념과 원리를 탐구했다.

이 책의 차례

실험실 안전 수칙 8

I 생명 시스템의 구성

1 생명과학의 이해	
01 생물의 특성	13
02 생명과학의 특성	18
03 생명 시스템의 구성 단계	22
● 중단원 마무리	26
2 생명활동과 에너지	
01 물질대사와 에너지전환	29
02 기관계의 통합적 작용	32
03 물질대사와 건강	38
● 중단원 마무리	44
3 생태계와 상호작용	
01 생태계의 구조	47
02 물질순환과 에너지흐름	50
03 개체군	56
04 군집	62
● 중단원 마무리	75
창의 활동	78
대단원 마무리	80

II 항상성과 몸의 조절

1 신경자극전도와 시냅스전달	
01 신경자극전도	87
02 시냅스전달	94
● 중단원 마무리	98
2 신경계와 항상성	
01 사람의 신경계	101
02 항상성 유지	108
● 중단원 마무리	117
3 우리 몸의 방어 작용	
01 병원체와 방어 작용	121
02 항원항체반응과 혈액형	128
03 백신의 작용 원리와 종류	132
● 중단원 마무리	138
창의 활동	140
대단원 마무리	142

III 생명의 연속성과 다양성

1 염색체와 생식세포 형성	
01 염색체, DNA, 유전자	149
02 생식세포 형성의 중요성	154
● 중단원 마무리	162
2 생물의 진화와 다양성	
01 생물의 진화	165
02 생물의 분류체계	172
03 식물의 분류	178
04 동물의 분류	184
● 중단원 마무리	191
창의 활동	194
대단원 마무리	196

부록

생명윤리	202
탐구 활동지	203
정답 및 해설	207
디지털 리터러시 점검표	220
찾아보기	221
자료 출처	223



실험실 안전 수칙



소화기와 비상구 위치를 숙지하고, 소화기 사용법을 알아 둔다.

실험하기 전에



실험복, 실험용 장갑과 같은 안전 장비를 착용하고, 긴 머리는 단정하게 묶는다.



실험 기구의 사용 방법을 미리 알아 둔다.

실험하는 동안에



실험실에서는 음식을 먹거나 음료를 마시지 않는다.



날카로운 도구를 사용할 때에는 손을 다치지 않게 주의한다.



실험 재료를 함부로 맛보거나 냄새를 직접 맡지 않는다.

뜨거운 것을 만질 때에는 내열 장갑을 착용하고 화상에 주의한다.



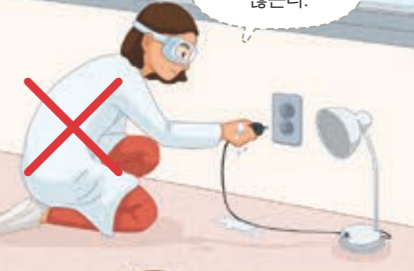
실험실 안전 기호

- 화학 물질, 열로부터 보호하기 위해 보안경을 쓴다.
- 날카로운 물체에 다치지 않게 주의한다.
- 가열 장치를 사용할 때에는 화재에 주의한다.
- 위험한 물질로부터 보호하기 위해 실험복을 입는다.
- 화학 물질이 피부에 묻었을 때에는 흐르는 물에 충분히 씻는다.
- 사용하고 남은 생물 재료와 화학약품은 선생님의 지도에 따라 처리한다.
- 뜨거운 기구나 화학 물질을 다룰 때에는 장갑을 낀다.
- 유리 기구를 다룰 때에는 깨지지 않게 주의한다.
- 화학 물질이 피부에 닿지 않게 하고, 독성 기체를 흡입하지 않는다.



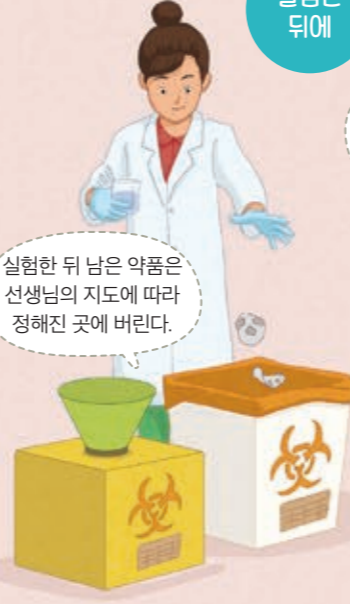
시약병을 함부로 들고 다니지 않는다.

약품 사용하거나 기체가 발생하는 실험을 할 때에는 환기가 잘 되도록 창문을 열어 둔다.



젖은 손으로 전기 기구를 다루지 않는다.

실험한 뒤에



실험한 뒤 남은 약품은 선생님의 지도에 따라 정해진 곳에 버린다.

실험에 사용한 기구는 깨끗이 씻어서 제자리에 가져다 둔다.



실험이 모두 끝나면 비누로 손을 씻는다.

응급 처치 방법

- **감전 사고가 나면** 감전된 기구의 전원을 끄고, 감전당한 사람을 전기 기구와 떨어뜨린 뒤 119에 신고한다.
- **불이 나면** "불이야!"라고 외쳐 다른 사람들에게 상황을 알리고, 젖은 걸레나 실험복 등으로 불을 덮어서 끈다. 큰불이 나면 소화기로 불을 끄며 화재경보기를 울리고 119에 신고한 뒤 대피한다.
- **화상을 입으면** 화상 부위를 차가운 물로 씻어 열기를 식힌 뒤 적절한 치료를 받는다.
- **유리 기구가 깨지면** 깨진 유리 조각은 만지지 않고, 선생님께 알린 뒤 지시에 따라 처리한다.
- **상처가 났을 때 피가 나면** 소독약으로 소독하고, 깨끗한 천으로 눌러 지혈한 뒤 적절한 치료를 받는다.
- **화학 약품이 몸에 닿으면** 많은 양의 흐르는 물로 충분한 시간 동안 씻는다.



I

생명 시스템의 구성



이 단원의 핵심 아이디어

- 1 생명과학의 이해**
생명 시스템은 세포에서부터 생태계까지의 단계로 구성되어 있다.
- 2 생명활동과 에너지**
생물은 물질대사 및 기관계의 통합적 작용을 통해 생명활동을 유지한다.
- 3 생태계와 상호작용**
생태계를 이루는 다양한 생물은 다른 생물 및 주변 환경과 상호작용 하며 더불어 살아간다.



우리가 살고 있는
생명 시스템은 어떻게
구성되어 있을까?



단원 연계

중학교 과학

- 생물의 구성과 다양성
- 동물과 에너지

통합과학1

- 시스템과 상호작용

통합과학2

- 환경과 에너지

생명과학

1. 생명과학의 이해
2. 생명활동과 에너지
3. 생태계와 상호작용

세포와 물질대사

- 세포
- 물질대사와 에너지

포트폴리오

이 단원을 학습하면서 나만의 포트폴리오를 만들어 보자.

- 20 쪽 생명과학이 다른 학문 분야와 연계된 사례 조사하기
- 78 쪽 산불 피해 지역의 생태계복원 방법 토의하기

1

생명과학의 이해

- 01 생물의 특성
- 02 생명과학의 특성
- 03 생명 시스템의 구성 단계

생명과학은 지구에 사는 다양한 생물에서 일어나는 생명 현상을 탐구하는 학문이다.

경험 비추어 보기 주변의 생물 중 좋아하거나 관심이 있는 생물을 떠올려 보자. 그 생물은 어떤 특성이 있는가?

생각해 보기 내가 생명과학자가 된다면 생물의 어떤 특성을 연구해 보고 싶은가?



학습할 내용을 알아보고,
스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전
학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- 세포 물질대사 항상성 유전 진화 생태계

지식·이해

- 생물의 특성과 생명과학의 특성을 설명할 수 있다.
- 세포에서부터 생태계까지 생명 시스템의 구성 단계를 설명할 수 있다.

이 단원의
학습 내용

과정·기능

- 생물의 특성과 생명활동의 관계를 추론할 수 있다.
- 현대 생명과학의 성과를 다양한 매체를 활용해 조사할 때 협력하여 소통할 수 있다.
- 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 바탕으로 하여 체계적인 설명 자료를 만들 수 있다.

가치·태도

- 생명과학 분야의 성과를 조사하는 과정에서 생명과학이 인류 복지에 유용한 학문임을 인식할 수 있다.
- 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 창의적으로 표현할 수 있다.

나의
학습 계획

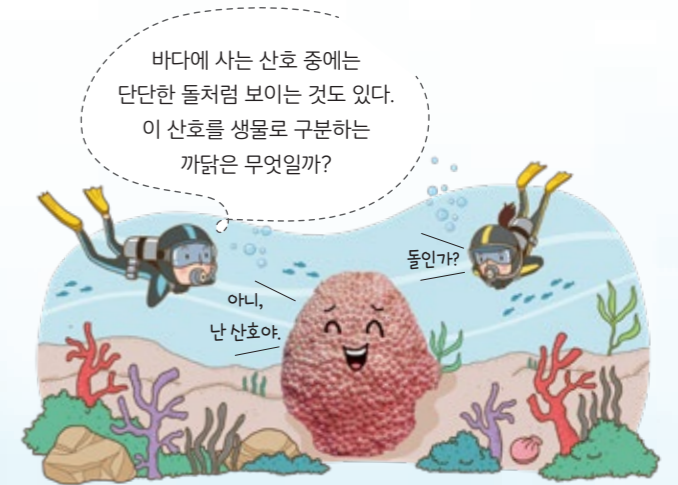
나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01

생물의 특성

| 학습 목표 |

- 생물이 비생물과 구분되는 특성을 설명할 수 있다.
- 생물의 특성을 설명할 수 있다.



생물과 비생물

우리 주변에는 소나무, 단풍나무, 청둥오리와 같은 생물과 바위, 의자, 가로등과 같은 비생물이 있다. 생물과 비생물은 모두 탄소, 수소, 산소 등의 원소로 이루어지며, 이 밖에도 공통적인 특성이 있다. 따라서 한 가지 특성만으로는 생물과 비생물을 구분하기 어렵다.

그림 I-1 생태 공원의 다양한 생물과 비생물



생물은 비생물과는 다른 여러 가지 특성을 가지고 있다. 다음 탐구에서 생물이 비생물과 구분되는 특성을 알아보자.

탐구

● 조사, 결론 도출

Q 탐구 능력 | 문제 해결 능력

생물이 비생물과 구분되는 특성 알아보기

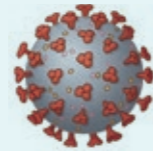
목표 바이러스와 휴머노이드의 특성을 사람의 특성과 비교하여 생물이 비생물과 구분되는 특성을 설명할 수 있다.

과정 및 결과

1. 다음은 바이러스와 휴머노이드의 특성과 모형을 나타낸 것이다. 바이러스와 휴머노이드의 구조와 기능을 조사하고, 모형을 활용하여 설명해 보자.

바이러스

- 핵산과 단백질로 이루어져 있다.
- 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다.



휴머노이드

- 알루미늄, 플라스틱 등으로 이루어져 있다.
- 전지를 충전하면 에너지를 사용하면서 움직인다.



휴머노이드는 사람의 형태를 한 로봇이야.



탐구 유의 사항

조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.

스스로 평가하기

| 지식·이해 | 생물이 비생물과 구분되는 특성을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 바이러스와 휴머노이드의 구조와 기능을 조사하고, 모형을 활용하여 설명했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 생물이 비생물과 구분되는 특성을 과학적 근거를 들어 설명했는가? ☆☆☆

정리

- 사람과 같은 생물이 바이러스나 휴머노이드와 구분되는 특성을 설명해 보자.



생물의 특성

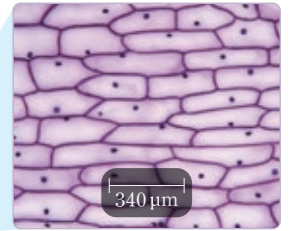
세포로 구성 | 생물은 *세포로 이루어져 있다. 생물에는 대장균, 짚신벌레와 같이 하나의 세포로 이루어진 단세포생물도 있고, 사람, 양파와 같이 많은 수의 세포로 이루어진 다세포생물도 있다. 사람, 양파와 같은 다세포생물은 세포가 모여 조직을 이루고, 여러 조직이 모여 기관을 이루며, 여러 기관이 모여 개체를 이루는 복잡하고 정교한 체제를 갖추고 있다.



▲ 짚신벌레



▲ 양파



* 세포
생물을 구성하는 구조적 단위 이면서 생명활동이 일어나는 기능적 단위

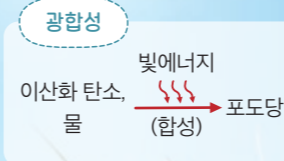
오개념 바로잡기

모든 다세포생물에서는 기관이 모여 개체를 이루는가?

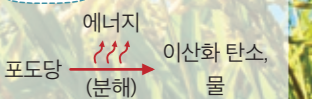
바다에 사는 동물인 해면에서는 기관이 형성되지 않고 여러 종류의 세포들이 모여 개체를 이룬다.

물질대사 | 생물은 생명을 유지하기 위하여 물질을 합성하거나 분해하는 물질대사를 한다. 물질대사에는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 광합성, 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하고 에너지를 방출하는 세포호흡 등이 있다. 생물은 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻으므로 생물에서는 물질대사가 끊임없이 일어난다.

그림 I-3 광합성과 세포호흡 벼는 광합성으로 포도당을 합성하고, 벼와 참새는 모두 세포호흡으로 포도당을 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.



세포호흡



자극에 대한 반응과 항상성 | 생물은 환경 변화를 자극으로 받아들이고, 그 자극에 적절히 반응하여 생명을 유지한다. 예를 들어 파리지옥은 곤충이 잎 안쪽을 건드리면 재빨리 잎을 닫는다. 이 현상과 관련이 깊은 생물의 특성은 무엇일까?

❓ 코끼리는 날씨가 더울 때 큰 귀를 팔랑거려 체온을 조절한다. 이 현상과 관련이 깊은 생물의 특성은 무엇일까?

생물은 자극에 반응하여 체내의 환경을 안정적이고 일정하게 유지하려는 **항상성**이 있다. 우리가 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절하고, 식사한 뒤 혈당량이 높아지면 호르몬의 작용으로 혈당량이 정상 수준으로 낮아지는 것은 항상성의 예이다.



파리지옥은 곤충이 잎 안쪽을 건드리면 잎을 닫는다.

사람은 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절한다.

그림 I-4 자극에 대한 반응과 항상성

디지털 탐색

생물의 발생을 검색하여 발생의 예를 더 찾아보자.

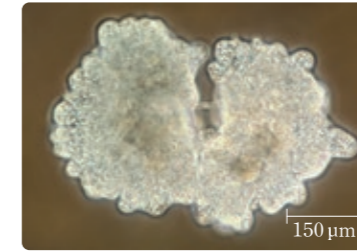
발생과 성장 | 사람, 개구리와 같은 다세포생물은 하나의 수정란이 세포분열을 하여 세포 수가 늘어나고, 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 개체가 되는 **발생**을 한다. 어린 개체는 세포분열을 하여 세포 수를 늘려 가면서 성체로 자라는 **성장**을 한다. 이처럼 다세포생물은 발생과 성장을 통해 구조적, 기능적으로 완전한 개체가 된다.

그림 I-5 개구리의 발생과 성장 개구리는 수정란이 올챙이를 거쳐 어린 개구리가 되는 발생을 하고, 어린 개구리는 성숙한 개구리로 성장한다.



생식과 유전 | 아메바, 코알라 등 모든 생물은 자신과 닮은 개체를 만드는 생식을 하며, 생식을 통해 아버지의 유전물질이 자손에게 전달되어 유전형질이 유전된다. 생물은 수명을 다하면 죽지만, 생식과 유전을 통해 종족을 유지한다.

그림 I-6 생식과 유전 단세포생물인 아메바는 *분열법으로 자손을 만들고, 다세포생물인 코알라는 암수 생식세포의 수정으로 자손을 만든다.



▲ 아메바



▲ 코알라

*** 분열법**

아메바, 짚신벌레, 대장균과 같은 단세포생물이 세포분열로 새로운 개체를 만드는 생식 방법

참의 사고 주변의 생물에서 나타나는 생명활동을 찾아보고, 그 생명활동이 생물의 특성 중 어떤 것에 해당하는지 친구와 서로 이야기해 보자.

적응과 진화 | 더운 지역에 사는 사막여우는 추운 지역에 사는 북극여우보다 몸집이 작지만 귀와 같은 몸의 말단부가 크다. 이처럼 생물은 자신이 살아가는 환경에 적합한 몸의 형태와 기능, 생활 습성 등을 갖게 되는 **적응**을 한다. 생물집단이 오랜 세월을 걸쳐 환경에 적응하면서 유전적 구성이 변하면 유전형질이 달라져 새로운 종이 나타나는 **진화**가 일어난다. 갈라파고스망거북 중 일부가 긴 목을 가진 것은 키가 큰 선인장이 많은 환경에 적응하여 진화한 결과이다.

그림 I-7 적응과 진화



스스로 확인하기

- 1 생물은 생명을 유지하기 위하여 물질을 합성하거나 분해하는 ()을/를 한다.
- 2 | 과학 역량 기르기 | 민들레 종자가 땅에 떨어져 싹이 트면 자라서 꽃이 피고 열매가 맺힌다. 열매에는 갓 모양의 털이 달려 있어 종자가 멀리 퍼질 수 있다. 이와 같은 민들레의 생명 활동에서 나타나는 생물의 특성을 모두 추론해 보자.

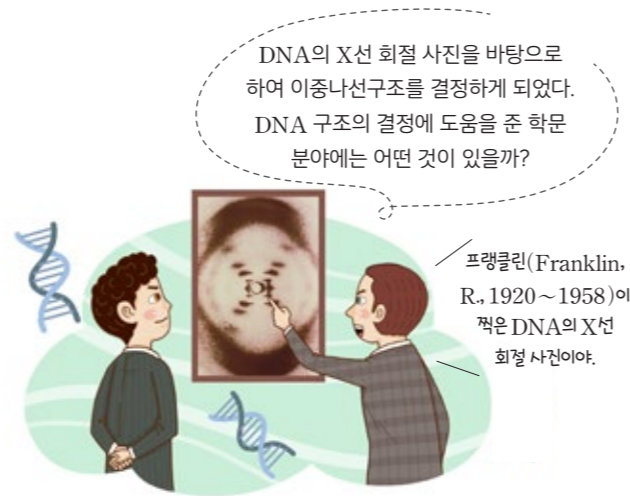
단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 13 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

02 생명과학의 특성

| 학습 목표 |

- 생명과학의 특성을 설명할 수 있다.
- 생명과학 분야의 성과를 설명할 수 있다.



프랭클린(Franklin, R., 1920~1958)이 찍은 DNA의 X선 회절 사진이야.

생명과학은 생물에서 일어나는 여러 가지 현상을 탐구하여 생명을 유지하는 원리를 이해함으로써 생명의 본질을 과학적으로 밝히는 학문이다. 20세기 이전까지 생명과학은 생물의 생김새나 생명 현상을 있는 그대로 관찰하고 설명하는 수준이었다. 그러나 20세기 후반 이후 분자 수준의 생명 현상에서부터 생태계를 포함한 지구 전체의 생명 현상에 이르기까지 그 연구 범위를 확장하고 있다.

생명과학은 연구 대상 및 연구의 관점이나 방법 등에 따라 다음과 같이 다양한 분야로 구분할 수 있다.

디지털 탐색

생명과학의 분야를 검색하여 생명과학의 연구 분야를 더 찾아보자.

생명과학의 다양한 분야



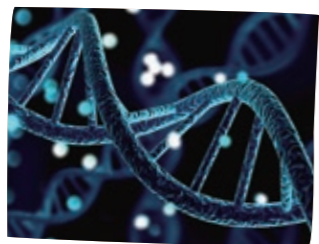
분류학 지구에 살고 있는 다양한 생물을 특정 기준에 따라 나누어 정리한다.



세포학 세포의 구조와 기능 및 세포에서 일어나는 생명 현상을 연구한다.



생태학 생물과 그 생물을 둘러싼 환경이 어떻게 상호작용 하는지 연구한다.

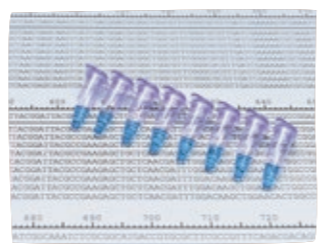


생명과학에는 이 밖에도 생리학, 유전학, 진화생물학 등의 분야가 있어.

분자생물학 생명 현상을 DNA, 단백질 등의 분자 수준에서 연구한다.



생명공학 생물의 기능과 특성을 공학적으로 응용하여 인류에게 유용한 것을 만드는 방법, 기술 등을 연구한다.



유전체학 생물이 가진 유전정보 전체인 유전체의 구조와 기능을 연구한다.

생명과학은 공학, 의학, 화학, 물리학, 정보학, 통계학, 지구과학 등 다른 학문 분야와 영향을 주고받으면서 발달하며, 현대 생명과학 분야의 성과 또한 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타난다. 예를 들어 세포에서 일어나는 생명 현상은 전자현미경을 개발한 물리학, 세포를 구성하는 물질의 구조와 기능을 연구한 화학 등 여러 학문 분야의 지식과 과학자들 사이의 정보 교환을 토대로 생명과학 분야에서 *세포소기관의 구조와 기능 등을 연구하여 밝혀냈다. 또 플레밍이 발견한 항생물질인 페니실린이 대량 생산 되어 세균에 의한 감염성질환을 치료하는 데 사용될 수 있었던 것은 생명과학뿐만 아니라 공학, 화학 등의 여러 학문 분야가 연계되어 함께 발전했기 때문이다.

오늘날 생명과학은 생명 현상을 이해하고 그 연구 성과를 응용하여 식품, 의학, 환경, 에너지 등 인류가 당면한 과제를 해결하는 데 이바지하고 있다.

* 세포소기관 핵, 미토콘드리아, 엽록체 등 고유한 기능이 있는 세포 내의 구조

플레밍의 항생물질 발견에 대한 영상을 시청해 보자.

도움 영상



플레밍 (Fleming, A., 1881~1955) 영국의 과학자. 플레밍푸른곰팡이를 이용한 실험에서 세균의 증식을 억제하는 항생물질을 처음 발견하여 1945년에 노벨상을 받았다.



그림 I-8 세포에서 일어나는 생명 현상을 분석하는 데 관련한 학문 분야

다음 탐구에서 생명과학 분야의 성과가 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타나는 사례를 알아보자.

프로젝트 탐구
조사, 협력적 소통

탐구 능력 | 문제 해결 능력

생명과학이 다른 학문 분야와 연계된 사례 조사하기

목표 생명과학이 다른 학문 분야와 연계된 사례를 조사하여 현대 생명과학 분야의 성과는 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타난다는 것을 설명할 수 있다.

1 고안하기

다음은 현대 생명과학 분야의 여러 가지 성과이다.

- 사람의 유전체 분석
- DNA의 분자 구조 규명
- 유전부호의 해독과 기능 규명
- 물질대사의 경로 발견
- 호르몬의 발견과 기능 규명
- 감염성질환을 일으키는 병원체의 발견

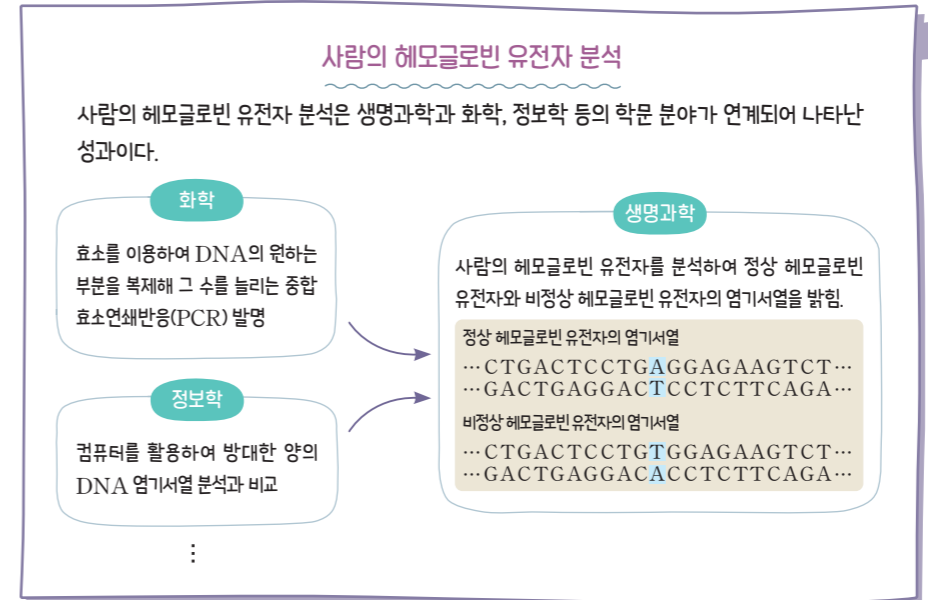
1. 모둠별로 성과를 하나씩 고르고, 그 성과가 나타나는 데 관여한 다른 학문 분야의 성과를 어떻게 조사할지 정해 보자.
2. 조사한 내용을 어떤 형식의 발표 자료로 만들지 정하고, 모둠원의 역할을 나누어 보자.

- 준비물**
- ☑ 스마트 기기
 - ☑ 생명과학과 관련된 책



2 수행하기

1. 모둠별로 고른 생명과학 분야의 성과가 어떤 학문 분야의 성과와 연계된 것인지 조사해 보자.
2. **디지털** 디지털 도구를 활용하여 조사한 내용을 발표 자료로 만들어 보자.



탐구 유의 사항

- 조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.
- 발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

생명과학 + 화학

효소와 중합효소연쇄반응(PCR)

효소는 화학 반응에서 활성화 에너지를 낮춰 반응이 빠르게 일어나도록 한다. 중합효소연쇄반응(PCR)에서는 90 °C 이상 높은 온도에서도 구조가 변하지 않는 DNA 중합효소를 사용한다.

3 소통하기

1. **디지털** 발표 자료를 공유 플랫폼에 공유하고 발표해 보자.
2. 다음 표를 활용하여 우리 모둠과 다른 모둠의 발표 내용을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 현대 생명과학 분야의 성과가 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타난다는 것을 설명했는가?			
과정·기능 현대 생명과학의 성과를 다양한 매체를 활용해 조사하고 발표 자료를 만들 때 협력하여 소통했는가?			
가치·태도 생명과학 분야의 성과를 조사하는 과정에서 생명과학이 인류 복지에 유용한 학문임을 인식했는가?			

스스로 확인하기

- 1 생명과학은 ()의 특성을 탐구하는 과학의 한 분야이다.
- 2 | **과학 역량 기르기** | 감염성질환인 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 진단하고 예방하는 데 이바지한 학문 분야에는 어떤 것이 있는지 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 18 쪽 학습 목표에 ☑ 하여 스스로 점검해 보자.

03

생명 시스템의 구성 단계

| 학습 목표 |

- 세포에서부터 생태계까지 생명 시스템의 구성 단계를 설명할 수 있다.
- 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 바탕으로 하여 체계적인 설명 자료를 만들 수 있다.



생명 시스템의 구성 단계는 『통합과학1』의 '시스템과 상호작용' 단원과 연계된다.

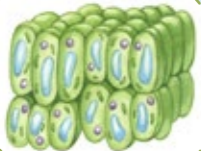
생물을 이루는 기본 단위인 세포는 독립적인 생명활동을 한다. 다세포생물에서는 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이루며, 조직은 세포 하나로는 할 수 없는 생명활동을 한다. 그리고 여러 조직이 모여 고유한 기능을 하는 기관을 이루며, 여러 기관이 모여 독립된 구조와 기능을 가지고 생활하는 하나의 생명체인 개체가 된다. 개체는 물질대사, 항상성, 발생과 성장, 생식과 유전 등과 같은 생물의 특성을 나타낸다.

생명 시스템의 구성 단계

세포



조직



기관



개체



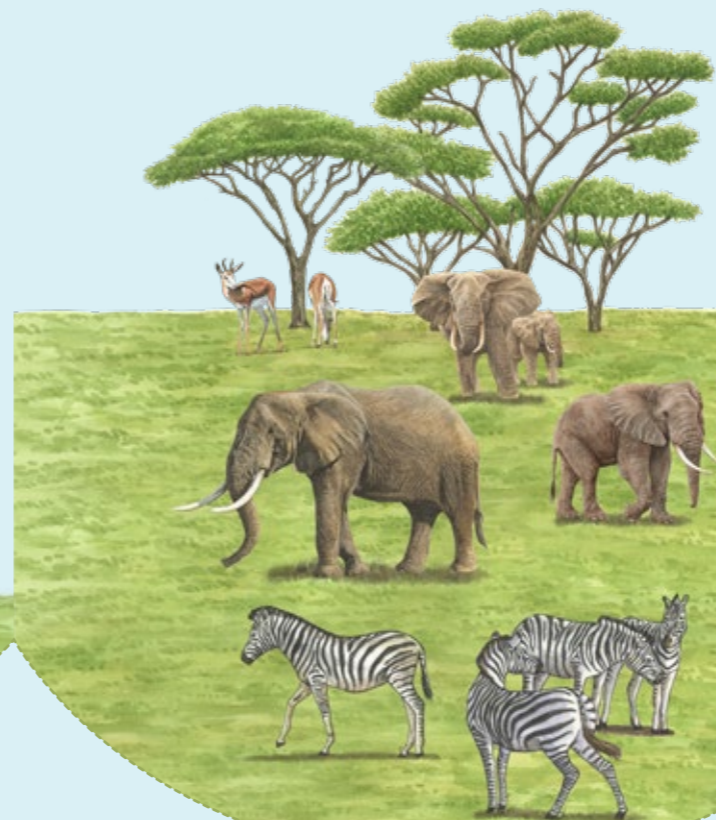
세포, 조직, 기관, 개체, 개체군, 군집, 생태계는 생명 시스템의 구성 단계이면서 각각 하나의 생명 시스템이야.



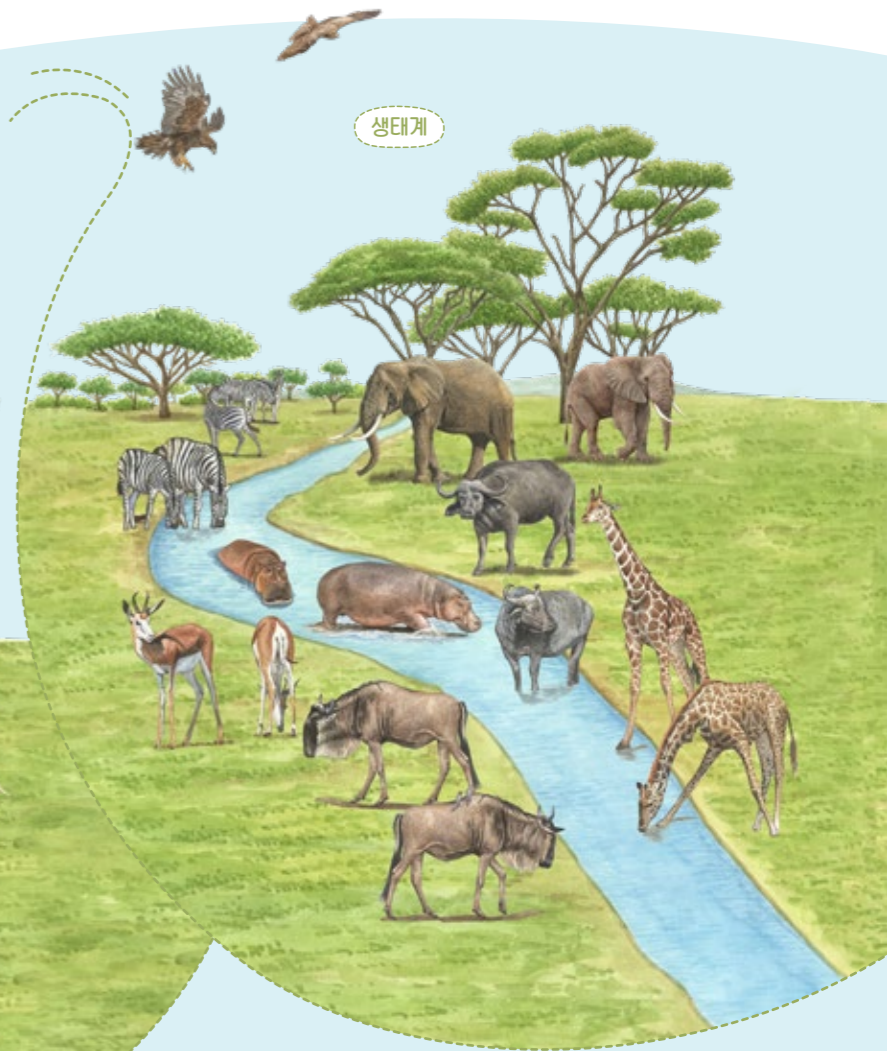
개체군



군집



생태계



같은 종의 개체들은 무리를 지어 개체군을 이룬다. 개체군에서 개체들은 먹이와 생활 공간을 확보하고 지나친 경쟁을 줄이기 위하여 여러 방식으로 상호작용한다. 같은 지역에서 생활하는 여러 개체군은 군집을 이룬다. 군집에서 각 개체군은 먹이사슬이나 먹이그물에서 일정한 위치를 차지하며, 개체군 사이에는 다양한 상호작용이 일어난다.

군집을 이루는 생물은 주변의 다른 생물이나 햇빛, 물, 공기 등의 환경과 영향을 주고받으며 생태계를 구성한다. 생태계에서 물질과 에너지는 먹이사슬을 따라 이동하며, 생물은 물질과 에너지를 이용하여 다양한 생명활동을 한다.

세포에서부터 생태계에 이르기까지 생명 시스템의 구성 단계는 구조적 체계를 이루고 있으며, 각각은 하나의 생명 시스템으로서 기능을 하고 있다.

초록색 형광 단백질을 발견한 시모무라 오사무



▲ 시모무라 오사무

시모무라 오사무(Osamu Shimomura, 1928~2018)는 특정 해파리가 초록색 빛을 내는 까닭을 밝히려고 수많은 해파리를 잡아 연구했지만, 해답을 찾기가 쉽지 않았다. 어느 날, 실험에 사용했던 재료를 모두 개수대에 버린 뒤 불을 끄고 나가려다 개수대가 환하게 빛나는 것을 발견했다. 개수대에 버린 바닷물에 해파리에서 나온 형광 단백질이 들어 있었기 때문이다. 이후 그는 수정 해파리를 쥐어뜯 액체에서 초록색 형광빛을 내는 단백질을 추출하는 데 성공했고, 그 공로를 인정받아 2008년에 노벨상을 받았다.

초록색 형광 단백질이 발견된 이후 많은 과학자의 노력으로 서로 다른 색깔의 형광빛을 내는 단백질이 발견되고 만들어져 다양한 분야에서 활용되고 있다. 예를 들어 형광 단백질 유전자를 암을 일으키는 특정 단백질 유전자에 붙여 세포에 주입하면 암이 얼마나 커지고 어디로 퍼져 나가는지 알 수 있다.

▼ 초록색 빛을 내는 수정해파리

생각 펼치기

형광 단백질 유전자를 활용하여 어떤 생명 현상을 관찰할 수 있을지 이야기해 보자.

탐구 능력

다음 탐구에서 생명 시스템의 구성 단계를 설명하는 자료를 만들어 보자.

탐구

조사, 결론 도출

탐구 능력 | 문제 해결 능력

생명 시스템의 구성 단계의 특징에 대한 설명 자료 만들기

목표 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 바탕으로 하여 체계적인 설명 자료를 만들어 발표할 수 있다.

과정 및 결과

1. 모둠별로 세포에서부터 생태계까지 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 조사하고, 각 단계에 해당하는 예를 써 보자.

! 군집의 예에는 같은 지역에서 생활하는 여러 개체군을 쓴다.

구성 단계	특징	예
세포		
조직		
기관		
개체		
개체군		
군집		
생태계		

2. 조사한 내용을 바탕으로 하여 글과 그림이 포함된 설명 자료를 계단책으로 만들어 발표해 보자.

정리

● 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 정리해 보자.



스스로 평가하기

| 지식·이해 | 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 조사하여 설명 자료를 체계적으로 만들었는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 창의적으로 표현했는가? ☆☆☆

스스로 확인하기

1 생명 시스템의 구성 단계에서 생물을 이루는 기본 단위는 ()이다.

2 | 과학 역량 기르기 | 내가 생명과학자라면 생명 시스템의 구성 단계 중 어떤 것을 연구할지 그 까닭과 함께 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 22 쪽 학습 목표에 ✓ 표하여 스스로 점검해 보자.

01 생물의 특성

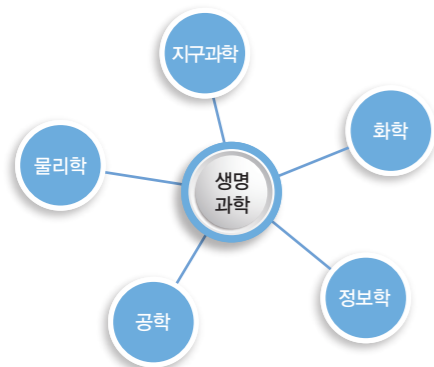
13 쪽~17 쪽

1. 생물과 비생물: 생물은 비생물과는 다른 여러 가지 특성을 가지고 있다.
2. 생물의 특성
 - 생물은 세포로 이루어져 있다.
 - 생물은 생명을 유지하기 위하여 물질을 합성하거나 분해하는 ① 을/를 한다.
 - 생물은 자극에 반응하며, 체내의 환경을 일정하게 유지하려는 ② 이/가 있다.
 - 다세포생물은 발생과 성장을 통해 구조적, 기능적으로 완전한 개체가 된다.
 - 생물은 ③ 을/를 통해 자신의 유전물질을 자손에게 물려줌으로써 유전형질이 유전된다.
 - 생물집단이 오랜 세월이 걸쳐 환경에 적응하면서 유전적 구성이 변하면 유전형질이 달라져 새로운 종이 나타나는 ④ 이/가 일어난다.

02 생명과학의 특성

18 쪽~21 쪽

1. 생명과학은 생물의 특성과 생명 현상을 탐구하여 생명의 본질을 과학적으로 밝히는 학문이다.
2. 생명과학 분야의 성과는 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타난다.



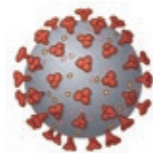
▲ 생명과학과 연계된 학문 분야

03 생명 시스템의 구성 단계

22 쪽~24 쪽

- 세포, 조직, 기관, 개체, ⑤, 군집, 생태계는 생명 시스템의 구성 단계이면서 각각 하나의 생명 시스템이다.

01 그림 (가)는 코로나바이러스를, (나)는 휴머노이드를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)에는 유전물질이 있다.
- ② (나)는 세포로 이루어져 있다.
- ③ (나)는 생식을 통해 자손을 만든다.
- ④ (가)와 (나)는 모두 성장한다.
- ⑤ (가)와 (나)는 모두 스스로 물질대사를 하여 에너지를 얻는다.

02 다음은 어떤 강아지 로봇에 대한 자료이다.

플라스틱과 금속으로 이루어져 있으며, 건전지에 저장된 에너지를 사용하여 움직인다.



이 강아지 로봇과 강아지의 공통점과 차이점을 생물의 특성과 관련지어 설명해 보자.

03 다음은 사람에게서 나타나는 생물의 특성에 대한 자료이다.

- 날씨가 더우면 땀을 흘린다.
- 달리기를 할 때에는 근육세포에서 포도당을 분해하여 근육 운동에 필요한 에너지를 얻는다.

이 자료에 나타난 생물의 특성을 두 가지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

04 다음은 생물의 특성과 관련된 예이다.

- (가) 개구리알은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다.
- (나) 파리지옥은 곤충이 잎 안쪽을 건드리면 재빨리 잎을 닫는다.

(가)와 (나)에서 나타난 생물의 특성으로 가장 적절한 것은?

- | | |
|----------|-----------|
| (가) | (나) |
| ① 항상성 | 생식과 유전 |
| ② 물질대사 | 적응과 진화 |
| ③ 물질대사 | 자극에 대한 반응 |
| ④ 발생과 성장 | 항상성 |
| ⑤ 발생과 성장 | 자극에 대한 반응 |

스스로 평가하기

이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

	우수	보통	미흡
지식-이해 생물의 특성과 생명과학의 특성을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
세포에서부터 생태계까지 생명 시스템의 구성 단계를 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
과정-기능 생물의 특성과 생명활동의 관계를 추론했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
현대 생명과학의 성과를 다양한 매체를 활용해 조사할 때 협력하여 소통했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생명 시스템의 구성 단계의 특징을 바탕으로 하여 체계적인 설명 자료를 만들었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가치-태도 생명과학 분야의 성과를 조사하는 과정에서 생명과학이 인류 복지에 유용한 학문임을 인식했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생명 시스템의 구성 단계의 특징을 창의적으로 표현했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가 결과가 아쉽다면 '1. 생명과학의 이해'를 다시 한번 학습해 봅시다.

2

생명활동과 에너지

- 01 물질대사와 에너지전환
- 02 기관계의 통합적 작용
- 03 물질대사와 건강

학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

우리가 먹는 음식물에는 에너지를 얻는데 필요한 영양소가 들어 있다.

경험 비추어 보기 우리가 음식물을 먹어야 하는 까닭은 무엇일까?

생각해 보기 음식물에 들어 있는 영양소는 어떤 과정을 거쳐 세포로 운반되고 이용될까?



이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- 물질대사 소화계 호흡계 순환계 배설계

이 단원의 학습 내용

- 지식·이해**
- 물질대사 과정에서의 에너지전환과 생명활동에서의 에너지 사용을 설명할 수 있다.
 - 소화, 순환, 호흡, 배설 과정이 기관계의 통합적 작용으로 나타남을 설명할 수 있다.

- 과정·기능**
- 기관계의 통합적 작용을 신체의 생리적 변화와 관련지어 추론할 수 있다.
 - 물질대사와 관련된 질병을 조사하기 위한 탐구를 고안하여 수행할 수 있다.
 - 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관을 토의할 때 협력하여 소통할 수 있다.

- 가치·태도**
- 영양소 분해 실험을 할 때 실험 결과를 있는 그대로 기록할 수 있다.
 - 개방적인 태도로 아이디어를 수용하며 토의에 참여할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01 물질대사와 에너지전환

| 학습 목표 |

- 물질대사 과정에서의 에너지전환을 설명할 수 있다.
- 에너지전환 과정을 바탕으로 하여 다양한 생명 활동에서의 에너지 사용을 설명할 수 있다.



물질대사

생물에서는 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻기 위해 화학 반응이 끊임없이 일어난다. 생물에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응을 물질대사라고 하며, 물질대사에는 효소가 관여한다.

물질대사는 그림 1-9와 같이 동화작용과 이화작용으로 구분한다. 동화작용은 작고 단순한 물질을 결합하여 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응이다. 예를 들어 세포에서 아미노산을 결합하여 단백질을 합성하는 것과 포도당을 결합하여 글라이코젠을 합성하는 것은 동화작용에 해당한다. 이화작용은 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 반응이다. 예를 들어 세포에서 단백질을 아미노산으로 분해하는 것과 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 것은 이화작용에 해당한다.

물질대사가 일어날 때에는 에너지 출입이 함께 일어난다. 동화작용에서는 에너지가 흡수되고, 이화작용에서는 에너지가 방출된다.

생명과학 ④ 화학

화학 반응

어떤 물질이 화학적 성질이 다른 물질로 변화하는 과정을 화학 반응이라고 한다. 물질대사는 생물에서 일어나는 화학 반응이다.

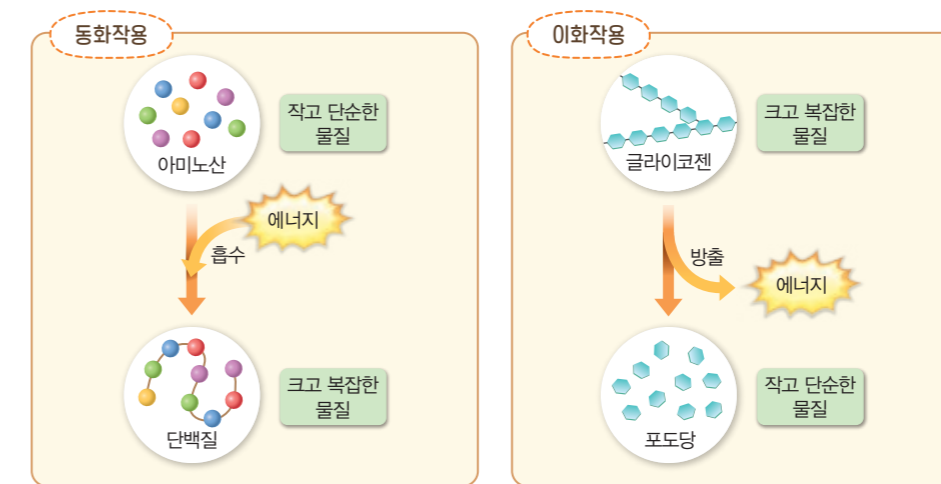


그림 1-9 물질대사

❓ 이자세포에서 여러 아미노산을 결합하여 소화효소를 합성하는 반응과 간세포에서 알코올을 이산화 탄소와 물로 분해하는 반응은 각각 동화작용과 이화작용 중 어떤 것에 해당할까?

에너지의 전환과 사용

우리가 먹는 음식물 속 영양소에는 화학 에너지가 저장되어 있으며, 이 에너지는 세포호흡을 통해 생명활동에 필요한 에너지로 전환된다. 물질대사 중 이화작용에 해당하는 세포호흡은 세포에서 포도당과 같은 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 과정이며, 미토콘드리아를 중심으로 일어난다.

세포호흡에서 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출된다. 이때 방출된 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

ATP는 생명활동에 직접 사용되는 에너지 저장 물질이다. 세포는 포도당과 같은 영양소에 저장된 많은 양의 에너지를 세포호흡을 통해 여러 개의 ATP에 조금씩 나누어 저장했다가 생명활동에 사용한다. 이처럼 포도당이 분해되면서 방출되는 에너지를 여러 개의 ATP에 나누어 저장하면 동시에 여러 생명활동에 에너지를 사용할 수 있다.

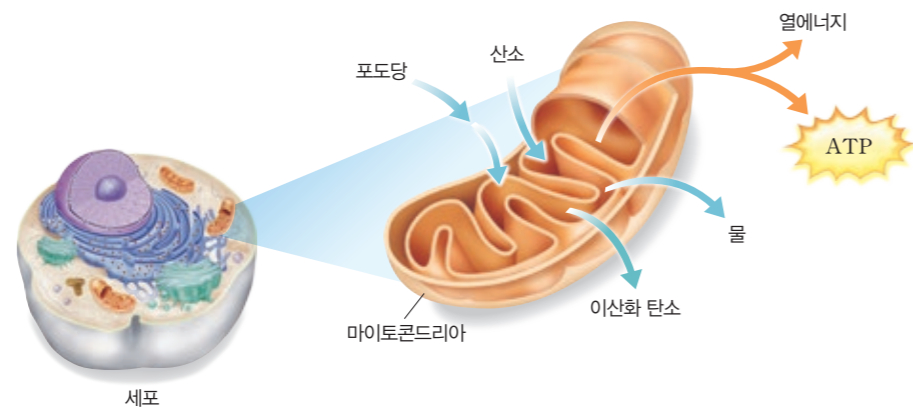
다음 해 보기에서 세포호흡과 생명활동의 관계를 알아보자.

로만
(Lohmann, K., 1898~1978)
독일의 과학자. 1929년에 ATP를 발견했다.

해보기

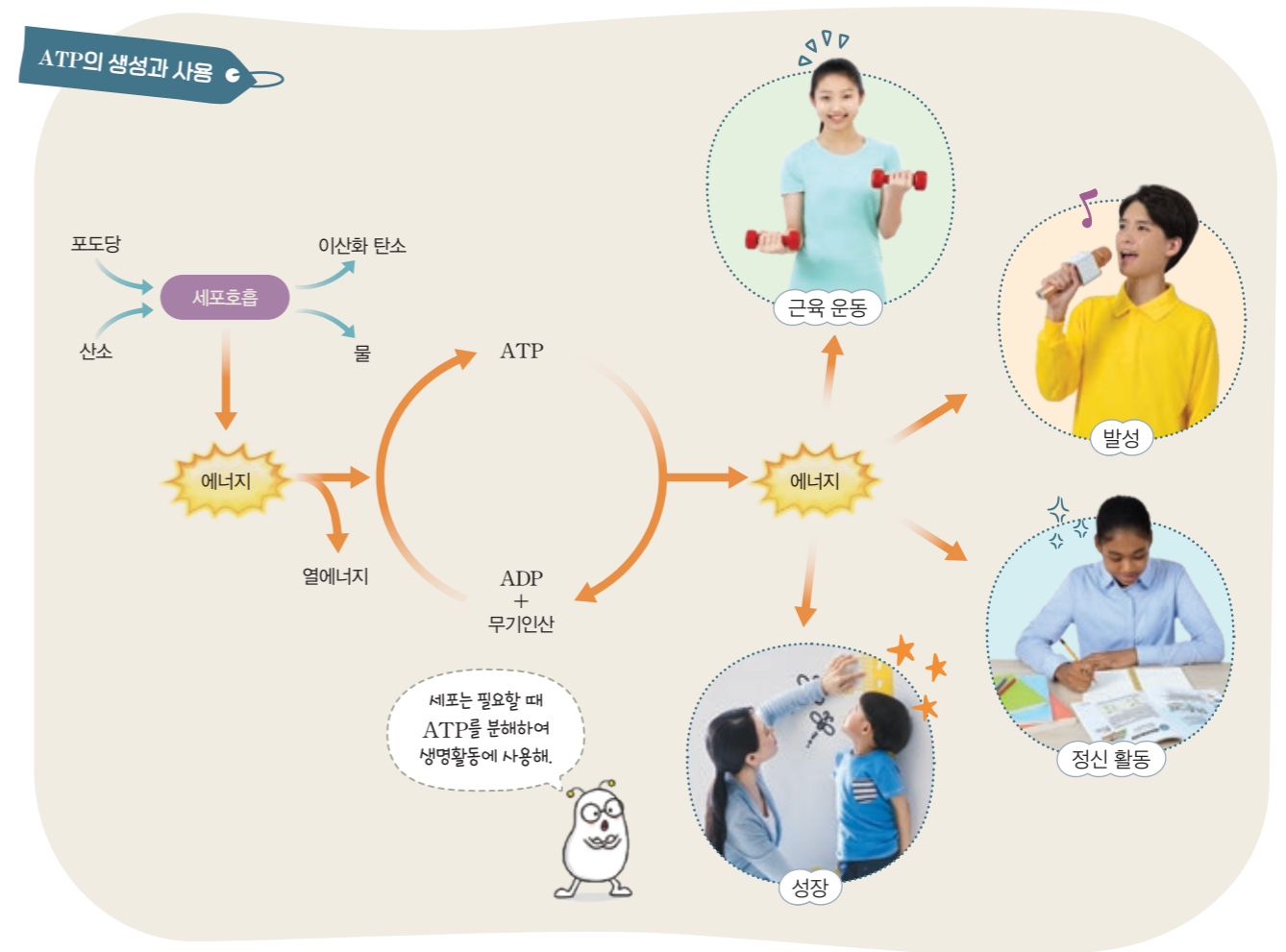
세포호흡과 생명활동의 관계 알아보기

그림은 세포에서 일어나는 세포호흡 과정을 나타낸 것이다.



1. 포도당에 저장된 에너지는 세포호흡을 통해 어떤 형태의 에너지로 전환되는지 써 보자.
2. 우리 몸에서 세포호흡이 일어나야 하는 까닭을 심장박동, 효소 합성 등과 같은 생명활동과 관련지어 설명해 보자.

세포호흡으로 생성된 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 에너지가 방출된다. 방출된 에너지는 기계적 에너지, 소리 에너지, 화학 에너지, 열에너지 등으로 전환되어 근육 운동, 발성, 정신 활동, 성장, 물질 합성, 체온 유지 등 다양한 생명활동에 사용된다. ADP와 무기인산은 세포호흡에서 포도당이 분해되면서 방출되는 에너지를 공급받아 다시 ATP로 합성된다.



스스로 확인하기

- 1 물질대사 중 작고 단순한 물질을 결합하여 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 생명활동에는 ()이/가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지가 사용된다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 휴대 전화의 전지를 충전하는 것은 ATP의 합성과 분해 중 어떤 과정에 해당하는지 그 까닭과 함께 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지
29 쪽 학습 목표에 ✓ 표
하여 스스로 점검해 보자.

02 기관계의 통합적 작용

| 학습 목표 |

- 소화, 순환, 호흡, 배설 과정이 기관계의 통합적 작용으로 나타남을 설명할 수 있다.
- 기관계의 통합적 작용을 신체의 생리적 변화와 관련지어 설명할 수 있다.



세포호흡과 기관계

생물이 세포호흡으로 생명활동에 필요한 에너지를 얻으려면 세포에 영양소와 산소가 지속적으로 공급되어야 하고, 세포에서 생성된 노폐물을 몸 밖으로 내보내야 한다. 세포에 영양소와 산소를 공급하고, 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 과정에는 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계가 관여한다.

우리가 먹는 음식물에는 에너지원으로 이용할 수 있는 녹말, 단백질, 지방 등이 들어 있다. 이를 분해하여 흡수하는 일은 소화계가 담당한다. 녹말, 단백질, 지방은 소화관을 지나는 동안 소화효소의 작용으로 작은 분자의 영양소로 분해된다. 분해된 영양소는 작은창자에서 흡수된 뒤 순환계에 의해 온몸의 세포로 운반된다.

🔍 세포호흡과 기관계는 중학교 『과학』의 '동물과 에너지' 단원과 연계된다.

📱 디지털 탐색
소화효소를 검색하여 소화효소의 종류와 기능을 찾아보자.

오개념 바로잡기

음식물에 들어 있는 모든 영양소는 소화효소에 의해 분해되어야 흡수될 수 있을까?

음식물에 들어 있는 영양소 중 크기가 큰 녹말, 단백질, 지방 등은 소화효소에 의해 분해된 뒤 흡수된다. 그러나 크기가 작은 바이타민과 무기염류는 소화효소에 의해 분해되지 않고 흡수된다.

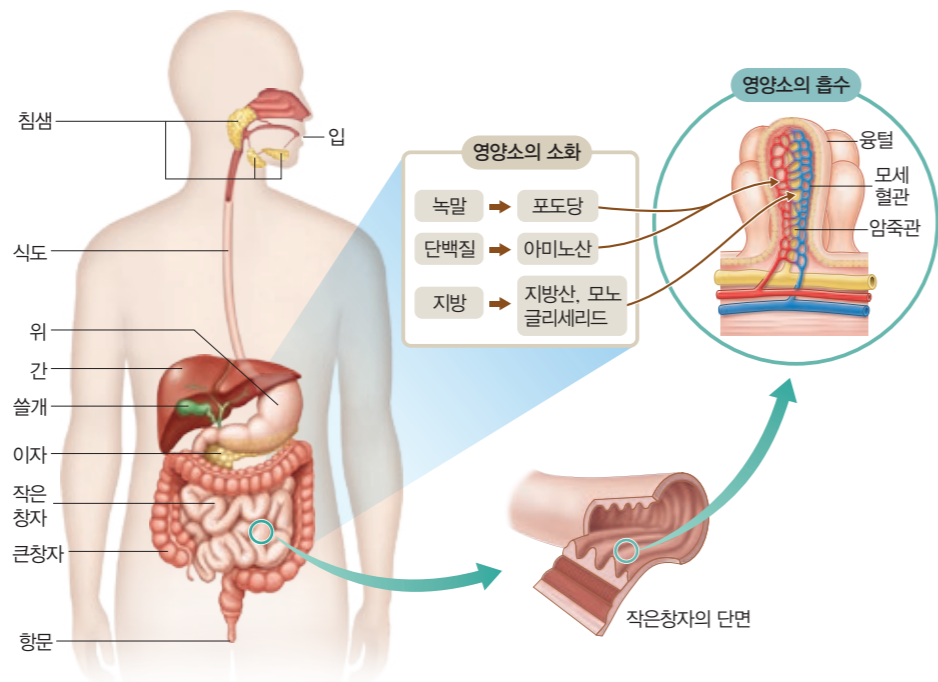


그림 I-10 사람의 소화계와 영양소의 소화 및 흡수 사람의 소화계는 입, 식도, 위, 작은창자, 큰창자 등으로 구성되며, 소화계에서 분해된 영양소는 작은창자 용털의 모세혈관과 암죽관으로 흡수된다.

세포호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내는 일은 호흡계가 담당한다. 그림 I-11과 같이 폐로 들어온 공기에 있는 산소는 허파꽂리에서 모세혈관으로 이동한 뒤 순환계에 의해 온몸의 세포로 운반된다. 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소는 순환계에 의해 폐로 운반되어 모세혈관에서 허파꽂리로 이동한 뒤 몸 밖으로 나간다.

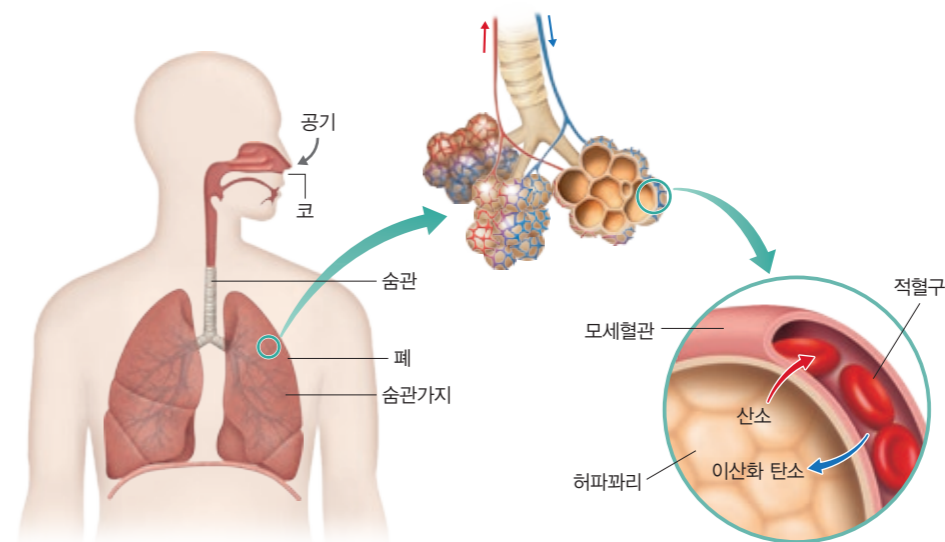


그림 I-11 사람의 호흡계와 가스교환 사람의 호흡계는 코, 숨관, 숨관가지, 폐 등으로 구성되며, 허파꽂리와 모세혈관 사이에서 산소와 이산화 탄소의 교환이 일어난다.

영양소와 산소를 세포에 공급하고 노폐물을 운반하는 일은 순환계가 담당한다. 순환계는 심장, 혈관, 혈액으로 구성되며, 심장은 혈관을 통해 혈액이 순환하게 한다. 소화계에서 흡수한 영양소와 호흡계에서 흡수한 산소는 순환계에 의해 온몸의 세포로 운반된다.

세포는 순환계에서 공급받은 영양소와 산소로 세포호흡을 하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는데, 이 과정에서 물, 이산화 탄소, 암모니아와 같은 노폐물이 생성된다.

세포호흡 결과 생성된 노폐물 중 물의 일부와 이산화 탄소는 순환계에 의해 호흡계로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 나간다. 그리고 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환되며, 요소를 몸 밖으로 내보내는 일은 배설계가 담당한다. 간에서 생성된 요소는 순환계에 의해 배설계로 운반되며, 콩팥에서 걸러져 물과 함께 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

노폐물의 생성
탄수화물과 지방이 세포호흡에 이용되면 물과 이산화 탄소가 공통으로 생성되고, 단백질이 세포호흡에 이용되면 물, 이산화 탄소, 암모니아가 생성된다.

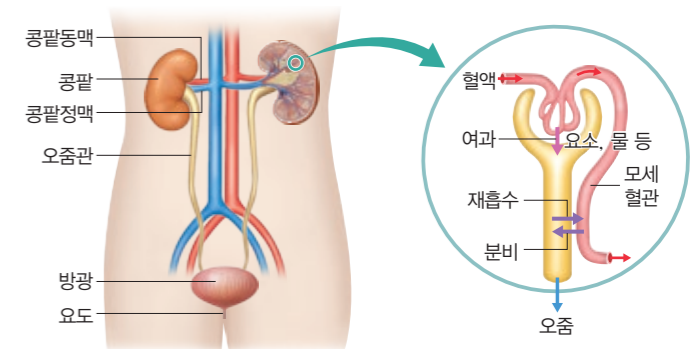


그림 I-12 사람의 배설계와 오줌 생성 사람의 배설계는 콩팥, 오줌관, 방광, 요도 등으로 구성된다. 콩팥에서는 혈액을 걸러 오줌을 생성하며, 오줌은 방광에 모였다가 몸 밖으로 나간다.

탐구

실험, 결론 도출

탐구 능력 | 문제 해결 능력

소화제와 소화효소를 이용한 영양소 분해 실험하기

실험 영상



목표 소화제와 침에 있는 소화효소에 의해 영양소가 분해되는 것을 확인하고, 소화계의 작용을 설명할 수 있다.

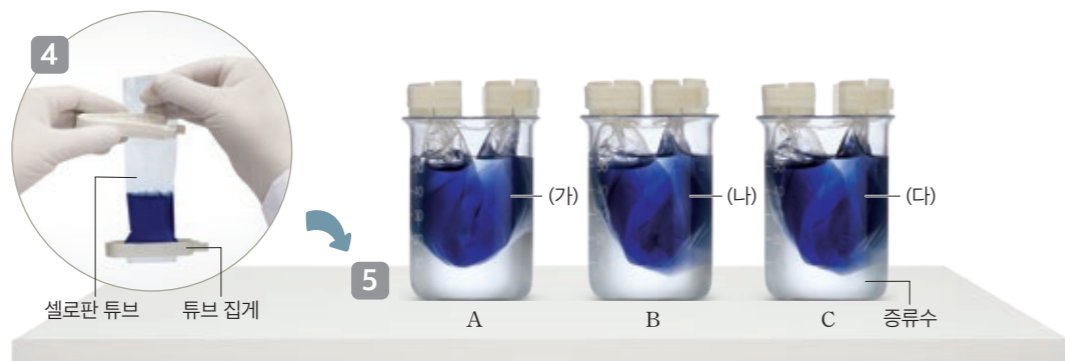
과정 및 결과

1. 물 10 mL를 2 분 동안 입에 물고 있다가 비커에 뱉어 침 용액을 만든다.
2. 소화제 한 알을 막자사발에 넣고 잘게 부순 뒤 증류수 15 mL를 넣어 소화제 용액을 만든다.
 - ① 소화제 용액은 막자로 잘 섞은 뒤 2 분 이상 그대로 두었다가 윗부분의 용액을 사용한다.
3. 비커에 5% 녹말 용액 50 mL를 넣은 뒤 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 2 방울 ~3 방울 떨어뜨려 혼합액을 만들고 색깔 변화를 관찰한다.
4. 셀로판 튜브 (가)~(다)의 한쪽 끝을 튜브 집게로 막고, 스포이트로 다음 표와 같이 용액을 넣은 뒤 다른 한쪽 끝도 튜브 집게로 막는다.

셀로판 튜브	용액
(가)	3의 혼합액 15 mL + 침 용액 5 mL
(나)	3의 혼합액 15 mL + 소화제 용액 5 mL
(다)	3의 혼합액 15 mL + 증류수 5 mL

① 녹말은 통과하지 못하고 엷당은 통과하는 셀로판 튜브를 사용한다.

5. 셀로판 튜브 (가)~(다)를 증류수 30 mL가 들어 있는 비커 A~C에 다음 그림과 같이 장치한 뒤, 37 °C로 설정된 항온기에 30 분 동안 넣어 둔다.



준비물

- 비커 시험관
- 스포이트 시험관대
- 막자와 막자사발
- 셀로판 튜브
- 튜브 집게 항온기
- 시계 물
- 증류수 뜨거운 물
- 5% 녹말 용액
- 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액
- 베네딕트 용액
- 소화제 실험복
- 실험용 장갑
- 보안경 면장갑

안전



- 유리 기구와 막자사발이 깨지지 않게 주의한다.
- 뜨거운 물을 사용할 때에는 화상을 입지 않게 주의한다.
- 사용하고 남은 화학 약품은 선생님의 지도에 따라 분리하여 처리한다.
- 실험복, 실험용 장갑, 보안경을 반드시 착용한다.

세포호흡으로 생명활동에 필요한 에너지를 얻으려면 소화계에서 음식물에 들어 있는 영양소가 분해되고 흡수되어야 한다. 다음 탐구에서 소화제와 소화효소를 이용하여 영양소를 분해하는 실험을 해 보자.

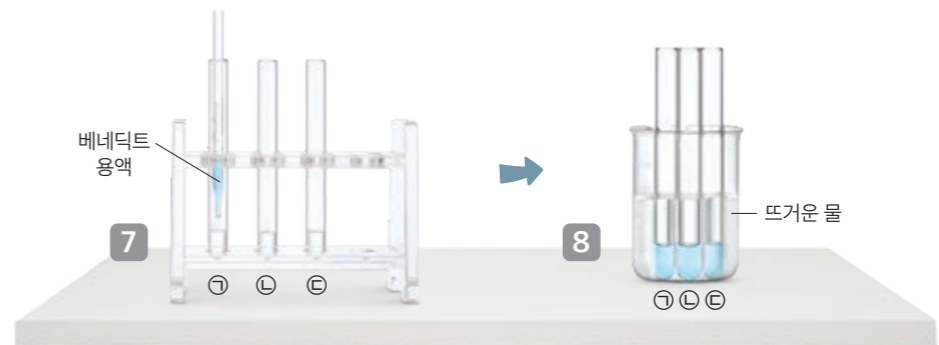
6. 각 셀로판 튜브에 들어 있는 용액의 색깔 변화를 관찰하여 써 보자.

셀로판 튜브	(가)	(나)	(다)
용액의 색깔 변화			

7. 스포이트로 비커 A~C에서 용액 2 mL씩을 시험관 ㉠~㉢에 옮겨 넣은 뒤 각 시험관에 베네딕트 용액을 2 방울~3 방울씩 떨어뜨린다.

8. 시험관 ㉠~㉢을 뜨거운 물이 든 비커에 넣은 뒤 용액의 색깔 변화를 관찰하여 써 보자.

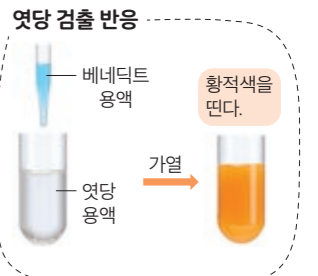
시험관	㉠	㉡	㉢
용액의 색깔 변화			



정리

1. (가)~(다) 중 녹말이 분해된 셀로판 튜브의 기호를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.
2. 녹말이 분해되어 생긴 엷당이 셀로판 튜브를 통과하는 것은 우리 몸의 어떤 생명 활동에 해당하는지 설명해 보자.
3. **사고력** 소화제 또는 소화효소에 의해 분해되어 몸속으로 흡수된 영양소로부터 에너지를 얻기까지의 과정을 설명해 보자.

우리가 먹은 음식물에 들어 있는 녹말, 단백질, 지방과 같은 영양소는 분자의 크기가 커서 소화효소에 의해 작은 분자의 영양소로 분해되어야 세포막을 통과해 몸속으로 흡수될 수 있다. 소화계에서 소화효소의 작용으로 분해된 영양소는 작은 창자에서 흡수된 뒤 순환계에 의해 온몸의 세포로 운반되어 세포호흡 등 여러 물질 대사에 사용된다.



스스로 평가하기

- [지식·이해]** 소화계의 작용을 설명했는가? ☆☆☆
- [과정·기능]** 소화제와 소화효소를 이용한 영양소 분해 실험 과정을 정확하게 수행했는가? ☆☆☆
- [가치·태도]** 소화제와 소화효소를 이용한 영양소 분해 실험 결과를 있는 그대로 기록했는가? ☆☆☆

기관계의 통합적 작용은 중학교 『과학』의 '동물과 에너지' 단원과 연계된다.

기관계의 통합적 작용

우리 몸의 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 세포에서 물질대사가 원활하게 일어날 수 있도록 정교하게 상호작용 하며, 통합적으로 기능을 수행한다. 다음 탐구에서 소화, 순환, 호흡, 배설 과정이 기관계의 통합적 작용으로 나타남을 신체의 생리적 변화와 관련지어 알아보자.

탐구 능력 | 의사 결정 능력

탐구

추론, 자료 분석

탐구 유의 사항
발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

기관계의 통합적 작용 추론하기

목표 소화, 순환, 호흡, 배설 과정이 기관계의 통합적 작용으로 나타남을 신체의 생리적 변화와 관련지어 추론하고, 기관계의 통합적 작용을 발표할 수 있다.

과정 및 결과

다음은 마라톤을 하고 있는 사람의 몸에서 일어나는 생리적 변화에 대한 자료이다.

(가) 호흡 속도와 심장박동 속도가 빨라져 근육에서 에너지를 효율적으로 얻을 수 있다.
 (나) 많은 에너지가 소비되므로 일정 지점마다 제공되는 음식을 먹고 소화한다.
 (다) 요소 농도가 높은 오줌이 생성된다.

1. 모듈별로 (가)~(다)에서 각각 기관계의 통합적 작용이 어떻게 일어나는지 다음 내용을 포함하여 추론해 보자.

- 어떤 기관계가 작용하는가?
- 이동하는 물질은 무엇인가?

2. 추론한 내용을 바탕으로 하여 물질의 이동 경로가 잘 나타나도록 기관계의 통합적 작용을 설명하는 발표 자료를 만들어 보자.

① 영상, 역할놀이, 정보 그림 등으로 기관계의 통합적 작용을 표현할 수 있다.

3. 발표 자료를 활용하여 발표해 보자.

정리

● 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계 중 어느 한 기관계에 이상이 생기면 우리 몸에서 어떤 일이 일어날지 각 기관계의 기능과 관련지어 설명해 보자.

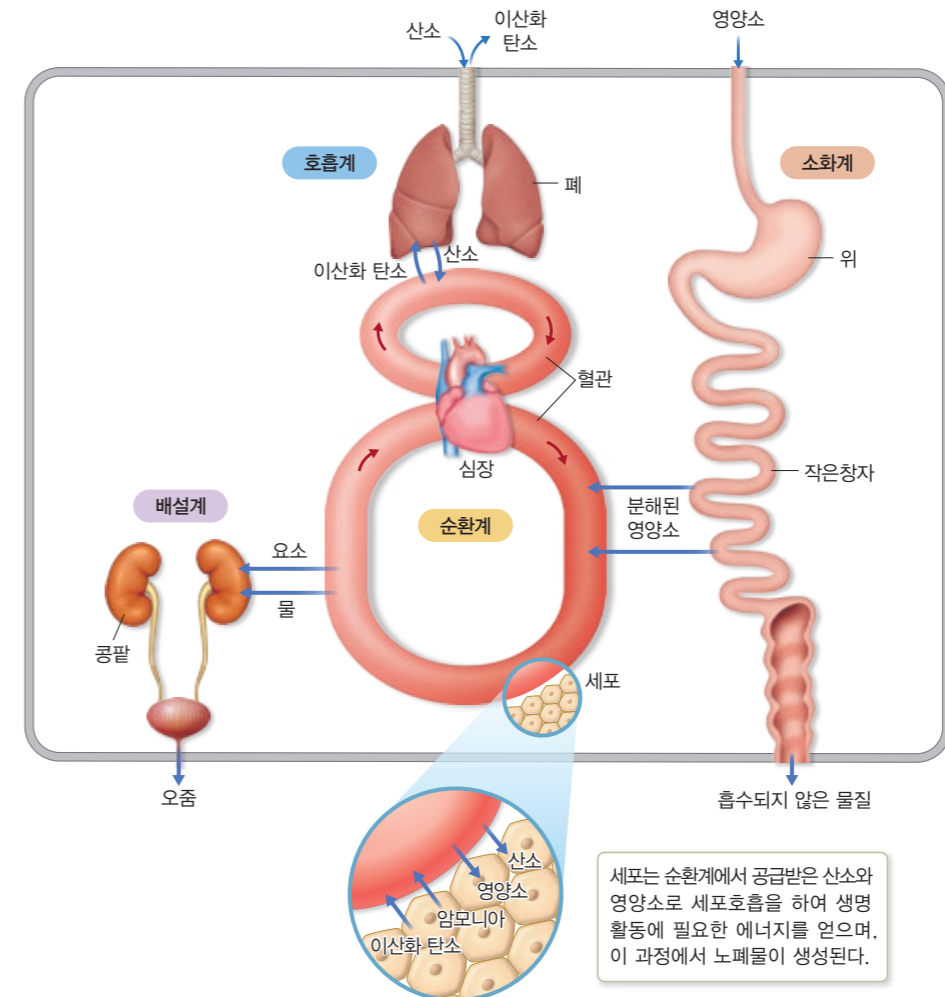
스스로 평가하기

| 지식·이해 | 소화, 순환, 호흡, 배설 과정이 기관계의 통합적 작용으로 나타남을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 기관계의 통합적 작용을 신체의 생리적 변화와 관련지어 추론했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 발표 자료를 창의적으로 만들었는가? ☆☆☆

그림 I-13과 같이 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 생명활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 유기적으로 연결되어 작용한다. 따라서 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계 중 어느 한 기관계에 이상이 생기면 생명활동이 정상적으로 일어나기 어렵다.



소화계
음식물에 들어 있는 영양소를 분해하여 몸속으로 흡수한다.

호흡계
세포호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보낸다.

순환계
소화계에서 흡수한 영양소와 호흡계에서 흡수한 산소를 세포로 운반하고, 세포호흡 결과 생성된 노폐물을 호흡계와 배설계로 운반한다.

배설계
혈액을 걸러 요소와 같은 노폐물과 여분의 물 등을 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보낸다.

세포는 순환계에서 공급받은 산소와 영양소로 세포호흡을 하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻으며, 이 과정에서 노폐물이 생성된다.

그림 I-13 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 통합적 작용

참고 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 통합적 작용과 유사한 관계를 일상생활에서 찾아 이야기해 보자.

스스로 확인하기

- 1 온몸의 세포로 영양소와 산소를 운반하는 기관계를 써 보자.
- 2 세포호흡 결과 (), 이산화 탄소, 암모니아와 같은 노폐물이 생성된다.
- 3 **| 과학 역량 기르기 |** 바이타민 음료를 마시면 오줌의 색깔이 평소보다 진해질 때가 있다. 이를 기관계의 통합적 작용과 관련지어 설명해 보자.

단원을 마치고 전에 학습 목표를 달성했는지 32 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

03

물질대사와 건강

| 학습 목표 |

- 물질대사와 관련된 질병을 설명할 수 있다.
- 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관을 설명할 수 있다.



우리 몸에서 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환을 **대사성 질환**이라고 하며, 대사성 질환에는 고지질혈증, 당뇨병, 고혈압 등이 있다.

고지질혈증은 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성지방이 정상보다 많은 질환이다. 고지질혈증이 있으면 콜레스테롤 등이 동맥의 안쪽 벽에 쌓여 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어지는 동맥경화에 걸릴 가능성이 커진다. 다음 해 보기에서 동맥경화가 우리 몸에 어떤 영향을 미치는지 알아보자.

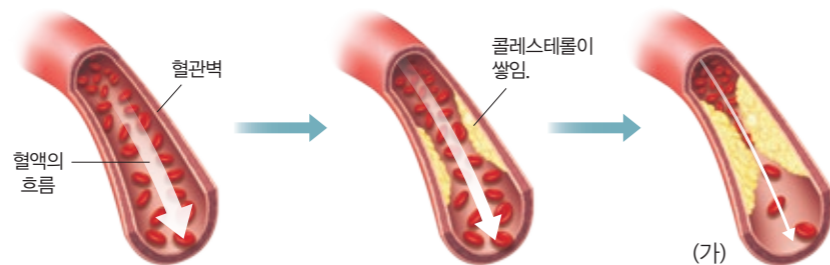
콜레스테롤의 특징

콜레스테롤은 동물의 세포막과 호르몬의 구성 성분이며, 간에서 합성되기도 한다.

해보기

동맥경화가 몸에 미치는 영향 알아보기

그림은 동맥경화가 진행되는 과정을 나타낸 것이다.



1. 동맥경화가 진행되면 혈액의 흐름은 어떻게 되는지 설명해 보자.
2. 심장이나 뇌에 연결된 동맥이 (가)와 같은 상태라면 심장이나 뇌에 어떤 영향을 미칠지 추론해 보자.

동맥경화가 진행되면 혈액이 원활하게 흐르지 못한다. 동맥경화를 치료하지 않으면 심장이나 뇌에 영양소와 산소가 제대로 공급되지 않아 심장마비, 뇌졸중 등을 일으킬 수 있다.

당뇨병은 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되는 질환이며, 당뇨병이 있으면 오줌에 포도당이 섞여 나온다. 당뇨병을 치료하지 않으면 심혈관계 질환, 시력 상실 등 여러 합병증이 나타날 수 있다.

고혈압은 혈압이 정상 범위보다 높은 만성 질환이며, 심혈관계 질환, 뇌혈관 질환, 콩팥 질환 등의 원인이 된다. 고혈압은 심장에 부담을 주기 때문에 고혈압이 있는 사람은 건강한 사람에 비해 심혈관계 질환에 걸릴 가능성이 크다.

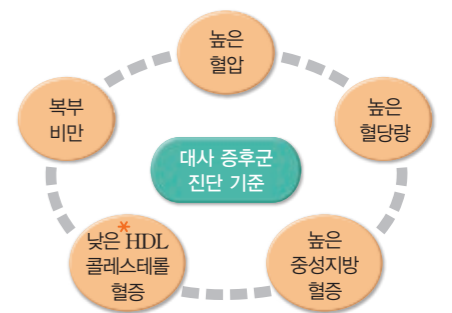
대사성 질환은 유전적 요인이나 노화로 발생하기도 하지만, 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관으로 발생하기도 한다. 대사성 질환은 합병증을 유발할 수 있으며, 치료하는 데 많은 시간과 노력이 필요하다. 따라서 영양소가 골고루 포함된 식사를 하고, 규칙적으로 운동하는 등 올바른 생활 습관을 가져 대사성 질환을 예방하는 것이 중요하다.

