

수능특강

과학 탐구 영역
생명과학 I

I 생명 과학의 이해	01 생명 과학의 이해	04
II 사람의 물질대사	02 생명 활동과 에너지	18
	03 물질대사와 건강	28
III 항상성과 몸의 조절	04 자극의 전달	40
	05 신경계	58
	06 항상성	72
	07 방어 작용	90
IV 유전	08 유전 정보와 염색체	108
	09 사람의 유전	128
	10 사람의 유전병	148
V 생태계와 상호 작용	11 생태계의 구성과 기능	164
	12 에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성	180

학생

인공지능 DANCHO 푸리봇 문제|검색

EBSi 사이트와 EBSi 고교강의 APP 하단의 AI 학습도우미 푸리봇을 통해 문항코드를 검색하면 푸리봇이 해당 문제의 해설과 해설 강의를 찾아 줍니다. **사진 촬영으로도** 검색할 수 있습니다.

문제별 문항코드 확인 문항코드 검색

[26025-0001] 26025-0001

1. 아래 그래프를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

1. 사진 촬영 검색

선생님

EBS 교사지원센터 교재 관련 자료|제공

교재의 문항 한글(HWP) 파일과 교재이미지, 강의자료를 무료로 제공합니다.

한글다운로드 교재이미지 강의자료

- 교사지원센터(teacher.ebsi.co.kr)에서 '교사인증' 이후 이용하실 수 있습니다.
- 교사지원센터에서 제공하는 자료는 교재별로 다를 수 있습니다.

교육과정의 핵심 개념 학습과 문제 해결 능력 신장

[EBS 수능특강]은 고등학교 교육과정과 교과서를 분석·종합하여 개발한 교재입니다.

본 교재를 활용하여 대학수학능력시험이 요구하는 교육과정의 핵심 개념과 다양한 난이도의 수능형 문항을 학습함으로써 문제 해결 능력을 기를 수 있습니다. EBS가 심혈을 기울여 개발한 [EBS 수능특강]을 통해 다양한 출제 유형을 연습함으로써, 대학수학능력시험 준비에 도움이 되기를 바랍니다.

충실한 개념 설명과 보충 자료 제공

1. 핵심 개념 정리

주요 개념을 요약·정리하고 탐구 상황에 적용하였으며, 보다 깊이 있는 이해를 돕기 위해 보충 설명과 관련 자료를 풍부하게 제공하였습니다.

과학 돋보기

개념의 통합적인 이해를 돕는 보충 설명 자료나 배경 지식, 과학사, 자료 해석 방법 등을 제시하였습니다.

탐구자료 살펴보기

주요 개념의 이해를 돕고 적용 능력을 기를 수 있도록 시험 문제에 자주 등장하는 탐구 상황을 소개하였습니다.

2. 개념 체크 및 날개 평가

본문에 소개된 주요 개념을 요약·정리하고 간단한 퀴즈를 제시하여 학습한 내용을 갈무리하고 점검할 수 있도록 구성하였습니다.

단계별 평가를 통한 실력 향상

[EBS 수능특강]은 문제를 수능 시험과 유사하게 **수능 2점 테스트**, **수능 3점 테스트**로 구분하여 제시하였습니다. 수능 2점 테스트는 필수적인 개념을 간략한 문제 상황으로 다루고 있으며, 수능 3점 테스트는 다양한 개념을 복잡한 문제 상황이나 탐구 활동에 적용하였습니다.

01

생명 과학의 이해

개념 체크

조직

모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이루고, 여러 조직이 모여 특정한 형태와 기능을 나타내는 기관을 이룬다

물질대사

동화 작용과 이화 작용으로 구분되며, 촉매인 효소에 의해 반응이 촉진됨

1. 생물을 구성하는 구조적, 기능적 단위는()이다.

2. 광합성은 ()와 물을 포도당으로 합성하는 (동화, 이화) 작용이다.

※ ○ 또는 ×

3. 이화 작용이 일어나는 과정에서 에너지가 방출된다. ()

4. 물질대사는 생물체에서 일어나는 화학 반응이다. ()

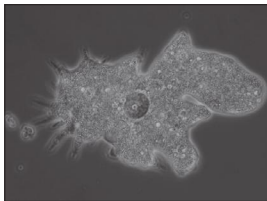
1 생물의 특성

(1) 생물의 특성

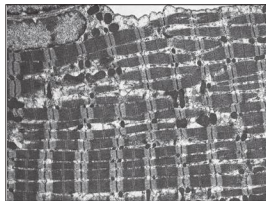
① 세포로 구성: 모든 생물은 세포로 이루어져 있다.

- 세포: 생물의 몸을 구성하는 구조적 단위이고, 생명 활동이 일어나는 기능적 단위이다.
- 세포의 수에 따른 생물의 구분

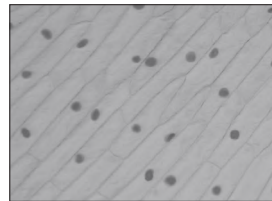
구분	특징
단세포 생물	<ul style="list-style-type: none"> • 몸이 하나의 세포로 이루어져 있다. • 집신벌레, 아메바, 대장균 등
다세포 생물	<ul style="list-style-type: none"> • 몸이 많은 수의 세포로 이루어져 있다. • 세포 → 조직 → 기관 → 개체에 이르는 복잡하고 정교한 체제를 갖추고 있다. • 사람을 비롯한 동물, 양파를 비롯한 식물 등



아메바



사람의 근육 세포



양파의 표피 세포

② 물질대사: 생명을 유지하기 위해 생물체에서 일어나는 모든 화학 반응이다.

- 물질대사 과정에서 물질의 전환과 에너지의 출입이 일어난다.
- 생물체는 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다.

과학 돋보기 물질대사

• 물질 전환과 에너지 출입에 따른 물질대사의 구분

구분	동화 작용	이화 작용
물질 전환	합성(저분자 물질 → 고분자 물질)	분해(고분자 물질 → 저분자 물질)
에너지 출입		
예	광합성, 단백질 합성 등	세포 호흡, 소화 등

- 광합성: 빛에너지를 흡수해 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 동화 작용이다.
- 세포 호흡: 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해해 에너지를 방출하는 이화 작용이다.

③ 자극에 대한 반응과 항상성: 생물은 자극에 대해 반응하며 항상성을 유지한다.

- 자극에 대한 반응: 생물은 환경 변화를 자극으로 받아들이고, 그 자극에 적절히 반응하여 생명을 유지한다.
- 항상성: 체내·외의 환경 변화에 대해 생물이 체내 환경을 일정 범위로 유지하려는 성질이다.

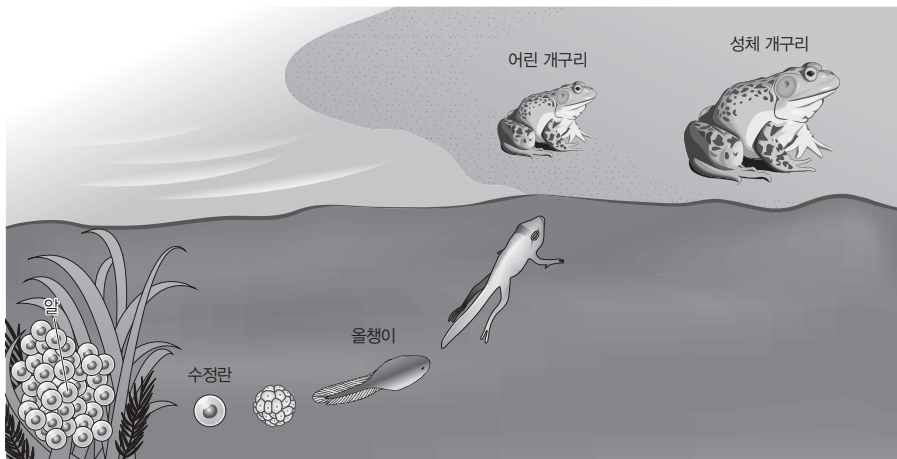
정답

1. 세포
2. 이산화 탄소, 동화
3. ○
4. ○

과학 돋보기 자극에 대한 반응과 항상성의 예

- 자극에 대한 반응의 예
 - 지렁이가 빛을 피해 이동한다.
 - 식물이 빛을 향해 굽어 자란다.
 - 뜨거운 물체에 손이 닿으면 순간적으로 손을 떼다.
 - 미모사의 잎은 다른 물체가 닿으면 오므라든다.
 - 밝은 곳에서는 동공이 작아지고, 어두운 곳에서는 동공이 커진다.
- 항상성의 예
 - 물을 많이 마시면 오줌의 양이 늘어난다.
 - 사람은 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절한다.
 - 신경계와 내분비계의 작용으로 혈당량이 조절된다.

- ④ 발생과 성장: 다세포 생물은 발생과 성장을 통해 구조적·기능적으로 완전한 개체가 된다.
- 발생: 하나의 수정란이 세포 분열을 하여 세포 수가 늘어나고, 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 개체가 되는 것이다.
 - 성장: 어린 개체가 세포 분열을 통해 몸이 커지며 성체로 자라는 것이다.



개구리의 발생과 성장

- ⑤ 생식과 유전: 생물은 생식과 유전을 통해 종족을 유지한다.
- 생식: 생물이 자신과 닮은 자손을 만드는 것이다. **예** 짚신벌레는 분열법으로 번식한다. 사람은 생식세포의 수정을 통해 자손을 만든다.
 - 유전: 생식을 통해 아버지의 유전 물질이 자손에게 전달되어 자손이 아버지의 유전 형질을 물려받는 것이다. **예** 적록 색맹인 어머니로부터 적록 색맹인 아들이 태어난다.



짚신벌레의 생식



곰의 털색 유전

개념 체크

- ➔ **혈당량**
혈액에 포함되어 있는 포도당의 농도
- ➔ **세포 분화**
다세포 생물에서 수정란의 세포 분열로 생겨난 세포들이 발생 과정을 통해 다양한 형태와 기능을 갖게 되는 현상

1. ()은 생물이 환경 변화에 대해 체온, 혈당량, 삼투압 등의 체내 환경을 일정 범위로 유지하려는 특성이다.
2. 생물이 자신과 닮은 자손을 만들어 번식하는 것을 ()이라고 한다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 다세포 생물의 발생과 성장 과정에서 모두 세포 분열이 일어난다. ()
4. 짚신벌레는 생식세포의 수정을 통해 번식한다. ()

정답

1. 항상성
2. 생식
3. ○
4. ×

개념 체크

진화

생물 집단이 서식 환경에 적응하는 과정에서 생존과 번식에 유리한 형질을 가진 개체가 자연 선택되고 집단의 유전적 구성이 변하면서 진화가 일어난다.

1. 물이 부족한 사막에 적응한 선인장은 ()이 변형된 가시를 가지고 있다.

2. 추운 지방에 사는 북극여우는 더운 지방에 사는 사막여우보다 몸의 말단부의 크기가 (크다, 작다).

※ ○ 또는 ×

3. 갈라파고스 군도의 핀치들이 각 섬의 먹이 환경에 따라 다양한 부리 모양을 갖는 것은 적응과 진화의 예에 해당한다. ()

4. 가랑잎벌레가 나뭇잎과 비슷한 모습을 갖는 것은 천적의 눈에 띄지 않아 생존에 유리한 형질이다. ()

정답

1. 잎
2. 작다
3. ○
4. ×

⑥ 적응과 진화: 생물은 환경에 적응해 나가면서 새로운 종으로 진화한다.

- 적응: 생물이 자신이 살아가는 환경에 적합한 몸의 형태와 기능, 생활 습성 등을 갖게 되는 것이다.
- 진화: 생물이 여러 세대에 걸쳐 환경에 적응한 결과 집단의 유전적 구성이 변하고, 형질이 달라져 새로운 종이 나타나는 것이다.

과학 돋보기 적응과 진화의 예

- 뱀은 아래턱이 분리되어 큰 먹이를 먹기에 적합하다.
- 가랑잎벌레는 포식자의 눈에 띄지 않게 나뭇잎과 비슷한 모습을 가진다.
- 건조한 사막에 사는 캥거루쥐는 진한 오줌을 소량만 배설해 물의 손실을 줄인다.
- 사막여우는 북극여우보다 몸집에 비해 몸의 말단부가 커서 열을 효과적으로 방출한다.
- 사막에 사는 선인장은 잎이 가시로 변해 물의 손실이 최소화되고, 물을 저장하는 조직이 발달해 있다.
- 갈라파고스 군도에 사는 핀치들은 섬의 먹이 환경에 적응하여 진화한 결과 부리 모양이 섬에 따라 조금씩 다르다.



가랑잎벌레



사막여우(좌)와 북극여우(우)



선인장



갈라파고스 군도의 핀치

탐구자료 살펴보기 강아지와 강아지 로봇의 비교

탐구 자료

- 강아지 로봇의 특징
 - 센서가 있어 공을 던지면 물어 오거나, 장애물을 피해 가며 이동한다.
 - 인공 지능을 갖추고 있어 짖고, 걷고, 주인을 알아볼 수 있다.
 - 주인이 말을 하면 꼬리를 흔들고, 안아 주면 꼬리를 더욱 세차게 흔들기도 한다.
 - 화학 전지로부터 얻은 전기 에너지를 소모하면서 움직인다.



강아지 로봇

탐구 분석 • 강아지와 강아지 로봇의 공통점과 차이점

구분	강아지	강아지 로봇
공통점	<ul style="list-style-type: none"> • 머리, 몸통, 다리, 꼬리를 가져 전체적인 모습이 비슷하다. • 자극에 대해 적절히 반응하며, 소리를 낸다. • 다양한 활동을 위해 에너지가 필요하며, 에너지는 화학 반응을 통해 얻는다. 	
차이점	<ul style="list-style-type: none"> • 몸이 세포로 구성되어 있으며, 세포가 모여 조직과 기관을 이룬다. • 음식을 섭취한 후 소화, 흡수를 통해 물질(영양소)을 얻는다. • 세포 안에서 물질대사가 일어나 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다. • 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화와 같은 생물의 특성을 모두 나타낸다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 몸이 플라스틱과 같은 화학 소재로 만들어졌다. • 음식을 섭취하지 않으며, 화학 전지 이외에 다른 물질을 얻지 않는다. • 화학 전지에서 화학 반응이 일어나 에너지를 얻는다. • 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화의 특성을 모두 나타내지 않는다.

탐구 point • 강아지는 세포로 구성되어 있으며, 세포 안에서 물질대사가 일어나는 등 생물의 특성을 모두 나타내므로 생물이다.
 • 강아지 로봇은 세포로 구성되어 있지 않으며, 생물의 특성 중 일부만 나타내므로 비생물이다.

개념 체크

② 바이러스

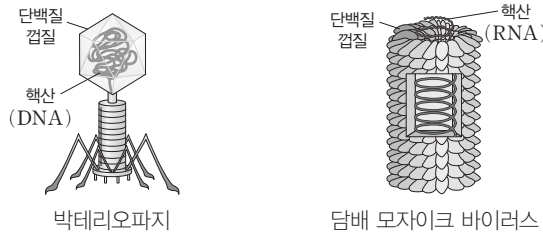
세포 구조가 아니며 숙주 세포 밖에서는 스스로 물질대사를 하지 못하는 비생물적 특성을 나타내고, 숙주 세포 안에서는 증식할 수 있으며 유전, 돌연변이, 적응과 진화 등의 생물적 특성을 나타냄

1. 강아지의 몸은 생명체의 기본 단위인 ()가 모여 조직과 기관을 이룬다.
2. 박테리오파지는 () 성분의 껍질 속에 유전 물질인 ()이 들어 있는 구조이다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 강아지 로봇은 물질대사를 통해 활동에 필요한 에너지를 얻는다. ()
4. 바이러스는 세포막 속에 핵산이 들어 있는 세포 구조로 되어 있다. ()

(2) 바이러스

① 바이러스의 구조

- 모양이 매우 다양하고, 크기가 10 nm~100 nm 정도로 세균보다 훨씬 작다.
- 단백질 껍질 속에 유전 물질인 핵산이 들어 있는 구조로 되어 있다.



② 바이러스의 특성: 바이러스는 비생물적 특성과 생물적 특성을 모두 나타낸다.

구분	특징
비생물적 특성	<ul style="list-style-type: none"> • 세포로 이루어져 있지 않으며, 숙주 세포 밖에서 입자(결정체)로 존재한다. • 스스로 물질대사를 할 수 없다.
생물적 특성	<ul style="list-style-type: none"> • 유전 물질인 핵산(DNA 또는 RNA)을 가진다. • 숙주 세포 안에서 핵산을 복제해 증식하며, 이 과정에서 유전 현상이 나타난다. • 돌연변이가 일어나 새로운 형질이 나타나면서 환경에 적응하고 진화한다.

정답

1. 세포
2. 단백질, 핵산
3. ×
4. ×

개념 체크

▶ 생명 과학의 연구 범위

생명 과학의 연구 범위는 매우 다양하며, 주된 연구 범위에 따라 생리학, 발생학, 생화학, 분자생물학 등 여러 분야가 있음

▶ 개체군과 군집

개체군은 한 종의 생물로만 이루어진 무리이고, 군집은 여러 종의 생물로 이루어진 무리임

1. [탐구자료 살펴보기]에서 박테리오파지 모형 만들기의 재료 중 (굵은, 가는) 철사는 유전 물질인 핵산에 해당한다.

※ ○ 또는 ×

2. 박테리오파지는 세균에 감염할 때 자신의 단백질 껍질을 세균 안으로 주입한다. ()

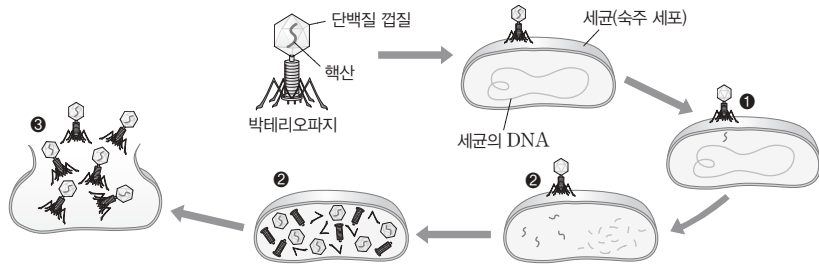
3. 숙주 세포 안에서 바이러스의 단백질이 합성될 수 있다. ()

4. 생명 과학에서는 생물을 구성하는 분자에 대한 연구가 이루어진다. ()

과학 돋보기

바이러스의 증식

- 1 자신의 유전 물질(핵산)을 숙주 세포 안으로 주입한다.
- 2 숙주 세포 안에서 바이러스의 유전 물질이 복제되고, 단백질이 합성된다.
- 3 자손 바이러스가 조립된 후 숙주 세포 바깥으로 방출된다.

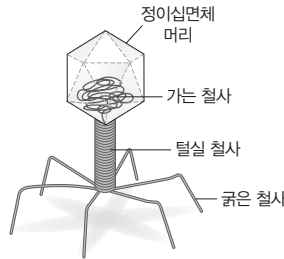


탐구자료 살펴보기

박테리오파지 모형 만들기

탐구 과정

- 1 정이십면체 도형의 전개도를 가위로 자른 후 점선을 따라 접어 머리를 만든다.
- 2 가는 철사를 말아 정이십면체 머리 안에 넣고 셀로판테이프로 붙인다.
- 3 굵은 철사를 구부려 꼬리를 6개 만든 후 모두 모아 털실 철사를 감아 고정한다.
- 4 머리와 꼬리를 붙여 모형을 그림과 같이 완성한다.



탐구 결과

- 정이십면체 머리는 박테리오파지의 단백질 껍질에 해당한다.
- 가는 철사는 박테리오파지의 유전 물질인 핵산에 해당한다.

2 생명 과학의 특성

(1) 생명 과학의 통합적 특성

- 1 생명 과학은 지구에 살고 있는 생명체의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다.
- 2 생명 과학은 생명의 본질을 밝힐 뿐 아니라, 그 성과를 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.
- 3 생명 과학에서는 생물을 구성하는 분자에서부터 생태계에 이르기까지 다양한 범위의 대상을 통합적으로 연구한다.

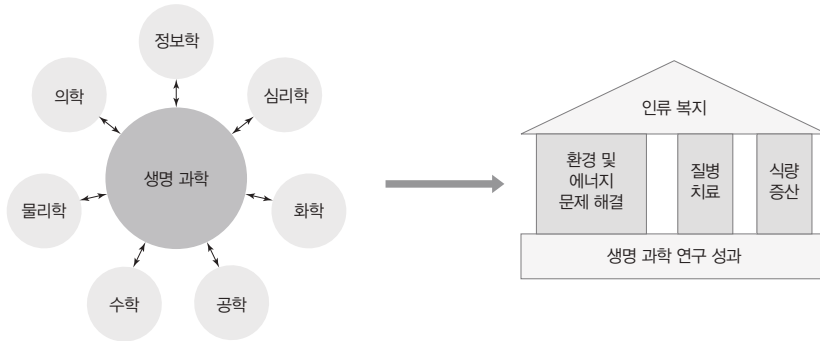
분자 → 세포 → 조직 → 기관 → 개체 → 개체군 → 군집 → 생태계

정답

1. 가는
2. ×
3. ○
4. ○

(2) 생명 과학과 다른 학문 분야와의 연계

- ① 생명 과학은 다른 학문 분야와 많은 영향을 주고받으며 발달하고 있다.
- ② 연계된 학문 분야: 의학, 심리학, 물리학, 수학, 공학, 정보학, 화학 등 다양한 분야가 있다.



다른 학문 분야와 연계된 생명 과학의 통합적 특성

과학 돋보기

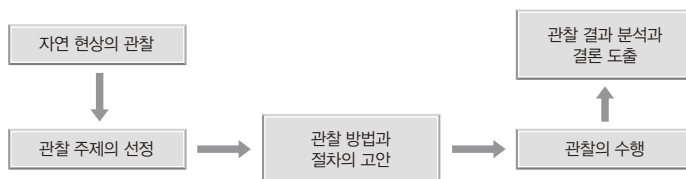
생명 과학과 다른 학문 분야와의 연계 사례

- 전자 현미경: 물리학의 원리를 이용해 개발되었으며, 미세한 것을 확대해서 볼 수 있게 해주어 생명 과학의 발달에 기여했다.
- 생체 모방 공학: 생명 과학과 공학이 연계되어 생물의 우수한 특징을 모방한 제품을 개발한다.
- 사람 유전체 분석: 생명 과학, 기계 공학, 물리학, 화학, 정보학 등이 연계되어 사람이 가진 모든 DNA의 염기 서열을 분석한다.
- 생물 정보학: 생명 과학과 정보학이 연계되어 통계 기법과 컴퓨터를 이용해 DNA의 염기 서열과 단백질의 아미노산 서열을 분석하고, 단백질의 구조와 기능을 예측한다.

3 생명 과학의 탐구 방법

(1) 귀납적 탐구 방법

- ① 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 이끌어내는 탐구 방법이다.
- ② 여러 개별적인 사실로부터 결론을 이끌어내며, 연역적 탐구 방법에서와 달리 가설을 설정하지 않는다.
- ③ 귀납적 탐구 과정



개념 체크

☞ 귀납적 탐구 방법

자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 바탕으로 규칙성을 발견하여 일반적인 원리나 법칙을 이끌어내는 탐구 방법임

1. () 공학에서는 생물의 우수한 특징을 모방한 제품을 개발한다.
2. (귀납적, 연역적) 탐구에서는 자연 현상을 관찰하여 얻은 여러 사실로부터 결론을 이끌어낸다.

※ ○ 또는 ×

3. 생물 정보학에서는 통계 기법과 컴퓨터를 이용하여 단백질의 구조와 기능을 예측할 수 있다. ()
4. 귀납적 탐구에서는 가설을 검증하기 위한 대조 실험을 설계하고 수행한다. ()

정답

1. 생체 모방
2. 귀납적
3. ○
4. ×

개념 체크

연역적 탐구 방법

가설을 세우고 이를 실험적으로 검증해 결론을 이끌어내는 탐구 방법으로, 일반적인 원리로부터 여러 개별적인 사실들을 알아내는 연역적 사고가 이용됨

1. ()은 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문에 대한 답을 추측하여 내린 잠정적 결론이다.

2. 연역적 탐구에서는 대조군과 실험군을 비교하는 () 실험을 수행해야 탐구 결과의 타당성이 높아진다.

※ ○ 또는 ×

3. 가설은 예측 가능해야 하고 실험 등을 통해 검증될 수 있어야 한다. ()

4. 대조군은 가설을 검증하기 위해 의도적으로 변인을 변화시킨 집단이다. ()

④ 귀납적 탐구 사례

- 세포설: 여러 과학자들이 현미경으로 다양한 생물을 관찰한 결과 모든 생물은 세포로 구성되어 있다는 결론을 이끌어냈다.
- 다윈의 자연 선택설: 다윈은 갈라파고스 군도를 비롯한 여러 나라에 살고 있는 생물의 특성을 관찰하고 자료를 수집하여 분석한 결과를 바탕으로 자연 선택에 의한 진화의 원리를 밝혔다.

과학 돋보기

다윈의 귀납적 탐구

자연 현상의 관찰	갈라파고스 군도에 사는 핀치의 부리 모양이 서로 다른 것을 관찰했다.
관찰 주제의 선정	다양한 환경에 서식하는 핀치의 부리를 관찰하기로 했다.
관찰 방법과 절차의 고안	갈라파고스 군도의 각 섬에 사는 핀치를 관찰, 채집한 후 부리 모양을 서로 비교했다.
관찰의 수행	
관찰 결과 분석과 결론 도출	서식 지역과 먹이에 따라 핀치의 부리 모양이 달라졌다는 결론을 내렸다.

(2) 연역적 탐구 방법

- ① 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문에 대한 답을 찾기 위해 가설을 세우고, 이를 실험적으로 검증해 결론을 이끌어내는 탐구 방법이다.
- ② 가설: 의문에 대한 답을 추측하여 내린 잠정적인 결론이다.
 - 가설은 예측 가능해야 하며, 실험이나 관측 등을 통해 옳은지 그른지 검증될 수 있어야 한다.
- ③ 연역적 탐구 과정



※ 일부 교과서에서는 가설이 옳지 않을 때 가설 수정으로 가는 경로가 결론 도출이 아닌 결과 정리 및 분석에서 이루어지는 것으로 기술하고 있다.

- ④ 대조 실험: 탐구를 수행할 때 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 해야 탐구 결과의 타당성이 높아진다.
 - 대조군: 실험군과 비교하기 위해 아무 요인(변인)도 변화시키지 않은 집단이다.
 - 실험군: 가설을 검증하기 위해 의도적으로 어떤 요인(변인)을 변화시킨 집단이다.

정답

1. 가설
2. 대조
3. ○
4. ×

⑤ 변인: 탐구와 관계된 다양한 요인으로, 독립변인과 종속변인이 있다.

구분	특징
독립변인	탐구 결과에 영향을 미칠 수 있는 요인으로, 조작 변인과 통제 변인이 있다. • 조작 변인: 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이다. • 통제 변인: 대조군과 실험군에서 모두 동일하게 유지하는 변인이다.
종속변인	조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인으로, 탐구에서 측정되는 값에 해당한다.

과학 돋보기 연역적 탐구 사례

[사례 1] 플레밍의 페니실린 발견

관찰 및 문제 인식	배양 접시에 핀 푸른곰팡이 주변에 세균이 증식하지 않은 까닭은 무엇일까?
가설 설정	푸른곰팡이에서 생성된 어떤 물질이 세균의 증식을 억제할 것이다.
탐구 설계 및 수행	세균 배양 접시를 두 집단으로 나눈다. • 대조군: 푸른곰팡이를 접촉하지 않고 세균을 배양했다. • 실험군: 푸른곰팡이를 접촉하고 세균을 배양했다.
결과 정리 및 분석	대조군의 배양 접시에서는 세균이 증식했지만, 실험군의 배양 접시에서는 세균이 증식하지 않았다.
결론 도출	푸른곰팡이는 세균의 증식을 억제하는 물질을 생성한다.

• 조작 변인은 푸른곰팡이의 접촉 여부와, 종속변인은 세균의 증식 여부이다.

[사례 2] 파스퇴르의 탄저병 백신 개발

관찰 및 문제 인식	탄저병 백신으로 탄저병을 예방할 수 있을까?
가설 설정	탄저병 백신을 주사한 양은 탄저병에 걸리지 않을 것이다.
탐구 설계 및 수행	건강한 양을 두 집단으로 나눈다. • 대조군: 탄저병 백신을 주사하지 않고 탄저균을 투여했다. • 실험군: 탄저병 백신을 주사한 후 탄저균을 투여했다.
결과 정리 및 분석	대조군의 양은 탄저병에 걸렸지만, 실험군의 양은 모두 건강했다.
결론 도출	탄저병 백신은 탄저병을 예방한다.

• 조작 변인은 탄저병 백신의 접종 여부와, 종속변인은 양의 탄저병 발생 여부이다.

개념 체크

➔ 페니실린

최초로 발견된 항생제로 특정 세균의 증식을 억제하여 세균에 의한 감염병을 치료하는 약물임

➔ 백신

생물에 예방 접종을 하여 감염병에 대한 면역을 인위적으로 부여하는 의약품임

1. ()은 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이다.

2. ()은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인이며 실험의 결과로 측정되는 값에 해당한다.

※ ○ 또는 ×

3. 통제 변인은 종속변인에 해당한다. ()

4. [과학 돋보기: 연역적 탐구 사례 2]에서 대조군과 실험군의 탄저균 투여량은 같아야 한다. ()

정답

1. 조작 변인
2. 종속변인
3. ×
4. ○

[26025-0001]

01 다음은 도마뱀 A에 대한 자료이다.

작은 섬에 서식하는 A의 개체군은 허리케인이 발생하기 전에 비해 발생한 후에 앞다리의 평균 길이와 발바닥 빨판의 평균 면적이 모두 증가하였다. ㉠A의 긴 앞다리와 넓은 발바닥 빨판은 주변 사물을 움켜쥐기에 적합해서 강풍 속에서 날아가지 않고 버티는 데 유리하다.



㉠에 나타난 생물의 특성과 가장 관련이 깊은 것은?

- ① 아메바는 분열법으로 번식한다.
- ② 달걀은 병아리를 거쳐 닭이 된다.
- ③ 식물은 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성한다.
- ④ 뜨거운 물체에 손이 닿으면 반사적으로 손을 떼다.
- ⑤ 펭귄은 물속에서 빠른 속도로 움직이는 데 적합한 몸의 형태를 갖는다.

[26025-0002]

02 다음은 딱정벌레 X에 대한 자료이다.

남미 평원에 높게 솟아 있는 개밋독에서는 밤에 녹색의 빛이 나온다. 이 빛은 ㉠X의 애벌레가 유기물을 분해하여 얻은 에너지를 방출하는 것이며, 이 빛을 이용해 먹이인 흰개미를 유인하여 잡아 먹는다. ㉡X의 애벌레는 자라서 성충이 되었을 때에도 녹색의 빛을 낼 수 있다.



* 개밋독: 개미가 땅속에 집을 짓기 위해 파낸 흙이 땅 위에 쌓인 것

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

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠ 과정에서 물질대사가 일어난다.
- ㄴ. ㉡ 과정에서 세포 분열이 일어난다.
- ㄷ. 흰개미는 X의 애벌레의 포식자이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0003]

03 다음은 피그미해마에 대한 자료이다.

특정 산호 군집에서만 서식하는 ㉠피그미해마는 형태와 색깔이 주변 산호와 흡사하고 크기가 2cm 미만으로 작아 포식자가 발견하기가 매우 어렵다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 산호는 생태계의 구성 요소 중 비생물적 요인에 해당한다.
- ㄴ. 피그미해마는 단세포 생물이다.
- ㄷ. ㉠은 적응과 진화의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0004]

04 다음은 나방 A에 대한 자료이다.

암컷이 방출한 신호 물질 X가 대기 중으로 ㉠확산되면 수백 미터 떨어진 곳에 있던 ㉡수컷은 X를 감지하여 암컷이 있는 곳으로 날아간다. ㉢수컷이 가진 안테나는 빛과 형태가 유사하여 미량의 X를 감지하는 데 적합하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 물질대사에 해당한다.
- ㄴ. ㉡은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.
- ㄷ. ㉢은 적응과 진화의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0005]

05 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

- (가) 보라색 꽃의 완두 개체 A와 B를 준비하였다.
- (나) A의 꽃에서 수술을 제거하고 남은 암술에 B의 꽃가루를 옮겨 인위적으로 ㉠ 수정시켰다.
- (다) 일정 시간이 지난 후 A에 맺힌 콩깍지에서 얻은 400개의 종자를 땅에 심고 키위 꽃 색을 관찰하였다.
- (라) (다)의 결과로 보라색 꽃 300개체와 흰색 꽃 100개체를 얻었다.

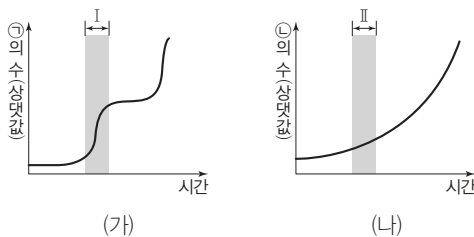
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 완두에서 ㉠을 통해 생물의 특성 중 생식과 유전이 나타난다.
 - ㄴ. (다)에서 완두 종자가 성체로 자라는 과정에서 생물의 특성 중 발생과 생장이 나타난다.
 - ㄷ. A와 B는 모두 흰색 꽃 형성에 관여하는 유전자를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0006]

06 그림 (가)와 (나)는 병원체인 바이러스 ㉠과 세균 ㉡이 각각 숙주 세포에 감염하였을 때 시간에 따른 병원체의 수를 나타낸 것이다.



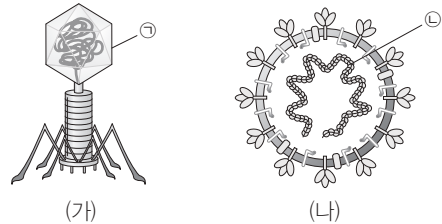
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. ㉠은 스스로 물질대사를 할 수 있다.
 - ㄴ. 구간 I과 II에서 모두 유전 현상이 나타난다.
 - ㄷ. 구간 II에서 세포 분열이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0007]

07 그림 (가)는 박테리오파지를, (나)는 코로나19 바이러스를 나타낸 것이다. ㉠의 성분과 ㉡의 성분은 각각 핵산과 단백질 중 하나이다.



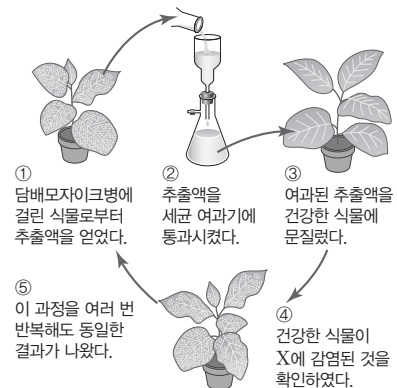
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. (가)는 감염 과정에서 숙주 세포 안으로 핵산을 주입한다.
 - ㄴ. ㉡의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.
 - ㄷ. (나)는 세포 구조로 되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0008]

08 그림은 어떤 과학자가 담배모자이크병의 원인인 병원체 X를 알아보기 위해 수행한 실험을 나타낸 것이다. X는 세균과 바이러스 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 담배모자이크병은 감염성 질병에 해당한다.
 - ㄴ. X는 세균 여과기를 통과할 수 없다.
 - ㄷ. X는 식물 세포 안에서 증식한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0009]

09 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구 과정의 일부를 순서 없이 나열한 것이다.

- (가) 소나무가 흡수한 무기염류의 양이 화분 A보다 B가 많은 것을 확인하였다.
- (나) 소나무가 토양 속 영양소를 흡수하는 것을 세균 X가 도와준다는 결론을 내렸다.
- (다) A와 B 중 B의 토양에만 X를 첨가하고, 일정 시간 동안 A와 B 각각에서 소나무가 흡수한 무기염류의 양을 측정하였다.
- (라) 소나무가 토양 속 무기염류를 흡수하는 데 X가 도와줄 것이라고 생각했다.

이 탐구 과정을 순서대로 나열한 것으로 가장 적절한 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

- ① (가) → (나) → (다) → (라)
- ② (가) → (다) → (나) → (라)
- ③ (나) → (다) → (가) → (라)
- ④ (라) → (다) → (가) → (나)
- ⑤ (라) → (다) → (나) → (가)

[26025-0010]

10 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

- (가) 페트리 접시 A~C에 탈지면을 깔고 A에는 합성 세제 용액을, B에는 묽은 황산 용액을, C에는 물을 충분히 넣었다.
- (나) A~C에 무씨를 50개씩 올려놓고 25 °C의 항온기에 두었다.
- (다) 일주일 동안 A~C 각각에서 싹이 튼 무씨의 비율을 측정하였다.
- (라) A와 B에서는 무씨가 모두 발아하지 않았고, C에서는 무씨가 모두 발아하였다.

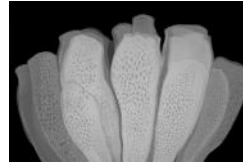
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 대조 실험이 수행되었다.
 - ㄴ. 싹이 튼 무씨의 비율은 독립변인이다.
 - ㄷ. 합성 세제와 묽은 황산은 모두 무씨의 발아를 촉진하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0011]

11 그림 (가)는 유리 성분의 골격을 갖는 동물인 유리해면을, (나)는 어떤 건축가가 (가)의 구조를 모방하여 만든 건축물을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. (가)는 생태계의 구성 요소 중 생물적 요인에 해당한다.
 - ㄴ. (가)에서 동화 작용이 일어난다.
 - ㄷ. (나)는 생체 모방 건축물에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0012]

12 다음은 생명 과학과 다른 학문 분야의 연계 사례 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가) ㉠ 어떤 세균은 생분해가 가능한 바이오플라스틱을 합성한다. 이를 생활용품 생산에 이용하면 화석 연료 사용을 줄이고 환경오염을 예방할 수 있다.
- (나) 혈액 세포를 역분화시켜 만든 미분화 상태의 ㉡ 유도만능 줄기세포를 심장병 환자에게 이식하여 심장 근육을 재생시킨다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

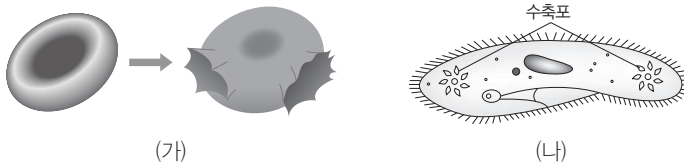
- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. ㉠ 과정에서 효소가 이용된다.
 - ㄴ. (가)는 생명 과학과 공학을 연계한 사례에 해당한다.
 - ㄷ. (나)의 과정에서 ㉡의 세포 분화가 일어난다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0013]

01 다음은 삼투에 대한 자료이다.

- 세포막과 같은 반투과성 막을 경계로 농도가 서로 다른 두 용액이 있을 때 물의 농도가 높은 쪽에서 물의 농도가 낮은 쪽으로 용매인 물이 이동하는 현상을 삼투라고 한다.
- 그림 (가)는 둥근 모양의 적혈구를 증류수에 넣었을 때 적혈구가 터지는 용혈 현상을, (나)는 짚신벌레를 증류수에 넣었을 때 수축포를 통해 물을 배출하여 짚신벌레의 크기가 일정하게 유지되는 모습을 나타낸 것이다.



삼투는 용질은 통과하지 않고 용매만 통과할 수 있는 반투과성 막을 경계로 농도가 서로 다른 두 용액이 있을 때 용매가 확산되는 현상이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 짚신벌레는 단세포 생물이다.
- ㄴ. (가)와 (나)에서 모두 삼투가 일어난다.
- ㄷ. (나)는 생물의 특성 중 항상성의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0014]

02 다음은 해바라기꽃과 피보나치 수열에 대한 자료이다.

(가) 해바라기꽃에서는 좁은 공간에 많은 수의 씨앗들이 나선을 그리며 촘촘히 배열되어 있다. 하나의 꽃에서 시계 방향과 반시계 방향의 나선의 수를 각각 세어보면 대부분 작은 꽃에서는 ①과 ②, 큰 꽃에서는 ③과 ④인 것을 발견할 수 있다.



(나) 피보나치 수열은 첫 번째 항과 두 번째 항을 각각 1과 1로 한 후, 다음 항부터는 바로 앞의 두 개의 항을 더해 만드는 수열이다. 이 수열에 속한 수를 피보나치 수라고 하며, 피보나치 수열의 일부를 나타내면 다음과 같다.

1 1 2 3 5 8 13 ① ② ③ 89 ...

해바라기꽃에서 씨앗들이 남는 공간 없이 촘촘하게 들어차면 독특한 나선형 무늬가 규칙적으로 만들어진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ①은 34, ②은 55이다.
- ㄴ. 생명 현상을 이해하는 데 수학적 원리가 이용될 수 있다.
- ㄷ. 규칙적인 형태를 이루는 것은 비생물과 달리 생물만이 갖는 고유한 특성이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

생물의 특성 중 환경 변화에 대한 개체의 상태 변화는 자극에 대한 반응에 해당하고, 긴 시간 동안 여러 세대를 거치면서 생물이 서식 환경에 알맞은 특성을 갖게 되는 것은 적응과 진화에 해당한다.

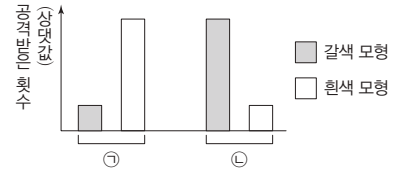
03 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

- ㉠ 생쥐 P의 개체군은 서식지에 따라 서로 다른 털색을 갖는다. 갈색 토양이 있는 내륙 A에 서식하는 개체군은 갈색 털을, 흰색 모래가 있는 해변 B에 서식하는 개체군은 흰색 털을 가짐으로써 포식자의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리하다.

[실험 과정 및 결과]

(가) P의 털색이 갈색인 모형과 흰색인 모형을 준비하고 서식지 ㉠과 ㉡에 각각 두 종류의 모형을 설치한다. ㉠과 ㉡은 각각 A와 B 중 하나이다.

(나) 일정 기간 동안 ㉠과 ㉡에서 각 모형이 포식자로부터 공격받은 횟수를 조사한 결과는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.
- ㄴ. ㉠은 A이다.
- ㄷ. ㉡에서 흰색 모형은 실험군에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

총광합성량(총생산량)은 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량이다.

04 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

- 숲 생태계는 총생산량이 호흡량보다 적으면 이산화 탄소를 방출하는 탄소 공급원의 역할을 하고, 총생산량이 호흡량보다 많으면 이산화 탄소를 흡수하는 탄소 저장고의 역할을 한다.
- 대기 중 이산화 탄소 농도의 증가는 지구 온난화를 초래하고, 지구 온난화는 숲의 나무에 기생하는 해충의 창궐을 더욱 빈번하게 한다.

[탐구 과정 및 결과]

(가) 숲 생태계 F에서 해충의 창궐로 인해 수많은 나무가 고사한 사건이 F의 물질 생산에 어떤 영향을 미쳤는지 궁금하였다.

(나) 해충 창궐 전후로 F의 연간 총생산량과 호흡량을 조사하여 F의 역할을 분석한 결과는 표와 같다. ㉠과 ㉡은 탄소 공급원과 탄소 저장고를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	총생산량 (g/m ²)	호흡량 (g/m ²)	역할
해충 창궐 전	440	408	㉠
해충 창궐 후	400	424	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

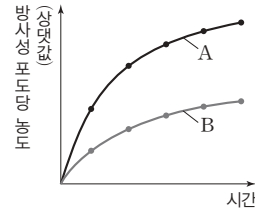
- ㄱ. ㉡은 탄소 저장고이다.
- ㄴ. 이 탐구에서 종속변인은 해충의 창궐 여부이다.
- ㄷ. (나)의 결과를 바탕으로 해충의 창궐이 지구 온난화에 영향을 줄 것이라고 예측할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0017]

05 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

- (가) 기니피그가 성숙할수록 적혈구의 포도당 흡수율이 낮을 것이라는 가설을 세웠다.
- (나) 방사성 동위 원소로 표지된 포도당 용액 A와 B 중 A에는 생후 15일 된 기니피그에서 채취한 적혈구를, B에는 생후 30일 된 기니피그에서 채취한 적혈구를 각각 넣었다.
- (다) 일정 시간이 지난 후 (나)의 A와 B에서 적혈구의 일부를 덜 어내어 적혈구 내 방사성 포도당의 농도를 각각 측정하였다.
- (라) (다)의 과정을 시간에 따라 반복한 결과는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

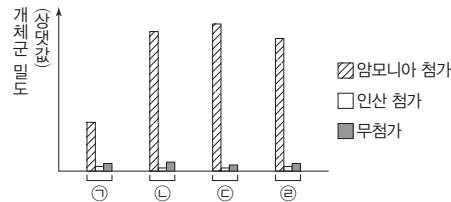
- ㄱ. 생후 15일 된 기니피그의 적혈구에서 포도당은 에너지원으로 이용될 수 있다.
- ㄴ. 조작 변인은 적혈구 내 방사성 포도당의 농도이다.
- ㄷ. (라)에서 (가)의 가설과 반대되는 결과가 나왔다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0018]

06 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

- (가) 바닷가 A에서 암모니아와 인산 중 어느 성분이 식물성 플랑크톤의 이상 증식을 유발할 것인지 궁금하였다.
- (나) A의 구역 ㉠~㉤에서 각각 물을 채취하고, 각 구역당 3개의 비커에 물을 나누어 담아 총 12개의 배양액을 준비하였다.
- (다) ㉠의 배양액 3개 중 하나에는 암모니아를, 다른 하나에는 인산을 첨가하고, 나머지는 아무것도 첨가하지 않았다. ㉡~㉤의 배양액에도 동일한 과정을 반복하였다.
- (라) 일정 시간 동안 각 배양액에서 식물성 플랑크톤을 배양하여 개체군 밀도를 측정한 결과는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 식물성 플랑크톤의 생장에 필요한 원소에 질소가 포함된다.
- ㄴ. ㉠의 물을 나누어 담은 3개 배양액에 대한 실험에서 인산의 첨가 여부는 통제 변인에 해당한다.
- ㄷ. (라)의 결과를 바탕으로 다량의 암모니아를 포함한 폐수가 A의 바다에 유입되면 식물성 플랑크톤의 이상 증식을 유발할 것이라고 예측할 수 있다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

방사성 동위 원소가 포함된 물질을 세포나 조직에 넣어준 후, 방사성 동위 원소에서 방출되는 방사선을 추적함으로써 세포 내 물질의 위치와 이동 경로를 알아낼 수 있다.

생활 하수 등이 하천이나 해수로 유입되어 물속의 영양염류(질산염, 인산염 등)의 양이 증가하고 식물성 플랑크톤이 대량 번식하여 수중 생태계의 균형이 깨지는 현상을 부영양화라고 한다.

02

생명 활동과 에너지

개념 체크

④ 물질대사

생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로, 물질을 합성하는 동화 작용과 물질을 분해하는 이화 작용이 있음

1. 생물체 내에서 일어나는 화학 반응을 ()라고 한다.

2. (동화 작용, 이화 작용)은 에너지가 흡수되는 반응이다.

※ ○ 또는 ×

3. 효소는 물질대사에 관여하지 않는다. ()

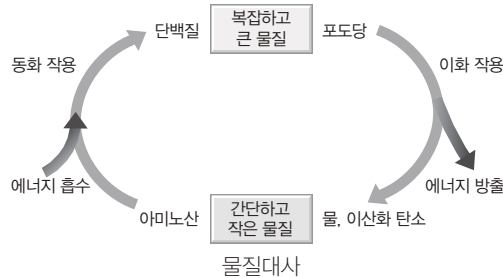
4. 간에서 여러 분자의 포도당이 결합하여 글리코젠으로 합성되는 반응은 동화 작용의 예에 해당한다. ()

1 세포의 생명 활동

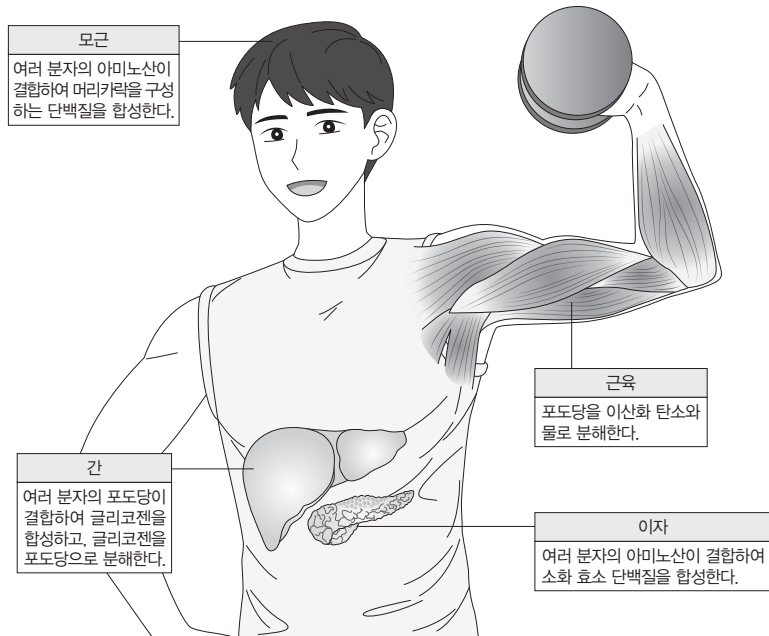
모든 생물은 생명을 유지하기 위해 끊임없이 에너지를 필요로 한다.

(1) **물질대사**: 생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로 대부분 효소가 관여한다.

(2) **물질대사의 종류**: 물질대사에는 물질을 합성하는 동화 작용과 물질을 분해하는 이화 작용이 있으며, 물질대사가 일어날 때는 에너지의 출입(흡수 또는 방출)이 함께 일어난다.



(3) **우리 몸의 물질대사**: 우리 몸을 이루는 여러 기관에서 다양한 물질대사가 일어나는데, 이러한 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다.



정답

- 1. 물질대사
- 2. 동화 작용
- 3. ×
- 4. ○

과학 돋보기

효소

- 생물체 내에서 일어나는 화학 반응 과정에서 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 증가시켜 주는 생체 촉매이다.
- 물질대사의 각 과정에는 특정 효소가 관여한다.

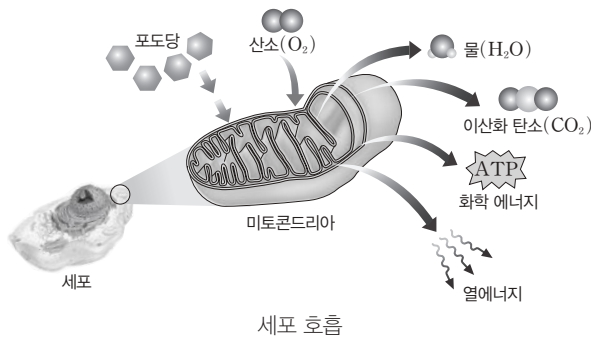
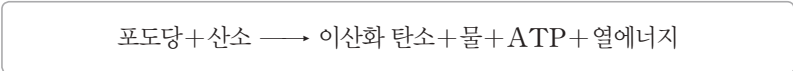
과학 돋보기 **물질대사**

동화 작용	이화 작용
<ul style="list-style-type: none"> • 간단하고 작은 물질을 복잡하고 큰 물질로 합성하는 반응이다. • 동화 작용은 에너지가 흡수되는 반응이다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 복잡하고 큰 물질을 간단하고 작은 물질로 분해하는 반응이다. • 이화 작용은 에너지가 방출되는 반응이다.

2 에너지 전환과 이용

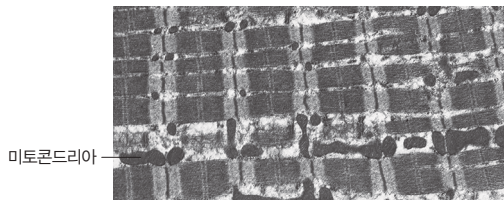
(1) 세포 호흡

- ① **음식물 속의 에너지 전환:** 우리가 섭취한 음식물에는 화학 에너지 형태로 에너지가 저장되어 있는데, 음식물의 화학 에너지는 세포 호흡에 의해 생명 활동에 필요한 에너지로 전환된다.
- ② **세포 호흡:** 세포 내에서 영양소를 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 반응이다.
- ③ **세포 호흡 장소:** 주로 미토콘드리아에서 일어나며, 일부 과정은 세포질에서 진행된다.
- ④ **세포 호흡 과정:** 포도당과 같은 영양소는 조직 세포로 운반된 산소에 의해 산화되어 이산화탄소와 물로 최종 분해되고, 이 과정에서 에너지가 방출된다. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.



과학 돋보기 **근육 세포 내 미토콘드리아**

사람의 근육 세포의 일부를 확대하면, 세포가 생명 활동을 하는 데 필요한 에너지를 공급하는 미토콘드리아가 관찰된다.



개념 체크

➔ **세포 호흡**

- 생물체의 각 조직 세포에서 산소를 이용해서 영양소를 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 반응
- 이화 작용의 예에 해당하고, 주로 미토콘드리아에서 일어남

1. 세포 호흡 과정에서 포도당은 산소에 의해 산화되어 ()와/과 ()로 최종 분해된다.

2. 복잡하고 큰 물질을 간단하고 작은 물질로 분해하는 () 작용에서 에너지가 방출된다.

※ ○ 또는 ×

3. 세포 호흡의 전 과정은 미토콘드리아에서 일어난다. ()

4. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지는 모두 ATP에 저장된다. ()

정답

1. 물, 이산화 탄소(이산화 탄소, 물)
2. 이화
3. ×
4. ×

개념 체크

ATP

- ATP는 아데노신에 3개의 인산이 결합한 화합물이고, ADP는 아데노신에 2개의 인산이 결합한 화합물임
- 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ADP가 무기 인산(P_i) 1분자와 결합하여 ATP를 합성하는 과정에서 사용됨

1. ATP는 아데노신에 3개의 ()이 결합한 화합물이다.

2. 세포 호흡에 의해 포도당의 화학 에너지 일부는 ATP의 () 에너지로 저장된다.

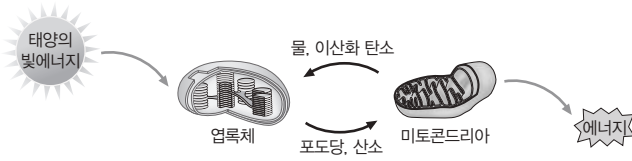
※ ○ 또는 ×

3. ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 에너지가 흡수된다. ()

4. 생물의 성장에 ATP의 화학 에너지가 이용된다. ()

과학 돋보기

광합성과 세포 호흡



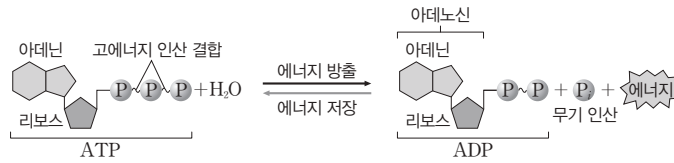
- 광합성: 동화 작용의 대표적인 예로 엽록체에서 일어난다. 작은 분자인 물과 이산화 탄소가 큰 분자인 포도당으로 합성되며, 에너지가 흡수된다.
- 세포 호흡: 이화 작용의 대표적인 예로 주로 미토콘드리아에서 일어난다. 큰 분자인 포도당이 산소와 반응하여 작은 분자인 물과 이산화 탄소를 분해되며, 에너지가 방출된다.
- 공통점: 두 반응 모두 여러 종류의 효소가 관여한다.

(2) 에너지의 전환과 이용

① ATP: 아데노신(아데닌+리보스)에 3개의 인산이 결합한 화합물로 생명 활동에 이용되는 에너지 저장 물질이다.

과학 돋보기

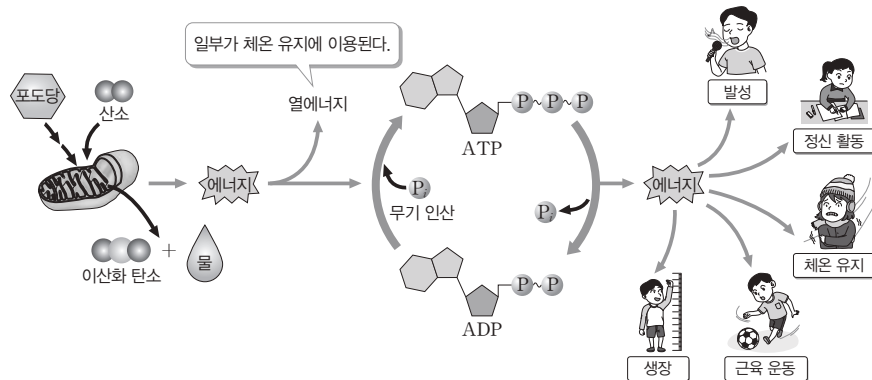
ATP의 합성과 분해



- ATP는 아데닌과 리보스, 3개의 인산이 결합한 화합물이다.
- ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 에너지가 방출된다.
- ADP가 무기 인산(P_i) 1분자와 결합하여 ATP가 합성되면서 에너지가 저장된다.

② 세포 호흡에 의해 포도당의 화학 에너지 일부는 ATP의 화학 에너지로 저장된다.

③ ATP의 화학 에너지는 여러 형태의 에너지로 전환되어 발생, 정신 활동, 체온 유지, 근육 운동, 성장 등의 생명 활동에 이용된다.



에너지의 전환과 이용

정답

1. 인산
2. 화학
3. ×
4. ○

탐구자료 살펴보기 효모에 의한 이산화 탄소 방출량 비교하기

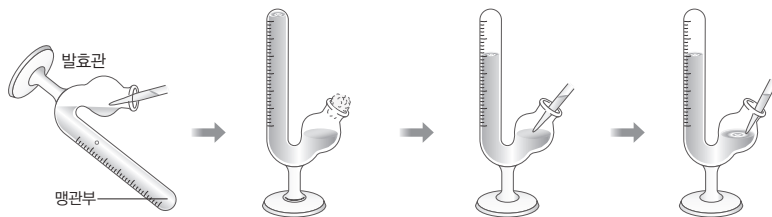
탐구 목표 효모의 물질대사로 발생하는 이산화 탄소의 양을 비교할 수 있다.

준비물 포도당, 건조 효모, 증류수, 약손가락, 약포지, 솜, 비커, 유리 막대, 눈금실린더, 발효관, 전자저울, 시계, 온도계

- 탐구 과정**
- ① 증류수에 포도당을 녹여 5%의 포도당 용액과 10%의 포도당 용액을 만든다.
 - ② 37℃~40℃의 증류수에 건조 효모를 녹여 효모액을 만든다.
 - ③ 발효관 A~C에 용액을 다음과 같이 넣는다.

발효관	용액
A	10% 포도당 용액 20 mL + 증류수 15 mL
B	10% 포도당 용액 20 mL + 효모액 15 mL
C	5% 포도당 용액 20 mL + 효모액 15 mL

- ④ 맹관부에 기체가 들어가지 않도록 발효관을 세우고 입구를 솜으로 막는다.
- ⑤ 맹관부에 모이는 기체의 부피를 2분 간격으로 측정하여 기록한다.
- ⑥ 기체가 더 이상 발생하지 않으면 측정하는 것을 중단하고, 스포이트로 각 발효관의 용액 20 mL를 덜어 낸 후, 수산화 칼륨 수용액을 20 mL씩 넣고 입구를 막는다.
- ⑦ 맹관부에 모인 기체의 부피 변화를 관찰한다.



처리한 용액을 각 발효관의 맹관부가 가득 차게 넣는다. 2분 간격으로 맹관부에 모인 기체의 부피를 측정한다. 더 이상 기체의 부피가 변하지 않으면 각 발효관의 용액을 20 mL씩 덜어 낸다. 각 발효관에 수산화 칼륨 수용액을 20 mL씩 넣는다.

탐구 결과

(단위: mL)

발효관 \ 시간(분)	0	2	4	6	8	10	12
A	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0.5	1	3	5	8	10
C	0	0.2	0.5	1.4	2.5	4	4.9

• 수산화 칼륨 수용액을 처리한 이후 발효관 B와 C의 맹관부에 모인 기체의 부피가 감소하였다.

분석 point

- B와 C에는 효모가 있기 때문에 효모가 포도당을 이용하여 물질대사를 한 결과 이산화 탄소가 발생하였다.
- B의 포도당 용액 농도가 C의 포도당 용액 농도보다 높기 때문에 B에서가 C에서보다 이산화 탄소 발생량이 많다.
- 발효관에 수산화 칼륨 수용액을 처리하면 맹관부에 모인 기체의 부피가 감소한다. 수산화 칼륨은 이산화 탄소와의 화학 반응으로 이산화 탄소를 제거하므로 효모의 물질대사 결과 이산화 탄소가 발생한다는 것을 알 수 있다.

개념 체크

➔ **효모와 물질대사**

- 산소가 있을 때는 산소 호흡으로 물과 이산화 탄소를 생성함
- 산소가 없을 때는 발효로 이산화 탄소와 에탄올을 생성함

1. [탐구자료 살펴보기]에서 효모의 물질대사는 (동화 작용 , 이화 작용) 에 해당한다.

2. [탐구자료 살펴보기]에서 발효관 B의 맹관부에 모인 기체는 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]에서 효모액의 유무는 조작 변인에 해당한다. ()

4. [탐구자료 살펴보기]에서 발효관에 넣은 수산화 칼륨 수용액은 산소와 반응하여 맹관부의 기체 부피를 감소시킨다. ()

정답

1. 이화 작용
2. 이산화 탄소
3. ○
4. ×

[26025-0019]

01 다음은 물질대사에 대한 설명이다.

[26025-0021]

03 다음은 효모를 이용한 실험이다.

생물이 생명 활동을 유지하기 위해서는 ㉠이/가 필요하다. 생물에서는 ㉠을/를 얻기 위해 다양한 ㉡이/가 일어난다. ㉡은/는 생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로, 합성 반응과 분해 반응이 있다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 포도당과 효모액을 넣은 후, 솜으로 막은 발효관의 맹관부에서 기체 ㉠이 생성된다.
 (나) (가)의 발효관에 ㉢수산화 칼륨 수용액을 넣으면 맹관부에 있는 ㉠의 부피가 감소한다.

㉠과 ㉡으로 가장 적절한 것은?

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ㉠ | ㉡ | ㉠ | ㉡ |
| ① 노폐물 | 물질대사 | ② 에너지 | 물질대사 |
| ③ 에너지 | 동화 작용 | ④ 포도당 | 이화 작용 |
| ⑤ 포도당 | 세포 호흡 | | |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 효모에서 이화 작용이 일어난다.
 ㄴ. 이산화 탄소는 ㉠에 해당한다.
 ㄷ. ㉢는 물질대사에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0020]

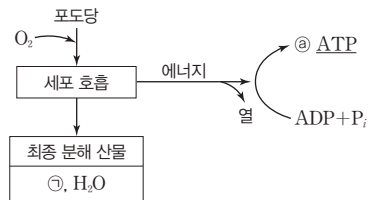
02 그림은 사람에서 일어나는 물질대사 과정 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 동화 작용과 이화 작용을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[26025-0022]

04 그림은 사람에서 세포 호흡을 통해 포도당으로부터 ATP가 생성되는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 이화 작용이다.
 ㄴ. (나)에서 에너지가 흡수된다.
 ㄷ. 포도당이 결합하여 글리코젠으로 합성되는 것은 (나)의 예에 해당한다.

◀ 보기 ▶

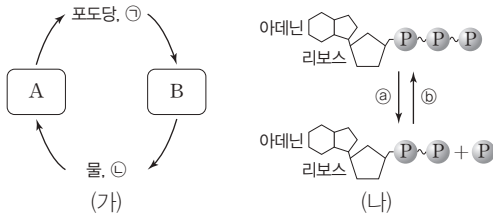
- ㄱ. ㉠은 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.
 ㄴ. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지는 모두 ATP에 저장된다.
 ㄷ. 근육 수축 과정에는 ㉢에 저장된 에너지가 사용된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0023]

05 그림 (가)는 광합성과 세포 호흡에서의 물질의 이동, (나)는 ATP와 ADP 사이의 전환을 나타낸 것이다. A와 B는 광합성과 세포 호흡을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 각각 산소와 이산화 탄소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 엽록체에서 일어난다.
- ㄴ. ㉠의 구성 원소에는 탄소(C)가 포함된다.
- ㄷ. B에서 과정 ㉡가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0024]

06 다음은 사람에서 일어나는 세포 호흡에 대한 자료이다.

(가) I은 조직 세포로 운반된 II에 의해 산화되어 III과 IV로 최종 분해되고, 이 과정에서 에너지가 방출된다. I~IV는 물, 산소, 포도당, 이산화 탄소를 순서 없이 나타낸 것이고, 1분자당 탄소(C) 수는 III > IV이다.

(나) (가)에서 방출된 에너지의 일부는 ㉠에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다. ㉠이 ㉡으로 전환되는 과정에서 방출되는 에너지는 생명 활동에 이용된다. ㉠과 ㉡은 ADP와 ATP를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 소장에서 I이 체내로 흡수된다.
- ㄴ. IV는 배설계를 통해 몸 밖으로 배출된다.
- ㄷ. ㉠은 ATP이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0025]

07 다음은 생물 X에서 일어나는 물질대사에 대한 자료이다.

- (가) 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성한다.
- (나) 세포 호흡을 통해 포도당이 물과 이산화 탄소로 분해된다.
- (다) 포도당이 녹말로 합성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

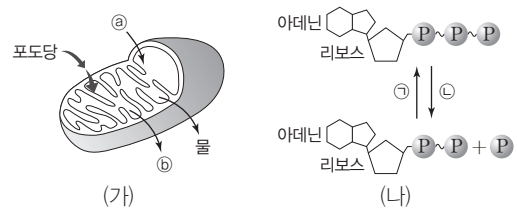
◀ 보기 ▶

- ㄱ. X에는 엽록체와 미토콘드리아가 모두 있다.
- ㄴ. (가)와 (다) 모두에서 에너지가 흡수된다.
- ㄷ. (가)~(다) 모두에서 효소가 이용된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0026]

08 그림 (가)는 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡을, (나)는 ATP와 ADP 사이의 전환을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 산소와 이산화 탄소를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

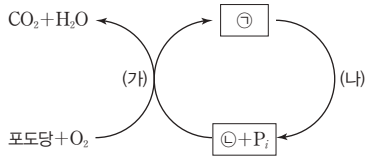
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡는 산소이다.
- ㄴ. (가)에서 과정 ㉠이 일어난다.
- ㄷ. 과정 ㉡에서 인산 결합이 끊어진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0027]

09 그림은 사람의 세포에서 일어나는 물질 전환 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 ADP와 ATP를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

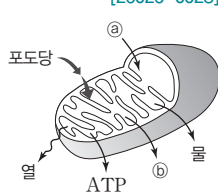
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 과정 (가)에 미토콘드리아가 관여한다.
- ㄴ. 성장에는 과정 (나)에서 방출된 에너지가 이용된다.
- ㄷ. 1분자당 에너지량은 ㉡이 ㉠보다 많다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0028]

10 그림은 사람의 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 산소와 이산화 탄소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 이산화 탄소이다.
- ㄴ. ㉡은 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.
- ㄷ. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0029]

11 다음은 X에 대한 자료이다. X는 ADP와 ATP 중 하나이다.

- ㉠ 아데노신과 인산이 결합한 화합물이다.
- 2개의 고에너지 인산 결합을 갖는다.
- X의 화학 에너지는 ㉡ 생명 활동에 이용된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 ATP이다.
- ㄴ. ㉠에는 리보스가 있다.
- ㄷ. 뉴런에서 흥분의 전도 과정은 ㉡에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0030]

12 다음은 효모의 이산화 탄소 발생량을 비교하기 위한 탐구 과정의 일부이다.

(가) '당 함량이 높은 음료수일수록 효모의 물질대사로 발생하는 이산화 탄소의 양이 많을 것이다.'라고 생각하였다.

(나) 발효관 I~Ⅲ에 표와 같이 용액을 넣고, 일정한 시간이 지난 후 이산화 탄소 발생량을 비교하였다.

발효관	용액
I	증류수 15 mL + 효모액 15 mL
II	음료수 A 15 mL + 효모액 15 mL
III	음료수 B 15 mL + 효모액 15 mL

(다) 이산화 탄소 발생량은 Ⅲ > Ⅱ > I이다.

(라) 당 함량이 높은 음료수일수록 효모의 물질대사로 발생하는 이산화 탄소의 양이 많다는 결론을 내렸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 탐구 과정 중 가설 설정 단계에 해당한다.
- ㄴ. 효모액의 양은 조작 변인이다.
- ㄷ. 당 함량은 A가 B보다 높다.

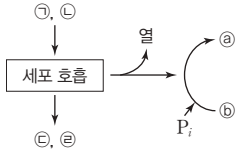
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

수능 3점 테스트

정답과 해설 5쪽 ▶

[26025-0031]

01 그림은 사람에서 일어나는 세포 호흡을 통해 에너지가 생성되는 과정을, 표는 ㉠~㉢의 특징을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 물, 산소, 포도당, 이산화 탄소를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉡와 ㉢은 각각 ADP와 ATP 중 하나이다.



- ㉠은 소화계를 통해 체내로 흡수된다.
- 1분자당 산소(O)의 수는 $\frac{㉢}{㉠+㉡}=0.25$ 이다.

세포 호흡에서 포도당과 산소는 이산화 탄소와 물로 전환된다. 세포 호흡에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부는 ATP 합성에 이용된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

ㄱ. ㉢은 배설계와 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.
 ㄴ. ㉠과 ㉡의 구성 원소에는 모두 수소(H)가 포함되어 있다.
 ㄷ. 1분자당 $\frac{\text{인(P)의 수}}{\text{고에너지 인산 결합의 수}}$ 는 ㉡가 ㉢보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0032]

02 다음은 물질대사에 대한 교사와 학생 A, B의 대화 내용이다.



우리 몸은 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 물질을 합성하고 에너지를 얻는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

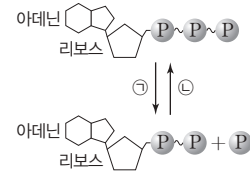
ㄱ. 효소는 ㉠에 이용된다.
 ㄴ. 대식세포가 식세포 작용으로 병원체를 분해하는 것은 ㉡의 예에 해당한다.
 ㄷ. A와 B가 제시한 내용 중 B가 제시한 내용만 옳은 내용에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 에너지가 방출되고, 이 에너지는 여러 형태로 전환되어 다양한 생명 활동에 사용된다.

03 표는 사람에서 일어나는 생명 활동 (가)~(다)를, 그림은 ATP와 ADP 사이의 전환을 나타낸 것이다.

구분	생명 활동
(가)	뉴런의 축삭 돌기 막에서 Na ⁺ - K ⁺ 펌프를 통한 이온의 이동이 일어난다.
(나)	사람의 체온이 낮아지면 근육이 떨리면서 열이 발생한다.
(다)	여러 분자의 아미노산이 결합하여 인슐린을 합성한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (다)에서 에너지가 흡수된다.
- ㄴ. 과정 ㉠에서 방출된 에너지는 (가)와 (나) 모두에서 사용된다.
- ㄷ. 세포 호흡에서 과정 ㉡이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

외부 온도와 상관없이 체온이 일정하게 유지되는 동물은 체온을 유지하기 위해 물질대사가 더욱 활발하게 일어난다.

04 표는 동물 A~C의 1년 동안 사용한 전체 에너지양, 영역별 사용 에너지 비율, 몸무게를 나타낸 것이다. A~C 중 두 동물은 ㉠외부 온도와 상관없이 체온이 일정하게 유지되는 동물이며, 나머지 한 동물은 ㉡외부 온도에 따라 체온이 변하는 동물이다.

동물	A	B	C
1년 동안 사용한 전체 에너지양	340000 kcal/년	4000 kcal/년	8000 kcal/년
영역별 사용 에너지 비율			
몸무게	4 kg	0.025 kg	4 kg

(□ 기초 대사량, □ 활동 대사량, ■ 생식, ▨ 성장, ■ 체온 조절)

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

◀ 보기 ▶

- ㄱ. C는 ㉠이다.
- ㄴ. 1년 동안 사용한 전체 에너지양은 몸무게에 비례한다.
- ㄷ. 1년 동안 체온 조절에 사용한 에너지양은 A가 B보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0035]

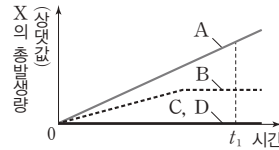
05 다음은 효모를 이용한 물질대사 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 삼각 플라스크 I~IV에 표와 같이 용액을 넣는다. ㉠~㉣은 0, 5, 15를 순서 없이 나타낸 것이다. I~IV의 용액의 처음 온도는 같고, 용액의 총량 또한 서로 같다.

삼각 플라스크	용액		
	효모액	포도당 수용액	증류수
I	㉠ mL	15 mL	15 mL
II	15 mL	㉠ mL	15 mL
III	㉣ mL	15 mL	0 mL
IV	15 mL	㉢ mL	? mL

(나) A~D에서 시간에 따른 기체 X의 총발생량을 측정하여 그 결과를 그림과 같다. X는 산소와 이산화 탄소 중 하나이고, A~D는 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠+㉢=15이다.
- ㄴ. B는 IV이다.
- ㄷ. t_1 일 때 I의 용액은 III의 용액보다 온도가 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

효모에서는 이화 작용인 세포 호흡과 발효가 일어난다. 세포 호흡과 발효의 결과 포도당이 분해되고 이산화 탄소가 발생한다.

[26025-0036]

06 표는 삶은 콩과 발아 중인 콩이 각각 들어 있는 시험관의 온도와 ㉠의 농도 변화를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 삶은 콩이 든 시험관과 발아 중인 콩이 든 시험관을 순서 없이 나타낸 것이고, (가)와 (나)의 처음 온도는 같다. ㉠은 산소와 이산화 탄소 중 하나이다.

시험관	온도	㉠의 농도 변화
(가)	상승	감소
(나)	㉡	일정

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 발아 중인 콩이 든 시험관이다.
- ㄴ. ㉠은 세포 호흡 과정에서 발생한다.
- ㄷ. 상승은 ㉡에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

발아 중인 콩에서는 세포 호흡이 일어나서 산소가 소모되고, 이산화 탄소가 발생한다.

03

물질대사와 건강

개념 체크

3대 영양소

에너지원으로 이용할 수 있는 탄수화물, 단백질, 지방이 포함됨

기체 교환

호흡계를 통해 세포 호흡에 필요한 산소가 흡수되고, 물질대사 결과 생성된 이산화 탄소와 물이 배출됨

1. 소화 과정을 통해 지방은 모노글리세리드와 () 으로 분해된다.

2. 폐는 작은 주머니 모양의 수많은 () 로 구성되어 있어 공기와 접하는 면적이 넓다.

※ ○ 또는 ×

3. 과당과 갈락토스는 모두 이당류이다. ()

4. 순환계의 세포에서 이산화 탄소가 생성된다. ()

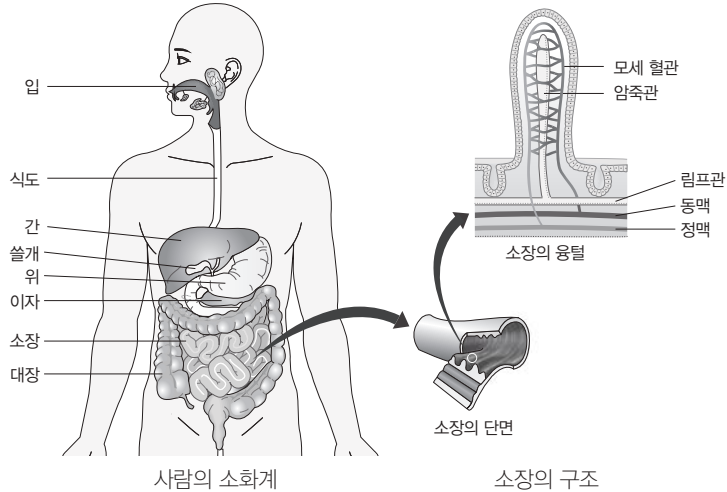
정답

1. 지방산
2. 폐포
3. ×
4. ○

1 기관계와 에너지 대사

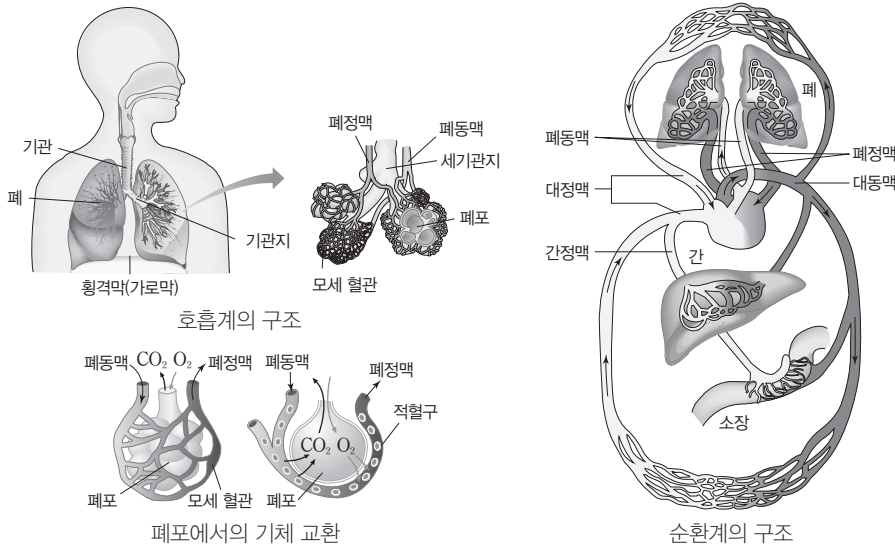
(1) **영양소의 흡수와 이동**: 음식물 속에 들어 있는 영양소를 체내에서 이용하기 위해 흡수 가능한 형태인 포도당, 지방산, 아미노산 등으로 분해하여 흡수한다. 소화계에서 영양소의 소화와 흡수가 이루어지고, 흡수된 영양소는 순환계를 통해 이동한다.

- ① 영양소: 에너지원으로 이용할 수 있는 영양소에는 탄수화물, 단백질, 지방이 있다.
- ② 영양소의 소화: 3대 영양소인 탄수화물, 단백질, 지방은 분자의 크기가 커서 세포막을 통과하지 못하므로 음식물이 소화관을 지나는 동안 소화 과정을 통해 작은 분자로 분해되어 체내로 흡수된다.
- ③ 3대 영양소의 소화 산물: 탄수화물은 포도당, 과당, 갈락토스와 같은 단당류로, 단백질은 아미노산으로, 지방은 지방산과 모노글리세리드로 분해된다.
- ④ 영양소의 흡수 및 운반: 소장에서 최종 소화된 영양소는 소장 내벽의 용털에서 모세 혈관과 암죽관으로 흡수된 후, 순환계를 통하여 온몸의 조직 세포로 공급된다.



(2) **기체의 교환과 물질의 운반**: 호흡계를 통해 세포 호흡에 필요한 산소가 흡수되고, 물질대사 결과 생성된 노폐물인 이산화 탄소와 물이 배출된다. 흡수된 산소는 순환계를 통해 조직 세포로 이동하고, 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소는 순환계를 통해 호흡계로 이동한다.

- ① 호흡계: 코, 기관, 기관지, 폐 등으로 이루어져 있다. 폐는 작은 주머니 모양의 매우 많은 폐포로 구성되어 있어 공기와 접하는 표면적이 넓다.
- ② 순환계: 심장, 혈관 등으로 구성되어 있다. 혈액은 온몸에 퍼져 있는 혈관을 따라 순환하며 물질을 운반한다.
- ③ 기체 교환: 폐로 들어온 외부 공기 중 산소는 폐포에서 모세 혈관(혈액)으로 유입된 후 조직 세포로 이동하고, 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소는 조직 세포에서 모세 혈관(혈액)으로 이동한 후 폐포로 배출된다.

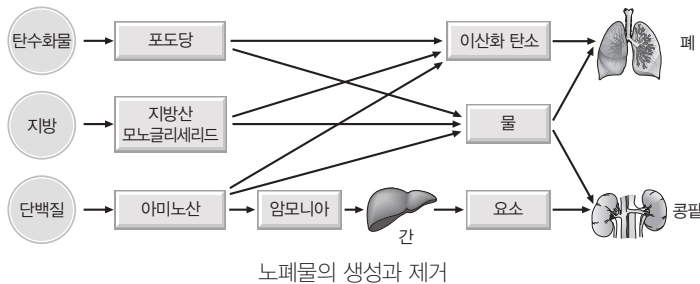


- ④ 순환계를 통한 물질 운반: 혈액은 소화 기관에서 흡수한 영양소와 호흡 기관에서 흡수한 산소를 조직 세포에 공급하고, 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소와 요소 등의 노폐물을 각각 호흡 기관인 폐와 배설 기관인 콩팥으로 운반하는 일을 담당한다.

(3) 노폐물의 생성과 배설

- ① 노폐물의 생성과 제거: 조직 세포에서 세포 호흡의 결과 생성된 노폐물은 혈액으로 운반되어 날숨과 오줌을 통해 몸 밖으로 배출된다.

영양소	노폐물	제거 경로
탄수화물, 지방	이산화 탄소	폐에서 날숨을 통해 배출
단백질	물	콩팥을 통해 오줌으로 배설되거나 폐에서 날숨을 통해 배출
단백질	암모니아	대부분 간에서 요소로 전환된 후 콩팥에서 걸러져 오줌을 통해 배설



- ② 이산화 탄소의 생성과 제거: 탄수화물, 지방, 단백질의 분해 과정에서 이산화 탄소가 생성되며, 이산화 탄소는 주로 폐로 운반되어 날숨을 통해 배출된다.
- ③ 물의 생성과 제거: 탄수화물, 지방, 단백질의 분해 과정에서 물이 생성되며, 물은 몸속에서 다시 이용되거나 콩팥이나 폐로 운반되어 오줌이나 날숨을 통해 배출된다.
- ④ 암모니아의 생성과 제거: 단백질의 분해 과정에서 생성된 암모니아는 간으로 운반되어 비교적 독성이 약한 요소로 전환된 다음, 콩팥으로 운반되어 오줌을 통해 배설된다.

개념 체크

➔ **순환계**
혈액을 통해 영양소와 산소, 이산화 탄소와 요소 등의 노폐물이 운반됨

➔ **질소 노폐물**
질소를 포함한 노폐물로 암모니아, 요소 등이 해당되며 사람의 경우 독성이 강한 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환되어 몸 밖으로 배설됨

1. 영양소와 산소, 이산화 탄소를 운반하는 혈액은 기관계 중 ()에 속한다.

2. 탄수화물이 분해되어 생성되는 노폐물에는 물과 ()가 있다.

※ ○ 또는 ×

3. 노폐물인 물은 콩팥과 폐를 통해 배출될 수 있다. ()

4. 사람의 간에서 암모니아가 요소로 전환된다. ()

정답

1. 순환계
2. 이산화 탄소
3. ○
4. ○

개념 체크

❗ 지시약

pH에 따라 색깔 변화가 뚜렷하게 나타나며, BTB(산성-노란색, 중성-초록색, 염기성-파란색), 페놀프탈레인(산성과 중성-무색, 염기성-붉은색) 등을 주로 사용함

1. 콩즙 속 효소인 ()는 요소의 분해를 촉진한다.

2. [탐구자료 살펴보기]의 오줌과 생콩즙을 섞은 F의 용액에서 시간이 지남에 따라 pH가(증가, 감소)하였다.

※ ○ 또는 ×

3. 요소가 분해되면 산성인 암모니아가 생성된다. ()

4. 순환계는 각 기관계를 통합적으로 연결하는 역할을 한다. ()

정답

1. 유레이스
2. 증가
3. ×
4. ○

탐구자료 살펴보기

생콩즙으로 오줌 속의 요소 분해하기

- 탐구과정 ① 물에 불린 콩을 물과 함께 믹서에 넣고 갈아서 거름망으로 걸러 생콩즙을 만든다.
 ② 증류수, 요소 용액, 오줌을 준비한다.



③ 시험관 A~F에 다음과 같이 용액을 넣어 섞은 후 BTB 용액을 떨어뜨려 변화된 색깔을 관찰한다.

시험관	용액	시험관	용액
A	증류수	D	증류수+생콩즙
B	요소 용액	E	요소 용액+생콩즙
C	오줌	F	오줌+생콩즙

탐구결과

시험관	A	B	C	D	E	F
용액	증류수	요소 용액	오줌	증류수+생콩즙	요소 용액+생콩즙	오줌+생콩즙
변화된 색깔	초록색	초록색	초록색	노란색	파란색	파란색

탐구 point

- BTB 용액은 산성일 때 노란색, 중성일 때 초록색, 염기성일 때 파란색을 띤다.
- 생콩즙에 있는 효소 유레이스는 요소를 분해하여 염기성인 암모니아를 생성한다. 따라서 요소가 포함되어 있는 용액에 생콩즙을 넣으면 생콩즙 속 유레이스가 요소를 분해하여 암모니아가 생성되므로 BTB 용액을 넣으면 푸른색을 띤다.
- E와 F 모두 생콩즙 속 유레이스에 의해 요소가 분해되어 암모니아가 생성되었으므로 파란색을 띤다.

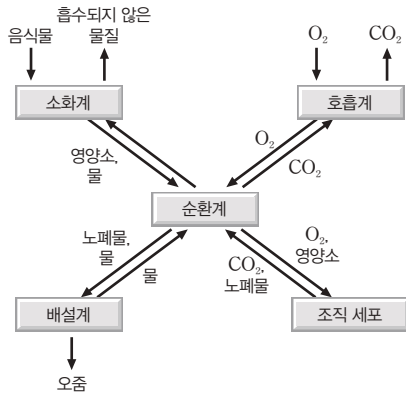
2 기관계의 통합적 작용

생명 활동이 지속적으로 이루어지기 위해서는 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 상호 작용이 원활하게 일어나야 한다.

(1) 순환계와 다른 기관계의 상호 작용: 순환계는 각 기관계를 연결하는 중요한 역할을 한다.

- ① 소화계와 순환계: 음식물에 들어 있는 영양소를 소화하여 흡수한 후 온몸의 조직 세포로 운반한다.
- ② 호흡계와 순환계: 폐에서 산소를 흡수한 후 조직 세포로 운반하고, 조직 세포의 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소를 폐로 운반한다.
- ③ 배설계와 순환계: 조직 세포의 세포 호흡 결과 생성된 노폐물을 콩팥까지 운반하고, 콩팥에서 노폐물을 걸러내 몸 밖으로 내보낸다.

(2) 각 기관계의 통합적 작용: 소화계, 호흡계, 순환계, 배설계는 각각 고유의 기능을 수행하면서 서로 협력하여 에너지 생성에 필요한 영양소와 산소를 세포에 공급하고 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 기능을 함으로써 생명 활동이 원활하게 이루어지도록 한다.



순환계와 다른 기관계의 상호 작용

소화계	순환계
음식물 속의 영양소를 세포가 흡수할 수 있는 크기로 분해하고 몸속으로 흡수한다.	소화계를 통해 흡수된 영양소와 호흡계를 통해 흡수된 산소를 조직 세포로 운반하고, 조직 세포에서 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소와 노폐물을 각각 호흡계와 배설계로 운반한다.
호흡계	배설계
세포 호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보낸다.	조직 세포에서 세포 호흡의 결과 생성된 노폐물을 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보낸다.

3 대사성 질환과 에너지 균형

(1) **대사성 질환**: 우리 몸에서 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환을 모두 일컬어 대사성 질환이라 한다.

① **대사성 질환의 종류와 증상**: 당뇨병, 고혈압, 고지혈증(고지질 혈증), 심혈관 질환, 뇌혈관 질환 등

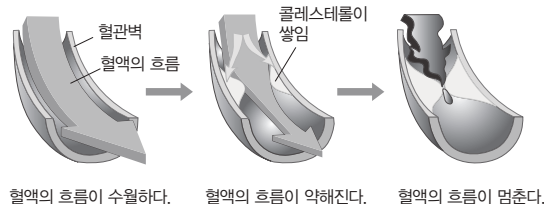
당뇨병	혈당량 조절에 필요한 인슐린의 분비가 부족하거나 인슐린이 제대로 작용하지 못해 발생한다. 혈당량이 정상보다 높아 오줌 속에 포도당이 섞여 나오고 여러 가지 합병증을 일으킨다.
고혈압	혈압이 정상보다 높은 만성 질환으로, 심혈관 질환 및 뇌혈관 질환의 원인이 된다.
고지혈증(고지질 혈증)	혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 많은 상태로 지질 성분이 혈관 내벽에 쌓이면 동맥벽의 탄력이 떨어지고 혈관의 지름이 좁아지는 동맥 경화 등 심혈관 질환의 원인이 된다.

② **대사 증후군**: 체내 물질대사 장애로 인해 높은 혈압, 높은 혈당, 비만, 이상 지질 혈증 등의 증상이 한 사람에게서 동시에 나타나는 것을 말한다.

③ **대사 증후군의 예방**: 대사 증후군을 방지하면 당뇨병, 심혈관 질환 등 심각한 질환으로 발전할 가능성이 높으므로 대사 증후군이 발생하지 않도록 예방하는 것이 필요하다.

과학 돋보기 고지혈증(고지질 혈증)

- 고지혈증은 혈액 속에 콜레스테롤, 중성 지방 등이 과다하게 들어 있는 상태를 말한다.
- 혈액 속 콜레스테롤이 혈관벽에 쌓이면 혈액의 흐름을 방해하여 혈액 순환이 잘 이루어지지 않으며 심하면 혈액의 흐름이 멈추기도 한다.



(2) **에너지의 균형**: 생명 활동을 정상적으로 유지하고 건강한 생활을 하기 위해서는 음식물 섭취로부터 얻는 에너지양과 활동으로 소비하는 에너지양 사이에 균형이 잘 이루어져야 한다.

① **기초 대사량**: 체온 조절, 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 활동과 같은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이다.

개념 체크

④ 대사 증후군

체내 물질대사 장애로 인한 여러 증상이 한 사람에게서 동시에 나타나는 것을 의미함

④ 대사성 질환

대사 증후군을 방지하면 당뇨병, 심혈관 질환 등 심각한 대사성 질환이 발생할 수 있음

1. 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환은 () 질환에 속한다.

2. 혈당량 조절에 필요한 호르몬인 ()이 부족하면 당뇨병이 발생할 수 있다.

※ ○ 또는 ×

3. 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 과다하게 들어 있는 상태를 고지혈증이라고 한다. ()

4. 조직 세포에서 세포 호흡이 일어날 때 이산화 탄소가 사용되고 산소가 생성된다. ()

정답

1. 대사성
2. 인슐린
3. ○
4. ×

개념 체크

1일 대사량

기초 대사량, 활동 대사량, 음식물의 소화와 흡수에 필요한 에너지양 등을 더한 값

비만

에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되면 사용하고 남은 에너지가 체내에 축적되어 비만이 될 수 있음

1. ()은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이다.

2. 에너지 과잉 상태는 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 지속적으로 (많은, 적은) 상태이다.

※ ○ 또는 ×

3. 활동 대사량은 기초 대사량에 포함된다. ()

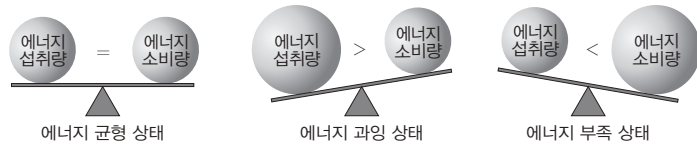
4. 1일 대사량에 영향을 미치는 요인에는 성별, 나이가 포함된다. ()

② 활동 대사량: 기초 대사량 이외에 밥 먹기, 공부하기, 운동하기 등 다양한 활동을 하면서 소모되는 에너지양이다.

③ 1일 대사량: 기초 대사량과 활동 대사량, 음식물의 소화와 흡수에 필요한 에너지양 등을 더한 값으로 하루 동안 생활하는 데 필요한 총에너지양이다. 1일 대사량은 성별, 나이, 체질, 활동의 종류에 따라 다르다.

④ 에너지 섭취량과 소비량의 균형

- 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많을 때: 사용하고 남은 에너지가 체내에 축적되어 비만이 될 수 있다. 비만은 다양한 질병의 원인이 된다.
- 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많을 때: 에너지가 부족하여 우리 몸에 저장된 지방이나 단백질로부터 에너지를 얻게 된다. 따라서 체중이 감소하고 영양 부족 상태가 될 수 있다.



탐구자료 살펴보기 1일 에너지 섭취량과 소비량

자료 탐구

- 체중이 60 kg인 철수의 1일 에너지 섭취량과 활동에 따른 에너지 소비량 및 1일간 활동 시간을 나타낸 것이다.
- 음식물로부터 얻은 에너지 섭취량(kcal)

아침		점심		저녁	
음식물	에너지양	음식물	에너지양	음식물	에너지양
쌀밥	300	자장면	780	쌀밥	360
된장국	110	탕수육	320	미역국	260
배추김치	60	배추김치	50	고등어구이	180
달걀찜	80	단무지	20	도라지나물	60
버섯볶음	60			배추김치	60
합계	610	합계	1170	합계	920

• 활동에 따른 에너지 소비량(kcal/kg·h)

활동	에너지양	활동	에너지양
잠자기	1.0	축구	8.5
식사	1.8	TV 시청	1.1
걷기	3.0	청소	3.0
공부하기	1.8	기타 활동	1.5

• 1일간 활동 시간(h)

활동	시간	활동	시간
잠자기	7.0	축구	1.0
식사	3.0	TV 시청	1.5
걷기	1.5	청소	0.5
공부하기	8.0	기타 활동	1.5

탐구 분석

- 철수의 1일 에너지 섭취량은 하루 종일 음식물로부터 얻은 에너지 섭취량을 합하여 계산한다. $610 + 1170 + 920 = 2700(\text{kcal})$
- 철수의 1일 에너지 소비량은 활동에 따른 에너지 소비량과 체중, 활동 시간을 곱하고 활동별로 합하여 계산한다. $\text{잠자기}(1 \times 60 \times 7) + \text{식사}(1.8 \times 60 \times 3) + \text{걷기}(3 \times 60 \times 1.5) + \text{공부하기}(1.8 \times 60 \times 8) + \text{축구}(8.5 \times 60 \times 1) + \text{TV 시청}(1.1 \times 60 \times 1.5) + \text{청소}(3 \times 60 \times 0.5) + \text{기타 활동}(1.5 \times 60 \times 1.5) = 2712(\text{kcal})$

탐구 point

- 철수의 1일 에너지 섭취량은 2700 kcal이고 1일 에너지 소비량은 2712 kcal로 거의 비슷하므로 에너지 균형을 이루고 있다.

정답

1. 기초 대사량
2. 적은
3. ×
4. ○

수능 2점 테스트

01 다음은 사람 몸에 있는 각 기관계의 통합적 작용에 대한 설명이다. ㉠~㉣은 배설계, 소화계, 순환계, 호흡계를 순서 없이 나타낸 것이다.

[26025-0037]

㉠에서 소화되어 몸 안으로 흡수된 영양소와 ㉡을 통해 흡수된 산소가 ㉢을 통해 운반되어 조직 세포에 공급되고, 조직 세포에서 생성된 노폐물이 ㉣을 통해 운반되어 ㉡과 ㉢을 통해 몸 밖으로 배출된다.

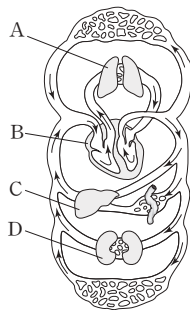
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶
 가. ㉢은 호흡계이다.
 나. 혈관은 ㉢에 속하는 기관이다.
 다. ㉠에는 글리코젠의 합성이 일어나는 기관이 있다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

02 그림은 사람의 혈액 순환 경로를 나타낸 것이다. A~D는 간, 폐, 심장, 콩팥을 순서 없이 나타낸 것이다.

[26025-0038]



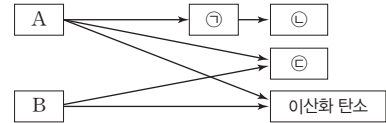
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶
 가. A에서 흡수된 물질 중 일부가 B에서 사용된다.
 나. C에서 암모니아가 요소로 전환된다.
 다. C와 D는 같은 기관계에 속하는 기관이다.

- ① 나 ② 다 ③ 가, 나 ④ 가, 다 ⑤ 가, 나, 다

03 그림은 사람에서 일어나는 영양소의 물질대사 과정 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 지방과 단백질 중 하나이고, ㉠~㉣은 물, 요소, 암모니아를 순서 없이 나타낸 것이다.

[26025-0039]



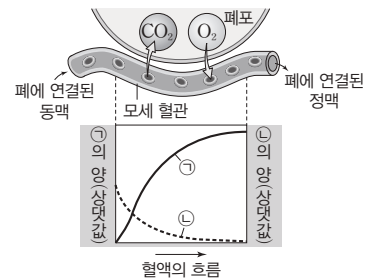
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶
 가. A는 지방이다.
 나. 폐에서 ㉡과 ㉢이 모두 배출된다.
 다. B와 ㉠의 구성 원소에 모두 수소(H)가 포함된다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

04 그림은 폐포 주변의 모세 혈관에서 혈액이 이동함에 따라 혈액의 단위 부피당 ㉠과 ㉡의 양 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 CO₂와 O₂를 순서 없이 나타낸 것이다.

[26025-0040]



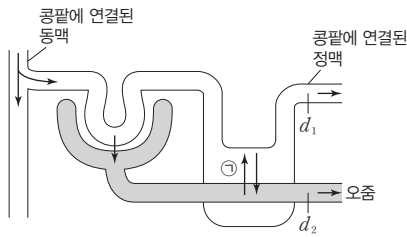
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶
 가. ㉠은 CO₂이다.
 나. 적혈구를 통해 ㉠이 운반된다.
 다. ㉡은 조직 세포에서 세포 호흡을 통해 생성된다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

[26025-0041]

05 그림은 콩팥의 오줌 생성 과정에서 일어나는 물질 이동을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠의 이동에 물이 포함된다.
- ㄴ. 오줌에는 질소 노폐물이 있다.
- ㄷ. 요소의 농도는 지점 d_1 에서가 지점 d_2 에서보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0042]

06 표는 시험관 I ~ III에 표와 같이 용액을 넣고 일정 시간 t 가 지난 후 용액의 액성을 측정한 결과를 나타낸 것이다.

시험관	넣은 용액	액성
I	요소 용액 + 증류수	중성
II	요소 용액 + 생콩즙	염기성
III	요소 용액 + 끓인 콩즙	산성

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

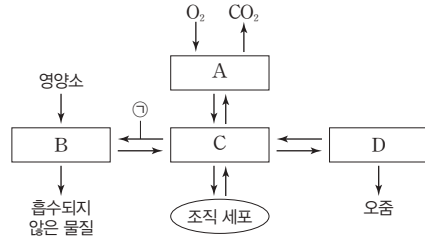
◀ 보기 ▶

- ㄱ. II에 넣기 전의 생콩즙은 염기성이다.
- ㄴ. II에서 요소가 분해되어 암모니아가 생성되었다.
- ㄷ. 요소 분해 효소의 구성 성분에는 단백질이 포함된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0043]

07 그림은 사람 몸에 있는 각 기관계의 통합적 작용을 나타낸 것이다. A~D는 배설계, 소화계, 순환계, 호흡계를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 순환계이다.
- ㄴ. ㉠에는 질소 노폐물의 이동이 포함된다.
- ㄷ. D는 A와 B를 연결하는 역할을 한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0044]

08 다음은 체내 물질대사 이상에 대한 설명이다. ㉠과 ㉡은 대사성 질환과 대사 증후군을 순서 없이 나타낸 것이다.

한 사람에게서 높은 혈압, 높은 혈당, 비만, 이상 지질 혈증 등의 증상이 동시에 나타나는 것을 ㉠이라고 한다. ㉠은 ㉢ 당뇨병, ㉡ 고혈압, 고지혈증 등의 ㉡으로 발전할 가능성이 높다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 대사 증후군이다.
- ㄴ. 오줌 속에 포도당이 섞여 나오는 것은 ㉢의 증상에 해당한다.
- ㄷ. ㉡는 심혈관 질환의 원인이 될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0045]

09 표는 성인의 체질량 지수에 따른 분류를 나타낸 것이다.

체질량 지수*	분류
18.5 미만	저체중
18.5 이상 23.0 미만	정상 체중
23.0 이상 25.0 미만	과체중
25.0 이상 30.0 미만	비만 1단계
30.0 이상 35.0 미만	비만 2단계
35.0 이상	비만 3단계

* 체질량 지수

$$= \frac{\text{몸무게(kg)}}{\text{키의 제곱(m}^2\text{)}}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 체질량 지수가 26.0인 사람은 과체중에 해당한다.
 - ㄴ. 몸무게가 50 kg이고 키가 1.5 m인 성인은 정상 체중에 해당한다.
 - ㄷ. 비만 3단계인 사람은 정상 체중인 사람보다 대사성 질환을 나타낼 가능성이 낮다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0046]

10 그림 (가)는 사람 A의, (나)는 사람 B의 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 비교하여 나타낸 것이다.



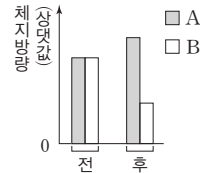
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. (가)는 에너지 과잉 상태에 해당한다.
 - ㄴ. (가)의 상태가 지속되면 A는 몸에 저장된 영양소를 분해하여 에너지를 얻는다.
 - ㄷ. (나)의 상태가 지속되면 B는 비만이 될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0047]

11 그림은 같은 종인 동물 A와 B의 체지방량을 일정 기간 t의 전후에 각각 측정한 결과를 나타낸 것이다. t 동안 A와 B 중 하나는 많은 양의 먹이를, 다른 하나는 적은 양의 먹이를 섭취하였고, A와 B 중 하나만 체중이 증가하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. t 동안 A의 체중은 감소하였다.
 - ㄴ. t 동안 B에서 세포 호흡이 일어났다.
 - ㄷ. t 동안 많은 양의 먹이를 섭취한 동물은 B이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0048]

12 다음은 에너지 대사량에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



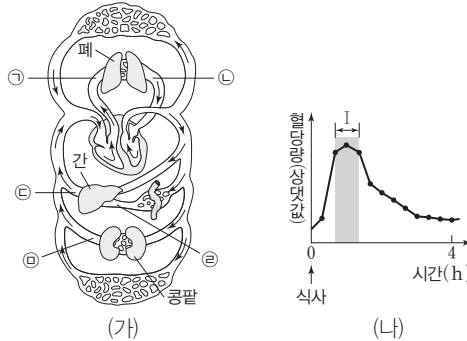
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

[26025-0049]

순환계는 호흡계, 소화계, 배설계를 통합적으로 연결하여 생명 활동이 원활하게 이루어 지도록 한다.

01 그림 (가)는 정상인의 혈액 순환 경로를, (나)는 이 사람의 식사 후 혈당량 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

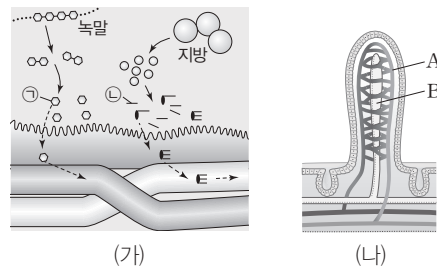
- ㄱ. 단위 부피당 O₂의 양은 ㉠의 혈액이 ㉡의 혈액보다 적다.
- ㄴ. 구간 I 동안 혈당량은 ㉢의 혈액이 ㉣의 혈액보다 높다.
- ㄷ. 단위 부피당 요소의 양은 ㉤의 혈액이 ㉥의 혈액보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

작은 분자로 소화된 영양소가 소장 내벽의 용털을 통해 흡수된 후, 수용성 영양소는 혈관을 따라 이동하고 지용성 영양소는 암죽관과 림프관을 따라 이동한다.

[26025-0050]

02 그림 (가)는 사람의 소장에서 영양소가 소화되어 흡수되는 과정을, (나)는 소장 용털의 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 지방산과 포도당 중 하나이고, A와 B는 암죽관과 모세 혈관을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 포도당이다.
- ㄴ. 지방은 소화 효소에 의해 ㉡과 모노글리세리드로 분해된다.
- ㄷ. A는 암죽관이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0051]

03 다음은 오줌 속의 요소 분해에 대한 실험이다.

- 콩즙에 들어 있는 유레이스는 요소를 가수 분해하여 물질 ㉠과 이산화 탄소를 생성하는 반응을 촉매한다.
- BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 나타낸다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 콩즙이 오줌 속의 요소를 분해할 것이라고 생각했다.

(나) 시험관 I ~ III에서 표와 같이 용액을 첨가한 직후인 시점 t_1 과 일정 시간이 지난 후인 시점 t_2 일 때 각 용액의 색을 관찰한 결과는 표와 같다.

시험관	용액	t_1	t_2
I	오줌 + BTB 용액	초록색	초록색
II	콩즙 + BTB 용액	노란색	노란색
III	오줌 + 콩즙 + BTB 용액	노란색	파란색

(다) 콩즙이 오줌 속의 요소를 분해한다는 결론을 내렸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

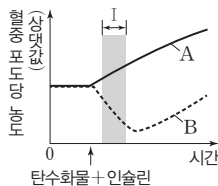
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 아미노산은 ㉠에 해당한다.
- ㄴ. pH는 I의 오줌이 II의 콩즙보다 높다.
- ㄷ. III의 용액에서 t_1 과 t_2 사이에 H^+ 의 농도가 증가하였다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0052]

04 그림은 당뇨병 환자 A와 B가 탄수화물을 섭취한 후 인슐린을 주사하였을 때 시간에 따른 혈중 포도당 농도를, 표는 당뇨병의 원인을 나타낸 것이다. A와 B는 제1형 당뇨병 환자와 제2형 당뇨병 환자를 순서 없이 나타낸 것이다.



