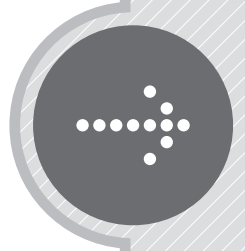


# 정답과 해설



# 01 생명 과학의 이해

## 2 수능 테스트

본문 14~16쪽

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤ 06 ② 07 ①  
08 ④ 09 ④ 10 ② 11 ① 12 ③

### 01 생명 과학의 특성

- ㉠. 생명 과학은 생명의 본질을 밝힐 뿐 아니라 연구 성과를 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합 학문이다.
- ㉡. 생명 과학에서는 생물을 구성하는 분자에서부터 생태계에 이르기까지 다양한 범위의 대상을 통합적으로 연구한다.
- ㉢. 심부전 환자를 위한 인공 심장을 개발한 것은 생명 과학과 공학이 연계된 사례에 해당한다.

### 02 생물의 특성

- ㉠. A는 금속과 플라스틱으로 구성되어 있고, B는 세포로 구성되어 있으므로 A는 강아지 로봇, B는 강아지이다.
- ㉡. 강아지(B)는 생물이므로 물질대사가 일어난다.
- ㉢. 강아지(B)가 낮선 사람이 다가오는 것을 보면 짖는다는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.

### 03 물질대사와 항상성

- ㉠. 생물은 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다. 벌새가 꿀을 섭취하여 활동에 필요한 에너지를 얻는 과정(㉠)에서 물질대사가 일어난다.
- ㉡. 붕어가 부족한 염분을 아가미를 통해 흡수하고, 뽕은 오줌을 배설하여 염분의 손실을 줄이는 것은 항상성에 해당한다.
- ㉢. 벌새(㉠)와 붕어(㉡)는 생물이므로 모두 세포로 구성된다.

### 04 생물의 특성

- ㉠. 더울 때 땀을 흘려 체온을 유지하는 것은 항상성에 해당한다.
- ㉡. 포도당을 물과 이산화 탄소로 분해하는 과정(㉡)에서 효소가 이용된다.
- ㉢. '적록 색맹인 어머니로부터 적록 색맹인 아들이 태어난다.'는 생식과 유전의 예에 해당한다.

### 05 생물의 특성

A와 B는 서로 다른 지역에 서식하지만 다른 동물을 잡아먹기에 적합한 날카로운 앞니와 송곳니를 가지고 있어 먹이의 가죽이나 근육을 찢기에 적합한 것은 적응과 진화에 해당한다.

- ㉠. 대장균이 분열법으로 번식하는 것은 생식에 해당한다.
- ㉡. 초파리의 유충이 번데기 시기를 거쳐 성충이 되는 것은 발생과 생장에 해당한다.
- ㉢. 사람이 더울 때 땀을 흘려 체온을 정상 수준으로 낮추는 것은 항상성에 해당한다.
- ㉣. 소나무가 물과 이산화 탄소를 흡수하여 포도당을 합성하는 것은 물질대사에 해당한다.
- ㉤. 더운 지방에 사는 사막여우가 체온 조절에 적합한 큰 귀를 갖고 있는 것은 적응과 진화에 해당한다.

### 06 생식과 유전, 자극에 대한 반응

- ㉠. 정상인 부모 사이에서 낮 모양 적혈구 빈혈증인 자녀가 태어나는 것은 생식과 유전에 해당한다. 파리지옥의 잎에 곤충이 앉으면 잎이 갑자기 접히는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.

### 07 바이러스의 특성

- (가)는 대장균, (나)는 박테리오파지이다.
- ㉠. 대장균(가)과 박테리오파지(나)는 모두 유전 물질인 핵산을 갖고 있다.
- ㉡. 생물인 대장균(가)은 세포로 구성되어 있지만, 바이러스인 박테리오파지(나)는 세포로 구성되어 있지 않다.
- ㉢. 대장균(가)은 독립적으로 물질대사를 하지만, 박테리오파지(나)는 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.

### 08 바이러스의 특징

- ㉠. ㉠은 세포 분열을 통해 스스로 증식하였고, ㉡은 숙주 세포와 함께 배양했을 때만 증식하였으므로 ㉠은 대장균, ㉡은 독감 바이러스이다.
- ㉢. 독감 바이러스(㉢)는 유전 물질인 핵산을 갖고 있으며, 숙주 세포 내에서 증식하는 과정에서 돌연변이가 나타날 수 있다.
- ㉣. 대장균(㉠)과 독감 바이러스(㉢)는 모두 단백질을 갖는다.

### 09 생명 과학의 탐구 방법

- ㉠. (가)는 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문에 대한 가설을 세우고, 이를 실험적으로 검증해 결론을 이끌어내므로 연역적 탐구 방법이고, (나)는 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 이끌어내므로 귀납적 탐구 방법이다.
- ㉡. 가설은 예측 가능해야 하며 실험이나 관측을 통해 옳은지 그른지 검증될 수 있어야 한다.
- ㉢. 여러 과학자가 세포설을 이끌어내는 과정에서 사용된 탐구 방법은 귀납적 탐구 방법(나)이다.

## 10 연역적 탐구 과정

㉔ 연역적 탐구 과정은 관찰 및 문제 인식 → 가설 설정(가) → 탐구 설계 및 수행(라) → 실험 결과 정리 및 분석(나) → 결론 도출(다) 순으로 이루어진다.

## 11 연역적 탐구 과정

ㄱ. (가)에서 가설을 설정했으며, (나)에서 대조 실험이 이루어졌으므로 이 탐구에는 연역적 탐구 방법이 이용되었다.

㉑. 연역적 탐구 방법에서는 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 해야 탐구 결과의 타당성이 높아진다. (나)에서 닭을 두 집단 I과 II로 나눠 한 집단에만 콜레라 백신을 접종한 것은 대조군과 실험군을 비교하는 대조 실험을 수행한 것이다.

ㄴ. 콜레라 백신을 접종한 닭은 콜레라에 걸리지 않는다는 결론을 내리기 위해서는 콜레라 백신을 접종한 I의 닭은 콜레라에 걸리지 않아야 하고, 콜레라 백신을 접종하지 않은 II의 닭은 콜레라에 걸려야 한다.

## 12 조작 변인과 종속변인

㉓. 조작 변인은 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이고, 통제 변인은 대조군과 실험군에서 모두 동일하게 유지하는 변인이다. 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인이다. A와 B에서 상추 씨의 개수와 온도는 같고, 빛의 파장이 다르므로 상추 씨의 개수와 온도는 통제 변인이고, 빛의 파장은 조작 변인이다. 빛의 파장에 따른 상추 씨의 발아율을 측정하였으므로 상추 씨의 발아율은 종속변인이다.

## 3 점 수능 테스트

본문 17~19쪽

01 ⑤ 02 ① 03 ③ 04 ⑤ 05 ① 06 ⑤

## 01 생물의 특성

A와 B가 서식하는 지역의 기온이 높아 체구에 비해 큰 귀를 갖는 것은 적응과 진화에 해당한다.

ㄱ. 효모가 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 것은 물질대사에 해당한다.

ㄴ. 식물의 씨가 발아하여 뿌리, 줄기, 잎으로 분화되는 것은 발생과 생장에 해당한다.

ㄷ. 혈중 포도당 농도가 증가하면 인슐린의 분비가 촉진되는 것은 항상성에 해당한다.

ㄹ. 지렁이에게 빛을 비추면 빛을 피해 어두운 곳으로 이동하는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.

⑤ 사막에 사는 선인장이 수분 손실을 막기 위해 잎이 가시로 변한 것은 적응과 진화에 해당한다.

## 02 바이러스의 특징

ㄱ. 다람쥐, 아메바, 코로나바이러스는 모두 핵산을 갖고 있고, 다람쥐와 아메바는 독립적으로 물질대사를 하며, 다람쥐는 다세포 생물이다. 따라서 A는 다람쥐, B는 아메바, C는 코로나바이러스이다.

㉑. 코로나바이러스(C)는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.

ㄴ. ㉑은 '다세포 생물이다.', ㉒은 '독립적으로 물질대사를 한다.',

㉓은 '핵산을 갖고 있다.'이다.

## 03 생물의 특성

㉑. 헬리코박터 파일로리가 요소를 암모니아와 이산화 탄소로 분해하는 것은 물질대사에 해당한다.

ㄱ. 헬리코박터 파일로리에 감염되었으면 날숨에  $^{13}\text{CO}_2$ 가 검출되어야 한다. 따라서 ㉑는 헬리코박터 파일로리에 감염되었고, ㉒는 헬리코박터 파일로리에 감염되지 않았다.

㉑. 세균인 헬리코박터 파일로리는 생물이므로 세포로 이루어져 있다.

## 04 생명 과학의 탐구 방법

대조 실험에서 조작 변인을 제외한 다른 독립변인을 모두 일정하게 유지하여야 한다.

㉑. (나)에서 생성된 포도당의 양이 많으면 말테이스의 활성도가 높다는 것을 알 수 있으므로 생성된 포도당의 양을 통해 말테이스의 활성도를 비교할 수 있다.

㉑. 독립변인 중 pH가 서로 다른 A, B, C의 실험 결과를 통해 말테이스의 활성도는 pH의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

㉑. A와 D는 독립변인 중 온도만 서로 다르므로 A와 D를 비교하면 온도가 말테이스의 활성도에 영향을 주는지 알 수 있다.

## 05 연역적 탐구 과정

㉑. (나)에서 A의 줄기의 내부 공간에 서식하는 개미가 B를 고사시킬 것이라는 가설을 설정했다.

ㄱ. (마)에서 A의 줄기의 내부 공간에 서식하는 개미(㉑)가 B를 고사시킨다는 결론을 내렸으므로 I은 ㉑의 접근을 차단하지 않은 집단(㉒)이고, II는 ㉑의 접근을 차단한 집단(㉓)이다.

ㄴ. 조작 변인은 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이고, 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인이다. 조작 변인은 ㉑의 접근 차단 여부이고, 종속변인은 B의 고사율이다.

### 06 생명 과학의 탐구 방법

- ㉠ 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 대조군을 설정하여 실험군과 비교하는 대조 실험을 해야 한다. I 은 실험군, II는 대조군이므로 자료에서 대조 실험이 수행되었다.
- ㉡ 조작 변인은 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이고, 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인이다. 조작 변인은 A의 감염 여부이고, 종속변인은 B에서 천적을 유인하는 이상행동을 보이는 개체의 비율이다.
- ㉢ 이 실험에서 조작 변인은 A의 감염 여부이고, 종속변인은 B에서 천적을 유인하는 이상행동을 보이는 개체의 비율이므로 이 실험을 통해 'A에 감염된 B는 천적을 유인하는 이상행동을 보일 것이다.'라는 가설을 검증할 수 있다.

## 02 생명 활동과 에너지

### 2 점 수능 테스트

본문 25~26쪽

- 01 ⑤ 02 ② 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 ④  
08 ②

#### 01 물질대사

- ㉠ 에너지가 흡수되는 (가)는 동화 작용이고, 에너지가 방출되는 (나)는 이화 작용이다.
- ㉡ ㉠이 ㉠으로 전환되는 (가)는 에너지가 흡수되는 반응이므로 1분자당 에너지량은 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㉢ ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 반응은 이화 작용인 (나)에 해당한다.

#### 02 물질대사

- ✕. (가)에서는 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 낮으므로 반응에서 에너지의 흡수가 일어났다. 따라서 (가)는 동화 작용이다.
- ㉠. (나)에서 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 높으므로 반응이 진행되면 에너지가 방출된다.
- ✕. DNA가 뉴클레오타이드로 분해되는 반응은 이화 작용에 해당한다.

#### 03 단백질 분해와 합성

- ㉠. (가)는 크고 복잡한 단백질이 작고 간단한 아미노산으로 분해되는 과정이므로 (가)에서 이화 작용이 일어난다.
- ㉡. 단백질의 에너지량은 아미노산의 에너지량보다 많으므로 (가)에서 에너지가 방출된다.
- ㉢. 사람에서 일어나는 단백질의 분해와 합성에는 모두 효소가 관여한다.

#### 04 세포 호흡

- ㉠. ㉠은 포도당을 이용한 세포 호흡에 사용되는  $O_2$ 이고, ㉡은 세포 호흡 결과 생성된 ATP이다.
- ㉢. ㉢은 ATP이다. ATP에는 인산과 인산을 연결하는 인산 결합이 있다.
- ✕. 세포 호흡 결과 포도당의 화학 에너지의 일부는 열에너지로 방출되고 일부는 ATP에 저장된다.

## 05 광합성과 세포 호흡

- ㉠ (가)는 광합성이 일어나는 엽록체, (나)는 세포 호흡에 관여하는 미토콘드리아이다. (가)에서 광합성 결과 포도당과  $O_2$ 가 생성되므로 ㉠은 포도당이고, ㉡은 광합성에 이용되는  $CO_2$ 이다.
- ㉢ (가)는 엽록체이다. 엽록체에서는 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 광합성이 일어난다.
- ㉣ (나)는 세포 호흡에 관여하는 미토콘드리아이다. 세포 호흡에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지 중 일부는 ATP가 합성되는 데 이용된다.

## 06 ATP의 분해와 합성

- ㉠ (가)는 인산기가 3개 있는 ATP이고, (나)는 인산기가 2개 있는 ADP이다. 근육 세포에서는 과정 ㉠이 일어나 방출되는 에너지가 근육 수축에 이용된다.
- ㉢ ㉠은 ADP가 ATP로 전환되는 과정이다. ADP와 무기 인산이 결합하여 인산 결합이 형성되면 ATP가 형성되므로 ㉢이 일어날 때 인산 결합이 형성된다.
- ㉣ 1분자당 에너지량은 인산 결합이 많은 ATP가 인산 결합이 적은 ADP보다 많다.

## 07 글리코젠 합성

- ㉣ 글리코젠은 포도당이 반복 연결되어 합성된 물질이므로 ㉠은 포도당이고, ㉡은 글리코젠이다.
- ㉢ 작고 간단한 물질인 포도당이 크고 복잡한 물질인 글리코젠으로 전환되는 과정이므로 (가)에서 동화 작용이 일어난다.
- ㉣ 소화계에 속하는 간에서는 포도당을 이용한 글리코젠 합성이 일어난다.

## 08 효모의 물질대사

- ㉣ A와 B를 동일한 온도에 두었으므로 발효관을 둔 온도는 조작 변인이 아닌 통제 변인에 해당한다.
- ㉣ 효모의 물질대사 결과 기체가 발생하므로 맹관부에 기체가 모인 발효관은 A이다.
- ㉣ A에서는 효모의 세포 호흡과 발효의 결과  $CO_2$ 가 생성되었다. 세포 호흡과 발효에서는 크고 복잡한 물질이 작고 간단한 물질로 분해되는 이화 작용이 일어난다.

## 01 글리코젠의 에너지 이용

- ㉠ (가)는 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정이고, (나)는 포도당이  $CO_2$ 와  $H_2O$ 로 분해되는 과정이므로 (가)와 (나)에서 모두 이화 작용이 일어난다.
- ㉢ 사람에서 포도당이 세포 호흡을 거쳐 최종 분해 산물로 전환되는 과정에는 효소가 관여한다.
- ㉣ (나)에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열에너지로 방출된다.

## 02 광합성과 세포 호흡

- ㉣ ㉠은  $CO_2$ 와  $H_2O$ 를 이용해 포도당을 합성하는 광합성이다.
- ㉢ ㉠은 포도당과  $O_2$ 를 이용하는 세포 호흡이다. 세포 호흡에서는 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지 중 일부는 ATP 합성에 이용되고, 나머지는 열에너지로 방출된다. 따라서 ㉢에서 ㉠이 일어난다.
- ㉣ ㉠은 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 이화 작용이다. 이화 작용이 일어날 때는 에너지가 방출된다.

## 03 녹말 분해

- ㉣ A에는 무즙을 넣고 B에는 넣지 않았으므로 무즙 첨가 여부는 조작 변인이다.
- ㉢ 무즙을 넣은 페트리 접시에서는 녹말이 모두 포도당으로 분해되었으므로 무즙에 녹말을 분해하는 효소가 있다.
- ㉣ 녹말이 포도당으로 분해되는 반응은 이화 작용이므로 에너지가 방출된다.

## 04 젖산균의 물질대사

- ㉠ (가)는 크고 복잡한 물질인 포도당이 작고 간단한 물질인 젖산으로 분해되는 과정이므로 (가)에서 이화 작용이 일어난다.
- ㉣ 젖산이 생성될수록 배지의 pH가 감소하므로 젖산의 생성량은 A가 B보다 적다. 그러므로 배지에 넣은 포도당 용액의 농도는 A가 B보다 낮다.
- ㉣ B에서 젖산이 생성될수록 pH가 감소하므로 pH가 감소할수록 포도당의 농도는 감소한다. 따라서 B에서 포도당의 농도는  $t_1$ 에서  $t_2$ 에서보다 높다.

## 05 효모의 물질대사

- ㉢ 효모에서 발생한 기체 성분들은 모두 맹관부로 모인다. 이 중 대부분은 효모의 세포 호흡과 발효를 통해 발생한 이산화 탄소이다.
- ㉣ I에서가 II에서보다 맹관부에 모인 기체의 양이 많으므로 I은 5% 포도당 용액을 넣어준 B이다.
- ㉣ B에서 기체가 발생한 것은 효모의 세포 호흡과 발효가 일어났기 때문이다. 세포 호흡과 발효는 이화 작용에 해당한다.

## 3 점 수능 테스트

본문 27~29쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ④

### 06 세포 호흡

- ✗. ATP 합성은 동화 작용에 해당한다.
- ㉠. 세포 호흡에 이용되는 ㉠은  $O_2$ 이고, 세포 호흡 결과 생성되는 ㉡은  $CO_2$ 이다.
- ㉢. 세포 호흡에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부는 ATP 합성에 이용된다.

## 03 물질대사와 건강

### 2 점 수능 테스트

본문 35~37쪽

- 01 ㉢ 02 ㉤ 03 ㉡ 04 ㉢ 05 ㉤ 06 ㉢ 07 ㉢  
08 ㉤ 09 ㉠ 10 ㉢ 11 ㉤ 12 ㉤

#### 01 소화계

A는 간, B는 위, C는 소장이다.

- ㉠. 간(A)에서 독성이 강한 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환된다.
- ㉡. 위(B)에서 소화 효소에 의한 이화 작용이 일어난다.
- ✗. 소장(C)에서 세포막을 통과 가능한 크기의 영양소가 흡수되는데, 녹말은 포도당으로 분해된 후 소장(C)의 용털로 흡수된다.

#### 02 배설계와 호흡계

(가)는 콩팥, 방광 등으로 구성된 배설계, (나)는 기관지, 폐 등으로 구성된 호흡계이다. A는 콩팥, B는 폐이다.

- ㉠. 과잉의 물은 콩팥(A)을 통해 오줌으로 배설된다. 따라서 콩팥(A)은 체내 수분량 조절에 관여한다.
- ㉡. 폐(B)를 통해 흡수된 산소의 일부는 콩팥(A)에서 세포 호흡에 사용된다.
- ㉢. 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소는 호흡계(나)를 통해 몸 밖으로 배출된다.

#### 03 배설계, 소화계, 순환계

A는 순환계, B는 배설계, C는 소화계이다.

- ✗. 암모니아가 요소로 전환되는 과정은 간에서 일어나므로 암모니아가 요소로 전환되는 과정에 소화계가 관여한다. 따라서 ㉠은 '㉠'이다.
- ㉡. 방광은 오줌을 배설하는 기관으로 배설계(B)에 속한다.
- ✗. 지방이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 물과 이산화 탄소가 있다. 암모니아(㉢)는 단백질이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물이다.

#### 04 세포 호흡과 노폐물 생성

- ㉠. 녹말이 포도당으로 분해되는 과정은 음식물 소화 과정으로 소화계에서 일어난다.
- ㉡. 세포 호흡에 이용되는 기체 ㉡은 산소( $O_2$ )이다.
- ✗. 포도당이 세포 호흡에 사용된 결과 생성된 노폐물에는 물과

이산화 탄소가 있다. 그러므로 ㉠은 이산화 탄소이고, 질소 노폐물이 아니다.

## 05 녹말, 지방, 단백질

ㄱ. 지방산으로 소화되는 A는 지방이고, 포도당으로 소화되는 B는 녹말이다. 그러므로 C는 단백질이다.

㉠. 지방은 지방산과 모노글리세리드로 분해된다. 그러므로 ㉠은 모노글리세리드이다.

㉡. C가 단백질이므로 ㉡은 아미노산이다. 아미노산(㉡)의 구성 원소에 질소(N)가 포함된다.

## 06 생콩즙 속 유레이스의 작용

생콩즙에 있는 유레이스는 효소를 분해하는 효소이고, 유레이스에 의해 효소가 분해되면 암모니아가 생성된다.

㉠. 생콩즙에는 효소를 분해하는 효소인 유레이스가 있다.

ㄱ. III에 생콩즙을 넣은 직후로부터 10분이 지날 때까지의 pH 변화가 없으므로 보리차에는 효소가 없다.

㉡. 생콩즙을 넣고 10분이 지났을 때 II와 IV 모두에는 효소가 분해되어 생성된 암모니아가 있다.

## 07 기관계의 통합적 작용

A는 배설계, B는 순환계, C는 소화계이다.

㉠. 순환계에서 배설계로 이동하는 물질에는 배설계의 세포 호흡에 필요한 O<sub>2</sub>도 포함되어 있다. 그러므로 ㉠에는 O<sub>2</sub>의 이동이 포함된다.

ㄱ. 오줌은 배설계에서 몸 밖으로 배출되는 것이고, 흡수되지 않은 물질(㉡)은 소화계를 통해 몸 밖으로 나가므로 오줌은 흡수되지 않은 물질(㉡)에 해당되지 않는다.

㉡. 아미노산이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물인 물, 암모니아, 이산화 탄소가 몸 밖으로 배출되는 데 배설계(A), 순환계(B), 소화계(C)가 모두 관여한다.

## 08 물질의 이동 경로

조직 세포에서 생성되어 폐를 통해 몸 밖으로 배출되는 물질 A는 이산화 탄소, 간에서 생성되어 콩팥을 통해 몸 밖으로 배출되는 물질 B는 요소이다.

㉠. 이산화 탄소(A)가 몸 밖으로 배출되는 과정에 혈관, 심장, 폐를 거치므로 이산화 탄소(A)가 몸 밖으로 배출되는 과정에 순환계와 호흡계가 모두 관여한다.

㉡. 요소(B)는 질소 노폐물로, 요소(B)의 구성 원소에 질소(N)가 포함된다.

㉢. 혈액의 단위 부피당 산소의 양은 폐로 들어가는 혈관인 폐동맥(㉠)에서 폐에서 나오는 혈관인 폐정맥(㉡)에서보다 적다.

## 09 에너지 대사와 균형

생명 활동을 정상적으로 유지하고 건강한 생활을 하려면 음식물 섭취로부터 얻는 에너지양과 활동으로 소비하는 에너지양 사이에 균형이 잘 이루어져야 한다.

㉠. 생명을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양인 (가)는 기초 대사량으로, 체중, 연령, 성별 등은 기초 대사량에 영향을 준다.

ㄱ. 기초 대사량(가)을 제외한 다양한 활동을 하는 데 필요한 에너지양인 (나)는 활동 대사량이다. 심장 박동에 필요한 에너지는 기초 대사량(가)에 포함된다.

ㄴ. 사람 A의 하루 평균 에너지 소비량은 2940 kcal이고, 하루 평균 에너지 섭취량은 2410 kcal이므로 이와 같은 상황이 지속되면 체중이 감소할 것이다. 사람 B의 하루 평균 에너지 소비량은 2706 kcal이고, 하루 평균 에너지 섭취량은 3560 kcal이므로 이와 같은 상황이 지속되면 체중이 증가할 것이다. 사람 C의 하루 평균 에너지 소비량은 4488 kcal이고, 하루 평균 에너지 섭취량은 4500 kcal이므로 에너지 균형을 이루고 있다. 이와 같은 상황이 지속될 경우 비만이 될 가능성이 가장 높은 사람은 A~C 중 B이다.

## 10 대사성 질환

㉠은 당뇨병이다.

㉡. 당뇨병은 인슐린의 분비가 정상보다 적거나, 인슐린이 제대로 작용하지 못해 발생한다. 인슐린이 정상보다 지속적으로 적게 분비되는 것은 당뇨병(㉠)의 원인에 해당한다.

ㄱ. 고혈압은 유전적 원인이 있거나, 잘못된 생활 습관에 의해 주로 발생한다. 고혈압은 비감염성 질환에 해당한다. 모기를 매개로 전염되는 질환에는 말라리아 등이 있다.

㉢. 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방과 같은 지질 성분이 혈관 내벽에 쌓이면 동맥벽의 탄력이 떨어지고 혈관의 지름이 좁아지는 동맥 경화의 원인이 된다.

## 11 세포 호흡과 기관계의 통합적 작용

㉠은 순환계, ㉡은 소화계, ㉢은 호흡계, ㉣은 배설계이다.

㉠ 세포 호흡(㉣)에서 다양한 효소가 이용된다.

㉡ 심장은 순환계(㉠)에 속한다.

㉢ 소화계(㉡)에서는 영양소가 세포막을 통과 가능한 크기로 분해되는 소화가 일어나므로, 소화계(㉡)에서 이와 작용이 일어난다.

㉣ 이산화 탄소는 호흡계(㉢)를 통해 몸 밖으로 배출된다.

ㄱ 배설계(㉣)를 통해 몸 안의 노폐물이 배출되고, 소화계(㉡)에서 흡수하지 못한 영양소는 소화계(㉡)를 통해 몸 밖으로 배출된다.

## 12 고지혈증

- ㉠. 혈관 내벽에 콜레스테롤이 쌓여 혈관의 지름이 좁아지는 질환은 고지혈증이다. A는 고지혈증이다.
- ㉡. 고지혈증(A)은 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환인 대사성 질환에 해당한다.
- ㉢. 고지혈증(A)은 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방과 같은 지질 성분이 많아 혈관 내벽에 쌓여 동맥벽의 탄력이 떨어진 질환이다. 고지혈증(A)을 가진 사람의 혈액 속에는 필요 이상의 지질이 존재한다.

### 3 점 수능 테스트

본문 38~41쪽

01 ㉡ 02 ㉤ 03 ㉠ 04 ㉢ 05 ㉤ 06 ㉢ 07 ㉤  
08 ㉤

## 01 물질대사와 기관계

(가)는 아미노산, (나)는 포도당이고, ㉠은 아미노산(가)에서만 생성되므로 암모니아이다. 아미노산(가)과 포도당(나)이 체내로 흡수되는 I은 소화계, ㉡와 ㉢은 각각 물 또는 이산화 탄소 중 하나이므로 물과 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출하는 II는 호흡계, 요소를 몸 밖으로 배출하는 III은 배설계이다. 호흡계(II)와 배설계(III)를 통해 몸 밖으로 배출되는 ㉤는 물이고, 나머지 ㉢은 이산화 탄소이다.

✗. 소화 과정을 통해 단백질은 아미노산으로, 녹말은 포도당으로 분해되므로 (가)는 아미노산, (나)는 포도당이다.

㉡. 소장의 용털에서 아미노산(가)과 포도당(나)이 체내로 흡수된다.

㉢. 소화계(I)에는 암모니아(㉠)가 요소로 전환되는 기관인 간이 포함되어 있다.

✗. ㉢은 호흡계(II)와 배설계(III) 중 호흡계(II)를 통해 몸 밖으로 배출되므로 이산화 탄소이다.

## 02 기관계의 통합적 작용

A에 속하는 기관의 예가 이자이므로 A는 소화계이다. 몸 밖에서 B로 O<sub>2</sub>가 들어가고, B에서 몸 밖으로 물질의 이동이 있으므로 B는 호흡계이고, B에 속하는 기관의 예인 ㉠은 폐이다. C에서 몸 밖으로 물질이 나가고 몸 밖에서 C로 들어오는 물질은 없으므로 C는 배설계이고, C에 속하는 기관의 예인 ㉡은 콩팥이다.

㉡. A는 소화계로, 지방이 지방산과 모노글리세리드로 분해된다.

㉢. 폐(㉠)에는 폐포가 있다.

㉤. 콩팥(㉡)에서 물과 요소와 같은 노폐물을 포함하는 오줌이 생

성된다.

## 03 노폐물의 생성과 제거

지방이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 물과 이산화 탄소가 있고, 단백질이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 물, 이산화 탄소, 암모니아(가)가 있다. 그러므로 지방과 단백질 중 하나의 영양소에서만 발생하는 (가)는 암모니아, 콩팥과 폐 모두에서 몸 밖으로 배출되는 (다)는 물이다. 그러므로 (나)는 이산화 탄소이다. 이산화 탄소가 몸 밖으로 배출되는 기관인 ㉠은 폐이므로, ㉡은 콩팥이다.

✗. 포도당이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 이산화 탄소(나)와 물(다)이 있고, 암모니아(가)는 단백질이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물이다.

㉢. 세포 호흡 결과 암모니아와 이산화 탄소 중 이산화 탄소만 생성되는 II는 단백질과 지방 중 지방이다. 지방은 소화계에서 지방산과 모노글리세리드로 분해된다.

✗. 콩팥(㉡)은 배설계에 속한다.

## 04 에너지 대사와 균형

생명 활동을 정상적으로 유지하고 건강한 생활을 하려면 음식물 섭취로부터 얻는 에너지양과 활동으로 소비하는 에너지양 사이에 균형이 잘 이루어져야 한다.

㉠. 기초 대사량은 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양으로, 호흡 운동으로 소비되는 에너지는 기초 대사량에 해당한다.

㉡. 하루 동안 에너지 섭취량은 A가 3118(300+481+243+780+320+616+284+94) kcal이고, B가 2346(300+176+145+300+194+481+750) kcal이다.

✗. 하루 동안 A의 에너지 섭취량은 3118 kcal이고, 에너지 소비량은 2500(1625+625+250) kcal이며, B의 에너지 섭취량은 2346 kcal이고, 에너지 소비량은 2440(1620+610+210) kcal이다. 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 이 상태로 지속되면 A의 체중은 증가하고, B의 체중은 약간 감소할 것이다.

## 05 혈액 순환 경로와 물질 이동 경로

A는 심장, B는 간, C는 소장이다. 몸 밖에서 폐를 통해 들어와 ㉠으로 이동하는 물질 (가)는 산소이고, 몸 밖에서 소장을 통해 들어온 물질 (다)는 포도당이다. 그러므로 (나)는 암모니아이다.

㉠. 산소(가)는 세포 호흡에 사용된다.

㉡. 암모니아(나)는 간(B)에서 독성이 약한 요소로 전환된다.

㉢. 포도당은 소장(가)에서 흡수되어 간으로 이동 후 심장으로 가서 폐를 거쳐 다시 심장으로 간 뒤 조직 세포로 이동하므로 'B → ㉠ → A → 폐 → ㉡ → A'는 ㉠에 해당한다.



## 06 요소 분해 실험

물과 요소 중 오줌과 날숨을 통해 몸 밖으로 배출되는 ㉠은 물이고, 오줌을 통해 몸 밖으로 배출되는 ㉡은 요소이다.

㉢. I ~ IV에서 생콩즙 첨가 여부가 다르므로 생콩즙의 첨가 여부는 조작 변인이다.

㉣. 실험에서 생콩즙에 있는 유레이스가 III의 요소와 IV의 요소를 암모니아로 분해한다. 그 결과 염기성인 암모니아에 의해 pH가 증가한다. 요소가 암모니아로 분해되는 과정은 이화 작용이므로 III과 IV에서는 모두 이화 작용이 일어난다.

㉤. 오줌에 생콩즙을 넣으면 요소 용액에 생콩즙을 넣었을 때와 같이 pH가 증가하는 실험 결과를 통해 오줌에 요소(㉡)의 포함 여부를 확인할 수 있다.

## 07 에너지 대사와 균형

㉠. I의 에너지 소비량과 에너지 섭취량이 그림과 같이 일정 기간 지속되었을 때 I은 체중이 증가했으므로 A는 에너지 섭취량, B는 에너지 소비량이다. 그러므로 ㉠은 B이다.

㉡. I과 II의 에너지 소비량과 에너지 섭취량이 그림과 같이 일정 기간 지속되었을 때(㉢) I은 체중이 증가했고 II는 체중 변화가 없으므로 비만이 될 가능성이 높은 사람은 I과 II 중 I이다.

㉣. 대사성 질환에는 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등이 있다. 당뇨병은 대사성 질환(㉣)에 해당한다.

## 08 기관계의 통합적 작용

(가)는 녹말, (나)는 단백질이다. 호흡계와 배설계(A)를 통해 몸 밖으로 배출되는 ㉠은 물이고, 나머지 ㉡은 암모니아이다.

㉢. 물(㉢)의 구성 원소에는 수소(H), 산소(O)가 있다.

㉣. 녹말(가)의 기본 구성 단위는 포도당으로, 포도당은 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로만 구성되어 있다.

㉤. 소화계(B)에서 단백질(나)이 아미노산으로 분해된다.

## 04 자극의 전달

### 2점 수능 테스트

본문 52~55쪽

01 ④ 02 ② 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ④ 07 ②  
08 ⑤ 09 ① 10 ② 11 ③ 12 ① 13 ① 14 ③  
15 ⑤ 16 ④

## 01 뉴런의 구조

㉠은 신경 세포체, ㉡은 랑비에 결절, ㉢은 말미집이다.

㉤. 이 뉴런은 말미집 뉴런이므로 축삭 돌기에서의 활동 전위는 랑비에 결절(㉣)에서만 발생한다. 따라서 말미집인 ㉢에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.

