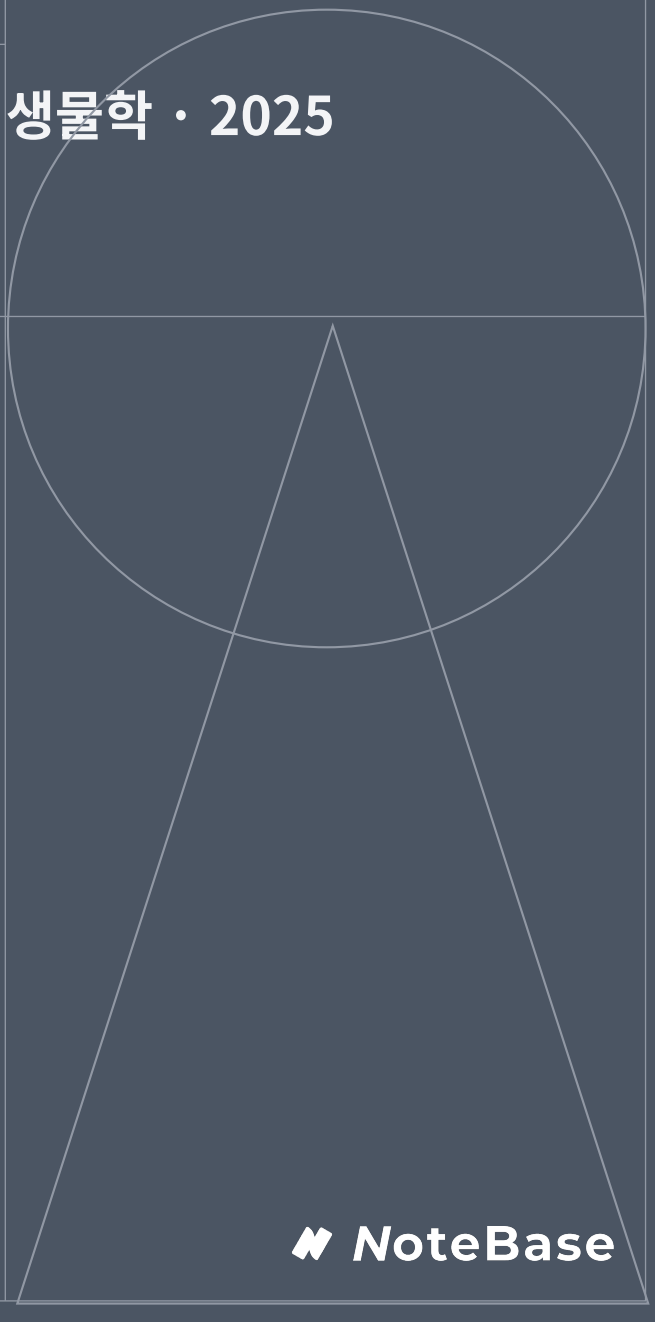
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 수의미생물학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 수의미생물학 · 2025

공무원/서울시/7급 · 수의미생물학 · 2025

문 1. 원핵세포(prokaryotic cell)의 특징에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 리보솜을 보유하고 있지 않다.

② 미토콘드리아를 보유하고 있지 않다.

③ 대부분 단일 원형 유전체를 가지고 있다.

④ 핵막이 존재하지 않는다.

정답 1번

출제 포인트

원핵세포(prokaryotic cell)의 주요 특징을 진핵세포와 구별하여 옳지 않은 설명을 고르는 문항이다. 발문이 '옳지 않은 것'이므로, 원핵세포에 실제로 해당하지 않는 설명을 찾아야 한다.

핵심 개념

원핵세포는 핵막이 없고, 막으로 둘러싸인 세포소기관(미토콘드리아, 엽록체, 소포체 등)이 없다. 그러나 리보솜은 예외로, 원핵세포에도 반드시 존재한다. 원핵세포의 리보솜은 70S(소단위 30S + 대단위 50S)로, 진핵세포의 80S 리보솜보다 작다. 유전체는 대부분 단일 원형 DNA로 세포질에 노출되어 있다(핵양체 nucleoid).