당뇨병	원인
제1형 당뇨병	이자의 β 세포가 파괴되어 인슐린이 생성되지 못함
제2형 당뇨병	인슐린의 표적 세포가 인슐린에 반응하지 못함

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 제2형 당뇨병 환자이다.
- ㄴ. 대사성 질환 중에는 당뇨병이 있다.
- ㄷ. 구간 I 동안 B의 간에서 글리코젠의 합성이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

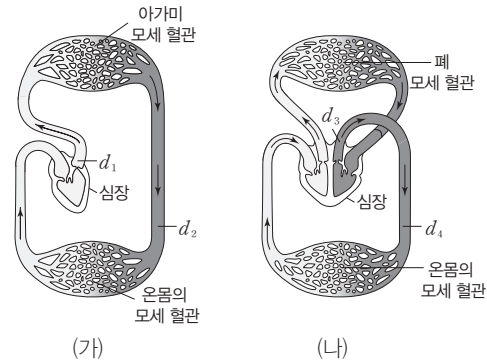
콩즙의 유레이스는 요소가 암모니아와 이산화 탄소로 분해되는 반응을 촉진한다.

인슐린은 간과 근육 세포에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정을 촉진한다.

심장의 수축과 이완에 의해 혈액 순환이 일어나고, 심장에서 나온 혈액은 동맥, 모세혈관, 정맥을 따라 이동하면서 혈압이 낮아진다.

[26025-0053]

05 그림 (가)는 어류의 순환계를, (나)는 포유류의 순환계를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 심장으로 부터 나온 혈액은 모세혈관을 거치면서 혈압이 급격히 낮아진다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

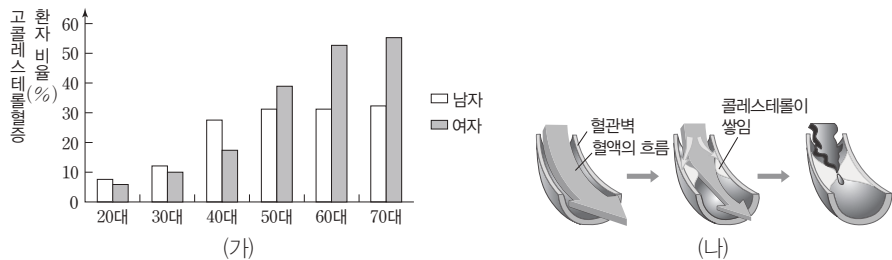
- ㄱ. (가)에서 심장으로 부터 나온 혈액은 아가미와 온몸의 모세혈관을 모두 거친 후에 심장으로 돌아온다.
- ㄴ. 심장과 혈관은 모두 순환계에 속한다.
- ㄷ. 지점 d_1 의 혈압은 지점 d_3 의 혈압보다 작다.
지점 d_2 의 혈압은 지점 d_4 의 혈압보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

고지혈증은 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 많이 들어 있는 상태이고, 고콜레스테롤혈증은 혈액 속의 총콜레스테롤 수치가 높은 상태이다.

[26025-0054]

06 그림 (가)는 어떤 지역에서 연령대와 성별에 따른 고콜레스테롤혈증 환자의 비율을, (나)는 혈액 속 콜레스테롤이 혈관벽에 쌓여 혈액의 흐름을 방해하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

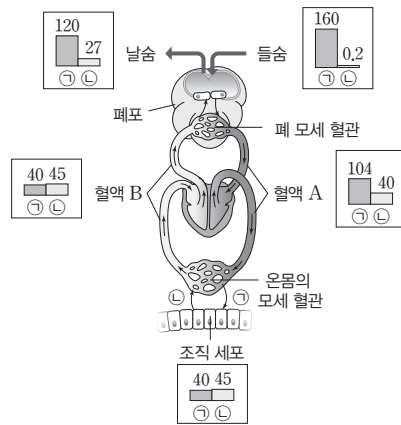
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 콜레스테롤은 지질에 속한다.
- ㄴ. (가)의 50대~70대에서 고콜레스테롤혈증 환자의 비율은 남자에서가 여자에서보다 높다.
- ㄷ. 이 지역에서 70대인 사람은 30대인 사람보다 (나)의 증상을 나타낼 확률이 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0055]

07 그림은 사람의 들숨, 혈액 A, 조직 세포, 혈액 B, 날숨에서 기체 ㉠과 ㉡의 분압을 각각 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 O₂와 CO₂를 순서 없이 나타낸 것이다.



단위 부피당 산소의 양은 혈액 A가 혈액 B보다 많고, 단위 부피당 이산화 탄소의 양은 혈액 A가 혈액 B보다 적다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

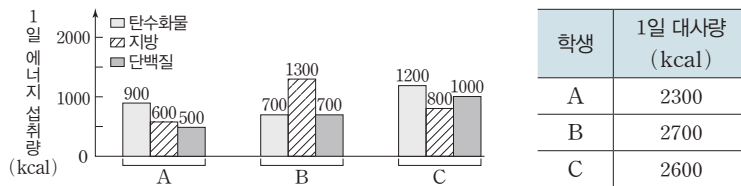
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 CO₂이다.
- ㄴ. 단위 부피당 O₂의 양은 혈액 A가 혈액 B보다 적다.
- ㄷ. ㉡은 순환계를 통해 조직 세포에서 호흡계로 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0056]

08 그림은 학생 A~C의 평균 1일 에너지 섭취량을, 표는 A~C의 평균 1일 대사량을 나타낸 것이다.



3대 영양소인 탄수화물, 지방, 단백질 섭취를 통해 에너지를 얻을 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 1일 대사량은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이다.
- ㄴ. B는 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이루고 있다.
- ㄷ. 현재와 같은 상태가 지속되면 A와 C는 모두 체중이 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개념 체크

뉴런의 구조

기본적으로 신경 세포체, 가지 돌기, 축삭 돌기로 이루어짐

말이집 유무에 따른 뉴런의 흥분 전도 속도

축삭 돌기의 전체에서 흥분이 발생하는 민말이집 뉴런에 비해 랑비에 결절에서만 흥분이 발생하는 말이집 뉴런의 흥분 전도 속도가 빠름

1. 뉴런의 구조에서 () 에 핵과 미토콘드리아가 있다.

2. () 은 슈반 세포가 뉴런의 축삭 돌기를 감아 형성된 구조이다.

* ○ 또는 ×

3. 뉴런의 축삭 돌기에서 말이집으로 싸여 있는 부분은 활동 전위가 발생할 수 있다. ()

4. 민말이집 뉴런에서 흥분이 이동할 때 도약전도가 일어난다. ()

1 뉴런

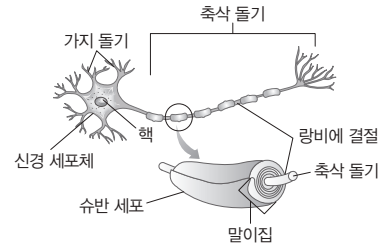
(1) 뉴런의 구조: 신경계를 구성하는 뉴런은 매우 다양한 형태를 가지고 있으나 기본적으로 신경 세포체, 가지 돌기, 축삭 돌기로 이루어져 있다.

① 신경 세포체: 핵, 미토콘드리아 등이 있는 신경 세포체는 뉴런에 필요한 물질과 에너지를 생성하며, 뉴런의 생명 활동을 조절한다.

② 가지 돌기: 신경 세포체에서 뻗어 나온 나뭇가지 모양의 짧은 돌기로, 다른 뉴런이나 세포로부터 자극을 받아들인다.

③ 축삭 돌기: 신경 세포체에서 뻗어 나온 긴 돌기로, 말단 부위까지 신호가 이동하며 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.

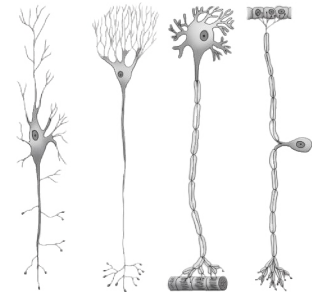
④ 말이집: 슈반 세포가 뉴런의 축삭 돌기를 반복적으로 감아 형성된 구조로 말이집으로 싸여 있는 부분에서는 흥분이 발생하지 않는다.



과학 돋보기

뉴런의 다양한 구조

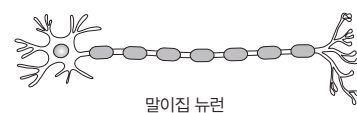
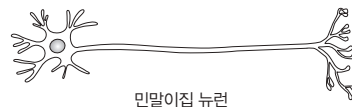
- 뉴런의 기본적인 구조는 신호를 받아들이는 부분, 신호를 이동시키는 부분, 신호를 다른 세포로 전달하는 부분으로 구성된다.
- 뉴런은 기능과 위치에 따라 다양한 구조를 갖는다.
- 뉴런을 구조에 따라 분류할 때 신경 세포체의 위치와 같은 특성을 기준으로 분류한다.



(2) 뉴런의 종류: 뉴런을 구분하는 기준에는 말이집의 유무나 뉴런의 기능 등이 있다.

① 말이집 유무에 따른 구분

- 민말이집 뉴런: 축삭 돌기가 말이집으로 싸여 있지 않은 뉴런을 민말이집 뉴런이라고 한다. 민말이집 뉴런은 축삭 돌기의 전체에서 흥분이 발생한다.
- 말이집 뉴런: 축삭 돌기의 일부가 말이집으로 싸여 있는 뉴런을 말이집 뉴런이라고 한다. 말이집에 의해 절연된 축삭 돌기 부분에서는 흥분이 발생하지 않고 말이집으로 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 흥분이 발생한다. 이처럼 랑비에 결절에서 연속적으로 흥분이 발생해 흥분이 전도되는 현상을 도약전도라고 한다. 도약전도가 일어나는 말이집 뉴런은 도약전도가 일어나지 않는 민말이집 뉴런보다 흥분 전도 속도가 빠르다.



정답

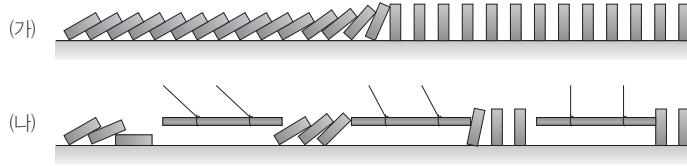
1. 신경 세포체
2. 말이집
3. ×
4. ×

탐구자료 살펴보기

흥분 전도 속도 비교하기

탐구 과정

- ① 일반적인 도미노 (가)와 중간에 도미노 팻말을 밀 수 있는 막대를 매달아 놓은 변형 도미노 (나)를 설치한다. (가)와 (나)의 길이는 서로 같다.
- ② 시작점에서 동시에 도미노 팻말을 넘어뜨린다.
- ③ 어느 도미노에서 마지막 도미노 팻말이 먼저 넘어지는지 확인한다.



탐구 결과

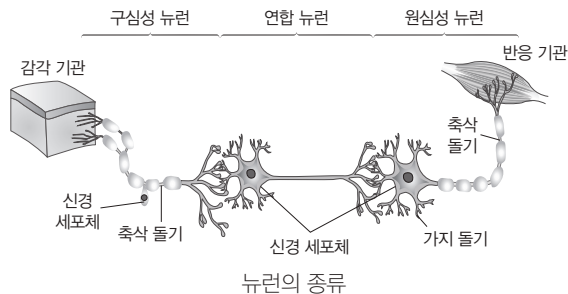
- 막대를 매달아 놓지 않은 (가)에서보다 막대를 매달아 놓은 (나)에서 도미노의 마지막 팻말이 먼저 넘어진다.

탐구 point

- 도미노 팻말 중간에 매달아 놓은 막대는 뉴런의 말이집과 같은 기능을 한다.
- 모형에서 볼 수 있듯이 말이집은 뉴런에서 흥분이 이동하는 속도를 빠르게 해준다.

② 기능에 따른 구분

- 구심성 뉴런(감각 뉴런): 몸 안팎에 존재하는 여러 가지 자극을 받아들인 감각 기관으로부터 발생한 흥분을 연합 뉴런으로 전달하거나, 구심성 뉴런이 직접 자극을 받아들여 연합 뉴런으로 전달한다. 가지 돌기가 비교적 긴 편이고 신경 세포체가 축삭 돌기의 중간 부분에 있다. 중추 신경계를 향해 흥분이 이동하므로 구심성 뉴런이라고 한다.
- 원심성 뉴런(운동 뉴런): 연합 뉴런으로부터 반응 명령을 전달받아 근육과 같은 반응 기관으로 흥분을 전달한다. 길게 발달된 축삭 돌기의 말단은 반응 기관에 분포하며, 신경 세포체가 비교적 크게 발달되어 있다. 중추 신경계에서 전달된 흥분이 반응 기관을 향해 이동하므로 원심성 뉴런이라고 한다.
- 연합 뉴런: 구심성 뉴런과 원심성 뉴런을 연결하는 뉴런으로 뇌와 척수에 존재한다. 구심성 뉴런으로부터 흥분을 전달받아 정보를 처리하고 처리 결과에 따른 명령을 원심성 뉴런에 전달한다.



(3) 자극의 전달 경로: 자극에 의해 감각 기관에서 발생한 흥분은 구심성 뉴런을 거쳐 연합 뉴런으로 전달되고, 연합 뉴런에서 정보를 처리하여 발생한 흥분은 원심성 뉴런으로 전달된 후 근육 등의 반응 기관으로 전해진다. 이러한 과정을 거쳐 자극에 대한 반응이 일어난다.

자극 → 감각 기관 → 구심성 뉴런 → 연합 뉴런 → 원심성 뉴런 → 반응 기관 → 반응

개념 체크

➔ 구심성 뉴런

자극을 직접 받아들이거나 감각 기관으로부터 발생한 흥분을 연합 뉴런으로 전달함

➔ 연합 뉴런

구심성 뉴런으로부터 흥분을 전달받아 정보를 처리하고 처리 결과에 따른 명령을 원심성 뉴런에 전달함

➔ 원심성 뉴런

연합 뉴런으로부터 반응 명령을 받아 반응 기관으로 흥분을 전달함

1. 구심성 뉴런은 직접 자극을 받아들이거나 () 기관으로부터 발생한 흥분을 연합 뉴런으로 전달한다.

2. () 뉴런은 중추 신경계에서 전달된 흥분을 반응 기관으로 전달한다.

※ ○ 또는 ×

3. 중추 신경계에 연합 뉴런이 존재한다. ()

4. 운동 뉴런은 원심성 뉴런에 해당한다. ()

정답

1. 감각
2. 원심성(운동)
3. ○
4. ○

개념 체크

분극

- 휴지 상태의 뉴런 세포막에서 Na^+ 통로는 대부분 닫혀 있고 K^+ 통로는 일부 열려 있어서 세포 안에서 밖으로 K^+ 의 확산이 일어남
- 세포막 안쪽은 상대적으로 음(-)전하를, 바깥쪽은 상대적으로 양(+)전하를 띠고 있는 휴지 전위를 형성함

1. 분극 상태에서 형성되는 막전위를 () 전위라고 한다.

2. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 ()은 세포 안으로, ()은 세포 밖으로 능동 수송된다.

※ ○ 또는 ×

3. 뉴런에서 축삭 돌기의 굵기는 흥분 이동 속도에 영향을 미친다. ()

4. Na^+ 의 농도는 뉴런의 안보다 밖이 높다. ()

과학 돋보기

축삭 돌기의 굵기와 흥분 이동 속도

- 뉴런의 축삭 돌기에서 흥분 이동 속도에 영향을 미치는 요인으로 말미집의 유무와 함께 축삭 돌기의 굵기가 있다.
- 축삭 돌기의 굵기는 뉴런의 종류마다 다르며, 일반적으로 축삭 돌기가 굵을수록 저항이 감소하여 흥분 이동 속도가 빠르다.

뉴런의 종류	축삭 돌기의 굵기 (μm)	흥분 이동 속도 (m/s)
골격근에 연결된 체성 뉴런	11~16	60~80
온도 감각 뉴런	1~6	2~30
통증 감각 뉴런	0.5~1.5	0.25~1.5

2 흥분의 전도

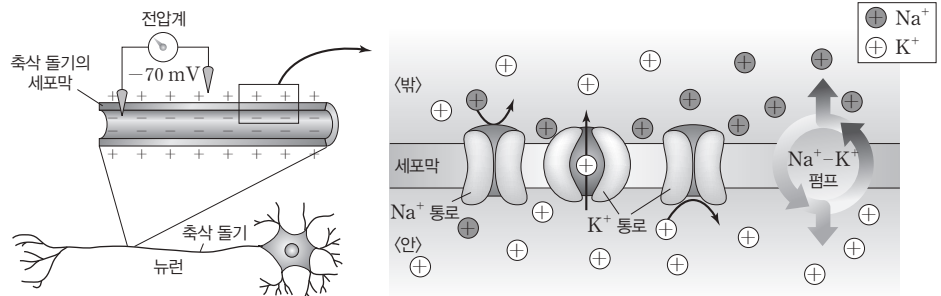
(1) 분극

① 분극: 자극을 받지 않아 휴지 상태인 뉴런은 세포막을 경계로 안쪽이 상대적으로 음(-)전하를 띠고, 바깥쪽이 상대적으로 양(+)전하를 띤다. 이러한 상태를 양극으로 나누어진 상태라고 하여 분극이라고 하며, 이때 형성되는 막전위를 휴지 전위라고 한다.

② 분극의 원인: 뉴런의 세포막에는 여러 종류의 막단백질이 존재한다. 막단백질에는 Na^+ 과 K^+ 의 능동 수송을 담당하는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프, Na^+ 의 확산을 담당하는 Na^+ 통로, K^+ 의 확산을 담당하는 K^+ 통로 등이 있다. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 ATP를 분해하여 얻은 에너지를 이용하여 세포 안의 Na^+ 을 세포 밖으로 내보내고, 세포 밖의 K^+ 을 세포 안으로 들여온다. 이로 인해 뉴런의 Na^+ 농도는 항상 세포 밖이 안보다 높고, K^+ 농도는 세포 안이 밖보다 높다. 휴지 상태에서는 K^+ 통로가 일부 열려 있어 K^+ 이 안에서 밖으로 확산되지만 Na^+ 통로는 거의 대부분 닫혀 있어 Na^+ 이 밖에서 안으로 확산되지 못한다. 또한 세포 안에는 음(-)전하를 띠고 있는 단백질이 세포 밖보다 많이 존재한다. 이러한 이온의 불균등 분포, 이온의 막 투과도 차이, 음(-)전하 단백질로 인해 세포 안은 상대적으로 음(-)전하를, 세포 밖은 상대적으로 양(+)전하를 띤다.

이온	세포 밖	세포 안
K^+	3.5~5 mM	150 mM
Na^+	135~145 mM	15 mM

③ 휴지 전위: 분극 상태에서 세포 안과 밖의 전위차를 휴지 전위라고 한다. 휴지 전위는 세포에 따라 $-60 \text{ mV} \sim -90 \text{ mV}$ 로 다양하며, 뉴런의 휴지 전위는 -70 mV 이다.



분극 상태일 때의 이온 분포

정답

1. 휴지
2. K^+ , Na^+
3. ○
4. ○

(2) 탈분극

- ① 탈분극: 역치 이상의 자극이 가해진 뉴런의 부위에서 안정적으로 유지되던 막전위가 상승하는 현상을 탈분극이라고 한다.
- ② 탈분극의 원인: 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 자극을 받은 부위에서 Na^+ 통로가 열리면서 Na^+ 에 대한 막 투과도가 커지고, Na^+ 이 세포 안으로 급격하게 확산된다. 이러한 과정이 진행되면서 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

(3) 재분극

- ① 재분극: 상승한 막전위가 다시 휴지 전위로 하강하는 현상을 재분극이라고 한다.
- ② 재분극의 원인: 열린 Na^+ 통로는 시간이 지남에 따라 닫히고, 닫혀 있던 K^+ 통로가 열린다. 이로 인해 Na^+ 의 막 투과도는 감소하고 K^+ 의 막 투과도는 증가하여, Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 확산은 감소하고 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 확산은 증가한다. 이러한 과정이 진행되면서 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.
- ③ 과분극: 재분극이 일어나면서 막전위가 휴지 전위(-70 mV)보다 더 낮은 -80 mV까지 하강하였다가 휴지 전위로 회복되는데 이처럼 뉴런의 막전위가 휴지 전위보다 낮아지는 현상을 과분극이라고 한다.

개념 체크

- ➔ **역치 전위**
활동 전위가 발생하기 위해 도달해야 하는 최소한의 막전위임
- ➔ **과분극**
재분극이 일어나면서 막전위가 휴지 전위보다 더 낮아지는 현상임

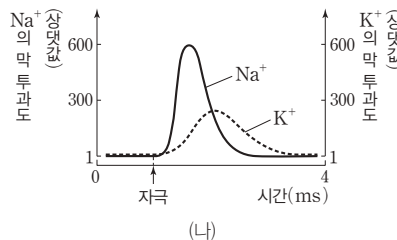
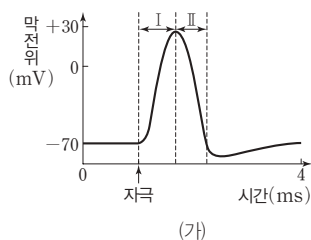
1. 뉴런이 () 이상의 자극을 받으면 자극을 받은 부위에서 활동 전위가 발생한다.
 2. 뉴런에서 재분극이 일어나는 부위의 Na^+ 의 막 투과도는 (증가, 감소) 한다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 막전위가 활동 전위에서 휴지 전위로 변하는 현상을 탈분극이라고 한다. ()
 4. 과분극 상태의 뉴런 세포막에 열려 있는 K^+ 통로가 있다. ()

탐구자료 살펴보기

탈분극과 재분극에서 이온의 막 투과도

자료 탐구

- 그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 이 뉴런의 축삭 돌기 한 지점에서 시간에 따른 막전위를, (나)는 이 지점에서 시간에 따른 Na^+ 과 K^+ 의 막 투과도를 나타낸 것이다.
- Na^+ 통로가 열리면 Na^+ 의 막 투과도가 증가하고, K^+ 통로가 열리면 K^+ 의 막 투과도가 증가한다.



탐구 point

- (가)에서 막전위가 변하는 것은 Na^+ 통로와 K^+ 통로의 열리고 닫히는 상태가 변하고, 이로 인해 (나)에서와 같이 Na^+ 과 K^+ 의 막 투과도가 변하기 때문이다.
- (가)의 구간 I은 탈분극 구간이고, II는 재분극 구간이다.
- 구간 I에서 막전위 상승은 주로 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 유입되어 일어나고, II에서의 막전위 하강은 주로 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 유출되어 일어난다.

정답

1. 역치
2. 감소
3. ×
4. ○

개념 체크

▶ 흥분의 전도 과정

뉴런의 한 지점에서 활동 전위가 발생하고 이어서 인접한 지점에서도 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생하면서 뉴런 내에서 흥분이 이동하는 현상임

1. 흥분의 ()는 뉴런 내에서 활동 전위가 연속적으로 발생하면서 흥분이 이동하는 현상이다.

2. 세포막의 Na^+ ()를 통해 Na^+ 이 확산된다.

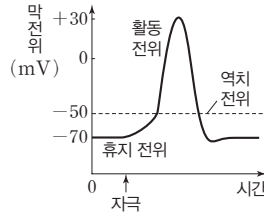
※ ○ 또는 ×

3. 축삭 돌기의 중간 지점에서 활동 전위가 발생하면 흥분 전도는 양방향으로 진행된다. ()

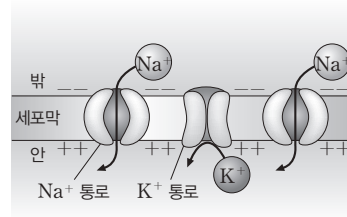
4. 뉴런에서 재분극이 일어날 때 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 작용한다. ()

(4) 활동 전위

- ① 활동 전위: 휴지 상태인 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극이 가해지면 막전위가 빠르게 상승하였다가 하강한다. 이러한 막전위 변화를 활동 전위라고 한다.
- ② 활동 전위와 흥분의 전도: 뉴런의 한 지점에서 활동 전위가 일어나면 일정 시간 뒤 그 지점과 가까운 지점에서 다시 활동 전위가 발생한다. 이처럼 연속적으로 활동 전위가 발생하여 흥분이 뉴런 내에서 이동하는 현상을 흥분의 전도라고 한다.



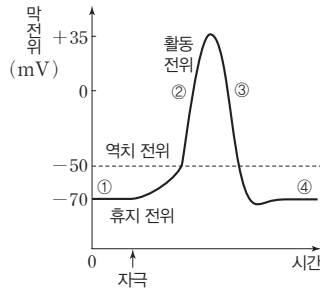
휴지 전위와 활동 전위



탈분극 시 이온의 이동

(5) 흥분의 전도 과정

- ① 뉴런의 특정 부위에 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생하면 일정 시간 뒤 인접한 부위에서도 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생한다. 이를 통해 흥분이 축삭 돌기를 따라 뉴런의 말단 부위까지 전도된다.
- ② 만약 축삭 돌기의 중간 지점에서 활동 전위가 발생하면 흥분 전도는 양방향으로 진행된다.



① 분극: 뉴런이 자극을 받기 전에는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작용과 열려 있는 K^+ 통로를 통한 K^+ 유출에 의해 분극 상태가 된다.	
② 탈분극: 역치 이상의 자극에 의해 Na^+ 통로가 열리고 Na^+ 이 세포 안으로 확산되어 탈분극이 일어난다.	
③ 재분극: Na^+ 통로가 닫히고 대부분의 K^+ 통로가 열리면서 K^+ 이 세포 밖으로 확산되어 재분극이 일어난다.	
④ 분극: 대부분의 K^+ 통로가 닫히고 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작용으로 분극 상태가 된다.	

3 흥분의 전달

(1) 흥분의 전달

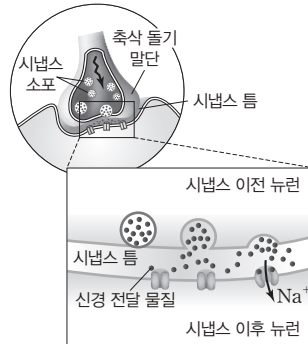
- ① 흥분의 전달: 자극을 받아 활동 전위가 발생한 뉴런에서 흥분이 다음 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체로 전달되는 현상을 흥분의 전달이라고 한다.

정답

- 1. 전도
- 2. 통로
- 3. ○
- 4. ○

② 시냅스: 뉴런의 축삭 돌기 말단과 다른 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체가 약 20 nm의 틈을 두고 접한 부위를 시냅스라고 한다. 하나의 뉴런이 다수의 뉴런과 시냅스를 형성하기도 한다. 시냅스를 기준으로 흥분을 전달하는 뉴런을 시냅스 이전 뉴런이라고 하고, 흥분을 전달 받는 뉴런을 시냅스 이후 뉴런이라고 한다.

③ 흥분의 전달 과정: 시냅스 이전 뉴런의 흥분이 축삭 돌기 말단까지 전도되면 축삭 돌기 말단에 존재하는 시냅스 소포가 세포막과 융합되면서 시냅스 소포에 있던 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비된다. 이 신경 전달 물질이 확산되어 시냅스 이후 뉴런의 신경 전달 물질 수용체에 결합하면 시냅스 이후 뉴런의 이온 통로가 열리면서 탈분극이 일어난다.



흥분 전달 과정

(2) 흥분의 전달 방향: 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에 있으므로 흥분은 항상 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체로만 전달된다.

개념 체크

▶ 흥분의 전달

시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에 있는 시냅스 소포로부터 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비되어 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체로 흥분이 이동하는 현상임

1. ()는 뉴런의 축삭 돌기 말단과 다른 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체가 매우 가깝게 인접한 부위이다.

2. 신경 전달 물질이 시냅스 (이전, 이후) 뉴런의 수용체에 결합하면 이온 통로가 열리면서 탈분극이 일어난다.

※ ○ 또는 ×

3. 시냅스에서 흥분의 전달은 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기에서 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단 방향으로 일어난다. ()

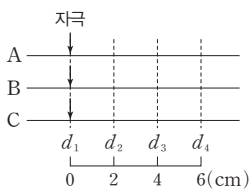
4. 뉴런에서 축삭 돌기 말단에 시냅스 소포가 있다. ()

탐구자료 살펴보기

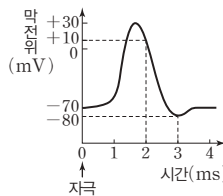
뉴런의 각 지점에서의 막전위

자료 탐구

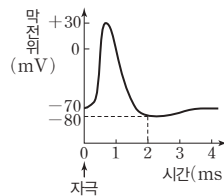
- 그림 (가)는 민말이집 신경 A~C의 지점 d_1 로부터 세 지점 $d_2 \sim d_4$ 까지의 거리를, (나)는 A와 B의 $d_1 \sim d_4$ 에서, (다)는 C의 $d_1 \sim d_4$ 에서 활동 전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.
- A와 C의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이고, B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이다.
- A~C의 d_1 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 4 ms가 경과되었다.



(가)



(나)



(다)

탐구 point

- d_1 에서는 자극과 동시에 활동 전위가 발생하므로 경과된 시간이 4 ms일 때 A~C에서 d_1 의 막전위는 모두 -70 mV이다.
- $d_2 \sim d_4$ 에서 활동 전위가 발생하기 위해서는 흥분의 전도가 일어나야 한다. 각 지점에서 막전위 변화가 진행된 시간은 전체 경과된 시간 4 ms에서 흥분이 전도되는 데 걸린 시간을 뺀 시간이다.
- A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이므로 d_1 에서 d_2 로 흥분이 전도될 때 경과되는 시간이 1 ms이다. 그러므로 d_2 에서 막전위 변화는 3 ms 동안 진행되며, 이때 막전위는 -80 mV이다.
- B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이므로 d_1 에서 d_4 로 흥분이 전도될 때 경과되는 시간이 2 ms이다. 그러므로 d_4 에서 막전위 변화는 2 ms 동안 진행되며, 이때 막전위는 약 +10 mV이다.
- C의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이므로 d_1 에서 d_3 로 흥분이 전도될 때 경과되는 시간이 2 ms이다. 그러므로 d_3 에서 막전위 변화는 2 ms 동안 진행되며, 이때 막전위는 -80 mV이다.

정답

1. 시냅스
2. 이후
3. ×
4. ○

개념 체크

④ 근수축

- 골격근을 구성하는 근육 세포인 근육 섬유의 근육 원섬유 다발이 들어 있고, 근육 원섬유를 관찰하면 명대와 암대가 반복되어 나타남
- 근육 원섬유를 구성하는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이가 증가하면서 근수축이 일어남

1. 근육 원섬유에서 Z선과 Z선 사이를 ()라고 한다.

2. 근육 원섬유는 가는 () 필라멘트와 굵은 () 필라멘트 등으로 구성된다.

※ ○ 또는 ×

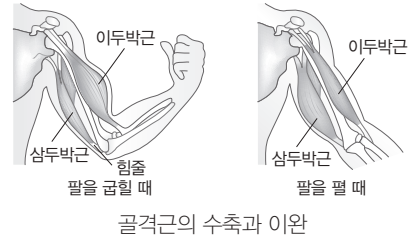
3. 근육 섬유는 근육을 구성하는 세포이다. ()

4. 암대의 중앙에 Z선이 있다. ()

4 근육의 수축

(1) 골격근의 작용

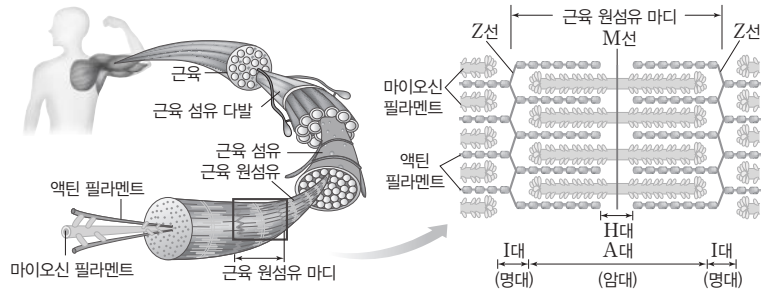
- ① 골격근: 힘줄에 의해서 뼈에 붙어 있으며, 몸의 움직임에 관여하는 근육을 골격근이라고 한다. 골격근을 이루는 근육 섬유의 세포막과 접해있는 원심성 뉴런(운동 뉴런)으로부터 흥분을 전달받아 수축한다.
- ② 골격근의 작용: 골격근은 힘줄에 의해서 서로 다른 뼈에 붙어 있으며, 두 뼈는 관절과 인대에 의해서 서로 연결되어 있다. 한 쌍의 근육은 관절을 각각 반대 방향으로 움직이게 하는데, 예를 들면 팔을 굽힐 때는 이두박근이 수축하고, 팔을 펼 때는 삼두박근이 수축한다.



골격근의 수축과 이완

(2) 골격근의 구조

- ① 골격근의 구조: 골격근은 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되어 있고, 근육 섬유 다발은 여러 개의 근육 섬유로 구성되어 있다. 근육 섬유는 근육을 구성하는 근육 세포로 근육 세포에는 여러 개의 핵이 존재한다. 근육 섬유에는 미세한 근육 원섬유 다발이 들어 있으며, 이 근육 원섬유는 가는 액틴 필라멘트와 굵은 마이오신 필라멘트 등으로 구성되어 있다. 근육 원섬유를 관찰하면 밝은 부분인 명대(I대)와 어두운 부분인 암대(A대)가 반복되어 나타나며, 명대의 중앙에 Z선이 관찰된다. Z선과 Z선 사이를 근육 원섬유 마디라고 한다.
- ② 근육 원섬유 마디의 구조: 마이오신 필라멘트가 존재하는 부분은 A대, 액틴 필라멘트만 존재하는 부분은 I대이다. 근육 원섬유 마디의 중앙에는 마이오신 필라멘트만 존재하는 H대가 있으며, H대 양옆으로 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹쳐진 부분이 존재한다. 이 부분 옆으로 액틴 필라멘트만 존재하는 I대가 있다.



골격근의 구조

(3) 골격근의 수축 원리

- ① 활주설: 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지면 근육의 길이가 짧아지는 근수축이 일어난다.
- ② 근수축이 일어나는 과정에서 H대의 길이, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이, I대의 길이가 변하며, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

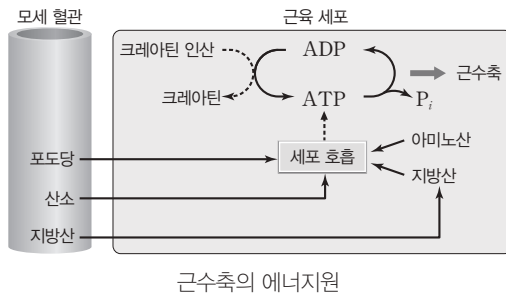
정답

1. 근육 원섬유 마디
2. 액틴, 마이오신
3. ○
4. ×

- ③ 마이오신 필라멘트 길이와 같은 A대의 길이는 변하지 않는다. A대의 길이는 H대와 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분을 합한 길이이므로 근수축이 일어날 때 H대가 줄어들어 길이만큼 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이는 증가한다.
- ④ 근수축이 강하게 일어나면 H대는 사라지기도 한다.

(4) 근수축의 에너지원

- ① 근수축의 에너지원: 근육 원섬유가 수축하는 과정에 필요한 에너지는 ATP로부터 공급받는다. ATP가 분해될 때 방출되는 에너지는 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가는 데 사용된다.
- ② 근육의 ATP 생성: 근육에서 ATP는 크레아틴 인산의 분해와 세포 호흡 과정 등으로 생성된다. 크레아틴 인산의 인산이 ADP로 전달되면서 ATP가 빠르게 생성되지만 지속되는 시간이 짧다. 그러므로 근수축의 초기에는 크레아틴 인산의 분해로 생성되는 ATP를 이용하지만 이후에는 포도당 등을 이용한 세포 호흡을 통해 생성된 ATP가 근수축에 공급된다.



개념 체크

➔ 근수축의 에너지원

- 근수축에 사용되는 ATP는 크레아틴 인산의 분해, 젖산 발효, 세포 호흡 등을 통해 생성됨
- 근육 세포에서 산소가 없을 때 젖산 발효가 일어나 ATP와 젖산이 생성되고, 산소가 있을 때 세포 호흡이 일어나 ATP가 생성됨.

1. 근수축이 일어날 때 H대의 길이는 (증가, 감소) 하고, I대의 길이는 (증가, 감소) 한다.

2. 근수축 초기에 크레아틴 ()의 분해로 생성된 ATP가 사용된다.

※ ○ 또는 ×

3. A대의 길이는 H대와 액틴 필라멘트의 길이를 합한 길이이다. ()

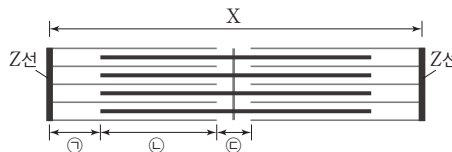
4. 근수축이 일어날 때 ATP가 사용된다. ()

탐구자료 살펴보기 **근수축 시 각 부분의 길이**

자료 탐구

- 표는 시점 ㉓와 ㉔일 때 근육 원섬유 마디 X의 길이를 나타낸 것이다.
- 그림은 X의 구조를 나타낸 것이다. ㉑은 액틴 필라멘트만 있는 부분, ㉒은 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분, ㉓은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. ㉑의 길이와 ㉒의 길이를 더한 값은 1.0 μm이고, 마이오신 필라멘트의 길이는 1.6 μm이다. X는 좌우 대칭이다.

시점	X의 길이(μm)
㉓	3.0
㉔	2.2



탐구 point

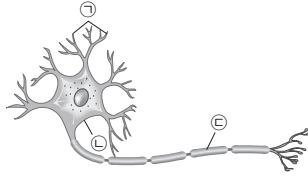
- ㉓일 때 ㉑의 길이는 0.7 μm, ㉒의 길이는 0.3 μm, ㉓의 길이는 1.0 μm이다. ㉔일 때 ㉑의 길이는 0.3 μm, ㉒의 길이는 0.7 μm, ㉓의 길이는 0.2 μm이다.
- 근수축 시 ㉑의 길이는 X의 길이가 감소한 것의 절반만큼 감소한다.
- 근수축 시 ㉒의 길이는 X의 길이가 감소한 것의 절반만큼 증가한다.
- 근수축 시 ㉓의 길이는 X의 길이가 감소한 만큼 감소한다.

정답

- 1. 감소, 감소
- 2. 인산
- 3. ×
- 4. ○

[26025-0057]

01 그림은 말미집 뉴런 X의 구조를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 말미집, 가지 돌기, 신경 세포체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

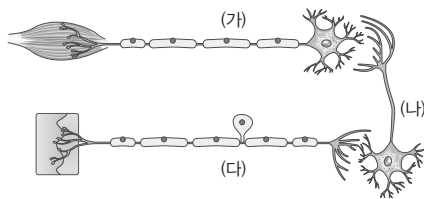
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 다른 세포로 신호를 전달한다.
- ㄴ. ㉡에서 ATP가 생성된다.
- ㄷ. ㉢은 세포막을 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0058]

02 그림은 시냅스로 연결된 뉴런 (가)~(다)를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 구심성 뉴런, 연합 뉴런, 원심성 뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 구심성 뉴런이다.
- ㄴ. 중추 신경계에 (나)가 있다.
- ㄷ. (가)에 역치 이상의 자극을 주면 (나)와 (다)에서 모두 활동 전위가 발생한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0059]

03 표는 휴지 상태인 뉴런 X에서 세포막 안팎에 분포하는 이온 ㉠과 ㉡, 음(-)전하 단백질의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이고, A와 B는 각각 세포 안과 세포 밖 중 하나이다.

구분	A	B
㉠	5 mM	140 mM
㉡	150 mM	15 mM
음(-)전하 단백질	거의 없음	100 mM

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

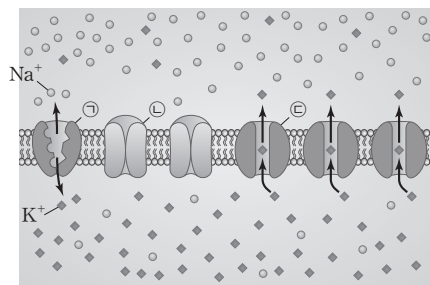
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 휴지 상태인 X의 세포 안에서 세포 밖으로 ㉠의 확산이 일어난다.
- ㄴ. ㉡은 K^+ 이다.
- ㄷ. 음(-)전하 단백질은 휴지 전위가 음(-)의 값을 나타내는 데 영향을 미친다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0060]

04 그림은 뉴런 X에서 막단백질을 통한 이온의 이동과 세포 안팎의 이온 분포를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 Na^+ 통로, K^+ 통로, Na^+-K^+ 펌프를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

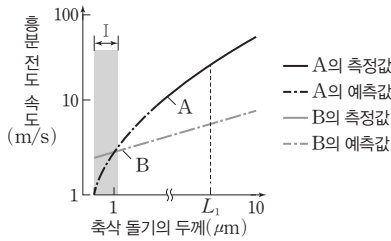
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠을 통해 Na^+ 과 K^+ 이 이동할 때 ATP가 사용된다.
- ㄴ. 탈분극이 일어나는 X에서 ㉡을 통한 Na^+ 의 이동이 일어난다.
- ㄷ. ㉢을 통해 K^+ 은 세포 밖에서 안으로 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0061]

05 그림은 말미집 뉴런 A와 민말미집 뉴런 B에서 축삭 돌기의 두께에 따른 흥분 전도 속도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

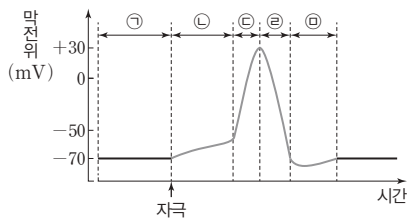
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A의 축삭 돌기에서 흥분이 전도될 때 도약전도가 일어난다.
- ㄴ. 구간 I에서 B의 축삭 돌기의 두께가 굵을수록 흥분 전도 속도가 빠르다.
- ㄷ. 축삭 돌기의 두께가 L_1 로 같을 때 흥분 전도 속도는 A가 B보다 빠를 것이라고 예측할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0062]

06 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 일어나는 막전위 변화에서 구간 ㉠~㉥을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

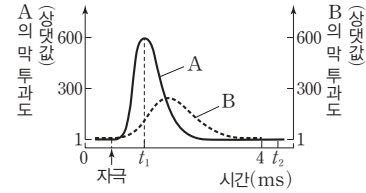
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠과 ㉤에 모두 열린 K^+ 통로가 있다.
- ㄴ. ㉡은 탈분극 상태에 해당한다.
- ㄷ. Na^+ 의 막 투과도는 ㉢에서가 ㉤에서보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0063]

07 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 이 뉴런 세포막의 한 지점 P에서 측정할 이온 A와 B의 막 투과도를 시간에 따라 나타낸 것이다. A와 B는 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

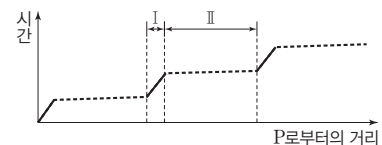
◀ 보기 ▶

- ㄱ. B는 K^+ 이다.
- ㄴ. t_1 일 때 A의 농도는 세포 안이 밖보다 높다.
- ㄷ. t_2 일 때 P의 막전위는 역치 전위보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0064]

08 그림은 말미집 뉴런 X에서 축삭 돌기의 지점 P에 역치 이상의 자극을 주었을 때, P에서 발생한 흥분이 X의 축삭 돌기 말단 방향 각 지점에 도달하는 데 경과된 시간을 P로부터의 거리에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 흥분의 전도는 1회 일어났다.)

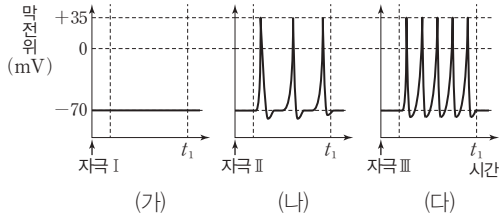
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 흥분 전도 속도는 구간 II에서가 구간 I에서보다 빠르다.
- ㄴ. 구간 I의 세포막에 Na^+ 통로가 있다.
- ㄷ. 구간 II는 랭비에 결절에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0065]

09 그림은 뉴런 X에서 가지 돌기의 지점 P에 서로 다른 세기의 자극 I~Ⅲ을 각각 1회씩 주었을 때 축삭 돌기의 지점 Q에서 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

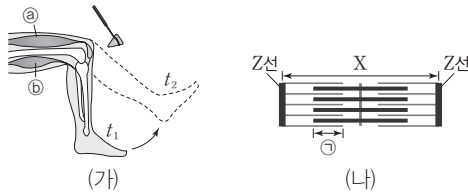
◀ 보기 ▶

- ㄱ. I의 세기는 역치보다 작다.
- ㄴ. II에 의해 P에서 탈분극이 일어났다.
- ㄷ. Q에서 발생한 활동 전위의 크기는 (다)에서 (나)에 서보다 크다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0066]

10 그림 (가)는 무릎 반사가 일어나는 과정을, (나)는 시점 t_1 일 때 ㉠과 ㉡ 중 한 골격근의 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이며, 구간 ㉠은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이다. X의 길이는 시점 t_1 일 때가 시점 t_2 일 때보다 길다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

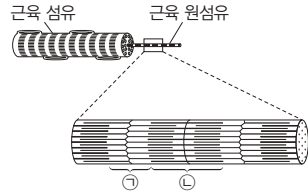
◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 ㉡의 근육 원섬유 마디이다.
- ㄴ. ㉠의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다.
- ㄷ. 무릎 반사가 일어날 때 ㉠에서 ATP가 사용된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0067]

11 그림은 골격근을 구성하는 근육 섬유의 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 근육 원섬유에서 밝게 보이는 부분과 어둡게 보이는 부분 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

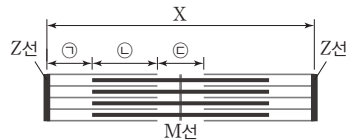
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 명대에 해당한다.
- ㄴ. 근육 원섬유 마디는 ㉡이다.
- ㄷ. 근육 원섬유는 다핵성 세포이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0068]

12 그림은 골격근 수축 과정의 시점 t_1 일 때 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이며, 구간 ㉠~㉢은 각각 액틴 필라멘트만 있는 부분, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분, 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. X의 길이는 t_1 일 때 $2.2 \mu\text{m}$ 이고, ㉠의 길이는 시점 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 $0.3 \mu\text{m}$ 길다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

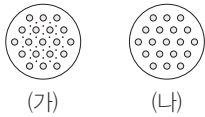
◀ 보기 ▶

- ㄱ. t_1 일 때 암대의 중앙에 M선이 있다.
- ㄴ. t_2 일 때 X의 길이는 $2.8 \mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. $\frac{㉠+㉡}{㉢}$ 은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0069]

13 그림 (가)와 (나)는 골격근의 근육 원섬유 마디 X에서 서로 다른 두 지점의 단면 구조를 나타낸 것이고, 표는 X에서 관찰되는 구간 ㉠에 대한 자료이다.



- ㉠은 A대와 H대 중 하나이다.
- 시점 t_1 일 때 ㉠에 해당하는 지점의 단면에는 (가)와 (나)가 모두 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

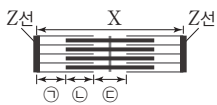
- ㄱ. ㉠은 A대이다.
- ㄴ. t_1 일 때 X에서 H대의 길이는 $0 \mu\text{m}$ 보다 크다.
- ㄷ. X에서 (나)가 관찰되는 부분은 명대에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0070]

14 다음은 골격근 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림은 좌우 대칭인 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- 표는 골격근 수축 과정의 시점 t_1 에서 t_2 로 변화할 때 ㉠~㉣의 길이 변화량을 나타낸 것이다. ㉠~㉣는 X, ㉠, ㉡, ㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. d 는 0보다 크고, t_1 일 때 ㉠의 길이는 ㉣의 길이보다 짧다.



구분	㉠	㉡	㉢	㉣
길이 변화량(μm)	$+2d$	$+d$	$-d$?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

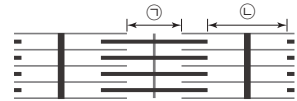
- ㄱ. t_1 에서 t_2 로 변화할 때 ㉣ 길이의 변화량은 $+d$ 이다.
- ㄴ. ㉠은 ㉢이다.
- ㄷ. t_2 일 때 ㉡에는 마이오신 필라멘트가 없다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0071]

15 표는 골격근 수축 과정의 시점 t_1 과 t_2 일 때 근육 원섬유 마디 X의 길이를, 그림은 t_1 일 때 관찰된 근육 원섬유 (가)의 일부를 나타낸 것이다. (가)에는 좌우 대칭인 X가 반복되어 있으며, 구간 ㉠과 ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분, 액틴 필라멘트만 있는 부분을 순서 없이 나타낸 것이다.

시점	X의 길이
t_1	$2.8 \mu\text{m}$
t_2	$2.2 \mu\text{m}$



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

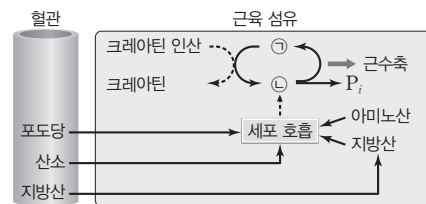
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 H대에 해당한다.
- ㄴ. ㉡에 Z선이 있다.
- ㄷ. t_1 에서 t_2 로 변화할 때 ㉠과 ㉡의 길이는 각각 $0.6 \mu\text{m}$ 감소하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0072]

16 그림은 근수축에 사용되는 에너지를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 ADP와 ATP 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

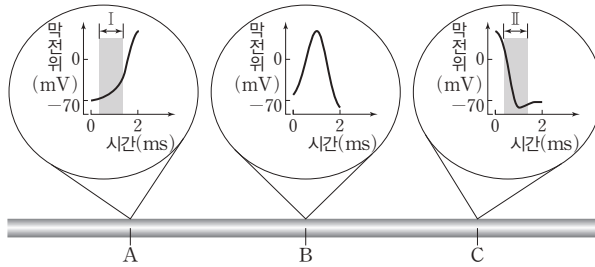
- ㄱ. ㉡은 ADP이다.
- ㄴ. 1분자당 에너지량은 크레아틴이 크레아틴 인산보다 많다.
- ㄷ. 근수축이 일어날 때 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가면서 ATP가 사용된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0073]

축삭 돌기의 중간 지점에서 활동 전위가 발생하면 흥분 전도는 양방향으로 진행된다.

01 그림은 민말이집 뉴런에서 축삭 돌기의 지점 A~C 중 한 지점에 자극을 1회 주고 일정 시간이 지난 후, A~C 각각에서 막전위를 2 ms 동안 동시에 측정된 결과를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 흥분의 전도는 1회 일어났다.)

◀ 보기 ▶

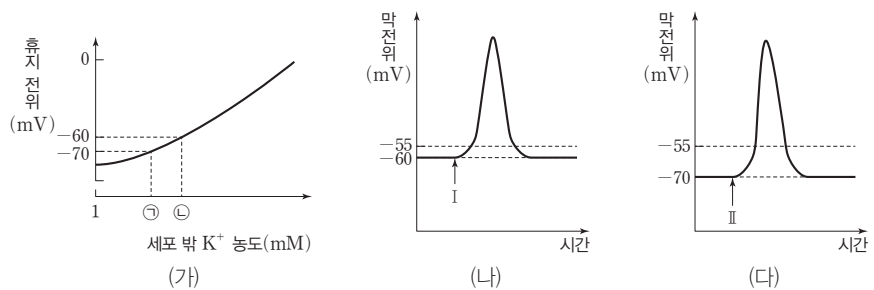
- ㄱ. 구간 I의 A에서 탈분극이 일어난다.
- ㄴ. 구간 II의 C에서 K⁺의 확산이 일어난다.
- ㄷ. 흥분은 A → B → C 방향으로 전도되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

사람에서 세포 안팎의 K⁺ 농도 차이가 감소하면 뉴런의 휴지 전위가 정상 상태일 때 보다 증가한다. 역치 전위는 활동 전위가 발생하기 위해 도달해야 하는 최소한의 막전위이다.

[26025-0074]

02 그림 (가)는 세포 밖 K⁺ 농도에 따른 뉴런 X의 휴지 전위 변화를, (나)와 (다)는 X에서 활동 전위를 발생시킬 수 있는 최소한의 세기의 자극 I과 II를 각각 주었을 때 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다. (나)와 (다)는 세포 밖 K⁺ 농도가 ㉠일 때와 ㉡일 때를 순서 없이 나타낸 것이고, X의 역치 전위는 -55 mV로 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

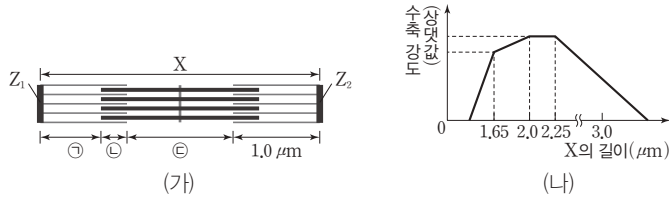
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 세포 밖 K⁺ 농도가 증가하면 분극 상태인 X의 막전위가 하강한다.
- ㄴ. (나)는 세포 밖 K⁺ 농도가 ㉠일 때이다.
- ㄷ. 자극의 세기는 II가 I보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0075]

03 그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X의 구조를, (나)는 X의 길이에 따른 수축 강도를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. X는 좌우 대칭이고, Z₁과 Z₂는 X의 Z선이며, A대의 길이는 1.6 μm이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X의 길이가 1.65 μm일 때 ㉠의 길이는 0 μm보다 크다.
- ㄴ. X의 수축 강도는 H대의 길이가 0.1 μm일 때가 0.2 μm일 때보다 크다.
- ㄷ. X의 길이가 2.25 μm일 때 Z₁로부터 Z₂ 방향으로 거리가 0.2 μm인 지점은 ㉠에 해당한다.

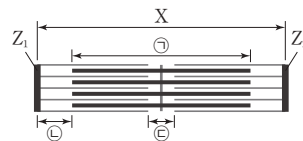
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분에서 ATP가 사용되면서 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 근수축이 일어난다.

[26025-0076]

04 다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이고, Z₁과 Z₂는 X의 Z선이다.
- 구간 ㉠은 마이오신 필라멘트가 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트만 있는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.



- 표는 시점 t₁과 t₂일 때 ㉠의 길이를 ㉡의 길이로 나눈 값 $\frac{㉠}{㉡}$, ㉢의 길이에서 ㉡의 길이를 뺀 값(㉢-㉡)을 나타낸 것이다.

시점	$\frac{㉠}{㉡}$	㉢-㉡ (μm)
t ₁	4	0
t ₂	2	d

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢의 길이는 t₂일 때가 t₁일 때의 2배이다.
- ㄴ. t₂일 때의 X 길이에서 t₁일 때의 X 길이를 뺀 값은 d와 같다.
- ㄷ. t₂일 때, Z₁로부터 Z₂ 방향으로 거리가 d인 지점은 ㉡에 해당한다.

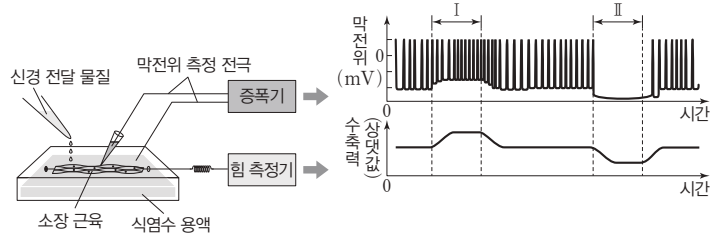
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

근수축이 일어날 때 A대의 길이는 변하지 않고, H대와 I대의 길이는 감소하며, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이는 증가한다.

[26025-0077]

소장 근육에 작용하는 신경 전달 물질 중 아세틸콜린은 소장 근육의 수축을 촉진하고 노르에피네프린은 소장 근육의 이완을 촉진한다.

05 그림은 근육 세포의 막전위와 수축력을 측정하는 장치에 소장 근육을 설치하고 신경 전달 물질을 첨가하였을 때 나타나는 변화를 측정한 결과이다. 구간 I에서는 아세틸콜린이, 구간 II에서는 노르에피네프린이 각각 첨가되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

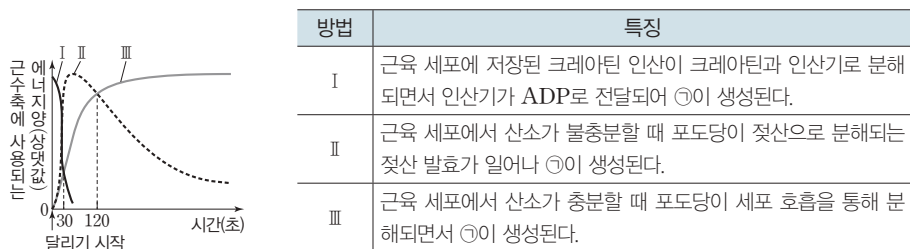
- ㄱ. I의 소장 근육 세포에서 활동 전위가 발생하였다.
- ㄴ. 소장 근육은 I에서가 II에서보다 더 이완된 상태이다.
- ㄷ. 소장 근육과 시냅스를 통해 연결된 뉴런에서 아세틸콜린이 분비되면 소장 근육이 수축한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

근육은 크레아틴 인산의 분해, 무산소 호흡인 젖산 발효, 산소 호흡인 세포 호흡을 통해 생성된 ATP를 근수축에 사용한다.

[26025-0078]

06 그림은 사람 P가 달리기를 시작한 후 근수축에 사용되는 에너지원 ㉠의 생성 방법이 시간에 따라 I, II, III 순으로 변하는 과정을, 표는 I~III의 특징을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

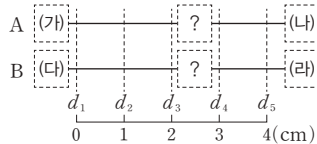
- ㄱ. ㉠은 ATP이다.
- ㄴ. P가 달리기를 시작한 후 30초 동안 근육 세포에서 크레아틴이 생성된다.
- ㄷ. P가 달리기를 시작한 후 경과된 시간이 120초일 때 근육 세포에서 젖산과 이산화 탄소가 모두 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

흥분의 전달은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단으로부터 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체 방향으로만 일어난다.

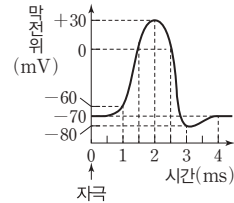
09 다음은 민말이집 신경 A와 B의 흥분 전도와 전달에 대한 자료이다.

- 그림은 A와 B의 지점 $d_1 \sim d_5$ 의 위치를, 표는 역치 이상의 자극 I ~ III을 각각 A의 P, A의 Q, B의 R에 1회씩 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 $d_1 \sim d_5$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. (가)~(라)에는 각각 신경 세포체와 축삭 돌기 말단 중 하나가 있고, A와 B에서 시냅스의 유무는 나타내지 않았다. P, Q, R는 각각 $d_1 \sim d_5$ 중 서로 다른 지점이고, ㉠~㉢는 +30, 0, -80을 순서 없이 나타낸 것이다.



자극	자극 지점	4 ms일 때 막전위(mV)				
		d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
I	A의 P	㉠	㉡	-70	?	-70
II	A의 Q	-70	?	㉢	㉡	-70
III	B의 R	-70	?	㉡	㉠	㉢

- A와 B를 구성하는 각 뉴런의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms와 2 cm/ms 중 하나이다.
- A와 B에서 활동 전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에서 각각의 자극에 의한 흥분의 전도는 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70 mV이다.)

◀ 보기 ▶

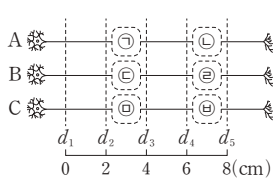
- ㄱ. ㉠은 +30이다.
- ㄴ. R는 d_2 이다.
- ㄷ. (가)와 (라)에 모두 축삭 돌기 말단이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0082]

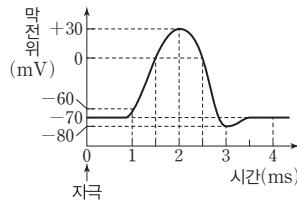
10 다음은 민말이집 신경 A~C의 흥분 전도와 전달에 대한 자료이다.

- 그림은 A~C의 지점 $d_1 \sim d_5$ 의 위치를, 표는 ㉠ A~C 중 2개의 신경은 P에, 나머지 1개의 신경은 Q에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 $d_1 \sim d_5$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. P와 Q는 각각 $d_1 \sim d_5$ 중 하나이고, ㉡~㉣ 중 두 곳에만 시냅스가 있다.



신경	4 ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
A	?	?	?	-80	-60
B	?	?	0	0	?
C	?	-80	?	?	+30

- A~C를 구성하는 모든 뉴런의 흥분 전도 속도는 ㉡로 같다.
- A~C 각각에서 활동 전위가 발생하였을 때, 각 지점에서 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70 mV 이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. Q는 d_2 이다.
- ㄴ. 시냅스는 ㉡과 ㉢에 있다.
- ㄷ. ㉠가 5 ms일 때 B의 d_4 에서 탈분극이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

흥분의 전달 과정에서 시냅스로 분비된 신경 전달 물질이 확산되어 시냅스 이후 뉴런의 신경 전달 물질 수용체에 결합하고 탈분극이 일어나기까지 소요되는 시간이 있다.

개념 체크

- ▶ 사람의 신경계는 중추 신경계와 말초 신경계로 구분됨
- ▶ 중추 신경계는 뇌와 척수로 구분됨
- ▶ 말초 신경계는 해부학적으로는 뇌에서 뻗어 나오는 뇌 신경과 척수에서 뻗어 나오는 척수 신경으로 구분됨

1. 사람의 신경계 중 몸 밖과 안의 정보를 받아들여 통합하고 처리하는 신경계는 () 신경계이다.

2. 원심성 신경(운동 신경)에서 골격근에 명령을 전달하는 신경은 () 신경이고, 심장근, 내장근, 분비샘에 명령을 전달하는 신경은 () 신경이다.

※ ○ 또는 ×

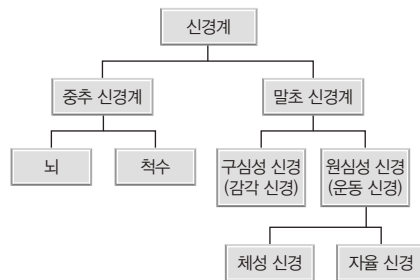
3. 대뇌는 좌우 2개의 반구로 나누어진다. ()

4. 대뇌 겉질은 백색질이며, 대뇌 속질은 회색질이다. ()

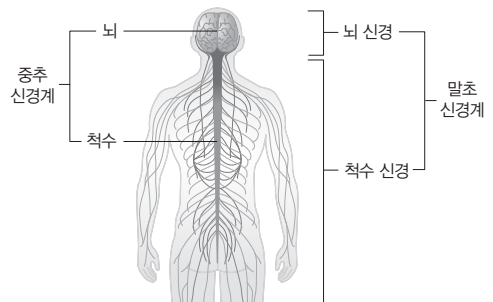
1 신경계

(1) 신경계의 구성

- ① 사람의 신경계는 크게 몸 밖과 안의 정보를 받아들여 통합하고 처리하는 중추 신경계와 정보를 중추 신경계에 전달하고 중추 신경계의 명령을 반응 기관으로 전달하는 말초 신경계로 구분된다.
- ② 중추 신경계는 뇌와 척수로 구분된다.
- ③ 말초 신경계는 해부학적으로 뇌와 연결된 뇌 신경과 척수와 연결된 척수 신경으로 구분되며, 기능적으로 구심성 신경(감각 신경)과 원심성 신경(운동 신경)으로 구분된다.
- ④ 원심성 신경(운동 신경)은 골격근에 명령을 전달하는 체성 신경과 심장근, 내장근, 분비샘에 명령을 전달하는 자율 신경으로 구분된다.
- ⑤ 자율 신경은 길항 작용을 하는 교감 신경과 부교감 신경으로 구분된다.



신경계의 구성



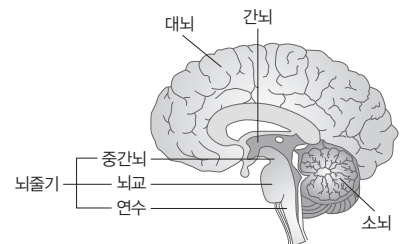
신경계

2 중추 신경계

(1) 뇌: 사람의 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다.

① 대뇌

- 좌우 2개의 반구로 나누어지며 표면에 주름이 많아 표면적이 넓다.
- 좌우 반구의 겉질은 각각 몸의 반대쪽을 담당하므로 정보를 받아들이는 경로와 명령이 전달되는 경로가 좌우 교차된다.
- 언어, 기억, 추리, 상상, 감정 등의 고등 정신 활동과 감각, 수의(의식적) 운동의 중추이다.
- 대뇌 겉질은 뉴런의 신경 세포체가 모인 회색질이며, 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로, 위치에 따라 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽으로 구분된다.
- 대뇌 속질은 주로 뉴런의 축삭 돌기가 모인 백색질이다. 대뇌 속질의 일부 신경 섬유에서 좌반구와 우반구가 연결되어 정보 교환이 이루어진다.



뇌의 구조

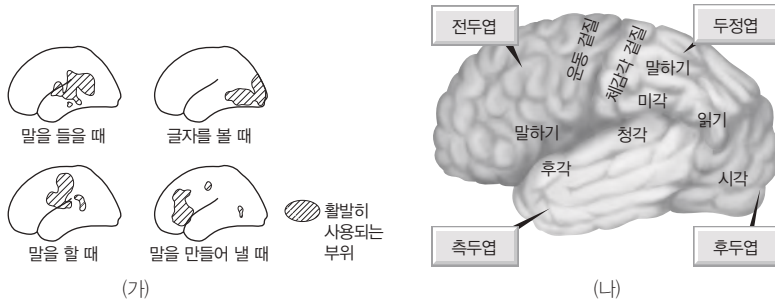
정답

1. 중추
2. 체성, 자율
3. ○
4. ×

탐구자료 살펴보기 **대뇌 기능의 분업화**

- 탐구 과정**
- ① 방사성 동위원소가 포함된 물질과 이 물질이 활발히 사용되는 뇌의 부위를 확인할 수 있는 장치를 준비한다.
 - ② 다양한 신체 활동을 하면서 대뇌 겉질 중 어느 부위가 활성화되는지 확인한다.

탐구 결과 그림 (가)는 여러 가지 신체 활동을 할 때 대뇌 겉질 중 물질대사가 활발한 부위를, (나)는 이 방법을 비롯한 여러 가지 연구를 통해 알아낸 대뇌 겉질의 영역별 기능을 나타낸 것이다.



- 탐구 point**
- 말을 들을 때는 측두엽 부분의 청각 영역이 활성화된다.
 - 글자를 볼 때는 후두엽 부분의 시각 영역이 활성화된다.
 - 말을 할 때와 말을 만들어 낼 때는 공통적으로 전두엽의 일부가 활성화된다.
 - 대뇌 겉질은 부위에 따라 기능이 분업화되어 있다.

- ② 소뇌
 - 대뇌 뒤쪽 아래에 위치하며 좌우 2개의 반구로 나누어진다.
 - 대뇌에서 시작된 수의 운동이 정확하고 원활하게 일어나도록 조절한다.
 - 평형 감각 기관으로부터 오는 정보에 따라 몸의 자세와 균형 유지를 담당하는 몸의 평형 유지 중추이다.
- ③ 간뇌
 - 대뇌와 중간뇌 사이, 소뇌 앞에 위치하며 시상과 시상 하부로 구분된다.
 - 시상은 후각 이외의 자극, 특히 척수나 연수로부터 오는 감각 신호를 대뇌 겉질의 적합한 부위로 보내는 역할을 한다.
 - 시상 하부는 자율 신경과 내분비샘의 조절 중추로 체온, 혈당량, 혈장 삼투압 조절 등 항상성 조절에 중요한 역할을 한다.
- ④ 중간뇌
 - 간뇌의 아래쪽과 뇌교의 위쪽 사이에 위치하며 뇌 중에 크기가 제일 작다.
 - 소뇌와 함께 몸의 평형을 조절한다.
 - 홍채를 이용한 동공의 크기 조절과 안구 운동의 중추이다.
 - 뇌교, 연수와 함께 뇌줄기를 구성한다.
- ⑤ 뇌교
 - 중간뇌의 아래쪽과 연수의 위쪽 사이에 위치한다. 소뇌의 좌우 반구를 다리처럼 연결하고 있다.
 - 소뇌와 대뇌 사이의 정보 전달을 중계하며, 호흡 운동의 조절에 관여한다.

개념 체크

- ➔ 소뇌는 몸의 자세와 균형 유지를 담당함
- ➔ 간뇌는 체온, 혈당량, 혈장 삼투압 조절 등 항상성 조절에 중요한 역할을 함
- ➔ 중간뇌는 홍채를 이용한 동공의 크기 조절과 안구 운동의 중추임
- ➔ 뇌교는 소뇌와 대뇌 사이의 정보 전달을 중계함

1. ()는 대뇌 뒤쪽 아래에 위치하며 좌우 2개의 반구로 나누어진다.
 2. 간뇌는 시상과 ()로 구분된다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다. ()
 4. 뇌교는 자율 신경과 내분비샘의 조절 중추이다. ()

정답

1. 소뇌
2. 시상 하부
3. ○
4. ×

개념 체크

- 연수는 심장 박동, 호흡 운동, 소화액 분비 등을 조절하는 중추임
- 척수는 뇌와 척수 신경 사이에서 정보를 전달하는 역할을 함
- 의식적인 반응은 대뇌의 판단과 명령에 따라 일어나며, 무조건 반사는 반응의 중추가 대뇌가 아님

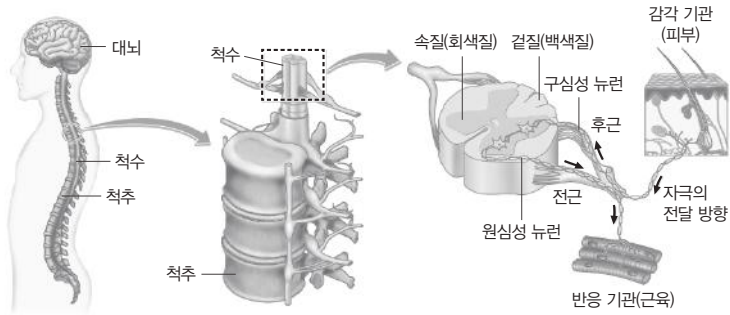
1. ()는 대뇌와 연결되는 대부분의 신경이 교차되는 장소이다.
 2. 척수의 겉질은 주로 백색질이고, 속질은 주로 ()이다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 의식적인 반응은 대뇌가 관여한다. ()
 4. 동공 반사, 안구 운동의 중추는 모두 척수이다. ()

⑥ 연수

- 뇌교의 아래쪽과 척수의 위쪽 사이에 위치하며, 대뇌와 연결되는 대부분의 신경이 교차되는 장소이다.
- 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동, 소화액 분비 등을 조절하는 중추이며, 기침, 재채기, 하품, 침 분비 등에도 관여한다.

(2) 척수

- ① 뇌와 척수 신경 사이에서 정보를 전달하는 역할을 한다.
- ② 대뇌와 달리 척수의 겉질은 주로 축삭 돌기로 이루어진 백색질이고, 속질은 신경 세포체로 이루어진 회색질이다.
- ③ 척추의 마디마다 배 쪽으로는 원심성 뉴런(운동 뉴런) 다발이 좌우로 1개씩 전근을 이루고, 등 쪽으로 구심성 뉴런(감각 뉴런) 다발이 좌우로 1개씩 후근을 이룬다.

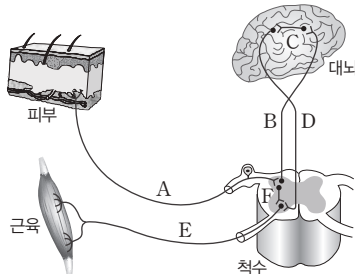


척수의 구조와 흥분 전달 경로

(3) 의식적인 반응과 무조건 반사

- ① 의식적인 반응: 대뇌의 판단과 명령에 따라 일어나는 행동이다.
- ② 무조건 반사: 반응의 중추가 대뇌가 아니라 중간뇌, 연수, 척수 등이며, 주로 자극에 대해 무의식적이고 순간적인 반응을 일으키며, 의식적인 반응에 비해 반응 속도가 빠르다.

반사	중추	반응
중간뇌 반사	중간뇌	동공 반사, 안구 운동 등
연수 반사	연수	재채기, 하품, 침 분비 등
척수 반사	척수	무릎 반사, 회피 반사, 배변·배뇨 반사 등



- 의식적인 반응의 경로:
A → B → C → D → E
- 척수 반사의 경로:
A → F → E

의식적인 반응과 척수 반사의 경로

정답

1. 연수
2. 회색질
3. ○
4. ×

3 말초 신경계

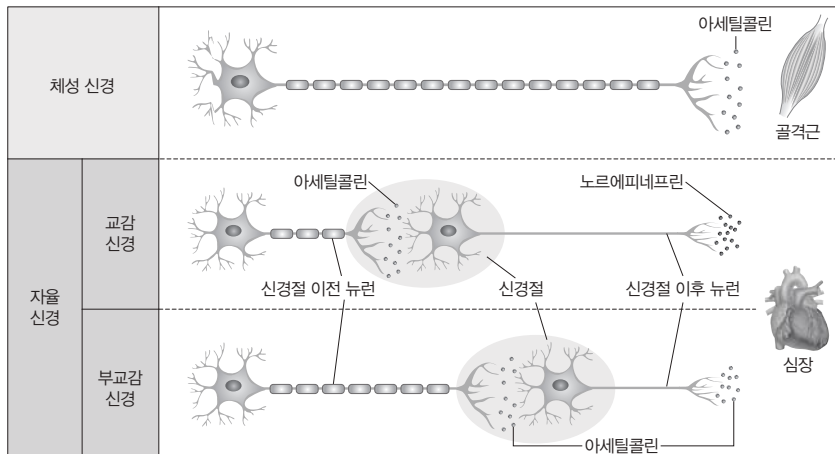
(1) 뇌 신경과 척수 신경

- ① 뇌와 주변 기관 사이를 연결하고 있는 신경을 뇌 신경이라고 하며, 좌우 12쌍으로 구성된다.
- ② 척수와 주변 기관 사이를 연결하고 있는 신경을 척수 신경이라고 하며, 좌우 31쌍으로 구성된다.

(2) **구심성 신경(감각 신경)**: 감각 기관에서 수용한 자극을 중추 신경계로 전달한다.

(3) 원심성 신경(운동 신경)

- ① 중추 신경계의 명령을 반응 기관으로 전달한다.
- ② 원심성 신경(운동 신경)에는 체성 신경과 자율 신경이 있다.
- ③ 체성 신경
 - 주로 대뇌의 지배를 받으며, 골격근에 아세틸콜린을 분비하여 명령을 전달한다.
 - 중추 신경계와 반응 기관 사이에서 하나의 신경이 명령을 전달하며 신경절이 없다.
- ④ 자율 신경
 - 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않으며 중간뇌, 연수, 척수의 명령을 심장근, 내장근, 분비샘 등에 전달한다.
 - 교감 신경과 부교감 신경은 심장근, 내장근, 분비샘 등의 반응 기관에 연결되며, 일반적으로 길항 작용을 하면서 반응 기관을 조절한다.
 - 대부분 중추 신경계와 반응 기관 사이에 하나의 신경절이 존재한다.
 - 교감 신경: 척수와 연결되어 있으며, 신경절 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이, 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다. 일반적으로 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.
 - 부교감 신경: 중간뇌, 연수, 척수와 연결되어 있으며, 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 모두 아세틸콜린이 분비된다. 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.



체성 신경과 자율 신경의 비교

개념 체크

- ➔ 뇌 신경은 뇌를 구성하는 신경이 아니고, 뇌와 주변 기관 사이를 연결하는 신경임
- ➔ 척수 신경은 척수를 구성하는 신경이 아니고, 척수와 주변 기관 사이를 연결하는 신경임
- ➔ 원심성 신경(운동 신경)은 주로 대뇌의 지배를 받는 체성 신경과 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않는 자율 신경으로 구분됨

1. () (감각 신경)은 감각 기관에서 수용한 자극을 중추 신경계로 전달한다.
 2. 체성 신경은 골격근에 ()을 분비하여 명령을 전달한다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 심장과 연결된 교감 신경은 중추 신경계와 반응 기관 사이에 신경절이 없다. ()
 4. 심장과 연결된 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다. ()

정답

1. 구심성 신경
2. 아세틸콜린
3. ×
4. ○

개념 체크

▶ 심장 박동은 교감 신경의 작용에 의해 촉진되고, 부교감 신경의 작용에 의해 억제됨

▶ 교감 신경과 부교감 신경은 같은 기관(예. 위, 방광 등)에 대해 길항적으로 작용할 수 있음

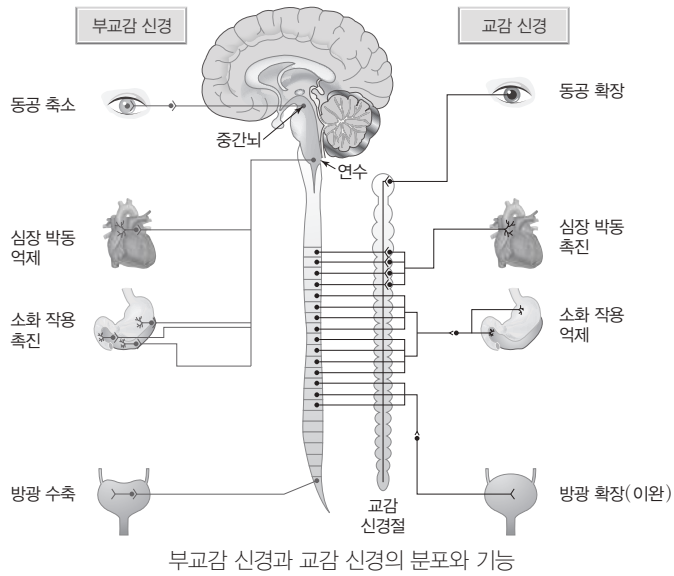
1. 동공이 축소할 때 흥분 발생 빈도가 증가하는 자율 신경은 () 신경이다.

2. 방광이 확장(이완)할 때 흥분 발생 빈도가 증가하는 자율 신경은 () 신경이다.

※ ○ 또는 ×

3. 심장과 연결된 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다. ()

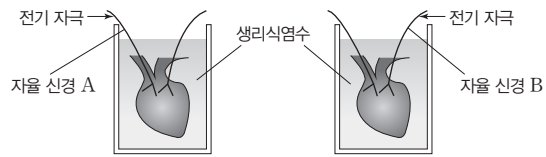
4. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 모두 연수에 있다. ()



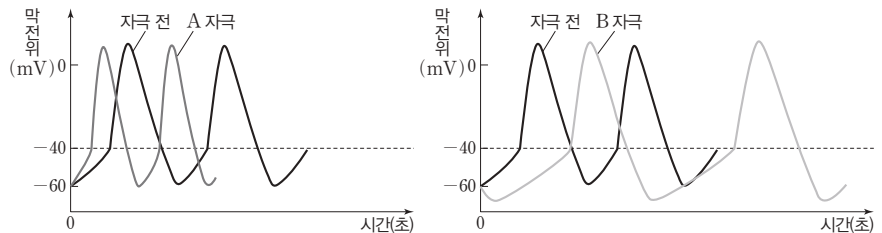
부교감 신경과 교감 신경의 분포와 기능

탐구자료 살펴보기 자율 신경에 의한 심장 박동 조절

- 탐구 과정**
1. 자율 신경 A와 B가 연결된 2개의 개구리 심장을 준비한다.
 2. 심장을 생리식염수가 담긴 비커에 넣는다.
 3. A에 전기 자극을 준 후 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도를 측정한다.
 4. B에 전기 자극을 준 후 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도를 측정한다.



탐구 결과 A를 자극하였을 때보다 B를 자극하였을 때 심장 세포에서 활동 전위의 발생 빈도가 낮게 나타났다.



- 탐구 point**
- A는 심장 박동을 촉진하는 데 관여하는 교감 신경이다.
 - B는 심장 박동을 억제하는 데 관여하는 부교감 신경이다.

정답

1. 부교감
2. 교감
3. ×
4. ×

4 신경계의 이상과 질환

(1) 중추 신경계 이상

- ① 알츠하이머병: 대뇌 기능의 저하로 기억력과 인지 기능이 약화되는 질환이다.
- ② 파킨슨병: 중간뇌에서 분비되는 신경 전달 물질 중 도파민의 분비 이상으로 몸이 경직되고 자세가 불안정해지는 질환이다.

(2) 운동 신경 이상

- ① 근위축성 측삭 경화증: 골격근을 조절하는 체성 신경이 파괴되어 근육이 경직되고 경련을 일으키며 점차 약해지는 질환이다.



알츠하이머병



파킨슨병



근위축성 측삭 경화증

개념 체크

- ➔ 중추 신경계 이상에 의한 질환으로는 알츠하이머병, 파킨슨병이 있음
- ➔ 근위축성 측삭 경화증은 체성 신경에 이상이 생긴 질환임

1. 알츠하이머병은 중추 신경계 중 () 기능의 저하로 나타난다.

2. 파킨슨병을 갖는 사람은 ()에서 분비되는 도파민의 분비에 이상이 있다.

※ ○ 또는 ×

3. 근위축성 측삭 경화증 환자는 근육이 경직되고 경련이 나타날 수 있다. ()

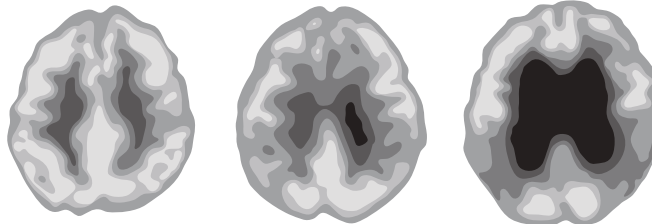
4. 알츠하이머병 진단에 PET (양전자 방출 단층 촬영) 스캔 장비가 활용된다. ()

탐구자료 살펴보기

알츠하이머병 진단

- 탐구 과정**
- ① PET 스캔 장비를 이용하여 정상인, 가벼운 인지 장애인, 알츠하이머병 환자의 뇌를 스캔한다.
 ※ PET(양전자 방출 단층 촬영): PET 스캔은 방사성 양전자를 이용하여 신체의 물질대사와 화학적인 활성 정도를 관찰하는 기술이다. 방사성 동위 원소로 표시된 포도당을 주입한 후 이 포도당이 활발히 소모되는 부분을 분석할 수 있다.
 - ② 각각의 스캔 이미지를 비교하여 알츠하이머병과 관련된 대뇌 결질 부분을 분석한다.

탐구 결과 그림은 정상인, 가벼운 인지 장애인, 알츠하이머병 환자의 PET 스캔 이미지를 나타낸 것이다.



정상인

가벼운 인지 장애인

알츠하이머병 환자

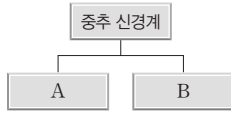
- 탐구 point**
- 뇌의 활동성이 낮은 부위는 알츠하이머병 환자 > 가벼운 인지 장애인 > 정상인 순서로 많다.
 - 알츠하이머병 환자는 두정엽, 측두엽, 전두엽 등의 대뇌 결질에 이상이 있다.

정답

- 1. 대뇌
- 2. 중간뇌
- 3. ○
- 4. ○

[26025-0083]

01 그림은 사람의 중추 신경계를 구분하여 나타낸 것이다. A와 B는 각각 뇌와 척수 중 하나이고, A에 중간뇌가 포함된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 뇌이다.
- ㄴ. B의 겉질은 회색질이다.
- ㄷ. B는 A와 척수 신경 사이에서 정보를 전달할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0084]

02 표는 사람의 중추 신경계에 속하는 A, B, 뇌교의 특징을 나타낸 것이다. A와 B는 간뇌와 대뇌를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	특징
A	시상과 시상 하부로 구분된다.
B	㉠
뇌교	소뇌와 B 사이에 정보 전달을 중계한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

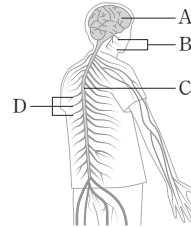
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 뇌줄기를 구성한다.
- ㄴ. '수의(의식적) 운동의 중추이다.'는 ㉠에 해당한다.
- ㄷ. 뇌교는 뇌를 구성한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0085]

03 그림은 사람의 신경계를 나타낸 것이다. A~D는 뇌, 척수, 뇌 신경, 척수 신경을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

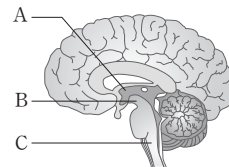
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 무릎 반사의 중추이다.
- ㄴ. C는 척수이다.
- ㄷ. B와 D는 모두 말초 신경계에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0086]

04 그림은 사람의 뇌 구조를 나타낸 것이다. A~C는 간뇌, 연수, 중간뇌를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

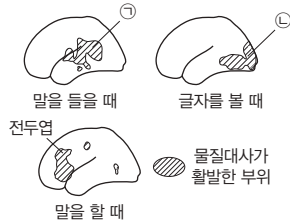
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 간뇌이다.
- ㄴ. B는 대뇌와 연결되는 대부분의 신경이 교차되는 장소이다.
- ㄷ. C는 홍채를 이용한 동공의 크기 조절에 관여한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0087]

05 그림은 정상인 A가 여러 가지 신체 활동을 할 때 대뇌 겉질 중 물질대사가 활발한 부위를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 측두엽과 후두엽을 순서 없이 나타낸 것이다.



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

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 후두엽이다.
- ㄴ. ㉡이 손상되면 글자를 볼 때 이상이 생길 수 있다.
- ㄷ. 대뇌 겉질은 부위에 따라 기능이 분업화되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0088]

06 표 (가)는 중추 신경계를 구성하는 구조 A와 B에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 각각 연수와 중간뇌 중 하나이고, ㉢와 ㉣는 '○'와 '×'를 순서 없이 나타낸 것이다.

구조	특징	
	㉠	㉡
A	㉢	㉣
B	?	㉣

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠, ㉡)
• 뇌를 구성한다.
• 동공 반사의 중추이다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

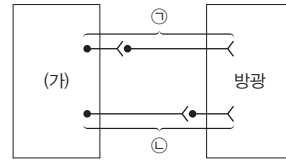
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢는 '×'이다.
- ㄴ. B는 중간뇌이다.
- ㄷ. ㉣은 '뇌를 구성한다.'이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0089]

07 그림은 방광의 크기 조절에 관여하는 자율 신경 ㉠과 ㉡이 중추 신경계 (가)에 연결된 경로를 나타낸 것이다. (가)는 대뇌와 척수 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

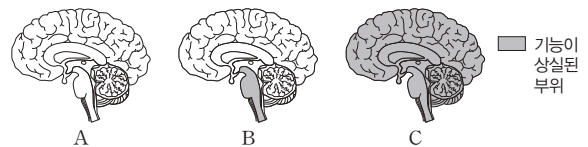
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 대뇌이다.
- ㄴ. ㉡은 부교감 신경이다.
- ㄷ. ㉠이 방광에 작용하면 방광 수축이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0090]

08 그림은 사람 A~C의 뇌를 나타낸 것이다. A~C 중 1명은 정상인이고, 나머지 2명은 뇌의 기능이 상실된 부위



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 정상인이다.
- ㄴ. B는 뇌줄기의 기능이 상실되었다.
- ㄷ. B와 C는 모두 스스로 체온 조절이 가능하다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0091]

09 표는 사람의 자율 신경 (가)와 (나)의 특징을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 교감 신경과 부교감 신경을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 척수와 중간뇌를 순서 없이 나타낸 것이다.

자율 신경	신경절 이전 뉴런의 신경 세포체 위치	연결된 기관
(가)	㉠	눈
(나)	㉡	방광

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

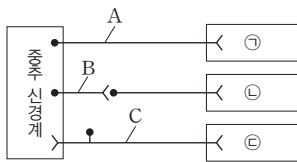
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)는 교감 신경이다.
- ㄴ. ㉠은 중간뇌이다.
- ㄷ. (가)의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0092]

10 그림은 중추 신경계로부터 뉴런 A~C가 ㉠~㉢에 연결된 경로를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 심장, 피부, 골격근을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

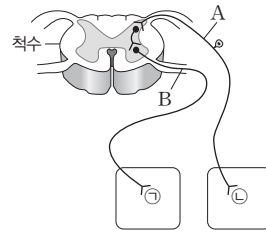
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 피부이다.
- ㄴ. A와 B의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 같다.
- ㄷ. C는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0093]

11 그림은 척수와 ㉠과 ㉡을 연결하는 뉴런 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 구심성 뉴런(감각 뉴런)과 원심성 뉴런(운동 뉴런) 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 피부, 팔의 골격근을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

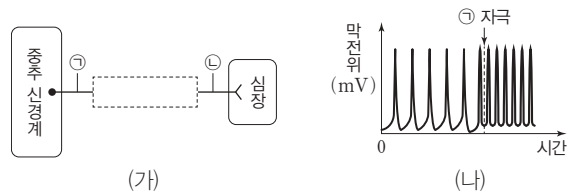
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 후근을 이룬다.
- ㄴ. B는 구심성 뉴런(감각 뉴런)이다.
- ㄷ. ㉠은 팔의 골격근이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0094]

12 그림 (가)는 중추 신경계로부터 자율 신경이 심장에 연결된 경로를, (나)는 ㉠을 자극하기 전후 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도의 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 서로 다른 뉴런이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

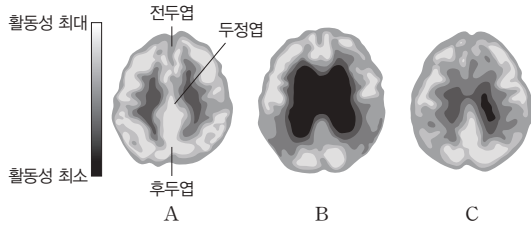
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠의 신경 세포체는 연수에 있다.
- ㄴ. $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{㉡의 길이}} < 1$ 이다.
- ㄷ. ㉡의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0095]

13 그림은 사람 A~C에서 대뇌 겉질의 활동성을 나타낸 것이다. A~C는 정상인, 가벼운 인지 장애인, 알츠하이머병 환자를 순서 없이 나타낸 것이고, B는 대뇌 기능이 저하되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

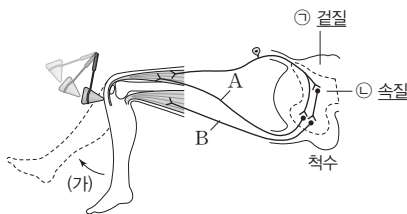
◀ 보기 ▶

- ㄱ. C는 알츠하이머병 환자이다.
- ㄴ. B는 두정엽 부위의 대뇌 겉질에 이상이 있다.
- ㄷ. B는 A에 비해 기억력과 인지 기능이 약화되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0096]

14 그림은 무릎 반사가 일어날 때 흥분 전달 경로를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

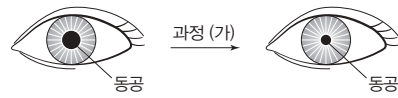
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 회색질이다.
- ㄴ. ㉡에 연합 뉴런이 있다.
- ㄷ. 과정 (가)가 일어날 때 단위 시간당 A에서 활동 전위 발생 빈도 수 는 감소한다.
B에서 활동 전위 발생 빈도 수 는 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0097]

15 그림은 어떤 사람에게서 동공 반사가 일어났을 때 동공의 크기 변화를 나타낸 것이다.



(가)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

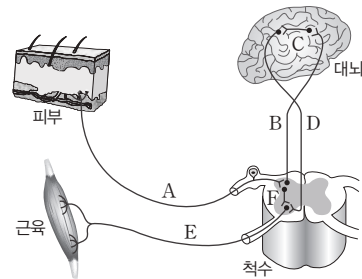
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 중간뇌가 관여한다.
- ㄴ. 의식적인 반응에 해당한다.
- ㄷ. 홍채와 연결된 부교감 신경의 활동 전위 발생 빈도는 (가)가 일어나기 전보다 (가)가 일어날 때 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0098]

16 그림은 의식적인 반응과 척수 반사의 경로를, 표는 반응 (가)를 나타낸 것이다. A~F는 각각 서로 다른 신경이다.



반응 (가): 손이 날카로운 물체에 닿자 무의식적으로 손을 떼다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

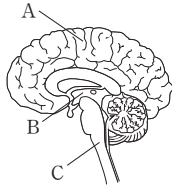
- ㄱ. E는 전근을 이룬다.
- ㄴ. F는 척수 신경에 해당한다.
- ㄷ. (가)에서 흥분은 A → B → C → D → E로 전달된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0099]

사람의 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다.

01 그림은 사람의 뇌를, 표는 뇌 관련 질환을 갖는 사람 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. A~C는 각각 간뇌, 대뇌, 연수 중 하나이고, (가)~(다)는 A~C 중 서로 다른 한 부위의 기능이 저하되어 있다.



구분	특징
(가)	체내 항상성 유지에 이상이 있다.
(나)	기억력과 인지 기능이 약화된다.
(다)	스스로 호흡을 할 수 없다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

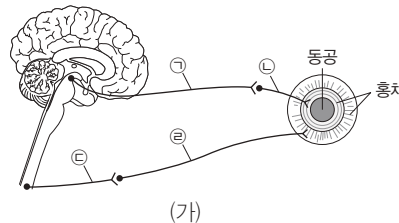
- ㄱ. B는 연수이다.
- ㄴ. (나)는 A의 기능이 저하되어 있다.
- ㄷ. (다)는 뇌줄기의 기능이 정상이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

빛 자극이 약하면 동공의 크기가 커지고, 빛 자극이 강하면 동공의 크기가 작아진다.

[26025-0100]

02 그림 (가)는 동공의 크기 조절에 관여하는 교감 신경과 부교감 신경이 중추 신경계에 연결된 경로를, (나)는 정상인에서 빛 자극 유무에 따른 동공의 크기를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

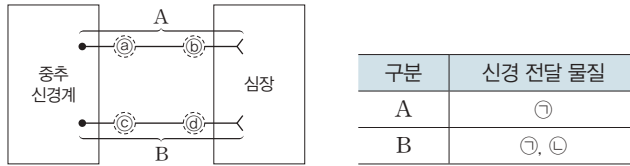
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다.
- ㄴ. ㉡의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.
- ㄷ. ㉠의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 t_1 에서가 t_2 에서보다 작다.
- ㄹ. ㉡의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 t_1 에서가 t_2 에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0101]

03 그림은 중추 신경계와 심장을 연결하는 자율 신경 A와 B를, 표는 A와 B를 구성하는 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 아세틸콜린과 노르에피네프린을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢~㉤ 중 2곳에 신경절이 있다.



교감 신경과 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런에서 분비되는 신경 전달 물질은 같고, 신경절 이후 뉴런에서 분비되는 신경 전달 물질은 서로 다르다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

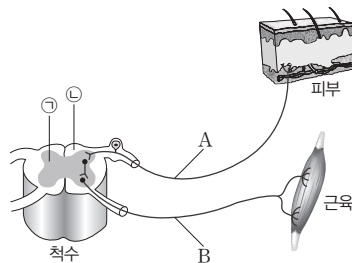
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢와 ㉣에 모두 신경절이 있다.
- ㄴ. ㉡은 노르에피네프린이다.
- ㄷ. A에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 심장 박동 수가 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0102]

04 그림은 자극에 의한 무조건 반사가 일어날 때 흥분 전달 경로를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 결합질과 축삭의 속질을 순서 없이 나타낸 것이다.



척수의 결합질은 백색질이고, 척수의 속질은 회색질이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡은 회색질이다.
- ㄴ. A의 신경 세포체는 ㉠에 있다.
- ㄷ. B는 전근을 이룬다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중추 신경계는 뇌와 척수로 구성된다. 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다.

05 표 (가)는 중추 신경계에 속하는 구조 A, B, 소뇌에서 특징 ㉠~㉥의 유무를, (나)는 ㉠~㉥을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 척수와 중간뇌를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡는 '있음'과 '없음'을 순서 없이 나타낸 것이다.

구조 \ 특징	㉠	㉡	㉢
A	㉡	㉡	㉠
B	㉠	㉠	?
소뇌	㉠	㉡	㉢

(가)

특징(㉠~㉥)
• 뇌를 구성한다.
• 뇌줄기를 구성한다.
• 몸의 평형 유지 중추이다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

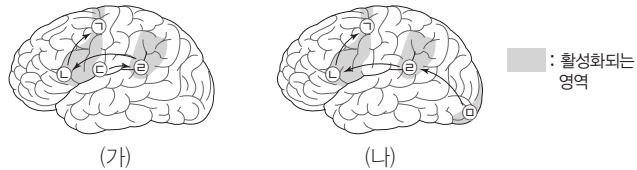
- ㄱ. ㉠은 '있음'이다.
- ㄴ. ㉢은 '뇌를 구성한다.'이다.
- ㄷ. B는 무릎 반사의 중추이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

대뇌 겉질은 부위에 따라 기능이 분업화되어 있다.

06 다음은 말하기와 관련된 대뇌 겉질에 대한 자료이다.

• 그림은 상황 (가)와 (나)에서 활성화되는 좌반구의 영역을 순서대로 나타낸 것이고, 표는 영역 ㉠~㉥의 특징을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 '단어를 보면서 말할 때'와 '단어를 듣고 따라 말할 때'를 순서 없이 나타낸 것이다.



영역	특징
㉠	입의 움직임을 조절하는 운동 겉질이다.
㉡	받은 정보를 분석하여 표현할 말을 만든다.
㉢	청각 중추이다.
㉣	언어의 이해를 담당한다.
㉤	시각 중추이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

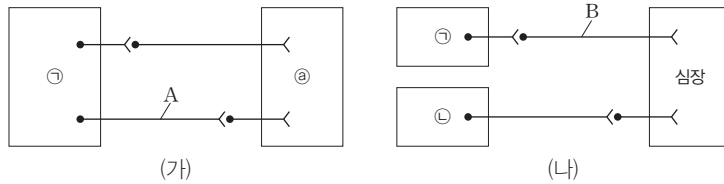
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 감각력에 해당한다.
- ㄴ. (가)는 '단어를 듣고 따라 말할 때'이다.
- ㄷ. 말을 할 때와 말을 만들어 낼 때는 공통적으로 전두엽의 일부가 활성화된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0105]

07 그림 (가)는 중추 신경계를 구성하는 ㉠으로부터 자율 신경이 배설계에 속하는 기관 ㉡에 연결된 경로를, (나)는 중추 신경계를 구성하는 ㉠과 ㉢으로부터 자율 신경이 심장에 연결된 경로를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉢은 연수와 척수를 순서 없이 나타낸 것이다.



중추 신경계와 방광을 연결하는 교감 신경과 부교감 신경의 신경 세포체는 모두 척수에 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

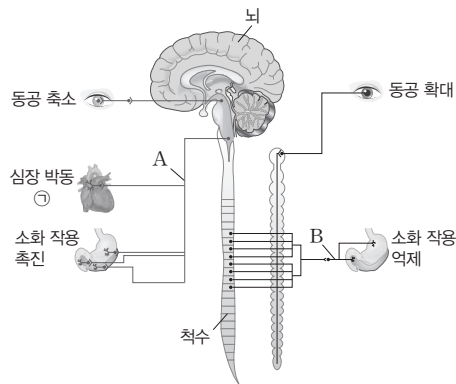
- ㄱ. ㉠은 척수이다.
- ㄴ. A와 B의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 같다.
- ㄷ. 방광은 ㉡에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0106]

08 그림은 사람의 자율 신경의 작용에 의해 일어나는 신체 변화 중 일부를 나타낸 것이다. ㉠은 억제와 촉진 중 하나이다.

동공의 크기는 부교감 신경에 의해 축소되고, 교감 신경에 의해 확대된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 촉진이다.
- ㄴ. A의 신경 세포체는 연수에 있다.
- ㄷ. B는 구심성 신경(감각 신경)에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개념 체크

▶ 내분비샘에서 분비된 호르몬은 혈액을 따라 이동하여 특정 수용체를 가진 표적 세포에 작용함

▶ 호르몬의 작용은 신경의 작용에 비해 전달 속도가 느리고, 효과가 지속적인

1. ()샘에서는 분비관 없이 호르몬을 혈액이나 조직액으로 내보낸다.

2. 땀샘, 소화샘, 침샘, 눈물샘 등은 ()샘에 해당한다.

※ ○ 또는 ×

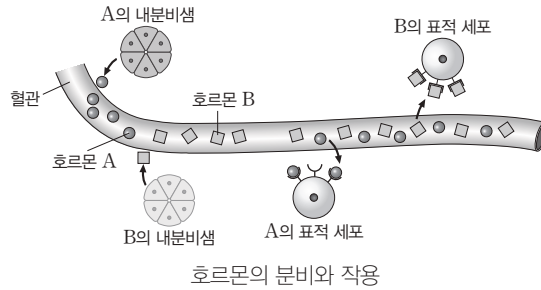
3. 호르몬은 특정 호르몬 수용체를 가진 표적 세포(표적 기관)에 작용한다. ()

4. 호르몬에 의한 작용은 신경에 의한 작용보다 전달 속도가 빠르고, 효과가 일시적이다. ()

1 호르몬의 특성과 종류

(1) 호르몬의 특성

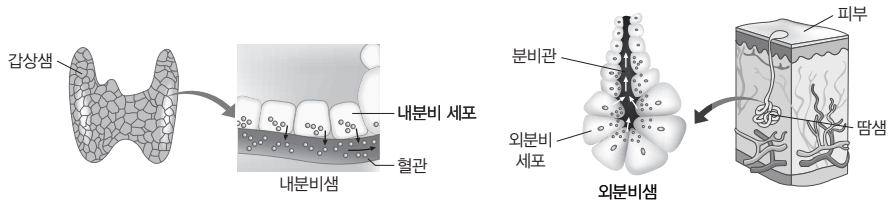
- ① 내분비샘에서 생성되어 혈액이나 조직액으로 분비된다.
- ② 혈액을 따라 이동하다가 특정 호르몬 수용체를 가진 표적 세포(기관)에 작용한다.
- ③ 미량으로 생리 작용을 조절하며 부족하면 결핍증이, 많으면 과다증이 나타난다.



과학 돋보기

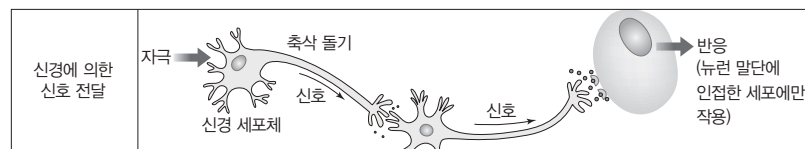
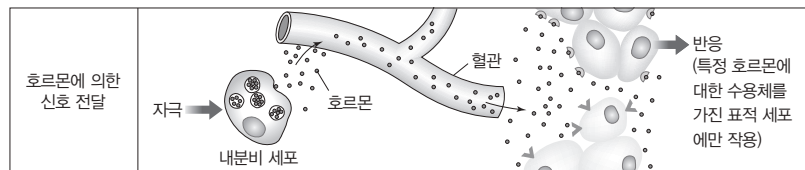
내분비샘과 외분비샘

- 내분비샘: 분비관 없이 분비물(호르몬 등)을 혈액이나 조직액으로 내보낸다. 뇌하수체, 갑상샘 등
- 외분비샘: 분비관을 통해 분비물(소화액 등)을 체외로 내보낸다. 땀샘, 소화샘, 침샘, 눈물샘 등



(2) 호르몬과 신경의 작용 비교

- ① 호르몬의 작용: 혈액을 통해 온몸 구석구석 퍼져 멀리 떨어진 표적 세포(기관)에 신호를 전달하므로 신경의 작용보다 전달 속도가 느리고, 효과가 지속적이다.
- ② 신경의 작용: 뉴런이나 시냅스를 통해 특정 세포(기관)로 신호를 전달하므로 호르몬의 작용보다 전달 속도가 빠르고, 효과가 일시적이다.

