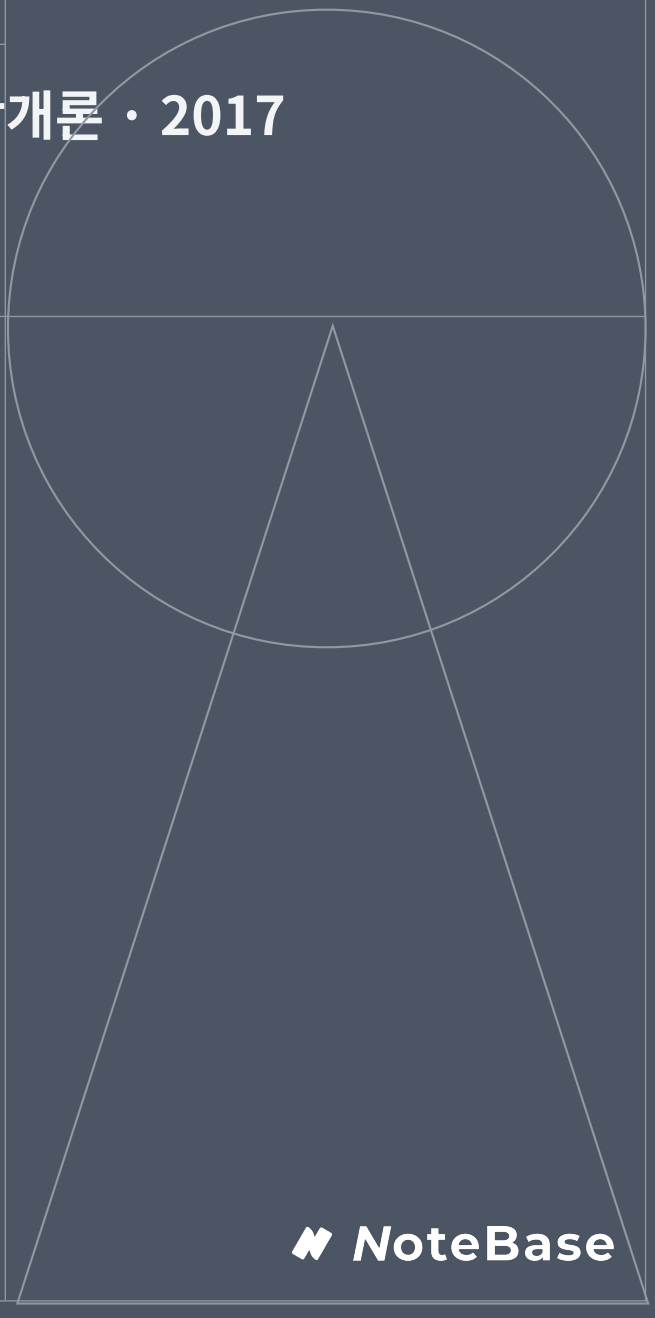
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 생물학개론 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 생물학개론 · 2017

공무원/국가직/7급 · 생물학개론 · 2017

문 1. 후천성 면역에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 항체는 항원에 특이적으로 작용한다.

② B세포 또는 T세포에 의해 일어난다.

③ 면역기억을 한다.

④ 발열은 후천성 면역에 해당한다.

정답 4번

출제 포인트

후천성 면역(적응 면역)과 선천성 면역(자연 면역)의 특징을 구분할 수 있는지를 묻는 문항이다. 후천성 면역은 항체와 림프구를 통해 특정 항원을 인식하고 기억하는 방어 체계이고, 발열이나 염증 반응처럼 병원체 종류와 무관하게 즉시 작동하는 반응은 선천성 면역에 해당한다.

핵심 개념

선천성 면역=피부·점막 장벽, 식세포 작용, 염증 반응, 발열처럼 병원체의 종류를 구분하지 않고 즉각적으로 일어나는 방어 작용이다. 후천성 면역=B세포와 T세포가 특정 항원을 인식하여 항체 생성이나 세포성 면역 반응을 일으키고, 한 번 노출된 항원을 기억했다가 재감염 시 더 빠르고 강하게 반응하는 방어 작용이다. 발열은 병원체 감염 시 시상하부의 체온 조절 중추가 작동하여 나타나는 전신 반응으로, 항원 특이성이나 기억 능력이 없으므로 선천성 면역의 구성 요소로 분류된다.

NoteBase

선지별 해설

① 항체는 항원에 특이적으로 작용한다. → O. 항체는 특정 항원의 특정 부위(항원 결정기)에만 결합하는 특이성을 가지며, 이는 후천성 면역의 핵심 특징이다.
② B세포 또는 T세포에 의해 일어난다. → O. 후천성 면역은 B세포가 담당하는 체액성 면역과 T세포가 담당하는 세포성 면역으로 이루어진다.
③ 면역기억을 한다. → O. 후천성 면역은 1차 감염 후 기억 세포를 형성하여 동일 항원 재침입 시 더 빠르고 강한 2차 면역 반응을 일으킨다.
④ 발열은 후천성 면역에 해당한다. → X. 발열은 특정 항원을 인식하거나 기억하는 반응이 아니라 병원체 감염에 대해 비특이적으로 일어나는 신체 반응이므로 선천성 면역에 해당한다. 틀린 표현 → 올바른 표현: '발열은 후천성 면역에 해당한다' → '발열은 선천성 면역에 해당한다'.

오답 포인트

①②③은 모두 후천성 면역의 정의적 특징인 항원 특이성, B세포·T세포의 관여, 면역 기억을 그대로 설명하고 있어 옳은 진술이다. ④만 후천성 면역이 아니라 선천성 면역의 예시인 발열을 후천성 면역으로 잘못 연결하고 있으므로 정답이 된다. 후천성 면역과 선천성 면역의 구성 요소를 혼동하지 않는 것이 중요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

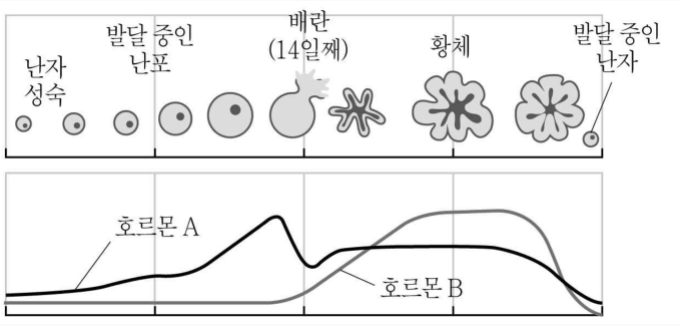
발열, 염증, 식세포 작용, 피부·점막 장벽처럼 병원체 종류를 가리지 않고 즉시 일어나는 반응이 보이면 선천성 면역으로 분류하고, 항체·항원 특이성·B세포·T세포·면역기억이라는 단어가 보이면 후천성 면역으로 분류한다.

암기 포인트

선천성 면역: 장벽·식세포·염증·발열(비특이적, 즉시 반응). 후천성 면역: 항체·B세포·T세포·항원 특이성·면역기억(특이적, 지연 반응이나 기억 존재).

NoteBase

문 2. 그림은 난소에서 일어나는 변화와 해당 시기에 일어나는 호르몬의 변화이다. 호르몬 A와 호르몬 B에 해당하는 것은?



① A: 에스트로겐, B: 프로게스테론

② A: 프로게스테론, B: 에스트로겐

③ A: 난포자극호르몬(FSH), B: 황체호르몬(LH)

④ A: 황체호르몬(LH), B: 난포자극호르몬(FSH)

정답 1번

출제 포인트

난소 주기(난포기~배란~황체기) 동안 나타나는 두 호르몬 그래프의 모양을 보고 그 호르몬이 에스트로겐인지 프로게스테론인지 구별하는 문제이다. 두 호르몬 모두 난소에서 분비되는 성호르몬이라는 공통점이 있지만, 분비 시기와 농도 변화 패턴이 서로 다르다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

에스트로겐은 난포(특히 발달 중인 난포)에서 분비되며, 난포가 성숙해 갈수록 분비량이 늘어나 배란 직전에 뚜렷한 최고점(peak)을 만든다. 이 급격한 최고점이 뇌하수체에서 황체형성호르몬(LH) 급증을 유도해 배란을 일으킨다. 배란 이후에는 황체에서도 소량의 에스트로겐이 분비되어 황체기 동안 완만하게 다시 높은 수준을 유지한다. 프로게스테론은 배란 이전에는 거의 분비되지 않다가, 배란 후 형성되는 황체에서 본격적으로 분비되기 시작하여 황체기 내내 가장 높은 농도로 유지되고, 황체가 퇴화하면서 함께 감소한다. 즉 '배란 직전 뾰족한 최고점을 가진 호르몬'은 에스트로겐, '배란 이후부터 상승해 황체기에 최고 수준을 이루는 호르몬'은 프로게스테론이다.

NoteBase

선지별 해설

① A: 에스트로겐, B: 프로게스테론 → O. 그래프의 호르몬 A는 배란(14일째) 직전에 급격히 상승해 뚜렷한 최고점을 찍은 뒤 배란 이후 황체기 동안 완만한 수준을 유지하는 모양으로, 이는 난포에서 분비되어 배란 직전 정점을 이루는 에스트로겐의 전형적인 패턴이다. 호르몬 B는 배란 전까지 낮은 수준에 머물다가 배란 무렵부터 상승해 황체기에 가장 높은 수준을 유지하는 모양으로, 이는 황체에서 분비되는 프로게스테론의 전형적인 패턴이다.
② A: 프로게스테론, B: 에스트로겐 → X. 프로게스테론은 배란 이전에는 거의 분비되지 않으므로 배란 전부터 상승하는 A의 그래프 모양과 맞지 않는다. 반대로 B처럼 배란 이후 뒤늦게 상승하는 패턴이 프로게스테론에 해당하므로 A와 B가 서로 뒤바뀐 오답이다.
③ A: 난포자극호르몬(FSH), B: 황체호르몬(LH) → X. FSH와 LH는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬으로, 이 그래프에서 배란 직전에 급격히 치솟는 것은 LH이지 FSH가 아니며, 문제의 그래프는 난소에서 분비되는 호르몬(에스트로겐·프로게스테론)의 변화를 나타낸 것이므로 뇌하수체 호르몬인 FSH·LH로 연결하는 것 자체가 그래프의 출처와 맞지 않는다.
④ A: 황체호르몬(LH), B: 난포자극호르몬(FSH) → X. ③과 같은 이유로 A, B는 난소에서 분비되는 호르몬이지 뇌하수체 호르몬인 LH, FSH가 아니다.

오답 포인트

그래프의 모양만 보고 '배란 직전 뾰족한 봉우리 = LH'라고 성급히 연결하면 안 된다. LH도 배란 직전 급증하는 것은 맞지만, 이 문제의 그래프는 뇌하수체 호르몬이 아니라 '난소에서 분비되는 호르몬 A, B'를 묻고 있으므로 답은 에스트로겐과 프로게스테론 중에서 찾아야 한다. 또한 A와 B의 분비 시기(배란 전 vs 배란 후)를 헷갈려 순서를 뒤바꾸는 실수(②)에 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

난소 주기 그래프 문제에서는 먼저 '배란 시점(그림에서는 14일째)'을 기준선으로 잡는다. 배란 이전부터 상승해서 배란 직전에 뾰족한 최고점을 찍는 곡선은 에스트로겐, 배란 이후부터 상승해서 황체기 내내 높게 유지되는 곡선은 프로게스테론으로 구분한다. 그래프의 출처가 난소인지 뇌하수체인지를 먼저 확인해, 뇌하수체 호르몬(FSH, LH) 선지가 그래프의 성격과 맞는지부터 걸러낸다.

