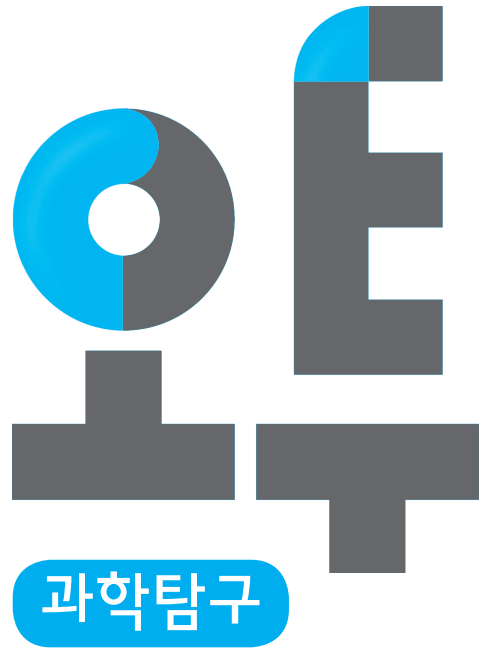




생명과학I

정답과
해설

01 생명 과학의 탐구와 생명 현상의 특성

수능 기본 다지기

본책 15~17쪽

S.T.E.P 1

- 1 (1) 대조군 (2) 조작 변인 (3) 통제 2 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×
 3 (1) ㉠ 동화, ㉡ 이화 (2) 생장 (3) 자극에 대한 반응 4 (1) 유전 (2) 자극에 대한 반응 (3) 적응과 진화 (4) 항상성 유지 (5) 생식 (6) 발생 (7) 물질 대사 5 (1) ○ (2) × (3) ○ 6 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

S.T.E.P 2

- 7 ⑤ 8 ① 9 ④ 10 ② 11 ③ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ①

개념 확인 문제

S.T.E.P

1

1 (1) 실험 조건을 인위적으로 변화시킨 집단인 실험군과 실험 조건을 변화시키지 않은 집단인 대조군을 비교함으로써 실험의 신뢰성을 높일 수 있다.

2 (1), (2) 배즙에 단백질을 분해하는 물질이 들어 있는지 확인하는 실험이므로, 배즙을 넣은 시험관 A가 실험군이고, 배즙의 유무가 조작 변인이다.

(3) 배즙의 유무를 제외한 온도, 달걀흰자의 양 등은 일정하게 유지해야 하는 통제 변인이다.

바로알기 (4) 대조군인 시험관 B에는 배즙을 넣지 않으며, 온도는 실험군과 같게 유지해야 한다. 따라서 ㉠은 증류수와 달걀흰자, ㉡은 27°C이다.

3 (1) 에너지를 흡수하여 물질을 합성하는 작용은 동화 작용이고, 물질을 분해하여 에너지를 방출하는 작용은 이화 작용이다.

(2) 어린 개체가 성체가 되는 과정은 생장이다.

(3) 어두운 곳에서 동공이 커지는 것은 빛의 세기가 변하는 자극에 대한 반응이다.

4 (1) 어머니의 색맹 형질이 아들에게 나타나는 것은 색맹 유전자가 유전되기 때문이다.

(2) 접촉에 대한 반응이다.

(3) 선인장의 잎이 건조한 환경에 유리한 가시로 변한 것은 적응과 진화의 예이다.

(4) 물을 많이 마셔 체액의 삼투압이 낮아지면 삼투압을 회복시키기 위해 오줌으로 배출하는 물의 양이 증가한다. 이와 같이 체내 환경을 일정하게 유지하는 현상은 항상성 유지이다.

(5) 생물이 자손을 남겨 종족을 보존하는 현상은 생식이다.

(6) 수정란이 세포 분열을 하여 세포의 수가 증가하고 구조와 기능이 다양해지면서 하나의 완전한 개체로 되는 과정은 발생이다.
 (7) 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡은 물질대사 중 이화 작용에 해당한다.

더 알아보기

체액의 삼투압 조절

- 체액의 삼투압이 낮을 때(물을 많이 마셨을 때) : 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 감소하고 오줌량이 증가한다.
- 체액의 삼투압이 높을 때(땀을 많이 흘렸을 때, 짠 음식을 많이 먹었을 때) : 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 증가하고 오줌량이 감소한다.

5 바로알기 (2) (가)는 $^{14}\text{CO}_2$ 와 빛을 제공하고 있으므로 동화 작용(광합성)을 하는 생명체가 있는지를 알아보기 위한 실험이다. (나)는 방사성 영양소를 주입하고 방사성 기체의 생성 여부를 조사하는 실험으로, 이화 작용(호흡)을 하는 생명체가 있는지를 알아보기 위한 실험이다.

6 (1) 바이러스는 유전 물질인 핵산(DNA 또는 RNA)을 가지고 있다.

(2) 바이러스는 생명체 내에서 자신의 유전 물질로 증식하면서 같은 종류의 바이러스를 생성하는 유전 현상을 나타낸다. 또 증식 과정에서 돌연변이가 나타나기도 한다.

바로알기 (3) 바이러스는 독자적인 효소가 없어 생명체 밖에서는 스스로 물질대사를 하지 못한다.

(4) 바이러스는 살아 있는 생물에 기생하여 증식하므로 지구상에 나타난 최초의 생명체가 아니다.

더 알아보기

바이러스의 분류

- 핵산의 종류에 따른 분류
 - DNA 바이러스 : 박테리오파지
 - RNA 바이러스 : 담배모자이크 바이러스, HIV(AIDS 바이러스), 인플루엔자 바이러스
- 숙주의 종류에 따른 분류
 - 동물성 바이러스 : 인플루엔자 바이러스, HIV(AIDS 바이러스)
 - 식물성 바이러스 : 담배모자이크 바이러스
 - 세균성 바이러스 : 박테리오파지

수능 기본 문제

S.T.E.P

2

7 연역적 탐구 방법

연역적 탐구 과정은 '문제 인식 → 가설 설정(라) → 탐구 설계 및 수행(다) → 실험 결과 분석(가) → 결론 도출(나)'의 순서로 진행된다.

8 실험군과 대조군

시험관 II에서만 녹말이 분해되었고, 소화 효소 X가 녹말을 분해한다는 결론을 얻었으므로 시험관 II에 첨가한 물질(㉠)에는

소화 효소 X가 들어 있어야 하므로 ㉠은 소화 효소 X와 증류수이다. 시험관 I은 시험관 II에서 나타난 실험 결과를 비교하기 위한 대조군이므로 시험관 I에 첨가한 물질 ㉠에는 소화 효소 X를 제외한 나머지 조건을 같게 하기 위해 증류수를 넣는다.

9 생명 현상의 특성

(가) 짠 음식을 먹어 체액의 삼투압이 증가했을 때 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 삼투압을 낮추는 것은 항상성을 유지하는 예이다.

(나) 파리지옥은 앞에 곤충이 앉는 자극을 받아들여 앞을 접어 곤충을 포획한다. 이는 자극에 대한 반응의 예이다.

(다) 물에 서식하는 부레옥잠에 통기 조직이 발달하여 물에 잘 뜨는 것은 적응과 진화의 예이다.

10 화성 생명체 탐사 실험

(가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용, (다)는 기체 교환을 하는 생명체가 있는지 알아보는 실험이다.

ㄹ. (다)에서 호흡을 하는 생명체가 있을 경우 기체 교환을 하여 용기 내 기체 조성이 바뀔 것이다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 화성 토양을 가열하는 것은 동화 작용을 하는 생명체가 있을 경우 ^{14}C 를 포함한 유기물이 합성될 것이므로 이를 가열하여 방사성 기체가 발생하는지 알아보기 위한 것이다.

ㄷ. (나)는 화성 토양에 호흡(이화 작용)을 하는 생명체가 있을 것을 가정하여 실시한 실험이다. 호흡이 일어나면 영양소가 분해되어 방사성 기체가 방출될 것이다.

11 생명 현상의 특성_유전

㉠은 빅토리아 여왕의 딸들이 가진 혈우병 유전자가 자손에게 전해져 나타난 현상으로, 생명 현상의 특성 중 유전에 관한 것이다.

③ 엄마의 적록 색맹 유전자가 아들에게 전달되어 아들도 적록 색맹이 된 것이므로 유전에 해당한다.

바로알기 ① 광합성은 물질대사의 예이다.

② 개구리가 수정란 → 올챙이 → 개구리로 되면서 몸의 형태와 기능을 갖추어가는 것은 발생이다.

④ 지렁이가 빛을 피해 이동하는 것은 자극에 대한 반응이다.

⑤ 건조한 지역에 사는 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 적응과 진화의 예이다.

12 생명 현상의 특성_자극에 대한 반응

미모사의 잎을 건드렸을 때 잎이 접히는 것은 접촉이라는 자극에 대한 반응이고, 어두운 곳에서 밝은 곳으로 갔을 때 사람의 동공이 작아지는 것은 빛이라는 자극에 대한 반응이다.

13 생명 현상의 특성_적응과 진화

살충제를 살포하고 일정 시간 후 해충의 개체군 밀도가 살충제 살포 전보다 커진 것은 해충이 살충제가 있는 환경에 적응하여 진화한 결과이다.

바로알기 ① 항상성 유지, ② 물질대사, ③, ④ 자극에 대한 반응의 예이다.

14 바이러스의 생물적 특성

ㄱ. 박테리오파지(가)와 대장균(나)은 모두 유전 물질로 DNA를 가진다.

바로알기 ㄴ. 박테리오파지(가)는 세포의 구조를 갖추지 못하였다.

ㄷ. 박테리오파지(가)는 효소가 없어 생명체 밖에서는 스스로 물질대사를 하지 못한다.

수능 유형 분석하기

본책 18쪽

1 ⑤ 2 ⑤

1 생명 현상의 특성_적응과 진화

육식성인 호랑이는 먹이를 찢기에 적합한 치아를 가지고 있고, 초식성인 사슴은 풀을 씹기에 적합한 치아를 가지고 있다. 이것은 적응과 진화의 예이다.

⑤ 건조한 지역에 사는 선인장의 잎이 가시로 변해 증발되는 수분의 양을 줄인 것은 적응과 진화의 예이다.

바로알기 ① 소나무가 광합성을 하여 양분을 합성하는 것은 물질대사의 예이다.

② 짙은 털이 자손을 만드는 것은 생식의 예이다.

③ 장구벌레가 번데기 시기에 세포 분열과 분화를 통해 모기가 되는 것은 발생의 예이다.

④ 플라나리아가 빛 자극에 의해 어두운 곳으로 이동한 것이므로 자극에 대한 반응의 예이다.

2 생명체와 바이러스의 비교

(가)는 바이러스, (나)는 동물 세포이다.

ㄴ. 동물 세포(나)는 리보솜을 가지고 있으므로 단백질을 합성한다. 따라서 자신의 효소를 이용하여 물질대사를 한다.

ㄷ. 바이러스(가)는 핵산과 단백질로 구성되며, 동물 세포(나)는 핵 속에 유전 물질인 DNA를 가지고 있다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 핵산을 가지고 있다.

바로알기 ㄱ. 바이러스(가)는 세포막이 없고, 단백질을 합성할 수 있는 세포 소기관이 없다.

수능 실력 굳히기

본책 19~21쪽

1 ④ 2 ⑤ 3 ④ 4 ② 5 ② 6 ② 7 ④ 8 ③
9 ③ 10 ⑤ 11 ④ 12 ③

1 실험군과 대조군

백신이 돼지의 구제역을 예방하는 효과가 있다는 결론을 얻었으므로, 실험 결과 구제역에 걸리지 않은 A 집단이 실험군이

다. 따라서 A 집단에만 백신을 접종한 후 A와 B 두 집단 모두에 구제역 바이러스를 주사하는 실험을 해야 한다.

2 연역적 탐구 방법, 적응과 진화

ㄴ. (나)에서 과실파리의 날개에 무늬가 있는지의 여부를 제외한 나머지 통제 변인은 같게 유지되어야 한다.

ㄷ. 날개에 무늬를 가진 정상 과실파리가 검은 칠을 한 과실파리에 비해 천적인 깡충거미의 공격을 적게 받은 것으로 볼 때, 날개에 무늬를 가진 과실파리가 그렇지 않은 과실파리보다 생존율이 높고, 더 많은 자손을 남겨 현재와 같이 날개에 무늬를 가진 과실파리가 번성하게 된 것으로 생각할 수 있다. 이것은 적응과 진화의 결과로 설명할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 실험에서의 조작 변인은 날개를 흔드는지의 여부가 아니라 날개에 무늬가 있는지의 여부이므로, 가설은 '과실파리의 날개에 무늬가 있는 것은 무늬가 없는 것보다 생존에 유리할 것이다.'이다.

3 연역적 탐구 방법

수컷 천인조 집단 A~C 중 B 집단에서 잘라낸 꼬리를 덧붙여 꼬리가 가장 긴 C 집단이 암컷 천인조에게 가장 많이 선택되었고, 그 다음으로 자연 상태의 A 집단이 많이 선택되었다. 꼬리를 잘라 꼬리가 가장 짧은 B 집단이 암컷에게 가장 적게 선택되었으므로 천인조 암컷은 배우자로 꼬리가 긴 수컷을 선호한다고 결론지을 수 있다.

4 대조 실험과 변인 통제

ㄴ. 시험관 A와 B는 넣어 준 밥의 상태만 다르고 나머지 요소는 같으므로, 침 속의 소화 효소와 음식물의 접촉 면적에 따른 소화 속도를 비교할 수 있다.

바로알기 ㄱ. 시험관 B와 C는 넣어 준 밥의 상태와 온도가 서로 다르므로 시험관 C는 B에 대한 대조군이 아니다.

• 침 속의 소화 효소의 작용을 비교하기 위한 시험관 B에 대한 대조군 : 증류수 10 mL + 잘게 으갠 밥 1g, 37℃

ㄷ. 시험관 B와 D는 넣어 준 밥의 양이 다르므로 온도에 따른 소화 속도를 비교하기에 적합하지 않다. 온도에 따른 소화 속도의 차이를 알아보려면 시험관 A와 C를 비교해야 한다.

더 알아보기

침 속의 효소

- 침 속에는 녹말을 엿당으로 분해하는 효소인 아밀레이스가 들어 있다.
- 주성분이 단백질인 효소의 작용은 온도와 pH의 영향을 받는다. 효소는 체온 정도의 온도에서 가장 활발하게 작용하며, 효소에 따라 가장 활발하게 작용하는 pH가 다르다.

5 생명 현상의 특성

ㄴ. 해바라기의 온도에 따른 수분 증발과 사람의 삼투압에 따른 오줌량 변화는 항상성 유지의 예이다.

바로알기 ㄱ. 빛의 세기에 따른 개구리밥의 엽록체 분포 변화와 플라나리아가 빛을 피하는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

ㄷ. 밤에 꽃피는 식물의 수분이 주로 밤에 활동하는 나방에 의해 이루어지는 것은 적응과 진화, 운동 선수의 근육이 일반인보다 발달되는 것은 적응이다.

6 물질대사와 에너지 출입

A는 CO₂와 H₂O로부터 포도당을 합성하는 광합성이고, B는 포도당을 CO₂와 H₂O로 분해하는 세포 호흡이다.

바로알기 ㄱ. 광합성(A)은 동화 작용(흡열 반응)이므로 반응 I, 세포 호흡(B)은 이화 작용(발열 반응)이므로 반응 II에 해당한다.

ㄷ. 식물 세포에서도 미토콘드리아에서 세포 호흡(B)이 일어나 생명 활동에 필요한 에너지가 생성된다.

7 물질대사와 세포의 구조

세포 소기관 A는 광합성이 일어나는 엽록체이고, 세포 소기관 B는 세포 호흡이 일어나는 미토콘드리아이다.

ㄴ. 미토콘드리아(B)에서는 세포 호흡이 일어나는데, 이는 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

ㄷ. ㉠은 광합성으로 동화 작용이고, ㉡은 세포 호흡으로 이화 작용이다. 동화 작용(㉠)과 이화 작용(㉡)은 생명 현상의 특성 중 물질대사에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 엽록체(A)는 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 존재한다.

8 생명 현상의 특성_항상성 유지

짚신벌레는 소금물의 농도가 낮은 곳에서는 삼투에 의해 체내로 유입되는 물의 양이 많아지므로 수축포의 수축 횟수가 증가한다. 이와 같이 짚신벌레가 주변 소금물 농도에 따라 수축포의 수축 횟수를 달리하여 체내의 삼투압을 일정하게 유지하는 것은 항상성 유지에 해당한다.

ㄱ. 피부 근처의 모세 혈관이 확장되면 피부 근처를 흐르는 혈액량이 증가하여 열 발산량이 증가하므로 체온이 낮아진다(체온 유지).

ㄴ. 식사 후 혈당량이 증가하면 인슐린의 분비가 증가하여 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정이 촉진되므로 혈당량이 감소한다(혈당량 유지).

바로알기 ㄷ. 눈신토끼의 털 색이 겨울에 주변 환경과 비슷한 흰색으로 변하는 것은 환경에 대한 적응 현상이다.

더 알아보기

체온 유지

- 체온이 낮을 때 : 열 발생량 증가(세포 호흡 증가, 몸의 떨림 증가), 열 발산량 감소(피부 모세 혈관 수축)
- 체온이 높을 때 : 열 발생량 감소(세포 호흡 감소), 열 발산량 증가(피부 모세 혈관 확장, 땀 흘림)

9 생명 현상의 특성_자극에 대한 반응

나방이 밝은 불빛에 모여드는 것은 빛 자극을 받아들이고 그 자극에 대해 반응한 것이다.

바로알기 ① 생장, ② 적응, ④ 물질대사, ⑤ 진화에 대한 설명이다.

10 생명 현상의 특성_적응과 진화

씨를 퍼뜨리는 방법에 따라 다양한 씨의 형태를 갖는 것은 환경에 대한 적응과 진화의 결과이다. 질소가 부족한 토양에 사는 파리지옥이 벌레를 먹이로 하여 질소를 공급받는 것도 적응과 진화에 해당하는 예이다.

바로알기 ① 유전, ② 발생, ③ 자극에 대한 반응, ④ 물질대사의 예이다.

11 바이러스의 생물적 특성과 무생물적 특성

ㄱ. 여과액(㉠)을 발라준 담뱃잎에서 담배모자이크병이 나타났으므로, 여과액(㉠)에는 담배모자이크병을 일으키는 병원체 X가 들어 있다.

ㄴ. 담배모자이크병에 걸린 담뱃잎의 주변에서도 이 병이 나타났으므로 병원체 X가 살아 있는 세포 내에서 증식하였음을 알 수 있다.

바로알기 ㄴ. 병원체 X는 세균 여과기를 통과하였으므로 세균보다 크기가 작은 바이러스이다.

12 바이러스, 세균, 정자의 비교

ㄴ. 대장균(B)은 독립된 개체로 스스로 물질대사를 할 수 있고, 정자(C)는 중편에 있는 미토콘드리아에서 세포 호흡(물질대사)이 일어나 정자의 운동에 필요한 에너지를 생성한다.

바로알기 ㄱ. 대장균에 침입한 바이러스(A)는 세포의 구조를 가지지 않지만, 대장균(B)은 세포의 구조를 가진다.

ㄴ. 대장균에 침입한 바이러스(A)는 숙주 세포인 대장균의 물질대사 체계를 이용하여 자신의 핵산과 단백질 껍질을 다량 합성함으로써 분열이 아닌 다른 방식으로 증식한다. 정자(C)는 세포 분열이 완료된 생식 세포로 분열하지 않는다.

몸을 구성하는 비율이 매우 낮다.

2 (1) 물은 혈액, 림프 등 체액의 주성분으로 체중의 약 70%를 차지하며 생명체를 구성하는 물질 중 비율이 가장 높다.

(2) 중성 지방은 영양소 중 1g당 가장 많은 열량을 내(9 kcal/g) 저장 에너지원으로 쓰인다.

3 (1) 핵에는 유전 물질인 DNA가 있다.

(3) 중심립은 주로 동물 세포에 있으며, 세포 분열 시 방추사를 형성한다.

(4) 리소좀은 가수 분해 효소를 함유하고 있어 세포 내 소화를 담당한다.

4 A는 소포체, B는 미토콘드리아, C는 엽록체, D는 핵, E는 세포벽이다.

(1) 광합성이 일어나는 장소는 엽록체(C)이다.

(2) 세포 호흡이 일어나는 장소는 미토콘드리아(B)이다.

(3) 엽록체(C)와 세포벽(E)은 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있다.

(4) 소포체(A)는 리보솜에서 합성된 단백질을 골지체나 세포의 다른 부위로 운반한다.

(5) 미토콘드리아(B)와 엽록체(C), 핵(D)은 모두 2중막 구조로 되어 있다.

5 (1) 동물체의 구성 단계 : 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체

(2) 식물체의 구성 단계 : 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체

6 **바로알기** (2) 적혈구와 백혈구는 각각 하나의 세포이다.

(4) 기관은 서로 다른 여러 개의 조직이 모여 특정한 형태를 이룬 것이다.

(5) 생장점과 형성층은 식물의 분열 조직이다.

7 (가)는 근육 조직, (나)는 신경 조직, (다)는 상피 조직, (라)는 결합 조직이다.

(2) 상피 조직(다)은 몸의 표면과 내장 기관의 안쪽 벽을 덮고 있다.

(3) 뼈, 연골, 혈액 등은 결합 조직(라)에 해당한다.

(4) 근육 조직은 신축성이 있는 가늘고 긴 근육 세포로 이루어져 있으며, 운동을 담당한다.

02 생물의 구성

수능 기본 다지기

본책 25~27쪽

S.T.E.P 1

- 1** (1) 핵산 (2) 단백질 (3) 지질 (4) 물 (5) 무기 염류 (6) 탄수화물 (7) 핵산, 지질, 단백질, 탄수화물 **2** (1) 물 (2) ㉠ 인지질, ㉡ 중성 지방 (3) ㉠ 뉴클레오타이드, ㉡ 염기 (4) ㉠ DNA, ㉡ RNA (5) ㉠ 철, ㉡ 칼슘 **3** (1) ㉡ (2) ㉢ (3) ㉢ (4) ㉠ (5) ㉡ **4** (1) C (2) B (3) C, E (4) A (5) B, C, D **5** (1) ㉠ 기관, ㉡ 기관계 (2) ㉠ 조직계, ㉡ 기관 **6** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × **7** (1) (나) (2) (다) (3) (라) (4) (가)

S.T.E.P 2

- 8** ① **9** ② **10** ④ **11** ② **12** ① **13** ⑤ **14** ④ **15** ④

개념 확인 문제

S.T.E.P 1

1 (4) 물은 비열이 높아 체온이 급격히 변하는 것을 막아 주고, 기화열이 커서 증발할 때 몸의 열을 빼앗아 체온이 지나치게 높아지는 것을 막아 준다.

(6) 탄수화물은 주된 에너지원으로 사용되므로 섭취량에 비해

수능 기본 문제

S.T.E.P 2

8 생명체를 구성하는 물질의 특징

ㄱ. A는 인체 구성 물질 중 가장 많은 물이다. 물은 비열이 커서 온도가 쉽게 변하지 않아 체온이 쉽게 올라가거나 내려가는 것을 막아 준다.

바로알기 ㄴ. B는 인산, 당, 염기로 구성된 뉴클레오타이드로 이루어진 핵산이다. 핵산은 유전 정보의 저장과 전달 및 단백질 합성에 관여한다. 방어 작용에 관여하는 항체의 성분은 단백질이다.

ㄴ. C는 아미노산으로 이루어진 단백질이다. 단백질(C)은 1g당

4kcal의 열량을 내지만 물(A)은 열량을 발생시키지 않는다.

9 생명체를 구성하는 물질의 특징

A는 탄수화물, B는 단백질, C는 지질, D는 핵산, E는 물이다.

② 단백질(B)은 리보솜에서 합성된다.

바로알기 ① 탄수화물(A)은 호르몬으로 작용하지 않는다.

③ 지질(C) 중 중성 지방은 에너지원으로 사용되며, 1g당 9kcal의 열량을 낸다.

④ 핵산(D)의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)이며, 황(S)은 포함되지 않는다.

⑤ 물(E)은 수소(H)와 산소(O)로 이루어진 무기물이다.

10 생명체를 구성하는 물질의 특징

(가)는 핵산, (나)는 단백질, (다)는 지질이다.

ㄱ. 핵산(가)의 구성 단위는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기로 구성된다. RNA는 당으로 리보스를 가진다.

ㄴ. 단백질(나)은 수많은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 형성된다.

바로알기 ㄷ. 사람의 가장 주된 에너지원은 탄수화물이다.

11 세포 소기관의 종류와 기능

핵 속에 있는 유전 물질은 DNA(㉠)이다. 미토콘드리아는 세포 호흡(㉡)에 의해 유기물을 분해하여 에너지를 생성하는 세포 소기관이며, 리소좀(㉢)은 가수 분해 효소를 가져 세포 내 소화를 담당한다.

12 식물 세포의 구조와 기능

A는 핵, B는 골지체, C는 액포, D는 엽록체, E는 리보솜이다.

① 핵(A)에는 유전자의 본체인 DNA가 들어 있어 핵은 이 유전 정보를 바탕으로 세포의 생명 활동을 조절한다.

바로알기 ② 단백질은 리보솜(E)에서 합성된다.

③ 액포(C)에는 물, 노폐물, 색소 등이 저장된다.

④ 엽록체(D)는 식물 세포에만 있다.

⑤ 광합성은 엽록체(D)에서 일어난다.

13 동물 세포의 구조와 기능

ㄱ. 세포 호흡의 장소인 A는 미토콘드리아이다. 미토콘드리아(A)는 외막과 내막의 2중막 구조를 가진다.

ㄴ. 염색사와 인이 있는 B는 핵이다. 핵(B)은 식물 세포와 동물 세포에 모두 있다.

ㄷ. 여러 가지 가수 분해 효소가 있어 세포 내 소화를 담당하는 C는 리소좀이다.

14 동물체와 식물체의 구성 단계

동물의 구성 단계는 세포 → 조직(A) → 기관 → 기관계(B) → 개체이고, 식물의 구성 단계는 세포 → 조직(C) → 조직계 → 기관 → 개체이다.

ㄴ. 동물에서는 연관된 기관들이 모여 일정한 기능을 담당하는 기관계(B)를 형성한다.

ㄷ. 표피 조직은 표피 세포가 모여 이룬 것이므로 조직(C)에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 심장은 기관에 해당한다.

15 동물체의 구성 단계

A는 조직, B는 기관, C는 기관계이다.

• 동물체의 구성 단계 : 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체
ㄱ. 상피 세포를 분열시켜 얻은 인공 배양 피부(㉠)는 상피 조직이므로 조직(A)과 같은 단계에 해당한다.

ㄴ. 기관(B)은 여러 가지 조직으로 구성된다.

ㄷ. 간, 이자, 소장은 공통적으로 소화에 관여하는 기능을 가지는 기관으로, 소화계(C)를 구성한다.

바로알기 ㄹ. 식물체의 구성 단계에는 기관계(C)가 없다.

수능 유형 분석하기

본책 28~29쪽

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ⑤ 4 ③

1 생명체를 구성하는 물질의 특징

ㄱ. A는 탄수화물이다. 글리코젠은 동물의 저장 에너지원 형태로, 수많은 단당류가 결합하여 사슬을 이룬 다당류이므로 A에 속한다.

ㄴ. B는 아미노산으로 구성된 단백질이다. 단백질은 항체의 구성 성분이다.

ㄷ. C는 생물 구성 물질 중 물에 녹지 않고 유기 용매에 잘 녹는 것이므로 지질이다.

2 동물 세포의 구조와 기능

A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 중심립이다.

ㄱ. 핵(A)에는 유전 물질인 DNA가 들어 있어 핵(A)은 세포의 생명 활동을 조절한다.

ㄴ. 미토콘드리아(B)에서는 세포 호흡이 일어나 생명 활동에 필요한 에너지를 생성한다.

ㄷ. 중심립(C)은 세포 분열 시 방추사를 형성하며, 주로 동물 세포에서 관찰된다.

3 동물 조직의 종류와 기능

ㄱ. A는 적혈구와 백혈구를 포함한 혈액이며, 혈액은 결합 조직이다.

ㄴ. B는 일정한 모양의 세포가 빈틈없이 규칙적으로 배치되어 있으므로 상피 조직이다. 상피 조직은 동물체의 표면이나 내장 기관의 안쪽 벽을 덮어 몸을 보호하거나 물질의 분비 및 흡수를 담당한다.

ㄷ. C는 신경 세포로 이루어진 신경 조직이다. 위는 일정한 형태를 이루고 고유한 기능을 하는 기관이며, 기관은 결합 조직, 상피 조직, 신경 조직, 근육 조직이 모여 이루어진다.

4 사람 몸의 구성 단계

ㄱ. (가)는 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임인 조직이다.

ㄴ. 간은 특정한 형태를 가지고 일정한 기능을 수행하는 기관으로, (나)에 해당한다.

바로알기 ㄷ. (다)는 연관된 기능을 하는 기관들의 모임인 기관계이다. 기관계(다)는 식물에는 없고 동물에만 있는 구성 단계이다.

- 1 ④ 2 ④ 3 ④ 4 ③ 5 ⑤ 6 ① 7 ⑤
 8 ① 9 ③ 10 ① 11 ① 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ④
 15 ④ 16 ④

1 기능에 따른 물질의 구분

A는 DNA, B는 단백질, C는 중성 지방이다.

ㄱ. DNA(A)를 구성하는 단위체인 뉴클레오타이드는 당, 염기, 인산이 1 : 1 : 1로 결합한 것이다.

ㄴ. 중성 지방(C)은 저장 에너지원이며 피하 지방을 이루는데, 피하 지방은 단열 작용을 하여 체온 유지에 중요한 역할을 한다.

바로알기 ㄴ. 성호르몬의 주성분은 지질에 속하는 스테로이드이다.

2 생명체를 구성하는 물질의 종류와 특징

단백질, 인지질, 핵산 중 항체의 주성분은 단백질이고, 세포막의 구성 성분은 단백질과 인지질이며, 기본 단위가 뉴클레오타이드인 것은 핵산이다. 특징 ㉠~㉣ 중 2가지를 가지는 구성 물질 A는 단백질이고, 단백질만이 가지는 특징 ㉣은 '항체의 주성분이다.'이다. 단백질(A)이 물질 C와 함께 가지는 특징 ㉠은 '세포막의 구성 성분이다.'이며 구성 물질 C는 인지질이다. 나머지 특징 ㉡은 '기본 단위가 뉴클레오타이드이다.'이며 이 특징을 가지는 구성 물질 B는 핵산이다.

ㄱ. 단백질(A)은 헤모글로빈의 구성 성분이다.

ㄴ. 바이러스는 단백질(A)과 핵산(B)으로 이루어져 있다.

바로알기 ㄴ. 인체에서 차지하는 비율은 모든 구성 물질 중 물이 가장 높다.

3 기능에 따른 물질의 구분

• 에너지원으로 쓰이는 것은 탄수화물, 단백질, 중성 지방(A, B, C)이고, 질소를 포함하는 것은 단백질과 핵산(C, D)이다.

→ C : 단백질, D : 핵산

• 물에 녹지 않고 유기 용매에 잘 녹는 물질은 중성 지방이다.

→ A : 중성 지방, B : 탄수화물

ㄱ. 1 g당 발생하는 열량은 중성 지방(A)이 9 kcal, 탄수화물(B)이 4 kcal이다.

ㄴ. 단백질(C)은 DNA(D)에 저장된 정보에 따라 리보솜에서 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 만들어진단.

바로알기 ㄴ. 탄수화물(B)은 주로 에너지원으로 사용된다. 유전 정보의 저장과 전달을 담당하는 것은 핵산(D)이다.

4 핵산의 구조와 특징

2중 나선 구조이고 티민(T)을 가지는 (가)는 DNA이고, 한 가닥으로 되어 있는 (나)는 RNA이다.

ㄱ. 핵산은 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)으로 구성되어 있다.

ㄴ. 티민(T)은 DNA에는 있지만, RNA에는 없는 염기이다. RNA에는 티민(T) 대신 유라실(U)이 있다.

바로알기 ㄴ. DNA(가)를 구성하는 당은 5개의 탄소로 구성된 디옥시리보스이다.

5 생명체를 구성하는 물질의 특징과 동물 세포의 구조

B는 탄소 화합물이며 유전 정보를 저장하므로 핵산이고, C는 탄소 화합물이며 아미노산으로 구성되므로 단백질이다. 따라서 A는 탄수화물이다.

ㄴ. 핵산(B)은 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 뉴클레오타이드로 구성된다.

ㄴ. 핵(㉠) 속에는 DNA와 단백질(C)로 구성된 염색체와 RNA와 단백질(C)로 구성된 인이 있다.

바로알기 ㄱ. 콜레스테롤은 지질에 속하는 스테로이드의 일종이다.

6 식물 세포의 구조와 기능

A는 핵, B는 골지체, C는 액포, D는 리보솜, E는 미토콘드리아, F는 엽록체이다.

ㄱ. 핵(A)에는 DNA가 들어 있으며, 미토콘드리아(E), 엽록체(F)는 자체 DNA를 가진다.

ㄴ. 액포(C)는 물, 색소, 노폐물 등을 저장하며, 성숙한 식물 세포일수록 크게 발달한다.

바로알기 ㄴ. 골지체(B)는 소포체로부터 떨어져 나와 형성된다.

ㄴ. 리보솜(D)의 주된 기능은 단백질의 합성이다. 지질은 매끈면 소포체에서 합성된다.

7 동물 세포의 구조와 기능

A는 골지체, B는 리소솜, C는 리보솜이고, ㉠은 세포막을 구성하는 인지질이다.

ㄱ. 물질의 저장과 분비에 관여하는 골지체(A)는 분비 작용이 활발한 세포에 발달되어 있다.

ㄴ. 리소솜(B)에는 가수 분해 효소가 들어 있는데, 효소의 주성분은 단백질이다. 단백질은 리보솜(C)에서 합성된다.

ㄴ. 인지질(㉠)에서 인산이 있는 머리 부분은 친수성을 띠고, 지방산으로 된 꼬리 부분은 소수성을 띤다.

8 세포의 기능과 세포 소기관의 분포

• A : 광합성을 하는 클로렐라에만 있으므로 엽록체이다.

• B : 운동을 하는 근육 세포에 특히 많으므로 세포 호흡으로 유기물을 분해하여 에너지(ATP)를 생성하는 미토콘드리아이다.

• C : 분비 작용이 활발한 이자 세포에 발달하였으므로 골지체이다.

• D : 식균 작용을 하는 백혈구에 많으므로 세포 내 소화를 담당하는 리소솜이다.

ㄱ. 엽록체(A)와 미토콘드리아(B)는 2중막 구조이다.

바로알기 ㄴ. 미토콘드리아(B)에서는 세포 호흡, 리소솜(D)에서는 세포 내 소화가 일어나므로 두 세포 소기관에서는 공통적으로 물질을 분해하는 이화 작용이 활발하게 일어난다.

ㄴ. 골지체(C)는 물질의 저장과 분비에 관여한다. 세포 호흡에 관여하는 효소는 세포 호흡 장소인 미토콘드리아(B)에 있다.

9 세포 소기관의 공통점과 차이점

A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 리보솜이다.

ㄴ. 핵(A)과 미토콘드리아(B)는 2중막 구조이고, 리보솜(C)은 막 구조가 아니다.

바로알기 ㄱ. 리보솜(C)에서 펩타이드 결합으로 수많은 아미노산이 연결되어 단백질이 합성된다. 미토콘드리아(B)에는 자체 리보솜이 있다.

ㄴ. 핵(A)과 미토콘드리아(B)에는 DNA가 있고, 리보솜(C)에는 DNA가 없다.

10 단백질의 합성과 분비

단백질은 리보솜(가)에서 합성된 후 소포체(나)를 통해 이동하고, 이후 골지체(다)를 거쳐 세포 밖으로 분비된다.

ㄴ. 소포체(나)와 골지체(다)는 동물 세포와 식물 세포에 모두 있다.

바로알기 ㄱ. (나)는 소포체이다.

ㄷ. 소포체(나)에는 표면에 리보솜(가)이 붙어 있는 거친면 소포체와 리보솜(가)이 붙어 있지 않은 매끈면 소포체가 있다. (다)는 골지체이다.

11 식균 작용과 세포 내 소화

ㄱ. A는 세균을 싸서 들어온 식포와 리소좀이 합쳐진 것으로, 리소좀의 가수 분해 효소에 의해 세균이 분해되는 세포 내 소화가 일어난다. 세포 내 소화는 이화 작용에 해당한다.

바로알기 ㄴ. 리소좀(B)은 골지체(C)로부터 유래되어 단일막으로 싸여 있다.

ㄷ. 골지체(C)는 리소좀의 기원이 되지만, 리소좀에 들어 있는 가수 분해 효소는 단백질을 합성하는 리보솜에서 합성된다.

더 알아보기

식균 작용

- 식균 작용은 에너지를 사용하여 큰 고체 물질을 세포 내로 섭취하는 식세포 작용에 해당한다.
- 식균 작용이 일어나는 과정
 1. 백혈구가 세균을 세포막으로 감싸 세포 내로 끌어들인다.
 2. 식포(외부 이물질을 세포막으로 둘러싸서 일시적으로 만든 소낭)와 리소좀이 융합하면 리소좀 속의 가수 분해 효소에 의해 세포 내 소화가 일어난다.
 3. 분해 후 남은 찌꺼기는 다시 세포 밖으로 내보낸다.

12 동물체의 구성 단계

A는 조직, B는 기관, C는 기관계, (가)는 소화계, (나)는 근육 조직이다.

ㄱ. (가)는 위, 소장, 대장, 간, 쓸개, 이자 등 소화에 관여하는 여러 기관들이 모인 소화계(C)이다.

ㄴ. 근육 조직(나)은 근육과 내장 기관을 구성한다.

ㄷ. 식물의 기관(B)에는 영양 기관인 잎, 줄기, 뿌리와 생식 기관인 꽃, 열매 등이 있다.

13 동물체의 구성 단계

(가)는 기관계(소화계), (나)는 기관(위), A는 결합 조직, B는 신경 조직이다.

ㄱ. 소화계(가)는 위, 간, 소장 등 음식물의 소화 및 흡수에 관여하는 기관으로 구성된다.

ㄷ. 결합 조직(A)에는 뼈, 연골, 혈액 등이 속하며, 다른 조직이 나 기관을 결합시키거나 지지한다.

ㄴ. 신경 조직(B)은 자극 전달에 관여하는 신경 세포인 뉴런으로 구성된다.

바로알기 ㄴ. 조직계는 동물체에는 없고 식물체에만 있는 구성 단계이다. 기관(나)은 여러 조직이 모여 특정한 기능을 수행하는 단계이다.

14 동물체와 식물체의 구성 단계

ㄱ. A는 근육 세포가 모여 이루어진 근육 조직이다. 근육 조직(A)에는 골격근, 심장근, 내장근(민무늬근)이 있다.

ㄷ. 잎은 여러 조직계가 모여 특정한 형태와 기능을 가지는 기관이다.

바로알기 ㄴ. 표피 조직이 모여 형성되는 것은 표피 조직계(B)이다. 기본 조직계는 관다발 조직계와 표피 조직계를 제외한 나머지 부분이다.

15 식물체의 조직과 조직계

A는 율타리 조직, B는 표피 조직, C는 물관, D는 체관이다.

ㄱ. 율타리 조직(A)에서는 광합성이 활발하게 일어난다. 기본 조직계는 관다발 조직계와 표피 조직계를 제외한 율타리 조직(A), 해면 조직 등으로 구성된다.

ㄷ. 물관(C)과 체관(D)은 통도 조직으로, 물과 양분의 이동 통로가 된다. 관다발 조직계는 물관부와 체관부로 구성된다.

바로알기 ㄴ. 표피 조직(B)은 분열이 일어나지 않는 영구 조직에 해당한다.

더 알아보기

식물의 조직

- 분열 조직 : 세포 분열이 일어나 새로운 세포를 만드는 조직 ㉠ 생장점, 형성층
- 영구 조직 : 분열 능력을 상실한 조직으로, 표피 조직, 유조직, 기계 조직, 통도 조직 등이 있다.
 - 표피 조직 : 식물의 표면을 덮는 조직 ㉡ 표피, 뿌리털, 잎의 털, 공변세포
 - 유조직 : 생명 활동이 활발한 조직으로, 광합성, 호흡, 물질 저장, 분비 작용이 일어난다. ㉢ 율타리 조직, 해면 조직, 피층
 - 기계 조직 : 조직을 견고하게 유지하는 힘을 가진 조직으로 세포벽이 두껍게 발달한다. ㉣ 후벽 조직, 후각 조직, 물관부와 체관부의 섬유 조직
 - 통도 조직 : 물과 양분의 이동 통로가 되는 조직 ㉤ 물관, 헛물관, 체관

16 식물체의 구성 단계

A는 형성층, B는 생장점이다.

④ 형성층(A)과 생장점(B)은 모두 분열 능력이 있는 분열 조직이다.

바로알기 ① 형성층(A)은 물관, 체관과 함께 관다발 조직계를 이룬다.

② 동물에도 조직(상피 조직, 근육 조직, 신경 조직, 결합 조직) 단계가 있다.

③ 생장점(B)은 조직이고, 위와 소장은 기관이다.

⑤ 형성층(A)과 생장점(B)은 형태와 기능이 비슷한 세포들이 모여 이루어진 조직이다.

II

세포와 생명의 연속성

03 세포와 세포 분열

수능 기본 다지기

본책 39~41쪽

S.T.E.P 1

1 A : DNA, B : 히스톤 단백질, C : 뉴클레오솜, D : 염색체, E : 동원체, F : 염색 분체 2 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × 3 (1) ㉠ 상동 염색체, ㉡ 대립 유전자 (2) ㉠ $2n$, ㉡ 44, ㉢ 2 (3) ㉠ 성염색체, ㉡ XY, ㉢ XX 4 (1) × (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ 5 (가) 후기, (나) 간기, (다) 전기, (라) 중기, (마) 말기 6 (1) (나) (2) (다) (3) (가) (4) (라) (5) (마) 7 (1) 감수 1분열과 감수 2분열 → 감수 1분열 (2) 1회 → 2회, 2개 → 4개 (3) 염색 분체 → 상동 염색체 8 (1) × (2) × (3) × (4) ○ (5) ○

S.T.E.P 2

9 ② 10 ② 11 ② 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ④ 15 ④ 16 ②, ③ 17 ①

개념 확인 문제

S.T.E.P 1

[1~2] (2), (3) 히스톤 단백질(B)을 DNA(A)가 감싸 형성하는 뉴클레오솜(C)이 수백만 개 연결되고 꼬여 염색사를 이루고, 세포 분열 시 염색사가 응축하여 염색체(D)가 된다.

바로알기 (4) 하나의 염색체를 구성하는 염색 분체(F)는 한 가닥이 주형이 되어 복제된 것으로, 유전자 구성이 동일하다.

3 (2), (3) 사람의 체세포에는 44개의 상염색체와 2개의 성염색체가 들어 있다($2n=46$). 남자의 염색체 구성은 $2n=44+XY$, 여자의 염색체 구성은 $2n=44+XX$ 이다.

4 바로알기 (1) 세포 주기는 간기와 분열기로 나뉘며, 세포 주기의 대부분은 간기가 차지한다.

(2) 간기는 G_1 기 → S기 → G_2 기의 순으로 진행된다.

(4) 방추사 단백질과 세포막 구성 물질은 G_2 기에 합성된다.

[5~6] (가) 후기 : 염색 분체가 분리된다.

(나) 간기 : 유전 물질이 복제되고, 세포가 성장한다.

(다) 전기 : 핵막과 인이 사라지고, 염색체와 방추사가 나타난다.

(라) 중기 : 염색체가 세포 중앙에 배열된다.

(마) 말기 : 염색체가 염색사로 풀어지고 핵막과 인이 나타난다.

7 (1) 감수 1분열 후 DNA의 복제 없이 감수 2분열이 바로 시작된다.

(2) 감수 분열은 2회의 분열이 연속으로 일어나 분열 결과 염색체 수가 모세포의 절반인 4개의 딸세포가 생성된다.

(3) 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되고, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다.

8 (가)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기, (나)는 상동 염색체가 있고 2가 염색체가 형성되지 않았으므로 체세포 분열 중기, (다)는 상동 염색체가 없으므로 감수 2분열 중기의 세포이다.

(5) 이 생물의 체세포의 핵상은 $2n=4$ 이고, 생식 세포의 핵상은 $n=2$ 이다.

바로알기 (2) (가)와 (나)의 핵상은 $2n$, (다)의 핵상은 n 이다.

수능 기본 문제

S.T.E.P 2

9 염색체의 구조

나. ㉠은 DNA가 히스톤 단백질을 휘감고 있는 뉴클레오솜이다.

바로알기 나. 1개의 염색체를 구성하는 2가닥의 염색 분체는 유전자 구성이 동일하므로 ㉠도 대립 유전자 A이다.

다. ㉡은 2중 나선 구조인 DNA이다.

10 상동 염색체와 염색 분체

다. ㉡에 있는 A의 대립 유전자는 상동 염색체인 ㉢의 같은 위치에 있는 유전자 A이고, ㉡에 있는 유전자 B의 대립 유전자는 ㉢의 같은 위치에 있는 유전자 b이다.

바로알기 나. 1개의 염색체를 구성하는 염색 분체인 ㉠과 ㉡은 한 가닥이 복제된 것으로 서로 유전자 구성이 같다.

나. 상동 염색체인 ㉡과 ㉢은 각각 부계와 모계로부터 하나씩 물려받은 것으로 서로 유전자 구성이 다르다.

11 사람의 염색체

다. a와 b는 크기와 모양이 같은 상동 염색체이다. 상동 염색체는 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 것이다.

바로알기 나. 성염색체 모양이 서로 다르므로 성염색체가 XY이다. 따라서 이 사람은 남자이다.

나. 사람은 44개(22쌍)의 상염색체를 가진다.

12 세포 주기

(가)는 G_1 기, (나)는 S기, (다)는 G_2 기이다.

⑤ 신경 세포와 근육 세포처럼 완전히 분화된 세포는 세포 주기가 G_1 기(가)에서 S기(나)로 진행되지 않는다.

바로알기 ① 방추사를 구성하는 단백질은 G_2 기(다)에 합성된다.

② 분열기(M기)의 전기에 염색사가 염색체로 응축된다.

③ 세포의 생장은 G_1 기(가), S기(나), G_2 기(다)에 걸쳐 일어난다.

④ S기(나)에 DNA가 복제되므로 핵 1개당 DNA양은 G_2 기(다) 세포가 G_1 기(가) 세포의 2배이다.

13 정상 세포와 암세포

①, ② (가)는 정상 세포로, 주변 세포와 접촉 시 세포 분열이 억제되기 때문에 한 층을 이룰 때까지만 분열한다. (나)는 암세포로, 한 층을 이룬 후에도 계속 분열하여 여러 층으로 쌓인다.

③, ④ 암세포(나)는 세포 주기가 정상적으로 조절되지 않아 분열을 계속하여 종양을 형성하며, 세포가 분화되지 않는다.

바로알기 ⑤ 암세포(나)는 주위의 조직, 기관으로 전이된다.

14 체세포 분열

(가)는 중기, (나)는 간기, (다)는 전기, (라)는 후기, (마)는 말기의 세포이다.

- ㄱ. 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기는 중기(가)이다.
- ㄴ. 전기(다)에 염색체가 나타나고, 핵막과 인이 사라진다.

바로알기 ㄷ. 세포 주기는 간기(나) → 전기(다) → 중기(가) → 후기(라) → 말기(마) 순으로 진행된다.

15 세포질 분열

ㄴ. (나)는 미세 섬유로 이루어진 수축환에 의해 세포막이 안쪽으로 함입되는 방식으로 세포질 분열이 일어난다.

ㄷ. A는 세포판으로, 이것이 모세포의 세포벽과 연결되면서 새로운 세포벽이 만들어진다.

바로알기 ㄱ. 동물 세포의 세포질 분열은 세포질 만입(나)에 의해 일어난다. (가)는 식물 세포의 세포질 분열이다.

더 알아보기

미세 섬유

세포의 형태를 유지하는 세포 골격(미세 소관, 미세 섬유, 중간 섬유) 중 가장 얇은 것으로, 구형의 단백질이 두 가닥의 나선으로 꼬여 있다.

16 감수 분열 시 DNA양 변화

② B 시기에 DNA양이 2배로 증가하였다.

③ 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성된다. C 시기는 G_2 기와 감수 1분열에 해당하므로 이 시기에 2가 염색체가 관찰된다.

바로알기 ① 염색체는 분열기에 관찰되므로 C 시기부터 관찰된다.

④ D 시기는 감수 2분열로, 이 시기에 염색 분체가 분리된다.