선지별 해설

① 리보솜을 보유하고 있지 않다. → X(틀린 설명, 정답). 원핵세포는 리보솜을 반드시 보유한다. 리보솜은 단백질 합성 장소로, 막 구조를 갖지 않으므로 원핵세포에도 존재한다. 원핵세포의 리보솜은 70S이다.
② 미토콘드리아를 보유하고 있지 않다. → O(옳은 설명). 미토콘드리아는 막으로 싸인 세포소기관으로, 원핵세포에는 존재하지 않는다.
③ 대부분 단일 원형 유전체를 가지고 있다. → O(옳은 설명). 원핵세포의 염색체는 대부분 하나의 원형 이중가닥 DNA로 핵양체 영역에 위치한다.
④ 핵막이 존재하지 않는다. → O(옳은 설명). 핵막 부재는 원핵세포를 정의하는 가장 기본적인 특징이다.

NoteBase

오답 포인트

리보솜을 '막 구조 세포소기관'과 혼동하면 ①을 옳은 설명으로 잘못 판단하게 된다. 원핵세포에 없는 것은 '막으로 둘러싸인 세포소기관'이며, 리보솜은 막이 없으므로 예외적으로 존재한다.
미토콘드리아·소포체·골지체·핵막은 없고, 리보솜·세포막·세포벽(대부분)·플라스미드는 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

원핵세포 특징 문항에서 '리보솜'이 선지에 등장하면, 리보솜은 막 구조가 아니므로 원핵·진핵 세포 모두에 존재한다는 점을 바로 떠올린다. '없는 것'의 기준은 막(membrane)이다. 막으로 싸인 소기관 → 원핵세포에 없다. 리보솜 → 원핵세포에 있다(70S).

암기 포인트

원핵세포에 있는 것: 리보솜(70S), 세포막, 세포벽(펩티도글리칸), DNA(원형 단일), 플라스미드(일부).
원핵세포에 없는 것: 핵막, 미토콘드리아, 소포체, 골지체, 엽록체, 80S 리보솜. '막이 있으면 없다, 막이 없으면 있다'는 원칙으로 리보솜만 예외로 외워 둔다.

NoteBase

문 2. 세균 표면에 짧고 가는 털과 같은 구조물로, 세균의 부착 및 유전 물질 교환(접합) 등 다양한 기능을 수행하는 구조물에 해당하는 것은?

① Flagella

② Pili

③ Capsule

④ Peptidoglycan cell wall

정답 2번

출제 포인트

세균 표면에 존재하는 짧고 가는 털 모양 구조물로서 부착과 유전 물질 교환(접합) 기능을 동시에 수행하는 구조물을 정확히 식별하는 문항이다.

핵심 개념

Pili(선모)는 세균 표면에 있는 짧고 가는 단백질 돌기로, 크게 두 가지 역할을 한다. 첫째, 숙주세포나 무생물 표면에 부착하는 역할이다. 둘째, 성선모(sex pilus, F-pilus)를 통해 공여 세균과 수용 세균 사이에 플라스미드 등 유전 물질을 전달하는 접합(conjugation)에 관여한다. Flagella(편모)는 훨씬 길고 회전 운동으로 세균의 이동성을 담당하는 구조물이다. Capsule(협막)은 세포벽 바깥의 다당류 층으로 숙주 면역 회피와 건조 방지에 관여한다. Peptidoglycan cell wall(펩티도글리칸 세포벽)은 세균 형태를 유지하는 구조층이다.

선지별 해설

① Flagella — 오답. 편모는 길고 채찍 모양의 구조물로 세균의 운동성(이동)을 담당한다. 부착이나 유전 물질 교환 기능은 수행하지 않으므로 발문의 설명에 해당하지 않는다.
② Pili — 정답. 짧고 가는 털 모양의 단백질 구조물로, 숙주 세포 부착과 접합에 의한 유전 물질 교환이라는 두 기능을 모두 수행한다. 발문의 '짧고 가는 털', '부착', '유전 물질 교환(접합)'이 모두 Pili의 특성과 일치한다.
③ Capsule — 오답. 협막은 세포벽 외부를 감싸는 점액성 다당류 층이다. 털 모양 구조물이 아니며 부착·접합 기능과 무관하다.
④ Peptidoglycan cell wall — 오답. 펩티도글리칸 세포벽은 세균의 구조적 강도를 부여하는 층이다. 털 모양 돌기 구조물이 아니며 부착·접합 기능과 무관하다.