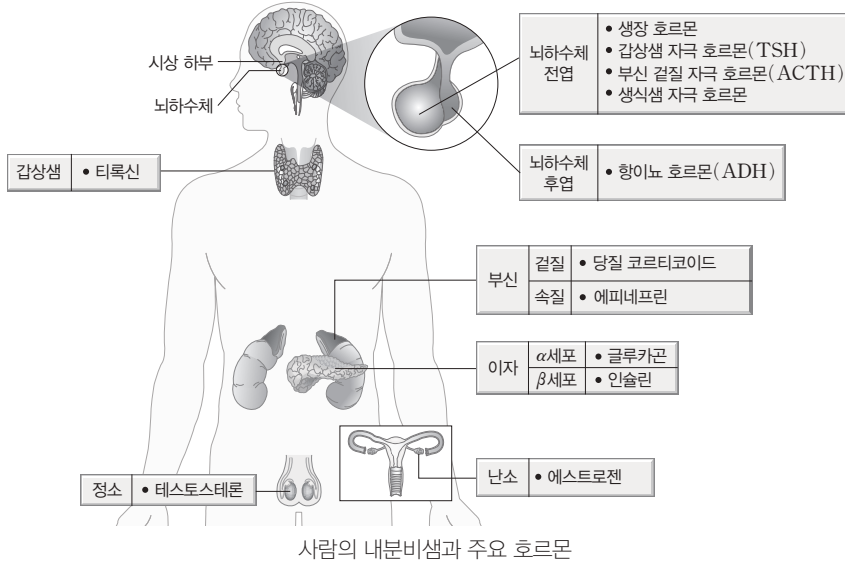


호르몬과 신경의 작용 비교

정답

1. 내분비
2. 외분비
3. ○
4. ×

(3) 사람의 내분비샘과 호르몬



사람의 내분비샘과 주요 호르몬

내분비샘	호르몬의 종류	특징
뇌하수체	전엽	<ul style="list-style-type: none"> • 성장 호르몬 • 갑상샘 자극 호르몬(TSH) • 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH)
	후엽	• 항이뇨 호르몬(ADH)
갑상샘	• 티록신	물질대사 촉진
부신	겉질	• 당질 코르티코이드
	속질	• 에피네프린
이자	β세포	• 인슐린
	α세포	• 글루카곤

2 내분비계 질환

(1) 당뇨병

- ① 원인: 인슐린 분비 이상이나 표적 세포가 인슐린에 적절하게 반응하지 못하기 때문에 나타나는 질병으로, 탄수화물 섭취 후 혈중 포도당 농도가 정상 수준으로 감소하지 못하고 높게 나타난다.
- ② 증상: 오줌으로 포도당이 빠져나가는 질환으로 당뇨병에 걸린 사람은 오줌이 자주 마렵고 갈증과 식욕을 많이 느끼며, 시각이 흐려지거나 쉽게 피곤해지는 증상이 나타난다.
- ③ 합병증: 체중이 급격하게 줄고, 콩팥, 눈, 손, 발 등에 심각한 합병증이 나타날 수 있다.
- ④ 종류

종류	원인	예방 및 치료
제1형 당뇨병	이자의 β세포가 파괴되어 인슐린을 생성하지 못함	인슐린 처방, 혈당량을 급속히 증가시키는 음식 섭취 조절
제2형 당뇨병	인슐린의 표적 세포가 인슐린에 정상적으로 반응하지 못함	약물 치료, 음식물 섭취 조절, 운동

개념 체크

➔ 사람의 내분비샘에는 뇌하수체, 갑상샘, 부신, 이자 등이 있음

➔ 당뇨병은 인슐린 분비 이상이나 표적 세포가 인슐린에 적절하게 반응하지 못해 나타남

1. 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH)은 뇌하수체()에서 분비된다.

2. 인슐린 분비 이상으로 탄수화물 섭취 후 혈중 포도당 농도가 정상 수준보다 높게 나타나는 내분비계 질환은()이다.

※ ○ 또는 ×

3. 항이뇨 호르몬(ADH)은 뇌하수체 전엽에서 분비된다. ()

4. 제2형 당뇨병은 인슐린의 표적 세포가 인슐린에 정상적으로 반응하지 못하여 나타나는 질병이다. ()

정답

1. 전엽
2. 당뇨병
3. ×
4. ○

개념 체크

➔ 호르몬의 분비량이 많으면 과다증, 적으면 결핍증이 나타남

➔ 체내 항상성은 주로 내분비계와 신경계의 작용에 의해 조절됨

1. 갑상샘에서 분비되는 ()이 너무 많으면 갑상샘 기능 항진증이 나타난다.

2. 어느 과정의 산물이 그 과정을 억제하는 조절을 () 피드백이라고 한다.

※ ○ 또는 ×

3. 혈중 티록신의 농도가 높아지면 티록신에 의해 뇌하수체 전엽에서 TSH 분비가 촉진된다. ()

4. 교감 신경과 부교감 신경에 의한 심장 박동 속도 조절은 길항 작용의 예에 해당한다. ()

정답

- 1. 티록신
- 2. 음성
- 3. ×
- 4. ○

(2) 거인증과 소인증

① 원인

- 성장 호르몬의 분비량이 너무 많으면 거인증이 나타나고, 성장 호르몬의 분비량이 너무 적으면 소인증이 나타난다.
- 거인증은 주로 뇌하수체 종양으로 인해 발생하며, 뼈의 성장판이 닫힌 이후에도 성장 호르몬이 과다 분비되면 말단 비대증의 형태로 나타난다.

② 치료: 약물 치료나 뇌하수체 종양 제거로 치료할 수 있다.

(3) 갑상샘 기능 항진증과 저하증

① 원인: 티록신 분비량이 너무 많으면 갑상샘 기능 항진증이 나타나고, 티록신 분비량이 너무 적으면 갑상샘 기능 저하증이 나타난다.

② 증상 및 치료

종류	증상	치료
갑상샘 기능 항진증	• 대사량 증가: 땀을 많이 흘리고, 체중이 감소하고, 심박수와 심장 박출량이 증가한다. • 성격이 과민해지고, 눈이 돌출되는 경우도 있다.	갑상샘 기능 억제제 복용 방사성 아이오딘 치료
갑상샘 기능 저하증	• 대사량 감소: 동작이 느려지고, 추위를 많이 타고, 체중이 증가하고, 심박수와 심장 박출량이 감소한다.	갑상샘 호르몬(티록신) 복용

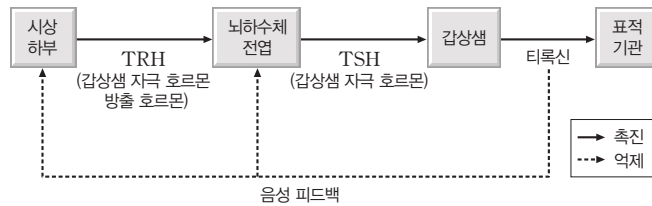
3 항상성

항상성이란 체내·외의 환경 변화에 대해 혈당량, 체온, 혈장 삼투압 등의 체내 환경을 정상 범위로 유지하는 성질이며, 주로 내분비계와 신경계의 작용에 의해 조절된다.

(1) 항상성 유지의 원리

① 음성 피드백: 어느 과정의 산물이 그 과정을 억제하는 조절을 음성 피드백이라고 한다.

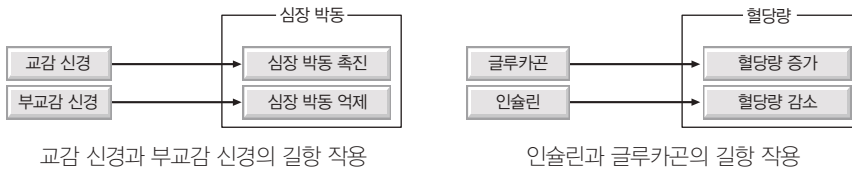
예 티록신의 분비 조절



음성 피드백에 의한 티록신의 분비 조절

- 혈중 티록신의 농도가 높아지면 티록신에 의해 시상하부의 TRH 분비와 뇌하수체 전엽의 TSH 분비가 각각 억제되어 혈중 티록신의 농도가 감소한다.
- 혈중 티록신의 농도가 낮아지면 시상하부의 TRH 분비와 뇌하수체 전엽의 TSH 분비가 각각 촉진되어 혈중 티록신의 농도가 증가한다.

② 길항 작용: 두 가지 요인이 같은 생리 작용에 대해 서로 반대로 작용하여 서로의 효과를 줄이는 것을 길항 작용이라고 한다. 예 교감 신경과 부교감 신경에 의한 심장 박동 속도 조절, 인슐린과 글루카곤에 의한 혈당량 조절

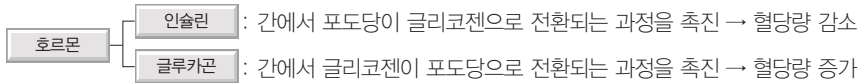


교감 신경과 부교감 신경의 길항 작용

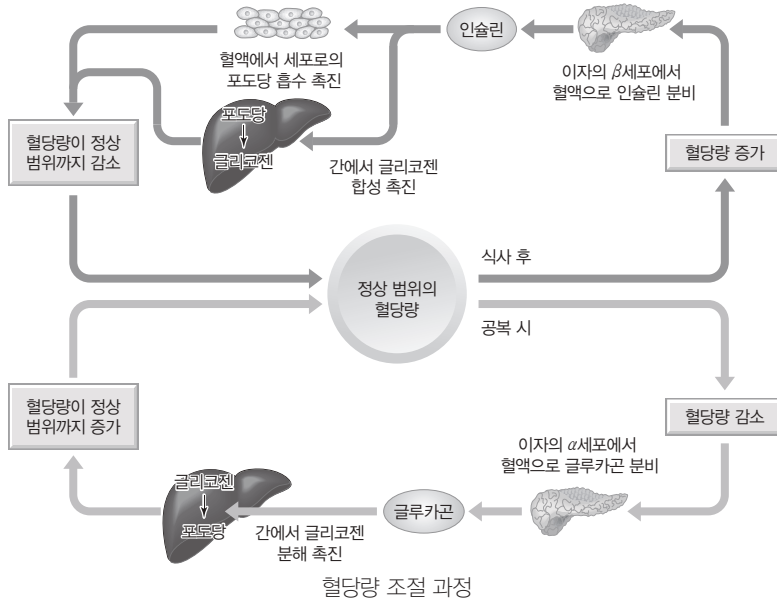
인슐린과 글루카곤의 길항 작용

(2) 혈당량 조절: 혈액 속에 있는 포도당의 농도를 혈당량이라고 하고, 공복 시 정상 혈당량은 100 mL당 70 mg~99 mg이다. 포도당은 체내의 중요한 에너지원이므로 혈당량이 일정하게 유지되는 것은 중요하다. 혈당량은 주로 이자에서 체내 혈당량을 직접 감지하여 조절함으로써 일정하게 유지되기도 하고, 간뇌의 시상 하부에서 자율 신경을 통해 이자나 부신을 자극하여 혈당량 조절 호르몬의 분비를 조절함으로써 일정하게 유지되기도 한다.

① 정상인의 혈당량은 인슐린과 글루카곤의 길항 작용에 의해 정상 범위로 유지된다.



② 혈당량 조절 과정



- 혈당량이 정상 범위보다 높을 때의 조절: 이자의 β세포에서 인슐린의 분비가 증가 → 분비된 인슐린이 간에 작용하면 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정이 촉진되고, 혈액에서 조직 세포로의 포도당 흡수가 촉진 → 혈당량이 정상 범위까지 낮아지면 음성 피드백에 따라 인슐린 분비량이 감소
- 혈당량이 정상 범위보다 낮을 때의 조절: 이자의 α세포에서 글루카곤의 분비가 증가 → 분비된 글루카곤이 간에 작용하면 글리코젠이 포도당으로 전환되는 과정을 촉진하여 포도당을 혈액으로 방출 → 혈당량이 정상 범위까지 높아지면 음성 피드백에 따라 글루카곤의 분비량이 감소

개념 체크

- ➔ 혈당량은 인슐린과 글루카곤의 길항 작용에 의해 정상 범위로 유지됨
- ➔ 이자의 α세포에서 분비되는 글루카곤은 혈당량을 높이고, β세포에서 분비되는 인슐린은 혈당량을 낮춤

1. 이자의 ()세포에서 분비되는 인슐린은 혈중 포도당 농도를 (증가, 감소)시킨다.
 2. 글루카곤은 간에서 글리코젠의 ()를 촉진한다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 정상인에서 인슐린과 글루카곤의 길항 작용으로 혈당량은 정상 범위로 유지된다. ()
 4. 정상인에서 혈당량이 정상 범위보다 낮을 때 이자의 β세포에서 인슐린의 분비가 촉진된다. ()

정답

1. β, 감소
2. 분해
3. ○
4. ×

개념 체크

- ➔ 식사 후 혈당량이 증가하면 인슐린의 분비는 촉진되고, 글루카곤의 분비는 억제됨
- ➔ 시상 하부는 체온 변화 감지와 조절의 중추이며, 자율 신경과 호르몬의 작용으로 체온을 일정하게 유지시킴

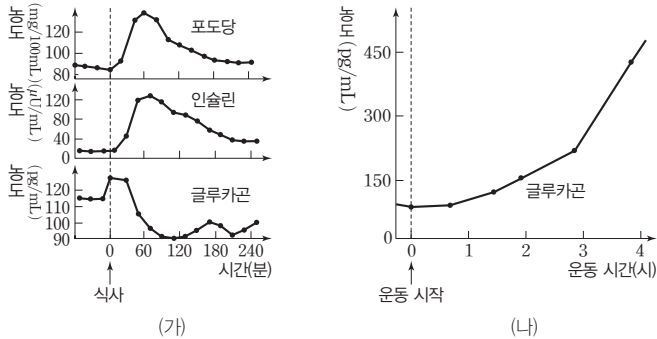
1. 식사 후 혈당량이 증가하면 혈중 인슐린의 농도는 ()한다.
 2. 이자에 연결된 () 신경은 α 세포에서 글루카곤의 분비를 촉진한다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 체온 변화 감지와 조절의 중추는 간뇌의 시상 하부이다. ()
 4. 부신 속질에서 분비된 에피네프린은 글리코젠의 분해를 촉진한다. ()

정답

1. 증가
2. 교감
3. ○
4. ○

탐구자료 살펴보기 **식사와 운동 후의 혈당량 조절**

자료 탐구 그림 (가)는 탄수화물 위주의 식사 후 혈중 포도당, 인슐린, 글루카곤의 농도 변화를, (나)는 운동 시작 후 혈중 글루카곤의 농도 변화를 나타낸 것이다.



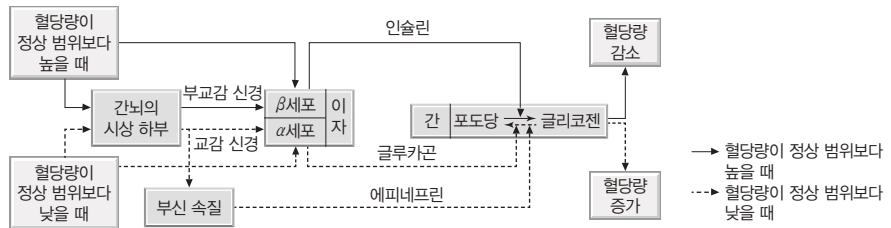
탐구 분석

- (가)에서 식사 후 혈당량이 증가하면 인슐린의 농도는 증가하고, 글루카곤의 농도는 감소하여 혈당량이 점차 낮아진다. 식사 후 1시간이 지나 혈당량이 감소되면 인슐린의 농도도 감소한다.
- (나)에서 운동을 시작하면 평소보다 많은 양의 포도당이 필요하여 혈당량이 빠르게 감소한다. 운동으로 부족해진 혈당을 보충하기 위해 글루카곤의 분비량이 증가한다.

과학 돋보기 **신경계에 의한 혈당량 조절**

1. 신경계에 의한 혈당량 조절

- ① 이자에 연결된 교감 신경은 α 세포에서 글루카곤의 분비를 촉진하고, 이자에 연결된 부교감 신경은 β 세포에서 인슐린의 분비를 촉진한다.
- ② 부신 속질에 연결된 교감 신경은 에피네프린의 분비를 촉진한다. 에피네프린은 간에 저장되어 있는 글리코젠을 포도당으로 분해하여 혈당량을 증가시킨다.

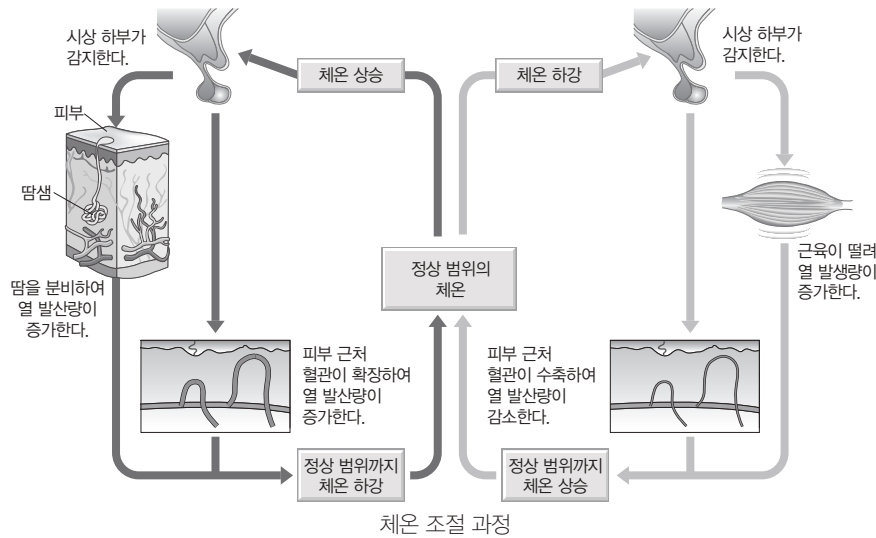


2. 추위나 긴장 등의 스트레스 상황에서 시상 하부는 신경계와 내분비계를 조절하여 에피네프린과 당질 코르티코이드의 작용으로 혈당량을 높인다.

(3) 체온 조절: 우리 몸에서 일어나는 다양한 물질대사에는 효소가 관여하는데, 단백질이 주성분인 효소는 체온이 너무 낮거나 높으면 제 기능을 할 수 없다. 따라서 체온을 일정하게 유지하는 일은 생명 유지에 매우 중요하다.

- ① 체온 유지 원리: 체온 변화 감지와 조절의 중추는 간뇌의 시상 하부이며, 자율 신경과 호르몬의 작용으로 열 발생량과 열 발산량을 조절함으로써 체온을 일정하게 유지시킨다.

② 체온 조절 과정



- 체온이 정상 범위보다 높아졌을 때: 시상 하부가 고체온을 감지하면 피부 근처 혈관이 확장되어 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 증가하고, 땀 분비가 촉진됨으로써 열 발생량이 증가한다.
- 체온이 정상 범위보다 낮아졌을 때: 시상 하부가 저체온을 감지하면 골격근이 빠르게 수축·이완되어 몸이 떨리고, 열 발생량이 증가한다. 또한 피부 근처 혈관이 수축됨으로써 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 감소하여 열 발생량이 감소한다.

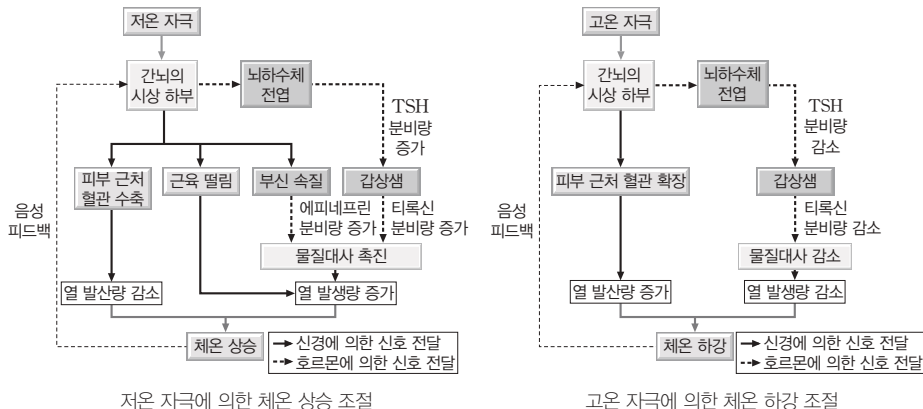
과학 돌보기 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통한 체온 조절

1. 체온이 정상 범위보다 낮아졌을 때의 체온 조절

- ① 열 발생량의 증가: 신경계와 내분비계의 조절에 의해 간과 근육에서 물질대사가 촉진되고, 몸 떨림과 같은 근육 운동이 일어나 열 발생량이 증가한다.
- ② 열 발생량의 감소: 교감 신경의 작용 강화에 의해 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액량이 감소함으로써 체표면을 통한 열 발생량이 감소한다.

2. 체온이 정상 범위보다 높아졌을 때의 체온 조절

- ① 열 발생량의 감소: 신경계와 내분비계의 조절에 의해 간과 근육에서 물질대사가 억제되어 열 발생량이 감소한다.
- ② 열 발생량의 증가: 피부 근처 혈관이 확장되며, 땀 분비가 촉진되어 체표면을 통한 열 발생량이 증가한다.



개념 체크

- ➔ 체온이 정상 범위보다 높아지면 열 발생량이 감소하고, 열 발생량이 증가함
- ➔ 골격근의 빠른 수축·이완은 열 발생량을 증가시키고, 피부 근처 혈관의 이완 및 땀 분비는 열 발생량을 증가시킴

1. 체온이 정상 범위보다 (높 , 낮)아졌을 때 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량이 증가한다.

2. 체온이 정상 범위보다 (높 , 낮)아졌을 때 골격근의 떨림이 증가한다.

※ ○ 또는 ×

3. 땀의 분비가 증가하면 열 발생량이 증가한다. ()

4. 피부 근처 혈관이 수축하면 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량이 증가한다. ()

정답

1. 높
2. 낮
3. ○
4. ×

개념 체크

④ 뇌하수체 후엽에서 혈장 삼투압을 조절하는 항이노 호르몬(ADH)이 분비됨

④ 혈중 항이노 호르몬(ADH)의 농도가 증가하면 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진됨

1. 뇌하수체 ()에서 항이노 호르몬(ADH)이 분비된다.

2. 혈장 삼투압이 증가하면 항이노 호르몬(ADH)의 분비가 (증가, 감소)한다.

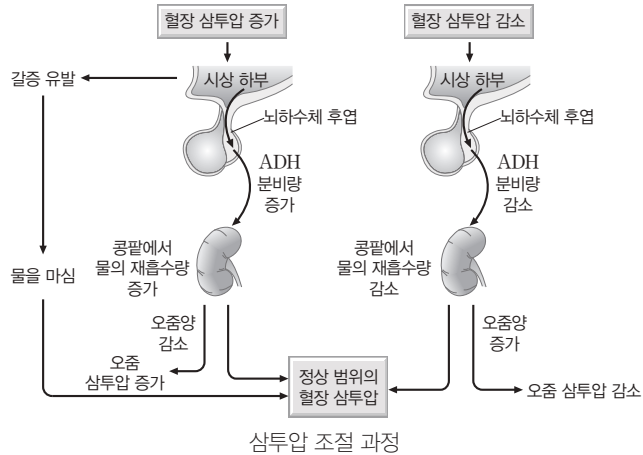
※ ○ 또는 ×

3. 항이노 호르몬(ADH)은 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진한다. ()

4. 혈중 항이노 호르몬(ADH)의 농도가 증가하면 단위 시간당 오줌 생성량은 증가한다. ()

(4) 삼투압 조절: 혈장 삼투압은 세포의 모양과 기능을 유지하는 데 중요하다. 혈장 삼투압이 정상 범위보다 높거나 낮으면 세포는 부피가 변하고 정상적으로 기능을 하기 어렵다.

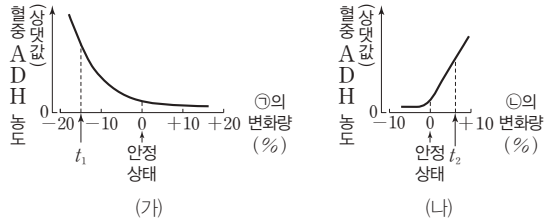
- ① 간뇌의 시상 하부는 삼투압 조절 중추로 혈장 삼투압을 감지하여 항이노 호르몬(ADH)의 분비량을 조절함으로써 정상 범위의 혈장 삼투압을 유지할 수 있도록 조절한다.
- ② 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이노 호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 감소시킨다.
- ③ 혈장 삼투압은 항이노 호르몬(ADH)에 의해 조절된다.



- 혈장 삼투압이 정상 범위보다 높을 때: 뇌하수체 후엽에서 항이노 호르몬(ADH)의 분비량 증가 → 콩팥에서 물의 재흡수량 증가 → 혈장 삼투압 감소, 오줌양 감소, 오줌 삼투압 증가
- 혈장 삼투압이 정상 범위보다 낮을 때: 뇌하수체 후엽에서 항이노 호르몬(ADH)의 분비량 감소 → 콩팥에서 물의 재흡수량 감소 → 혈장 삼투압 증가, 오줌양 증가, 오줌 삼투압 감소

탐구자료 살펴보기 삼투압 조절

자료 탐구 그림 (가)와 (나)는 건강한 사람에서 각각 ㉠과 ㉡이 변할 때 혈중 항이노 호르몬(ADH)의 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 혈장 삼투압과 전체 혈액량 중 하나이다.



탐구 분석

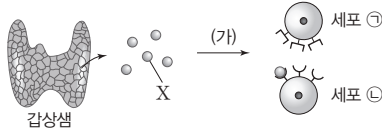
- (가)에서 ㉠이 안정 상태일 때보다 감소했을 때 혈중 ADH 농도가 증가하는 것으로 보아 ㉠은 전체 혈액량이다.
- (나)에서 ㉡이 안정 상태일 때보다 증가했을 때 혈중 ADH 농도가 증가하는 것으로 보아 ㉡은 혈장 삼투압이다.
- 혈중 ADH 농도가 증가할수록 콩팥의 단위 시간당 수분 재흡수량이 증가하므로 (가)에서 t_1 일 때와 (나)에서 t_2 일 때는 안정 상태일 때보다 단위 시간당 오줌 생성량이 적고, 생성되는 오줌 삼투압이 높다.

정답

- 1. 후엽
- 2. 증가
- 3. ○
- 4. ×

수능 2점 테스트

01 [26025-0107] 그림은 갑상샘에서 분비된 호르몬 X가 표적 세포에 작용하는 과정을 나타낸 것이다. 세포 ㉠과 ㉡ 중 하나만 X의 표적 세포이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 X에 해당한다.
 - ㄴ. 과정 (가)에서 혈액은 X의 이동에 관여한다.
 - ㄷ. X의 표적 세포는 ㉠이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 [26025-0108] 다음은 신경과 호르몬의 작용을 비교한 자료이다. A와 B는 신경에 의한 작용과 호르몬에 의한 작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A는 혈액의 흐름을 통해 일어난다.
- A는 B보다 작용 범위가 넓고, 작용 시간이 .

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. A는 호르몬에 의한 작용이다.
 - ㄴ. '짧다'는 ㉠에 해당한다.
 - ㄷ. 사람의 혈당량 조절 과정에서 A와 B가 모두 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 [26025-0109] 표는 내분비샘 I~Ⅲ과 각 내분비샘에서 분비되는 호르몬의 예를 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 이자, 뇌하수체 전엽, 뇌하수체 후엽을 순서 없이 나타낸 것이다.

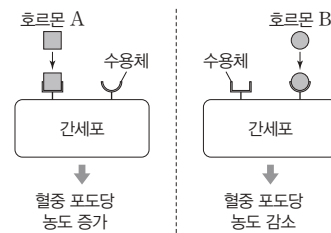
내분비샘	호르몬의 예
I	성장 호르몬
Ⅱ	㉠글루카곤
Ⅲ	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. I은 뇌하수체 전엽이다.
 - ㄴ. ㉠은 간에서 글리코젠의 합성을 촉진한다.
 - ㄷ. Ⅲ에서 콩팥이 표적 기관인 호르몬이 분비된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 [26025-0110] 그림은 호르몬 A와 B가 정상인 X의 간세포에 작용하여 혈중 포도당 농도에 영향을 미치는 과정을 나타낸 것이다.



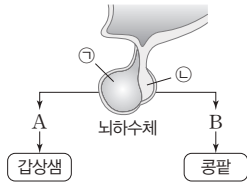
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 간세포에는 A의 수용체와 B의 수용체가 모두 있다.
 - ㄴ. A와 B는 혈중 포도당 농도 조절에 길항적으로 작용한다.
 - ㄷ. X에서 혈중 포도당 농도가 정상 범위보다 증가하면 A의 분비가 촉진된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0111]

05 그림은 내분비샘 ㉠과 ㉡에서 분비되는 호르몬 A와 B의 표적 기관을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 뇌하수체 전엽과 뇌하수체 후엽 중 하나이고, A와 B는 각각 항이뇨 호르몬(ADH)과 갑상샘 자극 호르몬(TSH) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

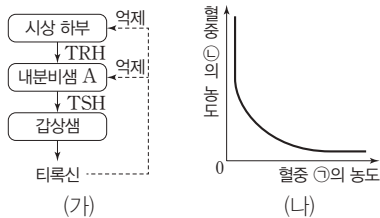
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 뇌하수체 전엽이다.
- ㄴ. B는 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진한다.
- ㄷ. 시상 하부는 A와 B의 분비를 조절한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0112]

06 그림 (가)는 티록신의 분비 조절 경로를, (나)는 정상인에서 혈중 호르몬 ㉠의 농도에 따른 혈중 호르몬 ㉡의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 티록신과 갑상샘 자극 호르몬(TSH) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

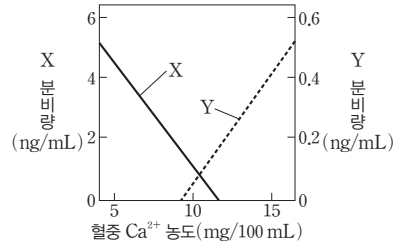
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 뇌하수체 후엽이다.
- ㄴ. ㉠은 A에서 분비된다.
- ㄷ. 티록신의 분비는 음성 피드백으로 조절된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

[26025-0113]

07 그림은 정상인에서 혈중 Ca^{2+} 농도에 따른 호르몬 X와 Y의 분비량을, 표는 Y에 의한 작용을 나타낸 것이다. X와 Y는 서로 길항적으로 작용하여 혈중 Ca^{2+} 농도를 조절하고, ㉠은 '증가'와 '감소' 중 하나이다.



콩팥에서 오줌으로 배설되는 Ca^{2+} 의 양을 (㉠)시킨다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 혈중 Ca^{2+} 농도가 높을수록 X의 분비가 증가한다.
- ㄴ. Y는 혈중 Ca^{2+} 농도를 감소시킨다.
- ㄷ. ㉠은 '증가'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0114]

08 다음은 이자에 대한 자료이다.

이자는 ㉠ 소화 효소가 포함된 이자액을 분비하여 음식물의 분해를 돕고, ㉡ 인슐린과 글루카곤을 분비하여 혈당량을 조절한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

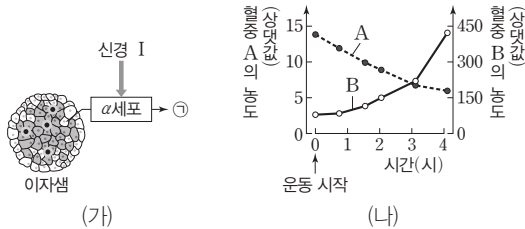
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 교감 신경에 의해 촉진된다.
- ㄴ. ㉡은 이자의 α 세포에서 분비된다.
- ㄷ. 당뇨병의 원인 중에는 ㉡의 분비 부족이 있다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0115]

09 그림 (가)는 이자에 연결된 신경 I의 작용으로 호르몬 ㉠의 분비가 촉진되는 경로를, (나)는 운동 시작 후 혈중 호르몬 A와 B의 농도 변화를 나타낸 것이다. I은 교감 신경과 부교감 신경 중 하나이고, A와 B는 각각 인슐린과 글루카곤 중 하나이며, ㉠은 A와 B 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

【 보기 】

- ㄱ. ㉠은 B이다.
- ㄴ. A는 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다.
- ㄷ. I의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0116]

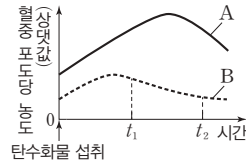
10 다음은 항이뇨 호르몬(ADH)에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

[26025-0117]

11 그림은 사람 A와 B에서 탄수화물 섭취 후 시간에 따른 혈중 포도당 농도를, 표는 A와 B 중 당뇨병 환자에게서 나타나는 당뇨병의 원인을 나타낸 것이다. A와 B는 정상인과 당뇨병 환자를 순서 없이 나타낸 것이다.



㉠ 인슐린의 분비가 적음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

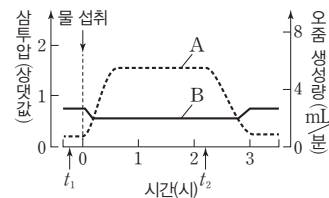
【 보기 】

- ㄱ. A는 당뇨병 환자이다.
- ㄴ. ㉠은 이자에 연결된 교감 신경에 의해 촉진된다.
- ㄷ. B의 간에서 단위 시간당 생성되는 글리코젠의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0118]

12 그림은 정상인이 1 L의 물을 섭취한 후 시간에 따른 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 혈장 삼투압과 오줌 생성량 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

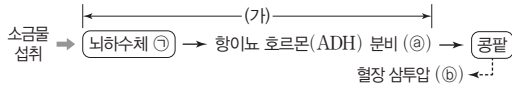
【 보기 】

- ㄱ. A는 오줌 생성량이다.
- ㄴ. 오줌 삼투압은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.
- ㄷ. 혈중 항이뇨 호르몬(ADH) 농도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0119]

13 그림은 정상인이 소금물을 섭취하였을 때 일어나는 혈장 삼투압 조절 과정을 나타낸 것이다. ㉠은 전엽과 후엽 중 하나이고, ㉡와 ㉢는 각각 증가와 감소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

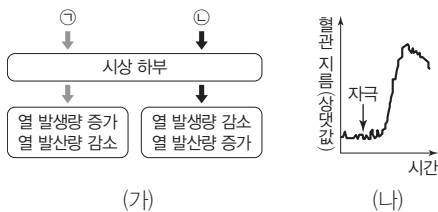
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 전엽이다.
- ㄴ. 과정 (가)의 조절 중추는 시상 하부이다.
- ㄷ. ㉡와 ㉢는 모두 '증가'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0120]

14 그림 (가)는 어떤 동물의 시상 하부에 자극 ㉠과 ㉡를 주었을 때 체내 열 발생량(열 생산량)과 열 발산량(열 방출량)의 변화를, (나)는 ㉠과 ㉡ 중 하나를 피부에 주었을 때 피부 근처 혈관의 지름 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 각각 고온 자극과 저온 자극 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 고온 자극이다.
- ㄴ. 체온 조절 중추는 시상 하부이다.
- ㄷ. (나)에서 피부에 준 자극은 ㉡이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0121]

15 다음은 정상인의 체온 조절 과정에 대한 자료이다.

체온 조절 중추에 X를 주면 ㉠ 피부 근처 혈관이 수축된다. X는 고온 자극과 저온 자극 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

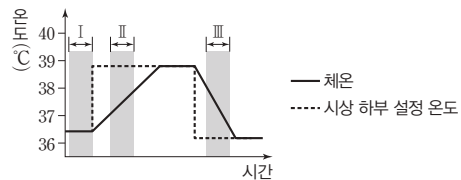
◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 고온 자극이다.
- ㄴ. ㉠에 의해 단위 시간당 피부 혈관을 흐르는 혈액량이 감소한다.
- ㄷ. ㉠에 교감 신경이 관여한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0122]

16 그림은 정상인에서 시상 하부 설정 온도에 따른 체온 변화를 나타낸 것이다. 시상 하부 설정 온도는 열 발생량(열 생산량)과 열 발산량(열 방출량)을 변화시켜 체온을 조절하는 기준이 되는 온도이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

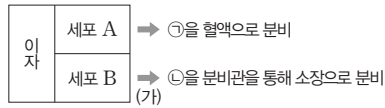
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 시상 하부에 설정된 온도가 체온보다 높으면 체온이 상승한다.
- ㄴ. 열 발생량은 구간 I에서가 구간 II에서보다 작다. 열 발산량
- ㄷ. 단위 시간당 땀 분비량은 구간 II에서가 구간 III에서보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0123]

01 그림은 이자의 세포 A와 B에서 합성된 물질 ㉠과 ㉡의 분비 경로를 나타낸 것이다. A와 B 중 하나는 α세포이다.



외분비샘에서는 분비관을 통해 체외로 물질을 내보내고, 내분비샘에서는 별도의 분비관을 거치지 않고 혈액으로 물질을 내보낸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 인슐린은 ㉠에 해당한다.
- ㄴ. 과정 (가)는 이자에 연결된 부교감 신경에 의해 촉진된다.
- ㄷ. A와 B는 모두 내분비 세포이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

[26025-0124]

02 표 (가)는 내분비샘 I~Ⅲ에서 분비되는 호르몬을 나타낸 것이고, (나)는 호르몬 ㉠의 분비 이상에 따른 내분비계 관련 질환 X에 대한 자료이다. I~Ⅲ은 이자, 뇌하수체 전엽, 부신 속질을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 인슐린과 성장 호르몬을 순서 없이 나타낸 것이다.

내분비샘	호르몬
I	㉠
Ⅱ	㉡
Ⅲ	에피네프린

(가)

㉠의 분비 이상으로 나타나는 X는 성장기가 끝난 후에도 키가 자라지는 않지만, 얼굴, 손 등 몸의 말단부만 커지는 질환이다.

(나)

얼굴, 손 등 몸의 말단부만 커지는 질환은 ㉠의 과다 분비에 의해 나타난다. 인슐린은 혈당량을 감소시키는 호르몬이며, 에피네프린은 혈당량을 증가시키는 호르몬이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

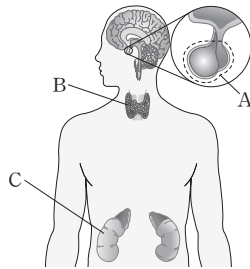
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 말단 비대증은 X에 해당한다.
- ㄴ. 정상인에서 ㉡의 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.
- ㄷ. Ⅲ은 부신 속질이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

항이노 호르몬(ADH)은 뇌하수체 후엽에서 분비되고, 갑상샘 자극 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되며, 티록신은 갑상샘에서 분비된다.

03 그림은 정상인의 기관 A~C를, 표는 호르몬 ㉠~㉢에 대한 설명을 나타낸 것이다. A~C는 각각 콩팥, 갑상샘, 뇌하수체 중 하나이고, ㉠~㉢은 티록신, 항이노 호르몬(ADH), 갑상샘 자극 호르몬(TSH)을 순서 없이 나타낸 것이다.



- A에서 ㉠과 ㉡이 분비된다.
- ㉡은 ㉢의 분비를 촉진한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

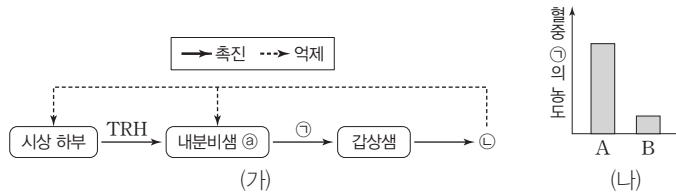
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢은 B에서 분비된다.
- ㄴ. C는 ㉠의 표적 기관에 해당한다.
- ㄷ. 혈중 ㉢의 농도가 감소하면 ㉠의 분비는 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

갑상샘에서 분비되는 티록신의 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.

04 그림 (가)는 호르몬 ㉠과 ㉡의 분비 조절 경로를, (나)는 사람 A와 B에서 혈중 호르몬 ㉠의 농도를 나타낸 것이다. A와 B는 정상인과 아이오딘(I)이 결핍된 환자를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 티록신과 갑상샘 자극 호르몬(TSH) 중 하나이고, 아이오딘은 ㉡의 합성에 필요한 물질이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

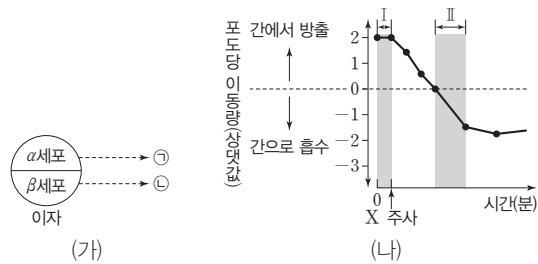
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡은 뇌하수체 후엽이다.
- ㄴ. A는 아이오딘(I)이 결핍된 환자이다.
- ㄷ. 정상인에서 ㉡의 분비는 음성 피드백으로 조절된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0127]

05 그림 (가)는 이자에서 호르몬 ㉠과 ㉡의 분비를, (나)는 정상인에게 호르몬 X를 주사하였을 때 간과 혈액 사이의 시간에 따른 포도당 이동량을 나타낸 것이다. X는 ㉠과 ㉡ 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 인슐린과 글루카곤 중 하나이다.



이자에서 분비되는 인슐린과 글루카곤은 서로 길항적으로 작용하여 혈중 포도당 농도를 일정하게 유지한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

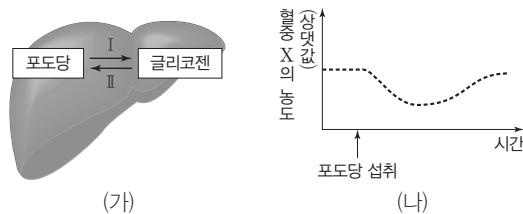
◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 ㉡이다.
- ㄴ. 이자에 연결된 부교감 신경에 의해 ㉠의 분비가 촉진된다.
- ㄷ. 간에서 단위 시간당 생성되는 글리코젠의 양은 구간 I에서 구간 II에서보다 많다.

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

[26025-0128]

06 그림 (가)는 간에서 일어나는 물질대사 I과 II를, (나)는 정상인이 포도당을 섭취한 후 혈중 호르몬 X의 농도 변화를 나타낸 것이다. X는 인슐린과 글루카곤 중 하나이다.



간은 인슐린과 글루카곤의 표적 기관으로 각 호르몬의 작용에 의해 혈당량을 조절한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

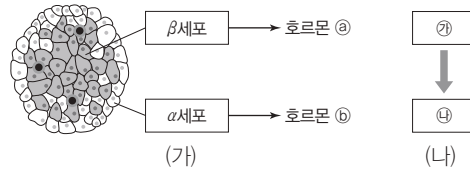
◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 이화 작용에 해당한다.
- ㄴ. X는 이자의 β세포에서 분비된다.
- ㄷ. X에 의해 II가 촉진된다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

글루카곤은 혈당량을 높이고, 인슐린은 혈당량을 낮춘다.

07 그림 (가)는 이자의 α 세포와 β 세포에서 호르몬 ㉓와 ㉔의 분비를, (나)는 간에서 ㉔의 작용으로 물질 ㉕로부터 물질 ㉖로의 전환이 촉진되는 과정을 나타낸 것이다. ㉓와 ㉔는 각각 인슐린과 글루카곤 중 하나이고, ㉕와 ㉖는 포도당과 글리코젠을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

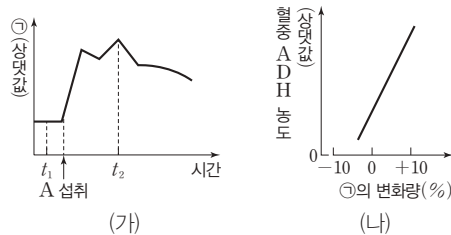
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉖는 글리코젠이다.
- ㄴ. ㉓와 ㉔는 간에서 길항적으로 작용하여 혈당량을 조절한다.
- ㄷ. 정상인에서 혈중 ㉓의 농도가 증가하면 혈중 ㉔의 농도는 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에 작용하여 수분의 재흡수를 촉진한다. 그 결과 전체 혈액량은 증가하고, 혈장 삼투압은 감소한다.

08 그림 (가)는 정상인이 용액 A를 섭취했을 때 시간에 따른 ㉑을, (나)는 이 사람에서 ㉑의 변화량에 따른 혈중 ADH 농도를 나타낸 것이다. A는 물과 소금물 중 하나이고, ㉑은 혈장 삼투압과 전체 혈액량 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

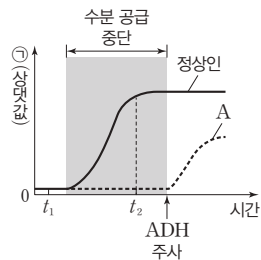
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 소금물이다.
- ㄴ. ㉑의 조절 중추는 시상 하부이다.
- ㄷ. 단위 시간당 오줌 생성량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0131]

09 그림은 정상인과 환자 A에 일정 기간 동안 수분 공급을 중단한 후 항이뇨 호르몬(ADH)을 각각 주사했을 때 ㉠의 변화를 나타낸 것이다. A는 ADH의 분비가 부족한 환자와 콩팥이 ADH에 반응하지 않는 환자 중 하나이고, ㉠은 오줌 삼투압과 단위 시간당 오줌 생성량 중 하나이다.



수분 공급이 중단되면 혈장 삼투압이 높아지므로 정상인의 경우 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 촉진된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

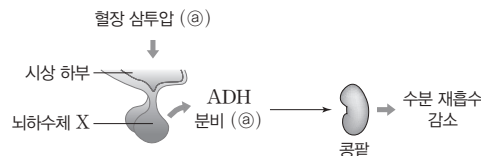
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 오줌 삼투압이다.
- ㄴ. A는 콩팥이 ADH에 반응하지 않는 환자이다.
- ㄷ. 정상인에서 혈중 ADH 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0132]

10 그림은 혈장 삼투압의 조절 과정을, 표는 옥시토신(자궁 수축 호르몬)의 분비 조절 과정을 나타낸 것이다. X는 전엽과 후엽 중 하나이고, ㉠은 증가와 감소 중 하나이다.



뇌하수체 후엽에서 분비되는 옥시토신은 자궁 수축을 일으켜 아기를 자궁 밖으로 나오게 하는데, ㉠ 자궁 수축은 옥시토신을 더 많이 분비하게 하고 옥시토신은 자궁 수축을 더 강화하여 아기를 출산하게 된다.

항이뇨 호르몬(ADH)은 뇌하수체 후엽에서 혈액으로 분비된 후 콩팥에 작용하여 혈장 삼투압을 조절한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

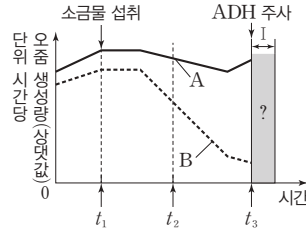
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 증가이다.
- ㄴ. X에서 옥시토신이 분비된다.
- ㄷ. ㉠은 음성 피드백의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정상인이 소금물을 마시면 혈장 삼투압이 높아지므로 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 촉진된다.

11 그림은 사람 A와 B에서 시간에 따른 단위 시간당 오줌 생성량을 나타낸 것이다. 시점 t_1 일 때 A와 B에게 각각 소금물을 마시게 하고, 시점 t_3 일 때 A와 B에게 항이뇨 호르몬(ADH)을 각각 주사하였다. A와 B는 각각 정상인과 ADH 분비가 부족한 환자 중 하나이고, t_3 이후의 단위 시간당 오줌 생성량은 나타내지 않았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

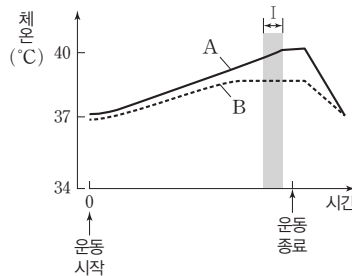
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 정상인이다.
- ㄴ. B에서 혈중 ADH 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 낮다.
- ㄷ. 구간 I에서 A는 단위 시간당 오줌 생성량이 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

운동을 하면 근육 수축, 심장 박동 등과 같이 열의 발생을 증가시키는 변화가 나타나 체온이 상승하게 된다.

12 그림은 정상인에서 주변 온도가 각각 A와 B일 때 운동에 따른 체온 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 12°C 와 33°C 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

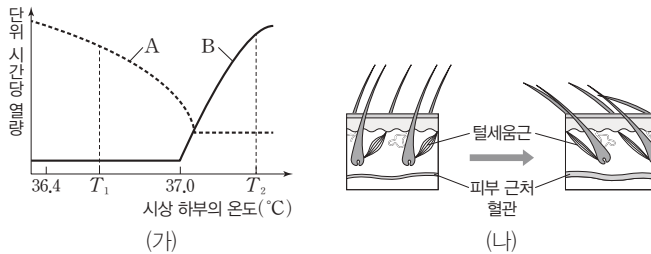
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 B보다 낮은 온도이다.
- ㄴ. 체온 조절의 중추는 시상 하부이다.
- ㄷ. A일 때 구간 I에서 $\frac{\text{열 발산량(열 방출량)}}{\text{열 발생량(열 생산량)}}$ 은 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0135]

13 그림 (가)는 시상 하부의 온도에 따른 열량 A와 B를, (나)는 온도 변화에 따른 피부에서의 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 근육에서의 열 발생량(열 생산량)과 피부 근처에서의 열 발산량(열 방출량) 중 하나이다.



시상 하부의 온도가 높으면 체온을 낮추기 위해 열 발산량을 증가시키고, 열 발생량을 감소시키는 변화가 나타난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

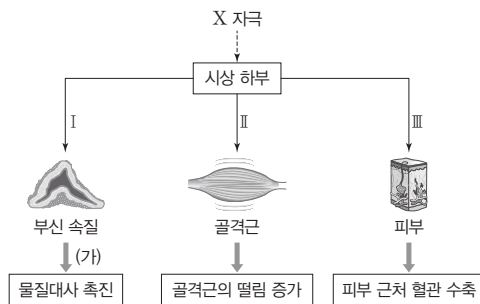
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 근육에서의 열 발생량이다.
- ㄴ. (나)는 온도가 T_1 에서 T_2 로 변화할 때 피부에서의 변화이다.
- ㄷ. 피부에서 단위 시간당 땀 분비량은 T_1 일 때가 T_2 일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0136]

14 그림은 사람에서 X 자극에 따른 체온 조절 경로 I~Ⅲ을 나타낸 것이다. X는 고온과 저온 중 하나이다.



체온 조절 중추인 시상 하부에 저온 자극이 주어지면 호르몬과 신경을 통해 열 발생량을 증가시키고, 열 발산량을 감소시키는 변화가 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 그림에 제시된 경로만을 고려한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 저온이다.
- ㄴ. 과정 (가)에 에피네프린이 관여한다.
- ㄷ. I~Ⅲ 중 열 발생량(열 생산량)이 증가하는 경로는 II와 III이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개념 체크

④ 질병의 구분

병원체에 의해 나타나는 감염성 질병과 병원체에 감염되지 않아도 나타나는 비감염성 질병으로 구분됨

④ 병원체의 종류

세균, 바이러스, 원생생물, 균류, 변형된 프라이온이 있음

1. 병원체에 의해 나타나는 질병을 () 질병이라고 한다.

2. 균류, 바이러스, 세균 중 분열법으로 증식하는 단세포 원핵생물은 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. 결핵의 병원체는 바이러스이다. ()

4. 무좀을 나타내게 하는 병원체는 핵을 갖는다. ()

1 질병

(1) 질병의 구분

① 감염성 질병

- 병원체에 의해 나타나는 질병으로 전염이 되기도 한다.
- 병원체가 숙주로 침입하는 경로에는 호흡기, 소화기, 매개 곤충, 신체적 접촉 등이 있다.

예) 독감, 감기, 천연두, 콜레라, 결핵 등

② 비감염성 질병

- 병원체에 감염되지 않아도 나타나는 질병으로 전염이 되지 않는다.
- 환경, 유전, 생활 방식 등의 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하여 발병한다.

예) 고혈압, 당뇨병, 혈우병 등

(2) 병원체: 감염성 질병을 일으키는 인자이다.

① 세균

- 분열법으로 증식하고 핵이 없는 단세포 원핵생물이다.
- 모양에 따라 구균, 간균, 나선균 등으로 분류한다.
- 감염된 생물의 조직을 파괴하거나 독소를 분비하여 질병을 일으킨다.
- 세균에 의한 질병은 항생제를 이용하여 치료한다.

질병 결핵, 세균성 식중독, 세균성 폐렴 등

② 바이러스

- 세포로 이루어져 있지 않으며 일반적으로 세균보다 작다.
- 살아 있는 숙주 세포 내에서 증식한 후 방출될 때 숙주 세포를 파괴한다.
- 바이러스에 의한 질병은 항바이러스제를 이용하여 치료한다.

질병 감기, 독감, 홍역, 소아마비, 후천성 면역 결핍증(AIDS) 등

③ 원생생물: 핵을 가지고 있는 진핵생물로 대부분 열대 지역에서 매개 곤충을 통하여 사람 몸 안으로 들어와 질병을 일으킨다.

질병 말라리아, 수면병 등

④ 균류

- 핵을 가지고 있는 진핵생물이다.
- 균류가 몸에 직접 증식하거나 균류가 생산한 독성 물질에 의해 증상이 나타날 수 있다.
- 균류에 의한 질병은 항진균제를 이용하여 치료한다.

질병 무좀 등

과학 돋보기

세균과 바이러스

세균	바이러스
<ul style="list-style-type: none"> • 세포 구조이다. • 막으로 둘러싸인 세포 소기관이나 핵이 없으며, DNA가 세포질에 분포한다. • 세균성 질병은 항생제를 이용하여 치료한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 세포의 구조를 갖추고 있지 않다. • 유전 물질(DNA 또는 RNA)과 단백질로 되어 있다. • 바이러스성 질병은 항바이러스제를 이용하여 치료한다.

정답

1. 감염성
2. 세균
3. ×
4. ○

⑤ 변형된 프라이온

- 단백질성 감염 입자이며 신경계의 퇴행성 질병을 유발하고 크기는 바이러스보다 작다.
- 정상적인 프라이온 단백질은 변형된 프라이온 단백질과 접촉하면 변형된 프라이온 단백질로 구조가 변하며, 변형된 프라이온 단백질이 축적되면 신경 세포가 파괴된다.

질병 크로이츠펠트·야코프병(사람), 광우병(소) 등

(3) 감염성 질병의 예방

- ① 마스크를 착용하면 호흡기를 통한 병원체 감염을 예방할 수 있다.
- ② 올바른 손 씻기로 손을 통해 감염되는 질병을 예방할 수 있다.
- ③ 음식을 익혀 먹고, 물을 끓여서 먹으면 음식과 물속 병원체에 의한 질병을 예방할 수 있다.

2 우리 몸의 방어 작용

(1) **비특이적 방어 작용(선천성 면역)**: 병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 반응이 일어난다.

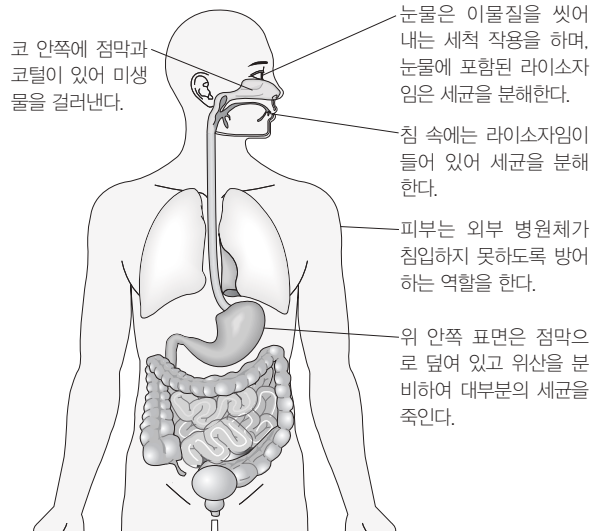
① 피부

- 피부는 병원체가 침투하지 못하게 하는 물리적 장벽 역할을 한다.
- 피부에서 분비되는 지방과 땀의 산성 성분은 세균의 증식을 억제한다.

② 점막

- 점막은 기관, 소화관 등의 내벽을 덮는 세포층이며, 점액으로 덮여 있다.
- 기관과 기관지에서 먼지와 병원체는 점막 세포의 섬모 운동으로 점액과 함께 바깥으로 내보내진다.

③ 분비액: 땀, 눈물, 침, 호흡기 통로의 점액에 있는 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해한다.



우리 몸의 비특이적 방어 작용

- ④ 식세포 작용(식균 작용): 대식세포와 같은 백혈구는 체내로 침투한 병원체를 자신의 세포 안으로 끌어들이어 분해하는 식세포 작용(식균 작용)을 한다.
- ⑤ 염증 반응: 병원체가 체내로 침입하면 열, 부어오름, 붉어짐, 통증이 나타나는 염증 반응이 일어난다. 염증은 병원체를 제거하기 위한 방어 작용이다.

개념 체크

➔ 비특이적 방어 작용

- 병원체 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 반응이 일어남
- 식세포 작용, 염증 반응 등이 일어남

1. 신경계의 퇴행성 질병을 유발하고 바이러스보다 작은 병원체는 변형된 ()이다.

2. 대식세포는 체내로 침투한 병원체를 자신의 세포 안으로 끌어들이어 분해하는 () 작용을 한다.

※ ○ 또는 ×

3. 피부는 병원체가 침투하지 못하게 하는 물리적 장벽 역할을 한다. ()

4. 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해한다. ()

정답

1. 프라이온
2. 식세포(식균)
3. ○
4. ○

개념 체크

특이적 방어 작용

- 특정 항원을 인식하여 제거하는 방어 작용
- 활성화된 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 반응을 세포성 면역라 함
- 형질 세포에서 생성된 항체가 항원과 결합함으로써 항원을 제거하는 반응을 체액성 면역라 함
- 체액성 면역에는 1차 면역 반응과 2차 면역 반응이 있음

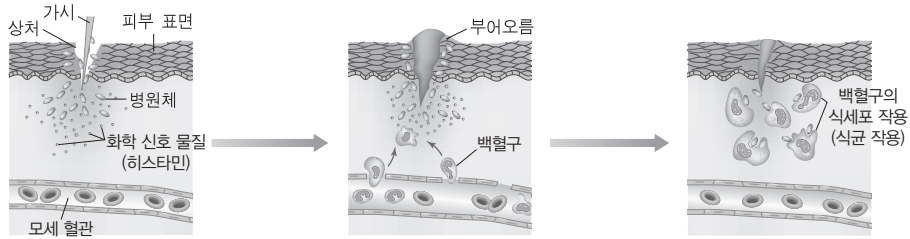
1. 골수에서 만들어진 림프구 중 일부는 가슴샘으로 이동하여 ()로 성숙한다.

2. ()은 체내에서 면역 반응을 일으키는 원인 물질로 특정 항체와 결합한다.

※ ○ 또는 ×

3. T 림프구에서 항체가 생성된다. ()

4. 보조 T 림프구는 대식세포가 제시한 항원을 인식하여 활성화된다. ()



피부가 손상되어 병원체가 체내로 들어오면 손상된 부위의 비만세포에서 화학 신호 물질(히스타민)을 분비한다.

화학 신호 물질(히스타민)이 모세 혈관을 확장시켜 혈관벽의 투과성이 증가되면 상처 부위는 붉게 부어오르고 백혈구는 손상된 조직으로 유입된다.

상처 부위에 모인 백혈구가 식세포 작용(식균 작용)으로 병원체를 제거한다.

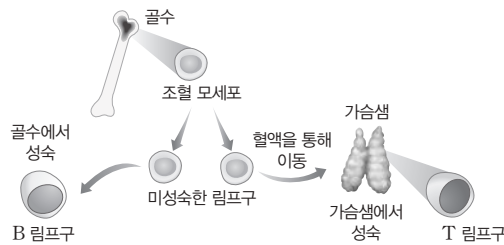
염증 반응의 과정

(2) 특이적 방어 작용(후천성 면역): 특정 항원을 인식하여 제거하는 방어 작용이며, T 림프구(T 세포)와 B 림프구(B 세포)에 의해 이루어진다.

과학 돌보기

B 림프구와 T 림프구의 성숙

- 림프구는 백혈구의 일종으로, 골수에 있는 조혈 모세포로부터 만들어진다.
- 골수에서 만들어진 림프구 중 일부는 골수에서 B 림프구로 성숙하고, 다른 일부는 가슴샘으로 이동하여 T 림프구로 성숙한다.



① 항원과 항체

- 항원은 체내에서 면역 반응을 일으키는 원인 물질이다.
- 항체는 B 림프구로부터 분화된 형질 세포가 생성하여 분비하는 면역 단백질로 항원과 결합하여 항원을 무력화시킨다.
- 특정 항체는 항원의 특정 부위에 결합하여 작용하는데, 이를 항원 항체 반응의 특이성이라 한다.

② 세포성 면역: 활성화된 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 면역 반응이다.

- 대식세포가 병원체를 삼킨 후 분해하여 항원 조각을 제시 → 보조 T 림프구가 이를 인식하여 활성화됨 → 세포독성 T림프구가 활성화됨 → 활성화된 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포 제거

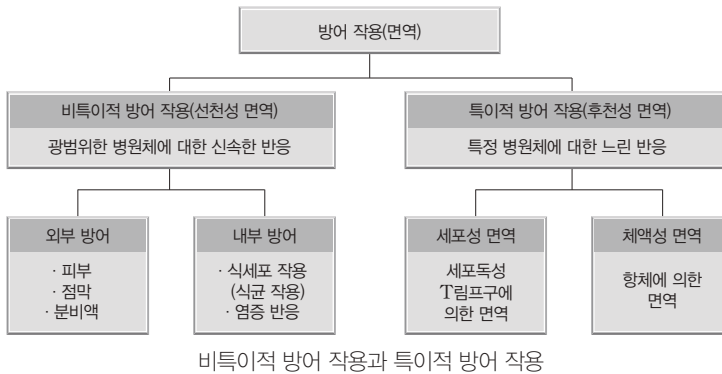
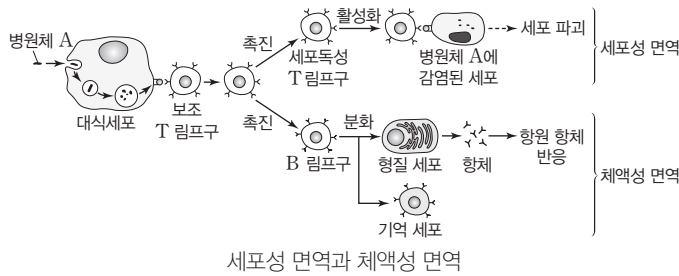
③ 체액성 면역: 형질 세포가 생성하는 항체가 항원과 결합함으로써 더 효율적으로 항원을 제거할 수 있는 면역 반응이다.

- 대식세포가 병원체를 삼킨 후 분해하여 항원 조각을 제시 → 보조 T 림프구가 이를 인식하여 활성화됨 → B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화됨 → 항원 항체 반응이 일어남
- 1차 면역 반응: 항원의 1차 침입 시 활성화된 보조 T 림프구의 도움을 받은 B 림프구는 기억 세포와 형질 세포로 분화되며, 형질 세포는 항체를 생성한다.

정답

1. T 림프구
2. 항원
3. ×
4. ○

- 2차 면역 반응: 동일 항원의 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포를 만들며 형질 세포가 항체를 생성한다.



개념 체크

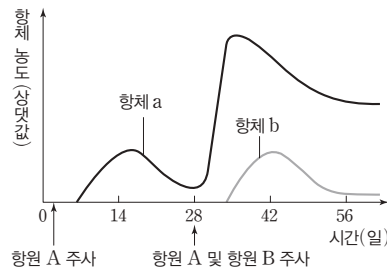
➔ 2차 면역 반응

동일 항원의 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포를 만들

1. 2차 면역 반응에서 기억 세포는 기억 세포와 () 세포로 분화된다.
2. 2차 면역 반응에서 생성되는 항체의 농도는 1차 면역 반응에서 생성되는 항체의 농도보다 () .
- ※ ○ 또는 ×
3. 1차 면역 반응에서 항체가 생성되기까지 소요되는 시간은 2차 면역 반응에서 항체가 생성되기까지 소요되는 시간보다 길다. ()
4. 2차 면역 반응에서는 기억 세포가 항체를 생성한다. ()

탐구자료 살펴보기 1차 면역 반응과 2차 면역 반응 시 항체 농도

자료 탐구 그림은 이전에 항원 A와 B에 노출된 적이 없는 어떤 쥐에게 항원 A와 B를 주입했을 때 생성되는 항체 a와 b의 농도 변화를 나타낸 것이다. 항체 a는 항원 A에 대한 항체이고, 항체 b는 항원 B에 대한 항체이다.



- 탐구 point**
1. 항원 A에 대한 항체 농도 변화
 - 첫 번째 주사(1차 면역 반응): 항체가 생성되기까지 소요되는 시간이 길고 생성되는 항체의 농도가 낮다.
 - 두 번째 주사(2차 면역 반응): 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화되어 항체가 생성되기까지 소요되는 시간이 짧고 생성되는 항체의 농도가 높다.
 2. 항원 B에 대한 항체 농도 변화
 - 항원 B는 처음 주사하는 것이므로 항원 B에 대한 1차 면역 반응이 나타난다.
 - 항체가 생성되기까지 소요되는 시간이 길고 생성되는 항체의 농도가 낮다.

정답

1. 형질
2. 높다
3. ○
4. ×

개념 체크

▶ 백신

- 1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질
- 백신을 투여하면 주입한 항원에 대한 기억 세포가 형성됨

1. 백신에는 항원과 항체 중 ()이 포함되어 있다.

2. 백신을 투여하면 주입한 항원에 대한 () 세포가 형성되어 백신 투여 후 동일한 항원이 재침입하였을 때 2차 면역 반응이 일어난다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]의 (나)에서 죽은 A를 주사한 닭에서 A에 대한 1차 면역 반응이 일어났다. ()

4. [탐구자료 살펴보기]의 (다)와 (라)의 결과를 통해 닭에게 주사한 죽은 B는 백신으로 작용하였음을 알 수 있다. ()

정답

1. 항원
2. 기억
3. ○
4. ○

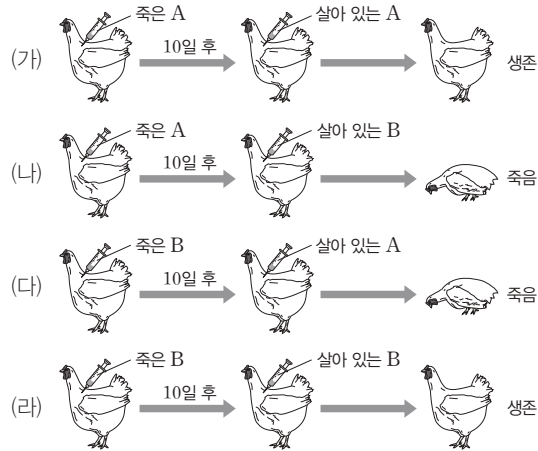
④ 백신의 개발

- 1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질을 백신이라 한다.
- 백신을 투여하면 주입한 항원에 대한 기억 세포가 형성되어 이후 동일한 항원이 다시 침입하였을 때 2차 면역 반응이 일어나 보다 신속하게 다량의 항체가 생성되어 항원을 무력화시키기 때문에 질병을 예방할 수 있다.

탐구자료 살펴보기 **백신을 이용한 닭의 면역**

자료 탐구 • 병원성 세균 A와 B를 이용하여 다음과 같은 실험을 진행하였다. (가)~(라)에서 사용된 닭은 모두 유전적으로 동일하며, A와 B에 감염된 적이 없다.

구분	과정	결과
(가)	죽은 A를 닭에게 주사하고 10일 후 살아 있는 A를 주사하였다.	생존
(나)	죽은 A를 닭에게 주사하고 10일 후 살아 있는 B를 주사하였다.	죽음
(다)	죽은 B를 닭에게 주사하고 10일 후 살아 있는 A를 주사하였다.	죽음
(라)	죽은 B를 닭에게 주사하고 10일 후 살아 있는 B를 주사하였다.	생존



탐구 분석

- (가)에서 죽은 A를 닭에게 주사하였을 때 A에 대한 1차 면역 반응이 일어나 항체가 생성되고 기억 세포가 형성되었다. 10일 후 살아 있는 A를 주사하였을 때 닭에게서 A에 대한 2차 면역 반응이 일어나 생존하였다.
- (나)에서 죽은 A를 닭에게 주사하였을 때 A에 대한 1차 면역 반응이 일어나 항체가 생성되고 기억 세포가 형성되었다. 10일 후 살아 있는 B를 주사하였을 때는 닭이 B에 처음 감염되었으므로 죽었다.
- (다)에서 죽은 B를 닭에게 주사하였을 때 B에 대한 1차 면역 반응이 일어나 항체가 생성되고 기억 세포가 형성되었다. 10일 후 살아 있는 A를 주사하였을 때는 닭이 A에 처음 감염되었으므로 죽었다.
- (라)에서 죽은 B를 닭에게 주사하였을 때 B에 대한 1차 면역 반응이 일어나 항체가 생성되고 기억 세포가 형성되었다. 10일 후 살아 있는 B를 주사하였을 때 닭에게서 B에 대한 2차 면역 반응이 일어나 생존하였다.

탐구 point

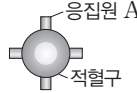

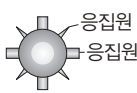




- 죽은 A를 주사한 후 살아 있는 A를 주사했을 때와 죽은 B를 주사한 후 살아 있는 B를 주사했을 때만 닭이 생존했으므로 면역 반응은 병원체에 따라 특이적이다.
- 죽은 세균이 백신으로 작용하여 닭에게서 그 세균에 대한 기억 세포가 형성되었기 때문에 살아 있는 세균을 주사했을 때 닭이 생존하였다.

3 혈액형에 따른 수혈 관계









(1) ABO식 혈액형

① ABO식 혈액형의 구분

- 응집원(항원)은 적혈구 막 표면에, 응집소(항체)는 혈장에 있다. 응집원은 A와 B 두 종류이고, 응집소는 α 와 β 두 종류이다.
- 응집원의 종류에 따라 A형, B형, AB형, O형으로 구분한다.

혈액형	A형	B형	AB형	O형
응집원				
응집소			없음	

② ABO식 혈액형의 판정

혈청 \ 혈액형	A형	B형	AB형	O형
항 A 혈청 (응집소 α 함유)	 응집됨	 응집 안 됨	 응집됨	 응집 안 됨
항 B 혈청 (응집소 β 함유)	 응집 안 됨	 응집됨	 응집됨	 응집 안 됨

- ③ ABO식 혈액형의 수혈 관계: 기본적으로 수혈은 혈액을 주는 사람과 받는 사람의 혈액형이 동일한 경우에 하며, 혈액을 주는 쪽의 응집원과 받는 쪽의 응집소 사이에 응집 반응이 나타나지 않으면 서로 다른 혈액형이라도 소량 수혈은 가능하다.



과학 돋보기

Rh식 혈액형

- Rh식 혈액형의 구분: Rh 응집원(항원)은 적혈구 막 표면에 있으며 Rh 응집소(항체)는 혈장에 존재한다.
- Rh⁻형인 사람이 Rh 응집원에 노출되면 Rh 응집소를 생성한다.

구분	Rh ⁺ 형	Rh ⁻ 형
응집원	있음	없음
응집소	없음	응집원에 노출되면 생성됨

- Rh식 혈액형은 붉은털원숭이의 적혈구를 토끼의 혈액에 주사하여 응집소가 생긴 토끼의 혈청을 표준 혈청(항 Rh 혈청)으로 이용하여 판정한다. 항 Rh 혈청에 응집하면 Rh⁺형, 응집하지 않으면 Rh⁻형이다.

혈청 \ 혈액형	Rh ⁺ 형	Rh ⁻ 형
항 Rh 혈청 (Rh 응집소 함유)	 응집됨	 응집 안 됨

개념 체크

➔ ABO식 혈액형

- 응집원의 종류에 따라 A형, B형, AB형, O형으로 구분함
- 응집소 α 가 있는 항 A 혈청과 응집소 β 가 있는 항 B 혈청을 이용하여 ABO식 혈액형을 판정할 수 있음

1. ABO식 혈액형에서 응집원은 () 막 표면에 있다.

2. ABO식 혈액형에서 응집소는 ()와 ()가 있다.

※ ○ 또는 ×

3. ABO식 혈액형이 O형인 사람의 혈청에는 응집소 α 가 없다. ()

4. ABO식 혈액형이 B형인 사람의 혈액을 항 A 혈청과 섞으면 응집 반응이 일어난다. ()

정답

1. 적혈구
2. α , β (또는 β , α)
3. ×
4. ×

개념 체크

면역 관련 질환

- 알레르기는 특정 항원에 대한 면역 반응이 과민하게 나타나는 현상임
- 자가 면역 질환은 면역계가 자기 조직 성분을 항원으로 인식하여 세포나 조직을 공격하여 생기는 질환임
- 면역 결핍은 면역을 담당하는 세포나 기관에 이상이 생겨 면역 기능을 제대로 수행할 수 없어 생기는 질환임

1. 류머티즘 관절염은 () 면역 질환의 대표적인 예이다.

2. ()은 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)가 원인이 되어 나타나는 질환이다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]의 (나)에서 죽은 X를 주사한 II에게서 X에 대한 1차 면역 반응이 일어났다. ()

4. [탐구자료 살펴보기]의 (마)에서 살아 있는 X를 감염시킨 후 III에게서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어났다. ()

4 면역 관련 질환

(1) 알레르기

- 특정 항원에 대한 면역 반응이 과민하게 나타나는 현상이다.
- 일부 사람에게는 꽃가루, 먼지, 약물 등이 두드러기, 가려움, 기침, 콧물 등의 알레르기 반응을 일으킬 수 있다.

(2) 자가 면역 질환

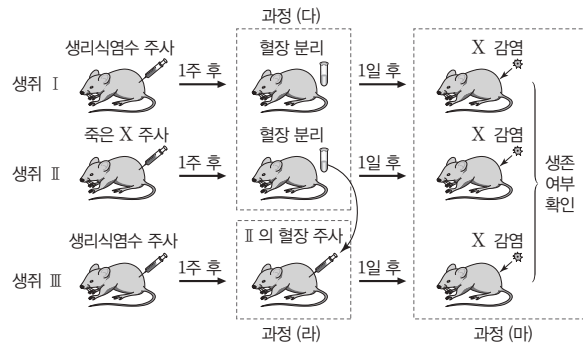
- 면역계가 자기 조직 성분을 항원으로 인식하여 세포나 조직을 공격하여 생기는 질환이다.
- 류머티즘 관절염이 대표적이다.

(3) 면역 결핍

- 면역을 담당하는 세포나 기관에 이상이 생겨 면역 기능을 제대로 할 수 없어서 생기는 질환이다. 이 경우 약한 세균의 침입에도 면역 반응이 잘 일어나지 못해 생명을 잃기도 한다.
- 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)가 원인이 되어 나타나는 후천성 면역 결핍증(AIDS)이 있다.

탐구자료 살펴보기 병원체 X에 대한 생쥐의 방어 작용 실험

- 탐구 과정**
- (가) 유전적으로 동일하고 X에 노출된 적이 없는 생쥐 I~III을 준비한다.
 - (나) I과 III에 생리식염수를, II에 죽은 X를 주사한다.
 - (다) 1주 후, (나)의 I과 II에서 X에 대한 기억 세포와 항체 생성 여부를 조사하고, 혈액을 채취하여 혈장을 분리한다.
 - (라) (다)의 II에서 얻은 혈장을 III에 주사한다.
 - (마) 1일 후 I~III을 살아 있는 X로 감염시킨 뒤, 생존 여부를 확인한다.



생쥐	(다)에서 기억 세포와 항체 생성 여부		생쥐	(마)에서 생존 여부
	기억 세포	항체		
I	생성 안 됨	생성 안 됨	I	죽는다
II	생성됨	생성됨	II	산다
			III	산다

- 탐구 point**
- 죽은 X를 주사한 II에서는 면역 반응이 일어나 X에 대한 항체가 생성되었으며, 생리식염수를 주사한 I에서는 면역 반응이 일어나지 않아서 항체가 생성되지 않았음을 알 수 있다.
 - II로부터 혈장을 분리하여 I에는 주사하지 않고 III에게 주사한 후 살아 있는 X를 각각 감염시켰을 때, I은 죽었고, III은 살았으므로 II로부터 분리한 혈장에 항체가 있음을 알 수 있다.
 - (다)에서 II는 X에 대한 기억 세포와 항체가 생성되었으며, (마)에서 살아 있는 X를 감염시켰을 때 2차 면역 반응이 일어났고, III은 살았으므로 II로부터 분리한 혈장의 항체에 의한 체액성 면역가 일어났음을 알 수 있다.

정답

- 자가
- 후천성 면역 결핍증(AIDS)
-
- ×

수능 2점 테스트

01 표는 사람의 질병을 구분하여 나타낸 것이다. A와 B는 감염성 질병과 비감염성 질병을 순서 없이 나타낸 것이다.

[26025-0137]

구분	A	B
특징 (가)	있음	없음
예	㉠ 결핵, 독감	고혈압, 혈우병

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. ‘병원체의 감염으로 나타남’은 (가)에 해당한다.
 - ㄴ. ㉠의 치료에 항생제가 사용된다.
 - ㄷ. 말라리아는 A의 예에 해당한다.
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 표는 세균성 폐렴과 후천성 면역 결핍증(AIDS)을 병원체의 특징에 따라 구분하여 나타낸 것이다.

[26025-0138]

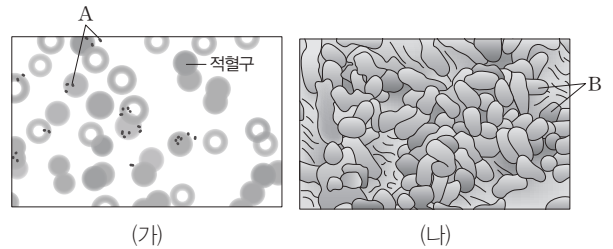
병원체의 특징	질병	
	세균성 폐렴	후천성 면역 결핍증(AIDS)
종류	세균	㉠
구성 성분	㉡, 세포벽	㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 세균은 단세포 생물이다.
 - ㄴ. ㉠은 숙주 세포 안에서만 증식할 수 있다.
 - ㄷ. 유전 물질은 ㉡에 해당한다.
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)는 말라리아의 병원체 A를, (나)는 무좀의 병원체 B를 나타낸 것이다.

[26025-0139]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. A와 B는 모두 핵을 갖는다.
 - ㄴ. A는 모기를 매개로 감염된다.
 - ㄷ. B는 곰팡이에 속한다.
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 다음은 병원체의 감염 경로와 예방 방법에 대한 자료이다. A와 B는 바이러스와 세균을 순서 없이 나타낸 것이다.

[26025-0140]

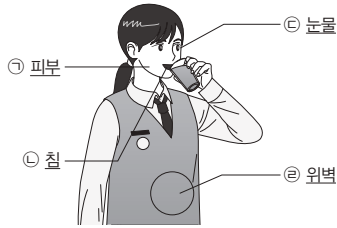
독감의 병원체는 A이고, 주로 호흡기로 감염된다. 콜레라의 병원체는 B이고, 오염된 물을 마시거나 오염된 음식을 먹는 과정에서 감염된다. 마스크는 호흡기로 감염되는 질병을 예방할 수 있고, 물을 끓이거나 정수하면 수인성 질병을 예방할 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. A는 세포 구조를 갖는다.
 - ㄴ. 콜레라의 치료에 항생제가 사용된다.
 - ㄷ. 독감 백신 접종을 통해 독감을 예방할 수 있다.
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0141]

05 그림은 사람 몸에서 방어 작용에 관여하는 부위와 분비액의 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠이 병원체의 침입을 막는 물리적 장벽의 역할을 하는 것은 특이적 방어 작용의 예에 해당한다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡에는 모두 라이소자임이 들어 있다.
- ㄷ. ㉢에서 분비되는 위산은 오염된 음식물 속 병원체를 제거할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0142]

06 다음은 피부에 상처가 생겼을 때 염증 반응이 일어나는 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 백혈구와 비만세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 피부에 생긴 상처 부위로 병원체가 들어오면 A에서 ㉠ 화학 신호 물질이 분비되어 상처 부위 주변의 모세 혈관이 확장된다.
- (나) 상처 부위에서 고름이 생긴다.
- (다) B가 상처 부위로 빠르게 이동하여 식세포 작용(식균 작용)으로 병원체를 제거한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. B는 백혈구이다.
- ㄴ. 히스타민은 ㉠에 해당한다.
- ㄷ. (가)~(다)를 순서대로 배열하면 (가) → (다) → (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0143]

07 표는 B 림프구와 T 림프구를 특징에 따라 구분하여 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 가슴샘과 골수를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢는 세포성 면역와 체액성 면역 중 하나이다.

특징 \ 림프구	B 림프구	T 림프구
생성 장소	㉠	?
성숙 및 분화 장소	?	㉡
관여하는 면역 반응	㉢	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

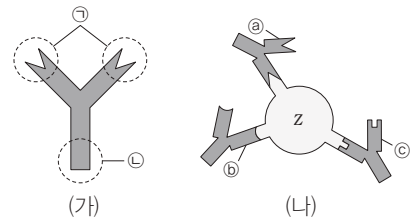
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡은 가슴샘이다.
- ㄴ. T 림프구는 항체를 생성한다.
- ㄷ. ㉢는 체액성 면역이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0144]

08 그림 (가)는 어떤 사람이 병원체 X에 감염되었을 때 생성된 X에 대한 항체 Y의 구조를, (나)는 병원체 Z와 항체 ㉠~㉣의 항원 항체 반응을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡ 중 하나는 항원 결합 부위이고, ㉢~㉣ 중 하나는 Y이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

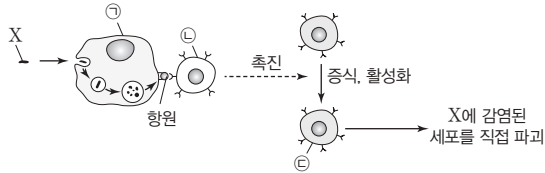
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 단백질은 Y의 구성 성분이다.
- ㄴ. T 림프구는 Y를 생성한다.
- ㄷ. X와 Z는 모두 ㉠과 특이적으로 결합하는 항원을 갖는다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0145]

09 그림은 사람 P가 병원체 X에 감염되었을 때 일어난 방어 작용의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 대식세포, 보조 T 림프구, 세포독성 T림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 항원을 자신의 세포 표면에 제시한다.
- ㄴ. ㉠과 ㉣은 모두 골수에서 성숙한다.
- ㄷ. P에서 세포성 면역 반응이 일어났다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0146]

10 다음은 어떤 사람이 병원체 X에 감염되었을 때 일어난 방어 작용에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 항원과 항체를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢와 ㉣는 기억 세포와 형질 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) ㉠은 특이적 방어를 일으키는 원인 물질이다.
- (나) ㉢는 X에 대한 ㉡을 생성 및 분비하여 ㉠을 무력화 시켰으며, 백혈구의 식세포 작용을 유도하여 감염된 세포를 제거했다.
- (다) 이 사람이 X에 다시 감염되면 ㉣는 빠르게 ㉢로 분화하고, ㉢는 X에 대한 ㉡을 생성한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

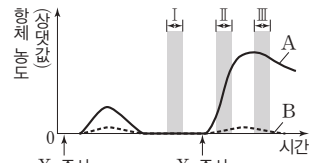
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢는 형질 세포이다.
- ㄴ. (나)에서 X에 대한 체액성 면역 반응이 일어났다.
- ㄷ. 한 종류의 ㉡은 여러 종류의 ㉠과 결합한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0147]

11 그림은 바이러스 X에 노출된 적이 없고 유전적으로 동일한 생쥐 A와 B에 X를 각각 2회에 걸쳐 주사한 후 A와 B에서 X에 대한 혈중 항체 농도 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 정상 생쥐와 가슴샘이 없는 생쥐를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)



◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 세포 구조를 갖는다.
- ㄴ. 구간 I의 B에는 X에 대한 기억 세포가 있다.
- ㄷ. 구간 II와 III의 A에서 모두 X에 대한 항체는 형질 세포에서 생성된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0148]

12 다음은 병원체 X에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 유전적으로 동일한 생쥐 I~V를 준비한다. I로부터 혈장 ㉠을, II로부터 혈장 ㉡을 분리한다. I과 II는 실험 2주 전 X에 노출된 적이 있는 생쥐와 X에 노출된 적이 없는 생쥐를 순서 없이 나타낸 것이다.
- (나) ㉠과 ㉡의 일부를 각각 열처리한 후 표와 같이 살아 있는 X와 함께 III~V에게 주사하고, 1일 후 생쥐의 생존 여부를 확인한다. III~V는 X에 노출된 적이 없다.

생쥐	주사액의 조성	생존 여부
III	열처리 안 한 ㉡+X	산다
IV	열처리한 ㉡+X	죽는다
V	열처리한 ㉠+열처리 안 한 ㉡+X	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 X에 노출된 적이 없는 생쥐이다.
- ㄴ. ㉠은 '죽는다'이다.
- ㄷ. (나)의 III에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0149]

13 그림은 사람 P의 혈액을 항 A 혈청과 항 B 혈청에 각각 섞었을 때 일어나는 응집 반응 결과를 나타낸 것이고, 표는 100명의 학생으로 구성된 집단 X를 대상으로 ABO식 혈액형에 대해 응집원 ㉠과 응집소 ㉡의 유무를 조사한 것이다. P의 혈액에는 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 있으며, X에는 ABO식 혈액형이 A형, B형, O형, AB형인 사람이 모두 있다.

항 A 혈청	항 B 혈청	구분	사람 수
		㉠이 있는 사람	60
응집됨	응집 안 됨	㉡이 있는 사람	59
		㉠㉡과 ㉡이 모두 없는 사람	16

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. P의 ABO식 혈액형은 A형이다.
- ㄴ. ㉠의 혈장에는 응집소 β가 있다.
- ㄷ. X에서 ABO식 혈액형이 AB형인 사람의 수와 O형인 사람의 수를 더한 값은 51이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0150]

14 표는 사람 I~Ⅲ의 혈장을 I~Ⅲ의 적혈구와 각각 1회씩 섞었을 때 ABO식 혈액형에 대한 응집 반응이 일어난 총횟수를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 I~Ⅲ을 순서 없이 나타낸 것이다. ABO식 혈액형은 I이 O형, Ⅱ가 AB형, Ⅲ이 A형이다.

혈장	㉠	㉡	㉢
I~Ⅲ의 적혈구와 응집 반응이 일어난 총횟수	2	1	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ABO식 혈액형만 고려한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 0이다.
- ㄴ. ㉠은 I이다.
- ㄷ. ㉡의 적혈구와 ABO식 혈액형이 B형인 사람의 혈액을 섞으면 항원 항체 반응이 일어나지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0151]

15 다음은 말라리아 치료제와 소아마비 백신의 개발에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 바이러스와 원생생물을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 말라리아는 ㉠에 속하는 병원체의 감염으로 나타나는 질병이다. 말라리아 치료제의 개발로 2015년에는 말라리아 환자가 약 60% 줄어들었다.
- (나) 소아마비는 ㉡에 속하는 병원체의 감염으로 나타나는 질병이다. ㉠ 소아마비 백신이 개발되어 1988년에 전 세계적으로 350만 명에 이르던 환자 수가 2015년에는 74명으로 줄어들었다.

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

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 원생생물이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 단백질을 갖는다.
- ㄷ. ㉠에는 소아마비를 일으키는 병원체에 대한 항체가 들어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0152]

16 표는 사람의 질환 A와 B의 특징을 나타낸 것이다. A와 B는 알레르기와 자가 면역 질환(질병)을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠은 항원과 항체 중 하나이다.

구분	특징
A	면역계가 자기 세포를 ㉠으로 인식하여 공격함
B	면역계가 특정 ㉡에 과민하게 반응하여 나타남

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

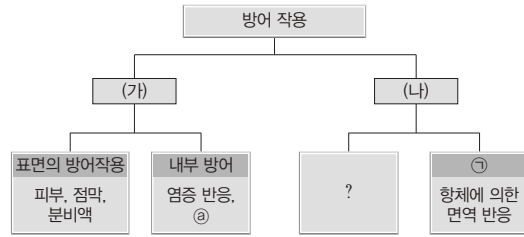
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 항원이다.
- ㄴ. A는 알레르기이다.
- ㄷ. 류머티즘 관절염은 B의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

비특이적 방어 작용은 병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 반응이 일어난다.

03 그림은 사람의 방어 작용을 (가)와 (나)로 구분하여 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉓는 식세포 작용(식균 작용)과 1차 면역 반응 중 하나이며, ㉔은 세포성 면역과 체액성 면역 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

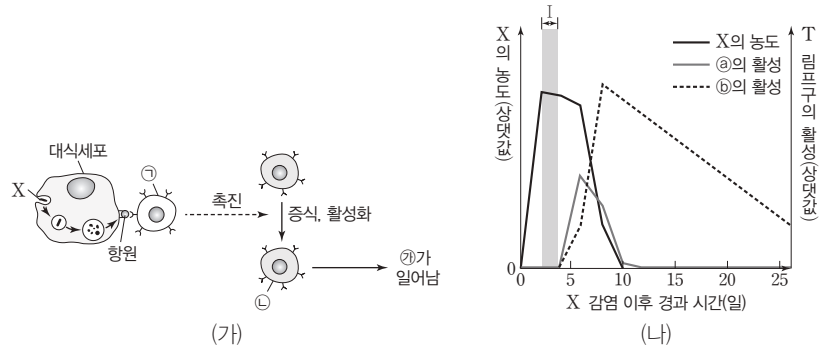
◀ 보기 ▶

ㄱ. 병원체의 1차 침입 시 (가)가 (나)보다 먼저 일어난다.
 ㄴ. ㉓는 식세포 작용(식균 작용)이다.
 ㄷ. ㉔에는 B 림프구가 관여한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

대식세포가 제시한 항원 조각을 보조 T 림프구가 인식하여 활성화된 후 세포독성 T 림프구가 활성화된다.

04 그림 (가)는 사람 P가 바이러스 X에 감염되었을 때 일어난 방어 작용의 일부를, (나)는 X에 감염된 후 P에서 혈중 X의 농도와 T 림프구의 활성 변화를 나타낸 것이다. ㉑과 ㉒는 보조 T 림프구와 세포독성 T 림프구를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉓와 ㉔은 ㉑과 ㉒을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

ㄱ. ㉓는 ㉑이다.
 ㄴ. 'X에 감염된 세포 제거'는 ㉔에 해당한다.
 ㄷ. 구간 I에서 X에 대한 세포성 면역가 일어났다.

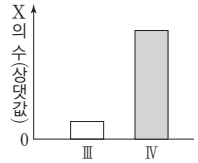
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

기억 세포는 항원의 2차 침입 시 빠르게 증식·분화하여 기억 세포와 형질 세포를 생성한다.

07 다음은 병원체 X에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 유전적으로 동일하고 X에 노출된 적이 없는 생쥐 I~Ⅳ를 준비한다. I과 Ⅱ는 정상 생쥐와 보조 T 림프구가 결핍된 생쥐를 순서 없이 나타낸 것이고, Ⅲ과 Ⅳ는 모두 모든 림프구가 결핍된 생쥐이다.
- (나) I과 Ⅱ에 각각 죽은 X를 주사하고 일정 시간이 지난 후, I과 Ⅱ 각각에서 혈액에 있는 모든 혈구를 분리한다. 림프구, 기억 세포, 형질 세포는 혈구에 해당한다.
- (다) I에서 분리한 혈구는 Ⅲ에, Ⅱ에서 분리한 혈구는 Ⅳ에 주사한다. Ⅲ과 Ⅳ에 주사한 혈구의 수는 같다.
- (라) 일정 시간이 지난 후, (다)의 Ⅲ과 Ⅳ에 각각 살아 있는 X를 주사한다. Ⅲ과 Ⅳ에 주사한 X의 수는 같다.
- (마) 일정 시간이 지난 후, Ⅲ과 Ⅳ에서 살아 있는 혈중 X의 수를 측정한 결과는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 정상 생쥐이다.
- ㄴ. (나)에서 분리한 혈구 중 X에 대한 기억 세포는 I에서가 Ⅱ에서보다 많다.
- ㄷ. (라)에서 X를 주사한 후 Ⅲ에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 표 (가)는 어떤 두 사람 사이에서 ABO식 혈액형에 따른 수혈 가능 여부에 대한 자료를, (나)는 ABO식 혈액형을 기준으로 혈액을 주는 사람과 받는 사람 사이의 소량 수혈 가능 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 AB형, B형, O형을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉡와 ㉢은 '가능'과 '불가능'을 순서 없이 나타낸 것이다.

수혈은 혈액을 주는 사람과 받는 사람의 혈액이 같은 경우에 하며, 혈액을 주는 쪽의 응집원과 받는 쪽의 응집소 사이에 응집 반응이 나타나지 않으면 서로 다른 혈액형이라도 소량 수혈이 가능하다.

(가)

주는 사람 \ 받는 사람	㉠	A형	㉡	㉢
㉠		㉡	?	?
A형	㉡		㉡	㉡
㉡	㉡	?		?
㉢	㉡	㉡	㉡	

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ABO식 혈액형만 고려하며, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡는 '가능'이다. ㄴ. ㉠은 AB형이다.
- ㄷ. ㉢인 사람의 적혈구와 ㉡인 사람의 혈장을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0161]

09 다음은 병원체 X에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 유전적으로 동일하고 모든 림프구가 결핍된 생쥐 I~IV를 준비한다. I~IV는 X에 노출된 적이 없다.
- (나) I에 X를, II에 ㉠과 X를, III에 ㉡과 X를, IV에 ㉠, ㉡, X를 주사한다. ㉠과 ㉡은 B 림프구와 보조 T 림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.
- (다) 일정 시간이 지난 후 I~IV에서 X에 대한 항체 농도를 측정 한 결과는 표와 같다.

생쥐	항체 농도(상댓값)
I	0
II	?
III	0
IV	3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 골수에서 생성된다.
- ㄴ. (다)의 III에서 체액성 면역 반응이 일어났다.
- ㄷ. (다)의 IV에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어났다.

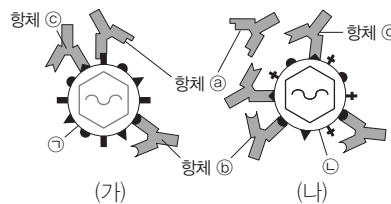
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

항원의 1차 침입 시 보조 T 림프구가 활성화됨에 따라 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화되고, 형질 세포에서 항체가 생성된다.

[26025-0162]

10 표는 천연두에 대한 자료이고, 그림 (가)는 ㉠우두 바이러스와 ㉡천연두 바이러스에 노출된 적이 없는 사람 X가 ㉠에 감염되었을 때 일어난 항원 항체 반응을, (나)는 X가 ㉠에 감염되고 일정 시간이 지난 후 ㉡에 감염되었을 때 일어난 항원 항체 반응을 나타낸 것이다.

천연두는 천연두 바이러스의 감염으로 나타나는 질병이다. 우두 바이러스에 감염되어 우두에 걸린 사람이 천연두에 걸리지 않는다는 관찰 결과를 근거로 ㉢우두에 걸린 소의 고름을 이용하여 천연두를 예방하는 백신이 개발되었다.



1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질을 백신이라 한다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢에는 ㉠의 항원이 들어 있다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡에는 모두 ㉠과 ㉢에 특이적으로 결합하는 항원 부위가 있다.
- ㄷ. (나)의 ㉠과 ㉢은 모두 세포독성 T림프구에서 분비되었다.

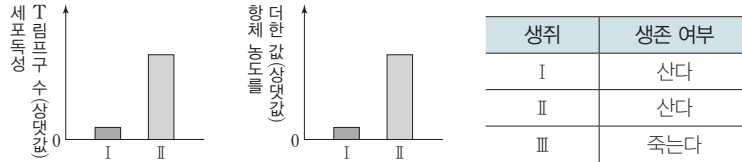
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

대식세포는 체내로 침투한 병원체를 자신의 세포 안으로 끌어들이 분해하는 식세포 작용(식균 작용)을 한다.

11 다음은 병원체 X와 Y에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 유전적으로 동일하고 X와 Y에 노출된 적이 없는 생쥐 I~Ⅲ을 준비한다. I과 Ⅲ은 정상 생쥐와 대식세포가 결핍된 생쥐를 순서 없이 나타낸 것이고, Ⅱ는 정상 생쥐이다.
- (나) I과 Ⅲ에 X를, Ⅱ에 Y를 주사한다.
- (다) 일정 시간이 지난 후 I과 Ⅱ에서 각각 X와 Y에 특이적으로 반응하는 세포독성 T림프구 수, X와 Y에 대한 항체 농도를 더한 값을 그림과 같고, I~Ⅲ의 생존 여부는 표와 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 정상 생쥐이다.
- ㄴ. (다)의 I은 X에 대한 비특이적 방어 작용이 일어났다.
- ㄷ. (다)의 Ⅱ에서 Y에 대한 항체는 세포독성 T림프구에서 생성되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

항원은 체내에서 면역 반응을 일으키는 원인 물질이다.

12 다음은 항원 X와 Y에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 유전적으로 동일하고 항원 X와 Y에 노출된 적이 없는 정상 생쥐 I~Ⅲ을 준비한다. 항원 X와 Y는 단백질로만 이루어져 있다.
- (나) I~Ⅲ에 X를 주사한다.
- (다) 일정 시간이 지난 후, I에는 X를, Ⅱ에는 X를 열처리하여 불활성화된 X'을, Ⅲ에는 Y를 주사한다.
- (라) 일정 시간이 지난 후, I~Ⅲ에서 X에 대한 항원 항체 반응 여부와 Y에 대한 세포독성 면역 반응 여부를 확인한 결과는 표와 같다.

생쥐	I	Ⅱ	Ⅲ
주사	X	X'	Y
X에 대한 항원 항체 반응 여부	일어남	일어나지 않음	㉠
Y에 대한 세포독성 면역 반응 여부	일어나지 않음	?	일어남

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 '일어남'이다.
- ㄴ. X'은 X에 대한 항체와 특이적으로 결합하는 부위가 있다.
- ㄷ. (라)의 Ⅲ에서 세포독성 T림프구가 Y에 감염된 세포를 파괴하는 면역 반응이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0165]

13 다음은 ABO식 혈액형 판정 실험이다.

- A형 적혈구 시약에는 응집원 A만 있는 적혈구가 들어 있고, B형 적혈구 시약에는 응집원 B만 있는 적혈구가 들어 있다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 사람 ㉠~㉡의 혈액에서 각각 혈장을 분리한다.

(나) (가)에서 분리한 혈장을 각각 A형 적혈구 시약, B형 적혈구 시약과 섞은 후 ㉠~㉡에서 응집 반응 결과는 표와 같다. ㉠~㉡의 ABO식 혈액형은 각각 서로 다르며, ㉡와 ㉢는 ‘응집됨’과 ‘응집 안 됨’을 순서 없이 나타낸 것이다.

시약 \ 혈장	㉠	㉡	㉢	㉣
A형 적혈구 시약	응집됨	㉡	응집 안 됨	㉣
B형 적혈구 시약	?	응집됨	응집됨	응집 안 됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ABO식 혈액형만 고려한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡는 ‘응집됨’이다.
- ㄴ. ㉠의 적혈구에는 응집원 A가 있다.
- ㄷ. ㉠의 적혈구와 ㉣의 혈장을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다.

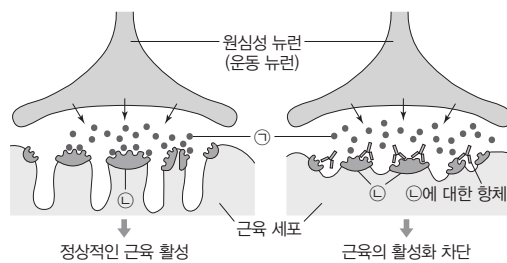
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ABO식 혈액형에서 응집원 (항원)은 적혈구 막 표면에, 응집소(항체)는 혈장에 있다.

[26025-0166]

14 표는 면역 관련 질환 X에 대한 설명을, 그림은 X가 나타나는 과정을 나타낸 것이다. X는 알레르기 와 자가 면역 질환 중 하나이다.

골격근을 이루는 근육 세포의 세포 막에는 원심성 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질 ㉠과 결합하는 수용체 ㉡이 있다. X는 ㉡에 대한 항체가 생성되어 근육 세포가 파괴됨으로써 근육의 활성화가 차단된다.



면역계가 자기 세포나 조직을 공격하여 생기는 질환을 자가 면역 질환이라 한다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 자가 면역 질환이다.
- ㄴ. 아세틸콜린은 ㉠에 해당한다.
- ㄷ. 보조 T 림프구에서 ㉡를 분비한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

개념 체크

⑤ 염색체, 유전자, DNA, 유전체의 관계

개체의 유전 정보가 저장된 DNA의 특정 부위를 유전자라 하며, 염색체는 DNA를 포함하므로 하나의 염색체에는 수많은 유전자가 있음. 한 개체가 가진 모든 염색체를 구성하는 DNA에 저장된 유전 정보 전체를 유전체라 함

1. 염색체는 DNA와 () 단백질로 이루어진 복합체이다.

2. 염색체의 잘룩한 부분으로 세포 분열 시 방추사가 부착되는 곳을 ()라 한다.

※ ○ 또는 ×

3. 진핵생물에서 하나의 염색체에는 하나의 유전자가 있다. ()

4. 염색체는 세포가 분열할 때 막대 모양으로 응축한다. ()

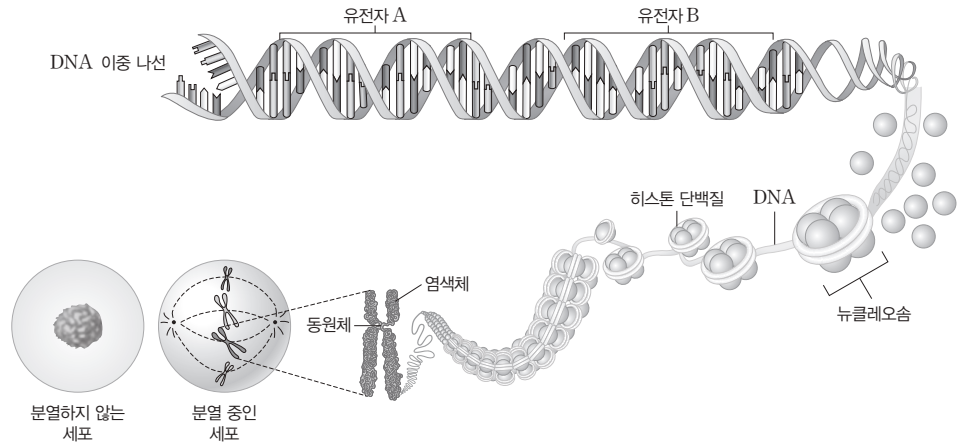
1 염색체와 유전자

(1) 염색체

- ① 세포 안에 있으며, 유전 물질인 DNA가 포함된 구조이다.
- ② 유전 정보를 저장하고, 세포가 분열할 때 딸세포로 이동해 유전 정보를 전달하는 역할을 한다.
- ③ 세포가 분열하지 않을 때에는 핵 안에 가는 실 모양으로 풀어져 있다가, 세포가 분열할 때 이동과 분리가 쉽도록 두꺼운 끈이나 막대 모양으로 응축한다. 핵 안에 가는 실 모양으로 풀어져 있는 상태를 염색사라고 부르기도 한다.
- ④ 분열 중인 세포에서 광학 현미경으로 보면 두꺼운 끈이나 막대 모양으로 관찰된다.

(2) 염색체의 구조

- ① 염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 이루어진 복합체이다.
- ② 염색체에서 DNA는 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하며, 하나의 염색체는 많은 수의 뉴클레오솜으로 이루어진다.
- ③ 동원체는 염색체의 잘룩한 부분으로 세포 분열 시 방추사가 부착되는 곳이다.



(3) 유전자, DNA, 염색체, 유전체

구분	특징
유전자	개체의 유전 형질에 대한 정보가 저장된 DNA의 특정 부위이다.
DNA	<ul style="list-style-type: none"> • 부모로부터 자손에게 전달되어 유전 현상을 일으키는 물질이다. • 하나의 DNA에 많은 수의 유전자가 있다.
염색체	<ul style="list-style-type: none"> • 세포가 분열할 때에는 막대 모양으로 응축되고, 세포가 분열하지 않을 때에는 실 모양으로 풀어져 있다. • 염색체는 DNA를 포함하므로 하나의 염색체에 많은 수의 유전자가 있다.
유전체	한 개체가 가진 모든 염색체를 구성하는 DNA에 저장된 유전 정보 전체이다.

정답

1. 히스톤
2. 동원체
3. ×
4. ○

과학 돋보기 DNA의 구조

- DNA의 기본 구성 단위는 인산, 당, 염기로 이루어진 뉴클레오타이드이다.
- DNA는 많은 수의 뉴클레오타이드가 길게 결합한 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 나선 모양으로 꼬인 이중 나선 구조이다.
- DNA에 포함된 염기는 4종류(A, G, C, T)이며, 이 4종류 염기의 배열 순서로 유전 정보를 저장하고 있다.



과학 돋보기 연관과 연관군

- 하나의 염색체에는 많은 수의 유전자가 함께 있으며, 이렇게 여러 유전자가 한 염색체에 있는 경우를 연관이라고 한다.
- 연관된 유전자들의 무리를 연관군이라고 하며, 한 연관군에 속한 유전자들은 교차나 돌연변이가 일어나지 않으면 세포가 분열할 때 같은 딸세포로 이동한다.

(4) 핵형

- ① 한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같이 관찰할 수 있는 염색체의 형태적인 특징이다.
- ② 생물은 종에 따라 핵형이 서로 다르므로 핵형은 생물종의 고유한 특성이다.
- ③ 같은 종의 생물에서는 성별이 같으면 핵형이 같다.
- ④ 서로 다른 종의 두 생물은 염색체 수가 같을 수 있지만, 염색체의 모양과 크기에 차이가 있으므로 핵형이 서로 다르다.
- ⑤ 핵형 분석: 체세포 분열 중기 세포의 염색체 사진을 이용해 분석하며, 핵형을 분석하면 성별과 염색체 수나 구조의 이상을 확인할 수 있다.

탐구자료 살펴보기 염색체 모형을 이용한 사람의 핵형 분석

- 탐구 과정**
- ① 여자의 염색체 모형과 남자의 염색체 모형을 각각 모두 오려 낸다.
 - ② 오려 낸 여자의 염색체와 남자의 염색체를 각각 크기와 형태적 특징이 같은 것끼리 짝을 짓는다.
 - ③ 짝 지은 염색체 쌍을 크기가 큰 것부터 작은 것 순서대로 종이 위에 배열하여 붙인다.
 - ④ 여자와 남자에서 차이가 있는 염색체 쌍은 맨 끝에 붙인다.
 - ⑤ 종이 위에 배열된 염색체에 큰 것부터 작은 것 순서대로 번호를 표시한다.