㉣. 시냅스에서 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기 또는 신경 세포체로만 전달된다. 신경 전달 물질 수용체의 밀도는 가지 돌기(A)에서가 축삭 돌기 말단(B)에서보다 크다.

㉤. ㉢은 슈반 세포가 축삭 돌기를 반복적으로 감아 형성된 말미집이다.

## 02 뉴런의 종류

(가)는 원심성 뉴런(운동 뉴런), (나)는 연합 뉴런, (다)는 구심성 뉴런(감각 뉴런)이다.

㉤. 신경 세포체가 축삭 돌기의 중간에 있는 (다)는 구심성 뉴런(감각 뉴런)이고, (가)는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이다.

㉣. 구심성 뉴런(다)과 원심성 뉴런(가)을 연결하는 (나)는 연합 뉴런으로 중추 신경계인 뇌와 척수를 구성한다.

㉤. 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기 방향으로 전달되지만 반대 방향으로는 전달되지 않는다. 그러므로 (나)에서 발생한 활동 전위는 (가)로는 전달되지만, (다)로는 전달되지 않는다.

## 03 흥분의 전도와 전달

㉢. A에 역시 이상의 자극이 주어질 경우 활동 전위가 발생하면 흥분이 전도되어 B에서 활동 전위가 발생하고 시냅스 이후 뉴런인 (나)에도 흥분이 전달되어 말미집이 없는 D에서도 활동 전위가 발생한다.

㉣. (가)는 민말미집 신경이고, (나)는 말미집 신경이다. 말미집 신경에서는 도약전도가 일어나 흥분 전도 속도가 민말미집 신경에서의 흥분 전도 속도보다 빠르다. 그러므로 구간 B~C에서보다 구간 D~E에서가 흥분 전도 속도가 빠르다.

㉔. 말아집 신경(나)의 축삭 돌기에서는 람비에 결절에서만 활동 전위가 발생하는 도약전도가 일어난다.

### 04 활동 전위

- ㉑. 구간 I 은 휴지 전위 상태로 이 상태를 유지하는 데  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프가 이용되며,  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프의 작동에는 ATP가 사용된다.
- ㉒. 구간 II 에서 탈분극이 일어나며, 세포 안으로 확산되는 이온은  $\text{Na}^+$ 이다.
- ㉓. 구간 III에서는  $\text{K}^+$  통로를 통한  $\text{K}^+$ 의 세포 밖 유출로 재분극이 일어난다.

### 05 이온의 분포

- ㉑. 신경 세포에서  $\text{Na}^+$  농도는 세포 안보다 세포 밖이,  $\text{K}^+$  농도는 세포 밖보다 세포 안이 높게 유지된다. 따라서 ㉑은 세포 안이고, ㉒은 세포 밖이다.
- ㉓.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프가 작동하면  $\text{Na}^+$ 을 세포 안(㉑)에서 세포 밖(㉒)으로,  $\text{K}^+$ 을 세포 밖(㉒)에서 세포 안(㉑)으로 이동시킴으로써  $\text{Na}^+$ 의 농도는 세포 안보다 세포 밖이 높게,  $\text{K}^+$ 의 농도는 세포 밖보다 세포 안이 높게 유지되도록 한다.
- ㉔. 탈분극이 일어날 때  $\text{Na}^+$ 은 세포 밖(㉒)에서 세포 안(㉑)으로 확산되므로 세포 밖(㉒)의  $\text{Na}^+$  농도는 감소하고, 세포 안(㉑)의  $\text{Na}^+$  농도는 증가한다.

따라서 탈분극이 일어날 때  $\frac{\text{㉑에서의 } \text{Na}^+ \text{ 농도}}{\text{㉒에서의 } \text{Na}^+ \text{ 농도}}$ 는 감소한다.

### 06 이온의 막 투과도

- 활동 전위가 발생할 때 막 투과도는  $\text{Na}^+$ 이  $\text{K}^+$ 보다 먼저 높아진다. 따라서 ㉑은  $\text{Na}^+$ 이고, ㉒은  $\text{K}^+$ 이다.
- ㉓. 구간 I에서는  $\text{Na}^+$ (㉑)의 막 투과도가 커지면서  $\text{Na}^+$ 이 세포 밖에서 안으로 확산된다. 따라서  $\text{Na}^+$ (㉑)의 농도는 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높다.
- ㉔. 구간 I에서  $\text{Na}^+$ (㉑)은  $\text{Na}^+$  통로를 통해 세포 안으로 유입되므로 막전위가 상승한다.
- ㉕. 구간 II는 재분극이 일어나는 구간으로  $\text{K}^+$ (㉒)이 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다.

### 07 흥분의 전달

- 흥분은 항상 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체로만 전달된다.
- ㉑. A에 역치 이상의 자극이 주어지면 활동 전위는 7개의 뉴런 중 A에만 발생한다.
- ㉒. B에 역치 이상의 자극이 주어지면 활동 전위는 7개의 뉴런 중 6개의 뉴런에 발생한다.

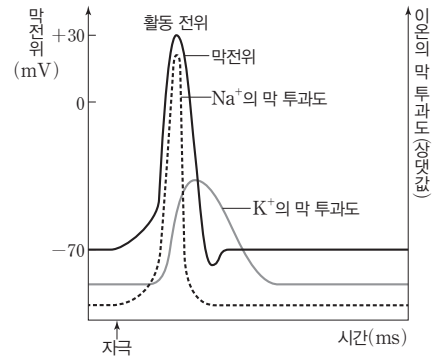
- ㉓. C에 역치 이상의 자극이 주어지면 활동 전위는 7개의 뉴런 중 3개의 뉴런에 발생한다.
- ㉔. D에 역치 이상의 자극이 주어지면 활동 전위는 7개의 뉴런 중 D에만 발생한다.
- ㉕. E에 역치 이상의 자극이 주어지면 활동 전위는 7개의 뉴런 중 2개의 뉴런에 발생한다.

### 08 흥분의 전달

- ㉑. 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기 또는 신경 세포체 방향으로 전달되며 그 반대 방향으로는 전달되지 않는다. 따라서 ㉑은 I의 A 지점이다. 뉴런 사이에 시냅스를 통한 흥분 전달 속도는 하나의 뉴런 내에서 일어나는 흥분 전도 속도보다 느리다. 따라서 ㉒은 I의 C 지점, ㉓은 II의 C 지점이다.
- ㉔. I의 C 지점(㉒)과 II의 A 지점에서의 막전위 변화는 같고,  $t_1$ 일 때 막전위는 상승하고 있으므로 두 지점 모두에서 탈분극이 일어나고 있다.
- ㉕. 흥분 전달은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기 또는 신경 세포체 방향으로 이루어지므로 신경 전달 물질의 분비량은 축삭 돌기 말단(㉑)에서가 가지 돌기(㉒)에서보다 많다.

### 09 흥분의 전도

그림은 막전위와 이온의 막 투과도 변화를 나타낸 것이다.



- $t$ 일 때 Q에서는 ㉑의 막 투과도는 감소하고 있고, ㉒의 막 투과도는 증가하고 있다고 하였으므로 Q는 재분극 과정에 있고, ㉑은  $\text{Na}^+$ 이며, ㉒은  $\text{K}^+$ 인 것을 알 수 있다.
- ㉓. 자극이 주어지고  $t$ 일 때 P에서는  $\text{Na}^+$ (㉑)이 세포 안으로 유입되고 있으므로 탈분극이 일어나고 있고, Q에서는 재분극이 일어나고 있으므로 자극은 Q에 주어졌다.
- ㉔. P에서  $\text{Na}^+$ (㉑)의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높다.
- ㉕.  $t$ 일 때 Q는 재분극 과정에 있으므로 막전위가 하강하고 있다.

### 10 흥분의 전달

- ✗ 흥분의 전달은 시냅스 이전 뉴런에서 신경 전달 물질이 분비 되고, 신경 전달 물질의 자극으로 시냅스 이후 뉴런에서는  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 유입됨으로써 이루어진다. 따라서 (가)는 시냅스 이후 뉴런이고, (나)는 시냅스 이전 뉴런이다. 그러므로 흥분은 (나)에서 (가)로 전달된다.
- 신경 전달 물질(㉠)의 분비를 억제하면 시냅스 이후 뉴런(가)에서의 활동 전위 발생이 억제되므로 흥분 전달이 억제된다.
- ✗ ㉠은 신경 전달 물질이고, ㉡은  $\text{Na}^+$ 이다.

### 11 골격근의 구조

- ㉠은 근육 원섬유(㉡)를 포함하는 근육 섬유이다.
- ㉢는 I대이므로 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉣는 A대이므로 마이오신 필라멘트가 있는 부분이다.
- ✗ 근육 원섬유(㉡)를 현미경으로 관찰하면 I대(㉢)는 밝게, A대(㉣)는 어둡게 보인다.

### 12 근육 원섬유 구조

- ㉠은 A대, ㉡은 I대이다.
- ㉢ 골격근은 밝게 보이는 부분과 어둡게 보이는 부분이 교대로 나타나는 가로무늬근이다.
- ✗ 핵을 가지는 것은 세포인 근육 섬유이고, 근육 원섬유는 근육 섬유 내부 구조의 일부이다.
- ✗ 골격근이 수축하여 X의 길이가 줄어들더라도 어둡게 보이는 부분(㉢)의 길이는 일정하다.

### 13 근육 원섬유의 단면 구조

- I에는 액틴 필라멘트의 단면만 보이므로 ㉠의 단면이고, II에는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 단면이 모두 보이므로 ㉡의 단면이다.
- ✗ ㉢는 밝게 보이는 I대 가운데에 있으므로 Z선이다.
- ✗ ㉣는 굵기가 얇으므로 액틴 필라멘트이고, 굵기가 굵은 것은 마이오신 필라멘트이다.

### 14 근육의 수축과 이완

- ㉠과 ㉡은 모두 골격에 붙어 있으므로 골격근에 해당한다.
- ✗ 근육 ㉠은 (가)일 때 수축하고, (나)일 때 이완한다. 근육이 수축하면 근육 원섬유의 길이는 짧아지므로 I대와 H대의 길이는 모두 짧아진다. 근육이 이완하면 근육 원섬유의 길이는 길어지므로 I대와 H대의 길이는 모두 길어진다.
- 굽혔던 팔을 펴면 ㉠은 이완하고, ㉡은 수축한다. 근육이 수축하면 근육 원섬유의 길이는 짧아진다.

### 15 활주설

- (가)는 근육이 수축할 때, (나)는 근육이 이완할 때 근육 원섬유 마디 X의 변화이다.
- 근육이 이완할 때 (나)와 같은 변화를 보이며, 근육이 이완하면 I대와 H대의 길이는 늘어난다.
- 근육의 수축과 이완에 따라 근육 원섬유 마디의 길이가 변할 때 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이는 변하지만 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 길이는 변하지 않는다.

### 16 골격근의 수축 원리

마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분(㉢)의 길이가  $t_1$ 일 때는  $0.4 \mu\text{m}$ 이고,  $t_2$ 일 때는  $0.1 \mu\text{m}$ 로  $0.3 \mu\text{m}$  감소한다. 이처럼 ㉢의 길이가 감소하는 경우는 근육이 이완할 때이다. ㉢의 길이가  $0.3 \mu\text{m}$ 만큼 감소하면 X의 길이는  $0.6 \mu\text{m}$ 만큼 증가한다. 이에 따라 제시된 표를 완성하면 다음과 같다.

시점	길이( $\mu\text{m}$ )		
	X	A대	㉢
$t_1$	2.0	?(1.6)	0.4
$t_2$	?(2.6)	1.6	0.1

- ✗ X의 길이는  $t_1$ 일 때  $2.0 \mu\text{m}$ 이고,  $t_2$ 일 때  $2.6 \mu\text{m}$ 로  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 짧다.
- A대는 마이오신 필라멘트가 있는 부분으로 근육이 수축하거나 이완하더라도 그 길이는 일정하다. 따라서 A대의 길이는  $t_2$ 일 때  $1.6 \mu\text{m}$ 이므로,  $t_1$ 일 때에도  $1.6 \mu\text{m}$ 이다.
- A대에서 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분을 제외한 부분이 H대이다.  $t_2$ 일 때 A대의 길이는  $1.6 \mu\text{m}$ 이고, ㉢의 길이가  $0.1 \mu\text{m}$ 이므로 H대의 길이는  $1.6 \mu\text{m} - (0.1 \mu\text{m} \times 2) = 1.4 \mu\text{m}$ 이다.

### 3 점 수능 테스트

본문 56~62쪽

- 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ③ 04 ⑤ 05 ① 06 ③ 07 ④  
08 ② 09 ④ 10 ① 11 ⑤ 12 ①

### 01 이온의 막 투과도

- ㉠은  $\text{Na}^+$ , ㉡은  $\text{K}^+$ 이다.
- 활동 전위가 발생할 때 막 투과도가 먼저 높아지는 이온은  $\text{Na}^+$ 이므로 ㉠은  $\text{Na}^+$ , ㉡은  $\text{K}^+$ 이다.
- $\text{Na}^+$ 은 활동 전위가 발생할 때 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다. 따라서 I은 세포 안이고, II는 세포 밖이다.

㉔.  $t_2$ 일 때  $K^+$ 의 막 투과도가 최대이므로 재분극 과정에 있다.

### 02 흥분의 전달

제시된 흥분의 전달 과정을 순서대로 완성하면 다음과 같다.

(마) 활동 전위가 뉴런 A의 축삭 돌기 말단에 도달한다.

(다) 뉴런 A의 시냅스 소포가 세포막과 융합한다.

(라) 시냅스 소포의 신경 전달 물질(㉑)이 시냅스 틈으로 분비된다.

(가) 신경 전달 물질(㉑)이 뉴런 B의 신경 전달 물질 수용체(㉒)와 결합한다.

(나)  $Na^+$ (㉓)이 유입되어 뉴런 B에 활동 전위가 발생한다.

㉑. 흥분이 전달되는 과정을 순서대로 나열하면 (마) → (다) →

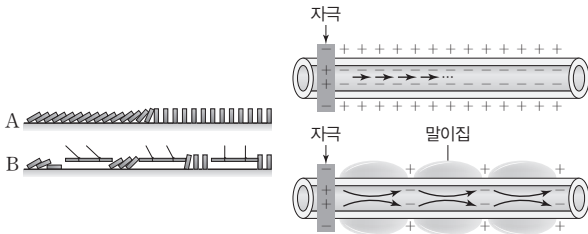
(라) → (가) → (나)이다.

㉒. 신경 전달 물질(㉑)은 시냅스 틈에서 확산으로 이동한다.

㉓. ㉑은 신경 전달 물질, ㉒은 신경 전달 물질 수용체, ㉓은  $Na^+$ 이다.

### 03 흥분 전도 속도

A는 민말이집 신경, B는 말이집 신경에 해당한다.



㉑. 도미노 패말이 차례로 넘어지는 것은 활동 전위가 축삭 돌기를 따라 전도되는 것을 나타낸 것이다.

✕. 말이집 신경에서는 활동 전위가 말이집을 뛰어넘어 랭비에 결절에서만 발생하는 도약전도가 일어나므로 흥분 전도 속도는 말이집 신경이 민말이집 신경에서보다 빠르다. A와 B의 첫 번째 도미노 패말을 동시에 넘어뜨린다면 마지막 도미노 패말은 B에서가 A에서보다 먼저 넘어진다.

㉒. B에서 도미노 패말을 밀 수 있도록 장치한 막대(㉑)는 말이집 신경에서 말이집과 같은 기능을 하도록 고안한 것이다.

### 04 흥분의 전도

$d_1$ 에 역치 이상의 자극이 주어지고  $d_1$ 에서의 막전위는 2 ms일 때 +30 mV, 3 ms일 때 -80 mV, 4 ms와 5 ms일 때는 모두 -70 mV이다. 따라서 ㉑ 지점이  $d_1$ 이고, I이 3 ms, III은 2 ms, II와 IV는 각각 4 ms와 5 ms 중 하나이다. ㉒ 지점에서의 막전위는 II일 때 +30 mV이고, IV일 때 -50 mV이므로 II가 5 ms, IV는 4 ms이다. II일 때 막전위는 ㉒ 지점이 +30 mV이고, ㉓ 지점이 -74 mV이므로 ㉒ 지점이 ㉓ 지점보

다 자극이 주어진 지점으로부터 멀리 떨어져 있다. 따라서 ㉒ 지점이  $d_3$ 이고, ㉓ 지점이  $d_2$ 이다.

이 내용을 바탕으로 표를 완성하면 다음과 같다.

지점	막전위(mV)			
	I (3 ms)	II (5 ms)	III (2 ms)	IV (4 ms)
㉑( $d_1$ )	-80	?(-70)	+30	-70
㉒( $d_3$ )	?(-70)	+30	-70	-50
㉓( $d_2$ )	0	-74	?(-70~-50 사이의 값)	?(0)

㉑. ㉓은  $d_2$ 이다.

㉒. IV는 4 ms이다.

㉓. 역치 이상의 자극이 주어지고  $d_1$ 로부터 6 cm 떨어진 ㉒ 지점( $d_3$ )에서 5 ms가 지난 시점에 막전위는 +30 mV이다. 즉, 흥분이 ㉒ 지점( $d_3$ )에 도달하고 2 ms가 지난 시점이므로 흥분도 도달하는 데 3 ms가 걸렸다. 따라서 흥분 전도 속도는  $\frac{6 \text{ cm}}{3 \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$ 이다.

### 05 흥분의 전도

(가)는 재분극 과정에 있을 때, (나)는 탈분극 과정에 있을 때, (다)는 분극 상태에 있을 때의 이온과 막단백질이다.

㉑. (다)에서 ㉑과 ㉒은 막단백질에 의해 교차하여 세포 안과 세포 밖으로 이동하고 있으므로 이 막단백질은  $Na^+ - K^+$  펌프임을 알 수 있다.  $Na^+ - K^+$  펌프는  $Na^+$ 을 세포 안에서 세포 밖으로,  $K^+$ 을 세포 밖에서 세포 안으로 이동시키므로 ㉑은  $K^+$ 이고, ㉒은  $Na^+$ 이다.

✕. (가)에서  $K^+$ (㉑)은 세포 안에서 세포 밖으로 확산되고 있으므로 재분극 과정에 있을 때이다.

✕. (나)에서  $Na^+$ (㉒)이 세포 밖에서 세포 안으로 이동하는 것은 탈분극이 일어날 때의 현상으로  $Na^+$ (㉒)이 이온 통로를 통해 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 확산되는 것이므로 ATP를 사용하지 않는다.

### 06 도약전도

㉑. (가)의 구간 I에서만 흥분이 발생하고, 구간 II에서는 흥분이 발생하지 않고 있으므로 구간 I은 말이집에 싸여 있지 않아서 활동 전위가 발생하는 랭비에 결절이 있는 부위이고, 구간 II는 말이집에 싸여 있어서 활동 전위가 발생하지 않는 부위이다. 따라서 X는 말이집을 가지고 있다.

㉒. 활동 전위는 I과 II 중 말이집에 싸여 있지 않은 I에서만 발생한다.

✕. (나)는 축삭 돌기의 바깥쪽을 얇은 슈반 세포가 겹겹이 둘러싸고 있는 부위의 단면이므로 P로부터의 거리가  $d_2$ 인 지점에서의 축삭 돌기 단면 모습이다.

## 07 흥분의 전도

$d_1$ 에 역치 이상의 자극을 주고 4 ms가 지난 시점에서의 막전위를 측정할 때 흥분 전도 속도가 2 cm/ms인 신경에서는 각 지점에서의 막전위가  $d_1$ 에서  $-70$  mV,  $d_2$ 에서  $-80$  mV,  $d_3$ 에서  $+30$  mV,  $d_4$ 에서  $-50$  mV,  $d_5$ 에서  $-70$  mV이다.

흥분 전도 속도가 4 cm/ms인 신경에서는 각 지점에서의 막전위가  $d_1$ 에서  $-70$  mV,  $d_2$ 에서  $-70$  mV와  $-80$  mV 사이,  $d_3$ 에서  $-80$  mV,  $d_4$ 에서  $0$  mV,  $d_5$ 에서  $+30$  mV이다. 표에서 신경 A에 역치 이상의 자극이 주어지고 4 ms일 때 I에서의 막전위가  $0$  mV이므로 신경 A에서의 흥분 전도 속도는 4 cm/ms이며, I은  $d_4$ 이다. 그리고 막전위가  $-70$  mV인 IV는  $d_1$ , 막전위가  $-80$  mV인 V는  $d_3$ 이다. II는  $d_2$ 이고, 이때의 막전위는 약  $-74$  mV가 된다. 흥분 전도 속도가 2 cm/ms인 신경 B에서 I에서의 막전위는  $-50$  mV, IV에서의 막전위는  $-70$  mV, V에서의 막전위는  $+30$  mV이다.

이를 바탕으로 표를 완성하면 다음과 같다.

신경	4 ms일 때 측정된 막전위(mV)				
	I ( $d_4$ )	II ( $d_2$ )	III ( $d_5$ )	IV ( $d_1$ )	V ( $d_3$ )
A (4 cm/ms)	0	? (약 $-74$ )	㉔( $+30$ )	$-70$	$-80$
B (2 cm/ms)	?( $-50$ )	$-80$	$-70$	?( $-70$ )	㉕( $+30$ )

✕. I은  $d_4$ 이다.

㉔. ㉔와 ㉕는 모두  $+30$  mV로 막전위는 같다.

㉕. B의  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 5 ms일 때  $d_5$ (III)에서의 막전위는  $-50$  mV로 탈분극 과정에 있다. 그러므로 ㉕이 5 ms일 때 B의  $d_5$ (III)에서는 세포 안으로의  $\text{Na}^+$  유입이 일어나고 있다.

## 08 흥분의 전도와 전달

✕.  $d_3$ 에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이  $t$ 일 때  $d_3$ 에서 떨어진 거리가 2배 차이가 나는  $d_1$ 과  $d_2$ 에서의 막전위가 모두  $-55$  mV이므로  $d_3$ 에서 거리가 가까운  $d_2$ 에서의 막전위는 재분극 과정에서의  $-55$  mV이고, 거리가 먼  $d_1$ 에서의 막전위는 탈분극 과정에서의  $-55$  mV이다. 재분극 과정에 있는 지점에서의  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는 탈분극 과정에 있는 지점에서의  $\text{K}^+$ 의 막 투과도보다 높으므로  $t$ 일 때  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는  $d_1$ 에서가  $d_2$ 에서보다 낮다.

✕.  $d_2$ 와  $d_4$ 는 자극이 주어진  $d_3$ 에서 떨어진 거리가 같고,  $t$ 일 때 막전위도  $-55$  mV로 같지만 흥분 전도 속도는 흥분 전달 속도보다 빠르다고 하였으므로  $d_2$ 는 재분극 과정에 있고,  $d_4$ 는 탈분극 과정에 있다.

㉔.  $d_1$ 과  $d_4$ 는 모두 탈분극 과정에서 막전위가  $-55$  mV로 같으

므로 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간이 같지만  $d_3$ 에서  $d_1$ 까지의 거리는 2 cm이고,  $d_3$ 에서  $d_4$ 까지의 거리는 1 cm이다.  $d_3$ 에서  $d_1$ 까지의 거리가  $d_4$ 까지의 거리의 2배이므로  $d_3$ 에서  $d_1$ 까지의 흥분 이동 속도는  $d_3$ 에서  $d_4$ 까지의 흥분 이동 속도의 2배이다.

## 09 자극의 세기와 활동 전위

✕. 실험 I의 결과, Q에서 막전위가  $+30$  mV가 되는 시점(가)에서는  $t_2$ 이고, (나)에서는  $t_2$ 보다 앞선 시점이다. 따라서 흥분 전도 속도는 (가)에서가 (나)에서보다 느리다.

㉔. (가)에 자극 ㉔을 1회 준 후 Q에서 활동 전위가 발생한다. 따라서 자극 ㉔의 세기는 역치 이상임을 알 수 있다. 반면에 (가)에 자극 ㉔을 1회 준 후 Q에서의 막전위를 측정하면 막전위가 휴지 전위 상태를 계속 유지하는 것을 알 수 있다. 따라서 자극 ㉔이 주어졌을 때 활동 전위가 발생하지 않았으므로 자극 ㉔의 세기는 역치보다 작다. 따라서 자극의 세기는 ㉔이 ㉕보다 크다.

㉕. 자극 ㉕은 역치 미만의 자극이어서 P 지점에서는 조금의 막전위 변화만을 보일 뿐 활동 전위가 발생하지 않았다. P에서 활동 전위가 발생하지 않았기 때문에 Q에서도 활동 전위가 발생하지 않고 휴지 전위가 유지되고 있다.

## 10 골격근의 수축 원리

X의 구조에서 ㉔의 길이를  $x$ , ㉕ 중 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이를  $y$ , H대의 길이를  $z$ 라 하면 표에서  $t_1$ 일 때의 값을 바탕으로 다음의 3가지 식을 얻을 수 있다.

$$2x + 2y + z = 2.6 \quad \dots \text{㉔}$$

$$2y + z - x = 1.1 \quad \dots \text{㉕}$$

$$y = 0.7 \quad \dots \text{㉖}$$

이 방정식을 풀면  $x = 0.5$ ,  $y = 0.7$ ,  $z = 0.2$ 를 구할 수 있다.

그리고  $t_2$ 일 때 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분(㉕-H대)의 길이가  $0.4 \mu\text{m}$ 로  $t_1$ 일 때보다  $0.3 \mu\text{m}$  감소하였으므로 X의 길이는  $0.6 \mu\text{m}$  늘어난  $3.2 \mu\text{m}$ 가 되고, ㉔의 길이는  $0.3 \mu\text{m}$  늘어난  $0.8 \mu\text{m}$ 가 되므로 A대-㉔은  $0.3 \mu\text{m}$  감소한  $0.8 \mu\text{m}$ 가 된다.

이를 바탕으로 표를 완성하면 다음과 같다.

(단위:  $\mu\text{m}$ )

시점	X의 길이	A대-㉔	㉕-H대
$t_1$	2.6	1.1	0.7
$t_2$	㉔(3.2)	㉕(0.8)	0.4

㉔. ㉔ = 3.2, ㉕ = 0.8이므로 ㉔ + ㉕ = 4.0이다.

✕. 위의 방정식에서의 미지수  $x$ 는 ㉔의 길이로  $t_1$ 일 때  $0.5 \mu\text{m}$ 이다.

✕.  $t_1$ 일 때 X의 길이는  $2.6 \mu\text{m}$ 이고,  $t_2$ 일 때 X의 길이는  $3.2 \mu\text{m}$ 로  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 골격근은 수축한 상태이다. 따라서 ㉔의 길이는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 짧다.

### 11 골격근의 수축 원리

㉠. ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이므로 단면은 얇은 굵기의 필라멘트만 보이는 II, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이므로 단면은 2종류의 필라멘트가 모두 보이는 I, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이므로 단면은 굵은 굵기의 필라멘트만 보이는 III이다.

㉣. 표에서 단면이 II와 같은 부분(㉠)의 길이가  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.2 \mu\text{m}$  짧아졌으므로 단면이 I과 같은 부분(㉡)의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.2 \mu\text{m}$  길어지고, 단면이 III과 같은 부분(㉢)의 길이는  $0.4 \mu\text{m}$  짧아진다. 따라서 ㉠=0.5, ㉡=0.6이므로, ㉠+㉡=1.1이다.

표를 완성하면 다음과 같다.

(단위:  $\mu\text{m}$ )

시점	㉠~㉡ 중 단면이 I과 같은 부분의 길이(㉡의 길이)	㉠~㉢ 중 단면이 II와 같은 부분의 길이(㉠의 길이)	㉠~㉢ 중 단면이 III과 같은 부분의 길이(㉢의 길이)
$t_1$	0.3	0.7	1.0
$t_2$	㉠(0.5)	0.5	㉢(0.6)

㉤. 단면이 III과 같은 부분(㉢)은 H대로, H대 길이의 변화만큼 X의 길이 변화가 나타난다. 따라서 단면이 III과 같은 부분(㉢)의 길이가  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다  $0.4 \mu\text{m}$  길기 때문에 X의 길이도  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다  $0.4 \mu\text{m}$  길다.

### 12 골격근의 수축 원리

㉠. ㉠~㉢ 중 하나는 X의 길이이다. 그런데 ㉠~㉢은 모두  $t_1$ 일 때가  $t_0$ 일 때보다 크므로 X의 길이는  $t_0$ 일 때보다  $t_1$ 일 때가 길다. 그러므로 X는 팔을 굽혔을 때 근육이 이완하는 근육 II를 구성한다.

✕. 만약 X의 길이가  $0.2 \mu\text{m}$  길어지면 ㉠의 길이는  $0.1 \mu\text{m}$ , ㉡의 길이는  $0.2 \mu\text{m}$  길어지며, ㉢의 길이는  $0.1 \mu\text{m}$  짧아진다. 이 경우  $2(\text{㉠의 길이} + \text{㉡의 길이})$ 는 X가 길어진 길이의 3배만큼 길어지며,  $2(\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이})$ 는 X가 길어진 길이만큼 길어진다. 따라서 ㉡와 ㉢의 증가한 길이보다 3배 길이가 증가한 ㉠은  $2(\text{㉠의 길이} + \text{㉡의 길이})$ 이고, ㉡와 ㉢은 각각 X의 길이와  $2(\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이})$  중 하나가 된다. 문제의 조건에서  $t_0$ 일 때 H대(㉢)의 길이가  $0.6 \mu\text{m}$ 라고 하였으므로 ㉡가  $2(\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이})$ 이고, ㉢가 X의 길이라 가정하면  $t_0$ 일 때 X의 길이가  $2.2 \mu\text{m}$ 이므로 ㉠의 길이는  $0.2 \mu\text{m}$ , ㉡의 길이는  $0.6 \mu\text{m}$ , ㉢의 길이는  $0.6 \mu\text{m}$ 가 된다. 이는  $t_0$ 일 때  $2(\text{㉠의 길이} + \text{㉡의 길이}) = 2.0 \mu\text{m}$ 라는 조건에 모순된다. 그러므로 ㉡는 X의 길이, ㉢은  $2(\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이})$ 이다.

✕. ㉡는 X의 길이로  $t_0$ 일 때보다  $t_1$ 일 때 길이가  $0.4 \mu\text{m}$  길다. 그러므로  $t_1$ 일 때 H대의 길이는  $t_0$ 일 때보다  $0.4 \mu\text{m}$  긴  $1.0 \mu\text{m}$ 이다.

## 05 신경계

### 2 점 수능 테스트

본문 69~72쪽

- 01 ① 02 ④ 03 ④ 04 ⑤ 05 ③ 06 ⑤ 07 ①  
08 ③ 09 ② 10 ② 11 ⑤ 12 ② 13 ④ 14 ③  
15 ④ 16 ⑤

### 01 신경계의 구성

㉠. 중추 신경계는 뇌와 척수로 구분되며, 말초 신경계는 해부학적으로 뇌 신경과 척수 신경으로 구분되고, 기능적으로 구심성 신경(감각 신경)과 원심성 신경(운동 신경)으로 구분된다.

✕. 뇌 신경에는 부교감 신경이 포함되며, 교감 신경은 포함되지 않는다. 척수 신경에는 교감 신경과 부교감 신경이 모두 포함된다.

✕. 다리의 골격근에 명령을 전달하는 신경은 체성 신경이며, 자율 신경은 내장근이나 심장근, 분비샘에 명령을 전달한다.

### 02 사람의 뇌 구조

A는 간뇌, B는 중간뇌, C는 연수, D는 소뇌이다.

✕. 뇌교는 중간뇌(B)와 연수(C) 사이에 위치한다.

㉠. 연수(C)는 기침, 재채기, 하품, 침 분비 반사의 중추이다.

㉡. 소뇌(D)는 평형 감각 기관으로부터 오는 정보에 따라 몸의 자세와 평형(균형) 유지를 담당한다.

### 03 대뇌 겹질의 특성

A는 대뇌 겹질, B는 대뇌 속질이며, ㉠은 전두엽, ㉡은 두정엽, ㉢은 측두엽, ㉣은 후두엽이다.

✕. 대뇌는 대뇌 겹질(A)과 대뇌 속질(B)로 구분되며, 대뇌 겹질(A)에는 신경 세포체의 밀도가 높아 회색으로 보이고, 대뇌 속질(B)에는 축삭 돌기의 밀도가 높아 흰색으로 보인다.

㉠. 골격근의 운동 조절은 전두엽(㉠)에 있는 운동 겹질에서 담당한다.

㉡. 대뇌 겹질은 위치에 따라 전두엽(㉠), 두정엽(㉡), 측두엽(㉢), 후두엽(㉣)으로 구분된다.

### 04 자율 신경

A는 말초 신경이 연수에서 뻗어 나오며, 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길이가 길기 때문에 부교감 신경이고, B는 척수에서 뻗어 나와 심장, 위, 소화관에 연결되어 있으므로 교감 신경이다.

- ㉠ ①은 심장, 위, 소화관에 연결되어 있는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이므로, ②의 신경 세포체는 연수에 있다.
- ㉡ ㉠과 ③은 '억제'이고, ㉢과 ④은 '촉진'이다.
- ㉢ 부교감 신경(A)은 소화 운동과 소화액 분비를 촉진시켜 소화 작용이 활발하게 일어나도록 하며, 교감 신경(B)은 소화 운동과 소화액 분비를 억제하여 소화 작용을 억제한다.