⑤ E 시기는 감수 분열이 완료된 것으로, 염색체 수가 변하지 않는다.

17 체세포 분열과 감수 분열

(가)는 상동 염색체가 분리되므로 감수 1분열, (나)는 상동 염색체가 존재하며 염색 분체가 분리되므로 체세포 분열을 나타낸 것이다.

ㄱ. 상동 염색체가 있는 A와 C의 핵상은 $2n$ 이고, 상동 염색체가 없는 B의 핵상은 n 이다.

바로알기 ㄴ. 생물의 생장은 체세포 분열(나) 결과 일어난다. 감수 1분열(가)은 생식 세포를 형성하는 감수 분열의 일부이다.

ㄷ. 체세포 분열(나) 과정에서는 염색 분체가 분리되므로 염색체 수가 변하지 않는다.

수능 유형 분석하기

본책 42~43쪽

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ④ 4 ②

1 염색체의 구조

ㄱ, ㄴ. DNA(C)가 히스톤 단백질을 감싸 뉴클레오솜(B)이 형

성된다. 뉴클레오솜(B)은 차곡차곡 쌓이고 꼬여 염색사를 형성하고, 염색사가 응축되어 염색체(A)를 형성한다.

ㄷ. DNA(C)를 구성하는 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

2 세포 주기와 염색체

①은 S기, ②은 M기(분열기)이다.

ㄴ. S기(①)에 DNA의 복제가 일어나므로 G_1 기의 세포는 S기(①)를 지나면서 DNA양이 2배가 된다. (나)의 세포는 M기(분열기) 중 중기의 세포로, S기에 DNA가 복제된 상태이다.

ㄷ. 중기의 세포인 (나)는 M기(분열기)인 ② 시기에 관찰된다.

바로알기 ㄱ. 간기는 세포 주기 중 대부분을 차지하여 소요 시간이 분열기보다 길다.

3 체세포 분열과 감수 분열

ㄱ. ①과 ②은 모양과 크기가 같으므로 하나는 부계로부터, 다른 하나는 모계로부터 각각 물려받은 상동 염색체이다.

ㄷ. (가)는 체세포 분열 과정을 거치면서 염색 분체가 분리된 상태로, ①과 ②은 각각 하나의 염색체이므로 1번 염색체의 수는 2개이다. (나)는 감수 1분열 전기의 세포로, 상동 염색체가 아직 분리되지 않은 상태이므로 1번 염색체 수는 (가)와 마찬가지로 2개이다.

바로알기 ㄴ. 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되고, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다. ③과 ④은 염색 분체이므로, 감수 2분열 시 서로 분리된다.

4 감수 분열 시 DNA양 변화

(가)는 감수 분열 과정에서의 DNA양의 변화를 나타낸 그래프로 구간 I은 G_1 기이고, 구간 II는 G_2 기와 감수 1분열의 일부이다.

ㄴ. 히스톤 단백질은 DNA와 결합하고 있는 단백질로 염색체와 염색사에 모두 존재하므로 감수 분열의 모든 시기의 세포에는 히스톤 단백질이 있다.

바로알기 ㄱ. 방추사는 분열기에 나타나므로 감수 1분열을 포함하고 있는 구간 II에서 나타난다.

ㄷ. 염색 분체는 감수 2분열에서 분리된다. 따라서 1개의 염색체를 구성하고 있는 염색 분체인 ①과 ②은 구간 II에서 분리되지 않는다.

수능 실력 굳히기

본책 44~47쪽

1 ① 2 ④ 3 ③ 4 ② 5 ③ 6 ② 7 ③
8 ① 9 ⑤ 10 ⑤ 11 ④ 12 ③ 13 ⑤ 14 ①
15 ③ 16 ②

1 염색체의 구조

A는 DNA, B와 C는 염색 분체이고, (가)는 염색체이다.

ㄱ. DNA에서 형질을 결정하는 유전 정보를 저장하는 특정 부위를 유전자라고 한다.

바로알기 나. 염색체(가)는 분열기의 전기에 염색사가 응축되어 형성된다. S기는 간기에 속하므로, S기에는 염색체(가)가 관찰되지 않는다.

다. 염색 분체(B와 C)는 한 가닥이 복제되어 두 가닥이 된 것으로, 부모 중 한쪽으로부터 물려받은 것이다.

2 염색체와 세포 주기

ㄱ. A는 DNA가 히스톤 단백질을 감싸 형성되는 뉴클레오솜이다.

다. ㉔ 시기의 핵 1개당 DNA 상대량이 ㉔ 시기에 비해 $\frac{1}{2}$ 로 감소한 이유는 염색 분체(C와 D)가 분리되어 서로 다른 딸핵으로 들어갔기 때문이다.

르. C와 D는 1개의 염색체를 구성하는 염색 분체로 한 가닥이 복제되어 두 가닥으로 된 것이므로 서로 유전 정보가 같다.

바로알기 나. 염색체(B)는 분열기의 전기에 형성되므로, ㉔ 시기에 형성된다고 볼 수 있다. ㉔ 시기는 DNA의 복제가 일어나는 S기이다.

3 세포 주기

ㄱ. (가)는 수정란의 초기 세포 분열인 난할을 나타낸 것으로, 난할은 세포의 생장기 없이 빠른 속도로 일어나지만 체세포 분열의 일종이다. 따라서 ㉑과 ㉔에서 세포의 핵상은 둘 다 $2n$ 으로 같다.

다. ㉔과 ㉔ 사이는 G_1 기로 세포 소기관의 수가 늘어나고 세포 구성 물질이 합성되어 세포가 성장하는 시기이다.

바로알기 나. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되며, 체세포 분열에 해당하는 난할 과정에서는 형성되지 않는다.

4 세포 주기의 조절

나. 물질 B를 처리한 세포는 염색체가 관찰되므로 M기에 머물러 있다.

바로알기 ㄱ. 물질 A를 처리한 세포는 DNA 상대량이 4이므로 DNA 복제가 일어난 이후의 간기, 즉 G_2 기에 머물러 있다.

다. 물질 A와 B를 처리한 세포 모두 DNA 상대량이 정상 세포에 비해 2배 증가한 것으로 보아 물질 A와 B를 처리해도 DNA의 복제가 일어난다는 것을 알 수 있다.

5 감수 분열의 세포 주기

A는 염색체 수가 8개이고 염색 분체 수는 염색체 수의 2배인 16개이므로 간기에 DNA 복제가 일어나 DNA양이 2배로 증가한 후이고 감수 1분열(M_1 기)에서 상동 염색체가 분리되기 전의 세포이다.

B는 염색체 수가 4개로 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반감된 후이고, 염색 분체 수는 염색체 수의 2배인 8개이므로 감수 2분열(M_2 기)에서 염색 분체가 분리되기 전의 세포이다.

다. M_1 기에서 상동 염색체가 분리되면서 염색체 수가 절반으로 줄어들어 M_1 기가 완료된 세포의 염색체 수는 4개이다.

바로알기 ㄱ. 세포 A는 M_1 기에 관찰된다.

나. 생식 세포에서 핵 1개당 DNA 상대량은 감수 1분열(M_1 기)에서 상동 염색체가 분리될 때 반감되고, 감수 2분열(M_2 기)에서 염색 분체가 분리될 때 다시 한 번 반감된다. 따라서 감

수 분열이 완료된 생식 세포의 핵 1개당 DNA 상대량은 세포 B의 핵 1개당 DNA 상대량의 절반인 0.5이다.

6 세포 주기와 암세포

다. t 에서 정상 세포의 수는 증가하지 않지만 암세포의 수는 증가하고 있으므로 암세포의 증식 속도가 정상 세포보다 빠르다.

바로알기 ㄱ. (가)는 체세포의 세포 주기를 나타낸 것이다. 체세포 분열의 경우 M기에는 염색 분체가 분리된다. 상동 염색체의 분리는 감수 1분열에서 일어난다.

나. 세포가 분열하려면 DNA 복제는 필수적이다. 따라서 암세포의 세포 주기도 DNA 복제가 일어나는 S기에 해당하는 ㉔ 시기가 존재한다.

7 정상 세포와 암세포

한 층을 이룰 때까지만 분열하는 A가 정상 세포, 여러 층으로 분열하는 B가 암세포이다.

ㄱ. 정상 환경에서 분열하지 않는 세포인 A는 G_1 기에 머무르므로(G_0 기 상태) DNA가 복제되지 않는다.

나. 암세포인 B는 세포 주기가 정상적으로 조절되지 않으므로 정상 환경에서도 비정상적으로 분열을 계속하여 종양을 형성한다.

바로알기 다. A에 세포 분열 촉진제를 첨가해도 한 층을 이룰 때까지만 분열하였으므로, 정상 세포에 세포 분열 촉진제를 첨가해도 암세포로 변하지 않음을 알 수 있다.

8 염색체와 세포 분열

(가)는 상동 염색체를 가지고 6개의 염색체가 들어 있으므로 동물 A의 체세포이다. (나)는 상동 염색체가 없으므로 동물 B의 생식 세포이다. 동물 B는 생식 세포에 4개의 염색체가 들어 있으므로 체세포의 염색체 수는 $2n=8$ 이다.

ㄱ. 상동 염색체가 있는 체세포에서 모양과 크기가 다른 염색체 쌍은 성염색체이다.

나. ㉔과 ㉔은 크기와 모양이 같은 상동 염색체이다. 감수 분열 시에는 상동 염색체가 분리되므로 ㉔과 ㉔은 다른 생식 세포로 들어간다.

바로알기 다. 상동 염색체의 같은 위치에는 하나의 형질을 결정하는 데 관여하는 대립 유전자가 있다. ㉔과 ㉔은 서로 모양과 크기가 달라 상동 염색체가 아니므로 대립 유전자가 존재하지 않는다.

르. A의 체세포(가)의 염색체 수는 $2n=6$ 이므로 A의 생식 세포에는 3개의 염색체가 들어 있다. B의 생식 세포(나)에는 4개의 염색체가 들어 있다.

9 세포 주기와 DNA양 변화

① 영역 I에 해당하는 세포는 세포 1개당 DNA 상대량이 1이므로 분열을 마치고 DNA 복제가 시작되기 전까지의 세포, 즉 간기의 G_1 기의 세포이다. 영역 II에 해당하는 세포는 세포 1개당 DNA 상대량이 1~2 사이이므로 DNA 복제가 진행 중인 세포, 즉 간기의 S기의 세포이다. 간기의 세포에서 핵이 관찰되므로 영역 I과 II에는 핵이 관찰되는 세포가 있다.

② 영역 II에 해당하는 세포는 세포 1개당 DNA 상대량이 1~2 사이로 DNA 복제가 활발히 진행 중인 세포이다.

③ 영역 Ⅲ에 해당하는 세포는 세포 1개당 DNA 상대량이 2이므로 DNA 복제가 완료된 후부터 분열이 종료되기 전까지의 세포, 즉 간기의 G₂기의 세포와 분열기(M기)의 세포이다.

④ 세포에 물질 A를 처리하면 모든 세포의 세포 1개당 DNA 상대량이 1인 상태로 유지된다. 즉, 물질 A를 처리하면 DNA 복제가 일어나지 않으므로 물질 A는 G₁기에서 S기로의 진행을 억제한다고 볼 수 있다.

바로알기 ⑤ 세포 주기에서 각 시기별 길이가 길수록 그에 해당하는 세포 수가 많다. 영역 I에 해당하는 세포 수가 가장 많으므로 세포 주기 중 G₁기가 가장 길다.

10 체세포 분열과 감수 분열

ㄱ. (가)는 염색 분체의 분리가 일어나 핵상이 $2n \rightarrow 2n$ 으로 되므로 체세포 분열에 해당한다. 체세포 분열은 몸의 여러 조직에서 일어난다.

ㄴ. A의 염색체 수는 4개, DNA 상대량은 2이고, B의 염색체 수는 2개, DNA 상대량은 1이므로 A와 B의 세포 1개당 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{DNA 상대량}} = 2$ 로 동일하다.

ㄷ. (나)에서는 상동 염색체의 분리가 일어나 핵상이 $2n \rightarrow n$ 으로 되므로 (나)는 감수 1분열에 해당한다. 감수 1분열 시 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체가 형성된다.

11 감수 분열

G₁기의 세포 ㉠은 DNA 복제를 통해 세포 ㉡이 되므로, 세포 ㉠은 ㉡에 해당한다. 이후 세포 ㉡은 감수 1분열을 거쳐 세포 ㉢이 되는데, 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되므로 DNA양과 염색체 수가 모두 반으로 줄어든다. 따라서 세포 ㉢은 ㉡에 해당한다. 이어서 세포 ㉢은 감수 2분열을 거쳐 세포 ㉣이 되는데, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리되므로 DNA 양은 반감되지만 염색체 수는 변하지 않는다. 따라서 세포 ㉣은 ㉢에 해당한다.

ㄴ. ㉢의 DNA양과 염색체 수는 모두 ㉡의 절반이고 ㉢은 세포 ㉡에 해당한다. 따라서 $\frac{\text{핵 1개당 DNA양}}{\text{세포 1개당 염색체 수}}$ 은 ㉢과 ㉡에서 같다.

ㄷ. ㉢이 ㉣로 되는 과정은 감수 2분열로, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다.

바로알기 ㄱ. ㉠에는 T와 t가 1개씩 들어 있고(Tt), ㉡에는 DNA의 복제로 T와 t가 각각 2개씩 들어 있다(TTtt). 이후 상동 염색체가 분리되어 ㉢이 ㉡으로 되므로 ㉢에는 T가 2개 또는 t가 2개 들어 있다(TT 또는 tt).

12 감수 분열

A는 상동 염색체가 있는 상태, B는 감수 1분열 결과 염색체 수가 반감된 상태이다. C는 핵상이 B와 같지만 DNA 상대량은 B의 절반이므로 감수 2분열 결과 염색 분체가 분리된 상태이다.

ㄷ. 세포 B와 C의 핵상이 같지만 세포 B가 감수 2분열을 거치면서 염색 분체가 분리되므로 세포 B의 염색 분체 수는 세포 C의 2배이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 상동 염색체가 없으므로($n=2$) 감수 1분열이 완료된 상태(B)이다.

ㄴ. 교차는 2가 염색체가 형성되는 감수 1분열 전기에 일어난다.

13 체세포 분열 관찰 실험

ㄴ. (가)의 과정은 세포 분열 각 단계에 있는 염색체를 관찰하기 위해 세포 분열이 진행되던 상태 그대로 멈추게 하는 고정 과정이다.

ㄷ. (나)의 과정은 세포 사이의 접착 물질을 녹여 조직을 연하게 만들고 세포들이 잘 분리되도록 하는 해리 과정이다.

바로알기 ㄱ. 뿌리 끝의 생장점에서는 체세포 분열이 활발하게 일어나므로, 뿌리 끝을 재료로 이용한 이 실험은 체세포 분열을 관찰하기 위한 실험이다.

더 알아보기

체세포 분열 관찰 과정

- 고정 : 세포 분열을 중지시키고, 세포를 가능한 한 살아 있을 때와 비슷한 상태로 유지하기 위한 처리이다.
- 해리 : 세포 사이의 접착 물질을 녹여 조직을 연하게 만드는 과정이다.
- 염색 : 세포의 핵이나 염색체를 다른 부위와 구별하여 뚜렷하게 관찰하기 위해 염색하는 과정이다.
- 분리 : 세포를 하나하나 분리하는 과정이다.
- 압착 : 세포를 눌러 납작하고 얇게 펴 주는 과정이다.

14 감수 분열 시 DNA양 변화

ㄱ. (나)에서는 상동 염색체가 접합한 2가 염색체가 관찰된다. 따라서 (나)의 핵상은 $2n$ 이다.

바로알기 ㄴ. (가)의 구간 I은 DNA 복제가 일어나는 간기의 S기이다. S기에는 염색체나 방추사가 나타나지 않는다.

ㄷ. (나)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이다. 따라서 (나)는 감수 2분열에 해당하는 (가)의 구간 II에서는 관찰되지 않는다.

15 감수 분열 시 DNA양 변화

(가)는 상동 염색체가 분리되므로 감수 1분열 후기, (나)는 염색 분체가 분리되므로 감수 2분열 후기의 세포이다.

ㄱ. (다)에서 감수 1분열 후기(가)에 해당하는 시기는 B 시기이다. B 시기의 핵 1개당 DNA 상대량은 C 시기의 2배이다.

ㄴ. (다)에서 감수 2분열 후기(나)에 해당하는 시기는 C 시기이다. C 시기의 핵 1개당 DNA양은 A 시기와 같다.

바로알기 ㄷ. 감수 2분열 시에는 염색체 수가 변하지 않으므로 B 시기의 염색체 수는 D 시기의 2배이다.

16 감수 분열 관찰 실험

A는 감수 분열이 완료된 상태(n), B는 감수 2분열 전기(n), C는 감수 1분열 중기($2n$)의 세포이다.

ㄷ. C는 간기에 2배로 증가한 DNA양이 반감되기 전 상태이고, A는 감수 1분열 과정에서 한 번, 감수 2분열 과정에서 다시 한 번 DNA양이 반감된 상태이다. 따라서 세포 1개당 DNA양은 C가 A의 4배이다.

바로알기 ㄱ. 활짝 핀 꽃은 감수 분열이 완료된 상태이므로 감수 분열을 관찰하려면 어린 꽃봉오리의 수술을 이용해야 한다.

ㄴ. B 시기의 핵상은 n , C 시기의 핵상은 $2n$ 이다.

04 유전의 기본 원리

수능 기본 다지기

본책 50~51쪽

S.T.E.P ①

1 (1) $RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1$ (2) 우성 : 열성 = $3 : 1$ 2 (1) RY, Ry, rY, ry (2) 둥글고 황색 : 둥글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색 = $9 : 3 : 3 : 1$ (3) 25% 3 (1) $\times$ (2) $\circ$ (3) $\times$

S.T.E.P ②

4 ⑤ 5 ② 6 ① 7 ④ 8 ④ 9 ⑤

개념 확인 문제

S.T.E.P ①

1 F_1 에서 모두 둥근 완두(Rr)만 나타나므로 둥근 완두가 주름진 완두에 대해 우성이다. $Rr \times Rr \rightarrow RR, 2Rr, rr$ 이므로 F_2 에서는 둥근 완두 : 주름진 완두 = 우성 : 열성 = $3 : 1$ 로 나타난다.

2 (1) F_1 의 유전자형은 $RrYy$ 이므로, F_1 에서 형성되는 생식 세포의 종류는 RY, Ry, rY, ry 의 4가지이다.
(2) F_2 의 표현형의 분리비는 둥글고 황색 : 둥글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색 = $9 : 3 : 3 : 1$ 이다.
• (3둥근 완두 + 1주름진 완두)(3황색 완두 + 1녹색 완두) = 9둥글고 황색 + 3둥글고 녹색 + 3주름지고 황색 + 1주름지고 녹색
(3) F_1 의 자가 수분 결과는 다음과 같다.

생식 세포	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY	RRYy	RrYY	RrYy
Ry	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy
rY	RrYY	RrYy	rrYY	rrYy
ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

따라서 F_2 에서 F_1 과 같은 유전자형 $RrYy$ 가 나타날 확률은 $\frac{4}{16} \times 100 = 25(\%)$ 이다. (Rr 의 확률 $\left(\frac{1}{2}\right) \times Yy$ 의 확률 $\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$)

3 (2) 유전자 A 는 b 와, 유전자 a 는 B 와 연관되어 있으므로 이 동물에서 생성되는 생식 세포의 유전자형은 Ab, aB 이다.

바로알기 (3) 이 생물을 자가 교배시켜 얻은 자손의 유전자형은 $(Ab + aB)(Ab + aB) = AAAbb, 2AaBb, aaBB$ 이다.

수능 기본 문제

S.T.E.P ②

4 완두 씨 색깔 유전

F_1 을 자가 수분시키면 F_2 에서 유전자형의 분리비는 $YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1$, 표현형의 분리비는 황색(YY, Yy) : 녹색(yy) = $3 : 1$ 로 나타난다.

색(yy) = $3 : 1$ 로 나타난다.

• $(Y + y)(Y + y) = YY + 2Yy + yy$

↳ F_2 에서 잡종(Yy)인 개체는 이론상 전체의 $\frac{1}{2}$ 이다.

$320 \times \frac{1}{2} = 160(\text{개})$

↳ F_2 에서 유전자형이 YY 인 개체는 이론상 전체의 $\frac{1}{4}$ 이다.

$320 \times \frac{1}{4} = 80(\text{개})$

바로알기 1. F_2 에는 우성 순종(YY)과 열성 순종(yy)이 모두 있다.

5 완두 씨 모양과 색깔 유전

1. 순종의 대립 형질끼리 교배하면 멘델의 유전 원리에 따라 F_1 에서 우성 형질만 나타난다. 따라서 F_1 에서는 둥글고 황색인 완두만 나타난다.

2. F_2 에서 표현형의 분리비는 둥글고 황색 : 둥글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색 = $9 : 3 : 3 : 1$ 로 나타난다. 따라서 황색 완두와 녹색 완두의 분리비는 $12 : 4 = 3 : 1$ 이다.

바로알기 1. $RrYy \times rryy \rightarrow RrYy, Rryy, rrYy, rryy$ 이므로 순종과 잡종이 $1 : 3$ 으로 나타난다.

2. (가)의 유전자형은 $RRyy$ (순종), $Rryy$ (잡종), (나)의 유전자형은 $rrYY$ (순종), $rrYy$ (잡종)이다.

6 분리의 법칙 모의 실험

1. 자손의 겹에서 문자의 조합은 $AA : Aa : aa$ 가 약 $1 : 2 : 1$ 의 비로 나타날 것이다.

• $(A + a)(A + a) = AA + 2Aa + aa$

바로알기 1. (나) 과정에서 부모의 유전자 A 와 a 가 분리되어 자손에게 전해지므로 분리의 법칙이 적용된다.

2. A 가 a 에 대해 우성이라면 AA 와 $2Aa$ 가 우성 형질을 나타내게 되므로, 표현형의 분리비는 우성(AA, Aa) : 열성(aa)이 약 $3 : 1$ 로 나타날 것이다.

7 중간 유전

1. 유전자형이 RR 인 붉은색 분꽃과 WW 인 흰색 분꽃 사이에서 태어난 F_1 의 유전자형은 RW 이다. 따라서 F_1 에서는 유전자 R 와 W 를 가진 생식 세포가 $1 : 1$ 의 비로 만들어진다.

2. F_1 에서 R 와 W 를 가진 생식 세포가 $1 : 1$ 로 만들어지므로 F_2 는 붉은색 꽃(RR) : 분홍색 꽃(RW) : 흰색 꽃(WW) = $1 : 2 : 1$ 로 나타난다.

• $(R + W)(R + W) = RR + 2RW + WW$

따라서 F_2 에서 분홍색 꽃(RW)이 나타날 확률은 $\frac{2}{4} \times 100 = 50\%$ 이다.

바로알기 1. F_2 에서는 흰색 꽃(WW)이 $\frac{1}{4}$ 의 확률로 나타난다.

8 연관 유전

1. (가)는 유전자 A, a 와 B, b 가 서로 다른 염색체에 있어 독립적으로 유전된다. 따라서 (가)로부터 생성되는 생식 세포의 유전자형은 AB, Ab, aB, ab 의 4가지이다. (나)는 유전자 A 와 B , 유전자 a 와 b 가 연관되어 있다. 따라서 (나)로부터 생성되는 생식 세포의 유전자형은 AB, ab 의 2가지이다.

ㄴ. (다)는 유전자 A와 b, 유전자 a와 B가 연관되어 있다. 따라서 (다)로부터 생성되는 생식 세포의 유전자형은 Ab, aB의 2가지이다. (나)와 (다)를 교배하면 $(AB+ab)(Ab+aB)=AABb+AaBB+Aabb+aaBb$ 의 자손이 나타난다.

바로알기 ㄷ. (나)를 자가 교배하였을 때 자손의 유전자형은 $(AB+ab)(AB+ab)=AABB+2AaBb+aabb$ 이다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 우성이므로 자손의 표현형은 A_B_, aabb의 2가지이다.

9 연관 유전

Gg Ll과 gg ll의 검정 교배에서 자손의 유전자형이 Gg Ll : gg ll = 1 : 1로 나온 것은 유전자형이 Gg Ll인 초파리로부터 생식 세포가 GL과 gl의 두 가지만 생성되었다는 의미이다. 즉, 유전자 G와 L, 유전자 g와 l은 연관되어 있다.

⑤ 유전자형이 Gg Ll인 개체의 자가 교배에서 자손의 유전자형은 $GGLL : Gg Ll : gg ll = 1 : 2 : 1$ 의 비로 나타나므로, 자손의 표현형은 회색 몸 · 정상 날개(GGLL, 2Gg Ll)와 검은색 몸 · 흔적 날개(gg ll)가 3 : 1로 나타난다.

바로알기 ① 유전자 G와 L은 연관되어 있다.

② 초파리의 몸 색깔 유전자와 날개 모양의 유전자는 연관되어 있으므로 초파리의 몸 색깔과 날개의 유전에는 독립의 법칙이 적용되지 않지만 분리의 법칙은 적용된다.

③ 유전자형이 Gg Ll인 개체로부터 생성되는 생식 세포의 유전자형은 GL과 gl의 2가지이다.

④ $(GL+gl)(GL+gl)=GGLL+2Gg Ll+gg ll$ 이므로, Gg Ll인 자손이 나타날 확률은 $\frac{2}{4} \times 100 = 50(\%)$ 이다.

수능 유형 분석하기

본책 52쪽

1 ⑤ 2 ④

1 식물의 키와 꽃 색깔 유전

붉은 꽃인 (가)와 (나) 사이에서 흰 꽃인 자손이 나타났으므로 붉은색 유전자(R로 표시)가 흰색 유전자(r로 표시)에 대해 우성이고, 큰 키인 (다)와 (라) 사이에서 작은 키인 자손이 나타났으므로 큰 키 유전자(T로 표시)가 작은 키 유전자(t로 표시)에 대해 우성이다.

(가)로부터 4종류의 생식 세포가 형성되므로, (가)의 유전자형은 TtRr이고 생식 세포의 유전자형은 TR(㉠), tR(㉡), Tr(㉢), tr(㉣)이다. (나)는 키가 작으므로 키에 대한 유전자형이 tt이고, 2종류의 생식 세포가 형성되므로 꽃 색에 대한 유전자형은 Rr이며(ttRr), 생식 세포의 유전자형은 tR(㉤), tr(㉥)이다.

(다)와 (라)에서는 각각 두 종류의 생식 세포가 형성되고 키가 작은 자손이 나오므로 키에 대한 유전자형이 Tt이고, 꽃 색에 대한 유전자형은 RR(TtRR)이며, 생식 세포의 유전자형은 TR(㉦)과 tR(㉧)이다.

ㄴ. (다)와 (라)의 꽃 색 유전자형은 둘 다 우성 순종(RR)이다.

ㄷ. 생식 세포 b와 f의 결합에 의해 키가 작은 자손(tt)이 나타났고, 생식 세포 h와 j의 결합에 의해서도 키가 작은 자손(tt)이 나타났으므로, 생식 세포 b, f, h, j는 모두 작은 키 유전자를 가진다.

바로알기 ㄱ. 키 유전자와 꽃 색 유전자가 같은 염색체에 존재한다면, 유전자형이 TtRr인 개체(가)에서 두 종류의 생식 세포만 형성될 것이다.

2 연관 유전

F₁에서 표현형의 분리비는 다음과 같다.

• $R_T_ : R_tt : rrT_ : rrtt = 400 : 200 : 200 : 0 = 2 : 1 : 1 : 0$

• $R_Y_ : R_yy : rrY_ : rryy = 450 : 150 : 150 : 50 = 9 : 3 : 3 : 1$

• $T_Y_ : T_yy : ttY_ : ttyy = 450 : 150 : 150 : 50 = 9 : 3 : 3 : 1$

따라서 R와 Y, T와 Y는 독립 유전되고, R와 t, r와 T가 상반 연관되어 있다.

ㄴ. P에서 형성되는 꽃가루는 RtY, Rty, rTY, rTy의 4가지이다.

ㄷ. 연관된 유전자끼리 F₁의 유전자형 분리비를 구하고, 독립 유전되는 유전자의 F₁의 유전자형 분리비를 구하면 다음과 같다.

• $(Rt+rT)(Rt+rT)=RRtt+2RrTt+rrTT$

• $(Y+y)(Y+y)=YY+2Yy+yy$

따라서 표현형이 R_T_Y_인 F₁의 유전자형은 RrTtYY와 RrTtYy의 2가지이다.

바로알기 ㄱ. R와 y는 독립 유전된다.

수능 실력 굳히기

본책 53~55쪽

1 ① 2 ③ 3 ③ 4 ① 5 ⑤ 6 ③ 7 ② 8 ④
9 ⑤ 10 ⑤ 11 ④ 12 ⑤

1 완두의 꽃 색깔 유전

ㄱ. (나)에서 보라색 꽃 부모로부터 흰색 꽃 자손이 나타났으므로 꽃 색깔은 보라색이 우성이고, 부모 세대의 보라색 꽃은 둘 다 흰색 유전자를 가지고 있는 잡종임을 알 수 있다.

바로알기 ㄴ. (나)는 부모 세대가 모두 잡종이고, 흰색 꽃 자손이 나타난 (라)도 부모 세대의 보라색 꽃이 흰색 유전자를 가진 잡종임을 확실하다. 반면, 자손에서 모두 보라색 꽃이 나온 (다)는 부모 세대의 보라색 꽃이 흰색 유전자를 갖고 있지 않은 우성 순종이다.

ㄷ. (다)와 (라)의 보라색 꽃 자손은 부모 세대의 흰색 꽃으로부터 흰색 유전자를 물려받았으므로 유전자형이 잡종이다. 또, (나)의 보라색 꽃 자손 중에는 유전자형이 순종인 것과 잡종인 것이 모두 있다.

2 암컷과 수컷의 뿔 유전

ㄱ. 뿔이 있는 암컷(HH)이 낳은 수컷은 유전자형이 HH나

HH*이므로 모두 뿔이 있다.

ㄴ. 뿔이 없는 수컷(H*H*)과 뿔이 있는 암컷(HH) 사이에서 태어나는 F₁의 뿔 유전자형은 모두 HH*이다.

바로알기 ㄷ. F₁의 수컷과 암컷(HH*)을 교배하면 자손에서 유전자형의 분리비는 HH : HH* : H*H* = 1 : 2 : 1로 나온다.

따라서 암컷이면서 뿔이 있을 확률은 '암컷일 확률($\frac{1}{2}$) × HH일 확률($\frac{1}{4}$) = $\frac{1}{8}$ ', 수컷이면서 뿔이 있을 확률은 '수컷일 확률($\frac{1}{2}$) × HH 또는 HH*일 확률($\frac{3}{4}$) = $\frac{3}{8}$ '으로, 뿔이 있는 수컷이 태어날 확률은 뿔이 있는 암컷이 태어날 확률의 3배이다.

3 완두 씨 모양과 색깔 유전

ㄱ. RRYy와 rryy를 교배시켜 얻은 F₁의 유전자형은 RrYy이다. 따라서 F₁에서는 유전자형이 RY, Ry, rY, ry인 4가지의 생식 세포가 생긴다.

ㄴ. (나) 자손에서 주름진 완두가 나타나지 않은 것으로 보아 F₁과 교배시킨 등글고 녹색인 완두의 완두 씨 모양 유전자형은 순종이다. → RRYy

(다) 자손에서 녹색인 완두가 나타나지 않은 것으로 보아 F₁과 교배시킨 주름지고 황색인 완두의 완두 씨 색깔 유전자형은 순종이다. → rrYY

(라) 주름지고 녹색인 완두는 두 가지 형질이 모두 열성이므로 유전자형이 rryy이다.

바로알기 ㄷ. F₁에서 생성된 생식 세포의 유전자형 분리비가 RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1이므로 F₁과 주름지고 녹색인 완두를 교배하여 나타나는 자손의 표현형의 분리비는 등글고 황색 : 등글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색 = 1 : 1 : 1 : 1이다.

• (RY + Ry + rY + ry)ry = RrYy + Rryy + rrYy + rryy

4 완두의 콩깍지 모양과 색깔 유전

ㄱ. (다)에서 자손이 모두 콩깍지가 매끈하고 녹색인 것만 나타난 것으로 볼 때 콩깍지의 모양은 매끈한 것이, 콩깍지의 색깔은 녹색이 우성 형질이다.

바로알기 ㄴ. 순종끼리 교배시키면 부와 모에서 각각 한 종류의 생식 세포만 생기므로, 자손에서는 (다)처럼 한 가지 형질의 자손만 나타난다. 따라서 (가)와 (라)는 순종끼리 교배시킨 경우에 해당하지 않는다.

(가) 자손에서 콩깍지의 모양이 매끈한 것과 잘룩한 것이 1 : 1로 나왔고 색깔은 녹색인 것만 나왔으므로, 부모 세대의 매끈하고 녹색인 완두의 콩깍지 모양에 대한 유전자형은 잡종이고, 색깔에 대한 유전자형은 순종이다.

(라) 자손에서 콩깍지의 모양은 매끈한 것만 나왔고 색깔은 녹색인 것과 황색인 것이 1 : 1로 나왔으므로, 부모 세대의 매끈하고 녹색인 완두의 콩깍지 모양에 대한 유전자형은 순종이고, 색깔에 대한 유전자형은 잡종이다.

ㄷ. (나)의 자손에서 콩깍지가 매끈하면서 녹색인 것과 황색인 것, 콩깍지가 잘룩하면서 녹색인 것과 황색인 것이 모두 나타나고 그 비율도 같은 것으로 볼 때 콩깍지의 모양과 색깔 유전자는 서로 연관되어 있지 않다.

5 완두 씨 모양과 키 유전

ㄴ. 주름지고 키가 작은 완두는 두 가지 형질이 모두 열성이므로 유전자형이 순종이다.

ㄷ. 등근 유전자를 R, 주름진 유전자를 r, 키가 큰 유전자를 T, 키가 작은 유전자를 t로 표시하면, (다)에서 부모 세대의 등글고 키가 큰 완두의 유전자형은 RrTT이고, 이를 자가 수분시키면 자손의 표현형의 분리비가 등글고 키가 큰 완두 : 주름지고 키가 큰 완두 = 3 : 1로 나온다.

• (RT + rT)(RT + rT) = RRTT + 2RrTT + rrTT

바로알기 ㄱ. (다)의 부모 세대의 등글고 키가 큰 완두에서는 RT와 rT의 2가지 생식 세포만 만들어진다.

6 중간 유전

말의 갈기색은 갈색 유전자(B로 표시)와 흰색 유전자(W로 표시)에 의해 결정되고, 갈색 갈기의 말(BB)과 흰색 갈기의 말(WW)을 교배하였을 때 태어난 황금색 갈기의 말(BW)은 갈색과 흰색의 중간 형질이 나타난 것이다.

ㄷ. 황금색 갈기의 말(BW)끼리 교배하였을 때 자손의 갈기색 분리비가 갈색 : 황금색 : 흰색 = 1 : 2 : 1의 비로 나타난 것은 멘델의 분리의 법칙에 따라 황금색 갈기의 말(BW)에서 쌍을 이루던 갈색 유전자(B)와 흰색 유전자(W)가 분리되어 생식 세포로 들어가 자손에게 전해졌기 때문이다.

바로알기 ㄱ. 황금색은 갈색과 흰색의 중간 형질이며, 말의 갈기색은 갈색 유전자와 흰색 유전자에 의해 결정된다.

ㄴ. 황금색 갈기의 말(BW)과 흰색 갈기의 말(WW)을 교배하면 자손에서 갈기색이 황금색 : 흰색 = 1 : 1로 나타난다.

• (B + W)W = BW(황금색) + WW(흰색)

7 중간 유전과 독립 유전

ㄴ. F₁의 분홍 꽃 · 큰 키 식물(RrLl)을 흰 꽃 · 작은 키 식물(rrll)과 교배시키면 자손에서 분홍 꽃 · 큰 키 : 분홍 꽃 · 작은 키 : 흰 꽃 · 큰 키 : 흰 꽃 · 작은 키 = 1 : 1 : 1 : 1로 나타나므로, 흰 꽃 · 큰 키 식물(rrLl)이 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

• (RL + Rl + rL + rl)rl = RrLl + Rrll + rrLl + rrll

바로알기 ㄱ. F₂에서 키의 분리비는 '큰 키 : 작은 키 = 12 : 4 = 3 : 1'이고, 꽃 색깔 분리비는 '붉은 꽃 : 분홍 꽃 : 흰 꽃 = 4 : 8 : 4 = 1 : 2 : 1'이므로 키와 꽃 색깔의 유전에는 분리의 법칙이 적용된다. 또, F₂의 표현형의 분리비가 (3큰 키 + 1작은 키)(1붉은 꽃 + 2분홍 꽃 + 1흰꽃)을 곱하여 전개시킨 비와 일치하므로 독립의 법칙도 적용된다.

ㄷ. F₂에서 붉은 꽃 · 큰 키를 가진 개체의 유전자형은 RRLl과 RRLl 두 종류가 있고, 키에 대한 유전자형의 분리비는 LL : Ll : ll = 1 : 2 : 1이다. 따라서 F₂에서 붉은 꽃 · 큰 키를 가진 개체 중 $\frac{1}{3}$ 은 유전자형이 RRLl이고, 나머지 $\frac{2}{3}$ 은 유전자형이 RRLl이다. 유전자형이 RRLl인 개체를 흰 꽃 · 작은 키를 가진 개체(rrll)와 교배하면 자손은 모두 분홍 꽃 · 큰 키를 가진 개체(RrLl)이고, 유전자형이 RRLl인 개체를 흰 꽃 · 작은 키를 가진 개체(rrll)와 교배하면 자손의 $\frac{1}{2}$ 만 분홍 꽃 · 큰 키를 가진 개체(RrLl)이다. 따라서 F₂의 붉은 꽃 · 큰

키를 가진 개체를 흰 꽃·작은 키를 가진 개체와 교배시켰을 때 분홍 꽃·큰 키를 가진 개체가 나올 확률은 $\left(\frac{1}{3} \times 1\right) + \left(\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}\right) = \frac{2}{3}$ 이다.

8 연관된 유전자의 배치

자손의 눈 색깔과 날개 모양이 예상 표현형의 분리비처럼 $P_V_ : P_vv : ppV_ : ppvv = 1 : 1 : 1 : 1$ 로 나오려면, 눈 색깔과 날개 모양 유전자가 서로 다른 염색체에 존재하여 독립적으로 분리되어 자손에게 전해질 수 있는 ①의 배치이어야 한다.

$$\bullet (PV + Pv + pV + pv)pv = PpVv + Ppvv + ppVv + ppvv$$

한편 실제 표현형의 분리비처럼 $P_V_ : P_vv : ppV_ : ppvv = 1 : 0 : 0 : 1$ 로 나오려면, P는 V와, p는 v와 각각 연관되어 있는 ②의 배치이어야 한다.

$$\bullet (PV + pv)pv = PpVv + ppvv$$

9 연관 유전

F_1 에서 표현형의 분리비는 다음과 같다.

$$\bullet A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 225 : 75 : 75 : 25 = 9 : 3 : 3 : 1 \Rightarrow \text{유전자 A와 B는 독립 유전된다.}$$

$$\bullet A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd = 200 : 100 : 100 : 0 = 2 : 1 : 1 : 0 \Rightarrow \text{유전자 A는 d와, a는 D와 상반 연관되어 있다.}$$

$$\bullet A_R_ : A_rr : aaR_ : aarr = 225 : 75 : 75 : 25 = 9 : 3 : 3 : 1 \Rightarrow \text{유전자 A와 R는 독립 유전된다.}$$

$$\bullet A_T_ : A_tt : aaT_ : aatt = 300 : 0 : 0 : 100 = 3 : 0 : 0 : 1 \Rightarrow \text{유전자 A는 T와, a는 t와 상인 연관되어 있다.}$$

ㄱ. 유전자 a는 D뿐만 아니라 t와도 연관되어 있으므로, 유전자 D와 t도 연관되어 있다.

ㄴ. P에서 유전자 A와 d가 연관되어 있고, 유전자 A와 R는 서로 다른 염색체에 있다. 따라서 P에서 대립 유전자 A, d, R를 모두 갖는 꽃가루가 형성될 수 있다.

ㄷ. P에서 유전자 A, d, T가 연관되어 있고, 유전자 a, D, t가 연관되어 있으며, 유전자 B, b, D, d는 독립되어 있다. 따라서 P를 자가 교배하면 $(AdT + aDt)(AdT + aDt) = AAddTT, 2AAdDtT, aaDDtt$ 이므로, F_1 에서 표현형이 aaD_tt 인 개체수는 $400 \times \frac{1}{4} = 100$ (개체)이다. 또, $(dT + Dt)(dT + Dt) = ddTT, 2DdTt, DDtt, Bb \times Bb \rightarrow BB, 2Bb, bb$ 이므로, F_1 에서 표현형이 $bbD_T_$ 인 개체수는 bb 일 확률 $\left(\frac{1}{4}\right) \times D_T_$ 일 확률 $\left(\frac{2}{4}\right) \times 400 = 50$ (개체)이다.

⇒ F_1 에서 표현형이 aaD_tt 인 개체수와 표현형이 $bbD_T_$ 인 개체수의 비는 $100 : 50 = 2 : 1$ 이다.

10 연관 유전

(A, a)와 (D, d)는 상반 연관 관계에 있으므로 자가 수분 결과 자손의 표현형은 $(Ad + aD)(Ad + aD) = AAdd + 2AAdD + aaDD$ 이다. 그리고 A, D와 다른 상동 염색체에 있어 독립적으로 유전되는 B의 경우 자가 수분 결과 자손에서 표현형은 $Bb \times Bb \rightarrow BB, 2Bb, bb$ 이다. 따라서 자손의 표현형이 $A_B_D_$ 일 확률은 표현형이 $A_D_$ 일 확률 $\left(\frac{2}{4}\right) \times B_$ 일 확률

$\left(\frac{3}{4}\right) = \frac{6}{16}$ 이고, 표현형이 $aaB_D_$ 일 확률은 표현형이 $aaD_$ 일 확률 $\left(\frac{1}{4}\right) \times B_$ 일 확률 $\left(\frac{3}{4}\right) = \frac{3}{16}$ 이다. 자손에서 표현형이 $A_B_D_$ 인 것과 표현형이 $aaB_D_$ 인 것을 합친 비율은 $\frac{6}{16} + \frac{3}{16} = \frac{9}{16}$ 이다.

11 연관 유전

(가) 정자의 유전자형은 $ABD : ABd : abD : abd = 1 : 1 : 1 : 1$ 로 형성된다.

(나) 난자의 유전자형은 abd 한 가지이다.

ㄴ. (가)의 감수 분열 과정에서 유전자 a와 b가 존재하는 염색체와 유전자 D가 존재하는 염색체가 같은 정자로 들어가면 a와 D가 같은 정자로 들어가게 된다.

ㄷ. 난자(abd)가 유전자형이 ABD인 정자와 수정되면 표현형이 $A_B_D_$ 인 자손이 태어나게 되므로, 표현형이 $A_B_D_$ 인 자손이 태어날 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25$ (%)이다.

$$\bullet (ABD + ABd + abD + abd)abd = AaBbDd + AaBbdd + aabbDd + aabdd$$

바로알기 ㄱ. 정자의 유전자형은 ABD, ABd, abD, abd의 4가지이므로 A와 d를 함께 가지는 것의 비율은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25$ (%)이다.

12 3가지 대립 유전자에 의한 털색 유전

• 실험 Ⅲ에서 녹색과 적색인 부모를 교배했을 때 청색인 자손이 태어났으므로 청색이 녹색과 적색에 대해 열성이고, 청색인 자손은 유전자형이 순종(동형 접합)이다. 즉, 청색 유전자의 동형 접합은 출생 전에 죽지 않는다.

녹색 유전자를 G, 적색 유전자를 R, 청색 유전자를 B로 표시하면, 실험 Ⅲ의 교배 실험은 $(G+B)(R+B) = RG + RB + GB + BB$ 로 나타낼 수 있는데, 자손의 표현형의 비가 녹색 : 적색 : 청색 = 1 : 2 : 1이므로 RG는 적색으로 표현되었다. 즉, 적색이 녹색에 대해 우성이다.

• 실험 Ⅱ에서 열성 순종인 청색(BB)과 녹색의 부모를 교배했을 때 자손에서 녹색 : 청색 = 1 : 1로 나타났으므로 녹색 부모 ①의 유전자형은 잡종(이형 접합, GB)이다.

• 실험 Ⅰ에서는 녹색인 자손이 태어났으므로 적색인 부모의 유전자형은 잡종(RG 또는 RB)이다.

1. 적색의 유전자형이 RG일 때 녹색의 유전자형은 GG이거나 GB이다.

$$RG \times GG \rightarrow RG, GG / RG \times GB \rightarrow RG, RB, GG, GB$$

2. 적색의 유전자형이 RB일 때 녹색의 유전자형은 GG이다. 따라서 녹색 유전자의 동형 접합은 출생 전에 죽지 않으며, 적색 유전자의 동형 접합이 출생 전에 죽는다.

ㄴ. ①과 ②의 털색 유전자형은 모두 GB이다.

ㄷ. $RB \times RB \rightarrow RR, 2RB, BB$ 이고, RR인 개체는 출생 전에 죽으므로 ②와 같은 유전자형을 갖는 암수를 교배했을 때 태어나는 자손의 털색이 청색일 확률은 $\frac{1}{3}$ 이다.

바로알기 ㄱ. $BB \times RB \rightarrow RB$ (적색), BB (청색)

수능 기본 다지기

본책 59~61쪽

S.T.E.P 1

- 1 (1) ㉔ (2) ㉔ (3) ㉔ (4) ㉔ 2 (1) ㉔ 열성, ㉔ 잡종 (2) 우성 (3) ㉔ 반성, ㉔ 높다 3 (1) 분리형 (2) 상염색체 (3) 75 % 4 (1) (가) AO, (나) BO, (다) AO (2) A형, O형 5 (1) 2 : XX', 4 : XX' (2) 50 % 6 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○

S.T.E.P 2

- 7 ③ 8 ⑤ 9 ③ 10 ② 11 ⑤ 12 ① 13 ① 14 ④

개념 확인 문제

S.T.E.P 1

1 (3) 쌍둥이 연구에서는 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 성장 환경과 발현 형질의 일치율을 조사하여 특정 형질에 대한 유전자와 환경 요인의 영향을 파악한다.

2 (1) 같은 형질의 부모 사이에서 부모와 다른 형질을 가진 자손이 태어난 것은 부와 모 양쪽에서 열성 유전자를 자손에게 물려주었기 때문이다.

(3) 남자는 X 염색체가 1개이므로 적록 색맹 유전자를 하나만 가져도 색맹이 된다.

3 (1) 분리형 꽃불을 가진 부모 사이에서 부착형 꽃불을 가진 자녀가 태어났으므로 분리형이 부착형에 대해 우성이다.

(2) 분리형 꽃불과 부착형 꽃불의 비율이 남녀에서 비슷한 것으로 보아 꽃불 유전자는 상염색체 상에 있다.

(3) 유전자형이 잡종(Ee)인 부모 사이에서 태어나는 자손의 표현형의 분리비는 우성 : 열성 = 3 : 1 ($Ee \times Ee \rightarrow EE, 2Ee, ee$)이므로, 태어나는 아이가 분리형 꽃불을 가질 확률은 $\frac{3}{4} \times 100 = 75(\%)$ 이다.

4 (1) (다)가 A형이 되려면 (가)로부터 유전자 A, (나)로부터 유전자 O를 물려받아야 하고, (다)의 오빠가 B형이 되려면 (가)로부터 유전자 O, (나)로부터 유전자 B를 물려받아야 한다.

(2) $AO \times OO \rightarrow AO, OO$

5 (1) 아들인 3이 색맹이므로 2는 색맹 유전자를 가진다. 또 아버지 1이 색맹이므로 4는 1로부터 색맹 유전자를 물려받는다.

(2) $X^Y \times XX' \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이므로 5가 여자일 경우 색맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다.

6 다인자 유전 형질은 여러 쌍의 대립 유전자가 형질 발현에 관여하며 환경의 영향을 많이 받기 때문에 우성 형질과 열성 형질이 뚜렷하게 구분되지 않는다.

수능 기본 문제

S.T.E.P 2

7 쌍둥이 연구

ㄱ. 키는 1란성 쌍둥이가 따로 자랐을 때의 형질 일치도가 2란성 쌍둥이가 함께 자랐을 때의 형질 일치도에 비해 현저히 높으므로 유전적 요인이 가장 크게 작용하는 형질이다.

ㄴ. 일반 성적은 2란성 쌍둥이가 함께 자랐을 때의 형질 일치도가 1란성 쌍둥이가 따로 자랐을 때의 형질 일치도보다 높으므로 환경적 요인이 가장 크게 작용하는 형질이다.

