

수능특강

과학탐구영역 | 생명과학 I

정답과 해설

01

생명 과학의 이해

수능 2점 테스트

본문 12~14쪽

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

01 생물의 특성

석회 동굴에서 발견되는 석순, 석주, 종유석은 탄산 칼슘 성분이 쌓여 만들어진 지형이므로 생물이 아니다.

☒ 물질대사는 생물이 갖는 특성이므로 종유석이 만들어질 때는 물질대사가 일어나지 않는다.

Ⓐ 식물은 빛에너지를 이용한 광합성을 통해 필요한 양분을 만든다. 따라서 ‘광합성을 통해 양분을 합성한다.’는 툴립이 갖는 특징이다.

☒ 툴립의 씩이 자라는 것은 생물의 특성인 생장에 해당하지만, 석순이 자라는 것은 생장에 해당하지 않는다.

02 세균과 바이러스

세균은 스스로 물질대사를 하지만, 바이러스는 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.

Ⓐ 바이러스(X)는 단백질 껍질을 갖는다.

☒ 바이러스(X)는 독립적으로 물질대사를 하지 못하고, 숙주 세포 내에서만 물질대사를 통해 증식이 가능하다.

Ⓐ 세균과 바이러스는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있으므로, ‘돌연변이가 일어날 수 있다.’는 세균(A)과 바이러스(X)가 모두 갖는 특징이다.

03 귀납적 탐구 방법

귀납적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 이끌어내는 탐구 방법이다.

Ⓐ 여러 생물들을 관찰하여 생물이 세포로 이루어져 있다는 규칙성을 발견하고, 이론과 법칙을 도출하였으므로 이 탐구 과정에는 귀납적 탐구 방법이 이용되었다.

☒ 탐구 과정 중 가설을 설정하는 단계는 연역적 탐구 방법에서 나타나는 특징이다.

Ⓐ 각 생물을 관찰한 개별적인 사실들로부터 모든 생물에 대한 결론을 이끌어냈다.

04 생물의 특성

삽다리두꺼비는 환경에 적응하여 살아간다.

Ⓐ 동물인 삽다리두꺼비는 세포로 구성된다.

Ⓒ 뾰족한 삽 모양의 뒷다리로 토양을 쉽게 파내 땅속에 굴을 만들 수 있는 것은 땅굴 속에서 하루 대부분의 시간을 보내는 삽다리두꺼비의 생활 방식에 유용한 특성이다. 따라서 Ⓛ에 해당하는 생물의 특성과 가장 관련이 깊은 것은 적응과 진화이다.

Ⓒ 삽다리두꺼비는 암수 개체가 번식을 하는 과정에서 생식세포의 수정이 일어나고, 이러한 생식 결과 자신과 닮은 개체가 태어나 종족이 유지된다.

05 생물의 특성

호르몬 X는 여러 동물에서 다양한 작용을 나타낸다.

Ⓐ X는 생물종에 따라 다양한 기능을 수행한다.

Ⓒ 지방 대사(ⓐ) 과정은 물질대사의 예에 해당하고, 물질대사가 일어날 때는 에너지의 출입이 일어난다.

☒ 양서류는 유생에서 성체로 변하는 과정에서 변태가 일어난다. 양서류의 변태 과정과 가장 관련이 깊은 생물의 특성은 발생과 생장이다.

06 대장균과 박테리오파지

대장균은 세균에 속하고, 박테리오파지는 바이러스에 속한다. X는 독립적으로 물질대사를 하지 못하므로 박테리오파지이고, Y는 대장균이다.

Ⓐ 대장균(Y)은 하나의 세포로 이루어진 단세포 생물이므로 세포막을 갖는다.

Ⓐ 유전 물질인 핵산의 종류에는 DNA가 있다.

☒ 박테리오파지(X)와 대장균(Y)은 모두 단백질을 가지므로 A와 B 모두 옳은 내용을 제시하였다.

07 생물의 특성

육식동물인 코요테와 초식동물인 코알라의 소화관에 차이가 나는 이유 중 하나는 먹이가 다르기 때문이다.

Ⓐ 코요테의 소화관에서 이화 작용인 소화가 일어나므로 물질대사가 일어난다.

Ⓒ 코알라의 소화관에 서식하는 장내 세균(ⓐ)은 코알라가 먹이를 분해하는 데 도움을 주고, 코알라도 장내 세균이 살아가는 데 필요한 영양분과 서식지를 제공해 주므로 이 둘은 상리 공생 관계에 있다.

Ⓒ 코알라와 코요테는 서로 다른 형태의 소화관을 가지고 있어 각기 섭취한 먹이를 더 잘 소화할 수 있다. 따라서 이는 적응과 진화의 예에 해당한다.

08 생물의 특성

(가)는 어버이의 형질을 닮은 자손이 태어나는 생식과 유전이고,

- (나)는 체내·외의 환경 변화에 대해 생물이 체내 환경을 일정 범위로 유지하려는 성질인 항상성이다.
- Ⓐ (가)는 생식과 유전, (나)는 항상성이다.
- Ⓑ 물질대사(ⓐ) 과정에서 효소가 이용된다.
- Ⓒ ‘선인장은 잎이 가시로 변해 건조한 환경에 살기에 적합하다.’는 적응과 진화의 예(ⓑ)에 해당한다.

09 생물의 특성

식물 종이 서식하는 환경에 따라 각 식물체의 잎에서 기공이 많이 분포하는 면이 다르다.

Ⓐ 식물체 내에서는 다양한 물질대사를 통해 물질의 합성과 분해가 일어난다. 따라서 개나리에서 세포 호흡과 같은 이화 작용이 일어난다.

Ⓑ 식물인 개나리와 부레옥잠은 모두 다세포 생물이다.

ⓧ 식물의 서식 환경에 따라 잎에서 기공이 많이 분포하는 면이 다르게 나타나는 것과 가장 관련이 깊은 생물의 특성은 적응과 진화이다.

10 연역적 탐구 방법

연역적 탐구 방법에서는 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문에 대한 답을 찾기 위해 가설을 세우고, 이를 실험적으로 검증해 결론을 이끌어낸다.

Ⓐ (가)에서 가설을 설정하였으므로 연역적 탐구 방법이 이용되었다.

Ⓐ (나)에서 대조군과 실험군을 설정하여 비교하는 실험인 대조 실험이 수행되었다.

Ⓒ 조작 변인은 검은골풀의 제거 여부이고, 종속변인은 식물 종수이다.

11 생물의 특성

휴면 상태의 종자는 적절한 환경에 놓이면 발아하여 어린 뿌리와 잎이 자라고 식물체로 성장한다.

ⓧ 종자 내부의 특정 조직이 자라 어린 식물로 발달(ⓐ)하는 것과 가장 관련이 깊은 생물의 특성은 발생과 생장이다.

Ⓒ 광합성(ⓑ)은 동화 작용의 예에 해당한다.

Ⓒ 종자에 저장된 영양분을 사용하는 과정에서 필요한 효소를 활성화시키기 위해 물이 소모되므로 휴면 상태의 종자가 발아하기 위해서는 물이 필요하다.

12 생명 과학과 연계된 학문

(가)는 생물 정보학, (나)는 생명 공학, (다)는 생물 통계학이다.

Ⓐ (가)는 생물학적 정보를 분석하고, 컴퓨터를 이용해 단백질의 구조와 기능을 예측하므로 생물 정보학이다.

- Ⓓ 생체 모방 기술은 생물의 우수한 특징을 모방한 제품을 개발하는 기술로 생명 공학(나)의 연구 내용에 해당한다.
- Ⓔ 생명 과학은 단독 학문으로서도 의미가 있지만, 여러 학문 분야와 영향을 주고받으며 발달하고 있다.

수능 3점 테스트

분문 15~17쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤ 05 ② 06 ③

01 귀납적 탐구 방법

귀납적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 이끌어내는 탐구 방법으로, 연역적 탐구 방법과 다르게 가설을 설정하지 않는다.

Ⓐ 귀납적 탐구 방법이 이용되었다.

Ⓐ 화분 화석 데이터(ⓐ)를 분석하여 기온 상승에 따른 미국너도밤나무 서식지의 변화 경향성을 발견하였다.

Ⓐ (나)에서 상승한 기온의 폭이 클수록 미국너도밤나무의 서식지는 더욱 북쪽으로 이동할 것이라고 예측하였다.

02 세균과 바이러스

X는 세포벽과 세포막이 있으므로 세균이고, Y는 바이러스이다. (가)는 DNA와 이를 감싸는 단백질 껍질로 이루어져 있으므로 바이러스(Y)이다.

Ⓐ (가)는 바이러스(Y)이다.

ⓧ 세균(X)은 세포 구조로 이루어져 있으므로 세포막을 갖지만, 바이러스(Y)는 세포막을 갖지 않는다.

Ⓐ 세균(X)은 독립적으로 물질대사를 할 수 있으므로 ‘스스로 물질대사가 가능함’은 ⓧ에 해당한다.

03 연역적 탐구 과정

연역적 탐구 방법에서는 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문에 대한 답을 찾기 위해 가설을 세우고, 이를 실험적으로 검증해 결론을 이끌어낸다. 탐구 결과 종자 크기가 커질수록 묘목의 생존 확률이 증가하고, 종자 크기가 같을 때 습한 환경에서 묘목의 생존 확률이 더 높게 나타났다.

Ⓐ A는 종자를 습한 환경, B는 종자를 건조한 환경에서 발아시킨 집단이다.

Ⓐ 가설은 의문에 대한 답을 추측하여 내린 임정적인 결론으로, (가)에서 가설을 설정했다.

ⓧ 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인으로 탐구에서

측정되는 값에 해당한다. 따라서 종속변인은 묘목의 생존 확률이다.

04 생물의 특성

체내·외의 환경 변화에 대해 생물이 체내 환경을 일정 범위로 유지하려는 성질인 항상성에는 삼투압 조절, 체온 조절, 혈당량 조절 등이 있다.

Ⓐ 체액의 농도를 조절하는 것은 삼투압과 관련된 것으로 ④와 가장 관련이 깊은 생물의 특성은 항상성이다.

Ⓑ 육상으로 올라오면 건조한 환경에서 체내 수분량을 유지해야 하므로 ⑦은 재흡수이다.

Ⓒ 양서류에 속하는 생물은 많은 수의 세포로 이루어져 있는 단세포 생물이다.

05 생물의 특성

민들레는 제시된 3가지 특징을 모두 가지므로 B이고, ④는 ‘있음’, ⑤는 ‘없음’이다. ‘환경에 적응하여 생활한다.’는 대장균, 민들레, 사막여우가 모두 갖는 특징이므로 ⑤이고, 대장균은 제시된 3 가지 특징 중 1가지만 가지므로 C이다. 나머지 A는 사막여우이다. 사막여우가 갖지 않는 특징인 ⑥은 ‘광합성을 한다.’이고, 나머지 ⑦은 ‘다세포 생물이다.’이다.

ⓧ ④는 ‘있음’, ⑤는 ‘없음’이다.

ⓧ ⑤은 ‘다세포 생물이다.’이고, ⑥은 ‘환경에 적응하여 생활한다.’이며, ⑦은 ‘광합성을 한다.’이다.

Ⓒ 각 생물을 구성하는 세포의 수에 따라 생물을 구분할 때 대장균(C)과 짚신벌레는 모두 단세포 생물이므로 동일한 집단으로 구분된다.

06 연역적 탐구 방법

연역적 탐구 방법은 관찰 및 문제 인식 → 가설 설정 → 탐구 설계 및 수행 → 결과 정리 및 분석 → 결론 도출의 과정으로 이루어진다.

Ⓐ (라)에서 가설이 설정되었으므로 이 탐구에서는 연역적 탐구 방법이 이용되었다.

Ⓑ A에서 어버이의 생존율이 가장 높게 나타났으므로 A는 새끼의 수가 3~4마리인 집단이다.

ⓧ 탐구 과정은 (다) → (라) → (나) → (가) 순으로 이루어졌다.

02 생명 활동과 에너지

수능 2점 테스트

본문 22~24쪽

01 ⑤ 02 ② 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ④ 06 ⑤

07 ⑤ 08 ④ 09 ③ 10 ④ 11 ④ 12 ③

01 물질대사

단백질의 분해 산물인 아미노산이 세포 호흡에 사용되면 질소 노폐물과 CO_2 , H_2O 이 생성된다.

ⓧ ⑦은 O_2 , ⑨은 CO_2 이다.

Ⓒ I은 단백질이 아미노산으로 분해되어 체내에 흡수되는 과정으로 단백질이 아미노산으로 분해되는 과정(이화 작용)에서 에너지가 방출된다.

Ⓓ I과 II 모두에서 물질이 전환되는 화학 반응이 일어났다. 생물체 내의 화학 반응에는 효소가 이용된다.

02 물질대사

I에서 에너지가 방출되므로 I은 이화 작용이고, II에서 에너지가 흡수되므로 II는 동화 작용이다. 녹말이 포도당으로 분해되는 과정은 이화 작용인 소화에 의해 일어나고, 포도당이 결합하여 글리코겐으로 합성되는 반응은 동화 작용에 해당하므로, ⑦은 포도당, ⑨은 글리코겐이다.

ⓧ ⑦은 포도당, ⑨은 글리코겐이다.

ⓧ II는 에너지가 흡수되는 흡열 반응이므로 1분자당 에너지양은 글리코겐(⑨)이 포도당(⑦)보다 크다.

Ⓓ 간에서 포도당(⑦)이 결합하여 글리코겐(⑨)으로 합성되는 II가 일어난다.

03 연소와 세포 호흡

자동차에서 일어나는 연소는 휘발유와 같은 연료를 에너지원으로 하여 화학 에너지를 운동 에너지와 열에너지 등으로 전환한다. 사람에서 일어나는 세포 호흡은 포도당과 같은 영양 물질을 에너지원으로 하여 영양 물질의 화학 에너지를 ATP의 화학 에너지와 열에너지로 전환한다.

Ⓐ 세포 호흡은 포도당과 같은 영양 물질을 에너지원으로 하여 물질의 분해가 일어나는 이화 작용이다.

Ⓑ 연소와 세포 호흡에서 모두 열에너지가 방출되므로 열에너지는 ④에 해당한다.

Ⓒ 세포 호흡에서는 ATP가 생성되지만 연소에서는 ATP가 생성되지 않는다. 따라서 ‘ATP 생성 여부가 다르다.’는 연소와 세

포 호흡의 차이점인 ⑦에 해당한다.

04 ATP와 ADP

아데닌과 리보스로 이루어진 아데노신에 인산이 3개 결합된 ⑦은 ATP이고, 아데노신에 인산이 2개 결합된 ⑧은 ADP이다.

⑨ 1분자당 고에너지 인산 결합의 수는 ATP(⑦)가 ADP(⑧)보다 많다.

⑩ 근수축 과정에서는 ATP를 분해하여 방출되는 에너지가 사용된다. 따라서 운동 중일 때 근육 세포에서 과정 I 이 일어난다.

⑪ 세포 호흡에서 방출된 에너지의 일부는 과정 II 에 이용되어 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

05 물질대사

I 은 ATP가 분해되는 과정을 나타낸 것이다.

⑫ I 은 ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해되는 과정이므로 I 에서 에너지가 방출된다.

ⓧ. (가)에서 평탄한 길을 달릴 때 속도가 증가함에 따라 에너지 소비량이 증가하고 있으므로 v_2 로 달릴 때가 v_1 로 달릴 때보다 세포 호흡이 활발히 일어나고, 그 결과 단위 시간당 발생하는 이산화 탄소의 양이 많다.

⑬ ATP를 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해하는 과정에서 방출된 에너지를 사용하여 신체 활동이 일어난다. 따라서 (가)에서 달리는 속도가 v_2 일 때 단위 시간당 소모되는 ATP의 양은 에너지 소비량이 더 많은 오르막길을 달릴 때가 내리막길을 달릴 때보다 많다.

06 근육 세포에서의 ATP 생성

(가)는 세포에 산소가 충분히 공급될 때 일어나는 세포 호흡이고, (나)는 세포에 산소가 부족할 때 일어나는 화학 반응(젖산 발효)이다.

⑭ 세포 호흡(가)에서 포도당이 산소(O_2)와 반응하여 분해되면 물(H_2O , ⑮)과 이산화 탄소가 생성된다.

⑯ 세포 호흡(가) 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP 합성에 사용되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

⑰ 운동 중 세포에 산소 공급이 원활하지 않을 때 (나)가 일어나며, 이 과정에서 방출된 에너지의 일부는 근육 수축에 이용된다.

07 효모의 세포 호흡

효모의 세포 호흡 과정에서 포도당이 O_2 와 반응하여 분해되면 물(H_2O)과 CO_2 (A)가 생성된다. 또한 실험 장치에서 포도당 수용액과 효모가 든 유리병이 석회수가 들어 있는 비커와 연결되어 있으므로 CO_2 (A)에 의해 석회수가 뿌옇게 흐려진다.

⑲ 효모의 세포 호흡 결과 방출된 기체인 A는 CO_2 이다.

⑳ 효모의 세포 호흡 과정에서 에너지를 얻기 위해 포도당(①)이 분해된다.

㉑ 효모의 세포 호흡(⑦) 결과 발생한 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되어 ㉒에서처럼 병 안의 온도 상승에 영향을 준다.

08 물질대사

(나)에서 반응물인 ⑦의 에너지양이 생성물인 ㉓의 에너지양보다 크므로 ㉔은 단백질, ㉕은 아미노산이고, (나)는 I 에서의 에너지 변화를 나타낸 것이다.

ⓧ. ㉔은 단백질, ㉕은 아미노산이다.

㉖ 생물체 내에서 일어나는 물질대사 과정에는 효소가 이용된다.

㉗ 음식물의 소화 과정에서는 분자량이 큰 물질이 분자량이 작은 물질로 분해되므로 에너지가 방출된다. 따라서 (나)와 같은 에너지 변화가 일어난다.

09 효모의 세포 호흡

효모의 세포 호흡 과정에서 포도당이 산소(O_2)와 반응하여 분해되면 물과 이산화 탄소가 생성된다.

㉘ t_1 에서 t_2 로 시간이 흐름에 따라 고무풍선 안에 기체가 모여 고무풍선의 부피가 들어났다. 따라서 효모에서 포도당이 분해되는 세포 호흡이 일어나 이산화 탄소가 생성되었음을 알 수 있다. 세포 호흡은 에너지가 방출되는 화학 반응이다.

ⓧ. 삼각 플라스크에 들어 있는 용액 내 포도당의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

㉙ 세포 호흡 과정에서 방출되는 기체는 이산화 탄소이므로 t_2 일 때 고무풍선에 모인 기체에는 이산화 탄소(CO_2)가 있다.

10 세포 호흡과 에너지 전환

㉚은 포도당, ㉛은 CO_2 이다.

ⓧ. 세포 호흡 과정에서 포도당이 분해되어 H_2O 과 CO_2 가 생성되므로 1분자당 저장된 에너지는 포도당(㉚)이 CO_2 (㉛)보다 크다.

㉜ 세포 호흡 과정에서 방출되는 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되고, 나머지는 ADP와 무기 인산(P_i)을 연결하여 ATP로 전환하는 과정에 사용된다. 따라서 E_1 은 열에너지이다.

㉝ ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 방출되는 에너지인 E_3 은 발성, 체온 유지, 근육 수축 등 다양한 생명 활동에 이용된다.

11 광합성과 세포 호흡

A는 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)로부터 포도당이 합성되는 과정이므로 광합성이고, B는 세포 호흡이다.

ⓧ. 사람의 간세포에서는 광합성(A)이 일어나지 않으며, 광합성

은 주로 엽록체를 갖고 있는 식물에서 일어나는 물질대사 과정이다.

Ⓐ 광합성(A)에서는 빛에너지가 포도당의 화학 에너지로 전환되고, 세포 호흡(B)에서는 포도당의 화학 에너지가 ATP의 화학 에너지로 전환된다. 따라서 광합성(A)과 세포 호흡(B)에서 모두 에너지 전환이 일어난다.

Ⓑ 세포 호흡(B)에서 방출되는 에너지의 일부는 ATP(X)에 저장된다. 이후 ATP를 분해하여 방출되는 에너지를 이용하여 생명 활동이 일어난다.

12 물질대사

물질대사는 생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로 이 과정에는 효소가 이용된다.

Ⓐ 사람의 간세포에서는 글리코젠을 합성하는 동화 작용과 세포 호흡과 같은 이화 작용이 모두 일어난다.

☒ ATP는 아데닌과 리보스로 이루어진 아데노신에 3개의 인산이 결합한 화합물이다.

Ⓒ 뉄클레오타이드가 결합하여 DNA가 합성되는 과정은 에너지가 흡수되는 동화 작용이다.

은 에너지를 이용하여 다양한 생명 활동이 일어나며, 세포 내 필요한 단백질의 합성이 일어나기도 한다. 따라서 I에서 방출된 에너지는 II에서 이용된다.

Ⓓ ADP는 2개의 인산이 연결되어 있고, ATP는 3개의 인산이 연결되어 있으므로 ADP(Ⓐ)가 ATP(Ⓑ)로 전환될 때 인산 결합이 형성된다.

03 효모의 세포 호흡

X의 총발생량을 측정한 결과에서 A에서는 X가 발생하지 않았고, 시간이 흐름에 따라 C에서가 B에서보다 X의 총발생량이 많았다. 따라서 C에 넣은 포도당 용액 농도가 B에 넣은 포도당 용액 농도보다 높고, Ⓛ은 5% 포도당 용액, Ⓜ은 10% 포도당 용액이다.

Ⓒ X는 이산화 탄소(CO_2)이다.

☒ Ⓛ은 5% 포도당 용액, Ⓜ은 10% 포도당 용액이다.

☒ CO_2 총발생량을 토대로 추론하면 t_1 일 때 C에서는 세포 호흡이 일어나고 있지만, B에서는 포도당이 고갈되어 세포 호흡이 일어나지 않고 있다. 따라서 포도당이 분해되는 속도는 C에서가 B에서보다 빠르다.

04 물질대사

반딧불이의 발광 세포에서 발광 물질인 루시페린은 산소에 의해 산화되어 빛이 나고, 효소는 생물체 내에서 물질대사를 촉매하는 역할을 하므로 루시페레이스는 발광 과정을 촉매한다.

Ⓐ 발광이 일어나기 위해서는 화학 분자에 저장된 화학 에너지가 빛에너지로 전환되어야 한다. 따라서 반딧불이의 발광 과정에서 루시페린에 저장된 화학 에너지가 빛에너지로 전환된다.

Ⓒ 산소(ⓐ)는 사람의 세포 호흡 과정에서도 포도당과 같은 영양 물질의 산화에 사용되며, 포도당이 산소와 반응하여 분해되면 물과 이산화 탄소가 생성된다.

Ⓓ 효소(ⓑ)는 생물체 내에서의 화학 반응을 촉매한다.

05 물질대사

외부 온도가 변하는 상황에서 A는 B보다 일정한 체온을 유지하며, 이 과정에서 물질대사를 통해 체온을 조절한다.

Ⓓ 외부 온도가 25°C에서 15°C로 낮아지면 A의 물질대사율이 증가한다. 따라서 A에서 세포 호흡이 촉진되고, 열에너지의 방출량이 증가한다.

Ⓒ 구간 I에서 B는 외부 온도가 증가함에 따라 체온이 증가하는데, A는 외부 온도의 변화와 관계없이 일정한 체온을 유지한다. 따라서 외부 온도에 따른 체온 변화는 B에서가 A에서보다 크다.

Ⓓ (나)에서 A와 B의 물질대사율을 비교해보면, 외부 온도가 30°C일 때 A의 물질대사율이 B의 물질대사율보다 높다. 따라서

수능 3점 테스트

본문 25~27쪽

01 Ⓟ 02 Ⓟ 03 Ⓛ 04 Ⓟ 05 Ⓟ 06 Ⓝ

01 물질대사

Y는 미토콘드리아이고, Ⓛ은 O_2 , Ⓜ은 CO_2 , Ⓝ은 ADP, Ⓞ은 ATP이다.

Ⓐ Y는 미토콘드리아이고, 미토콘드리아에서 세포 호흡의 일부 과정이 일어난다.

Ⓑ (나)에서 세포 호흡이 일어날 때 사용되는 Ⓛ은 포도당을 산화시키는 O_2 이다.

Ⓒ (가)에서 X가 수축하기 위해서는 에너지가 필요하다. ATP의 인산 결합이 끊어져 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해되고, 이 과정에서 방출되는 에너지를 이용하여 X의 수축이 일어난다.

02 세포 호흡과 단백질 합성

ⓐ은 H_2O , Ⓛ은 ATP, Ⓜ은 ADP이다.

Ⓓ Ⓛ은 H_2O 이다.

Ⓔ I은 ATP가 분해되는 과정이고, II는 아미노산으로부터 단백질이 합성되는 과정이다. 생물체 내에서 ATP를 분해하여 얻

생물체의 단위 부피당 물질대사에 의한 열 발생량은 A에서가 B에서보다 많다.

06 물질대사

X가 분해되어 생성된 ⑦을 세포 호흡에 사용하는 과정에서 질소노폐물인 암모니아가 생성되므로 X는 구성 원소에 질소를 포함하고 있는 단백질이다. ⑦은 아미노산, ⑧은 O₂, ⑨은 H₂O, ⑩은 요소이다.

⑪. 단백질이 분해되어 생성되는 아미노산(⑦)과 요소(⑩)를 구성하는 원소에는 모두 질소(N)가 있다.

⑫. 세포 호흡 과정에서 ⑬은 물질의 산화에 관여하는 O₂이고, ⑭은 세포 호흡 결과 발생하는 H₂O이다.

☒. I은 단백질(X)이 아미노산(⑦)으로 분해되는 과정이고, II는 ADP와 무기 인산(P_i)이 결합하여 ATP가 생성되는 과정이다. I에서는 에너지가 방출되고, II에서는 에너지가 흡수되므로 I과 II 중 (나)와 같은 에너지 변화가 일어나는 것은 I이다.

03 물질대사와 건강

수능 2점 테스트

본문 33~35쪽

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

01 노폐물의 생성과 제거

아미노산이 세포 호흡에 이용된 후 배출되는 물질은 물, 요소, 이산화탄소이고, 오줌을 통해 배출되는 물질은 물과 요소이며, 질소(N)를 포함하는 물질은 요소이므로, A는 요소, B는 이산화탄소, C는 물이다.

☒. 요소(A)는 3가지 특징을 모두 가지므로 ⑦은 3이다.

☒. ‘아미노산이 세포 호흡에 이용된 후 배출된다.’는 1가지 특징만을 갖는 B는 이산화탄소이다.

☒. 물(C)은 오줌으로 배설되거나 날숨을 통해 배출된다.

02 기관계의 특성

대장이 속한 (가)는 소화계, 콩팥이 속한 (다)는 배설계, 폐가 속한 (라)는 호흡계이므로, (나)는 순환계이다.

⑮. 혈관은 순환계(나)에 속한 기관이다.

⑯. 소화계(가)에 속하는 간에서 생성된 요소는 순환계(나)를 통해 배설계(다)에 속한 콩팥으로 이동한다.

⑰. 호흡계(라)를 포함한 모든 기관계의 세포에서는 세포 호흡이 일어난다.

03 혈액 순환 경로

A는 폐, B는 심장, C는 콩팥이고, ⑦은 콩팥을 거친 혈액이 흐르는 콩팥 정맥, ⑧은 심장에서 나와 콩팥으로 들어가는 혈액이 흐르는 콩팥 동맥이다.

⑯. 폐(A)에서 흡수한 O₂는 순환계를 통해 콩팥(C)을 포함한 모든 기관으로 운반되어 세포 호흡에 이용된다.

⑰. 심장(B)은 순환계에 속하는 기관이다.

☒. 콩팥(C)에서 요소의 일부가 오줌으로 빠져나가므로 단위 부피당 요소의 양은 ⑮의 혈액이 ⑯의 혈액보다 많다.

04 기관의 특징

‘노폐물을 몸 밖으로 배출하는 기관계에 속한다.’는 폐와 콩팥이, ‘소화된 양분을 융털을 통해 흡수한다.’는 소장이, ‘항이뇨 호르몬(ADH)이 작용하여 수분의 재흡수가 일어난다.’는 콩팥이 갖는 특징이므로 표의 내용은 다음과 같다.

기관	A (폐)	B (콩팥)	C (소장)
①(항이뇨 호르몬(ADH)이 작용하여 수분의 재흡수가 일어난다.)	×	○	?(x)
②(소화된 양분을 융털을 통해 흡수한다.)	?(x)	?(x)	○
③(노폐물을 몸 밖으로 배출하는 기관계에 속한다.)	?(O)	○	?(x)

(O: 있음, X: 없음)

①. ‘노폐물을 몸 밖으로 배출하는 기관계에 속한다.(③)’는 특징만을 갖는 A는 폐이다.

②. 소장(C)과 간은 모두 소화계에 속한다.

✖. 콩팥(B)이 갖지 않는 특징 ②은 ‘소화된 양분을 융털을 통해 흡수한다.’이다.

05 질소 노폐물과 유레이스의 작용

아미노산이 세포 호흡에 이용될 때 생기는 질소 노폐물인 암모니아(⑦)는 간에서 비교적 독성이 약한 요소(⑨)로 전환된 후, 오줌으로 배출된다. 생콩즙에는 요소를 암모니아로 분해하는 효소인 유레이스가 있다.

①. 간에서 암모니아(⑦)가 요소(⑨)로 합성되므로 ⑦은 요소이다.

②. IV에서 생콩즙 속의 유레이스는 요소(⑨)를 염기성을 띠는 암모니아(⑦)로 분해하므로 pH가 증가된다.

✖. 생콩즙 속의 유레이스는 요소(⑨)를 암모니아(⑦)로 분해한다.

06 기관계의 특성

소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 통합적으로 작용한다.

①. 소화계의 기관인 간에서 글리코겐의 합성과 분해가 일어나는 것처럼 동화 작용과 이화 작용이 모두 일어난다.

②. 콩팥에서 재흡수된 물의 일부는 혈액을 통해 폐로 운반되어 날숨으로 배출된다.

③. 배설계에 속하는 방광에 자율 신경인 교감 신경과 부교감 신경이 작용한다.

07 기관의 특성

‘소화계에 속한다.’는 간과 이자에, ‘글루카곤을 분비한다.’는 이자에, ‘순환계와 연결되어 있다.’는 간, 폐, 이자 모두에 있는 특징이므로 ⑦은 ‘없음’, ⑧은 ‘있음’이다.

기관	A (이자)	B (폐)	C (간)
소화계에 속한다.	?(있음)	⑦(없음)	?(있음)
글루카곤을 분비한다.	?(있음)	?(없음)	⑦(없음)
순환계와 연결되어 있다.	?(있음)	⑦(있음)	?(있음)

✖. ‘순환계와 연결되어 있다.’는 간, 폐, 이자 모두에 있는 특징이므로, ⑧이 ‘있음’이다.

①. 모든 기관에서는 세포 호흡을 포함한 물질대사가 일어난다.

②. 간(C)은 이자(A)에서 분비되는 인슐린의 작용을 받는 표적 기관이다.

08 대사량과 에너지 균형

1일 대사량은 기초 대사량, 활동 대사량, 음식물의 소화와 흡수에 필요한 에너지양 등을 더한 값이다.

①. 심장 박동, 호흡 활동과 같은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양은 기초 대사량이다.

②. 음식물의 소화와 흡수에 필요한 에너지양은 기초 대사량 이외에 사용되는 에너지양이다.

✖. 에너지 섭취량은 1900 kcal이고, 에너지 소비량은 2700 kcal이므로, 이러한 상황이 지속되면 체중이 감소할 것이다.

09 노폐물 제거와 기관계의 통합적 작용

아미노산이 O₂(⑦)를 사용하는 세포 호흡에 이용되면 H₂O(⑨), CO₂, 암모니아(⑨)가 생성된다. 암모니아(⑨)는 간에서 요소(⑨)로 전환된다. 음식물 속의 영양소를 분해하여 흡수하는 (가)는 소화계이고, 방광이 속하는 (나)는 배설계이므로 (다)는 호흡계이다.

①. 소화계(가)에 속하는 간에서 암모니아(⑨)가 요소(⑨)로 전환된다.

②. 배설계(나)에서 요소(⑨)와 H₂O(⑨)이 몸 밖으로 배출된다.

③. 호흡계(다)에 속하는 폐에서 O₂(⑦)를 흡수하고 H₂O(⑨)을 날숨으로 배출한다.

10 에너지 균형

에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이룰 때 체중이 유지된다.

①. A는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 크므로 체중 변화는 ‘증가함’(⑦)이다.

✖. B는 체중 변화가 ‘감소함’(⑨)이므로 에너지 소비량보다 에너지 섭취량(⑨)이 작아야 한다.

✖. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 클 때 체중이 증가하므로 A~C 중 비만이 될 가능성이 가장 높은 사람은 A이다.