### 05 중추 신경계와 말초 신경계

- ㉠ 자율 신경으로 중간뇌와 연결되어 있는 ③은 흥채이고, 나머지 ④는 심장이다.
- ㉡ 중간뇌와 흥채(③)를 연결하는 자율 신경 ①은 뇌 신경에 속한다.
- ㉢ 중간뇌와 흥채(③)를 연결하는 자율 신경 ①은 부교감 신경이다. 척수와 흥채(③)를 연결하는 자율 신경 ②과 척수와 심장(④)을 연결하는 자율 신경 ③은 모두 교감 신경이다. 부교감 신경에서 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, 교감 신경에서 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

### 06 척수

- ㉠ 그림에서 ㉠에 연결된 원심성 신경(운동 신경)은 척수로부터 반응 기관인 ㉡에 이르기까지 신경절을 형성하므로 자율 신경이다. 따라서 자율 신경에 연결되어 있는 ㉠은 소장이다.
- ㉡ A는 구심성 뉴런(감각 뉴런)인 B와 원심성 뉴런(운동 뉴런)을 연결하고 있는 연합 뉴런으로 척수를 이룬다.
- ㉢ B는 구심성 뉴런(감각 뉴런)으로 척수의 후근을 이룬다.

### 07 무릎 반사

- ㉠ 무릎 반사가 일어날 때의 흥분 전달 경로는 A → 척수 → B이다. 따라서 A가 끊기면 무릎 반사도 일어나지 않는다.
- ㉡ B는 골격근에 연결되어 있으므로 체성 신경이다.
- ㉢ 무릎 반사, 회피 반사, 배변·배뇨 반사의 중추는 척수이다.

### 08 식물인간과 뇌사

- ㉠ 환자 A는 뇌 중 대뇌의 기능만을 상실하였고, 나머지 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수, 소뇌의 기능은 정상이다. 빛의 세기에 따라 동공의 크기를 조절하는 중추는 중간뇌이므로 A는 빛의 세기에 따라 동공의 크기를 조절한다.
- ㉡ 환자 B는 대뇌를 비롯하여 연수까지 기능이 상실되었다. 연수는 호흡 운동의 조절 중추이므로 B는 자발적으로 호흡 운동을 할 수 없다.
- ㉢ A와 B는 모두 수의 운동의 중추인 대뇌의 기능을 상실하였으므로 수의 운동을 할 수 없다.

### 09 말초 신경계

구심성 신경(감각 신경), 교감 신경, 부교감 신경 중 뇌 신경에 속하는 것은 구심성 신경(감각 신경)과 부교감 신경이며, 자율 신경에 속하는 것은 교감 신경과 부교감 신경이고, 감각 기관에서 수용한 자극을 중추 신경계로 전달하는 것은 구심성 신경(감각 신경)이다.

따라서 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

특징 \ 신경	A (부교감 신경)	B (교감 신경)	C (구심성 신경 (감각 신경))
㉠(자율 신경에 속한다.)	㉡(○)	?(○)	×
㉡(뇌 신경에 속한다.)	○	㉢(×)	○
㉢(감각 기관에서 수용한 자극을 중추 신경계로 전달한다.)	×	×	?(○)

(○: 있음, ×: 없음)

- ㉢ ③은 '○'이고, ④는 '×'이다.
- ㉣ ①은 '자율 신경에 속한다.'이다.
- ㉤ 척수의 전근을 이루는 신경은 원심성 신경(운동 신경)이며, 원심성 신경(운동 신경)에는 자율 신경과 체성 신경이 있다. 따라서 자율 신경 중 교감 신경(B)은 척수의 전근을 이루는 신경에 포함된다.

### 10 말초 신경계

A의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있으며, 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 길므로 부교감 신경이다.

B는 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 짧으므로 교감 신경이다.

C는 중추 신경계로부터 반응 기관에 이르기까지 신경절을 형성하지 않으므로 체성 신경이다.

- ㉠ 체성 신경(C)과 연결되어 있는 (가)는 골격근이다.
- ㉡ 부교감 신경(A)은 심장 박동을 억제하고, 교감 신경(B)은 심장 박동을 촉진하므로 A와 B는 심장 박동에 대해 길항 작용을 한다.
- ㉢ 교감 신경(B)의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단(㉣)에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이고, 체성 신경(C)의 축삭 돌기 말단(㉤)에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.

### 11 말초 신경계

- ㉠ A는 뇌 신경이며 12쌍으로 이루어져 있고, B는 척수 신경이며 31쌍으로 이루어져 있다.

- ㉠. ㉠은 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 짧으므로 교감 신경이고, 나머지 ㉡은 부교감 신경이다. 교감 신경은 모두 척수 신경(B)이며, 방광과 연결되어 있는 부교감 신경도 척수 신경(B)이다.
- ㉢. 뇌 신경(A)과 척수 신경(B)은 모두 말초 신경계에 속한다.

### 12 흥분의 전달 경로

- ✗. (가)는 회피 반사의 사례로 회피 반사의 증추는 척수이고, 흥분의 전달 경로에서 뇌는 관여하지 않으므로 ㉠을 거치지 않는다.
- ㉠. ㉠과 ㉡은 뇌와 연결된 말초 신경이므로 뇌 신경이고, ㉢은 척수와 연결된 말초 신경이므로 척수 신경이다.
- ✗. ㉢은 척수로부터 반응 기관에 이르기까지 신경절을 이루지 않으므로 체성 신경에 해당한다.

### 13 말초 신경

- A는 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 길므로 부교감 신경이다.
- B는 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 짧으므로 교감 신경이다.
- ✗. A는 원심성 신경(운동 신경)으로 말초 신경계를 이룬다. 연합 뉴런은 뇌나 척수와 같은 중추 신경계를 이룬다.
- ㉠. C는 신경절이 없으므로 체성 신경이다.
- ㉢. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질 ㉠과 체성 신경의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질 ㉡은 모두 아세틸콜린으로 같다.

### 14 배뇨 반사

- A는 축삭 돌기 중간에 신경 세포체가 있으므로 구심성 신경(감각 신경)이고, B는 골격근과 연결되어 있으므로 체성 신경이며, C는 신경절을 가지고 있으므로 자율 신경이다.
- ㉠. ㉠은 방광 벽에서 발생한 흥분을 중추 신경계인 척수로 전달한다고 하였으므로 구심성 신경(A)이다.
- ✗. ㉠은 A이고, C는 자율 신경이므로 수의적으로 조절할 수 없다. 따라서 ㉡은 요도의 골격근과 연결되어 있는 B로 체성 신경이다.
- ㉢. ㉢은 자율 신경(C)이며, 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길이가 길기 때문에 부교감 신경이다. 방광에 오줌이 채워져 발생한 흥분이 척수에 도달하면 부교감 신경(㉢)을 통해 방광을 수축(ⓐ)시킨다.

### 15 위액 분비 조절

- X는 부교감 신경, Y는 교감 신경이다.
- ✗. 위를 포함한 소화 기관의 운동과 소화액 분비 조절의 증추는

- 연수이다. 위에 연결되어 있는 부교감 신경(X)의 신경절 이전 뉴런(㉠)의 신경 세포체는 연수에 있으며, 위에 연결되어 있는 교감 신경(Y)의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.
- ㉠. 부교감 신경(X)이 흥분하면 위의 운동과 위에서의 위액 분비가 촉진된다.
- ㉢. 교감 신경(Y)은 척수 신경에 속한다.

### 16 대뇌 결질

- ㉠. 대뇌 결질은 주로 신경 세포체가 모인 회색질이고, 대뇌 속질은 주로 축삭 돌기가 모인 백색질이다.
- ㉠. 그림에서 뇌 활동성이 높은 부위는 밝게, 뇌 활동성이 낮은 부위는 어둡게 보이는데, 환자 X는 어둡게 보이는 부분이 정상인보다 많으므로 X는 정상인보다 뇌 활동성이 낮은 부위가 많다.
- ㉢. X의 대뇌 결질은 정상인보다 뇌 활동성이 낮은 부위가 많으므로, X의 증상은 중추 신경계 이상에 의한 것이다.

## 3 점 수능 테스트

본문 73~76쪽

- 01 ① 02 ① 03 ④ 04 ③ 05 ② 06 ④ 07 ③  
08 ⑤

### 01 사람의 신경계 구분

- 신경계는 중추 신경계(A)와 말초 신경계로 구분된다. 중추 신경계(A)는 뇌와 척수(B)로 나뉘며, 말초 신경계는 해부학적으로 뇌 신경(C)과 척수 신경으로 나뉜다.
- ㉠. 중추 신경계(A)를 이루는 뉴런은 연합 뉴런이다.
- ✗. 척수(B)의 결질은 주로 축삭 돌기가 모인 백색질이고, 속질은 주로 신경 세포체가 모인 회색질이다.
- ✗. 뇌 신경(C)은 말초 신경으로 구심성 뉴런(감각 뉴런)과 원심성 뉴런(운동 뉴런)을 모두 포함한다.

### 02 중추 신경계

- 대뇌, 연수, 중간뇌 중에서 뇌줄기를 구성하는 것은 연수와 중간뇌이고, 수의 운동의 증추는 대뇌이며, 심장 박동을 조절하는 증추는 연수이다. 따라서 특징 ㉠~㉢ 중 2개의 특징을 갖는 연수는 A이고, 연수가 갖지 않는 특징 ㉡은 '수의 운동의 증추이다.'이다. 따라서 특징 ㉡을 갖는 C는 대뇌이고, 나머지 B는 중간뇌이다. 중간뇌(B)가 가지는 특징 ㉢은 '뇌줄기를 구성한다.'이므로 특징 ㉡은 '심장 박동을 조절한다.'이다.



이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

특징 \ 구조	A (연수)	B (중간뇌)	C (대뇌)
㉠(심장 박동을 조절한다.)	○	×	×
㉡(수의 운동의 중추이다.)	㉠(×)	×	○
㉢(뇌줄기를 구성한다.)	○	?(○)	㉠(×)

(○: 있음, ×: 없음)

㉠. '수의 운동의 중추이다.(㉡)'는 대뇌(C)만 갖는 특징으로 연수(A)는 갖지 않으므로 ㉠은 '×'이고, '뇌줄기를 구성한다.(㉢)'는 대뇌(C)는 갖지 않는 특징이므로 ㉠도 '×'이다.

×. 중간뇌(B)는 동공 반사의 중추이고, 기침 반사의 중추는 연수(A)이다.

×. ㉡은 대뇌(C)만 갖는 특징인 '수의 운동의 중추이다.'이다.

### 03 대뇌 결질

×. ㉡ 영역이 손상된 환자는 입술과 혀를 움직이는 데 문제가 없다고 하였으므로 ㉡에는 입술과 혀를 움직이도록 명령을 내리는 중추가 없다. 입술과 혀를 움직이도록 명령을 내리는 중추는 ㉠에 있다.

○. 단어를 보면서 말할 때에는 단어를 듣고 따라 말할 때 활성화 되지 않는 대뇌 결질의 ㉢ 영역이 활성화된다. 따라서 ㉢에는 시각 중추가 있음을 추론할 수 있다.

○. 대뇌 결질의 ㉠ 영역이 손상된 환자와 ㉢ 영역이 손상된 환자의 특징이 서로 다르고, 단어를 보면서 말할 때에는 ㉢ 영역이, 단어를 듣고 따라 말할 때에는 ㉠ 영역이 활성화되는 점에 비추어 보면 대뇌 결질은 부위마다 다른 기능을 하도록 분업화되어 있음을 추론할 수 있다.

### 04 무릎 반사

○. 무릎 반사에서 다리를 들어올리는 반응이 나타나기 위해서는 C와 연결된 근육은 수축해야 하고, D와 연결된 근육은 수축이 억제되어야 한다. 따라서 A에 활동 전위가 발생하면 C에서의 활동 전위 발생 빈도는 D에서의 활동 전위 발생 빈도보다 높아진다.

×. B는 연합 뉴런이다.

○. A는 척수의 후근을 이루는 척수 신경에 속하고, C와 D는 척수의 전근을 이루는 척수 신경에 속한다.

### 05 자율 신경과 방광

×. X와 Y는 모두 신경절을 가지고 있으므로 자율 신경이다. 방광에 연결된 자율 신경은 모두 척수 신경에 속한다.

○. X와 Y는 모두 반응 기관에 연결되기까지 하나의 신경절을 가지고 있으므로 자율 신경에 속한다.

×. 자율 신경인 X에 역치 이상의 자극을 주었을 때 방광은 수축

하였으므로 X는 부교감 신경이고, 자율 신경인 Y에 역치 이상의 자극을 주었을 때 방광은 확장하였으므로 Y는 교감 신경이다. 부교감 신경(X)에서 신경절 이전 뉴런(㉠)의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, 교감 신경(Y)에서 신경절 이후 뉴런(㉡)의 축삭 돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다. 따라서 ㉠과 ㉡의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 서로 다르다.

### 06 중추 신경계와 말초 신경계

교감 신경과 부교감 신경 중 중간뇌에 연결된 것은 부교감 신경뿐이므로 A는 부교감 신경이다. 따라서 B는 교감 신경이다. 소장과 홍채 중 중간뇌와 말초 신경으로 연결된 반응 기관은 홍채이다. 그러므로 ㉠은 홍채이고, ㉡은 소장이다. 방광과 부교감 신경으로 연결되고, 심장과는 교감 신경(B)으로 연결된 (나)는 척수이므로 (가)는 연수이다.

×. 척수(나)의 결질은 주로 뉴런의 축삭 돌기가 모인 백색질이다.

○. 부교감 신경(A)에서 신경절 이전 뉴런의 길이는 신경절 이후 뉴런의 길이보다 길다.

○. ㉠은 홍채이고, ㉡은 소장이다.

### 07 동공의 크기 조절

㉠에 역치 이상의 자극을 주면 동공의 크기가 확대되므로 ㉠은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, ㉡에 역치 이상의 자극을 주면 동공의 크기가 축소되므로 ㉡은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다.

○. 동공의 크기를 조절하는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런(㉠)의 신경 세포체는 척수에 있다. 그러므로 A는 척수이다. 척수는 무릎 반사, 회피 반사, 배변·배뇨 반사의 중추이다.

○. 척수(A)와 홍채를 연결하는 교감 신경에서 신경절 이전 뉴런(㉠)의 길이는 신경절 이후 뉴런(㉡)의 길이보다 짧다.

×. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런(㉡)의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

### 08 흥분의 전달 경로

구심성 뉴런(감각 뉴런)인 A로 뇌와 연결된 감각 기관 ㉡는 눈이고, 구심성 뉴런(감각 뉴런)인 G로 척수와 연결된 감각 기관 ㉢는 팔의 피부이다. 자율 신경을 이루는 C, F와 연결된 반응 기관 ㉣는 심장이고, 체성 신경을 이루는 I와 연결된 반응 기관 ㉤는 팔의 골격근이다.

○. 뇌 신경에 속하는 자율 신경은 모두 부교감 신경이므로 C는 부교감 신경을 이루는 뉴런이다. 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런의 길이보다 길기 때문에 신경절은 ㉠

에 있다. C가 부교감 신경을 이루는 뉴런이므로 동일한 반응 기관에 연결된 또 다른 뉴런인 F는 교감 신경을 이룬다. 따라서 교감 신경에서 신경절 이전 뉴런의 길이는 신경절 이후 뉴런(F)의 길이보다 짧으므로 신경절은 ㉔에 있다.

㉑. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단(㉑)에서는 아세틸콜린이 분비되고, 체성 신경을 이루는 I의 축삭 돌기 말단(㉒)에서도 아세틸콜린이 분비된다.

㉓. (가)에서 목줄 풀린 사나운 개를 보았다고 하였으므로 감각 기관으로부터 중추 신경계까지의 흥분 이동 경로는 ㉗ → A → B이고, 이후 심장 박동이 빨라지는 것은 교감 신경을 따라 흥분이 심장에 도달했기 때문이며, 교감 신경은 모두 척수 신경이다. 그러므로 중추 신경계로부터 심장까지의 흥분 이동 경로는 B → E → F → ㉘이다. 따라서 (가)에서 흥분은 ㉗ → A → B → E → F → ㉘로 전달된다.

## 06 항상성

### 2점 수능 테스트

본문 84~88쪽

- 01 ㉓ 02 ㉔ 03 ㉕ 04 ㉖ 05 ㉗ 06 ㉘ 07 ㉙  
 08 ㉚ 09 ㉛ 10 ㉜ 11 ㉝ 12 ㉞ 13 ㉟ 14 ㊱  
 15 ㊲ 16 ㊳ 17 ㊴ 18 ㊵ 19 ㊶ 20 ㊷

### 01 내분비샘과 호르몬

기관 A는 글루카곤을 만들어 분비하는 내분비샘이 있으므로 이자, 기관 B는 글루카곤의 표적 기관이므로 간이다.

㉑. B는 글루카곤의 표적 기관이므로 간이다.

㉒. 이자(A)에 있는 세포 ㉑은 글루카곤을 만들어 분비하므로 내분비 세포이다.

㉓. 이자(A)의 α세포(㉑)에서 분비된 글루카곤은 혈액을 통해 표적 기관인 간(B)으로 이동하며, 세포 ㉒에서 글리코젠의 분해를 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

### 02 호르몬과 신경에 의한 신호 전달법

(가)는 신경에 의한 신호 전달 방법으로, 물질 A는 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질이다. (나)는 호르몬에 의한 신호 전달 방법으로, 내분비 세포에서 혈액으로 분비되는 물질 B는 호르몬이다.

㉔. 물질 B는 내분비 세포에서 분비되어 혈액을 통해 이동하므로 호르몬이다.

㉕. 신호 전달 속도는 신경에 의한 전달 방법(가)이 호르몬에 의한 전달 방법(나)보다 빠르다.

㉖. 항이노 호르몬(ADH)의 분비량에 의해 혈장 삼투압이 조절되므로, 혈장 삼투압 조절에는 호르몬에 의한 신호 전달 방법(나)이 관여한다.

### 03 호르몬의 기능

㉑은 티록신, ㉒은 항이노 호르몬(ADH)이다.

㉓. 티록신(㉑)은 갑상샘에서 분비된다.

㉔. 항이노 호르몬(ADH, ㉒)은 혈액이 포함된 순환계를 통해 표적 세포로 이동한다.

㉕. 티록신(㉑)과 항이노 호르몬(ADH, ㉒)의 분비는 모두 음성 피드백에 의해 조절된다.

### 04 사람의 내분비샘과 호르몬

분비되는 호르몬의 가짓수는 뇌하수체 전엽에서가 뇌하수체 후엽

에서보다 많다. 따라서 ㉠은 뇌하수체 후엽, ㉡은 뇌하수체 전엽이다.

㉠ 항이뇨 호르몬(ADH)은 뇌하수체 후엽(㉠)에서 분비되며, 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하여 단위 시간당 오줌 생성량을 감소시킨다. 따라서 항이뇨 호르몬(ADH)은 ㉡에 해당한다.

㉢ ㉠은 뇌하수체 후엽, ㉡은 뇌하수체 전엽이다.

㉣ 뇌하수체 전엽(㉣)에서는 갑상샘 자극 호르몬(TSH)처럼 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬이 분비된다.

## 05 사람의 내분비샘과 호르몬의 특징

인슐린, 에피네프린, 당질 코르티코이드 중 이자에서 분비되는 호르몬은 인슐린이므로 C는 인슐린이다. 에피네프린은 부신 속질에 연결된 교감 신경에 의해 분비가 촉진되고, 당질 코르티코이드는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH)에 의해 분비가 촉진된다. 따라서 A는 에피네프린, B는 당질 코르티코이드이다.

✕. 에피네프린(A)은 부신 속질에서 분비되므로, ㉠은 부신 속질이다.

✕. A는 에피네프린, B는 당질 코르티코이드, C는 인슐린이다.

㉢ 인슐린(C)은 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정을 촉진하고, 조직 세포로의 포도당 흡수를 촉진함으로써 혈당량을 감소시킨다. 따라서 '혈당량을 감소시킨다.'는 ㉢에 해당한다.

## 06 호르몬의 특징

이자의  $\alpha$ 세포에서 분비되는 호르몬은 글루카곤이므로, C는 글루카곤이다. 에피네프린은 혈당량을 증가시키며, 인슐린은 혈당량을 감소시키므로, A는 인슐린, B는 에피네프린이다.

㉠ 인슐린(A)은 혈당량을 감소시키므로, ㉠은 '×'이다.

㉢ 당뇨병은 이자의  $\beta$ 세포가 파괴되어 인슐린(A)이 정상적으로 생성되지 못하거나, 인슐린(A)의 표적 세포가 인슐린(A)에 반응하지 못해 나타나는 질병이다.

✕. 에피네프린(B)은 부신 속질에 연결된 교감 신경에 의해, 글루카곤(C)은 이자에 연결된 교감 신경에 의해 분비가 촉진된다.

## 07 사람의 내분비샘과 호르몬

㉠은 뇌하수체 후엽, ㉡은 부신 겉질, ㉢은 이자이다.

✕. 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH)은 뇌하수체 전엽에서 분비된다.

㉢ ㉠은 부신 겉질이다.

㉣ 이자(㉣)의  $\beta$ 세포에서 혈당량을 감소시키는 인슐린이 분비된다.

## 08 내분비계 질환

갑상샘 기능 저하증은 티록신 분비량이 너무 적어서, 갑상샘 기능

항진증은 티록신 분비량이 너무 많아서 나타나는 질환이다. 따라서 ㉠은 TSH, ㉡은 티록신이다.

✕. 혈중 티록신(㉡)의 농도가 높으면 음성 피드백에 의해 TSH의 분비가 억제된다. 따라서 갑상샘 기능 항진증 환자 C에서 혈중 TSH(㉠)의 농도는 정상인에 비해 낮으므로, ㉢는 '정상보다 낮음'이다.

㉢ 갑상샘은 TSH(㉠)의 표적 기관이며, 갑상샘에서 티록신(㉡)이 분비된다.

㉣ 갑상샘 기능 저하증 환자 B는 혈중 티록신(㉡)의 농도가 낮으므로, 대사량이 감소하게 되어 체중이 증가하는 증상을 나타낸다.

## 09 티록신의 분비 조절

㉠은 TRH, ㉡은 TSH, ㉢은 티록신이다.

㉠ ㉠은 시상 하부에서 분비되므로 TRH(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)이다.

✕. ㉡은 TSH(갑상샘 자극 호르몬)이므로 뇌하수체 전엽에서 분비된다.

✕. 혈중 티록신(㉢)의 농도가 높아지면 티록신에 의해 TRH(㉠)와 TSH(㉡)의 분비가 각각 억제된다. 따라서 티록신(㉢)이 과다 분비되면 TRH(㉠)와 TSH(㉡)의 분비량은 모두 감소한다.

## 10 항상성 유지 원리

항상성 유지 원리에는 음성 피드백과 길항 작용이 있으며, (가)는 음성 피드백, (나)는 길항 작용이다.

㉢ (가)에서 호르몬 ㉠이 내분비샘 A와 B의 호르몬 분비를 억제하므로, (가)는 음성 피드백이다.

㉢ 내분비샘 B에서 호르몬 ㉠은 혈액으로 분비되므로, ㉠은 혈액을 통해 ㉠의 수용체를 가진 표적 기관 C로 이동한다.

✕. (나)는 길항 작용이므로, ㉢과 ㉣은 표적 기관 E에서 서로 반대로 작용하여 서로의 효과를 줄인다. 글루카곤과 에피네프린은 모두 혈당량을 증가시키므로, 표적 기관 E에 대해 길항 작용을 하지 않는다.

## 11 혈당량 조절

고혈당일 때 이자의  $\beta$ 세포에서 인슐린의 분비가 증가하고, 저혈당일 때 이자의  $\alpha$ 세포에서 글루카곤의 분비가 증가한다. 따라서 A는 인슐린, B는 글루카곤이다.

✕. 인슐린(A)은 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정을 촉진한다. 따라서 ㉠은 포도당, ㉡은 글리코젠이다.

㉢ 인슐린(A)은 혈액에서 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다.

㉣ 이자에 연결된 교감 신경이 흥분하면  $\alpha$ 세포에서 글루카곤(B)의 분비가 촉진된다.

### 12 혈당량 조절

탄수화물을 섭취하면 혈당량이 정상 범위보다 높아지게 되므로 인슐린의 분비량은 증가하고, 글루카곤의 분비량은 감소한다. 따라서 ㉠은 인슐린, ㉡은 글루카곤이다.

✗. 인슐린은 혈당량을 감소시키고, 글루카곤은 혈당량을 증가시킨다. 그러므로 탄수화물의 섭취로 증가한 혈당량을 감소시키기 위해서 인슐린의 혈중 농도는 증가한다. 따라서 ㉠은 인슐린이다.

㉢. 혈중 포도당 농도가 높으면 인슐린의 혈중 농도는 높고, 혈중 포도당 농도가 낮으면 인슐린의 혈중 농도는 낮다. 따라서 혈중 포도당 농도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.

㉣. 인슐린(㉠)은 간에 작용하여 혈당량을 감소시키고, 글루카곤(㉡)은 간에 작용하여 혈당량을 증가시킨다. 이와 같이 인슐린(㉠)과 글루카곤(㉡)은 혈중 포도당 농도 조절에 길항적으로 작용한다.

### 13 항상성 유지

㉠. 혈중 티록신 농도가 증가하면 티록신에 의해 시상 하부에서 TRH의 분비가 감소하는 음성 피드백이 일어난다.

✗. 시상 하부가 체온이 올라간 것을 감지하면 피부 근처 혈관이 확장되어 피부 근처 혈관을 흐르는 혈액의 양이 증가됨으로써 열 발생량이 증가한다.

✗. 물을 많이 마시면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 감소하여 콩팥에서 수분의 재흡수량이 감소하게 되므로 오줌의 삼투압이 낮아진다.

### 14 체온 조절

체온 조절 중추는 시상 하부이며, 자율 신경과 호르몬의 작용으로 체온을 일정하게 유지시킨다.

㉠. 골격근 떨림 현상이 일어나면 열 발생량이 증가하고, 피부 근처 혈관이 수축하면 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 감소하여 열 발생량이 감소한다. 이와 같이 열 발생량이 증가하고, 열 발생량이 감소하는 것은 체온 조절 중추가 저온 자극을 받았기 때문이다. A는 저온이다.

✗. 골격근 떨림(㉠)에 의해 열 발생량이 증가한다.

㉢. 피부 근처 혈관 수축(㉡)은 교감 신경의 작용 강화로 나타나는 현상이다.

### 15 체온 조절

시상 하부는 설정 온도를 기준으로 열 발생량과 열 발산량을 조절하는 체온 조절의 중추이다.

✗. 시상 하부에 설정된 온도가 체온보다 낮아지면 땀 분비량의 증가로 열 발산량이 증가하여 체온이 낮아진다.

㉢. 구간 II에서 체온이 높아진 것은 열 발산량이 감소했기 때문

이다. 피부 근처 혈관의 수축으로 피부 근처 혈관에서의 혈류량이 감소함으로써 열 발산량이 감소한다. 따라서 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 구간 I에서 구간 II에서보다 많다. ✗. 열 발생량의 증가로 체온이 높아지므로, 열 발생량은 구간 II에서 구간 III에서보다 많다.

### 16 항상성 유지

㉠. 뇌하수체 전엽에서 분비된 부신 결절 자극 호르몬(ACTH)이 부신 결절을 자극하면 당질 코르티코이드가 분비되며, 당질 코르티코이드는 혈당량을 증가시킨다. 따라서 A가 뇌하수체 전엽, B가 부신 결절이라면 ㉡는 당질 코르티코이드이다.

㉢. 피부 근처 혈관을 흐르는 혈액량이 감소하는 것은 피부 근처 혈관이 수축되었기 때문이고, 피부 근처 혈관의 수축은 교감 신경의 작용 강화로 일어난다. 따라서 ㉠은 교감 신경이며, 교감 신경은 원심성 신경(운동 신경)이다.

✗. 내분비샘과 자율 신경의 조절 중추는 간뇌의 시상 하부이다.

### 17 체온 조절

✗. 체온 변화 감지와 조절 중추는 시상 하부이다. 시상 하부에서 온 자극을 주면 체온이 높아지고, 고온 자극을 주면 체온이 낮아져 체온을 일정하게 유지한다. 따라서 ㉠은 저온, ㉡은 고온이다.

㉢. 열 발생량은 저온(㉠) 자극을 주었을 때 체온을 높이기 위해 증가하고, 고온(㉡) 자극을 주었을 때 체온을 낮추기 위해 감소한다. 따라서 열 발생량은 구간 I에서 구간 II에서보다 많다.

㉣. 사람의 체온 조절 중추에 고온(㉡) 자극을 주면 열 발생량이 감소하고 열 발산량이 증가함으로써 체온이 낮아진다.

### 18 삼투압 조절

㉠. 혈중 ADH의 농도가 높아지면 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진되어 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고, 오줌 삼투압은 증가한다. 따라서 ㉠은 오줌 삼투압이다.

㉢. 시상 하부는 ADH의 분비를 조절한다.

✗.  $C_1$ 일 때가  $C_2$ 일 때보다 혈중 ADH 농도는 낮고 단위 시간당 오줌 생성량은 많으므로,  $\frac{\text{혈중 ADH 농도}}{\text{단위 시간당 오줌 생성량}}$ 는  $C_2$ 일 때가  $C_1$ 일 때보다 크다.

### 19 삼투압 조절

전체 혈액량이 증가할수록 혈중 ADH 농도는 감소한다.

✗. ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비된다.

㉢. 혈장 삼투압이  $P_2$ 로 동일할 때, ㉠의 경우 혈중 ADH 농도가 정상보다 높고 ㉡의 경우 혈중 ADH 농도가 정상보다 낮다.

따라서 ㉠일 때가 ㉡일 때보다 전체 혈액량이 적다.  
 ✕. 정상 상태일 때  $P_1$ 일 때가  $P_2$ 일 때보다 혈중 ADH 농도가 낮으므로 콩팥에서의 수분 재흡수량이 적다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은  $P_1$ 일 때가  $P_2$ 일 때보다 많다.

### 20 삼투압 조절

✕. 물을 투여하면 ADH의 분비량이 감소하므로 콩팥에서의 수분 재흡수량도 감소하여 단위 시간당 오줌 생성량이 많아진다. 반면, 소금물을 투여하면 ADH의 분비량이 증가하므로 단위 시간당 오줌 생성량이 적어진다. 따라서 ㉠은 물, ㉡은 소금물이다.  
 ㉢. 물을 투여하면 혈장으로 흡수된 물에 의해 혈장 삼투압이 낮아진다. 따라서 혈장 삼투압은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.  
 ✕. 혈중 ADH 농도가 높을수록 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다.  $t_2$ 일 때가  $t_3$ 일 때보다 단위 시간당 오줌 생성량이 많으므로 혈중 ADH 농도는  $t_3$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.

## 3 점 수능 테스트

본문 89~95쪽

- 01 ㉢ 02 ㉢ 03 ㉠ 04 ㉢ 05 ㉡ 06 ㉡ 07 ㉢  
 08 ㉢ 09 ㉠ 10 ㉣ 11 ㉢ 12 ㉣ 13 ㉡ 14 ㉢

### 01 사람의 내분비샘과 호르몬

성장 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되므로 ㉢은 뇌하수체 전엽이다. 따라서 ㉠은 뇌하수체 후엽, ㉡은 갑상샘이다. 간의의 시상 하부에 연결된 A와 B 중 하나는 뇌하수체 전엽, 다른 하나는 뇌하수체 후엽이므로, C는 갑상샘이다. 갑상샘(C)은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 표적 기관이므로, A는 뇌하수체 전엽, B는 뇌하수체 후엽이다.

- ㉠. 뇌하수체 전엽(A)에서 부신이 표적 기관인 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH)이 분비된다.  
 ㉢. B는 뇌하수체 후엽이며, ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비되므로 ㉡에 해당한다.  
 ㉢. A는 뇌하수체 전엽(㉢), B는 뇌하수체 후엽(㉠), C는 갑상샘(㉡)이다.

### 02 호르몬의 특징

혈당량 조절에 관여하는 호르몬은 인슐린과 당질 코르티코이드이므로, '혈당량 조절에 관여한다.'는 ㉢이고, C는 ADH이다. 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬은 ADH이므로 '콩팥에서 수분 재흡수를 촉진한다.'는 ㉢이고, '부교감 신경에 의해 분비가

촉진된다.'는 ㉠이다. 인슐린과 당질 코르티코이드 중 부교감 신경에 의해 분비가 촉진되는 호르몬은 인슐린이므로, A는 당질 코르티코이드, B는 인슐린이다.

- ㉢. 인슐린(B)은 이자에 연결된 부교감 신경에 의해 분비가 촉진되므로 ㉡는 '○'이다. ADH(C)는 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하므로 ㉢는 '○'이다.  
 ㉢. 당질 코르티코이드(A)는 부신 겉질에서 분비된다.  
 ㉢. ADH(C)는 혈액을 통해 이동하여 ADH 수용체를 가진 콩팥에 작용한다.

### 03 혈당량 조절

혈중 포도당 농도가 증가할수록 인슐린의 분비량은 증가하고, 글루카곤의 분비량은 감소한다. 따라서 (가)에서 X는 글루카곤, Y는 인슐린이다. (나)에서 ㉠ 과정이 일어나면 혈당량이 증가하고, ㉢ 과정이 일어나면 혈당량이 감소하므로, 글루카곤(X)은 ㉠ 과정을, 인슐린(Y)은 ㉢ 과정을 촉진한다.

- ㉠. 글루카곤(X)은 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정(㉠)을 촉진시켜 혈당량을 증가시킨다.  
 ✕. 인슐린(Y)은 이자의  $\beta$ 세포에서 분비된다.  
 ✕. 인슐린(Y)의 혈중 농도가 높아지면 ㉢ 과정이 활발히 일어난다. 따라서 간에서 합성되는 글리코젠의 양은 구간 II에서가 구간 I에서보다 많다.

### 04 삼투압 조절

(가)에서 X는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)이다. (나)에서 물을 섭취하면 혈장으로 물이 흡수되므로 혈장 삼투압이 낮아지고, 혈장 삼투압이 낮아지면 혈중 ADH 농도가 감소하며, 그로 인해 단위 시간당 오줌 생성량은 증가하고 오줌 삼투압은 낮아진다.