암기 포인트

에스트로겐: 난포에서 분비, 배란 직전 최고점(뾰족한 봉우리). 프로게스테론: 황체에서 분비, 배란 이후 상승해 황체기 내내 고원 유지.

NoteBase

문 3. ATP가 생성되는 생체 내 대사 반응으로 옳지 않은 것은?

① 세포질의 해당 과정

② 미토콘드리아의 시트르산 회로

③ 미토콘드리아의 산화적 인산화 과정

④ 엽록체의 캘빈 회로

정답 4번

출제 포인트

세포 호흡의 각 단계(해당 과정·시트르산 회로·산화적 인산화)와 광합성의 캘빈 회로를 구분하여, 어느 반응이 ATP를 생성하고 어느 반응이 ATP를 소모하는지 정확히 아는지 묻는다. 발문이 '옳지 않은 것'을 찾는 문제이므로 ATP를 생성하지 못하는(오히려 소모하는) 반응 하나를 골라야 한다.

핵심 개념

해당 과정은 세포질에서 포도당을 피루브산으로 분해하며 기질 수준 인산화로 ATP를 소량 생성한다. 시트르산 회로(TCA 회로)는 미토콘드리아 기질에서 일어나며 기질 수준 인산화로 GTP(또는 ATP)를 생성하고 NADH와 $FADH_2$도 함께 만든다. 산화적 인산화는 미토콘드리아 내막에서 전자전달계를 통해 형성된 양성자 기울기를 이용해 ATP 합성효소가 대량의 ATP를 생성하는 과정이다. 반면 캘빈 회로는 엽록체 스트로마에서 일어나는 광합성의 탄소 고정 단계로, 명반응에서 만들어진 ATP와 NADPH를 소모하여 CO_2를 유기물로 환원시킨다. 즉 캘빈 회로는 ATP를 생성하는 반응이 아니라 소비하는 반응이다.

선지별 해설

① 세포질의 해당 과정 → O, 포도당이 피루브산으로 분해되면서 기질 수준 인산화로 ATP가 순생성된다.
② 미토콘드리아의 시트르산 회로 → O, 회로 1회전마다 기질 수준 인산화로 GTP(ATP)가 1분자 생성되며 전자전달계에 쓰일 NADH, $FADH_2$도 함께 생성된다.
③ 미토콘드리아의 산화적 인산화 과정 → O, 전자전달계의 양성자 기울기를 이용해 ATP 합성효소가 다량의 ATP를 생성하는, 세포 호흡에서 ATP를 가장 많이 만드는 단계이다.
④ 엽록체의 캘빈 회로 → X, 캘빈 회로는 ATP를 생성하는 반응이 아니라 명반응에서 만들어진 ATP와 NADPH를 소모하여 CO_2를 포도당 등 유기물로 고정하는 반응이다. 따라서 'ATP가 생성되는 반응'에 해당하지 않아 옳지 않은 선지가 된다.

NoteBase

오답 포인트

해당 과정, 시트르산 회로, 산화적 인산화는 모두 세포 호흡 과정으로 ATP를 생성한다는 공통점 때문에 헷갈리기 쉽지 않지만, 캘빈 회로가 광합성 과정이라는 것만 알면 쉽게 구분된다. 실수하기 쉬운 지점은 '엽록체에서 일어나는 반응이니 ATP를 만들 것'이라고 막연히 생각하는 경우인데, 엽록체 내에서도 ATP를 생성하는 것은 명반응(광인산화)이고 캘빈 회로는 그 ATP를 소모하는 반응이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문에 '생성'인지 '소모'인지, '옳은 것'인지 '옳지 않은 것'인지부터 확인한다. 그다음 각 선지가 세포 호흡(해당 과정·시트르산 회로·산화적 인산화, 모두 ATP 생성)에 속하는지, 광합성의 명반응(ATP·NADPH 생성)에 속하는지, 아니면 캘빈 회로(ATP·NADPH 소모)에 속하는지로 분류하면 정답을 바로 찾을 수 있다.

암기 포인트

ATP 생성: 해당 과정(세포질, 기질 수준 인산화) · 시트르산 회로(미토콘드리아 기질, 기질 수준 인산화) · 산화적 인산화(미토콘드리아 내막, 화학삼투) · 광합성 명반응(틸라코이드, 광인산화). ATP 소모: 캘빈 회로(스트로마, 탄소 고정에 ATP·NADPH 사용).

NoteBase

문 4. 생명과학자가 자연 현상을 탐구하는 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 관찰을 통해 발견한 문제점을 설명할 수 있는 임시적인 제안을 가설이라고 한다.

② 가설을 검증하기 위해 실험을 설계하고 수행한다.

③ 실험을 통해 얻은 결과를 바탕으로 가설의 옳고 그름을 밝힌다.

④ 실험 결과 중 가설을 입증하는 결과만을 채택한다.

정답 4번

출제 포인트

과학적 탐구 과정(관찰 → 문제 인식 → 가설 설정 → 실험 설계 및 수행 → 결과 분석 → 결론 도출)의 각 단계를 올바르게 이해하고 있는지, 특히 실험 결과를 다루는 과학자의 태도가 객관적인지를 묻는다.

핵심 개념

가설은 관찰로 발견한 문제를 설명하기 위해 세우는 잠정적 결론이며, 실험은 이 가설을 검증하기 위한 절차이다. 실험 결과는 가설을 지지하든 반박하든 있는 그대로 수집하고 분석해야 하며, 그 결과에 따라 가설을 받아들이거나 수정·기각한다. 가설을 입증하는 결과만 골라서 채택하는 것은 확증 편향에 해당하며, 객관적 탐구 과정과 어긋난다.

선지별 해설

① O: 관찰을 통해 발견한 문제점을 설명할 수 있는 임시적인 제안을 가설이라고 정의한 부분은 가설의 개념과 정확히 일치한다.
② O: 세운 가설이 옳은지를 확인하려면 이를 검증할 수 있는 실험을 설계하고 실제로 수행하는 단계가 필요하며, 이는 탐구 과정의 정상적인 절차이다.
③ O: 실험을 통해 얻은 결과는 가설이 옳은지 그른지를 판단하는 근거가 되며, 결과를 바탕으로 가설의 채택 또는 기각을 결정하는 것이 옳은 탐구 절차이다.
④ X: 실험 결과 중 가설을 입증하는 결과만 골라서 채택하는 것은 옳지 않다. 과학적 탐구에서는 가설을 지지하지 않는 결과도 빠짐없이 수집하고 분석하여 가설의 타당성을 판단해야 하며, 유리한 결과만 선택적으로 채택하면 객관성을 잃은 확증 편향에 빠지게 된다.

오답 포인트

①~③을 옳지 않다고 착각하기 쉬운 이유는 '임시적', '가설의 옳고 그름' 같은 표현이 낯설게 느껴질 수 있기 때문이다. 그러나 이 표현들은 모두 가설과 탐구 과정의 정의에 정확히 부합한다. 반면 ④는 언뜻 자연스러운 진행처럼 보이지만, '입증하는 결과만' 채택한다는 부분이 객관적 탐구의 원칙을 위배하는 핵심 오류이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

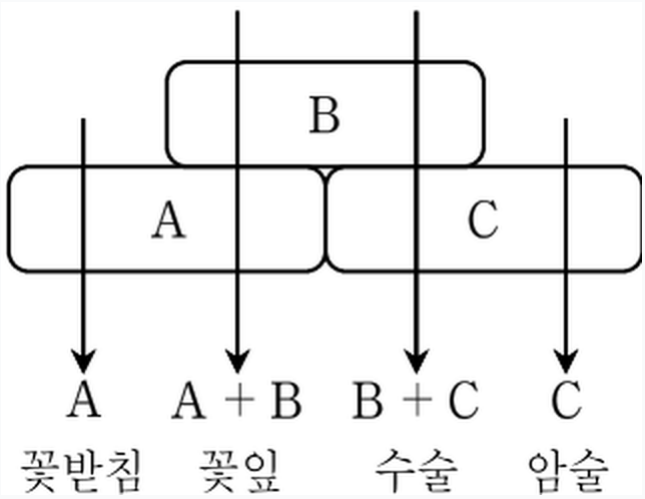
선지에서 실험 결과를 다루는 표현을 볼 때 '모든 결과를 종합해 판단한다'인지 '유리한 결과만 고른다'인지를 먼저 구분한다. 후자처럼 결과를 선별적으로 취사선택한다는 내용이 나오면 객관성을 해치는 옳지 않은 설명으로 판단한다.

암기 포인트

가설: 관찰한 문제를 설명하는 잠정적 제안. 탐구 순서: 관찰-가설 설정-실험 설계 및 수행-결과 분석-결론 도출. 실험 결과는 가설에 유리하든 불리하든 전부 반영해야 하며, 입증 결과만 골라 채택하는 것은 오류라는 점을 기억한다.

NoteBase

문 5. 꽃 형성의 유전적 조절에 대한 ABC 모델이다. 옳지 않은 것은?



① A와 B 유전자가 모두 발현되면 꽃잎이 형성된다.

② B와 C 유전자가 모두 발현되면 수술이 형성된다.

③ B 유전자가 불활성화되면 꽃잎 부위에 꽃받침이 형성된다.

④ B 유전자가 불활성화되면 암술 부위에 수술이 형성된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 꽃 형성을 조절하는 ABC 모델의 구조를 정확히 해석할 수 있는지를 묻는다. 그림에서 꽃의 네 부위는 바깥쪽부터 안쪽까지 A 단독, A+B 중첩, B+C 중첩, C 단독 영역으로 나뉘고, 각각 꽃받침·꽃잎·수술·암술에 대응한다. 즉 A 단독은 꽃받침, A와 B가 함께 발현되면 꽃잎, B와 C가 함께 발현되면 수술, C 단독은 암술을 만든다. 이 대응관계에서 한 유전자(B)가 없어졌을 때 각 부위가 어떻게 바뀌는지를 추론하는 것이 핵심이다.

NoteBase

선지별 해설

① A와 B 유전자가 모두 발현되면 꽃잎이 형성된다. → O. 그림에서 A와 B가 겹치는 두 번째 부위 아래 화살표가 정확히 꽃잎을 가리키고 있으므로 옳은 설명이다.
② B와 C 유전자가 모두 발현되면 수술이 형성된다. → O. 그림에서 B와 C가 겹치는 세 번째 부위 아래 화살표가 정확히 수술을 가리키고 있으므로 옳은 설명이다.
③ B 유전자가 불활성화되면 꽃잎 부위에 꽃받침이 형성된다. → O. 원래 꽃잎 부위는 A와 B가 함께 발현되어 꽃잎을 만드는 자리인데, B가 사라지면 그 자리에는 A만 남는다. A 단독 발현은 꽃받침을 만드는 조합이므로, 꽃잎이 있어야 할 자리에 꽃받침이 대신 형성된다. 따라서 옳은 설명이다.
④ B 유전자가 불활성화되면 암술 부위에 수술이 형성된다. → X. 암술 부위는 원래부터 C 단독으로 발현되는 자리이며 B는 애초에 이 부위에서 발현되지 않는다. 따라서 B가 불활성화되어도 암술 부위의 유전자 발현 조합(C 단독)에는 변화가 없고, 암술은 그대로 암술로 유지된다. 오히려 B 상실의 영향을 받는 곳은 수술 부위(원래 B+C)로, 이곳이 B를 잃고 C만 남아 암술로 바뀐다. 즉 실제로는 '수술 부위에 암술이 형성'되는 것이지, '암술 부위에 수술이 형성'되는 것이 아니므로 틀린 설명이다.