개념 체크

➔ 핵형
생물 종에 따라 핵형이 서로 다르며, 같은 종의 생물에서 성별이 다르면 핵형이 다름

1. 한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같이 관찰할 수 있는 염색체의 형태적인 특징을 () 이라 한다.
2. 핵형은 () 분열 중기 세포의 염색체 사진을 이용하여 분석한다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 같은 종의 생물에서 성별이 같으면 핵형이 같다. ()
4. 핵형을 분석하면 염색체 수의 이상을 확인할 수 있다. ()

정답

1. 핵형
2. 체세포
3. ○
4. ○

개념 체크

➔ 사람의 염색체

여자와 남자가 공통으로 가지는 상염색체와 여자와 남자가 서로 다른 구성으로 가지는 성염색체가 있음

1. 염색체 수가 정상인 사람은 ()개의 상염색체를 가진다.

2. 사람의 성염색체 중 크기가 더 큰 것이 ()염색체이다.

※ ○ 또는 ×

3. 백혈구를 체세포 분열 중기 상태에서 중지시킨 후 핵형 분석을 할 수 있다. ()

4. 상동 염색체의 같은 위치에는 같은 형질을 결정하는 대립유전자가 있다. ()

탐구 결과



탐구 point

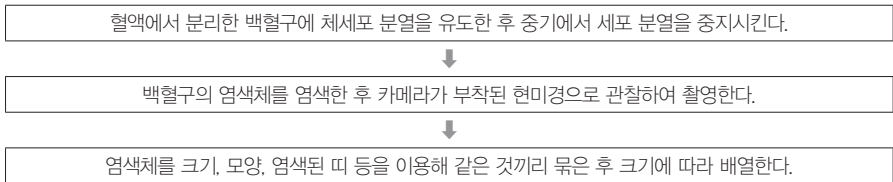
- 사람의 체세포에는 총 23쌍(46개)의 염색체가 있다.
- 상염색체와 성염색체

구분	특징
상염색체	<ul style="list-style-type: none"> • 여자와 남자가 공통으로 가지는 염색체이다. • 사람은 1번부터 22번까지 22쌍(44개)의 상염색체를 가진다.
성염색체	<ul style="list-style-type: none"> • 여자와 남자가 서로 다른 구성으로 가지는 염색체이다. • 사람은 1쌍(2개)의 성염색체를 가지며, 크기가 큰 것이 X 염색체, 크기가 작은 것이 Y 염색체이다. • 사람의 성염색체 구성은 여자가 XX, 남자가 XY이다.

과학 돋보기

세포를 이용한 사람의 핵형 분석

- 염색체가 많이 응축되어 관찰하기 좋은 체세포 분열 중기의 세포를 이용해 분석한다.
- 일반적인 분석 과정



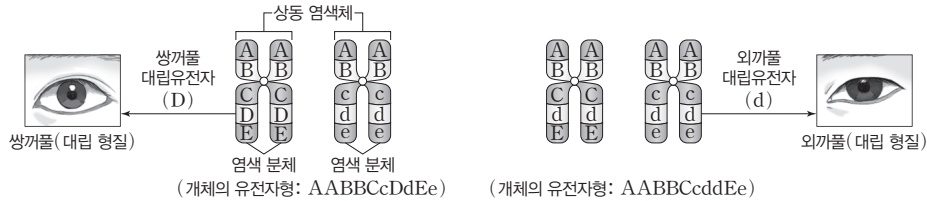
(5) 상동 염색체와 대립유전자

- ① 상동 염색체: 사람의 체세포를 핵형 분석하면 모양과 크기가 같은 염색체가 2개씩 있는 것을 알 수 있는데 이렇게 형태적 특징이 같은 염색체를 상동 염색체라고 한다.
- 하나는 어머니(모계)로부터, 다른 하나는 아버지(부계)로부터 물려받은 것이다.
 - 상동 염색체의 같은 위치에는 같은 형질을 결정하는 대립유전자가 있다.

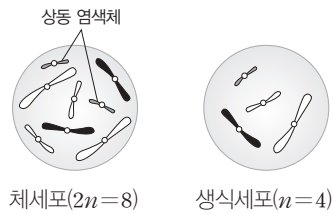
정답

1. 44
2. X
3. ○
4. ○

- ② **대립유전자**: 상동 염색체의 같은 위치에 있으며, 하나의 형질을 결정하는 유전자이다.
- 상동 염색체는 부모로부터 하나씩 물려받으므로 상동 염색체에 있는 대립유전자는 같을 수도 있고, 서로 다를 수도 있다.
 - 예 사람의 눈꺼풀 모양을 결정하는 쌍꺼풀 대립유전자와 외꺼풀 대립유전자

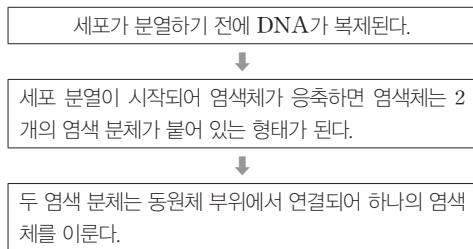


- ③ **핵상**: 한 세포에 들어 있는 염색체의 구성 상태로, 염색체의 상대적인 수로 표시한다.
- 많은 생물의 경우 체세포는 모든 염색체가 2개씩 상동 염색체 쌍을 이루고 있으므로 $2n$ 으로 표시한다.
 - 생식세포는 상동 염색체 중 1개씩만 있어 염색체가 쌍을 이루고 있지 않으므로 n 으로 표시한다.
 - 사람은 체세포의 핵상과 염색체 수를 $2n=46$ 으로 표시하고, 생식세포의 핵상과 염색체 수를 $n=23$ 으로 표시한다.

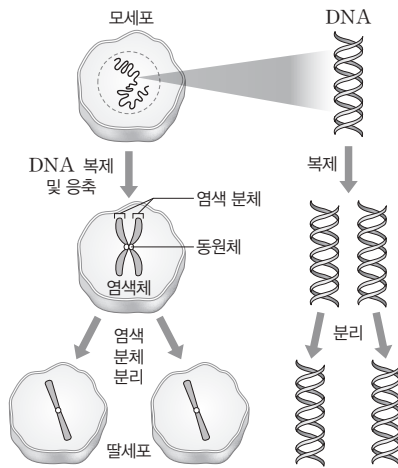


(6) 염색 분체의 형성과 분리

- ① **염색 분체**: 세포가 분열할 때 관찰되는 X자 모양의 염색체에서 하나의 염색체를 이루는 두 가닥이다.
- ② **염색 분체의 형성**: 염색 분체는 DNA가 복제되어 형성된다.



- 두 염색 분체의 DNA는 하나가 복제된 것으로 저장되어 있는 유전 정보가 같다.
- 두 염색 분체는 같은 위치에 동일한 대립유전자가 있으므로 대립유전자 구성이 같다.



- ③ **염색 분체의 분리**: 체세포 분열이 일어날 때 두 염색 분체는 분리되어 서로 다른 딸세포로 이동하며, 이 과정에서 복제된 DNA가 두 딸세포로 나뉘어 들어간다.

개념 체크

- ⑤ **염색 분체의 형성과 분리**
- 하나의 염색체를 이루는 두 가닥을 염색 분체라 하며, 두 염색 분체의 DNA는 하나가 복제된 것이므로 저장되어 있는 유전 정보와 대립유전자 구성이 같음
 - 체세포 분열이 일어날 때 두 염색 분체는 분리되어 서로 다른 딸세포로 이동함

1. ()는 하나의 형질을 결정하는 유전자로, 상동 염색체의 같은 위치에 있다.
2. 사람의 체세포에는 모든 염색체가 2개씩 상동 염색체 쌍을 이루고 있으므로 핵상을 표시할 때 ()으로 표시한다.

※ ○ 또는 ×

3. 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체는 대립유전자 구성이 같다. ()
4. 체세포 분열이 일어날 때 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체는 분리되지 않고 하나의 딸세포로 함께 이동한다. ()

정답

1. 대립유전자
2. $2n$
3. ○
4. ×

개념 체크

⑤ 세포 주기

간기와 분열기(M기)로 나뉘며, 간기는 세포의 구성 물질을 합성하는 G₁기, DNA를 복제하는 S기, 세포 분열을 준비하는 G₂기로 나뉜다. 분열기(M기)에서 핵분열과 세포질 분열이 일어난다.

⑥ 체세포 분열

생물의 발생, 성장, 조직 재생 등이 일어날 때 하나의 세포가 둘로 나누어지는 현상이며, 간기, 전기, 중기, 후기, 말기로 나뉜다.

1. 세포 주기에서 DNA를 복제하여 세포당 DNA 양이 2배로 되는 시기는 간기의 ()기이다.

2. 체세포 분열 과정에서 핵막이 사라지고 염색체가 응축하는 시기는 분열기 중 ()기이다.

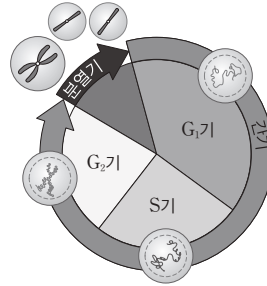
※ ○ 또는 ×

3. 세포 주기 중 G₂기에 방추사가 염색체의 동원체 부위에 부착된다. ()

4. 체세포 분열 후기에 방추사의 작용으로 염색 분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다. ()

과학 돋보기 세포 주기

- 분열을 마친 딸세포가 성장하여 다시 분열을 마칠 때까지의 기간이다.
- 크게 간기와 분열기(M기)로 나뉘며, 간기는 다시 G₁기, S기, G₂기로 나뉜다.

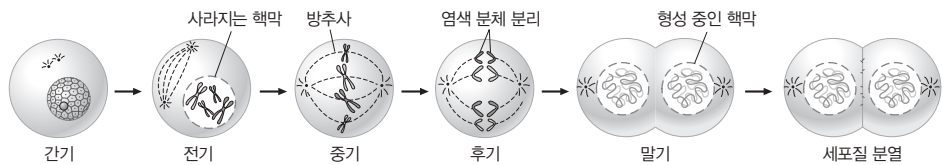


시기		주요 현상
간기	G ₁ 기	세포의 구성 물질을 합성하고, 세포 소기관의 수가 늘어나면서 세포가 가장 많이 성장한다.
	S기	DNA를 복제하므로 S기가 끝나면 세포당 DNA 양이 2배가 된다.
	G ₂ 기	방추사를 구성하는 단백질을 합성하고, 세포가 성장하면서 세포 분열을 준비한다.
분열기(M기)		핵분열(DNA 분리)과 세포질 분열이 일어난다.

과학 돋보기 체세포 분열

- 하나의 체세포가 둘로 나누어지는 과정으로, 생물의 발생과 성장, 조직 재생, 무성 생식 과정에서 일어난다.
- 체세포 분열 과정: 염색체의 행동에 따라 분열기가 전기, 중기, 후기, 말기로 나뉜다.

간기	세포가 성장하고, DNA를 복제한다.	
분열기	전기	<ul style="list-style-type: none"> • 핵막이 사라진다. • 염색체가 응축하며, 각 염색체는 2개의 염색 분체로 구성된다. • 방추사가 염색체의 동원체 부위에 부착된다.
	중기	방추사가 부착된 염색체가 세포 중앙(적도판)에 배열된다.
	후기	방추사의 작용으로 염색 분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다.
	말기	응축된 염색체가 풀어지고, 핵막이 나타나며, 세포질 분열이 시작된다.



- 체세포 분열 과정에서 상동 염색체는 분리되지 않고, 염색 분체만 분리되므로 체세포 분열 결과 형성된 두 딸세포는 모세포와 대립유전자 구성이 같다.

정답

1. S
2. 전
3. ×
4. ○

2 생식세포의 형성과 유전적 다양성

(1) 생식세포의 형성

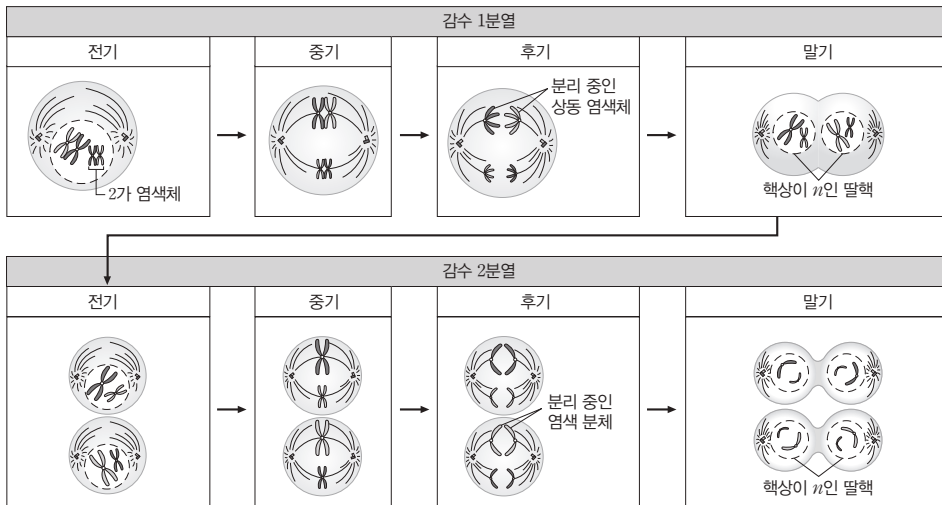
① 감수 분열(생식세포 분열): 생식세포를 형성하기 위해 일어나는 세포 분열이다.

- 간기(S기)에 DNA를 복제한 후 체세포 분열과 달리 연속 2회의 분열이 일어나므로 감수 1분열과 감수 2분열로 구분되며, 딸세포 하나가 가지는 유전 물질의 양은 G₁기 세포 하나가 가지는 양의 절반이다.

② 감수 분열 과정

- 감수 1분열: 상동 염색체가 분리되어 핵상이 2n에서 n으로 변하고, 염색체 수가 절반으로 감소한다.
- 감수 2분열: 염색 분체가 분리되어 핵상이 n에서 n으로 유지되며, 염색체 수도 변하지 않는다.

시기		주요 현상
간기		세포가 성장하고, DNA를 복제한다.
감수 1분열	전기	상동 염색체끼리 접합해 2가 염색체가 형성되며, 방추사가 2가 염색체의 동원체 부위에 부착된다.
	중기	방추사가 부착된 2가 염색체가 세포 중앙(적도판)에 배열된다.
	후기	방추사의 작용으로 상동 염색체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다.
	말기	세포질 분열이 시작되며, 염색체 수가 모세포(2n)의 절반인 2개의 딸세포(n)가 형성된다.
감수 2분열	전기	방추사가 염색체의 동원체 부위에 부착된다.
	중기	방추사가 부착된 염색체가 세포 중앙(적도판)에 배열된다.
	후기	방추사의 작용으로 염색 분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다.
	말기	세포질 분열이 시작되며, 핵상이 n인 4개의 생식세포(딸세포)가 형성된다.



감수 1분열과 감수 2분열 과정

개념 체크

☞ 감수 분열

- 생식세포를 형성하기 위해 일어나는 세포 분열로 연속 2회의 분열이 일어나며, 딸세포 하나가 가지는 유전 물질의 양은 G₁기 세포 하나가 가지는 양의 절반임
- 감수 1분열 과정에서 상동 염색체가 분리되며, 감수 2분열 과정에서 염색 분체가 분리됨

1. 감수 () 분열 과정에서 상동 염색체가 분리된다.

2. 핵상이 2n인 1개의 모세포가 감수 분열이 끝나면 핵상이 ()인 딸세포 ()개가 형성된다.

※ ○ 또는 ×

3. 감수 2분열 과정에서 핵상은 변하지 않는다. ()

4. 감수 1분열 후기에 2가 염색체를 관찰할 수 있다. ()

정답

- 1.
2. n, 4
3. ○
4. ×

개념 체크

체세포 분열과 감수 분열

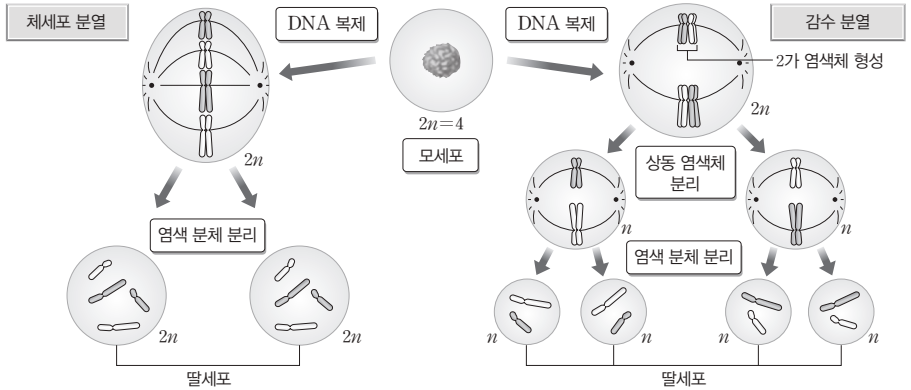
체세포 분열은 1회의 간기와 1회의 핵분열이 일어나 염색체 수와 DNA 양이 모두 모세포와 같은 딸세포가 형성되며, 감수 분열은 1회의 간기와 2회의 핵분열이 일어나 염색체 수와 DNA 양이 각각 모세포의 절반인 딸세포가 형성됨

1. 체세포 분열 과정에서 핵분열은 ()회 일어난다.
 2. 감수 1분열 과정에서 ()염색체가 분리된다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 체세포 분열에서 하나의 모세포로부터 형성된 딸세포는 모세포와 대립유전자 구성이 같다. ()
 4. 감수 분열에서 하나의 모세포로부터 대립유전자 구성이 서로 다른 생식세포가 형성될 수 있다. ()

탐구자료 살펴보기

체세포 분열과 감수 분열의 비교

자료 탐구

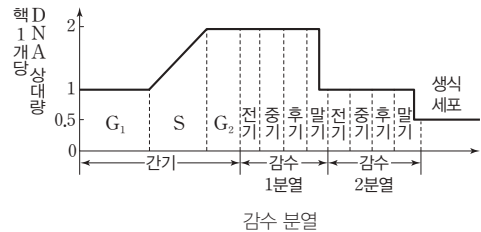
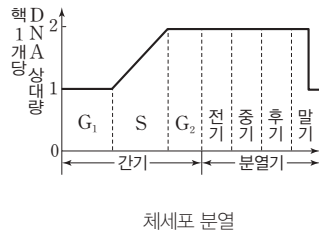


탐구 분석

구분	체세포 분열	감수 분열
DNA 복제	간기(S기)에 1회 일어난다.	
핵분열 횟수	1회 일어나며, 염색 분체가 분리된다.	2회 일어나며, 상동 염색체가 분리된 후 염색 분체가 분리된다.
상동 염색체의 접합	일어나지 않는다.	접합이 일어나 2가 염색체가 형성된다.
딸세포의 수(핵상)	2개(2n)	4개(n)

탐구 point

- 체세포 분열에서는 염색체 수와 DNA 양이 모두 모세포와 같은 딸세포가 형성되며, 하나의 모세포로부터 형성된 두 딸세포는 대립유전자 구성이 같다.
- 감수 분열에서는 염색체 수와 DNA 양이 각각 모세포의 절반인 딸세포(생식세포)가 형성되며, 하나의 모세포로부터 대립유전자 구성이 서로 다른 생식세포가 형성될 수 있다.
- 체세포 분열과 감수 분열에서 핵 1개당 DNA 상대량의 변화



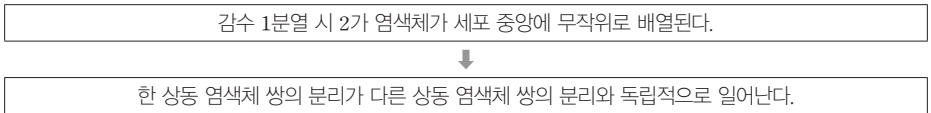
(2) 유전적 다양성

- ① 같은 생물종이라도 한 형질에 대해 개체마다 대립유전자 조합이 달라 표현형이 다양하게 나타나는 것이다. 예) 사람의 다양한 피부색, 고양이의 다양한 털 무늬 등
- ② 유전적 다양성이 나타나는 까닭: 감수 분열 시 상동 염색체가 무작위로 배열된 후 독립적으로 분리되어 염색체 조합(유전자 조합)이 다양한 생식세포가 형성되기 때문이다.

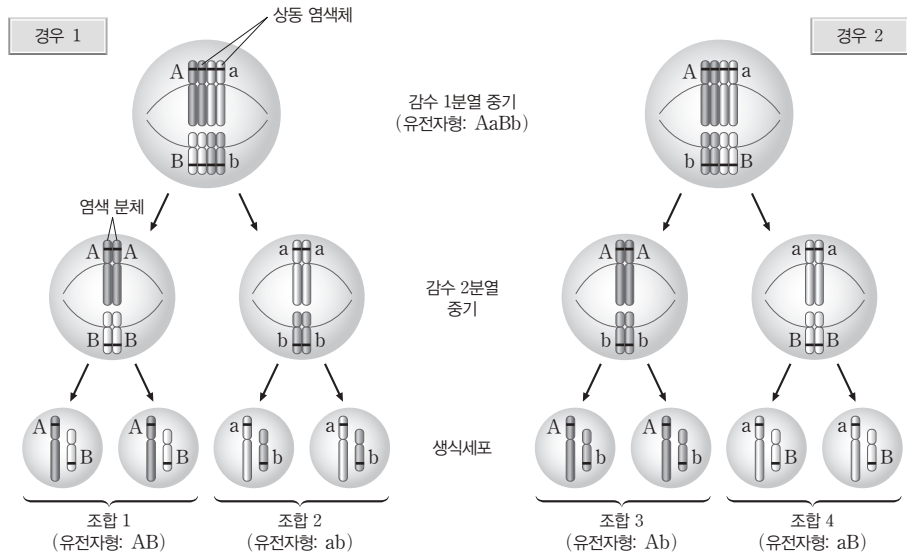
정답

1. 1
2. 상동
3. ○
4. ○

• 상동 염색체의 무작위 분리 과정



• 상동 염색체의 무작위 분리 예: 어떤 개체의 유전자형이 AaBb이고, A(a)와 B(b)가 서로 다른 염색체에 있는 경우, 감수 분열 결과 염색체 조합(대립유전자 조합)이 각각 AB, Ab, aB, ab인 4종류의 생식세포가 형성될 수 있다.



- x 쌍의 상동 염색체를 가진 생물($2n=2x$)로부터 염색체 조합(대립유전자 조합)이 서로 다른 2^x 종류의 생식세포가 형성될 수 있다.
 - 사람($2n=46$)은 감수 분열 시 상동 염색체의 무작위 배열과 독립적인 분리에 의해 유전적으로 서로 다른 2^{23} 종류의 생식세포가 형성될 수 있다.
- ③ 유전적 다양성이 높은 종은 다양한 형질의 개체들이 존재하므로 환경이 변했을 때 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 가능성이 높아 쉽게 멸종되지 않으며, 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

개념 체크

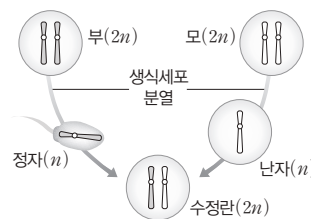
☞ 유전적 다양성

사람은 감수 분열 시 상동 염색체의 무작위 배열과 독립적인 분리에 의해 유전적으로 서로 다른 생식세포가 형성될 수 있음

- 어떤 개체의 유전자형이 AaBb이고 A와 a, B와 b가 서로 다른 염색체에 있는 경우, 감수 분열 결과 대립유전자 조합이 ()인 4종류의 생식세포가 형성된다.
 - 감수 ()분열 시 2가 염색체가 세포 중앙에 무작위로 배열된다.
- ※ ○ 또는 ×
- 유전적 다양성이 높은 종은 환경이 변했을 때 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 가능성이 높다. ()
 - 유성 생식으로 태어난 자손은 부모와 유전적으로 동일하다. ()

과학 돋보기 유성 생식과 유전적 다양성

- 유성 생식으로 태어난 자손은 부모로부터 DNA(유전자)를 각각 절반씩 물려받으므로 자손은 부모를 닮지만, 부모 중 어느 한쪽과도 유전적으로 동일하지 않다.
- 유성 생식 과정에서 염색체 조합(대립유전자 조합)이 다양한 생식세포들이 무작위로 수정되어 자손이 태어나므로 자손의 유전적 다양성이 증가한다.



정답

- AB, Ab, aB, ab
- 1
-
- ×

개념 체크

➔ 생식세포의 유전적 다양성

감수 분열 시 여러 상동 염색체 쌍이 독립적으로 무작위로 분리되어 대립유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성됨

1. [탐구자료 살펴보기] 활동 1의 결과 () 종류의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 형성된다.

2. [탐구자료 살펴보기] 활동 2에서 A와 a는 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기] 활동 1에서 색깔이 서로 다른 한 쌍의 상동 염색체는 각각 아버지와 어머니로부터 하나씩 물려받은 것을 의미한다. ()

4. [탐구자료 살펴보기] 활동 2의 결과 형성되는 생식세포의 유전자형은 최대 4가지이다. ()

정답

1. 8
2. 대립유전자
3. ○
4. ×

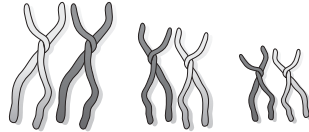
탐구자료 살펴보기

생식세포의 유전적 다양성 획득 과정 모의 활동

탐구 활동 1

과정

- ① 털실 철사와 자석을 이용하여 길이가 서로 다른 3쌍의 상동 염색체 모형을 만든다. 이때 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있고, 한 쌍의 상동 염색체는 색깔을 서로 다르게 만든다.
- ② 3쌍의 상동 염색체 모형을 이용해 감수 1분열 중기 세포의 염색체 배열을 나타낸다.
- ③ 감수 분열 과정을 모형에 이용해 표현하고, 생식세포의 염색체 조합을 확인한다.
- ④ 과정 ②와 ③을 여러 차례 반복하면서 생식세포의 가능한 염색체 조합을 모두 확인한다.



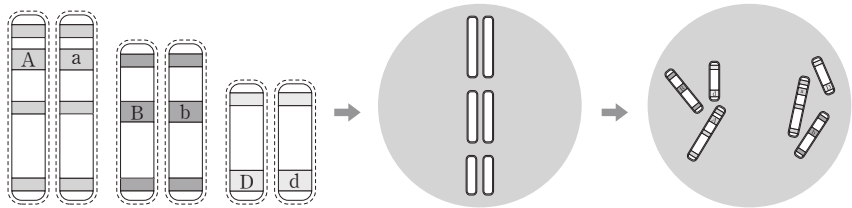
탐구 결과

• 활동 결과 8(또는 2³) 종류의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 형성된다.

탐구 활동 2

과정

- ① A와 a, B와 b, D와 d가 각각 적힌 길이가 다른 3쌍의 상동 염색체 모형을 준비한다.
- ② 3쌍의 상동 염색체 모형을 원 안에 대립유전자가 적힌 글씨가 보이지 않도록 뒤집어 올려놓는다.
- ③ 염색체를 잘 섞은 후, 원의 중앙에 각 상동 염색체 쌍을 무작위로 배열한다.
- ④ 각 상동 염색체 쌍을 그대로 양방향으로 분리한 후, 양쪽 염색체 세트에서 생식세포의 유전자형을 확인한다.
- ⑤ 과정 ②~④를 여러 차례 반복하면서 생식세포의 유전자형을 기록한다.



탐구 결과

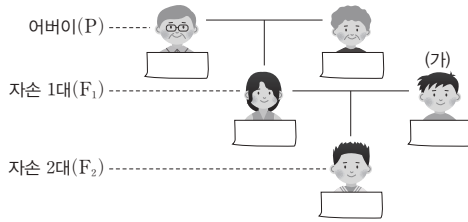
• 활동 결과 유전자형이 각각 ABD, ABd, AbD, Abd, aBD, aBd, abD, abd인 8 종류의 생식세포가 형성된다.

탐구 point

- 활동 1에서 색깔이 서로 다른 한 쌍의 상동 염색체와 활동 2에서 서로 다른 대립유전자가 적힌 한 쌍의 상동 염색체는 각각 아버지와 어머니로부터 하나씩 물려받은 것을 의미한다.
- 활동 1과 2를 통해 감수 분열 시 여러 상동 염색체 쌍이 독립적으로 무작위로 분리되어 염색체와 대립유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성됨을 알 수 있다.

탐구자료 살펴보기 유성 생식을 통한 유전적 다양성 획득 과정 모의 활동

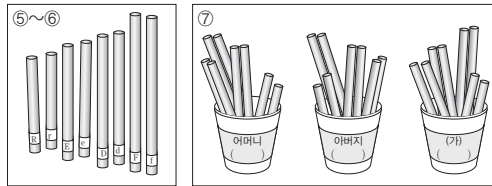
탐구 과정 ① 각 모둠에서 아버지 세대를 기준으로 자손 1대와 자손 2대를 구성할 수 있도록 각자 역할을 정한다.



② 모둠별로 각 유전 형질에 해당하는 수수깥의 길이 I~Ⅳ(10 cm, 12 cm, 14 cm, 16 cm)를 정한다. 단, 아버지 세대와 (가)의 각 유전 형질에 대한 유전자형은 아래 표와 같이 정한다.

유전 형질	허 말기	귓볼	보조개	주근깨
수수깥 길이	I (10 cm)	Ⅱ (12 cm)	Ⅲ (14 cm)	Ⅳ (16 cm)
아버지 세대와 (가)의 유전자형	Rr	Ee	Dd	Ff

- ③ 모둠 구성원 각각은 종이컵을 하나씩 가지고, 종이컵에 자신의 역할과 이름을 쓴다.
- ④ 수수깥을 길이 I~Ⅳ별로 각각 6개씩 잘라 준비한다.
- ⑤ 아버지 세대와 (가)는 길이 I~Ⅳ별로 각각 2개씩, 총 8개의 수수깥을 각각 갖는다.
- ⑥ 아버지 세대와 (가)는 각 유전 형질을 구성하는 대립유전자를 찾아보기 표에 하나씩 쓰고, 과정 ②에서 정한 수수깥의 길이에 맞춰 수수깥마다 찾아보기 표를 하나씩 붙인다.
- ⑦ 아버지 세대와 (가)는 대립유전자를 붙인 수수깥을 자신의 종이컵에 담는다. 이때 대립유전자를 쓴 찾아보기 표가 보이지 않도록 담는다.



- ⑧ 아버지는 자신의 종이컵에서 길이가 서로 다른 수수깥을 무작위로 하나씩 뽑아 자손 1대의 종이컵에 담는다.
- ⑨ 자손 1대는 자신의 종이컵에 담긴 수수깥의 유전자형을 표에 정리한다.
- ⑩ 자손 1대와 (가)는 길이가 서로 다른 수수깥을 무작위로 하나씩 뽑아 자손 2대의 종이컵에 담는다.
- ⑪ 자손 2대는 자신의 종이컵에 담긴 수수깥의 유전자형을 표에 정리한다.
- ⑫ 각 모둠별로 과정 ⑧~⑪을 여러 차례 반복하고, 모든 모둠의 결과를 하나의 표로 정리한다.

탐구 결과 • 모든 모둠의 결과를 종합하여 정리하면 표와 같다.

유전 형질		허 말기	귓볼	보조개	주근깨
유전자형	자손 1대	RR, Rr, rr	EE, Ee, ee	DD, Dd, dd	FF, Ff, ff
	자손 2대	RR, Rr, rr	EE, Ee, ee	DD, Dd, dd	FF, Ff, ff

탐구 point • 과정 ⑧과 ⑩에서 다음 세대에게 서로 다른 길이의 수수깥을 무작위로 하나씩 전달하는 것은 생식세포 형성 시 상동 염색체가 무작위로 배열된 후 독립적으로 분리되어 대립유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 유성 생식 과정에서 대립유전자 조합이 다양한 생식세포들이 무작위로 수정되어 자손이 태어나는 것을 의미한다.
 • 4가지 유전 형질로 만들어 낼 수 있는 자손의 대립유전자 조합은 최대 81(3⁴)가지이다.
 • 유성 생식에서 다양한 생식세포 형성과 무작위 수정을 통해 다양한 자손이 태어날 수 있다.

개념 체크

➡ 유성 생식을 통한 유전적 다양성 획득

유성 생식에서 유전자 구성이 서로 다른 생식세포 형성과 무작위 수정을 통해 다양한 자손이 태어날 수 있음

1. [탐구자료 살펴보기] 탐구 과정에서 서로 다른 길이의 수수깥을 무작위로 하나씩 뽑는 것은 생식세포 형성 시 () 염색체가 무작위로 배열된 후 분리되어 조합이 다양한 생식세포가 형성되는 것을 의미한다.

2. [탐구자료 살펴보기] 탐구 과정에서 4가지 유전 형질로 만들어 낼 수 있는 자손의 대립유전자 조합은 최대 ()가지이다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]에서 4가지 유전 형질은 모두 같은 염색체에 있다. ()

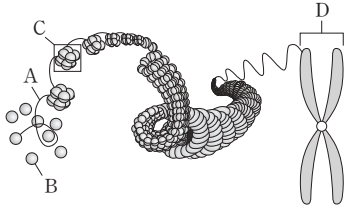
4. 유성 생식에서 무작위 수정을 통해 다양한 자손이 태어날 수 있다. ()

정답

- 1. 상동
- 2. 81
- 3. ×
- 4. ○

[26025-0167]

01 그림은 사람의 체세포에 있는 염색체의 구조를 나타낸 것이다. A~D는 염색체, 뉴클레오솜, 히스톤 단백질, DNA를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 간기에 복제된다.
- ㄴ. B는 뉴클레오타이드로 구성된다.
- ㄷ. 한 개의 D는 다수의 C로 이루어져 있다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0168]

02 표는 DNA와 ㉠~㉣의 특징을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 염색체, 유전자, 유전체를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉡와 ㉢는 각각 ㉠~㉣ 중 하나이다.

구분	특징
DNA	하나의 DNA에 수많은 ㉡가 있다.
㉠	세포가 분열할 때 막대 모양으로 응축된다.
㉣	유전 정보가 저장된 DNA의 특정 부위이다.
㉢	한 개체가 가진 모든 ㉢를 구성하는 DNA에 저장된 유전 정보 전체이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

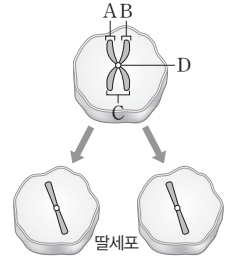
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡는 ㉣이다.
- ㄴ. ㉠의 구성 물질에는 히스톤 단백질이 있다.
- ㄷ. 핵형이 정상인 사람은 23쌍의 ㉢를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0169]

03 그림은 사람 P의 체세포 분열 과정 중 일부를 나타낸 것이며, 한 개의 염색체만 나타냈다. A~D는 각각 동원체, 염색 분체, 염색체 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)



◀ 보기 ▶

- ㄱ. A와 B의 대립유전자 구성은 같다.
- ㄴ. 체세포 분열 중기에 방추사가 D에 부착되기 시작한다.
- ㄷ. P의 체세포 분열 중기의 세포 1개당 C의 수는 23이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0170]

04 표 (가)는 사람 P의 핵형 분석 결과 관찰된 7번 염색체와 성 염색체의 개수를, (나)는 세포 I~III에서 세포 1개당 염색체 ㉠~㉣의 개수를 나타낸 것이다. I~III은 P의 체세포, P의 생식세포, 사람 Q의 체세포를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 7번 염색체, X 염색체, Y 염색체를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉡~㉣은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	핵형 분석 결과 관찰된 개수	염색체 세포		
		㉠	㉡	㉢
7번 염색체	2	㉡	㉢	㉢
X 염색체	1	㉡	㉡	㉢
Y 염색체	?	㉡	㉢	㉢

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I에 Y 염색체가 있다.
- ㄴ. ㉡는 2이다.
- ㄷ. P와 Q의 핵형은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0175]

09 사람의 유전 형질 ㉞는 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정된다. A와 a는 상염색체에 있고, B와 b는 X 염색체에 있다. 표는 남자 P와 여자 Q의 세포 I~Ⅲ에서 A, B, b의 DNA 상대량을 더한 값(A+B+b)과 세포 1개당 X 염색체 수를 나타낸 것이며, ㉞>㉟>㉠이다. I~Ⅲ 중 2개는 P의 세포이고, 나머지 1개는 Q의 세포이며, I~Ⅲ은 각각 G₁기 세포, 감수 2분열 중기 세포, 생식세포 중 하나이다.

세포	A+B+b	X 염색체 수
I	3	㉞
II	1	㉠
III	2	㉟

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

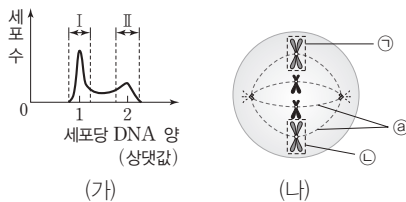
◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 Q의 세포이다.
- ㄴ. P와 Q의 체세포에는 모두 a가 있다.
- ㄷ. 세포 1개당 Y 염색체 수는 II에서와 III에서가 서로 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0176]

10 그림 (가)는 동물 P(2n=4)의 체세포를 배양한 후 세포당 DNA 양에 따른 세포 수를, (나)는 P의 체세포 분열 과정의 어느 한 시기에서 관찰되는 세포를 나타낸 것이다. ㉞는 동원체에 결합하는 물질이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

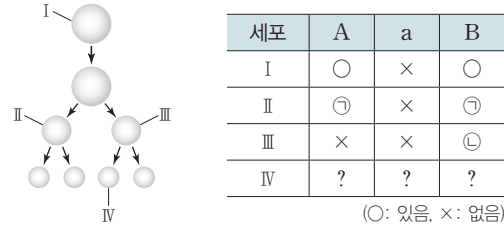
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 구간 I에 있는 세포에서 ㉞가 관찰된다.
- ㄴ. 구간 II에는 (나) 시기의 세포가 있다.
- ㄷ. ㉠은 ㉞이 복제되어 형성되었다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0177]

11 사람의 유전 형질 ㉞는 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정되며, ㉞를 결정하는 유전자 중 1개는 상염색체에 있고, 나머지 1개는 X 염색체에 있다. 그림은 어떤 남자 P의 G₁기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, 표는 세포 I~Ⅳ에서 A, a, B의 유무를 나타낸 것이다. II와 III은 중기의 세포이고, ㉞과 ㉠은 'O'와 'x'를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I과 II에서 A의 DNA 상대량은 서로 같다.
- ㄴ. II의 X 염색체 수는 0이다.
- ㄷ. IV에서 A, B, b의 DNA 상대량을 더한 값은 1이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0178]

12 사람의 유전 형질 ㉞는 상염색체에 있는 대립유전자 A와 a에 의해, ㉠는 X 염색체에 있는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. 표는 세포 I~Ⅳ의 핵상과 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값(A+B), a와 b의 DNA 상대량을 더한 값(a+b)을 나타낸 것이다. I~Ⅳ 중 2개는 남자 P의, 나머지 2개는 여자 Q의 세포이다. II와 III은 중기의 세포이다.

세포	핵상	DNA 상대량	
		A+B	a+b
I	?	0	3
II	n	0	2
III	?	6	2
IV	n	1	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 P의 세포이다.
- ㄴ. ㉞의 유전자형은 P와 Q가 서로 같다.
- ㄷ. X 염색체 수는 II에서와 IV에서가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0179]

13 다음은 동물 P(2n)의 체세포 세포 주기를 알아보기 위한 실험이다.

• 세포 주기에서 각 시기를 진행하는 동안 걸리는 시간은 각 시기에 해당하는 세포 수에 비례한다.

[실험 과정 및 결과]

(가) P의 체세포 X를 일정 시간 동안 배양한 후 배양한 세포를 동시에 고정하고 현미경으로 관찰한 결과는 표 ㉗와 같다.

(나) 표 ㉘는 (가)에서 관찰된 세포를 세포당 DNA 양에 따라 I~Ⅲ으로 구분하고, 전체 세포 수 중 I~Ⅲ의 세포 수 비율(%)을 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 G₁기 세포, G₂기 세포, S기 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	세포당 DNA 양 (상댓값)		세포 수 (%)
	I	II	
관찰 결과	전체 세포 중 M기 (분열기)의 세포 수 비율은 5%이다.		
구분	I	II	III
세포당 DNA 양 (상댓값)	2	?	4
세포 수 (%)	50	30	15

㉗

㉘

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I에서 핵막이 관찰된다.
- ㄴ. II와 III의 핵상은 모두 2n이다.
- ㄷ. 체세포 세포 주기 중 DNA 복제에 걸리는 시간은 M기(분열기)가 진행되는 데 걸리는 시간보다 길다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0180]

14 표는 핵상이 2n인 동물

A~C의 세포 (가)~(라)에 들어 있는 상염색체, ㉠, ㉡의 수를 나타낸 것이다. 2가지 종으로 구분되는 A~C에서 A와 B는 같은 종이고 성이 다르며, A와 C의 성은 같다.

세포	상염색체 수	㉠	㉡
(가)	6	?	0
(나)	2	1	0
(다)	3	0	1
(라)	2	0	1

A~C의 상염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다. ㉠과 ㉡은 X 염색체 수와 Y 염색체 수를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 A의 세포이다.
- ㄴ. C의 감수 1분열 중기 세포 1개당 염색 분체 수는 12이다.
- ㄷ. (나)와 (라)는 같은 개체의 세포이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0181]

15 사람의 유전 형질 ㉓는 서로 다른 3개의 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. 표는 사람 P의 세포 I~Ⅲ에서 A, b, d의 유무와 a와 D의 DNA 상대량을 더한 값(a+D)을 나타낸 것이다. I은 중기의 세포이며, ㉓~㉕는 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.

세포	대립유전자			a+D
	A	b	d	
I	○	○	×	㉓
II	○	?	○	㉔
III	○	×	○	㉕

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉓는 2이다.
- ㄴ. II와 III의 핵상은 서로 같다.
- ㄷ. P에게서 a, B, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0182]

16 표는 사람에서 일어나는 세포 분열 I과 II를 비교하여 나타낸 것이다. I과 II는 감수 분열과 체세포 분열을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	I	II
DNA 복제 횟수	1회	㉗회
핵분열 횟수	1회	㉘회
㉓의 형성	형성되지 않음	형성됨
모세포 1개당 형성되는 딸세포의 수	2개	4개

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

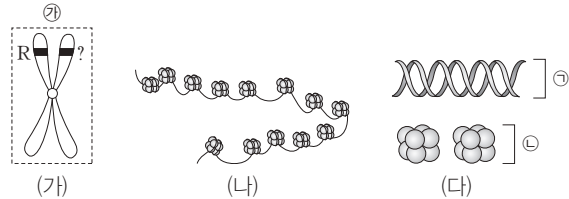
- ㄱ. ㉗과 ㉘은 서로 같다.
- ㄴ. 2가 염색체는 ㉓에 해당한다.
- ㄷ. I과 II에서 모두 염색 분체의 분리가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0183]

염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 이루어져 있다.

01 그림 (가)는 어떤 형질의 유전자형이 Rr인 남자의 염색체 ②를, (나)는 이 남자의 체세포 분열 과정 중 어느 한 시점 t일 때 관찰한 ②의 일부를, (다)는 ②의 구성 성분을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 히스톤 단백질과 DNA를 순서 없이 나타낸 것이고, t는 체세포 분열 간기와 중기 중 하나에 속한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

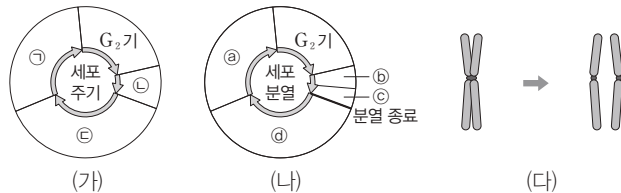
- ㄱ. ②는 상염색체이다.
- ㄴ. t는 체세포 분열 간기에 속한다.
- ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 유전체를 구성한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

세포 주기는 간기와 분열기(M기)로 나뉘며, 간기는 G₁기, S기, G₂기로 나뉜다. 생식 세포 분열의 경우 연속 2회의 분열이 일어나므로 감수 1분열과 감수 2분열로 구분된다.

[26025-0184]

02 그림 (가)는 사람 P의 체세포 세포 주기를, (나)는 P의 생식세포 형성 과정을, (다)는 P의 세포 분열 과정의 어느 한 시기에서 관찰되는 염색체 구조의 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉣과 ㉡~㉤는 각각 G₁기, S기, 감수 1분열, 감수 2분열, 체세포 분열 분열기(M기) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠과 ㉡ 시기의 세포에서 모두 핵막이 관찰된다.
- ㄴ. ㉢과 ㉣ 시기의 세포에서 모두 (다)와 같은 변화가 일어난다.
- ㄷ. ㉣과 ㉤ 시기의 세포는 핵상이 서로 다르다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0185]

03 표는 핵상이 2n인 동물 A~C의 세포 (가)~(라) 각각에 들어 있는 상염색체 쌍의 수, ㉠의 수, 상염색체 수와 ㉠의 수를 더한 값을 나타낸 것이다. A~C는 2가지 종으로 구분되고, ㉠은 X 염색체와 Y 염색체 중 하나이다. (가)~(라) 중 2개는 A의 세포이고, A와 C의 성은 같으며 (다)와 (라)는 서로 다른 개체의 세포이다. A~C의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이며, ㉠과 ㉡는 모두 0보다 크다.

세포	상염색체 쌍의 수	㉠의 수	상염색체 수+㉠의 수
(가)	0	㉠	3
(나)	2	㉡	4
(다)	?	?	5
(라)	?	?	5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠+㉡=2이다.
- ㄴ. ㉠은 X 염색체이다.
- ㄷ. 체세포 분열 중기의 세포 1개당 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}}$ 는 B가 C보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

같은 종의 생물에서는 성별이 같으면 핵형이 같다.

[26025-0186]

04 다음은 사람 P의 핵형을 분석하기 위한 실험이다.

- 물질 X는 세포 분열을 촉진하고, 물질 Y는 세포 분열 시 동원체에 결합한 방추사가 짧아지는 것을 억제하여 세포 분열이 ㉠에서 ㉡으로 진행되는 것을 막는다. ㉠과 ㉡은 각각 전기, 후기, 후기 중 서로 다른 하나이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 배지가 담긴 시험관에 P의 혈액과 X를 함께 넣어 배양한다.
- (나) (가)에 Y를 넣어 배양한 후 원심분리한다.
- (다) (나)의 침전물에서 얻은 세포 ㉢를 고정하여 핵형을 분석한 결과는 그림과 같다.



체세포 분열 중기의 세포를 이용하여 핵형을 분석할 수 있다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

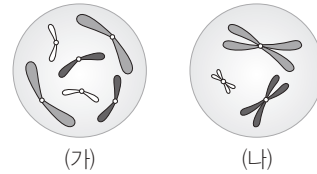
- ㄱ. ㉠ 시기의 세포에서 핵막이 관찰된다.
- ㄴ. X는 체세포 분열을 촉진한다.
- ㄷ. ㉢ 1개당 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{성염색체 수}}=46$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

핵상과 염색체 수가 $2n=6$ 인 동물에서 2쌍은 상염색체이고, 나머지 1쌍은 성염색체이다.

05 어떤 동물 종($2n=6$)의 유전 형질 ㉔는 대립유전자 A와 a에 의해, ㉕는 대립유전자 B와 b에 의해, ㉖는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다. ㉗~㉙의 유전자 중 2개는 서로 다른 상염색체에, 나머지 1개는 X 염색체에 있다. 표는 이 동물 종의 개체 P와 Q의 세포 I~IV에서 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을, 그림은 세포 (가)와 (나) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 I~IV 중 하나이다. P는 수컷이고 성염색체는 XY이며, Q는 암컷이고 성염색체는 XX이다. ㉗~㉙는 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다. I~IV 중 2개는 P의 세포, 나머지 2개는 Q의 세포이다.

세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
I	2	0	㉗	0	?	0
II	㉘	0	1	1	㉙	1
III	2	?	㉖	㉖	0	2
IV	0	㉚	1	0	0	?



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

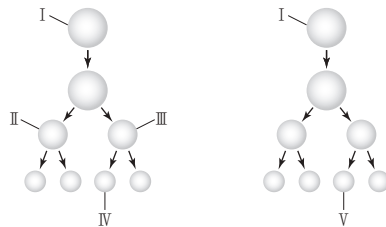
◀ 보기 ▶

- ㉑. ㉖는 1이다.
- ㉒. IV는 P의 세포이다.
- ㉓. ㉕의 유전자는 X 염색체에 있다.

- ① ㉑ ② ㉒ ③ ㉑, ㉒ ④ ㉒, ㉓ ⑤ ㉑, ㉒, ㉓

G₁기 세포에서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0, 1, 2 중 하나이다.

06 사람의 유전 형질 ㉗는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정되며, ㉘를 결정하는 유전자 중 2개는 서로 다른 상염색체에, 나머지 1개는 X 염색체에 있다. 그림은 남자 P의 G₁기 세포 I로부터 각각 생식세포가 형성되는 과정을 나타낸 것이고, II와 III은 중기의 세포이다. 표는 세포 (가)~(마)가 갖는 A, b, D, ㉙의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)~(마)는 I~V를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉗~㉙는 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉙는 a와 B 중 하나이다.



세포	DNA 상대량			
	A	b	D	㉙
(가)	0	1	㉗	㉘
(나)	0	2	0	?
(다)	0	1	1	㉘
(라)	㉚	2	㉚	?
(마)	1	㉚	1	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㉑. D는 X 염색체에 있다.
- ㉒. ㉗는 0이다.
- ㉓. P에게서 a, B, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

- ① ㉑ ② ㉒ ③ ㉑, ㉒ ④ ㉒, ㉓ ⑤ ㉑, ㉒, ㉓

[26025-0189]

07 어떤 동물 종($2n=6$)의 유전 형질 ⑦는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정되며, A와 a는 X 염색체에 있고, B와 b, D와 d는 서로 다른 상염색체에 있다. 표는 이 동물 종의 개체 P와 Q의 세포 (가)~(마)에서 유전자 ㉠~㉢의 유무, a, B, D의 DNA 상대량을 더한 값(a+B+D), X 염색체 수를 나타낸 것이다. (가)~(마) 중 3개는 P의 세포이고, 나머지 2개는 Q의 세포이며, (가)~(마)는 각각 G₁기 세포와 생식세포 중 하나이다. ㉠~㉢은 A, a, B, b, D, d를 순서 없이 나타낸 것이다. P는 수컷이고 성염색체는 XY이며, Q는 암컷이고 성염색체는 XX이다. P의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량은 2이다.

세포	대립유전자						a+B+D	X 염색체 수
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥		
(가)	○	○	○	○	×	○	4	2
(나)	○	×	×	○	○	○	4	1
(다)	×	×	×	○	○	×	1	0
(라)	○	○	○	×	×	×	1	1
(마)	○	×	×	○	×	○	3	1

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

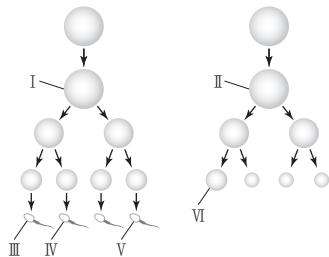
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)는 P의 세포이다.
- ㄴ. ㉢은 B이다.
- ㄷ. P에게서 a, B, d를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0190]

08 그림은 각각 어떤 남자 P와 여자 Q의 생식세포 형성 과정을 나타낸 것이다. 표는 세포 (가)~(바) 중 2개의 세포에서 ㉠ 수의 합과 ㉡ 수의 합을 나타낸 것이다. (가)~(바)는 I~Ⅵ을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 X 염색체와 Y 염색체를 순서 없이 나타낸 것이다. (다)와 (마)는 P의 세포이고, I과 II는 중기의 세포이다. 정자 Ⅲ과 난자 Ⅵ이 수정되어 남자인 자녀가 태어났다. ㉢>㉣>㉤이다.



세포	㉠ 수의 합	㉡ 수의 합
(가), (나)	㉢	0
(다), (라)	㉣	3
(마), (바)	㉤	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉣은 1이다.
- ㄴ. (마)는 Ⅴ이다.
- ㄷ. $\frac{\text{(라)의 염색 분체 수}}{\text{(나)의 성염색체 수}} = 46$ 이다.

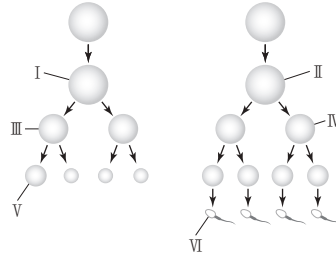
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

핵상이 $2n$ 인 체세포에는 상염색체와 성염색체가 모두 들어 있고, 핵상이 n 인 세포에는 상염색체와 성염색체가 $2n$ 인 세포의 절반만 들어 있다.

남자의 성염색체는 XY이고, 여자의 성염색체는 XX이다.

감수 1분열 중기 세포에서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0, 2, 4 중 하나이다.

09 사람의 유전 형질 ⑦는 대립유전자 A와 a에 의해, ④는 B와 b에 의해, ⑤는 D와 d에 의해 결정된다. ㉠~㉣의 유전자 중 2개는 같은 염색체에 있다. 그림은 여자 P와 남자 Q의 생식세포 형성 과정을, 표는 세포 ㉠~㉣이 갖는 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. A와 a, B와 b, D와 d는 각각 대립유전자이며, ㉠~㉣은 I~Ⅵ을 순서 없이 나타낸 것이고, I~Ⅳ는 모두 중기의 세포이다.



세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
㉠	?	2	2	0	0	?
㉡	2	0	4	?	?	2
㉢	1	?	?	0	1	0
㉣	0	?	2	0	?	2
㉤	?	2	?	2	2	2
㉥	0	1	?	0	0	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

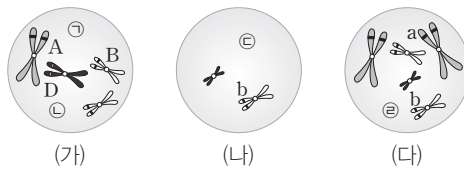
- ㄱ. ㉣은 Ⅲ이다.
- ㄴ. I의 감수 분열 결과 B와 D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.
- ㄷ. V와 Ⅵ이 수정되어 자녀가 태어날 때, 이 자녀의 성별은 여자이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0192]

10 어떤 동물 종($2n=6$)의 유전 형질 ②는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. 표는 이 동물 종의 개체 P와 Q의 세포 I~IV에서 A, B, d의 DNA 상대량을 더한 값($A+B+d$)과 a, B, D의 DNA 상대량을 더한 값($a+B+D$)을, 그림은 세포 (가)~(다) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 I~IV 중 하나이며 I~IV 중 2개는 P의 세포이고 나머지 2개는 Q의 세포이다. ㉠~㉡은 각각 상염색체와 X 염색체 중 하나이며, ㉠~㉡의 모양과 크기는 나타내지 않았다. P는 수컷이고 성염색체는 XY이며, Q는 암컷이고 성염색체는 XX이다. (가)+(나)>6이고, ㉠에 d가 있다.

세포	$A+B+d$	$a+B+D$
I	8	(㉠)
II	3	1
III	2	8
IV	0	(㉡)



하나의 염색체가 두 염색 분체로 이루어진 세포의 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0, 2, 4 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (㉠)+(㉡)=10이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 상염색체이다.
- ㄷ. a의 DNA 상대량은 P의 G_1 기 세포에서와 Q의 G_1 기 세포에서가 같다.

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

개념 체크

▶ 사람의 유전 연구가 어려운 까닭에는 한 세대가 길다. 자손의 수가 적다. 임의 교배가 불가능하다. 형질이 복잡하고 환경적 요인의 영향을 받는다. 유전자의 수가 많다 등이 있음

▶ 사람의 유전 연구 방법에는 가계도 조사, 쌍둥이 연구, 집단 조사가 있음

1. ()는 한 집안 구성원과 그 혈연 관계에 있는 사람들의 유전적 특성을 쉽게 파악하기 위해 그린 그림이다.

2. 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이 중 () 쌍둥이는 유전자 구성이 다르므로 형질의 차이는 환경과 유전의 영향에 의해 나타난다.

※ ○ 또는 ×

3. 사람의 형질 발현은 환경적 요인의 영향을 받지 않는다. ()

4. 가계도에서 □는 남자를, ○는 여자를 나타내는 기호이다. ()

1 사람의 유전 연구

(1) 사람의 유전 연구가 어려운 까닭

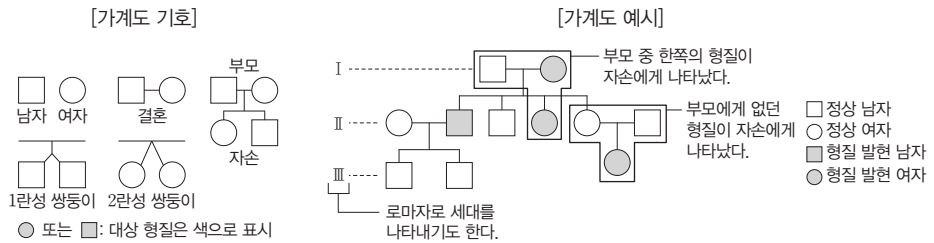
- ① 한 세대가 길다. → 여러 세대에 걸친 유전 현상을 직접적으로 관찰하기 어렵다.
- ② 자손의 수가 적다. → 통계 결과에 대한 신뢰성이 낮다.
- ③ 임의 교배가 불가능하다. → 직접적인 실험을 통해 특정 형질에 대한 유전을 확인할 수 없다.
- ④ 형질이 복잡하고 유전자의 수가 많다. → 형질 발현 결과를 분석하기 어렵다.
- ⑤ 형질 발현에 환경적 요인의 영향을 많이 받는다. → 형질 발현의 규칙성을 발견하기 어렵다.

(2) 사람의 유전 연구 방법

① 가계도 조사: 특정 유전 형질을 가지는 집안의 가계도를 조사하여 그 형질의 우열 관계와 유전자의 전달 경로 등을 알아낼 수 있다.

과학 돋보기

가계도 기호와 예시



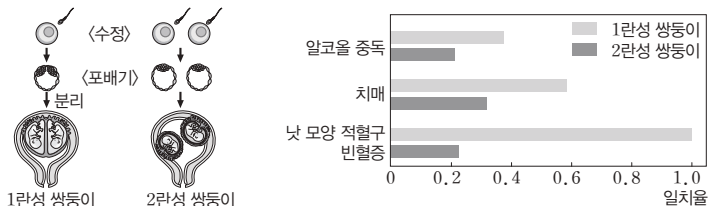
② 쌍둥이 연구: 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이를 대상으로 성장 환경과 형질 발현의 일치율을 조사하여, 형질의 차이가 유전에 의한 것인지 환경에 의한 것인지를 알아낼 수 있다.

과학 돋보기

쌍둥이 연구를 통한 유전 연구

• 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이 연구를 통해 형질 발현에 미치는 유전적 영향과 환경적 영향을 알아볼 수 있다.

구분	1란성 쌍둥이	2란성 쌍둥이
발생 과정	하나의 수정란이 발생 초기에 나뉘어져 각각 독립적인 개체로 발생한다.	2개 이상의 난자가 배란되어 각각 다른 정자와 수정된 후 각각 독립적인 개체로 발생한다.
형질 차이	유전자 구성이 동일하므로 형질의 차이는 주로 환경의 영향에 의해 나타난다.	유전자 구성이 다르므로 형질의 차이는 환경과 유전의 영향에 의해 나타난다.



• 낯 모양 적혈구 빈혈증은 알코올 중독과 치매에 비해 유전적 영향을 많이 받는다는 것을 알 수 있다. 또한, 치매는 알코올 중독에 비해 유전적 영향을 많이 받는다는 것을 알 수 있다.

정답

- 1. 가계도
- 2. 2란성
- 3. ×
- 4. ○

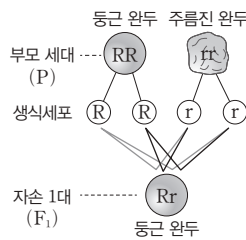
- ③ 집단 조사: 여러 가계를 포함한 집단에서 유전 형질이 나타나는 빈도를 조사하고 자료를 통계 처리하여 유전 형질의 특징과 분포 등을 알아낼 수 있다.

과학 돋보기 멘델 법칙에 따른 유전 현상 이해

멘델은 완두를 이용한 교배 실험을 통해 한 개체가 특정 형질에 대해 대립유전자를 서로 다르게 가질 때 우성 형질만 나타나고 열성 형질은 나타나지 않는다는 우열의 원리를 가정하였고, 이를 토대로 분리 법칙과 독립 법칙을 설명하였다.

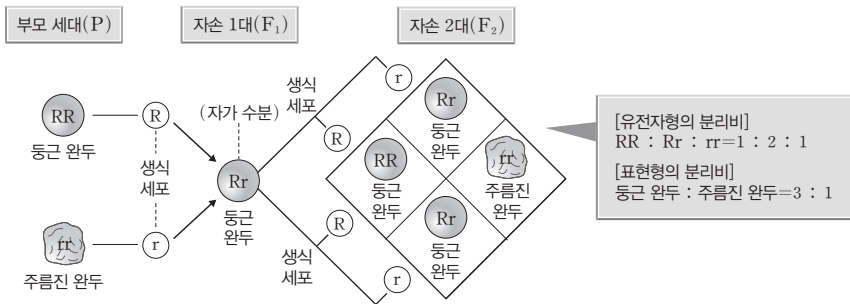
(1) 우열의 원리

- ① 대립 형질 관계인 서로 다른 형질을 가진 순종의 개체를 교배하면 자손 1대(F₁)에서 부모 세대(P)의 대립 형질 중 한 가지만 나타난다. 이때 자손 1대(F₁)에서 나타나는 형질이 우성이고, 나타나지 않는 형질이 열성이다.
- ② 순종의 둥근 완두(RR)를 주름진 완두(rr)와 교배하면 자손 1대(F₁)에서 우성 형질인 둥근 완두(Rr)만 나타난다.



(2) 분리 법칙

- ① 생식세포를 형성할 때 대립유전자 쌍이 서로 분리되어 각각 다른 세포로 들어가 자손에게 일정한 비율로 표현형이 나타나는 현상이다.
- ② 자손 1대(F₁) 둥근 완두(Rr)를 자가 수분하면 자손 2대(F₂)에서는 둥근 완두와 주름진 완두가 3 : 1의 비율로 나타난다. 즉, 이형 접합성인 개체를 자가 수분하면 다음 세대의 표현형 비는 우성 형질 : 열성 형질 = 3 : 1이다.
- ③ 자손 2대(F₂)에서 유전자형의 분리비는 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이고, 표현형의 분리비는 둥근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1이다.



(3) 독립 법칙

- ① 2쌍 이상의 대립 형질이 유전될 때 서로의 유전에 영향을 미치지 않고 각각 독립적으로 유전되는 현상이다.
- ② 동글고 황색인 순종 완두(RRYY)와 주름지고 녹색인 순종 완두(rryy)를 교배하였더니 자손 1대(F₁)에서는 유전자형이 RrYy인 동글고 황색인 완두만 나타났다.
- ③ 이 자손 1대(F₁)를 자가 수분하면 자손 2대(F₂)에서는 R_Y_(동글고 황색) : R_yy(동글고 녹색) : rrY_(주름지고 황색) : rryy(주름지고 녹색) = 9 : 3 : 3 : 1의 비율로 나타난다.
- ④ 자손 2대(F₂)에서 표현형의 비가 위와 같이 나타나는 까닭은 서로 다른 염색체에 있는 유전자는 서로의 유전에 영향을 미치지 않기 때문이다.

개념 체크

- ➔ 사람의 유전 연구 방법 중 집단 조사는 여러 가계를 포함한 집단을 대상으로 함
- ➔ 멘델은 완두를 이용한 실험을 통해 유전 현상을 우열의 원리, 분리 법칙, 독립 법칙으로 설명함

1. 멘델은 완두를 이용한 교배 실험에서 한 개체가 특정 형질에 대해 대립유전자를 서로 다르게 가질 때 () 형질만 나타난다고 가정하였다.

2. 우열의 원리에 따르면 순종의 둥근 완두(RR)를 주름진 완두(rr)와 교배하여 자손 1대(F₁)가 태어났을 때, 자손은 모두 () 완두(Rr)만 나타난다.

※ ○ 또는 ×

3. 멘델의 분리 법칙에 따라 생식세포가 형성될 때 대립유전자 쌍은 분리되지 않고, 하나의 세포로 들어간다. ()

4. 멘델의 독립 법칙은 서로 다른 염색체에 있는 유전자 서로의 유전에 영향을 미치는 현상이다. ()

정답

1. 우성
2. 둥근
3. ×
4. ×

개념 체크

▶ 사람의 유전은 한 가지 형질을 결정하는 유전자의 수에 따라 단일 인자 유전과 다인자 유전으로 구분함

▶ 형질 결정 대립유전자가 2가지인 경우 대립 형질이 뚜렷하게 구분됨

1. 하나의 유전 형질 발현에 1쌍의 대립유전자가 관여하면 이 형질은 멘델의 () 법칙에 따라 유전된다.

2. 상염색체 유전을 따르는 형질은 유전자가 ()에 있다.

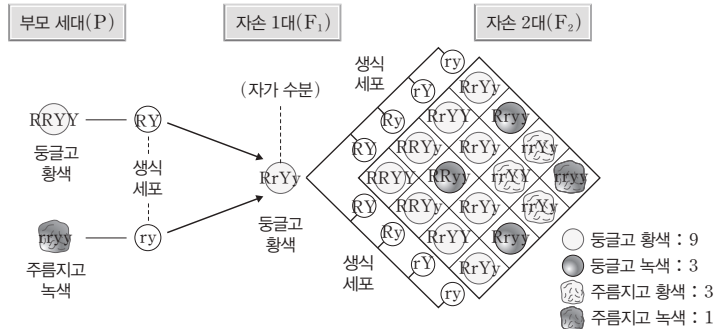
※ ○ 또는 ×

3. 돌연변이와 환경의 영향을 고려하지 않을 때 상염색체 유전을 따르는 형질은 남녀에서 발현 빈도가 서로 다르다. ()

4. 정상인 부모 사이에서 유전 형질 (가)를 갖는 자녀가 태어났을 때 (가)는 우성 형질이다. ()

정답

1. 분리
2. 상염색체
3. ×
4. ×



⑤ 유전자형이 RrYy인 둥글고 황색인 완두에서 생성된 생식세포의 유전자형에 따른 비는 RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1이다.

(3) 사람의 유전 구분: 형질을 결정하는 유전자가 어떤 염색체에 있는지에 따라 상염색체 유전과 성염색체 유전으로, 한 가지 형질을 결정하는 유전자의 수에 따라 단일 인자 유전과 다인자 유전으로 구분한다.

2 상염색체 유전

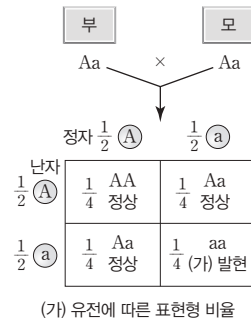
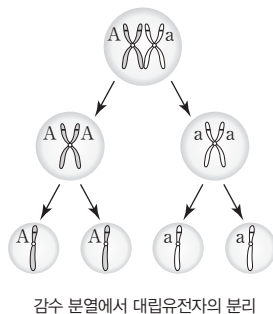
형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있는 유전이다.

(1) 형질 결정 대립유전자가 2가지인 경우: 하나의 유전 형질 발현에 1쌍의 대립유전자가 관여하며 멘델 법칙(분리 법칙)에 따라 유전된다. 1쌍의 대립유전자 조합에 따라 대립 형질이 명확하게 구분된다.

구분	유전 형질 (가)
우성	정상
열성	(가) 발현

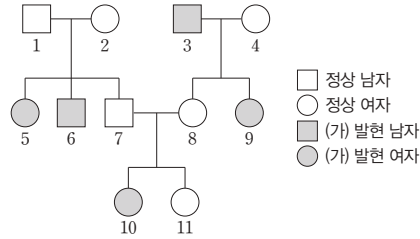
① (가)를 결정하는 대립유전자 중 정상 대립유전자를 A, (가) 발현 대립유전자를 a라 할 때, 유전자형이 Aa인 사람의 감수 분열 과정에서 A와 a는 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어간다.

② 정상이고 유전자형이 Aa인 부모에서 각각 형성된 정자와 난자가 수정되어 아이가 태어날 때, 이 아이가 정상(AA, Aa)일 확률은 $\frac{3}{4}$, (가)(aa)가 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.



탐구자료 살펴보기 **유전 형질 (가) 가계도 분석**

자료 탐구 그림은 어떤 집안의 유전 형질 (가)에 대한 가계도를 나타낸 것이다. (가)를 결정하는 대립유전자는 A와 a이며, A는 우성 대립유전자, a는 열성 대립유전자이다.



- 탐구 분석**
- (가)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정된다.
 - 정상인 1과 2로부터 (가)가 발현된 5와 6이 태어났으므로 정상이 우성 형질, (가)가 열성 형질이다.
 - (가)의 발현 유무가 상염색체 유전이라면 (가)에 대한 유전자 구성으로 1은 $X^A Y$ 를 갖고 1의 자녀인 5는 X^A 를 갖게 되어 정상으로 나타나야 하지만, 5는 (가)가 발현되었다. 따라서 (가)는 상염색체 유전을 따른다.
 - (가)의 유전자형으로 1은 Aa, 2는 Aa, 3은 aa, 4는 Aa, 5는 aa, 6은 aa, 7은 Aa, 8은 Aa, 9는 aa, 10은 aa, 11은 AA 또는 Aa를 갖는다.

탐구 point 부모의 표현형이 같을 때, 부모에게서 나타나지 않던 형질이 자녀에게 나타나면 부모의 형질이 우성, 자녀의 형질이 열성(aa)이다. 열성(aa)인 자녀는 부모에게서 열성 대립유전자(a)를 하나씩 물려받은 것이므로 부모의 유전자형은 모두 Aa이다.

개념 체크

➔ 복대립 유전을 따르는 형질도 1쌍의 대립유전자에 의해 결정됨

➔ 복대립 유전을 따르는 형질은 형질을 결정하는 데 3가지 이상의 대립유전자가 관여함

1. 유전자형이 Aa인 부모로부터 자녀가 태어날 때, 자녀의 유전자형이 AA 일 확률은 ()이다.

2. 열성 형질을 가진 부모로부터 자녀가 태어날 때, 자녀는 () 형질을 갖는다.

※ ○ 또는 ×

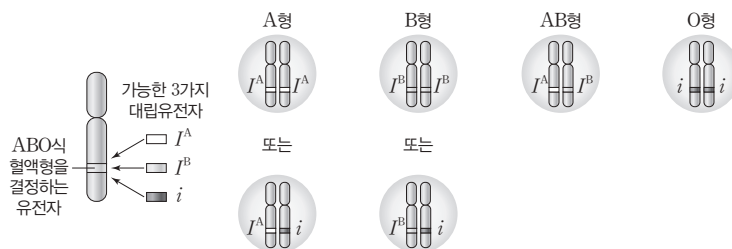
3. ABO식 혈액형은 복대립 유전을 따르는 형질의 예이다. ()

4. ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는 4가지이다. ()

(2) 형질 결정 대립유전자가 3가지 이상인 경우(복대립 유전)

- ① 하나의 형질을 결정하는 데 3가지 이상의 대립유전자가 관여하는 경우를 복대립 유전이라고 한다.
- ② 하나의 형질에 대한 대립유전자가 3가지 이상이기 때문에 대립유전자가 2가지일 때보다 유전자형과 표현형이 다양하게 나타난다.
- ③ 개체의 형질은 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자의 유전 방식은 멘델 법칙(분리 법칙)을 따른다.

예 ABO식 혈액형: 혈액형 형질 결정에 3가지의 대립유전자(I^A , I^B , i)가 관여한다. I^A 와 I^B 는 i 에 대해 우성이며, I^A 와 I^B 는 우열 관계가 없다.



ABO식 혈액형에 따른 염색체에서의 대립유전자 구성과 위치

정답

1. $\frac{1}{4}$
2. 열성
3. ○
4. ×

개념 체크

➔ ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는 3가지(I^A , I^B , i)임

➔ 성염색체 유전을 따르는 형질은 형질을 결정하는 유전자가 성염색체에 있음

1. ABO식 혈액형에서 AB형인 사람의 유전자형은 ()이다.

2. 남자의 체세포에는 성염색체로 X 염색체와 ()가 있다.

※ ○ 또는 ×

3. 성염색체 유전을 따르는 형질은 성에 따라 형질 발현 빈도가 다를 수 있다. ()

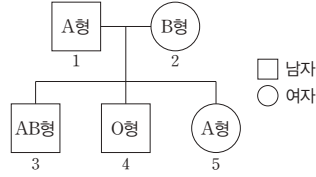
4. 남자와 여자의 성염색체 구성은 서로 다르다. ()

정답

1. $I^A I^B$
2. Y 염색체
3. ○
4. ○

탐구자료 살펴보기 ABO식 혈액형 유전 가계도 분석

자료 탐구 그림은 어떤 가족의 ABO식 혈액형의 가계도를 나타낸 것이다.



탐구 분석

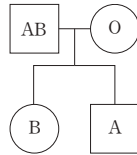
- ABO식 혈액형은 상염색체에 있는 1쌍의 대립유전자로 결정되며, 대립유전자는 3가지(I^A , I^B , i)이다.
- 1과 2로부터 O형인 자녀 4가 태어났으므로 1과 2는 ABO식 혈액형에 대한 유전자형이 이형 접합성이다. ABO식 혈액형에 대한 유전자형으로 1은 $I^A i$, 2는 $I^B i$, 3은 $I^A I^B$, 4는 ii , 5는 $I^A i$ 를 갖는다.

탐구 point

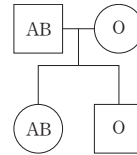
- A형과 B형인 부모 사이에서 부모와 다른 혈액형인 AB형 혹은 O형인 자녀가 태어날 수 있다.
- ABO식 혈액형 결정에 관여하는 대립유전자는 3가지이다.

과학 돋보기 시스 AB형

- 시스 AB형은 ABO식 혈액형의 돌연변이 중 하나로 A형을 결정하는 대립유전자(I^A)와 B형을 결정하는 대립유전자(I^B) 모두 같은 염색체에 있다.
- AB형인 사람이 O형과 결혼하면 자녀의 혈액형은 A형이거나 B형이다. 하지만 시스 AB형인 사람이 O형인 사람과 결혼하면 자녀는 AB형이거나 O형이다.



일반적인 AB형과 O형 부모 사이에서 태어나는 자녀의 혈액형



시스 AB형과 O형 부모 사이에서 태어나는 자녀의 혈액형

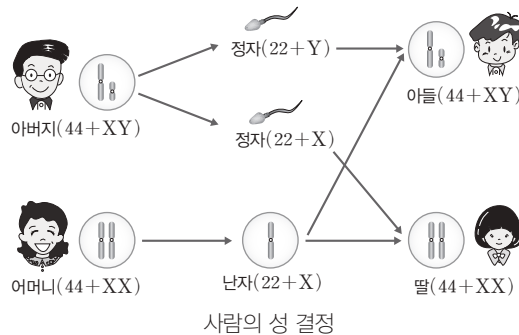
3 성염색체 유전

형질을 결정하는 유전자가 성염색체에 있는 유전이다.

(1) 사람의 성 결정

- ① 사람의 성염색체에는 X 염색체와 Y 염색체가 있다. 성염색체에는 남녀의 성을 결정하는 유전자 외에 다른 형질에 대한 유전자도 있어 성에 따라 형질의 발현 빈도가 달라지기도 한다.
- ② 사람은 체세포 1개당 44개의 상염색체와 2개의 성염색체를 가진다. 염색체 구성이 남자는 $44 + XY$, 여자는 $44 + XX$ 이다.
- ③ 감수 1분열에서 1쌍의 성염색체가 분리된 후 각각 서로 다른 세포로 들어간다.

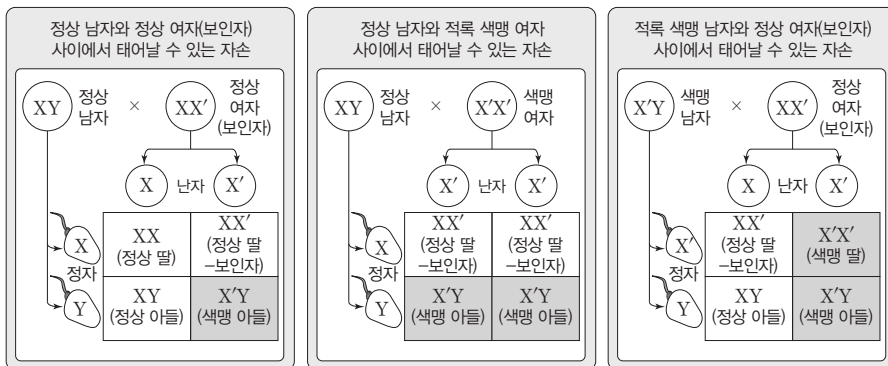
- ④ 감수 분열 결과 형성된 난자는 모두 X 염색체를 가지고, 정자는 X 염색체를 가진 것과 Y 염색체를 가진 것이 있다.
- ⑤ 자녀의 성별은 X 염색체를 가진 난자가 어떤 성염색체를 가진 정자와 수정하는가에 따라 결정된다.



(2) X 염색체 유전: 특정 형질을 결정하는 유전자가 성염색체인 X 염색체에 있으면 남녀에 따라 X 염색체의 수가 다르므로 유전 형질이 발현되는 빈도도 달라진다. **예** 적록 색맹, 혈우병

- ① 남자의 X 염색체의 대립유전자는 어머니에게서 물려받으며, 남자의 X 염색체의 대립유전자는 딸에게만 전달된다.
- ② 여자의 X 염색체의 대립유전자는 부모로부터 하나씩 물려받으며, 여자의 X 염색체의 대립유전자는 아들과 딸 모두에게 전달된다.
- ③ **적록 색맹 유전:** 적록 색맹은 색을 구별하는 시각 세포에 이상이 생긴 유전병이다.
 - 적록 색맹은 X 염색체 열성으로 유전되며, 정상 대립유전자가 있으면 X, 적록 색맹 대립유전자가 있으면 X'이라고 할 때, X는 X'에 대해 우성이다.
 - 남자는 적록 색맹 대립유전자가 1개(X'Y)만 있어도 적록 색맹이 된다.
 - 여자는 적록 색맹 대립유전자가 1개(XX')만 있는 경우에는 보인자이고, 표현형은 정상이며, 적록 색맹 대립유전자가 2개(X'X')인 경우에만 적록 색맹이 된다.
 - 여자보다 남자에서 적록 색맹의 발현 빈도가 높다.

구분	남자		여자		
유전자형	XY	X'Y	XX	XX'	X'X'
표현형	정상	적록 색맹	정상	정상(보인자)	적록 색맹



적록 색맹 유전

개념 체크

➡ X 염색체를 갖는 정자가 난자와 수정하여 태어난 아이는 여자이고, Y 염색체를 갖는 정자가 난자와 수정하여 태어난 아이는 남자임

➡ 적록 색맹은 X 염색체 유전을 따르는 형질임

1. X 염색체 유전은 특정 형질을 결정하는 유전자가 ()에 있다.

2. 체세포에 적록 색맹 대립유전자를 1개 갖는 남자는 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. 적록 색맹은 X 염색체 우성으로 유전된다. ()

4. 적록 색맹 여자로부터 남아가 태어날 때 이 남아가 적록 색맹일 확률은 10이다. ()

정답

- 1. X 염색체
- 2. 적록 색맹
- 3. ×
- 4. ○

개념 체크

➔ 적록 색맹과 혈우병 유전자는 모두 X 염색체에 있음

➔ 적록 색맹과 혈우병 모두 정상에 대해 열성 형질임

1. [탐구자료 살펴보기]의 가계도에서 1과 유전자형이 같은 여자는 ()와 ()이다.

2. [탐구자료 살펴보기]에서 7과 8 사이에서 딸이 태어날 때, 이 딸이 정상일 확률은 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. 적록 색맹에 대해 보인자가 아니고 정상인 어머니와 적록 색맹인 아버지로 부터 태어날 딸은 적록 색맹 보인자이다. ()

4. 어떤 남자가 체세포(2n)에 혈우병 대립유전자를 1개씩 갖고 있다면, 이 남자에게서 혈우병이 나타난다. ()

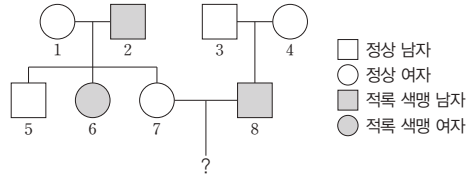
정답

1. 4, 7
2. $\frac{1}{2}$
3. ○
4. ○

탐구자료 살펴보기

적록 색맹 유전 가계도 분석

자료 탐구 그림은 어떤 집안의 적록 색맹에 대한 가계도를 나타낸 것이다.



탐구 분석

- 적록 색맹은 성염색체인 X 염색체에 있는 정상 대립유전자(X)와 적록 색맹 대립유전자(X')에 의해 결정된다.
- 정상인 3과 4로부터 적록 색맹인 8이 태어났으므로 정상이 우성 형질, 적록 색맹이 열성 형질이다.
- 적록 색맹의 유전자형은 1이 XX', 2가 X'Y, 3이 XY, 4가 XX', 5가 XY, 6이 X'X', 7이 XX', 8이 X'Y이다.
- 7과 8로부터 아이가 태어날 때, 이 아이가 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

탐구 point

- 일반적으로 상염색체 유전을 따르는 형질은 남녀에서 발현 빈도가 같지만 성염색체 유전을 따르는 형질은 남녀에 따라 발현 빈도가 다르다.

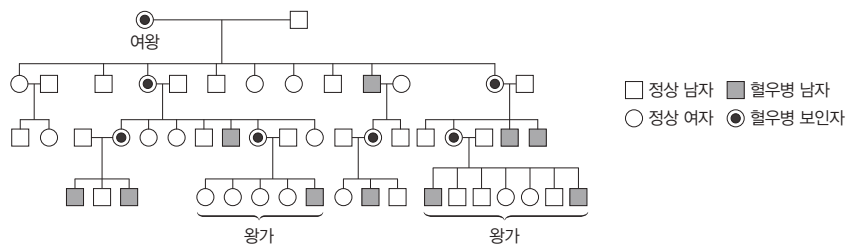
과학 돋보기

혈우병 유전

- X 염색체 열성 유전병으로, 혈액 응고가 지연되어 출혈이 지속되는 병이다.
- 정상 대립유전자가 있으면 X, 혈우병 대립유전자가 있으면 X'이라고 할 때, X는 X'에 대해 우성이다.
- 남자는 혈우병 대립유전자가 1개(X'Y)만 있어도 혈우병이 나타난다.
- 여자는 혈우병 대립유전자가 1개인 이형 접합성(XX')이면 혈우병이 나타나지 않는 보인자이다.

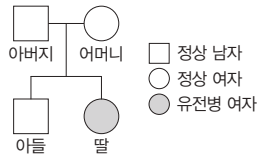
예 유럽 왕가의 혈우병: 19세기 유럽의 어느 나라 여왕은 혈우병 보인자였다. 이 여왕의 아들 4명 중 1명은 혈우병으로 사망하였으며, 딸 중에는 혈우병 보인자가 있었다. 이 여왕의 자녀들이 유럽의 다른 나라 왕가와 결혼하여 혈우병 유전자가 유럽의 여러 왕가로 전해졌다.

유럽 왕가의 혈우병 가계도



과학 돋보기 **가계도를 분석하는 방법 1**

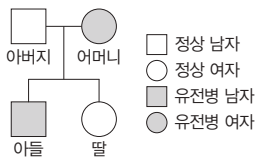
가계도를 분석하여 특정 형질에 대한 유전 양상을 파악하고 이를 통해 가계도 구성원의 유전자형을 알 수 있다. 그림은 어떤 가족의 유전병 가계도를 나타낸 것이다.



- ① 우열 관계 분석하기
 - 부모의 표현형이 같고 아이의 표현형이 부모와 다른 경우 부모의 표현형이 우성, 아이에게서 새로 나타난 표현형이 열성이다. 가계도에서 정상 형질이 우성, 유전병 형질이 열성이다.
- ② 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지 판단하기
 - 유전병인 여자가 존재하므로 이 유전병은 Y 염색체 유전을 따르지 않는다.
 - 이 유전병이 X 염색체 유전을 따른다면 우성 형질을 가진 아버지로부터는 우성 형질을 가진 딸만 태어나야 하는데 열성 형질을 가진 딸이 태어났으므로 이 유전병의 유전은 상염색체 유전임을 알 수 있다.
- ③ 가족 구성원의 유전자형 판단하기
 - 상염색체 유전이므로 정상 대립유전자를 A, 유전병 대립유전자를 a라 하면 유전자형으로 아버지는 Aa, 어머니는 Aa, 딸은 aa, 아들은 AA 또는 Aa를 갖는다.

과학 돋보기 **가계도를 분석하는 방법 2**

가계도만으로 특정 형질에 대한 유전 현상을 파악하기 어려운 경우가 있다. 특히 유전자가 상염색체에 있는 경우에는 '가계도를 분석하는 방법 1'에서처럼 가계도 분석을 통해 이를 알 수 있는 경우도 있지만, 성염색체에 있는 경우에는 가계도 분석만을 통해서 이를 알 수 없는 경우가 있다. 이 경우 가계도 이외에 추가 정보가 있다면 유전자가 상염색체에 있는지 성염색체에 있는지 알 수 있다. 그림은 어떤 가족의 우성 대립유전자 A와 열성 대립유전자 a에 의해 결정되는 유전병 가계도를, 표는 가족 구성원의 a의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.



구성원	a의 DNA 상대량
아버지	0
어머니	2
아들	?
딸	1

- ① 우열 관계 분석하기
 - 유전자형이 Aa인 딸이 정상이므로 정상이 우성 형질이고, 유전병은 열성 형질이다.
 - A는 정상 대립유전자이고, a는 유전병 대립유전자이다.
 - ② 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지 판단하기
 - 유전병인 여자가 존재하므로 이 유전병은 Y 염색체 유전을 따르지 않는다.
 - 이 유전병이 상염색체 유전을 따른다면 아버지의 유전자형은 AA, 어머니의 유전자형은 aa이다. 이 경우 아들과 딸의 유전자형은 Aa이고 표현형이 같아야 한다. 하지만 아들은 유전병, 딸은 정상이므로 이 유전병의 유전은 성염색체 유전임을 알 수 있다.
 - ③ 가족 구성원의 유전자형 판단하기
 - 유전병의 유전자형은 아버지가 X^AY , 어머니가 X^aX^a , 아들이 X^aY , 딸이 X^AX^a 이다.
- ※ 가계도와 자료를 분석하여 형질의 우열 관계를 파악한다.
 ※ 가계도 이외의 추가 정보가 있다면 위의 자료에서처럼 가계도와 자료를 모두 고려하여 상염색체 유전인지, 성염색체 유전인지 파악한다.

개념 체크

➔ 가계도 분석을 통해 형질의 우열 관계를 분석할 수 있음

➔ 정상인 부모 사이에서 형질을 가진 자녀가 태어났다면, 이 형질의 유전은 열성 유전을 따름

1. 가계도에서 부모의 표현형이 같고, 아이의 표현형이 부모와 다르다면 부모의 표현형이 () 형질이다.

2. 어떤 유전병을 결정하는 한 대립유전자의 DNA 상대량이 같은 남자와 여자가 있을 때, 한 사람은 정상이고 다른 사람은 유전병이라면 이 유전병을 결정하는 유전자는 성염색체 중 ()에 있다.

※ ○ 또는 ×

3. [과학 돋보기] 가계도를 분석하는 방법 1에서 아버지와 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 유전병이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

()

4. [과학 돋보기] 가계도를 분석하는 방법 2에서 아들과 딸의 a의 DNA 상대량은 같다. ()

정답

1. 우성
2. X 염색체
3. ×
4. ○

개념 체크

☞ 단일 인자 유전은 한 가지 형질에 대해 1쌍의 대립유전자가 관여함

☞ 다인자 유전은 한 가지 형질에 대해 여러 쌍의 대립유전자가 관여함

1. ABO식 혈액형, 적록 색맹은 () 유전의 예이다.

2. () 유전을 따르는 형질은 대립 형질이 뚜렷하지 않고, 연속적인 변이로 나타난다.

※ ○ 또는 ×

3. 단일 인자 유전을 따르는 형질은 다인자 유전을 따르는 형질에 비해 환경의 영향을 더 많이 받는다. ()

4. 사람 피부색은 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정된다. ()

정답

1. 단일 인자
2. 다인자
3. ×
4. ×

4 단일 인자 유전과 다인자 유전

(1) **단일 인자 유전:** 한 가지 형질에 대해 1쌍의 대립유전자가 영향을 미쳐 형질이 결정되는 유전 현상이다. **예** ABO식 혈액형, 적록 색맹 등

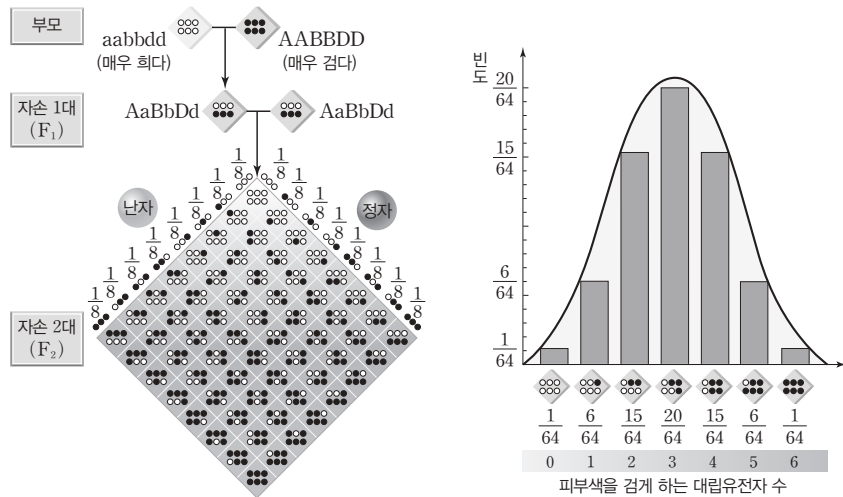
(2) **다인자 유전:** 한 가지 형질에 대해 여러 쌍의 대립유전자가 영향을 미쳐 형질이 결정되는 유전 현상이다. **예** 피부색, 키, 몸무게, 지능 등

(3) 다인자 유전의 특징

- ① 여러 쌍의 대립유전자가 하나의 유전 형질의 발현에 관여한다.
- ② 여러 쌍의 대립유전자에 의한 다양한 유전자 조합이 다양한 표현형을 만든다.
- ③ 대립 형질이 뚜렷하게 구별되지 않고, 연속적인 변이로 나타난다.
- ④ 형질 발현에 환경의 영향을 받는다.

탐구자료 살펴보기 **사람 피부색의 다인자 유전 모델**

자료 탐구 사람의 피부색은 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정되며, 유전자형에서 대립유전자 A, B, D(검은 동그라미)의 수가 많을수록 피부색이 검고, 대립유전자 a, b, d(흰 동그라미)의 수가 많을수록 희다고 가정하자. 그림은 매우 흰 피부(aabbdd)와 매우 검은 피부(AABBDD)를 가진 부모 사이에서 태어나는 자손 2대(F₂)에서 나타날 수 있는 피부색의 종류와 빈도를 나타낸 것이다.



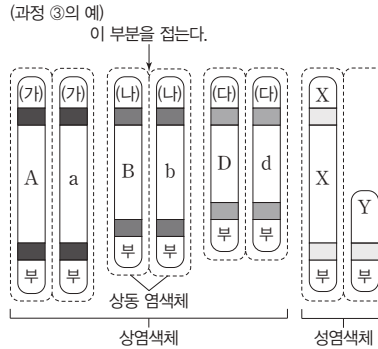
- 탐구 분석**
- 유전자형이 각각 aabbdd와 AABBDD인 부모 사이에서 태어난 자녀는 AaBbDd인 중간 피부색을 가진다.
 - 유전자형이 모두 AaBbDd인 남녀 사이에서 태어난 자손은 피부색을 검게 만드는 대립유전자를 0~6개 가질 수 있으므로 피부색의 표현형은 최대 7가지이다.
 - 자손 2대(F₂)에서 피부색을 검게 하는 대립유전자가 3개인 사람의 빈도가 가장 높고, 피부색을 검게 하는 대립유전자가 0개와 6개인 사람의 빈도가 각각 가장 낮다.
 - 자손 2대(F₂)에서 피부색을 검게 하는 대립유전자 수에 대한 빈도는 정규 분포 곡선 형태를 나타낸다.

탐구 point • 다인자 유전은 하나의 유전 형질 발현에 여러 쌍의 대립유전자가 관여한다.

탐구자료 살펴보기 유전 형질이 자손에게 전달되는 과정을 재연하는 역할 놀이

탐구 과정

- ① 두 명이 한 모둠이 되어 한 명은 아버지 역할, 다른 한 명은 어머니 역할을 맡는다.
- ② 아버지 역할을 하는 사람은 상염색체 (가)~(다) 3쌍과 성염색체 XY를 가지고, 어머니 역할을 하는 사람은 상염색체 (가)~(다) 3쌍과 성염색체 XX를 가진다.
- ③ 제시된 표를 참고하여 부모의 표현형과 유전자형을 임의로 정한 후, 염색체 모형의 가운데 빈칸에는 대립유전자를 쓰고, 아래쪽 빈칸에는 부 또는 모를 쓴다.
- ④ 자신이 가진 염색체 모형을 접어서 붙인 후 무작위로 던져 염색체 모형에서 위로 나온 면을 정자와 난자의 염색체 구성으로 한다.
- ⑤ 과정 ④에서 결정된 정자와 난자의 염색체를 상동 염색체끼리 짝 짓는다.
- ⑥ 과정 ⑤에서 나온 결과를 아이의 표현형과 유전자형으로 기록한다.



염색체	(가)		(나)		(다)		성염색체	
형질	긋볼 모양		보조개		이마선		적록 색맹	
대립 형질	우성	열성	우성	열성	우성	열성	우성	열성
	분리형	부착형	있음	없음	V(M) 자형	일자형	정상	적록 색맹
대립 유전자	A	a	B	b	D	d	X	X'

* 긋볼 모양, 보조개, 이마선 모두 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되고, 서로 다른 상염색체에 있다고 가정하자.

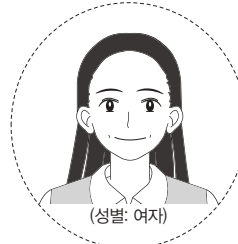
탐구 결과

- 과정 ③에서 정한 부모의 표현형과 유전자형을 표에 써 보자.

염색체	(가)	(나)	(다)	성염색체
형질	긋볼 모양	보조개	이마선	적록 색맹
아버지	표현형	분리형	있음	V(M)자형
	유전자형	Aa	Bb	Dd
어머니	표현형	분리형	없음	V(M)자형
	유전자형	Aa	bb	Dd

- 과정 ⑥에서 나온 아이의 표현형과 유전자형을 표에 쓰고, 이 아이의 형질을 그림으로 그려 보자.

형질	긋볼 모양	보조개	이마선	적록 색맹
표현형	분리형	있음	일자형	정상
유전자형	AA	Bb	dd	XX



탐구 point

- 과정 ④에서 염색체 모형을 무작위로 던지는 것은 생식세포가 형성될 때 상동 염색체가 무작위로 배열되어 분리되는 과정을 뜻한다.
- 과정 ⑤에서 상동 염색체끼리 짝 짓는 것은 정자와 난자의 수정으로 수정란이 형성되어 상동 염색체가 다시 쌍을 이루는 것을 뜻한다.

개념 체크

- ➔ 한 형질을 결정하는 대립유전자는 상염색체에 있거나 성염색체에 있음
- ➔ 생식세포가 형성될 때 상동 염색체가 무작위적으로 분리되어 다양한 유전자 조합을 갖는 생식세포가 형성됨

1. [탐구자료 살펴보기]의 과정 ⑤에서 상동 염색체끼리 짝 짓는 것은 정자와 난자의 ()으로 수정란이 형성되어 상동 염색체가 다시 쌍을 이루는 것을 뜻한다.

2. 적록 색맹 보인자 여자 (XX')의 생식세포 형성 과정에서 X가 있는 염색체와 X'이 있는 염색체는 서로 () 딸세포로 이동한다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]에서 긋볼 모양과 보조개의 유전은 멘델의 분리 법칙을 따른다. ()

4. [탐구자료 살펴보기]에서 유전자형으로 DdX'X'을 갖는 사람은 이마선이 V(M)자형이고, 적록 색맹이다. ()

정답

1. 수정
2. 다른
3. ○
4. ○

[26025-0193]

01 표는 사람의 유전 연구 방법 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 집단 조사, 가계도 조사, 쌍둥이 연구를 순서 없이 나타낸 것이다.

연구 방법	특징
(가)	특정 유전 형질을 가지는 집단의 ㉠가계도를 조사한다.
(나)	여러 가계를 포함한 집단에서 유전 형질이 나타나는 빈도를 조사한다.
(다)	쌍둥이를 대상으로 성장 환경과 형질 발현의 차이를 조사한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠에서 기호 '□'는 여자를 의미한다.
- ㄴ. (나)를 통해 특정 집단에서 나타나는 유전 형질의 분포를 알 수 있다.
- ㄷ. (다)는 쌍둥이 연구이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0194]

02 다음은 사람의 유전에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

상염색체 유전을 따르는 형질은 남녀에서 발현 빈도 차이가 뚜렷하지 않습니다.

적록 색맹은 X 염색체 유전을 따르는 형질에 해당합니다.

다인자 유전을 따르는 형질은 형질을 결정하는데 1쌍의 대립유전자만 관여합니다.

발표 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

[26025-0195]

03 표는 사람의 유전 형질 (가)와 (나)의 특징을 나타낸 것이다.

유전 형질	특징
(가)	• X 염색체에 있는 1쌍의 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
(나)	• 상염색체에 있는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 B, D, E가 있다. • B는 D와 E에 대해 각각 완전 우성이며, D는 E에 대해 완전 우성이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 유전자형이 X^AY인 사람과 X^AX^a인 사람의 (가)의 표현형은 같다.
- ㄴ. (나)의 표현형은 4가지이다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 모두 단일 인자 유전을 따르는 형질에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0196]

04 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 1쌍의 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 표는 이 가족 구성원의 성별, 1쌍의 성염색체와 유전자, (가)의 발현 여부를 나타낸 것이다. ㉠은 염색체이다.

구분	아버지	어머니	자녀 1
성별	남	여	남
성염색체와 유전자			
(가)의 발현 여부	발현됨	발현됨	발현 안 됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

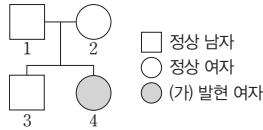
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 Y 염색체이다.
- ㄴ. A는 A*에 대해 완전 우성이다.
- ㄷ. 자녀 1의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0197]

05 그림은 어떤 가족의 유전 형질 (가)에 대한 가계도를 나타낸 것이다. (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다. 1과 3의 (가)의 유전자형은 서로 다르다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

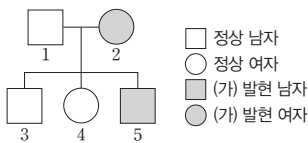
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㄴ. 3의 (가)의 유전자형은 AA이다.
- ㄷ. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0198]

06 그림은 어떤 가족의 유전 형질 (가)에 대한 가계도를 나타낸 것이다. (가)는 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다. 구성원 1~5는 모두 A*를 갖고, A*는 (가) 발현 대립유전자이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

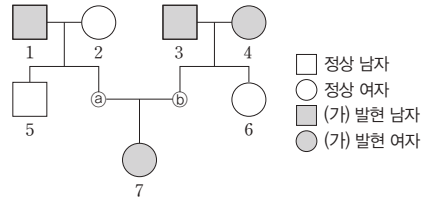
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 A*에 대해 완전 우성이다.
- ㄴ. 이 가족의 구성원 중 A를 갖는 사람은 2명이다.
- ㄷ. 5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되지 않을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0199]

07 그림은 어떤 집안의 구성원 ③과 ⑥를 제외한 구성원 1~7에게서 유전 형질 (가)의 발현 여부를 나타낸 가계도를, 표는 ③, ⑥, 7에서 체세포 1개당 a의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되고, A는 a에 대해 완전 우성이며, ①~④은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.



구성원	③	⑥	7
a의 DNA 상대량	㉠	㉡	㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, A와 a 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 성염색체에 있다.
- ㄴ. ㉠은 2이다.
- ㄷ. 3과 ⑥의 (가)의 유전자형은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0200]

08 표는 어떤 가족의 ABO식 혈액형과 항 A 혈청에 대한 응집 반응 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 A형, B형, O형을 순서 없이 나타낸 것이고, ③과 ⑥는 '+'와 '-'를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	ABO식 혈액형	항 A 혈청
아버지	㉠	③
어머니	㉡	⑥
자녀 1	㉢	⑥

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

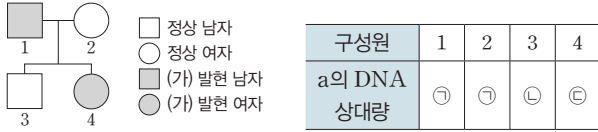
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉣은 O형이다.
- ㄴ. ③은 '-'이다.
- ㄷ. 자녀 1의 동생이 태어날 때, 이 아이의 ABO식 혈액형이 ㉡일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0201]

09 그림은 어떤 가족의 유전 형질 (가)에 대한 가계도를, 표는 이 가족 구성원의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다. ㉠~㉣은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, A와 a 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

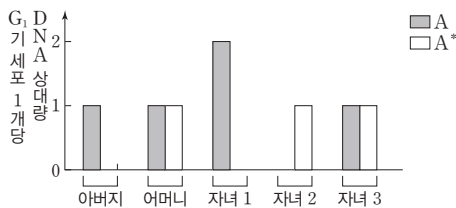
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㄴ. ㉣은 2이다.
- ㄷ. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0202]

10 그림은 어떤 가족 구성원의 G, g 세포 1개당 A와 A*의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)는 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, A와 A*의 우열 관계는 분명하다. 이 가족 구성원에서 (가)가 발현된 사람은 2명이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, A와 A* 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

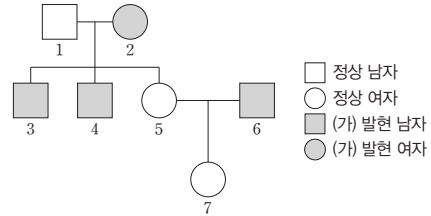
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 자녀 1은 여자이다.
- ㄴ. 자녀 3의 A는 어머니로부터 물려받았다.
- ㄷ. 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0203]

11 그림은 어떤 집안의 유전 형질 (가)에 대한 가계도를 나타낸 것이다. (가)는 대립유전자 H와 h에 의해 결정되며, H는 h에 대해 완전 우성이다. 1과 2는 각각 H와 h 중 한 종류만 갖는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㄴ. (가)는 열성 형질이다.
- ㄷ. 1~7 중 H와 h를 모두 갖는 사람은 2명이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0204]

12 다음은 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 서로 다른 3개의 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다.
- (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- 표는 어떤 가족 구성원에서 (가)의 유전자형을 나타낸 것이다.

구성원	유전자형
아버지	AABbDd
어머니	?
자녀 1	AAbbDD
자녀 2	AaBBdd

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

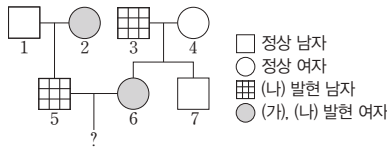
- ㄱ. (가)의 유전은 단일 인자 유전이다.
- ㄴ. 아버지와 자녀 1의 (가)의 표현형은 같다.
- ㄷ. 어머니의 (가)의 유전자형은 AaBbDd이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0205]

13 다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자 중 하나는 상염색체에, 나머지 하나는 X 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- 가계도는 구성원 1~7에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다. 2와 4의 (나)의 유전자형은 모두 동형 접합성이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㄴ. 2와 6의 (나)의 유전자형은 서로 다르다.
- ㄷ. 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0206]

14 다음은 사람의 유전 형질 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠은 서로 다른 3개의 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. ㉠의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- ㉡은 1쌍의 대립유전자 E와 e에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.
- ㉠의 유전자와 ㉡의 유전자는 서로 다른 상염색체에 있다.

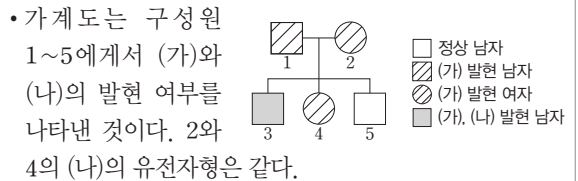
유전자형이 aaBbddEe인 남자 P와 AABbDdee인 여자 Q 사이에서 아이가 태어날 때 이 아이의 ㉠과 ㉡의 표현형이 P와 같을 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{3}{16}$ ④ $\frac{1}{8}$ ⑤ $\frac{1}{16}$

[26025-0207]

15 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 모두 X 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

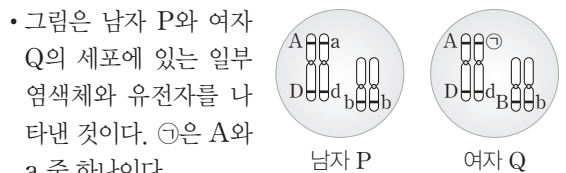
- ㄱ. A는 (가) 발현 대립유전자이다.
- ㄴ. 4의 (가)의 유전자형은 동형 접합성이다.
- ㄷ. 2와 5는 모두 a와 B가 함께 있는 X 염색체를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0208]

16 다음은 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다.
- (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되고, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.