11 대사성 질환

고지혈증(고지질 혈증)(가), 당뇨병(나), 고혈압(다)은 대사성 질환에 해당한다. 건강한 사람에서 포도당 용액 섭취 후 증가하는 혈당 ⑦은 인슐린이다.

①. 고혈압은 심혈관 질환 및 뇌혈관 질환의 원인이 된다.

✖. P에서 포도당 용액 섭취 후 인슐린(⑦) 농도가 지속적으로 높

아직으로, P는 인슐린이 분비되지만 제대로 작용하지 못해 당뇨병 증상이 나타남을 알 수 있다.

⑤ 고지혈증(고지질 혈증)은 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 많은 상태로, 동맥 경화 등 심혈관 질환의 원인이 된다.

12 에너지 대사와 균형

1일 대사량은 기초 대사량, 활동 대사량, 기타 에너지 소모량을 더한 값이다.

Ⓐ 심장 박동과 같은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이 기초 대사량이다.

Ⓑ 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많으면 몸에 저장된 지방이나 단백질로부터 에너지를 얻으므로 체중이 감소한다.

☒ 1일 대사량은 기초 대사량, 활동 대사량, 소화와 흡수에 필요 한 에너지양 등을 더한 값이므로 항상 활동 대사량보다 크다.

수능 3점 테스트

본문 36~39쪽

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

01 혈액 순환 경로

A는 폐, B는 간, C는 콩팥이고, ⑦은 간을 거쳐 심장으로 들어가는 혈액이 흐르는 간정맥, ⑧은 심장에서 나와 간으로 들어가는 혈액이 흐르는 간동맥이다. 질소(N)를 갖는 (나)는 암모니아이고, 수소(H)를 갖지 않는 (다)는 이산화 탄소이며, (가)는 물이다.

⑦ 물(가)은 폐(A)를 통해 날숨으로 배출되거나 콩팥(C)을 통해 오줌으로 배출된다.

☒ 간(B)에서 암모니아(나)가 요소로 전환되므로 혈액의 단위 부피당 암모니아(나)의 양은 간동맥(⑧)의 혈액이 간정맥(⑦)의 혈액 보다 많다.

⑨ 콩팥(C)은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)의 표적 기관이다.

02 세포 호흡과 호흡계의 작용

암모니아가 요소로 전환되는 기관계 Ⅱ가 소화계이므로 기관계 I은 호흡계이다. 따라서 ⑩은 O₂, ⑪은 아미노산, ⑫은 CO₂이다. 기관 X는 폐이다.

⑩ O₂(⑩)와 아미노산(⑪)은 모두 순환계를 통해 조직 세포로 이동한다.

☒ 폐(X)는 호흡계(기관계 I)에 속한다.

⑫ 단위 부피당 CO₂(⑫)의 양은 폐를 거치기 전인 ⑬의 혈액이

폐를 거친 후인 ⑭의 혈액보다 많다.

03 기관계의 통합적 작용과 물질대사

A는 소화계, B는 순환계, C는 배설계이다. 글리코겐과 ⑮ 사이의 전환은 일어나므로 ⑯은 포도당이고, 암모니아로부터 합성되는 ⑰은 요소이다.

⑮ 간에서 암모니아가 요소(⑰)로 전환된다.

⑯ 소화계(A)에 글리코겐의 분해와 합성(I과 II), 요소 합성(III)이 모두 일어나는 기관인 간이 있다.

⑰ 배설계(C)에 속하는 콩팥으로 순환계(B)를 통해 포도당(⑮)과 요소(⑰)가 이동한다.

04 비만과 대사성 질환

체질량 지수가 커서 비만인 사람 집단에서 대사성 질환을 나타내는 사람의 비율이 높다.

⑮ 체질량 지수가 18.5 이상 25.0 미만인 경우는 정상 체중으로 분류되어 있다.

⑯ 당뇨병과 고혈압을 나타내는 사람의 비율은 모두 비만인 사람 집단에서가 정상 체중인 사람 집단에서보다 높다.

☒ 비만 1단계인 사람 집단과 비만 3단계인 사람 집단에서 질병을 나타내는 사람의 비율 차이는 고혈압에서가 고지혈증(고지질 혈증)에서보다 크다.

05 기관계의 통합적 작용

⑮~⑯ 중에 3가지 과정에 관여하는 (나)는 호흡계이고, ⑰ 과정에 호흡계와 함께 관여하는 (다)는 배설계이므로, (가)는 소화계이다. ⑮은 ⑯, ⑯은 ⑰, ⑰은 ⑱, ⑱은 ⑲, ⑲은 ⑳이다.

☒ ⑱(⑰)와 ⑲(⑱)에 관여하는 (가)는 소화계이다.

⑳ O₂를 체내로 유입하여 조직 세포로 공급하는 과정인 ⑮은 호흡계(나)가 관여하고 대동맥을 통해 일어나는 ⑯이다.

⑱ 호흡계(나)에 속하는 기관의 호흡 운동을 조절하는 중추는 연수이다. ⑲는 호흡계(나)가 관여하는 CO₂ 배출 과정으로, 호흡 운동의 조절 중추는 연수이다.

06 유레이스 작용 탐구

생콩즙에는 요소를 암모니아로 분해하는 유레이스가 들어 있다.

⑮ 생콩즙 속의 유레이스가 요소를 분해하면 염기성인 암모니아가 생성되므로 pH가 증가한다.

⑯ (나)에서 요소 용액과 오줌에 각각 중류수를 첨가한 시험관과 생콩즙을 첨가한 시험관을 설정하여 비교 실험을 진행하였으므로 대조 실험이 수행되었다.

⑰ pH 변화는 조작 변인에 의해 변화하는 종속변인이다.

07 호흡계의 기체 교환

혈액이 흘러가면서 O_2 양이 증가하고, CO_2 양이 감소하는 X는 폐이다. 따라서 (나)는 호흡계, (가)는 배설계, (다)는 소화계이다.

- Ⓐ 배설계(가)의 조직 세포에서 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소와 H_2O 중 일부는 호흡계(나)를 통해 몸 밖으로 배출된다.
Ⓑ 호흡계(나)에 속한 기관을 이루는 세포를 비롯한 우리 몸의 여러 세포에서는 O_2 가 이용되는 세포 호흡이 일어난다.
Ⓒ 소화계(다)에 속하는 간에서는 글리코겐 등이 합성된다.

08 에너지 균형

하루 동안 소비되는 에너지양은 하루 동안의 '활동 유형별 에너지 소비량 \times 체중(kg) \times 활동 시간(h)'을 모두 더한 값으로 구한다.

- ☒ A의 1일 에너지 소비량은 3156 kcal이고, B의 1일 에너지 소비량은 2658 kcal이다.
Ⓐ B는 공부에 972 kcal를 소비했으므로, 가장 많은 에너지를 소비한 활동은 공부이다.
☒ A와 B의 하루 에너지 섭취량은 각각 2800 kcal이므로, B는 체중이 감소하지 않을 것이다.

04 자극의 전달

수능 2점 테스트

본문 48~51쪽

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

01 뉴런의 구조

㉠은 랑비에 결절, ㉡은 축삭 돌기, ㉢은 가지 돌기이다.

- Ⓐ 랑비에 결절(㉠) 부위의 뉴런 세포막에는 Na^+ 통로가 있어 역치 이상의 자극이 전도되면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 내부로 유입되고 탈분극이 일어난다.
Ⓑ 축삭 돌기(㉡)의 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있고, 흥분 전달 과정에서 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비된다.
☒ 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체로만 전달된다. 따라서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기(㉢)에 역치 이상의 자극이 주어져도 시냅스 이전 뉴런의 랑비에 결절(㉠)에서 활동 전위가 발생하지는 않는다.

02 활동 전위

휴지 상태인 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극이 가해지면 막전위가 빠르게 상승하였다가 하강하는 활동 전위가 생성된다.

- ☒ (나)에 주어진 자극의 세기가 (가)에 주어진 자극의 세기보다 크고, 발생한 활동 전위의 빈도도 (나)에서가 (가)에서보다 높다. 따라서 자극의 세기가 클수록 같은 시간 동안 활동 전위가 더 빈번하게 발생한다.
Ⓐ (가)와 (나)에서 모두 활동 전위가 발생하였으므로 (가)와 (나)에서 모두 역치 이상의 자극이 주어졌다.
☒ 구간 I에서 X의 세포막에 있는 $Na^+ - K^+$ 펌프를 통해 Na^+ 은 세포 밖으로 이동한다.

03 뉴런의 종류

(가)는 골격근(반응 기관, X)에 연결된 원심성 뉴런(운동 뉴런)이고, (나)는 연합 뉴런이며, (다)는 피부(감각 기관, Y)에 연결된 구심성 뉴런(감각 뉴런)이다.

- Ⓐ X는 반응 기관인 골격근이고, Y는 감각 기관인 피부이다.
Ⓑ 연합 뉴런(나)은 뇌와 척수로 이루어진 중추 신경계를 구성한다.
☒ 원심성 뉴런(운동 뉴런, (가))에서 발생한 흥분은 구심성 뉴런(감각 뉴런, (나))으로 전달되지 않는다.

04 막전위

탈분극의 한 시점인 t_1 일 때 세포막을 경계로 측정된 막전위는 -50 mV 이고, Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 이동하고 있다.

Ⓐ 뉴런에서 세포막을 경계로 Na^+ 농도는 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높고, K^+ 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높다. 따라서 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 확산은 세포 밖에서 세포 안으로 일어나고, (가)는 세포 밖, (나)는 세포 안이다.

ⓧ Na^+ 통로(A)를 통한 Na^+ 의 이동은 확산에 의해 일어나며, 이 과정에서는 ATP가 사용되지 않는다.

ⓧ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 작동하여 Na^+ 과 K^+ 이 세포막을 경계로 불균등하게 분포하므로 t_1 일 때 K^+ 의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높다.

05 이온의 막 투과도

활동 전위가 발생할 때 막 투과도는 Na^+ 이 K^+ 보다 먼저 높아진다. 따라서 Ⓛ은 Na^+ , Ⓜ은 K^+ 이다. 뉴런에서 세포막을 경계로 Na^+ 농도는 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높고, K^+ 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높으므로 Ⓝ은 Na^+ , Ⓞ은 K^+ 이다.

ⓧ Ⓝ은 Na^+ (ⓐ), Ⓞ은 K^+ (ⓑ)이다.

Ⓐ 역치 이상의 자극이 주어지면 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다. t_1 일 때 Na^+ 의 막 투과도가 가장 높으므로 세포 안쪽의 Na^+ 농도가 증가하고 있다. 따라서 X의 안에서 Na^+ (ⓓ)의 농도는 t_1 일 때가 분극 상태일 때보다 높다.

Ⓑ t_2 일 때 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 X의 안에서 X의 밖으로 확산되는 재분극이 일어난다.

06 활동 전위

(나)에서는 K^+ 의 이동이 억제되어 재분극이 정상 뉴런에 비해 천천히 일어난다. 따라서 (나)는 K^+ 통로에 이상이 있는 돌연변이 뉴런에서 발생한 활동 전위를 나타낸 것이다.

Ⓐ Ⓛ은 K^+ 이다.

Ⓐ 세포막의 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산되면 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나므로 (가)에서 확산에 의한 Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

Ⓐ ATP를 사용하는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작동에 의해 세포 안과 밖의 이온의 불균등 상태가 형성되고, 자극에 의한 활동 전위 발생 이후 휴지 전위인 분극 상태로 회복되므로 (나)에서 t_2 일 때 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 K^+ 이 세포 안으로 유입되고, Na^+ 이 세포 밖으로 유출된다.

07 각성제의 작용

카페인은 대표적인 각성제의 예로 아데노신 수용체에 아데노신 대신 결합하여 아데노신의 작용을 억제한다.

Ⓐ 카페인에는 아데노신과 유사한 분자 구조가 있어 아데노신 수용체에 아데노신 대신 결합할 수 있다.

ⓧ 카페인을 섭취하면 아데노신에 의한 작용이 억제되므로 Ⓛ(시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서의 신경 전달 물질 분비)가 카페인을 섭취하지 않았을 때보다 활발히 일어난다.

Ⓓ 카페인을 과도하게 섭취하면 시냅스에서 지속적인 흥분 전달이 일어나 불면증, 불안, 심장 박동 증가 등의 부작용이 나타날 수 있다.

08 골격근의 구조

ⓐ는 명대(I대)이고, Ⓛ은 암대(A대)이다.

Ⓐ 원심성 뉴런(운동 뉴런)은 연합 뉴런으로부터 반응 명령을 전달받아 근육과 같은 반응 기관으로 흥분을 전달하므로 Ⓛ과 Ⓛ는 모두 원심성 뉴런(운동 뉴런)이 연결되어 있다.

Ⓒ 구부린 팔을 펴는 (가)가 일어날 때 Ⓛ에서 X의 길이는 증가하고, Ⓛ(암대)의 길이는 변하지 않는다.

ⓧ Ⓛ(명대)는 액틴 필라멘트만 있는 부분으로 전자 현미경으로 관찰했을 때 마이오신 필라멘트가 있는 부분보다 밝게 관찰된다.

09 골격근의 수축과 이완

근육 원섬유의 길이에 따라 골격근의 수축 강도가 달라진다.

ⓧ A 대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이이므로 근육 원섬유 마디의 길이가 변해도 A 대의 길이는 변하지 않는다. 따라서 A 대의 길이에 따라 수축 강도가 달라지지는 않는다.

Ⓒ H 대는 근육 원섬유 마디에서 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. 따라서 $L_1 \sim L_3$ 중 H 대의 길이는 L_3 일 때가 가장 길다.

Ⓓ 근육 원섬유를 구성하는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트의 길이는 근수축 과정에서 변하지 않는다. 따라서 L_2 에서 L_1 로 변할 때 액틴 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

10 활동 전위

뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동은 세포 밖에서 세포 안으로 일어나고, K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동은 세포 안에서 세포 밖으로 일어난다. 따라서 A는 Na^+ 이고, B는 K^+ 이다.

Ⓐ t_1 은 분극 상태의 한 시점이며, 세포 안에는 음전하를 띠는 단백질이 있어 휴지 상태의 막전위 형성에 영향을 준다.

Ⓑ A는 Na^+ 이고, (나)에서 A가 이동하는 과정에서는 ATP가 사용되지 않는다.

ⓧ K^+ 통로를 통한 K^+ (B)의 막 투과도는 재분극이 일어나는 시점인 t_3 일 때가 탈분극이 일어나는 시점인 t_2 일 때보다 크다.

11 흥분의 전도

(가)와 (나)는 말이집의 유무만 다르고, 말이집 뉴런에서는 도약전도가 일어나므로 말이집 뉴런인 (나)에서가 민말이집 뉴런인 (가)에서보다 흥분 전도 속도가 빠르다.

Ⓐ 자극 지점인 d_1 의 막전위는 (가)와 (나)에서 같으므로 Ⓛ은

d_1 이고, 나머지 ⑤은 d_2 이다. X는 (나), Y는 (가)라고 가정하면 d_2 (⑤)에서의 막전위를 고려했을 때 (가)의 d_3 은 탈분극이 일어난 상태이고, (나)의 d_3 은 분극 상태이므로 (가)의 흥분 전도 속도가 (나)보다 빨라야 하는데 이는 주어진 조건에 모순된다. 따라서 X는 (가), Y는 (나)이다.

⑤ t_1 일 때 (가)와 (나)의 d_2 에서의 막전위를 비교하면 (가)의 d_2 는 탈분극이 일어난 상태이다. 따라서 t_1 일 때 (가)의 d_2 에서 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다.

⑤ t_1 일 때 Y의 d_3 에서의 막전위는 -68 mV 이고, d_2 (⑤)에서의 막전위는 $+30 \text{ mV}$ 이며, 자극 지점인 d_1 (⑦)에서의 막전위가 -80 mV 이므로 t_1 일 때 Y(나)의 d_3 에서는 탈분극이 일어나고 있다.

12 골격근의 수축 원리

A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같으므로 근수축 과정에서 길이가 일정하게 유지된다. 따라서 t_2 일 때 A대의 길이는 $1.6 \mu\text{m}$ 이고, H대의 길이가 $0.4 \mu\text{m}$ 이므로 ⑦의 길이는 0.6 (⑧) μm 이다. t_1 일 때 H대의 길이가 0.6 (⑧) μm 이므로 ⑦의 길이는 $0.5 \mu\text{m}$ 이다.

ⓧ ⑧는 0.6 이다.

⑤ X의 길이 변화량은 H대의 길이 변화량과 같다. H대의 길이가 t_1 일 때 0.6 (⑧) μm , t_2 일 때 $0.4 \mu\text{m}$ 이므로 X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.2 \mu\text{m}$ 같다.

ⓧ t_1 에서 t_2 가 될 때 근수축이 일어나므로 ⑦의 길이는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 길고, I대의 길이는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 짧다. 따라서 $\frac{\text{⑦의 길이}}{\text{I대의 길이}}$ 는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

13 막단백질

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 ATP를 사용하여 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 이동시키므로 (다)이다. 따라서 ④는 ‘이동 안 함’, ⑤는 ‘이동함’이고, (가)는 Na^+ 통로, (나)는 K^+ 통로, (다)는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프이다.

ⓧ (가)는 Na^+ 통로, (나)는 K^+ 통로, (다)는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프이다.
⑤ t_1 은 탈분극의 한 시점, t_2 는 재분극의 한 시점이다. 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극을 주면 세포막에 있는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 이동하면서 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다. 따라서 Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

⑤ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ 은 세포 안에서 세포 밖으로, K^+ 은 세포 밖에서 세포 안으로 이동하며, 이 과정에서 ATP가 사용된다.

14 골격근의 구조

A는 다핵성 세포인 근육 섬유이고, B는 근육 섬유로 이루어진 근육 섬유 다발이다. C는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트로 이루어진 근육 원섬유이고, H대는 마이오신 필라멘트(⑦)로만 이루-

어진 부분이다.

⑤ 근육 섬유(A)는 다핵성 세포이다.

ⓧ B는 근육 섬유 다발이다.

ⓧ 근육 원섬유(C)에서 마이오신 필라멘트(⑦)가 있는 부분은 전자 현미경으로 관찰했을 때 어둡게 보이는 암대이다.

15 골격근의 수축 원리

골격근의 수축 과정에서 X의 길이 변화량은 ⑦의 길이 변화량과 같으므로 ⑧는 ⑦이 아니고, 액틴 필라멘트가 있는 ⑨은 ⑦과 ⑩ 중 하나이다. 따라서 ⑪는 ⑦이다. t_1 에서 t_2 가 될 때 X의 길이 변화량을 $-2d$ 라고 가정하면 ⑦의 길이 변화량은 $-2d$, ⑨의 길이 변화량은 $+d$, ⑩의 길이 변화량은 $-d$ 이다. ⑧가 ⑦, ⑨가 ⑩이라고 가정하면 주어진 표의 값을 만족하지 않으므로 ⑧는 ⑩, ⑨는 ⑦이고, d는 0.2이다. t_1 일 때 H대(⑦, ⑩)의 길이가 $1.0 \mu\text{m}$ 이므로 ⑨(⑦)의 길이는 $0.3 \mu\text{m}$ 이고, A대의 길이는 $1.6 \mu\text{m}$ 이다.

ⓧ A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같으므로 $1.6 \mu\text{m}$ 이다.

⑤ t_1 일 때 H대의 길이가 $1.0 \mu\text{m}$ 이므로 t_2 일 때 H대의 길이는 $0.6 \mu\text{m}$ 이다.

ⓧ ⑨(⑦)의 길이와 ⑦(⑩)의 길이를 더한 값은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.6 \mu\text{m}$ 길다.

16 골격근의 수축 원리

⑦은 마이오신 필라멘트, ⑨은 액틴 필라멘트이고, ⑧는 H대, ⑩은 I대이다.

⑤ ⑦은 A대를 구성하는 마이오신 필라멘트이다.

ⓧ 골격근의 수축 과정에서 마이오신 필라멘트(⑦)와 액틴 필라멘트(⑨)의 길이는 변하지 않는다.

⑤ 골격근이 수축할 때 H대(⑧)의 길이 변화량은 I대(⑩)의 길이 변화량과 같다.

수능 3점 테스트

본문 52~57쪽

01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 ⑤ 05 ④ 06 ③

07 ① 08 ⑤ 09 ⑤ 10 ①

01 흥분의 전달

시냅스 이전 뉴런에서 분비된 신경 전달 물질이 시냅스 틈에서 확산되어 시냅스 이후 뉴런의 신경 전달 물질 수용체에 결합하면 시냅스 이후 뉴런의 이온 통로가 열리면서 흥분이 전달되고, 이후 시냅스 틈의 신경 전달 물질은 시냅스 이전 뉴런에 재흡수된다.

ⓧ X는 신경 전달 물질인 ⑦이 시냅스 이전 뉴런에 재흡수되는 작용을 억제하므로 ⑦을 통한 시냅스에서의 흥분 전달이 지속적으

로 일어나게 한다.

㉡ X를 처리하면 ㉠이 시냅스 이전 뉴런에 재흡수되지 않고 지속적으로 흥분이 전달된다. 우울증 환자에서는 ㉠의 분비 감소로 인해 불안, 섭식 장애, 수면 장애 등의 증세가 나타나므로 X는 우울증 환자에게 치료제로 사용될 수 있다.

㉢ 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 ㉠이 들어 있는 시냅스 소포가 세포막과 융합하면 시냅스 틈으로 ㉠이 방출된다.

02 말이집과 랑비에 결절

말이집은 슈반 세포가 뉴런의 축삭 돌기를 반복적으로 감아 형성된 구조이며, 말이집이 있는 부위는 절연체의 역할을 하므로 흥분이 발생하지 않는다. 말이집 뉴런에서는 도약전도가 일어나는데, 말이집이 손상되면 도약전도가 정상적으로 일어나지 못하므로 흥분의 전도가 억제된다. 따라서 ㉠은 A, ㉡은 B이다.

㉠. (가)의 A에서 말이집은 슈반 세포로 이루어져 있다.

㉡. (나)에서 ㉠의 막전위 변화를 살펴보면 역치 전위보다 낮은 수준의 탈분극이 발생하였다. 따라서 (나)에서 말이집이 손상된 뉴런(B, ㉡)의 랑비에 결절의 한 지점인 d_2 에서는 활동 전위가 발생하지 않았다.

✖. 말이집이 있는 부위에는 Na^+ 통로가 거의 없고 말이집이 절연체의 역할을 하므로 손상된 말이집 부위의 세포막에도 Na^+ 통로가 거의 없고, 역치 이상의 자극이 주어졌을 때 탈분극이 일어나지 않는다. 따라서 B의 d_1 에 역치 이상의 자극이 주어져도 d_3 에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.

03 흥분의 전도

자극 지점에서의 막전위는 A~C에서 모두 같으므로 d_4 는 IV이다. A의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms라고 가정하면 A의 d_3 에서의 막전위는 -80 mV 와 -70 mV 사이의 값이고, A의 d_2 에서의 막전위는 0 mV이다. ㉠이 0, Ⅰ은 d_2 인데, B의 흥분 전도 속도가 1 cm/ms이므로 시냅스의 위치와 상관없이 B의 d_2 (Ⅰ)에서의 막전위는 -70 mV 이어야 하므로 모순이다. 따라서 ④은 1, ⑤는 2이고, A의 d_3 에서의 막전위는 $+30 \text{ mV}$, A의 d_2 와 d_1 에서의 막전위는 각각 -70 mV 이다. ㉠은 $+30$, Ⅰ은 d_3 이고, B의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms인데 B의 d_3 (Ⅰ)에서의 막전위가 0 mV 또는 -80 mV 이므로 B의 ④에 시냅스가 있다. B와 C에는 각각 ㉠와 ④ 중 서로 다른 한 곳에만 시냅스가 있다는 조건에 따라 C에는 ㉠에 시냅스가 있다. ㉠이 0이라고 가정하면 B의 d_2 와 d_1 의 막전위가 제시된 조건을 만족하지 않으므로 ㉡은 -80 이고, 막전위가 $+30$ (㉠) mV인 Ⅱ는 d_2 , 나머지 Ⅲ은 d_1 이다.

㉠. ㉠은 $+30$, ㉡은 -80 , ㉢은 0이다.

✖. Ⅰ은 d_3 , Ⅱ는 d_2 , Ⅲ은 d_1 , Ⅳ는 d_4 이다.

㉡. C에는 ㉠에 시냅스가 있고, C를 구성하는 두 뉴런의 흥분 전도 속도가 모두 2(㉡) cm/ms이므로 C의 d_2 에 역치 이상의 자극을

주고 경과된 시간이 4 ms일 때의 IV에서의 막전위는 0 mV이다.

04 흥분의 전달

시냅스 이후 뉴런의 신경 전달 물질 수용체에 신경 전달 물질이 결합하면 시냅스 이후 뉴런의 Na^+ 통로가 열려 뉴런 밖의 Na^+ 이 유입되고 탈분극이 일어난다. 따라서 ㉠은 Na^+ 이다.

㉢. Na^+ (㉠)은 시냅스 이전 뉴런(X)에서 시냅스 이후 뉴런(Y)으로의 흥분 전달에 관여한다.

㉡. 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있다.

㉓. 시냅스 틈에 방출된 신경 전달 물질은 불활성화 효소에 의해 구조가 변형되어 더 이상 작용하지 못한다. 그 결과 시냅스 이후 뉴런의 Na^+ 통로가 열리지 않아 시냅스에서의 흥분 전달이 종결된다.

05 막전위

휴지 상태의 뉴런은 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작동으로 Na^+ 농도는 항상 세포 밖이 안보다 높고, K^+ 농도는 항상 세포 안이 밖보다 높다.

㉡. Y는 분극 상태일 때 세포 밖의 K^+ 농도가 X보다 높은 사람이고, Z는 분극 상태일 때 세포 밖의 K^+ 농도가 X보다 낮은 사람이다. 세포 밖의 K^+ 농도가 상대적으로 높은 Y는 휴지 전위가 -70 mV 보다 높게 나타났고, 세포 밖의 K^+ 농도가 상대적으로 낮은 Z는 휴지 전위가 -70 mV 보다 낮게 나타났다. 이온의 분포가 막전위 형성에 영향을 주므로 분극 상태일 때 세포 밖의 K^+ 농도는 휴지 전위 형성에 영향을 미친다.

㉓. X에서 K^+ 농도는 세포 안에서 세포 밖에서보다 높다.

✖. (가)와 (나) 중 (나)에서만 활동 전위가 발생하였으므로 자극의 세기는 S_2 가 S_1 보다 크다. S_1 이 주어진 Y의 뉴런에서는 활동 전위가 발생하였고, S_2 가 주어진 Z의 뉴런에서는 활동 전위가 발생하지 않았으므로 Y에서는 X나 Z에서보다 세기가 작은 자극에 의해서도 활동 전위가 쉽게 발생할 수 있다.

06 흥분의 전도와 전달

자극을 준 지점에서의 막전위는 A~C에서 동일하게 변하며, 활동 전위가 가장 먼저 발생한다. 따라서 A의 ④에서의 막전위 변화는 (나)이다. ④가 d_1 또는 d_2 라고 가정하면 C의 d_3 과 d_4 에 흥분이 도달하지 않으므로 막전위 변화가 일어나지 않아야 하는데 그렇지 않으므로 ④는 d_3 과 d_4 중 하나이다. ㉠이 (나)~(마) 중 하나인데 A의 ④에서의 막전위 변화가 (라)이므로 ④는 d_3 이고, ⑤와 ④는 d_2 와 d_4 중 하나이다. C의 ④에서가 ④에서보다 막전위 변화가 먼저 일어나므로 ④는 d_2 , ④는 d_4 이다. 나머지 ㉡은 d_1 이다.

㉓. ④는 d_3 , ④는 d_2 , ④는 d_1 , ④는 d_4 이다.

㉡. ㉠은 (라)이다.

✖. B의 d_4 (④)에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이 t_1 일 때, d_1 (㉡)은 자극이 도달하지 않은 상태이다.

07 흥분의 전도와 전달

역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과한 시간이 5 ms일 때 자극을 준 지점의 막전위는 -70 mV 이므로 자극을 준 지점은 ①이다.

⑤이 d_1 라고 가정하면 ⑤에서의 막전위가 C에서는 -80 mV 이므로 C의 $d_4(⑤)$ 에서 ⑤까지 흥분의 이동 시간은 2 ms이다. d_1 에서 d_2 까지의 거리가 4 cm, d_2 에서 d_3 까지의 거리가 2 cm, d_3 에서 d_4 까지의 거리가 1 cm이므로 A~C의 흥분 전도 속도와 거리를 고려했을 때 주어진 조건을 만족하는 지점은 $d_1 \sim d_3$ 중 존재하지 않는다. 따라서 ⑤은 d_1 이다. ⑦에서의 막전위가 A에서는 -80 mV 이고, B에서는 -60 mV 이므로 A의 $d_1(⑤)$ 에서 ⑦까지 흥분의 이동 시간은 2 ms이고, A의 흥분 전도 속도가 B의 흥분 전도 속도보다 빠르다. A의 흥분 전도 속도가 3 cm/ms라고 가정하면 ⑦은 d_3 , ⑤은 d_2 , ④은 d_4 이다. 이때 B의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms 또는 2 cm/ms인데, 두 경우 모두 $d_2(⑤)$ 에서의 막전위 값이 주어진 조건에 모순되므로 A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이고, ⑦은 d_2 이다. 따라서 B의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms이다. ④과 ③은 각각 d_3 과 d_4 중 하나인데, C의 ④에서의 막전위가 -80 mV 이므로 C의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이고, ④은 d_3 , ③은 d_4 이다.

⑦은 d_2 , ⑤은 d_1 , ④은 d_3 , ③은 d_4 이다.

X. A의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms이므로 ④에 시냅스가 없다면 d_4 까지 흥분이 도달하는 데 3.5 ms가 소요되고, 자극을 주고 경과한 시간이 5 ms일 때 d_4 에서 측정한 막전위는 0 mV 이어야 한다. 이를 만족하지 않고, d_4 에서 측정한 막전위가 -60 mV 이므로 ④에 시냅스가 있다.

X. 흥분 전도 속도는 A가 2 cm/ms, B가 1 cm/ms, C가 3 cm/ms이다.

08 근수축의 에너지원

근육 원섬유가 수축하는 과정에 필요한 에너지는 ATP로부터 공급받고, ATP가 분해될 때 방출되는 에너지는 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가는 데 사용된다. ⑦은 ATP, ⑤은 크레아틴 인산, ④은 크레아틴이다.

⑦(가)에서 크레아틴 인산(⑤)이 크레아틴(④)으로 전환될 때 ADP에 인산기가 전달되어 ATP(⑦)가 생성된다.

⑦(가)에서 근수축에 필요한 에너지 공급을 위해 포도당, 아미노산, 지방산과 같은 영양소의 분해가 일어난다.

④. 운동 초기에는 근육 세포에 저장된 ATP가 크레아틴 인산보다 먼저 소비되어 에너지원으로 사용된다.

09 골격근의 수축 원리

⑦은 근육 원섬유를 구성하는 액틴 필라멘트 길이의 절반에 해당하므로 골격근 수축 과정에서 길이가 일정하게 유지된다. 골격근

수축 과정에서 X의 길이가 $-2d$ 만큼 변할 때 ⑦의 길이는 $+d$ 만큼, ⑤의 길이는 $-2d$ 만큼 변한다. t_1 에서 t_2 로 변할 때 $\frac{\textcircled{b}}{\textcircled{a}}$ 의 값이 증가하고, $\frac{\textcircled{c}}{\textcircled{b}}$ 의 값이 감소하므로 ④는 증가, ④와 ⑤ 중 하하는 감소한다. 따라서 ④는 ⑦이고, $\frac{\textcircled{b}}{\textcircled{a}}$ 의 변화가 $\frac{\textcircled{c}}{\textcircled{b}}$ 의 변화보다 크므로 ④는 ⑤, ⑤는 ⑦이다. t_1 일 때 ④ : ⑦ : ⑤ = 10 : 3 : 9이므로 ④(⑤)의 길이는 $1.0\text{ }\mu\text{m}$, ④(⑤)의 길이는 $0.3\text{ }\mu\text{m}$, ⑤(⑦)의 길이는 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 이다.

⑦. t_2 일 때 $\frac{\textcircled{c}}{\textcircled{b}}=1.5$ 이므로 ④(⑤)의 길이는 $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 이고, $\frac{\textcircled{b}}{\textcircled{a}}=1.5$ 이므로 ④(⑤)의 길이는 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 이다. 따라서 t_2 일 때 X의 길이는 $2.2\text{ }\mu\text{m}$ 이다.

⑦. t_1 일 때 ⑤(⑦)의 길이는 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 이고, t_1 에서 t_3 이 될 때 X의 길이가 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 증가하므로 ⑦의 길이는 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 감소하며, ⑤의 길이는 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 증가한다. 따라서 t_3 일 때 ⑤의 길이는 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ 이다.

⑦. X의 길이가 $2.4\text{ }\mu\text{m}$ 일 때 ④(⑤)의 길이는 $0.5\text{ }\mu\text{m}$, ④(⑤)의 길이는 $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 이다.