오답 포인트

Flagella와 Pili를 혼동하는 것이 가장 흔한 오류이다. 두 구조물 모두 세균 표면에 존재하는 돌기형 구조물이지만, Flagella는 길고 운동성 전용인 반면 Pili는 짧고 부착·접합 기능을 담당한다는 점에서 명확히 구별된다. '짧고 가는'이라는 서술과 '유전 물질 교환(접합)'이라는 기능이 함께 나오면 Pili가 정답이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

세균 구조물 문제에서 '부착'과 '접합(유전 물질 교환)'이 동시에 등장하면 Pili를 정답으로 판단한다. '운동성'이 핵심이면 Flagella, '면역 회피·건조 방지'가 핵심이면 Capsule이 정답이다.

암기 포인트

Pili = 짧은 털 + 부착 + 접합(유전자 교환). Flagella = 긴 채찍 + 운동. Capsule = 다당류 층 + 면역 회피. 세 구조물의 형태와 기능을 각각 한 쌍으로 묶어 기억해 둔다.

NoteBase

문 3. 세균의 세포벽에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 그람음성균의 펩티도글리칸은 매우 두껍고 단단한 구조를 형성한다.

② 포도상구균(Staphylococcus aureus)의 세포벽에는 테이코산(teichoic acid)이 포함되어 있다.

③ 펩티도글리칸은 주로 지질과 당으로 구성된 막성 구조이다.

④ 페니실린은 펩티도글리칸을 손상시키지 못한다.

정답 2번

출제 포인트

세균 세포벽의 주요 구성 성분인 펩티도글리칸의 특성, 그람양성균과 그람음성균의 세포벽 구조 차이, 테이코산(teichoic acid)의 존재 위치, 페니실린의 작용 기전을 종합적으로 묻는 문항이다.

핵심 개념

펩티도글리칸: N-아세틸무라민산(NAM)과 N-아세틸글루코사민(NAG)이 교대로 연결된 당 사슬에 짧은 펩타이드 곁사슬이 결합된 격자 구조이다. 지질은 포함되지 않으며 막성 구조도 아니다.

그람양성균 세포벽: 펩티도글리칸 층이 두껍고(20~80 nm) 단단하다. 테이코산(wall teichoic acid, lipoteichoic acid)을 함유한다. 외막(outer membrane)은 없다.

그람음성균 세포벽: 펩티도글리칸 층이 얇고(2~7 nm), 외막이 존재하며 외막에 지질다당류(LPS)가 있다. 테이코산은 없다.

테이코산(teichoic acid): 그람양성균 세포벽에서 발견되는 인산화 다당류 중합체이다. Staphylococcus aureus는 그람양성균이므로 테이코산을 함유한다.

페니실린: 세포벽 합성 마지막 단계인 펩티도글리칸 교차결합(transpeptidation)을 억제하여 세균 세포벽 합성을 방해한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 그람음성균의 펩티도글리칸 층은 얇다(2~7 nm). 두껍고 단단한 펩티도글리칸 구조는 그람양성균의 특징이다. 선지에서 '그람음성균'을 '그람양성균'으로 바꾸어야 옳다.
② O — Staphylococcus aureus는 대표적인 그람양성균이다. 그람양성균 세포벽에는 wall teichoic acid와 lipoteichoic acid가 포함되어 있으므로 옳은 설명이다.
③ X — 펩티도글리칸은 당(NAM·NAG)과 아미노산 펩타이드로 구성된 격자 구조이다. '지질과 당으로 구성된 막성 구조'라는 설명은 옳지 않다. 지질 이중층으로 된 막성 구조는 세포막이나 외막에 해당한다.
④ X — 페니실린은 펩티도글리칸 합성 효소(transpeptidase, PBP)를 억제하여 세포벽 합성을 방해하므로, 펩티도글리칸을 손상시키지 못한다는 설명은 옳지 않다.

오답 포인트

①번은 그람양성균과 그람음성균의 역할을 뒤바꾼 전형적인 함정이다. 시험에서 '그람음성균의 펩티도글리칸이 두껍다'는 표현이 나오면 즉시 오답으로 판정한다.
③번은 '펩티도글리칸=막성 구조'라는 혼동을 유도한다. 펩티도글리칸은 격자(망상) 구조이며, 막성 구조는 인지질 이중층으로 된 세포막이나 외막이다.
④번은 페니실린의 기전을 반대로 기술한 함정이다. 페니실린은 세포벽(펩티도글리칸) 합성을 억제하므로 펩티도글리칸에 직접 작용하는 항생제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

세포벽 관련 문항은 먼저 그람양성/음성 구분을 확정한 뒤, 각 특징(두꺼운 펩티도글리칸=양성, 얇은 펩티도글리칸+외막+LPS=음성, 테이코산=양성만)을 대입한다. 테이코산 보유 여부를 물으면 반드시 그람양성균임을 확인하고 답한다. 페니실린 기전은 '펩티도글리칸 합성 억제'로 고정해 둔다.