- ㉢. ADH(X)는 콩팥에 작용하여 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬이므로, 콩팥은 ADH(X)의 표적 기관이다.  
 ㉢.  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 오줌 삼투압이 높으므로 혈중 ADH(X)의 농도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.  
 ✕.  $t_3$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 오줌 삼투압이 낮으므로 단위 시간당 오줌 생성량은  $t_3$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 많다.

### 05 체온 조절

(가)에서 시상 하부 온도가  $37^\circ\text{C}$ 보다 낮아지면 열 발생량이 증가하고, 시상 하부 온도가  $37^\circ\text{C}$ 보다 높아지면 열 발생량이 증가한다. (나)에서 피부 근처 혈관이 수축하면 피부 근처로 흐르는 혈액량이 감소함으로써 열 발생량이 감소한다.  $T_1$ 일 때가  $T_2$ 일 때보다 열 발생량이 적으므로, ㉢가  $T_1$ , ㉡가  $T_2$ 이다.

✕. 시상 하부는 체온 변화 감지와 조절의 중추이므로, 시상 하부

온도가 37℃보다 높아지면 피부에서의 열 발산량을 증가시켜 체온을 낮춘다. 따라서 ㉠은 피부에서의 열 발산량이다.

㉡. ㉠( $T_1$ )일 때 피부 근처 혈관이 수축한 것은 피부 근처 혈관에 연결된 교감 신경의 작용이 강화되었기 때문이다.

㉢. ㉠( $T_2$ )일 때 열 발산량을 감소시켜 체온을 낮추어야 하므로 골격근의 떨림은 발생하지 않는다.

### 06 체온 조절

(가)에서 A는 체온이 정상 범위보다 높아졌을 때 피부 근처 혈관이 확장됨으로써 열 발산량이 증가하는 과정이고, B는 체온이 정상 범위보다 낮아졌을 때 갑상샘에서 티록신의 분비가 촉진됨으로써 열 발산량이 증가하는 과정이다. (나)에서 시상 하부가 고체온을 감지하면 피부 근처 혈관이 확장되어 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 증가하고, 땀 분비가 촉진됨으로써 열 발산량이 증가한다. 시상 하부가 저체온을 감지하면 골격근의 떨림과 물질대사가 촉진되어 열 발산량이 증가한다. 따라서 ㉠은 '체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때'이고, ㉡은 '체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때'이다.

㉢. A에 의해 피부 근처 혈관이 확장되면 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 증가하므로 열 발산량이 증가한다.

㉣. ㉠에서 땀 분비량이 증가한 것은 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지했기 때문이고, ㉡에서 열 발산량이 증가한 것은 시상 하부가 체온보다 낮은 온도를 감지했기 때문이다.

㉤. B에 의해 열 발산량이 증가하므로, B는 구간 II에서 구간 I에서보다 활발하게 일어난다.

### 07 호르몬 분비 조절

시상 하부에 이상이 있는 환자에서는 TRH, TSH, 티록신의 혈중 농도가 모두 정상인보다 낮다. 뇌하수체에 이상이 있는 환자에서는 TSH와 티록신의 혈중 농도가 정상인보다 모두 낮으며, 음성 피드백에 의해 TRH의 혈중 농도가 정상인보다 높다. 갑상샘에 이상이 있는 환자에서는 티록신의 혈중 농도가 정상인보다 낮으며, 음성 피드백에 의해 TRH와 TSH의 혈중 농도가 모두 정상인보다 높다. ㉠은 TRH, ㉡은 티록신, ㉢은 TSH이며, (가)는 뇌하수체에 이상이 있는 환자, (나)는 시상 하부에 이상이 있는 환자, (다)는 갑상샘에 이상이 있는 환자이다.

㉣. 뇌하수체에 이상이 있는 환자(가)는 TSH의 혈중 농도가 정상인보다 낮으므로, 음성 피드백에 의해 TRH(㉠)의 혈중 농도가 정상인보다 높다. 갑상샘에 이상이 있는 환자(다)는 티록신의 혈중 농도가 정상인보다 낮으므로, 음성 피드백에 의해 TSH(㉢)의 혈중 농도가 정상인보다 높다. 따라서 ㉠과 ㉢은 모두 '+'이다.

㉤. TSH(㉢)는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진하므로, 갑상샘은 TSH(㉢)의 표적 기관이다.

㉥. (다)는 갑상샘에 이상이 있어서 티록신(㉡)의 혈중 농도가 정상인보다 낮고, TRH(㉠)와 TSH(㉢)의 혈중 농도가 모두 정상인보다 높은 환자이다.

### 08 혈당량 조절

정상인에서 탄수화물 섭취 후 인슐린의 혈중 농도는 증가하고 글루카곤의 혈중 농도는 감소한다. 따라서 ㉠은 인슐린이고, ㉡은 글루카곤이다.

㉢. 인슐린(㉠)은 이자의 β세포에서, 글루카곤(㉡)은 이자의 α세포에서 분비된다. 따라서 X는 β세포, Y는 α세포이다.

㉣.  $t_1$ 일 때 혈중 포도당 농도를 낮추는 작용을 하는 인슐린(㉠)의 혈중 농도가 정상인인 A보다 높다. 따라서  $t_1$ 일 때 혈중 포도당 농도는 A가 정상인보다 높다.

㉤. 혈당량 조절에서 인슐린(㉠)과 글루카곤(㉡)은 서로 반대로 작용을 하므로, 혈중 글루카곤(㉡)의 농도는 혈중 인슐린(㉠)의 농도가 낮은 탄수화물 섭취 시점에서 혈중 인슐린(㉠)의 농도가 높은  $t_1$ 에서보다 높다.

### 09 체온 조절과 혈당량 조절

체온 조절(가)에서 교감 신경의 작용 강화로 피부 근처 혈관이 수축하고, 체성 신경의 작용에 의해 골격근의 떨림이 일어난다. (나)에서 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH)은 부신 겉질에서 당질 코르티코이드 분비를 촉진하고, 부신 속질에 연결된 교감 신경은 에피네프린의 분비를 촉진한다. 따라서 ㉠은 당질 코르티코이드, ㉡은 에피네프린이다.

㉢. 피부 근처 혈관을 수축시키는 신경은 교감 신경이고, 골격근의 수축, 이완을 일으키는 신경은 체성 신경이다. 따라서 ㉠은 '피부 근처 혈관 수축', ㉡은 '골격근 떨림'이다.

㉤. 에피네프린(㉡)을 혈액으로 분비하는 내분비샘은 부신 속질이다.

㉥. 시상 하부는 체온 변화 감지와 조절의 중추로, 시상 하부에 설정된 온도에 맞추어 체온이 유지된다. 따라서 시상 하부에 설정된 온도가 체온보다 낮아지면 체온도 내려가야 하므로 열 발산량은 증가하고 열 발생량은 감소한다. (가)가 일어나면 열 발산량이 감소하고 열 발생량이 증가하므로 시상 하부에서 설정된 온도가 체온보다 낮아지면 (가)는 일어나지 않는다.

### 10 삼투압 조절

호르몬 X는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)이다. ADH(X)는 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬으로 혈중 ADH(X) 농도가 높아지면 혈장 삼투압은 낮아지고, 오줌 삼투압은 높아진다. 따라서 ㉠은 혈장, ㉡은 오줌이다.

㉢. (나)에서  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 혈중 ADH(X) 농도가 높으므로

로 혈장(㉓) 삼투압은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.

㉔. (나)에서 ADH(X)를 투여하면 콩팥에서 재흡수되는 수분의 양이 증가하여 단위 시간당 오줌 생성량이 감소하고 오줌(㉔) 삼투압이 증가한다. 따라서 오줌(㉔) 삼투압은  $t_3$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.

㉕. ADH(X)는 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하는 호르몬이다.

## 11 혈당량 조절

(가)에서 운동으로 혈중 포도당 농도가 낮아지면 글루카곤의 분비는 증가하고 인슐린의 분비는 감소한다. 따라서 X는 인슐린이다.

(나)에서 이자에 연결된 부교감 신경(A)에 의해 분비가 촉진되는 호르몬 ㉑은 인슐린, 이자에 연결된 교감 신경(B)에 의해 분비가 촉진되는 호르몬 ㉒은 글루카곤이다.

㉑. X와 ㉑은 모두 인슐린이다.

㉒. 운동 시작 후 글루카곤(㉒)의 분비량은 증가하므로, 이자에 연결된 교감 신경(B)의 활동 전위 발생 빈도는 증가한다.

㉓. 운동을 하는 동안 혈당량이 감소하면 인슐린(X)의 분비는 감소하고, 글루카곤의 분비는 증가한다. 따라서  $t_1$ 일 때가 운동 시작 시점일 때보다 글루카곤의 혈중 농도가 높으므로, 간에서 단위 시간당 분해되는 글리코젠의 양은  $t_1$ 일 때가 운동 시작 시점일 때보다 많다.

## 12 삼투압 조절

정상인에게 수분 공급을 중단하면 혈장 삼투압이 높아져 ADH의 분비량이 많아지므로 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고 오줌 삼투압은 증가한다. 따라서 ㉑은 오줌 삼투압이다. 환자 ㉒에게 수분 공급을 중단했을 때 정상인에 비해 오줌 삼투압(㉑)이 낮으므로, ㉒은 ADH 분비에 이상이 있어 다량의 오줌을 생성한다.

X. 정상인에게 수분 공급을 중단하면 혈장 속의 수분이 감소하게 되므로 혈장 삼투압이 높아진다. 따라서 혈장 삼투압은  $t_1$ 일 때가 수분 공급 중단 시점일 때보다 높다.

㉑. ㉒은 ADH 분비에 이상이 있는 환자이므로,  $t_2$ 일 때 ㉒에게 ADH를 투여하면 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진되므로 오줌 삼투압이 증가한다.

㉓. 정상인에서 혈장 삼투압이 높아지면 혈중 ADH 농도가 높아져 콩팥에서의 수분 재흡수량이 증가한다. 이로 인해 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하므로, 단위 시간당 오줌 생성량은  $p_1$ 에서  $p_2$ 에서보다 많다.

## 13 혈당량 조절

에피네프린은 부신에서 분비되고, 인슐린과 글루카곤은 모두 이자에서 분비된다. 따라서 ㉑은 에피네프린이다. 글루카곤은 글리코젠의 분해를 촉진하여 혈당량을 증가시키며, 인슐린은 글리코

젠의 합성을 촉진하여 혈당량을 감소시킨다. 따라서 ㉒은 글루카곤, ㉓은 인슐린이다. 인슐린은 세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시킨다. 따라서 세포 밖 포도당 농도가 증가할 때 세포 안 포도당 농도를 증가시키는 호르몬 X는 인슐린(㉓)이며, 인슐린(X, ㉓)이 있을 때는 ㉑이다.

X. 에피네프린은 간에 저장되어 있는 글리코젠을 포도당으로 분해하여 혈당량을 증가시킨다. 따라서 혈중 포도당 농도가 증가하면 에피네프린(㉑)의 분비가 촉진되지 않는다.

X. 에피네프린(㉑)과 글루카곤(㉒)은 모두 혈당량을 증가시키므로, 길항적으로 작용하지 않는다.

㉑. ㉑에서 세포 밖 포도당 농도가 증가함에 따라 세포 안 포도당 농도가 증가하는 것은 인슐린(X, ㉓)에 의해 세포로의 포도당 흡수가 촉진되기 때문이다. 따라서 ㉑은 인슐린(X, ㉓)이 있을 때이다.

## 14 삼투압 조절

혈중 ADH 농도가 증가하면 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진되어 혈장 삼투압과 단위 시간당 오줌 생성량은 모두 감소하고, 오줌 삼투압은 증가한다.

X. 전체 혈액량이 증가할수록 혈중 ADH 농도는 감소하고, 혈장 삼투압이 증가할수록 혈중 ADH 농도는 증가한다. 따라서 ㉑은 전체 혈액량이다.

㉑. (가)에서 물을 섭취하면 혈장 속의 수분 증가로 혈장 삼투압이 낮아져 혈중 ADH 농도가 감소한다. 이로 인해 단위 시간당 오줌 생성량은 증가한다. 따라서 혈장 삼투압은 구간 I에서 구간 II에서보다 높다.

㉒. (나)에서  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 혈중 ADH 농도가 높으므로, 오줌 삼투압은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.

## 07 방어작용

### 2점 수능 테스트

본문 103~106쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ③ 06 ② 07 ⑤  
 08 ⑤ 09 ④ 10 ④ 11 ④ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ①  
 15 ④ 16 ④

#### 01 병원체의 특징

(가)는 분열을 통해 증식하지 않으므로 독감의 병원체인 바이러스이고, (나)는 분열을 통해 증식하므로 결핵의 병원체인 세균이다.

- Ⓐ. (가)는 독감의 병원체인 바이러스이다.  
 Ⓑ. (나)는 결핵의 병원체인 세균이며, 세균에 의한 질병의 치료에는 항생제가 사용된다.  
 ✕. 독감의 병원체인 바이러스는 독립적으로 물질대사를 하지 못하며, 결핵의 병원체인 세균은 독립적으로 물질대사를 한다.

#### 02 질병의 구분

고혈압은 병원체의 감염 없이 나타나는 질병이며, 소아마비의 병원체는 바이러스, 수면병의 병원체는 원생생물이다. 따라서 A는 고혈압이고, 원생생물은 핵을 가지고 있는 진핵생물이며 바이러스는 세포의 구조를 가지고 있지 않으므로 B는 소아마비, C는 수면병이다.

- Ⓐ. A는 고혈압이다.  
 Ⓑ. B(소아마비)의 병원체인 바이러스와 C(수면병)의 병원체인 원생생물은 모두 단백질을 갖는다.  
 ✕. 바이러스는 세포의 구조를 가지고 있지 않으므로 '병원체는 세포로 이루어져 있다.'는 Ⓐ에 해당하지 않는다.

#### 03 질병의 구분

세균성 폐렴의 병원체는 세균, 홍역의 병원체는 바이러스, 말라리아의 병원체는 원생생물이다. 바이러스는 살아 있는 숙주 세포 내에서 증식한 후 방출되며, 세포의 구조를 갖추고 있지 않다. 세균성 폐렴과 홍역은 모두 사람을 통해 직접 전염될 수 있으며, 말라리아는 매개 곤충인 모기에 의해 전염된다. 따라서 (가)는 말라리아, (나)는 세균성 폐렴, (다)는 홍역이다.

- Ⓐ. 말라리아(가)는 모기를 매개로 말라리아 원충에 감염되어 발생한다.  
 Ⓑ. 홍역(다)의 병원체는 바이러스로 핵산을 가지고 있다.  
 Ⓒ. (가)~(다)는 모두 병원체에 의해 나타나는 감염성 질병이다.

#### 04 염증 반응

그림은 손상된 피부를 통해 세균이 침입하였을 때 일어나는 염증 반응을 나타낸 것으로, ㉠은 히스타민을 방출하는 비만세포, ㉡은 식세포 작용(식균 작용)을 하는 대식세포이다.

- Ⓐ. 비만세포가 방출하는 히스타민은 모세 혈관을 확장시켜 혈관벽의 투과성을 증가시킨다.  
 Ⓑ. 염증 반응에서는 발열, 부어오름, 붉어짐, 통증 등의 증상이 나타난다.  
 Ⓒ. ㉡(대식세포)은 식세포 작용(식균 작용)으로 세균을 자신의 세포 안으로 끌어들여 제거한다.

#### 05 비특이적 방어 작용

피부는 병원체가 침투하지 못하게 하는 물리적 장벽 역할을 하며 점막에서 분비된 점액에는 라이소자임이 들어 있다. 대식세포는 식세포 작용(식균 작용)을 한다.

- Ⓐ. 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하여 세균의 침입을 막는 물질로 Ⓐ에 해당한다.  
 Ⓑ. ㉡(대식세포)는 백혈구의 일종이다.  
 ✕. (가)~(다)는 모두 병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 일어나는 비특이적 방어 작용의 예이다.

#### 06 특이적 방어 작용

(가)와 (나)는 모두 특이적 방어 작용으로, (가)는 세포성 면역, (나)는 체액성 면역에 해당한다. ㉠은 항원에 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포독성 T림프구이고, ㉡은 B 림프구, ㉢은 항체를 생성하는 형질 세포이다.

- ✕. ㉠(세포독성 T림프구)은 체액성 면역에 관여하지 않는다.  
 ✕. ㉡(B 림프구)은 골수에서 성숙(분화)한다.  
 Ⓒ. 항체 ㉢은 항원 A의 침입을 통해 분화된 형질 세포에서 생성되었으므로 항원 A에 특이적으로 작용하여 항원 항체 반응을 한다.

#### 07 질병의 구분

감기의 병원체는 바이러스, 무좀의 병원체는 곰팡이, 세균성 식중독의 병원체는 세균이다. 따라서 A는 무좀, B는 세균성 식중독, C는 감기이다.

- ✕. 혈우병은 비감염성 질병에 해당하며 유전에 의해서 발병하므로 흐르는 물에 비누로 30초 이상 손을 씻음으로써 예방할 수 없다.  
 Ⓒ. B(세균성 식중독)의 병원체는 세균으로 음식을 익혀 먹음으로써 예방할 수 있다.  
 Ⓓ. A(무좀)를 일으키는 병원체는 곰팡이이다.



## 08 체액성 면역 반응

병원체 X가 사람의 체내에 침입하면 대식세포(㉠)가 보조 T 림프구(㉡)를 활성화시키고 활성화된 보조 T 림프구의 도움으로 B 림프구가 형질 세포(㉢)로 분화되어 항체를 생성한다.

㉠ ㉠(대식세포)은 체내로 침입한 병원체를 종류에 관계없이 자신의 세포 안으로 끌어들여 분해하는 식세포 작용(식균 작용)을 하므로 비특이적 방어 작용에 관여한다.

㉡ ㉡은 보조 T 림프구이다.

㉢ ㉢(형질 세포)은 한 종류의 항체를 생성하며, 항체는 특정 항원에 대하여 특이적으로 작용한다.

## 09 항체의 구조

항체는 Y자 모양의 단백질로 항원 결합 부위가 보통 2군데 있으며, 항원 결합 부위의 모양은 항체의 종류에 따라 다르다.

✕. 항원 결합 부위는 ㉠이다.

㉡ A(항체)는 면역 단백질로 항원과 결합하여 항원을 무력화시킨다.

㉢ A(항체)는 B 림프구로부터 분화된 형질 세포에서 생성된다.

## 10 혈액의 응집 반응

사람 I의 혈액과 항 A 혈청을 섞었을 때 응집 반응이 일어났으며, 응집소  $\alpha$  이외의 응집소 ㉠이 있으므로 I의 ABO식 혈액형은 A형이며, ㉠은 응집소  $\beta$ 이다. 사람 II의 혈액과 항 B 혈청을 섞었을 때 응집 반응이 일어났으며, 응집소  $\beta$  이외의 응집소가 있으므로 II의 ABO식 혈액형은 B형이며 응집소  $\alpha$ 가 있다.

㉠ II의 ABO식 혈액형은 B형이다.

✕. ㉠은 응집소  $\beta$ 이다.

㉡ I은 ABO식 혈액형이 A형이고, II는 B형이므로 I과 II의 혈액을 섞으면 응집 반응이 일어난다.

## 11 2차 면역 반응

병원체 X가 1차 침입하면 B 림프구가 활성화되어 형질 세포와 기억 세포로 분화되고 형질 세포가 항체를 생성하는 1차 면역 반응이 일어난다. 이후 병원체 X가 2차 침입하면 기억 세포가 빠르게 증식하고 분화하여 만들어진 형질 세포가 많은 항체를 생성하는 2차 면역 반응이 일어난다. 따라서 ㉠은 형질 세포, ㉡은 기억 세포이며, 구간 I은 1차 면역 반응에 속하고, 구간 II는 2차 면역 반응에 속한다.

㉠ 구간 I에서 혈중 항체 농도가 증가하므로 ㉠(형질 세포)이 형성된다.

✕. 구간 II에서 2차 면역 반응이 일어나므로 ㉡(기억 세포)이 ㉠(형질 세포)으로 분화된다.

㉢ 침입한 X에 대한 방어 작용으로 구간 I과 II에서 모두 X에

대한 특이적 방어 작용뿐만 아니라 비특이적 방어 작용도 일어난다.

## 12 혈액의 응집 반응

I ~ IV의 ABO식 혈액형은 모두 다르며, I의 적혈구를 III의 혈장에 섞었을 때와 III의 적혈구를 II의 혈장에 섞었을 때 응집 반응이 일어났고, IV의 적혈구를 III의 혈장에 섞었을 때는 응집 반응이 일어나지 않았으므로 ABO식 혈액형은 I은 AB형, IV는 O형이며, II와 III은 A형과 B형 중 서로 다른 하나이다.

✕. I의 ABO식 혈액형은 AB형이다.

㉠ I(AB형)의 혈장에는 응집소가 없으므로 ㉠은 ‘-’이고, IV(O형)의 적혈구에는 응집원이 없으므로 ㉡도 ‘-’이다.

㉢ II와 III의 ABO식 혈액형은 A형과 B형 중 각각 서로 다른 하나이므로 서로 다른 응집소를 갖는다.

## 13 림프구의 분화

림프구는 백혈구의 일종으로 골수에 있는 조혈 모세포로부터 만들어진다. 골수에서 만들어진 림프구 중 일부는 골수에서 B 림프구로 분화하고, 다른 일부는 가슴샘으로 이동하여 T 림프구로 분화한다. 따라서 ㉠은 B 림프구, ㉡은 T 림프구이다.

✕. ㉠(B 림프구)은 체액성 면역 반응에 관여한다.

㉡ ㉡은 T 림프구이다.

㉢ 림프구는 골수에 있는 조혈 모세포로부터 만들어진다.

## 14 백신의 작용

백신은 1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질로, 백신을 주사하면 기억 세포가 형성되어 동일한 항원이 다시 침입하였을 때 신속하게 다량의 항체가 생성된다. 따라서 (가)는 X에 대한 백신을 접종한 생쥐, (나)는 접종하지 않은 생쥐이다.

㉠ (나)에 비해서 항체 농도가 급격하게 증가했으므로, (가)는 X에 대한 백신을 접종한 생쥐이다.

✕. (나)는 백신을 접종하지 않은 생쥐이므로, (나)에서 X에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.

✕. 동일한 항원이 2차 침입하면 기억 세포가 빠르게 증식하고 분화하여 만들어진 형질 세포가 많은 항체를 생성하는 2차 면역 반응이 일어나므로, 구간 I에서 (가)의 X에 대한 기억 세포가 형질 세포로 분화되었다.

## 15 특이적 방어 작용

생쥐 B에 ㉠을 주사했을 때 X에 대한 항체가 있었으므로 ㉠은 혈장이며, 생쥐 C에 ㉡를 주사했을 때는 X에 대한 항체가 없었지만 X를 주사했을 때 생쥐 B에 비해 항체 농도가 급격하게 증가하였

으므로 ⑥는 기억 세포이다.

㉠. ③는 혈장이다.

✕. 구간 I에서 X에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.

㉡. 구간 II에서 X에 대한 기억 세포가 형질 세포로 분화되어 형질 세포로부터 항체가 생성되었다.

### 16 항원 항체 반응의 특이성

항체 ㉠은 병원체 B에만 결합하므로 ㉠은 항원 ㉢에, 항체 ㉡은 병원체 A에만 결합하므로 ㉡은 항원 ㉡에, 항체 ㉢은 병원체 A와 B 모두에 결합하므로 ㉢은 항원 ㉡에 결합한다. 주어진 표를 정리하면 다음과 같다.

구분	A	B
㉠	(가)(○)	×
㉡	×	○
㉢	?(○)	?(○)

(○: 결합함, ×: 결합 못함)

㉠. (가)는 '○'이다.

✕. 항체 ㉡은 항원 ㉢에 결합한다.

㉡. 항체 ㉢은 병원체 A와 B 모두에 결합한다.

### 3 수능 테스트

본문 107~111쪽

01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ⑤ 06 ④ 07 ③  
08 ① 09 ⑤ 10 ③

### 01 질병의 구분

'감염성 질병이다.'와 '병원체가 유전 물질을 가지고 있다.'는 홍역과 결핵, '치료에 항생제가 사용된다.'는 결핵의 특징이다. 따라서 특징의 개수가 3인 질병 A는 결핵이다. 당뇨병은 특징의 개수가 0이고 홍역은 2인데 ㉡는 ⑥보다 큰 수라고 하였으므로, B는 홍역, C는 당뇨병이며, ㉡는 2이고 ⑥는 0이다.

㉠. ㉡는 2이고 ⑥는 0이므로 ㉡+⑥=2이다.

㉡. A는 특징의 개수가 3인 결핵이다.

✕. C(당뇨병)는 비감염성 질병이므로 다른 사람에게 전염되지 않는다.

### 02 병원체

㉠(세균)은 세포 구조로 되어 있으며 세균성 폐렴의 병원체이다.

㉡(HIV)은 세포 구조로 되어 있지 않으며 후천성 면역 결핍증

(AIDS)의 병원체이다.

✕. ㉠은 세균성 폐렴의 병원체이다.

㉡. ㉡(AIDS)와 ㉠(세균성 폐렴)은 모두 병원체에 의해 나타나는 감염성 질병이다.

✕. ㉡(세균성 폐렴)의 병원체는 세균이므로 치료에 항생제가 사용된다.

### 03 HIV에 의한 보조 T 림프구 감소

㉡(HIV)는 ㉡(보조 T 림프구)를 파괴하여 세포성 면역와 체액성 면역을 모두 약화시킨다. 병원체 X가 체내에 처음 침입하였을 때 대식세포가 X를 삼킨 후 제시한 항원 조각을 ㉡(보조 T 림프구)가 인식하여 빠르게 증식하고 ㉡(보조 T 림프구)는 ㉢(세포독성 T림프구)의 활성화를 촉진한다. ㉢(세포독성 T림프구)는 X에 감염된 세포를 직접 공격하여 제거한다.

㉠. ㉡(HIV)는 ㉡(보조 T 림프구)를 파괴하면서 증식하므로 ㉡는 HIV이다.

✕. ㉢(세포독성 T림프구)는 X에 감염된 세포를 직접 공격하여 제거함으로써 세포성 면역 반응에 관여한다.

㉡. 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)에 감염된 후 시간이 경과할수록 ㉡(보조 T 림프구)의 수가 줄어들어 면역력이 감소한다. 따라서 감염성 질병의 발병 확률은 구간 II에서가 I에서보다 높다.

### 04 특이적 방어 작용

병원체 X가 생쥐에 침입하면 ㉡(대식세포)가 ㉡(보조 T 림프구)를 활성화시킨다. 활성화된 ㉡(보조 T 림프구)는 세포독성 T림프구를 활성화시켜 세포성 면역이, B 림프구를 분화시켜 체액성 면역이 일어나도록 한다. ㉡(대식세포)가 결핍되면 식세포 작용(식균 작용)과 같은 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용이 모두 정상적으로 일어나지 않으며, ㉡(보조 T 림프구)가 결핍되면 특이적 방어 작용이 정상적으로 일어나지 않는다. 따라서 A는 ㉡(대식세포)가 결핍된 생쥐, B는 ㉡(보조 T 림프구)가 결핍된 생쥐, C는 정상 생쥐이다.

㉠. A는 ㉡(대식세포)가 결핍된 생쥐로 병원체 X가 급격하게 증가하고 있다.

✕. ㉡(보조 T 림프구)는 세포독성 T림프구를 활성화시켜 세포성 면역 반응이 일어나도록 하며, ㉡(보조 T 림프구)가 세포독성 T림프구로 분화되는 것은 아니다.

✕. B는 ㉡(보조 T 림프구)가 결핍된 생쥐이므로 B 림프구의 분화를 통한 체액성 면역이 정상적으로 일어나지 않는다. 따라서 구간 I에서 X에 대한 체액성 면역 반응은 C에서가 B에서보다 활발하다.

### 05 항원 항체 반응의 특이성과 2차 면역 반응

특정 항원에 대한 기억 세포가 존재하면 동일 항원이 재침입했을 때 2차 면역 반응이 일어난다. Y가 침입했을 때 ㉠에 대한 2차 면역 반응이 일어났으므로 ㉠은 병원체 X와 Y가 모두 가진 항원 A이며, ㉡은 항원 C, ㉢은 항원 B이다.

㉠ 항원 ㉡은 항원 C이다.

㉠ 한 종류의 형질 세포는 한 종류의 항체를 생산하므로, 항원 ㉠과 ㉡에 대한 항체는 서로 다른 형질 세포에서 생성된다.

㉢ 비특이적 방어 작용은 감염 발생 시, 병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 일어나므로, 구간 I과 II에서 모두 비특이적 방어 작용이 일어난다.

### 06 백신

병원체 X로부터 얻은 물질 ㉠과 ㉡을 생쥐 I과 II에 주사했을 때 일정 시간이 지난 후 I과 II는 생존했고, X를 주사한 III은 죽었으므로 X는 독성이 강한 병원체이며, X로부터 얻은 물질 ㉠과 ㉡은 독성이 약하거나 없음을 알 수 있다. II에서 혈장을 분리하여 IV에 주사하고, ㉠에 대한 기억 세포를 분리하여 V에 주사한 지 일정 시간이 지난 후 I, IV, V에 X를 주사하였을 때, 일정 시간이 지나 I은 죽었고, IV와 V는 살았다. 따라서 I에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않았음을 알 수 있다.

㉠ (라)에서 (다)의 II로부터 ㉠에 대한 기억 세포를 분리하여 V에 주사하였으며, (마)에서 I은 죽고, V는 생존하였으므로 X에 대한 백신으로 ㉠이 ㉡보다 적합하다.

㉡ (마)에서 IV가 생존하였으므로, (라)에서 IV가 (다)의 II로부터 받은 ㉡(혈장)에 항체는 있지만 형질 세포는 없다.

㉢ (라)에서 (다)의 II로부터 ㉢에 대한 기억 세포를 분리하여 V에 주사하였다. 따라서 (마)의 V에서는 기억 세포로부터 형질 세포로의 분화가 일어났다.

### 07 체액성 면역

(라)에서 생쥐 I과 II에 항원 A와 B를 동시에 각각 주사했을 때, I에서는 A에 대한 2차 면역 반응이 일어났으며, II에서는 B에 대한 2차 면역 반응이 일어났다. (나)에서 I은 생리식염수를 주사한 생쥐였으므로, (다)에서 I이 (나)의 III으로부터 받은 ㉡는 A에 대한 기억 세포이다. 따라서 ㉡는 혈장이며, ㉠은 B, ㉢은 A, ㉣은 C이다.

㉠ ㉠은 B이다.

㉡ (나)에서 생쥐 IV에 주사한 ㉡는 C이므로, ㉢에는 C에 대한 항체가 있다.

㉣ (마)에서 I과 II에 C를 각각 주사했을 때, I과 II 모두 C에 처음 감염되었으며, C에 대한 기억 세포를 가지고 있지 않으므로, 생쥐 I과 II에서 모두 C에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.

### 08 면역 관련 질환

자가 면역 질환은 면역계가 자기 조직 성분을 항원으로 인식하여 세포나 조직을 공격하여 생기는 질환이며, 알레르기는 특정 항원에 대한 면역 반응이 과민하게 나타나는 현상이다.

㉠ ㉠은 자가 면역 질환이다.

㉡ ㉠(알레르기)은 특정 항원에 대한 면역 반응이 과민하게 나타나는 현상으로 병원체를 통해 발생하는 질병이 아니므로 비감염성 질병이다.

㉢ ㉠(자가 면역 질환)과 ㉣(알레르기)은 감염성 질병이 아니므로 백신을 이용하여 예방할 수 없다.

### 09 ABO식 혈액형

I의 혈액을 항 A 혈청과 항 B 혈청에 각각 섞었을 때, 항 A 혈청(응집소  $\alpha$  함유)에서는 응집 반응이 일어났지만, 항 B 혈청(응집소  $\beta$  함유)에서는 응집 반응이 일어나지 않았다. 이를 통해 I의 ABO식 혈액형은 응집원 A와 응집소  $\beta$ 를 가진 A형이라는 것을 알 수 있다. I의 적혈구를 혈장 (가)와 (다)에 각각 섞었을 때 응집 반응이 일어났으므로 (가)와 (다)에는 응집소  $\alpha$ 가 있으며, (나)는 I의 혈장이고 응집소  $\beta$ 를 가진다. II의 적혈구와 혈장 (나)와 (다)를 섞었을 때 응집 반응이 일어났으므로 II의 ABO식 혈액형은 B형이며, (다)는 III의 혈장이고, III은 O형이다.

㉠ (나)는 I의 혈장이다.

㉡ (가)는 II의 혈장이며, (나)는 I의 혈장이므로 ㉠과 ㉡은 모두 '-'이다.

㉢ III은 O형이므로 응집소  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 모두 갖는다.

### 10 ABO식 혈액형

X에서 B형인 사람은 36명이라고 하였는데, 응집원 ㉠과 응집소 ㉡를 모두 가진 사람은 24명이므로 A형인 사람은 24명이다. 따라서 응집원 ㉠은 응집원 B, 응집원 ㉢은 응집원 A이며, 응집소 ㉡는 응집소  $\beta$ , 응집소 ㉣은 응집소  $\alpha$ 이다. 응집원 ㉣(응집원 A)을 가진 사람은 42명인데, A형인 사람은 24명이므로 AB형인 사람은 18명이다. 응집소 ㉤(응집소  $\alpha$ )를 가진 사람은 58명인데, B형인 사람은 36명이므로 O형인 사람은 22명이다. X에서 ABO식 혈액형에 따라 구분한 I~IV의 혈액형은 모두 다르다고 하였으므로 이를 바탕으로 표를 정리하면 다음과 같다.

