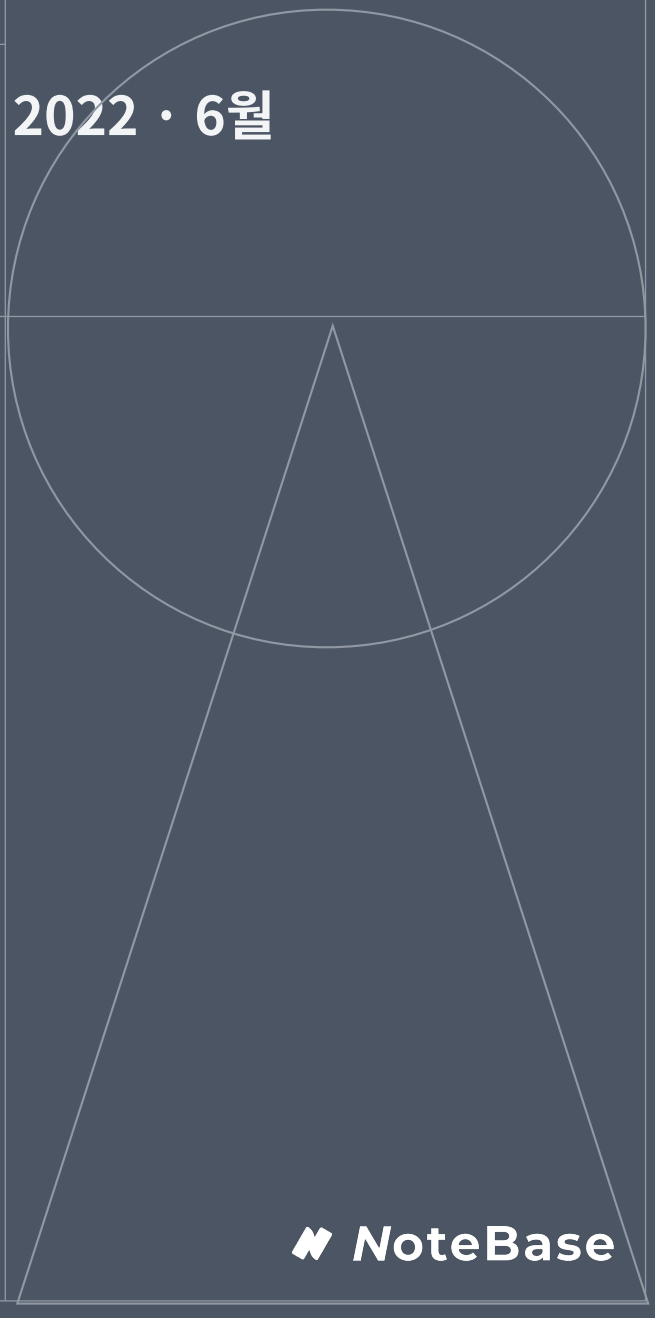
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 생물 · 2022 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 생물 · 2022 · 6월

공무원/서울시/9급 · 생물 · 2022 · 6월

문 1. 서로 다른 두 원핵세포 간에 DNA를 전달하는 방식에 해당하지 않는 것은?

① 형질 전환(transformation)

② 형질 도입(transduction)

③ 형질 주입(transfection)

④ 접합(conjugation)

정답 3번

간단한 해설

형질 주입(transfection)은 **주로 진핵세포에 외래 핵산을 인위적으로 도입**하는 실험 기법으로, 원핵세포 사이의 대표적인 DNA 전달 기작에 포함되지 않는다.

선지별 해설

① O: 형질 전환은 세균이 **주변 환경에 있는 유리 DNA를 흡수**하여 유전적 성질이 달라지는 과정이다. 다른 세균이 파괴되면서 방출한 DNA를 받아들일 수 있으므로, 세포끼리 직접 접촉하지 않아도 DNA가 전달된다.

② O: 형질 도입은 **박테리오파지가 매개**하여 한 세균의 DNA를 다른 세균으로 전달하는 과정이다. 박테리오파지는 세균을 감염시키는 바이러스로, 이전 숙주에서 유래한 세균 DNA를 다음 숙주로 옮길 수 있다.

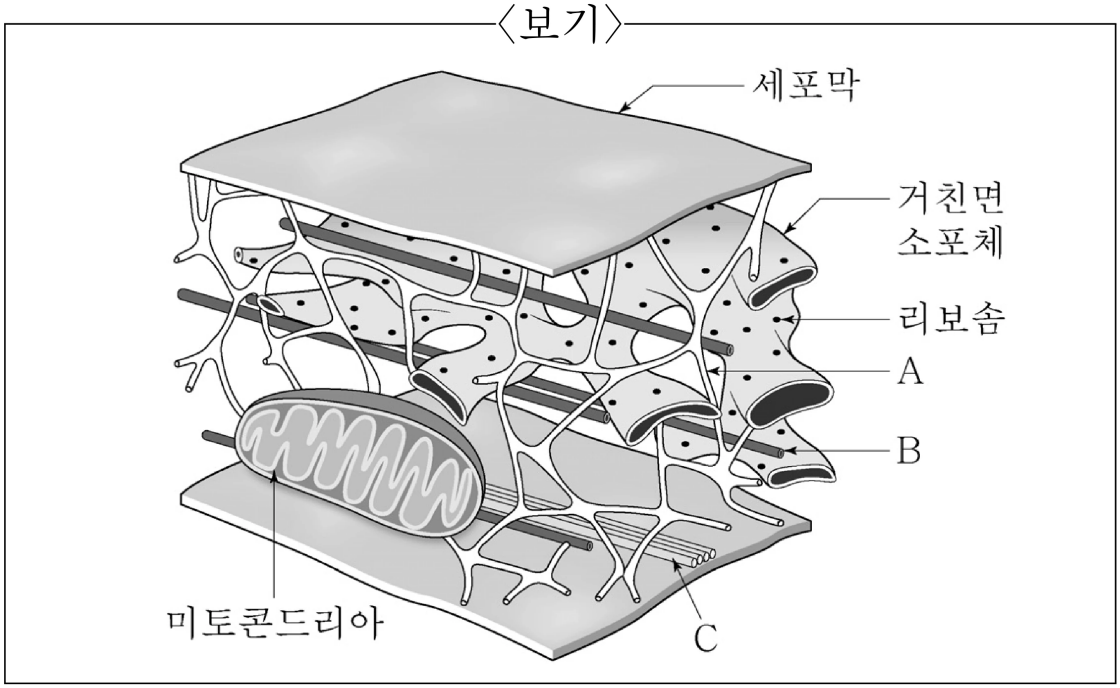
③ X: 형질 주입은 주로 진핵세포에 외래 DNA나 RNA를 화학적·물리적 방법 등으로 인위적으로 넣는 실험 기법을 뜻한다. 이를 원핵세포 사이의 대표적인 DNA 전달 기작으로 분류하지 않으며, 그 기작은 **형질 전환·형질 도입·접합**으로 구분한다.

④ O: 접합은 두 세균이 **직접 접촉**한 상태에서 공여 세포의 DNA가 수용 세포로 전달되는 과정이다. 대표적으로 접합성 플라스미드가 전달되며, 유리 DNA를 흡수하는 형질 전환이나 바이러스가 매개하는 형질 도입과 구별된다.

NoteBase

문 2. <보기>의 세포 골격을 나타내는 모식도에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① 중심립은 A로 구성되어 있다.

② B는 구형단백질인 액틴으로 구성되고 모든 진핵세포에서 관찰된다.

