수능 1등급 프로젝트

비기(秘記)

정답과 해설

Ⅰ. 생명과학의 이해

001	⑤	002	⑤	003	③	004	②	005	⑤
006	③	007	③	008	①	009	⑤	010	①
011	④	012	④	013	①	014	④	015	②
016	④	017	⑤	018	④	019	④	020	①
021	④	022	②	023	④	024	②	025	③
026	④	027	⑤	028	⑤	029	④	030	⑤
031	③	032	①	033	④	034	⑤	035	③
036	⑤	037	②	038	⑤	039	②	040	④
041	①	042	②	043	②	044	②		

001 ⑤

동물 세포와 식물 세포

(가)는 엽록체, 세포벽, 중심 액포가 없고 중심립이 있는 동물 세포이고, (나)는 엽록체, 세포벽, 중심 액포가 있고 중심립이 없는 식물 세포이다. A는 핵, B는 엽록체이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. A는 핵이다. 핵에는 DNA가 감겨 있는 히스톤 단백질이나 DNA를 복제하는 효소 등 다양한 단백질이 들어 있다.

ㄷ. B는 엽록체이다. 엽록체에서는 빛에너지를 흡수해 이산화탄소와 물로 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)는 동물 세포이다.

002 ⑤

여러 개의 막 구조물이 겹쳐 있는 모양을 하고 있는 A는 골지체이다.

표면에 리보솜이 붙어 있는 C는 소포체이며, 소포체 중에서도 거친면 소포체이다. B는 리소좀이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. 피부를 이루고 있는 세포는 차단과 방어 기능이 활발한 세포이다. 이에 반해 소화샘을 이루고 있는 세포는 소화 효소를 분비하는 분비 기능이 활발한 세포이므로 골지체가 발달하였다.

ㄷ. A~C는 모두 동물 세포에서 발견되는 세포 소기관들이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)는 아미노산이다. 2개의 (가)가 결합하는 과정은 리보솜에서 일어난다. 리소좀에는 가수 분해 효소가 들어 있어 세포 내 소화가 진행된다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



단백질의 합성과 이동에 관여하는 세포 소기관은 리보솜, 소포체, 골지체이다. 단백질의 합성과 분비 과정은 DNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 단백질이 합성되어 소포체를 통해 골지체로 이동한다. 이후 단백질이 담긴 분비 소낭이 골지체에서 떨어져 나와 세포막 쪽으로 이동하여 세포 밖으로 분비된다. 소포체와 골지체는 형질 세포, 이자의 소화 효소 분비 세포 등 단백질의 합성과 분비가 활발한 세포에 발달되어 있다.

003 ③

세포 소기관

봉숭아 잎 세포에는 엽록체와 중심 액포와 핵막이 모두 존재하고 토끼의 간세포에는 엽록체와 중심 액포는 없고 핵만 존재한다.

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)는 핵, (나)는 중심 액포, (다)는 엽록체이다. 중심 액포는 동물 세포인 토끼의 간세포에는 존재하지 않고, 엽록체는 식물 세포인 봉숭아 잎 세포에 존재한다.

ㄴ. 핵과 엽록체에는 유전 물질이 존재한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. (다)는 엽록체로 광합성에 관여하는 효소와 광합성 색소가 존재한다. 산소 호흡으로 ATP를 합성하는 것은 미토콘드리아이다.

004 ②

생명 현상의 특성 중 개체 유지 특성에는 세포로 구성, 항상성, 자극에 대한 반응, 물질대사가 해당하고, 종족 유지 특성에는 생식과 유전, 적응과 진화가 해당한다. A는 항상성이며, B는 유전이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 뜨거운 찜질방에 들어가면 땀이 나는 것은 항상성의 예이므로 A에 해당한다.

ㄷ. 분홍색 분꽃을 자가 수분시켰을 때 자손의 표현형(붉은색 : 분홍색 : 흰색)의 비는 1 : 2 : 1로 나타난 것은 유전의 예이므로 B에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 대장균이 포도당을 분해하며 에너지를 얻는 것은 유전 또는 항상성이 아니라 물질대사와 관련이 깊다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



생명 현상의 특성 구분

1. 개체 유지 현상 : 하나의 생물이 살아 있는 상태는 유지하는 것과 관련된 특성
   • 세포로 구성

• 물질대사(에너지 대사)
• 자극에 대한 반응(조건 반사, 무조건 반사), 항상성 유지
• 발생 생장 : 발생이란 다세포 생물의 경우 하나의 수정란이 세포 분열을 거쳐 많은 세포를 형성하면서 분화되어 새로운 개체로 발생하는 것을 말하고 생장은 발생에 의해 생겨난 어린 개체가 세포 분열로 세포수를 늘려가면서 생장하는 것.
2. 종족 유지 현상 : 한 종의 종족을 보존하는 데 관여하는 특성으로 생식과 유전, 적응과 진화가 있다.

005 ⑤

적응

☑ 정답 해설

천적의 유무에 따라 거피의 몸에 나타나는 무늬의 수가 다른 것은 환경 변화에 대응하여 몸의 형태를 변화시킨 현상이기 때문에 생물의 적응이라고 볼 수 있다. 평지에서 홀로 자란 소나무의 가지가 숲 속에서 자란 것보다 넓게 퍼지는 것도 적응으로 볼 수 있다.

☑ 오답 피하기

①은 항상성 유지, ②는 발생, ③은 물질대사, ④는 자극에 대한 반응의 예이다.

006 ③

적응과 진화

☑ 정답 해설

ㄷ. 추운 지방보다 더운 지방에서 사는 여우의 몸집이 작은 것은 열 발산을 촉진시키기 위한 것으로, 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 짠 음식을 많이 먹으면 체액의 삼투압이 높아지므로 삼투압을 낮추기 위해 콩팥에서 물의 재흡수가 많아져 오줌량이 감소한다. 이는 생명 현상의 특성 중 항상성에 해당한다.
ㄴ. 짚신벌레가 빛이 비치는 쪽으로 모여드는 것은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응에 해당한다.

007 ③

1년 중 기온이 영하로 내려가는 시기에는 체내 삼투압을 높여서 체액이 얼지 않게 유지함으로써 추운 지역에서 살아남기에 유리한 특성을 지니게 된 것은 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 관한 예에 해당한다.

☑ 정답 해설

ㄷ. 아프리카펭귄이 남극펭귄에 비해 몸집이 작고 땀샘이 발달한 것은 적응과 진화에 관한 예에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 노랑초파리의 유충이 탈바꿈과 탈피를 하면서 성충이 되는 것은 발생과 생장에 관한 예에 해당한다.
ㄴ. 올챙이가 자라는 동안 뒷다리가 먼저 생긴 후 앞다리가 생기는 것은 발생과 생장에 관한 예에 해당한다.

008 ①

☑ 정답 해설

갈라파고스 군도의 각 섬에 살고 있는 핀치새의 부리 모양이 다른 것은 각 섬에 분포하는 주된 먹이의 종류에 따른 적응과 진화의 결과로 나타난 현상이다. 개구리, 악어, 하마의 눈의 위치가 비슷한 것은 이들이 물에 떠서 생활하는 습성에 따른 적응과 진화의 결과이다.

☑ 오답 피하기

② 지렁이에게 빛을 비추면 어두운 곳으로 도망가는 것은 자극에 대한 반응과 관련이 있다.
③ 밀폐된 유리병에 쥐만 넣어 두면 죽지만 녹색 식물과 함께 두면 사는 것은 녹색 식물의 광합성 결과 산소가 발생하고, 쥐가 산소를 이용하여 호흡을 할 수 있기 때문에 나타나는 현상이다. 따라서 생명 현상의 특성 중 물질대사와 가장 관련이 깊다.
④ 상자 속에 암수 바퀴벌레 한 쌍을 넣어 두면 얼마 후 그 수가 크게 증가하는 것은 생명 현상의 특성 중 생식과 관련이 있다.
⑤ 동물의 수정란이 세포 분열을 거치면서 분화하여 하나의 개체로 완성되는 것은 생명 현상의 특성 중 발생과 생장에 해당한다.

009 ⑤

적응과 진화

☑ 정답 해설

⑤ 핀치새의 부리 모양이 먹이 종류에 따라 달라진 현상은 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

☑ 오답 피하기

①은 발생과 생장, ②는 항상성, ③은 유전, ④는 물질대사에 해당한다.

010 ①

☑ 정답 해설

누군가 자신을 부르는 소리를 듣고 뒤를 돌아본 것은 자극에 대한 반응(A)의 예이고, 베타카로틴이 비타민 A로 전환되는 것은 체내에서 일어나는 화학 반응인 물질대사(B)의 예이다. 극호열성 세균이 70 ℃ 이상의 뜨거운 물 속에서 사는 것은 적응(C)의 예이다.
ㄱ. 자극에 대한 반응(A)과 물질대사(B)는 모두 생명체가 자신의 생명을 유지하기 위한 것이므로 개체 유지 특성에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. C는 적응이며, 적응은 생물이 환경의 변화에 대응하여 몸의 형태, 기능 및 생활 습성 등이 변해가는 현상이다. 반면, 생물이 환경 변화에 대해 적절히 반응함으로써 체내의 상태를 일정하게 유지하는 것은 항상성이다.

ㄷ. 어떤 사람이 사나운 개를 만났을 때 무서워서 심장 박동이 빨라지는 것은 교감 신경에 의한 반응이므로 자극에 대한 반응의 예이다. 따라서 항상성의 예(㉠)에 해당하지 않는다.

011 ④

☑ 정답 해설

(가)에서 ㉠ 부위는 체관이 있는 부위이며, 체관을 통해 광합성 결과 만들어진 산물이 당의 형태로 식물체의 각 부위로 이동한다. (나)에서 체관이 있는 부위의 일부를 고리 모양으로 벗긴 후 일정 시간이 경과하였을 때 벗긴 부위의 위쪽 줄기가 두꺼워진 것은 광합성 산물이 체관을 통해 줄기 아래쪽으로 이동하지 못하였기 때문이다. 광합성은 물질대사의 동화 작용이므로, (나)와 같이 사과나무 줄기에서 일어난 변화와 가장 관련이 깊은 생명 현상의 특성은 물질대사이다.

012 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 포도당에 2개의 인산이 결합하므로 동화 작용이고, B는 2개의 인산이 결합된 6탄소 화합물이 분해되어 1개의 인산이 결합된 3탄소 화합물 2분자가 생성되므로 이화 작용이다. 따라서 A와 B는 모두 물질대사이며, 물질대사에는 반드시 효소가 작용한다.

ㄷ. 사람의 간에서 암모니아가 요소로 전환되는 것은 물질대사이므로 (가)에서 나타난 생명 현상의 특성에 대한 예에 해당된다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (나)는 반응물보다 생성물이 가진 에너지양이 더 많으므로 동화 작용에서 일어나는 에너지 변화이다. 따라서 (나)는 A가 일어날 때의 에너지 변화이다. B가 일어날 때는 에너지가 방출되므로 생성물보다 반응물이 가진 에너지양이 더 많게 된다.

013 ①

물질대사

☑ 정답 해설

ㄱ. 빛을 받지 못하는 (가)의 잎에서는 O_2를 소모하고 CO_2를 방출하는 세포 호흡이 일어났다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (나)로부터 알 수 있는 것은 이화 작용이 일어나고 있다는 것이다. 이화 작용은 높은 에너지 함량을 갖는 큰 분자가 낮은 에너지 함량을 갖는 작은 분자로 분해되면서 에너지가 방출되는 과정이다.

ㄷ. (가)의 잎에서는 유기물이 분해되면서 CO_2가 발생하는 세포 호흡이 일어나므로 유기물의 양은 점차 감소한다.

014 ④

생명체 탐사

☑ 정답 해설

ㄴ. $^{14}CO_2$와 ^{14}CO를 제거한 A에서 토양을 가열했을 때 방사능이 검출된다는 것은 토양에서 ^{14}C가 포함된 유기물이 가열에 의해 분해되어 $^{14}CO_2$ 또는 ^{14}CO가 발생했다는 것을 의미한다. 또, 이것은 $^{14}CO_2$와 ^{14}CO를 제거하기 전에 처음에 주입했던 $^{14}CO_2$나 ^{14}CO로부터 ^{14}C가 있는 유기물이 합성되었다는 것을 의미한다.

ㄷ. B에서 방사능이 검출된다는 것은 ^{14}C를 함유한 기체가 발생한다는 것이고, 이 기체의 기원이 될 수 있는 것은 ^{14}C가 있는 유기물뿐이었으므로 유기물이 분해되었다는 것을 의미한다. 또, 이것은 이화 작용을 하는 생명체가 있을 가능성이 있다는 것을 의미한다.

015 ②

바이러스는 스스로 물질대사를 못하지만, 살아 있는 숙주 내에서는 증식할 수 있고 돌연변이가 나타나기도 한다.

☑ 정답 해설

ㄷ. 변종이 생기는 것은 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 바이러스는 세포 구조가 아니다.

ㄴ. 병원체 X는 바이러스이므로 영양 물질만 들어 있는 배지에서는 스스로 증식하지 못하고, 살아 있는 숙주 내에서 증식할 수 있다.

016 ④

대장균과 정자는 세포이며, 바이러스는 세포의 구조를 가지고 있지 않다.

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)~(다)는 모두 유전과 단백질 합성에 관여하는 물질로 핵산을 가지고 있다. 정자와 세균은 유전 물질로 DNA를 가지고 있으며 바이러스는 종류에 따라 DNA를 유전 물질로 가지는 것도 있고 RNA를 유전 물질로 가지는 것도 있다.

ㄷ. (나)와 (다)는 모두 자극에 대해 반응한다. 대장균과 정자는 각각 특정 화학 물질에 반응하여 그 방향으로 나아가는 특성을 보인다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (가)는 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식하지만 (나)는 숙주 세포 밖에서도 적절한 환경이 주어지면 증식한다.

017 ⑤

생물과 무생물

☑ 정답 해설

ㄴ. 대장균(가)은 생명체이기 때문에 효소를 가지고 있어서 물질대사를 일으킨다.

ㄷ. 푸른곰팡이(나)와 뇌수막염 바이러스(다)는 모두 유전 물질(핵산)을 가지고 있기 때문에 돌연변이가 일어난다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. '발생과 생장이 일어난다.'는 푸른곰팡이(나)만 가지고 있는 특성이므로 ㉢이다.

018 ④

세포의 종류와 구조

☑ 정답 해설

ㄱ. 독감 바이러스(가)는 세포로 되어 있지 않기 때문에 세포막이 없다.

ㄷ. 신경 세포(나)는 동물의 신경 조직을 구성하고, 공변세포(라)는 식물의 표피 조직을 구성한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 대장균(다)은 단세포 생물이다.

019 ④

생명체를 구성하는 물질

중성 지방, 단백질, 과당 중 탄수화물에 속하는 물질은 과당이다. 그러므로 A는 과당이다. 항체의 주성분은 단백질이므로 B는 단백질, C는 중성 지방이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. B는 단백질이다. 단백질을 구성하는 기본 단위인 아미노산은 펩타이드 결합으로 서로 연결되어 있다.

ㄷ. C는 중성 지방이다. 중성 지방을 구성하는 원소에는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)가 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A는 과당이다. 과당은 단당류에 속한다. 이당류에는 젖당, 설탕, 엿당 등이 있다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



탄수화물은 단당류, 이당류, 다당류로 구분되며 각각의 예시는 다음과 같다.

단당류	6탄당(포도당, 과당, 갈락토오스), 5탄당(리보스, 디옥시리보스)
이당류	엿당(포도당＋포도당), 설탕(포도당＋과당), 젖당(포도당＋갈락토스)
다당류	녹말, 글리코젠, 셀룰로스

020 ①

3대 영양소

단백질의 최종 분해 산물에는 NH_3가 포함되며, 탄수화물은 주로 에너지원으로 소모되고, 지질은 세포막이나 호르몬의 성분으로 사용된다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 인체 구성 비율이 가장 높고 최종 분해 산물로 NH_3가 나오는 ㉠은 단백질, 인체 구성 비율이 ㉢보다 높은 ㉡은 지질, 1일 권장 섭취량 비율은 가장 높으나 인체 구성 비율이 낮은 ㉢은 탄수화물이다. 단백질은 아미노산의 종류와 결합 순서에 따라 많은 종류가 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 지질에는 질소가 포함되지 않는다.

ㄷ. 호르몬의 주성분은 탄수화물이 아니라 단백질과 지질이다.

021 ④

동물 세포를 구성하는 물질 중 가장 큰 질량비를 차지하는 것은 물이며 물을 제외한 나머지 중에서는 단백질이 가장 큰 질량비를 차지한다.

☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠은 지질이다. 콜레스테롤은 지질의 일종이므로 ㉠에 속한다.

ㄷ. (가)에서 보았을 때 이 동물 세포에서 가장 큰 질량비를 차지하는 것은 물이다. 그렇지만 물은 무기물이며 유기물이 아니다. 유기물 중에서 질량비가 가장 큰 것은 단백질이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 비만이 된다고 해서 세포 하나의 핵 속에 있는 DNA 질량이 많아지는 것은 아니다.

022 ②

☑ 정답 해설

ㄴ. (가)는 인지질, (나)는 중성 지방인데, 세포막의 구성 성분으로 사용되는 것은 인지질이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 인지질의 경우 물과 결합하는 부분은 친수성 부분이며, 중성 지방은 물과 결합하지 않는다.

ㄷ. 지질 중 지방산 3분자와 글리세롤 1분자를 갖고 있는 것은 중성 지방이며, 인지질은 지방산을 2분자만 갖고 있다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



지질의 종류에는 중성 지방, 인지질, 스테로이드가 있다. 중성 지방은 1분자의 글리세롤과 3분자의 지방산이 결합된 화합물로, 에너지 저장과 체온 유지에 중요한 역할을 한다. 인지질은 중성 지방에서 지방산 1분자 대신 인산기를 포함한 화합물이 결합한 것으로, 세포막, 핵막, 미토콘드리아막, 소포체막 등과 같은 생체막의 주요 성분이다. 스테로이드는 4개의 고리 구조가 기본을 이루고 있는 화합물이며, 성호르몬, 부신 겉질 자극호르몬, 세포막의 구성 성분이다.

023 ④

☑ 정답 해설

ㄴ, ㄷ. 이 구조는 단백질 구조의 일부를 나타낸 것이며, (가)는 한 아미노산과 이웃하는 아미노산 사이에서 나타나는 펩타이드 결합이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 이 영양소는 단백질이며, 단백질은 1g당 4kcal의 열량을 내는 에너지원이다.

024 ②

세포를 구성하는 물질

☑ 정답 해설

ㄷ. 탄수화물은 에너지원으로 세포 활동에 이용되고 남으면 지방 형태로 저장된다. 지방은 인지질, 스테로이드와 함께 지질인 ㉡에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 세포 질량의 65%를 차지하는 물을 제외한 다른 물질(35%) 중에 단백질이 57.1%를 차지하므로 단백질이 세포에서 차지하는 비율은 약 20%(0.35×0.57) 정도이다.

ㄴ. 기본 단위가 당인 물질은 탄수화물이며 (나)에서 기타 유기물(1.1%)의 일부이다. 기본 단위가 뉴클레오타이드인 물질은 핵산(DNA, RNA)이므로 3.2%이다.

025 ③

핵산과 탄수화물

☑ 정답 해설

① ㉠은 단당류이기 때문에 탄수화물(A)의 단위체이다.

② ㉡은 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드이다.

④ 핵산(B)에는 유전 정보를 저장하는 DNA와 유전 정보를 전달하고 단백질 합성에 관여하는 RNA가 있다.

⑤ 탄수화물(A)의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이고, 핵산(B)의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)이므로, 탄소(C), 수소(H), 산소(O)는 탄수화물(A)과 핵산(B)을 구성하는 공통 원소이다.

☑ 오답 피하기

③ 당은 탄수화물이기 때문에 질소(N)가 포함되어있지 않다. 따라서 탄수화물을 구성하는 단당류인 ㉠과 뉴클레오타이드인 ㉡을 구성하는 당은 질소(N)를 포함하고 있지 않다.

026 ④

☑ 정답 해설

염색사는 세포의 핵 속에 존재하며, 핵산인 DNA와 단백질로 이루어져 있다. 인슐린은 혈당량 조절 호르몬, 응집소는 응집원과 결합하는 항체이며 모두 단백질로 이루어져 있다. 따라서 (가)는 염색사, (나)는 인슐린, (다)는 응집소이다.

ㄱ. 염색사(가)를 구성하는 DNA의 기본 단위는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기로 이루어져 있다. 당은 탄수화물이므로 염색사 (가)를 이루는 구성 물질에는 탄수화물이 포함되어 있다.

ㄴ. 인슐린(나)은 내분비계에 속하는 기관인 이자에서 분비되어 혈액에 의해 표적 기관인 간으로 운반된다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 응집소(다)는 항체이며, 항체의 성분은 단백질이다. 단백질을 구성하는 기본 단위는 아미노산이다.

027 ⑤

A는 뉴클레오타이드, B는 인지질이다. C는 중심립, D는 미토콘드리아이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. C는 중심립이며 세포 분열 시 방추사의 형성과 염색체의 이동에 관여한다.

ㄷ. D는 미토콘드리아로 막으로 이루어진 세포 소기관이다. 인지질(B)은 미토콘드리아 막과 같은 생체막을 구성한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A는 핵산을 이루는 단위체이므로 A가 연결되면 B가 아니라 핵산이 된다.

028 ⑤

세포 소기관의 기능

☑ 정답 해설

ㄴ. 아메바에는 세포 내 소화를 담당하는 리소좀의 수가 많다.

ㄷ. 근육 세포에는 에너지를 생산하는 미토콘드리아의 수가 많다. 따라서 ATP의 합성량이 많다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 엽록체인 (가)는 광합성을 통해 포도당과 같은 유기물을 합성한다.

029 ④

식물체의 구성 단계

☑ 정답 해설

ㄱ. A와 D는 각각 줄기와 잎의 표피 조직이다.

ㄷ. C는 물관부와 체관부로 이루어져 있고 물질 이동을 담당하는 관다발 조직계를 구성한다. 관다발은 뿌리, 줄기에 존재하며, 잎에 있는 잎맥도 관다발에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. B는 분열 조직인 형성층이며 분화되지 않은 세포로 이루어져 있지만, E는 유조직으로서 중심 액포가 발달해 있고 왕성한 물질대사를 하는 분화된 세포로 이루어져 있다.

030 ⑤

식물의 구성 체제

유조직으로 구성된 기본 조직계에서 물질대사가 활발하게 일어나고, 표피 조직계는 식물을 보호하는 기능을 한다.

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)는 관다발 조직계, (나)는 표피 조직계, (다)는 기본 조직계이다.

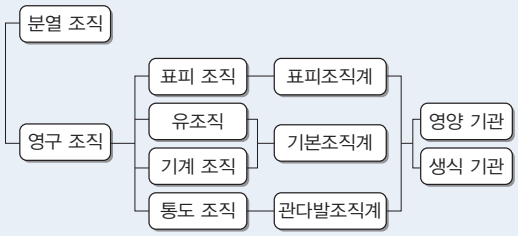
ㄴ. (나)는 표피 조직계로 식물체의 겉을 싸서 보호한다.

ㄷ. (다)는 기본 조직계로 대부분 유조직으로 구성되며, 물질대사가 왕성하게 일어난다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



식물의 구성 단계



① 조직
- 분열 조직 : 생장점, 형성층
- 영구 조직 : 표피조직, 통도조직, 유조직, 기계조직

② 조직계
- 표피 조직계 : 표피, 뿌리털, 공변세포
- 기본 조직계: 유조직, 기계 조직(뿌리에서는 중심부에, 줄기나 잎에서는 주변부에 발달하는데 대부분 두껍고 단단하다.)
- 관다발 조직계 : 통도 조직(물관부, 체관부)

③ 기관
- 영양 기관 : 뿌리, 줄기, 잎
- 생식 기관 : 꽃과 열매(종자)

031 ③

식물의 조직계

☑ 정답 해설

ㄱ. 표피 조직은 식물체 전체(뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 열매)를 덮고 있으며, 식물체 내부를 보호한다.

ㄴ. 잎에 있는 잎맥은 물관과 체관이 포함된 관다발 조직계이며, 줄기의 관다발과 이어져 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 식물의 구성 단계에서 조직계는 조직과 기관의 사이에 위치한다. 식물의 기관인 뿌리, 줄기, 잎은 각각 3가지 조직계를 모두 갖는다.

032 ①

식물의 조직계

☑ 정답 해설

ㄱ. 표피 세포와 공변세포는 표피 조직계(가)를 구성한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 하나의 조직은 형태나 기능이 비슷한 세포들로 구성되고, 여러 조직이 모여 조직계를 이룬다. 기본 조직계(나)를 구성하는 세포는 형태와 기능이 모두 동일하다고 볼 수 없다.

ㄷ. 관다발 조직계(다)는 통도 조직과 형성층으로 구성되고, 광합성이 활발한 조직은 기본 조직계를 구성한다.

033 ④

동물의 구성 단계

동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체 순이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. 소장과 식도는 모두 동물의 구성 단계 중 기관에 해당한다.

ㄷ. 상피 조직은 동물의 표면이나 내장 기관의 안쪽 벽을 덮고 있는 조직이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 조직계는 식물에는 존재하지만 동물에는 존재하지 않는 구성 단계이다.

034 ⑤

동물의 조직

☑ 정답 해설

ㄴ. 혈액은 결합 조직이므로 B에 해당하고, 위샘은 상피 조직이므로 C에 해당한다.

ㄷ. 신경 조직(A)은 상피 조직(C)에 존재하는 감각 수용체와 반응기인 근육 조직(D) 사이에서 신호 전달에 관여한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 위는 여러 조직으로 구성된 기관이다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감록 이예나 쌤



동물의 조직은 크게 상피 조직, 결합 조직, 근육 조직, 신경 조직으로 구분할 수 있다.

- 상피 조직 : 동물체의 표면이나 내장 기관의 바깥쪽과 안쪽 벽을 덮고 있는 조직으로 보호 상피(피부), 감각 상피(눈의 망막), 샘 상피(침샘), 흡수 상피(소장 내벽) 등이 있다.
- 결합 조직 : 조직이나 기관 사이의 틈을 메우거나 이들을 결합시켜 몸을 지지해 주는 조직으로 혈액, 연골, 림프, 뼈, 지방 조직 등이 있다.
- 근육 조직 : 근육이나 내장 기관을 구성하는 근육 세포(근육 섬유)로 이루어진 조직으로 골격근, 심장근, 내장근이 있다.
- 신경 조직 : 자극에 의한 흥분을 이동시키는 신경 세포인 뉴런으로 구성된 조직이다.

035 ③

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 세포이며, 세포는 생물을 구성하는 기본 단위이다.

ㄴ. B는 같은 기능을 담당하는 세포들의 모임인 조직 단계를 나타낸 것이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 식물의 관다발계는 조직계 단계이며, 동물의 D는 기관계 단계이다.

036 ⑤

동물체의 구성 단계

☑ 정답 해설

ㄴ. A는 상피 조직이며 몸을 보호하고, 소화 산물을 흡수하거나 소화 효소를 분비하는 등의 기능을 한다.

ㄷ. B는 세포 외 기질이 풍부하며 서로 다른 조직이나 기관을 연결하거나 지지하는 기능을 하는 결합 조직이다. 이 외에도 뼈, 연골, 인대, 힘줄, 지방 조직도 결합 조직에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 소화계는 기관계이고, 소장은 기관이다. 조직계는 식물에 있는 구성 단계이다.

037 ②

생명 과학의 탐구 과정

미생물 X를 묻히는 5그루가 실험군이 되고, 미생물 X를 묻히지 않는 5그루가 대조군이 된다.

☑ 정답 해설

ㄷ. (나)에서 배양시켜 얻은 미생물 X를 건강한 고춧잎에 묻혔을 때 (라)에서 탄저병에 걸린 잎에 미생물 X와 동일한 미생물이 존재하는지를 확인해야 탄저병의 원인이 미생물 X임을 입증할 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 미생물 X가 탄저병의 원인인지를 입증하기 위해서는 (가)에서 얻은 추출물 중에서 미생물 X만 순수하게 배양해야 한다.

ㄴ. 미생물 X를 묻히는 5그루가 실험군이 되고, 이들 실험군과 결과를 비교하기 위한 대조군으로 미생물 X를 묻히지 않은 5그루가 필요하다.

038 ⑤

☑ 정답 해설

ㄱ. 〈탐구 설계 및 수행〉 단계에서 기생충에 감염된 갑각류는 실험군, 기생충에 감염되지 않은 갑각류는 대조군이다.

ㄴ. 가설을 설정하고 그것을 검증하는 방식으로 탐구가 진행되었으므로 연역적 탐구 과정에 해당한다.

ㄷ. 3일 후의 데이터와 18일 후의 데이터를 비교해 보면 기생충에 감염된 갑각류가 토양 표면에 노출되는 경향성은 감염 3일 후보다 18일 후가 더 크게 나타남을 확인할 수 있다.

039 ②

결론 도출

☑ 정답 해설

ㄴ. 가설에서 실험 결과에 영향을 주는 요인이 위장색이므로 실험의 조작 변인은 위장 여부(서식처별로 생쥐 모형의 털색에 따른 위장 정도)이고, 종속 변인은 '공격받아 손상된 생쥐 모형의 비율'이 된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 실험의 목적과 가설 검증 방법으로 보아 자연 상태와 같이 각각의 환경에서 위장이 되는 A와 D가 대조군이고, 이를 인위적으로 변화시켜서 위장 효과를 감소시킨 B와 C는 실험군이다.

ㄷ. 해변 서식처에서 위장 효과가 적은 어두운 모형이 공격 받아 손상된 비율이 높고, 내륙 서식처에서 위장 효과가 적은 밝은 모형이 공격받아 손상된 비율이 높게 나타났으므로 위장색이 없으면 공격을 많이 받게 됨을 알 수 있다. 따라서 위장색을 가지면 공격을 적게 받는다는 가설은 지지된다는 결론을 내릴 수 있다.

040 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. Ⅰ과 Ⅵ의 비교를 통해 단백질 A는 서리가 발생하도록 한다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. Ⅳ에서 세균 X를 배양 후, X를 제거한 상층액을 잎에 처리했을 때 서리가 생기지 않았다. 이를 통해 세균 X가 합성한 단백질 A는 세포 밖으로 분비되지 않는다는 결론을 얻을 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅴ의 비교를 통해 식물 ㉠의 잎에서 발생하는 서리는 세균 X에 의한 것임을 알 수 있다.

041 ①

☑ 정답 해설

ㄱ. 학생 A의 탐구에서는 실험 결과의 타당성을 높이기 위한 대조군이 설정되지 않았다. 따라서 학생 A는 카페인과 알코올 모두를 무첨가한 물벼룩의 배양액에 있는 물벼룩을 대조군으로 설정하여 심장 박동수를 측정하는 대조 실험을 추가해야 한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 학생 B의 탐구에서 소금물과 DDT가 함께 작용한 실험군이 필요하다. 따라서 1% 소금물과 0.8ppm의 DDT를 모두 첨가한 남세균 배양액에서 남세균의 세포 분열 횟수를 측정하는 실험군을 추가한다.

ㄷ. 계란 흰자 희석액에 뷰렛 용액을 넣으면 단백질에 의해 보라색이 되며, 효소 a, b에 의해 한천의 보라색이 사라지는 것을 통해 효소 a, b는 모두 단백질 소화 효소라는 것을 알 수 있다. 효소 a+1% HCl 수용액, 효소b+1% NaOH 수용액을 각각 첨가한 한천에서만 뷰렛 반응 결과인 보라색이 사라졌으므로 효소 a는 산성, 효소 b는 염기성에서 잘 작용한다는 것을 알 수 있다. 따라서 (가)는 '단백질 소화 효소인 a와 b는 작용하기에 적합한 pH가 서로 다르다.'이다.

042 ②

변인 통제

☑ 정답 해설

(나)의 단계는 제기한 의문에 대해 가설을 설정하는 단계이다. (다)의 단계는 가설을 검증하기 위한 탐구 설계 및 수행의 단계인데, 이때에는 실험군과 대조군을 함께 설정하여 대조 실험을 해야 한다. 그런데 철수는 실험군의 결과를 비교하기 위한 기준이 되는 대조군을 설정하지 않았다. 대조군으로 10개의 화분을 더 준비하여 발아한 식물 B만 심고 식물 B의 생장 정도를 알아보아야 한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 빛의 조건은 통제 변인이므로 동일하게 유지해야 한다.

043 ②

탐구 설계

☑ 정답 해설

C는 줄무늬파리가 벌과 비슷하게 생겨 천적인 개구리의 공격을 적게 받는다는 가설을 검증하기 위해 벌에 쏘인 적이 있는 개구리와 벌에 쏘인 적이 없는 개구리를 조작 변인으로 하여 개구리의 줄무늬파리 공격 횟수를 파악하는 실험을 설계하였다. 따라서 C의 실험 설계는 타당하다.

☑ 오답 피하기

A가 돼지 콜레라 예방에 대한 신약 X의 효과를 알아보기 위해서는, 콜레라에 걸리지 않은 돼지 50마리 중 25마리에게는 신약 X를 투여하지 않고, 다른 25마리의 돼지에게는 신약 X를 투여한 후 돼지 콜레라균에 노출시켰을 때 신약 X를 투여한 돼지 중에 돼지 콜레라에 걸리지 않은 돼지가 몇 마리인가를 알아보는 실험을 설계해야 한다. 따라서 A의 실험 설계는 타당하지 않다. B는 플라나리아의 재생에 온도가 미치는 영향을 알아보기 위한 실험을 설계해야 하므로 온도가 조작 변인이다. 대조군과 실험군의 온도는 차이가 있지만, 다른 변인은 통제해야 하기 때문에 두 집단 모두 같은 종류의 물(연못물)에 담가두어야 한다. 따라서 B의 실험 설계는 타당하지 않다.

044 ②

중추 신경계, 간뇌

☑ 정답 해설

ㄴ. 정상 햄스터의 시상 하부를 제거하고 돌연변이 햄스터의 시상 하부를 이식한 경우 돌연변이 햄스터와 같은 일주기 리듬 간격을 보이며, 돌연변이 햄스터의 시상 하부를 제거하고 정상 햄스터의 시상 하부를 이식한 경우 정상 햄스터와 같은 일주기 리듬 간격을 보이는 것으로 보아 햄스터의 일주기 리듬 간격은 시상 하부의 영향을 받음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. C와 D는 이식한 시상 하부가 햄스터의 일주기 리듬 간격에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험군이다.

ㄷ. 실험 결과에서 돌연변이 햄스터의 시상 하부를 제거하고 일주기 리듬이 24시간인 정상 햄스터의 시상 하부를 이식했을 때 일주기 리듬이 24시간으로 길어짐을 볼 수 있다.

Ⅱ. 세포와 생명의 연속성

045	④	046	②	047	①	048	⑤	049	③
050	①	051	⑤	052	①	053	④	054	⑤
055	⑤	056	④	057	①	058	④	059	③
060	④	061	①	062	④	063	③	064	②
065	⑤	066	④	067	⑤	068	②	069	①
070	③	071	①	072	⑤	073	⑤	074	②
075	①	076	③	077	④	078	②	079	④
080	⑤	081	⑤	082	⑤	083	④	084	④
085	①	086	①	087	③	088	⑤	089	⑤
090	⑤	091	④	092	⑤	093	⑤	094	④
095	④	096	⑤	097	⑤	098	②	099	⑤
100	③	101	①	102	③	103	④	104	②
105	④	106	②	107	②	108	②	109	②
110	③	111	⑤	112	⑤	113	⑤	114	①
115	④	116	③	117	③	118	⑤	119	⑤
120	③	121	②	122	③	123	①	124	④
125	④								

045 ④

세포 분열과 염색체

㉠은 M기(분열기), ㉡은 G_1기, ㉢은 S기이다. ⓐ는 응축된 분열기 염색체이고, ⓑ는 DNA이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠ 시기는 분열기이다. 분열기의 전기에는 핵막이 소실되고, 분열기 말기에는 핵막이 형성된다.

ㄷ. ⓑ는 DNA이다. DNA의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. ㉢ 시기는 G_1기이다. G_1기에는 DNA가 덜 응축된 형태로 존재한다. ⓐ는 가장 응축한 형태의 염색체로, ⓐ가 관찰되는 시기는 ㉠ 시기이다.

046 ②

염색체와 핵형

☑ 정답 해설

ㄴ. 뉴클레오솜 (가)는 염색체와 염색사에 포함되는 단위이다. 따라서 뉴클레오솜 (가)는 염색체와 염색사에 모두 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 상동 염색체는 각각 부모로부터 1개씩 물려받는다. 따라서 A와 B는 부모로부터 각각 물려받은 것이다. 즉, A는 B가 복제된 것이 아니다.

ㄷ. 수컷과 암컷은 서로 다른 성염색체 쌍을 가지고 있으므로 핵형이 다르다. 그림은 수컷 체세포 핵형 분석 결과이다. 암컷 체세포 핵형 분석 결과는 수컷과 성염색체의 모양이 다르다.

047 ①

☑ 정답 해설

㉠과 ㉢, ㉡과 ㉣은 각각 상동 염색체이다.

① ㉠과 ㉢은 상동 염색체로 감수 분열 시 분리되어 서로 다른 세포에 들어가는데, ㉠과 ㉢에 모두 유전자 R가 존재하므로 생성되는 생식 세포에는 모두 유전자 R가 들어 있다.

☑ 오답 피하기

② ㉠과 ㉢은 상동 염색체이므로 감수 분열 시 분리되어 서로 다른 생식 세포로 들어간다.

③ 유전자 A와 d가 연관되어 있으므로 교차나 돌연변이가 일어나지 않으면 유전자 A와 D가 같은 생식 세포로 들어갈 수 없다.

④ 유전자 P, q, R가 연관되어 있으므로 교차나 돌연변이가 일어나지 않으면 유전자 P, Q, R가 같은 생식 세포에 들어갈 확률은 없다.

⑤ ㉡과 ㉣은 상동 염색체이다.

048 ⑤

염색체의 구성

☑ 정답 해설

ㄱ, ㄴ. (가)와 (나)는 같은 개체의 체세포이므로 핵상이 같고 대립 유전자의 종류에도 서로 차이가 없다.

ㄷ. ㉠의 두 염색체는 상동 염색체이다. 상동 염색체는 감수 분열 과정에서 서로 분리되므로 같은 난자로 함께 들어갈 수 없다.

049 ③

☑ 정답 해설

ㄷ. A($2n=6$)의 생식 세포는 염색체 수가 3개이고, (나)의 염색체 수도 3개이다. 그리고 (다)의 염색 분체 수는 6개이고, (가)의 염색체 수도 6개이다.

따라서 $\frac{\text{A의 생식 세포 염색체 수}}{\text{(나)의 염색체 수}}$와 $\frac{\text{(다)의 염색 분체 수}}{\text{(가)의 염색체 수}}$는 1로 같다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A와 B는 체세포의 염색체 수가 6개로 같지만, 서로 다른

동물 종이므로 염색체의 크기나 모양 등이 달라 핵형이 서로 다르다.

ㄴ. (가)와 (다)는 같은 동물 종이지만 성별이 서로 다른 개체의 세포이다. 그런데 (가)와 (다)에 모두 ㉠이 들어 있으므로 A가 속한 동물 종은 ㉠의 유무에 의해 성별이 결정되는 것은 아니며, (가)에 들어 있는 크기가 가장 작은 성염색체에 의해 성별이 결정될 수 있다.

050 ①

☑ 정답 해설

ㄴ. ㉠의 딸세포와 ㉡의 모세포는 모두 대립 유전자가 쌍을 이루므로 상동 염색체 쌍이 존재하는 세포이다. 따라서 둘 다 핵상이 $2n$으로 같다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ㉠의 딸세포($2n$)는 염색체 수가 4개이므로 (가)의 생식 세포는 염색체 수가 2개이다. 반면 (나)의 생식 세포는 염색체 수가 ㉡의 딸세포(n)와 같은 4개이다. 그림의 세포에 들어 있는 4개의 염색체는 모두 크기와 모양이 다르므로 이 세포는 핵상이 n이며, 따라서 그림은 (나)의 세포에 들어 있는 염색체이다.