구분	응집원 ㉣(응집원 B)	응집소 ㉤(응집소 $\alpha$ )
I(O형)	×	○
II(A형)	×	?(×)
III(AB형)	?(○)	×
IV(B형)	○	?(○)

(○: 있음, ×: 없음)

- ㉠. II의 ABO식 혈액형은 A형이다.
- ㉡. I(O형)과 III(AB형)을 합한 인원은 40명이다.
- ㉢. 응집소  $\alpha$ (응집소  $\beta$ )를 가진 사람은 A형이 24명, O형이 22명으로 총 46명이다.

## 08 유전 정보와 염색체

### 2 점 수능 테스트

본문 123~127쪽

- |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ④ | 03 ③ | 04 ② | 05 ① | 06 ③ | 07 ⑤ |
| 08 ① | 09 ⑤ | 10 ⑤ | 11 ③ | 12 ② | 13 ⑤ | 14 ③ |
| 15 ③ | 16 ④ | 17 ② | 18 ② | 19 ④ | 20 ② |      |

#### 01 염색체의 구조

- A는 염색체, B는 뉴클레오솜, C는 DNA이다.
- ✗. 응축된 염색체(A)는 분열기의 세포에서 관찰된다.
- ㉠. B는 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 구조이므로 뉴클레오솜이다.
- ㉡. DNA(C)에는 유전 정보가 있다.

#### 02 핵형 분석

- ✗. 세포 분열을 체세포 분열 중기에서 멈추게 하는 물질(㉠)은 중기에서 후기로 진행되는 것을 멈추게 하는 물질로  $G_2$ 기에서 방추사를 구성하는 단백질의 합성을 억제하는 것이 아니다.
- ㉠. 분열기 전에 간기에서 DNA 복제가 일어나므로 체세포 분열 중기의 염색체(㉡)는 DNA 복제로 생긴 2개의 염색 분체로 구성되어 있다.
- ㉡. 핵형 분석은 염색체를 크기, 모양, 염색된 띠 등을 이용해 같은 것끼리 묶은 후 크기에 따라 배열하는 것이므로 핵형 분석(㉢)을 할 때 염색체 크기와 모양을 고려한다.

#### 03 상동 염색체와 대립유전자

- ㉠. 남자의 체세포에서 I과 II는 모양과 크기가 같은 상동 염색체이므로 I과 II는 모두 상염색체이다.
- ㉡. ㉠은 a이다.
- ✗. I과 II는 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 것으로 감수 분열 시 I과 II는 세포의 양극으로 이동해 서로 다른 딸세포로 들어간다.

#### 04 핵형

- ✗. 고릴라와 침팬지의 체세포 1개당 들어 있는 염색체 수는 같지만 서로 다른 종이므로 고릴라와 침팬지의 핵형은 서로 다르다.
- ✗. 사람에서 남자와 여자의 상염색체는 같지만, 남자와 여자의 성염색체는 다르므로 남자와 여자의 핵형은 서로 다르다.
- ㉠. 침팬지의 체세포에는 상동 염색체가 24쌍이므로 감수 분열로 형성되는 생식세포의 염색체 조합은 최대  $2^{24}$ 가지이다.

## 수능 기출의 미래

두꺼운 분량을 벗어난 가장 완벽한 기출문제집  
쉬운 문항은 간략하고 빠르게,  
고난도 문항은 상세하고 심도 있게

## 05 DNA, 유전체, 염색체

- ✗ DNA는 폴리뉴클레오타이드로 구성되어 있고, 히스톤 단백질은 염색체에 있다.
- 염색체에는 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 뉴클레오솜이 있다.
- ✗ 유전체는 한 개체의 모든 DNA에 있는 유전 정보 전체를 의미한다.

## 06 염색체의 구조

- 염색체의 잘록한 부분인 ㉠은 동원체이다.
- DNA(㉡)의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.
- ✗ ㉢와 ㉣는 하나의 염색체를 이루는 2개의 염색 분체로 간의 S기에 DNA 복제 과정에서 형성된 것이다. 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 염색체는 상동 염색체를 구성한다.

## 07 염색체와 핵형

- (가)와 (나)는 C의 세포, (다)는 B의 세포, (라)는 A의 세포이다.
- C의 세포인 (가)와 (나)는 핵상이  $n$ 으로 염색체 수가 4이다. 체세포의 핵상은  $2n$ 이므로 C의 체세포의 염색체 수는 8이다.
- 체세포 1개당  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}}$ 의 값은 A가 3이고, B가 6이므로 B가 A의 2배이다.

## 08 감수 분열

- (가)는 감수 2분열 후기, (나)는 감수 1분열 후기, (다)는 감수 1분열 전기, (라)는 감수 2분열 말기이다.
- 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체가 형성되는 시기는 감수 1분열 전기로 (다)는 감수 1분열 전기이다.
- ✗ 세포질 분열 결과 4개의 딸세포가 형성되므로 (라)는 감수 2분열 말기이다. 감수 2분열 후기에 염색 분체가 나뉘어져 들어가므로 (라)의 딸세포(㉠)에 있는 염색체는 2개의 염색 분체로 구성되어 있지 않다.
- ✗ (가)는 감수 2분열 후기, (나)는 감수 1분열 후기, (다)는 감수 1분열 전기, (라)는 감수 2분열 말기이다. 따라서 생식세포가 형성되는 과정은 (다) → (나) → (가) → (라) 순서로 일어난다.

## 09 세포 주기

- 구간 I에는  $G_1$ 기 세포, 구간 II에는 S기 세포, 구간 III에는  $G_2$ 기 세포와 M기 세포가 있다.
- 간기와 분열기 상관없이 염색체에는 뉴클레오솜이 항상 있다.
- S기 세포는 핵막을 가지므로, 구간 II에는 핵막을 갖는 세포가 있다.

- $G_2$ 기 세포는 간기의 세포이므로, 구간 III에는 간기의 세포가 있다.

## 10 감수 분열

- (가)는 감수 분열 동안 핵 1개당 DNA양 변화의 일부를 나타낸 것이고, (나)는 감수 1분열 중기의 세포이다.
- I 시기는  $G_1$ 기를, II 시기는  $G_2$ 기, 감수 1분열 전기, 중기, 후기와 말기의 일부를, III 시기는 감수 2분열을 포함한다.
- ✗ 2가 염색체가 세포 중앙에 배열된 (나)는 감수 1분열 중기의 세포이므로 감수 1분열 중기 세포(나)는 II 시기에 관찰된다.
- 염색체와 염색사에는 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 뉴클레오솜이 있으므로, I 시기의 세포에는 히스톤 단백질이 있다.
- I 시기 세포의 핵상과 II 시기 세포의 핵상은 모두  $2n$ 이다.

## 11 체세포 분열과 감수 분열 비교

- 생식세포인 (나)는 대립유전자 H와 h를 모두 갖지 않으므로 H는 성염색체에 있다는 것을 알 수 있다.
- 방추사는 염색체의 동원체에 부착되므로 동원체는 ㉠에 해당한다.
- ✗ (가)는 염색체 수가 4이고, 염색체당 염색 분체가 2개씩 있고, 2가 염색체가 없으므로 체세포 분열 전기에 해당한다.

## 12 체세포 분열과 감수 분열 비교

- ✗ 체세포 분열에서 핵분열 횟수는 1회, 모세포 1개에서 형성된 딸세포의 수는 체세포 분열에서는 2개, 감수 분열에서는 4개이다. 따라서 ㉠은 1, ㉡은 2, ㉢은 4이다. ㉠+㉡+㉢=7이다.
- 체세포 분열과 감수 분열은 모두 분열 전에 DNA 복제가 1회 일어나므로 'DNA 복제 횟수'는 (가)에 해당한다.
- ✗ 체세포 분열 결과 형성된 딸세포의 핵상은  $2n$ 이고, 감수 분열 결과 형성된 딸세포의 핵상은  $n$ 이다.

## 13 세포 주기

- ✗ 핵형 분석에 이용되는 세포는 분열기의 중기 세포로, A 시기는 M기(분열기, ㉠)에 속한다.
- 성염색체의 X 염색체(㉡)는 어머니에게서 물려받은 것이고, Y 염색체(㉢)는 아버지에게서 물려받은 것이다.
- 세포 1개당  $\frac{G_1\text{기(㉠)의 DNA양}}{G_2\text{기의 DNA양}}$ 의 값은  $\frac{1}{2}$ 로 1보다 작다.

## 14 감수 분열

- (나)는 감수 2분열 중기의 세포이다.
- 감수 2분열 중기의 세포의 염색체 수가 4인 것을 보아  $G_1$ 기인 I 시기 세포의 염색체 수는 8이다.
- II에서 상동 염색체의 무작위 배열 후 염색체가 나누어지

는 과정에서 다양한 염색체 조합의 세포가 만들어질 수 있다. 동물 P의 핵상은  $2n$ , 염색체 수는 8이므로 P의 세포 중 IV 시기의 DNA 상대량을 가진 세포에게서 나타날 수 있는 염색체 조합은 최대 16가지이다.

✕. 상동 염색체가 없는 염색체가 세포 중앙에 배열된 (나)는 감수 2분열 중기의 세포이므로 III 시기에 관찰된다.

### 15 감수 분열

(가)는 III, (나)는 I, (다)는 II, (라)는 IV이다.

㉠. ㉠은 6, ㉡은 2이므로, ㉠+㉡=8이다.

㉢. (가)는 감수 2분열 중기 세포로 (가)의 상염색체 수가 3이고, 성염색체 수가 1이므로, (가)의 염색 분체 수는 8이다.

✕. (라)에는 (나)와 (다)에 있는 d가 없는 것으로 보아 (라)의 핵상은  $n$ 이고, a와 b의 DNA 상대량이 각각 1인 것으로 보아 (라)는 IV이다.

### 16 감수 분열

$G_2$ 기의 세포와 감수 2분열 중기의 세포는 DNA 상대량이 0 또는 2, 4와 같이 짝수이어야 한다. A의 DNA 상대량이 1인 (가)는  $G_1$ 기의 세포이다.  $G_1$ 기의 세포(가)에서 b의 DNA 상대량이 1인데, (나)는 A와 b가 모두 없으므로 감수 2분열 중기의 세포이다. (다)는  $G_2$ 기의 세포이다.

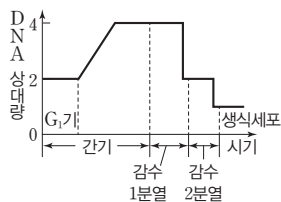
✕. (나)는 감수 2분열 중기의 세포로 ㉠은 '소실됨'이다.

㉢. (다)는 핵막이 소실되지 않고, A의 DNA 상대량이 2이므로  $G_2$ 기의 세포이다.

㉤.  $G_1$ 기의 세포(가)에서 A의 DNA 상대량이 1, b의 DNA 상대량이 1이고, ㉠의 유전자는 서로 다른 2개의 상염색체에 있으므로 이 사람의 ㉠의 유전자형은 AaBb이다.

### 17 감수 분열

어떤 동물( $2n=?$ )의  $G_1$ 기의 세포로부터 생식세포가 형성되는 동안 핵 1개당 DNA양을 그림과 같이 나타낼 수 있다. DNA 상대량이 4인 D는 감수 1분열 중기의 세포이고, DNA 상대량이



1인 A는 생식세포이다. DNA 상대량이 2인 B와 C 중 D와 염색체 수가 같은 C는  $G_1$ 기의 세포, B는 감수 2분열 중기의 세포이다.

✕. A는 생식세포이다.

㉢. 생식세포인 A의 염색체 수가 2이므로  $G_1$ 기 세포(C)의 염색체 수는 4, 감수 2분열 중기 세포(B)의 염색체 수는 2이다. 그러므로 ㉠는 2, ㉡는 4이다.

✕. B의 염색 분체 수는 4, D의 염색 분체 수는 8이므로, D가 B의 2배이다.

### 18 감수 분열

(가)는 III, (나)는 I, (다)는 II이다.

✕. ㉠은 1, ㉡은 2이므로, ㉠+㉡=3이다.

✕. (나)는 I, (다)는 II이다.

㉢. (가)인 III의 유전자형은 hR로, III에는 R가 포함되어 있다.

### 19 감수 분열

세포 II와 III은 중기의 세포이므로 II와 III의 DNA 상대량 ㉢~㉤은 0, 2, 4를 순서 없이 나타낸 것이고, 세포 I의 DNA 상대량 ㉠은 1이다. 세포 I~III 모두에서 D가 모두 같은 값이므로 ㉢은 0이다. 세포 II와 III의 B의 값이 같으므로 ㉤은 2이다. 따라서 ㉤은 4이다. I은 생식세포, II는 감수 1분열 중기의 세포, III은 감수 2분열 중기의 세포이다. 세포 I~III의 A, B, D, d의 DNA 상대량은 표와 같다.

세포	DNA 상대량			
	A	B	D	d
I	㉠(1)	㉢(0)	㉣(0)	㉤(1)
II	㉢(4)	㉤(2)	㉣(0)	㉤(2)
III	㉤(2)	㉤(2)	㉣(0)	㉣(0)

㉠. ㉢은 2이다.

✕. I에서 A의 DNA 상대량이 1이고, II와 III은 B가 있는데 I에서 B의 DNA 상대량이 0, d의 DNA 상대량이 1인 것으로 보아 I은 생식세포이다.

㉢. ㉠의 유전자는 상염색체에 있고, 감수 1분열 중기의 세포(II)에서 A의 DNA 상대량이 4이며, B의 DNA 상대량이 2이므로 P의 ㉠의 유전자형은 AABb이다.

### 20 염색체와 핵형

✕. 염색체의 모양과 크기가 유사한 (가)와 (다)는 하나의 개체의 세포이고, (나)는 다른 개체의 세포이다. (가)와 (다)는 모두 I의 세포, (나)는 II의 세포이다.

㉢. (가)와 (다)의 염색체 수가 다른데, 같은 개체의 세포이므로 I은 수컷이고, 그 결과 II도 수컷이다.

✕. (나)에는 성염색체가 없으므로 II의 체세포의 염색체 수는 10이고, I의 체세포의 염색체 수는 8이다.

## 3월 수능 테스트

본문 128~133쪽

- 01 ㉢ 02 ㉠ 03 ㉤ 04 ㉣ 05 ㉤ 06 ㉢ 07 ㉠  
08 ㉢ 09 ㉠ 10 ㉠ 11 ㉡ 12 ㉣

### 01 세포 주기

- I 은 분열기의 전기, II 는 분열기의 말기, III 는 간기이다.
- ㉠ 염색체와 풀어진 염색체(염색사) 모두에서 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 뉴클레오솜이 있으므로, ㉠에는 히스톤 단백질이 있다.
  - ㉡ 응축된 염색체가 풀리는 과정(나)은 분열기 말기(II)의 세포에서 나타난다.
  - ㉢ 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성된다. I 은 체세포 분열 전기이므로 I 시기의 세포에는 2가 염색체가 없다.

### 02 핵형 분석

- ㉠ 상동 염색체끼리 짝을 짓는(ⓐ) 과정에서 A는 모양과 크기가 같은 D와 짝을 짓는다.
- ㉢ B는 모양과 크기가 같은 염색체가 없는 것으로 보아 성염색체이므로 (다)에서 B는 ⓐ에 붙인다.
- ㉣ 핵형 분석은 분열 중인 체세포를 이용하고, 그림의 세포 P의 핵상은 2n이며, 염색체 수는 10이므로 감수 2분열 중기의 세포가 아니다.

### 03 염색체와 유전자

핵상이 n인 세포에서 같이 있는 염색체는 상동 염색체가 아니므로, ㉠과 ⓐ, ㉡과 ⓑ, ㉢과 ⓒ이 대립유전자라는 것을 알 수 있다. 그림에서 ⓐ~ⓒ에 모두 있는 a는 I~III에 모두 있는 ⓐ이고, ㉡은 A라는 것을 알 수 있다. ⓑ와 ⓒ에 모두 있는 d는 ⓑ이고, ⓒ은 D이다. ⓐ는 III, ⓑ는 I, ⓒ는 II의 세포이므로 ⓒ에 있는 B는 II에서 ⓐ이다. (가)의 유전자는 서로 다른 2개의 염색체에 있으므로, 대립유전자 B와 b는 X 염색체에 있고, 대립유전자 A와 a, 대립유전자 D와 d가 같은 상염색체에 있다. 그러므로 A와 d를 갖는 IV는 암컷의 세포이다. P는 2개의 세포, Q는 3개의 세포이므로 정리하면 표와 같다.

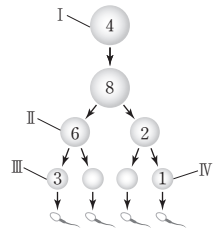
세포	대립유전자					
	㉠(b)	㉡(A)	㉢(d)	ⓐ(a)	ⓑ(D)	ⓒ(B)
I (P, 수)	×	×	○	○	×	×
II (Q, 암)	×	×	○	○	×	○
III (P, 수)	○	×	×	○	○	×
IV (Q, 암)	○	○	○	×	×	×
V (Q, 암)	○	○	○	○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

- ㉣ P의 (가)의 유전자형은 aaX<sup>b</sup>YDd이고, Q의 (가)의 유전자형은 AaX<sup>B</sup>X<sup>b</sup>dd이다.
- ㉠ ⓐ은 D이다.
- ㉡ d가 없는 ⓐ는 D(ⓐ)가 있는 III이다.

### 04 감수 분열

감수 2분열 중기의 세포에서 1개의 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있다. 따라서 II의 D, E, F의 DNA 상대량을 더한 값은 0이거나 짝수이다. D, E, F의 DNA 상대량을 더한 값이 6, 4, 3이기 위해서는 I은 ㉡, II는 ㉠, III은 ㉢, IV는 ⓐ이다.



- ㉠ I (㉡)의 D, E, F의 DNA 상대량을 더한 값이 4이고, III(㉢)의 D, E, F의 DNA 상대량을 더한 값이 3이므로 IV(ⓐ)의 D, E, F의 DNA 상대량을 더한 값(ⓐ)은 1이다.
- ㉢ III(㉢)의 D, E, F의 DNA 상대량을 더한 값이 3이므로 III의 (나)의 유전자형은 F이고, III에 X 염색체가 있다. 따라서 IV에는 Y 염색체가 있으므로 F 또는 f를 갖지 않는다. P의 (나)의 유전자형은 X<sup>F</sup>Y이다. P에 f가 없으므로 D, E, f를 모두 갖는 세포는 없다.
- ㉡  $\frac{X \text{ 염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 의 값은 I은  $\frac{1}{44}$ 이고, III은  $\frac{1}{22}$ 이다.

### 05 세포 주기와 체세포 분열

- 구간 I에는 S기의 세포, 구간 II에는 G<sub>2</sub>기의 세포와 M기의 세포가 있다. ⓐ는 후기 세포, ⓑ는 전기 세포이다.
- ㉠ ⓐ는 후기 세포로 ⓐ에서 염색체를 구성하는 염색 분체가 분리되어 양극으로 이동하였다.
  - ㉡ 구간 I에는 간기의 S기 세포가 있고, 간기의 세포는 핵막을 가지므로 구간 I에는 핵막을 갖는 세포가 있다.
  - ㉢ 구간 II에는 M기의 세포인 전기 세포(ⓑ)가 있다.

### 06 염색체와 핵형

- ㉠과 ㉡은 상염색체, ㉢과 ⓐ은 X 염색체이다. (나)와 (다)는 II의 세포이고, (가)는 I의 세포이다.
- ㉢ 2n=6인 동물의 (나)와 (다)에는 (가)에 없는 염색체와 ㉠ 또는 ⓐ이 있는 것으로 보아 (나)와 (다)에는 X 염색체는 없고, Y 염색체가 있다는 것을 알 수 있다. (나)와 (다)에 없는 ㉡과 ⓐ은 X 염색체이다.
- ㉠ (가)는 ⓐ의 유전자형이 AA이고, 성염색체 XX를 갖는 세포인데, (나)와 (다)는 모두 Y 염색체를 가지므로 (가)는 I의 세포, (나)와 (다)는 II의 세포이다. II의 ⓐ의 유전자형은 Aa이다.
- ㉣ I은 암컷, II는 수컷이다.

### 07 염색체와 유전자

세포 II에는 있는 유전자 b가 세포 I에는 없고, I에는 있는 유전자 d가 세포 III에는 없으므로 I과 III의 핵상은 모두 n이다.

(나)의 ㉠에서 A, B, D의 DNA 상대량을 더한 값이 8이고, P의 ㉠의 유전자 중 b와 d가 있으므로 세포 II는 감수 1분열 중기의 세포이고, 핵상은  $2n$ , 유전자형은 AABbDd라는 것을 알 수 있다. ㉠은 II, ㉡은 III, ㉢은 I이다. 이를 정리하면 표와 같다.

세포	대립유전자			유전자형
	a	b	d	
I( $n$ , ㉡)	?( $\times$ )	$\times$	○	ABd
II( $2n$ , ㉠)	$\times$	○	?(○)	AABbDd
III( $n$ , ㉢)	$\times$	?( $\times$ )	$\times$	ABD

(○: 있음,  $\times$ : 없음)

㉠. P의 ㉠의 유전자형이 AABbDd이므로 P에서 형성될 수 있는 생식세포의 ㉠의 유전자형은 최대 4가지이다.

✕. II(㉠)는 A, B, D의 DNA 상대량을 더한 값이 8인 것으로 보아 모든 염색체가 있고 복제된 상태라는 것을 알 수 있다. II는 감수 2분열 중기의 세포가 아니다.

✕. III에서 A의 DNA 상대량은 2, b의 DNA 상대량은 0, D의 DNA 상대량은 2이다.

### 08 염색체와 유전자

자녀 1의 세포 ㉠에서 A는 없고, a의 DNA 상대량이 1, b의 DNA 상대량이 2인 것으로 보아 ㉠은  $G_1$ 기 세포이고 ㉠의 유전자는 성염색체, ㉡의 유전자는 상염색체에 있다. ㉠과 ㉡에 관여하는 염색체를 모두 나타낸 (나)에 ㉠에 대한 유전자인 B는 있고, ㉠에 대한 유전자는 없는 것으로 보아 Y 염색체가 있다는 것을 알 수 있다. 어머니의 유전자형은  $X^A X^a / Bb$ , 아버지의 유전자형은  $X^A Y / Bb$ , 자녀 1의 유전자형은  $X^a Y / bb$ , 자녀 2의 유전자형은  $X^A X^a / Bb$ 이다.

㉠. (나)에는 Y 염색체가 있다. 남자인 자녀 1의 세포 ㉠은 B가 없으므로 (나)는 아버지의 세포이다.

✕. 자녀 1의 세포 ㉠에서 A는 없고 a의 DNA 상대량이 1인 것으로 보아 ㉠의 유전자는 성염색체에 있다.

㉠. 어머니의 유전자형은  $X^A X^a / Bb$ , 아버지의 유전자형은  $X^A Y / Bb$ , 자녀 2의 유전자형은  $X^A X^a / Bb$ 이므로 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이의 ㉠과 ㉡의 표현형이 모두 자녀 2와 같을 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ 이다.

### 09 염색체와 유전자

대립유전자 B와 b가 모두 있는 세포 (가)와 세포 (마)의 핵상은  $2n$ 이고, A의 DNA 상대량이 4인 세포 (나)의 핵상도  $2n$ 이다. 어머니(㉠, (나))의 P의 유전자형은 AAbb $X^d X^d$ 이고, 아버지(㉡, (가))의 P의 유전자형은 AaBb $X^D Y$ 이다. (가)와 (다)와 (라)

는 ㉡의 세포이고, (나)는 ㉠의 세포이다.

㉠. ㉠은 4, ㉡는 0, ㉢은 2이다. 그러므로 ㉠+㉡+㉢=6이다.

✕. (다)는 유전자 A, B를 가지므로 아버지(㉡)의 세포이다.

✕. (마)의 d는 어머니로부터 받고 아버지로부터 Y를 받았으므로

(마)의 P의 유전자형은 AaBb $X^d Y$ 이고 (마)는 아들이다.

### 10 염색체와 유전자

개체 I의 세포는 2개, 개체 II의 세포는 1개인데, (라)에는 Y 염색체가 있고, (나)에는 (가)에 없는 a와 D가 같이 있는 염색체와 B가 있는 염색체가 있으며, (다)에는 (가)에 없는 A와 d가 같이 있는 염색체가 있으므로 (가)는 (나)~(라)와 다른 개체의 세포이다. (가)는 II의 세포이고, II는 암컷이다. I과 III은 수컷이고 III은 B를 가질 수 없으므로 (나)와 (라)는 I의 세포, (다)는 III의 세포이다.

㉠. III에 A와 d가 하나의 염색체에 있으므로 ㉠은 A이다.

✕. (가)~(라) 중 (다)는 III의 세포이고, III은 수컷이므로 III에는 유전자 B가 없다.

✕. (나)~(라) 중 I의 세포는 2개이고, I의 세포로 가능한 것은 B를 갖는 (나)와 Y 염색체를 갖는 (라)이다.

### 11 염색체와 유전자

핵상이  $n$ 인 세포에서 같이 있는 염색체의 유전자는 대립유전자가 아니므로, ㉠은 ㉡과 대립유전자, ㉢은 ㉡과 대립유전자라는 것을 알 수 있다. (라)에 유전자 ㉠만 있으므로 ㉡과 ㉢은 상염색체, ㉠과 ㉢은 X 염색체에 있다는 것을 알 수 있다.

✕. (라)에는 대립유전자인 ㉠과 ㉢이 모두 없으므로 ㉠과 ㉢은 X 염색체에 있고, (라)에는 X 염색체와 Y 염색체 중 Y 염색체만 있다.

✕. (라)와 (마)는 동일한 개체의 세포이므로 (나)는  $X^{\ominus} X^{\ominus} / \textcircled{\ominus} \textcircled{\ominus}$ 이고, (라)는 Y 염색체를 가지고(Y/ $\textcircled{\ominus}$ ), (마)는 (나)에 없는 유전자인  $\textcircled{\ominus}$ 을 가진다( $X^{\ominus} / \textcircled{\ominus}$ ). (라)와 (마)는 II(남자)의 세포이다. 남자의 유전자형은  $X^{\ominus} Y / \textcircled{\ominus} \textcircled{\ominus}$ 이므로 (가), (나), (다)는 모두 I(여자)의 세포이다.

㉠. II의 ㉠의 유전자형은  $\textcircled{\ominus} \textcircled{\ominus}$ 이므로, II의 ㉠의 유전자형은 서로 다른 대립유전자를 모두 갖는 Aa라는 것을 알 수 있다.

### 12 감수 분열

감수 분열 과정 중 간기에는 핵막이 있고, 분열기에는 핵막이 없다. (가)는  $G_1$ 기의 세포, (나)는 감수 2분열 중기의 세포, (다)는



$G_2$ 기의 세포, (라)는 감수 1분열 중기의 세포이다.

세포	핵막 소실 여부	DNA 상대량	성염색체 수
(가) $G_1$ 기의 세포	?(소실 안 됨)	1	2
(나) 감수 2분열 중기의 세포	㉠(소실됨)	1	1
(다) $G_2$ 기의 세포	소실 안 됨	2	2
(라) 감수 1분열 중기의 세포	소실됨	2	㉡(2)

- ㉠ (나)는 감수 2분열 중기의 세포이므로 ㉠은 '소실됨'이다.  
 ✕. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되므로  $G_2$ 기의 세포(다)에서는 관찰되지 않는다.  
 ㉡. 감수 1분열 중기의 세포(라)의 성염색체 수는 2이다. 그러므로 ㉡는 2이다.

## 09 사람의 유전

### 2 점 수능 테스트

본문 143~147쪽

01 ② 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ③ 06 ⑤ 07 ②  
 08 ① 09 ④ 10 ⑤ 11 ② 12 ③ 13 ② 14 ④  
 15 ③ 16 ① 17 ③ 18 ③ 19 ② 20 ③

### 01 상염색체 유전

- (가)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 3이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다. A는 a에 대해 완전 우성이므로 A는 정상 대립유전자이고, a는 (가) 발현 대립유전자이다. 4에게서 (가)가 발현되지 않았는데 6에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다.  
 ✕. (가)는 열성 형질이다.  
 ✕. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.  
 ㉠. 1과 4의 (가)의 유전자형은 모두 Aa이다.

### 02 성염색체 유전

- (가)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 4가 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다. R는 r에 대해 완전 우성이므로 R는 정상 대립유전자, r는 (가) 발현 대립유전자이다. 1의 ㉠의 DNA 상대량이 0이므로 ㉠은 r이다. (가)의 유전자가 상염색체에 있다면 (가)가 발현된 4가 태어날 수 없으므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.  
 ㉠. (가)의 유전자형은 1이  $X^R Y$ 이고, 2가  $X^R X^r$ 이므로 ㉠은 r이다.  
 ✕. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.  
 ㉡. (가)의 유전자형은 4가  $X^r Y$ 이고, 5가  $X^R X^r$ 이므로 4와 5 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

### 03 사람의 유전 연구

- ㉠. 자손의 수가 적어 통계 결과에 대한 신뢰성이 낮아 사람의 유전 연구가 어렵다.  
 ㉡. 여러 가계를 포함한 집단에서 유전 형질이 나타나는 빈도를 조사하고 자료를 통계 처리하여 유전 형질의 특징과 분포 등을 알아낼 수 있다.  
 ㉢. 형질 발현에 환경적 요인의 영향을 많이 받아 형질 발현의 규칙성을 발견하기 어려워 사람의 유전 연구가 어렵다.

### 04 성염색체 유전

(가)가 발현된 남자와 정상인 여자 사이에서 태어난 딸은 모두 (가)가 발현되고, 아들은 모두 정상이므로 (가)는 X 염색체 우성 형질이다. A는 a에 대해 완전 우성이므로 A는 (가) 발현 대립유전자이고, a는 정상 대립유전자이다.

㉠. (가)의 유전자는 X 염색체에 있으므로 ㉠은 1 또는 0이다. ㉠이 1이라면 어머니와 자녀 2는 모두 a를 갖고 있어야 하므로 조건을 만족하지 못한다. ㉠이 2라면 자녀 1과 2 모두 a를 갖고 있어야 하므로 조건을 만족하지 못한다. 따라서 ㉠은 1, ㉡은 0, ㉢은 2이다.

✕. (가)는 우성 형질이다.

✕. 자녀 2의 (가)의 유전자형은  $X^aX^a$ 이므로 자녀 2는 정상이다.

### 05 성염색체 유전

(가)가 발현되지 않은 3과 4 사이에서 (가)가 발현된 6이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다. 3과 5에서 체세포 1개당 H의 DNA 상대량은 각각 0 또는 1이므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

㉠. 5의 (가)의 유전자형은  $X^H X^{H^*}$ 이므로 ㉠이 0, ㉡이 1이고, 3의 (가)의 유전자형은  $X^{H^*} Y$ 이다. 따라서 H가 (가) 발현 대립유전자,  $H^*$ 가 정상 대립유전자이다. 5에서 (가)가 발현되지 않았으므로  $H^*$ 는 H에 대해 완전 우성이다.

✕. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

㉢. (가)의 유전자형은 5가  $X^H X^{H^*}$ , 6이  $X^H Y$ 이므로 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

### 06 성염색체 유전

(가)가 우성 형질이라면 어머니와 자녀 1의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량이 서로 다르므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있어야 하고, A는 (가) 발현 대립유전자, a는 (가) 미발현 대립유전자이어야 한다. 하지만 아버지에게서 (가)가 발현되고, 자녀 3은 미발현이므로 자료를 만족하지 못한다. 따라서 (가)는 열성 형질이다. 체세포 1개당 a의 DNA 상대량은 어머니가 자녀 1보다 크므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있으며, A는 (가) 미발현 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다.

㉠. (가)는 열성 형질이다.

㉡. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

㉢. (가)의 유전자형은 아버지가  $X^a Y$ 이고, 자녀 3이  $X^A X^a$ 이므로 아버지와 자녀 3의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량은 서로 같다.

### 07 단일 인자 유전과 다인자 유전

✕. 콧볼 모양과 ABO식 혈액형은 1쌍의 대립유전자에 의해 결

정되는 단일 인자 유전이고, 키는 여러 쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 다인자 유전이다. 표현형의 가짓수는 콧볼 모양이 2가지(부착형, 분리형), ABO식 혈액형이 4가지(A형, B형, AB형, O형)이다. 따라서 (가)는 콧볼 모양, (나)는 ABO식 혈액형, (다)는 키이다.

㉠. ABO식 혈액형(나)의 유전자는 상염색체에 있다.

✕. 다인자 유전은 단일 인자 유전에 비해 환경의 영향을 많이 받는다. 따라서 콧볼 모양(가)은 키(다)보다 환경의 영향을 적게 받는다.

### 08 상염색체 유전

남자인 자녀 1의 A의 DNA 상대량이 2이므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다.

✕. 어머니와 자녀 3은 모두 A를 갖고 있다. 어머니, 자녀 2, 자녀 3 중 1명에게서만 (가)가 발현되었으므로 (가)는 열성 형질이고, A는 (가) 미발현 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다. 또한 (가)의 유전자형은 어머니가 Aa, 자녀 2가 aa, 자녀 3이 Aa이다.

㉠. 자녀 2의 (가)의 유전자형은 aa이므로 자녀 2에서 (가)가 발현되었다.

✕. 아버지와 어머니의 (가)의 유전자형은 모두 Aa이므로 자녀 3의 동생이 태어날 경우, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

### 09 적록 색맹 유전

㉠. 가족 구성원 중 1명만 정상이고, 나머지 3명은 적록 색맹이므로 어머니가 정상이고, 아버지, 아들, 딸이 모두 적록 색맹이다. 어머니는 정상인데 적록 색맹 대립유전자를 갖고 있으므로 적록 색맹 보인자이다.