오답 포인트

이 문제에서 착각하기 쉬운 지점은 B 유전자 상실의 영향이 미치는 부위를 반대로 짚는 것이다. B는 원래 꽃잎 부위(A+B)와 수술 부위(B+C)에서만 발현되므로, B가 사라졌을 때 변화가 나타나는 곳도 이 두 부위(꽃잎→꽃받침, 수술→암술)뿐이다. 애초에 B가 발현되지 않던 꽃받침 부위(A 단독)와 암술 부위(C 단독)는 B의 유무와 무관하게 그대로 유지된다는 점을 놓치면 ④를 옳은 설명으로 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

ABC 모델 문제는 먼저 그림에서 각 부위가 어떤 유전자 조합(A 단독, A+B, B+C, C 단독)으로 발현되는지를 확인한 뒤, 특정 유전자가 없어졌을 때 그 유전자가 원래 발현되던 부위만 골라 변화를 추적하면 된다. 유전자가 원래 발현되지 않던 부위는 변화가 없다는 사실을 기준으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

ABC 모델: A 단독=꽃받침, A+B=꽃잎, B+C=수술, C 단독=암술. B 유전자 상실 시 꽃잎→꽃받침(A만 남음), 수술→암술(C만 남음)로 바뀌고, 원래 B가 없던 꽃받침·암술 부위는 변화가 없다.

NoteBase

문 6. 분비되는 뇌의 부위가 다른 호르몬은?

① 옥시토신

② 갑상선자극호르몬

③ 프로락틴

④ 생장호르몬

정답 1번

출제 포인트

뇌하수체 호르몬 중 어느 것이 뇌하수체 전엽에서 분비되고 어느 것이 시상하부에서 만들어져 뇌하수체 후엽을 통해 방출되는지를 구분하는 문제이다. 겉보기에는 모두 '뇌하수체 호르몬'으로 묶이지만 실제로 만들어지는 뇌의 부위가 다르다는 점을 짚어야 한다.

핵심 개념

갑상선자극호르몬, 프로락틴, 생장호르몬은 모두 뇌하수체 전엽(샘뇌하수체)의 세포에서 직접 합성되어 분비된다. 반면 옥시토신은 시상하부의 신경분비세포에서 합성된 후 축삭을 따라 뇌하수체 후엽(신경뇌하수체)으로 이동하여 그곳에서 혈액으로 방출된다. 즉 옥시토신은 저장·방출 장소는 뇌하수체 후엽이지만 실제 합성(분비를 담당하는 세포체가 위치한 곳)은 시상하부이다.

선지별 해설

① 옥시토신 — O, 시상하부의 신경분비세포에서 만들어져 뇌하수체 후엽으로 운반된 뒤 방출되므로, 나머지 세 호르몬과 달리 전엽에서 분비되지 않는다.
② 갑상선자극호르몬 — X, 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬이다.
③ 프로락틴 — X, 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬이다.
④ 생장호르몬 — X, 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬이다.

오답 포인트

네 가지 모두 '뇌하수체에서 나오는 호르몬'이라는 점만 보고 같은 부위에서 분비된다고 오해하기 쉽다. 그러나 뇌하수체는 전엽과 후엽이 발생학적으로도 기능적으로도 서로 다른 조직이며, 후엽 호르몬(옥시토신, 항이뇨호르몬)은 후엽 자체에서 합성되는 것이 아니라 시상하부에서 만들어져 저장·방출만 후엽에서 이루어진다는 점을 혼동하지 않아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

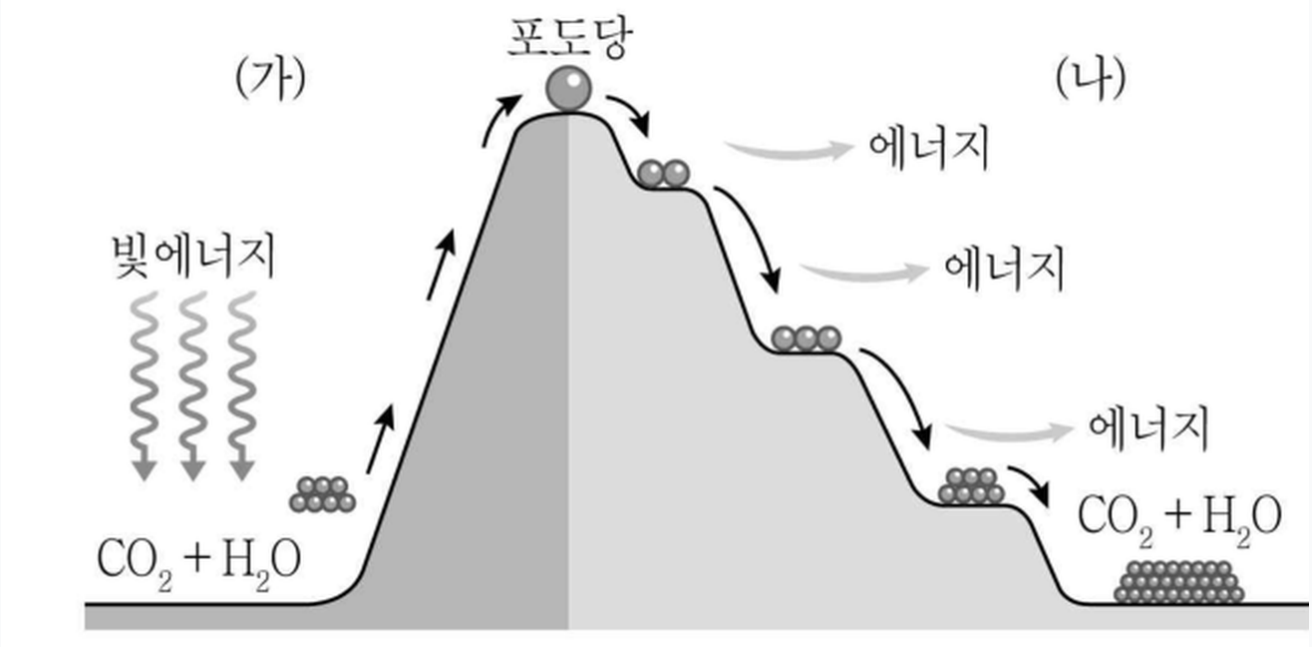
선지에 갑상선자극호르몬, 부신피질자극호르몬, 생장호르몬, 프로락틴, 성선자극호르몬 등이 나오면 전엽 호르몬으로 묶고, 옥시토신과 항이뇨호르몬이 나오면 시상하부 합성-후엽 방출 호르몬으로 따로 분류한다. '분비 부위가 다른 것'을 물으면 전엽 무리와 후엽(시상하부 기원) 무리를 나누어 소수 쪽을 답으로 고른다.

암기 포인트

전엽(샘뇌하수체) 호르몬: 생장호르몬, 갑상선자극호르몬, 부신피질자극호르몬, 프로락틴, 성선자극호르몬(난포자극호르몬·황체형성호르몬). 후엽(신경뇌하수체) 관련 호르몬: 옥시토신, 항이뇨호르몬(바소프레신) — 둘 다 시상하부에서 합성되어 후엽에서 방출된다.

NoteBase

문 7. 그림은 생체 내에서 일어나는 두 가지 화학 반응이다. 옳지 않은 것은?



① 식물에서는 (가)와 (나) 과정이 모두 일어난다.

② (가)에서 CO_2 고정의 첫 번째 산물은 모든 식물에서 동일하다.

③ (나)에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부가 ATP에 저장된다.

④ (가)와 (나)는 모두 단계적으로 진행된다.

정답 2번

출제 포인트

그림의 (가)는 CO2와 H2O가 빛에너지를 흡수하여 에너지 언덕을 올라가 포도당으로 합성되는 과정이므로 광합성(탄소 고정 포함)을 나타내고, (나)는 포도당이 여러 단계를 거쳐 에너지를 방출하며 최종적으로 CO2와 H2O로 분해되는 과정이므로 세포호흡을 나타낸다. 이 문항은 광합성과 세포호흡의 특징을 정확히 알고 있는지, 그리고 광합성에서 CO2 고정의 첫 산물이 식물의 종류(C3, C4, CAM)에 따라 달라진다는 세부 사실을 아는지를 묻는다.

NoteBase

핵심 개념

광합성(가)은 빛에너지를 이용해 CO2와 H2O로부터 포도당을 합성하는 흡열 반응이며, 명반응과 캘빈 회로(암반응) 등 여러 단계를 거쳐 단계적으로 진행된다. 세포호흡(나)은 포도당을 분해하여 CO2와 H2O를 만들면서 에너지를 방출하는 발열 반응이며, 해당 과정·피루브산 산화·시트르산 회로·산화적 인산화 등 여러 단계를 거쳐 단계적으로 진행되고 방출된 에너지의 일부는 ATP로 저장되고 나머지는 열로 방출된다. CO2 고정의 첫 산물은 광합성 경로의 종류에 따라 다르다. C3 식물은 캘빈 회로에서 CO2가 RuBP(리불로스이인산)에 결합하여 3-탄소 화합물인 3-포스포글리세르산(3-PGA)을 첫 산물로 만들지만, C4 식물은 CO2가 PEP(포스포엔올피루브산)와 결합하여 4-탄소 화합물인 옥살아세트산(OAA)을 첫 산물로 만든다. CAM 식물도 밤에 CO2를 4-탄소 화합물(주로 말산)로 고정한다. 따라서 CO2 고정의 첫 번째 산물은 식물마다 다르며 모든 식물에서 동일하지 않다.

선지별 해설

① 식물은 엽록체에서 광합성(가)을 하고 미토콘드리아(와 세포질)에서 세포호흡(나)도 함께 수행하므로 두 과정이 모두 일어난다는 설명은 옳다.
② CO2 고정의 첫 번째 산물은 C3 식물에서는 3-포스포글리세르산(3-탄소 화합물)이고 C4 식물에서는 옥살아세트산(4-탄소 화합물)으로 서로 다르다. 따라서 '모든 식물에서 동일하다'는 설명은 틀린 표현이며, 옳은 표현은 '식물의 광합성 경로(C3, C4, CAM)에 따라 다르다'이다. 이 문항에서 옳지 않은 선지에 해당한다.
③ 세포호흡에서 포도당이 단계적으로 분해되면서 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열로 방출되므로 이 설명은 옳다.
④ 그림에서 보듯이 (가)는 여러 개의 화살표를 거쳐 언덕을 올라가고 (나)는 여러 개의 계단 모양 단계를 거쳐 내려오므로 두 과정 모두 한 번에 일어나지 않고 단계적으로 진행된다는 설명은 옳다.