대사성 질환을 예방하기 위한 생활 습관



지료실 대사 증후군

대사 증후군은 한 사람에게서 높은 혈압, 높은 혈당량, 복부 비만 등 물질대사 이상에 의한 여러 가지 증상이 동시에 나타나는 것을 말한다. 최근 만성적인 스트레스, 운동 부족, 서구화된 식습관 등으로 대사 증후군이 나타나는 사람이 늘고 있으며, 대사 증후군을 방치하면 대사성 질환으로 발전할 수 있다. 대사 증후군의 원인은 정확히 밝혀지지 않았지만, 인슐린 저항성이 주요 원인으로 추정된다. 인슐린 저항성은 혈당량을 낮추는 호르몬인 인슐린에 대해 근육이나 간 등의 세포가 잘 반응하지 않는 것으로, 복부 지방에서 분비되는 물질 때문에 생길 수 있다. 대사 증후군은 심혈관계 질환, 뇌혈관 질환 등의 발생 위험성을 높이며, 각종 암의 발생과도 관계가 있다. 따라서 균형 잡힌 식사와 꾸준한 운동 등으로 대사 증후군이 나타나지 않도록 해야 한다.



▲ 위의 5 가지 항목 중 3 가지 이상에 해당할 때 대사 증후군으로 진단한다.

* **HDL 콜레스테롤** 콜레스테롤의 한 종류이지만, 혈액에 있는 과다한 콜레스테롤을 간으로 운반하여 콜레스테롤이 혈관벽에 쌓이지 않게 하므로 흔히 좋은 콜레스테롤이라고 부른다. 수치가 정상 범위보다 낮으면 심혈관계 질환이 발생할 위험성이 높아진다.

디지털 탐색

대사성 질환을 검색하여 대사성 질환의 종류를 더 찾아보자.

다음 탐구에서 대사성 질환에 대해 조사하고, 이를 바탕으로 하여 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관을 알아보자.

탐구

● 조사, 협력적 소통

🔗 문제 해결 능력 | 🗣 의사 결정 능력

대사성 질환을 조사하고 대사성 질환을 예방하는 생활 습관 토의하기

목표 대사성 질환을 조사하기 위한 탐구를 고안하여 수행하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관을 설명할 수 있다.

탐구 ① 대사성 질환 조사하기

과정 및 결과

1. 모둠별로 어떤 대사성 질환에 대해 조사할지 정해 보자.
2. 모둠에서 정한 대사성 질환에 대해 어떤 내용을, 어떤 방법으로 조사할지 정해 보자.
3. 대사성 질환에 대해 조사하고, 조사한 내용을 보고서로 만들어 보자.
4. **디지털** 모둠별로 만든 보고서를 공유 플랫폼에 공유해 보자.

정리

- 다른 모둠의 대사성 질환에 대한 보고서를 읽고, 대사성 질환에 대해 정리해 보자.



준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 대사성 질환과 관련된 책

탐구 유의 사항

- 조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.
- 토의할 때에는 다른 사람의 의견을 주의 깊게 듣고, 자신의 생각을 조리 있게 이야기한다.

혈압이 정상 범위보다 높은 고혈압에 대해 조사해 볼까?

대사성 질환의 증상, 원인, 예방 방법 등을 조사해 보자.

전문가의 인터뷰 영상을 찾아보는 것도 좋을 것 같아.

탐구 ② 대사성 질환을 예방하는 생활 습관 토의하기

과정 및 결과

1. **탐구 ①**의 보고서를 참고하여 모둠별로 대사성 질환을 예방하기 위한 생활 습관을 토의해 보자.
2. 토의한 내용을 바탕으로 하여 대사성 질환을 예방하기 위한 건강한 생활 습관 점검표를 만들어 보자.

건강한 생활 습관 점검표

1. 균형 잡힌 식사를 규칙적으로 하는가?
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

대사성 질환을 예방하기 위한 생활 습관을 실천하는 것이 중요해.



3. 점검표를 바탕으로 하여 나의 생활 습관을 점검해 보고, 대사성 질환을 예방하기 위해 개선할 점이 있는지 써 보자.



정리

- 대사성 질환을 예방하기 위한 생활 습관을 정리해 보자.



스스로 평가하기

| 지식·이해 | 대사성 질환을 예방하기 위한 생활 습관을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 조사와 토의 결과를 바탕으로 하여 생활 습관 점검표를 적절하게 만들었는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 개방적인 태도로 모둠원의 아이디어를 수용하며 토의에 참여했는가? ☆☆☆

스스로 확인하기

- 1 우리 몸에서 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환을 ()이라고 한다.
- 2 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되며, 오줌에 포도당이 섞여 나오는 질환을 써 보자.
- 3 **| 과학 역량 기르기 |** 정기적으로 건강 검진을 받는 것이 중요한 까닭을 설명해 보자.

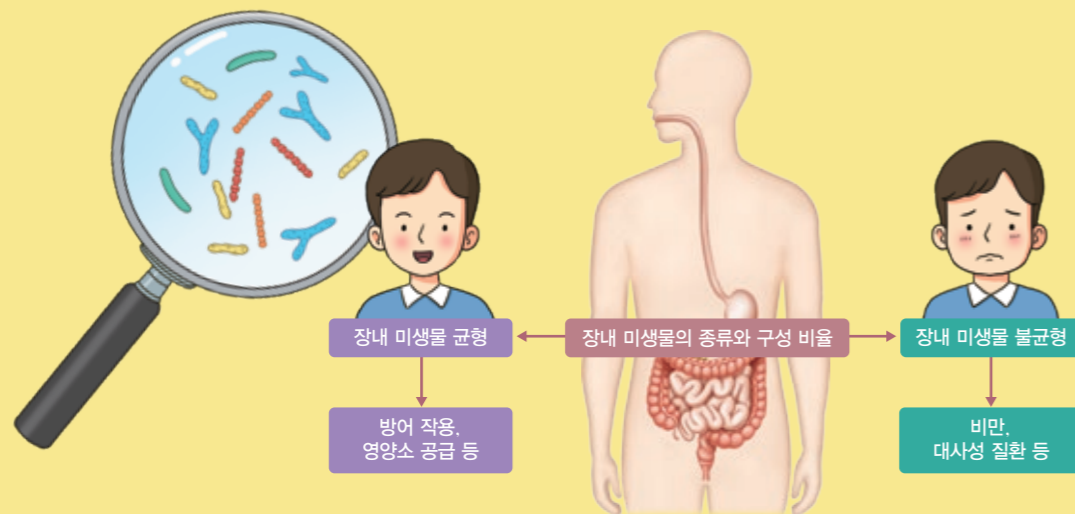
단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 38 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

장내 미생물과 건강

건강한 사람의 피부, 소화관 등에는 수많은 미생물이 있으며, 이 중에서 소화관에 있는 미생물을 장내 미생물이라고 한다. 사람의 장내 미생물은 몸속 미생물의 대부분을 차지하며, 그 종류가 매우 많다. 장내 미생물의 종류와 구성 비율은 유전적 요인뿐만 아니라 성장 환경, 생활 습관, 스트레스와 같은 환경적 요인에 의해 변화할 수 있다.

장내 미생물은 우리 몸과 긴밀하게 상호작용 하여 건강과 질병에 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 장내 미생물은 우리가 음식을 먹을 때 음식물과 함께 들어온 병원성 미생물의 성장을 억제하는 등 우리 몸의 방어 작용을 돕는다. 또 사람의 소화효소가 분해할 수 없는 영양소를 분해하여 에너지 공급을 돕고, 바이타민, 지방산 등을 합성하여 우리 몸에 필요한 영양소를 공급하기도 한다.

장내 미생물의 불균형은 장내 미생물의 종류와 구성 비율이 건강한 상태에서 벗어난 것을 의미하며, 특정 미생물의 과다 증식이나 미생물의 다양성 감소 등 다양한 형태로 나타날 수 있다. 최근 장내 미생물의 불균형은 장 질환뿐만 아니라 비만, 대사성 질환, 심혈관계 질환, 아토피 등 다양한 질환과 관련이 있는 것으로 보고되었다. 따라서 장내 미생물의 종류와 구성 비율이 균형을 이룰 수 있도록 올바른 생활 습관을 가져야 한다.



생각 펼치기

장내 미생물 균형의 중요성을 알리는 정보 그림을 그려 보자.



탐구 능력

헬스케어 컨설턴트

사람의 수명이 늘어나고 삶의 질이 높아지면서 건강에 대한 관심이 커지고 있으며, 개인의 특성에 맞는 의료 서비스가 확산하고 있다. 이에 따라 치료 중심의 의료에서 벗어나 질병의 예방 및 건강 관리를 중심으로 의료 범위가 확대되면서 건강 관리를 체계적으로 도와주는 헬스케어 컨설턴트라는 직업이 주목받고 있다.

헬스케어 컨설턴트는 어떤 일을 하나요?

헬스케어 컨설턴트는 질병의 예방과 치료를 위한 상담을 하고, 개인이 체계적으로 건강을 관리할 수 있도록 도와줍니다. 또 최신 의료 정보를 수집하여 제공하고, 식단, 스트레스, 운동 등을 관리하여 신체적, 정신적으로 건강하게 생활할 수 있도록 돕습니다. 헬스케어 컨설턴트는 병원, 요양원과 같은 사회 복지 시설, 스포츠 시설, 기업체의 건강 관리 시설 등에서 일할 수 있습니다.



생각 펼치기

헬스케어 컨설턴트에게 상담받을 기회가 생긴다면 어떤 것을 물어보고 싶은지 이야기해 보자.



의사 결정 능력

헬스케어 컨설턴트가 되려면 어떻게 준비하나요?

헬스케어 컨설턴트가 되려면 생명과학, 심리학, 의학, 영양학 등을 전공하는 것이 유리합니다. 또 운동 의학, 의약품 등에 대한 지식을 쌓는 것이 중요하며, 최신 의료 기기 활용법과 의료 시스템에 대해 잘 알고 있어야 합니다. 헬스케어 컨설턴트는 개인의 건강 상태를 파악하고 건강을 관리하는 방법을 알려 줘야 하므로, 다른 사람의 말을 잘 듣고 이해하며 자신의 생각을 효과적으로 전달할 수 있는 능력이 필요합니다. 또 원만한 대인 관계를 유지하는 능력도 필요합니다.



디지털 탐색

커리어넷(www.career.go.kr)
헬스케어 컨설턴트와 관련된 정보를 찾아보자.



01 물질대사와 에너지전환

29 쪽~31 쪽

1. 물질대사: 생물에서 일어나는 모든 화학 반응이며, 동화 작용과 ① (으)로 구분한다.
2. 에너지의 전환과 사용
 - 포도당이 ② 을/를 통해 분해되면서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.
 - ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지는 다양한 ③ 에 사용된다.

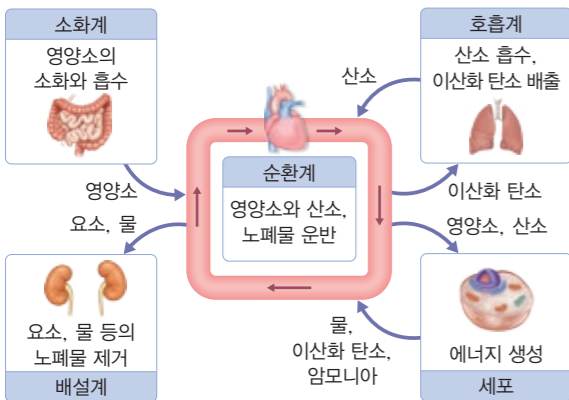


▲ ATP의 생성과 사용

02 기관계의 통합적 작용

32 쪽~37 쪽

- 소화계, ④, 호흡계, 배설계는 생명활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 유기적으로 연결되어 작용한다.



▲ 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 통합적 작용

03 물질대사와 건강

38 쪽~41 쪽

1. 대사성 질환: 우리 몸에서 ⑤ 에 이상이 생겨 발생하는 질환이다.
2. 대사성 질환을 예방하기 위해서는 균형 잡힌 식사와 규칙적인 운동 등 올바른 생활 습관이 필요하다.

01 물질대사에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

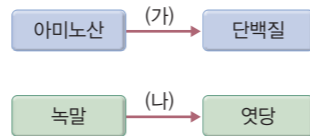
01

- ① 효소가 관여한다.
- ② 세포호흡은 이화작용에 해당한다.
- ③ 생물에서 일어나는 화학 반응이다.
- ④ 이화작용이 일어날 때에는 에너지가 방출된다.
- ⑤ 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 것은 동화 작용에 해당한다.

02 그림은 사람에서 일어나는 물질대사 과정 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.

서술형

01



(가)와 (나) 중 에너지가 흡수되는 과정을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

03 다음은 세포호흡과 ATP에 대한 자료이다.

01

- 포도당이 ㉠ 세포호흡을 통해 물과 이산화 탄소로 분해된다.
- 세포호흡 과정에서 ATP가 생성되며, 세포는 필요할 때 ㉡ ATP를 ADP와 무기인산으로 분해하여 생명활동에 사용한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㉠은 미토콘드리아를 중심으로 일어난다.
 - ㉡ 과정에서 이화작용이 일어난다.
 - 세포호흡 과정에서 방출된 에너지는 모두 ATP에 저장된다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 사람의 몸을 구성하는 기관계에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

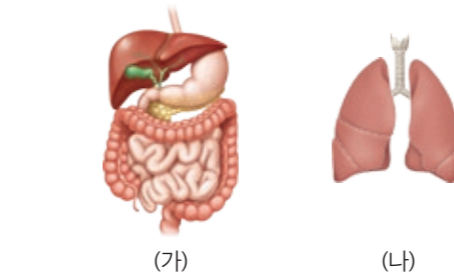
02

- 보기
- ㄱ. 순환계에서는 이화작용이 일어나지 않는다.
 - ㄴ. 소화계에서 영양소의 소화와 흡수가 일어난다.
 - ㄷ. 호흡계에서 세포호흡에 필요한 산소를 흡수한다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림 (가)와 (나)는 사람의 소화계와 호흡계를 순서 없이 나타낸 것이다.

02



생명활동을 유지하는 데 필요한 에너지를 얻기 위해 (가)와 (나)는 각각 어떤 일을 하는지 설명해 보자.

스스로 평가하기

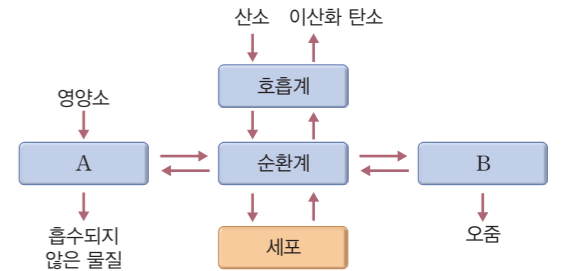
이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

- | 지식-이해 | 과정-기능 | 가치-태도 | 우수 | 보통 | 미흡 |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 물질대사 과정에서의 에너지전환과 생명활동에서의 에너지 사용을 설명했는가? | 기관계의 통합적 작용을 신체의 생리적 변화와 관련지어 추론했는가? | 영양소 분해 실험을 할 때 실험 결과를 있는 그대로 기록했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 소화, 순환, 호흡, 배설 과정이 기관계의 통합적 작용으로 나타남을 설명했는가? | 물질대사와 관련된 질병을 조사하기 위한 탐구를 고안하여 수행했는가? | 개방적인 태도로 아이디어를 수용하며 토의에 참여했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관을 토의할 때 협력하여 소통했는가? | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

평가 결과가 아쉽다면 '2. 생명활동과 에너지'를 다시 한번 학습해 봅시다.

06 그림은 사람 몸에 있는 기관계의 통합적 작용을 나타낸 것이다. A와 B는 배설계와 소화계를 순서 없이 나타낸 것이다.

02



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 골라 보자.

- 보기
- ㄱ. A는 소화계이다.
 - ㄴ. B는 요소를 몸 밖으로 내보낸다.
 - ㄷ. A와 B에서 모두 물질대사가 일어난다.

07 다음은 어떤 대사성 질환에 대한 설명이다.

03

혈압이 정상 범위보다 높은 질환으로, 심혈관계 질환의 원인이 된다.

- (1) 이 대사성 질환의 이름을 써 보자.
- (2) 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관을 두 가지 이상 설명해 보자.

3

생태계와 상호작용

- 01 생태계의 구조
- 02 물질순환과 에너지흐름
- 03 개체군
- 04 군집

학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

오늘날 개인, 사회, 국가 수준에서 다양한 방법으로 생태계를 보전하려고 노력한다.

경험 비추어 보기 생태계를 보전하기 위하여 어떤 노력을 했는가?

생각해 보기 생태계를 보전해야 하는 까닭은 무엇일까?



이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- 생태계 생태계구성요소 생태피라미드 생태계평형

- 지식·이해**
- 생태계의 구조를 이해하고, 생태계구성요소 사이의 상호작용을 설명할 수 있다.
 - 생태계에서 물질순환과 에너지흐름으로 생태계구성요소의 중요성을 설명할 수 있다.
 - 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 이들의 상호작용을 설명할 수 있다.

이 단원의 학습 내용

- 과정·기능**
- 생태계에서 물질순환과 에너지흐름을 추론할 수 있다.
 - 개체군과 군집 내 상호작용의 예를 조사하여 발표할 수 있다.

- 가치·태도**
- 방형구법으로 식물군집을 분석한 결과를 있는 그대로 기록할 수 있다.
 - 다양한 생물이 하나의 생태계에서 더불어 살아가는 것의 가치를 인식할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01 생태계의 구조

| 학습 목표 |

- 생태계의 구조를 설명할 수 있다.
- 생태계구성요소 사이의 상호작용을 설명할 수 있다.



일정한 지역에서 상호작용 하는 생물들과, 이 생물들과 영향을 주고받는 환경으로 이루어진 체계를 생태계라고 한다.

생태계는 생물요소와 비생물요소로 이루어진다. 생물요소는 생태계의 모든 생물이며, 생태계에서의 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다. 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하는 식물, *조류 등이 생산자이고, 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는 초식동물, 육식동물 등이 소비자이다. 생산자나 소비자의 사체나 배설물을 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻는 세균, 버섯, 곰팡이 등이 분해자이다. 비생물요소는 생물요소를 둘러싸고 있는 빛, 물, 공기, 온도, 토양 등이다. 생태계에서 생물요소와 비생물요소는 영향을 주고받는다.

생태계는 『통합과학2』의 '환경과 에너지' 단원과 연계된다.

* 조류
물속에서 살며, 광합성을 하는 원생생물

생태계 구성요소



다음 해 보기에서 생태계구성요소가 어떤 영향을 주고받는지 알아보자.

해보기

생태계구성요소의 상호작용 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

다음은 생태계구성요소의 상호작용의 예를 나타낸 것이다.



(가) 느티나무가 햇빛을 받아 광합성을 한다.

(나) 붉은여우가 붕어를 잡아먹는다.

(다) 지렁이가 토양을 비옥하게 만든다.

- (가)~(다)에서 생물요소와 비생물요소를 각각 찾아 써 보자.
- (가)~(다)는 각각 어떤 상호작용에 해당하는지 선으로 연결해 보자.

기호

- (가) •
- (나) •
- (다) •

상호작용

- ㉠ 생물요소가 비생물요소에 영향을 미친다.
- ㉡ 비생물요소가 생물요소에 영향을 미친다.
- ㉢ 생물요소가 다른 생물요소에 영향을 미친다.

느티나무가 햇빛을 받아 광합성을 하고, 비옥한 토양에서 민들레가 잘 자라는 것처럼 비생물요소는 생물요소에 영향을 미친다. 숲에 있는 느티나무가 광합성을 하여 공기 중의 산소 농도를 높이고, 지렁이가 흙 속을 파헤치며 이동하여 토양에 공기가 잘 통하게 하는 것처럼 생물요소도 비생물요소에 영향을 미친다. 또 고라니가 풀을 먹고, 붉은여우가 붕어를 잡아먹는 것처럼 생물요소끼리도 영향을 주고받는다. 이와 같이 생태계를 이루는 생물요소와 비생물요소 사이에는 다양한 상호작용이 일어나며, 이러한 생태계구성요소의 상호작용으로 생태계가 유지된다.



생태계구성요소의 상호작용

한 식물에서도 강한 빛을 받는 앞은 약한 빛을 받는 잎보다 잎의 조직이 발달하여 두껍다.

매가 등줄쥐를 잡아먹는다.

온대 지방에 주로 서식하는 활엽수는 가을이 되어 온도가 내려가면 단풍이 들고 낙엽이 진다.

공기 중의 산소는 고라니, 민들레 등과 같은 생물의 호흡에 이용된다.

버섯과 세균이 사체나 토양 속의 유기물을 분해하면 토양 속의 무기물이 증가한다.

물에 사는 부레옥잠은 잎자루에 공기주머니가 발달해 있다.

스스로 확인하기

- 생태계는 ()와/과 비생물요소로 이루어진다.
- 한 식물에서도 잎의 두께에 차이가 나는 것과 가장 관련 있는 비생물요소를 써 보자.
- 과학 역량 기르기** | 선인장에는 물을 저장하는 조직이 발달해 있다. 그 까닭을 생태계 구성요소의 상호작용과 관련지어 설명해 보자.

단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 47 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

02 물질순환과 에너지흐름

| 학습 목표 |

- 생태계에서 물질순환과 에너지흐름을 추론하여 생태계구성요소의 중요성을 설명할 수 있다.
- 생태계에서 일어나는 물질순환과 에너지흐름을 설명할 수 있다.

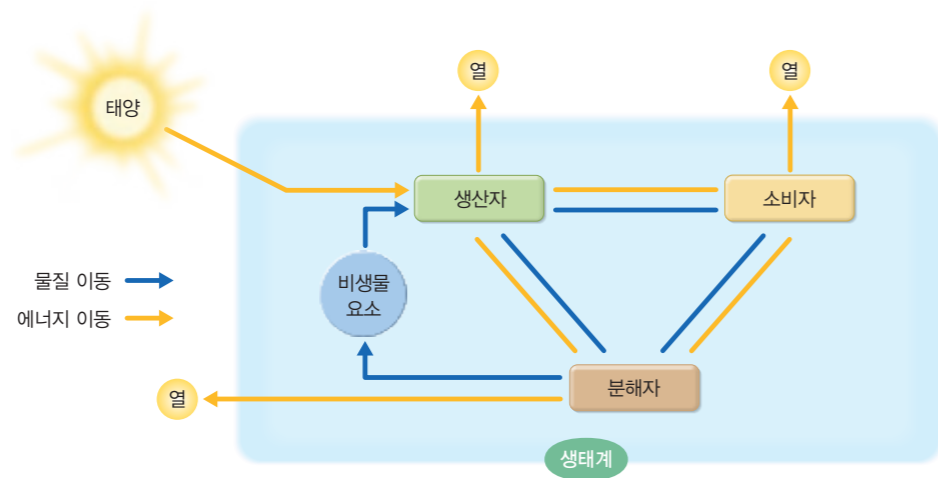


탠슬리
(Tansley, A. G., 1871~1955)
영국의 과학자. 생물과 환경이 유기적으로 상호작용 한다고 생각하여 생태계라는 개념을 처음 제시했다.

생태계를 이루는 생물요소와 비생물요소 사이에서 물질과 에너지가 이동한다. 다음 해 보기에서 생태계구성요소 사이에서 물질과 에너지가 어떻게 이동하는지 추론해 보자.

해보기 생태계에서 물질과 에너지의 이동 추론하기

그림은 생태계구성요소 사이의 물질과 에너지 이동을 나타낸 것이다.



1. 생산자, 소비자, 분해자 사이에 물질과 에너지가 이동하는 방향을 표시하여 화살표를 완성해 보자.
2. 생태계에서 물질과 에너지의 이동 경로를 비교해 보자.
3. 분해자가 사라지면 물질과 에너지의 이동이 어떻게 달라질지 예상해 보고, 생태계 구성요소의 중요성을 설명해 보자.

물질순환

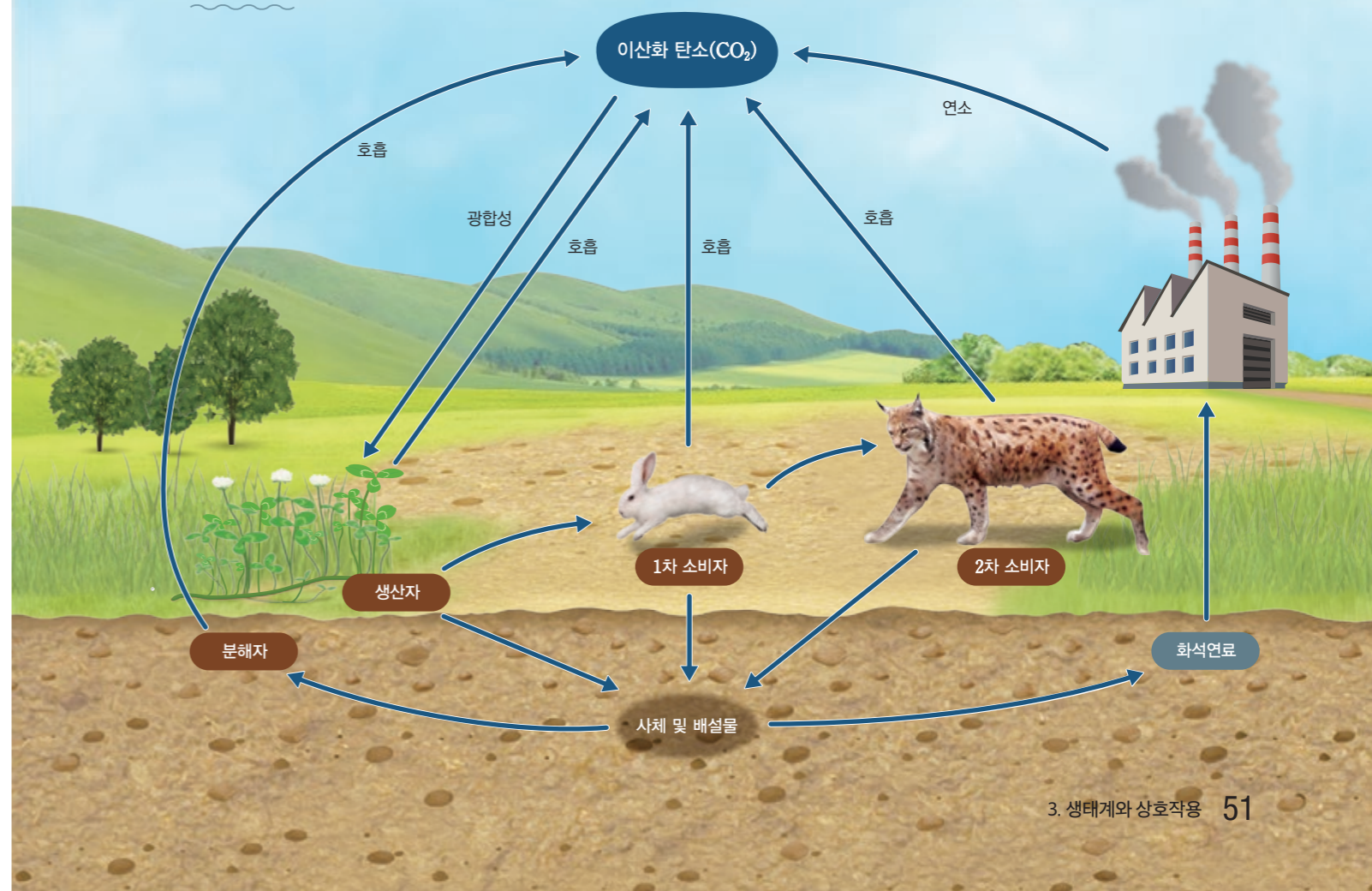
생명활동에 필요한 물질을 이루는 탄소, 질소 등은 비생물요소에서 군집 내로 유입된 뒤 먹이사슬을 따라 이동하면서 최종적으로 무기물로 분해되어 비생물요소로 되돌아가는 순환을 한다.

탄소순환 | 탄소는 주로 대기에서는 이산화 탄소(CO₂)의 형태로 있고, 물속에서는 탄산수소 이온(HCO₃⁻)의 형태로 있다. 대기 중의 이산화 탄소(CO₂)는 생산자의 광합성을 통해 포도당으로 합성된 뒤 다양한 탄소 화합물로 전환되어 생산자의 체내에 저장되거나 호흡에 사용된다. 생산자의 체내에 저장된 탄소 화합물은 먹이사슬을 따라 이동하면서 소비자의 체내에 저장되거나 호흡에 사용된다. 생산자와 소비자의 호흡 결과 탄소 화합물은 이산화 탄소(CO₂)의 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다. 또 생물의 사체나 배설물 속의 탄소 화합물은 분해자의 호흡 결과 이산화 탄소(CO₂)의 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다. 생물의 사체 중 분해되지 않은 일부 탄소 화합물은 땅속에 오랜 기간 퇴적되어 화석연료가 되고, 화석연료가 연소되면 이산화 탄소(CO₂)의 형태로 대기로 되돌아간다.

생명과학 지구과학

탄소 배출을 제한해야 하는 까닭
사람 중심의 산업 개발이 이루어지면서 화석연료의 사용이 많아져 대기 중의 이산화 탄소(CO₂) 농도가 높아지고 지구 온난화가 심각해져 지구 전체의 기후가 변하고 있다. 기후 변화로 생물의 서식지가 변하거나 파괴되고 생물이 멸종하는 등 많은 피해가 발생한다. 이러한 피해를 줄이려면 탄소 배출량을 제한하는 제도를 마련하는 등 많은 노력이 필요하다.

탄소순환



공중 방전에 의한 질소고정

번개가 쳐서 공중 방전이 일어 나면 공기가 순간적으로 고온이 되면서 대기 중의 질소와 산소가 결합하여 질산 이온(NO_3^-)이 된다.

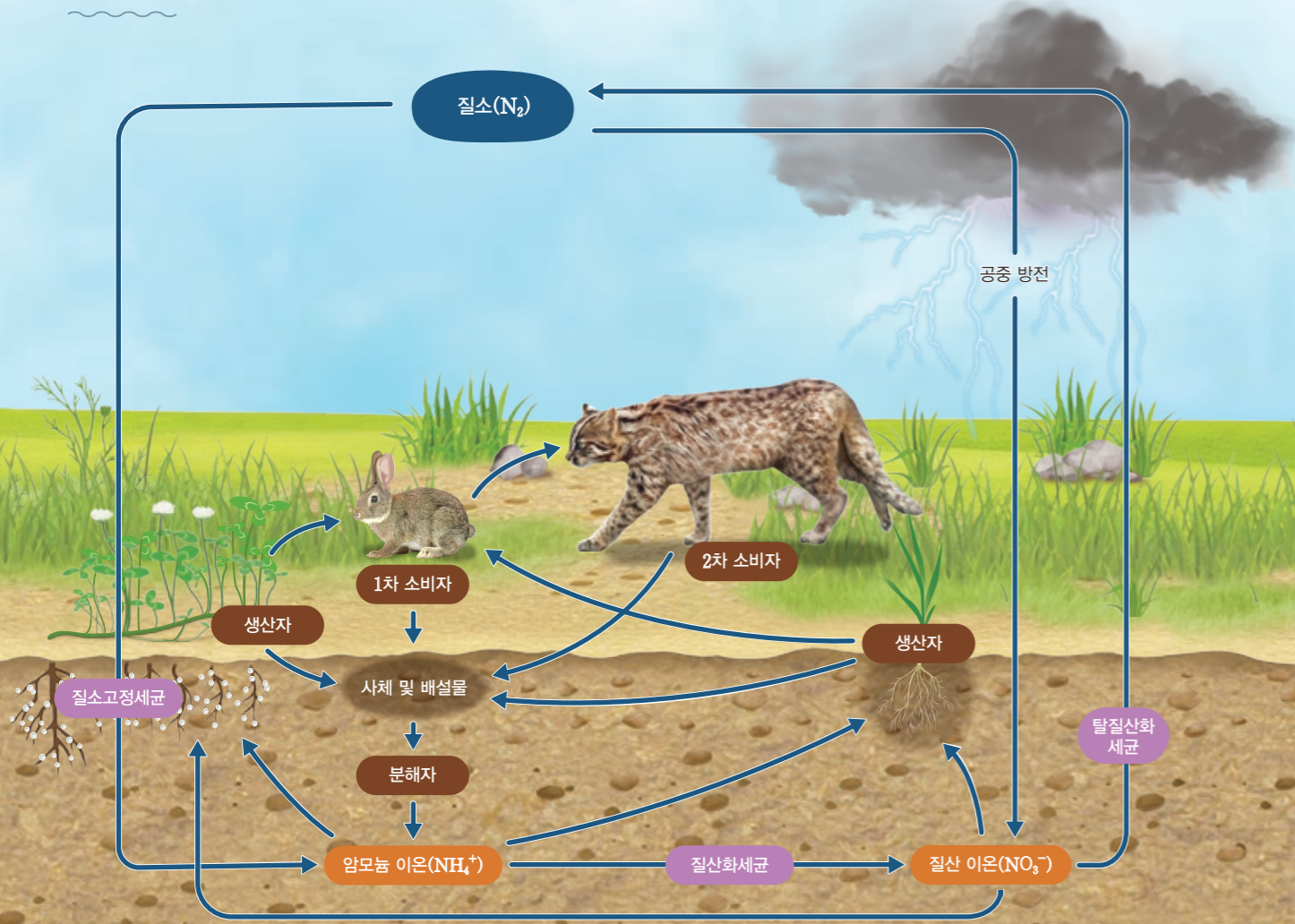
뿌리혹세균의 특징

뿌리혹세균은 콩과식물의 뿌리에 뿌리혹을 만들어 식물과 공생하면서 대기 중의 질소를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정한다.

질소순환 I 질소 기체(N_2)는 대기에 풍부하지만 생물은 대부분 이를 직접 이용할 수 없으며, 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)의 형태로 전환되어야 식물이 흡수하여 이용할 수 있다. 대기 중의 질소 기체(N_2)는 번개의 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되기도 하지만, 대부분은 토양 속 뿌리혹세균 등의 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는데, 이를 **질소고정**이라고 한다. 질소고정이나 분해자에 의해 생성된 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산화세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 과정을 **질산화작용**이라고 한다. 식물은 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 뿌리로 흡수하여 식물을 구성하는 핵산, 단백질과 같은 질소 화합물을 합성한다. 이렇게 식물이 합성한 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달된다.

생물의 사체나 배설물 속의 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해되어 토양으로 되돌아간다. 토양 속 질산 이온(NO_3^-)은 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되는 **탈질산화작용**을 거쳐 대기 중으로 되돌아간다.

질소순환



에너지흐름

생태계를 유지하는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다. 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물 속의 화학 에너지 형태로 전환된다. 유기물에 저장된 화학 에너지 중 일부는 생산자의 호흡을 통해 생명활동에 이용되고 열에너지로 전환되어 외부로 방출된다. 그리고 일부는 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달된다. 이 과정에서 각 영양단계로 전달된 에너지 중 일부는 소비자의 호흡을 통해 생명활동에 이용되고 열에너지로 전환되어 외부로 방출된다. 생물의 사체나 배설물 속의 화학 에너지도 분해자의 호흡을 통해 생명활동에 이용되고 열에너지로 전환되어 외부로 방출된다. 이렇게 외부로 방출된 열에너지는 생물이 이용할 수 없다.

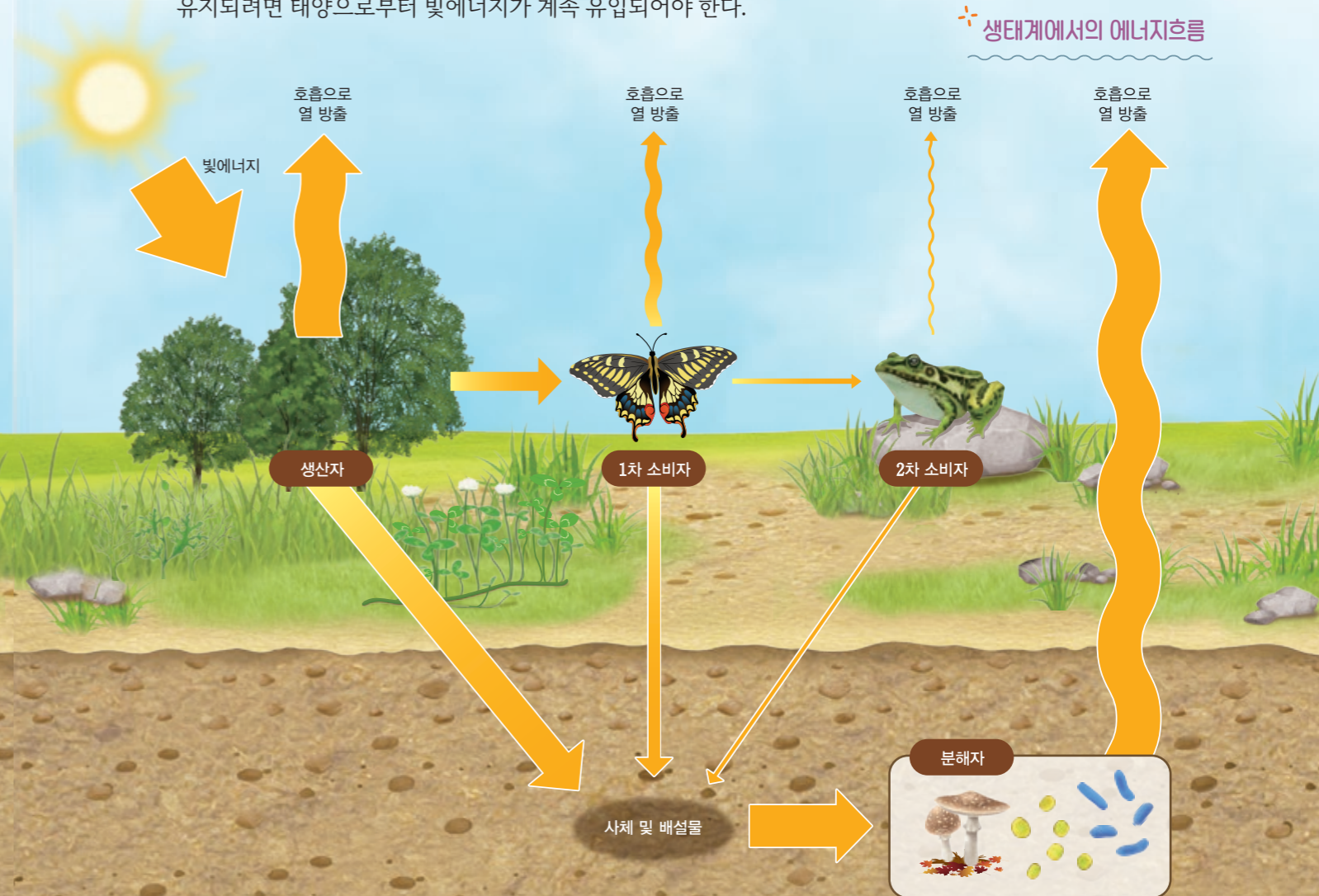
생태계에서 물질이 생물요소와 비생물요소 사이를 순환하는 것과 달리 에너지는 태양에서 생물요소를 거쳐 비생물요소로 한 방향으로만 흐른다. 따라서 생태계가 유지되려면 태양으로부터 빛에너지가 계속 유입되어야 한다.

생명과학 + 물리학

에너지보존법칙

태양의 빛에너지는 광합성을 통해 화학 에너지로 전환된 다음 먹이사슬을 거치며 열에너지를 비롯한 다양한 형태의 에너지로 전환된다. 이처럼 생태계에서 에너지의 형태는 변하지만 에너지의 총합은 일정하다.

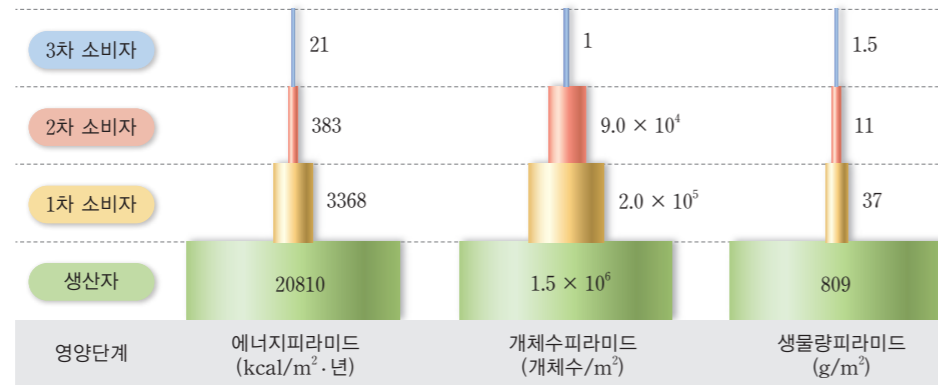
생태계에서의 에너지흐름



생태계에서 유기물은 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한다. 생산자에서 소비자에게 전달된 유기물은 소비자의 생명활동에 이용되고, 다른 소비자의 먹이가 되어 영양단계를 따라 이동한다. 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계가 받은 에너지 중 일부만 다음 영양단계에 전달될 수 있으므로 상위 영양단계로 갈수록 각 영양단계의 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 감소한다. 이에 따라 각 영양단계의 개체수와 *생물량도 상위 영양단계로 갈수록 감소한다. 먹이사슬에서 각 영양단계에 속하는 생물의 에너지양, 개체수, 생물량을 하위 영양단계에서부터 상위 영양단계로 차례로 쌓아 올린 것을 **생태피라미드**라고 한다.

*** 생물량**
현재 군집이 가지고 있는 유기물의 총량

엘튼
(Elton, C. S., 1900~1991)
영국의 과학자. 개체의 생활사, 먹이사슬, 개체수피라미드 등의 개념을 설명했다.



(출처: 『동물 다양성』, 2020.)

그림 I-14 생태피라미드

생태계의 한 영양단계에서 다음 영양단계로 이동하는 에너지의 비율을 **에너지효율**이라고 한다. 에너지효율은 생태계의 종류와 생물의 구성에 따라 다르게 나타나며, 일반적으로 5%~20%이다.

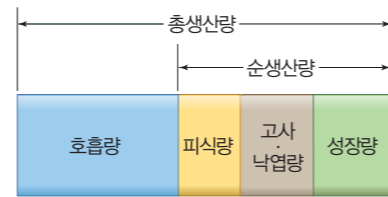
$$\text{에너지효율(\%)} = \frac{\text{현 영양단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

❓ 그림 I-14의 에너지피라미드에서 1차 소비자의 에너지효율은 몇 %일까?

자료실 유기물의 생산과 소비

생산자가 일정 기간 동안 광합성을 하여 만든 유기물의 총량을 총생산량이라고 한다. 총생산량 중 생산자의 호흡량을 뺀 나머지 유기물량을 순생산량이라고 한다. 순생산량 중 초식동물에게 먹히는 피식량과 말라 죽거나 낙엽으로 떨어진 고사·낙엽량을 뺀 나머지가 식물에 남아 성장에 이용되는 성장량이다.

소비자는 생산자나 다른 소비자에게서 받은 유기물 중 일부는 호흡에 이용하고 일부는 몸을 구성하는 데 이용한다.



생태계평형과 환경 변화

생태계구성요소가 유기적으로 상호작용 하여 생태계에서 생물군집의 종류와 개체수, 물질의 양, 에너지흐름 등이 안정된 상태를 유지하는 것을 **생태계평형**이라고 한다. 생태계평형을 이룬 생태계에서는 물질순환이 안정적으로 이루어지고, 먹이사슬에 따른 에너지흐름도 원활하게 이루어진다. 다음 해 보기에서 외부 환경 변화가 생태계평형에 미치는 영향을 알아보자.

해보기

🔍 탐구 능력 | 🧠 문제 해결 능력

외부 환경 변화가 생태계평형에 미치는 영향 알아보기

다음은 최근에 제주도 바다에서 나타난 현상을 설명한 자료이다.

지구 온난화의 영향으로 전 세계에서 바다의 수온이 지속해서 상승하고 있으며, 우리나라의 남단에 있는 제주도 바다의 수온도 빠르게 상승하고 있다. 최근의 연구에 따르면, 제주도 바다에 서식하는 모자반, 감태 등의 해조류 개체군이 높아진 수온에 적응하지 못해 줄어들거나 사라지고 있으며, 그 자리에 딱딱한 껍질을 가진 산호와 같이 열대 바다에서 온 종들이 정착하면서 해양 생태계에 많은 변화가 나타나고 있다. 물고기를 비롯한 다양한 해양 동물은 해조류에 몸을 숨기거나 알을 낳는다.

(출처: 이경태 외, 2022.)

1. 제주도 바다에서 해조류가 사라지고 딱딱한 껍질을 가진 산호가 그 자리를 대신하게 되면 제주도 바다의 생태계평형에 어떤 영향을 미칠지 설명해 보자.
2. 제주도 바다의 사례와 같이 외부 환경 변화가 생태계평형에 영향을 미친 사례를 조사하고, 생태계평형을 유지하려면 어떻게 해야 할지 토의해 보자.

사람의 개발 활동, 기후 변화와 같은 외부 환경 변화에 의해 생태계평형이 깨질 수 있다. 생태계평형이 유지되지 못하면 물질순환과 에너지흐름이 정상적으로 이루어지지 않고, 생태계평형을 회복하는 데 오랜 시간이 걸리거나 회복하지 못할 수 있으므로 생태계를 잘 보전하려는 노력이 필요하다.

스스로 확인하기

- 1 생태계에서 물질과 에너지 중 ()은/는 생물요소를 거쳐 비생물요소로 흐르지만 ()은/는 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다.
- 2 | 과학 역량 기르기 | 생태피라미드에서 상위 영양단계의 에너지양이 하위 영양단계의 에너지양보다 적은 까닭을 설명해 보자.

📖 생태계평형과 환경 변화는 중학교 『과학』의 '생물의 구성과 다양성', 『통합과학2』의 '환경과 에너지' 단원과 연계된다.

디지털 탐색

환경부(www.me.go.kr) 생태계 변화를 검색하여 기후 변화가 생태계평형에 미치는 영향을 찾아보자.



생태계평형에 영향을 미치는 외부 환경 변화에는 벌목, 개간, 산불, 외래종 도입, 기후 변화 등이 있어.



📌 **참의사고** 수온 상승 등의 환경 변화를 줄이고 생태계평형을 유지하기 위하여 내가 일상생활에서 실천할 수 있는 일을 이야기해 보자.

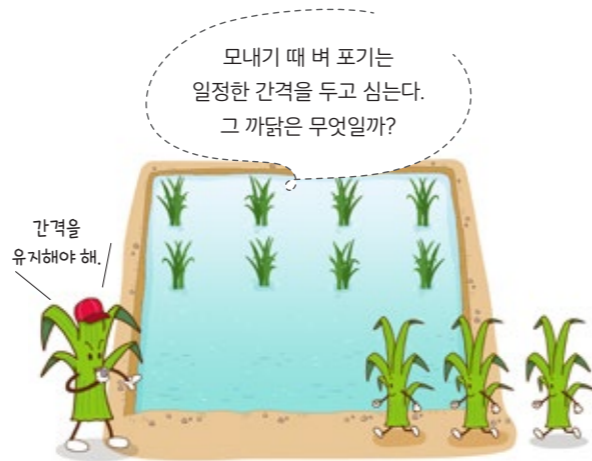


🗣️ **단원을 마치기 전에**
학습 목표를 달성했는지 50 쪽 학습 목표에 ✓ 표시하여 스스로 점검해 보자.

03 개체군

학습 목표

- 개체군의 특성을 설명할 수 있다.
- 개체군 내 상호작용의 특징과 예를 설명할 수 있다.



개체군의 특성

같은 종의 여러 개체가 모여 형성된 개체군은 개체가 혼자 살아갈 때와는 다른 특성을 나타낸다.

개체군밀도 | 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체수를 개체군밀도라고 한다.

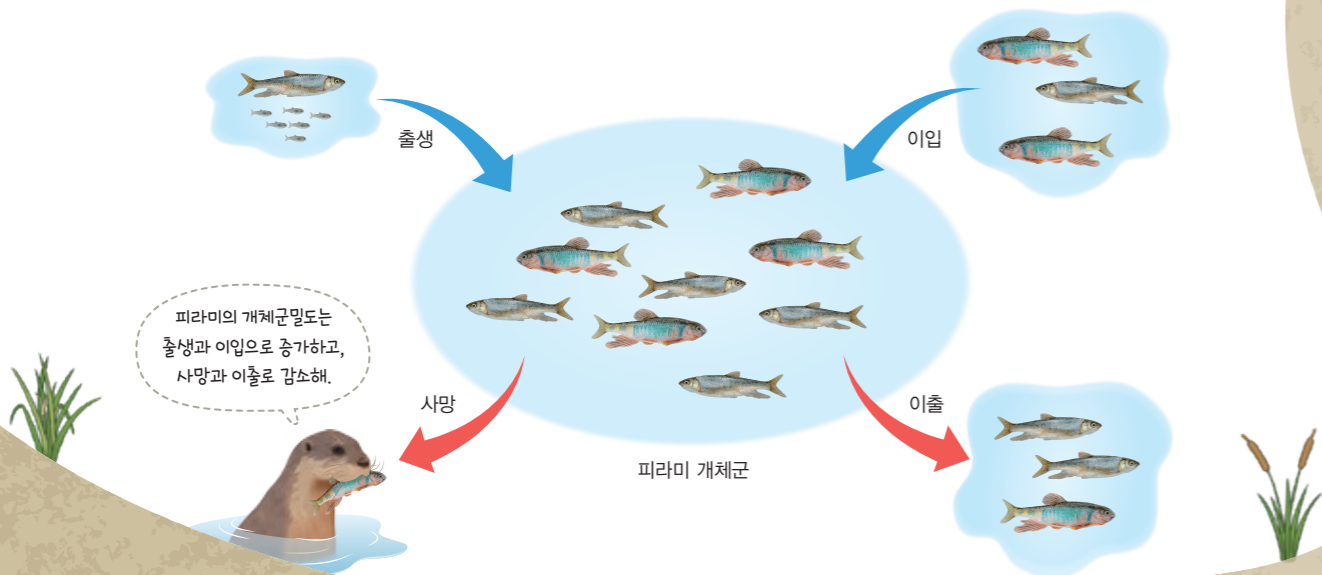
$$\text{개체군밀도} = \frac{\text{개체군을 구성하는 개체수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$$

*** 이입**
외부에서 개체가 들어오는 현상

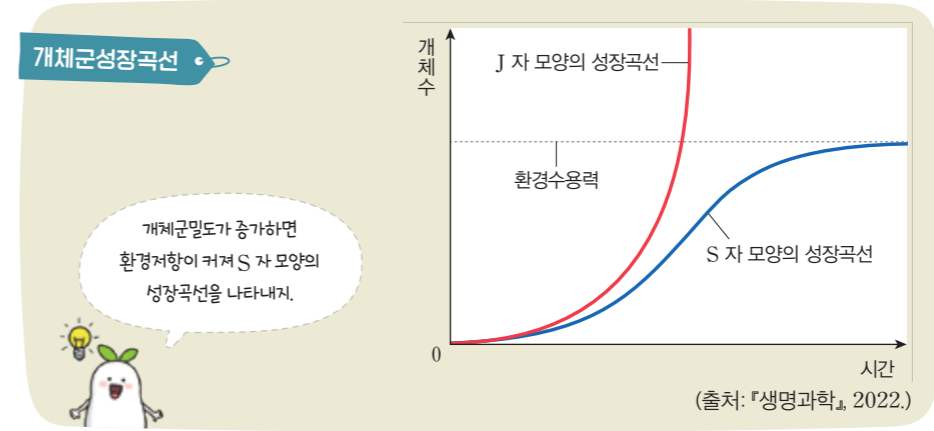
*** 이출**
특정 개체군에서 개체가 떠나는 현상

개체군밀도는 개체의 출생, 사망, *이입, *이출 등으로 조절되는데, 개체의 출생과 사망이 이입과 이출보다 개체군밀도에 더 큰 영향을 미친다. 또 빛, 온도, 질병, 포식과 피식, 서식 공간 등도 개체군밀도에 영향을 미친다.

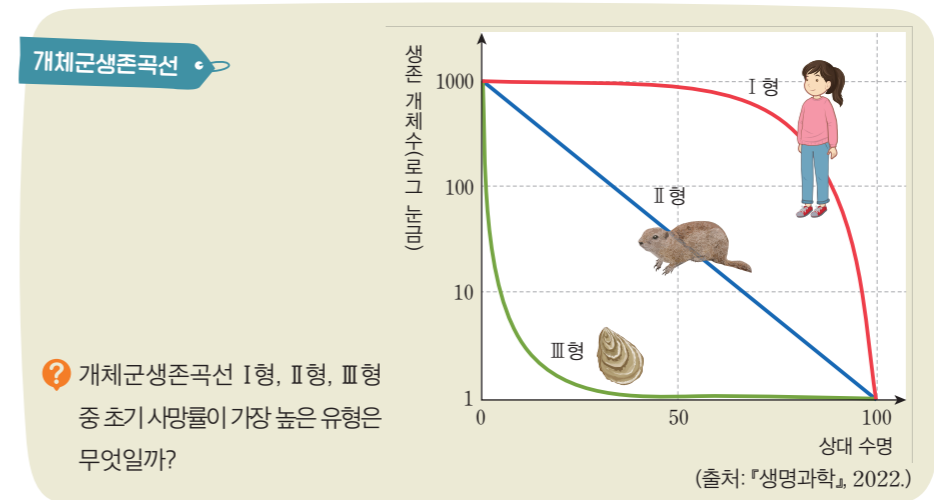
그림 I-15 개체군밀도에 영향을 미치는 요인



개체군성장곡선 | 개체군 내 개체수가 시간이 지남에 따라 증가하는 것을 개체군 성장이라 하고, 개체군 성장을 그래프로 나타낸 것을 개체군성장곡선이라고 한다. 개체군이 번식하기 이상적인 환경에서는 개체수가 계속 증가하여 J 자 모양의 성장곡선을 나타낸다. 그러나 실제로는 개체수가 증가할수록 먹이와 서식 공간의 부족, 노폐물의 축적, 개체 간의 경쟁, 질병 등과 같은 환경저항이 커져 개체군이 일정 크기 이상으로 성장하지 않는 S 자 모양의 성장곡선을 나타낸다. 이때 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기를 환경수용력이라고 한다.



개체군생존곡선 | 한 개체군에서 같은 시기에 태어난 개체들이 연령에 따라 얼마나 살아남았는지를 그래프로 나타낸 것을 개체군생존곡선이라고 한다. 개체군 생존곡선은 특성에 따라 I형, II형, III형으로 구분한다. I형을 나타내는 사람, 코끼리 등은 자손을 적게 낳지만 초기 사망률이 낮고 수명이 길어 태어난 개체들이 대부분 성체로 성장한다. II형을 나타내는 다람쥐, 기러기 등은 출생 이후 개체수가 일정한 비율로 줄어든다. III형을 나타내는 굴과 같은 해양 무척추동물, 어류 등은 자손을 많이 낳지만 초기 사망률이 높고 태어난 개체들 중 성체로 성장하는 개체수가 적다.



❓ 개체군생존곡선 I형, II형, III형 중 초기사망률이 가장 높은 유형은 무엇일까?

개체군의 주기적 변동 | 자연 상태에서 포식과 피식의 관계에 따라 개체군밀도가 주기적으로 달라지기도 한다. 그림 I-16과 같이 피식자인 눈신토끼의 개체수가 늘어나면 포식자인 스라소니의 개체수도 늘어나고, 스라소니의 개체수가 늘어나면 눈신토끼의 개체수는 줄어든다. 눈신토끼의 개체수가 줄어들면 먹이가 부족해진 스라소니의 개체수도 줄어든다.



피식자인 눈신토끼와 포식자인 스라소니는 오랜 시간에 걸쳐 개체군의 크기가 주기적으로 변동해.

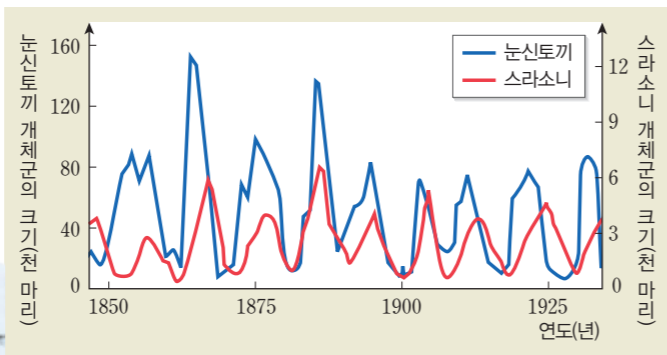


그림 I-16 눈신토끼 개체군 크기와 스라소니 개체군 크기의 주기적 변동 (출처: 『생명과학』, 2022.)

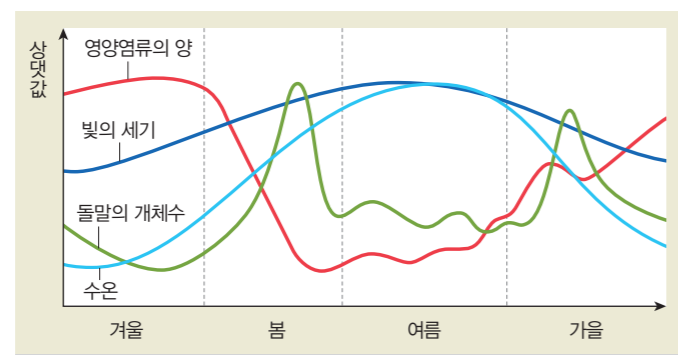
계절에 따라 환경요인이 변하면서 개체군밀도가 주기적으로 달라지기도 한다. 다음 해 보기에서 환경요인의 변화에 따라 나타나는 개체군의 크기 변화를 알아보자.



해보기

계절에 따른 돌말 개체군 크기의 주기적 변동 알아보기

그림은 계절에 따른 *돌말 개체군 크기의 주기적 변동을 나타낸 것이다.



(출처: Brennecke 외, 2012.)

1. 봄에 돌말의 개체수가 겨울보다 크게 증가하는 까닭을 설명해 보자.
2. 계절에 따라 돌말 개체군의 크기가 주기적으로 변동하는 까닭을 설명해 보자.

계절에 따라 수온, 빛의 세기, 영양염류의 양 등이 변하여 돌말 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다.

*** 돌말**
대부분 물속에 살며 광합성을 하는 단세포생물

영양염류
생물이 이용할 수 있는 인산 이온이나 질산 이온 등의 물질로, 물속의 영양염류는 돌말 개체군의 성장에 영향을 미친다.

개체군 내 상호작용

개체군밀도가 일정 수준 이상으로 증가하면 먹이, 서식 공간 등을 차지하려고 *종내경쟁이 일어난다. 개체군 내에서는 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활과 같은 상호작용이 일어나 종내경쟁이 감소하고 개체군 내 질서를 유지한다. 다음 탐구에서 개체군 내에서 일어나는 상호작용을 알아보자.

*** 종내경쟁**
같은 개체군 내 개체 사이에서 일어나는 경쟁

탐구 개체군 내 상호작용의 예 조사하기

조사, 자료 분석 **목표** 개체군 내에서 일어나는 상호작용의 특징과 예를 조사하여 발표할 수 있다.

과정 및 결과

다음은 개체군 내 상호작용이다.

- 텃세
- 순위제
- 리더제
- 사회생활
- 가족생활

준비물
 스마트 기기
 개체군과 관련된 책

탐구 유의 사항
발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

1. 모둠별로 개체군 내 상호작용의 특징과 예를 조사해 보자.
2. 조사 결과를 바탕으로 하여 다음의 각 개체군 내에서 일어나는 상호작용을 써 보자.

까치는 자신의 영역에 들어온 다른 개체를 쫓아낸다.

우두머리 아프리카코끼리가 무리를 이끈다.

일본원숭이는 순위에 따라 먹이를 먹는다.

흰개미는 개체군에서 각 개체의 역할을 나누고 협력한다.

점박이하이에나는 혈연관계의 개체들이 모여 생활한다.

스스로 평가하기

- | 지식·이해 | 개체군 내 상호작용을 설명했는가? ☆☆☆
- | 과정·기능 | 개체군 내 상호작용을 조사했는가? ☆☆☆
- | 가치·태도 | 과학적 근거를 이용하여 문제를 해결했는가? ☆☆☆

3. 개체군 내 상호작용의 예를 발표해 보자.

정리

- 개체군 내 상호작용의 예를 정리해 보자.



수컷 물개는 짝짓기를 위해 바닷가에 일정한 공간을 차지하고 다른 수컷의 침입을 경계한다.



수컷 하마는 짝짓기를 위해 다른 수컷과 공간을 두고 경쟁한다.

터세

개체군에서 각 개체가 자신의 서식 공간을 확보하여 다른 개체의 접근을 막고 먹이, 배우자, 생활 공간 등을 독점하는 것을 터세라 하고, 이렇게 확보한 서식 공간을 세력권이라고 한다. 물개, 하마 등의 개체군에서 터세가 나타난다. 터세는 개체들을 분산하여 개체군 밀도를 알맞게 조절하고, 지나친 경쟁을 줄일 수 있게 한다.

순위제

개체군에서 힘의 세기에 따라 개체들의 순위를 정해 먹이나 배우자를 차지하는 것을 순위제라고 한다. 닭, 큰뿔양 등의 개체군에서 순위제가 나타난다. 개체군 내 개체들 사이에 순위가 정해지면 먹이를 얻거나 번식하는 과정에서 지나친 경쟁을 줄일 수 있다.



암탉들은 서로 쪼아 가며 싸워 모이를 먹는 순위를 정한다.



큰뿔양은 뿔의 크기로 순위를 정하고, 뿔의 크기가 비슷하면 뿔 치기로 순위를 정한다.

순위제에서는 개체군 내 모든 개체의 순위가 정해지지만, 리더제에서는 리더를 제외한 나머지 개체 사이에 순위가 없어.



리더제

개체군에서 한 개체가 무리 전체를 통솔하고 먹이를 얻거나 위험에 대처하도록 무리를 이끄는 것을 리더제라고 한다. 기러기, 늑대 등의 개체군에서 리더제가 나타난다. 리더제에서 개체들은 리더의 명령을 따르고 각자 맡은 일을 하여 개체군의 질서를 유지한다.

우두머리 늑대가 무리의 사냥 시기와 사냥감을 정한다.

사회생활

개체군에서 각 개체가 생식, 먹이 획득, 방어 등의 역할을 나누고 협력하는 분업화된 체계를 형성하는 것을 사회생활이라고 한다. 꿀벌, 개미 등의 개체군에서 사회생활이 나타난다.



양봉꿀벌은 여왕벌, 수벌, 일벌로 역할을 구분한다. 여왕벌과 수벌은 생식, 일벌은 먹이 획득을 각각 담당한다.



왕개미는 여왕개미, 수개미, 일개미, 병정개미로 역할을 구분한다. 여왕개미와 수개미는 생식, 일개미는 먹이 획득, 병정개미는 방어를 각각 담당한다.

가족생활

개체군에서 혈연관계에 있는 개체들이 모여 생활하는 것을 가족생활이라고 한다. 사자, 곰, 코끼리 등의 개체군에서 가족생활이 나타난다. 가족은 새끼를 함께 돌보거나 보호하고 먹이를 공동으로 사냥한다.



사자는 혈연적으로 가까운 암사자들과 수사자가 무리를 이루어 함께 새끼를 돌보고 사냥을 한다.



암컷 불곰은 새끼가 독립할 때까지 돌보고 사냥하는 방법을 가르친다.

스스로 확인하기

- 1 개체군밀도는 출생과 () (으)로 증가하고, ()와/과 이출로 감소한다.
- 2 큰뿔양은 뿔의 크기나 뿔 치기로 순위를 정한다. 이러한 개체군 내 상호작용을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 가족생활을 하는 개체군은 개체군생존곡선 I형과 II형 중 어떤 유형을 나타내는지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 56 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

04 군집

| 학습 목표 |

- 군집의 특성을 설명할 수 있다.
- 군집 내 개체군 사이의 상호작용의 특징과 예를 설명할 수 있다.

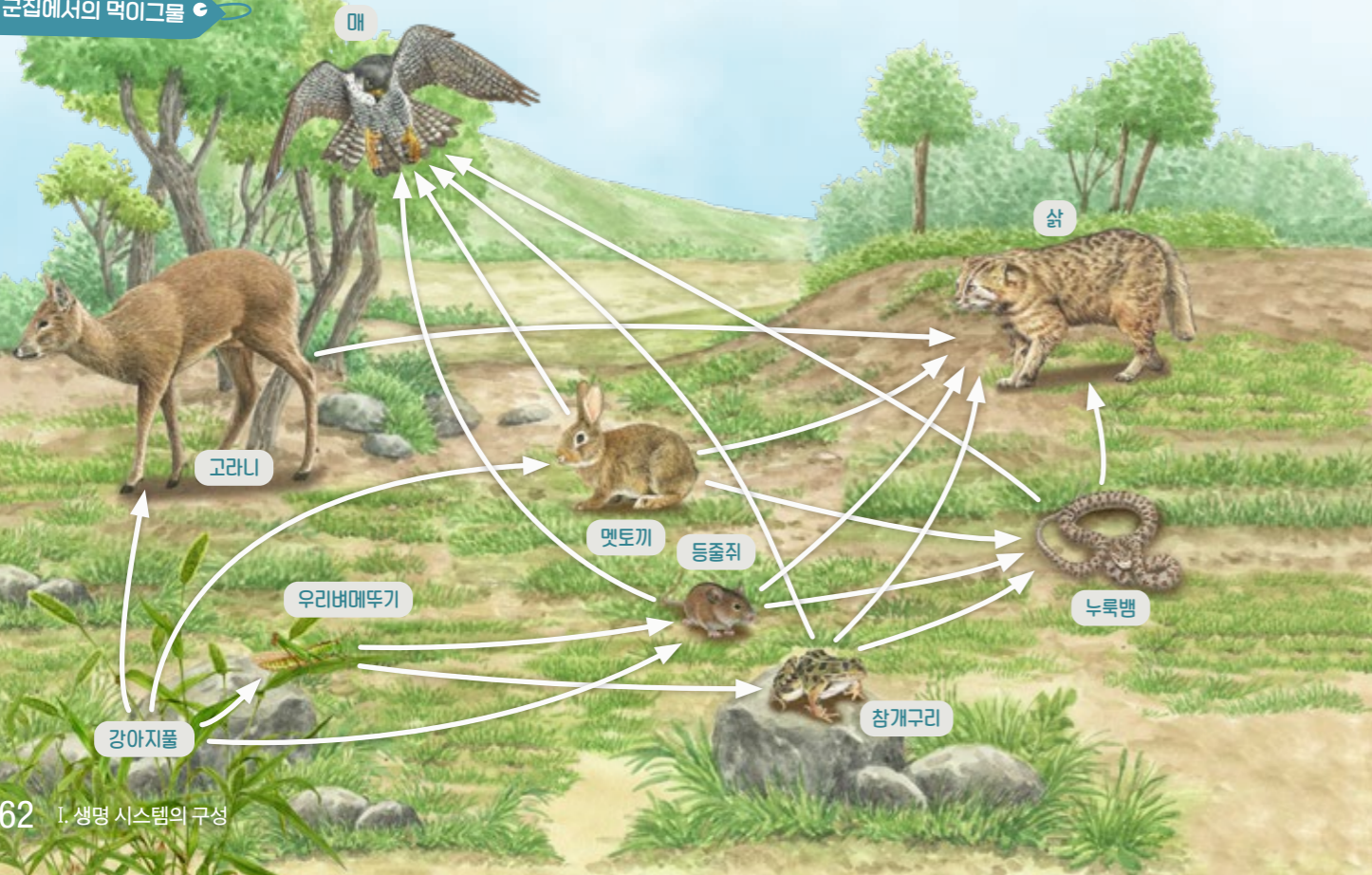


군집의 특성

군집을 이루는 각 개체군은 각기 다른 방식으로 비생물요소나 다른 개체군과 상호작용하므로, 군집은 단일 개체군과는 구별되는 다양한 특성을 나타낸다.

군집의 구조 | 군집은 군집을 이루는 개체군과 군집을 둘러싼 비생물요소의 영향을 받는다. 군집을 이루는 개체군들은 포식과 피식의 관계에 따라 먹이사슬을 형성한다. 군집 내에서 먹이사슬 여러 개가 복잡하게 얽혀 먹이그물이 형성되고, 먹이사슬의 각 영양단계를 이루는 개체군이 다양할수록 복잡한 먹이그물이 형성되어 군집이 안정적으로 유지된다.

군집에서의 먹이그물



군집의 특성에 영향을 미치는 개체군에는 우점종, 핵심종, 지표종, 희소종 등이 있다. 군집에서 개체수가 가장 많거나 가장 넓은 면적을 차지하여 군집을 대표하는 개체군을 **우점종**이라고 하며, 우점종은 다른 개체군에 많은 영향을 미친다.

군집에서 우점종은 아니지만, 군집의 구조에 큰 영향을 미치는 개체군을 **핵심종**이라고 한다. 핵심종은 대부분 상위 포식자이며, 개체수는 적지만 다양한 개체군이 모인 군집이 유지되게 한다.



시베리아낙엽송은 시베리아의 삼림에서 가장 넓은 면적을 차지하는 우점종이다.



유럽비버는 유럽의 하천에 댐을 쌓아 습지를 만들어 그곳에 사는 개체군의 구성을 달라지게 하는 핵심종이다.

특정 군집에서만 볼 수 있어 그 군집의 특징을 나타내는 개체군을 **지표종**이라고 한다. 지표종에는 대기오염 정도를 알 수 있게 해 주는 지의류, 서식지의 환경 파괴 정도를 알 수 있게 해 주는 양서류 등이 있다.

군집을 이루는 개체군 중 개체수가 매우 적은 개체군을 **희소종**이라고 하며, 많은 희소종은 보호종으로 지정되어 있다.



청개구리는 습지가 오염되면 개체수가 줄어들어 습지의 파괴 정도를 알 수 있게 해 주는 지표종이다.



금강초롱꽃은 개체수가 매우 적어 보호가 필요한 희소종이다.

디지털 탐색

우점종을 검색하여 우점종의 예를 더 찾아보자.

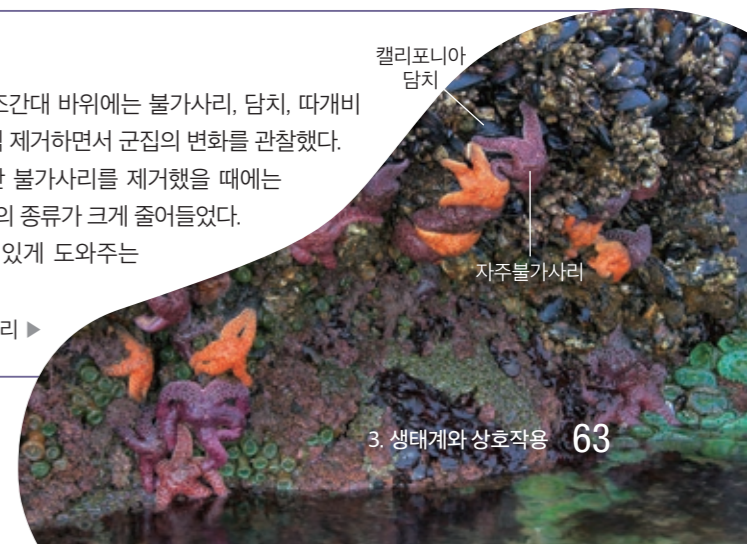
나무줄기나 바위 등에 붙어 사는 지의류는 대기오염이 심해지면 잘 살 수 없다.



자료실 조간대의 핵심종인 불가사리

조간대는 밀물 때 바닷물에 잠기고 썰물 때 드러나는 곳이며, 조간대 바위에는 불가사리, 담치, 따개비 등이 산다. 과학자들은 조간대 바위 군집에서 특정 개체군을 하나씩 제거하면서 군집의 변화를 관찰했다. 이 군집에서 다른 개체군을 제거했을 때에는 큰 변화가 없었지만 불가사리를 제거했을 때에는 불가사리가 주로 잡아먹는 담치의 개체수가 늘어나 군집 내 개체군의 종류가 크게 줄어들었다. 이를 통해 불가사리가 조간대에서 다양한 개체군이 공존할 수 있게 도와주는 핵심종임을 알게 되었다.

담치를 잡아먹는 불가사리 ▶

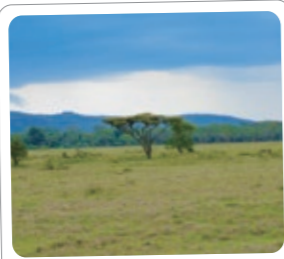


군집의 종류 I 식물의 광합성에 영향을 미치는 빛, 물, 온도 등 비생물요소가 지역마다 다르므로 지역에 따라 다양한 군집이 형성된다. 광합성을 하는 식물은 군집의 특성을 결정하는 중요한 생물요소이다.

군집은 생물의 서식 환경에 따라 육상군집과 수생군집으로 구분한다. 육상군집은 기온과 강수량의 차이에 따라 삼림, 초원, 사막 등으로 구분한다. 수생군집은 물속 생활에 적응한 개체군으로 이루어지며, 강, 하천, 호수에 형성되는 담수군집과 바다에 형성되는 해수군집이 있다.



삼림 강수량이 많은 지역에 형성되고, 다양한 목본과 초본이 함께 자라지만 목본이 우점종이다.



초원 강수량이 삼림보다 적은 건조한 지역에 형성되고, 초본이 우점종이다.



호수 염도가 낮고, 수생식물이 광합성을 하며 계절에 따라 환경이 변한다.

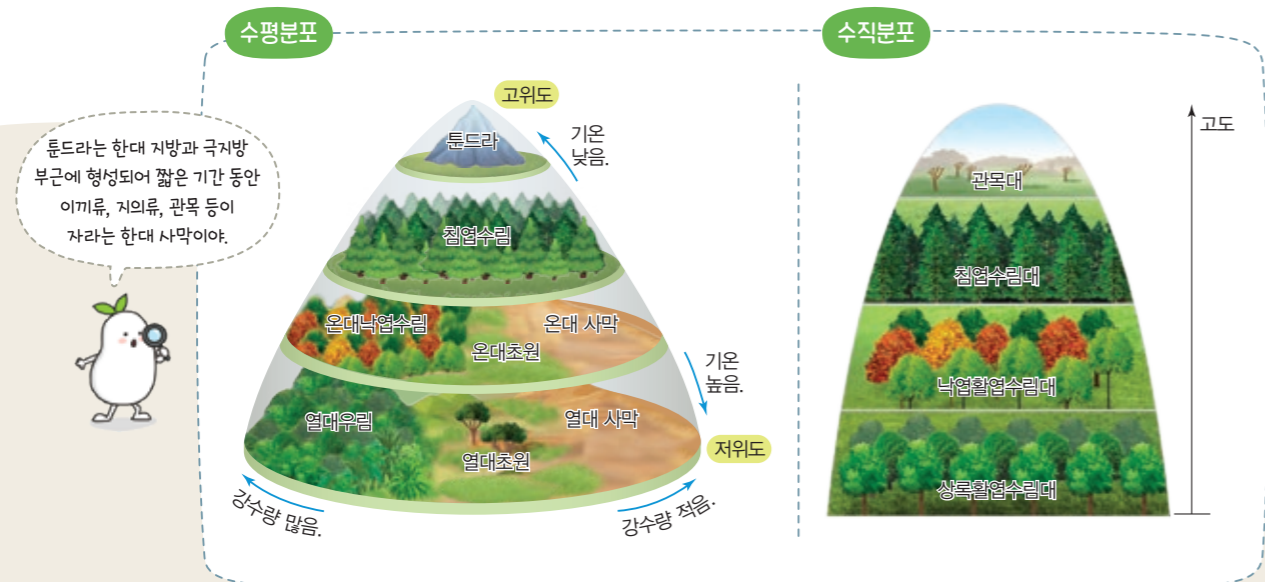


바다 염도가 높고, 해조류가 주로 광합성을 하며 계절에 따라 환경이 크게 달라지지 않는다.

그림 I-17 육상군집과 수생군집

생태분포 I 기온, 강수량 등 환경요인의 영향을 받아 이루어진 식물군집의 분포를 생태분포라고 한다. 생태분포에는 수평분포와 수직분포가 있다. 수평분포는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이로 나타나고, 수직분포는 고도에 따른 기온의 차이로 나타난다.

그림 I-18 생태분포



식물군집의 조사

군집을 이루는 개체군의 종류와 각 개체군의 개체수는 군집의 특성에 많은 영향을 미친다. 따라서 군집의 특성이나 기능을 연구하려면 군집을 이루는 개체군을 정확히 조사해야 한다.

식물군집을 조사할 때에는 주로 **방형구법**을 이용한다. 방형구법은 조사할 지역에 방형구를 여러 개 설치하고, 방형구 안에 있는 식물의 종류와 분포 형태, 각 식물이 차지하는 면적 등을 조사하는 방법이다. 방형구법을 이용하면 해당 군집의 특성을 알 수 있다.

방형구법을 이용해 식물군집을 조사할 때에는 방형구 안 식물의 밀도, 빈도, 피도를 측정한다. 밀도는 단위 면적당 특정 개체군의 개체수, 빈도는 조사한 전체 방형구 중에서 특정 개체군의 개체가 출현하는 비율, 피도는 단위 면적당 특정 개체군의 개체들이 차지하는 면적이다. 각 개체군의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합한 값을 **중요치**라고 하며, 중요치가 가장 큰 개체군이 그 군집의 우점종이다.