✕. ㉠과 ㉡의 수정으로 아들이 태어났으므로 ㉠은 Y 염색체를 갖고 있다.

㉢. 아들과 딸이 모두 적록 색맹이므로 ㉡과 ㉢은 모두 적록 색맹 대립유전자를 갖고 있다.

### 10 복대립 유전

㉠. 털 색은 3가지 대립유전자 R(적색 대립유전자), G(녹색 대립유전자), B(청색 대립유전자)에 의해 결정되므로 털 색 유전은 복대립 유전이다.

㉡. 실험 (가)에서 부모가 모두 적색이지만 청색인 자손이 있으므로 R는 B에 대해 완전 우성이다. 실험 (다)에서 부모가 모두 녹색이지만 청색인 자손이 있으므로 G는 B에 대해 완전 우성이다. 실험 (나)에서 부는 적색, 모는 청색이지만 녹색인 자손이 태어났으므로 R는 G에 대해 완전 우성이다. 따라서 R는 G와 B 모두에

대해 완전 우성이다.

㉠ 실험 (라)에서 부가 녹색, 모가 청색이지만 녹색과 청색인 자손이 모두 태어났으므로 부의 털 색 유전자형은 GB이다. 따라서 부의 털 색 유전자형은 이형 접합성이다.

### 11 상염색체 유전

㉠의 유전자형은 자녀 1이 R\*R\*이고 자녀 3이 RR이므로 R\*는 ㉠ 발현 대립유전자이고, R는 ㉠ 미발현 대립유전자이다. 따라서 아버지와 어머니의 ㉠의 유전자형은 모두 RR\*이고, ㉠의 유전자는 상염색체에 있다.

✕ 아버지에게서 ㉠이 발현되었으므로 R\*는 R에 대해 완전 우성이다.

㉡ ㉠의 유전자는 상염색체에 있다.

✕ 어머니의 ㉠의 유전자형은 RR\*이므로 이형 접합성이다.

### 12 성염색체 유전

(가)의 유전자가 상염색체에 있다고 하면 1의 체세포 1개당 A\*의 DNA 상대량과 2의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 같으므로 1과 2의 유전자형이 모두 AA\*라면 1과 2의 표현형이 같아야 한다. 또한 1과 2의 유전자형이 각각 AA와 A\*A\* 중 하나라면 3과 4의 유전자형(모두 AA\*)과 표현형이 모두 같아야 한다. 위 2가지 경우 모두 자료를 만족하지 못하므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. (가)가 발현된 4는 A\*를 갖고 있으므로 A는 정상 대립유전자, A\*는 (가) 발현 대립유전자이다. 1에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)의 유전자형은 1이 X<sup>A</sup>Y, 2가 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>, 3이 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>, 4가 X<sup>A\*</sup>Y이다.

㉠ (가)의 유전자형이 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>인 3이 정상이므로 A는 A\*에 대해 완전 우성이다.

㉡ (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

✕ (가)의 유전자형은 3이 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>, 4가 X<sup>A\*</sup>Y이다. 따라서 3과 (가)의 유전자형이 4와 같은 남자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

### 13 단일 인자 유전과 다인자 유전

㉠ (가)의 유전자형이 Aa인 아버지와 aa인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)의 표현형이 어머니와 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. (나)의 유전자형이 BbDdEe인 아버지와 BBDDdEe인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때 이 아이가 가질 수 있는 (나)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 표와 같다. 음영은 (나)의 표현형이 어머니와 같은 경우이며, 이 아이의 (나)

의 표현형이 어머니와 같을 확률은  $\frac{5}{16}$ 이다.

구분	BDE	BDe	BdE	bDE	Bde	bDe	bdE	bde
BDE	6	5	5	5	4	4	4	3
BDe	5	4	4	4	3	3	3	2
BdE	5	4	4	4	3	3	3	2
Bde	4	3	3	3	2	2	2	1

따라서 유전자형이 AaBbDdEe인 아버지와 aaBBDDdEe인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 어머니와 같을 확률은  $\frac{5}{32} \left( = \frac{1}{2} \times \frac{5}{16} \right)$ 이다.

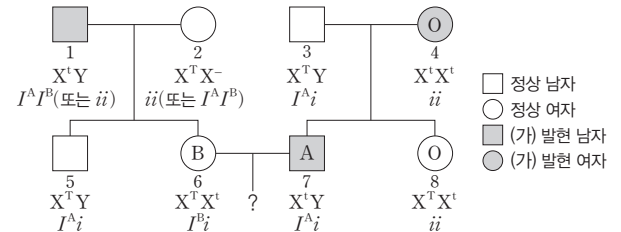
### 14 ABO식 혈액형 유전과 성염색체 유전

ABO식 혈액형은 상염색체 유전 형질이고, ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는 I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup>, i로 3가지가 있다.

㉠ 1, 2, 5의 ABO식 혈액형은 각각 A형, AB형, O형 중 하나이므로 1과 2는 각각 AB형(I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>)과 O형(ii) 중 하나이고, 5는 A형(I<sup>A</sup>i)이다. 3과 4 사이에서 A형인 7과 O형인 8이 태어났으므로 3은 A형(I<sup>A</sup>i)이다. 따라서 3과 5의 ABO식 혈액형의 유전자형은 서로 같다.

✕ 3과 4는 각각 T와 t 중 한 종류만 갖고, 7과 8의 (가)의 표현형이 서로 다르다. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, T는 정상 대립유전자, t는 (가) 발현 대립유전자이다.

㉡ ABO식 혈액형과 (가)의 유전자형은 6이 I<sup>B</sup>iX<sup>T</sup>X<sup>t</sup>이고, 7이 I<sup>A</sup>iX<sup>T</sup>Y이다. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 혈액형이 O형일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이고, (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이의 혈액형이 O형이면서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{8} \left( = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.



### 15 상염색체 유전과 성염색체 유전

자녀 1의 (나)의 유전자형은 BB인데 (나)가 발현되지 않았으므로 B는 (나) 미발현 대립유전자, B\*는 (나) 발현 대립유전자이다. B의 DNA 상대량이 1인 아버지에게서 (나)가 발현되었지만 B의 DNA 상대량이 2인 자녀 1에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있으며, B\*는 B에 대해 완전

우성이다. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, 자녀 1에게서 (가)가 발현되었지만 자녀 2에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 A는 (가) 미발현 대립유전자, A\*는 (가) 발현 대립유전자이고, A\*는 A에 대해 완전 우성이다.

×. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

×. B\*는 B에 대해 완전 우성이다.

○. 어머니의 유전자형은 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>BB\*이므로 어머니에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되었다.

### 16 ABO식 혈액형과 적록 색맹 유전

○. 1, 2, 3, 4의 ABO식 혈액형은 모두 다르므로 1과 2는 각각 A형과 B형 중 하나이거나 AB형과 O형 중 하나이다. 1의 적혈구와 2의 혈장이 응집 반응을 나타내고, 1의 혈장과 2의 적혈구가 응집 반응을 나타냈으며, 1과 3의 혈액은 모두 항 A 혈청과 응집 반응을 나타내므로 1은 A형, 2는 B형, 3은 AB형, 4는 O형이다.

×. 2는 B형이므로 2의 혈액은 항 B 혈청과 응집 반응을 나타낸다.

×. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이의 혈액형이 AB형일 확률은  $\frac{1}{4}$

이고, 적록 색맹일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 이 아이의 혈액형이 AB형이면서 적록 색맹일 확률은  $\frac{1}{16} \left( = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \right)$ 이다.

### 17 상염색체 유전과 성염색체 유전

○. (가)가 발현된 아버지와 어머니 사이에서 (가)가 발현되지 않은 여자인 자녀 2가 태어났으므로 (가)는 상염색체 우성 형질이다. 따라서 아버지와 어머니의 (가)의 유전자형은 모두 AA\*로 이형 접합성이다.

○. (나)의 유전자는 X 염색체에 있고, 아버지의 체세포 1개당 A\*의 DNA 상대량과 자녀 1의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량은 서로 같으므로 자녀 1의 (나)의 유전자형은 X<sup>B</sup>Y이고, B는 (나) 발현 대립유전자, B\*는 (나) 미발현 대립유전자이다. 어머니에게서 (나)가 발현되지 않았지만 자녀 1에게서 (나)가 발현되었으므로 어머니의 (나)의 유전자형은 X<sup>B</sup>X<sup>B\*</sup>이며, B\*는 B에 대해 완전 우성이다.

×. 아버지의 유전자형은 AA\*X<sup>B</sup>Y이고, 어머니의 유전자형은 AA\*X<sup>B</sup>X<sup>B\*</sup>이다. 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{3}{4}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{3}{8} \left( = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.

### 18 복대립 유전

○. 유전자형이 AA\*DE인 아버지와 AA\*EF인 어머니 사이에

서 ④가 태어날 때, ④에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 6가지이므로 ④에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 2가지, (나)의 표현형은 3가지이어야 한다. ④의 (나)의 유전자형은 DE, DF, EE, EF 중 하나이므로 (나)의 대립유전자 사이의 우열 관계는 D>F>E와 F>D>E 중 하나이다. 유전자형이 AA\*DF인 아버지와 A\*A\*EF인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 표현형이 어머니와 같을 확률은  $\frac{3}{8}$ 이므로 A가 A\*에 대해 완전 우성이고, 이 아이의 (나)의 표현형이 어머니와 같을 확률은  $\frac{3}{4}$ 이어야 한다. 이 아이의 (나)의 유전자형은 DE, DF, EF, FF 중 하나이므로 (나)의 대립유전자 사이의 우열 관계는 F>D>E이다. ④의 (가)의 표현형이 ①의 (가)의 표현형과 같을 확률은  $\frac{3}{4}$ 이고, ④의 (나)의 표현형이 ①의 (나)의 표현형과 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 ④의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 ①과 같을 확률은  $\frac{3}{8} \left( = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.

### 19 성염색체 유전

×. 적록 색맹은 X 염색체 열성 형질이다. 2는 (가)가 발현되었지만 3은 정상이므로 (가)는 우성 형질이고, A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다.

○. 1에게서 (가)가 발현되지 않았고, 적록 색맹이 발현되었으므로 1의 유전자형은 X<sup>ad</sup>Y이고, 3에게서 (가)와 적록 색맹이 모두 발현되지 않았으므로 3의 유전자형은 X<sup>ad</sup>Y이다. 4에게서 (가)와 적록 색맹이 모두 발현되었으므로 4의 유전자형은 X<sup>Ad</sup>X<sup>ad</sup>이다. 따라서 어머니의 유전자형은 X<sup>Ad</sup>X<sup>ad</sup>이고, 어머니에서 A와 d를 모두 갖는 난자가 생성될 수 있다.

×. 1의 유전자형은 X<sup>ad</sup>Y, 2의 유전자형은 X<sup>Ad</sup>X<sup>ad</sup>이다. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이의 유전자형은 X<sup>Ad</sup>Y, X<sup>ad</sup>Y, X<sup>Ad</sup>X<sup>ad</sup>, X<sup>ad</sup>X<sup>ad</sup> 중 하나이다. 따라서 이 아이에게서 (가)와 적록 색맹이 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

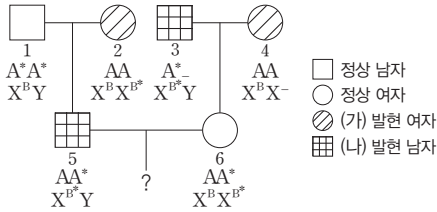
### 20 상염색체 유전과 성염색체 유전

○. (가)의 유전자가 X 염색체에 있다면 2와 5의 (가)의 표현형이 같아야 한다. 하지만 2와 5의 (가)의 표현형이 다르므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다. 2의 (가)의 유전자형이 AA이므로 A는 (가) 발현 대립유전자이고, A\*는 정상 대립유전자이다. 5의 (가)의 유전자형은 AA\*이고, (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 열성 형질이고, A\*는 A에 대해 완전 우성이다.

○. 2와 5의 체세포 1개당 B\*의 DNA 상대량이 모두 1이지만 (나)의 표현형이 다르므로 (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. 5의 (나)의 유전자형이 X<sup>B\*</sup>Y이므로 B\*는 (나) 발현 대립유전자, B

는 정상 대립유전자이다. (나)가 발현되지 않은 2의 (나)의 유전자형은  $X^B X^{B^*}$  이므로 B는  $B^*$ 에 대해 완전 우성이다.

✕. 5의 유전자형은  $AA^* X^B Y$ 이고, 6의 유전자형은  $AA^* X^B X^{B^*}$  이므로 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{8} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.



**3 점 수능 테스트**

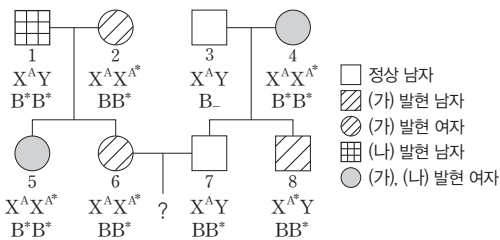
본문 148~155쪽

- 01 ④ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ③ 07 ①  
08 ③ 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ③ 12 ③ 13 ① 14 ④

**01 상염색체 유전과 성염색체 유전**

✕. 1과 2의 A의 DNA 상대량이 모두 1이지만 (가)의 표현형이 다르므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. (가)의 유전자형은 1이  $X^A Y$ , 2가  $X^A X^{A^*}$  이므로  $A^*$ 는 (가) 발현 대립유전자, A는 정상 대립유전자이고,  $A^*$ 는 A에 대해 완전 우성이다. 7과 8의 (가)의 표현형이 다르므로 4의 (가)의 유전자형은  $X^A X^{A^*}$ 이다.

⊙. 4의  $B^*$ 의 DNA 상대량이 2이므로 B는 정상 대립유전자,  $B^*$ 는 (나) 발현 대립유전자이다. (나)의 유전자가 X 염색체에 있다면 4의 (나)의 유전자형은  $X^{B^*} X^{B^*}$ 이다. 이 경우 7과 8의 (나)의 유전자형이  $X^{B^*} Y$ 로 (나)가 발현되어야 하지만 그렇지 않으므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 4의 (나)의 유전자형은  $B^* B^*$ 이고, 7에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 B는  $B^*$ 에 대해 완전 우성이다.



⊙. 6의 유전자형은  $X^A X^{A^*} BB^*$ 이고, 7의 유전자형은  $X^A Y BB^*$ 이다. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현되지 않을 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다. 따라서 이 아이에게서 (가)와 (나) 중 (가)만 발현될 확률은  $\frac{3}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{3}{4})$ 이다.

**02 상염색체 유전과 성염색체 유전**

✕. (가)가 발현된 어머니와 아버지 사이에서 (가)가 발현되지 않은 자녀 1(여자)이 태어났으므로 (가)는 상염색체 우성 형질이다.

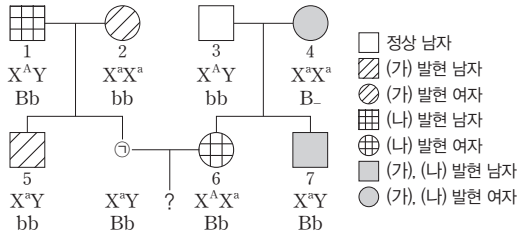
✕. ⊙이 자녀 2라면 ⊙과 ⊙ 사이에서 자녀 2와 같은 유전자형을 갖는 자녀가 태어날 수 없다. 또한 ⊙이 자녀 2라면 ⊙과 ⊙ 사이에서 자녀 2와 같은 유전자형을 갖는 자녀가 태어날 수 없다. 따라서 ⊙은 자녀 2이다. (나)의 유전자가 상염색체에 있다면 자녀 1과 자녀 2의 (나)의 유전자형은 모두  $BB^*$ 이고, (나)의 표현형이 같아야 한다. 하지만 자녀 1과 자녀 2의 (나)의 표현형은 다르므로 (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. (나)의 유전자형은 아버지가  $X^B Y$ , 어머니가  $X^{B^*} X^{B^*}$ , 자녀 1이  $X^B X^{B^*}$ , 자녀 2가  $X^{B^*} Y$ 이고, B는 (나) 발현 대립유전자,  $B^*$ 는 (나) 미발현 대립유전자이다. 자녀 1에게서 (나)가 발현되었으므로 B는  $B^*$ 에 대해 완전 우성이다.

⊙. 아버지의 유전자형은  $AA^* X^B Y$ , 어머니의 유전자형은  $AA^* X^{B^*} X^{B^*}$ 이다. 어머니에게서 (가)는 발현되었지만 (나)는 발현되지 않았다. 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{3}{4}$ 이고, (나)가 발현되지 않을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 어머니와 같을 확률은  $\frac{3}{8} (= \frac{3}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.

**03 상염색체 유전과 성염색체 유전**

3에게서 (나)가 발현되지 않았지만 6에게서 (나)가 발현되었으므로 (나)는 X 염색체 열성 형질이 아니다. (나)가 X 염색체 우성 형질이라면 2의 (나)의 유전자형은  $X^B X^b$ 이다. 이 경우 ⊙의 (나)의 유전자형은  $X^b Y$ 이므로 ⊙에서 a와 B를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 없다. 따라서 (가)의 유전자는 X 염색체에, (나)의 유전자는 상염색체에 있다. ⊙에서 a와 B를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있으므로 2는 a를 갖고 있다. 1과 2의 (가)의 표현형이 서로 다르므로 1과 2 각각의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값은 1이고, ⊙과 6 각각의 체세포 1개당 b의 DNA 상대량을 더한 값이 2이다. 1과 2의 (나)의 표현형이 다르고, 3과 4의 (나)의 표현형이 다르므로 ⊙과 6의 (나)의 유전자형이 각각  $BB$ 와  $bb$  중 하나일 수 없다. ⊙과 6의 (나)의 유전자형은 모두  $Bb$ 이고, 6에게서 (나)가 발현되었으므로 (나)는 우성 형질이다.

(가)는 열성 형질이고, (가)의 유전자형은 ①이  $X^aY$ , 6이  $X^AX^a$ 이다.



✕. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

Ⓢ. (나)는 우성 형질이다.

Ⓢ. ①의 유전자형은  $X^aYBb$ , 6의 유전자형은  $X^AX^aBb$ 이다.

①과 6 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다. 따라서 이 아이

에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{3}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{3}{4})$ 이다.

#### 04 다인자 유전

Ⓢ. (가)는 3쌍의 대립유전자에 의해 결정되므로 (가)의 유전은 다인자 유전이다.

✕. Q는 (나)의 표현형이 P와 다르므로 Q의 (나)의 유전자형은 Ee와 ee 중 하나이다. Q의 (나)의 유전자형이 ee일 경우 ①의 (나)의 유전자형은 Ee이므로 ①의 (가)와 (나)의 표현형이 Q와 같을 확률이 0이 되어 자료를 만족하지 못한다. 따라서 Q의 (나)의 유전자형은 Ee이다. ①의 (나)의 표현형이 Q와 같을 확률이  $\frac{1}{2}$ 이

므로 ①의 (가)의 표현형이 Q와 같을 확률이  $\frac{3}{8}$ 이어야 한다. Q의 (가)의 유전자형이 AaBbDd이면 ①의 (가)의 표현형이 Q와 같을 확률이  $\frac{5}{16}$ 이므로 자료를 만족하지 못한다. 따라서 Q의 (가)

의 유전자형은 AABbdd, AAbbDd, AaBBdd, AabbDD, aaBbDD, aaBBDD 중 하나이다. 예를 들어 Q의 (가)의 유전자형이 AABbdd인 경우 ①의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 표와 같다. 음영은 (가)의 표현형이 Q와 같은 경우이다.

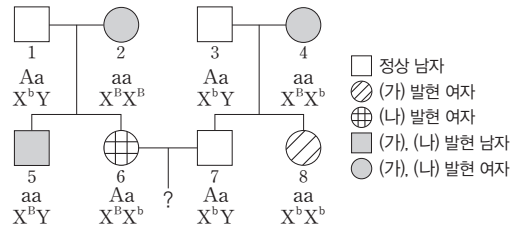
구분	ABD	ABd	AbD	aBD	Abd	aBd	abD	abd
ABd	5	4	4	4	3	3	3	2
Abd	4	3	3	3	2	2	2	1

✕. ①에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이고, (나)의 표현형은 최대 2가지이다. 따라서 ①에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 10가지이다.

#### 05 상염색체 유전과 성염색체 유전

①~④은 각각 0, 1, 2 중 하나이다. ④이 0이라면 ①과 ② 중 하

나는 3이므로 자료를 만족하지 못한다. ④이 2라면 B는 (나) 발현 대립유전자, b는 정상 대립유전자이다. 2와 5에서 (나)가 발현 되었으므로 ①과 ②은 모두 1이고, 이는 자료를 만족하지 못한다. 따라서 ①과 ②은 각각 1과 2 중 하나이고, ④은 1이다. ①이 1, ②이 2라면 (나)의 유전자는 상염색체에 있고, 1과 2의 (나)의 유전자형은 모두 Bb이다. 이 경우 1과 2의 (나)의 표현형은 다르므로 자료를 만족하지 못한다. 따라서 ①은 2, ②은 1이다. 1과 5의 (나)의 표현형은 다르므로 (나)는 X 염색체 우성 형질이고, B는 (나) 발현 대립유전자, b는 정상 대립유전자이다. 6의 체세포 1개 당 A의 DNA 상대량은 1(④)이므로 (가)는 열성 형질이고, A는 정상 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다. 3에게서 (가)가 발현되지 않았지만 8에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다.



Ⓢ. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.

✕. (나)는 우성 형질이다.

Ⓢ. 6의 유전자형은  $AaX^BX^b$ 이고, 7의 유전자형은  $AaX^bY$ 이다. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아

이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{8} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.

#### 06 복대립 유전과 다인자 유전

Ⓢ. 3의 동생 ①이 태어날 때, ①에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 16가지이므로 ①에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 4가지이고 (나)의 표현형은 최대 4가지이다. 또한 ①의 (나)의 유전자형이 EF일 수 있으므로 1과 2의 (나)의 유전자형은 각각 DE와 DF 중 하나이다. ①은 유전자형이 AABB인 사람과 같은 표현형을 가질 수 있으므로 1과 2는 모두 A와 B를 모두 갖고 있다. 따라서 1과 2의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 각각 2, 3, 4 중 하나이다. 1과 2 중 1명의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 4라면 ①에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 4가지가 될 수 없다. 따라서 1과 2의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 각각 2와 3 중 하나이다. 1의 (가)의 유전자형이 AaBb, 2의 (가)의 유전자형이 AABb일 경우에 ①의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 표와 같다.

구분	AB	Ab	aB	ab
AB	4	3	3	2
Ab	3	2	2	1

따라서 ①의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 3일 확률은  $\frac{3}{8}$ 이다. 1과 2의 (나)의 유전자형은 각각 DE와 DF 중 하나이므로, ①의 (나)의 유전자형이 DD일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 ①이 유전자형이 AaBBDD인 사람과 동일한 (가)와 (나)의 표현형을 가질 확률은  $\frac{3}{32} (= \frac{3}{8} \times \frac{1}{4})$ 이다.

### 07 복대립 유전

✕. P와 Q 사이에서 ①이 태어날 때, ①에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 12가지이므로 ①에게서 나타날 수 있는 (가)와 (다)의 표현형은 4가지이고, (나)의 표현형은 3가지이다. A는 a에 대해 완전 우성이고, B와 b 사이의 우열 관계는 분명하지 않다. 따라서 (가)의 표현형은 AA인 사람과 Aa인 사람이 서로 같다.

⊙. B와 b 사이의 우열 관계는 분명하지 않으므로 Q의 (나)의 유전자형은 Bb이다. (다)의 유전자형이 DE인 사람과 EE인 사람의 표현형은 서로 같으므로 E는 D에 대해 완전 우성이고, 유전자형이 DF인 사람과 FF인 사람의 표현형은 서로 같으므로 F는 D에 대해 완전 우성이다. P와 Q는 (다)의 표현형이 서로 다르고, ①의 유전자형이 aaBbFF일 수 있으므로 E는 F에 대해 완전 우성이다. P와 Q는 (가)와 (다)의 표현형이 모두 다르고, (나)의 표현형이 서로 같으므로 Q의 (가)와 (다)의 유전자형은 aE/aF이다. 따라서 Q에서 a, b, E를 모두 갖는 난자가 형성될 수 있다.

✕. ①의 (가)와 (다)의 유전자형은 AD/aE, AD/aF, aF/aE, aF/aF 중 하나이므로 (가)와 (다)의 표현형이 Q와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. ①의 (나)의 표현형이 Q와 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이므로 ①의 (가)~(다)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은  $\frac{1}{8} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.

### 08 ABO식 혈액형과 상염색체 유전

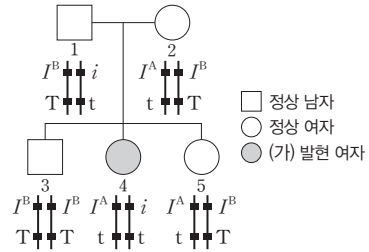
ABO식 혈액형은 상염색체 유전 형질이고, ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는  $I^A, I^B, i$ 로 3가지가 있다.

⊙. (가)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 4가 태어났으므로 (가)는 열성 형질이고, T는 정상 대립유전자, t는 (가) 발현 대립유전자이다.

✕. 1은 B형이고, 4는 A형이므로 2는 AB형이다. 따라서 ①은 '+'이다. 4에게서 (가)가 발현되었으므로 ABO식 혈액형과 (가)의 유전자형은 1이  $I^B T / i t$ , 2가  $I^A t / I^B T$ , 4가  $I^A t / i t$ 이다. 3의 (가)의 유전자형은 동형 접합성이므로 3의 유전자형은  $I^B T / I^B T$

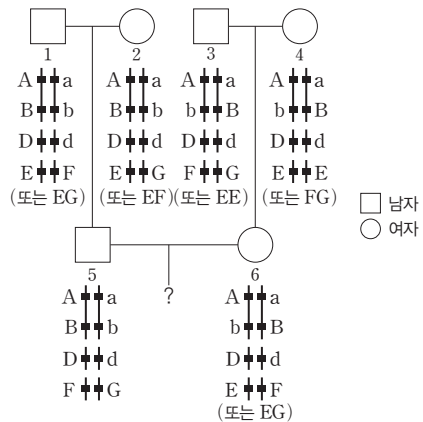
이다. 따라서 3은 B형이고, ⊖은 3의 항 A 혈청 반응이므로 '-'이다.

⊙. 5의 유전자형은  $I^A t / I^B T$ 이고, O형이면서 (가)의 유전자형이 5와 같은 남자의 유전자형은  $i T / i t$ 이다. 5와 O형이면서 (가)의 유전자형이 5와 같은 남자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 유전자형은  $I^A t / i T, I^A t / i t, I^B T / i T, I^B T / i t$  중 하나이다. 따라서 이 아이가 A형이면서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.



### 09 복대립 유전과 다인자 유전

5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 최대 28가지이므로 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 7가지이고, (나)의 표현형은 최대 4가지이다. 따라서 1과 2의 (가)의 유전자형은 모두 AB/ab, Dd이고, (나)의 유전자형은 각각 EF와 EG 중 하나이다. 1~4의 (나)의 표현형은 모두 다르므로 3과 4의 (나)의 유전자형은 각각 EE와 FG 중 하나이다. 6의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (나)의 표현형이 1과 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이므로 이 아이의 (가)의 표현형이 1과 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 3과 4의 (가)의 유전자형은 모두 Ab/aB, Dd이다. ①이 태어날 때 ①에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 15가지이고, ①에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이므로 ①에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 최대 3가지이다. 따라서 5의 (나)의 유전자형은 FG이고, 6의 (나)의 유전자형은 EF와 EG 중 하나이다.



- ㉠ 1의 (나)의 유전자형은 EF와 EG 중 하나이므로 E를 갖고 있다.  
 ㉡ 6의 유전자형은 Ab/aB, Dd, EF와 Ab/aB, Dd, EG 중 하나이므로 6에서 a, B, D, E를 모두 갖는 남자가 생성될 수 있다.  
 ㉢ 5의 (가)의 유전자형은 AB/ab, Dd이고, 6의 (가)의 유전자형은 Ab/aB, Dd이므로 ㉠의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 표와 같다.

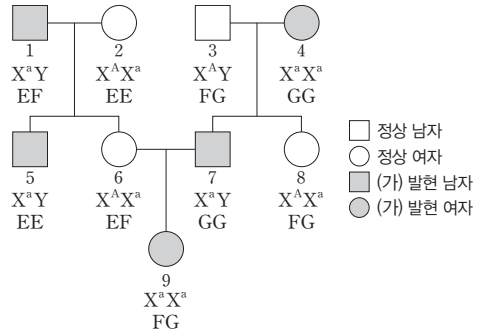
구분	AbD	aBD	Abd	aBd
ABD	5	5	4	4
ABd	4	4	3	3
abD	3	3	2	2
abd	2	2	1	1

따라서 ㉠의 (가)의 표현형이 5와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 5의 (나)의 유전자형은 FG이고, 6의 (나)의 유전자형이 EF(또는 EG)이므로 ㉠의 (나)의 표현형이 5와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 ㉠의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 5와 같을 확률은  $\frac{1}{16} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{4})$ 이다.

### 10 복대립 유전과 상염색체 유전

- ㉠이 0이라면 4의 (가)의 유전자형은 AA가 되어 7과 8은 모두 A를 갖고 있어야 한다. 하지만 7과 8의 (가)의 표현형이 다르므로 자료를 만족하지 못한다. 따라서 ㉠은 1 또는 2이다. ㉠이 1, ㉡이 2, ㉢이 0이라면 3과 4 모두 A를 갖고 있어야 한다. 하지만 3과 4의 (가)의 표현형이 다르므로 자료를 만족하지 못한다. ㉠이 1, ㉡이 0, ㉢이 2라면 1과 2의 (나)의 유전자형은 각각 EF와 EG 중 하나이고, 6의 (나)의 유전자형은 FG이다. 1, 2, 3, 4의 (나)의 표현형은 모두 다르고, 3의 (나)의 유전자형은 이형 접합성이므로 (나)의 유전자형은 3이 FG, 4가 GG이다. 따라서 7의 (나)의 유전자형은 FG 또는 GG이다. 7의 (나)의 유전자형이 FG이면 6과 7의 표현형이 같게 되므로 자료를 만족하지 못한다. 7의 (나)의 유전자형이 GG이면 9의 (나)의 유전자형은 FG 또는 GG이고, 이 경우 (나)의 표현형은 6 또는 7과 같게 되므로 자료를 만족하지 못한다. ㉠이 2, ㉡이 0, ㉢이 1이라면 2의 (나)의 유전자형은 EE이다. 하지만 6은 E를 갖지 않으므로 자료를 만족하지 못한다. 따라서 ㉠은 2, ㉡은 1, ㉢은 0이다.  
 ㉣ a의 DNA 상대량은 3이 0(㉠), 4가 2(㉡)이고, 7과 8의 (가)의 표현형은 다르므로 (가)는 X 염색체 열성 형질이다. 따라서 (가)의 유전자형은 7이 X<sup>a</sup>Y, 8이 X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>이고, ㉣와 ㉤는 모두 1이므로 ㉣+㉤=2(㉢)이다.  
 ㉥ 1, 2, 3, 4의 (나)의 표현형은 모두 다르고, 3의 (나)의 유전자형은 이형 접합성이므로 (나)의 유전자형은 1이 EF, 2가 EE, 3

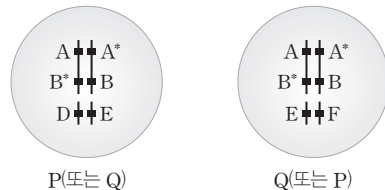
이 FG, 4가 GG이다. 2, 6, 7, 9의 (나)의 표현형도 모두 다르므로 (나)의 유전자형은 6이 EF, 7이 GG, 9가 FG이다. 따라서 7의 (나)의 유전자형은 동형 접합성이다.



- ㉦ 유전자형은 6이 X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>EF, 7이 X<sup>a</sup>YGG이고, 8이 X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>FG이다. 9의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)의 표현형이 8과 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, (나)의 표현형이 8과 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 8과 같을 확률은  $\frac{1}{4} (= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2})$ 이다.

### 11 단일 인자 유전

(나)의 유전자가 9번 염색체에 있다면 ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 12가지가 될 수 없다. 따라서 (나)의 유전자는 7번 염색체에 있다. ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 12가지이고, P와 Q의 (다)의 표현형이 서로 다르며, ㉠의 (다)의 유전자형이 EE인 경우가 있으므로 ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 3가지이고, (다)의 표현형은 최대 4가지이다. 따라서 P와 Q의 (다)의 유전자형은 각각 DE와 EF 중 하나이다. ㉠의 (가)의 유전자형이 AA\*BB\*일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, ㉠은 유전자형이 A\*A\*BB\*DE인 사람과 (가)~(다)의 표현형이 같을 수 있으므로 P와 Q의 유전자형은 각각 AB\*/A\*B, DE와 AB\*/A\*B, EF 중 하나이다.



- ㉡ (나)의 유전자는 7번 염색체에 있다.  
 ㉢ P와 Q의 유전자형은 각각 AB\*/A\*B, DE와 AB\*/A\*B, EF 중 하나이므로 ㉠의 (가)와 (나)의 표현형이 P와 같을 확률은



$\frac{1}{2}$ 이고, (다)의 표현형이 P와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 ㉠의 (가)~(다)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은  $\frac{1}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{1}{4})$ 이다.  
 ✕. P에서 A, B, E를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 없다.