오답 포인트

이 문항에서 가장 흔히 빠지는 함정은 '식물'이라는 단어를 보고 모든 식물이 광합성을 하니 CO2 고정 과정도 하나의 표준 경로만 있을 것이라고 단순화하는 것이다. 실제로는 CO2를 처음 받아들이는 효소와 그 결과물이 C3, C4, CAM 식물 사이에서 다르며, 이 차이가 사막이나 고온 환경에 적응한 식물들의 광합성 전략 차이를 설명하는 핵심 개념이다. 또한 (나)를 단순히 '포도당이 한 번에 분해되어 에너지를 낸다'고 오해하지 않도록 그림의 계단식 에너지 방출 형태를 통해 단계적 진행을 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

그림에서 CO2+H2O가 빛에너지를 받아 포도당으로 올라가는 쪽은 광합성, 포도당이 계단식으로 내려오며 에너지를 방출하고 CO2+H2O가 되는 쪽은 세포호흡임을 먼저 구분한다. 이후 선지에 '모든 식물에서 동일하다', '모든 생물에서 같다'처럼 예외 없이 일반화하는 표현이 나오면 C3·C4·CAM처럼 식물 종류에 따라 달라지는 세부 경로가 있는지부터 의심한다.

NoteBase

암기 포인트

C3 식물의 CO2 고정 첫 산물은 3-포스포글리세르산(3탄소), C4 식물과 CAM 식물의 첫 산물은 옥살아세트산·말산 계열(4탄소)로 서로 다르다는 것을 세트로 기억해 둔다. 광합성은 흡열·단계적 합성 반응, 세포호흡은 발열·단계적 분해 반응이며 방출 에너지의 일부만 ATP로 저장된다는 것도 함께 정리해 둔다.

NoteBase

문 8. 캘빈 회로에서 한 분자의 포도당 생성에 이용되는 CO_2와 NADPH의 분자 수는?

① CO_2 3분자, NADPH 6분자

② CO_2 3분자, NADPH 9분자

③ CO_2 6분자, NADPH 12분자

④ CO_2 6분자, NADPH 18분자

정답 3번

출제 포인트

캘빈 회로(캘빈-벤슨 회로)에서 포도당 1분자를 만드는 데 필요한 CO2와 NADPH의 분자 수를 계수 관계로 정확히 셀 수 있는지를 묻는다. 캘빈 회로는 3탄소 화합물인 G3P(글리세르알데하이드-3-인산)를 생성물로 내놓으므로, 6탄소인 포도당 1분자를 만들려면 G3P 2분자가 필요하고, 이를 위해 회로가 여러 번 회전해야 한다는 점이 계산의 출발점이다.

조건 정리

포도당(C6H12O6)은 탄소 6개로 이루어져 있고, 캘빈 회로의 직접 생성물인 G3P는 탄소 3개짜리 분자이다. 따라서 포도당 1분자 = G3P 2분자에 해당하는 탄소량이 필요하다. 캘빈 회로 1회전은 CO2 1분자를 고정하여 탄소 1개를 순환계에 투입하며, 이 과정에서 NADPH 2분자가 소모된다(ATP는 3분자 소모).

사용할 공식

포도당 1분자 생성에 필요한 탄소 수 = 6이므로 필요한 CO2 분자 수 $n_{CO_2} = 6$이다. 캘빈 회로 1회전(=CO2 1분자 고정)당 NADPH 소모량이 2분자이므로, 필요한 NADPH 분자 수는 $n_{NADPH} = 2 \times n_{CO_2}$로 구한다.

계산 과정

먼저 CO2 분자 수를 구한다: 포도당은 탄소 6개이므로 캘빈 회로가 6회 회전해야 하고, 회전 1회당 CO2 1분자가 고정되므로 $n_{CO_2} = 6$이다.
다음으로 NADPH 분자 수를 구한다: 캘빈 회로 1회전마다 3-포스포글리세르산(3-PGA)이 1,3-비스포스포글리세르산을 거쳐 G3P로 환원되는 단계에서 NADPH 1분자가 쓰이는데, 이 회전에서 소비되는 3-PGA는 2분자이므로 회전 1회당 NADPH 2분자가 필요하다. 따라서 $n_{NADPH} = 2 \times 6 = 12$이다.
정리하면 CO2 6분자, NADPH 12분자가 필요하며, 이때 ATP는 회전 1회당 3분자씩 총 18분자가 함께 쓰인다(선택지에는 제시되지 않았지만 검산에 참고할 수 있다).

NoteBase

선지 판단

① CO_2 3분자, NADPH 6분자 → X: 이는 포도당이 아니라 G3P 1분자(탄소 3개)를 만드는 데 필요한 양이다. 포도당은 G3P 2분자에 해당하므로 이 값을 그대로 답으로 삼으면 틀린다.
② CO_2 3분자, NADPH 9분자 → X: CO_2 수는 G3P 1분자 기준으로 맞지만, NADPH 수가 이 회전 횟수(3회)에 대응하는 6분자가 아니라 다른 계산과 뒤섞여 있어 성립하지 않는다.
③ CO_2 6분자, NADPH 12분자 → O: 포도당(탄소 6개) 1분자를 만들려면 캘빈 회로가 6회 회전해야 하고, 그 결과 CO_2 6분자가 고정되고 NADPH 12분자가 소모된다.
④ CO_2 6분자, NADPH 18분자 → X: CO_2 수는 맞으나 NADPH 18분자는 실제로는 ATP 소모량(18분자)에 해당하는 값이며, NADPH 소모량과 혼동한 값이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 두 가지이다. 첫째, 포도당(탄소 6개)과 G3P(탄소 3개)의 탄소 수 차이를 무시하고 G3P 1분자 기준의 수치(CO_2 3, NADPH 6)를 그대로 포도당의 답으로 착각하는 것이다. 둘째, NADPH 소모량과 ATP 소모량을 서로 바꿔 기억하는 것이다. 캘빈 회로 1회전당 ATP 3분자·NADPH 2분자가 소모되므로, 포도당 1분자 기준으로는 ATP 18분자·NADPH 12분자이며, 이 둘을 뒤바꾸면 ④번과 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문제에서 요구하는 최종 생성물이 G3P인지 포도당인지를 확인한다. 포도당이면 탄소 6개이므로 회로 회전수(=CO_2 분자 수)를 6으로 놓고 시작한다. 그다음 회전 1회당 CO_2 1, ATP 3, NADPH 2가 소모된다는 비율을 곱해 전체 CO_2·ATP·NADPH 수를 구하면 어떤 조합의 선택지가 나와도 헷갈리지 않는다.

암기 포인트

포도당 1분자 생성 기준으로 CO_2 6분자, ATP 18분자, NADPH 12분자가 소모된다는 3, 18, 12의 조합을 하나로 묶어 외워 둔다. 회로 1회전당으로는 CO_2 1 : ATP 3 : NADPH 2의 비율로 기억해 두면 어떤 생성물 기준(G3P냐 포도당이냐)이 나와도 배수만 조정해서 계산할 수 있다.

NoteBase

문 9. 육상식물의 기공 개폐에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기공이 열리면 증산 작용이 활발하게 일어난다.

② 공변세포의 팽압이 증가하면 기공이 닫힌다.

③ 광합성에 필요한 CO_2가 부족하면 기공이 열린다.

④ 앱시스산(ABA)은 기공을 닫게 한다.

정답 2번

출제 포인트

육상식물 기공(공변세포) 개폐의 원리를 묻는 문항이다. 공변세포의 팽압 변화와 기공 개폐 방향의 관계, 그리고 CO2 농도·ABA(앱시스산)가 기공 개폐에 미치는 영향을 정확히 연결할 수 있는지를 확인한다.

핵심 개념

공변세포는 안쪽 세포벽이 바깥쪽보다 두꺼운 비대칭 구조를 가진다. 공변세포 내로 칼륨이온(K+)이 유입되면 삼투압이 낮아져 물이 들어오고 팽압이 증가하는데, 이때 세포가 휘어지면서 기공이 열린다. 반대로 K+이 빠져나가 팽압이 낮아지면 공변세포가 편평해지며 기공이 닫힌다. 즉 팽압 증가는 기공이 열리는 방향, 팽압 감소는 기공이 닫히는 방향이다. 기공이 열리면 잎 내부와 외부 사이의 수증기 확산 통로가 넓어져 증산 작용이 활발해진다. 세포 내 CO2 농도가 낮아지면(광합성으로 소모되거나 외부 CO2가 부족하면) 기공이 열려 CO2 유입을 늘리는 방향으로 반응한다. 식물 호르몬 ABA는 건조 스트레스 시 분비되어 공변세포에서 K+과 물이 빠져나가게 하여 팽압을 낮추고 기공을 닫아 수분 손실을 막는다.

선지별 해설

① 기공이 열리면 잎과 대기 사이의 수증기 확산 경로가 넓어져 증산 작용이 활발하게 일어난다는 설명은 옳다.
② 공변세포의 팽압이 증가하면 공변세포가 휘어지면서 기공이 열린다. 팽압 증가가 기공을 닫는다는 설명은 반대이므로 옳지 않다. → 팽압 증가 시 기공이 열린다.
③ 세포 내 CO2 농도가 부족하면 기공이 열려 CO2를 더 받아들이려는 방향으로 반응하므로 옳은 설명이다.
④ ABA는 건조 스트레스 상황에서 공변세포의 팽압을 낮추어 기공을 닫는 방향으로 작용하므로 옳은 설명이다.

오답 포인트

팽압과 기공 개폐 방향을 반대로 암기하기 쉽다. 팽압이 '증가'하면 공변세포가 부풀어 휘어지면서 기공이 '열리고', 팽압이 '감소'하면 기공이 '닫힌다'는 방향을 혼동하지 않아야 한다. 또한 CO2 부족과 ABA는 서로 반대 방향(전자는 기공을 열고 후자는 닫음)으로 작용한다는 점도 함께 정리해 둔다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '팽압'이 등장하면 항상 '팽압 증가=기공 열림, 팽압 감소=기공 닫힘' 대응을 먼저 떠올린 뒤 선지의 방향과 비교한다. CO2 농도, ABA, 빛, 수분 스트레스 등 기공 개폐 자극이 나오면 각각이 팽압을 증가시키는 자극인지 감소시키는 자극인지로 환산해서 판단한다.

암기 포인트

공변세포 팽압 증가 → 기공 열림 → 증산 촉진. 공변세포 팽압 감소 → 기공 닫힘. CO2 부족 → 기공 열림. ABA(건조 스트레스) → 팽압 감소 → 기공 닫힘.

NoteBase

문 10. 초파리의 몸 색깔(b), 날개 크기(vg), 눈 색깔(cn)을 결정하는 유전자 사이의 재조합 빈도를 이용해서 유전자 연관 지도를 작성하고자 한다. b와 vg 사이의 재조합 빈도는 18.0%, b와 cn 사이는 8.5%, cn과 vg 사이는 11.0%일 때, 세 유전자의 상대적인 위치는?

① cn-b-vg

② cn-vg-b

③ b-cn-vg

④ vg-b-cn

정답 3번

출제 포인트

세 유전자 사이의 재조합 빈도(교차율) 세 값이 주어졌을 때, 어느 유전자가 가운데에 위치하는지를 판단해 유전자 연관 지도(연관군 순서)를 완성하는 문제이다. 세 값 중 가장 큰 값이 양 끝 유전자 사이의 거리이고, 가운데 유전자는 나머지 두 값의 합과 가장 비슷한 값을 만든다는 원리를 적용해야 한다.

조건 정리

b와 vg 사이 재조합 빈도 = 18.0%
cn과 b 사이 재조합 빈도 = 8.5%
cn과 vg 사이 재조합 빈도 = 11.0%
세 값 중 b–vg 사이 값(18.0%)이 가장 크므로 b와 vg가 지도의 양 끝에 위치할 가능성이 높고, cn이 그 사이에 위치할 것으로 예상할 수 있다.