③ C는 섬모, 편모 등을 구성하며 염색체나 세포 소기관의 이동에 관여한다.

④ B와 C는 모든 진핵세포에서 지름이 거의 일정하며 구성성분 또한 일정하다.

정답 4번

간단한 해설

B는 튜불린으로 이루어진 **미세소관**, C는 액틴으로 이루어진 **미세섬유**이다. 두 구조는 진핵세포 전반에서 각각 고유한 지름과 주성분이 거의 일정하게 유지된다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A는 세포 안에서 그물처럼 얽힌 중간섬유이다. 중심립을 구성하는 것은 A가 아니라 **B인 미세소관**이다. 중간섬유는 주로 세포의 형태를 지지하고 기계적 강도를 높인다.

② X: B는 속이 빈 굵은 관 모양의 미세소관이며, 구형단백질인 **튜불린**으로 구성된다. 액틴으로 구성되는 것은 C인 미세섬유이다. 진핵세포에 널리 분포한다는 특성과 구성 단백질의 종류를 구별해야 한다.

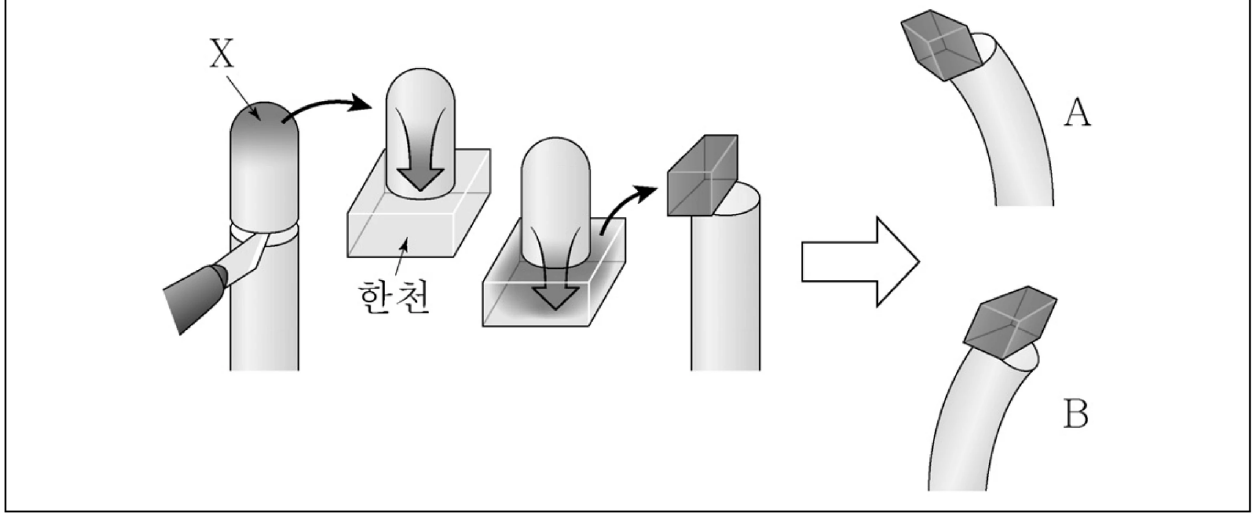
③ X: 섬모와 편모를 구성하고 염색체나 세포 소기관의 이동에 관여하는 것은 **B인 미세소관**이다. 미세소관은 세포 소기관이 이동하는 통로가 되며, 세포 분열 때에는 방추사를 이루어 염색체 이동에 관여한다. 그림 아래쪽에 가는 다발로 나타난 C는 미세섬유로, 세포의 형태 유지와 수축 등에 관여한다.

④ O: B인 미세소관은 지름이 약 25 nm이고 주성분은 튜불린이며, C인 미세섬유는 지름이 약 7 nm이고 주성분은 액틴이다. 진핵세포 전반에서 **각 종류의 지름과 주성분이 거의 일정하다**는 뜻이며, B와 C의 지름이나 성분이 서로 같다는 뜻은 아니다. 세포 종류에 따라 구성 단백질이 달라지는 A인 중간섬유와 구별된다.

NoteBase

문 3. <보기>와 같이 자엽초를 이용해 식물의 특정 호르몬을 확인하는 실험을 수행하였다. 실험 결과에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 실험은 빛이 차단된 암소에서 진행되었다.)

〈보기〉



① X는 지베렐린으로 줄기 신장과 꽃가루 발달을 촉진한다. 따라서 A처럼 자랄 것이다.

② X는 에틸렌으로 어린 식물에서 줄기의 신장을 억제한다. 따라서 A처럼 자랄 것이다.

③ X는 옥신으로 낮은 농도에서 줄기의 신장을 촉진한다. 따라서 B처럼 자랄 것이다.

④ X는 시토키닌으로 뿌리의 생장과 정단우성을 조절한다. 따라서 B처럼 자랄 것이다.

정답 3번

간단한 해설

자엽초 끝에서 한천으로 이동한 X는 **옥신**이다. 옥신이 든 한천을 한쪽에 놓으면 **한천이 놓인 쪽이 더 길게 자라** 반대쪽으로 휘므로 B와 같은 모습이 된다.

NoteBase

도식 해설

X의 정체: 자엽초 끝을 잘라 한천 위에 놓으면 끝에서 만들어진 옥신이 한천으로 확산된다. 이 한천을 끝이 제거된 자엽초에 올려놓으면 옥신이 아래쪽으로 이동하여 생장에 영향을 준다. 옥신은 **적절한 낮은 농도에서 줄기 세포의 신장을 촉진**하므로, X는 옥신에 해당한다.

A와 B의 구분: 그림에서는 옥신이 든 한천을 자엽초의 왼쪽에 치우쳐 놓았다. 이에 따라 왼쪽 세포가 오른쪽 세포보다 더 많이 신장하여, 자엽초는 **한천이 놓인 쪽의 반대쪽**인 오른쪽으로 휜다. 이것이 B의 모습이며, 한천 쪽으로 휘는 A와 구별된다.

암소 조건의 의미: 실험은 빛이 차단된 상태에서 진행되므로 한쪽에서 비추는 빛 때문에 휘는 것으로 설명할 수 없다. 이 실험에서 양쪽의 생장 차이를 만드는 것은 **한쪽에 놓인 한천으로부터 공급되는 옥신**이다.

NoteBase

문 4. 사람 세포는 약 20,000개의 유전자를 가지고 있으나 75,000~100,000개 정도의 서로 다른 단백질이 세포에서 생산된다. 이러한 현상에 가장 큰 역할을 하는 세포 내 현상으로 가장 옳은 것은?

① 대체 RNA 스플라이싱(alternative RNA splicing)

② 엑손셔플링(exon shuffling)

③ RNA 편집(RNA editing)

④ 틀이동 돌연변이(frameshift mutation)

정답 1번

간단한 해설

대체 RNA 스플라이싱은 하나의 유전자에서 만들어진 전구 mRNA의 엑손을 서로 다른 조합으로 연결하는 과정이다. 그 결과 한 유전자에서도 여러 종류의 성숙 mRNA와 단백질이 만들어질 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

비교 기준은 '유전자 수를 늘리지 않고 한 유전자에서 서로 다른 단백질을 만들어 내는가'이다. 엑손은 RNA 스플라이싱을 거쳐 성숙 RNA에 남는 부분이며, 단백질을 암호화하는 부분의 조합이 달라지면 만들어지는 단백질도 달라질 수 있다.