### 12 상염색체 유전과 성염색체 유전

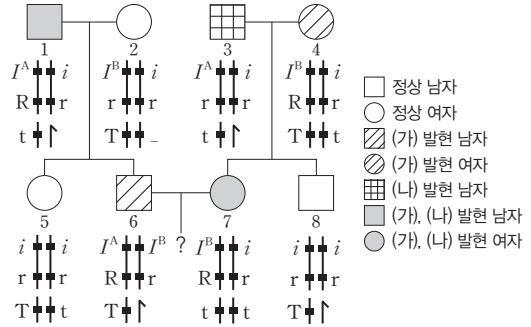
적록 색맹은 X 염색체 열성 형질이다. D를 정상 대립유전자, d를 적록 색맹 대립유전자라고 하자. (나)의 유전자가 X 염색체에 있다면 자녀 2와 3의 (나)의 발현 여부가 다르므로 어머니의 (나)의 유전자형은 이형 접합성이고, (나)는 열성 형질이며, B는 (나) 미발현 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다. 아버지와 자녀 3만 적록 색맹이므로 (나)와 적록 색맹의 유전자형은 자녀 2가  $X^{BD}Y$ , 자녀 3이  $X^{bd}Y$ 이므로 어머니가  $X^{BD}X^{bd}$ 이다. 이 경우 아버지의 (나)와 적록 색맹의 유전자형은  $X^{bd}Y$ 이므로 자녀 1이 태어날 수 없다. 따라서 (가)의 유전자는 X 염색체에, (나)의 유전자는 상염색체에 있다. (가)가 발현된 아버지와 어머니 사이에서 (가)가 발현되지 않은 자녀 3이 태어났으므로 (가)는 우성 형질이다. 따라서 (가)와 적록 색맹의 유전자형은 아버지가  $X^{Ad}Y$ , 어머니가  $X^{AD}X^{ad}$ , 자녀 1이  $X^{Ad}X^{AD}$ , 자녀 2가  $X^{AD}Y$ , 자녀 3이  $X^{ad}Y$ 이다. 자녀 1의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량과 자녀 2의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 같으므로 자녀 1의 (나)의 유전자형은 Bb이고, (나)는 우성 형질이다.

- ㉠ (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㉡ (나)는 우성 형질이다.
- ✕. 아버지의 유전자형은  $X^{Ad}YBb$ , 어머니의 유전자형은  $X^{AD}X^{ad}bb$ 이다. 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이가 적록 색맹이면서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이가 적록 색맹이면서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{8} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.

### 13 상염색체 유전과 성염색체 유전

ABO식 혈액형은 상염색체 유전 형질이고, ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $i$ 로 3가지가 있다. 1에게서 (가)가 발현되었지만 5에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 X 염색체 우성 형질이 아니다. 4에게서 (가)가 발현되었지만 8에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 X 염색체 열성 형질이 아니다. 따라서 (가)의 유전자는 ABO식 혈액형의 유전자와 같은 염색체에, (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. 1에게서 (나)가 발현되었지만 5에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 (나)는 열성 형질이고, T는 정상 대립유전자, t는 (나) 발현 대립유전자이다. 5의 (나)의 유전자형이  $X^T X^t$ , 8이  $X^T Y$ 이므로 2와 3의 (가)의 유전

자형은 모두 rr이고 (가)는 우성 형질이다. 1은 A형이므로 응집원 A와 응집소 β가 있다. 5의 적혈구에는 응집원 B가 없으며, 5의 혈장에는 응집소 α가 있으므로 5는 O형이다. 6의 적혈구에는 응집원 B가 있고, 6의 혈장에는 응집소 α가 없으므로 6은 AB형이다. ABO식 혈액형과 (가)의 유전자형은 1이  $I^A R / i r$ , 2가  $I^B r / i r$ , 5가  $i r / i r$ , 6이  $I^A R / I^B r$ 이다.

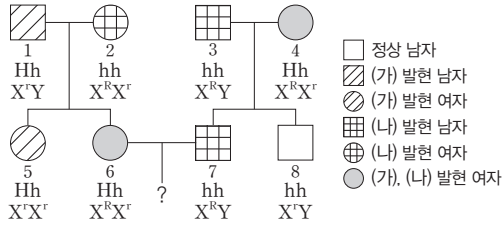


- ✕. (가)는 우성 형질이다.
- ㉡ 4와 5의 (나)의 유전자형은 모두  $X^T X^t$ 이므로 이형 접합성이다.
- ✕. 3의 ABO식 혈액형은 A형이고, 2와 7의 ABO식 혈액형의 유전자형은 서로 같으며, 5와 8의 ABO식 혈액형의 유전자형은 서로 같다. 6의 유전자형은  $I^A R / I^B r$ ,  $X^T Y$ , 7의 유전자형은  $I^B r / i r$ ,  $X^T X^t$ 이므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 ABO식 혈액형이 B형이면서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이의 ABO식 혈액형이 B형이면서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{8} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2})$ 이다.

### 14 상염색체 유전과 성염색체 유전

(나)가 발현된 3과 4 사이에서 (나)가 발현되지 않은 8이 태어났으므로 (나)는 우성 형질이고, R는 (나) 발현 대립유전자, r는 정상 대립유전자이다. (나)의 유전자가 상염색체에 있다면 (나)의 유전자형은 3과 4 모두 Rr이고, 8이 rr이다. 이 경우 ㉡의 ㉠과 ㉡의 DNA 상대량을 더한 값이 0이라는 자료를 만족하지 못한다. 따라서 (가)의 유전자는 상염색체에, (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. 7과 8의 (나)의 표현형이 서로 다르므로 4의 (나)의 유전자형은  $X^R X^r$ 이다. ㉠과 ㉡의 DNA 상대량을 더한 값이 ㉠가 0, ㉡가 2이므로 ㉢는 3, ㉣는 4이다. 또한 4(㉡)의 (가)의 유전자형은 Hh이므로 (가)는 우성 형질이다. (가)와 (나)의 유전자형은 3이  $hhX^R Y$ , 8이  $hhX^r Y$ 이므로 ㉠은 H, ㉡는 r이다.  
 ✕. (가)와 (나)의 유전자형은 1이  $HhX^r Y$ , 2가  $hhX^R X^r$ 이므로 ㉢는 2, ㉣는 1이다.

㉔. 4의 유전자형은  $HhX^R X^r$ 이므로 4에서 체세포 1개당 H(㉔)의 DNA 상대량은 1이다.



㉔. 6의 유전자형은  $HhX^R X^r$ 이고, 7의 유전자형은  $hhX^R Y$ 이므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현될 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다. 따라서 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $\frac{3}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{3}{4})$ 이다.

## 10 사람의 유전병

### 2 점 수능 테스트

본문 161~164쪽

- |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 01 ① | 02 ① | 03 ③ | 04 ② | 05 ④ | 06 ③ | 07 ⑤ |
| 08 ① | 09 ⑤ | 10 ⑤ | 11 ③ | 12 ⑤ | 13 ③ | 14 ③ |
| 15 ⑤ | 16 ⑤ |      |      |      |      |      |

### 01 낫 모양 적혈구 빈혈증

㉔. 낫 모양 적혈구가 없는 (가)는 정상인의 모세 혈관에서 일어나는 혈액의 흐름이고, 낫 모양 적혈구가 있는 (나)는 낫 모양 적혈구 빈혈증을 나타내는 사람의 모세 혈관에서 일어나는 혈액의 흐름이다.

×. A는 정상 적혈구이고, B는 낫 모양 적혈구이다. 낫 모양 적혈구에는 돌연변이로 인해 산소 운반 능력이 떨어지는 헤모글로빈이 들어 있다. 따라서 산소 운반 능력은 적혈구 A가 B보다 뛰어나다.

×. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이에 의해 나타난다.

### 02 돌연변이

㉔. 21번 염색체가 3개인 사람에서 다운 증후군이 나타난다.

×. 알비노증과 헌팅턴 무도병은 모두 유전자 돌연변이에 해당하므로 핵형 분석으로 판정할 수 없다.

×. 다운 증후군은 염색체 비분리에 의해 나타나지만 고양이 울음 증후군은 염색체 구조 이상인 결실에 의해 나타난다.

### 03 염색체 구조 이상

㉔. ㉔의 형성 과정에서 상염색체에 있는 C, D, E 영역이 떨어져 소실되었으므로 ㉔의 형성 과정에서 결실이 일어났다.

×. ㉔의 형성 과정에서는 중복은 일어나지 않았고, 역위가 일어났다.

㉔. ㉔과 ㉔에서 염색체 구조 이상은 일어났지만 수 이상은 일어나지 않았으므로 ㉔과 ㉔의 염색체 수는 같다.

### 04 염색체 돌연변이

×. (가)에는 9번 염색체와 22번 염색체가 각각 한 쌍씩 있고, (나)에는 9번 염색체와 22번 염색체가 각각 1개씩 있으므로 (가)와 (나)의 핵상은 다르다.

㉔. (나)에서 9번 염색체의 일부와 22번 염색체의 일부가 상호 교환된 전좌가 일어났다.

×. 이 사람의 생식세포의 염색체 수는 정상이므로 이 사람의 생

식세포와 정상 생식세포가 수정되어 태어난 아이는 염색체 수 이상을 보이지 않는다.

### 05 적록 색맹과 염색체 비분리

✕. ①가 형성될 때 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어났으므로 2에서 ①가 형성되었다면 3은 정상 대립유전자를 2로부터 물려받아 정상이어야 한다. 3이 적록 색맹이 나타나는 남자이므로 ①는 1에서 형성되었다.

㉠. 3은 1로부터 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받고 2로부터 X 염색체를 물려받았으므로 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

㉡. 2와 4는 모두 적록 색맹에 대한 보인자로 적록 색맹의 유전자 형은 같다.

### 06 염색체 수 이상

㉠. 정상 염색체 수는 체세포 1개당 46이다. 체세포 1개당 염색체 수가 (가)는 45, (나)와 (다)는 각각 47이므로 (가)~(다)에게서 모두 염색체 수 이상이 나타난다.

㉡. 정상 성염색체 수는 체세포 1개당 2이다. (가)는 성염색체 수가 1이고, (나)는 3이므로 (가)와 (나)는 모두 성염색체 비분리로 형성된 생식세포가 수정되어 태어났다.

✕. (다)의 성염색체는 XX로 정상이므로 (다)에게서 클라인펠터 증후군의 염색체 이상은 보이지 않고, 상염색체 수 이상을 보인다.

### 07 다운 증후군

㉠. II와 III에는 2개의 염색 분체로 이루어진 염색체가 있으므로 H의 수나 R의 수가 짝수이다. 따라서 II와 III은 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이고, H와 R의 수를 더한 값이 3인 ㉠과 ㉡ 중 하나는 I이고 다른 하나는 IV이다. H와 R의 수를 더한 값이 II보다 IV가 많을 수는 없으므로 ㉠은 II이다.

㉡. II에서 H와 R의 수를 더한 값이 4이므로 정상적으로 감수 분열이 진행되었다면 IV에서 H와 R의 수를 더한 값은 2이어야 한다. IV에서 H와 R의 수를 더한 값이 3이므로 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

㉢. 염색체 비분리가 21번 염색체에서 일어났으며 ①의 핵상은  $n+1$ 이므로 ②와 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 21번 염색체가 3개인 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다.

### 08 염색체 비분리

㉠. 감수 1분열에서 X 염색체와 Y 염색체가 분리되지 않고 세포 A와 A의 딸세포에 함께 있으므로 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어났다.

✕. 염색체 비분리는 성염색체에서 일어났으며 상염색체는 정상적으로 분리되었으므로 A의 상염색체 염색 분체 수는 44이다.

✕. ①에는 성염색체가 없으므로 ①으로부터 형성된 정자와 정상 난자가 수정되어 태어난 아이에게서 터너 증후군의 염색체 이상이 나타난다.

### 09 염색체 비분리

✕. 정자 형성 과정에서 성염색체 비분리가 1회 일어났으며 생식세포인 ①의 핵상이  $n-1$ 이므로 ①에는 성염색체가 없다.

㉠. ①의 핵상이  $n-1$ 이고 ②의 핵상이  $n+1$ 이므로 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

㉡. 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어났고, ②의 핵상이  $n+1$ 이므로 ②에는 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있다. 따라서 ①과 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

### 10 염색체 비분리

㉠. ①에 A와 a가 모두 있으므로 ①의 (가)의 유전자형은 Aa이다.

㉡. ①에 A와 a가 모두 있으므로 ①가 형성될 때 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

㉢. ③은 핵상이 정상이다. 핵상이 정상인 생식세포는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어날 때 형성되므로 ①와 ②는 하나의 G<sub>1</sub>기 세포로부터 형성되었다.

### 11 염색체 비분리

㉠. (가)와 (나)가 모두 발현된 1과 2로부터 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않은 4가 태어났으므로 (가)와 (나)는 모두 우성 형질이다.

✕. 4는 열성 동형 접합자이므로 5와 6에게 우성 대립유전자를 물려줄 수 없다. 3은 5에게는 (가)에 대한 우성 대립유전자만 물려주었으므로 3의 21번 염색체 중 하나에는 (가)에 대한 우성 대립유전자와 (나)에 대한 열성 대립유전자가 함께 있다. 만약 6이 ①가 수정되어 태어난 사람이라면 3은 7에게 (가)에 대한 우성 대립유전자와 (나)에 대한 우성 대립유전자를 모두 물려주었으므로 21번 염색체 다른 하나에는 (가)에 대한 우성 대립유전자와 (나)에 대한 우성 대립유전자가 함께 있다. 이러한 조건에서는 염색체 비분리가 일어난다고 하더라도 6과 같이 (나)만 발현되는 자손이 태어날 수 없다. 따라서 ①가 수정되어 태어난 사람은 7이다. 3은 7에게 (가)에 대한 우성 대립유전자가 있는 염색체와 (나)에 대한 우성 대립유전자가 있는 염색체를 모두 물려주었으므로 ①가 형성될 때 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

㉢. 7은 21번 염색체를 아버지로부터 2개 물려받았으므로 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다.

### 12 돌연변이

- ㉠. 남성 섬유증은 상피 세포의 세포막에서 물질 수송을 담당하는 단백질의 유전자에 돌연변이가 발생하여 나타나는 유전병이다.
- ㉡. 고양이 울음 증후군은 5번 염색체의 일부가 결실되어 나타나는 유전병이므로 핵형 분석을 통해 알아낼 수 있다.
- ㉢. 성염색체가 XXY인 클라인펠터 증후군은 염색체 수 이상에 의해 나타난다.

### 13 염색체 비분리

- ㉠. 세포당 성염색체 수가 I 이 II 보다 많으므로 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.
- ㉡. 염색체 비분리는 성염색체에서만 일어났으므로 세포 1개당 상염색체 수는 III과 IV가 같다.
- ㉢. III에는 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있으므로 III과 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

### 14 염색체 구조 이상

- ㉠. (가)가 발현되지 않은 1과 2로부터 (가)가 발현된 3이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다.
- ㉡. 1이 정상적으로 3에게 A를 물려주면 3에게서 (가)는 발현될 수 없다. 따라서 ②는 1에서 형성된 정자이다.
- ㉢. 3이 1로부터 A를 물려받지 않았으므로 ②가 수정되어 태어난 사람은 3이다.

### 15 염색체 비분리

- ㉠. ①에 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있으므로 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.
- ㉡. 염색체 비분리가 감수 1분열에서 일어났고 ①의 핵상이  $n+1$  이므로 A와 ①의 핵상은  $n-1$ 이다. 따라서 A의 염색체 수는 22이다.
- ㉢. ①에는 성염색체가 없으므로 ②과 정상 난자가 수정되어 아이가 태어날 때, 이 아이는 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.

### 16 핵형 분석

- ㉠. 알비노증은 유전자 돌연변이에 해당하므로 핵형 분석을 통해 진단할 수는 없다.
- ㉡. ①의 체세포 1개당 상염색체 수는 44로 정상인과 같다.
- ㉢. ①은 성염색체를 X 염색체 1개만 가지므로 ①은 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.

### 3 점 수능 테스트

본문 165~169쪽

- 01 ㉢ 02 ㉣ 03 ㉣ 04 ㉤ 05 ㉤ 06 ㉣ 07 ㉤  
08 ㉢ 09 ㉤ 10 ㉠

### 01 낮 모양 적혈구 빈혈증

- ㉠. 정상인과 낮 모양 적혈구 빈혈증 환자의 헤모글로빈을 구성하는 단백질의 아미노산 서열이 서로 다르므로 Hb 유전자의 염기 서열도 서로 다르다.
- ㉡. Hb 유전자는 상염색체에 있으므로 남성과 여성에서 모두 나타날 수 있다.
- ㉢. 낮 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이로 인해 나타나므로 핵형 분석으로는 진단할 수 없다.

### 02 핵형 분석

- ㉠. (가)는 X 염색체와 Y 염색체를 갖는 남성이고, (나)는 X 염색체를 2개 갖는 여성이다.
- ㉡. (가)는 고양이 울음 증후군 환자의 핵형 분석 결과이며, (나)는 다운 증후군 환자의 핵형 분석 결과이다. (가)에는 결실이 있는 5번 염색체가 있다.
- ㉢. (나)는 21번 염색체가 3개 있는 다운 증후군 염색체 이상을 나타내는 사람이다.

### 03 염색체 비분리와 다운 증후군

- ㉠. (나)에서 T와 t가 있는 염색체는 모두 크기와 모양이 같고 T와 t가 없는 염색체는 크기와 모양이 다르므로 T와 t는 21번 염색체에 있다. ②와 정상 난자가 수정되어 태어난 ①에게서 다운 증후군의 염색체 이상이 나타나므로 III에는 t가 2개 있으며, I에는 T가 없다.
- ㉡. (나)에서 t를 2개 갖는 세포는 X 염색체를 가지며, T를 1개 갖는 세포는 Y 염색체를 갖는다. t가 2개 있는 세포로부터 형성된 정자가 정상 난자와 수정되어 ①이 태어났으므로 ①은 여자이다.
- ㉢. (나)의 두 세포에 T와 t가 있으므로 ①의 아버지의 유전자형은 Tt이다. III에 t가 2개 있으므로 (가)에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

### 04 염색체 비분리와 다인자 유전

- ㉠.  $x$ 가 0이거나 1이라면 자녀 1의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 4이거나 5일 수 없다.  $x$ 가 3이라면 1의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 7이어야 하는데 염색체 비분리가 일어나더라도 부모 중 한 사람으로부터 ①

에게 전달될 수 있는 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 최대 4이므로  $x$ 는 3이 아니다. 따라서  $x$ 는 2이다. ㉠은 아버지로부터 A 2개와 B 2개를 물려받았으므로 (가)를 결정하는 2쌍의 대립유전자는 같은 상염색체에 있다.

㉡. 아버지와 어머니의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 2이므로 유전자형은 AA $bb$ , aaBB, AaBb 중 하나이다. ㉠은 아버지로부터 A 2개와 B 2개를, 어머니로부터 A 1개와 B 1개를 물려받았으므로 아버지와 어머니의 (가)의 유전자형은 AaBb로 같다.

㉢. 아버지와 어머니에서 모두 A와 B가 같은 염색체에 있고, a와 b가 같은 염색체에 있다. 따라서 ㉠의 동생에게서 나타날 수 있는 표현형은 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 0인 경우, 2인 경우, 4인 경우로 최대 3가지이다.

## 05 유전자 돌연변이

㉠. 1~4 중 하나의 유전자형이 EE라고 가정하면 1과 3의 표현형은 서로 같고, 2와 4의 표현형은 서로 같으므로 1~4의 표현형은 모두 같아야 한다. 하지만 1~5의 유전자형이 각각 서로 다르므로 1~4에는 유전자형이 EE인 사람이 없다. 따라서 1과 2의 표현형은 서로 다르며 E<sub>-</sub>와 F<sub>-</sub> 중 하나이다. 만약 1과 2의 유전자형이 각각 EG와 FG 중 하나라면 3과 4 중 하나는 GG이므로 1과 3의 표현형이 서로 같고, 2와 4의 표현형이 서로 같을 수 없다. 따라서 구성원의 유전자형은 1이 EF, 2가 FG, 3이 EG, 4가 FF, 5가 EE이다.

㉡. 1과 2로부터 유전자형이 EE인 아이가 태어나려면 2가 갖는 대립유전자 F나 G가 E로 바뀌는 돌연변이가 일어나야 한다. 따라서 ㉠은 E이다.

㉢. 5의 동생이 태어날 때 이 아이에게서 나타날 수 있는 유전자형은 EF, EG, FF, FG이므로 이 아이의 표현형이 2와 같을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

## 06 염색체 비분리

✕. ㉠과 ㉡은 염색체 수가 같거나 1개 차이가 난다. ㉠과 ㉡의 염색체 수를 더한 값이 ㉠의 염색체 수와 같으므로 ㉠과 ㉡의 염색체 수는 각각 3이며, (나)는 ㉡에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다.

㉠. ㉡의 핵상이  $n-1$ 이고 ㉠의 핵상이  $n$ 이므로 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

㉢. ㉠과 ㉡이 형성되는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어났고, ㉡에 E나 e가 없으므로 ㉡에는 E 2개 혹은 e 2개가 있다. ㉠에 E가 2개 있으면 ㉡에는 e만 2개 있으며, ㉡에 e가 2개 있으면 ㉠에 E만 2개 있으므로 세포 1개당 E의 수와 e의 수를 더한 값은 ㉠과 ㉡이 같다.

## 07 염색체 비분리와 다인자 유전

㉠. ㉡는 정상적으로는 최대 1개의 대문자로 표시되는 대립유전자를 물려줄 수 있고, 염색체 비분리를 통해서는 2개를 물려줄 수 있다. ㉢는 정상적으로는 최대 3개의 대문자로 표시되는 대립유전자를 물려줄 수 있고, 염색체 비분리를 통해서는 4개 혹은 5개를 물려줄 수 있다. (가)를 결정하는 3쌍의 대립유전자 중 2쌍은 X 염색체에 존재하고, 아들은 아버지로부터 X 염색체를 물려받지 않으므로 ㉡는 아버지, ㉢는 어머니이다.

㉣. 아들은 아버지(㉡)로부터 A를, 어머니로부터는 A 1개와 B 2개, D 2개를 물려받았다. 따라서 ㉡와 ㉢는 모두 A를 갖는다.

㉤. 어머니는 아들에게 B와 D가 있는 X 염색체를 2개 물려주었으므로 ㉠은 감수 2분열에서 일어났다.

## 08 염색체 비분리와 결실

㉠. 자녀 2에서 (가)가 발현되었고, 어머니에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 열성 형질이다. (나)가 열성 형질이라면 자녀 1의 유전자형이  $X^{ab}X^{ab}$ 이고, 자녀 2의 유전자형이  $X^{ab}Y$ 이므로 어머니의 유전자형은  $X^{ab}X^{ab}$ 이어야 하는데 어머니에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않았으므로 (나)는 우성 형질이다.

✕. 아버지의 유전자형은  $X^{ab}Y$ 이고, 자녀 2의 유전자형은  $X^{ab}Y$ 이다. 그러므로 어머니의 유전자형은  $X^{Ab}X^{ab}$ 이며, 자녀 1의 유전자형은  $X^{ab}X^{ab}$ 이다. 자녀 3은 (가)가 발현되지 않았으므로 어머니로부터 A와 b를 물려받았으며, (나)가 발현되었으므로 아버지로부터 B를 물려받아야 한다. 자녀 3이 아버지로부터 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받았으므로 ㉠이 형성될 때 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

㉢. 자녀 4는 (가)가 발현되었으므로 어머니로부터 a와 b를 물려받았으며 (나)가 발현되지 않았으므로 아버지로부터 B가 결실된 X 염색체를 물려받았다. 따라서 자녀 4의 체세포 1개당 b의 수는 1이다. 자녀 1의 유전자형은  $X^{ab}X^{ab}$ 이므로 체세포 1개당 b의 수는 1이다.

## 09 전좌

✕. 부모에게서 발현되지 않은 (가)가 아들 2에게서 발현되었으므로 (가)는 열성 형질이다. (나)를 열성 형질이라고 가정하면 아버지가 B를 갖지 않으므로 어머니는 아들 1에게 a와 B를 물려주고, 아들 2에게는 a와 b를 물려주어야 하는데 어머니에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (나)는 우성 형질이다.

㉠. 어머니는 (나)에 대한 유전자형이 bb이므로 아들에게 B를 물려줄 수 없다. 따라서 (나)가 발현된 아들 2는 X 염색체에서 22번 염색체로 옮겨진 B를 갖는 22번 염색체를 물려받아야 한다. 따라서 ㉡는 B이다.

㉔. (나)가 발현되지 않은 어머니로부터 (나)가 발현된 아들 2가 태어났으므로 아들 2는 ㉔와 정상 남자가 수정되어 태어났다.

### 10 결실

㉑. ㉑이 2라고 가정하면 I은 핵상이  $2n$ 인 세포이며, A와 B의 DNA 상대량이 2이고 a와 b의 DNA 상대량이 1이므로 I은 a와 b가 포함된 염색체 부분에서 결실이 일어나 형성된 세포이거나, 염색체 비분리로 A와 B가 포함된 염색체가 2개, a와 b가 포함된 염색체가 1개인 세포이어야 하며, II와 III은 정상 세포이어야 한다. 하지만 III에서 A의 DNA 상대량이 2이고 b의 DNA 상대량이 1이므로 III은 정상 세포일 수 없으므로 ㉑은 2가 아니다. ㉑은 0이라고 가정하면 II에 D와 d 중 하나의 DNA 상대량은 2이고 나머지 하나의 DNA 상대량은 1이므로 II는 결실이나 염색체 비분리 중 하나가 일어나 형성된 세포이어야 한다. 또, I에서 D와 d가 모두 없으므로 I은 결실이나 염색체 비분리 중 하나가 일어나 형성된 세포이어야 한다. 따라서 ㉑은 1이다. ㉑이 2라고 가정하면 III에서 B의 DNA 상대량은 2이고 b의 DNA 상대량은 1이므로 III은 결실이나 염색체 비분리 중 하나가 일어나 형성된 세포이어야 하고, I과 II는 모두 정상 세포이어야 한다. I에 A와 a가 모두 있으므로 I의 핵상은  $2n$ 이다. II에 D가 있으므로 핵상이  $2n$ 인 I에는 D가 있어야 하는데 I에서 D의 DNA 상대량이 0이므로 ㉑은 2가 아니다. 따라서 ㉑은 0이고 ㉒은 2이다. II에서 B의 DNA 상대량이 1이고 A와 d의 DNA 상대량이 각각 2이므로 ㉔가 일어난 세포는 II이다. 정상 세포인 I에서 D의 DNA 상대량이 0이고 d의 DNA 상대량이 1이므로 D와 d는 X 염색체에 있으며 P는 남성이다.

㉒. II에서 a가 없으므로 II는 핵상이  $n$ 인 세포이다. 감수 2분열이 완료되기 전의 세포라고 가정하면 B의 DNA 상대량이 1이므로 II는 결실이 일어나 형성된 세포이다. 감수 2분열이 완료된 세포라고 가정하면 A와 d의 DNA 상대량이 각각 2이므로 II는 염색체 비분리가 상염색체와 성염색체에서 각각 1회씩 일어나 형성된 세포이어야 한다. 따라서 ㉔는 결실이다.

㉒. P의 (가)와 (나)에 대한 유전자형은 AaBb이다. 핵상이  $n$ 인 II에서는 A와 B가 함께 있고, 핵상이  $n$ 인 III에서는 A와 b가 함께 있으므로 (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 다른 염색체에 있다.

## 11 생태계의 구성과 기능

### 2점 수능 테스트

본문 180~182쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ④ 06 ① 07 ③  
08 ⑤ 09 ① 10 ④ 11 ⑤ 12 ⑤

#### 01 생태계 구성 요소 사이의 상호 관계

A는 생산자, B는 소비자이다. ㉑은 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향이며, ㉔은 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향이다.

㉒. 분해자는 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻는 생물이며, 버섯은 분해자에 해당한다.

㉑. 생산자(A)가 가진 화학 에너지의 일부는 ㉑ 과정에서 유기물의 형태로 소비자(B)로 전해진다. 따라서 ㉑ 과정에서 유기물의 형태로 탄소가 이동한다.

㉑. 식물의 낙엽이 쌓이면 토양이 비옥해지는 것은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이므로 ㉑에 해당한다.

#### 02 개체군의 성장 곡선

A는 이론적 성장 곡선, B는 실제 성장 곡선이다.

㉑. 이론적 성장 곡선은 개체 수가 기하급수적으로 늘어나 J자형의 성장 곡선을 나타내므로 A는 이론적 성장 곡선이다.

㉑. A에서 시간에 따라 개체 수가 증가하는 정도는 구간 II에서 구간 I에서보다 크므로, 개체 수의 증가 속도는 구간 II에서 구간 I에서보다 빠르다.

㉒. S자형 성장 곡선에서 개체 수가 증가하면 자원이 부족해지고 개체 간의 경쟁이 심해지므로 환경 저항이 커진다. 따라서 B에서의 환경 저항은 구간 III에서가 구간 II에서보다 크다.

#### 03 생태계 구성 요소 사이의 상호 관계

㉑은 개체군 내의 상호 작용이며, ㉑은 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향, ㉔은 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향이다. 한 나무에서 여러 종의 솔새가 서로 다른 공간에서 살아가는 것(분서)은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용의 예이다.

㉒. 개체군은 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단이므로 개체군 B는 하나의 종으로 구성되어 있다.

㉒. 분서는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용의 예이므로 (나)는 ㉑에 해당하지 않는다.

㉑. 지의류에 의해 암석의 풍화가 촉진되어 토양이 형성되는 것은

생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이므로 ㉠에 해당한다.

#### 04 개체군 내의 상호 작용

A는 순위제, B는 리더제, C는 사회생활이다.

✕. 개체들 사이에서 힘의 서열에 따라 순위를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 것은 순위제이므로, A는 순위제이다.

✕. B(리더제)와 C(사회생활)는 모두 개체군 내의 상호 작용에 해당한다.

㉠. 사회생활(C)은 각 개체가 먹이 수집, 방어, 생식 등의 일을 분담하고 협력하여 조화를 이루며 살아가는 것이므로, '여왕개미는 생식, 병정개미는 방어, 일개미는 먹이 획득을 담당한다.'는 ㉠에 해당한다.

#### 05 개체군 내의 상호 작용과 개체군 사이의 상호 작용

A는 텃새, B는 포식과 피식, C는 상리 공생이다.

㉠. 상리 공생과 포식과 피식은 개체군 사이의 상호 작용이며, 텃새(A)는 개체군 내의 상호 작용이다.

✕. 흰둥가리와 말미잘은 함께 살아가면서 서로 이익을 얻으므로 두 종 사이의 상호 작용은 상리 공생(C)에 해당한다.

㉠. C(상리 공생)는 서로 밀접하게 관계를 맺고 함께 살아가는 두 개체군이 서로 이익을 얻는 경우이므로, '상호 작용을 하는 두 개체군이 모두 이익을 얻는다.'는 ㉠에 해당한다.

#### 06 방형구법

설치한 방형구에서 특정 종의 밀도는

$$\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}, \text{ 빈도는 } \frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구 수}}$$

피도는  $\frac{\text{특정 종의 점유 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$ 으로 구할 수 있다. 특정 종의 중

요치는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 더한 값이며,

$$\text{특정 종의 상대 밀도는 } \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{모든 종의 개체 수}} \times 100,$$

상대 빈도는  $\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{각 종이 출현한 방형구 수의 합}} \times 100$ 으로 구할 수

있다. 이를 근거로 식물 종 A~C의 개체 수, 빈도, 상대 밀도, 상대 빈도를 구하면 표와 같다.

종	개체 수	빈도	상대 밀도 (%)	상대 빈도 (%)
A	10	0.5	40	20
B	9	1	36	40
C	6	1	24	40

✕. A의 개체 수가 가장 많으므로 밀도가 가장 높은 종은 A이다.  
㉠. B의 빈도는 1, A의 빈도는 0.5이므로 빈도는 B가 A의 2배이다.

✕. A~C의 상대 피도는 모두 같다고 하였으므로 상대 밀도와 상대 빈도의 합이 가장 작은 종의 중요치가 가장 낮다. A의 상대 밀도와 상대 빈도를 합한 값이 60%로 가장 작으므로 중요치가 가장 낮은 종은 A이다.

#### 07 개체군 사이의 상호 작용

A는 편리공생, B는 기생, C는 중간 경쟁이다.

㉠. 상호 작용하는 한 종은 이익을 얻고, 다른 한 종은 손해를 입는 것은 기생이며, 두 종 모두 손해를 입는 것은 중간 경쟁이다. 따라서 A는 편리공생이다.

㉠. B(기생)의 관계인 두 종에서 이익을 얻는 생물은 기생 생물, 손해를 입는 생물은 숙주이다.

✕. 스라소니와 눈신토끼 사이의 상호 작용에서 스라소니는 포식자로 이익을 얻고, 눈신토끼는 피식자로 손해를 입게 된다. 따라서 스라소니와 눈신토끼 사이의 상호 작용은 포식과 피식에 해당한다.

#### 08 개체군의 생장 곡선과 개체군 사이의 상호 작용

㉠. (가)에서 A의 개체 수는  $t_1$ 일 때 100,  $t_2$ 일 때 200이므로  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 많다.

㉠. (나)에서 B가 사라졌으므로 A와 B 사이에 경쟁·배타가 일어났다.

㉠. 개체군의 밀도는 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체 수이며,  $t_3$ 일 때 개체 수는 A가 B보다 많으므로 개체군 밀도는 A가 B보다 크다.