바로알기 ㄷ. 지능은 일반 성적과 달리 2란성 쌍둥이가 함께 자랐을 때의 형질 일치도가 1란성 쌍둥이가 따로 자랐을 때의 형질 일치도보다 낮으므로 유전적 요인보다 환경적 요인의 영향을 더 크게 받는다고 볼 수 없다.

8 상염색체에 의한 유전 가계도 분석

① 정상인 부부(4, 5) 사이에서 유전병인 딸(6)이 태어났으므로 이 유전병은 열성 형질이다.

② 딸이 유전병(6)인데 아버지는 정상인 경우(5)가 있으므로 이 유전병 유전자는 X 염색체 상에 존재하지 않는다. 유전병은 여자에서도 나타나므로 이 유전병 유전자는 Y 염색체에 존재하지도 않는다.

③ 열성인 유전병을 가진 딸(6)이 태어났으므로 부모인 4와 5의 유전자형은 잡종(Aa)이다.

④ 유전병이 열성이므로, 유전병이 있는 1, 3, 6의 유전자형은 aa로 순종이다.

바로알기 ⑤ $Aa \times Aa \rightarrow AA, 2Aa, aa$ 이므로 유전자형이 Aa인 4와 5 사이에서 정상인 남자 아이가 태어날 확률은 아이가 정상일 확률 $\left(\frac{3}{4}\right) \times$ 남자일 확률 $\left(\frac{1}{2}\right) \times 100 = \frac{3}{8} \times 100 = 37.5(\%)$ 이다.

9 ABO식 혈액형 유전

ㄱ. (가) 부부 사이에서 O형인 아이가 태어났으므로 이들 부부의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO와 BO이다. 따라서 이들 부부 사이에서 AB형인 자녀가 태어날 확률은 25 %이다.

• $AO \times BO \rightarrow AB, AO, BO, OO$

ㄴ. (나) 부부 사이에서 B형인 아이가 태어났으므로 남편의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO이다. 따라서 이들 부부 사이에서 A형과 B형인 자녀가 태어날 확률은 각각 $\frac{1}{2}$ 과 $\frac{1}{4}$ 이다.

• $AO \times AB \rightarrow AA, AB, AO, BO$

바로알기 ㄷ. (가)와 (나)에서 남편의 ABO식 혈액형 유전자형은 둘 다 AO이지만, (다)에서는 첫째 아이의 혈액형이 A형이므로 남편의 ABO식 혈액형 유전자형이 AA인지 AO인지 확실히 알 수 없다.

10 성염색체에 의한 유전 가계도 분석

ㄴ. 철수의 친할머니는 색맹인 아버지(X^Y)에게 색맹 유전자를 물려주었으므로 보인자(XX')이고, 고모는 색맹인 친할아버지(X^Y)로부터 색맹 유전자를 물려받았으므로 보인자(XX')이다. 영희는 색맹인 아버지(X^Y)로부터 색맹 유전자를 물려받았으므로 보인자(XX')이다. 또, 철수의 어머니는 색맹인 철수

(X'Y)에게 색맹 유전자를 물려주었으므로 보인자(XX')인데, 외할아버지가 정상이므로 어머니가 가진 색맹 유전자는 외할머니로부터 전해진 것으로 외할머니도 보인자(XX')이다. 결국 가계도에 있는 5명의 여자는 모두 보인자이다.

바로알기 ㄱ. 철수의 아버지는 색맹이고 어머니는 보인자이므로, 철수의 동생이 색맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다.

• $X'Y \times XX' \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$

ㄷ. 철수가 가진 색맹 유전자는 보인자인 외할머니로부터 보인자인 어머니를 거쳐 철수에게 전해졌다.

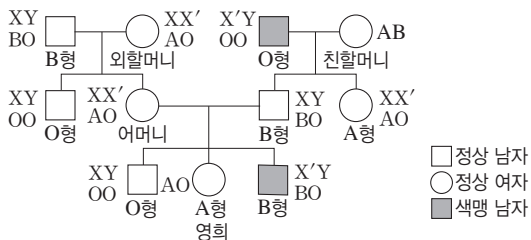
11 ABO식 혈액형과 적록 색맹 유전 가계도 분석

ㄱ. 영희의 아버지와 고모가 각각 B형과 A형이고 친할아버지가 O형이므로 친할머니는 AB형이다.

ㄴ. 영희의 오빠와 영희가 각각 O형과 A형이므로 어머니의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO이며, 어머니가 A형이고 외삼촌이 O형이므로 외할머니의 ABO식 혈액형 유전자형도 AO이다. 한편, 영희의 남동생이 색맹이므로 어머니는 색맹 보인자(XX')이고, 외할아버지가 정상이므로 외할머니가 색맹 보인자(XX')이다.

ㄷ. 어머니는 색맹 보인자(XX')이고, 아버지는 정상(XY)이므로 영희가 색맹 유전자를 가질 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다.

• $XX' \times XY \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$



12 상염색체와 성염색체에 의한 유전

ㄱ. 이 남자에서 형성되는 정자의 유전자형은 AX^B , aX^B , AY , aY 의 4가지이다.

바로알기 ㄴ. 이 남녀 사이에서 태어나는 아이의 유전자형은 6가지이다.

• $(AX^B + aX^B + AY + aY) \times (AX^b + aX^b) = AAX^BX^b + 2AaX^BX^b + aaX^BX^b + AAX^bY + 2AaX^bY + aaX^bY$

ㄷ. 태어나는 아이의 형질이 모두 열성인 경우는 aaX^bY 의 1가지이므로, 아이의 형질이 모두 열성일 확률은 $\frac{1}{8} \times 100 = 12.5(\%)$ 이다.

13 단일 인자 유전과 다인자 유전

ㄱ. ABO식 혈액형은 대립 유전자의 종류는 3가지이지만 허말기와 마찬가지로 상동 염색체에 존재하는 1쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정된다.

ㄴ. 키는 정규 분포 곡선 형태의 연속 변이로 나타나는 다인자 유전 형질이므로 2쌍 이상의 대립 유전자의 영향을 받는다.

바로알기 ㄷ. 다인자 유전을 하는 키는 환경의 영향을 받는다.

ㄹ. 다인자 유전을 하는 키는 표현형이 연속적인 변이를 나타내

지만, ABO식 혈액형은 네 가지 표현형만 있는 불연속적인 변이로 나타난다.

14 다인자 유전(피부색 유전)

ㄱ. 피부색처럼 한 가지 형질에 대해 여러 쌍의 대립 유전자가 영향을 미치는 유전 현상을 다인자 유전이라고 한다.

ㄷ. 갈색 피부인 여자($AaBbCc$)로부터 만들어질 수 있는 난자의 피부색 유전자형은 ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc 8가지이다.

바로알기 ㄴ. 피부색은 피부색을 검게 만드는 유전자 A, B, C를 합한 개수에 의해 결정되는데, 유전자 A, B, C를 합한 개수는 0개부터 6개까지 가능하므로 피부색의 표현형은 7가지이다.

수능 유형 분석하기

본책 62~63쪽

1 ④ 2 ⑤ 3 ⑤ 4 ③

1 상염색체에 의한 유전 가계도 분석

M자형 이마선인 B의 이마선 유전자형이 이형 접합이므로, M자형 이마선이 일자형 이마선에 대해 우성이다.

ㄴ. M자형 이마선의 유전자를 M, 일자형 이마선의 유전자를 m이라고 할 때 열성인 일자형 이마선의 유전자형은 mm이다. 부모가 일자형 이마선을 가지면 자녀는 부모로부터 유전자 m을 하나씩 물려받으므로 B와 C는 M자형 이마선이지만 유전자 m을 가지는 이형 접합(Mm)이다. 또한, C의 남편이 일자형 이마선이므로 C의 자녀 중 M자형 이마선인 아이는 모두 이형 접합(Mm)이다. 따라서 M자형 이마선인 D의 유전자형도 이형 접합(Mm)이다.

ㄷ. $mm(A) \times Mm(B) \rightarrow Mm, mm$ 이므로 A와 B 사이에서 셋째 아이가 태어날 때 M자형 이마선을 가질 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, 여자일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 셋째 아이가 M자형 이마선을 가진 여자일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 100 = 25(\%)$ 이다.

바로알기 ㄱ. 열성인 일자형 이마선을 가진 B의 어머니로부터 우성인 M자형 이마선을 가진 아들이 태어났으므로 이마선 유전자는 X 염색체 상에 존재하지 않는다.

2 ABO식 혈액형과 유전병 유전 가계도 분석

ㄴ. ㉠은 AB형, ㉡의 언니는 O형이므로 ㉡의 부모의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO와 BO이다. 따라서 ㉡의 동생이 A형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다($AO \times BO \rightarrow AB, AO, BO, OO$).

아들에게 유전자 O를 물려준 ㉡의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO이고, ㉠과 ㉡의 ABO식 혈액형 유전자형이 동일하다고 가

정했으므로 ㉠의 ABO식 혈액형 유전자형도 AO이다. ㉡의 어머니 ㉠의 혈액형 유전자형이 AO, 아버지의 혈액형 유전자형이 AB이므로, ㉡의 동생이 A형일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다(AO×AB→AA, AO, AB, BO).

따라서 ㉡과 ㉡의 동생이 모두 A형일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$, 즉 12.5 %이다.

㉢. ㉡의 동생이 ㉠과 같이 혈액형 유전자형이 AO일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다(AO×AB→AA, AO, AB, BO).

아버지가 유전병인데 정상인 딸(㉡)이 있는 것으로 보아 유전병은 열성으로 유전된다. 따라서 유전병 여자인 ㉠의 유전병 유전자형은 X'X'이고, ㉠의 유전병 유전자형은 XX'이다. 유전병 유전자형이 XX'인 어머니(㉠)와 X'Y인 아버지 사이에서 ㉡의 동생이 태어날 때 유전병 유전자형이 X'X'일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

• XX'×X'Y→XX', X'X', XY, X'Y

따라서 ㉡의 동생이 태어날 때 ABO식 혈액형과 유전병의 유전자형이 ㉠과 같을 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$, 즉 6.25 %이다.

바로알기 ㄱ. ㉠의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO이다.

3 상염색체에 의한 유전 형질의 특징 분석

유전병이 있는 부모로부터 정상인 영희가 태어났으므로 유전병 유전자 T*는 정상 유전자 T에 대해 우성이고, 유전병의 유전자형은 부모의 경우 둘 다 T*T이고 영희는 TT이다. 영희의 ABO식 혈액형 유전자형이 OO이므로, 아버지와 어머니 그리고 오빠의 ABO식 혈액형 유전자형은 각각 AO, BO, BO이다.

ㄴ. 정상이고 O형인 영희의 유전자형이 TTOO이므로, 아버지와 어머니에서 유전자 T는 유전자 O와 연관되고 유전자 T*는 유전자 A나 B와 연관되어 있음을 알 수 있다.

㉢. ABO식 혈액형 유전자형이 BO인 오빠는 어머니로부터 B를 물려받을 때 연관되어 있는 유전자 T*를 함께 물려받고, 아버지로부터 유전자 O를 물려받을 때 연관되어 있는 유전자 T를 함께 물려받는다. 따라서 오빠의 유전자형은 T*TBO이다.

바로알기 ㄱ. 대립 유전자 T는 T*에 대해 열성이다.

4 DNA 상대량 조사를 통한 유전 가계도 분석

ㄱ. 정상 부모 사이에서 유전병을 가진 5가 태어났으므로 유전병 유전자 A*는 정상 유전자 A에 대해 열성이다.

㉢. 5의 부모의 유전병 유전자형은 둘 다 잡종이므로, 이들 사이에서 유전병을 나타내는 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ (AA*×AA*→AA, 2AA*, A*A*)이고, 여자가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 5의 동생이 여자이면서 유전병을 나타낼 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$, 즉 12.5 %이다.

바로알기 ㄴ. 남자(2와 4)와 여자(1과 3)의 A와 A*의 DNA 상대량이 같으므로 유전병 유전자 A와 A*는 상염색체에 존재한다.

수능 실력 굳히기

본책 64~67쪽

1 ⑤ 2 ③ 3 ① 4 ② 5 ② 6 ⑤ 7 ④ 8 ④
9 ③ 10 ④ 11 ④ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ④ 15 ③

1 상염색체에 의한 유전 가계도 분석

정상인 부모 사이에서 유전병인 철수가 태어났으므로 유전병은 열성 형질이며, 어머니가 유전병인데 아들이 정상인 경우가 있으므로 이 유전병의 유전자는 상염색체에 있다.

ㄴ. 정상 유전자와 유전병 유전자를 각각 A와 a라고 가정하면, 철수를 포함하여 유전병이 있는 사람들의 유전병 유전자형은 aa이고 철수 부모님의 유전병 유전자형은 둘 다 Aa이다. 따라서 정상으로 표현된 철수 누나의 유전병 유전자형이 Aa일 확률은 $\frac{2}{3}$ 이다.(Aa×Aa→AA, 2Aa, aa)

㉢. 영희는 어머니에게서 유전병 유전자를 물려받으므로 유전병 유전자형이 Aa이다. 따라서 철수(aa)와 영희(Aa) 사이에서 유전병이 있는 자녀가 태어날 확률은 50 %이다.(aa×Aa→Aa, aa)

바로알기 ㄱ. 이 유전병의 유전자는 상염색체에 있다.

2 상염색체와 성염색체에 의한 유전 가계도 분석

정상인 부부 1과 2 사이에서 형질 A가 발현된 딸인 4가 태어났으므로, 형질 A는 열성이며 1과 2는 둘 다 형질 A 유전자를 가지는 잡종이다. 또, 4에서 열성인 형질 A가 나타났지만 아버지인 1에서는 나타나지 않았으므로 형질 A 유전자는 X 염색체에 존재하지 않는다. 따라서 형질 A의 유전자는 상염색체에, 형질 B의 유전자는 성염색체에 존재하며, 형질 B가 여자에서도 나타났으므로 형질 B의 유전자는 X 염색체에 존재한다. 정상 남자 1과 형질 B 발현 여자 2 사이에서 형질 B 발현 여자 4가 태어났으므로, 형질 B 유전자를 하나만 물려받아도 형질 B가 발현된다. 따라서 형질 B 유전자는 정상 유전자에 대해 우성이다.

㉢. 정상 유전자를 A, 형질 A 유전자를 a라고 할 때, Aa(1)×Aa(2)→AA, 2Aa, aa이므로 영희의 동생에서 형질 A가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (나)에서 형질 B 유전자를 X^B, 정상 유전자를 X^b라고 할 때 X^bY(1)×X^BX^b(2)→X^BX^b, X^bX^b, X^BY, X^bY이므로, 영희의 동생에서 형질 B가 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 영희의 동생에서 형질 A와 B가 모두 나타날 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

바로알기 ㄱ. 형질 B는 정상에 대해 우성이다.

ㄴ. 형질 B 유전자는 X 염색체 상에 있다.

3 DNA 상대량 조사를 통한 유전 가계도 분석

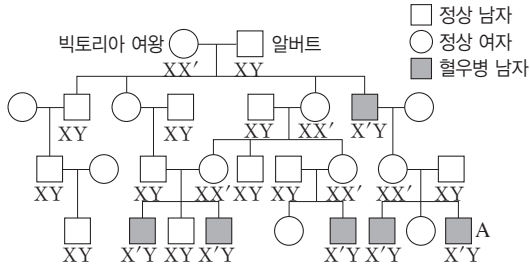
ㄱ. 정상인 부모 사이에서 유전병인 자녀(4)가 태어났으므로 부모의 유전병 유전자형은 잡종이다. 따라서 2의 DNA 상대량은 B이고, 3의 DNA 상대량은 A이다. 즉, 3의 유전병 유전자형은 우성 순종으로 3은 유전병 유전자를 갖지 않는다.

바로알기 ㄴ. 2의 DNA 상대량은 B이다.

ㄷ. 3과 4는 2란성 쌍둥이이므로 3이 A형이어도 4는 A형이 아닐 수 있다.

4 성염색체에 의한 유전 가계도 분석

ㄷ. 가계도에서 혈우병 보인자임이 확실한 사람의 수는 5명이다.



바로알기 ㄱ. 정상인 부부 사이에서 혈우병인 아들이 태어났으므로 혈우병 유전자는 정상에 대해 열성이다.

ㄴ. A는 혈우병 유전자를 어머니로부터 물려받았고, 어머니는 혈우병인 A의 외할아버지로부터 혈우병 유전자를 물려받았다.

5 성염색체에 의한 유전 형질의 특징 분석

갑상샘 위축증은 여자에서도 나타나지만 여자보다 남자에서 훨씬 높은 빈도로 나타나고, 부모가 정상인 경우에도 갑상샘 위축증인 아들이 태어날 수 있다. 따라서 갑상샘 위축증 유전자는 X 염색체 상에 있고, 열성으로 유전된다.

ㄴ. 딸이 갑상샘 위축증(X'X')인 경우 부모가 모두 딸에게 갑상샘 위축증 유전자를 물려주어야 하므로 어머니는 정상이더라도 갑상샘 위축증 유전자를 가진 보인자(XX')이다.

바로알기 ㄱ. 갑상샘 위축증 유전자는 X 염색체 상에 있다.

ㄷ. 부모가 모두 정상이고 아들이 갑상샘 위축증 환자(X'Y)인 경우 어머니가 보인자(XX')이므로, 이들 부부 사이에서 자녀가 1명 더 태어날 때 정상일 확률은 $\frac{3}{4} \times 100 = 75(\%)$ 이다.

• $XY \times XX' \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$

6 성염색체에 의한 유전

DNA 상대량에서 ①은 열성 유전자 a와 b를 가지고 ②은 열성 유전자 a와 b를 모두 가지지 않지만 ①과 ②을 교배하여 얻은 자손(F₁)에서 열성 형질인 노란색 몸이나 흰 눈을 가지는 자손이 나타나므로 눈 색과 몸 색깔을 결정하는 유전자는 X 염색체에 있다. 또, 우성 잡종인 ③(AaBb)으로부터 붉은 눈, 노란색 몸 수컷(X^{Ab}Y)과 흰 눈, 회색 몸 수컷(X^{aB}Y)이 1 : 1로 태어났으므로 ③의 유전자형은 X^{Ab}X^{aB}이다.

ㄴ. $X^{Ab}X^{aB}(\textcircled{3}) \times X^{AB}Y(\textcircled{2}) \rightarrow X^{AB}X^{Ab}(\text{붉은 눈, 회색 몸}), X^{AB}X^{aB}(\text{붉은 눈, 회색 몸}), X^{Ab}Y(\text{붉은 눈, 노란색 몸}), X^{aB}Y(\text{흰 눈, 회색 몸})$ 이므로, ③과 ②을 교배하여 얻은 자손(F₁) 중 암컷은 모두 붉은 눈, 회색 몸을 가진다.

ㄷ. $X^{Ab}X^{aB}(\textcircled{3}) \times X^{aB}Y(\textcircled{2}) \rightarrow X^{Ab}X^{aB}(\text{붉은 눈, 회색 몸}), X^{aB}X^{aB}(\text{흰 눈, 회색 몸}), X^{Ab}Y(\text{붉은 눈, 노란색 몸}), X^{aB}Y(\text{흰 눈, 회색 몸})$ 이므로, ③의 유전자형을 가진 수컷과 ②을 교배하여 자손을 얻을 때, 이 자손이 붉은 눈, 회색 몸일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

바로알기 ㄱ. X^{AB}Y(㉔)에서 형성되는 정자는 X^{AB}, Y이다.

7 상염색체와 성염색체에 의한 유전

①은 상염색체이고, ②은 성염색체 중 X 염색체, ③은 Y 염색체이다.

ㄱ. 귤속털 과다증 유전자는 Y 염색체에 있으므로 Y 염색체를 갖지 않는 여자에서는 귤속털 과다증이 나타나지 않는다.

ㄷ. 다지증 유전자는 상염색체에 있고 우성으로 유전된다. 다지증 유전자를 A, 정상 유전자를 a라고 할 때 부모 중 한쪽이 다지증일 경우 태어나는 자손은 다음과 같다.

• $AA \times aa \rightarrow Aa / Aa \times aa \rightarrow Aa, aa$

따라서 부모 중 한쪽이 다지증일 때 다지증인 자녀가 태어날 확률은 50% 이상이다.

바로알기 ㄴ. 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로 부모가 모두 정상이면 적록 색맹인 딸이 태어날 수 없다.

8 다인자 유전(피부색 유전)

ㄱ. 피부색을 검게 만드는 유전자를 3개 가진 AaBbCc와 AABbcc는 표현형이 같다.

ㄷ. 유전자형이 AaBbCc인 부부 사이에서 피부를 검게 만드는 유전자를 합한 수가 3개인 갈색 피부 자녀가 태어날 확률은 다음과 같이 구할 수 있다.

• 1단계 ▶ $Aa(Bb, Cc) \times Aa(Bb, Cc) \rightarrow AA(BB, CC), 2Aa(2Bb, 2Cc), aa(bb, cc)$ 이므로 유전자형이 AA(BB, CC), Aa(Bb, Cc), aa(bb, cc)일 확률은 각각 $\frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{1}{4}$ 이다.

• 2단계 ▶ 피부를 검게 만드는 유전자를 합한 수가 3개인 사람의 유전자형은 AABbcc, AAbbCc, AaBBcc, AabbCC, aaBBcc, aaBbCC, AaBbCc의 7가지이다. 이 중 유전자형이 AABbcc, AAbbCc, AaBBcc, AabbCC, aaBBcc, aaBbCC일 확률은 각각 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{2}{64}$ 이고, 유전자형이 AaBbCc일 확률은 $\frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{8}{64}$ 이므로, F₂에서 갈색 피부가 나타날 확률은 $\left(6 \times \frac{2}{64}\right) + \frac{8}{64} = \frac{20}{64}$ 이다.

바로알기 ㄴ. F₁에서 형성되는 정자의 유전자형은 ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc의 8가지이며 각각 같은 비율로 만들어진다. 이 중 피부를 검게 만드는 유전자 2개를 갖는 정자의 유전자형은 ABc, AbC, aBC의 3가지이므로 그 빈도는 $\frac{3}{8}$ 이다. 피부를 검게 만드는 유전자 1개를 갖는 정자의 유전자형은 Abc, aBc, abC의 3가지이며, 이들이 나타나는 빈도도 $\frac{3}{8}$ 이다.

9 DNA 상대량 조사를 통한 유전 가계도 분석

• 유전병 ①의 유전 : (나)에서 유전병 ①이 나타난 1의 유전자형이 A*A*이므로, 유전병 ①의 유전자는 A*이고, 정상 유전자는 A이다. A*A*인 1과 A* 유전자가 없는 2 사이에서 태어난 딸인 5와 6은 1로부터 유전자 A*를, 2로부터 유전자 A를 물려받으므로 유전자형은 A*A이다. 유전자형이 A*A인 5와 6에서

유전병 ㉠이 나타났으므로, 유전자 A^* 는 A에 대해 우성이다. 따라서 유전병 ㉠이 없는 여자 8의 유전자형은 AA이다. 유전자 A^* 를 1개 가지는 4로부터 태어난 딸 8이 정상이므로 유전병 ㉠의 유전자는 X 염색체가 아니라 상염색체에 존재한다. 따라서 1(A^*A)과 2(AA) 사이에서 태어난 7의 유전자형은 A^*A 이다. ➔ 7과 8 사이에서 태어나는 아이에서 유전병 ㉠이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. ($A^*A \times AA \rightarrow A^*A, AA$)

• 유전병 ㉡의 유전 : (나)에서 유전병 ㉡이 나타난 3의 유전자형이 B^*B^* 이므로, 유전병 ㉡의 유전자는 B^* 이고, 정상 유전자는 B이다. 유전자 B^* 를 1개만 가지는 여자 1에서 유전병 ㉡이 나타나지 않았으므로 유전자 B^* 는 B에 대해 열성이다. 그런데 (나)에서 유전자 B^* 를 1개만 가지는 2에서 유전병 ㉡이 나타났으므로 유전병 ㉡의 유전자는 X 염색체에 존재한다. 따라서 유전병 ㉡이 나타나지 않는 7의 유전자형은 X^BY 이다. $X^{B^*}X^{B^*}$ 인 3과 X^BY 인 4 사이에서 태어난 딸인 8은 3으로부터 유전자 B^* 를, 4로부터 유전자 B를 각각 물려받으므로 유전자형이 $X^{B^*}X^B$ 이다. ➔ 7과 8 사이에서 태어나는 남자 아이에서 유전병 ㉡이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. ($X^{B^*}Y \times X^BX^{B^*} \rightarrow X^{B^*}X^B, X^BX^{B^*}, X^BY, X^B^*Y$)

따라서 7과 8 사이에서 태어나는 남자 아이에서 ㉠과 ㉡이 모두 나타날 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

10 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형의 유전

ㄱ. (가)에서는 Rh⁻형 아기만 태어나므로 아기 Ⅲ이 부부 (가)의 아기이다. AB형 아기는 (나)~(라) 중 (나)에서만 태어나므로 아기 I이 부부 (나)의 아기이다.

ㄴ. (다)에서는 A형과 B형의 아기만 태어나므로 I과 같은 AB형의 아기는 태어날 수 없다($OO \times AB \rightarrow AO, BO$).

바로알기 ㄷ. O형의 아기는 (다)와 (라) 중 (라)에서만 태어날 수 있으므로, 남은 두 아기 중 아기 IV가 부부 (라)의 아기이고, 아기 II가 부부 (다)의 아기이다. 아기 II와 III의 ABO식 혈액형 유전자형은 각각 BO와 AO이므로 II와 III 사이에서 B형인 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 또, Rh⁺유전자를 R, Rh⁻유전자를 r로 표시하면 아기 II와 III의 Rh식 혈액형 유전자형은 각각 Rr와 rr이므로 II와 III 사이에서 Rh⁺형인 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 아기 II와 III가 자라서 결혼하였을 때 B·Rh⁺형인 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ (12.5%)이다.

11 가계도 분석과 유전자 배치

정상인 영희 부부 사이에서 유전병이 있는 아들이 태어났으므로 유전병이 정상에 대해 열성이고, 정상 유전자는 D, 유전병 유전자는 d이다. 영희와 O형인 남편 사이에 B형이고 유전병인 아들과 A형이고 정상인 딸이 있으므로, 영희는 AB형이면서 유전병 유전자 d를 가지며, 남편도 유전병 유전자 d를 가진다. ㄴ. A와 D, B와 d가 연관되어 있는 경우 유전병이면서 B형인 자녀와 정상이면서 A형인 자녀가 모두 태어날 수 있다.

• (AD+Bd)(OD+Od)=AODd, AODd, BODd, BODd

바로알기 ㄷ. A와 d, B와 D가 연관되어 있는 경우 B형이고 유전병인 자녀가 태어날 수 없다.

• (Ad+BD)(OD+Od)=AODd, AODd, BODd, BODd

12 ABO식 혈액형과 유전병 유전 가계도 분석

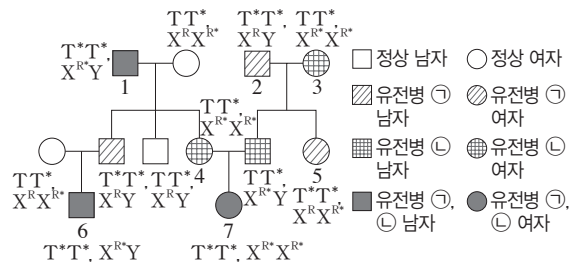
유전병 ㉠이 나타나지 않은 4의 부부에서 유전병 ㉠이 나타난 7이 태어났으므로 유전병 ㉠은 열성이며, 유전병 ㉠의 유전자는 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있으므로 상염색체에 존재한다. 유전병 ㉡이 나타나지 않은 6의 부모에서 유전병 ㉡이 나타난 6이 태어났으므로 유전병 ㉡은 열성이다. 2와 3은 각각 R와 R^{*} 중 한 가지만 가지므로 유전병 ㉡이 나타난 3은 유전자형이 $R^*R^*(X^R^*X^{R^*})$ 이고, 2는 RR(상염색체에 존재) 또는 $RY(X^RY)$, 성염색체에 존재)인데, 자손에서 유전병 ㉡ 남자가 나타났으므로 유전병 ㉡의 유전자는 X 염색체에 존재한다.

ㄱ. T^{*}는 유전병 ㉠의 열성 대립 유전자이므로, 유전병 ㉠이 나타난 사람의 유전자형은 모두 T^{*}T^{*}이고 이들의 부모나 자손은 모두 T^{*}를 가진다.

ㄴ. 1, 2, 4의 적혈구 모두 응집 반응을 일으켰으므로 모두 O형은 아니다. 2, 4의 적혈구는 1의 혈청과 응집하지 않으므로 1은 2와 4로부터 수혈받을 수 있고, 2의 혈청은 4의 적혈구와, 4의 혈청은 2의 적혈구와 응집하므로 2와 4는 서로 수혈할 수 없다. 따라서 1은 AB형이고, 3이 A형, 5가 AB형이므로 2는 B형, 4는 A형이다. 유전병 ㉠의 유전자와 ABO식 혈액형 유전자는 연관되어 있고 7에서 유전병 ㉠이 나타났으므로 4는 1로부터 AT^{*}를 물려받아 7에게 전달하고, 4의 남편은 2로부터 BT^{*}를 물려받아 7에게 전달한다. 따라서 7의 ABO식 혈액형은 AB형이다.

ㄷ. 6에서 유전병 ㉠과 ㉡이 모두 나타났으므로 정상인 6의 어머니는 TT^{*}, $X^RX^{R^*}$ 이고, 유전병 ㉠ 남자인 6의 아버지는 T^{*}T^{*}, X^RY 이다.

$TT^* \times T^*T^* \rightarrow TT^*, T^*T^*$ 이므로 6의 동생에서 ㉠이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$, $X^RX^{R^*} \times X^RY \rightarrow X^RX^R, X^RX^{R^*}, X^RY, X^{R^*}Y$ 이므로 6의 동생에서 ㉡이 나타날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.



13 연관되어 유전되는 형질의 가계도 분석

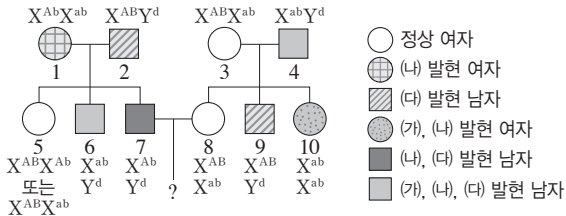
(가), (나), (다) 중 (가)와 (나)는 여자에서도 나타나지만 (다)는 남자에서만 나타난다. 따라서 형질 (다)를 결정하는 유전자(d)는 Y 염색체에 있고, 형질 (가)와 (나)를 결정하는 유전자는 X 염색체에 있다. 또, 형질 (가)가 나타나지 않은 1과 2 사이에서 형질 (가)를 갖는 6이 태어났으므로 (가)는 열성(a)으로 유전되며, 형질 (나)가 나타난 4와 정상 여자 3 사이에서 정상 여자가 태어났으므로 (나)도 열성(b)으로 유전된다.

ㄴ. 정상인 5는 (나)가 발현된 1로부터 유전자 b를 물려받으므로 (나)의 유전자형이 이형 접합(잡종)이다.

ㄷ. (나)가 발현된 7의 (나) 유전자형은 X^bY 이고, 4로부터 (나)의 열성 유전자를 물려받은 8의 (나) 유전자형은 X^BX^b 이다. 따라서 7과 8 사이에서 (나) 발현 여자(X^bX^b)가 태어날 확률은 25%이다.

• $X^bY \times X^BX^b \rightarrow X^BX^b, X^bX^b, X^BY, X^bY$

바로알기 ㄱ. 형질 (가)에 대한 유전자 a는 X 염색체에 존재하고, 형질 (다)에 대한 유전자 d는 Y 염색체에 존재하므로 4의 정자 중 a와 d가 동일한 염색체에 있는 정자의 비율은 0%이다.



14 여러 가지 형질의 유전

ㄱ. 아버지가 A형이고 어머니가 AB형인데 누나가 B형이므로 아버지의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO이고 누나의 ABO식 혈액형 유전자형은 BO이다. A형인 철수의 ABO식 혈액형 유전자형은 AA인지 AO인지 확실히 알 수 없다($AO \times AB \rightarrow AA, AB, AO, BO$).

ㄷ. 누나는 아버지로부터 페닐케톤뇨증 유전자와 Rh^- 유전자(r)가 연관되어 있는 1번 염색체와 ABO식 혈액형 유전자 O가 있는 9번 염색체, 적록 색맹 유전자가 있는 X 염색체를 1개씩 물려받았다.

• 페닐케톤뇨증 유전자를 p, 이에 대한 정상 유전자를 P, Rh^- 유전자를 R, Rh^+ 유전자를 r로 표시하면 누나의 페닐케톤뇨증 · Rh 식 혈액형 유전자형은 PpRr이고 P와 R, p와 r가 연관되어 있다. 따라서 누나와 페닐케톤뇨증 · Rh^- 형인 남자(pprr) 사이에서 페닐케톤뇨증 · Rh^- 형인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. $(PR + pr)pr = PpRr + ppr$

• 누나와 O형인 남자 사이에서 O형인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. $BO \times OO \rightarrow BO, OO$

• 누나와 적록 색맹인 남자 사이에서 적록 색맹인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. $XX' \times X'Y \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$

바로알기 ㄴ. 철수는 적록 색맹이 아니므로 적록 색맹 유전자를 갖고 있지 않다.

15 연관되어 유전되는 형질의 가계도 분석

ㄴ. C는 아버지로부터 색맹 유전자와 혈우병 유전자를 물려받았고, C의 아버지는 이를 B로부터 물려받았다.

ㄷ. 색맹 유전자와 혈우병 유전자는 모두 X 염색체 상에 존재한다.

바로알기 ㄱ. C가 색맹($X'X'$)이므로 어머니는 C에게 물려줄 색맹 유전자를 보유한 색맹 보인자(XX')이고, 어머니가 색맹 보인자인데 외할아버지는 정상이므로 외할머니(A)가 색맹 보인자(XX')이다.

ㄹ. 색맹 유전자형을 확실히 알 수 없는 사람은 A의 첫째 딸(XX 또는 XX')과 B의 딸(XX 또는 XX')로 모두 2명이다.

06 사람의 돌연변이

본책 70~71쪽

수능 기본 다지기

STEP 1

- 1 (나) 다운 증후군, (다) 터너 증후군, (라) 클라인펠터 증후군 2 (1) 상동 염색체 (2) 감수 1분열 (3) 전좌 3 (가) 중복, (나) 전좌, (다) 결실, (라) 역위 4 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 5 (1) ㄱ, ㄷ (2) ㄴ, ㄹ (3) ㄴ, ㄹ 6 (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

STEP 2

- 7 ④ 8 ③ 9 ② 10 ② 11 ② 12 ⑤ 13 ① 14 ③

개념 확인 문제

S·T·E·P 1

1 21번 염색체가 3개인 유전병은 다운 증후군, 성염색체가 X인 유전병은 외관상 여성이지만 불임인 터너 증후군, 성염색체가 XXY인 유전병은 외관상 남성이지만 불임인 클라인펠터 증후군이다.

2 (1), (2) 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나면 상동 염색체가 비분리되어 염색체 수가 비정상인 생식 세포만 형성되고, 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나면 염색 분체가 비분리되어 염색체 수가 정상인 생식 세포와 비정상인 생식 세포가 1 : 1로 형성된다.

(3) 염색체의 일부가 끊어져 비상동 염색체에 붙는 것은 전좌이다.

3 (가) 두 번째 염색체에 D가 한 번 더 삽입되었다. → 중복 (나) 비상동 염색체인 두 번째 염색체와 세 번째 염색체 사이에서 염색체의 일부가 바뀌었다($CDE \leftrightarrow MN$). → 전좌 (다) 두 번째 염색체에서 DE가 떨어져 없어졌다. → 결실 (라) 두 번째 염색체의 일부가 끊어진 다음 거꾸로 붙어 유전자의 순서가 바뀌었다($bcd \rightarrow DCb$). → 역위

4 **바로알기** (2) 유전자 돌연변이는 염색체의 모양이나 수에는 이상이 없어 핵형 분석을 통해 진단할 수 없다.

(3) 헌팅턴 무도병이나 연골 발육 부전증처럼 우성으로 유전되는 유전자 돌연변이도 있다.

더 알아보기

연골 발육 부전증

일종의 왜소증으로, 팔다리가 짧으며 상염색체에 있는 유전자의 이상으로 나타난다.

5 (1) 염색체 수의 이상 : 다운 증후군(21번 염색체 3개), 터너 증후군(성염색체 X)

(2) 염색체 구조의 이상 : 고양이울음 증후군(5번 염색체 결실), 만성 골수 백혈병(9번 염색체와 22번 염색체 사이의 전좌)

(3) 유전자 돌연변이 : 페닐케톤뇨증(상염색체 상의 유전자 이

상, 열성으로 유전), 헌팅턴 무도병(상염색체 상의 유전자 이상, 우성으로 유전)

- 6** **바로알기** (1) 용모막 검사는 태반의 용모 세포를 이용한 검사로, 용모 세포는 태아의 체세포와 유전적으로 동일하므로 태아의 유전 질환 여부를 진단할 수 있다.
- (3) 체세포는 자손에게 전해지지 않으므로 체세포를 이용하여 유전병을 치료해도 유전병의 유전은 그대로 일어난다.
- (4) 보인자 검사는 부모가 유전병 유전자를 보유하고있는지를 검사하는 것이다.

수능 기본 문제

S·T·E·P

2

7 염색체 수의 이상

ㄱ, ㄴ. 21번 염색체가 3개이므로 다운 증후군인 사람의 핵형이다. 정상인은 상염색체가 44개이지만, 다운 증후군인 사람은 상염색체가 45개이다.

바로알기 ㄷ. 다운 증후군은 상염색체 수 이상으로 나타나는 유전병이므로 남녀 모두에서 나타날 수 있다.

8 염색체 비분리

ㄱ. 감수 1분열에서 상동 염색체가 비분리된 (가)에서는 염색체 수가 비정상($n+1$, $n-1$)인 정자만 형성된다.

ㄴ. (나)에서는 상동 염색체는 정상적으로 분리되었고, 감수 2분열 시 염색 분체가 비분리되었다.

바로알기 ㄷ. (나)에서는 유전자 A를 가진 염색체와 유전자 a를 가진 염색체(상동 염색체)가 감수 1분열 시 분리되었으므로 유전자 A와 a를 모두 가진 정자가 형성되지 않는다.

9 염색체 비분리

ㄴ. ①은 성염색체가 없으므로 ①과 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 염색체 구성이 $44+X$ 로, 터너 증후군을 나타낸다.

바로알기 ㄱ, ㄷ. 이 남자로부터 생성되는 정자의 염색체 구성은 $22+X$, $22+YY$, 22 의 3가지이다. X 염색체와 Y 염색체를 모두 가진 정자가 생성되려면 감수 1분열에서 상동 염색체의 비분리가 일어나야 한다.

10 염색체 구조의 이상

ㄴ. 감수 분열을 하여 생식 세포를 형성하는 세포의 염색체 구조가 정상인 것으로 보아 이 환자는 자손에게 버킷림프종을 물려주지 않을 것이다.

바로알기 ㄱ. 버킷림프종 세포에서는 8번 염색체와 14번 염색체 사이에서 전좌가 일어났다.

ㄷ. 버킷림프종 세포는 염색체의 구조 이상으로 만들어진 것으로 염색체 수는 정상이므로 염색체 비분리에 의해 만들어진 것이 아니다.

11 염색체 구조의 이상

ㄴ. (가)의 ①과 (나)의 염색체를 비교하면 R과 S의 순서가 바뀌었으므로 (나)에서는 염색체의 일부가 끊어진 다음 거꾸로 붙은 역위가 일어났다.

바로알기 ㄱ. ⑦과 ①은 모양과 크기가 같은 상동 염색체이다.

ㄷ. (가)와 (다)를 비교하면 ①과 그 아래 염색체 사이에 'R-S-T' 부분과 'Y-Z' 부분이 교환되었으므로 염색체의 일부가 끊어져 비상동 염색체에 붙는 전좌가 일어났다.

12 유전자 돌연변이

페닐케톤뇨증은 페닐알라닌을 타이로신으로 전환시키는 효소를 합성하는 DNA 염기 서열에 이상이 있어 나타나고, 낫 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈의 단백질 분자를 합성하는 DNA 염기 서열에 이상이 있어 나타난다.

13 핵형 분석

ㄱ. 핵형 분석을 하면 성염색체가 XX인지 XY인지를 알 수 있으므로 성별을 알아낼 수 있다.

바로알기 ㄴ. 핵형 분석으로는 유전자 돌연변이를 알 수 없다.

ㄷ. 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기는 세포 분열 중기이다. 핵형 분석에는 체세포 분열 중기의 세포를 이용한다.

14 유전자 치료

ㄱ. 바이러스는 정상 유전자를 골수 세포에 전달하는 유전자 운반체 역할을 한다.

ㄷ. 이식된 골수 세포에서 정상 유전자가 발현되면 유전병이 치료된다.

바로알기 ㄴ. 이식에 쓰이는 골수 세포는 면역 거부 반응을 피하기 위해 환자 본인의 것을 사용한다.

수능 유형 분석하기

분책 73쪽

1 ① 2 ②

1 염색체 비분리와 사람의 유전

감수 1분열에서 염색체의 비분리가 일어났으므로 모든 생식 세포의 염색체 수가 정상보다 많거나 적어진다. 따라서 ①은 성염색체 XY를 가지고, ②은 성염색체를 갖지 않는다.

ㄱ. A는 성염색체 없이 2개의 염색 분체로 구성된 22개의 상염색체만 가진다. 따라서 A의 염색 분체 수는 44개이다.

바로알기 ㄴ. ①은 ②보다 성염색체를 2개 더 가지고 있을 뿐이므로 DNA양이 ②의 2배는 아니다.

ㄷ. 성염색체가 없는 정자(②)와 정상 난자가 수정되어 태어나는 아이는 모두 터너 증후군($44+X$)을 나타낸다.

2 염색체 구조의 이상

ㄴ. ①과 ②은 아버지와 어머니로부터 각각 하나씩 물려받은 상동 염색체이다.

바로알기 ㄱ. 어머니는 21번 염색체와 성염색체 사이에서 전좌가 일어났다. 고양이울음 증후군은 5번 염색체의 결실에 의해 나타난다.

ㄷ. ③은 아버지로부터 물려받은 Y 염색체이다.

- 1 ④ 2 ② 3 ③ 4 ③ 5 ① 6 ③ 7 ③ 8 ④
9 ① 10 ② 11 ① 12 ⑤ 13 ④ 14 ⑤ 15 ④
16 ④

1 염색체 비분리

ㄱ. (가)에서는 감수 1분열 시 21번 상동 염색체의 비분리가 일어나고 있다. 따라서 (가)에서 만들어지는 정자의 염색체 구성은 23(21번 염색체 2개)+X, 21+Y이다. 즉, 염색체 수가 24개이거나 22개인 정자만 만들어진다.

ㄴ. (가)에서 만들어진 21번 염색체가 2개 있는 정자가 정상 난자와 수정되면 다운 증후군인 아이가 태어난다.

바로알기 ㄷ. (나)에서는 감수 2분열 시 X 염색체의 염색 분체 비분리가 일어나고 있다. 따라서 (나)에서 만들어지는 정자의 염색체 구성은 22+XX, 22, 22+Y이다. X 염색체가 없는 정자가 정상 난자와 수정되면 터너 증후군인 아이가 태어난다.

2 염색체 비분리

ㄴ. (다)에 2개의 Y 염색체가 들어 있으므로 정자의 형성 과정에서 감수 2분열에서 염색 분체의 비분리가 일어났다.

바로알기 ㄱ. (라)는 성염색체 1개가 없어 염색체 수가 22개이다. (나)는 (가)의 상동 염색체가 분리되어 2가닥의 염색 분체로 된 23의 염색체를 가지므로 총 염색 분체의 수는 46개이다. 따라서 $\frac{(\text{나})\text{의 염색 분체 수}}{(\text{라})\text{의 염색체 수}} = \frac{46}{22}$ 이다.

ㄷ. 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되므로 유전자 aB를 가지는 염색체와 유전자 Ab를 가지는 염색체가 분리되고, 감수 2분열에서는 각각의 염색체를 이루는 염색 분체가 분리된다. (다)에 유전자 aB를 가지는 염색체가 있으므로 (라)에도 같은 염색체가 들어 있다. 따라서 (라)에는 대립 유전자 a와 대립 유전자 B가 있다.

3 염색체 비분리

각 시기에 염색체 비분리가 일어났을 때 생성되는 생식 세포의 염색체 구성은 다음과 같다.

- A 시기의 염색체 비분리(정자) : 22+XY, 22
- B 시기의 염색체 비분리(정자) : 22+XX(YY), 22, 22+Y(X)
- C 시기의 염색체 비분리(난자) : 22+XX, 22
- D 시기의 염색체 비분리(난자) : 22+XX, 22, 22+X

ㄷ. C 시기에 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자(22+XX)가 정상 정자(22+X)와 수정되면 44+XXX(라)인 아이가 태어난다.

바로알기 ㄱ. (가)는 염색체 수가 44+X로 정상 세포에 비해 성염색체만 1개 적으므로 DNA양도 그만큼 적다.

ㄴ. A 시기에 염색체 비분리가 일어나 형성된 정자(22+XY)가 정상 난자와 수정되면 44+XXY(나)인 아이가 태어날 수 있다. 그러나 44+XXYY(다)인 아이는 B 시기에 염색체 비분리가 일어나 형성된 정자(22+YY)가 정상 난자와 수정될 경우에만 태어난다.

4 염색체 비분리와 사람의 유전

유전자 A*를 2개 가진 철수가 유전병이 있으므로 A*는 유전병 유전자이고, A는 정상 유전자이며, 유전자 A와 A*를 1개씩 가진 누나는 유전병이 없으므로 정상 유전자 A가 유전병 유전자 A*에 대해 우성이다. 또, 아버지와 형의 대립 유전자의 DNA 상대량이 누나의 절반이므로 남자에는 대립 유전자가 1개만 있고 여자에는 대립 유전자가 2개 있다. 따라서 유전자 A와 A*는 X 염색체 상에 존재한다.

ㄱ. 어머니는 철수와 형에게 각각 유전자 A*와 A를 물려주어야 하므로 유전병 유전자형이 X^{A*}X^{A*}이다.

바로알기 ㄴ. 유전병인 철수가 가진 2개의 X 염색체에는 모두 유전병 유전자가 있다(X^{A*}X^{A*}Y). 아버지는 유전병 유전자가 없으므로, 철수는 유전병 유전자가 있는 2개의 X 염색체를 모두 어머니로부터 물려받았고, 아버지로부터는 Y 염색체를 물려받았다. 따라서 성염색체의 비분리는 난자 형성 과정에서 일어났는데, 유전병 유전자가 없는 X 염색체(X^A)와 유전병 유전자가 있는 X 염색체(X^{A*})는 서로 분리되었고, 유전병 유전자가 있는 X 염색체(X^{A*})에서 염색 분체가 비분리되었으므로 염색체 비분리는 난자의 형성 과정 중 감수 2분열에서 일어났다.

5 염색체 비분리와 사람의 유전

ㄴ. 정상인 아버지는 적록 색맹 유전자를 가지고 있지 않으므로, A는 어머니로부터 적록 색맹 유전자를 물려받았다.

바로알기 ㄱ. 적록 색맹이며 터너 증후군인 딸 A는 색맹 유전자가 있는 X 염색체 1개만을 가진다. 따라서 A는 색맹 유전자가 있는 X 염색체를 보인자인 어머니(XX')로부터 물려받고 아버지로부터는 X 염색체를 물려받지 않았다. 즉, 성염색체 비분리는 아버지의 정자 형성 과정에서 일어났다.

ㄷ. 정자의 형성 과정에서 성염색체의 비분리가 일어나 아버지로부터는 X 염색체를 물려받지 않았으므로 A는 아버지로부터 22개의 염색체를 물려받았다.

6 염색체 비분리와 사람의 유전

부모는 모두 정상인데 철수는 적록 색맹이면서 클라인펠터 증후군(X^YY)이므로, 철수는 아버지로부터 Y 염색체 1개를, 어머니로부터 적록 색맹 유전자를 가진 X 염색체 2개를 물려받았다.

ㄱ. 철수가 적록 색맹 유전자를 가진 X 염색체를 2개 물려받으려면 정상인 어머니는 보인자(XX')이고 난자의 형성 과정 (나)에서 감수 2분열 중 적록 색맹 유전자가 있는 염색 분체가 비분리되어 적록 색맹 유전자가 있는 X 염색체를 2개 가진 난자(X'^YX') ④이 형성되어야 한다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 감수 1분열은 정상적으로 일어났으므로 ①과 ④는 각각 23개의 염색체를 가진다.