① 대체 RNA 스플라이싱: 같은 유전자에서 전사된 전구 mRNA라도 **포함되는 엑손이나 스플라이싱 위치가 달라져** 서로 다른 성숙 mRNA가 만들어질 수 있다. 단백질 암호화 부위가 달라진 mRNA가 번역되면 서로 다른 단백질이 생기므로, 유전자 수보다 단백질의 종류가 많은 현상을 직접 설명한다.

② 엑손셔플링: DNA의 재조합 등으로 엑손이 새로운 조합을 이루어 새로운 유전자가 형성되는 현상이다. 단백질의 새로운 구조와 기능이 진화하는 데 기여하지만, **DNA 수준에서 엑손 조합이 달라지는 과정**이므로 동일한 유전자의 전사 산물을 다양하게 가공하는 대체 RNA 스플라이싱과 구별된다.

③ RNA 편집: 전사 후 RNA의 염기가 치환되거나 삽입·삭제되어 **RNA의 염기 서열 자체가 바뀌는 과정**이다. 단백질 암호화 서열이 바뀌면 다른 단백질이 만들어질 수 있지만, 여러 엑손을 선택적으로 연결하여 단백질 종류를 늘리는 대체 RNA 스플라이싱과는 기작이 다르며, 제시된 현상의 주된 설명은 아니다.

④ 틀이동 돌연변이: 단백질 암호화 부위에 **3의 배수가 아닌 수의 뉴클레오타이드가 삽입·삭제**되어 번역의 읽기 틀이 바뀌는 돌연변이이다. 변이 지점 뒤의 아미노산 서열이 달라지고 조기 종결이 일어날 수 있다. 이는 유전자에 생긴 변이로 단백질이 달라지는 경우이며, 정상적인 유전자 발현 과정에서 여러 단백질을 만드는 주된 기작과는 구별된다.

따라서 같은 유전자를 이용하면서 단백질의 종류를 다양하게 만드는 주된 현상은 ①의 대체 RNA 스플라이싱이다.

NoteBase

문 5. 신장(콩팥)의 사구체는 혈액을 여과시키는 역할을 하는 기관으로 혈액 내 물과 전해질, 노폐물을 분비시키는 기능을 한다. 사구체를 구성하는 세포의 종류와 이와 유사한 기관을 옳게 짝지은 것은?

① 단층편평상피세포 — 폐의 폐포

② 단층원주상피세포 — 위장의 내벽

③ 단층입방상피세포 — 신장의 세뇨관

④ 거짓다층섬모원주상피세포 — 호흡기 기관지

정답 1번

간단한 해설

사구체 모세혈관의 내피는 얇고 납작한 세포가 한 층을 이루는 **단층편평상피**이다. 폐포의 가스 교환 면도 같은 상피 유형으로, 얇은 구조가 물질의 이동에 유리하다는 공통점이 있다.

대응 관계 해설

단층편평상피세포 — 폐의 폐포: 납작한 세포가 한 층으로 배열되어 물질이 통과하는 거리가 짧다. 사구체는 모세혈관이 뭉친 구조이며, 그 혈관 안쪽을 덮는 내피가 단층편평상피에 해당한다. 이 내피는 기저막·족세포와 함께 여과 장벽을 이루어 물과 작은 용질이 혈액에서 보먼주머니 공간으로 이동하는 데 관여한다. 폐포에서도 가스 교환 면을 이루는 제1형 폐포세포가 얇은 단층편평상피를 형성한다. 두 부위는 각각 여과와 기체 확산을 담당하지만, **얇은 세포층을 통한 물질 이동**에 적합하다는 점에서 대응한다.

단층원주상피세포 — 위장의 내벽: 높이가 폭보다 큰 기둥 모양의 세포가 한 층으로 배열된다. 위와 장의 내벽에서 점액 등의 분비나 영양소 흡수에 관여한다. 이 세포와 기관의 연결 자체는 맞지만, **사구체 모세혈관의 얇고 납작한 내피**에 해당하는 세포 유형은 아니다.

단층입방상피세포 — 신장의 세뇨관: 높이와 폭이 비슷한 세포가 한 층으로 배열되며, 근위세뇨관과 원위세뇨관 등에서 물질의 재흡수와 분비를 담당한다. 같은 신장 안에 있어도 **세뇨관의 재흡수·분비와 사구체의 여과**는 구별해야 한다. 세뇨관의 대표적인 상피 유형을 사구체 모세혈관의 내피에 적용할 수 없다.

거짓다층섬모원주상피세포 — 호흡기 기관지: 세포핵의 높이가 달라 여러 층처럼 보이지만, 모든 세포가 기저막에 닿아 있는 한 층의 상피이다. 기관지에서는 섬모 운동으로 점액에 붙잡힌 먼지 등을 이동시킨다. 이 연결도 해당 부위의 특징을 나타내지만, **섬모에 의한 점액 이동**을 담당하는 상피는 사구체의 여과를 담당하는 모세혈관 내피와 다르다.

사구체의 세포 유형과 유사 기관을 함께 연결하면 ①의 '단층편평상피세포 — 폐의 폐포'가 된다.

NoteBase

문 6. 사춘기가 막 시작된 소년이 사고로 뇌하수체의 전엽에 손상을 입었다. 소년의 황체형성호르몬(LH)은 정상 수치이나 난포자극호르몬(FSH)의 수치는 매우 낮다. 이 소년이 성년이 되었을 때 일어날 수 있는 가능성에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 정자 생산이 안 되어 불임이 될 것이다.

② 고환에서 테스토스테론을 만들지 않을 것이다.

③ 2차 성징이 일어나지 않을 것이다.

④ 성적 흥분이 일어나지 않을 것이다.

정답 1번

간단한 해설

FSH가 매우 낮으면 세르톨리 세포를 통한 **정자 형성 촉진이 부족해져 불임이 될 수 있다**. LH는 정상이므로 테스토스테론 생성과 그에 따른 2차 성징은 유지될 수 있다.

선지별 해설

① O: FSH는 고환의 세정관에 있는 세르톨리 세포에 작용하여 정자 형성을 촉진한다. 사춘기 초기에 FSH가 매우 낮아지면 정자 형성이 심하게 저해되어 **불임이 될 수 있다**. LH가 정상이어도 FSH 부족에 따른 정자 형성 장애가 없어지는 것은 아니다.

② X: 고환에서 테스토스테론을 만드는 라이디히 세포를 자극하는 호르몬은 **FSH가 아니라 LH**이다. 이 소년은 LH가 정상이므로 테스토스테론 생성은 유지될 수 있다. FSH가 매우 낮다는 이유로 테스토스테론을 만들지 않는다고 볼 수 없다.

③ X: 남성의 2차 성징은 주로 **테스토스테론의 작용**으로 나타난다. LH가 정상인 이 소년은 테스토스테론 생성이 유지될 수 있으므로 목소리가 굵어지고 수염이 자라는 등의 2차 성징이 나타날 수 있다. 정자 형성 장애와 2차 성징의 결여는 구별해야 한다.

④ X: 테스토스테론은 성욕의 발달과 유지에 관여한다. 이 소년은 LH가 정상이므로 테스토스테론 생성이 유지될 수 있으며, FSH 부족으로 **불임이 되더라도 성적 흥분은 일어날 수 있다**. 정자를 만드는 기능의 장애가 성적 흥분의 소실을 뜻하지는 않는다.

NoteBase

문 7. 물질대사 경로가 <보기>와 같을 때, F와 H의 농도가 매우 높다면 세포에서 가장 우세하게 나타나는 반응은?