10 골격근의 수축 원리

골격근 수축 과정에서 X의 길이가 $-2d$ 만큼 변할 때 ⑦의 길이는 $-d$ 만큼, ⑤의 길이는 $+d$ 만큼, ④의 길이는 $-2d$ 만큼 변한다. A대의 길이가 $1.6\text{ }\mu\text{m}$ 이므로 X의 길이에서 A대의 길이를 뺀 후 2로 나누어 t_2 와 t_3 일 때의 ⑦의 길이를 구할 수 있고, 나머지 ④, ⑤의 길이도 주어진 자료를 통해 구할 수 있다. t_1 일 때 ⑦의 길이를 $x\text{ }\mu\text{m}$ 라고 가정하면, ⑤의 길이는 $(1.6-2x)\text{ }\mu\text{m}$ 이고, ⑦+⑤의 값을 이용하여 구한 ④의 길이는 $(2x-0.3)\text{ }\mu\text{m}$ 이다. t_3 일 때 ⑦의 길이가 $0.3\text{ }\mu\text{m}$, ⑤의 길이가 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 이므로 t_1 에서 t_3 이 될 때 ④의 변화량은 ⑦의 변화량의 2배와 같다 수식을 세우면 $2(2x-0.6)=1.2-2x$ 이고, x 는 0.4 이다. $t_1 \sim t_3$ 일 때 ⑦~⑤, X의 길이를 구한 값은 표와 같다.

구분	길이(μm)			
	⑦	⑤	④	X
t_1	0.5	0.4	0.8	2.6
t_2	0.6	0.3	1.0	2.8
t_3	0.3	0.6	0.4	2.2

⑦. ④는 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 보다 짧으므로 Q는 ⑦이고, t_3 일 때가 t_2 일 때보다 ⑦의 길이가 짧으므로 R는 ⑤이다. t_3 일 때 ⑦의 길이는 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 인대 Z_1 로부터 Z_2 방향으로 거리가 ④인 지점이 ⑤에 해당하므로 ④는 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 보다 길어야 한다.

X. P는 ⑤, Q는 ⑦, R는 ⑤이다.

X. t_3 일 때 ⑤의 길이는 $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 이고, t_1 일 때 ⑦의 길이는 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 이다.

05 신경계

수능 2점 테스트

본문 64~67쪽

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

01 신경계의 분류

신경계는 뇌와 척수로 이루어진 중추 신경계와 구심성 신경(감각 신경)과 원심성 신경(운동 신경)으로 이루어지는 말초 신경계로 구분된다.

- Ⓐ A는 구심성 신경(감각 신경)과 원심성 신경(운동 신경)으로 구성되는 말초 신경계이다.
 ✗ 뇌 신경은 뇌와 연결된 말초 신경이므로 B(뇌)가 아닌 A에 속한다.
 ⓒ 중추 신경계의 명령을 반응 기관에 전달하는 교감 신경과 부교감 신경은 모두 원심성 신경(운동 신경)에 속한다.

02 사람의 신경계

A는 대뇌, B는 척수, C는 뇌줄기, D는 척수 신경이다.

- ✗ A는 겉질이 회색질이고, B는 겉질이 백색질이다.
 ⓒ 뇌줄기(C)는 중간뇌, 뇌교, 연수로 이루어지므로 연수는 C에 속한다.
 ⓒ D는 척수(B)에 연결되어 있는 말초 신경인 척수 신경이다.

03 뇌

뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수로 이루어져 있다. A는 대뇌, B는 중간뇌, C는 소뇌이다.

- ⓐ 대뇌(A)의 겉질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분된다.
 ⓒ 중간뇌(B)는 홍채와 연결된 자율 신경을 통해 홍채의 크기를 조절한다.
 ✗ 소뇌(C)는 뇌줄기에 속하지 않는다.

04 대뇌의 겉질과 속질

대뇌의 겉질은 주로 신경 세포체가 있는 회색질이며, 속질은 주로 축삭 돌기가 있는 백색질이다. 대뇌 겉질은 각 부위에 따라 담당하는 역할이 구분되어 있다. A는 겉질, B는 속질이다.

- ⓐ (나)는 대뇌 겉질인 A의 영역별 기능을 나타낸 것이다.
 ⓒ ⑦은 두정엽이고, ⑧은 측두엽이다.

- ⓓ ⑨은 측두엽이다. 측두엽(⑨)에서는 청각을 담당하므로 측두엽(⑨)이 손상되면 소리를 듣는 기능에 이상이 생길 수 있다.

05 말초 신경계

A는 눈과 연결된 감각 뉴런이고, B는 눈과 연결된 체성 운동 뉴런이다. C는 방광과 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, D는 방광과 연결된 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.

- ⓐ 눈과 연결된 감각 뉴런인 A와 체성 운동 뉴런인 B는 모두 뇌와 연결되어 있으므로 ⑩은 뇌이다. 방광과 연결된 자율 신경은 모두 척수와 연결되어 있으므로 ⑪은 척수이다.
 ✗ A는 눈으로 들어온 자극을 뇌로 전달하므로 감각 뉴런이지만 C는 ⑫의 명령을 방광에 전달하므로 운동 뉴런이다.
 ✗ B는 체성 신경계에 속하고, D는 자율 신경계에 속한다.

06 뇌 손상과 기능

연수가 손상된 환자는 연수가 담당하는 심장 박동이나 호흡 운동에 이상이 생길 수 있고, 대뇌가 손상된 환자는 대뇌가 담당하는 감각, 운동, 기억, 판단 등에 이상이 생길 수 있다.

- ⓐ (가)는 연수의 기능이 상실된 환자이고, (나)는 대뇌의 기능이 상실된 환자이다.
 ✗ 스스로 호흡을 하는 것은 연수의 기능이므로 연수의 기능이 정상인 (나)는 스스로 호흡을 할 수 있다.
 ⓒ (가)와 (나)는 모두 중간뇌의 기능이 정상이므로 모두 동공 반사가 일어난다.

07 말초 신경계

중추 신경계와 기관은 감각 신경이나 운동 신경으로 연결되어 있다. 운동 신경에는 체성 신경과 자율 신경이 있다.

- ⓐ A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, B는 체성 운동 뉴런이며, C는 감각 뉴런이다. 따라서 ⑬은 심장이고, ⑭은 팔의 골격근이다.
 ⓒ A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, B는 체성 운동 뉴런이다. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런과 체성 운동 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.
 ⓒ C는 피부에서 받아들인 자극에 의해 발생한 흥분을 척수로 전달하는 감각 뉴런이다.

08 중추 신경계

중추 신경계는 뇌와 척수로 구성되며, 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다.

- ✗ C는 뇌줄기를 구성하고 홍채와 자율 신경으로 연결되므로 중간뇌이다. 뇌줄기를 구성하지 않는 A는 척수이며, 홍채와 자율 신경으로 연결되어 있지 않은 B는 연수이다.

- ☒ 척수는 홍채와 교감 신경으로 연결되어 있으므로 Ⓐ는 '○'이다.
Ⓒ 척수(A)는 방광의 수축과 이완에 모두 관여한다.

09 척수

척수의 겉질은 백색질이고, 속질은 회색질이다. 척수와 연결된 감각 뉴런은 후근을 이루고, 운동 뉴런은 전근을 이룬다.

- ① A는 감각 뉴런(B)으로부터 정보를 받아들이고 이에 대한 적절한 명령을 운동 뉴런(C)에게 전달하는 연합 뉴런이다.

☒ B는 감각 뉴런이므로 후근을 이룬다.

- Ⓒ C는 다리의 골격근과 연결되어 있으므로 체성 신경계에 속한다.

10 심장 박동 조절

중추 신경계와 심장은 자율 신경으로 연결되며, 심장과 연결된 교감 신경에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 심장 박동 속도가 증가하고, 심장과 연결된 부교감 신경에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 심장 박동 속도가 감소한다.

- ① A는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧으므로 심장과 연결된 교감 신경이다. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.

☒ B는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길므로 심장과 연결된 부교감 신경이다. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

- Ⓒ 심장 세포에서 활동 전위가 발생하는 빈도가 자극을 준 이후 감소하였으므로 (나)는 부교감 신경인 B를 자극했을 때의 변화를 나타낸 것이다.

11 방광과 요도 조절

방광과 연결된 감각 뉴런은 방광의 크기와 압력에 대한 정보를 척수로 전달한다. 척수와 방광은 교감 신경과 부교감 신경으로 연결되며, 교감 신경에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 방광이 이완하고, 부교감 신경의 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 방광이 수축한다. 요도의 골격근에는 척수와 연결된 체성 운동 뉴런이 연결되어 있다.

- ① A는 신경 세포체가 축삭 돌기의 끝부분이 아닌 중간 부분에 있으므로 감각 뉴런이다.

Ⓒ B는 골격근과 연결된 신경이므로 체성 신경계에 속한다.

- ② C는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다. 부교감 신경의 신경 절 이후 뉴런에서는 아세틸콜린이 분비된다.

12 말초 신경계

연수, 척수, 중간뇌를 포함하는 중추 신경계는 심장, 방광, 홍채

등과 자율 신경으로 연결되어 있다.

- ③ 방광과 연결된 부교감 신경은 척수에 연결되어 있고, 심장과 연결된 부교감 신경은 연수와 연결되어 있으므로 ④은 심장이고, ⑤은 방광이다.

④ 방광(⑤)과 교감 신경으로 연결된 A는 척수이고, 홍채와 부교감 신경으로 연결된 B는 중간뇌이다.

- ⑤ 중간뇌(B)는 뇌줄기에 속한다.

13 회피 반사

손이 날카로운 물체에 닿으면 손이 순간적으로 물체에서 떨어지도록 하는 회피 반사가 일어난다.

☒ A는 감각 뉴런이고, B는 운동 뉴런이다.

- ⑥ C는 척수와 연결된 운동 신경이므로 전근을 이룬다.

☒ 자극에 의해 팔을 구부리는 반사가 일어날 때 B와 연결된 골격근은 수축하고, C와 연결된 골격근은 이완한다. 따라서 단위 시간당 $\frac{B\text{의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양}}{C\text{의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양}}$ 은 자극 전이 자극 후보다 작다.

14 동공 크기 조절

동공의 크기는 홍채와 연결된 교감 신경과 부교감 신경에 의해 조절된다. ⑦과 ⑧은 부교감 신경을 구성하는 뉴런이고, ⑨은 교감 신경을 구성하는 뉴런이다.

- ⑩ ⑦은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이므로 ⑦의 신경 세포체는 중간뇌에 있다.

⑪ ⑧은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이므로 ⑧의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

☒ ⑨은 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이므로 ⑨에서 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 동공이 확장된다.

15 심장 박동 조절

- ⑩은 부교감 신경, ⑪은 교감 신경이다.

- ⑫ ⑩과 ⑪은 모두 자율 신경계에 속한다.

☒ ⑬ ⑩은 부교감 신경이므로 ⑩의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수가 아닌 연수에 있다.

☒ ⑪은 교감 신경이므로 ⑪의 신경절 이후 뉴런에서 분비되는 신경 전달 물질의 양이 증가하면 심장 박동 속도가 증가한다.

16 중추 신경계

간뇌, 소뇌, 척수 중 뇌를 구성하는 것은 간뇌와 소뇌이므로 ⑭은 '뇌를 구성한다.'이고, B는 척수이다. 체온 조절 중추는 간뇌이므로 ⑮은 '체온 조절 중추이다.'이고, A는 간뇌, C는 소뇌이다. ⑯은 '무릎 반사 중추이다.'이다.

- Ⓐ 간뇌, 소뇌, 척수 중 뇌를 구성하는 것은 간뇌와 소뇌이므로
ⓐ와 Ⓛ은 모두 ‘○’이다.
- Ⓑ 척수(B)의 겉질은 주로 축삭 돌기가 있는 백색질이다.
⓪. Ⓛ은 ‘체온 조절 중추이다.’이다.

수능 3점 테스트

본문 68~71쪽

- 01 Ⓛ 02 Ⓟ 03 Ⓝ 04 Ⓜ 05 Ⓠ 06 Ⓞ
07 Ⓜ 08 Ⓞ

01 대뇌의 운동령과 감각령

- 대뇌의 운동령은 몸의 움직임에 관여하고, 감각령은 몸에서 받아들인 자극을 인식하는 데 관여한다.
- Ⓐ Ⓛ은 대뇌의 좌반구에 속하고, Ⓛ은 대뇌의 우반구에 속한다.
⓪. 무릎 반사에는 대뇌가 직접적으로 관여하지 않으므로 A가 손상되어도 무릎 반사는 일어난다.
⓪. B는 손에서 받아들인 자극을 인식하는 데 관여하며 손이 움직이는 것에는 직접적으로 관여하지 않으므로 B가 손상되어도 손을 움직일 수 있다.

02 말하기와 관련된 대뇌의 영역

- 대뇌에는 말하기와 관련된 주요 영역이 있으며, 각 영역이 손상되면 정확하게 말하는 것이 어려워진다.
- Ⓐ Ⓛ은 혀와 입을 움직여 말하는 것과 관련된 운동령이다.
Ⓑ 대뇌 겉질에서 보는 것은 후두엽에서, 듣는 것은 측두엽에서 담당한다.
Ⓒ B가 손상되었을 때 단어의 뜻을 이해하지 못하므로 단어의 뜻을 이해하는 데 관여하는 영역은 B이다.

03 자극에 대한 반응

- 자극에 대한 반응에는 의식적인 반응과 무조건 반사가 있다.
- Ⓐ (가)와 (나)에서는 모두 눈이 받아들인 빛 자극에 대한 반응이 일어나므로 A는 (가)와 (나)가 일어날 때 모두 관여한다.
Ⓑ 손을 넣고 더듬어 필통을 잡았으므로 (다)가 일어날 때 홍분은 E → C → 뇌 → D → F로 전달된다.
⓪. B는 자율 신경계에 속하고, F는 체성 신경계에 속한다.

04 동공 크기 조절

- 빛의 세기에 따라 홍채에 연결된 교감 신경과 부교감 신경의 활동 전위 발생 빈도가 변하며, 이로 인해 동공의 크기가 조절된다.
⓪. Ⓛ은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이므로 Ⓛ의 신경 세포

체는 중간뇌에 있다.

- Ⓐ Ⓛ과 Ⓛ의 축삭 돌기 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.

⓪. 빛의 세기가 p_1 에서 p_2 로 바뀔 때 동공의 크기가 축소된다. 동공의 크기가 축소될 때 Ⓛ의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 증가하고 Ⓛ의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 감소한다. 따라서 단위 시간당

- ⓐ의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 작아진다.
ⓑ의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양은 작아진다.

05 신경 전달 물질

- Ⓐ Ⓛ와 Ⓛ에서 모두 A에서 분비된 신경 전달 물질에 의해 심장 세포에서의 활동 전위 발생 빈도가 감소하였으므로 A에서 분비된 신경 전달 물질은 Ⓛ에서 Ⓛ으로 이동하였다.
Ⓑ A를 자극하였을 때 심장 세포에서 활동 전위 발생 빈도의 변화는 Ⓛ에서가 Ⓛ에서보다 먼저 일어났으므로 Ⓛ는 I이고, Ⓛ는 II이다.
Ⓒ 노르에피네프린은 심장과 연결된 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비된다. 따라서 Ⓛ에 노르에피네프린을 처리하면 II를 구성하는 세포의 활동 전위 발생 빈도가 증가한다.

06 교감 신경과 부교감 신경

- 교감 신경과 부교감 신경은 길항 작용으로 여러 기관의 기능을 조절한다.
- Ⓐ 소화액 분비를 촉진하는 (가)는 부교감 신경이고, 소화액 분비를 억제하는 (나)는 교감 신경이다. 부교감 신경이 작용하면 폐의 기관지는 수축하므로 Ⓛ은 수축이다.
⓪. (나)는 교감 신경이므로 (나)의 신경절 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비되며, 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.
Ⓒ A가 심장에 작용하면 심장 박동이 빨라지므로 A는 (나)에 속하며, B는 (가)에 속한다. 방광에 연결된 부교감 신경이 작용하면 방광이 수축되므로 ‘방광이 수축된다’는 Ⓛ에 해당한다.

07 회피 반사

- 뜨거운 물체에 손이 닿았을 때 순간적으로 손을 떼는 반응에는 B와 C가 관여하며, 뜨거운 물체에 손이 닿았다는 것을 인식하는 과정에는 A와 B가 관여한다.
- ⓪. 뜨거운 물체를 만졌을 때 순간적으로 손을 떼는 반사에는 A가 직접적으로 관여하지 않으므로 A가 손상되어도 손을 떼는 반사는 일어난다.
Ⓒ B는 감각 뉴런이므로 후근을 이룬다.
⓪. C는 팔의 골격근과 연결되어 있으므로 자율 신경계가 아닌

체성 신경계에 속한다.

08 무릎 반사

무릎 반사가 일어나면 자극이 척수로 전달되고, 척수의 명령이 B를 통해 B와 연결된 골격근에 전달된다.

- Ⓐ A는 발생한 흥분을 척수에 전달하는 감각 뉴런이다.
ⓧ 무릎 반사가 일어나 B와 연결된 골격근이 수축하였으므로 B의 활동 전위 발생 빈도는 고무망치로 무릎을 치기 전이 친 후보다 낮다.
Ⓒ Ⓛ가 일어날 때 Ⓛ의 길이는 짧아지고 Ⓛ의 길이는 변하지 않으므로 Ⓛ의 길이는 커진다.

06 항상성

수능 2점 테스트

본문 79~82쪽

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

01 호르몬과 신경

호르몬에 의한 신호는 내분비샘에서 분비된 호르몬이 혈액의 흐름을 통해 전달되고, 신경에 의한 신호는 뉴런에서 전기적 신호와 시냅스에서 신경 전달 물질을 통해 전달된다.

- Ⓐ (가)에서는 내분비 세포가 A를 분비하고 A가 혈액의 흐름을 통해 이동하여 Ⓛ에 작용하였으므로 (가)는 호르몬에 의한 신호 전달이며, A는 티록신이다.
Ⓒ B는 아세틸콜린이다. B가 Ⓛ에 작용하였으므로 Ⓛ에 아세틸콜린 수용체가 있다.
Ⓓ 신호 전달 속도는 신경에 의한 신호 전달인 (나)가 호르몬에 의한 신호 전달인 (가)보다 빠르다.

02 사람의 호르몬

인슐린은 이자에서, 생장 호르몬은 뇌하수체 전엽에서, 에피네프린은 부신 속질에서 분비된다.

- Ⓐ A는 뇌하수체 전엽에서 분비되므로 생장 호르몬이다.
Ⓓ C는 부신 속질에서 분비되므로 에피네프린이며, B는 인슐린이다. 인슐린은 이자에서 분비되므로 Ⓛ은 이자이다.
ⓧ C는 에피네프린이다. 혈중 에피네프린 농도가 증가하면 혈당량이 증가한다.

03 사람의 호르몬

티록신은 표적 세포의 물질대사를 촉진하고, 글루카곤은 간에서 글리코겐 분해를 촉진한다. 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

- ⓧ A는 이자에서 분비되므로 글루카곤이다.
Ⓓ C는 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 ADH이다. ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비된다.
Ⓒ B는 티록신이다. 따라서 ‘표적 세포의 물질대사를 촉진한다.’는 Ⓛ에 해당한다.

04 호르몬과 내분비샘

특정 호르몬은 호르몬 분비를 담당하는 특정 내분비샘에서 분비

- 된다. A는 뇌하수체 전엽, B는 갑상샘, C는 부신, D는 이자이다.
- Ⓐ 뇌하수체 전엽(A)에서는 갑상샘(B)에 작용하는 TSH가 분비된다.
 - ⓧ 티록신은 부신(C)이 아닌 갑상샘(B)에서 분비된다.
 - Ⓒ 이자(D)에서는 혈당량 조절에 관여하는 글루카곤과 인슐린이 분비된다.

05 티록신 농도 조절

- 갑상샘에서 분비되는 티록신의 혈중 농도가 정상 범위보다 증가하면 시상 하부에서 TRH 분비와 뇌하수체 전엽에서 TSH 분비가 억제된다.
- Ⓐ ⑦은 시상 하부, Ⓛ은 뇌하수체 전엽이다.
 - ⓧ A는 시상 하부에서 분비되는 TRH이고, B는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 TSH이다.
 - ⓧ C는 갑상샘에서 분비되는 티록신이다. 티록신의 혈중 농도가 정상 범위보다 증가하면 뇌하수체 전엽(ⓐ)에서 TSH(B)의 분비가 억제된다.

06 이자와 혈당량 조절

- 이자에서는 혈당량 조절에 관여하는 인슐린과 글루카곤이 분비된다.
- Ⓐ 혈당량을 증가시키는 역할을 하는 Ⓛ은 글루카곤이다. 글루카곤은 α 세포에서 분비되므로 X는 α 세포이다.
 - Ⓛ 혈당량을 감소시키는 역할을 하는 Ⓛ은 인슐린이다.
 - Ⓒ 인슐린(Ⓛ)은 세포막을 통한 포도당의 이동을 조절하여 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다.

07 온도 자극과 피부 근처 혈관

- 저온 자극을 받으면 피부 근처 혈관이 수축되고, 고온 자극을 받으면 피부 근처 혈관이 확장된다.
- Ⓐ 피부 근처 혈관이 (가)일 때는 수축되어 있고, (나)일 때는 확장되어 있으므로 (가)는 체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때이다.
 - ⓧ (나)는 체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때이므로 몸의 떨림은 (가)일 때 일어났다.
 - Ⓒ (가)일 때는 저온 자극을 받고 있고, (나)일 때는 고온 자극을 받고 있으므로 단위 시간당 열 발생량(열 생산량)은 (가)일 때가 (나)일 때보다 많다.

08 항이뇨 호르몬(ADH)과 혈장 삼투압 조절

- 뇌하수체 후엽에서 분비되는 ADH는 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 낮춘다.
- ⓧ 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 감소시키는 X는 ADH이다. ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비되므로 Ⓛ은 뇌하수체 후엽이다.

- ⓧ 전체 혈액량이 증가하면 혈중 ADH 농도는 감소하므로 Ⓛ는 전체 혈액량이 아닌 혈장 삼투압이다.
- Ⓐ 혈중 ADH 농도가 높을수록 단위 시간당 오줌 생성량이 감소하므로 단위 시간당 오줌 생성량은 p_1 일 때가 p_2 일 때보다 많다.

09 체온 조절

- 체온보다 높은 온도의 물에 들어가면 고온 자극에 의해 땀 분비량은 증가하고 열 발생량(열 생산량)은 감소한다. 체온보다 낮은 온도의 물에 들어가면 저온 자극에 의해 땀 분비량은 감소하고 열 발생량(열 생산량)은 증가한다.
- Ⓐ 체온 조절 중추는 간뇌의 시상 하부이다.
 - Ⓒ 체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때 A가 증가하므로 A는 땀 분비량이다.
 - Ⓒ 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 고온 자극을 받고 있는 구간 I에서가 저온 자극을 받고 있는 구간 II에서보다 많다.

10 혈장 삼투압 조절

- 혈장 삼투압보다 농도가 낮은 용액을 섭취하면 혈장 삼투압은 감소하고, 혈장 삼투압보다 농도가 높은 용액을 섭취하면 혈장 삼투압은 증가한다.
- Ⓐ A를 섭취한 후에 혈장 삼투압이 증가하였으므로 A는 1 L의 소금물이다.
 - ⓧ 생성되는 오줌의 삼투압은 혈장 삼투압이 낮은 t_1 일 때가 혈장 삼투압이 높은 t_2 일 때보다 낮다.
 - ⓧ 혈중 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도는 혈장 삼투압이 낮은 t_1 일 때가 혈장 삼투압이 높은 t_2 일 때보다 낮다.

11 혈당량 조절

- 탄수화물을 섭취하면 혈당량이 증가하고 증가한 혈당량을 낮추기 위해 인슐린 분비는 촉진되고, 글루카곤 분비는 억제된다.
- Ⓐ 탄수화물 섭취 이후 Ⓛ의 농도가 증가하고 Ⓛ의 농도는 감소하므로 Ⓛ은 인슐린이고, Ⓛ은 글루카곤이다.
 - ⓧ 이자의 α 세포에서는 글루카곤(Ⓛ)이 분비되고, β 세포에서는 인슐린(Ⓐ)이 분비된다.
 - Ⓒ t_1 에서 t_2 사이에 인슐린에 의한 혈당량 감소가 일어나므로 혈당량은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

12 항이뇨 호르몬(ADH) 분비 이상

- ADH의 분비가 부족해지면 오줌 생성량이 증가한다.
- Ⓐ ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비된다.
 - ⓧ 정상인에 ADH를 투여하면 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되므로 체중 1 kg당 하루 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 Ⓛ은 20

보다 작다.

- Ⓐ A에게 ADH를 투여하였을 때 체중 1 kg당 하루 오줌 생성량이 감소하였으므로 A는 ADH 분비가 부족한 환자이다.

13 운동과 혈당량 조절

운동을 하면 세포에서 많은 양의 포도당을 소비하므로 글루카곤의 농도는 증가하고, 인슐린의 농도는 감소한다.

☒. t_1 이후 혈당량을 증가시키는 역할을 하는 글루카곤의 농도가 증가하였으므로 (가)는 운동이다.

- Ⓒ. 인슐린과 글루카곤은 길항 작용한다. 따라서 혈중 인슐린 농도는 혈중 글루카곤 농도가 낮은 t_1 일 때가 혈중 글루카곤 농도가 높은 t_2 일 때보다 높다.

☒. 글루카곤은 간에서 글리코겐의 분해를 촉진한다. 따라서 간에서 단위 시간당 분해되는 글리코겐의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 적다.

14 운동 중 체온 변화

열 발생량(열 생산량)이 열 방출량(열 방출량)보다 많으면 체온은 올라가고 열 발생량(열 생산량)이 열 방출량(열 방출량)보다 적으면 체온은 내려간다.

- Ⓒ. 구간 I에서 체온이 올라갔고, A가 B보다 많으므로 A는 열 발생량(열 생산량)이다.

Ⓒ. 땀 분비량은 체온이 증가할 때 증가하고 체온이 감소할 때 감소한다. 따라서 단위 시간당 땀 분비량은 구간 I에서가 구간 II에서보다 많다.

☒. 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 열 발생량(열 방출량)이 적은 t_1 일 때가 열 발생량(열 방출량)이 많은 t_2 일 때보다 적다.

15 혈장 삼투압과 혈액량

혈장 삼투압이 높을수록 혈중 항이뇨 호르몬(ADH) 농도가 증가하며, 전체 혈액량이 많을수록 혈중 ADH 농도는 감소한다.

- Ⓒ. Ⓛ가 증가할수록 혈중 ADH 농도가 감소하므로 Ⓛ는 전체 혈액량이다.

Ⓒ. 전체 혈액량이 같을 때 혈중 ADH 농도는 II 가 I 보다 높으므로 II는 ADH가 과다하게 분비되는 사람이다.

Ⓒ. 혈중 ADH 농도가 높을수록 생성되는 오줌의 삼투압은 높다. 따라서 I에서 생성되는 오줌의 삼투압은 혈중 ADH 농도가 높은 V_1 일 때가 혈중 ADH 농도가 낮은 V_2 일 때보다 높다.

16 피부 근처 혈관의 수축과 확장

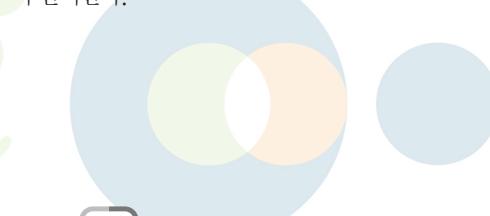
피부 근처 혈관이 수축하면 피부를 통한 열 발생량(열 방출량)이 감소하고, 피부 근처 혈관이 확장하면 피부를 통한 열 발생량(열

방출량)이 증가한다.

- Ⓒ. 온도가 Ⓛ인 물에서 Ⓜ인 물로 이동할 때 피부 근처 혈관의 혈류량이 감소하였으므로 Ⓛ는 Ⓜ보다 높다.

☒. t_1 일 때는 저온 자극을 받고 있고, t_2 일 때는 고온 자극을 받고 있으므로 몸의 떨림이 일어난 시점은 t_1 이다.

- Ⓒ. 피부 근처 혈관의 혈류량 조절에는 혈관과 연결된 교감 신경이 관여한다.



수능 3점 테스트

본문 83~89쪽

- 01 Ⓛ 02 Ⓛ 03 Ⓛ 04 Ⓛ 05 Ⓛ 06 Ⓛ
07 Ⓛ 08 Ⓛ 09 Ⓛ 10 Ⓛ 11 Ⓛ 12 Ⓛ
13 Ⓛ 14 Ⓛ

01 온도 감각과 체온 조절

저온 자극이 주어지면 냉점과 연결된 신경의 단위 시간당 활동 전위 발생 수가 많아지고, 온점과 연결된 신경의 단위 시간당 활동 전위 발생 수가 적어진다. 고온 자극이 주어지면 온점과 연결된 신경의 단위 시간당 활동 전위 발생 수가 많아지고, 냉점과 연결된 신경의 단위 시간당 활동 전위 발생 수는 적어진다.

☒. 온도가 높은 물에 들어갈수록 온점과 연결된 신경의 단위 시간당 활동 전위 발생 수는 증가하고, 냉점과 연결된 단위 시간당 활동 전위 발생 수는 감소한다. 따라서 Ⓛ은 36 °C이고, Ⓛ은 30 °C이며, Ⓛ은 42 °C이다.

- Ⓒ. 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 온도가 36 °C(ⓐ)인 물에 들어갔을 때가 30 °C(ⓑ)인 물에 들어갔을 때보다 많다.

☒. 단위 시간당 땀 분비량은 고온 자극을 받을 때 증가한다. 따라서 단위 시간당 땀 분비량은 온도가 30 °C(ⓑ)인 물에 들어갔을 때가 42 °C(ⓓ)인 물에 들어갔을 때보다 적다.

02 혈중 티록신 농도 조절

갑상샘이나 뇌하수체 전엽에 이상이 생기면 혈중 티록신 농도가 정상보다 높거나 낮을 수 있다.

- Ⓒ. B에서 티록신 분비가 부족하므로 뇌하수체 전엽이 정상이면 티록신 분비가 부족할 때 TSH의 분비는 증가한다. 따라서 B는 Ⓛ이다.

☒. A는 티록신 분비가 과다하므로 티록신 농도가 정상보다 높은 Ⓛ이다. 따라서 C는 Ⓛ이며, Ⓛ에서 TSH의 농도가 정상보다 낮

으로 ①는 부족이다.

☒ ④은 갑상샘 이상으로 티록신의 분비가 부족하며, 뇌하수체 전엽은 정상이다. 따라서 ④에게 티록신을 투여하면 투여 전보다 TSH 분비가 억제된다.

03 체온 조절

고온 자극을 받으면 텔세움근이 이완되고, 피부 근처 혈관은 확장된다. 저온 자극을 받으면 텔세움근이 수축하고, 피부 근처 혈관도 수축한다.

☒ 이 동물의 체온 조절 중추에 ① 자극을 주었을 때 체온이 증가하였으므로 ⑦은 저온이고, ⑧은 고온이다.

☒ 고온(⑧) 자극을 받으면 텔세움근이 이완되고, 피부 근처 혈관이 확장되므로 이 동물에 ⑨ 자극을 주면 과정 ⑩가 일어난다.

⑩ 과정 ⑩가 일어나면 피부 근처 혈관이 확장되어 열 발산량(열 방출량)이 증가한다.

04 혈당량 조절 이상

인슐린 분비가 정상보다 적거나 인슐린이 인슐린의 표적 세포에 작용하지 못하면 혈당량 조절에 이상이 발생할 수 있다. A는 인슐린 분비가 정상보다 적어 혈당량이 높은 상태가 지속되고, B는 인슐린 분비가 충분하지만 인슐린의 표적 세포가 인슐린에 반응하지 않아 혈당량이 높은 상태가 지속된다.

⑪ 인슐린은 이자의 β 세포에서 분비되므로 ⑫은 β 세포이다.

⑫ B는 A에 비해 혈중 인슐린 농도가 높은데도 불구하고 혈당량이 높게 유지되고 있는 것은 인슐린의 표적 세포가 인슐린에 반응하지 않기 때문이다.

☒ 혈중 인슐린 농도가 높을수록 단위 시간당 세포로 흡수되는 포도당의 양은 증가한다. 따라서 A에서 단위 시간당 세포로 흡수되는 포도당의 양은 인슐린 농도가 낮은 t_1 일 때가 인슐린 농도가 높은 t_2 일 때보다 적다.

05 혈장 삼투압 조절

항이뇨 호르몬(ADH)의 분비를 촉진하면 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고, 분비를 억제하면 단위 시간당 오줌 생성량은 증가한다.

⑬ 뇌하수체 후엽에서 분비된 ADH가 콩팥에 작용하면 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진된다.

⑭ 오줌 생성량이 X와 물을 함께 먹은 A가 물만 먹은 B보다 많으므로 X는 ADH의 분비를 억제하는 물질이다.