ㄷ. (나) ($2n=8$)의 감수 1분열 중기 세포에는 4쌍의 상동 염색체(8개의 염색체)가 들어 있으므로 염색 분체 수는 16개이다.

051 ⑤

염색체와 핵상

핵상이 $2n$인 세포에는 ㉠~㉤이 모두 들어있고, n인 세포에는 ㉠~㉤ 중 일부만 들어 있으며, ㉠~㉤ 중 2개는 상동 염색체이다. 따라서 (가)는 상동 염색체 쌍이 들어 있어 핵상이 $2n$이고, (나)와 (다)는 모두 핵상이 n이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 핵상이 n인 (나)와 (다)에 각각 염색체가 3개씩 들어 있으므로 ㉠, ㉡, ㉤ 중에는 상동 염색체가 없으며, ㉡, ㉢, ㉤ 중에도 상동 염색체가 없다. 따라서 ㉠과 ㉢이 상동 염색체이므로 ㉠에 A가 있으면, ㉢에 a가 있다.

ㄴ. (가)는 상동 염색체가 쌍을 이루고 있어 핵상이 $2n$이지만, (나)는 이 개체의 6개 염색체 중 일부가 없으므로 핵상이 n이다.

ㄷ. (다)의 DNA양이 (나)의 2배이므로 (다)는 염색 분체가 분리되지 않은 상태, (나)는 염색 분체가 분리된 상태이다. 따라서 (다)에 들어 있는 염색체는 모두 2개의 염색 분체로 구성된다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



문제의 표에서는 $2n=6$인 개체의 염색체 중 임의의 염색체 4가지를 선택하여 존재 유무를 표시하였다. $2n=6$인 세포는 실제로 염색체가 6개가 존재하지만, 문제의 표에서는 특정 염색체 4개만 확인한 것임에 유의하여 풀어야 한다. 세포 (가)는 염색체 ㉠, ㉡, ㉢, ㉤가 모두 존재하며 이 중에는 2개가 반드시 상동 염색체이므로 $2n$의 핵상을 가진다는 것을 추측할 수 있다. 세포 (가)는 $2n=6$이다. 세포 (나)에는 염색체 ㉠, ㉡, ㉤이 존재하며 $n=3$이다. 세포 (다)에는 염색체 ㉡, ㉢, ㉤이 존재하며 $n=3$이다. 세포 (나)와 (다)의 공통 염색체인 ㉡, ㉤은 크기와 모양이 다른 염색체이며, ㉠, ㉢은 상동 염색체임을 알 수 있다.

052 ①

상염색체에 의한 유전

☑ 정답 해설

ㄱ. 아버지의 유전자형은 AA*, 누나는 A*A*, 철수는 AA이므로 어머니의 유전자형은 AA*임을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

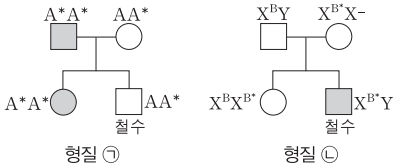
ㄴ. 남녀에서 DNA 상대량이 동일하므로 상염색체 상에 유전자가 존재함을 알 수 있다.

ㄷ. (나)는 DNA가 복제된 염색체로서 각 염색 분체의 유전적 구성은 동일하다. 그러므로 ㉠과 ㉡에 존재하는 유전자는 동일하다.

053 ④

상염색체, 성염색체에 의한 유전 형질 분석

표에 제시된 자료를 이용하여 가계도를 그리고 유전자형을 나타내면 그림과 같다.



형질 ㉠의 경우 남자와 여자 모두 A* 2개를 가지므로 대립 유전자가 상염색체에 존재한다. 형질 ㉡의 경우 B*를 갖지 않는 아버지가 형질 ㉡을 나타내지 않으므로 B*가 형질 ㉡ 대립 유전자이다. B* 1개를 갖는 누나가 형질 ㉡을 나타내지 않으므로 B*는 열성이다. 철수가 B* 1개만으로 형질 ㉡을 나타내므로 형질 ㉡은 X 염색체에 의해 유전됨을 알 수 있다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 유전자형이 A*A*인 경우 형질 ㉠을 나타내는데 유전자형이 AA*인 경우 ㉠을 나타내지 않으므로 A*는 열성이다. 유전자형이 X^BX^{B*}인 누나가 ㉡을 나타내지 않으므로 B*도 열성이다.

ㄷ. 철수는 유전자형이 AA*, $X^{B*}Y$이다. 따라서 철수가 갖는 유전자 중 A*는 상염색체에 존재하고, B*는 X 염색체에 존재한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 어머니의 형질 ㉠에 대한 유전자형은 AA*이고, ㉡에 대한

유전자형은 $X^{B^*}X^{-}$로서 명확히 알 수 없다. 즉, 어머니는 형질 ㉠은 나타내지 않는 것이 분명하고, 형질 ㉡을 나타내는지는 자료만으로는 확실히 알 수 없다.

054 ⑤

☑ 정답 해설

ㄴ. I에는 A와 A*, B와 B*가 모두 존재하여 상동 염색체가 쌍을 이루므로 I은 핵상이 $2n$인 여자의 세포이다. 따라서 II는 남자의 세포인데, B의 DNA 상대량이 I과 II에서 다르므로 I은 DNA가 복제되기 전의 세포($2n=44+XX$)이고, II는 DNA가 복제된 후 상동 염색체가 분리된 세포($n=22+X$)이다. 따라서 염색체 수는 I이 II의 2배이다.

ㄷ. I에는 X 염색체가 2개, II에는 X 염색체가 1개 들어 있으므로 I과 II에는 모두 Y 염색체가 들어 있지 않다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. I은 DNA가 복제되기 전의 세포이므로 I에는 2개의 염색 분체로 구성된 염색체는 들어 있지 않다.

055 ⑤

☑ 정답 해설

① ㉠은 2, ㉡은 4, ㉢은 2이다.

② (나)와 (라)는 모두 상동 염색체 쌍이 존재하므로 핵상이 $2n$이다.

③ (가)~(라)에는 모두 염색사나 염색체가 들어 있으며, 염색사와 염색체에는 DNA와 히스톤 단백질로 구성된 뉴클레오솜이 존재한다.

④ (다)($n=23$)는 상동 염색체는 분리되었지만 염색 분체는 분리되지 않았으므로 (다)에는 46개의 염색 분체가 들어 있다.

☑ 오답 피하기

⑤ 체세포 분열에서 G_2기나 아직 세포질 분열이 완료되지 않은 세포는 DNA 상대량이 (라)와 같다.

056 ④

DNA양과 염색체의 관계

(가)와 (나)는 염색체 수가 같고, A, a, B, b 1개의 DNA양은 모두 같다. 그런데 B와 b의 DNA 상대량의 합이 (가)에서는 4, (나)에서는 2이므로 B와 b는 X 염색체에 있으며, (가)는 여자(XX), (나)는 남자(XY)의 세포이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)에 존재하는 B와 b는 대립 유전자이므로 (가)는 핵상이 $2n$인 여자의 세포이다. 따라서 ㉠+㉡=4이다.

ㄷ. (가)와 (나)에 존재하는 B의 수와 DNA 상대량이 같으며, (가)는 DNA가 복제되어 각 염색체가 2개의 염색 분체로 이루어져 있다. 따라서 (나)도 DNA가 복제되어 각 염색체가 2개의 염색 분체로 이루어져 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 그림의 세포에 들어 있는 1쌍의 성염색체는 크기와 모양이 같다. 따라서 이 세포는 여자(XX)의 세포이므로 (가)이다.

057 ①

세포와 염색체

(가)는 각 염색체의 상동 염색체가 없으므로 핵상이 n인 세포이고, (나)는 각 염색체에 상동 염색체가 1개씩 존재하므로 핵상이 $2n$인 세포이다. (가)는 B($2n=8$)의 세포이고, (나)는 A($2n=4$)의 세포이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)의 핵상은 n이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (나)는 핵상이 $2n$이고, 염색체의 수가 4이므로 B의 세포가 아닌 A의 세포이다.

ㄷ. B의 핵상이 $2n$일 때 염색체의 수는 8개이다. 그러므로 B의 감수 1분열 중기의 세포 1개당 염색 분체의 수는 16이다.

058 ④

성 결정

☑ 정답 해설

ㄱ. 수정란 (가)는 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지므로 (가)가 발생하여 태어나는 아이는 남자이다.

ㄷ. 여자 ㉠은 M이 있는 X 염색체와 m이 있는 X 염색체를 모두 가지므로 대립 유전자 M과 m을 모두 갖는다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. ⓐ는 수정에 참여하는 생식 세포이므로 상동 염색체가 나타나지 않는다. 즉, 모양과 크기가 같은 염색체가 쌍으로 존재하지 않는다.

059 ③

세포 주기

세포 주기는 G_1기 → S기 → G_2기 → M기의 순서로 진행되므로 ㉠은 M기, ㉡은 S기, ㉢은 G_2기이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)의 세포 주기는 세포가 분열하는 M기와 DNA가 복제되는 S기로 이루어져 있으며, 세포가 생장하는 G_1기와 G_2기가 매우 짧다. (다)에서 세포 분열이 반복됨에 따라 세포의 수는 증가하지만 세포의 크기는 감소하는데, 이는 분열을 마친 세포가

생장하지 않고 다시 분열하기 때문이다. 따라서 (다)는 (가)의 세포 주기에서 일어나는 변화이다.

ㄴ. 핵막은 전기에 사라졌다가 말기에 다시 나타나므로 G_1기, S기(㉡), G_2기(㉢)의 세포에는 모두 핵막이 존재한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 간기에 존재하는 염색사는 M기가 시작되면 보다 응축된 염색체의 형태로 바뀐다. 따라서 DNA가 응축된 정도는 M기(㉠) 세포보다 S기(㉡) 세포가 작다.

060 ④

세포 주기와 분화

☑ 정답 해설

ㄱ. 세포군 A에는 DNA 상대량이 1~2인 세포가 있다. 이것은 DNA가 복제되고 있는 세포(DNA 상대량 1과 2사이의 세포), DNA가 복제된 세포(DNA 상대량 2인 세포)가 세포군 A에 포함되어 있다는 것을 의미한다. 따라서 세포군 A의 세포 주기는 (가)이다.

ㄴ. 세포군 B에는 DNA 상대량이 1인 세포만 있다. 이것은 DNA가 복제되고 있는 세포(DNA 상대량 1과 2 사이의 세포), DNA가 복제된 세포(DNA 상대량 2인 세포)는 세포군 B에 포함되어 있지 않다는 것을 의미한다. 따라서 세포군 B의 세포는 G_1기에 멈추어 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 암세포는 세포 주기가 조절되지 않아 세포 분열이 활발하다. 따라서 암세포는 세포 주기가 정지된 세포군 B에 해당하지 않는다.

061 ①

체세포 분열

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)의 세포를 세포 분열 과정 순서대로 나열하면 전기 세포(A) → 중기 세포(C) → 후기 세포(B)이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. t_1은 염색 분체가 생기지 않았거나 염색 분체가 서로 붙어 있는 시기이다. 따라서 t_1에는 간기, 전기, 중기가 포함되어 있다.

ㄷ. 염색 분체 사이의 거리가 멀어지는 것은 후기에 일어난다. 따라서 t_2는 후기의 일부이다. C는 중기이다.

062 ④

☑ 정답 해설

ㄴ. (나)의 ⓑ는 핵상이 n인 상태로 감수 2분열 시기인 M_2기에 해당한다.

ㄷ. G_1기의 DNA 상대량은 DNA 복제 전과 같고, ⓑ는 DNA가 복제된 후 1회 분열이 일어났으므로 DNA 상대량이 DNA 복제 전과 같아졌다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (나)의 ⓐ는 2가 염색체가 관찰되므로 감수 1분열 상태로 M_1기에 해당하고, G_2기에서는 염색체를 관찰할 수 없다.

063 ③

㉠의 핵상은 $2n$이며, ㉡, ㉢, ㉣의 핵상은 n이다. ㉠은 ⓐ, ㉡은 ⓓ, ㉢은 ⓒ, ㉣은 ⓑ이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠은 핵상이 $2n$이며 유전자형이 RrYy이다. ㉢은 핵상이 n이며 염색 분체의 분리가 일어났고, 유전자형은 Ry이다. 따라서 세포 1개에 있는 R의 수는 ㉠과 ⓒ가 같다.

ㄴ. ㉣과 ⓓ의 핵상은 모두 n이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 세포 1개당 r와 Y의 DNA 상대량은 각각 ㉡이 ⓐ의 2배이다. r의 DNA 상대량을 n, Y의 DNA 상대량을 m이라고 할 때 $\frac{\text{r의 DNA 상대량}}{\text{Y의 DNA 상대량}}$이 ㉡은 $\frac{2n}{2m}$, ⓐ는 $\frac{n}{m}$이다.

따라서 $\frac{\text{r의 DNA 상대량}}{\text{Y의 DNA 상대량}}$은 ㉡과 ⓐ에서 같다.

064 ②

Ⅰ은 수컷이고, Ⅱ는 암컷이다. 대립 유전자 A와 a는 X 염색체에 있으며, 대립 유전자 B와 b는 상염색체에 있다.

☑ 정답 해설

ㄷ. (가)는 DNA 복제가 일어난 후의 세포이므로 체세포 분열 과정에서도 DNA 상대량이 (가)와 같은 세포가 형성된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. B는 상염색체에 있다.

ㄴ. (다)와 (라)는 염색 분체가 분리되기 전의 세포이므로 감수 2분열이 완료된 세포가 아니다.

별해 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



(가)는 A+a=2, B+b=4이므로 A는 X 염색체 위, B는 상염색체 위에 있음을 알 수 있다. (가)는 Ⅰ의 세포이며 수컷이다. (나)는 A+a=2, B+b=2로 유전자 A, a와 B, b의 DNA 상대량 합이 같으므로 암컷이다. (나)는 Ⅱ의 세포이며 암컷이다. (가)~(라) 세포는 아래의 표와 같다.

(가)	XY 2n I의 세포
(나)	XX 2n II의 세포
(다)	X n II의 세포
(라)	Y n I의 세포

감수 분열의 세포주기에 따른 DNA 상대량을 고려한 유전자형을 살펴보면 다음과 같다. I의 세포 수컷은 복제 전 X^AYBb이다. 복제 후에는 $X^AX^AYYBBbb$이며 (가)와 같다. 감수 1분열 시 BBYY, bbX^AX^A(라)로 분열된다. II의 세포는 복제 전 X^AX^aBb이며 (나)와 같다. 복제 후에는 $X^AX^AX^aX^aBBbb$이며 감수 1분열 시 X^aX^aBB, X^AX^Abb(다)로 분열된다.

ㄱ. B는 상염색체에 있다.

ㄴ. (다)와 (라)는 모두 감수 1분열이 완료된 세포이다.

ㄷ. DNA 상대량이 (가)와 같은 세포가 I의 체세포 분열 과정에서 형성된다. 체세포 분열 과정을 생각해 보면, 복제 후 세포인 $X^AX^AYYBBbb$(가)와 DNA 상대량이 같다.

065 ⑤

감수 분열과 염색체

A는 2개의 2가 염색체가 세포 가운데에 배열해 있는 감수 1분열 중기 세포, B는 크기와 모양이 모두 다른 4개의 염색체가 세포 가운데에 배열해 있는 감수 2분열 중기 세포, C는 상동 염색체가 없으며, 염색 분체가 분리되고 있는 감수 2분열 후기 세포이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. A에는 2쌍의 상동 염색체가 들어 있으므로 A는 $2n=4$인 (가)의 세포이며, A의 염색 분체 수는 8개이다. 반면 B에는 크기와 모양이 모두 다른 4개의 염색체가 들어 있으므로 B는 $n=4$인 (나)의 세포이다. 따라서 (나)($2n=8$)의 체세포 1개의 염색체 수는 8개이다.

ㄷ. A~C는 모두 감수 분열 중인 세포이므로 분열 결과 형성되는 딸세포의 핵상은 모두 n으로 같다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. C의 분열 결과 형성되는 딸세포($n=2$)의 염색체 수는 2개이므로 A와 C는 모두 (가)의 세포이고, B는 (나)의 세포이다.

066 ④

체세포 분열과 감수 분열 특징 비교

☑ 정답 해설

동물의 정소에서 일어나는 증식 과정은 체세포 분열 과정이고, 정자 형성 과정은 감수 분열 과정이다. 상동 염색체의 접합(2가 염색체 형성)은 감수 1분열 전기에 일어나고 이때 유전 물질의 교환이 일어난다. 염색 분체의 분리는 체세포 분열 후기, 감수 2분열 후기에 일어나므로 ㉠은 ×이고 ㉡은 ○이다. 증식은 체세포 분열 과정으로 분열하기 전에 DNA 복제가 일어난 후 진행되므로 ㉢은 ○이다. 생식 세포를 형성할 때는 DNA 복제가 일어난 후 감수 1분열이 시작된다. 그러나 감수 1분열 후 감수 2분열은 DNA 복제가 일어나지 않고 연속해서 진행된다. 세포 분열 과정에서 세포 1개당 핵상의 변화를 보면 체세포 분열은 $2n \rightarrow 2n$이고, 감수 1분열은 $2n \rightarrow n$, 감수 2분열은 $n \rightarrow n$이다. 따라서 감수 2분열 전과 후에 세포 1개당 핵상의 변화는 없으므로 ㉣은 ×이다.

067 ⑤

체세포 분열과 감수 분열

☑ 정답 해설

ㄱ. 핵상이 2n일 때 염색체 수가 4개이므로 체세포 분열을 통해 만들어지는 딸세포의 염색체 수도 4개이다. 따라서 A는 체세포 분열 과정의 일부이다.

ㄴ. 감수 분열 순서는 DNA 복제(DNA양 2배 증가, 염색체 수 변화 없음 : ㉢ → ㉣) → 상동 염색체 분리(DNA양과 염색체 수 절반 감소 : ㉣ → ㉡) → 염색 분체 분리(DNA양 절반 감소, 염색체 수 변화 없음 : ㉡ → ㉠)이다. 따라서 (나)의 세포를 세포 분열과정 순서대로 나열하면 ㉢ → ㉣ → ㉡ → ㉠이다.

ㄷ. a는 감수 2분열에서 염색 분체가 분리되어 생성된 세포(㉠), b는 감수 1분열에서 상동 염색체가 분리되어 생성된 세포(㉡)이다.

068 ②

감수 분열

☑ 정답 해설

ㄴ. ㉡에서 ㉢으로 분열하는 과정에서 감수 1분열이 진행되므로, 이때 상동 염색체가 분리된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ㉠은 세포 D이다.

ㄷ. ㉢은 감수 2분열 중기 세포이므로 세포 C이다. 감수 2분열을 통해 C → B로 되는데, 둘의 염색체 수는 같지만 DNA양은 C가 B의 2배이므로 $\frac{\text{핵 1개당 DNA 상대량}}{\text{세포 1개당 염색체 수}}$의 값은 ㉢(C)이 B보다 크다.

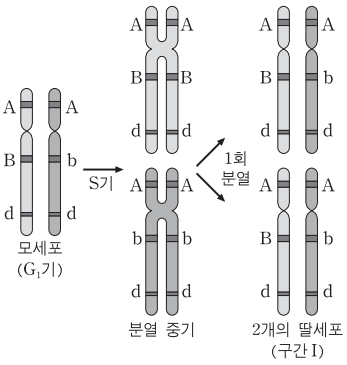
069 ①

세포 주기 중 대립 유전자의 DNA양 변화

☑ 정답 해설

한 쌍의 상동 염색체에 있는 대립 유전자들이 S기에 복제된 후

분열 중기에 적도면에 배열되고 분리가 일어나 2개의 딸세포가 만들어지는 과정은 그림과 같이 나타낼 수 있다.



ㄱ. ㉠은 DNA 복제에 의해 만들어진 염색 분체이다. 따라서 유전자 구성은 맞은 편 염색 분체와 동일한 A, B, d이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 1개의 염색 분체에 존재하는 각 대립 유전자 1개의 DNA 상대량이 1이므로 대립 유전자 A와 d의 DNA양은 ㉡ 그래프와 같은 변화를 보이고, 대립 유전자 B와 b의 DNA양은 ㉢ 그래프와 같은 변화를 보인다.

ㄷ. 구간 Ⅰ은 체세포 분열에 의해 딸세포가 만들어져 세포 1개당 DNA양이 모세포(G_1기)와 같아진 시기이다. 딸세포의 유전자 구성은 동형 접합인 AA, dd와 이형 접합인 Bb가 있다.

070 ③

감수 분열과 염색체 구성

☑ 정답 해설

ㄱ. 세포 P는 감수 분열을 시작하기 전의 세포에 해당하므로 세포 P의 염색체 구성 유형은 4개 염색체가 모두 있는 Ⅰ형에 해당한다.

ㄷ. ⓐ의 염색체 구성이 [㉠, ㉣]이므로, ⓑ의 세포들에서 나타나는 염색체 구성을 왼쪽 세포부터 차례대로 나타내면, [㉠, ㉣], [㉡, ㉢], [㉡, ㉢]이며, Ⅱ형은 나타나지 않는다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 감수 분열로 만들어지는 Ⅱ형과 Ⅲ형에서 염색체 ㉠은 염색체 ㉢과 함께 나타나거나(Ⅱ형) 염색체 ㉣과 함께 나타나므로(Ⅲ형), 염색체 ㉢과 ㉣은 염색체 ㉠의 상동 염색체가 아님을 알 수 있다. 따라서 ㉠과 ㉡이 서로 상동 염색체이고, ㉢과 ㉣이 서로 상동 염색체이다. 즉, ㉠과 ㉡이 서로 상동 염색체일 확률은 1이다.

071 ①

멘델 유전

F_1에서 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb=9 : 3 : 3 : 1이므로 두 유전자는 서로 다른 염색체에 존재한다.

A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd=3 : 0 : 0 : 1이므로 A는 D와, a는 d와 연관되어 있다. B, b는 D, d와 서로 다른 염색체에 존재한다. D_E_ : D_ee : ddE_ : ddee=9 : 3 : 3 : 1이므로 두 유전자는 서로 다른 염색체에 존재한다.

B_E_ : B_ee : bbE_ : bbee=2 : 1 : 1 : 0이므로 B는 e와 b는 E와 연관되어 있다. 생식 세포 ㉮에 A가 있으므로 a와 d는 존재하지 않는다. 그러므로 ㉠과 ㉡은 모두 0이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠ + ㉡=0이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. P에서 A와 e는 서로 다른 염색체에 존재한다.

ㄷ. F_1에서 표현형이 A_D_ee인 개체들에서 AaDdee인 개체수와 AADDee인 개체수의 비는 2 : 1이다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



A가 a에 대해 우성이고 B가 b에 대해 우성인 양성잡종 AaBb를 자가 교배하였을 시의 표현형을 살펴보면 다음과 같다. A와 B가 독립일 경우 A_B_, A_bb, aaB_, aabb의 4가지가 가능하며, A와 B가 상인 연관일 경우 A_B_, aabb의 2가지, 상반 연관일 경우 A_B_, A_bb, aaB_의 3가지 가능하므로 표현형의 가짓수를 확인하여 풀이할 수 있도록 한다. 문자가 세 개 이상 제시될 시 문자를 2종류씩 선택하여 개체수 비를 세어 유전자간의 독립, 상인 연관, 상반 연관 관계를 확인한다.

072 ⑤

어버이의 유전자의 위치를 파악하기 위해서는 교배 방법에 따른 자손의 표현형의 비를 분석하면 알 수 있다. (가)는 P_1의 자가 교배의 결과이며 A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd=3 : 0 : 0 : 1이므로 A와 D가 연관되어 있음을 알 수 있고, B_E_ : B_ee : bbE_ : bbee=3 : 0 : 0 : 1이므로 B와 E가 연관되어 있음을 알 수 있다. (나)는 검정 교배의 결과이므로 P_2에서는 ABde, AbdE, aBDe, abDE의 생식 세포가 만들어짐을 알 수 있다. 따라서 P_2에서는 A와 d, B와 e가 연관되어있다.

☑ 정답 해설

ㄴ. P_2에서 a와 D는 연관되어 있다.

ㄷ. P_1과 P_2를 교배하여 자손(F_1)을 얻을 때, 자손의 표현형의 비는 A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd=2 : 1 : 1 : 0이고, B_E_ : B_ee : bbE_ : bbee=2 : 1 : 1 : 0이므로 표현형이 A_B_ddee인 자손이 나올 확률은 $\frac{1}{16}$이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. P_1은 A와 D, a와 d, B와 E, b와 e가 연관되어 있으므로 대립 유전자 A, b, d, E를 모두 가진 꽃가루는 형성되지 않는다.

073 ⑤

독립의 법칙

☑ 정답 해설

ㄱ. 순종의 구형 개체는 AAbb, aaBB이므로 이들을 교배시켜 얻은 F_1의 유전자형은 AaBb이다.

ㄴ. AaBb인 개체를 자가 교배시키면 F_2에서 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1이지만, A_bb와 aaB_는 구형을 나타내므로 원반형 : 구형 : 막대형 = 9 : 6 : 1이다.

ㄷ. 서로 다른 염색체에 있는 두 유전자에 의한 양성 잡종의 경우 AaBb인 개체로부터 만들어지는 생식 세포는 AB : Ab : aB : ab가 1 : 1 : 1 : 1의 비로 만들어지므로 Ab의 확률은 25%이다.

074 ②

유전자의 연관 관계

(가)와 (나)는 모두 X와 Y에 대해 잡종이며, 자가 교배 결과 자손의 표현형이 3가지씩 나타난다. 따라서 X를 결정하는 유전자와 Y를 결정하는 유전자는 연관되어 있다. 그런데 ㉠인 개체의 유전자형이 A*A*BB이므로 (가)는 A*와 B(A와 B*)가 연관되어 있으며, (나)는 A와 B(A*와 B*)가 연관되어 있다.

☑ 정답 해설

ㄴ. (가)를 자가 교배하면 자손의 유전자형은 AA*BB*, AAB*B*, A*A*BB이고, (나)를 자가 교배하면 자손의 유전자형은 AA*BB*, AABB, A*A*B*B*이다. 따라서 ㉡ 개체의 유전자형은 AAB*B*이고, ㉢ 개체와 ㉣ 개체의 유전자형은 각각 AABB와 A*A*B*B* 중 하나이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (나)를 자가 교배하면 자손의 유전자형은 AA*BB*, AABB, A*A*B*B* 중 하나이며, X와 Y에 대한 표현형은 3가지이다. 따라서 유전자형이 각각 AA*BB*, AABB인 개체의 표현형이 다르므로 A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하지 않다.

ㄷ. ⓐ와 ⓑ는 모두 잡종이지만 ⓐ는 A와 B*(A*와 B)가, ⓑ는 A와 B(A*와 B*)가 연관되어 있다. 따라서 ⓐ와 ⓑ를 교배하면 자손의 유전자형은 AABB*, AA*BB, AA*B*B*, A*A*BB*의 4가지이다. 그런데 A와 A* 사이의 우열 관계가 분명하지 않으므로 이 중에는 유전자형이 AAB*B*(㉡)인 개체와 동일한 표현형은 없다.

075 ①

연관

☑ 정답 해설

ㄱ. F_2에서 자주색 꽃 둥근 화분의 스위트피와 붉은 색 꽃 긴 화분의 스위트피가 나타나지 않은 것으로 보아 꽃 색깔과 화분 모양은 연관되어 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. P와 L이 연관되어 있으므로 F_1에서 만들어지는 생식 세포의 유전자형은 PL과 pl의 두 종류이다.

ㄷ. F_1에서는 두 종류의 생식 세포가 만들어지므로 검정 교배할 경우 자손의 표현형도 2종류이다.

076 ③

독립 유전과 연관 유전

☑ 정답 해설

ㄱ. 보라색 꽃 개체를 자가 교배한 결과 보라색 꽃 : 열성 꽃 = 3 : 1이므로 보라색 꽃이 우성이다.

ㄷ. P를 열성인 개체와 교배하는 것은 검정 교배에 해당한다. 검정 교배하여 얻은 자손의 표현형은 P에서 형성된 생식 세포의 유전자형으로 알 수 있다. P에서 만들어지는 생식 세포의 유전자형은 AbD, Abd, aBD, aBd이므로 자손의 표현형으로 가능한 것은 4가지이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. P에서 꽃 색깔에 대한 유전자와 줄기 길이에 대한 유전자인 A와 b, a와 B가 각각 연관되어 있다.

077 ④

검정 교배와 자가 교배

☑ 정답 해설

ㄴ. 자손에서 붉은 꽃만 나왔으므로 ㉡의 꽃 색 유전자형은 우성 순종인 AA이다. 그리고 작은 키는 열성이므로 키의 유전자형은 bb이다. 따라서 ㉡의 유전자형은 AAbb이다.

ㄷ. ㉢의 유전자형은 AaBb이다. AaBb를 자가 교배하면 조합 가능한 모든 유전자형이 나오게 되므로 모두 9가지의 유전자형(AABB, AABb, AAbb, AaBB, AaBb, Aabb, aaBB, aaBb, aabb)이 가능하다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ㉠의 붉은 꽃은 우성 잡종이고 작은 키는 열성 순종이므로, ㉠의 유전자형은 Aabb이다.

078 ②

☑ 정답 해설

식물 (가)와 씨 모양이 주름지고 녹색인 개체를 교배시키는 교배 방법은 검정 교배이므로 교배 결과 나타나는 표현형은 식물 (가)에서 만드는 생식 세포의 유전자형에 의해서만 결정된다. ㉠의 표현형은 둥글고 황색(R_Y_)이고 ㉡의 표현형은 주름지

고 황색(rrY_)이므로 (가)에서 만들 수 있는 생식 세포의 유전자형은 RY와 rY이다. 따라서 식물 (가)의 유전자형은 RrYY이다.

ㄴ. (가)에서 RY와 rY의 생식 세포가 같은 비율로 생성되므로 F_1에서 ㉠과 ㉡의 표현형 비는 1 : 1이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에서는 유전자형이 RY와 rY인 2종류의 생식 세포가 형성된다.

ㄷ. 식물 (가)의 유전자형은 RrYY이다.

079 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)와 키에 관해 잡종(TT*)인 (다)를 교배한 결과 모두 큰 키의 자손만이 나타났으므로 (가)의 유전자형이 TT라는 것을 알 수 있고, 큰 키(T)가 작은 키(T*)에 대해 우성임을 알 수 있다.

ㄴ. (나)와 양성 잡종(TT*RR*)인 (다) 사이에서 큰 키와 작은 키의 자손이 3 : 1의 비율로 나타나고, 붉은 꽃, 분홍 꽃, 흰 꽃의 자손이 1 : 2 : 1의 비율로 나타났으므로 (나)의 유전자형이 TT*RR*인 것을 알 수 있다. 모두 양성 잡종인 (나)와 (다)의 교배 결과 나타난 자손에서 모든 표현형이 관찰되는 것으로 보아 두 유전자가 서로 다른 염색체에 존재하는 것을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. (가)의 유전자형은 TTRR*이고, (나)의 유전자형은 TT*RR*이다. 이들로부터 작은 키에 흰 꽃을 가지는 자손(T*T*R*R*)은 나타날 수 없다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



(나)와 (다)TT*RR*를 교배하여 자손 1세대를 얻으면 개체 수의 비는 큰 키 : 작은 키=3 : 1이다. TT*와 교배하여 3 : 1의 비율이 나올 수 있는 (나)의 키에 관한 유전자형은 양성 잡종인 TT*이다. 꽃 색깔의 개체수 비는 붉은 꽃 : 분홍 꽃 : 흰 꽃 =1 : 2 : 1이므로 꽃 색깔은 우열 관계가 분명하지 않은 중간 유전임을 알 수 있다. R=R*(불완전 우성)이다. (나)의 꽃의 색깔에 관한 유전자형은 RR*이며, (나)의 키와 꽃 색깔에 대한 유전자형은 TT*RR*이다. 자료에서 키와 꽃에 대한 형질이 (큰 키, 붉은 꽃) (큰 키, 분홍 꽃) (큰 키, 흰 꽃) (작은 키, 붉은 꽃) (작은 키, 분홍 꽃) (작은 키, 흰 꽃)의 6가지가 모두 나왔으므로, 꽃 색깔과 키의 관계는 독립이다.

080 ⑤

☑ 정답 해설

ㄴ. (나)에 제시된 자손의 표현형에 따른 개체수를 보면 P_2에서 A와 E가 하나의 염색체에 연관되어 있고, B와 d가 또 다른 염색체에 연관되어 있다는 것을 알 수 있다. 그러므로 P_2에서 유전자형이 ABdE인 생식 세포가 만들어진다.

ㄷ. P_2에서 A와 E가 연관되어 있으므로 자가 교배하였을 때 표현형이 A_E_인 자손이 나타날 확률은 $\frac{3}{4}$이고, B와 d가 연관되어 있으므로 자가 교배하였을 때 표현형이 B_D_인 자손이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 그러므로 P_2를 자가 교배하였을 때 표현형이 A_B_D_E_인 자손이 나타날 확률은 $\frac{3}{8}$이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. P_1을 자가 교배하여 얻은 자손에서 표현형에 따른 개체수의 비가 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb=9 : 3 : 3 : 1이므로 A와 B는 서로 다른 염색체에 존재한다.

별해 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



(가)에서 P_1을 자가 교배하여 얻은 자손의 개체수 비를 살펴보면 다음과 같다.

A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb=9 : 3 : 3 : 1(독립)

A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd=9 : 3 : 3 : 1(독립)

A_E_ : A_ee : aaE_ : aaee=3 : 0 : 0 : 1(상인연관)

B_D_ : B_dd : bbD_ : bbdd=3 : 0 : 0 : 1(상인연관)

P_1은 A와 E는 상인 연관, B와 D는 상인연관이며 A와 B는 독립임을 알 수 있다.

(나)에서 P_1와 P_2를 교배하여 얻은 자손의 개체수 비를 살펴보면 다음과 같다.

A_E_ : A_ee : aaE_ : aaee=3 : 0 : 0 : 1 (상인연관)

B_D_ : B_dd : bbD_ : bbdd=2 : 1 : 1 : 0 (상반연관)

P_2는 A와 E는 상인 연관, B와 d 상반 연관이며 A와 B는 독립임을 알 수 있다. 따라서 (나)는 A와 E는 P_1 : AE/ae(상인 연관)×P_2 : AE/ae(상인 연관), B와 D는 P_1 : BD/bd(상인 연관)×P_2 : Bd/bD(상반 연관)의 교배 결과임을 알 수 있다.

ㄷ. P_2는 AE는 상인 연관되어 있으므로 자가 교배 시 A_E_인 자손은 $\frac{3}{4}$, Bd는 상반이므로 B_D_인 자손은 $\frac{1}{2}$ 확률로 나타나며 A_B_D_E_인 자손이 나타날 확률은 $\frac{3}{8}$의 확률을 가진다.

081 ⑤

유전자의 연관과 독립

F_1의 유전자형은 AaBbDd이다. F_2에서 A_B_ : aabb=3 : 1이므로 F_1에서 A와 B(a와 b)는 연관되어 있고, F_2에서 B_D_ : B_dd : bbD_ : bbdd=9 : 3 : 3 : 1 이므로 F_1에서

B(b)와 D(d)는 독립되어 있다.

☑ 정답 해설

ㄱ. F_1에서 A와 B가 연관되어 있고, B와 D가 독립되어 있으므로 A와 D도 독립되어 있다. 따라서 부모 세대의 ㉠에서도 A와 B는 모두 D와 다른 염색체에 있다.

ㄴ. F_1에서는 유전자형이 각각 ABD, ABd, abD, abd인 생식세포가 같은 비율로 형성된다.

ㄷ. F_2에서 표현형이 A_B_D_인 개체들의 유전자형은 AABBDD, AABBDd, AaBbDD, AaBbDd의 4가지이다.

082 ⑤

F_1에서 자손의 표현형이 성별에 따라 다르게 나타났으므로 눈색과 몸 색 대립 유전자는 X 염색체에 존재함을 알 수 있다. 붉은 눈 대립 유전자를 A, 흰 눈 대립 유전자를 a, 회색 몸 대립 유전자를 B, 노란색 몸 대립 유전자를 b라고 했을 때, 어버이 중 붉은 눈, 회색 몸 암컷의 유전자형은 $X^{Ab}X^{aB}$이고 붉은 눈, 회색 몸 수컷의 유전자형은 $X^{AB}Y$이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. ㉠의 유전자형은 $X^{Ab}X^{aB}$이므로 붉은 눈 대립 유전자와 회색 몸 대립 유전자를 모두 가진 난자는 형성되지 않는다.

ㄷ. F_1의 암컷은 $X^{Ab}X^{AB}$ 또는 $X^{aB}X^{AB}$이고, ㉡은 $X^{Ab}Y$이다. F_1의 암컷과 ㉡을 교배했을 때 자손(F_2)에서 붉은 눈, 회색 몸 개체가 나올 수 있는 유전자형은 암컷이 $X^{Ab}X^{AB}$인 경우 $X^{Ab}X^{AB}$, $X^{AB}Y$이므로 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{2}{4}=\frac{2}{8}$이고, 암컷이 $X^{aB}X^{AB}$인 경우 $X^{aB}X^{Ab}$, $X^{AB}X^{Ab}$, $X^{AB}Y$이므로 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{3}{4}=\frac{3}{8}$이다. 따라서 F_2에서 붉은 눈, 회색 몸 개체가 나올 확률은 $\frac{2}{8}+\frac{3}{8}=\frac{5}{8}$이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 눈 색 유전자와 몸 색깔 유전자는 X 염색체에 연관되어 있다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



붉은 눈, 회색 몸 암컷과 붉은 눈, 회색 몸 수컷을 교배하면 (붉은 눈 회색 몸 암컷), (붉은 눈 회색 몸 암컷), (붉은 몸 노란색 몸 수컷), (흰색 눈 회색 몸 수컷)의 자손이 나온다. 자손의 눈색깔과 몸 색깔의 비율은 다음과 같다. 눈 색깔은 암컷은 붉은 눈이 100%이고, 수컷은 붉은 눈 : 흰색 눈=1 : 1이다. 몸 색깔은 암컷은 회색 몸이 100%이고, 수컷은 노란 몸 : 회색 몸=1 : 1 이다. 눈 색깔과 몸 색깔 모두 자손의 암수 비율이 다르므로 X 염색체 위에 있음을 알 수 있다. 붉은 눈을 A, 흰색 눈을 a라 할 때 붉은 눈과 붉은 눈 교배 시 흰색 눈 자손이 나왔으므로 붉은 눈 A(우성)>흰색 눈 a(열성)이며, 회색 몸과 회색 몸 교배 시 노란색 몸 자손이 나왔으므로 회색 몸 B(우성)>노란색 몸 b(열성)이다.

083 ④

초파리의 눈 색 유전처럼 X 염색체에 유전자가 존재하는 경우 수컷 자손의 표현형을 분석하면 어버이 중 암컷의 눈 색 유전자형을 파악할 수 있다. 붉은 눈 대립 유전자를 R, 흰 눈 대립 유전자를 r라고 했을 때 F_1에서 붉은 눈 수컷과 흰 눈 수컷 개체가 나왔으므로 어버이의 암컷 초파리는 붉은 눈을 가지며 유전자형은 X^RX^r이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. F_1의 붉은 눈 암컷(X^RX^r)과 붉은 눈 수컷(X^RY)을 교배하면, F_2에서 X^RX^R, X^RX^r, X^RY, X^rY인 개체가 태어나므로 암컷은 모두 붉은 눈 대립 유전자 R를 갖는다.

ㄷ. 흰 눈 수컷은 유전자형이 모두 X^rY이고, F_2의 암컷의 유전자형은 X^RX^R, X^RX^r의 두 종류이다. X^rY와 X^RX^R를 교배하면 수컷 자손은 모두 붉은 눈을 나타내므로 흰 눈 수컷일 확률은 $\frac{1}{2}\times0=0$이다. X^rY와 X^RX^r를 교배했을 때 자손이 흰 눈 수컷일 확률은 $\frac{1}{4}$이므로 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{8}$이다. 그러므로 F_3가 흰 눈 수컷일 확률은 $0+\frac{1}{8}=\frac{1}{8}$이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. F_1의 암컷 초파리는 X^RX^r, X^rX^r의 유전자형을 가지므로 모두 이형 접합은 아니다.