- 그림은 남자 P와 여자 Q의 세포에 있는 일부 염색체와 유전자를 나타낸 것이다. ㉠은 A와 a 중 하나이다.
- P와 Q 사이에서 ㉡가 태어날 때, ㉡의 표현형이 유전자형이 AaBBDD인 사람과 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

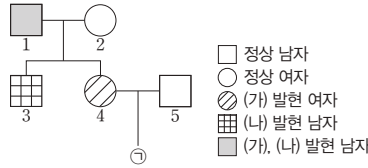
- ㄱ. ㉠은 A이다.
- ㄴ. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㄷ. P에게서 A와 d를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0211]

03 다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 모두 X 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- 가계도는 구성원 ①을 제외한 구성원 1~5에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.
- 1, 4의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값 / 1, 2, 3의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량을 더한 값 = 2이고, ①은 a를 갖지 않는 남자이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. a는 (가) 발현 대립유전자이다.
- ㄴ. ①은 b를 갖는다.
- ㄷ. ①의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 ①과 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0212]

04 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가), (나), 적록 색맹에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자 중 하나는 적록 색맹 유전자와 같은 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, 적록 색맹은 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해, D는 d에 대해 각각 완전 우성이다.
- 표는 이 가족 구성원의 성별과 (가), (나), 적록 색맹의 발현 여부를 나타낸 것이다. ○과 ⊙은 '○'와 '×'를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성원	성별	(가)	(나)	적록 색맹
아버지	남자	⊙	⊙	⊙
어머니	여자	⊙	⊙	⊙
자녀 1	여자	⊙	⊙	○
자녀 2	남자	⊙	×	⊙

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

적록 색맹은 X 염색체 열성으로 유전되는 형질이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

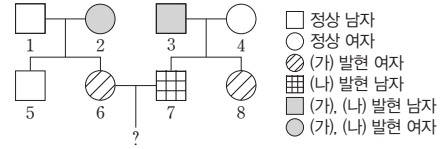
- ㄱ. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㄴ. ⊙은 '○'이다.
- ㄷ. 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되면서 적록 색맹일 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

부모가 각각 특정 형질에 대한 유전자형으로 대립유전자 중 한 종류만 갖고, 자녀의 형질이 서로 다르다면 그 형질의 유전자는 상염색체에 있다.

05 다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- 가계도는 구성원 1~8에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.



□ 정상 남자
○ 정상 여자
⊗ (가) 발현 여자
⊠ (나) 발현 남자
⊞ (가), (나) 발현 남자
⊝ (가), (나) 발현 여자

- 표는 구성원 5, 6, 7, 8에서 체세포 1개당 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.
- 1과 2는 각각 B와 b 중 한 종류만 갖고, 3과 4는 각각 A와 a 중 한 종류만 갖는다.

구성원	5	6	7	8
A와 B의 DNA 상대량을 더한 값	㉠	㉡	㉢	㉣

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㉠. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㉡. 3의 체세포 1개당 a와 b의 DNA 상대량을 더한 값은 ㉣이다.
- ㉢. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

성별이 다른 두 사람에서 특정 형질을 결정하는 대립유전자의 DNA 상대량이 같고 표현형이 서로 다르다면, 그 형질의 대립유전자는 상염색체에 있다.

06 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 A*에 의해, (나)는 대립유전자 B와 B*에 의해 결정되고, A와 A*, B와 B* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 표는 가족 구성원의 성별, (가)와 (나)의 발현 여부, 체세포 1개당 A와 B*의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

구성원	성별	(가)	(나)	DNA 상대량	
				A	B*
아버지	남	×	×	0	2
어머니	여	×	?	?	?
자녀 1	여	×	○	0	1
자녀 2	남	○	×	1	2
자녀 3	남	×	○	0	1

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, A*, B, B* 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

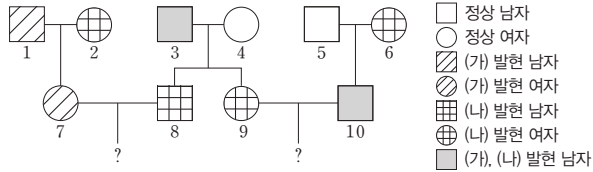
- ㉠. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㉡. 어머니에게서 (나)가 발현되었다.
- ㉢. 이 가족 구성원에서 A*와 B를 모두 갖는 사람은 2명이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

정상인 부모 사이에서 태어난 자녀가 부모에게 없던 형질이 발현되었다면 정상은 우성 형질이다.

09 다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- 가계도는 구성원 1~10에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.



- 7, 8, 9, 10의 $\frac{\text{체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값}}{\text{체세포 1개당 a의 DNA 상대량을 더한 값}} = \frac{1}{2}$ 이다.
- 표는 구성원 ㉠~㉣, 4에서 체세포 1개당 a와 B의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉣는 1, 3, 5를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉦~㉨은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성원		㉠	㉡	㉢	4
DNA 상대량	a	㉦	㉧	㉨	㉩
	B	㉬	㉭	㉮	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㄴ. 7과 8 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이는 b를 갖는다.
- ㄷ. 9와 10 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 ㉢와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0218]

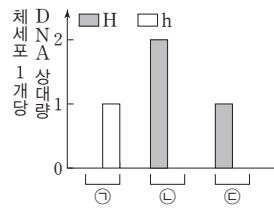
10 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)와 (나), ABO식 혈액형에 대한 자료이다.

ABO식 혈액형의 유전자는 상염색체에 있고, ABO식 혈액형의 유전은 복대립 유전이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있고, (가)와 (나)의 유전자 중 하나는 ABO식 혈액형 유전자와 같은 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 H와 h에 의해, (나)는 대립유전자 T와 t에 의해, ABO식 혈액형은 대립유전자 I^A , I^B , i에 의해 결정된다. H는 h에 대해, T는 t에 대해 각각 완전 우성이다.
- 표는 이 가족의 구성원 중 어머니를 제외한 구성원의 성별, (가)와 (나)의 발현 여부, ABO식 혈액형의 표현형을 나타낸 것이고, 그림은 구성원 ㉠~㉢의 G_1 기 체세포 1개당 H와 h의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 자녀 1, 자녀 2, 자녀 3을 순서 없이 나타낸 것이다.

구성원	성별	(가)	(나)	ABO식 혈액형
아버지	남	○	×	A형
자녀 1	여	○	×	AB형
자녀 2	남	○	×	O형
자녀 3	남	×	○	B형

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H, h 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㄴ. 어머니는 (가)와 (나)의 유전자형이 모두 이형 접합성이다.
- ㄷ. 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되고 어머니와 ABO식 혈액형이 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개념 체크

⑤ 유전자 돌연변이

- 원인: 유전자를 구성하는 DNA 염기 서열 변화
- 특징: 핵형 분석으로 확인하기 어려움
- 유전병의 예: 낫 모양 적혈구 빈혈증, 알비노증, 헌팅턴 무도병 등

1. () 돌연변이는 DNA의 일부 염기 서열 변화에 의해 나타나는 돌연변이이다.

2. 비정상 헤모글로빈들이 긴 사슬 구조를 형성한 () 적혈구는 정상 적혈구보다 약하고 산소 운반 능력이 떨어져 심한 빈혈을 일으킨다.

※ ○ 또는 ×

3. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 핵형 분석으로 확인할 수 있다. ()

4. 알비노증은 멜라닌 합성 효소의 유전자에 돌연변이가 생겨 멜라닌 색소가 결핍되는 유전병이다. ()

1 유전자 이상

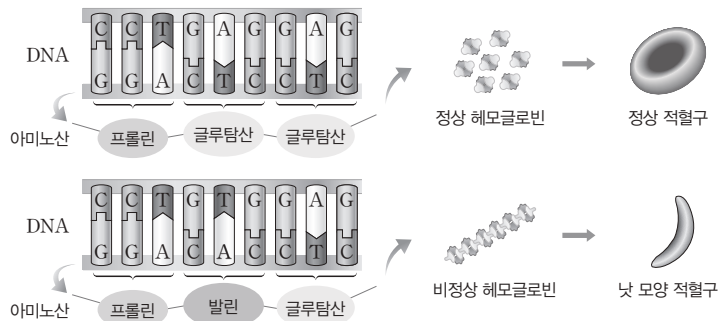
(1) 유전자 돌연변이

- ① 유전자 돌연변이는 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열이 변해 나타나는 돌연변이이다.
- ② 유전자 돌연변이는 DNA 복제 과정에서 자연적으로 발생한 오류나 발암 물질, 방사선 노출 등으로 인해 DNA의 염기 서열이 변해 나타난다.
- ③ DNA의 염기 서열에 변화가 생겨 유전자의 유전 정보가 바뀌면 단백질이 생성되지 않거나 비정상 단백질이 생성될 수 있으며, 이로 인해 유전병이 나타날 수 있다.
- ④ 유전자 돌연변이에 의한 유전병은 대개 열성 형질이지만 우성 형질인 것도 있다.
- ⑤ 유전자 돌연변이는 염색체의 구조나 수로는 차이를 구별할 수 없기 때문에 핵형 분석으로 확인하기 어려우며, 유전자 분석이나 선천적 대사 이상 검사와 같은 생화학적 분석을 통해 알아낼 수 있다.

(2) 유전자 돌연변이에 의한 유전병의 예

① 낫 모양 적혈구 빈혈증

- 헤모글로빈 유전자의 염기 하나가 바뀔으로써 헤모글로빈을 구성하는 아미노산 중 하나가 달라진 비정상 헤모글로빈이 생성된다. 혈액의 산소 농도가 낮을 때 비정상 헤모글로빈들은 서로 결합하여 긴 사슬 구조를 형성한다. 이 때문에 적혈구가 낫 모양으로 변한다.



정상 적혈구와 낫 모양 적혈구의 형성 과정

- 낫 모양 적혈구는 정상 적혈구보다 약하고 파열되기 쉬우며, 산소 운반 능력이 떨어져 심한 빈혈을 일으킨다. 또 모세 혈관을 자유롭게 통과하기 어려우므로 혈액 순환 장애를 일으켜 조직으로 산소가 정상적으로 공급되지 못해 조직 손상을 초래한다.



정상 적혈구와 낫 모양 적혈구의 비교

- ② 알비노증: 멜라닌 합성 효소의 유전자에 돌연변이가 생겨 멜라닌 색소를 만들지 못해 눈, 피부, 머리카락 등에 멜라닌 색소가 결핍되는 유전병이다. 햇빛을 쬐면 피부암에 걸릴 확률이 증가하고, 밝은 빛에서 사물을 잘 볼 수 없다.

정답

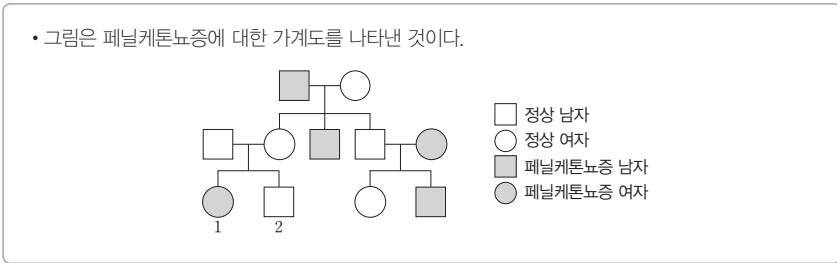
1. 유전자
2. 낫 모양
3. ×
4. ○

- ③ 헌팅턴 무도병: 신경계가 점진적으로 파괴되면서 몸의 움직임이 통제되지 않고 지적 장애가 나타나는 유전병으로 우성 형질이다. 중년에 이르러서야 증세가 나타나기 시작해 점차 증세가 심해져 죽음에 이르게 된다.
- ④ 낭성 섬유증: 상피 세포의 세포막에서 물질 수송을 담당하는 단백질의 유전자에 돌연변이가 일어나 발생하는 유전병이다. 점액의 점성을 조절하지 못해 기관과 이자 등에서 점액이 과도하게 분비된다. 그 결과 기관에 점액이 축적되어 숨을 쉬기가 어렵고, 폐가 자주 감염되며, 이자에서 소화 효소가 원활히 분비되지 않아 소장에서 영양소 흡수 장애가 생긴다.
- ⑤ 페닐케톤뇨증: 페닐알라닌을 타이로신으로 전환시키는 효소의 유전자에 돌연변이가 생겨 나타나는 유전병이다. 페닐알라닌을 타이로신으로 전환시키는 효소의 활성 저하로 페닐알라닌이 축적되고, 체내에 축적된 페닐알라닌은 중추 신경계를 손상시켜 지적 장애 등을 일으키며, 페닐알라닌의 대사 산물인 페닐케톤이 축적되어 오줌으로 배설된다.

탐구자료 살펴보기

페닐케톤뇨증

자료 탐구 다음은 페닐케톤뇨증에 대한 자료이다.



탐구 분석

- 1의 부모는 정상이지만 1에게서 페닐케톤뇨증이 나타나는 것으로 보아 페닐케톤뇨증은 열성 형질임을 알 수 있다.
- 페닐케톤뇨증은 남녀에게서 모두 나타날 수 있으므로 페닐케톤뇨증 유전자는 Y 염색체에 존재하지 않는다. 페닐케톤뇨증 유전자가 X 염색체에 존재한다면 1의 아버지가 정상이므로 1도 정상이어야 하지만 1에게서 페닐케톤뇨증이 나타나므로 페닐케톤뇨증 유전자는 X 염색체에 존재하지 않는다. 따라서 페닐케톤뇨증 유전자는 상염색체에 존재하고, 페닐케톤뇨증의 유전 방식은 상염색체에 의한 열성 유전이다.
- 정상 대립유전자를 A, 페닐케톤뇨증 대립유전자를 a라고 하면 1의 부모는 유전자형이 모두 Aa로, 페닐케톤뇨증에 대해 보인자이다. 2의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 페닐케톤뇨증(aa)이 나타날 확률은 $Aa \times Aa \rightarrow AA, Aa, Aa, aa$ 이므로 $\frac{1}{4}$ 이다.

개념 체크

➔ **염색체 돌연변이**

- 종류: 염색체 구조 이상, 염색체 수 이상
- 특징: 핵형 분석을 통해 알 수 있음

1. 헌팅턴 무도병은 정상에 대해 ()형질이다.
2. ()은 페닐알라닌을 타이로신으로 전환시키는 효소의 활성 저하로 페닐알라닌이 축적되는 유전병이다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]에서 2의 동생이 태어날 때, 이 아이가 정상일 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다. ()
4. 염색체 수 이상 돌연변이는 핵형 분석을 통해 확인할 수 있다. ()

2 염색체 이상

(1) 염색체 돌연변이

- ① 염색체 돌연변이는 염색체 구조 이상과 염색체 수 이상으로 구분할 수 있다.
- ② 염색체 돌연변이 여부는 경우에 따라 핵형 분석을 통해 알아낼 수 있다.
- ③ 하나의 염색체에는 여러 개의 유전자가 존재하므로 염색체 돌연변이는 여러 유전자들을 변화시켜 많은 형질의 변화를 일으킬 수 있기 때문에 유전자 돌연변이에 비해 심각한 영향을 주는 경우가 많다.

정답

1. 우성
2. 페닐케톤뇨증
3. ○
4. ○

개념 체크

⑤ 염색체 구조 이상

- 종류: 결실, 역위, 중복, 전좌
- 유전병의 예: 고양이 울음 증후군 등

1. 염색체 구조 이상 중 염색체의 같은 부분이 반복하여 나타나는 것을 ()이라고 한다.

2. () 증후군은 5번 염색체의 특정 부분이 ()되어 나타나는 유전병으로 고양이 울음소리와 비슷한 소리를 내는 특징이 있다.

※ ○ 또는 ×

3. 염색체의 일부가 떨어진 후 반대 방향으로 원래의 염색체에 다시 붙은 것은 염색체 구조 이상 중 역위에 해당한다. ()

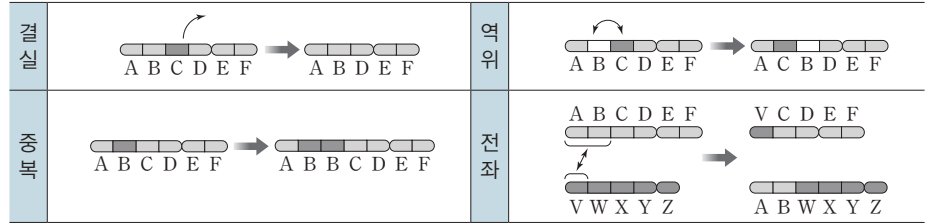
4. [탐구자료 살펴보기]에서 (가), (라), (마)의 A~G 유전자의 종류와 수는 서로 같다. ()

(2) 염색체 구조 이상

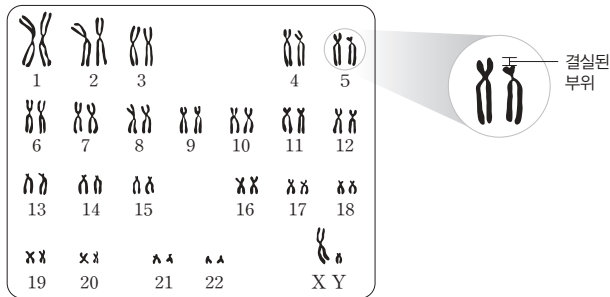
① 염색체 구조에 이상이 생기면 유전자가 없어지거나 유전자 발현에 영향을 주어 표현형이 바뀔 수 있다.

② 염색체 구조 이상에는 결실, 역위, 중복, 전좌가 있다.

- 결실: 염색체의 일부가 떨어져 없어진 것이다.
- 역위: 염색체의 일부가 떨어진 후 반대 방향으로 원래의 염색체에 다시 붙은 것이다.
- 중복: 염색체의 같은 부분이 반복하여 나타나는 것이다.
- 전좌: 염색체의 일부가 떨어진 후 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 붙은 것이다.



③ 염색체 구조 이상에 의한 유전병의 예: 고양이 울음 증후군은 5번 염색체의 특정 부분이 결실되어 나타나는 유전병이다. 머리가 작고, 지적 장애를 보이며, 고양이 울음소리와 비슷한 소리를 내는 특징이 있다. 유아기나 아동기 초기에 사망률이 정상보다 높다.



고양이 울음 증후군의 염색체 이상인 사람의 핵형 분석 결과

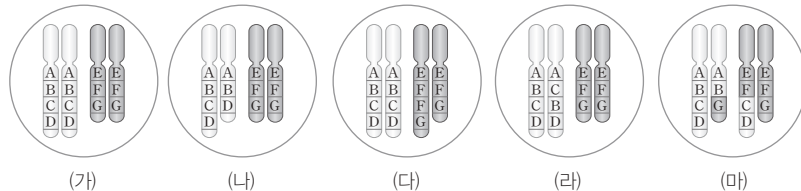
정답

1. 중복
2. 고양이 울음, 결실
3. ○
4. ○

탐구자료 살펴보기

염색체 구조 이상

자료 탐구 그림은 어떤 동물($2n=4$)의 정상 체세포 (가)와 염색체 구조 이상이 각각 1회 일어난 체세포 (나)~(마)를 나타낸 것이다. A~G는 유전자이다.

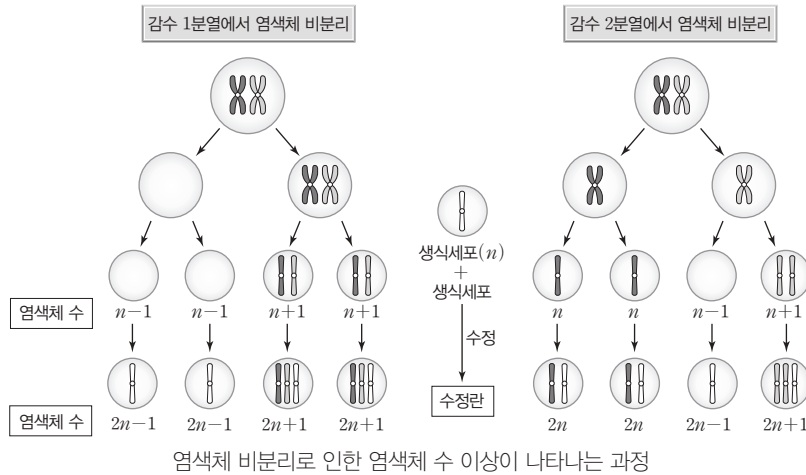


탐구 분석

- (나)에는 C 부분이 없어진 염색체가 있으므로 (나)는 결실이 일어난 체세포이다.
- (다)에는 F 부분이 2번 반복하여 나타나는 염색체가 있으므로 (다)는 중복이 일어난 체세포이다.
- (라)에는 BC 부분이 반대 방향으로 붙은 염색체가 있으므로 (라)는 역위가 일어난 체세포이다.
- (마)에는 CD 부분과 G 부분이 서로 교환된 두 염색체가 있고, 이 두 염색체는 상동 염색체가 아니므로 (마)는 전좌가 일어난 체세포이다.

(3) 염색체 수 이상

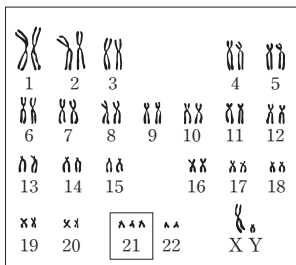
- ① 염색체 수에 이상이 있으면 유전자 수의 변화로 인해 유전병이 나타날 수 있다.
- ② 염색체 수 이상은 대부분 감수 분열 과정에서 일어나는 염색체 비분리에 의해 나타난다.
- ③ 염색체 비분리가 일어나면 염색체 수가 정상보다 많거나 적은 생식세포가 형성될 수 있다. 염색체 수가 비정상인 생식세포가 정상 생식세포와 수정되어 아이가 태어나면, 이 아이에게서 염색체 수 이상이 나타난다.
- ④ 염색체 비분리는 감수 1분열과 감수 2분열에서 각각 일어날 수 있다.
 - 하나의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성될 때, 감수 1분열에서 상동 염색체의 비분리가 1회 일어나 형성된 모든 생식세포에서 염색체 수는 정상보다 많거나 적다.
 - 하나의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성될 때, 감수 2분열에서 염색체 분체의 비분리가 1회 일어나 형성된 생식세포에서 염색체 수는 정상이거나, 정상보다 많거나 적다.



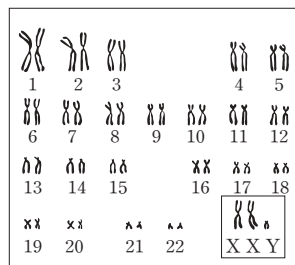
염색체 비분리로 인한 염색체 수 이상이 나타나는 과정

⑤ 염색체 수 이상에 의한 유전병의 예

유전병	염색체 구성	특징
다운 증후군	45+XX 45+XY	<ul style="list-style-type: none"> • 21번 염색체가 3개이다. • 특이한 안면 표정, 지적 장애, 심장 기형, 조기 노화가 나타나며 양 눈 사이가 멀다.
터너 증후군	44+X	<ul style="list-style-type: none"> • 성염색체가 X이다. • 외관상 여자이지만 대체적으로 발달이 불완전하다.
클라인펠터 증후군	44+XXY	<ul style="list-style-type: none"> • 성염색체가 XXY이다. • 외관상 남자이지만 정소의 발달이 불완전할 수 있으며, 유방 발달과 같은 여자의 신체적 특징이 나타나기도 한다.



다운 증후군의 염색체 이상인 사람의 핵형 분석 결과



클라인펠터 증후군의 염색체 이상인 사람의 핵형 분석 결과

개념 체크

④ 염색체 수 이상

- 특징: 상동 염색체의 비분리는 감수 1분열에서, 염색체 분체의 비분리는 감수 2분열에서 일어남
- 상염색체 비분리에 의한 유전병의 예: 다운 증후군
- 성염색체 비분리에 의한 유전병의 예: 터너 증후군, 클라인펠터 증후군

1. 하나의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성될 때, 감수 ()분열에서 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 생식세포에는 정상 생식세포가 없다.

2. 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람의 성별은 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. 하나의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성될 때, 감수 2분열에서 염색체 분체 비분리가 1회 일어나 형성된 모든 생식세포에서 염색체 수는 정상보다 많거나 적다. ()

4. 핵형 분석 결과에서 21번 염색체가 3개인 사람은 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다. ()

정답

1. 1
2. 남자
3. ×
4. ○

개념 체크

➔ 감수 분열 중 성염색체 비분리가 일어나면 생식세포는 성염색체를 정상보다 많거나 적게 가질 수 있음

1. [탐구자료 살펴보기: 성염색체 비분리]에서 정상 남자와 정자 ()가 수정되어 태어나는 아이는 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

2. [탐구자료 살펴보기: 적록 색맹 유전과 성염색체 비분리]에서 9의 적록 색맹 유전자는 모두 ()로부터 물려받았다.

※ ○ 또는 ×

3. 감수 1분열에서 성염색체의 비분리가 1회 일어나 형성된 정자 중 성염색체 구성이 XY인 정자가 있다. ()

4. [탐구자료 살펴보기: 적록 색맹 유전과 성염색체 비분리]에서 3과 6의 성염색체의 수는 서로 같다. ()

정답

1. A
2. 8
3. ○
4. ×

탐구자료 살펴보기 성염색체 비분리

자료 탐구 표는 정자 A~C와 난자 D의 성염색체를 나타낸 것이다. A~D의 형성 과정에서 각각 성염색체 비분리가 1회 일어났다.

구분	정자 A	정자 B	정자 C	난자 D
성염색체	XY	XX	YY	XX

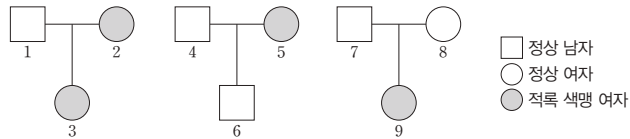
탐구 분석

- 생식세포 형성 과정에서 성염색체 비분리가 일어나는 시기에 따라 생식세포의 성염색체 구성이 다를 수 있다.
- 성염색체가 XY인 정자 A는 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 것이다.
- 성염색체가 XX인 정자 B는 감수 2분열에서 X 염색체 비분리가 일어나 형성된 것이다.
- 성염색체가 YY인 정자 C는 감수 2분열에서 Y 염색체 비분리가 일어나 형성된 것이다.
- 성염색체가 XX인 난자 D는 감수 1분열 또는 감수 2분열에서 X 염색체 비분리가 일어나 형성된 것이다.
- 정자 A가 정상 난자와 수정되어 태어나는 아이, 난자 D가 Y 염색체를 가진 정상 정자와 수정되어 태어나는 아이는 모두 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

탐구자료 살펴보기 적록 색맹 유전과 성염색체 비분리

자료 탐구 다음은 세 가족의 적록 색맹에 대한 자료이다.

• 적록 색맹은 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.



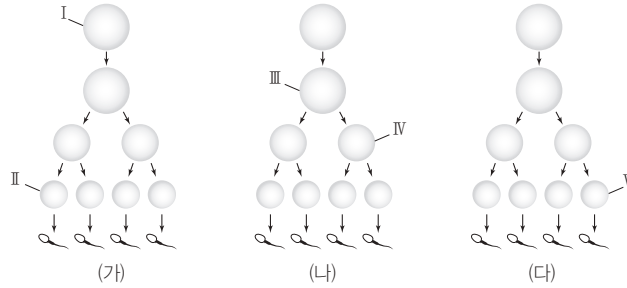
- 3과 6을 제외한 나머지 사람의 핵형은 모두 정상이다.
- 3과 6은 각각 염색체 수가 비정상적인 생식세포와 정상 생식세포가 수정되어 태어났으며, 부모 중 한 사람의 생식세포 형성 과정에서만 성염색체 비분리가 1회 일어났다.
- 9는 염색체 수가 비정상적인 정자와 염색체 수가 비정상적인 난자가 수정되어 태어났으며, 이 정자와 난자의 형성 과정에서 각각 성염색체 비분리가 1회 일어났다.

탐구 분석

- A와 a는 X 염색체에 존재하며, 적록 색맹은 열성 형질이다.
- 1의 유전자형은 $X^A Y$ 이고, 2의 유전자형은 $X^A X^a$ 이다. 3에게서 적록 색맹이 나타나므로 3은 1에게서 A를 물려받지 않았고, 2에게서 a를 물려받았다. 이것은 1의 감수 분열에서 성염색체 비분리가 일어나 성염색체를 가지지 않은 정자가 형성되었고, 이 정자가 2에서 형성된 정상 난자(X^a)와 수정되어 3(X^a)이 태어났기 때문이다. 3은 성염색체가 X 1개이므로 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.
- 4의 유전자형은 $X^A Y$ 이고, 5의 유전자형은 $X^A X^a$ 이다. 6에게서 적록 색맹이 나타나지 않으므로 6은 4에게서 A를 물려받았다. 이것은 4의 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가진 정자($X^A Y$)가 형성되었고, 이 정자가 5에서 형성된 정상 난자(X^a)와 수정되어 6($X^A X^a Y$)이 태어났기 때문이다. 6은 성염색체가 XXY 이므로 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.
- 7의 유전자형은 $X^A Y$ 이고, 9에게서 적록 색맹이 나타나므로 8의 유전자형은 $X^A X^a$ 이다. 9의 핵형은 정상이므로 유전자형은 $X^a X^a$ 이며, 9는 7에게서 A를 물려받지 않았고, 8에게서 a를 물려받았다. 이것은 7의 감수 분열에서 성염색체 비분리가 일어나 성염색체를 가지지 않은 정자가 형성되었고, 8의 감수 2분열에서 X 염색체 비분리가 일어나 2개의 X 염색체를 가진 난자($X^a X^a$)가 형성되었으며, 이 정자와 난자가 수정되어 9($X^a X^a$)가 태어났기 때문이다.

탐구자료 살펴보기 정자 형성 과정의 DNA 상대량과 염색체 비분리

자료 탐구 사람의 유전 형질 ①은 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정된다. 그림은 어떤 사람 P의 G₁기 세포로부터 정자가 형성되는 과정 (가)~(다)를 나타낸 것이다. (나)에서 ①이 1회 일어났고, (다)에서 ①이 1회 일어났다. ①과 ②은 '감수 1분열에서 염색체 비분리'와 '감수 2분열에서 염색체 비분리'를 순서 없이 나타낸 것이다. 표는 (가)~(다)의 세포 I~V가 갖는 A, a, B, b의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. II와 V는 감수 2분열이 끝난 딸세포이고, III과 IV는 중기의 세포이며, II에는 Y 염색체가 있다.



세포	DNA 상대량			
	A	a	B	b
I	1	1	0	1
II	0	1	0	0
III	2	2	0	2
IV	2	2	0	2
V	1	0	0	2

- 탐구 분석**
- I은 G₁기 세포, II는 감수 2분열이 끝난 딸세포, III은 감수 1분열 중기 세포, IV는 감수 2분열 중기 세포, V는 감수 2분열이 끝난 딸세포이다.
 - I에서 A와 a의 DNA 상대량을 더한 값은 2이고, B와 b의 DNA 상대량을 더한 값은 1이다. P의 성별은 남자이며, A와 a는 상염색체에 있는 대립유전자이고, B와 b는 성염색체에 있는 대립유전자이다.
 - Y 염색체가 있는 II에서 B와 b의 DNA 상대량은 0이므로 B와 b는 X 염색체에 있는 대립유전자이다. P의 ① 유전자형은 AaX^bY이다.
 - 세포 주기의 S기에 DNA 복제가 일어나므로 대립유전자의 DNA 상대량은 III이 I의 2배이다.
 - 감수 1분열 결과 형성된 IV에서 A와 a가 모두 있으므로 (나)의 감수 1분열에서 상염색체 비분리가 일어났다. ①은 '감수 1분열에서 염색체 비분리'이고, ②은 '감수 2분열에서 염색체 비분리'이다.
 - 감수 2분열 결과 형성된 V에서 b의 DNA 상대량이 2이므로 (다)의 감수 2분열에서 X 염색체 비분리가 일어났다.

과학 돋보기 태아의 유전병 진단

- 태아의 유전병을 진단하는 방법으로는 융모막 검사와 양수 검사가 있다.
- 융모막 검사는 태반의 융모막을 채취하여 생화학적 분석과 핵형 분석을 하는 진단 방법이다. 일반적으로 임신 8~10주 사이에 실행할 수 있다.
- 양수 검사는 양수에 있는 태아의 세포를 채취하여 생화학적 분석과 핵형 분석을 하는 진단 방법이다. 일반적으로 임신 14~16주 사이에 실행할 수 있다.
- 생화학적 분석을 통해 유전자 돌연변이를 진단하고, 핵형 분석을 통해 염색체 돌연변이를 진단한다.

개념 체크

② 성염색체 비분리

- 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나면 XY를 갖는 정자가 만들어질 수 있음
- 감수 2분열에서 성염색체 비분리가 일어나면 XX를 갖는 정자와 YY를 갖는 정자가 만들어질 수 있음

- [탐구자료 살펴보기]에서 IV의 상염색체 수는 ()이다.
- 태아의 유전병을 진단하는 방법 중 () 검사는 태반의 융모막을 채취하여 생화학적 분석과 핵형 분석을 하는 진단 방법이다.

※ ○ 또는 ×

- [탐구자료 살펴보기]에서 P의 G₁기로부터 정자가 형성되는 과정 중 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나면 AYY를 갖는 정자가 만들어질 수 있다. ()
- [탐구자료 살펴보기]에서 V에는 2개의 X 염색체가 있다. ()

정답

- 23
- 융모막
- ×
-

[26025-0219]

01 다음은 3가지 유전병 A~C에 대한 자료이다. A~C는 알비노증, 터너 증후군, 고양이 울음 증후군을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A와 B는 모두 염색체 이상이 원인이다.
- B와 C를 나타내는 사람은 모두 체세포 1개당 염색체 수가 46이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

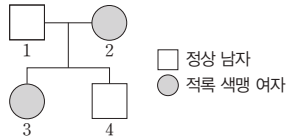
- ㄱ. A를 나타내는 사람에서는 5번 염색체의 일부가 결실되어 있다.
- ㄴ. B는 남녀 모두에게 나타날 수 있다.
- ㄷ. C를 나타내는 사람에서는 멜라닌 색소가 과도하게 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0220]

02 다음은 어떤 가족의 적록 색맹에 대한 자료이다.

- 가계도는 구성원 1~4에게서 적록 색맹의 발현 여부를 나타낸 것이다.
- 생식세포 ㉠과 ㉡가 수정되어 3이 태어났고, 생식세포 ㉢와 ㉣가 수정되어 4가 태어났으며, ㉠과 ㉢ 형성 과정에서 각각 성염색체 비분리가 1회 일어나 염색체 수가 비정상적인 생식세포가 형성되었고, ㉡와 ㉣는 모두 정상 생식세포이다.
- 1과 2의 핵형은 모두 정상이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 성염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠과 ㉢의 성염색체 수는 서로 같다.
- ㄴ. ㉡와 ㉣는 모두 남자이다.
- ㄷ. ㉢는 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0221]

03 표는 사람 A와 B의 염색체 ①과 ②를 모두 나타낸 것이다. A와 B는 각각 다운 증후군과 클라인펠터 증후군의 염색체 이상 중 하나를 보이고, ①과 ②는 21번 염색체와 X 염색체를 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B의 체세포 1개당 염색체 수는 같다.

사람	A	B
염색체	①	?
	②	XX

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ①은 21번 염색체이다.
- ㄴ. 체세포 1개당 $\frac{A의 상염색체 수 + B의 상염색체 수}{A의 성염색체 수 + B의 성염색체 수}$ 는 18이다.
- ㄷ. A와 B는 모두 남자이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0222]

04 표 (가)는 사람의 유전병 A~C에서 특징 ㉠~㉣의 유무를, (나)는 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 적록 색맹, 헌팅턴 무도병, 남성 섬유증을 순서 없이 나타낸 것이다.

유전병 \ 특징	특징(㉠~㉣)		
	㉠	㉡	㉢
A	○	×	×
B	×	×	㉠
C	○	○	㉡

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

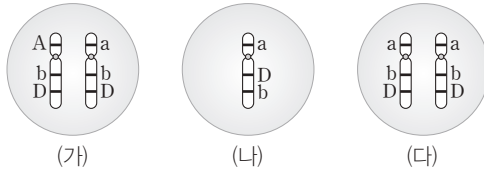
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠과 ㉡는 모두 '×'이다.
- ㄴ. ㉠은 '신경계 이상으로 몸의 움직임이 통제되지 않는다.'이다.
- ㄷ. B에 대한 유전자형이 이형 접합성인 부모 사이에서 자녀가 태어날 때, 이 자녀가 정상일 확률은 25%이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0223]

05 그림은 어떤 남자의 세포 (가)~(다)에 들어 있는 1번 염색체만을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 정상 체세포, 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 생식세포, 염색체 구조 이상이 1회 일어나 형성된 생식세포를 순서 없이 나타낸 것이고, A, a, b, D는 유전자이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)에는 전좌가 일어난 염색체가 있다.
- ㄴ. (가)와 (다)의 핵상은 모두 2n이다.
- ㄷ. $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 (가)=(나)>(다)이다.

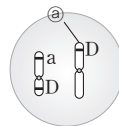
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0224]

06 그림은 어떤 가족의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 ㉠에 있고, (다)의 유전자는 ㉡에 있다. ㉠과 ㉡은 X 염색체와 21번 염색체를 순서 없이 나타낸 것이다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다.
- 표는 이 가족 구성원에서 체세포 1개당 a, B, D의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.
- 염색체 구조 이상이 1회 일어난 생식세포가 정상 생식세포와 수정되어 ㉢가 태어났다. ㉢는 자녀 1과 2 중 하나이다.
- 그림은 ㉢의 생식세포에 들어 있는 모든 ㉠과 ㉡을 나타낸 것이다.
- ㉢를 제외한 이 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

구성원	DNA 상대량		
	a	B	D
아버지	?	2	?
어머니	1	0	2
자녀 1	2	1	1
자녀 2	1	0	2



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 염색체 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 21번 염색체이다. ㄴ. ㉢는 자녀 2이다.
- ㄷ. ㉢는 아버지로부터 받은 것이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0225]

07 표 (가)는 사람의 유전병의 3가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 유전병 A~C가 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 다운 증후군, 터너 증후군, 클라인펠터 증후군을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	유전병	특징의 개수
• ㉠ 여자에게서만 나타난다. • 체세포 1개당 염색체 수가 정상 인보다 적다. • 성염색체 이상으로 생긴 것이다.	A	1
	B	3
	C	?

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

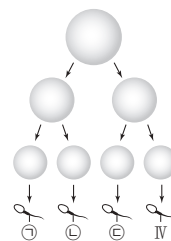
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 감수 2분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 정자와 정상 난자가 수정되어 A의 염색체 이상을 보이는 사람이 태어날 수 있다.
- ㄴ. B는 터너 증후군이다. ㄷ. C는 ㉠을 갖는다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0226]

08 그림은 어떤 남자의 정자 형성 과정의 일부를, 표는 이 과정에서 형성된 정자 I~Ⅲ의 총염색체 수에서 성염색체 수를 뺀 값(총염색체 수 - 성염색체 수)과 상염색체 수에서 X 염색체 수를 뺀 값(상염색체 수 - X 염색체 수)을 나타낸 것이다. 이 과정에서 염색체 비분리는 21번 염색체와 성염색체에서 각각 1회 일어났다. I~Ⅲ은 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.



정자	총염색체 수 - 성염색체 수	상염색체 수 - X 염색체 수
I	23	23
II	21	19
III	21	21

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

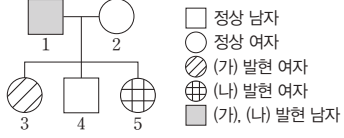
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠의 총염색체 수는 24이다.
- ㄴ. 21번 염색체의 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.
- ㄷ. IV와 정상 난자의 수정으로 태어난 아이는 다운 증후군의 염색체 이상을 보이는 아들이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[09~10] 다음은 가족 P의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 같은 염색체에 있다.
- 가계도는 구성원 1~5에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.



□ 정상 남자
○ 정상 여자
▨ (가) 발현 여자
▩ (나) 발현 여자
■ (가), (나) 발현 남자
- 1은 A와 a 중 한 종류, B와 b 중 한 종류만 갖는다.
- 감수 분열 시 부모 중 한 사람에게서만 염색체 비분리가 1회 일어나 염색체 수가 비정상적인 생식세포 ㉠이 형성되었고, ㉠이 정상 생식세포 ㉡과 수정되어 5가 태어났다. 5를 제외한 나머지 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

[26025-0227]

09 이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

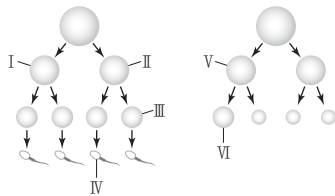
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가) 발현 대립유전자는 a이다.
- ㄴ. (나)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㄷ. 3에서 A와 B를 모두 갖는 남자가 형성될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0228]

10 그림은 P의 구성원 1과 2의 생식세포 형성 과정의 일부이고, I과 II에는 모두 성염색체가 있으며, IV와 VI은 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, I, II, V는 중기의 세포이다.)

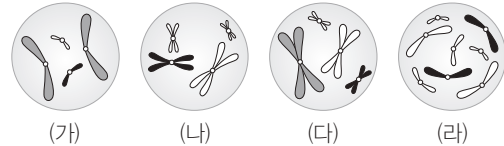
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 IV이다.
- ㄴ. III에는 성염색체가 없다.
- ㄷ. V에는 X 염색체가 1개 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0229]

11 그림은 세포 (가)~(라) 각각에 들어 있는 염색체 중 Y 염색체를 제외한 나머지 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 서로 다른 개체 A, B, C의 세포 중 하나이다. A와 B는 같은 종이고, B와 C는 수컷이다. A~C는 $2n=80$ 이며, A~C의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다. (가)~(라) 중 하나는 염색체 비분리가 1회 일어나 형성되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포는 (가)이다.
- ㄴ. (다)는 C의 세포이다.
- ㄷ. (나)와 (라)는 같은 개체의 세포이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0230]

12 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 표는 이 가족 구성원에게서 (가)의 발현 여부와 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.
- 감수 분열 시 부모 중 한 사람에게서만 대립유전자 ㉠이 대립유전자 ㉡으로 바뀌는 돌연변이가 1회 일어나 ㉢을 갖는 생식세포 ㉣가 형성되었다. ㉣가 정상 생식세포와 수정되어 자녀 ㉤가 태어났다. ㉠과 ㉡은 A와 A*를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉤는 자녀 1과 2 중 하나이다.
- 이 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

구성원	(가)	A의 DNA 상대량
아버지	○	1
어머니	○	0
자녀 1	○	?
자녀 2	×	?

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, A, A* 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

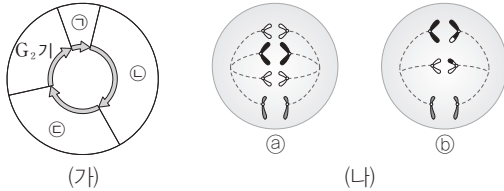
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 A*이다.
- ㄴ. ㉣는 남자이다.
- ㄷ. ㉤는 자녀 2이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0231]

13 그림 (가)는 어떤 동물($2n=?$)에서 체세포의 세포 주기를, (나)는 이 동물의 세포 ③과 ④의 모든 염색체를 나타낸 것이다. ③과 ④는 각각 염색체 돌연변이가 1회 일어났다. ㉠~㉣은 G₁기, M기(분열기), S기를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㉠. 이 동물에서 체세포 1개당 염색체 수는 6이다.
- ㉡. ③은 ㉠ 시기에 관찰된다.
- ㉢. ④ 시기에는 핵막이 있는 세포가 있다.

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

[26025-0232]

14 다음은 어떤 가족의 유전 형질 ③과 적록 색맹에 대한 자료이다.

- ③은 대립유전자 A와 a에 의해, 적록 색맹은 대립유전자 R과 r에 의해 결정된다. A는 a에 대해, R는 r에 대해 각각 완전 우성이다.

구성원	③	적록 색맹
아버지	×	×
어머니	○	×
딸 1	○	×
딸 2	×	○

- 표는 이 가족 구성원에서 ③과 적록 색맹의 발현 여부를 나타낸 것이다.
- 감수 분열 시 부모 중 한 사람에게서만 성염색체 비분리가 1회 일어나 염색체 수가 비정상적인 생식세포 ㉠이 형성되었고, 이 ㉠이 정상 생식세포와 수정되어 딸 2가 태어났다.

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 성염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㉠. ㉠은 난자이다.
- ㉡. 어머니의 ③의 유전자형은 이형 접합성이다.
- ㉢. 딸 1의 체세포에는 A와 R가 모두 있는 X 염색체가 있다.

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

[26025-0233]

15 사람의 유전병에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

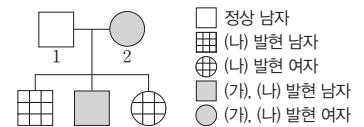
- ㉠. 적록 색맹은 핵형 분석으로 알아낼 수 있다.
- ㉡. 고양이 울음 증후군은 유전자 이상으로 나타난다.
- ㉢. 터너 증후군은 염색체 수 이상으로 나타난다.

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

[26025-0234]

16 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정되며, A는 a에 대해, B는 b에 대해 완전 우성이다.
- 가계도는 구성원 1~5에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.



- 표는 구성원 ㉠~㉣과 5에서 체세포 1개당 A, a, B, b의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 1~3을 순서 없이 나타낸 것이다.
- 4는 정자 I과 난자 II의 수정으로 태어났고, I과 II 형성 과정에서 각각 염색체 비분리가 1회 일어났다.
- 5는 생식세포 III과 정상 생식세포가 수정되어 태어났고, III은 부모 중 한 사람의 감수 분열 과정에서 염색체에 있는 대립유전자 ㉠이 1개 중복되는 돌연변이가 1회 일어나 형성되었다. ㉠은 A, a, B, b 중 하나이다.
- 5를 제외한 1~4의 핵형은 모두 정상이다.

구성원	DNA 상대량			
	A	a	B	b
㉠	1	1	?	0
㉡	0	?	2	0
㉢	③	0	0	?
5	?	?	④	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㉠. ㉠은 a이다.
- ㉡. ㉠ + ㉡ = 3이다.
- ㉢. II의 염색체 수는 22이다.

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

[26025-0235]

헤모글로빈 유전자의 염기 서열이 바뀌면 헤모글로빈 단백질의 아미노산 서열이 바뀌고, 이로 인해 적혈구의 형태가 변형되고, 적혈구의 산소 운반 능력이 저하된다.

01 표는 유전병 X와 Y의 특징을 나타낸 것이다.

유전병	특징
X	페닐알라닌을 분해하는 효소의 유전자에 이상이 생겨 체내에 페닐알라닌이 축적된다.
Y	㉠ 헤모글로빈 유전자의 이상으로 헤모글로빈을 구성하는 아미노산 중 하나가 바뀌어 ㉡ 비정상적인 헤모글로빈이 합성되고 적혈구가 낫 모양이 된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 X, Y 이외의 돌연변이에 의한 유전병은 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

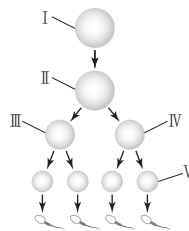
- ㄱ. 알비노증은 X에 해당한다.
- ㄴ. ㉠을 구성하는 염기 중 1개가 1회 결실되어 Y가 나타났다.
- ㄷ. ㉡이 길게 결합하면 낫 모양 적혈구가 형성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

G₁기 세포, 감수 1분열 중기의 세포, 감수 2분열 중기의 세포, 생식세포에서 대립유전자의 DNA 상대량이 특정한 값으로 모두 같다면 이 대립유전자의 DNA 상대량은 0이다.

[26025-0236]

02 사람의 유전 형질 (가)는 대립유전자 H와 h에 의해, (나)는 대립유전자 R과 r에 의해, (다)는 대립유전자 T와 t에 의해 결정된다. (가)~(다)의 유전자는 서로 다른 3개의 상염색체에 있다. 그림은 어떤 남자의 G₁기 세포 I로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 ㉠~㉤의 세포 1개당 h, r, t의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. 이 과정에서 염색체 비분리는 1회 일어났고, ㉠~㉤은 I~V를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다. V에는 R가 있다.



세포	DNA 상대량		
	h	r	t
㉠	a	a	c
㉡	c	c	c
㉢	b	b	c
㉣	c	b	c
㉤	b	c	c

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않고, H, h, R, r, T, t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. II~IV는 중기의 세포이다.)

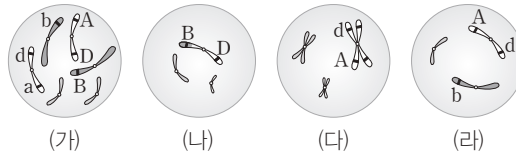
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉤은 II이다.
- ㄴ. 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.
- ㄷ. 이 사람의 (가)~(다)의 유전자형은 HhRrTT이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0237]

03 그림은 같은 종인 동물($2n=6$) I ~ III의 세포 (가)~(라) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)~(라) 중 2개는 I의 세포, 나머지 중 1개는 II의 세포, 그 나머지 1개는 III의 세포이다. (가)는 I의 세포와 II의 세포 중 하나의 세포이고, III은 I과 II의 교배로 태어났으며, II와 III의 성별은 같다. 이 동물의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이고, A는 a, B는 b, D는 d와 각각 대립유전자이다. (가)~(라) 중 하나의 형성 과정에서 염색체 돌연변이가 1회 일어났다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)



◀ 보기 ▶

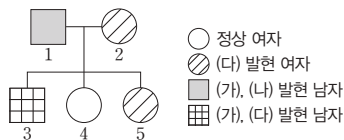
- ㄱ. (나) 형성 과정에서 전좌가 일어났다. ㄴ. (나)와 (다)는 모두 I의 세포이다.
- ㄷ. III은 B를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0238]

04 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해, D는 d에 대해 각각 완전 우성이다.
- (가)~(다)의 유전자 중 2개는 X 염색체에 있고, 나머지 1개는 상염색체에 있다.
- 가계도는 이 가족 구성원에게서 (가)~(다)의 발현 여부를, 표는 체세포 1개당 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 1~4를 순서 없이 나타낸 것이다.



구성원	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
㉠	0	?	1	1	?	0
㉡	0	?	0	?	0	1
㉢	?	1	1	1	0	?
㉤	1	1	?	0	1	1

- 생식세포 형성 과정에서 부모 중 한 사람에게서만 대립유전자 ㉠ 1개가 대립유전자 ㉡ 1개로 바뀌는 돌연변이가 1회 일어나 ㉡를 갖는 생식세포가 형성되었다. 이 생식세포가 정상 생식세포와 수정되어 5가 태어났다. ㉠과 ㉡는 (가)~(다) 중 한 가지 형질을 결정하는 서로 다른 대립유전자이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 10이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡는 B이다. ㄴ. ㉤은 3이다.
- ㄷ. 5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (다)는 모두 발현되고, (나)는 발현되지 않을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

전좌가 일어나면 특정 염색체의 일부가 떨어져 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 결합한다.

대립유전자가 바뀌는 돌연변이가 일어난 생식세포와 정상 생식세포가 수정되어 태어난 자녀의 표현형은 부모와 다를 수 있다.

염색체 돌연변이의 경우 핵형 분석 결과가 정상과 다르고, 유전자 돌연변이의 경우 핵형 분석 결과가 정상과 같다.

05 표는 남성 섬유증을 가진 사람과 (가), (나)의 핵형 분석 결과와 증상을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 터너 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람과 고양이 울음 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	핵형 분석 결과	증상
남성 섬유증을 가진 사람	㉠	기관지에 끈적한 점액이 과도하게 축적된다.
(가)	?	외관상 여자이나 난소의 발달이 불완전하여 불임이다.
(나)	㉡ 염색체의 일부가 결실되었다.	머리가 작고 지적 장애를 보이며, 아이가 울 때 고양이 울음소리와 비슷한 소리를 낸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 유전병 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. '정상이다.'는 ㉠에 해당한다.
- ㄴ. ㉡는 5번 염색체에서 일어난다.
- ㄷ. 체세포 1개당 염색체 수는 (가)가 (나)보다 적다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

체세포 1개당 21번 염색체가 3개인 유전병은 다운 증후군, 성염색체에서 X 염색체가 1개인 유전병은 터너 증후군, 성염색체가 XXY인 유전병은 클라인펠터 증후군이다.

06 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)와 유전병에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, 이 유전자는 X 염색체에 있다.
- 아버지와 어머니 중 아버지에게만 a가 있다.
- 자녀 1~3은 다운 증후군, 터너 증후군, 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람을 순서 없이 나타낸 것이다. 남자 ㉠과 정자 ㉡가 수정되어 자녀 1이, 남자 ㉢와 정자 ㉣가 수정되어 자녀 2가, 남자 ㉤와 정자 ㉦가 수정되어 자녀 3이 태어났다. ㉠과 ㉡의 형성 과정 중 하나에서만, ㉢와 ㉣의 형성 과정 중 하나에서만, ㉤와 ㉦의 형성 과정 중 하나에서만 각각 염색체 비분리가 1회 일어났다.
- 표는 자녀 1~3의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량, 21번 염색체 수, X 염색체 수를 나타낸 것이다.

구성원	A의 DNA 상대량	21번 염색체 수	X 염색체 수
자녀 1	2	?	?
자녀 2	?	㉠	1
자녀 3	0	2	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠+㉡=4이다.
- ㄴ. $\frac{\text{㉠와 ㉡ 각각의 X 염색체 수를 더한 값}}{\text{㉢와 ㉤ 각각의 X 염색체 수를 더한 값}} = 2$ 이다.
- ㄷ. 자녀 1~3 중 Y 염색체를 가지는 사람은 2명이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0241]

07 다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다. (가)~(다)의 유전자 중 2개는 같은 상염색체에, 나머지 1개는 다른 상염색체에 있다.
- (가)~(다)의 유전자형이 남자 P는 AABbDd이고, 여자 Q는 AABBDd이다.
- 표는 세포 I, II, III, IV 각각에 들어 있는 A와 ㉠~㉥의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. I과 II는 모두 P 또는 Q의 세포이고, III과 IV는 그 나머지의 세포이다. ㉠~㉥은 a, B, b, D, d를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉥은 0, 1, 2, 4를 순서 없이 나타낸 것이다.
- I~IV 중 하나는 ㉡염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 염색체 수가 비정상적인 생식세포이고, 그 나머지 중 하나는 대립유전자 ㉠~㉥ 중 1개가 결실된 체세포이고, 나머지 2개는 핵형이 정상인 세포이다.

세포	DNA 상대량					
	A	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
I	㉠	㉠	㉢	㉢	㉢	㉤
II	㉣	㉠	㉢	㉠	㉢	㉣
III	㉠	㉢	㉤	㉤	㉢	㉤
IV	㉤	㉤	㉢	㉢	㉢	㉤

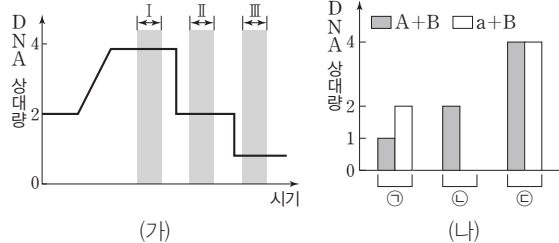
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. IV는 Q의 세포이다.
- ㄴ. ㉠은 ㉢와 대립유전자이다.
- ㄷ. ㉡의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 사람의 유전 형질 ㉡는 서로 다른 상염색체에 있는 2쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정된다. 그림 (가)는 어떤 사람의 생식세포 분열 과정에서 핵 1개당 DNA 양의 변화를, (나)는 이 사람의 ㉠G₁기 세포 X로부터 생식세포 형성 과정의 세포 ㉠~㉣이 가지는 세포 1개당 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값 (A+B)과 a와 B의 DNA 상대량을 더한 값(a+B)을 나타낸 것이다. ㉠에서 염색체 비분리가 1회 일어났고, ㉠~㉣은 각각 I~III 중 서로 다른 한 시기의 세포이며, ㉣에서 b의 DNA 상대량은 0이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)



[26025-0242]

I은 감수 1분열 시기, II는 감수 2분열 시기, III은 생식세포 시기이다.

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 II 시기의 세포이다.
- ㄴ. 이 사람의 ㉡의 유전자형은 AaBb이다.
- ㄷ. ㉠에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

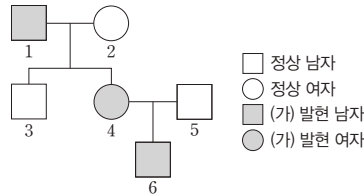
대립유전자가 바뀌는 돌연변이가 일어난 생식세포와 정상 생식세포가 수정되어 태어난 자손의 표현형은 부모와 다를 수 있다.

09 다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다. (가)의 유전자는 1번 염색체에 있다.
- (나)는 2쌍의 대립유전자 B와 b, D와 d에 의해 결정되며, B는 b에 대해, D는 d에 대해 각각 완전 우성이다. B와 b는 ②번 염색체에 있고, D와 d는 ④번 염색체에 있다. ②와 ④는 1과 2를 순서 없이 나타낸 것이다.
- 표는 (나)의 유전자형에 따른 (나)의 표현형을 나타낸 것이다.

(나)의 유전자형	(나)의 표현형
BBDD, BBDD, BbDD, BbDd	R
BBdd, Bbdd	X
bbDD, bbDd	Y
bbdd	Z

- 가계도는 구성원 1~6에게서 (가)의 발현 여부를, 표는 1, 2, 5, 6의 체세포 1개당 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값(A+B)과 A*와 D의 DNA 상대량을 더한 값(A*+D)을 나타낸 것이다.



구성원	1	2	5	6
A+B	2	0	1	3
A*+D	?	3	?	3

- 1~4의 (나)의 표현형은 모두 다르고, 4와 5의 (나)의 표현형은 서로 같다.
- 4와 5 중 한 명의 생식세포 형성 과정에서 ③ 대립유전자 ⑦이 대립유전자 ①으로 바뀌는 돌연변이가 1회 일어나 ②를 갖는 생식세포가 형성되었다. 이 생식세포가 정상 생식세포와 수정되어 6이 태어났다. ⑦과 ②은 각각 B, b, D, d 중 하나이다.
- 6의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 1과 같을 확률은 $\frac{3}{16}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, A*, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ②는 1이다.
- ㄴ. ③은 남자이다.
- ㄷ. 2의 (나)의 표현형은 Y이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0244]

10 다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- (가)와 (나)의 유전자 중 1개는 상염색체에, 나머지 1개는 X 염색체에 있다.
- 표는 이 가족 구성원의 성별, (가)와 (나)의 발현 여부, 체세포 1개당 A와 b의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

구성원	성별	유전 형질		DNA 상대량	
		(가)	(나)	A	b
아버지	남	○	○	0	1
어머니	여	×	×	2	?
자녀 1	여	×	×	1	?
자녀 2	여	○	○	0	1
자녀 3	남	×	○	1	0

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

- 자녀 2는 정자 I과 난자 II의 수정으로 태어났고, I과 II의 형성 과정에서 각각 염색체 비분리가 1회 일어났다. I과 II의 염색체 수는 각각 22와 24 중 하나이다.
- 자녀 3은 생식세포 III과 정상 생식세포가 수정되어 태어났고, III은 부모 중 한 사람의 생식세포 형성 과정에서 염색체 일부가 결실되는 돌연변이가 1회 일어나 형성되었다.
- 자녀 3을 제외한 나머지 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㄴ. I의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.
- ㄷ. III의 $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}} = \frac{1}{21}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

염색체 일부가 떨어져 없어지는 돌연변이는 결실이다.

개념 체크

☞ 생태계는 생물적 요인(생산자, 소비자, 분해자)과 비생물적 요인(빛, 온도, 물, 토양 등)으로 구성됨

1. ()는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성된다.

2. 광합성을 하는 식물과 같이 스스로 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물은 ()이다.

※ ○ 또는 ×

3. 군집은 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단이다. ()

4. 지렁이가 토양층에 틈을 만들어 토양의 통기성이 증가하는 것은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 예에 해당한다. ()

1 생태계

(1) 개체, 개체군, 군집, 생태계

- ① 개체: 생존에 필요한 구조적, 기능적 특징을 갖춘 독립된 하나의 생물체이다.
- ② 개체군: 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단이다.
- ③ 군집: 일정한 지역에 모여 생활하는 여러 개체군들의 집합이다.
- ④ 생태계: 생물이 주위 환경 및 다른 생물과 서로 관계를 맺으며 조화를 이루고 있는 체계이다.

(2) 생태계의 구성 요소: 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성된다.

① 생물적 요인: 생태계의 모든 생물로 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다.

• 생산자: 광합성을 하는 식물과 같이 스스로 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물이다.

예 식물, 조류 등

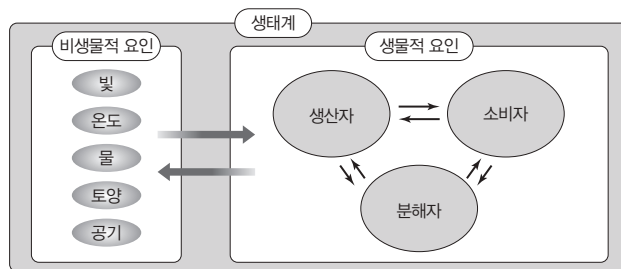
• 소비자: 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는 생물이다. 예 초식 동물, 육식 동물 등

• 분해자: 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻는 생물이다. 예 세균, 곰팡이, 버섯 등

② 비생물적 요인: 생물을 둘러싼 환경으로 생물의 생존에 영향을 미친다. 예 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등

(3) 생태계 구성 요소 사이의 상호 관계

- ① 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 준다. 예 일조량의 감소로 벼의 광합성량이 감소함, 가을에 토끼가 털갈이를 함
- ② 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 준다. 예 식물의 광합성으로 대기의 산소 농도가 증가함, 지렁이가 토양층에 틈을 만들어 토양의 통기성이 증가함
- ③ 생물적 요인 사이에 서로 영향을 주고받는다. 예 스라소니의 개체 수가 증가하자 토끼의 개체 수가 감소함, 뿌리혹박테리아가 공기 중의 질소를 고정시켜 콩과식물에 공급함



생태계 구성 요소 사이의 상호 관계

과학 돋보기

비생물적 요인과 생물적 요인의 상호 관계

① 빛과 생물

- 한 식물 개체에서도 빛을 많이 받는 양엽은 빛을 적게 받는 음엽보다 울타리 조직이 발달해 잎의 두께가 두껍다.
- 수심에 따라 투과되는 빛의 파장이 달라 해조류의 분포가 다르다. 녹조류는 얕은 수심에 분포하고, 홍조류는 깊은 수심에까지 분포한다.
- 국화는 하루 중 밤의 길이가 길어지는 계절에 꽃이 피고, 닭이나 피꼬리는 빛을 쬐는 일조 시간이 길어지면 생식을 위해 산란을 한다.

정답

1. 생태계
2. 생산자
3. ×
4. ○

② 온도와 생물

- 양서류, 파충류와 같이 외부 온도에 따라 체온이 변하는 동물은 겨울이 되어 온도가 낮아지면 겨울잠을 잔다.
- 추운 지방에 서식하는 포유류는 몸집이 크고, 몸의 말단부(귀, 꼬리 등)가 작은 경향이 있는데, 이는 열의 손실을 줄여 체온을 유지하는 데 유리하다.
- 일부 식물은 온도가 낮아지면 단풍이 들고 낙엽을 만든다.



사막여우



북극여우

③ 물과 생물

- 물이 부족한 곳에 사는 건생 식물은 뿌리와 저수 조직이 발달해 있다.
- 물속이나 물 위에 떠서 사는 수생 식물은 줄기나 잎에 통기 조직이 발달해 있다.

④ 공기와 생물

- 고산 지대처럼 산소가 희박한 곳에 사는 사람은 적혈구 수가 평지에 사는 사람보다 많다.
- 식물의 광합성과 동식물의 호흡은 대기 중의 산소와 이산화 탄소 농도를 변화시킨다.

⑤ 토양과 생물

- 토양은 생물의 서식처가 되고 양분을 제공하기 때문에 토양의 상태에 따라 생존할 수 있는 생물종이 달라진다.
- 세균과 버섯에 의해 토양 속 무기물의 양이 증가하고, 지렁이와 두더지에 의해 토양의 통기성이 증가한다.

2 개체군

(1) 개체군의 특성

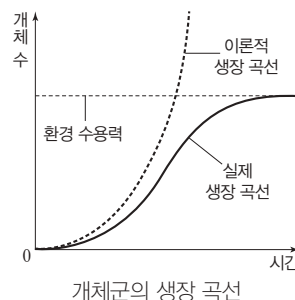
① 개체군의 밀도: 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체 수를 의미한다.

$$\text{개체군 밀도} = \frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$$

- 개체군의 밀도를 증가시키는 요인: 출생, 이민
- 개체군의 밀도를 감소시키는 요인: 사망, 이출

② 개체군의 성장 곡선: 개체군의 개체 수가 시간에 따라 증가하는 것을 개체군의 성장이라 하고, 개체군의 성장을 그래프로 나타낸 것을 성장 곡선이라 한다.

- 이론적 성장 곡선: 자원(먹이, 서식 공간 등)의 제한이 없는 이상적인 환경에서 나타나며, 개체 수가 기하급수적으로 늘어나 J자형의 성장 곡선을 나타낸다.
- 실제 성장 곡선: 자원의 제한이 있는 실제 환경에서 나타난다. 개체 수가 증가하면 먹이와 서식 공간이 부족해지고 개체 간의 경쟁이 심해진다. 또, 노폐물이 축적되어 개체군의 성장이 억제된다. 따라서 개체 수가 증가하면 개체군의 성장 속도가 느려지고 나중에는 개체 수가 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지되는 S자형의 성장 곡선을 나타낸다.
- 환경 저항: 개체군의 성장을 억제하는 요인이다. 먹이 부족, 서식 공간 부족, 노폐물 축적, 질병 등이 있다.
- 환경 수용력: 주어진 환경 조건에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이다.



개념 체크

- ➔ 개체군의 밀도는 출생, 이민에 의해 증가하고, 사망, 이출에 의해 감소함
- ➔ 개체군의 실제 성장 곡선은 먹이와 서식 공간 등의 부족(환경 저항)에 의해 S자형으로 나타남

1. 개체군의 ()는 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체 수를 의미한다.
2. 개체군의 성장을 억제하는 요인인 먹이 부족, 서식 공간 부족, 노폐물 축적 등은 ()에 해당한다.

※ ○ 또는 ×

3. 개체군의 밀도는 출생과 이민에 의해 증가하고, 사망과 이출에 의해 감소한다. ()
4. 실제 성장 곡선은 개체 수가 기하급수적으로 늘어나는 J자형으로 나타난다. ()

정답

1. 밀도
2. 환경 저항
3. ○
4. ×

개념 체크

④ 개체군은 계절적인 요인이나 포식과 피식에 의해 크기가 주기적으로 변동함

1. 대형 포유류는 ()형의 생존 곡선을 나타낸다.

2. 눈신토끼의 개체 수가 증가하면 눈신토끼의 포식자인 스라소니의 개체 수는 ()한다.

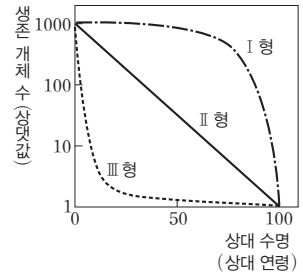
※ ○ 또는 ×

3. 돌말의 개체 수는 영양염류가 많고, 빛의 세기가 강하고, 수온이 높을수록 증가한다. ()

4. 개체군의 연령 피라미드 유형 중 개체 수가 감소할 것으로 예상되는 것은 쇠퇴형이다. ()

③ 개체군의 생존 곡선: 동시에 출생한 개체들 중 생존한 개체 수를 상대 수명에 따라 나타낸 그래프이다. 종에 따라 연령별 사망률이 다르며, 이러한 차이는 서로 다른 유형의 생존 곡선으로 나타난다.

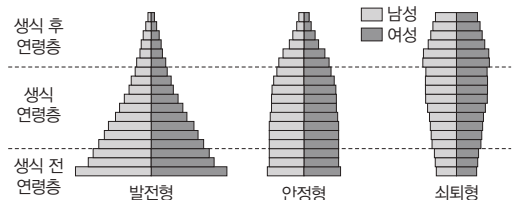
- I형: 출생 수는 적지만 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮고, 대부분의 개체가 생리적 수명을 다하고 죽어 후기 사망률이 높다. **예** 사람, 대형 포유류 등
- II형: 시간에 따른 사망률이 비교적 일정하다. **예** 다람쥐, 조류 등
- III형: 출생 수는 많지만 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 수가 적다. **예** 굴, 어류 등



개체군의 생존 곡선

④ 개체군의 연령 분포: 연령 분포는 한 개체군 내에서 전체 개체 수에 대한 각 연령별 개체 수의 비율을 나타낸 것이다. 이를 낮은 연령층부터 차례대로 쌓아 올린 그림을 연령 피라미드라고 한다.

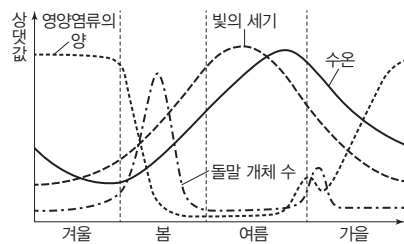
- 발전형: 생식 전 연령층의 비율이 상대적으로 높아 개체 수가 증가할 것으로 예상되는 유형이다.
- 안정형: 생식 전 연령층과 생식 연령층의 각 연령별 비율이 상대적으로 비슷하여 개체 수에 큰 변화가 없을 것으로 예상되는 유형이다.
- 쇠퇴형: 생식 전 연령층의 비율이 상대적으로 낮아 개체 수가 감소할 것으로 예상되는 유형이다.



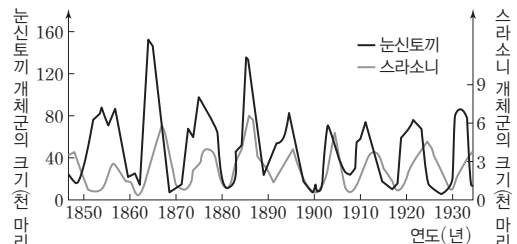
연령 피라미드 유형

⑤ 개체군의 주기적 변동

- 계절적 변동: 환경 요인이 계절에 따라 주기적으로 변하면, 개체군의 크기도 계절에 따라 주기적으로 변동한다. **예** 돌말 개체 수의 계절적 변동: 초봄에 개체 수 증가(∵ 많은 영양염류, 빛의 세기와 수온 증가) → 늦봄에 개체 수 감소(∵ 영양염류 고갈) → 늦여름에 개체 수 증가(∵ 영양염류 증가) → 초가을에 개체 수 감소(∵ 빛의 세기와 수온 감소)
- 포식과 피식 관계에 따른 변동: 포식과 피식에 의해 두 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다. **예** 눈신토끼와 스라소니의 개체 수 변동: 눈신토끼의 개체 수 증가 → 스라소니의 개체 수 증가(∵ 먹이 증가) → 눈신토끼의 개체 수 감소(∵ 천적 증가) → 스라소니의 개체 수 감소(∵ 먹이 부족) → 눈신토끼의 개체 수 증가(∵ 천적 감소)



돌말 개체 수의 계절적 변동



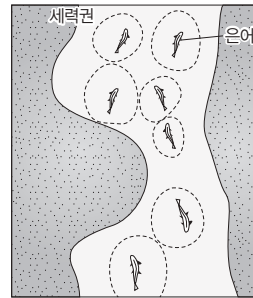
눈신토끼와 스라소니의 개체 수 변동

정답

1. I
2. 증가
3. ○
4. ○

(2) 개체군 내의 상호 작용: 개체군 내의 개체들 사이에 먹이, 서식 공간, 배우자 등을 차지하기 위해 경쟁이 일어난다. 이런 종내 경쟁이 심해지면 개체군의 유지가 어려워지고 다른 개체군과의 경쟁에서도 불리해진다. 따라서 개체군 내의 경쟁을 피하고 질서를 유지하기 위해 다양한 상호 작용이 일어난다.

- ① **텃세:** 먹이나 서식 공간 확보, 배우자 독점 등을 목적으로 일정한 공간을 점유하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 것이다. 이렇게 확보한 공간을 세력권이라고 한다. **예** 은어, 까치 등
- ② **순위제:** 개체들 사이에서 힘의 서열에 따라 순위를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 것이다. **예** 여러 마리의 닭을 한 닭장에 넣고 모이를 주면 서로 쪼며 싸우다가 곧 순위가 정해져 모이 먹는 순서가 정해진다. 큰뿔양은 수컷의 뿔 크기나 뿔치기를 통해 순위를 정한다.
- ③ **리더제:** 한 개체가 전체 개체군의 행동을 이끄는 것이다. **예** 우두머리 늑대는 무리의 사냥 시기나 사냥감 등을 정한다. 기러기가 집단으로 이동할 때 리더를 따라 이동한다.
- ④ **사회생활:** 각 개체가 먹이 수집, 방어, 생식 등의 일을 분담하고 협력하여 조화를 이루며 살아가는 것이다. **예** 여왕개미는 생식, 병정개미는 방어, 일개미는 먹이 획득을 담당한다. 꿀벌은 여왕벌을 중심으로 업무가 분업화되어 있다.
- ⑤ **가족생활:** 혈연관계의 개체들이 모여 생활하는 것이다. **예** 사자, 코끼리, 침팬지 등



은어의 텃세

개념 체크

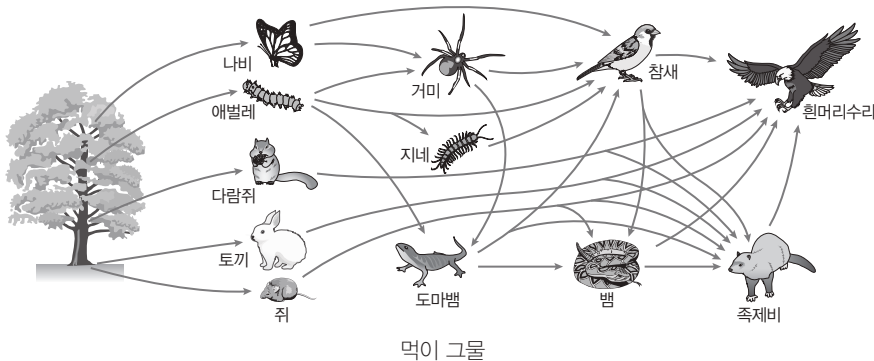
➔ 개체군 내의 상호 작용에는 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활 등이 있음

- 1. 우두머리 늑대가 무리의 사냥 시기나 사냥감 등을 결정하는 것은 개체군 내의 상호 작용 중 () 의 예이다.
- 2. 먹이나 서식 공간의 확보, 배우자 독점 등을 목적으로 일정한 공간을 점유하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 개체군 내 상호 작용은 ()이다.
- ※ ○ 또는 ×
- 3. 개체들 사이의 힘의 서열에 따라 순위를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 개체군 내 상호 작용은 리더제이다. ()
- 4. 군집 내에서 먹이 사슬 여러 개가 서로 얽혀 복잡하게 나타나는 것을 먹이 그물이라고 한다. ()

3 군집

(1) 군집의 특성

- ① **군집의 구성:** 군집을 이루고 있는 여러 종류의 개체군들은 먹고 먹히는 관계를 맺고 있다.
- ② **먹이 사슬과 먹이 그물:** 군집을 구성하는 개체군 사이의 먹고 먹히는 관계를 사슬 모양으로 나타낸 것을 먹이 사슬이라고 한다. 군집 내에서 먹이 사슬 여러 개가 서로 얽혀 마치 그물처럼 복잡하게 나타나는 것을 먹이 그물이라고 한다.



정답

- 1. 리더제
- 2. 텃세
- 3. ×
- 4. ○

개념 체크

우점종은 군집에서 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도의 합이 가장 큰 종임

1. ()은 군집에서 개체 수가 많거나 넓은 면적을 차지하여 군집을 대표하는 종이다.

2. ()는 먹이 지위와 공간 지위 등과 같이 군집 내에서 개체군이 갖는 위치와 역할을 말한다.

※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기]에서 점유하는 면적이 가장 큰 종은 C이다. ()

4. [탐구자료 살펴보기]에서 우점종은 B이다. ()

③ 생태적 지위: 개체군이 차지하는 먹이 그물에서의 위치, 서식 공간, 생물적·비생물적 요인과의 관계 등 군집 내에서 개체군이 갖는 위치와 역할을 말한다. 개체군이 먹이 그물에서 차지하는 위치인 먹이 지위와 개체군이 차지하는 서식 공간인 공간 지위 등이 있다.

(2) 군집의 구조

① 우점종: 군집에서 개체 수가 많거나 넓은 면적을 차지하여 군집을 대표하는 종이다. 다른 종의 생육과 비생물적 요인에 주된 영향을 주어 군집의 구조에 큰 영향을 미친다.

② 핵심종: 군집 안에서 우점종은 아니지만 군집의 구조에 중요한 역할을 하는 종이다.

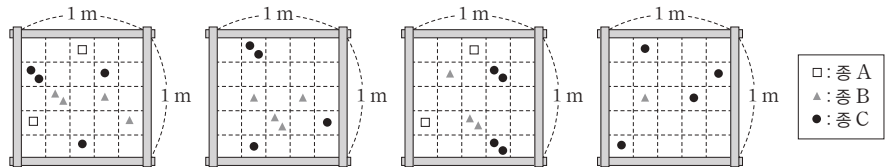
예 바닷가 바위 생태계에서 조개와 따개비의 생존을 결정하는 불가사리, 습지 생태계에서 다른 동물의 분포에 영향을 미치는 수달

탐구자료 살펴보기 방형구법을 이용한 식물 군집 조사

- 탐구 과정**
1. 조사하고자 하는 지역에 1m×1m 방형구 4개를 설치한다.
 2. 방형구 안에 있는 각 식물 종과 개체 수를 조사해 밀도, 빈도, 피도를 구한다. 피도를 구할 때, 어떤 종이 방형구의 어떤 한 칸에 출현하면 그 종이 그 칸의 면적(0.04m²)을 모두 점유하는 것으로 간주한다.
 3. 각 식물 종의 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 계산하여 중요치를 구하고, 우점종을 결정한다.

$\cdot \text{밀도} = \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$	$\cdot \text{상대 밀도(\%)} = \frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100$
$\cdot \text{빈도} = \frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}}$	$\cdot \text{상대 빈도(\%)} = \frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}} \times 100$
$\cdot \text{피도} = \frac{\text{특정 종의 점유 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$	$\cdot \text{상대 피도(\%)} = \frac{\text{특정 종의 피도}}{\text{조사한 모든 종의 피도의 합}} \times 100$
$\cdot \text{중요치} = \text{상대 밀도} + \text{상대 빈도} + \text{상대 피도}$	

탐구 결과 방형구 안에 있는 식물 종과 개체 수는 그림과 같으며, 이를 토대로 각 종의 중요치를 구한 결과는 표와 같다.



식물 종	밀도	빈도	피도	상대 밀도 (%)	상대 빈도 (%)	상대 피도 (%)	중요치
A	1/m ²	0.5	0.04	12.5	20	16	48.5
B	3/m ²	1	0.09	37.5	40	36	113.5
C	4/m ²	1	0.12	50	40	48	138

탐구 point 식물 군집의 우점종을 정할 때는 밀도, 빈도, 피도를 모두 고려하며, 중요치가 가장 큰 종이 우점종이다. 따라서 이 식물 군집의 우점종은 C이다.

정답

1. 우점종
2. 생태적 지위
3. ○
4. ×

과학 돋보기 지표종과 희소종

- 지표종: 특정한 지역이나 환경에서만 볼 수 있는 종으로 그 군집이 서식하는 지역적, 환경적 특성을 나타낸다. **예** 이산화 황의 오염 정도를 예측할 수 있는 지의류, 고산 지대에 서식하여 고도와 온도 범위를 예측할 수 있는 에델바이스
- 희소종: 군집을 구성하는 개체군 중 개체 수가 매우 적은 종이다.

③ **층상 구조:** 삼림처럼 많은 개체군으로 이루어진 군집은 수직적인 몇 개의 층으로 구성되는데, 이를 층상 구조라고 한다.

- 삼림의 층상 구조는 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층, 지표층 등으로 이루어진다.
- 층상 구조의 발달로 높이에 따라 도달하는 빛의 세기가 다르다.
- 층상 구조는 다양한 동물에게 서식지를 제공한다.

(3) **군집의 종류:** 군집은 생물의 서식 환경에 따라 크게 육상 군집과 수생 군집으로 구분할 수 있다.

① **육상 군집:** 기온과 강수량의 차이로 삼림, 초원, 사막으로 구분한다.

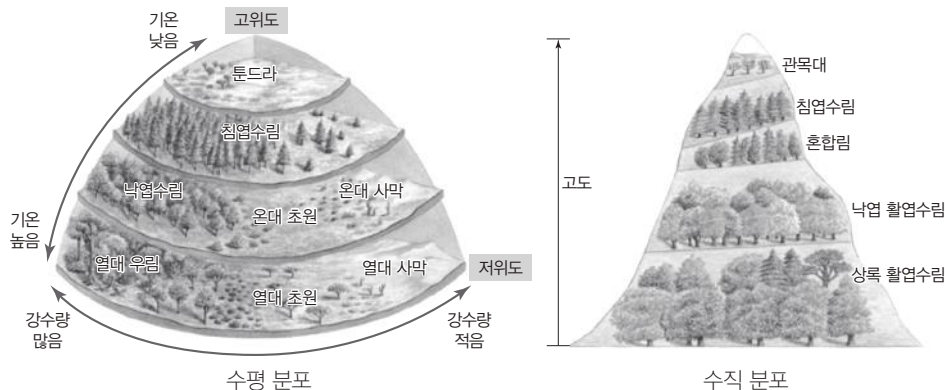
- 삼림: 많은 종류의 목본 식물과 초본 식물로 이루어진 육상의 대표적인 군집으로, 강수량이 많은 지역에 형성된다. **예** 열대 지방의 상록 활엽수로 구성된 열대 우림, 온대 지방의 낙엽 활엽수로 구성된 온대림, 아한대 지방의 북부 침엽수림 등
- 초원: 주로 초본 식물로 이루어진 군집으로, 삼림보다 강수량이 적은 지역에 형성된다. **예** 열대 지방의 건조 지역에서 발달하는 열대 초원, 온대 지방의 온대 초원 등
- 사막: 강수량이 매우 적고 건조하여 식물이 자라기 어려운 지역에 형성된다. **예** 저위도 지방의 열대 사막, 온대 내륙 지방의 온대 사막, 한대와 극지방 부근에 형성되는 한대 툰드라

② **수생 군집(수계):** 하천, 호수, 강에 형성되는 담수 군집과 바다에 형성되는 해수 군집이 있다.

(4) **군집의 생태 분포:** 기온이나 강수량 등 환경 요인의 영향을 받아 형성된 군집의 분포이다.

① **수평 분포:** 위도에 따라 나타나는 분포로, 기온과 강수량의 차이에 의해 나타난다. 저위도에서 고위도로 갈수록 열대 우림 → 낙엽수림 → 침엽수림 → 툰드라 순으로 분포한다.

② **수직 분포:** 특정 지역에서 고도에 따라 나타나는 분포로, 주로 기온의 차이에 의해 나타난다. 고도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 갈수록 상록 활엽수림 → 낙엽 활엽수림 → 침엽수림 → 관목대 순으로 분포한다.



개념 체크

➔ 수평 분포는 위도에 따라 기온과 강수량의 차이에 의해 나타나고, 수직 분포는 고도에 따라 주로 기온의 차이에 의해 나타남

1. () 구조는 삼림처럼 많은 개체군으로 이루어진 군집이 몇 개의 층으로 구성되는 것을 말한다.

2. () 분포는 위도에 따라 나타나는 분포이다.

※ ○ 또는 ×

3. 수직 분포에서 고도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 갈수록 낙엽 활엽수림 → 상록 활엽수림 → 침엽수림 → 관목대 순으로 분포한다. ()

4. 육상 군집은 기온과 강수량의 차이에 따라 삼림, 초원, 사막으로 구분한다. ()

정답

1. 층상
2. 수평
3. ×
4. ○

개념 체크

⑤ 군집 내 개체군 사이의 상호 작용에는 중간 경쟁, 분서, 포식과 피식, 상리 공생, 편리공생, 기생 등이 있음

1. () 원리는 두 개체군이 경쟁한 결과 경쟁에서 이긴 개체군은 살아남고, 경쟁에서 진 개체군은 사라지는 현상이다.

2. ()는 생태적 지위가 비슷한 개체군들이 서식지, 먹이 등을 달리하여 경쟁을 피하는 현상이다.

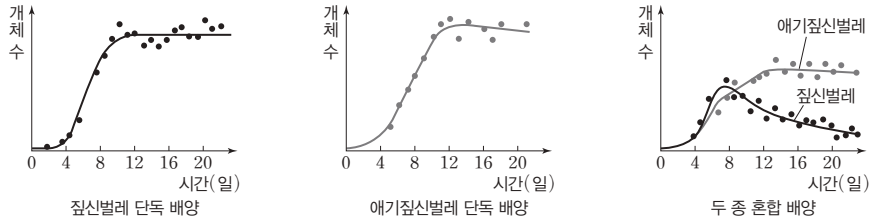
※ ○ 또는 ×

3. 흰둥가리와 말미잘 사이에서 나타나는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용은 기생이다. ()

4. 서로 다른 두 종의 생태적 지위가 중복될수록 두 종 사이에서 나타나는 경쟁의 정도가 감소한다. ()

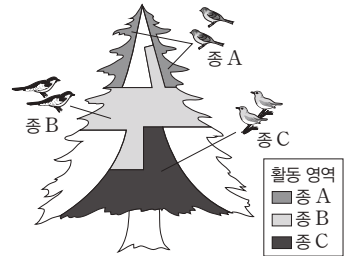
(5) 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

① **종간 경쟁**: 생태적 지위가 유사한 두 개체군이 같은 장소에 서식하게 되면 한정된 먹이와 서식 공간 등의 자원을 차지하기 위한 종간 경쟁이 일어나며, 두 개체군의 생태적 지위가 중복될수록 경쟁의 정도가 심해진다. **예** 짚신벌레(카우다툼)와 애기짚신벌레(아우렐리아)의 경쟁
 • 경쟁 배타 원리: 두 개체군이 경쟁한 결과 경쟁에서 이긴 개체군은 살아남고, 경쟁에서 진 개체군은 경쟁 지역에서 사라지는 현상이다.



짚신벌레(카우다툼)와 애기짚신벌레(아우렐리아)의 경쟁

② **분서(생태 지위 분화)**: 생태적 지위가 비슷한 개체군들이 서식지, 먹이, 활동 시기 등을 달리하여 경쟁을 피하는 현상이다. **예** 한 그루의 나무에 서식하는 여러 종의 솔새가 경쟁을 피하기 위해 서로 다른 공간에서 살아간다.



솔새의 분서(생태 지위 분화)

③ **포식과 피식**: 두 개체군 사이의 먹고 먹히는 관계를 말한다. **예** 스톱소니(포식자)와 눈신토끼(피식자)

- 다른 생물을 잡아먹는 생물을 포식자라고 하고, 먹이가 되는 생물을 피식자라고 하며, 포식자를 피식자의 천적이라고 한다.

- 포식과 피식 관계로 먹이 사슬이 형성되고, 포식과 피식 관계의 개체군은 서로 영향을 미쳐 개체군의 크기에 주기적 변동을 가져오기도 한다.

④ **공생**: 두 개체군이 서로 밀접하게 관계를 맺고 함께 살아가는 것이다.

- 상리 공생: 두 개체군이 서로 이익을 얻는 경우이다.

예 흰둥가리와 말미잘, 콩과식물과 뿌리혹박테리아

- 편리공생: 한 개체군은 이익을 얻지만, 다른 개체군은 이익도 손해도 없는 경우이다.

예 빨판상어와 거북, 황로와 물소

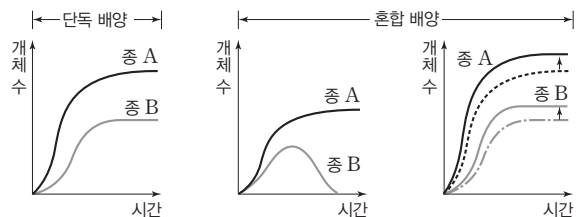
⑤ **기생**: 한 개체군이 다른 개체군에 피해를 주면서 생활하는 것이다.

예 동물의 몸에 사는 기생충, 식물에 기생하는 겨우살이

- 기생 관계에서 이익을 얻는 생물을 기생 생물, 손해를 입는 생물을 숙주라고 한다.

⑥ 개체군 사이의 상호 작용에 따른 개체 수 변화

- (가): 종 B가 사라지므로 경쟁 배타가 일어났다.
- (나): 단독 배양할 때보다 두 종 모두 개체 수가 늘어났으므로 상리 공생이 일어났다.



(가) (나)

정답

1. 경쟁 배타
2. 분서(생태 지위 분화)
3. ×
4. ×

탐구자료 살펴보기 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

자료 탐구 표는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 종간 경쟁, 기생, 상리 공생 중 하나이다. '+'는 이익을 얻는 것, '-'는 손해를 입는 것, '0'은 이익도 손해도 없는 것을 나타낸다.

상호 작용	(가)	(나)	(다)	편리공생	포식과 피식
개체군 A	+	-	-	+	+
개체군 B	+	+	-	0	-

탐구 분석 상리 공생은 두 개체군이 공생하면서 서로 이익을 얻는 것이므로 (가)는 상리 공생이다. 숙주는 손해를 입게 되고, 기생 생물은 이익을 얻게 되므로 (나)는 기생이다. 먹이와 서식 공간 등의 자원을 두고 두 개체군이 경쟁을 하면 서로 손해를 입게 되므로 (다)는 종간 경쟁이다.

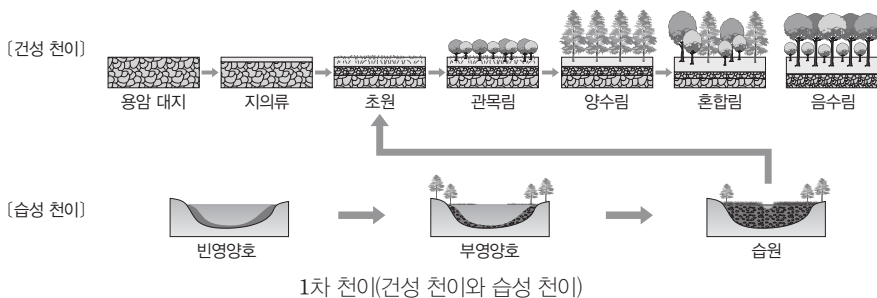
개념 체크

→ 천이는 생물이 없고 토양이 형성되지 않은 곳에서 시작되는 1차 천이와 군집이 파괴된 후 기존에 남아 있던 토양에서 시작되는 2차 천이로 구분함

- [탐구자료 살펴보기]의 A와 B가 모두 이익을 얻는 (가)는 ()이다.
- 1차 천이 중 () 천이는 습한 곳에서 시작되는 천이이다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 2차 천이 과정에서 주로 양수림이 개척자이다. ()
4. 극상은 천이의 마지막 단계로 안정된 상태이다. ()

(6) 군집의 천이: 군집의 종 구성과 특성이 시간이 지남에 따라 변하는 과정이다.

- 1차 천이: 생물이 없고 토양이 형성되지 않은 곳에서 토양의 형성 과정부터 시작하는 천이이다.
 - 건성 천이: 건조한 지역(용암 대지와 같은 불모지)에서 시작되며, 지의류가 개척자로 들어온다. 지의류에 의해 바위의 풍화가 촉진되어 토양이 형성되고, 토양의 수분과 양분 함량이 증가하여 초원이 형성된 후 관목이 우점하는 군집이 된다. 이후 강한 빛에서 빠르게 자라는 소나무와 같은 양수가 우점하는 양수림이 형성된다. 양수림이 형성되면 숲의 상층에서 많은 빛이 흡수되어 하층에 도달하는 빛의 세기가 약해진다. 이에 따라 약한 빛에서도 잘 자라는 참나무와 같은 음수의 묘목이 자라면서 양수와 음수의 혼합림이 형성된다. 음수가 번성하여 혼합림이 점차 음수림으로 전환된다.
 - 습성 천이: 습한 곳(호수, 연못 등)에서 시작되며, 빈영양호에 유기물과 퇴적물이 쌓여 습원(습지)이 형성되고 초원을 거쳐 건성 천이와 같은 과정을 거친다.
- 2차 천이: 기존의 식물 군집이 있었던 곳에 산불, 산사태, 벌목 등이 일어나 군집이 파괴된 후, 기존에 남아 있던 토양에서 시작하는 천이이다.
 - 토양이 이미 형성되어 있는 곳에 종자나 식물의 뿌리 등이 남아 있어 보통 1차 천이보다 빠른 속도로 진행된다.
 - 주로 초본(풀)이 개척자로 들어오며, 초원이 형성된 후 1차 천이와 같은 과정으로 일어난다.
- 극상: 천이의 마지막 단계로 안정된 상태를 말한다.



정답

- 상리 공생
- 습성
- ×
-

[26025-0245]

01 다음은 생태계의 구성 요소에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

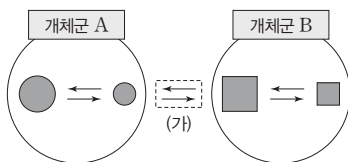


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

[26025-0246]

02 그림은 생태계를 구성하는 생물 요인 사이의 상호 작용을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 하나의 종으로 구성된다.
- ㄴ. A와 B는 같은 군집에 속한다.
- ㄷ. 리더제는 (가)에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0247]

03 다음은 생태계를 구성하는 생물적 요인과 비생물적 요인 사이의 상호 관계에 대한 자료이다.

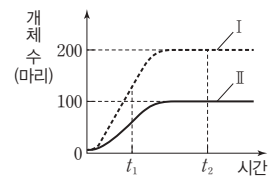
- (가) 세균과 버섯에 의해 토양 속 무기물의 양이 증가한다.
- (나) 닭이나 꿩꼬리는 일조 시간이 길어지면 생식을 위해 산란을 한다.
- (다) 고산 지대처럼 산소가 희박한 곳에 사는 사람은 적혈구 수가 평지에 사는 사람보다 많다.

생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 예만을 있는 대로 고른 것은?

- ① (가) ② (나) ③ (다) ④ (가), (나) ⑤ (나), (다)

[26025-0248]

04 그림은 동물 종 ㉠로 구성된 집단 I과 II의 성장 곡선을 나타낸 것이다. I은 지역 A에, II는 지역 B에 서식하고, A의 면적은 B의 면적의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

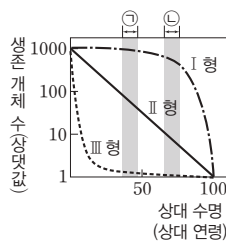
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 시점 t_1 일 때 I에 환경 저항이 작용한다.
- ㄴ. 시점 t_2 일 때 개체군 밀도는 I과 II에서 서로 같다.
- ㄷ. ㉠에 대한 환경 수용력은 A에서와 B에서가 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0249]

05 그림은 생존 곡선의 유형 I 형, II 형, III 형을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

- ㄱ. 사람의 생존 곡선은 I 형에 해당한다.
- ㄴ. II 형을 나타내는 개체군에서 사망한 개체 수는 ㉠ 시점에서가 ㉡ 시점에서보다 많다.
- ㄷ. 한 개체당 한 번에 낳는 평균 자손의 수는 I 형 생존 곡선을 나타내는 종이 III 형 생존 곡선을 나타내는 종보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0250]

06 표 (가)는 종 사이의 상호 작용 A, B, 포식과 피식에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 각각 상리 공생과 중간 경쟁 중 하나이다.

구분	㉠	㉡
A	?	×
B	○	○
포식과 피식	㉢	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠, ㉡)
• 서로 다른 종 사이에서 나타난다.
• 이익을 얻는 종이 있다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

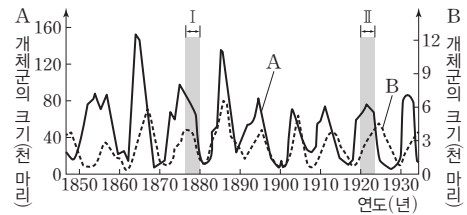
<보기>

- ㄱ. ㉢는 '○'이다.
- ㄴ. A는 중간 경쟁이다.
- ㄷ. 콩과식물과 뿌리혹박테리아 사이의 상호 작용은 B의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0251]

07 그림은 어떤 생태계에서 포식과 피식 관계에 있는 종 A와 B의 시간에 따른 개체 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B 이외의 종은 고려하지 않으며, 이입과 이출은 없다.)

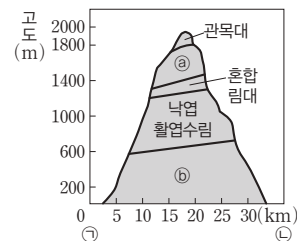
<보기>

- ㄱ. A는 포식자이다.
- ㄴ. 구간 I에서 A에 환경 저항이 작용한다.
- ㄷ. 구간 II의 B에서 출생한 개체 수는 1보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0252]

08 그림은 북반구의 어떤 지역에서 고도에 따라 나타나는 식물 군집의 수직 분포를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 침엽수림대와 상록 활엽수림대를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢과 ㉣은 각각 남쪽과 북쪽 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. ㉢는 북쪽이다.
- ㄴ. ㉠는 상록 활엽수림대이다.
- ㄷ. 연평균 기온은 ㉠에서가 ㉡에서보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

[26025-0253]

09 표는 어떤 지역에서 면적이 1 m²인 방형구 10개를 설치하여 종 A~D의 분포를 조사한 결과를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 빈도, 개체 수, 상대 피도(%)를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	㉠	㉡	㉢
A	5	30	0.4
B	7	20	0.6
C	4	?	0.2
D	4	10	0.4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D 이외의 종은 고려하지 않는다.)

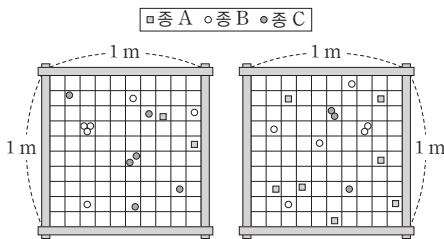
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢은 개체 수이다.
- ㄴ. C의 상대 피도는 D의 상대 밀도의 2배이다.
- ㄷ. 우점종은 B이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0254]

10 그림은 어떤 지역의 식물 군집에 면적이 1 m²인 2개의 방형구를 설치하여 종 A~C의 분포를 조사한 결과를 나타낸 것이다. A~C의 상대 피도는 서로 모두 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방형구에 나타난 각 도형은 식물 1개체를 의미하며, A~C 이외의 종은 고려하지 않는다.)

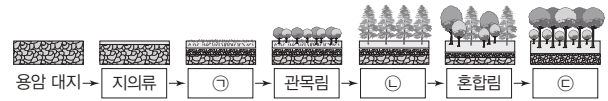
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A의 상대 밀도와 C의 상대 밀도는 서로 같다.
- ㄴ. B의 상대 빈도는 C의 상대 빈도보다 크다.
- ㄷ. 우점종은 B이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0255]

11 그림은 어떤 지역에서 식물 군집의 천이 과정을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 초원, 양수림, 음수림을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 음수림이다.
- ㄴ. 2차 천이를 나타낸 것이다.
- ㄷ. 지표면에 도달하는 빛의 세기는 ㉡에서 ㉢으로의 천이에 영향을 준 요인에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0256]

12 다음은 종 사이의 상호 작용에 대한 자료이다. (가)와 (나)는 분서(생태 지위 분화)와 상리 공생의 예를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 꽃은 벌새에게 꿀을 제공하고, 벌새는 꽃의 수분을 돕는다.
- (나) 붉은뺨솔새와 밤색기슴솔새는 서로 ㉠경쟁을 피하기 위해 한 나무에서 서식 공간을 달리하여 산다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

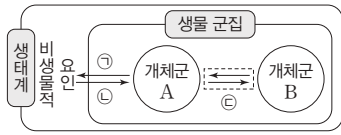
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 상리 공생의 예이다.
- ㄴ. (나)에서 붉은뺨솔새와 밤색기슴솔새는 같은 군집에 속한다.
- ㄷ. 생태적 지위가 겹치는 서로 다른 두 종 사이에서 ㉠이 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0257]

01 그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를, 표는 지의류의 특징을 나타낸 자료이다.



- (가) 지의류는 암석의 풍화를 촉진하여 토양 형성에 관여한다.
- (나) 지의류는 ㉠ 대기 오염이 심한 정도에 따라 분포 정도가 다르다.

서로 다른 종 사이의 상호 작용에는 중간 경쟁, 분서(생태 지위 분화), 포식과 피식, 공생, 기생 등이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

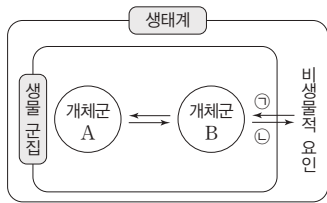
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 ㉠의 예에 해당한다.
- ㄴ. ㉡는 지의류에 작용하는 환경 저항에 해당한다.
- ㄷ. '큰뿔양의 수컷들이 뿔 크기나 뿔치기를 통해 순위를 결정하는 것'은 ㉢의 예에 해당한다.

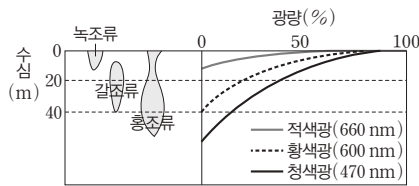
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0258]

02 그림 (가)는 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를, (나)는 빛의 파장에 따른 해조류의 분포를 나타낸 것이다. 해조류는 빛을 이용하여 유기물을 합성하는 생산자이다.



(가)



(나)

투과율이 낮은 적색광을 주로 이용하는 녹조류는 적색광이 도달하지 못하는 깊은 수심에서는 생존하지 못하지만, 투과율이 높은 청색광을 이용하는 홍조류는 깊은 수심에서도 생존할 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 개체군 A는 하나의 종으로 구성된다.
- ㄴ. (나)는 ㉠의 예에 해당한다.
- ㄷ. 수심 20~40 m 사이에서 갈조류와 홍조류 사이에 경쟁 배타가 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

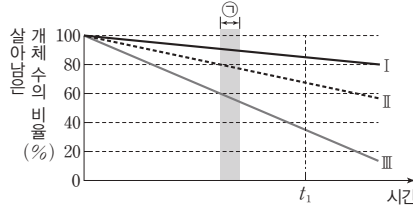
생물적 요인은 생태계 내 역할에 따라 스스로 무기물로부터 유기물을 합성하는 생산자, 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는 소비자, 생물의 사체나 배설물로부터 에너지를 얻는 분해자로 구분된다.

03 다음은 생물 X의 생존에 X의 포식자인 종 A와 B가 미치는 영향을 알아보기 위한 탐구이다.

- (가) 같은 크기의 수조 I~Ⅲ에 같은 수의 X를 각각 넣는다.
- (나) Ⅱ와 Ⅲ에 표와 같이 A와 B를 넣는다.

수조	I	Ⅱ	Ⅲ
포식자	없음	A	B

- (다) 일정 시간이 지난 후 살아남은 X의 개체 수의 비율을 조사한 결과는 그림과 같았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

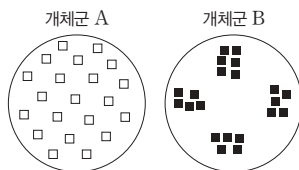
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A와 B는 모두 소비자에 해당한다.
- ㄴ. 구간 ①의 I에서 X에 환경 저항이 작용하였다.
- ㄷ. t_1 일 때 X의 밀도는 Ⅲ에서가 Ⅱ에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개체군의 밀도는 단위 면적당 개체 수이므로 면적이 같다면 개체 수가 많은 개체군에서 개체 수가 적은 개체군에 서보다 개체군의 밀도가 높다.

04 그림은 지역 X에서 같은 면적의 서식지에 서식하는 개체군 A와 B의 모든 개체의 분포를, 표는 개체군 내 개체 사이의 상호 작용 (가)와 (나)의 예를 나타낸 것이다. A와 B에서 각각 (가)와 (나) 중 서로 다른 하나가 나타나고, (가)와 (나)는 텃세와 가족생활을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)의 예: 은어 개체군에서 한 개체가 일정한 생활 공간을 차지하면서 다른 개체의 접근을 막는다.

(나)의 예: ㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개체군 A와 B에서 각 도형은 1 개체를 의미하며, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

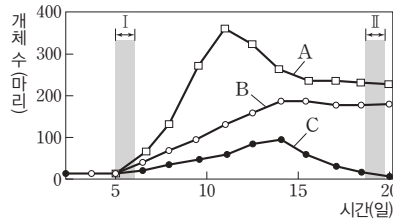
◀ 보기 ▶

- ㄱ. X에서 개체군의 밀도는 A와 B가 서로 같다.
- ㄴ. A에서 (가)가 나타난다.
- ㄷ. '같은 종의 개미가 일을 분담하며 협력한다.'는 ㉠에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0261]

05 그림은 생물종 X를 Ca^{2+} 농도가 서로 다른 배지 A~C에서 각각 배양했을 때 시간에 따른 개체 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

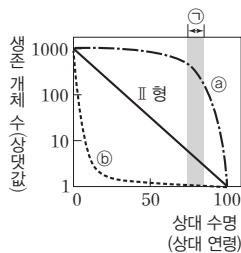
- ㄱ. Ca^{2+} 농도는 X의 생장에 영향을 주는 요인에 해당한다.
- ㄴ. 구간 I에서 C의 X에 환경 저항이 작용한다.
- ㄷ. 구간 II에서 X의 밀도는 A에서가 B에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개체군의 생장은 먹이 부족, 서식 공간 부족 등의 환경 저항에 의해 제한된다.