⑮ 생성되는 오줌의 삼투압은 단위 시간당 오줌 생성량이 많을수록 낮다. 따라서 B에서 생성되는 오줌의 삼투압은 단위 시간당 오줌 생성량이 적은 t_1 일 때가 단위 시간당 오줌 생성량이 많은 t_2

일 때보다 높다.

06 혈중 티록신 농도 조절

시상 하부, 뇌하수체 전엽, 갑상샘에 이상이 생기면 혈중 티록신 농도가 정상보다 많거나 적을 수 있다. 혈중 티록신 농도는 음성 피드백에 의해 조절된다.

⑯ TRH를 분비하는 (가)는 시상 하부이고, TSH를 분비하는 (나)는 뇌하수체 전엽이며, 티록신을 분비하는 (다)는 갑상샘이다.

☒ B는 혈중 TRH 농도가 낮은데도 불구하고 혈중 TSH 농도가 높으므로 TSH를 분비하는 (나)에 이상이 있다.

⑰ C는 혈중 TSH 농도가 높은데도 불구하고 혈중 티록신 농도가 낮으므로 티록신을 분비하는 (다)에 이상이 있다. 따라서 TRH를 분비하는 (가)는 정상이고, 혈중 티록신 농도가 낮으므로 ⑪는 ‘높음’이다.

07 혈당량 조절 이상

혈당량 조절에 이상이 있는 환자는 인슐린 분비와 작용을 조절하는 물질이나 글루카곤 분비와 작용을 조절하는 물질로 치료할 수 있다.

⑱ X와 Y는 모두 표적 세포에서 P와 P 수용체의 결합을 억제하여 당뇨병을 치료하는 효과를 내므로 P는 글루카곤이다.

⑲ 같은 글루카곤의 표적 기관이므로 같은 ⑪에 해당한다.

⑳ X와 Y는 모두 표적 세포에서 글루카곤이 글루카곤 수용체에 결합하는 것을 억제하는 물질이므로 X와 Y를 각각 주사하였을 때 모두 혈당량 상승을 억제하는 효과를 얻는다. 따라서 ⑪는 억제이다.

08 혈장 삼투압 조절

혈장 삼투압이 증가할수록 혈중 항이뇨 호르몬(ADH) 농도가 상승하며, 수분 공급을 중단하면 혈장 삼투압이 증가한다. 따라서 ⑫는 혈장 삼투압이다.

⑭ B에 비해 A에서 혈장 삼투압(⑫)이 증가한 정도가 더 크므로 수분 공급을 중단한 사람은 A이다.

⑮ 생성되는 오줌의 삼투압은 혈중 ADH 농도가 높을수록 높다. 따라서 (가)에서 생성되는 오줌의 삼투압은 ⑫가 300일 때가 270일 때보다 높다.

☒ 혈장 삼투압이 증가할수록 혈중 ADH 농도는 증가하므로 A에서 혈중 ADH 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 낮다.

09 항이뇨 호르몬(ADH) 분비 이상

X는 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진하므로 ADH이다.

⑯ ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비되므로 ⑫은 뇌하수체 후엽이다.

- Ⓐ ADH가 과다하게 분비되는 사람은 정상인에 비해 전체 혈액량이 많고 혈압이 높다.
- ⓧ X 과다증 환자는 몸 안에 물이 많으므로 물 섭취를 줄여야 혈중 Na^+ 농도를 높일 수 있다.

10 혈당량 조절

- α 세포에서는 글리코겐 분해를 촉진하는 글루카곤이 분비되고, β 세포에서는 글리코겐 합성을 촉진하는 인슐린이 분비된다.
- ⓧ Ⓛ은 α 세포에서 분비되고, Ⓜ은 β 세포에서 분비되므로 Ⓛ은 글루카곤, Ⓜ은 인슐린이다.
- Ⓐ 글루카곤은 글리코겐이 포도당으로 분해되는 것을 촉진하므로 Ⓝ는 글리코겐이고, Ⓞ는 포도당이다.
- ⓧ 혈중 인슐린(ⓤ)의 농도가 증가하면 세포로의 포도당 흡수가 촉진된다.

11 혈장 삼투압과 오줌 삼투압

혈중 항이뇨 호르몬(ADH) 농도가 증가하면 혈장 삼투압은 감소하고 오줌 삼투압은 증가한다. 단위 시간당 오줌 생성량이 증가할 수록 오줌 삼투압은 감소한다.

- Ⓐ ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비된다.
- Ⓑ 혈중 ADH 농도가 증가할수록 Ⓛ이 증가하므로 Ⓛ는 오줌 삼투압이다.
- Ⓒ 단위 시간당 오줌 생성량은 혈중 ADH 농도가 높을수록 줄어든다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은 C_1 일 때가 C_2 일 때보다 많다.

12 체온 조절

시상 하부 온도가 증가하면 피부에서의 열 방출량(열 방출량)이 증가한다. 저온 자극을 받으면 피부 근처 혈관은 수축하여 피부에서의 열 방출량이 감소한다.

- Ⓐ 시상 하부의 온도가 증가할수록 Ⓛ이 증가하므로 Ⓛ은 피부에서의 열 방출량이다.
- Ⓒ Ⓛ가 시상 하부에 전달되었을 때 피부 근처 혈관이 수축하였으므로 Ⓛ는 저온 자극이다.
- ⓧ 시상 하부의 온도가 증가할수록 피부에서의 열 방출량이 증가하므로 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량도 증가한다. 따라서 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 T_2 일 때가 T_1 일 때보다 많다.

13 인슐린과 혈당량 조절

인슐린은 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다. 세포 외 포도당 농도가 높고 인슐린이 처리된 세포에서 세포 내 포도당 농도가 가장 높다.

- Ⓐ A와 B의 세포 외 포도당 농도가 같고, 세포 내 포도당 농도는 Ⓛ을 넣은 A에서가 Ⓛ을 넣지 않은 B에서보다 높으므로 Ⓛ은 인슐린이다.

- Ⓒ 혈중 인슐린(ⓤ)의 농도가 증가하면 세포로의 포도당 흡수가 촉진된다.

- Ⓓ C와 D의 세포 외 포도당 농도는 같고, C에만 인슐린(ⓤ)을 처리하였으므로 실험 결과 세포 내 포도당 농도는 C가 D보다 높다.

14 혈장 삼투압 조절

혈장 삼투압이 증가할수록 혈중 항이뇨 호르몬(ADH) 농도가 증가하며 갈증을 느끼는 정도도 증가한다.

- ⓧ Ⓛ이 증가할수록 혈중 ADH 농도가 증가하고 갈증을 느끼는 정도도 증가하므로 Ⓛ은 혈장 삼투압이다.

- Ⓒ 단위 시간당 오줌 생성량은 혈중 ADH 농도가 높을수록 적다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은 p_1 일 때가 안정 상태일 때보다 적다.

- ⓧ 혈중 ADH 농도가 증가할수록 갈증을 느끼는 정도는 증가한다. 따라서 혈중 ADH 농도는 갈증 정도가 5일 때가 10일 때보다 낮다.

07 방어 작용

수능 2점 테스트

본문 97~100쪽

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

01 질병의 구분

낫 모양 적혈구 빈혈증은 비감염성 질병이고, 결핵과 독감은 감염성 질병이다. 결핵의 병원체는 세균으로 독립적으로 물질대사를 하지만 독감의 병원체는 바이러스로 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.

- Ⓐ A는 낫 모양 적혈구 빈혈증, B는 결핵, C는 독감이다.
- Ⓑ 항생제는 세균의 증식과 성장을 억제하는 물질이다. 따라서 결핵(B)의 치료에 항생제가 사용된다.
- Ⓒ 결핵(B)의 병원체인 세균과 독감(C)의 병원체인 바이러스는 모두 유전 물질을 갖는다.

02 병원체의 특징

결핵의 병원체는 세균으로 유전 물질을 갖고, 세포 구조로 되어 있다. 무좀의 병원체는 곰팡이로 유전 물질을 갖고, 세포 구조로 되어 있다. 후천성 면역 결핍증의 병원체는 바이러스로 유전 물질을 갖지만 세포 구조로 되어 있지 않다.

- Ⓐ A는 후천성 면역 결핍증(AIDS), B는 결핵, C는 무좀이다.
- Ⓑ 결핵(B)의 병원체는 세균으로 세포 구조로 되어 있다.
- Ⓒ 무좀(C)의 병원체는 (가)의 특징을 모두 가지므로 ⑥는 3이다.

03 병원체의 특징

결핵의 병원체는 세균, 독감의 병원체는 바이러스, 수면병과 말라리아의 병원체는 모두 원생생물이다.

- ⓧ 결핵의 병원체는 세균으로 독립적으로 물질대사를 하지만 독감의 병원체는 바이러스로 독립적으로 물질대사를 하지 못한다. 따라서 ‘독립적으로 물질대사를 하지 못한다.’는 (가)에 해당하지 않는다.
- ⓧ 결핵의 병원체는 세균, 독감의 병원체는 바이러스이다.
- Ⓒ 말라리아는 모기를 매개로 전염된다.

04 염증 반응

병원체가 체내로 침입하면 열, 부어오름, 붉어짐, 통증이 나타나는 염증 반응이 일어나며, 염증은 병원체를 제거하기 위한 방어

작용이다.

- Ⓐ 염증 반응이 일어날 때 히스타민은 비만세포에서 분비된다.
- ⓧ 히스타민이 모세 혈관을 확장시켜 혈관벽의 투과성이 증가되면 상처 부위는 붉게 부어오르고 백혈구는 손상된 조직으로 유입된다.
- ⓧ (다)에서 일어나는 식세포 작용(식균 작용)은 비특이적 방어 작용에 해당한다.

05 방어 작용

비특이적 방어 작용은 병원체의 종류와 감염 경험의 유무와 관계 없이 일어나는 방어 작용이고, 특이적 방어 작용은 특정 항원을 인식하여 제거하는 방어 작용이다.

- Ⓐ 라이소자임(Ⓐ)은 세균의 세포벽을 분해하는 물질이다.
- ⓧ 항체(㉡)는 B 림프구로부터 분화된 형질 세포가 생성하여 분비하는 면역 단백질이다.
- Ⓔ 백혈구가 식세포 작용(식균 작용)으로 병원체를 제거하는 것과 눈물샘에서 라이소자임이 들어 있는 눈물이 분비되는 것은 비특이적 방어 작용의 예에 해당한다. 병원체에 대한 항체가 생성되어 병원체를 무력화시키는 것은 특이적 방어 작용의 예에 해당한다.

06 세포성 면역과 체액성 면역

세포성 면역은 활성화된 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 면역 반응이고, 체액성 면역은 형질 세포가 생성하는 항체가 항원과 결합함으로써 항원을 더 효율적으로 제거하는 면역 반응이다.

- Ⓐ (가)는 세포성 면역, (나)는 체액성 면역이다.
- ⓧ ①은 세포독성 T림프구, ②은 B 림프구, ③은 형질 세포이다. B 림프구(㉡)는 골수에서 성숙된다.
- ⓧ 세포독성 T림프구(Ⓐ)가 아니라 보조 T 림프구가 B 림프구(㉡)가 형질 세포(㉢)로 증식·분화되는 과정을 촉진한다.

07 림프구의 생성과 성숙

골수에서 성숙하는 ①은 B 림프구, 가슴샘에서 성숙하는 ②은 T 림프구이다.

- ⓧ B 림프구(Ⓐ)가 형질 세포와 기억 세포로 분화되고, 형질 세포에서 항체가 분비된다. 따라서 ③은 ⑦이다.
- Ⓒ B 림프구(Ⓐ)와 T 림프구(㉡)는 모두 특이적 방어 작용에 관여한다.
- Ⓔ 항체(ⓐ)에는 항원과 특이적으로 결합하는 부위가 있다. 따라서 항체는 항원에 특이적으로 결합하여 작용하며, 이를 항원 항체 반응의 특이성이라고 한다.

08 우리 몸의 방어 작용

라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하는 물질이고, 항체는 형질세포에서 생성되고 분비되는 물질이다. 따라서 A는 라이소자임, B는 항체이다.

X. ⑦은 세균이다.

◎ 항체(B)는 항원의 특정 부위와 결합하여 항원을 무력화시킨다.

X. 라이소자임(A)은 비특이적 방어 작용에, 항체(B)는 특이적 방어 작용에 관여한다.

09 항원과 항체

병원체가 침입했을 때 병원체에 있는 항원과 결합하는 항체가 만들어지며, 항체는 특정 항원과 결합하여 작용하는 항원 특이성이 있다.

◎ X_1 은 ⑧를 갖고 있고, X_2 는 ⑨와 ⑩를 갖고 있다. (가)에서 X_1 에 감염된 생쥐 I에서 ⑪이 생성되었으므로 ⑫은 ⑨와 결합한다.

X. 항체는 B 림프구에서 분화된 형질 세포에서 분비된다.

X. I은 X_2 에 노출된 적이 없으므로 I이 X_2 에 감염되면 ⑪에 대한 1차 면역 반응이 일어난다. 따라서 ⑩에 대한 기억 세포가 없어 기억 세포로부터 형질 세포로의 분화가 일어나지는 않는다.

10 체액성 면역

병원체에 처음 감염되면 병원체에 대한 1차 면역 반응이 일어난다. 다시 병원체에 감염되면 병원체에 대한 2차 면역 반응이 일어난다. 생성되는 항체의 양은 2차 면역 반응에서가 1차 면역 반응에서보다 많다.

◎ X를 처음 주사한 이후에 ⑪의 농도가 증가하므로 ⑫는 X에 대한 항체이다.

◎ X를 다시 주사한 이후에 ⑪의 농도가 급격하게 증가했다. 따라서 X를 다시 주사하기 이전인 구간 I의 ⑬에 X에 대한 기억 세포가 있다.

◎ 구간 II의 ⑭에는 항체 ⑮(Y에 대한 항체)가 있으므로 구간 II의 ⑯에서 Y에 대한 체액성 면역 반응이 일어났다.

11 ABO식 혈액형 판정

항 A 혈청에는 응집소 α 가, 항 B 혈청에는 응집소 β 가 들어 있다. ABO식 혈액형이 A형인 사람은 항 A 혈청에만 응집 반응을 일으키고, AB형인 사람은 항 A 혈청과 항 B 혈청 모두와 응집 반응을 일으키고, O형인 사람은 항 A 혈청과 항 B 혈청 모두와 응집 반응을 일으키지 않으므로 I은 A형, II는 AB형, III은 O형이다.

X. ⑰은 항 A 혈청, ⑱은 항 B 혈청이다.

◎ I의 ABO식 혈액형은 A형이다.

X. II의 적혈구에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 있고, III의 혈장에는 응집소 α 와 응집소 β 가 모두 있다. 따라서 II의 적혈구와 III의 혈장을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다.

12 체액성 면역과 세포성 면역

◎ ⑲은 X에 감염된 세포를 제거하므로 세포독성 T림프구이고, X에 대한 기억 세포가 ⑳으로 분화되므로 ㉑은 형질 세포이다.

◎ X에 1차 감염되기 전에 생쥐는 X에 노출된 적이 없다. 따라서 X에 2차 감염되기 이전인 구간 I에서는 X에 대한 기억 세포가 형질 세포(㉒)로 분화되지 않는다. 구간 II에서 X에 대한 기억 세포가 형질 세포(㉓)로 분화되어 항체의 농도가 급격히 올라간다.

◎ (가)에서 세포성 면역이, (나)에서 체액성 면역이 일어나므로 (가)와 (나)는 모두 특이적 방어 작용에 해당한다.

13 백신

백신은 1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내로 주입하는 물질로, 백신을 주사하면 체내에 기억 세포가 형성된다. 따라서 동일한 항원이 침입했을 때 신속하게 다량의 항체를 생성할 수 있다.

◎ X를 주사했을 때 생성되는 항체의 양은 ㉔에서가 ㉕에서보다 많으므로 ㉖은 X에 대한 백신을 접종한 ㉗이고, ㉘은 X에 대한 백신을 접종하지 않은 ㉙이다.

X. ㉚(㉛)에 X에 대한 백신을 접종하지 않았으므로 구간 I의 ㉖에서 X에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않았다.

◎ 항체는 B 림프구 또는 기억 세포에서 분화된 형질 세포에서 분비된다. 구간 II의 ㉖에서 X에 대한 항체는 형질 세포에서 생성되었다.

14 ABO식 혈액형

ABO식 혈액형이 AB형인 학생 수를 x 라고 하면, A형인 학생 수와 B형인 학생 수는 각각 $(60-x)$ 와 $(68-x)$ 중 하나이다. A형인 학생 수가 $(68-x)$ 라고 하면 $\frac{x}{68-x} = 2$ 이다. 이 경우 x 는

$45\frac{1}{3}$ 이므로 모순이다. A형인 학생 수가 $(60-x)$ 이고, x 는 40이다.

따라서 X에서 A형인 학생 수는 20, B형인 학생 수는 28, AB형인 학생 수는 40, O형인 학생 수는 12이다.

X. ㉖은 응집원 A, ㉗은 응집원 B이다.

X. X에서 응집소 β 가 있는 학생 수는 32이다.

◎ X에서 ABO식 혈액형이 O형인 학생 수는 12이다.

15 ABO식 혈액형

사람 (가)의 혈액에 항 B 혈청을 섞었을 때 응집 반응이 일어나므로 (가)의 ABO식 혈액형은 B형이고, ㉠은 응집소 β , ㉡은 응집소 α 이다.

ⓧ ㉠은 응집소 β 이다.

㉡ (나)의 혈장에는 응집소 β (㉠)가 있고, 응집소 α (㉡)가 없으므로 ABO식 혈액형은 A형이다. (나)의 적혈구에는 응집원 A가 있다.

㉢ (다)의 혈장에는 응집소 α (㉢)가 있고, 응집소 β (㉠)가 없으므로 ABO식 혈액형은 B형이다. 따라서 (가)와 (다)의 ABO식 혈액형은 서로 같다.

16 면역 관련 질환

ⓧ A는 면역계가 자신의 세포나 조직을 공격하여 나타나는 질환이므로 자가 면역 질환이다.

ⓧ B는 특정 항원에 대한 면역 반응이 과민하게 나타나는 질환이므로 알레르기이다. C는 면역을 담당하는 세포나 기관에 이상이 생겨 나타나는 질환으로 면역 결핍이다. 알레르기(B)와 면역 결핍(C)은 모두 백신을 이용하여 예방할 수 없다.

㉡ 후천성 면역 결핍증(AIDS)은 면역 결핍(C)의 예에 해당한다.

식할 수 있다. 말라리아는 모기를 매개로 전염된다.

ⓧ A는 당뇨병, B는 독감, C는 말라리아, D는 결핵이다.

ⓧ 말라리아(C)의 병원체인 원생생물과 결핵(D)의 병원체인 세균은 모두 세포 구조로 되어 있다. 독감(B)의 병원체는 바이러스로 세포 구조로 되어 있지 않다.

㉡ 말라리아(C)의 병원체인 원생생물과 결핵(D)의 병원체인 세균은 독립적으로 물질대사를 한다.

03 병원체

결핵의 병원체는 세균, 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체는 바이러스, 수면병의 병원체는 원생생물이다. 바이러스는 독립적으로 물질대사를 못하지만 세균과 원생생물은 모두 독립적으로 물질대사를 한다. 따라서 ㉠은 후천성 면역 결핍증(AIDS), ㉡은 결핵, ㉢은 수면병이다.

ⓧ 세균과 원생생물은 세포 구조로 되어 있지만 바이러스는 세포 구조로 되어 있지 않다. X는 세포 구조로 되어 있고, 후천성 면역 결핍증(AIDS), ㉠의 병원체와 결핵(㉡)의 병원체 중 하나이므로 결핵(㉡)의 병원체이다.

㉡ 항생제는 세균의 증식이나 성장을 억제하는 약물이다. 따라서 결핵(㉡)의 치료에 항생제가 사용된다.

㉢ 바이러스(후천성 면역 결핍증(AIDS)(㉠)의 병원체), 세균(결핵(㉡)의 병원체), 원생생물(수면병(㉢)의 병원체)은 모두 유전 물질을 가진다.

04 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용

㉠은 대식세포, ㉡은 보조 T 림프구이다.

㉠ 대식세포(㉠)는 식세포 작용(식균 작용)으로 X를 삼킨 후 분해하여 X의 조각을 세포 표면에 제시한다.

㉡ 보조 T 림프구(㉡)는 가슴샘에서 성숙한다.

㉢ ②는 식세포 작용으로 X를 삼킨 대식세포(㉠)가 제시한 항원을 보조 T 림프구(㉡)가 인식하고, 이 보조 T 림프구에 의해 B 림프구로부터 분화된 형질 세포에서 분비한 항체이다. 따라서 ③은 X에 특이적으로 작용한다.

05 림프구의 특징

보조 T 림프구, 세포독성 T 림프구, 형질 세포는 모두 특이적 방어 작용에 관여한다. 보조 T 림프구, 세포독성 T 림프구는 가슴샘에서 성숙하고, 세포독성 T 림프구는 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴한다. 따라서 ㉠은 세포독성 T 림프구, ㉡은 형질 세포, ㉢은 보조 T 림프구이다.

㉠ 세포독성 T 림프구(㉠)는 (가)의 특징을 모두 가지므로 ④는 3이다.

㉡ 형질 세포(㉡)는 항체를 생성한다.

㉢ ③은 보조 T 림프구이다.

수능 3점 테스트

본문 101~107쪽

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

01 병원체

무좀의 병원체는 곰팡이로 단백질을 갖고, 세포 구조로 되어 있다. 세균성 폐렴의 병원체는 세균으로 단백질을 갖고 세포 구조로 되어 있다. 홍역의 병원체는 바이러스로 단백질을 갖지만 세포 구조로 되어 있지 않다.

㉡ A는 무좀, B는 홍역, C는 세균성 폐렴이다.

ⓧ ④는 'O'이다.

ⓧ ㉠은 '병원체가 곰팡이이다.', ㉡은 '병원체가 단백질을 갖는다.', ㉢은 '병원체가 세포 구조로 되어 있다.'이다.

02 질병의 구분

당뇨병은 비감염성 질병이고, 결핵, 말라리아, 독감은 감염성 질병이다. 독감의 병원체인 바이러스는 살아 있는 세포 안에서만 증

06 체액성 면역

대식세포가 병원체를 분해한 후 항원 조각을 제시하면, 이 항원 조각을 보조 T 림프구가 인식하여 활성화된다. 활성화된 보조 T 림프구는 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화되는 것을 촉진한다. ①은 보조 T 림프구, ②은 기억 세포, ③은 형질 세포이다.

☒ 보조 T 림프구(①)는 가슴샘에서 성숙한다.

☒ ②은 형질 세포이다.

Ⓒ P가 X에 다시 감염되면 기억 세포(②)가 형질 세포로 분화되며, 분화된 형질 세포가 항체를 분비한다.

07 1차 면역 반응과 2차 면역 반응

항원의 1차 침입 시 활성화된 보조 T 림프구의 도움을 받아 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화되고, 동일 항원의 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화된다.

☒ 항체는 형질 세포에서 생성되므로, ①은 X에 대한 기억 세포, ②은 형질 세포이다.

Ⓒ 체액성 면역은 형질 세포가 생성하는 항체가 항원과 결합함으로써 더 효율적으로 항원을 제거할 수 있는 면역 반응이다. 구간 I에는 항체가 있으므로 체액성 면역 반응이 일어난다.

Ⓒ X에 2차 감염된 이후 항체가 급격히 증가하므로 X에 대한 기억 세포(①)가 형질 세포(②)로 분화된 후 형질 세포(②)에서 항체를 분비하는 과정(나)이 일어난다.

08 백신

Ⓐ (마)의 V와 VII에 각각 X를 주사하고 일정 시간이 지난 후 V는 죽었고, VII은 살았으므로 ①은 IV에서 분리한 ②에 대한 B 림프구에서 분화한 기억 세포이고, ②는 III에서 분리한 ①에 대한 B 림프구에서 분화한 기억 세포이다.

Ⓒ III에서 ①에 대한 B 림프구에서 분화한 기억 세포(②)가 생성되었으므로 (다)의 III에서 ①에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.

Ⓒ (마)에서 VII은 X를 주사한 후에도 살았으므로 (마)의 VII에서 ②(III에서 분리한 ①에 대한 B 림프구에서 분화한 기억 세포)로부터 형질 세포로의 분화가 일어났다.

09 특이적 방어 작용

①은 대식세포, ②은 보조 T 림프구이다.

Ⓒ 대식세포(①)의 X에 대한 식세포 작용(식균 작용)은 비특이적 방어 작용에 해당한다.

☒ 대식세포(①)가 결핍되면 X를 식세포 작용(식균 작용)으로 제거하지 못하고, 이에 따라 보조 T 림프구(②)에 의해 B 림프구가 형질 세포로 분화되지 못한다. 보조 T 림프구(②)가 결핍되면 대식세포(①)가 식세포 작용(식균 작용)으로 X를 제거하지만 B 림

프구가 형질 세포로 분화되지 못한다. I은 X의 수가 계속 증가하고 있고, II는 X의 수가 증가하다가 일정해지고, III은 X의 수가 증가하다가 감소하므로 I은 '대식세포(①)가 결핍된 생쥐', II는 '보조 T 림프구(②)가 결핍된 생쥐', III은 '정상 생쥐'이다.

Ⓒ ①를 생성하는 형질 세포의 수는 '보조 T 림프구가 결핍된 생쥐'(II)가 '정상 생쥐'(III)보다 적다. 따라서 t_1 일 때 혈중 ①의 농도는 II에서가 III에서보다 낮다.

10 2차 면역 반응

어떤 항원 X에 처음 노출되면 1차 면역 반응이 일어나 X에 대한 기억 세포가 형성된다. 이후 X에 다시 노출되면 2차 면역 반응이 일어나 X에 대한 기억 세포가 형질 세포로 분화된다.

☒ X를 주사한 후 ①만 생성되고, Y를 주사한 후 ②과 ③이 모두 생성되므로 X는 ①만 갖고, Y는 ②와 ③를 모두 갖고 있다.

☒ ①은 ②에 대한 항체이고, ②는 ③에 대한 항체이다. ①의 증가 속도가 X를 주사했을 때보다 Y를 주사했을 때가 더 빠르므로 X를 주사한 후 ②에 대한 1차 면역 반응이 일어났고, Y를 주사한 후 ③에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않았다.

Ⓒ 구간 II에는 Y에 대한 항체 ②과 ③이 있으므로 Y에 대한 특이적 방어 작용인 항원 항체 반응이 일어났다.

11 체액성 면역

①은 B 림프구, ②은 대식세포, ③은 보조 T 림프구이다.

☒ B 림프구(①)는 골수에서 성숙한다.

☒ 대식세포(②)가 X를 세포 안으로 끌어들인 후 분해하는 것은 비특이적 방어 작용이다.

Ⓒ (나)에서 활성화된 보조 T 림프구(③)는 B 림프구(①)가 기억 세포와 형질 세포로 분화하는 과정인 (가)를 촉진한다.

12 ABO식 혈액형

I ~ III의 ABO식 혈액형은 각각 서로 다르며, I ~ III 중 2명의 적혈구에는 응집원 A가 있으므로 I ~ III 중 한 명은 A형이고, 다른 한 명은 AB형이며, 나머지 한 명은 B형 또는 O형이다. I ~ III의 적혈구는 적어도 한 사람 이상의 혈장과 응집 반응이 일어나므로 I ~ III의 혈액형은 각각 A형, B형, AB형 중 서로 다른 하나이다. 응집소 α 와 응집소 β 가 모두 없는 AB형인 사람의 혈장은 다른 혈액형의 적혈구와 응집 반응이 일어나지 않으므로 ④은 AB형인 사람의 혈장이다. ⑤에는 응집소 β 가 있으므로 ⑥은 A형인 사람의 혈장이고, 따라서 ⑦은 B형인 사람의 혈장이다.

☒ ⑧에는 응집소 α 와 응집소 β 가 모두 없다.

Ⓒ I의 적혈구는 ⑧(A형인 사람의 혈장)과 응집 반응이 일어나

지 않으므로 I은 A형이고, II의 적혈구는 ⊙(B형인 사람의 혈장)과 응집 반응이 일어나지 않으므로 II는 B형이다. 따라서 III은 AB형이며, I~III 사이의 ABO식 혈액형에 대한 응집 반응 결과는 표와 같다.

혈장 적혈구	⑦ (III의 혈장)	⑧ (II의 혈장)	⑨ (I의 혈장)
I(A형)의 적혈구	—	+	?(—)
II(B형)의 적혈구	?(—)	—	+
III(AB형)의 적혈구	?(—)	?(+)	+

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

- Ⓐ AB형인 III의 혈액에 항 B 혈청을 섞으면 항원 항체 반응이 일어난다.

13 ABO식 혈액형

P의 혈액에 항 A 혈청을 섞었을 때 응집 반응이 일어나고, 그림에서 응집소 ⑦과 ⑧이 모두 있으므로 P는 A형이고, ⑦은 응집소 α , ⑧은 응집소 β 이다. ⑨이 있는 사람 수는 100보다 작고, 응집 소 ⑩가 있는 사람 수가 128이므로 ⑩은 응집소 α 이다. 응집원 ⑪와 응집소 ⑫(응집소 α)가 모두 있는 사람 수는 69이므로 ⑪은 응집원 B이고, B형인 사람 수는 69이다. 응집원 B(⑪)가 있는 사람 수는 104이므로 AB형인 사람 수는 35이고, 응집소 α (⑩)가 있는 사람 수는 128이므로 O형인 사람 수는 59이다.

- Ⓑ P의 ABO식 혈액형은 A형이므로 P의 혈장에는 응집소 α (⑦)가 없다.
- Ⓒ ⑧은 응집소 β 이고, ⑪은 응집원 B이므로 ⑨(응집소 β)에는 ⑪(응집원 B)와 특이적으로 결합하는 부위가 있다.
- Ⓓ 이 집단에서 ABO식 혈액형이 O형인 사람 수는 59이다.

형인 학생 수의 합)는 $(88 - \frac{9}{4}x)$ 이다. ⑦이 있는 학생 수 = $\frac{13}{16}$ 이므로 ⑦은 응집소 β 이고, ⑧은 응집소 α 이다.

$$\textcircled{7} \text{이 있는 학생 수} = \frac{88 - \frac{9}{4}x}{100 - \frac{9}{4}x} = \frac{13}{16} \text{이므로 } x = 16 \text{이다. 각}$$

ABO식 혈액형별 학생 수는 표와 같으며 응집원 B가 있는 학생 수는 48이다.

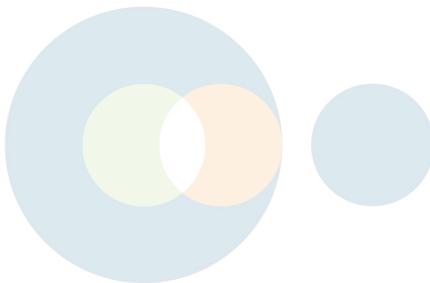
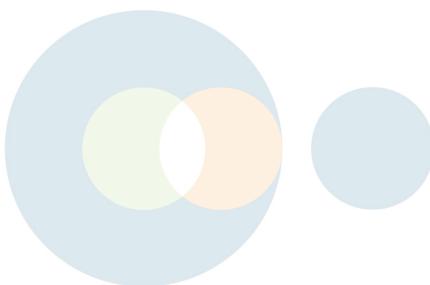
혈액형	A형	B형	AB형	O형
학생 수	16	28	20	36

- ✖ ABO식 혈액형이 A형인 학생 수는 16이고, ⑦(응집소 β)과 ⑧(응집소 α)이 모두 있는 학생 수는 36이다.

14 ABO식 혈액형

응집원 B가 있는 학생 수는 B형인 학생 수와 AB형인 학생 수의 합이고, 응집원 A가 있는 학생 수는 A형인 학생 수와 AB형인 학생 수의 합이다. 응집원 B가 있는 학생 수는 응집원 A가 있는 학생 수보다 12가 많으므로 B형인 학생 수는 A형인 학생 수보다 12가 많다. $\frac{\text{ABO식 혈액형이 A형인 학생 수}}{\text{ABO식 혈액형이 AB형인 학생 수}} = \frac{4}{5}$ 이므로 A형인 학생 수를 x 라고 하면 B형인 학생 수는 $(x+12)$ 이고, AB형인 학생 수는 $\frac{5}{4}x$ 이다. X에 속한 모든 학생 수는 100이므로 O형인 학생 수는 $(88 - \frac{13}{4}x)$ 이다.