사용할 공식

세 유전자 A, B, C가 일직선상에 연관되어 있고 B가 A와 C 사이에 위치할 때, 이중교차가 일어나는 개체를 감안하면 양 끝 유전자 사이의 재조합 빈도는 두 구간 재조합 빈도의 합보다 작거나 같다.
$f(A, C) \leq f(A, B) + f(B, C)$
즉 가운데 유전자를 낀 두 구간의 재조합 빈도 합이 양 끝 유전자 사이의 재조합 빈도와 가장 가까운 값이 되어야 하며, 이 조건을 만족하는 유전자가 가운데 유전자이다.

NoteBase

계산 과정

세 유전자를 양 끝에 두는 경우의 수를 각각 따져 본다.
① cn이 가운데인 경우: b–cn(8.5%) + cn–vg(11.0%) = 19.5%, 이는 b–vg(18.0%)와 비교적 가깝다(이중교차로 실제 관찰값이 예상 합보다 작게 나온 것으로 설명된다).
② vg가 가운데인 경우: b–vg(18.0%) + vg–cn(11.0%) = 29.0%인데 b–cn 값은 8.5%로 전혀 맞지 않는다.
③ b가 가운데인 경우: b–vg(18.0%) + b–cn(8.5%) = 26.5%인데 cn–vg 값은 11.0%로 전혀 맞지 않는다.
따라서 cn이 가운데에 위치할 때만 세 재조합 빈도 값이 서로 정합적으로 설명되므로, 유전자 순서는 b–cn–vg(양 끝은 b와 vg, 가운데는 cn)이다.

선지 판단

① cn-b-vg: b가 가운데라는 뜻인데, 이 경우 b–vg(18.0%)와 b–cn(8.5%)의 합인 26.5%가 cn–vg 재조합 빈도(11.0%)와 맞지 않는다. X
② cn-vg-b: vg가 가운데라는 뜻인데, b–vg(18.0%)와 cn–vg(11.0%)의 합인 29.0%가 b–cn 재조합 빈도(8.5%)와 맞지 않는다. X
③ b-cn-vg: cn이 가운데에 위치하며, b–cn(8.5%)과 cn–vg(11.0%)의 합(19.5%)이 양 끝 거리인 b–vg(18.0%)와 가장 가깝게 들어맞는다. O
④ vg-b-cn: b가 가운데라는 뜻으로 ①과 같은 이유로 성립하지 않는다. X

오답 포인트

재조합 빈도가 가장 큰 두 유전자 사이의 값(b–vg, 18.0%)을 보고 무조건 두 유전자를 양 끝에 놓아야 한다는 점을 놓치면 순서를 거꾸로 판단하기 쉽다. 또한 이중교차 때문에 가운데 유전자를 낀 두 구간의 합(19.5%)이 양 끝 재조합 빈도(18.0%)보다 항상 조금 크게 나온다는 점을 모르면, 정확히 일치하지 않는다고 오답으로 착각할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

세 유전자 사이의 재조합 빈도 세 값이 주어지면, 그중 값이 가장 큰 쌍을 먼저 찾아 그 두 유전자를 지도의 양 끝에 놓는다. 그다음 나머지 유전자를 가운데에 놓고, 가운데를 낀 두 구간의 재조합 빈도 합이 양 끝 유전자 사이의 값과 가장 비슷한지 확인하면 빠르게 순서를 정할 수 있다.

암기 포인트

유전자 지도에서 가장 큰 재조합 빈도 값을 갖는 두 유전자가 양 끝에 위치하고, 나머지 유전자가 가운데에 위치한다는 원리를 기억해 둔다. 가운데 유전자를 낀 두 구간 거리의 합은 이중교차로 인해 양 끝 거리보다 같거나 크게 나온다는 점도 함께 기억해 둔다.

NoteBase

문 11. 인간의 발생에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 수정→낭배형성→난할→기관형성 순으로 일어난다.

② 난할이 일어나는 동안 배아의 전체 크기는 커진다.

③ 낭배는 2개 층을 형성한다.

④ 신경계는 낭배의 외배엽으로부터 유래한다.

정답 4번

출제 포인트

동물(인간 포함)의 초기 발생 과정을 수정, 난할, 낭배형성, 기관형성의 순서와 각 단계에서 일어나는 변화(배아 크기, 배엽의 수, 각 배엽이 분화하는 조직·기관)를 정확히 아는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

발생의 순서는 수정 → 난할(cleavage) → 낭배형성(gastrulation) → 기관형성(organogenesis)이다. 난할은 세포질 분열만 반복되어 세포 수는 늘지만 배아 전체의 크기는 커지지 않는다. 낭배형성 과정에서 외배엽·중배엽·내배엽의 3개 배엽이 형성되며, 외배엽은 신경계와 표피, 중배엽은 근육·골격·순환계·생식기관, 내배엽은 소화관과 호흡기 상피 등으로 분화한다.

선지별 해설

① X: 발생은 수정 → 난할 → 낭배형성 → 기관형성 순으로 일어난다. 제시된 선지는 난할과 낭배형성의 순서가 뒤바뀌어 있다.
② X: 난할이 진행되는 동안에는 세포 분열만 반복되어 세포 수는 늘어나지만 배아 전체의 크기는 커지지 않고 수정란과 비슷하게 유지된다.
③ X: 낭배는 외배엽·중배엽·내배엽의 3개 배엽을 형성한다. 2개 층을 형성하는 것이 아니다.
④ O: 낭배형성 이후 외배엽의 일부가 함입되어 신경관을 형성하고, 이 신경관으로부터 뇌와 척수를 포함한 신경계가 유래한다.

오답 포인트

①은 난할과 낭배형성의 순서를 뒤바꿔 놓은 함정이며, ②는 난할 동안 세포 수 증가와 배아 전체 크기 증가를 혼동하게 만드는 함정이다. ③은 낭배가 형성하는 배엽의 수를 2개로 축소해 제시한 함정이므로, 3개 배엽(외배엽·중배엽·내배엽)임을 정확히 기억해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

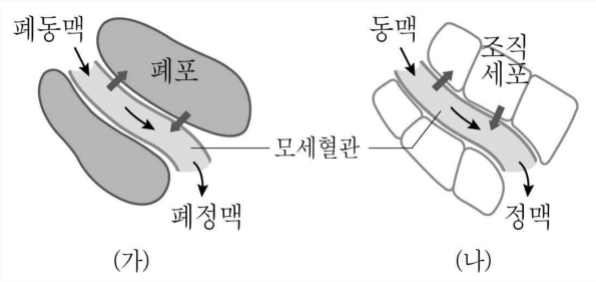
발생 순서를 묻는 문제는 수정-난할-낭배형성-기관형성의 순서를 그대로 대입해 각 선지의 순서 배열이 맞는지부터 확인한다. 배아 크기 변화나 배엽의 수를 묻는 선지가 나오면 난할 중에는 크기 불변, 낭배형성 후에는 3배엽이라는 두 가지 사실을 먼저 떠올려 대조한다.

암기 포인트

발생 순서: 수정 → 난할(크기 불변) → 낭배형성(3배엽: 외배엽·중배엽·내배엽) → 기관형성. 외배엽 → 신경계·표피, 중배엽 → 근육·골격·순환계, 내배엽 → 소화관·호흡기 상피.

NoteBase

문 12. 그림 (가)는 폐포에서, (나)는 조직세포에서 기체 교환을 나타낸 것이다. 옳은 것은?



① (가)에서 산소는 모세혈관에서 폐포 방향으로 이동한다.

② (가)에서 산소의 이동에 ATP가 소모되지 않는다.

③ (나)에서 조직세포에서 생성된 CO_2는 혈액 내에서 주로 헤모글로빈과 결합해 운반된다.

④ 세포호흡이 증가하면 (나)에서 혈액 내 CO_2의 양이 감소한다.

정답 2번

출제 포인트

폐포와 모세혈관 사이(가), 조직세포와 모세혈관 사이(나)에서 일어나는 기체 교환의 방향과 원리, 그리고 CO2의 혈액 내 운반 형태를 정확히 아는지를 묻는다. 기체 교환은 별도의 에너지 소모 없이 분압 차에 따라 확산으로 일어난다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

폐포에서는 폐포 내 산소 분압이 모세혈관 내 산소 분압보다 높아 산소가 폐포에서 모세혈관 쪽으로 확산되고, 이산화탄소는 반대로 모세혈관에서 폐포 쪽으로 확산되어 날숨으로 배출된다. 조직세포에서는 조직세포의 산소 분압이 모세혈관보다 낮아 산소가 모세혈관에서 조직세포로, 이산화탄소는 조직세포에서 모세혈관으로 확산된다. 확산은 농도(분압) 차에 의한 수동적 이동이므로 ATP를 소모하지 않는다. 한편 조직세포에서 생성된 CO2는 혈액 내에서 대부분(약 70%)이 탄산수소 이온(HCO3-) 형태로 혈장에 녹아 운반되고, 일부만 헤모글로빈과 결합한 카바미노헤모글로빈 형태로 운반된다. 세포호흡이 활발해지면 조직세포에서 생성되는 CO2의 양이 늘어나므로 조직세포 주변 모세혈관(나)으로 유입되는 CO2의 양은 증가한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — (가)에서 산소는 폐포 방향이 아니라 폐포에서 모세혈관 방향으로 이동한다. 폐포의 산소 분압이 모세혈관보다 높기 때문에 산소는 폐포→모세혈관으로 확산되어 폐정맥을 통해 심장으로 운반된다.
② O — (가)에서 산소의 이동은 분압 차에 의한 단순 확산으로 일어나며, 별도의 에너지(ATP) 소모가 필요 없다. 확산은 농도(분압)가 높은 곳에서 낮은 곳으로 저절로 일어나는 수동 수송이다.
③ X — 조직세포에서 생성된 CO2는 혈액 내에서 주로 헤모글로빈과 결합해 운반되는 것이 아니라, 대부분 탄산수소 이온(HCO3-) 형태로 혈장에 녹아 운반된다. 헤모글로빈과 결합해 운반되는 비율은 상대적으로 적다.
④ X — 세포호흡이 증가하면 조직세포에서 만들어지는 CO2의 양이 늘어나므로, (나)에서 모세혈관으로 유입되는 혈액 내 CO2의 양은 감소하는 것이 아니라 증가한다.

오답 포인트

①은 그림에서 산소와 이산화탄소의 이동 방향을 반대로 착각하기 쉽다. 폐포는 산소를 몸 안으로 받아들이는 곳이므로 산소는 항상 폐포에서 모세혈관 쪽으로 이동한다는 점을 기억해야 한다. ③은 'CO2 운반=헤모글로빈'이라는 산소 운반 방식과 혼동하기 쉬운데, CO2는 산소와 달리 대부분 혈장에 탄산수소 이온 형태로 녹아 운반된다는 차이를 구분해야 한다. ④는 세포호흡이 늘면 CO2 생성량이 늘어난다는 점에서 혈액 내 CO2 양이 증가해야 함에도 감소한다고 서술해 방향을 반대로 제시한 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

그림에 폐동맥·폐정맥·동맥·정맥·모세혈관이 함께 제시되면, 우선 산소와 이산화탄소 각각이 어느 쪽 분압이 높은지를 따져 확산 방향을 정한다(폐포는 산소를 받아들이는 곳, 조직세포는 산소를 소비하는 곳). 그다음 그 이동이 능동수송인지 확산인지를 확인하고, CO2 운반 형태(주로 탄산수소 이온, 일부만 헤모글로빈 결합)를 함께 점검하면 선지 판단이 빨라진다.