암기 포인트

그람양성균 세포벽: 두꺼운 펩티도글리칸 + 테이코산(wall teichoic acid / lipoteichoic acid), 외막 없음.
그람음성균 세포벽: 얇은 펩티도글리칸 + 외막(LPS 포함), 테이코산 없음.
Staphylococcus aureus = 그람양성 포도상구균 → 테이코산 보유.
페니실린 = transpeptidase(PBP) 억제 → 펩티도글리칸 교차결합 차단 → 세포벽 합성 방해.

NoteBase

문 4. 세균의 독소에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 세균의 외독소는 주로 단백질 성분으로 구성된다.

② 열 또는 화학물질로 외독소를 불활화시킨 것을 toxoid라고 한다.

③ 외독소는 해당 세균이 죽어 세포벽이 파괴되면서 유출된다.

④ 독혈증(toxemia)은 혈액에 독소가 존재하는 상태를 의미한다.

정답 3번

출제 포인트

외독소(exotoxin)와 내독소(endotoxin)의 생물학적 특성 차이를 정확히 구분하는 문제이다. 특히 독소가 세균 밖으로 방출되는 방식(분비 vs 세포 파괴)을 기준으로 두 독소를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

외독소(exotoxin): 살아 있는 세균이 증식하면서 세포 밖으로 능동적으로 분비하는 독소이다. 주성분은 단백질이며, 열과 화학물질에 불안정하다. 주로 그람양성균이 생산하나 그람음성균도 일부 생산한다.

내독소(endotoxin): 그람음성균 세포벽 외막의 지질다당류(LPS, lipopolysaccharide)로 구성된다. 세균이 죽거나 세포벽이 파괴될 때 방출된다. 열에 안정적이고 단백질 성분이 아니다.

toxoid: 외독소를 열 또는 포르말린 같은 화학물질로 처리하여 독성(독력)은 제거하되 항원성은 유지시킨 제제이다. 능동면역(백신) 용도로 사용된다.

독혈증(toxemia): 세균이 생산한 독소가 혈액 내에 존재하는 상태이다. 균혈증(bacteremia, 혈액에 균이 존재)과는 구별된다.

선지별 해설

① (O) 외독소는 주로 단백질 성분으로 구성된다. 단백질이므로 열·산·효소에 불안정하고, 항원성이 강하며 toxoid 제조가 가능하다. 올바른 설명이다.
② (O) 열 또는 화학물질(포르말린 등)로 외독소를 불활화(무독화)하여 항원성만 남긴 것을 toxoid라고 한다. 파상풍·디프테리아 백신이 대표적이다. 올바른 설명이다.
③ (X) '외독소'가 세균이 죽어 세포벽이 파괴되면서 유출된다는 설명은 틀렸다. 세균이 죽어 세포벽이 파괴될 때 방출되는 것은 '내독소(LPS)'이다. 외독소는 살아 있는 세균이 분비(secretion)하는 형태로 방출된다. 틀린 설명이다.
④ (O) 독혈증(toxemia)은 혈액 내에 독소가 존재하는 상태를 의미한다. 균 자체가 혈액에 존재하는 균혈증(bacteremia)과 구별되는 개념으로, 올바른 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

③번은 외독소의 특성을 내독소의 특성으로 바꿔 놓은 전형적인 혼동 함정이다. '세균이 죽으면서 방출'이라는 표현을 보면 즉시 내독소(LPS)를 떠올려야 한다. 외독소는 살아 있는 세균이 능동적으로 분비한다는 점이 핵심 구별 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

독소 관련 문제에서는 방출 방식을 기준으로 먼저 분류한다. '분비(secretion)·살아있는 균·단백질'이면 외독소, '세균 사멸·세포벽 파괴·LPS·지질다당류'이면 내독소로 판정한다. toxoid는 반드시 외독소에서만 제조된다는 점도 함께 확인한다.