- Ⓓ 응집소 α 를 가진 학생 수(B형인 학생 수와 O형인 학생 수의 합)는 $(100 - \frac{9}{4}x)$ 이고, 응집소 β 를 가진 학생 수(A형인 학생 수와 O



08 유전 정보와 염색체

수능 2점 테스트

본문 118~121쪽

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

01 염색체의 구조

- ㉠은 응축된 염색체, ㉡은 털 응축된 염색체(염색사), ㉢은 히스톤 단백질, ㉣은 DNA이다. 염색체는 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성한 많은 수의 뉴클레오솜으로 구성된다.
- ⓧ. 염색사(㉡)가 막대 모양의 염색체(㉠)로 응축되는 시기는 분열기의 전기이다.
- ⓨ. 유전체는 한 개체가 가진 DNA에 저장된 유전 정보 전체이므로 히스톤 단백질(㉣)은 포함되지 않는다.
- ⓩ. DNA(㉣)의 기본 구성 단위는 인산, 당, 염기로 이루어진 뉴클레오타이드이다.

02 염색체와 유전자

- 대립유전자는 모양과 크기가 같은 상동 염색체의 같은 위치에 존재하며, 하나의 형질을 결정하는 유전자이다.
- ⓧ. 유전자형이 Aa일 경우, 상동 염색체 중 한 염색체에 A가 있으면, 다른 염색체에는 a가 있어야 한다.
- ⓩ. 남자의 성염색체는 모양과 크기가 다른 X 염색체와 Y 염색체이다. I과 II는 모양과 크기가 같으므로 성염색체가 아닌 상염색체이다.
- ⓪. 이 사람에게서 형성될 수 있는 생식세포의 유전자 조합은 Ab와 aB이므로 생식세포가 A와 B를 모두 가질 확률은 0이다.

03 핵형 분석

- 그림에는 상염색체 2쌍과 성염색체 1쌍 중 ㉠의 상동 염색체가 표시되어 있지 않다.
- ⓧ. (가)에서 모든 염색체가 2개씩 상동 염색체 쌍을 이루고 있으므로 핵상은 $2n$ 이다.
- ⓩ. A의 성염색체는 XY로 모양과 크기가 다른 염색체 쌍이 표시되어 있으므로, ㉠은 상염색체이다.
- ⓧ. ㉡과 ㉢은 상동 염색체로, 생식세포 형성 시 서로 다른 팔세포로 나뉘어 들어가므로 ㉠~㉢을 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다.

04 세포 주기

'뉴클레오솜이 있다.'(㉡)는 M기의 중기, G₁기, G₂기에, '핵막이 소실되어 있다.'(㉢)는 M기의 중기에, 'DNA 상대량이 체세포의 세포 주기 중 M기의 전기에 관찰되는 세포와 같다.'(㉣)는 M기의 중기, G₂기에 해당하는 특징이다. 따라서 A는 G₁기에, B는 M기의 중기에, C는 G₂기에 관찰되는 세포이다.

- ⓧ. A는 '뉴클레오솜이 있다.'(㉡)에만 해당되는 G₁기에 관찰되는 세포이다.
- ⓧ. C는 G₂기에 관찰되는 세포로, G₂기가 속하는 간기에는 방추사를 관찰할 수 없다.
- ⓧ. ㉡은 '뉴클레오솜이 있다.'이다.

05 상염색체와 성염색체

- 1번 염색체, X 염색체, Y 염색체 중 2가지의 염색체 개수를 더한 값은 정자에서 (2, 1, 1), 남자의 체세포에서 (3, 3, 2), 여자의 체세포에서 (4, 2, 2)의 조합으로 나온다. 따라서 A는 여자의 체세포, B는 남자의 체세포, C는 정자이고, ㉠은 1번 염색체, ㉡은 X 염색체, ㉢은 Y 염색체이며, C는 X 염색체를 갖고 있다.
- ⓧ. 여자의 체세포(A)에는 없고, 남자의 체세포(B)에 1개 있는 ㉢은 Y 염색체이다.
- ⓧ. 여자의 체세포(A)의 핵상은 $2n$ 이다.
- ⓩ. 남자의 체세포(B)에는 1번 염색체(㉠), X 염색체(㉡), Y 염색체(㉢)가 모두 있다.

06 세포 주기

- 구간 I에는 G₁기의 세포가, 구간 II에는 G₂기와 M기의 세포가 포함된다. 방추사가 없는 A는 G₁기 세포, 방추사가 있는 B는 M기의 중기 세포이다.
- ⓧ. M기에 핵막이 소실되므로 B에서 핵막이 관찰되지 않는다.
- ⓧ. 구간 I에는 DNA 복제가 일어나기 전인 G₁기 세포(A)가 있다.
- ⓩ. 염색체의 성분인 DNA와 히스톤 단백질은 세포 주기의 모든 시기에 존재한다.

07 감수 분열

- t_2 는 감수 1분열 중기, t_3 은 감수 2분열 중기의 한 시점이고, 감수 1분열 중기와 같은 DNA 상대량을 갖는 t_1 은 간기 중 G₂기의 한 시점이다.
- ⓧ. (나)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기(t_2)에 관찰된다.
- ⓧ. t_1 은 S기를 거치며 DNA가 복제된 G₂기의 한 시점이다.
- ⓧ. 핵상은 감수 1분열에서 $2n \rightarrow n$, 감수 2분열에서 $n \rightarrow n$ 으로 되므로, 감수 2분열 중기(t_3)의 세포와 감수 2분열이 끝난(t_4) 세

포의 핵상은 모두 n 이다.

08 유전체

유전체는 한 개체가 가진 유전 정보 전체이고, 유전 정보는 DNA에 저장된다. ①은 염색체, ②은 DNA, ③은 유전자, ④은 뉴클레오솜이다.

- ①. 유전 정보가 저장된 DNA(②)의 특정 부위가 유전자(③)이다.
- ②. DNA(②)가 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜(④)을 형성하고, 염색체(①)는 많은 뉴클레오솜으로 이루어져 있다.
- ☒. 염색체(①)는 세포 주기의 분열기(M기)에 막대 모양으로 응축된다.

09 핵형 분석

(나)와 (다)는 모양과 크기가 같은 염색체를 갖고 있으므로 같은 종의 세포이고, (나)의 경우 모든 상동 염색체 쌍이 모양과 크기가 같은 염색체를 갖고 있으므로 성염색체가 XX인 암컷의 세포이다. 따라서 (나)는 암컷 B의 세포, (다)는 수컷 A의 세포이고, (가)가 수컷 C의 세포이다.

- ①. (가)는 A, B와 다른 종이고 수컷인 C의 세포이다.
- ☒. (나)를 갖는 개체와 (다)를 갖는 개체는 같은 종이지만 성염색체 구성이 서로 다르므로 핵형은 다르다.
- ②. B의 체세포는 $2n=6$ 이고 감수 2분열 중기의 핵상은 n 이므로 3개의 염색체가 있고, 각각 2개씩의 염색 분체로 구성되므로 세포 1개당 염색 분체 수는 6이다.

10 세포 분열과 DNA양 변화

감수 분열 시 핵상은 $2n$ 또는 n 이고, 대립유전자의 DNA 상대량은 1, 2, 4의 값을 갖는다. 1은 유전자가 복제되지 않은 상태로 하나만 있는 경우, 2는 복제되어 하나가 있는 경우와 복제되지 않고 동형 접합성($2n$)으로 있는 경우, 4는 복제되어 동형 접합성($2n$)으로 있는 경우에 나타날 수 있다. ④을 통해 이 동물의 유전자형이 AaBB임을 알 수 있고, ③과 ④의 핵상은 모두 $2n$ 이며, ②은 유전자가 복제되지 않은 상태이고 ③은 유전자가 복제된 상태임을 알 수 있다. ①, ②, ③의 핵상은 모두 n 이고, 이 중 ③만 유전자가 복제된 상태이다.

- ①. ③과 ④의 핵상은 n 으로 같다.
- ☒. 체세포의 총염색체 수를 $2n=2a$ 라 하면, ③(n)의 총염색체 수는 a , ④($2n$)의 총염색 분체 수는 $2 \times 2a$ 이므로, $\frac{③의 총염색 분체 수}{④의 총염색체 수} = 4$ 이다.
- ☒. ③의 핵상은 $2n$ 으로 생식세포가 아니다.

11 체세포 분열과 염색체

염색체는 간기에 염색사의 형태로 있다가 핵분열 전기에 응축되어 막대 모양의 염색체가 되고, 핵분열 말기에 다시 염색사의 형태로 돌아간다.

- ☒. 2가 염색체는 감수 1분열에서 나타나므로 ①은 2가 염색체가 아니다.
- ☒. 체세포 분열 시에는 염색체 수의 변화가 없으므로 Ⅱ에서의 염색체 수가 Ⅰ에서와 같다.
- ②. 구간 Ⅲ은 간기의 G₂기와 M기를 모두 포함하고 있으므로 염색체의 응축과 풀림이 모두 일어난다.

12 염색체와 대립유전자

대립유전자 1쌍은 상염색체에, 다른 1쌍은 X 염색체에 있는 경우, 암컷(XX)의 세포는 최소 2종류 이상의 대립유전자를 갖게 된다. 그런데 대립유전자를 한 종류만 갖는 Ⅳ가 있으므로 P는 수컷이다. 핵상이 $2n$ 인 세포는 다른 세포가 갖는 대립유전자를 모두 갖고 있어야 하므로, Ⅱ는 $2n$, Ⅰ, Ⅲ, Ⅳ는 모두 n 이다. 핵상이 n 인 세포에서 대립유전자는 하나씩만 있어야 하므로 ④은 ① 또는 ②과는 대립유전자가 아니고, ③과 대립유전자이다. Ⅱ를 통해 ④은 X 염색체에, ①과 ②은 상염색체에 있음을 알 수 있다.

- ①. ④과 ②이 대립유전자이므로 ①은 ②과 대립유전자이다.
- ②. Ⅰ과 Ⅲ의 핵상은 n 으로 같다.
- ③. 핵상이 n 인 Ⅳ에서 X 염색체에 있는 대립유전자 ④이 없으므로 X 염색체는 없고, Y 염색체가 있다.

13 감수 분열과 DNA 상대량 변화

G₁기 세포는 핵상이 $2n$ 이고 DNA가 복제되지 않은 상태, 감수 2분열 중기 세포는 핵상이 n 이고 DNA가 복제된 상태, 생식세포는 핵상이 n 이고 DNA가 복제되지 않은 상태이다. 생식세포는 DNA 상대량을 짹수로 가질 수 없고, 감수 2분열 중기의 세포는 DNA 상대량을 짹수로 가진다. 따라서 ①은 G₁기 세포, ②은 생식세포, ③은 감수 2분열 중기 세포이다.

- ①. G₁기 세포에서 상염색체에 있는 각 대립유전자 쌍의 DNA 상대량 합은 2가 되어야 하므로 P는 a와 D를 갖는다. 따라서 P의 ④의 유전자형은 AaBBDd이다.
- ②. 감수 2분열 중기 세포(③)는 상동 염색체가 분리된 상태의 세포이므로 핵상이 n 이다.
- ③. 핵상이 n 인 감수 2분열 중기 세포(③)에서 A, B, d의 DNA 상대량이 각각 2이므로 a, b, D는 없다.
- 따라서 $\frac{a의 DNA 상대량 + d의 DNA 상대량}{B의 DNA 상대량} = \frac{0+2}{2} = 1$ 이다.

14 핵상과 DNA 상대량

Ⓐ은 D의 DNA 상대량이 A의 DNA 상대량의 2배이므로 유전자형이 AaBbDD인 Ⅱ의 세포이고, 핵상이 $2n$ 이다. Ⓣ은 D의 DNA 상대량이 4이므로 핵상이 $2n$ 이며, 유전자형이 DD인 Ⅱ의 세포이다. 따라서 Ⓡ과 Ⓣ은 I의 세포이고, B의 DNA 상대량과 D의 DNA 상대량이 같은 Ⓤ의 핵상은 n 이다.

세포	사람	핵상	DNA 상대량		
			A	B	D
⑦	I	$2n$?(1)	2	?(1)
⑨	Ⅱ	?($2n$)	1	⑩(1)	2
⑪	I	?(n)	?(0 또는 2)	2	2
⑫	Ⅱ	?($2n$)	⑬(2)	2	4

Ⓐ은 Ⅱ의 DNA 복제 전 세포이고, Ⓣ은 Ⅱ의 DNA 복제 후 세포이므로, $2\text{Ⓐ}=\text{⑬}$ 이다.

✗ ⑦~⑪ 중 핵상이 $2n$ 인 세포는 ⑦, ⑨, ⑪로 3개이다.

Ⓐ은 핵상이 n 인 I의 세포이다.

15 감수 분열과 체세포 분열

IV의 ‘A와 a의 DNA 상대량을 더한 값’이 1이므로 IV는 핵상이 n 이고 DNA가 복제되지 않은 상태인 감수 2분열이 끝난 세포이다. 따라서 ⑭는 체세포 분열, ⑮는 감수 분열(감수 2분열)이다. ⑯가 체세포 분열이므로 I과 Ⅱ는 상염색체 수($2n-2$)가 같고, DNA 상대량의 합은 I이 Ⅱ의 2배이다. ⑮가 감수 2분열이므로 Ⅲ과 IV의 상염색체 수($n-1$)는 같고, DNA 상대량의 합은 Ⅲ이 IV의 2배이다. 따라서 상염색체 수가 4인 ⑮이 Ⅲ이고, DNA 상대량 합이 2인 ⑭이 Ⅱ이며, Ⓩ은 I이다.

세포	상염색체 수	A와 a의 DNA 상대량을 더한 값
⑭(Ⅱ)	?(8)	2
⑮(Ⅲ)	4	?(2)
⑯(I)	8	?(4)
IV	?(4)	1

✗ ⑭가 감수 2분열이므로 ⑮는 체세포 분열이다.

Ⓐ은 감수 2분열 중기 세포인 Ⅲ이다.

✗ 세포 1개당 A의 DNA 상대량은 ⑭에서 1, Ⓩ에서 2이므로 서로 다르다.

16 핵형

핵형은 한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같은 염색체의 형태적 특징이다. 종에 따라 핵형이 서로 다르고, 같은 종의 생물에서는 성별이 같으면 핵형이 같다.

Ⓐ와 B는 C, D와 서로 종이 다르므로 핵형이 다르다. A와 B는 같은 종이지만 서로 성별이 다르므로 핵형이 같지 않다. 따라서 A~D는 모두 핵형이 다르다.

✗ Ⅰ에서 수컷의 생식세포는 X 염색체 또는 Y 염색체를 갖고, 암컷의 생식세포는 X 염색체만 갖는다. Ⓛ= $2p$ 라 하면, Y 염색체를 갖는 생식세포 1개당 총염색체 수-X 염색체 수는 $p(⑩)$, X 염색체를 갖는 생식세포 1개당 총염색체 수-X 염색체 수는 $p-1(⑪)$ 이므로 $⑩ > ⑪$ 이다.

Ⓐ $(2n=⑩=2⑩)$ 는 ⑩ 쌍의 상동 염색체를 가지므로 감수 분열 시 상동 염색체의 무작위 배열과 독립적인 분리에 의해 유전적으로 서로 다른 2^⑩종류의 생식세포가 형성될 수 있다.

수능 3점 테스트

본문 122~127쪽

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

01 세포 주기

방추사 형성을 억제하는 물질을 처리하면 세포 주기 중 M기가 진행되지 못해 M기의 세포 수가 증가한다. M기에는 핵막이 소실되므로 C가 M기이고, B와 D는 G₁기와 G₂기 중 하나이다. 세포 1개당 $\frac{B \text{ 시기의 DNA 양}}{D \text{ 시기의 DNA 양}}$ 의 값이 1보다 크므로 B는 G₂기, D는 G₁기이다.

Ⓐ B가 G₂기, C가 M기, D가 G₁기이므로 세포 주기는 ① 방향으로 진행된다.

✗ 세포에서 DNA 복제가 일어나는 시기는 S기로 A이다.

✗ 간기에는 G₁기(D), S기(A), G₂기(B)가 포함된다. C는 M기(분열기)이므로 간기에 속하지 않는다.

02 감수 1분열과 감수 2분열

감수 1분열 후기에 상동 염색체가 분리되어 세포의 양극으로 이동하고, 감수 2분열 후기에 염색 분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다.

Ⓐ ⑦과 ⑨은 한 염색체의 염색 분체로, 세포 주기의 S기에 DNA가 복제되어 형성되므로 대립유전자 구성이 서로 같다.

✗ t_1 은 감수 1분열 후기의 한 시점이고, t_2 는 감수 2분열 후기의 한 시점이다. 감수 1분열 말기에 세포 1개당 DNA 상대량이 반감되므로, 세포 1개당 DNA 상대량은 t_1 에서가 t_2 에서의 2배이다.

Ⓐ 상동 염색체와 염색 분체의 분리는 방추사의 작용으로 일어나므로, 상동 염색체의 분리가 진행 중인 t_1 과 염색 분체의 분리가

진행 중인 t_2 에서 방추사가 동원체에 결합되어 있다.

03 체세포 분열

I은 세포가 가장 많이 생장하는 G₁기, II는 DNA 복제가 일어나는 S기, III은 세포 분열을 준비하는 G₂기이다. M기(분열기)는 전기, 중기(⑦), 후기(⑧), 말기(⑨)의 순서로 진행된다. ⑩은 염색체가 분리되어 양극으로 이동하는 후기(⑨)의 세포, ⑪은 염색체가 세포 중앙에 배열된 중기(⑦)의 세포, ⑫는 응축된 염색체가 풀어지고, 핵막이 나타나며, 세포질 분열이 시작되는 말기(⑨)의 세포이다.

☒. ⑪은 중기의 세포이므로 ⑦ 시기의 세포이다.

☒. 상동 염색체끼리 접합한 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 관찰되는 구조로, 체세포 분열에서는 형성되지 않는다.

⑬. 체세포 분열에서는 핵상의 변화가 없으므로 I 시기(G₁기)에서와 III 시기(G₂기)에서의 핵상은 2n으로 같다.

04 생식세포 형성 과정과 DNA양 변화

I은 G₁기 세포이므로 핵상이 2n이고, DNA가 복제되지 않은 상태이다. 핵상이 2n일 때는 다른 세포가 갖는 유전자를 모두 갖고 있어야 하므로 I은 ⑩이다. II는 감수 1분열을 마친 감수 2분열 중기 세포로 핵상이 n이고 DNA가 복제된 상태인 ⑦이다. 따라서 감수 2분열을 마친 세포인 III은 ⑪이다.

⑭. G₁기 세포(I, ⑩)에서 각 대립유전자 쌍의 DNA 상대량 합은 각각 2가 되어야 하므로, a와 d를 갖고 있다. 따라서 이 사람의 ⑩에 대한 유전자형은 AabbDd이다.

☒. 감수 2분열 중기 세포(II, ⑦)의 핵상은 n으로 상동염색체 수가 22이고, 염색체 하나당 염색 분체는 2개씩이므로, ⑦의 상동염색체의 염색 분체 수는 44(2×22)이다.

⑮. ⑪은 감수 2분열을 마친 세포인 III이다.

05 생식세포 유전자의 전달

자손의 체세포 1개당 대립유전자의 DNA 상대량에서 D+d가 A+a와 B+b 각각의 절반이므로, d는 X 염색체에 있고, 자손의 유전자형은 aaBBX^dY이다. 자손의 유전자형이 aaBBX^dY이므로 부모 모두에게서 핵상이 2n인 세포는 유전자형이 bb가 아님을 알 수 있다. 따라서 II와 IV는 모두 핵상이 2n인 세포가 될 수 없으므로 핵상이 n이고, I과 III의 핵상이 2n이다. I이 핵상이 2n인 ⑭의 세포이므로, ⑭의 유전자형은 aa이고, A를 갖는 II와 III은 ⑪의 세포임을 알 수 있고, 나머지 IV는 ⑬의 세포임을 알 수 있다.

☒. I은 핵상이 2n인 ⑭의 세포, II는 핵상이 n인 ⑪의 세포이므로 I과 II의 핵상은 서로 다르다.

⑯. I이 핵상이 2n인 ⑭의 세포이므로, A를 갖는 II와 III은 모두 ⑪의 세포이다.

⑰. ⑭의 세포인 IV의 유전자형이 abY, ⑪의 세포인 II의 유전자형이 AbX^D이고, 자손의 유전자형이 aaBBX^dY이며, 자손의 X^d가 ⑬로부터 전달되어야 하므로, ⑬의 유전자형은 aaBbX^DY, ⑪의 유전자형은 AaBbX^DX^d이다. 따라서 체세포 1개당 $\frac{a\text{의 DNA 상대량}+d\text{의 DNA 상대량}}{B\text{의 DNA 상대량}}$ 이 ⑬는 $\frac{2+0}{1}$ (=2), ⑪는 $\frac{1+1}{1}$ (=2)이므로 ⑬과 ⑪에서 같다.

06 생식세포 형성과 수정 시 DNA 상대량 변화

t₁ 시점의 세포는 G₁기 세포, t₂ 시점의 세포는 감수 2분열 중기 세포, t₃ 시점의 세포는 생식세포(⑦, 정자), t₄ 시점의 세포는 수정란이다. t₂ 시점의 세포는 핵상이 n이고 복제된 DNA를 가지고 있으므로 A, b, D의 상대량을 더한 값으로 0 또는 짹수를 갖는다. t₂ 시점의 세포는 A를 가지고 있으므로, A, b, D의 상대량을 더한 값으로 0이 아닌 6을 갖는 III이다. G₁기 세포인 t₁ 시점의 세포가 A, b, D의 상대량을 더한 값으로 0을 가지면 안되므로, t₁ 시점의 세포는 I, t₃ 시점의 세포(⑦, 정자)는 II이다.

⑰. t₂ 시점의 세포는 유전자 구성이 AAbbDD(복제된 상태)인 III이다.

⑱. I(t₁ 시점의 세포)은 AaBbDd, II(t₃ 시점의 세포, ⑦)는 aBd, III(t₂ 시점의 세포)은 AAAbbDD, ⑪은 AbD, 수정란은 AaBbDd를 갖는다. 따라서 I과 ⑪은 모두 b와 D를 갖는다.

☒. AaBbDd의 유전자 구성을 갖는 I은 감수 1분열을 통해 AAAbbDD(복제된 상태)의 유전자 구성을 갖는 딸세포(III)와 aaBBdd(복제된 상태)의 유전자 구성을 갖는 딸세포를 형성한다. II는 aaBBdd(복제된 상태)의 유전자 구성을 갖는 딸세포의 감수 2분열을 통해 생성된 것이다.

07 핵형 분석

(나)는 3쌍 모두 모양과 크기가 같은 상동 염색체를 갖는 암컷 (XX)이다. (나)에서 모든 염색체가 표시되었으므로 생략된 것 (⑨)은 Y 염색체이고, (다)와 (라)는 Y 염색체를 갖는다. (라)는 a를 갖지 않고, (나)는 B를 갖지 않으므로, (가)와 (다)가 I (AaX^BY)의 세포, (라)가 III (AAX^bY)의 세포, (나)가 II (AaX^bX^b)의 세포이다.

⑲. (가)와 (다)가 I의 세포이므로 I은 수컷이다.

⑳. III의 세포는 (라)로, I과 II로부터 각각 A를 하나씩 물려받아 AA의 유전자 조합을 갖는다.

☒. (가)와 (다)는 I의 세포이고, (나)가 II의 세포이다.

08 감수 분열과 대립유전자

E, F, g의 DNA 상대량 합은 II 가 I의 2배인 짹수, III은 0 또는 짹수이며, II 가 III보다 커야 한다. 따라서 I은 ⑦, II는 ⑪,

Ⅲ은 ④, Ⅳ는 ⑤이다. 핵상이 n 인 Ⅳ에 e가 없으므로 E가 있고, E, F, g의 DNA 상대량 합이 1이므로, 유전자형은 EfG이다.
 ✕. Ⅳ(⑤)의 유전자형은 EfG, Ⅲ(④)의 유전자 구성은 EEFFgg(복제된 상태)이므로 I(⑦)의 ⑦의 유전자형은 EEFfGg이다.

Ⓐ I(⑦)과 II(⑥)의 핵상은 $2n$ 으로 같다.
 Ⓣ. II(⑥)의 유전자 구성은 EEEEFFffGGgg이므로 E의 DNA 상대량은 4이다.

09 상동 염색체와 대립유전자

- ⓐ에 A와 d, ⓑ에 B와 E, ⓒ에 D와 f가 있으므로 Ⓛ는 Ⓝ와 상동 염색체이고, Ⓜ는 Ⓛ와 상동 염색체이다. Ⅱ에서 E의 DNA 상대량이 A, D, f 각각의 DNA 상대량의 2배이므로 Ⅱ의 핵상은 $2n$ 이고, 염색체 Ⓛ~ⓓ가 모두 있다. I에는 D가 없고, Ⅲ에는 A가 없으므로 I과 Ⅲ의 핵상은 모두 n 이다. I~Ⅲ의 대립유전자 DNA 상대량으로부터 Ⓛ에 A, d, F, ⓒ에 a, D, f, Ⓜ에 B, E, Ⓛ에 b, E가 있음을 알 수 있다.
 Ⓛ. Ⓜ는 Ⓛ와 상동 염색체이므로 감수 1분열 전기에 접합하여 2가 염색체를 형성한다.
 Ⓛ. I에 Ⓛ, Ⓛ, Ⅱ에 Ⓛ, Ⓛ, Ⓛ, Ⓛ, Ⅲ에 Ⓛ, Ⓛ가 있으므로 ⑦과 ⑧은 모두 ‘없음’이다.
 Ⓛ. I~Ⅲ에는 모두 Ⓛ가 있으므로 b와 E가 있다.

10 상염색체와 성염색체

- ①은 A, a, B, b를 모두 가지고, ②은 A, B, b를 가지므로 A와 a는 X 염색체에 있고, B와 b는 상염색체에 있으며, ⑦과 ⑧은 암컷 Ⅱ의 세포, ⑨과 ⑩은 수컷 I의 세포이다.
 ✕. Q는 감수 2분열 중기 세포(n)이므로, 핵상이 n 이고 DNA가 복제된 상태인 ⑪이다.
 Ⓛ. ⑫과 ⑬이 I의 세포이므로 ⑭은 Ⅱ의 세포이다.
 Ⓛ. ⑫에는 X 염색체가 없으므로 Y 염색체가 있다.

09 사람의 유전

수능 2점 테스트

138~141쪽

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

01 사람의 유전 연구

- Ⓐ 쌍둥이 연구에서는 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이를 대상으로 성장 환경과 형질 발현의 일치율을 조사하여 형질의 차이가 유전에 의한 것인지 환경에 의한 것인지를 알아낼 수 있다.
 Ⓑ 가계도는 한 집안 구성원과 그 혈연 관계에 있는 사람들의 유전적 특성을 쉽게 파악하기 위해 그린 그림이다. 특정 형질을 가지는 집안의 가계도를 통해 그 형질의 우열 관계와 유전자의 전달 경로를 알아낼 수 있다.
 Ⓒ 집단 조사에서는 여러 가계를 포함한 집단에서 유전 형질이 나타나는 빈도를 조사하고 자료를 통계 처리하여 유전 형질의 특징과 분포 등을 알아낼 수 있다.

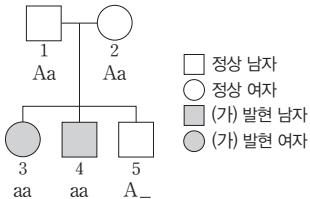
02 사람의 유전 연구

- (가)는 여러 가계를 포함한 집단에서 유전 형질이 나타나는 빈도를 조사하고 자료를 통계 처리하므로 집단 조사이고, (나)는 특정 형질을 가지는 집안의 가계도를 조사하므로 가계도 조사이다.
 ✕. (가)는 집단 조사이다.
 Ⓛ. 가계도 조사(나)를 통해 특정 형질의 우열 관계나 유전자의 전달 경로를 알아낼 수 있다.
 Ⓛ. 가계도(나)에서 남자를 표시하는 기호는 □이고, 여자를 표시하는 기호는 ○이다.

03 상염색체 유전

정상인 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 3과 4가 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다.

- Ⓐ. (가)의 유전자가 성염색체에 있다면 3에게서 (가)가 발현되었으므로 1에게서도 (가)가 발현되어야 한다. 하지만 1이 정상이므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다. 가족 구성원의 (가)의 유전자형은 그림과 같다.



- Ⓑ. (가)의 유전자형은 1이 Aa, 4가 aa이므로

1의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량 = $\frac{1}{2}$ 이다.

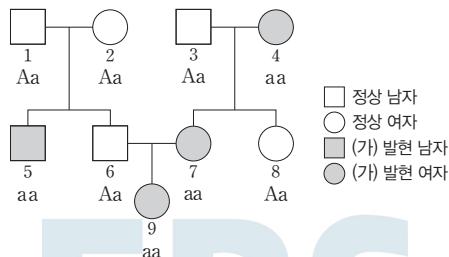
☒ 1과 2의 (가)의 유전자형은 모두 Aa이므로 5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

04 상염색체 유전

정상인 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 5가 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다.

㉡ (가)의 유전자가 성염색체에 있다면 (가)가 발현된 7의 (가)의 유전자형은 X^aX^a이므로 3의 (가)의 유전자형이 X^aY이어야 한다. 이 경우 3에게서 (가)가 발현되어야 하지만 정상이므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다.

☒ 이 집안 구성원의 (가)의 유전자형은 그림과 같다.

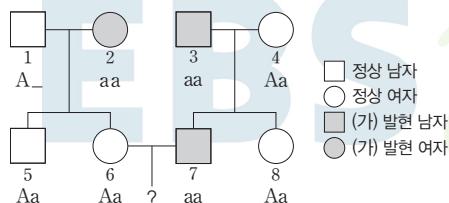


이 집안 구성원에서 (가)의 유전자형이 Aa인 사람은 1, 2, 3, 6, 8로 모두 5명이다.

☒ 6의 (가)의 유전자형은 Aa이고, 7의 (가)의 유전자형은 aa이므로 9의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

05 상염색체 유전

(가)가 발현된 2에게서 정상 남자인 5가 태어났으므로 (가)는 X 염색체 열성 형질이 아니다. 따라서 (가)는 상염색체 열성 형질이며, 이 집안 구성원의 (가)의 유전자형은 그림과 같다.



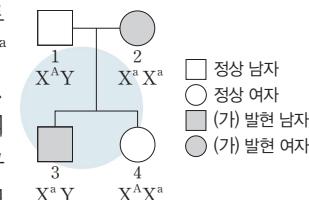
☒ (가)의 유전자는 상염색체에 있다.

㉡ 4와 5의 (가)의 유전자형은 Aa로 같다.

☒ 6의 (가)의 유전자형은 Aa이고, 7의 (가)의 유전자형은 aa이므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

06 성염색체 유전

1의 a의 DNA 상대량이 0이므로 1은 A만을 가지고 있다. (가)의 유전자가 상염색체에 있다면 1의 (가)의 유전자형은 AA이다. 이 경우 3과 4는 모두 1로부터 우성 대립유전자는 A를 물려받으므로 (가)의 표현형이 같아야 한다. 하지만 3에게서 (가)가 발현되었지만 4는 정상이므로 (가)의 유전자는 성염색체에 있다. 1의 (가)의 유전자형은 X^AY이므로 X^A는 정상 대립유전자이고, X^a는 (가) 발현 대립유전자이다. 따라서 (가)가 발현된 2의 (가)의 유전자형은 X^aX^a이다. 가족 구성원의 (가)의 유전자형은 그림과 같다.



☒ (가)의 유전자는 성염색체에 있다.

☒ 2의 (가)의 유전자형은 X^aX^a이므로 ⑦은 2이고, 3의 (가)의 유전자형은 X^aY이므로 ⑧은 1이다. 따라서 ⑦+⑧=3이다.

㉡ 1의 (가)의 유전자형은 X^AY이고, 2의 (가)의 유전자형은 X^aX^a이므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

07 사람의 유전 형질의 특징

적록 색맹을 결정하는 유전자는 성염색체에, 귓불 모양과 ABO식 혈액형을 결정하는 유전자는 상염색체에 있다. 적록 색맹과 귓불 모양을 결정하는 대립유전자는 각각 2가지이고, ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자는 3가지이다. 따라서 ⑦은 귓불 모양, ⑧은 ABO식 혈액형, ⑨은 적록 색맹이다.

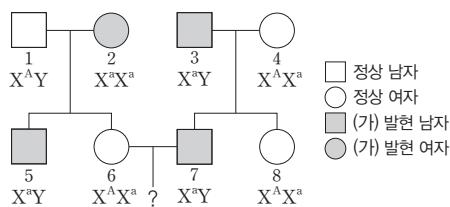
㉡ ⑦은 귓불 모양, ⑧은 ABO식 혈액형, ⑨은 적록 색맹이다.

㉡ ABO식 혈액형(⑧)의 유전은 단일 인자 유전이다.

㉡ 적록 색맹(⑨)의 유전자는 성염색체에 있으므로 성별에 따라 발현 빈도가 다르다.