084 ④

단성 잡종 교배

☑ 정답 해설

ㄱ. Ⅰ에서 녹색 눈의 부모 사이에서 청색 눈의 자손이 태어났으므로 부모인 녹색 눈 개체는 모두 이형 접합자이다.

ㄷ. Ⅲ에서 부모의 형질과 다른 짧은 꼬리가 나타난 것으로 보아 긴 꼬리는 짧은 꼬리에 대해 우성 형질이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. Ⅱ에서 부모 중 한쪽은 이형 접합자이고, 다른 쪽은 열성 동형 접합자이다. 따라서 자손의 수가 많아질수록 표현형의 비는 1 : 1에 가까워질 것이다.

085 ①

연관 유전

☑ 정답 해설

ㄱ. 긴 털인 ㉠과 ㉡으로부터 짧은 털인 자손이 태어났으므로 긴 털이 우성이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 털 길이를 결정하는 대립 유전자를 A와 a(A가 우성), 꼬리 모양을 결정하는 대립 유전자를 B와 b(B가 우성)라고 가정하

면, ㉠과 ㉡의 유전자형은 AaBb로 같다. 그러나 생식 세포의 유전자형은 이들 유전자의 연관 상태에 따라 달라질 수 있다. ㉠과 ㉡의 자손 중 짧은 털 곧은 꼬리인 개체를 ㉢이라고 하면, ㉢을 짧은 털 굽은 꼬리인 열성 개체와 교배(검정 교배)한 결과 짧은 털 곧은 꼬리인 개체와 짧은 털 굽은 꼬리인 개체가 태어났으므로 ㉢에서는 유전자형이 aB, ab인 생식 세포가 만들어졌음을 알 수 있다. 이때, 제시된 조건에 따르면 털 길이를 결정하는 유전자와 꼬리 모양을 결정하는 유전자가 연관되어 있으므로 ㉢에서 a와 B, a와 b가 연관되어 있음을 알 수 있다. 즉, ㉢은 ㉠과 ㉡중 한 쪽으로부터 a와 B가 있는 염색체를 받고 다른 한 쪽으로부터는 a와 b가 있는 염색체를 받으며, ㉠과 ㉡ 중 하나는 A와 B, a와 b가 각각 연관되어 있는 개체이고, 다른 하나는 A와 b, a와 B가 각각 연관되어 있는 개체이다. 그러므로 ㉠과 ㉡이 만드는 생식 세포의 유전자형은 서로 다르다.

ㄷ. ㉠과 ㉡의 교배로 태어날 수 있는 자손의 유전자형은 표와 같다.

구분	AB	ab
Ab	AABb	Aabb
aB	AaBB	aaBb

따라서 ㉣의 유전자형은 AABb 또는 AaBB이므로 ㉠과 ㉣의 유전자형이 같을 확률은 0이다.

086 ①

복대립 유전

☑ 정답 해설

ㄱ. 실험 Ⅲ의 결과로부터 대립 유전자의 우열 관계가 R>G>B임을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 실험 Ⅱ와 Ⅲ에서 청색 형질이 자손에 나타나는 것으로 보아 ㉡과 ㉣은 청색 대립 유전자를 가지고 있음을 알 수 있다. 따라서 ㉡과 ㉣은 이형 접합자이다.

ㄷ. 실험 I에서 녹색과 녹색 개체를 교배하였을 때 녹색과 청색이 2 : 1이 되는 것을 통해 녹색 대립 유전자를 동형으로 가질 때 치사 유전자로 작용하여 배아를 죽게 함을 알 수 있다.

087 ③

여러 가지 교배 결과의 종합적 해석

꼬리 모양이 암컷과 수컷에서 모두 나타나며 1과 6에서 성별에 따라 표현형이 다른 것으로부터 꼬리 모양을 결정하는 유전자는 X 염색체에 존재함을 알 수 있다.

☑ 정답 해설

ㄱ. X 염색체에 의해 유전되는 형질의 경우 우성 수컷의 자손 중 암컷은 모두 우성이고, 열성 암컷의 어버이인 수컷은 모두 열성이다. 1의 결과로부터 굽은 꼬리를 나타내는 수컷의 자손인 암컷이 모두 굽은 꼬리를 나타내므로 굽은 꼬리가 우성 형질이다.

ㄴ. 꼬리 모양을 결정하는 유전자는 X 염색체에 존재한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 4의 경우 ㉠이 굽은 꼬리를 나타내면 자손 중 암컷은 모두 굽은 꼬리를 나타냈어야 한다. 그러므로 ㉠은 정상 꼬리를 나타내며 정상 꼬리 유전자를 1개 갖는다. 6의 경우 수컷은 우성인 굽은 꼬리 유전자를 1개 갖는다. 따라서 자손 중 암컷은 모두 굽은 꼬리를 나타낸다. 자손 중 수컷은 X 염색체를 ㉡으로부터 받아 굽은 꼬리와 정상 꼬리를 나타내므로 ㉡은 정상 꼬리 유전자와 굽은 꼬리 유전자를 하나씩 갖는다. ㉠과 ㉡을 교배하는 것은 2와 같은 결과를 나타낸다.

088 ⑤

☑ 정답 해설

ㄴ. 뿔을 가지는 ㉠(H_)과 뿔을 가지는 암컷(HH) 사이에서 뿔을 가지는 암컷(HH)과 뿔을 가지지 않는 암컷(HH*)이 1 : 1의 비율로 태어났으므로 ㉠의 유전자형은 HH*이다. 턱수염을 가지는 ㉡(B_)과 턱수염을 가지지 않는 암컷(B*_)에서 턱수염을 가지지 않는 수컷(B*B*)이 태어났으므로 ㉡의 유전자형은 BB*이다.

ㄷ. F_1의 턱수염 유전자형은 BB*이거나 B*B*이므로 F_1의 암컷은 모두 턱수염을 가지지 않는다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 수컷과 암컷 모두 뿔과 턱수염에 관한 대립 유전자를 한 쌍씩 가지는 것으로 보아 이 유전자는 상염색체에 존재하는 것을 알 수 있다.

089 ⑤

☑ 정답 해설

ㄴ. A_bb는 갈색을, aaB_와 aabb는 노란색을 나타내므로, 갈색 털을 가진 리트리버가 태어날 확률은 $\frac{3}{16}$이고, 노란색 털을 가진 리트리버가 태어날 확률은 $\frac{4}{16}$이다.

ㄷ. 임의의 갈색 털을 가진 리트리버와 노란색 털을 가진 리트리버사이에서 태어날 수 있는 유전자형은 AaBb, aaBb, Aabb, aabb이다. 이들 중 AaBb는 검은색 털을 가진다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 유전자형이 AaBb인 암컷과 수컷을 교배하여 표현형이 A_B_인 검은색 털을 가진 리트리버가 태어날 확률은 $\frac{9}{16}$이다.

별해 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



A(우성)>a(열성), B(우성)>b(열성)이며 A, a와 B, b는 서로 다른 상염색체에 존재하므로 A, B는 독립이다. 개체수의 비를 살펴보면 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb=검은색 : 갈색 : 노란색 : 노란색=9 : 3 : 3 : 1이다.

ㄱ. 검은색 털을 가질 확률은 $\frac{9}{9+3+3+1}=\frac{9}{16}$이다.

ㄴ. 갈색 털 : 노란색 털$=\frac{3}{9+3+3+1}:\frac{3+1}{9+3+3+1}$

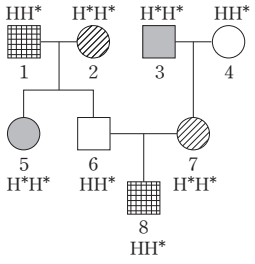
$=\frac{3}{16}:\frac{4}{16}$이므로 갈색 털을 가진 리트리버가 노란색 털을 가진 리트리버보다 태어날 확률이 낮다.

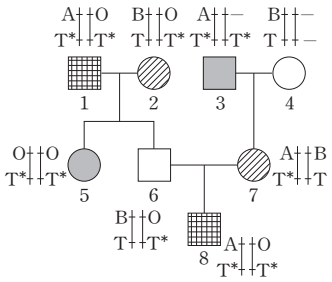
ㄷ. 갈색 (AAbb, Aabb)×노란색 (aaBB, aaBb, aabb)교배 시 검은색 털 A_B_을 가진 리트리버 자손을 얻을 수 있다.

090 ⑤

가계도 분석

1의 적혈구는 5와 6의 혈청에 응집 반응을 나타내므로 응집원을 가지고 있다. 조건에서 1의 혈액은 항 B 혈청에 응집 반응을 나타내지 않는다고 하였으므로 1의 혈액형은 A형이다. 5와 6의 혈청은 1의 적혈구와 응집 반응을 하였으므로 5와 6은 응집소 α를 가지고 있는 B형이거나 O형이다. 6의 적혈구가 1의 혈청과 응집 반응을 하므로 6은 B형이고 5의 혈청은 1과 6의 적혈구 모두와 응집 반응을 하므로 5는 O형이다. 5의 ABO식 유전자형이 OO이므로 1은 AO, 2는 BO, 6은 BO이다. 2의 ㉠에 대한 유전자형이 동형 접합이고, 5와 6의 ㉠에 대한 표현형이 서로 다르므로 ㉠은 정상에 대해 열성이다. 그러므로 H는 정상 대립 유전자, H*는 ㉠을 나타내는 대립 유전자이다. 1의 ㉠에 대한 유전자형은 HH*, 2는 H*H*, 5는 H*H*, 6은 HH*이다. 만약 ㉠을 결정하는 유전자와 ABO식 혈액형을 결정하는 유전자가 연관되어 있다면 B형인 6은 ㉠이 나타나야 한다. 그러나 ㉠이 나타나지 않았으므로 ABO식 혈액형 유전자와 연관된 것은 ㉠을 결정하는 유전자가 아닌 ㉡을 결정하는 유전자이다. 가계도 각 구성원의 유전자를 표시하면 그림과 같다.





정답 해설

ㄱ. 8은 6과 7로부터 모두 T*를 물려받았다. 6의 T*는 O와 7의 T*는 A와 연관되어 있으므로 8의 ABO식 혈액형은 A형이다.

ㄴ. 이 가계도의 구성원 중 H와 T를 모두 가진 사람은 4와 6이다.

ㄷ. 6의 ㉠에 대한 유전자형은 HH*이고, 7의 ㉠에 대한 유전자형은 H*H*이다. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠이 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 6과 7의 ㉡에 대한 유전자형은 모두 TT*이다. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉡이 발현되지 않을 확률은 $\frac{3}{4}$이다. 그러므로 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠과 ㉡ 중 ㉠만 발현될 확률은 $\frac{3}{8}$이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



1번, 6번 사이의 응집관계를 보면 다음과 같다.

구분	1의 적혈구	6의 적혈구
1의 혈청	–	+
6의 혈청	+	–

위 표의 정보로 1(A형), 6(B형) 또는 1(B형) 6(A형)의 두 가지 경우가 가능함을 알 수 있다. 그런데 문제 마지막 조건에서 1과 3의 혈액은 항 B 혈청에 응집 반응을 나타내지 않는다고 하였으므로 1과 3은 A형 혹은 O형이다. 따라서 1은 A형 6은 B형임을 알 수 있다. 5의 혈청은 1의 적혈구, 6의 적혈구와 모두 응집하므로 응집소 α, β를 모두 가지고 있으며 O형이다.

091 ④

정답 해설

ㄴ. (바), (사), (아)는 각각 BB, Bb, bb이므로 (다)와 (라)는 모두 Bb이다.

ㄷ. (바)의 X 염색체는 (라)로부터 받은 것이므로 (바)는 (라)로부터 A를 받았다. 그런데 (나)는 A를 갖지 않으므로 (라)의 A는 (가)로부터 받은 것이다.

오답 피하기

ㄱ. 여자는 A와 a의 DNA 상대량이 2이고 남자는 1이므로 대립 유전자 A와 a는 X 염색체에 존재한다.

별해 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



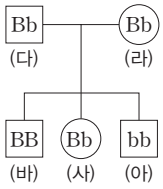
유전자형은 다음과 같다.

구분	유전자형	DNA 상대량			
		A	a	B	b
(나)	aaBb	0	2	1	1
(라)	AaBb	1	1	1	1
(마)	aBB	0	1	2	0
(바)	ABB	1	0	2	0
(사)	AaBb	1	1	1	1
(아)	abb	0	1	0	2

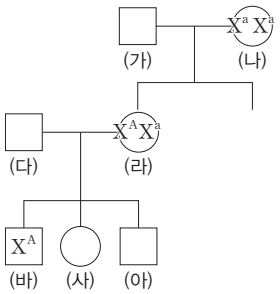
여자 : (나), (라), (사)는 A+a=2이고,
남자 : (마), (바), (아)는 A+a=1이므로
A는 X 염색체 위에 있음을 알 수 있다.

구분	유전자형
(나)	X^aX^aBb
(라)	X^AX^aBb
(마)	X^aYBB
(바)	X^AYBB
(사)	X^AX^aBb
(아)	X^aYbb

ㄴ. (다), (라), (바), (사), (아)의 대립 유전자형 B, b를 가계도에 나타내어보면 다음과 같다.



(라)는 이형접합 Bb이며 자손의 유전자형이 BB, Bb, bb가 나왔으므로 (다)는 유전자형 Bb를 갖는다.
ㄷ. (나), (라), (바)의 X 염색체의 유전자형을 가계도에 나타내보면 다음과 같다.



(바)의 X^A는 어머니 (라)로부터 유래되었고, (바)의 외할머니 (나)는 X^A를 갖고 있지 않으므로, (바)의 외할아버지로부터 X^A가 유래되었다.

092 ⑤

유전자 A, A′, B, B′은 모두 X 염색체에 존재하며 ㉠ 형질은 A에 의해 발현되고 ㉡ 형질은 B′에 의해 발현되며, 우열 관계는 A＜A′, B＜B′의 관계이다.

정답해설

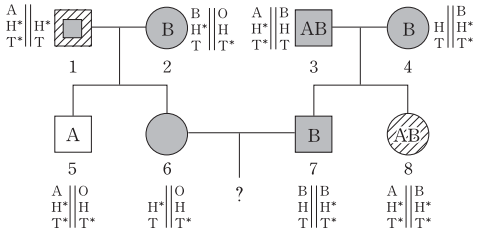
ㄱ. ㉡ 형질은 B′에 의해 발현되고 6의 유전자형이 $X^BX^{B'}$일 때 ㉡ 형질이 발현되었으므로 ㉡ 형질은 우성이다.
ㄴ. 2와 6은 모두 ㉡에 대한 유전자형이 $X^BX^{B'}$이므로 이형 접합이다.
ㄷ. 5의 유전자형은 $X^{AB}Y$이고, 6의 유전자형은 $X^{AB}X^{AB'}$이다. 이들을 이용하여 자손의 유전자형을 살펴보면 다음과 같다.

난자 \ 정자	X^{AB}	Y
X^{AB}	$X^{AB}X^{AB}$	$X^{AB}Y$
$X^{AB'}$	$X^{AB}X^{AB'}$	$X^{AB'}Y$

㉠이 발현되기 위해서는 A′이 있어서는 안 되며 ㉡이 발현되기 위해서는 B′이 적어도 하나 있어야 한다. 따라서 자손에게 나타날 수 있는 4종류의 유전자형 중 ㉠과 ㉡이 모두 나타나는 유전자형은 $X^{AB}X^{AB'}$와 $X^{AB'}Y$이므로 확률은 $\frac{1}{2}$이다.

093 ⑤

가계도의 구성원이 가지고 있는 유전자와 유전자의 연관 형태를 나타내면 다음과 같다.



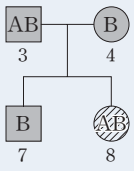
정답 해설

ㄱ. 5는 1에게서 H*와 T*가 연관된 염색체를, 2에게서 H와 T*가 연관된 염색체를 물려받았다. 6은 1에게서 H*와 T가 연관된 염색체를, 2에게서 H와 T*가 연관된 염색체를 물려받았다.
ㄴ. 7은 3에게서 B, H, T가 연관된 염색체를, 4에게서 B, H*, T*가 연관된 염색체를 물려받았다.
ㄷ. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 유전자형으로 가능한 것은 B_H*H*TT*, BOHHTT*, BOHH*T*T*이다. 이 유전자형에서 ㉠과 ㉡ 중 ㉡만을 나타내고 혈액형이 B형인 것은 BOHHTT*뿐이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{3}$이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤

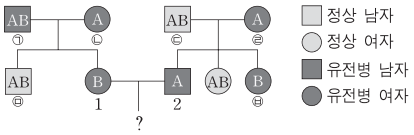


유전병 ㉡을 가진 부모 3과 4 사이에서 유전병 ㉡을 가지지 않은 8이 태어났으므로 유전병 ㉡은 우성 형질이다. 유전병 ㉠을 가지지 않은 부모 3과 4 사이에서 유전병 ㉠을 가진 8이 태어났으므로 유전병 ㉠은 열성 형질이다. 정상 (우성)>유전병 ㉠ (열성), 정상 (열성)<유전병 ㉡ (우성)이다.



094 ④

연관 유전



☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠으로부터 I^B를 받은 ㉤이 유전병을 나타내지 않는 것으로 보아 ㉠의 유전자형은 $I^AT^*I^BT$임을 알 수 있다.

ㄴ. ㉢으로부터 혈액형 대립 유전자 I^B를 받고 ㉣로부터 i(O형 대립 유전자)를 받은 ㉥이 유전병을 나타내는 것으로부터 2의 T^*은 i와 연관되어 있음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 1의 유전자형은 I^BTiT^*이며 2의 유전자형은 I^ATiT^*이다. 따라서 1과 2의 자녀에서 가능한 유전자형은 표와 같다.

구분		1	
		I^BT	iT^*
2	I^AT	I^ATI^BT	I^ATiT^*
	iT^*	iT^*I^BT	iT^*iT^*

iT^*iT^*은 자연 유산되기 때문에 A형이면서 유전병이 나타날 확률은 $\frac{1}{3}$이 된다.

095 ④

☑ 정답 해설

정상 유전자를 X, 색맹 유전자를 X′라 할 때, 4의 아버지는 색맹(X′Y)이므로 4는 XX′인 보인자이다. 5는 XY이므로 4와 5 사이에서 4와 같은 색맹 유전자형인 XX′를 가진 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$이다. 또한 4의 Rh식 혈액형의 유전자형은 Hh, 5는 hh이므로 아이가 Rh^-형일 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 4와 5 사이에서 4와 같은 색맹 유전자형을 가지며, Rh^-형인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

096 ⑤

☑ 정답 해설

1과 2 사이에서 열성인 7이 나왔으므로 이 유전병은 열성 유전이다.

ㄱ. 정상 유전자를 D, 유전병 유전자를 d로 나타낼 경우 자녀인 7이 유전병이므로 1은 표현형은 정상이지만 Dd의 유전자형을 가지게 된다. 9의 경우 아버지가 유전병이기 때문에 반드시 유전병 유전자를 물려받아 Dd의 유전자형을 가지게 된다. 따라서 이들의 유전병 유전자형은 같다.

ㄴ. 3이 유전병(dd)이므로 9는 반드시 Dd의 유전자형을 가지게 된다. 또한 7이 유전병(dd)이므로 1과 2는 모두 이형 접합자인 Dd이고 8은 표현형이 정상이므로 유전자형이 DD일 확률은 $\frac{1}{3}$, Dd일 확률은 $\frac{2}{3}$이다. 하지만 8이 DD인 경우 8과 9 사이에서는 유전병이 있는 아이가 태어나지 않기 때문에 Dd일 경우만 고려해 주면 된다. Dd(8의 유전자형)×Dd(9의 유전자형)에서 유전병이 있는 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$이고, 8의 유전자형이 Dd일 확률은 $\frac{2}{3}$이므로 8과 9 사이에서 유전병이 있는 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{2}{3}=\frac{1}{6}$이다.

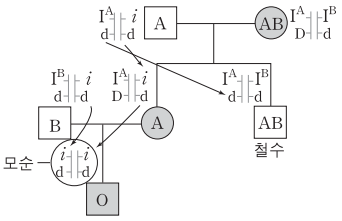
ㄷ. 먼저 혈액형의 경우를 살펴보면, 2가 O형이기 때문에 6의 혈액형 유전자형은 BO이다. 5는 OO이고 6은 BO이므로 5와 6 사이에서 B형이 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 다음으로 유전병의 경우를 살펴보면, 7이 유전병(dd)이므로 1과 2는 모두 이형 접합자인 Dd이다. 따라서 6의 유전자형이 DD일 확률은 $\frac{1}{3}$, Dd일 확률은 $\frac{2}{3}$이다. 5와 6 사이에서 정상인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{3}\times$(DD와 dd 사이에서 정상인 아이가 태어날 확률)$+\frac{2}{3}\times$(Dd와 dd 사이에서 정상인아이가 태어날 확률)$=\frac{1}{3}\times1+\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}=\frac{2}{3}$이다. 따라서 5와 6 사이에서 B형이면서 정상인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$(B형일 확률)$\times\frac{2}{3}$(정상일 확률)$=\frac{1}{3}$이 된다.

097 ⑤

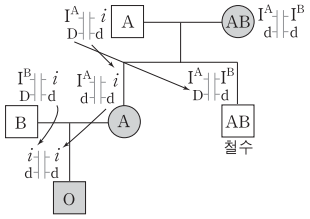
연관된 2가지 유전 형질의 가계도 분석

우선 ABO식 혈액형에서 가족의 유전자형은 쉽게 결정된다.

유전병 ㉠에 대해 부모 중 한 명은 우성, 다른 한 명은 열성인데, 자식의 한 명은 우성, 한 명은 열성이므로 부모 중 한명은 동형 접합이고 열성이며, 다른 한 명은 이형 접합이고 우성이다. ㉠이 우성 형질이라고 가정했을 때와 열성 형질이라고 가정했을 때의 가계도를 완성해보면 ㉠이 열성 형질일 때 모순이 없음을 알 수 있다.



〈유전병 ㉠이 우성인 경우〉



〈유전병 ㉠이 열성인 경우〉

☑ 정답 해설

ㄴ. 철수의 어머니는 I^A와 d, I^B와 d가 연관된 염색체를 갖는다.

ㄷ. 철수 동생이 A형이면서 유전병이려면 아버지에게서 i와 d가 연관된 염색체(확률 $\frac{1}{2}$)를 받고 어머니에게서 I^A와 d가 연관된 염색체(확률 $\frac{1}{2}$)를 받는 일이 동시에 일어나야 하므로 확률은 $\frac{1}{4}$, 즉 25%이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)의 유전자형은 Dd이다.

098 ②

☑ 정답 해설

ㄴ. 2의 오빠는 유전자형이 TT/AO이므로 아버지의 T는 혈액형 대립 유전자 A와 연관되어 있고, T*는 혈액형 대립 유전자 B와 연관되어 있다. 따라서 2는 아버지로부터 T*/B를 물려받았음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 3의 여동생은 유전자형이 TT/AB이므로 1의 B는 T와 연관되어 있다. 따라서 1의 T*는 혈액형 대립 유전자 O와 연관되어 있다.

ㄷ. 2의 T는 O와 연관되어 있고, 3의 T는 A와 연관되어 있으므로 TT이면서 OO인 경우는 나타날 수 없다. 따라서 2와 3 사이에서 정상이며 O형인 아이가 태어날 확률은 0이다.

099 ⑤

Rh식 혈액형 유전

☑ 정답 해설

ㄱ. 3이 Rh^-형이므로 아버지의 Rh식 혈액형 유전자형은 이형 접합이다. 또, 어머니가 Rh^-형이므로 1의 유전자형 역시 이형 접합이다.

ㄴ. 2는 Rh^+형이므로 적혈구에 Rh응집원을 가지고 있다. 따라서 어머니의 응집소가 태아의 적혈구를 파괴시켜 유산이 되었다.

ㄷ. 3은 적아 세포증을 보이지 않았으므로 Rh^-형이다.

100 ③

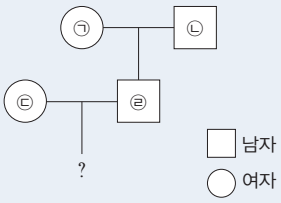
☑ 정답 해설

페닐케톤뇨증의 경우 정상을 P, 페닐케톤뇨증을 p로 표시하면 ㉢의 유전자형은 OO/XX′/pp이고, ㉣의 유전자형은 AO/X′Y/Pp이다. 따라서 ㉢과 ㉣ 사이에서 태어난 아이가 A형, 적록 색맹, 페닐케톤뇨증일 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



적록 색맹의 경우 정상을 X, 적록 색맹을 X′, 페닐케톤뇨증의 경우 정상을 P, 페닐케톤뇨증을 p로 두고 혈액형, 적록 색맹, 페닐케톤뇨증 유전자형을 순서대로 표시하면 다음과 같다.

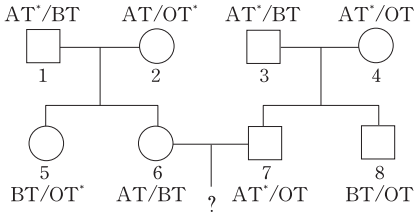


㉠ AB/X′X′/P_, ㉡ OO/?/pp, ㉢ OO/XX′/pp, ㉣ AO/X′Y/Pp이다. ㉢과 ㉣ 교배 시 OO×AO → AO : OO=1 : 1이므로, A형일 확률은 $\frac{1}{2}$이고, 적록 색맹에 대한 결과는 XX′×X′Y → XX′, XY, X′X′, X′Y이므로, 적록 색맹일 확률은 $\frac{1}{2}$이고, pp×Pp → Pp : pp=1 : 1이므로 페닐케톤뇨증일 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 ㉢과 ㉣ 사이에서 태어난 아이가 A형, 적록 색맹, 페닐케톤뇨증일 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

101 ①

유전병 (가)를 나타내는 1과 2로부터 정상 형질을 나타내는 6이 태어났으므로 유전병 (가)는 정상에 대해 우성 형질이다. 따라서 T*는 유전병 (가) 대립 유전자, T는 정상 대립 유전자이다.

ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있으므로 각 형질에 대한 유전자의 위치를 가계도에 나타내면 다음과 같다.



☑ 정답 해설

ㄱ. 3은 T*를 가지고 있으므로 (가)가 발현된다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 1~4의 체세포 1개당 T 개수의 합은 4이다.

ㄷ. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 가능한 자손의 유전자형은 AT/AT*, AT/OT, AT*/BT, BT/OT이므로, 이 아이가 A형 이면서 유전병 (가)일 확률은 $\frac{1}{4}$이고, 아들일 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 전체 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

102 ③

유전병 ㉠은 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있으므로 상염색체에 의한 유전이다. 6의 부모가 ㉠에 대해 정상인데 6이 ㉠을 나타내므로 ㉠은 정상에 대해 열성 형질이다. 따라서 T는 정상 대립 유전자, T*는 유전병 ㉠ 대립 유전자이다. 유전병 ㉡은 정상인 부모 사이에서 ㉡을 갖는 자손이 태어났으므로 ㉡은 정상에 대해 열성 형질이다. ㉡에 대해 정상 대립 유전자를 X, 유전병 ㉡ 대립 유전자를 X′라고 할 때 6의 어머니는 ㉡에 대한 유전자형이 XX′이고 아버지는 X′Y이다. 자료에 제시된 표에서 2의 혈청과 3의 적혈구, 2의 적혈구와 3의 혈청 사이에 각각 응집 반응이 일어났으므로 2와 3은 한 사람이 A형이면 다른 한 사람은 B형이다. 항 A 혈청에 응집 반응을 나타내지 않는 혈액형은 B형 또는 O형이므로 3은 B형, 2는 A형이며, 1은 O형이다. 1과 5의 ABO식 혈액형의 유전자형이 같다고 했으므로 5는 O형이며, 따라서 2와 3의 ABO식 혈액형 유전자형은 각각 AO와 BO이다. 6은 ㉠을 나타내므로 어버이로부터 각각 T*를 물려받아야 한다. 따라서 6은 어머니로부터 O와 T*가, 아버지로부터 B와 T*가 연관된 염색체를 물려받는다. ABO식 혈액형과 ㉠에 대해 1은 OT*/OT*, 2는 AT*/OT, 3은 BT*/OT*, 4는 BT*/OT, 5는 OT/OT*, 6은 BT*/OT*가 연관된 염색체를 갖는다.

☑ 정답해설

ㄱ. 3의 ㉠에 대한 유전자형은 T*T*이고 4는 3으로부터 T*를 물려받으므로 4의 ㉠에 대한 유전자형은 TT*이다. 자료에서 2와 4는 ㉠에 대한 유전자형이 같다고 하였으므로 2의 ㉠에 대한 유전자형도 TT*이다. 5는 2로부터 O와 T가, 3으로부터 O와 T*가 연관된 염색체를 물려받는다. 따라서 2와 5는 모두 T*를 갖는다.

ㄴ. 3의 ABO식 혈액형에 대한 유전자형은 BO이다. 4는 ㉠에 대해 정상이며 ABO식 혈액형의 유전자형이 이형 접합이므로 2로부터 O와 T가, 3으로부터 B와 T*가 연관된 염색체를 물려받는다. 따라서 3과 4의 ABO식 혈액형은 모두 B형이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 6의 동생이 B형이면서 ㉠을 나타내려면 어머니로부터 O와 T*가, 아버지로부터 B와 T*가 연관된 염색체를 물려 받아야 하므로 확률은 $\frac{1}{4}$이다. 6의 어머니는 ㉡에 대한 유전자형이 XX′이고 아버지는 ㉡에 대한 유전자형이 X′Y이므로 6의 동생에게서 ㉡이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$이다.

따라서 6의 동생이 B형이며 ㉠과 ㉡이 모두 나타날 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



1. 혈액형을 파악한다.

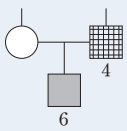
2번과 3번의 응집결과는 다음과 같다.

구분	2의 적혈구	3의 적혈구
2의 혈청	−	+
3의 혈청	+	−

2의 적혈구와 3의 혈청, 3의 적혈구와 2의 혈청이 응집하므로, 2(A형) 3(B형) 또는 2(B형) 3(A형)이다.

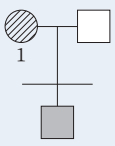
주어진 조건에서 3의 혈액은 항 A 혈청에 응집 반응을 나타내지 않는다고 하였으므로 3은 A형, AB형이 될 수 없다. 따라서 3은 B형, 2는 A형임을 알 수 있다.

2. 유전병 ㉠의 우열관계를 파악한다.



위 그림의 부분을 살펴보면 유전병 ㉠을 나타내지 않는 부모 사이에서 유전병 ㉠을 나타내는 아들 6번이 태어났으므로 유전병 ㉠은 열성이다. T정상(우성)>T*유전병 (열성)이며, 6은 유전병이므로 유전자형이 T*T*이다.

3. 유전병 ㉡의 우열관계를 파악한다.



위 그림의 부분을 살펴보면 유전병 ㉡을 나타내지 않는 부모 사

이에서 유전병 ㉡을 나타내는 아들이 태어났으므로 유전병 ㉡은 열성이다.

103 ④

사람의 유전

어머니는 A*가 없으므로 형질 ⓐ에 대한 유전자형이 AA이다. 어머니에서 ⓐ가 나타나지 않으므로 A는 ⓐ가 나타나지 않도록 하는 대립 유전자이고, A*는 ⓐ가 나타나도록 하는 대립 유전자이다. 영희의 ⓐ에 대한 대립 유전자가 AA*이고, ⓐ를 나타내므로 A*는 A에 대해 완전 우성이다. A*가 X 염색체에 있다면 영희는 아버지의 A*를 물려받을 수 없다. 그러므로 A와 A*는 상염색체에 존재한다. 어머니의 형질 ⓑ에 대한 유전자형이 B*B*이므로 B는 ⓑ가 나타나지 않도록 하는 대립 유전자이고, B*는 ⓑ가 나타나도록 하는 대립 유전자이다. 영희의 ⓑ에 대한 대립 유전자가 BB*이고, ⓑ를 나타내지 않으므로 B는 B*에 대해 완전 우성이다. B*를 오빠와 영희가 동일한 양만큼 가지지만 오빠에서는 ⓑ가 나타나고 영희에서 ⓑ가 나타나지 않으므로 B와 B*는 X 염색체에 존재한다. 남동생은 B*를 가짐에도 불구하고 ⓑ가 나타나지 않은 것은 B를 가지는 X 염색체를 하나 더 가지기 때문이다. B를 가지는 X 염색체는 아버지로부터만 받을 수 있으므로 정자가 형성될 때 발생한 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. 아버지는 적록 색맹이 아니므로 아버지에게서 X 염색체를 물려받은 남동생도 적록 색맹이 아니다.

☑ 정답해설

ㄱ. 영희의 ⓐ에 대한 대립 유전자가 AA*이고, ⓐ를 나타내므로 A*는 A에 대해 완전 우성이다.

ㄷ. ⓐ와 ⓑ 중 ⓑ만 발현된 남자의 유전자형은 $AAX^{B*}Y$이고 적록 색맹이므로 X 염색체에 적록 색맹 대립 유전자가 있다. 영희의 유전자형은 $AA^*X^BX^{B*}$이고 B를 가지는 X 염색체는 적록 색맹 대립 유전자가 없고, B*를 가지는 X 염색체는 적록 색맹 대립 유전자가 있다. 두 사람에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 ⓐ가 발현될 확률이 $\frac{1}{2}$이고, ⓑ와 적록 색맹이 모두 발현될 확률이 $\frac{1}{2}$이므로 ⓐ, ⓑ, 적록 색맹이 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 영희의 남동생은 적록 색맹 대립 유전자가 없는 X 염색체를 아버지로부터 물려받았으므로 적록 색맹이 아니다.

104 ②

유전자 이상

☑ 정답 해설

ㄴ. 페닐케톤뇨증은 효소 A가 정상적으로 만들어지지 않으므로 페닐알라닌을 타이로신으로 전환하지 못한다. 그 결과 페닐케톤뇨증 환자의 체내에는 페닐알라닌과 페닐피루브산이 축적된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 페닐케톤뇨증은 유전자 이상에 의해 나타나므로 페닐케톤뇨증 환자의 염색체 수는 정상인과 동일하다.

ㄷ. 페닐케톤뇨증 환자의 체내에서는 페닐알라닌이 타이로신으로 전환되지 못한다.

105 ④

페닐케톤뇨증

페닐케톤뇨증 대립 유전자는 열성이므로 정상인 부모 사이에서 페닐케톤뇨증을 갖는 아이가 태어날 수 있다.

☑ 정답 해설

ㄴ. 페닐케톤뇨증 환자는 유전자형이 열성 동형 접합이다. 따라서 열성 대립 유전자를 어머니와 아버지로부터 하나씩 받는다. 어머니가 정상이라면 정상 대립 유전자와 페닐케톤뇨증 대립 유전자를 하나씩 갖는 것이다. 따라서 어머니는 열성 유전병 유전자를 갖는 정상 표현형으로 보인자에 해당한다.

ㄷ. 페닐케톤뇨증 환자는 유전자형이 열성 동형 접합이므로 자손에게 열성 대립 유전자를 1개씩 전달하게 된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 페닐케톤뇨증은 유전자 이상이므로 염색체 수준에서는 구별되지 않는다.

106 ②

유전자 이상

☑ 정답 해설

ㄴ. 정상인 적색 색소 유전자와 녹색 색소 유전자가 모두 있어야 색깔을 구별할 수 있으며, 각각 하나 이상씩 존재하면 정상임을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 정상인 색소 유전자가 한 종류 밖에 존재하지 않으면 색맹이 됨을 알 수 있다.

ㄷ. 돌연변이가 일어난 적색 색소 유전자를 가지고 있어도 정상인 적색 색소 유전자와 녹색 색소 유전자를 모두 가지고 있으면 정상임을 알 수 있다.

107 ②

염색체 비분리

㉠과 ㉡에서 F의 DNA 상대량이 같으므로 ㉡에도 유전자 F가 존재한다. 감수 2분열이 정상적으로 일어났다면 ㉡에 존재하는 유전자 F는 ㉣과 ㉤에 모두 존재해야 한다. 하지만 ㉤의 모든 염색체를 나타낸 (나)에 F가 없으므로 감수 2분열에서 염색체

비분리가 일어난 것이다. ㉠에 존재하는 대립 유전자는 BBBBEEeeFFffhhhh, ㉡에 존재하는 대립 유전자는 BBeeFFhh, ㉢에 존재하는 대립 유전자는 BEfh, ㉣에 존재하는 대립 유전자는 BBeFFh, ㉤에 존재하는 대립 유전자는 eh이다. 이 동물의 핵상은 $2n=6$이므로 B와 F 혹은 B와 f는 서로 연관되어 있다.

☑ 정답해설

ㄴ. ㉡에 대립 유전자 B와 F가 연관된 염색체가 있으므로, ㉢에는 B와 f가 연관된 염색체가 존재한다.

☑ 오답 피하기

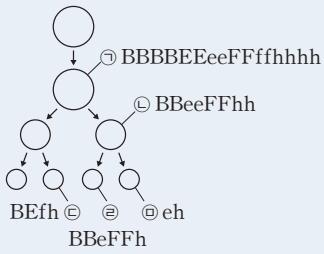
ㄱ. 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

ㄷ. ㉠의 염색 분체 수는 12개이고, ㉣의 염색체 수는 4개이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



감수분열 과정 중 ㉠~㉤의 DNA 상대량을 고려한 유전자형을 살펴보면 다음과 같다.



㉠은 $2n=6$, BBBBEEeeFFffhhhh이다. 감수 1분열은 정상으로 진행되었고, ㉡은 $n=3$, BBeeFFhh이다. ㉡의 좌측 세포는 $n=3$이며, BBEEffhh이다. ㉡은 감수 2분열 비분리가 일어나서, ㉣은 $n+1=4$, BBeFFh이고, ㉤은 $n-1=2$, eh이다. ㉡의 좌측 세포는 감수 2분열이 정상적으로 진행되었으며 ㉢은 $n=3$, BEfh이다.

108 ②

☑ 정답해설

ㄴ. A에서 B가 될 때는 감수 2분열이 일어나므로 X 염색체의 염색 분체가 비분리되었다. 상동 염색체인 X와 Y는 감수 1분열에서 정상적으로 분리되었다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 감수 1분열 전기 세포에 표시된 염색체는 X 염색체와 Y 염색체이다. A에서 B가 될 때 X 염색체의 염색 분체가 비분리되었다. 정상적으로 감수 분열이 일어나면 DNA 상대량은 B가 A의 $\frac{1}{2}$이다. 그러나 B에는 비분리된 염색 분체 1개가 더 있으므로, B의 DNA양은 비분리된 염색 분체 1개에 들어 있는 DNA 양만큼만 정상 분열한 세포보다 더 많다.

ㄷ. ㉠은 22+XX를 가진 정자로 22+X를 가진 정상 난자와 수정하면 44+XXX의 염색체 구성을 가진 아이가 태어날 수 있다.

109 ②

☑ 정답해설

정상인 부모 3과 4 사이에서 (나)가 발현된 딸 7이 태어났으므로 유전병 (나)는 정상에 대해서 열성이다. 만약 (나) 발현 유전자가 X 염색체 위에 있다면 아버지는 반드시 (나) 발현 유전자를 가지고 있어야 한다. 그러나 아버지 4는 정상이다. 따라서 (나) 발현 유전자는 상염색체에 있다. 정상 유전자를 A, (나) 발현 유전자를 a로 나타낼 수 있다. (가) 발현 유전자는 성염색체 중 X 염색체에 있다. 만약 (가) 발현 유전자가 열성이라면 5가 (가)를 발현하기 위해 아버지 2는 반드시 (가)를 발현해야 한다. 그러나 아버지 2는 정상이다. 따라서 (가) 발현 유전자는 정상에 대해 우성이다. 정상 유전자를 X^b, (가) 발현 유전자를 X^B로 나타낼 수 있다.