암기 포인트

외독소: 살아있는 균 분비 / 단백질 / 열에 불안정 / toxoid 제조 가능 / 항원성 강함
내독소: 균 사멸 시 방출 / LPS(지질다당류) / 열에 안정 / toxoid 불가
toxoid = 외독소의 독력(毒力) 제거 + 항원성 보존
toxemia(독혈증) = 혈액 속 독소 존재 / bacteremia(균혈증) = 혈액 속 세균 존재

NoteBase

문 5. 동물 바이러스에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 모든 바이러스는 외피(envelope)로 둘러싸여 있다.

② 핵산은 capsid로 보호된다.

③ Capsid는 capsomere로 구성된다.

④ 비리온(virion)은 숙주세포 밖에 존재하고 있는 완성된 바이러스 입자로, 감염성이 있다.

정답 1번

출제 포인트

바이러스의 구조적 특성 중 외피(envelope) 유무, capsid·capsomere의 관계, virion의 정의를 구분하는 문항이다. '모든 바이러스'처럼 절대적 표현이 포함된 선지가 함정이다.

핵심 개념

외피(envelope): 숙주세포 유래 지질이중층 막. 바이러스에 따라 있는 것(외피 바이러스)과 없는 것(비외피 바이러스·naked virus)으로 나뉜다.
Capsid: 바이러스 핵산(게놈)을 직접 감싸 보호하는 단백질 껍질.
Capsomere: capsid를 구성하는 단백질 서브유닛. 여러 capsomere가 조립되어 capsid를 형성한다.
Virion: 숙주세포 밖에 존재하는, 완전히 조립된 성숙 바이러스 입자. 감염능을 갖는다.

선지별 해설

① (X) 모든 바이러스가 외피(envelope)를 가지는 것은 아니다. 바이러스는 외피 유무에 따라 외피 바이러스(enveloped virus: influenza, herpes, HIV 등)와 비외피 바이러스(naked virus: parvovirus, adenovirus, picornavirus 등)로 구분된다. '모든'이라는 표현이 틀린 핵심이다.
② (O) 핵산(게놈)은 capsid로 둘러싸여 보호된다. 이것이 capsid의 기본 기능이다.
③ (O) Capsid는 capsomere라는 단백질 서브유닛들이 규칙적으로 조립되어 만들어진 구조물이다.
④ (O) Virion은 숙주세포 밖에서 완전히 조립된 상태로 존재하는 성숙 바이러스 입자이며, 다른 숙주세포를 감염시킬 수 있는 감염성을 가진다.

오답 포인트

①의 '모든(all)'이라는 절대 수식어가 함정이다. envelope 유무는 바이러스 분류의 핵심 기준 중 하나이므로, 외피 없는 naked virus가 반드시 존재한다는 사실을 알고 있어야 선지를 즉시 틀린 것으로 판단할 수 있다.
②③④는 교과서적 정의를 그대로 서술한 올바른 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

바이러스 구조 문항에서 '모든 바이러스는 ~를 가진다'는 절대 표현이 보이면 가장 먼저 반례를 떠올린다. Envelope 유무, RNA/DNA 여부, 단일/이중 가닥 여부 등은 바이러스마다 다르므로, '모든'이 붙으면 틀릴 가능성이 높다. Capsid·capsomere·virion의 정의는 표준 정의를 그대로 확인한다.

암기 포인트

외피 바이러스(enveloped): influenza, herpes, HIV, coronavirus 등 — 지질막 보유.
비외피 바이러스(naked): adenovirus, parvovirus, picornavirus(구제역·폴리오 포함) 등 — capsid만 있음.
Capsomere → (조립) → Capsid → (핵산 포장) → Nucleocapsid → (+envelope 또는 그대로) → Virion.
Virion = 세포 밖 완전 조립 입자 = 감염성 단위.

NoteBase

문 6. 항생제의 작용기전에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① Vancomycin – peptidoglycan의 교차 결합을 억제하여 세포벽 합성을 저해한다.

② Tetracycline – 50S 리보솜 소단위체에 결합하여 단백질 합성을 억제한다.

③ Rifampin – DNA-dependent RNA polymerase와 결합하여 RNA 합성을 억제한다.

④ Trimethoprim – dihydrofolate reductase를 억제하여 엽산 합성을 저해한다.

정답 2번

출제 포인트

주요 항생제(Vancomycin, Tetracycline, Rifampin, Trimethoprim)의 작용 표적과 기전을 정확히 구분하는 문제이다. 특히 Tetracycline이 결합하는 리보솜 소단위체가 30S인지 50S인지를 묻는다.