[26025-0262]

06 그림은 생존 곡선 I형, II형, III형을, 표는 동물 종 A의 생존에 대한 특징을 나타낸 것이다. ㉠와 ㉡는 I형과 III형을 순서 없이 나타낸 것이고, 특정 시기의 사망률은 그 시기 동안 사망한 개체 수를 그 시기가 시작된 시점의 총개체 수로 나눈 값이다.



I형의 생존 곡선을 나타내는 A는 한 번에 1마리의 새끼를 낳고, 새끼가 태어나면 부모가 새끼를 보호하여 초기 사망률을 낮춘다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

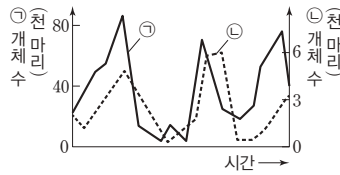
- ㄱ. ㉠은 I형이다.
- ㄴ. ㉠ 시기의 사망률은 ㉡의 생존 곡선을 나타내는 개체군에서가 ㉢의 생존 곡선을 나타내는 개체군에서보다 높다.
- ㄷ. 대형 포유류와 같이 대부분의 개체가 생리적 수명을 다하고 죽는 종의 생존 곡선 유형은 II형에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

생존 곡선은 같은 시기에 출생한 개체들 중 생존한 개체 수를 상대 수명에 따라 나타낸 그래프이다.

포식자와 피식자의 개체 수는 먹이 관계에 의해 주기적으로 변동(피식자의 개체 수 증가 → 포식자의 개체 수 증가 → 피식자의 개체 수 감소 → 포식자의 개체 수 감소)한다.

07 그림은 어떤 생태계에서 포식과 피식 관계인 중 ㉠과 ㉡의 개체 수 변화를, 표는 종 사이의 상호 작용인 포식과 피식, (가), (나)의 사례와 각 사례에서 이익을 얻는 종을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 기생과 상리 공생을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢은 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.



구분	포식과 피식	(가)	(나)
사례	㉠과 ㉡	흰동가리와 말미잘	말라리아 병원충과 사람(적혈구)
이익을 얻는 종	㉢	흰동가리, 말미잘	말라리아 병원충

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉢은 ㉡이다.
- ㄴ. (가)는 상리 공생이다.
- ㄷ. 콩과식물과 뿌리혹박테리아의 상호 작용은 (나)의 예에 해당한다.

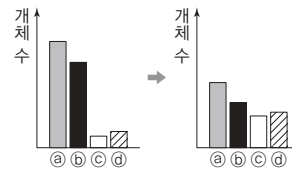
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

기존의 식물 군집이 있던 곳에 산불, 산사태, 벌목 등이 일어나 군집이 파괴되면 2차 천이 일어난다.

08 그림 (가)는 어떤 지역의 식물 군집 X에서 천이 과정의 일부를, (나)는 과정 ㉠에서 식물 종 ㉡~㉤의 개체 수 변화를 나타낸 것이다. 과정 I과 II 중 하나에서 산불이 1회 일어났고, ㉠~㉢은 관목림, 양수림, 음수림을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉡와 ㉢은 침엽수(양수)에 속하고, ㉣와 ㉤은 활엽수(음수)에 속한다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 산불은 과정 I에서 일어났다.
- ㄴ. 지표면에 도달하는 빛의 세기는 (나)의 변화를 일으킨 요인에 해당한다.
- ㄷ. X는 ㉢에서 극상을 이룬다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0265]

09 표 (가)는 어떤 지역의 식물 군집에 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 인 방형구 x 개를 설치하여 종 A~C의 분포를 조사한 자료의 일부를, (나)는 이 자료를 바탕으로 종 A와 ㉠의 밀도, 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 구한 결과를 나타낸 것이다. ㉠은 B와 C 중 하나이다.

구분	A	B	C
개체 수	60	90	150
출현한 방형구 수	㉠	24	21

(가)

구분	A	㉠
밀도(개체 수/ m^2)	?	5
상대 밀도(%)	20	?
상대 빈도(%)	?	28
상대 피도(%)	32	28

(나)

식물 군집에서 우점종은 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 모두 더한 값인 중요치(중요도)가 가장 높은 종이며, 식물 군집의 상대 밀도의 총합, 상대 빈도의 총합, 상대 피도의 총합은 각각 100 %이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C 이외의 종은 고려하지 않는다.)

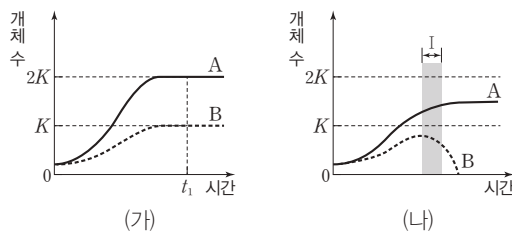
◀ 보기 ▶

ㄱ. ㉠은 B이다.
 ㄴ. x 는 ㉠이다.
 ㄷ. 우점종은 C이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0266]

10 그림 (가)는 개체군 A와 B를 각각 단독 배양했을 때 시간에 따른 개체 수를, (나)는 A와 B를 혼합 배양했을 때 시간에 따른 개체 수를 나타낸 것이다.



생태적 지위가 겹치는 서로 다른 두 개체군 사이에서는 경쟁이 발생하며, 생태적 지위가 겹칠수록 경쟁이 심화되어 한쪽 개체군이 사라지는 경쟁 배타가 일어날 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하고, 이입과 이출은 없다.)

◀ 보기 ▶

ㄱ. (가)에서 t_1 일 때 개체군의 밀도는 A가 B의 2배이다.
 ㄴ. 구간 I에서 $\frac{\text{사망한 개체 수}}{\text{출생한 개체 수}}$ 는 A가 B보다 크다.
 ㄷ. (나)에서 경쟁 배타가 일어났다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개념 체크

▶ 총생산량은 호흡량과 순생산량의 합과 같음

▶ 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고, 한 방향으로만 흐름

1. 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 얻은 유기물의 총량을 ()이라고 한다.

2. 생산자에서 총생산량은 호흡량과 ()의 합과 같다.

※ ○ 또는 ×

3. 피식량은 생산자의 순생산량에 포함되어 있다. ()

4. 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로만 흐르기 때문에 생태계가 안정적으로 유지되기 위해서는 에너지가 지속적으로 공급되어야 한다. ()

1 물질의 생산과 소비

생태계는 에너지 흐름과 물질 순환을 통해 생물적 요인과 비생물적 요인이 연결된 역동적인 시스템으로, 물질 생산과 물질 소비가 균형을 이루고 있다.

(1) **총생산량**: 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량이다.

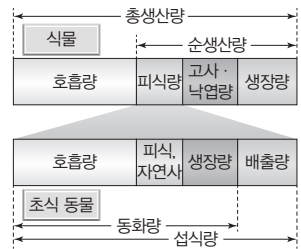
(2) **호흡량**: 생물이 자신의 생활에 필요한 에너지를 얻기 위해 호흡에 소비한 유기물의 양이다.

(3) **순생산량**: 총생산량에서 호흡량을 제외한 유기물의 양(총생산량-호흡량)이다.

$$\text{총생산량} = \text{호흡량} + \text{순생산량}(\text{피식량} + \text{고사} \cdot \text{낙엽량} + \text{생장량})$$

(4) **생장량**: 생물의 생장에 이용된 유기물의 총량으로, 순생산량 중에서 피식량, 고사·낙엽량을 제외하고 생물체에 남아 있는 유기물의 양이다.

(5) 식물(생산자)의 피식량은 초식 동물(1차 소비자)의 섭식량과 같으며, 초식 동물의 동화량은 섭식량에서 배출량을 제외한 유기물의 양이다.



식물과 초식 동물의 물질 생산과 소비

2 에너지 흐름

(1) **에너지 흐름**: 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고, 한 방향으로만 흐른다.

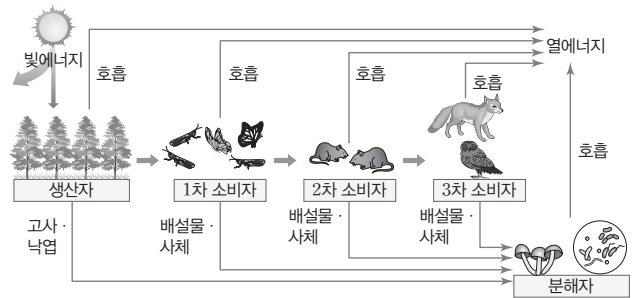
① 생태계에 공급되는 주요 에너지원은 태양의 빛에너지이며, 빛에너지는 생산자의 광합성에 의해 유기물의 화학 에너지로 전환된다.

② 유기물에 저장된 화학 에너지 중 일부는 세포 호흡을 통해 생명 활동을 유지하는데 사용되고 열에너지로 전환되어 생태계 밖으로 방출된다.

결국 각 영양 단계가 가지는 화학 에너지의 일부만 유기물 형태로 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 이동하고, 상위 영양 단계로 갈수록 각 영양 단계의 생물이 사용할 수 있는 에너지량은 감소한다.

③ 생물의 사체나 배설물 등에 저장된 화학 에너지는 분해자의 세포 호흡에 의해 생명 활동에 사용되고 열에너지로 전환되어 생태계 밖으로 방출된다.

④ 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로만 흐르기 때문에 생태계가 유지되려면 생태계로 에너지가 계속 유입되어야 한다.



생태계에서의 에너지 흐름

(2) 에너지 효율

① 에너지 효율은 생태계의 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 이동하는 에너지의 비율로 다음과 같이 나타낸다.

정답

1. 총생산량
2. 순생산량
3. ○
4. ○

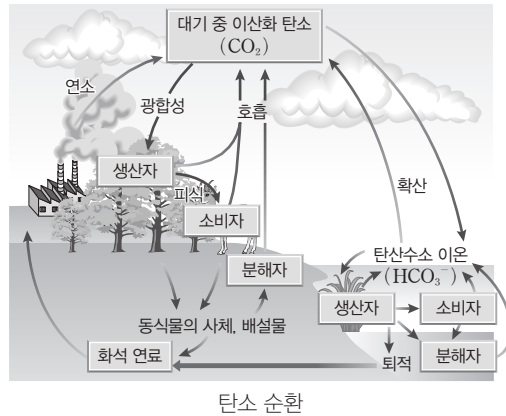
$$\text{에너지 효율(\%)} = \frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지양}} \times 100$$

② 에너지 효율은 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 증가하는 경향이 있는데, 이는 생태계에 따라 다르게 나타난다.

3 물질 순환

(1) 탄소 순환

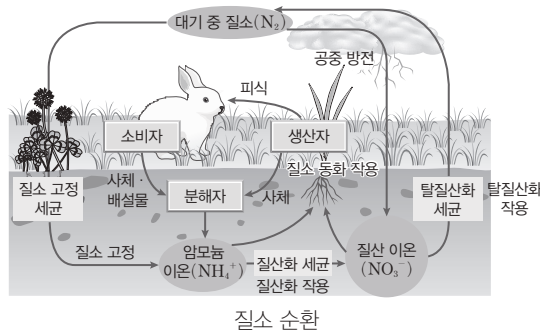
- ① 탄소는 생명체를 구성하는 유기물의 기본 골격을 이루며, 대기에서는 주로 이산화 탄소(CO₂)로, 물속에서는 주로 탄산수소 이온(HCO₃⁻)으로 존재한다.
- ② 생산자(식물, 조류 등)의 광합성을 통해 대기 중의 CO₂(물속의 HCO₃⁻)는 유기물로 합성된다.
- ③ 유기물 중 일부는 먹이 사슬을 따라 생산자에서 소비자사로 이동하고, 사체나 배설물의 형태로 분해자에게로 이동한다.
- ④ 생산자, 소비자, 분해자의 유기물 중 일부는 호흡을 통해 CO₂로 분해되어 대기로 돌아간다.
- ⑤ 사체나 배설물의 나머지 유기물은 오랜 기간을 거쳐 화석 연료(석탄, 석유 등)가 되고, 이것은 인간의 활동 등으로 연소될 때 CO₂로 분해되어 대기로 돌아간다.



(2) 질소 순환

질소는 단백질과 핵산을 구성하며, 질소 기체(N₂)는 대기 중의 약 78% 정도를 차지한다.

- ① 질소 고정: 대부분의 생물이 직접 이용할 수 없는 대기 중의 질소 기체는 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조토박터 등)에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)이 되거나, 공중 방전에 의해 질산 이온(NO₃⁻)으로 고정되어 생물에 이용된다.
- ② 질산화 작용: 토양 속의 암모늄 이온은 질산화 세균(아질산균, 질산균)에 의해 질산 이온으로 전환된다.
- ③ 질소 동화 작용: 암모늄 이온이나 질산 이온은 생산자에 의해 흡수되어 질소 화합물(단백질, 핵산)로 합성된 후, 먹이 사슬을 따라 소비자에게로 이동된다.
- ④ 생물의 사체나 배설물 속의 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온으로 분해되어 토양으로 돌아간다.
- ⑤ 탈질산화 작용: 토양 속 질산 이온은 탈질산화 세균에 의해 질소 기체로 전환되어 대기로 돌아간다.



개념 체크

- ① 탄소는 대기에서 주로 이산화 탄소(CO₂)로 존재하고, 생산자에 의해 광합성에 이용됨
- ② 질소는 대기에서 주로 질소 기체(N₂)로 존재하고, 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)이 된 후 생물에 이용됨

1. ()이란 생태계의 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 이동하는 에너지의 비율을 의미한다.
2. 생산자의()을 통해 대기 중의 이산화 탄소(CO₂)가 유기물로 합성된다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 질소 기체(N₂)는 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 전환된다. ()
4. 토양 속 질산 이온(NO₃⁻)은 뿌리혹박테리아에 의해 질소(N₂) 기체로 전환된다. ()

정답

1. 에너지 효율
2. 광합성
3. ○
4. ×

개념 체크

▶ 생태 피라미드

일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 개체 수, 생물량, 에너지양이 감소하는 피라미드 형태를 나타낸다.

1. 생태계 내에서 ()는 순환하지 않고 한 방향으로 이동하고, ()은 순환한다.

2. ()란 각 영양 단계에 속하는 생물의 에너지양을 하위 영양 단계에서부터 쌓아 올린 피라미드 형태를 의미한다.

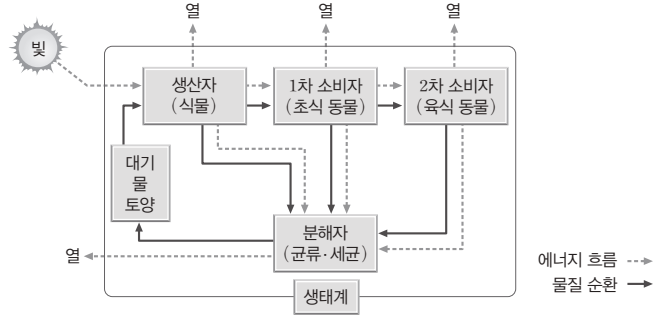
※ ○ 또는 ×

3. 생태계 내에서 먹이 사슬이 복잡할수록 생태계의 평형이 파괴된 후 회복되기 어렵다. ()

4. 생태계 내에서 1차 소비자가 감소하면 일시적으로 생산자는 증가하고, 2차 소비자는 감소한다. ()

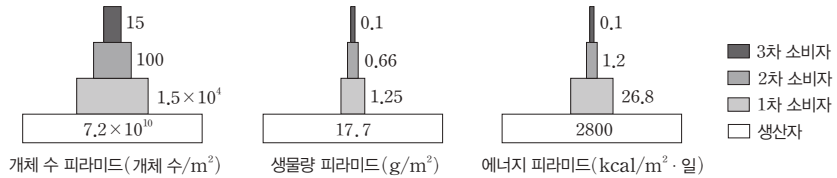
4 에너지 흐름과 물질 순환 비교

생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고, 한 방향으로만 이동하여 생태계 밖으로 빠져나간다. 반면, 물질은 생산자에 의해서 무기물이 유기물로, 분해자에 의해서 유기물이 무기물로 전환되면서 생물과 환경 사이를 순환한다.



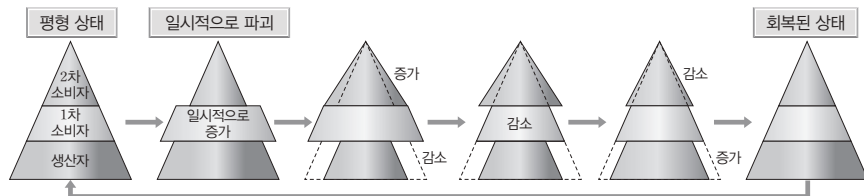
5 생태 피라미드와 생태계의 평형

(1) **생태 피라미드**: 먹이 사슬에서 각 영양 단계에 속하는 생물의 개체 수, 생물량(생체량), 에너지양 등을 하위 영양 단계에서부터 쌓아 올리면 일반적으로 피라미드 형태가 되는데, 이를 생태 피라미드라고 한다.



(2) **생태계의 평형**: 생태계의 평형은 일반적으로 그 안에서 생활하고 있는 생물 군집의 구성, 개체 수, 물질의 양, 에너지의 흐름이 일정하게 유지되는 안정된 상태를 말한다.

- ① **먹이 사슬에 의한 평형 유지**: 생태계 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되는데, 먹이 사슬이 복잡할수록 평형을 유지하기 쉬우며 안정된 생태계는 먹이 사슬의 어느 단계에서 일시적으로 변동이 나타나도 시간이 지나면 평형이 회복된다.
- ② **물질 순환과 에너지 흐름의 안정**: 생태계는 물질 순환과 에너지 흐름이 원활해야 평형을 유지할 수 있다. 안정된 생태계에서는 생산자의 물질 생산과 소비자, 분해자의 물질 소비가 균형을 이루어 물질 순환이 안정적으로 이루어지고, 먹이 사슬에 따른 에너지 흐름도 원활하게 이루어진다.
- ③ **평형 유지 과정**: '1차 소비자 증가 → 2차 소비자 증가, 생산자 감소 → 1차 소비자 감소 → 2차 소비자 감소, 생산자 증가 → 회복된 상태'의 순서로 일어난다.



정답

1. 에너지, 물질
2. 에너지 피라미드
3. ×
4. ○

(3) 생태계 평형이 파괴되는 원인: 안정된 생태계는 다양한 변화에도 평형을 회복할 수 있지만 조절 능력에는 한계가 있고, 이 한계를 넘어선 외부 요인이 작용하면 생태계 평형은 깨지고 결국 생태계 전체가 파괴될 수 있다. **예** 천재지변(지진, 홍수, 화산 폭발, 태풍 등), 인간의 활동(과도한 사냥, 도로와 댐 건설과 같은 인위적인 개발, 화석 연료의 과다 사용, 환경 오염 등) 등

6 생물 다양성

생물 다양성이란 지구의 다양한 환경에 다양한 생물이 살고 있는 것을 의미하며, 생물종의 다양함뿐만 아니라, 각각의 생물종이 가지는 유전 정보의 다양함, 생물과 환경이 상호 작용하는 생태계의 다양함까지 모두 포함한다.



(1) 유전적 다양성

- ① 같은 종이라도 개체군 내의 개체들이 유전자의 변이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것을 의미한다. **예** 아시아무당벌레의 다양한 색과 반점 무늬, 기린의 다양한 털 무늬 등
- ② 종 내에 다양한 대립유전자가 있으면 유전적 다양성이 높다.
- ③ 유전적 다양성이 높은 종은 개체들의 형질이 다양하다. → 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 살아남을 수 있는 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 확률이 높다. → 멸종될 확률이 낮다.
- ④ 유전적 다양성은 농작물의 품종 개량에도 도움을 준다. 유용한 유전자를 지닌 야생 식물 종으로부터 얻은 유전자를 이용해 생산성이 높고 질병에 강한 농작물을 개발하기도 한다.

(2) 종 다양성

- ① 한 지역에서 종의 다양한 정도를 의미한다.
- ② 종의 수가 많을수록, 종의 비율(전체 개체 수에서 각 종이 차지하는 비율)이 고를수록 종 다양성이 높다.
- ③ 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다.

(3) 생태계 다양성

- ① 어떤 지역에 사막, 초원, 삼림, 습지, 산, 호수, 강, 바다 등 다양한 생태계가 존재함을 의미한다.
- ② 생태계를 구성하는 생물과 환경 사이의 관계에 관한 다양성을 포함한다.
- ③ 생태계 다양성이 높은 지역에서는 다양한 환경 조건이 존재하므로 서로 다른 환경에 적응하여 다양한 종이 나타날 수 있다. 그 결과 유전적 다양성과 종 다양성이 높아진다.

개념 체크

➔ 생물 다양성에는 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성이 있음

1. 생물 다양성 중 같은 종 내에서 유전자의 변이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것은 () 다양성에 해당한다.

2. () 다양성은 종의 수가 많을수록, 종의 비율이 고를수록 높다.

※ ○ 또는 ×

3. 과도한 사냥, 인위적인 개발, 화석 연료의 과다 사용, 천재지변 등은 생태계 평형이 깨지는 원인이 될 수 있다. ()

4. 같은 종에서 유전적 다양성이 높은 개체군은 낮은 개체군에 비해 급격한 환경의 변화나 전염병이 발생했을 때, 생존 확률이 낮다. ()

정답

- 1. 유전적
- 2. 종
- 3. ○
- 4. ×

개념 체크

→ 생물 다양성이 높을수록 생태계는 안정적으로 유지되고, 생물 자원의 효율적 이용이 가능함

1. 인간의 생활과 생산 활동에 이용되는 모든 생물을 ()이라고 한다.

2. () 자원은 자연 환경, 전통 문화에 초점을 맞춘 여행으로, 자연 환경에 주는 부담을 최소화하려는 태도가 포함되어 있다.

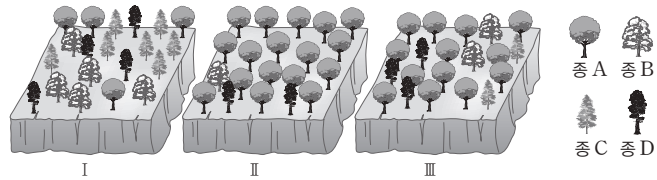
※ ○ 또는 ×

3. [탐구자료 살펴보기: 종 다양성]에서 종 다양성은 종의 수가 많을수록 낮다. ()

4. 생물 자원은 의약품으로 이용될 수 있다. ()

탐구자료 살펴보기 종 다양성

자료 탐구 그림은 서로 다른 군집 I~Ⅲ을 구성하고 있는 식물 종을 나타낸 것이다.



탐구 분석

구분	개체 수				전체 개체 수	종 수
	종 A	종 B	종 C	종 D		
군집 I	4	5	7	4	20	4
군집 II	17	1	0	2	20	3
군집 III	13	2	2	3	20	4

탐구 point

- I~Ⅲ의 전체 개체 수는 동일하나, I과 Ⅲ은 종 수가 4, II는 종 수가 3이다.
- I과 Ⅲ의 식물 종 수와 전체 개체 수는 동일하지만 I에서 식물 종이 더 고르게 분포되어 있다. 따라서 종 다양성은 I이 Ⅲ보다 높다.
- I > Ⅲ > II 순으로 종 다양성이 높다.

(4) 생물 다양성의 중요성

① 생태계 안정성 유지: 생물 다양성은 생태계의 기능 및 안정성 유지에 중요하다.

- 생물 다양성이 높은 생태계는 교란이 있어도 생태계 평형이 유지될 가능성이 크다.
- 생태계 평형이 깨지면 물질 순환과 에너지 흐름에 이상을 초래하여 생물의 생존이 위협을 받게 되고 쉽게 회복되지 않거나 회복 시간이 오래 걸린다.

② 생물 자원: 다양한 생태계의 생태적·문화적 가치는 인간에게 사회적·심미적 가치를 제공한다.

직접 이용	의식주	인간의 의식주에 필요한 각종 자원 공급 예 목화, 마, 양, 누에 등 → 직물 공급 / 쌀, 밀, 옥수수, 콩 등 → 식량 공급 / 나무, 풀 등 → 주택 재료 공급
	의약품	인류가 사용하는 의약품은 대부분 생물 자원에서 찾아냈거나 생물 자원을 활용하여 생산 예 푸른곰팡이 → 페니실린(항생제) / 주목 → 택솔(항암제) 등
	기타 자원	화학 연료(석탄, 석유, 천연 가스), 땀감, 종이 원료, 천연 향료, 천연 염색약, 고무 등
간접 이용	환경 조절자	<ul style="list-style-type: none"> • 오염 물질을 처리하는 습지와 해안 지역의 자연 정화 기능 • 홍수나 산사태와 같은 자연재해 예방 예 방풍림 • 적합한 기후 조건을 만드는 식물의 조절자 역할
	지표종	특정 지역의 환경 상태를 알려주는 역할 예 지의류
	생태 관광 자원	자연 환경, 전통 문화에 초점을 맞춘 여행으로, 자연 환경에 주는 부담을 최소화하려는 태도가 포함되어 있다. 예 휴양림, 갯벌, 습지 등의 생태 관광 자원

③ 다양한 생물 자원의 효율적 이용과 개발: 과학이 발달함에 따라 생물 자원은 더욱 다양하고 새로운 형태로 개발·이용된다.

예 질병에 대한 저항력을 가진 생물의 유전자를 새로운 농작물 개발에 활용, 극한 환경에서 식하는 생물의 내열성 DNA 중합 효소의 활용, 바이오 에너지 생산 등

정답

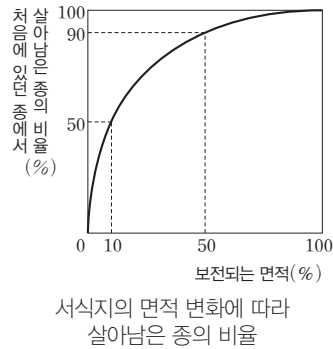
1. 생물 자원
2. 생태 관광
3. ×
4. ○

7 생물 다양성의 보전

(1) 생물 다양성의 위기와 감소 원인

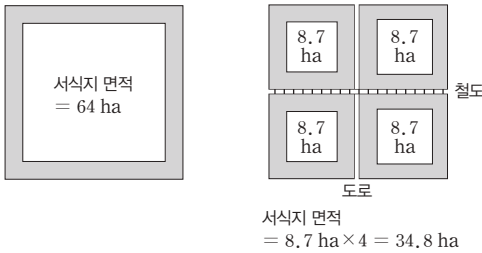
생태계에서 생물 다양성이 감소되는 주요 원인은 인간의 활동과 관련이 있다.

- ① 서식지 파괴 및 단편화: 숲의 벌채나 습지의 매립 등으로 서식지 면적이 감소되면 그 서식지에서 살아가는 생물의 종 수가 감소하여 생물 다양성이 감소한다. 또한, 대규모의 서식지가 소규모로 분할되는 서식지 단편화는 서식지 면적을 줄이고, 생물 이동을 제한하여 고립시키기 때문에 그 지역에 서식하는 개체군의 크기가 작아진다. 이는 멸종으로 이어질 수 있다.



과학 돋보기

서식지 단편화



- 철도, 도로 등에 의해 서식지가 단편화되었을 때 실제 감소되는 면적이 작다고 하더라도 가장자리 길이와 면적이 늘어나므로 깊은 숲 속에서 살아가는 생물의 경우 서식지가 절반 가까이 줄어들게 된다.
- 서식지 단편화로 발생하는 피해는 생태 통로를 설치하여 최소화할 수 있다.

- ② 불법 포획과 남획: 개체 수 보전을 위해 포획이 금지된 종을 포획하는 것을 불법 포획이라고 하고, 어떤 개체군을 회복할 수 없을 정도로 과도하게 포획하는 것을 남획이라고 한다. 불법 포획과 남획으로 일부 종은 멸종 위기에 처해 있다.
- ③ 환경 오염과 기후 변화: 산업 발달에 따른 대기·수질·토양의 오염과 지구 온난화를 비롯한 여러 기후 변화는 생물 다양성을 감소시키는 요인이다.
- ④ 외래종의 도입: 고유종의 서식지를 점령하고 먹이 사슬에 변화를 일으키는 외래종은 생물 다양성을 감소시킨다. **예** 블루길, 가시박, 뉴트리아, 돼지풀 등

(2) 생물 다양성의 보전 방안

생물 다양성의 보전을 위해 멸종을 방지하고 생물 다양성의 감소 요인을 줄여야 한다.

- ① 개인적 수준의 실천 방안: 에너지 절약, 자원 재활용, 친환경(저탄소) 제품 사용 등
- ② 사회적 수준의 실천 방안: 대정부 감시 기능과 홍보를 위한 비정부 기구(NGO) 활동 등
- ③ 국가적 수준의 실천 방안: 야생 생물 보호 및 관리에 관한 법률 제정, 국립 공원 지정 및 관리, 멸종 위기종 복원 사업, 종자 은행을 통한 생물의 유전자 관리 등
- ④ 국제적 수준의 실천 방안: 생물 다양성 보전 활동과 생태계에 대한 인간의 인식 개선을 위한 다양한 국제 협약 등

예 생물 다양성 협약, 람사르 협약, 바젤 협약, 런던 협약 등

개념 체크

➔ 서식지 단편화와 생태 통로
단편화된 서식지에 생태 통로를 설치하여 생물의 이동 경로를 확보하고 생물들의 사고를 방지함

- 어떤 개체군을 회복할 수 없을 정도로 과도하게 포획하는 것을 ()이라고 한다.
- 동물들이 이동할 수 있는 ()를 설치하면 서식지 단편화로 인한 피해를 줄일 수 있다.
- ※ ○ 또는 ×
3. 서식지 면적을 줄이고, 생물의 이동을 제한하는 것을 환경 오염이라고 한다. ()
4. 고유종의 서식지를 점령하고 먹이 사슬을 단순화시키는 외래종이 도입되면 생물 다양성이 증가하게 된다. ()

정답

1. 남획
2. 생태 통로
3. ×
4. ×

수능 2점 테스트

[26025-0267]

01 표는 어떤 초원 생태계에서 1년 동안 조사한 생산자의 총생산량에 대한 호흡량, 피식량, ㉠의 백분율을 나타낸 것이다.

(단위: %)

호흡량	㉠ 피식량	㉠	합계
40	15	45	100

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 순생산량이다.
- ㄴ. 이 생태계에 있는 초식 동물의 호흡량은 ㉠에 포함된다.
- ㄷ. 총생산량에 대한 성장량의 백분율은 45%보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0268]

02 다음은 생태계에서 일어나는 에너지 흐름에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

생태계에 공급되는 주요 에너지원은 태양의 빛에너지입니다.

열에너지는 모든 생물에서 방출됩니다.

유기물에 저장된 에너지 중 일부는 먹이 사슬을 따라 이동합니다.

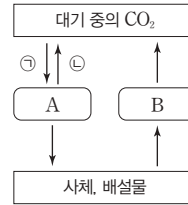


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

[26025-0269]

03 그림은 어떤 안정된 생태계에서 탄소가 순환하는 과정의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 생산자와 분해자를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 과정 ㉠에 광합성 과정이 포함된다.
- ㄴ. 과정 ㉡에서 탄소는 유기물의 형태로 이동한다.
- ㄷ. 곰팡이는 B에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0270]

04 표는 생태계의 질소 순환 과정에서 일어나는 물질의 전환을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 질소 고정, 탈질산화 작용, 질소 동화 작용을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉢은 단백질, 질소 기체(N₂), 질산 이온(NO₃⁻), 암모늄 이온(NH₄⁺)을 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

구분	물질의 전환
(가)	㉠ → ㉡
(나)	㉡ → ㉢
(다)	㉢ → ㉠

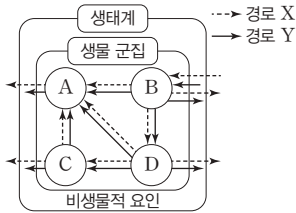
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡는 질산 이온(NO₃⁻)이다.
- ㄴ. 질산화 세균은 (나)에 관여한다.
- ㄷ. (다)는 질소 동화 작용이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0271]

05 그림은 어떤 안정된 생태계에서 일어나는 물질과 에너지 이동 경로를 나타낸 것이다. A~D는 버섯, 여우, 토끼, 토끼풀을 순서 없이 나타낸 것이고, 경로 X와 Y는 각각 물질 이동 경로와 에너지 이동 경로 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 에너지 이동 경로이다.
- ㄴ. A는 버섯이다.
- ㄷ. C에서 A로 유기물을 통해 물질과 에너지가 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0272]

06 표는 안정된 생태계 (가)와 (나)에서 영양 단계별 에너지양을 상댓값으로 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)에서 2차 소비자의 에너지 효율과 (나)에서 3차 소비자의 에너지 효율은 각각 20%이다. ㉠과 ㉣은 자연수이다.

영양 단계	에너지양(상댓값)	
	(가)	(나)
㉠	㉠	400
㉡	?	12
㉢	30	㉢
생산자	1000	8000

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠+㉢=210이다.
- ㄴ. ㉠에 해당하는 생물은 소비자를 먹이로 한다.
- ㄷ. 1차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서가 (나)에서의 3배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0273]

07 다음은 생물 다양성 보전 대책에 대한 자료이다.

- (가) 야생 생물 보호 및 관리에 관한 법률을 제정한다.
- (나) 가정에서 자원 재사용을 위해 쓰레기를 분리 배출한다.
- (다) 멸종 위기에 처한 종을 천연기념물로 지정하여 보호한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)는 생물 자원 소비를 촉진시킨다.
- ㄴ. (다)는 종 다양성 감소를 줄이기 위한 노력에 해당한다.
- ㄷ. (가)와 (다)는 모두 국가적 수준의 실천 방안에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0274]

08 그림은 서로 다른 경작지 A와 B에 질병 X가 유행한 후 나타난 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 단일 감자 품종과 다양한 감자 품종을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 감자 품종 중 한 품종의 감지만 썩게 한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 감자의 수확량을 높인다.
- ㄴ. ㉠은 다양한 감자 품종이다.
- ㄷ. '유전적 다양성이 낮다.'는 B에서 ㉠의 원인에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0275]

09 표는 어떤 생태계에서 시점 t_1, t_2, t_3 일 때 종 A~E의 개체 수를 나타낸 것이다.

시점 \ 종	개체 수					합계
	A	B	C	D	E	
t_1	7	86	267	120	0	480
t_2	680	235	482	400	203	2000
t_3	507	2500	948	40	5	4000

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~E 이외의 종은 고려하지 않으며, 이 생태계의 면적은 변하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. D의 상대 밀도는 t_1 일 때가 t_3 일 때의 3배이다.
- ㄴ. A와 B는 한 개체군을 이룬다.
- ㄷ. 이 생태계에서 종 다양성은 $t_1 \sim t_3$ 중 t_2 일 때 가장 높다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0276]

10 표는 생물 다양성의 가치를 구분하여 나타낸 것이다.

구분	가치
(가)	㉠ 생태계 평형 유지에 매우 중요하다.
(나)	식량을 제공하고, 의약품 등의 원료로 이용된다.
(다)	아름다운 경관을 통해 인간에게 휴식 공간과 문화 공간을 제공한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

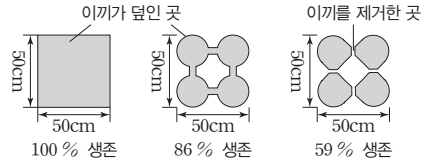
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 종 다양성이 높은 생태계일수록 ㉠에 유리하다.
- ㄴ. 주목 추출물이 항암제의 원료로 이용되는 것은 (나)의 예에 해당한다.
- ㄷ. (다)는 생물 자원으로서의 가치에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0277]

11 그림은 바위에 덮인 이끼층을 그림과 같이 나는 다음, 6개월 후에 이끼 밑에 서식하는 소형 동물의 생존율 변화를 조사한 결과를 나타낸 것이다.



생물 다양성 감소를 막는 방법 중 이 자료의 결과와 관련된 방법에 해당하는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 외래종의 도입을 막는다.
- ㄴ. 숲의 벌채나 습지의 매립을 막는다.
- ㄷ. 단편화된 서식지에 생태 통로를 설치한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0278]

12 다음은 생물 다양성에 영향을 미치는 사례이다.

- (가) 국립 공원을 지정하고 관리한다.
- (나) 씨가 없는 바나나를 재배하기 위해 바나나 줄기의 일부를 잘라 옮겨 심어 번식시켰다.
- (다) 북아메리카가 원산지인 덩굴성 식물인 가시박이 한 국에 유입된 후, 여러 지역의 나무가 말라 죽었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

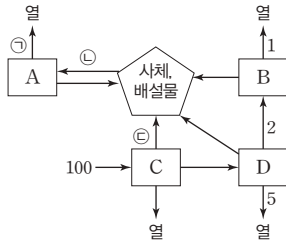
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)로 인해 국가는 자국의 자생 생물에 대한 주권적 권리를 가질 수 없게 되었다.
- ㄴ. (나)는 유전적 다양성을 감소시키는 원인에 해당한다.
- ㄷ. (다)에서 가시박의 유입은 종 다양성을 증가시키는 원인에 해당한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0279]

01 그림은 A~D로 이루어진 어떤 안정된 생태계의 에너지 흐름을, 표는 이 생태계의 특징을 나타낸 것이다. A~D는 분해자, 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 에너지량 이고, 모두 0보다 크다.



생태계의 특징	
• 유입되는 에너지량의 총합은 유출되는 에너지량의 총합과 같다.	
• 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자에서 방출되는 열에너지량의 총합은 ㉡과 같다.	
• 사체, 배설물로 이동하는 에너지량의 비는 분해자 : 1차 소비자 : 2차 소비자 = 2 : 3 : 1이다.	

생태계에서 화학 에너지는 유기물의 형태로 이동하다가 열 에너지로 전환되어 방출된다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지량은 모두 상댓값이다.)

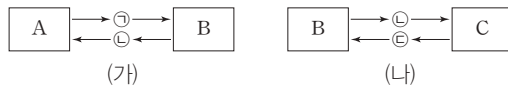
◀ 보기 ▶

ㄱ. A는 빛에너지를 이용해 유기물을 합성한다.
 ㄴ. ㉠+㉡+㉢=152이다.
 ㄷ. 1차 소비자의 에너지 효율이 2차 소비자의 에너지 효율보다 낮다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0280]

02 그림 (가)는 생태계에서 일어나는 질소 순환 과정의 일부를, (나)는 생태계에서 일어나는 탄소 순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A~C는 버섯, 녹색 식물, 초식 동물을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 단백질, 이산화 탄소(CO₂), 암모늄 이온(NH₄⁺)을 순서 없이 나타낸 것이다.



대기 중의 이산화 탄소(CO₂)는 생산자의 광합성을 통해 유기물로 합성되고, 대기 중의 질소 기체(N₂)는 생산자가 흡수할 수 있는 암모늄 이온(NH₄⁺)이나 질산 이온(NO₃⁻)으로 전환된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

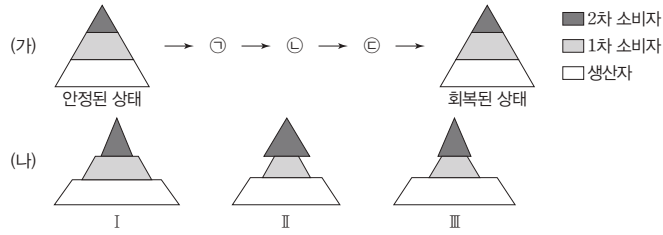
◀ 보기 ▶

ㄱ. ㉠은 단백질이다.
 ㄴ. A에서 ㉢이 생성된다.
 ㄷ. B는 C보다 상위 영양 단계이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

먹이 사슬에서 각 영양 단계에 속하는 생물의 개체 수, 생물량(생체량), 에너지양 등을 하위 영양 단계에서부터 쌓아 올리면 피라미드 형태가 되는데, 이를 생태 피라미드라고 한다.

03 그림 (가)는 안정된 생태계에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 감소했을 때 이 생태계의 평형이 회복되는 과정에서 각 영양 단계의 에너지양 변화를, (나)의 I~III은 (가)의 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

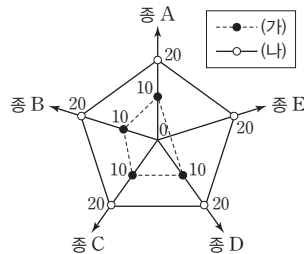
◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉡은 I이다.
- ㄴ. 생산자의 피식량 감소는 ㉠이 ㉡으로 되는 원인에 해당한다.
- ㄷ. ㉡이 ㉢으로 되는 과정에서 1차 소비자의 에너지양은 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

생물 다양성에는 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성이 있다.

04 그림은 면적이 같은 지역 (가)와 (나)에서 종 A~E의 개체 수를, 표는 생물 다양성의 의미 I~III의 예를 나타낸 것이다. I~III은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	예
I	사람마다 눈동자 색이 다르다.
II	어떤 지역에 초원, 삼림, 습지 생태계가 존재한다.
III	최근 4년간 아마존 열대우림에서는 441종의 새로운 생물이 발견되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

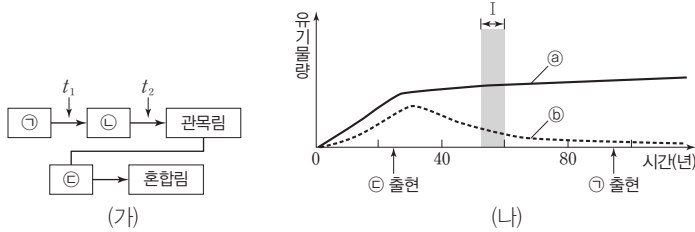
◀ 보기 ▶

- ㄱ. I은 유전적 다양성이다.
- ㄴ. (가)에서가 (나)에서보다 III이 높다.
- ㄷ. D의 상대 밀도는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[26025-0283]

05 그림 (가)는 식물 군집 X에서의 천이 과정 일부를, (나)는 식물 군집 Y의 시간에 따른 ㉠과 ㉡를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 초원, 양수림, 음수림을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉢와 ㉣는 순생산량과 호흡량을 순서 없이 나타낸 것이다. t_1 일 때와 t_2 일 때 중 한 시점에서 산불이 일어났다.



식물 군집은 발달 초기에 총생산량과 순생산량이 모두 증가하지만 일정 수준 이상으로 발달하면 순생산량은 점차 감소하여 극상에 도달하면 총생산량과 호흡량이 비슷해진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

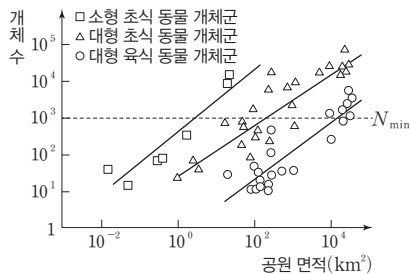
- ㄱ. t_2 일 때 산불이 일어났다.
- ㄴ. 구간 I에서 총생산량은 증가한다.
- ㄷ. 초식 동물의 호흡량은 ㉡에 포함된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[26025-0284]

06 그림은 공원 면적에 따른 동물 개체군의 개체군 당 개체 수를, 표는 세계 자연보호지역 중 공원의 규모에 따른 면적의 범위와 면적의 비율(해당 공원의 면적 / 전체 공원의 면적 × 100(%))을 나타낸 것이다. N_{min} 은 개체군이 장기간 유지되기 위해 필요한 최소한의 개체 수이다.

서식이 가능한 동물은 서식지 면적에 따라 다르다.



구분	면적(km ²)의 범위	면적의 비율
대공원	10 ⁴ 이상	2 %
중공원	10 ² 이상~10 ⁴ 미만	50 %
소공원	10 ² 미만	48 %

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 동물 개체군은 공원 면적이 넓을수록 개체군 당 개체 수가 감소한다.
- ㄴ. 대형 육식 동물 개체군의 수를 증가시키기 위해서는 대공원의 비율을 늘려야 한다.
- ㄷ. 동물 개체군을 보호하기 위해 필요한 공원 면적은 대형 육식 동물이 소형 초식 동물보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ



수능 집중 ★ 고2~N수 권장

구분	수능 입문 >		기출/연습 >	연계 보완 >		고난도 >	모의고사
국어	윤혜정의 개념의 나비효과 수능 편 + 워크북		윤혜정의 기출의 나비효과	수능특강 문학 연계 기출	수능특강 사용설명서	하루 3개 1등급 국어독서	FINAL 실전모의고사
영어	윤혜정의 패턴의 나비효과	강의노트 수능개념	수능 기출의 미래	수능연계교재의 VOCA 1800	수능완성 사용설명서	하루 6개 1등급 영어독해	만점마무리 봉투모의고사 시즌1
수학	수능 빌드업		수능특강Q 미니모의고사	수능연계 기출 Vaccine VOCA 2200		수능연계완성 3주 특강	만점마무리 봉투모의고사 시즌2 고난도
한국사 사회	수능특강 Light		eBook 전용 수능완성R 모의고사	수능 연계교재 수능특강 수능완성		수능연계완성 3주 특강	고난도 논스톱 봉투모의고사
과학	수능 스타트					수능 등급을 올리는 변별 문항 공략	수능 직전보강 클리어 모의고사

구분	시리즈명	특징	난이도	영역
수능 입문	윤혜정의 개념의 나비효과 수능 편 + 워크북	개념부터 제대로 꼼꼼히 공부하는 수능 국어 개념	<input type="checkbox"/>	국어
	윤혜정의 패턴의 나비효과	수능 국어의 패턴 연습으로 부족한 약점 보완	<input type="checkbox"/>	국어
	수능 빌드업	개념부터 문항까지 한 권으로 시작하는 수능 특화 기본서	<input type="checkbox"/>	국/수/영
	수능특강 Light	수능 연계교재 학습 전 가볍게 시작하는 수능 도전	<input type="checkbox"/>	영어
	수능 스타트	2028학년도 수능 예시 문항 분석과 문항 연습	<input type="checkbox"/>	국/수/영/사/과
기출/연습	수능개념	EBS/ 대표 강사들과 함께하는 수능 개념 다지기	<input type="checkbox"/>	전 영역
	윤혜정의 기출의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 까다로운 국어 기출 완전 정복	<input type="checkbox"/>	국어
	수능 기출의 미래	올해 수능에 딱 필요한 문제만 선별한 기출문제집	<input type="checkbox"/>	전 영역
연계 + 연계 보완	수능특강Q 미니모의고사	매일 15분 연계교재 우수문항 풀이 미니모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영/사/과
	수능완성R 모의고사	과년도 수능 연계교재 수능완성 실전편 수록	<input type="checkbox"/>	수학
	수능특강	최신 수능 경향과 기출 유형을 반영한 종합 개념 학습	<input type="checkbox"/>	전 영역
	수능특강 사용설명서	수능 연계교재 수능특강의 국어·영어 지문 분석	<input type="checkbox"/>	국/영
	수능특강 문학 연계 기출	수능특강 수록 작품과 연관된 기출문제 학습	<input type="checkbox"/>	국어
	수능완성	유형·테마 학습 후 실전 모의고사로 문항 연습	<input type="checkbox"/>	전 영역
	수능완성 사용설명서	수능 연계교재 수능완성의 국어 지문 분석	<input type="checkbox"/>	국어
고난도	수능연계교재의 VOCA 1800	수능특강과 수능완성의 필수 중요 어휘 1800개 수록	<input type="checkbox"/>	영어
	수능연계 기출 Vaccine VOCA 2200	수능 - EBS 연계와 평가원 최다 빈출 어휘 선별 수록	<input type="checkbox"/>	영어
	하루 N개 1등급 국어독서/영어독해	매일 꾸준한 기출문제 학습으로 완성하는 1등급 실력	<input type="checkbox"/>	국/영
	수능연계완성 3주 특강	단기간에 끝내는 수능 1등급 변별 문항 대비	<input type="checkbox"/>	국/수/영
모의고사	박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴	박봄 선생님과 사회·문화 표 분석 문항의 패턴 연습	<input type="checkbox"/>	사회탐구
	수능 등급을 올리는 변별 문항 공략	EBS/ 선생님들이 직접 선별한 고변별 문항 연습	<input type="checkbox"/>	수/영
	FINAL 실전모의고사	EBS 모의고사 중 최다 분량 최다 과목 모의고사	<input type="checkbox"/>	전 영역
	만점마무리 봉투모의고사 시즌1	실제 시험지 형태와 OMR 카드로 실전 연습 모의고사	<input type="checkbox"/>	전 영역
	만점마무리 봉투모의고사 시즌2 고난도	변별력 높은 수능까지 대비하는 실전 연습 모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영
	고난도 논스톱 봉투모의고사	어려운 시험에 익숙해지는 논스톱 훈련 모의고사	<input type="checkbox"/>	국·수·영
수능 직전보강 클리어 봉투모의고사	수능 직전 성적을 끌어올리는 마지막 모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영	
버티컬 모의고사 시즌1~4	고난도 문항 다수 수록 eBook 전용 모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영	

수능특강

과학 탐구 영역
생명과학 I

정답과
해설

01 생명 과학의 이해

수능 2점 테스트

본문 12~14쪽

- 01 ㉠ 02 ㉢ 03 ㉡ 04 ㉣ 05 ㉤ 06 ㉣
 07 ㉢ 08 ㉣ 09 ㉣ 10 ㉠ 11 ㉤ 12 ㉤

01 생물의 특성

허리케인이 발생하는 서식 환경에서 긴 앞다리와 넓은 발바닥 빨판은 도마뱀 A의 생존과 번식에 유리한 형질이므로 ㉠은 생물의 특성 중 적응과 진화의 예에 해당한다.

✗ 아메바가 분열법으로 번식하는 것은 생식과 유전의 예에 해당한다.

✗ 달걀이 병아리를 거쳐 닭이 되는 것은 발생과 생장의 예에 해당한다.

✗ 식물의 광합성은 물질대사의 예에 해당한다.

✗ 뜨거운 물체에 닿은 손을 반사적으로 떼는 것은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.

㉤ 팽귤이 물속에서 빠른 속도로 움직이는 데 적합한 유선형의 몸을 갖는 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

02 생물의 특성

㉠ 생물체 내에서 일어나는 화학 반응은 물질대사이다. 딱정벌레 X의 애벌레가 유기물을 분해하여 얻는 에너지를 방출하는 과정 ㉠에서 물질대사가 일어난다.

㉣ X의 유생인 애벌레가 발생과 성장을 통해 성충이 되는 과정 ㉣에서 세포 분열이 일어난다.

✗ X의 애벌레의 먹이가 흰개미이므로 X의 애벌레는 흰개미의 포식자이다.

03 생물의 특성

✗ 산호는 동물이므로 생태계의 구성 요소 중 생물적 요인에 해당한다.

✗ 피그미해마는 크기는 작지만 다세포 생물이다.

㉣ 피그미해마가 서식처인 주변 산호와 형태 및 색깔이 흡사하여 ㉣ 포식자에게 쉽게 발견되지 않는 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

04 생물의 특성

✗ 확산 ㉤은 물질이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 물리적 현상이므로 물질대사에 해당하지 않는다.

㉣ 수컷이 신호 물질 X의 자극을 감지하여 암컷이 있는 곳으로

날아가는 반응을 하는 것 ㉣은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다. ㉣ 미량의 신호 물질 X를 감지하는 데 적합한 형태의 안테나는 수컷의 번식에 유리한 형질이므로 ㉣은 적응과 진화의 예에 해당한다.

05 생물의 특성

㉣ 완두에서 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 과정인 수정 ㉣을 통해 생물의 특성 중 생식과 유전이 나타난다.

㉣ (다)에서 완두 종자가 성체로 자라는 과정에서 생물의 특성 중 발생과 생장이 나타난다.

㉣ 돌연변이를 고려하지 않을 때 보라색 꽃 완두 A와 B 사이에서 흰색 꽃의 개체가 태어났으므로 흰색 꽃은 열성 형질임을 알 수 있다. 따라서 A와 B는 모두 열성인 흰색 꽃 형성에 관여하는 유전자를 갖는다.

06 생물의 특성

✗ 바이러스 ㉠은 숙주 세포 안에서만 물질대사를 할 수 있고, 스스로 물질대사를 할 수 없다.

㉣ 구간 I과 II에서 각각 바이러스 ㉠와 세균 ㉣의 증식이 일어났으므로 I과 II에서 모두 유전 현상이 나타난다.

㉣ 구간 II에서 세균 ㉣의 세포 분열이 일어나 세균 ㉣의 수가 증가하였다.

07 바이러스

㉣ 박테리오파지(가)는 감염 과정에서 숙주 세포 안으로 핵산을 주입하고, 단백질 껍질은 주입하지 않는다.

㉣ 박테리오파지(가)에서 단백질 껍질 ㉢의 성분인 단백질의 기본 단위는 아미노산이다. 코로나19 바이러스(나)에서 유전 물질 ㉣의 성분인 핵산의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

✗ 코로나19 바이러스(나)는 단백질 껍질 속에 핵산이 들어 있는 구조이며 세포 구조로 되어 있지 않다.

08 생물의 특성

㉣ 담배모자이크병은 병원체 X에 의해 나타나는 질병이므로 감염성 질병에 해당한다.

✗ 과정 ㉢에서 여과된 추출액을 문질렀을 때 건강한 식물이 X에 감염되었으므로 X는 세균 여과기를 통과할 정도로 작은 바이러스이다.

㉣ 바이러스인 X는 숙주인 식물 세포 안에서 증식한다.

09 생명 과학의 탐구 방법

소나무가 토양 속 무기염류를 흡수하는 데 세균 X가 도와줄 것이라고 생각한 (라)는 가설 설정에 해당한다. 소나무 화분 A와 B를 이용하여 세균 X의 첨가 여부에 따라 대조 실험을 수행한 (다)는

탐구 설계 및 수행에 해당한다. 대조 실험의 결과를 확인한 (가)는 결과 정리 및 분석에 해당한다. 탐구 결과에 따라 결론을 내린 (나)는 결론 도출에 해당한다.

㉔ 연역적 탐구 과정은 관찰 및 문제 인식 → 가설 설정(라) → 탐구 설계 및 수행(다) → 결과 정리 및 분석(가) → 결론 도출(나)의 순서로 이루어진다.

10 생명 과학의 탐구 방법

㉑ 합성 세계 용액을 넣은 A를 실험군, 물을 넣은 C를 대조군으로 하여 합성 세계 성분이 무씨 발아에 미치는 영향을 확인하고, 묽은 황산 용액을 넣은 B를 실험군, 물을 넣은 C를 대조군으로 하여 묽은 황산 용액이 무씨 발아에 미치는 영향을 확인하고 있으므로 대조 실험이 수행되었다.

✕ 이 탐구에서 싹이 튼 무씨의 비율은 종속변인이다. 독립변인에는 조작 변인과 통제 변인이 포함되며, A~C에 각각 넣어준 용액의 종류는 조작 변인이고, 무씨의 총개수, 온도 등은 통제 변인이다.

✕ (라)의 결과를 통해 합성 세계와 묽은 황산은 모두 무씨의 발아를 억제하였음을 알 수 있다.

11 생명 과학의 특성

㉑ 동물인 유리해면(가)은 생태계의 구성 요소 중 생물적 요인에 해당한다.

㉒ 생물인 유리해면(가)에서 동화 작용을 비롯한 물질대사가 일어난다.

㉓ (나)는 스페인의 건축가 가우디의 대표작인 사그라다 파밀리아 성당으로 유리해면의 구조와 특징을 모방하여 만든 생체 모방 건축물에 해당한다.

12 생명 과학의 특성

㉑ 어떤 세균이 생분해성 바이오플라스틱을 합성하는 물질대사 과정(㉑)에서 효소가 이용된다.

㉒ 세균이 생산한 생분해성 바이오플라스틱을 이용하여 생활용품을 생산하는 것은 생명 과학과 공학을 연계한 사례에 해당한다.

㉓ (나)의 과정에서 미분화 상태의 유도 만능 줄기세포(㉑)가 심장 근육 세포로 분화되어 심장 근육이 재생된다.

수능 3점 테스트

본문 15~17쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ① 06 ④

01 생물의 특성

㉑ 짙신벌레는 하나의 세포로 이루어진 단세포 생물이다.

㉒ (가)와 (나)에서 모두 삼투에 의해 물이 세포 내부로 유입되는데, (가)에서는 유입된 물에 의해 적혈구 세포막이 터지는 용혈 현상이 나타나고, (나)에서는 수축포를 통한 물의 배출이 일어나 짙신벌레의 크기가 일정하게 유지된다.

㉓ (나)는 짙신벌레에서 삼투에 의한 물의 유입과 수축포를 통한 물의 배출이 동시에 일어나 세포의 크기 및 세포질의 농도가 일정하게 유지되는 현상으로 (나)는 생물의 특성 중 항상성의 예에 해당한다.

02 생명 과학의 특성

㉑ 피보나치 수열의 정의에 따르면 ㉑은 21(=8+13), ㉒은 34(=13+21), ㉓은 55(=21+34)이다.

㉒ 해바라기꽃에서 씨앗들이 시계 방향과 반시계 방향으로 촘촘히 배열되어 형성한 나선 수의 규칙성을 이해하는 데 수학적 원리가 이용될 수 있다.

✕ 규칙적인 형태를 이루는 것은 생물만이 아닌 비생물도 가질 수 있는 특성이다.

03 생명 과학의 탐구 방법

✕ 생쥐 P의 털색은 적응과 진화의 결과로 유전 정보에 의해 결정되는 형질이며, 한 개체의 서식지를 일시적으로 바꾸더라도 털색이 변하지 않는다. 따라서 P의 개체군이 서식지에 따라 서로 다른 털색을 갖는 것(㉑)은 자극에 대한 반응의 예가 아닌 적응과 진화의 예에 해당한다.

㉑ P가 서식지와 유사한 털색을 가질수록 포식자로부터 공격을 덜 받는다. 따라서 흰색 모형이 공격을 많이 받은 ㉑은 갈색 토양이 있는 내륙 A이고, 갈색 모형이 공격을 많이 받은 ㉒은 흰색 모래가 있는 해변 B이다.

✕ 자연 상태에서 흰색 모래가 있는 해변 B에는 흰색 털을 갖는 개체가 서식하므로 해변 B(㉒)에 설치한 흰색 모형은 대조군, 갈색 모형은 실험군에 해당한다.

04 생명 과학의 탐구 방법

✕ 해충 창궐 전의 숲 생태계 F는 총생산량이 호흡량보다 많으므로 ㉑은 탄소 저장고이고, 해충 창궐 후의 F는 총생산량이 호흡량보다 적으므로 ㉒은 탄소 공급원이다.

✕ 이 탐구에서 종속변인은 F의 총생산량과 호흡량이고, 해충의 창궐 여부는 조작 변인에 해당한다.

㉔. (나)의 결과를 바탕으로 해충의 창궐로 인해 F가 이산화 탄소를 방출하여 대기 중 이산화 탄소 농도가 증가하고 지구 온난화에 영향을 줄 것이라고 예측할 수 있다.

05 생명 과학의 탐구 방법

㉑. 포도당은 일반적으로 세포의 에너지원이며, A에서 기니피그의 적혈구가 포도당을 흡수하였으므로 생후 15일 된 기니피그의 적혈구에서 포도당이 에너지원으로 이용될 수 있음을 알 수 있다.

✕. 이 탐구에서 조작 변인은 기니피그의 성숙 정도이고, 종속 변인은 적혈구 내 방사성 포도당의 농도이다.

✕. (라)에서 A의 적혈구가 B의 적혈구보다 방사성 포도당의 흡수율이 더 높으므로 (가)의 가설과 일치하는 결과가 나왔다.

06 생명 과학의 탐구 방법

㉑. 구역 ㉑~㉔ 모두 인산을 첨가하거나 아무것도 첨가하지 않은 배양액에 비해 암모니아를 첨가한 배양액에서 식물성 플랑크톤의 개체군 밀도가 높게 나타났다. 암모니아의 구성 원소인 질소는 단백질과 핵산의 구성 원소이므로 식물성 플랑크톤의 생장에 필요한 원소에 질소가 포함된다.

✕. ㉑의 물을 나누어 담은 배양액 3개 중 아무것도 첨가하지 않은 배양액은 대조군, 암모니아나 인산을 첨가한 배양액은 각각 실험군에 해당한다. 따라서 인산의 첨가 여부는 조작 변인에 해당하고, 배양액의 양이나 온도 등이 통제 변인에 해당한다.

㉑. 암모니아를 첨가한 배양액에서 식물성 플랑크톤의 개체군 밀도가 높게 나타난 (라)의 결과를 바탕으로 다량의 암모니아를 포함한 폐수가 A의 바다에 유입되면 식물성 플랑크톤의 이상 증식을 유발할 것이라고 예측할 수 있다.

02 생명 활동과 에너지

수능 2점 테스트

본문 22~24쪽

01 ㉔	02 ㉑	03 ㉑	04 ㉑	05 ㉑	06 ㉑
07 ㉑	08 ㉑	09 ㉑	10 ㉑	11 ㉑	12 ㉑

01 물질대사

㉑. 생물이 생명 활동을 유지하기 위해서는 에너지(㉑)가 필요하다. 생물에서는 에너지(㉑)를 얻기 위해 다양한 물질대사(㉑)가 일어난다. 물질대사(㉑)는 생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로, 합성 반응과 분해 반응이 있다.

02 물질대사

단백질이 아미노산으로 분해되는 과정 (가)는 이화 작용이고, 간단하고 작은 물질인 아미노산이 복잡하고 큰 물질인 단백질로 합성되는 과정 (나)는 동화 작용이다.

㉑. (가)는 이화 작용, (나)는 동화 작용이다.

㉑. 동화 작용(나)은 에너지가 흡수되는 반응이다.

㉑. 포도당이 결합하여 글리코젠으로 합성되는 것은 간단하고 작은 물질이 복잡하고 큰 물질로 합성되는 과정이므로 동화 작용 (나)의 예에 해당한다.

03 효모의 물질대사

효모는 산소가 없을 때 포도당을 이용해 발효를 하므로 (가)에서 이산화 탄소가 생성된다. 이산화 탄소는 수산화 칼륨과 반응하여 제거된다.

㉑. 포도당과 효모액을 넣은 후, 솜으로 막아 놓은 (가)의 발효관에 있는 효모에서 이화 작용이 일어난다.

㉑. 수산화 칼륨 수용액을 넣으면 기체 ㉑의 부피가 감소하므로 ㉑은 이산화 탄소이다.

✕. 수산화 칼륨 수용액을 넣으면 맹관부에 있는 이산화 탄소(㉑)의 부피가 감소한다. ㉑은 생물체 내에서 일어나는 화학 반응이 아니므로 물질대사에 해당하지 않는다.

04 세포 호흡

㉑은 이산화 탄소(CO₂)이다.

㉑. 이산화 탄소(CO₂, ㉑)는 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

✕. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지 중 일부가 ATP에 저장된다.

㉑. ATP(㉑)은 에너지 저장 물질로, 근육 수축 과정에는 ATP(㉑)에 저장된 에너지가 사용된다.

05 물질대사

A는 광합성, B는 세포 호흡, ㉠은 산소, ㉡은 이산화 탄소이다.

㉠. A에서 간단하고 작은 물질인 물과 이산화 탄소(㉡)가 복잡하고 큰 물질인 포도당으로 합성되므로 A는 광합성이고, 광합성(A)은 엽록체에서 일어난다.

✕. 산소(㉠)의 구성 원소에는 탄소(C)가 포함되지 않는다.

㉢. 세포 호흡(B)에서 ATP가 합성되는 과정 ㉣(ADP+P_i → ATP)가 일어난다.

06 세포 호흡

I은 포도당, II는 산소, III은 이산화 탄소, IV는 물이다. ㉠은 ATP, ㉡은 ADP이다.

㉠. 소장에서 포도당(I)이 체내로 흡수된다.

㉢. 물(IV)은 호흡계와 배설계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

㉣. ㉠은 ATP이다.

07 물질대사

(가)와 (다)에서는 동화 작용이, (나)에서는 이화 작용이 일어난다.

㉠. X에서 광합성과 세포 호흡이 모두 일어나므로 X에는 엽록체와 미토콘드리아가 모두 있다.

㉢. (가)와 (다) 모두에서 동화 작용이 일어나므로 (가)와 (다) 모두에서 에너지가 흡수된다.

㉣. (가)~(다) 모두에서 효소가 이용된다.

08 세포 호흡

㉠은 산소, ㉢은 이산화 탄소이다.

✕. ㉢은 이산화 탄소이다.

㉣. 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡에서 ATP 합성 과정(㉠)이 일어난다.

㉤. ATP 분해 과정(㉡)에서 인산 결합이 끊어진다.

09 물질대사

㉠은 ATP, ㉡은 ADP이고, 과정 (가)는 세포 호흡이다.

㉠. 세포 호흡 과정 (가)에 미토콘드리아가 관여한다.

㉢. 생장이 일어날 때, 과정 (나)에서 방출된 에너지가 이용된다.

✕. 1분자당 에너지량은 ADP(㉡)가 ATP(㉠)보다 적다.

10 세포 호흡

㉠은 산소, ㉢은 이산화 탄소이다.

✕. ㉠은 산소이다.

㉣. 이산화 탄소(㉢)는 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

㉤. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장된다.

11 ATP

X는 ATP이다.

㉠. X에는 아데노신과 2개의 고에너지 인산 결합이 포함되어 있으므로 X는 ATP이다.

㉢. 아데노신(㉠)은 아데닌과 리보스로 구성된다.

㉤. 뉴런에서 흥분의 전도 과정은 생명 활동(㉡)에 해당한다.

12 효모의 물질대사 실험

효모는 당 함량이 높을수록 물질대사를 활발히 하므로 물질대사 결과 발생하는 이산화 탄소량이 많다.

㉠. (가)는 탐구 과정 중 가설 설정 단계에 해당한다.

✕. 효모액의 양은 통제 변인이다.

✕. 당 함량은 음료수 A가 음료수 B보다 낮다.

수능 3점 테스트

본문 25~27쪽

01 ① 02 ③ 03 ⑤ 04 ② 05 ② 06 ①

01 세포 호흡

㉠은 포도당, ㉡은 산소, ㉢은 이산화 탄소, ㉤은 물이다. ㉢은 ATP, ㉤은 ADP이다.

㉣. 물(㉤)은 배설계와 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

✕. 포도당(㉠)의 구성 원소에는 수소(H)가 포함되어 있지만 이산화 탄소(㉢)의 구성 원소에는 수소(H)가 포함되어 있지 않다.

✕. ATP(㉠)에서 인(P)의 수는 3이고, 고에너지 인산 결합의 수는 2이다. ADP(㉢)에서 인(P)의 수는 2이고, 고에너지 인산 결합의 수는 1이다.

1분자당 $\frac{\text{인(P)의 수}}{\text{고에너지 인산 결합의 수}}$ 는 ATP(㉠)가 $\frac{3}{2}$, ADP(㉢)가 $\frac{2}{1}$ 이므로 ㉠가 ㉢보다 작다.

02 물질대사

물질대사는 생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로 이 과정에는 효소가 관여한다.

㉠. 효소는 물질대사(㉠)에 이용된다.

㉢. 대식세포가 식세포 작용으로 병원체를 분해하는 것은 이화 작용(㉡)의 예에 해당한다.

✕. 제시한 내용이 옳은 학생은 A와 B 모두이다.

03 생명 활동과 ATP

ATP는 아데닌과 리보스에 3개의 인산이 결합한 화합물로 ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 에너지가 방출된다.

- ㉠ 인슐린 합성 과정(다)에서는 동화 작용이 일어나므로 에너지가 흡수된다.
- ㉡ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통한 이온의 이동(가)과 근육의 떨림에 의한 열의 발생(나)에는 ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해되는 과정(㉢)에서 방출된 에너지가 사용된다.
- ㉢ 세포 호흡에서 방출된 에너지의 일부는 과정 ㉡에 이용된다.

04 체온 조절과 에너지양

- A와 B는 체온 조절에 에너지를 사용하므로 A와 B는 외부 온도와 상관없이 체온이 일정하게 유지되는 동물(㉠)이고, C는 외부 온도에 따라 체온이 변하는 동물(㉡)이다.
- ㄱ. A와 B는 체온 조절에 에너지를 사용하고, C는 체온 조절에 에너지를 사용하지 않으므로 C는 외부 온도에 따라 체온이 변하는 동물(㉡)이다.
 - ㄴ. A와 C는 몸무게가 같으나, 1년 동안 사용한 전체 에너지양은 A가 C보다 많다. 그러므로 1년 동안 사용한 전체 에너지양은 몸무게에 비례하지 않는다.
 - ㉠ A가 1년 동안 체온 조절에 사용한 에너지양은 B가 1년 동안 사용한 전체 에너지양보다 많다.

05 효모의 물질대사 실험

- I의 효모액은 ㉠ mL, II의 포도당 수용액은 ㉠ mL이므로 I과 II는 각각 C와 D 중 하나이고, A는 III, B는 IV이다. ㉠은 0, ㉡은 15, ㉢은 5이다.
- ㄱ. ㉠+㉢=5이다.
 - ㉠ B는 IV이다.
 - ㄴ. 이화 작용 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다. III(A)의 용액에서는 이화 작용이 일어나고, I(C 또는 D)의 용액에서는 이화 작용이 일어나지 않는다. 그러므로 t₁일 때 III의 용액은 I의 용액보다 온도가 높다.

06 발아 중인 콩의 물질대사

- (가)는 발아 중인 콩이 든 시험관, (나)는 삶은 콩이 든 시험관이다. ㉠은 산소이고, 일정은 ㉡에 해당한다.
- ㉠ (가)는 발아 중인 콩이 든 시험관이다.
 - ㄱ. 세포 호흡 과정에서 산소가 소모되고 이산화 탄소가 발생하므로 ㉠은 산소이다.
 - ㄴ. (나)는 삶은 콩이 든 시험관으로 물질대사가 일어나지 않아 온도 변화가 없으므로 상승은 ㉡에 해당하지 않는다.

03 물질대사와 건강

수능 2점 테스트

본문 33~35쪽

01 ④	02 ③	03 ②	04 ④	05 ③	06 ④
07 ①	08 ⑤	09 ②	10 ④	11 ②	12 ③

01 기관계의 통합적 작용

- ㄱ. 영양소의 소화와 흡수가 일어나는 ㉠은 소화계, 산소를 흡수하는 ㉡은 호흡계, 산소와 노폐물을 비롯한 여러 물질을 운반하는 ㉢은 순환계이고, 나머지 ㉣은 배설계이다.
- ㉠ 심장, 혈관 등은 순환계(㉢)에 속하는 기관이다.
- ㉡ 글리코젠의 합성과 분해가 일어나는 간은 소화계(㉠)에 속한 기관이다.

02 기관계의 통합적 작용

- A는 폐, B는 심장, C는 간, D는 콩팥이다.
- ㉠ 폐(A)에서 흡수된 물질 중 산소의 일부가 심장(B)에서 세포 호흡에 사용된다.
 - ㉡ 단백질의 분해 과정에서 암모니아가 생성되며, 간(C)에서 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환된다.
 - ㄱ. 간(C)은 소화계에 속하고, 콩팥(D)은 배설계에 속한다.

03 노폐물의 생성과 배설

- ㉠이 전환되어 ㉡이 생성되므로 ㉠은 암모니아, ㉡은 요소이고, ㉢은 물이다. 물질대사 결과 암모니아(㉠)가 생성되는 A는 단백질이고, B는 지방이다.
- ㄱ. A는 단백질, B는 지방이다.
- ㄴ. 폐에서 이산화 탄소와 물(㉢)이 모두 배출되고 요소(㉡)는 배출되지 않는다. 콩팥에서 생성된 오줌을 통해 요소(㉡)와 물(㉢)이 배출된다.
- ㉡ 지방(B)의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이고, 암모니아(㉠)의 구성 원소는 질소(N), 수소(H)이다.

04 호흡계

- ㄱ. 폐포 주위의 모세 혈관에서 혈액이 이동하면서 기체 교환이 일어남에 따라 혈액의 단위 부피당 ㉠의 양은 증가하고 ㉡의 양은 감소하므로 ㉠은 O₂, ㉡은 CO₂이다.
- ㉠ O₂(㉠)는 적혈구의 헤모글로빈에 결합하여 운반된다.
- ㉡ 조직 세포에서 세포 호흡이 일어나면 O₂(㉠)는 소비되고 CO₂(㉡)는 생성된다.

05 배설계

- ㉠ 콩팥의 오줌 생성 과정에서 배설계로 여과된 물질이 순환계인 혈관으로 재흡수되는 과정인 ㉠의 이동에 물, 포도당 등이 포함된다.
- ㉡ 오줌에 있는 요소는 질소를 포함한 노폐물이다.
- ㉢ 혈액 속의 요소는 콩팥에서 걸러져 오줌의 일부로 배설된다. 요소의 농도는 콩팥에 연결된 정맥의 혈액(d_1)에서가 오줌(d_2)에서보다 낮다.

06 배설계

- ㉣ I을 통해 요소 용액은 중성임을 알 수 있다. III에서는 끓인 콩즙의 효소가 변성되어 효소 반응이 일어나지 않으므로 끓인 콩즙은 산성이다. 따라서 II에 넣기 전의 생콩즙도 산성이며, II에서는 생콩즙의 효소에 의해 효소 반응이 일어나 액성이 염기성으로 변화하였음을 알 수 있다.
- ㉤ 증류수를 넣은 대조군 I의 용액은 중성이고, 생콩즙을 넣은 실험군 II의 용액은 염기성인 것을 통해 t 동안 II에서 요소가 분해되어 염기성인 암모니아가 생성되었음을 알 수 있다.
- ㉥ III에서 요소 분해 반응이 일어나지 않은 것은 끓인 콩즙에서 열에 의해 요소 분해 효소가 변성되었기 때문이다. 이를 통해 요소 분해 효소의 구성 성분에는 열에 약한 단백질이 포함되어 있음을 알 수 있다.

07 기관계의 통합적 작용

- ㉦ O_2 와 CO_2 가 출입하는 A는 호흡계, 영양소의 소화 일어나는 B는 소화계, 여러 기관계를 연결하는 C는 순환계, 오줌을 배출하는 D는 배설계이다.
- ㉧ 조직 세포에서 아미노산이 분해되어 생성된 암모니아는 혈액을 통해 간으로 운반되어 독성이 약한 요소로 전환된다. 따라서 순환계(C)에서 소화계(B)로의 이동(㉧)에는 질소 노폐물인 암모니아의 이동이 포함된다.
- ㉨ 서로 다른 기관계인 호흡계(A)와 소화계(B)를 연결하여 통합적 작용이 원활하게 이루어지도록 하는 것은 순환계(C)의 역할이다.

08 대사성 질환

- ㉩ 체내 물질대사 이상으로 인한 높은 혈압, 높은 혈당, 비만, 이상 지질 혈증 등의 증상이 한 사람에게서 동시에 나타나는 것을 대사 증후군(㉩)이라고 하고, 대사 증후군은 대사성 질환(㉪)으로 발전할 가능성이 높다.
- ㉫ 혈당량이 정상보다 높아 오줌 속에 포도당이 섞여 나오는 것은 당뇨병(㉫)의 증상에 해당한다.
- ㉬ 고혈압(㉬)은 혈압이 정상보다 높아 심혈관 질환 및 뇌혈관 질환의 원인이 될 수 있다.

09 체질량 지수

- ㉭ 체질량 지수가 26.0인 사람은 비만 1단계에 해당한다.
- ㉮ 몸무게가 50 kg이고 키가 1.5 m인 사람의 체질량 지수는 약 $22.2\left(\approx \frac{50}{(1.5)^2}\right)$ 이므로 정상 체중에 해당한다.
- ㉯ 비만 3단계인 사람은 정상 체중인 사람보다 고혈압, 고지혈증, 심혈관 질환 등의 대사성 질환을 나타낼 가능성이 높다.

10 에너지 섭취량과 소비량

- ㉺ (가)는 에너지 소비량이 섭취량보다 많으므로 에너지 부족 상태에 해당하고, (나)는 에너지 섭취량이 소비량보다 많으므로 에너지 과잉 상태에 해당한다.
- ㉻ (가)의 에너지 부족 상태가 지속되면 A는 몸에 저장된 지방이나 단백질을 분해하여 에너지를 얻고 체중이 감소한다.
- ㉼ (나)의 에너지 과잉 상태가 지속되면 B는 사용하고 남은 에너지를 체내에 축적해서 비만이 될 수 있다.

11 에너지 섭취량과 소비량

- ㉽ t 동안 A의 체지방량이 증가한 것을 통해 A가 많은 양의 먹이를 섭취하여 체중이 증가하였을 것이라고 추측할 수 있다.
- ㉾ t 동안 B의 체지방량이 감소한 것을 통해 B가 적은 양의 먹이를 섭취하였고, 몸에 저장된 영양소를 세포 호흡을 통해 분해하였을 것이라고 추측할 수 있다.
- ㉿ 많은 양의 먹이를 섭취한 동물은 A이고, 적은 양의 먹이를 섭취한 동물은 B이다.

12 에너지 대사량

- ㊱ 가만히 잠자고 있을 때에도 체온 조절, 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 활동과 같은 생명 현상을 유지하기 위한 최소한의 에너지 소비가 일어난다.
- ㊲ 기초 대사량을 제외한 다양한 활동에 소모되는 에너지량이 활동 대사량으므로 기초 대사량은 활동 대사량에 포함되지 않는다.
- ㊳ 성별, 나이, 체질 및 활동의 종류, 시간, 강도 등은 하루 동안 생활하는 데 필요한 총에너지량인 1일 대사량에 영향을 미치는 요인에 해당한다.

수능 3점 테스트

본문 36~39쪽

01 ㉠ 02 ㉢ 03 ㉠ 04 ㉤ 05 ㉢ 06 ㉣
07 ㉡ 08 ㉡

01 기관계의 통합적 작용

- ㉠. 폐에서 기체 교환이 일어나므로 단위 부피당 O_2 의 양은 폐를 통과하기 전인 ㉡의 혈액이 폐를 통과한 후인 ㉢의 혈액보다 적다.
- ㉡. 식사 후 소장에서 영양소가 흡수되어 ㉢의 혈당량이 증가하면 간에서 포도당을 글리코젠으로 전환함으로써 ㉢의 혈당량을 일정하게 유지시킨다. 따라서 구간 I 동안 혈당량은 ㉢의 혈액이 ㉢의 혈액보다 낮다.
- ㉢. 간에서 암모니아가 요소로 전환되고 혈액의 요소 중 일부는 콩팥을 통해 오줌으로 배설되므로 단위 부피당 요소의 양은 간을 통과한 후인 ㉢의 혈액이 콩팥을 통과한 후인 ㉢의 혈액보다 많다.

02 소화계

- ㉠. 녹말의 분해 산물인 ㉠은 포도당이고, 지방의 분해 산물인 ㉡은 지방산이다.
- ㉢. 지방은 소화 효소인 라이페이스에 의해 지방산(㉢)과 모노글리세리드로 분해된다.
- ㉡. A는 모세 혈관, B는 암죽관이다.

03 요소 분해 실험

- ㉡. 콩즙 속 효소 유레이스에 의해 요소가 분해되면 암모니아(㉠)와 이산화 탄소 가 생성된다. 아미노산은 ㉡에 해당하지 않는다.
- ㉢. 초록색인 I의 오줌은 중성, 노란색인 II의 콩즙은 산성에 해당하므로 pH는 I의 오줌이 II의 콩즙보다 높다.
- ㉡. III에 용액을 첨가한 직후에는 노란색의 산성이었다가 일정 시간이 지난 후에 파란색의 염기성으로 변화하였으므로 t_1 과 t_2 사이에 pH의 증가와 H^+ 의 농도 감소가 일어났음을 알 수 있다.

04 당뇨병

- ㉠. 인슐린을 주사해도 혈당량이 증가하는 A는 인슐린의 표적 세포가 인슐린에 반응하지 못하는 제2형 당뇨병 환자이다. 인슐린을 주사했을 때 혈당량의 감소가 일어나는 B는 제1형 당뇨병 환자이다.
- ㉢. 체내 물질대사 장애에 의해 발생하는 대사성 질환에는 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등이 있다.
- ㉢. 탄수화물을 섭취한 후 인슐린을 주사하였으므로 구간 I 동안 제1형 당뇨병 환자(B)의 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되었다.

05 순환계

- ㉠. (가)의 어류의 순환계에서는 심장에서 나온 혈액이 아가미와 온몸의 모세 혈관을 모두 거친 후에 심장으로 돌아온다. (나)의 포유류의 순환계에서는 심장에서 나온 혈액이 폐(또는 온몸)의 모세 혈관을 거치고 심장으로 돌아온 후, 다시 심장에서 나온 혈액이 온몸(또는 폐)의 모세 혈관을 거치고 심장으로 돌아온다.

- ㉢. 순환계는 심장, 혈관 등으로 구성되며, 혈관을 따라 혈액이 순환하면서 영양소와 산소, 노폐물 등을 운반한다.
- ㉡. (가)에서는 지점 d_1 과 d_2 사이에 아가미 모세 혈관이 있고, (나)에서는 지점 d_3 과 d_4 사이에 모세 혈관이 없다. 심장에서 나온 혈액은 모세 혈관을 거치면서 혈압이 급격히 낮아지므로 $\frac{\text{지점 } d_1 \text{의 혈압}}{\text{지점 } d_2 \text{의 혈압}} > \frac{\text{지점 } d_3 \text{의 혈압}}{\text{지점 } d_4 \text{의 혈압}}$ 보다 크다.

06 대사성 질환

- ㉠. 지질은 중성 지방, 인지질, 스테로이드로 구분되며, 스테로이드에 콜레스테롤이 속한다.
- ㉡. (가)에서 고콜레스테롤혈증 환자의 비율은 50대, 60대, 70대 모두 남자에서가 여자에서보다 낮다.
- ㉢. (가)에서 연령대가 높을수록 고콜레스테롤혈증 환자의 비율이 높으므로 이 지역에서 70대인 사람은 30대인 사람보다 혈액 속 콜레스테롤이 혈관벽에 쌓여 혈액의 흐름을 방해하는 증상(나)을 나타낼 확률이 높다.

07 호흡계

- ㉡. ㉠의 분압은 날숨에서가 들숨에서보다 낮고 ㉢의 분압은 날숨에서가 들숨에서보다 높으므로 ㉠은 O_2 , ㉢은 CO_2 이다.
- ㉡. O_2 (㉠)의 분압이 혈액 A가 혈액 B보다 높으므로 단위 부피당 O_2 의 양은 혈액 A가 혈액 B보다 많다.
- ㉢. 조직 세포에서 발생한 CO_2 (㉢)은 순환계인 혈액을 통해 운반되어 호흡계로 이동한다.

08 에너지의 균형

- ㉡. 1일 대사량은 하루 동안 생활하는 데 필요한 총에너지양이다. 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양은 기초 대사량이다.
- ㉢. B는 평균 1일 에너지 섭취량이 $2700(=700+1300+700)$ kcal이고, 에너지 소비량에 해당하는 평균 1일 대사량이 2700 kcal이므로 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이루고 있다.
- ㉡. A는 평균 1일 에너지 섭취량이 $2000(=900+600+500)$ kcal이고, 평균 1일 대사량이 2300 kcal이므로 현재와 같은 상태가 지속되면 체중이 감소한다. C는 평균 1일 에너지 섭취량이 $3000(=1200+800+1000)$ kcal이고, 평균 1일 대사량이 2600 kcal이므로 현재와 같은 상태가 지속되면 체중이 증가한다.

04 자극의 전달

수능 2점 테스트

본문 48~51쪽

01 ④	02 ①	03 ③	04 ③	05 ⑤	06 ⑤
07 ①	08 ③	09 ③	10 ②	11 ①	12 ⑤
13 ④	14 ④	15 ⑤	16 ②		

01 뉴런의 구조

- ㉠은 가지 돌기, ㉡은 신경 세포체, ㉢은 말미집이다.
 ✕. X의 가지 돌기(㉠)는 다른 세포로부터 신호를 받아들이고, 축삭 돌기는 다른 세포로 신호를 전달한다.
 ㉣. 핵, 미토콘드리아 등이 있는 신경 세포체(㉡)에서 세포 호흡이 일어나 ATP가 생성된다.
 ㉤. 말미집(㉢)은 세포막을 갖는 슈반 세포가 뉴런의 축삭 돌기를 반복적으로 감아 형성된 구조이다.

02 뉴런의 종류

- ✕. (가)는 원심성 뉴런, (나)는 연합 뉴런, (다)는 구심성 뉴런이다.
 ㉠. 뇌신경, 척수 신경 같은 말초 신경계에 원심성 뉴런(가)과 구심성 뉴런(다)이 있고, 중추 신경계에 연합 뉴런(나)이 있다.
 ✕. (가)~(다)의 연결 경로에서 흥분은 (다) → (나) → (가) 방향으로 전달되므로 원심성 뉴런(가)에 역치 이상의 자극을 주면 연합 뉴런(나)과 구심성 뉴런(다)에서는 모두 활동 전위가 발생하지 않는다.

03 분극

- A는 세포 밖, B는 세포 안이고, ㉠은 K^+ , ㉡은 Na^+ 이다.
 ㉢. 자극을 받지 않아 휴지 상태인 X에서 일부 K^+ 통로가 열려 있어 세포 안에서 세포 밖으로 K^+ (㉠)의 확산이 일어난다.
 ✕. ㉠은 K^+ , ㉡은 Na^+ 이다.
 ㉣. 세포 안에 많이 존재하는 음(-)전하 단백질은 세포 안이 상대적으로 음(-)전하를, 세포 밖이 상대적으로 양(+전하를 띠게 하여 휴지 전위가 음(-)의 값을 나타내는 데 영향을 미친다.

04 탈분극

- ㉠은 $Na^+ - K^+$ 펌프, ㉡은 Na^+ 통로, ㉢은 K^+ 통로이다.
 ㉣. $Na^+ - K^+$ 펌프(㉠)를 통해 Na^+ 과 K^+ 이 능동 수송될 때 ATP가 사용된다.
 ㉤. 분극 상태의 X에서 닫혀 있던 Na^+ 통로(㉡)가 열리면서 탈분극이 일어나고, 탈분극이 일어나는 X에서 Na^+ 통로(㉡)를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

✕. X에서 K^+ 의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높으므로 K^+ 통로(㉢)를 통해 K^+ 은 세포 안에서 밖으로 확산된다.

05 흥분 전도 속도

- ㉠. 말미집 뉴런(A)에서는 축삭 돌기의 량비에 결절에서만 흥분이 발생하는 도약전도가 일어난다.
 ㉡. 구간 I에서 민말미집 뉴런(B)의 축삭 돌기가 굵고 단면의 지름이 클수록 저항이 감소하여 흥분 전도 속도가 빠르다.
 ㉢. 축삭 돌기의 두께가 L_1 로 같을 때 말미집 뉴런(A)이 민말미집 뉴런(B)보다 흥분 전도 속도가 빠를 것이라고 예측할 수 있다.

06 활동 전위

- 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 구간 ㉠의 상태에서 구간 ㉠~㉡의 상태를 거쳐 다시 분극 상태로 돌아온다. ㉠은 분극 상태, ㉡은 휴지 전위에서 역치 전위까지 막전위가 증가하는 탈분극 상태, ㉢은 활동 전위가 일어나 막전위가 증가하는 탈분극 상태, ㉣은 막전위가 감소하는 재분극 상태, ㉤은 휴지 전위보다 막전위가 낮은 과분극 상태이다.
 ㉠. 분극 상태(㉠)에서 K^+ 통로는 일부 열려 있고 Na^+ 통로는 거의 대부분 닫혀 있다. 재분극 상태(㉣)에서 열린 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 뉴런 밖으로 확산된다.
 ㉡. ㉠은 분극 상태의 휴지 전위에서 벗어나 역치 전위까지 막전위가 증가하는 탈분극 상태에 해당한다.
 ㉢. ㉡일 때는 닫혀 있던 Na^+ 통로가 열리면서 Na^+ 이 뉴런 안으로 확산되어 탈분극이 일어난다. 이어서 닫혀 있던 K^+ 통로가 열리면서 K^+ 이 뉴런 밖으로 확산되고 열린 Na^+ 통로가 닫히면서 재분극이 일어나며 ㉡일 때 과분극이 일어난다. 따라서 Na^+ 의 막투과도는 탈분극 상태(㉡)에서가 과분극 상태(㉣)에서보다 높다.

07 활동 전위

- ㉠. 자극을 준 직후 막 투과도가 먼저 급격히 증가하는 A는 Na^+ 이고, B는 K^+ 이다.
 ✕. 활동 전위의 발생 과정에서 Na^+ (A)의 농도는 항상 세포 안이 밖보다 낮고, K^+ (B)의 농도는 항상 세포 안이 밖보다 높다.
 ✕. t_2 일 때 P는 분극 상태로 회복되어 휴지 전위 상태이므로 P의 막전위는 역치 전위보다 낮다.

08 도약전도

- ㉠. 흥분 전도에 소요되는 시간은 구간 I에서가 구간 II에서보다 길고, 흥분의 이동 거리는 구간 I에서가 구간 II에서보다 짧다. 따라서 흥분 전도 속도는 구간 II에서가 구간 I에서보다 빠르다.
 ㉡. 흥분 전도 속도가 느린 구간 I은 량비에 결절에 해당하며 세포막에 Na^+ 통로, K^+ 통로, $Na^+ - K^+$ 펌프 등이 있다.
 ✕. 흥분 전도 속도가 빠른 구간 II에 말미집이 있고, 구간 I은 량비에 결절에 해당한다.

09 활동 전위

- ㉠. 지점 P에 자극 I을 주었을 때 지점 Q에서 활동 전위가 발생하지 않았으므로 I의 세기가 역치보다 작아 X에서 흥분 전도가 일어나지 않았음을 알 수 있다.
- ㉡. 지점 P에 자극 II를 주었을 때 지점 Q에서 활동 전위가 발생하였으므로 II의 세기가 역치보다 크고 P에서 탈분극이 일어났음을 알 수 있다.
- ㉢. Q에서 발생한 활동 전위의 크기는 (나)에서와 (다)에서가 서로 같고, 활동 전위의 발생 빈도는 (다)에서가 (나)에서보다 높다.

10 무릎 반사

- ㉣. 시점이 t_1 에서 t_2 로 변할 때 X의 길이가 감소하였으므로 (나)의 X는 무릎 반사가 일어날 때 수축하는 골격근인 ㉠의 근육 원섬유 마디이다.
- ㉤. 시점이 t_1 에서 t_2 로 변할 때 X의 길이가 감소하였으므로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분인 ㉡의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 짧다.
- ㉥. 무릎 반사가 일어날 때 ㉠의 근수축에 ATP가 사용된다.

11 근육 섬유의 구조

- ㉦. 근육 원섬유에서 액틴 필라멘트만 있어서 밝게 보이는 부분인 ㉡은 명대에 해당하고, 마이오신 필라멘트가 있어서 어둡게 보이는 부분인 ㉢은 암대에 해당한다.
- ㉧. ㉢은 마이오신 필라멘트가 있는 A대이고, 근육 원섬유 마디는 액틴 필라멘트가 붙어 있는 Z선과 Z선 사이의 구간이다.
- ㉨. 근육 섬유가 다핵성 세포이고, 근육 원섬유는 근육 섬유에 들어 있는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 다발이다.

12 근수축

- ㉩. 근육 원섬유에서 명대의 중앙에 Z선이 있고, 암대의 중앙에 M선이 있다.
- ㉪. t_1 에서 t_2 로 변화할 때 ㉡의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 증가하면 ㉢의 길이는 $0.3 \mu\text{m}$ 감소하고 ㉣의 길이는 $0.6 \mu\text{m}$ 증가한다. 따라서 좌우 대칭인 X의 길이는 t_1 일 때보다 $0.6 \mu\text{m}$ 증가하여 t_2 일 때 $2.8 \mu\text{m}$ 이다.
- ㉫. 액틴 필라멘트의 길이에 해당하는 ㉡+㉢의 길이는 근수축이 일어날 때 일정하게 유지된다. ㉣의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 작으므로 $\frac{\text{㉡}+\text{㉢}}{\text{㉣}}$ 은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

13 근육 원섬유의 구조

- ㉬. 구간 ㉡에 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분과 마이오신 필라멘트만 있는 부분이 모두 있으므로 ㉡은 A대이다.

- ㉭. t_1 일 때 X에는 (나)와 같은 단면을 갖는 지점이 있으므로 t_1 일 때 X에는 마이오신 필라멘트만 있는 부분(나)인 H대가 있다. 따라서 X에서 H대의 길이는 $0 \mu\text{m}$ 보다 크다.
- ㉮. X에서 마이오신 필라멘트만 관찰되는 부분(나)은 암대에 속한다.

14 근수축

- ㉯. X 길이의 변화량을 $+x$ 라고 할 때, ㉠ 길이의 변화량은 $+\frac{1}{2}x$ 이고, ㉡ 길이의 변화량은 $-\frac{1}{2}x$ 이며, ㉢ 길이의 변화량은 $+x$ 이다. 따라서 ㉣ 길이의 변화량은 $+2d$ 이다.
- ㉺. ㉠과 ㉣의 길이 변화량이 같으므로 ㉠과 ㉣는 각각 X와 ㉢ 중 하나이다. ㉡의 길이는 X의 길이보다 항상 짧으므로 ㉠은 ㉢, ㉣는 X이다.
- ㉻. X(㉣) 길이가 $2d$ 만큼 증가할 때 ㉠ 길이는 d 만큼 증가하고 ㉡ 길이는 d 만큼 감소하므로 ㉢은 ㉠, ㉣는 ㉡이다. 따라서 t_2 일 때 ㉢(㉠)에는 마이오신 필라멘트가 없다.

15 근육 원섬유의 구조

- ㉼. ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이므로 ㉡은 H대에 해당하고, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.
- ㉽. 액틴 필라멘트만 있는 부분인 ㉢의 가운데에 Z선이 있고, Z선에 액틴 필라멘트가 좌우로 붙어 있다.
- ㉾. t_1 에서 t_2 로 변화할 때 X의 길이는 $0.6 (= 2.8 - 2.2) \mu\text{m}$ 감소한다. 이때 ㉡의 길이는 $0.6 \mu\text{m}$ 감소하고, $\frac{\text{㉡}}{2}$ 의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 감소하므로 ㉢의 길이도 $0.6 \mu\text{m}$ 감소한다.

16 근수축의 에너지원

- ㉿. 세포 호흡에서 생성되는 ㉣은 ATP이고, ATP가 ADP(㉤)와 P_i 로 분해될 때 방출되는 에너지가 근수축에 이용된다.
- ㊀. 크레아틴 인산이 크레아틴으로 분해될 때 에너지가 방출되고 인산기가 ADP(㉤)에 전달되어 ATP(㉣)가 생성된다. 1분자당 에너지량은 크레아틴이 크레아틴 인산보다 적다.
- ㊁. 활주선에 따르면 근수축이 일어날 때 근육 원섬유 마디를 구성하는 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가면서 ATP가 사용된다.

수능 3점 테스트

본문 52~57쪽

01 ③	02 ②	03 ④	04 ②	05 ③	06 ⑤
07 ②	08 ①	09 ③	10 ①		

01 흥분의 전도

- ㉠. 구간 I의 A에서는 막전위가 증가하는 탈분극이 일어난다.
 ㉡. 구간 II의 C에서는 재분극이 일어난다. C에서 막전위가 변화할 때 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산된다.
 ✕. 막전위를 측정할 2 ms 동안 A에서는 탈분극이, B에서는 탈분극과 재분극이, C에서는 재분극이 일어나므로 자극을 준 지점은 C이고, 흥분은 $C \rightarrow B \rightarrow A$ 방향으로 전도된다.

02 활동 전위

- ✕. 분극 상태인 뉴런의 막전위를 휴지 전위라고 하며, (가)에서 세포 밖 K^+ 농도가 증가할 때 X의 휴지 전위가 상승한다.
 ✕. 세포 밖 K^+ 농도에 따른 X의 휴지 전위는 ㉠일 때가 -70 mV이고 ㉡일 때가 -60 mV이다. (나)에서 자극이 주어지기 전의 휴지 전위가 -60 mV이므로 (나)는 세포 밖 K^+ 농도가 ㉡일 때이고, (다)는 세포 밖 K^+ 농도가 ㉠일 때이다.
 ㉢. (나)에서는 휴지 전위가 -60 mV이고 (다)에서는 휴지 전위가 -70 mV인데, 역치 전위는 -55 mV로 일정하므로 역치 전위에 도달하기 위해 필요한 최소한의 자극 세기는 (다)에서 (나)에서보다 크다. 따라서 활동 전위를 발생시키는 최소한의 자극 세기는 (다)에 주어진 II가 (나)에 주어진 I보다 크다.

03 근수축

- ㉠. A대의 길이가 $1.6 \mu\text{m}$ 인데 X의 길이가 $1.65 \mu\text{m}$ 인 경우, ㉠의 길이는 $0.025 \mu\text{m}$ 로 $0 \mu\text{m}$ 보다 크다.
 ✕. 액틴 필라멘트의 길이가 $1.0 \mu\text{m}$ 이므로 H대의 길이가 $0.1 \mu\text{m}$ 일 때 X의 길이는 $2.1 \mu\text{m}$ 이며, H대의 길이가 $0.2 \mu\text{m}$ 일 때 X의 길이는 $2.2 \mu\text{m}$ 이다. (나)에서 X의 길이가 $2.1 \mu\text{m}$ 일 때와 $2.2 \mu\text{m}$ 일 때는 X의 수축 강도가 같다.
 ㉢. X의 길이가 $2.25 \mu\text{m}$ 일 때, ㉠의 길이는 $0.325 \mu\text{m}$, ㉡의 길이는 $0.675 \mu\text{m}$, ㉢의 길이는 $0.25 \mu\text{m}$ 이다. 이때 Z_1 로부터 Z_2 방향으로 거리가 $0.2 \mu\text{m}$ 인 지점은 ㉠에 해당한다.

04 근수축

t_1 일 때 ㉠의 길이를 x 라고 할 때, $\frac{㉠}{㉡}$ 이 4이므로 ㉠의 길이는 $4x$ 이고, X의 길이는 $6x$ 이며, ㉢-㉠이 0이므로 ㉢의 길이는 x 이다. 이때 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분은 양쪽이 각각 $1.5x \left(= \frac{4x-x}{2} \right)$ 이다. t_2 일 때 $\frac{㉠}{㉡}$ 이 2인데 ㉠의 길

이는 변하지 않으므로 t_2 일 때 ㉠의 길이는 $2x$ 이다. t_1 에서 t_2 로 변할 때 ㉠의 길이가 x 만큼 증가하면 ㉢의 길이는 2배인 $2x$ 만큼 증가하여 t_2 일 때 ㉢의 길이는 $3x$ 이다. 이때 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분은 양쪽이 각각 $0.5x \left(= \frac{4x-3x}{2} \right)$

이다. t_2 일 때 ㉢의 길이가 $3x$, ㉠의 길이가 $2x$ 이므로 ㉢-㉠인 d 는 x 와 같다.

✕. ㉢의 길이는 t_2 일 때가 $3x$, t_1 일 때가 x 이므로 t_2 일 때가 t_1 일 때의 3배이다.

✕. X의 길이는 $(2 \times ㉠ \text{의 길이} + ㉠ \text{의 길이})$ 이므로 t_1 일 때 X의 길이는 $6d (= 2 \times d + 4d)$ 이고, t_2 일 때 X의 길이는 $8d (= 2 \times 2d + 4d)$ 이다. 따라서 t_2 일 때의 X 길이에서 t_1 일 때의 X 길이를 뺀 값은 $2d (= 8d - 6d)$ 이다.

㉢. t_2 일 때 ㉠의 길이가 $2d$ 이므로 Z_1 로부터 Z_2 방향으로 거리가 d 인 지점은 ㉠에 해당한다.

05 근수축

- ㉠. I에서 소장 근육 세포의 활동 전위 발생 빈도가 증가하였으므로 활동 전위가 발생하였음을 알 수 있다.
 ✕. 소장 근육의 수축력이 I에서 II에서보다 크므로 소장은 I에서 II에서보다 더 수축된 상태이다.
 ㉢. I에서 소장 근육 세포에 아세틸콜린이 작용하여 탈분극이 일어나고 수축력이 증가하였으므로 소장 근육과 시냅스를 통해 연결된 뉴런에서 아세틸콜린이 분비되면 소장 근육이 수축한다는 것을 알 수 있다.

06 근수축의 에너지원

- ㉠. 근육 세포에서 근육 원섬유가 수축하는 과정에 사용되는 에너지원 ㉠은 ATP이다.
 ㉢. P가 달리기를 시작한 후 30초 동안에는 크레아틴 인산이 크레아틴으로 분해되면서 인산기가 ADP로 전달되어 생성된 ATP가 근수축의 주된 에너지원이므로 근육 세포에서 크레아틴이 생성된다.
 ㉢. 젖산 발효를 통해 포도당이 분해되면 젖산과 ATP(㉠)가 생성되고, 세포 호흡을 통해 포도당이 분해되면 이산화 탄소와 물, ATP(㉡)가 생성된다. P가 달리기를 시작한 후 경과된 시간이 120초일 때 젖산 발효인 II와 세포 호흡인 III이 모두 일어나므로 근육 세포에서 젖산과 이산화 탄소가 모두 생성된다.

07 근수축

t_2 일 때 X의 길이가 $3.2 \mu\text{m}$, A대의 길이가 $1.6 \mu\text{m}$ 이므로 ㉠은 $0.8 \mu\text{m}$ 이다. 만약 ㉠=㉡라면, ㉢과 ㉣은 각각 ㉡와 ㉢ 중 하나이다. 이때 ㉠-㉡=0.8-㉡=0.1이고 ㉠+㉢=0.8+㉢=1.4이므로 ㉡는 $0.7 \mu\text{m}$, ㉢는 $0.6 \mu\text{m}$ 인데, ㉢이 ㉡이고 ㉣이 ㉢인 경

우와 ㉔이 ㉔이고 ㉔이 ㉔인 경우 모두 ㉔의 길이 + $\frac{\text{㉔의 길이}}{2} = 0.8 \mu\text{m}$ 를 만족하지 못하므로 모순이다. 만약 ㉔=㉔라면, ㉔과 ㉔은 각각 ㉔와 ㉔ 중 하나이다. 이때 ㉔-㉔=㉔-0.8=0.1이므로 ㉔는 0.9 μm 이고, ㉔+㉔=0.9+㉔=1.4이므로 ㉔는 0.5 μm 이다. 이때도 ㉔이 ㉔이고 ㉔이 ㉔인 경우와 ㉔이 ㉔이고 ㉔이 ㉔인 경우 모두 ㉔의 길이 + $\frac{\text{㉔의 길이}}{2} = 0.8 \mu\text{m}$ 를 만족하지 못하므로 모순이다. 따라서 ㉔은 ㉔이고, ㉔+㉔=㉔+0.8=1.4이므로 ㉔는 0.6 μm 이며, ㉔-㉔=0.6-㉔=0.1이므로 ㉔는 0.5 μm 이다. 이때 ㉔이 ㉔이고 ㉔이 ㉔인 경우는 ㉔의 길이 + $\frac{\text{㉔의 길이}}{2} = 0.8 \mu\text{m}$ 를 만족하지 못하므로 모순이다.

따라서 ㉔이 ㉔, ㉔이 ㉔, ㉔이 ㉔이다. t_1 에서 t_2 로 변화할 때 각 구간의 변화량은 ㉔이 + d 이면, ㉔은 $-d$, ㉔은 $+2d$, X는 $+2d$ 이다. t_1 에서 t_2 로 변화할 때 ㉔-㉔(=㉔-㉔)의 변화량은 $-0.3 = +3d$ 이므로 d 는 -0.1 이다. 이때 ㉔+㉔(=㉔+㉔)의 변화량은 $+3d(=-0.3)$ 이므로 t_1 일 때 ㉔+㉔는 1.7이고, X의 변화량은 $+2d(=-0.2)$ 이므로 t_1 일 때 X의 길이는 3.4 μm 이다.

㉔. ㉔는 ㉔, ㉔는 ㉔, ㉔는 ㉔이다.

㉔. t_1 일 때 ㉔-㉔(=㉔-㉔)=0.4이고, ㉔의 길이 + $\frac{\text{㉔의 길이}}{2} = 0.8 \mu\text{m}$ 이므로 ㉔는 0.8 μm , ㉔는 0.4 μm , ㉔는 0.9 μm 이다. t_2 일 때 ㉔-㉔(=㉔-㉔)=0.1이고, ㉔의 길이 + $\frac{\text{㉔의 길이}}{2} = 0.8 \mu\text{m}$ 이므로 ㉔는 0.6 μm , ㉔는 0.5 μm , ㉔는 0.8 μm 이다. 따라서 t_1 일 때 ㉔의 길이와 t_2 일 때 ㉔의 길이는 모두 0.8 μm 이다.

㉔. t_2 일 때 ㉔는 0.8 μm , ㉔는 0.5 μm , ㉔는 0.6 μm 이므로 Z₁로부터 Z₂ 방향으로 거리가 1.1 μm 인 지점은 ㉔에 해당한다.