ㄴ. (나)는 정상에 대해 열성 형질이므로, (나)가 나타나는 자녀를 낳은 정상 부모의 유전자형은 모두 이형 접합(Aa)이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에 대한 유전자형이 6은 X^BY이고, 7은 X^bX^b이다. 6과 7 사이에서 (가) 발현 남자(X^BY)가 태어날 확률은 0이다.

ㄷ. 6(X^BY)과 7(X^bX^b) 사이에서 X^bX^bY를 가진 자녀가 태어나기 위해서는 6으로부터 Y를, 7로부터 X^bX^b를 전달받아야 한다. 8은 7의 성염색체 비분리가 일어난 생식 세포의 수정에 의해 태어났다.

110 ③

성염색체 비분리

☑ 정답해설

ㄷ. 철수는 A*을 동형으로 가지고 있는 것으로 보아 어머니로부터 비분리된 X 염색체 한 쌍을 받았음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 이형 접합자인 누나가 정상인 것으로 보아 A*은 열성 대립 유전자이다.

ㄴ. 어머니의 유전자형은 AA*이다.

111 ⑤

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)에서 유전병을 가진 부모로부터 정상인 아들이 태어났으므로 유전병 유전자는 정상 유전자에 대해 우성이다. 2는 대립 유전자 A*만 가지고, 유전병에 관여하는 유전자의 DNA 상대량이 1의 절반이므로 유전병에 관여하는 대립 유전자는 상염

색체에 없음을 알 수 있다. 또한 아들인 3이 정상이므로 유전병에 관여하는 유전자는 Y 염색체에 없음을 알 수 있다. 따라서 유전병 유전자는 X 염색체에 있다. (가)와 (나)에서 1은 $X^{A*}X^{A}$를 가지고 유전병을 나타내며, 2는 $X^{A*}Y$를 가지고 유전병을 나타낸다.

ㄴ. 3은 $X^{A}X^{A}Y$를 가지는데 정상 정자(Y)와 성염색체 비분리가 일어난 난자($X^{A}X^{A}$)의 수정에 의해 태어난다. 성염색체로 XXY를 가지는 사람은 클라인펠터 증후군을 나타낸다.

ㄷ. $X^{A*}X^{A}$와 $X^{A*}Y$ 사이에서 $X^{A}X^{A}Y$가 태어나기 위해서는 어머니로부터 $X^{A}X^{A}$를 전달받고, 아버지로부터 Y 염색체를 전달받아야 한다. 감수 2분열에서 비분리가 일어난 난자($X^{A}X^{A}$)가 정상 정자(Y)와 수정하면 $X^{A}X^{A}Y$인 3이 태어난다.

112 ⑤

정답 해설

정상 부모로부터 유전병인 자녀가 태어났으므로, 정상 유전자는 A, 유전병 유전자는 a이다. 그리고 3의 성염색체가 XYY이므로 비분리는 2에서 일어났음을 알 수 있다. 상염색체에서 비분리가 일어났다면 성염색체로 XYY를 가지는 자녀가 태어날 수 없다. 또한 2는 대립 유전자로 A만 갖는다고 하였는데, 이 유전병이 Y 염색체에 의한 유전일 경우 4가 태어날 수 없으므로, 유전병 유전자와 정상 유전자는 X 염색체에 있음을 알 수 있다.

ㄴ. 3은 성염색체로 XYY를 가지므로 아버지로부터 성염색체 YY를 전달받아야 한다. 감수 2분열에서 비분리가 일어난 정자는 YY를 가질 수 있다.

ㄷ. 성염색체 X를 가진 4는 X를 가진 난자와 성염색체가 없는 정자의 수정에 의해 발생하므로, 4의 성염색체는 어머니로부터 전달받은 것이다.

오답 피하기

ㄱ. 1은 $X^{A}X^{a}$, 2는 $X^{A}Y$, 3은 $X^{A}YY$, 4는 X^{a}의 유전자형을 나타내므로 1과 3의 체세포 1개당 대립 유전자 A의 개수는 같다.

113 ⑤

정답 해설

ㄱ. B는 적록 색맹 유전자를 가질 수 없으므로 E의 적록 색맹 유전자는 A로부터 물려받은 것이다.

ㄴ. E가 태어날 때 A로부터 적록 색맹 유전자를 가진 X 염색체 하나를 물려받았고, B로부터는 성염색체를 물려받지 않았다.

ㄷ. C는 XX′, D는 XY이므로 이들 사이에서 태어나는 아이가 가질 수 있는 성염색체 구성은 XX′, X′Y, XX, XY이다. 따라서 이 아이가 적록 색맹일 확률은 25%이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤

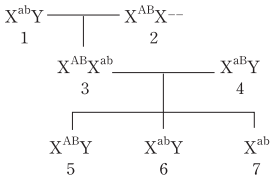


E는 부모 중 한 사람의 감수 분열에서만 성염색체 비분리가 1회 일어나 만들어진 정자와 난자의 수정으로 태어났다. E는 적록 색맹이며 터너 증후군이므로 X′이다. A는 XX′, B는 XY이며 E가 태어날 때 어머니는 정상 감수분열, 아버지는 감수분열 비분리가 일어났다. 아버지로부터 성염색체를 받지 못했으므로 감수분열 비분리는 제1분열 비분리, 제2분열 비분리 모두 가능하다.

114 ①

연관된 두 가지 형질과 염색체 비분리 현상

적록 색맹은 X 염색체에 존재하는 열성 유전자에 의해 나타나는 형질이다. 유전병 ㉠은 성염색체에 의해 유전되며 남녀 모두에서 나타나므로 X 염색체에 의해 유전되는 형질이다. 따라서 색맹 유전자와 유전병 ㉠ 유전자는 모두 X 염색체에 연관되어 있다. 유전병 ㉠이 열성이라면 우성인 1의 딸인 3이 우성이어야 하는데, 열성이므로 모순이다. 따라서 유전병 ㉠은 우성이다. 적록 색맹인 7의 아버지인 4가 정상이므로 7은 염색체 비분리 결과 태어났고 염색체 구성이 44+X일 것으로 예상된다. 이를 바탕으로 파악되는 가족의 유전자형은 그림과 같다. 유전병 ㉠ 대립 유전자는 A, 정상 대립 유전자는 a, 색맹 대립 유전자는 b, 정상 대립 유전자는 B로 표기했다.



정답해설

ㄱ. 유전병 ㉠은 정상에 대해 우성이다.

오답 피하기

ㄴ. 1의 X 염색체에는 유전병 ㉠에 대해 정상 대립 유전자가, 적록 색맹에 대해 적록 색맹 대립 유전자가 있다. 5의 X 염색체에는 유전병 ㉠에 대해 유전병 ㉠ 대립 유전자가, 적록 색맹에 대해 정상 대립 유전자가 있다. 그러므로 5의 X 염색체는 1에서 유래한 것이 아니다. 5의 X 염색체는 2에서 유래한 것이다.

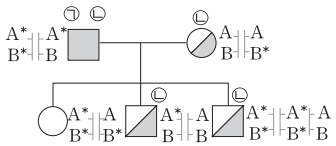
ㄷ. 7은 4에서 염색체 비분리 결과로 만들어진 성염색체가 없는 ⓐ가 3에서 만들어진 정상 난자와 수정하여 태어났기 때문에, 성염색체를 3으로부터 받은 X 염색체 1개만 갖는다.

115 ④

대립 유전자 수를 활용한 비분리 현상 해석

아버지의 유전자형은 A*A*이며 ㉠을 표현하므로 A*는 형질

㉠ 대립 유전자이다. 누나의 유전자형은 AA*인데 ㉠을 표현하지 않으므로 ㉠은 A*에 의해 유전되는 열성 형질이다. 누나의 유전자형은 B*B*이며 ㉡은 표현하지 않으므로 B가 형질 ㉡ 대립 유전자이다. 아버지의 유전자형은 BB*인데 ㉡을 표현하므로 ㉡은 B에 의해 유전되는 우성 형질이다. 가족의 형질 ㉠과 ㉡에 대한 가계도는 다음과 같이 그려진다.



☑ 정답해설

ㄱ. 유전자형이 A*A*인 아버지가 ㉠을 표현하며, 유전자형이 이형 접합인 누나와 형이 ㉠을 표현하지 않으므로 ㉠은 열성 형질이다.

ㄷ. 철수는 열성 형질인 ㉠을 표현하지 않으므로 우성 대립 유전자인 A를 갖고, ㉡을 표현하므로 B를 갖는다. 아버지는 A를 갖지 않으므로 철수는 A를 어머니로부터 받았다. 따라서 철수가 갖는 A* 2개는 모두 아버지에게서 받은 것이고, 감수 2분열 비분리는 아버지에서 정자가 형성될 때 일어났다. 따라서 철수는 아버지에게서 A*와 B*가 연관된 염색체를 2개 받고, 어머니에게서 A와 B가 연관된 염색체를 받은 것이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 누나는 아버지로부터 A*와 B*가 연관된 염색체를 받고, 어머니로부터 A와 B*가 연관된 염색체를 받았다.

116 ③

염색체 비분리 현상

☑ 정답해설

ㄱ. 철수의 여동생이 유전병 ㉡을 가지므로 $X^{B^*}X^{B^*}$이다. 이 중 하나는 아버지, 다른 하나는 어머니로부터 물려받은 것이므로 아버지는 $X^{B^*}Y$가 되며 유전병 ㉡을 가진다.

ㄴ. 아버지가 유전병 ㉠을 가지고 있지 않으므로 X^AY이다. 그런데 클라인펠터 증후군인 철수가 유전병 ㉠을 가지므로 철수는 $X^{A^*}X^{A^*}Y$이다. X^{A^*}는 아버지로부터 물려받을 수가 없으므로 철수는 아버지로부터 Y를, 어머니로부터 $X^{A^*}X^{A^*}$를 물려받았다. 어머니는 유전병 ㉠을 가지고 있지 않으므로 $X^AX^{A^*}$이다. 어머니가 철수에게 $X^{A^*}X^{A^*}$를 물려주었으므로 난자를 형성할 때 감수 2분열에서 비분리 현상이 일어났음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 아버지가 $X^{B^*}Y$이고, 어머니가 $X^{B^*}X^{B^*}$이므로 여기서 태어나는 아들은 $X^{B^*}Y$이다. 따라서 철수의 남동생이 태어났을 때 유전병 ㉡을 가질 확률은 100%이다.

117 ③

성염색체의 비분리 현상

☑ 정답해설

ㄷ. 철수는 유전병 (가)를 가지고 있고 핵형이 정상이므로 유전자형은 $X^{A^*}Y$이다. 따라서 난자 ⓐ에는 X 염색체가 없으므로 감수 1분열이나 감수 2분열에서 X 염색체의 비분리 현상이 일어났다고 판단할 수 있다. 정자 ⓑ에는 X^{A^*}와 Y가 함께 있으므로 감수 1분열에서 성염색체의 비분리 현상이 일어났다고 판단할 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 유전병 (가)가 있는 누나의 유전자형이 이형 접합이므로 유전병 (가)는 우성 형질임을 알 수 있고, 우성 대립 유전자인 A*에 의해 발현된다. 유전병 (가)가 상염색체에 의해 유전된다면 형도 유전병 (가)가 있어야 하지만 형은 유전병 (가)가 없으므로 유전병 (가)는 X 염색체에 의한 유전임을 알 수 있다.

ㄴ. 유전병 (가)인 아버지($X^{A^*}Y$)와 정상인 어머니(X^AX^A)로부터 태어난 형은 X^AY로 A*를 갖고 있지 않다.

118 ⑤

(다)에는 H가 없고 h가 1개 있으므로 (다)는 남자 Ⅱ의 G_1기 세포이고, H와 h는 X 염색체에 있다. 여자 Ⅰ의 감수 1분열 중기 세포와 ⓒ에서 1개의 염색체는 2개의 염색 분체로 구성되어 있는데, (가)에는 T가 없고 t가 4개 있으며, (나)에는 T가 2개 있고, t가 없다. 따라서 (가)는 여자 Ⅰ의 감수 1분열 중기 세포, (나)는 ⓒ이고, T와 t는 X 염색체에 있다. ⓒ에는 t가 없으므로 성염색체를 가지지 않은 ⓐ와 X 염색체, Y 염색체를 모두 가진 ⓑ가 수정되어 ⓒ가 형성되었음을 알 수 있다.

☑ 정답해설

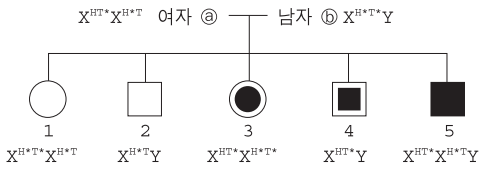
ㄱ. (가)에 있는 H와 h를 합하면 4개이므로 ㉠은 2이다. (나)는 남자 Ⅱ에게서 X 염색체를 물려받았으므로 ㉡은 2이다. (나)에는 T가 2개 있으므로 ㉢은 1이다.

ㄴ. ⓐ에는 성염색체가 없으므로 h와 t가 모두 없다.

ㄷ. X 염색체와 Y 염색체를 모두 가진 정자가 형성되려면 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나야 한다.

119 ⑤

여자 ⓐ가 유전병 ㉠을 나타내는데, 남자인 2는 유전병 ㉠을 나타내지 않으므로 유전병 ㉠은 우성 형질이다. 남자 ⓑ가 유전병 ㉡을 나타내는데, 여자인 1은 유전병 ㉡을 나타내지 않으므로 유전병 ㉡은 열성 형질이다. 따라서 H는 유전병 ㉠ 대립 유전자, H*는 정상 대립 유전자이며, T는 정상 대립 유전자, T*는 유전병 ㉡ 대립 유전자이다. 가계도 구성원이 가지고 있는 유전자와 유전자의 연관 형태를 나타내면 다음과 같다.



정답해설

ㄱ. 1의 유전병 ㉠에 대한 유전자형은 H^*H^*이므로 ⓑ는 H^*를 가지고 있다. 1과 3은 모두 H^*와 T^*가 연관된 X 염색체를 ⓑ에게서 물려받았다.

ㄴ. 이 가계도의 구성원 중 H와 T^*가 연관된 X 염색체를 가지고 있는 사람은 ⓐ, 3, 4, 5로 4명이다.

ㄷ. 체세포 1개당 염색체 수가 47개인 5는 유전병 ㉠을 나타내며, 유전병 ㉡을 나타내지 않으므로 ⓐ에게서 H와 T^*가 연관된 X 염색체, H^*와 T가 연관된 X 염색체를 물려받았고, ⓑ에게서 Y 염색체를 물려받았다. H와 T^*가 연관된 X 염색체, H^*와 T가 연관된 X 염색체를 모두 가진 난자가 형성되려면 ⓐ의 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나야 한다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



X 염색체 반성 유전인 것이 문제의 정보에 제시되었으므로 반성 열성인지, 반성 우성인지 여부를 알아본다. 유전병 ㉠의 우열 관계를 알아보면, 유전병이 반성 열성인 경우 어머니가 유전병이면 아들도 유전병이다. 문제에서 여자 ⓐ(어머니)는 유전병 ㉠이고 2는 유전병 ㉠에 대해 정상이므로 유전병 ㉠은 반성 우성임을 알 수 있다. 유전병 ㉡의 우열 관계를 알아보면, 유전병이 반성 우성인 경우 아버지가 유전병이면 반드시 딸이 병이어야 하는데, 남자 ⓑ(아버지)는 유전병이고 1은 유전병 ㉡에 대해 정상이므로 반성 열성임을 알 수 있다. 5는 여자 ⓐ에게서 감수 1분열 비분리된 난자와 남자 ⓑ에게서 정상인 정자를 물려받았다. $X^{HT^*}X^{H^*T} + Y \rightarrow X^{HT^*}X^{H^*T}Y$의 유전자형을 가진다.

120 ③

유전병 ⓐ와 유전병 ⓑ를 결정하는 유전자는 염색체 ㉮에 연관되어 있고, 1과 2는 대립 유전자 H와 H^* 중 한 종류만 가지고 있는데, 정상 자손과 유전병 ⓐ를 가진 자손이 함께 나온 것으로 보아 유전병 ⓐ 대립 유전자는 X 염색체에 존재하며, 염색체 ㉮에 연관되어 있는 유전병 ⓑ 대립 유전자도 X 염색체에 존재한다.

정답해설

ㄱ. 1이 정상이고 2가 유전병 ⓐ인데, 3이 정상인 것으로 보아 유전병 ⓐ 대립 유전자 H^*는 정상 대립 유전자 H에 대해 열성이다. 1이 유전병 ⓑ이고 2가 정상인데 딸인 4가 유전병 ⓑ인 것으로 보아 유전병 ⓑ 대립 유전자 T^*는 정상 대립 유전자 T에 대해 우성임을 알 수 있다.

ㄷ. 돌연변이가 일어나지 않고 3이 태어났다면 3은 아버지로부터 우성의 유전병 ⓑ대립 유전자인 T^*를 물려받기 때문에 유전병 ⓑ를 가지고 있어야 한다. 그런데 3이 염색체 수는 정상인데 유전병 ⓑ를 가지고 있지 않기 때문에 아버지의 정자 형성 과정 중에 X 염색체(염색체 ㉮)의 대립 유전자 T^*가 존재하는 부위에 결실이 일어났기 때문이다. 6은 유전병 ⓐ와 유전병 ⓑ의 유전자형이 모두 동형 접합이고, 염색체 수가 47개이므로, 아버지로부터는 Y 염색체를 물려받고, 어머니로부터 $X^{H^*T}X^{H^*T}$를 물려받은 것이기 때문에 어머니의 난자 형성 과정 중에 염색체 비분리가 일어난 것이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉮에서 ㉡ 부위에 결실이 일어날 수 있고, 3이 아버지 1(X^{HT^*})로부터 물려받은 X 염색체에 대립 유전자 T^*가 없는 것으로 보아 아버지의 X 염색체(염색체 ㉮)에서 ㉡ 부위에 대립 유전자 T^*가 존재함을 알 수 있다. 또한 염색체 ㉮에서 대립 유전자 H와 T^*가 연관되어 있기 때문에 ㉠ 부위에는 대립 유전자 H가 존재한다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



그림 (나)의 염색체는 아버지에게서 딸로 전달되므로 X 염색체이다. 3과 6은 돌연변이가 발생하였으므로 1, 2, 4, 5번의 관계를 먼저 확인하여 우열 관계를 파악한다. ⓐ 정상은 H, ⓐ 유전병은 H^*, ⓑ 정상은 T, ⓑ 유전병은 T^*로 표시한다. 부1과 모2는 각각 대립 유전자 H와 H^* 중 한 가지만, 대립 유전자 T와 T^* 중 한 가지만 가지고 있으므로 4번 딸은 H, T에 대한 유전자형이 이형접합이다.

4번의 ⓐ의 유전자형은 HH^*이며 ⓐ의 표현형은 유전병 ⓐ를 나타내지 않는 정상이다. 따라서 우열 관계는 ⓐ 정상 H(우성)>ⓐ 유전병 H^*(열성)이다. 4번의 ⓑ의 유전자형은 TT^*이며 ⓑ의 표현형은 유전병 ⓑ를 나타낸다. 따라서 우열 관계는 ⓑ 정상 T(열성)<ⓑ유전병 T^*(우성)이다. 유전자형을 나타내면 1(부) $X^{HT^*}Y$, 2(모) $X^{H^*T}X^{H^*T}$, 4(딸) $X^{H^*T}X^{HT^*}$, 5(아들) $X^{HT^*}Y$이다.

3(딸)이 1(부)에게서 X^{HT^*}, 2(모)에게서 X^{H^*T}를 전달받으면 ⓐ 정상 ⓑ 유전병이다. 하지만 ⓑ의 표현형이 정상이므로 T^*이 결실된 것을 알 수 있다. 따라서 3의 유전자형은 X^{H}(T^*가 결실됨)/X^{H^*T}으로 ⓐ 정상, ⓑ 정상이다. ㉡ 부위에 결실이 일어날 수 있다고 하였으므로, ㉡에 T^*가 있었으며 결실되었다. 따라서 ㉠ 부위가 H자리, ㉡ 부위가 T^*자리이다. 6(아들)은 $X^{H^*T}X^{H^*T}Y$이며, 난자 형성 과정에서 비분리가 일어났고, 감수 제1분열 비분리, 감수 제2분열 비분리 모두 가능하다.

121 ②

사람의 유전

(가)를 결정하는 데 관여하는 유전자가 3개이므로 (가)는 다인자 유전 형질이다. (나)는 1쌍의 대립 유전자에서 결정되므로 단일 인자 유전 형질이며, 대립 유전자의 종류가 3가지이므로

복대립 유전 형질이다. (나)의 가능한 유전자형은 EE, FF, GG, EF, EG, FG이고, EG와 EE의 표현형이 같고, FG와 FF의 표현형이 같으며, 가능한 표현형이 4가지이므로 EF는 EE나 FF와는 다른 표현형을 나타낸다. (나)의 유전자형이 EF인 부모에서 태어난 자손에서 가능한 유전자형은 EE, EF, FF이므로 나타날 수 있는 표현형은 3가지이다. AbBbDdEF인 부모 사이에서 태어난 ㉠에서 나타날 수 있는 표현형이 최대 9가지이므로 (가)에 대해 나타날 수 있는 표현형이 3가지, (나)에 대해 나타날 수 있는 표현형이 3가지이다. (가)를 결정하는 데 관여하는 대립 유전자가 2개의 상염색체에 존재하므로 2개의 유전자는 한 염색체에 연관되어 있고, 다른 유전자는 다른 염색체에 존재한다. 만약 유전자형이 AaBbDd인 사람에서 A와 B가 연관되어 있고, a와 b가 연관되어 있다면 이 사람에서 생성될 수 있는 생식 세포의 유전자형은 ABD(3), abD(1), ABd(2), abd(0)이다. 만약 A와 b가 연관되어 있고, a와 B가 연관되어 있다면 이 사람에서 생성될 수 있는 생식 세포의 유전자형은 AbD(2), aBD(2), Abd(1), aBd(1)이다. 유전자형이 각각 AaBbDd인 부모 사이에서 자손이 태어날 때 이 자손에서 나타날 수 있는 유전자형은 다음과 같다.

① 부모 모두 A와 B, a와 b가 연관된 경우

정자 / 난자	ABD(3)	abD(1)	ABd(2)	abd(0)
ABD(3)	AABBDD(6)	AaBbDD(4)	AABBDd(5)	AaBbDd(3)
abD(1)	AaBbDD(4)	aabbDD(2)	AaBbDd(3)	aabbDd(1)
ABd(2)	AABBDd(5)	AaBbDd(3)	AABBdd(4)	AaBbdd(2)
abd(0)	AaBbDd(3)	aabbDd(1)	AaBbdd(2)	aabbdd(0)

→ 나타날 수 있는 표현형은 모두 7가지이다.

② 부모 모두 A와 b, a와 B가 연관된 경우

정자 / 난자	AbD(2)	aBD(2)	Abd(1)	aBd(1)
AbD(2)	AAbbDD(4)	AaBbDD(4)	AAbbDd(3)	AaBbDd(3)
aBD(2)	AaBbDD(4)	aaBBDD(4)	AaBbDd(3)	aaBBDd(3)
Abd(1)	AAbbDd(3)	AaBbDd(3)	AAbbdd(2)	AaBbdd(2)
aBd(1)	AaBbDd(3)	aaBBDd(3)	AaBbdd(2)	aaBBdd(2)

→ 나타날 수 있는 표현형은 모두 3가지이다.

③ 부모 중 하나는 A와 B, a와 b가 연관되고, 나머지 하나는 A와 b, a와 B가 연관된 경우

정자 / 난자	ABD(3)	abD(1)	ABd(2)	abd(0)
AbD(2)	AABbDD(5)	AabbDD(3)	AABbDd(4)	AabbDd(2)
aBD(2)	AaBBDD(5)	aaBbDD(3)	AaBBDd(4)	aaBbDd(2)
Abd(1)	AABbDd(4)	AabbDd(2)	AABbdd(3)	Aabbdd(1)
aBd(1)	AaBBDd(4)	aaBbDd(2)	AaBBdd(3)	aaBbdd(1)

→ 나타날 수 있는 표현형은 모두 5가지이다.

그러므로 ㉠의 부모는 모두 A와 b, a와 B가 연관된 염색체를 가지고 있다. A와 b, a와 B가 연관되어 있고, 유전자형이 AaBbDd인 부모에서 자손이 태어날 때 이 자손의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 유전자형이 EF인 부모에서 자손이 태어날 때 이 자손의 표현형이 부모와 같을 확률도 $\frac{1}{2}$이다. 그러므로 ㉠에서 (가)와 (나)의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$이다.

별해 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



단일인자 유전 중 복대립 유전, 다인자 유전 결합형 문항이다. EF×EF → EE, EF, FF의 표현형이 3가지이므로 AbBbDd×AbBbDd에서 표현형이 3가지가 나와야 한다. 유전자 3개 중 2개는 연관되어 있고, 나머지 하나는 독립이므로 임의로 문자 A, B 2개를 연관, D를 독립으로 두고 풀이한다.

1. 상인×상인인 경우

(AB, ab)×(AB, ab)의 대문자의 수는 4, 2, 0개이며, (Dd)×(Dd) 대문자 2, 1, 0개이다. 따라서 대문자의 개수는 0~6개가 있으므로, 표현형은 7가지이다.

	4	2	0
2	6	4	2
1	5	3	1
0	4	2	0

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6의 표현형 7가지가 있다.

2.상인×상반인 경우

(AB, ab)×(Ab, aB)의 대문자의 수는 3, 2, 1개이며, (D d)×(D d)의 대문자의 수는 2, 1, 0개이다. 따라서 대문자의 개수는 1~5개가 있으므로, 표현형은 5가지이다.

	3	2	1
2	5	4	3
1	4	3	2
0	3	2	1

3. 상반×상반인 경우

(Ab, aB)×(Ab, aB)의 대문자의 수는 2개이며, (D d)×(D d) 대문자의 2, 1, 0개이다. 따라서 대문자의 개수는 2~4개가 있으므로 표현형은 3가지이다.

	2
2	4
1	3
0	2

따라서 위의 3가지 경우 중 3. 상반×상반인 경우가 해당되며, EF 표현형 3가지×AaBbDd (상반, 상반) 3가지=9가지의 표현형이 나온다.

122 ③

정답 해설

ㄱ. 피부색은 피부색을 짙게 하는 유전자의 개수에 의해 결정되므로, 자손 2대에서 나타날 수 있는 표현형의 종류는 피부색을 짙게 하는 유전자가 0개 있을 때, 1개 있을 때, 2개 있을 때, 3개 있을 때가 있다. 따라서 표현형은 모두 4가지이다.

ㄴ. 갈색 피부(AaBbCc)인 개체가 생성할 수 있는 생식 세포의 유전자형은 ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc로 모두 8가지이다.

오답 피하기

ㄷ. AaBbCc 부모 사이에서 태어날 수 있는 경우의 수는 $8\times8=64$가지이다. 그 중 유전자형 aabbccc와 AABBCC는 생식 세포의 유전자형이 모두 abc나 ABC일 경우에만 가능하므로 aabbcc나 AABBCC인 개체가 태어날 확률은 각각 $\frac{1}{64}$이 된다. 피부색을 짙게 하는 유전자를 3개 가진 개체가 태어날 확률이 $\frac{20}{64}$으로 가장 높다.

123 ①

한 쌍의 대립 유전자에 의해 하나의 형질이 결정되는 유전 현상을 단일 인자 유전이라고 하며, 멘델의 유전 법칙을 따른다. ABO식 혈액형과 같이 세 가지 이상의 대립 유전자에 의한 유전 방식을 복대립 유전이라고 하며, 대립 유전자 중 2개가 짝을 이루어 형질을 결정하므로 단일 인자 유전에 속한다.

정답 해설

ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 형질을 결정하는데 한 쌍의 대립 유전자가 관여하는 단일 인자 유전 형질이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉡의 유전자형이 BD와 CD인 경우 자손의 유전자형은 BC, BD, CD, DD가 가능하다. B는 D에 대해 우성이고 C는 D에 대해 우성이므로 표현형이 최대 4가지이려면 B와 C는 우열 관계가 분명하지 않아야 한다.

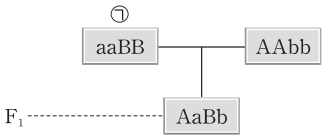
ㄷ. ㉠과 ㉡의 유전자형이 AA*BC인 여자와 AA*CD인 남자 사이에서 아이가 태어날 때, ㉠과 ㉡은 각각 독립적으로 유전되므로 자손에서 가능한 유전자형은 ㉠의 경우 AA, AA*, A*A*이므로 표현형은 2가지가 나타날 수 있다. ㉡의 경우 자손에서 가능한 유전자형은 BC, BD, CC, CD이므로 표현형은 3가지가 나타날 수 있다. 따라서 ㉠과 ㉡의 유전자형이 AA*BC인 여자와 AA*CD인 남자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 ㉠은 2가지, ㉡은 3가지이므로 $2\times3=6$, 최대 6가지이다.

124 ④

정답해설

제시된 피부색 유전의 특성에서 유전자형이 A_B_이면 회갈색, aaB_이면 검정색, A_bb와 aabb는 흰색이라 전제되었다.

ㄱ. (가)에서 검정색 개체의 유전자형은 aaB_이고 이 중에서 순종의 개체는 aaBB이므로 ㉠의 유전자형은 aaBB이다. 또한 F_1에서 모두 회갈색 개체만 나왔으므로 (가)에서 순종 흰색 개체의 유전자형은 AAbb와 aabb 중에서 반드시 AAbb가 되어야 한다. 따라서 (가)에서 교배한 결과는 다음과 같다.



ㄴ. 제시된 피부색 유전의 특성에서 A와 B는 서로 다른 염색체 위에 존재하므로 F_1(A_B_)에서 AB, Ab, aB, ab 4종류의 생식 세포가 생성되고 이를 자가 교배한 결과는 다음과 같다.

생식 세포	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F_2에서 회갈색인 개체의 유전자형은 AABB, AABb, AaBB, AaBb로 4종류이다.

오답 피하기

ㄷ. F_2에서 유전자형이 A_B_인 개체는 회갈색, aaBB인 개체는 검정색, A_bb와 aabb인 개체는 흰색으로 표현되므로 3종류의 피부색이 표현된다.

125 ④

복대립 유전과 다인자 유전 현상

(가)는 세포 1개당 대립 유전자 수가 2개이므로 상염색체에 존재하는 단일 인자 유전에 해당한다. (가)는 1쌍의 대립 유전자를 구성할 수 있는 대립 유전자가 3종류 이상이므로 복대립 유전에도 해당한다. (나)와 (다)는 세포 1개 당 각각 4개, 6개의 대립 유전자를 가지므로 2쌍 이상의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되는 다인자 유전 현상을 나타낸다.

정답해설

ㄴ. (나)의 경우, B^1과 B^2, C^1과 C^2의 총 개수에 의해 형질이 결정된다면 5종류의 표현형이 나타날 것이다. 4종류의 표현형이 나타나므로 형질(나)는 B^1과 B^2에 의한 2가지와 C^1과 C^2에 의한 2가지가 조합되는 결과로 나타나는 것이다. 따라서 B^1과 B^2에 의한 2가지와 C^1과 C^2는 각각 둘 중 하나는 완전 우성이고 다른 하나는 열성이다. 즉, B^1과 C^1이 각각 우성 대립 유전자라면 $B^1_C^1_$, $B^1_C^2C^2$, $B^2B^2C^1_$, $B^2B^2C^2C^2$가 서로 다른 표현형을 나타내는 것이다. 따라서 $B^1B^1C^2C^2$와 $B^2B^2C^1C^1$는 서로

다른 표현형을 나타낸다.

ㄷ. 각 유전자별로 가능한 유전자형은 (D^1D^1, D^1D^2, D^2D^2), (E^1E^1, E^1E^2, E^2E^2), (F^1F^1, F^1F^2, F^2F^2)이다. 각각에 대해 D^1, E^1, F^1의 수는 2, 1, 0의 3종류이고 형질(다)에 대한 유전자형에서 D^1, E^1, F^1수의 합은 최소 0에서 최대 6까지 7가지가 가능하다. (다)의 경우 유전자형이 $D^1D^2E^1E^1F^2F^2$이면 D^1, E^1, F^1수의 합이 3이다. D^1, E^1, F^1의 각각의 수와 그 합을 쉽게 알아볼 수 있도록 각각의 수를 (D^1, E^1, F^1)에 맞추어 간단히 표현하면 합이 3이 되는 경우는 (2, 1, 0), (2, 0, 1), (1, 2, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 2), (0, 2, 1), (0, 1, 2)인 경우로 7가지가 가능하다. 따라서 $D^1D^2E^1E^1F^2F^2$와 표현형이 같은 유전자형은 $D^1D^2E^1E^1F^2F^2$인 (1, 2, 0)을 제외하면 6가지이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)는 1쌍의 대립 유전자에 의해 결정되는 형질이므로 단일 유전 인자에 의한 유전에 해당한다. 다인자 유전에서는 2쌍 이상의 대립 유전자에 의해 형질이 결정된다.

Ⅲ. 항상성과 건강

126	④	127	②	128	⑤	129	③	130	②
131	③	132	④	133	②	134	③	135	③
136	⑤	137	④	138	④	139	⑤	140	⑤
141	③	142	④	143	③	144	②	145	⑤
146	⑤	147	②	148	②	149	①	150	③
151	③	152	③	153	③	154	⑤	155	⑤
156	⑤	157	④	158	③	159	④	160	③
161	③	162	④	163	④	164	③	165	④
166	③	167	③	168	③	169	④	170	④
171	②	172	③	173	①	174	②	175	②
176	⑤	177	②	178	②	179	②	180	①
181	①	182	④	183	④	184	④	185	②
186	①	187	①	188	①	189	②	190	④
191	④	192	①	193	③	194	④	195	⑤
196	①	197	③	198	③	199	③	200	②
201	②	202	⑤	203	⑤	204	④	205	②
206	①	207	⑤	208	③	209	③	210	②
211	②	212	⑤	213	②	214	④	215	③
216	⑤	217	②	218	③	219	①	220	⑤
221	⑤								

126 ④

세포와 에너지

세포 호흡에 포도당과 함께 이용되는 ㉠은 O_2이다. 세포 호흡의 결과 생성된 최종 분해 산물 중 ㉡은 CO_2이다. ⓐ는 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 과정이고, ⓑ는 ATP가 합성되는 과정이다.

☑ 정답해설

ㄴ. 미토콘드리아에서는 유기물이 분해되면서 발생하는 에너지를 이용해 ATP가 합성된다. ⓑ는 ATP가 합성되는 과정이므로 미토콘드리아에서 (나)의 ⓑ 과정이 일어난다.

ㄷ. (가)에서 발생한 에너지의 일부는 ATP 합성에 이용되고, 일부는 열에너지로 방출된다. 이 때 방출된 열에너지는 체온 유지에 이용된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ㉠은 O_2이다.

127 ②

물질대사와 에너지의 전환

☑ 정답해설

ㄴ. 동 · 식물 모두 세포 호흡에 의해 생성된 에너지를 생명 활동에 이용한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 식물만 빛에너지를 이용하여 저분자 무기물을 고분자 유기물로 합성하는 동화 작용을 한다.

ㄷ. 동물에 이용된 에너지는 열에너지와 생명 활동에 쓰이는 ATP로 전환되고 다시 식물로 돌아가지 않는다.

128 ⑤

세포에서 일어나는 물질과 에너지 전환 과정

(가)에서 A는 아미노산으로부터 효소(단백질)가 합성되는 단백질 합성(동화 작용)이며, B는 포도당이 에탄올과 CO_2로 분해되는 알코올 발효(이화 작용)이다. (나)에서 Ⅰ은 동화 작용(에너지 흡수반응)이며 Ⅱ는 이화 작용(에너지 방출 반응)이다.

☑ 정답해설

ㄱ. (가)의 A는 단백질 합성 과정으로 동화 작용에 해당한다.

ㄴ. (가)의 B는 알코올 발효로 무산소 호흡에 해당하며 이화 작용이므로 (나)의 Ⅱ에 해당한다.

ㄷ. (가)의 B에서 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고 A 과정에서 ATP에 저장된 화학 에너지가 이용된다.

129 ③

☑ 정답해설

ㄱ. 동화 작용과 이화 작용에는 모두 효소가 작용한다.

ㄴ. 물질을 분해하는 과정은 이화 작용, 합성하는 과정은 동화 작용이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 이화 작용은 발열 반응이고, 동화 작용은 흡열 반응이다.

130 ②

산소 호흡과 무산소 호흡

☑ 정답해설

ㄴ. KOH은 CO_2를 흡수하므로 ㉠ 시점에 KOH을 발효관에 넣으면 기체가 없어진다. 따라서 B와 C의 맹관부 속 액체의 수면이 높아진다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ㉠ 시점을 기준으로 발생한 기체의 부피를 비교하면 C>B>A이다. 발생한 기체는 소모된 포도당의 양에 비례하므로 포도당 용액의 농도는 Y>X이다.

ㄷ. 만약 ㉠ 시점에 B 시험관에 포도당 용액을 공급하면 알코올 발효가 진행되어 기체가 더 발생할 것이다.

131 ③

☑ 정답해설

ㄱ. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 크면 비만이 될 가능성이 높다. 철수의 에너지 섭취량은 1200kcal+200kcal+1000kcal=2400kcal로 평균 에너지 소비량인 2400kcal와 같다. 영수의 에너지 섭취량은 1600kcal+1200kcal+400kcal=3200kcal로 평균 에너지 소비량인 2500kcal보다 높기 때문에 비만이 될 가능성이 높다.

ㄷ. 철수의 평균 탄수화물 섭취량은 $\frac{1200}{4}$g이고, 영수의 평균 단백질 섭취량도 $\frac{1200}{4}$g이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 철수의 평균 지방 섭취량은 $\frac{1000}{9}$g이고, 영수의 평균 지방 섭취량은 $\frac{400}{9}$g으로 철수의 평균 지방 섭취량은 영수의 2배 이상이다.

132 ④

운동 강도에 따른 에너지원 소비 비율

☑ 정답해설

ㄴ. 혈액의 지방산은 25%와 같은 낮은 운동 강도에서 에너지 소비 비중의 60% 이상을 차지하고 있다.

ㄷ. 운동 강도가 높을수록 근육 내 글리코젠이 에너지원으로 많이 소비된다. 따라서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 양이 증가한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 혈액을 통한 에너지 공급 비중은 혈액의 포도당과 혈액의 지방산의 에너지 비중을 합한 값이다. 운동 강도가 높아지면 근육 내의 글리코젠 분해를 통한 에너지 소비 비중이 증가한다. 반면 혈액을 통한 지방산 공급 비중은 감소한다.

133 ②

에너지 대사

☑ 정답해설

ㄴ. B(지방)는 g당 열량이 가장 높으며, 단위 부피당 많은 양을 저장할 수 있으므로 인체가 장기적으로 에너지를 저장하기 위해 주로 이용한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 섬유질은 체내에서 소화되지 않아 에너지원으로 사용되지 못하므로 ⓐ와 ⓒ의 열량은 같다. 따라서 식품 100g당 열량의 크기는 ⓐ=ⓒ>ⓑ의 순서이다.

ㄷ. 단식 기간 중에는 C(탄수화물)가 가장 먼저 에너지원으로 사용되므로 A(단백질)보다 빨리 고갈된다.

134 ③

에너지 대사량

☑ 정답해설

ㄱ. Ⅰ 구간에서 B 지역의 에너지 대사량이 A 지역의 에너지 대사량보다 낮은 경향을 보인다. 따라서 비만이 발생할 가능성은 B 지역이 A 지역보다 높다.

ㄴ. A 지역에 사는 사람들은 20대 이후 에너지 대사량이 감소하는 경향을 보인다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 20세의 비만인 사람은 정상인 사람보다 에너지 대사량이 적다. 따라서 더 적은 열량을 소모하고 있다.