바로알기 ㄷ. ⑤의 성염색체가 Y이므로 (가)에서 감수 1분열은 정상적으로 일어났고, 감수 2분열에서 비분리가 일어났다. 따라서 ②과 ⑥ 중 하나는 X 염색체를 2개 가지고 다른 하나는 X 염색체를 가지지 않는다.

7 염색체 비분리와 사람의 유전

정상적으로 태어난 형에서는 유전병 ①이 나타나는데, 어머니에서는 유전병 ①이 나타나지 않으므로 어머니는 유전병 보인

자(AA*)이며 우성 유전자인 A는 정상 유전자이고, 열성 유전자인 A*는 유전병 ① 유전자이다.

ㄱ. 부모의 생식 세포 형성 시 성염색체 비분리가 1회씩 일어났는데 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이므로, 철수는 성염색체가 XY인 정자와 성염색체가 없는 난자가 수정되어 태어난 것이다. 철수는 유전병 ①을 나타내지 않고 적록 색맹이므로 유전자 A와 B*가 연관된 X 염색체를 가진다. 철수의 성염색체는 모두 아버지로부터 물려받은 것이므로 철수와 마찬가지로 아버지에서도 유전병 ①은 나타나지 않는다.

ㄴ. 성염색체가 XY인 정자가 만들어지려면 감수 1분열에서 비분리가 일어나야 한다.

바로알기 ㄴ. 형에서 유전병 ①은 나타나고 적록 색맹은 나타나지 않는다. 따라서 형은 A*와 B가 연관된 X 염색체를 갖고 있다. 형이 갖고 있는 X 염색체는 어머니로부터 전해진 것이므로, 어머니도 A*와 B가 연관된 X 염색체를 가지고 있다.

8 염색체 비분리와 사람의 유전

ㄱ. A는 어머니로부터 적록 색맹 유전자가 있는 X 염색체를 물려받으므로 아버지로부터 정상 유전자가 있는 X 염색체와 Y 염색체를 물려받아야 색맹이 아니면서 클라인펠터 증후군인 아들이 된다. A가 아버지로부터 X 염색체와 Y 염색체를 동시에 물려받으려면 아버지의 정자 형성 과정 중 감수 1분열 시 성염색체 비분리가 일어나야 한다.

ㄴ. B의 어머니는 B에게 적록 색맹 유전자를 물려주어야 한다.

바로알기 ㄴ. 터너 증후군인 B는 어머니로부터 적록 색맹 유전자가 있는 X 염색체 1개를 물려받고, 아버지로부터는 X 염색체를 물려받지 않았다. 따라서 성염색체 비분리는 B의 아버지의 정자 형성 과정에서 일어났다.

9 염색체 구조의 이상

ㄱ. 정자 ①에서는 'C-D-E'가 소실되었으므로 결실이, 정자 ②에서는 C와 E의 위치가 바뀌었으므로 역위가 일어났다.

바로알기 ㄴ. 정자 ①은 결실이 일어나 염색체 일부의 모양이 달라졌으므로 정상인과 핵형이 다르다.

ㄴ. 염색체 구조에 이상이 생긴 것이므로 정자 ②의 염색체 수는 정상 정자와 같이 23개이다.

10 염색체 구조의 이상

ㄱ. 백혈병 환자의 백혈구에는 염색체 구조 이상에 의한 돌연변이가 일어난 것이므로 이 환자의 염색체 수는 정상인과 같다.

ㄴ. 정원 세포의 염색체 구조는 정상이므로 이 환자의 백혈병은 부모로부터 물려받은 것이 아니며, 체세포 분열 과정에서 염색체 구조의 이상이 발생한 것이다.

바로알기 ㄴ. 이 환자의 백혈구에서는 9번 염색체와 22번 염색체 사이에서 전좌가 일어났다.

11 염색체 돌연변이

ㄱ. ①과 ②는 1개의 염색체를 구성하는 두 염색 분체이므로 (나)에서 정상적으로 체세포 분열이 진행되면 후기에 서로 분리되어 각각 서로 다른 딸세포로 들어간다.

바로알기 ㄴ. ③은 정상 염색 분체이고, ④과 붙어 있는 염색 분

체는 a가 중복된 상태이다.

ㄴ. (다)의 생식 세포에 들어 있는 두 염색체의 유전자 구성이 서로 다르므로 감수 1분열에서 상동 염색체가 비분리되어 생성된 것임을 알 수 있다. 감수 2분열에서 염색 분체가 비분리되면 유전자 구성이 같은 염색체가 2개 있는 생식 세포가 만들어진다.

12 염색체 구조의 이상과 사람의 유전

ㄴ. $AB \times OO \rightarrow AO, BO$

ㄴ. 부모 중 cis-AB형인 사람으로부터 유전자 A와 B가 함께 있는 염색체를 물려받고 O형인 사람으로부터 유전자 O가 있는 염색체를 물려받은 자녀는 cis-AB형이 된다. 또, cis-AB형과 O형인 사람으로부터 둘 다 유전자 O가 있는 염색체를 물려받은 자녀는 O형이 된다. $(cis-AB+O)O = Ocis-AB+OO$

바로알기 ㄱ. cis-AB형은 염색체 구조 이상(중복)에 해당한다.

13 염색체 구조의 이상과 사람의 유전

ㄴ. D에서는 녹색광 흡수 유전자가, E에서는 적색광 흡수 유전자가 떨어져 없어지는 결실이 일어났다.

ㄴ. A~C의 X 염색체에는 적색광 흡수 유전자와 녹색광 흡수 유전자가 모두 있으므로, 이를 물려받은 아들은 정상이 된다.

ㄴ. D와 E의 X 염색체에는 적색광 흡수 유전자와 녹색광 흡수 유전자 중 하나가 없으므로, 이를 물려받은 아들은 적록 색맹이 된다.

바로알기 ㄱ. B에서는 적색광 흡수 유전자 부분이, C에서는 녹색광 흡수 유전자 부분이 반복되는 중복이 일어났다.

14 페닐케톤뇨증

ㄱ, ㄴ, ㄴ. 유전자 이상으로 효소 A에 이상이 생기면 페닐알라닌이 타이로신으로 전환되지 못하므로 타이로신은 결핍되고 페닐알라닌이 축적된다. 따라서 환자에게 페닐알라닌의 공급량을 줄이고 타이로신을 적정량 공급하는 것이 좋다.

ㄴ. 축적된 페닐알라닌이 페닐케톤으로 전환되어 페닐케톤뇨증이 나타난다.

15 유전병의 진단

ㄴ. 결실이 일어나면 염색체의 모양이 달라지므로 핵형 분석을 통해 염색체의 결실을 확인할 수 있다.

ㄴ. 용모막 검사는 양수 검사보다 4~5주 앞서 실시한다. 또, 조직 시료를 채취하여 세포 수가 많아 세포 배양 없이 바로 핵형 분석을 실시하므로 양수 검사보다 결과를 더 빨리 알 수 있다.

바로알기 ㄱ. 핵형 분석은 염색체 수와 모양 및 크기 등을 확인하는 것으로 혈액형과 같은 유전 형질에 대해서는 알아낼 수 없다.

16 유전자 치료

ㄱ. 바이러스를 이용한 유전자 치료 결과 백혈병이 발생하는 등의 부작용이 나타날 수 있다.

ㄴ. 골수 세포는 체세포이므로 골수 세포에 주입된 정상 유전자는 자손에게 전해지지 않는다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 환자의 비정상 유전자가 정상 유전자로 바뀌는 것이 아니라 골수 세포가 원래 있던 비정상 유전자 외에 추가로 정상 유전자를 갖게 되는 것이다.

III

항상성과 건강

07 세포의 생명 활동과 에너지

수능 기본 다지기

본책 84~85쪽

S.T.E.P 1

1 (1) ㄷ, ㄹ, ㄴ (2) ㄱ, ㄴ, ㄴ, ㄴ 2 (1) ㉠ (2) X (3) X 3 ㉠ 4 (1)

㉠ 영양 과다, ㉡ 영양 부족 (2) 기초 대사량

S.T.E.P 2

5 ㉠ 6 ㉡ 7 ㉢ 8 ㉤ 9 ㉥ 10 ㉦

개념 확인 문제

S.T.E.P 1

1 동화 작용은 작은 분자를 큰 분자로 합성하는 반응으로, 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다. 이화 작용은 큰 분자를 작은 분자로 분해하는 반응으로, 반응이 일어날 때 에너지가 방출되는 발열 반응이다. 동화 작용과 이화 작용의 대표적인 예로는 각각 광합성과 세포 호흡이 있다.

2 **바로알기** (2) 세포 호흡을 통해 포도당에 저장된 에너지의 일부(약 40%)가 ATP에 저장되고 나머지(약 60%)는 열로 방출된다.

(3) O_2 는 세포 호흡이 일어나기 위해 필요한 물질이다. 세포 호흡 결과 생성되는 물질은 CO_2 와 H_2O 이다.

3 ATP의 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출된다.

4 (2) 우리는 아무 일을 하지 않고 가만히 있어도 숨을 쉬고 혈액은 순환하며, 체온 조절과 물질 생산 등 생명을 유지하는 활동이 일어나는데, 이에 필요한 최소한의 에너지량을 기초 대사량이라고 한다.

수능 기본 문제

S.T.E.P 2

5 광합성과 세포 호흡의 비교

(가)는 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하는 광합성으로, 엽록체에서 일어난다. (나)는 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하는 세포 호흡으로, 주로 미토콘드리아에서 일어난다.

ㄱ. 광합성은 동화 작용, 세포 호흡은 이화 작용이다.

ㄷ. 엽록체와 미토콘드리아가 모두 있는 식물 세포에서는 (가)와

(나) 과정이 함께 일어날 수 있다. 그러나 미토콘드리아는 있지만 엽록체는 없는 동물 세포에서는 (나) 과정만 일어난다.

바로알기 ㄴ. 포도당의 에너지 중 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

6 세포 호흡

ㄱ. 세포 호흡은 산소를 이용하여 유기물인 영양소를 분해하는 과정으로, 주로 미토콘드리아에서 일어난다.

ㄴ. 물질을 분해하는 과정인 세포 호흡은 이화 작용에 해당하며, 반응이 일어날 때 에너지가 방출된다.

ㄷ. 물질 ㉠이 산화된 결과 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성되었으므로, 물질 ㉠의 구성 원소에는 탄소(C)와 수소(H)가 있다는 것을 알 수 있다.

7 세포 호흡과 에너지 전환

ㄴ. 세포 호흡으로 방출된 에너지에 의해 ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP가 생성된다.

바로알기 ㄱ, ㄷ. ㉠은 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 과정으로, 이 과정에서 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출된다. 즉, ATP는 ADP보다 많은 에너지를 포함하고 있다.

8 효모의 발효에 의한 이산화 탄소의 발생

효모는 산소가 없을 때 포도당을 알코올로 분해하며(알코올 발효), 이 과정에서 이산화 탄소가 발생한다.

ㄴ. 당 함량이 높은 음료수일수록 효모의 발효가 활발하게 일어나 CO_2 발생량이 많다.

ㄷ. KOH는 CO_2 를 흡수한다. 발효관에서 용액의 일부를 덜어낸 후 KOH 용액을 넣으면 CO_2 가 KOH 용액에 흡수되어 맹관부에 모인 기체의 부피가 감소한다.

바로알기 ㄱ. 효모의 발효가 일어나면 CO_2 가 발생하여 맹관부에 모인 기체의 부피가 증가한다.

9 연소와 세포 호흡의 비교

ㄷ. 연소(가)와 세포 호흡(나)은 모두 O_2 를 이용하여 포도당을 산화시키는 과정이다. 즉, (가)와 (나) 과정에서는 모두 O_2 가 필요하다.

바로알기 ㄱ. 연소(가) 과정에는 효소가 관여하지 않으며, 반응이 순간적으로 일어나 한꺼번에 에너지가 방출된다.

ㄴ. 세포 호흡(나)에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

10 에너지 대사의 균형

ㄱ. 에너지가 많이 필요한 활동을 하면 그만큼 빨리 에너지를 소비하게 된다. 활동 A는 활동 B에 비해 같은 음식물에 포함된 에너지를 모두 소모하는 데 걸리는 시간이 긴 것으로 보아 에너지 소비량이 적은 활동임을 알 수 있다.

바로알기 ㄴ. 같은 활동을 할 때 음식물의 에너지를 모두 소모하는 데 걸리는 시간이 길수록 음식물에 포함된 열량이 많은 것이므로, 음식물의 열량은 (가) < (나) < (다) < (라)이다. 따라서 비만을 예방하는 데 가장 효과적인 음식물은 열량이 가장 낮은 (가)이다.

ㄷ. 에너지 대사 균형은 섭취한 에너지와 소비한 에너지 사이의 균형을 의미한다. (나)는 (다)보다 열량이 낮으므로 (나)를 먹으면 (다)를 먹었을 때보다 더 적게 활동해도 음식물로 섭취한 에너지를 모두 소비할 수 있다.

수능 유형 분석하기

본책 86쪽

1 ④ 2 ④

1 세포 호흡과 에너지 전환

(가) 세포 호흡은 산소를 이용해 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해하여 에너지를 얻는 과정이다.

(나) ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해될 때(㉔) 방출되는 에너지가 생명 활동에 쓰이며, ADP는 세포 호흡 과정에서 방출되는 에너지에 의해 ATP로 다시 합성된다.

ㄱ. ㉔는 세포 호흡 과정에 필요한 O_2 이다. 세포 호흡 결과 방출되는 ㉔는 CO_2 이다.

ㄷ. 미토콘드리아에서는 세포 호흡 과정에서 방출되는 에너지를 이용하여 ATP를 합성하는 ㉔ 반응이 일어난다.

바로알기 나. 세포 호흡 과정에서 포도당의 에너지 중 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

2 세포 호흡과 에너지 전환

ㄱ. 세포 호흡 시 포도당은 산소와 반응하여 물(H_2O)과 이산화 탄소(CO_2)로 분해된다. 따라서 최종 분해 산물인 ㉔는 이산화 탄소(CO_2)이다.

나. 근육 운동에 직접 이용되는 에너지는 ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 방출되는 에너지이다. 즉, ATP에 저장된 에너지가 근육 운동에 사용된다.

바로알기 ㄷ. 세포 호흡 시 생성된 에너지의 약 40%는 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

수능 실력 굳히기

본책 87~89쪽

1 ② 2 ④ 3 ② 4 ⑤ 5 ① 6 ③ 7 ⑤ 8 ⑤
9 ④ 10 ① 11 ⑤ 12 ④

1 광합성과 세포 호흡

ㄱ. ㉔는 엽록체에서 일어나는 광합성으로, 동화 작용이다. 동화 작용이 일어날 때는 에너지가 흡수되므로 생성물이 반응물보다 에너지를 더 많이 포함한다. 즉, 동화 작용에서는 (나)와 같은 에너지 변화가 나타난다.

나. ㉔는 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡으로, 이때 포도

당의 화학 에너지 중 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

바로알기 ㄷ. 엽록체와 미토콘드리아를 모두 가지고 있는 식물 세포에서는 ㉔과 ㉔이 모두 일어날 수 있다.

2 광합성과 세포 호흡 및 세포 소기관

A는 미토콘드리아, B는 골지체, C는 엽록체이다. (가)는 포도당을 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)로 분해하는 세포 호흡 과정이고, (나)는 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)로부터 포도당을 합성하는 광합성 과정이다.

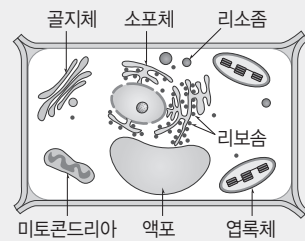
ㄱ. 미토콘드리아(A)에서는 세포 호흡이 일어나 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 방출한다.

ㄷ. 동화 작용인 광합성(나)은 엽록체(C)에서 빛에너지를 흡수하여 일어난다.

바로알기 나. 세포 호흡(가)은 이화 작용에 해당하며, 주로 미토콘드리아(A)에서 일어난다.

더 알아보기

세포의 구조와 기능



- 미토콘드리아 : 세포 호흡이 일어나는 장소로, 유기물을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 생산한다.
- 엽록체 : 광합성이 일어나는 장소로, 빛에너지를 흡수하여 포도당과 같은 유기물을 합성한다.
- 리보솜 : 단백질이 합성되는 장소이다.
- 소포체 : 리보솜에서 합성된 단백질을 골지체나 세포의 다른 부위로 운반한다.
- 골지체 : 소포체를 통해 전달된 단백질, 지질 등을 저장하였다가 막으로 써서 분비한다.
- 리소좀 : 여러 가지 가수 분해 효소가 들어 있어 세포 내 소화를 담당한다.
- 액포 : 물, 양분, 색소, 노폐물 등을 저장하며, 늙은 식물 세포일수록 발달한다.

3 물질대사와 에너지 출입

ㄱ. (가)는 음식물 속의 고분자 물질을 간단한 화합물로 분해하는 소화 작용이고, (나)는 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡 과정으로, (가)와 (나) 모두 이화 작용이다. (다)는 간단한 화합물로부터 세포를 구성하는 고분자 물질을 만드는 동화 작용이다.

나. ㉔는 에너지 저장 물질인 ATP이며, ADP와 무기 인산이 결합하여 만들어진다.

바로알기 ㄷ. (나)의 세포 호흡 과정에서 간단한 화합물에 저장된 에너지의 일부는 열로 방출되지만, 일부는 ATP(㉔)에 저장된다.

4 단백질의 분해와 합성

ㄱ. 과정 ①은 아미노산이 세포 호흡에 의해 분해되는 이화 작용이다. 아미노산은 구성 원소로 질소(N)를 포함하므로 세포 호흡에 이용되면 질소 노폐물이 생긴다.

ㄴ. 과정 ①은 에너지를 방출하는 이화 작용으로, 생성물보다 반응물이 더 많은 에너지를 포함하고 있다.

ㄷ. 과정 ②은 아미노산을 펩타이드 결합으로 연결하여 효소를 합성하는 과정으로, 이때 ATP에 저장된 에너지를 이용하여 효소를 합성한다.

5 세포 호흡과 에너지 전환

①은 세포 호흡 결과 발생하는 CO_2 이고, (가)는 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지를 ATP의 화학 에너지로 저장하는 과정, (나)는 ATP의 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출되는 과정이다. (나) 과정에서 방출되는 에너지는 다양한 생명 활동에 쓰인다.

ㄱ. 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어날 때 방출되는 에너지에 의해 ATP가 합성된다(가).

바로알기 ㄴ. 세포 호흡 시 포도당에서 방출된 에너지 중 일부만 ATP에 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

ㄷ. 폐포와 모세 혈관 사이의 기체 교환은 기체의 분압 차에 따른 확산에 의해 일어나므로 에너지가 필요하지 않다. CO_2 (㉓)는 분압이 높은 모세 혈관에서 분압이 낮은 폐포로 확산된다.

6 세포 호흡과 에너지 전환

(가) 포도당이 산소에 의해 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출되는 세포 호흡 과정이다.

(나) ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되면서 에너지가 방출되는 과정이다.

ㄱ. 체내에서 일어나는 물질대사인 세포 호흡(가)은 여러 가지 효소에 의해 단계적으로 진행된다.

ㄴ. (가)에서 포도당의 화학 에너지 중 일부는 ATP의 화학 에너지로 저장되고, 나머지는 열로 방출된다.

바로알기 ㄷ. (나)는 ATP의 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출되는 과정이다.

7 물질대사와 에너지 전환

ㄱ. A는 포도당을 글리코젠으로 합성하는 동화 작용이다. 동화 작용이 일어날 때는 에너지가 흡수된다.

ㄴ. B는 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 세포 호흡이다. 세포 호흡이 일어날 때 방출되는 에너지에 의해 ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP로 합성되는 ㉓ 반응이 일어난다.

ㄷ. 물질 합성에 필요한 에너지는 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 ㉓ 반응을 통해 공급된다.

8 세포 호흡과 에너지 전환

세포 호흡(가) 과정에서 생성된 에너지에 의해 ㉓과 무기 인산이 결합하여 ㉓이 되므로 ㉓은 ADP, ㉓은 ATP이다.

ㄱ. ADP(㉓)는 고에너지 인산 결합을 1개 가지고 있고, ATP(㉓)는 고에너지 인산 결합을 2개 가지고 있다.

ㄴ. (가)는 세포 호흡 과정이며, 이 과정에서 생성된 이산화 탄소는 혈액에 의해 폐로 운반되어 날숨을 통해 배출된다.

ㄷ. ATP(㉓)에 저장된 화학 에너지는 ATP의 고에너지 인산 결합이 끊어져 ADP와 무기 인산으로 분해될 때 방출되며, 이는 근육 수축, 체온 유지, 물질 합성, 물질 운반 등 다양한 생명 활동에 이용되어 근육 운동, 발열, 정신 활동, 성장 등이 일어나게 한다. 일부 생물에서는 ATP가 발광, 발전 등에 이용된다.

9 세포 호흡과 에너지 전환

①은 세포 호흡에 필요한 O_2 이고, ②은 세포 호흡 결과 생성되는 CO_2 이다.

ㄱ. 적혈구는 O_2 를 운반하는 작용을 한다.

ㄷ. (가)는 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 과정이며, 이 과정에서 ATP의 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출된다.

바로알기 ㄴ. 포도당은 탄소(C), 산소(O), 수소(H)로 구성되어 있어 세포 호흡에 의해 분해되면 CO_2 (㉓)과 H_2O 이 생성된다. 즉, 포도당이 분해될 때 질소 노폐물은 생성되지 않는다. 질소 노폐물은 단백질이 세포 호흡에 이용될 때 생성된다.

10 세포 호흡과 연소의 비교

(가)는 반응이 단계적으로 진행되는 세포 호흡이고, (나)는 반응이 한 번에 진행되는 연소이다.

ㄱ. 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 화학 반응이다.

바로알기 ㄴ. 포도당의 연소(나)는 400°C 이상의 높은 온도에서 일어나고, 세포 호흡(가)은 효소의 촉매 작용으로 체온 정도의 낮은 온도에서 일어난다.

ㄷ. 1분자의 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 총량은 (가)와 (나)에서 같다.

11 산소 호흡과 무산소 호흡의 비교

(가) 산소를 이용하여 포도당을 이산화 탄소와 물로 완전히 분해하는 산소 호흡이다.

(나) 산소가 없을 때 포도당을 젖산으로 불완전하게 분해하는 무산소 호흡이다.

ㄱ. 산소 호흡(가)에는 산소가 이용되고, 무산소 호흡(나)에는 산소가 이용되지 않는다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부가 ATP에 저장된다. 따라서 반응물과 생성물의 에너지 차이가 큰 (가)가 (나)보다 ATP 생성량이 많다.

바로알기 ㄴ. (나)는 산소가 없을 때 유기물을 중간 산물로 불완전하게 분해하여 에너지를 얻는 과정이다.

12 에너지 섭취량과 기초 대사량

ㄴ. 철수가 하루에 단백질과 지방으로부터 얻는 에너지량은 각각 360 kcal이다.

단백질 : $90 \times 4 = 360(\text{kcal})$, 지방 : $40 \times 9 = 360(\text{kcal})$

ㄷ. 영희가 하루에 탄수화물로부터 얻는 에너지량은 $400 \times 4 = 1600(\text{kcal})$ 이므로 1일 에너지 권장량인 2000 kcal의 80%에 이른다.

바로알기 ㄱ. 기초 대사량은 일반적으로 모든 연령대에서 남자가 여자보다 높다.

08 소화, 순환, 호흡, 배설 그리고 에너지

수능 기부 다지기

본책 93~95쪽

STEP 1

1 (1) × (2) ○ (3) × 2 (1) B (2) A (3) A 3 A : 아산화 탄소
B : 물, C : 요소 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 5 (1) ㉠ 분열, ㉡ 확
산 (2) O₂ : A, CO₂ : B 6 (1) B (2) C (3) ㉡-㉢-㉠-㉡-㉠-
㉢ 7 (1) ㉡ 산소 (㉢) 포도당 (2) 아산화 탄소

STEP 2

8 ④ 9 ④ 10 ① 11 ④ 12 ④ 13 ④ 14 ②
15 ②

개념 확인 문제

S · T · E · P

1 (2) 라이페이스는 이자에서 생성되어 십이지장(소장)으로 분비된다. 따라서 소장에서 라이페이스에 의해 지방이 지방산과 모노글리세리드로 분해된다.

바로알기 (1) 단백질은 위에서 펩신에 의해 폴리펩타이드로 분해된 후 소장에서 트립신과 펩티데이스에 의해 아미노산으로 최종 분해된다.

(3) 쓸개즙은 소화 효소가 없는 소화액으로, 큰 지방 덩어리를 작은 지방 입자로 유화시키는 작용을 한다.

2 A는 수용성 영양소가 흡수되는 모세 혈관이고, B는 지용성 영양소가 흡수되는 압축관이다.

(3) 암죽관(B)으로 흡수된 영양소는 간을 거치지 않고 심장으로 이동한다.

3 A는 3대 영양소의 분해 결과 공통적으로 생기며, 폐를 통해 날숨으로 배출되므로 이산화 탄소이다. B는 3대 영양소의 분해 결과 공통적으로 생기며, 날숨과 오줌으로 배출되므로 물이다. C는 단백질의 분해 결과 생긴 질소 노폐물인 암모니아가 간에서 전환된 것으로 요소이다.

4 (2) 혈액 속의 성분 중 분자의 크기가 큰 단백질이나 혈구 등은 사구체에서 보먼주머니로 여과되지 않는다.

바로알기 (3) 건강한 사람의 오줌에서 포도당이 검출되지 않는 이유는 포도당이 여과되기는 하지만 세뇨관에서 모세 혈관으로 모두 재흡수되기 때문이다.

(4) 요소는 여과된 후 세노관을 거치는 동안 확산에 의해 일부 재흡수되는데 물보다 재흡수율이 낮아 원뇨에 비해 오줌에서 농도가 훨씬 높아진다.

6 (가)는 온몸의 조직 세포에 산소와 영양소를 공급하고 이산화 탄소와 노폐물을 받아오는 체순환이며, 이 과정에서 산소가 풍부한 동맥혈이 산소가 적은 정맥혈로 된다.

(나)는 폐에서 산소를 공급받고 이산화 탄소를 내보낸 후 돌아오는 폐순환이며, 이 과정에서 산소가 적은 정맥혈이 산소가 풍부한 동맥혈로 된다.

수능 기본 문제

S.T.E.P

8 녹말의 소화

7. 입에서는 저작 운동에 의해 녹말 덩어리가 잘게 쪼개지는
(가) 과정과 침의 아밀레이스에 의해 녹말이 엿당으로 분해되는
(나) 과정이 모두 일어난다.

나. (나)는 녹말이 엿당으로 분해되는 과정으로, 녹말 소화 효소인 아밀레이스가 필요하다.

바로알기 **㉔. 녹말은 아밀레이스에 의해 엿당(이당류)으로 분해**
 된 후 말테이스에 의해 포도당(단당류)으로 최종 분해되어야 소
 장 융털의 모세 혈관으로 흡수될 수 있다.

9 3대 영양소의 특징과 소화

7. A는 유기 용매에 녹는 중성 지방이다. 중성 지방은 이자에서 분비되는 라이페이스에 의해 지방산과 모노글리세리드로 소화된다.

나. 효소와 항체의 주성분은 단백질(B)이다. 단백질은 아미노산으로 최종 분해된 후 흡수된다.

바로알기 ㉔. 단당류는 탄수화물(C)의 구성 단위이다. 위에서 분비되는 펩신은 단백질 소화 효소이므로 탄수화물에는 작용하지 않는다.

10 영양소의 소화와 흡수 및 이동 경로

7. A는 아미노산이 2개 또는 3개가 결합된 다이펩타이드와 트라이펩타이드로, 소장에서 최종 소화 산물인 아미노산으로 소화되어 용질의 모세 혈관으로 흡수된 후 간문맥(가)을 통해 이동한다.

바로알기 L. B는 지방으로, 쓸개즙에 의해 유화된 후 이자액에 포함된 라이페이스에 의해 소화된다. 지방의 소화 산물은 용질의 상피 세포에서 다시 지방으로 합성되어 암죽관으로 흡수된 후 가슴 림프관(나)을 통해 이동한다.

ㄷ. A는 수용성 영양소, B는 지용성 영양소이다.

11 세포 호흡과 노폐물의 생성

7. 단백질을 분해하는 과정에서 생기는 질소 노폐물 X는 암모니아이다.

ㄷ. 지방이 체내로 흡수되어 세포 호흡에 이용되기 위해서는 이
자핵 속의 라이페이스에 의해 지방산과 모노글리세리드로 분해
되어야 한다.

바로알기 나. 독성이 강한 암모니아는 간(가)에서 요소로 전환된 후 혈액에 의해 콩팥으로 운반되어 오줌으로 배설된다.

12 폐와 조직에서의 기체 교환

7. (가)에서 혈액이 폐포의 모세 혈관을 지나는 동안 혈액의 산소 분압은 높아지고 이산화 탄소 분압은 낮아진다. 이는 산소가

폐포에서 모세 혈관으로, 이산화 탄소가 모세 혈관에서 폐포로 이동하였기 때문이다.

ㄷ. (나)는 조직 세포와 모세 혈관 사이의 기체 교환으로, 기체의 분압 차에 따라 산소가 모세 혈관에서 조직 세포로, 이산화 탄소가 조직 세포에서 모세 혈관으로 확산된다. 이산화 탄소는 혈액을 통해 폐로 운반된 후 몸 밖으로 배출된다.

바로알기 ㄴ. 폐와 조직에서 일어나는 산소와 이산화 탄소의 이동은 각 기체의 분압 차이에 따른 확산에 의해 일어나므로 ATP를 소모하지 않는다.

13 혈액의 구성과 기능

ㄱ. 혈장에 비해 혈액의 산소 함유량이 매우 높은 것은 적혈구(㉠)에 산소와 결합하는 헤모글로빈이 있기 때문이다.

ㄷ. 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소는 대부분 혈장(㉡)에 의해 운반되며, 일부는 적혈구(㉠)의 헤모글로빈과 결합하여 운반된다.

바로알기 ㄴ. 백혈구(㉢)는 식균 작용을 하여 몸을 방어하는 역할을 한다. 이산화 탄소의 운반은 혈장과 적혈구에 의해 이루어진다.

14 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

(가)는 폐, 기관 등으로 구성된 호흡계, (나)는 입, 위, 소장 등으로 구성된 소화계, (다)는 심장, 혈관 등으로 구성된 순환계, (라)는 콩팥, 방광 등으로 구성된 배설계이다.

ㄴ. 세포에서 생성된 CO_2 는 순환계(다)에 의해 호흡계(가)로 운반되어 배출된다.

바로알기 ㄱ. 세포 호흡의 에너지원인 3대 영양소는 소화계(나)를 통해 흡수된다.

ㄷ. 소화계(나)에서 흡수되지 않은 물질은 대장에서 대변이 되어 항문을 통해 배출된다. 배설계(라)를 통해서도 물질대사 결과 생긴 노폐물이 배설된다.

15 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

ㄷ. ㉡은 이산화 탄소가, 세포 호흡에 의해 생성되어 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다. 따라서 세포 호흡이 활발하게 일어날수록 생성되는 이산화 탄소의 양이 증가하여 호흡계로 운반되는 양이 증가한다.

바로알기 ㄱ. 호흡계를 통해 흡수되어 조직 세포로 공급되는 ㉠은 산소이다.

ㄴ. 소화계를 통해 흡수되어 조직 세포로 공급되는 ㉢은 포도당이다. 포도당은 혈장에 의해 운반된다.

수능 유형 분석하기

본책 96~97쪽

1 ③ 2 ④ 3 ③ 4 ⑤

1 단백질의 소화와 흡수

(나)에서 A는 암죽관, B는 모세 혈관이다.

ㄷ. 수용성 영양소인 아미노산은 모세 혈관(B)으로 흡수된다.

바로알기 ㄱ. ㉠은 펩신으로, 위에서 분비되어 단백질을 폴리펩타이드로 분해하는 소화 효소이다.

ㄴ. ㉢은 폴리펩타이드를 아미노산으로 분해하는 데 관여하는 소화 효소이므로 트립신이나 펩티데이스에 해당한다.

2 조직에서의 기체 교환

ㄱ. 모세 혈관 속 혈액에서 조직 세포로 산소가 공급되고 조직 세포에서 모세 혈관으로 이산화 탄소가 이동하므로, 혈액이 ㉠ → ㉡으로 흐를 때 산소 분압은 낮아지고 이산화 탄소 분압은 높아진다. 따라서 A는 이산화 탄소, B는 산소이다.

ㄴ. 폐에서 기체 교환이 일어나면 혈액 속 산소(B) 분압이 높아진다. 즉, 산소(B) 분압은 폐로 들어가는 폐동맥보다 폐에서 나오는 폐정맥에서 높다.

바로알기 ㄷ. 세포 호흡이 활발하게 일어나면 조직 세포에서 발생하는 이산화 탄소(A)의 양이 증가한다.

3 혈액 순환 경로와 혈관의 특징

A는 폐동맥, B는 폐정맥, C는 간정맥, D는 간문맥, E는 콩팥정맥, F는 콩팥동맥이다.

ㄱ. 폐의 모세 혈관을 지나면서 CO_2 를 내보내고 O_2 를 공급받으므로 O_2 분압은 폐정맥(B)이 폐동맥(A)보다 높다.

ㄴ. 식사 후 포도당이 다량 흡수되면 간에서 포도당의 일부가 글리코젠으로 전환되어 저장되므로, 식사 후 혈당량은 간문맥(D)이 간정맥(C)보다 높다.

바로알기 ㄷ. 콩팥에서 요소가 걸러져 오줌으로 배설되므로 요소 농도는 콩팥 동맥(F)이 콩팥 정맥(E)보다 높다.

4 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

(가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 배설계이다.

ㄱ. 소화계(가)에서는 영양소의 소화와 흡수가 일어난다.

ㄴ. 호흡계(나)에서 O_2 의 흡수와 CO_2 의 배출이 일어난다.

ㄷ. 각 기관계를 구성하는 다양한 세포에서는 단백질 합성과 같은 동화 작용이나 세포 호흡과 같은 이화 작용, 즉 물질대사가 일어난다.

수능 실력 굳히기

본책 98~101쪽

1 ⑤ 2 ④ 3 ④ 4 ④ 5 ③ 6 ④ 7 ④ 8 ⑤
9 ② 10 ④ 11 ⑤ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ⑤ 15 ⑤
16 ③

1 3대 영양소의 특징과 소화

① B는 펩신과 트립신의 작용을 받으므로 단백질이고, C는 소화액에 의해 유화되는 과정을 거치므로 지방이다. 따라서 단위체(포도당)가 결합하여 만들어진 A는 녹말이다.

② D는 단백질의 구성 단위인 아미노산이다.

③ 지방(C)은 물에 녹지 않고 유기 용매에 녹는다.

④ ㉠은 엿당을 포도당으로 분해하는 말테이스이며, 소장에서 작용한다.

바로알기 ⑤ ㉡은 지방을 유화시키는 쓸개즙이다. 라이페이스는 지방을 지방산과 모노글리세리드로 분해한다.

2 소화액의 작용

A는 간에서 생성되어 쓸개에 저장되므로 쓸개즙, B는 위에서 생성되므로 위액, C는 이자에서 생성되므로 이자액이다.

④ 이자액(C)이 분비되지 않으면 지방의 소화 효소인 라이페이스가 분비되지 않는다. 따라서 소장에서 지방의 분해가 일어나지 못해 지방산 생성량이 감소하게 된다.

바로알기 ① 쓸개즙(A)은 소화 효소가 없고, 지방을 유화시켜 지방의 소화를 돕는 작용을 한다.

② 위액(B)에 포함된 단백질 소화 효소는 펩신이다.

③ 단백질은 펩신에 의해 폴리펩타이드(㉢)로 분해된 후 소장에서 트립신과 펩티데이스에 의해 아미노산으로 최종 분해되어야 용털의 모세 혈관으로 흡수될 수 있다. 즉, 폴리펩타이드(㉢) 상태로는 소장에서 흡수되지 못한다.

⑤ 이자액(C)에는 아밀레이스, 트립신, 라이페이스가 있다. 아밀레이스는 녹말을, 트립신은 단백질을 중간 단계까지만 분해한다.

3 영양소의 소화와 흡수 및 이동 경로

펩신과 트립신의 작용을 받는 B는 단백질이고, 한 가지 소화 효소에 의해 최종 소화 산물로 분해되는 C는 지방이다. A는 녹말이다. (가)는 수용성 영양소인 포도당(A의 최종 소화 산물)과 아미노산(B의 최종 소화 산물)이 흡수되는 용털의 모세 혈관이고, (나)는 지용성 영양소인 지방(C)이 흡수되는 용털의 암죽관이다.

ㄴ. (가)는 용털의 모세 혈관이다.

ㄷ. 지방(C)은 소장에서 라이페이스(㉣)에 의해 지방산과 모노글리세리드로 분해되어 용털 상피 세포로 흡수된 뒤 다시 지방으로 재합성되어 암죽관(나)으로 흡수된다.

바로알기 ㉠. ㉠은 이당류인 엿당을 포도당으로 분해하는 말테이스로, 소장에서 분비된다. ㉡은 지방을 지방산과 모노글리세리드로 분해하는 라이페이스로, 이자에서 분비된다.

4 영양소의 이동 경로

단백질의 구성 단위인 (가)는 아미노산이다. 엿당은 2분자의 포도당이 결합된 것이므로 (다)는 포도당이다.

① 아미노산(가)과 포도당(다)은 수용성 영양소이므로 용털의 모세 혈관으로 흡수되어 간문맥(B)을 통해 이동한다.

② 지용성 비타민(나)은 용털의 암죽관으로 흡수되어 가슴 림프관(C)을 통해 이동한다.

③ 수용성 영양소 (가)와 (다)의 이동 경로는 용털의 모세 혈관 → 간문맥 → 간 → 간정맥 → 하대정맥 → 심장이고, 지용성 영양소 (나)의 이동 경로는 용털의 암죽관 → 가슴 림프관 → 릫장 밑 정맥 → 상대정맥 → 심장이다. 즉, 지용성 영양소도 정맥에서 혈액에 합류되므로 수용성 영양소뿐만 아니라 지용성 영양소를 심장으로 운반하는 데에도 혈액이 관여한다.

⑤ 녹말 섭취량이 많으면 분해 산물인 포도당의 양도 많아진다. 따라서 많은 양의 포도당이 소장에서 흡수되므로 간문맥(B)의

혈중 포도당(다) 농도가 높아진다.

바로알기 ④ 식사 후 혈중 포도당(다)의 농도는 간문맥(B)이 간정맥(A)보다 높다. 이것은 혈당량이 높을 때 간에서 포도당을 글리코젠으로 전환하여 간에 저장하기 때문이다.

5 노폐물의 생성과 배설

3대 영양소가 분해될 때 공통적으로 생성되며 폐에서 날숨을 통해 배출되는 A는 이산화 탄소이고, 날숨과 오줌에 섞여 몸 밖으로 나가는 B는 물이다. 단백질이 분해될 때만 생성되는 암모니아를 요소(C)로 전환하는 기관은 간이다. 쓸개즙은 간에서 생성되어 쓸개에 저장되었다가 십이지장으로 분비된다.

ㄷ. 암모니아를 요소(C)로 전환하는 기관은 간이다. 쓸개즙은 간에서 생성되어 쓸개에 저장되었다가 십이지장으로 분비된다.

바로알기 ㉠. A는 이산화 탄소이다.

ㄴ. CO₂와 H₂O에는 질소(N)가 포함되어 있지 않다.

6 오줌 생성 과정

A는 사구체에서 보먼주머니로의 여과, B는 세뇨관에서 모세 혈관으로의 재흡수, C는 모세 혈관에서 세뇨관으로의 분비를 나타낸다.

ㄴ. 콩팥 기능이 정상인 경우 오줌에는 포도당이 들어 있지 않은데, 그 이유는 여과(A)된 포도당이 모두 재흡수(B)되기 때문이다. 따라서 $\frac{B \text{를 통한 포도당 이동량}}{A \text{를 통한 포도당 이동량}} = 1$ 이다.

ㄷ. 크레아틴은 분비(C)되는 물질이다.

바로알기 ㉠. 사구체에서는 압력차에 의해 혈장 성분 중 일부가 보먼주머니로 이동한다. 그러나 정상인의 경우 분자의 크기가 큰 단백질은 여과(A)되지 않으므로 보먼주머니의 원뇨에서 발견되지 않는다.

7 네프론에서의 물질 이동 방식

A는 여과된 후 모두 배설되는 물질의 이동 방식이고, B는 여과된 후 일부가 재흡수되는 물질의 이동 방식이다. C는 여과된 후 100% 재흡수되는 물질의 이동 방식이다.

㉠. A는 여과된 후 재흡수나 분비가 일어나지 않고 그대로 배설된다. 따라서 여과량과 배설량이 같다.

ㄷ. C는 여과된 후 세뇨관을 지나는 동안 모세 혈관으로 모두 재흡수되므로 오줌에서 검출되지 않는다.

바로알기 ㄴ. 건강한 사람은 여과된 포도당이 모두 재흡수되므로 오줌에서 포도당이 검출되지 않는다. 즉, 포도당은 C와 같은 방식으로 이동한다.

8 폐에서의 기체 교환

㉠. A는 폐로 들어오는 혈액이 흐르므로 폐동맥과 연결되고, B는 폐에서 나가는 혈액이 흐르므로 폐정맥과 연결된다.

ㄴ. 혈액이 A에서 B로 이동하는 동안 혈액의 O₂ 분압은 높아지고 CO₂ 분압은 낮아졌다. O₂ 분압이 높아진 것은 폐포에서 모세 혈관으로 산소가 확산되었기 때문이다.

ㄷ. 혈액이 A에서 B로 이동하는 동안 O₂ 분압은 60 mmHg (40 mmHg → 100 mmHg)만큼 변하였고, CO₂ 분압은 10 mmHg (50 mmHg → 40 mmHg)만큼 변하였다. 즉, 혈액이 폐포의 모세 혈관을 지날 때 나타나는 기체 분압의 변화는 O₂가 CO₂보다 크다.

9 조직에서의 기체 교환

모세 혈관 속 혈액에서 조직 세포로 산소가 공급되고 조직 세포에서 혈액으로 이산화 탄소가 이동하므로 모세 혈관 속 혈액은 조직 세포와 기체 교환을 한 후 산소 분압이 낮아지고 이산화 탄소 분압은 높아진다.

ㄴ. B는 조직 세포에서 모세 혈관으로 확산되는 기체이므로 CO_2 이다. CO_2 는 주로 혈장에 의해 운반되고, 일부가 적혈구에 의해 운반된다.

바로알기 ㄱ. A는 모세 혈관에서 조직 세포로 확산되는 기체이므로 O_2 이다.

ㄷ. O_2 분압은 ㉠보다 ㉡에서 더 높고, CO_2 분압은 ㉡보다 ㉠에서 더 높은 것으로 보아 혈액은 ㉡ → ㉠으로 흐른다.

10 혈액 순환 경로와 물질의 이동

폐로 들어가는 혈관 A는 폐동맥, 폐에서 나오는 혈관 B는 폐정맥이다. 콩팥에서 나오는 혈관 C는 콩팥 정맥, 콩팥으로 들어가는 혈관 D는 콩팥 동맥이다. 쓸개즙을 생성하는 기관 (가)는 간이고, 네프론에서 여과, 재흡수, 분비가 일어나 오줌을 생성하는 기관 (나)는 콩팥이다.

ㄱ. 혈당량이 높을 때 간(가)에서 포도당이 글리코젠으로 전환되어 저장되는 과정이 촉진된다.

ㄴ. 배설계는 콩팥(나), 방광 등으로 구성된다.

ㄷ. 폐에서는 O_2 가 분압이 높은 폐포에서 분압이 낮은 모세 혈관으로 이동하고, CO_2 가 분압이 높은 모세 혈관에서 분압이 낮은 폐포로 이동한다. 즉, 폐에서 기체 교환이 일어나면 혈액의 O_2 분압이 높아지고, CO_2 분압은 낮아진다. 따라서 폐로 들어가는 혈관 A(폐동맥)보다 폐에서 나오는 혈관 B(폐정맥)에서 혈액의 CO_2 분압이 낮다.

바로알기 ㄴ. 콩팥에서는 요소와 같은 질소 노폐물이 걸러져 오줌이 생성된다. 따라서 콩팥으로 들어가는 혈관 D(콩팥 동맥)가 콩팥에서 나오는 혈관 C(콩팥 정맥)의 혈액보다 요소의 농도가 높다.

11 순환계의 기능

산소와 이산화 탄소, 영양소와 노폐물을 운반하는 기관계 A는 순환계이다.

ㄱ. 심장은 순환계(A)에 속한다.

ㄴ. 순환계(A)는 여러 기관계와 조직 세포 사이의 물질 운반을 담당한다.

ㄷ. 순환계(A)는 여러 기관계를 연결하여 기능적으로 밀접하게 연관시키는 작용을 한다.

12 기관계의 통합적 작용과 내장 기관의 운동 조절

A는 심장, 혈관 등으로 구성된 순환계, B는 위, 소장, 대장 등으로 구성된 소화계, C는 폐, 기관 등으로 구성된 호흡계이다. D는 콩팥, 방광 등으로 구성된 배설계이다. ㉠은 소화계(B)에서 위와 연결된 소장이다.

ㄱ. 소화계(B)에서 흡수된 영양소와 호흡계(C)에서 흡수된 산소는 순환계(A)를 통해 운반된다.

ㄴ. 요소는 단백질이 세포 호흡에 이용된 결과 생성된 암모니아가 전환된 질소 노폐물로, 콩팥에서 걸러져 오줌으로 배설된다.

즉, 배설계(D)를 통해 요소가 배설된다.

ㄷ. 내장 기관의 운동을 조절하는 신경은 자율 신경이다. 자율 신경인 교감 신경과 부교감 신경은 모두 신경절 이전 뉴런 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.

13 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

영양소(A)를 흡수하고 흡수되지 않은 물질(B)을 배출하는 (가)는 소화계이고, O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출하는 (나)는 호흡계이다. 오줌(C)을 배설하는 (다)는 배설계이다.

ㄴ. 배설계(다)를 통해 배설되는 오줌(C)에는 질소 노폐물이 포함되어 있다.

ㄷ. O_2 는 분압 차에 따라 폐포 → 모세 혈관 → 조직 세포로 확산되고, CO_2 는 분압 차에 따라 조직 세포 → 모세 혈관 → 폐포로 확산된다.

ㄹ. 콩팥은 노폐물을 걸러 오줌을 생성하는 기관으로 배설계(다)에 속한다.

바로알기 ㄱ. A는 음식물 속에 들어 있는 영양소이고, B는 흡수되지 않은 물질이다. 녹말이 소화되어 포도당이 되면 용질의 모세 혈관, 즉 순환계로 흡수된다.

14 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

영양소를 흡수하고 흡수되지 않은 물질을 배출하는 (가)는 소화계이고, O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출하는 (나)는 호흡계이다.

ㄱ. 소화계(가)에서는 영양소를 분해하는 이화 작용(소화)이 일어난다.

ㄴ. (나)는 기체 교환이 일어나는 호흡계이다.

ㄷ. 호흡계(나)로 들어온 O_2 는 순환계의 혈액으로 이동하여 조직 세포로 공급된다.

15 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출하는 (가)는 호흡계이고, 소화계, 배설계, 호흡계와 조직 세포 사이의 물질 운반을 담당하는 (나)는 순환계이다.

ㄱ. 조직 세포의 세포 호흡으로 생성되어 순환계로 이동하는 ㉠은 CO_2 이고, 호흡계에서 흡수하여 순환계를 통해 조직 세포로 공급되는 ㉡은 O_2 이다.

ㄴ. (가)는 기체 교환이 일어나는 호흡계이다.

ㄷ. 순환계(나)는 심장, 혈관 등으로 구성된다.

16 에너지 대사와 기관계의 통합적 작용

각 기관계와 조직 세포 사이의 물질 운반을 담당하는 (나)는 순환계이다. 물질 ㉢을 내보내는 (다)가 배설계이므로 (가)는 호흡계이다.

③ 배설계(다)를 통해 질소 노폐물인 요소가 배설된다.

바로알기 ① 녹말은 소화 과정을 거쳐 포도당으로 분해되어야 흡수될 수 있다.

② ㉠은 호흡계(가)를 통해 흡수된 O_2 이다. O_2 는 분압 차에 따른 확산에 의해 이동하므로 O_2 가 (가)에서 (나)로 이동할 때는 ATP가 소모되지 않는다.

④ 순환계(나)는 조직 세포에 필요한 물질뿐만 아니라 조직 세포에서 생성된 노폐물과 CO_2 도 운반한다.