핵심 개념

Vancomycin: 세포벽 펩티도글리칸 전구체의 D-Ala-D-Ala 말단에 결합 → 교차결합(transpeptidation) 차단 → 세포벽 합성 저해.
Tetracycline: 30S 리보솜 소단위체에 결합 → aminoacyl-tRNA의 A site 결합 차단 → 단백질 합성 억제.
Rifampin(Rifampicin): 세균 DNA-dependent RNA polymerase의 β-서브유닛에 결합 → RNA 전사 억제.
Trimethoprim: dihydrofolate reductase(DHFR) 억제 → 테트라하이드로엽산 생성 차단 → 엽산(folate) 합성 저해.

선지별 해설

① [O] Vancomycin은 peptidoglycan 전구체 말단(D-Ala-D-Ala)에 결합하여 교차결합을 억제함으로써 세포벽 합성을 저해한다. 옳은 설명이다.
② [X] Tetracycline은 30S 리보솜 소단위체에 결합한다. 선지에서 '50S'라고 서술한 것은 틀렸다. 50S 소단위체에 결합하는 항생제는 Macrolide(Erythromycin 등), Chloramphenicol, Clindamycin 등이다.
③ [O] Rifampin은 세균 DNA-dependent RNA polymerase에 결합하여 RNA 합성을 억제한다. 옳은 설명이다.
④ [O] Trimethoprim은 dihydrofolate reductase를 억제하여 엽산 합성을 저해한다. 옳은 설명이다.

오답 포인트

30S vs 50S 리보솜 표적 구분이 핵심이다. Tetracycline·Aminoglycoside(Streptomycin 등)는 30S 표적이고, Macrolide·Chloramphenicol·Lincosamide·Streptogramin은 50S 표적이다. 시험에서 두 숫자를 뒤바꿔 출제하는 것이 전형적인 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

항생제 작용기전 문제에서 리보솜 소단위체 번호가 나오면 30S(Tetracycline, Aminoglycoside)와 50S(Macrolide, Chloramphenicol, Clindamycin)를 먼저 대조한다. 세포벽 계열(Vancomycin, Beta-lactam)과 핵산 합성 억제제(Rifampin, Fluoroquinolone)는 작용 표적이 리보솜이 아니라는 점도 함께 확인한다.

암기 포인트

30S 표적: Tetracycline, Aminoglycoside (T-A, Thirty-Amino로 묶는다).
50S 표적: Macrolide, Chloramphenicol, Clindamycin, Linezolid.
Vancomycin → D-Ala-D-Ala(세포벽 전구체).
Rifampin → RNA polymerase β-서브유닛.
Trimethoprim → dihydrofolate reductase(DHFR) → 엽산 합성 차단.

NoteBase

문 7. 세균의 돌연변이(mutation)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① Point mutation은 전이형(transition)과 교차형(transversion)으로 구분된다.

② Silent mutation은 암호화하고 있는 아미노산의 변화를 유발하지 않는다.

③ Missense mutation은 단백질의 구조 및 성질이 유지되는 보존(conservative) 돌연변이가 될 수 있다.

④ Null mutation이 발생해도 유전자의 기능이 유지된다.

정답 4번

출제 포인트

세균 돌연변이의 종류별 정의와 결과를 구분하는 문제이다. Point mutation의 하위 분류, Silent·Missense·Null mutation의 아미노산·기능 변화 여부를 각각 정확히 알아야 한다.

핵심 개념

Point mutation: 염기 1개가 바뀌는 돌연변이로, 전이형(transition, 퓨린↔퓨린 또는 피리미딘↔피리미딘)과 교차형(transversion, 퓨린↔피리미딘)으로 구분된다.
Silent(동의) mutation: 코돈이 바뀌어도 같은 아미노산을 지정하여 단백질 서열 변화가 없다.
Missense mutation: 코돈이 바뀌어 다른 아미노산이 삽입된다. Conservative missense는 물리화학적 성질이 유사한 아미노산으로 치환되어 단백질 구조·기능이 보존될 수 있다.
Null mutation: 유전자의 기능을 완전히 소실(loss-of-function)시키는 돌연변이로, 해당 유전자가 산물을 전혀 만들지 못하거나 만들더라도 기능이 없는 상태가 된다.