135 ③

기관계의 통합적 작용

폐에서 심장으로 흘러가는 혈액이 흐르는 혈관인 ㉡은 폐정맥, 온몸에서 심장으로 흘러가는 혈액이 흐르는 혈관인 ㉠은 대정맥이다. A는 간, B는 콩팥이다.

☑ 정답해설

ㄱ. A는 인슐린의 표적 기관인 간이다. 간에 인슐린이 작용하면 간에서 글리코젠 합성이 촉진된다.

ㄴ. B에서는 세뇨관과 집합관의 물을 모세 혈관으로 가져오는 수분의 재흡수가 일어난다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 혈액의 단위 부피당 CO_2의 양은 조직 세포에서 CO_2를 받아온 ㉠에서가 폐에서 CO_2를 내보낸 ㉡에서보다 많다.

136 ⑤

순환계의 역할

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 폐동맥, B는 폐정맥이다. CO_2가 많은 폐동맥의 혈액이 폐를 지나면서 CO_2를 배출하고 O_2를 흡수하므로 A보다 B에서 O_2의 양이 더 많다.

ㄴ. C는 간정맥, D는 간동맥이다. D인 간동맥은 간에 영양소와 산소를 공급한다. 식사 전후에 C와 D의 혈당량은 큰 차이가 없다. 그러나 E인 간문맥의 경우 식사 후 소장을 통해 포도당이 유입되어 이동하므로 혈당량이 높고, 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되므로 간을 지난 후 혈당량이 낮아지게 되므로 식사 전후 혈당량의 차이는 C와 D보다 C와 E에서 더 크게 나타난다.

ㄷ. 간에서 단백질의 세포 호흡 결과 생성된 노폐물인 암모니아를 독성이 적은 요소로 바꾼 후 콩팥으로 이동시켜 배출하므로 요소의 양은 F보다 G가 더 많다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



동맥은 심실에서 나가는 혈관이며 좌심실에서 나가는 혈관은 대동맥, 우심실에서 나가는 혈관은 폐동맥이다. 정맥은 심방으로 들어오는 혈관이며 좌심방으로 들어오는 혈관은 폐정맥, 우심방으로 들어오는 혈관은 대정맥이다. 동맥혈은 산소의 분압이 높은 혈관으로 대동맥과 폐정맥이 있다. 정맥혈은 산소의 분압이 낮은 혈관으로 대정맥과 폐동맥이 있다. 폐정맥은 동맥혈이 흐르고 폐동맥은 정맥혈이 흐름에 주의해야 한다.

137 ④

폐포에서 폐포의 모세 혈관으로 O_2가 이동하고, 폐포의 모세 혈관에서 폐포로 CO_2가 이동한다.

☑ 정답 해설

ㄴ. A는 소장이다. 소장에서 포도당, 아미노산, 지방산 등의 영양소가 흡수된다.

ㄷ. B는 콩팥이다. 콩팥은 항이뇨 호르몬의 표적 기관이다. 항이뇨 호르몬은 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ㉠은 폐동맥, ㉡은 대동맥이다. 혈액이 폐를 거치면서 혈액에 있던 CO_2가 폐로 이동하므로 단위 부피당 CO_2의 양은 폐동맥의 혈액이 대동맥의 혈액보다 많다.

138 ④

폐포와 조직에서의 기체 교환

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)와 폐포, (다)와 조직의 모세 혈관 사이에서 기체 이동 원리는 분압 차에 의한 확산이다.

ㄴ. (다) 지점에서 조직에 의한 O_2 소비로 인해 O_2 분압은 40mmHg 이하이며, 조직에 의한 CO_2 생성으로 인해 CO_2 분압은 46mmHg 이상이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 기체의 이동 방향은 분압 차에 의한 확산과 관련이 있으므로 폐포가 표면적이 넓은 구조를 갖는 것과는 관계가 없다.

139 ⑤

기관계의 통합적 작용

영양소의 흡수와 흡수되지 않은 물질의 배출이 일어나는 ㉠은 소화계, 각 기관계를 연결하여 물질 교환이 이루어지도록 하는 ㉡은 순환계, 기체 교환이 일어나는 ㉢은 호흡계이다. ⓐ는 호흡계에서 흡수되어 순환계를 통해 조직 세포로 공급되는 기체 성분이므로 O_2이고, ⓑ는 세포 호흡의 결과로 생성된 CO_2이다.

☑ 정답 해설

ㄱ, ㄴ. A는 폐동맥, B는 폐정맥으로 모두 순환계(㉡)에 속한다. 폐동맥에는 O_2가 상대적으로 적은 정맥혈이 흐르고, 폐정맥에는 O_2가 많이 포함된 동맥혈이 흐른다. 따라서 폐동맥(A)에서의 단위 부피당 O_2양은 폐정맥(B)에서보다 적다.

ㄷ. 콩팥에서 혈액에 포함되어 있는 요소의 일부가 제거되므로 단위 부피당 요소량은 C의 혈액이 D의 혈액보다 적다.

140 ⑤

순환계

☑ 정답 해설

ㄱ. 혈액 1mL당 O_2의 양은 정맥혈이 흐르는 (가)보다 동맥혈이 흐르는 (나)가 더 많다.

ㄴ. 혈액 1mL당 요소의 양은 콩팥 정맥(다)의 혈액보다 콩팥 동맥(라)의 혈액에 더 많다.

ㄷ. A는 간이다. 간에서는 식후 포도당을 글리코젠으로 저장하거나 공복 시 글리코젠을 포도당으로 분해하므로 혈당량이 일정하게 유지된다. 또한 간은 아미노산의 노폐물인 암모니아를 요소로 전환시키며, 요소는 콩팥을 통해 배출된다.

141 ③

기관계의 통합 작용

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)는 O_2와 CO_2가 출입하는 호흡계이고, (나)는 노폐물과 과잉의 물이 배설되는 배설계이다.

ㄴ. (가)를 거쳐 돌아오는 혈관에 흐르는 혈액은 폐의 풍부한 산소를 공급받아 혈중 산소 농도가 높아진 동맥혈이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 암모니아가 요소로 전환되는 반응은 간에서 일어난다. 간은 배설계가 아닌 소화계에 속한다.

142 ④

☑ 정답해설

ㄴ. ㉢은 O_2이다. 혈액의 적혈구는 O_2를 운반한다.

ㄷ. 요소(㉤)는 간에서 생성된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. C, H, O로 구성된 포도당이 최종 분해되면 CO_2(㉡), H_2O(㉠)이 생성된다.

143 ③

배설계

☑ 정답 해설

ㄱ. (나)의 A 구간은 콩팥으로 들어가는 포도당의 양과 콩팥에서 나오는 포도당의 양이 같아 배설량이 없는 상태이다. 따라서 ㉢에서 포도당이 관찰되지 않는다.

ㄴ. (나)의 B 구간에서는 배설량이 존재한다. 콩팥으로 들어오는 포도당의 양에서 오줌으로 배설되는 포도당의 양을 뺀 나머지가 콩팥 정맥으로 이동한다.

☑ 오답 피하기

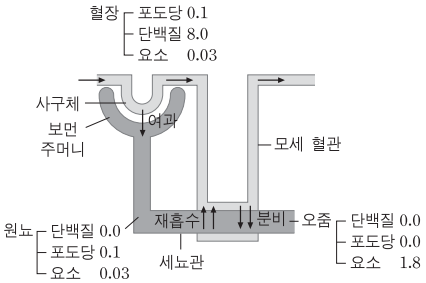
ㄷ. 혈당량이 정상인 경우 포도당은 재흡수되어 다시 온몸으로 보내진다. 따라서 콩팥 정맥의 혈액인 ㉡에서 포도당이 검출된다.

144 ②

☑ 정답 해설

A에는 사구체에서 보먼 주머니로 혈액의 일부가 여과되어 생성된 원뇨, B에는 여과, 재흡수, 분비 과정을 거쳐 생성된 오줌, C에는 세뇨관 주변의 모세 혈관을 흐르는 혈액이 지난다.

ㄷ. 건강한 사람의 경우는 콩팥에서 여과된 포도당이 100% 재흡수되어 오줌에는 나오지 않는다. 그러나 당뇨병은 혈중 포도당 농도가 높아지는 고혈당이 특징으로 오줌에 포도당이 섞여 나오게 된다.



☑ 오답 피하기

ㄱ. 포도당은 사구체에서 여과되어 혈장에서와 같은 농도로 보먼 주머니를 지난다. 그러나 일반적으로 사구체를 지나는 혈액의 약 10%만이 여과되므로 콩팥 동맥의 포도당이 모두 여과되는 것은 아니다.

ㄴ. 혈당량이 0.2%일 때 여과량과 재흡수량이 같다. 따라서 여과된 포도당이 모세 혈관으로 100% 재흡수되어 순환계로 이동한다.

145 ⑤

정답 해설

ㄱ. 아미노산은 여과량과 재흡수량이 같다. 재흡수는 물질이 세뇨관에서 모세 혈관으로 이동하는 것이다.

ㄴ. 요소는 여과된 후 일부 재흡수되는 물질이다.

ㄷ. 혈액과 원뇨의 성분은 단백질과 혈구 등 고분자 물질을 제외하고 거의 비슷하며, 원뇨와 콩팥 정맥의 성분을 비교하면 여과량의 일부분이 재흡수 된다는 것을 알 수 있다. 이것은 순환계에서 배설계로 물질이 이동하고, 다시 배설계에서 순환계로 물질이 이동하는 상호 작용의 결과로 오줌이 생성되기 때문이다.

146 ⑤

흥분의 전도

정답 해설

막전위가 −80mV인 경우는 재분극 과정에서 막전위가 가장 낮을 때(과분극)이다. 신경A와 B의 막전위 Ⅱ가 모두 −80mV이므로 Ⅱ는 A와 B에서 동시에 활동 전위가 발생한 지점인 지점 d_1에서 측정한 막전위이다. 신경 전도 속도가 A보다 B에서 빠르므로 만약 A의 d_2에서 측정한 막전위가 Ⅰ(−55mV)이라면 t_1에서 A의 d_2는 탈분극 중이어야 한다. 그렇다면 A의 d_3에서 측정한 막전위는 −55mV보다 낮으면서 탈분극 중이어야 하는데 +30mV이므로 조건에 맞지 않다. 즉 A의 d_2에서 측정한 막전위는 Ⅰ(−55mV)이 아니라 Ⅲ(+30mV)이다.

ㄱ. Ⅲ은 d_2에서 측정한 막전위이다.

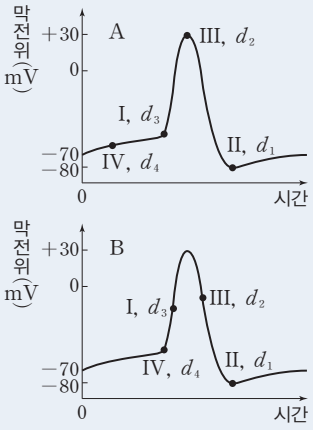
ㄴ. 자극을 주고 3ms이 지났을 때 B의 d_4와 A의 d_3에서 활동 전위가 발생하기 시작한다. 그러므로 t_1일 때, A의 d_3에서의 막전위와 ㉠은 서로 같다.

ㄷ. t_1일 때, B의 d_3의 막전위는 −20mV이고, 탈분극 중이다. 탈분극이 일어날 때는 Na^+가 세포 안으로 유입된다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



그래프에 A와 B의 시간에 따른 위치를 나타내보면 다음과 같다.



B의 흥분 전도 속도가 빠르므로 A에 비해 우측으로 이동해 있다.

147 ②

흥분 전도 속도

말이집 뉴런에서 말이집(B)은 인지질 막이 반복적으로 겹쳐 있어 세포막을 통한 이온의 이동을 억제한다. 그러므로 랑비에 결절 부위(A)에서만 이온의 이동이 나타나는 도약 전도로 인해 흥분 전도 속도가 증가한다. (나)에서 랑비에 결절(A)에서는 동일한 거리를 이동하는 데에 많은 시간이 소요되지만, 말이집(B)에서는 적은 시간이 소요되는 것을 확인할 수 있다. 이는 흥분의 전도 속도는 랑비에 결절에서보다 말이집 부위에서 더 빠르다는 것을 의미한다.

정답 해설

ㄷ. 말이집(B)에서는 인지질이 주성분인 슈반 세포의 세포막이 축삭돌기를 둘러싸고 있어 세포막을 통한 이온의 이동이 억제되므로 랑비에 결절(A) 부위에서 이온의 이동이 상대적으로 활발하다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 슈반 세포의 세포막이 여러 겹으로 축삭돌기를 둘러싼 말이집이다.

ㄴ. 랑비에 결절(A)에서 흥분의 이동에 걸리는 시간이 더 많이 소요되므로 흥분의 전도 속도는 랑비에 결절(A)에서보다 말이집(B) 부위에서 더 빠르다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



그래프의 x축은 거리, y축은 시간이므로 기울기의 역수는 속도이다. 속도$=\frac{\text{거리}}{\text{시간}}=\frac{x\text{축}}{y\text{축}}$

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



말이집에는 Na^+ 통로가 없으므로 랑비에결절까지 축삭돌기 내부에서 Na^+이 확산된다. 랑비에결절에서 Na^+ 통로를 자극하여 탈분극을 발생시킨다. 따라서 말이집 뉴런에서 흥분의 전도 속도가 빠르다.

막전위는 짧은 시간 동안 역전되면서 30~40mV로 막전위가 탈분극된다. 이러한 전위 변화는 수 밀리초(ms) 정도의 빠른 시간 안에 일어나고 회복된다. 활동 전위는 휴지 상태로 돌아가기 전에 인접 부위에 전류를 보내고 새로운 활동 전위를 생성하여 활동 전위가 세포막 전체에 확산될 때까지 계속 전도된다.

148 ②

정답 해설

ㄷ. 1차 측정 시 d_2에서 막전위가 +30mV인 것으로 보아 탈분극이 일어났으며, 탈분극은 흥분이 도달하면 세포막에 있는 Na^+ 통로가 열려 Na^+이 세포 안으로 유입되면서 일어난다. 이때 Na^+의 농도는 세포 안보다 밖에서 높기 때문에 확산에 의해 Na^+이 세포 안으로 유입된다.

오답 피하기

ㄱ. 뉴런에서는 역치보다 더 큰 자극을 주어도 활동 전위의 크기는 항상 일정하므로 ㉠은 약한 자극에서와 같이 +30mV이다.

ㄴ. 재분극 과정 중인 지점 d_3가 탈분극 상태인 지점 d_2보다 시간적으로 먼저 흥분이 도달했다는 것이므로 흥분의 전도는 Y에서 X로 진행된다.

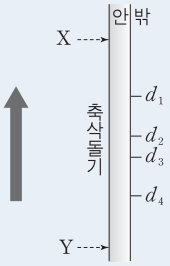
문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



흥분의 이동 방향을 확인할 때, 임의의 시점을 시간의 흐름에 따라 t_1, t_2, t_3라 두고 생각해본다. Y에서 X로 진행이 될 시, t_1~t_3로 시간이 흐를 때에 각 시점에서 지점 d_1~d_4의 상태를 대략적으로 생각해보면 다음과 같다.

지점	t_1	t_2	t_3
d_1	분극	분극	분극
d_2	분극	분극	탈분극
d_3	분극	탈분극	재분극
d_4	탈분극	재분극	분극

문제의 [표] 자료에서 1차 측정시에는 t_3의 상태와 같으므로, 흥분의 전도는 Y에서 X로 진행됨을 알 수 있다.



자극의 세기를 강하게 하면 활동 전위의 크기는 같고 활동 전위의 빈도가 증가한다. 실무율이란 단일 신경 세포에서 역치 이하의 자극에는 반응하지 않고, 역치 이상의 자극에는 자극의 세기와 관계없이 반응의 크기가 일정한 현상이다.

149 ①

정답 해설

ㄴ. 뉴런에서 활동 전위의 전도 속도는 축삭의 굵기(지름)와 말이집의 유무에 따라 결정된다. 활동 전위에 의해 발생하는 이온의 흐름은 전기적 저항이 작은 굵은 축삭을 통해 더 멀리까지 전달되고 흥분 전도 역시 빠르게 일어난다. 또, 말이집에 의한 절연은 활동 전위에 의해서 생성된 탈분극을 멀리까지 빠르게 보낼 수 있게 한다.

오답 피하기

ㄱ. 말이집은 슈반 세포가 랩처럼 축삭돌기를 여러 겹으로 둘러싸서 형성되는 것으로 뉴런과 별개의 세포에서 유래된다.

ㄷ. 말이집 신경에서는 이온의 유출과 유입이 랑비에 결절에서만 일어나므로 축삭돌기에서 말이집에 의한 절연은 전기선을 감싸고 있는 절연체와 달리 불연속적이다.

150 ③

흥분의 전도와 전달

(가)는 감각 뉴런, (나)는 연합 뉴런, (다)는 운동 뉴런이다. 흥분은 감각 뉴런 → 연합 뉴런 → 운동 뉴런을 따라 전달된다. 뉴런의 특정 지점에 역치 이상의 자극이 주어지면 이 자극에 의해 발생한 흥분이 한 뉴런 내에서 양방향으로 전도된다. 가지돌기 방향으로 전도된 흥분은 시냅스 전 뉴런으로 전달될 수 없지만 축삭돌기 방향으로 전도된 흥분은 시냅스를 통해 시냅스 후 뉴런으로 전달될 수 있다. 각 지점에 역치 이상의 자극을 주었을 때 A와 B의 경우 4개, C의 경우 2개, D의 경우 1개 지점에서 활동 전위가 발생한다. E는 말이집 부위로 막전위의 변화가 없다.

정답 해설

ㄱ. C~D 사이에서 일어나는 시냅스를 통한 흥분의 전달 속도는 A~B 사이에서 축삭돌기를 따라 일어나는 흥분의 전도 속도보다 느리다.

ㄴ. 활동 전위 발생지점이 4개인 경우는 A 또는 B에 역치 이상의 자극을 주었을 때에 해당한다.

오답 피하기

ㄷ. E는 말이집 부위로 활동 전위가 발생하지 않는다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



1. 랑비에 결절과 말이집을 구분한다.
A, B, C, D는 랑비에 결절이며 활동 전위가 발생한다. E는 말이집이며 활동 전위가 발생하지 않는다.
2. 축삭돌기와 가지돌기의 방향을 확인한다. (가)의 신경 세포체가 축삭의 중간에 있으므로 감각 신경이다. 따라서 (가) → (나) → (다) 방향으로 흥분이 전달된다.

151 ③

흥분의 전달

정답 해설

ㄱ. a에 자극을 주었을 때 c와 d에서 활동 전위가 나타나므로 흥분의 전도는 양쪽 방향으로 진행됨을 알 수 있다.

ㄴ. 뉴런에서의 흥분 전달은 축삭돌기 말단에서 가지돌기 쪽으로만 가능하므로 b와 e로는 흥분이 전달되지 않는다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 흥분의 전도와 전달 속도를 비교하기 위해서는 시냅스가 있는 곳과 없는 곳에서 같은 거리의 지점에 도달한 시간을 비교해야 한다. 그러나 a를 자극한 뒤 흥분이 시냅스를 거친 f와 비교 대상이 되는 같은 거리의 시냅스를 거치지 않은 지점을 알아보지 않았으므로 흥분의 전달이 전도보다 빠른 속도를 보이는지는 주어진 실험으로 알 수 없다.

152 ③

흥분의 전도

(가)에서 자극 X를 준 지점으로부터 가장 가까운 d_1지점에 가장 먼저 활동 전위가 발생할 것이다. (나)에서 t_1까지의 시간 동안 가장 먼저 활동 전위가 발생한 ㉡이 d_1에서의 막전위 변화이다. t_1까지 ㉢은 활동 전위가 발생하였지만 ㉠은 활동 전위가 발생하지 못했으므로 ㉢이 ㉠보다 자극 부위에 더 가까이 위치할 것이다. 따라서 ㉢이 d_2, ㉠이 d_3에서의 막전위 변화에 해당한다.

☑ 정답해설

ㄷ. Na^+의 농도는 막전위의 크기에 관계없이 항상 세포 밖이 안보다 높다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 측정한 막전위 변화는 d_1에서는 ㉡, d_2에서는 ㉢이다.

ㄴ. Na^+이 축삭돌기 내부로 확산되어 유입되는 과정은 탈분극으로 t_1시점 직후 d_1이 아닌 d_3에서 일어날 것이다.

153 ③

☑ 정답 해설

ㄱ. A, B, C 자극에 의해 모두 시냅스 후 뉴런에서 막전위의 변화가 일어났다.

ㄴ. B 자극에 의해 시냅스 후 뉴런에서 활동 전위가 발생하므로 B는 C보다 시냅스 틈으로 신경 전달 물질이 더 많이 분비되도록 촉진한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. C의 자극으로 막전위가 상승하므로 시냅스 후 뉴런의 Na^+ 통로가 일부 열리지만 역치 전위에 도달하지 못해 활동 전위가 생성되지는 않는다.

154 ⑤

뉴런을 통한 자극의 전달

☑ 정답 해설

⑤ A+B → C는 A와 B가 동시에 주어진 후 t_1의 시간 후에 C가 주어지는 상황이다. 따라서 A와 B가 동시에 주어지는 시기에 활동 전위가 발생한다.

☑ 오답 피하기

① A+B+C는 C가 A의 탈분극을 상쇄시키면 남은 것은 B의 자극이다. B 자극 단독으로는 활동 전위를 발생시키지 못한다.

② A → B → C는 A 자극이 주어진 후 t_1의 시간 후에 B 자극이 주어지고 또 t_1의 시간 후에 C 자극이 주어지는 상황이다. 이때 B 자극은 A 자극과 탈분극을 일으키는 정도가 같으므로 왼쪽에서 두 번째 그림과 같이 활동 전위가 발생할 것이다.

③ A → B+C는 A가 주어진 후 t_1의 시간 후에 B와 C가 동시에 주어지는 상황이다. B와 C는 서로 상쇄되므로 활동 전위는 발생하지 않는다.

④ A → C → B는 A 자극이 주어진 후 t_1의 시간 후에 C 자극이, 또 다시 t_1의 시간 후에 B 자극이 주어지는 상황이다. 따라서 활동 전위는 발생하지 않는다.

155 ⑤

흥분 전도 속도는 X에서가 Y에서보다 빠르므로 활동 전위가 가장 먼저 발생하는 지점은 X의 D_1이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 탈분극 → 재분극 → 분극이 차례로 나타나는데, 제시된 세 지점 D_1~D_3에서의 막전위를 보면 휴지 전위인 −70mV인 것은 없으므로 재분극이 끝나고 분극 상태로 회복된 지점은 없다. 제시된 세 지점 D_1~D_3에서의 막전위를 보면 −70mV보다 낮은 막전위는 −80mV뿐이고, −80mV는 재분극 과정 중에 있는 시점에서 나타나는 막전위이므로 ⓐ는 −80mV이며, ㉠은 X, ㉡은 Y이다.

ㄴ. 활동 전위가 1회 발생할 때 막전위가 −60mV인 시점에는 탈분극이 일어나는 구간의 한 시점과 재분극이 일어나는 구간의 한 시점이 있다. t_1일 때 Y의 D_2에서의 막전위가 −60mV이면, Y의 D_3에서의 막전위가 +30mV가 된다. t_1일 때 Y의 D_2에서 재분극이 일어나고 있다면 Y의 D_2에서의 막전위가 Y의 D_1에서의 막전위인 −54mV보다 낮아 주어진 조건에 맞지 않는다. t_1일 때 Y의 D_2에서 탈분극이 일어나고 있다면 Y의 D_3에서의 막전위가 +30mV인 것은 주어진 조건에 맞지 않는다. 따라서 ⓑ는 +30, ⓒ는 −60이다. t_1일 때 Y의 D_2에서의 막전위가 +30mV이므로 D_2에서 세포막 안쪽은 양(+)전하를 띤다.

ㄷ. t_1일 때 Y의 D_3에서의 막전위는 −60mV로, 휴지 전위보다 막전위가 상승한 상태이다. 따라서 t_1일 때 Y의 D_3에서 탈분극이 일어나고 있다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



축삭의 굵기(단면의 지름)가 클수록 이동 속도가 빠르기 때문에, 축삭의 굵기(단면의 지름)가 X>Y인 경우, 흥분 전도 속도는 X>Y이다. −80은 과분극 값에서만 나타나는 값이므로 ㉠은

X의 값이며 ⓐ는 −80이다. 신경 ㉠과 ㉡의 위치에 따른 상태를 나타내 보면 다음과 같다.

신경	t_1일 때 막전위(mV)		
	D_1	D_2	D_3
㉠ X	ⓐ −80 과분극	−44 재분극	+2 탈분극 또는 재분극
㉡ Y	−54 재분극	ⓑ +30 탈분극 또는 재분극	ⓒ −60 탈분극

156 ⑤

☑ 정답 해설

ㄱ. (가) 구간에는 A와 B 지점 사이에 전위 차가 나타나지 않는 것으로 보아 아직 흥분이 A 지점까지 도달하지 않았음을 알 수 있다. 따라서 A, B 모두에서 휴지 전위가 나타난다.

ㄴ. (나) 구간에는 A 지점이 B 지점에 비해 상대적으로 (+)전하를 띠는 것으로 보아 Na^+이 축삭돌기 내부로 확산되어 활동 전위가 발생되었음을 알 수 있다.

ㄷ. (다) 구간에는 A 지점이 B 지점에 비해 상대적으로 (−)전하를 띠는 것으로 보아 B 지점에서 Na^+이 축삭돌기 내부로 확산되어 활동 전위가 나타나고 있음을 알 수 있다.

157 ④

㉠ 부위에서 이온 통로를 통한 K^+의 이동을 감소시키더라도 X에 역치 이상의 자극을 주면 ㉠ 부위의 랑비에 결절에서 이온 통로를 통한 Na^+의 이동은 일어난다. 랑비에 결절에서 Na^+이 유입되면 탈분극이 일어나며, 유입된 Na^+의 일부가 인접한 랑비에 결절로 확산되어 이 랑비에 결절에서 탈분극을 일으킨다. 그 결과 흥분이 전도되며 이후 시냅스에서 흥분의 전달이 일어난다. ㉡ 부위에서 시냅스 소포와 세포막의 융합을 억제하면 시냅스 소포에 있는 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비되지 않아 흥분의 전달이 억제된다.

☑ 정답해설

ㄱ. Ⅱ의 경우 Y에서 활동 전위가 발생하지 않았으므로 시냅스에서 흥분의 전달이 일어나지 않았다. Ⅲ의 경우 Y에서 활동 전위가 발생했으므로 시냅스에서 흥분의 전달이 일어났다. 따라서 ⓐ는 '㉡ 부위에서 시냅스 소포와 세포막의 융합 억제'이고, ⓑ는 '㉠ 부위에서 이온 통로를 통한 K^+ 이동 감소'이다.

ㄷ. 이온 통로를 통해 K^+이 세포 밖으로 확산되면서 재분극이 일어난다. Ⅲ의 경우 ㉠ 부위에서 이온 통로를 통한 K^+의 이동이 감소하므로 재분극 되는데 걸리는 시간은 Ⅲ이 Ⅰ보다 길다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. Ⅱ의 경우 Y에서 휴지 전위가 나타난다. 휴지 전위 상태일 때 Na^+-K^+펌프를 통해 Na^+은 세포 안에서 세포 밖으로 이동하고, K^+은 세포 밖에서 세포 안으로 이동한다. Na^+-K^+펌프를 통한 Na^+과 K^+의 이동에는 ATP가 사용된다.

158 ③

뉴런 세포막의 전위차와 활동 전위

☑ 정답 해설

전위가 100mV 가량 상승한 후 음의 방향으로 활동 전위를 뒤집은 듯한 모습이 나타나는 ③번이 측정 결과와 가장 가깝다.

159 ④

Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+은 세포 안에서 세포 밖으로 이동하고, K^+은 세포 밖에서 세포 안으로 이동하므로 Ⅰ은 세포 안, Ⅱ는 세포 밖이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. Na^+-K^+ 펌프를 통한 Na^+과 K^+의 이동에는 ATP가 사용된다.

ㄷ. t_1은 재분극이 일어나고 있는 시점으로, t_1일 때 K^+이 세포 안에서 세포 밖으로 확산된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 뉴런이 자극을 받지 않았을 때 나타나는 세포 내외의 전위차를 휴지 전위라고 하며, (가)에서 휴지 전위는 −70mV이다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



① 분극 : 뉴런을 자극을 받지 않았을 때에는 Na^+-K^+ 펌프가 ATP를 사용하여 Na^+과 K^+을 이동시킨다. $3Na^+$은 세포 안에서 세포 밖으로, $2K^+$은 세포 밖에서 세포 안으로 이동한다. 분극 상태에서 K^+통로는 일부 열려 있다.

② 탈분극 : 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+이 세포 밖에서 세포 안으로 확산된다. ATP는 사용되지 않는다.

③ 재분극 : 재분극 시에는 K^+통로가 열려 K^+이 세포 안에서 밖으로 확산된다. ATP는 사용되지 않는다.

④ 과분극 : K^+통로가 닫히는 속도가 느리기 때문에 막전위가 휴지막 전위보다 낮아진다.

160 ③

흥분의 전달

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)와 (나)의 신경 말단에서 분비되는 흥분 전달 물질은 아

세틸콜린이다. (나)에서 흥분이 운동 뉴런을 따라 전도되어 축삭돌기 말단에 도달하면 시냅스 소포에서 아세틸콜린이 분비되어 근육 세포막을 탈분극시켜 활동 전위가 발생한다.

ㄴ. (나)의 신경 말단에서 분비되는 아세틸콜린에 의해 근육 원섬유 마디가 짧아진다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. (나)의 신경 말단에서 분비되는 아세틸콜린에 의해 근육 섬유막이 탈분극됨으로써 활동 전위가 발생하고, 이 활동 전위가 근육 원섬유에 전달되면 근육 원섬유 마디가 짧아져 근육이 수축하게 된다. Na^+-K^+ 펌프는 아세틸콜린의 작용으로 작동하는 것이 아니다.

161 ③

시냅스에서의 흥분 전달

☑ 정답 해설

ㄱ. ⓐ는 축삭돌기 말단의 시냅스 소포에서 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 분비된 후 확산에 의해 다음 뉴런의 가지 돌기로 흥분을 전달하는 과정이다.

ㄴ. 시냅스 후 뉴런 세포막은 시냅스 틈을 통해서 확산되는 신경 전달 물질에 대한 수용체들을 가지고 있는데, ⓑ는 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 수용체에 결합하여 이온 통로가 열리는 과정이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. ⓒ는 아세틸콜린에 의해 이온 통로가 열린 후 시냅스 틈에 있는 Na^+이 유입되어 탈분극이 일어나는 과정이다.

162 ④

활동 전위와 신경 전달 물질 분비

☑ 정답 해설

ㄱ. 활동 전위의 발생 빈도와 분비되는 신경 전달 물질의 양을 보면 (가)는 약한 자극을 받았을 때 결과임을 알 수 있다.

ㄷ. 뉴런이 받은 자극의 세기가 강할수록 축삭돌기에서 발생하는 활동 전위의 빈도가 증가하고, 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 양도 증가한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (가)와 (나)의 결과를 보면, 자극의 세기가 달라도 활동 전위의 크기는 일정한 것을 볼 수 있다. 자극의 세기가 다를 때 변하는 것은 활동 전위의 크기가 아니라 활동 전위의 발생 빈도이다.

163 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. '책을 보면서 소리 내어 읽었다.'의 B 상황은 시신경(감각 뉴런) → 대뇌(연합 뉴런) → 말을 할 때 사용되는 근육에 연결된 뉴런(운동 뉴런)의 순서로 흥분이 전달되었다.

ㄴ. '뜨거운 물체를 만졌을 때 나도 모르게 손을 떼는 반사가 일어났다.'의 C 상황은 회피 반사의 예로서 반사 중추는 척수이다. 척수 반사의 경로는 감각 뉴런 → 척수의 연합 뉴런 → 운동 뉴런이다. 따라서 흥분이 발생한 뉴런에는 (가), (나), (다)가 모두 포함된다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. '멀리서 나를 부르는 소리가 들렸다.'의 A 상황은 청신경(감각 뉴런) → 대뇌(연합 뉴런)의 순으로 흥분이 전달되므로 흥분 전달 경로에서 목 아래에 있는 척수가 포함되지 않는다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



ㄷ. 청신경(감각 뉴런) → 뇌(연합 뉴런)는 척수를 거치지 않고 바로 뇌로 전달되므로 유의하여 풀이하도록 한다. 청신경, 후신경, 시신경 등 뇌에서 뻗어 나오는 신경을 뇌신경이라 하며 뇌신경 중 후신경과 시신경은 대뇌에 연결되고, 청신경은 뇌줄기에 연결된다. 중뇌는 안구 운동과 홍채 조절의 역할을 한다.

164 ③

여러 뉴런과 시냅스 형성

☑ 정답 해설

ㄱ. 말이집 신경의 축삭돌기는 말이집으로 둘러싸인 부위와 둘러싸이지 않은 부위가 있다. ㉠은 말이집으로 둘러싸여 있지 않은 랑비에 결절이다. 이 부분에 이온이 이동하는 통로가 있어 활동 전위가 일어난다.

ㄴ. (나)의 결과를 보면 A만 자극했을 때보다 A와 B를 동시에 자극했을 때 활동 전위의 발생 빈도가 더 높은 것을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 뉴런 A에서 분비된 신경 전달 물질은 뉴런 C의 가지돌기에는 작용하지만 뉴런 B의 축삭돌기에는 작용하지 않는다. 그러므로 뉴런 A에서 신경 전달 물질이 분비된다 하더라도 뉴런 B에서 탈분극은 일어나지 않는다.

165 ④

근육 원섬유의 수축 과정

☑ 정답 해설

ㄴ, ㄷ. 마이오신 머리가 ATP와 결합한 뒤 ATP가 분해될 때 나오는 에너지에 의해 액틴 필라멘트를 끌어당기고 그 후 마이오신 머리는 액틴 필라멘트와 분리된다. 이 과정이 반복되면서 근육 원섬유의 마디가 줄어들고 근수축이 일어난다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (c) 과정을 통해 액틴 필라멘트가 모여 들면서 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지게 된다. 근수축은 액틴 필라멘트나 마이오신 자체 길이는 변하지 않고, 두 필라멘트가 마주 보는 방향으로 미끄러져 들어가 겹쳐진 부분이 늘어나면서 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지는 것이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



근육 원섬유가 수축할 때에는 마이오신과 액틴 필라멘트의 길이는 일정하다. 서로 마주보는 방향으로 미끄러지기 때문에 액틴 필라멘트와 마이오신의 겹치는 부분이 늘어나게 된다. 마이오신 머리는 근육 수축에 원동력을 제공한다. 마이오신 머리는 ATP와 결합하여 ATP를 ADP와 P_i로 가수 분해한다. 가수 분해 시에 마이오신 머리와 액틴 필라멘트가 결합하며 그 결과 액틴 필라멘트를 근절 안쪽 방향으로 끌어당기게 된다. 마이오신 머리와 액틴 필라멘트가 결합한 부분은 새로운 ATP 분자가 마이오신 머리에 붙으면 다시 해체된다.

마이오신 머리가 액틴 필라멘트와 결합하여 가교를 형성한다. → ADP와 P_i이 방출된다. 액틴 필라멘트가 근육 원섬유 마디 중앙 부위(안쪽)으로 움직인다. → 새 ATP 분자가 결합하여 마이오신의 머리가 액틴 필라멘트에서 떨어지고 새로운 근수축 순환이 시작된다.

166 ③

근육 원섬유의 구조

☑ 정답 해설

ㄱ. 한 개의 근육 원섬유 마디의 길이가 4μm이므로 여기서 액틴 필라멘트의 길이(1.5μm×2)를 빼면 ⓑ의 길이는 1μm가 나온다. A대의 길이가 2μm이므로 근육 원섬유 마디 4μm에서 빼면 2μm가 나온다. 따라서 ⓐ의 길이는 2μm, ⓑ의 길이는 1μm이다.

ㄴ. 가는 섬유는 액틴 필라멘트로 구성되어 있다. 굵은 섬유는 마이오신이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. A대의 길이는 마이오신의 길이이다. 따라서 근육이 수축해도 A대는 2μm에서 변하지 않는다.

167 ③

근육 원섬유 마디와 장력

☑ 정답 해설

ㄱ. 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치지 못하는 경우는 근육 원섬유 마디의 길이가 3.65μm일 때로 장력이 0이다.

ㄴ. 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부분에서 힘이 발생한다. 따라서 액틴 필라멘트와 마이오신의 겹치는 길이가 최대일 때 장력이 최대가 된다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. H대는 A대에서 마이오신과 액틴 필라멘트가 중첩되는 영역을 제외한 중앙의 밝은 부분이다. 근육 원섬유 마디의 길이가 2.25~3.65μm 사이에서는 H대의 길이가 짧을수록 (그래프의 왼쪽으로 이동할수록) 장력이 증가한다.

168 ③

액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디가 짧아지면서 골격근 수축이 일어난다.

☑ 정답 해설

ㄱ. H대에는 액틴 필라멘트는 없고, 마이오신 필라멘트가 있다. t_1일 때와 t_2일 때 액틴 필라멘트의 길이는 같으므로 t_1일 때 H대의 길이=2.1μm−(1.0μm×2)=0.1μm이다.

ㄴ. t_1일 때와 t_2일 때 A대의 길이는 같으므로 t_1일 때 구간 ㉠의 길이는 $\frac{1.6\mu m-0.1\mu m}{2}=0.75\mu m$이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. t_1일 때와 t_2일 때 액틴 필라멘트의 길이, 마이오신 필라멘트의 길이는 같고, ㉠의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 짧으며, H대의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 길다. 따라서 $\frac{\text{액틴 필라멘트의 길이}-\text{㉠의 길이}}{\text{마이오신 필라멘트의 길이}-\text{H대의 길이}}$는 t_1일 때가 t_2일 때보다 크다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



액틴 필라멘트와 마이오신의 길이는 수축, 이완 시 변하지 않는다. 'A대의 길이+I대의 길이=근육 원섬유 마디 길이'로 계산한다. A대의 길이는 수축과 이완 시 변화하지 않으며, I대, H대, 근육 원섬유 마디는 수축 시 짧아지고 이완 시 길어진다.

169 ④

골격근의 수축과 이완

골격근은 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되어 있고, 하나의 근육 섬유는 미세한 근육 원섬유 다발로 구성되어 있다. 근육 섬유(㉠)는 하나의 세포에 여러 개의 핵이 있는 다핵 세포이다. 근육 원섬유(㉡)는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트로 구성되어 있으며, 근육 원섬유 마디가 반복적으로 나타난다. (다)에는 마이오신 필라멘트가 존재하므로 A대 또는 H대이다. H대의 길이는 A대의 길이보다 짧고, A대의 길이는 일정하므로 (가)는 A대(ⓑ), (나)는 I대(ⓐ), (다)는 H대(ⓒ)이다.

☑ 정답 해설

ㄴ. 이완 시 A대인 (가)의 길이는 1.6μm이고, I대인 (나)의 길이는 0.4μm이다. 그러므로 ⓐ(I대)와 ⓑ(A대)의 길이의 합은 0.4μm+1.6μm=2.0μm이다.

ㄷ. 근육 원섬유가 수축하면 A대의 길이는 변하지 않으나 I대의 길이는 짧아지므로 $\frac{\text{(나)의 길이}}{\text{(가)의 길이}}=\frac{\text{I대 길이}}{\text{A대 길이}}$는 감소한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 근육 섬유(㉠)는 하나의 세포에 여러 개의 핵이 있는 다핵 세포로 조직 단계에 해당하지 않는다.

170 ④

중추 신경계

A는 간뇌, B는 중뇌(중간뇌), C는 연수, D는 척수, E는 대뇌이다.

☑ 정답 해설

④ D(척수)에서 나온 운동 신경 다발은 전근을, D로 들어가는 감각 신경 다발은 후근을 이룬다.