⑤ 폐는 호흡계(가)에 속하는 기관이다.

09 자극의 전달과 근수축 운동

수능 기본 다지기

본책 105~107쪽

S.T.E.P ①

1 (1) × (2) ○ (3) × (4) × 2 (1) ○ (2) × (3) × 3 (1) ㉠ 밖, ㉡ 안 (2) ㉠(-), ㉡(+) (3) 소비하여 4 (1) 탈분극 → 분극 (2) $K^+ \rightarrow Na^+$ (3) $Na^+ \rightarrow K^+$, 능동 수송 → 확산 5 해설 참조 6 ㉠ 마이오신, ㉡ 액틴 필라멘트 7 (1) ㄱ, ㄴ, ㄹ (2) ㄴ

S.T.E.P ②

8 ④ 9 ⑤ 10 ① 11 ③ 12 ① 13 ③ 14 ③ 15 ①

개념 확인 문제

S.T.E.P ①

1 A는 가지돌기, B는 신경 세포체, C는 축삭돌기, D는 랑비에 결절이다.

(2) 신경 세포체(B)는 뉴런에 양분을 공급하고 물질대사를 조절한다.

바로알기 (1) 신경 전달 물질은 축삭돌기(C)의 말단에서 분비된다.

(3) 다른 뉴런으로부터 자극을 받아들이는 것은 신경 전달 물질의 수용체가 있는 가지돌기(A)이다. 축삭돌기(C)는 다른 뉴런이나 반응기로 자극을 전달한다.

(4) 랑비에 결절(D)은 절연체 역할을 하는 말이집으로 싸여 있지 않아 뉴런이 자극을 받으면 활동 전위가 나타난다.

2 A는 감각 뉴런, B는 연합 뉴런, C는 운동 뉴런이다.

바로알기 (2) 연합 뉴런(B)은 뇌와 척수를 구성한다. 감각 신경을 구성하는 것은 감각 뉴런(A)이다.

(3) 흥분은 감각 뉴런(A) → 연합 뉴런(B) → 운동 뉴런(C)의 방향으로 전달된다. 따라서 ㉠에 자극을 주면 흥분은 C로는 전달되지만, A로는 전달되지 않는다.

3 (1) 분극 상태에서 Na^+ 의 농도는 세포 안보다 세포 밖이 더 높고, K^+ 의 농도는 세포 밖보다 세포 안이 더 높다.

(2) 분극 상태의 뉴런에서 세포 안쪽은 음(-)전하, 세포 바깥쪽은 양(+)전하로 대전되어 있다.

(3) $Na^+ - K^+$ 펌프는 능동 수송의 일종으로, 에너지를 사용하여 농도 기울기를 거슬러 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 선택적으로 운반한다.

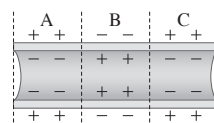
4 (1) (가)는 휴지 전위 상태로, 이때 세포 안쪽은 음(-)전하, 세포 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다. 이와 같은 상태를 분극이라고 하며, Na^+ 은 세포 바깥쪽에, K^+ 은 세포 안쪽에 많다.

(2) (나)에서의 막전위 변화는 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 세포막의 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 다

량 확산되어 나타난다.

(3) (다)에서의 막전위 변화는 세포막의 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 다량 확산되어 나타난다.

5 A는 흥분이 B로 전도된 후 재분극되어 막 안쪽은 음(-)전하, 막 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다. B는 흥분이 전도되어 탈분극되므로 막 안쪽은 양(+)전하, 막 바깥쪽은 음(-)전하로 역전되며, C는 아직 흥분이 전도되지 않아 분극 상태이므로 막 안쪽은 음(-)전하, 막 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.



6 근육 원섬유 마디를 구성하는 굵은 단백질 ㉠은 마이오신이고, 가느다란 섬유 구조의 ㉡은 액틴 필라멘트이다.

7 (1) 근수축이 일어나면 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부분이 늘어나므로 액틴 필라멘트만 있는 부분(I대)과 마이오신만 있는 부분(H대)이 줄어든다. 따라서 I대와 H대의 길이가 짧아진다. 이때 근육 원섬유 마디의 길이도 짧아진다.

(2) 근수축이 일어나도 마이오신의 길이는 변하지 않으므로 A대의 길이는 변하지 않는다.

수능 기본 문제

S.T.E.P ②

8 뉴런의 구조

A는 가지돌기, B는 신경 세포체, C는 말이집, D는 랑비에 결절, E는 축삭돌기 말단이다.

ㄱ. 가지돌기(A)에서 자극을 받아들여 흥분이 랑비에 결절(D)로 전도되면 Na^+ 의 유입이 일어나 활동 전위가 나타난다.

ㄴ. 말이집(C)은 절연체 역할을 하므로 말이집으로 싸인 축삭돌기에서는 Na^+ 의 유입이 일어나지 않는다.

ㄷ. 축삭돌기 말단(E)에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있어 축삭돌기 말단으로 흥분이 전도되면 시냅스 틈으로 신경 전달 물질을 분비한다.

바로알기 ㄴ. 뉴런의 축삭돌기에서 일어나는 흥분의 전기적 전도는 Na^+ 의 확산에 의해 일어나고, 시냅스에서의 흥분 전달은 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질에 의해 일어난다. 신경 세포체(B)는 핵이 있어서 뉴런의 물질대사를 조절한다.

9 뉴런의 종류와 흥분의 전달

(가)는 운동 뉴런, (나)는 연합 뉴런, (다)는 감각 뉴런이다.

ㄱ. (가)는 축삭돌기가 말이집으로 싸여 있으므로 축삭돌기에서 흥분이 전도될 때 랑비에 결절에서 다음 랑비에 결절로 도약 전도가 일어난다.

ㄴ. 연합 뉴런(나)은 뇌와 척수 같은 중추 신경을 구성한다.

ㄷ. A 지점에 역치 이상의 자극이 주어진다면 감각 뉴런(다) → 연합 뉴런(나) → 운동 뉴런(가)으로 흥분이 전달된다.

10 흥분의 전도와 활동 전위

ㄱ. A 시기에는 $Na^+ - K^+$ 펌프에 의한 능동 수송에 의해

Na^+ 은 세포 밖으로 유출되고, K^+ 은 세포 안으로 유입되어 분극 상태가 유지된다. 따라서 A 시기에 휴지 전위를 유지할 때에는 ATP가 소비된다.

ㄷ. C 시기에는 K^+ 통로가 열려 다량의 K^+ 이 세포 안에서 세포 밖으로 확산되어 나감에 따라 막전위가 하강하고 재분극이 일어난다.

바로알기 ㄴ. B 시기에는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 확산된다.

ㄹ. 활동 전위의 크기는 약 $105\text{mV}(=+35\text{mV}-(-70\text{mV}))$ 이다.

11 뉴런의 막전위 변화와 이온의 이동

Na^+ 은 Na^+ 통로(㉠)를 통해 세포 밖에서 세포 안으로 확산되고, K^+ 은 K^+ 통로(㉡)를 통해 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다. Na^+-K^+ 펌프(㉢)는 ATP를 사용한 능동 수송의 일종으로 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 이동시킨다.

① 구간 A는 탈분극 상태로, Na^+ 통로(㉠)를 통한 Na^+ 의 유입에 의해 활동 전위가 나타난다.

② 구간 B는 재분극 상태로, K^+ 통로(㉡)를 통한 K^+ 의 유출에 의해 막전위가 하강한다.

④ 구간 C에서 Na^+-K^+ 펌프(㉢)를 통한 이온의 이동에 의해 이온이 재배치되며, 이때 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 이동한다.

⑤ 세포 호흡에 의해 ATP가 생성되지 않으면, Na^+-K^+ 펌프(㉢)를 통한 능동 수송이 일어날 수 없다.

바로알기 ③ Na^+ 통로(㉠)와 K^+ 통로(㉡)를 통한 이온의 이동은 농도차에 따른 확산이므로, 이들 통로를 통한 이온의 이동은 막 안팎의 이온 농도차를 줄이는 역할을 한다. Na^+-K^+ 펌프(㉢)를 통해 막 안팎의 이온 농도차가 유지된다.

12 말미집 신경에서의 흥분 전도

ㄱ. 말미집(C)은 절연체 역할을 하므로 이 부위에서는 시기에 관계없이 활동 전위가 형성되지 않는다.

바로알기 ㄴ. t_3 시기에 A는 세포막 내부가 음(-)전하를 띠므로 분극 또는 재분극 상태이다. 만약 A가 분극 상태이면 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ 은 막 외부로, K^+ 은 막 내부로 이동하며, 재분극 상태이면 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 막 외부로 유출된다.

ㄷ. 단일 신경 세포에는 실무늬가 적용되므로, X에 더 강한 자극을 주더라도 B에서 발생하는 활동 전위의 크기는 같다.

더 알아보기

실무늬

역치 미만의 자극에서는 반응이 일어나지 않지만, 역치 이상의 자극에서는 자극의 세기에 관계없이 일정한 크기의 반응이 나타나는 현상이다.

13 자극의 전달과 막전위

③ B 지점에 자극이 주어진 후 시간이 t_1 일 때 같은 거리에 있는 A에서는 재분극이 일어나지만 C에서는 탈분극이 시작되고 있다. 이것은 같은 뉴런의 축삭돌기에 있는 A 지점으로 흥분이 전도되는 속도보다 시냅스를 통해 다음 뉴런의 C 지점으로 흥

분이 전달되는 속도가 느리다는 것을 의미한다.

바로알기 ① t_1 일 때 A에서 재분극이 일어나고 있는데, 이때 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다. Na^+ 통로를 통해서도 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산되며, t_1 일 때는 열려 있는 Na^+ 통로의 수가 적다.

② t_1 일 때 C에서 탈분극이 일어나고 있는데, 이때 Na^+ 의 농도는 세포 안보다 세포 밖에서 더 높아 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다.

④ B 지점에 자극을 주었을 때 A와 C 모두에서 흥분이 나타났으므로 뉴런의 축삭돌기 중간에 자극을 주면 흥분이 양방향으로 전도될 수 있다는 것을 알 수 있다.

⑤ 다음 뉴런의 C에서 흥분이 나타났으므로, 자극이 주어진 B 지점이 있는 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되었다.

14 근육 원섬유 마디의 구조와 근수축

①은 A대 중 마이오신만 있는 H대, ②은 액틴 필라멘트만 있어 밝게 보이는 I대(명대), ③은 마이오신이 있어 어둡게 보이는 A대(암대)이다.

ㄱ. 근수축이 일어날 때는 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부분이 늘어나므로 H대(①)과 I대(②)의 길이가 짧아진다.

ㄷ. 근육 원섬유 마디의 길이는 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부분의 길이에 따라 달라지는 것이고, 마이오신과 액틴 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

바로알기 ㄴ. A대(③)는 마이오신의 길이에 해당하므로 근수축이 일어나도 길이가 변하지 않는다.

15 근수축의 에너지 공급

ㄱ. 근수축에 직접 이용되는 에너지는 ATP가 ADP와 인산(P_i)으로 분해될 때 방출된다.

바로알기 ㄴ. 크레아틴 인산이 크레아틴과 인산으로 분해되고, 이때 생성된 인산이 ADP와 결합하여 근수축의 에너지원인 ATP가 생성된다. 따라서 크레아틴 인산의 분해로 ATP의 생성에 필요한 인산을 제공하는 것이지 이 과정에서 근수축에 쓰이는 에너지가 직접 발생하는 것은 아니다.

ㄷ. 과정 (가)는 산소가 부족할 때 무산소 호흡을 통해 포도당이 젖산으로 분해되는 과정으로, 이와 같은 반응은 격렬한 운동으로 산소가 부족할 때 일어난다.

수능 유형 분석하기

본책 108~109쪽

1 ③ 2 ⑤ 3 ① 4 ①

1 뉴런의 종류와 흥분의 전달

ㄱ. A는 축삭돌기의 한쪽에 신경 세포체가 있는 구조이므로 감각 뉴런, B는 두 종류의 뉴런을 연결하므로 연합 뉴런, C는 반응기인 근육으로 명령을 전달하는 운동 뉴런이다. 따라서 흥분의 전달 방향은 감각 뉴런(A) → 연합 뉴런(B) → 운동 뉴런(C)

이다.

ㄴ. B는 감각 뉴런과 운동 뉴런 사이에서 흥분을 증개하는 연합 뉴런으로, 중추 신경계에 분포한다.

바로알기 ㄷ. 시냅스(㉑)로 분비된 신경 전달 물질은 B의 축삭 돌기 말단에서 분비된 것이며, C의 가지돌기나 신경 세포체를 탈분극시켜 C로 흥분을 전달한다.

2 막전위 변화와 이온의 이동

⑤ 구간 Ⅲ에서는 막전위가 하강하므로 재분극이 일어나고 있다. 이때 K^+ 은 K^+ 통로(㉒)를 통해 농도가 높은 세포 안에서 농도가 낮은 세포 밖으로 확산되어 나간다.

바로알기 ① 구간 I은 분극 상태로, 이때 Na^+ 의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높고, K^+ 의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높다.

② 구간 II에서는 막전위가 상승하여 활동 전위가 나타나므로 탈분극이 일어난다.

③ t_1 은 탈분극이 일어날 때이며, 이때는 Na^+ 통로(㉑)를 통해 Na^+ 이 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 확산되어 들어온다. 이러한 농도차에 따른 확산에는 ATP가 사용되지 않는다.

④ t_2 는 재분극이 일어날 때이며, 이때는 K^+ 통로(㉒)를 통해 K^+ 이 세포 안에서 세포 밖으로 유출된다. 그리고 이때 대부분의 Na^+ 통로(㉑)는 닫히며, 일부 Na^+ 통로(㉓)가 열려 있다고 하더라도 농도차에 따라 Na^+ 이 유입된다.

3 흥분의 전도와 전달

ㄱ. 흥분을 전달하는 신경 전달 물질은 축삭돌기 말단에서 분비되므로 시냅스에서 흥분의 전달은 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 가지돌기 쪽으로만 일어난다. 따라서 B에 자극을 주어도 시냅스 전 뉴런의 랑비에 결절(A)은 분극 상태 그대로이므로 휴지 전위가 나타난다.

바로알기 ㄴ. 구간 I은 탈분극 상태이고, 이러한 활동 전위는 세포 바깥쪽의 Na^+ 이 세포 안쪽으로 유입될 때 나타난다. 그러나 말미집(D)은 절연체 역할을 하므로 이 부분에서는 Na^+ 의 유입이 일어나지 않아 구간 I과 같은 막전위 변화가 나타나지 않는다.

ㄷ. 구간 II는 재분극 상태이고, 이것은 세포막에 있는 K^+ 통로를 통해 세포 안쪽의 K^+ 이 세포 바깥쪽으로 확산되어 일어난다. 확산에는 ATP가 사용되지 않는다.

4 근육 원섬유의 구조와 근수축

ㄱ. 근육이 수축하면 근육 원섬유 마디 X의 길이가 짧아지고, 근육이 이완하면 X의 길이가 길어진다. 따라서 ①은 근육이 수축했을 때, ②은 근육이 이완했을 때이다. ①에서 ②으로 근육이 수축할 때 ATP가 소모된다.

바로알기 ㄴ. H대는 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. 따라서 굵은 필라멘트만 있는 (나)가 H대의 단면에 해당한다. (다)는 가는 필라멘트만 있으므로 액틴 필라멘트만 있는 I대의 단면에 해당하며, (가)는 A대 중 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐 있는 부분의 단면에 해당한다.

ㄷ. 근육의 수축과 이완 시 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트

사이로 미끄러져 들어가고 나온다. 따라서 (나)의 마이오신 필라멘트의 길이는 근육의 수축과 이완에 관계없이 일정하다.

수능 실력 굳히기

본책 110~113쪽

- 1 ① 2 ② 3 ③ 4 ⑤ 5 ② 6 ④ 7 ⑤ 8 ⑤
9 ② 10 ① 11 ① 12 ⑤ 13 ③ 14 ④ 15 ③
16 ③

1 흥분의 전도와 막전위 변화

ㄴ. (나)에서 t_1 은 탈분극이 일어날 때이므로 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다.

바로알기 ㄱ. B는 랑비에 결절이고, C는 말미집이다. 말미집(C)에서는 세포 안팎으로 이온의 이동이 일어나지 않으므로 활동 전위가 측정되지 않는다. (나)는 랑비에 결절(B)에서의 막전위 변화이다.

ㄷ. 강한 자극을 받으면 약한 자극을 받았을 때보다 활동 전위가 더 자주 발생하지만 활동 전위의 크기는 일정하다. 따라서 A에 2배 강한 자극을 주더라도 활동 전위의 크기, 즉 h 값은 일정하다.

2 흥분의 전도 방향

ㄴ. d_2 는 막전위가 (+)이므로 탈분극이 일어났다. 이것은 Na^+ 이 축삭돌기 밖에서 안으로 확산되기 때문인데, 확산은 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 일어난다. 따라서 Na^+ 의 농도는 축삭돌기 안에서보다 밖에서 높다.

바로알기 ㄱ. 표에서 각 지점의 막전위로 보아 d_1 과 d_4 는 분극, d_2 는 탈분극, d_3 는 과분극되어 있으므로 재분극 상태이다. 따라서 흥분의 전도는 $d_4 \rightarrow d_3 \rightarrow d_2 \rightarrow d_1$ 로 일어났다. 즉, Y에서 X로 흥분의 전도가 일어났다.

ㄷ. d_3 는 과분극 상태이므로 이때 K^+ 은 축삭돌기 안에서 밖으로 확산된다.

3 막전위 변화와 이온의 이동

③ 재분극이 일어날 때는 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다. 확산은 농도차에 의한 이동이므로 ATP가 소모되지 않는다.

바로알기 ① 구간 I은 다시 분극 상태로 회복된 상태이다. 이때는 Na^+-K^+ 펌프를 통한 Na^+ 과 K^+ 의 이동으로 세포막 안팎의 이온 농도차가 유지된다.

② t_2 는 재분극이 일어날 때이며, 이때는 K^+ 이 농도가 높은 세포 안쪽에서 농도가 낮은 세포 바깥쪽으로 확산된다. 따라서 ①이 세포 안이고, ②이 세포 밖이다.

④ t_1 은 탈분극이 일어날 때이며, 이때는 X에서 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 밖(㉒)에서 세포 안(㉑)으로 확산된다.

⑤ 탈분극이 일어날 때는 Na^+ 통로가 열리고 재분극이 일어날 때는 열렸던 Na^+ 통로가 닫히고 있다. 따라서 X에서 열려 있는 Na^+ 통로의 수는 탈분극이 일어나는 t_1 일 때가 재분극이 일

어나는 t_2 일 때보다 많다.

4 막전위 변화와 이온의 이동

자극을 받기 전인 A 시기에 세포막 외부의 농도가 더 높은 ①이 Na^+ 이고, 세포막 내부의 농도가 더 높은 ②은 K^+ 이다.

ㄴ. 탈분극이 일어나는 B 시기에는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ (①)이 세포막 밖에서 세포막 안으로 다량 확산된다.

ㄷ. 자극을 받기 전인 A 시기에는 Na^+-K^+ 펌프가 에너지를 사용하여 Na^+ (①)과 K^+ (②)을 능동 수송함으로써 (나)와 같은 이온 농도차를 유지한다.

바로알기 ㄱ. 자극을 받기 전인 A 시기에 세포막에 있는 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ (①)은 세포막 밖으로, K^+ (②)은 세포막 안으로 능동 수송된다.

ㄴ. 재분극이 일어나는 C 시기에는 K^+ 통로가 열려 K^+ (②)이 확산에 의해 세포막 안에서 세포막 밖으로 이동한다.

5 막전위 변화와 이온의 이동

② (나)는 세포 안쪽이 -70mV 의 휴지 전위를 띠고 있는 상태이므로 세포 안이 세포 밖보다 농도가 높은 ①은 K^+ 이고, 세포 밖이 세포 안보다 농도가 높은 ②은 Na^+ 이다. 구간 B와 C에서 Na^+ (①)이 세포 내로 유입되어 탈분극이 일어난다.

바로알기 ① (나)는 분극 상태와 휴지 전위를 나타내고 있으므로 구간 A에서의 상태를 나타낸 것이다.

③ 구간 C에서 막전위가 계속 상승하고 있는 것은 세포막을 통한 Na^+ (①)의 유입량이 K^+ (②)의 유출량보다 많기 때문이다.

④ 구간 D에서 K^+ (②)이 세포 안에서 세포 밖으로 다량 유출됨으로써 재분극이 일어난다. 따라서 K^+ (②)이 이동하는 통로, 즉 K^+ 통로는 열려 있다.

⑤ 구간 E에서 막전위가 -70mV 이하로 내려가는 것은 K^+ (②)의 유출이 계속되기 때문이다.

6 흥분의 발생 과정

뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 먼저 Na^+ 이 세포 안으로 유입되어 탈분극이 일어나고, 이후 K^+ 이 세포 밖으로 유출되어 재분극이 일어난다. 따라서 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 막 투과도가 먼저 급격하게 변한 A는 Na^+ 이고, 막 투과도가 서서히 더 늦게까지 변한 B는 K^+ 이다.

ㄴ. 구간 II에서 K^+ (B)의 막 투과도가 높아진다. K^+ (B)의 농도는 세포 밖에서보다 세포 안에서 높으므로 재분극 시 K^+ (B)은 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다.

ㄷ. 구간 III는 탈분극과 재분극이 끝나고 Na^+-K^+ 펌프에 의해 이온이 재배치되어 휴지 상태로 돌아간 시기이다. 이때는 Na^+-K^+ 펌프의 작용에 의해 Na^+ (A)과 K^+ (B)의 세포 안팎의 이온 농도차가 유지되는데, 이때 ATP가 필요하다.

바로알기 ㄱ. 구간 I은 Na^+ (A)의 막 투과도가 높아지므로 탈분극이 일어나는 때이다. 탈분극 시 Na^+ (A)은 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다.

7 자극의 세기와 반응의 크기

ㄱ. 뉴런에 약한 자극 A를 주었을 때는 활동 전위가 나타나지 않는다.

ㄴ. 자극 B와 C는 자극의 세기가 다르지만 이로 인해 발생하는

활동 전위의 크기는 같다.

ㄷ. 강한 자극에서는 활동 전위의 크기는 같지만 활동 전위의 발생 빈도가 증가하여 자극의 세기를 구분한다. B보다 더 강한 자극인 C를 주었을 때 활동 전위의 발생 빈도가 증가하였다.

8 흥분의 전도와 전달

I. 자극 A는 활동 전위를 발생시키지 않는다고 했으므로 역치 미만의 세기이다. 따라서 ①에 준 자극에 의해 ②에서 발생한 활동 전위는 자극 B에 의해 생긴 것이며, 자극 B의 세기는 역치 이상이다.

II. 자극 A는 활동 전위를 발생시키지 않는다고 했으므로 ②에서 발생한 활동 전위는 시냅스(③)에 처리한 물질 X에 의해 생긴 것이다. 물질 X는 시냅스 이후 뉴런의 탈분극을 유도하여 시냅스에서 흥분 전달을 촉진한다.

III. ①에 역치 이상의 자극 B를 주었지만 시냅스(③)에 처리한 물질 Y 때문에 ②에서 활동 전위가 발생하지 않았다. 따라서 물질 Y는 시냅스에서 흥분의 전달을 억제한다.

ㄴ. II에서 구간 a 동안 ②은 분극 상태이므로 Na^+-K^+ 펌프에 의해 막 안팎의 이온 농도차가 유지되고 있다.

ㄷ. III에서 ①에 역치 이상의 자극 B가 주어지 구간 b 동안 시냅스 이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되어 막전위가 변한다. 그러나 시냅스(③)에 처리한 물질 Y에 의해 신경 전달 물질의 작용이 억제되어 ②에서 활동 전위가 발생하지 않는다.

바로알기 ㄱ. ②은 말이집으로, 말이집에서는 막 안팎으로 이온이 출입할 수 없어 ①에 역치 이상의 자극 B를 주더라도 활동 전위가 발생하지 않는다.

9 흥분의 전도와 전달

ㄴ. B에는 시냅스가 있으며, A 부분에 자극을 주었을 때 시냅스 후 뉴런의 C에서 활동 전위가 나타났다. 따라서 B에서는 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되어 C로 흥분이 전달되었음을 알 수 있다.

바로알기 ㄱ. 뉴런에서는 역치 이상의 자극이 주어지면 활동 전위가 나타나지만, 더 강한 자극을 주더라도 활동 전위의 크기는 변하지 않는다. 자극의 세기가 강해지면 활동 전위의 발생 빈도가 증가한다.

ㄷ. 시냅스 후 뉴런에서 활동 전위가 나타난 것은 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되어 시냅스 후 뉴런을 탈분극시켜 신경 세포의 막을 통해 Na^+ 이 유입되기 때문이다. 시냅스에서는 Na^+ 이 직접 전달되지 않는다.

10 시냅스에서의 흥분 전달

ㄱ. 막전위가 -70mV 이면 휴지 전위이고, $+35\text{mV}$ 는 활동 전위이다. 시냅스에 X를 주사한 후 A 부위에 역치 이상의 자극을 주었을 때 시냅스 후 뉴런인 B에서 휴지 전위 상태가 그대로 유지되고 있으므로 X는 시냅스에서 흥분이 전달되는 것을 방해한다는 것을 알 수 있다.

바로알기 ㄴ. ㄷ. Y를 시냅스에 주사한 후 A 부위에 역치 이상의 자극을 주었을 때 B에서 활동 전위가 나타난다. 따라서 물질 Y는 A에서의 탈분극이나 A의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질의 분비에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다.

11 골격근의 구조와 근수축

ㄱ. 근육 ㉠은 이두박근, 근육 ㉡은 삼두박근으로, 근육 ㉢과 ㉣은 뼈에 붙어 몸의 움직임을 조절하는 근육인 골격근이다. 골격근은 밝고 어두운 부분이 반복해서 나타나는 가로무늬근이다.

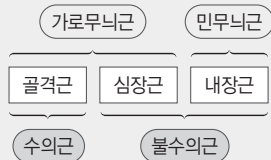
바로알기 ㄴ. 팔을 움직이는 골격근은 한쪽 근육이 수축하면 다른쪽 근육은 이완하여 팔을 구부리거나 펴게 한다. 팔을 구부릴 때에는 이두박근(근육 ㉠)은 수축하고, 삼두박근(근육 ㉡)은 이완하며, 반대로 팔을 펼 때에는 이두박근(근육 ㉠)은 이완하고, 삼두박근(근육 ㉡)은 수축한다. 따라서 팔을 펴면 삼두박근(근육 ㉡)의 길이는 구부렸을 때(가)보다 짧아진다.

ㄷ. 팔을 폈을 때는 이두박근(근육 ㉠)이 이완하므로, 이때 이두박근(근육 ㉠)의 I대 길이는 구부렸을 때(가)보다 길어진다.

더 알아보기

근육의 종류

- ① 골격근 : 골격의 움직임을 일으키는 근육으로, 밝고 어두운 부분이 반복해서 나타나는 가로무늬근이다. 대뇌의 조절을 받는 수의근으로, 강한 힘으로 빠르게 수축할 수 있으나 비교적 쉽게 피로해진다.
- ② 내장근 : 내장 기관을 구성하는 근육으로, 가로무늬가 없는 민무늬근이다. 자율 신경의 지배를 받아 무의식적으로 조절되는 불수의근으로, 골격근에 비해 천천히 수축하고 이완하지만 쉽게 피로하지 않고 지속적으로 운동할 수 있다.
- ③ 심장근 : 심장에서 발견되는 근육으로, 가로무늬근이지만 가로무늬가 골격근에 비해 뚜렷하지 않고, 민무늬근의 특성도 가진다. 심장 박동과 같은 강한 수축을 지속적으로 할 수 있으며, 자율 신경의 조절을 받는 불수의근이다.



12 근수축 과정

A는 골격근에 연결된 운동 뉴런이고, B는 근육 섬유를 구성하는 근육 원섬유 마디이다.

- ① A는 중추의 명령을 반응기인 골격근으로 전달하는 운동 뉴런이다.
- ② 운동 뉴런(A)의 축삭돌기 말단에서 분비되는 아세틸콜린에 의해 근육 섬유막이 탈분극되어 활동 전위가 발생하고, 이 활동 전위가 근육 원섬유에 전달되어 탈분극이 일어난다.
- ③ 근육 원섬유 마디(B)는 마이오신과 액틴 필라멘트로 구성되어 있다.
- ④ 근수축이 일어나면 근육 원섬유 마디(B)의 길이가 짧아지므로 전체 근육의 길이도 짧아진다.

바로알기 ⑤ 산소가 부족하면 포도당이 무산소 호흡으로 분해되어 ATP가 생성되고, 이 과정에서 젖산이 생성되어 근육에 축적되는 것이다.

13 근육 원섬유 마디의 구조와 근수축

a는 I대와 A대 일부를 포함하며, b는 A대이고, c는 I대이다. 근수축은 근육 원섬유 마디를 구성하는 액틴 필라멘트가 마이

오신 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지면서 일어나므로 수축된 근육에서는 I대가 짧아진다. 따라서 그림에서 I대를 포함한 a와 I대인 c는 길이가 짧아진다. 그러나 마이오신이 있어서 어둡게 보이는 A대는 근육이 수축할 때 길이가 변하지 않으므로 그림에서 b는 길이가 변하지 않는다.

14 근육 원섬유 마디의 구조와 근수축

- ① ㉠은 가느다란 섬유인 액틴 필라멘트이다.
- ② ㉡은 굵은 섬유인 마이오신 필라멘트이다. 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 성분은 단백질이다.
- ③ A는 액틴 필라멘트만 있으므로 I대의 단면이고, C는 마이오신 필라멘트만 있으므로 H대의 단면이며, B는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 함께 있으므로 A대 중 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 단면이다.
- ⑤ 근육이 수축하면 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 두 필라멘트가 겹치는 부분이 늘어나므로 단면이 B로 되는 부분의 길이는 길어진다.

바로알기 ④ 근육이 수축하면 근육 원섬유 마디 X의 길이는 짧아지지만, A대의 길이는 변하지 않는다. 따라서 근육이 수축하면 $\frac{A대\ 길이}{X의\ 길이}$ 의 값은 커진다.

15 골격근의 구성과 근수축

ㄱ. 골격근의 근육 섬유는 핵을 가진 여러 개의 근육 원섬유가 융합하여 이루어진다. 따라서 근육 섬유는 여러 개의 핵을 가진다.

ㄴ. 골격근이 수축할 때는 근육 원섬유 마디 X의 길이가 짧아지고, 이완할 때는 X의 길이가 길어진다. 따라서 시점 ㉠보다 시점 ㉡일 때가 골격근이 수축된 상태이다. 그리고 근육이 수축할 때 X의 길이가 짧아지는 것은 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가기 때문으로, 이때 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분인 ㉢의 길이는 길어지고 액틴 필라멘트만 있는 ㉣과 ㉤의 길이는 짧아진다. 따라서 구간 ㉢의 길이는 ㉠일 때보다 골격근이 수축한 상태인 ㉡일 때 길다.

바로알기 ㄷ. ㉠일 때의 마이오신 필라멘트의 길이는 'X의 길이 - (㉣의 길이 + ㉤의 길이) = 2.2 - 0.6 = 1.6 μm'이다. 그런데 근육의 수축과 이완 시 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않으므로 ㉠일 때와 ㉡일 때의 마이오신 필라멘트의 길이가 같다. 따라서 ㉡일 때의 마이오신 필라멘트의 길이는 1.6 μm이다.

16 근수축과 에너지 공급

ㄷ. (나)에서 운동할 때 인산(P_i)의 양이 증가하는데, 이것은 근수축에 필요한 에너지를 공급하기 위해 ATP가 ADP와 인산으로 분해되기 때문이다.

바로알기 ㄱ. (나)에서 운동하는 동안에도 근육의 ATP 총량은 변하지 않는다. 그 이유는 크레아틴 인산의 분해로 생성된 인산과 포도당의 분해 과정에서 방출된 에너지로 ATP를 계속 합성하기 때문이다.

ㄴ. 운동하는 동안 ATP 합성에 필요한 인산을 공급하기 위해 크레아틴 인산이 크레아틴과 인산으로 분해되므로 (나)와 같이 크레아틴 인산의 양은 감소하고 크레아틴의 양이 증가한다.

10 신경계

수능 기본 다지기

본책 117~119쪽

S.T.E.P ①

- 1 (1) A, 대뇌 (2) E, 연수 (3) D, 소뇌 (4) B, 중뇌 (5) C, 간뇌 2 (1) 중뇌, 연수 (2) ㉠ 회색질, ㉡ 백색질 (3) 척수 (4) ㉠ 운동 신경, ㉡ 감각 신경 3 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 4 ㉠ 감각, ㉡ 척수, ㉢ 운동 5 (1) L (2) C (3) C (4) L (5) ㄱ (6) ㄹ 6 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 7 (1) ㉠ 부교감, ㉡ 교감 (2) ㉠ 아세틸콜린, ㉡ 아세틸콜린 (3) ㉠ 아세틸콜린, ㉡ 아드레날린 (4) ㉠ 억제, ㉡ 촉진 (5) ㉠ 촉진, ㉡ 억제

S.T.E.P ②

- 8 ② 9 ③ 10 ③ 11 ② 12 ③ 13 ① 14 ④ 15 ①

개념 확인 문제

S.T.E.P ①

- 1 A는 대뇌, B는 중뇌, C는 간뇌, D는 소뇌, E는 연수이다.
(1) 언어와 사고 등 고등 정신 활동의 중추는 대뇌이다.
(2) 심장 박동과 호흡 운동은 연수에 의해 조절된다.
(3) 몸의 평형 유지 중추는 소뇌이다.
(4) 밝기에 따라 홍채의 작용을 조절하는 중추는 중뇌이다.
(5) 체온은 간뇌에 의해 일정하게 유지된다.

- 2 (1) 뇌줄기는 중뇌, 연수로 구성되며, 뇌에서 생명 유지에 관여하는 부분이다.
(2) 대뇌의 겉질은 신경 세포체가 모인 회색질이고, 속질은 신경 섬유가 모인 백색질이다.
(3) 척수는 연수에 이어져 척추 속으로 뻗어 있어 뇌와 말초 신경계를 연결하는 통로 역할을 한다.
(4) 전근은 척수의 앞쪽(배 쪽)으로 지나가는 운동 신경 다발이며, 후근은 척수의 뒤쪽(등 쪽)으로 지나가는 감각 신경 다발이다.

- 3 A는 감각 뉴런, B는 운동 뉴런, C는 연합 뉴런이고, D는 척수의 속질로 신경 세포체가 모인 회색질이며, E는 겉질로 신경 섬유가 모인 백색질이다.

- 바로알기 (2) B는 척수의 전근을 이루는 운동 뉴런으로, 중추의 명령을 근육에 전달한다.
(3) 연합 뉴런(C)은 감각 뉴런과 운동 뉴런을 연결한다.

- 4 뜨거운 것에 손이 닿았을 때 자신도 모르게 손을 떼는 것은 무조건 반사로, 반사의 중추는 척수이다.

- 5 (1), (4) 의식적인 반응으로, 대뇌의 조절을 받아 일어난다.
(2), (3) 침의 분비와 하품은 연수가 중추인 반사이다.
(5) 무릎 반사는 척수가 중추인 반사이다.
(6) 밝기에 따른 홍채의 조절, 즉 동공 반사는 중뇌가 중추이다.

- 6 (3) 자율 신경계는 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않으며, 간뇌, 중뇌, 연수의 조절을 받는다. 이때 자율 신경의 최고 조절 중추는 간뇌이다.

바로알기 (2) 자율 신경계는 운동 뉴런으로만 이루어져 있다.

- (4) 체성 신경계는 감각 신경과 운동 신경으로 구성되며, 중추로 자극을 전달하고 중추의 명령을 반응기로 전달한다. 주로 내장 기관에 분포하여 내장 기관의 기능을 자율적으로 조절하는 것은 자율 신경계이다.

- 7 (1) (가)는 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧으므로 부교감 신경이며, (나)는 신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 길므로 교감 신경이다.

- (2) 부교감 신경(가)은 신경절과 신경 말단에서 모두 아세틸콜린이 분비된다.

- (3) 교감 신경(나)은 신경절에서는 아세틸콜린이, 신경 말단에서는 아드레날린이 분비된다.

- (4) 부교감 신경(가)이 흥분하면 심장 박동이 억제되고, 교감 신경(나)이 흥분하면 심장 박동이 촉진된다.

- (5) 부교감 신경(가)이 흥분하면 소화 운동이 촉진되고, 교감 신경(나)이 흥분하면 소화 운동이 억제된다.

수능 기본 문제

S.T.E.P ②

8 뇌의 구조와 기능

A는 대뇌, B는 중뇌, C는 간뇌, D는 소뇌, E는 연수이다.

- ② 중뇌(B)는 주변 밝기에 따라 홍채의 수축과 이완을 조절하여 동공 반사가 일어나게 한다.

바로알기 ① 심장 박동과 호흡 운동 속도를 조절하는 중추는 연수(E)이다.

- ③ 몸의 회전이나 기울어짐을 감각하여 몸의 평형을 유지하는 중추는 소뇌(D)이다.

- ④ 시각과 같은 감각과 사고를 담당하는 중추는 대뇌(A)이다.

- ⑤ 무릎 반사의 중추는 척수이다.

9 식물인간과 뇌사

식물인간 상태는 뇌줄기와 간뇌, 소뇌의 기능은 정상이지만 대뇌의 기능을 상실한 것이고, 뇌사 상태는 뇌의 기능을 모두 상실한 것이다.

ㄱ. 식물인간 상태에서는 체온 조절을 담당하는 간뇌의 기능은 상실되지 않았으므로 체온 조절은 정상적으로 이루어진다.

ㄷ. 뇌사 상태에서는 동공 반사의 중추인 중뇌의 기능이 상실되었으므로 눈에 빛을 비추어도 동공이 작아지는 동공 반사가 일어나지 않는다.

바로알기 ㄴ. 식물인간 상태에서는 감각 및 수의 운동의 중추인 대뇌의 기능이 상실되었으므로 듣거나 말할 수 없다.

10 의식적인 반응과 무조건 반사의 경로

A → B → C → D → E는 대뇌가 중추인 의식적인 반응, A → F → E는 척수가 중추인 무조건 반사의 경로이다.

ㄱ과 ㄴ은 척수가 중추인 척수 반사의 예이고, ㄷ은 의식적인 반응으로 대뇌가 중추이다.

11 신경 손상 시 흥분 전달 경로

ㄴ. A는 감각 신경이다. 따라서 A가 마비되면 편으로 왼손을 찔러도 왼손의 감각 신경을 통해 대뇌로 자극이 전달되지 않으므로 아픈 것을 느끼지 못한다.

바로알기 ㄱ. A가 마비되면 왼손의 감각 신경을 통한 자극의 전달이 일어나지 않으므로 뜨거운 것에 왼손이 닿았을 때 반사적으로 손을 떼는 척수 반사도 일어나지 않는다.

ㄷ. 의식적으로 물건을 잡는 것은 운동 신경이 대뇌의 명령을 손의 근육으로 전달하여 이루어지는 것으로, 감각 신경 A가 마비되더라도 정상적으로 일어난다.

12 무릎 반사의 흥분 전달 경로

A는 운동 신경, B는 척수의 연합 뉴런, C는 감각 신경, D는 대뇌의 연합 뉴런이다.

③ 무릎 반사의 경로는 감각 신경(C) → 척수(B) → 운동 신경(A)이다.

바로알기 ① A는 운동 신경, C는 감각 신경으로, A와 C는 모두 체성 신경이다.

② D는 대뇌의 연합 뉴런으로, 신경 세포체는 대뇌의 주요 기능을 담당하는 대뇌 겉질에 분포한다.

④ 망치에 의한 자극은 대뇌에 있는 D로 전달되어 아픔을 느끼게 된다. 그러나 D까지 자극이 전달되는 경로는 무릎 반사보다 길어 무릎 반사가 일어난 후 망치로 무릎을 친 자극을 느끼게 된다.

⑤ 무릎 반사의 중추는 척수로, 척수는 중추 신경계에 속한다.

13 말초 신경계의 구분

ㄱ. A는 감각 수용기에서 받아들인 자극을 중추 신경계인 뇌와 척수로 전달하는 감각 신경으로, 말초 신경계에 속한다.

바로알기 ㄴ. B는 내장 기관에 분포하는 자율 신경으로, 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않는다.

ㄷ. C는 골격근에 분포하는 운동 신경으로 체성 신경계에 속한다. 골격근이 수축하거나 이완할 때 근육 원섬유 마디의 A대 길이는 변하지 않는다.

14 말초 신경계의 구분과 작용

ㄴ. B는 신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 길므로 교감 신경이다. 교감 신경이 흥분하면 심장 박동 속도가 빨라지므로 1분 동안의 심장 박동 수가 증가한다.

ㄷ. C와 D는 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧으므로 부교감 신경이다. 부교감 신경을 이루는 C와 D의 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.

바로알기 ㄱ. A는 골격근에 분포하는 운동 신경으로, 체성 신경이다.

15 자율 신경계의 종류와 기능

ㄱ. (가) 신경은 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧으므로 부교감 신경이다.

바로알기 ㄴ. 부교감 신경(가)의 신경절에서 분비되는 물질 a는 아세틸콜린이고, 교감 신경(나)의 신경 말단에서 분비되는 물질 b는 아드레날린이다.

ㄷ. 교감 신경은 소화액의 분비를 억제한다. 따라서 교감 신경

(나)이 흥분하여 말단에서 아드레날린(b)이 분비되면 단백질 분해 효소가 포함된 위액의 분비가 억제되어 소화가 잘 되지 않는다.

수능 유형 분석하기

본책 120~121쪽

1 ② 2 ② 3 ③ 4 ④

1 뇌의 구조와 기능

ㄴ. 대뇌와 연결된 신경 다발이 연수나 척수에서 좌우 교차되므로 대뇌 좌반구의 운동령은 우반신의 운동을 조절하고, 대뇌 우반구의 감각령은 좌반신에서 오는 감각을 느낀다. 따라서 B에 역치 이상의 자극을 주면 오른손의 손가락이 움직인다.

바로알기 ㄱ. A는 입술의 운동을 조절하므로 A가 손상되면 입술의 움직임이 없어진다.

ㄷ. C는 무릎에서 오는 감각의 중추이므로 C에 역치 이상의 자극을 주면 왼쪽 무릎의 감각을 느낀다. 그러나 무릎 반사는 대뇌가 관여하지 않으며 척수에 의한 반사 작용이다.

2 흥분 전달 경로

ㄷ. B는 척수에서 나와 팔의 근육에 연결된 운동 신경이다. 운동 신경은 척수의 전근을 통해 나오고, 감각 신경은 척수의 후근을 통해 들어간다.

바로알기 ㄱ. A는 척수이다.

ㄴ. B는 중추 신경인 척수로부터 골격근까지 연결된 운동 신경으로, 체성 신경에 속한다. 자율 신경은 시냅스를 거치며 주로 내장근에 분포한다.

3 자율 신경에 의한 동공 크기 조절

ㄱ. 자율 신경을 구성하는 X와 Y는 모두 말초 신경계에 속한다.

ㄴ. 신경절 이전 뉴런(X)이 길고 신경절 이후 뉴런(Y)이 짧으므로 부교감 신경이다. 부교감 신경의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

바로알기 ㄷ. 동공 크기 조절의 중추는 중뇌이다.

4 자율 신경에 의한 심장 박동 조절

(가)에서 자율 신경 A를 자극했을 때 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도가 자극 전보다 더 적어졌다. 이는 심장 박동 속도가 느려지는 것이므로 부교감 신경에 의해 조절된 것이다.

(나)에서 자율 신경 B를 자극했을 때 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도가 자극 전보다 더 많아졌다. 이는 심장 박동 속도가 빨라지는 것이므로 교감 신경에 의해 조절된 것이다. 따라서 자율 신경 A는 부교감 신경, B는 교감 신경이다.

ㄱ. 부교감 신경(A)은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

ㄷ. 교감 신경(B)은 척수의 가운데 부분에서 뻗어 나오는 신경이므로, 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.

바로알기 ㄴ. 부교감 신경(A)과 교감 신경(B)은 자율 신경으로, 내장근의 수축을 조절한다. 골격근의 수축을 조절하는 것은 체성 신경이다.

1 ⑤ 2 ④ 3 ④ 4 ③ 5 ④ 6 ③ 7 ⑤ 8 ②
9 ④ 10 ② 11 ⑤ 12 ② 13 ③ 14 ③ 15 ③
16 ②

1 뇌의 구조와 기능

A는 대뇌, B는 중뇌, C는 간뇌, D는 소뇌, E는 연수이다.

ㄴ. 간뇌(C)는 자율 신경계와 내분비계의 최고 조절 중추이다. 간뇌에 의해 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비가 촉진되면 갑상샘에서 티록신의 분비량이 증가하고, 그에 따라 근육 세포에서 세포 호흡이 활발하게 일어나 운동에 필요한 ATP를 합성한다.

ㄷ. 몸이 기울어지면 대뇌(A)의 시각 정보와 소뇌(D)의 평형 감각 정보를 이용하여 소뇌(D)는 대뇌(A)와 함께 근육의 수의 운동을 조절하여 균형을 잡는다.

ㄹ. 연수(E)는 운동할 때 심장 박동과 호흡 운동을 촉진하여 근육 세포에 더 많은 산소가 공급되게 한다.

바로알기 ㄱ. 빠른 속도로 빙판 위를 달리고 있는 스피드스케이팅 선수는 몸이 긴장 상태이므로 중뇌(B)의 조절을 받아 교감 신경이 흥분하여 동공이 확대된다.

2 대뇌 기능의 분업화

ㄱ. 대뇌에서 자극을 받아들여 반응이 나타나기까지 감각령 → 연합령 → 운동령의 순으로 활성화된다. 단어를 들을 때 가장 먼저 활성화되는 A는 청각 중추, 단어를 볼 때 가장 먼저 활성화되는 B는 시각 중추이다.

ㄴ. E는 대뇌에서 가장 나중에 활성화되는 것으로 보아 발음을 하도록 수의 운동을 조절하는 운동령이다.

ㄷ. 단어를 듣거나 보고 발음할 때 대뇌의 좌반구에 있는 감각령(청각 중추 A, 시각 중추 B), 연합령(언어 중추 C와 D), 운동령(E)이 활성화되었다.

바로알기 ㄹ. 청각으로 받아들인, 시각으로 받아들인 감각의 종류에 관계없이 발음을 담당하는 운동령은 E로 같다.

3 시각과 동공 반사의 경로

ㄱ. ①은 부교감 신경으로, ①이 흥분하여 절후 신경 말단에서 아세틸콜린이 분비될 때 홍채가 이완하면서 동공이 작아진다.

ㄴ. 왼쪽 눈에서 받아들인 빛 자극은 시각 신경에 의해 중뇌로도 전달되고, 중뇌에서 시각 신경은 오른쪽 눈과 왼쪽 눈에 연결된 부교감 신경과 모두 시냅스를 이루고 있으므로 A 부위가 절단되더라도 왼쪽 눈뿐만 아니라 오른쪽 눈의 동공도 작아진다.

바로알기 ㄷ. 오른쪽 눈에서 수용한 포도에 대한 시각 정보는 시각 신경을 따라 교차되어 좌뇌 시각 겉질에 전달되고, 왼쪽 눈에서 수용한 포도에 대한 시각 정보는 교차 없이 그대로 좌뇌 시각 겉질에 전달된다. 따라서 B 부위가 절단되어도 좌우 눈에서 받아들인 포도에 대한 시각 정보가 좌뇌 시각 겉질로 전달된다.

4 전신 마취와 신경계의 작용

ㄷ. 수술 도중 환자가 마취에서 깬 경우에는 교감 신경이 흥분

하므로 환자가 마취되어 있을 때보다 심장 박동 속도는 빨라진다.

바로알기 ㄱ. 수술 도중 환자가 마취에서 깬 경우에는 불안을 느낀다고 했으므로, 이때 흥분하는 자율 신경 X는 교감 신경이다. ㄴ. 전신 마취를 하더라도 말초 신경은 마비되지 않은 상태라고 했으므로 통증을 느끼지 못하는 이유는 감각 신경은 정상적으로 기능을 하지만 감각을 느끼는 중추 신경계(대뇌)가 마비되었기 때문이다.

5 흥분 전달 경로

A와 E는 감각 신경, B는 척수의 연합 뉴런, C와 D는 운동 신경이다.

ㄱ. (가)는 척수가 중추가 되어 나타나는 무조건 반사이므로, 흥분 전달 경로는 A → B → C이다.

ㄴ. (나)는 대뇌가 관여하는 의식적인 반응이며, 흥분 전달 경로는 A → E → 대뇌 → D → C이다.