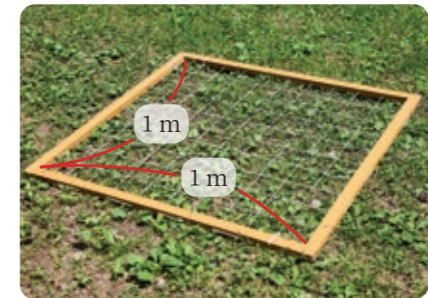


그림 I-19 방형구법을 이용한 식물군집의 조사
초본군집을 조사하기 위해 가로와 세로의 길이가 각각 1m인 방형구를 이용한다.

방형구
방형구는 일정한 면적을 가지는 네모난 틀이다. 식물군집 전체를 조사하기는 어려우므로 방형구를 이용해 전체 식물군집에서 무작위로 선정된 구역들만 조사한다.

자료실 군집을 조사하는 다양한 방법

식물군집을 조사할 때에는 방형구법 외에도 대상법을 이용한다. 대상법은 주로 물가에 사는 식물군집을 조사할 때 이용하는 방법으로, 띠 모양으로 구역을 정한 뒤 그 구역 안에 있는 식물을 조사한다. 최근에는 넓은 지역에서 식물군집의 피도를 조사할 때 인공위성과 드론(무인기)을 이용하기도 한다.

식물과 달리 대부분의 동물은 이동하는 특성이 있어 방형구법을 이용하기 어렵다. 따라서 동물군집을 조사할 때에는 표지재포획법과 무선 위치 추적 기법을 많이 이용한다. 표지재포획법은 동물 개체군 전체를 조사하기 어려울 때 개체군밀도를 알기 위해 이용한다. 어떤 지역에서 포획한 동물의 몸에 번호표 또는 꼬리표를 붙이거나 염료 같은 것을 이용하여 표지한 다음 놓아주고, 일정 시간이 지난 뒤에 포획한 개체 중 표지가 붙어 있는 개체의 비율로 해당 지역의 개체군밀도를 파악한다. 무선 위치 추적 기법은 포획한 동물의 몸에 전파 발신기나 위치 정보 시스템(GPS) 추적 장치를 달아 동물의 위치, 이동 경로 등을 파악하는 방법이다.



▲ 드론(무인기)을 이용한 삼림 조사



▲ 표지를 붙인 다람쥐



▲ 위치 정보 시스템(GPS) 추적 장치를 단 고니

다음 탐구에서 방형구법으로 식물군집을 분석해 보자.

탐구

● 자료 분석, 결론 도출

탐구 능력 | 문제 해결 능력

방형구법으로 식물군집 분석하기

목표 방형구법을 이용하여 학교 주변 식물군집의 우점종을 결정할 수 있다.

과정 및 결과

1. 학교 주변 풀밭에 모둠별로 방형구를 1 개씩 설치한다.
2. 다음을 참고하여 방형구 안에 있는 각 식물 종의 이름과 개체수, 각 식물 종이 차지하는 면적을 조사해 보자.

- 식물 종의 이름을 알기 어려우면 기호를 사용할 수 있다.
- 방형구 안에 식물이 일부라도 걸쳐 있으면 그 식물은 방형구 안에 있는 것으로 한다.
- 방형구의 한 칸에 출현한 종은 그 칸의 면적을 모두 차지하는 것으로 한다.

3. 모둠별로 조사한 자료를 모아 각 식물 종의 총개체수, 각 식물 종이 출현한 방형구 수, 각 식물 종이 차지하는 면적을 계산하여 써 보자.

식물 종 이름	() 개 방형구에서 출현한 총개체수	() 개 방형구 중 출현한 방형구 수	() 개 방형구에서 차지하는 면적(m ²)

탐구 유의 사항
식물군집을 조사하기 위해 야외 활동을 할 때에는 긴소매와 긴바지를 입고, 운동화를 신는다.

방형구 안에 어떤 종이 한 개체라도 있으면 그 방형구를 해당 종이 출현한 방형구라고 해.



4. 다음을 참고하여 조사한 식물군집에서 각 식물 종의 밀도, 빈도, 피도, 상대밀도, 상대빈도, 상대피도, 중요치를 구하여 써 보자.

- 밀도 = $\frac{\text{특정 종의 개체수}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$
- 빈도 = $\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}}$
- 피도 = $\frac{\text{특정 종이 차지한 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$
- 상대밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{모든 종의 밀도 총합}} \times 100$
- 상대빈도(%) = $\frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{모든 종의 빈도 총합}} \times 100$
- 상대피도(%) = $\frac{\text{특정 종의 피도}}{\text{모든 종의 피도 총합}} \times 100$
- 중요치 = 상대밀도 + 상대빈도 + 상대피도

식물 종 이름					총합
밀도					
빈도					
피도					
상대밀도 (%)					
상대빈도 (%)					
상대피도 (%)					
중요치					

정확한 값을 구하기 위해 여러 번 계산하는 것이 좋아.

정리

1. 조사한 식물군집의 우점종을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.
2. **사고력** 조사한 식물군집에서 각 식물 종의 중요치가 다른 계절에도 모두 같을지 예상해 보자.

스스로 평가하기

- | 지식·이해 | 조사한 식물군집의 우점종을 결정했는가? ☆☆☆
- | 과정·기능 | 방형구법에 따라 식물군집을 분석했는가? ☆☆☆
- | 가치·태도 | 식물군집을 분석한 결과를 있는 그대로 기록했는가? ☆☆☆

군집 내 개체군 사이의 상호작용

군집은 여러 개체군이 함께 살아가므로 종간경쟁, 분서, 공생, 기생, 포식과 피식 같은 상호작용이 일어난다. 그리고 이러한 군집 내 개체군 사이의 상호작용으로 군집이 유지된다. 다음 탐구에서 군집 내 개체군 사이의 상호작용을 알아보자.

탐구

조사, 자료 분석

준비물

- 스마트 기기
- 군집과 관련된 책

탐구 유의 사항

발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

탐구 능력 | 문제 해결 능력

군집 내 개체군 사이의 상호작용 예 조사하기

목표 군집을 이루는 개체군 사이의 상호작용의 특징과 예를 조사하여 발표할 수 있다.

과정 및 결과

다음은 군집 내 개체군 사이의 상호작용이다.

- 종간경쟁
- 분서
- 공생
- 기생
- 포식과 피식

1. 모둠별로 군집 내 개체군 사이의 상호작용의 특징과 예를 조사해 보자.
2. 조사 결과를 바탕으로 하여 다음에 제시한 두 개체군 사이에서 일어나는 상호작용을 각각 써 보자.



긴호랑거미는 거미줄에 걸린 메뚜기를 잡아먹는다.



여러 종의 솔새는 한 나무에서 다른 위치에 산다.



흰동가리는 향아리말미잘의 보호를 받고, 향아리말미잘은 흰동가리가 유인한 먹이를 먹는다.



사자와 점박이하이에나는 먹이를 두고 다툰다.



열대열 말라리아원충은 사람의 몸속에 살면서 적혈구에서 양분을 얻는다.

스스로 평가하기

| 지식·이해 | 군집 내 개체군 사이의 상호작용을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 군집 내 개체군 사이의 상호작용을 조사했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 과학적 근거를 이용하여 문제를 해결했는가? ☆☆☆

3. 군집 내 개체군 사이의 상호작용의 예를 발표해 보자.

정리

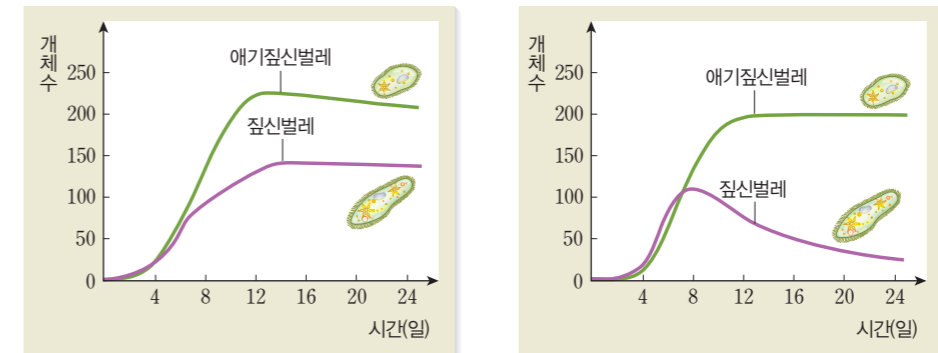
- 군집 내 개체군 사이의 상호작용의 예를 정리해 보자.

종간경쟁

생태적 지위가 비슷한 개체군 사이에는 한정된 자원이나 서식 공간을 차지하려고 경쟁이 일어나는데, 이를 **종간경쟁**이라고 한다. 생태적 지위가 많이 겹칠수록 종간경쟁이 심하며, 경쟁에서 이긴 개체군은 번성하지만 경쟁에서 진 개체군은 군집에서 사라지게 되는 현상을 **경쟁배타원리**라고 한다. 짚신벌레와 애기짚신벌레 두 종을 따로 배양하면 모두 잘 살지만, 두 종을 함께 배양하면 경쟁이 일어나 애기짚신벌레는 살아남고 짚신벌레는 개체수가 점점 줄어든다.

생태적 지위

군집을 이루는 한 개체군이 먹이 사슬에서 차지하고 있는 위치와 개체군이 차지하는 서식 공간을 종합하여 생태적 지위라고 한다.



▲ 두 종을 단독 배양한 경우

▲ 두 종을 혼합 배양한 경우

(출처: 『Ecology』, 2009.)

그림 I-20 짚신벌레의 종간경쟁

분서

생태적 지위가 비슷한 개체군들이 함께 살면서 먹이의 종류를 바꾸거나 활동 시간, 생활 공간 등을 달리하여 경쟁을 피하는 경우가 있는데, 이를 **분서**라고 한다. 예를 들어 물가에 사는 새들은 종에 따라 먹이를 잡는 공간과 방식을 달리하여 지나친 경쟁을 피한다.



그림 I-21 물가에 사는 새들의 분서 큰홍학, 청둥오리, 뒷부리장다리물떼새, 검은머리물떼새, 흰물떼새는 먹이의 종류를 달리하여 경쟁을 피한다.



공생

군집 내에서 서로 다른 두 개체군이 밀접한 관계를 맺고 함께 생활하는 것을 공생이라고 한다. 공생에는 두 개체군이 모두 이익을 얻는 상리공생과 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻지만 다른 한쪽은 이익도 손해도 없는 편리공생이 있다.

▲ 편리공생(까치와 나무)
까치는 나무에 등지를 틀어 새끼를 기르고 보호하는 이익을 얻는다.

상리공생(지의류의 균류와 조류, 지의류의 균류와 광합성세균) ▶
지의류는 살 곳을 제공하는 균류와 양분을 제공하는 조류 또는 광합성세균이 공생하여 서로 이익을 얻는다.

? 사람의 몸속에서 찾을 수 있는 상리공생의 사례에는 어떤 것이 있을까?



기생

한 개체군이 다른 개체군에 피해를 주면서 함께 생활하는 것을 기생이라고 한다. 기생 관계에서 이익을 얻는 생물을 기생자, 손해를 보는 생물을 숙주라고 한다. 기생자에는 벼룩, 거머리, 진드기와 같이 숙주의 몸 표면에 살면서 양분을 얻는 것이 있고, 회충, 간흡충과 같이 숙주의 몸속에 살면서 양분을 얻는 것도 있다.



개는 숙주이고, 진드기는 기생자이다.

포식과 피식

군집 내에서 서로 다른 개체군 사이에서 먹고 먹히는 관계인 포식과 피식이 나타난다. 포식자와 피식자는 먹이사슬로 연결되어 있어 포식자가 피식자 개체군의 크기를 조절하는 요인으로 작용한다. 포식과 피식 관계는 생태계평형을 유지하는데 중요한 역할을 한다.

포식자를 피식자의 천적이라고 하며, 포식자는 피식자를 잡아먹어 피식자 개체군의 크기가 계속 증가하는 것을 막아.



사자가 그랜드얼룩말을 잡아먹는다.



말이 풀을 먹는다.

군집의 천이

생태계를 이루는 생물요소와 비생물요소는 시간에 따라 변하며, 이 변화에 따라 군집을 이루는 식물의 종 구성과 특성이 점차 달라지는 현상을 천이라고 한다.

화산 폭발로 용암이 뒤덮은 곳과 같이 처음부터 생물이 없었던 지역에서 시작하는 군집의 변화를 1차 천이라고 한다. 1차 천이에는 건성천이와 습성천이가 있다. 건성천이는 건조하고 양분이 부족해도 잘 살 수 있는 지의류가 *개척자로 들어오면서 시작된다. 지의류가 들어와 토양이 형성되고, 토양이 형성되면 성장이 빠른 초본류가 유입된 뒤 환경 조건이 점차 변하면서 다년생 초본류, 관목류, *양수림, 혼합림, *음수림 등 다양한 식물군집이 나타난다. 천이의 마지막 단계에서 식물군집이 안정적으로 유지되는 상태를 극상이라고 하며, 대부분의 온대 지방에서는 참나무류로 이루어진 음수림이 극상을 이룬다.

기존의 식물군집이 산불, 산사태, 벌목 등으로 훼손되어 대부분 사라졌지만, 다른 곳에서 유입되거나 토양 내 살아남은 식물의 뿌리나 종자 등이 자라면서 다시 시작되는 천이를 2차 천이라고 한다.

*개척자
첫 번째 천이를 시작하는 식물

*양수림
햇빛을 직접 받는 곳에서 잘 자라고 번식하는 소나무와 같은 양수가 주로 모여 이루어진 숲

*음수림
그늘에서 잘 자라고 번식하는 떡갈나무와 같은 음수가 주로 모여 이루어진 숲

습성천이의 특징
호수나 연못에 유기물이 쌓여 습지가 형성된다. 습지에 이끼류, 초본류가 자라면서 습원을 이룬 뒤 초원을 거쳐 관목류, 양수림, 혼합림, 음수림 등 다양한 식물군집이 순차적으로 나타난다.



그림 I-22 1차 천이와 2차 천이

스스로 확인하기

- 1 생태분포 중 ()은/는 고도에 따른 기온의 차이로 나타난다.
- 2 방형구법을 이용하여 식물군집을 조사할 때 ()이/가 가장 큰 개체군이 그 군집의 우점종이다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 어떤 나방은 천적인 부엉이의 얼굴을 닮은 날개를 갖는다. 이 나방의 날개가 천적의 모습과 닮은 까닭을 개체군 사이의 상호작용과 관련지어 설명해 보자.

단원을 마치고 전에 학습 목표를 달성했는지 62 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

국립생태원 찾아가기



www.nie.re.kr

충청남도 서천군에 있는 국립생태원은 환경을 보전하고 올바른 환경 의식을 기르게 하기 위해 생태계에 대한 조사, 연구, 전시, 교육 등을 체계적으로 운영하는 기관이다.

국립생태원에는 세계 5대 기후관, 우리나라의 숲과 습지 등이 있다. 각각의 기후관에서는 해당 기후에서 살고 있는 동식물을 관찰할 수 있다. 또 우리나라의 숲과 습지를 살펴볼 수 있고, 그곳에서 다양한 생태 체험도 할 수 있다.

국립생태원과 5대 기후관

열대관



온대관



극지관



지중해관



사막관



가상 체험 및 전시

국립생태원에 직접 방문하지 않아도 국립생태원 누리집에 접속하여 세계 5대 기후관을 살펴볼 수 있고 가상 체험을 할 수 있다. 상설 주제 전시관에서는 생태계의 개념, 생태계보전의 중요성을 영상으로 제공하고 있다. 특히 가상 현실(VR)을 이용하여 생물이 다양한 생태계에 적응해 살아가는 모습을 볼 수 있으며, 생태계와 관련된 자료도 많이 얻을 수 있다.

생태 교육 프로그램

국립생태원에서는 생태계구성요소의 상호작용과 생태계보전 및 생태계복원의 중요성을 이해할 수 있게 다양한 프로그램을 운영하고 있다. 습지 체험장, 숲 등 다양한 생태 환경을 구성하여 체험할 수 있으며, 관심 있는 생태 교육 프로그램이 있다면 누리집에서 개인이나 단체로 예약하여 참여할 수 있다.

생태 관련 도서 출간

국립생태원에서는 연구, 전시, 교육 등을 바탕으로 하여 생태와 관련된 도서를 출간하고, 증강 현실(AR) 등 디지털 기술을 활용하여 전자책을 발간하며, 생태 정보 도서관도 운영하고 있다.

생각 펼치기

국립생태원 누리집에서 멸종 위기 야생 생물의 분포 현황을 찾아보고, 우리 지역에 서식하는 멸종 위기 야생 생물을 조사하여 이를 소개하는 자료를 창의적으로 만들어 보자.



탐구 능력

우리나라의 습지와 습지에 사는 다양한 동식물을 볼 수 있어.



야생 동물 생태 복원사

사람의 개발 활동으로 생태계가 훼손되어 많은 야생 동물이 멸종 위기에 놓여 있다. 야생 동물을 보호하고 훼손된 생태계를 복원하는 일을 하는 야생 동물 생태 복원사의 역할이 중요하다.

야생 동물 생태 복원사는 어떤 일을 하나요?

야생 동물 생태 복원사는 야생 동물을 조사하고 관리하며 훼손된 생태계를 복원하는 등의 일을 합니다. 환경오염과 개발 등으로 생태계가 파괴되는 것을 막으려고 환경 친화적 개발, 환경 영향 평가, 생태계 위해성 심사 등에 관여합니다. 또 야생 동물과 야생 동물이 사는 환경을 조사하여 밀렵을 단속하고, 겨울에 야생 동물에게 먹이를 주는 등 다양한 활동을 합니다. 야생 동물 생태 복원사는 국립공원공단 중복지원기술원과 같은 기관에서 일할 수 있으며, 여우, 따오기, 반달가슴곰 등 멸종 위기종의 연구 및 복원 사업을 진행합니다.

야생 동물 생태 복원사가 되려면 어떻게 준비하나요?

야생 동물 생태 복원사가 되려면 생명과학, 생태학, 수의학 등을 전공해야 합니다. 야생 동물이 사는 환경을 조사하며, 멸종 위기에 놓인 야생 동물을 복원하고, 복원한 뒤 추적 조사를 해야 하므로 생태계와 관련된 법과 제도를 알아야 합니다. 야생 동물을 조사하고 복원하는 일은 오랜 시간이 걸리므로 끈기와 인내심이 필요합니다. 또 여러 분야의 사람들과 협력할 기회가 많으므로 의사소통 능력도 길러야 합니다.



토의·토론

야생 동물을 보호하고 복원해야 하는 까닭을 생태계구성요소의 중요성과 관련지어 이야기해 보자.

의사 결정 능력



워크넷(www.work.go.kr)
야생 동물 생태 복원사와 관련된 정보를 찾아보자.



중단원 마무리

3. 생태계와 상호작용

209 쪽에서 정답을 확인할 수 있어요.

01 생태계의 구조

47 쪽~49 쪽

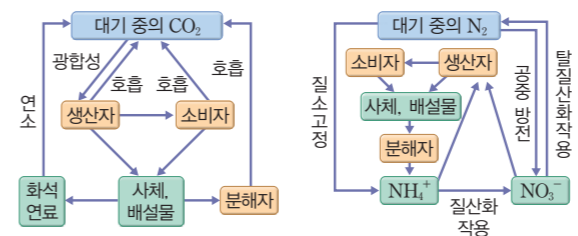
1. ① : 일정한 지역에서 상호작용 하는 생물들과, 이 생물들과 영향을 주고받는 환경으로 이루어진 체계이다.
 - ② 은/는 생태계에서의 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분되며, 비생물요소에는 빛, 물, 온도, 공기, 토양 등이 있다.
2. 생태계구성요소의 상호작용: 생태계를 이루는 생물요소와 비생물요소 사이에는 다양한 상호작용이 일어난다.

02 물질순환과 에너지흐름

50 쪽~55 쪽

1. 물질순환: 생태계에서 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다.

탄소 순환	<ul style="list-style-type: none"> • 대기나 물속의 탄소는 생산자의 광합성을 통해 탄소 화합물로 합성된다. • 탄소 화합물은 생물의 ③ 을/를 통해 분해되어 이산화 탄소(CO₂) 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다.
질소 순환	<ul style="list-style-type: none"> • 대기 중의 질소는 질소고정세균 등에 의해 고정되어 식물에 흡수된 뒤 질소 화합물로 합성된다. • 질소 화합물은 ④ 에 의해 분해된 뒤 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N₂)로 전환되어 대기 중으로 되돌아간다.



▲ 탄소순환

▲ 질소순환

2. 에너지흐름: 생태계에서 ⑤ 은/는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르다가 외부로 방출된다.
3. 생태피라미드: 먹이사슬에서 각 영양단계에 속하는 생물의 에너지양, 개체수, 생물량을 하위 영양단계에서부터 상위 영양단계로 차례로 쌓아 올린 것이다.
4. 생태계평형: 생태계구성요소가 유기적으로 상호작용 하여 생태계에서 생물군집의 종류와 개체수, 물질의 양, 에너지 흐름 등이 안정된 상태를 유지하는 것이다.

03 개체군

56 쪽~61 쪽

1. 개체군의 특성

- ⑥ : 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체수이다.
 - 개체군성장곡선: 개체군의 개체수 증가를 시간에 따라 그래프로 나타낸 것이다.
 - ⑦ : 한 개체군에서 같은 시기에 태어난 개체들이 연령에 따라 얼마나 살아남았는지를 그래프로 나타낸 것이다.
 - 개체군의 주기적 변동: 개체군밀도가 계절이나 피식과 포식 관계 등에 따라 주기적으로 변동하는 것이다.
2. 개체군 내 상호작용: 개체군을 이루는 개체들은 종내경쟁을 줄이고 질서를 유지하려고 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활과 같은 다양한 상호작용을 한다.

04 군집

62 쪽~71 쪽

1. 군집의 특성

- 군집의 구조: 군집을 이루는 개체군들은 포식과 피식의 관계에 따라 먹이사슬을 형성한다.
- 군집의 특성에 영향을 미치는 개체군에는 우점종, 핵심종, 지표종, 희소종 등이 있다.
- 군집의 종류: 생물의 서식 환경에 따라 육상군집과 수생군집으로 구분한다.
- ⑧ : 기온, 강수량 등 환경요인의 영향을 받아 이루어진 식물군집의 분포로, 수평분포와 수직분포가 있다.

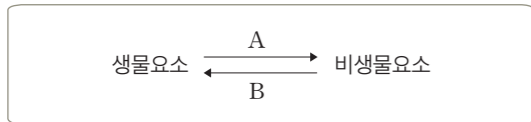
2. 식물군집의 조사: 식물군집을 조사할 때에는 주로 ⑨ 을/를 이용하며, 중요치가 가장 큰 개체군이 그 군집의 우점종이다.

3. 군집 내 개체군 사이의 상호작용: 군집 내 개체군 사이에서 중간경쟁, 분서, 공생, 기생, 포식과 피식 같은 다양한 상호작용을 한다.

4. 군집의 천이

1차 천이	토양이 형성되지 않은 곳에서 시작되는 천이
⑩	기존의 식물군집이 산불, 산사태 등으로 훼손되어 사라진 곳에서 다시 시작되는 천이

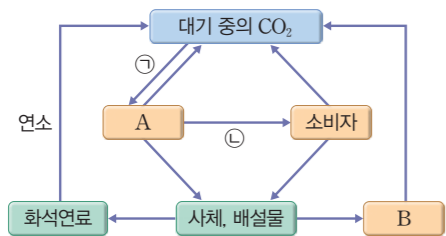
01 다음은 생태계구성요소 사이의 상호작용을 나타낸 것이다.



A와 B의 예로 가장 옳은 것은?

- ① A: 매가 등줄쥐를 잡아먹는다.
- ② A: 강한 빛을 받는 잎은 약한 빛을 받는 잎보다 잎의 조직이 발달하여 두껍다.
- ③ B: 활엽수는 가을이 되어 온도가 내려가면 단풍이 든다.
- ④ B: 지렁이는 흙 속을 파헤치며 이동하여 토양을 비옥하게 한다.
- ⑤ B: 느티나무가 광합성을 하여 산소를 내보내므로 공기 중의 산소 농도가 높아진다.

02 그림은 생태계에서의 탄소순환을 나타낸 것이다. A와 B는 분해자와 생산자를 순서 없이 나타낸 것이다.

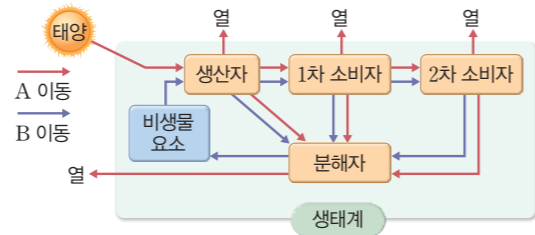


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 분해자이다.
 - ㄴ. ㉠ 과정은 호흡이다.
 - ㄷ. ㉡ 과정을 통해 탄소 화합물이 이동한다.

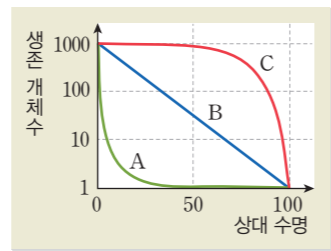
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림은 생태계에서 일어나는 물질과 에너지의 이동을 나타낸 것이다. A와 B는 물질과 에너지를 순서 없이 나타낸 것이다.



A와 B가 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

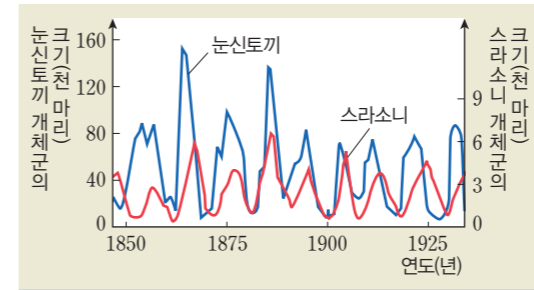
04 그림은 개체군생존곡선의 세 가지 유형 A~C를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 사람 개체군의 생존곡선은 A 유형에 가장 가깝다.
- ② 한 부모에서 태어나는 자손의 수는 A 유형의 개체군에서보다 C 유형의 개체군에서 많다.
- ③ 굴 개체군은 대체로 B 유형의 생존곡선을 나타낸다.
- ④ B 유형의 개체군은 출생 이후 개체수가 일정한 비율로 줄어든다.
- ⑤ 초기 사망률은 C 유형의 개체군에서 가장 높다.

05 그림은 시간에 따른 눈신토끼 개체군과 스라소니 개체군의 크기를 나타낸 것이다.



눈신토끼 개체군과 스라소니 개체군의 크기가 주기적으로 변동하는 까닭을 군집 내 개체군 사이의 상호작용으로 설명해 보자.

06 동물 개체군과 이 개체군 내에서 주로 나타나는 상호작용을 옳게 짝 지은 것은?

- ① 꿀벌 개체군 - 텃세
- ② 사자 개체군 - 가족생활
- ③ 물개 개체군 - 사회생활
- ④ 기러기 개체군 - 순위제
- ⑤ 큰불양 개체군 - 리더제

07 표는 어떤 식물군집을 방형구법으로 조사한 결과이다.

식물 종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)
A	10	15	20
B	50	35	40
C	40	50	40

이 식물군집의 우점종을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

08 표는 군집 내 개체군 사이의 상호작용에서 개체군 A와 B가 받는 영향을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 기생, 종간경쟁, 상리공생, 편리공생 중 하나이다.

상호작용	개체군 A	개체군 B
(가)	이익	손해
(나)	이익	이익도 손해도 없음.
(다)	이익	이익
(라)	손해	손해

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 사자와 얼룩말의 상호작용은 (가)에 해당한다.
- ② (나)는 상리공생이다.
- ③ 지의류를 구성하는 균류와 조류의 관계는 (다)에 해당한다.
- ④ (라)에서 A와 B의 생태적 지위는 겹치지 않는다.
- ⑤ (가)~(라)에서 모두 경쟁배타원리가 적용된다.

스스로 평가하기 이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

	우수	보통	미흡
지식-이해			
생태계의 구조를 이해하고, 생태계구성요소 사이의 상호작용을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생태계에서 물질순환과 에너지흐름으로 생태계구성요소의 중요성을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
개체군과 군집의 특성을 이해하고, 이들의 상호작용을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
과정-기능			
생태계에서 물질순환과 에너지흐름을 추론했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
개체군과 군집 내 상호작용의 예를 조사하여 발표했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가치-태도			
방형구법으로 식물군집을 분석한 결과를 있는 그대로 기록했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
다양한 생물이 하나의 생태계에서 더불어 살아가는 것의 가치를 인식했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가 결과가 아쉽다면 '3. 생태계와 상호작용'을 다시 한번 학습해 봅시다.

산불 피해 지역의 생태계복원 방법 토의하기

최근 들어 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 산불이 자주 발생하며, 산불의 규모도 점점 커지고 있다. 그 원인으로 지구 온난화로 인한 기후 변화를 들 수 있다.

다양한 종류의 식물로 이루어진 울창한 숲도 산불이 발생하면 한순간에 잿더미로 변할 수 있으며, 그 결과 산불이 발생한 지역의 생태계평형이 깨진다. 2000 년에 강원도 고성 지역에서는 큰 산불이 발생하여 생태계가 파괴되었으나 지역 주민, 지방 자치 단체, 시민 단체, 산림 복구 전문가 등의 노력으로 현재는 소나무, 신갈나무, 굴참나무 등이 자라는 푸른 숲으로 되살아나고 생태계가 복원되고 있다.

산불이 발생한 지역의 생태계를 복원하는 방법에는 인공 복원과 자연 복원이 있다. 인공 복원과 자연 복원에 대해 조사하고, 산불이 발생한 지역의 생태계를 복원하려면 어떤 방법으로 진행하는 것이 좋을지 토의해 보자.

왼쪽은 산불이 발생한 모습이고, 오른쪽은 산불로 피해를 입은 지역의 모습이야.



1 인식하기

- 1 산불이 발생하면 생태계에 어떤 영향을 줄지 생각해 보자.
- 2 산불이 발생한 지역의 생태계를 복원하려면 어떤 점을 고려해야 할지 생태계의 구조 및 기능과 관련지어 생각해 보자.

2 수행하기

- 1 모둠별로 인공 복원과 자연 복원의 장단점을 포함하여 산불 피해 지역의 생태계복원 방법을 조사해 보자.
 - 뉴스, 논문, 통계 자료와 같이 신뢰할 수 있는 자료를 조사한다.
 - 자료의 출처를 반드시 기록한다.



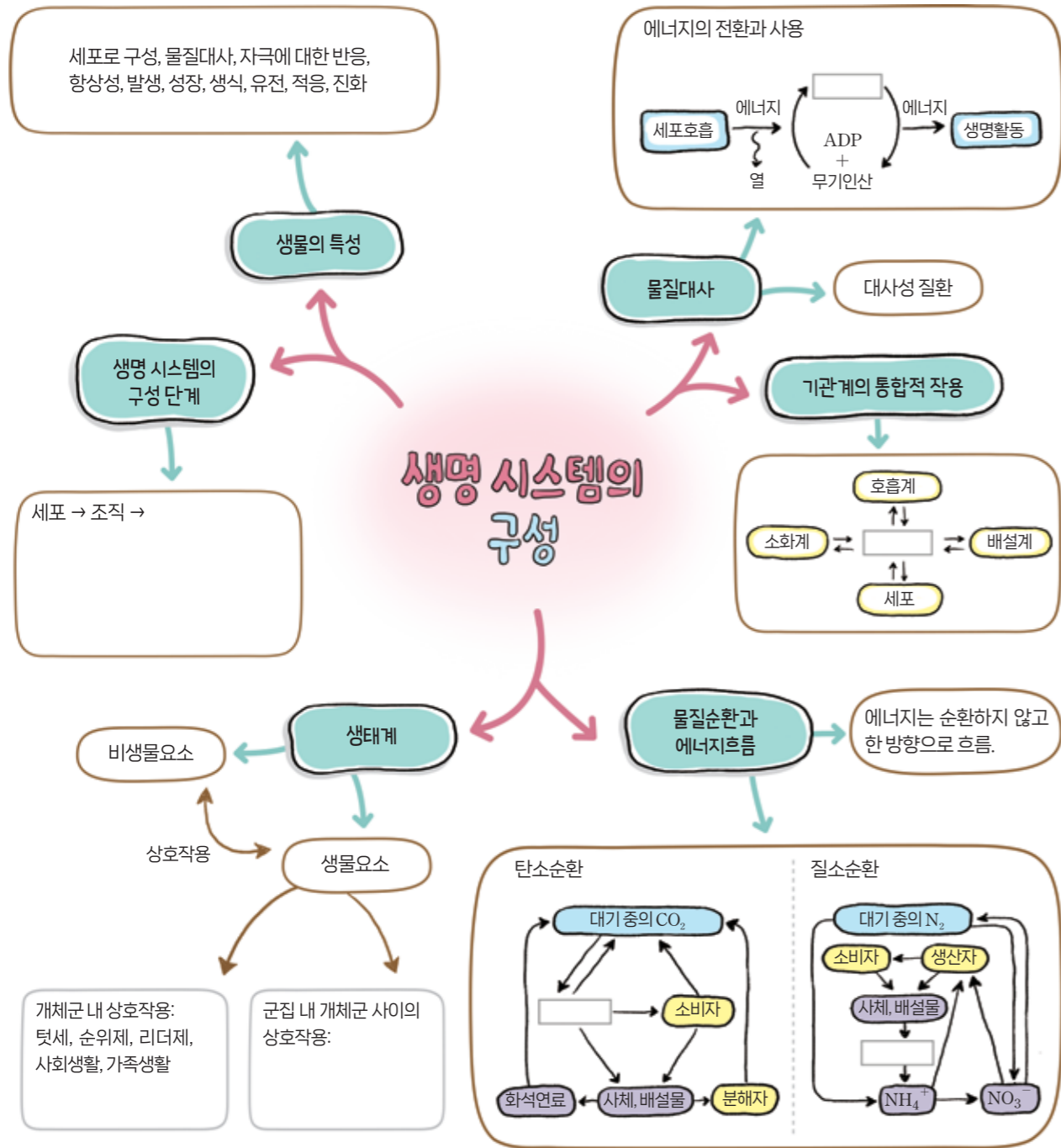
- 2 조사한 내용을 바탕으로 하여 산불 피해 지역에 인공 복원과 자연 복원 중 어떤 복원 사업을 진행하면 좋을지 생태계의 구조 및 기능과 관련지어 토의해 보자.

3 소통하기

- 1 산불 피해 지역의 생태계복원 방법에 대한 토의 결과를 정리하여 발표해 보자.
- 2 다음 표를 활용하여 우리 모둠과 다른 모둠의 발표 내용을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 산불 피해 지역에 어떤 복원 사업을 진행하는 것이 좋을지 생태계의 구조 및 기능과 관련지어 설명했는가?			
과정·기능 산불 피해 지역의 생태계복원 방법을 정할 때 과학적 근거를 들어 정했는가?			
가치·태도 활동을 통해 생태계보전의 필요성을 인식하고 자연의 소중함을 느꼈는가?			

학습한 내용을 글과 그림으로 정리하여 생각 그물을 완성해 보자.



포트폴리오

이 단원의 활동 결과물을 모아 나만의 포트폴리오를 완성해 보자.

- 20 쪽 생명과학이 다른 학문 분야와 연계된 사례 조사하기
- 78 쪽 산불 피해 지역의 생태계복원 방법 토의하기

1. 생명과학의 이해 12 쪽

01 다음은 배추흰나비에 대한 자료이다.

- (가) 배추흰나비는 알, 애벌레, 번데기 시기를 거쳐 어른벌레가 된다.
- (나) 배추흰나비의 ㉠ 애벌레는 무, 양배추 등을 먹고 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.

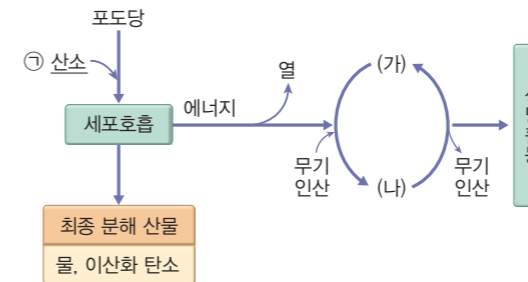
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. (가)는 생물의 특성 중 발생과 성장의 예에 해당한다.
 - ㄴ. (나)에서 물질대사가 일어난다.
 - ㄷ. ㉠은 세포로 이루어져 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 생명활동과 에너지 28 쪽

02 그림은 사람에서 세포호흡을 통해 포도당으로부터 생성된 에너지가 생명활동에 사용되는 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 ADP와 ATP를 순서 없이 나타낸 것이다.



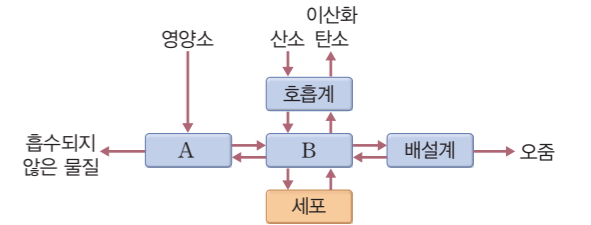
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. 세포호흡 과정에서 에너지가 방출된다.
 - ㄴ. 호흡계를 통해 ㉠이 몸속으로 흡수된다.
 - ㄷ. 1 분자에 저장된 에너지량은 (가)가 (나)보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 생명활동과 에너지 28 쪽

03 그림은 사람 몸에 있는 기관계의 통합적 작용을 나타낸 것이다. A와 B는 순환계와 소화계를 순서 없이 나타낸 것이다.



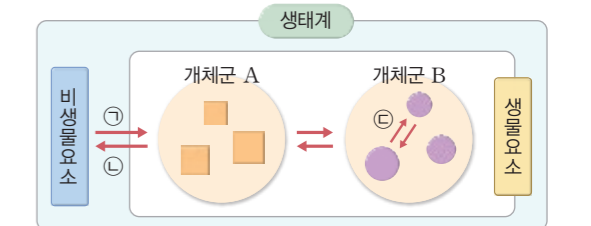
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. A에서는 물질대사가 일어나지 않는다.
 - ㄴ. 작은창자는 B에 속한다.
 - ㄷ. A에서 흡수된 영양소 중 일부는 B에서 사용된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 생태계와 상호작용 46 쪽

04 그림은 생태계구성요소 사이의 상호작용을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

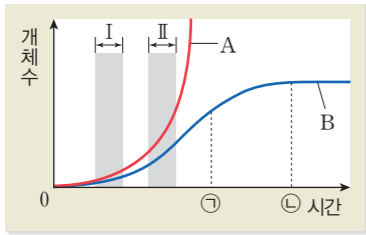
- <보기>
- ㄱ. 한 식물에서 강한 빛을 받는 잎이 약한 빛을 받는 잎보다 두꺼운 것은 ㉠에 해당한다.
 - ㄴ. 지렁이가 토양을 비옥하게 만드는 것은 ㉡에 해당한다.
 - ㄷ. 중간경쟁은 ㉢에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

과학 글쓰기

3. 생태계와 상호작용 46 쪽

05 그림은 개체군성장곡선 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 J자 모양의 성장곡선과 S자 모양의 성장곡선을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 J자 모양의 성장곡선이다.
 - ㄴ. B에서 개체수의 증가 속도는 구간 I에서 구간 II에서보다 빠르다.
 - ㄷ. B에서 환경저항은 ㉠일 때가 ㉡일 때보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 생태계와 상호작용 46 쪽

06 그림은 어떤 지역에서 일어난 식물군집의 천이 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 양수림과 음수림을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 이 지역에서는 건성천이가 일어났다.
 - ㄴ. A는 양수림이다.
 - ㄷ. 이 지역의 식물군집은 B에서 극상을 이룬다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

과학 역량 기르기

1. 생명과학의 이해 12 쪽

07 다음은 생명과학의 특성과 생명 시스템에 대한 학생 (가)~(다)의 발표 내용이다.

생명과학의 연구 대상에는 세포를 구성하는 단백질, 핵산과 같은 분자도 포함돼.

사람의 유전체 분석은 생명과학이 다른 학문 분야와 연계하지 않고 독립적으로 발달함을 보여주는 사례야.

세포와 생태계는 모두 생명 시스템의 구성 단계에 해당해.

학생 (가)

학생 (나)

학생 (다)

- (1) 발표한 내용이 옳지 않은 학생을 있는 대로 골라 써 보자.
- (2) (1)에서 고른 학생의 발표 내용을 옳게 고쳐 설명해 보자.

2. 생명활동과 에너지 28 쪽

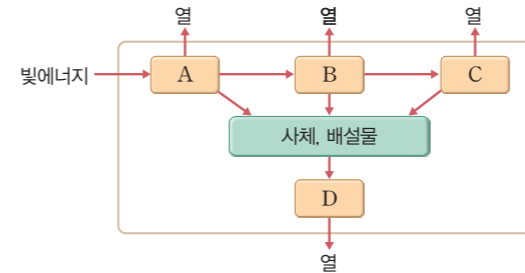
08 다음은 사람에서 일어나는 물질대사에 대한 자료이다.

- (가) 단백질은 소화 과정을 거쳐 아미노산으로 분해된다.
- (나) 포도당이 세포호흡을 통해 분해된 결과 생성되는 노폐물은 물과 ㉠ 이산화 탄소이다.

- (1) (가)가 일어나는 기관계를 써 보자.
- (2) 세포에서 생성된 ㉠이 몸 밖으로 나가기까지의 과정을 기관계와 관련지어 설명해 보자.

3. 생태계와 상호작용 46 쪽

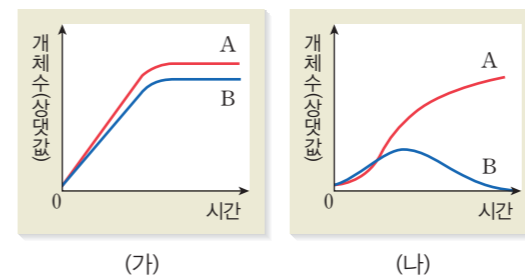
09 그림은 안정된 생태계에서 일어나는 에너지흐름을 나타낸 것이다. A~D는 각각 분해자, 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자 중 하나이다.



- (1) A~D가 무엇인지 각각 써 보자.
- (2) A~C를 보유한 에너지양이 가장 많은 것부터 적은 것의 순서대로 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

3. 생태계와 상호작용 46 쪽

10 그림 (가)는 동물 종 A와 B를 각각 단독 배양했을 때, (나)는 동물 종 A와 B를 혼합 배양했을 때 시간에 따른 개체수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 초기 개체수와 배양 조건은 동일하다.



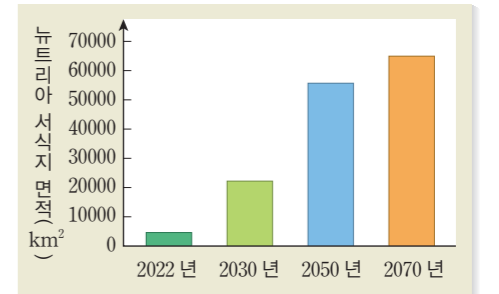
- 혼합 배양했을 때 종 A와 B 사이에서 일어난 상호작용을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

11 다음은 외래종인 뉴트리아에 대한 자료이다.

남아메리카가 원산지인 뉴트리아는 고기와 모피 등을 얻기 위해 우리나라에 수입되었다가 이후 야생으로 퍼진 외래종이다. 뉴트리아는 몸의 형태와 습성이 기후가 따뜻한 지역의 물속 생활에 잘 적응되어 있어 먹이가 풍부하고 물이 있는 환경에 정착하여 생활한다.

뉴트리아는 서식지 주변의 수생식물을 닦치는 대로 먹어 치우고, 우리나라 고유종의 서식지를 차지하여 고유종의 생존을 위협하고 있다. 또 강둑이나 제방에 땅굴을 파고 생활하는 습성이 있어 제방이 붕괴되는 원인이 되고 있다.

뉴트리아는 현재 낙동강 중류와 하류 일대에 주로 분포하고 있다. 그러나 앞으로 뉴트리아의 서식지 확장에 대한 관리가 제대로 이루어지지 않고, 온실가스의 배출량 등이 증가하여 기온이 지속해서 상승한다면 그림과 같이 뉴트리아의 서식지 면적이 계속 늘어날 것으로 예상된다.



(출처: Adhikari 외, 2022.)

이 자료를 바탕으로 하여 외래종인 뉴트리아의 위험성을 알리고, 뉴트리아의 서식지 확장이 생태계평형에 미치는 영향과 이를 방지하기 위한 대책에 대한 기사를 작성해 보자.

.....

.....

.....

.....

.....

III

항상성과 몸의 조절



이 단원의 핵심 아이디어

- 1 신경자극전도와 시냅스전달**
우리 몸은 다양한 자극에 대해 신경자극전도와 시냅스전달이 이루어져 반응한다.
- 2 신경계와 항상성**
신경계와 내분비계에 의해 우리 몸의 항상성이 조절되어 건강한 몸을 유지한다.
- 3 우리 몸의 방어 작용**
우리 몸은 선천면역과 후천면역으로 병원체를 방어하며, 백신 접종을 통해 감염성질환을 효율적으로 예방한다.



우리 몸에서는
건강을 유지하기 위해
어떤 일이 일어날까?

단원 연계

중학교 과학
• 자극과 반응

통합과학2
• 과학과 미래 사회

생명과학
1. 신경자극전도와 시냅스전달
2. 신경계와 항상성
3. 우리 몸의 방어 작용

포트폴리오

- 이 단원을 학습하면서 나만의 포트폴리오를 만들어 보자.
- 108 쪽 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용 탐구하기
 - 140 쪽 항생제의 올바른 사용 홍보하기

1

신경자극전도와 시냅스전달

- 01 신경자극전도
- 02 시냅스전달

단거리 육상 경기에서는 출발 신호를 듣고 얼마나 빨리 달려 나가는지가 기록에 큰 영향을 미친다.

경험 비추어 보기 출발 신호를 듣고 달리기를 시작해 본 적이 있는가?

생각해 보기 외부 자극은 우리 몸에서 어떻게 전달될까?



학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.
 뉴런 자극과 반응

- 지식·이해**
- 뉴런의 구조와 기능을 이해하고, 뉴런에서 일어나는 신경자극전도 과정을 설명할 수 있다.
 - 시냅스를 통한 시냅스전달 과정을 설명할 수 있다.

- 과정·기능**
- 신경자극전도 과정을 모식도로 표현할 수 있다.
 - 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 조사할 수 있다.

- 가치·태도**
- 신경자극전도 과정을 모식도로 표현하는 과정에서 과학적으로 사고할 수 있다.
 - 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 인식할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01 신경자극전도

학습 목표

- 뉴런의 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- 뉴런에서 일어나는 신경자극전도 과정을 설명할 수 있다.



뉴런(신경세포)

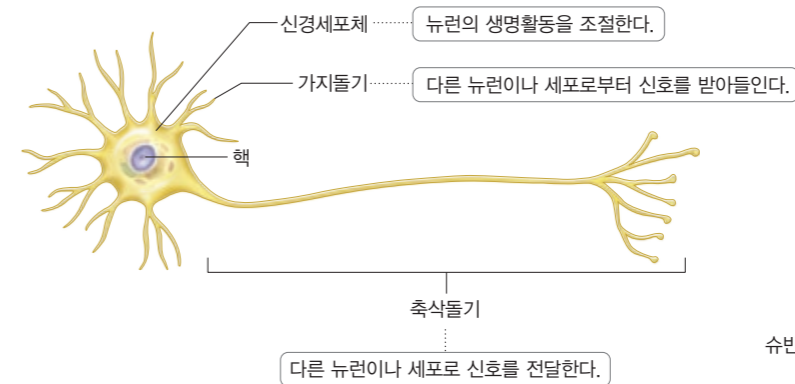
뉴런은 신경계를 구성하는 기본 단위로, 자극을 받아들이고 신호를 다른 뉴런이나 세포로 전달한다. 뉴런은 그림 II-1과 같이 신경세포체, 가지돌기, 축삭돌기로 구성되며, 신경세포체에는 핵을 비롯한 여러 세포소기관이 있다. 신경세포체에서 짧게 뻗어 나온 여러 돌기를 가지돌기라 하고, 길게 뻗어 나온 돌기를 축삭돌기라고 한다.

일부 뉴런의 축삭돌기는 말미집으로 싸여 있다. 이러한 뉴런의 말미집과 말미집 사이에는 축삭돌기가 노출된 부분이 있는데, 이를 랭비에결절이라고 한다.

뉴런(신경세포)은 중학교 『과학』의 '자극과 반응' 단원과 연계된다.

말미집의 특징
 말미집은 일반적으로 슈반세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭돌기를 여러 겹으로 싸고 있는 구조이며, 전기를 잘 전달하지 않는 절연체 역할을 한다.

말미집이 없는 뉴런



말미집이 있는 뉴런

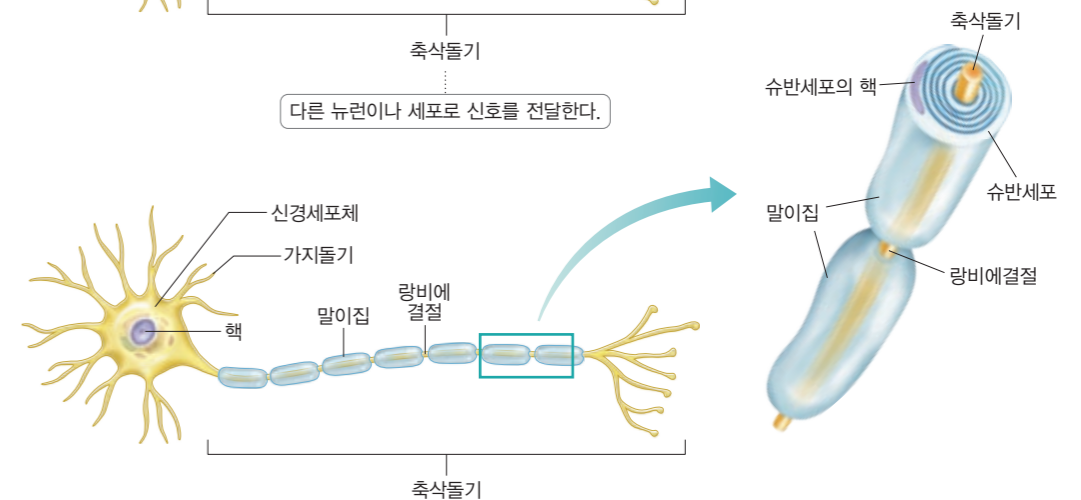


그림 II-1 뉴런의 구조

뉴런은 기능에 따라 구심성뉴런, 연합뉴런, 원심성뉴런으로 구분된다. 구심성 뉴런은 감각기관에서 생성된 신호를 연합뉴런으로 전달하고, 원심성뉴런은 연합 뉴런에서 내린 명령을 반응기관으로 전달한다. 연합뉴런은 구심성뉴런과 원심성 뉴런을 연결하며, 구심성뉴런으로부터 받아들인 신호를 통합하여 원심성뉴런으로 명령을 내린다.

오개념 바로잡기

모든 연합뉴런에는 말미집이 없을까?

뇌에 있는 연합뉴런 중에는 말미집이 있는 뉴런이 있다. 또 구심성뉴런과 원심성뉴런 중에도 경우에 따라 말미집이 없는 뉴런이 있다.

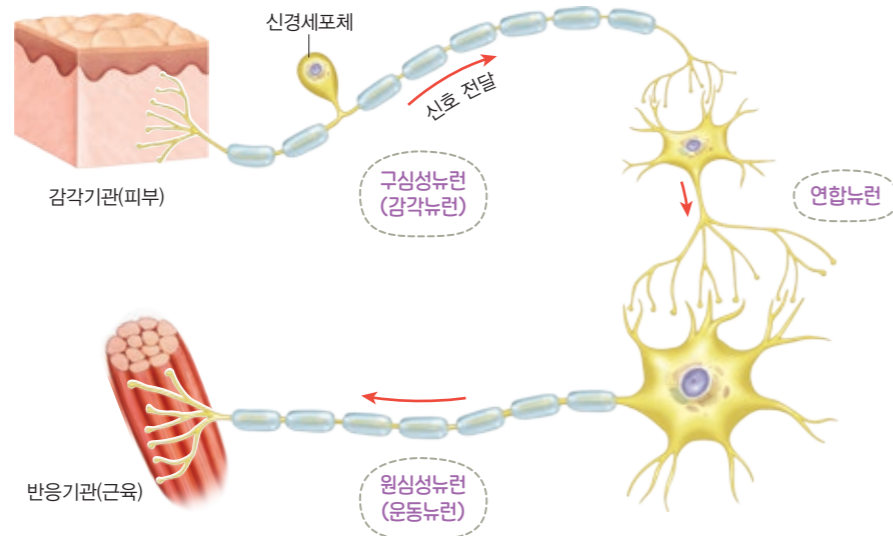


그림 II-2 뉴런의 종류와 연결 감각뉴런은 구심성뉴런에 해당하고, 운동뉴런은 원심성뉴런에 해당한다.

신경자극의 발생

뉴런에서는 세포막을 경계로 세포 안과 밖의 전위차가 생기며, 이와 같은 전위차를 막전위라고 한다. 자극을 받지 않은 뉴런의 세포 안과 밖에 미세 전극을 꽂으면 세포 안이 밖에 비해 음(-)의 값을 나타내며, 뉴런이 자극을 받으면 막전위의 급격한 변화인 신경자극이 발생한다.

생명과학 + 물리학

막전위의 측정과 증폭기

막전위는 단위가 mV인 매우 작은 값이기 때문에 막전위를 측정하는 전압계에는 증폭기가 포함되어 있다.

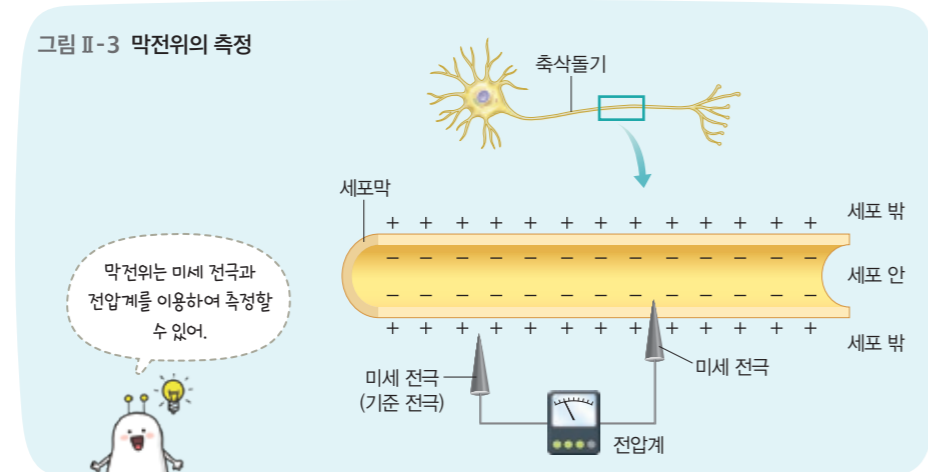


그림 II-3 막전위의 측정

막전위는 미세 전극과 전압계를 이용하여 측정할 수 있어.

휴지전위 I 뉴런이 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때 나타나는 막전위를 휴지전위라고 하며, 휴지전위는 약 -70 mV 이다. 그림 II-4와 같이 뉴런에서 Na^+ 의 농도는 세포 안보다 밖이 더 높고, K^+ 의 농도는 세포 밖보다 안이 더 높다. 이와 같은 Na^+ 과 K^+ 의 불균등 분포는 뉴런의 세포막에 있는 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동하고, K^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동하여 형성된다. 이때 Na^+-K^+ 펌프가 작동하는 데에는 ATP가 사용된다.

세포막을 경계로 형성된 이온의 불균등 분포로 인해 K^+ 은 세포 안에서 밖으로 확산하려고 하며, Na^+ 은 세포 밖에서 안으로 확산하려고 한다. 뉴런이 휴지 상태일 때 K^+ 은 열려 있는 일부 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 확산할 수 있지만, Na^+ 은 열려 있는 Na^+ 통로가 매우 적어 세포 안으로 거의 확산하지 못한다. 그 결과 상대적으로 세포 안이 음(-)전하를, 밖이 양(+전하를 띠는데, 이를 분극이라고 한다.

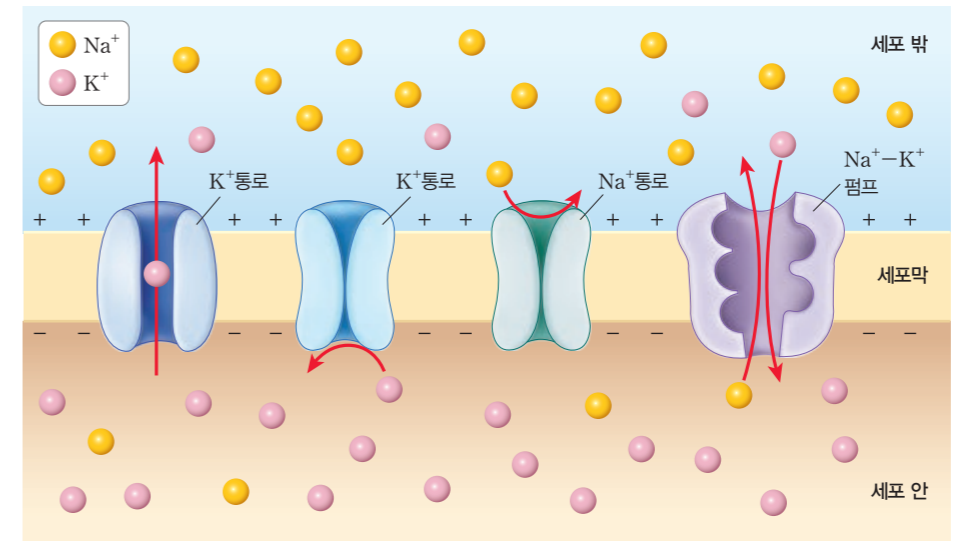


그림 II-4 뉴런이 휴지 상태일 때 Na^+ 과 K^+ 의 분포

Na^+-K^+ 펌프의 특징

세포막에 있는 단백질이며, 특히 뉴런, 근육세포, 콩팥세포에 많이 있다.

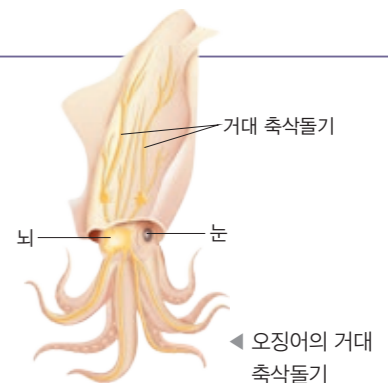
이온통로의 특징

세포막에 있는 단백질이며, 특정 이온만 선택적으로 통과한다. 이온통로에는 Na^+ 통로와 K^+ 통로 등이 있으며, 이 통로들이 열리고 닫히면서 막전위가 변한다.

Na^+-K^+ 펌프가 ATP에 의해 구조가 변하면서 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 이동해.

자료실 오징어의 거대 축삭돌기를 이용한 막전위의 변화 연구

오징어의 거대 축삭돌기는 지름이 약 1 mm이며, 사람의 축삭돌기보다 지름이 약 500 배~1000 배나 커 내부에 미세 전극을 삽입할 수 있다. 영국의 과학자인 호지킨(Hodgkin, A. L., 1914~1998)과 헉슬리(Huxley, A. F., 1917~2012)는 오징어에서 거대 축삭돌기를 분리하여 다양한 연구를 했다. 이들은 오징어의 거대 축삭돌기 내부에 미세 전극을 삽입하여 막전위를 측정할 수 있는 장치를 만들었으며, 이 장치를 이용하여 거대 축삭돌기에 자극을 준 뒤 일어나는 막전위의 변화를 측정했다. 이후 이러한 막전위의 변화를 일으키는 이온의 이동을 확인했다.

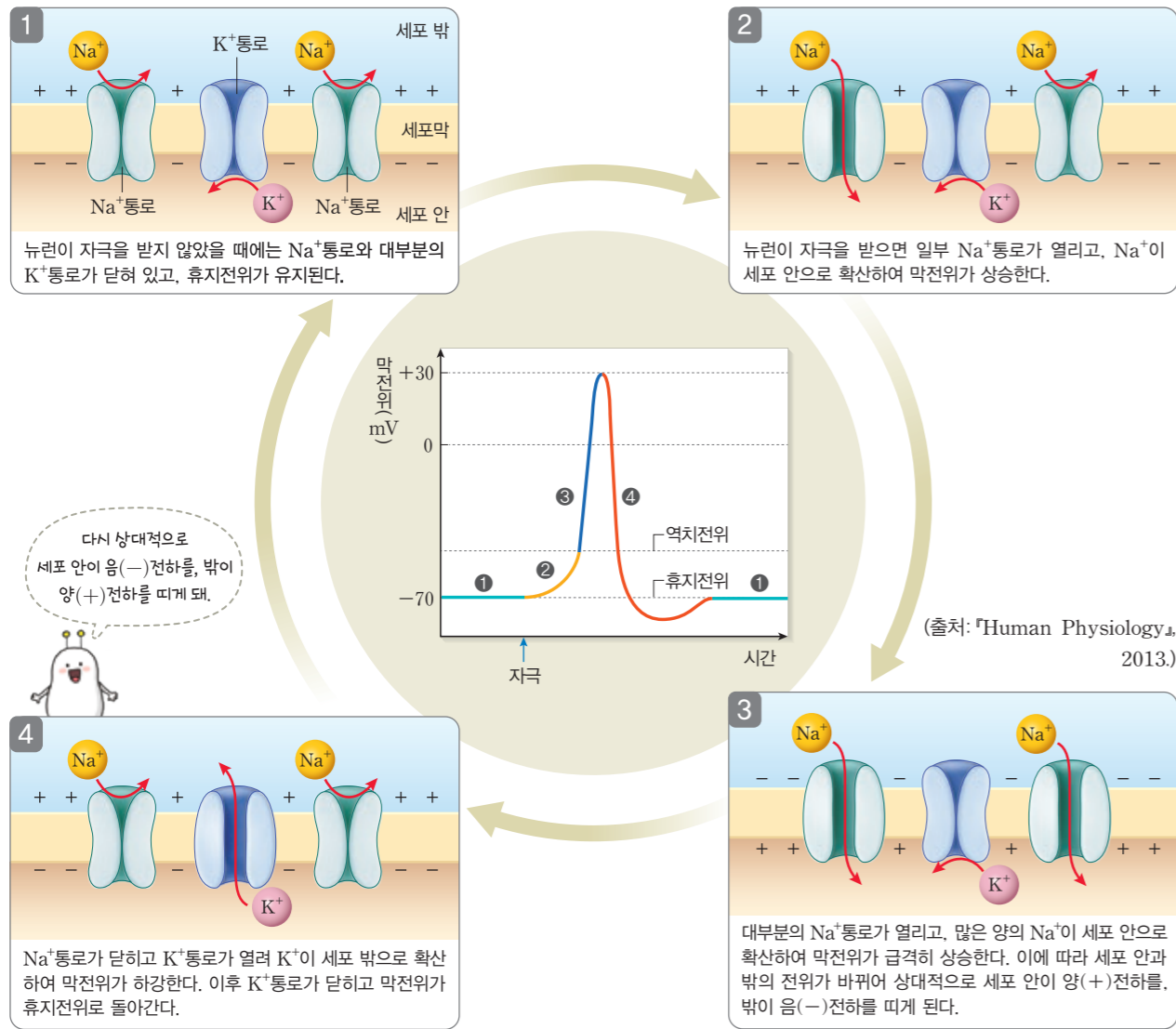


역치전위와 역치

활동전위가 발생하기 위해 도달해야 하는 최소한의 막전위를 역치전위라고 하며, 뉴런이 활동전위를 일으킬 수 있는 최소한의 자극 세기를 역치라고 한다.

활동전위 I 휴지 상태에 있는 뉴런이 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산해 막전위가 상승하는데, 이를 **탈분극**이라고 한다. 탈분극에 의해 막전위가 역치전위에 도달하면 더 많은 Na^+ 통로가 열려 많은 양의 Na^+ 이 세포 안으로 확산해 막전위가 약 $+30 \text{ mV}$ 까지 급격히 상승한다. 이어서 열려 있는 Na^+ 통로가 닫히고 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산해 막전위가 하강하는데, 이를 **재분극**이라고 한다. 재분극이 일어나는 동안 막전위는 일시적으로 휴지전위 아래로 내려간다. 이후 열려 있는 K^+ 통로가 닫히고, 막전위는 다시 휴지전위로 돌아간다. 이처럼 뉴런이 역치 이상의 자극을 받아 막전위가 급격하게 상승했다가 다시 휴지전위로 돌아가는 막전위의 변화를 **활동전위**라고 한다.

활동전위의 발생 과정



뉴런에 자극을 주었을 때 막전위가 역치전위에 도달하지 못해도 활동전위가 발생할까?

다음 해 보기에서 활동전위가 발생할 때 막전위와 이온의 막 투과도의 관계를 알아보자.

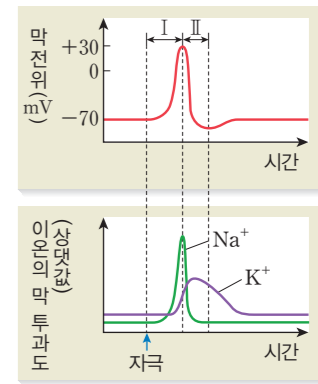
해보기

막전위와 이온의 막 투과도의 관계 알아보기

그림은 뉴런의 특정 부위에 역치 이상의 자극을 1 회 주었을 때 일어나는 막전위 변화와 Na^+ 과 K^+ 의 막 투과도 변화를 나타낸 것이다.

- 구간 I에서 막전위가 상승하는 까닭을 Na^+ 의 막 투과도 변화 및 Na^+ 의 이동 방향과 관련지어 설명해 보자.
- 구간 II에서 막전위가 하강하는 까닭을 K^+ 의 막 투과도 변화 및 K^+ 의 이동 방향과 관련지어 설명해 보자.

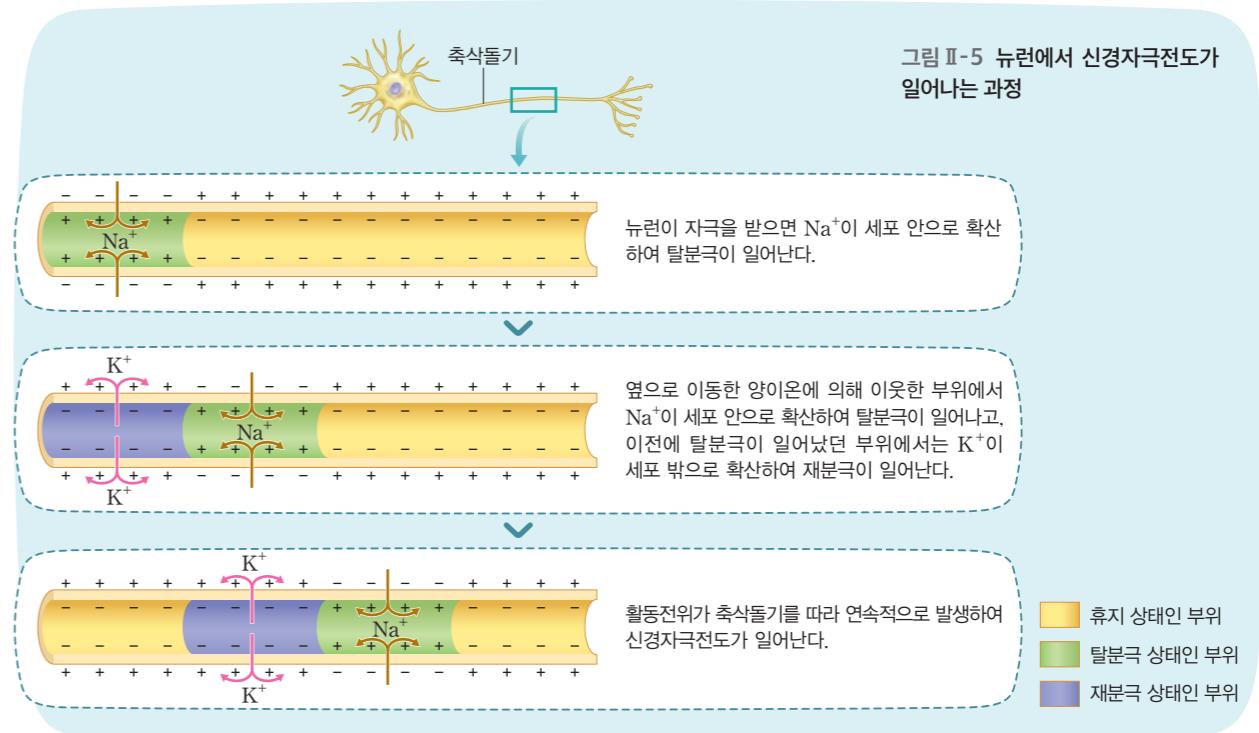
탐구 능력 | 문제 해결 능력



(출처: 『Human Physiology』, 2013.)

신경자극전도

뉴런의 한 부위에 활동전위가 발생하면 이웃한 부위에서 연속적으로 활동전위가 발생한다. 이러한 과정이 반복되면서 활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하여 신경자극전도가 일어난다.



다음 탐구에서 신경자극전도 과정을 모식도로 표현해 보자.

탐구

모형 생성, 자료 분석

탐구 능력 | 문제 해결 능력

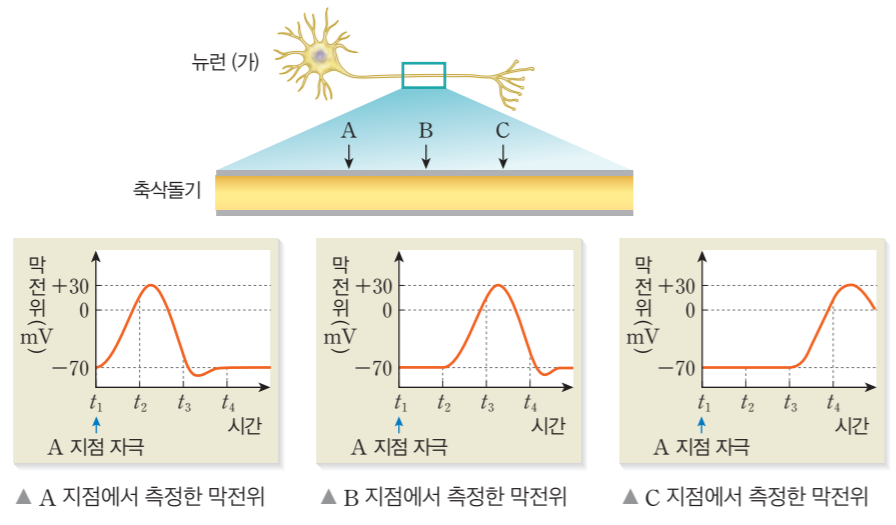
신경자극전도 과정을 모식도로 표현하기

목표 뉴런의 축삭돌기에서 일어나는 신경자극전도 과정을 모식도로 표현할 수 있다.

과정 및 결과

다음은 뉴런 (가)에 대한 설명이다.

t_1 일 때 휴지 상태인 뉴런 (가)의 축삭돌기 A 지점에 역치 이상의 자극을 1 회 준 뒤 A, B, C 지점에서 각각 측정된 막전위 변화는 다음과 같다.



- 부록에 있는 신경자극전도 모식도를 잘라 준비한다.
 - 모식도는 뉴런 (가)의 축삭돌기 일부분에서 신경자극전도가 1 회 일어날 때, 각 시점에서 세포 안과 밖이 전하를 띠고 있는 상태를 나타낸 것이다.
- t_2 일 때 A~C 중 탈분극이 일어나고 있는 지점에 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동 방향을 표시한다.
- t_3 일 때 A~C 중 탈분극이 일어나고 있는 지점에 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동 방향을, 재분극이 일어나고 있는 지점에 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동 방향을 각각 표시한다.
- t_4 일 때 A~C 중 탈분극이 일어나고 있는 지점에 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동 방향을, 재분극이 일어나고 있는 지점에 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동 방향을 각각 표시한다.
- 신경자극전도가 일어나는 방향을 화살표로 표시한다.

Na^+ 의 이동 방향과 K^+ 의 이동 방향은 서로 다른 색깔의 화살표로 표시해.



정리

- 모식도를 이용하여 뉴런 (가)의 축삭돌기에서 일어나는 신경자극전도 과정을 설명해 보자.
- 사고력** 뉴런 (가)의 축삭돌기에 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동을 방해하는 물질을 처리하고, A 지점에 처음에 주었던 자극과 같은 크기의 자극을 주면 신경자극전도가 어떻게 될지 설명해 보자.

스스로 평가하기

| 지식·이해 | 신경자극전도 과정을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 신경자극전도 과정을 모식도로 표현했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 신경자극전도 과정을 모식도로 표현하는 과정에서 과학적으로 사고했는가? ☆☆☆

신경자극전도 속도는 축삭돌기의 굵기, 말미집의 유무 등에 따라 달라진다. 축삭돌기의 굵기가 굵을수록 축삭돌기 내부에서 이온이 더 쉽게 이동하여 신경자극전도 속도가 빨라진다.

말미집이 없는 뉴런에서는 축삭돌기의 모든 부위에서 활동전위가 발생한다. 반면 말미집이 있는 뉴런에서는 말미집이 절연체 역할을 하므로 랭비에결절에서만 활동전위가 발생한다. 따라서 그림 II-6과 같이 랭비에결절에서 다음 랭비에결절로 말미집을 건너뛰어 신경자극전도가 일어나는데, 이를 도약전도라고 한다. 말미집이 있는 뉴런에서는 도약전도가 일어나므로 신경자극전도 속도는 말미집이 있는 뉴런이 말미집이 없는 뉴런보다 빠르다.

참고 말미집이 없는 뉴런과 말미집이 있는 뉴런에서 일어나는 신경자극전도의 차이점을 도미노로 표현해 보자.

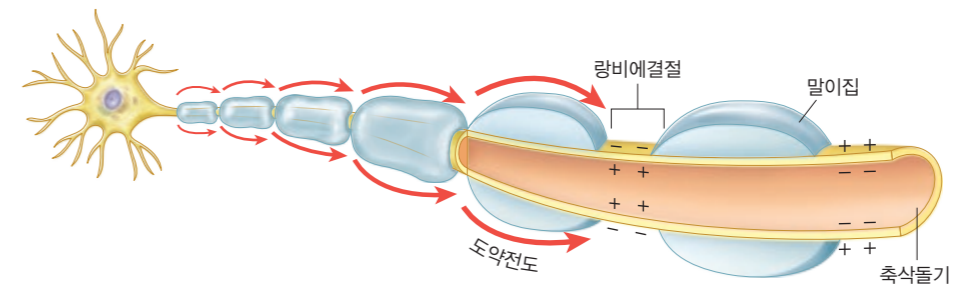


그림 II-6 말미집이 있는 뉴런에서 일어나는 도약전도

스스로 확인하기

- 뉴런은 신경세포체, 가지돌기, () (으)로 구성된다.
- 뉴런에서 탈분극이 일어날 때 Na^+ 은 Na^+ 통로를 통해 세포 () (으)로 확산하고, 재분극이 일어날 때 K^+ 은 K^+ 통로를 통해 세포 () (으)로 확산한다.
- 과학 역량 기르기** 뉴런에서 세포호흡이 일어나지 않아 ATP가 공급되지 않는다면 신경자극전도가 어떻게 될지 설명해 보자.

단원을 마치고 전에 학습 목표를 달성했는지 87 쪽 학습 목표에 ✓ 표시하여 스스로 점검해 보자.

02

시냅스전달

학습 목표

- 시냅스를 통한 시냅스전달 과정을 설명할 수 있다.
- 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 설명할 수 있다.



뉴런의 축삭돌기 말단은 다른 뉴런이나 세포와 좁은 틈을 사이에 두고 접해 있는데, 이 부위를 시냅스라고 한다. 뉴런의 축삭돌기를 따라 말단까지 전도된 신경자극이 시냅스를 통해 다른 뉴런이나 세포로 전달되는 과정을 시냅스전달이라고 한다. 다음 해 보기에서 시냅스전달이 일어나는 방식을 알아보자.

시냅스전달은 시냅스를 통해 일어나기 때문에 뉴런의 축삭돌기에서 일어나는 신경자극전도와는 다른 방식으로 일어나.



해보기

시냅스전달이 일어나는 방식 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

다음은 개구리 심장을 이용한 실험이다.

1. 신경이 붙어 있는 개구리 심장 A와 신경을 제거한 개구리 심장 B를 생리식염수가 들어 있는 비커 ㉠과 ㉡에 각각 담근 뒤, ㉠과 ㉡을 연결했다.

2. 심장 A에 연결된 신경을 자극했을 때 시간에 따른 심장 A와 B의 수축력과 심장박동의 변화는 다음과 같았다.

(출처: 『Neuroscience』 2012.)

1. 심장 A에 연결된 신경을 자극했을 때 심장 A의 수축력과 심장박동이 어떻게 변하는지 설명해 보자.
2. 구간 I에서 심장 B의 수축력과 심장박동이 변한 까닭을 추론해 보자.

개구리 심장을 이용한 실험을 통해 시냅스전달이 시냅스에서 신호를 전달하는 화학 물질에 의해 일어난다는 것을 알 수 있으며, 이 화학 물질을 **신경전달물질**이라고 한다.

시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 많이 있다. 그림 II-7과 같이 신경자극이 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 도달하면 시냅스소포가 세포막과 융합하여 시냅스틈으로 신경전달물질이 분비된다. 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 이온통로가 열려 이온이 시냅스후뉴런 안으로 확산하고, 이에 따라 시냅스후뉴런에서 활동전위가 발생하여 시냅스전달이 일어난다. 시냅스소포는 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 신경세포체나 가지돌기에만 있기 때문에 시냅스전달은 한 방향으로만 일어난다.