<보기>

1) A는 B 또는 C로 전환된다.
2) B는 D로 전환된다.
3) D는 E 또는 G로 전환된다.
4) E는 F로 전환된다.
5) G는 H로 전환된다.
6) D는 A가 B로 전환되는 과정을 억제한다.
7) F는 D가 E로 전환되는 과정을 억제한다.
8) H는 D가 G로 전환되는 과정을 억제한다.

① A로부터 B가 전환되는 반응

② B로부터 D가 전환되는 반응

③ A로부터 C가 전환되는 반응

④ D로부터 E가 전환되는 반응

정답 3번

간단한 해설

F와 H가 많으면 D → E와 D → G가 억제되어 D가 축적되고, D는 다시 A → B를 억제한다. 이에 따라 A는 억제되지 않은 **A → C 경로**로 더 많이 전환된다.

NoteBase

선지별 해설

되먹임 억제는 대사 경로의 뒤쪽 물질이 앞쪽 반응을 억제하는 조절 방식이다. <보기>의 7), 8)에 따라 F와 H의 농도가 높으면 D → E와 D → G가 각각 억제된다. 따라서 D의 소비가 줄어 D가 축적되고, 6)에 따라 A → B도 억제된다. 이때 각 반응이 직접 억제되는지와 반응에 쓰일 물질의 공급이 어떻게 달라지는지를 비교한다.

① A → B: **축적된 D에 의해 억제**된다. D에서 E와 G로 나가는 두 경로가 억제되므로 D가 쌓이고, 그 결과 A가 B로 전환되는 반응은 감소한다.

② B → D: F나 H가 이 반응을 직접 억제한다는 조건은 없다. 그러나 앞 단계인 A → B가 억제되어 **B의 공급이 줄어들므로** B → D도 활발하게 지속되기 어렵다.

③ A → C: 제시된 조건에서 **억제되지 않은 분기 경로**이다. A → B가 억제되면 A가 B로 소비되는 양이 줄어, A는 상대적으로 C로 더 많이 전환된다.

④ D → E: <보기>의 7)에 따라 **농도가 높은 F에 의해 직접 억제**된다. F를 만드는 경로의 앞 단계를 억제하여 F가 더 생성되는 것을 줄인다.

따라서 제시된 네 반응 중 가장 우세하게 나타나는 반응은 ③의 A → C이다.

NoteBase

문 8. tRNA 내에 존재하는 안티코돈(anticodon)은 mRNA의 코돈(codon)과 염기쌍결합을 이루어 단백질 번역에 관여한다. 특히 이노신(inosine, I)이 tRNA의 안티코돈에 존재할 경우, 코돈과 다양한 염기쌍결합이 가능하다. 만약 tRNA가 안티코돈 5′-ICC-3′을 가지고 있을 경우, mRNA에 존재하는 코돈 중 결합을 하지 못하는 코돈은?

① 5′-GGU-3′

② 5′-GGG-3′

③ 5′-GGA-3′

④ 5′-GGC-3′

정답 2번

간단한 해설

안티코돈의 5′ 말단 이노신은 코돈의 세 번째 염기인 **U·C·A와 결합하지만 G와는 결합하지 않는다**. 따라서 세 번째 염기가 G인 5′-GGG-3′은 주어진 안티코돈과 결합하지 못한다.

공통 해설

코돈과 안티코돈은 **서로 반대 방향으로 나란히 놓여** 염기쌍을 형성한다. 안티코돈 5′-ICC-3′을 코돈과 마주 보는 방향으로 쓰면 3′-CCI-5′이다. 따라서 코돈의 첫 번째와 두 번째 염기는 각각 C와 상보적인 G이고, 세 번째 염기는 안티코돈의 이노신과 마주한다.

안티코돈의 5′ 말단과 코돈의 세 번째 염기 사이에는 일반적인 상보적 결합보다 유연한 '워블 결합'이 가능하다. 이 위치의 이노신은 **U·C·A와 염기쌍을 형성할 수 있으나 G와는 형성하지 못한다**. 따라서 5′-GGU-3′, 5′-GGC-3′, 5′-GGA-3′은 주어진 안티코돈과 결합할 수 있지만, 5′-GGG-3′은 세 번째 G가 이노신과 짝을 이루지 못하므로 결합할 수 없다.

NoteBase

문 9. 동물의 많은 세포들이 조직, 기관, 기관계를 구성한다. 이때 이웃하는 세포들 간에는 특정 부위에서 직접적인 물리적 접촉을 통해 부착하고, 상호작용하며, 교신한다. 동물세포에서 관찰되는 연접에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 밀착연접(tight junctions) : 세포 주변을 연속적으로 밀봉함으로써 세포의 용액이 표피세포를 가로질러 빠져나가는 것을 막는다.

② 데스모솜(desmosome) : 고정시키는 못처럼 작용하여 세포를 조인다. 중간섬유는 단단한 케라틴 단백질로 되어 있다.

③ 간극연접(gap junctions) : 인접한 세포 간에 세포질 통로를 제공해 준다. 구멍을 둘러싸고 있는 특정 막단백질로 구성되어 있다.

④ 원형질연락사(plasmodesmata) : 인접한 세포의 원형질막이 이 구조를 통해 서로 연결되어 있다.

정답 4번

간단한 해설

원형질연락사는 이웃한 세포의 원형질막과 세포질을 연결하지만, **식물세포에서 관찰되는 구조**이다.
동물세포에서 세포질 사이의 통로를 제공하는 연접은 **간극연접**이다.

선지별 해설

① O: 밀착연접은 이웃한 세포 사이를 띠 모양으로 밀봉하여 **세포 사이의 틈을 통한 누출을 막는다**. 따라서 상피층의 한쪽에 있는 용액이 세포 사이로 새어 반대쪽으로 이동하는 것을 제한하는 장벽으로 작용한다.

② O: 데스모솜은 인접한 세포를 못으로 고정하듯 연결하는 부착 구조이다. 세포 안쪽에서는 중간섬유에 연결되어 힘을 분산하므로 조직이 늘어나거나 당겨져도 세포들이 쉽게 떨어지지 않는다. **상피세포에서는 케라틴 중간섬유**가 이 구조에 연결된다.

③ O: 간극연접은 이웃한 동물세포의 세포질을 연결하는 통로이다. 각 세포막에 있는 단백질 통로가 서로 마주 연결되어 이온과 작은 분자가 세포 사이를 직접 이동할 수 있다. 이는 밀착연접의 밀봉 기능과 달리 **세포 간 물질 이동과 신호 전달**을 가능하게 한다.

④ X: 원형질연락사는 **식물세포의 세포벽을 관통하는 통로**이며, 이 통로를 둘러싼 원형질막은 이웃한 세포의 원형질막과 이어져 있다. 원형질막이 서로 연결된다는 설명 자체는 맞지만, 동물세포의 연접으로 제시한 점이 문제의 조건에 맞지 않는다. 동물세포에서 인접한 세포질 사이의 통로를 형성하는 구조는 간극연접이다.

NoteBase

문 10. 생체 내 항체의 다양성을 증가시키는 요인에 해당하지 않는 것은?

① V, D, J, C로 불리는 조각유전자의 재구성을 통한 DNA 재배열(DNA rearrangement)

② 체세포 과돌연변이(somatic hypermutation)

③ 수십여 종의 다양한 V, D 조각유전자의 존재

④ 항체를 생성하는 B세포 일부가 기억 B세포로 분화

정답 4번

간단한 해설

기억 B세포로의 분화는 이미 형성된 항원 특이성을 유지하여 **같은 항원에 다시 노출될 때 빠르게 반응**하도록 하는 과정이다. 분화 자체가 새로운 항원 결합 부위를 만들어 항체의 다양성을 늘리는 것은 아니다.