바로알기 ㄷ. 신경 D는 대뇌의 명령을 전달하는 운동 신경으로, 신경 D가 마비되면 손등을 긁는 것과 같은 의식적인 반응이 나타나지 않는다. 그러나 감각 신경(A, E)은 정상이므로 손등이 가려운 것을 느끼는 등의 감각은 정상적으로 일어난다.

6 흥분 전달 경로

ㄱ. 신경 a는 감각 신경으로, 무릎에 자극이 주어지면 감각 신경(a)의 가지돌기에서 축삭돌기로 흥분이 전도된다. 흥분이 지나간 후 $Na^+ - K^+$ 펌프를 통해 Na^+ 은 세포 밖으로 유출되고, K^+ 은 세포 안으로 유입되어 분극 상태로 되돌아가고, 분극 상태에서 $Na^+ - K^+$ 펌프에 의해 막 안팎의 이온 농도차가 유지된다.

ㄴ. 신경 b는 운동 신경으로, 축삭돌기가 말아집으로 둘러싸인 말아집 신경이므로 도약 전도를 통해 흥분이 이동한다.

바로알기 ㄷ. ㉓는 다리가 올라가는 반응이며, 이때 ㉓의 근육은 이완한다. 근육이 이완할 때 근육 원섬유 마디에서 A대의 길이는 변화 없고 I대의 길이는 길어지므로 $\frac{A대의 길이}{I대의 길이}$ 는 작아진다.

7 척수의 구조와 신경의 연결

ㄱ. 전근이 절단된 상태에서 근육에 가까운 a 지점을 자극했을 때 근육의 수축이 일어났으므로 전근으로는 척수의 명령을 근육으로 전달하는 운동 신경이 지나간다.

ㄴ. c 지점을 자극했을 때는 근육의 수축이 일어나지만 d 지점을 자극했을 때는 근육의 수축이 일어나지 않았으므로 c와 d는 받아들인 자극을 척수로 전달하는 감각 신경이다. 따라서 정상 상태에서 흥분의 전도는 d에서 c 쪽으로 일어난다.

ㄷ. 이 실험은 뇌가 없는 상태에서 진행되었고, 척수 속질의 연합 뉴런이 감각 신경과 운동 신경을 중개하고 있으므로 개구리 다리 근육의 수축 반응은 척수 반사의 경로를 통해 나타난다.

8 말초 신경계의 구분

ㄴ. A는 신경절 이전 뉴런보다 신경절 이후 뉴런이 더 짧은 부교감 신경이다. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

바로알기 ㄱ. 감각 신경은 감각기에서 수용한 자극을 중추 신경

계로 전달한다. 심장 박동을 조절하는 것은 자율 신경인 교감 신경과 부교감 신경에 해당하므로 '심장 박동을 조절하는가?'는 (가)의 구분 기준이 될 수 없다. 만일 '심장 박동을 조절하는가?'를 구분 기준으로 하려면 '예'와 '아니요'를 반대로 두어야 한다.
 Ⓒ. B는 교감 신경이다. 교감 신경이 흥분되면 이차에서 인슐린의 분비가 억제된다.

9 말초 신경계의 구분

ㄱ. (가)는 심장에 분포한 교감 신경이다. 교감 신경은 심장 박동을 촉진하므로 교감 신경이 흥분하면 심장 박동이 빨라진다.
 Ⓒ. (다)는 심장에 분포한 부교감 신경이며, 심장 박동 조절의 중추는 연수이다. (라)는 얼굴 피부에 분포한 감각 신경이며, 감각의 중추는 대뇌이다.

바로알기 ㄴ. (나)는 팔의 골격근에 분포한 운동 신경으로, 대뇌의 명령을 팔의 골격근에 전달한다.

10 말초 신경계의 구분

A는 감각 신경, B는 운동 신경, C는 교감 신경, D는 부교감 신경이다.

ㄱ. (가)에서 반사의 중추는 척수이고, (나)에서 교감 신경(C)과 부교감 신경(D)으로 구성되는 자율 신경계의 최고 중추는 간뇌의 시상 하부이다.

ㄴ. 운동 신경(B), 교감 신경(C), 부교감 신경(D)은 모두 중추에서 반응기의 방향으로 흥분이 전달되지만, 감각 신경(A)은 감각기에서 중추의 방향으로 흥분이 전달된다.

바로알기 ㄴ. 내장근에는 자율 신경이 분포하여 작용한다.

Ⓒ. 교감 신경(C)이 흥분하면 신경 말단에서 아드레날린이 분비되어 호흡 운동을 촉진하므로 호흡 주기가 짧아진다.

11 척수와 소장 사이의 흥분 전달 경로

ㄴ. B는 척수의 연합 뉴런이며, 척수의 속질인 회색질에 있다.
 Ⓒ. 신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 길므로 C와 D는 교감 신경이다. 따라서 C에서 D로 흥분이 전달되어 신경 말단에서 아드레날린이 분비되면 소장의 소화 운동이 억제된다.
 ㄴ. D의 말단에서는 아드레날린이 분비되는데, 이는 심장 박동과 호흡 운동을 촉진하고 소화 운동을 억제하며, 혈압을 높이고 혈당량을 증가시켜 우리 몸이 위기 상황에 대처할 수 있도록 만든다.

바로알기 ㄱ. A는 감각 신경이므로 소장에서 받아들인 자극을 중추인 척수로 전달한다. 소장의 작용을 조절하는 자율 신경은 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않으므로 수의 운동을 조절할 수 없다.

12 척수와 방광 사이의 흥분 전달 경로

ㄴ. 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧으므로 B와 C는 부교감 신경이다. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런(B)과 신경절 이후 뉴런(C)의 말단에서 모두 아세틸콜린이 분비된다.

바로알기 ㄱ. A는 방광에서 일어나는 변화를 자극으로 받아들여 중추 신경계인 척수로 전달하는 감각 신경이다.

Ⓒ. C는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이며, 부교감 신경이 흥분하면 방광이 수축한다.

13 자율 신경의 작용

(가)는 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧으므로 부교감 신경이고, (나)는 신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 길므로 교감 신경이다.

Ⓒ. 교감 신경은 소화관 운동과 소화액 분비를 억제하므로 교감 신경(나)이 흥분하면 위의 소화 운동이 억제된다.

바로알기 ㄱ. 부교감 신경의 신경절에서 분비되는 물질 ④는 아세틸콜린이고, 교감 신경의 신경 말단에서 분비되는 물질 ⑥는 아드레날린이다.

ㄴ. 부교감 신경(가)과 교감 신경(나)은 자율 신경이므로 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않는다.

14 자율 신경에 의한 심장 박동 조절과 호흡 운동 조절

A는 시냅스 이전 뉴런이 짧으므로 교감 신경, B는 시냅스 이전 뉴런이 길므로 부교감 신경이다. 운동할 때는 심장 박출량과 호흡수가 증가하므로 ㉠은 평상시, ㉡은 운동 시이다.

ㄱ. 운동 시(㉡)는 교감 신경(A)이 흥분하여 심장 박동이 빨라져 심장 박출량이 증가하고 호흡수가 증가하므로 단위 시간당 교감 신경(A)의 신경절 이후 뉴런의 활동 전위 발생 횟수는 평상시(㉠)가 운동 시(㉡)보다 적다.

ㄴ. 심장 박동 조절에 관여하는 부교감 신경(B)의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다.

바로알기 Ⓒ. 분당 호흡수가 많을수록 폐포에서의 기체 교환이 활발하게 일어나므로, 폐포 모세 혈관에서 폐포로의 이산화 탄소 이동 속도는 운동 시(㉡)가 평상시(㉠)보다 빠르다.

15 자율 신경에 의한 심장 박동 조절

ㄱ. A는 감각 신경이다. 혈액 속의 CO₂ 농도 변화는 감각 신경(A)을 통해 심장 박동 조절의 중추인 연수로 전달된다.

Ⓒ. C는 신경절 이전 뉴런이 짧으므로 교감 신경이다. 심장에 분포한 교감 신경(C)이 흥분하면 신경 말단에서 아드레날린이 분비되어 심장 박동이 빨라지게 한다.

바로알기 ㄴ. B는 신경절 이전 뉴런이 길므로 부교감 신경이다. 심장에 분포한 부교감 신경(B)이 흥분하면 심장 박동이 느려지므로 심장에서의 막전위 그래프는 ㉠과 같이 나타난다.

16 자율 신경에 의한 심장 박동 조절

(다)는 (가)의 X에 역치 이상의 자극을 준 후 동방 결절에서의 막전위 변화를 나타낸 것으로, (다)의 활동 전위 발생 빈도는 X에 자극을 주기 전인 (나)에 비해 적다. 즉, (다)에서 심장 박동이 느려졌다. 따라서 (가)는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.

② (다)에서 X에 자극을 주었을 때 심장 박동이 느려졌으므로, X에 더 강한 자극을 주면 심장 박동이 더 느려질 것이다.

바로알기 ① (가)는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이므로, (가)의 뉴런 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

③ 자율 신경을 자극하기 전인 (나)에서도 심장은 박동하고 있다.

④ t₁일 때는 탈분극이 일어나는 상태이므로 Na⁺ 통로를 통해 Na⁺이 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다.

⑤ t₂일 때는 재분극이 일어나는 상태이므로 K⁺ 통로를 통해 K⁺이 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다. 확산에는 ATP가 사용되지 않는다.

11 항상성 유지

수능 기본 다지기

본책 129~131쪽

S.T.E.P ①

- 1 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ 2 (1) 좁은 → 넓은 (2) 느리고 → 빠르고 (3) 체액 → 신경 세포(뉴런) 3 ②, ③, ⑤ 4 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 5 A : 인슐린, B : 글루카곤, C : 아드레날린 6 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 7 (1) 감소 → 증가 (2) 확장 → 수축 (3) 감소 → 증가 8 (1) ㉠ 낮아, ㉡ 감소 (2) 증가 (3) 높아 (4) ㉠ 많아져, ㉡ 감소

S.T.E.P ②

- 9 ④ 10 ② 11 ⑤ 12 ③ 13 ③ 14 ③ 15 ④ 16 ④

개념 확인 문제

S.T.E.P ①

- 1 (4) 호르몬은 척추동물 사이에서는 대부분 종 특이성이 없어 다른 척추동물의 호르몬을 이용해도 대체로 같은 기능을 나타낸다.

바로알기 (1) 호르몬을 분비하는 내분비샘은 분비관이 없다.

- (3) 일부 호르몬은 분비량이 부족할 경우 결핍증, 분비량이 너무 많을 경우 과다증이 나타난다.

- 2 (1) 호르몬은 온몸을 흐르는 혈액을 통해 운반되므로 넓은 범위에서 지속적인 조절이 일어나게 한다.

- (2) 신경은 신호 전달 속도가 빠르지만 효과가 빨리 사라진다.

- (3) 신경은 신경 세포인 뉴런을 통해 신호가 전달된다.

- 3 ①, ④ 이자와 부신 속질은 자율 신경의 조절을 받는다.

- 4 (2) TSH는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬으로 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다.

바로알기 (3) 혈중 티록신 농도가 과다하면 음성 피드백에 의해 시상 하부의 작용이 억제되므로 TRH의 분비가 억제된다.

- (4) 티록신은 간이나 근육에서의 세포 호흡을 촉진하므로, 분비량이 증가하면 간에서 세포 호흡이 활발하게 일어난다.

- 5 이자에서 분비되는 혈당량 감소 호르몬 A는 인슐린이고, 혈당량 증가 호르몬 B는 글루카곤이다. 부신 속질에서 분비되는 혈당량 증가 호르몬 C는 아드레날린이다.

- 6 (1) 인슐린(A)은 간에 작용하여 혈당량을 낮추고 글루카곤(B)은 간에 작용하여 혈당량을 높이므로, A와 B는 서로 길항적으로 작용한다.

- (2) 식사 후에는 혈당량이 높아지므로 이자에서 혈당량 감소 호르몬인 인슐린(A)의 분비량이 증가한다.

바로알기 (3) 결핍되면 오줌에서 포도당이 검출되는 호르몬은 인슐린(A)이다.

- (4) 글루카곤(B)과 아드레날린(C)은 간에서 글리코젠을 포도당으로 전환하는 과정을 촉진하므로 이들 호르몬의 분비가 증가하면 간에서 글리코젠의 양이 감소한다.

- 7 (1) 추울 때는 골격근을 수축시켜 몸을 떨리게 하여 체내에서 열 발생량을 증가시킨다.

- (2) 추울 때는 교감 신경이 흥분하여 피부 모세 혈관을 수축시켜 열 발산량을 줄인다.

- (3) 추울 때는 티록신의 분비량이 증가하여 물질대사가 촉진된다.

- 8 (2) 항이뇨 호르몬이 결핍되면 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하여 오줌으로 배출되는 물의 양이 크게 증가한다.

- (3) 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가하면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하여 혈액량이 증가하고 혈압이 높아진다.

- (4) 짠 음식을 많이 섭취하면 체내 Na^+ 양이 증가하므로 부신 겉질에서 알도스테론(무기질 코르티코이드)의 분비가 감소하여 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수량이 감소한다.

수능 기본 문제

S.T.E.P ②

9 호르몬과 신경의 비교

(가)는 호르몬, (나)는 신경에 의한 신호 전달을 나타낸 것이다.

ㄴ. 호르몬(가)은 혈액을 통해 온몸으로 운반되지만, 각 호르몬에 대한 수용체가 있는 표적 세포(기관)에만 작용한다.

ㄷ. 신경(나)은 신경 세포인 뉴런이 연결되는 좁은 범위에만 신호가 전달되며, 효과가 빨리 사라진다.

바로알기 ㄱ. 신경(나)은 신경 세포인 뉴런을 통해 전기 화학적인 방식으로 신호가 전달되므로 신호 전달 속도가 호르몬(가)보다 빠르다.

10 내분비샘과 호르몬

ㄴ. 코르티코이드는 부신 겉질에서 분비되므로, 부신 겉질의 호르몬 분비를 촉진하는 호르몬 X의 분비량이 증가하면 코르티코이드의 분비량도 증가한다.

바로알기 ㄱ. 호르몬 X는 부신 겉질 자극 호르몬으로 뇌하수체 전엽에서 분비되고, 호르몬 Y는 옥시토신으로 뇌하수체 후엽에서 분비된다.

ㄷ. 호르몬은 분비관 없이 혈액으로 직접 분비된다.

11 호르몬의 분비 조절

ㄱ. 호르몬 b는 내분비샘 ㉠을 자극하여 호르몬 c의 분비를 촉진하는 작용을 하므로, 호르몬 b를 주사하여 혈중 호르몬 b의 농도가 증가하면 호르몬 c의 분비도 증가한다.

ㄴ. 호르몬 c의 분비가 과다하면 시상 하부의 기능이 억제되어 호르몬 a의 분비가 감소한다.

ㄷ. 내분비샘 ㉠이 제거되면 호르몬 c가 결핍되고, 그에 따라 시상 하부와 뇌하수체 전엽의 기능이 촉진되어 호르몬 a와 호르몬 b의 분비가 증가한다.

12 티록신의 분비 조절

(나) 환자는 아이오딘 결핍으로 티록신이 생성되지 않으므로 혈

중 티록신 농도가 낮아 TRH와 TSH의 분비가 촉진되고, TSH의 지속적인 자극으로 갑상샘의 세포 분열이 촉진되어 갑상샘이 비대해진 것이다.

ㄱ. (나) 환자는 혈중 티록신 농도가 낮으므로 피드백에 의해 간 뇌 시상 하부에서 TRH의 분비가 증가하고, 뇌하수체 전엽에서 TSH의 분비가 증가한다. 그러나 갑상샘에서는 아이오딘 결핍으로 티록신 합성이 잘 일어나지 않아 티록신 농도가 계속 낮게 유지되므로 TSH의 분비량은 더욱 증가하여 정상인보다 혈중 TSH의 농도가 높다.

ㄴ. 티록신은 세포 호흡을 촉진하는 호르몬이므로, 결핍되면 세포 호흡이 정상적으로 일어나지 않아 체내 열 발생량이 감소한다.

바로알기 ㄷ. 티록신의 농도가 낮을 때는 TRH와 TSH의 분비량이 증가한다.

13 혈당량 조절 호르몬

ㄱ. 이자의 이자섬 β 세포에서 분비되는 호르몬 ㉠은 인슐린이고, 이자섬 α 세포에서 분비되는 호르몬 ㉡은 글루카곤이다. 간은 두 호르몬의 공통적인 표적 기관이다.

ㄷ. 운동할 때는 혈액 속의 포도당이 근육의 에너지원으로 소비되어 혈당량이 감소하므로 글루카곤(㉡)의 분비량이 증가하여 혈당량을 높인다.

바로알기 ㄴ. 인슐린(㉠)은 혈당량이 높을 때 분비량이 증가하여 혈당량을 낮추는 작용을 한다. 따라서 인슐린(㉠)의 혈중 농도가 증가하면 혈당량이 감소한다.

14 혈당량 조절

ㄱ. 혈당량이 낮을 때 농도가 높은 호르몬 a는 혈당량을 증가시키는 글루카곤이다.

ㄷ. 혈당량이 높을 때 농도가 높은 호르몬 b는 혈당량을 감소시키는 인슐린이다. 인슐린은 혈액 내 포도당이 간 세포로 흡수되는 과정(A)을 촉진하고, 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정(C)을 촉진하여 혈당량을 낮추는 조절을 한다.

바로알기 ㄴ. 인슐린(호르몬 b)은 혈당량을 감소시키는 작용을 한다.

ㄷ. 분비량이 부족할 경우 당뇨 증세가 나타나는 것은 인슐린(호르몬 b)이다.

15 저온 자극 시 체온 조절

ㄱ. 경로 A는 뇌하수체에서 분비되는 TSH(갑상샘 자극 호르몬)에 의해, 경로 B와 C는 교감 신경에 의해 체온이 조절되는 과정이다. 따라서 간되는 자율 신경과 호르몬을 통해 체온을 조절함을 알 수 있다.

ㄷ. 경로 A를 통해 물질대사가 촉진되어 열 발생량이 증가한다.

ㄷ. 경로 C를 통해 피부 모세 혈관이 수축되어 피부 가까이 흐르는 혈액량이 감소하여 열 발산량이 감소한다.

바로알기 ㄴ. 경로 A는 뇌하수체에서 분비되는 호르몬인 TSH(갑상샘 자극 호르몬)에 의해 조절되는 과정이다.

16 삼투압 조절

ㄷ. 항이뇨 호르몬의 분비가 증가하면 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되므로 오줌량이 감소한다.

ㄷ. 운동을 하여 땀을 많이 흘리면 체내 수분량이 감소하므로 혈장 삼투압이 증가한다. 항이뇨 호르몬은 혈장 삼투압이 높을 때 분비가 촉진되므로 운동을 하여 땀을 많이 흘리면 항이뇨 호르몬의 분비가 증가한다.

바로알기 ㄱ. 항이뇨 호르몬은 혈장 삼투압이 높을 때 분비가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로 혈장 삼투압을 정상 수준으로 낮추는 작용을 한다.

ㄴ. 항이뇨 호르몬은 혈압이 낮을 때 분비가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로 혈액량이 증가하여 혈압을 정상 수준으로 높인다.

수능 유형 분석하기

본책 132~134쪽

1 ⑤ 2 ③ 3 ④ 4 ③ 5 ⑤ 6 ①

1 뇌하수체 전엽의 기능

A보다 많은 종류의 호르몬을 분비하는 B는 뇌하수체 전엽이다. 뇌하수체 전엽(B)을 제거하면 생장 호르몬, 갑상샘 자극 호르몬, 부신 겉질 자극 호르몬, 여포 자극 호르몬, 황체 형성 호르몬, 젖 분비 자극 호르몬이 분비되지 않는다.

ㄴ. 갑상샘 자극 호르몬이 분비되지 않으므로 갑상샘에서 티록신의 분비가 감소되어 세포 호흡이 억제된다.

ㄷ. 부신 겉질 자극 호르몬이 분비되지 않으므로 부신 겉질에서 무기질 코르티코이드의 분비가 감소한다.

바로알기 ㄱ. 생장 호르몬은 뇌하수체 전엽(B)에서 분비되므로 뇌하수체 전엽을 제거하면 분비되지 않는다.

2 티록신의 분비 조절

ㄱ. 내분비샘 ㉠은 시상 하부에서 분비되는 TRH의 조절을 받고, 갑상샘을 조절하는 TSH를 분비한다. 따라서 내분비샘 ㉠은 뇌하수체 전엽이다.

ㄴ. TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신 분비를 촉진하는 호르몬이다. 따라서 갑상샘은 TSH의 표적 기관이다.

바로알기 ㄷ. 아이오딘은 티록신의 구성 성분이다. 따라서 아이오딘이 결핍되면 티록신이 결핍되고, 그에 따라 시상 하부와 뇌하수체 전엽의 기능이 촉진되어 TSH 분비는 아이오딘 결핍 전보다 증가한다.

3 혈당량 조절

호르몬 A와 B는 이자에서 분비되는 호르몬으로, 호르몬 A는 혈당량을 낮추는 기능을 하는 인슐린이고, 호르몬 B는 혈당량을 높이는 기능을 하는 글루카곤이다.

ㄱ. 인슐린(A)은 간에 작용하여 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정을 촉진하고, 근육에 작용하여 혈액 속 포도당이 근육 세포로 흡수되는 것을 촉진한다.

ㄷ. 인슐린(A)과 글루카곤(B)은 둘 다 간에 작용하여 각각 혈당량을 낮추고 혈당량을 높이는 반대의 기능을 하므로 길항 작용을 한다.

바로알기 ㄴ. 글루카곤(B)은 이자섬의 α 세포에서 분비된다.

4 혈당량 조절

ㄱ. 포도당을 투여하였을 때 호르몬 X의 농도가 증가하였으므로 X는 혈당량이 높을 때 분비가 촉진되어 혈당량을 낮추는 작용을 하는 인슐린이다. 글루카곤은 혈당량이 낮을 때 분비가 촉진되어 혈당량을 높이는 작용을 하는 호르몬으로, 혈중 글루카곤 농도는 혈중 인슐린 농도와 반대 양상으로 나타나므로 t_2 일 때보다 t_1 일 때 높다.

ㄴ. 인슐린(X)은 혈당량이 높을 때 분비가 촉진되어 혈당량을 낮추는 작용을 하므로, 혈당량은 t_3 일 때보다 인슐린(X) 농도가 높은 t_2 일 때 높다.

바로알기 ㄷ. 인슐린(X)은 이자의 β 세포에서 분비된다.

5 체온 조절

(가)는 '시상 하부 → 뇌하수체 전엽 → 부신 겉질 자극 호르몬 → 부신 겉질'의 경로이고, (나)는 '시상 하부 → 교감 신경 → 부신 속질'의 경로이며, (다)는 '시상 하부 → 교감 신경 → 피부 모세 혈관'의 경로이다.

ㄱ, ㄷ. 추울 때는 교감 신경이 흥분하여 피부 모세 혈관이 수축하여 피부 모세 혈관을 흐르는 혈액량이 감소하므로 피부에서의 열 발산량이 감소한다. 따라서 (다)는 교감 신경에 의한 자극 전달 경로이다.

ㄴ. (나)와 (다)는 신경에 의한 조절 과정이고, (가)는 호르몬에 의한 조절 과정이다. 일반적으로 신경에 의한 조절은 호르몬에 의한 조절보다 자극 전달 속도가 빠르다.

6 삼투압 조절

ㄱ. 혈장 삼투압이 높을 때 분비가 증가하는 호르몬 X는 항이뇨 호르몬이다. 항이뇨 호르몬은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬으로, 시상 하부에 의해 분비가 조절된다.

바로알기 ㄴ. t_1 일 때 땀을 많이 흘리면 체내 수분량이 감소하므로 혈장 삼투압이 높아진다. 따라서 혈중 항이뇨 호르몬(X) 농도는 증가한다.

ㄷ. 오줌의 양은 배설되는 물의 양에 의해서 결정된다. 배설되는 물의 양이 많으면 오줌의 삼투압이 감소하고, 배설되는 물의 양이 적으면 오줌의 삼투압이 증가한다. 따라서 생성되는 오줌의 양은 구간 II보다 오줌의 삼투압이 낮은 구간 I에서 더 많다.

수능 실력 굳이기

본책 135~139쪽

1 ③ 2 ① 3 ② 4 ④ 5 ① 6 ④ 7 ② 8 ①
9 ① 10 ④ 11 ③ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ④ 15 ⑤
16 ④ 17 ② 18 ① 19 ④ 20 ③

1 이자의 외분비샘과 내분비샘

③ 이자는 이자액을 분비하는 외분비 기관뿐만 아니라 호르몬인 인슐린과 글루카곤을 분비하는 내분비 기관의 역할도 한다.

바로알기 ① 세포 A에서 생성된 물질(이자액)은 이자관을 통해 십이지장으로 분비된다.

② 세포 B와 C에서 생성된 물질(인슐린과 글루카곤)은 혈관으

로 분비되어 혈액에 의해 운반된다.

④ 이자관을 통해 분비되는 이자액에는 혈관으로 분비되는 호르몬은 포함되어 있지 않다.

⑤ 세포 A에서 생성·분비되는 이자액은 십이지장에서 작용하지만, 세포 B와 C에서 생성·분비되는 호르몬은 십이지장이 아니라 주로 간에서 작용한다.

더 알아보기

이자액의 성분

이자액은 이자관을 통해 십이지장으로 분비되는데, 그 속에는 아밀레이스, 트립신, 라이페이스가 들어 있어 3대 영양소를 모두 소화시킬 수 있고, 탄산 수소 나트륨(NaHCO_3)이 함유되어 있어 위에서 내려온 염산을 중화시킬 수 있다.

2 호르몬의 결핍증

ㄱ. 성장기에 결핍되면 키가 매우 작아지는 호르몬 A는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 성장 호르몬이다. 성장 호르몬(A)은 근육과 뼈에 작용하여 성장을 촉진한다.

바로알기 ㄴ. 결핍되면 땀은 오줌을 다량 배설하는 호르몬 B는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬이다. 항이뇨 호르몬(B)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

ㄷ. 결핍되면 혈당량이 높게 유지되어 오줌으로 포도당이 배설되는 호르몬 C는 이자에서 분비되는 인슐린이다. 인슐린(C)은 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정을 촉진하여 혈당량을 감소시킨다.

3 호르몬의 기능

ㄴ. X는 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진하고, 이자에서 혈당량 증가 호르몬인 글루카곤의 분비를 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

ㄷ. 혈당량 증가, 심장 박동 촉진, 소화 운동 억제 효과로 보아 호르몬 X는 휴식할 때보다 운동할 때 분비가 촉진된다는 것을 알 수 있다.

바로알기 ㄱ. X의 작용으로 소화 기관과 같은 내장의 소동맥이 수축되면 내장 기관으로 가는 혈액의 양이 감소하여 소화 작용이 억제된다.

ㄷ. X에 의해 심장 근육의 수축 빈도가 증가하므로 심장 박동이 빨라질 것이다. 따라서 심장 박동 주기는 짧아진다.

4 뇌하수체 호르몬

(가)는 뇌하수체 전엽, (나)는 뇌하수체 후엽을 나타낸 것이고, 물질 A는 갑상샘에서 분비되는 호르몬인 티록신, 물질 B는 젖샘에서 분비되는 젖, 물질 C는 부신 겉질에서 분비되는 호르몬인 코르티코이드를 나타낸 것이다.

ㄱ. (가)는 갑상샘, 젖샘, 부신 겉질에서의 물질 분비를 조절하는 호르몬을 분비하므로 뇌하수체 전엽이다.

ㄷ. 물질 A(티록신)의 분비량이 증가하여 혈중 티록신 농도가 높아지면, 음성 피드백에 의해 시상 하부와 뇌하수체 전엽(가)의 기능이 억제되어 TSH(갑상샘 자극 호르몬)의 분비가 감소하는 조절이 일어난다.

ㄷ. 젖샘은 외분비샘이므로 물질 B(젖)는 분비관을 통해 분비되

고, 부신 겉질은 내분비샘이므로 물질 C(코르티코이드)는 혈관으로 분비된다.

바로알기 ㄴ. (나)는 뇌하수체 후엽이며, 여기에서 분비되는 ADH(항이뇨 호르몬)의 표적 기관은 콩팥으로 내분비샘이 아니다. 다른 내분비샘의 기능을 조절하는 호르몬은 뇌하수체 전엽(가)에서 분비된다.

5 뇌하수체 호르몬의 기능

ㄱ. (가)는 TSH(갑상샘 자극 호르몬)의 조절을 받는 갑상샘이며, 여기에서 분비되는 호르몬은 티록신이다. 체온이 떨어지면 갑상샘(가)에서 티록신의 분비가 증가하고, 그 결과 세포 호흡이 촉진되어 체내 열 발생량이 증가한다.

바로알기 ㄴ. (나)는 ACTH(부신 겉질 자극 호르몬)의 조절을 받는 부신 겉질이며, 여기에서 분비되는 코르티코이드가 과다하면 음성 피드백에 의해 뇌하수체 전엽에서 ACTH(부신 겉질 자극 호르몬)의 분비가 억제된다.

ㄷ. 뇌하수체 후엽에서 분비되어 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬 A는 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 수박을 많이 먹으면 체내 수분량이 증가하여 혈장 삼투압이 낮아지므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 감소하여 콩팥에서 물의 재흡수가 감소한다.

6 갑상샘의 기능 이상

ㄴ. 환자 (가)는 정상인보다 방사성 아이오딘이 갑상샘에서 많이 검출되므로 정상인에 비해 갑상샘에서 아이오딘을 많이 흡수한다는 것을 알 수 있다. 이는 갑상샘의 기능이 항진된 경우로 정상인에 비해 티록신 분비량이 많아 물질대사가 활발하게 일어나 대사율과 체온이 높을 것이다.

ㄷ. 환자 (나)는 정상인보다 방사성 아이오딘이 갑상샘에서 적게 검출되고 오줌에서 많이 검출되므로 아이오딘이 오줌으로 빠르게 배출되는 것을 알 수 있다. 이는 갑상샘의 기능이 저하된 경우로 혈중 티록신 농도가 정상인보다 낮을 것이다.

바로알기 ㄱ. 환자 (가)는 정상인에 비해 갑상샘의 기능이 항진된 상태이다.

더 알아보기

갑상샘 기능 항진증과 갑상샘 기능 저하증

- 갑상샘 기능 항진증 : 갑상샘 호르몬인 티록신이 과다 분비되어 갑상샘 증독증을 일으키는 현상이다. 가장 주요한 원인은 그레이브스씨 병이며 이 외에도 뇌하수체에 종양이 있거나 갑상샘 호르몬제를 과량 복용할 경우에도 나타난다. 증상으로는 식욕이 왕성함에도 불구하고 체중이 감소하며, 더위를 참지 못하고, 맥박이 빨라지며, 가슴 두근거림, 손 떨림이 나타나고, 눈이 튀어나오기도 한다.
- 갑상샘 기능 저하증 : 갑상샘에서 티록신의 생산이 감소하여 티록신 농도가 낮은 상태로, 원인은 갑상샘 자체에 문제가 있어서 티록신 생산이 줄어드는 경우와 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비에 이상이 생겨서 티록신 생산이 줄어드는 경우로 나눌 수 있다. 증상으로는 만성 피로, 식욕 부진, 체중 증가, 추위를 타는 것 등이 있으며, 피부가 건조해지기도 한다.

7 호르몬의 분비 경로

ㄴ. 시상 하부의 조절을 직접 받는 내분비샘은 부신 속질이고,

여기에서 분비되는 호르몬 A는 아드레날린이다. 이때 시상 하부로부터 부신 속질로 교감 신경(㉓)을 통해 자극이 전달된다. 호르몬 B는 티록신인데, 시상 하부에서 TRH(㉒)를 분비하여 뇌하수체 전엽에서 TSH(㉑)의 분비를 촉진하고, TSH는 갑상샘에서 티록신의 분비를 촉진한다. 따라서 ㉑은 신경, ㉒과 ㉓은 호르몬에 의해 조절되는 과정이다.

바로알기 ㄱ. 아드레날린(A)을 분비하는 내분비샘은 부신 속질이다.

ㄷ. 티록신(B)은 세포에서 물질대사를 촉진하여 체내 열 발생량을 증가시킨다. 따라서 추울 때는 ㉒과 ㉓의 분비가 증가하여 갑상샘에서 티록신의 분비량이 증가한다.

8 호르몬의 분비 조절

ㄱ. 시상 하부에서 분비되는 TRH(호르몬 A)는 뇌하수체 전엽(가)에서 TSH(호르몬 B)의 분비를 촉진하고, TSH는 갑상샘(나)에서 티록신(호르몬 C)의 분비를 촉진한다. 따라서 티록신은 이와 같은 방식으로 조절되는 호르몬의 예이다.

바로알기 ㄴ. 호르몬 B의 분비량이 감소하면 내분비샘 (나)에서 호르몬 C의 분비량이 감소하고, 이것이 시상 하부에 피드백되어 호르몬 A의 분비가 촉진된다.

ㄷ. 부신 속질은 시상 하부의 조절을 받은 교감 신경의 자극으로 아드레날린을 분비한다. 따라서 부신 속질은 제시된 자료와 같은 방식으로 호르몬을 분비하는 내분비샘이 아니다.

9 티록신의 분비 조절

• A 집단 : 뇌하수체가 제거되면 TSH가 분비되지 않아 혈중 TSH 농도가 감소한다. 혈중 TSH 농도가 감소하면 갑상샘에서 티록신의 분비가 감소하여 혈중 티록신 농도가 감소하고, 그로 인해 물질대사도 억제된다.

• B 집단 : 갑상샘이 제거되면 티록신이 분비되지 않아 혈중 티록신 농도는 감소하고 물질대사도 억제된다. 이때 티록신의 분비량을 늘리기 위해 뇌하수체에서 TSH의 분비가 증가하여 혈중 TSH 농도는 증가한다.

바로알기 • C 집단 : 티록신을 매일 주사하면 혈중 티록신 농도가 증가하여 물질대사가 촉진된다. 이때 음성 피드백에 의해 뇌하수체에서 TSH의 분비가 억제되므로 혈중 TSH 농도는 감소한다.

• D 집단 : 티록신의 성분인 아이오딘이 결핍되면 혈중 티록신 농도가 감소하여 물질대사가 억제된다. 이때 티록신의 분비량을 늘리기 위해 뇌하수체에서 TSH의 분비가 증가하므로 혈중 TSH 농도는 증가한다.

10 갑상샘과 부갑상샘에서의 호르몬 분비

갑상샘이 제거되면 티록신과 칼시토닌이, 부갑상샘이 제거되면 파라토르몬이 합성·분비되지 않는다.

④ 갑상샘이 제거되면 티록신이 분비되지 않으므로 티록신의 분비량을 늘리기 위해 뇌하수체에서 갑상샘 자극 호르몬의 분비가 증가한다.

바로알기 ① 갑상샘이 제거되면 갑상샘 호르몬인 티록신이 분비되지 않는다.

② 갑상샘이 제거되면 갑상샘 호르몬인 칼시토닌이 합성되지

않는다.

③ 갑상샘이 제거될 때 부갑상샘도 함께 제거되었으므로 부갑상샘 호르몬인 파라토르몬이 합성되지 않는다.

⑤ 갑상샘이 제거되어 티록신이 분비되지 않으면 세포 호흡이 제대로 일어나지 않으므로 산소 소비량과 열 생성이 크게 감소한다.

11 혈당량 조절

ㄱ. 호르몬 X는 이자에서 분비되어 간에 작용하여 혈당량을 감소시키는 인슐린이다. 인슐린은 이자섬의 β 세포에서 분비된다.
ㄴ. 호르몬 Y는 이자에서 분비되어 간에 작용하여 혈당량을 증가시키는 글루카곤으로, 이자섬의 α 세포에서 분비된다. 운동을 할 때는 세포 호흡이 활발하게 일어나 혈당량이 감소하므로 글루카곤(호르몬 Y)의 분비가 촉진된다.

바로알기 ㄴ. 인슐린(호르몬 X)은 간에서 여분의 포도당이 글리코젠으로 전환되는 과정을 촉진하므로 인슐린이 결핍되면 간 속에 저장되는 글리코젠의 양이 감소한다.

12 혈당량 조절 호르몬

운동을 할 때에는 세포 호흡이 활발하게 일어나 포도당이 소모되어 혈당량이 감소한다. 호르몬 Y는 운동을 하여 혈당량이 낮아질 때 농도가 증가하므로 혈당량 증가 호르몬인 글루카곤이고, 반대로 호르몬 X는 농도가 감소하므로 혈당량 감소 호르몬인 인슐린이다.

ㄴ. 인슐린(호르몬 X)은 이자섬의 β 세포에서, 글루카곤(호르몬 Y)은 이자섬의 α 세포에서 분비된다.

ㄴ. 인슐린(호르몬 X)은 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정을 촉진하고, 글루카곤(호르몬 Y)은 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진한다. 인슐린(호르몬 X)과 글루카곤(호르몬 Y)은 혈당량 조절에 있어 길항적으로 작용한다.

바로알기 ㄱ. 인슐린(호르몬 X)은 혈당량이 높을 때 분비가 증가하여 혈당량을 감소시킨다.

13 정상인과 당뇨 환자의 혈당량 조절

ㄱ. 당뇨 환자는 혈당량이 증가해도 인슐린의 분비가 증가하지 않으므로 이자의 β 세포에 이상이 있음을 알 수 있다.

ㄴ. 정상인의 경우 인슐린의 농도가 증가하여 혈당량이 감소하면 이것이 피드백 요인이 되어 인슐린의 분비가 억제된다.

ㄴ. 혈당량이 일정 수준을 초과할 때 당뇨 증세가 나타나는데, 이 환자는 인슐린의 분비량이 적어 혈당량이 높은 것이므로 인슐린을 투여하면 혈당량을 감소시킬 수 있을 것이다.

14 혈당량 조절 호르몬

ㄱ. 정상인에게 혈당량 감소 호르몬인 인슐린을 주사하면 혈당량이 낮아져 저혈당이 된다. 저혈당일 때 분비가 촉진되는 이자 호르몬 A는 글루카곤, 부신 속질에서 분비되는 호르몬 B는 아드레날린으로 모두 혈당량을 증가시킨다.

ㄴ. 저혈당이 되면 교감 신경의 작용으로 부신 속질에서는 아드레날린이 분비되어 간에 저장된 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진한다. 따라서 인슐린을 주사하여 저혈당이 되면 교감 신경이 활성화되어 아드레날린(B)이 분비된다.

바로알기 ㄴ. A와 B는 서로 다른 내분비샘에서 분비되지만 둘 다 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 과정을 촉진하여 혈당량을 높이는 작용을 한다. 갑상샘 자극 호르몬은 갑상샘에 작용하여 티록신의 분비를 촉진하는 것으로, A와 B의 관계와는 다르다.

15 체온 조절

① 피부 모세 혈관이 수축하면 피부 모세 혈관을 흐르는 혈액량이 감소하여 피부를 통한 열 발산량이 감소하고, 티록신 분비가 촉진되면 세포 호흡이 활발하게 일어나 열 발생량이 증가한다. 따라서 (가)는 저온 자극에 의한 조절 과정이다.

② 교감 신경이 흥분하면 피부 모세 혈관이 수축한다. 따라서 A는 교감 신경에 의해 일어나는 조절 과정이다.

③ B 과정에 의해 티록신의 분비가 증가하면 세포 호흡이 촉진되어 체내 열 발생량이 증가한다.

④ 구간 I에 비해 구간 II에서 체온이 상승한 것은 티록신의 분비가 증가하여 세포 호흡이 활발하게 일어나 체내 열 발생량이 증가했기 때문이다.

바로알기 ⑤ 피부 모세 혈관이 확장되어 피부 모세 혈관을 흐르는 혈액량이 증가하면 피부를 통한 열 발산량이 증가하여 체온을 낮추는 데 도움이 된다. 구간 II에서는 체온이 올라가고 구간 III에서는 체온이 내려가고 있으므로, 피부 모세 혈관을 흐르는 혈액량은 구간 II에서보다 구간 III에서 더 많다.

16 체온 조절

ㄴ. 시상 하부의 온도를 정상(38°C)보다 낮추면 티록신 분비가 증가하고 교감 신경이 흥분하여 심장 박동이 촉진되며 피부 모세 혈관이 수축하여 열 발산량이 감소한다.

ㄴ. 시상 하부의 온도를 36°C 로 낮춘 상태에서는 대사가 증가하여 체온이 올라간다. 이것은 티록신의 분비 증가로 물질대사가 촉진되었기 때문이다. 따라서 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비가 증가하여 갑상샘에서 티록신의 분비가 증가하였다고 추론할 수 있다.

바로알기 ㄱ. (가)는 피부 모세 혈관이 확장되어 피부 가까이 흐르는 혈액량이 증가하여 피부를 통한 열 발산량이 증가하는 것을 나타낸다. 따라서 정상(38°C)보다 체온이 높을 때 나타나는 반응이므로 시상 하부의 온도가 40°C 인 상태의 모습이다.

17 저온 자극 시 체온 조절

① (가)는 감각기에서 중추 신경으로 신경에 의한 흥분 전달과 중추 신경으로부터 반응기로 운동 신경이나 자율 신경을 통한 명령의 전달을 나타낸다. (나)는 내분비샘에서 분비되는 호르몬에 의한 조절 과정을 나타낸다.

③ 갑상샘에서 분비되는 티록신은 세포 호흡을 촉진하여 열 발생량을 증가시킨다.

④ 추울 때는 세포 호흡이 촉진되므로 세포에서 산소 소비량이 증가한다.

⑤ 대뇌의 조절을 받아 몸을 움츠리고 옷을 더 껴입는 의식적인 행동은 열 발산을 억제하여 체온을 조절하는 데 관여한다.

바로알기 ② ㉠은 피부 감각기에서 받아들인 자극을 대뇌로 전달하는 감각 신경이고, ㉡은 대뇌의 명령을 반응기에 전달하는

운동 신경이다. ㉠ 경로에 의한 반응은 의식적인 행동에 의한 체온 조절 작용이므로 자율 신경이 아니라 체성 신경을 통한 자극 전달이다.

18 삼투압 조절

ㄱ. ADH는 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈액량을 증가시키고 혈장 삼투압을 낮추는 작용을 한다. 따라서 혈액량이 증가하면 ADH의 분비가 억제되고, 혈장 삼투압이 증가하면 ADH의 분비가 촉진된다. ㉠이 증가함에 따라 혈중 ADH의 농도가 낮아지므로 ㉠은 전체 혈액량이다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 t_1 일 때는 안정 상태일 때보다 전체 혈액량이 적어 ADH의 분비가 촉진되어 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진된다. 그 결과 배설되는 물의 양이 적어지므로 오줌의 삼투압은 t_1 일 때가 안정 상태일 때보다 높다.

ㄷ. (나)에서 ㉠은 혈장 삼투압이며, t_2 일 때는 안정 상태일 때보다 혈장 삼투압이 높아 ADH의 분비가 촉진되어 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진된다. 따라서 콩팥의 단위 시간당 수분 재흡수량은 t_2 일 때가 안정 상태일 때보다 많다.

19 알도스테론과 항이뇨 호르몬의 작용

뇌하수체 후엽에서 분비되어 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬 A는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

ㄱ. 땀을 많이 흘리면 혈장 삼투압이 증가하고 혈액량이 감소하므로 항이뇨 호르몬(호르몬 A)의 분비가 촉진된다.

ㄴ. 부신 겉질에서 분비되는 알도스테론은 콩팥의 세뇨관에서 Na^+ 의 재흡수를 촉진한다.

바로알기 ㄷ. 항이뇨 호르몬(호르몬 A)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로 분비량이 증가하면 혈액량이 많아져 혈압이 높아진다. 따라서 고혈압 환자에게 항이뇨 호르몬(호르몬 A)을 주사하면 혈압이 더 높아져 위험을 초래할 수 있다.

20 뇌하수체 호르몬의 조절

A는 뇌하수체 후엽이고, 여기에서 분비되어 콩팥에 작용하는 호르몬 ㉠은 항이뇨 호르몬이다. B는 뇌하수체 전엽이고, 여기에서 분비되어 갑상샘에 작용하는 호르몬 ㉡은 TSH이다.

ㄴ. 뇌하수체 후엽(A)에서 항이뇨 호르몬(㉠)의 분비가 증가하면 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 증가하여 혈액량이 증가한다.

ㄷ. 아이오딘은 갑상샘 호르몬인 티록신의 구성 성분이다. 따라서 아이오딘이 결핍되면 티록신이 결핍되고, 이것이 시상 하부와 뇌하수체 전엽(B)으로 피드백되어 TSH(㉡)의 분비가 촉진된다.

바로알기 ㄱ. 항이뇨 호르몬(㉠)은 혈장 삼투압이 높을 때, 혈액량이 적을 때, 혈압이 낮을 때 분비가 촉진되어 혈장 삼투압을 낮추고, 혈액량을 늘리며, 혈압을 높인다. 요인 X가 정상치보다 감소하면 항이뇨 호르몬(㉠)의 분비가 증가하므로 요인 X는 혈액량 또는 혈압이다.

ㄴ. 혈중 갑상샘 호르몬(티록신)의 농도가 높으면 음성 피드백에 의해 '시상 하부 → B(뇌하수체 전엽) → ㉡(갑상샘 자극 호르몬 : TSH) → 갑상샘' 경로에 의한 반응이 억제되어 티록신의 분비량이 감소한다.

12 방어 작용

본책 143~145쪽

수능 기본 다지기

STEP 1

- 1 ③ 2 (1) ㄹ (2) ㄱ (3) ㄱ (4) ㄴ (5) ㄷ 3 ③ 4 히스타민
5 (1) 비특이적 (2) 2차 (3) ㉠ 항원 ㉡ 항체 (4) ㉠ B 림프구, ㉡ T 림프구
6 항원 항체 반응의 특이성 7 (1) × (2) × (3) ○ (4) × (5) ○
8 (가) B형, (나) A형, (다) O형, (라) AB형 9 (1) ○ (2) × (3) ○
10 (1) AB형 → O형 (2) Rh⁻형 → Rh⁺형, Rh⁺형 → Rh⁻형

STEP 2

- 11 ① 12 ④ 13 ④ 14 ④ 15 ① 16 ① 17 ④
18 ①

개념 확인 문제

S.T.E.P

1

1 ③ 당뇨병은 식습관이나 생활 습관 또는 유전에 의해 나타나는 비감염성 질병이다.

2 (1) 주로 열대 지역에서 매개 곤충을 통해 감염되는 것은 말라리아 원충과 같은 원생동물이다.

(2) 신경계의 퇴행성 질환인 크로이츠펔트-야코프병은 감염성 단백질인 변형된 프리온에 의해 나타난다.

(3) 결핵, 폐렴은 세균성 질병이다.

(4) 무좀의 원인균은 곰팡이이다.

(5) 바이러스는 핵산과 단백질로 구성되어 있으며, 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.

3 ③ 항체는 병원균에 대항하여 체내에서 생성되는 물질로, 2차 방어 작용에 관여한다.

4 피부나 점막이 손상되어 병원체가 체내로 침입하면 비만 세포에서 히스타민이 분비되어 모세 혈관을 확장시키고 혈관벽의 투과성을 높여 혈액 속의 백혈구가 상처 부위로 빠르게 이동하도록 한다.

5 (1) 식균 작용은 병원체의 종류에 관계없이 일어나는 비특이적 면역이다.

(2) B 림프구는 항체 생성에 관여하므로 2차 방어 작용에 관여한다.

(3) 병원체와 같이 면역 반응이 일어나게 하는 것은 항원, 그에 대항하여 체내에서 만들어지는 것은 항체이다.

(4) 체액성 면역에서는 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 생성된 항체가 항원을 제거하고, 세포성 면역에서는 세포 독성 T 림프구가 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴하여 제거한다.

6 특정 항체는 그 항체를 만들어지게 한 항원하고만 결합하는데, 이를 항원 항체 반응의 특이성이라고 한다.

7 **바로알기** (1) 항원이 침입하면 보조 T 림프구가 B 림프구를 활성화시켜 형질 세포와 기억 세포로 분화되도록 하고, 분화된 형질 세포로부터 항체가 생성된다.

(2) 기억 세포는 1차 면역 반응뿐 아니라 동일한 항원의 재침입 시 2차 면역 반응에서도 생성된다.

(4) 1차 면역 반응과 2차 면역 반응 모두 항체는 형질 세포로부터 생성된다.

8 항 A 혈청에는 응집원 A와 반응하여 응집하는 항체(응집소 α)가 있고, 항 B 혈청에는 응집원 B와 반응하여 응집하는 항체(응집소 β)가 있다. 따라서 항 B 혈청에만 응집한 (가)는 응집원 B를 가지므로 B형이고, 항 A 혈청에만 응집한 (나)는 응집원 A를 가지므로 A형이다. (다)는 두 혈청에 모두 응집하지 않으므로 응집원이 없는 O형이고, (라)는 두 혈청에 모두 응집하므로 응집원 A와 B를 모두 가지는 AB형이다.