☑ 오답 피하기

① A(간뇌)에는 시상과 시상 하부가 존재한다.
② B(중뇌, 중간뇌)는 동공 반사의 중추이다.
③ C(연수)는 뇌줄기에 속한다.
⑤ 대뇌의 겉질은 신경 세포체가 존재하는 회색질이다.

171 ②

☑ 정답해설

ㄷ. 대뇌 겉질은 신경 세포체가 모인 회색질로 기능에 따라 감각령, 운동령, 연합령으로 구분한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 대뇌 좌반구의 입술 운동 중추가 있는 운동령 A가 손상되면 입술을 움직일 수 없다.
ㄴ. 감각령은 대뇌 겉질이므로 회색질이다.

172 ③

☑ 정답해설

ㄱ. A 신경의 말단 분비물은 노르에피네프린이고, B 신경의 말단 분비물은 아세틸콜린이다. 따라서 노르에피네프린을 주사한 구간 Ⅰ에서 수축 빈도가 ㉠은 증가하고 ㉡이 감소하였고, 아세틸콜린을 주사한 구간 Ⅱ에서는 수축 빈도가 ㉠은 감소하고 ㉡이 증가한 것으로 보아 ㉠은 심장 근육, ㉡은 위 근육의 수축 빈도를 나타낸 것임을 알 수 있다.

ㄷ. 골격근에 연결된 운동 뉴런인 C의 신경 말단 분비물은 아세틸콜린이므로 ㉠과 ㉡은 Ⅱ와 같이 나타난다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. A 신경은 교감 신경이므로 시냅스 전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다. B 신경은 부교감 신경이므로 시냅스 전 뉴런의 신경 세포체는 중뇌, 연수 그리고 척수의 아랫부분에 있다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



• 부교감 신경은 중뇌, 연수, 척수의 꼬리 부분에서 뻗어나오며 각 위치에 따른 기능은 다음과 같다.
중뇌 – 동공 축소
연수 – 심장 박동 억제, 소화 운동과 소화액 분비 촉진, 쓸개즙 분비 촉진
척수의 꼬리 부분 – 방광 수축
• 교감 신경은 척수의 중간 부분에서 뻗어 나온다.
교감 신경절에서는 신경절 이전 뉴런이 많은 신경절 이후 뉴런과 시냅스를 이루고 있어 교감 신경이 흥분하면 여러 내장 기관이 동시에 반응한다. 동공 확대, 심장 박동 촉진, 소화관 운동과 소화액 분비 억제, 글리코젠 분해 촉진 , 쓸개즙 분비 억제, 방광 확장에 영향을 미친다.

173 ①

신경을 통한 소장의 수축력 조절

☑ 정답해설

ㄱ. A는 감각 뉴런으로 척수의 연합 뉴런과 시냅스를 이루는 쪽의 일부는 후근을 형성한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. B의 말단에서는 아세틸콜린이, C의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

ㄷ. 소장에서 소화와 흡수가 활발하게 일어날 때는 소장에 연결된 부교감 신경의 활성이 높고 교감 신경의 활성이 낮을 때이다. 교감 신경의 시냅스 후 뉴런인 C에서 신경 전달 물질이 분비되면, 소장의 수축력이 감소하는 것으로 보아 소장에서 소화와 흡수가 활발하게 일어날 때는 소장의 수축력이 감소하는 것이 아니라 증가할 것이라는 것을 알 수 있다.

174 ②

자율 신경과 기관의 조절

☑ 정답해설

ㄴ. K^+이 내부에서 외부로 확산되면 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 신경 X는 부교감 신경이므로 ㉠은 아세틸콜린이다.

ㄷ. 신경 Y는 교감 신경으로, 신경 Y의 흥분 발생 빈도가 증가하면 방광의 이완을 유도한다.

175 ②

신경을 통한 동공의 크기 조절

☑ 정답해설

ㄷ. a는 시냅스 전 뉴런 축삭돌기 말단이고, b는 시냅스 후 뉴런 축삭돌기 말단이다. a에서 분비되는 신경 전달 물질의 양이 증가하면 b에서 분비되는 신경 전달 물질의 양도 증가한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 눈과 연결된 신경 중 감각 신경과 부교감 신경은 뇌신경이지만, 교감 신경은 척수 신경이다.

ㄴ. (가)와 같은 반응을 유도하는 신경은 교감 신경이 아닌 부교감 신경이다.

176 ⑤

☑ 정답해설

A는 감각 뉴런, B는 근육 ㉠을 수축시키는 운동 뉴런, C는 근육 ㉡을 수축시키는 운동 뉴런이다.

ㄱ. 감각 뉴런은 바로 근육 ㉠의 운동 뉴런에 흥분을 전달하므로 ㉠의 수축에 2종류의 뉴런이 관여하고, 척수의 연합 뉴런을 거쳐 근육 ㉡의 운동 뉴런에 흥분을 전달하는 과정에는 3종류의 뉴런이 관여한다.

ㄴ. 무릎 반사는 근육 ㉠과 연결된 인대를 두드림으로써 시작된다. 감각 뉴런이 척수로 정보를 전달하고 근육 ㉠을 움직이는 운동 뉴런에 흥분을 전달하면 근육 ㉠은 수축하고 근육 ㉡은 이완하여 다리 아랫부분이 앞쪽으로 움직이게 된다.

ㄷ. 자극으로 A의 활동 전위 빈도가 증가할 때 B의 활동 전위 빈도는 증가하고, C의 활동 전위 빈도는 감소한다. B에 연결된 ㉠은 수축하고, C에 연결된 ㉡은 이완한다. 따라서 운동 뉴런의 활동 전위 빈도가 증가할 때 골격근이 수축하게 됨을 알 수 있다.

177 ②

☑ 정답해설

A는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.

ㄷ. 운동을 할 때는 교감 신경이 작용하여 소화 작용이 억제되므로 (다)와 같이 소장의 운동을 위한 내장근의 수축력이 감소하게 된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런에서 노르에피네프린이 분비되면 소장의 운동이 억제된다. 따라서 A에 의해서는 (다)와 같은 변화가 나타난다.

ㄴ. 자율 신경에서 발생하는 활동 전위의 크기는 자극의 세기와 관계없이 일정하므로 (나)와 (다)에서 차이가 없다.

178 ②

말초 신경에 의한 심장 박동 조절

☑ 정답해설

ㄴ. 혈중 CO_2 농도가 증가하면 감각 뉴런(A)의 흥분 빈도가 증가한다. 이 정보가 연수를 거쳐 교감 신경(C)으로 전달되면 C의 흥분 빈도도 증가하게 된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 부교감 신경(B)은 심장 박동을 억제시키는 작용을 하며 Ⅱ에 해당한다.

ㄷ. 역치 이상의 자극의 세기나 빈도에 상관없이 신경에서 발생하는 활동 전위의 크기는 일정하다. 혈중 CO_2 농도가 증가해도 A에서 발생하는 활동 전위의 크기는 변하지 않는다.

179 ②

의식적인 반응과 무의식적인 반응(무조건 반사)

☑ 정답해설

ㄴ. (가)는 무의식적인 반응 경로로 척수만 거쳐서 일어나는 반응이다. 따라서 (나)는 의식적인 반응 경로로 대뇌를 거쳐 일어나는 반응이므로 (가)의 반응 속도가 (나)의 반응 속도보다 빠르므로 위급한 상황에서 몸을 보호하는 데 유리하다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 무조건 반사에는 척수만 관여하는 것이 아니고 눈물, 재채기, 하품, 침 분비 등에 관여하는 연수와 눈 깜빡임, 동공 반사 등에 관여하는 중뇌도 있으므로 모두 (가)와 같은 반응 경로만을 따르지는 않는다.

ㄷ. (나)의 경우 눈으로 들어온 자극이 척수를 거치지 않고 바로 대뇌로 전달된 후 척수를 거쳐 반응이 일어나지만, 어두운 방에서 벽을 더듬어 전등 스위치를 찾아 전깃불을 켜는 반응은 손가락의 자극이 감각 신경을 통해 척수를 거쳐 대뇌로 전달된 후 다시 척수를 거쳐 반응이 일어나기 때문에 (나)의 경로와 다르다.

180 ①

A는 감각 뉴런, B는 대뇌로 연결되는 척수의 연합 뉴런, C는 운동 뉴런이다.

☑ 정답해설

ㄱ. 감각 뉴런인 A와 운동 뉴런인 C는 모두 척수와 연결되어 있으므로 척수 신경을 구성한다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 오른쪽 손가락의 감각기에 연결된 감각 뉴런(A)으로부터

전달된 자극은 뉴런 B를 거쳐 대뇌 좌반구의 감각령으로 전달된다. ㉠은 좌반구의 운동령이므로 B의 축삭돌기 말단은 ㉠ 부위에 연결되지 않는다.
ㄷ. 손가락에 뜨거운 물체가 닿았을 때 즉시 손가락을 떼는 회피 반사의 중추는 척수이므로, 이 반응에는 대뇌가 관여하지 않는다.

181 ①

신경을 통한 척수와 기관의 연결

척수의 전근에서 척수의 연합 뉴런과 연결되는 운동 뉴런 중 체성 운동 뉴런처럼 하나의 뉴런으로 작용기까지 연결된 경우도 있지만 자율 신경처럼 두 개의 뉴런이 하나의 시냅스를 형성하며 작용기까지 연결된 경우도 있다.

☑ 정답해설

ㄱ. ㉠을 자극했을 때 ㉠과 ㉡ 지점에서 활동 전위가 발생하지만, ㉡을 자극했을 때는 ㉠에서 활동 전위가 발생하지 않으므로 ⓐ 부위에 시냅스가 존재하여 역방향으로 흥분이 전달되지 않음을 알 수 있다. 마찬가지로 ㉡과 ㉢ 사이에도 시냅스가 존재함을 알 수 있다.

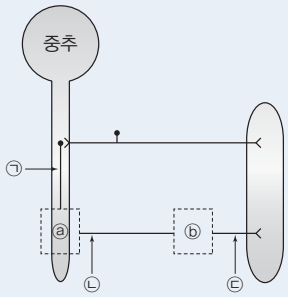
☑ 오답 피하기

ㄴ. ⓑ에서 시냅스를 형성하는 뉴런은 시냅스 전 뉴런의 길이가 시냅스 후 뉴런보다 긴 부교감 신경이다. 그러므로 ㉡과 ㉢ 지점을 포함하는 각각의 뉴런은 모두 말초 신경계에 속하는 부교감 신경을 구성하는 두 개의 뉴런이다.
ㄷ. 시냅스 전 뉴런의 한 지점 ㉡에 활동 전위 빈도가 증가하면 ㉢이 포함된 시냅스 후 뉴런의 말단에서 아세틸콜린의 분비량이 증가한다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



표를 해석하면 방향성의 순서가 ㉠ → ㉡ → ㉢ 임을 알 수 있다. ㉠은 연합 뉴런이고, ㉡과 ㉢은 부교감 신경이다.



182 ④

신경의 교차 부위

연수에서는 뇌와 척수를 연결하는 신경 다발이 통과하면서 신경의 좌우 교차가 일어난다. 신경의 교차는 연수 이외에 척수에서도 일어난다. 그림에서 알 수 있듯이 다친 부위 아래의 오른쪽에서 오는 통각 자극은 다친 부위를 지나지 않고 대뇌까지 전달되므로 자극을 느낄 수 있다. 하지만 다친 부위 아래의 오른쪽에서 오는 촉각 자극은 다친 부위를 지나야 하므로 자극이 대뇌까지 전달되지 않는다.

☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠은 피부 감각기에 연결된 체성 감각 뉴런이고, ㉡은 골격근에 연결된 체성 운동 뉴런이다. 그러므로 ㉠과 ㉡은 모두 체성 신경계에 속한다.
ㄷ. 대뇌의 운동령에 연결된 신경은 연수에서 교차된다. 대뇌 우반구에서 전달되는 명령은 다친 부위의 위쪽에서 교차되므로 다친 부위를 지나지 않고 왼쪽 다리로 전달되므로 왼쪽 발로 공을 차는 의식적인 운동을 할 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 오른쪽에서 오는 통각 자극은 다친 부위를 지나지 않고 대뇌까지 전달되므로 오른손에 가시가 찔리면 그 통증을 느낄 수 있다.

183 ④

자율 신경에 의한 소장 운동 조절

☑ 정답 해설

ㄱ. ㉠은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런으로, 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 분비되어 (나)와 같이 소장 근육의 수축력이 강해진다.
ㄷ. 운동을 할 때는 교감 신경이 작용하여 소화 작용이 억제되므로 (다)와 같이 소장 근육의 수축력이 감소하게 된다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (다)와 같은 소장 근육의 수축력 감소는 ㉡의 활동 전위 발생 빈도가 증가할 때 나타난다.

184 ④

중추 신경계, 소뇌

☑ 정답 해설

ㄱ. 실험 Ⅰ에서 중뇌는 동공 반사, 눈 깜빡임 반사에 관여하는데, 바람 자극에 의해 눈을 깜빡이는 반응은 연수의 무조건 반사에 해당한다.
ㄷ. 실험 Ⅲ에서 소뇌를 제거한 토끼에게 소리만 들려주었을 때 눈을 깜빡이는 성공률이 정상 토끼보다 낮은 것으로 보아 소뇌는 소리에 의해 눈을 깜빡이는 반응에 관여한다는 것을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 실험 Ⅲ의 결과를 보면 정상 토끼의 경우 실험 Ⅱ와 Ⅲ에서

소리만 들려줘도 눈을 깜빡이는 반응은 시간이 지나면 성공률이 낮아지므로 계속 지속되지 않는 것을 알 수 있다.

185 ②

정답 해설

ㄴ. 동맥의 혈압이 상승하면 교감 신경의 흥분 빈도는 감소하고 부교감 신경의 흥분 빈도는 증가한다. 그 결과 부교감 신경의 말단에서 아세틸콜린의 분비가 증가하게 된다.

오답 피하기

ㄱ. 역치 이상의 자극의 세기나 자극의 빈도와 관계없이 신경에서 발생하는 활동 전위의 크기는 일정하다.

ㄷ. 동맥의 혈압이 상승하여 감각 신경 A의 흥분 빈도가 증가하면 부교감 신경의 작용이 촉진되어 혈압이 낮아지도록 한다.

186 ①

삼투압 조절

혈중 ADH 농도가 높아지면 오줌으로 빠져나갈 수분이 혈장으로 재흡수된다. 그러므로 오줌의 삼투압은 높아지고, 혈장의 삼투압은 낮아진다. ㉠은 오줌, ㉡은 혈장이다. 정상인이 1L의 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 낮아져 혈중 ADH 농도도 낮아진다.

정답 해설

ㄱ. 혈장 삼투압에 대한 정보를 받아들여 ADH의 분비를 조절하는 부위는 간뇌의 시상 하부이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉡은 혈장이다.

ㄷ. 오줌 생성량은 구간 Ⅰ보다 구간 Ⅱ에서 적고, 혈중 ADH 농도는 구간 Ⅰ보다 구간 Ⅱ에서 높다. 그러므로 $\frac{\text{혈중 ADH 농도}}{\text{오줌 생성량}}$는 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅱ에서보다 작다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박중일 쌤

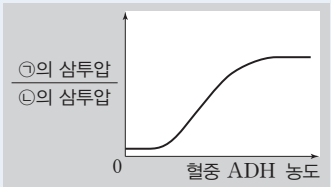


그림 (가)를 보면, X축 혈중 ADH 농도가 증가함에 따라 Y축인 ㉠의 삼투압/㉡의 삼투압의 비가 증가한다. 혈중 ADH 농도가 증가하면 혈장의 삼투압은 감소하고, 오줌의 삼투압은 증가한다. 따라서 ㉠은 오줌, ㉡은 혈장이다.

187 ①

음성 피드백 조절

정답 해설

ㄱ. A와 C를 비교하면 뇌하수체를 제거하였을 때 갑상샘의 무게가 감소함을 볼 수 있다. 이를 통해 뇌하수체에서 갑상샘을 자극하는 물질이 분비됨을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 티록신은 세포 호흡을 촉진하는 호르몬으로 아이오딘이 주성분이다. 따라서 아이오딘이 결핍되면 티록신이 합성되지 않아 체내 티록신 농도가 감소하여 세포 호흡이 감소되므로 O_2 소비량도 감소한다. 또한 체내 티록신 농도가 감소하면 음성 피드백 조절되어 뇌하수체 전엽에서 갑상샘을 자극하는 호르몬 분비량이 증가하게 되므로 계속해서 갑상샘이 자극을 받아 갑상샘이 비대해져 무게가 증가하게 된다. 즉, 아이오딘의 결핍으로 갑상샘 무게는 증가하고 O_2 소비량은 감소하게 되므로 B와는 다른 결과가 나온다.

ㄷ. 혈중 티록신 농도가 높아지면 음성 피드백 조절을 통해 뇌하수체에서 갑상샘 자극 호르몬의 분비가 억제된다. 갑상샘 자극 호르몬의 감소로 갑상샘은 정상보다 커지지 않고 오히려 줄어들 가능성이 있다.

188 ①

혈당량 조절

정답 해설

ㄱ. 그림에서 혈당량이 200mg/100mL를 초과하면 오줌으로 배설되는 것을 알 수 있다. 따라서 혈액 속의 포도당량이 200mg/100mL를 초과하면 오줌에서 포도당이 검출된다.

오답 피하기

ㄴ. 교감 신경이 흥분하면 이자의 α세포를 자극하여 글루카곤의 분비를 촉진하고 부신 속질의 에피네프린 분비를 촉진하여 글리코젠 분해(A) 과정을 촉진한다. 부교감 신경이 흥분하면 이자의 β세포를 자극하여 인슐린 분비를 촉진시켜 B, C 과정을 촉진하여 혈당량을 낮추어 준다.

ㄷ. 간에서 A 과정은 글루카곤에 의해 촉진되어 혈당량을 높여주며, C 과정은 인슐린에 의해 촉진되어 혈당량을 낮추어준다. 또한 인슐린은 근육과 지방 조직 세포 내로 포도당을 이동시키는 B 과정을 촉진하여 혈당량을 낮추어 준다.

189 ②

정답 해설

(가)에서 인슐린 분비가 정상인 사람 A는 혈당량이 증가함에 따라 근육 세포 내 포도당의 농도도 증가하지만, 인슐린 분비가 결핍된 당뇨병 환자 B는 혈당량이 증가해도 근육 세포 내 포도

당 농도는 매우 낮은 상태로 유지되는 것을 볼 수 있다. 즉, 인슐린이 혈액의 포도당을 근육 세포로 유입시키는 역할을 하는 것을 알 수 있다. (나)에서 당뇨병 환자 B는 식사 후에 혈중 인슐린 농도가 거의 0에 가깝게 유지된다. 즉, 인슐린의 분비가 거의 이루어지지 않고 있으며, 이로 인해 혈액의 포도당이 근육 세포 내로 유입되지 못하기 때문에 혈당량이 200mg/100mL 이상으로 높아지는 당뇨병 환자의 혈당 수치가 나타나고 있다.
ㄷ. 당뇨병 환자 B는 인슐린 결핍으로 인해 당뇨병이 나타나므로 인슐린 주사를 맞으면 혈당 수치가 낮아져서 당뇨병 증상을 줄일 수 있다.

☑ 오답 피하기
ㄱ. 구간 Ⅰ에서 혈액의 포도당이 근육 세포로 유입되는 양은 B보다 A가 많다.
ㄴ. (나)에서 당뇨병 환자 B는 인슐린의 분비가 거의 이루어지지 않고 있으므로 근육 세포로 유입되는 포도당이 거의 없다. 그러므로 t_1, t_2에서 근육 세포 내 포도당 농도는 거의 같다.

190 ④

혈당량 조절 과정에 관여하며, 동일한 기관에서 분비되어 서로 길항 작용을 하는 호르몬 A는 인슐린, B는 글루카곤이다. 인슐린은 혈당량을 감소시키고 글루카곤은 혈당량을 증가시킨다.

☑ 정답 해설
ㄴ. 호르몬 A는 인슐린으로 간세포에서 포도당을 글리코젠으로 합성하거나 혈액에서 조직 세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시킨다. (나)에서도 정상인의 경우 호르몬 X의 농도가 증가함에 따라 혈액에서 조직 세포로의 포도당 유입량이 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 혈액에서 조직 세포로의 포도당 유입을 촉진시키는 호르면 X는 인슐린(A)이다.
ㄷ. 교감 신경이 흥분하면 호르몬 B(글루카곤)의 분비가 촉진된다.

☑ 오답 피하기
ㄱ. 인슐린과 글루카곤이 분비되는 기관 ㉠은 이자이다.

191 ④

☑ 정답 해설
ㄱ. 간은 소화계에 속한다.
ㄷ. 이자에서 생성된 혈당량 조절 호르몬인 ㉡은 인슐린 또는 글루카곤이다. 간은 인슐린과 글루카곤의 표적 기관이다.

☑ 오답 피하기
ㄴ. 위와 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다.

192 ①

체온 조절, 시상 하부

☑ 정답 해설
ㄱ. 25 ℃이하에서 생쥐는 대사율을 증가시켜 체온을 일정하게 유지시킬 수 있다.

☑ 오답 피하기
ㄴ. 생쥐의 대사율은 10단위이고, 도마뱀의 대사율은 1단위이므로 모든 온도에서 도마뱀의 대사율은 생쥐의 대사율보다 낮다.
ㄷ. 생쥐는 낮은 온도에서는 열을 발생시키느라, 높은 온도에서는 열을 발산시키느라 대사율을 증가시키므로 도마뱀보다 체온 조절에 더 많은 에너지를 소모한다.

193 ③

체온 조절

☑ 정답 해설
ㄷ. 간뇌의 시상 하부는 체온 조절의 중추이다.

☑ 오답 피하기
ㄱ. 시상 하부의 온도를 높인 구간 Ⅰ에서 물질대사율과 체온은 모두 감소한다. 따라서 구간 Ⅰ에서 물질대사에 의한 열 발생량은 감소한다.
ㄴ. 갑상샘에서 분비되는 티록신은 물질대사를 촉진하는 호르몬이다. 물질대사율이 t_1일 때가 t_2일 때보다 높으므로 갑상샘에서의 티록신 분비는 t_1일 때보다 t_2일 때가 많지 않음을 알 수 있다.

194 ④

체온 조절

☑ 정답 해설
④ 그림 (가)를 보면 0~25 ℃ 범위에서는 주변 온도가 낮아질수록 물질 대사율이 증가한다.

☑ 오답 피하기
① 그림 (나)를 보면 주변 온도가 25 ℃일 때보다 오히려 5 ℃일 때가 설정점이 더 높다.
② 그림 (나)에서 기초 대사율은 시상 하부의 온도 변화와 무관하게 일정함을 보여준다.
③ 시상 하부의 온도를 설정점보다 낮추면 물질 대사율이 증가하는 것으로 보아 체온이 상승되는 방향으로 조절됨을 알 수 있다. 입모근의 이완은 열의 발산량 증가로 오히려 체온을 떨어뜨리게 되므로 열의 발산량을 줄이기 위해 입모근은 수축한다.
⑤ 시상 하부의 온도가 상승하여 설정점에 가까워질수록 물질 대사율이 감소하는 것으로 보아 물질대사를 촉진하는 호르몬인 티록신의 분비량이 감소함을 알 수 있다.

195 ⑤

체온 조절, 열 발생량과 열 발산량

☑ 정답 해설

ㄱ. 교감 신경에 의해 피부 근처 혈관과 입모근이 수축(A)하여 열 발산량을 줄인다. 또한 골격근의 수축(B) 현상이 증가하여 열 발생량을 증가시킨다.

ㄴ. 곡선 ㉠은 시상 하부의 온도가 높아질수록 감소하는 것으로 보아 열 발생량이고, 곡선 ㉡은 시상 하부의 온도가 높아질수록 증가하는 것으로 보아 열 발산량이다.

ㄷ. 피부 근처 혈관의 수축(A)은 열 발산량(㉡)의 감소에, 골격근의 수축(B)은 열 발생량(㉠)의 증가에 해당한다. 포유동물은 시상 하부의 설정 온도에 따라 물질대사율을 변화시켜 체온의 항상성을 유지한다.

196 ①

☑ 정답 해설

ㄱ. 시상 하부의 온도가 약 38 ℃보다 높거나 낮아지면 기초 대사량의 변화를 통해 체온을 낮추거나 높이는 반응이 일어난다. 시간이 t_1일 때는 시상 하부의 온도가 38 ℃보다 낮고, t_2일 때는 시상 하부 온도가 38 ℃보다 높은 상태이므로 t_1일 때는 기초 대사량을 높여 체온을 상승시키고, t_2일 때는 기초 대사량을 낮추어 체온을 하강시킨다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 시간이 t_1일 때는 교감 신경의 작용으로 기초 대사량을 높여 체온을 상승시키고, t_2일 때는 부교감 신경의 작용으로 기초 대사량을 낮추어 체온을 하강시킨다. 그러므로 부교감 신경의 활동 전위 발생 빈도는 t_1일 때보다 t_2일 때 더 높다.

ㄷ. 근육 떨림을 통해 열 발생량이 증가하므로 근육 떨림은 t_2일 때 보다 t_1일 때 더 많이 나타난다.

197 ③

호르몬 분비 조절

☑ 정답 해설

① ㉠은 뇌하수체와 같은 내분비샘으로 부신 겉질이다.

② 당질 코르티코이드는 호르몬 B에 해당하고, 당질 코르티코이드의 혈중 농도가 정상보다 높아지면 음성 피드백 조절에 의해 호르몬 A의 분비가 억제된다.

④ 당질 코르티코이드의 혈중 농도가 낮아지면 ACTH 분비량이 증가하여 당질 코르티코이드의 혈중 농도를 높인다.

⑤ 부신 겉질의 기능이 약화되면 당질 코르티코이드의 분비량이 감소하여 당질 코르티코이드의 혈중 농도가 감소한다.

☑ 오답 피하기

③ 당질 코르티코이드의 혈중 농도가 정상 이하이면 ACTH 분비가 증가되어 당질 코르티코이드의 혈중 농도도 증가한다. 하지만 당질 코르티코이드가 정상보다 많이 분비되면 음성 피드백 조절에 의해 ACTH의 분비가 억제되므로 ACTH와 당질 코르티코이드의 분비는 길항 작용에 의해 조절되는 것이 아니다.

198 ③

혈장 삼투압과 혈압에 따른 ADH 분비 조절

☑ 정답 해설

ㄷ. ADH의 분비량이 증가하면 콩팥에서 수분 재흡수량이 많아지므로 오줌의 생성량이 적어지고 오줌의 농도는 높아진다. 따라서 (가)에서 오줌의 농도는 ADH의 분비량이 적은 P_1일 때보다 ADH의 분비량이 많은 P_2일 때가 더 높다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ADH는 콩팥에서 수분 재흡수량을 증가시켜 혈액량 증가로 인한 혈압 상승을 가져오므로 고혈압 치료제로 사용하지 않는다.

ㄴ. 땀을 많이 흘리면 체내 수분 함량이 적어져 혈장 삼투압이 증가하며 혈압은 감소한다. (가)와 (나)에서 혈장 삼투압이 증가하거나 혈압이 감소하면 ADH의 분비량이 증가함을 알 수 있다.

199 ③

삼투압 조절

☑ 정답 해설

ㄱ. 혈액량이 정상값보다 적어지면 호르몬 A(ADH)의 분비는 증가한다.

ㄴ. 혈장 삼투압이 증가하면 ADH의 농도는 증가하고, 혈압이 감소하면 ADH의 농도가 증가한다. 따라서 ㉠은 혈장 삼투압, ㉡은 혈압이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 혈장 삼투압(㉠)이 증가하면 항이뇨 호르몬의 농도가 증가하여 오줌의 생성량이 감소한다.

200 ②

삼투압 조절

☑ 정답 해설

ㄴ. B는 ADH 투여 시 평상시보다 오줌 생성량이 감소하는 것으로 보아 수분 재흡수가 이루어진 것을 알 수 있다. 수분이 재흡수되면 체내 수분량이 증가한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A는 ADH 투여 후에도 오줌 생성량의 변화가 없는 것으로 보아 ADH가 정상보다 적게 분비되는 환자가 아니라 콩팥이 ADH에 반응하지 않는 환자임을 알 수 있다.

ㄷ. 정상인에게 ADH를 투여하면 수분 재흡수에 의해 혈장 삼투압은 감소한다.

201 ②

혈장 삼투압 조절

☑ 정답 해설

ㄴ. 혈장 삼투압이 높아지면 혈장 삼투압을 낮추기 위해 항이뇨 호르몬의 분비가 증가하여 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진된다. 수분 재흡수가 촉진되면 체내 수분량이 증가하여 체중이 증가하게 된다. 따라서 체내 수분량은 t_1일 때보다 t_3일 때 많다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. t_1일 때보다 t_2일 때 혈장 삼투압이 높으므로 혈중 항이뇨 호르몬의 농도는 t_1일 때보다 t_2일 때 높다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은 t_1일 때보다 t_2일 때 적다.

ㄷ. t_3일 때보다 t_4일 때 혈장 삼투압이 낮으므로 단위 시간당 항이뇨 호르몬의 분비량은 t_3일 때보다 t_4일 때 적다.

202 ⑤

삼투압 조절, 알도스테론과 ADH

☑ 정답 해설

ㄱ. ADH는 (나)와 같은 경로로 분비되어 혈장 삼투압을 조절한다.

ㄷ. 실험 Ⅲ의 쥐가 실험 Ⅰ의 쥐보다 오줌 속의 Na^+ 농도가 낮은 것으로 보아 혈중 뇌하수체 호르몬의 농도는 실험 Ⅲ의 쥐가 실험 Ⅰ의 쥐보다 높다는 것을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 뇌하수체를 제거한 실험 Ⅱ의 쥐는 알도스테론과 ADH가 모두 분비되지 않으므로 혈압과 혈장 삼투압을 모두 조절할 수 없다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



삼투압 조절 과정은 수분량의 조절과 무기 염류량(Na^+ 양)의 조절로 구분할 수 있다. 수분량의 조절은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)에 의해 콩팥에서 수분의 재흡수량이 조절된다. 삼투압이 높을 시 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 증가하여 콩팥에서 수분 재흡수가 촉진되고 오줌량이 감소하며 혈액의 삼투압은 감소한다. 무기 염류량(Na^+)은 부신 겉질에서 분비되는 알도스테론(무기질 코르티코이드)에 의해 콩팥에서 Na^+의 재흡수량이 조절된다. 삼투압이 높을 시 부신 겉질에서 알도스테론의 분비가 감소하며, 콩팥에서 Na^+ 재흡수가 억제되어 혈액의 Na^+양은 감소하며, 오줌으로 배설되는 Na^+의 양은 증가한다.

203 ⑤

질병과 병원체

결핵을 유발하는 병원체 A는 세균인 결핵균이고, 독감을 유발하는 병원체 B는 바이러스인 독감 바이러스이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 항생제는 세균을 죽이거나 증식을 억제하는 물질이다. 세균에 의한 질병인 결핵 치료 시에는 항생제가 사용된다.

ㄴ. 세균과 바이러스는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있으므로 '유전 물질을 가지고 있다.'는 ㉡에 해당한다.

ㄷ. 세균은 스스로 물질대사를 하지만 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못한다. 그러므로 '스스로 물질대사를 하지 못한다.'는 ㉢에 해당한다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



병원체의 구분과 예시, 치료법을 알고 있어야 한다.
세균의 예시로는 폐렴균, 결핵균, 매독균, 파상풍균 등이 있으며 항생제로 치료한다. 바이러스의 예시로는 감기, 독감, 홍역, 소아마비, 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS) 등이 있으며 항바이러스제로 증상을 완화하며 예방법으로 백신이 사용된다. 곰팡이의 예시로는 무좀, 만성 폐질환, 뇌막염이 있으며, 항진균제로 치료한다.

204 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. 병원체 X는 단백질성 감염 입자로 크기가 바이러스보다 작다고 하였으므로 세균 여과기를 통과한다.

ㄷ. 단백질성 감염 입자는 축적되어야 증상이 나타나므로 감염된 후 증상이 나타날 때까지 잠복기가 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. X는 열, 자외선, pH의 변화 등 외부 환경에 매우 강한 내성을 가지고 있어 끓여도 쉽게 감염성을 제거할 수 없다.

205 ②

☑ 정답 해설

ㄱ. 우두는 천연두에 비해 감염 증세가 매우 가볍고 우두에 걸렸던 사람은 천연두에 걸려도 죽지 않고 쉽게 회복되므로 우두 바이러스를 천연두 예방을 위한 백신으로 사용할 수 있다.

ㄴ. 그림에서 우두 바이러스 항원 ㉠에 결합하는 항체 A는 천연두 바이러스의 항원 ㉡과도 결합함을 알 수 있다. 이로 인해 우두에 감염되었던 사람은 체내에 형성된 항체가 천연두에 대해서도 항원 항체 반응을 할 수 있어서 천연두에 감염되어도 쉽게 나을 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 천연두 바이러스는 질병에 걸릴 경우 치사율이 매우 높은 위험한 질병이므로 우두 바이러스에 대한 백신으로 사용하면 안 된다.

206 ①

프라이온 단백질

☑ 정답 해설

ㄱ. 프라이온은 단백질이므로 아미노산 기본 단위체들이 탈수 축합 반응을 통해 펩타이드 결합을 하고 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 변형된 프라이온은 세균처럼 분열법으로 분열하지 않는다. 대신 정상적인 프라이온 단백질과의 접촉을 통해서 정상 프라이온을 변형된 프라이온 단백질로 만든다.

ㄷ. 문제의 자료를 보면 변형된 프라이온이 형성되고 일정량 이상이 축적된 후 아밀로이드라는 반점을 형성함으로써 정상적인 조직 구조를 붕괴시켜 신경 퇴행성 질환을 일으키므로 변형된 프라이온이 생성되더라도 발병까지 잠복 기간이 길다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



프라이온의 감염 방법은 정상 프라이온 단백질이 비정상적인 구조로 바뀌면서 변형 프라이온 단백질이 되고, 이것이 신경 세포에 쌓여 신경 조직을 파괴하는 것이다. 프라이온은 인체에서 잠복기가 길어 증상이 나타나기까지 오랜 시간이 걸리며, 끓이거나 삶는 등의 일반적인 소독 방법으로는 제거되지 않는다.

• 병원체의 특징과 치료

병원체 종류	세균	바이러스	원생동물	균류	변형 프라이온
핵산	○	○	○	○	×
세포막	○	×	○	○	×
핵	×	×	○	○	×
리보솜	○	×	○	○	×
단백질	○	○	○	○	○
치료	항생제	항바이러스제	—	항진균제	—
증식	분열	복제	분열	분열	접촉
질병 예	결핵, 세균성 식중독, 콜레라, 파상풍, 장티푸스, 탄저병, 충치, 흑사병	감기, 독감, 홍역, 소아마비, AIDS, 간염, 광견병	말라리아, 수면병	무좀, 만성폐질환	광우병, 야콥병, 크로이츠펠트병

207 ⑤

면역 반응과 백신

X*를 주사한 생쥐에서 X와 X*에 대한 항체가 생성되고, 항체가 생성된 이후에 X를 주사하여도 죽지 않는 것으로 보아 X*를 주사한 생쥐의 X에 대한 면역력이 강해진 것을 볼 수 있다. 이는 X*가 X에 대한 백신으로 작용하였기 때문이다. X를 약화시킨 X*를 생쥐에 주사하면 X와 X*에 대한 항체가 생성되고, X와 X*에 대한 기억 세포가 만들어진다.

☑ 정답 해설

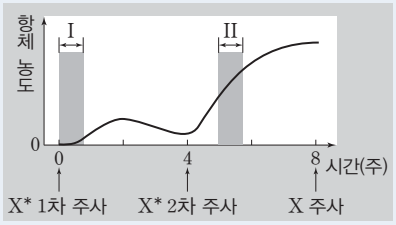
ㄱ. 구간 Ⅰ에서 X*에 대한 1차 방어 작용이 일어난다. 1차 방어 작용에는 염증 반응, 식균 작용 등이 있다.

ㄴ. X*를 2차 주사한 이후인 구간 Ⅱ에서 X*를 1차 주사할 때보다 많은 양의 항체가 생성된 것을 통해 2차 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다.

ㄷ. X를 주사한 B가 죽지 않은 것은 X에 대한 항체가 다량으로 생성되었기 때문이다. 그러므로 B에게 X를 주사한 후 B에서 X에 대한 항원 항체 반응이 일어났다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤





X*를 1차 주사할 때 1차 방어, 2차 방어, 1차 면역이 일어나게 되며, 2차 주사할 때 1차 방어, 2차 방어, 항체 농도가 급격하게 증가하는 2차 면역이 일어난다.

208 ③

체액성 면역

☑ 정답 해설

ㄱ. 실험 전에 생쥐 X는 항원 A에 노출된 적이 없지만, 생쥐 Y는 항원 A에 대해 2차 면역 반응이 일어난 것으로 보아 실험 전에 항원 A에 노출된 적이 있다.

ㄴ. 항원 B를 2차 주입하면 생쥐 Y의 체내에는 항원 B에 대한 기억 세포가 남아 있어 2차 면역 반응이 일어나지만, 생쥐 X에서는 2차 면역 반응이 일어나지 않으므로 항원 B에 대한 항체 생성 속도는 생쥐 X보다 생쥐 Y가 빠르다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 항체의 생성량이 증가한 후 감소하는 것은 각각의 항원에 대한 형질 세포의 수가 감소하기 때문이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



2차 침입이 반드시 2차 면역이 되는 것이 아님에 유의한다. 병원체가 생물에 2차 침입하더라도, 생물이 기억세포가 정상적으로 형성되지 않았을 경우 항체의 농도가 급격하게 증가하지 않는다. 따라서 2차 침입이라 하더라도 항체 농도가 급격하게 증가하지 않을 시에는 2차 면역이 일어나는 것이 아니며 1차 면역이 일어나는 것이다.

209 ③

세균과 같은 항원이 인체에 침입하면 대식 세포에 의한 식균 작용과 같은 1차 방어 작용이 일어난 후 B 림프구로부터 분화된 형질 세포에서 생성된 항체에 의해 2차 방어 작용이 일어나게 된다. 동일한 항원이 2차 침입하면 기억 세포가 형질 세포와 기억 세포로 분화된 후 2차 면역 반응이 일어난다. ㉠은 기억 세포이고, ㉡은 형질 세포이다.

☑ 정답해설

ㄱ. 세균의 1차 침입이 일어나면 대식 세포에 의한 식균 작용이 일어나고 대식 세포가 제시한 항원을 보조 T 림프구가 인식하는 과정이 일어난다. 그러므로 ⓐ에서 보조 T 림프구가 대식 세포로부터 항원을 인식하는 과정이 일어난다.

ㄴ. 항체의 생성은 B 림프구가 기억 세포(㉠)와 형질 세포(㉡)로 분화된 뒤 형질 세포(㉡)에서 이루어진다. 그러므로 ⓑ에는 이 세균에 대한 기억 세포(㉠)가 존재한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. ⓒ에서 항체의 농도가 빠르게 증가하는 것은 인체에 존재하는 기억 세포(㉠)가 항원을 인식한 후 형질 세포로 분화되어 더 많은 항체를 생성하기 때문이다.

210 ②

항체의 구조와 기능

☑ 정답 해설

ㄴ. 항원과 결합하는 항체 부위는 항체의 끝 부분인 ⓐ 부위이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 항원의 표면에 존재하는 항체 결합 부위의 수 만큼 항체와 결합할 수 있다. 또한 항원 표면에는 각기 특이적인 항체가 결합될 수 있는 여러 부위가 존재하여 하나의 항원에는 여러 종류의 항체가 결합될 수 있다. 즉, 하나의 항원에 같은 항체라도 여러 개가 결합될 수 있으며 특정 항체와 결합할 수 있는 항원 부위의 종류만큼 여러 종류의 항체가 결합될 수도 있다.

ㄷ. 항체의 ⓐ 부위는 항체의 종류마다 다르기 때문에 변이 부위라고도 불리지만 이미 생성된 항체의 변이 부위 구조가 항원의 종류에 맞추어 변하지는 않는다. 새로운 항원이 침입하면 그 항원과 결합할 수 있는 특정한 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항원에 특이적인 항체를 생산한다.