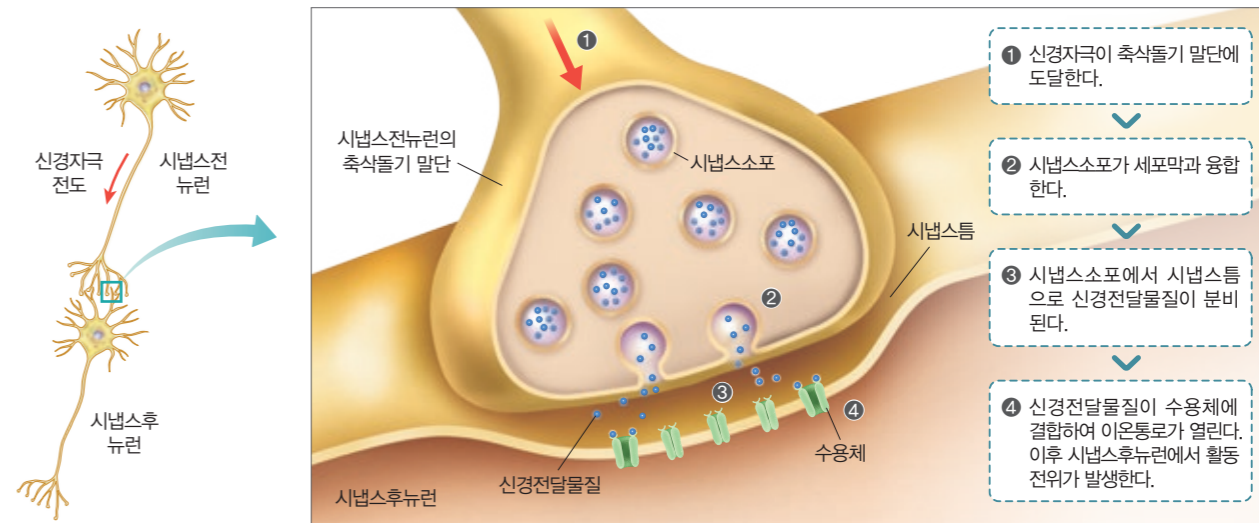


그림 II-7 시냅스전달이 일어나는 과정

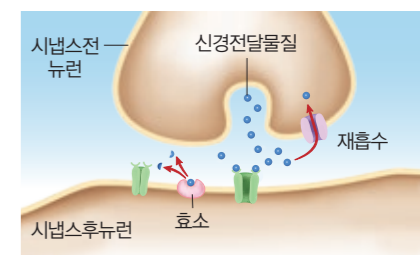
로비
(Loewi, O., 1873~1961)
독일의 과학자. 개구리 심장을 이용한 실험으로 시냅스전달이 신경전달물질에 의해 일어난다는 것을 확인했으며, 1936년에 노벨상을 받았다.

디지털 탐색
시냅스전달을 검색하여 시냅스전달과 관련된 동영상을 시청해 보자.

자료실 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질을 제거하는 방법

시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 시냅스후뉴런의 수용체에 계속 결합해 있으면 시냅스전달이 과도하게 일어날 수 있다. 따라서 건강한 사람의 몸에서는 이를 막기 위해 여러 가지 방법으로 신경전달물질을 제거한다. 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질의 일부는 시냅스전뉴런으로 재흡수되어 신경전달물질을 합성하는 데 사용된다. 또 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 신경전달물질 분해효소에 의해 신경전달물질이 분해되기도 한다.

시냅스틈으로 분비된 신경전달물질을 제거하는 과정에 문제가 발생하면 신경계에 이상이 생길 수도 있다.



▲ 신경전달물질을 제거하는 방법

의약품 인허가 전문가

새로운 의약품이 판매되기 위해서는 식품의약품안전처의 까다로운 검증을 거쳐 안정성과 효과를 증명하고, 판매 허가를 받아야 한다. 제약 산업이 성장함에 따라 의약품의 인허가와 관련된 일을 하는 의약품 인허가 전문가의 역할이 더욱 중요해질 것이다.

의약품 인허가 전문가는 어떤 일을 하나요?

의약품 인허가 전문가는 의약품과 관련된 회사나 연구소에 소속되어 의약품의 개발에서부터 판매까지 전 과정에서 의약품의 인허가와 관련된 일을 담당합니다. 의약품 인허가 전문가는 의약품의 인허가와 관련된 규제를 파악하고, 이에 따라 개발 전략을 세워 개발 기간과 비용을 줄이는 데 도움을 줍니다. 또 의약품을 개발한 회사와 식품의약품안전처 사이에서 의사소통을 담당하며 개발된 의약품이 판매 허가를 받을 수 있도록 계획을 세웁니다.



토의·토론

새롭게 개발된 의약품이 식품의약품안전처의 검증을 거쳐야 하는 까닭을 이야기해 보자.



의사 결정 능력

의약품 인허가 전문가가 되려면 어떻게 준비하나요?

의약품 인허가 전문가가 되려면 생명과학, 약학, 화학, 법학 등을 전공해야 합니다. 또 정부에서 운영하는 의약품 인허가 전문가 양성을 위한 전문 교육을 받는 것도 도움이 됩니다. 의약품 인허가 전문가에게는 의약품의 특성을 꼼꼼하게 살펴볼 수 있는 분석력이 필요하며, 각종 규제를 이해하고 이를 적용하는 능력과 더불어 관련된 기관과 원활하게 의사소통할 수 있는 능력이 필요합니다.



디지털 탐색

워크넷(www.work.go.kr)
의약품 인허가 전문가와 관련된 정보를 찾아보자.



시냅스에서 신경전달물질의 작용을 촉진하거나 억제하는 물질은 약물로 쓰이기도 한다. 다음 탐구에서 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 알아보자.

탐구 능력 | 문제 해결 능력

탐구

조사, 자료 분석

준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 약물과 관련된 책

약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례 조사하기

목표 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

과정 및 결과

다음은 시냅스전달에 영향을 미치는 약물이다.



- 니코틴
- 카페인
- 미다졸람
- 플루옥세틴

- 모둠별로 약물을 하나씩 고르고, 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 조사해 보자.
 - ① 약물이 시냅스전달에 미치는 영향과 약물을 사용할 때 우리 몸에서 나타나는 변화를 조사한다.
- 조사 내용을 발표 자료로 만들어 발표해 보자.

정리

- 약물이 시냅스전달에 어떤 영향을 미치는지 정리해 보자.
- 사고력** 약물 중독 예방과 관련된 영상을 검색하여 시청하고, 약물의 올바른 사용 방법에 대해 설명해 보자.

스스로 평가하기

| 지식·이해 | 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표 자료를 만들었는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 시냅스전달의 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 인식했는가? ☆☆☆

약물을 적절하게 사용하면 질병을 치료하거나 통증을 줄이는 등 여러 가지 효과를 얻을 수 있다. 하지만 약물을 *오남용하면 신경계에 이상이 생길 수 있으므로 주의해서 사용해야 한다.

*오남용

다른 목적으로 사용하거나 너무 많이 사용하는 것

스스로 확인하기

- 뉴런의 축삭돌기 말단이 다른 뉴런이나 세포와 좁은 틈을 사이에 두고 접해 있는 부위를 ()이라고 한다.
- 뉴런의 축삭돌기 말단에는 ()이 들어 있는 시냅스소포가 많이 있다.
- | 과학 역량 기르기 |** 시냅스전달에 영향을 미치는 약물 중에는 신경전달물질의 수용체에 결합하는 것이 있다. 이 약물이 신경전달물질의 수용체에 결합할 수 있는 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 94 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

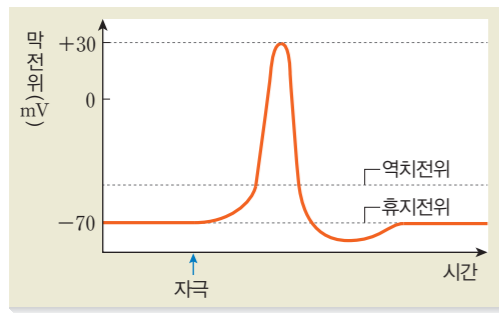
01 신경자극전도

87 쪽~93 쪽

1. 뉴런의 구조: 뉴런은 ①, 가지돌기, 축삭돌기로 구성되며, 일부 뉴런에는 축삭돌기에 말미집이 있다.

2. 신경자극전도

- ②: 뉴런이 자극을 받지 않은 상태일 때의 막전위이다.
- 활동전위: 뉴런이 역치 이상의 자극을 받아 막전위가 급격하게 상승했다가 다시 휴지전위로 돌아가는 막전위의 변화이다.



▲ 활동전위의 발생

- 신경자극전도: 뉴런의 한 부위에 활동전위가 발생하면 이웃한 부위에서 연속적으로 활동전위가 발생하며, 이러한 과정이 반복되면서 축삭돌기를 따라 신경자극전도가 일어난다.
- ③: 말미집이 있는 뉴런에서 말미집을 건너 뛰어 신경자극전도가 일어나는 현상이다.

02 시냅스전달

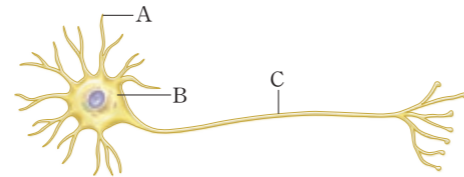
94 쪽~96 쪽

1. ④: 뉴런의 축삭돌기를 따라 말단까지 전도된 신경자극이 시냅스를 통해 다른 뉴런이나 세포로 전달되는 과정이다.

2. 시냅스전달 과정

- 신경자극이 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 도달한다.
- ⑤ 이/가 세포막과 융합하고, 시냅스틈으로 신경전달물질이 분비된다.
- 신경전달물질이 시냅스후뉴런의 수용체에 결합하여 이온통로가 열린다.
- 시냅스후뉴런에서 활동전위가 발생한다.

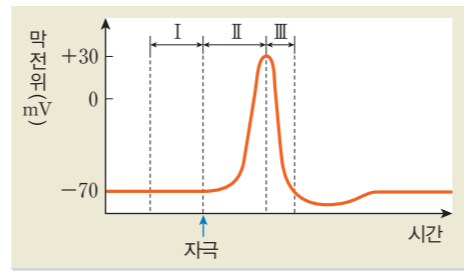
01 그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 가지돌기, 축삭돌기, 신경세포체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 이 뉴런에는 랭비에결절이 있다.
- A는 가지돌기이다.
- A는 다른 뉴런이나 세포로부터 신호를 받아들인다.
- B는 뉴런의 생명활동을 조절한다.
- C는 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.

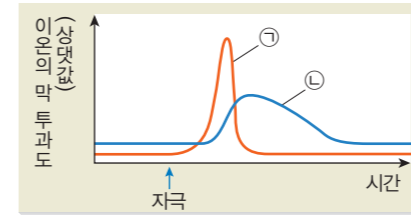
02 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 1 회 주었을 때 일어나는 막전위의 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 구간 I에서 Na⁺이 세포 안에서 밖으로 이동할 때 에너지가 사용된다.
- 구간 II에서 탈분극이 일어난다.
- 구간 II에서 Na⁺이 Na⁺통로를 통해 세포 안으로 이동한다.
- 구간 III에서 모든 K⁺통로는 닫혀 있다.
- 구간 III에서 K⁺의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높다.

03 서술형 01 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 1 회 주었을 때 이 뉴런의 축삭돌기의 한 지점에서 측정하는 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도를 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K⁺과 Na⁺을 순서 없이 나타낸 것이다.



㉠과 ㉡이 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 활동전위의 발생 과정과 관련지어 설명해 보자.

04 서술형 01, 02 그림은 피부에서 근육까지 신호가 전달되는 과정에 관여하는 뉴런을 나타낸 것이다.



피부에서부터 근육까지 신호가 전달되는 과정을 제시된 단어를 모두 사용하여 설명해 보자.

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 도약전도 | 연합뉴런 | 활동전위 |
| 구심성뉴런 | 시냅스전달 | 원심성뉴런 |

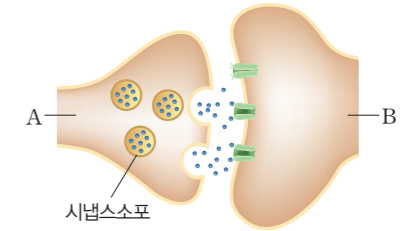
스스로 평가하기

이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

- | | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 지식-이해 | 뉴런의 구조와 기능을 이해하고, 뉴런에서 일어나는 신경자극전도 과정을 설명했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 시냅스를 통한 시냅스전달 과정을 설명했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 과정-기능 | 신경자극전도 과정을 모식도로 표현했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 약물이 시냅스전달에 영향을 미치는 사례를 조사했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 가치-태도 | 신경자극전도 과정을 모식도로 표현하는 과정에서 과학적으로 사고했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 인식했는가? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

평가 결과가 아쉽다면 '1. 신경자극전도와 시냅스전달'을 다시 한번 학습해 봅시다.

05 그림은 시냅스로 연결된 뉴런 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 시냅스전뉴런과 시냅스후뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- A는 시냅스전뉴런이다.
 - 시냅스소포에는 신경전달물질이 들어 있다.
 - B에는 신경전달물질이 결합하는 수용체가 있다.

- ㄱ
- ㄷ
- ㄱ, ㄴ
- ㄴ, ㄷ
- ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 서술형 02 다음은 약물 (가)에 대한 설명이다.

(가)는 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질 A가 시냅스전뉴런으로 재흡수되는 것을 막는다.

(가)가 A에 의한 시냅스전달을 촉진하는지 억제하는지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

2

신경계와 항상성

- 01 사람의 신경계
- 02 항상성 유지

자동 온도 조절 장치가 있는 냉난방기를 사용하면 집 밖의 온도가 변하더라도 집 안의 온도를 유지할 수 있다.

경험 비추어 보기 냉난방기를 작동했을 때 집 안의 온도가 일정하게 유지되는 까닭은 무엇일까?

생각해 보기 집 안의 온도가 유지되는 것처럼 우리 몸에서 일정하게 유지되는 것은 무엇일까?



학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- 신경계
- 호르몬
- 항상성

지식·이해

- 사람 신경계의 구조와 기능을 알고, 중추신경계와 말초신경계의 특징을 설명할 수 있다.
- 우리 몸의 항상성이 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되는 과정을 설명할 수 있다.

과정·기능

- 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌 구조를 탐구할 수 있다.
- 항상성 유지 작용을 스마트 헬스케어 시스템으로 탐구하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.

가치·태도

- 과학기술에 관심을 가지고, 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 경험할 수 있다.
- 항상성 유지 작용을 탐구하는 과정에서 과학적 근거를 들어 문제를 해결할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01 사람의 신경계

| 학습 목표 |

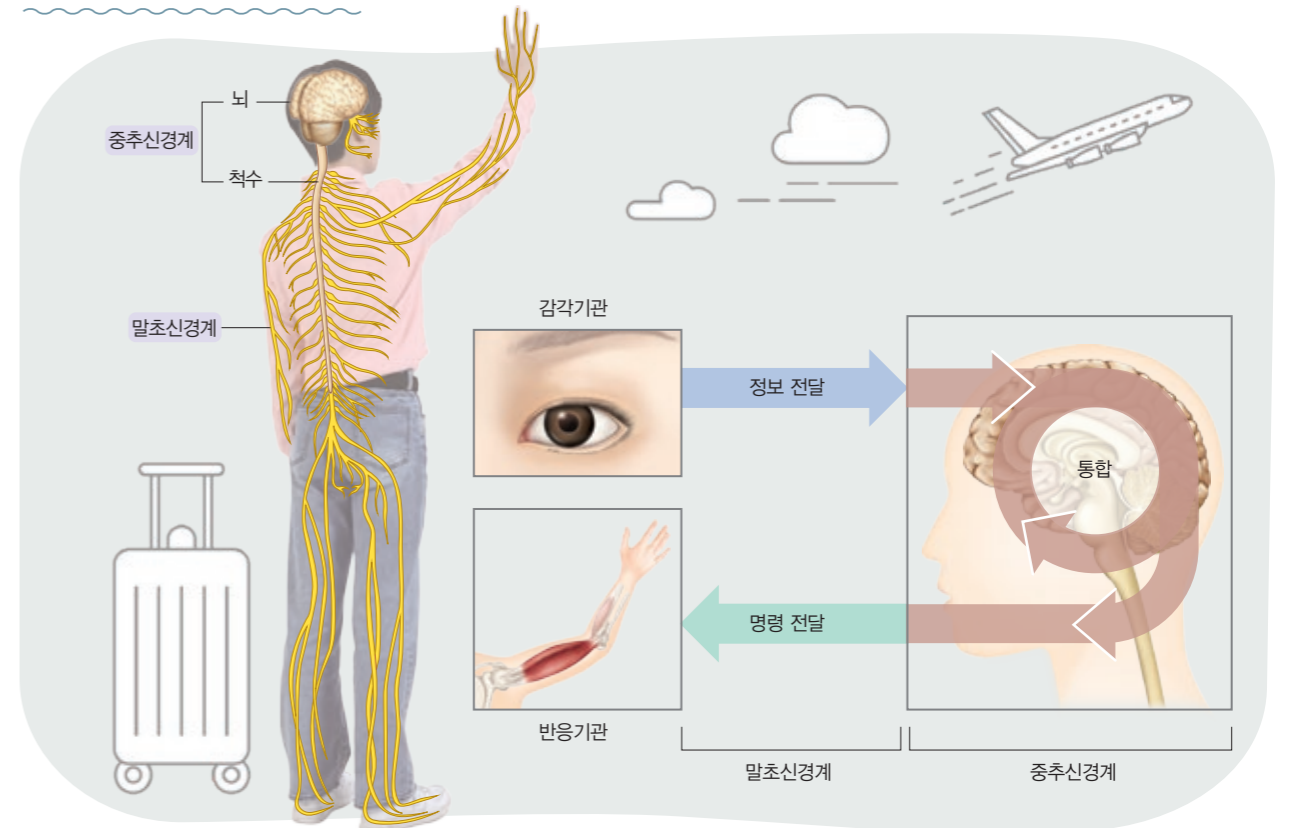
- 사람 신경계의 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- 중추신경계와 말초신경계의 특징을 설명할 수 있다.



사람의 신경계는 중추신경계와 말초신경계로 구분된다. 중추신경계는 우리 몸 안팎에서 받아들인 정보를 종합하고, 이에 대해 반응할 수 있도록 명령을 내린다. 말초신경계는 온몸에 퍼져 있어 감각기관으로 들어온 정보를 중추신경계에 전달하고, 중추신경계의 명령을 반응기관에 전달한다. 반응기관에서는 중추신경계의 명령에 따라 반응이 나타난다. 이 반응은 근육이 움직이는 것으로 나타나기도 하고, 몸속의 환경을 일정하게 유지하는 것으로 나타나기도 한다.

사람의 신경계는 중학교 「과학」의 '자극과 반응' 단원과 연계된다.

사람 신경계에서의 신호 전달



중추신경계

중추신경계는 뇌와 척수로 이루어지며, 중추신경계에는 연합뉴런이 모여 있다. 다음 탐구에서 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌의 구조를 알아보자.



탐구 능력 | 문제 해결 능력

실감형 콘텐츠를 활용한 뇌 구조 탐구하기



목표 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌의 구조를 관찰하고 설명할 수 있다.

과정 및 결과

1. **디지털** 사람의 뇌 구조 실감형 콘텐츠를 검색하여 실행해 보자.
2. 뇌의 겉모습과 전체적인 구조를 관찰하여 설명해 보자.
3. 뇌의 단면을 관찰하고, 뇌를 구성하는 각 부분의 기능을 설명해 보자.

정리

1. 뇌를 구성하는 각 부분의 이름을 모두 써 보자.
2. 뇌에서 가장 큰 부피를 차지하는 부분의 이름을 써 보자.

준비물

- ☑ 스마트 기기

실감형 콘텐츠

실감형 콘텐츠는 가상의 상황을 구현한 디지털 콘텐츠를 실제처럼 조작할 수 있게 만든 것이다. 실감형 콘텐츠는 정보 통신 기술을 이용하여 사람의 음성, 움직임 등을 인식한다. 따라서 사람이 콘텐츠와 능동적으로 상호작용할 수 있어 콘텐츠를 이용하면 실제와 비슷하게 경험할 수 있다.

뇌의 입체적인 구조를 관찰해 보자.



스스로 평가하기

| 지식·이해 | 뇌를 구성하는 각 부분의 이름을 말할 수 있는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌의 구조를 관찰했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 실감형 콘텐츠를 활용하는 과정에서 과학기술의 유용성을 경험했는가? ☆☆☆

뇌 I 뇌는 외부의 충격에 손상되지 않도록 단단한 두개골에 둘러싸여 있다. 뇌는 대뇌, 사이뇌, 중간뇌, 소뇌, 숨골, 다리뇌로 이루어지며, 각 부분은 기능이 다르다.

대뇌는 좌우 2 개의 반구로 이루어진다. 대뇌는 사람의 뇌에서 가장 큰 부피를 차지하며, 표면에 주름이 많아 표면적이 넓다. 대뇌의 단면은 겉질과 속질로 뚜렷하게 구분된다. 겉질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색을 띠는 회색질이고, 속질은 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 흰색을 띠는 백색질이다.

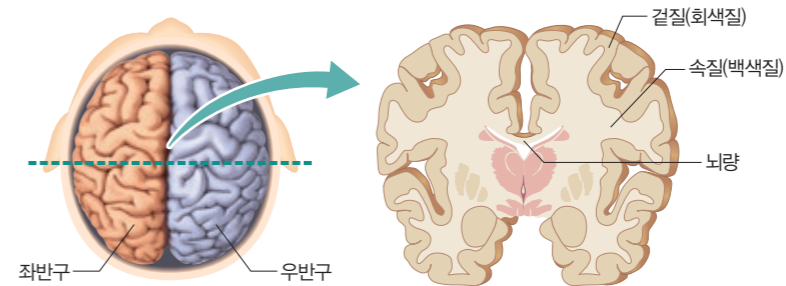


그림 II-8 대뇌의 구조

대뇌는 언어, 기억, 상상, 판단, 감정, 학습 등의 고등 정신 활동을 담당하고, 골격근의 운동을 조절한다. 대뇌의 겉질은 시냅스가 모여 있어 몸의 각 부위에서 들어온 자극을 통합하므로 대뇌 주요 기능의 대부분을 담당한다. 겉질은 그림 II-9와 같이 위치에 따라 이마엽, 마루엽, 뒤통수엽, 관자엽으로 구분하며, 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다. 감각령은 감각기관으로 들어온 정보를 감지한다. 연합령은 겉질의 대부분을 차지하며, 감각령의 정보를 종합하여 운동령에 적절한 명령을 내리고 정신 활동을 담당한다. 운동령은 연합령의 명령에 따라 골격근의 운동을 조절한다.

대뇌 좌반구와 우반구의 기능
좌반구는 언어 능력, 수리 능력, 추론 능력을 주로 담당하며, 우반구는 형태 인식, 얼굴 인식, 공간 관계 인식을 주로 담당한다. 좌반구와 우반구는 뇌량으로 연결되어 정보를 교환하며 기능을 수행한다.

스페리 (Sperry, R. W., 1913~1994)
미국의 과학자. 대뇌 반구의 기능을 연구하여 1981년에 노벨상을 받았다.

❓ 뒤통수엽이 손상되면 어떤 증상이 나타날까?

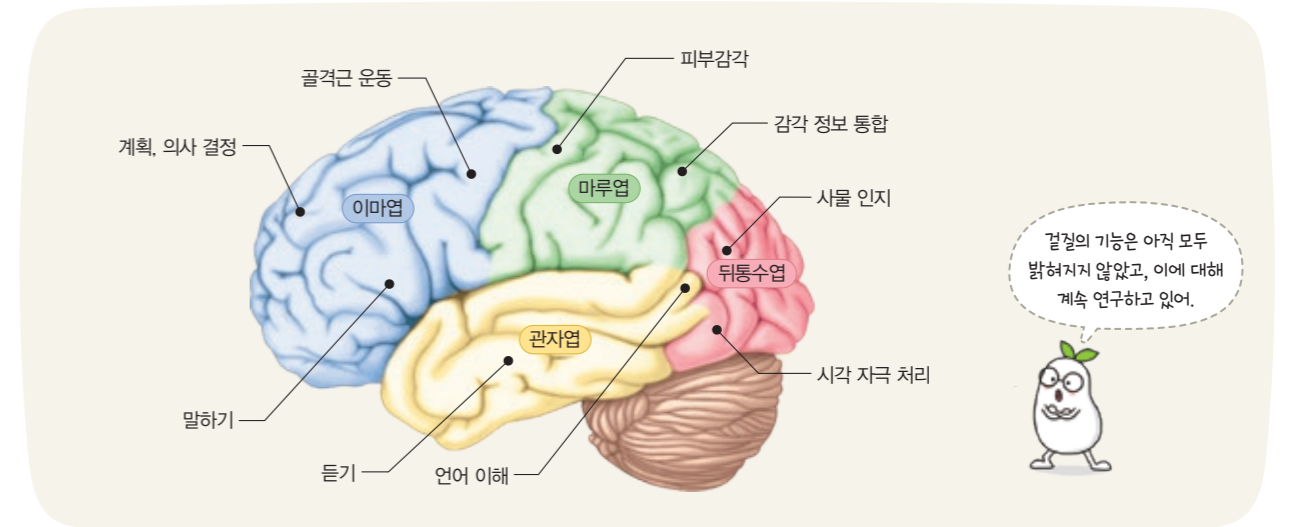


그림 II-9 대뇌 좌반구 겉질의 기능

헤스
(Hess, W. R., 1881~1973)
스위스의 과학자. 내장기관의 활동을 조절하는 사이뇌의 기능을 발견했다.

사이뇌는 시상과 시상하부로 이루어진다. 시상은 대부분의 감각 신호를 대뇌의 겉질로 전달한다. 시상하부는 체온, 삼투압 등의 항상성 유지에 관여한다.

중간뇌는 대뇌, 사이뇌와 척수 사이에서 정보를 전달한다. 중간뇌는 소뇌와 함께 몸의 균형을 조절하는 데 관여하며, 안구 운동과 동공반사의 중추이다.

소뇌는 좌우 2 개의 반구로 이루어진다. 소뇌는 몸의 균형을 조절하며, 골격근의 운동을 조절하고 운동 기술을 익히는 데 관여한다.

숨골은 뇌와 척수를 연결하는 신경이 지나가고, 대뇌와 연결된 대부분의 신경이 좌우로 교차되는 곳이다. 숨골은 심장박동, 소화 운동, 호흡운동을 조절하고, 기침, 하품, 재채기, 눈물 분비 등과 같은 반사의 중추이다.

다리뇌는 중간뇌와 말초신경계 사이에서 정보를 전달한다.

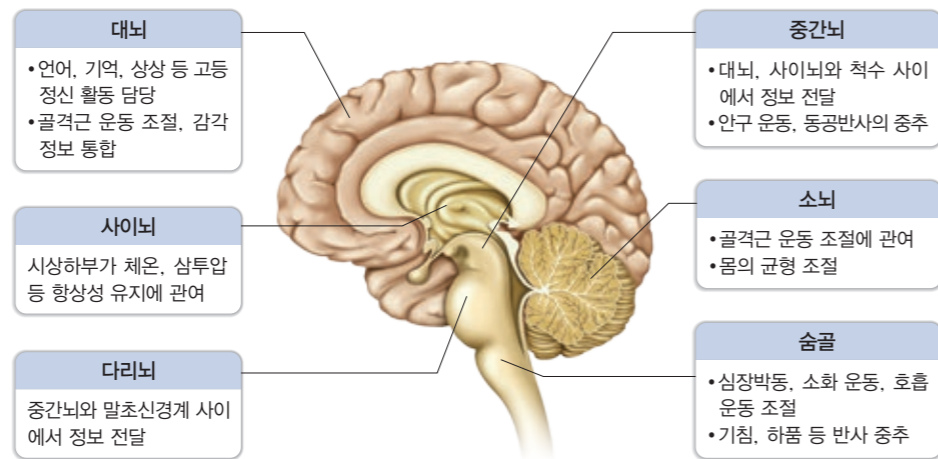


그림 II-10 뇌의 구조와 기능

다음 해 보기에서 최신의 뇌 연구와 관련된 영상을 찾아 시청하고, 흥미를 느낀 뇌과학 분야에 대해 이야기해 보자.

*** 커넥톰**
뇌를 이루는 뉴런 사이의 연결 관계를 나타낸 것

해보기 Q 탐구 능력 | Q 의사 결정 능력

최신 뇌 연구 관련 영상 시청하기

- 디지털** 다음은 뇌 연구로 개발된 여러 가지 기술이다. 이와 관련된 최신의 뇌 연구 영상을 검색하여 시청해 보자.
 - Q 뇌 지도
 - Q 신경 회로
 - Q 뇌 이미징
 - Q 뇌 *커넥톰
 - Q 뇌파 측정
 - Q BMI 기술
- 최신의 뇌 연구 영상을 시청하면서 흥미를 느낀 뇌과학 분야를 친구들에게 소개해 보자.

척수 I 척수는 숨골에 이어 척추 속으로 등 쪽을 따라 길게 뻗어 있다. 척수의 단면도 겉질과 속질이 뚜렷하게 구분된다. 대뇌와 반대로 겉질은 주로 뉴런의 축삭 돌기가 모여 흰색을 띠는 백색질이고, 속질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색을 띠는 회색질이다.

척수는 뇌와 말초신경계를 이어 주는 통로 역할을 한다. 척추의 마디마다 척수의 배 쪽으로 원심성신경(운동신경, 자율신경) 다발이 좌우로 1 개씩 나와 전근을 이루고, 척수의 등 쪽으로 구심성신경(감각신경) 다발이 좌우로 1 개씩 나와 후근을 이룬다. 따라서 감각기관으로 들어온 신호는 후근을 통해 척수로 전달되고, 뇌와 척수의 명령은 전근을 통해 반응기관으로 전달된다. 척수는 배뇨, 배변, 무릎반사, *회피반사 등과 같은 반사의 중추이다.

*** 회피반사**
날카로운 물체에 찢리는 것과 같이 몸을 손상하는 자극을 받았을 때 몸을 보호하기 위해 빠르게 피하는 무조건반사

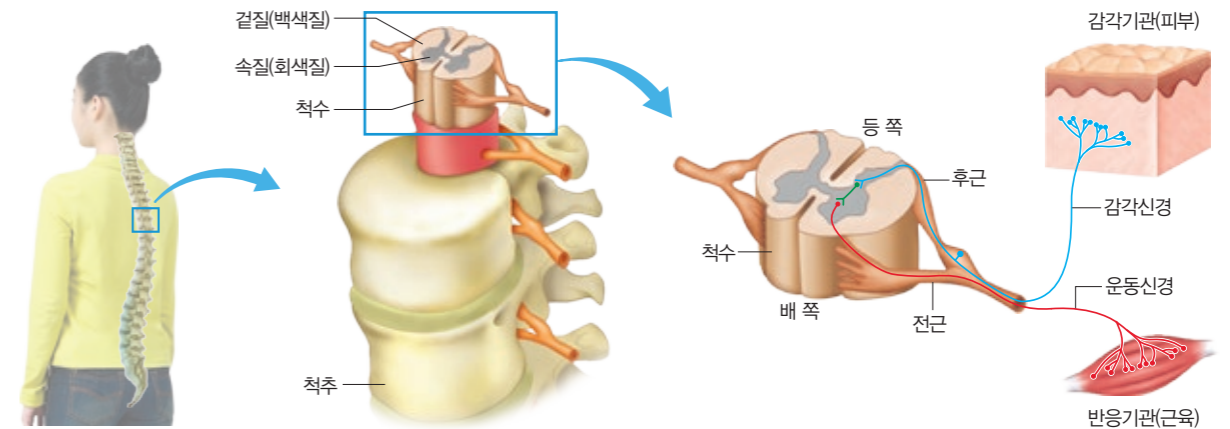
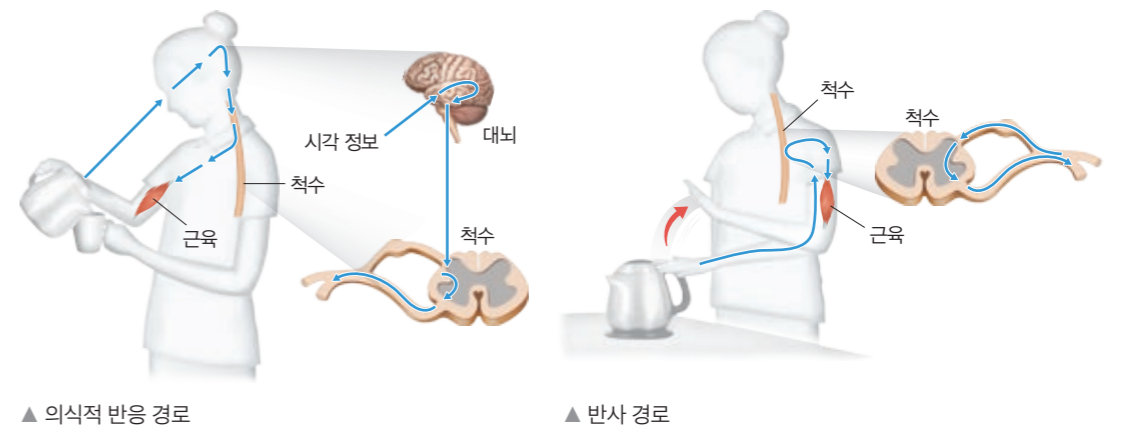


그림 II-11 척수의 구조 척수는 척추 속으로 길게 뻗어 있어 척추의 보호를 받는다.

자료실 **의식적 반응의 경로와 반사의 경로**

의식적 반응은 대뇌의 판단과 명령에 의해 일어나고, 반사는 중간뇌, 숨골, 척수의 명령에 의해 일어난다. 반사는 감각기관에서 들어온 신호가 대뇌로 전달되기 전에 반사 중추의 명령이 바로 운동신경으로 전달되어 일어난다. 따라서 반사는 신호 전달 경로가 의식적 반응보다 짧아 빠르게 반응할 수 있어 갑작스러운 위험 상황에서 몸을 보호하는 데 도움이 된다.



말초신경계

말초신경계는 뇌에서 좌우로 뻗어 나온 뇌신경 12 쌍과 척수에서 좌우로 뻗어 나온 척수신경 31 쌍으로 이루어지며, 몸의 각 부분과 중추신경계를 연결한다.

말초신경계는 그림 II-12와 같이 기능에 따라 구심성뉴런으로 구성된 신경계와 원심성뉴런으로 구성된 신경계로 구분된다. 원심성뉴런으로 구성된 신경계에는 체성신경계와 자율신경계가 있다. 체성신경계는 대부분 대뇌의 지배를 받으며, 중추신경계의 명령을 골격근으로 전달하여 의식적인 몸의 움직임을 조절한다. 자율신경계는 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않고 중간뇌, 숨골, 척수의 조절을 받는다. 자율신경계는 혈관, 내분비샘, 내장기관에 분포하여 소화, 순환, 호흡, 항상성 등 생명을 유지하는 데 필수적인 기능을 조절한다.

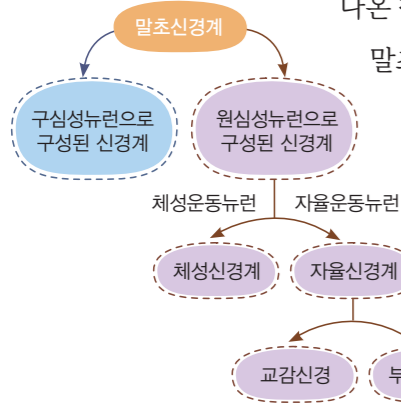
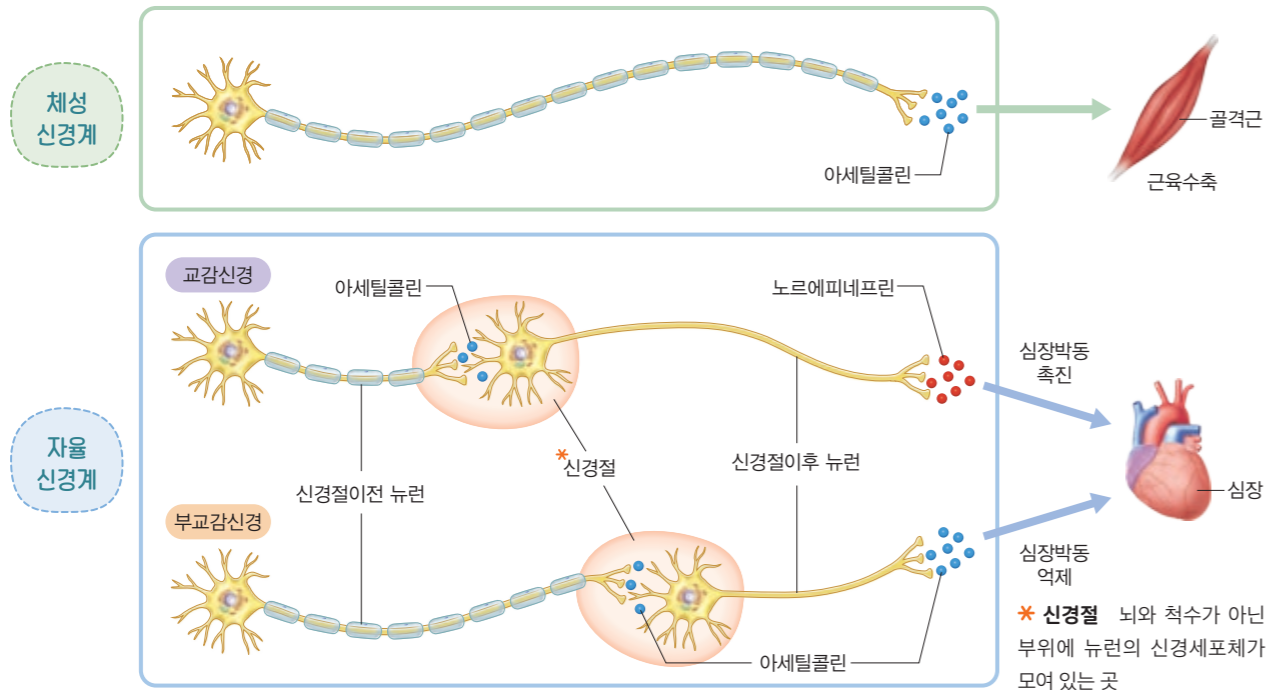


그림 II-12 말초신경계의 구분

체성신경계는 중추에서 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결되며, 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비되어 골격근이 수축한다. 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 이루어지며, 중추에서 나온 뉴런이 반응기관에 이르기 전에 신경절에서 시냅스를 형성한다. 교감신경의 신경절이전 뉴런에서는 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비되고, 신경절이후 뉴런에서는 신경전달물질로 노르에피네프린이 분비된다. 부교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런에서는 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다.

교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧고, 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길어.

체성신경계와 자율신경계의 구조



교감신경과 부교감신경은 그림 II-13과 같이 대부분 같은 기관에 분포하며, 서로 반대 효과를 나타내는 길항작용을 한다. 교감신경과 부교감신경의 조절 작용은 신경절이후 뉴런에서 분비되는 신경전달물질이 달라 반대로 나타난다. 예를 들어 교감신경의 작용이 활성화되면 신경절이후 뉴런에서 노르에피네프린이 분비되어 심장박동이 빨라지고 숨관가지가 이완되어 가스교환이 빨라지지만, 부교감신경의 작용이 활성화되면 신경절이후 뉴런에서 아세틸콜린이 분비되어 심장박동이 느려지고 숨관가지가 수축되어 가스교환이 느려진다. 또 교감신경의 작용이 활성화되면 소화 작용이 억제되지만, 부교감신경의 작용이 활성화되면 소화 작용이 촉진된다. 주로 위급한 상황에서 교감신경의 작용이 활성화되며, 위급한 상황이 지나가면 부교감신경의 작용이 활성화되어 몸이 안정된 상태로 회복된다.

디지털 탐색
 자율신경계 이상을 검색하여 자율신경계에 이상이 생기면 어떤 증상이 나타나는지 찾아보자.

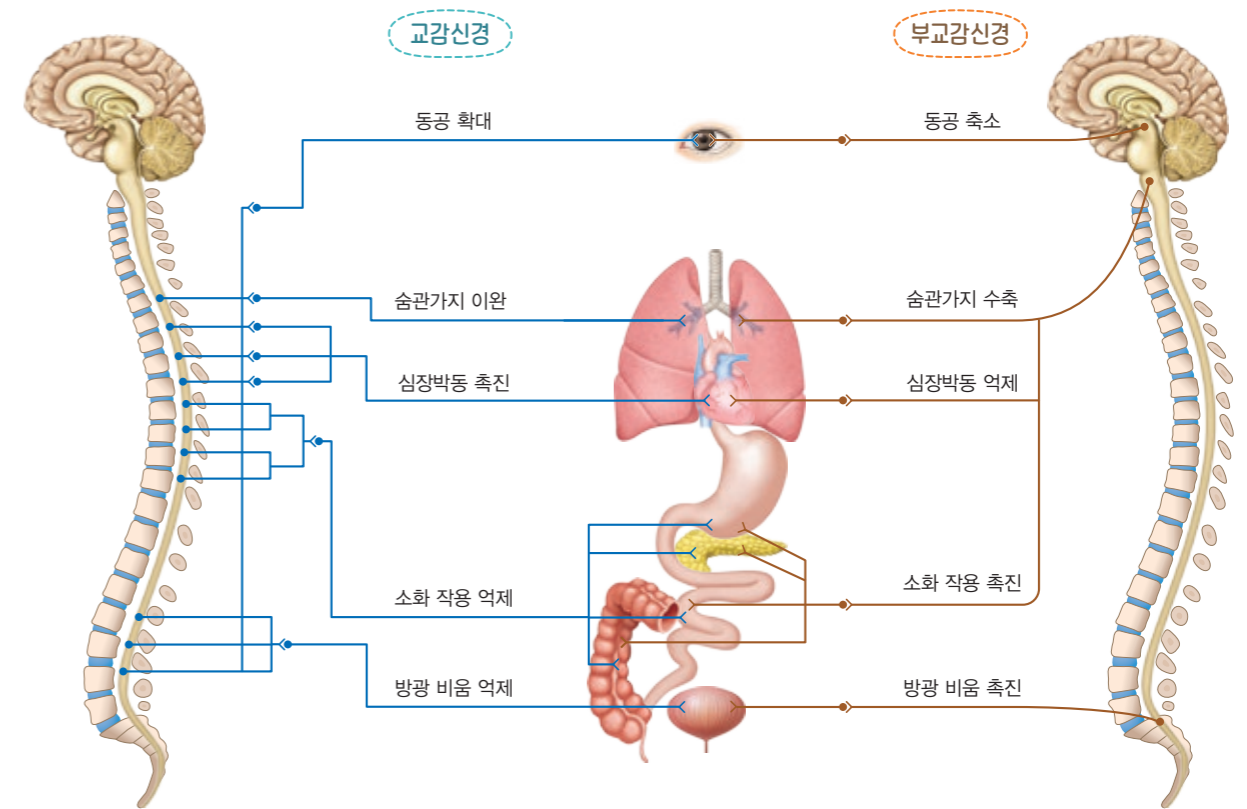


그림 II-13 교감신경과 부교감신경의 분포와 조절 작용

스스로 확인하기

- 1 뇌에서 고등 정신 활동을 담당하는 부분의 이름을 써 보자.
- 2 무릎반사와 회피반사의 중추는 ()이다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 스트레스를 받을 때 음식을 먹으면 체할 수 있다. 그 까닭을 자율신경계의 작용과 관련지어 설명해 보자.

단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 101 쪽 학습 목표에 ✓ 표시하여 스스로 점검해 보자.

02 항상성 유지

| 학습 목표 |

- 항상성이 유지되는 원리를 신경계와 내분비계의 상호작용으로 설명할 수 있다.
- 혈당량, 삼투압, 체온의 항상성이 유지되는 과정을 신경계와 내분비계의 통합적 작용으로 설명할 수 있다.



우리 몸은 외부 환경이 변해도 혈액 속 포도당의 농도, 삼투압, 체온 등의 몸속 환경을 일정하게 유지하려고 하는데, 이러한 성질을 **항상성**이라고 한다. 스마트 헬스케어 시스템을 활용하면 몸속의 환경을 필요할 때마다 확인할 수 있다. 다음 탐구에서 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 우리 몸에서 일어나는 항상성 유지 작용을 탐구해 보자.

탐구 능력 | 문제 해결 능력

탐구

탐구 설계, 협력적 소통

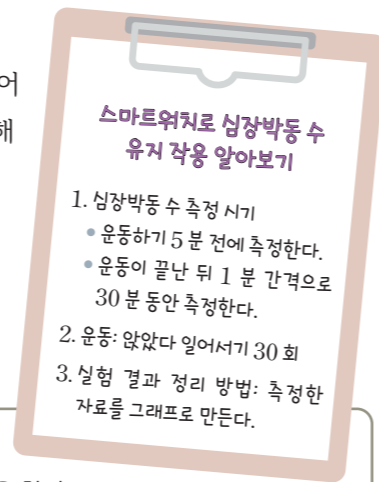
스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용 탐구하기

목표 스마트 헬스케어 시스템으로 심장박동 수를 측정하여 항상성 유지 작용을 탐구하는 실험을 스스로 설계해 수행할 수 있다.

1 고안하기

1. 모듈별로 어떤 휴대용 장비로 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 심장박동 수를 측정할지 정해 보자.
2. 정한 휴대용 장비로 심장박동 수를 측정하여 항상성 유지 작용을 어떻게 탐구할지 다음을 참고하여 실험을 설계해 보자.

- 심장박동 수를 어느 시기에, 몇 번 측정할까?
- 심장박동 수의 변화를 관찰하기 위해 어떤 운동을 할까?
- 실험 결과로 얻은 자료를 어떻게 정리할까?



준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 휴대용 헬스케어 장비

스마트 헬스케어 시스템을 활용할 수 있는 휴대용 장비에는 스마트워치, 휴대용 심장박동 수 측정기 등이 있어.



2 수행하기

1. 설계한 대로 실험을 수행하여 심장박동 수를 측정해 보자.



2. 모듈원의 심장박동 수 측정 결과를 모아 분석하고, 이 결과에서 알 수 있는 항상성 유지 작용에 대해 토의해 보자.
3. 항상성 유지 작용에 대한 보고서를 써 보자.



3 소통하기

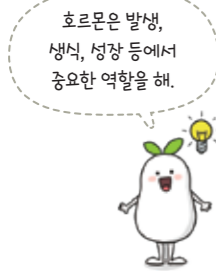
1. 보고서를 활용하여 항상성 유지 작용에 대해 발표해 보자.
2. 다음 표를 활용하여 우리 모듈과 다른 모듈의 발표 내용을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 심장박동 수의 항상성 유지 작용을 설명했는가?			
과정·기능 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용을 탐구하는 실험을 설계하고, 설계한 대로 수행했는가?			
가치·태도 심장박동 수의 항상성 유지 작용을 탐구할 때 과학적 근거를 이용하고, 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 경험했는가?			

생명과학 + **화학**

환경 호르몬

환경 호르몬은 산업 활동으로 생성되는 물질이며, 환경 호르몬에는 다이옥신이 있다. 환경 호르몬은 생물의 몸속으로 흡수되면 호르몬처럼 작용하여 내분비계의 기능을 방해한다.



항상성 유지 원리

항상성이 유지되어야 생명활동이 정상적으로 일어날 수 있다. 항상성은 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되며, 이 두 기관계는 모두 우리 몸속에서 신호를 전달하는 데 관여한다.

내분비계는 시상하부, 뇌하수체, 갑상샘, 이자, 부신 등의 내분비샘으로 구성된다. 각 내분비샘은 호르몬을 생성하여 혈관으로 분비한다. 호르몬은 혈액을 따라 이동하다가 특정 세포에만 작용하며, 이를 표적세포라고 한다. 표적세포에는 호르몬과 특이적으로 결합하는 수용체가 있다. 호르몬이 수용체와 결합하면 표적세포의 물질대사가 변화하여 반응이 나타난다. 호르몬에 따라 표적세포가 다르며, 호르몬은 매우 적은 양으로도 표적세포에 작용할 수 있다.

그림 II-14와 같이 뉴런은 신호를 빠르게 전달하고, 이 신호에 의한 반응은 축삭돌기 말단이 연결된 부위에서만 빠르게 나타났다가 곧 사라진다. 호르몬은 혈액을 따라 이동하여 여러 표적세포에 신호를 전달한다. 따라서 호르몬의 신호는 뉴런보다 느리게 전달되지만, 반응이 비교적 오랫동안 지속된다.

참의 사고 뉴런에 의한 신호 전달과 호르몬에 의한 신호 전달의 차이를 나타내는 비유를 일상 생활에서 찾아 설명해 보자.

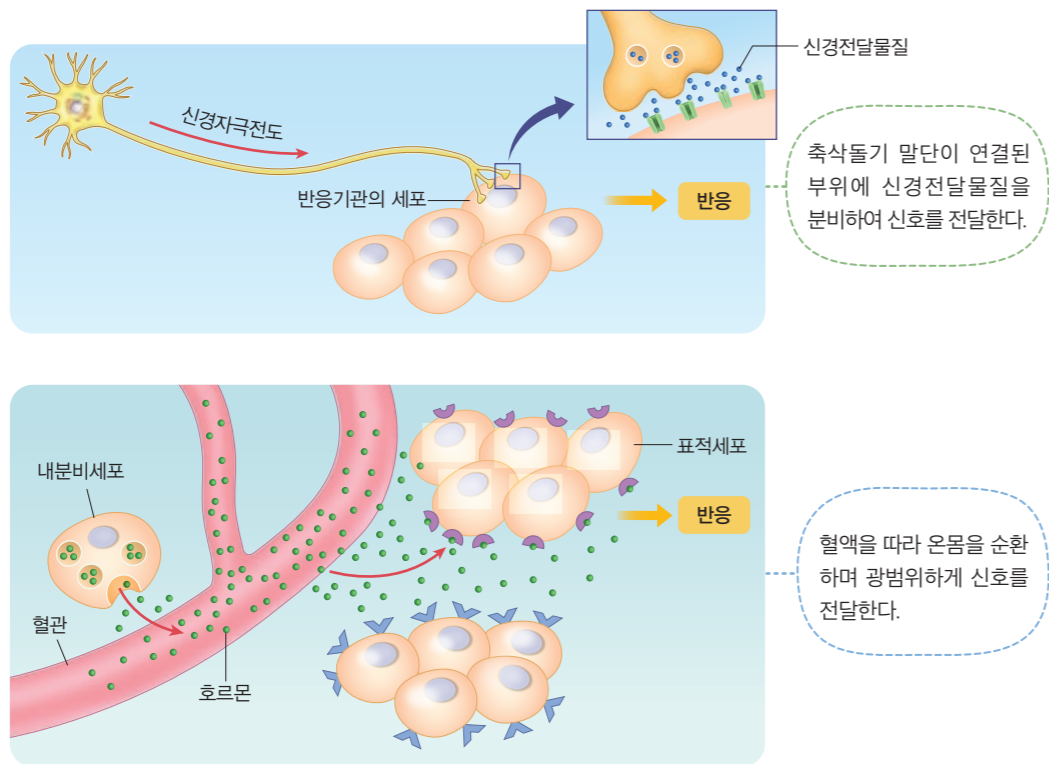


그림 II-14 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달

항상성이 유지되려면 호르몬의 분비가 조절되어야 하며, 호르몬의 분비를 조절하는 중추는 사이뇌의 시상하부이다.

항상성은 주로 신경계와 내분비계에 의한 음성피드백과 길항작용으로 유지된다. 음성피드백은 어떤 원인으로 나타난 결과가 그 원인을 다시 억제하여 호르몬의 분비를 조절하는 방식이다. 그림 II-15와 같이 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 신경계와 내분비계의 음성피드백으로 타이록신의 분비가 억제되어 농도가 감소한다. 반대로 혈액 속 타이록신의 농도가 감소하면 신경계와 내분비계에 의해 타이록신의 분비가 촉진되어 원래의 상태로 농도를 회복한다.

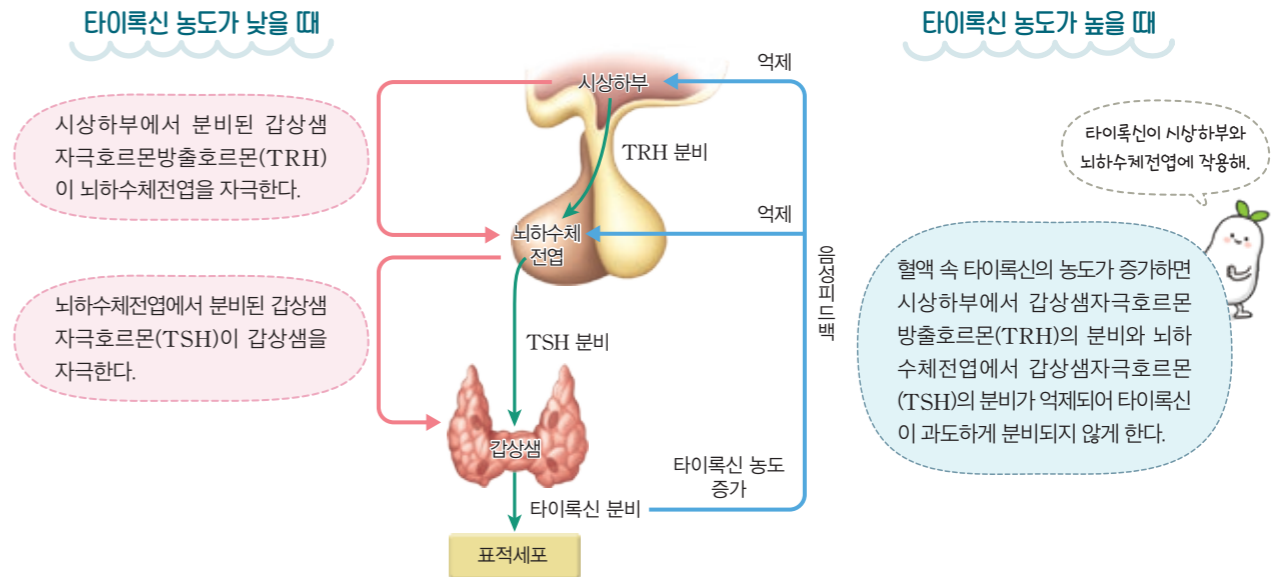


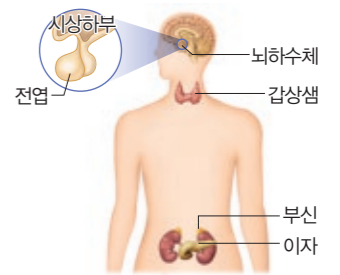
그림 II-15 타이록신의 분비 조절 과정 건강한 사람의 혈액 속 타이록신의 농도는 신경계와 내분비계의 음성 피드백으로 유지된다.

교감신경과 부교감신경의 길항작용으로 심장박동이 일정하게 유지되며, 이자에서 분비되는 인슐린과 글루카곤의 길항작용으로 혈액 속 포도당의 농도가 일정하게 유지된다. 이와 같이 여러 길항작용으로 항상성이 유지될 수 있다.

자료실 **사람의 내분비계**

사람의 내분비계는 내분비샘마다 다른 종류의 호르몬을 분비하여 표적세포의 기능을 조절한다.

- 시상하부: 뇌하수체의 호르몬 분비를 조절하는 호르몬을 분비한다.
- 뇌하수체전엽: 표적세포에 직접 영향을 미치는 호르몬을 분비하거나, 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬을 분비한다.
- 갑상샘: 물질대사를 촉진하는 타이록신을 분비한다.
- 부신속질: 심장박동을 촉진하고 혈압을 높이는 호르몬을 분비한다.
- 이자: 혈액 속 포도당의 농도를 조절하는 호르몬을 분비한다.



▲ 사람의 내분비계

생명과학 **생활**

당뇨병

이차에서 인슐린이 정상적으로 생성되지 않거나, 인슐린이 간세포, 근육세포 등에 작용하지 못하면 혈당량이 정상 수준보다 높게 유지되어 당뇨병이 나타난다.

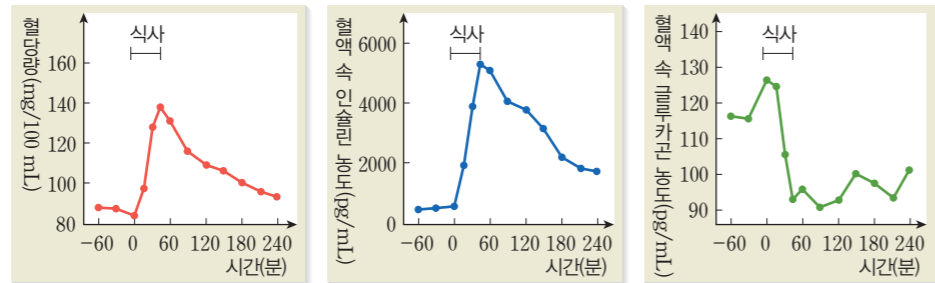
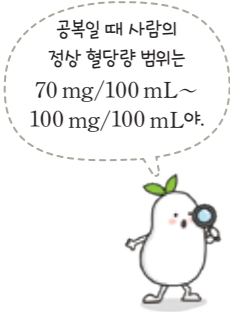
항상성조절

혈당량 조절 | 포도당은 세포호흡에 필요한 주요 에너지원이므로 혈액 속 포도당의 농도는 일정하게 유지되어야 한다. 혈액 속 포도당의 농도를 **혈당량**이라고 하며, 혈당량은 이차에서 분비하는 인슐린과 글루카곤에 의해 유지된다. 다음 해 보기에서 혈당량을 조절하는 데 관여하는 인슐린과 글루카곤의 역할을 추론해 보자.

해보기

인슐린과 글루카곤의 역할 추론하기

그림은 식사를 시작한 뒤 시간에 따른 혈당량, 혈액 속 인슐린과 글루카곤의 농도를 나타낸 것이다.



(출처: 『Animal Physiology』, 2016.)

1. 식사를 시작한 뒤 혈당량이 증가할 때 혈액 속 인슐린과 글루카곤의 농도는 각각 어떻게 변화하는지 설명해 보자.
2. 인슐린과 글루카곤이 혈당량을 어떻게 조절하는지 추론해 보자.

혈당량이 증가하면 인슐린의 분비량이 증가하고, 인슐린의 작용으로 혈당량이 감소한다. 반면에 혈당량이 감소하면 글루카곤의 분비량이 증가하고, 글루카곤의 작용으로 혈당량이 증가한다.

자료실 **혈당량 조절과 식습관**

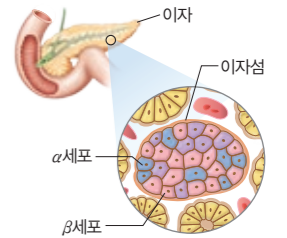
혈당량이 원활하게 조절되려면 인슐린과 글루카곤의 분비량이 균형을 이루어야 한다. 그러나 탄수화물이 많이 포함된 음식 위주로 식사하면 혈당량이 빠르게 증가하므로 인슐린의 분비량도 빠르게 증가하여 글루카곤의 분비량과 균형을 이루지 못한다. 그 결과 혈당량이 정상 범위보다 낮아져 에너지원으로 포도당을 사용하는 뇌에 포도당이 부족해지고, 사람은 졸음, 힘없음, 어지러움, 집중력 저하 등을 느끼거나 단 음식을 더 먹게 된다. 이를 방지하려면 탄수화물, 지방, 단백질 등을 골고루 함유한 음식으로 식사하는 것이 좋다.



▲ 탄수화물, 지방, 단백질을 골고루 함유한 음식

이차섬

이차섬은 이차에 흩어져 있는 내분비세포 덩어리이다. 이차섬에는 인슐린을 생성하는 β세포와 글루카곤을 생성하는 α세포가 있다.



식사를 시작한 뒤 음식이 소화되면 작은창자에서 포도당이 흡수되어 혈당량이 증가한다. 혈당량이 증가하면 이차의 β세포에서 인슐린의 분비량이 증가한다. 인슐린이 혈액 속 포도당을 근육세포와 같은 세포로 흡수하는 과정과 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하여 혈당량이 정상 수준으로 감소한다.

식사 전 공복일 때 혈당량이 감소하면 이차의 α세포에서 글루카곤의 분비량이 증가한다. 글루카곤이 간에 저장된 글라이코젠을 포도당으로 분해하여 혈액으로 방출하는 과정을 촉진해 혈당량이 정상 수준으로 증가한다.

혈당량의 변화가 이차에 작용하여 음성피드백으로 호르몬의 분비량이 조절되며, 인슐린과 글루카곤은 길항작용으로 혈당량을 조절한다.

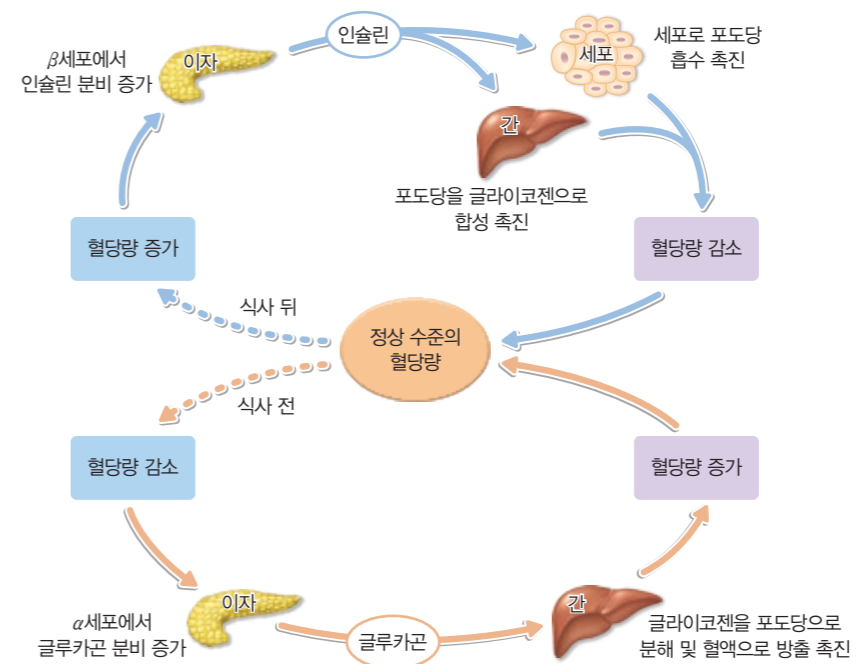


그림 II-16 혈당량 조절 과정

혈당량은 부신속질에서 분비되는 에피네프린에 의해서도 변화한다. 추위, 물리적인 위험 등의 *스트레스 상황에서 시상하부가 교감신경의 작용을 활성화하여 부신속질에서 에피네프린이 분비되는 것을 촉진해 혈당량이 증가한다.

* 스트레스

적응하기 어려운 환경에서 느끼는 심리적·신체적 긴장 상태

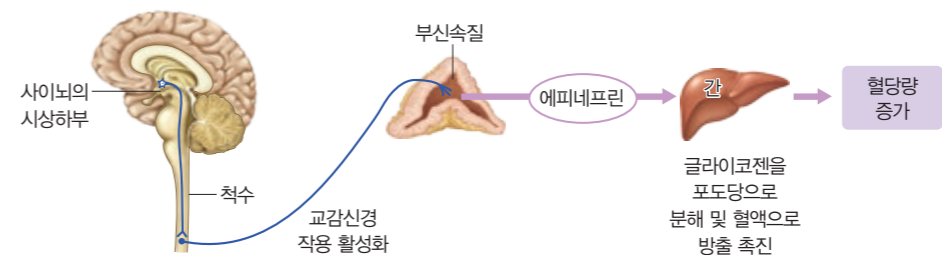
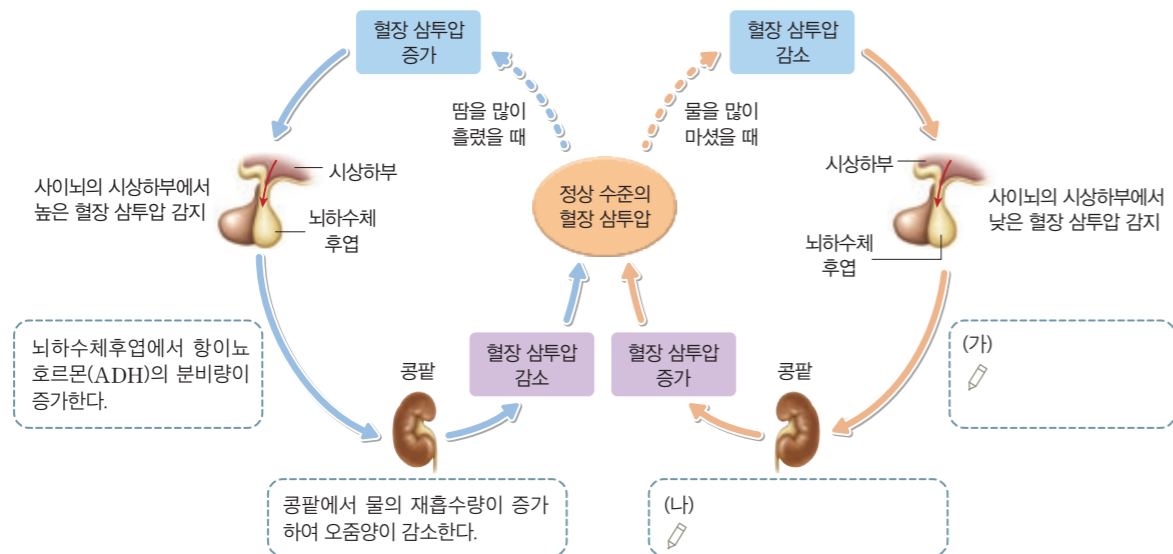


그림 II-17 교감신경에 의한 혈당량 조절 과정

삼투압 조절 | 우리 몸을 구성하는 세포는 대부분 외부 환경에 직접 노출되지 않고 혈장과 같은 체액에 둘러싸여 있다. 혈장 삼투압이 변하면 세포가 부풀거나 찌그러져 생명활동이 정상적으로 일어나지 않으므로 혈장 삼투압은 일정하게 유지되어야 한다. 시상하부에서 생성되어 뇌하수체후엽에서 분비되는 항이뇨호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 조절한다. 다음 해 보기에서 혈장 삼투압이 조절되는 과정을 추론해 보자.

해보기 혈장 삼투압의 조절 과정 추론하기

그림은 혈장 삼투압이 조절되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.



1. 혈장 삼투압을 조절하는 중추는 무엇이며, 어떻게 작용하는지 설명해 보자.
2. 혈장 삼투압이 감소했을 때 뇌하수체후엽의 항이뇨호르몬(ADH) 분비량 변화와 콩팥에서 물의 재흡수량 변화를 추론하여 (가)와 (나)에 써 보자.

땀을 많이 흘려 혈장 삼투압이 증가하면 시상하부가 이를 감지하고, 시상하부의 자극으로 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 증가한다. 그 결과 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하여 혈장 삼투압이 정상 수준으로 감소한다. 물을 많이 마셔 혈장 삼투압이 감소하면 시상하부가 이를 감지하고 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 감소한다. 그 결과 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하여 혈장 삼투압이 정상 수준으로 증가한다.

체온조절 | 체온이 정상 범위를 벗어나면 단백질이 주성분인 효소의 활성화에 영향을 미쳐 물질대사에 이상이 생길 수 있으므로 체온은 일정하게 유지되어야 한다. 체온이 정상 범위를 벗어나면 시상하부는 열 발산량과 열 발생량을 조절하여 체온을 유지한다.

그림 II-18과 같이 추운 환경에서 체온이 낮아지면 시상하부가 이를 감지하고 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시킨다. 그 결과 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소하여 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소한다. 또 골격근을 떨리게 하여 열 발생량이 증가하므로 체온이 정상 범위로 높아진다. 더운 환경에서 체온이 높아지면 시상하부가 교감신경의 작용을 완화하여 피부 근처 혈관을 확장함으로써 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가하고, 땀샘에서 땀 분비를 촉진한다. 그 결과 열 발산량이 증가하여 체온이 정상 범위로 낮아진다.

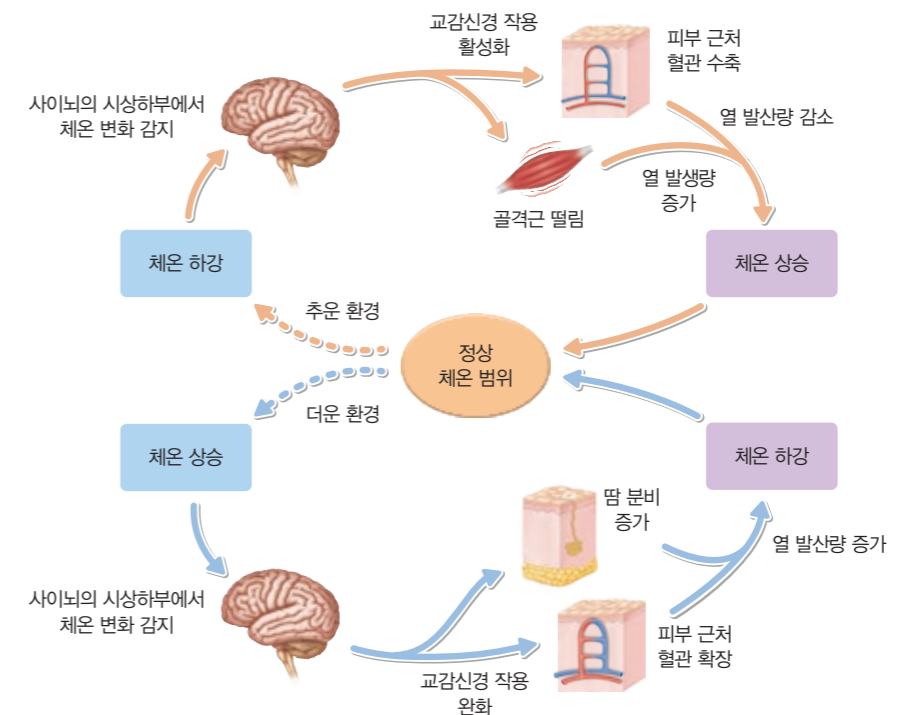


그림 II-18 체온조절 과정

스스로 확인하기

1. 내분비샘에서 분비되어 혈액을 따라 이동해 표적세포에 작용하는 물질의 이름을 써 보자.
2. 식사 시작 뒤 혈당량이 증가하면 이자의 β 세포에서 ()의 분비량이 증가한다.
- 3 | **과학 역량 기르기** | 이온 음료에는 갈슘, 나트륨 등 전해질을 제공하기 위한 첨가물이 들어 있다. 운동한 뒤 땀을 많이 흘렸을 때 물보다 이온 음료를 마시는 것을 권장하는 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지 108 쪽 학습 목표에 표시하여 스스로 점검해 보자.

기온의 변화와 관계없이 사람의 체온은 약 36.5 °C로 유지돼.



호르몬에 의한 체온 상승

혈액 속 타이록신의 농도가 증가하거나 교감신경의 작용이 활성화되어 부신속질에서 분비되는 에피네프린의 농도가 증가하면 세포호흡이 활발하게 일어나 열 발생량이 증가한다.

칭의사고 추울 때 손끝, 발끝, 귓바퀴와 같은 몸의 말단 부위 체온이 몸의 중심부보다 더 빨리 낮아지는 까닭을 설명해 보자.

운동과 호르몬

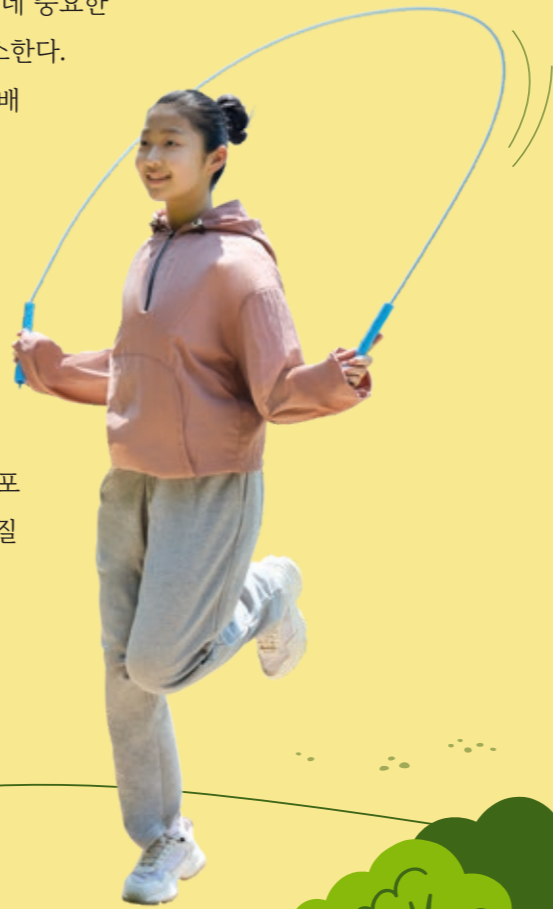
“건강한 신체에 건강한 정신이 깃든다.”라는 말이 있다. 사람이 운동하는 것이 뇌 건강과 어떤 관계가 있는지 밝히기 위해 여러 과학자가 연구하고 있다.

운동하면 근육에서 물질대사를 촉진하는 물질이 많이 분비된다. 이 물질들을 마이오카인이라고 하며, 마이오카인에는 뇌 유래 신경 성장 인자, 아이리신과 같이 호르몬처럼 작용하는 것이 있다고 밝혀졌다.

뇌 유래 신경 성장 인자는 뉴런이 성장하고 발달하는 데 중요한 역할을 하지만, 노화 과정에서 혈액 속 농도가 점차 감소한다.

그런데 운동하면 이 물질의 혈액 속 농도가 평소보다 약 2 배 ~3 배 증가하여 뇌조직에 긍정적인 영향을 미친다.

과학자들은 아이리신의 기능을 밝히기 위해 아이리신 생성과 관련된 세포막 단백질 합성을 억제한 쥐로 실험했다. 이 쥐의 혈액 속 아이리신의 농도를 높였더니 쥐의 인지 기능과 신경에 발생한 염증이 개선되었다. 이를 통해 아이리신을 이용하여 알츠하이머와 같은 인지 기능 장애를 치료할 수 있다는 가능성이 제시되었다. 또 아이리신은 미토콘드리아가 적은 백색 지방세포를 미토콘드리아가 풍부한 갈색 지방세포로 바꾸어 물질대사를 촉진하고, 뼈의 밀도를 높이기도 한다.



토의·토론

마이오카인이 많이 분비되게 하는 방법을 토의해 보고, 실천 계획을 세워 보자.

의사 결정 능력

중단원 마무리

01 사람의 신경계

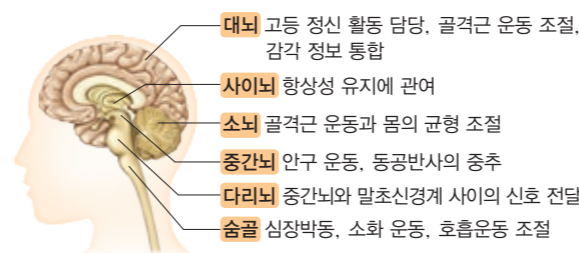
101 쪽~107 쪽

1. 신경계의 구성과 기능

- ①: 감각 정보를 종합하고, 이에 대해 반응할 수 있도록 명령을 내리는 신경계이다. 뇌와 척수로 이루어진다.
- ②: 몸의 각 부분과 중추신경계를 연결하는 신경계이다. 뇌신경과 척수신경으로 이루어진다.

2. 중추신경계의 구조와 기능

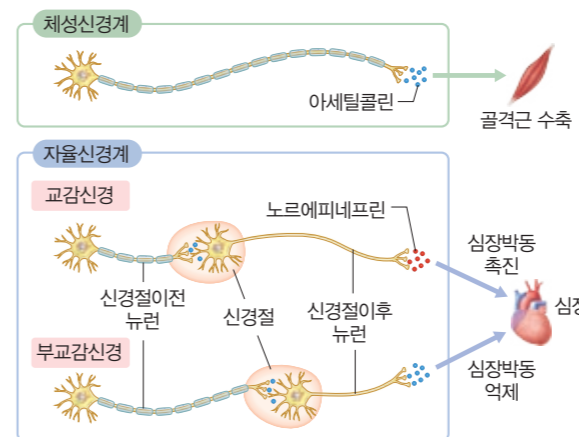
- 뇌는 대뇌, 사이뇌, 중간뇌, 소뇌, 숨골로 이루어지며, 각 부분은 기능이 다르다.



- 척수는 뇌와 말초신경계를 이어 주는 통로이며, 배뇨, 회피반사 등 ③의 중추이다.

3. 말초신경계의 구조와 기능

- ④: 중추에서 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결된다.
- ⑤: 중추에서 반응기관까지 2 개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 이루며, 교감신경과 부교감신경이 길항작용을 한다.

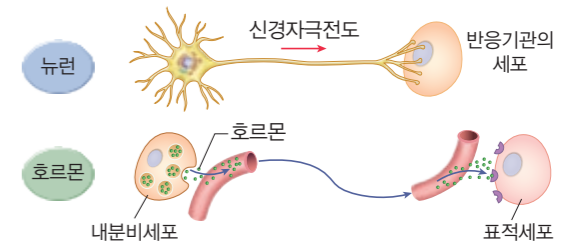


▲ 말초신경계의 구조와 기능

02 항상성 유지

108 쪽~115 쪽

- 호르몬의 특성:** 호르몬은 내분비샘에서 생성 및 분비되어 혈액을 따라 이동하다 ⑥에만 반응한다.
- 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달:** ⑦에 의한 신호는 빠르게 전달되고 반응이 빠르게 나타났다 사라지지만, ⑧에 의한 신호는 비교적 느리게 전달되고 반응이 오랫동안 지속된다.



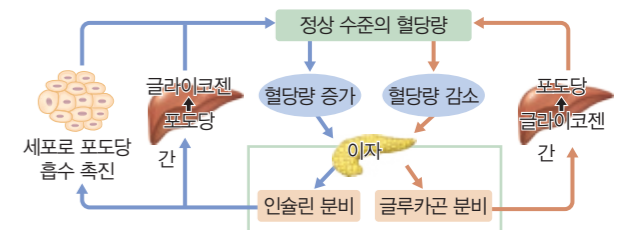
▲ 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달

- 항상성 유지 원리:** 신경계와 내분비계에 의한 음성피드백과 ⑨(으)로 항상성이 유지된다.