9 **바로알기** (2) 응집소 α 는 응집원 A를 가지지 않는 혈액형에 있다. 따라서 응집소 α 는 B형인 (가)와 O형인 (다)에게 있다.

10 (1) 이론적으로 O형은 응집원이 없으므로 모든 혈액형에게 소량이라도 수혈할 수 있다.

(2) 응집소가 없는 Rh^+ 형인 사람은 응집원이 없는 Rh^- 형인 사람으로부터 수혈받을 수 있다.

수능 기본 문제

S·T·E·P

2

11 질병의 구분

ㄱ. (가)는 생활 습관이나 유전에 의한 비감염성 질병, (나)는 병원체의 감염에 의한 감염성 질병이다.

바로알기 ㄴ. (다)의 폐렴과 결핵은 세균 감염에 의한 질병이다. 세균은 단세포 원핵생물로, 세포 구조를 갖추고 있다.

ㄷ. 항생제로 치료하는 것은 세균 감염에 의한 질병이므로 (다)에서 가장 큰 효과가 나타난다. (라)의 독감과 소아마비는 바이러스 감염에 의한 질병이므로 항바이러스제로 치료한다.

12 병원체의 특성

결핵은 세균(가)의 감염에 의한 질병이고, 독감은 바이러스(나)의 감염에 의한 질병이다.

ㄱ. 세균(가)은 단세포 생물이므로 스스로 물질대사를 한다.

ㄷ. 세균(가)과 바이러스(나) 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있어서 자신의 유전 물질로 증식한다.

바로알기 ㄴ. 바이러스(나)는 세포의 구조를 갖추지 못하였으며, 핵막도 없다.

13 1차 방어 작용과 2차 방어 작용

ㄴ. ①은 기억 세포로, 동일한 항원의 재침입 시 신속하게 많은 수의 형질 세포로 분화되어 다량의 항체를 생성한다.

ㄷ. (나)는 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체를 만들어 항원 항체 반응으로 항원을 제거하는 체액성 면역 반응이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 백혈구의 식균 작용을 나타낸 것으로, 항원의 종류에 관계없이 비특이적으로 일어나는 1차 방어 작용이다.

14 혈중 항체 농도의 변화

ㄱ. (가)에서 항체 X가 생성되고 있다는 것은 항체 X를 생산하는 형질 세포가 있다는 것을 의미한다.

ㄷ. 항원 X의 면역 반응에서 항체 X가 만들어지고, 항원 Y의 면역 반응에서 항체 Y가 만들어진다. 따라서 항체 Y의 생성은 항원 X에 대한 기억 세포의 유무와는 관계없이 독립적으로 일어난다.

바로알기 ㄴ. (가)에서와 같이 (나)에서도 항체 X는 형질 세포로부터 생성된다. 그리고 이 형질 세포는 (가)에서 생성된 항원 X에 대한 기억 세포로부터 분화한 것이다.

15 인체의 방어 작용

ㄱ. 구간 I은 바이러스에 대한 항체가 만들어지기 전이므로 항미생물 단백질과 같은 면역 단백질 Y에 의해 X의 수가 감소한다. 이것은 1차 방어 작용의 일종으로, 비특이적으로 작용하며 감염 초기에 병원체의 수를 줄이는 데 관여한다.

바로알기 ㄴ. 구간 II에서는 바이러스 X에 대한 항체가 만들어지고 있으므로 항체를 생산하는 형질 세포가 존재한다.

ㄷ. 면역 단백질 Y는 병원체에 감염된 즉시 병원체의 종류를 가리지 않고 비특이적으로 작용한다.

더 알아보기

항미생물 단백질

우리 몸은 병원체에 대응하여 그 미생물을 직접 공격하거나 번식을 억제하는 여러 종류의 물질을 만드는데, 이를 항미생물 단백질이라 하고 대표적인 예로는 인터페론이 있다. 인터페론은 바이러스에 감염된 세포에서 분비되는데, 주변의 감염되지 않은 세포에 직접 작용하여 바이러스 증식을 억제하는 물질을 만들어내도록 유도한다. 인터페론은 바이러스가 세포에서 다른 세포로 확산되는 것을 막아주기 때문에 감기나 독감과 같은 바이러스성 질병의 치료제로 사용된다.

16 알레르기

ㄱ. 비만 세포에 결합된 항체는 체내로 들어온 꽃가루에 의해 만들어진 것이므로 항체는 항원인 꽃가루와 특이적으로 결합한다.

바로알기 ㄴ. 알레르기 반응은 항원 항체 반응의 일종이므로 특이성이 있어서 특정 꽃가루에 의해 유발된 알레르기 증상은 그 꽃가루에 대해서만 나타난다.

ㄷ. 항히스타민제는 비만 세포에서 방출된 히스타민의 작용을 억제하는 것이지 꽃가루와 항체의 결합을 억제하는 것은 아니다.

17 혈액형과 수혈

어머니는 A형, 아들은 O형, 딸은 B형이므로 부모는 모두 유전자 O를 가져야 하고 아버지는 유전자 B를 가져야 한다. 따라서 어머니의 유전자형은 AO이며, 아버지의 유전자형은 BO이고 혈액형은 B형이다.

④ 아버지는 딸과 혈액형이 B형으로 같으므로 딸에게 수혈할 수 있다.

바로알기 ① 아버지는 B형이므로 응집원 B와 응집소 α 를 가지고 있다.

② 아버지와 딸은 B형으로 같다.

③ 어머니의 혈장에는 응집소 β 가 있으나 아들의 적혈구에는 응집원 B가 없으므로 어머니의 혈장과 아들의 혈구를 섞어도 응집되지 않는다.

⑤ 아버지의 적혈구에는 응집원 B가, 아들의 혈장에는 응집소 α 와 β 가 있다. 따라서 아버지의 혈액을 아들에게 수혈하면 응집원 B와 응집소 β 가 만나 응집되므로 수혈할 수 없다.

18 혈액형 판정

항 A 혈청에는 응집소 α , 항 B 혈청에는 응집소 β 가 있고, 항 Rh 혈청에는 Rh 응집소가 들어 있다. 철수의 혈액은 항 A 혈청에는 응집하지 않고 항 B 혈청에 응집하였으므로 ABO식 혈액형은 B형이며, 항 Rh 혈청에 응집하지 않았으므로 Rh식 혈액형은 Rh⁻형이다. 철수의 동생은 항 A 혈청과 항 B 혈청에 응집하지 않았으므로 ABO식 혈액형은 O형이고, 항 Rh 혈청에 응집하였으므로 Rh식 혈액형은 Rh⁺형이다.

ㄱ. 철수는 혈액형이 B형이므로 혈장에는 응집소 α 가 있다.

바로알기 ㄴ. 동생은 Rh⁺형이므로 Rh 응집원은 있지만 Rh 응집소는 없다.

ㄷ. 철수의 혈액형은 Rh⁻ B형, 동생의 혈액형은 Rh⁺ O형으로, 철수 혈액의 응집원 B가 동생 혈액의 응집소 β 와 응집 반응을 일으키므로 철수의 혈액을 동생에게 수혈할 수 없다.

수능 유형 분석하기

본책 146~147쪽

1 ① 2 ① 3 ⑤ 4 ⑤

1 면역 반응의 과정

ㄱ. 항체를 생성하여 항원 항체 반응으로 병원체를 제거하는 방어 작용은 체액성 면역 반응이다.

바로알기 ㄴ. ①은 형질 세포와 기억 세포로 분화하므로 B 림프구이며, B 림프구는 골수에서 생성·성숙한다. 가슴샘(흉선)에서 성숙되는 것은 T 림프구이다.

ㄷ. X가 1차 침입할 때와 2차 침입할 때 모두 항체를 생성하는 것은 형질 세포이다.

2 혈중 항체 농도의 변화

ㄱ. 항체를 생성하여 항원 항체 반응으로 병원체를 제거하는 방어 작용은 체액성 면역에 해당한다. A를 X에 주사하였을 때 A에 대한 항체가 생성되었으므로 X에서는 체액성 면역 반응이 일어났다.

바로알기 ㄴ. 구간 I에서는 A에 대한 적은 양의 항체가 느리게 생성되었으므로 A에 대한 1차 면역 반응이 일어났고, 이 과정에서 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화한다. 형질 세포는 기억 세포로 분화하지 않는다.

ㄷ. Y에서 B를 2차 주사한 후의 면역 반응은 1차 주사 후와 비슷하게 나타난다. 이것은 Y에 B를 1차 주사한 후 기억 세포가 생성되지 않아서 B를 2차 주사한 후에도 1차 면역 반응이 일어난 것으로 해석할 수 있다.

3 질병의 구분

ㄴ. (나)는 세균의 감염에 의한 질병으로, 세균에 감염되면 식균 작용, 염증 반응과 같은 비특이적 면역(방어)이 작용한다.

ㄷ. (다)는 바이러스의 감염에 의한 질병이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 유전이나 생활 습관 등에 의해 생기는 질병으로, 다른 사람에게 전염되지 않는 비감염성 질병이다.

4 혈액형 판정

아버지는 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 있으므로 A형 또는 B형이다. 그런데 누나는 응집원 ㉠은 있고 응집소 ㉡은 없으므로 AB형이다. 누나가 AB형이므로 아버지가 A형이면 어머니는 B형이고, 아버지가 B형이면 어머니는 A형이다. 그리고 민수네 가족 4명의 ABO식 혈액형이 모두 다르다고 했으므로 민수의 혈액형은 O형이다.

ㄱ. 아버지와 어머니는 혈액형이 A형과 B형으로 다르므로, 아버지의 적혈구와 어머니의 혈청을 섞으면 응집된다.

ㄴ. 민수는 O형이므로 응집원 A와 B는 없고 응집소 α 와 β 가 있다. 따라서 민수의 혈액에는 응집소 ㉡이 있다.

ㄷ. 누나는 응집원 ㉠은 있고 응집소 ㉡은 없으므로 AB형이다.

수능 실력 굳이기

본책 148~151쪽

1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ① 5 ① 6 ③ 7 ③ 8 ①
9 ④ 10 ② 11 ① 12 ② 13 ③ 14 ⑤ 15 ④
16 ⑤

1 질병의 구분

ㄱ. (가) 이후에 병원체의 세포 구조 여부를 묻고 있으므로 (가)에서 분류 기준은 병원체에 의한 ‘감염성 질병인가?’이다. ‘아니요’라고 했으므로 ㉠은 비감염성 질병인 고혈압이다.

ㄷ. ㉡은 세포 구조를 갖는 병원체에 의한 질병이므로 세균성 질병인 결핵이다. 결핵균은 스스로 물질대사를 할 수 있으므로 숙주 세포 밖에서도 증식할 수 있다.

바로알기 ㄴ. ㉢은 세포 구조를 갖지 못하는 병원체에 의한 질병이므로 바이러스성 질병인 독감이다. 바이러스성 질병에는 항바이러스제를 사용하며, 항생제는 세균성 질병에 효과적이다.

2 병원체의 특성

독감을 유발하는 병원체 A는 바이러스이고, 결핵을 유발하는 병원체 B는 세균이다.

ㄴ. 바이러스(A)와 세균(B) 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있다. 따라서 ‘유전 물질을 가지고 있다.’는 바이러스(A)와 세균(B)의 공통점인 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 바이러스(A)는 비세포 구조이고 독자적인 효소가 없어서 스스로 물질대사를 하지 못한다. 그러나 세균(B)은 단세포 생물로서 자신의 효소를 가지고 스스로 물질대사를 할 수 있다. 따라서 ‘분열에 의해 스스로 증식한다.’는 ㉡에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 바이러스(A)는 비세포 구조이고, 세균(B)은 단세포 생물이다. 따라서 ‘세포로 되어 있다.’는 ㉢에 해당한다.

3 1차 방어 작용과 2차 방어 작용

㉔ (가)는 1차 방어 작용으로, 비특이적 반응이므로 감염 즉시 신속하게 일어나며 선천적이다. (나)는 2차 방어 작용으로, 병원체의 종류를 인식하여 제거하는 특이적 반응이므로 방어 작용이 일어나는 데 시간이 걸리며 후천적이다.

바로알기 ㉔ (가)의 1차 방어 작용에서는 병원체의 침입을 막거나 침입한 병원체를 직접 제거한다. (나)에서 세포 독성 T 림프구는 병원체에 감염된 세포를 공격하여 제거하고, 항체는 병원체에 있는 항원과 만나 항원 항체 반응을 일으킨다.

㉕ (가)는 과거 병원체의 감염 여부와 관계없이 일어난다.

4 인체의 방어 작용

ㄱ. 1차 방어 작용 중 방어벽 A는 병원체의 감염을 막는 물리적 장벽으로 피부와 점막 등이 해당한다. 또, 내부 방어 B는 방어벽을 뚫고 체내로 침입한 병원체를 제거하는 식균 작용이다.

바로알기 ㄴ. 감염된 세포를 공격하는 세포성 면역는 T 림프구(세포 C)에 의해 일어난다. T 림프구는 골수에서 생성되고 가슴샘에서 성숙하며, 형질 세포로 분화하지는 못한다.

ㄷ. 항체 생성에 관여하는 세포 D는 B 림프구이다. B 림프구는 골수에서 생성·성숙하며, 항원에 노출되면 보조 T 림프구의 도움을 받아 형질 세포와 기억 세포로 분화된다.

5 면역 과정과 혈중 항체 농도의 변화

ㄱ. (가)에서 대식 세포가 세균을 식균 작용으로 분해하고 항원을 제시하면 보조 T 림프구가 이 항원을 인식한다.

바로알기 ㄴ. B 림프구는 보조 T 림프구에 의해 형질 세포와 기억 세포로 분화하므로, ㉔은 기억 세포이고 ㉕은 항체를 생산하는 형질 세포이다. 구간 I에서 항체 농도가 감소하는 것은 형질 세포(㉕)의 수가 감소하기 때문이다.

ㄷ. (나)에서 세균이 2차 침입했을 때 구간 II에서 많은 양의 항체가 빠르게 생성되는 것은 기억 세포(㉔)가 더 많은 형질 세포(㉕)로 빠르게 분화되기 때문이다.

6 1차 면역 반응과 2차 면역 반응

㉔ 항원 X가 0주에 침입했을 때와 항원 Y가 4주에 침입했을 때 항체 X와 Y의 생성 속도가 느리고 그 양이 적으므로 기억 세포가 관여하지 않는 1차 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다. 따라서 A 이전에 항원 X와 Y가 침입한 적이 없다.

㉕ 형질 세포의 수는 항체 생성량으로 알 수 있다. A보다 C에서 항체 X의 양이 더 많으므로 항체 X를 생산하는 형질 세포는 A보다 C에서 더 많다.

㉖ C에서 항원 X에 대한 항체가 생성되고 있으므로 항체를 생성하는 형질 세포가 있으며 형질 세포를 만들 때 기억 세포도 함께 만들어진다.

㉗ 한 가지 형질 세포는 한 가지 항체만을 생성한다. 항원 X와 Y에 대한 항체 X와 Y는 각기 다른 형질 세포로부터 생성된다.

바로알기 ㉘ B에서 항체 X의 농도가 감소하는 것은 형질 세포의 수가 감소하기 때문이다.

7 면역 과정

항원이 침입하면 백혈구의 식균 작용이 먼저 일어나고, 항원을 인식한 T 림프구에 의해 B 림프구가 형질 세포로 분화되어 항

체를 생산한다. 따라서 독감 바이러스의 감염으로 가장 먼저 증가한 ㉔은 백혈구, 그 다음으로 증가한 ㉕은 T 림프구, 가장 나중에 증가한 ㉖은 항체이다.

ㄱ. 백혈구(㉔)는 식균 작용으로 항원을 제거한다.

ㄴ. T 림프구(㉕)는 골수에서 생성되고 가슴샘에서 성숙된다.

바로알기 ㄷ. B 림프구는 T 림프구에 의해 형질 세포로 분화되어 항체를 생성하므로, T 림프구(㉕)가 파괴되면 항체(㉖)를 만드는 과정이 정상적으로 일어나지 않는다.

8 면역 과정과 혈중 항체 농도의 변화

ㄱ. (가)의 I은 세균 X에 감염된 후 비만 세포가 분비하는 화학 신호 물질(히스타민)에 의해 모세 혈관이 확장되고 혈관 벽의 투과성이 증가하여 백혈구(대식 세포)가 감염 부위로 모여 식균 작용으로 세균 X를 제거하는 염증 반응을 나타낸 것이다.

바로알기 ㄴ. (가)의 II는 대식 세포가 세균 X의 항원을 제시하면 보조 T 림프구가 이 항원을 인식하여 활성화되고, B 림프구는 보조 T 림프구의 도움으로 형질 세포로 분화되어 항체를 생성하는 면역 반응을 나타낸 것이다. 따라서 II에는 대식 세포, 보조 T 림프구, B 림프구, 형질 세포가 표현되어 있다.

ㄷ. 형질 세포는 기억 세포로 분화하지 않는다.

9 방어 작용

세균 X의 수가 시간이 지나면서 크게 감소한 C는 정상 생쥐이다. 대식 세포는 감염 직후에 식균 작용으로 세균을 제거하므로 감염 직후 세균 X의 수가 급격히 증가한 A는 대식 세포가 결핍된 생쥐이다. B는 감염 초기에는 세균 X의 급격한 증가를 막지만 시간이 지나면서 세균 X의 수가 감소하지 않으므로 2차 방어 작용에 관여하는 림프구가 결핍된 생쥐이다.

ㄴ. 구간 I에서 A는 대식 세포가 결핍되어 X에 대한 식균 작용이 정상적으로 일어나지 않지만, B는 대식 세포가 정상이므로 X에 대한 식균 작용이 활발하게 일어난다.

ㄷ. 구간 II에서 C는 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체를 생산하여 X를 제거하지만, B는 림프구가 결핍되어 X에 대한 항체를 생산하지 못한다. 따라서 X에 대한 항체 농도는 B에서보다 C에서 높다.

바로알기 ㄱ. A는 감염 직후 X의 수가 급격히 증가하므로 대식 세포가 결핍된 생쥐이다.

10 면역 반응 실험

ㄴ. 기억 세포 자체가 항체를 생산하는 것은 아니고, 기억 세포를 만들게 한 항원이 다시 침입했을 때 기억 세포가 형질 세포로 분화하여 항체를 생산한다. 따라서 생쥐 B에게 기억 세포를 주입한 후 항원 X를 주사하기 전까지는 항체가 생성되지 않는다.

바로알기 ㄱ. T 림프구는 골수에서 생성된 후 가슴샘에서 성숙된다. 기억 세포로부터 형질 세포가 분화되어 2차 면역 반응이 일어나기 위해서는 반드시 성숙한 T 림프구의 도움이 필요하다. 그런데 어릴 때 가슴샘이 파괴된 생쥐 A는 성숙한 T 림프구가 만들어지지 않으므로 항원 X의 기억 세포를 주입해도 2차 면역 반응이 일어나지 않는다. 그러나 생쥐 B는 정상이므로 항원 X에 의해 기억 세포가 형질 세포로 분화되어 다량의 항체를 생산하는 2차 면역 반응이 일어난다. 따라서 항원 X에 대한

항체의 농도 변화는 생쥐 A보다 생쥐 B에서 훨씬 크다.

ㄷ. 생쥐 C에는 혈청을 주사하였기 때문에 항원 X에 대한 항체가 일부 주입되었다. 그러나 생쥐 C가 항원에 노출되거나 기억 세포를 받은 것이 아니므로 항원 X를 주사하면 1차 면역 반응부터 시작된다. 따라서 생쥐 C에서는 B 림프구로부터 형질 세포가 분화하여 항체를 생성한다.

11 면역 반응 실험

ㄱ. 세균 p에 감염된 적이 있는 쥐는 면역 반응이 일어나 혈청 X에는 세균 p에 대한 항체가 존재한다. 그러나 세균 p에 감염된 적이 없는 쥐는 면역 반응이 일어나지 않아 혈청 Y에는 세균 p에 대한 항체가 존재하지 않는다.

바로알기 ㄴ. 항체의 주성분은 단백질이므로 열처리를 하면 항체가 변성되어 작용을 못하게 된다. 실험 I에서 열처리를 안 한 X는 항체가 정상적으로 작용하여 질병 P가 발병하지 않았지만, 실험 II에서 열처리를 한 X는 항체가 정상적으로 작용하지 않아 질병 P가 발병하였다. 실험 IV에서 열처리를 한 X는 항체가 변성되어 정상적으로 작용하지 않고, Y는 항체가 없으므로 질병 P가 발병한다. 실험 V에서 열처리를 안 한 X는 항체가 변성되지 않아 정상적으로 작용하여 질병 P가 발병하지 않는다.

ㄷ. IV의 쥐는 B 림프구가 형질 세포로 분화되는 기능이 상실되었으므로 항체를 생성하지 못하고, X를 열처리하여 항체가 변성되었으므로 체액성 면역이 일어나지 않는다.

12 백신

ㄴ. ㉠의 단백질로 만든 백신을 사람에게 주입하면 항원으로 작용하여 항체 생성을 유발하며, 이 항원에 대한 기억 세포를 남기게 된다.

바로알기 ㄱ. 바이러스는 독자적인 효소가 없어서 스스로 물질 대사를 하지 못하므로 살아 있는 세포 내에서만 증식할 수 있다. 따라서 바이러스는 유정란(㉠)에서는 증식할 수 있지만 영양 배지에서는 증식할 수 없다.

ㄷ. (나)에서 바이러스는 숙주 세포인 유정란에 있는 효소를 이용하여 물질대사와 증식을 한다. 그러나 증식에 사용되는 유전 물질은 바이러스의 핵산이다.

13 혈액형 판정

혈액형 검사 결과 아버지는 항 A 혈청에만 응집하므로 응집원 A가 있는 A형, 어머니는 항 B 혈청에만 응집하므로 응집원 B가 있는 B형이다. 아버지와 어머니는 영희에게 소량 수혈할 수 있다고 했으므로 영희는 A형과 B형으로부터 소량 수혈받을 수 있는 AB형이며, 가족 4명의 ABO식 혈액형이 모두 다르다고 했으므로 민수는 O형이다.

ㄷ. 영희는 AB형, 어머니는 B형이므로, 영희와 어머니의 혈액을 섞으면 영희의 응집원 A와 어머니의 응집소 α 가 만나 응집한다.

바로알기 ㄱ. 아버지는 A형이므로 적혈구에는 응집원 A가 있다. ㄴ. 민수는 O형이므로 응집원 A와 B가 모두 없다. 따라서 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집하지 않는다.

14 혈액형 판정과 혈액형의 유전

ㄱ. 철수는 응집소 α 와 응집원 B를 가지므로 B형이다. 따라서

철수의 혈액은 항 B 혈청(응집소 β 포함)에 응집한다.

ㄴ. 어머니는 응집소 α 와 β 를 모두 가지므로 O형이고, 네 식구의 ABO식 혈액형이 모두 다르다고 했으므로 철수에게 유전자 B를 물려주어야 하는 아버지는 AB형이고, 영희는 A형이다. 영희는 아버지로부터 유전자 A, 어머니로부터 유전자 O를 물려받으므로 유전자형이 AO로 이형 접합이다.

ㄷ. A형인 영희의 혈장에는 응집소 β 가, AB형인 아버지의 적혈구에는 응집원 A와 B가 모두 있으므로 이를 섞으면 응집원 B와 응집소 β 가 만나 응집이 일어난다.

15 혈액형 판정

철수의 혈액은 항 B 혈청에만 응집했으므로 철수의 혈액형은 B형이다. 따라서 철수의 적혈구에는 응집원 B가 있고, 혈장에는 응집소 α 가 있다. 철수의 혈액을 혈구와 혈장으로 분리하여 다른 학생들의 혈액과 반응시킨 결과에서 철수의 혈구(응집원 B)에 응집하는 경우는 응집소 β 를 가진 A형과 O형이고(A형+O형=16명), 철수의 혈장(응집소 α)에 응집하는 경우는 응집원 A를 가진 A형과 AB형이며(A형+AB형=12명), 철수의 혈구와 혈장에 모두 응집하지 않은 경우는 철수와 혈액형이 같은 B형이다(B형=11명). B형이 11명이므로 A형+AB형+O형=30-11=19명이다. 그에 따라 AB형=(A형+AB형+O형)-(A형+O형)=19-16=3명이고, O형=(A형+AB형+O형)-(A형+AB형)=19-12=7명이며, A형=30-11-3-7=9명이다.

ㄴ. 응집원 A와 B가 모두 없는 혈액형은 O형이며, O형인 학생 수는 7명이다.

ㄷ. 철수와 같은 응집원 B를 가지는 혈액형은 B형과 AB형이며, B형과 AB형인 학생 수의 합은 11+3=14명이다.

바로알기 ㄱ. 철수는 B형이므로 혈장에는 응집소 α 가 있다.

16 혈액형 판정

AB형은 응집소가 없고, O형은 응집원이 없으므로 응집원 ㉠과 응집소 ㉡을 모두 가진 학생은 A형 또는 B형이다.

응집원 ㉠이 응집원 A라고 하면 응집소 ㉡은 응집소 β 가 되므로, 응집원 A를 가진 학생은 A형과 AB형이고, 응집소 β 를 가진 학생은 A형과 O형이다. 따라서 A형+AB형=38명, A형+O형=55명, A형=27명이 되므로, A형은 27명, AB형은 11명, O형은 28명이다. B형은 $100-(A형+AB형+O형)=100-(27+11+28)=34$ 명이다. 반대로 응집원 ㉠이 응집원 B라고 하면, A형이 34명, B형이 27명이 된다.

ㄴ. 항 A 혈청과 항 B 혈청 모두에 응집되는 혈액은 AB형이며, AB형인 학생은 11명이다.

ㄷ. 항 B 혈청에 응집되는 혈액은 B형과 AB형이고, 응집되지 않는 혈액은 A형과 O형이다. 만약 응집원 ㉠이 응집원 A일 경우, B형+AB형=34+11=45명이고, A형+O형=27+28=55명이다. 또, 응집원 ㉡이 응집원 B일 경우, B형+AB형=27+11=38명이고, A형+O형=34+28=62명이다. 따라서 어떤 경우이든 항 B 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생보다 응집되지 않는 혈액을 가진 학생이 더 많다.

바로알기 ㄱ. O형의 학생은 28명이다. 주어진 자료만으로는 A형과 B형 중 어느 쪽인지는 명확하지 않지만 둘 중의 하나는 34명인 경우가 있으므로 O형의 학생이 가장 많은 것은 아니다.

IV

자연 속의 인간

13 생물과 환경의 상호 관계

수능 기본 다지기

본책 157~159쪽

S.T.E.P 1

- 1 (1) □ (2) ㄷ, ㄹ, ㅂ (3) ㄱ, ㄴ 2 (가) 작용, (나) 반작용, (다) 상호 작용 3 (1) (가) 보상점, (나) 광포화점 (2) 식물 B 4 온도 5 (1) ㄱ (2) ㄷ (3) ㄹ (4) □ (5) ㅂ (6) ㄴ 6 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 7 ⑤

S.T.E.P 2

- 8 ⑤ 9 ① 10 ④ 11 ⑤ 12 ② 13 ② 14 ② 15 ④

개념 확인 문제

S.T.E.P 1

- 1 (1) 광합성을 하는 식물인 벼가 생산자에 속한다.
(2) 다른 생물을 먹이로 섭취하는 토끼, 사자, 메뚜기가 소비자에 속한다.
(3) 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하는 세균과 곰팡이가 분해자에 속한다.

- 3 (2) 보상점과 광포화점이 낮은 식물 B가 음지 식물이다.

- 4 한대 지방에 사는 여우는 몸집이 크고 몸의 말단부가 작아 상대적으로 몸의 열 방출량이 적지만, 열대 지방에 사는 여우는 몸집이 작고 몸의 말단부가 커서 몸의 열을 빠르게 방출할 수 있다. 이는 서식지의 온도에 따라 체온 유지에 유리한 방향으로 적응하여 나타난 결과이다.

- 6 **바로알기** (1) 음지 식물은 양지 식물보다 보상점과 광포화점이 낮다.

- (4) 건생 식물은 뿌리와 저수 조직이 발달되어 있다.

수능 기본 문제

S.T.E.P 2

8 생태계의 구성 요소

- ③ 생산자는 빛에너지를 이용해 광합성을 하여 무기물로부터 유기물을 합성한다.

- 바로알기** ⑤ 식물의 낙엽이 쌓여 토양이 비옥해지는 것은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 미치는 것이므로 반작용(나)에 해당한다.

9 생태계 구성 요소 간의 관계

- (가) 생산자인 토끼풀이 소비자인 토끼에 영향을 준 상호 작용의 예이다.

- (나) 비생물적 요인인 일조 시간이 코스모스의 개화에 영향을 준 작용의 예이다.

- (다) 지렁이가 비생물적 요인인 토양에 영향을 준 반작용의 예이다.

- 바로알기** ㄴ. 식물이 숲의 습도에 영향을 준 반작용의 예이다.
ㄷ. 온도가 식물에 영향을 준 작용의 예이다.

10 양지 식물과 음지 식물의 비교

- ㄱ, ㄷ. 보상점은 호흡에 의한 CO₂ 방출량과 광합성에 의한 CO₂ 흡수량이 같을 때의 빛의 세기이고, 광포화점은 광합성량이 최대가 되는 최소한의 빛의 세기이다. 식물 A는 식물 B보다 보상점과 광포화점이 모두 높으므로 식물 A가 양지 식물, 식물 B가 음지 식물이다.

- ㄹ. D는 C에 비해 오히려 조직이 발달하여 잎이 두껍다.

- 바로알기** ㄴ. 잎이 두꺼운 D는 양지 식물인 식물 A의 잎이고, 잎이 얇은 C는 음지 식물인 식물 B의 잎이다.

11 빛의 파장과 해조류의 분포

- ㄴ. 해조류 C는 빛 c를 흡수할 수 있기 때문에 A~C 중 가장 깊은 곳까지 서식할 수 있다.

- ㄷ. 해조류 A~C의 분포는 이용하는 파장의 빛이 도달하는 수심의 영향을 받는다.

- 바로알기** ㄱ. 그림에서 파장이 짧은 빛 c가 파장이 긴 빛 a보다 깊은 곳까지 도달하는 것을 알 수 있다.

12 일조 시간과 식물의 개화

- ㄷ. (가)와 (나)에서 각각 두 번째와 세 번째 실험의 결과가 달라진 것으로 보아 (가)와 (나)에서 모두 지속적인 암기의 길이가 개화에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

- 바로알기** ㄱ, ㄴ. (가)는 암기의 길이가 한계 암기보다 길 때 개화하므로 단일 식물이다. (나)는 암기의 길이가 한계 암기보다 짧을 때 개화하므로 장일 식물이다.

13 온도와 생물

- 가을보리나 가을밀이 싹이 튼 후 기온이 낮은 겨울을 지내야만 봄에 꽃을 피우고 열매를 맺을 수 있는 것은 온도의 영향을 받아 나타나는 현상이다.

- ①, ③, ④, ⑤ 겨울잠, 단풍과 낙엽, 철새의 이동, 계절형은 모두 온도의 영향을 받아 나타나는 현상이다.

- 바로알기** ② 식물이 빛이 비치는 쪽으로 굽어 자라는 것은 빛의 방향에 영향을 받아 나타나는 현상이다.

14 온도와 생물

- ㄴ. 몸길기와 몸무게 및 생김새를 볼 때 (나)는 (가)에 비해 몸집은 크고 몸의 말단부는 작다.

- 바로알기** ㄱ, ㄷ. (가)에 비해 몸집이 크고 몸의 말단부가 작은 (나)는 몸의 표면을 통한 열 방출량이 상대적으로 작으므로 추운 지방에 서식하기에 유리하다.

15 물과 생물

캐거루쥐는 매우 진한 농도의 오줌을 배설하여 물 손실을 최소화한다. 즉, 물이 부족한 환경에 적응한 예이다.

ㄴ. 사막에 사는 파충류는 몸 표면이 비늘로 덮여 있어 수분 손실을 막는다.

ㄷ. 선인장 잎이 가시처럼 되어 있는 것은 물의 손실을 줄이기 위한 것이고, 뿌리와 저수 조직이 발달해 있는 것은 물을 잘 흡수하고 물을 저장하기 위한 것이다.

바로알기 ㄱ. 음엽이 양엽보다 잎이 얇고 넓게 발달해 있는 것은 빛의 투과율을 높이고 빛을 받는 면적을 넓히기 위한 것으로, 빛의 세기에 영향을 받은 것이다.

수능 유형 분석하기

본책 160쪽

1 ① 2 ④

1 생태계 구성 요소 간의 관계

비생물적 환경 요인이 생물에 영향을 주는 것을 작용, 생물이 비생물적 환경 요인에 영향을 주는 것을 반작용, 생물들 간에 서로 영향을 주고받는 것을 상호 작용이라고 한다.

ㄱ. 곰팡이는 동식물의 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하는 분해자이다.

바로알기 ㄴ. 나무가 하천의 수량에 영향을 주는 것은 반작용(㉡)에 해당한다.

ㄷ. 일조량이 식물의 광합성량에 영향을 주는 것은 작용(㉠)에 해당한다.

2 빛의 세기와 식물

ㄱ. A의 광포화점은 3000~4000 lx 사이에 있고, B의 광포화점은 1000~2000 lx 사이에 있다.

ㄷ. 2000 lx일 때 A의 CO₂ 출입량은 0이므로 총광합성량은 호흡량인 40 mg/h이다. 2000 lx일 때 B의 CO₂ 출입량은 -20이므로 순광합성량은 20 mg/h이다.

바로알기 ㄴ. 500 lx일 때 B의 CO₂ 출입량이 0인 것은 순광합성량이 0이라는 의미이며, 실제로는 호흡량(15 mg/h)만큼의 광합성이 일어난다.

수능 실력 굳히기

본책 161~163쪽

1 ④ 2 ⑤ 3 ③ 4 ③ 5 ④ 6 ④ 7 ④ 8 ①
9 ④ 10 ② 11 ④ 12 ③

1 생태계 구성 요소 간의 관계

A는 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 작용, B는 생물이 비생물적 요인에 영향을 미치는 반작용, C와 D는 생물 사이에 영향을 주고받는 상호 작용이다.

ㄴ. 1차 소비자인 메뚜기가 생산자인 풀의 개체수에 영향을 준 것이므로 D에 해당한다.

ㄷ. 세균은 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하는 분해자에 해당한다.

바로알기 ㄱ. 생산자끼리 영향을 준 예로 생산자가 소비자에 영향을 준 C에 해당하지 않는다.

2 생태계 구성 요소 간의 관계

㉠은 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 작용, ㉡은 생물이 비생물적 요인에 영향을 미치는 반작용이다.

ㄱ. 비생물적 요인인 빛의 파장이 생물인 해조류에 영향을 주는 것으로 작용(㉠)에 해당한다.

ㄴ. 생물인 지렁이가 비생물적 요인인 토양에 영향을 주는 것으로 반작용(㉡)에 해당한다.

ㄷ. 개체군 사이의 상호 작용의 예로는 경쟁, 분서, 포식과 피식, 공생과 기생 등이 있다.

3 생태계 구성 요소 간의 관계

비생물적 환경 요인이 생물에 영향을 주는 ㉠은 작용에 해당하고, 생물이 비생물적 환경 요인에 영향을 주는 ㉡은 반작용에 해당한다. 그리고 생물들 간에 서로 영향을 주고받는 ㉢은 상호 작용에 해당한다.

ㄱ. 개체군은 일정한 지역에서 같이 생활하는 같은 종의 집단이므로 개체군 A는 동일한 종으로 구성되어 있다.

ㄴ. 지의류에 의해 바위의 토양화가 촉진되는 것은 생물인 지의류가 비생물적 환경 요인인 토양에 영향을 준 것이므로 반작용인 ㉡의 예에 해당한다.

바로알기 ㄷ. 분서는 군집 내에서 생태적 지위가 비슷한 개체군들이 경쟁을 피하기 위해 서식 공간 등을 달리하는 것이다. ㉢은 개체군 내의 상호 작용이다.

4 양지 식물과 음지 식물의 비교

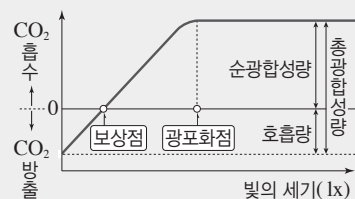
ㄱ. 총광합성량은 '호흡량+순광합성량'이다. 따라서 1.5 klx에서 식물 A와 B의 총광합성량은 각각 1.5와 1.0으로 식물 B보다 식물 A가 더 많다.

ㄴ. 0.7 klx에서 식물 A의 순광합성량은 (-) 값이고 식물 B의 순광합성량은 (+) 값이다.

바로알기 ㄷ. 흐린 날이 계속 이어져 식물 A와 B가 둘 다 생존할 수 없었다면, 이것은 빛의 세기가 식물 B의 보상점인 0.5 klx보다 더 낮아졌기 때문일 것이다. 즉, 비생물적 요인인 빛의 세기가 식물에 영향을 미친 것이므로 작용에 해당한다.

더 알아보기

빛의 세기와 광합성



- 총광합성량 = 호흡량 + 순광합성량
- 호흡량 : 빛의 세기가 0일 때의 CO₂ 방출량

5 양엽과 음엽의 비교

ㄱ. 보상점은 광합성에 의한 CO_2 흡수량과 호흡에 의한 CO_2 방출량이 같아 외관상 기체의 출입이 없는 것처럼 보일 때의 빛의 세기이다. 1000 lx에서 음엽은 이미 CO_2 를 흡수하고 있으므로, 음엽의 보상점은 1000 lx보다 낮다.

ㄴ. 광포화점에서의 총광합성량은 호흡량에 해당하는 0 lx에서의 CO_2 방출량에 최대 CO_2 흡수량을 합한 값이다. 따라서 광포화점에서 양엽과 음엽의 총광합성량은 각각 $8.2(=1.2+7.0)$ 와 $7.4(=1.0+6.4)$ 로 양엽이 음엽보다 총광합성량이 더 많다.

바로알기 ㄴ. 1000 lx에서 양엽의 CO_2 출입량은 0이다. 따라서 양엽의 보상점은 1000 lx로 음엽의 보상점보다 높다.

6 일조 시간과 식물의 개화

암기가 한계 암기보다 짧을 때 꽃이 피는 식물 A는 장일 식물이고, 암기가 한계 암기보다 길 때 꽃이 피는 식물 B는 단일 식물이다.

ㄱ. 단일 식물(B)은 낮의 길이가 짧아지고 밤의 길이가 길어지는 가을에 꽃이 핀다.

ㄴ. 두 번째 실험과 세 번째 실험 결과를 비교해 보면, 암기가 한계 암기보다 길더라도 암기의 중간에 빛을 잠깐 비추면 장일 식물(A)에서 꽃이 핀다는 것을 알 수 있다. 즉, 밤에 잠깐씩 빛을 비추어 주면 장일 식물을 가을에도 꽃이 피게 할 수 있다.

바로알기 ㄴ. 첫 번째 실험과 네 번째 실험 결과를 보면, 암기가 한계 암기보다 짧으면 명기의 중간에 잠깐씩 어둡게 해 주어도 단일 식물(B)에서 여전히 꽃이 피지 않는다는 사실을 알 수 있다. 즉, 낮에 잠깐씩 어둡게 해 주어도 단일 식물을 봄에 꽃이 피게 할 수는 없다. 식물의 개화는 명기가 아니라 지속적인 암기의 길이에 영향을 받는다.

7 자엽초의 굴광성 실험

ㄱ. 빛이 비치는 쪽에 운모를 끼워놓으면 자엽초가 굽어 자라고(다), 빛이 비치는 반대쪽에 운모를 끼워놓으면 자엽초가 굽지 않는 것(라)으로 보아 옥신은 빛의 반대 방향으로 이동한다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 실험 결과로 보아 식물의 줄기 끝에서 옥신이 만들어진다.

바로알기 ㄴ. (가)에서 한천을 올려놓았을 때 자엽초가 굽어 자란 것으로 보아 옥신은 한천을 통과한다. (나)와 (라)의 결과로 보아 옥신은 운모를 통과하지 못한다.

8 온도와 생물

북극여우가 사막여우에 비해 몸집이 크고 몸의 말단부가 작은 것은 열 방출량을 줄이기 위한 적응 현상이다. 가을보리가 추운 겨울을 지내야만 봄에 개화와 결실을 하는 것은 일정 기간 동안 저온 상태가 유지되어야 개화와 결실을 하는 춘화 현상이다.

ㄱ. 기온이 내려가는 가을에 단풍이 들고 낙엽이 떨어지는 것은 온도의 영향을 받아 나타나는 현상이다.

바로알기 ㄴ. 수분이 적은 곳에 서식하는 건생 식물이 물을 흡수하는 뿌리와 물을 저장하는 저수 조직이 발달한 것은 물에 대한 적응 현상이다.

ㄴ. 바다의 깊이에 따라 서식하는 해조류의 종류가 다른 것은 빛의 파장의 영향을 받아 나타나는 현상이다.

9 온도와 동물

ㄱ. 위도에 따라 온도가 달라지는데, 추운 지역으로 갈수록 몸집이 큰 펭귄이 분포한다. 따라서 위도에 따른 펭귄의 분포 차이는 온도에 적응한 결과임을 알 수 있다.

ㄴ. 한대 지방에 사는 여우는 열대 지방에 사는 여우에 비해 몸집이 크고 몸의 말단부가 작는데, 이는 열 방출량을 줄이기 위함이다. 따라서 온도에 적응한 결과이다.

바로알기 ㄴ. 추운 지역으로 갈수록 펭귄의 몸집이 커지는데, 몸집이 커질수록 $\frac{\text{체표면적}}{\text{부피}}$ 값이 작아진다. $\frac{\text{체표면적}}{\text{부피}}$ 값이 작을수록 열 손실을 줄일 수 있어 체온 유지에 효율적이므로 추운 지역에서 살기에 유리하다.

10 온도와 식물

ㄴ. 기온이 내려가면 상록수의 잎 세포에서는 물에 녹지 않는 녹말의 함량을 줄이고 물에 녹는 포도당의 함량을 늘려 세포액의 삼투압을 높인다. 삼투압이 높아지면 어느점이 낮아져 잎이 잘 얼지 않게 된다. 즉, 기온이 낮은 겨울에는 여름에 비해 잎 세포의 삼투압이 높게 유지된다.

바로알기 ㄱ. 계절에 따른 온도 변화의 영향을 받아 나타나는 현상이다.

ㄴ. 겨울에 함량이 낮아지는 A가 녹말의 함량 변화를 나타낸 것이고, 겨울에 함량이 높아지는 B는 포도당의 함량 변화를 나타낸 것이다.

11 물과 생물

ㄱ. 물이 부족한 환경에 잘 적응한 동물은 콩팥에서의 수분 재흡수 능력이 뛰어나 농도가 높은 오줌을 배설함으로써 물의 손실을 줄인다. 사막에 사는 낙타나 캥거루쥐는 농도가 진한 오줌을 배설한다.

ㄴ. 물이 부족한 환경에 잘 적응한 식물은 증발로 인한 물의 손실을 줄이기 위해 잎이 가시처럼 되어 있거나 작아서

$\frac{\text{잎의 전체 표면적}}{\text{식물체의 전체 표면적}}$ 값이 작다.

바로알기 ㄴ. 물이 부족한 환경에 잘 적응한 식물은 토양 속의 물을 잘 흡수하기 위해 뿌리가 넓게 퍼지거나 깊게 자란다.

따라서 $\frac{\text{뿌리의 질량}}{\text{식물체의 총 질량}}$ 값이 크다.

12 식물의 생활형

기온이 높고 강우량이 많은 열대 지방에는 지상 식물이, 겨울이 추운 온대 지방에는 반지중 식물이, 한대 지방에는 반지중 식물과 지중 식물이 많다.

ㄱ. A 지역은 B 지역보다 지상 식물의 분포 비율이 낮고 반지중 식물의 분포 비율이 높으므로 A 지역이 B 지역보다 겨울에 더 춥다고 볼 수 있다.

ㄴ. 라온키에르는 겨울의 춥고 건조한 환경을 견디는 겨울눈의 위치에 따라 식물의 생활형을 구분하였다.

바로알기 ㄴ. 지상 식물의 비율이 높을수록 연평균 기온이 높다고 볼 수 있다. 따라서 지상 식물의 비율이 가장 높은 B 지역이 연평균 기온이 가장 높다고 볼 수 있다.

14 개체군과 군집

수능 기본 다지기

본책 167~169쪽

S.T.E.P 1

- 1 (1) A : 이론적 성장 곡선, B : 실제 성장 곡선 (2) 환경 저항 2 Ⅲ
형, I 형 3 (가), (다) 4 (1) ㄷ (2) ㄱ (3) ㄴ (4) ㄹ (5) ㄷ 5 (1) ㉠
(2) ㉡ (3) ㉢ 6 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ 7 (1) ㄷ (2) ㄷ (3) ㄷ (4) ㄱ
(5) ㄹ (6) ㄴ 8 (나) → (가) → (라) → (다) → (바) → (마)

S.T.E.P 2

- 9 ㉡ 10 ㉠ 11 ㉣ 12 ㉣ 13 ㉣ 14 ㉣ 15 ㉣
16 ㉠

개념 확인 문제

S.T.E.P 1

1 이상적인 조건이라면 개체군의 개체수는 기하급수적으로 증가할 것이므로, 이론적 성장 곡선은 J자형을 나타낸다. 그러나 실제 성장 곡선은 서식 공간 감소, 먹이 부족, 환경오염 등과 같은 환경 저항 때문에 S자형을 나타낸다.

2 I 형은 적은 수의 자손을 낳지만 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮고, Ⅲ 형은 많은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 높아 일부의 자손만이 성체로 자란다.

3 생식 전 연령층의 비율이 높은 (가)는 점차 개체수가 증가할 것으로 예상되는 발현형이고, 생식 전 연령층의 비율이 낮은 (다)는 점차 개체수가 감소할 것으로 예상되는 쇠퇴형이다. 생식 전 연령층의 비율이 생식 연령층의 비율과 비슷한 (나)는 개체수의 변화가 적을 것으로 예상되는 안정형이다.

4 (1) 우두머리 늑대처럼 한 개체가 리더가 되어 개체군의 행동을 지휘하는 것을 리더제라고 한다.
(2) 은어처럼 일정한 생활 공간을 차지하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 것을 텃새라고 한다.
(3) 큰뿔양 개체군처럼 힘의 강약에 따라 서열이 정해지는 것을 순위제라고 한다.
(4) 사자처럼 혈연 관계의 개체들이 무리지어 생활하는 것을 가족생활이라고 한다.
(5) 꿀벌 개체군처럼 개체들이 역할에 대해 계급과 업무를 분담하여 전체적으로 분업 구조를 이루어 생활하는 것을 사회생활이라고 한다.

6 **바로알기** (2) 위도에 따른 기온과 강수량의 차이에 의해 위도마다 다른 군집이 나타나는 것은 수평 분포이다.
(3) 습성 천이에서도 극상은 음수림이다.

7 (1) 빨판상어는 거북의 몸에 붙어 이동을 쉽게 하거나 먹이를 얻고 보호를 받지만, 거북은 빨판상어로부터 이익도 손해도

보지 않으므로 편리 공생 관계이다.

(2) 한 종이 다른 종에게 피해를 주면서 살아가므로 벼룩과 동물은 기생 관계이다.

(3) 고양이와 쥐는 포식과 피식 관계이다.

(4) 두 종의 짙신벌레는 생태적 지위가 비슷하므로 먹이와 생활 공간을 차지하기 위해 서로 경쟁한다. 두 종 중 한 종만 살아남은 것은 경쟁 배타 원리가 적용된 결과이다.

(5) 말미잘과 흰동가리는 서로에게 이익을 주므로 상리 공생 관계이다.

(6) 서식 공간을 달리하여 경쟁을 피하는 분서의 예이다.

8 1차 건성 천이는 맨땅 → 지의류 → 이끼류 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림의 순으로 진행된다.

수능 기본 문제

S.T.E.P 2

9 개체군의 성장 곡선

ㄱ. t_1 에서는 개체수가 급격히 증가하고 있지만, t_2 에서는 개체수가 거의 일정해졌으므로 개체수의 증가율은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

ㄴ. 실제 성장 곡선(B)이 이론적 성장 곡선(A)과 다르게 나타나는 이유는 환경 저항 때문이다.

바로알기 ㄷ. t_2 일 때가 t_1 일 때보다 개체수가 많으므로 서식 공간에 대한 개체 간의 경쟁은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

10 개체군의 생존 곡선

ㄱ. 종 C는 부모의 자손 보호 정도가 높아 초기 사망률이 낮고 많은 비율이 성체로 자란다.