08 성염색체 유전

(가)의 유전자가 상염색체에 있다고 가정하자. 3과 4의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량의 합은 2이므로 3과 4의 (가)의 유전자형은 모두 Aa이거나, 한 명은 AA이고 다른 한 명은 aa이다. 3과 4의 (가)의 표현형이 다르므로 3과 4의 (가)의 유전자형은 모두 Aa가 아니다. 7과 8의 (가)의 표현형이 다르므로 3과 4의 (가)의 유전자형은 한 명은 AA이고 다른 한 명은 aa인 경우도 아니다. 따라서 (가)의 유전자는 성염색체에 있다. 3에서 (가)가 발현되었지만 8은 정상이므로 (가)는 열성 형질이다. 이 집안 구성원의 (가)의 유전자형은 그림과 같다.



※ (가)의 유전자는 성염색체에 있다.

◎ 1, 4, 6, 8 각각의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량이 1이고, 나머지 구성원의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 0이다. 1~8 각각의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량의 합은 4이다.

◎ 6의 (가)의 유전자형은 $X^A X^a$ 이고, 7의 (가)의 유전자형은 $X^a Y$ 이므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서

(가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

09 ABO식 혈액형 유전

아버지의 혈액과 아들의 혈액을 각각 항 A 혈청과 섞으면 응집 반응이 일어나므로 아버지와 아들은 각각 A형과 AB형 중 하나이다. 아들이 A형이라면 아버지가 AB형, 어머니가 O형, 딸이 B형이다. 이 경우 아들의 혈장과 딸의 적혈구를 섞으면 응집 반응이 일어나므로 모순이다. 따라서 아버지는 A형($I^A i$), 어머니는 B형($I^B i$), 아들은 AB형($I^A I^B$), 딸은 O형(ii)이다.

※ 아버지의 ABO식 혈액형은 A형이다.

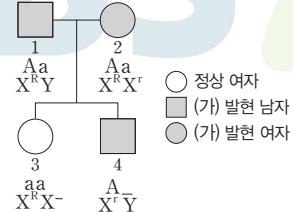
※ 딸의 ABO식 혈액형의 유전자형은 ii 이므로 동형 접합성이다.

◎ 아버지의 유전자형이 $I^A i$, 어머니의 유전자형이 $I^B i$ 이므로 아들의 동생이 태어날 때, 이 아이의 ABO식 혈액형이 O형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

10 상염색체 유전과 적록 색맹 유전

(가)가 발현된 1과 2 사이에서 정상인 3이 태어났으므로 (가)는 우성 형질이다. 1에게서 (가)가 발현되었지만 3은 정상이므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있다. 따라서 (가)의 유전자형은 1이 Aa , 2가 Aa , 3이 aa , 4가 AA 또는 Aa 이다. 정상 대립유전자를 X^R , 적록 색맹 대립유전자를 X^r 이라고 하자. 1, 2, 3은 모두 정상이고, 4는 적록 색맹이며 적록 색맹의 유전자형은 1이 $X^R Y$, 2가 $X^R X^r$, 3이 $X^R X^R$ 또는 $X^R X^r$, 4가 $X^r Y$ 이다.

(가)와 적록 색맹의 유전자형은 그림과 같다.



◎ (가)의 유전자는 상염색체에 있다.

◎ 2의 적록 색맹의 유전자형이 $X^R X^r$ 이므로 이형 접합성이다.

※ 1과 2의 (가)의 유전자형은 모두 Aa 이므로 4의 동생이 태어

날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다. 1의 적록 색맹의 유전자형은 $X^R Y$, 2의 적록 색맹의 유전자형은 $X^R X^r$ 이므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이가 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (가)의 유전자는 상염색체에, 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되고 적록 색맹일 확률은 $\frac{3}{16} (= \frac{3}{4} \times \frac{1}{4})$ 이다.

11 복대립 유전

복대립 유전은 하나의 형질을 결정하는 데 3가지 이상의 대립유전자가 관여하는 경우이다.

◎ (나)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되고, 대립유전자가 3가지이므로 (나)의 유전은 복대립 유전이다.

◎ P와 Q의 (가)의 유전자형이 Aa 이므로 ①의 (가)의 표현형은 최대 3가지이다. (나)의 유전자형은 P가 BE이고, Q가 DE이므로 ②의 (나)의 표현형은 최대 3가지이다. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 서로 다른 상염색체에 있으므로 ①의 (가)와 (나)의 표현형은 최대 9($=3 \times 3$)가지이다.

※ P와 Q의 (가)의 유전자형이 Aa 이므로 ①의 (가)의 표현형이 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. (나)의 유전자형은 P가 BE이고, Q가 DE이므로 ②의 (나)의 표현형이 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 서로 다른 상염색체에 있으므로 ①의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{1}{4})$ 이다.

12 다인자 유전

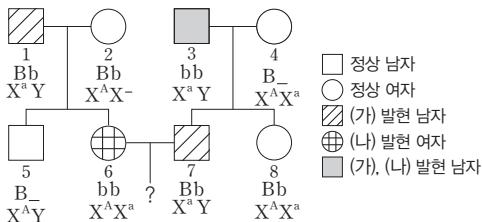
P에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 ABd , Abd , aBd , abd 이고, Q에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 ABD , abd 이다. P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)의 유전자형은 표와 같다. (괄호 안의 숫자는 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수이다.)

$P \backslash Q$	$ABd(2)$	$Abd(1)$	$aBd(1)$	$abd(0)$
$ABD(3)$	$AABBDd(5)$	$AABbDd(4)$	$AaBBdD(4)$	$AaBbDd(3)$
$AbD(2)$	$AABbDd(4)$	$AABbdd(3)$	$AaBBdd(3)$	$AaBbdd(2)$
$AbD(2)$	$AABbDd(4)$	$AAbbDd(3)$	$AaBbDd(3)$	$AabbDd(2)$
$Abd(1)$	$AABbdd(3)$	$AAbbdd(2)$	$AaBbdd(2)$	$Aabbdd(1)$
$aBD(2)$	$AaBBDd(4)$	$AaBbDd(3)$	$aaBBdD(3)$	$aaBbDd(2)$
$aBd(1)$	$AaBBDd(3)$	$AaBbdd(2)$	$aaBBdd(2)$	$aaBbdd(1)$
$abd(1)$	$AaBbdd(3)$	$AabbDd(2)$	$aaBbdd(2)$	$aabbDd(1)$
$abd(0)$	$AaBbdd(2)$	$Aabbdd(1)$	$aaBbdd(1)$	$aabbdd(0)$

P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)의 표현형이 P와 같을 확률은 $\frac{5}{16} \left(= \frac{10}{32} \right)$ 이다.

13 가계도 분석

(나)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (나)가 발현된 6이 태어났으므로 (나)는 열성 형질이다. (나)가 발현되지 않은 1에게서 (나)가 발현된 6이 태어났으므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 따라서 (가)의 유전자는 성염색체에 있고, 1에게서 (가)가 발현되었지만 5에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)의 유전자는 Y 염색체가 아닌 X 염색체에 있다. (가)가 발현된 3에게서 (가)가 발현되지 않은 8이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다. 구성원 1~8의 (가)와 (나)의 유전자형은 그림과 같다.



- ☒. (가)의 유전자는 성염색체에, (나)의 유전자는 상염색체에 있다.
- ☑. (가)와 (나)는 모두 열성 형질이다.
- ☒. (가)와 (나)의 유전자형은 6이 bbX^AX^a이고, 7이 BbX^AY이므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4} \left(= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.

14 단일 인자 유전

유전자형이 AaBbDE인 아버지와 aaBbEF인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 유전자형은 Aa, aa이므로 표현형의 최대 가짓수는 2이고, (나)의 유전자형은 BB, Bb, bb이므로 표현형의 최대 가짓수는 3이고, (다)의 유전자형은 DE, DF, EE, EF이므로 표현형의 최대 가짓수는 3이다. (가)~(다)의 유전자는 각각 서로 다른 상염색체에 있으므로 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형의 최대 가짓수는 $18 (= 2 \times 3 \times 3)$ 이다.

15 다인자 유전

P에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 AbD, Abd, aBD, aBd이고, Q에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 ABD, ABd, abD, abd이다. P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 ①과 ②의 유전자형은 표와 같다. (괄호 안의 숫자는 ②의

유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수이다.)

P Q	P	AbD(1)	Abd(0)	aBD(2)	aBd(1)
ABD(2)	AABbDD(3)	AABbDd(2)	AaBBDD(4)	AaBBDd(3)	
ABd(1)	AABbDd(2)	AABbdd(1)	AaBBDd(3)	AaBbdd(2)	
abD(1)	AabbDD(2)	AabbDd(1)	aaBbDD(3)	aaBbDd(2)	
abd(0)	AabbDd(1)	Aabbdd(0)	aaBbDd(2)	aaBbdd(1)	

P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 ①과 ②의 표현형이 모두 P와 같을 확률은 $\frac{1}{8} \left(= \frac{2}{16} \right)$ 이다.

16 성염색체 유전

아들의 X 염색체는 어머니로부터 물려받는다. 아들인 자녀 1과 자녀 3의 (가)의 형질이 다르므로 어머니의 (가)의 유전자형은 이 형 접합성이다. 어머니에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)는 우성 형질이다. 아들인 자녀 1과 자녀 3의 (나)의 형질이 다르므로 어머니의 (나)의 유전자형은 이 형 접합성이다. 어머니에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 (나)는 열성 형질이다. 따라서 (가)와 (나)의 유전자형은 아버지가 X^{ab}Y, 어머니가 X^{AB}X^{ab}, 자녀 1이 X^{AB}Y, 자녀 2가 X^{ab}X^{ab}, 자녀 3이 X^{ab}Y이다.

- ☒. (가)는 우성 형질, (나)는 열성 형질이다.
- ☑. 자녀 2의 (가)와 (나)의 유전자형은 X^{ab}X^{ab}이므로 자녀 2의 (가)와 (나)의 유전자형은 모두 동형 접합성이다.
- ☒. (가)와 (나)의 유전자형은 아버지가 X^{ab}Y, 어머니가 X^{AB}X^{ab}이므로 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 0이다.

수능 3점 테스트

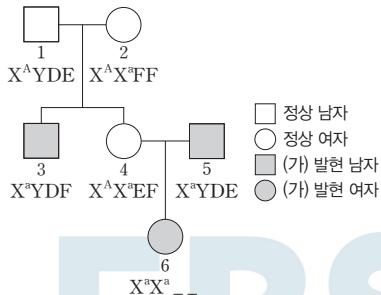
본문 142~147쪽

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

01 다인자 유전과 성염색체 유전

1, 2, 3, 4의 (나)의 표현형은 모두 다르고, 2의 (나)의 유전자형이 동형 접합성이며 (나)의 유전자형은 1이 DE, 2가 FF이고, 3과 4는 각각 DF와 EF 중 하나이다. 1과 5의 (나)의 유전자형은 서로 같으므로 5의 (나)의 유전자형은 DE이다. 1과 2가 모두 정상이지만 3에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)는 열성 형질이다. (가)의 유전자가 상염색체에 있다면 (가)의 유전자형은 4가 Aa, 5가 aa이다. 이 경우 4, 5 각각의 체세포 1개당 E의 DNA 상대량의 합이 3일 수 없으므로 모순이다. 따라서 (가)의 유전자는 X 염색체에 있으며 (가)와 (나)의 유전자형은 4가 X^AX^aEF, 5가 X^aYDE이다.

다. 이 집안 구성원의 (가)와 (나)의 유전자형은 그림과 같다.



☒. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

Ⓐ. 3의 (나)의 유전자형은 DF이다.

Ⓑ. (가)와 (나)의 유전자형은 4가 X^AX^aEF , 5가 X^AYDE 이므로 6의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)의 표현형((나)의 유전자형이 EE 또는 EF)이 4와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있으므로 6의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되면서 (나)의 표현형이 4와 같을 확률은 $\frac{1}{4} (= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2})$ 이다.

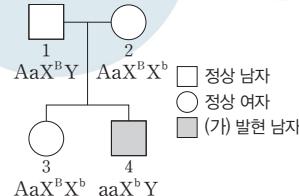
02 복대립 유전

P와 Q의 (가)의 유전자형이 모두 Aa이므로 ①에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 2가지이다. P와 Q의 (나)의 유전자형이 모두 Bb이므로 ②에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 최대 3가지이다. P의 (다)의 유전자형이 DE이고, Q의 (다)의 유전자형이 EF이므로 ③에게서 나타날 수 있는 (다)의 표현형은 최대 2가지이다. ④에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 9가지이므로 (가)와 (다)의 유전자는 같은 염색체에 있고, (나)의 유전자는 다른 염색체에 있다. ⑤가 가질 수 있는 (가)~(다)의 유전자 중 aaBbDF가 있으므로 P에서 a와 D는 같은 염색체에 있고, Q에서 a와 F는 같은 염색체에 있다. P와 Q의 (나)의 유전자형이 모두 Bb이므로 ⑥의 (나)의 표현형이 P와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. P에서 형성되는 생식세포의 (가)와 (다)의 유전자형은 AE, aD이고, Q에서 형성되는 생식세포의 (가)와 (다)의 유전자형은 AE, aF이므로 ⑦의 (가)와 (다)의 표현형이 P와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (가)와 (나)의 유전자는 같은 염색체에 있고, (나)는 다른 염색체에 있으므로 ⑧의 (가)~(나)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은 $\frac{1}{8} (= \frac{1}{2} \times \frac{1}{4})$ 이다.

03 상염색체 유전과 적록 색맹 유전

적록 색맹은 열성 형질이며, 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있다. 구성원 중 4가 적록 색맹이고, 나머지는 적록 색맹이 아니므

로 적록 색맹의 유전자형은 1이 $X^B Y$, 2가 $X^B X^b$, 3이 $X^B X^-$, 4가 $X^b Y$ 이다. 1과 2는 정상이지만 4에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)는 열성 형질이다. (가)의 유전자가 X 염색체에 있다면 (가)의 유전자형은 1이 $X^A Y$, 2가 $X^A X^a$, 3이 $X^A X^-$, 4가 $X^a Y$ 이다. 이 경우 1의 체세포 1개당 a(X^a)의 DNA 상대량과 b(X^b)의 DNA 상대량의 합은 0이므로 모순이다. 따라서 (가)의 유전자는 상염색체에 있으며, (가)의 유전자형은 1이 Aa, 2가 Aa, 3이 A $^-$, 4가 aa이고, ⑨은 1, ⑩은 2, ⑪은 3이다. 3에서 체세포 1개당 a의 DNA 상대량과 b의 DNA 상대량의 합이 2(⑫)이므로 3의 (가)와 적록 색맹의 유전자형은 $AaX^B X^{b\circ}$ 이다. 이 가족 구성원의 (가)와 적록 색맹의 유전자형은 그림과 같다.



☒. (가)의 유전자는 상염색체에, 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있다.

Ⓐ. 3의 (가)의 유전자형은 Aa이다.

Ⓑ. (가)와 (나)의 유전자형은 1이 $AaX^B Y$, 2가 $AaX^B X^b$ 이므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (가)의 유전자는 상염색체에, 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되면서 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{16} (= \frac{1}{4} \times \frac{1}{4})$ 이다.

04 다인자 유전

아버지는 B를 갖고 있지 않으므로 아버지는 자녀 1과 자녀 2에게 모두 b를 물려준다. 따라서 자녀 1과 자녀 2는 모두 b를 갖고 있어야 하므로 ⑨은 b이다. 자녀 1은 D를 갖고 있지 않으므로 d를 갖고 있어야 한다. 따라서 ⑩은 d, ⑪은 a이다. (가)의 유전자형은 아버지가 AAbbDd, 어머니가 AaBbDd이고, 자녀 1이 AABbdd, 자녀 2가 AAbbDD이다.

Ⓒ. ⑫은 d, ⑬은 a, ⑭은 b이다.

Ⓓ. 자녀 1의 (가)의 유전자형이 AABbdd이므로 ⑮는 3, 자녀 2의 (가)의 유전자형은 AAbbDD이므로 ⑯는 4이다. 따라서 ⑰+⑱=7이다.

☒. (가)의 유전자형은 아버지가 AAbbDd이고, 어머니가 AaBbDd이므로 아버지에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 AbD(2), Abd(1)이고, 어머니에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 ABD(3), ABd(2), AbD(2), aBD(2), Abd(1), aBd(1), abD(1), abd(0)이다. (괄호 안의 숫자는 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수이다.) 따라서 자녀 2의 동생이 태

어날 때, 이 아이의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수는 1, 2, 3, 4, 5 중 하나이다. 따라서 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이다.

05 다인자 유전

ⓐ가 B, ⓑ가 b라고 하면 Ⓛ의 유전자형은 다음 표와 같으며, Ⓛ가 태어날 때, Ⓛ에게서 나타날 수 있는 표현형의 최대 가짓수는 8가지이다.(괄호 안의 숫자는 Ⓛ의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수이다.)

P Q	AbD(1)	Abd(0)	aBD(2)	aBd(1)
ABD(2)	AABbDD(3)	AABbDd(2)	AaBBDD(4)	AaBBDd(3)
ABd(1)	AABbDd(2)	AABbdd(1)	AaBBDd(3)	AaBBdd(2)
abD(1)	AabbDD(2)	AabbDd(1)	aaBbDD(3)	aaBbDd(2)
abd(0)	AabbDd(1)	Aabbdd(0)	aaBbDd(2)	aaBbdd(1)

따라서 Ⓛ는 b, Ⓜ는 B이고, Ⓛ의 유전자형은 다음 표와 같으며, Ⓛ가 태어날 때, Ⓛ에게서 나타날 수 있는 표현형의 최대 가짓수는 7가지이다.(괄호 안의 숫자는 Ⓛ의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수이다.)

P Q	AbD(1)	Abd(0)	aBD(2)	aBd(1)
AbD(1)	AAAbDD(2)	AAAbDd(1)	AaBbDD(3)	AaBbDd(2)
Abd(0)	AAAbDd(1)	AAAbdd(0)	AaBbDd(2)	AaBbdd(1)
aBD(2)	AaBbDD(3)	AaBbDd(2)	aaBBDD(4)	aaBBDd(3)
aBd(1)	AaBbDd(2)	AaBbdd(1)	aaBBDd(3)	aaBBdd(2)

ⓐ의 Ⓛ과 Ⓛ의 표현형이 모두 Q와 같은 확률은 $\frac{5}{16}$ 이다.(위의 표에서 음영으로 나타낸 유전자형이 Ⓛ과 Ⓛ의 표현형이 모두 Q와 같은 유전자형이다.)

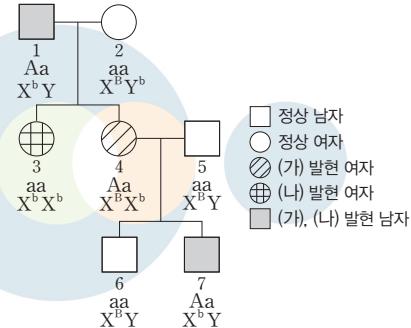
06 상염색체 유전과 성염색체 유전

(나)가 발현되지 않은 4와 5 사이에서 (나)가 발현된 7이 태어났으므로 (나)는 열성 형질이다. 따라서 (나)의 유전자형은 2가 Bb, 3이 bb이다. Ⓛ이 B라면

2의 체세포 1개당 A와 Ⓛ의 DNA 상대량을 더한 값 = $\frac{1}{3}$ 이므로 3의 체세포 1개당 A와 Ⓛ의 DNA 상대량을 더한 값 = $\frac{1}{2}$ 이므로

2의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량이 0이고, 3의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량이 2이다. 하지만 2와 3에서 모두 (가)가 발현되지 않아 모순이므로, Ⓛ은 b이다. 3의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량이 2라면 3의 (가)의 유전자형은 AA이다. 이 경우 1과 2 모두 A를 갖고 있다. 하지만 1에게서 (가)가 발현되었지만

2에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 모순이다. 따라서 2와 3의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 모두 0이며, (가)는 우성 형질이다. 1에게서 (가)가 발현되었지만 3에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (나)의 유전자는 상염색체에, (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. 이 집안 구성원의 (가)와 (나)의 유전자형은 그림과 같다.



ⓐ의 유전자는 상염색체에 있다.

ⓑ의 유전자형은 4가 X^BX^b , 5가 X^BX^b , 7이 X^BX^b 이므로 4, 5, 7 각각의 체세포 1개당 Ⓛ(b)의 DNA 상대량을 더한 값은 2이다.

ⓒ. (가)와 (나)의 유전자형은 4가 AaX^BX^b , 5가 aaX^BX^b 이므로 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (가)의 유전자는 상염색체에, (나)의 유전자는 X 염색체에 있으므로 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{8}$ (= $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$)이다.

07 상염색체 유전과 성염색체 유전

적록 색맹의 유전자는 X 염색체에 있다. 정상 대립유전자를 X^R , 적록 색맹 대립유전자를 X^r 라고 하면 X^R 는 X^r 에 대해 완전 우성이다. (가)의 유전자가 적록 색맹의 유전자와 같은 염색체(X 염색체)에 있다면 남자인 자녀 1과 자녀 3의 (가)의 발현 여부가 다르므로 어머니의 (가)의 유전자형은 이형 접합성이고, (가)는 우성 형질이다. (가)와 적록 색맹 유전자형은 자녀 1이 $X^{rt}Y$, 자녀 3이 $X^{RT}X^{rt}$ 이므로 어머니의 (가)와 적록 색맹 유전자형은 $X^{RT}X^{rt}$ 이다. (가)와 적록 색맹 유전자형은 아버지가 $X^{rt}Y$ 이므로 (가)가 발현되지 않으면서 적록 색맹에 대해 정상인 자녀 2가 태어날 수 없다. 따라서 (가)의 유전자는 ABO식 혈액형 유전자와 같은 염색체에 있다. (가)가 우성 형질이라면 B형인 어머니와 O형인 자녀 3에게서 (가)가 발현되었고 AB형인 자녀 1에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 어머니와 자녀 3은 i와 T가 같은 염색체에 있다. 이 경우 A형인 자녀 2도 어머니로부터 i와 T가 모두 있는 염색체를 물려받아 (가)가 발현되어야 한다. 하지만 자녀 2에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 모순이다. 따라서 (가)는 열성 형질이다. (가)와 ABO식 혈액형의 유전자형은 아버지가 TI^A/ti , 어머니가 tI^B/ti , 자녀 1이 TI^A/tI^B , 자녀 2가 TI^A/ti , 자녀 3이 ti/ti

t^i 이다.

① (가)는 열성 형질이다.

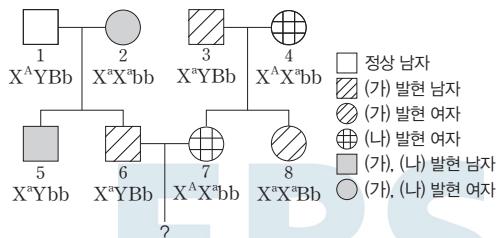
☒ (가)의 유전자는 ABO식 혈액형의 유전자와 같은 염색체에 있다.

☒ (가)의 유전자형은 아버지가 Tt , 어머니가 tt 이므로 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

적록 색맹의 유전자형은 아버지가 $X^R Y$ 이고, 어머니가 $X^R X^r$ 으로 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이가 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. (가)의 유전자는 상염색체에, 적록 색맹의 유전자는 X 염색체에 있으므로 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현되면서 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{4} \left(= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.

08 상염색체 유전과 성염색체 유전

3과 4의 ⑦의 DNA 상대량이 같은데 3에게서 (가)가 발현되었지만 4에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. 4에게서 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 열성 형질이고, (가)의 유전자형은 3이 $X^a Y$, 4가 $X^A X^a$ 이다. 따라서 ⑦은 a이다. 2에게서 (가)가 발현되었으므로 2의 (가)의 유전자형은 $X^a X^a$ 이고 ④는 2이다. (나)의 유전자는 상염색체에 있고, 4의 ⑤의 DNA 상대량이 2이므로 4의 (나)의 유전자형은 BB와 bb 중 하나이다. ⑤이 B라면 4의 (나)의 유전자형은 BB이다. 이 경우 7에게서 (나)가 발현되었지만 8에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 모순이다. 따라서 ⑤은 b이다. 3에게서 (나)가 발현되지 않았지만 7에게서 (나)가 발현되었으므로 3의 (나)의 유전자형은 Bb이고, ④는 1이다. 이 집안 구성원의 (가)와 (나)의 유전자형은 그림과 같다.



⑤ ⑤은 b이다.

④ ④는 2, ④는 1이므로 ④+④=3이다.

☒ (가)와 (나)의 유전자형은 6이 X^aYBb , 7이 X^AX^abb 이므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있으므로 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4} \left(= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.

09 다인자 유전

2의 동생이 태어날 때, 이 아이(⑦)에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 21가지이므로 ⑦에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 7가지이고, (나)의 표현형은 최대 3가지이어야 한다. ⑦에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 7가지이므로 ④의 (가)의 유전자형은 $AaBbDd$ 이고, (나)의 표현형이 최대 3가지이므로 ④의 (나)의 유전자형은 Ee 이다. ④와 ⑥의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 같으므로 ⑥의 (나)의 유전자형은 Ee 이며, 4의 동생이 태어날 때, 이 아이(⑤)에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 15가지이므로 ⑤에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이어야 한다. 따라서 ⑥의 (가)의 유전자형은 $AABbdd$, $AAbbDd$, $AaBBdd$, $AabbDD$, $aaBBdd$, $aaBbdd$ 중 하나이다.

⑦ ④의 (가)와 (나)의 유전자형은 $AaBbDdEe$ 이므로 ⑦에게서 A, b, D, e를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

⑧ ⑥의 (나)의 유전자형은 Ee 이다.

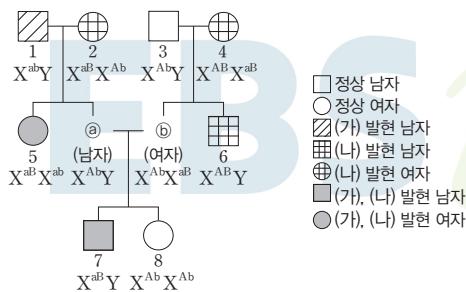
☒ ⑥의 (가)의 유전자형을 $AaBbdd$ 라고 하면 ⑥에서 형성되는 생식세포의 (가)의 유전자형은 ABd 와 aBd 이다. 3에서 형성되는 생식세포의 (가)의 유전자형은 ABD , abd 이다. 4의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)의 유전자형은 표와 같으며, (가)의 표현형이 ⑥와 같은 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.(괄호 안의 숫자는 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자 수이다.)

⑥ 3	ABd(2)	aBd(1)
ABD(3)	AABBDD(5)	AaBBDD(4)
AbD(2)	AABbdd(4)	AaBBdd(3)
Abd(2)	AABbDd(4)	AaBbDd(3)
Abd(1)	AABbdd(3)	AaBbdd(2)
aBD(2)	AaBBdd(4)	aaBBdd(3)
aBd(1)	AaBBdd(3)	aaBBdd(2)
abD(1)	AaBbDd(3)	aaBbDd(2)
abd(0)	AaBbdd(2)	aaBbdd(1)

⑥와 3의 (나)의 유전자형이 모두 Ee 이므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (나)의 표현형이 ⑥와 같은 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. (가)와 (나)는 서로 다른 상염색체에 있으므로 4의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 ⑥와 같은 확률은 $\frac{3}{16} \left(= \frac{3}{8} \times \frac{1}{2} \right)$ 이다.

10 성염색체 유전

ⓐ와 ⓑ에게서 모두 (가)가 발현되지 않았지만 7에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)는 열성 형질이다. 5에게서 (가)가 발현되었으므로 5의 (가)의 유전자형은 aa이고 ⑦은 2이며, ①과 ⑤은 각각 0과 1 중 하나이다. (가)의 유전자가 상염색체에 있다면 ⑧과 ⑩ 중 1명의 (가)의 유전자형은 AA이다. 이 경우 (가)가 발현된 7이 태어날 수 없으므로 모순이다. 따라서 (가)와 (나)의 유전자는 모두 X 염색체에 있다. ⑧과 ⑩ 중 여자의 (가)의 유전자형이 X^AX^A 라면 (가)가 발현된 7이 태어날 수 없으므로 모순이다. 따라서 ⑧과 ⑩의 (가)의 유전자형은 각각 X^AX^a 와 X^AY 중 하나이다. 1에게서 (나)가 발현되지 않았지만 5에게서 (나)가 발현되었으므로 (나)는 우성 형질이다. (가)와 (나)의 유전자형은 1이 $X^{ab}Y$ 이고, 7이 $X^{ab}Y$ 이다. ⑧가 여자라면 ⑧은 1에게서 X^{ab} 를 물려받고, 7에게 X^{ab} 를 물려주어야 하므로 ⑧의 (가)와 (나)의 유전자형은 $X^{ab}X^{ab}$ 이다. 이 경우 ⑧과 ⑩에게서 모두 (가)가 발현되지 않는다는 조건에 위배되고, ⑦은 2이므로 모순이다. 따라서 ⑧은 남자이다. 8에게서 (나)가 발현되지 않았으므로 (가)와 (나)의 유전자형은 ⑧가 $X^{Ab}Y$ 이고, ⑩가 $X^{Ab}X^{aB}$ 이다. 이 집안 구성원의 (가)와 (나)의 유전자형은 그림과 같다.



⑦. (나)는 우성 형질이다.

☒. (나)의 유전자형은 2가 $X^B X^b$ 이고, 4가 $X^B X^B$ 이므로 2와 4의 (나)의 유전자형은 서로 다르다.

⑧. (가)와 (나)의 유전자형은 ⑧가 $X^{Ab}Y$ 이고, ⑩가 $X^{Ab}X^{aB}$ 이므로 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

10 사람의 유전병

수능 2점 테스트

본문 154~157쪽

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

01 유전병

사람의 유전병의 원인은 유전자 돌연변이와 염색체 돌연변이로 구분할 수 있다. 알비노증과 낭성 섬유증은 유전자 돌연변이에 의한 유전병이고, 고양이 울음 증후군과 터너 증후군은 염색체 돌연변이에 의한 유전병이다. A는 유전자 돌연변이, B는 염색체 돌연변이이다.

①. A는 유전자 돌연변이이다.

☒. 알비노증(ⓐ)은 병원체에 의해 나타나지 않으므로 감염성 질병이 아니다.

②. 터너 증후군(ⓑ)의 염색체 이상을 보이는 사람의 체세포에서 성염색체 구성은 X이므로 터너 증후군(ⓑ)의 돌연변이는 핵형 분석으로 확인할 수 있다.

02 유전자 돌연변이

낫 모양 적혈구 빈혈증(X)은 헤모글로빈 유전자의 DNA 염기 서열 변화로 아미노산 하나가 달라진 비정상 헤모글로빈이 생성되어 나타나는 유전병이다.

①. X는 낫 모양 적혈구 빈혈증이다.

②. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 상염색체 유전 형질이므로 남자와 여자에게서 모두 나타날 수 있다.

③. 비정상 헤모글로빈을 가진 낫 모양 적혈구는 정상 적혈구보다 산소 운반 능력이 낮다.

03 유전자 돌연변이

현팅턴 무도병이 발현된 3과 4 사이에서 현팅턴 무도병이 발현되지 않은 7이 태어났으므로 현팅턴 무도병은 우성 형질이다. 현팅턴 무도병이 발현된 남자 1로부터 현팅턴 무도병이 발현되지 않은 여자 5가 태어났으므로 현팅턴 무도병의 유전자는 상염색체에 있다.

①. 현팅턴 무도병은 우성 형질이다.

☒. 현팅턴 무도병의 유전자는 상염색체에 있다.

☒. 현팅턴 무도병 발현 대립유전자를 A, 정상 대립유전자를 a라고 하면 6의 유전자형은 Aa 이고, 7의 유전자형은 aa 이다. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 현팅턴 무도병이 발현

될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

04 유전자 돌연변이

(가)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 3이 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다. A는 정상 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다. 가족 구성원의 (가)의 유전자형은 1은 $X^A Y$, 2는 $X^A X^a$, 3은 $X^a Y$, 4는 $X^a X^a$ 이다. 1의 생식세포 형성 과정에서 A(⑦)가 a(⑧)로 바뀌는 돌연변이가 일어났다.

⑦ (가)는 열성 형질이다.

☒ 대립유전자 ⑦이 대립유전자 ⑧으로 바뀌는 돌연변이(⑨)는 1의 생식세포 형성 과정에서 일어났다.

☒ ⑨은 a이다.

05 염색체 돌연변이

염색체 돌연변이는 염색체 구조 이상과 염색체 수 이상으로 구분할 수 있다.

☒ 염색체 구조 이상 중 염색체의 일부가 떨어져 없어진 것은 결실에 해당한다.

⑩ 고양이 옮음 중후군은 5번 염색체의 특정 부분이 결실되어 나타나는 유전병으로 고양이 옮음 중후군의 염색체 이상은 핵형 분석으로 확인할 수 있다.

⑪ 21번 염색체의 비분리에 의해 다운 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람이 태어날 수 있다.

06 염색체 구조 이상 돌연변이

염색체 구조 이상 돌연변이에는 결실, 역위, 중복, 전좌가 있다. (가)는 역위가 일어난 세포, (나)는 정상 세포, (다)는 전좌가 일어난 세포이다. I은 수컷이며, 정상 세포에서 A와 a는 상염색체에 있고, B와 b는 성염색체에 있다.