▲ 음성피드백이 일어나는 과정

- 혈당량 조절:** 혈당량이 증가하면 이자에서 분비되는 ⑩에 의해 혈당량이 감소하고, 혈당량이 감소하면 이자에서 분비되는 ⑪에 의해 혈당량이 증가한다.



▲ 혈당량 조절 과정

- 삼투압 조절:** 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체후엽에서 ⑫의 분비량이 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

- 체온조절:** 체온이 낮아지면 열 발생량이 감소하고 열 발생량이 ⑬하며, 체온이 높아지면 열 발생량이 증가한다.

01 **서술형** 그림은 사람의 신경계를 나타낸 것이다. 신경계 A와 B가 무엇인지 각각 쓰고, 신경계 B가 기능에 따라 어떻게 구분되는지 설명해 보자.

02 그림은 사람의 뇌 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① A: 겉질은 백색질, 속질은 회색질이다.
- ② B: 시상과 시상하부로 이루어진다.
- ③ C: 동공반사의 중추이다.
- ④ D: 좌우 2 개의 반구로 이루어진다.
- ⑤ E: 대뇌와 연결된 대부분의 신경이 좌우로 교차되며, 심장박동, 소화 운동 등을 조절한다.

03 그림은 척수와 연결된 감각기관과 반응기관을 나타낸 것이다.

- (1) 척수의 겉질과 속질 중 뉴런 사이에 시냅스 전달이 주로 일어나는 곳은 어디인지 써 보자.
- (2) A와 B를 각각 원심성신경과 구심성신경으로 구분하여 써 보자.

04 그림은 위에 연결되어 길항작용으로 소화 작용을 조절하는 두 종류의 자율 신경 (가), (나)와 신경전달물질 A, B를 나타낸 것이다.

- 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① (가)는 부교감신경이다.
 - ② (나)는 위의 소화 작용을 촉진한다.
 - ③ (나)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다.
 - ④ A는 아세틸콜린이다.
 - ⑤ B는 노르에피네프린이다.

05 그림 (가)와 (나)는 뉴런과 호르몬에 의한 신호 전달 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 물질 X는 혈액을 따라 이동한다.
- ㄴ. (나)에서는 뉴런이 연결된 부위에서만 반응이 빠르게 일어난다.
- ㄷ. (나)에서 나타나는 반응은 (가)에서 나타나는 반응보다 비교적 오래 지속된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06 **서술형** 그림은 타이록신이 분비되는 과정을 나타낸 것이다.

내분비샘 (가)와 호르몬 X가 무엇인지 각각 쓰고, 혈액 속 타이록신의 농도가 높을 때 일어나는 타이록신의 분비 조절 과정을 설명해 보자.

07 그림은 건강한 사람이 식사한 뒤 시간에 따른 혈액 속 호르몬 A와 B의 농도를 나타낸 것이다. A와 B는 인슐린과 글루카곤을 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 골라 보자.

보기

- ㄱ. A의 작용으로 혈당량이 감소한다.
- ㄴ. B는 이자의 β세포에서 분비된다.
- ㄷ. A와 B는 간에 작용한다.

08 그림은 혈장 삼투압이 감소했을 때 호르몬 X에 의해 일어나는 항상성조절 과정을 나타낸 것이다.

- 이에 대한 설명으로 옳은 것은?
- ① (가)는 뇌하수체후엽이다.
 - ② X는 콩팥에서 물의 재흡수를 억제한다.
 - ③ 음식을 짜게 먹으면 X의 분비량이 감소한다.
 - ④ X의 분비량이 증가하면 오줌양이 증가한다.
 - ⑤ 갑상샘자극호르몬(TSH)과 X는 길항작용을 한다.

09 **서술형** 그림 (가)와 (나)는 추울 때와 더울 때 피부 근처 혈관의 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.

(가)와 (나) 중 추울 때의 변화가 무엇인지 그렇게 판단한 근거를 들어 설명해 보자.

스스로 평가하기 이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

구분	우수	보통	미흡
지식·이해			
사람 신경계의 구조와 기능을 알고, 중추신경계와 말초신경계의 특징을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
우리 몸의 항상성이 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되는 과정을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
과정·기능			
실감형 콘텐츠를 활용하여 뇌 구조를 탐구했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
항상성 유지 작용을 스마트 헬스케어 시스템으로 탐구하는 실험을 설계하여 수행했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가치·태도			
과학기술에 관심을 가지고, 과학 원리가 일상생활에 활용된다는 것을 경험했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
항상성 유지 작용을 탐구하는 과정에서 과학적 근거를 들어 문제를 해결했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가 결과가 아쉽다면 '2. 신경계와 항상성'을 다시 한번 학습해 봅시다.

3

우리 몸의 방어 작용

- 01 병원체와 방어 작용
- 02 항원항체반응과 혈액형
- 03 백신의 작용 원리와 종류

학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- 감염성질환 세균 백혈구

지식·이해

- 병원체의 종류와 특징을 이해하고, 방어 작용을 선천면역과 후천면역으로 구분하여 설명할 수 있다.
- 항원항체반응의 특이성을 이해하고, 혈액 응집반응의 원리를 설명할 수 있다.
- 백신의 작용 원리와 종류를 설명할 수 있다.

과정·기능

- 혈액 응집반응의 원리를 이용하여 혈액형을 판정할 수 있다.
- 백신의 종류와 작용 원리를 조사하고, 백신의 필요성에 대해 협력하여 소통할 수 있다.

가치·태도

- 안전에 유의하여 혈액형 판정 실험을 할 수 있다.
- 우리가 건강하게 살아가는 데 백신의 개발과 활용이 중요하다는 것을 이해할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

코로나바이러스감염증-19(COVID-19)가 크게 유행했을 때 마스크 쓰기, 사회적 거리 두기 등으로 감염을 예방하기 위해 노력했다.

경험 비추어 보기 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)가 유행했을 때 마스크를 쓴 까닭은 무엇일까?

생각해 보기 감염성질환이 유행하는 것을 막으려면 어떻게 해야 할까?



01 병원체와 방어 작용

| 학습 목표 |

- 병원체의 종류와 특징을 감염성질환과 관련지어 설명할 수 있다.
- 우리 몸의 방어 작용을 선천면역과 후천면역으로 구분하여 설명할 수 있다.

다양한 물건을 만지는 손에는 병원체가 많지만, 우리는 이 병원체에 의한 질병에 쉽게 걸리지 않는다. 그 까닭은 무엇일까?



질병은 사람의 건강을 위협하는 요인 중 하나이다. 질병은 비감염성질환과 감염성질환으로 구분할 수 있다. 비감염성질환은 병원체의 감염과 관계없이 유전, 환경, 생활 방식 등 복합적인 영향으로 나타나는 질병이며, 비감염성질환에는 고혈압, 당뇨병 등이 있다. 감염성질환은 병원체에 감염되어 나타나는 질병이며, 감염성질환을 일으키는 병원체에는 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등이 있다.

병원체와 방어 작용은 『통합 과학2』의 ‘과학과 미래 사회’ 단원과 연계된다.

디지털 탐색

질병관리청

(www.kdca.go.kr)

병원체와 감염성질환에 대한 다양한 정보를 찾아보자.



병원체의 종류와 특징

세균 I 세균은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 없는 단세포생물이며, 스스로 물질대사를 하고 분열법으로 증식한다. 세균이 사람의 몸속에 들어와 증식하거나 독소를 분비하면 조직이 손상되거나 물질대사가 정상적으로 일어나지 않아 감염성질환이 나타난다. 병원성 세균에 감염된 사람과 접촉하거나 세균에 오염된 음식을 먹었을 때 세균에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 세균에 의한 감염성질환에는 결핵, 위궤양, 콜레라, 피부염, 세균성 폐렴 등이 있다. 세균에 의한 감염성질환을 치료할 때에는 항생제를 이용하여 세균을 죽이거나 세균의 증식을 억제한다.

세균의 구조

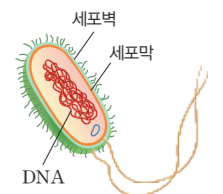
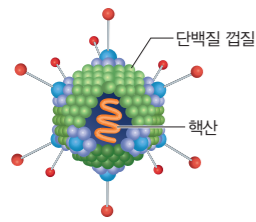


그림 Ⅱ-19 질병을 일으키는 세균

바이러스의 구조



바이러스 I 바이러스는 대부분 세균보다 크기가 작으며, 세포의 구조를 갖추지 않고 핵산이 단백질 껍질에 싸여 있다. 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못해 살아 있는 숙주세포 안에서만 증식하고, 이때 숙주에 감염성질환을 일으킬 수 있다.

바이러스에 감염된 사람과 접촉하거나 바이러스에 오염된 혈액을 수혈받을 때 바이러스에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 바이러스에 의한 감염성질환에는 독감, 수족구병, 구순포진, 후천성면역결핍증(AIDS), 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 등이 있다. 바이러스에 의한 감염성질환을 치료할 때에는 항바이러스제를 이용하여 바이러스의 증식을 억제한다.

오개념 바로잡기

사람은 모든 바이러스에 감염될까?

일반적으로 특정 바이러스는 특정 숙주에만 감염한다. 따라서 사람은 사람이 아닌 다른 생물이 숙주인 바이러스에는 감염되지 않는다.

? 항생제인 페니실린은 세균에서 세포벽이 형성되는 것을 억제한다. 페니실린으로 수족구병을 치료할 수 있을까?

***매개** 둘 사이에서 양쪽을 연결하여 관계를 맺어 주는 것



그림 II-20 질병을 일으키는 바이러스

원생생물 I 원생생물은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 있다. 원생생물에 오염된 음식을 먹거나 원생생물을 가진 쥐, 모기, 파리 등의 *매개 생물에 물렸을 때 원생생물에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 원생생물에 의한 감염성질환에는 수면병, 말라리아, 아메바성 이질, 아메바성 수막뇌염 등이 있다.

곰팡이 I 곰팡이는 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 있으며, 습한 환경에서 번식한다. 곰팡이에 감염된 사람과 접촉하거나 곰팡이에 오염된 음식을 먹었을 때 곰팡이에 의한 감염성질환에 걸릴 수 있다. 곰팡이에 의한 감염성질환에는 무좀, 알러지, 폐 질환, 곰팡이성 식중독 등이 있다.



그림 II-21 수면병을 일으키는 로데시아파동편모충 수면병을 일으키는 로데시아파동편모충을 가진 체체 파리에 물리면 수면병에 걸릴 수 있다.

그림 II-22 무좀을 일으키는 피부사상균 무좀을 일으키는 피부사상균이 피부에서 증식하면 무좀에 걸릴 수 있다.

감염성질환의 감염 경로와 예방

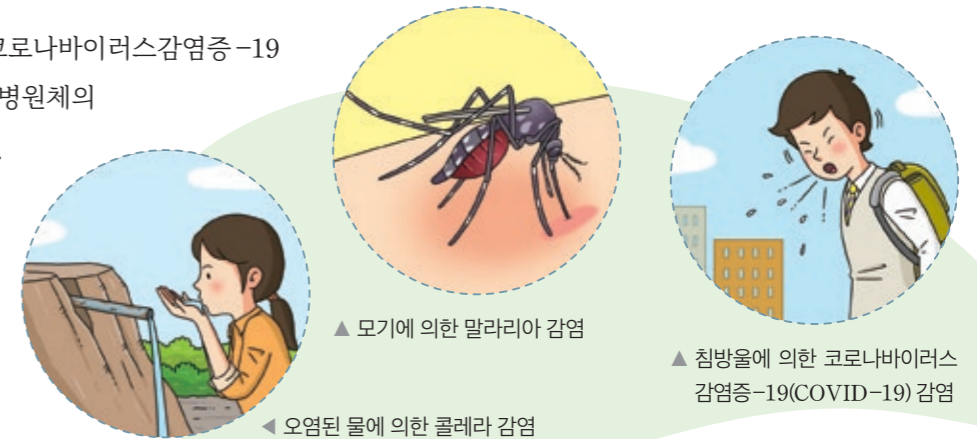
사람이 병원체에 감염되는 경로는 병원체의 종류와 특징에 따라 다르다. 따라서 병원체에 감염되는 경로를 이해하고, 이에 맞게 대응해야 감염성질환을 예방할 수 있다. 다음 해 보기에서 병원체의 감염 경로에 따라 감염성질환을 어떤 방법으로 예방해야 할지 알아보자.

해보기

감염 경로에 따른 감염성질환 예방 방법 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

그림은 콜레라, 말라리아, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 일으키는 병원체의 감염 경로를 나타낸 것이다.



1. 콜레라, 말라리아, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 예방하는 데 어느 방법이 효과적일지 다음에서 골라 설명해 보자.



2. 감염성질환을 예방하는 방법으로 손 씻기를 가장 강조하는 까닭을 설명해 보자.

감염성질환을 예방하려면 마스크를 쓰고, 손을 자주 씻는 것이 좋다. 또 신선한 음식을 먹고, 모기와 같이 병원체를 옮기는 생물을 미리 없애면 감염의 위험을 줄일 수 있다. 감염성질환이 유행할 때에는 사람이 많이 모이는 곳은 감염의 위험이 높으므로 피하는 것이 좋다.

방어 작용의 구분

우리 몸은 병원체가 들어오는 것을 막거나 들어온 병원체를 제거하는 방어 작용을 하며, 이를 **면역**이라고 한다. 면역은 **선천면역**과 **후천면역**으로 구분할 수 있으며, 두 면역은 밀접하게 관련되어 있다.

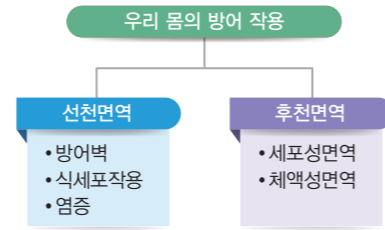


그림 II-23 방어 작용의 구분

선천면역

선천면역은 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 작용하여 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막거나 감염 초기에 병원체를 제거한다. 또 후천면역에 관여하는 세포가 우리 몸에 들어온 병원체를 인식할 수 있게 한다. 선천면역에는 피부, 점막 등과 같은 방어벽, 식세포작용, 염증 등이 있다.

방어벽 | 피부의 각질층은 우리 몸의 바깥쪽을 둘러싸고 있어 해로운 물질과 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막는다. 소화기관이나 호흡기관의 내벽은 점막으로 덮여 있고, 점막은 점액을 분비하여 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막는다. 숨관 가지의 섬모는 병원체를 몸 밖으로 밀어내고, 눈물 속의 항균성단백질과 위액 속의 위산은 병원체를 효과적으로 제거한다.

항균성단백질의 특징과 기능
항균성단백질은 세균의 번식을 억제하는 물질이며, 침, 눈물, 콧물 등에 들어 있다. 대표적인 항균성단백질인 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하는 효소이다.



식세포작용(식균작용) | 식세포작용은 백혈구가 병원체, 암세포, 손상된 세포 등을 세포로 들여와 분해하는 작용이다. 백혈구의 한 종류인 큰포식세포는 병원체를 세포로 들여와 효소를 이용하여 분해한다. 우리 몸은 이 과정을 통해 침입한 병원체를 인식할 수 있다.

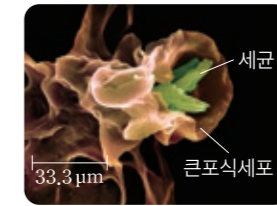


그림 II-24 식세포작용

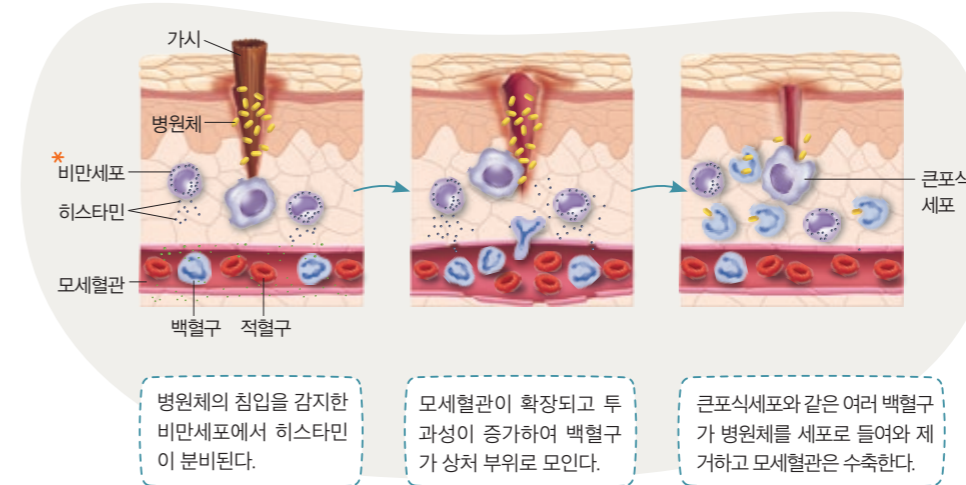
염증 | 상처나 화상을 입어 피부나 점막이 손상되면 병원체가 몸속에 들어와 열, 통증, 붓어짐, 부어오름 등이 나타나는 **염증**이 일어날 수 있다. 염증은 병원체를 제거하고, 조직이 손상되는 것을 최소화하는 데 중요한 역할을 한다. 다음 해 보기에서 염증이 어떤 과정으로 일어나는지 알아보자.

해보기

염증 과정 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

그림은 병원체가 있는 가시에 찔렸을 때 사람의 몸에서 염증이 일어나는 과정을 나타낸 것이다.



*** 비만세포**
히스타민을 생성하고 분비하여 염증과 알러지에 관여하는 백혈구

1. 상처 부위에 백혈구가 많이 모일 수 있는 까닭을 설명해 보자.
2. 몸속에 들어온 세균이 염증 과정에서 어떻게 제거되는지 설명해 보자.

병원체가 상처 부위를 통해 몸속에 들어오면 이를 감지한 비만세포가 히스타민과 같은 화학 신호 물질을 분비한다. 이 물질에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가하면 혈관을 따라 이동하던 여러 종류의 백혈구가 상처 부위로 모인다. 이 중 큰포식세포와 같은 여러 백혈구가 식세포작용으로 병원체를 제거하고, 일정 시간이 지나면 손상된 조직이 회복된다.



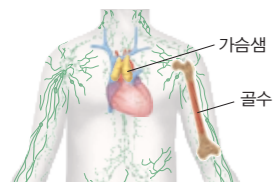
후천면역

후천면역은 우리 몸에 감염된 병원체를 인식하여 특이적으로 일어난다. 따라서 후천면역으로 병원체를 효율적으로 제거할 수 있으며, 후천면역은 백혈구의 한 종류인 림프구가 주로 담당한다.

사람의 몸속에 들어와 면역반응을 일으키는 물질을 **항원**이라고 한다. 몸속에 들어온 세균, 바이러스와 같은 병원체뿐만 아니라 먼지, 꽃가루, 독성 물질 등이 항원으로 작용할 수 있다. 이 항원에 대하여 몸속에서 만들어지는 단백질을 **항체**라고 한다. 후천면역에는 특정 림프구가 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하는 **세포성면역**과 체액에 있는 항체가 병원체를 제거하는 **체액성면역**이 있다.

T림프구와 B림프구

가슴샘(thymus gland)에서 성숙하는 림프구는 가슴샘 영문의 t를 따서 T림프구라 하고, 골수(bone marrow)에서 성숙하는 림프구는 골수 영문의 b를 따서 B림프구라고 한다.



림프구의 생성과 성숙 | 면역을 담당하는 골수와 가슴샘에서는 그림 II-25와 같이 림프구가 생성되고 분화한다. 골수에서는 림프구가 생성되며, 생성된 림프구는 종류에 따라 다른 수용체를 가진다. 이에 따라 림프구는 후천면역에서 다양한 병원체를 인식할 수 있다. 림프구의 일부는 골수에서 성숙 과정을 거쳐 **B림프구**가 되고, 다른 일부 림프구는 가슴샘으로 이동한 뒤 성숙 과정을 거쳐 **T림프구**가 된다. 이 과정에서 방어 작용에 효과적인 림프구만 성숙하고 효과적이지 않은 림프구는 제거된다.

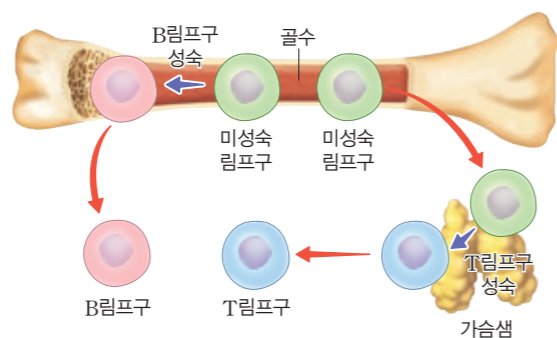


그림 II-25 림프구의 생성과 성숙 림프구는 성숙하는 장소에 따라 B림프구와 T림프구로 구분한다.

세포성면역 | 사람의 몸속에 들어온 병원체의 일부는 세포 안으로 들어간다. 이렇게 병원체에 감염된 세포를 림프구가 직접 제거하는 면역을 세포성면역이라고 한다. 큰포식세포가 식세포작용으로 병원체를 분해하여 항원 조각을 세포 표면에 제시하면, 이 항원 조각을 인식한 보조 T림프구가 증식한다. 보조 T림프구의 도움을 받아 세포독성 T림프구가 증식하며, 세포독성 T림프구는 독성 물질을 분비하여 감염된 세포를 제거한다.

세포독성 T림프구의 작용

세포독성 T림프구에서 분비되는 독성 물질이 병원체에 감염된 세포의 막을 터트리고, 세포의 주요 단백질을 분해한다.

체액성면역 | 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 면역을 체액성면역이라고 한다. 체액성면역에서는 항원 조각을 인식하여 증식한 보조 T림프구의 도움으로 B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화한다. 형질세포는 항체를 생성하여 체액으로 분비하고, 기억세포는 항원의 정보를 기억한다.

형질세포에서 분비된 항체가 항원과 결합하면 항원의 활동이 억제되며, 큰포식세포는 항체와 결합한 항원을 식세포작용으로 빠르게 제거할 수 있다. 체액성면역에서 생성된 기억세포는 이후 같은 항원이 다시 침입했을 때 빠르게 기억세포와 형질세포로 분화하여 면역반응이 더 빠르고 강하게 일어나도록 한다.

형질세포의 특징

형질세포는 항체를 생성하여 분비하므로 단백질을 생성하고 분비하는 데 관여하는 세포소기관이 매우 발달된다. 형질세포는 대부분 짧은 시간 동안 항체를 분비하고 없어지지만, 일부는 수십 년 이상 남아 항체를 분비하기도 한다.

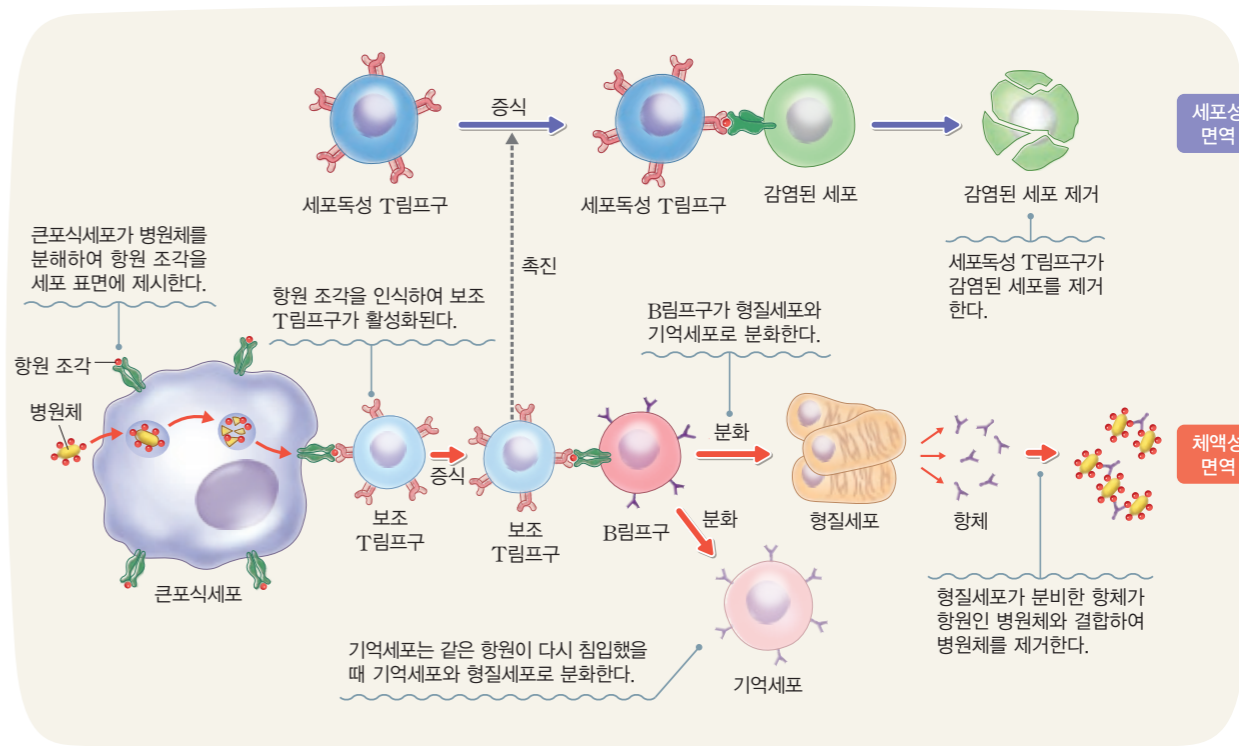


그림 II-26 세포성면역과 체액성면역의 과정

❓ **사람면역결핍바이러스(HIV)에 감염된 뒤 치료하지 않고 오랜 시간이 흐르면 세포성면역과 체액성면역이 모두 일어나지 않는다. 사람면역결핍바이러스(HIV)에 감염되는 림프구는 무엇일까?**

스스로 확인하기

- 1 큰포식세포가 병원체를 세포로 들어와 분해하는 과정을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 B림프구의 일부는 항체를 생성하고 분비하는 () (으)로 분화한다.
- 3 | **과학 역량 기르기** | 림프구가 우리 몸을 이루는 세포를 항원으로 인식한다면 어떤 문제가 발생할지 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 121 쪽 학습 목표에 ✓ 표시하여 스스로 점검해 보자.

02

항원항체반응과 혈액형

| 학습 목표 |

- 항원항체반응의 특이성을 설명할 수 있다.
- 혈액 응집반응의 원리를 설명할 수 있다.

신속 항원 검사 도구를 사용하면
우리 몸에 병원체가 있는지 빠르게 확인할 수 있다.
신속 항원 검사 도구에 무엇이 들어 있어
병원체를 확인할 수 있는 것일까?



항원항체반응

우리 몸에서는 항원을 인식할 수 있는 다양한 B림프구가 생성된다. 특정 항원이 침입하면 다양한 B림프구 중에서 항원을 인식한 것만 증식한다. 증식한 B림프구는 형질세포로 분화하여 항체를 생성해 분비한다.

항체는 단백질로 이루어지며, 그림 II-27과 같이 항원 결합 부위가 2 개 있는 Y 자 모양이다. 항원 결합 부위는 항체의 종류마다 다르다. 특정 항체는 항원 결합 부위에 맞는 특정 항원과만 결합하는데, 이를 항원항체반응의 특이성이라고 한다.

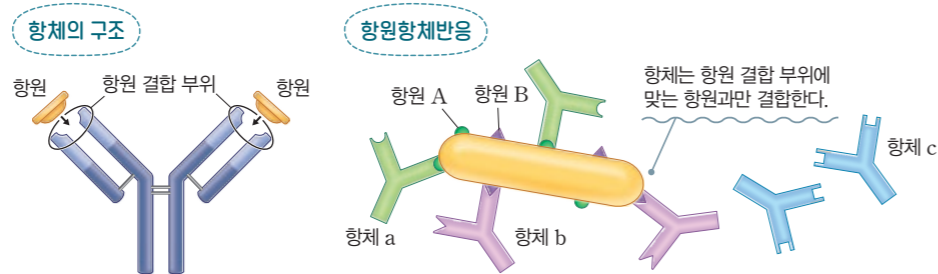
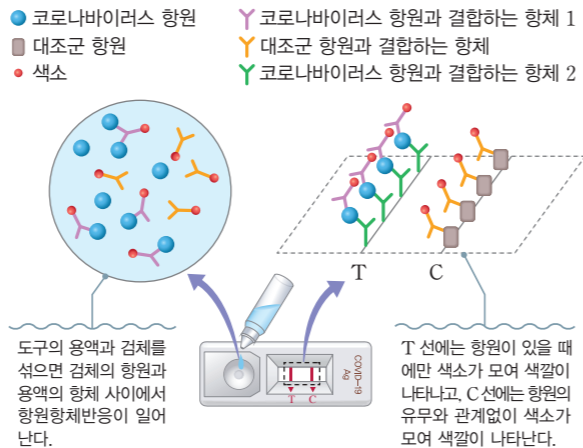


그림 II-27 항체의 구조와 항원항체반응

자료실 코로나바이러스 신속 항원 검사 도구의 원리

신속 항원 검사 도구의 용액에는 코로나바이러스 항원과 결합하는 항체 1, 대조군 항원과 결합하는 항체가 들어 있으며, 각 항체는 색소와 결합하고 있다. 검사용 도구의 T 선에는 코로나바이러스 항원과 결합하는 항체 2가, C 선에는 대조군 항원이 있다. 코로나바이러스에 감염된 사람의 검체를 용액에 섞으면 코로나바이러스 항원이 항체 1과 결합한다. 이 용액을 검사용 도구에 흘려보내면 항체 1과 결합한 코로나바이러스 항원이 T 선의 항체 2와 결합하여 T 선에 색깔이 나타난다. 또 C 선의 대조군 항원에 항체가 결합하여 C 선에 색깔이 나타난다. 따라서 코로나바이러스에 감염된 경우 두 선에 모두 색깔이 나타나고, 감염되지 않은 경우 C 선에만 색깔이 나타난다.



과학·기술·사회

혈액 응집반응의 원리와 혈액형

ABO식 혈액형이 서로 다른 두 사람의 혈액을 섞으면 적혈구의 세포막에 있는 항원과 혈장에 있는 항체가 결합하여 적혈구가 엉겨 붙는 응집반응이 일어난다. 응집반응이 일어날 때 관여하는 항원을 응집원, 응집원과 결합하는 항체를 응집소라고 한다.

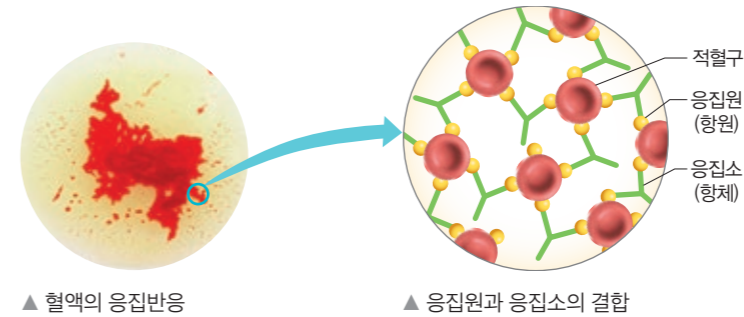


그림 II-28 혈액의 응집반응 혈액의 응집반응은 응집원과 응집소의 항원항체반응으로 일어난다.

ABO식 혈액형은 적혈구의 세포막에 있는 응집원 A와 응집원 B의 유무에 따라 A형, B형, AB형, O형으로 구분한다. 각 ABO식 혈액형의 혈액에 들어 있는 응집원과 응집소는 그림 II-29와 같다. 응집원 A에 결합하는 항체를 응집소 α, 응집원 B에 결합하는 항체를 응집소 β라고 한다. 따라서 응집원 A가 있는 혈액과 응집소 α가 있는 혈액을 섞으면 응집반응이 일어나고, 응집원 B가 있는 혈액과 응집소 β가 있는 혈액을 섞으면 응집반응이 일어난다.

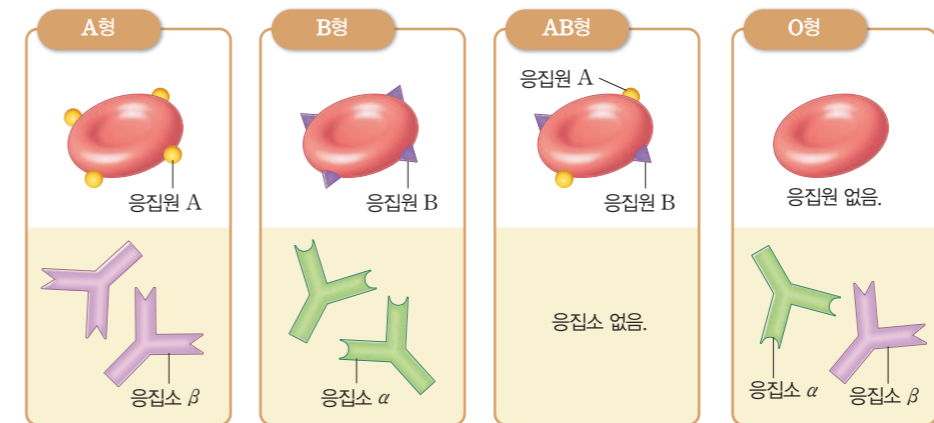


그림 II-29 ABO식 혈액형의 응집원과 응집소

Rh식 혈액형은 적혈구의 세포막에 있는 Rh 응집원의 유무에 따라 Rh⁺형과 Rh⁻형으로 구분한다. Rh⁺형의 혈액에는 Rh 응집원이 있고 Rh 응집소가 없다. Rh⁻형의 혈액에는 Rh 응집원과 Rh 응집소가 모두 없고, 혈액이 Rh 응집원에 노출되면 Rh 응집소가 생성될 수 있다.

란트슈타이너
(Landsteiner, K., 1868~1943)

오스트리아의 과학자. 1900년에 ABO식 혈액형을 발견했고, 1940년에는 Rh식 혈액형을 발견했다.

사람은 자신의 혈액에 있는 응집원과 응집반응을 일으키지 않는 응집소를 가겨.

***혈청**
혈장에서 섬유소를 제거한 나머지 액체 성분

응집소가 포함된 *혈청에 혈액을 섞어 응집반응이 일어나는지 확인하면 응집원의 종류를 알 수 있고, 이를 통해 혈액형을 판정할 수 있다. 다음 탐구에서 혈액형을 판정하고, 판정 결과를 분석하여 항원항체반응의 원리를 알아보자.

탐구

실험, 결론 도출

탐구 능력 | 문제 해결 능력

혈액형 판정하기



목표 혈액과 혈청의 응집반응 결과를 이용하여 혈액형을 판정하고, 나의 혈액에 있는 응집원과 응집소를 판단할 수 있다.

과정

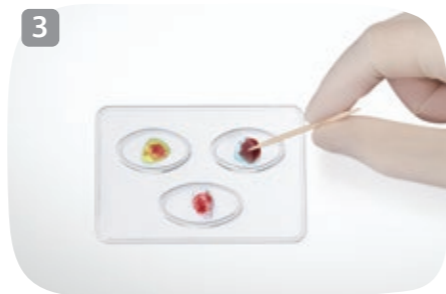
1. 혈액 반응판에 표기되어 있는 대로 항A 혈청, 항B 혈청, 항Rh 혈청을 한 방울씩 떨어뜨린다.

! 항A 혈청에는 응집소 α가, 항B 혈청에는 응집소 β가, 항Rh 혈청에는 Rh 응집소가 들어 있다.



2. 손가락 끝을 알코올 솜으로 소독한 뒤 채혈기로 살짝 찌른다.

3. 소독한 이쑤시개로 혈청에 혈액을 넣어 섞은 뒤 응집반응이 일어나는지 관찰한다.



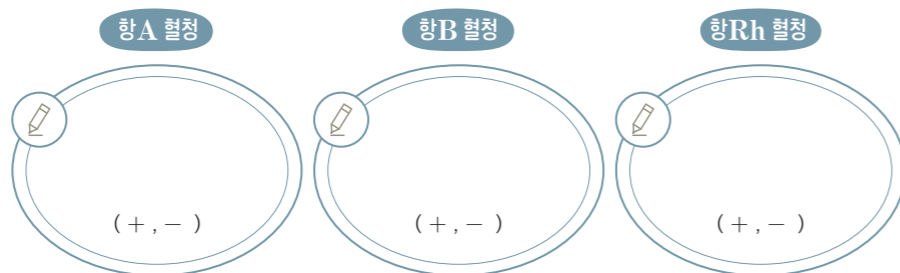
- 준비물**
- ☑ 채혈기 ☑ 채혈침
 - ☑ 핀셋 ☑ 이쑤시개
 - ☑ 알코올 솜 ☑ 혈액 반응판
 - ☑ 항A 혈청 ☑ 항B 혈청
 - ☑ 항Rh 혈청
 - ☑ 실험복 ☑ 실험용 장갑

- 안전**
- 생명윤리 규정을 준수한다.
 - 채혈침은 날카로우므로 조심 하 다룬다.
 - 한 번 사용한 채혈침은 다시 사용하지 않는다.
 - 채혈하기 전과 채혈한 뒤에 채혈 부위를 잘 소독한다.
 - 사용하고 남은 생물 재료와 화학 약품은 선생님의 지도에 따라 분리하여 처리한다.
 - 실험복과 실험용 장갑을 반드시 착용한다.

탐구 유의 사항
혈액을 각 혈청과 섞을 때 다른 혈청과 섞이지 않도록 서로 다른 이쑤시개를 사용한다.

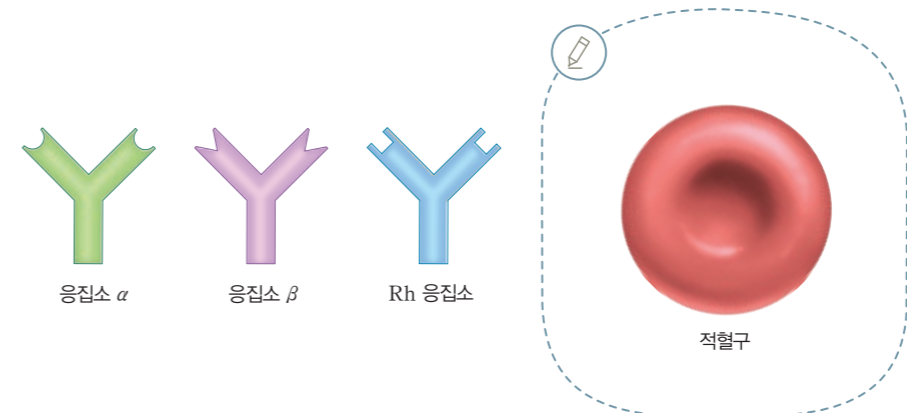
결과 및 정리

1. 혈액 반응판에서 나타난 응집반응의 결과를 그린 뒤 응집반응이 일어났으면 +에, 응집반응이 일어나지 않았으면 -에 ○ 표 해 보자.



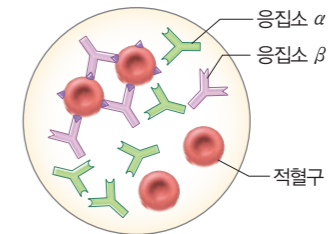
2. 나의 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 써 보자.

3. 그림은 응집소와 적혈구를 나타낸 것이다. 응집소의 모양을 참고하여 내가 가진 응집원을 적혈구의 세포막에 그려 보자.



4. 모둠원과 혈액의 응집반응 결과를 비교해 보자. 결과가 서로 다르다면 그 까닭을 설명해 보자.

5. **사고력** 그림은 ABO식 혈액형이 서로 다른 두 사람의 혈액을 섞었을 때 응집원과 응집소를 나타낸 것이다. 두 사람의 ABO식 혈액형이 각각 무엇인지 그렇게 판단한 까닭과 함께 설명해 보자.



스스로 평가하기

- | 지식·이해 | 혈액의 응집반응 원리를 설명했는가? ☆☆☆
- | 과정·기능 | 혈액의 응집반응 원리를 이용하여 혈액형을 판정했는가? ☆☆☆
- | 가치·태도 | 안전에 유의하여 혈액형 판정 실험에 참여했는가? ☆☆☆

과거에는 혈액형을 판정하지 못하여 서로 다른 혈액형의 혈액을 수혈해 위험한 상황이 벌어지기도 했다. 현재는 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형을 판정하여 같은 혈액형의 혈액끼리 수혈할 수 있다. 이처럼 혈액형과 수혈에 대한 이해가 높아지면서 안전하게 수술할 수 있고, 안전한 의료 혜택을 받을 수 있게 되었다.

스스로 확인하기

- 1 특정 항체가 특정 항원과만 결합하는 특성을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 ABO식 혈액형이 A형인 사람의 적혈구 세포막에는 응집원 ()이 있고, 혈장에는 응집소 ()이 있다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 수혈할 때 부작용이 없는 인공 적혈구가 개발되었다. 인공 적혈구는 일반적인 적혈구와 어떤 점이 달라서 수혈할 때 부작용이 없는지 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지
128 쪽 학습 목표에 ✓ 표
하여 스스로 점검해 보자.

03

백신의 작용 원리와 종류

| 학습 목표 |

- 백신의 작용 원리와 종류를 설명할 수 있다.
- 질병의 예방 측면에서 백신의 필요성을 설명할 수 있다.

우리나라에서는 12세가 되기 전까지 간염, 결핵 등 16가지 질병을 국가 예방접종을 시행해야 하는 감염성질환으로 지정하여 백신 접종을 권장한다. 백신을 접종하면 어떻게 질병을 예방할 수 있을까?



백신은 우리 몸에 접종했을 때 특정 병원체에 대한 면역반응을 일으켜 기억세포와 형질세포를 생성하게 하는 항원이며, 병원체, 병원체의 구성 물질, 독소 등을 이용하여 만든다.

백신의 작용 원리

우리 몸에 특정 항원이 처음 침입했을 때 일어나는 면역반응을 1차 면역반응이라고 한다. 1차 면역반응이 일어난 결과 기억세포와 형질세포가 생성되며, 기억세포는 일반적으로 몸속에 오랫동안 남아 있다. 이후 같은 항원이 다시 침입하면 기억세포가 빠르게 기억세포와 형질세포로 분화하여 처음 감염되었을 때보다 많은 항체가 빠르게 생성된다. 이러한 면역반응을 2차 면역반응이라고 한다.

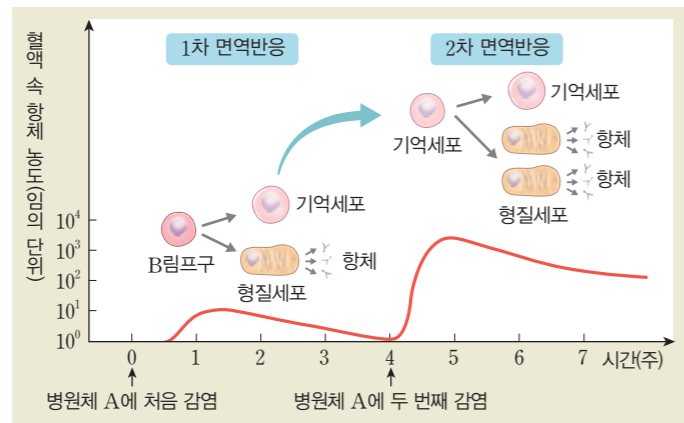


그림 II-30 1차 면역반응과 2차 면역반응 2차 면역반응에서는 1차 면역반응에서보다 많은 항체가 빠르게 생성된다.

백신은 특정 항원에 대한 1차 면역반응을 인위적으로 안전하게 일으켜 기억세포를 생성하게 한다. 이후 같은 항원이 다시 침입하면 2차 면역반응이 일어나므로 백신을 접종하면 감염성질환을 예방할 수 있다.

백신의 어원

제너(Jenner, E., 1749~1823)는 우두에 걸린 사람에게서 얻은 고름을 소의 고름이라는 의미로 variolae vaccinae라고 이름을 지었다. 이후 파스퇴르(Pasteur, L., 1822~1895)는 안전하게 면역반응을 일으킬 수 있는 물질을 백신(vaccine)이라고 이름을 지었다.

최근에는 안전성과 면역 효과를 높인 다양한 백신이 활용되고 있다. 다음 탐구에서 백신의 종류와 제조 방법에 따른 작용 원리를 알아보자.

탐구 능력 | 문제 해결 능력

탐구 백신의 종류와 작용 원리 조사하기

- 조사, 자료 분석
- 목표 백신에 대해 조사하여 백신의 종류와 작용 원리를 설명할 수 있다.

과정 및 결과

1. 제조 방법에 따른 백신의 종류를 조사하여 다음 빈칸에 써 보자.

2. 모둠원이 백신의 종류를 하나씩 담당하여 백신의 작용 원리와 장단점, 백신으로 예방할 수 있는 감염성질환에 대해 조사해 보자.

3. 조사한 내용을 다른 모둠원에게 설명하면서 제조 방법에 따른 다양한 백신의 작용 원리를 정리해 보자.

약독화 생백신은 한 번만 접종해도 면역 효과가 오랫동안 유지돼.

불활성화 백신은 약독화 생백신보다 안전해.



4. 다양한 종류의 백신이 작용하는 원리를 카드 뉴스로 만들어 발표해 보자.

정리

1. 백신으로 감염성질환을 예방할 수 있는 까닭을 설명해 보자.
2. 다른 모둠의 발표를 듣고 백신에 대해 새롭게 알게 된 사실을 써 보자.

준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 백신과 관련된 책

탐구 유의 사항

조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.

디지털 탐색

백신 연구를 검색하여 백신 연구 전문가의 영상을 시청해 보자.

스스로 평가하기

[지식·이해] 백신의 종류와 작용 원리를 설명했는가? ☆☆☆

[과정·기능] 백신에 대한 정보를 조사하고 분석했는가? ☆☆☆

[가치·태도] 백신의 개발이 인류의 건강을 증진하는 데 이바지하였음을 이해했는가? ☆☆☆

백신의 종류

백신으로 활용하는 물질은 우리 몸에 질병이나 부작용을 일으키지 않아야 하고, 접종한 뒤에 기억세포와 형질세포가 충분히 생성되어야 한다. 백신을 만들 때에는 병원체에서 독성을 떨 수 있는 부분을 약화하거나 제거하고 면역반응을 일으킬 수 있는 물질은 남겨서 활용한다.

백신의 종류는 제조 방법에 따라 약독화 생백신, 불활성화 백신, 재조합 백신, 핵산 기반 백신 등으로 구분할 수 있다. 불활성화 백신은 병원체의 전체를 이용하는 전 세포 불활성화 백신과 일부를 이용하는 분획화 백신으로 나뉘며, 분획화 백신은 단백질 백신과 다당 백신으로 나뉜다.

(출처: 질병관리청, 2023.)

약독화 생백신



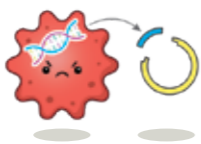
- 독성을 약화한 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.
 - 일반적인 감염과 유사하게 병원체가 몸속에서 증식하여 면역반응을 일으키며, 1 회 접종하여도 면역 효과가 유지된다.
 - 약화한 병원체의 독성이 되살아나 위험할 수 있다.
- 예 홍역, 수두, 볼거리 등의 백신

불활성화 백신



- 열이나 화학 약품으로 완전히 죽인 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.
- 병원체가 몸속에서 증식할 수 없고, 대부분 체액성면역을 일으킨다.
- 면역 효과를 유지하려면 대부분 여러 번 접종해야 한다.
- **전 세포 불활성화 백신:** 병원체의 전체를 이용하여 만든다.
예 독감, 소아마비, A형 간염 등의 백신
- **단백 백신:** 병원체를 부수어 일부를 이용하는 아단위 백신과 병원체의 독소를 이용하는 독소이드 백신이 있다.
예 백일해, 파상풍, B형 간염, 디프테리아 등의 백신
- **다당 백신:** 병원체를 이루는 긴 사슬의 다당으로 만들며, 다당에 단백을 결합하여 면역 효과를 높이기도 한다.
예 폐렴구균, 수막구균의 백신

재조합 백신

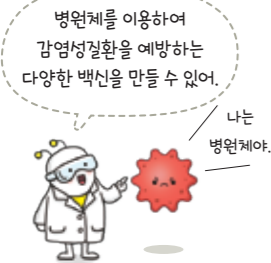


- 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원을 이용하는 백신이다.
 - 바이러스나 효모에 병원체 유전자의 일부를 삽입하여 생산한 항원을 이용해 만들거나, 질병을 일으키지 않도록 병원체를 유전적으로 변형하여 만든다.
- 예 장티푸스, 사람유두종 등의 백신

핵산 기반 백신



- 병원체의 유전정보를 가지는 핵산을 주사하여 몸속에서 항체를 생성하게 하는 백신이다.
 - 짧은 시간에 많은 양을 생산할 수 있다.
 - 접종을 위한 기술이나 장치가 필요하고, 유통 및 보관이 까다롭다.
- 예 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 백신



병원체를 이용하여 감염성질환을 예방하는 다양한 백신을 만들 수 있어.

나는 병원체야.

백신과 감염성질환

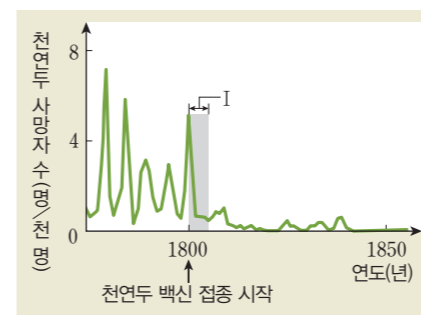
과거에 사람들이 흔히 걸렸던 홍역, 천연두, 소아마비 등은 현재 발병 사례가 크게 줄어들었다. 다음 해 보기에서 감염성질환의 발병 사례가 줄어든 까닭을 알아보자.

해보기

백신의 필요성 알아보기

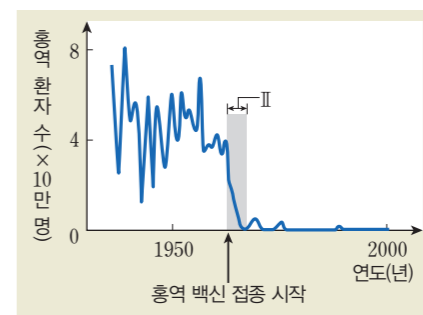
탐구 능력 | 문제 해결 능력

그림 (가)는 스웨덴에서 인구 1000 명당 천연두로 사망한 사람 수의 변화를, (나)는 미국에서 홍역에 걸린 사람 수의 변화를 나타낸 것이다.



(출처: Edwardes, 1902.)

(가)



(출처: Our World in Data, 2017.)

(나)

1. 구간 I과 II에서 각각 천연두로 사망한 사람의 수와 홍역 환자의 수가 급격히 감소한 까닭을 설명해 보자.
2. 감염성질환을 예방하기 위해 백신이 필요한 까닭을 토의해 보자.

천연두는 1970년대 후반 이후 발병 사례가 보고되지 않아 백신으로 완전히 퇴치한 것으로 보고 있다. 이 밖에도 다양한 백신이 개발되어 인류의 건강과 복지가 증진되었다. 하지만 일부 감염성질환은 효과적인 백신이 개발되지 않았고, 새로운 병원체가 나타날 수 있어 백신에 대한 연구는 계속되고 있다.

스스로 확인하기

- 1 우리 몸에 접종하여 면역반응을 일으켜 기억세포와 형질세포를 생성하게 하는 물질을 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 2 항원이 처음 침입했을 때 일어나는 면역반응을 () (이)라 하고, 기억세포가 생성된 뒤 같은 항원이 다시 침입하여 일어나는 면역반응을 () (이)라고 한다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 일본뇌염은 약독화 생백신과 불활성화 백신으로 예방할 수 있다. 일본뇌염을 예방하기 위해 나는 어떤 백신을 맞을 것인지 그 까닭과 함께 설명해 보자.

참고사료 백신의 필요성을 알리는 표어를 만들어 보자.



폐결핵, 후천성면역결핍증(AIDS) 등의 감염성질환을 효과적으로 예방하는 백신을 만들기 위해 계속 연구하고 있어.



단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 132 쪽 학습 목표에 ✓ 표시하여 스스로 점검해 보자.

노벨상 수상자를 통해 보는 면역 연구의 역사

독일의 베링(Behring, E. A., 1854~1917)은 디프테리아균을 동물에게 주사하면 일정 시간 뒤 혈청에 디프테리아 독소를 중화할 수 있는 물질이 생성된다는 것을 발견했다. 또 이 혈청을 디프테리아균에 감염된 사람에게 주사하면 디프테리아를 치료하는 데 효과적이라는 사실을 발견하고, 디프테리아를 치료하는 혈청 요법을 개발했다. 베링은 이 공로를 인정받아 1901년에 면역 연구로 가장 처음 노벨상을 받았다.



독일의 코흐(Koch, H. H. R., 1843~1910)는 당시 유전병으로 알려진 결핵이 세균에 의한 감염성질환이라는 것을 밝혔다. 코흐는 이 공로를 인정받아 1905년에 노벨상을 받았고, 세계보건기구(WHO)는 코흐가 결핵균을 발견한 3월 24일을 '세계 결핵의 날'로 지정했다.

영국의 포터(Porter, R. R., 1917~1985)와 미국의 에델먼(Edelman, G. M., 1929~2014)은 특정 효소로 항체를 분해한 뒤 각 조각을 연구하여 항체의 화학적인 구조를 밝혔다. 또 항체의 항원 결합 부위가 어떻게 항원과 결합하는지 연구했고, 항체의 아미노산서열을 밝혔다. 이러한 공로를 인정받아 포터와 에델먼은 1972년에 노벨상을 받았다. 항체의 구조와 특성이 밝혀져 면역에 대한 연구가 활발하게 진행되었고, 항체를 이용하는 생명공학기술도 발달했다.



생각 펼치기

면역과 관련된 최신 연구 사례를 조사해 보자.



탐구 능력

병리학 연구원

병리학 연구의 성과로 우리 몸이 감염성질환에 걸리는 원인을 분석하고 이를 바탕으로 하여 감염성질환을 치료하는 방법을 개발할 수 있다. 앞으로도 새로운 병원체가 일으키는 감염성질환이 나타날 수 있으므로 이에 대해 효과적으로 대응하려면 병리학 연구원의 역할이 중요하다.

병리학 연구원은 어떤 일을 하나요?

병리학 연구원은 질병의 원인과 질병을 통제하는 방법을 밝히기 위해 병원체가 침입했을 때 우리 몸에서 일어나는 변화, 병원체의 구조와 특징 등을 연구합니다. 병원체에 감염된 환자에서 세포, 조직 등을 떼어 내 정상적인 세포, 조직 등과 비교하여 구조적·생화학적 변화를 분석하고, 병원체를 분리해 병원체의 구조와 특징을 밝힙니다. 이를 바탕으로 하여 감염성질환의 특징과 단계 등을 분석하고, 감염성질환을 효과적으로 치료할 수 있는 방법을 개발합니다.



병리학 연구원이 되려면 어떻게 준비하나요?

병리학 연구원이 되려면 면역학, 생리학, 의약학 등을 전공해야 합니다. 또 병원체와 감염성질환의 특성을 분석하고, 분석한 결과를 환자의 감염성질환 징후와 관련지어야 하므로 자료를 분석하는 능력과 자료를 근거로 과학적으로 판단하는 능력을 길러야 합니다.



생각 펼치기

병리학 연구원이 되려면 어떻게 준비해야 하는지 계획을 세워 보자.



문제 해결 능력

디지털 탐색

워크넷(www.work.co.kr)
병리학 연구원과 관련된 정보를 찾아보자.



01 병원체와 방어 작용

121 쪽~127 쪽

1. 병원체와 감염성질환

병원체	감염성질환 예
①	결핵, 위궤양
바이러스	독감, 코로나바이러스감염증-19 (COVID-19)
원생생물	수면병, 말라리아
곰팡이	무좀, 식중독

2. 방어 작용

- ② : 병원체를 구분하지 않고 빠르게 일어나는 방어 작용 예 방어벽, 식세포작용, 염증
- ③ : 인식한 병원체에 대해서만 특이적으로 일어나는 방어 작용 예 세포성면역, 체액성면역

세포성면역	세포독성 T림프구가 감염된 세포를 제거한다.
체액성면역	B림프구가 ④ (으)로 분화하여 항체를 생성하고 분비한다.

02 항원항체반응과 혈액형

128 쪽~131 쪽

1. 항원항체반응의 특이성: 항체에는 항원 결합 부위가 2 개 있고, 항체는 이 결합 부위에 맞는 특정 항원과만 결합한다.

2. 혈액형

- 혈액의 응집반응과 혈액형: 응집을 일으킬 때 작용하는 항원을 ⑤, 항체를 ⑥ (이)라고 한다.
- ABO식 혈액형: 적혈구 세포막에 있는 응집원 A와 B의 유무에 따라 결정된다.
- Rh식 혈액형: 적혈구 세포막에 있는 Rh 응집원의 유무에 따라 결정된다.

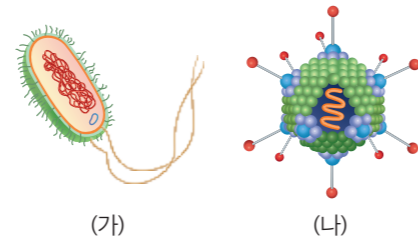
03 백신의 작용 원리와 종류

132 쪽~135 쪽

1. 백신의 작용 원리: 백신을 접종하면 몸속에 기억세포와 형질세포가 생성되며, ⑦ 은/는 2차 면역반응에서 기억세포와 형질세포로 분화하여 빠르게 많은 양의 항체를 생성한다.

2. 백신의 종류: 약독화 생백신, 불활성화 백신, 재조합 백신, 핵산 기반 백신 등

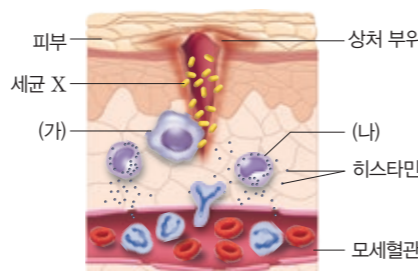
01 그림 (가)와 (나)는 결핵을 일으키는 세균과 후천성면역결핍증(AIDS)을 일으키는 바이러스를 순서 없이 나타낸 것이다. (가)는 분열법으로 증식한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)는 바이러스이다.
- ② (가)는 스스로 물질대사를 하지 못한다.
- ③ (나)에는 핵막이 있다.
- ④ (가)와 (나)에는 모두 핵산이 있다.
- ⑤ (가)와 (나)는 모두 항생제에 의해 죽거나 성장이 억제된다.

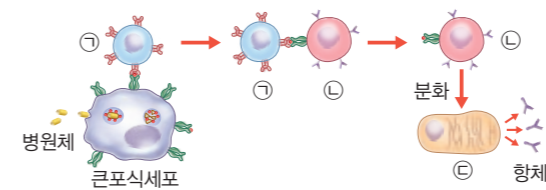
01 그림은 세균 X가 침입했을 때 일어나는 염증을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 큰포식세포와 비만세포를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)는 보조 T림프구에 항원 조각을 제시한다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)는 큰포식세포이다.
- ② (가)는 식세포작용으로 X를 제거한다.
- ③ (나)는 항체를 생성하고 분비한다.
- ④ 히스타민이 모세혈관에 작용하면 모세혈관이 확장된다.
- ⑤ 염증은 조직이 손상되는 것을 최소화하는 데 중요한 역할을 한다.

01 서술형 03 그림은 어떤 병원체가 사람의 몸속에 들어왔을 때 일어나는 방어 작용의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 B림프구, 형질세포, 보조 T림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



㉠~㉢이 무엇인지 각각 쓰고, 이 방어 작용에서 큰포식세포의 역할을 설명해 보자.

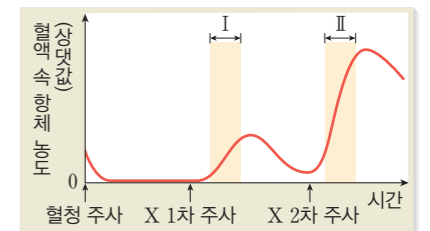
02 서술형 04 표는 사람 (가)와 (나) 사이의 ABO식 혈액형에 대한 혈액 응집반응의 결과를 나타낸 것이다. (가)의 혈액과 항A 혈청을 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.

구분	(가)의 혈장	(나)의 혈장
(가)의 적혈구	-	+
(나)의 적혈구	+	-

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

(가)와 (나)의 ABO식 혈액형을 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

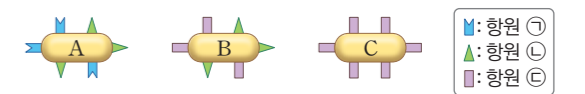
03 05 그림은 생쥐 (가)에 병원체 X를 주사하고 일정 시간 뒤 분리한 혈청과 X를 일정 간격으로 생쥐 (나)에 주사했을 때 X에 대한 항체 농도 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 골라 보자. (단, (가)와 (나)는 유전적으로 동일하고, 병원체 X에 노출된 적이 없다.)

- 보기
- ㄱ. (가)에서 분리한 혈청에는 X에 대한 기억세포가 있다.
 - ㄴ. 구간 I의 (나)에는 X에 대한 형질세포가 있다.
 - ㄷ. 구간 II의 (나)에서 X에 대한 체액성면역이 일어났다.

03 서술형 06 그림은 세균 A~C의 항원 ㉠~㉢을 나타낸 것이다.



세균 A에 대한 약독화 생백신은 세균 B와 C 중 어느 것의 감염을 예방하는 데 효과적인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 항원 ㉠~㉢과 관련지어 설명해 보자.

스스로 평가하기

이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

	우수	보통	미흡
지식-이해			
병원체의 종류와 특징을 이해하고, 방어 작용을 선천면역과 후천면역으로 구분하여 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
항원항체반응의 특이성을 이해하고, 혈액 응집반응의 원리를 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
백신의 작용 원리와 종류를 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
과정-기능			
혈액 응집반응의 원리를 이용하여 혈액형을 판정했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
백신의 종류와 작용 원리를 조사하고, 백신의 필요성에 대해 협력하여 소통했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가치-태도			
안전에 유의하여 혈액형 판정 실험을 했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
우리가 건강하게 살아가는 데 백신의 개발과 활용이 중요하다는 것을 이해했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가 결과가 아쉽다면 '3. 우리 몸의 방어 작용'을 다시 한번 학습해 봅시다.

항생제의 올바른 사용 홍보하기

경제협력개발기구(OECD)의 29 개국을 조사한 결과 2019 년 기준 우리나라의 인체 항생제 사용량이 세 번째로 많은 것으로 나타났다. 항생제를 너무 많이 사용하면 세균이 항생제의 효과에 저항하는 내성을 가질 수 있다. 최초의 항생제인 페니실린이 사용되고 몇 년 뒤 페니실린에 내성을 가지는 세균이 발견되었다. 이에 따라 페니실린에 내성을 가지는 세균의 증식을 억제하는 새로운 항생제가 개발되었는데, 곧이어 이 새로운 항생제에도 내성을 가지는 세균이 발견되었다. 사람이 항생제에 내성을 가지는 세균에 감염되면 기존에 사용하던 항생제의 효과가 줄어들어 이 항생제로는 치료가 어렵다.



항생제 내성 문제에 적절히 대응하지 못할 경우 2050년에는 전 세계적으로 연간 약 1000만 명이 사망할 것이라고 한다. 이에 세계보건기구(WHO)는 2015년부터 매년 11월 셋째 주를 '세계 항생제 내성 인식 주간'으로 지정하여 국가별로 홍보하도록 권고하고 있다. 다음 활동에서 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물을 만들어 홍보 활동을 해 보자.

항생제 내성의 위험성에 대한 영상을 시청해 보자.

▶ 도움 영상



1. 고안하기

- 모둠별로 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물에 들어갈 내용과 홍보물의 형태를 정해 보자.
- 다음을 참고하여 홍보 활동 계획을 세워 보자.

● 홍보 대상	● 홍보 장소	● 홍보 시간
---------	---------	---------
- 홍보물 제작을 위해 모둠원의 역할을 나누어 보자.

2. 수행하기

- 항생제 부작용 사례와 항생제에 내성을 가지는 세균에 대해 조사해 보자.
- 조사한 내용을 바탕으로 하여 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물을 만들어 보자.

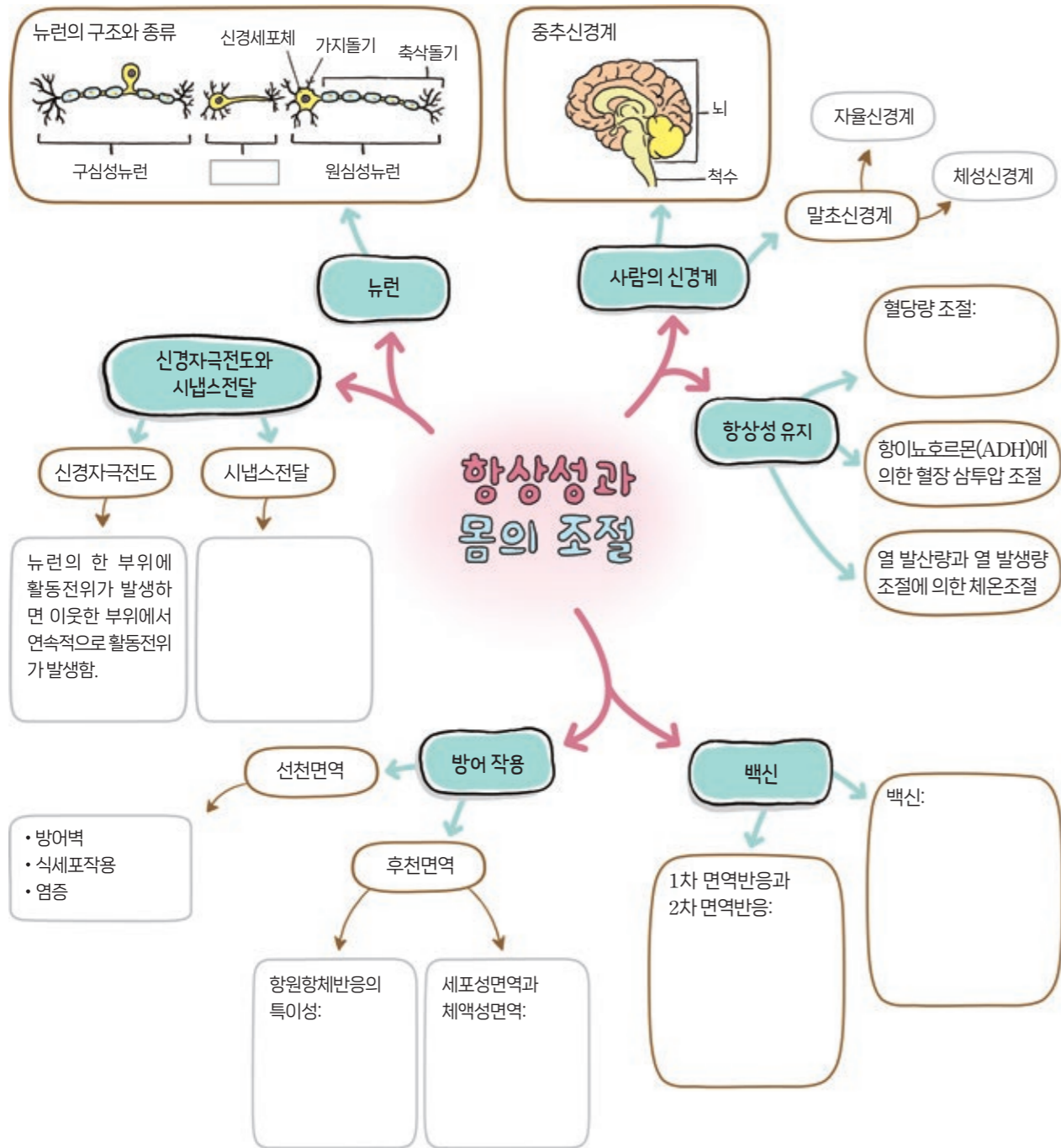
항생제,
내 몸을 위해
올바르게 사용해요.

3. 실행하기

- 홍보물을 이용하여 홍보 활동을 해 보자.
- 다음 표를 활용하여 우리 모둠과 다른 모둠의 활동을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 항생제의 올바른 사용에 대해 설명했는가?			
과정·기능 항생제의 올바른 사용을 알리는 홍보물을 만들고, 홍보 활동을 했는가?			
가치·태도 항생제 오남용 문제를 해결할 수 있다는 마음가짐으로 홍보 활동에 참여했는가?			

학습한 내용을 글과 그림으로 정리하여 생각 그물을 완성해 보자.



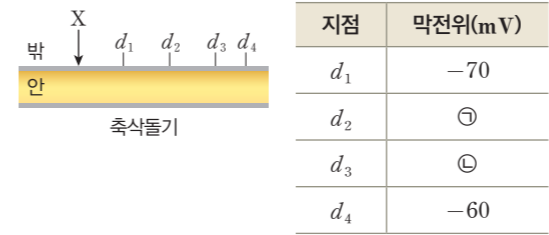
포트폴리오

이 단원의 활동 결과물을 모아 나만의 포트폴리오를 완성해 보자.

- 108 쪽 스마트 헬스케어 시스템을 활용하여 항상성 유지 작용 탐구하기
- 140 쪽 항생제의 올바른 사용 홍보하기

1. 신경자극전도와 시냅스전달 86 쪽

01 그림은 말이집이 없는 뉴런 (가)의 축삭돌기 일부를, 표는 (가)의 지점 X를 자극하여 신경자극전도가 1 회 일어날 때, 네 지점 $d_1 \sim d_4$ 에서 동시에 측정된 막전위를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 -80 과 $+30$ 을 순서 없이 나타낸 것이다. 휴지전위는 -70 mV이다.



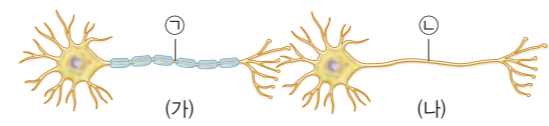
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 $+30$ 이다.
 - ㄴ. d_1 에서 Na^+ 의 농도는 세포 밖에서가 안에서 보다 높다.
 - ㄷ. d_4 에서 탈분극이 일어나고 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

1. 신경자극전도와 시냅스전달 86 쪽

02 그림은 시냅스로 연결된 두 뉴런 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



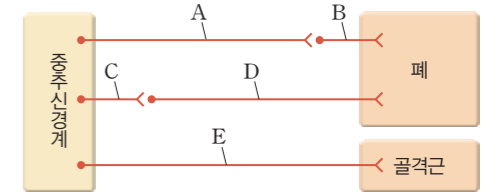
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)의 축삭돌기 말단에는 시냅스소포가 있다.
 - ㄴ. (나)에서 도약전도가 일어난다.
 - ㄷ. ㉡에 역치 이상의 자극을 주면 ㉠에서 활동 전위가 발생한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 신경계와 항상성 100 쪽

03 그림은 중추신경계와 폐, 골격근이 말초신경계로 각각 연결된 경로를 나타낸 것이다.



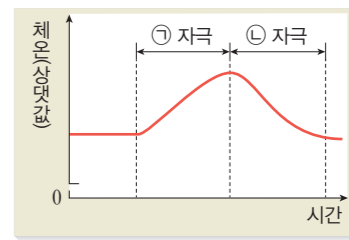
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A~E는 모두 원심성뉴런이다.
 - ㄴ. C의 신경세포체는 척수에 있다.
 - ㄷ. B와 D에서 분비되는 신경전달물질은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 신경계와 항상성 100 쪽

04 그림은 사람이 ㉠ 자극과 ㉡ 자극을 받았을 때 시간에 따른 체온을 나타낸 것이다. ㉠ 자극과 ㉡ 자극은 저온 자극과 고온 자극을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠ 자극을 주는 동안 열 발생량이 증가한다.
 - ㄴ. ㉡ 자극으로 피부 근처 혈관이 확장된다.
 - ㄷ. 체온을 조절하는 중추는 사이뇌의 시상하부이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

과학 글쓰기

3. 우리 몸의 방어 작용 120 쪽

05 표는 사람의 세 가지 질병의 특징을 나타낸 것이다. A와 B는 독감과 당뇨병을 순서 없이 나타낸 것이다.

질병	특징
A	비감염성질환이다.
B	병원체가 스스로 물질대사를 하지 못한다.
말라리아	㉠

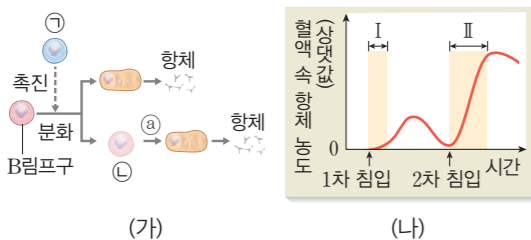
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 당뇨병이다.
 - ㄴ. B의 병원체는 핵산을 가진다.
 - ㄷ. ‘모기를 매개로 전염된다.’는 ㉠에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 우리 몸의 방어 작용 120 쪽

06 그림 (가)는 어떤 사람에서 병원체 X가 침입했을 때 일어나는 방어 작용의 일부를, (나)는 이 사람에서 X의 침입에 의해 생성되는 X에 대한 혈액 속 항체 농도의 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 기억세포와 보조 T림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

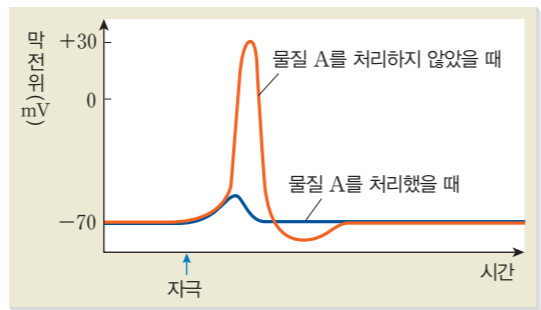
- 보기
- ㄱ. ㉠은 기억세포이다.
 - ㄴ. 구간 I에서 식세포작용이 일어난다.
 - ㄷ. 구간 II에서 과정 ㉡가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

과학 역량 기르기

1. 신경자극전도와 시냅스전달 86 쪽

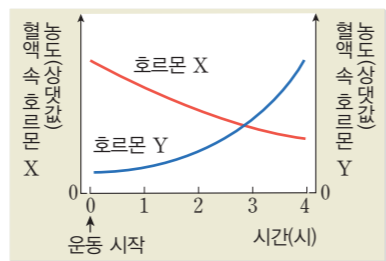
07 그림은 뉴런 (가)에 물질 A를 처리하지 않았을 때와 처리했을 때, (가)의 한 지점에 역치 이상의 자극을 각각 주고 측정한 막전위의 변화를 나타낸 것이다. 물질 A는 세포막에 있는 이온통로를 통한 ㉠의 이동을 억제하며, ㉠은 Na⁺과 K⁺ 중 하나이다.



㉠이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 활동전위의 발생 과정과 관련지어 설명해 보자.

2. 신경계와 항상성 100 쪽

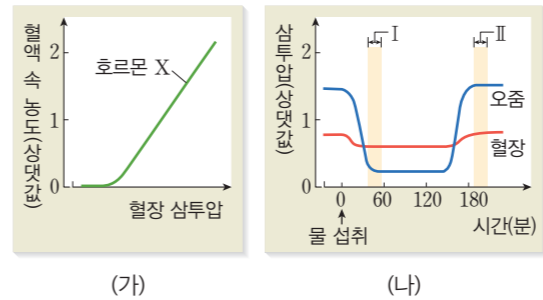
08 그림은 건강한 사람이 운동을 시작한 뒤 시간에 따른 호르몬 X와 Y의 혈액 속 농도를 나타낸 것이다. 호르몬 X와 Y는 인슐린, 글루카곤을 순서 없이 나타낸 것이다.



- (1) 호르몬 X는 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.
- (2) 호르몬 Y가 작용하는 기관은 무엇인지 쓰고, 호르몬 Y가 그 기관에 어떻게 작용하는지 설명해 보자.

2. 신경계와 항상성 100 쪽

09 그림 (가)는 건강한 사람의 혈장 삼투압에 따른 호르몬 X의 혈액 속 농도를, (나)는 이 사람이 물 1L를 마신 뒤 시간에 따른 오줌과 혈장의 삼투압을 나타낸 것이다.



- (1) 호르몬 X를 분비하는 내분비샘은 무엇인지 써 보자.
- (2) (나)의 구간 I과 구간 II 중 혈액 속 호르몬 X의 농도가 더 높은 구간을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

3. 우리 몸의 방어 작용 120 쪽

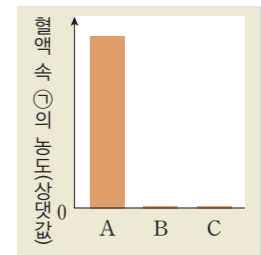
10 다음은 영희네 가족의 ABO식 혈액형에 대한 자료이다. (단, ABO식 혈액형만 고려한다.)

- 아버지, 어머니, 오빠, 영희의 ABO식 혈액형은 서로 다르다.
- 아버지의 혈액과 오빠의 혈액을 각각 항A 혈청에 섞으면 응집반응이 일어난다.
- 어머니의 혈액과 오빠의 혈액을 각각 항B 혈청에 섞으면 응집반응이 일어난다.

- (1) 영희네 가족 구성원 중 적혈구에 응집원 A와 B가 모두 없는 구성원을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.
- (2) 아버지의 혈장, 오빠의 혈장, 영희의 혈장 중 어머니의 적혈구와 섞었을 때 응집반응이 일어나는 혈장은 어느 것인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

[11~12] 다음은 물질대사를 촉진하는 호르몬 ㉠의 분비에 대한 실험이다. 물음에 답해 보자.

[실험 과정]
(가) 유전적으로 동일한 생쥐 A, B, C를 준비한다.
(나) 생쥐 B와 C의 갑상샘을 각각 제거한 뒤 생쥐 A~C에서 혈액 속 ㉠의 농도를 측정한다.
[실험 결과] (나)에서 측정한 결과는 그림과 같다.



11 ㉠은 무엇인지 근거를 들어 설명해 보자.

.....

.....