선지별 해설

① O: B세포가 발달할 때 여러 조각유전자 중 일부가 선택되어 연결되면서 항체 가변부의 유전자 서열이 만들어진다. 중쇄에서는 **V·D·J 조각이, 경쇄에서는 V·J 조각이 재조합**하므로 서로 다른 항원 결합 부위를 지닌 항체가 생성될 수 있다. 선지에 함께 제시된 C는 불변부를 암호화하는 부분이며, 가변부 다양성을 만드는 V(D)J 재조합의 조각과는 구별한다.

② O: 체세포 과돌연변이는 항원에 의해 활성화된 B세포에서 항체의 **가변부 유전자에 높은 빈도로 점돌연변이가 생기는** 현상이다. 이로써 항원 결합 부위의 서열이 달라져 항체의 다양성이 증가한다. 그중 항원과 더 잘 결합하는 B세포가 선택되면 항체의 친화도도 높아진다.

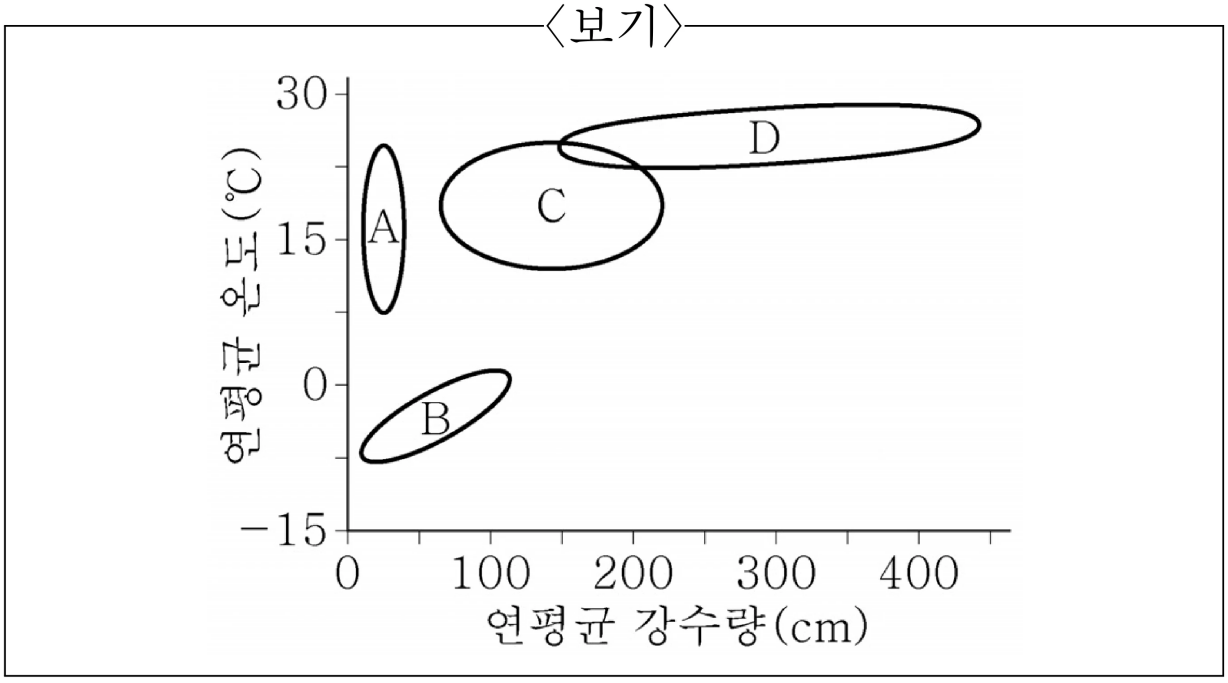
③ O: 다양한 V·D 조각유전자가 존재하면 재조합할 때 **선택할 수 있는 조각과 그 조합의 수**가 많아진다. 예를 들어 중쇄에서 선택되는 V 또는 D 조각이 달라지면 가변부의 유전자 서열도 달라질 수 있다. 따라서 조각유전자 종류의 다양성은 여러 항원을 인식할 수 있는 항체를 만드는 바탕이다.

④ X: 활성화된 B세포는 항체를 분비하는 형질세포나 면역 기억을 담당하는 기억 B세포 등으로 분화할 수 있다. 기억 B세포는 같은 항원에 다시 노출되면 빠르게 증식하고 항체 분비 세포로 분화하여 2차 면역 반응에 기여한다. 따라서 기억 B세포로의 분화는 **면역 기억을 형성하는 과정**이며, 분화 자체가 항체 유전자에 새로운 서열을 만드는 다양성 증가 기전은 아니다.

NoteBase

문 11. <보기>의 기후 모식도를 참고하여 생물군계를 설명한 것으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 지역 간 이입과 이출은 없다고 가정한다.)

〈보기〉



① A 지역은 기온의 일교차가 큰 편이며 선인장과 전갈 등이 대표서식 생물군이다.

② B 지역의 대표적 특징은 영구동토층이며 작은 관목, 이끼류, 지의류 등이 주로 분포한다.

③ C 지역은 강가와 시냇가를 제외하고는 거의 나무가 없어서 새들은 주로 땅에 둥지를 튼다.

④ D 지역은 다른 지역에 비해 복잡한 생물군계를 나타낸다.

정답 3번

간단한 해설

C는 강수량이 충분하여 나무가 발달하는 **온대림**에 해당한다. 강가와 시냇가를 제외하면 나무가 거의 없고 새들이 주로 땅에 둥지를 튼다는 설명은 **온대 초원**의 특징이다.

NoteBase

선지별 해설

가로축은 연평균 강수량(cm), 세로축은 연평균 기온(℃)을 나타낸다. 두 조건을 함께 보아 각 지역의 생물군계를 구분한다.

① O: A는 그래프의 왼쪽에 있어 연평균 강수량이 매우 적은 사막에 해당한다. 건조한 대기는 낮 동안 가열된 지표의 열을 밤에 잘 붙잡지 못하므로 **기온의 일교차가 크다**. 선인장과 전갈 등은 이러한 건조 환경에 적응한 대표적인 생물이다.

② O: B는 연평균 기온이 낮고 강수량도 적은 툰드라에 해당한다. 지하에 **영구동토층**이 있어 식물이 뿌리를 깊게 내리기 어렵고 생장 기간도 짧다. 따라서 키가 큰 나무보다 작은 관목, 이끼류, 지의류 등이 주로 분포한다.