211 ②

알레르기 반응

☑ 정답 해설

ㄴ. 항체 Y는 꽃가루 A에 의해 형질 세포에서 생성된 것이다. 따라서 항체 Y가 비만 세포에 결합되어 있다는 것을 통해 이 사람은 이전에 꽃가루 A에 노출된 적이 있음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 세포 X는 비만 세포이며, 항체 Y는 B 림프구에서 분화된 형질 세포가 분비한 것이다.

ㄷ. 히스타민이 면역 과민 반응을 유발하므로 히스타민의 분비를 억제하는 약물이 알레르기 증상을 완화시킬 수 있다.

212 ⑤

☑ 정답 해설

ㄱ. 60일째에 항암제 A를 투여한 쥐는 생존율이 0%이고, 항암제 B를 투여한 쥐는 생존율이 50% 이상이므로 B의 항암 효과가 크다고 할 수 있다.

ㄴ. 항암제 A를 투여한 경우보다 항암제 B를 투여한 경우의 쥐 생존율이 높으므로 항암제 B가 주로 활성화시키는 T 림프구에 의한 항암 효과가 대식 세포에 의한 항암 효과보다 크다고 할 수 있다.

ㄷ. 항암제 A는 주로 대식 세포 활성을 통해 선천성 면역의 효과를 증가시키고, 항암제 B는 주로 T 림프구 활성을 통해 후천성 면역의 효과를 높인다. 항암제 A, B를 같이 투여했을 때가 한 쪽만 투여한 경우에 비해 쥐의 생존율이 훨씬 높은 것을 볼 때 암세포 제거에는 두 면역 능력이 동시에 작용하는 것이 효과적임을 알 수 있다.

213 ②

Ⅲ에서의 생존 여부 결과 Ⅰ에서 생쥐 A로부터 분리한 혈청에는 항체가 없고, 생쥐 B로부터 분리한 혈청에는 항체가 있음을 알 수 있다. 즉, 죽은 세균 X를 주사한 생쥐 B에서 항체가 생성되었음을 알 수 있다. 그러므로 Ⅲ에서 생쥐 B와 C에서는 항체에 의한 항원 항체 반응이 일어나 생쥐 B와 C가 살았다.

☑ 정답 해설

ㄷ. 죽은 세균 X를 주사한 생쥐 B의 체내에서는 특이적 면역 반응인 2차 방어 작용이 일어나 항체가 생성되었으므로 Ⅲ에서 세균 X에 감염되면 생쥐 B에서는 세균 X에 대한 특이적 면역 반응이 일어나게 된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. Ⅲ에서 세균 X를 주사한 생쥐 A가 죽었으므로 생리 식염수를 주사한 후 Ⅰ에서 생쥐 A로부터 분리한 혈청에는 항체가 들어 있지 않다.

ㄴ. Ⅱ에서 생쥐 B로부터 분리한 혈청을 주사하여 생쥐 C의 체내에는 항체가 존재하지만 생쥐 C는 세균 X에 노출된 적이 없으므로 Ⅱ의 생쥐 C에서는 세균 X에 대한 항원 항체 반응이 일어나지 않는다.

214 ④

비특이적 면역과 특이적 면역

세균 X의 수가 많은 것은 면역 반응이 효율적으로 이루어지지 않은 것을 의미한다. 세균 X에 대한 특이적 면역은 대식 세포(㉠)가 항원을 제시해야 이루어지는 반응이므로 항원 제시가 없으면 특이적 면역 역시 정상적으로 일어나지 않는다. 따라서 정상인은 세균 X의 증식을 가장 효율적으로 억제하므로 ⓒ이며, 대식 세포(㉠)가 결핍된 사람은 비특이적 면역과 특이적 면역 모두 정상적이지 않으므로 세균 X의 증식을 가장 억제하지 못한 ⓐ이다. 보조 T 림프구(㉡)가 결핍된 사람인 ⓑ는 비특이적 면역은 일어나지만 특이적 면역이 정상적으로 일어나지 않는다.

☑ 정답해설

ㄴ. 구간 Ⅰ에서 대식 세포의 식균 작용은 ⓑ와 ⓒ에서 모두 일어난다. 대식 세포의 식균 작용은 비특이적 면역에 해당한다.

ㄷ. 보조 T 림프구가 결핍된 사람은 형질 세포의 형성이 정상적으로 일어나지 않는다. 따라서 구간 Ⅱ에서 세균 X에 대한 형질 세포의 수는 보조 T 림프구가 결핍된 사람(ⓑ)에서보다 정상인(ⓒ)에서 많다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. ⓐ는 대식 세포가 결핍된 사람이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



대식 세포 결핍 시 비특이적, 선천적 면역인 1차 방어 중 식균 작용에 문제가 생긴다. 보조 T 림프구는 세포 독성 T 림프구와 B 림프구를 활성화시키는 역할을 한다. 대식 세포가 항원을 제시하면 보조 T 림프구는 항원을 인식하여 세포 독성 T 림프구로 활성화시키며 또한 B림프구를 자극하여 분화와 증식을 촉진시키는 역할을 한다. 보조 T 림프구에 이상이 생길 시에는 2차 방어의 세포성 면역과 체액성 면역 모두 문제가 생긴다.

1차 면역 : 보조 T 림프구가 항원을 인식한다.

2차 면역 : 기억 세포가 항원을 인식한다.

215 ③

특이적 면역

특정 항원에 대한 기억 세포를 주사하면 동일 항원에 대해서는 2차 면역 반응이 일어난다.

☑ 정답 해설

ㄱ, ㄴ. ㉠을 주사한 생쥐 Y에게 항원 A를 주사하면 2차 면역 반응이 일어나므로 ㉠은 기억 세포이다. 생쥐 X에서 추출한 혈청에는 A에 대한 항체가 있다. 생쥐 Z에게 ㉡을 주사하면 A에 대한 항체 농도가 즉시 높아지므로 ㉡은 혈청이다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 생쥐 Z에서 초기 항체는 주사된 혈청(㉡)에 포함된 항체이다. 따라서 구간 Ⅰ에서 항체 농도가 감소한 이유는 A에 대한 형질 세포의 수가 감소하기 때문이 아니라 혈청에 포함된 항체가 분해되었기 때문이다.

216 ⑤

ABO식 혈액형과 수혈

☑ 정답 해설

ㄱ. 철수의 혈액은 적혈구에 응집원이 없고, 응집소 α, β와의 응집 반응이 일어나지 않았으므로 혈액형이 Ⅲ(O형)이다.

ㄷ. 응집소 α를 갖는 혈액형은 Ⅲ(O형, 16명)과 Ⅳ(B형, 39명)이므로 모두 55명이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 혈액형이 Ⅱ인 사람은 AB형이므로 응집원 A와 B가 있어 응집소 α가 있는 B형(Ⅳ)인 사람에게 수혈할 수 없다.

217 ②

혈액형과 수혈

☑ 정답 해설

ㄴ. 항 A혈청에 응집한 학생(A형 혹은 AB형)이 45명, 항 B혈청에 응집한 학생(B형 혹은 AB형)이 47명, 두 가지 혈청에 모두 응집한 학생(AB형)은 8명이다. AB형이 8명이므로, A형은 37명(=45−8명), B형은 39명(=47−8), O형은 16명(=100−37−39−8)이다. 응집소로 α만을 가지는 혈액형은 B형이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 조사한 학생들 중에 O형은 16명이 있다.

ㄷ. 소량이라도 A형에게 수혈해 줄 수 있는 학생은 A형(37명)과 O형(16명)이므로 53명이다.

218 ③

ABO식 혈액형

☑ 정답해설

㉠의 적혈구를 항 A 혈청에 섞었을 때 응집되지 않았으므로 ㉠의 적혈구에는 응집원 A가 없다. ㉢의 적혈구를 항 A 혈청에

섞었을 때 응집되었으므로 ㉢의 적혈구에는 응집원 A가 있다. ㉠의 적혈구를 ㉡의 혈청에 섞었을 때 응집되었으므로 ㉠의 적혈구에는 응집원 B가 있고, ㉡의 혈청에는 응집소 β가 있다. 따라서 ㉠은 B형이다. ㉡의 적혈구를 응집소 α가 들어 있는 ㉠의 혈청에 섞었을 때 응집되지 않았으므로 ㉡의 적혈구에는 응집원 A가 없다. 따라서 ㉡은 O형이다. 응집원 B가 있는 ㉠의 적혈구를 ㉢의 혈청에 섞었을 때 응집되지 않았으므로 ㉢의 혈청에는 응집소 β가 없다. 따라서 ㉢은 AB형이다.

ㄱ. ㉠의 혈액형은 B형이다.

ㄴ. ㉢은 AB형이므로 ㉢의 혈액에는 응집소 α와 β가 없다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. ㉠~㉢의 혈액형을 참고하면 ⓐ는 −, ⓑ는 −, ⓒ는 +, ⓓ는 +이다.

219 ①

AIDS

☑ 정답 해설

ㄱ. 감염 직후 HIV의 수는 급증하다가 B 림프구가 HIV에 대한 항체를 만들어 체액성 면역이 일어나 6~12주에는 HIV의 수가 감소하고, 그 상태로 잠복기를 지낸다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 구체적인 면역 결핍 증상(자각 증상)은 감염 후 8년이 지나면서 나타나고, 감염 후 10년이 지나면 발병하여 1~2년 정도 후에 대부분 사망한다.

ㄷ. 감염 후 시간이 경과할수록 HIV는 T 림프구를 공격하므로 T 림프구 수는 감소하게 된다. T 림프구가 감소하면 B 림프구의 활성에도 이상이 생겨 항체 생성이 저하된다.

220 ⑤

ABO식 혈액형의 응집 반응

☑ 정답 해설

ㄱ. 아버지 1은 AB형, 어머니 2는 O형이므로 1의 적혈구는 Y, 2의 적혈구는 X이다.

ㄴ. 아들 3(B형)의 혈장 속에는 응집소 α가, 딸 4(A형)의 혈장 속에는 응집소 β가 들어 있다. 응집소끼리는 응집 반응이 나타나지 않으므로 3의 혈장과 4의 혈장을 섞어도 응집 반응은 나타나지 않는다.

ㄷ. 4는 B형인 3과 소량이라도 혈액을 주고받을 수 없는 혈액형을 가지므로 A형이다.

221 ⑤

☑ 정답 해설

ㄴ. 영희의 적혈구에는 응집원이 없으므로 철수의 혈장에 들어 있는 응집소 α와 응집 반응이 일어나지 않는다.

ㄷ. 항 A 혈청에는 응집소 α가 들어 있고, B형인 철수의 혈장에도 응집소 α가 들어 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 철수의 혈장에는 응집소 α가, 형의 혈장에는 응집소 α와 β가 들어 있다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



혈액의 원심분리 시 두 층으로 분리가 되는데 아래층에는 혈구가 있으며 대부분이 적혈구이고, 적혈구에는 응집원이 있다. 위층은 혈액의 액체 성분인 혈장으로 응집소가 들어 있다. 그림 (나)에서 철수는 항 B 혈청과 응집 되었으므로 응집원 B를 갖고 있는 B형이다. 그림 (가)에서 철수의 혈장인 ㉠에는 α가 들어 있다. (가)에서 형의 혈장인 ㉡에는 α와 β가 없고, 혈구 ㉢에는 응집원이 없다.

Ⅳ. 자연 속의 인간

222	③	223	④	224	①	225	⑤	226	④
227	④	228	③	229	①	230	②	231	⑤
232	⑤	233	③	234	①	235	③	236	⑤
237	③	238	⑤	239	④	240	⑤	241	②
242	①	243	③	244	③	245	④	246	④
247	③	248	③	249	④	250	④	251	⑤
252	⑤	253	④	254	④	255	②	256	④
257	⑤	258	⑤	259	⑤	260	①	261	④
262	④	263	②	264	③	265	⑤	266	③
267	②	268	①	269	③	270	③	271	⑤
272	④	273	③	274	⑤	275	②	276	⑤
277	①	278	③	279	②	280	③	281	⑤
282	③	283	①	284	④	285	②	286	④
287	②	288	③	289	⑤	290	⑤	291	⑤

222 ③

생태계 구성 요소

㉠은 개체군 사이의 상호 작용이고, ㉡은 비생물적 환경 요인이 생물 군집에 미치는 작용, ㉢은 생물 군집이 비생물적 환경 요인에 미치는 반작용이다.

☑ 정답해설

ㄱ. 공생은 서로 다른 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용의 예이다.

ㄴ. 수온은 비생물적 환경 요인에 속하고, 돌말은 생물 군집에 속하므로 수온이 돌말 개체군의 크기에 영향을 미치는 것은 ㉡에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 강수량은 비생물적 환경 요인에 속하고 옥수수는 생물 군집에 속하므로 강수량 감소에 의해 옥수수 생장이 저해되는 것은 ㉡에 해당한다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



군집 내 개체군 간의 상호작용

1. 경쟁 : 생태적 지위가 유사한 두 개체군이 먹이와 생활 공간을 두고 서로 차지하기 위해 경쟁이 일어난다. ㉠ 애기짚신벌레 종과 짚신벌레 종

• 경쟁 배타 원리 : 두 개체군이 경쟁한 결과 공존하지 못하고, 한 개체군은 살아남고 다른 개체군은 경쟁 지역에서 사라진다.

2. 분서(나누어 살기) : 생태적 지위가 비슷한 두 개체군이 먹이, 생활 공간 등을 달리하여 경쟁을 피하는 현상이다. ㉠ 피라미와 은어

3. 포식과 피식 : 두 개체군 사이의 먹고 먹히는 관계로, 두 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다. ㉠ 눈신토끼와 스라소니, 얼룩말과 사자

4. 공생과 기생

① 상리공생 : 두 개체군이 모두 이익 얻는 경우이다. ㉠ 말미잘과 흰동가리, 콩과 식물과 뿌리혹박테리아

② 편리 공생 : 한 개체군은 이익을 얻지만, 다른 개체군은 이익도 손해도 없는 경우이다. ㉠ 빨판상어와 거북

③ 기생 : 한 개체군(기생자)이 다른 개체군(숙주)에 살며 자신은 이익을 얻지만, 다른 개체군은 손해를 보는 경우이다. ㉠ 기생충과 동물

223 ④

생태계의 구성 요소

☑ 정답해설

ㄱ. 생산자로 식물이 있으며, 소비자로 나비와 새가 있고, 분해자로 버섯이 있으므로 이 생태계에는 생산자, 소비자, 분해자가 모두 있다.

ㄷ. ㉣, ㉤, ㉥, ㉦ 모두 생물 요소 사이에서 영향을 주고받는 상호작용의 사례이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. ㉠과 ㉡은 작용의 사례이며, ㉢은 반작용의 사례이다.

224 ①

빛의 세기에 대한 식물의 적응

☑ 정답 해설

ㄱ. 강한 빛보다 약한 빛에서 더 큰 (나)가 $\frac{\text{잎의 면적}}{\text{잎의 무게}}$이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (가)와 (다)는 모두 약한 빛보다 강한 빛에서 더 크므로 각각 호흡량과 순광합성량 중 하나이다.

ㄷ. 총광합성량은 순광합성량과 호흡량의 합인데 강한 빛에 적응해 호흡량이 많아질 때 순광합성량도 많아지므로 총광합성량도 많아진다.

225 ⑤

☑ 정답해설

식물 A와 B는 각각 음지 식물 ㉠과 양지 식물 ㉡ 중 하나라고 하였고, 양엽이 음엽에 비해 잎의 두께와 울타리 조직의 두께가 두껍고 기공의 수가 많으므로 잎이 음엽으로 구성된 A가 음지

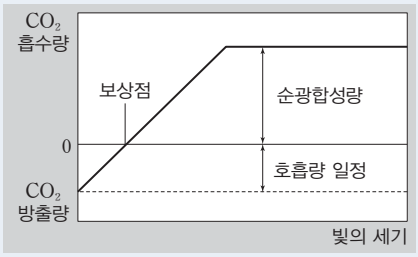
식물 ㉠, 잎이 양엽으로 구성된 B가 양지 식물 ㉡이다.
ㄴ. 총광합성량은 순광합성량(CO_2 흡수량)과 호흡량(빛의 세기가 0일 때의 CO_2 방출량)의 합이므로 빛의 세기가 40klx일 때 총광합성량은 A는 34, B는 44이다. 그러므로 총광합성량은 A보다 B가 많다.
ㄷ. 총광합성량과 호흡량이 같아지는 빛의 세기는 보상점이다. 보상점은 식물 A보다 B가 높다.

☑ 오답 피하기
ㄱ. 울타리 조직의 평균 두께는 ㉠보다 ㉡이 두껍다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



호흡량은 빛의 세기가 0일 때의 CO_2 방출량을 측정한 값이다. 빛의 세기에 관계없이 호흡량은 일정하다는 것에 유의해야 한다. 광합성량은 빛이 있을 때 식물이 흡수하는 CO_2의 양으로 측정한다. 총광합성량, 순광합성량, 호흡량의 관계를 식으로 나타내면 총광합성량=순광합성량+호흡량이다. 보상점은 호흡량과 광합성량이 같을 때의 빛의 세기로 순광합성량이 0일 때이다. 보상점보다 약한 빛의 세기에서는 총광합성량이 호흡량보다 작으므로 식물의 생장이 어렵고, 보상점보다 강한 빛의 세기에서는 총광합성량이 호흡량보다 크기 때문에 식물의 생장이 가능하다.



226 ④
일조 시간과 식물의 개화

☑ 정답 해설
ㄱ. (가)는 암기가 9시간 지속된 경우에는 개화했지만, 암기가 14시간 지속된 경우에는 개화하지 않았으므로 암기가 한계 암기보다 짧게 지속될 때 개화하는 장일 식물이다.
ㄷ. 암기 중간에 섬광이 비추어진 경우 암기의 지속이 방해되어 장일 식물 (가)는 개화했고, 단일 식물 (나)는 개화하지 않았다.

☑ 오답 피하기
ㄴ. 장일 식물은 낮이 길어지고 밤이 짧아질 때, 단일 식물은 낮이 짧아지고 밤이 길어질 때 개화한다. 그런데 (나)는 단일 식물이므로 가을에 개화한다.

227 ④
식물 A는 지속적인 암기의 길이가 한계 암기보다 길 때 꽃이 피는 단일 식물이다. ㉠은 낮이 길어지고 밤이 짧아질 때 꽃이 피는 장일 식물이고, ㉡은 낮이 짧아지고 밤이 길어질 때 꽃이 피는 단일 식물이다.

☑ 정답해설
ㄴ. 단일 식물(㉡)은 지속적인 암기의 길이가 한계 암기보다 길 때 개화하고, 지속적인 암기의 길이가 한계 암기보다 짧으면 개화하지 않는다.
ㄷ. ⓐ의 조건은 암기 중에 빛을 비추었기 때문에 지속적인 암기의 길이가 한개 암기보다 짧아서 장일 식물(㉠)은 개화하고, 단일 식물(㉡)은 개화하지 않는다.

☑ 오답 피하기
ㄱ. 식물 A는 단일 식물이기 때문에 ㉡에 해당한다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



지속적인 암기가 한계 암기 이상일 때 개화하는 것을 단일 식물이라 하며, 지속적인 암기가 한계 암기 이하일 때 개화하는 것을 장일 식물이라 한다. ㉠은 한계 암기 이하일 때 꽃을 피우므로 장일 식물이다. ㉡은 한계 암기 이상일 때 꽃을 피우므로 단일 식물이다. 식물 A는 단일 식물이므로 ㉡이다.
• 장일 식물 : 보리, 상추, 붓꽃, 시금치
• 단일 식물 : 국화, 도꼬마리, 코스모스, 나팔꽃

228 ③

☑ 정답 해설
ㄷ. 꾀꼬리나 종달새와 같은 조류가 봄에 알을 낳는 것은 일조 시간에 의해 나타나는 현상이다. 따라서 (나)는 일조 시간이다.

☑ 오답 피하기
ㄱ. A는 밤의 길이가 길어질 때 개화율이 높아지므로 단일 식물이다.
ㄴ. 가을보리의 개화 결실은 저온의 영향을 받는다.

229 ①
수심에 따른 총생산량의 변화

☑ 정답 해설
ㄱ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이다. 따라서 수심이 h일 때 순생산량은 (가)보다 (나)에서 많다.

☑ 오답 피하기
ㄴ. 호흡을 통해 열에너지가 방출되므로, 생산자에서 방출되는 열에너지의 양은 생산자의 호흡량에 해당한다. 그런데 생산자의 호흡량(R)은 양분이 적을 때보다 양분이 많을 때 더 많다.
ㄷ. 수심에 따라 도달하는 빛의 세기가 감소되는 정도는 총생산량이 감소되는 정도에 비례한다. (가)보다 (나)에서 수심에 따라

총생산량이 보다 급격히 감소하므로 빛의 세기가 감소되는 정도도 (가)보다 (나)에서 크다고 볼 수 있다.

230 ②

☑ 정답 해설

ㄴ. 조류와 파충류의 알이 단단한 껍데기로 싸여 있는 것은 수분에 대한 적응 현상이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 식물의 줄기가 빛이 오는 방향으로 굽어 자라는 현상은 빛이 오는 방향에 대한 적응 현상이다.

ㄷ. 토양의 표면에는 산소 세균이, 토양의 깊은 곳에는 무산소 세균이 주로 사는 현상은 공기에 대한 적응 현상이다.

231 ⑤

환경 요소가 생물에 미치는 영향

생물은 물, 온도 등과 같은 서식지 환경 요소의 영향을 받아 그 환경 요소에 맞는 구조적, 생리적 특성을 갖게 된다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 물이 부족한 환경에 사는 식물은 뿌리를 발달시켜 물을 효과적으로 흡수한다. 수분 공급량이 동일할 때 B보다 A가 잎의 면적에 대한 뿌리 무게의 비율이 높으므로 B보다 A가 수분이 적은 환경에 잘 적응한 식물이다.

ㄴ. A와 B는 모두 수분 공급량이 적어지면 잎의 면적에 대한 뿌리 무게의 비율이 증가한다. 이는 뿌리의 생장을 증가시켜 수분 흡수를 효율적으로 하기 위해서이다.

ㄷ. X의 광합성률이 최대일 때의 온도는 ㉠에서 자란 X보다 ㉡에서 자란 X가 높다. 이는 서식하는 환경의 기온에 알맞게 X의 온도에 따른 광합성률이 변화하기 때문이다. 따라서 기온은 ㉠에서보다 ㉡에서 높다.

232 ⑤

식물의 생활형

☑ 정답 해설

표는 라운키에르가 겨울눈의 위치에 따라 식물의 생활형을 분류한 것이다. 기온이 높고 강수량이 많은 열대 지방에서는 지상 식물이 많고, 온대 지방에는 반지중 식물이 많으며, 한대 지방에는 지중 식물과 반지중 식물이 많다.

ㄴ. 기온이 높을수록 지상 식물이 많고, 낮을수록 지중 식물과 반지중 식물이 많다. 따라서 지상 식물이 많은 (나)가 (다)보다 더운 지역이다.

ㄷ. 생활형을 겨울눈의 위치에 따라 분류한 것이므로 B 지역과 C 지역에 있는 반지중 식물의 겨울눈 위치는 비슷하다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A 지역처럼 강수량이 많고 기온이 높은 열대 지방에는 지상 식물의 비율이 가장 높다. 그러므로 지상 식물의 비율이 가장 높은 (나) 지역에 해당한다.

233 ③

온도가 생물에 미치는 영향

☑ 정답 해설

ㄱ. 5월에서 7월로 가면서 기온이 높아지자 물고기 X의 치사 온도도 높아졌다. 따라서 물고기 X는 수온이 높아지면 수온이 낮을 때보다 더 높은 온도에서도 살 수 있게 된다.

ㄷ. (나)에서 저위도로 내려갈수록 새 Y의 날개 길이가 짧아지는데, 날개 길이가 짧아질수록 몸집이 작아진다. 따라서 (나)는 기온이 높은 곳에 살수록 정온 동물의 몸집이 작아지는 경우이므로, (가)와 (나)는 모두 온도가 생물에 영향을 주는 작용에 대한 사례이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 고위도인 ㉠ 지역에 사는 새 Y는 날개 길이가 93mm인 반면, 저위도인 ㉡ 지역에 사는 새 Y는 날개 길이가 90mm이다. 몸집은 ㉡보다 ㉠ 지역의 새 Y가 더 크므로, 몸의 $\frac{\text{표면적}}{\text{부피}}$ 값은 ㉠보다 ㉡ 지역의 새 Y가 더 크다.

234 ①

물이 생물에 미치는 영향

☑ 정답해설

ㄱ. ㉡보다 ㉠은 잎의 면적에 대한 뿌리 무게의 비율이 더 높아 보다 건조한 환경에 적응한 식물이다. 따라서 ㉠과 같이 보다 건조한 환경에 사는 동물은 ㉡과 같은 환경에 사는 동물 보다 물의 손실을 줄이기 위해 요소의 배설 비율을 높이는 것이 유리하다. 따라서 ㉠과 같은 환경에 사는 동물은 A이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 같은 양의 수분이 공급될 때 ㉡보다 ㉠은 잎의 면적에 대한 뿌리 무게의 비율이 더 높으므로 보다 건조한 환경에 적응해 뿌리가 발달한 식물이다.

ㄷ. B보다 A는 요소의 배설 비율이 높으므로 같은 양의 질소 노폐물을 배설할 때 더 적은 양의 물을 사용한다.

235 ③

개체군 생장 곡선

식물 개체군 A의 생장 곡선인 (가)와 식물 개체군 B의 생장 곡선인 (나)는 모두 개체수가 일정 수준이 되면 증가하지 않는 실제 생장 곡선이다. 개체군의 밀도는 개체수를 면적으로 나눈 값이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 개체군이므로 동일한 종으로 구성된다.

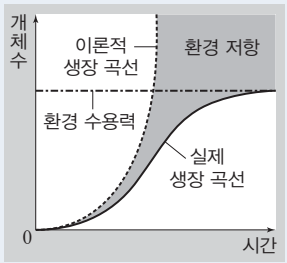
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 B는 먹이 부족, 서식지 부족, 전염병 확산 등의 환경 저항을 받는다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. ㉠의 면적으로 x라고 하면 ㉡의 면적은 $2x$이다. t_1에서 A의 개체군 밀도는 $\frac{200}{x}$이고, t_2에서 B의 개체군 밀도는 $\frac{100}{2x}$이다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤

ㄴ. 그림 (나)에서는 이론적 생장 곡선이 그려져 있지 않으나 이론적 생장 곡선과 실제 생장 곡선의 차이는 환경 저항 때문임을 고려하여 풀이한다.



236 ⑤

개체군의 생장

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)에서 밀도가 ㉠에 도달할 때까지는 개체수가 증가하므로 A는 출생한 개체수, B는 사망한 개체수이며, A−B의 값이 (나)의 증가한 개체수이다.

ㄴ, ㄷ. 이 개체군은 처음에는 밀도가 증가할수록 개체수가 증가하지만 밀도가 어느 정도 이상이 되면 개체수의 증가율이 감소하다가 ㉠이 되면 더 이상 개체수가 증가하지 않는다. 따라서 이 개체군은 환경 저항이 작용할 때의 S자형 생장 곡선을 나타내며, ㉠은 밀도(개체수)의 최댓값인 환경 수용력을 나타낸다.

237 ③

개체군 내 경쟁

주어진 먹이의 양에 대해 개체군 밀도가 증가하거나 주어진 개체군 밀도에 대해 먹이의 양이 감소하면 개체군 내 경쟁이 증가하여 사망률에 영향을 미칠 수 있다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 먹이가 부족해질수록 먹이 경쟁이 증가한다. 고밀도에서 먹이 풍부, 먹이 보통, 먹이 부족으로 갈수록 먹이가 부족해지면 먹이 경쟁이 증가하여 생존 개체수가 점점 더 적어짐을 볼 수 있다. 즉, 고밀도에서 먹이 경쟁이 증가하면 0~t_1에서의 평균 사망률이 증가한다.

ㄴ. 먹이 부족 시 t_1일 때 생존 개체수는 고밀도, 중밀도, 저밀도에서 각각 약 0.4, 약 0.65, 약 0.8이다. 따라서 먹이 부족 시 $\frac{t_1\text{일 때 생존 개체수}}{\text{초기 개체수}}$는 고밀도에서보다 저밀도에서 크다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 먹이의 양에 따른 개체군 간 사망률의 차이는 생존 개체수의 차이를 통해 알 수 있으며, 이 차이는 고밀도 개체군에서가 저밀도 개체군에서보다 크다.

238 ⑤

생물 종 다양성과 중요도

☑ 정답 해설

ㄴ. 중요도는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도의 합으로, 중요도가 가장 높은 종을 우점종이라고 한다. (나)의 밀도, 빈도, 상대 밀도, 상대 빈도는 다음과 같다.

식물종	밀도	빈도	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)
A	16	0.8	40	약 21
B	7	0.8	17.5	약 21
C	3	0.6	7.5	약 16
D	6	0.8	15	약 21
E	8	0.8	20	약 21

(나)에서 상대 밀도+상대 빈도+상대 피도(피도는 밀도에 비례하므로 상대 밀도에 비례한다.)의 합이 가장 높은 식물 종은 A이므로 우점종은 A이다.

ㄷ. 생물 종 다양성은 종의 수와 비율을 고려하여 판단한다. (가)와 (나)에 서식하는 식물 종 수(5종), 총 개체수(40그루)는 같다. 하지만 (나)에서보다 (가)에서 생물 종 비율이 고르다. 따라서 생물 종 다양성은 (가)>(나)이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에서 빈도는 A는 1, B는 1, C는 0.6, D는 0.8, E는 1이다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤

밀도, 빈도, 피도, 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도

- 밀도 $=\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적}}$
- 빈도 $=\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{조사한 방형구 수}}$
- 피도 $=\frac{\text{특정 종이 점유하는 면적}}{\text{전체 방형구의 면적}}$
- 상대 밀도(%) $=\frac{\text{특정종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}}\times 100$

• 상대 빈도(%) = $\frac{\text{특정종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}} \times 100$

• 상대 피도(%) = $\frac{\text{특정종의 피도}}{\text{조사한 모든 종의 피도의 합}} \times 100$

239 ④

정답 해설

④ Ⅰ에서 숲이 우거지면서 토양에 도달하는 빛이 약해지며, 약한 빛에서 양수의 어린나무가 잘 자라지 못해 밀도가 감소한다.

오답 피하기

① B는 음수 교목이므로 Ⅱ에서 음수림이 형성되었다.

② 건성 1차 천이의 개척자는 지의류이다.

③ Ⅰ에서 양수와 음수가 경쟁하는 것은 맞지만, 경쟁 배타로 인해 한쪽이 사라지지는 않는다.

⑤ 음수는 양수에 비해 평균 보상점과 평균 광포화점이 낮다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



군집의 천이

1. 1차 천이 : 생물이 살지 않았던 곳에서 시작해 안정된 군집이 될 때까지 일어나며 건성 천이와 습성 천이로 분류할 수 있다.

① 건성 천이 : 건조한 곳(용암 대지, 황원) → 지의류(개척자) → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)의 순서로 일어난다.

② 습성 천이 : 빈영양호 → 부영양호 → 습원 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)

2. 2차 천이 : 산불, 홍수, 산사태 등이 일어나 식물 군집이 사라진 지역에서 시작되며, 주로 초본 식물이 개척자로 들어온다.

극상에 도달하면 생체량이 많은 반면 호흡량이 증가하여 순생산량이 적다.

일반적으로 육상식물의 순생산량이 수생식물의 순생산량보다 많다.

개체수가 증가할수록 생체량은 감소한다.

• 생체량 : 한 개체의 유기물의 총량

• 생물량 : 생체량 × 개체수

240 ⑤

정답 해설

ㄱ. A는 총생산량이 호흡량보다 크고 초원은 총생산량과 호흡량이 비슷하므로 A의 순생산량이 초원보다 크다.

ㄴ. $\frac{\text{호흡량}}{\text{총 생산량}}$의 값은 A에서는 1보다 작고, B에서는 1보다 크다. 따라서 $\frac{\text{호흡량}}{\text{총 생산량}}$은 A보다 B에서 크다.

오답 피하기

ㄷ. 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 열에너지로 방출된다. 따라서 생태계의 생산자로 에너지가 계속 유입되어야 하며, 대부분의 생태계에서 에너지의 근원은 빛에너지이다.

241 ②

㉠은 CO_2 농도, ㉡은 빛의 세기, ㉢은 O_2 농도이고, A는 교목층, B는 아교목층, C는 관목층이다.

정답해설

② O_2(㉢)의 농도는 광합성이 가장 활발한 교목층(A)에서 가장 높다.

오답 피하기

① CO_2가 가장 많이 흡수되어 대기 중의 CO_2 농도가 낮은 것은 광합성이 가장 활발하게 일어나기 때문이다. 따라서 교목층에서 가장 광합성이 활발히 일어나 CO_2 농도가 가장 낮기 때문에 ㉠은 CO_2 농도이고, 지표면으로 갈수록 빛의 세기가 약해지기 때문에 ㉡은 빛의 세기이다.

③ 교목층은 관목층보다 강한 빛이 도달하기 때문에 광포화점과 보상점이 모두 높다.

④ 광합성량에 비해 호흡량이 많을수록 CO_2 농도가 높고, O_2 농도가 낮다. 관목층보다 초본층에서 CO_2 농도가 높고, O_2 농도는 낮으므로 광합성량은 적고 호흡량이 많다.

⑤ 아교목층보다 교목층에 강한 빛이 도달하기 때문에 아교목층보다 교목층에서 잎의 평균 두께가 더 두껍다.

242 ①

정답 해설

ㄴ. 광포화점은 빛을 많이 받는 부분일수록 더 높으며, 식물 군집의 층상 구조에서는 높이가 높을수록 빛을 많이 받는다. 따라서 광포화점의 평균값은 교목층의 잎이 관목층의 잎보다 높다.

오답 피하기

ㄱ. (가)에서 보면 빛의 세기는 하층부로 내려올수록 점점 줄어든다. 이는 상층부를 차지하고 있는 식물들에 의한 것이다. 교목층을 차지하고 있는 식물을 제거하면 더 많은 빛이 아교목층에 도달하게 된다.

ㄷ. 광합성이 가장 활발한 부분은 교목층이다. 교목층에서는 빛의 세기가 가장 크며 광합성이 활발하기 때문에 CO_2 농도가 감소하고 O_2 농도가 증가한다. 하지만 교목층의 높이가 높아질수록 CO_2 농도는 다시 증가하고 O_2 농도는 다시 줄어들고 있다. 이는 빽빽한 식물 군집에서 벗어나 대기와 만나는 부분이므로 대기의 CO_2 농도, O_2 농도와 평형을 이루면서 나타나는 현상이다.

243 ③

방형구를 이용한 식물 군집 조사

☑ 정답 해설

③ 밀도$=\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구 면적}}$이다. ㉠은 2, ㉢은 12이다.

빈도$=\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구의 수}}{\text{전체 방형구의 수}}$이다. ㉡은 0.02이고, ㉣은 0.08이다. 따라서 ㉠은 ㉢보다 작고, ㉡은 ㉣보다 작다.

☑ 오답 피하기

① 상대밀도(%)$=\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}}\times 100$이다. ㉤은 60%이다.

상대 빈도(%)$=\frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}}\times 100$이다. ㉥은 37.5%로 ㉤의 60%와 다르다.

② 상대 밀도(%)+상대 빈도(%)+상대 피도(%)의 값인 중요도가 가장 높은 종이 우점종이다. 3종 모두 피도는 같으므로 상대 밀도(%)+상대 빈도(%)의 값으로 우점종을 알 수 있다. 상대 밀도와 상대 빈도의 합이 질경이는 22.5, 민들레는 110, 토끼풀은 67.5이므로 우점종은 민들레이다.

④ 이 군집에서 개체수가 가장 적은 종은 밀도가 가장 낮은 질경이이다. 민들레는 개체수가 가장 많은 종이다.

⑤ 민들레, 토끼풀, 질경이의 피도는 모두 같기 때문에 상대 피도 또한 민들레, 토끼풀, 질경이 모두에서 같다.

244 ③

☑ 정답 해설

총생산량은 생산자인 식물이 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량을 의미한다. 즉, 총생산량=호흡량+순생산량(생장량+피식량+고사량)이다.

ㄷ. B는 총생산량과 호흡량이 비슷하기 때문에 순생산량이 거의 0에 가깝다. A의 경우 총생산량에 비해 호흡량이 차지하는 부분이 적으므로 순생산량이 많다. 따라서 순생산량은 B보다 A가 더 많다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A 생태계의 경우 총생산량에 비해 호흡량이 적어서 순생산량이 많은 천이 초기의 단계를 나타내지만, B와 C는 총생산량과 호흡량이 유사하여 순생산량이 거의 없는 상태를 나타낸다. D의 경우 총생산량에 비해서 호흡량이 월등히 많은 생태계로 부패가 심각한 경우라고 추정해 볼 수 있다.

ㄴ. (나)의 삼림 생태계는 전체 유기물의 양 중 호흡량이 상당히 많지만 총생산량은 호흡량보다 많다. 전체 유기물의 양인 100 중 호흡량이 85를 차지하며 순생산량이 15이다. D는 총생산량보다 호흡량이 더 많은 경우로서 (나)의 삼림에 해당하지 않는다.

245 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. t_1보다 t_2에서 생존율이 낮아지고 몸 길이가 작아진 것으로 보아 개체 사이의 경쟁이 더 심해진 것을 알 수 있다.

ㄴ. 사육장당 개체수가 많을수록 몸 길이가 작아지므로 곤충의 생장에 개체군의 밀도가 영향을 미침을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 생존율과 몸 길이는 개체군 내의 밀도 증가에 따라 달라지므로 생태계 구성 요소 사이의 관계 중 상호 작용에 해당한다.

246 ④

☑ 정답 해설

이 실험은 미생물에 의해 낙엽이 분해되는 정도를 알아보기 위하여 일정량의 낙엽을 이용하여 시간에 따라 낙엽의 질량을 측정하는 방법으로 진행한 것이다. 약 100주간에 걸쳐 변한 질량이 그래프로 제시되어 있으며, 시간이 지남에 따라 미생물에 의해 분해되어 낙엽의 질량이 줄어들었음을 알 수 있다.

ㄱ. 낙엽의 질량이 줄어드는 것은 낙엽을 구성하고 있는 유기물들이 미생물에 의해 분해되어 무기물로 전환됨을 의미한다. 시간이 지날수록 B의 질량이 더 줄었으므로 A보다 B에 낙엽을 분해하는 미생물이 더 많다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에서 낙엽의 질량 감소량은 그래프의 기울기가 큰 쪽이 더 크다. 따라서 B가 A보다 더 크다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 낙엽을 분해하는 미생물의 양은 A가 적기 때문에 처음 질량의 50%가 되기까지 걸리는 시간은 B보다 A에서 더 길다.

247 ③

텃세(세력권)

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)에서 한 개체는 자신이 확보한 범위인 세력권에 다른 개체가 침입하는 것을 막으므로, 이는 텃세에 해당한다.