암기 포인트

산소·이산화탄소의 폐포·조직세포 확산은 모두 분압 차에 의한 수동 확산이며 ATP를 소모하지 않는다는 것, CO2는 혈액 내에서 대부분 탄산수소 이온(약 70%) 형태로, 일부만 헤모글로빈과 결합(카바미노헤모글로빈)한 형태로 운반된다는 것, 세포호흡이 증가하면 조직 주변 혈액의 CO2 양은 증가한다는 것을 함께 정리해 둔다.

NoteBase

문 13. 그람 염색으로 세균을 분류할 때, 그람 염색 결과가 차이를 나타내는 이유는?

① 플라스미드의 존재 유무

② 핵양체의 크기

③ 당지질의 구성 성분 차이

④ 세포벽의 구성 성분 차이

정답 4번

출제 포인트

그람 염색은 세균 세포벽의 구조적 차이를 이용해 세균을 두 그룹으로 나누는 방법이다. 이 문항은 염색 결과의 차이가 어떤 구조적 성분 차이에서 비롯되는지를 묻는다.

핵심 개념

그람양성균은 세포벽이 두꺼운 펩티도글리칸 층으로 이루어져 있어 크리스탈 바이올렛-아이오딘 복합체가 세포 안에 갇혀 보라색으로 염색된다. 그람음성균은 펩티도글리칸 층이 얇고 그 바깥에 지질다당류(LPS)를 포함하는 외막이 추가로 있어서, 알코올 탈색 과정에서 크리스탈 바이올렛 복합체가 빠져나가고 이후 사프라닌에 의해 붉은색(분홍색)으로 대비 염색된다. 즉 그람 염색 결과의 차이는 두 세균군의 세포벽 구성 성분(펩티도글리칸 두께 및 외막의 유무)이 다르기 때문에 나타난다.

선지별 해설

① 플라스미드의 존재 유무 → X. 플라스미드는 염색체 밖의 부가적인 DNA로, 항생제 내성이나 특정 대사 능력과 관련될 뿐 세포벽 구조와 무관하며 염색 결과에 영향을 주지 않는다.
② 핵양체의 크기 → X. 핵양체는 세균의 유전물질(DNA)이 응축되어 있는 부위로, 세포벽 바깥쪽의 염색 시약 투과 여부와는 관련이 없다.
③ 당지질의 구성 성분 차이 → X. 지질다당류(LPS)는 그람음성균 외막의 구성 성분이지만, 그람 염색의 결과를 가르는 핵심은 당지질 자체가 아니라 펩티도글리칸 층의 두께 차이와 외막의 존재 여부이다. 당지질 언급은 세포벽 성분 차이의 일부만을 가리키는 부정확한 선지이다.
④ 세포벽의 구성 성분 차이 → O. 그람양성균과 그람음성균은 펩티도글리칸 층의 두께와 외막의 유무에서 근본적으로 다른 세포벽 구조를 가지며, 이 차이 때문에 크리스탈 바이올렛 복합체가 탈색 과정에서 남거나 빠져나가 염색 결과가 갈린다.

NoteBase

오답 포인트

①과 ②는 세포벽과 무관한 세포 내부 구조(플라스미드, 핵양체)를 제시해 혼동을 유도한다. ③은 그람음성균 외막의 구성 성분 중 하나인 당지질(지질다당류)만을 지목해 그럴듯해 보이지만, 염색 차이의 본질은 당지질 유무가 아니라 세포벽 전체의 구조(펩티도글리칸 두께+외막 유무) 차이에 있다는 점에서 세포벽 구성 성분 차이보다 좁고 부정확한 설명이다.

다시 나오면 이렇게 판단

그람 염색 문제는 항상 '세포벽 구조의 차이'로 귀결된다는 점을 먼저 떠올린다. 선지에 플라스미드, 핵양체, 리보솜처럼 세포벽과 무관한 구조가 나오면 바로 소거하고, 당지질·인지질 등 특정 성분 하나만 콕 집은 선지는 세포벽 구성 성분 차이라는 더 포괄적이고 정확한 선지와 비교해 신중히 판단한다.

암기 포인트

그람양성균: 두꺼운 펩티도글리칸, 외막 없음, 보라색. 그람음성균: 얇은 펩티도글리칸+지질다당류 외막, 붉은색(사프라닌 대비 염색). 염색 차이의 원인은 세포벽 구성 성분(펩티도글리칸 두께·외막 유무)의 차이이다.

NoteBase

문 14. 어떤 식물에서 색소 생성은 서로 다른 염색체에 있는 유전자 A와 B에 의해 결정된다. 대립유전자 A는 a에 대해, 대립유전자 B는 b에 대해 각각 우성이다. 대립유전자 A와 B가 모두 발현될 때 색소가 생성된다. 옳은 것으로만 묶은 것은?

ㄱ. 유전자형이 AaBb인 식물끼리 교배했을 때, 색소가 생성되지 않는 식물 개체 중 유전자형이 aabb일 확률은 $\frac{1}{16}$이다.
ㄴ. 유전자형이 AAbb와 aaBB인 개체를 교배했을 때, 생산되는 F_1에서 모두 색소가 생성되지 않는다.
ㄷ. 유전자형이 AaBb인 식물끼리 교배했을 때, 색소가 생성되는 개체와 생성되지 않는 개체의 비율은 9 : 7이다.
ㄹ. 유전자형이 AaBb와 유전자형이 AABb인 개체를 교배했을 때, 색소가 생성되는 개체와 생성되지 않는 개체의 비율은 3 : 1이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

서로 다른 염색체에 있는 두 유전자(A/a, B/b)의 독립 유전을 다루는 두 쌍 잡종 교배 문제이다. 색소는 A와 B가 모두 발현될 때에만 생성되므로, 표현형은 A_B_(색소 생성)와 나머지 A_bb·aaB_·aabb(색소 미생성)로 나뉜다. 각 보기의 교배 조합에서 자손의 표현형 비율 또는 조건부확률을 정확히 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

유전자 A와 B는 서로 다른 염색체에 있으므로 독립적으로 분리·조합된다(자유조합의 법칙). 색소 생성 조건은 A_B_(A와 B가 모두 적어도 하나씩 존재)이며, A_bb·aaB_·aabb는 모두 색소 미생성이다.

사용할 공식

두 유전자가 독립일 때 이형접합자끼리(AaBb×AaBb) 교배하면 표현형 분리비는 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$이다. 조건부확률은 P(aabb 색소 미생성) = P(aabb)P(미생성)로 구한다.

NoteBase

계산 과정

ㄱ. AaBb×AaBb의 자손은 9:3:3:1(A_B_:A_bb:aaB_:aabb)로 분리된다. 색소가 생성되지 않는 개체는 A_bb+aaB_+aabb = 3+3+1 = 7이며, 이 중 aabb는 1이다. 따라서 색소 미생성 개체 중 aabb일 확률은 $\frac{1}{7}$이지 $\frac{1}{16}$이 아니다(1/16은 자손 전체 중 aabb가 나올 확률이며, 조건부확률과 다르다).
ㄴ. AAbb×aaBB를 교배하면 A는 항상 A만, a는 항상 a만 물려받으므로 자손은 전부 Aa이고, b/B도 마찬가지로 전부 Bb가 되어 F1은 모두 유전자형이 AaBb이다. AaBb는 A와 B가 모두 발현되므로 색소가 생성되며, '모두 색소가 생성되지 않는다'는 서술은 사실과 반대이다.
ㄷ. ㄱ에서 확인했듯이 AaBb×AaBb의 분리비는 9:3:3:1이므로 색소 생성(A_B_)은 9, 색소 미생성(A_bb+aaB_+aabb)은 3+3+1=7이다. 따라서 생성:미생성 = 9:7이 맞다.
ㄹ. AaBb×AABb에서 A 유전자만 보면 Aa×AA이므로 자손은 AA 또는 Aa로 전부 A를 하나 이상 가져 항상 A_(색소 발현 가능 상태)이다. B 유전자만 보면 Bb×Bb이므로 자손은 BB:Bb:bb = 1:2:1, 즉 B_ : bb = 3:1이다. A_는 항상 성립하므로 전체 표현형은 B_ 여부로만 갈리고, 색소 생성:미생성 = 3:1이 된다.

선지 판단

ㄱ: 틀린 표현 → 색소 미생성 개체 중 aabb일 조건부확률은 1/16이 아니라 1/7이다.
ㄴ: 틀린 표현 → F1은 모두 AaBb로 색소가 생성되며, 미생성이 아니다.
ㄷ: 옳은 표현 → AaBb×AaBb의 생성:미생성 비율은 9:7이다.
ㄹ: 옳은 표현 → AaBb×AABb의 생성:미생성 비율은 3:1이다.
따라서 옳은 것끼리 묶은 조합은 ㄷ, ㄹ이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 ㄱ처럼 '전체 자손 중 특정 유전자형이 나올 확률(1/16)'과 '어떤 조건을 만족한 자손들 중에서 특정 유전자형일 조건부확률(1/7)'을 혼동하는 것이다. 조건부확률은 반드시 분모를 조건에 맞는 개체 수(여기서는 7)로 두어야 한다. 또한 ㄴ처럼 순종끼리(AAbb×aaBB) 교배하면 자손이 전부 이형접합(AaBb)이 되어 오히려 두 유전자가 모두 발현된다는 점을 놓치지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 유전자 독립 유전 문제는 먼저 유전자별로 분리하여 각각의 분리비를 구한 뒤(예: Aa×AA → 전부 A_, Bb×Bb → 3:1) 곱의 법칙으로 결합한다. 조건부확률이 나오면 '전체 확률'이 아니라 '조건을 만족하는 대상들 안에서의 비율'로 다시 계산해야 함을 항상 확인한다.

암기 포인트

두 유전자 모두 이형접합끼리 교배(AaBb×AaBb) → 9:3:3:1, 두 표현형(색소 생성 vs 미생성) 기준이면 9:7. 한쪽이 동형접합 우성을 포함(AaBb×AABb 등)하면 그 유전자 쪽은 항상 우성 표현형이 되어, 전체 비율은 나머지 유전자의 분리비(3:1)만 따른다.

NoteBase

문 15. 유전 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다인자 유전은 분리의 법칙이 적용된다.

② 공동우성은 서로 다른 좌위에 있는 2개의 유전자가 모두 발현되는 현상이다.

③ 다면발현은 하나의 유전자가 여러 가지 표현형을 나타내는 현상이다.

④ ABO식 혈액형은 복대립 유전의 예이다.

정답 2번

출제 포인트

다인자 유전, 공동우성, 다면발현, 복대립 유전이라는 멘델 유전의 확장 개념 네 가지를 각각 정확히 정의할 수 있는지를 묻는다. 특히 공동우성이 어느 수준(같은 유전자좌의 대립유전자 사이인지, 서로 다른 유전자좌 사이인지)에서 일어나는 현상인지를 구분하는 것이 핵심이다.