12 ㉠의 분비는 음성피드백에 의해 조절되며, 갑상샘 자극호르몬(TSH)은 ㉠의 분비를 촉진한다. 혈액 속 ㉠의 농도가 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비량 변화에 어떤 영향을 미치는지 알아보려고 한다. 가설을 세우고, 위 실험의 생쥐 A~C를 이용하여 이를 검증하는 실험 과정을 설계해 보자.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III

생명의 연속성과 다양성



이 단원의 핵심 아이디어

1 염색체와 생식세포 형성

염색체에 유전자가 있고, 생식세포 형성 과정을 통해 자손의 유전자 구성이 다양해진다.

2 생물의 진화와 다양성

생물은 환경에 적응하여 진화하며, 분류체계에 따라 생물의 유연관계를 계통수로 표현한다.



사람을 비롯한
모든 생물은 생명의
연속성과 다양성을
어떻게 유지할까?



단원 연계

중학교 과학

- 생물의 구성과 다양성
- 생식과 유전

통합과학1

- 물질과 규칙성
- 시스템과 상호작용

통합과학2

- 변화와 다양성

생명과학

1. 염색체와 생식세포 형성
2. 생물의 진화와 다양성

세포와 물질대사

- 세포 생물의 유전
- 유전자와 유전물질

포트폴리오

이 단원을 학습하면서 나만의 포트폴리오를 만들어 보자.

- 182 쪽 온라인 식물도감 만들기
- 194 쪽 과학 커뮤니케이션으로 생물 분류군 소개하기

1

염색체와 생식세포 형성

- 01 염색체, DNA, 유전자
- 02 생식세포 형성의 중요성

학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

가족 구성원은 모습이나 성격이 서로 비슷하다.

경험 비추어 보기 내가 부모님과 닮은 점은 무엇일까?

생각해 보기 가족 구성원의 특징이 서로 비슷하기도 하고 다르기도 한 까닭은 무엇일까?



이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- 염색체 DNA 유전자 체세포분열 감수분열

지식·이해

- 염색체의 구조를 이해하고, 염색체, DNA, 유전자의 관계를 설명할 수 있다.
- 생식세포 형성 과정을 체세포분열 과정과 비교하고, 생식세포 형성의 중요성을 설명할 수 있다.

이 단원의 학습 내용

과정·기능

- 염색체 모형을 이용하여 사람의 핵형을 분석할 수 있다.
- 생식세포 형성 과정을 염색체의 행동 중심으로 표현할 수 있다.
- 생식세포 형성의 중요성을 유전적 다양성 및 생명의 연속성과 관련지어 추론할 수 있다.

가치·태도

- 생식세포 형성 과정을 창의적으로 표현할 수 있다.
- 생식세포 형성이 유전적 다양성과 생명의 연속성에 중요함을 경험할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01 염색체, DNA, 유전자

| 학습 목표 |

- 염색체의 구조를 설명할 수 있다.
- 염색체, DNA, 유전자의 관계를 설명할 수 있다.

염색체를 책에 비유한다면, DNA는 책의 모든 쪽이고, 이 중 유용한 정보가 쓰인 쪽은 유전자이다. 염색체, DNA, 유전자는 어떤 관계일까?



염색체, DNA, 유전자의 관계

세포가 분열할 때에는 막대 모양의 구조물인 염색체를 관찰할 수 있다. 염색체는 그림 Ⅲ-1과 같이 DNA와 단백질로 이루어져 있다. 염색체를 구성하는 DNA는 8 개의 히스톤 단백질을 감고 있는데, 이러한 구조를 뉴클레오솜이라고 한다. DNA에서 유전형질을 결정하는 유전정보를 저장하는 부분을 유전자라고 하며, 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.

염색체, DNA, 유전자의 관계는 중학교 「과학」의 '생식과 유전', 「통합과학1」의 '물질과 규칙성', 「시스템과 상호작용」 단원과 연계된다.

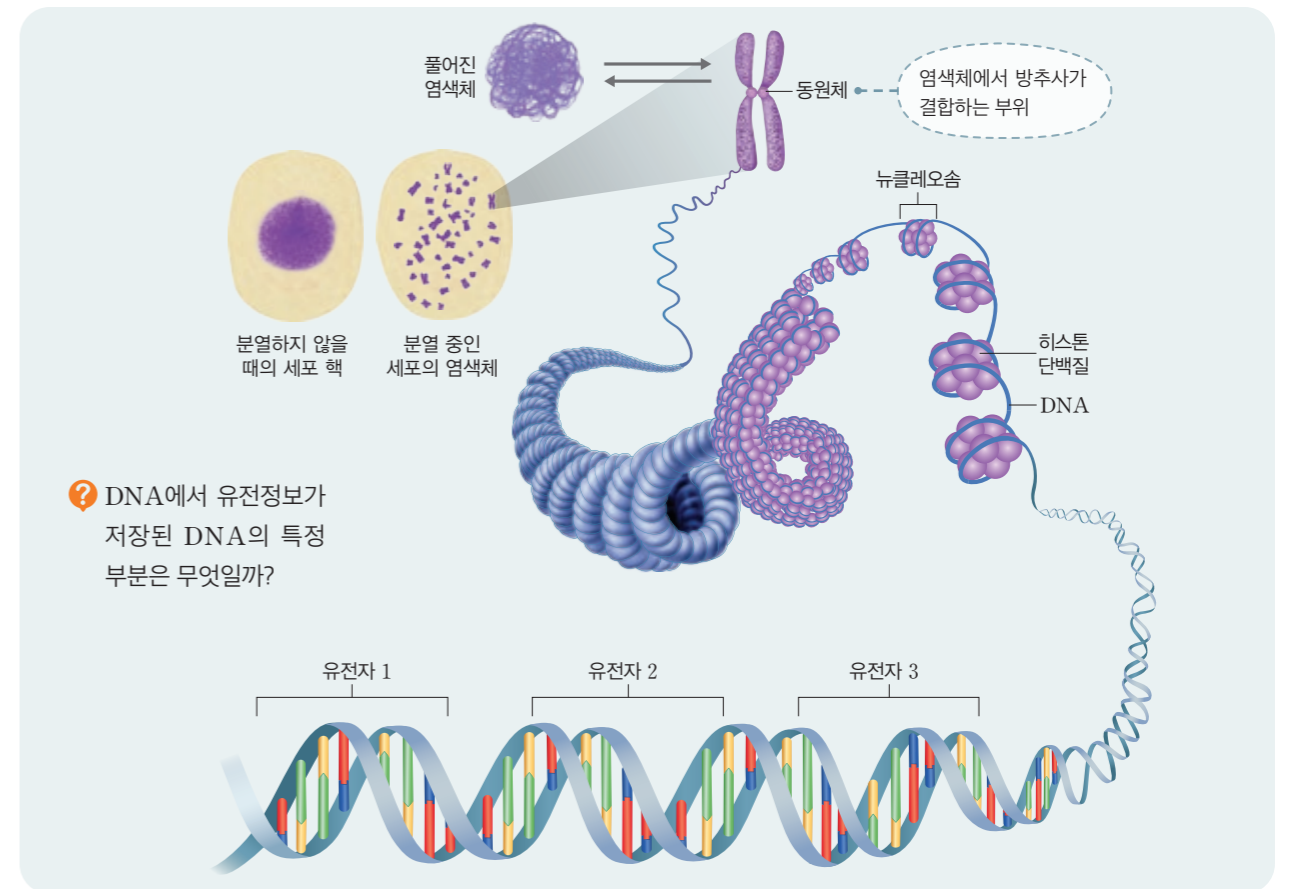


그림 Ⅲ-1 염색체의 구조

사람의 염색체와 핵형

어떤 생물에서 한 세포에 들어 있는 염색체의 수, 모양, 크기 등의 특성을 핵형이라고 한다. 핵형은 체세포분열 중기의 염색체 사진을 이용하여 모양과 크기가 같은 염색체끼리 짝을 지은 뒤 크기가 큰 것부터 순서대로 배열해 나타낸다. 생물은 종마다 고유의 핵형을 가지고, 한 종에서는 성별에 따라 핵형이 다를 수 있다. 다음 탐구에서 사람의 핵형을 분석해 보자.

탐구

자료 분석, 결론 도출

탐구 능력 | 문제 해결 능력

염색체 모형을 이용하여 핵형분석 하기

목표 염색체 모형을 이용하여 사람의 핵형을 분석할 수 있다.

과정 및 결과

1. 부록에 있는 사람의 염색체 붙임딱지를 잘라 준비한다.
2. 남자의 염색체 붙임딱지에서 다음의 염색체와 모양, 크기가 같은 것을 찾아 빈칸에 붙여 핵형을 완성해 보자.

남자의 핵형

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	성염색체	

사람의 성염색체에는 상대적으로 크기가 큰 X염색체와 크기가 작은 Y염색체가 있어.



3. 여자의 염색체 붙임딱지에서 다음의 염색체와 모양, 크기가 같은 것을 찾아 빈칸에 붙여 핵형을 완성해 보자.

여자의 핵형

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	성염색체	성염색체

염색체를 쉽게 구분하려고 염색한 거야.



4. 남자와 여자의 핵형을 비교하여 설명해 보자.



정리

1. 사람의 체세포에 몇 쌍의 염색체가 들어 있는지 써 보자.
2. 남자와 여자의 핵형에서 나타나는 공통점과 차이점을 각각 설명해 보자.
3. **사고력** 캥거루와 마늘은 각각 체세포 1 개당 염색체 수가 16이다. 캥거루와 마늘의 핵형이 같을지 다를지 예상해 보고, 그렇게 예상한 까닭을 설명해 보자.



스스로 평가하기

| 지식·이해 | 남자와여자의 핵형에서 나타나는 공통점과 차이점을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 염색체의 모양과 크기를 비교하여 핵형분석 했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 핵형분석이 생물의 특성을 이해하는 데 유용하다는 것을 인식했는가? ☆☆☆

오개념 바로잡기

핵형을 분석하면 생물의 유전적 특성을 모두 알 수 있을까?

핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 염색체의 외형적인 특징을 나타낸다. 따라서 핵형분석을 통해 성별, 염색체에 이상이 있는 유전병 등은 알 수 있지만, DNA의 염기서열, 유전자의 이상 여부 등은 알 수 없다.

사람 체세포의 핵형을 분석하면 모양과 크기가 같은 염색체가 2 개씩 쌍을 이루는데, 이를 **상동염색체**라고 한다.

사람은 아버지와 어머니에게서 염색체를 23 개씩 물려받으므로 사람의 체세포에는 상동염색체 23 쌍이 있다. 이 중 남녀에게 공통으로 있는 22 쌍이 상염색체이고, 나머지 1 쌍은 남녀에 따라 구성이 다른 성염색체이다. 사람의 성염색체는 성을 결정하는 유전자를 가지고, X염색체와 Y염색체로 구분한다. 여자는 성염색체로 X염색체 2 개를 가지고, 남자는 X염색체와 Y염색체를 하나씩 가진다.



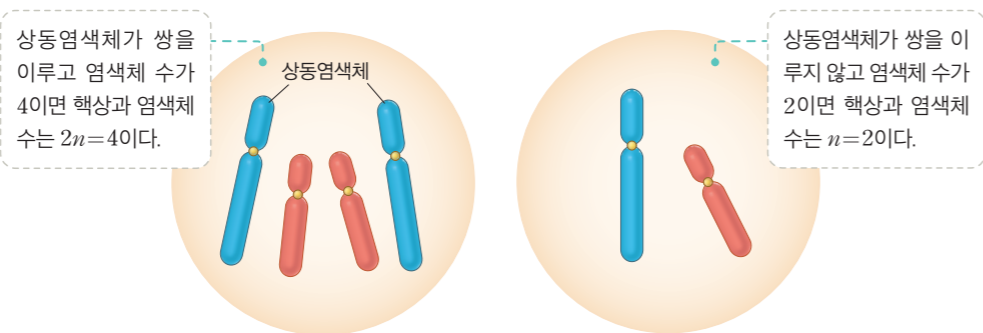
그림 Ⅲ-2 사람의 핵형 사람의 핵형에서 1 번부터 22 번까지는 상염색체이고, X염색체와 Y염색체는 성염색체이다.

참의사고 초파리는 체세포 1 개당 상염색체 3 쌍과 성염색체 1 쌍을 가진다. 초파리의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다. 우리 주변의 물건을 이용하여 초파리 암컷과 수컷의 핵형을 표현해 보자.



세포 하나에 들어 있는 염색체의 상대적인 수를 **핵상**이라고 한다. 상동염색체가 쌍을 이루고 있는 체세포의 핵상은 $2n$ 으로 표시하고, 상동염색체가 하나씩만 있는 생식세포의 핵상은 n 으로 표시한다.

그림 Ⅲ-3 핵상과 염색체 수



분열 중인 세포에서 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 유전정보가 서로 같지만, 상동염색체는 부모에게서 하나씩 물려받으므로 유전정보가 서로 다를 수 있다. 상동염색체의 같은 위치에는 부모에게서 하나씩 물려받은 두 유전자가 있으며, 이 유전자는 특정 형질에 서로 같은 영향을 미치거나 다른 영향을 미치는 **대립유전자**이다. 그림 Ⅲ-4와 같이 상동염색체의 대립유전자 쌍이 같으면 동형접합성이라고 하고, 다르면 이형접합성이라고 한다.

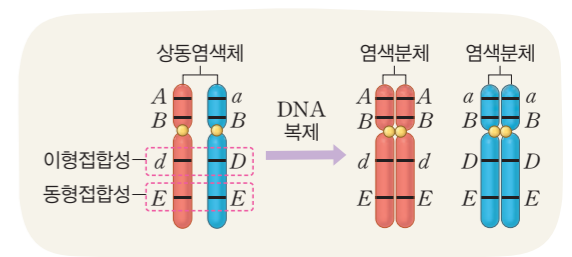


그림 Ⅲ-4 상동염색체와 염색분체의 대립유전자

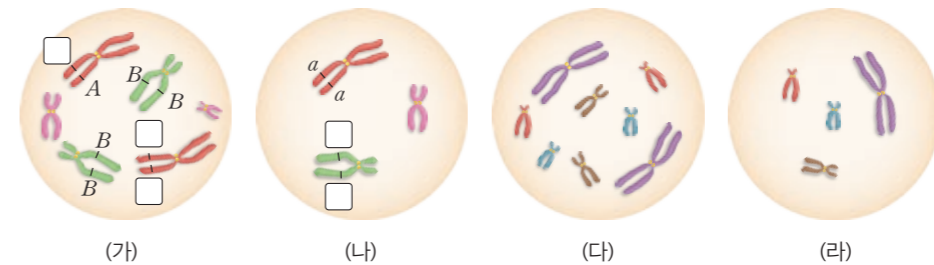
다음 해 보기에서 상동염색체와 염색분체의 대립유전자 구성을 알아보자.

해보기

Q 탐구 능력 | 문제 해결 능력

상동염색체와 염색분체의 대립유전자 구성 알아보기

그림은 서로 다른 생물종($2n$)의 개체 ㉠과 ㉡의 세포 (가)~(라)에 들어 있는 모든 염색체와 일부 유전자를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 ㉠의 세포이고, (다)와 (라)는 ㉡의 세포이다. 이 종들의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



1. (가)와 (나)의 빈칸에 들어갈 알맞은 대립유전자를 각각 써 보자.
2. (가)~(다) 중 (라)와 핵상이 같은 세포를 있는 대로 골라 써 보자.
3. ㉠과 ㉡의 성별을 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

스스로 확인하기

- 1 염색체는 ()와/과 단백질로 이루어져 있다.
- 2 상동염색체의 같은 위치에 있으며, 특정 형질에 서로 같은 영향을 미치거나 다른 영향을 미치는 유전자를 무엇이라고 하는지 써 보자.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 성염색체인 X염색체와 Y염색체는 유전자 구성이 같을지 다를지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 149 쪽 학습 목표에 ✓표 하여 스스로 점검해 보자.

02 생식세포 형성의 중요성

학습 목표

- 생식세포 형성 과정을 체세포분열 과정과 비교하여 설명할 수 있다.
- 생식세포 형성의 중요성을 유전적 다양성 및 생명의 연속성과 관련지어 설명할 수 있다.



무성생식

무성생식은 새로운 개체를 만드는 생식 방법 중 하나이다. 무성생식 결과 모체와 유전적으로 동일한 자손이 만들어진다.

생물은 자신과 닮은 자손을 만드는 생식을 한다. 생물의 생식 방법에는 무성생식과 유성생식이 있다. 무성생식을 하는 생물은 따로 생식세포를 만들지 않고 세포가 분열하거나 몸의 일부가 떨어져 나와 자손을 만든다. 유성생식을 하는 생물은 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만든다. 유성생식이 일어날 때 생식세포의 염색체 수가 체세포와 같다면 암수 생식세포가 결합하여 만들어진 자손의 염색체 수는 부모의 2 배가 될 것이다. 그러나 감수분열을 통해 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가 형성되므로 부모와 자손의 염색체 수가 같다.



집신벌레의 무성생식



붉은가슴벌새의 유성생식

집신벌레와 같은 단세포생물은 일반적으로 체세포 분열을 통해 개체수를 늘린다.

붉은가슴벌새와 같은 다세포생물은 생식기관에서 생식세포를 형성하고, 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만든다.

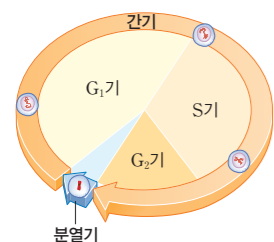
그림 III-5 무성생식과 유성생식

체세포분열 과정과 생식세포 형성 과정

체세포분열은 간기에 DNA가 복제된 뒤 분열이 1 회 일어난다. 체세포분열에서는 염색분체가 분리되므로 염색체 수와 DNA 양이 모세포와 같은 딸세포가 2 개 만들어진다. 체세포분열로 형성된 딸세포가 성장하여 다시 다음 체세포분열이 일어나는데, 이러한 과정을 세포주기라고 한다. 반면 생식세포가 형성될 때에는 감수분열이 일어나며, 감수분열은 간기에 DNA가 복제된 뒤 분열이 연속해서 2 회 일어난다. 감수 1분열에서는 상동염색체가, 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되므로 감수분열 결과 염색체 수와 DNA 양이 모세포의 절반인 딸세포가 4 개 만들어진다.

세포주기

세포주기는 G₁기, S기, G₂기로 구성되는 간기와 분열기로 나뉜다. G₁기에는 세포가 성장하고, S기에는 DNA가 복제되며, G₂기에는 분열을 준비한다. 분열기에는 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체가 분리되어 2 개의 딸세포로 각각 전달된다.



(출처: 『Cell Biology』, 2017.)

감수 1분열에서는 상동염색체끼리 접합하여 2가 염색체를 형성한다. 2가 염색체를 구성하는 상동염색체는 분리되어 각각 다른 딸세포로 전달되므로 감수 1분열 결과 형성된 두 딸세포의 염색체 수는 모세포의 절반이다. 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되어 각각 다른 딸세포로 전달되므로 염색체 수에 변화가 없다.

헤르트비히
(Hertwig, O. W. A., 1849~1922)
독일의 과학자. 성체를 연구하여 감수분열 결과 염색체 수가 절반으로 감소한다는 것을 알아냈다.

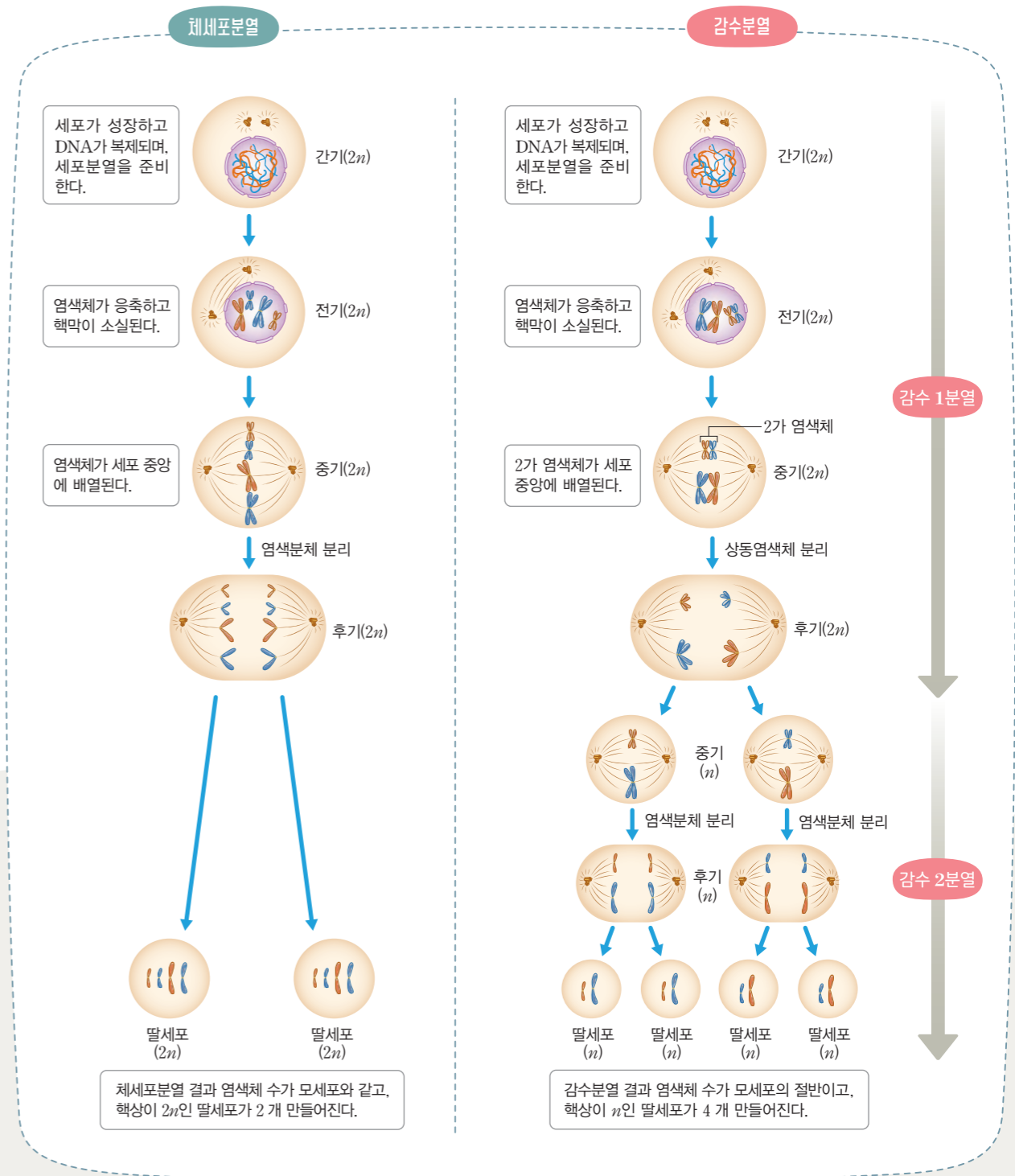


그림 III-6 체세포분열 과정과 생식세포 형성 과정의 비교

다음 탐구에서 생식세포 형성 과정을 다양한 재료와 방식으로 만들어 보자.

탐구

● 모형 생성, 결론 도출

Q 탐구 능력 | Q 의사 결정 능력

생식세포 형성 과정을 창의적인 모델로 제작하기

목표 생식세포 형성 과정을 창의적인 재료와 방식으로 표현하여 설명할 수 있다.

과정 및 결과

1. 모듈별로 생식세포 형성 과정을 창의적인 모델로 만들기 위한 방법을 토의해 보자.

1 생식세포 형성 과정을 몇 단계로 표현할지, 각 단계를 어떤 내용으로 표현할지 정해 보자.

- 1 모세포의 핵상과 염색체 수를 구체적으로 정해야 한다.

2 생식세포 형성 과정을 어떤 형식의 동영상으로 만들지 정해 보자.

- 1 동영상은 스톱 모션 애니메이션, 플립 북 등을 제작할 수 있는 애플리케이션을 이용하여 만들 수 있다.

3 생식세포 형성 과정을 어떤 재료로 표현할지 정해 보자.

- 1 대립유전자의 구성이 서로 다른 상동염색체는 색깔 등을 다르게 할 수 있다.

- 준비물**
- ☑ 생식세포 형성 과정을 표현할 재료(모루, 수수깡, 지점토 등)
 - ☑ 스마트 기기

- 안전**
- 모루를 다루거나 모루, 수수깡 등을 칼이나 가위로 자를 때에는 손을 다치지 않게 주의한다.
 - 지점토를 사용할 때에는 실험용 장갑을 착용한다.

생식세포 형성 과정을 어떻게 표현할까?



스톱 모션 애니메이션으로 표현해 보자.



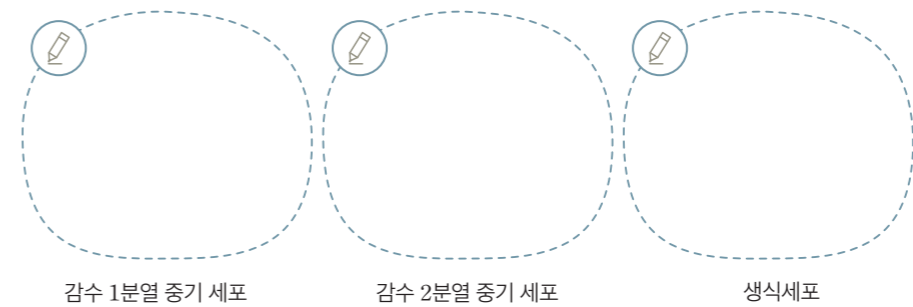
생식세포 형성 과정을 염색체의 행동 중심으로 표현하면 좋겠어.



모루로 염색체 모형을 만들면 어떨까?



2. 토의한 내용을 바탕으로 하여 생식세포 형성 과정의 각 단계를 표현해 보자.
3. 모듈에서 표현한 생식세포 형성 과정 중 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포, 생식세포에 있는 모든 염색체를 그려 보자.



4. 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포, 생식세포의 염색체 구성은 어떤 차이가 있는지 써 보자.
5. **디지털** 생식세포 형성 과정을 동영상으로 만들고, 동영상을 공유 플랫폼에 공유해 보자.



6. 다른 모듈에서 생식세포 형성 과정을 어떻게 창의적으로 표현했는지 이야기해 보자.

정리

- 생식세포 형성 과정을 염색체의 행동 중심으로 설명해 보자.

디지털 탐색

생식세포 형성 과정, 감수분열을 검색하여 동영상을 찾아 시청하고, 생식세포 형성 과정을 어떻게 표현했는지 알아보자.

스스로 평가하기

- | 지식·이해 | 생식세포 형성 과정에서 염색체의 행동을 단계별로 설명했는가? ☆☆☆
- | 과정·기능 | 생식세포 형성 과정을 염색체의 행동 중심으로 표현했는가? ☆☆☆
- | 가치·태도 | 생식세포 형성 과정을 창의적으로 표현했는가? ☆☆☆



유전적 다양성과 생명의 연속성

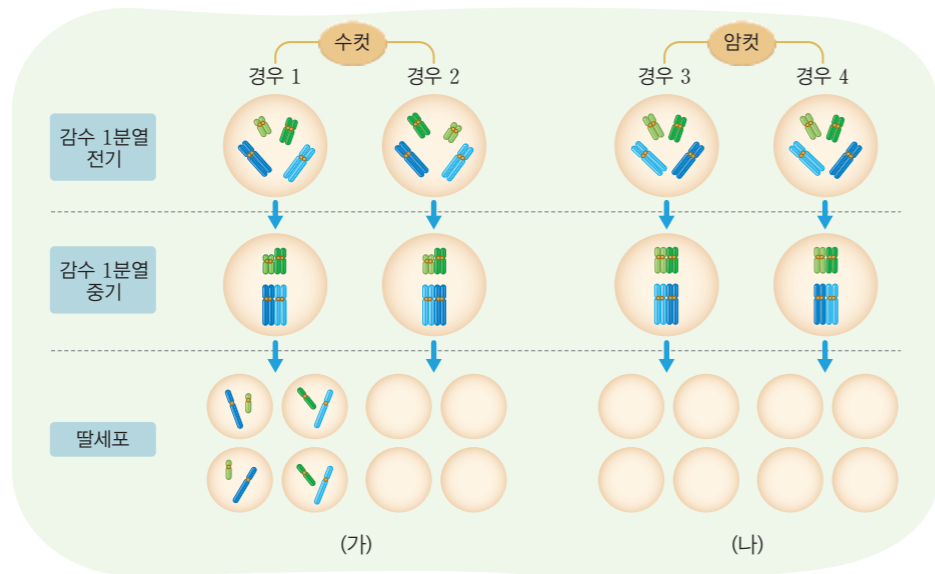
생식세포가 형성될 때 감수 1분열에서는 상동염색체가 접합하여 세포 중앙에 배열해 있다가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다. 이때 접합한 상동염색체는 세포 중앙에 무작위로 배열되고, 상동염색체의 배열에 따라 형성되는 생식세포의 염색체 조합이 달라진다. 다음 해 보기에서 생식세포 형성이 유전적 다양성과 생명의 연속성에 중요함을 추론해 보자.

해보기

생식세포 형성의 중요성 추론하기

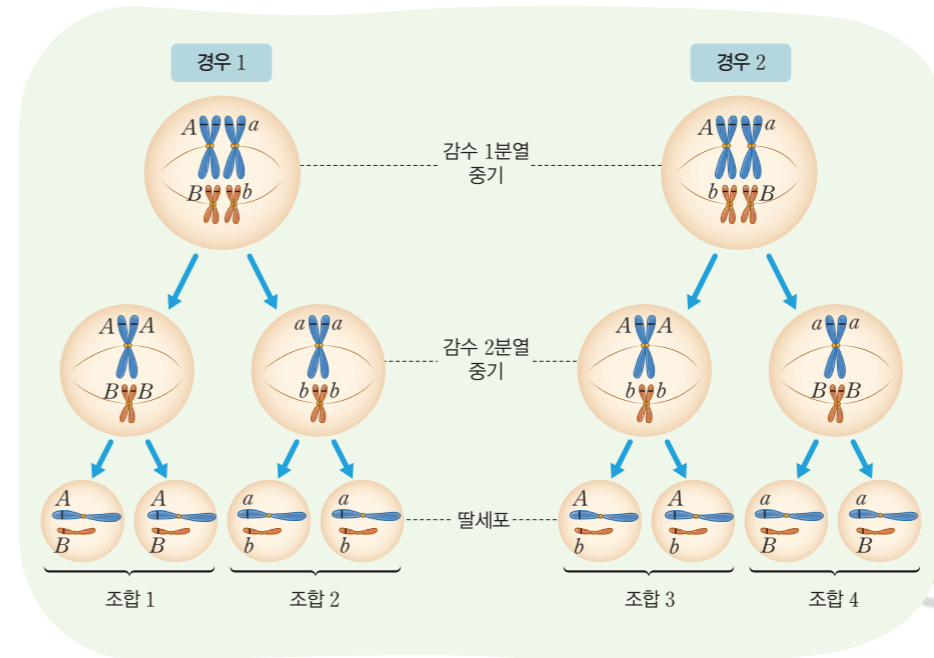
문제 해결 능력 | 의사 결정 능력

그림은 어떤 동물 중(2n=4)의 생식세포 형성 과정에서 일어날 수 있는 염색체 배열과 딸세포의 염색체 구성을 나타낸 것이다.



1. 경우 2~4의 딸세포의 염색체를 그려 보자.
2. (가)와 (나)에서 만들어질 수 있는 딸세포의 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 각각 써 보자.
3. 생식세포 형성 과정에서 염색체 조합이 다양한 생식세포가 만들어지는 원리를 추론해 보자.
4. 이 동물의 수컷과 암컷에서 각각 만들어진 생식세포가 무작위로 수정되어 태어난 자손에서 나타날 수 있는 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 써 보자.
5. 이 동물에서 세대가 거듭되어도 체세포 1 개당 염색체 수가 변하지 않는 까닭을 추론해 보자.

감수 1분열에서 배열된 상동염색체가 분리되는 과정은 모든 상동염색체 쌍에서 독립적으로 일어난다. 따라서 n 쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터 2ⁿ 가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어진다. 또 암수 생식세포가 무작위로 수정되어 유전적으로 다양한 자손이 태어난다.



생명과학 수학

유전과 확률

사람의 체세포에 상동염색체가 23 쌍 있으므로 한 사람에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 약 800만(=2²³) 가지이다. 부모의 암수 생식세포의 수정으로 만들어질 수 있는 자손의 염색체 조합은 약 70조(=2²³×2²³) 가지이다.

상동염색체 2 쌍을 가진 모세포(2n=4)로부터 4(=2²) 가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있어.

그림 Ⅲ-7 생식세포의 유전적 다양성

생식세포의 수정으로 태어난 자손은 체세포 1 개당 염색체 수와 DNA양이 부모와 같다. 따라서 세대가 거듭되어도 체세포 1 개당 염색체 수와 DNA양은 일정하게 유지된다. 생식세포 형성 과정에서 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 이렇게 형성된 생식세포의 무작위 수정으로 자손의 유전적 다양성은 높게 나타난다. 어떤 생물집단의 유전적 다양성이 높으면 그 집단에는 급격한 환경 변화가 일어나도 적응하여 살아남는 개체가 있을 가능성이 높다. 따라서 생물집단의 유전적 다양성은 생물이 환경에 적응하고 종을 유지할 수 있게 해 준다.

스스로 확인하기

- 1 생식세포 형성 과정 중 염색체 수가 절반으로 감소하는 시기는 감수 ()분열이다.
- 2 체세포의 핵상과 염색체 수가 2n=6인 생물에서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 써 보자.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 유성생식을 하는 생물집단이 무성생식을 하는 생물집단보다 유전적 다양성이 더 높은 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지
154 쪽 학습 목표에 ✓ 표
하여 스스로 점검해 보자.

염색체의 발견과 연구

염색체의 발견 및 명명

네겔리(Nägeli, K. W., 1817~1891)는 다양한 식물세포를 관찰한 결과 세포 안에 유전물질이 있을 것이라고 주장했다.

뷔츨리(Bütschli, J. A. O., 1848~1920)는 다양한 동물세포를 관찰했고, 그 결과 최초로 염색체를 발견했다.

발다이어(Waldeyer, H. W. G., 1836~1921)는 세포분열 과정에서 진하게 염색된 덩어리를 관찰하고, 이를 최초로 염색체라고 명명했다.

세포분열과 핵의 관계

보베리(Boveri, T. H., 1862~1915)는 성체의 정상 난자와 정상 정자가 수정하면 성체가 정상적으로 발생하지만, 핵의 일부를 제거한 난자와 정상 정자가 수정하면 성체가 정상적으로 발생하지 않는다는 것을 발견했다. 이를 통해 세포분열에서 핵이 중요하다는 것을 알아냈다.



서턴의 염색체설

서턴(Sutton, W. S., 1877~1916)은 메뚜기의 생식세포 형성 과정을 관찰하면서 염색체의 행동이 멘델(Mendel, G. J., 1822~1884)이 제안한 유전 인자의 행동 방식과 일치한다는 것을 발견했다. 이를 바탕으로 하여 염색체에 유전정보가 있다고 주장했다.



모건의 유전자설

모건(Morgan, T. H., 1866~1945)은 초파리를 교배하여 얻은 자손에서 나타나는 유전형질의 특성을 연구했다. 그 결과 염색체의 특정 위치에는 유전형질을 결정하는 유전자가 있다는 것을 알아냈다.



생각 펼치기

보베리의 실험에서 핵의 일부를 제거한 난자와 정상 정자가 수정되었을 때 성체가 정상적으로 발생하지 못한 까닭을 설명해 보자.



탐구 능력

유전 상담사

사람의 유전정보가 담긴 염색체의 핵형이나 DNA를 분석하는 등의 유전자 검사로 유전병이 발생할지를 알 수 있다. 유전 상담사는 상담자의 유전자 검사 결과를 바탕으로 하여 유전병과 관련된 정보 및 치료법 등을 알려 준다.

유전 상담사는 어떤 일을 하나요?

유전 상담사는 상담자의 염색체수이상이나 염색체 구조이상에 대해 상담자가 이해할 수 있도록 설명하며, 유전자 검사뿐만 아니라 혈액이나 오줌 분석 결과를 바탕으로 하여 유전병 발병 가능성에 대해 상담자에게 설명합니다. 유전 상담사는 병원, 연구 기관, 바이오 기업 등에서 일할 수 있으며, 유전병 상담과 관련된 교육이나 연구에 참여하기도 합니다. 상담자가 유전병을 나타내는 경우 상담자와 상담자의 가족에게 유전병의 진행 정도, 재발 위험성, 향후 검사와 관련된 정보를 이해하기 쉽게 설명합니다. 또 상담자가 불안해하면 심리적으로 안정을 찾게 도와줍니다.



유전 상담사가 되려면 어떻게 준비하나요?

유전 상담사가 되려면 생명과학, 유전공학, 분자생물학 등을 전공해야 합니다. 유전병과 관련된 자료를 수집하고 분석하므로 과학적 사고력, 정보 활용 능력 등이 요구됩니다. 상담자와 상담자의 가족을 만나 정보를 나누는 과정에서 의사소통 능력이 필요합니다. 또 상담자의 병력과 가족력을 수집하고, 개인의 유전정보를 다루므로 윤리의식이 높아야 합니다.



생각 펼치기

유전 상담사의 인터뷰 동영상을 검색하여 시청하고 알게 된 점을 써 보자.



탐구 능력



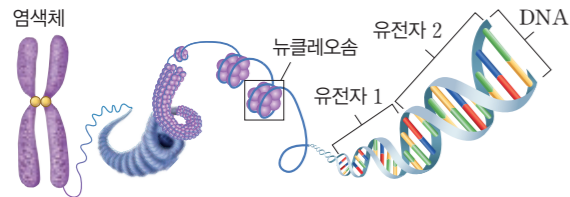
커리어넷(www.career.go.kr)
유전 상담사와 관련된 정보를 찾아보자.



01 염색체, DNA, 유전자

149 쪽~153 쪽

1. 염색체, DNA, 유전자의 관계: 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있다. 하나의 DNA에는 유전정보를 저장하는 수많은 ① 이/가 있다.



▲ 염색체의 구조

2. 사람의 염색체와 핵형

- 사람 체세포의 핵형을 분석하면 모양과 크기가 같은 ② 이/가 있다.
- 체세포의 핵상은 ③ (이)고, 생식세포의 핵상은 n 이다.
- ④ : 상동염색체의 같은 위치에 있으며, 특정 형질에 서로 같은 영향을 미치거나 다른 영향을 미치는 유전자이다.

02 생식세포 형성의 중요성

154 쪽~159 쪽

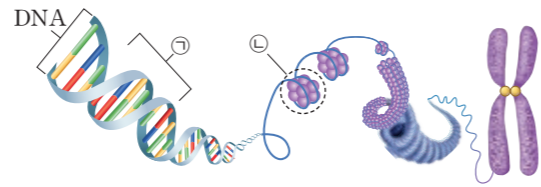
1. 체세포분열 과정과 생식세포 형성 과정

구분	체세포분열 과정	생식세포 형성 과정
DNA 복제	간기(S기)에 1 회 일어난다.	
분열 횟수	1 회(염색분체 분리)	2 회(상동염색체 분리, 염색분체 분리)
2가 염색체	형성되지 않는다.	형성된다.
딸세포 수	2 개	4 개
핵상 변화	$2n \rightarrow 2n$	$2n \rightarrow n$
분열 결과	체세포의 증식	생식세포 형성

2. 유전적 다양성과 생명의 연속성

- 생식세포 형성 과정에서 ⑤ 쌍이 무작위로 배열되었다가 독립적으로 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 만들어지고, 이 생식세포들이 무작위로 수정되어 유전적으로 다양한 자손이 태어난다.
- 생식세포의 형성 및 수정에 의해 부모의 DNA가 각각 절반씩 자손에게 전달되므로 개체의 DNA는 자손에게 남아 생명의 연속성이 나타난다.

01 그림은 염색체의 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 유전자와 뉴클레오솜을 순서 없이 나타낸 것이다.

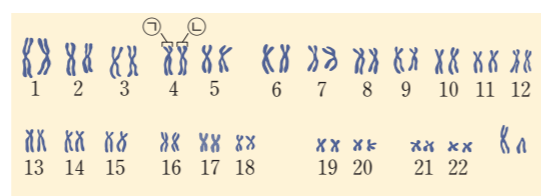


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㉠. ㉠은 유전정보를 저장하는 부분이다.
 - ㉡. ㉡은 뉴클레오솜이다.
 - ㉢. 염색체에는 DNA와 히스톤 단백질이 있다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢
 ④ ㉠, ㉡ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

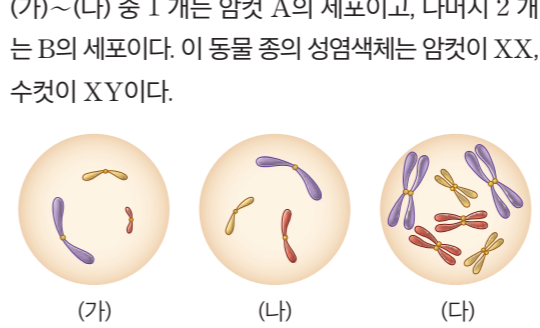
01 그림은 사람 P의 세포 (가)를 이용하여 핵형분석 한 결과를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

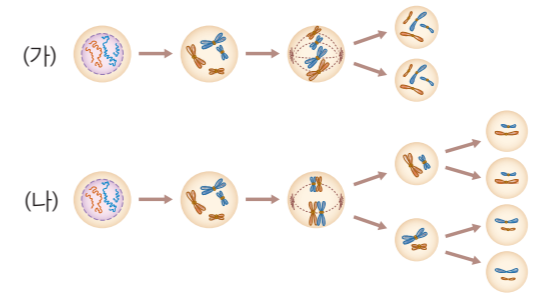
- ① P는 남자이다.
- ② (가)는 생식세포이다.
- ③ (가)의 핵상은 $2n$ 이다.
- ④ 염색체 ㉠과 ㉡은 상동염색체이다.
- ⑤ 염색체 ㉠과 ㉡은 부모로부터 각각 하나씩 물려받았다.

01 서술형 03 그림은 어떤 동물 종($2n=6$)의 개체 A와 B의 세포 (가)~(다)에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(다) 중 1 개는 암컷 A의 세포이고, 나머지 2 개는 B의 세포이다. 이 동물 종의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



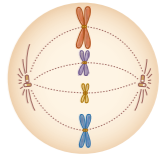
B의 성별을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

02 서술형 04 그림 (가)와 (나)는 생식세포 형성 과정과 체세포분열 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)와 (나)가 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

02 서술형 05 그림은 어떤 동물 종($2n$)의 개체를 구성하는 세포 중 하나에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다.



이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

02 서술형 06 유전적 다양성과 생명의 연속성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㉠. 부모의 DNA가 자손에게 전달되므로 생명의 연속성이 나타난다.
 - ㉡. 한 사람에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 46 가지이다.
 - ㉢. 염색체 조합이 다양한 암수 생식세포가 무작위로 수정되어 자손에게서 유전적 다양성이 나타난다.

- ① ㉠ ② ㉠, ㉡ ③ ㉠, ㉢
 ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

스스로 평가하기 이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

	우수	보통	미흡
지식-이해 염색체의 구조를 이해하고, 염색체, DNA, 유전자의 관계를 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생식세포 형성 과정을 체세포분열 과정과 비교하고, 생식세포 형성의 중요성을 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
과정-기능 염색체 모형을 이용하여 사람의 핵형을 분석했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생식세포 형성 과정을 염색체의 행동 중심으로 표현했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생식세포 형성의 중요성을 유전적 다양성 및 생명의 연속성과 관련지어 추론했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가치-태도 생식세포 형성 과정을 창의적으로 표현했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생식세포 형성이 유전적 다양성과 생명의 연속성에 중요함을 경험했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가 결과가 아쉽다면 '1. 염색체와 생식세포 형성'을 다시 한번 학습해 봅시다.

2 생물의 진화와 다양성

- 01 생물의 진화
- 02 생물의 분류체계
- 03 식물의 분류
- 04 동물의 분류

우리 주변의 생물은 기준에 따라 여러 무리로 분류할 수 있다.

경험 비추어 보기 주변의 생물을 분류할 때 어떤 특징을 이용했는가?

생각해 보기 생물은 어떤 무리로 분류할 수 있을까?



학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전 학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.
 진화 변이 자연선택 생물분류

지식·이해

- 생물의 진화 원리를 설명할 수 있다.
- 생물의 분류체계를 바탕으로 하여 각 분류군의 차이를 이해하고, 식물 분류군과 동물 분류군의 특징을 문 수준에서 설명할 수 있다.

이 단원의 학습 내용

과정·기능

- 생물의 진화를 연구한 다양한 사례를 조사할 때 협력하여 소통할 수 있다.
- 생명과학적 근거를 기반으로 계통수를 작성할 수 있다.

가치·태도

- 식물도감을 만들면서 과학의 유용성을 체험할 수 있다.
- 생물 사이의 유연관계를 계통수로 나타내는 과정에서 과학적으로 사고할 수 있다.

나의 학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01 생물의 진화

학습 목표

- 생물의 진화 원리를 설명할 수 있다.
- 생물의 진화를 연구한 다양한 사례를 설명할 수 있다.



다윈의 진화론

생물집단은 주어진 환경에 적응하면서 살아간다. 생물집단이 오랜 시간에 걸쳐 환경에 적응한 결과 집단의 유전적 특성이 변하고, 나아가 새로운 종이 출현하는 진화가 일어난다.

다윈은 세계 여러 곳에서 진화와 관련된 자료를 수집하고 분석했으며, 이러한 연구를 바탕으로 하여 생물이 진화하는 원리를 자연선택으로 설명했다. 다음 해 보기에서 진화에 대한 다윈의 아이디어를 알아보자.

생물의 진화는 『통합과학2』의 '변화와 다양성' 단원과 연계 된다.

다윈
 (Darwin, C. R., 1809~1882)
 영국의 과학자. 『종의 기원』에서 자연선택에 의한 생물의 진화를 제시했다.

해보기 진화에 대한 다윈의 아이디어 조사하기

다음은 다윈과 갈라파고스 제도에 대한 자료이다.

1835년 다윈은 갈라파고스 제도에 도착해 이곳의 여러 섬에 다양한 종의 핀치가 살고 있으며, 종에 따라 부리 모양이 다르다는 것을 발견했다. 이후 다윈은 여러 연구를 통해 핀치의 부리 모양이 다른 것은 각 섬의 먹이 환경이 다르기 때문이라는 사실을 알아냈으며, 이를 근거로 자연선택에 의한 생물의 진화를 주장했다.

갈라파고스 제도의 특징
 19 개의 섬으로 이루어져 있다. 섬 사이의 거리가 멀고 해류가 빨라 생물이 오가기 어려우며, 섬마다 환경이 다르다.

1. 위 자료를 바탕으로 하여 진화에 대한 다윈의 아이디어를 조사하고, 이를 변이, 생존경쟁, 자연선택으로 구분하여 써 보자.

변이	생존경쟁	자연선택	진화
			자연선택이 오랜 시간 일어난 결과 새로운 종이 출현했다.

2. 진화에 대한 다윈의 아이디어를 바탕으로 하여 부리 모양에 다양한 변이가 있는 집단으로부터 큰땅핀치가 진화한 과정을 설명해 보자.

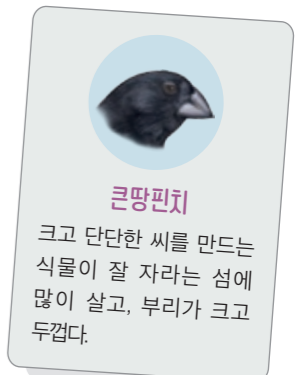




그림 Ⅲ-8 고양이 털 색깔의 변이

진화에 대한 다윈의 아이디어에 따르면 생물의 진화를 일으키는 두 가지 요인은 변이와 자연선택이다.

변이는 같은 종의 개체 사이에서 몸의 형태나 기능 등의 차이가 나타나는 것이며, 대립유전자 조합이 달라 나타나는 변이는 자손에게 전달될 수 있다.

다양한 변이가 있는 생물집단에서는 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달하는 자연선택이 일어난다. 그림 Ⅲ-9와 같이 오랜 시간에 걸쳐 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질이 자손에게 축적되면서 진화가 일어난다.

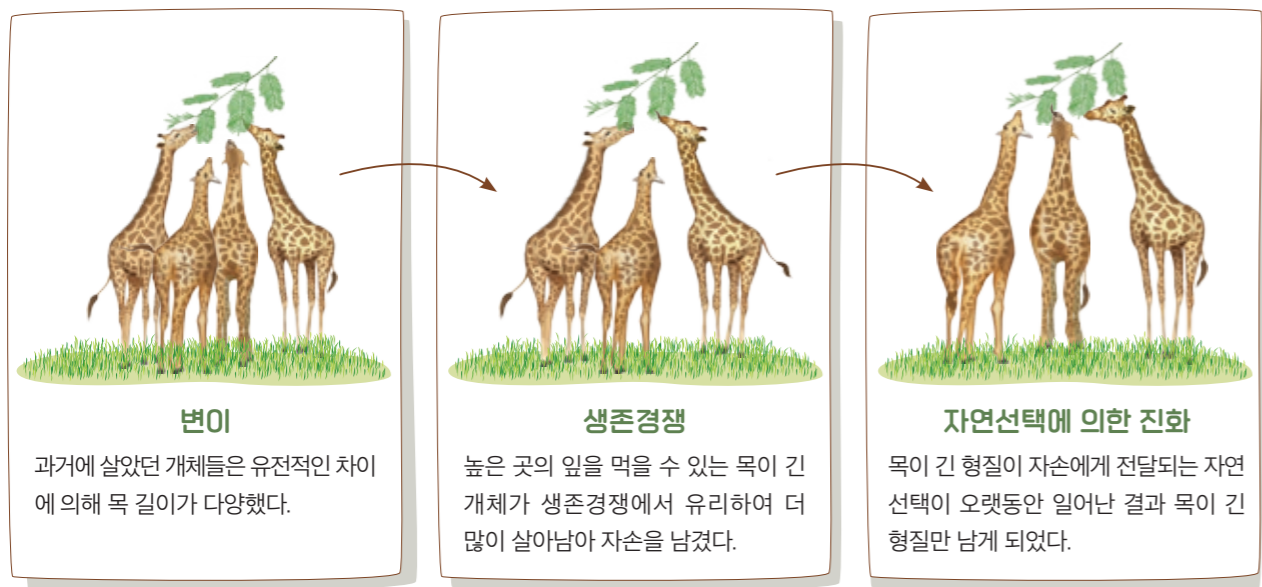


그림 Ⅲ-9 변이와 자연선택에 의한 기린의 진화

참의사고 변이와 자연선택에 의한 생물의 진화를 표현하는 표어를 만들어 보자.



개체군의 진화

자연선택에 의한 진화는 생물집단에서 생존에 유리한 형질을 가진 개체의 비율이 증가하면서 일어난다. 따라서 현대 진화생물학에서 진화는 개체가 속한 집단인 개체군에서 일어나는 유전적 특성의 변화를 의미한다.

어떤 고양이 개체군에서 털 색깔과 같이 어떤 형질에 변이가 있다면, 이 개체군에는 털 색깔을 결정하는 대립유전자가 존재한다. 어떤 형질에 대해 한 개체군에 속하는 모든 개체들이 가지고 있는 대립유전자 전체를 **유전자풀**이라고 하며, 개체군의 유전적 특성은 유전자풀에 의해 결정된다.

특정 시기에 한 개체군의 유전자풀은 각 대립유전자가 차지하는 비율인 **대립유전자빈도**로 표현할 수 있다.

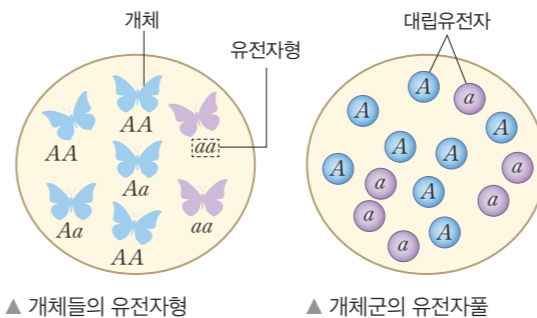


그림 Ⅲ-10 개체군의 유전자풀과 대립유전자빈도 이 개체군은 유성생식을 하며, 이 개체군에서 각 개체는 특정 형질을 결정하는 대립유전자를 2 개씩 가진다.

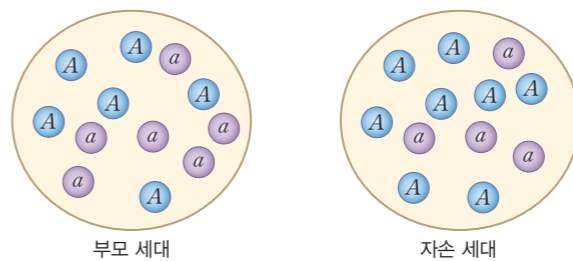
이 개체군에서 어떤 형질이 대립유전자 A와 a에 의해 결정된다고 할 때, 이 개체군에서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{8}{14} = \frac{4}{7}$ 이고, 대립유전자 a의 빈도는 $\frac{6}{14} = \frac{3}{7}$ 이다.

대립유전자빈도는 어떤 형질에 대한 특정 대립유전자의 수를 전체 대립유전자의 수로 나누면 구할 수 있어.

진화는 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화, 즉 대립유전자빈도의 변화를 뜻하며, 진화가 일어나는 개체군은 부모 세대와 자손 세대에서 대립유전자빈도가 서로 다르다. 다음 해 보기에서 유전자풀의 변화에 의한 개체군의 진화를 알아보자.

해보기 유전자풀의 변화에 의한 개체군의 진화 추론하기

그림은 어떤 개체군에서 부모 세대와 자손 세대의 유전자풀을 나타낸 것이다. A와 a는 하나의 형질을 결정하는 대립유전자이다.



1. 부모 세대와 자손 세대의 대립유전자빈도를 구하여 써 보자.

구분	대립유전자 수(개)		대립유전자빈도	
	A	a	A	a
부모 세대	6	6		
자손 세대				

2. 이 개체군은 진화하고 있는지, 그렇지 않은지 유전자풀과 관련지어 설명해 보자.

유전자풀의 변화 요인

개체군의 유전자풀에 변화를 일으키는 요인에는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 등이 있다.

돌연변이 | DNA 염기서열에 변화가 생기는 돌연변이가 일어나면 새로운 대립 유전자가 만들어질 수 있다. 새로운 대립유전자가 부모의 생식세포를 통해 자손에게 전달되어 이 대립유전자를 가지는 자손이 태어나면 자손 세대의 대립유전자 빈도는 부모 세대와 달라진다. 따라서 돌연변이가 일어나면 개체군의 유전자풀이 변한다.

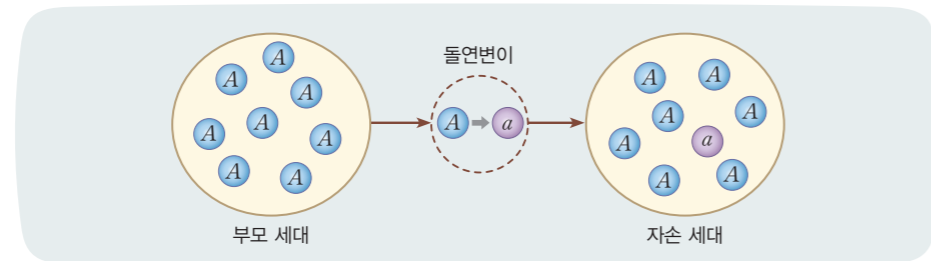


그림 Ⅲ-11 돌연변이에 의한 유전자풀의 변화 대립유전자 A만 있는 부모 세대에서 돌연변이가 일어나 만들어진 새로운 대립유전자 a가 자손 세대로 전달되면 대립유전자빈도가 달라진다.

자연선택 | 변이가 있는 개체군에서 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자를 가지는 개체가 더 많이 살아남는다. 살아남은 개체는 자신의 대립유전자를 생식세포를 통해 자손에게 전달하므로 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자의 빈도가 증가해 개체군의 유전자풀이 변한다.

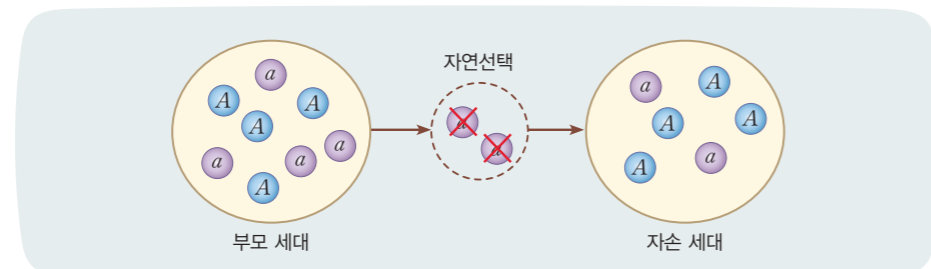


그림 Ⅲ-12 자연선택에 의한 유전자풀의 변화 대립유전자 A는 생존에 유리하게 작용하여 자연선택되고, 대립유전자 a는 생존에 불리하게 작용하여 일부가 사라진다. 그 결과 자손 세대에서 대립유전자 A의 빈도는 증가하고, 대립유전자 a의 빈도는 감소한다.

❓ 그림 Ⅲ-12의 부모 세대와 자손 세대에서 대립유전자 A와 a의 빈도는 각각 얼마일까?

유전적 부동 | 우연한 사건이 일어나 개체군의 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 현상을 유전적 **부동**이라고 한다. 유전적 부동을 일으키는 원인에는 병목 현상과 창시자효과가 있다.

* 부동 고정되어 있지 않고 움직이는 것

병목 현상은 지진, 화재, 질병 등으로 개체군의 크기가 갑자기 줄어들면서 나타난다. 이때 생존하거나 사라지는 개체는 무작위로 정해지므로 새로운 개체군의 유전자풀은 원래 개체군과 달라진다.

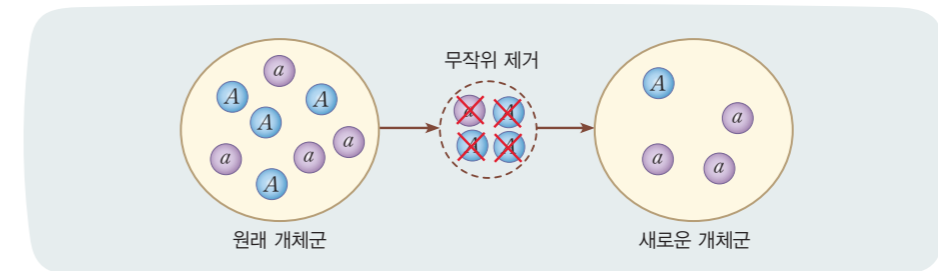


그림 Ⅲ-13 병목 현상에 의한 유전자풀의 변화

창시자효과는 한 개체군에서 일부 개체가 우연히 다른 지역으로 분리되면서 새로운 개체군을 형성할 때 나타난다. 이때 분리되는 개체는 무작위로 정해지므로 새로운 개체군의 유전자풀은 원래 개체군과 달라진다.

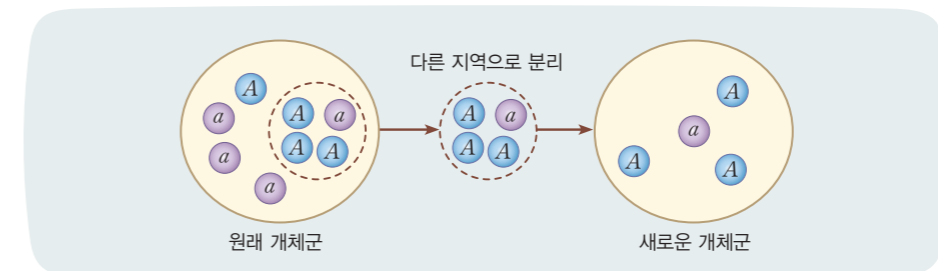


그림 Ⅲ-14 창시자효과에 의한 유전자풀의 변화

유전자흐름 | 분리된 개체군 사이에서 개체가 이동하거나, 식물의 꽃가루 등을 통해 생식세포가 이동할 수 있다. 이때 특정 대립유전자가 개체군으로 들어오거나 개체군에서 나가는 유전자흐름이 일어나면 자손 세대의 유전자풀은 부모 세대와 달라질 수 있다.

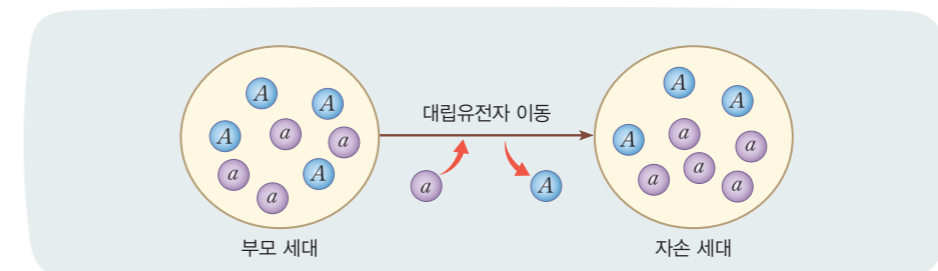
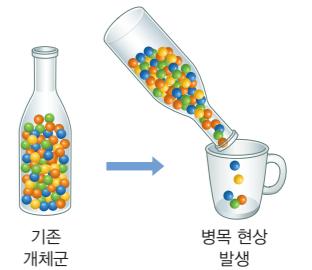


그림 Ⅲ-15 유전자흐름에 의한 유전자풀의 변화

❓ 그림 Ⅲ-15의 부모 세대와 자손 세대에서 대립유전자 A와 a의 빈도는 각각 얼마일까?

병목 현상의 원리
자연선택에서 생존에 불리한 개체가 사라지는 것과 달리 병목 현상은 구슬이 들어 있는 병을 기울였을 때 구슬이 무작위로 좁은 병목을 통과하는 것과 같이 무작위로 일어난다.



개체군의 크기와 유전적 부동
개체군의 크기가 작을수록 같은 사건이 일어났을 때 원래 개체군의 유전자풀과 달라질 확률이 높다. 따라서 개체군의 크기가 작을수록 유전적 부동의 효과가 크게 나타난다.

프로젝트 탐구

조사, 협력적 소통

오늘날 우리는 여러 과학자의 노력으로 생물의 진화에 대해 많은 것을 알게 되었다. 다음 탐구에서 생물의 진화를 연구한 다양한 사례를 알아보자.

Q 탐구 능력 | Q 의사 결정 능력

생물 진화 연구의 사례 조사하기

목표 생물의 진화를 연구한 다양한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

1 고안하기

다음은 생물의 진화를 연구한 여러 가지 사례이다.

화석 발굴을 통한 사지동물의 진화 연구	실험실 내 대장균의 장기적 진화 연구
갈라파고스 제도의 대프니메이저섬에 사는 핀치의 진화 연구	네안데르탈인의 DNA 분석을 통한 인류의 진화 연구

- 모둠별로 사례를 하나씩 골라 보자.
- 다음을 참고하여 사례에 대해 조사할 내용을 정해 보자.

• 연구한 내용	• 연구에 사용한 방법
• 연구에서 얻은 결과	• 연구를 통해 내린 결론

- 조사한 내용을 어떤 형식의 기사로 표현하여 전자 신문을 만들지 정해 보자.

- 준비물**
- ☑ 스마트 기기
 - ☑ 생물의 진화와 관련된 책
- 탐구 유의 사항**
- 조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.
 - 발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

핀치의 진화 연구를 조사해 볼까?

나는 진화를 연구하는데 사용한 방법을 조사해 볼게.

진화를 연구하여 어떤 결론을 내렸는지도 조사해야 해.



2 수행하기

- 생물의 진화를 연구한 사례를 조사해 보자.
- 조사한 사례 이외의 다른 생물 진화의 연구 사례를 조사해 보자.
- 디지털** 디지털 도구를 활용하여 생물 진화 연구 사례에 대한 기사를 작성해 전자 신문을 만들어 보자.
 - ! 생물의 진화 과정이 잘 나타나도록 기사를 작성한다.

3 소통하기

- 디지털** 전자 신문을 공유 플랫폼에 공유하고, 기사 내용을 발표해 보자.
- 다음 표를 활용하여 우리 모둠과 다른 모둠의 발표 내용을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 생물의 진화 과정을 설명했는가?			
과정·기능 생물의 진화를 연구한 사례를 조사할 때 협력하여 소통했는가?			
가치·태도 전자 신문을 만드는 과정에서 과학적으로 사고했는가?			

과학자들은 다양한 연구를 통해 변이와 자연선택, 유전자풀의 변화 등 생물이 진화하는 원리를 알게 되었다. 최근에는 생물의 외형적 특징이나 기능뿐만 아니라 생물의 발생 과정 분석, DNA와 단백질 분석, 컴퓨터 모의실험 등 다양한 방법으로 생물의 진화를 연구하고 있다.

스스로 확인하기

- 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달하는 현상을 () (이)라고 한다.
- 개체군의 유전자풀에 변화를 일으키는 요인을 4 가지 써 보자.
- 과학 역량 기르기** | 모든 개체가 유전적으로 동일하여 변이가 없는 생물집단에서도 진화가 일어날 수 있을지 그렇게 판단한 까닭과 함께 설명해 보자.

디지털 탐색
사이언스타임즈
(www.sciencetimes.co.kr)
진화를 검색하여 생물의 진화와 관련된 기사를 찾아보자.



단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지 165 쪽 학습 목표에 ✓ 표하여 스스로 점검해 보자.

02 생물의 분류체계

| 학습 목표 |

- 계통수를 이용하여 생물 사이의 유연관계를 설명할 수 있다.
- 생물의 3역 분류체계를 바탕으로 하여 각 분류군의 차이를 설명할 수 있다.



생물분류와 계통수

생물의 분류체계는 중학교 '과학'의 '생물의 구성과 다양성' 단원과 연계된다.

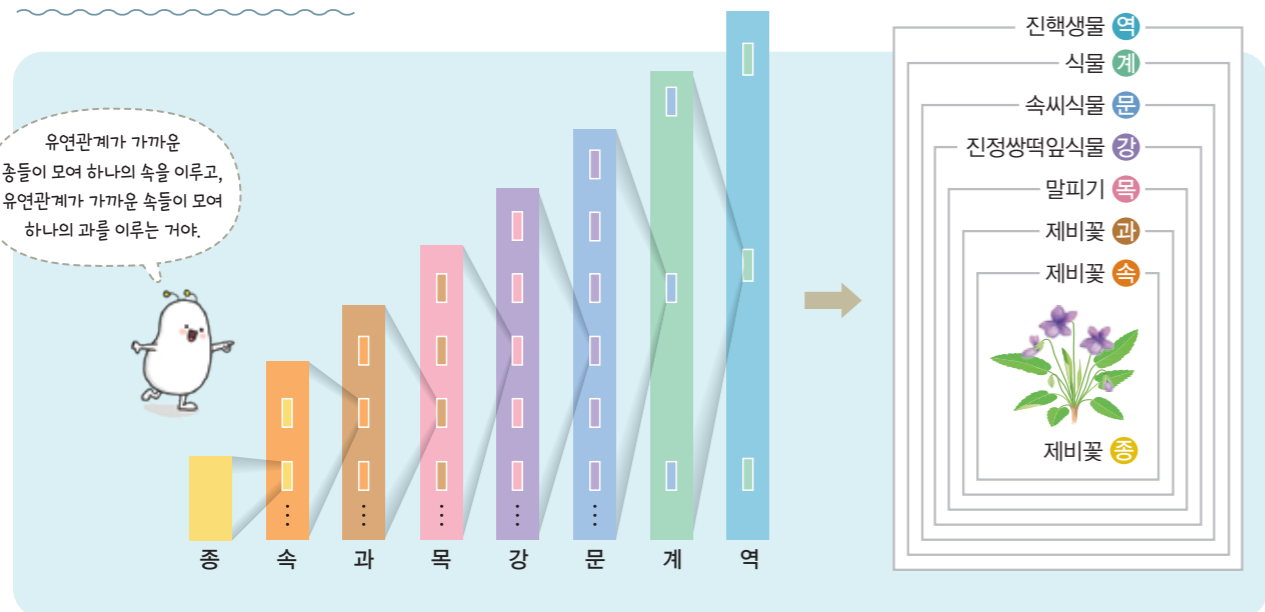
*** 유연관계**
생물 무리 사이에서 진화적으로 가깝거나 먼 관계

도서관에서 책을 쉽게 찾기 위해 많은 책을 체계적으로 분류하는 것처럼 지구에 살고 있는 다양한 생물도 과학적인 체계로 분류한다.

생물분류는 생물을 공통된 특징에 따라 여러 무리로 나누는 것이다. 각 생물이 가지는 고유한 특징을 이용하여 *유연관계에 따라 생물을 분류하며, 이렇게 분류한 생물 무리를 **분류군**이라고 한다.

생물분류의 기본 단위는 종이다. 종은 자연 상태에서 서로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 개체들의 무리이다. 생물의 분류 단계는 가장 작은 단계인 종부터 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역까지 8 단계로 이루어져 있다. 모든 종은 각 분류 단계에서 고유한 분류군에 속한다. 예를 들어 제비꽃은 문의 분류 단계에서 속씨식물문의 분류군에 속한다.

생물의 분류 단계와 분류군



같은 종이더라도 언어가 다르다면 부르는 이름이 다를 수 있으므로 생물의 증명은 국제적으로 통용되는 **학명**으로 표기한다. 학명은 린네가 고안한 이명법에 기초하여 속명과 종소명으로 만들어진다. 속명과 종소명은 라틴어 또는 라틴어화된 단어를 사용하여 이탤릭체로 표기하고, 속명의 첫 글자는 대문자로, 종소명은 소문자로 표기한다. 종소명 뒤에 명명자의 이름을 붙이며, 이 이름은 생략할 수 있다. 학명에는 생물의 속명이 포함되므로 학명을 알면 종 사이의 유연관계를 비교할 수 있다.

학명(이명법): 속명 + 종소명 + 명명자
 예) 사람: *Homo sapiens* Linné
 무궁화: *Hibiscus syriacus* Linné

❓ 학명이 *Hibiscus mutabilis*인 생물은 사람과 무궁화 중 어떤 생물과 유연관계가 더 가까울까?

린네
(Linné, C., 1707~1778)
스웨덴의 과학자. 종부터 계까지의 분류 단계를 제시했으며, 생물을 동물계와 식물계로 분류했다. 또 이명법을 고안했다.

오개념 바로잡기
종명과 종소명은 같은 것일까?
종명은 속명과 종소명으로 이루어진 종의 이름이다. 반면 종소명은 종의 특징을 나타내는 단어로, 학명의 일부뿐이다.

생물을 유연관계에 따라 분류하기 위해 **계통수**를 작성한다. 계통수는 그림 III-16과 같이 생물의 계통을 나무 형태로 표현한 것이다. 계통수를 분석하면 공통조상으로부터 생물이 진화해 온 과정을 알 수 있다.

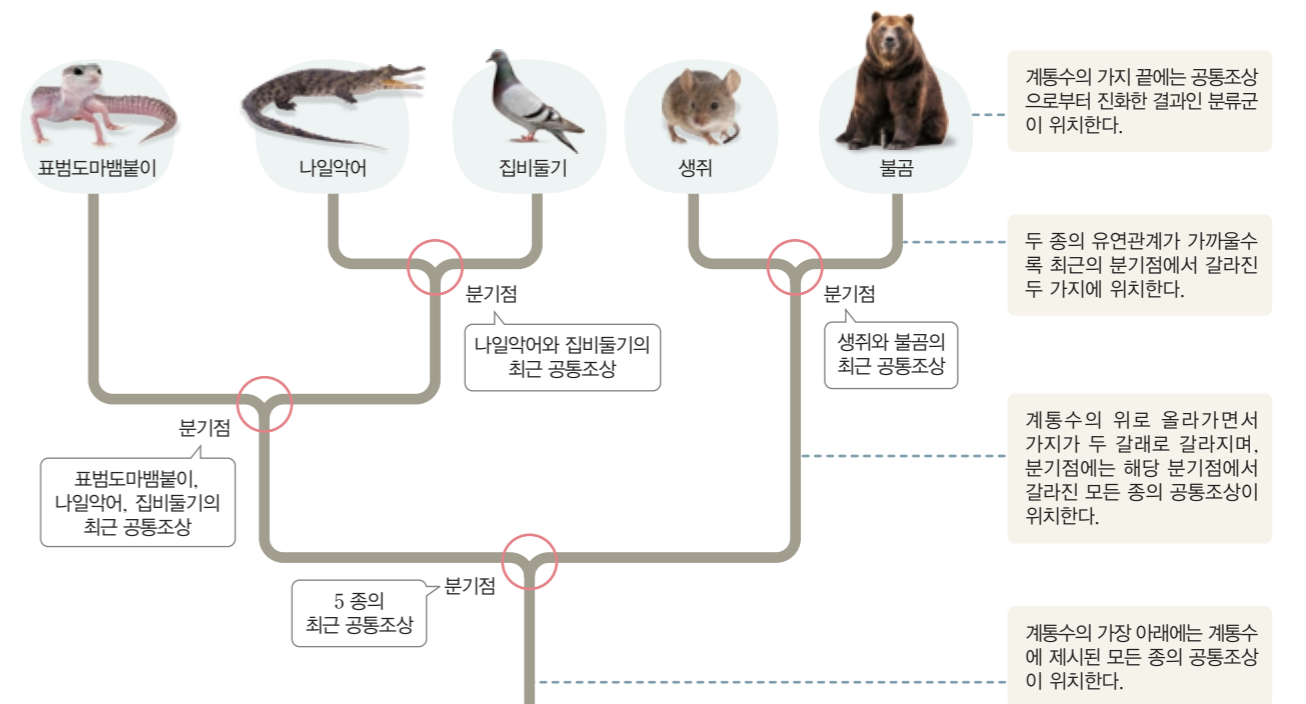


그림 III-16 계통수 공통조상으로부터 5종의 동물이 진화했으므로 총 4개의 분기점이 있는 계통수가 작성된다.

❓ 위 계통수에서 집비둘기와 공통된 특징이 가장 많은 동물은 무엇일까?

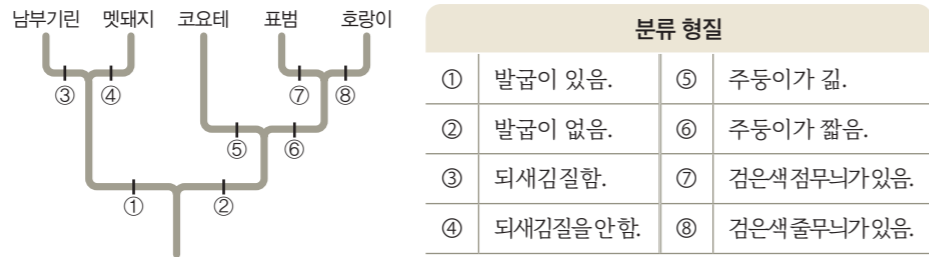
다음 해 보기에서 계통수를 이용하여 생물 사이의 유연관계를 분석해 보자.

해보기

계통수를 이용하여 생물 사이의 유연관계 분석하기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

그림은 동물 5 종의 계통수를, 표는 분류 형질 ①~⑧을 나타낸 것이다.



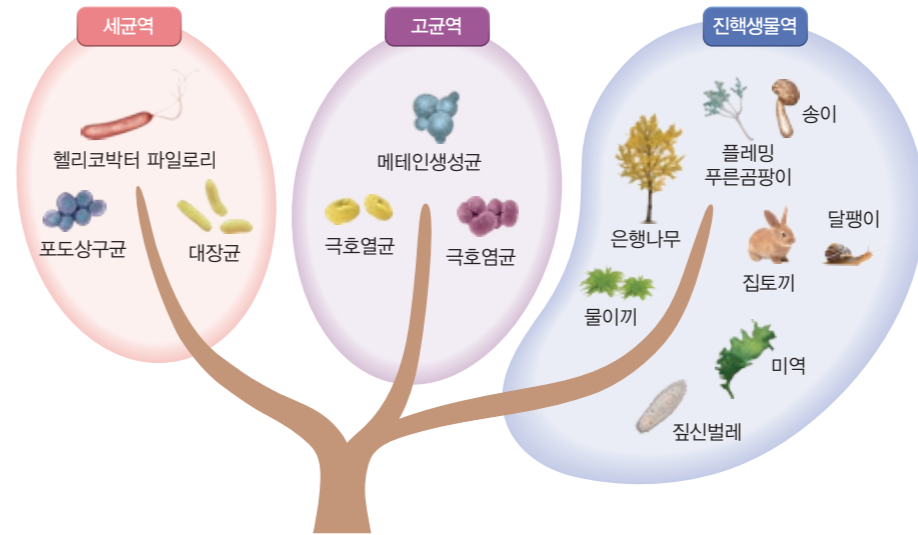
1. 멧돼지와 유연관계가 가장 가까운 동물을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.
2. 표범이 가지는 분류 형질의 번호를 모두 써 보자.
3. 코요테와 호랑이가 공통으로 가지는 분류 형질의 번호를 모두 써 보자.

계통수를 작성할 때에는 생물의 형태와 발생 과정, DNA의 염기서열 등 진화 과정을 보여 주는 다양한 특징이 이용된다. 생물을 연구하여 새로운 분류 특징이 나오거나 생물 사이의 유연관계에 대해 더 많은 것을 알게 되면 계통수는 다시 작성될 수도 있다.

생물의 분류체계

다양한 생물을 비교하여 진화적으로 관련이 깊은 종끼리 묶어서 정리한 것을 분류체계라고 한다. 현재는 20 세기 후반에 우즈가 특정 RNA의 염기서열 정보에 근거하여 제안한 3역 수준의 분류체계인 3역 분류체계를 사용한다. 이 분류체계에서는 생물을 세균역, 고균역, 진핵생물역의 3역으로 분류하며, 고균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다.

우즈
(Woese, C. R., 1928~2012)
미국의 과학자. 생물을 세균역, 고균역, 진핵생물역으로 분류하는 3역 분류체계를 제시했다.



생물의 분류체계는 생물의 진화 과정을 더 많이 알게 되면 바뀔 수 있어.