08 흥분 전도

A와 B에 자극을 동시에 주었으므로 ㉔일 때 자극 지점의 막전위는 A와 B에서 서로 같아야 한다. 따라서 ㉔일 때 자극 지점의 막전위 값은 ㉔와 ㉔에서 동일한 값이 있는 ㉔와 ㉔, 즉 -57 과 -80 중 하나이며, 자극 지점은 막전위 변화가 가장 먼저 진행된 지점이므로 -80 이다. 따라서 ㉔일 때 A의 d_1 과 B의 d_4 는 모두 막전위 값이 -80 이다. 흥분 전도 속도가 A가 2 cm/ms, B가 3 cm/ms이므로 A의 d_1 로부터 d_3 에 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간과 B의 d_4 로부터 d_1 에 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간은 3 ms로 동일하다. 따라서 ㉔일 때 A의 d_3 에서와 B의 d_1 에서의 막전위 값은 같아야 하며, 그 값은 -57 이다.

만약 ㉔가 -80 , ㉔가 -57 이라면, ㉔는 A, ㉔는 B이고, ㉔이 d_1 , I이 d_4 이다. 이 경우 ㉔일 때 A와 B에서 흥분이 가장 늦게 도달한 지점의 막전위 값이 A의 d_4 에서가 -13 , B의 d_1 에서가 -57 이며, 이는 B에서가 A에서보다 흥분 전도 속도가 느리다는 것을 의미하므로 주어진 조건과 모순이다.

따라서 ㉔는 -57 , ㉔는 -80 이고, ㉔는 B, ㉔는 A이며, ㉔이 d_1 , IV가 d_4 , I이 d_3 , II가 d_2 이다. 이 경우 ㉔일 때 A와 B에서 흥분이 가장 늦게 도달한 지점의 막전위 값이 A의 d_4 에서가 -65 , B의 d_1 에서가 -57 이며, 이는 B에서가 A에서보다 흥분 전도 속도가 빠르다는 것을 의미하므로 주어진 조건에 부합한다. 제시된 표를 정리하면 다음과 같다.

신경	㉔일 때 막전위(mV)			
	d_3 (I)	d_2 (II)	d_1 (III)	d_4 (IV)
B(㉔)	-13	-16	-57(㉔)	-80(㉔)
A(㉔)	-57(㉔)	+30	-80(㉔)	-65

㉔. ㉔는 -57 , ㉔는 -80 이다.

㉔. I은 d_3 , II는 d_2 , III은 d_1 , IV는 d_4 이다.

㉔. B에서 흥분의 전도는 d_4 (IV) \rightarrow d_3 (I) \rightarrow d_2 (II) \rightarrow d_1 (III) 방향으로 일어난다. ㉔일 때 B(㉔)의 d_3 (I)에서 막전위 값은 -13 이며, 재분극이 일어난다.

09 흥분의 전도와 전달

A의 P에 자극 I을 주었을 때 A의 d_1 과 d_2 에 탈분극이 일어났고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_3 의 막전위 값이 -70 이므로 P는 d_3 이다. 이때 d_1 과 d_2 의 막전위 값인 ㉔와 ㉔가 각각 $+30$, 0 , -80 중 하나라는 조건을 만족하려면 A에서 왼쪽 부분의 뉴런의 흥분 전도 속도가 1 cm/ms이어야 하고, ㉔는 -80 , ㉔는 $+30$ 이며, 따라서 ㉔는 0이다.

A의 Q에 자극 II를 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 막전위 값이 d_3 이 0(㉔), d_4 가 -80 (㉔), d_5 가 -70 이므로 Q는 d_5 이고, A에서 오른쪽 부분의 뉴런의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms이며, A에는 시냅스가 있고, 흥분의 전달은 시냅스의 오른쪽에서 왼쪽 방향으로 일어날 수 있다. 따라서 (나)에는 신경 세포체가 있고, (가)에는 축삭 돌기 말단이 있다.

B의 R에 자극 III을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 막전위 값이 d_4 가 $+30$ (㉔), d_5 가 0(㉔)이 되려면 B에서 오른쪽 부분의 뉴런의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이고, d_3 의 막전위 값이 -80 (㉔)이므로 B에도 시냅스가 있어야 한다. 이때 막전위 값이 d_1 이 -70 , d_3 이 -80 (㉔)이므로 B에서 왼쪽 부분의 뉴런의 흥분 전도 속도도 2 cm/ms이고, R는 d_1 이다. 따라서 B에서 흥분의 전달은 시냅스의 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 일어날 수 있으며, (다)에는 신경 세포체가 있고, (라)에는 축삭 돌기 말단이 있다.

㉔. ㉔는 $+30$, ㉔는 -80 , ㉔는 0이다.

㉔. P는 d_3 , Q는 d_5 , R는 d_1 이다.

㉔. A에서는 (나)에 신경 세포체가, (가)에 축삭 돌기 말단이 있고, B에서는 (다)에 신경 세포체가, (라)에 축삭 돌기 말단이 있다.

10 흥분의 전도와 전달

B에 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_3 과 d_4 의 막전위 값

이 모두 0이므로 자극 지점으로부터 d_3 과 d_4 에 흥분이 도달하는 데 걸린 시간은 각각 2.5 ms와 1.5 ms 중 하나이다. 따라서 d_3 과 d_4 사이에서 흥분이 전도되는 데 걸린 시간은 1 ms이고, d_3 과 d_4 사이의 거리가 2 cm이므로 뉴런의 흥분 전도 속도(㉔)는 2 cm/ms이다. B에서 자극 지점이 d_5 일 경우, ㉔에 시냅스가 있다면 d_4 로 흥분이 전달될 수 없고, ㉔에 시냅스가 없다면 d_4 의 막전위 값이 0이 될 수 없어 모순이다. B에서 자극 지점이 d_1 일 경우, ㉔의 시냅스 유무와 관계없이 d_4 의 막전위 값이 0이 될 수 없어 모순이다. 따라서 B에서 자극 지점은 d_2 이고, d_3 과 d_4 의 막전위 값이 모두 0이 되려면 ㉔에 시냅스가 있어야 한다. d_2 에서 d_3 까지 흥분이 도달하는 데 걸린 시간은 1.5 ms이고, d_2 에서 d_4 까지 흥분이 도달하는 데 걸린 시간은 2.5 ms이다.

C에 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 막전위 값이 d_2 가 -80, d_5 가 +30이고, C에서도 뉴런의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms(㉔)이므로 이러한 조건을 만족하는 것은 C에서 자극 지점이 d_3 이고, ㉔과 ㉔에 시냅스가 없으며 양방향으로 흥분의 전도가 일어난 경우이다.

A에서도 뉴런의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms(㉔)인데, A에 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 막전위 값이 d_4 가 -80, d_5 가 -60이므로 ㉔에는 시냅스가 있어야 하며, A에서도 자극 지점은 d_3 이다.

따라서 A와 C의 자극 지점이 동일하므로 P는 d_3 이고, 나머지 B의 자극 지점인 Q는 d_2 이다.

㉔ P는 d_3 이고, Q는 d_2 이다.

㉔ 시냅스는 ㉔과 ㉔에 있다.

㉔ ㉔가 5 ms일 때 B의 d_4 에 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간이 2.5 ms이므로 d_4 에서 막전위 변화에 2.5 ms가 소요되어 재분극이 일어난다.

05 신경계

수능 2점 테스트

본문 64~67쪽

01 ㉔	02 ㉔	03 ㉔	04 ①	05 ㉔	06 ㉔
07 ㉔	08 ㉔	09 ㉔	10 ㉔	11 ㉔	12 ㉔
13 ㉔	14 ㉔	15 ㉔	16 ①		

01 중추 신경계

중간뇌가 포함된 A는 뇌이고, B는 척수이다.

㉔ A는 뇌, B는 척수이다.

㉔ B(척수)의 겉질은 백색질이고, 속질은 회색질이다.

㉔ 말초 신경계는 뇌와 주변 기관을 연결하는 12쌍의 뇌 신경과 척수와 주변 기관을 연결하는 31쌍의 척수 신경으로 분류한다. B(척수)는 A(뇌)와 척수 신경 사이에서 정보를 전달할 수 있다.

02 뇌

A는 시상과 시상 하부로 구분되는 간뇌이고, B는 대뇌이다. 뇌교는 소뇌와 대뇌 사이에 정보 전달을 중계하고, 뇌를 구성한다. A는 간뇌, B는 대뇌이다.

㉔ A(간뇌)는 뇌줄기를 구성하지 않는다. 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다.

㉔ '수의(의식적) 운동의 중추이다.'는 대뇌(B)의 특징인 ㉔에 해당한다.

㉔ 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다.

03 신경계

A는 뇌, B는 뇌 신경, C는 척수, D는 척수 신경이다.

㉔ 무릎 반사의 중추는 C(척수)이고, A(뇌)는 의식적인 반응에 관여한다.

㉔ C는 중추 신경계에 속하는 척수이다.

㉔ B(뇌 신경)와 D(척수 신경)는 모두 말초 신경계에 속한다.

04 뇌 구조

A는 간뇌, B는 중간뇌, C는 연수이다.

㉔ A는 시상과 시상 하부로 구분되는 간뇌이다.

㉔ 대뇌와 연결되는 대부분의 신경이 교차되는 장소는 연수(C)이다.

㉔ 흥채를 이용한 동공의 크기 조절에 관여하는 것은 중간뇌(B)이다.

05 대뇌 겉질

㉠은 말을 들을 때 활성화되는 측두엽이고, ㉡은 글자를 볼 때 활성화되는 후두엽이다.

✕. ㉠은 측두엽, ㉡은 후두엽이다.

㉢. ㉢(후두엽)에는 시각 정보를 처리하는 부위가 있으므로 ㉢(후두엽)이 손상되면 글자를 볼 때 이상이 생길 수 있다.

㉣. 여러 가지 신체 활동 중 활성화되는 대뇌 겉질 부위가 다르므로 대뇌 겉질은 부위에 따라 기능이 분업화되어 있음을 알 수 있다.

06 중추 신경계

연수와 중간뇌는 모두 뇌를 구성하므로 A와 B가 모두 가질 수 있는 ㉠은 '뇌를 구성한다.'이고, ㉡는 'O'이며, ㉢는 '×'이다. 동공 반사의 중추는 중간뇌이므로 B는 중간뇌이고, A는 연수이다.

㉣. ㉢는 '×', ㉡는 'O'이다.

㉤. A는 연수, B는 중간뇌이다.

✕. ㉠은 A(연수)는 갖지 않고, B(중간뇌)는 갖는 특징이므로 '동공 반사의 중추이다.'이고, ㉠은 '뇌를 구성한다.'이다.

07 말초 신경계

방광에 연결된 자율 신경(교감 신경과 부교감 신경)의 신경 세포체는 모두 척수에 있으므로 (가)는 척수이다.

✕. (가)는 척수이다.

㉢. 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 짧은 ㉠은 교감 신경이고, 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 긴 ㉡은 부교감 신경이다.

✕. ㉠(교감 신경)이 방광에 작용하면 방광 확장(이완)이 일어나고, ㉡(부교감 신경)이 방광에 작용하면 방광 수축이 일어난다.

08 뇌

A는 정상인이고, B는 중간뇌, 뇌교, 연수의 기능이 상실된 사람이며, C는 뇌의 대부분의 기능이 상실된 사람이다.

㉢. A는 기능이 상실된 부위가 없는 정상인이다.

㉣. B는 뇌줄기를 구성하는 중간뇌, 뇌교, 연수의 기능이 상실된 사람이다.

✕. B의 간뇌는 기능이 상실되지 않았으므로 스스로 체온 조절이 가능하지만, C의 간뇌는 기능이 상실되었으므로 스스로 체온 조절이 불가능하다.

09 자율 신경

방광과 연결된 자율 신경의 신경 세포체는 모두 척수에 있으므로 ㉠은 척수, ㉡은 중간뇌이다. ㉢(중간뇌)과 눈을 연결하는 자율 신경은 부교감 신경이므로 (가)는 부교감 신경, (나)는 교감 신경이다.

㉣. (가)는 부교감 신경, (나) 교감 신경이다.

㉤. ㉠은 중간뇌, ㉡은 척수이다.

㉢. (가)(부교감 신경)의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.

10 말초 신경계

A는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이고, B는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이며, C는 구심성 뉴런(감각 뉴런)이다. ㉠은 골격근, ㉡은 심장, ㉢은 피부이다.

✕. ㉠은 골격근, ㉡은 심장, ㉢은 피부이다.

㉣. A와 B의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 모두 아세틸콜린이다.

✕. C는 구심성 뉴런(감각 뉴런)이다.

11 말초 신경계

A는 신경 세포체가 뉴런의 중간에 있는 구심성 뉴런(감각 뉴런), B는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이며, B와 연결된 ㉠은 팔의 골격근, ㉡은 피부이다.

㉢. A는 구심성 뉴런으로 후근을 이룬다.

✕. A는 구심성 뉴런(감각 뉴런), B는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이다.

㉣. ㉠은 척수와 A(구심성 뉴런, 감각 뉴런)로 연결되어 있으므로 피부이고, ㉡은 팔의 골격근이다.

12 말초 신경계

㉠ 자극 후 심장 세포에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하였으므로 ㉠과 ㉡은 교감 신경을 구성하는 뉴런이다.

✕. ㉠은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런으로 ㉠의 신경 세포체는 척수에 있다.

㉣. ㉠의 길이는 ㉡의 길이보다 짧으므로 $\frac{㉠의 길이}{㉡의 길이} < 1$ 이다.

✕. ㉡은 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이므로 ㉡의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이다.

13 신경계 이상

A는 정상인, B는 알츠하이머병 환자, C는 가벼운 인지 장애인이다.

✕. A~C 중 B에서 활동성 최소 부위가 가장 넓으므로 B가 알츠하이머병 환자이다.

㉢. B(알츠하이머병 환자)의 두정엽 부위에 검은색 영역이 많으므로 두정엽 부위의 대뇌 겉질에 이상이 있다.

㉣. A~C 중 A에서 활동성 최소 부위가 가장 적으므로 A는 정상인이다. B(알츠하이머병 환자)는 A(정상인)에 비해 기억력과 인지 기능이 약화되어 있다.

14 무릎 반사

척수의 겉질은 백색질이고, 척수의 속질은 회색질이다. 골격근이

수축할 때 골격근과 연결된 뉴런에서 활동 전위 발생 빈도 수는 증가한다.

✕. 척수의 곁질(㉠)은 주로 축삭 돌기로 이루어진 백색질이고, 속질(㉡)은 회색질이다.

㉢. 속질(㉡)에는 구심성 뉴런(감각 뉴런)과 원심성 뉴런(운동 뉴런)을 연결하는 뉴런인 연합 뉴런이 있다.

✕. 과정 (가)에서 무릎 반사가 일어나 다리가 위로 들리기 위해서는 A와 연결된 근육은 수축되고, B와 연결된 근육은 이완해야 한다. 따라서 과정 (가)가 일어날 때 A에서의 활동 전위 발생 빈도 수는 증가하고, B에서의 활동 전위 발생 빈도 수는 감소하므로 단위 시간당 A에서 활동 전위 발생 빈도 수는 증가한다. B에서 활동 전위 발생 빈도 수는 증가한다.

15 동공 반사

동공 반사는 반응의 중추가 대뇌가 아닌 중간뇌이고, 무조건 반사에 해당한다.

㉠. 동공 반사의 중추는 중간뇌이므로 (가)에 중간뇌가 관여한다.

✕. 동공 반사는 대뇌가 관여하지 않으므로 의식적인 반응에 해당하지 않는다.

㉢. (가)의 결과 동공의 크기가 축소하였다. 동공 축소는 중간뇌와 홍채를 연결하는 부교감 신경에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 일어난다.

16 의식적인 반응과 무조건 반사

자료에서 의식적인 반응의 경로는 A → B → C → D → E이고, 척수 반사 반응의 경로는 A → F → E이다.

㉠. E는 척수에서 뻗어나가는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이므로 전근을 이룬다.

✕. F는 척수에 있는 연합 뉴런으로 척수 신경이 아니다. 척수 신경은 척수와 주변 기관을 연결하는 신경이다.

✕. (가)는 척수가 반응의 중추인 척수 반사 중 회피 반사에 해당하므로 반응의 경로는 A → F → E이다.

본문 68~71쪽

수능 3점 테스트

01 ② 02 ④ 03 ③ 04 ② 05 ④ 06 ④

07 ④ 08 ②

01 뇌의 구조

A는 대뇌, B는 간뇌, C는 연수이다. A(대뇌)의 기능이 저하되면 기억력과 인지 기능이 약화되고, B(간뇌)의 기능이 저하되면 체내 항상성 유지에 이상이 있으며, C(연수)의 기능이 저하되면 스

스로 호흡을 할 수 없다. 따라서 (가)는 B(간뇌)의 기능이 저하되어 있고, (나)는 A(대뇌)의 기능이 저하되어 있으며, (다)는 C(연수)의 기능이 저하되어 있다.

✕. B는 간뇌, C는 연수이다.

㉢. (나)는 A(대뇌)의 기능이 저하되어 있다.

✕. (다)는 C(연수)의 기능이 저하되어 있다. 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성되어 있으므로 (다)는 뇌줄기의 기능이 정상이 아니다.

02 자율 신경

㉠과 ㉡은 부교감 신경을 구성하는 뉴런이고, ㉢과 ㉣은 교감 신경을 구성하는 뉴런이다. 눈으로 들어오는 빛 자극이 강하면 동공의 크기가 감소하고, 빛 자극이 약해지면 동공의 크기가 증가한다.

✕. 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 긴 것을 통해 ㉠과 ㉡은 부교감 신경을 구성하는 뉴런임을 알 수 있다. ㉠은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다.

㉢. ㉣은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런으로 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.

㉤. 빛 자극이 차단되면 ㉢과 ㉣으로 구성된 교감 신경에서 신경 전달 물질의 분비가 증가하고, 동공의 크기가 커진다. 빛 자극에 노출되면 ㉠과 ㉡으로 구성된 부교감 신경에서 신경 전달 물질의 분비가 증가하고, 동공의 크기가 작아진다.

㉠의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 동공의 크기가 ㉣의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 동공의 크기가 커지고 있는 t_1 에서가 동공의 크기가 작아지고 있는 t_2 에서보다 작다.

03 자율 신경

교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 길이는 신경절 이후 뉴런의 길이보다 짧고, 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이며, 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이다. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 길이는 신경절 이후 뉴런의 길이보다 길고, 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런과 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런에서 분비되는 신경 전달 물질은 모두 아세틸콜린이다. 따라서 A는 부교감 신경, B는 교감 신경이며, ㉠은 아세틸콜린, ㉡은 노르에피네프린이다.

㉢. A는 부교감 신경이므로 신경절은 ㉢에 있고, B는 교감 신경이므로 신경절은 ㉣에 있다.

㉣. ㉠은 아세틸콜린이고, ㉡은 노르에피네프린이다.

✕. A(부교감 신경)에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 심장 박동 수가 감소한다.

04 무조건 반사

㉠은 척수의 속질, ㉡은 척수의 곁질, A는 구심성 뉴런(감각 뉴

런), B는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이다.

- ✗. ㉠은 척수의 곁질로, 주로 축삭 돌기로 이루어진 백색질이다.
- ✗. A는 구심성 뉴런(감각 뉴런)으로, 신경 세포체는 척수의 속질(㉡)에 있지 않고 축삭 돌기 중간 부분에 있다.
- Ⓢ. B는 원심성 뉴런(운동 뉴런)으로, 척수의 전근을 이룬다.

05 중추 신경계

척수는 특징 ㉠~㉣을 모두 갖지 않으므로 B가 척수이고, ㉡는 '없음', ㉢는 '있음'이다. 중간뇌와 소뇌는 모두 뇌를 구성하므로 ㉠은 '뇌를 구성한다.'이다. 소뇌, 척수, 중간뇌 중 중간뇌만 뇌줄기를 구성하므로 ㉠은 '뇌줄기를 구성한다.'이고, 나머지 ㉢은 '몸의 평형 유지 중추이다.'이다. A는 중간뇌, B는 척수이다.

특징 구조	㉠ (뇌줄기를 구성한다.)	㉡ (뇌를 구성한다.)	㉢ (몸의 평형 유지 중추이다.)
A(중간뇌)	㉢(있음)	㉢(있음)	㉡(없음)
B(척수)	㉡(없음)	㉡(없음)	?(없음)
소뇌	㉡(없음)	㉢(있음)	㉢(있음)

- ✗. ㉡는 '없음', ㉢는 '있음'이다.
- Ⓢ. A(중간뇌)와 소뇌가 공통적으로 갖는 ㉡은 '뇌를 구성한다.'이다.
- Ⓢ. B(척수)는 무릎 반사의 중추이다.

06 대뇌 결질

말을 들을 때는 측두엽 부분의 청각 영역이 활성화되고, 글자를 볼 때는 후두엽 부분의 시각 영역이 활성화되므로 (가)는 '단어를 듣고 따라 말할 때'이고, (나)는 '단어를 보면서 말할 때'이다.

- ✗. ㉠은 입의 움직임을 조절하는 운동 곁질로 운동령에 해당한다.
- Ⓢ. (가)는 '단어를 듣고 따라 말할 때'이고, (나)는 '단어를 보면서 말할 때'이다.
- Ⓢ. 말을 할 때와 말을 만들어 낼 때는 공통적으로 전두엽의 일부인 ㉠과 ㉡ 영역이 활성화된다.

07 중추 신경계와 말초 신경계

A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, B는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다. 배설계에 속하는 기관인 방광과 연결된 자율 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 모두 척수에 있으므로 ㉠은 척수, ㉡는 방광이다. 심장과 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있으므로 ㉢은 연수이다.

- Ⓢ. ㉠은 척수, ㉢은 연수이다.
- ✗. A(부교감 신경의 신경절 이전 뉴런)의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이고, B(교감 신경의 신경절 이후 뉴런)의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이다.

Ⓢ. 방광은 배설계에 속하는 기관이고, 방광과 연결된 자율 신경의 신경 세포체는 모두 ㉠(척수)에 있다. 따라서 방광은 ㉡에 해당한다.

08 자율 신경

A는 부교감 신경을 구성하는 뉴런이고, B는 교감 신경을 구성하는 뉴런이다.

- ✗. A(부교감 신경)의 작용에 의해 심장 박동은 억제되므로 ㉠은 억제이다.
- Ⓢ. A는 심장과 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런으로 신경 세포체는 연수에 있다.
- ✗. B는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런으로 원심성 신경(운동 신경)에 속한다.

06 항상성

수능 2점 테스트

본문 79~82쪽

01 ②	02 ③	03 ④	04 ③	05 ⑤	06 ③
07 ④	08 ②	09 ③	10 ③	11 ④	12 ③
13 ②	14 ⑤	15 ④	16 ③		

01 호르몬의 작용

갑상샘(내분비샘)에서 분비된 호르몬은 혈액을 따라 이동하여 특정 수용체를 가진 표적 세포(표적 기관)에 작용한다.

✕. 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬이다.

㉠. 갑상샘에서 분비된 X가 표적 세포로 이동하는 과정 (가)에 혈액이 관여한다.

✕. 갑상샘에서 분비된 X와 결합하는 특정 수용체를 가진 세포 ㉠이 X의 표적 세포이다.

02 신경과 호르몬에 의한 작용

A는 호르몬에 의한 작용이고, B는 신경에 의한 작용이다.

㉠. 혈액의 흐름을 통해 일어나는 A는 호르몬에 의한 작용이다.

✕. 호르몬에 의한 작용(A)은 신경에 의한 작용(B)보다 작용 범위가 넓고, 작용 시간이 길다(㉠).

㉠. 사람의 혈당량 조절 과정에서 호르몬에 의한 작용(A)과 신경에 의한 작용(B)이 모두 일어난다.

03 내분비샘과 호르몬

I은 뇌하수체 전엽, II는 이자, III은 뇌하수체 후엽이다.

㉠. 뇌하수체 전엽(I)에서는 성장 호르몬, 갑상샘 자극 호르몬, 부신 겹질 자극 호르몬 등이 분비된다.

✕. 이자(II)에서 분비되는 글루카곤(㉠)은 간에서 글리코젠의 분해를 촉진하여 혈당량을 높인다.

㉠. 뇌하수체 후엽(III)에서는 콩팥을 표적 기관으로 하여 수분 재흡수를 촉진하는 항이뇨 호르몬(ADH)이 분비된다.

04 길항 작용

호르몬 A는 간세포에 작용하여 혈중 포도당 농도를 증가시키고, 호르몬 B는 간세포에 작용하여 혈중 포도당 농도를 감소시키므로 A와 B는 길항적으로 작용하여 혈중 포도당 농도를 조절한다.

㉠. 간세포에 A와 B가 각각 작용할 수 있으므로 간세포에는 A의 수용체와 B의 수용체가 모두 있다.

㉠. A와 B는 각각 간세포에 작용하여 혈중 포도당의 농도를 반대

로 조절하므로 길항적으로 작용한다.

✕. 정상인 X에서 혈중 포도당 농도가 정상 범위보다 증가하면 혈중 포도당 농도를 증가시키는 A의 분비는 억제되고, 혈중 포도당 농도를 감소시키는 B의 분비는 촉진된다.

05 뇌하수체 호르몬

㉠은 뇌하수체 전엽, ㉠은 뇌하수체 후엽이고, A는 갑상샘 자극 호르몬(TSH), B는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

㉠. 갑상샘 자극 호르몬(A)은 뇌하수체 전엽(㉠)에서 분비된다.

㉠. 항이뇨 호르몬(B)은 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 조절한다.

㉠. 뇌하수체 전엽(㉠)과 후엽(㉠)에서의 호르몬 분비는 시상 하부에 의해 조절되므로 시상 하부는 갑상샘 자극 호르몬(A)과 항이뇨 호르몬(B)의 분비를 조절한다.

06 티록신의 분비 조절(음성 피드백)

갑상샘 자극 호르몬(TSH)을 분비하는 내분비샘 A는 뇌하수체 전엽이다. ㉠은 티록신, ㉠은 갑상샘 자극 호르몬(TSH)이다.

✕. TSH를 분비하는 A는 뇌하수체 전엽이다.

✕. 뇌하수체 전엽(A)에서는 성장 호르몬, TSH(㉠), 부신 겹질 자극 호르몬(ACTH), 생식샘 자극 호르몬 등이 분비된다.

㉠. 혈중 ㉠의 농도가 높을수록 혈중 ㉠의 농도가 감소하므로 ㉠은 티록신, ㉠은 TSH이다. (가)에서 티록신에 의해 TRH와 TSH의 분비가 억제되므로 티록신의 분비는 음성 피드백으로 조절된다.

07 혈중 Ca^{2+} 농도 조절

혈중 Ca^{2+} 농도가 높을수록 분비량이 감소하는 X는 혈중 Ca^{2+} 농도를 높이는 호르몬이고, 분비량이 증가하는 Y는 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮추는 호르몬이다.

✕. 혈중 Ca^{2+} 농도가 높을수록 X의 분비는 감소한다.

㉠. Y는 혈중 Ca^{2+} 농도가 높을수록 분비량이 증가하므로 혈중 Ca^{2+} 농도 조절을 위해 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮추는 기능을 한다.

㉠. 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮추려면 콩팥에서 오줌으로 배설되는 Ca^{2+} 의 양을 증가(㉠)시켜야 한다.

08 이자

이자는 소화액을 분비하는 외분비샘이면서 호르몬을 분비하는 내분비샘이기도 하다.

✕. 소화 효소가 포함된 이자액의 분비(㉠)는 부교감 신경에 의해 촉진된다.

✕. 인슐린(㉠)은 이자의 β 세포에서 분비된다.

㉠. 인슐린(㉠)은 혈당량을 감소시키므로 인슐린(㉠)의 분비 부족은 당뇨병의 원인에 해당한다.

09 혈당량 조절

I 은 교감 신경이고, A는 인슐린, B는 글루카곤이다. 이자의 α 세포에서 분비되는 ㉠은 글루카곤이다.

- ㉠. 운동 시작 후 혈중 농도가 감소하는 A는 인슐린이고, 혈중 농도가 증가하는 B는 이자의 α 세포에서 분비되는 글루카곤(㉠)이다.
- ㉡. 인슐린(A)은 세포로의 포도당 흡수와 간에서 글리코겐의 합성을 촉진하여 혈당량을 감소시킨다.
- ㉢. 이자의 α 세포에 작용하여 글루카곤(㉠, B)의 분비를 촉진하는 신경 I 은 교감 신경이다. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

10 항이노 호르몬(ADH)

뇌하수체 후엽에서 분비된 후 콩팥에 작용하여 혈장 삼투압 조절에 관여하는 호르몬은 항이노 호르몬(ADH)이다.

- ㉣. 뇌하수체 후엽에서 분비된 ADH는 혈액을 통해 콩팥으로 이동하여 작용한다.
- ㉤. ADH는 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 낮춘다.
- ㉥. 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체 후엽에서 혈장 삼투압을 낮추는 ADH의 분비가 촉진된다.

11 당뇨병

혈중 포도당 농도가 늦게 감소하기 시작하는 A는 당뇨병 환자, 빠르게 감소하기 시작하는 B는 정상인이다.

- ㉦. 탄수화물 섭취 후 혈중 포도당 농도가 B보다 늦게 천천히 감소하는 A는 당뇨병 환자이다.
- ㉧. 인슐린의 분비(㉦)는 이자에 연결된 부교감 신경에 의해 촉진된다.
- ㉨. 정상인(B)에서 혈중 포도당 농도가 높은 t_1 일 때가 혈중 포도당 농도가 낮은 t_2 일 때보다 인슐린의 분비량이 많으므로 간에서 단위 시간당 생성되는 글리코겐의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

12 혈장 삼투압 조절

A는 오줌 생성량, B는 혈장 삼투압이다.

- ㉩. 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 감소하므로 B는 혈장 삼투압이고, A는 오줌 생성량이다.
- ㉪. 혈장 삼투압이 높은 t_1 일 때가 혈장 삼투압이 낮은 t_2 일 때보다 오줌 삼투압이 높다.
- ㉫. 혈장 삼투압이 높을수록 뇌하수체 후엽에서 ADH의 분비가 촉진되므로 혈장 삼투압이 높은 t_1 일 때가 혈장 삼투압이 낮은 t_2 일 때보다 혈중 ADH 농도가 높다.

13 혈장 삼투압 조절

소금물을 섭취하면 혈장 삼투압이 증가하므로 혈장 삼투압을 낮

추는 반응이 일어난다. ㉠은 후엽이고, ㉡는 증가, ㉢는 감소이다. ㉣. 항이노 호르몬(ADH)은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬이므로 ㉠은 후엽이다.

- ㉤. 뇌하수체 후엽에서 ADH가 분비되는 과정 (가)는 시상 하부에 의해 조절된다.
- ㉥. 소금물을 섭취하면 혈장 삼투압이 증가하고, 뇌하수체 후엽에서 ADH의 분비가 증가(㉡)한다. ADH는 혈액을 통해 운반되어 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하고, 그 결과 혈장 삼투압은 감소(㉢)한다.

14 체온 조절

㉦은 저온 자극, ㉧은 고온 자극이다.

- ㉨. ㉦을 주었을 때 열 발생량이 증가하고, 열 발산량이 감소하므로 ㉦은 저온 자극, ㉧은 고온 자극이다.
- ㉩. 체온 조절 중추는 시상 하부이다.
- ㉪. 피부 근처 혈관의 지름이 자극을 준 후 증가하므로 피부 근처 혈관의 확장이 일어났다. 따라서 (나)에서 피부에 준 자극은 체온보다 높은 고온 자극(㉧)이다.

15 체온 조절

피부 근처 혈관의 수축은 열 발산량을 감소시키는 반응으로 체온 조절 중추에 준 자극 X는 저온 자극이다.

- ㉫. X는 저온 자극이다.
- ㉬. 피부 근처 혈관이 수축(㉫)하면 단위 시간당 피부 혈관을 흐르는 혈액량이 감소한다.
- ㉭. 피부 근처 혈관이 수축(㉫)되는 과정에 교감 신경이 관여한다.

16 시상 하부 설정 온도와 체온

시상 하부에 설정된 온도에 따라 열 발생량과 열 발산량이 조절되어 체온이 변화한다.

- ㉮. 시상 하부에 설정된 온도가 체온보다 낮으면 체온이 내려가고, 시상 하부에 설정된 온도가 체온보다 높으면 체온이 올라간다.
- ㉯. 구간 I에서 체온이 일정하게 유지되고 있으므로 열 발생량과 열 발산량이 같고, 구간 II에서 체온이 상승하고 있으므로 열 발생량이 열 발산량보다 많다. 따라서 열 발생량은 구간 I에서 구간 II에서보다 작다.
- ㉺. 단위 시간당 땀 분비량이 많을수록 열 발산량이 증가한다. 구간 II에서는 체온이 올라가고, 구간 III에서는 체온이 내려가므로 단위 시간당 땀 분비량은 구간 II에서가 구간 III에서보다 적다.

수능 3점 테스트

본문 83~89쪽

01 ②	02 ⑤	03 ③	04 ④	05 ①	06 ③
07 ④	08 ⑤	09 ①	10 ②	11 ②	12 ②
13 ③	14 ③				

01 내분비샘과 외분비샘

세포 B에서 분비된 ㉠은 분비관을 따라 소장으로 분비되므로 외분비되고, 세포 A에서 분비된 ㉡은 혈액으로 분비되므로 내분비된다. 따라서 A가 α 세포이다.

✕. α 세포에서 글루카곤이 분비되고, β 세포에서 인슐린이 분비된다. 따라서 인슐린은 ㉡에 해당하지 않는다.

○. 과정 (가)는 소화액의 분비를 촉진하는 부교감 신경의 작용으로 촉진된다.

✕. A는 내분비 세포, B는 외분비 세포이다.

02 내분비샘과 호르몬

㉠은 성장 호르몬, ㉡은 인슐린이고, I은 뇌하수체 전엽, II는 이자, III은 부신 속질이다.

○. 성장기가 끝난 후에도 키가 자라지는 않지만, 얼굴, 손 등 몸의 말단부만 커지는 X는 말단 비대증이다.

○. 정상인에서 인슐린(㉡)의 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.

○. 에피네프린을 분비하는 III은 부신 속질이다.

03 기관과 호르몬

A는 뇌하수체, B는 갑상샘, C는 콩팥이고, ㉠은 항이노 호르몬(ADH), ㉡은 갑상샘 자극 호르몬(TSH), ㉢은 티록신이다.

○. 뇌하수체(A)에서 분비되는 ㉠과 ㉡은 각각 항이노 호르몬과 갑상샘 자극 호르몬 중 하나이므로 ㉢은 티록신이다. ㉡에 의해 티록신(㉢)의 분비가 촉진되므로 ㉡은 갑상샘 자극 호르몬이고, ㉠은 항이노 호르몬이다. 티록신(㉢)은 갑상샘(B)에서 분비된다.

○. 항이노 호르몬(㉠)의 작용으로 콩팥(C)에서 수분의 재흡수가 촉진되므로 콩팥(C)은 항이노 호르몬(㉠)의 표적 기관에 해당한다.

✕. 혈중 티록신(㉢)의 농도는 음성 피드백에 의해 조절된다. 따라서 혈중 티록신(㉢)의 농도가 감소하면 갑상샘 자극 호르몬(㉡)의 분비는 증가한다.

04 티록신의 분비 조절

㉣은 뇌하수체 전엽이고, ㉠은 갑상샘 자극 호르몬(TSH), ㉡은 티록신이다.

✕. 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)은 뇌하수체 전엽에 작용하여 TSH(㉠)의 분비를 촉진한다. 따라서 ㉣은 뇌하수체 전

엽이고, 갑상샘에서 분비되는 ㉡은 티록신이다.

○. 아이오딘이 결핍된 환자에서는 티록신(㉡)의 합성이 저해되므로 TSH(㉠)의 농도가 정상인에서보다 높다. 따라서 A는 아이오딘이 결핍된 환자, B는 정상인이다.

○. 정상인에서 혈중 티록신(㉡)의 농도는 음성 피드백으로 조절된다.

05 혈당량 조절

α 세포에서 분비되는 ㉠은 글루카곤, β 세포에서 분비되는 ㉡은 인슐린이다.

○. X를 주사한 후 간으로 흡수되는 포도당의 양이 증가하므로 X는 혈당량을 감소시키는 호르몬인 인슐린(㉡)이다.

✕. 글루카곤(㉠)은 이자에 연결된 교감 신경에 의해 분비가 촉진된다.

✕. 간에서 단위 시간당 생성되는 글리코젠의 양은 포도당이 소모되는 구간 II에서가 포도당이 생성되는 구간 I에서보다 많다.

06 혈당량 조절

포도당 섭취 후 X의 농도가 정상인에서 감소하는 경향이 있으므로 X는 혈당량을 높이는 글루카곤이다.

✕. 포도당이 글리코젠으로 합성되는 I은 동화 작용에 해당한다.

✕. 글루카곤(X)은 이자의 α 세포에서 분비된다.

○. 글루카곤(X)에 의해 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 물질대사 II가 촉진된다.

07 혈당량 조절 호르몬

β 세포에서 분비되는 ㉢은 인슐린, α 세포에서 분비되는 ㉠은 글루카곤이고, ㉡는 글리코젠, ㉣는 포도당이다.

✕. 글루카곤(㉠)의 작용으로 간에서 글리코젠(㉡)으로부터 포도당(㉣)으로의 전환이 촉진된다.

○. 인슐린(㉢)과 글루카곤(㉠)은 간에서 길항적으로 작용하여 혈당량을 조절한다.

○. 정상인에서 혈중 인슐린(㉢)의 농도가 증가하면 혈중 포도당(㉣)의 농도는 감소한다.

08 혈장 삼투압 조절

㉠이 증가하면 혈중 ADH 농도가 증가하므로 ㉠은 혈장 삼투압이다.

○. A를 섭취했을 때 혈장 삼투압(㉠)이 증가하므로 A는 소금물이다.

○. 간의 시상 하부는 혈장 삼투압(㉠)의 조절 중추이다.

○. 혈장 삼투압(㉠)이 높을수록 혈중 ADH 농도가 높고, 혈중 ADH 농도가 높을수록 단위 시간당 오줌 생성량이 적다. 따라서 혈장 삼투압(㉠)이 낮은 t_1 일 때가 혈장 삼투압이 높은 t_2 일 때보다 단위 시간당 오줌 생성량이 많다.

09 항이노 호르몬(ADH)

정상인에서 수분 공급이 중단되었을 때 ㉠이 증가하므로 ㉠은 오줌 삼투압이다. ADH를 주사한 후 오줌 삼투압(㉡)이 증가하는 A는 ADH의 분비가 부족한 환자이다.

㉠. 정상인에서 수분 공급이 중단되면 혈장 삼투압이 상승하여 ADH의 분비가 증가한다. 혈중 ADH 농도가 증가하면 오줌 삼투압이 증가하고, 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하므로 ㉠은 오줌 삼투압이다.

㉡. 수분 공급이 중단된 시기 동안 오줌 삼투압(㉡)이 증가하지 않다가 ADH를 주사한 후 증가하는 A는 ADH의 분비가 부족한 환자이다.

㉢. 정상인에서 혈중 ADH 농도는 수분 공급이 중단되기 전인 t_1 일 때가 수분 공급이 중단된 t_2 일 때보다 낮다.

10 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬

항이노 호르몬(ADH)이 분비되는 뇌하수체 X는 뇌하수체 후엽이다.

㉠. 콩팥에서 수분 재흡수가 감소하면 혈장 삼투압이 증가하므로 ㉠은 감소이다.

㉡. 뇌하수체 후엽(X)에서 ADH와 옥시토신(자궁 수축 호르몬)이 분비된다.

㉢. 자궁 수축은 옥시토신을 더 많이 분비하게 하고 옥시토신은 자궁 수축을 더 강화(㉢)하는 것은 음성 피드백의 예에 해당하지 않는다.

11 항이노 호르몬(ADH)

ADH 분비가 부족한 환자는 혈장 삼투압이 증가하더라도 ADH의 분비가 적어 단위 시간당 오줌 생성량이 정상인에 비해 적게 감소한다. 따라서 A는 ADH 분비가 부족한 환자, B는 정상인이다.

㉠. A는 ADH 분비가 부족한 환자이다.

㉡. 혈중 ADH 농도가 높을수록 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다. 따라서 혈중 ADH 농도는 단위 시간당 오줌 생성량이 많은 t_1 일 때가 단위 시간당 오줌 생성량이 적은 t_2 일 때보다 낮다.

㉢. A는 ADH 분비가 부족한 환자이므로 t_3 일 때 ADH를 주사하면 구간 I에서 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진되어 단위 시간당 오줌 생성량이 감소한다.

12 운동과 체온 조절

주변 온도가 낮을수록 열을 많이 뺏기므로 체온 상승이 많이 일어난 A가 33 °C, 체온 상승이 적게 일어난 B가 12 °C이다.

㉠. A(33 °C)는 B(12 °C)보다 높은 온도이다.

㉡. 체온 조절의 중추는 시상 하부이다.

㉢. A(33 °C)일 때, 구간 I에서 체온이 상승하므로 열 발산량(열

방출량)이 열 발생량(열 생산량)보다 적다.

따라서 $\frac{\text{열 발산량(열 방출량)}}{\text{열 발생량(열 생산량)}}$ 은 1보다 작다.

13 체온 조절

시상 하부의 온도가 높아질수록 감소하는 A는 근육에서의 열 발생량이고, 증가하는 B는 피부 근처에서의 열 발산량이다.

㉠. A는 시상 하부의 온도가 낮을 때 높고, 높을 때 낮으므로 근육에서의 열 발생량이다.

㉡. (나)에서 털세움근의 이완으로 피부 털이 눕고, 피부 근처 혈관이 확장되므로 열 발산량을 늘리는 변화가 일어났다. 따라서 (나)는 시상 하부의 온도가 낮은 T_1 에서 높은 T_2 로 변화할 때 나타나는 피부에서의 변화이다.

㉢. 피부에서 단위 시간당 땀 분비량은 열 발산량이 적은 T_1 일 때가 열 발산량이 많은 T_2 일 때보다 적다.

14 체온 조절

X 자극을 주었을 때 부신 속질에서 분비되는 에피네프린은 물질 대사를 촉진하여 열 발생량을 증가시키고, 골격근의 떨림이 증가하여 열 발생량을 증가시키며, 피부 근처 혈관이 수축하여 열 발산량을 감소시키므로 X는 저온이다.

㉠. X는 저온이다.

㉡. 저온(X) 자극이 주어지면 부신 속질에서는 에피네프린이 분비되어 물질대사를 촉진한다. 따라서 과정 (가)에 에피네프린이 관여한다.

㉢. I~III 중 열 발생량(열 생산량)이 증가하는 경로는 I과 II이다. III에 의한 피부 근처 혈관 수축은 열 발산량을 감소시킨다.

07 방어 작용

수능 2점 테스트

본문 97~100쪽

01 ⑤	02 ⑤	03 ⑤	04 ④	05 ④	06 ⑤
07 ④	08 ④	09 ④	10 ③	11 ②	12 ①
13 ①	14 ③	15 ③	16 ①		

01 질병의 구분

A는 병원체의 감염으로 나타나는 감염성 질병, B는 병원체에 감염되지 않아도 나타나는 비감염성 질병이다.

㉠. 감염성 질병은 병원체의 감염으로 나타나고, 비감염성 질병은 병원체에 감염되지 않아도 나타나므로 '병원체의 감염으로 나타남'은 특징 (가)에 해당한다.

㉡. 결핵(㉠)의 병원체는 세균이므로 결핵의 치료에 항생제가 사용된다.

㉢. 말라리아는 원생생물의 감염으로 나타나는 감염성 질병이므로 A(감염성 질병)의 예에 해당한다.

02 세균과 바이러스

세균성 폐렴의 병원체는 단세포 원핵생물인 세균에 속하고, 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체는 세포 구조를 갖지 않는 바이러스(㉠)에 속한다.

㉠. 세균은 단세포 원핵생물이다.

㉡. ㉠(바이러스)은 숙주 세포 안에서만 증식할 수 있다.

㉢. 세균성 폐렴을 일으키는 세균과 후천성 면역 결핍증(AIDS)을 일으키는 바이러스는 모두 유전 물질을 가지므로 유전 물질은 두 질병의 병원체가 공통으로 가지는 구성 성분(㉠)에 해당한다.

03 원생생물과 곰팡이

말라리아의 병원체 A는 원생생물인 말라리아 원충이고, 무좀의 병원체 B는 곰팡이인 무좀균이다.

㉠. A(말라리아 원충)와 B(무좀균)는 모두 핵을 갖는 진핵생물이다.

㉡. A(말라리아 원충)는 주로 적혈구에 들어가서 증식하고, 적혈구를 파괴하며 모기를 매개로 감염된다.

㉢. B(무좀균)는 곰팡이에 속한다.

04 병원체의 감염 경로와 예방

독감의 병원체는 독감 바이러스이므로 A는 바이러스, 콜레라의 병원체는 콜레라균으로 B는 세균이다.

ㄱ. A(바이러스)는 세포 구조를 갖지 않는다.

㉠. 콜레라는 세균의 감염으로 나타나는 질병이므로 치료에 항생제가 사용된다.

㉡. 독감 백신 접종을 통해 독감을 예방할 수 있다.

05 비특이적 방어 작용

병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 반응이 일어나는 것을 비특이적 방어 작용이라 한다. 우리 몸에서 피부와 점막, 침과 눈물과 같은 분비액 등에서는 비특이적 방어 작용이 일어난다.

ㄱ. 피부(㉠)가 병원체의 침입을 막는 물리적 장벽의 역할을 하는 것은 비특이적 방어 작용의 예에 해당한다.

㉡. 침(㉡)과 눈물(㉢)에는 세균의 세포벽을 분해하는 라이소자임이 들어 있다.

㉣. 위벽(㉣)에서 분비되는 위산은 오염된 음식물 속 병원체(세균)를 제거할 수 있다.

06 염증 반응

병원체가 체내로 침입하면 열, 부어오름, 붉어짐 등이 나타나는 염증 반응이 일어나며, 염증 반응은 비특이적 방어 작용의 예에 해당한다.

㉠. 병원체가 들어오면 비만세포(A)에서 화학 신호 물질(히스타민)이 분비되어 주변 모세 혈관이 확장된다. B는 백혈구로, 상치 부위로 이동하여 식세포 작용을 한다.

㉡. 비만세포가 분비하는 화학 신호 물질(㉠)에는 히스타민이 있다.

㉢. (가)~(다)를 순서대로 배열하면 (가) → (다) → (나)이다.

07 림프구

골수(㉠)에서 만들어진 림프구 중 일부는 골수에서 B 림프구로 성숙하며, 다른 일부는 가슴샘(㉡)으로 이동하여 T 림프구로 성숙 및 분화한다.

㉠. ㉠은 골수이고, ㉡은 가슴샘이다.

ㄱ. 항체를 생성하는 세포는 형질 세포이다.

㉢. B 림프구는 체액성 면역에 관여하므로 ㉠은 체액성 면역이다.

08 항원 항체 반응

항원은 체내에서 면역 반응을 일으키는 원인 물질이고, 항체는 B 림프구로부터 분화된 형질 세포가 생성하여 분비하는 면역 단백질이다. 하나의 항체는 두 군데의 항원 결합 부위(㉠)를 가진다.

㉠. 단백질은 Y의 구성 성분이다.

ㄱ. Y는 형질 세포로부터 생성되어 분비된다.

㉡. Y는 X의 항원에 특이적으로 결합하는 부위를 갖고 있으며, Z의 특정 항원에 Y가 결합하고 있으므로 X와 Z는 모두 ㉠과 특이적으로 결합하는 항원을 갖는다.

09 세포성 면역

대식세포(㉠)가 병원체 X를 삼킨 후 분해하여 항원 조각을 제시한 후 보조 T 림프구(㉡)가 이를 인식하여 활성화됨에 따라 세포독성 T림프구(㉢)가 활성화된다. 활성화된 세포독성 T림프구가 X에 감염된 세포를 직접 파괴하는 과정은 세포성 면역에 해당한다.

- ㉠. 대식세포(㉠)는 항원을 자신의 세포 표면에 제시한다.
- ㉡. 보조 T 림프구(㉡)와 세포독성 T림프구(㉢)는 모두 가슴샘에서 성숙한다.
- ㉢. P에서 세포성 면역 반응이 일어났다.

10 체액성 면역

대식세포가 병원체 X를 삼킨 후 분해하여 항원 조각을 제시한 후 보조 T 림프구가 이를 인식하여 활성화됨에 따라 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화한다. 형질 세포(㉠)는 X에 대한 항체(㉡)를 생성 및 분비하여 항원(㉢)을 무력화하며, 기억 세포(㉣)는 X가 재침입하면 빠르게 형질 세포로 분화하여 X에 대한 항체(㉡)를 생성한다.

- ㉠. ㉠은 형질 세포이다.
- ㉡. (나)에서 X에 대한 항체를 생성하여 항원을 무력화시켰으므로 체액성 면역 반응이 일어났다.
- ㉢. 한 종류의 항체(㉡)는 한 종류의 항원(㉢)과만 결합한다.

11 생쥐의 방어 작용 실험

생쥐 A와 B에 X를 각각 2회에 걸쳐 주사한 후 A와 B에서 X에 대한 혈중 항체 농도 변화를 보면 A에서 X에 대한 1차 면역 반응과 2차 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다. B에서는 X에 대한 항체 농도 변화가 거의 없으므로 B는 가슴샘이 없는 생쥐임을 알 수 있다.

- ㉠. 바이러스 X는 세포 구조를 갖지 않는다.
- ㉡. B는 가슴샘이 없는 생쥐이므로 X를 주사하여도 기억 세포가 생성되지 않는다. 따라서 구간 I의 B에는 X에 대한 기억 세포가 없다.
- ㉢. X에 대한 항체는 형질 세포에서 생성된다.

12 생쥐의 방어 작용 실험

I로부터 분리한 혈장 ㉠과 II로부터 분리한 혈장 ㉡를 각각 열처리하면 단백질로 이루어진 X에 대한 항체가 변성(파괴)되어 기능을 하지 못한다. 실험 결과에서 X에 노출된 적이 없는 III에게 열처리 안 한 ㉠과 X를 주사하였을 때는 살고, IV에게 열처리한 ㉠과 X를 주사하였을 때는 죽으므로 ㉠에는 X에 대한 항체가 있다. 따라서 II는 실험 2주 전 X에 노출된 적이 있는 생쥐이고, I은 X에 노출된 적이 없는 생쥐이며 ㉡에는 X에 대한 항체가 없다.

- ㉠. I은 X에 노출된 적이 없는 생쥐이다.
- ㉡. X에 노출된 적이 없는 V에게 열처리한 ㉠, 열처리 안 한 ㉠, X를 함께 주사하면 ㉠에 X에 대한 항체가 있으므로 V는 산다.

따라서 ㉠은 '산다'이다.

㉡. III은 X에 노출된 적이 없으므로 (나)의 III에서 X에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.

13 ABO식 혈액형

P의 혈액을 항 A 혈청과 섞었을 때는 응집되었고 항 B 혈청과 섞었을 때는 응집되지 않았으므로 P의 ABO식 혈액형은 A형이며, P의 혈액에 있는 응집원 ㉠은 A이고, 응집소 ㉡은 β 이다. 이를 바탕으로 제시된 표를 정리하면 다음과 같다.

구분	혈액형	사람 수
㉠(A)이 있는 사람	A형, AB형	60
㉡(β)이 있는 사람	A형, O형	59
㉠(A)과 ㉡(β)이 모두 없는 사람	B형	16

㉠. P의 ABO식 혈액형은 A형이다.

㉡. ㉠(B형)의 혈장에는 응집소 β 가 없다.

㉢. 100명으로 구성된 X에서 (A형인 사람의 수 \times 2) + AB형인 사람의 수 + O형인 사람의 수 + B형인 사람의 수는 135이므로 A형인 사람의 수는 35, AB형인 사람의 수는 25, O형인 사람의 수는 24이다. X에서 ABO식 혈액형이 AB형인 사람의 수와 O형인 사람의 수를 더한 값은 49이다.

14 ABO식 혈액형

A형인 사람의 혈장에는 응집소 β 가 있고, AB형인 사람의 혈장에는 응집소 α 와 β 가 모두 없고, O형인 사람의 혈장에는 응집소 α 와 β 가 모두 있다. 각 혈장을 A형, AB형, O형인 사람의 적혈구와 섞었을 때 응집 반응 결과를 나타내면 표와 같다.

구분	A형인 사람의 혈장(β)	AB형인 사람의 혈장(-)	O형인 사람의 혈장(α, β)
A형인 사람의 적혈구	응집 안 됨	응집 안 됨	응집됨
AB형인 사람의 적혈구	응집됨	응집 안 됨	응집됨
O형인 사람의 적혈구	응집 안 됨	응집 안 됨	응집 안 됨
응집 반응이 일어난 총횟수	1	0(㉠)	2

따라서 ㉠은 I(O형), ㉡은 III(A형), ㉢은 II(AB형)이다.

㉣. ㉠은 0이다.

㉤. ㉠은 I(O형)이다.

㉥. ㉡(III)의 적혈구에는 응집원 A가 있고, ABO식 혈액형이 B형인 사람의 혈액에는 응집소 α 가 있으므로 ㉡(III)의 적혈구와 B형인 사람의 혈액을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다.

15 말라리아 치료제와 소아마비 백신

말라리아는 원생생물(㉠)에 속하는 말라리아 원충의 감염으로 나타나는 질병이고, 소아마비는 특정 바이러스(㉡)의 감염으로 나타나는 질병이다.

- ㉠. ㉠은 원생생물이다.
- ㉡. 원생생물(㉠)과 바이러스(㉡)는 모두 단백질을 갖는다.
- ✗. ㉡(소아마비 백신)에는 소아마비를 일으키는 병원체의 항원이 들어 있다.

16 면역 관련 질환

- A는 자가 면역 질환이고, B는 알레르기이다.
- ㉠. 자가 면역 질환은 면역계가 자기 조직 성분을 항원으로 인식하여 세포나 조직을 공격하여 생기는 질병이고, 알레르기는 면역계가 특정 항원에 과민하게 반응하여 나타나는 질병이다. 따라서 ㉠은 항원이다.
 - ✗. A는 자가 면역 질환이다.
 - ✗. 류머티즘 관절염은 자가 면역 질환(A)의 예에 해당한다.

수능 3점 테스트						본문 101~107쪽
01 ㉢	02 ㉢	03 ㉤	04 ㉢	05 ㉣	06 ㉤	
07 ㉤	08 ㉡	09 ㉠	10 ㉢	11 ㉢	12 ㉡	
13 ㉠	14 ㉢					

01 질병의 구분

- A는 헌팅턴 무도병, B는 무좀, C는 후천성 면역 결핍증(AIDS), D는 낫 모양 적혈구 빈혈증이다.
- ㉠. A(헌팅턴 무도병)와 D(낫 모양 적혈구 빈혈증)는 모두 비감염성 질병이다.
 - ✗. B(무좀)의 병원체는 균류인 곰팡이이다.
 - ㉡. C(후천성 면역 결핍증(AIDS))의 병원체는 바이러스로 ‘병원체는 숙주 세포 안에서만 증식할 수 있다.’는 C의 특징인 (가)에 해당한다.

02 병원체

감기의 병원체는 바이러스로 유전 물질을 갖는다. 결핵의 병원체는 세균으로 유전 물질을 갖고, 세포 구조를 갖는다. 말라리아의 병원체는 원생생물로 유전 물질을 갖고, 세포 구조로 되어 있으며, 모기를 매개로 몸에 들어간다. 무좀의 병원체는 곰팡이로 유전 물질을 갖고, 세포 구조를 갖는다. ㉠을 제외하고 제시된 특징 3개 중 말라리아의 병원체는 3개의 특징을 갖고, 무좀의 병원체와 결핵의 병원체는 각각 2개의 특징을 가지며, 감기의 병원체는

1개의 특징을 갖는다. A~D 중 병원체가 갖는 특징의 개수가 1개인 질병은 D이므로 D는 감기이다. 병원체가 갖는 특징의 개수가 최대인 경우는 4이고, ㉠>㉡>㉢이므로 ㉠=4>㉡=3>㉢=2가 된다. 만약 ㉠이 3이면, ㉠=3>㉡=2>㉢=1이므로 적어도 2개 이상의 특징을 갖는 무좀과 결핵의 병원체가 갖는 특징의 개수와 일치하지 않는다. 따라서 ㉠=4, ㉡=3, ㉢=2이고, ㉠은 말라리아의 병원체와 무좀의 병원체 또는 말라리아의 병원체와 결핵의 병원체가 공통으로 갖는 특징이어야 한다. 따라서 A는 말라리아, B와 C는 각각 무좀과 결핵 중 서로 다른 하나이고, D는 감기이다.

- ㉠. A(말라리아)의 병원체는 원생생물로 스스로 물질대사를 한다.
- ✗. ‘곰팡이이다.’가 ㉠이면 제시된 특징 중 말라리아와 무좀의 병원체가 갖는 특징의 개수가 각각 3이 되므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. 따라서 ‘곰팡이이다.’는 ㉠에 해당하지 않는다.
- ㉡. ㉡+㉢=5이다.

03 방어 작용

- (가)는 비특이적 방어 작용이고, (나)는 특이적 방어 작용이다.
- ㉠. 비특이적 방어 작용(가)은 병원체의 종류나 감염 경로의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 일어나고, 특이적 방어 작용(나)은 특정 항원을 인식하여 제거하는 방어 작용으로 특정 병원체에 대해 상대적으로 느리게 일어난다.
 - ㉡. 식세포 작용(식균 작용)은 비특이적 방어 작용 중 몸의 내부에서 일어나는 내부 방어(㉠)에 해당한다. ㉠은 식세포 작용(식균 작용)이다.
 - ㉢. 항체에 의한 면역는 체액성 면역이므로 ㉠은 체액성 면역이고, 체액성 면역에는 B 림프구가 관여한다.

04 세포성 면역

- 바이러스 X가 침입하여 대식세포가 X를 삼킨 후 분해하여 항원 조각을 제시하고 보조 T 림프구가 이를 인식하여 활성화된다. 이후 세포독성 T림프구가 활성화되고 활성화된 세포독성 T림프구가 X에 감염된 세포를 직접 파괴한다. (나)에서 ㉠가 먼저 활성이 증가하고 난 후 ㉡의 활성이 증가하여 X의 수가 감소하므로 ㉠은 보조 T 림프구(㉠)이고 ㉡는 세포독성 T림프구(㉡)이다.
- ㉠. ㉠은 보조 T 림프구(㉠)이다.
 - ㉡. 활성화된 세포독성 T림프구에 의해 세포성 면역이 일어나므로 ‘X에 감염된 세포 제거’는 ㉡에 해당한다.
 - ✗. 구간 I에서는 보조 T 림프구(㉠)와 세포독성 T림프구(㉡)의 활성이 모두 나타나지 않으므로 X에 대한 세포성 면역이 일어나지 못한다.

05 항원 항체 반응

A에서 분리한 혈청을 첨가한 슬라이드에서만 형광이 나타났으며 2차 항체의 형광만 관찰되므로 ㉠은 형광 표지된 항체이고, ㉡는

㉠에 대한 항체이다.

✗. ㉡는 ㉠에 대한 항체이다.

㉢. A에서 분리한 혈청을 첨가한 슬라이드에서만 형광이 나타난 것은 ㉠-㉡-㉢ 복합체가 형성되었음을 의미하므로 A의 혈청에는 ㉠에 대한 항체가 있다. 따라서 A는 X에 감염되었다.

㉣. 특정 항체가 항원의 특정 부위에 결합하는 항원 항체 반응의 특이성을 이용한 실험이다.

06 세균성 질병과 항생제

세균에 의한 질병은 항생제를 이용하여 치료한다. P가 ㉠에 감염된 후 질병이 나타났으므로 ㉠은 P에서 질병을 일으키는 세균이고, ㉡은 P에서 질병을 일으키지 않는 세균이다.

㉢. ㉡은 P에서 질병을 일으키지 않는 세균이다.

㉣. ㉠과 ㉡은 세균으로 모두 세포 구조로 되어 있다.

㉤. 세균 X에 감염되어 ㉢를 복용한 후 ㉠(P에서 질병을 일으키지 않는 세균)이 죽었으므로 항생제는 ㉢에 해당한다.

07 생쥐의 방어 작용 실험

기억 세포는 항원의 2차 침입 시 빠르게 증식·분화하여 기억 세포와 형질 세포를 생성한다. 정상 생쥐의 혈구에는 X에 대한 기억 세포가 있고, 보조 T 림프구가 결핍된 생쥐의 혈구에는 X에 대한 기억 세포가 없다.

㉠. I에서 분리한 혈구는 III에, II에서 분리한 혈구는 IV에 주사한 후 살아 있는 X를 주사했을 때 X의 수가 III에서 IV에서보다 적으므로 III에서 IV에서보다 X에 대한 방어 작용이 더 활발히 일어났음을 알 수 있다. 따라서 III은 정상 생쥐(I)의 혈구를 주사한 생쥐이고, IV는 보조 T 림프구가 결핍된 생쥐(II)의 혈구를 주사한 생쥐이다. I은 정상 생쥐이다.

㉡. 보조 T 림프구가 결핍된 생쥐는 B 림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화될 수 없으므로 (나)에서 분리한 혈구 중 X에 대한 기억 세포는 I에서 II에서보다 많다.

㉢. (다)의 III에 정상 생쥐(I)의 혈구에 포함된 기억 세포를 주사했으므로 (라)의 III에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어났다.

08 ABO식 혈액형의 수혈 관계

소량 수혈의 경우 혈액을 주는 사람의 응집원과 받는 사람의 응집소 사이에 응집 반응이 나타나지 않으면 수혈이 가능하다. ABO식 혈액형이 A형과 B형인 사람은 각각 같은 혈액형을 제외하고 O형인 사람으로부터 소량 수혈을 받을 수 있고, AB형인 사람에게만 소량 수혈할 수 있다. O형인 사람은 A형, B형, AB형인 사람에게 소량 수혈할 수 있고 다른 혈액형으로부터는 소량 수혈을 받지 못하며, 반대로 AB형인 사람은 A형, B형, O형인 사람으

로부터 소량 수혈받을 수 있고 다른 혈액형에게 소량 수혈할 수 없다. 제시된 표에서 A형인 사람이 받는 사람일 때, 같은 혈액형을 제외하고 ㉡가 2개, ㉢가 1개이므로 ㉡는 '불가능', ㉢는 '가능'이다. ㉠은 같은 혈액형을 제외하고 모든 혈액형에게 소량 수혈할 수 있으므로 O형이고, ㉣은 같은 혈액형을 제외하고 모든 혈액형으로부터 소량 수혈을 받을 수 있으므로 AB형이다. 따라서 ㉣은 B형이다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

주는 사람 받는 사람	㉠(O형)	A형	㉣(B형)	㉤(AB형)
㉠(O형)		㉡(불가능)	?(불가능)	?(불가능)
A형	㉢(가능)		㉡(불가능)	㉢(불가능)
㉣(B형)	㉢(가능)	?(불가능)		?(불가능)
㉤(AB형)	㉢(가능)	㉢(가능)	㉢(가능)	

✗. ㉡는 '불가능'이다.

✗. ㉠은 O형이다.

㉢. ㉤(AB형)인 사람의 적혈구에는 응집원 A와 B가 있고 ㉣(B형)인 사람의 혈장에는 응집소 a가 있으므로 ㉤인 사람의 적혈구와 ㉣인 사람의 혈장을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다.

09 생쥐의 방어 작용 실험

항원의 1차 침입 시 보조 T 림프구가 활성화됨에 따라 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화되고, 형질 세포에서 항체가 생성된다. ㉠과 ㉡이 함께 주사된 경우에 항체가 생성되므로 항원에 대한 항체가 생성되기 위해서는 B 림프구와 보조 T 림프구가 모두 필요함을 알 수 있다.

㉢. ㉠(B 림프구 또는 보조 T 림프구)은 골수에서 생성된다.

✗. (다)의 III에서는 항체가 생성되지 않았으므로 체액성 면역 반응이 일어나지 않았다.

✗. (다)의 IV는 X에 노출된 적이 없고 기억 세포가 없으므로 (다)의 IV에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않았다.

10 백신

1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질을 백신이라 한다. '우두 바이러스에 감염되어 우두에 걸린 사람이 천연두에 걸리지 않는다.'는 관찰 결과를 근거로 우두에 걸린 소의 고름을 이용하여 천연두를 예방하는 백신이 개발되었으므로 우두에 걸린 소의 고름에는 우두 바이러스(항원)가 들어 있다.

㉠. ㉡(우두에 걸린 소의 고름)에는 우두 바이러스(㉠)의 항원이 들어 있다.

㉢. (가)와 (나)의 항원 항체 반응을 통해 ㉠(우두 바이러스)과 ㉢

(천연두 바이러스)에 감염되었을 때 같은 종류의 항체(㉑와 ㉒)가 생성되었으므로 ㉑과 ㉒은 모두 ㉑와 ㉒에 특이적으로 결합하는 항원 부위가 있다.

✕. 항체(㉑와 ㉒)는 형질 세포에서 생성되어 분비된다.

11 생쥐의 방어 작용 실험

대식세포는 식세포 작용(식균 작용)을 하는 동시에 분해한 항원 조각을 제시한다. X를 주사한 I과 III 중 I만 생존하였으므로 I은 정상 생쥐이고, III은 대식세포가 결핍된 생쥐임을 알 수 있다. 항체 농도 그래프를 통해 X에 특이적으로 반응하는 세포독성 T 림프구와 X에 대한 항체 농도가 낮아도 대식세포에 의한 비특이적 방어 작용이 일어나 생존할 수 있음을 알 수 있다.

㉑. I은 정상 생쥐이다.

㉒. (다)의 I은 정상 생쥐이므로 X에 대한 비특이적 방어 작용이 일어났다.

✕. (다)의 II에서 Y에 대한 항체는 형질 세포로부터 생성되었다.

12 생쥐의 방어 작용 실험

X'은 열처리하여 불활성화된 항원이다. (라)의 II에서 X' 주사 후 X에 대한 항원 항체 반응이 일어나지 않았으므로 X'은 X에 대한 항체와 특이적으로 결합하는 항원으로 작용하지 않았음을 알 수 있다.

✕. III에서 Y를 주사하였으므로 Y에 대한 항체는 생성되지만 X에 대한 항체는 생성되지 않는다. 따라서 ㉑는 '일어나지 않음'이다.

✕. X'은 열처리하여 불활성화된 항원으로 X에 대한 항체를 생성하는 항원으로 작용하지 못하여 II에서 항원 항체 반응이 일어나지 않았다. 따라서 X'은 X에 대한 항체와 결합하는 부위가 없다.

㉒. (라)의 III에서 Y에 대한 세포성 면역 반응이 일어났으므로 (라)의 III에서 세포독성 T림프구가 Y에 감염된 세포를 파괴하는 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다.

13 ABO식 혈액형

A형 적혈구 시약과 B형 적혈구 시약의 원리를 통해 ABO식 혈액형이 A형인 사람의 혈장에는 응집소 β가 있으므로 B형 적혈구 시약과만 응집 반응이 일어남을 알 수 있다. B형인 사람의 혈장에는 응집소 α가 있으므로 A형 적혈구 시약과만 응집 반응이 일어나고, AB형인 사람의 혈장에는 응집소 α와 β가 모두 없으므로 A형 적혈구 시약, B형 적혈구 시약과 모두 응집 반응이 일어나지 않는다. 반대로 O형인 사람의 혈장에는 응집소 α와 β가 모두 있으므로 A형 적혈구 시약, B형 적혈구 시약과 모두 응집 반응이 일어난다. ㉑~㉒의 ABO식 혈액형은 각각 서로 다르다는 내용을 바탕으로 제시된 표를 정리하면 다음과 같다.

시약 \ 혈장	㉑(B형)	㉒(O형)	㉓(A형)	㉔(AB형)
A형 적혈구 시약	응집됨 (응집소 α)	㉑(응집됨) (응집소 α)	응집 안 됨	㉔(응집 안 됨)
B형 적혈구 시약	?(응집 안 됨)	응집됨 (응집소 β)	응집됨 (응집소 β)	응집 안 됨

㉑. ㉓는 '응집됨'이다.

✕. ㉑(B형인 사람)의 적혈구에는 응집원 A가 없다.

✕. ㉒(O형인 사람)의 적혈구에는 응집원 A와 B가 모두 없으므로 ㉔(AB형인 사람)의 혈장을 섞으면 항원 항체 반응이 일어나지 않는다.

14 자가 면역 질환

X는 근육 세포의 세포막에 있는 수용체에 대한 항체가 생성되어 근육 세포를 파괴하므로 자가 면역 질환이다.

㉑. X는 자가 면역 질환이다.

㉒. 골격근의 근육 세포와 시냅스를 이루는 원심성 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다. 따라서 아세틸콜린은 ㉑에 해당한다.

✕. ㉓(㉒에 대한 항체)는 형질 세포에서 생성되어 분비된다.

08 유전 정보와 염색체

수능 2점 테스트 본문 118~121쪽

01 ④	02 ⑤	03 ①	04 ③	05 ②	06 ①
07 ②	08 ④	09 ③	10 ①	11 ②	12 ①
13 ⑤	14 ④	15 ①	16 ④		

01 염색체의 구조

A는 DNA, B는 히스톤 단백질, C는 뉴클레오솜, D는 염색체이다.

- ㉠. A(DNA)는 간기의 S기에 복제된다.
- ✗. B(히스톤 단백질)는 아미노산으로 구성되고, DNA는 뉴클레오타이드로 구성된다.
- ㉡. 하나의 염색체에는 많은 수의 뉴클레오솜이 있다. 체세포 분열 전기의 세포에는 두겹게 응축된 D(염색체)와 D를 이루는 C(뉴클레오솜)가 있다.

02 DNA, 유전자, 염색체, 유전체

- ㉠은 염색체, ㉡은 유전자, ㉢은 유전체이다.
- ㉠. 하나의 DNA에는 수많은 유전자(㉡, ㉢)가 있다.
- ㉡. ㉠(염색체)은 수많은 뉴클레오솜으로 구성되어 있으며, 뉴클레오솜은 DNA와 히스톤 단백질로 구성된다.
- ㉢. ㉢(유전체)은 한 개체가 가진 모든 염색체(㉠, ㉡)를 구성하는 DNA에 저장된 유전 정보 전체이다. 핵형이 정상인 사람은 23쌍의 염색체(㉠)를 갖는다.

03 염색 분체의 형성과 분리

A와 B는 DNA가 복제되어 형성된 염색 분체이다. 두 염색 분체는 같은 위치에 동일한 대립유전자가 있으므로 대립유전자 구성이 같다. C는 2개의 염색 분체로 구성된 염색체이고, D는 동원체이다.

- ㉠. A와 B의 대립유전자 구성은 같다.
- ✗. 방추사는 체세포 분열 전기에 D(동원체) 부위에 부착된다.
- ✗. P의 체세포 분열 중기의 세포 1개당 C(염색체)의 수는 46이다.

04 핵형 분석

P의 핵형 분석 결과를 통해 P는 체세포에 X 염색체가 1개 있는 남성임을 알 수 있다. 따라서 P의 체세포에는 7번 염색체가 2개, X 염색체가 1개, Y 염색체가 1개 있고, P의 생식세포는 7번 염색체가 1개, X 염색체 또는 Y 염색체가 1개 있다. (나)를 보면, P의 체세포에서 ㉠, ㉡, ㉢의 개수가 2, 1, 1이 가능하려면 I의

㉢가 2여야 하는데 P는 X 염색체가 1개 있는 남성이므로 조건에 부합하지 않는다. II에서도 마찬가지로 ㉠, ㉡, ㉢의 개수가 2, 1, 1이 가능하려면 ㉢가 2여야 하는데 Y 염색체가 2개인 세포는 없으므로 조건에 부합하지 않는다. 따라서 P의 체세포는 III이고, ㉠은 2, ㉡는 1, ㉢는 0이다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

	염색체	㉠ (7번 염색체)	㉡ (X 염색체)	㉢ (Y 염색체)
I (P의 생식세포)		1(㉡)	0(㉢)	1(㉠)
II (Q(여자)의 체세포)		2(㉠)	2(㉡)	0(㉢)
III (P의 체세포)		2(㉠)	1(㉡)	1(㉢)

㉠. I (P의 생식세포)에는 Y 염색체가 있다.

㉡. ㉠은 2이다.

✗. Q는 체세포에 X 염색체가 2개인 여자이고, P는 남자이므로 핵형이 서로 다르다.

05 핵상과 핵형

핵상은 한 세포에 들어 있는 염색체의 구성 상태로 염색체의 상대적 인수로 표시한다. 핵형은 한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같이 관찰할 수 있는 염색체의 형태적인 특징으로, 생물종의 고유한 특성이다. 같은 종의 생물에서는 성별이 같으면 핵형이 같다. 서로 다른 종의 두 생물에서 체세포의 핵상(㉠)이 같을 수 있으나 종이 다르므로 핵형(㉡)은 서로 다르다.

✗. 핵상(㉠)에는 한 세포에 들어 있는 염색체의 상대적인 수에 대한 정보는 포함되어 있지만, 염색체의 모양과 크기에 대한 정보는 포함되어 있지 않다.

✗. 남자와 여자는 성염색체의 구성이 다르므로 핵형(㉡)이 서로 다르다.

㉢. 체세포 분열 중기 세포의 염색체 사진을 이용해 핵형(㉡)을 분석할 수 있다.

06 체세포 분열의 특징

체세포 분열의 간기 중 G₁기에는 세포가 가장 많이 성장하고, S기에는 핵에서 DNA 복제가 일어나고, 세포가 성장하며, G₂기에는 세포가 성장하면서 세포 분열을 준비한다. M기(분열기)에는 핵분열과 세포질 분열이 일어난다. 히스톤 단백질은 체세포 분열의 모든 시기의 세포에 있으며, 방추사가 형성되어 동원체에 부착된다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

구분	특징의 개수
㉠(G ₁ 기 또는 G ₂ 기)	㉡(3)
㉡(G ₂ 기 또는 G ₁ 기)	㉡(3)
㉢(S기)	4
㉣(M기)	1

㉠. a는 3이다.

✕. S기에 DNA 복제가 일어나므로 핵 1개당 DNA 양은 ㉠(G_1 기 또는 G_2 기) 시기의 세포와 ㉡(G_2 기 또는 G_1 기) 시기의 세포가 같지 않다.

✕. 체세포 분열이므로 ㉢(M 기) 시기에 상동 염색체는 분리되지 않고 염색 분체가 분리된다.

07 핵형

(가)의 핵상은 $2n$ 이고 크기와 모양이 같은 3쌍의 상동 염색체가 있으므로 암컷 II의 세포이다. (나)와 (다)는 수컷 I의 세포이고, (나)와 (다)는 수컷의 세포이므로 크기가 서로 다른 염색체(회색 염색체)가 성염색체임을 알 수 있으며, (나)에는 Y 염색체가, (다)에는 X 염색체가 있다. ㉠은 X 염색체이고, ㉡은 상염색체이다.

✕. ㉠은 X 염색체이다.

✕. (다)는 I의 세포이다.

㉢. I과 II는 $2n=6$ 인 동물이므로 2쌍의 상염색체와 1쌍의 성염색체를 갖는다.

따라서 $\frac{\text{II의 생식세포 1개당 상염색체의 수}}{\text{I의 체세포 1개당 ㉠(X 염색체)의 수}} = \frac{2}{1} = 2$ 이다.

08 체세포 분열과 DNA 상대량 변화

㉠은 중기 세포, ㉡은 후기 세포, ㉢은 전기 세포이다. 구간 I에는 간기의 G_1 기의 세포가 있고, 구간 II에는 간기의 G_2 기부터 분열기 말기의 어느 한 시점까지의 세포가 있다.

㉠. 체세포 분열의 후기에 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동하므로 ㉡(후기 세포)에서 염색 분체의 분리가 일어났다.

✕. ㉢은 구간 II에서 관찰된다.

㉢. 히스톤 단백질은 체세포 분열 과정의 모든 시기의 세포에 있으므로 ㉠~㉢에는 모두 히스톤 단백질이 있다.

09 감수 분열과 DNA 상대량 변화

세포 1개당 X 염색체 수는 0개, 1개, 2개가 가능하며, ㉠ > ㉡ > ㉢이라 하였으므로 ㉠은 2, ㉡은 1, ㉢은 0이다. I은 A, B, b의 DNA 상대량을 더한 값($A+B+b$)이 3이고 X 염색체가 2개이므로 B와 b의 DNA 상대량의 합이 2이고, A의 DNA 상대량이 1임을 알 수 있다. 따라서 I은 여자 Q의 핵상이 $2n$ 인 G_1 기 세포이다. II에서 $A+B+b$ 의 값이 1이고 X 염색체 수가 0이므로 남자 P의 생식세포임을 알 수 있다. III에서 $A+B+b$ 의 값이 2이고 X 염색체 수는 1이므로 남자 P의 감수 2분열 중기 세포임을 알 수 있다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	$A+B+b$	유전자형	X 염색체 수
I (G_1 기, Q)	3	$AaX^B X^b$ 또는 $AaX^B X^B$ 또는 $AaX^b X^b$	㉠(2)
II(생식세포, P)	1	AY	㉡(0)
III(감수 2분열 중기 세포, P)	2	aX^B 또는 aX^b	㉢(1)

㉠. I은 Q의 세포이다.

㉡. P와 Q의 체세포는 모두 a를 갖는다.

✕. II의 Y 염색체 수는 1이고, III의 Y 염색체 수는 0이므로 서로 다르다.

10 세포 주기

구간 I에는 G_1 기의 세포가 포함되어 있고, II에는 G_2 기의 세포와 M기(분열기)의 세포 일부가 포함되어 있다. ㉠은 동원체에 결합하는 방추사이다.

✕. ㉡(방추사)는 분열기에 관찰할 수 있으므로 구간 I에 있는 세포에서는 관찰되지 않는다.

㉢. (나)는 모든 염색체가 세포 중앙(적도판)에 배열되었으므로 중기 세포이다. 따라서 구간 II에는 (나) 시기의 세포가 있다.

✕. 염색체를 이루는 염색 분체는 DNA가 복제되어 형성된 것이다. ㉠과 ㉡은 상동 염색체로 각각 부모로부터 물려받은 것이다.

11 감수 분열과 대립유전자의 유무

I은 핵상이 $2n$ 인 G_1 기 세포, II와 III은 핵상이 n 인 감수 2분열 중기 세포, IV는 핵상이 n 인 생식세포이다. III에 A와 a가 모두 없으므로 A와 a가 X 염색체에 있는 대립유전자이고, B와 b는 상염색체에 있는 대립유전자임을 알 수 있다. 따라서 P의 ㉡의 유전자형은 $X^A Y B b$ 이거나 $X^A Y B b$ 이다. I로부터 형성된 II와 III에는 각각 X^A 또는 Y 염색체가 있어야 한다. ㉠과 ㉡은 'O'와 'x'를 순서 없이 나타낸 것이라 하였으므로 ㉠이 'x'이고, ㉡이 'O'이면 I로부터 형성된 II와 III이 모두 A와 a가 없는 세포가 되므로 모순된다. 따라서 ㉠이 'O', ㉡이 'x'이다. III에 B 또는 b가 있는 상염색체가 1개 있는데 B는 없으므로 b가 있는 상염색체가 있음을 알 수 있다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	유전자형	A (X 염색체)	a (X 염색체)	B (상염색체)
I ($2n$)	$X^A Y B b$	O	x	O
II (n)	$X^A X^A B B$	㉠(O)	x	㉡(O)
III (n)	$Y Y b b$	x	x	㉢(x)
IV (n)	$Y b$?(x)	?(x)	?(x)

(O: 있음, x: 없음)

Ⅹ. I에서 A의 DNA 상대량은 1이고, II에서 A의 DNA 상대량은 2이므로 서로 다르다.

Ⅹ. II의 X 염색체 수는 1이다.

㉠. IV에서 A, B, b의 DNA 상대량을 더한 값은 $0+0+1=1$ 이다.

12 감수 분열과 DNA 상대량의 변화

남자와 여자의 체세포에서 상염색체 수는 같고, X 염색체 수는 여자가 남자의 2배이다. A와 a는 상염색체에 있고, B와 b는 X 염색체에 있다고 하였으므로 여자 Q는 유전자형과 관계 없이 A, a, B, b의 DNA 상대량을 더한 값이 G_1 기 세포에서는 4, 감수 1분열 중기 세포 또는 체세포 분열 중기 세포에서는 8, 감수 2분열 중기 세포에서는 4, 생식세포에서는 2가 된다. 남자 P는 유전자형에 관계 없이 A, a, B, b의 DNA 상대량을 더한 값이 G_1 기 세포에서는 3, 감수 1분열 중기 세포 또는 체세포 분열 중기 세포에서는 6, 감수 2분열 중기 세포에서는 X 염색체가 있으면 4, Y 염색체가 있으면 2이며, 생식세포에서도 X 염색체가 있으면 2, Y 염색체가 있으면 1이 된다. 따라서 I은 P의 G_1 기 세포, III은 Q의 감수 1분열 중기 세포 또는 체세포 분열 중기 세포이다. I에서 A와 B의 DNA 상대량 합은 0이고 a와 b의 DNA 상대량 합이 3이므로 P의 ㉡와 ㉢의 유전자형이 aaX^bY 임을 알 수 있다. IV에서 A와 B의 DNA 상대량 합은 1이고 a와 b의 DNA 상대량 합도 1이므로 IV에는 aX^B 또는 AX^b 가 들어 있으며, IV는 생식세포임을 알 수 있다. 이와 같은 조합은 I로부터 형성될 수 없으므로 IV는 Q의 생식세포이다. 주어진 내용을 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	유전자형	핵상	DNA 상대량	
			A+B	a+b
I G_1 기, P	aaX^bY	$?(2n)$	0	3
II 감수 2분열 중기, P	$aaYY$	n	0	2
III 감수 1분열 중기 또는 체세포 분열 중기, Q	$AAaaX^BX^BX^BX^B$ 또는 $AAAAX^BX^BX^bX^b$	$?(2n)$	6	2
IV 생식세포, Q	aX^B 또는 AX^b	n	1	1

㉠. I은 P의 세포이다.

Ⅹ. P의 ㉡의 유전자형은 aa 이고, Q의 ㉢의 유전자형은 Aa 또는 AA 이므로 서로 다르다.

Ⅹ. II에서 X 염색체 수는 0이고, IV에서 X 염색체 수는 1이므로 서로 다르다.

13 체세포 분열의 세포 주기

세포당 DNA 양이 2, 4가 있으므로 2인 I은 DNA 복제가 일어나기 전인 G_1 기 세포이고, 4인 III은 DNA 복제가 일어난 후인 G_2 기 세포이며, 나머지 세포는 DNA 복제가 일어나고 있는 S기 세포이다. 따라서 I은 G_1 기 세포, II는 S기 세포, III은 G_2 기 세포이다.

㉠. I (G_1 기 세포)은 간기에 해당하므로 핵막이 관찰된다.

㉡. 체세포 분열 과정 전체에 걸쳐 핵상은 변하지 않으므로 II(S기 세포)와 III(G_2 기 세포)의 핵상은 모두 $2n$ 이다.

㉢. 세포 주기에서 각 시기를 진행하는 동안 걸리는 시간은 각 시기에 해당하는 세포 수에 비례한다고 하였다. DNA 복제는 S기에 일어난다. 세포 수의 비율을 따져 보았을 때 S기는 30%, M기(분열기)는 5%이므로 DNA 복제에 걸리는 시간은 M기(분열기)가 진행되는 데 걸리는 시간보다 길다.

14 핵상과 핵형

㉠이 Y 염색체 수이고, ㉡이 X 염색체 수이면, (가)는 핵상이 n 이고 Y 염색체가 1개, 상염색체가 6개 있는 수컷($2n=12+XY$)의 세포이다. (나)는 핵상이 n 이고 상염색체가 2개, Y 염색체가 1개 있는 수컷($2n=4+XY$)의 세포, (다)는 핵상이 n 이고 상염색체가 3개, X 염색체가 1개 있는 성을 알 수 없는 개체($2n=6+X$)의 세포, (라)는 핵상이 n 이고 상염색체가 2개, X 염색체가 1개 있는 성을 알 수 없는 개체($2n=4+X$)의 세포이다. A~C가 2가지 종으로 구분된다고 하였는데, 이 경우에는 적어도 3가지의 종으로 구분되므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. 따라서 ㉠이 X 염색체 수이고, ㉡이 Y 염색체 수이다. (가)는 상염색체 수가 6이고 X 염색체 수가 2이면서 핵상이 $2n$ 인 암컷의 세포이다. (나)는 상염색체 수가 2이고 X 염색체 수가 1, Y 염색체 수가 0이므로 핵상이 n 이다. (다)는 상염색체 수가 3, X 염색체 수가 0, Y 염색체 수가 1이므로 핵상이 n 인 수컷의 세포이다. 같은 원리로 (라)도 핵상이 n 인 수컷의 세포이다. 같은 종의 생물은 핵상이 $2n$ 인 세포의 총염색체 수가 같다. 어떤 개체의 세포인 (나)로부터 이 개체의 핵상이 $2n$ 인 세포는 총염색체 수가 6임을 알 수 있다. 같은 원리로 (다)로부터 이 개체의 핵상이 $2n$ 인 세포는 총염색체 수가 8이며, (라)로부터 이 개체의 핵상이 $2n$ 인 세포는 총염색체 수가 6이다. A와 B는 같은 종이고 성이 다르며, A와 C의 성은 같다고 하였으므로 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	개체	성	상염색체 수	㉠ (X 염색체 수)	㉡ (Y 염색체 수)
(가)	B	암컷	6	$?(2)$	0
(나)	C	수컷	2	1	0
(다)	A	수컷	3	0	1
(라)	C	수컷	2	0	1

✕. (가)는 B의 세포이다.

㉠. C의 감수 1분열 중기 세포는 핵상과 염색체 수가 $2n=6$ 이므로 세포 1개당 염색 분체 수는 12이다.

㉡. (나)와 (라)는 모두 C의 세포이다.

15 감수 분열과 대립유전자의 상대량 변화

P의 세포 I에는 A와 b가 있고 d가 없으며, 세포 III에는 A와 d가 있고 b가 없으므로 두 세포 모두 핵상이 n 인 세포임을 알 수 있다. I은 중기의 세포라고 하였으므로 감수 2분열 중기 세포이고, A, b, D가 있으므로 a와 D의 DNA 상대량을 더한 값은 2가 된다. 따라서 ㉠은 2이다. III에는 A, B, d가 있으므로 a와 D의 DNA 상대량을 더한 값이 0이 된다. 따라서 ㉢은 0, ㉤는 1이 된다. 세포 II에서 a와 D의 DNA 상대량을 더한 값이 1이 되려면 a 또는 D가 있어야 하므로 II는 핵상이 $2n$ 이면서 G_1 기의 세포임을 알 수 있다. 이때 a가 있으면 P의 ㉦의 유전자형이 AaBbdd가 되므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	대립유전자			a+D	시기
	A	b	d		
I	○	○	×	㉠(2)	감수 2분열 중기
II	○	?(○)	○	㉤(1)	G_1 기
III	○	×	○	㉢(0)	생식세포

(○: 있음, ×: 없음)

㉠. ㉠은 2이다.

✕. II의 핵상은 $2n$ 이고 III의 핵상은 n 이므로 서로 다르다.

✕. P의 ㉦의 유전자형은 AABbDd이므로 P에게서 a, B, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 없다.

16 체세포 분열과 감수 분열의 비교

체세포 분열과 감수 분열에서는 모두 간기(S기)에 DNA 복제가 1회 일어나며, 핵분열은 체세포 분열에서 1회 일어나고 감수 분열에서 연속 2회 일어난다. 감수 1분열 전기에서는 상동 염색체의 접합이 일어나 2가 염색체를 형성한다. I은 체세포 분열, II는 감수 분열이다.

✕. ㉠은 1, ㉡은 2로 서로 다르다.

㉠. 감수 분열에서만 상동 염색체의 접합이 일어나 2가 염색체가 형성되므로 2가 염색체는 ㉠에 해당한다.

㉡. I(체세포 분열)과 II(감수 분열)에서는 모두 염색 분체의 분리가 일어난다.

수능 3점 테스트

본문 122~127쪽

- 01 ㉢ 02 ㉢ 03 ㉣ 04 ㉡ 05 ㉣ 06 ㉢
07 ㉤ 08 ㉢ 09 ㉡ 10 ㉢

01 염색체의 구조

염색체에서 DNA는 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜을 형성하며, 하나의 염색체는 많은 수의 뉴클레오솜으로 이루어진다. 세포가 분열할 때 염색체는 두껍게 응축하고 분열하지 않을 때에는 가는 실 모양으로 풀어져 있다.

㉠. 어떤 형질의 유전자형이 Rr이고 이 남자의 염색체 ㉦에는 대립유전자 R가 있으므로 ㉦의 상동 염색체에는 대립유전자 r가 있어야 한다. 만약 성염색체에 R와 r가 있으면 이 남자의 유전자형이 Rr일 수 없으므로 ㉦는 상염색체이다.

㉡. (나)는 염색체가 풀어져 있는 상태이므로 세포가 분열하지 않을 때 관찰한 모습이다. 따라서 t는 체세포 분열 간기에 속한다.

✕. ㉠(DNA)에는 유전자가 있지만 ㉡(히스톤 단백질)에는 유전자가 없다.

02 세포 주기

(가)는 체세포 세포 주기이므로 ㉠은 S기, ㉡은 체세포 분열 분열기(M기), ㉢은 G_1 기이다. (나)는 생식세포 형성 과정이므로 ㉣은 S기, ㉤는 감수 1분열, ㉥는 감수 2분열, ㉦는 G_1 기이다.

㉠. 체세포 분열의 ㉠(S기) 세포에서와 감수 분열의 ㉢(S기) 세포에서 모두 핵막이 관찰된다.

㉡. 체세포 분열의 ㉡(M기) 세포에서와 ㉣(감수 2분열) 세포에서는 모두 염색 분체의 분리가 일어난다. 따라서 모두 (다)와 같은 변화가 일어난다.

✕. 체세포 분열의 ㉢(G_1 기) 세포와 감수 분열의 ㉤(G_1 기) 세포는 핵상이 모두 $2n$ 으로 같다.

03 핵형 분석

핵상이 $2n$ 인 동물의 세포에는 상동 염색체가 쌍을 이루고 있으며, 수컷이면 X 염색체와 Y 염색체가 각각 1개씩 있고, 암컷이면 X 염색체가 2개 있다. 핵상이 n 인 세포의 염색체 수는 핵상이 $2n$ 일 때 염색체 수의 절반이고, 성염색체가 1개 있다. 주어진 표에서 상동 염색체 쌍의 수가 0이면 핵상이 n 인 세포를 의미하며, 상동 염색체 쌍의 수가 1 이상이면 핵상이 $2n$ 인 세포를 의미한다. (가)에서 상동 염색체 쌍의 수가 0이므로 핵상이 n 인 세포이며, 상염색체 수와 ㉠의 수를 더한 값이 3이므로 상염색체 수가 2, ㉠의 수가 1이며, $n=3$ 인 세포이다. (나)에서 상동 염색체 쌍의 수가 2이므로 핵상이 $2n$ 인 세포이며, 상염색체 수와 ㉠(X 염색체 또는 Y 염색체)의 수를 더한 값이 4이므로 상염색체 수가 2, ㉠의 수가 2이며, $2n=4$ 인 암컷 세포이다. ㉠이 Y 염색체이면

㉠의 수가 2가 될 수 없으므로 ㉠은 X 염색체이다. (다)와 (라)에서 상염색체 수와 ㉠(X 염색체)의 수의 합이 각각 5이므로 상염색체 수는 4이고, ㉠(X 염색체)의 수는 1이며, $2n=6$ 인 수컷 세포이다. A~C는 2가지 종으로 구분되고, (가)~(라) 중 2개는 A의 세포이며, (다)와 (라)는 서로 다른 개체의 세포이므로 (가)와 (나) 중 1개는 (다) 또는 (라)의 개체와 같은 개체로부터 생성된 세포여야 한다. (다)와 (라)가 모두 $2n=6$ 인 세포이므로 (가)는 (다) 또는 (라)의 개체와 같은 개체로부터 생성된 수컷의 세포이다. 이를 바탕으로 주어진 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	상동 염색체 쌍의 수	㉠의 수	상염색체 수 + ㉠의 수	핵상 / 개체 / 성별
(가)	0	㉠(1)	3	$n=3$ / A / 수컷
(나)	2	㉠(2)	4	$2n=4$ / B / 암컷
(다)	?(3)	?(1)	5	$2n=6$ / A 또는 C / 수컷
(라)	?(3)	?(1)	5	$2n=6$ / C 또는 A / 수컷

✕. ㉠+㉡=1+2=3이다.

○. ㉠은 X 염색체이다.

○. 체세포 분열 중기의 세포 1개당 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}}$ 는 B는 $\frac{2}{2}=1$

이고, C는 $\frac{4}{1}=4$ 이므로 B가 C보다 작다.

04 핵형 분석

핵형 분석은 체세포 분열 중기 세포를 이용해 분석한다. 방추사가 짧아지는 것을 억제하면 세포 분열의 중기(㉠)에서 후기(㉡)로 진행되지 않는다.

✕. ㉠(중기) 세포에서는 핵막을 관찰할 수 없다.

○. 핵형 분석은 체세포 분열 중기의 세포를 이용한다. X에 의해 P의 혈액에 있는 체세포(백혈구)의 세포 분열이 촉진되었다.

✕. ㉡의 핵형 분석 결과를 보면, 상염색체 수는 2, 총염색체 수는 47이다. ㉡ 1개당 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{성염색체 수}} = \frac{47 \times 2}{2} = 47$ 이다.

05 감수 분열과 DNA 상대량의 변화

(가)는 모양과 크기가 같은 3쌍의 상동 염색체가 있으므로 암컷 Q의 핵상이 $2n$ 인 세포이며, (나)는 Q에서 관찰할 수 없는 염색체(Y 염색체)가 있으므로 수컷 P의 핵상이 n 인 세포이다. (가)에서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0, 1, 2 중 하나이며, (나)에서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0 또는 2이다. 표의 II에서 B와 b의 DNA 상대량이 각각 1이므로 핵상이 $2n$ 인 세포이고, ㉠

는 0이 아니다. 또한 ㉡가 2인 경우 II에서 D와 d의 상대량의 합이 3이 되는데, 대립유전자 쌍의 DNA 상대량 합이 2보다 클 수 없으므로 ㉡는 2가 아니다. 다음의 가능한 세 가지 경우로 나누어 생각해 보자.

i) ㉠가 1, ㉡가 2, ㉢가 0인 경우, II에서 A와 a, D와 d가 모두 X 염색체에 있는 수컷의 세포가 되는데, ㉣~㉤의 유전자 중 1개만 X 염색체에 있으므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. ii) ㉠가 2, ㉡가 1, ㉢가 0인 경우, II에서 D와 d가 X 염색체에 있음을 알 수 있다. 그러나 IV에서도 A와 a가 X 염색체에 있는 모순된 상황이 생기므로 이 경우도 옳지 않다. iii) ㉠가 2, ㉡가 0, ㉢가 1인 경우를 표에 적용하여 정리하면 다음과 같다.

세포	DNA 상대량					
	A(상)	a(상)	B(X)	b(X)	D(상)	d(상)
I (Q)	2	0	㉢(2)	0	?(2)	0
II ((가), Q)	㉢(2)	0	1	1	㉣(1)	1
III ((나), P)	2	?(0)	㉤(0)	㉤(0)	0	2
IV (P)	0	㉣(1)	1	0	0	?(1)

이 경우 주어진 조건에 부합하므로 ㉠는 2, ㉡는 0, ㉢는 1이며, I과 II는 Q의 세포, III과 IV는 P의 세포이다. P의 ㉣~㉤의 유전자형은 $AaX^BYd_$ 이고, Q의 ㉣~㉤의 유전자형은 AAX^BX^bDd 이다.

✕. ㉡는 0이다.

○. IV는 P의 세포이다.

○. ㉣의 유전자는 X 염색체에 있다.

06 감수 분열과 DNA 상대량의 변화

남자의 감수 분열에서 상염색체에 있는 대립유전자는 감수 분열 과정에서 형성되는 모든 세포에 있으며, X 염색체에 있는 대립유전자는 있을 수도 있고 없을 수도 있다. (가), (다), (마)에서 DNA 상대량이 1인 대립유전자가 있으므로 (가), (다), (마)는 감수 2분열 중기의 세포인 II와 III이 될 수 없다. 따라서 (나)와 (라)가 각각 II와 III 중 하나이다. (가), (다), (마)는 G_1 기 세포 또는 생식세포인데, 이 중 (마)만 A를 가지므로 (마)가 G_1 기 세포 I이다. 따라서 (가)와 (다)는 각각 IV와 V 중 하나이다. ㉠~㉢는 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이라 하였는데, ㉡가 2이면 (가)가 핵상이 $2n$ 인 G_1 기 세포여야 하므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. (다)의 ㉢가 2이면 (다) 또한 G_1 기 세포가 되므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. 따라서 ㉢가 2이고, ㉠와 ㉡가 각각 0과 1 중 하나이다. (가)와 (다)는 생식세포인데 ㉣이 대립유전자 B이면 ㉠와 ㉡가 모두 0이 되어야 하므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. 따라서 ㉣은 대립유전자 a이다. (나)와 (라) 중 하나의 세포로부터 (가) 또는 (다)와 같은 생식세포가 형성되어야 하는데, (라)로부터 (가), (다)는 형성될 수 없으므로 (라)는 II이고, (나)는 III이

며, (가)는 Ⅲ(나)으로부터 형성된 Ⅳ, (다)는 Ⅴ이다. 따라서 ㉠은 0, ㉡는 1이다. 이를 통해 P의 ㉢의 유전자형은 AabbX^DY임을 알 수 있다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	DNA 상대량			
	A(상)	b(상)	D(X)	㉠(a)(상)
(가) Ⅳ	0	1	㉡(0)	㉢(1)
(나) Ⅲ	0	2	0	?(2)
(다) Ⅴ	0	1	1	㉢(1)
(라) Ⅱ	㉣(2)	2	㉣(2)	?(0)
(마) Ⅰ	1	㉣(2)	1	?(1)

㉠. D는 X 염색체에 있다.

㉡. ㉠은 0이다.

㉢. P의 ㉢의 유전자형은 AabbX^DY이므로 P에게서 a, B, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 없다.

07 감수 분열과 대립유전자의 유무

(가)는 X 염색체 수가 2이므로 Q의 세포이며, 핵상은 2n인 세포이다. (나)와 (다)는 (가)에 없는 ㉠이 있으므로 P의 세포이며, (나)는 대립유전자 3쌍 중 4개가 있으므로 핵상이 2n인 세포, (다)는 핵상이 n인 세포이다. (가)~(마) 중 P의 세포가 3개, Q의 세포가 2개이므로 (라)는 Q의 세포이면서 핵상이 n인 세포, (마)는 P의 세포이면서 핵상이 n인 세포이다. (가)는 X 염색체 수가 2이고 a+B+D의 값이 4이므로 3쌍의 대립유전자 중 한 쌍은 동형 접합성, 두 쌍은 이형 접합성을 알 수 있으며, ㉠이 a, B, D가 아니며 A, b, d 중 하나임을 알 수 있다. (다)는 X 염색체 수가 0인데 ㉡과 ㉢이 있으므로 ㉡과 ㉢은 상염색체에 있고, 대립유전자가 아니다. (다)에서 X 염색체는 없고 a+B+D의 값이 1이므로 ㉡과 ㉢은 B와 d이거나 b와 D이다. (가)를 통해 알아낸 정보와 연결하여 ㉠이 b, ㉡이 D 또는 ㉢이 d, ㉣이 B임을 알 수 있다. (라)와 (마)에서 ㉠, ㉡, ㉢은 대립유전자가 아니고, ㉣, ㉤, ㉥이 대립유전자가 아니므로 ㉦의 대립유전자는 ㉣이며, ㉦도 상염색체에 있는 유전자이다.

만약, ㉡이 b, ㉢이 D이면, ㉣은 B가 된다. (라)에서 ㉣(B), ㉤, ㉥이 있고, a+B+D의 값이 1이므로 a는 없다. 이때 (나)에는 ㉣(B), ㉤(D), ㉥(b), ㉦이 있고, a+B+D의 값이 4이므로 a 없이 4가 되려면 B와 D의 DNA 상대량이 모두 2여야 하는데 ㉥(b)도 있으므로 G₁기 세포이면서 2n인 세포의 조건에 부합하지 않는다. 따라서 ㉡이 d, ㉢이 B이고, ㉣은 D이다. 또한, ㉤은 X 염색체에 있는 A와 a 중 하나이다. ㉡이 A이면 (마)에서 a+B+D의 값이 3이 될 수 없으므로 ㉡은 a이다. 지금까지 알게 된 내용을 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	대립유전자						a+B+D	X 염색체 수
	㉠(D)	㉡(b 또는 A)	㉢(A 또는 b)	㉣(B)	㉤(d)	㉥(a)		
(가) 2n, Q	○	○	○	○	×	○	4	2
(나) 2n, P	○	×	×	○	○	○	4	1
(다) n, P	×	×	×	○	○	×	1	0
(라) n, Q	○	○	○	×	×	×	1	1
(마) n, P	○	×	×	○	×	○	3	1

(○: 있음, ×: 없음)

따라서 P의 ㉢의 유전자형은 X^AYBBDd, Q의 ㉢의 유전자형은 X^AX^aBbDD임을 알 수 있다.

㉠. (나)는 P의 세포이다.

㉡. ㉢은 B이다.

㉢. P에게서 a, B, d를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

08 생식세포 형성 과정과 수정

정자 Ⅲ과 난자 Ⅵ이 수정되어 남자인 자녀가 태어났으므로 Ⅲ에는 Y 염색체가 있다. I~Ⅵ에 있는 X 염색체 수와 Y 염색체 수를 표로 정리하면 다음과 같다.

구분	I(P)	II(Q)	III(P)	IV(P)	V(P)	VI(Q)
X 염색체 수	1	2	0	0	1	1
Y 염색체 수	1	0	1	1	0	0

6개 세포 중 Y 염색체 수가 2개인 세포는 없으므로 합이 3이 되는 조합은 불가능하다. 따라서 ㉠은 Y 염색체, ㉡은 X 염색체이다. X 염색체 수의 합이 3이 되려면 Ⅱ와 I, V, Ⅵ의 조합이 가능하며, 0이 되려면 Ⅲ과 Ⅳ의 조합만 가능하다. ㉢ > ㉣ > ㉤이고, 어떤 두 세포의 Y 염색체 수의 합이 2보다 클 수 없으므로 ㉢=2, ㉣=1, ㉤=0이다. 따라서 X 염색체 수의 합이 3이 되는 조합은 Ⅱ와 I의 조합이며, 0이 되는 조합은 Ⅲ과 Ⅳ, 나머지 2가 되는 조합은 V와 Ⅵ이다. (다)와 (마)는 남자의 세포이므로 (다)는 I이고, (라)는 II이며, (마)는 V, (바)는 Ⅵ이다. (가)와 (나)는 각각 Ⅲ과 Ⅳ 중 하나이다.

㉠. (다)의 Y 염색체 수는 1이고, (라)의 Y 염색체 수는 0이므로 ㉡는 1이다.

㉢. (마)는 V이다.

㉣. $\frac{\text{(라)의 염색체 수}}{\text{(나)의 상염색체 수}} = \frac{46 \times 2}{1} = 92$ 이다.

09 생식세포 형성 과정과 수정

감수 1분열 중기 세포(I, II)의 핵상은 2n이며 각 대립유전자

의 DNA 상대량은 0, 2, 4 중 하나이다. 감수 2분열 중기 세포 (Ⅲ, Ⅳ)의 핵상은 n 이며 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0과 2 중 하나이다. 생식세포(Ⅴ, Ⅵ)의 핵상은 n 이며 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0과 1 중 하나이다. 이를 바탕으로 B의 DNA 상대량이 4인 ㉠이 감수 1분열 중기 세포임을 알 수 있다. A와 a의 DNA 상대량의 합이 2이므로 A와 a는 X 염색체에, B와 b는 상염색체에 있으며, ㉡이 남자 Q의 감수 1분열 중기 세포인 Ⅱ임을 알 수 있다. ㉢의 DNA 상대량을 통해 Q의 ㉣~㉤의 유전자형이 $X^A Y B b d$ 임을 알 수 있다. D와 d의 DNA 상대량이 각각 2인 ㉥은 핵상이 $2n$ 인 세포이므로 여자 P의 감수 1분열 중기 세포인 Ⅰ이다. 여자는 X 염색체가 2개이고 ㉥의 DNA 상대량을 통해 P의 ㉦~㉧의 유전자형이 $A a B b D d$ 임을 알 수 있다. ㉨과 ㉩는 각각 Ⅴ와 Ⅵ 중 하나인데, ㉨의 a의 DNA 상대량이 1이므로 Ⅰ로부터 형성된 Ⅴ임을 알 수 있다. 따라서 ㉨은 Ⅵ이다. ㉨(Ⅴ)에는 a와 d가 있고, 상염색체에 있는 B도 있어야 한다. 따라서 Ⅲ에도 a, B, d가 있어야 한다. ㉨(Ⅵ)에는 A, D가 있고 상염색체에 있는 B가 있어야 한다. 이때, A는 X 염색체에 있으므로 Ⅳ에는 Y 염색체가 있어 A와 a가 모두 없어야 한다. 따라서 a가 있는 ㉦는 Ⅲ이고, ㉧은 Ⅳ이다. ㉨에는 Y 염색체와 상염색체만 있으므로 ㉨에 있는 d는 상염색체에 있는 대립유전자이다. 따라서 A와 a는 X 염색체에 있고, B와 b, D와 d는 같은 상염색체에 있다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	DNA 상대량					
	A(X)	a(X)	B(상)	b(상)	D(상)	d(상)
㉠(Ⅲ)	?(0)	2	2	0	0	?(2)
㉡(Ⅱ)	2	0	4	?(0)	?(2)	2
㉢(Ⅵ)	1	?(0)	?(1)	0	1	0
㉣(Ⅳ)	0	?(0)	2	0	?(0)	2
㉤(Ⅰ)	?(2)	2	?(2)	2	2	2
㉥(Ⅴ)	0	1	?(1)	0	0	1

따라서 P의 ㉣~㉤의 유전자형은 $X^A X^a / B d / b D$, Q의 ㉣~㉤의 유전자형은 $X^A Y / B d / B D$ 이다.