핵심 개념

공동우성(codominance)은 하나의 유전자좌에 있는 두 대립유전자가 우열 관계 없이 개체에서 동시에 각각의 표현형으로 발현되는 현상이다(예: MN식 혈액형, ABO식 혈액형에서 A와 B 대립유전자가 함께 있을 때 AB형이 되는 경우). 즉 공동우성은 같은 좌위의 대립유전자 쌍 사이에서 일어나는 현상이지, 서로 다른 좌위에 있는 별개의 두 유전자가 함께 발현되는 현상이 아니다. 서로 다른 좌위의 유전자들이 하나의 형질에 함께 관여하는 것은 다인자 유전이나 상위성과 같은 유전자 상호작용에 해당한다. 다인자 유전은 여러 유전자좌가 하나의 양적 형질(키, 피부색 등)에 누적적으로 관여하는 현상으로, 관여하는 유전자좌마다 감수분열 시 대립유전자 쌍이 독립적으로 분리되므로 분리의 법칙이 그대로 적용된다. 다면발현(pleiotropy)은 하나의 유전자가 서로 관련 없어 보이는 여러 표현형에 동시에 영향을 미치는 현상이다. ABO식 혈액형은 하나의 유전자좌에 A, B, O 세 가지 대립유전자가 존재하는 복대립 유전의 대표적인 예이다.

선지별 해설

① 옳은 설명 → 다인자 유전에 관여하는 여러 유전자좌는 각각 감수분열 과정에서 대립유전자 쌍이 독립적으로 분리되므로 분리의 법칙이 그대로 적용된다.
② 옳지 않은 설명(정답) → 공동우성은 '서로 다른 좌위에 있는 2개의 유전자'가 아니라 '같은 유전자좌에 있는 두 대립유전자'가 함께 발현되는 현상이다. 서로 다른 좌위의 유전자가 함께 작용하는 것은 다인자 유전 등 다른 개념에 해당하므로 이 문장은 공동우성의 정의를 잘못 설명하고 있다.
③ 옳은 설명 → 다면발현은 하나의 유전자가 여러 가지 표현형(형질)에 동시에 영향을 미치는 현상으로, 정의가 정확하다.
④ 옳은 설명 → ABO식 혈액형은 한 유전자좌에 A, B, O 세 개의 대립유전자가 존재하는 복대립 유전의 대표적인 예이다.

NoteBase

오답 포인트

공동우성과 다인자 유전을 혼동하면 안 된다. 공동우성은 '한 유전자좌 안의 두 대립유전자' 관계이고, 다인자 유전은 '여러 유전자좌'가 하나의 형질에 관여하는 관계이다. ②번 선지는 공동우성의 정의에 다인자 유전의 특징(서로 다른 좌위)을 섞어 놓은 함정이므로, 좌위의 개수와 대립유전자의 개수를 구분해서 읽어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 '서로 다른 좌위에 있는 유전자'라는 표현이 나오면 다인자 유전이나 유전자 상호작용(상위성 등)을 가리키는지, 공동우성이나 복대립처럼 '같은 좌위의 대립유전자'를 가리키는 개념에 잘못 붙여 쓴 것은 아닌지부터 확인한다.

암기 포인트

공동우성·복대립·불완전우성은 모두 '같은 유전자좌'의 대립유전자 사이의 관계이고, 다인자 유전은 '여러 유전자좌'가 하나의 형질에 관여하는 관계이며, 다면발현은 '하나의 유전자'가 '여러 형질'에 영향을 미치는 관계라고 좌위 수와 형질 수를 기준으로 구분해 외워 둔다.

NoteBase

문 16. 선태식물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 관다발이 없다.

② 배우체가 포자체보다 생활사의 우점세대이다.

③ 단계통군이다.

④ 포자체는 2배체이다.

정답 3번

출제 포인트

선태식물(이끼류, 즉 선류·태류·각태류를 포괄하는 무관다발 육상식물군)의 형태적 특징과 생활사, 그리고 분류학적 위치(단계통군 여부)를 정확히 구분하는지 묻는 문항이다. 특히 선태식물이 하나의 공통 조상에서 갈라져 나온 단일 계통(단계통군)이 아니라, 육상식물 진화 초기에 갈라진 여러 계통이 편의상 하나로 묶인 무리(측계통군)라는 점이 핵심이다.

핵심 개념

선태식물은 관다발(물관·체관)이 발달하지 않은 비관다발 육상식물이며, 생활사에서 반수체(n)인 배우체 세대가 광합성을 하며 오래 살아남는 우점 세대이고, 이배체(2n)인 포자체는 배우체에 의존해 짧게 존속하며 감수분열로 포자를 만든다. 분류학적으로 선류·태류·각태류는 서로 독립적으로 갈라져 나온 계통이라는 연구 결과가 일반적이어서, 선태식물이라는 이름으로 한데 묶더라도 이는 단계통군이 아니라 측계통군(여러 계통이 섞인 무리)으로 취급된다.

선지별 해설

① 관다발이 없다. → O. 선태식물은 물과 양분을 이동시키는 관다발 조직(물관부·체관부)이 분화되지 않은 무관다발 식물이므로 옳은 설명이다.
② 배우체가 포자체보다 생활사의 우점세대이다. → O. 선태식물은 육상식물 중 유일하게 반수체 배우체가 독립적으로 광합성을 하며 오래 생존하는 우점 세대이고, 포자체는 배우체에 붙어 양분을 공급받으며 짧게 존재하다가 포자를 방출하고 소멸한다.
③ 단계통군이다. → X. 선태식물(선류·태류·각태류)은 하나의 공통 조상에서 유래한 단일 계통(단계통군)이 아니라, 육상식물로 진화하는 과정에서 각각 따로 갈라져 나온 계통들을 편의상 함께 묶은 측계통군에 해당한다. 따라서 '단계통군이다'는 옳지 않은 설명이다.
④ 포자체는 2배체이다. → O. 포자체는 배우체(n)의 정세포와 난세포가 수정하여 만들어진 접합자에서 발생하므로 염색체를 두 벌 가진 이배체(2n)이며, 이후 감수분열을 거쳐 반수체 포자를 만든다.

NoteBase

오답 포인트

①·②·④는 선태식물의 실제 특징을 그대로 서술한 옳은 문장이어서 오답으로 고르기 쉽지 않지만, ③은 '단계통군'이라는 분류학 용어의 의미를 정확히 모르면 그냥 '이끼류를 한 무리로 묶어 부르니까 단일 계통이겠지'라고 잘못 판단하기 쉽다. 이름이 하나로 묶여 있다고 해서 계통학적으로도 단일 기원이라는 뜻은 아니라는 점에 주의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선태식물 관련 문항에서는 먼저 관다발 유무(없음), 우점 세대(배우체, n), 포자체의 배수성(2n)을 각각 확인하고, 마지막으로 '단계통군/측계통군' 표현이 나오면 선류·태류·각태류가 서로 다른 계통에서 갈라져 나온 무리라는 점을 떠올려 단계통군이 아니라는 쪽으로 판단한다.

암기 포인트

선태식물 = 무관다발 + 배우체(n) 우점 + 포자체(2n) 짧게 존속 + 측계통군(단계통군 아님)으로 묶어 기억해 둔다.

NoteBase

문 17. 어떤 호수에서 물방개의 개체군 크기를 조사하기 위해 표식-재포획법(mark and recapture method)을 수행하였다. 물방개 100마리를 포획하여 표식한 뒤 풀어 준 후 100마리를 다시 포획하였는데 그중 10마리가 표식된 개체였다. 이 호수에서 물방개 개체군의 크기는?

① 1,000마리

② 10,000마리

③ 100,000마리

④ 1,000,000마리

정답 1번

출제 포인트

표식-재포획법(mark and recapture method)을 이용해 개체군 크기를 추정하는 계산 문제이다. 1차 포획·표식·방사한 개체수와 2차 포획에서 관찰된 표식 개체의 비율을 이용해 전체 개체군 크기를 구할 줄 아는지를 묻는다.

조건 정리

1차 포획하여 표식한 뒤 방사한 개체수는 100마리이다. 2차 포획한 개체수도 100마리이다. 2차 포획한 개체 중 표식이 되어 있던 개체는 10마리이다. 구하는 값은 호수 전체의 물방개 개체군 크기(N)이다.

사용할 공식

표식-재포획법의 기본 원리는 2차 포획에서 표식 개체가 차지하는 비율이 전체 개체군에서 표식 개체(1차 포획·표식 수)가 차지하는 비율과 같다는 것이다. 이를 식으로 쓰면 $\frac{R}{n} = \frac{M}{N}$, 즉 $N = \frac{M \times n}{R}$이다. 여기서 M은 1차 포획하여 표식한 개체수, n은 2차 포획한 개체수, R은 2차 포획 중 표식된 개체수이다.

계산 과정

$M = 100$, $n = 100$, $R = 10$을 공식에 대입하면 $N = \frac{100 \times 100}{10} = \frac{10000}{10} = 1000$이다. 따라서 이 호수의 물방개 개체군 크기는 1,000마리로 추정된다.

NoteBase

선지 판단

① 1,000마리 → O. 계산 결과와 정확히 일치한다.
② 10,000마리 → X. $M \times n$만 계산하고 R로 나누는 과정을 빠뜨리면 나오는 값으로, 표식 재포획 비율을 반영하지 않은 오답이다.
③ 100,000마리 → X. 자릿수를 잘못 계산하거나 n과 R의 비율을 거꾸로 적용했을 때 나올 수 있는 값으로, 실제 계산 결과보다 100배 크다.
④ 1,000,000마리 → X. M, n, R을 모두 곱하는 등 공식을 잘못 적용했을 때 나오는 값으로 지나치게 과대 추정된 오답이다.

오답 포인트

표식-재포획법 계산에서 가장 흔한 실수는 R(2차 포획 중 표식 개체수)로 나누는 과정을 빠뜨리거나, M, n, R의 위치를 서로 바꾸어 대입하는 것이다. 반드시 '1차 표식수 × 2차 포획수'를 '2차 포획 중 표식 개체수'로 나눈다는 점을 정확히 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

표식-재포획법 문제가 나오면 먼저 1차 포획·표식수(M), 2차 포획수(n), 2차 포획 중 표식 개체수(R)를 각각 구분해서 정리한 뒤 $N = \frac{M \times n}{R}$ 공식에 그대로 대입한다. 단위가 마리로 일정한지, 나눗셈을 빠뜨리지 않았는지 계산 후 다시 확인한다.

암기 포인트

표식-재포획법 공식은 $N = \frac{M \times n}{R}$(1차 표식수×2차 포획수÷2차 포획 중 표식수)로 외워 둔다. 이 방법은 개체군이 안정적이고(출생·사망·이주가 거의 없음) 표식이 재포획 확률에 영향을 주지 않는다는 가정 하에 성립한다는 점도 함께 기억해 둔다.

NoteBase

문 18. 생명공학에서 이용되는 기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 중합효소연쇄반응(PCR)을 이용해 DNA의 특정 부분을 증폭할 수 있다.

② 젤 전기영동법(Gel electrophoresis)을 이용해 DNA 절편을 크기에 따라 분리할 수 있다.

③ 서던 블로팅(Southern blotting)을 이용해 RNA에서 특정 뉴클레오타이드 서열을 찾을 수 있다.

④ DNA 마이크로어레이 분석법을 이용해 동시에 여러 유전자의 발현 변화를 검사할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

생명공학에서 널리 쓰이는 실험 기법인 PCR, 젤 전기영동법, 블로팅법(서던·노던·웨스턴), DNA 마이크로어레이의 원리와 대상 분자를 정확히 구분할 수 있는지를 묻는 문항이다. 특히 블로팅법은 검출 대상 분자(DNA·RNA·단백질)에 따라 명칭이 다르므로 이 대응관계를 정확히 아는 것이 핵심이다.