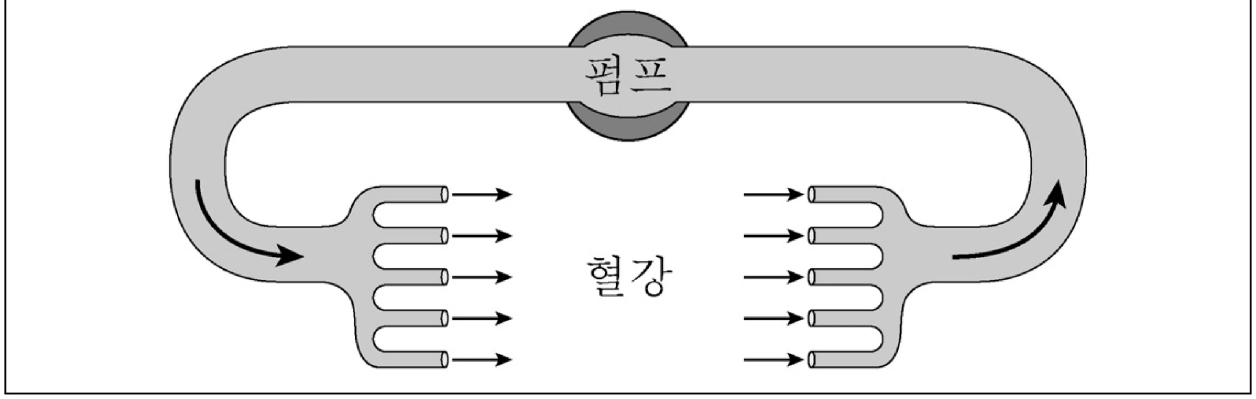
③ X: C는 A보다 강수량이 많고 B보다 기온이 높은 온대림에 해당한다. 나무가 자랄 수 있는 기온과 수분 조건을 갖추므로 **낙엽 활엽수 등이 숲을 이룬다**. 강가와 시냇가를 제외하면 나무가 거의 없고 새들이 주로 땅에 둥지를 튼다는 설명은 온대 초원의 특징이다. 온대 초원은 온대림보다 대체로 강수량이 적고 풀이 우점한다.

④ O: D는 그래프의 오른쪽 위에 있어 연평균 기온과 강수량이 모두 높은 열대 우림에 해당한다. 따뜻하고 수분이 풍부하여 식물이 활발히 자라며, 숲의 여러 층이 다양한 서식 공간을 제공한다. 이에 따라 **종 다양성이 높고 군집 구조가 복잡하다**.

NoteBase

문 12. <보기 1>에 제시된 순환계에 대한 <보기 2>의 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

〈보기 1〉



<보기 2>

ㄱ. 낮은 유압을 유지해도 되므로 에너지가 절약된다.

ㄴ. 모세혈관망을 형성해야 하기 때문에 순환계의 형성 및 유지가 어렵다.

ㄷ. 혈액을 순환시키는 유압이 높아 운동성이 높은 오징어에 적합하다.

ㄹ. 거미는 이 순환계에서 생긴 유압을 이용하여 다리를 빠른 속도로 펼 수 있다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄴ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

혈액이 혈관 밖의 혈강을 지나는 **개방순환계**는 비교적 낮은 압력으로 순환하여 에너지 소모가 적다. 거미는 **혈림프의 압력**을 이용해 다리를 펼 수 있다.

NoteBase

보기별 해설

<보기 1>에서는 혈관 끝이 혈강으로 열려 있고, 순환액이 혈강을 거쳐 다시 혈관으로 들어간다. 이는 개방순환계이며, 혈액과 조직액이 뚜렷이 구분되지 않는 순환액을 혈림프라고 한다.

ㄱ. O: 개방순환계는 폐쇄순환계보다 **낮은 압력으로 순환**하므로, 순환액을 펌프질하는 데 필요한 에너지 소모가 비교적 적다.

ㄴ. X: 개방순환계에서는 혈림프가 혈강에서 조직과 직접 접촉하므로, 조직마다 촘촘한 모세혈관망을 형성할 필요가 없다. 혈액이 혈관 안에서만 흐르고 **모세혈관망을 통해 조직과 물질을 교환**하는 것은 폐쇄순환계의 특징이다. 따라서 개방순환계는 혈관 구조가 비교적 단순하여 형성과 유지에 드는 부담이 작다.

ㄷ. X: 개방순환계는 일반적으로 순환 압력이 낮다. 운동성이 높은 오징어는 **폐쇄순환계**를 가지며, 비교적 높은 압력으로 혈액을 순환시켜 활동에 필요한 산소와 영양소를 조직에 효율적으로 공급한다.

ㄹ. O: 거미는 개방순환계를 가지며, 일부 다리 관절을 펼 때 **혈림프의 압력**을 이용한다. 혈림프의 압력을 높이면 관절이 펴지므로 다리를 빠르게 펼 수 있다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄹ이므로, 이에 해당하는 조합은 ②이다.

NoteBase

문 13. <보기>의 빈칸 ㉠, ㉡에 들어갈 단어를 순서대로 바르게 나열한 것은?

<보기>
프로테아좀(proteasome)은 깡통처럼 생긴 거대한 단백질 복합체로서, 스트레스에 의해 변형된 단백질 또는 쓸모없는 단백질을 제거하는 기능을 담당한다. 프로테아좀의 공격 대상이 되는 단백질에 존재하는 특정 아미노산인 ㉠이 작은 단백질인 ㉡에 의해 표지된다. 그 후 표지된 단백질은 프로테아좀에 의해 분해된다.

① 리신(lysine), 유비퀴틴(ubiquitin)
② 글리신(glycine), 유비퀴틴(ubiquitin)
③ 리신(lysine), 열충격 단백질(heat-shock proteins)
④ 글리신(glycine), 열충격 단백질(heat-shock proteins)

정답 1번

간단한 해설

제시된 분해 경로에서는 대상 단백질의 **리신 곁사슬**에 **유비퀴틴**이 공유 결합한다. 여기에 형성된 유비퀴틴 사슬이 프로테아좀이 인식하는 분해 표지가 된다.

빈칸별 해설

㉠ 리신(lysine): 분해 대상 단백질에서 유비퀴틴이 붙는 아미노산 잔기이다. 리신은 곁사슬 끝에 아미노기가 있어, 여기에 유비퀴틴의 카복실 말단이 공유 결합할 수 있다. 즉, 표지가 붙는 부위는 **리신 곁사슬의 아미노기**이다. 글리신은 곁사슬이 수소이므로 이러한 곁사슬 아미노기를 갖지 않는다.

㉡ 유비퀴틴(ubiquitin): 분해 대상 단백질에 결합하여 표지 역할을 하는 작은 단백질이다. 이 경로에서는 대상 단백질에 유비퀴틴 사슬이 형성되고, 프로테아좀이 이 표지를 인식하여 대상 단백질을 분해한다. 열충격 단백질은 단백질의 접힘을 돕고 응집을 막는 등의 역할을 하며, 여기서 묻는 **분해 대상에 붙는 표지 단백질**은 유비퀴틴이다.

따라서 ㉠은 리신, ㉡은 유비퀴틴이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 14. 원발암유전자(proto-oncogene)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 정상세포에 존재하지 않는다.

② 암세포의 증식 속도를 늦춘다.

③ 과도한 활성을 가진 성장인자 단백질을 만드는 유전자이다.

④ 세포분열과 성장을 조절하는 유전자이다.

정답 4번

간단한 해설

원발암유전자는 **정상세포의 성장과 분열을 조절**하는 유전자이다. 돌연변이나 과도한 발현 등으로 기능이 비정상적으로 강화되면 암유전자로 전환되어 세포의 과도한 증식을 유발할 수 있다.

선지별 해설

① X: 원발암유전자는 **정상세포에도 존재**하며 정상적인 성장과 분열에 필요한 기능을 한다. 정상세포에 없던 유전자가 새로 생겨야만 암이 발생하는 것이 아니라, 기존 원발암유전자가 변하여 암유전자가 될 수 있다.

② X: 원발암유전자는 정상적인 성장 신호에 따라 **세포의 성장과 분열을 촉진**하는 데 관여한다. 세포 증식을 억제하는 기능은 종양억제유전자와 구별해야 하며, 원발암유전자가 암유전자로 전환되면 오히려 과도한 증식을 유발할 수 있다.