핵막과 진핵생물
핵막은 세포 안에 있는 핵을 감싸고 있는 막이다. 핵막이 있는 세포는 일정한 형태의 핵을 가지며, 핵 안에 DNA가 들어 있다. 핵막이 있는 생물을 진짜 핵을 가졌다는 의미로 진핵생물이라고 한다.

그림 Ⅲ-17 생물의 3역 분류체계

다음 해 보기에서 각 역에 속하는 생물의 특징을 알아보자.

해보기

3역에 속하는 생물의 특징 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

표는 3역 분류체계에서 각 역에 속하는 생물의 특징을 비교하여 나타낸 것이다.

1. 진핵생물역이 나머지 두 역과 다른 점은 무엇인지 설명해 보자.
2. 세균역과 고균역의 특징을 비교하여 설명해 보자.

구분	세균역	고균역	진핵생물역
핵막	없음.	없음.	있음.
펩티도글리칸이 포함된 세포벽	있음.	없음.	없음.
DNA와 결합한 히스톤 단백질	없음.	일부 있음.	있음.

세균역과 고균역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 없고, 진핵생물역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 있다.

자료실 우리나라와 관련된 학명을 가진 식물

과학·기술·사회

학명을 만들 때에는 생물의 형태나 처음 발견된 지역의 특징을 나타내는 단어가 많이 사용된다. 우리나라에서 처음 발견된 식물의 경우 우리나라를 뜻하는 단어를 사용하여 학명을 만들기도 했다. 예를 들어 소나무과에 속하는 구상나무의 학명은 *Abies koreana*이고, 물푸레나무과에 속하는 개나리의 학명은 *Forsythia koreana*이다. 또 우리나라의 지역을 뜻하는 단어가 들어간 학명도 있다. 우리나라의 제주도에 사는 수선화과의 제주상사화(*Lycoris chejuensis*)와 제주도의 한라산에 사는 국화과의 한라솜다리(*Leontopodium hallaisanense*)가 그 예이다.



▲ 구상나무



▲ 개나리



▲ 제주상사화

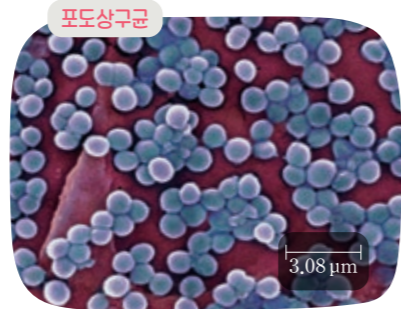


▲ 한라솜다리

3역 분류체계의 분류군

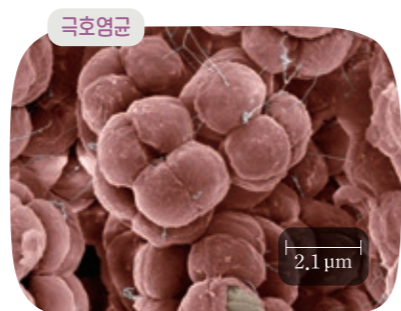
세균역

- 단세포생물이며, 핵막이 없다.
- *펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있다.
- 일부 생물은 광합성을 한다.



고균역

- 단세포생물이며, 핵막이 없다.
- 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다.
- 일반적으로 다른 생물이 살기 어려운 극한 환경에 산다.



- * 펩티도글리칸 당과 아미노산이 결합하여 만들어진 물질
- * 셀룰로스 수많은 포도당이 길게 결합하여 만들어진 탄수화물
- * 키틴 질소를 포함하는 당이 길게 결합하여 만들어진 탄수화물

진핵생물역

식물계

- 다세포생물이다.
- 핵막이 있다.
- *셀룰로스가 포함된 세포벽이 있다.
- 대부분 광합성을 하며, 생태계에서 생산자의 역할을 한다.



은행나무



균계

- 대부분 다세포생물이다.
- 핵막이 있다.
- *키틴이 포함된 세포벽이 있다.
- 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하며, 생태계에서 분해자의 역할을 한다.

송이



플레밍푸른곰팡이



동물계

- 다세포생물이다.
- 핵막이 있다.
- 세포벽이 없다.
- 다른 생물을 먹이로 먹으며, 생태계에서 소비자의 역할을 한다.



집토끼



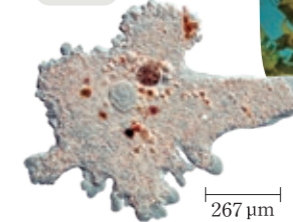
원생생물계

- 주로 단세포생물이며, 일부는 다세포생물이다.
- 핵막이 있다.
- 식물계, 균계, 동물계에 속하지 않는다.

미역



아메바



스스로 확인하기

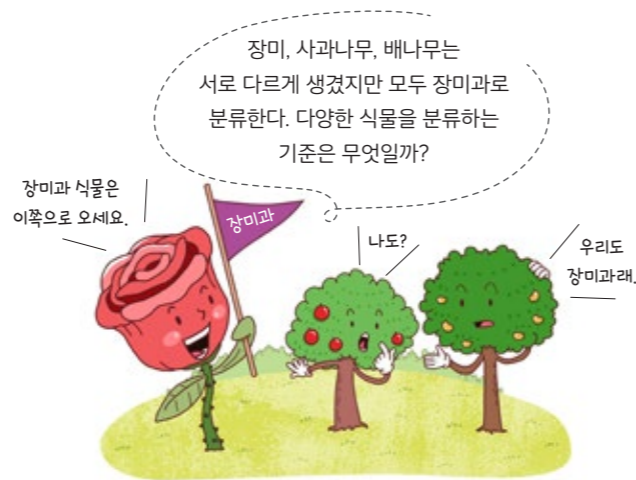
- 1 생물의 학명은 ()에 기초하여 속명과 종소명으로 만들어진다.
- 2 생물의 3역 분류체계에서 핵막이 있는 생물이 속하는 역 수준의 분류군을 써 보자.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 식물계, 균계, 동물계의 공통점과 차이점을 모식도로 나타내 보자.

단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 172 쪽 학습 목표에 ✓ 표 하여 스스로 점검해 보자.

03 식물의 분류

학습 목표

- 식물 분류군의 특징을 설명할 수 있다.
- 식물의 유연관계를 계통수로 나타낼 수 있다.

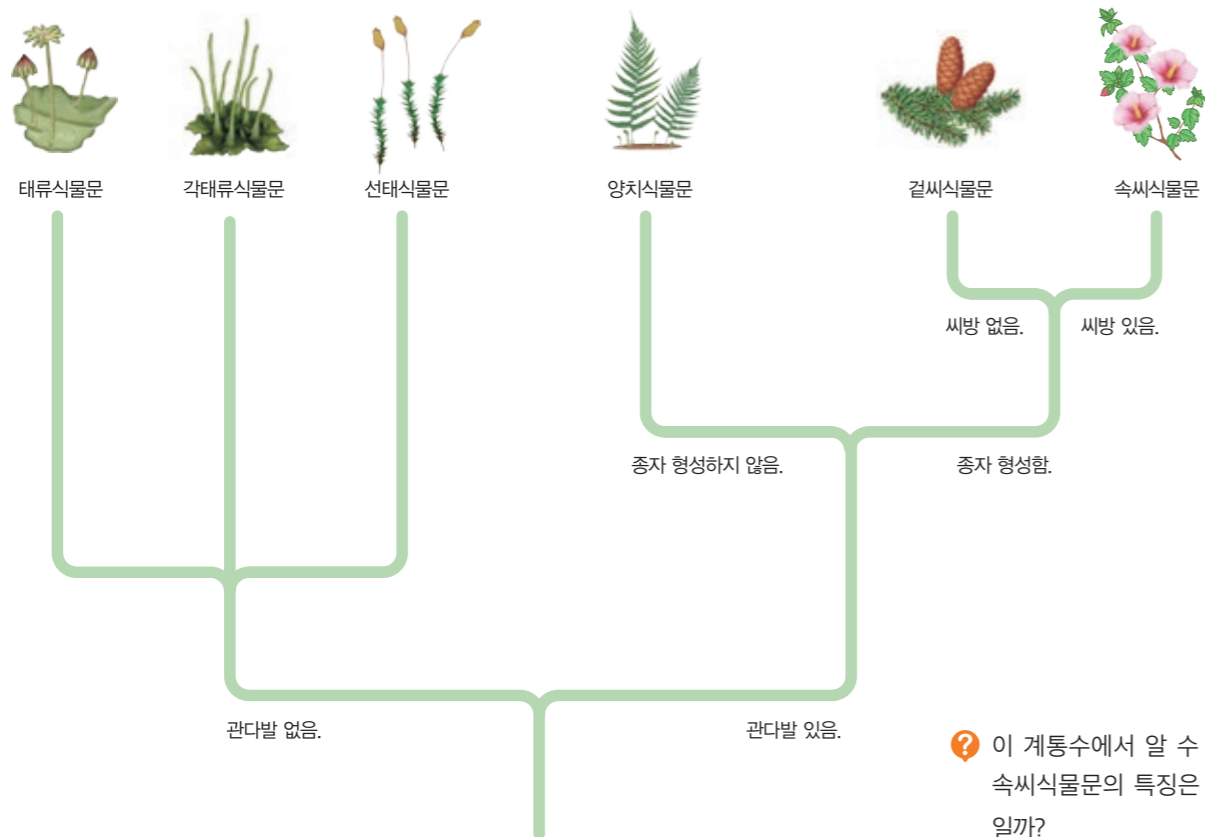


광합성을 통해 스스로 양분을 만드는 방식을 독립영양이라고 해.



지구에는 다양한 종류의 식물이 산다. 식물은 진핵생물역 식물계에 속하는 다세포 생물이며, 핵막이 있다. 또 세포막 바깥에 셀룰로스가 포함된 세포벽이 있으며, 대부분의 식물은 엽록체가 있어 광합성을 한다.

식물은 그림 Ⅲ-18과 같이 관다발의 유무, 종자의 형성 여부, 씨방의 유무 등을 기준으로 분류하며, 식물계에는 대표적으로 태류식물문, 각태류식물문, 선태식물문, 양치식물문, 겉씨식물문, 속씨식물문의 6 가지 분류군이 있다.



이 계통수에서 알 수 있는 속씨식물문의 특징은 무엇일까?

그림 Ⅲ-18 식물의 계통수

태류식물문, 각태류식물문, 선태식물문

태류식물문, 각태류식물문, 선태식물문에 속하는 식물은 수중 생활을 하던 조상으로부터 진화하여 육상 생활을 한다. 이 식물들은 대부분 관다발이 없는 비관다발 식물이며, 습지나 물가와 같이 물을 쉽게 구할 수 있는 습한 곳에 산다. 또 *포자로 번식하며, 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되지 않는다. 태류식물문에는 우산이끼, 큰망울이끼, 각태류식물문에는 불이끼, 짧은불이끼, 선태식물문에는 물이끼, 솔이끼 등이 있다.

*포자
수정을 거치지 않고 발아할 수 있는 생식세포



그림 Ⅲ-19 태류식물문, 각태류식물문, 선태식물문

양치식물문

양치식물문은 관다발이 있는 식물 중 가장 오래 전에 진화한 분류군이다. 양치식물문에 속하는 식물은 주로 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있으며, 포자로 번식하는 비종자 관다발식물이다. 또 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되며, 주로 그늘지고 습한 곳에 산다. 양치식물문에 속하는 식물은 고생대에 번성했으며, 이 식물에 의해 석탄층이 생기게 되었다. 양치식물문에는 석송, 솔잎난, 고사리, 쇠뜨기 등이 있다.

헛물관의 특징
식물의 진화 과정에서 물관보다 먼저 나타났으며, 일반적으로 길고 좁다.

생명과학 지구과학

양치식물문과 석탄
양치식물문에 속하는 식물들은 고생대 석탄기에 숲을 형성했으며, 이 식물들의 사체는 열과 압력을 받아 석탄으로 변했다.



고사리

그림 Ⅲ-20 양치식물문

솔이끼와 석송의 공통점과 차이점은 무엇일까?

겉씨식물문, 속씨식물문

겉씨식물문과 속씨식물문에 속하는 식물은 관다발이 있으며, 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별된다. 겉씨식물문과 속씨식물문은 종자로 번식하는 종자식물로, 씨방의 유무에 따라 분류된다.

밀씨와 씨방

밀씨는 수정한 뒤 종자로 성숙하는 부분이며, 씨방은 밀씨가 들어 있는 부분이다.

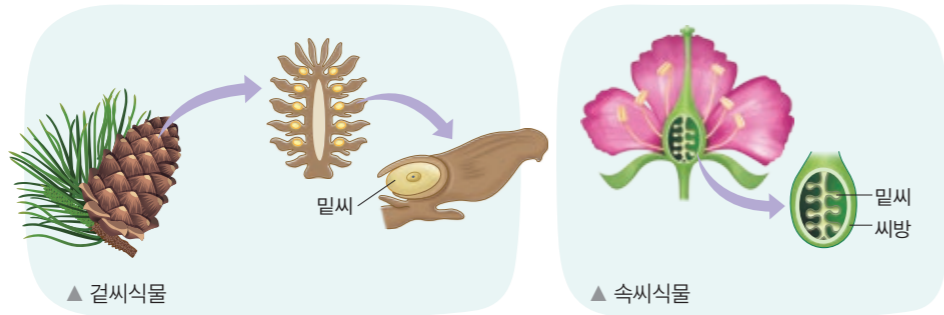


그림 Ⅲ-21 겉씨식물과 속씨식물의 밀씨

겉씨식물문에 속하는 식물은 씨방이 없어 밀씨가 겉으로 드러나 있으며, 주로 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있다. 겉씨식물문에는 마황, 소철, 소나무, 전나무, 은행나무 등이 있다.



그림 Ⅲ-22 겉씨식물문

속씨식물문은 식물계에서 가장 번성한 분류군이다. 속씨식물문에 속하는 식물은 씨방이 있어 밀씨가 씨방에 싸여 있으며, 체관과 물관으로 이루어진 관다발이 있다. 또 생식기관인 꽃과 열매가 발달해 있으며, 생식 과정에서 동물과의 공생, 바람 등 다양한 방법을 이용한다. 속씨식물문에는 벼, 국화, 백합, 보리, 장미, 개나리, 무궁화 등이 있다.



그림 Ⅲ-23 속씨식물문

각 분류군에 속하는 식물은 고유한 특징을 가지며, 이러한 특징을 이용하여 계통수를 작성할 수 있다. 다음 해 보기에서 식물의 계통수를 작성해 보자.

해보기

식물의 유연관계를 계통수로 나타내기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

1. 다음 식물 4 종이 해당 구조를 가지면 ○ 표, 가지 않으면 × 표 해 보자.

구분	백합	고사리	소나무	우산이끼
관다발				
종자				
씨방				

2. 1의 표를 바탕으로 하여 계통수를 작성해 보자.

3. 계통수에 종자식물을 표시해 보자.

4. 백합은 나머지 3 종의 식물 중 어떤 식물과 유연관계가 가장 가까운지 설명해 보자.

식물의 계통수



식물의 계통수를 분석하면 각 분류군이 진화하는 과정에서 관다발, 종자, 씨방 등 여러 구조를 가지게 되었다는 것을 알 수 있으며, 이러한 특징을 바탕으로 하여 식물 사이의 유연관계를 알 수 있다.

자료실 기생식물과 부생식물

지구에 살고 있는 다양한 식물에는 기생식물과 부생식물 같이 광합성 이외의 다른 방법으로 양분을 얻는 식물도 있다. 새삼, 초종용, 백양더부살이 등과 같은 기생식물은 다른 식물에 기생하면서 뿌리를 이용하여 숙주식물의 관다발에서 양분을 빼앗아 흡수한다. 무엽란, 수정난풀, 애기천마 등과 같은 부생식물은 동물의 사체나 배설물, 죽은 식물을 분해하여 양분을 얻거나 이들이 분해되어 생성된 유기물로부터 양분을 흡수한다.



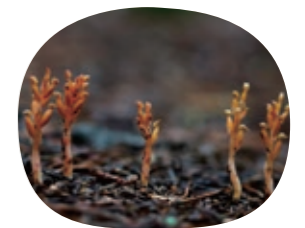
▲ 새삼



▲ 초종용



▲ 수정난풀



▲ 애기천마

탐구

조사, 자료 분석

탐구 능력 | 문제 해결 능력

온라인 식물도감 만들기

목표 다양한 식물을 조사하여 분류하고, 온라인 식물도감을 만들 수 있다.

과정 및 결과

- 모둠별로 우리 주변의 식물을 찾아 사진을 찍어 보자.
 - 사진은 식물의 전체적인 모습이 나타나도록 찍고, 필요하면 식물을 구별할 수 있는 특징이 있는 꽃, 잎, 줄기 등을 찍는다.
- 디지털** 식물의 이름을 알려 주는 애플리케이션이나 식물도감을 활용하여 사진을 찍은 식물의 이름을 찾아보자.
- 식물의 분류군을 조사한 뒤, 식물을 다음의 6 개 분류군으로 분류하여 써 보자.

분류군	식물	분류군	식물
태류식물문		양치식물문	
각태류식물문		겉씨식물문	
선태식물문		속씨식물문	

- 모둠원이 찍은 식물 사진을 모두 모은 뒤, 6 개 분류군에서 도감으로 만들고 싶은 식물을 1 개~2 개씩 골라 보자.
 - 주변에서 찾지 못한 분류군의 식물은 스마트 기기나 식물도감을 활용하여 사진을 찾는다.

준비물

- 스마트 기기
- 식물도감

탐구 유의 사항

- 식물을 찾다가 다닐 때 안전사고에 주의한다.
- 식물을 꺾거나 훼손하지 않는다.

디지털 탐색

국가생물종지식정보시스템
(www.nature.go.kr)

식물의 이름과 식물이 속하는 분류군을 찾아보자.



- 디지털** 공유 플랫폼을 활용하여 온라인 식물도감을 만들어 보자.
 - 모듬별로 공유 플랫폼에 6 개 분류군에 대한 항목을 만들어 보자.
 - 각 항목에 작성 틀을 만들고 모듬에서 고른 식물의 사진을 각각 넣어 보자.
 - 해당 식물의 학명, 분류군, 주요 특징을 조사한 뒤, 조사 내용을 포함하여 식물도감을 완성해 보자.



무궁화

- 학명: *Hibiscus syriacus* L.
- 분류군: 속씨식물문
- 특징
 - 관다발이 있다.
 - 밀씨가 씨방에 싸여 있다.
 - 아욱과에 속하는 낙엽성 관목이다.
 - 꽃은 7 월~10 월에 핀다.



- 디지털** 공유 플랫폼에 6 개 분류군에 대한 항목을 만든 뒤, 각 모듬에서 만든 식물도감을 분류군별로 모두 모아 우리 반의 온라인 식물도감을 만들어 보자.

정리

- 우리 반의 온라인 식물도감에서 각 분류군에 속하는 식물의 이름을 모두 써 보자.
- 사고력** 온라인 식물도감을 어떻게 활용할 수 있을지 토의해 보자.

스스로 평가하기

지식·이해 | 식물의 분류군에 따른 주요 특징을 설명했는가?

☆☆☆

과정·기능 | 생명과학적 근거를 바탕으로 하여 식물을 분류해 식물도감을 만들었는가?

☆☆☆

가치·태도 | 식물도감을 만들면서 과학의 유용성을 체험했는가?

☆☆☆

식물을 유연관계에 따라 체계적으로 분류하여 식물도감을 만들면 학명, 분류군, 특징 등과 같은 식물에 대한 정보를 쉽게 찾아볼 수 있다.

스스로 확인하기

- 소철, 고사리, 솔이끼 중 비종자 관다발식물은 ()이다.
- 종자로 번식하며, 밀씨가 씨방에 싸여 있는 식물이 속하는 문 수준의 분류군을 써 보자.
- 과학 역량 기르기** | 일반적으로 관다발식물은 비관다발식물보다 키가 크다. 그 까닭을 관다발과 관련지어 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 178 쪽 학습 목표에 표하여 스스로 점검해 보자.

04 동물의 분류

학습 목표

- 동물 분류군의 특징을 설명할 수 있다.
- 동물의 유연관계를 계통수로 나타낼 수 있다.



스스로 양분을 만들지 못하고 다른 생물로부터 양분을 얻는 방식을 종속영양이라고 해.



동물은 진핵생물계 동물계에 속하는 다세포생물이며, 핵막이 있고 세포벽이 없다. 또 다른 생물을 먹어 살아가는 데 필요한 양분을 얻고, 대부분 운동기관으로 이동한다.

동물은 그림 Ⅲ-24와 같이 몸의 대칭성에 따라 무대칭 동물, 방사 대칭 동물, 좌우 대칭 동물로 분류한다.



그림 Ⅲ-24 동물의 대칭성 방사 대칭 동물은 몸이 사방으로 대칭되고, 좌우 대칭 동물은 몸이 좌우로 대칭된다.

동물은 대부분 그림 Ⅲ-25와 비슷한 발생 과정을 거친다. 수정란은 세포분열을 통해 *포배가 되고, 이후 포배의 한쪽이 안쪽으로 접혀 들어가 *낭배가 된다. 낭배가 형성되는 과정에서 세포가 안쪽으로 들어갈 때 생기는 구멍이 원구이고, 세포가 층을 이루고 있는 것이 배엽이다.

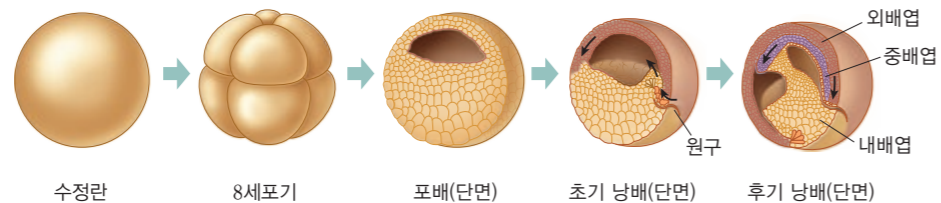


그림 Ⅲ-25 개구리의 배 발생 과정

*** 포배**
배(배아)가 수많은 세포로 되어 있는 상태

*** 낭배**
배엽이 형성된 상태

디지털 탐색
동물의 발생을 검색하여 동물의 발생 과정과 관련된 동영상을 시청해 보자.

동물은 발생 과정에서 배엽이 형성되지 않는 동물, 외배엽과 내배엽만 형성되는 2배엽성동물, 내배엽, 중배엽, 외배엽이 모두 형성되는 3배엽성동물로 분류한다. 3배엽성동물은 원구가 입이 되는 선구동물과 원구가 항문이 되는 후구동물로 분류한다.

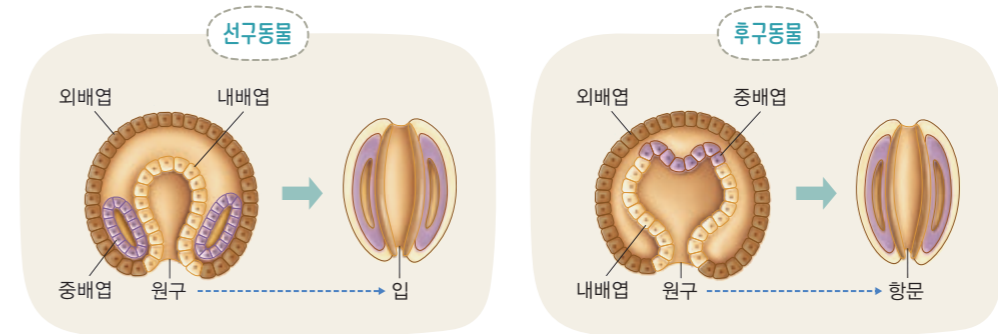


그림 Ⅲ-26 선구동물과 후구동물의 발생

최근에는 동물의 형태와 발생 과정뿐만 아니라 DNA나 RNA의 염기서열 등과 같은 특징을 이용하여 동물을 분류하며, 이에 따라 선구동물은 촉수담륜동물과 탈피동물로 분류한다. 촉수담륜동물은 촉수관을 가지거나 발생 과정에서 담륜자(트로코포라) 유생 시기를 거치고, 탈피동물은 성장 과정에서 외부 골격을 벗는다. 동물계에는 그림 Ⅲ-27과 같이 대표적인 9 가지 분류군이 있다.

촉수관과 담륜자 유생
촉수관은 촉수가 있는 가느다란 관이며, 먹이를 먹을 때 사용한다. 담륜자 유생은 몸의 둘레에 띠 모양으로 섬모가 나 있다.

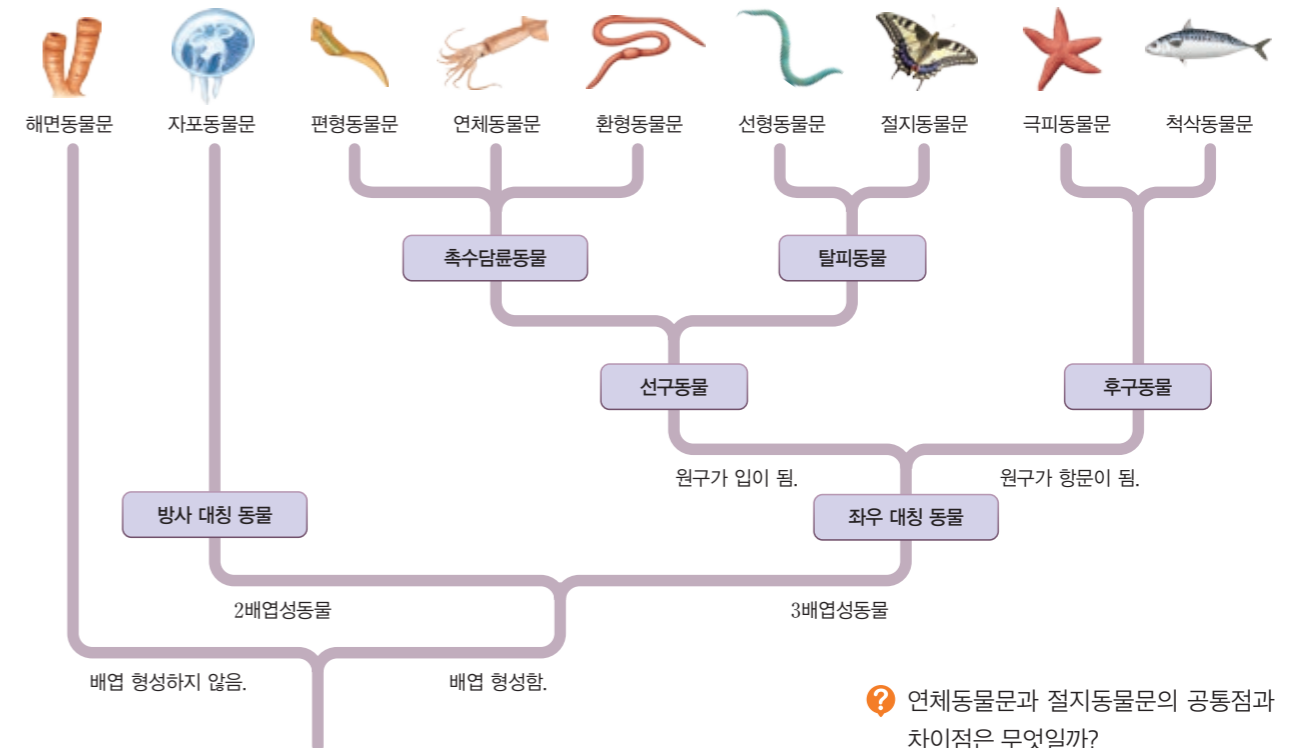
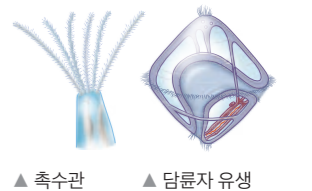


그림 Ⅲ-27 동물의 계통수

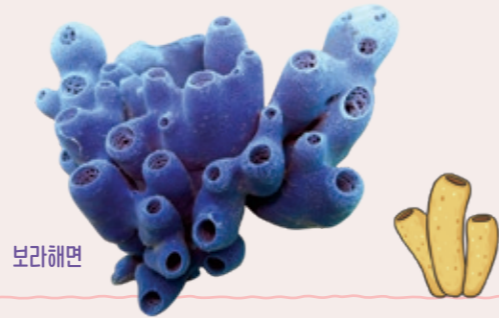
? 연체동물문과 절지동물문의 공통점과 차이점은 무엇일까?

9 가지 동물 분류군의 특징

해면동물문

발생 과정에서 배엽을 형성하지 않고, 진정한 의미의 조직이 발달하지 않았다. 대부분 바다에서 바위 등에 붙어 산다.

무대칭 동물



보라해면



해변말미잘



보름달물해파리

자포동물문

촉수에 실과 같은 구조를 발사하는 자포를 가지는 세포가 있으며, 이를 이용하여 먹이를 잡거나 몸을 보호한다. 산호, 말미잘, 해파리, 히드라 등이 있다.

방사 대칭 동물 2배엽성동물

편형동물문

촉수담륜동물에 속한다. 몸이 납작하며, 입과 내장기관은 있지만 항문은 없다. 간흡충, 납작벌레, 유구조충, 플라나리아 등이 있으며, 간흡충, 유구조충 등은 다른 생물에 기생하며 산다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 선구동물



납작벌레



플라나리아

연체동물문

촉수담륜동물에 속한다. 보통 단단한 껍데기인 패각으로 몸을 보호하며, 패각을 분비하는 외투막이 있다. 패각 안에는 유연한 몸이 들어 있다. 문어, 홍합, 다슬기, 달팽이, 오징어 등이 있다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 선구동물



참문어



다슬기

해면동물문, 자포동물문, 편형동물문의 발생 과정에서 배엽 형성과 관련된 차이점은 무엇일까?

환형동물문

촉수담륜동물에 속한다. 몸에 고리 모양의 마디 구조인 체절이 있고, 몸이 원통형이다. 거머리, 지렁이, 갯지렁이 등이 있다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 선구동물



거머리



줄지렁이

에쁜꼬마선충



174 μm



요충

1667 μm

선형동물문

원통형이지만 몸에 체절이 없다. 몸이 질긴 큐티클 층으로 싸여 있으며, 성장을 위해 오래된 큐티클 층을 벗는 탈피동물에 속한다. 선충, 요충, 회충 등이 있으며, 요충, 회충 등은 다른 생물에 기생하며 산다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 선구동물

절지동물문

키틴이 포함된 단단한 외골격이 몸을 덮고 있어 성장을 위해 탈피를 하는 탈피동물에 속하며, 몸에 체절이 있다. 게, 가재, 거미, 나비, 새우, 전갈, 지네, 메뚜기 등이 있다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 선구동물



호랑나비



우리벼메뚜기

둥근성게



빨강불가사리

극피동물문

유생은 몸이 좌우 대칭이지만 성체는 몸이 방사 대칭이다. 대부분 몸에 작은 돌기나 가시가 있다. 물이 몸 안으로 흐르면서 순환, 호흡, 운동의 복합적인 역할을 하는 수관계가 있다. 성게, 해삼, 바다나리, 불가사리 등이 있다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 후구동물

척삭동물문

발생 과정의 일부 시기 또는 일생 동안 몸 길이 전체에 걸쳐 막대 모양의 지지 구조인 척삭이 나타난다. 척삭동물 중에는 척삭이 단단한 척추로 바뀌는 척추동물이 있다. 곰, 우렁쟁이, 붕어, 사람, 참새, 개구리, 도마뱀, 창고기 등이 있다.

좌우 대칭 동물 3배엽성동물 후구동물



우렁쟁이



금개구리

선형동물문과 척삭동물문의 공통점은 무엇일까?

탐구

조사, 자료 분석

탐구 능력 | 문제 해결 능력

생물분류 프로그래밍을 이용하여 계통수 작성하기

목표 생물분류 프로그램을 이용하여 동물의 계통수를 작성하고, 동물 사이의 유연관계를 설명할 수 있다.

과정 및 결과

1. **디지털** 미국 국립생물공학정보센터(NCBI) 누리집(www.ncbi.nlm.nih.gov)에 접속해 보자.
2. 검색창에 *마이오글로빈 유전자의 약자인 'MB'를 입력한 뒤 검색해 보자.
3. 검색 결과에서 **Orthologs** (이중 상동 유전자)를 클릭해 보자.
4. 마이오글로빈 유전자를 가지는 다양한 동물 중 다음 8 종을 선택해 보자.



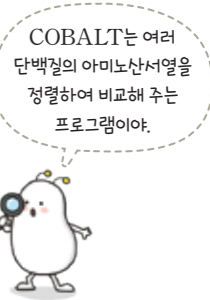
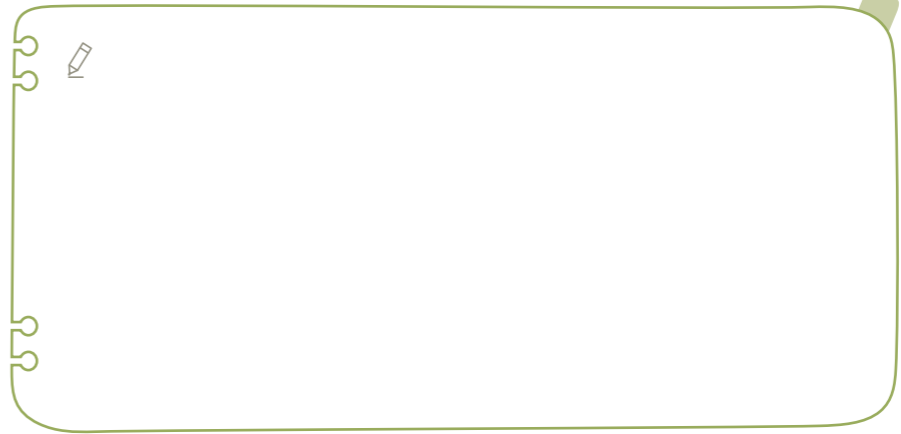
종	학명	영어 이름
사람	<i>Homo sapiens</i>	human
생쥐	<i>Mus musculus</i>	house mouse
말	<i>Equus caballus</i>	horse
침팬지	<i>Pan troglodytes</i>	chimpanzee
은연어	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	coho salmon
전기뱀장어	<i>Electrophorus electricus</i>	electric eel
미시시피악어	<i>Alligator mississippiensis</i>	american alligator
원숭이올빼미	<i>Tyto alba</i>	barn owl

ortholog(이중 상동 유전자)의 특징

공통조상의 유전자에서 유래되어 서로 다른 종의 생물들이 가지는 유전자이다. 같은 기능을 하는 단백질을 암호화하며, 진화 과정에서 염기서열에 차이가 생긴다.



5. 8 종의 마이오글로빈 단백질의 아미노산서열을 비교하기 위해 **Protein alignment** (단백질 정렬)를 클릭해 보자.
6. 'one sequence per gene(8)'을 선택한 뒤, **Align** (정렬)을 클릭해 보자.
7. 'COBALT'라는 새로운 창이 뜨면 **Align** (정렬)을 클릭하여 마이오글로빈 단백질의 아미노산서열을 비교해 보자.
8. 누리집 화면 왼쪽 위에 있는 'Phylogenetic Tree(계통수)'를 클릭하여 계통수를 확인한 뒤 작성해 보자.



정리

1. 작성한 계통수를 바탕으로 하여 8 종의 동물을 3 개의 분류군으로 나누어 써 보자.
2. 8 종의 동물 중 마이오글로빈 단백질의 아미노산서열이 사람과 가장 유사한 동물은 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

스스로 평가하기

- | 지식·이해 | 계통수를 분석하여 동물 사이의 유연관계를 설명했는가? ☆☆☆
- | 과정·기능 | 생명과학적 근거를 바탕으로 하여 계통수를 작성했는가? ☆☆☆
- | 가치·태도 | 생명과학의 원리가 다양하게 활용된다는 것을 인식했는가? ☆☆☆

최근에는 많은 양의 유전정보를 저장하고 분석하는 기술이 발전하고, 다양한 생물분류 프로그램이 개발되었다. 이에 따라 여러 생물의 유전자의 염기서열이나 단백질의 아미노산서열을 비교하여 계통수를 작성할 수 있게 되었다.

스스로 확인하기

- 1 3배엽성동물이면서 원구가 입이 되는 동물이 속하는 문 수준의 분류군을 모두 써 보자.
- 2 후구동물 중 멧개와 창고기가 속하는 문 수준의 분류군은 ()이다.
- 3 | 과학 역량 기르기 | 해면은 입이 없으며, 스펀지처럼 몸에 구멍이 많다. 이러한 특징을 바탕으로 하여 해면이 먹이를 먹는 방법을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에 학습 목표를 달성했는지 184 쪽 학습 목표에 ✓표 하여 스스로 점검해 보자.

생물 진화의 역사 찾아가기

자연사박물관이나 과학관을 방문하면 지구에 살고 있는 다양한 생물과 이 생물들이 오랜 시간에 걸쳐 진화해 온 과정을 살펴볼 수 있다.



서대문자연사박물관의 생명 진화관

국립중앙과학관



www.science.go.kr

대전에 있는 국립중앙과학관은 자연사관, 인류관 등을 운영하고 있다. 그중 자연사관에서는 생물의 진화에 대한 자료와 우리나라에서 가장 오래된 화석을 볼 수 있다. 또 인류관에서는 인류의 탄생과 진화에 대한 자료를 볼 수 있다. 국립중앙과학관의 누리집에서는 우리나라 국립과학관의 특별 전시를 가상 체험할 수 있다.

서대문자연사박물관



namu.sdm.go.kr

서울에 있는 서대문자연사박물관은 인간과 자연관, 생명 진화관 등을 운영하고 있다. 특히 생명 진화관에서는 생명의 기원과 탄생, 육상 생물의 다양성과 해양생물의 다양성에 대한 자료를 볼 수 있다. 서대문자연사박물관의 누리집에서는 박물관을 온라인으로 관람할 수 있으며, 가상 체험도 할 수 있다.



국립중앙과학관의 자연사관

생각 펼치기

내가 자연사박물관을 운영한다면 생물의 진화와 생물다양성과 관련하여 어떤 내용으로 특별 전시를 기획하고 싶은지 이야기해 보자.



문제 해결 능력

중단원 마무리

2. 생물의 진화와 다양성

217 쪽에서 정답을 확인할 수 있어요.

01 생물의 진화

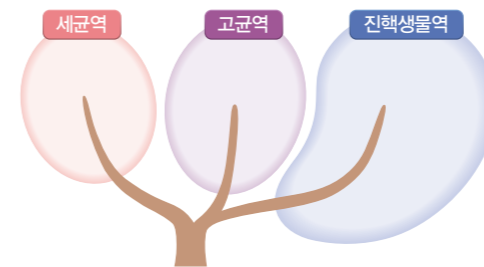
165 쪽~171 쪽

1. 생물의 ① : 생물집단이 오랜 시간에 걸쳐 환경에 적응한 결과 집단의 유전적 특성이 변하고, 새로운 종이 출현하는 현상이다.
2. 진화에 대한 다윈의 아이디어: 변이가 있는 생물집단에서 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 더 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달하는 자연선택이 오랜 시간에 걸쳐 일어나 진화가 일어난다.
3. 개체군의 진화: 개체군에서 일어나는 유전자풀의 변화, 즉 대립유전자빈도의 변화를 뜻한다.
4. 유전자풀의 변화 요인: 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 등이 있다.

02 생물의 분류체계

172 쪽~177 쪽

1. 생물분류와 계통수
 - 생물의 분류 단계: 가장 작은 단계인 ② 부터 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역까지 8 단계로 이루어져 있다.
 - 생물의 종명은 국제적으로 통용되는 학명으로 표기하며, 이명법에 기초하여 속명과 종소명으로 만들어진다.
 - ③ : 생물의 계통을 나무 형태로 표현한 것으로, 유연관계가 가까운 두 종일수록 최근의 분기점에서 갈라진 두 가지에 위치한다.
2. 생물의 분류체계
 - 3역 분류체계: 생물을 세균역, ④, 진핵생물역으로 분류한다.

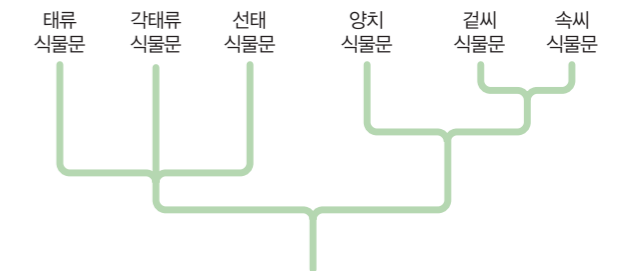


▲ 생물의 3역 분류체계

- 세균역과 고균역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 없고, 진핵생물역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 있다.
- ⑤ : 식물계, 균계, 동물계, 원생생물계가 있다.

03 식물의 분류

178 쪽~183 쪽

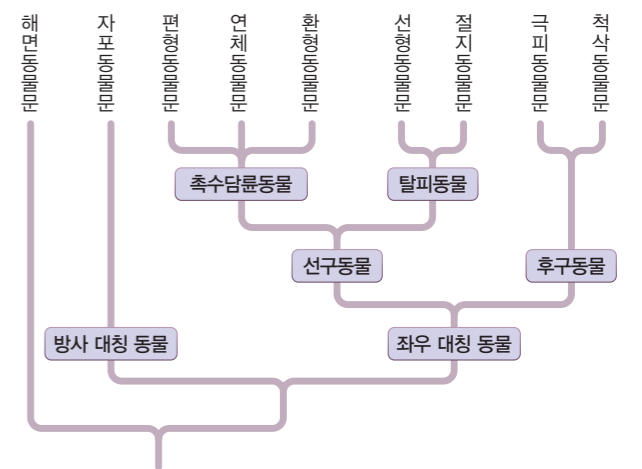


▲ 식물의 계통수

- ⑥, 각태류식물문, 선태식물문: 비관다발 식물이며, 포자로 번식한다.
- 양치식물문: 비종자 관다발식물이며, 포자로 번식한다.
- 겉씨식물문, 속씨식물문: 종자식물이며, ⑦ 은/는 씨방이 없고, 속씨식물문은 씨방이 있다.

04 동물의 분류

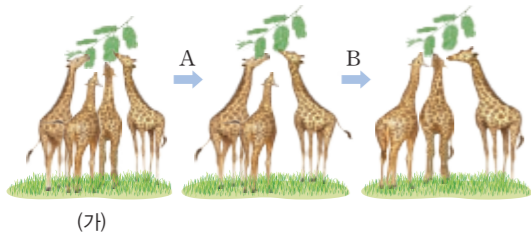
184 쪽~189 쪽



▲ 동물의 계통수

- 해면동물문: 발생 과정에서 배엽을 형성하지 않으며, 무대칭 동물이다.
- ⑧ : 2배엽성동물이며, 방사대칭 동물이다.
- 편형동물문, 연체동물문, 환형동물문: 3배엽성동물이며, 좌우대칭 동물이다. 선구동물이며, 축수담륜동물이다.
- 선형동물문, 절지동물문: 3배엽성동물이며, 좌우대칭 동물이다. 선구동물이며, 탈피동물이다.
- 극피동물문, ⑨ : 3배엽성동물이며, 좌우대칭 동물이다. 후구동물이다.

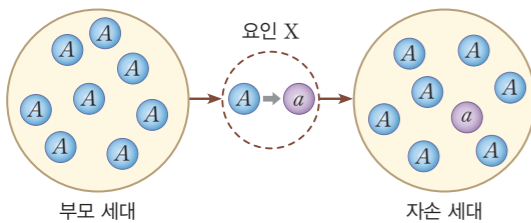
01 그림은 자연선택에 의한 기린의 진화 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

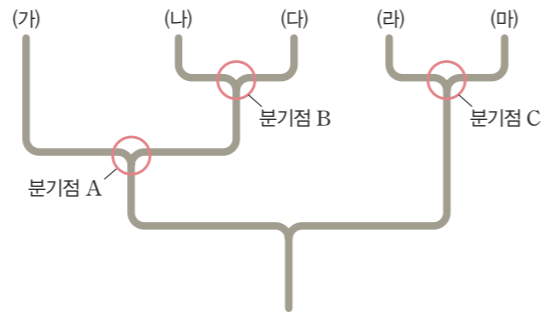
- ① (가)에서 목 길이에 대한 변이가 있다.
- ② 과정 A에서 생존경쟁이 일어났다.
- ③ 과정 B에서 자연선택이 일어났다.
- ④ 과정 B에서 목이 짧은 형질이 생존에 유리했다.
- ⑤ 기린의 목 길이는 자손에게 전달되는 형질이다.

02 그림은 요인 X에 의해 어떤 개체군의 유전자풀이 변화되는 과정을 나타낸 것이다. X는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 중 하나이고, A와 a는 대립유전자이다.



X가 무엇인지 쓰고, X에 의해 개체군의 유전자풀이 변하는 까닭을 설명해 보자.

03 그림은 생물 (가)~(마)의 계통수를 나타낸 것이다. (라)와 (마)는 같은 강에 속한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
 ㄱ. (라)와 (마)는 서로 다른 문에 속한다.
 ㄴ. (가)와 (다)의 최근 공통조상은 분기점 A에 있다.
 ㄷ. (다)와 (라) 사이의 유연관계는 (나)와 (다) 사이의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 표는 3역 분류체계에서 (가)~(다)에 속하는 생물의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 고균역, 세균역, 진핵생물역을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	(가)	(나)	(다)
핵막	?	?	없음.
펩티도글리칸이 포함된 세포벽	없음.	있음.	?

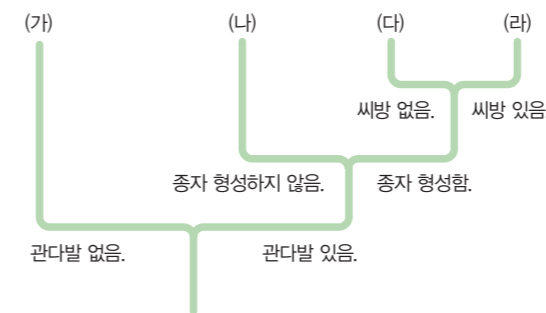
(가)~(다)가 무엇인지 각각 쓰고, (가)와 (나) 사이의 유연관계와 (가)와 (다) 사이의 유연관계를 비교하여 설명해 보자.

05 표는 식물 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 백합, 석송, 큰망울이끼를 순서 없이 나타낸 것이다.

식물	특징
(가)	씨방이 있다.
(나)	관다발이 없다.
(다)	관다발이 있고, 씨방이 없다.

(가)~(다)가 무엇인지 각각 쓰고, (가)~(다)의 번식 방법을 각각 설명해 보자.

06 그림은 식물 (가)~(라)의 계통수를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 장미, 고사리, 소나무, 우산이끼를 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)~(라) 중 겉씨식물문에 속하는 식물의 기호와 이름을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.

07 표는 동물 분류군 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 자포동물문, 절지동물문, 척삭동물문을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	(가)	(나)	(다)
배엽	3배엽성	?	3배엽성
몸의 대칭성	좌우 대칭	방사 대칭	?
발생 과정	㉠	?	원구가 향문이 됨.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
 ㄱ. 히드라는 (나)에 속한다.
 ㄴ. '원구가 입이 됨.'은 ㉠에 해당한다.
 ㄷ. (다)에 속하는 생물은 모두 척추를 가진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

08 다음은 동물 (가)에 대한 자료이다. (가)는 문어, 산호, 선충, 불가사리 중 하나이다.

발생 과정에서 원구가 입이 되며, 축수담륜동물에 속한다.

(가)가 무엇인지 쓰고, 동물계에서 (가)가 속하는 문 수준의 분류군을 써 보자.

스스로 평가하기 이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

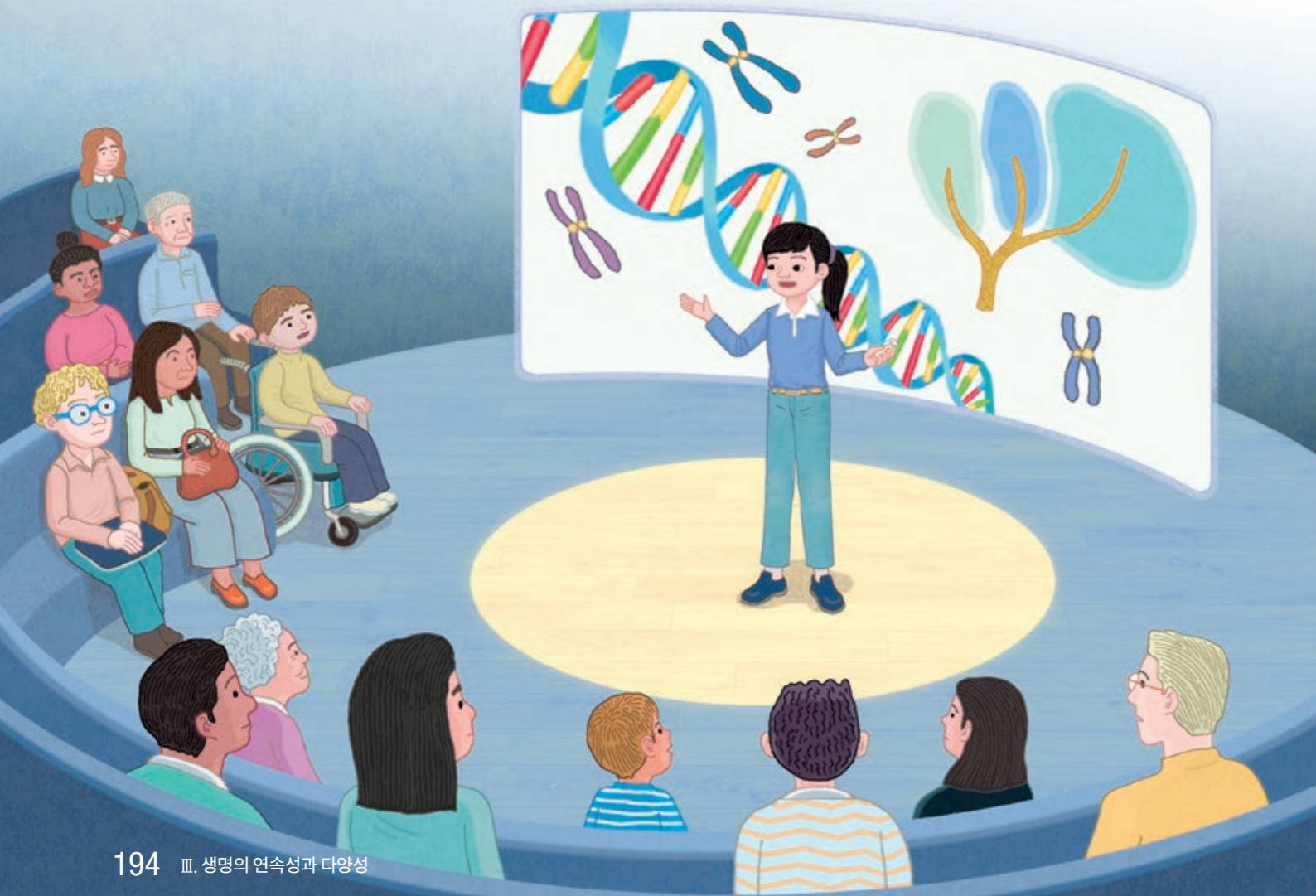
	우수	보통	미흡
지식-이해 생물의 진화 원리를 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생물의 분류체계를 바탕으로 각 분류군의 차이를 이해하고, 식물 분류군과 동물 분류군의 특징을 문 수준에서 설명했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
과정-기능 생물의 진화를 연구한 다양한 사례를 조사할 때 협력하여 소통했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생명과학적 근거를 기반으로 계통수를 작성했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가치-태도 식물도감을 만들면서 과학의 유용성을 체험했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
생물의 유연관계를 계통수로 나타내는 과정에서 과학적으로 사고했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가 결과가 아쉽다면 '2. 생물의 진화와 다양성'을 다시 한번 학습해 봅시다.

과학 커뮤니케이션으로 생물 분류군 소개하기

현대 사회에서 나타나는 기후 변화, 감염성질환의 유행 등과 같은 문제를 해결하는 데 과학이 많이 활용되면서 사람들이 과학에 더 많은 관심을 가지게 되었다. 그에 따라 과학 도서, 과학 강연 등 대중과 소통하며 대중에게 과학 지식을 이해하기 쉽고 재미있게 전달하는 과학 커뮤니케이션이 다양하게 이루어지고 있다. 과학 커뮤니케이션은 도서, 강연뿐 아니라 방송, 연극 등 다양한 방법으로 이루어질 수 있다.

우리가 알고 있는 과학 지식이나 이 단원에서 배운 내용으로도 과학 커뮤니케이션 활동을 할 수 있다. 다음에서 생물 분류군을 쉽고 재미있게 알려 주는 과학 커뮤니케이션 활동을 해 보자.



1 고안하기

- 모둠별로 세균역, 고균역, 진핵생물역의 식물계, 균계, 동물계, 원생생물계 중 소개하고 싶은 생물 분류군을 3개 이상 정해 보자.
- 어떤 방법으로 과학 커뮤니케이션 활동을 할지 정해 보자.
- 과학 커뮤니케이션 활동에서 담당할 모둠원의 역할을 나누어 보자.



2 수행하기

- 정한 생물 분류군에 대해 소개할 내용을 조사해 보자.
- 다음을 참고하여 과학 커뮤니케이션 활동을 하기 위한 원고를 써 보자.

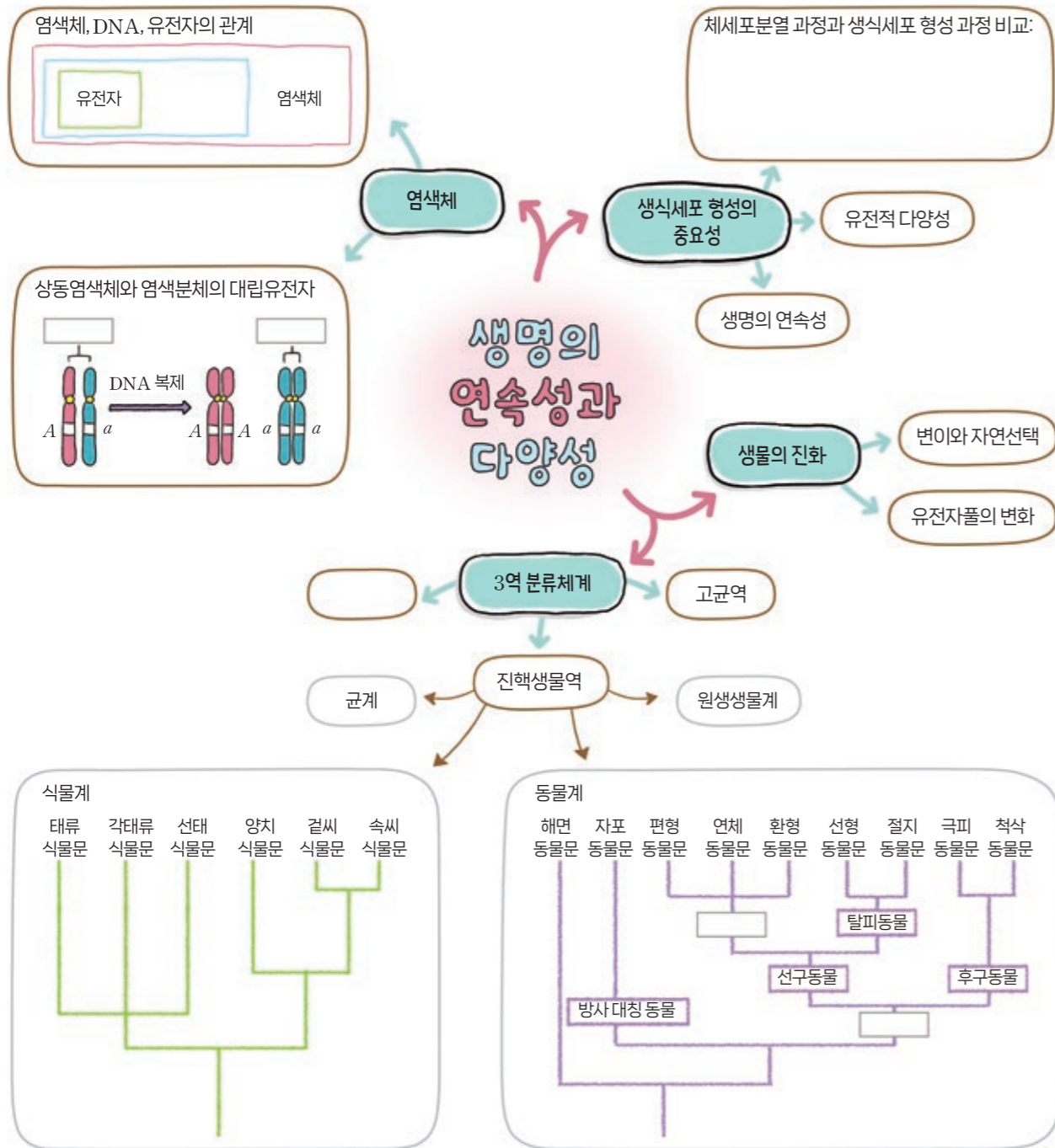
- 내용을 조사할 때 왜곡 및 과장되거나 잘못된 것을 제외하고 정확한 정보만 모은다.
- 조사한 내용 중 중요한 것만 고른다.
- 조사한 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

3 소통하기

- 과학 커뮤니케이션 활동을 해 보자.
- 다음 표를 활용하여 우리 모둠과 다른 모둠의 활동을 평가해 보자.

평가 내용	우수	보통	미흡
지식·이해 생물 분류군의 특징을 정확하게 설명했는가?			
과정·기능 과학 커뮤니케이션에 적합하게 활동을 고안하여 수행했는가?			
가치·태도 과학 커뮤니케이션 활동을 할 때 협력하여 소통했는가?			

학습한 내용을 글과 그림으로 정리하여 생각 그물을 완성해 보자.



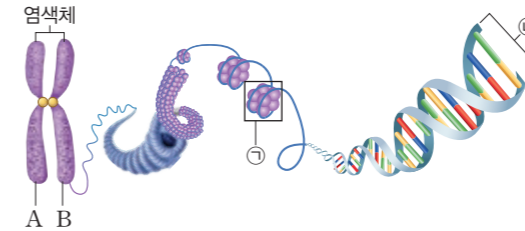
포트폴리오

이 단원의 활동 결과물을 모아 나만의 포트폴리오를 완성해 보자.

- 182 쪽 온라인 식물도감 만들기
- 194 쪽 과학 커뮤니케이션으로 생물 분류군 소개하기

1. 염색체와 생식세포 형성 148 쪽

01 그림은 염색체의 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 DNA와 뉴클레옴을 순서 없이 나타낸 것이다.



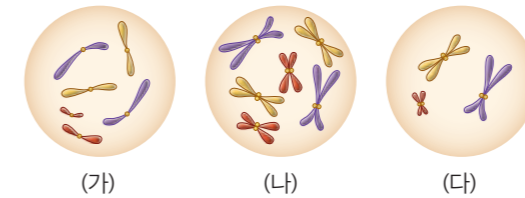
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. A와 B는 대립유전자 구성이 서로 같다.
 - ㄴ. ㉠은 DNA와 단백질로 이루어진다.
 - ㄷ. ㉡에는 유전정보가 저장되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1. 염색체와 생식세포 형성 148 쪽

02 그림은 어떤 동물 종(2n=?의) 개체 A와 B의 세포(가)~(다)에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(다) 중 1 개는 A의 세포이고, 나머지 2 개는 B의 세포이다. 이 동물 종의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



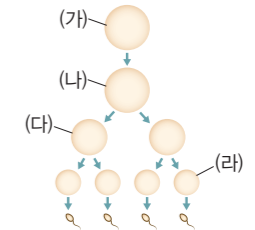
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. A는 수컷이다.
 - ㄴ. (가)와 (나)의 핵상은 같다.
 - ㄷ. 이 동물의 감수 2분열 중기 세포의 염색체 수는 3이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1. 염색체와 생식세포 형성 148 쪽

03 그림은 어떤 남자에서 G₁기 세포(가)로부터 정자가 형성되는 과정을 나타낸 것이다. (나)~(라)는 생식세포, 감수 1분열 중기 세포, 감수 2분열 중기 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. 세포 1 개당 DNA 양은 (나)에서가 (가)에서보다 많다.
 - ㄴ. (나)와 (다)의 핵상은 서로 같다.
 - ㄷ. (라)에 23 개의 염색체가 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 생물의 진화와 다양성 164 쪽

04 다음은 생물의 진화와 관련된 자료이다. ㉠과 ㉡은 돌연변이와 자연선택을 순서 없이 나타낸 것이다.

- ㉠이 일어나면 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달할 수 있다.
- ㉡이 일어나면 ㉠ 새로운 대립유전자가 만들어질 수 있다.

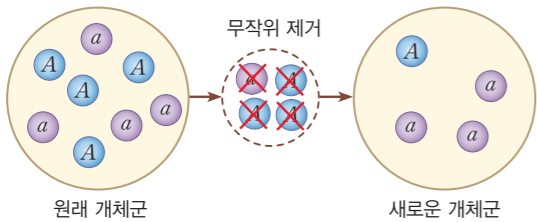
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 자연선택이다.
 - ㄴ. ㉡은 DNA에 변화가 생기는 현상이다.
 - ㄷ. ㉠이 자손에게 전달되면 개체군의 유전자풀이 변할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 생물의 진화와 다양성 164 쪽

05 그림은 요인 X가 일어난 어떤 개체군에서 원래 개체군과 새로운 개체군의 유전자풀을 나타낸 것이다. X는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 중 하나이고, A와 a는 대립유전자이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 유전자흐름이다.
 - ㄴ. X는 개체군의 진화를 일으키는 요인에 해당한다.
 - ㄷ. 대립유전자 A의 빈도는 원래 개체군에서가 새로운 개체군에서의 4 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 생물의 진화와 다양성 164 쪽

06 표는 식물 4 종에서 세 가지 구조의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 벼와 우산이끼를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡는 '○'와 '×'를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	(가)	쇠뜨기	(나)	은행나무
체관	○	○	㉠	○
씨방	○	×	×	×
㉡	○	㉢	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 종자는 ㉡에 해당한다.
 - ㄴ. (가)는 속씨식물문에 속한다.
 - ㄷ. 쇠뜨기와 (나)는 모두 포자로 번식한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 생물의 진화와 다양성 164 쪽

07 표 (가)는 생물의 4 가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 생물 A~C가 가지는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 달팽이, 해파리, 창고기를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	생물	특징 개수
• 척삭이 있다. • 후구동물이다. • 3배엽성동물이다. • 좌우 대칭 동물이다.	A	4
	B	2
	C	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

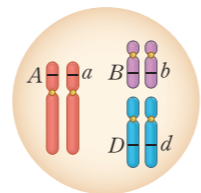
- 보기
- ㄱ. A는 창고기이다.
 - ㄴ. C는 측수동물문에 속한다.
 - ㄷ. 성체는 A보다 B와 유연관계가 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

과학 역량 기르기

1. 염색체와 생식세포 형성 148 쪽

08 그림은 어떤 동물(2n=6)의 체세포 1 개에 들어 있는 모든 염색체와 일부 유전자를 나타낸 것이다.

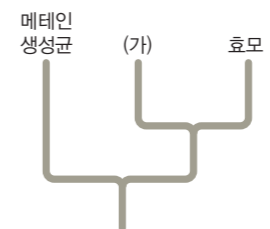


- (1) 이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 설명해 보자.
- (2) 이 동물의 생식세포에 a, b, d가 모두 있을 확률을 분수로 써 보자.

2. 생물의 진화와 다양성 164 쪽

09 표는 3역 분류체계에 따라 생물 4 종이 속하는 역을, 그림은 표의 생물 4 종 중 3 종의 계통수를 나타낸 것이다.

생물	역
A	?
B	고균역
소철	진핵생물역
대장균	세균역

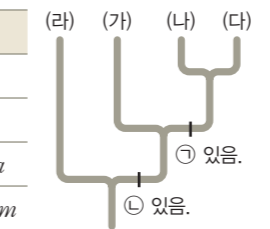


- (1) A와 B가 무엇인지 각각 써 보자.
- (2) (가)가 무엇인지 쓰고, (가)의 특징을 핵막, 세포벽, 양분을 만드는 방식과 관련지어 설명해 보자.

2. 생물의 진화와 다양성 164 쪽

10 표는 식물 (가)~(라)의 학명을, 그림은 (가)~(라)의 계통수를 나타낸 것이다. (가)~(라) 중 하나는 개나리이고, 다른 하나는 석송이다. ㉠과 ㉡은 종자와 씨방을 순서 없이 나타낸 것이다.

식물	학명
(가)	<i>Abies koreana</i>
(나)	<i>Forsythia ovata</i>
(다)	<i>Forsythia koreana</i>
(라)	<i>Lycopodium clavatum</i>



- (1) ㉠과 ㉡이 무엇인지 각각 써 보자.
- (2) 위 자료로 알 수 있는 개나리의 속명을 써 보자.
- (3) (가)~(라)의 특징을 관다발과 관련지어 설명해 보자.

과학 글쓰기

11 다음은 낫모양적혈구빈혈증과 말라리아에 대한 자료이다.

- 낫모양적혈구빈혈증은 정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^A)의 돌연변이로 생성된 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)가 동형접합성($Hb^S Hb^S$)일 때 나타나는 유전병이다. 낫 모양 적혈구는 빈혈을 일으키거나 조직을 손상한다.
- 말라리아는 열대열말라리아원충에 의한 감염성 질환으로, 심각한 경우 사망할 수도 있다.
- 열대열말라리아원충은 사람의 몸속으로 들어와 적혈구 안에서 증식하는데, 낫 모양 적혈구에서는 증식하기 어렵다.
- 헤모글로빈 대립유전자가 이형접합성($Hb^A Hb^S$)인 사람은 낫 모양 적혈구가 일부 만들어지지만 대체로 건강하며, 열대열말라리아원충에 감염되어도 말라리아 증상이 약하게 나타난다.
- 표는 아프리카의 일부 나라에서 1년간 인구 1000 명당 말라리아 발병 환자 수와 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)의 빈도를 나타낸 것이다.

나라	1년간 인구 1000 명당 말라리아 발병 환자 수(명)	비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)의 빈도(%)
케냐	50.93	3.8
나이지리아	313.76	17.1
남아프리카 공화국	0.75	0.3

(출처: Piel 외, 2010.)

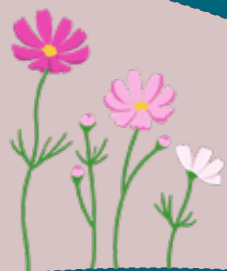
세 나라에서 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)의 빈도가 다른 까닭을 유전자풀의 변화 요인과 관련지어 설명하고, 나이지리아에서 열대열말라리아원충이 사라진다면 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^S)의 빈도가 어떻게 변할지 예상하는 보고서를 작성해 보자. (단, 말라리아 발병 이외의 다른 조건은 고려하지 않는다.)

.....

.....

.....

부록



생명윤리	202
탐구 활동지	203
정답 및 해설	207
디지털 리터러시 점검표	220
찾아보기	221
자료 출처	223



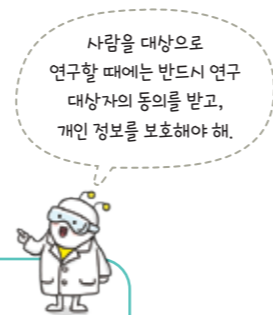
생명체를 다루는 연구에서 지켜야 할 생명윤리

생명체를 다루는 연구에서는 생명윤리에 따라 생명의 존엄성을 인지하고 생명을 보호하려고 노력해야 한다. 사람을 비롯한 동물뿐 아니라 식물을 대상으로 연구할 때에도 함부로 훼손하거나 불필요하게 사용하지 말아야 한다.

사람을 대상으로 연구할 때에는

사람을 대상으로 하거나 인체 유래물을 이용하여 연구할 때에는 반드시 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의를 받아 윤리적, 과학적으로 타당성이 있다는 승인을 받고, 생명윤리 교육을 받은 뒤에 연구를 진행해야 한다.

기관생명윤리위원회: 사람을 대상으로 하는 각종 임상 연구와 인체 유래물을 사용하는 연구에서 연구 대상자의 권리를 보호하고 안전을 보장하기 위하여 운영되는 위원회



기관생명윤리위원회(IRB)의 심의 대상

• 사람 대상 연구

- ① 연구 대상자를 직접 조작하거나 그 환경을 조작하는 연구
- ② 연구 대상자와 의사소통, 대인 접촉 등의 상호작용을 통해 수행하는 연구
- ③ 연구 대상자 개인을 식별할 수 있는 정보를 이용하는 연구

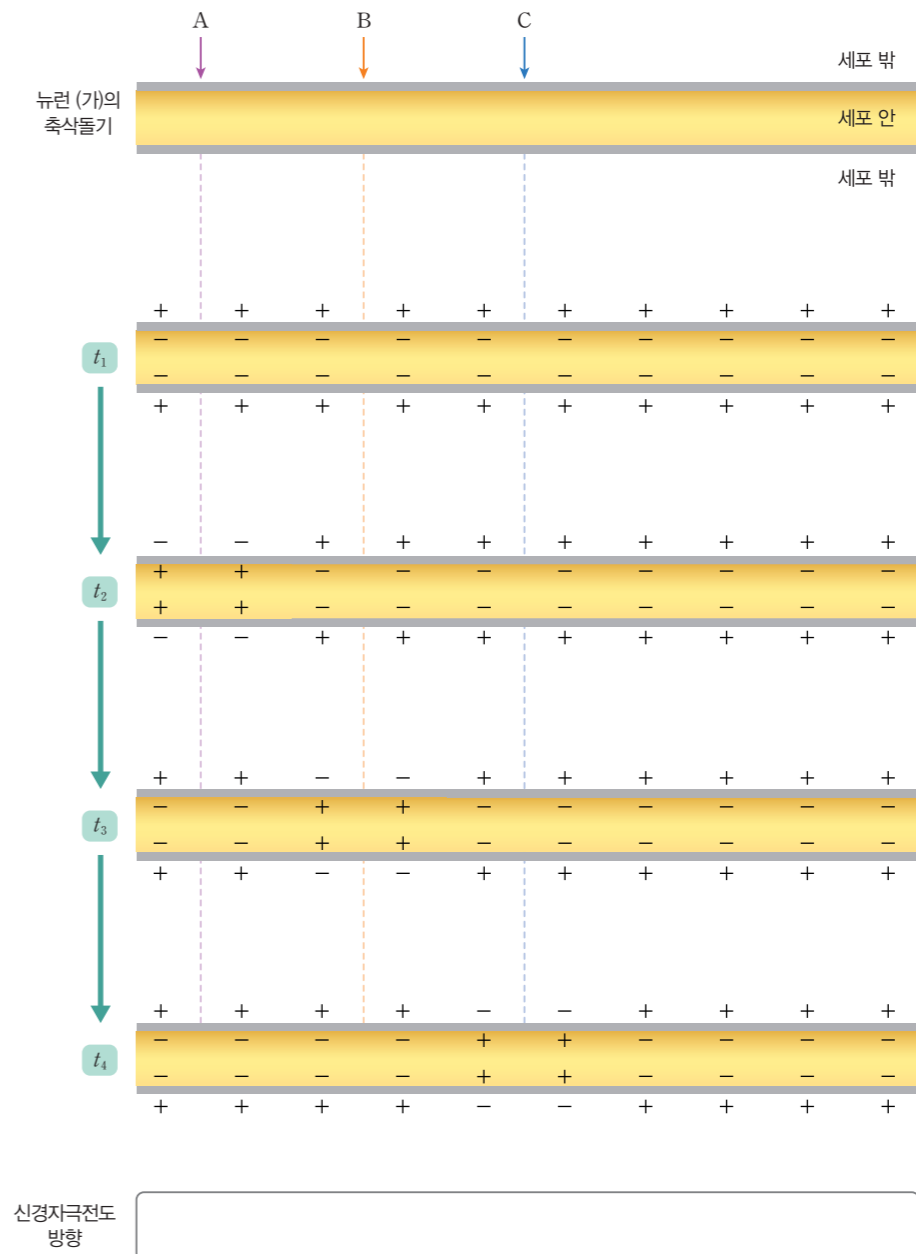
• **인체 유래물 연구:** 인체로부터 수집하거나 채취한 조직, 세포, 혈액, 체액 등 인체 구성물 또는 이들로부터 분리된 혈청, 혈장, 염색체, DNA, RNA, 단백질 등을 직접 조사 또는 분석하는 연구

동물을 대상으로 연구할 때에는

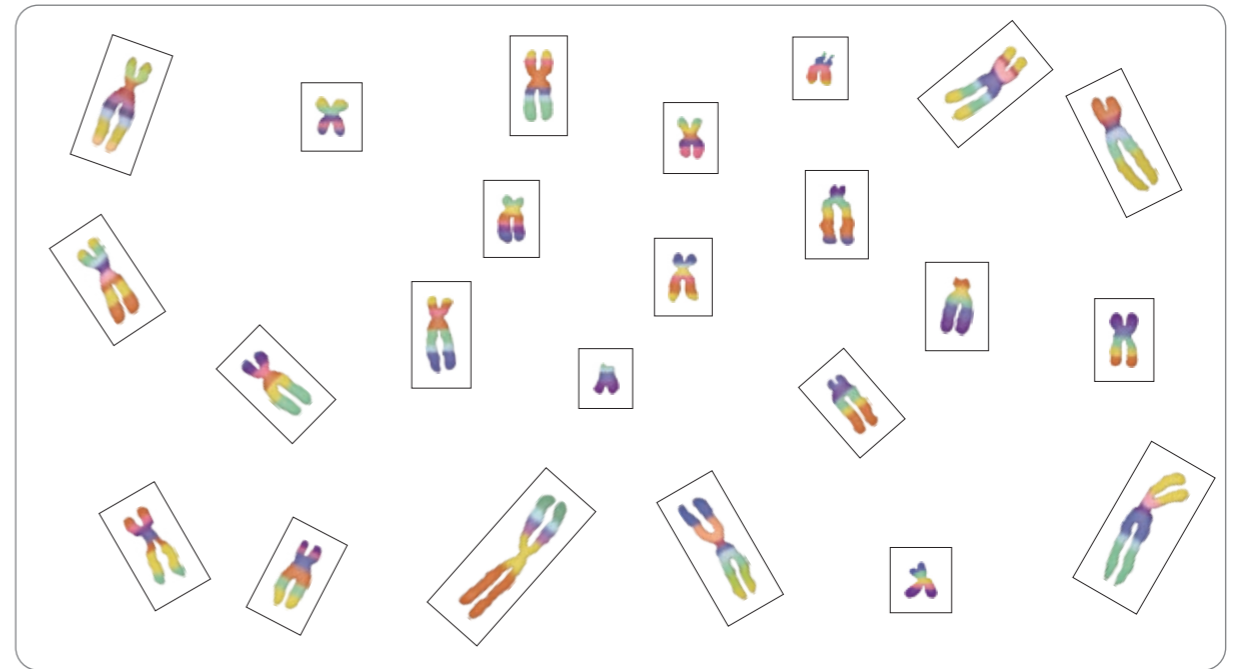
동물을 대상으로 연구할 때에는 연구의 윤리적, 과학적 타당성 및 유해 물질을 이용한 동물 실험의 적정성에 대해 동물실험윤리위원회의 심의를 받아 승인이 된 경우에만 수행해야 한다.

- 동물 실험은 되도록 동물을 사용하지 않는 실험으로 대체한다.
- 동물 실험을 수행할 때에는 사용하는 동물의 수를 되도록 줄이고, 실험 방법을 정교화하여 동물이 겪는 불필요한 고통이나 불편을 최소화해야 한다.
- 실험이 끝난 뒤 동물의 부산물은 「폐기물 관리법」에 따라 처리한다.

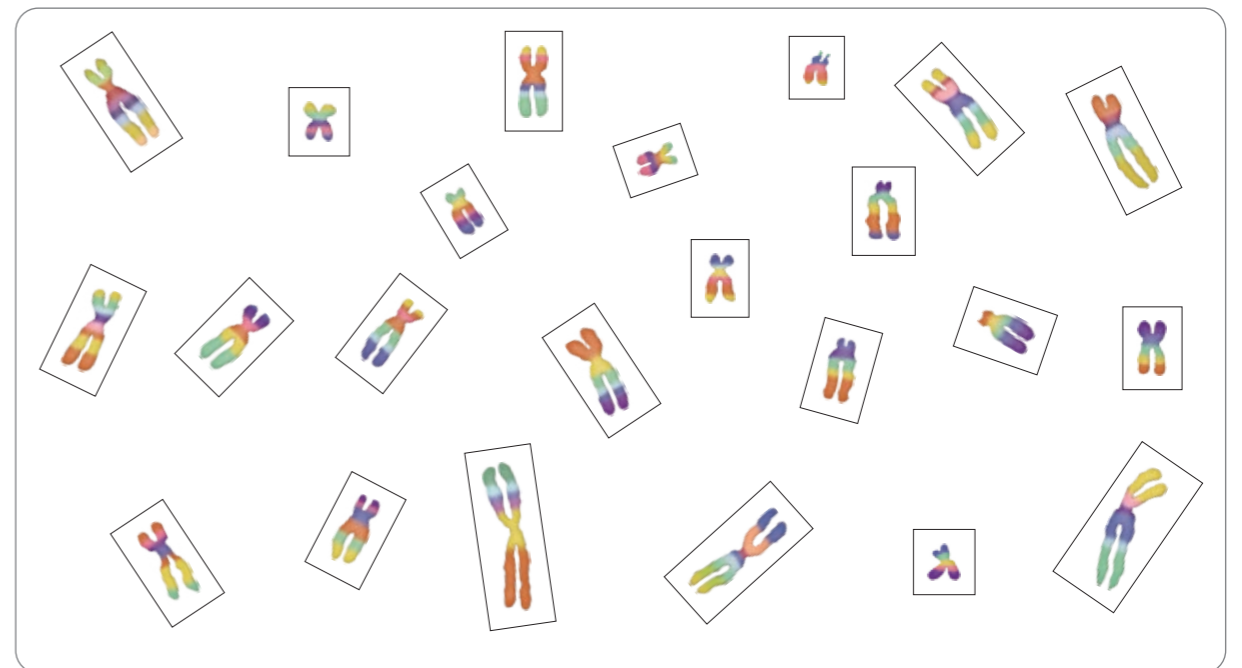
① 신경자극전도 모식도 (본문 92 쪽~93 쪽)



남자의 염색체



여자의 염색체



I 생명 시스템의 구성

1 생명과학의 이해

01 생물의 특성

? 16 쪽 | 항상성

참의사고 17 쪽

| 예시 답안 | 건조한 환경에서 사는 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 적응과 진화의 예이다. 강아지가 물을 많이 마시면 오줌의 양이 늘어나는 것은 항상성의 예이다. 지렁이가 빛을 피해 이동하는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

스스로 확인하기 17 쪽

- 1 물질대사
- 2 발생과 성장, 물질대사, 생식, 적응과 진화 등 | 만들레 중자가 싹 터서 자라는 것에서 생물의 특성 중 발생과 성장을 추론할 수 있으며, 이 과정에서 물질과 에너지를 얻기 위해 물질대사가 일어나는 것을 추론할 수 있다. 또 꽃이 피고 열매가 맺히는 것에서 생식을, 열매에 갓 모양의 털이 달려 있어 종자가 멀리 퍼질 수 있는 것에서 적응과 진화를 추론할 수 있다.