Ⅹ. ㉨은 Ⅳ이다.

Ⅺ. Ⅰ에서 B와 D는 다른 염색체에 있으므로 Ⅰ의 감수 분열 결과 B와 D를 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다.

㉢. Ⅴ와 Ⅵ이 수정되어 자녀가 태어날 때, Ⅵ에 X 염색체가 있으므로 이 자녀의 성별은 여자이다.

10 감수 분열과 DNA 상대량의 변화

㉠~㉥은 각각 상염색체와 X 염색체 중 하나라 하였는데, (나)에 Y 염색체(검은색), 상염색체, ㉡이 있으므로 ㉡이 상염색체이다. (다)에도 Y 염색체(검은색)가 있으므로 ㉡은 X 염색체이다. 따라서 (가)는 암컷 Q의 핵상이 $2n$ 인 세포이고, (나)와 (다)

는 각각 수컷 P의 핵상이 n 인 세포, 핵상이 $2n$ 인 세포이다. (가)에는 AA, BB, DD가 있으므로 $A+B+d$ 의 값이 4보다 크거나 같으며, $a+B+D$ 의 값 또한 4보다 크거나 같다. 주어진 표에서 두 값이 모두 4보다 크거나 같은 세포는 Ⅰ이므로 (가)는 Ⅰ이다. (나)에는 bb와 AA 또는 aa가 있는 상염색체가 있으므로 $A+B+d$ 의 값을 두 가지 경우로 나누어 생각할 수 있다. AA가 있는 상염색체가 있을 경우, (나)는 핵상이 n 인 세포이므로 $A+B+d=2+0+0=2$ 가 되고, $a+B+D=0+0+0=0$ 이 된다. 이 경우는 주어진 조건에 부합하지 않으므로 옳지 않다. 반대로 aa가 있는 상염색체가 있을 경우,

$A+B+d=0+0+0=0$, $a+B+D=2+0+0=2$ 가 되므로 표의 Ⅳ에 해당한다. 따라서 (나)는 Ⅳ이고, (ㄴ)은 2이다. (가)에서 $A+B+d$ 가 8인 경우는 두 가지 경우로 나누어 생각할 수 있다. $A+B+d=4+2+2=8$ 인 경우 $a+B+D=0+2+2=4$ 가 되어 (ㄱ)+(ㄴ) >6 의 조건에 부합하지 않는다.

$A+B+d=2+4+2=8$ 인 경우, $a+B+D=2+4+2=8$ 이므로 (ㄱ)+(ㄴ) >6 의 조건에 부합하므로 (ㄱ)은 8이다.

(다)에는 모든 대립유전자가 쌍으로 있으므로 대립유전자의 DNA 상대량이 0, 2, 4 중 하나이다. Ⅱ는 각 대립유전자의 DNA 상대량 합이 홀수이므로 (다)가 아니고, Q의 세포이다. 따라서 Ⅲ이 (다)이다. Ⅲ(다)에서 $A+B+d$ 가 2이고, $a+B+D$ 가 8이므로 B는 2, a 또는 D가 4임을 알 수 있다. D와 d는 X 염색체에 있는 대립유전자인데 (다)는 수컷의 세포이므로 X 염색체가 1개만 있어 D의 DNA 상대량 값이 2보다 클 수 없다. 따라서 Ⅲ(다)에서 a의 DNA 상대량이 4, B의 DNA 상대량이 2, D의 DNA 상대량이 2임을 알 수 있다. 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

세포	A+B+d	a+B+D
Ⅰ (Q, $2n$)	$8(2+4+2)$	(ㄱ) $(8=2+4+2)$
Ⅱ (Q, n)	$3(1+1+1)$	$1(0+1+0)$
Ⅲ (P, $2n$)	$2(0+2+0)$	$8(4+2+2)$
Ⅳ (P, n)	$0(0+0+0)$	(ㄴ) $(2=2+0+0)$

따라서 P의 ㉣의 유전자형은 $aa B b X^D Y$, Q의 ㉣의 유전자형은 $A a B B X^D X^d$ 이다.

㉠. (ㄱ)+(ㄴ) $=8+2=10$ 이다.

㉡. (가)는 Ⅰ(Q, $2n$)이고 ㉡이 X 염색체이므로 ㉡은 상염색체이다. (나)의 ㉡도 상염색체이므로 ㉡과 ㉡은 모두 상염색체이다.

Ⅹ. a의 DNA 상대량은 P의 G_1 기 세포에서 2이고, Q의 G_1 기 세포에서 1이므로 서로 다르다.

09 사람의 유전

수능 **2점** 테스트 본문 138~141쪽

01 ④	02 ③	03 ②	04 ⑤	05 ④	06 ①
07 ②	08 ③	09 ④	10 ①	11 ④	12 ④
13 ④	14 ⑤	15 ⑤	16 ③		

01 사람의 유전 연구 방법

(가)는 집안의 가계도를 조사하는 가계도 조사이고, (나)는 여러 가계를 포함한 집단을 조사하는 집단 조사이며, (다)는 쌍둥이를 대상으로 연구하는 쌍둥이 연구이다.

- ✗. ㉠(가계도)에서 기호 '□'는 남자를 의미하고, 기호 '○'는 여자를 의미한다.
- . (나)는 집단 조사이다. (나)(집단 조사)를 통해 특정 집단에서 유전 형질이 나타나는 빈도를 조사하고 자료를 통계 처리하여 유전 형질의 분포를 알 수 있다.
- . (다)는 쌍둥이를 대상으로 하는 쌍둥이 연구이다.

02 사람의 유전

유전은 한 가지 형질을 결정하는 유전자의 수에 따라 단일 인자 유전과 다인자 유전으로 구분한다.

- . 상염색체 유전은 형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있기 때문에 남녀에서 형질의 발현 빈도 차이가 뚜렷하지 않다.
- . 적록 색맹은 X 염색체 유전을 따르는 형질로 정상에 대해 열성이다.
- ✗. 다인자 유전은 한 가지 형질에 대해 여러 쌍의 대립유전자가 영향을 미쳐 형질이 결정되는 유전이다.

03 사람의 유전

(가)는 X 염색체 유전을 따르는 형질이고, (나)는 상염색체 유전을 따르는 형질이다.

- ✗. A는 a에 대해 완전 우성이므로 유전자형이 X^aY인 사람의 표현형은 [a]이고, X^AX^a인 사람의 표현형은 [A]로 서로 다르다.
- ✗. B는 D와 E에 대해 각각 완전 우성이며, D는 E에 대해 완전 우성이므로 (나)의 표현형은 [B], [D], [E]로 3가지이다.
- . (가)와 (나)는 모두 1쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되므로 단일 인자 유전을 따르는 형질에 해당한다.

04 성염색체 유전

A와 A*는 성염색체에 있다. 아버지는 유전자형으로 X^AY를 갖고 (가)가 발현되었으므로 A는 (가) 발현 대립유전자이다. 자녀 1

은 유전자형으로 X^A*Y를 갖고 (가)가 발현되지 않았으므로 A*는 정상 대립유전자이다. 어머니는 유전자형으로 X^AX^A*를 갖고 (가)가 발현되었으므로 A((가) 발현 대립유전자)는 A*(정상 대립유전자)에 대해 완전 우성이다.

- . ㉠은 남자에게만 있는 염색체이므로 Y 염색체이다.
- . A는 A*에 대해 완전 우성이다.
- . 자녀 1의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 (X^AX^A, X^AX^A*, X^AY) 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다.

05 상염색체 유전

정상인 부모 1과 2로부터 (가) 발현 여자 4가 태어났으므로 (가)는 상염색체 열성 유전을 따르고, A는 정상 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다. (가)의 유전자형으로 1은 Aa, 2는 Aa, 4는 aa이고, 1과 3의 (가)의 표현형은 정상으로 같지만 유전자형은 다르므로 3의 (가)의 유전자형은 AA이다.

- . (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- . (가)의 유전자형으로 1은 Aa, 3은 AA를 갖는다.
- ✗. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될(aa) 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

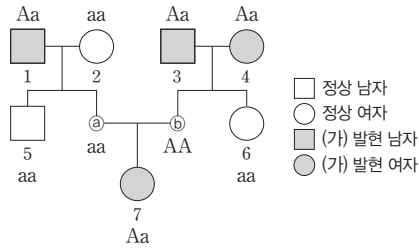
06 상염색체 유전

A*는 (가) 발현 대립유전자이고, 1~5는 모두 A*를 갖는다. A*가 성염색체에 있다면 1과 5의 (가)의 표현형이 같아야 하는데 다르므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다. 1과 2 모두 A*를 갖지만 2에게서만 (가)가 발현되었으므로 A*는 열성 대립유전자이다. (가)의 유전자형으로 1, 3, 4는 AA*이고, 2, 5는 A*A*이다.

- . A는 A*에 대해 완전 우성이며, 정상 대립유전자이다.
- ✗. 이 가족 구성원 중에서 A를 갖는 사람은 1(AA*), 3(AA*), 4(AA*)로 3명이다.
- ✗. 5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되지 않을 (AA*) 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

07 상염색체 유전

(가)가 발현된 3과 4로부터 정상 여자 6이 태어났으므로 (가)는 상염색체 우성 유전을 따르고, A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다. 2의 (가)의 유전자형이 aa이므로 ㉠은 a를 갖고, 7은 (가)가 발현되었으므로 A를 갖는다. 따라서 a의 DNA 상대량으로 ㉠은 1 또는 2를 갖고, 7은 0 또는 1을 갖는다. 7의 a의 DNA 상대량이 0이라면 ㉠과 ㉡는 모두 A를 갖고 ㉢~㉣이 각각 0, 1, 2라는 조건을 만족하지 않는다. 따라서 7은 a의 DNA 상대량이 1이고, ㉠은 a의 DNA 상대량이 2이며, ㉡는 a의 DNA 상대량이 0이다.



- ✗. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㉠. ㉠은 2, ㉡은 0, ㉢은 1이다.
- ✗. (가)의 유전자형이 3은 Aa, ㉣은 AA이다.

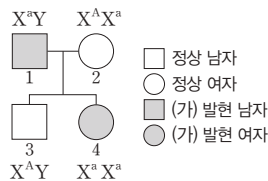
08 복대립 유전

이 가족 구성원의 ABO식 혈액형이 A형, B형, O형으로 각각 다르므로 아버지와 어머니는 각각 A형과 B형 중 하나이고, 자녀 1은 O형이다. 이 가족 중 항 A 혈청에 응집 반응을 하는 혈액형은 A형을 가진 사람 1명이므로 ㉠은 '+', ㉡은 '-'이다. 따라서 ㉢은 항 A 혈청에 응집 반응을 하는(㉣, +) A형이고, 어머니는 B형, 자녀 1은 O형이다.

- ㉠. ㉢은 A형, ㉣은 B형, ㉤은 O형이다.
- ✗. ㉠은 '+', ㉡은 '-'이다.
- ㉢. ABO식 혈액형의 유전자형으로 아버지는 $I^A i$, 어머니는 $I^B i$, 자녀 1은 ii 이므로 자녀 1의 동생이 태어날 때 이 아이의 ABO식 혈액형이 ㉣(B형, $I^B i$)일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

09 성염색체 유전

1과 2는 a의 DNA 상대량이 ㉠으로 같지만 (가)의 표현형이 다르므로 (가)는 X 염색체 유전을 따르고, ㉠은 1이다. 1은 X 염색체에 a를 갖고 (가)가 발현되었으므로 a는 (가) 발현 대립유전자, A는 정상 대립유전자이다.



- 1은 X 염색체에 a를 갖고 (가)가 발현되었으므로 a는 (가) 발현 대립유전자, A는 정상 대립유전자이다. ㉠~㉣은 각각 0, 1, 2 중 하나이고, 3은 정상이면서 a의 DNA 상대량이 ㉣이므로 ㉣은 0, 나머지 ㉢은 2이다.
- ✗. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㉠. ㉠은 1, ㉡은 0, ㉢은 2이다.
- ㉢. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될($X^a Y$, $X^a X^a$) 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

10 성염색체 유전

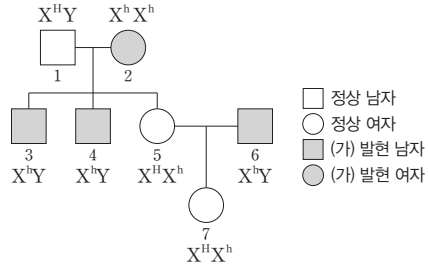
A와 A*의 DNA 상대량을 더한 값이 아버지와 어머니에서 다르므로 (가)는 X 염색체 유전을 따르는 형질이다. A가 A*에 대해 우성이라면 가족 구성원 중 (가)가 발현된 사람이 2명이라는 조건을 만족하지 않으므로 A*는 A에 대해 완전 우성이다. A는 (가)

발현 대립유전자, A*는 정상 대립유전자이다. (가)가 발현된 사람은 아버지와 자녀 1이고, 자녀 1과 3은 여자이며, 자녀 2는 남자이다.

- ㉠. A와 A*의 DNA 상대량을 더한 값이 2인 자녀 1과 3은 모두 여자이고, A와 A*의 DNA 상대량을 더한 값이 1인 자녀 2는 남자이다.
- ✗. 아버지는 A*가 없고, 어머니는 A*가 있으므로 자녀 3의 대립유전자에서 A는 아버지로부터 물려받았고, A*는 어머니로부터 물려받았다.
- ✗. 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될($X^A X^A$, $X^A Y$) 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

11 성염색체 유전

1과 2는 각각 H와 h 중 한 종류만 가지고 남자인 3과 여자인 5의 (가)의 표현형이 서로 다르므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. 여자인 5의 (가)의 유전자형은 이형 접합성이고, (가)의 표현형은 정상이므로 H는 정상 대립유전자, h는 (가) 발현 대립유전자이다.



- ✗. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㉠. 정상은 우성 형질, (가)는 열성 형질이다.
- ㉢. 1~7 중 H와 h를 모두 갖는 사람은 구성원 5와 7로 총 2명이다.

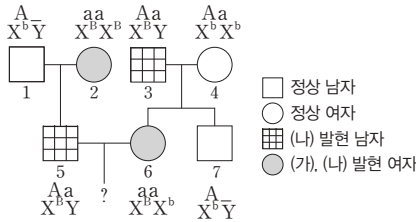
12 다인자 유전

- (가)는 형질을 결정하는 데 여러 쌍의 대립유전자가 관여하는 다인자 유전을 따른다.
- ✗. (가)의 유전은 다인자 유전이다.
- ㉠. 아버지와 자녀 1의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 4로 같으므로 (가)의 표현형은 같다.
- ㉢. 아버지의 (가)의 유전자형은 AABbDd이고, 자녀 1과 2의 (가)의 유전자형에서 AA, Aa, BB, bb, DD, dd가 있으므로 어머니의 (가)의 유전자형은 AaBbDd임을 알 수 있다.

13 상염색체 유전과 성염색체 유전

(가)에 대해 정상인 3과 4로부터 (가) 발현 여자 6이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이고, 상염색체 유전을 따른다. (가)의 유전자가 상염색체에 있으므로 (나)의 유전자는 X 염색체에 있고, 4의 (나)의 유전자형이 동형 접합성이므로 유전자형으로 $X^B X^B$ 또는

X^bX^b 를 갖는다. 4의 (나)의 유전자형이 X^BX^B 라면 6의 (나)의 유전자형은 X^BX^b 가 되어 4와 6의 (나)의 표현형이 같아야 하지만 다르므로 4의 (나)의 유전자형은 X^bX^b 이다.



- ✗. (가)의 유전자는 상염색체에 있고, (나)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- . (나)의 유전자형으로 2는 X^BX^B 를, 6은 X^BX^b 를 갖는다.
- . 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될(aaX^BX^b , aaX^BY , aaX^BX^B) 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

14 다인자 유전

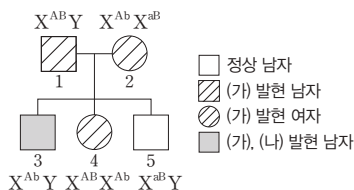
P에서 형성되는 생식세포의 유전자 구성은 aBdE, aBde, abdE, abde이고, Q에서 형성되는 생식세포의 유전자 구성은 ABDe, AbDe, ABde, Abde이다. P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 ㉠의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수와 ㉡의 표현형은 표와 같다.

Q \ P	aBdE	aBde	abdE	abde
ABDe	4[Ee]	4[ee]	3[Ee]	3[ee]
AbDe	3[Ee]	3[ee]	2[Ee]	2[ee]
ABde	3[Ee]	3[ee]	2[Ee]	2[ee]
Abde	2[Ee]	2[ee]	1[Ee]	1[ee]

P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 ㉠과 ㉡의 표현형이 P($aaBbddEe$, 1[Ee])와 같을 확률은 $\frac{1}{16}$ 이다.

15 성염색체 유전

(가)가 발현된 1과 2로부터 (가)가 발현되지 않은 5가 태어났으므로 (가)는 우성 형질이고, A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다. (나)가 발현되지 않은 1과 2로부터 (나)가 발현된 3이 태어났으므로 (나)는 열성 형질이고, B는 정상 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다.



- . A는 (가) 발현 대립유전자이고, a는 정상 대립유전자이다.

- . 4의 (가)의 유전자형은 X^AX^A 로 동형 접합성이다.
- . 2와 5는 모두 a와 B가 함께 있는 X 염색체를 갖는다.

16 다인자 유전

다인자 유전을 따르는 형질은 형질을 결정하는 대립유전자가 여러 쌍이다.

- . P에서 형성되는 생식세포의 유전자 구성은 Adb, adb이다. ㉠이 a라면 Q에서 형성되는 생식세포의 유전자 구성은 ADB, ADb, adB, adb이다. 이때 ㉡의 표현형이 유전자형이 AaBBDD인 사람과 같을(유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 4) 확률은 $\frac{1}{8}$ 로 조건을 만족할 수 없다. 따라서 ㉠은 A이다.
- . P와 Q의 체세포에서 (가)의 유전자가 있는 염색체의 모양이 같으므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있음을 알 수 있다.
- ✗. P에게서 A와 d를 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다.

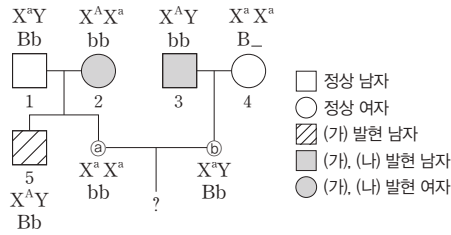
수능 3점 테스트

본문 142~147쪽

- 01 ③
- 02 ⑤
- 03 ④
- 04 ①
- 05 ②
- 06 ②
- 07 ④
- 08 ②
- 09 ⑤
- 10 ③

01 단일 인자 유전

표에서 ㉠은 ㉠과 b의 DNA 상대량이 모두 2이므로 여자이고, ㉡는 남자이다. 남자인 3은 b의 DNA 상대량이 2이므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있고, (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. 3은 (나)의 유전자형이 bb이면서 (나)가 발현되었으므로 B는 정상 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다. ㉠이 A이고 A가 정상 대립유전자라면 (가)의 유전자형으로 1은 X^AY , 2는 X^aX^a , ㉡는 X^AX^a 가 되고, 표에서 ㉠가 ㉠(A)의 DNA 상대량이 2라는 조건에 모순이다. ㉠이 A이고 A가 (가) 발현 대립유전자라면 (가)의 유전자형으로 1은 X^AY , 2는 X^AX^A 또는 X^AX^a 가 되고, 표에서 ㉠가 ㉠(A)의 DNA 상대량이 2라는 조건에 모순이다. 따라서 ㉠은 a이고, 표에서 ㉡는 ㉠(a)의 DNA 상대량이 2이므로 1의 (가)의 유전자형은 X^aY 이며, a는 정상 대립유전자, A는 (가) 발현 대립유전자이다.



- ㉠. ㉠은 a이다.
- ㉡. ㉡는 성염색체로 XX를 갖는 여자이다.
- ✕. ㉡와 ㉢ 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되지 않을($X^a X^a$, $X^a Y$) 확률은 1이고, (나)가 발현될(bb) 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하는 확률은 $1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ 이다.

02 다인자 유전

Q에서 생식세포가 형성될 때, 생식세포가 가질 수 있는 유전자 구성은 abde, abde로 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 각각 1과 0이다. ㉡에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형의 최대 가짓수가 6가지가 되기 위해서는 P에서 형성된 생식세포의 유전자 구성에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 4, 3, 2, 1, 0이 되어야 한다. 따라서 ㉠은 A, ㉡은 b, ㉢은 D, ㉣은 E이다.

- ㉠. ㉠은 A, ㉡은 b, ㉢은 D, ㉣은 E이다.
- ㉡. (가)는 형질을 결정하는 데 여러 쌍의 대립유전자가 관여하는 다인자 유전을 따르며, 대립 형질이 뚜렷하게 구별되지 않는다.
- ㉢. P의 (가)의 유전자형은 AaBbDdEe, Q의 (가)의 유전자형은 aabbddEe이므로 P에서 형성되는 생식세포의 유전자 구성은 ADBe, ADBe, ADbe, ADbe, adBE, adBe, adbE, adbe이고, Q에서 형성되는 생식세포의 유전자 구성은 adbE, adbe이다. P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수는 표와 같다.

Q \ P	ADBE	ADBe	ADbe	ADbe	adBE	adBe	adbE	adbe
	(4)	(3)	(3)	(2)	(2)	(1)	(1)	(0)
adbE(1)	5	4	4	3	3	2	2	1
adbe(0)	4	3	3	2	2	1	1	0

㉡의 (가)의 표현형이 Q와 같을(유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 1) 확률은 $\frac{3}{16}$ 이다.

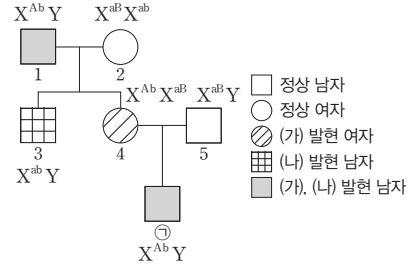
03 성염색체 유전

1은 남자이므로 1과 4의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값은 4가 될 수 없고 2이다.

$\frac{1, 4의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값}{1, 2, 3의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량을 더한 값} = 2$ 이므로

1, 2, 3의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량을 더한 값은 1이다.

(가)의 유전자는 X 염색체에 있고, 1과 4의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값이 2이며, 1과 4는 모두 (가)가 발현되었으므로 1과 4는 모두 A를 갖는다. 따라서 A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다. 1, 2, 3에서 체세포 1개당 B의 DNA 상대량을 더한 값이 1이고, 2만 (나)가 발현되지 않은 정상이므로 2만 B를 갖는다. B는 정상 대립유전자이고, b는 (나) 발현 대립유전자이다. ㉠은 a를 갖지 않으므로 4로부터 A가 있는 X 염색체를 물려받았고, 5로부터 Y 염색체를 물려받은 남자이다.



- ✕. A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다.
- ㉡. ㉠($X^{Ab} Y$)은 b를 갖는다.
- ㉢. ㉠의 (가)와 (나)의 유전자형은 $X^{Ab} Y$ 이고, ㉠은 (가)와 (나)가 모두 발현되었다. 따라서 ㉠의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠과 같이 (가)와 (나)가 모두 발현될($X^{Ab} Y$) 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

04 단일 인자 유전

적록 색맹은 X 염색체 열성 유전을 따르는 형질이다. ㉠이 'O'라면 적록 색맹이 발현된 어머니로부터 태어난 남자 자녀 2는 적록 색맹이 발현되어 ㉠(O)이어야 하지만 ㉡이므로 모순이다. 따라서 ㉠은 'x', ㉡은 'O'이다. (나)는 정상인 부모 사이에서 (나)가 발현된 여자 자녀 1이 태어났으므로 (나)의 유전은 상염색체 열성 유전이다. 따라서 B는 정상 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다. 적록 색맹의 유전은 X 염색체 열성 유전을 따르므로 D는 정상 대립유전자, d는 적록 색맹 발현 대립유전자이다. A가 정상 대립유전자, a가 (가) 발현 대립유전자라면 (가)와 적록 색맹의 유전자형으로 아버지는 $X^{ad} Y$, 자녀 1은 $X^{ad} X^{ad}$ 를 갖게 되므로 어머니는 $X^{AD} X^{ad}$ 의 유전자형을 갖는다. 이때 어머니로부터 유전자형으로 $X^{Ad} Y$ 를 갖는 자녀 2가 태어날 수 없다. 따라서 A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다.

구성원	성별	(가)	(나)	적록 색맹	유전자형
아버지	남자	㉡(O)	㉢(x)	㉡(O)	$X^{Ad} Y, Bb$
어머니	여자	㉢(x)	㉢(x)	㉢(x)	$X^{ad} X^{ad}, Bb$
자녀 1	여자	㉡(O)	㉡(O)	O	$X^{Ad} X^{ad}, bb$
자녀 2	남자	㉢(x)	x	㉡(O)	$X^{ad} Y, B_$

(O: 발현됨, x: 발현 안 됨)

㉠. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체

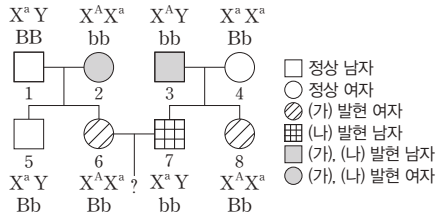
에 있다.

Ⅹ. ㉠은 '×', ㉡은 '○'이다.

Ⅹ. 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되면서 적록 색맹일($X^{Ad}X^{ad}$, bb) 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다.

05 단일 인자 유전

(가)의 유전자가 상염색체에 있다면 3과 4는 각각 A와 a 중 한 종류만 가지므로 7과 8의 (가)의 표현형이 같아야 하지만 다르므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 1과 2는 각각 B와 b 중 한 종류만 가지므로 5와 6의 (나)의 유전자형은 모두 Bb이고, 5와 6은 모두 (나)에 대해 정상이므로 B는 정상 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다. A와 B의 DNA 상대량을 더한 값으로 5와 6은 모두 0이 될 수 없으므로 ㉠과 ㉡은 각각 1과 2 중 하나이고, ㉢은 0이다. 7은 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값이 ㉢(0)이므로 (가)의 유전자형으로 X^AY 를 갖고, (가)에 대해 정상이다. 따라서 a는 정상 대립유전자, A는 (가) 발현 대립유전자이다. ㉠은 1, ㉡은 2, ㉢은 0이다.



Ⅹ. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

㉠. 3의 (가)와 (나)의 유전자형은 X^AYbb 이므로 체세포 1개당 a와 b의 DNA 상대량을 더한 값은 ㉢(2)이다.

Ⅹ. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될(X^AX^a/X^aY , bb) 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

06 단일 인자 유전

(가)의 유전자가 상염색체에 있다면 어머니와 자녀 2의 (가)의 유전자형이 AA^* 로 같지만 (가)의 표현형이 서로 다르며, 남자인 자녀 2에서 (가)가 발현되었으므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. 자녀 2는 (가)의 유전자형으로 X^AY 를 갖고 (가)가 발현되었으므로 A는 (가) 발현 대립유전자이고, A^* 는 정상 대립유전자이다. 어머니의 (가)의 유전자형은 $X^AX^A^*$ 이고, (가)가 발현되지 않았으므로 A^* 는 A에 대해 완전 우성이다. 남자인 아버지에서 B^* 의 DNA 상대량이 2이므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 아버지는 (나)의 유전자형이 B^*B^* 이므로 B^* 는 정상 대립유전자이다. 자녀 1은 (나)의 유전자형이 BB^* 이고 (나)가 발현되었으므로 B는 B^* 에 대해 완전 우성이며, B는 (나) 발현 대립유전

자이다.

구성원	성별	(가)	(나)	DNA 상대량		유전자형
				A	B^*	
아버지	남	×	×	0	2	$X^AYB^*B^*$
어머니	여	×	?(○)	?(1)	?(1)	$X^AX^A^*BB^*$
자녀 1	여	×	○	0	1	$X^AX^A^*BB^*$
자녀 2	남	○	×	1	2	$X^AYB^*B^*$
자녀 3	남	×	○	0	1	$X^A^*YBB^*$

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

Ⅹ. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

㉠. 어머니의 (나)의 유전자형은 BB^* 이고, (나)가 발현되었다.

Ⅹ. 이 가족 구성원에서 A^* 와 B를 모두 갖는 사람은 어머니, 자녀 1, 자녀 3으로 모두 3명이다.

07 단일 인자 유전

II($AA^*㉠$)와 IV($A^*A^*㉡$) 사이에서 ㉢가 태어날 때, ㉢가 (가)의 유전자형이 AA^* 인 사람과 (가)의 표현형이 같을 확률은 1이므로, (나)의 유전자형이 FF인 사람과 (나)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. ㉢는 (나)의 유전자형으로 ㉣, ㉤이 가능하고 이 중 1개의 유전자형이 FF이므로 ㉣은 F이고, ㉤은 E가 아니므로 ㉣은 E이다.

Ⅹ. ㉠은 D, ㉡은 F, ㉢은 E이다.

㉠. (나)는 1쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되고 대립유전자가 3개이므로 (나)의 유전은 복대립 유전이다.

㉠. (가)와 (나)의 유전자형으로 I은 AA^*DE 를, III은 AA^*DF 를 갖는다. I과 III 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 II와 같을($[AA]$, $[E]$) 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다.

08 다인자 유전

P와 Q는 (나)의 표현형이 서로 다르므로 Q의 (나)의 유전자형은 EE 또는 ee이다. Q의 생식세포가 가질 수 있는 (가)와 (나)에 대한 대립유전자 구성은 1가지이므로 Q의 (가)와 (나)의 유전자형은 모두 동형 접합성이다. P와 Q 사이에서 ㉢가 태어날 때, ㉢가 (가)와 (나)의 유전자형이 $AaBbddEE$ 인 사람과 (가)와 (나)의 표현형이 모두 같을 확률이 0이 아니므로 Q의 (나)의 유전자형은 ee가 아닌 EE이다. P에서 형성된 생식세포가 갖는 대립유전자에서 (가)의 유전자 중 대문자로 표시되는 대립유전자의 수와 (나)의 대립유전자를 표기하면 AEBD(3E), AEbd(1E),

aeBD(2e), aebd(0e)이다. 이때 ㉓가 (가)와 (나)의 유전자형이 AaBbddEE(2EE)인 사람과 (가)와 (나)의 표현형이 모두 같을 확률이 $\frac{1}{4}$ 이라는 조건을 만족하기 위해서 Q에서 형성된 생식세포는 (가)의 유전자 중 대문자로 표시되는 대립유전자의 수와 (나)의 대립유전자가 '1E'가 되어야 한다. ㉓에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 유전자형에서 (가)의 유전자 중 대문자로 표시되는 대립유전자의 수와 (나)의 대립유전자를 표시하면 표와 같다.

P \ Q	AEbD(3E)	AEbd(1E)	aeBD(2e)	aebd(0e)
(1E)	(4EE)	(2EE)	(3Ee)	(1Ee)

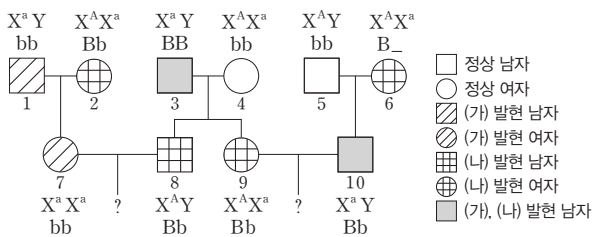
㉓가 (가)와 (나)의 유전자형이 AaBbddEe(1Ee)인 사람과 (가)와 (나)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

09 단일 인자 유전

(가)가 발현되지 않은 5와 6으로부터 (가)가 발현된 10이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이며, A는 정상 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다. (가)의 유전이 상염색체 유전이라면 7, 8, 9, 10의 체세포 1개당 A와 a의 DNA 상대량을 더한 값은 8이어야 하고, 7, 8, 9, 10의

체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값 = $\frac{1}{2}$ 이라는 조건을

만족할 수 없다. 따라서 (가)의 유전은 X 염색체 유전이다. (가)의 유전자가 X 염색체에 있으므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. (가)의 유전자형으로 1은 X^aY , 3은 X^aY , 5는 X^aY 를 갖고, 표에서 ㉓~㉓ 중 ㉓만 a의 DNA 상대량이 ㉓이므로 ㉓은 0, ㉓은 1이고, 나머지 ㉓은 2이며, ㉓은 5이다. ㉓(5)는 (나)의 유전자형이 bb이고, (나)에 대해 정상이므로 B는 (나) 발현 대립유전자, b는 정상 대립유전자이다. 1과 3 중 1이 (나)에 대해 정상이므로 1은 (나)의 유전자형이 bb이고, ㉓는 1, ㉓는 3이다.



구성원	㉓(1)	㉓(5)	㉓(3)	4	
DNA 상대량	a	㉓(1)	㉓(0)	㉓(1)	㉓(1)
	B	㉓(0)	㉓(0)	㉓(2)	?(0)

- ㉓ (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㉓ 7은 (나)의 유전자형이 bb로 동형 접합성이다. 따라서 7과 8 사이에서 아이가 태어날 때 이 아이는 b를 갖는다.

㉓ $9(X^AX^aBb)$ 와 $10(X^aYBb)$ 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 ㉓(3)와 같이 (가)와 (나)가 모두 발현될($X^aX^aB_$ 또는 $X^aYB_$) 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ 이다.

10 단일 인자 유전

㉓과 ㉓에서 H와 h의 DNA 상대량을 더한 값이 모두 2가 아니므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. ㉓은 H의 DNA 상대량이 2이므로 여자이고, 자녀 1이다. 자녀 1의 (가)의 유전자형은 X^HX^H 이고, (가)가 발현되었으므로 H는 (가) 발현 대립유전자, h는 정상 대립유전자이다. ABO식 혈액형 유전자는 상염색체에 있고, (가)의 유전자는 X 염색체에 있으므로 (나)의 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 같은 염색체에 있다. 자녀 1은 AB형(I^AI^B), 자녀 2는 O형(ii)이고, 아버지가 A형(I^Ai)이므로 어머니는 B형(I^Bi)이다. T가 (나) 발현 대립유전자라면 ABO식 혈액형과 (나)의 유전자형으로 자녀 1은 tI^A/tI^B 를, 자녀 2는 ti/ti 를 갖고, (나)가 발현된 자녀 3이 태어날 수 없으므로 모순이다. 따라서 T는 정상 대립유전자이고, t는 (나) 발현 대립유전자이다.

구성원	성별	(가)	(나)	ABO식 혈액형	유전자형
아버지	남	○	×	A형	$X^HY, TI^A/ti$
어머니	여	○	×	B형	$X^HX^h, tI^B/Ti$
자녀 1	여	○	×	AB형	$X^HX^H, TI^A/tI^B$
자녀 2	남	○	×	O형	$X^HY, Ti/ti$
자녀 3	남	×	○	B형	$X^hY, tI^B/ti$

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

- ㉓ (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ㉓ 어머니는 (가)의 유전자형이 X^HX^h , (나)의 유전자형이 Tt로 모두 이형 접합성이다.
- ㉓ 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될(X^HX^H, X^HX^h, X^HY) 확률은 $\frac{3}{4}$, (나)가 발현되면서 ABO식 혈액형이 어머니와 같은 B형(tI^B/ti)일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이므로 구하고자 하는 확률은 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$ 이다.

10 사람의 유전병

수능 **2점** 테스트 본문 154~157쪽

01 ②	02 ④	03 ④	04 ②	05 ②	06 ③
07 ①	08 ⑤	09 ②	10 ④	11 ③	12 ⑤
13 ④	14 ⑤	15 ②	16 ②		

01 유전병

알비노증은 유전자 돌연변이, 터너 증후군은 염색체 수 이상 돌연변이, 고양이 울음 증후군은 염색체 구조 이상 돌연변이에 의한 유전병이다. A는 터너 증후군, B는 고양이 울음 증후군, C는 알비노증이다.

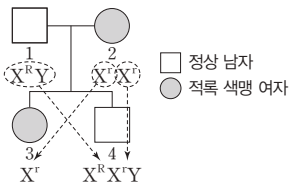
✕. 5번 염색체의 일부가 결실된 사람은 고양이 울음 증후군(B)을 나타내고, 터너 증후군(A)을 나타내는 사람에서는 체세포 1개당 X 염색체가 1개이다.

○. 고양이 울음 증후군(B)은 5번 염색체의 일부가 결실된 것이 원인이므로, 남편 모두에게 나타날 수 있다.

✕. 알비노증(C)을 나타내는 사람에서는 멜라닌 색소가 결핍된다.

02 염색체 수 이상 돌연변이

적록 색맹의 유전자는 X 염색체에 있고, 적록 색맹은 열성 형질이다. R는 정상 대립유전자, r는 적록 색맹 대립유전자라고 하면 구성원 1~4의 유전형은 그림과 같다. ㉠는 성염색체 비분리가 일어나 형성된 성염색체가 없는 정자이고, ㉡는 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있는 정자이다.



- ✕. ㉠의 성염색체 수는 0이고, ㉡의 성염색체 수는 2이다.
- . ㉢와 ㉣는 정상 생식세포이므로 모두 남자이다.
- . 2가 적록 색맹인데 4가 정상이므로 ㉣에는 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있다. 그러므로 ㉣는 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성되었다.

03 염색체 수 이상 돌연변이

A는 ㉠을 1개, B는 ㉡을 2개 가지므로, ㉢은 21번 염색체, ㉣은 X 염색체이다. A는 다운 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람이고, B는 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람이다.
○. A와 B 중 한 명은 다운 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람

인데, ㉣에는 염색체가 3개인 경우가 없으므로 ㉣은 X 염색체, ㉤은 21번 염색체이다.

✕. 체세포 1개당 $\frac{A의 상염색체 수+B의 상염색체 수}{A의 성염색체 수+B의 성염색체 수}$ 는

$$\frac{45+44}{2+3} = \frac{89}{5} \text{이다.}$$

○. 다운 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람(A)은 X 염색체를 1개 가지므로 남자이고, 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람(B) 또한 남자이다.

04 유전병

‘성염색체에 발생한 돌연변이가 원인이다.’는 적록 색맹에만 해당하는 특징이고, ‘정상인 부모 사이에서 유전병을 나타내는 자손이 태어날 수 있다.’는 적록 색맹과 낭성 섬유증에 해당하는 특징이다. ‘신경계 이상으로 몸의 움직임이 통제되지 않는다.’는 헌팅턴 무도병에만 해당하는 특징이다. 따라서 유전병 A~C 중 특징 ㉠과 ㉡을 갖는 C는 적록 색맹이다. 적록 색맹에 해당되지 않는 ㉢은 ‘신경계 이상으로 몸의 움직임이 통제되지 않는다.’이고, ㉣은 헌팅턴 무도병에만 해당하는 특징이므로 B는 헌팅턴 무도병이다. 나머지 A는 낭성 섬유증이고, ㉤은 ‘정상인 부모 사이에서 유전병을 나타내는 자손이 태어날 수 있다.’이다. 그러므로 ㉣은 ‘성염색체에 발생한 돌연변이가 원인이다.’이고, ㉠는 ‘○’, ㉡는 ‘×’이다. 위의 내용을 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

유전병	㉠ (정상인 부모 사이에서 유전병을 나타내는 자손이 태어날 수 있다.)	㉡ (성염색체에 발생한 돌연변이가 원인이다.)	㉢ (신경계 이상으로 몸의 움직임이 통제되지 않는다.)
A(낭성 섬유증)	○	×	×
B(헌팅턴 무도병)	×	×	㉢(○)
C(적록 색맹)	○	○	㉤(×)

(○: 있음, ×: 없음)

- ✕. 헌팅턴 무도병만 갖는 특징으로 ‘신경계 이상으로 몸의 움직임이 통제되지 않는다.’가 있으므로 ㉠는 ‘○’, ㉡는 ‘×’이다.
- ✕. ㉢은 ‘정상인 부모 사이에서 유전병을 나타내는 자손이 태어날 수 있다.’이다.
- . 헌팅턴 무도병(B)은 우성 형질이므로, 헌팅턴 무도병(B)에 대한 유전형이 이형 접합성인 부모 사이에서 자녀가 태어날 때, 이 자녀가 정상일 확률은 25%이다.

05 염색체 돌연변이

(가)는 정상 체세포, (나)는 염색체 구조 이상이 1회 일어나 형성된 생식세포, (다)는 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 생식세포이다.

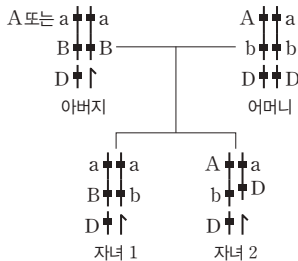
✗. 염색체 구조 이상이 1회 일어나 형성된 생식세포(나)의 1번 염색체는 역위가 일어난 염색체이다.

✗. 정상 체세포(가)의 핵상은 $2n$ 이지만, 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 생식세포(다)의 핵상은 $2n$ 이 아니다.

㉠. (가)~(다)의 그림은 1번 염색체만을 나타낸 것으로, $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 (가)가 $\frac{2}{44}$, (나)가 $\frac{1}{22}$, (다)가 $\frac{1}{23}$ 이다. 그러므로 $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 (가)=(나)>(다)이다.

06 염색체 구조 이상 돌연변이

아버지에서 체세포 1개당 B의 DNA 상대량은 2이므로 B는 21번 염색체에 있다. 그림에서 세포의 핵상이 n 이고, D의 DNA 상대량은 2이므로 ㉡는 자녀 1일 수 없다. 따라서 ㉡는 자녀 2이다. 자녀 2에서 체세포 1개당 B의 DNA 상대량은 0이고, 핵상이 n 일 때 D의 DNA 상대량이 2이므로 21번 염색체의 B가 있는 부분과 X 염색체의 D가 있는 부분 사이에 전좌가 일어났다. 따라서 (가)와 (나)의 유전자는 모두 21번 염색체에 있고, (다)의 유전자는 X 염색체에 있다. 그러므로 ㉠은 21번 염색체, ㉡은 X 염색체이다.



㉠. ㉠은 21번 염색체, ㉡은 X 염색체이다.

㉡. 자녀 1의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량은 1이므로 아버지로부터 a와 B가 있는 염색체를 받으면 가능하다. 자녀 2의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량은 1이고, B가 없으므로 어머니로부터 A와 b가 있는 염색체를 받고, 아버지로부터 a와 B가 있는 염색체를 받는다면 B의 DNA 상대량은 0이 나올 수 없으므로 ㉡는 자녀 2이다.

✗. 자녀 2(㉡)는 체세포 1개당 D의 DNA 상대량이 2이므로 a와 D가 같이 있는 염색체와 Y 염색체는 아버지로부터, ㉡는 어머니로부터 받은 것이다.

07 유전병

‘여자에게서만 나타난다.’와 ‘체세포 1개당 염색체 수가 정상인보다 적다.’는 터너 증후군이 갖는 특징이고, ‘성염색체 이상으로 생긴 것이다.’는 터너 증후군과 클라인펠터 증후군이 갖는 특징이다. 따라서 A는 클라인펠터 증후군, B는 터너 증후군, C는 다운 증후군이다.

✗. 클라인펠터 증후군(A)의 염색체 이상을 보이는 사람의 성염색체는 XXY이므로 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 정자(XY)와 정상 난자(X)가 수정되어 태어날 수 있다.

㉠. A는 클라인펠터 증후군, B는 터너 증후군, C는 다운 증후군이다.

✗. 다운 증후군(C)은 남녀에게서 모두 나타날 수 있는 유전병으로, 다운 증후군(C)은 ‘여자에게서만 나타난다.(㉢)’를 갖지 않는다.

08 염색체 수 이상 돌연변이

㉠과 ㉡은 각각 정자 II와 III 중 하나이고, ㉢은 정자 I이다.

세포	총염색체 수	상염색체 수	성염색체 수	X 염색체 수
I (㉢)	24	23	1	0
II (㉠ 또는 ㉡)	23	21	2	2
III (㉣ 또는 ㉤)	21	21	0	0

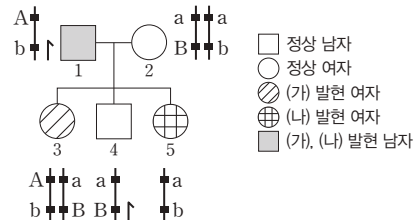
✗. ㉠의 총염색체 수는 23 또는 21이다.

㉡. 21번 염색체의 비분리는 감수 1분열에서 일어났고, 성염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

㉢. IV는 21번 염색체가 2개, Y 염색체가 1개이므로 IV와 정상 난자의 수정으로 태어난 아이는 다운 증후군의 염색체 이상을 보이는 아들이다.

09 염색체 수 이상 돌연변이

(가)와 (나)의 유전자는 같은 염색체에 있고, 1은 A와 a 중 한 종류, B와 b 중 한 종류만 가지므로, (가)와 (나)의 유전자가 상염색체에 있다면 3 또는 4 또는 5가 나올 수 없다. 그러므로 (가)와 (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. (가)와 (나)의 유전자가 모두 우성인 경우와 모두 열성인 경우, (가)의 유전자는 열성, (나)의 유전자는 우성인 경우는 3 또는 4 또는 5가 나올 수 없다. 따라서 (가) 발현 대립유전자는 A, (나) 발현 대립유전자는 b이다. 위 내용을 바탕으로 유전자형을 가계도에 나타내면 그림과 같다.



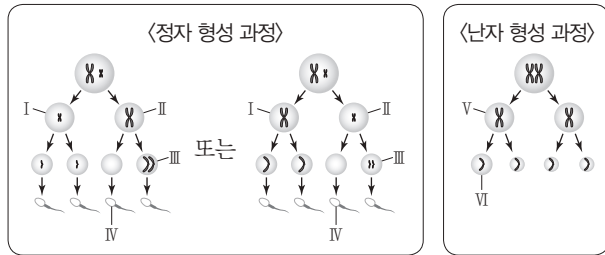
✗. (가) 발현 대립유전자는 A이다.

㉠. (나)의 유전자는 X 염색체에 있다.

✗. 3에는 A와 b를 갖는 염색체와 a와 B를 갖는 염색체가 있으므로, 3에서 A와 B를 모두 갖는 난자는 형성되지 않는다.

10 염색체 비분리

(가)와 (나)의 유전자는 X 염색체에 있으므로 1과 2의 형성 과정에서 세포별 성염색체만을 나타내면 그림과 같다.



- ㉠. ㉠은 IV, ㉡은 VI이다.
- ㉢. III에는 성염색체가 있다.
- ㉣. V에는 X 염색체가 1개 있다.

11 염색체 수 이상 돌연변이

A와 B는 같은 종이며, B와 C는 수컷이고, (가)~(라) 중 하나는 염색체 비분리가 1회 일어나 형성되었다는 조건이 성립하기 위해서는 (가)는 C의 세포, (나)는 B의 세포, (다)는 C의 세포, (라)는 A의 세포이다.

- ㉠. (가)에는 동일한 염색체가 2개 있으므로 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포는 (가)이다.
- ㉡. (가)와 (다)는 모두 C의 세포이다.
- ㉢. (나)는 B의 세포, (라)는 A의 세포이다.

12 유전자 돌연변이

아버지의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 1이고 어머니의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 0인데 아버지와 어머니 모두 (가)가 발현되었으므로, (가) 발현 대립유전자는 A*이며, (가)는 우성 형질이다. (가)가 발현되지 않은 자녀 2의 유전자형은 AA 이므로 대립유전자 A*(㉠)가 대립유전자 A(㉡)로 바뀌는 돌연변이가 일어나 형성된 생식세포인 ㉢는 난자이다.

- ㉠. ㉠은 A*, ㉡은 A이다.
- ㉢. 자녀 2는 (가)의 유전자형이 AA이고, 어머니의 유전자형이 A*A*이므로 대립유전자가 바뀐 ㉢는 난자이다.
- ㉣. (가)가 발현되지 않은 자녀 2는 자녀 ㉣이다.

13 세포 주기와 염색체 돌연변이

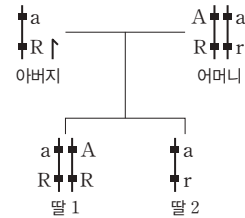
㉠은 M기(분열기), ㉡은 G₁기, ㉢은 S기이다. ㉣는 염색체 비분리가 일어난 세포이고, ㉤는 염색체 구조 이상인 전좌가 일어난 세포이다.

- ㉠. 이 동물에서 체세포 1개당 염색체 수는 6이다.
- ㉢. ㉣는 감수 2분열 후기의 세포로, ㉠은 체세포의 세포 주기 중 M기(분열기)이므로 이 시기에 ㉣는 관찰되지 않는다.

- ㉣. G₁기(㉣)에는 핵막이 있는 세포가 있다.

14 염색체 비분리

㉠ 발현 대립유전자는 A이다.



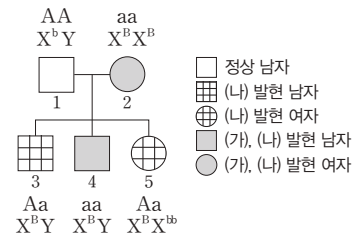
- ㉢. ㉠은 정자이다.
- ㉣. 어머니의 ㉠의 유전자형은 Aa로 이형 접합성이다.
- ㉤. 딸 1의 체세포에는 A와 R가 모두 있는 X 염색체가 있다.

15 유전병

- ㉢. 적록 색맹은 유전자 돌연변이로 핵형 분석 결과가 정상인과 같아서 핵형 분석으로 알아낼 수 없다.
- ㉣. 고양이 울음 증후군은 염색체 구조 이상 중 결실에 의한 유전병에 해당한다.
- ㉤. 터너 증후군은 X 염색체가 1개 있는 경우 나타나는 유전병으로 염색체 수 이상이 원인이다.

16 염색체 돌연변이

(가) 발현 대립유전자는 a이고, (나) 발현 대립유전자는 B이다. (가)의 유전자는 상염색체에 있고, (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.



구성원	DNA 상대량			
	A	a	B	b
㉠(3)	1	1	?(1)	0
㉡(2)	0	?(2)	2	0
㉢(1)	㉠(2)	0	0	?(1)
5	?(1)	?(1)	㉣(1)	2

- ㉢. ㉣는 b이다.
- ㉣. ㉢는 2, ㉣는 1이다.
- ㉤. 4의 (가)의 유전자형이 aa이므로 II에 a가 2개 있다는 것을 알 수 있다. 그러므로 II의 염색체 수는 24이다.

- 01 ㉠ 02 ㉡ 03 ㉢ 04 ㉣ 05 ㉤ 06 ㉥
07 ㉦ 08 ㉧ 09 ㉨ 10 ㉩

01 유전병

- X는 페닐케톤뇨증, Y는 낫 모양 적혈구 빈혈증이다.
 ✕. 페닐케톤뇨증은 X에 해당한다.
 ✕. 헤모글로빈 유전자(㉠)를 구성하는 염기 중 1개가 다른 염기로 바뀌면서 낫 모양 적혈구 빈혈증(Y)이 나타난다.
 ㉢. 비정상적인 헤모글로빈(㉢)이 길게 결합하면 낫 모양 적혈구가 형성된다.

02 염색체 비분리

세포 ㉠~㉥의 세포 1개당 t의 DNA 상대량이 모두 ㉢이므로, ㉢이 0이라는 것을 알 수 있다. II~IV는 중기의 세포라서 세포 1개당 h 또는 r의 DNA 상대량이 1이 될 수 없으므로 ㉠가 2, ㉡가 1은 될 수 없다. 따라서 ㉢은 1, ㉣은 2, ㉤은 0이다. 이 사람의 (가)~(다)의 유전자형은 HhRrTT이고, ㉠은 I, ㉡은 V, ㉢은 II, ㉣은 III, ㉤은 IV이다. 이를 정리하면 표와 같다.

세포	DNA 상대량					
	(H)	h	(R)	r	(T)	t
㉠(I)	(1)	㉠(1)	(1)	㉠(1)	(2)	㉢(0)
㉡(V)	(0)	㉢(0)	(1)	㉢(0)	(1)	㉢(0)
㉢(II)	(2)	㉢(2)	(2)	㉢(2)	(4)	㉢(0)
㉣(III)	(2)	㉢(0)	(0)	㉢(2)	(2)	㉢(0)
㉤(IV)	(0)	㉢(2)	(2)	㉢(0)	(2)	㉢(0)

- ㉠. ㉠은 I, ㉡은 V, ㉢은 II, ㉣은 III, ㉤은 IV이다.
 ㉢. V(㉢)의 세포 1개당 h, r, t의 DNA 상대량이 모두 ㉢(0)인 것으로 보아 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.
 ㉢. 이 사람의 (가)~(다)의 유전자형은 HhRrTT이다.

03 염색체 구조 이상 돌연변이

- 크기와 모양이 같은 염색체가 3쌍 존재하는 (가)는 암컷이다. 암컷인 (가)에는 없는 가장 작은 크기의 염색체를 가지고 있는 (나)와 (다)는 수컷이며, (라)는 A와 d가 같은 염색체에 존재하므로 (가)와 (라)는 같은 개체의 세포가 아니다. (가)는 II의 세포, (나)와 (다)는 I의 세포, (라)는 III의 세포이고, I은 수컷, II와 III은 암컷이다.
 ㉢. (가), (다), (라)에서 대립유전자 A(또는 a)와 대립유전자 D(또는 d)가 같은 염색체에 있는데, (나)에서는 대립유전자 B와 대립유전자 D가 같은 염색체에 있으므로 (나) 형성 과정에서 전

- 좌가 일어났다.
 ㉢. (나)와 (다)는 모두 I의 세포이다.
 ㉢. III은 암컷이므로 수컷인 I에 있는 X 염색체를 받는데, I의 X 염색체에는 B가 있으므로, III은 B를 갖는다.

04 유전자 돌연변이

- ㉢은 (다)의 대립유전자를 하나만 가지므로 ㉢은 남자, ㉣은 여자이고, (다)의 유전자는 X 염색체에 있다. ㉣은 2이고, (다)는 우성 형질이다. ㉢은 1이고, (가)와 (나)는 모두 열성 형질이다. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, ㉠은 3, ㉡은 4이다. 이를 정리하면 표와 같다.

구성원	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
㉠(3)	0	?(1)	1	1	?(1)	0
㉡(1)	0	?(1)	0	?(2)	0	1
㉢(4)	?(1)	1	1	1	0	?(2)
㉣(2)	1	1	?(2)	0	1	1

- ✕. 5는 a가 A로 바뀌었거나, d가 D로 바뀐 생식세포가 정상 생식세포와 수정되어 태어났으므로 ㉢은 B가 아니다.
 ✕. ㉣은 4이다.
 ㉢. 5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (다)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, 동시에 (나)가 발현되지 않을 확률은 1이다. 따라서 이 아이에게서 (가)와 (다)는 모두 발현되고, (나)는 발현되지 않을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

05 유전병

- (가)는 터너 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람, (나)는 고양이 울음 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람이다.
 ㉠. 남성 섬유증의 원인은 유전자 돌연변이이므로 남성 섬유증을 가진 사람의 핵형은 정상이다. 따라서 '정상이다.'는 ㉠에 해당한다.
 ㉢. 고양이 울음 증후군의 원인은 5번 염색체의 일부 결실(㉢)이다.
 ㉢. 체세포 1개당 염색체 수는 남성 섬유증을 가진 사람이 46, 터너 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람(가)이 45, 고양이 울음 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람(나)이 46이다.

06 염색체 수 이상 돌연변이

- 아버지와 어머니 중 아버지에게만 a가 있는데 자녀 1의 A의 DNA 상대량이 2이므로 자녀 1은 어머니에게서 X 염색체 2개를 받았다. 자녀 3의 A의 DNA 상대량이 0이므로 어머니에게서 X 염색체를 받지 않았다. 자녀 3은 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.

자녀 1은 클라인펠터 증후군, 자녀 2는 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다. ㉠의 X 염색체 수는 2, ㉡의 X 염색체 수는 0, ㉢의 X 염색체 수는 1, ㉣의 X 염색체 수는 0, ㉤의 X 염색체 수는 1이다. 이를 정리하면 표와 같다.

구성원	A의 DNA 상대량	21번 염색체 수	X 염색체 수
자녀 1	2	?(2)	?(2)
자녀 2	?(1)	㉠(3)	1
자녀 3	0	2	㉢(1)

㉠, ㉡은 3, ㉢은 1이므로, ㉠+㉢=4이다.

X. X 염색체 수가 ㉠은 2, ㉢은 1, ㉣은 0, ㉤은 1이므로

$\frac{\text{㉠와 ㉣ 각각의 X 염색체 수를 더한 값}}{\text{㉡와 ㉤ 각각의 X 염색체 수를 더한 값}} = 1$ 이다.

㉢. 자녀 1의 성염색체는 XXY, 자녀 2의 성염색체는 XY, 자녀 3의 성염색체는 X이므로, 자녀 1~3 중 Y 염색체를 가지는 사람은 2명이다.

07 염색체 돌연변이

㉠~㉤ 중 세포 1개당 DNA 상대량이 4인 경우는 Q의 감수 1분열 세포에서 가능하므로 ㉢은 4, II는 Q의 세포이다. 따라서 세포 I과 II는 Q의 세포, 세포 III과 IV는 P의 세포이다. I은 감수 2분열에서 비분리가 1회 일어나 A와 D(또는 A와 d)가 같이 있는 염색체의 염색 분체가 분리되지 않아 염색체가 1개 더 많은 비정상적인 생식세포이고, III은 D(또는 d)가 1개 결실된 체세포이다. ㉠은 D(또는 d), ㉡는 b, ㉢은 d(또는 D), ㉣는 a, ㉤는 B이고, ㉠은 2, ㉢은 4, ㉣은 0, ㉤은 1이다. 이를 정리하면 표와 같다.

사람	세포	DNA 상대량						유전자형
		A	㉠(D 또는 d)	㉡(b)	㉢(d 또는 D)	㉣(a)	㉤(B)	
Q	I	㉢(2)	㉢(2)	㉣(0)	㉣(0)	㉣(0)	㉤(1)	AABDD (또는 AABdd)
	II	㉣(4)	㉢(2)	㉣(0)	㉢(2)	㉣(0)	㉣(4)	AAAABB BBDDdd
P	III	㉢(2)	㉣(0)	㉤(1)	㉤(1)	㉣(0)	㉤(1)	AABbd (또는 AABbD)
	IV	㉤(1)	㉤(1)	㉣(0)	㉣(0)	㉣(0)	㉤(1)	ABD (또는 ABd)

X. IV는 P의 세포이다.

㉢. ㉠와 ㉢는 각각 D와 d 중 하나이므로 ㉠는 ㉢와 대립유전자이다.

㉣. 염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 염색체 수가 비정상적인 생식세포(㉣, I)의 형성 과정에서 AD(또는 Ad)와 AD(또는 Ad)가 같은 세포에 있으므로 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

08 염색체 비분리

A와 B의 DNA 상대량을 더한 값이 홀수인 ㉠은 III 시기의 세포이고, ㉡은 I 시기의 세포, ㉢은 II 시기의 세포이다. ㉣에서 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값이 2, a와 B의 DNA 상대량을 더한 값이 0이므로 ㉣에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. ㉤에서 A와 B의 DNA 상대량을 더한 값이 4, a와 B의 DNA 상대량을 더한 값이 4이므로 A의 DNA 상대량과 a의 DNA 상대량은 각각 2로 같다. 따라서 이 사람의 ㉣의 유전자형은 AaBb이다.

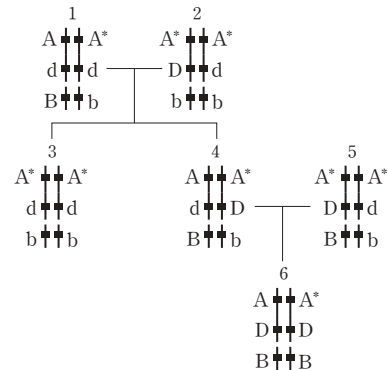
X. ㉠은 III 시기의 세포, ㉢은 II 시기의 세포, ㉣은 I 시기의 세포이다.

㉣. 이 사람의 ㉣의 유전자형은 AaBb이다.

㉣. G₁ 세포 X로부터 생식세포 형성 과정(㉣)에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

09 유전자 돌연변이

2의 체세포 1개의 A+B의 값이 0, A*+D의 값이 3이므로, 2의 (가)와 (나)의 유전자형은 A*A*bbDd이다. 3과 4의 (가)의 표현형이 다르고 1의 (가) 유전자형은 AA*이므로 (가) 발현 대립유전자는 A이고 (가)는 우성 형질이다. 1~4의 (나)의 표현형이 모두 다르고 4와 5의 (나)의 표현형이 같으므로 (가)와 (나)의 유전자형은 1은 AA*Bbdd, 3은 A*A*bbdd, 4는 AA*BbDd, 5는 A*A*BbDd, 6은 AA*BBDD이다. 6의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 1과 같을 확률이 $\frac{3}{16}$ 이므로 B와 b는 2번 염색체에, D와 d는 1번 염색체에 있다. 이를 정리하면 그림과 같다.

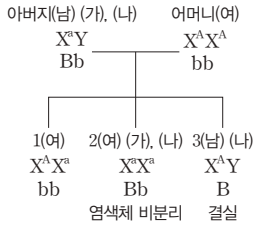


1의 (나)의 표현형은 X, 2의 (나)의 표현형은 Y, 3의 (나)의 표현형은 Z, 4의 (나)의 표현형은 R이다.

- ✗. ㉔는 2, ㉕는 1이다.
- Ⓒ. ㉓는 난자이다.
- Ⓒ. 2의 (나)의 표현형은 Y이다.

10 염색체 돌연변이

여자인 자녀 2에서 (나)가 발현되는데 b의 DNA 상대량이 1이므로 (나) 발현 대립유전자는 B이다. 아버지의 b의 DNA 상대량이 1인데 (나)가 발현되므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 따라서 (가)의 유전자는 X 염색체, (나)의 유전자는 상염색체에 있다.



- ✗. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- Ⓒ. I의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.
- ✗. 남자인 자녀 3에는 A는 있고, b는 없으므로 Ⅲ은 어머니의 생식세포 형성 과정에서 만들어졌고, b가 포함된 염색체 일부가 결실된 것이라는 것을 알 수 있다. 따라서 Ⅲ의 X 염색체 수는 1, Ⅲ의 상염색체 수는 22이다.

11 생태계의 구성과 기능

수능 2점 테스트

본문 172~174쪽

01 ①	02 ③	03 ①	04 ④	05 ③	06 ⑤
07 ④	08 ①	09 ⑤	10 ④	11 ③	12 ⑤

01 생태계의 구성 요소

생태계는 생산자, 소비자, 분해자로 구분되는 생물적 요인과 빛, 물, 온도, 토양, 공기 등과 같은 비생물적 요인으로 구성된다.

- Ⓐ. 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성되며, 생물적 요인과 비생물적 요인은 서로에게 영향을 준다.
- ✗. 분해자에 속하는 버섯은 생물적 요인에 해당한다.
- ✗. 생산자는 식물과 같이 스스로 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물이다.

02 개체군 사이의 상호 작용

(가)는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용이다.

- Ⓒ. 개체군은 하나의 종으로 구성된 집단이다.
- Ⓒ. 두 개체군 A와 B 사이에 상호 작용이 일어나므로 A와 B는 같은 군집에 속한다.
- ✗. (가)는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용으로 중간 경쟁, 분서(생태 지위 분화), 공생, 기생 등이 해당한다. 리더제는 개체군 내 개체 사이의 상호 작용에 해당한다.

03 생물적 요인과 비생물적 요인

세균과 버섯에 의해 토양 속 무기물의 양이 증가하는 것(가)은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 예이고, 닭이나 피꼬리가 일조 시간이 길어지면 생식을 위해 산란을 하는 것(나)과 고산 지대처럼 산소가 희박한 곳에 사는 사람은 적혈구 수가 평지에 사는 사람보다 많은 것(다)은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 예이다.

04 개체군의 생장 곡선

I과 II의 생장 곡선이 모두 S자형을 나타내므로 실제 생장 곡선이다. 개체군 밀도는 단위 면적당 개체 수이므로 ㉔의 개체 수가 서로 같다면 ㉔의 개체군 밀도는 면적이 넓은 A에서가 면적이 좁은 B에서보다 낮다.

- Ⓒ. 실제 생장 곡선에서 환경 저항은 항상 작용하므로 t_1 일 때 I에 환경 저항이 작용한다.
- Ⓒ. t_2 일 때 A에 서식하는 I의 개체 수는 200, B에 서식하는 II의 개체 수는 100이다. A의 면적을 2S라고 할 때, A의 면적(2S)

이 B의 면적(S)의 2배이므로 A에서 I의 개체군 밀도는 $\frac{200}{2S}$ 이고, B에서 II의 개체군 밀도는 $\frac{100}{S}$ 으로 서로 같다.

✕. 환경 수용력은 주어진 환경에 서식할 수 있는 최대 개체 수로 A에 서식하는 I에서 200, B에 서식하는 II에서 100이므로 A에서 B에서보다 ④에 대한 환경 수용력이 크다.

05 개체군의 생존 곡선 유형

I형을 나타내는 개체군은 자손의 수가 적지만 부모의 보호를 받아 어린 시기 생존률이 높고, II형을 나타내는 개체군은 연령대별 사망률이 일정하며, III형을 나타내는 개체군은 자손의 수가 많지만 부모의 보호를 받지 않아 어린 시기 생존률이 낮다.

- ㉠. 사람, 대형 포유류의 생존 곡선은 I형에 해당한다.
- ㉡. II형을 나타내는 개체군에서 사망한 개체 수는 ㉠ 시기에서가 ㉡ 시기에서보다 많다.
- ✕. I형을 나타내는 개체군은 어린 시기 부모의 보호를 받아 생존률이 높고, 한 개체당 한 번에 낳는 평균 자손의 수가 II형, III형을 나타내는 개체군보다 적다.

06 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

A는 중간 경쟁, B는 상리 공생이고, ㉠은 '서로 다른 종 사이에서 나타난다.', ㉡은 '이익을 얻는 종이 있다.'이다.

- ㉠. 상리 공생, 중간 경쟁, 포식과 피식은 모두 군집 내 개체군 사이에서 나타나는 상호 작용이므로 ㉠은 '서로 다른 종 사이에서 나타난다.'이다. 따라서 ③은 'O'이다.
- ㉡. A는 '이익을 얻는 종이 있다.(㉡)'를 갖지 않으므로 중간 경쟁이다.
- ㉢. 콩과식물은 뿌리혹박테리아에게 서식 공간을 제공하고, 뿌리혹박테리아는 콩과식물에게 질소를 제공하므로 둘 사이의 상호 작용은 상리 공생(B)의 예에 해당한다.

07 개체군의 주기적 변동

A의 개체 수는 B의 개체 수가 증가하면 감소하는 경향을 보이므로 A는 피식자, B는 포식자이다.

✕. A의 개체 수가 증가하면 B의 개체 수가 증가하고, B의 개체 수가 증가하면 A의 개체 수가 감소하는 변화가 나타나므로 A는 피식자, B는 포식자이다.

㉠. 생물 개체군의 생장에 환경 저항은 항상 작용한다. 따라서 구간 I에서 A에 환경 저항이 작용한다.

㉡. 구간 II에서 B는 개체 수가 증가하고 있다. 따라서 출생한 개체 수가 사망한 개체 수보다 많으므로 구간 II의 B에서 $\frac{\text{출생한 개체 수}}{\text{사망한 개체 수}}$ 는 1보다 크다.

08 식물 군집의 수직 분포

고도에 따라 나타나는 수직 분포는 주로 기온의 차이에 의해 나타난다. ㉠은 침엽수림대, ㉡은 상록 활엽수림대이고, ㉢은 북쪽, ㉣은 남쪽이다.

㉠. 수직 분포의 각 식물 군집에서 ㉠ 방향에 위치한 부분의 하한선이 ㉡ 방향에 위치한 부분의 하한선보다 낮은 고도에 위치하므로 ㉢은 북쪽, ㉣은 남쪽이다.

✕. 혼합림대보다 높은 고도에 위치하는 ㉠은 침엽수림대이고, ㉡은 상록 활엽수림대이다.

✕. 고도가 높을수록 연평균 기온이 낮으므로 침엽수림대(㉠)에서 상록 활엽수림대(㉡)에서보다 연평균 기온이 낮다.

09 방형구법

㉠은 개체 수, ㉡은 상대 피도(%), ㉢은 빈도이다.

✕. A~D의 상대 피도를 모두 더한 값은 100 %이므로 ㉡은 상대 피도이다. 개체 수가 소수일 수 없으므로 ㉠은 개체 수, ㉢은 빈도이다.

㉣. C의 상대 피도는 100 %에서 A, B, D의 상대 피도를 모두 뺀 값인 40 %이다. D의 상대 밀도는 $\frac{4}{5+7+4+4} \times 100 = 20 \%$ 이다. 따라서 C의 상대 피도는 D의 상대 밀도의 2배이다.

㉣. 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 모두 더한 값은 A가 80, B가 92.5, C가 72.5, D가 55이므로 이 식물 군집의 우점종은 B이다.

10 방형구법

2개의 방형구를 이용하여 조사한 A~C의 개체 수, 빈도, 상대 밀도는 표와 같다.

종	개체 수	빈도	상대 밀도(%)
A	9	1	30
B	12	1	40
C	9	1	30

㉠. A의 상대 밀도와 C의 상대 밀도는 각각 30 %로 서로 같다.

✕. B와 C는 각각 2개의 방형구에서 모두 관찰되므로 B와 C의 상대 빈도는 서로 같다.

㉣. A~C에서 상대 빈도와 상대 피도가 서로 모두 같으므로 상대 밀도가 40 %로 가장 큰 종인 B가 이 식물 군집의 우점종이다.

11 1차 천이

㉠은 초원, ㉡은 양수림, ㉢은 음수림이다.

✕. 천이가 진행되는 과정에서 관목림에 이어 형성되는 ㉡은 양수림, ㉢은 음수림이며, ㉠은 초원이다.

✕. 용암 대지에서 시작되어 지의류가 개척자가 되는 천이는 1차

천이다.

㉠ 양수림(㉠)이 형성되어 지표면에 도달하는 빛의 세기가 약해지면 양수 모목보다 음수 모목이 잘 자라는 환경이 형성되어 음수림(㉡)으로의 천이 진행된다. 따라서 지표면에 도달하는 빛의 세기는 양수림(㉠)에서 음수림(㉡)으로의 천이에 영향을 준 요인에 해당한다.

12 종 사이의 상호 작용

(가)는 상리 공생의 예, (나)는 분서(생태 지위 분화)의 예이다.

- ㉠ 꽃과 벌새는 서로 이익을 얻으므로 (가)는 상리 공생의 예이다.
- ㉡ 한 나무에서 상호 작용하는 붉은뺨술새와 밤색가슴술새는 하나의 군집을 이룬다.
- ㉢ 생태적 지위가 겹치는 서로 다른 두 종 사이에서 경쟁(㉣)이 나타난다.

수능 3점 테스트 본문 175~179쪽					
01 ②	02 ③	03 ③	04 ③	05 ⑤	06 ②
07 ③	08 ③	09 ④	10 ④		

01 생태계 구성 요소 사이의 상호 작용

(가)에서 생물적 요인(지의류)이 비생물적 요인(토양)에 영향을 주는 것은 ㉠의 예이고, (나)에서 비생물적 요인(공기)이 생물적 요인(지의류)에 영향을 주는 것은 ㉡의 예이다.

- ㉢ 지의류가 암석의 풍화를 촉진하여 토양 형성에 관여하는 것 (가)는 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이므로 ㉠의 예에 해당한다.
- ㉣ 지의류는 대기 오염이 심한 지역에서 생존이 어려워 지표층으로 활용된다. 따라서 대기 오염(㉤)은 지의류의 성장을 방해하는 환경 저항에 해당한다.
- ㉤ ‘큰뺨양의 수컷들이 뿔 크기나 뿔치기를 통해 순위를 결정하는 것’은 개체군 내의 상호 작용으로 ㉡의 예에 해당하지 않는다.

02 해조류의 분포

수심에 따라 녹조류, 갈조류, 홍조류의 분포가 다른 것은 빛의 파장에 따른 투과율이 다르고, 각 해조류마다 주로 이용하는 빛의 파장이 다르기 때문이다.

- ㉠ 개체군은 일정 지역에서 서식하는 같은 종의 무리이므로 개체군 A는 하나의 종으로 구성된다.
- ㉡ 해조류의 분포가 수심에 따라 다른 것(나)은 비생물적 요인인 빛의 파장에 따른 결과이므로 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 ㉠의 예에 해당한다.
- ㉢ 수심 20~40 m 사이에는 갈조류와 홍조류가 모두 있으므로

경쟁 배타가 일어나지 않았다.

03 개체군의 성장

A와 B가 모두 X의 포식자이므로 X를 A 또는 B와 함께 배양할 때 X만 단독 배양할 때보다 X의 개체군의 크기는 작다.

- ㉠ A와 B는 모두 X의 포식자이다. 다른 생물을 섭취하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 생물적 요인은 소비자이다.
- ㉡ A와 B가 없는 구간 ㉢의 수조 I에서도 살아남은 개체 수의 비율이 감소하였으므로 I에서 X에 환경 저항이 작용하였다.
- ㉢ t_1 일 때 살아남은 X의 개체 수의 비율은 II에서가 III에서보다 높으므로 X의 밀도는 III에서가 II에서보다 작다.

04 개체군 내 개체 사이의 상호 작용

(가)는 텃새, (나)는 가족생활이다.

- ㉠ A와 B의 개체 수는 각각 21이고, 서식지의 면적이 동일하므로 개체군의 밀도는 A와 B가 서로 같다.
- ㉡ ‘은어 개체군에서 한 개체가 일정한 생활 공간을 차지하면서 다른 개체의 접근을 막는다.’는 텃새의 예이므로 (가)는 텃새이다. A에서는 각 개체가 일정 간격을 두고 분포하므로 텃새(가)가 나타난다.
- ㉢ (나)는 가족생활로 혈연관계의 개체들이 모여 살아가는 것이 특징이다. ‘같은 종의 개미가 일을 분담하며 협력한다.’는 사회생활의 예이므로 ㉡에 해당하지 않는다.

05 개체군의 성장 곡선

개체군의 밀도는 단위 면적당 개체 수이다.

- ㉠ X의 생장이 초기 배지의 Ca^{2+} 농도에 따라 다르게 나타나므로 Ca^{2+} 농도는 X의 생장에 영향을 주는 요인에 해당한다.
- ㉡ 구간 I의 X에는 A, B, C 모두에서 환경 저항이 작용한다.
- ㉢ 안정적으로 개체 수가 유지되는 구간 II에서 A의 개체 수는 B의 개체 수보다 많으므로 X의 밀도는 A에서가 B에서보다 크다.

06 개체군의 생존 곡선

㉠은 I형, ㉡는 III형이다.

- ㉢ I형 생존 곡선을 나타내는 A에서 부모가 새끼를 보호하여 초기 사망률을 낮추므로 ㉠은 I형이고, ㉡는 III형이다.
- ㉣ I형(㉠)인 개체군의 후기 사망률은 높고, III형(㉡)인 개체군의 후기 사망률은 낮으므로 ㉠ 시기의 사망률은 I형(㉠)인 개체군에서가 III형(㉡)인 개체군에서보다 높다.
- ㉤ 대형 포유류와 같이 대부분의 개체가 생리적 수명을 다하고 죽는 종의 생존 곡선 유형은 I형(㉠)에 해당한다.

07 개체군 사이의 상호 작용

㉠은 피식자, ㉡는 포식자이고, (가)는 상리 공생, (나)는 기생이다.

㉠. ㉠의 개체 수가 증가한 이후 ㉡의 개체 수가 증가하므로 ㉠은 피식자, ㉡은 포식자이다. 포식과 피식 관계에서 이익을 얻는 종은 포식자이므로 ㉢는 ㉡이다.

㉣. 흰동가리와 말미잘은 서로가 이익을 얻으므로 (가)는 상리 공생이고, (나)는 기생이다.

㉤. 콩과식물과 뿌리혹박테리아의 상호 작용은 상리 공생(가)의 예에 해당한다.

08 식물 군집의 천이

㉠은 양수림, ㉡은 음수림, ㉢은 관목림이다.

㉣. 산불이 일어나 식물 군집 X가 파괴되면 2차 천이가 일어나 초원이 먼저 형성된다. 따라서 과정 I에서 산불이 일어났다.

㉤. 침엽수(양수)에 속하는 ㉢와 ㉣의 개체 수는 감소하고 활엽수(음수)에 속하는 ㉡와 ㉣의 개체 수가 증가하는 변화가 ㉤에서 일어나고 있으므로 ㉠은 양수림이며, 지표면에 도달하는 빛의 세기는 이러한 변화를 일으키는 요인에 해당한다.

㉥. 산불이 일어나기 전 X에서는 음수림(㉡)까지 천이가 진행되었으므로 산불이 일어난 후 초원을 거쳐 관목림(㉢)이 형성되고, 이후 양수림을 거쳐 음수림까지 천이가 진행되므로 X는 관목림(㉢)에서 극상을 이루지 않는다.

09 식물 군집의 조사

특정 종의 밀도는 단위 면적당 해당 종의 개체 수이므로 식물 군집 조사에 사용한 방형구(1 m × 1 m)의 수는 조사 면적(m²)과 같다. ㉠의 밀도가 5이므로 x 는 18 또는 30 중 하나이다. 그런데 B와 C가 출현한 방형구 수가 각각 24, 21이므로 x 는 30이고, ㉠은 C이다. C(㉠)의 상대 빈도는 $\frac{21}{\text{㉠} + 24 + 21} \times 100 = 28\%$ 이므로 ㉢는 30이다. 이를 바탕으로 A~C의 밀도, 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도, 중요치(중요도)를 정리한 결과는 표와 같다.

구분	A	B	C(㉠)
밀도(개체 수/m ²)	?(2)	3	5
상대 밀도(%)	20	30	?(50)
상대 빈도(%)	?(40)	32	28
상대 피도(%)	32	40	28
중요치(중요도)	92	102	106

㉦. 밀도가 5인 ㉠은 C이다.

㉧. x 와 ㉢는 각각 30으로 서로 같다.

㉨. A~C 중 중요치가 106인 C가 이 식물 군집의 우점종이다.

10 경쟁 배타

㉠. (가)에서 t_1 일 때 A의 개체 수는 $2K$, B의 개체 수는 K 이고 배양 조건이 동일하므로 개체군의 밀도는 A가 B의 2배이다.

㉡. (나)의 구간 I에서 A의 개체 수는 증가하고, B의 개체 수는 감소하므로 A에서는 출생한 개체 수가 사망한 개체 수보다 많고, B에서는 출생한 개체 수가 사망한 개체 수보다 적다. 따라서 구간 I에서 $\frac{\text{사망한 개체 수}}{\text{출생한 개체 수}}$ 는 A가 B보다 작다.

㉢. A와 B를 혼합 배양한 (나)에서 B가 사라졌으므로 생태적 지위가 겹침으로 인해 경쟁 배타가 일어났다.

12 에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성

수능 2점 테스트 본문 186~188쪽

01 ㉠	02 ㉡	03 ㉢	04 ㉣	05 ㉤	06 ㉥
07 ㉦	08 ㉧	09 ㉨	10 ㉩	11 ㉪	12 ㉫

01 물질의 생산과 소비

총생산량은 호흡량과 순생산량을 합친 값과 같다.
 ✕. ㉠은 순생산량에서 피식량을 뺀 양이다.
 ㉡. 피식량(㉠)은 식물이 초식 동물에게 먹힌 양이므로 이 생태계에 있는 초식 동물의 호흡량은 피식량(㉠)에 포함된다.
 ✕. 성장량은 식물체에 남아 있는 유기물의 양으로 순생산량에서 피식량을 뺀 양(㉡)보다 작거나 같아야 한다. 그러므로 총생산량에 대한 성장량의 백분율은 45%보다 작거나 같아야 한다.

02 에너지 흐름

태양으로부터 공급되는 빛에너지는 생산자에서 유기물 형태의 화학 에너지로 전환되어 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 이동한다.
 ㉠. 생태계에 공급되는 주요 에너지원은 태양의 빛에너지이다.
 ㉡. 생산자, 소비자, 분해자에서는 모두 세포 호흡(산소 호흡, 무산소 호흡)이 일어나므로 열에너지는 모든 영양 단계에서 방출된다.
 ㉢. 유기물에 저장된 에너지 중 일부는 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 이동한다.

03 탄소 순환

대기 중 이산화 탄소(CO₂)는 생산자에 의해 유기물로 전환되고 유기물은 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 운반된다. 사체나 배설물에 포함된 유기물은 분해자가 이용한다. 따라서 A는 생산자, B는 분해자이다.
 ㉠. 탄소가 대기 중 이산화 탄소에서 생산자로 이동하는 과정(㉠)은 광합성 과정에 해당한다.
 ✕. 탄소가 생산자(A)에서 대기 중 이산화 탄소를 이동하는 과정(㉡)에서 탄소는 무기물의 형태로 이동한다.
 ㉢. 곰팡이는 광합성을 하지 않고, 사체와 배설물을 분해하므로 생산자(A)와 분해자(B) 중 분해자(B)에 속한다.

04 질소 순환

(가)는 탈질산화 작용, (나)는 질소 고정, (다)는 질소 동화 작용이고, ㉠은 질산 이온(NO₃⁻), ㉡은 질소 기체(N₂), ㉢은 암모늄 이온(NH₄⁺), ㉣은 단백질이다.

✕. ㉡은 질소 기체(N₂)이다.
 ✕. (나)는 질소 고정으로 질소 고정 세균이 관여하고, 질산화 세균은 질산화 작용에 관여한다.
 ㉢. (다)는 암모늄 이온(NH₄⁺)이 단백질로 전환되는 과정으로 질소 동화 작용이다.

05 에너지 흐름과 물질 순환

경로 X는 에너지 이동 경로, Y는 물질 이동 경로이고, A는 버섯, B는 토끼풀, C는 여우, D는 토끼이다.
 ㉠. X는 생태계 밖에서 들어와서 생태계 밖으로 나가므로 에너지 이동 경로이다.
 ㉡. B, C, D 모두로부터 A로 물질과 에너지가 이동하므로 A는 분해자인 버섯이다.
 ㉢. 여우(C)에서 버섯(A)으로 유기물을 통해 물질과 에너지가 이동한다.

06 생태 피라미드

안정된 생태계에서는 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 감소한다. ㉠은 1차 소비자, ㉡은 3차 소비자, ㉢은 2차 소비자이고, (가)에서 2차 소비자의 에너지 효율이 20%이므로 ㉠은 150이고, (나)에서 3차 소비자의 에너지 효율이 20%이므로 ㉡은 60이다.
 ㉠. ㉠은 150, ㉡은 60이므로 ㉠+㉡=210이다.
 ✕. 1차 소비자(㉠)에 해당하는 생물은 생산자를 먹이로 한다.
 ㉢. (가)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 15%이고, (나)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 5%이다.

07 생물 다양성의 보전

생물 다양성을 보전하기 위한 실천 방안은 개인적 수준의 실천 방안, 사회적 수준의 실천 방안, 국가적 수준의 실천 방안, 국제적 수준의 실천 방안으로 구분할 수 있다.
 ✕. 가정에서 자원 재사용을 위해 쓰레기를 분리 배출하는 것(나)은 생물 자원 소비를 감소시킨다.
 ㉡. 멸종 위기에 처한 종을 천연기념물로 지정하여 보호하는 것(다)은 종 다양성 감소를 줄이기 위한 노력에 해당한다.
 ㉢. 야생 생물 보호 및 관리에 관한 법률을 제정하는 것(가)과 멸종 위기에 처한 종을 천연기념물로 지정하여 보호하는 것(다)은 모두 국가적 수준의 실천 방안에 해당한다.

08 유전적 다양성

유전적 다양성이 높은 종은 개체들의 형질이 다양해서, 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 살아남을 수 있는 유리한 형질을 가진 개체가 생존할 확률이 높다. ㉠은 다양한 감자 품종, ㉡은 단일 감자 품종이다.

✕. X는 감자 품종 중 한 품종의 감자를 씨개 하여 감자의 수확량을 낮춘다.

㉠. A에서는 X 유행 후 일부 감자가 생존하고, B에서는 X 유행 후 모든 감자가 죽는 것으로 보아 ㉠은 다양한 감자 품종이다.

㉡. '유전적 다양성이 낮다.'는 B에서 모든 감자가 죽는 것(㉠)의 원인에 해당한다.

09 종 다양성

종 다양성은 종의 수가 많을수록, 종의 비율이 고를수록 높다.

✕. D의 상대 밀도는 t_1 일 때는 25%이고, t_3 일 때는 1%이다.

✕. A와 B는 서로 다른 종이므로 서로 다른 개체군을 이룬다.

㉠. 종 다양성은 종의 수가 많을수록, 종의 비율이 고를수록 높으므로, 이 생태계에서 종 다양성은 $t_1 \sim t_3$ 중 t_2 일 때 가장 높다.

10 생물 다양성의 중요성

㉠. 종 다양성이 높을수록 생태계 평형 유지(㉠)에 유리하다.

㉡. 주목 추출물이 항암제의 원료로 이용되는 것은 의약품 등의 원료로 이용(나)의 예에 해당한다.

㉢. (다)는 생물 자원으로서의 가치에 해당한다.

11 생물 다양성의 보전

생물 다양성 감소 원인에는 서식지 파괴 및 단편화, 생물의 불법 포획과 남획, 환경 오염, 기후 변화, 외래종의 도입 등이 있다. 바위에 덮인 이끼층의 이끼가 제거된 것은 서식지 파괴, 이끼 사이의 통로가 제거된 것은 서식지 단편화에 해당한다.

✕. 외래종의 도입을 막는 것은 서식지 파괴 및 단편화로 인한 생물 다양성 감소를 막는 것과 관련이 없다.

㉠. 숲의 벌채나 습지의 매립을 막는 것은 서식지 파괴로 인한 생물 다양성 감소를 줄인다.

㉡. 단편화된 서식지에 생태 통로를 설치하는 것은 서식지 단편화로 인한 생물 다양성 감소를 줄인다.

12 생물 다양성의 보전

(가)는 국가적 수준에서 실시하는 생물 다양성 보전 방안 사례이고, (나)는 유전적 다양성 감소의 원인에 해당하는 사례이고, (다)는 외래종 도입으로 인한 생물 다양성 감소 사례이다.

✕. (가)는 국가적 수준에서 실시하는 생물 다양성 보전 방안으로 국가는 자국의 자생 생물에 대한 주권적 권리를 가질 수 없게 된 것과는 관련이 없다.

㉠. (나)는 개체 간 유전자 조성이 동일하다. 따라서 유전적 다양성을 감소시키는 원인에 해당한다.

✕. (다)에서 가시박의 유입은 외래종 도입으로 인한 생물 다양성 감소 사례로 종 다양성을 감소시키는 원인에 해당한다.

수능 3점 테스트

본문 189~191쪽

01 ㉠ 02 ㉡ 03 ㉢ 04 ㉣ 05 ㉤ 06 ㉥

01 에너지의 흐름

A는 분해자, B는 2차 소비자, C는 생산자, D는 1차 소비자이다. 2차 소비자(B)에서 사체, 배설물로 이동하는 에너지량은 1, 1차 소비자(D)에서 사체, 배설물로 이동하는 에너지량은 3, 분해자(A)에서 사체, 배설물로 이동하는 에너지량은 2이다. ㉠=6+㉡, ㉠=㉢-2, ㉠+㉡=100이므로 ㉠은 52, ㉡은 54, ㉢은 48이다.

✕. 빛에너지를 이용해 유기물을 합성하는 것은 생산자(C)이다.

✕. ㉠+㉡+㉢=154이다.

㉣. 1차 소비자의 에너지 효율은 10%이고, 2차 소비자의 에너지 효율은 20%이다.

02 물질의 순환

A는 버섯, B는 녹색 식물, C는 초식 동물이고, ㉠은 암모늄 이온(NH_4^+), ㉡은 단백질, ㉢은 이산화 탄소(CO_2)이다.

✕. ㉠은 암모늄 이온(NH_4^+)이다.

㉣. 버섯(A)은 세포 호흡을 하므로 버섯(A)에서 이산화 탄소(CO_2 , ㉢)가 생성된다.

✕. 녹색 식물(B)은 초식 동물(C)보다 하위 영양 단계이다.

03 생태 피라미드

안정된 생태계에서는 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량이 감소한다. ㉠은 II, ㉡은 III, ㉢은 I이다.

✕. ㉡은 III이다.

㉣. 생산자의 피식량 감소는 II(㉠)가 III(㉡)으로 되는 원인에 해당한다.

㉤. III(㉡)이 I(㉢)로 되는 과정에서 1차 소비자의 에너지량은 증가한다.

04 생물 다양성

I은 유전적 다양성, II는 생태계 다양성, III은 종 다양성이다.

㉠. 같은 종의 개체들에서 다양한 형질이 나타나는 것은 유전적 다양성이므로 I은 유전적 다양성이다.

✕. (가)의 종 수는 4, (나)의 종 수는 5이므로 (나)에서가 (가)에서보다 종 다양성(III)이 높다.

㉣. D의 상대 밀도는 (가)에서는 25%이고, (나)에서는 20%이다.

05 천이, 물질의 생산과 소비

㉠은 음수림, ㉡은 초원, ㉢은 양수림이고, ㉣는 호흡량, ㉤는 순생산량이다.

✗. 산물은 음수림(㉠)이 초원(㉡)이 되는 시점(t_1)에서 일어났다.

✗. 총생산량은 순생산량과 호흡량을 합친 값으로, 구간 I에서 총생산량은 감소한다.

㉠. 식물의 순생산량 중 피식량은 초식 동물에게 먹히는 유기물의 양이고, 그중 일부가 초식 동물의 호흡에 이용되므로 초식 동물의 호흡량은 순생산량(㉤)에 포함된다.

06 생물 다양성의 보전

✗. 동물 개체군은 공원 면적이 넓을수록 개체군 당 개체 수가 증가한다.

㉠. 대형 육식 동물 개체군의 수를 증가시키기 위해서는 개체군이 장기간 유지되기 위해 필요한 최소한의 개체 수(N_{\min}) 이상이 되어야 하므로 10^4 km^2 이상의 공원 면적이 필요하다. 따라서 대형 육식 동물 개체군의 수를 증가시키기 위해서는 대공원의 비율을 늘려야 한다.

㉡. 개체군이 장기간 유지되기 위해 필요한 최소한의 개체 수(N_{\min})가 대형 육식 동물 개체군은 공원 면적이 약 10^4 km^2 이상이고, 소형 초식 동물 개체군은 공원 면적이 약 10^0 km^2 이상이다. 따라서 동물 개체군을 보호하기 위해 필요한 공원 면적은 대형 육식 동물이 소형 초식 동물보다 크다.

01 생명 과학의 이해

수능 **2점** 테스트 본문 12~14쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ⑤ 06 ④
 07 ③ 08 ④ 09 ④ 10 ① 11 ⑤ 12 ⑤

수능 **3점** 테스트 본문 15~17쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ① 06 ④

02 생명 활동과 에너지

수능 **2점** 테스트 본문 22~24쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ③ 04 ③ 05 ③ 06 ⑤
 07 ⑤ 08 ④ 09 ③ 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ①

수능 **3점** 테스트 본문 25~27쪽

01 ① 02 ③ 03 ⑤ 04 ② 05 ② 06 ①

03 물질대사와 건강

수능 **2점** 테스트 본문 33~35쪽

01 ④ 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ③ 06 ④
 07 ① 08 ⑤ 09 ② 10 ④ 11 ② 12 ③

수능 **3점** 테스트 본문 36~39쪽

01 ③ 02 ③ 03 ① 04 ⑤ 05 ③ 06 ④
 07 ② 08 ②

04 자극의 전달

수능 **2점** 테스트 본문 48~51쪽

01 ④ 02 ① 03 ③ 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤
 07 ① 08 ③ 09 ③ 10 ② 11 ① 12 ⑤
 13 ④ 14 ④ 15 ⑤ 16 ②

수능 **3점** 테스트 본문 52~57쪽

01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ② 05 ③ 06 ⑤
 07 ② 08 ① 09 ③ 10 ①

05 신경계

수능 2점 테스트 본문 64~67쪽

01 ③	02 ④	03 ④	04 ①	05 ④	06 ③
07 ②	08 ③	09 ⑤	10 ②	11 ③	12 ②
13 ④	14 ②	15 ③	16 ①		

수능 3점 테스트 본문 68~71쪽

01 ②	02 ④	03 ③	04 ②	05 ④	06 ④
07 ④	08 ②				

06 항상성

수능 2점 테스트 본문 79~82쪽

01 ②	02 ③	03 ④	04 ③	05 ⑤	06 ③
07 ④	08 ②	09 ③	10 ③	11 ④	12 ③
13 ②	14 ⑤	15 ④	16 ③		

수능 3점 테스트 본문 83~89쪽

01 ②	02 ⑤	03 ③	04 ④	05 ①	06 ③
07 ④	08 ⑤	09 ①	10 ②	11 ②	12 ②
13 ③	14 ③				

07 방어작용

수능 2점 테스트 본문 97~100쪽

01 ⑤	02 ⑤	03 ⑤	04 ④	05 ④	06 ⑤
07 ④	08 ④	09 ④	10 ③	11 ②	12 ①
13 ①	14 ③	15 ③	16 ①		

수능 3점 테스트 본문 101~107쪽

01 ③	02 ③	03 ⑤	04 ③	05 ④	06 ⑤
07 ⑤	08 ②	09 ①	10 ③	11 ③	12 ②
13 ①	14 ③				

08 유전 정보와 염색체

수능 2점 테스트 본문 118~121쪽

01 ④	02 ⑤	03 ①	04 ③	05 ②	06 ①
07 ②	08 ④	09 ③	10 ①	11 ②	12 ①
13 ⑤	14 ④	15 ①	16 ④		

수능 3점 테스트 본문 122~127쪽

01 ③	02 ③	03 ④	04 ②	05 ④	06 ③
07 ⑤	08 ③	09 ②	10 ③		

09 사람의 유전

수능 2점 테스트 본문 138~141쪽

01 ④	02 ③	03 ②	04 ⑤	05 ④	06 ①
07 ②	08 ③	09 ④	10 ①	11 ④	12 ④
13 ④	14 ⑤	15 ⑤	16 ③		

수능 3점 테스트 본문 142~147쪽

01 ③	02 ⑤	03 ④	04 ①	05 ②	06 ②
07 ④	08 ②	09 ⑤	10 ③		

10 사람의 유전병

수능 2점 테스트 본문 154~157쪽

01 ②	02 ④	03 ④	04 ②	05 ②	06 ③
07 ①	08 ⑤	09 ②	10 ④	11 ③	12 ⑤
13 ④	14 ⑤	15 ②	16 ②		

수능 3점 테스트 본문 158~163쪽

01 ②	02 ⑤	03 ⑤	04 ②	05 ⑤	06 ④
07 ④	08 ⑤	09 ④	10 ②		

11 생태계의 구성과 기능

수능 2점 테스트 본문 172~174쪽

01 ①	02 ③	03 ①	04 ④	05 ③	06 ⑤
07 ④	08 ①	09 ⑤	10 ④	11 ③	12 ⑤

수능 3점 테스트 본문 175~179쪽

01 ②	02 ③	03 ③	04 ③	05 ⑤	06 ②
07 ③	08 ③	09 ④	10 ④		

12 에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성

수능 2점 테스트 본문 186~188쪽

01 ②	02 ⑤	03 ③	04 ②	05 ⑤	06 ④
07 ⑤	08 ⑤	09 ②	10 ⑤	11 ⑤	12 ①

수능 3점 테스트 본문 189~191쪽

01 ②	02 ②	03 ④	04 ④	05 ②	06 ⑤
------	------	------	------	------	------



내신 중점 ★ 고1~2 권장

구분	고교 입문 >		기초 >	기본 + 연습 >	특화		
국어	고등 예비 과정	내 등급은?	윤해정의 개념의 나비효과 입문 편 + 워크북		국어의 원리		
			어휘가 독해대! 수능 국어 어휘				
영어			정승익의 수능 개념 잡는 대박구문	기본서 올림포스		올림포스 전국연합 학력평가 기출문제집	Grammar POWER Reading POWER Listening POWER Voca POWER
			주혜연의 해석공식 논리 구조편	유형서 올림포스 유형편			고급 올림포스 고급영어독해
수학			기초 50일 수학 + 기출 워크북				고급 올림포스 고난도
			매쓰 디렉터의 고1 수학 개념 끝장내기				수학의 왕도
한국사 사회	★		기본서 개념안성	개념완성 전국연합 학력평가 기출문제집	고등학생을 위한 다담은 한국사 연표		
과학	50일 통합과학		개념안성 문항편		인공지능 수학과 함께하는 고교 AI 입문 수학과 함께하는 AI 기초		

과목	시리즈명	특징	난이도	권장 학년
전 과목	고등예비과정	예비 고등학생을 위한 과목별 단기 완성	<input type="checkbox"/>	예비 고1
국/영/수	내 등급은?	고1 첫 학력평가 + 반 배치고사 대비 모의고사	<input type="checkbox"/>	예비 고1
	올림포스	내신과 수능 대비 EBS 대표 국어·수학·영어 기본서	<input type="checkbox"/>	고1~2
	올림포스 전국연합학력평가 기출문제집	전국연합학력평가 문제 + 개념 기본서	<input type="checkbox"/>	고1~2
한/사/과	개념안성&개념완성 문항편	개념 한 권 + 문항 한 권으로 끝내는 한국사·탐구 기본서	<input type="checkbox"/>	고1~2
	개념완성 전국연합학력평가 기출문제집	전국연합학력평가 문제 + 개념 기본서	<input type="checkbox"/>	고1~2
국어	윤해정의 개념의 나비효과 입문 편 + 워크북	윤해정 선생님과 함께 시작하는 국어 공부의 첫걸음	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2
	어휘가 독해대! 수능 국어 어휘	학평·모평·수능 출제 필수 어휘 학습	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2
	국어의 원리	원리로 이해하는 내신과 수능 대비 국어 특화서	<input type="checkbox"/>	고1~2
영어	정승익의 수능 개념 잡는 대박구문	정승익 선생님과 CODE로 이해하는 영어 구문	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2
	주혜연의 해석공식 논리 구조편	주혜연 선생님과 함께하는 유형별 지문 독해	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2
	Grammar POWER	구문 분석 트리로 이해하는 영어 문법 특화서	<input type="checkbox"/>	고1~2
	Reading POWER	수준과 학습 목적에 따라 선택하는 영어 독해 특화서	<input type="checkbox"/>	고1~2
	Listening POWER	유형 연습과 모의고사·수행평가 대비 올인원 듣기 특화서	<input type="checkbox"/>	고1~2
	Voca POWER	영어 교육과정 필수 어휘와 어원별 어휘 학습	<input type="checkbox"/>	고1~2
수학	올림포스 고급영어독해	영어 독해력을 높이는 영미 문학/비문학 읽기	<input type="checkbox"/>	고2~3
	50일 수학 + 기출 워크북	50일 만에 완성하는 초·중·고 수학의 맥	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2
	매쓰 디렉터의 고1 수학 개념 끝장내기	스타강사 강의, 손글씨 풀이와 함께 고1 수학 개념 정복	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고1
	올림포스 유형편	유형별 반복 학습을 통해 실력 잡는 수학 유형서	<input type="checkbox"/>	고1~2
	올림포스 고난도	1등급을 위한 고난도 유형 집중 연습	<input type="checkbox"/>	고1~2
	수학의 왕도	직관적 개념 설명과 세분화된 문항 수록 수학 특화서	<input type="checkbox"/>	고1~2
한국사	고등학생을 위한 다담은 한국사 연표	연표로 흐름을 잡는 한국사 학습	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2
과학	50일 통합과학	50일 만에 통합과학의 핵심 개념 완벽 이해	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고1
기타	수학과 함께하는 고교 AI 입문/AI 기초	파이선 프로그래밍, AI 알고리즘에 필요한 수학 개념 학습	<input type="checkbox"/>	예비 고1~고2



수능 집중 ★고2~N수 권장

구분	수능 입문 >		기출/연습 >	연계 보완 >		고난도 >	모의고사
국어	윤혜정의 개념의 나비효과 수능 편 + 워크북		윤혜정의 기출의 나비효과	수능특강 문학 연계 기출	수능특강 사용설명서	하루 3개 1등급 국어독서	FINAL 실전모의고사
영어	윤혜정의 패턴의 나비효과	강의노트 수능개념	수능 기출의 미래	수능연계교재의 VOCA 1800	수능완성 사용설명서	하루 6개 1등급 영어독해	만점마무리 봉투모의고사 시즌1
수학	수능 빌드업	기본서 수능 특강Q	수능특강Q 미니모의고사	수능연계 기출 Vaccine VOCA 2200		수능연계완성 3주 특강	만점마무리 봉투모의고사 시즌2 고난도
한국사 사회	수능특강 Light	eBook 전용	eBook 전용	수능 연계교재 수능특강 수능완성		수능특강Q 미니모의고사	고난도 논스톱 봉투모의고사
과학	수능 스타트	수능완성R 모의고사	수능완성R 모의고사			수능 등급을 올리는 변별 문항 공략	eBook 전용

구분	시리즈명	특징	난이도	영역
수능 입문	윤혜정의 개념의 나비효과 수능 편 + 워크북	개념부터 제대로 꼼꼼히 공부하는 수능 국어 개념	<input type="checkbox"/>	국어
	윤혜정의 패턴의 나비효과	수능 국어의 패턴 연습으로 부족한 약점 보완	<input type="checkbox"/>	국어
	수능 빌드업	개념부터 문항까지 한 권으로 시작하는 수능 특화 기본서	<input type="checkbox"/>	국/수/영
	수능특강 Light	수능 연계교재 학습 전 가볍게 시작하는 수능 도전	<input type="checkbox"/>	영어
	수능 스타트	2028학년도 수능 예시 문항 분석과 문항 연습	<input type="checkbox"/>	국/수/영/사/과
기출/연습	수능개념	EBS 대표 강사들과 함께하는 수능 개념 다지기	<input type="checkbox"/>	전 영역
	윤혜정의 기출의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 까다로운 국어 기출 완전 정복	<input type="checkbox"/>	국어
	수능 기출의 미래	올해 수능에 딱 필요한 문제만 선별한 기출문제집	<input type="checkbox"/>	전 영역
연계 + 연계 보완	수능특강Q 미니모의고사	매일 15분 연계교재 우수문항 풀이 미니모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영/사/과
	수능완성R 모의고사	과년도 수능 연계교재 수능완성 실전편 수록	<input type="checkbox"/>	수학
	수능특강	최신 수능 경향과 기출 유형을 반영한 종합 개념 학습	<input type="checkbox"/>	전 영역
	수능특강 사용설명서	수능 연계교재 수능특강의 국어·영어 지문 분석	<input type="checkbox"/>	국/영
	수능특강 문학 연계 기출	수능특강 수록 작품과 연관된 기출문제 학습	<input type="checkbox"/>	국어
	수능완성	유형·테마 학습 후 실전 모의고사로 문항 연습	<input type="checkbox"/>	전 영역
	수능완성 사용설명서	수능 연계교재 수능완성의 국어 지문 분석	<input type="checkbox"/>	국어
고난도	수능연계교재의 VOCA 1800	수능특강과 수능완성의 필수 중요 어휘 1800개 수록	<input type="checkbox"/>	영어
	수능연계 기출 Vaccine VOCA 2200	수능 - EBS 연계와 평가원 최다 빈출 어휘 선별 수록	<input type="checkbox"/>	영어
	하루 N개 1등급 국어독서/영어독해	매일 꾸준한 기출문제 학습으로 완성하는 1등급 실력	<input type="checkbox"/>	국/영
	수능연계완성 3주 특강	단기간에 끝내는 수능 1등급 변별 문항 대비	<input type="checkbox"/>	국/수/영
모의고사	박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴	박봄 선생님과 사회·문화 표 분석 문항의 패턴 연습	<input type="checkbox"/>	사회탐구
	수능 등급을 올리는 변별 문항 공략	EBS 선생님이 직접 선별한 고변별 문항 연습	<input type="checkbox"/>	수/영
	FINAL 실전모의고사	EBS 모의고사 중 최다 분량 최다 과목 모의고사	<input type="checkbox"/>	전 영역
	만점마무리 봉투모의고사 시즌1	실제 시험지 형태와 OMR 카드로 실전 연습 모의고사	<input type="checkbox"/>	전 영역
	만점마무리 봉투모의고사 시즌2 고난도	변별력 높은 수능까지 대비하는 실전 연습 모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영
	고난도 논스톱 봉투모의고사	어려운 시험에 익숙해지는 논스톱 훈련 모의고사	<input type="checkbox"/>	국·수·영
수능 직전보강 클리어 봉투모의고사	수능 직전 성적을 끌어올리는 마지막 모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영	
버티컬 모의고사 시즌1~4	고난도 문항 다수 수록 eBook 전용 모의고사	<input type="checkbox"/>	국/수/영	

memo