③ X: 원발암유전자는 세포의 성장과 분열에 관여하는 정상 단백질을 만든다. 선지의 **과도한 활성**은 정상 원발암유전자의 특징이 아니라, 암유전자로 전환되어 단백질의 기능이나 발현 조절에 이상이 생긴 경우와 관련된다. 따라서 정상적인 성장 조절에 필요한 단백질을 만드는 유전자라고 설명해야 한다.

④ O: 원발암유전자는 **세포분열과 성장을 조절하는 정상 유전자**이다. 이 유전자가 만드는 단백질은 성장 신호의 전달이나 세포주기 진행 등에 관여하여, 필요한 때에 세포가 성장하고 분열하도록 돕는다.

NoteBase

문 15. 어두울 때 간상세포에서 나타나는 현상으로 가장 옳은 것은?

① 로돕신이 활성화된다.

② 글루탐산이 분비된다.

③ 과분극 된다.

④ Na^+ 통로가 닫힌다.

정답 2번

간단한 해설

어두울 때 간상세포는 Na^+ 유입으로 탈분극 상태를 유지하며, 신경전달물질인 **글루탐산을 지속적으로 분비**한다. 빛을 받으면 과분극되어 글루탐산 분비가 감소한다.

선지별 해설

① X: 로돕신은 간상세포의 시각 색소로, **빛을 흡수하면 활성화**되어 빛에 대한 신호 전달을 시작한다. 어두울 때는 빛에 의한 로돕신 활성화가 일어나지 않는다.

② O: 어두울 때는 Na^+ 통로가 열려 있어 Na^+이 간상세포 안으로 유입되므로 탈분극 상태가 유지된다. 이때 시냅스 말단의 전압 개폐성 Ca^{2+} 통로를 통한 Ca^{2+} 유입이 이어져 **글루탐산이 지속적으로 분비**된다.

③ X: 어두울 때 간상세포는 과분극되는 것이 아니라 빛을 받을 때보다 **탈분극된 상태**를 유지한다. 빛을 받으면 Na^+ 유입은 감소하지만 K^+ 유출은 계속되어 세포 내부가 더 음성이 되는 과분극이 일어난다.

④ X: 어두울 때는 cGMP가 통로에 결합하여 **Na^+ 통로를 열린 상태로 유지**한다. 빛을 받으면 활성화된 로돕신에서 시작된 신호 전달로 cGMP 분해가 촉진되어 농도가 낮아지고, 그 결과 Na^+ 통로가 닫힌다.

NoteBase

문 16. 세포의 신호물질인 리간드(ligand)가 수용체에 결합하면, 2차 신호전달자(second messenger)라고 불리는 물질을 통해 외부신호가 세포 내로 확산될 수 있다. 2차 신호전달자에 해당하지 않는 것은?

① 고리형 AMP(cyclic AMP)

② G 단백질(G protein)

③ 칼슘 이온(Ca^{2+})

④ 고리형 GMP(cyclic GMP)

정답 2번

간단한 해설

G 단백질은 2차 신호전달자가 아니라, 수용체의 신호를 효소 등에 전달하는 **분자 스위치**이다. 예를 들어 G 단백질이 아데닐산 고리화효소를 활성화하면, 이 효소가 만드는 **cAMP가 2차 신호전달자**로 작용한다.

선지별 해설

2차 신호전달자는 수용체가 받은 신호를 세포 안의 표적에 전달하는 작은 분자나 이온이다. 신호에 따라 세포 내 농도가 변하면서 표적 단백질의 활성을 조절한다.

① O: 고리형 AMP(cAMP)는 아데닐산 고리화효소에 의해 **ATP로부터 생성**되는 2차 신호전달자이다. cAMP는 단백질 인산화효소 A(PKA)를 활성화하여 표적 단백질의 인산화와 세포 반응을 유도한다.

② X: G 단백질은 **GDP와 GTP의 결합 상태에 따라 활성이 달라지는 신호전달 단백질**이며, 2차 신호전달자로 분류하지 않는다. G 단백질 연결 수용체가 활성화되면 G 단백질의 GDP가 GTP로 교환되어 신호가 전달된다. 예를 들어 활성화된 자극성 G 단백질은 아데닐산 고리화효소를 활성화하고, 이 효소가 생성하는 cAMP가 2차 신호전달자가 된다.

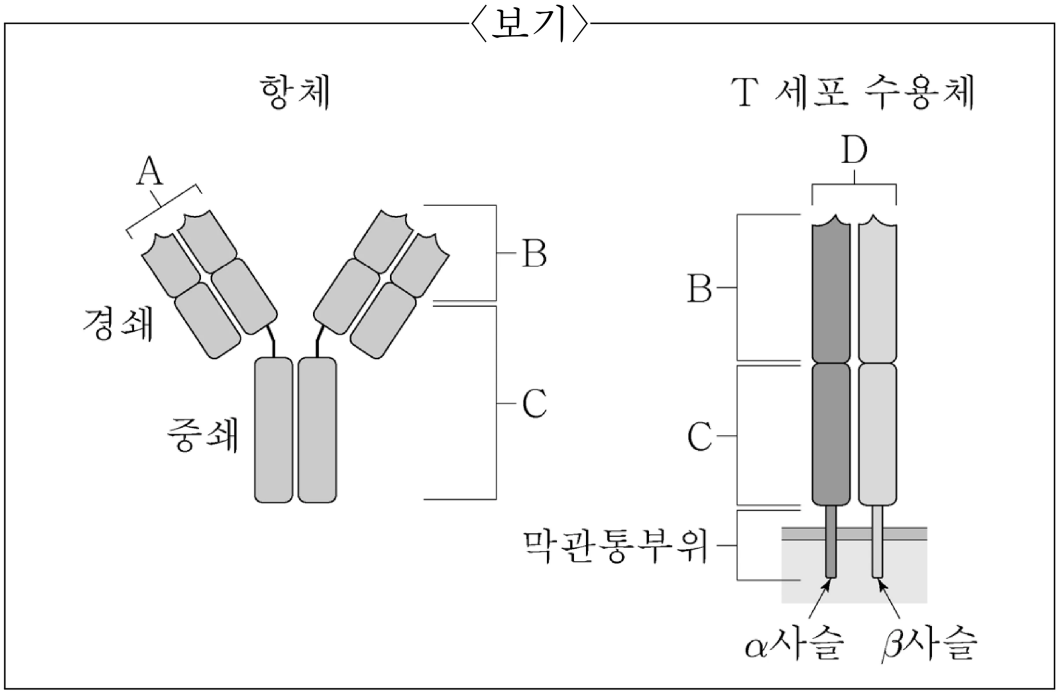
③ O: 칼슘 이온(Ca^{2+})은 세포 밖에서 유입되거나 소포체 같은 세포 내 저장소에서 방출되어 **세포질 농도가 증가**할 때 2차 신호전달자로 작용한다. 예를 들어 Ca^{2+}이 칼모듈린에 결합하면 이 복합체가 표적 효소의 활성을 조절한다.

④ O: 고리형 GMP(cGMP)는 구아닐산 고리화효소에 의해 **GTP로부터 생성**되는 2차 신호전달자이다. cGMP는 단백질 인산화효소 G(PKG) 등을 조절하여 신호를 세포 내 반응으로 이어 준다.

NoteBase

문 17. <보기>의 항체와 T 세포 수용체를 나타낸 모식도에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① A와 D는 모두 항원이 결합하는 부위로 특히 A는 주조직적합성복합체(MHC) 분자에 의해 제시된 항원만을 인식한다.