핵심 개념

PCR은 특정 프라이머와 내열성 DNA 중합효소를 이용해 원하는 DNA 구간만 반복적으로 복제·증폭하는 기술이다. 젤 전기영동법은 전기장 안에서 음전하를 띤 핵산 조각이 크기가 작을수록 젤을 더 빨리 통과하는 성질을 이용해 DNA나 RNA 절편을 크기별로 분리하는 기술이다. 블로팅법은 대상 분자에 따라 이름이 다르게 붙는다: 서던 블로팅(Southern blotting)은 DNA를, 노던 블로팅(Northern blotting)은 RNA를, 웨스턴 블로팅(Western blotting)은 단백질을 검출하는 데 사용한다. DNA 마이크로어레이는 수천 개의 DNA 조각(프로브)을 칩 위에 배열해 여러 유전자의 발현 정도(전사량)를 한꺼번에 비교·분석하는 기술이다.

선지별 해설

① O: PCR은 특정 프라이머 쌍이 결합하는 DNA 구간을 변성-결합-신장 과정을 반복해 지수적으로 증폭하는 기술이 맞다.

② O: 젤 전기영동법은 DNA 절편이 음전하를 띠어 전기장 안에서 양극 쪽으로 이동하되, 크기가 작을수록 젤 그물망을 빠르게 통과하는 원리를 이용해 크기별로 분리한다.

③ X: 서던 블로팅은 DNA를 대상으로 특정 염기서열을 찾는 기법이다. RNA에서 특정 뉴클레오타이드 서열을 찾는 기법은 노던 블로팅이므로, 대상 분자를 RNA로 서술한 것이 틀렸다. 틀린 표현 '서던 블로팅을 이용해 RNA에서 특정 뉴클레오타이드 서열을 찾을 수 있다' → 올바른 표현 '서던 블로팅은 DNA에서 특정 뉴클레오타이드 서열을 찾는 기법이며, RNA에서 찾으려면 노던 블로팅을 이용해야 한다.'

④ O: DNA 마이크로어레이는 칩에 배열된 다수의 DNA 조각과 시료의 상보적 결합(교잡) 정도를 형광 신호로 측정해 여러 유전자의 발현 변화를 동시에 검사할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

블로팅법 세 가지(서던·노던·웨스턴)는 이름과 대상 분자를 한 세트로 외우지 않으면 서로 뒤바꿔 헷갈리기 쉽다. 이 문항에서도 '서던 블로팅'이라는 정확한 명칭을 제시해 놓고 대상 분자만 RNA로 바꿔치기하여 오답을 유도했다는 점에 주의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

블로팅 관련 선지가 나오면 먼저 기법의 이름(서던·노던·웨스턴)과 대상 분자(DNA·RNA·단백질)가 서로 맞게 짝지어졌는지부터 확인한다. 이름은 맞는데 대상 분자만 슬쩍 바꿔치기하는 것이 전형적인 오답 패턴이다.

암기 포인트

서던(Southern)은 DNA, 노던(Northern)은 RNA, 웨스턴(Western)은 단백질을 검출한다고 이름의 첫 글자(S-D, N-R, W-단백질)로 연결지어 외워 둔다.

NoteBase

문 19. 기관계의 항상성 유지 기능으로 옳지 않은 것은?

① 소화계 - 체온 조절

② 순환계 - 조직의 CO_2 분압 조절

③ 호흡계 - 체액의 pH 조절

④ 배설계 - 체액의 삼투압 조절

정답 1번

출제 포인트

각 기관계가 체내 항상성(체온, 삼투압, pH, 기체 분압 등)의 어떤 요소를 조절하는지 정확히 짝지을 수 있는지를 묻는다. 소화계는 영양소의 소화·흡수를 담당하는 기관계이며, 체온 조절은 소화계의 항상성 기능이 아니라 순환계(피부 혈류 조절)와 신경계·내분비계, 그리고 골격근의 열 발생 등이 주로 관여하는 기능이다.

핵심 개념

소화계=음식물의 소화와 영양소·물의 흡수, 노폐물(대변) 배출에 관여한다. 순환계=혈액을 통해 산소, 이산화탄소, 영양소, 노폐물을 운반하며 조직의 기체 분압을 조절한다. 호흡계=폐에서 산소를 받아들이고 이산화탄소를 배출하며, 혈액 속 이산화탄소 농도를 조절해 체액의 pH(산-염기 평형)를 조절한다.
배설계(콩팥)=물과 이온의 재흡수·배출을 조절해 체액의 삼투압과 수분량을 항상성 있게 유지한다.

선지별 해설

① 소화계 - 체온 조절: X. 소화계는 음식물의 소화와 영양소 흡수를 담당하는 기관계로 체온 조절 기능과는 직접 관련이 없다. 체온 조절은 순환계의 피부 혈관 확장·수축, 신경계·내분비계의 조절, 골격근의 떨림 등을 통해 이루어진다. 틀린 연결 → 소화계는 영양소 흡수와 소화가 항상성 기능이다.
② 순환계 - 조직의 CO2 분압 조절: O. 순환계는 혈액을 통해 조직에서 발생한 이산화탄소를 운반하여 폐로 보내므로, 조직의 CO2 분압을 일정하게 유지하는 데 관여한다.
③ 호흡계 - 체액의 pH 조절: O. 호흡계는 이산화탄소의 배출량을 조절하여 혈액 속 탄산(H2CO3) 농도를 변화시키므로, 체액의 pH를 조절하는 중요한 기능을 담당한다.
④ 배설계 - 체액의 삼투압 조절: O. 배설계(콩팥)는 물과 전해질의 재흡수와 배출량을 조절하여 체액의 삼투압을 일정하게 유지한다.

오답 포인트

각 기관계의 대표 기능을 단순 암기하다 보면 소화계도 체온과 관련이 있을 것이라 착각하기 쉬우나, 체온 조절은 순환계·신경계·내분비계·근육계가 담당하는 기능이며 소화계의 고유 항상성 기능은 영양소 흡수와 소화라는 점을 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

기관계-항상성 기능 짝짓기 문제는 각 기관계의 '대표 기능'을 먼저 떠올린 뒤, 제시된 조절 대상(체온, pH, 삼투압, 기체 분압)이 그 기관계의 실제 역할과 일치하는지 확인한다. 체온 조절은 순환계·신경계 쪽 선지인지 항상 의심해 본다.

암기 포인트

소화계=소화·흡수, 순환계=물질 운반·기체 분압 조절, 호흡계=가스 교환·pH 조절, 배설계=삼투압·수분 조절로 각 기관계의 핵심 기능을 짝지어 기억해 둔다.

NoteBase

문 20. 포유동물에서 정자 형성에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 제1정모세포는 제1감수분열을 통해 만들어진다.

② 세정관에서 발달한 정자는 부정소에 저장된다.

③ 첨체와 꼬리가 만들어져 정자의 형태가 완성되면 미토콘드리아는 소실된다.

④ 레이디히세포(Leydig cell)는 세정관에서 발달 중인 생식세포에 양분을 공급하고 보호한다.

정답 2번

출제 포인트

포유동물의 정자 형성(정자형성) 과정에서 세포분열 단계별 명칭, 정자가 만들어지고 저장되는 장소, 정자의 구조 완성 후 미토콘드리아의 운명, 그리고 정소 내 세포(레이디히세포와 세르톨리세포)의 기능을 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

정자형성 순서는 정원세포(정조세포)가 체세포분열로 증식한 뒤 제1정모세포로 분화하고, 제1정모세포가 제1감수분열을 거쳐 제2정모세포가 되며, 제2정모세포가 제2감수분열을 거쳐 정세포가 된 다음 변태(정자변태) 과정을 거쳐 정자로 완성된다. 정자는 세정관(정세관)에서 만들어져 부정소(부고환)로 이동해 그곳에서 성숙·저장된다. 정자의 중편부에는 미토콘드리아가 나선형으로 밀집 배치되어 편모운동에 필요한 에너지(ATP)를 공급하며, 형태가 완성된 후에도 소실되지 않고 유지된다. 정소 내에서 레이디히세포(간질세포)는 세정관 사이 간질조직에 위치해 테스토스테론을 분비하는 내분비 기능을 하고, 세정관 안에서 발달 중인 생식세포에 영양분을 공급하고 보호·지지하는 것은 세르톨리세포(지지세포)의 역할이다.

선지별 해설

① 제1정모세포는 제1감수분열을 통해 만들어진다.(X) → 제1정모세포는 정원세포가 체세포분열(유사분열)로 증식·분화하여 만들어지는 것이고, 제1정모세포가 제1감수분열을 거치면 그 결과로 제2정모세포가 만들어진다. 따라서 '제1정모세포가 제1감수분열로 만들어진다'는 순서가 뒤바뀐 설명이다.

② 세정관에서 발달한 정자는 부정소에 저장된다.(O) → 정자는 세정관 안에서 정자변태를 거쳐 형성되고, 이후 부정소(부고환)로 이동해 그곳에 저장되면서 운동성과 수정 능력을 갖추도록 성숙한다.

③ 첨체와 꼬리가 만들어져 정자의 형태가 완성되면 미토콘드리아는 소실된다.(X) → 정자 형태 완성 후에도 미토콘드리아는 소실되지 않고 중편부에 나선형으로 밀집해 남아 꼬리(편모) 운동에 필요한 에너지를 공급하는 역할을 계속한다.

④ 레이디히세포(Leydig cell)는 세정관에서 발달 중인 생식세포에 양분을 공급하고 보호한다.(X) → 세정관 안에서 발달 중인 생식세포에 양분을 공급하고 보호하는 것은 세르톨리세포(지지세포)이다. 레이디히세포는 세정관 바깥의 간질조직에 위치하며 테스토스테론을 분비하는 내분비세포이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '제1정모세포가 만들어지는 단계'와 '제1정모세포가 감수분열을 거쳐 다음 단계로 넘어가는 단계'를 혼동하기 쉽다. 제1감수분열은 제1정모세포의 결과물이 아니라 제1정모세포가 겪는 과정이라는 점을 구분해야 한다. ③은 정자의 편모 운동에 에너지가 필요하다는 사실을 떠올리면 미토콘드리아가 소실될 수 없다는 것을 알 수 있는데도, '완성되면 불필요한 소기관이 사라진다'는 막연한 인상으로 오답을 고르기 쉽다. ④는 이름이 비슷하게 느껴지는 레이디히세포와 세르톨리세포의 위치(세정관 바깥 vs 세정관 안)와 기능(호르몬 분비 vs 생식세포 지지·영양공급)을 서로 바꿔 헷갈리는 것이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정자형성 문제는 먼저 세포분열 순서(정원세포→제1정모세포→제2정모세포→정세포→정자)를 기준으로 각 선지가 어느 단계를 가리키는지 확인한다. 그다음 '세정관 안'과 '세정관 밖(간질조직)'을 축으로 세르톨리세포(안, 지지·영양)와 레이디히세포(밖, 테스토스테론 분비)를 구분하고, 정자 완성 후에도 미토콘드리아는 편모운동 에너지원으로 계속 남는다는 점을 함께 기억해 둔다.

암기 포인트

정원세포→(체세포분열)→제1정모세포→(제1감수분열)→제2정모세포→(제2감수분열)→정세포→(정자변태)→정자. 정자는 세정관에서 만들어져 부정소에 저장. 미토콘드리아는 정자 중편부에 남아 에너지 공급(소실 안 됨). 세르톨리세포=세정관 안·생식세포 영양·보호, 레이디히세포=세정관 밖·테스토스테론 분비.

NoteBase