☒ I은 수컷이다.

⑫ (가)는 역위가 일어난 세포이다.

⑬ (다)에는 성염색체에 있는 대립유전자 B가 상염색체로 이동하여 형성된 염색체가 있다.

07 염색체 구조 이상 돌연변이

I에서 결실 1회로 A, B, E가 함께 없어졌으므로 a, b, e의 배열 순서로 가능한 것은 a-b-e(e-b-a), a-e-b(b-e-a), b-a-e(e-a-b)가 있다. II에서 결실 1회로 A와 B가 함께 없어졌으므로 a, b, e의 배열 순서로 a-e-b(b-e-a)는 가능하지 않다. III에서 결실 1회로 B가 없어졌으므로 a, b, e의 배열 순서로 a-b-e(e-b-a)는 가능하지 않으며, a, b, d, e의 배열 순서로 가능한 것은 b-a-e-d(d-e-a-b)이다.

08 염색체 수 이상 돌연변이

염색체 이상을 보이는 사람의 체세포 1개당 성염색체 수는 $A < B < C$ 이므로 A는 터너 증후군, B는 다운 증후군, C는 클라인펠터 증후군이다. ⑦은 ‘적록 색맹 유전자가 있는 염색체의 수 이상에 의한 유전병에 해당한다.’이고, ⑧은 ‘상염색체 비분리에 의해 나타날 수 있다.’이다.

☒ C는 클라인펠터 증후군이다.

☒ ⑦은 ‘적록 색맹 유전자가 있는 염색체의 수 이상에 의한 유전병에 해당한다.’이다.

☒ 터너 증후군(A)은 ⑦(‘적록 색맹 유전자가 있는 염색체의 수 이상에 의한 유전병에 해당한다.’)이 있으므로 ⑨는 ‘O’이다. 다운 증후군(B)은 ⑧(‘상염색체 비분리에 의해 나타날 수 있다.’)이 있으므로 ⑩는 ‘O’이다.

09 염색체 수 이상 돌연변이

(가)의 성염색체 구성은 XXY 이므로 I은 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람이고, (나)의 성염색체 구성은 X 이므로 II는 터너 증후군의 염색체 이상을 보이는 사람이다.

⑪ I은 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

☒ 낭성 십유증의 발현 여부는 핵형 분석으로 확인할 수 없다.

☒ $\frac{\text{상염색체의 염색 분체 수}}{\text{X 염색체 수}}$ 는 (가)가 $\frac{88}{2}$ 이고, (나)가 $\frac{88}{1}$ 으로 (나)가 (가)의 2배이다.

10 염색체 수 이상 돌연변이

A와 a가 상염색체에 있는 대립유전자라면 자녀 1과 자녀 2의 (가)의 유전자형은 모두 Aa 이므로 자녀 1과 자녀 2의 (가)의 표현형은 같아야 한다. 자녀 1과 자녀 2의 (가)의 표현형이 서로 다르므로 A와 a는 X 염색체에 있는 대립유전자이다. (가)의 유전자형이 $X^A X^a$ 인 자녀 1에게서 (가)가 발현되었으므로 (가)는 우성 형질이다. 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이므로 자녀 3의 (가)의 유전자형은 $X^A Y$ 이다. 자녀 3은 염색체 수가 22인 난자(⑦)가 염색체 수가 24인 정자(⑧)와 수정되어 태어났다. ⑦은 감수 1분열 또는 감수 2분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 난자이고, ⑧은 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 정자이다.

구성원	아버지	어머니	자녀 1	자녀 2	자녀 3
성별	남	여	여	남	남
(가)	○	×	○	×	○
유전자형	$X^A Y$	$X^A X^a$	$X^A X^a$	$X^a Y$	$X^A Y$

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

☒ (가)는 우성 형질이다.

☒ 난자(⑦)에는 성염색체가 없다.

☒ 정자(㉡)의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

11 염색체 수 이상 돌연변이

ⓐ~ⓒ의 염색체 수가 모두 비정상이므로 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. I과 II의 염색체 수는 같으므로 ⑥는 Ⅲ이다. ⑥의 총염색체 수는 24이고, ‘상염색체 수-X 염색체 수’는 23이므로 ⑥의 상염색체 수는 23이고, X 염색체 수는 0이다. 감수 1분열에서 상염색체 비분리가 일어났다. Ⓛ~ⓓ의 염색체 구성은 표와 같다.

세포	염색체 구성
ⓐ(I / II)	21+X
⑥(Ⅲ)	23+Y
ⓓ(II / I)	21+X

⑦. ⑥는 Ⅲ이다.

☒. 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

⑧. Ⅲ에는 X 염색체가 없으므로 II에는 X 염색체가 있다.

12 염색체 수 이상 돌연변이

정상 대립유전자를 A, 적록 색맹 대립유전자를 a라고 하면, 적록 색맹의 유전자형은 1은 $X^A Y$, 2는 $X^a X^a$, 4는 $X^a Y$, 6은 X^a 이다. 적록 색맹에 대해 정상 남자인 3은 X^A 가 있는 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지므로 (가)에서 ⑦이 형성될 때 1의 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어났다. ⑦은 정자이고, 3의 적록 색맹의 유전자형은 $X^A X^a Y$ 이다. (나)에서 정자(⑦)가 형성될 때 4의 감수 분열에서 성염색체 비분리가 일어났다. 6의 대립유전자 X^a 는 5로부터 물려받은 것이고, 5의 적록 색맹의 유전자형은 $X^A X^a$ 이다.

⑨. ⑦은 정자이다.

⑩. (가)에서 ⑦이 형성될 때 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

☒. 6의 적록 색맹 대립유전자는 5로부터 물려받은 것이다.

13 염색체 수 이상 돌연변이

G_1 기 세포 I에는 Ⅱ~Ⅳ에 있는 모든 대립유전자가 있어야 하므로 I은 Ⓛ이다. Ⓛ는 남자의 세포인데 B와 b가 모두 존재하므로 B와 b는 상염색체에 있는 대립유전자이고, A와 a는 X 염색체에 있는 대립유전자이다. Ⓛ에서 A와 a의 DNA 상대량을 더한 값은 1인데, Ⓛ와 ⑥에 A가 있으므로 ⑦은 1이다. 이 남자의 (가)와 (나)의 유전자형은 $BbX^A Y$ 이다. Ⅱ는 중기의 세포이므로 대립유전자의 DNA 상대량으로 1을 가질 수 없다. Ⅱ는 ⑥이다. Ⅲ에 Y 염색체가 있으므로 Ⅱ에는 Y 염색체가 있고, Ⅱ에 A가 있으므로 X 염색체도 있다. 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어났다. Ⅱ에 B와 b 중 하나는 있어야 하므로 ⑦은 2이다. Ⅱ에

는 Ⅲ에 있는 모든 대립유전자가 있어야 하므로 Ⅲ은 ⑧이고, Ⅳ는 ⑨이다. 정자 Ⅲ에서 b의 DNA 상대량이 2이므로 감수 2분열에서 상염색체 비분리가 일어났다.

☒. ⑨는 Ⅲ이다.

⑩. ⑦은 2, ⑨은 1이므로 ⑦+⑨=3이다.

☒. 감수 2분열에서 상염색체 비분리가 일어났다.

14 염색체 수 이상 돌연변이

I은 감수 2분열 후기 세포, Ⅱ는 체세포 분열 후기 세포이다. I에서 상동 염색체인 2개의 흰색 염색체가 각각 2개의 염색 분체로 분리되므로 I의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

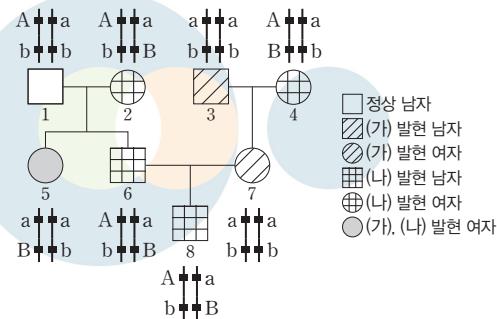
☒. I의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

⑪. 하나의 검은색 염색체가 2개의 염색 분체로 분리되므로 ⑩에는 A가 있다.

☒. Ⅱ는 체세포 분열 후기 세포이다.

15 염색체 수 이상 돌연변이

(가)가 발현되지 않은 1과 2 사이에서 (가)가 발현된 5가 태어났으므로 (가)는 열성 형질이다. A는 정상 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다. (가)가 발현되지 않은 남자 1로부터 (가)가 발현된 여자 5가 태어났으므로 (가)와 (나)의 유전자는 같은 상염색체에 있다. 2, 6 각각의 체세포 1개당 b의 DNA 상대량을 더한 값은 (나)가 우성 형질일 때 1이고, (나)가 열성 형질일 때 2이므로 (나)는 우성 형질이다. B는 (나) 발현 대립유전자, b는 정상 대립유전자이다. 8의 (가)와 (나)의 유전자형은 $AaBb$ 이므로 8은 염색체 수가 22인 난자 ⑦과 염색체 수가 24인 정자 ⑨이 수정되어 태어났으며, ⑨의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.



⑩. (나)는 우성 형질이다.

⑪. 4의 (가)와 (나)의 유전자형은 $AaBb$ 이므로 모두 이형 접합성이다.

⑫. ⑨의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

수능 3점 테스트

본문 158~163쪽

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

01 유전자 돌연변이

대기 중 산소 분압에 따른 혈중 산소 농도가 높은 A는 정상인이고, 혈중 산소 농도가 낮은 B는 낫 모양 적혈구 빈혈증을 나타내는 사람이다. (나)는 낫 모양 적혈구 빈혈증을 나타내는 사람의 모세 혈관에서 일어나는 혈액의 흐름이다.

Ⓐ B는 낫 모양 적혈구 빈혈증을 나타내는 사람이다.

✗ (나)는 낫 모양 적혈구 빈혈증을 나타내는 사람의 모세 혈관에서 일어나는 혈액의 흐름이다.

Ⓒ 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이에 의해 나타난다.

02 염색체 돌연변이

검은색 부분과 회색 부분이 모두 나타나는 염색체가 있는 (나)는 염색체 구조 이상 돌연변이가 일어나 형성된 세포이며, (나)에서 일어난 염색체 구조 이상 돌연변이는 전좌이다. 모양, 크기, 색이 같은 염색체가 있는 (다)와 (라)는 같은 종의 세포이며, 염색체 수는 (다)가 3, (라)가 2이므로 (다)와 (라) 중 하나는 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포이다. (가)와 (마)는 정상 세포이다. (마)에서 ①과 ⑥는 상동 염색체이므로 각각 X 염색체와 Y 염색체 중 하나이다. (마)는 수컷의 세포이고, ⑤는 상염색체이다. (가)에서 2개의 성염색체의 모양과 크기가 서로 같으므로 이 성염색체는 X 염색체이고, (가)는 암컷의 세포이다. ⑤가 있는 (가), (다), (라)는 같은 종의 세포이며, (가)의 염색체 수는 4이므로 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포는 (다)이다. (가)와 같은 종의 세포인 (다)와 (라)에서 성염색체의 모양과 크기가 X 염색체와 다르므로 이 성염색체는 Y 염색체이고, (다)와 (라)는 수컷의 세포이다. A와 B는 같은 종이고, B와 C의 성은 같으므로 A의 세포는 (가), B의 세포는 (다)와 (라), C의 세포는 (나)와 (마)이다. (다)에는 Y 염색체가 2개 있으므로 (다)의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

✗ (가)~(마) 중 A의 세포는 1개이다.

Ⓐ (나)에서 일어난 염색체 구조 이상 돌연변이는 전좌이다.

✗ (다)의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

03 염색체 구조 이상 돌연변이

B와 b가 모두 있는 (다)의 핵상은 $2n$ 이다. B와 b의 DNA 상대량을 더한 값(2)은 A와 a의 DNA 상대량을 더한 값(1)과 D와 d의 DNA 상대량을 더한 값(1)의 2배이므로 B와 b는 상염색체

에, A, a, D, d는 성염색체에 있고, (다)는 I (아버지)의 세포이다. B의 DNA 상대량이 4인 (라)의 핵상은 $2n$ 이고, (라)는 II (어머니)의 세포이다. 여자인 II 가 D를 가지므로 A, a, D, d가 있는 성염색체는 X 염색체이다. I 의 유전자형은 $BbX^{Ad}Y$ 이다. (라)에서 A와 a의 DNA 상대량을 더한 값, B와 b의 DNA 상대량을 더한 값, D와 d의 DNA 상대량을 더한 값은 모두 4이므로 II 의 유전자형은 $BBX^{Ad}X^{Ad}$ 이다. (가)가 b를 가지므로 (가)는 I 의 세포이고, (나)가 D를 가지므로 (나)는 II 의 세포이다. 돌연변이가 일어나지 않았다면 유전자형이 Bb인 I 과 유전자형이 BB인 II 사이에서 유전자형이 bb인 III이 태어날 수 없으므로 B와 b가 있는 부분에서 염색체 구조 이상 돌연변이가 일어났다. ⑦은 'b(⑥)가 있는 부분의 중복'이고, ⑧은 'B(⑧)가 있는 부분의 결실'이다. (마)가 A를 가지므로 III은 I로부터 X 염색체를 받았고, III의 성별은 여자이다.

세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
(가)(I)	0	?(0)	?(0)	1	?(0)	?(0)
(나)(II)	?(0)	?(2)	2	0	2	0
(다)(I)	1	0	1	1	0	1
(라)(II)	0	?(4)	4	0	2	?(2)
(마)(III)	1	?(1)	0	2	1	?(1)

Ⓐ III은 딸이다.

Ⓐ ⑦은 '⑥(B)가 있는 부분의 결실'이다.

✗ ⑥는 b이다.

04 염색체 구조 이상 돌연변이

염색체에서 결실되어 떨어져 나간 부분에 들어 있는 유전자의 조합을 통해 유전자의 배열 순서를 추론할 수 있다. I 과 II를 통해 (가)의 유전자의 배열 순서는 e-A-B-F/E-a-b-f 또는 e-A-F-B/E-a-f-b라는 것을 알 수 있다. IV를 통해 (가)의 유전자의 배열 순서는 e-A-F-B/E-a-f-b라는 것을 알 수 있다. III을 통해 (가)의 유전자의 배열 순서는 e-A-F-B-d/E-a-f-b-D라는 것을 알 수 있다.

05 유전자 돌연변이

IV는 DNA 상대량으로 1과 2를 모두 가지므로 G₁기의 세포이다. 남자의 세포 IV에서 B와 B^{*}의 DNA 상대량을 더한 값과 D와 D^{*}의 DNA 상대량을 더한 값은 모두 2이므로 (나)와 (다)의 유전자는 7번 염색체에 있고, (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. 자녀 2의 (가)~(다)의 유전자형은 BD/BD^{*}, X^AY이다. 자녀 2는 어머니로부터 X^A를 물려받았으므로 X^A가 없는 II는 핵상이 n이다. 어머니의 (가)의 유전자형은 X^AX^{A*}이고, 어머니는 B와 D가 함께 있는 7번 염색체를 갖는다. 자녀 1은 B^{*}과 D^{*}

이 함께 있는 7번 염색체를 갖는다. 자녀 1이 아버지로부터 B^* 과 D^* 이 함께 있는 7번 염색체를 물려받았다면 아버지의 (나)와 (다)의 유전자형은 B^*D^*/BD 또는 B^*D^*/BD^* 이다. I에서 B^* 은 있고, D^* 은 없으므로 자녀 1은 어머니로부터 B^* 과 D^* 이 함께 있는 7번 염색체를 물려받았다. 어머니의 (가)~(다)의 유전자형은 BD/B^*D^* , X^AX^A 이다. 자녀 2는 아버지로부터 B와 D^* 이 함께 있는 7번 염색체를 물려받았다. I에서 A^* 과 B^* 은 있고, D^* 은 없으므로 아버지의 (가)~(다)의 유전자형은 BD^*/B^*D , X^AY 이다. V는 DNA 상대량으로 1과 2를 모두 가지므로 G_1 기의 세포이고, 자녀 3의 (가)~(다)의 유전자형은 B^*D^*/B^*D^* , X^AX^A 이다. 자녀 3은 아버지와 어머니로부터 각각 B^* 과 D^* 이 함께 있는 7번 염색체를 물려받았다. 아버지의 생식세포 형성 과정에서 대립유전자 Ⓛ(B 또는 D)이 대립유전자 Ⓜ(B^{*} 또는 D^{*})으로 바뀌는 돌연변이가 일어나 Ⓛ을 갖는 G가 형성되었다.

구분	성별	세포	DNA 상대량					
			A	A^*	B	B^*	D	D^*
아버지	남	I	0	1	?(0)	1	?(1)	0
어머니	여	II	0	?(1)	1	?(0)	1	?(0)
자녀 1	여	III	?	?	0	?	0	?
자녀 2	남	IV	?(1)	0	2	?(0)	1	1
자녀 3	여	V	1	?(1)	?(0)	2	?(0)	2

Ⓐ (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

Ⓥ 자녀 1은 아버지로부터 B와 D^* 이 함께 있는 7번 염색체를 물려받거나 B^* 과 D가 함께 있는 7번 염색체를 물려받는다. III에서 B와 D가 모두 없으므로 III의 핵상은 n이다.

Ⓑ G는 아버지에게서 형성되었다.

06 염색체 수 이상 돌연변이

Ⅱ와 Ⅲ은 중기의 세포이므로 대립유전자의 DNA 상대량으로 1을 가질 수 없다. Ⓛ는 IV이다. 세포 분열에서 모세포는 딸세포가 가지는 모든 대립유전자를 가지므로 Ⓛ는 Ⅱ, Ⓜ는 Ⅲ이다. 생식세포 IV가 B와 b를 모두 가지므로 (가)에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. 감수 1분열 중기 세포 Ⅱ에서 B와 b의 DNA 상대량은 모두 2이므로 Ⓛ은 a이다. P의 Ⓛ의 유전자형은 aaBb이다.

Ⓥ Ⓛ는 Ⅱ이다.

Ⓒ P의 Ⓛ의 유전자형은 aaBb이다.

Ⓥ (가)에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

07 염색체 수 이상 돌연변이

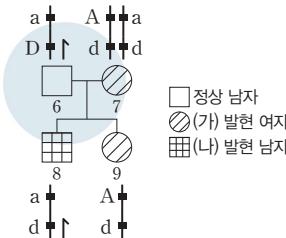
(나)가 발현되지 않은 6과 7 사이에서 (나)가 발현된 8이 태어났으

므로 (나)는 열성 형질이다. B는 정상 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다. (나)의 유전자가 X 염색체에 있다면 (나)의 유전자형은 1이 X^bY , 2가 X^BX^b , 5가 X^bX^b , 6이 X^BY 이므로 1, 2, 5, 6 각각의 체세포 1개당 b의 DNA 상대량을 더한 값은 4이다. 3, 4, 7 각각의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을 더한 값이 $\frac{4}{3}$ 가 될 수 없으므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있고, (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. (가)가 발현되지 않은 남자 1로부터 (가)가 발현된 여자 5가 태어났으므로 (가)는 우성 형질이다. A는 (가) 발현 대립유전자, a는 정상 대립유전자이다. 6과 7에서 모두 적록 색맹이 발현되었다면 8과 9에서도 모두 적록 색맹이 발현되므로 6과 7 중 한 명에서만 적록 색맹이 발현되었다. 정상 대립유전자를 D, 적록 색맹 대립유전자를 d라고 하자. 6에게서 적록 색맹이 발현되고, Ⓛ가 8이라면 적록 색맹과 (가)의 유전자형은 6이 $X^{ad}Y$, 9가 $X^{Ad}X^{ad}$, 7이 $X^{Ad}X^{ad}$ 이므로 6과 7 사이에서 적록 색맹은 발현되고, (가)는 발현되지 않는 8이 태어날 수 없다. 6에게서 적록 색맹이 발현되고, Ⓛ가 9라면 적록 색맹과 (가)의 유전자형은 6이 $X^{ad}Y$, 8이 $X^{ad}Y$, 7이 $X^{AD}X^{ad}$ 이므로 6과 7 사이에서 적록 색맹과 (가)가 모두 발현되는 9가 태어날 수 없다. 7에게서 적록 색맹이 발현되었다. 적록 색맹이 발현되지 않은 남자 6으로부터 적록 색맹이 발현된 여자 9가 태어났으므로 Ⓛ는 9이다. 6의 생식세포 형성 과정에서 염색체 비분리가 1회 일어났고, 9(ⓐ)는 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다. 가계도는 6~9에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.

Ⓐ (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.

Ⓥ 6에게서 적록 색맹이 발현되지 않았다.

Ⓥ 9(ⓐ)는 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.



08 염색체 수 이상 돌연변이

(가)의 유전자형이 모두 AaBb인 아버지와 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 2가지이므로 아버지와 어머니 중 한 명은 A와 B가 함께 있는 염색체와 a와 b가 함께 있는 염색체를 가지고, 나머지 한 명은 A와 b가 함께 있는 염색체와 a와 B가 함께 있는 염색체를 가진다. Ⓛ의 Ⓛ이 5이므로 어머니는 A와 B가 함께 있는 염색체와 a와 b가 함께 있는 염색체를 가지고, 아버지는 A와 b가 함께 있는 염색체와 a와 B가 함께 있는 염색체를 가진다. 어머니의 생식세포 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

Ⓥ 아버지(ⓐ)에게서 A와 B를 모두 갖는 정자가 형성될 수 없다.

Ⓥ 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

Ⓥ Ⓛ의 체세포 1개당 21번 염색체 수는 3이므로 Ⓛ는 다운 증후

군의 염색체 이상을 보인다.

09 염색체 수 이상 돌연변이

여자인 자녀 2가 (가)에 대해 열성 표현형을 가지는데 아버지가 (가)에 대해 우성 표현형을 가지므로 (가)의 유전자는 상염색체에 있고, (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. ④는 ‘발현 안 됨’, ⑥는 ‘발현됨’이라면 (가)와 (나)는 모두 열성 형질이다. (가)와 (나) 중 하나는 우성 형질이고, 나머지 하나는 열성 형질이므로 이는 모순이다. ④는 ‘발현됨’, ⑥는 ‘발현 안 됨’이며, (가)는 우성 형질, (나)는 열성 형질이다. (나)의 유전자형은 아버지가 $X^B Y$, 어머니가 $X^B X^b$, 자녀 3이 $X^B X^B$ 이므로 ⑦은 $X^B X^B$ 를 갖는 어머니의 난자, ⑧은 성염색체가 없는 아버지의 정자이다. ⑦의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

구성원	아버지	어머니	자녀 1	자녀 2	자녀 3
성별	남	여	남	여	여
(가)	④(발현됨)	④(발현됨)	발현 안 됨	⑥(발현 안 됨)	④(발현됨)
(나)	④(발현됨)	발현 안 됨	⑥(발현 안 됨)	발현됨	④(발현 안 됨)

⑦. (가)의 유전자는 상염색체에 있다.

⑧. ⑥는 ‘발현 안 됨’이다.

⑨. ⑦의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

10 염색체 수 이상 돌연변이

생식세포 형성 과정에서 염색체 비분리가 일어나지 않으면 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 2인 아버지와 3인 어머니로부터 6인 자녀 1이 태어날 수 없으므로 ④는 자녀 1이다. 자녀 2의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 0이므로 어머니의 (가)의 유전자형은 $AaBbDd$ 이다. 아버지의 체세포에는 대립유전자 A가 없으므로 아버지의 (가)의 유전자형은 $aaBbDd$ 이다. 자녀 1의 (가)의 유전자형은 $AABBDD$ 이므로 자녀 1은 염색체 수가 24인 난자 ⑦과 염색체 수가 22인 정자 ⑧이 수정되어 태어났으며, ⑦의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

구성원	유전자형	대립유전자		대문자로 표시되는 대립유전자의 수
		A	d	
아버지	$aaBbDd$	×	?(○)	2
어머니	$AaBbDd$?(○)	○	3
자녀 1	$AABBDD$	○	?(×)	6
자녀 2	$aabbdd$	×	?(○)	0

(○: 있음, ×: 없음)

⑩. ④는 자녀 1이다.

⑪. 아버지의 (가)의 유전자형은 $aaBbDd$ 이다.

⑫. ⑦의 염색체 수는 24이다.

11 유전자 돌연변이

(가)의 유전자와 (나)의 유전자는 모두 상염색체에 있으므로 1~8 각각의 $A+a+E+F+G=4$ 이다. 6의 $A+a+F+G=2$ 이므로 6의 (나)의 유전자형은 EE 이다. 6의 $A+G=1$, $a+F=1$ 이므로 6의 (가)의 유전자형은 Aa 이다. 3, 4, 6의 (가)의 표현형은 모두 다르므로 3과 4의 (가)의 유전자형은 각각 AA 와 aa 중 하나이다. 3의 $A+G=1$ 이므로 (가)의 유전자형은 3이 aa , 4가 AA 이다. E를 가지는 3, 4, 6의 유전자형이 모두 다르므로 3과 4의 (나)의 유전자형은 각각 EF 와 EG 중 하나이다. 3의 $A+G=1$ 이므로 (나)의 유전자형은 3이 EG , 4가 EF 이다. 1의 $a+F=4$ 이므로 1의 (가)와 (나)의 유전자형은 $aaFF$ 이다. 1~6의 (나)의 유전자형은 모두 다르므로 2와 5의 (나)의 유전자형은 각각 FG 와 GG 중 하나이다. 5의 $A+G=1$ 이므로 (나)의 유전자형은 5가 FG , 2가 GG 이며, 5의 (가)의 유전자형은 aa 이다. 2의 $a+F=1$ 이므로 2의 (가)의 유전자형은 Aa 이다. 5의 (가)의 유전자형은 aa 이므로 ⑦은 a , ⑧은 A 이다. 7은 5로부터 A를 받고, 6으로부터 E를 받는데 7의 $a+F=2$ 이므로 7의 (가)와 (나)의 유전자형은 $AaEF$ 이다. 7의 ‘ $A+G$ ’(⑨)=1이다. 8은 5로부터 a를 받는데 8의 $A+G=3$ 이므로 8의 (가)와 (나)의 유전자형은 $AaGG$ 이다. 8의 ‘ $a+F$ ’(⑩)=1이며, ⑪은 E , ⑫은 G 이다.

구성원	유전자형	$A+G$	$a+F$
1	$aaFF$?(0)	4
2	$AaGG$?(3)	1
3	$aaEG$	1	?(2)
4	$AAEF$?(2)	?(1)
5	$aaFG$	1	?(3)
6	$AaEE$	1	1
7	$AaEF$	⑨(1)	2
8	$AaGG$	3	⑩(1)

⑩. ④와 ⑤는 각각 1이므로 ⑨+⑩=2이다.

⑪. 4의 (가)의 유전자형은 AA (⑪⑫)이다.

⑫. (나)의 유전자형이 EG (⑪⑫)인 사람과 GG (⑪⑫)인 사람의 표현형은 서로 다르다.

11

생태계의 구성과 기능

수능 2점 테스트

본문 172~174쪽

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

01 생태계의 구성 요소

생태계에서 물질은 생산자에서 소비자와 분해자로, 소비자에서 분해자로 이동한다. A는 생산자, B는 소비자, C는 분해자이다. ⑦은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것이고, ⑧은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이다.

⑨ 물질은 생산자(A)에서 소비자(B)로 먹이 사슬을 따라 이동한다.

⑩ C는 분해자이다.

⑪ 빛의 세기가 참나무의 생장에 영향을 미치는 것은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것(⑫)의 예에 해당한다.

02 생태계의 구성 요소

⑬ 물(비생물적 요인)이 생산자(생물적 요인)에 영향을 주는 것이고, ⑭은 소비자(생물적 요인)가 공기(비생물적 요인)에 영향을 주는 것이며, ⑮은 소비자(생물적 요인)가 토양(비생물적 요인)에 영향을 주는 것이다. (가)는 ⑯, (나)는 ⑰, (다)는 ⑱이다.

ⓧ. (가)는 ⑯이다.

⓯. 물이 부족한 곳에 사는 식물의 뿌리와 저수 조직이 발달하는 것은 (다)(⑲)의 예에 해당한다.

⓯. 생물적 요인과 비생물적 요인은 서로 영향을 주고받는다.

03 개체군의 생장 곡선

A는 자원의 제한이 없는 이상적 환경에서 나타나는 이론적 생장 곡선이고, B는 자원의 제한이 있는 실제 환경에서 나타나는 실제 생장 곡선이다.

⓯. A는 이론적 생장 곡선이다.

ⓧ. 개체 수가 증가하면 개체군의 밀도가 증가하므로 A에서 개체 군의 밀도는 구간 Ⅱ에서가 구간 Ⅰ에서보다 크다.

ⓧ. 개체 수가 증가하면 환경 저항이 증가하므로 B에서 개체군에 작용하는 환경 저항은 구간 Ⅲ에서가 구간 Ⅱ에서보다 크다.

04 개체군의 생존 곡선

한 번에 적은 수의 자손을 낳으며, 초기 사망률이 후기 사망률보다 낮은 ⑲의 생존 곡선은 I형에 해당하고, 한 번에 많은 수의 자

손을 낳으며, 초기 사망률이 후기 사망률보다 높은 ⑳의 생존 곡선은 Ⅲ형에 해당한다.

ⓧ. ⑲의 생존 곡선은 Ⅲ형에 해당한다.

ⓧ. Ⅱ형 생존 곡선에서 사망률은 시간에 따라 비교적 일정하다. 시작 시점의 생존 개체 수는 A 시기가 B 시기보다 많으므로 사망한 개체 수는 A 시기가 B 시기보다 많다.

⓯. 부모의 어린 자손에 대한 보호 행동은 한 번에 적은 수의 자손을 낳는 ⑳에서가 한 번에 많은 수의 자손을 낳는 ⑲에서보다 뚜렷하게 나타난다.

05 개체군의 연령 분포

생식 전 연령층의 비율이 상대적으로 높은 A의 연령 피라미드는 안정형에 해당하고, 생식 전 연령층의 비율이 상대적으로 낮은 B의 연령 피라미드는 쇠퇴형에 해당한다.

ⓧ. A의 연령 피라미드는 안정형에 해당한다.

⓯. A와 B 중 인구수가 감소할 가능성이 높은 지역은 생식 전 연령층의 비율이 상대적으로 낮은 B이다.

ⓧ. 생식 연령층의 인구수는 B에서가 A에서보다 크다.

06 개체군 내의 상호 작용

‘높은 순위의 닉은 낮은 순위의 닉보다 모이를 먼저 먹는다.’는 순위제의 예에 해당하고, ‘우두머리 하이에나는 무리의 사냥 시기와 사냥감을 결정한다.’는 리더제의 예에 해당하며, ‘여왕벌은 생식을 담당하고, 일벌은 먹이 획득을 담당한다.’는 사회생활의 예에 해당한다. A는 순위제, B는 리더제, C는 사회생활이다.

ⓧ. 순위제(A)는 과도한 종내 경쟁을 완화하는 상호 작용이다.

ⓧ. B는 리더제이다.

⓯. 사회생활(C)은 개체군 내의 상호 작용이므로 여왕벌(⑲)은 일벌(⑳)과 한 개체군을 이룬다.

07 방형구법을 이용한 식물 군집 조사

방형구법을 이용하여 식물 군집을 조사한 결과는 표와 같다.

종	밀도 (/m ²)	빈도	상대 밀도 (%)	상대 빈도 (%)	상대 피도 (%)	중요치
A	2.5	1	25	40	40	105
B	4	1	40	40	30	110
C	3.5	0.5	35	20	30	85

ⓧ. B의 밀도는 4 /m²이다.

ⓧ. C의 상대 빈도는 20 %이다.

ⓧ. 중요치가 가장 큰 종은 B이다.

08 방형구법을 이용한 식물 군집 조사

A의 상대 밀도와 상대 빈도는 서로 같으므로 각각 10 %이다. 상대 밀도는 A가 10 %, B가 30 %, D가 20 %이므로 C의 상대 밀도는 40 %이고, C의 개체 수는 48이다. 상대 빈도는 A가 10 %, C가 35 %, D가 15 %이므로 B의 상대 빈도는 40 %이고, B의 빈도(①)는 0.8이다. 상대 피도는 A가 25 %, B가 15 %, C가 25 %, D가 35 %이다. 중요치는 A가 45, B가 85, C가 100, D가 70이다. 이 식물 군집의 우점종은 C이다.

종	개체 수	빈도	상대 피도(%)	중요치
A	12	0.2	25	45
B	36	①(0.8)	15	?(85)
C	?(48)	0.7	25	?(100)
D	24	0.3	?(35)	?(70)

① ①는 0.8이다.

☒. 지표를 덮고 있는 면적이 가장 큰 종은 D이다.

☒. 이 식물 군집의 우점종은 C이다.

09 군집의 종류

기온이 높고 강수량이 적은 A는 열대 사막, 기온이 낮고 강수량이 적은 B는 툰드라, 기온과 강수량이 보통 수준인 C는 낙엽 활엽수림, 기온이 높고 강수량이 많은 D는 열대 우림이다.