ㄷ. 세력권의 크기가 클수록 세력권 내에서 먹이를 섭취해 얻는 에너지양은 증가하다 일정해지지만, 침입자를 방어하는 데 소비되는 에너지양은 계속 증가한다. 따라서 에너지만을 고려하면 A~C 중 먹이를 섭취해 얻는 에너지양에서 침입자의 방어에 소비되는 에너지양을 뺀 값이 가장 큰 B가 개체에게 가장 유리한 세력권의 크기가 된다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 세력권의 크기가 계속 커져도 먹이를 섭취해 얻는 에너지양은 최댓값에 도달하면 더 이상 증가하지 않는다. 따라서 세력권의 크기가 커지더라도 일정 시간 동안 섭취하는 먹이의 양은 최댓값에 도달할 때까지만 증가한다는 것을 알 수 있다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



개체군 내 상호작용

1. 텃세 : 일정한 생활공간을 먼저 확보하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 행동을 하며 개체들을 분산시켜 개체군의 밀도를 알맞게 조절해 주는 기능을 한다. ㉮ 까치, 치타, 은어 등
2. 순위제 : 개체들 사이에서 힘의 강약에 따라 서열을 정해 먹이나 배우자를 획득하는 체제이다. ㉮ 큰뿔양 등
3. 리더제 : 한 개체가 리더가 되어 개체군을 이끄는 체제로 순위제와 달리 리더를 제외한 나머지 개체들 사이에는 순위가 없다. ㉮ 늑대, 기러기 등
4. 사회생활(분업, 동물 사회) : 개체들이 생식, 방어, 먹이 획득 등의 일을 분담하고 서로 협력하는 체제이다. ㉮ 꿀벌, 개미 등

248 ③

세력권

☑ 정답 해설

ㄷ. (나)에서 공동 생활 구역에서 생활하는 은어의 몸 길이의 평균은 세력권을 형성하는 은어에 비해 작다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 밀도가 0.3(마리/m^2)일 때 세력권을 형성하는 은어의 비율이 0.9(마리/m^2)일 때보다 적은 것으로 보아 밀도가 커질수록 세력권을 형성하는 비율이 감소하는 것이 아님을 알 수 있다.

ㄴ. 은어가 일정한 생활공간을 차지하고 다른 개체의 침입을 막는 행동은 세력권(텃세)에 해당한다. 각 개체가 일을 분담하고 협력하며 생활하는 것은 사회생활이며, 은어는 사회생활을 하지 않는다.

249 ④

조무래기 따개비의 서식 가능 범위와 청홍 따개비의 서식 가능 범위가 중복되는 부위에서 두 종의 따개비 서식지가 구별되는 것은 분서 때문이다.

☑ 정답 해설

ㄱ. 청홍 따개비의 서식 상한선이 서식 가능 범위보다 아래에 위치하는 것은 조무래기 따개비에 비해 건조에 대한 내성이 약해서 경쟁에서 불리하기 때문이다.

ㄷ. 청홍 따개비의 분포 상한선이 서식 가능 범위에 비해 아래에 위치하고, 조무래기 따개비의 분포 하한선이 서식 가능 범위보다 위에 위치하는 것은 두 종류 따개비의 서식 가능 범위가 중복되는 부위인 (가)에서 서식지를 달리하는 분서가 일어난 증거이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 두 종류 따개비의 서식 가능 범위에서 중복되는 부위인 (가)에서 분서가 일어나 두 종류 따개비 분포의 경계가 형성된 것이다.

250 ④

㉠은 기생, ㉡은 상리 공생, ㉢은 경쟁이다.

☑ 정답해설

ㄴ. 뿌리혹박테리아와 콩과식물의 관계는 상리 공생(㉡)에 해당한다.

ㄷ. A종을 단독 배양할 때보다 B종과 혼합 배양할 때 개체군의 밀도가 크기 때문에 환경 저항이 작게 작용했음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A종과 B종을 혼합 배양했을 때 A종과 B종의 개체군 밀도는 증가하는 것으로 보아 혼합 배양 시 A종과 B종 모두 이익을 얻는 관계이므로 상리 공생인 ㉡에 해당한다.

251 ⑤

☑ 정답 해설

ㄱ. 기생과 편리 공생 중 혼합 배양 시 단독 배양했을 때와 개체수가 같은 경우는 편리 공생이다. 따라서 혼합 배양 시 단독 배양했을 때와 개체수가 같은 C와 A의 상호 작용인 (나)가 편리 공생이며, A와 B의 상호 작용인 (가)는 기생이다.

ㄴ. A와 B는 기생 관계이면서 A가 숙주에 해당하므로 A의 개체수 ㉠은 단독 배양했을 때의 개체수 100보다 작다. ㉢은 편리 공생에서 이익을 얻는 쪽이므로 단독 배양 시 A의 개체수인 100보다 크다. 따라서 ㉠<㉢이다.

ㄷ. B의 개체수 ㉡은 단독 배양했을 때의 개체수 150보다 크다.

252 ⑤

경쟁

☑ 정답 해설

ㄴ. 단독 배양할 때 A 종의 생장 곡선은 처음에는 급격하게 증가하다가 어느 정도 시간이 지나면 환경 저항에 의해 개체군의 생장이 방해받기 때문에 S자형으로 나타난다.

ㄷ. 규산염은 규조류인 두 종에서 세포벽을 만드는 데 사용된다. B종은 규산염의 농도가 일정 정도 이상이 되어야 생존이 가능한 A종보다 더 낮은 농도에서 생존이 가능하다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 두 종은 규산염을 이용하는 데 있어서 경쟁관계이다.

253 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 규산염 농도가 낮은 S_1에서 서식하지 못하며, 같은 인

산염 농도에서 규산염 농도가 일정 수준 이상으로 높아질 경우 생존이 가능하므로 S_1에서 규산염 농도는 A의 생존을 제한하는 요인이다.

ㄷ. S_1과 S_3는 각각 A와 B가 공존하지 못하는 조건이므로 개체군 간의 상호 작용은 없다. 따라서 S_1과 S_3에서 B의 생존 여부에는 규산염과 인산염 농도만 영향을 미친다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 경쟁 배타 원리는 경쟁하는 두 종이 함께 공존하지 못한다는 것인데, S_2에서 두 종은 공존하고 있으므로 경쟁 배타 원리가 적용되지 않는다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



식물성 플랑크톤은 영양염류가 부족할 때 성장에 제한을 받는다. A만 생존하는 구간인 S_3에서는 인산염이 너무 적어서 B가 살지 못한다. B만 생존하는 구간인 S_1에서는 규산염이 적어서 A가 살지 못한다. S_2에서는 A와 B가 함께 생존할 수 있으므로 경쟁하는 두 종 중에서 한 종은 사라지게 되는 경쟁배타의 원리가 적용되지 않는다.

254 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. C는 포식자가 있고 먹이가 풍부한 조건이므로 포식자를 제거하면 포식자가 없고 먹이가 풍부한 A와 같은 상태가 되는데, C보다 A의 개체수가 항상 더 많으므로 t_1시기에 C에서 포식자를 제거하면 t_2시기의 개체수는 포식자를 제거하기 전보다 증가한다.

ㄴ. t_1에서 X의 개체수는 포식자가 없는 경우(A, B)가 포식자가 있는 경우보다 많고, 포식자 조건이 같은 경우에는 먹이가 풍부한 경우가 먹이가 부족한 경우보다 많으므로(A>B, C>D) 포식자와 먹이 조건은 모두 X의 개체군 크기에 영향을 미친다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. t_2에서는 포식자가 없고 먹이가 부족한 B보다 포식자가 있어도 먹이가 풍부한 C에서 개체수가 더 많으므로 포식자보다 먹이 조건이 X의 개체수에 더 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다.

문제 접근법 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



X축이 시간이고, Y축 개체수인 생장곡선 그래프이다. 밀폐된 공간이기 때문에 먹이가 풍부하더라도 개체수가 줄어들고 있으며, S자형 생장곡선의 형태가 아님에 유의한다.

ㄷ. 보기 풀이 시 A와 B, A와 C의 개체수 상댓값의 차이를 비교해본다. A와 B일 때의 차이는 먹이 조건의 영향력, A와 C일 때의 차이는 포식과 피식, 개체군 간의 상호작용이 영향을 준 것이다. A와 B의 차이가 더 크므로 개체군 간의 상호작용보다 먹이 조건의 영향력이 더 크다.

255 ②

물질의 생산과 소비

☑ 정답 해설

ㄷ. (가)와 (나)를 통해 가뭄 발생 이후 가뭄 전 평균 총생산량을 완전히 회복하거나 가뭄 이전보다 더 많은 총생산량을 생산하기까지의 시간은 종의 수가 적은 X보다 종의 수가 많은 Y가 짧았음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에서 가뭄 발생 기간 동안 총생산량의 변화량은 약 300−약 80=약 220이고, (나)에서 가뭄 발생 기간 동안 총 생산량의 변화량은 약 270−약 130=약 140이다. 가뭄 기간 동안 총생산량의 변화량은 X보다 Y가 작다.

ㄴ. 가뭄 전 평균 총생산량은 종의 수가 적은 X보다 종의 수가 많은 Y가 작았다. 총생산량에 군집을 구성하는 종의 수가 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

256 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)에서 천적이 도입되기 전인 A 시기에는 해충 개체군의 밀도가 상한선과 하한선을 유지하며 그 사이에서 개체군의 밀도 변화 폭은 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있다. 또한 천적이 도입된 후 안정된 상태가 된 B 시기에도 해충 개체군의 밀도 변화 폭은 일정하게 유지된다.

ㄴ. 천적 도입 전 밀도 변화 폭에 비해 천적 도입 후인 B 시기에는 해충 개체군의 밀도 변화 폭이 감소되어 있음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. (나)에서 살충제를 살포하면 해충의 밀도가 급격히 줄어들었다가 다시 급증함을 볼 수 있다. 하지만 (가)에서 천적이 도입된 이후에는 해충은 밀도가 점차 줄어들어 낮은 수준에서 일정 범위를 유지함을 볼 수 있다. 따라서 천적 도입이 살충제를 사용하는 것보다 해충 퇴치에 더 효과적이다.

257 ⑤

생물이 환경에 미치는 영향

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)와 (나)는 모두 생물 요소인 사탕수수 군락이 환경에 미친 영향으로 반작용의 사례이다.

ㄴ. (가)에서 일출 시와 정오에서의 온도 차이는 그래프 사이의

간격이므로 사탕수수 군락이 나지보다 그 간격이 좁은 것으로 보아 사탕수수 군락에서가 나지에서보다 온도 차이가 작은 것을 알 수 있다.
ㄷ. 사탕수수 군락에서 일출 시와 정오에서의 상대 습도 그래프가 지표면에 가까울수록 간격이 좁아지므로 상대 습도 차이는 지표면에 가까울수록 작음을 알 수 있다.

258 ⑤

염분의 농도가 생물에 미치는 영향

☑ 정답 해설

ㄴ. 염분의 농도가 B종의 기초 물질 대사율에 미치는 영향은 환경이 생물에 미치는 영향이므로 작용의 사례이다.
ㄷ. 염분의 농도가 변할 때 A종과 B종의 그래프 간격이 기초 물질 대사율의 차이이다. 염분의 농도가 3일 때의 A종과 B종의 그래프 간격이 A종과 B종의 평균 기초 물질 대사율 그래프 간격보다 넓으므로 염분의 농도가 3일 때 A종과 B종의 기초 물질 대사율 차이가 두 종의 평균 기초 물질 대사율의 차이보다 크다고 볼 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 기초 물질 대사율은 대체적으로 염분의 농도가 낮은 구간에서는 B종이 A종보다 높지만 일부 구간에서는 오히려 A종이 B종보다 높은 것을 볼 수 있다.

259 ⑤

개체군의 주기적 변동

☑ 정답 해설

ㄴ. A와 B는 일정한 시간을 주기로 변하는 장기적인 변동으로 먹이 관계에 의한 피식과 포식이 개체수 변동을 일으키는 주된 요인이다. 구간 Ⅰ에서 피식자인 A(생달나무응애)의 개체수가 증가하여 포식자인 B(포식성응애)의 개체수도 증가하였다.
ㄷ. A는 생달나무응애이고, B는 포식성응애이다. 오렌지가 사라지면 오렌지를 먹이로 섭취하는 생달나무응애인 A가 생달나무응애를 먹이로 섭취하는 포식성응애인 B보다 먼저 감소할 것이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A의 개체수 감소가 B의 개체수 감소보다 먼저 일어나므로 A는 피식자인 생달나무응애이고, B는 포식자인 포식성응애이다. A와 B의 상호 작용은 피식과 포식에 해당한다. 분서는 두 종이 경쟁을 피하기 위해 먹이 혹은 생활 공간을 달리하는 것이다.

260 ①

생태적 지위

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 B보다 D와 중복되는 생태적 지위의 범위가 넓기 때문에 B보다 D와 경쟁이 심하다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. A는 C와 중복되는 생태적 지위를 갖지 않기 때문에 함께 살더라도 경쟁이 일어나지 않고 경쟁 배타 원리가 적용되지 않는다.
ㄷ. 조건 ㉠은 종 A의 생태적 지위 밖이며, 조건 ㉡은 종 A의 생태적 지위 내에 있다. 따라서 조건 ㉠에서는 종 A가 생존할 수 없지만, 조건 ㉡에서는 종 A가 생존할 수 있다.

261 ④

생산자의 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이고, 생장량은 순생산량에서 피식량과 고사량 · 낙엽량을 뺀 값이다. ㉡은 피식량으로 B에 해당한다. ㉢은 순생산량에서 피식량과 고사량 · 낙엽량을 뺀 값인 생장량으로 C에 해당한다.

☑ 정답해설

ㄱ. ㉠은 총생산량에서 순생산량을 뺀 값인 호흡량으로 A에 해당한다.
ㄴ. ㉡은 생산자의 피식량이기 때문에 1차 소비자의 섭식량에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. t 이후에 총생산량과 순생산량은 감소하는 데 고사량 · 낙엽량과 피식량이 일정하기 때문에 생산자의 생장량(C)은 일정하게 유지되지 않고 감소한다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



식물(생산자)과 초식 동물(1차 소비자)의 물질 생산과 소비량을 계산할 수 있어야 한다.
• 식물(생산자)의 물질 생산과 소비
총생산량 = 호흡량 + 피식량 + 고사 · 낙엽량 + 생장량
순생산량 = 피식량 + 고사량 + 낙엽량 + 생장량
호흡량 = 총생산량 − 순생산량
피식량 = 초식 동물(1차 소비자)의 섭식량
• 초식 동물(1차 소비자)의 물질 생산과 소비
섭식량 = 호흡량 + 피식 · 자연사 + 생장량 + 배출량
동화량 = 호흡량 + 피식 · 자연사 + 생장량
배출량 = 섭식량 − 동화량

262 ④

유기물의 생산과 소비

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)는 총생산량에서 순생산량에 해당하는 고사량, 피식량, 생장량을 뺀 값이므로 호흡량이다.

ㄴ. 총생산량에서 호흡량(가)을 뺀 순생산량은 t_1보다 t_2에서 많다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 생산자인 녹색 식물에서 1차 소비자로 이동하는 유기물의 양은 피식량에 해당한다. 따라서 t_1~t_2동안 1차 소비자로 이동하는 유기물의 양은 증가한다.

263 ②

☑ 정답 해설

ㄷ. 열대우림은 활엽수림에 비해 순생산량 중 피식 · 고사 · 낙엽량의 비율이 높고 생장량의 비율이 낮다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. A는 순생산량이다.

ㄴ. B는 생장량이다. 초식 동물의 섭식량은 생산자의 피식량과 같다.

264 ③

물질 생산과 소비

☑ 정답 해설

ㄷ. 생산자의 피식량(C_1)은 1차 소비자의 포식량($G_2+C_2+D_2+R_2+U_2$)과 같다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 생체량은 생물이 가진 유기물의 총량이므로 각 영양 단계의 생체량은 S+G+C+D이다.

ㄴ. 1차 소비자에서 호흡량은 1차 소비자의 동화량(포식량−배출량)에서 생장량, 피식량, 고사량(사멸량)을 뺀 값이다.

265 ⑤

총생산량

☑ 정답 해설

ㄱ. A는 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이므로 순생산량, B는 순생산량에서 피식 · 고사량을 뺀 값이므로 생장량이다.

ㄴ. 열대 다우림의 총생산량이 123t/ha·년, 상록활엽수림의 총생산량이 53t/ha·년이므로 잎에서의 호흡량도 열대 다우림이 상록활엽수림보다 더 많다.

ㄷ. $\frac{\text{호흡량}}{\text{총 생산량}}$은 총생산량에서 호흡량의 비율이 높은 열대 다우림이 상록활엽수림보다 크다.

266 ③

다양한 군집의 순생산량

☑ 정답 해설

ㄷ. 순생산량은 해양 생태계(48.3)보다 육상 생태계(56.4)가 많으므로 호흡량이 같다면 총생산량도 해양 생태계보다 육상 생태계가 많다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 해양 군집의 순생산량은 최소 16.3(온대 해양)+13.0(열대, 아열대 해양)+6.4(극지방 해양)=35.7인 반면, 삼림 군집의 순생산량은 최대 17.8(열대 우림)+4.5(침엽수림)+9.3(기타)=31.6이다.

ㄴ. 평균 기온이 보다 높은 열대, 아열대 해양의 순생산량은 13.0이지만 온대 해양의 순생산량은 16.3이므로 해양 군집에서 평균 기온이 높아질수록 순생산량이 증가한다고 볼 수 없다.

267 ②

생태 피라미드

D는 생산자, C는 1차 소비자, B는 2차 소비자, A는 3차 소비자이다.

☑ 정답 해설

ㄷ. 상위 영양 단계의 에너지는 하위 영양 단계가 가지는 에너지의 일부를 얻는 것이므로 상위 영양 단계로 갈수록 각 영양 단계의 에너지양은 감소한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. C는 1차 소비자이다.

ㄴ. 에너지 효율은 A가 20%이고, C가 10%이므로 A가 C의 2배이다.

268 ①

☑ 정답 해설

ㄴ. 질소 고정이나 질화 작용에 의해 형성된 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)은 식물체 내에 흡수되어 질소 동화 작용인 (나) 과정에 이용된다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)는 탈질소 작용으로 탈질소 세균에 의해 일어난다.

ㄷ. (다)는 질소 고정이며 세균 X에 의해 활발하게 일어나는 과정이다.

269 ③

질소의 순환

☑ 정답 해설

ㄱ. 식물은 질소를 암모늄 이온이나 질산 이온으로 흡수한 후 단백질이나 핵산과 같은 질소 화합물로 합성한다.

ㄴ. ⓐ 과정은 질소 고정 과정이다. 질소 고정은 질소 고정 세균에 의해 일어난다. 구간 Ⅰ보다 구간 Ⅱ에서 식물 군집(㉠)의 질소 함량이 더 많으므로 질소 고정과 질화 작용이 더 활발하게

일어나 질산 이온이 더 많이 식물에 흡수되었음을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. ⓑ와 ⓒ 과정은 질화 작용이다. 토양 속의 암모늄 이온은 질화 작용을 거쳐 질산 이온으로 산화되고, 질산 이온은 식물에 흡수될 수 있다. 질화 작용(ⓑ와 ⓒ 과정)은 질화 세균에 의해 일어난다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 박종일 쌤



질소의 순환

1. 질소 고정 : 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조토박터 등)에 의해 대기 중의 질소 기체(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)이 되거나, 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-)이 된다.
2. 질화 작용 : 토양 속의 암모늄 이온(NH_4^+)은 질화 세균(아질산균, 질산균)에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 산화된다. 공중 방전($N_2 \rightarrow NO_3^-$)과 질화 작용($NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$)을 반드시 구분하여 기억하도록 한다.
3. 질소 동화 작용 : 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)은 생산자에 의해 흡수되어 질소 화합물(단백질, 핵산)로 합성된 후, 먹이 사슬을 따라 소비자에게 이동된다.
4. 생물의 사체나 배설물 속의 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해되어 토양으로 돌아간다.
5. 탈질소 작용 : 토양 속 질산 이온(NO_3^-)은 탈질소 세균에 의해 질소 기체(N_2)가 되어 대기 중으로 돌아간다.

270 ③

Ⅰ은 녹색 식물, Ⅱ는 동물이고, ㉠은 암모늄 이온, ㉡은 질산 이온이다. 따라서 ⓐ는 탄소(C)이고, ⓑ는 질소(N)이다. 생산자(Ⅰ)는 대기 중의 N_2를 이용할 수 없고, CO_2를 광합성에 이용하기 때문에 (다)는 광합성이다. (가)는 질산 이온이 N_2로 전환되는 탈질소 작용이고, (나)는 대기 중의 N_2가 암모늄 이온으로 전환되는 질소 고정이다.

☑ 정답해설

③ 질산 이온이 N_2로 전환되는 탈질소 작용이 일어나는 (가) 과정에는 탈질소 세균이 관여한다.

☑ 오답 피하기

① 탄수화물은 구성 원소로 질소(N)가 없기 때문에 질소(ⓑ)는 모든 유기물을 구성하는 원소라고 볼 수 없다.

② ㉠은 암모늄 이온, ㉡은 질산 이온이다.

④ 질소 고정인 (나) 과정에는 뿌리혹박테리아와 같은 세균이 관여하지만, 식물과 같은 생산자에서 일어나는 광합성인 (다) 과정에는 세균이 작용하지 않는다. 질화 세균(아질산균, 질산균)은 질화 작용에 관여한다.

⑤ 질화 작용은 질화 세균인 아질산균에 의해 암모늄 이온이 아질산 이온이 되고, 질산균에 의해 아질산 이온이 질산 이온으로 전환되는 과정이다. 녹색 식물(Ⅰ)과 동물(Ⅱ)은 질화 작용을 일으키지 않는다.

271 ⑤

탄소와 질소의 순환

☑ 정답해설

⑤ (나)에서 대기의 ㉡은 광합성에 의해 육상 군집으로 유입되므로 (나)는 탄소의 순환 과정을 나타낸 것이고, ㉡은 CO_2이다. 따라서 D는 물에 녹아 있는 CO_2(또는 HCO_3^-)가 식물성 플랑크톤과 같은 수중 생산자의 광합성에 의해 유기물 합성에 이용되는 과정이다.

☑ 오답 피하기

① (가)는 질소의 순환 과정을 나타낸 것이고, ㉠은 N_2이므로 A는 질소 고정과 질소 동화 작용을 통해 무기 환경의 질소가 육상 군집으로 유입되는 과정이다.

② B는 육상 군집으로 유입된 질소가 대기로 돌아가는 과정이므로 탈질소 세균에 의해 일어나는 탈질소 작용이다.

③ 식물은 광합성 과정에서 대기의 CO_2(㉡)는 직접 이용하지만, 대기의 N_2(㉠)는 직접 이용하지 못한다.

④ C는 육상과 수생 군집으로 유입된 탄소가 대기로 돌아가는 과정이므로 생물의 호흡에 의해 유기물이 분해되어 CO_2가 방출되는 과정이다.

272 ④

☑ 정답 해설

생태계에서 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 이동하는 에너지의 비율을 에너지 효율이라고 한다.

ㄴ. (가)에서 2차 소비자의 에너지 효율은 2%, (나)에서 2차 소비자의 에너지 효율은 10%, (다)에서 2차 소비자의 에너지 효율은 5%로, (나)에서 2차 소비자의 에너지 효율이 가장 높다.

ㄷ. (나)의 1차 소비자에는 10만큼의 에너지가 저장되어 있고, (가)의 1차 소비자에는 5, (다)의 1차 소비자에는 2만큼의 에너지가 저장되어 있다. 따라서 (나)의 1차 소비자에 저장된 에너지양은 (가), (다)의 1차 소비자에 저장된 에너지양의 합인 7보다 크다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에서 생산자의 에너지 효율은 1%, 1차 소비자의 에너지 효율은 10%, 2차 소비자의 에너지 효율은 2%로 영양 단계가 높아질수록 에너지 효율은 감소하지 않는다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 이예나 쌤



에너지 효율이란 생태계의 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 이동한 에너지의 비율이다.

에너지 효율$=\frac{\text{현 단계의 에너지양}}{\text{전 단계의 에너지양}}\times 100$

생태계 내에서 물질은 순환하고 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로만 흐른다. 각 영양 단계에서 생명 활동에 사용되고 남은 에너지가 상위 영양 단계로 전달되기 때문에 생태 피라미드의 상위 영양 단계로 갈수록 에너지의 양은 감소하며, 에너지 효율과 생물 농축량은 증가하는 경향을 보인다.

273 ③

A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자, E는 분해자의 호흡을 통해 방출되는 에너지양이다. 에너지 효율은 $\frac{\text{현 단계의 에너지양}}{\text{전 단계의 에너지양}}\times 100$이므로, 생산자의 에너지 효율이 1%이면 생산자에 도달하는 에너지양은 4000이다. 1차 소비자의 에너지 효율이 10%이므로 생산자에서 1차 소비자에 도달하는 에너지양은 400이다. 2차 소비자의 에너지 효율이 20%이므로 1차 소비자에서 2차 소비자에 도달하는 에너지양은 80이다.

정답 해설

ㄱ. 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 사체와 배설물을 통해 분해자에 도달하는 에너지양은 1565이고, 분해자의 사체와 배설물을 통해 다시 분해자에 도달하는 에너지양이 215이므로, 분해자에 도달하는 총에너지양(D)은 1780이다.

ㄷ. ㉠은 생산자의 에너지가 1차 소비자에 도달하는 과정이고, ㉡은 1차 소비자의 에너지가 2차 소비자에 도달하는 과정이다. ㉠과 ㉡ 모두 먹이의 유기물을 통해 에너지가 상위 영양 단계로 이동하기 때문에 에너지는 화학 에너지 형태로 이동한다.

오답 피하기

ㄴ. A와 C의 합은 2200+45=2245이고, B와 D의 합은 190+1780=1970이므로, A와 C의 합은 B와 D의 합보다 많다.

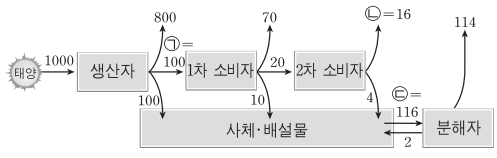
274 ⑤

안정된 생태계에서의 에너지 흐름

평형 상태의 안정된 생태계에서는 생태계 내로 유입된 에너지양과 생태계 밖으로 유출되는 에너지양이 같다.

정답 해설

ㄱ. 각 단계별 에너지의 이동량을 계산하면 다음과 같다.



㉠=1000−800−100=100이며, ㉢=114+2=116이다. 1차 소비자에서 사체 배설물로 이동하는 에너지의 양=116−100−4−2=10이며, 1차 소비자에서 2차 소비자로 이동하는 에너지의 양=100−70−10=20이다. ㉡=20−4=16이다. 따라서 ㉢(116)=㉠(100)+㉡(16)이다.

ㄴ. 에너지의 이동량은 생산자에서 1차 소비자로 100, 1차 소비자에서 2차 소비자로 20이다. 따라서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지의 이동량은 감소한다.

ㄷ. 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{20}{100}\times 100=20(\%)$, 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000}\times 100=10(\%)$이다. 따라서 에너지 효율은 2차 소비자 20(%)가 1차 소비자(10%)의 2배이다.

275 ②

생태계에서의 에너지 흐름

정답 해설

ㄴ. 1차 소비자의 에너지양은 2kcal/m^2·일이다. 이 중에서 호흡을 통해 방출되는 에너지양과 배설 및 사체로 분해자에 전달되는 에너지양을 제외한 에너지양이 2차 소비자에게 전달된다. 2차 소비자로 유입되는 에너지양은 0.2kcal/m^2·일이다.

오답 피하기

ㄱ. 생산자의 에너지양은 30kcal/m^2·일이고, 1차 소비자의 에너지양은 2kcal/m^2·일이다. 따라서 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{2}{30}\times 100\fallingdotseq 6.6\%$이다.

ㄷ. 생산자로 유입되는 에너지양은 30kcal/m^2·일이고, 생물 군집에 해당하는 생산자, 소비자, 분해자가 호흡을 통해 방출하는 에너지양은 26kcal/m^2·일이다.

276 ⑤

정답 해설

ㄴ. 에너지양은 상위 영양 단계로 갈수록 감소하므로 X>Y>Z이다.

ㄷ. X는 해빙 안에 서식하다가 여름에는 해수로 나간다고 하였고, Y는 해빙 안에 알을 낳고 겨울에 해빙 안에 서식한다고 하였으므로 Y는 여름보다 겨울에 X를 더 많이 섭식할 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. Z는 Y의 포식자이고 Y는 X의 포식자이다.

277 ①

정답 해설

ㄱ. 먹이 그물을 보면 사람을 포식하는 소비자가 나와 있지 않으므로 이 생태계에서 사람은 최종 소비자이다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 세균은 사체와 배설물을 분해하는 분해자이다.

ㄷ. 식물성 플랑크톤과 같은 생산자에게로 전달되는 에너지는 태양 에너지이며, 분해자에게 전달된 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르므로 생산자가 다시 이용할 수 없다.

278 ③

서식지 단편화와 생물 종 변화

☑ 정답 해설

종 다양성은 일정 지역에 얼마나 많은 종이 균등하게 분포하여 살고 있는지를 나타내는 것이다. 서식지 단편화는 생물 종의 이동을 제한하여 고립시키기 때문에 그 지역에 서식하는 개체군의 크기가 감소되어 종 다양성이 감소하게 된다.

ㄱ. 생존한 종의 비율은 벌목하기 전 열대림에 비해 벌목을 한 후 고립된 서식지에서 감소하였다. 이는 서식지가 단편화되면서 종 다양성이 감소되었기 때문이다.

ㄴ. 벌목하기 전의 원래의 열대림과 연결되어 있는 A 지역은 B와 C 지역에 비해 면적은 좁으나 생존한 종의 비율이 가장 높은 것으로 보아 생태 통로의 설치가 종 다양성 보전에 도움이 됨을 알 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 생존한 종의 비율은 단순히 서식지 면적의 크기만으로 비교할 수는 없다. A 지역과 같이 크기가 작은 면적이라도 생태 통로가 있는 경우에는 생존한 종의 비율이 증가할 수 있다.

279 ②

생물 종 다양성과 습지 복원

☑ 정답 해설

이 실험의 방법과 결과를 볼 때 '파괴된 습지의 복원을 위해 여러 종이 혼합되어 심어진 습지 실험 지역이 한 종이 심어진 실험 지역보다 원래의 상태로 더 빠르게 접근할 것이다.'라는 가설을 세우고 실험한 것이다.

ㄷ. 종 다양성은 식물의 종 수 뿐만 아니라 분포 비율을 포함한 개념이다. 따라서 (나)에서 각 종의 묘목을 같은 밀도로 심는 것은 종의 분포 비율이 종 다양성에 영향을 주지 않도록 통제한 것이다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 실험 결과 피도는 종이 다양한 실험 지역일수록 더 많이 증가하였다. 토양의 질소 축적량 또한 종이 다양한 실험 지역일수록 증가하였다.

ㄴ. 종 다양성은 습지 복원을 촉진함을 실험을 통해 알 수 있다. 즉, 실험 지역 C에서 피도와 토양의 질소 축적량이 가장 높았다.

280 ③

☑ 정답 해설

ㄱ. A에서 초식 동물의 개체군 크기가 클수록 멸종률이 낮음을 알 수 있다.

ㄷ. 그림 (나)에서 같은 크기의 서식지 면적에서는 대형 초식 동물보다 소형 초식 동물의 개체군 크기가 더 크다. $10^1 km^2$에서도 대형 초식 동물보다 소형 초식 동물의 개체군 크기가 더 크다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (나)에서 $10^{-1} km^2$에 서식하는 소형 초식 동물의 개체군 크기는 10^2마리이고, $10^1 km^2$에 서식하는 소형 초식 동물의 개체군 크기는 10^4마리이다.

따라서 2배가 아니라 100배로 증가한다.

281 ⑤

☑ 정답 해설

ㄴ. 열대우림은 생물 종 다양성이 가장 높은 생태계이며, 농경지는 경작을 위한 특정한 종만 골라 재배하므로 생물 종 다양성이 낮고 단순한 생태계이다.

ㄷ. 유전적 다양성은 하나의 개체군에 적용되는데, 같은 종의 달팽이에서 유전적 변이에 따라 껍데기 무늬가 다른 것은 이에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 생태계 다양성은 하나의 생태계에서 확인할 수 없고, 여러 다양한 생태계가 존재하는 전 지구적 관점에서 확인할 수 있다.

282 ③

생물 다양성

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)는 생태계 다양성이다. 생태계 다양성은 생태계에 속하는 모든 생물과 무생물 사이의 관계에 관한 다양성을 포함한다.

ㄴ. (나)는 한 지역 내 군집을 이루는 종의 다양한 정도를 의미하므로 생물 종 다양성에 해당하고, (다)는 같은 종이라도 모양과 크기, 생김새 등이 다르기 때문에 유전적 다양성에 해당한다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 유전적 다양성이 높은 종은 급격한 환경의 변화를 이겨낼 수 있는 유전자 변이를 지닌 개체들을 중심으로 살아남아 종을 보존하며 유지될 수 있지만, 유전적 다양성이 낮은 종은 환경 변화를 이겨낼 수 있는 유전자 변이를 지닌 개체들이 없을 수 있어 멸종할 가능성이 높다.

283 ①

☑ 정답 해설

ㄱ. (가)와 (나) 지역에서 서식하는 각 식물 종의 개체수는 다르

지만 모두 4종의 목본 식물로 종 수는 동일하다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 생물 종 다양성은 그 지역에 서식하는 생물의 종수와 분포 비율을 모두 포함한다. (가)와 (나) 지역에 서식하는 목본 식물의 종 수는 동일하나 모든 종이 비교적 고른 비율로 분포하고 있는 (나) 지역의 생물 종 다양성이 더 크다.

ㄷ. A 종은 (가)와 (나) 지역에 각각 6개체씩 존재하므로 $\frac{\text{A 종의 개체 수}}{\text{전체 목본 식물의 개체 수}}$는 같다.

284 ④

☑ 정답해설

ㄱ. A 지역은 B 지역보다 생물 종 수가 많고, 각 생물 종이 균등하게 분포하므로 종 다양성은 A 지역이 B 지역보다 크다.

ㄷ. (나)에서 생물 종 ㉠의 유전 형질에 해당하는 비늘색의 분포는 B보다 A 지역에서 다양하므로, B보다 A 지역의 유전적 다양성이 더 크다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. (가)에서 파악할 수 있는 생물 다양성의 의미는 종 다양성이므로, 비생물적 요소가 포함된 생물 다양성의 의미인 생태계 다양성은 (가)에서 파악할 수 없다.

수능 포인트 이지 선생님들의 공감톡 오미옥 쌤



유전적(유전자) 다양성이란 같은 종이라도 다양한 형질을 나타내는 것을 의미하며 유전적 다양성이 높을수록 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 살아남을 수 있는 확률이 높다. 종 다양성이란 한 지역 내 종의 다양한 정도를 의미하며 종의 수가 많을수록, 종의 비율이 고를수록 종 다양성이 높다. 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지될 가능성이 높다. 생태계 다양성이란 사막, 초원, 삼림, 습지, 산, 호수, 강, 바다 등 생태계의 다양함을 의미하며, 생태계에 속하는 생물과 무생물 사이의 관계에 관한 다양성을 포함한다.

285 ②

☑ 정답 해설

ㄴ. 종 A는 101마리 이상인 경우를 제외하고 일정 시간이 지나 멸종하였다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에서 개체군의 크기가 클수록 생존율이 높은데, 이는 개체군의 크기가 클수록 유전자 변이의 수가 많기 때문이다.

ㄷ. 유전자 변이의 수가 많은 것이 유전적 다양성이 높은 것이고, 유전적 다양성이 높을수록 환경 변화에 대한 적응력이 높다.

286 ④

☑ 정답 해설

ㄱ. D의 생물 종 수는 130 정도이고, B는 40 정도이다. 따라서 D의 생물 종 수는 B의 3배 이상이다.

ㄷ. C의 생물 종 수는 200 정도이며, 특정 종이 차지하는 개체 수 비율이 크게 높지 않으므로 종의 분포 비율이 고르다고 할 수 있다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 생물 종 다양성이 가장 높은 삼림은 C이다.

287 ②

서식지 분할 전과 후의 생물 다양성

분할 전과 후의 생물 종의 개체수 변화는 다음과 같다.

	종A	종B	종C	종D	종E
분할 전	20	20	20	20	20
분할 후	15	15	0	15	15

☑ 정답 해설

ㄴ. 면적이 동일하면 상대 밀도는 $\frac{\text{특정 종의 개체수}}{\text{조사한 모든 종의 개체수의 합}} \times 100$으로 구할 수 있다. 따라서 종 B의 상대 밀도는 분할 전은 $\frac{20}{100} \times 100 = 20(\%)$, 분할 후는 $\frac{15}{60} \times 100 = 25(\%)$이므로 분할 전보다 분할 후가 높다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 서식지 분할 전의 생물 종 수는 5종이고, 분할 후의 종 수는 4종이므로 분할 후 생물 종 수가 줄어들었다.

ㄷ. 서식지 분할 결과 종 A, B, D, E의 개체수가 감소하였고 종 C는 멸종하여 종 C가 다른 종에 비해 분할의 영향을 많이 받았음을 알 수 있다. 따라서 서식지 분할이 모든 종에 동일한 정도의 영향을 미친다고 볼 수 없다.

288 ③

서식지 단편화

☑ 정답 해설

ㄱ. 서식지가 단편화되었을 때 실제 감소되는 면적이 적다고 하더라도, 가장자리의 길이와 면적이 늘어나므로 내부 깊숙한 곳에서 살아가는 생물의 경우 서식지가 많이 줄어들게 된다. $\frac{\text{가장자리 면적}}{\text{내부 면적}}$값은 분할 전보다 분할 후가 크다.

ㄴ. 분할 전 생물 종은 5종, 75개체수가 서식하였지만, 분할 후 생물 종은 4종, 40개체수가 서식하였다. 분할 후 생물 종의 수와 개체수가 모두 감소하였다.

☑ 오답 피하기

ㄷ. 분할전 A종의 상대 밀도는 $\frac{15}{75}\times100=\frac{1}{5}\times100$이고, 분할 후 A종의 상대 밀도는 $\frac{10}{40}\times100=\frac{1}{4}\times100$이다.

289 ⑤

서식지 면적 및 개체수와 개체군의 존속

☑ 정답 해설

생물 한 종의 개체군을 유지하는 데 필요한 최소 개체 수를 최소 생존 개체군의 크기라고 한다. 소형 동물과 대형 동물은 최소 생존 개체군 크기에 도달하기 위한 서식지 면적이 다르다.

ㄴ. 그래프는 A(소형 초식 동물), B(대형 초식 동물), C(대형 육식 동물) 모두 서식지 면적이 증가함에 따라 개체군 내 개체수가 증가함을 보여준다.

ㄷ. 그래프는 동일한 크기의 개체군을 유지하기 위해 요구하는 서식지 면적은 A, B, C 순으로 증가함을 보여준다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. 큰 서식지에서는 작은 서식지에 비해 종들의 개체군 크기가 더 크다. 많은 대형 척추동물 종의 장기적 생존은 큰 서식지에서 가능하다. 최소 생존 개체군의 크기가 1,000(점선)일 때, 소형 초식 동물, 대형 초식 동물, 대형 육식 동물 순으로 각각의 개체군을 보호하기 위한 최소 서식지 면적이 커진다. 대형 육식 동물을 보호하려면 적어도 1,000,000ha 이상의 서식지 면적이 필요하다.

290 ⑤

서식지 면적과 개체수

개체군의 크기가 유지되기 위해서는 종에 따라 서식지 면적과 개체수가 일정 수준 이상이 되어야 한다.

☑ 정답 해설

ㄴ. (가)에서 서식지 면적이 10000일 때 개체군 내 개체수의 크기는 A>B>C이다.

ㄷ. (나)에서 30마리 이하인 종 P의 개체군, 즉, N=16~30, N=15개체 이하인 개체군의 경우 50년이 되었을 때 개체군의 유지 비율이 0이므로 이 개체군은 50년 이상 유지되지 못한다.

☑ 오답 피하기

ㄱ. (가)에서 개체군 내 개체수가 1000이 되기 위해 필요한 서식지 면적은 A<B<C이다.

291 ⑤

☑ 정답 해설

ㄱ. 단편화된 서식지에 연결 통로를 설치한 C의 경우 연결 통로가 없는 B에 비해 사라진 종 비율이 감소하였다. 따라서 단편화된 서식지에 연결 통로를 설치하면 생물 종 다양성 감소율을 낮출 수 있다.

ㄷ. 숲에 도로를 만들 때는 숲을 가로지르듯 절개하는 방법보다는 고가도로로 설계함으로써 그 아래에서는 서식지가 연결될 수 있도록 하는 것이 좋다.

☑ 오답 피하기

ㄴ. 서식지의 분할은 생물 종 다양성을 감소시키므로 고유종을 보호하는 방편이 될 수 없다.

memo