#### 09 개체군의 생존 곡선

I형을 나타내는 생물종은 출생 수는 적지만 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮고, 대부분의 개체가 생리적 수명을 다하고 죽어 후기 사망률이 높다. II형을 나타내는 생물종은 시간에 따른 사망률이 비교적 일정하다. III형을 나타내는 생물종은 출생 수는 많지만 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 수가 적다. I형은 사람과 대형 포유류 등에서, II형은 다람쥐와 조류 등에서, III형은 굴과 어류 등에서 나타난다.

㉠. (가)는 III형, (나)는 I형, (다)는 II형이다.

✕. II형의 생존 곡선을 나타내는 종에서 A 시기 동안 사망한 개체 수는 B 시기 동안 사망한 개체 수보다 많다.

✕. 어린 개체의 사망률은 III형에서 I형에서보다 높다.

### 10 천이

1차 천이는 생물이 없고 토양이 형성되지 않은 곳에서 토양의 형성 과정부터 시작하는 천이이다. 1차 천이에는 건조한 지역(용암 대지와 같은 불모지)에서 시작하는 건성 천이와 습한 곳(호수, 연못 등)에서 시작하는 습성 천이가 있다.

✗. 용암 대지가 있으므로 이 지역에서 일어난 천이는 건성 천이이다.

㉠. A는 양수림, B는 음수림이다.

㉡. B(음수림)가 천이의 마지막 단계로 안정된 상태인 극상을 이룬다.

### 11 천이

2차 천이는 기존의 식물 군집이 있었던 곳에 산불, 산사태, 벌목 등이 일어나 군집이 파괴된 후, 기존에 남아 있던 토양에서 시작하는 천이이다.

㉠. 산불이 일어난 후의 천이는 2차 천이이다.

㉡. 2차 천이의 시작은 초원이므로 A는 초원이다.

㉢. ① 시기에 B(양수림)에서 C(음수림)로 식물 군집이 변한 것은 양수림이 형성되면서 숲의 하층에 도달하는 빛의 세기가 약해져 음수의 묘목이 양수의 묘목보다 잘 자라기 때문이다. 따라서 지표면에 도달하는 빛의 세기는 ① 시기에 식물 군집 변화에 영향을 준 비생물적 요인 중 하나이다.

### 12 식물 군집의 수직 분포

식물 군집의 수직 분포는 특정 지역에서 고도에 따라 나타나는 분포로, 주로 기온의 차이에 의해 나타난다. 고도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 갈수록 상록 활엽수림 → 낙엽 활엽수림 → 침엽수림 → 관목대 순으로 분포하므로, A는 관목대, B는 침엽수림, C는 상록 활엽수림이다.

✗. B는 침엽수림이다.

㉠. 우점종의 평균 키는 A(관목대)에서가 C(상록 활엽수림)에서보다 작다.

㉡. 고도에 따른 기온의 차이는 이 식물 군집의 수직 분포에 영향을 주는 요인이다.

### 01 생태계 구성 요소 사이의 상호 관계

㉠은 개체군 내의 상호 작용, ㉡은 개체군 사이의 상호 작용, ㉢은 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향, ㉣은 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향이다.

㉠. 지렁이가 토양층에 틈을 만들어 토양의 통기성이 증가하는 것은 ㉢(생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향)에 해당한다.

✗. 뿌리혹박테리아는 생물적 요인에 속하는 분해자에 해당한다.

✗. 은어의 개체마다 일정한 공간을 점유하는 것은 개체군 내의 상호 작용 중 텃세이므로, ㉠에 해당한다.

### 02 개체군 사이의 상호 작용

✗. 개체군은 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단인데, A와 B는 서로 다른 종이므로 한 개체군을 이루지 않는다. 군집은 일정한 지역에 모여 생활하는 여러 개체군들의 집합이므로 이 지역에서 A와 B는 한 군집을 이룬다.

㉠. 구간 I은 건조한 환경이며, A를 제거해도 B는 구간 I에서 식하지 않으므로 건조는 구간 I에 B가 서식하지 않는 것에 영향을 주는 요인이다.

㉡. B를 제거할 경우 A는 구간 III에 분포하므로 자연 상태에서 구간 III에 A가 서식하지 않는 것은 B와의 경쟁에 의한 결과이다.

### 03 방형구법

설치한 방형구에서 특정 종의 밀도는

$$\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}} \cdot \text{빈도는 } \frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}}$$

피도는  $\frac{\text{특정 종의 점유 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$ 으로 구할 수 있다. 특정 종의 중

요치는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 더한 값이며,

$$\text{특정 종의 상대 밀도는 } \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{모든 종의 개체 수}} \times 100,$$

$$\text{상대 빈도는 } \frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{각 종이 출현한 방형구 수의 합}} \times 100,$$

$$\text{상대 피도는 } \frac{\text{특정 종이 차지하고 있는 면적}}{\text{각 종이 차지하고 있는 면적의 합}} \times 100 \text{으로 구할}$$

수 있다. 이를 근거로 정리하면 표와 같다.

종	개체 수	상대 빈도(%)	상대 피도(%)	중요치
A	㉠(12)	40	12	76
B	22	28	?(32)	104
C	6	㉡(8)	36	56
D	10	?(24)	20	64

㉠. A의 중요치가 76이므로 A의 상대 밀도는 24%이다.

$$\frac{\text{㉠}}{\text{㉠}+22+6+10} \times 100 = 24\% \text{이므로 } \text{㉠은 } 12 \text{이다. C의 상대}$$

### 3 점 수능 테스트

본문 183~187쪽

- 01 ① 02 ④ 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ② 07 ①  
08 ⑤ 09 ② 10 ③



밀도는 12%이므로, C의 상대 빈도는 8%이다. 따라서 ㉠+㉡=20이다.

㉢. 상대 피도가 가장 높은 종이 지표를 덮고 있는 면적이 가장 큰 종이므로, 지표를 덮고 있는 면적이 가장 큰 종은 C이다.

㉣. A는 설치한 10개의 방형구에 모두 출현하였는데 상대 빈도가 40%이므로, 상대 빈도가 28%인 B는 7개의 방형구에, 상대 빈도가 24%인 D는 6개의 방형구에 출현한 것이다. 따라서 B가 출현한 방형구는 D가 출현한 방형구보다 1개 많다.

#### 04 식물 군집의 수평 분포

식물 군집의 수평 분포는 위도에 따라 나타나는 분포로, 기온과 강수량의 차이에 의해 나타난다. A는 툰드라, B는 온대 초원, C는 열대 우림이다.

㉠. ㉠은 주로 초본 식물로 이루어진 군집이므로 B(온대 초원)이다.

㉡. A(툰드라)는 C(열대 우림)보다 고위도에 분포한다.

㉢. 식물이 자라기 어려운 지역에 형성되는 것(㉢)은 툰드라이므로, ㉢은 열대 우림이다. 따라서 '주어진 식물 군집 중 가장 복잡한 층상 구조가 나타난다.'는 ㉢에 해당한다.

#### 05 개체군의 생장

서로 다른 pH의 실험 조건 I과 II에서 좁개구리밥의 개체 수가 증가하다가 어느 시점에 도달하면 개체 수가 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지된다.

㉠. 실험 조건 I(pH 5)과 II(pH 7)에서 좁개구리밥의 배양 일수에 따른 개체 수의 증가 속도에 차이가 있으므로 좁개구리밥의 생장은 pH에 의해 영향을 받는다.

㉡. 배양 6일째 좁개구리밥의 개체 수는 실험 조건 I에서 18, II에서 12이므로 밀도는 I에서 II에서의 1.5배이다.

㉢. 배양 2일째부터 14일째까지 개체 수는 실험 조건 I에서 51, II에서 30만큼 증가하였으므로, 개체 수의 증가 속도는 I에서 II에서보다 빠르다.

#### 06 천이

2차 천이는 기존의 식물 군집이 있었던 곳에 군집이 파괴된 후, 남아 있던 토양에서 시작하는 천이이다.

㉣. 천이의 마지막 단계(극상)에서 식물 군집은 음수가 우점하는 음수림이다. 따라서 I의 우점종은 초본(풀)이 아니다.

㉡. 식물의 총생산량은 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량이다. 따라서 식물의 총생산량은 숲이 제거되고 식물의 생장이 억제된 구간 II에서가 2차 천이가 진행되어 식물의 생물량이 증가하고 있는 III에서보다 낮다.

㉣. 숲이 제거되더라도 기존의 토양이 남아 있으므로 구간 III에서 진행되는 천이는 2차 천이에 해당한다.

#### 07 개체군 사이의 상호 작용

A와 B의 상호 작용은 포식과 피식이며, (가)에서 A의 생물량이 먼저 증가한 다음 B의 개체 수가 증가하고, A의 생물량이 먼저 감소한 다음 B의 개체 수가 감소한다. 따라서 A는 피식자, B는 포식자이며, (나)의 ㉠은 B가 없을 때, ㉡은 B가 있을 때이다.

㉢. A는 피식자, B는 포식자이다.

㉣. ㉠일 때가 ㉡일 때보다 시간에 따른 생물량의 증가가 많으므로 ㉠은 A의 포식자인 B가 없을 때이다.

㉤. (나)에서 A의 생물량은 ㉠에서가 ㉡에서보다 크므로, 환경 저항은 ㉠에서가 ㉡에서보다 크다.

#### 08 개체군 사이의 상호 작용

아카시아는 개미에게 양분과 서식지를 제공하고 개미는 아카시아로부터 초식 곤충을 쫓아냄으로써 서로 도움을 주는 상리 공생 관계에 있다.

㉠. ㉢(초식 곤충)은 아카시아의 포식자이며 개미는 초식 곤충의 포식으로부터 아카시아를 보호한다.

㉡. ㉠은 ㉡에 비해 아카시아의 성장이 빠르므로 ㉠은 개미가 있는 경우이다.

㉢. 아카시아와 개미는 서로 이익을 얻으므로 아카시아와 개미 사이의 상호 작용은 상리 공생이다.

#### 09 개체군 사이의 상호 작용

A와 B는 서로 경쟁하며, A는 C에게 포식자로부터의 은신처를 제공하고 C는 B의 포식자로 B의 생장을 억제한다. 따라서 A와 C의 상호 작용은 상리 공생이며, B와 C의 상호 작용은 포식과 피식이다.

㉣. C가 있는 경우 A와 경쟁 관계인 B의 생장이 억제되므로 A의 생장률은 C가 없는 경우보다 높아진다. ㉠은 ㉡에 비해 A의 생장률이 낮으므로, ㉠은 C가 없는 경우이다.

㉢. 군집은 일정한 지역에 모여 생활하는 여러 개체군들의 집합이므로 이 지역에서 A와 B는 한 군집을 이룬다.

㉣. A와 C는 서로 이익을 얻으므로 A와 C 사이의 상호 작용은 상리 공생이다.

#### 10 천이

습성 천이는 습한 곳(호수, 연못 등)에서 시작되며, 빈영양호에 유기물과 퇴적물이 쌓여 습원(습지)이 형성되고 초원을 거쳐 진행된다. (가)에서 A는 관목림, B는 양수림, C는 음수림이며, (나)에서

- ㉠은 양수림의 우점종, ㉡은 음수림의 우점종이다.  
 ✕. 호수에서 시작되었으므로 이 지역에서 일어난 천이는 습성 천이다.  
 ✕. 시간이 지남에 따라 B(양수림)에서 C(음수림)로 천이가 진행되었으므로 ㉠은 B(양수림)의 우점종이다.  
 ㉢. 우점종의 평균 키는 B(양수림)에서가 A(관목림)에서보다 크다.

## 수능특강 사용설명서

수능특강을 공부하는 가장 쉽고 빠른 방법  
 수능특강 사용설명서로 시너지 효과 극대화

## 12 에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성

### 2 점 수능 테스트

본문 194~196쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ② 05 ③ 06 ③ 07 ②  
 08 ④ 09 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ③

### 01 물질의 생산과 소비

A는 순생산량, B는 호흡량이다. 순생산량에는 피식량, 고사량, 낙엽량, 생장량이 포함되므로, ㉠은 고사량, 낙엽량이다.

㉠. 순생산량(A)에서 피식량, 생장량을 제외한 ㉠은 고사량, 낙엽량이다.

㉡. 1차 소비자는 생산자를 섭취하여 얻은 유기물을 호흡을 통해 분해하여 에너지를 얻으므로, 1차 소비자의 호흡량은 생산자의 피식량에 포함된다. 생산자의 피식량은 순생산량(A)에 포함된다.

㉢. 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량이 총생산량이므로, 호흡량(B)은 총생산량에 포함된다.

### 02 에너지 흐름

A는 생산자인 토끼풀, B는 1차 소비자인 토끼, C는 2차 소비자인 여우, D는 분해자인 버섯이다.

㉠. 생산자(A)에서 광합성에 의해 빛에너지가 포도당의 화학 에너지로 전환된다.

㉡. 1차 소비자(B)를 2차 소비자(C)가 섭식함으로써 1차 소비자(B)가 가진 에너지 일부는 유기물의 형태로 2차 소비자로 이동한다.

✕. 버섯은 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 분해자의 역할을 하므로, D이다. 토끼풀은 광합성을 통해 유기물을 합성하는 생산자 역할을 하므로, A이다.

### 03 탄소 순환

A는 분해자, B는 생산자이고, ㉠은 세포 호흡, ㉡은 광합성이다.

㉠. 생명체에서 일어나는 세포 호흡(㉠)은 유기물을 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )로 분해하는 과정이므로, 물질대사 중 이화 작용이다.

✕. 곰팡이는 분해자(A)에 속한다.

㉡. 생산자(B)는 대기 중의 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )를 받아들이고, 받아들인 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )는 광합성에 의해 유기물로 합성된다. 따라서 ㉡은 광합성이다.

### 04 질소 순환

㉠은 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ ), ㉡은 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ ), ㉢은 단백질이며, (가)는 질소 고정, (나)는 탈질산화 작용이다.

✕. (가)는 대기 중의 질소(N<sub>2</sub>) 기체가 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ㉠)이 되는 질소 고정 과정이며, 질소 고정 세균이 관여한다.

✕. (나)에서는 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ㉡)이 탈질산화 세균에 의해 질소(N<sub>2</sub>) 기체로 전환되는 탈질산화 작용이 일어난다.

㉢. 질산화 작용은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이 질산화 세균에 의해 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환되는 것이며, 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)과 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)은 생산자에 의해 흡수되어 단백질로 합성된다. 따라서 ㉠은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ㉡은 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ㉢은 단백질이다.

## 05 물질 순환

(가)와 (다)는 질소 순환 과정, (나)는 탄소 순환 과정 중 일부이다. 대기 중의 CO<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub> 중 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>으로 전환되는 것은 N<sub>2</sub>이므로, ㉠은 N<sub>2</sub>, ㉡은 CO<sub>2</sub>이다.

㉢. 질소(N<sub>2</sub>, ㉠) 기체가 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환되는 과정에는 질소 고정 세균(㉡)이 관여하며, 뿌리혹박테리아는 질소 고정 세균(㉡)에 속한다.

㉣. 탄소 순환 과정에서 소비자가 가진 유기물 중 일부는 세포 호흡을 통해 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)로 분해되어 대기로 돌아간다. 식물은 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)를 이용해 광합성을 하며, 그 결과 포도당을 합성한다.

✕. 토양 속 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이 질산화 세균에 의해 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환되는 과정은 질산화 작용이다.

## 06 에너지 흐름

A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다.

✕. 에너지 피라미드는 먹이 사슬에서 각 영양 단계에 속하는 생물의 에너지양을 하위 영양 단계에서부터 쌓아 올린 피라미드 형태이다. 따라서 피라미드의 가장 위쪽 영양 단계는 3차 소비자이다.

✕. 2차 소비자의 에너지 효율은

$$\frac{\text{현 영양 단계(B)가 보유한 에너지양}}{\text{전 영양 단계(C)가 보유한 에너지양}} \times 100 = \frac{20}{100} \times 100 = 20\%$$

이다. 따라서 ㉠은 100이고,  $\frac{㉡}{㉠} = 10$ 이므로 ㉡은 1000이다.

㉢. 생산자(D)의 에너지양은 1000, 1차 소비자(C)의 에너지양은 100, 2차 소비자(B)의 에너지양은 20, 3차 소비자(A)의 에너지양은 5로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양은 감소한다.

## 07 물질의 생산과 소비

총생산량 = 호흡량 + 순생산량(피식량 + 고사량 + 낙엽량 + 생장량)이다.

✕. K의 호흡량은 총생산량에서 순생산량을 뺀 유기물의 양이다.

따라서 호흡량은 구간 I에서 구간 II에서보다 작다.

㉣. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 제외한 유기물의 양으로, 낙엽의 유기물량이 포함된다.

✕. 극상은 천이의 마지막 단계로 안정된 상태를 뜻한다. t<sub>1</sub>일 때는 양수림에서 음수림으로 천이가 진행되는 과정의 한 시점이므로, K는 극상을 이루지 않는다.

## 08 에너지 흐름

A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자, D는 분해자이다.

㉢. 생산자(A)가 태양의 빛에너지를 광합성에 의해 유기물의 화학 에너지로 전환시키며, 유기물에 저장된 화학 에너지의 일부는 먹이 사슬을 통해 상위 영양 단계로 이동한다. 따라서 태양의 빛에너지는 생태계에 공급되는 에너지원이다.

✕. B에서 C로 전달되는 에너지양(C의 에너지양)은 4(=3+1)이고, A에서 B로 전달되는 에너지양(B의 에너지양)은 C의 에너지양의 5배이므로 20(=4×5)이다. 태양의 빛에너지 중 A로 전달된 에너지양은 200(=20000-19800)이고, 200=㉠+80+20(B의 에너지양)이다. 따라서 ㉠은 100이다. B의 에너지양은 20=9+㉡+4(C의 에너지양)이므로, ㉡은 7이다. 따라서 ㉠과 ㉡의 합은 107(=100+7)이다.

㉣. B의 에너지 효율은  $\frac{\text{B의 에너지양}}{\text{A의 에너지양}} \times 100 = \frac{20}{200} \times 100 =$

10%이고, C의 에너지 효율은  $\frac{\text{C의 에너지양}}{\text{B의 에너지양}} \times 100 = \frac{4}{20} \times$

100=20%이다. 따라서 에너지 효율은 C가 B의 2배이다.

## 09 생태계의 평형

생태계의 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되는데, 먹이 사슬이 복잡할수록 평형을 유지하기 쉽다. 또한, 종 다양성이 높을수록 생태계는 안정적으로 유지된다.

㉢. (가)에서 벼는 생산자, 뱀은 3차 소비자이며, 안정된 논 생태계에서 생물량(생체량)은 상위 영양 단계로 갈수록 감소한다. 따라서 생물량(생체량)은 벼(생산자) 개체군이 뱀(3차 소비자) 개체군보다 많다.

㉣. (나)에서 쥐는 포식자, 방아깨비는 피식자이므로, 쥐와 방아깨비의 상호 작용은 포식과 피식이다.

✕. (가)에서 개구리의 먹이는 메뚜기뿐이므로, 메뚜기가 사라지면 개구리도 사라질 것이다. 반면, (나)에서 개구리는 메뚜기와 방아깨비를 모두 먹이로 삼고 있기 때문에 메뚜기가 사라져도 방아깨비를 먹을 수 있으므로 사라지지 않는다.

## 10 생물 다양성

생물 다양성은 지구의 다양한 환경에 다양한 생물이 살고 있는 것

을 의미하며, 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다.

✕. 종 다양성은 한 지역에서 살고 있는 모든 종의 다양한 정도를 의미하므로, 동물 종과 식물 종뿐만 아니라 곰팡이, 세균 등 모든 생물종이 포함된다.

㉠. 유전적 다양성이 낮은 종은 형질이 다양하지 않으므로, 전염병이 발생했을 때 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 확률이 낮아 멸종될 확률이 높다.

㉡. 삼림, 초원, 사막, 습지 등 생태계가 다양할수록, 서로 다른 환경에 서식하는 생물종이 많아지므로 생물 다양성은 증가한다.

### 11 생물 다양성의 보전

㉠. 서식지 단편화로 인한 서식지 면적 감소는 그 서식지에 살아가는 생물의 종 수를 감소시키므로 생물 다양성이 감소한다. 따라서 서식지 단편화는 생물 다양성의 감소 원인에 해당한다.

㉡. 서식지 단편화가 일어나게 되면 실제 감소되는 면적이 작다고 하더라도 가장자리의 길이와 면적이 증가하게 되므로, 서식지 내부의 면적은 감소한다. 따라서 서식지 단편화로 인해  $\frac{\text{내부 면적}}{\text{가장자리 면적}}$ 은 감소한다.

㉢. 서식지 단편화 전 생물종은 5종(A, B, C, D, E)이고, 서식지 단편화 후에는 E가 멸종하여 생물종이 4종으로 감소하였다. 따라서 종 다양성은 서식지 단편화 전이 단편화 후보다 높다.

### 12 생물 다양성의 보전

생물 다양성을 보전하기 위한 방안은 개인적 수준, 사회적 수준, 국가적 수준, 국제적 수준으로 구분할 수 있으며, (가)는 국가적 수준, (나)는 개인적 수준, (다)는 국제적 수준의 생물 다양성 보전 방안이다.

✕. 국립 공원을 지정하고 산림보호법을 제정하는 것은 국가적 수준의 생물 다양성 보전 방안이다.

✕. 멸종 위기 야생 동·식물의 지정은 국가 기관에서 정하는 것이므로, 국가적 수준(가)의 예에 해당한다.

㉠. 한 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도는 종 다양성이며, 종 다양성은 생물 다양성(㉡)에 포함된다.

### 01 물질의 생산과 소비

(가)에서 A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자, D는 3차 소비자이며, (나)에서 ㉠은 총생산량, ㉡은 호흡량이다.

✕. 1차 소비자(B)의 호흡량은 이 식물 군집의 피식량에 포함되고, 이 식물 군집의 피식량은 순생산량에 포함된다.

✕. 이 식물 군집에서 생물량은 구간 I 일 때가 구간 II 일 때보다 작다. 순생산량은 총생산량(㉠)에서 호흡량(㉡)을 제외한 유기물의 양이므로, 구간 I 일 때가 구간 II 일 때보다 크다. 따라서  $\frac{\text{생물량}}{\text{순생산량}}$ 은 구간 II 일 때가 구간 I 일 때보다 크다.

㉢. 각 영양 단계의 에너지 효율(%)은

$\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지양}} \times 100$ 이다. (가)에서 에너지 효율은 A가 1%, B는 10%, C는 16%, D는 25%이므로, 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율은 증가한다.

### 02 물질 순환

(가)는 질소 순환, (나)는 탄소 순환 과정의 일부이며, I은 소비자인 토끼, II는 생산자인 토끼풀이며, ㉠은 질소 기체( $N_2$ ), ㉡은 암모늄 이온( $NH_4^+$ ), ㉢은 질산 이온( $NO_3^-$ ), ㉣은 이산화 탄소( $CO_2$ )이다.

✕. 과정 ㉠은 질산 이온( $NO_3^-$ , ㉢)이 토끼풀(II)에 전달되는 과정을, 과정 ㉡은 세포 호흡을 통해 이산화 탄소( $CO_2$ , ㉣)를 방출하는 과정을 나타낸 것이다.

✕. 질소 기체( $N_2$ , ㉠)가 암모늄 이온( $NH_4^+$ , ㉡)으로 되는 과정은 질소 고정이며, 질소 고정에는 질소 고정 세균이 관여한다.

㉠. 질산 이온( $NO_3^-$ , ㉢)과 이산화 탄소( $CO_2$ , ㉣)는 모두 생물을 둘러싼 환경으로 생물의 생존에 영향을 미치는 비생물적 요인이다.

### 03 생물 다양성

A는 생태계 다양성, B는 유전적 다양성, C는 종 다양성이다.

㉠. 생태계 다양성(A)이 높은 지역에서는 다양한 환경 조건이 존재하므로 서로 다른 환경에 적응하여 살아가는 다양한 생물종이 나타날 수 있다.

✕. 유전적 다양성(B)은 같은 종이라도 개체군 내의 개체들에서 유전자 변이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것을 의미한다. 종 ㉠의 개체군에서 부리 크기의 다양성은 섬 I에서가 섬 III에서보다 높다. 따라서 유전적 다양성(B)은 섬 I에서가 섬 III에서보다 높다.

㉡. 종 다양성(C)은 한 지역에 존재하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다. 섬 I에는 3종류의 핀치가, 섬 II에는 1종류의 핀치가 서식하므로, 종 다양성(C)은 섬 I에서가 섬 II에서보다 높다.

## 3 점 수능 테스트

본문 197~199쪽

01 ㉡ 02 ㉢ 03 ㉢ 04 ㉣ 05 ㉠ 06 ㉣

## 04 생태계 평형

생태계 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되며, 안정된 생태계는 먹이 사슬의 어느 단계에서 일시적으로 변동이 일어나도 시간이 지나면 평형이 회복된다. 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면 생산자의 개체 수는 감소하고, 2차 소비자의 개체 수는 증가한다. 그 후 1차 소비자의 개체 수는 감소하여 생산자의 개체 수는 증가하고, 2차 소비자의 개체 수는 감소한다. 즉, 생산자의 개체 수는 감소하였다가 증가하고, 1차 소비자의 개체 수는 감소하며, 2차 소비자의 개체 수는 증가하였다가 감소한다. 질소 동화 작용은 생산자에서 일어난다. 따라서 I 은 (가), II 는 (나)이며, ㉠은 2차 소비자, ㉡은 생산자이다.

✕. II 는 (나)이다.

㉠. 생산자(㉡)가 가진 화학 에너지의 일부는 유기물 형태로 먹이 사슬을 따라 1차 소비자를 거쳐 2차 소비자(㉠)로 이동한다.

㉡. 평형 상태일 때 1차 소비자의 에너지양은 생산자(㉡)의 에너지양보다 작다. 평형 상태일 때보다 I (가)일 때 1차 소비자의 에너지양은 크고, 생산자(㉡)의 에너지양은 작다. 따라서  $\frac{\text{생산자(㉡)의 에너지양}}{\text{1차 소비자의 에너지양}}$  은 I (가)일 때가 평형 상태일 때보다 작다.

## 05 생물 다양성 보전

서식지 단편화는 어떤 요인들에 의해 서식지가 여러 개로 분할되는 것을 뜻하며, 생물 다양성을 감소시키는 원인에 해당한다.

㉠. 종 다양성은 한 지역에서 종의 다양한 정도를 의미한다. (가)에서는 5가지의 식물 종이, (다)에서는 4가지의 식물 종이 서식하므로, 종 다양성은 (가)에서가 (다)에서보다 높다.

✕. 개체군 밀도는 개체군이 서식하는 공간의 단위 면적당 개체수이다. (나)의 면적은 (다)의 2배이므로, (다)의 면적이 1이라면 (나)의 면적은 2이다. B의 개체 수는 (나)에서가 18, (다)에서가 9이므로, B의 개체군 밀도는 (나)에서  $\frac{18}{2}=9$ , (다)에서  $\frac{9}{1}=9$ 이다. 따라서 B의 개체군 밀도는 (나)에서와 (다)에서가 같다.

✕. 숲 (나)의 벌채로 (나)의 면적이 (다)의 면적과 같아지면 보전되는 면적은 50%이므로, (나)에 벌채 전에 있던 종의 90%가 살아남고 10%가 사라진다.

## 06 물질의 생산과 소비

총생산량은 호흡량과 순생산량을 합한 유기물의 양이며, 순생산량은 피식량, 고사량, 낙엽량, 생장량을 모두 합한 유기물의 양이다.

✕. 호흡량은 총생산량에서 순생산량을 제외한 유기물의 양이다.

㉠에서 총생산량에 대한 호흡량의 백분율은 66.9%, ㉡에서 총생산량에 대한 호흡량의 백분율은 74%이지만 ㉠의 총생산량은 ㉡의 총생산량의 2배이다. 따라서 호흡량은 ㉠에서가 ㉡에서보다 크다.

㉢. A에서 ㉠의 피식량은 1차 소비자가 생산자를 섭취한 유기물의 양이며, 이 중 일부는 먹이 사슬을 따라 2차 소비자에게 전달되고, 일부는 2차 소비자의 생장에 이용된다. 생물의 생장에 이용된 유기물의 양이 생장량이므로, A에서 ㉠의 피식량에는 2차 소비자의 생장량이 포함된다.

㉣. A에서 2차 소비자의 에너지 효율은  $\frac{\text{2차 소비자의 에너지양}}{\text{1차 소비자의 에너지양}} \times 100 = \frac{15}{100} \times 100 = 15\%$ 이고, B에서 1차 소비자의 에너지 효율은  $\frac{\text{1차 소비자의 에너지양}}{\text{생산자의 에너지양}} \times 100 = \frac{150}{1000} \times 100 = 15\%$ 이다. 따라서 A의 2차 소비자와 B의 1차 소비자의 에너지 효율은 같다.

### [인용 사진 출처]

가랑잎벌레 © agefotosstock / Alamy Stock Photo  
근육 원섬유 마디 © Don W. Fawcett / Science Source  
축삭 돌기 단면 © Roadnottaken / CC BY-SA 3.0

**01** 생명 과학의 이해

**2** 점 수능 테스트

본문 14~16쪽

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤ 06 ② 07 ①  
08 ④ 09 ④ 10 ② 11 ① 12 ③

**3** 점 수능 테스트

본문 17~19쪽

- 01 ⑤ 02 ① 03 ③ 04 ⑤ 05 ① 06 ⑤

**02** 생명 활동과 에너지

**2** 점 수능 테스트

본문 25~26쪽

- 01 ⑤ 02 ② 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 ④  
08 ②

**3** 점 수능 테스트

본문 27~29쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ④

**03** 물질대사와 건강

**2** 점 수능 테스트

본문 35~37쪽

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 ③  
08 ⑤ 09 ① 10 ③ 11 ⑤ 12 ⑤

**3** 점 수능 테스트

본문 38~41쪽

- 01 ② 02 ⑤ 03 ① 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 ⑤  
08 ⑤

**04** 자극의 전달

**2** 점 수능 테스트

본문 52~55쪽

- 01 ④ 02 ② 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ④ 07 ②  
08 ⑤ 09 ① 10 ② 11 ③ 12 ① 13 ① 14 ③  
15 ⑤ 16 ④

**3** 점 수능 테스트

본문 56~62쪽

- 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ③ 04 ⑤ 05 ① 06 ③ 07 ④  
08 ② 09 ④ 10 ① 11 ⑤ 12 ①

**05** 신경계

**2** 점 수능 테스트

본문 69~72쪽

- 01 ① 02 ④ 03 ④ 04 ⑤ 05 ③ 06 ⑤ 07 ①  
08 ③ 09 ② 10 ② 11 ⑤ 12 ② 13 ④ 14 ③  
15 ④ 16 ⑤

**3** 점 수능 테스트

본문 73~76쪽

- 01 ① 02 ① 03 ④ 04 ③ 05 ② 06 ④ 07 ③  
08 ⑤

**06** 항상성

**2** 점 수능 테스트

본문 84~88쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ② 06 ③ 07 ④  
08 ⑤ 09 ① 10 ③ 11 ⑤ 12 ④ 13 ① 14 ③  
15 ② 16 ③ 17 ④ 18 ③ 19 ① 20 ②

**3** 점 수능 테스트

본문 89~95쪽

- 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ① 04 ③ 05 ② 06 ② 07 ③  
08 ⑤ 09 ① 10 ④ 11 ⑤ 12 ④ 13 ② 14 ⑤

### 07 방어작용

#### 2점 수능 테스트

본문 103~106쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ③ 06 ② 07 ⑤
- 08 ⑤ 09 ④ 10 ④ 11 ④ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ①
- 15 ④ 16 ④

#### 3점 수능 테스트

본문 107~111쪽

- 01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ⑤ 06 ④ 07 ③
- 08 ① 09 ⑤ 10 ③

### 08 유전 정보와 염색체

#### 2점 수능 테스트

본문 123~127쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ③ 04 ② 05 ① 06 ③ 07 ⑤
- 08 ① 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ③ 12 ② 13 ⑤ 14 ③
- 15 ③ 16 ④ 17 ② 18 ② 19 ④ 20 ②

#### 3점 수능 테스트

본문 128~133쪽

- 01 ③ 02 ① 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤ 06 ③ 07 ①
- 08 ③ 09 ① 10 ① 11 ② 12 ④

### 09 사람의 유전

#### 2점 수능 테스트

본문 143~147쪽

- 01 ② 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ③ 06 ⑤ 07 ②
- 08 ① 09 ④ 10 ⑤ 11 ② 12 ③ 13 ② 14 ④
- 15 ③ 16 ① 17 ③ 18 ③ 19 ② 20 ③

#### 3점 수능 테스트

본문 148~155쪽

- 01 ④ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ③ 07 ①
- 08 ③ 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ③ 12 ③ 13 ① 14 ④

### 10 사람의 유전병

#### 2점 수능 테스트

본문 161~164쪽

- 01 ① 02 ① 03 ③ 04 ② 05 ④ 06 ③ 07 ⑤
- 08 ① 09 ⑤ 10 ⑤ 11 ③ 12 ⑤ 13 ③ 14 ③
- 15 ⑤ 16 ⑤

#### 3점 수능 테스트

본문 165~169쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ④ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ④ 07 ⑤
- 08 ③ 09 ⑤ 10 ①

### 11 생태계의 구성과 기능

#### 2점 수능 테스트

본문 180~182쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ④ 06 ① 07 ③
- 08 ⑤ 09 ① 10 ④ 11 ⑤ 12 ⑤

#### 3점 수능 테스트

본문 183~187쪽

- 01 ① 02 ④ 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ② 07 ①
- 08 ⑤ 09 ② 10 ③

### 12 에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성

#### 2점 수능 테스트

본문 194~196쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ② 05 ③ 06 ③ 07 ②
- 08 ④ 09 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ③

#### 3점 수능 테스트

본문 197~199쪽

- 01 ② 02 ③ 03 ③ 04 ④ 05 ① 06 ④



**MEMO**