② 항체의 B와 C의 연결부위가 절단되면 2개의 Fab와 1개의 Fc로 분리된다.

③ C 부위는 항원과 결합하지 않기 때문에 A, B에 비해 상대적으로 변이가 적은 부위에 속한다.

④ 미성숙 T 세포와 달리 성숙된 T 세포는 항체와 유사한 방식으로 수용체를 분비한다.

정답 3번

간단한 해설

C는 항원 결합을 직접 담당하지 않는 **불변부**이다. 항원 결합 부위를 이루는 A와 가변부 B에 비해 아미노산 서열의 다양성이 작다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A와 D가 모두 항원 결합 부위라는 설명은 맞지만, MHC 분자에 제시된 항원 펩타이드를 인식하는 것은 **A가 아니라 D**이다. A는 항체의 두 팔 끝에 있는 결합 부위로 MHC의 제시 없이 항원을 직접 인식한다. 그림의 α·β 사슬로 이루어진 T 세포 수용체는 D에서 항원 펩타이드와 MHC가 이룬 복합체를 인식한다.

② X: 그림의 B는 가변부, C는 불변부이므로 둘의 경계는 Fab와 Fc를 나누는 절단 위치가 아니다. Fab는 가변부만으로 이루어지지 않고, 경쇄 전체와 중쇄의 가변부 및 첫 번째 불변 도메인을 포함한다. 그림과 같은 항체를 파파인으로 **두 팔과 줄기가 만나는 경첩 부위**에서 절단하면 항원 결합 능력을 가진 Fab 2개와 중쇄의 나머지 불변부로 이루어진 Fc 1개로 분리된다.

③ O: C는 항체와 T 세포 수용체의 불변부이고, B는 항원 특이성을 결정하는 가변부이다. A는 항체 가변부의 끝에 형성된 항원 결합 부위이다. 다양한 항원을 구별하는 가변부와 달리 C는 항원에 직접 결합하지 않으며 **아미노산 서열의 다양성이 상대적으로 작다**. 불변부라는 명칭이 모든 항체 종류에서 서열이 완전히 같다는 뜻은 아니며, 같은 종류의 사슬끼리 비교할 때 가변부보다 서열이 보존되어 있다는 뜻이다.

④ X: 성숙한 T 세포도 T 세포 수용체를 항체처럼 분비하지 않는다. 그림에서 수용체 아래쪽의 막관통부위가 세포막을 가로지르듯, T 세포 수용체는 **세포막에 결합한 상태**로 항원을 인식한다. 항체를 분비하는 것은 T 세포가 아니라 B 세포에서 분화한 형질세포이다.

NoteBase

문 18. <보기>는 16개의 염기를 가진 인위적인 mRNA를 이용하여 단백질 합성 실험을 시행한 후, 그중 일부를 분석한 내용이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>
5′−AAAAAAUUUUGGGUUG−3′
펩타이드 1 : Lys−Lys−Phe−Trp−Val
펩타이드 2 : Lys−Asn−Phe−Gly−Leu
펩타이드 3 : Lys−Ile−Leu−Gly

① Asn을 지정하는 코돈(codon)은 AAU이다.
② Leu를 지정하는 코돈(codon)은 UUG이다.
③ 펩타이드 3은 세 번째 염기부터 번역된 것으로 볼 수 있다.
④ DNA 염기서열은 5′−TTTTTTAAAACCCAAC−3′이다.

정답 4번

간단한 해설

④는 상보적인 염기 배열은 맞지만 가닥의 방향이 잘못되었다. 주어진 mRNA와 DNA 주형 가닥은 **역평행**이므로, 주형 가닥은 **3′−TTTTTTAAAACCCAAC−5′**로 표시해야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 코돈은 mRNA에서 아미노산을 지정하는 연속된 염기 3개이며, 5′→3′ 방향으로 읽는다. 이 실험에서 두 번째 염기부터 묶으면 AAA / AAU / UUU / GGG / UUG가 된다. 이를 펩타이드 2의 Lys–Asn–Phe–Gly–Leu와 순서대로 대응시키면, 두 번째 코돈 **AAU는 Asn(아스파라긴)**을 지정한다.

② O: 두 번째 염기부터 읽은 코돈 배열의 다섯 번째 코돈은 UUG이고, 펩타이드 2의 다섯 번째 아미노산은 Leu이다. 따라서 **UUG는 Leu(류신)**를 지정한다. 세 번째 염기부터 읽었을 때도 UUG가 펩타이드 3의 세 번째 아미노산 Leu에 대응한다.

③ O: **세 번째 염기부터** 3개씩 묶으면 AAA / AUU / UUG / GGU가 되고, 끝에 UG가 남는다. 이 네 코돈은 각각 Lys–Ile–Leu–Gly를 지정하므로 펩타이드 3과 일치한다. 마지막 UG는 염기가 2개뿐이어서 완전한 코돈을 이루지 못한다.

④ X: mRNA는 DNA 주형 가닥과 상보적으로 합성되며, 두 가닥은 **서로 반대 방향으로 놓이는 역평행 관계**이다. mRNA의 A·U·G·C에 대응하는 DNA 주형 가닥의 염기는 각각 T·A·C·G이다. 따라서 주어진 5′–AAAAAAUUUUGGGUUG–3′에 대응하는 주형 가닥은 3′–TTTTTTAAAACCCAAC–5′이다. 선지는 상보적인 염기를 나열하면서 양 끝의 방향을 반대로 표시했다. 한편 DNA의 비주형 가닥인 암호화 가닥은 mRNA의 U를 T로 바꾼 5′–AAAAAATTTTGGGTTG–3′이다.

NoteBase

문 19. 해당과정(glycolysis)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 포도당 1분자는 2분자의 피루브산으로 산화된다.

② 해당 결과 포도당 1분자당 ATP와 NADH가 각각 2분자씩 생성된다.

③ 어떤 탄소도 이산화탄소로 방출되지 않는다.

④ 산소에 의존적으로 일어난다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '산소에 의존적으로 일어난다'는 설명과 달리, 해당과정은 **산소를 직접 사용하지 않는 과정**이다. NAD^+가 재생되어 공급되면 산소가 없는 조건에서도 진행될 수 있다.

선지별 해설

① O: 해당과정에서는 탄소 6개를 가진 포도당 1분자가 탄소 3개를 가진 **피루브산 2분자**로 분해된다. 이 과정에서 포도당에서 유래한 중간 물질이 산화되고, 방출된 전자는 NAD^+에 전달된다.

② O: 포도당 1분자당 ATP 2분자를 먼저 소비하고 이후 ATP 4분자를 생성하므로 **ATP의 순생성량은 2분자**이다. 또한 NAD^+ 2분자가 전자를 받아 NADH 2분자로 환원된다. 따라서 선지의 ATP 2분자는 순생성량을 뜻한다.

③ O: 해당과정에는 탄소를 이산화탄소로 떼어 내는 **탈탄산 반응이 없다**. 포도당의 탄소 6개는 모두 피루브산 2분자에 남으므로 해당과정 자체에서는 이산화탄소가 방출되지 않는다.

④ X: 해당과정은 산소를 반응물로 사용하지 않으므로 **산소에 의존하지 않는다**. 다만 산화 반응에서 전자를 받을 NAD^+는 필요하다. 산소가 없는 조건에서도 발효 등을 통해 NADH가 NAD^+로 재산화되어 공급되면 해당과정이 계속될 수 있다.

NoteBase