☒. 열대 사막(A)은 열대 우림(D)보다 강수량이 적은 지역에서 형성된다.

② B는 툰드라이다.

③ 툰드라(B)는 낙엽 활엽수림(C)보다 고위도에 분포한다.

10 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

(나)에서 매와 참매의 상호 작용은 경쟁의 예에 해당하므로 C는 경쟁이다. 경쟁을 하면 두 종 모두 손해를 입으므로 ④은 손해, ⑤은 이익이다. A에서 두 종 모두 이익을 얻으므로 A는 상리 공생이고, B에서 한 종은 이익을 얻고 나머지 한 종은 손해를 입으므로 B는 포식과 피식이다.

☒. ④은 이익이다.

⑤ B는 포식과 피식이다.

☒. (나)는 종 사이의 상호 작용인 C(경쟁)의 예이므로 매는 참매와 한 개체군을 이루지 않는다.

11 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

창형흡충은 숙주인 달팽이, 개미, 양에게 피해를 주면서 생활하는 기생 생물이다.

⑥ ⑥('창형흡충은 번식하여 알을 낳는다.')은 생물의 특성 중 생

식과 유전의 예에 해당한다.

⑦ 창형흡충은 기생 생물, 개미는 숙주이므로 창형흡충은 개미와의 상호 작용을 통해 이익을 얻는다.

⑧ 달팽이(⑥)와 양(⑦)은 일정한 지역에 모여 생활하므로 같은 군집에 속한다.

12 군집의 천이

군집의 천이는 토양이 형성되지 않은 곳에서 시작하는 1차 천이와 토양이 이미 형성되어 있는 곳에서 시작하는 2차 천이로 구분할 수 있다. 이 식물 군집의 천이는 용암 대지에서 시작하므로 1차 천이이다. A는 초원, B는 양수림, C는 음수림이다.

☒. 이 지역에서 일어난 천이는 1차 천이이다.

⑨ B는 양수림이다.

⑩ 지표면에 도달하는 빛의 세기는 초원(A)에서가 음수림(C)에서보다 크다.

수능 3점 테스트

분문 175~179쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ① 04 ④ 05 ① 06 ②

07 ④ 08 ③ 09 ③ 10 ⑤

01 생태계의 구성 요소

①은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용, ②은 개체군 내의 상호 작용, ③은 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향, ④은 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향이다. (가)는 ②, (나)는 ①, (다)는 ③, (라)는 ④이다.

☒. (나)는 ④이다.

☒. 영양염류(④)는 비생물적 요인에 해당한다.

⑤ 같은 종의 개미가 일을 분담하며 협력하는 것은 개체군 내의 상호 작용 중 사회생활이므로 (라)(④)의 예에 해당한다.

02 개체군의 밀도

개체군을 구성하는 개체 수를 증가시키는 요인으로는 출생과 이입이 있고, 감소시키는 요인으로는 사망과 이출이 있다.

⑥ 지리산 반달가슴곰 복원 사업은 국가적 수준의 생물 다양성 보전 방안에 해당한다.

⑦ '2027년 예상 개체 수(⑥)=2017년 개체 수(56)+예상되는 출생 개체 수(62)+예상되는 이입 개체 수(10)-예상되는 사망 개체 수(30)-예상되는 이출 개체 수(0)'이므로 ⑥는 98이다.

⑧ 2024년 지리산에 서식하는 반달가슴곰의 개체 수(86)는 서식지의 환경 수용력(78)보다 크다.

03 개체군의 생존 곡선

I 형의 생존 곡선을 나타내는 종은 초기 사망률이 후기 사망률보다 낮고, II 형의 생존 곡선을 나타내는 종은 사망률이 일정하며, III 형의 생존 곡선을 나타내는 종은 초기 사망률이 후기 사망률보다 높다. A의 생존 곡선은 III 형, B의 생존 곡선은 II 형, C의 생존 곡선은 I 형에 해당한다.

Ⓐ B의 생존 곡선은 II 형에 해당한다.

✗ 어린 개체의 사망률은 III 형에서가 I 형에서보다 높다.

✗ 한 번에 낳는 자손의 수는 A가 C보다 많다.

04 개체군의 주기적 변동

㉠에서 ①과 ⑥가 모두 사라졌으므로 ㉠은 I, ㉡은 II이다. ㉢에서 ④의 개체 수가 증가한 후 ⑤의 개체 수가 증가하고, ③의 개체 수가 감소한 후 ⑥의 개체 수가 감소하므로 ③은 피식자 B, ⑥은 포식자 A이다.

✗ ㉠은 I이다.

㉡ ③은 A이다.

㉢ 피식자의 은신처 파괴는 생물 다양성 감소의 원인이다.

05 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

종 사이의 경쟁은 A와 B, B와 C, C와 D 사이에서만 발생한다. A와 C, A와 D 사이에서는 경쟁이 발생하지 않으므로 ④는 ‘×’, ⑤는 ‘○’이고, ⑥은 B이다. B와 D 사이에서는 경쟁이 발생하지 않으므로 ㉠은 D, ㉡은 C이다.

㉠ ③은 ‘○’이다.

✗ ㉠은 D이다.

✗ 구간 Ⅲ에서 B(㉡)와 C(㉢) 사이에 경쟁이 일어나지 않았다.

06 방형구법을 이용한 식물 군집 조사

방형구법을 이용하여 식물 군집을 조사한 결과는 표와 같다.

종	밀도 (/m ²)	빈도	피도	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)	상대 피도(%)	중요치
A	1	0.2	0.04	5	10	20	35
B	4	0.6	0.04	20	30	20	70
C	10	0.8	0.02	50	40	10	100
D	5	0.4	0.1	25	20	50	95

✗ A의 빈도(0.2)는 B의 빈도(0.6)보다 작다.

㉡ 피도가 가장 작은 종은 C이다.

✗ 중요치가 가장 큰 종은 C이므로 이 식물 군집의 우점종은 C이다.

07 방형구법을 이용한 식물 군집 조사

A~D 각각의 상대 밀도의 합, 상대 빈도의 합, 상대 피도의 합은 100 %이며, 우점종은 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 모두 합한 중요치가 가장 큰 종이다. ㉠은 상대 밀도, ㉡은 상대 빈도, ㉢은 상대 피도이다. I과 II에서 방형구법을 이용하여 식물 군집을 조사한 결과는 표와 같다.

지역	종	개체 수	㉠ (상대 밀도) (%)	㉡ (상대 빈도) (%)	㉢ (상대 피도) (%)	중요치
I	A	?(48)	32	?(35)	25	92
	B	24	?(16)	15	?(20)	51
	C	51	34	20	40	94
	D	?(27)	18	30	15	63
II	A	64	?(40)	30	30	100
	B	?(16)	10	30	10	50
	C	?(48)	30	24	?(35)	89
	D	32	?(20)	?(16)	25	61

✗ I에서의 중요치는 A는 92, B는 51, C는 94, D는 63이므로 I에서 중요치가 가장 큰 종은 C이다.

㉡ II에서의 상대 빈도는 C는 24 %, D는 16 %이므로 II에서 C가 출현한 방형구의 수는 D가 출현한 방형구의 수보다 많다.

㉢ II의 면적을 S라고 할 때, B의 개체군 밀도는 I에서 $\frac{24}{2S}$, II에서 $\frac{16}{S}$ 이므로 B의 개체군 밀도는 I에서가 II에서보다 작다.

08 생물적 요인 사이의 상호 작용

기생에서는 상호 작용을 하는 두 개체군 중 하나는 이익을 얻고 다른 하나는 손해를 입으며, 상리 공생에서는 상호 작용을 하는 두 개체군이 모두 이익을 얻는다. A는 상리 공생, B는 기생이다.

㉠ A는 상리 공생이다.

㉡ 3가지 특징 중 ‘개체군 내의 상호 작용이다.’만 몇세에 해당하므로 ④는 1이다.

✗ 분서는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용에 해당한다.

09 군집 내 개체군 사이의 상호 작용

A와 B 사이의 상호 작용은 기생에 해당한다. D로부터 공격받는 횟수는 ㉠이 ㉡보다 적으므로 ㉠은 ‘A에 감염되지 않은 B’, ㉡은 ‘A에 감염된 B’이다.

㉠ A는 기생 생물, B는 숙주이므로 A와 B 사이의 상호 작용은 기생에 해당한다.

㉡ C는 식물이므로 C의 광합성을 통해 대기 중의 이산화 탄소

(CO₂)가 유기물로 합성된다.

☒. ④은 ‘A에 감염된 B’이다.

10 군집의 천이

기준의 식물 군집이 있었던 곳에 벌목이 일어나 군집이 파괴된 후 천이가 시작되므로 이 지역에서 2차 천이가 일어났다. A는 음수림, B는 초원, C는 관목림이다. 관목과 교목이 차지하는 면적이 가장 작은 ①은 초원(B)이고, 교목이 차지하는 면적이 가장 큰 ③은 음수림(A)이며, ②은 관목림(C)이다.

①. ②은 관목림(C)이다.

②. 지표면에 도달하는 빛의 세기는 초원(①)에서가 음수림(③)에 서보다 크다.

③. 이 지역에서 2차 천이가 일어났다.

12

에너지 흐름과 물질 순환, 생물 다양성

수능 2점 테스트

본문 186~188쪽

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

01 식물 군집의 물질 생산과 소비

순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 것이며, 피식량, 고사량, 낙엽량, 생장량은 순생산량에 포함된다.

☒. ①은 식물 군집이 생산한 유기물의 총량인 총생산량이다.

②. ②은 식물이 세포 호흡으로 소비한 유기물량인 호흡량이다.

☒. 1차 소비자의 섭식량은 ③(피식량)과 같다. 섭식한 유기물 중 일부가 1차 소비자의 생장에 이용되므로 1차 소비자의 생장량은 ④보다 작다.

02 식물 군집의 유기물량 변화

총생산량은 호흡량보다 크다.

☒. 총생산량은 호흡량보다 크므로 A는 총생산량이고, B는 호흡량이다.

②. 식물 군집의 천이가 일어날 때 양수림은 음수림보다 먼저 출현하므로 ①은 양수림이고, ③은 음수림이다.

③. 구간 I에서 호흡량은 증가하고 순생산량은 감소하므로 $\frac{\text{호흡량}}{\text{순생산량}}$ 은 시간에 따라 증가한다.

03 탄소 순환

대기 중 CO₂는 생산자에 의해 유기물로 전환되고 유기물은 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 운반된다. 사체나 배설물에 포함된 유기물은 분해자가 이용한다. 따라서 A는 분해자, B는 소비자, C는 생산자이다.

①. 곰팡이는 분해자인 A에 속한다.

②. 생산자인 C는 대기 중 CO₂를 이용하여 유기물을 생산한다.

③. 분해자, 소비자, 생산자는 모두 세포 호흡을 통해 CO₂를 방출 한다.

04 생태 피라미드

안정된 생태계에서는 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 감소 한다.

☒. 생산자의 에너지양은 (가)에서와 (나)에서 모두 1000으로 같다.

☒. 2차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서는 15 %이고, (나)에서

는 20 %이다.

- Ⓐ (나)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 15 %, 2차 소비자의 에너지 효율은 20 %, 3차 소비자의 에너지 효율은 30 %이다.

05 물질 순환과 에너지 흐름

물질은 생태계 내에서 순환하며 에너지는 태양으로부터 전달되어 생태계를 거쳐 지구 밖으로 흘러간다.

- Ⓐ X는 태양으로부터 전달되어 생태계를 거쳐 지구 밖으로 흘러가는 경로이므로 에너지 이동 경로이다.

- Ⓑ A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 생산자이다.

- Ⓒ B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다. 유기물 형태의 탄소는 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 이동하므로 B에서 C로 유기물 형태의 탄소가 이동한다.

06 먹이 그물

먹이 그물이 복잡하게 형성될수록 생태계는 안정적으로 유지된다.

- ☒ (가)에서 메뚜기와 다람쥐는 모두 초식 동물이므로 1차 소비자이다.

- ☒ (나)에서 늑대와 족제비는 서로 다른 종이므로 같은 개체군을 이루지 않는다.

- Ⓐ (가)에서 족제비는 다람쥐, 들쥐, 꿩을 먹이로 삼고 있고, (나)에서 족제비는 들쥐만을 먹이로 삼고 있으므로 들쥐가 멸종되었을 때 족제비가 멸종될 가능성은 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

07 질소 순환

질소 기체(N_2)는 질소 고정을 거쳐 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되고, 암모늄 이온(NH_4^+)은 질소 동화를 거쳐 단백질이나 핵산으로 전환된다. 단백질이나 핵산이 분해자에 의해 분해되면 암모늄 이온(NH_4^+)이 생성된다. Ⓛ은 뿌리혹박테리아, Ⓜ은 완두, Ⓝ은 곰팡이이다.

- Ⓐ Ⓛ이 질소 고정을 통해 질소 기체(N_2)를 Ⓛ으로 전환하므로 Ⓛ은 암모늄 이온(NH_4^+)이다.

- Ⓒ Ⓝ은 분해자에 속하는 곰팡이이므로 Ⓝ에서 유기물이 무기물로 분해된다.

- Ⓓ Ⓛ은 Ⓛ에게 암모늄 이온(NH_4^+)을 제공하고, Ⓛ은 Ⓛ에게 유기물을 제공하므로 Ⓛ과 Ⓛ 사이의 상호 작용은 상리 공생이다.

08 외래종과 생물 다양성

외래종 중 일부는 빠르게 번식하면서 토착종의 서식에 악영향을 미칠 수 있다.

- Ⓐ 우리나라에 자생하지 않는 미국가재와 가시상추가 인간의 활동이나 목적에 의해 우리나라로 도입되었으므로 Ⓛ와 Ⓛ는 모두 우리나라의 외래종이다.

☒ 미국가재로 인해 토착종 가재가 손해를 보았으므로 Ⓛ와 Ⓛ 사이의 상호 작용은 상리 공생이 아니다.

- Ⓐ Ⓛ는 생물을 이용하여 인간에게 유용한 것을 얻은 것이므로 생물 자원을 이용한 예이다.

09 서식지 단편화

서식지가 단편화되면 서식지의 내부 공간은 크게 감소하고 서식지 가장자리는 증가한다.

- Ⓐ t_1 에서 t_2 로 될 때 하나의 서식지가 분할되는 서식지 단편화가 일어났다.

☒ 가장자리에 주로 분포하는 종은 Ⓛ와 Ⓛ이다. 따라서 가장자리에 주로 분포하는 종의 개체 수를 더한 값은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 적다.

- Ⓒ 종 다양성은 종의 수가 많을수록 각 종을 구성하는 개체의 수가 고를수록 높다. 따라서 동물 종 다양성은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

10 에너지 흐름

태양으로부터 전달되는 빛에너지는 생산자에서 화학 에너지로 전환되어 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 이동한다.

- Ⓐ A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 생산자이다.

- Ⓒ C에서 방출된 에너지양이 $15 + 5 = 20$ 이므로 B에서 C로 이동한 에너지양은 20이다. B에서 방출된 에너지양이 $50 + 20 + 10 = 80$ 이므로 A에서 B로 이동한 에너지양은 B에서 C로 이동한 에너지양의 4배인 80이다.

☒ A가 태양으로부터 받아들인 에너지양이 1000이고 A에서 방출된 에너지양이 Ⓛ + 80 + 100이므로 Ⓛ은 820이다.

11 질소 순환

콩과식물의 뿌리에는 뿌리혹은 형성하는 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아가 공생하고 있다.

- Ⓐ X는 생산자인 식물이므로 유기물을 스스로 합성한다.

- Ⓒ X는 뿌리로 흡수한 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)을 이용하여 단백질이나 핵산을 합성하는 질소 동화를 한다.

- Ⓓ Y에서는 질소(N_2)를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환하는 질소 고정이 일어난다.

12 생태 피라미드

안정된 생태계에서는 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 감소한다.

- ☒ (나)에서 A의 에너지양이 B의 에너지양보다 적으므로 A는 2차 소비자이고, B는 1차 소비자이다.

㉡ (나)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 15 %이므로 ④는 200이다.

㉢ 3차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서 $\frac{10}{30} \times 100 = 33.33\%$ 이고, (나)에서 $\frac{18}{60} \times 100 = 30\%$ 이다. 따라서 3차 소비자의 에너지 효율은 (가)에서가 (나)에서보다 높다.

수능 3점 테스트

본문 189~191쪽

01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ② 05 ③ 06 ④

01 질소 순환

뿌리혹박테리아에서는 질소 고정이 일어나고, 탈질산화 세균에서는 탈질산화 반응이 일어난다.

✗ 뿌리혹박테리아와 탈질산화 세균은 모두 세포 호흡을 통해 유기물을 분해하여 CO_2 를 방출하므로 ㉠은 ‘세포 호흡을 통해 유기물을 분해하여 CO_2 를 방출한다.’이다.

㉡ 질산 이온(NO_3^-)을 이용해 질소 기체(N_2)를 생성하는 것은 탈질산화 세균이 갖는 특징이고, 뿌리혹박테리아는 갖지 않는 특징이므로 A는 뿌리혹박테리아, B는 탈질산화 세균이다.

㉢ 질산화 세균은 암모늄 이온(NH_4^+)을 이용해 질산 이온(NO_3^- , ④)을 생성하는 질산화 작용을 한다.

02 서식지 단편화

서식지가 단편화되면 생물이 서식할 수 있는 충분한 면적이 확보되지 못하고, 생물의 이동이 차단된다. 이로 인해 생물 다양성은 감소할 수 있다.

✗ A에서는 멸종이 일어나지 않았으며 멸종한 절지동물의 종 수가 가장 많은 이끼층은 B이다.

㉡ 서식지 단편화로 인해 멸종이 일어났으므로 서식지 단편화는 종 다양성에 영향을 미친다.

㉢ 멸종한 절지동물의 수가 B에서가 C에서보다 많은 것은 C에서 서식지가 모두 연결되어 있기 때문이다. 따라서 단편화된 서식지를 연결해주는 생태 통로는 생물 다양성 보전에 효과가 있다.

03 생물 다양성

인간의 활동으로 인한 기후 변화와 환경 오염은 생물 다양성 감소의 주요 원인이다.

㉠ 기후 변화와 환경 오염은 생태계에 큰 영향을 미치면서 생물 다양성에도 영향을 미친다.

㉡ 기후 변화로 인해 나비의 종 다양성이 감소되었으므로 기후

변화는 종 다양성 감소의 원인 중 하나이다.

㉢ X의 유전적 다양성이 감소하였으므로 X의 유전적 변이의 다양한 정도는 1990년대가 2010년대보다 높다.

04 식물 군집의 물질 생산과 소비

총생산량에서 호흡량을 뺀 값이 순생산량이며, 순생산량에서 피식량, 고사량, 낙엽량을 뺀 값이 생장량이다. A는 호흡량, B는 피식량, 고사량, 낙엽량이다.

✗ 식물 군집이 세포 호흡으로 소비한 유기물의 양은 호흡량이다.

㉡ 피식량은 순생산량에서 생장량을 제외한 B에 속한다.

✗ A는 총생산량에서 순생산량을 뺀 값이므로 구간 I에서 시간에 따라 증가한다.

05 순생산량

지구 상에는 다양한 군집이 형성되어 있으며 특정 군집에서는 단위 면적당 순생산량이 높은 반면 다른 군집에서는 단위 면적당 순생산량이 낮다.

㉠ 기후 변화로 인해 고유의 생물종이 살고 있는 군집이 축소되거나 파괴되므로 기후 변화는 생물 다양성 감소에 영향을 미친다.

✗ ④는 산호초 지역에서 생산된 유기물을 이용하여 세포 호흡을 하므로 ④의 호흡량은 산호초 지역에서의 순생산량보다 작다.

㉢ 지구의 면적에서 차지하는 비율이 툰드라 지역이 산호초 지역에 비해 크지만 순생산량에서 차지하는 비율이 작은 것은 단위 면적당 순생산량이 툰드라 지역이 산호초 지역보다 적기 때문이다.

06 외래종

외래종이 유입되어 빠르게 번식하면 토착종이 손해를 보면서 생물 다양성 감소에 영향을 미칠 수 있다.

㉠ ④는 인간의 활동으로 한국에 유입되었으므로 외래종이다.

✗ ④의 유입으로 ⑥가 손해를 보므로 ④와 ⑥ 사이의 상호 작용은 상리 공생이 아니다.

㉢ ④는 생물로부터 얻은 인간에게 유용한 것이므로 생물 자원을 이용한 예이다.

01 생명 과학의 이해

수능 2점 테스트

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

수능 3점 테스트

01 ⑤ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤ 05 ② 06 ③

02 생명 활동과 에너지

수능 2점 테스트

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

수능 3점 테스트

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ① 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ③

03 물질대사와 건강

수능 2점 테스트

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

수능 3점 테스트

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

04 자극의 전달

수능 2점 테스트

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

수능 3점 테스트

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

05 신경계

수능 2점 테스트

- 본문 64~67쪽
 01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ⑤ 05 ① 06 ④
 07 ⑤ 08 ② 09 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ⑤
 13 ② 14 ③ 15 ① 16 ③

수능 3점 테스트

- 본문 68~71쪽
 01 ① 02 ⑤ 03 ③ 04 ② 05 ⑤ 06 ④
 07 ② 08 ④

07 방어 작용

수능 2점 테스트

- 본문 97~100쪽
 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ② 04 ① 05 ④ 06 ①
 07 ⑤ 08 ① 09 ① 10 ⑤ 11 ② 12 ⑤
 13 ③ 14 ② 15 ⑤ 16 ②

수능 3점 테스트

- 본문 101~107쪽
 01 ① 02 ② 03 ④ 04 ⑤ 05 ③ 06 ②
 07 ⑤ 08 ⑤ 09 ③ 10 ② 11 ④ 12 ⑤
 13 ⑤ 14 ③

06 항상성

수능 2점 테스트

- 본문 79~82쪽
 01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ③ 05 ① 06 ⑤
 07 ③ 08 ③ 09 ⑤ 10 ① 11 ④ 12 ③
 13 ② 14 ③ 15 ⑤ 16 ④

수능 3점 테스트

- 본문 83~89쪽
 01 ② 02 ① 03 ② 04 ③ 05 ⑤ 06 ④
 07 ⑤ 08 ③ 09 ③ 10 ② 11 ⑤ 12 ③
 13 ⑤ 14 ②

08 유전 정보와 염색체

수능 2점 테스트

- 본문 118~121쪽
 01 ② 02 ① 03 ③ 04 ① 05 ③ 06 ④
 07 ④ 08 ③ 09 ④ 10 ① 11 ② 12 ⑤
 13 ⑤ 14 ④ 15 ② 16 ④

수능 3점 테스트

- 본문 122~127쪽
 01 ① 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ④ 06 ③
 07 ③ 08 ④ 09 ⑤ 10 ⑤

09 사람의 유전

수능 2점 테스트		본문 138~141쪽	
01 ⑤	02 ④	03 ③	04 ①
07 ⑤	08 ④	09 ②	10 ③
13 ①	14 ⑤	15 ①	16 ③
수능 3점 테스트		본문 142~147쪽	
01 ④	02 ②	03 ②	04 ③
07 ①	08 ③	09 ⑤	10 ③

11 생태계의 구성과 기능

수능 2점 테스트		본문 172~174쪽	
01 ⑤	02 ④	03 ①	04 ②
07 ③	08 ①	09 ④	10 ②
수능 3점 테스트		본문 175~179쪽	
01 ②	02 ⑤	03 ①	04 ④
07 ④	08 ③	09 ③	10 ⑤

10 사람의 유전병

수능 2점 테스트		본문 154~157쪽	
01 ③	02 ⑤	03 ①	04 ①
07 ④	08 ②	09 ①	10 ②
13 ②	14 ②	15 ⑤	05 ④
수능 3점 테스트		본문 158~163쪽	
01 ③	02 ②	03 ③	04 ⑤
07 ②	08 ④	09 ⑤	10 ⑤
06 ①	11 ③	05 ③	04 ②

12 에너지흐름과 물질순환, 생물다양성

수능 2점 테스트		본문 186~188쪽	
01 ③	02 ⑤	03 ⑤	04 ②
07 ⑤	08 ④	09 ③	10 ③
수능 3점 테스트		본문 189~191쪽	
01 ④	02 ④	03 ⑤	04 ②
06 ①	11 ③	05 ③	06 ④

● 고1~2, 내신 중점

구분	고교 입문	>	기초	>	기본	>	특화	+	단기		
국어	고등예비 과정	내 등급은?	윤혜정의 개념의 나비효과 입문 편 + 워크북	기본서 올림포스	—	국어 특화 국어 독해의 원리	국어 문법의 원리	단기 특강			
			어휘가 독해다! 수능 국어 어휘								
			정승익의 수능 개념 잡는 대박구문	올림포스 전국연합 학력평가 기출문제집	—	영어 특화 Grammar POWER Reading POWER	Listening POWER Voca POWER				
			주혜연의 해석공식 논리 구조편								
			기초 50일 수학 + 기출 워크북			유형서 올림포스 유형편	영어 특화 고급영어독해				
수학			매쓰 디렉터의 고1 수학 개념 끝장내기			수학 특화 수학의 왕도					
한국사 사회				기본서 개념완성	고등학생을 위한 多담은 한국사 연표						
과학			50일 과학	개념완성 문항편	인공지능 수학과 함께하는 고교 AI 입문 수학과 함께하는 AI 기초						

과목	시리즈명	특징	난이도	권장 학년
전 과목	고등예비과정	예비 고등학생을 위한 과목별 단기 완성	■■■■■	예비 고1
국/영/수	내 등급은?	고1 첫 학력평가 + 반 배치고사 대비 모의고사	■■■■■	예비 고1
	올림포스	내신과 수능 대비 EBS 대표 국어·수학·영어 기본서	■■■■■	고1~2
	올림포스 전국연합학력평가 기출문제집	전국연합학력평가 문제 + 개념 기본서	■■■■■	고1~2
	단기 특강	단기간에 끝내는 유형별 문항 연습	■■■■■	고1~2
한/사/과	개념완성&개념완성 문항편	개념 한 권 + 문항 한 권으로 끝내는 한국사·탐구 기본서	■■■■■	고1~2
국어	윤혜정의 개념의 나비효과 입문 편 + 워크북	윤혜정 선생님과 함께 시작하는 국어 공부의 첫걸음	■■■■■	예비 고1~고2
	어휘가 독해다! 수능 국어 어휘	학평·모평·수능 출제 필수 어휘 학습	■■■■■	예비 고1~고2
	국어 독해의 원리	내신과 수능 대비 문학·독서(비문학) 특화서	■■■■■	고1~2
	국어 문법의 원리	필수 개념과 필수 문항의 언어(문법) 특화서	■■■■■	고1~2
영어	정승익의 수능 개념 잡는 대박구문	정승익 선생님과 CODE로 이해하는 영어 구문	■■■■■	예비 고1~고2
	주혜연의 해석공식 논리 구조편	주혜연 선생님과 함께하는 유형별 지문 독해	■■■■■	예비 고1~고2
	Grammar POWER	구문 분석 트리로 이해하는 영어 문법 특화서	■■■■■	고1~2
	Reading POWER	수준과 학습 목적에 따라 선택하는 영어 독해 특화서	■■■■■	고1~2
	Listening POWER	유형 연습과 모의고사·수행평가 대비 올인원 듣기 특화서	■■■■■	고1~2
	Voca POWER	영어 교육과정 필수 어휘와 어원별 어휘 학습	■■■■■	고1~2
수학	고급영어독해	영어 독해력을 높이는 영미 문학/비문학 읽기	■■■■■	고2~3
	50일 수학 + 기출 워크북	50일 만에 완성하는 초·중·고 수학의 맥	■■■■■	예비 고1~고2
	매쓰 디렉터의 고1 수학 개념 끝장내기	스타강사 강의, 손글씨 풀이와 함께 고1 수학 개념 정복	■■■■■	예비 고1~고1
	올림포스 유형편	유형별 반복 학습을 통해 실력 잡는 수학 유형편	■■■■■	고1~2
	올림포스 고난도	1등급을 위한 고난도 유형 집중 연습	■■■■■	고1~2
한국사	수학의 왕도	직관적 개념 설명과 세분화된 문항 수록 수학 특화서	■■■■■	고1~2
	고등학생을 위한 多담은 한국사 연표	연표로 흐름을 잡는 한국사 학습	■■■■■	예비 고1~고2
	50일 과학	50일 만에 통합과학의 핵심 개념 완벽 이해	■■■■■	예비 고1~고1
기타	수학과 함께하는 고교 AI 입문/AI 기초	파이선 프로그래밍, AI 알고리즘에 필요한 수학 개념 학습	■■■■■	예비 고1~고2

● 고2~N수, 수능 집중

구분	수능 입문	> 기출/연습	>	연계 + 연계 보완	>	고난도	>	모의고사
국어	윤혜정의 개념/패턴의 나비효과		윤혜정의 기출의 나비효과	수능특강 문학 연계 기출	수능특강 사용설명서	하루 3개 1등급 국어독서		FINAL 실전모의고사
영어	기본서 수능 빌드업	수능 특강 Light	수능 기출의 미래	수능연계교재의 VOCA 1800 수능연계 기출 Vaccine VOCA 2200	수능완성 사용설명서 수능 영어 간접연계 서치라이트	하루 6개 1등급 영어독해		만점마무리 봉투모의고사 시즌1
수학	수능 감(感)잡기	수능 개념	수능 기출의 미래 미니모의고사	수능연계교재 수능특강 수능완성	수능연계완성 3주 특강			만점마무리 봉투모의고사 시즌2
한국사 사회	수능 스타트		수능특강Q 미니모의고사	eBook 전용 수능완성R 모의고사 수능 등급을 올리는 변별 문항 공략	박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴			만점마무리 봉투모의고사 고난도 Hyper
과학								수능 직전보강 클리어 봉투모의고사

구분	시리즈명	특징	난이도	영역
수능 입문	윤혜정의 개념/패턴의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 수능 국어 개념/패턴 학습		국어
	수능 빌드업	개념부터 문항까지 한 권으로 시작하는 수능 특화 기본서		국/수/영
	수능 스타트	2028학년도 수능 예시 문항 분석과 문항 연습		사/과
	수능 감(感) 잡기	동일 소재·유형의 내신과 수능 문항 비교로 수능 입문		국/수/영
	수능특강 Light	수능 연계교재 학습 전 가볍게 시작하는 수능 도전		영어
	수능개념	EBSi 대표 강사들과 함께하는 수능 개념 다지기		전 영역
기출/연습	윤혜정의 기출의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 까다로운 국어 기출 완전 정복		국어
	수능 기출의 미래	올해 수능에 딱 필요한 문제만 선별한 기출문제집		전 영역
	수능 기출의 미래 미니모의고사	부담 없는 실전 훈련을 위한 기출 미니모의고사		국/수/영
	수능특강Q 미니모의고사	매일 15분 연계교재 우수문항 풀이 미니모의고사		국/수/영/사/과
	수능완성R 모의고사	과년도 수능 연계교재 수능완성 실전편 수록		수학
연계 + 연계 보완	수능특강	최신 수능 경향과 기출 유형을 반영한 종합 개념 학습		전 영역
	수능특강 사용설명서	수능 연계교재 수능특강의 국어·영어 지문 분석		국/영
	수능특강 문학 연계 기출	수능특강 수록 작품과 연관된 기출문제 학습		국어
	수능완성	유형·테마 학습 후 실전 모의고사로 문항 연습		전 영역
	수능완성 사용설명서	수능 연계교재 수능완성의 국어·영어 지문 분석		국/영
	수능 영어 간접연계 서치라이트	출제 가능성이 높은 핵심 간접연계 대비		영어
	수능연계교재의 VOCA 1800	수능특강과 수능완성의 필수 중요 어휘 1800개 수록		영어
	수능연계 기출 Vaccine VOCA 2200	수능 - EBS 연계와 평가원 최다 빈출 어휘 선별 수록		영어
고난도	하루 N개 1등급 국어독서/영어독해	매일 꾸준한 기출문제 학습으로 완성하는 1등급 실력		국/영
	수능연계완성 3주 특강	단기간에 끝내는 수능 1등급 변별 문항 대비		국/수/영
	박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴	박봄 선생님과 사회·문화 표 분석 문항의 패턴 연습		사회탐구
	수능 등급을 올리는 변별 문항 공략	EBSi 선생님이 직접 선별한 고변별 문항 연습		수/영
모의고사	FINAL 실전모의고사	EBS 모의고사 중 최다 분량 최다 과목 모의고사		전 영역
	만점마무리 봉투모의고사 시즌1/시즌2	실제 시험지 형태와 OMR 카드로 실전 연습 모의고사		전 영역
	만점마무리 봉투모의고사 고난도 Hyper	고난도 문항까지 국·수·영 논스톱 훈련 모의고사		국·수·영
	수능 직전보강 클리어 봉투모의고사	수능 직전 성적을 끌어올리는 마지막 모의고사		국/수/영/사/과

memo