02 생명과학의 특성

스스로 확인하기 21 쪽

- 1 생물
- 2 생명과학, 화학, 공학, 정보학 등 | 생명과학 분야에서는 코로나바이러스의 특성을 연구하고, 코로나바이러스 감염증-19(COVID-19)를 예방할 수 있는 백신을 개발했다. 화학 분야에서는 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 진단하는 데 이용되는 중합효소연쇄반응(PCR)을 발명했고, 공학 분야에서는 중합효소연쇄반응(PCR) 장비를 개발하고, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 자가 검사 도구의 대량 생산에 이바지했다. 정보학 분야에서는 컴퓨터를 활용하여 코로나바이러스의 핵산을 분석하는 프로그램을 개발했다.

03 생명 시스템의 구성 단계

스스로 확인하기 24 쪽

- 1 세포
- 2 **| 예시 답안 |** 군집, 아프리카의 초원에서 사는 사자 개체군과 하이에나 개체군 사이의 상호작용을 연구하고 싶기 때문이다.

26 쪽~27 쪽

중단원 마무리

- 1 물질대사 2 항상성 3 생식 4 진화 5 개체군

- 01 ① 02 해설 참조 03 해설 참조 04 ⑤ 05 ①
06 해설 참조

01 코로나바이러스(가)는 단백질과 유전물질인 핵산으로 이루어져 있다. 휴머니드(나)는 생물이 아니므로 세포로 이루어져 있지 않고, 생식, 성장, 물질대사 등과 같은 생물의 특성을 나타내지 않는다.

02 | 예시 답안 | 공통점: 강아지 로봇과 강아지는 모두 에너지를 사용하여 움직일 수 있다.
• 차이점: 강아지는 세포로 이루어져 있고 물질대사를 통해 에너지를 얻는 생물이지만, 강아지 로봇은 세포로 이루어져 있지 않은 비생물이다.

03 | 예시 답안 | 항상성과 물질대사, 사람이 더울 때 땀을 흘려 열 발산량을 증가시킴으로써 체온을 조절하는 것은 생물의 특성 중 항상성에 해당한다. 근육세포에서 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포호흡은 생물의 특성 중 물질대사에 해당한다.

04 (가)에서 개구리알은 올챙이, 어린 개구리를 거쳐 성숙한 개구리가 되는데, 이는 발생과 성장의 예이다. (나)에서 파리지옥은 곤충이 잎 안쪽을 건드리면 이것을 자극으로 받아들여 잎을 닫는 반응을 한다.

05 생명과학은 생물을 구성하는 DNA, 단백질 등의 분자도 연구 대상으로 한다.

06 | 예시 답안 | A는 세포, B는 개체, C는 군집이다. A(세포)는 생물을 이루는 기본 단위이고, B(개체)는 여러 기관이 모여 독립된 구조와 기능을 가지고 생활하는 하나의 생명체이며, C(군집)는 같은 지역에서 생활하는 여러 개체군의 모임이다.

2 생명활동과 에너지

01 물질대사와 에너지전환

? 29 쪽

이자세포에서 여러 아미노산을 결합하여 소화효소를 합성하는 반응은 동화작용에, 간세포에서 알코올을 이산화 탄소와 물로 분해하는 반응은 이화작용에 해당한다.

스스로 확인하기 31 쪽

- 1 동화작용
- 2 ATP
- 3 | 예시 답안 | 휴대 전화의 전지를 충전하면 전지에 에너지가 저장된다. 세포호흡에서 포도당과 같은 영양소가 분해되면서 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장된다. 따라서 휴대 전화의 전지를 충전하는 것은 ATP의 합성 과정에 해당한다.

02 기관계의 통합적 작용

참의사고 37 쪽

| 예시 답안 | 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 통합적 작용은 자동차를 구성하는 여러 가지 장치의 관계와 유사하다고 할 수 있다. 자동차에는 엔진이 작동하는 데 필요한 연료와 산소를 공급하는 장치가 있으며, 엔진에서 발생한 배기가스를 배출하는 장치가 있다. 또 이 장치들을 연결하는 배관이 있다. 이 각각의 장치들이 서로 다른 기능을 하면서도 유기적으로 연결되어 통합적으로 작용해야 자동차가 정상적으로 달릴 수 있다.

스스로 확인하기 37 쪽

- 1 순환계
- 2 물
- 3 | 예시 답안 | 바이타민 중에는 원료가 노란색이나 주황색을 띠는 것이 있다. 바이타민 음료를 마시면 음료에 들어 있는 바이타민이 소화계를 통해 흡수된다. 흡수된 바이타민 중 몸에서 사용되고 남은 것은 순환계에 의해 배설계로 운반된 뒤 콩팥에서 걸러져 물과 함께 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다. 따라서 바이타민 음료를 마시면 오줌의 색깔이 평소보다 진한 노란색이나 주황색을 띠 때가 있다.

03 물질대사와 건강

스스로 확인하기 41 쪽

- 1 대사성 질환
- 2 당뇨병
- 3 | 예시 답안 | 대사성 질환을 비롯한 많은 질병이 초기에는 증상이 없거나 아주 약한 증상만 나타나기 때문에 이를 발견하지 못하는 경우가 있다. 정기적으로 건강 검진을 받으면 질병을 조기에 발견하고 치료할 수 있으므로 정기적으로 건강 검진을 받는 것이 중요하다.

44 쪽~45 쪽

중단원 마무리

- 1 이화작용
- 2 세포호흡
- 3 생명활동
- 4 순환계
- 5 물질대사

- 01 ⑤ 02 해설 참조 03 ③ 04 ④ 05 해설 참조
06 가, 나, 다 07 해설 참조

01 생물에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응을 물질대사라고 하며, 물질대사에는 효소가 관여한다. 세포호흡과 같은 이화작용이 일어날 때에는 에너지가 방출된다. 크고 복잡한 물질인 글라이코젠을 작고 단순한 물질인 포도당으로 분해하는 것은 이화작용에 해당한다.

02 | 예시 답안 | (가), (가)에서는 작고 단순한 물질인 아미노산이 크고 복잡한 물질인 단백질로 합성되므로 동화작용이 일어나고, (나)에서는 크고 복잡한 물질인 녹말이 작고 단순한 물질인 엿당으로 분해되므로 이화작용이 일어난다. 동화작용에서는 에너지가 흡수되고, 이화작용에서는 에너지가 방출되므로 (가)에서 에너지가 흡수된다.

03 세포호흡(ⓐ)은 미토콘드리아를 중심으로 일어나며, ATP가 ADP와 무기인산으로 분해(ⓑ)되는 과정에서 이화작용이 일어난다. 세포호흡 과정에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

04 순환계를 구성하는 세포에서도 이화작용에 해당하는 세포호흡이 일어난다.

05 | 예시 답안 | 사람이 생명활동을 유지하는 데 필요한 에너지를 얻기 위해서는 세포호흡이 일어나야 하며, 세포호흡에는 영양소와 산소가 필요하다. (가)는 소화계이며, 영양소를 소화하고 흡수하여 세포호흡에 이용되는 영양소를 공급한다. (나)는 호흡계이며, 세포호흡에 이용되는 산소를 흡수한다.

06 A는 영양소를 소화 및 흡수하고, 흡수되지 않은 물질을 몸 밖으로 내보내는 소화계이다. B는 혈액에서 요소를 걸러 내어 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보내는 배설계이다. 소화계(A)와 배설계(B)에서 모두 물질대사가 일어난다.

07 (1) 고혈압
(2) | 예시 답안 | 영양소가 골고루 포함된 균형 잡힌 식사를 한다. 식사를 규칙적으로 한다. 운동을 규칙적으로 꾸준히 한다.

3 생태계와 상호작용

01 생태계의 구조

스스로 확인하기 49 쪽

- 1 생물요소
- 2 빛 | 한 식물에서도 강한 빛을 받는 잎은 약한 빛을 받는 잎보다 잎의 조직이 발달하여 두껍다.
- 3 | 예시 답안 | 물이 부족한 사막에 사는 선인장에서 물을 저장하는 조직이 발달한 것은 비생물요소인 물이 생물요소인 선인장에 영향을 미쳤기 때문이다.

02 물질순환과 에너지흐름

? 54 쪽

약 16.2 % | 1차 소비자의 에너지효율(%)

$$= \frac{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{생산자가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

$$= \frac{3368}{20810} \times 100 \approx 16.2(\%) \text{이다.}$$

참의사고 55 쪽

| 예시 답안 | 수온 상승 등의 환경 변화를 줄이고 생태계평형을 유지하려면 우리는 일상생활에서 에너지를 낭비하지 않고 쓰레기 배출량을 줄이며 물건을 재활용해야 한다. 또 환경을 보호하고 환경 문제에 많은 관심을 가져야 한다.

스스로 확인하기 55 쪽

- 1 에너지, 물질
- 2 | 예시 답안 | 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계에서 이용하거나 열에너지로 방출되고 남은 에너지만 다음 영양단계로 전달되므로 상위 영양단계의 에너지양이 하위 영양단계의 에너지양보다 적다.

03 개체군

? 57 쪽 | III형

스스로 확인하기 61 쪽

- 1 이입, 사망
- 2 순위제
- 3 | 예시 답안 | I형, 가족생활을 하는 개체군에서는 혈연관계에 있는 개체들이 모여 새끼를 돌보거나 보호한다. 따라서 어린 개체의 사망률이 낮아지므로 초기에 개체수가 완만하게 줄어들다가 후기에 급격히 줄어드는 I형의 생존곡선을 나타낸다.

04 군집

? 70 쪽

사람과 대장균 | 사람의 장내 세균 중 하나인 대장균은 비타민 K를 합성하여 사람에게 공급하고 묽은 변을 막아 주는 등의 이익을 주고, 사람은 대장균이 안정적으로 살아갈 수 있는 공간을 제공한다.

스스로 확인하기 71 쪽

- 1 수직분포
- 2 중요치
- 3 | 예시 답안 | 포식과 피식 관계에서 피식자인 나방은 포식자인 부엉이에게 잡아먹히지 않기 위해 천적인 부엉이의 모습을 흉내 낸다.

75 쪽~77 쪽

중단원 마무리

- 1 생태계
- 2 생물요소
- 3 호흡
- 4 분해자
- 5 에너지
- 6 개체군밀도
- 7 개체군생존곡선
- 8 생태분포
- 9 방형구법
- 10 2차 천이

- 01 ③ 02 ③ 03 해설 참조 04 ④ 05 해설 참조
06 ② 07 해설 참조 08 ③

01 A는 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것이고, B는 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 것이다. ①은 생물요소가 다른 생물요소에 영향을 미치는 예이고, ②와 ③은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 B의 예이며, ④와 ⑤는 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 A의 예이다.

02 A는 대기 중의 CO₂를 이용하는 생산자이고, B는 분해자이다. ⓐ는 광합성 과정이고, ⓑ는 피식 과정이다. 생태계에서 탄소 화합물은 유기물의 형태로 생산자(A)에서 소비자로 이동한다.

03 | 예시 답안 | A: 에너지, B: 물질, 에너지는 태양으로부터 시작해 생물요소를 거친 뒤 열에너지로 전환되어 외부로 방출되고, 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다. 따라서 A는 에너지, B는 물질이다. I 생태계에서 물질이 생물요소와 비생물요소 사이를 순환하는 것과 달리 에너지는 태양에서 생물요소를 거쳐 비생물요소로 한 방향으로 흐른다.

- 04 A는 초기 사망률이 높은 Ⅲ형으로 굴과 같은 해양 무척추동물, 어류 등이 이에 속한다. B는 연령별 사망률이 비교적 일정한 Ⅱ형으로 다람쥐, 기러기 등이 이에 속한다. C는 초기 사망률이 낮은 Ⅰ형으로 사람, 코끼리 등이 이에 속한다.
- 05 | 예시 답안 | 피식자인 눈신토끼의 개체수가 늘어나면 포식자인 스라소니의 개체수도 늘어난다. 스라소니의 개체수가 늘어나면 눈신토끼의 개체수가 줄어들어 먹이가 부족해진 스라소니의 개체수는 줄어든다. 포식자인 스라소니의 개체수가 줄어들면 다시 눈신토끼의 개체수가 늘어난다.
- 06 꿀벌 개체군에서는 사회생활, 사자 개체군에서는 가족생활, 물개 개체군에서는 텃세, 기러기 개체군에서는 리더제, 큰불알 개체군에서는 순위제와 같은 상호작용이 나타난다.
- 07 | 예시 답안 | C. 식물군집에서 우점종은 중요치가 가장 큰 개체군이다. 중요치는 각 개체군의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합한 값이다. A의 중요치는 45, B의 중요치는 125, C의 중요치는 130이므로 이 식물군집의 우점종은 C이다.
- 08 (가)는 기생, (나)는 편리공생, (다)는 상리공생, (라)는 종간경쟁이다. 사자와 얼룩말의 상호작용은 포식과 피식이고, 지의류의 균류와 조류의 관계는 상리공생(다)에 해당한다. 종간경쟁(라)은 두 개체군의 생태적 지위가 많이 겹칠수록 심해진다. 경쟁배타원리는 경쟁 관계일 때 적용된다.

대단원 마무리

81 쪽~83 쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ③ 05 ① 06 ⑤
| 과학 역량 기르기 |
07 해설 참조 08 해설 참조 09 해설 참조
10 해설 참조
| 과학 글쓰기 |
11 해설 참조

01 배추흰나비알이 어른벌레가 되는 과정에서 세포분열이 일어나 세포 수가 늘어나고, 세포의 종류와 기능이 다양해진다. 이는 생물의 특성 중 발생과 성장의 예에 해당한다. 세포로 이루어진 배추흰나비의 애벌레(㉠)는 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.

- 02 세포호흡 과정에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부가 ATP에 저장되므로 (가)는 ADP, (나)는 ATP이다. ATP가 ADP로 분해될 때 에너지가 방출되므로 1 분자에 저장된 에너지량은 ATP(나)가 ADP(가)보다 많다.
- 03 A는 소화계, B는 순환계이다. 소화계(A)와 순환계(B)에서는 모두 물질대사가 일어나며, 작은창자는 소화계(A)에 속한다. 소화계(A)에서 흡수된 영양소 중 일부는 순환계(B)를 구성하는 세포에서 세포호흡에 이용된다.
- 04 ㉠은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 것으로 한 식물에서 강한 빛을 받는 잎이 약한 빛을 받는 잎보다 두꺼운 것은 ㉠에 해당한다. ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것이므로 지렁이가 토양을 비옥하게 만드는 것은 ㉡에 해당한다. ㉢은 개체군 내 상호작용이고, 종간경쟁은 군집 내 개체군 사이의 상호작용이다.
- 05 A는 J 자 모양의 성장곡선이고, B는 S 자 모양의 성장곡선이다. S 자 모양의 성장곡선(B)에서 개체수의 증가 속도는 구간 I에서 구간 II에서보다 느리다. 실제로 개체군밀도가 증가하면 환경저항이 커지므로 S 자 모양의 성장곡선(B)에서 환경저항은 ㉠일 때가 ㉡일 때보다 작다.
- 06 건성천이는 용암 대지와 같이 식물이 전혀 살지 못하는 곳에서 시작되며, 지의류가 개척자로 들어와 토양이 형성된 뒤 초원, 관목림, 양수림(A), 혼합림을 거쳐 음수림(B)이 극상을 이룬다.
- 07 (1) 학생 (나)
(2) | 예시 답안 | 사람의 유전체 분석은 생명과학이 공학, 화학, 물리학, 정보학 등 다른 학문 분야와 연계하여 발달함을 보여 주는 사례이다.
- 08 (1) 소화계
(2) | 예시 답안 | ㉠(이산화 탄소)은 세포에서 순환계로 이동한 뒤 호흡계인 폐로 운반된다. 폐에서 ㉠(이산화 탄소)은 모세혈관에서 허파파리로 이동한 뒤 몸 밖으로 나간다.
- 09 (1) A: 생산자, B: 1차 소비자, C: 2차 소비자, D: 분해자
(2) | 예시 답안 | A, B, C, 안정된 생태계에서 에너지량은 상위 영양단계로 갈수록 감소하므로 생산자(A)는 1차 소비자(B)보다 에너지량이 많고, 1차 소비자(B)는 2차 소비자(C)보다 에너지량이 많다. 따라서 A~C가 보유한 에너지량은 A>B>C 순이다.

- 10 | 예시 답안 | 종간경쟁. 종 A와 B를 혼합 배양했을 때 A는 살아남고 B는 사라졌으므로 A와 B 사이에서 일어난 상호작용은 종간경쟁이다.
- 11 | 예시 답안 | 남아메리카가 원산지인 뉴트리아는 고기와 모피 등을 얻기 위해 우리나라로 들어온 외래종으로, 기후가 따뜻한 지역에 적합한 동물이다. 뉴트리아는 서식지 주변의 수생식물을 닦치는 대로 먹어 치워 생물다양성이 감소하게 하고 이 식물에 기대어 사는 동물 종의 서식에도 영향을 미치며, 우리나라 고유종의 서식지를 차지하여 고유종의 생존을 위협함으로써 먹이사슬에 영향을 주는 등 생태계를 교란하고 있다. 또 강둑이나 제방에 땅굴을 파고 생활함으로써 그곳에 서식하는 생물의 서식 환경에도 영향을 줄 수 있다. 뉴트리아는 현재 낙동강 중류와 하류 일대에 주로 분포하고 있지만, 우리나라의 기온이 지속해서 상승한다면 뉴트리아의 서식지 면적이 계속 늘어나 생태계평형을 파괴하는 사례가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 이와 같은 상황을 인식하고 뉴트리아의 서식지 확장을 막기 위한 체계적인 관리 및 모니터링이 지속해서 이루어져야 하며, 지구 온난화에 따른 기온 상승으로 뉴트리아의 서식지가 확장되지 않도록 탄소 배출을 줄이기 위한 노력을 적극적으로 해야 한다. 또 뉴트리아의 서식지를 제한하고 고유종의 보호를 강화하는 정책이 필요하며, 생태계보전을 위한 교육 및 홍보 활동을 통해 대중의 인식을 높이고, 생태계보전에 대한 참여를 유도해야 한다. 이러한 대책들이 철저히 시행될 때 뉴트리아와 같은 외래종에 의한 생태계 파괴를 방지하고 우리나라의 생태계를 보전할 수 있을 것이다. 생태계평형은 우리 모두의 삶과 미래에 영향을 미치는 중요한 문제이므로, 이에 대한 대응은 결코 미룰 수 없는 과제이다.

II 항상성과 몸의 조절

1 신경자극전도와 시냅스전달

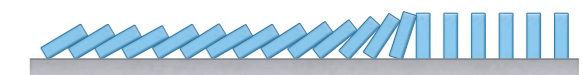
01 신경자극전도

90 쪽
뉴런에 자극을 주어도 막전위가 역치전위에 도달하지 못하면 활동전위가 발생하지 않는다.

참의 사고 93 쪽

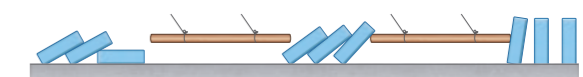
| 예시 답안 | 말미집이 없는 뉴런에서는 축삭돌기의 모든 부위에서 활동전위가 발생하므로 말미집이 없는 뉴런에서

일어나는 신경자극전도는 도미노 조각을 촘촘하게 세워 놓은 것과 같다.



▲ 말미집이 없는 뉴런에서 일어나는 신경자극전도

말미집이 있는 뉴런에서는 람비에결절에서만 활동전위가 발생하는 도약전도가 일어나므로 말미집이 있는 뉴런에서 일어나는 신경자극전도는 중간에 긴 막대를 설치하여 도미노 조각을 세워 놓은 것과 같다.



▲ 말미집이 있는 뉴런에서 일어나는 신경자극전도

스스로 확인하기 93 쪽

- 축삭돌기
- 안, 밖
- | 예시 답안 | 뉴런에서 세포호흡이 일어나지 않아 ATP가 공급되지 않으면 Na⁺-K⁺ 펌프가 작동하지 못해 세포막을 경계로 Na⁺과 K⁺의 불균등 분포가 형성되지 않는다. 이로 인해 휴지전위와 활동전위가 형성되지 않으므로 신경자극전도가 일어나지 않는다.

02 시냅스전달

스스로 확인하기 96 쪽

- 시냅스
- 신경전달물질
- | 예시 답안 | 신경전달물질과 구조가 비슷한 약물은 신경전달물질 대신 신경전달물질의 수용체와 결합할 수 있다.

중단원 마무리

98 쪽~99 쪽

- 1 신경세포체 2 휴지전위 3 도약전도 4 시냅스전달
5 시냅스소포

- 01 ① 02 ④ 03 해설 참조 04 해설 참조 05 ⑤
06 해설 참조

01 이 뉴런에는 말미집이 없으므로 람비에결절이 없다. A는 다른 뉴런이나 세포로부터 신호를 받아들이는 가지돌기, B는 뉴런의 생명활동을 조절하는 신경세포체, C는 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달하는 축삭돌기이다.

02 구간 I에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 안에서 밖으로, K^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동한다. 구간 II에서는 뉴런이 자극을 받아 Na^+ 통로가 열리고, Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다. 구간 III에서는 K^+ 통로가 열리고, K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다. Na^+ 의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높고, K^+ 의 농도는 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높다.

03 | 예시 답안 | ⊕은 Na^+ , ⊖은 K^+ 이다. 뉴런이 역치 이상의 자극을 받아 뉴런에서 활동전위가 발생할 때 먼저 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 의 막 투과도가 증가하고, Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다. 이후 K^+ 통로가 열려 K^+ 의 막 투과도가 증가하고, K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

04 | 예시 답안 | 피부에서 근육까지 신호가 전달될 때 구심성뉴런, 연합뉴런, 원심성뉴런을 따라 활동전위가 발생하면서 신경자극전도가 일어나며, 이때 말미집이 있는 구심성뉴런과 원심성뉴런에서는 도약전도가 일어난다. 또 구심성뉴런에서 연합뉴런으로, 연합뉴런에서 원심성뉴런으로 시냅스전달이 일어난다. | 신호는 구심성뉴런, 연합뉴런, 원심성뉴런 순으로 전달된다.

05 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 있고, 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기에는 신경전달물질이 결합하는 수용체가 있다. 따라서 시냅스소포가 있는 A는 시냅스전뉴런이며, B는 시냅스후뉴런이다.

06 | 예시 답안 | (가)는 A가 시냅스전뉴런으로 재흡수되는 것을 억제하므로 A가 시냅스틈으로 분비된 뒤 제거되지 않아 시냅스후뉴런의 수용체에 계속해서 결합해 있을 수 있다. 따라서 (가)는 A에 의한 시냅스전달을 촉진한다.

2 신경계와 항상성

01 사람의 신경계

103 쪽

뒤통수염이 손상되면 시각 자극을 느끼고 통합하는 데 이상이 생겨 물체를 보아도 무엇인지 알지 못할 수 있다. | 대뇌의 겉질에서 뒤통수염은 사물을 인지하고 시각 자극을 처리하는 기능을 한다.

스스로 확인하기 107 쪽

1 대뇌

2 척수

3 | 예시 답안 | 스트레스를 받아 교감신경의 작용이 활성화되면 소화 작용이 억제되어 소화가 원활하게 일어나지 못하기 때문에 이때 음식을 먹으면 체하기 쉽다.

02 항상성 유지

참의사고 110 쪽

| 예시 답안 | 뉴런에 의한 신호 전달과 호르몬에 의한 신호 전달은 일상생활에서 소식을 전하는 전화와 편지에 각각 비유할 수 있다. 전화는 전화선에 의해 빠르게 연결되고 상대방의 반응을 바로 확인할 수 있다. 하지만 편지는 우편으로 전달되고 답장을 보내기까지 시간이 걸린다. 그리고 전화할 때 목소리는 바로 사라지지만, 편지는 보관할 수 있다. 따라서 뉴런에 의한 신호 전달은 전화에, 호르몬에 의한 신호 전달은 편지에 비유할 수 있다.

참의사고 115 쪽

몸의 말단으로 흐르는 혈액의 양을 줄여 열 발산량이 감소하면 주요 기관이 있는 몸 중심부의 체온이 낮아지는 것을 막을 수 있기 때문이다.

스스로 확인하기 115 쪽

1 호르몬

2 인슐린

3 | 예시 답안 | 격렬한 운동을 한 뒤 땀을 많이 흘렸을 때 물이 많이 마시면 혈장 삼투압이 급격하게 낮아질 수 있다. 따라서 혈장 삼투압이 급격하게 낮아지지 않도록 전해질을 제공할 수 있는 이온 음료를 마시거나 물과 소금을 함께 섭취하는 것을 권장한다.

중단원 마무리

117 쪽~119 쪽

- ① 중추신경계
- ② 말초신경계
- ③ 반사
- ④ 체성신경계
- ⑤ 자율신경계
- ⑥ 표적세포
- ⑦ 뉴런
- ⑧ 호르몬
- ⑨ 길항작용
- ⑩ 인슐린
- ⑪ 글루카곤
- ⑫ 항이노호르몬(ADH)
- ⑬ 증가

- 01 해설 참조
- 02 ①
- 03 (1) 속질 (2) A: 구심성신경, B: 원심성신경
- 04 ②
- 05 ④
- 06 해설 참조
- 07 가, 다
- 08 ①
- 09 해설 참조

01 | 예시 답안 | A: 중추신경계, B: 말초신경계, 말초신경계는 기능에 따라 구심성뉴런으로 구성된 신경계와 원심성뉴런으로 구성된 신경계로 구분된다. 원심성뉴런으로 구성된 신경계에는 체성신경계와 자율신경계가 있으며, 자율신경계에는 교감신경과 부교감신경이 있다.

02 A는 대뇌, B는 사이뇌, C는 중간뇌, D는 소뇌, E는 숨골이다. 대뇌의 겉질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 회색을 띠는 회색질이다. 대뇌의 속질은 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 흰색을 띠는 백색질이다.

03 척수의 단면에서 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 시냅스전달이 활발하게 일어나고 회색을 띠는 부위는 속질이다. 감각기관으로 들어온 신호는 구심성신경(감각신경)으로 구성된 후근을 통해 척수로 전달되고, 척수의 명령은 원심성신경(운동신경)으로 구성된 전근을 통해 반응기관으로 전달된다.

04 (가)는 부교감신경, (나)는 교감신경이며, A는 아세틸콜린, B는 노르에피네프린이다. 교감신경의 작용이 활성화되면 소화 작용이 억제된다.

05 물질 X는 호르몬이다. (가)는 호르몬에 의한 신호 전달 과정이고, (나)는 뉴런에 의한 신호 전달 과정이다. 호르몬에 의한 신호 전달에 따른 반응은 뉴런에 의한 신호 전달에 따른 반응보다 비교적 오랫동안 지속된다.

06 | 예시 답안 | 내분비샘 (가): 뇌하수체전엽, 호르몬 X: 갑상샘자극호르몬(TSH), 혈액 속 타이록신의 농도가 높을 때에는 이 자극이 시상하부와 뇌하수체전엽으로 전달되어 음성 피드백에 의해 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 모두 억제된다.

07 식사 뒤 농도가 증가하는 호르몬 A는 인슐린이고, 농도가 감소하는 호르몬 B는 글루카곤이다. 인슐린은 이자의 β세포에서 분비되고, 글루카곤은 이자의 α세포에서 분비된다.

08 (가)는 뇌하수체후엽이며, 호르몬 X는 항이노호르몬(ADH)이다. 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 음식을 짜게 먹으면 혈장 삼투압이 높아져 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 증가하며, 항이노호르몬(ADH)의 분비량이 증가하면 오줌양이 감소한다.

09 | 예시 답안 | (나), 추울 때에는 시상하부에 의해 교감신경의 작용이 활성화되어 피부 근처 혈관이 수축하기 때문이다. | (가)는 피부 근처 혈관이 확장되어 있으므로 더울 때의 변화이고, (나)는 피부 근처 혈관이 수축되어 있으므로 추울 때의 변화이다.

3 우리 몸의 방어 작용

01 병원체와 방어 작용

122 쪽

수족구병은 수족구병을 일으키는 콕사키바이러스에 감염되었을 때 나타나는 질병이다. 세균에는 세포벽이 있지만 바이러스에는 세포벽이 없으므로 페니실린으로 수족구병을 치료할 수 없을 것이다.

127 쪽

보조 T림프구 | 림프구 중 세포독성 T림프구는 세포성 면역에 관여하고 B림프구는 체액성면역에 관여하지만, 보조 T림프구는 세포성면역과 체액성면역에 모두 관여한다. 사람면역결핍바이러스(HIV)에 감염되면 세포성면역과 체액성면역이 모두 일어나지 않으므로 사람면역결핍바이러스(HIV)에 감염되는 림프구는 보조 T림프구이다.

스스로 확인하기 127 쪽

1 식세포작용

2 형질세포

3 | 예시 답안 | 우리 몸을 이루는 세포와 결합하는 항체가 만들어져 이 항체에 의해 우리 몸을 이루는 세포가 손상될 수 있다.

02 항원항체반응과 혈액형

스스로 확인하기 131 쪽

1 항원항체반응의 특이성

2 A, β

3 | 예시 답안 | 적혈구의 세포막에는 항원항체반응을 할 수 있는 응집원이 있지만 인공 적혈구의 세포막에는 응집원이 없어 응집반응이 일어나지 않아 수혈할 때 부작용이 없을 것이다.

03 백신의 작용 원리와 종류

참의사고 135 쪽

| 예시 답안 | 백신 접종으로 나와 가족의 건강을 지켜요.

스스로 확인하기 135 쪽

- 백신
- 1차 면역반응, 2차 면역반응
- | 예시 답안 |** 약독화 생백신이 백신의 효과가 더 좋으므로 나는 약독화 생백신을 고를 것이다. 불활성화 백신이 약독화 생백신보다 안전성이 좀 더 높으므로 나는 불활성화 백신을 고를 것이다. | 약독화 생백신은 1 회 접종하여도 면역 효과가 유지되지만, 불활성화 백신은 면역 효과를 유지하려면 여러 번 접종해야 한다.

중단원 마무리

138 쪽~139 쪽

- ① 세균 ② 선천면역 ③ 후천면역 ④ 형질세포
⑤ 응집원 ⑥ 응집소 ⑦ 기억세포

- 01 ④ 02 ③ 03 해설 참조 04 해설 참조 05 나, 다
06 해설 참조

- (가)는 분열법으로 증식하므로 결핵을 일으키는 결핵균이고, (나)는 후천성면역결핍증(AIDS)을 일으키는 바이러스이다. 세균은 스스로 물질대사를 하고, 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못한다. 세균과 바이러스는 모두 핵막이 없고, 핵산을 가진다. 항생제는 세균을 죽이거나 성장을 억제하는 물질이다.
- 보조 T림프구에 항원 조각을 제시하는 (가)는 큰포식세포이고, 히스타민을 분비하는 (나)는 비만세포이다. 비만세포는 염증 과정에서 히스타민과 같은 화학 물질을 분비하며, 히스타민이 모세혈관에 작용하면 모세혈관은 확장된다.
- | 예시 답안 |** ㉠: 보조 T림프구, ㉡: B림프구, ㉢: 형질세포. 큰포식세포는 병원체를 세포 안으로 들여와 분해하고, 만들어진 항원 조각을 세포 표면에 제시하여 항원의 정보를 보조 T림프구에게 전달한다.
- | 예시 답안 |** (가)의 적혈구와 (나)의 혈장을 섞었을 때 응집반응이 일어났으므로 (가)의 적혈구에 응집원이 있고, (나)의 혈장에 응집소가 있으며, (가)와 (나)의 ABO식 혈액형은 서로 다르다. (나)의 적혈구와 (가)의 혈장을 섞었을 때 응집반응이 일어났으므로 (나)의 적혈구에 응집원이 있고, (가)의 혈장에 응집소가 있다. 따라서 (가)와 (나)의 ABO식 혈액형은 각각 A형과 B형 중 서로 다른 하나이다. (가)의 혈액과 항A 혈청을 섞으면 응집반응이 일어나지 않으므로 (가)의 ABO식 혈액형은 B형이고, (나)의 ABO식 혈액형은 A형이다.

05 (나)에 병원체 X를 1차 주사했을 때 항체가 빠르게 증가하지 않으므로 (가)에서 분리한 혈청에 기억세포가 있다고 볼 수 없다. (가)에서 분리한 혈청을 (나)에 주사했을 때 항체 농도가 증가했으므로 혈청에는 병원체 X에 대한 항체가 있다.

06 **| 예시 답안 |** 세균 B, 세균 A에는 항원 ㉠과 ㉡이 있으므로 세균 A의 독성을 약화시켜 만든 약독화 생백신을 주사하면 항원 ㉠과 ㉡에 대한 기억세포가 생성된다. 세균 B에는 항원 ㉠과 ㉡이 있고, 세균 C에는 항원 ㉢만 있으므로 세균 A의 독성을 약화시켜 만든 약독화 생백신을 주사하면 세균 B의 감염을 예방하는 데는 효과적이지만 세균 C의 감염을 예방하는 데는 효과적이지 않다.

대단원 마무리

143 쪽~145 쪽

- 01 ⑤ 02 ① 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ④

| 과학 역량 기르기 |

- 07 해설 참조 08 해설 참조 09 해설 참조

10 해설 참조

| 과학 글쓰기 |

- 11 해설 참조 12 해설 참조

- 뉴런 (가)의 축삭돌기에서 활동전위가 발생할 때 막전위가 -70 mV 에서 약 $+30\text{ mV}$ 까지 상승하고, 이후 막전위가 약 -80 mV 까지 하강한 뒤 -70 mV 로 되돌아간다. 또 X에 자극을 주었을 때 신경자극전도는 d_1 에서 d_4 방향으로 일어나므로 ㉠은 -80 , ㉡은 $+30$ 이다. Na^+ 의 농도는 항상 세포 바깥에서가 안에서보다 높다. d_3 에서의 막전위가 $+30\text{ mV}$ (㉡), d_4 에서의 막전위가 -60 mV 이므로 d_4 에서 탈분극이 일어나고 있다.
- 뉴런의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 있다. (나)는 말이집이 없는 뉴런이므로 도약전도가 일어나지 않는다. 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런 방향으로만 일어나므로 ㉢에 역치 이상의 자극을 주어도 ㉢에서 활동전위가 발생하지 않는다.
- B는 부교감신경의 신경절이후 뉴런이며, 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다. D는 교감신경의 신경절이후 뉴런이며, 신경전달물질로 노르에피네프린이 분비된다.

04 ㉠ 자극은 저온 자극, ㉡ 자극은 고온 자극이다. 저온 자극을 주면 열 발생량이 증가하여 체온이 높아지고, 고온 자극을 주면 피부 근처 혈관이 확장되어 열 발산량이 증가해 체온이 낮아진다. 이와 같이 체온을 조절하는 중추는 사이뇌의 시상하부이다.

05 독감은 감염성질환이고, 당뇨병은 비감염성질환이다. 독감을 일으키는 병원체인 바이러스는 핵산을 가지며, 말라리아를 일으키는 병원체는 모기를 매개로 전염된다.

06 ㉠은 B림프구의 분화를 돕는 보조 T림프구이다. 구간 I에서는 선천면역인 식세포작용이 일어나며, 구간 II에서는 항체 농도가 빠르게 증가하므로 기억세포가 형질세포로 분화되는 과정 ㉠이 일어난다.

07 **| 예시 답안 |** ㉠은 Na^+ 이다. 활동전위가 발생할 때 먼저 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 바깥에서 안으로 확산하여 막전위가 약 $+30\text{ mV}$ 까지 상승하는 탈분극이 일어난다. A를 처리했을 때 막전위가 $+30\text{ mV}$ 까지 상승하지 못하고 활동전위가 발생하지 않았으므로 A는 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동을 억제하는 물질이다.

08 (1) **| 예시 답안 |** 호르몬 X는 인슐린이다. 운동을 시작하면 혈당량이 감소하므로 이때 혈액 속 농도가 감소하는 호르몬은 인슐린이다.

(2) **| 예시 답안 |** 호르몬 Y는 글루카곤이다. 글루카곤은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하고 혈액으로 방출하는 것을 촉진한다.

09 (1) 뇌하수체후엽 | 호르몬 X는 항이뇨호르몬(ADH)이며, 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

(2) **| 예시 답안 |** 구간 II, 구간 I보다 구간 II에서 오줌의 삼투압이 높으므로 구간 I보다 구간 II에서 콩팥에서 재흡수하는 물의 양이 많음을 알 수 있다. 따라서 혈액 속 호르몬 X의 농도는 구간 I에서보다 구간 II에서 높다.

10 (1) **| 예시 답안 |** 영희, 오빠의 혈액은 항A 혈청과 섞었을 때와 항B 혈청과 섞었을 때 모두 응집반응이 일어나므로 오빠의 ABO식 혈액형은 AB형이다. 아버지의 혈액은 항A 혈청과 섞었을 때 응집반응이 일어나고 오빠와 ABO식 혈액형이 서로 다르므로 아버지의 ABO식 혈액형은 A형이다. 어머니의 혈액은 항B 혈청과 섞었을 때 응집반응이 일어나고 오빠와 ABO식 혈액형이 서로 다르므로 어머니의 ABO식 혈액형은 B형이다. 영희는 다른 가족 구성원과 혈액형이 다르므로 영희의 ABO식 혈액형은 O형이고, 영희의 적혈구에는 응집원 A와 B가 모두 없다.

(2) **| 예시 답안 |** 아버지의 혈장과 영희의 혈장, 어머니의 적혈구에는 응집원 B가 있다. 아버지의 혈장과 영희의 혈장에는 응집소 β가 있고, 오빠의 혈장에는 응집소 β가 없으므로 어머니의 적혈구와 섞었을 때 응집반응이 일어나는 혈장은 아버지의 혈장과 영희의 혈장이다.

11 **| 예시 답안 |** 갑상샘을 제거하지 않은 생쥐 A와 다르게 갑상샘을 제거한 생쥐 B, C에서는 혈액 속 ㉠의 농도가 매우 낮으므로 ㉠은 갑상샘에서 분비되고 물질대사를 촉진하는 타이록신이다.

12 **| 예시 답안 | [가설]** 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제될 것이다.

[실험 과정]

(가) 생쥐 A, B, C에서 혈액 속 갑상샘자극호르몬(TSH)의 농도를 측정한다.

(나) 갑상샘을 제거한 생쥐 B, C 중 생쥐 B에만 타이록신을 주사하고 생쥐 C에는 주사하지 않는다.

(다) 생쥐 A, B, C에서 혈액 속 갑상샘자극호르몬(TSH)의 농도를 측정하여 (가)의 결과와 비교한다. | (다)에서 생쥐 A, C에서 혈액 속 갑상샘자극호르몬(TSH)의 농도가 (가)에서와 같게 나타나고, 생쥐 B에서 혈액 속 갑상샘자극호르몬(TSH)의 농도가 (가)에서보다 낮게 나타난다면 가설이 옳다는 것을 증명할 수 있을 것이다.

III 생명의 연속성과 다양성

1 염색체와 생식세포 형성

01 염색체, DNA, 유전자

? 149 쪽 | 유전자

참고사고 152 쪽

| 예시 답안 | 초파리의 체세포에 있는 상염색체 3 쌍 중 1 쌍은 크기가 매우 작고, 나머지 2 쌍은 크기가 크다. 초파리의 상염색체는 사람과 동일하게 X염색체와 Y염색체로 이루어져 있다. 상염색체 3 쌍 중 1 쌍은 크기가 작은 지우개와 같은 상자 모양의 물건으로, 2 쌍은 크기가 큰 연필과 같은 막대 모양의 물건으로 표현한다. 상염색체 1 쌍은 지우개나 연필이 아닌 다른 모양의 물건으로 X염색체와 Y염색체를 다르게 표현한다.

스스로 확인하기 153 쪽

- 1 DNA
- 2 대립유전자
- 3 | 예시 답안 | 다르다. 성염색체인 X염색체와 Y염색체는 염색체의 크기와 DNA의 길이가 서로 다르므로 유전자 구성도 서로 다르다.

02 생식세포 형성의 중요성

스스로 확인하기 159 쪽

- 1 1
- 2 8 가지 | 체세포의 핵상과 염색체 수가 $2n=6$ 인 생물에서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 $8(=2^3)$ 가지이다.
- 3 | 예시 답안 | 유성생식을 하는 생물집단은 무성생식을 하는 생물집단에 비해 생식세포 형성 과정에서 상동염색체 쌍의 무작위 배열과 독립적 분리, 생식세포의 무작위 수정 등으로 유전적 다양성이 더 높다.

중단원 마무리

162 쪽~163 쪽

- 1 유전자
- 2 상동염색체
- 3 $2n$
- 4 대립유전자
- 5 상동염색체

- 01 ⑤ 02 ② 03 해설 참조 04 해설 참조
05 해설 참조 06 ③

- 01 ㉠은 유전형질을 결정하는 유전정보를 저장하는 유전자이다. ㉡은 DNA와 히스톤 단백질로 이루어진 뉴클레오솜이다. 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있다.
- 02 성염색체로 X염색체와 Y염색체를 갖는 P는 남자이다. (가)에는 상동염색체가 쌍으로 있으므로 (가)는 핵상이 $2n$ 인 체세포이다. 염색체 ㉠과 ㉡은 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 상동염색체이다.
- 03 | 예시 답안 | 수컷, (다)에서 각 염색체 쌍의 모양과 크기가 서로 같으므로 (다)에는 X염색체가 2 개 있다. 따라서 (다)는 암컷 A의 세포이다. (가)에는 (다)에 없는 Y염색체가 있으므로 (가)와 (나)는 수컷 B의 세포이다.

04 | 예시 답안 | (가)는 체세포분열 과정이고, (나)는 생식세포 형성 과정이다. (가)에서는 DNA가 복제된 뒤 분열이 1 회 일어나고, 염색분체가 분리되므로 (가)는 체세포분열 과정이다. (나)에서는 DNA가 복제된 뒤 분열이 2 회 일어나고, 감수 1분열에서 상동염색체가 분리되며, 감수 2분열에서 염색분체가 분리되므로 (나)는 생식세포 형성 과정이다.

05 | 예시 답안 | 16 가지, 제시된 세포에는 모양과 크기가 서로 다른 4 개의 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 이 동물의 체세포에는 4 쌍의 상동염색체가 있다. 따라서 이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 $16(=2^4)$ 가지이다.

06 생명의 연속성은 부모의 DNA가 자손에게 전달되면서 나타나며, 사람은 23 쌍의 상동염색체를 가지므로 생식세포가 형성될 때 만들어질 수 있는 염색체 조합은 최대 2^{23} 가지이다. 염색체 조합이 다양한 생식세포가 무작위로 수정되므로 자손에게서 유전적 다양성이 나타난다.

2 생물의 진화와 다양성

01 생물의 진화

참의사고 166 쪽

| 예시 답안 | 진화! 변이와 자연선택의 아름다운 작품

? 168 쪽

부모 세대에서 대립유전자 A와 a의 빈도는 모두 $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ 이

다. 자손 세대에서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ 이고, 대

립유전자 a의 빈도는 $\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$ 이다.

? 169 쪽

부모 세대에서 대립유전자 A와 a의 빈도는 모두 $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ 이

다. 자손 세대에서 대립유전자 A의 빈도는 $\frac{3}{8}$ 이고, 대립유전

자 a의 빈도는 $\frac{5}{8}$ 이다.

스스로 확인하기 171 쪽

- 1 자연선택
- 2 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름
- 3 | 예시 답안 | 변이가 없는 생물집단에서는 모든 개체가 동일한 형질을 가져 자연선택이 일어나지 않으므로 진화가 일어날 수 없다.

02 생물의 분류체계

? 173 쪽

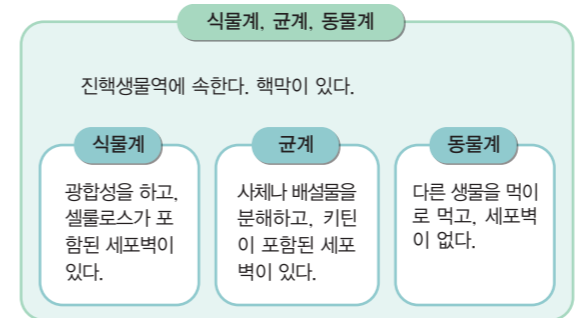
학명이 *Hibiscus mutabilis*인 생물은 무궁화와 속명이 같으므로 사람보다 무궁화와 유연관계가 더 가깝다.

? 173 쪽

나일악어 | 이 계통수에서 집비둘기는 나일악어와 가장 최근의 분기점에서 갈라진 가지에 위치하므로 유연관계가 가장 가깝다. 따라서 집비둘기와 공통된 특징이 가장 많은 동물은 나일악어이다.

스스로 확인하기 177 쪽

- 1 이명법
- 2 진핵생물역
- 3 | 예시 답안 |



03 식물의 분류

? 178 쪽

관다발이 있다. 종자를 형성한다. 씨방이 있다.

? 179 쪽

- 공통점: 포자로 번식한다.
- 차이점: 솔이끼는 관다발이 없지만, 석송은 관다발이 있다.

스스로 확인하기 183 쪽

- 1 고사리 | 소철은 종자식물이고, 솔이끼는 비관다발식물이다.
- 2 속씨식물문

3 | 예시 답안 | 비관다발식물은 물과 양분을 확산을 통해 몸 전체로 운반해야 하므로 키가 크게 자라지 못하지만, 관다발식물은 관다발을 길게 발달시켜 높은 곳까지도 물과 양분을 몸 전체에 걸쳐 운반할 수 있으므로 키가 크게 자랄 수 있다.

04 동물의 분류

? 185 쪽

- 공통점: 좌우 대칭 동물이다. 3배엽성동물이다. 선구동물이다.
- 차이점: 연체동물문은 촉수담륜동물에 속하지만, 절지동물문은 탈피동물에 속한다.

? 186 쪽

해면동물문은 배엽을 형성하지 않고, 자포동물문은 2배엽성 동물이며, 편형동물문은 3배엽성동물이다.

? 187 쪽

좌우 대칭 동물이다. 3배엽성동물이다.

스스로 확인하기 189 쪽

- 1 편형동물문, 연체동물문, 환형동물문, 선형동물문, 절지동물문
- 2 척삭동물문
- 3 | 예시 답안 | 해면은 몸에 있는 많은 구멍으로 물을 통과시키면서 물에 포함된 먹이를 걸러서 먹는다.

중단원 마무리

191 쪽~193 쪽

- 1 진화
- 2 종
- 3 계통수
- 4 고균역
- 5 진핵생물역
- 6 태류식물문
- 7 갈씨식물문
- 8 자포동물문
- 9 척삭동물문

- 01 ④ 02 해설 참조 03 ② 04 해설 참조 05 해설 참조
06 해설 참조 07 ③ 08 문어, 연체동물문

01 (가)에서 개체마다 목 길이가 서로 다른 변이가 있었고, 과정 A에서 생존경쟁이 일어나 목이 긴 개체가 살아남았다. 따라서 과정 B에서 목이 긴 형질이 생존에 유리하여 자손에게 전달되는 자연선택이 일어났다.

02 | 예시 답안 | 돌연변이, DNA 염기서열에 변화가 생기는 돌연변이가 일어나면 새로운 대립유전자가 만들어지고, 이 대립유전자가 자손에게 전달되면 자손 세대의 대립유전자빈도가 부모 세대와 달라지므로 유전자풀이 변한다.

03 (라)와 (마)는 같은 강에 속하므로 같은 문에 속한다. (가)와 (다)의 최근 공통조상은 분기점 A에 있다. (다)와 (라)의 최근 공통조상은 계통수의 가장 아래에 있고, (나)와 (다)의 최근 공통조상은 분기점 B에 있으므로 (다)와 (라) 사이의 유연관계는 (나)와 (다) 사이의 유연관계보다 멀다.

04 | 예시 답안 | (가)는 진핵생물역, (나)는 세균역, (다)는 고균역이다. 진핵생물역(가)과 세균역(나) 사이의 유연관계는 진핵생물역(가)과 고균역(다) 사이의 유연관계보다 멀다. 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있는 (나)는 세균역이다. 따라서 (다)는 핵막이 없고 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 없는 고균역, (가)는 핵막이 있고 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 없는 진핵생물역이다.

05 | 예시 답안 | (가)는 백합, (나)는 큰망울이끼, (다)는 석송이다. 백합(가)은 종자로 번식하고, 큰망울이끼(나)와 석송(다)은 모두 포자로 번식한다.

06 | 예시 답안 | (다) 소나무, (다)는 관다발이 있고, 종자를 형성하며, 씨방이 없으므로 겉씨식물문에 속하는 소나무이다. | (가)는 태류식물문에 속하는 우산이끼, (나)는 양치식물문에 속하는 고사리, (라)는 속씨식물문에 속하는 장미이다.

07 (가)는 원구가 입이 되는 선구동물에 속하는 절지동물문, (나)는 방사 대칭 동물인 자포동물문, (다)는 후구동물에 속하는 척삭동물문이다. 히드라는 자포동물문(나)에 속하며, 척삭동물문(다)에 속하는 동물 중 일부만 척추를 가진다.

08 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물 중 촉수담륜동물에 속하는 분류군은 편형동물문, 연체동물문, 환형동물문이다. 산호는 자포동물문, 불가사리는 극피동물문, 선충은 선형동물문에 각각 속한다.

01 세포가 분열할 때 나타나는 염색체는 2 개의 염색분체로 이루어져 있으며, 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 A와 B의 대립유전자 구성이 서로 같다. ㉠은 DNA와 히스톤 단백질로 이루어진 뉴클레오솜이며, ㉡은 유전정보를 저장하는 DNA이다.

02 (나)에서 각 염색체 쌍의 모양과 크기가 서로 같으므로 (나)에는 X염색체가 2 개 있다. 따라서 (나)는 암컷 A의 세포이다. (가)와 (다)에는 (나)에 없는 Y염색체가 있으므로 (가)와 (다)는 수컷 B의 세포이다. (가)와 (나)에는 3 쌍의 상동염색체가 있으므로 (가)와 (나)의 핵상과 염색체 수는 각각 $2n=6$ 이다. 이 동물의 감수 2분열 중기 세포에는 상동염색체가 쌍을 이루고 있지 않으므로 감수 2분열 중기 세포의 핵상과 염색체 수는 $n=3$ 이다.

03 (나)는 감수 1분열 중기 세포, (다)는 감수 2분열 중기 세포, (라)는 생식세포이다. G₁기 세포(가)에서 감수 1분열 중기 세포(나)로 될 때 DNA가 복제되므로 세포 1 개당 DNA양은 감수 1분열 중기 세포(나)에서 G₁기 세포(가)에서보다 많다. 핵상이 2n인 감수 1분열 중기 세포(나)에서 감수 2분열 중기 세포(다)로 될 때 상동염색체가 분리되어 염색체 수가 절반으로 감소하므로 감수 2분열 중기 세포(다)의 핵상은 n이다. 사람에서 감수분열 결과 형성된 생식세포(라)에는 23 개의 염색체가 있다.

04 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남아 생존에 유리한 형질을 자손에게 전달하므로 ㉠은 자연선택이고, DNA 염기서열에 변화가 생기는 돌연변이가 일어나면 새로운 대립유전자가 만들어질 수 있으므로 ㉡은 돌연변이이다. 돌연변이로 형성된 새로운 대립유전자(㉢)가 자손에게 전달되면 자손 세대의 대립유전자빈도가 부모 세대와 달라지므로 개체군의 유전자풀이 변할 수 있다.

05 X에 의해 유전자풀에서 대립유전자가 무작위로 제거되었으므로 X는 우연한 사건에 의해 개체군의 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 유전적 부동이다. X에 의해 새로운 개체군의 유전자풀이 원래 개체군과 달라졌으므로 X는 개체군의 진화를 일으키는 요인에 해당한다.

대립유전자 A의 빈도는 원래 개체군에서는 $\frac{4}{8}=\frac{1}{2}$ 이고, 새로운 개체군에서는 $\frac{1}{4}$ 이므로 원래 개체군에서 새로운 개체군에서의 2 배이다.

06 (가)는 체관과 씨방이 있으므로 속씨식물문에 속하는 벼이고, (나)는 태류식물문에 속하는 우산이끼이다. 우산이끼(나)는 체관이 없으므로 ㉢는 'x'이고, ㉣는 '○'이다. 양치식물문에 속하는 쇠뜨기는 종자가 없으므로 종자는 ㉤에 해당하지 않는다. 쇠뜨기와 우산이끼(나)는 모두 포자로 번식한다.

07 달팽이는 연체동물문에 속하는 동물로, 척삭이 없고, 선구동물이며, 3배엽성동물이고, 좌우 대칭 동물이다. 해파리는 자포동물문에 속하는 동물로, 척삭이 없고, 2배엽성동물이며, 방사 대칭 동물이다. 창고기는 척삭동물문에 속하는 동물로, 척삭이 있고, 후구동물이며, 3배엽성동물이고, 좌우 대칭 동물이다. 따라서 A는 창고기, B는 달팽이, C는 해파리이다. 촉수담륜동물에 속하는 동물은 달팽이(B)이고, 성체는 후구동물이므로 달팽이(B)보다 창고기(A)와 유연관계가 가깝다.

08 (1) | 예시 답안 | 체세포에 n 쌍의 상동염색체가 있는 생물에서 2ⁿ 가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있다. 이 동물의 체세포에는 3 쌍의 상동염색체가 있으므로 이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 $8(=2^3)$ 가지이다.

(2) $\frac{1}{8}$ | 생식세포 형성 과정에서 상동염색체가 분리되므로 각각에 있는 대립유전자가 서로 다른 생식세포로 들어간다. 따라서 이 동물의 생식세포에 a가 있을 확률, b가 있을 확률, d가 있을 확률은 각각 $\frac{1}{2}$ 이므로 이 동물의 생식세포에 a, b, d가 모두 있을 확률은 $\frac{1}{8}(=\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2})$ 이다.

09 (1) A: 효모, B: 메테인생성균 | 메테인생성균은 고균역, 효모는 진핵생물역에 속하므로 A는 효모, B는 메테인생성균이다.

(2) | 예시 답안 | (가)는 소철이다. 소철은 핵막이 있고, 셀룰로스 포함된 세포벽을 가지며, 광합성을 하여 스스로 양분을 만든다. | (가)는 진핵생물역에 속하는 효모와 유연관계가 가장 가까운 소철이다.

10 (1) ㉠: 씨방, ㉡: 종자 | 종자가 있는 종자식물에는 씨방이 없는 겉씨식물문과 씨방이 있는 속씨식물문이 있으므로 ㉢은 씨방, ㉣은 종자이다.
(2) Forsythia | 개나리는 속씨식물문에 속하므로 (나)와 (다) 중 하나이다. 따라서 개나리의 속명은 Forsythia이다.

(3) | 예시 답안 | (가)와 (라)는 주로 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발을 가지며, (나)와 (다)는 주로 체관과 물관으로 이루어진 관다발을 가진다. | (가)는 종자가 있지만 씨방이 없는 겉씨식물문에 속하는 식물이며, (라)는 종자가 없으므로 양치식물문에 속하는 석송이다.

11 | 예시 답안 | [세 나라에서 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)의 빈도가 다른 까닭] 말라리아가 거의 발병하지 않는 환경에서는 비정상 헤모글로빈을 가지는 사람이 정상 헤모글로빈을 가지는 사람에 비해 생존에 불리하다. 따라서 말라리아가 거의 발병하지 않는 나라에서는 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)를 가지지 않는 사람이 자연선택되어 정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^A)를 자손에게 전달하므로 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)의 빈도가 감소한다. 반면 낮 모양 적혈구에서는 열대열말라리아원충이 증식하기 어려우므로 말라리아가 많이 발병하는 환경에서는 비정상 헤모글로빈을 가지는 사람이 정상 헤모글로빈을 가지는 사람에 비해 생존에 유리하다. 따라서 말라리아가 많이 발병하는 나라에서는 헤모글로빈 대립유전자가 이형접합성(Hb^AHb^s)인 사람이 자연선택되어 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)를 자손에게 전달하므로 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)의 빈도가 증가한다. 세 나라에서 1 년간 인구 1000 명당 말라리아 발병 환자 수는 나이지리아에서 가장 많고 남아프리카 공화국에서 가장 적으므로 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)의 빈도도 나이지리아에서 가장 높고 남아프리카 공화국에서 가장 낮다.

[나이지리아에서 열대열말라리아원충이 사라질 경우 예상되는 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)의 빈도 변화] 나이지리아에서 열대열말라리아원충이 사라진다면 말라리아가 거의 발병하지 않게 되므로 비정상 헤모글로빈을 가지는 사람이 정상 헤모글로빈을 가지는 사람에 비해 생존에 불리해진다. 따라서 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)를 가지지 않는 사람이 자연선택되어 정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^A)를 자손에게 전달하므로 비정상 헤모글로빈 대립유전자(Hb^s)의 빈도는 감소할 것이다.

대단원 마무리

197 쪽~199 쪽

01 ㉠ 02 ㉣ 03 ㉣ 04 ㉠ 05 ㉡ 06 ㉠

07 ㉠

| 과학 역량 기르기 |

08 해설 참조 09 해설 참조 10 해설 참조

| 과학 글쓰기 |

11 해설 참조

디지털 리터러시(Digital Literacy)란 무엇인가?

다양한 디지털 미디어를 사용하는 과정에서 나에게 필요한 정보를 정확하게 찾아 그 정보를 평가 및 조합하여 올바르게 활용할 수 있는 능력을 디지털 리터러시라고 한다. 디지털 리터러시는 단순히 인터넷이나 다양한 애플리케이션을 사용하는 것에 그치지 않고 디지털 기술과 미디어를 비판적으로 수용하는 것, 디지털 기기와 기술을 활용하는 것을 모두 포함한다.

인터넷으로 자료를 조사하거나 스마트 기기를 활용하여 발표 자료를 만드는 활동을 하면서 나의 디지털 리터러시를 표 하여 스스로 점검해 보자.



디지털 리터러시 점검표

1. 적절한 검색 누리집을 활용하여 활동에 필요한 자료를 찾았다.
2. 찾은 자료가 목적에 적합하고 믿을 만한 자료임을 판단했다.
3. 조사한 자료를 사용하거나 공유하기 전, 저작권에 위배되지 않는지 판단했다.
4. 조사한 자료를 공유하기 전, 타인의 개인 정보를 유출하는 문제가 없는지 판단했다.
5. 사진이나 영상 등과 같은 다양한 매체를 쉽고 편리하게 이용하여 발표 자료를 만들었다.
6. 온라인 공간에서 다른 사람과 소통할 때 예의를 지키고 배려했다.
7. 공용 스마트 기기를 사용한 뒤 사용한 모든 누리집에서 로그아웃을 하고, 개인 정보를 남기지 않았는지 확인했다.
8. 디지털 기기를 활용하여 문제를 해결하는 방법을 고안하고 실행했다.
9. 디지털 기기를 활용할 때 사용하는 목적과 시간을 스스로 관리했다.

ㄱ	가족생활 61	당뇨병 39	분서 69
	가지돌기 87	대뇌 103	분해자 47
	각태류식물문 179	대립유전자 153	불활성화 백신 134
	감각령 103	대립유전자빈도 167	비감염성질환 121
	감수분열 154	대사성 질환 38	B림프구 126
	감염성질환 121	도약전도 93	비만세포 125
	개체 15, 22	돌연변이 168	비생물요소 47
	개체군 23, 56	동물계 177	
	개체군밀도 56	동원체 149	ㄴ
	개체군생존곡선 57	동화작용 29	사이노 104
	개체군성장곡선 57	뒤통수업 103	사회생활 61
	개체수피라미드 54	DNA 149	3배엽성동물 185
	겉씨식물문 180	ㄹ	3역 분류체계 175
	계통수 173	랑비에결절 87	삼투압 114
	고균역 176	리더제 60	상동염색체 152
	고지질혈증 38	림프구 126	상염색체 152
	고혈압 39	ㅁ	생명 시스템 23
	곰팡이 122	마루엽 103	생물량피라미드 54
	공생 70	마이토콘드리아 30	생물분류 172
	관자엽 103	막전위 88	생물요소 47
	교감신경 106	말이집 87	생산자 47
	구심성뉴런 88	말초신경계 101	생식 17
	구심성신경 105	먹이그물 62	생식세포 154
	군집 23, 62	먹이사슬 51, 62	생태계 23, 47
	균계 177	면역 124	생태계평형 55
	극상 71	무성생식 154	생태분포 64
	극피동물문 187	물질대사 15, 29	생태피라미드 54
	글루카곤 113	물질순환 51	선구동물 185
	기관 15, 22	ㅂ	선천면역 124
	기생 70	바이러스 122	선택식물문 179
	기억세포 127	반응 16	선형동물문 187
	길항작용 107, 111	발생 16	성염색체 152
ㄴ		방사 대칭 동물 184	성장 16
Na ⁺ -K ⁺ 펌프 89		방어벽 124	세균 121
Na ⁺ 통로 89		방어 작용 124	세균역 176
내분비계 110		방형구법 65	세포 15, 22
내분비샘 110		배설계 33, 37	세포독성 T림프구 126
노르에피네프린 106		백신 132	세포성면역 126
뇌 103		백혈구 125	세포호흡 30
뇌신경 106		변이 166	소뇌 104
뉴런 87		병목 현상 169	소비자 47
뉴클레오솜 149		병원체 121	소화계 32, 37
ㄷ		보조 T림프구 126	속씨식물문 180
다세포생물 15		부교감신경 106	수직분포 64
단세포생물 15		분극 89	수평분포 64

시냅스전달	94
식물계	177
식세포작용	125
신경계	101, 110
신경세포체	87
신경자극	88
신경자극전도	91
신경전달물질	95
신경절	106
신경절이전 뉴런	106
신경절이후 뉴런	106

오

Rh식 혈액형	129
아세틸콜린	106
약독학 생백신	134
양치식물문	179
에너지피라미드	54
에너지효율	54
에너지흐름	53
ABO식 혈액형	129
ATP	30
에피네프린	113
역치	90
역치전위	90
연체동물문	186
연합뉴런	88
연합령	103
열에너지	30, 53
염색분체	153
염색체	149
염증	125
영양단계	53
우반구	103
우점종	63
운동령	103
원생생물	122
원생생물계	177
원심성뉴런	88
원심성신경	105
유성생식	154
유전	17
유전자	149
유전자풀	166
유전자흐름	169
유전적 다양성	159
유전적 부동	169
음성피드백	111
응집반응	129

응집소	129
응집원	129
이마엽	103
2배엽성동물	185
이입	56
2차 면역반응	132
2차 천이	71
이출	56
이화작용	29
인슐린	113
1차 면역반응	132
1차 천이	71

자

자극	16
자연선택	166, 168
자율신경계	106
자포동물문	186
재분극	90
재조합 백신	134
적응	17
전근	105
절지동물문	187
조직	15, 22
중간경쟁	69
종내경쟁	59
좌반구	103
좌우 대칭 동물	184
중간뇌	104
중요치	65
중추신경계	101
지표종	63
진핵생물역	177
진화	17, 165
질산화작용	52
질소고정세균	52
질소순환	52

대

창시자효과	169
척삭동물문	187
척수	105
척수신경	106
천이	71
체성신경계	106
체세포분열	154
체액성면역	127
촉수담륜동물	185
촉식돌기	87

ㅋ

K ⁺ 통로	89
큰포식세포	125

ㅌ

타이로신	111
탄소순환	51
탈분극	90
탈질산화작용	52
탈피동물	185
태류식물문	179
텃세	60
T림프구	126

ㅍ

편형동물문	186
포식과 피식	58, 70
표적세포	110

ㅎ

학명	173
항상성	16, 108
항원	126
항원항체반응의 특이성	128
항이노호르몬(ADH)	114
항체	126
해면동물문	186
핵산 기반 백신	134
핵상	152
핵심종	63
핵형	150
혈당량	112
형질세포	127
호르몬	110
호흡계	33, 37
화석연료	51
환경수용력	57
환경저항	57
환형동물문	187
활동전위	90
회피반사	105
후구동물	185
후근	105
후천면역	124
휴지전위	89
희소종	63
히스타민	125
히스톤 단백질	149

차례

- ▶ 7 쪽(큰기러기): 게이이미지코리아
- ▶ 6 쪽(고사리): 셔터스톡

I 생명 시스템의 구성

- ▶ 15 쪽(양파), 16 쪽(파리지옥 2), 17 쪽(사막여우, 북극여우), 18 쪽(DNA X선 회절 사진, 생명공학), 26 쪽(강아지 로봇), 31 쪽(성장), 58 쪽(눈신토끼와 스라소니), 59 쪽(일본원숭이, 흰개미), 60 쪽(큰기러기), 63 쪽(청개구리, 금강초롱꽃), 65 쪽(위치 정보 시스템(GPS) 추적 장치를 단 고니), 68 쪽(열대열말라리아원충과 적혈구), 70 쪽(지의류, 말): 게이이미지코리아
- ▶ 11 쪽(숲), 13 쪽(돌산호, 하늘), 15 쪽(벼, 참새), 16 쪽(파리지옥 1), 17 쪽(코알라, 갈라파고스땅거북), 18 쪽(분류학, 세포학, 생태학, 분자생물학, 유전체학), 47 쪽(하늘, 생태계구성요소), 48 쪽(노티나무, 붉은여우, 지렁이), 49 쪽(하늘), 51 쪽(하늘), 52 쪽(하늘), 53 쪽(하늘), 59 쪽(까치, 아프리카코끼리, 점박이하이에나), 60 쪽(물개, 하마, 암탉, 큰뿔양, 늑대), 61 쪽(양봉꿀벌, 왕개미, 사자, 불곰), 62 쪽(하늘), 63 쪽(시베리아낙엽송, 유럽비버, 담치를 잡아먹는 불가사리), 64 쪽(삼림, 초원, 호수, 바다), 65 쪽(드론을 이용한 삼림 조사), 68 쪽(긴호랑거미와 메뚜기, 솔새, 흰동가리와 향아리말미잘, 사자와 점박이하이에나), 70 쪽(까치와 나무, 까치, 개, 진드기, 사자와 그랜트얼룩말), 78 쪽(산불): 셔터스톡
- ▶ 25 쪽(수정해파리), 78 쪽(산불 피해 지역): 연합뉴스
- ▶ 15 쪽(짚신벌레, 양파 현미경 사진), 17 쪽(아메바): 이미지코리아
- ▶ 65 쪽(표지를 붙인 다람쥐): 대구대학교 조영석
- ▶ 72 쪽(온대관, 열대관, 극지관, 사막관, 지중해관, 국립생태원 전경), 73 쪽(상설 주제 전시관 1, 상설 주제 전시관 2, 습지 체험장, 생태 관련 도서 표지 1, 생태 관련 도서 표지 2): 국립생태원

II 항상성과 몸의 조절

- ▶ 121 쪽(결핵균, 헬리코박터 파일로리, 황색포도상구균), 122 쪽(수족구병, 헤르페스바이러스, 체세포리, 로데시아파동편모충, 피부사상균), 124 쪽(피부, 송관가지의 점막과 섬모, 위의 점막과 위액), 125 쪽(식세포작용), 140 쪽(메티실린 내성 황색포도상구균): 게이이미지코리아

- ▶ 85 쪽(뉴런), 102 쪽(뇌 구조), 104 쪽(뇌 커넥툼), 109 쪽(스마트 위치), 112 쪽(음식), 121 쪽(결핵, 위궤양, 피부염), 116 쪽(풀), 122 쪽(구순포진, 무좀), 123 쪽(해충 퇴치하기, 대중교통, 물 끓여 마시기), 124 쪽(눈물), 136 쪽(액자), 140 쪽(약물): 셔터스톡
- ▶ 122 쪽(콕사키바이러스), 129 쪽(혈액의 응집반응): 이미지코리아

III 생명의 연속성과 다양성

- ▶ 174 쪽(구상나무, 개나리, 제주상사화, 한라송다리), 176 쪽(헬리코박터 파일로리, 대장균, 포도상구균, 극호열균, 메테인생성균, 극호염균), 177 쪽(플레밍푸른곰팡이, 달팽이, 아메바), 179 쪽(포자, 우산이끼, 솔이끼, 석송), 180 쪽(보리), 181 쪽(초종용, 수정난포, 애기 천마), 186 쪽(보라해면, 납작벌레, 다슬기), 187 쪽(예쁜꼬마선충, 요충, 빨강불가사리, 우렁챙이): 게이이미지코리아
- ▶ 147 쪽(코스모스), 154 쪽(붉은가슴벌레), 165 쪽(하와이거러기), 166 쪽(고양이), 171 쪽(스마트 기기, 핀치 1, 핀치 2, 핀치 3, 핀치 4), 173 쪽(표범도마뱀붙이, 나일악어, 집비둘기, 생쥐, 불곰), 177 쪽(물이끼, 은행나무, 송이, 집토끼, 미역), 179 쪽(뿔이끼, 솔잎난, 고사리), 180 쪽(마황, 소철, 소나무, 백합, 장미), 181 쪽(새삼), 183 쪽(스마트 기기, 스마트 기기 화면, 무궁화), 186 쪽(해변말미잘, 보름달물해파리, 플라나리아, 참문어), 187 쪽(거머리, 줄지렁이, 호랑나비, 우리버메뚜기, 둥근성게, 금개구리), 190 쪽(북극곰): 셔터스톡
- ▶ 152 쪽(사람의 핵형), 154 쪽(짚신벌레): 이미지코리아
- ▶ 188 쪽(미국 국립생물공학정보센터(NCBI) 누리집 화면): www.ncbi.nlm.nih.gov, 2023.
- ▶ 190 쪽(서대문자연사박물관): 서대문자연사박물관
- ▶ 190 쪽(국립중앙과학관): 국립중앙과학관

참고 자료

- ▶ 54 쪽(생태피라미드): 김원 역, 『동물 다양성』 8판, 라이프사이언스, 2020.
- ▶ 55 쪽(제주도 바다의 환경 변화): 이경태 외, 『Dominance of the Scleractinian Coral *Alveopora japonica* in the Barren Subtidal Hard Bottom of High-Latitude Jeju Island off the South Coast of Korea Assessed by High-Resolution Underwater Images』, PLOS ONE, 2022.

- ▶ 57 쪽(개체군성장곡선, 개체군생존곡선), 58 쪽(눈신토끼 개체군 크기와 스라소니 개체군 크기의 주기적 변동), 132 쪽(1차 면역반응과 2차 면역반응): 전상학 외 역, 『생명과학』 12판, 바이오사이언스출판, 2022.
- ▶ 58 쪽(계절에 따른 돌말 개체군의 개체수 변화): Brennecke 외, 『Biosphäre』, Cornelsen, 2012.
- ▶ 69 쪽(집진벌레의 종간경쟁): Simon 외, 『Ecology』 1st, Princeton University Press, 2009.
- ▶ 83 쪽(뉴트리아의 서식지 면적 변화): Adhikari 외, 『Climate Change Induced Habitat Expansion of Nutria (*Myocastor coypus*) in South Korea』, Nature, 2022.
- ▶ 90 쪽(활동전위), 91 쪽(막전위와 이온의 막 투과도): Lauralee, 『Human Physiology』 8th, Cengage Learning, 2013.
- ▶ 94 쪽(개구리 심장 실험): Dale 외, 『Neuroscience』 5th, Sinauer Associates INC, 2012.
- ▶ 112 쪽(식사를 시작한 뒤 시간에 따른 혈당량, 인슐린, 글루카곤의 농도): Richard, 『Animal Physiology』 4th, Oxford University Press Inc, 2016.
- ▶ 134 쪽(제조 방법에 따른 백신의 종류): 질병관리청, 『예방접종의 실시 기준과 방법』, 질병관리청, 2023.
- ▶ 135 쪽(스웨덴에서 인구 1000 명당 천연두로 사망한 사람 수의 변화): Edwardes, 『A Concise History of Small-Pox and Vaccination in Europe』, H. K. Lewis, 1902.
- ▶ 135 쪽(미국에서 홍역에 걸린 사람 수의 변화): Our World in Data, 『Rate of Reported Cases and Deaths from Measles in the USA』, <https://ourworldindata.org/grapher/measles-cases-and-death-rate?yScale=linear>, 2017.
- ▶ 154 쪽(세포주기): Thomas 외, 『Cell Biology』 3rd, Elsevier, 2017.
- ▶ 199 쪽(아프리카의 일부 국가에서 1 년간 인구 1000 명당 말라리아 발병 환자 수와 비정상 헤모글로빈 대립유전자(*Hb^s*)의 빈도): Piel 외, 『Global Distribution of the Sickle Cell Gene and Geographical Confirmation of the Malaria Hypothesis』, Nature, 2010.

※ 집필진의 직접 집필인 경우 출처를 밝히지 않았음.

※ 출처 표시를 안 한 사진 및 삽화는 저작자 및 발행사에서 저작권을 가지고 있는 경우임.

URL 목록

- ▶ 4 쪽(QR 코드 콘텐츠 목록): <https://qr.mirae-n.com/c/g6en4y4omu>
- ▶ 19 쪽(도움 영상): <https://qr.mirae-n.com/v/3e21n3rq6u>
- ▶ 34 쪽(실험 영상): <https://qr.mirae-n.com/v/05g59odaqd>
- ▶ 43 쪽, 161 쪽(커리어넷): <http://www.career.go.kr>
- ▶ 55 쪽(환경부): <http://www.me.go.kr>
- ▶ 72 쪽(국립생태원): <http://www.nie.re.kr>
- ▶ 74 쪽, 97 쪽, 137 쪽(워크넷): <http://www.work.go.kr>
- ▶ 102 쪽(실감형 콘텐츠): <https://qr.mirae-n.com/v/1d7j6c9z9m>
- ▶ 121 쪽(질병관리청): <http://www.kdca.go.kr>
- ▶ 130 쪽(실험 영상): <https://qr.mirae-n.com/v/79s8661e10>
- ▶ 140 쪽(도움 영상): <https://qr.mirae-n.com/v/70aiy66hzq>
- ▶ 158 쪽(사이언스올): <http://www.scienceall.com>
- ▶ 171 쪽(사이언스타임즈): <http://www.sciencetimes.co.kr>
- ▶ 182 쪽(국가생물종지식정보시스템): <http://www.nature.go.kr>
- ▶ 188 쪽(미국 국립생물공학정보센터(NCBI)): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- ▶ 190 쪽(서대문자연사박물관): <http://namu.sdm.go.kr>
- ▶ 190 쪽(국립중앙과학관): <http://www.science.go.kr>

집필진	약력
오현선 (집필진 대표)	(현) 서울고등학교 교사 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업, 연세대학교 대학원 생물교육과 석사
강희정	(현) 세종과학고등학교 교사 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업, 서울대학교 대학원 과학교육과 석사
정종우	(현) 이화여자대학교 과학교육과 교수 서울대학교 분자생물학과 졸업, 서울대학교 대학원 분자생물학과 석사, 서울대학교 대학원 생명과학부 박사
이일규	(현) 서울과학고등학교 교사 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업
김대준	(현) 방산고등학교 교사 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업
최중훈	(현) 서울사대부설여자중학교 교사 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업

단일별 집필진

I 생명 시스템의 구성	1. 생명과학의 이해	오현선
	2. 생명활동과 에너지	이일규
	3. 생태계와 상호작용	정종우
II 항상성과 몸의 조절	1. 신경자극전도와 시냅스전달	이일규
	2. 신경계와 항상성	강희정
	3. 우리 몸의 방어 작용	최중훈
III 생명의 연속성과 다양성	1. 염색체와 생식세포 형성	최중훈
	2. 생물의 진화와 다양성	김대준

검정심의회

위원장

간사

연구위원

검정위원

한국과학창의재단

개발 책임	하남규
편집	오진경 하인희 소정신 문지혜
디자인 책임	손현지
디자인	김기욱 장병진 탕큐마더
삽화	김민선 김윤경 김진호 임영택 전수교 정인성 조성호 황주리 모먼트시리즈
사진 촬영	필름피아
실험 기자재 협조	세원과학사

교육부의 위탁을 받아 한국과학창의재단이 검정 심사를 하였음.

고등학교 생명과학

초판 발행	2025. 3. 1.	정가	원
지은이	오현선 외 5인		
발행인	(주)미래엔(서울특별시 서초구 신반포로 321)		
인쇄인	(주)미래엔(서울특별시 서초구 신반포로 321)		

이 교과서의 본문 용지는 우수 재활용 제품 인증을 받은 재활용 종이를 사용하였습니다.

교과서에 대한 문의 사항이나 의견이 있으신 분은 '교과서민원바로처리센터 (전화 1566-8572, www.textbook114.com 또는 www.교과서114.com)'에 문의하여 주시기 바랍니다.

이 도서에 게재된 저작물에 대한 보상금은 문화체육관광부 장관이 정하는 기준에 의거
사단법인 한국문학예술저작권협회(전화 02-2608-2800, www.kolaa.kr)에서 저작권자에게 지급합니다.

내용 관련 문의 (주)미래엔 과학팀 전화 1800-8890 전송 02-541-8150
개별 구입 문의 mall.mirae-n.com(미래엔 도서몰) 전화 1800-8890