바로알기 ㄴ. 종 B의 사망률은 각 연령층에서 일정하다.

ㄷ. 종 C는 초기 사망률이 낮고 후기 사망률이 높다.

11 개체군의 주기적 변동

ㄱ. 여름에는 수온과 빛의 세기가 적절하지만 영양 염류의 양이 부족하여 돌말의 개체수가 증가하지 못한다.

ㄴ. 영양 염류의 양이 많은 겨울에 돌말의 개체수가 증가하지 못하는 것은 빛의 세기가 약하고 수온이 낮기 때문이다. 즉, 겨울에는 빛의 세기나 수온이 돌말의 개체수 증가에 대한 제한 요인으로 작용한다.

바로알기 ㄷ. 수온이 높아도 영양 염류가 부족하면 돌말의 개체수가 증가하지 못한다.

12 개체군 내의 상호 작용

④ 자기 영역을 표시하여 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 것을 텃새라고 한다.

바로알기 ① 개체군 내의 개체들이 힘의 강약에 따라 서열이 정해지는 것을 순위제라고 한다.

② 한 개체가 리더가 되어 무리의 행동을 지휘하는 것을 리더제라고 한다.

③ 개체군 내의 개체들이 역할에 대해 계급과 업무를 분담하여 생활하는 것을 사회생활이라고 한다.

⑤ 먹고 먹히는 관계를 포식과 피식이라고 한다. 스라소니와 토끼의 관계에서 스라소니는 포식자, 토끼는 피식자이다.

13 식물 군집의 생태 분포

(가)는 강수량이 매우 적으므로 사막에 해당하고, (나)는 기온이 높고 강수량이 많으므로 열대 우림에 해당한다. 기온이 낮고 강수량이 적어 식물이 서식하기 어려운 (라)는 툰드라이고, (다)는 낙엽활엽수림이다.

ㄴ. (나)는 기온이 높고 강수량이 많으므로 열대 우림이다.

ㄷ. 툰드라(라)는 한대 지방과 극지방 부근에서 발달한다.

바로알기 ㄱ. 사막(가)은 황원에 속하지만 낙엽활엽수림(다)은 삼림에 속한다.

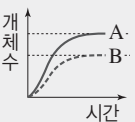
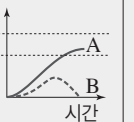
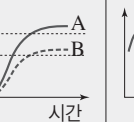
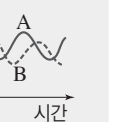
14 군집 내 개체군 간의 상호 작용

(가) A 종과 B 종을 혼합 배양했을 때 A 종만 살아남았다. 이는 A 종과 B 종의 생태적 지위가 중복되어 경쟁이 일어나 A 종은 살아남고 B 종은 사라지게 된 것으로 경쟁 배타 원리가 적용된 결과이다.

(나) C와 D 두 개체군의 크기는 주기적으로 변동하는데, 이는 C와 D가 피식과 포식의 관계에 있기 때문이다. C의 개체수가 증가하면 먹이가 풍부해진 D의 개체수가 증가하고, D의 개체수 증가로 C의 개체수가 감소하면 다시 D의 개체수가 감소하는 변동이 일어난다.

더 알아보기

개체군 간의 상호 작용 그래프

단독 서식	혼합 서식		
			
A 종과 B 종은 각각 S자형 성장 곡선을 나타낸다.	A 종만 살아남고 B 종은 사라진다. → 경쟁 배타	A 종과 B 종 모두 개체수가 증가한다. → 상리 공생	A 종의 증가에 따라 B 종이 증감한다. → 피식과 포식

15 개체군 내의 상호 작용과 군집 내 개체군 간의 상호 작용

ㄱ. (가)는 피라미와 은어 사이의 분서이다.

ㄷ. (가)는 은어와 피라미가 서식지를 달린 분서, (나)는 한 마리의 양이 집단의 이동을 지휘하는 리더제, (다)는 꿀벌 개체군의 사회생활, (라)는 콩과식물과 뿌리혹박테리아의 상리 공생을 나타낸 것이다. 분서(가)와 상리 공생(라)은 군집 내 개체군 간의 상호 작용이고, 리더제(나)와 사회생활(다)은 개체군 내의 상호 작용이다.

바로알기 ㄴ. (다)는 꿀벌의 사회생활을 나타낸 것이다. 리더제를 나타낸 것은 (나)이다.

16 군집의 천이 과정

그림은 생명체와 토양이 없는 용암 대지에서 시작하는 1차 천성 천이로, 용암 대지 → 지의류 → (이끼류) → 초원 → 관목림

(A) → 양수림(B) → 혼합림 → 음수림(C) 순으로 천이가 일어난다.

ㄱ. A는 관목림이다.

바로알기 ㄴ. 용암 대지에서 시작하는 1차 천성 천이이다. 2차 천이는 산불이나 산사태, 홍수 등으로 기존의 식물 군집이 없어졌을 때 초원부터 다시 시작되는 천이이다.

ㄷ. 식물 군집은 음수림(C)에서 극상을 이룬다.

수능 유형 분석하기

본책 170~171쪽

1 ① 2 ② 3 ④ 4 ③

1 개체군의 성장 곡선

ㄱ. 실제 성장 곡선(나)이 이론적 성장 곡선(가)과 다르게 나타나는 것은 환경 저항을 받기 때문이다. 따라서 t_1 일 때 (가)와 (나)의 개체수 차이는 환경 저항 때문이다.

바로알기 ㄴ. 실제 성장 곡선(나)에서 구간 I에 비해 구간 II에서 개체수가 많으므로 개체 간 경쟁도 심하다.

ㄷ. 실제 성장 곡선(나)의 구간 III에서 개체수가 일정하게 유지되므로 사망률과 출생률은 거의 같다.

2 군집의 천이 과정

지표면에 도달하는 빛의 양이 줄어들면 양수보다 음수의 묘목이 잘 자라게 되므로 천이는 양수림에서 음수림으로 진행된다. 따라서 A는 양수림, B는 음수림이다.

ㄴ. 하층부의 잎은 상층부의 잎에 비해 빛을 적게 받는다. 즉, 상층부의 잎은 하층부의 잎에 비해 강한 빛을 받고 살아가므로 보상점의 평균값은 상층부의 잎이 하층부의 잎보다 높다.

바로알기 ㄱ. 양수의 잎이 음수의 잎보다 두꺼우므로, 잎의 평균 두께는 음수림(B)에서보다 양수림(A)에서 두껍다.

ㄷ. 울타리 조직은 엽록체가 있는 세포가 뻗뻗하게 배열되어 광합성이 활발하게 일어나는 조직으로, 강한 빛을 받고 살아가는 상층부의 잎이 약한 빛을 받고 살아가는 하층부의 잎보다 울타리 조직의 평균 두께가 더 두껍다.

3 군집 내 개체군 간의 상호 작용

ㄴ. (나)의 경우 A 종만 살던 지역에 C 종을 투입한 결과 A 종과 C 종 모두 개체수가 감소하였으므로 A 종과 C 종 간에 경쟁이 일어났음을 알 수 있다.

ㄷ. (다)의 경우 A 종만 살던 지역에 D 종을 투입한 결과 D 종은 사라지고 A 종만 살아남았다. 이는 A 종과 D 종 간에 경쟁 배타 원리가 적용된 결과이다.

바로알기 ㄱ. (가)의 경우 A 종만 살던 지역에 B 종을 투입한 결과 A 종은 사라지고 B 종만 살아남았다. 이는 A 종과 B 종 간에 경쟁 배타 원리가 적용된 결과이다. 만약 상리 공생이 일어났다면 A 종과 B 종이 함께 존재하고, 두 종 모두 개체수가 증가해야 한다.

4 군집 내 개체군 간의 상호 작용

A는 종 2가 종 1에게 손해를 끼치고 있으므로 기생 관계이고, C는 종 1과 종 2가 모두 이익을 얻으므로 상리 공생 관계이다. B는 편리 공생 관계이다.

ㄷ. 콩과식물은 뿌리혹박테리아에게 양분을 공급하고, 뿌리혹 박테리아는 공기 중의 질소를 식물이 이용할 수 있는 형태로 고정시킨다.

바로알기 ㄱ. B는 편리 공생 관계이므로 종 1은 종 2로부터 이익을 얻지만, 종 2는 이익도 손해도 없다(㉠).

ㄴ. A는 기생이다.

수능 실력 굳히기

본책 172~175쪽

- 1 ① 2 ④ 3 ③ 4 ④ 5 ④ 6 ② 7 ① 8 ①
9 ⑤ 10 ④ 11 ⑤ 12 ③ 13 ④ 14 ⑤ 15 ③
16 ③

1 개체군의 생장 곡선

ㄱ. 이론적 생장 곡선은 J자형(가)이고, 실제 생장 곡선은 S자형(나)이다.

바로알기 ㄴ. 실제 생장 곡선(나)에서 t_2 일 때 개체수가 최대에 도달하여 더 이상 증가하지 않으므로 사망률과 출생률이 거의 같게 유지된다고 볼 수 있다.

ㄷ. 실제 생장 곡선(나)에서 t_2 일 때의 개체수가 t_1 일 때의 개체수보다 많으므로 t_1 일 때보다 t_2 일 때 개체 간의 경쟁이 심하다.

2 개체군의 밀도 변화

ㄱ. 종내 경쟁은 개체군의 밀도가 높을수록 커진다. 따라서 종내 경쟁은 1989년보다 1987년에 심하다.

ㄷ. 생체량은 어떤 시점에서 일정 공간 내에 있는 생물체의 양으로, '평균 질량 × 밀도'로 계산한다. ▲ 지역에서 갈색 송어 개체군의 생체량은 1989년에 $8 \times 0.4 = 3.2(\text{g}/\text{m}^2)$, 1987년에 $4 \times 0.8 = 3.2(\text{g}/\text{m}^2)$ 로 동일하다.

바로알기 ㄴ. 그래프에서 밀도가 감소할 때 개체들의 평균 질량이 증가하고 있다.

3 개체군의 생존 곡선

ㄷ. C는 유년기 사망률이 다른 종에 비해 크게 높으므로 종족 유지를 위해 한 번에 많은 수의 자손을 낳는다.

바로알기 ㄱ. A는 유년기 사망률이 다른 종에 비해 매우 낮다.

ㄴ. B는 생존 개체수가 일정한 기울기로 감소하므로 연령별 사망률이 일정하다.

4 개체군 내의 상호 작용

얼룩말과 같이 일정한 공간(텃세권, 세력권)을 차지하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 것을 텃세라고 한다.

④ 텃세권을 표시하는 예이다.

바로알기 ① 한 마리의 양이 리더가 되어 무리의 행동을 지휘하는 리더제의 예이다.

② 큰뿔양이 뿔치기를 통해 서열을 정하는 순위제의 예이다.

③ 여왕벌과 수벌, 일벌이 각각 역할에 대해 계급과 업무를 분담하여 생활하는 사회생활의 예이다.

⑤ 생태적 지위가 비슷한 개체군들이 함께 생활할 때 경쟁을 피하기 위해 서식 공간, 먹이 등을 서로 달리하는 것을 분서라고 한다.

①~④는 개체군 내의 상호 작용이고, ⑤는 군집 내 개체군 간의 상호 작용이다.

5 군집의 종 구성

ㄴ. 우점종은 개체수가 많고 차지하는 면적이 넓은 종으로, 봄에는 B, 여름에는 A, 가을에는 C가 우점종이 된다.

ㄷ. F는 개체수가 가장 적은 희소종이다.

바로알기 ㄱ. 상대 밀도(%)는 $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도}} \times 100$

이다. 따라서 계절별 D의 개체수가 변하지 않더라도 조사한 다른 종들의 개체수가 달라지므로 D의 계절별 상대 밀도는 달라진다.

6 경쟁 배타 원리

ㄴ. (가)에서 A 종의 생장 곡선은 S자형으로, 구간 I에서 개체수의 증가율을 나타내는 그래프의 기울기가 감소하고 있다. 개체수의 증가율이 감소하는 이유는 개체수가 증가할수록 환경 저항이 커지기 때문이다.

바로알기 ㄱ. (가)의 S자형 생장 곡선은 실제 생장 곡선이다. 이 상적인 조건에서는 개체수가 기하급수적으로 증가하므로 이론적 생장 곡선은 J자형으로 나타난다.

ㄷ. A 종과 B 종을 혼합 배양한 (나)에서는 A 종이 없어지고 B 종만 살아남았다. 이는 두 종 사이에 경쟁 배타 원리가 적용된 결과이다. 만약 A 종과 B 종이 상리 공생 관계에 있다면 혼합 배양했을 때 두 종의 개체수가 모두 단독 배양했을 때보다 증가하여야 한다.

7 상리 공생

ㄱ. 종 1과 종 2를 각각 단독 배양할 때보다 혼합 배양할 때 개체수가 더 많아졌다.

바로알기 ㄴ. 종 1과 종 2를 단독 배양할 때와 혼합 배양할 때 모두 S자형 생장 곡선을 나타낸다. 즉, 두 종을 단독 배양할 때와 혼합 배양할 때 모두 환경 저항을 받는다.

ㄷ. 두 종을 혼합 배양했을 때 두 종 모두 개체수가 증가하는 것으로 보아 종 1과 종 2는 상리 공생 관계임을 알 수 있다.

8 군집 내 개체군 간의 상호 작용

ㄱ. (가)에서 A와 B가 함께 있을 때 A와 B가 둘 다 손해를 입으므로 A와 B는 경쟁 관계이다. 먹이와 서식 공간 등을 차지하기 위한 경쟁이 일어나는 관계에 있는 두 종은 생태적 지위가 비슷하다.

바로알기 ㄴ. (나)의 경우 A와 B가 함께 있을 때 A는 이익을 얻지만 B는 아무 영향도 받지 않으므로 A와 B는 편리 공생 관계이다. 기생 관계에 있을 경우 한 쪽은 이익을 얻지만 다른 쪽은 손해를 입는다.

ㄷ. (다)의 경우 A와 B가 함께 있을 때 A는 이익을 얻지만 B는 손해를 입으므로 A가 B에 기생하고 있는 것이다. 즉, A는 기생 생물이고 B는 숙주이다. 사자와 얼룩말은 포식과 피식 관계로, 함께 있으면 포식자인 사자는 이익을 얻고 피식자인 얼룩말은 손해를 입는다.

9 경쟁과 분서

ㄱ. 세 종류의 짚신벌레를 단독 배양하면 A, B, C 모두 S자형 성장 곡선을 나타낸다.

ㄷ. A와 C를 혼합 배양하면 A와 C가 시험관 전체에 함께 서식하였고, A와 B를 혼합 배양하면 A는 시험관 위쪽에, B는 시험관 아래쪽에 서식하였다. 즉, A와 C는 같은 공간에서 같은 먹이를 먹기 때문에 먹이 지위와 공간 지위가 모두 중복되지만, A와 B의 경우는 서식 공간을 달리하므로 공간 지위가 중복되지 않는다. 따라서 혼합 배양 시 A와 B보다 A와 C에서 생태적 지위가 더 많이 중복된다고 할 수 있다.

바로알기 ㄴ. A와 C를 혼합 배양하면 A는 살아남지만 C는 사라지므로 A와 C 사이에서는 경쟁 배타 원리가 적용된다. 그러나 A와 B를 혼합 배양하면 서식지를 달리하는 분서를 통해 공존하므로 경쟁 배타 원리가 적용되지 않는다.

10 군집 내 개체군 간의 상호 작용

ㄱ. 상리 공생은 A와 B의 두 개체군이 상호 작용을 통해 모두 이익을 얻는 관계이다. 따라서 두 개체군을 따로 분리시켜 살게 하면 두 개체군 모두 서로 이익을 얻지 못해 개체군의 크기가 감소할 것이다.

ㄷ. 기생은 한쪽 생물이 다른 생물에 붙어살며 해를 주는 경우이다. 따라서 기생 관계에 있던 두 개체군을 따로 분리시켜 살게 하면 숙주에 해당하는 개체군의 크기는 증가하고, 기생하던 개체군의 크기는 감소할 것이다.

바로알기 ㄴ. 편리 공생은 A와 B의 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻고 다른 쪽은 이익도 손해도 없는 관계이다. 따라서 두 개체군을 따로 분리시켜 살게 하면 이익을 얻던 개체군의 크기는 감소하고, 이익도 손해도 없던 개체군의 크기는 변하지 않을 것이다.

11 생태적 지위와 경쟁

생태적 지위(먹이 지위, 공간 지위)가 겹치는 개체군 사이에서는 먹이와 서식 공간을 두고 서로 경쟁을 하게 되며, 생태적 지위가 많이 겹칠수록 경쟁의 정도가 커진다.

ㄴ. ㄷ. E와 F는 생태적 지위가 완전히 겹치므로 극심한 경쟁 관계에 있지만, C와 D는 먹이 지위만 일부 겹치므로 C와 D 사이의 경쟁은 E와 F 사이의 경쟁보다 약할 것이다.

바로알기 ㄱ. 생태적 지위가 완전히 중복되는 것은 E와 F이다. A와 B는 생태적 지위가 중복되지 않는다.

12 개체군 내의 상호 작용과 군집 내 개체군 간의 상호 작용

ㄷ. (나)는 동종 개체군 내의 개체들 사이에 힘의 강약에 따라 순위가 정해지는 순위제에 대한 자료이다. 반면 (가)와 (다)는 군집 내에서 서로 다른 종의 개체군들 사이에 일어나는 상호 작용에 대한 자료이다.

바로알기 ㄱ. 빨판상어는 거북으로부터 이익을 얻고, 거북은 이익도 손해도 없으므로 두 개체군은 편리 공생 관계에 있다.

ㄴ. 뿌리혹박테리아와 콩과식물은 상호 작용을 통해 두 개체군이 모두 이익을 얻는 상리 공생 관계에 있다.

13 개체군 간의 상호 작용과 생물의 분포

ㄴ. 환경 저항은 서식 공간 부족, 먹이 부족, 다른 종과의 경쟁 등 개체군의 성장을 억제하는 요인을 말한다. ㉠에서 B는 환경 저항을 받는다.

ㄷ. B를 제거하면 A는 ㉠에도 서식할 수 있는 것으로 보아 현재와 같이 ㉠에 A가 서식하지 않는 이유는 B와의 경쟁에서 져기 때문, 즉 경쟁 배타의 원리가 적용되었기 때문이다. 따라서 B를 모두 제거하면 ㉠에서 A가 서식하기 시작하고 A의 개체군 밀도가 증가할 것이다.

바로알기 ㄱ. A를 제거하여도 B의 서식 범위는 변하지 않는 것으로 보아 B가 ㉠에 서식하지 않는 이유는 경쟁 배타의 원리가 적용되었기 때문이 아니라 B가 건조에 대한 내성이 약하기 때문으로 볼 수 있다.

14 군집 내 개체군 간의 상호 작용

개체군 I과 II가 둘 다 이익을 보는 ㉡는 상리 공생, 개체군 I은 이익을 보지만 개체군 II는 이익도 손해도 보지 않는 ㉢는 편리 공생, 개체군 I과 II가 둘 다 손해를 보는 ㉣는 경쟁을 나타낸 것이다.

ㄱ. ㉢는 편리 공생을 나타낸 것이다.

ㄴ. 서로 경쟁(㉣) 관계에 있는 개체군 I과 II는 생태적 지위가 중복된다.

ㄷ. 포식과 피식(㉤) 관계에서 이익을 보는 개체군 I은 포식자이고, 손해를 보는 개체군 II는 피식자이다.

15 군집의 천이

ㄱ. 천이 과정에서 양수림(A)이 먼저 형성된 후 혼합림 단계를 거쳐 음수림(B)을 형성하게 된다.

ㄴ. 숲이 이미 충분히 형성된 혼합림 상태에서 새로 자라는 묘목들은 그늘에서 자라게 된다. 따라서 혼합림에서 양수 묘목보다 음수 묘목이 잘 자란다.

바로알기 ㄴ. 기존의 식물 군집이 산불 등에 의해 파괴된 후 다시 시작되는 천이를 2차 천이라고 한다.

ㄷ. 잎의 평균 두께는 음수림(극상)보다 강한 빛을 받아야 잘 자라는 양수림(A)에서 두껍다.

16 군집의 천이

ㄱ. 인위적으로 숲이 제거되기 전에는 칼륨 이온이 유출되지 않다가 숲이 제거된 후에 유출량이 크게 늘었다. 또, 천이가 점차 진행되면서 칼륨 이온의 유출량이 줄어드는 것으로 보아 구간 I에서 칼륨 이온의 순 유출은 숲에 의해 억제된다고 볼 수 있다.

ㄴ. 숲이 제거되면 지표면에 도달하는 빛의 양이 증가한다.

바로알기 ㄷ. 산불, 홍수, 벌목 등에 의해 기존의 식물 군집이 파괴되어 없어진 곳에서 시작하는 천이는 2차 천이이다.

15 물질의 순환과 에너지 흐름

수능 기본 다지기

본책 178~179쪽

S.T.E.P ①

- 1 (가) 광합성, (나) 호흡, (다) 연소 2 (1) (다) (2) (나) (3) (라) 3 (1) × (2) × (3) ○ 4 ㄱ → ㄷ → ㄴ

S.T.E.P ②

- 5 ⑤ 6 ③ 7 ③ 8 ③ 9 ⑤ 10 ③

개념 확인 문제

S.T.E.P ①

1 대기 중의 CO_2 는 생산자의 광합성(가)을 통해 유기물로 합성되고, 생물의 호흡(나)에 의해 유기물이 분해되어 CO_2 형태로 방출된다. 일부 사체는 석탄이나 석유와 같은 화석연료로 변함으로써 연소(다)에 의해 CO_2 형태로 돌아간다.

2 (1) 질소 고정 세균에 의해 대기 중의 질소가 암모늄 이온으로 고정된다. ➡ (다)

(2) 토양 속 질산 이온의 일부는 탈질소 세균의 작용에 의해 질소 기체가 되어 대기 중으로 돌아간다. ➡ (나)

(3) 질화 세균(아질산균, 질산균)의 작용에 의해 암모늄 이온이 질산 이온으로 전환된다. ➡ (라)

3 (3) 각 영양 단계의 에너지 중 일부만 상위 영양 단계로 이동하므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소한다. 그러나 에너지 효율은 상위 영양 단계로 갈수록 증가하는 경향이 있다.

바로알기 (1) 생태계에서 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다. (2) 생태계에서 물질은 순환하지만, 에너지는 한쪽 방향으로만 흐른다.

4 1차 소비자의 개체수가 증가하면(ㄱ) 먹이가 되는 생산자의 개체수는 감소하고 포식자인 2차 소비자의 개체수는 증가한다(ㄷ).

수능 기본 문제

S.T.E.P ②

5 탄소 순환 과정

ㄱ, ㄷ. A는 광합성(나)을 통해 CO_2 를 유기물로 합성하는 생산자이다. B는 사체와 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하는 분해자이다.

ㄴ. (가)는 석탄, 석유와 같은 화석연료가 연소되어 CO_2 형태로 돌아가는 과정이고, (다)는 생산자의 호흡에 의해 유기물이 분해되어 CO_2 형태로 돌아가는 과정이다.

6 질소 순환 과정

ㄷ. (가)는 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 흡수하여 질소 동화 작용을 통해 단백질이나 핵산과 같은 유기 질소 화합물을 합성하는 생산자이며, 질소는 유기물(유기 질소 화합물)의 형태로 먹이 사슬(B)을 따라 생산자(가)에서 소비자(나)로 이동한다.

바로알기 ㄱ. (다)는 생산자와 소비자의 사체나 배설물 속의 유기 질소 화합물을 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해하므로 분해자이다.

ㄴ. 대기 중의 N_2 를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정하는 과정(A)은 질소 고정 세균에 의해 일어나며, 토양 속 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 N_2 가 되어 대기 중으로 돌아가는 과정(C)은 탈질소 세균에 의해 일어난다. 번개와 같은 공중 방전이 일어나면 대기 중의 N_2 가 질산 이온(NO_3^-)으로 전환될 수 있다.

7 에너지 흐름

ㄷ. 유기물 속에 저장된 화학 에너지 중 일부가 먹이 사슬을 따라 이동한다.

ㄹ. 생태계 내에서 물질은 순환하지만, 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로만 흐른다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 (나)로 이동한 에너지 중 일부만이 (다)로 이동한다. 즉, (가)에서 (나)로 이동하는 에너지량이 (나)에서 (다)로 이동하는 에너지량보다 많다.

ㄴ. (라)는 (가)~(다)의 사체와 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 비생물 환경으로 돌려보내는 분해자이다.

8 에너지 피라미드와 에너지 효율

ㄱ. 생태 피라미드는 하위 영양 단계부터 순서대로 쌓아올린 것이므로 (가)에서 A는 생산자이고 그 위쪽이 1차 소비자이며, 가장 위쪽이 2차 소비자이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 상위 영양 단계, 즉 피라미드의 위쪽으로 갈수록 에너지량이 감소한다.

바로알기 ㄴ. 2차 소비자의 에너지 효율은 (가)와 (나)에서 각각 $20\% (= \frac{20}{100} \times 100)$ 와 $10\% (= \frac{15}{150} \times 100)$ 로, (나)에서보다 (가)에서 높다.

9 생태계의 구성과 생태계 평형

ㄱ. A는 사체와 배설물을 분해하므로 분해자이다.

ㄴ. (나)는 (가)보다 종이 다양하고 먹이 그물이 복잡하므로 (가)보다 안정된 생태계이다.

ㄷ. (나)에서 포식자인 제비의 개체수가 감소하면 피식자인 여치의 개체수가 일시적으로 증가한다.

10 생태계 평형

ㄱ. (가) 생태계에 살충제를 뿌리면 1차 소비자인 메뚜기가 대량으로 죽게 되므로 (나) 생태계와 같은 모습이 될 것이다.

ㄷ. (나) 생태계에서는 1차 소비자의 감소로 인해 포식자인 2차 소비자의 수가 감소할 것이다.

바로알기 ㄴ. (나) 생태계에서는 1차 소비자의 감소로 인해 생산자의 수가 증가할 것이다.

1 ② 2 ④

1 질소 순환 과정

(가) 질소 고정 세균에 의해 대기 중의 질소가 암모늄 이온으로 고정되는 과정이다.

(나) 질화 세균(아질산균, 질산균)에 의해 암모늄 이온이 질산 이온으로 전환되는 과정이다.

(다) 탈질소 세균에 의해 질산 이온이 질소 기체가 되어 대기 중으로 돌아가는 과정이다.

ㄴ. 질산균은 질화 작용(나)에 관여한다.

바로알기 ㄱ. 대기 중의 질소는 매우 안정한 상태로 식물이 직접 이용할 수 없다.

ㄷ. (다)는 탈질소 작용이다.

2 에너지 흐름

ㄱ. 녹색 식물은 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 유기물에 저장하므로 생산자이다.

ㄷ. 자료에서 상위 영양 단계로 갈수록 전달되는 에너지의 양이 1000, 100, 20, 4로 감소한다. 이는 각 영양 단계의 에너지 중 일부만 상위 영양 단계로 전달되기 때문이다.

바로알기 ㄴ. 자료에서 생태계로 입사된 태양 에너지 100000 중 녹색 식물이 이용하는 에너지는 1000이므로, 녹색 식물은 생태계로 입사된 태양 에너지의 1% 정도만 이용한다.

1 ① 2 ⑤ 3 ③ 4 ② 5 ③ 6 ⑤ 7 ④ 8 ④
9 ④ 10 ② 11 ① 12 ⑤

1 물질의 생산과 소비

ㄱ. (가)는 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량으로 총생산량이고, (나)는 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이므로 순생산량이다.

바로알기 ㄴ. 소비자는 유기물을 생산하지 않는다. 섭취량에서 배출량을 뺀 값에 해당하는 (다)는 소비자의 동화량이다.

ㄷ. 생산자의 성장량(G)은 순생산량(나)에서 고사량(D)과 피식량(P)을 뺀 값이다.

2 물질의 생산과 소비

ㄱ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이므로 순생산량이 가장 많은 생태계는 총생산량이 많고 호흡량은 적은 A(초원 생태계)이다.

ㄴ. 극상에 도달한 오래된 원시림은 생체량이 많고 생산량과 소비량이 균형을 이룬다. 따라서 군집의 천이가 극상에 도달한 상태의 생태계는 B이다.

ㄷ. 생태계 C는 호흡량이 총생산량보다 많아 외부로부터 유기물이 공급되지 않으면 유지될 수 없는 생태계이다. 즉, C는 유기물로 오염된 생태계에 해당한다.

3 탄소 순환 과정

ㄷ. 생물 A는 사체와 배설물 속의 유기물을 분해하는 분해자이다. 생물 B는 생물 C를 통해 유기물을 섭취하는 소비자이고, 생물 C는 광합성을 통해 유기물을 합성하는 생산자이다. 분해자(A)에는 세균, 곰팡이 등이 있다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (나)는 호흡에 의해 유기물이 분해되어 CO_2 로 돌아가는 과정이다. 물질이 분해되는 과정은 이화 작용에 해당한다.

ㄴ. (다)는 탄소가 먹이 사슬을 통해 생산자(생물 C)에서 소비자(생물 B)로 이동하는 과정으로, 이 과정에서 탄소는 유기물의 형태로 이동한다.

4 탄소 순환 과정

ㄴ. 광합성(가) 과정에서는 빛에너지를 흡수하여 유기물에 화학 에너지 형태로 저장한다.

바로알기 ㄱ. CO_2 를 흡수하여 유기물을 합성하는 생물 A는 생산자이고, 사체나 배설물 속의 유기물을 분해하여 CO_2 형태로 돌아가게 하는 생물 D는 분해자이다. 생물 B와 C는 각각 1차 소비자와 2차 소비자이다.

ㄷ. 광합성에 해당하는 (가)와 호흡에 해당하는 (나)와 (다), 연소에 해당하는 (라) 과정에서 탄소는 모두 무기물인 CO_2 형태로 이동한다.

5 질소 순환 과정

ㄷ. (다)는 번개와 같은 공중 방전에 의해 대기 중의 질소가 질산 이온으로 전환되는 과정이다.

바로알기 ㄱ. 질화 작용은 질화 세균(아질산균, 질산균)에 의해 암모늄 이온이 질산 이온으로 전환되는 과정이다. 즉, (나)가 질화 과정이다. (가)는 뿌리혹박테리아, 아조토박터와 같은 질소 고정 세균에 의해 대기 중의 질소가 암모늄 이온으로 고정되는 질소 고정 작용이다.

ㄴ. 탈질소 세균은 토양 속 질산 이온이 질소 기체가 되어 대기 중으로 돌아가는 탈질소 작용이 일어나게 하는 세균이다. 질화 작용(나)은 질화 세균에 의해 일어난다.

6 탄소와 질소의 순환 과정

ㄱ. 대기와 물속의 CO_2 를 흡수하여 유기물을 합성하는 ㉠과 뿌리를 통해 NH_4^+ 과 NO_3^- 을 흡수하여 유기 질소 화합물을 만드는 ㉡은 모두 생산자에 해당한다.

ㄴ. A와 B는 호흡에 의해 유기물이 분해되어 CO_2 로 방출되는 과정이다.

ㄷ. 식물은 뿌리를 통해 흡수한 질소 성분을 이용하여 단백질, 핵산과 같은 유기 질소 화합물을 합성한다.

7 물질의 순환과 에너지 흐름

④ 생물에서 생물로 전해지는 에너지 E_3 , E_4 , E_6 은 유기물에 저장된 형태로 전달된다.

바로알기 ① 생산자(A)도 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너

지를 얻는다.

② 생물 B는 소비자, 생물 C는 분해자이다.

③ E_1 은 생태계로 유입되는 태양의 빛에너지이다.

⑤ 생태계에서 물질은 순환하지만, 에너지는 순환하지 않고 한 쪽 방향으로만 흐른다.

8 에너지 흐름

ㄱ. E_1 은 $1800 - 1550 = 250$ 이므로, E_2 는 $250 - 40 = 210$ 이다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{1800}{15000} \times 100 = 12\%$, 3차

소비자의 에너지 효율은 $\frac{40}{250} \times 100 = 16\%$ 이다. 따라서 3차

소비자가 1차 소비자보다 에너지 효율이 높다.

바로알기 ㄷ. E_3 에는 낙엽, 배설물, 사체에 들어 있는 화학 에너지뿐만 아니라 호흡에 의해 소비된 에너지가 포함되어 있다. 호흡에 의해 소비된 에너지는 분해자가 이용할 수 없다.

9 생태계의 구성 요소와 에너지 흐름

④ 녹색 식물로 유입되는 태양 에너지(가) 중 일부는 생산자 자신의 호흡에 쓰이고, 나머지가 (나), (다), (라)로 이동한다. 따라서 (가)의 양은 '(나)+(다)+(라)'의 양보다 크다.

바로알기 ① 녹색 식물과 초식 동물을 포식하는 A는 1차 소비자 또는 2차 소비자이고, B는 2차 소비자 또는 3차 소비자이다. 그리고 사체와 배설물 속의 유기물을 분해하는 C는 분해자이다.

② B가 사라지면 B의 피식자인 A의 개체수는 증가하고, A의 피식자인 초식 동물의 개체수는 감소하게 된다. 따라서 B가 사라지면 초식 동물의 개체수 감소가 증가보다 먼저 나타날 것이다.

③ 분해자인 C가 사라지면 사체나 배설물의 유기물이 생태계에 오래 남아 있게 되고 물질의 순환이 잘 이루어지지 않게 된다.

⑤ 분해자인 C에서 생산자인 녹색 식물로 에너지가 전달되지 않는다. 에너지는 생태계 내에서 순환하지 않고 한쪽 방향으로만 흐른다.

10 영양 단계별 에너지양과 에너지 효율

ㄴ. 경로 A에서 1차 소비자인 사람의 에너지 효율은 $\frac{80}{1000}$

$\times 100 = 8\%$, 경로 B에서 1차 소비자인 소의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$, 경로 C에서 1차 소비자인 곤충의 에너지

효율은 $\frac{80}{1000} \times 100 = 8\%$ 이다. 따라서 1차 소비자의 에너지

효율이 가장 높은 경로는 B이다.

바로알기 ㄱ. 사람의 에너지 효율은 경로 A일 때 $\frac{80}{1000} \times 100$

$= 8\%$, 경로 B일 때 $\frac{15}{100} \times 100 = 15\%$, 경로 C일 때 $\frac{2}{10} \times$

$100 = 20\%$ 이다. 따라서 사람의 에너지 효율이 가장 높은 경로는 C이다.

ㄷ. 경로 A, B, C에서 사람의 영양 단계는 각각 1차·2차·3차 소비자로 높아지며, 사람이 얻은 에너지양은 경로 A일 때

80, 경로 B일 때 15, 경로 C일 때 2이다. 따라서 식물이 가진 에너지양이 같을 경우 사람은 영양 단계가 낮을수록 많은 에너지를 얻을 수 있다.

11 생태 피라미드

ㄱ. (가)에서는 생산자에서 1차 소비자로 1만큼의 에너지가 전달되었고, 1차 소비자에서 2차 소비자로 0.1만큼의 에너지가 전달되었다.

바로알기 ㄴ. 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로만 흐른다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 각각

$\frac{1}{100} \times 100 = 1\%$, $\frac{10}{100} \times 100 = 10\%$ 이다.

12 생태계의 평형

ㄴ. 1905년~1920년에 초원의 생산량이 감소한 직접적인 원인은 풀을 먹는 사슴의 개체수가 증가하였기 때문이다.

ㄷ. 1920년 이후 사슴의 개체수가 급격히 감소한 것은 사슴의 먹이가 되는 초원의 생산량이 크게 감소하여 먹이가 부족해졌기 때문이다.

바로알기 ㄱ. 포식자의 개체수가 급격히 감소하면 1차 소비자인 사슴의 개체수가 급격히 늘어나 초원의 생산량이 급격히 감소하므로 생태계가 불안정해진다.

16 생물 다양성과 환경

본책 186~188쪽

수능 기본 다지기

STEP 1

1 (1) 유전적 다양성 (2) 종 다양성 (3) 생태계 다양성 2 (1) ○ (2) × (3)

○ 3 (가) 4 (1) × (2) ○ (3) ○ 5 (1) ㄹ (2) ㄷ (3) ㄴ (4) ㄱ

6 생태 통로 7 ①

STEP 2

8 ④ 9 ④ 10 ② 11 ⑤ 12 ④ 13 ④ 14 ④

15 ②

개념 확인 문제

STEP 1

2 (1) 유전적 다양성이 낮으면 급격한 환경 변화에 적응하지 못해 멸종될 가능성이 높다.

(3) 같은 종 내에서 개체마다 서로 다른 유전자를 가지고 있어 다양한 형질이 나타나는 것은 유전적 다양성이다.

바로알기 (2) 종 다양성은 얼마나 많은 종이 균등하게 분포하여 살고 있는가를 나타낸다.

3 생물 종이 다양하여 먹이 그물이 복잡하게 형성될 때 생태계의 평형이 잘 유지된다.

4 (3) 외래종은 천적 등이 없어 대량으로 번식하여 고유종의 서식지를 차지하고 먹이 사슬에 변화를 일으켜 생태계의 평형을 파괴할 수 있다.

바로알기 (1) 대규모의 서식지가 소규모로 분할되면 서식지의 면적이 감소한다.

7 **바로알기** ① 서식지 단편화란 대규모의 서식지가 소규모로 분할되는 것으로, 생물 다양성을 감소시키는 원인으로 작용한다.

수능 기본 문제

S·T·E·P

2

8 생물 다양성

ㄱ. 사막, 초원, 삼림, 강, 습지 등 생태계가 다양하게 형성되는 것은 생태계 다양성에 해당한다.

ㄴ. 사람에 따라 눈동자 색이 다른 것은 동일한 생물 종이라도 서로 다른 유전자를 가져 모양과 크기, 색 등과 같은 형질이 각 개체 간에 다르게 나타나는 유전적 다양성에 해당한다.

바로알기 ㄴ. (나)는 종 다양성에 대한 설명으로, 종 다양성은 지역에 따라 다르게 나타난다.

9 생물 다양성

- A : 종 다양성이 높아 먹이 그물이 복잡하게 형성될 때 생태계가 안정적으로 유지된다.
- B : 삼림, 초원, 사막, 습지 등 생태계가 다양하게 형성되는 것은 생태계 다양성에 해당한다.
- C : 유전적 다양성이 높은 종은 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 생존할 확률이 높다.

10 종 다양성

ㄴ. 생물 종의 수가 많고 여러 종이 고르게 분포할수록 종 다양성이 높다. (가)와 (나)에서 생물 종의 수는 같지만 (나)가 (가)보다 여러 종이 고르게 분포하므로 (나)가 (가)보다 종 다양성이 높다.

ㄴ. 특정 나무가 차지하는 상대 밀도가 (나)보다 (가)에서 높으므로, (가)는 (나)에 비해 우점종이 뚜렷하다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (나)에 서식하는 식물 종의 수는 각각 4종으로 같다.

ㄴ. (가)와 (나)는 각각 하나의 생태계에 존재하는 식물 군집을 나타낸 것이다.

11 생물 다양성과 생태계 평형

ㄱ. (나)에서는 개구리가 사라져도 뱀이 개구리 대신 쥐를 먹고 살 수 있지만, (가)에서는 개구리가 사라지면 뱀도 먹이 부족으로 멸종할 것이다.

ㄴ. ㄴ. 생물 종이 다양하여 먹이 그물이 복잡하게 형성된 (나)가 먹이 사슬이 단순한 (가)보다 생태계의 평형이 잘 유지된다. 즉, (나)는 (가)보다 생태계의 안정성이 높다.

12 서식지 파괴

ㄴ. 그래프에서 보존되는 면적이 50%일 때 그 지역에서 발견되는 생물 종은 90%이다. 따라서 서식지 면적이 $\frac{1}{2}$ 로 줄어들면 그 지역에 살던 생물 종의 수가 10% 정도 감소한다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 그래프에서 서식지 면적이 감소하면 그 지역에서 발견되는 생물 종의 수가 감소하므로, 서식지 파괴로 인한 서식지 면적의 감소는 생물 다양성에 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

바로알기 ㄱ. 서식지 면적이 감소하면 개체군의 크기, 즉 개체수가 감소하고 일부 종이 멸종되기도 하여 생물 종의 수가 감소한다. 주어진 자료에서 서식지 면적이 감소함에 따라 생물 종의 비율도 점차 낮아지고 있다.

13 서식지 단편화

ㄴ. ㄴ. 서식지가 분할되면 서식지 면적이 감소하고 생물 종의 이동이 제한되어 고립된다. 따라서 개체군의 크기가 감소하고, 이것이 멸종으로 이어질 수 있다. 자료에서는 종의 수가 7종 → 5종으로 감소하였다.

바로알기 ㄱ. 서식지가 분할되면 서식지 면적이 감소한다.

14 외래종의 도입

큰입배스와 뉴트리아는 우리나라에 서식하고 있는 외래종으로, 생태계 교란 외래 생물로 지정·관리되고 있다.

ㄴ. 포식자가 없는 외래종은 대량으로 번식할 수 있다.

ㄴ. 큰입배스는 포식성이 강한 육식 어종으로 물고기, 새우, 곤충 등을 잡아먹어 생태계의 먹이 그물을 파괴하고, 하천과 저수지 생태계의 생물 다양성 감소에 심각한 영향을 미치고 있다. 뉴트리아는 강 주변에 정착하여 수생 식물을 광범위하게 먹고 수서 생물의 서식지를 파괴한다.

바로알기 ㄱ. ㄴ. 생태계 교란 외래 생물은 일부 고유종의 멸종을 초래하여 먹이 그물을 단순화시키는데, 이에 따라 생태계의 안정성이 감소한다.

15 지속 가능한 발전

(가) 지속 가능한 발전은 환경을 고려한 건전한 경제 발전을 의미한다.

(나) 지속 가능한 발전을 통해 환경을 보호하는 예로는 생태 통로나 생태 도시의 건설, 자연형 하천 복원 등이 있다.

(다) 녹색 성장은 녹색 기술과 신재생 에너지를 이용하여 온실기체 발생량 및 환경오염을 감소시켜 기후 변화에 대응하고 경제 성장을 촉진하며 생태 건전성을 제고하는 데 목적이 있다.

수능 유형 분석하기

본책 189쪽

1 ④ 2 ③

1 유전적 다양성

ㄱ. 유전자 변이의 수가 최대치에 도달하는 개체군의 최소 크기

가 약 10^4 이므로, 이 종 내에서 유전적 다양성을 보전하기 위한 개체군의 최소 크기는 약 10^4 이라고 볼 수 있다.

ㄴ. 개체군의 크기가 10^3 일 때보다 10^5 일 때 유전자 변이, 즉 유전적 다양성이 크므로 환경 변화에 대한 적응력도 높다.

바로알기 ㄷ. 같은 종의 집단인 개체군 내에서의 유전자 변이를 나타낸 것이므로 생물 다양성 중 유전적 다양성에 해당한다.

2 서식지 단편화

ㄱ. 서식지가 분할되면서 종 E가 멸종하였다. 따라서 서식지 단편화로 인해 종 다양성이 감소한 것으로 볼 수 있다.

ㄴ. (가)의 내부 서식지 면적은 6400 m^2 , (나)의 내부 서식지 면적은 $4900 \text{ m}^2 (= 35 \times 35 \times 4)$ 이므로, (나)의 서식지 면적은 (가)의 약 76.6%이다. 즉, 서식지가 분할되면서 내부 서식지의 면적은 20% 이상 줄어들었다.

바로알기 ㄷ. 서식지의 가장자리에 살던 생물 중 A는 서식지가 분할되면서 개체수가 25% 감소하였지만, 중심부에 살던 생물 중 E는 멸종하였고 중심부에서 가까운 곳에 살던 생물 중 D도 개체수가 60%나 감소하였다. 따라서 서식지의 가장자리에 살던 생물보다 중심부에 살던 생물 종이 서식지 단편화의 영향을 크게 받았다고 볼 수 있다.

수능 실력 굳히기

본책 190~191쪽

1 ④ 2 ③ 3 ③ 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ③ 8 ⑤

1 개체군의 밀도와 생물 다양성

ㄱ. ㉠에서보다 ㉡에서 식물 종의 수가 많고 균등하게 분포되어 있으므로 식물의 종 다양성은 ㉡에서가 ㉠에서보다 높다.

ㄴ. 개체군의 밀도는 $\frac{\text{개체군 내의 개체수}}{\text{개체군이 생활하는 공간의 면적}}$ 인데, 지역 ㉠과 ㉡의 면적이 같고 ㉡에서 B의 개체수와 ㉠에서 E의 개체수도 같으므로 ㉡에서 B의 개체군 밀도는 ㉠에서 E의 개체군 밀도와 같다.

바로알기 ㄷ. 뒤쥐의 대립 유전자 구성이 다른 것은 생물 다양성 중 유전적 다양성에 해당한다.

2 생물 다양성

(가)는 생태계 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 유전적 다양성을 나타낸 것이다.

ㄷ. A~E는 같은 종의 개체들이므로 이들끼리는 성별이 다르면 교배하여 번식력 있는 자손을 낳을 수 있다.

바로알기 ㄱ. 생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다. (가)의 삼림, 습지, 초원 등은 생태계 다양성을 나타낸 것이므로 생물 다양성에 포함된다.

ㄴ. A~E 개체들의 형질 차이는 같은 종 내에서의 유전적 다양성을 의미한다.

3 생물 다양성

ㄱ. (가)를 통해 유전적으로 동일한 단일 품종은 환경 변화에 취

약하다는 것을 알 수 있다. 즉, 유전적 다양성이 높아야 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 생존할 확률이 높다.

ㄴ. (나)를 통해 단일 품종 농작물의 대량 재배는 일부 종의 멸종을 초래해 종 다양성을 감소시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

바로알기 ㄷ. 통일벼는 가까운 품종과의 교배(교잡)를 통해 얻어진 신품종으로, 유전자 조작에 의한 유전자 변형 생물체(GMO)가 아니다.

4 서식지 단편화

ㄱ. 도로와 철도에 의해 서식지가 분할되면서 서식지가 단편화되었다.

ㄴ. 서식지 면적이 감소하고 고립되면서 개체군의 크기가 감소하며, 이것이 멸종으로 이어질 수 있다.

바로알기 ㄷ. 도로 및 철도와 접하고 있는 가장자리의 길이와 면적이 늘어나 이 동물이 서식할 수 있는 내부 서식지의 면적은 도로와 철도가 차지하는 면적보다 더 많이 감소한다.

5 서식지 단편화

ㄴ, ㄷ. 이끼가 덮인 면적이 줄어들고 그 연결이 끊길수록 서식하는 소형 동물의 생존율이 줄어들었다. 따라서 생물 종 수의 변화를 방지하려면 서식지의 면적을 감소시키거나 서식지를 분리시키지 말아야 한다. 또, 분리된 서식지 사이에 연결 통로를 만들면 서식지가 분리되었을 때보다 생물 종 수의 감소를 줄일 수 있다. 따라서 산에 도로를 만들 때 터널이나 고가도로로 설계하여 서식지가 분리되지 않도록 해야 하며, 서식지 보호를 위해 숲 전체를 국립공원으로 지정하여 개발을 제한해야 한다.

바로알기 ㄱ. 서식지 분리는 생물 다양성을 감소시킨다.

6 외래종의 도입

ㄱ. A와 B는 다른 생물에게 먹히지만 할 뿐 다른 생물을 먹지 않으므로 생산자이다.

ㄴ. K 침입 후 C의 포식자인 F, G, H의 개체수가 감소하므로 C의 개체수는 일시적으로 증가한다.

ㄷ. D를 먹이로 섭취하던 I는 D가 사라져도 E나 G를 먹이로 섭취할 수 있다.

7 외래종의 도입

ㄱ. (나)에서 나일농어가 도입된 후 생물 종이 감소하여 먹이 그물이 단순해졌다.

ㄴ. 이 하천 생태계에는 나일농어의 포식자가 존재하지 않는다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 나일농어가 도입된 후 생물 종이 감소하여 생물 다양성이 감소하였다.

ㄷ. (가) 생태계가 (나) 생태계보다 먹이 그물이 복잡하므로 (가) 생태계가 더 안정적이다.

8 지속 가능한 발전

ㄱ, ㄴ. (가)의 인공 하천을 (나)의 자연형 하천으로 복원하는 경우 콘크리트 대신 나무, 풀, 돌, 흙과 같은 자연 재료를 이용하여 천변에 습지와 식물 군집을 조성한다. 그 결과 인공 하천에 비해 자정 능력이 개선된다.

ㄷ. 자연형 하천의 복원은 지속 가능한 발전을 위한 대표적 방법 중 하나이다.

memo

A large, empty white rectangular area with rounded corners, intended for writing a memo. It occupies the majority of the page below the title.