선지별 해설

① O. Point mutation은 전이형(transition)과 교차형(transversion)으로 구분된다는 설명은 옳다.
② O. Silent mutation은 코돈 축퇴성(degeneracy)으로 인해 아미노산 서열이 바뀌지 않으므로, 암호화하는 아미노산의 변화를 유발하지 않는다는 설명은 옳다.
③ O. Missense mutation은 아미노산이 바뀌지만, conservative(보존적) 치환의 경우 유사한 성질의 아미노산으로 교체되어 단백질 구조 및 기능이 유지될 수 있다는 설명은 옳다.
④ X. Null mutation은 유전자의 기능을 완전히 없애는 돌연변이이다. '기능이 유지된다'는 설명은 틀렸다. Null mutation이 발생하면 유전자 기능은 소실된다.

오답 포인트

④번에서 'Null mutation이 발생해도 유전자의 기능이 유지된다'는 표현이 핵심 오류이다. Null은 '기능 없음'을 의미하며, 이 돌연변이가 발생하면 유전자 산물이 생성되지 않거나 완전히 비활성화된다. '유지된다'를 '소실된다'로 바꾸어야 옳은 설명이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

돌연변이 유형 문제가 나오면 각 mutation의 결과(아미노산 변화 여부, 단백질 기능 변화 여부)를 축으로 판단한다. Silent=아미노산 무변화, Missense=아미노산 변화(기능은 경우에 따라 다름), Nonsense=조기 종결, Null=기능 완전 소실로 정리한다. 'Null=기능 유지'는 정의와 정반대이므로 즉시 X로 표시한다.

암기 포인트

Null mutation의 Null은 '0(zero), 기능 없음'을 뜻한다. 기능이 완전히 소실되는 것이 정의이므로 '기능 유지'라는 표현이 나오면 항상 오답이다. Point mutation 하위 분류: transition(동종 염기 간 전환) / transversion(이종 염기 간 전환)은 쌍으로 암기해 둔다.

NoteBase

문 8. 세균의 플라스미드(plasmid)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 플라스미드는 한 세균에서 다른 세균으로 전달될 수 있다.

② 세균의 염색체 DNA와는 독립적으로 복제된다.

③ 플라스미드는 염색체 외부에 존재하는 유전요소이다.

④ 정상적인 환경조건에서 세균이 생존하기 위해 반드시 필요하다.

정답 4번

출제 포인트

플라스미드의 기본 특성(전달 가능성, 독립 복제, 위치, 세균 생존 필수 여부)을 각 선지에서 옳고 그름으로 구분하는 문제이다. 핵심은 플라스미드가 세균 생존에 필수적인지 여부이다.

핵심 개념

플라스미드(plasmid)는 세균의 염색체(nucleoid DNA)와 별개로 존재하는 소형 환형 이중가닥 DNA로, 자체 복제 원점(ori)을 가져 염색체와 독립적으로 복제된다. 접합(conjugation), 형질도입(transduction), 형질전환(transformation) 등의 경로로 세균 간 수평 전달이 가능하다. 항생제 내성, 독소 생산, 대사 능력 부여 등 부가적 형질을 제공하지만, 정상(비선택) 환경조건에서는 플라스미드가 없어도 세균이 생존·증식할 수 있다. 즉, 플라스미드는 세균에 보조적 이점을 주는 요소이지 생존 필수 요소가 아니다.

선지별 해설

① (옳음) 플라스미드는 접합(conjugation) 시 F-플라스미드처럼 성선모(pilus)를 통해, 또는 형질도입·형질전환을 통해 한 세균에서 다른 세균으로 전달될 수 있다.
② (옳음) 플라스미드는 자체 복제 원점(ori)을 가지므로 세균 염색체 DNA와 독립적으로 복제된다. 복제 수(copy number)는 플라스미드 종류에 따라 다르다.
③ (옳음) 플라스미드는 세균의 핵 영역(nucleoid) 외부에 존재하는 염색체 외 유전요소(extrachromosomal genetic element)이다.
④ (틀림) 플라스미드는 정상적인 환경조건에서 세균 생존에 반드시 필요하지 않다. 플라스미드가 없는 세균도 정상 환경에서 생존·증식할 수 있다. 항생제가 존재하는 등 선택압이 가해질 때만 내성 플라스미드 보유가 생존에 유리해질 뿐이다. "반드시 필요하다"는 표현이 틀린 부분이다.

오답 포인트

④번에서 "정상적인 환경조건"과 "반드시 필요하다"는 두 조건이 함께 있을 때 틀린 선지가 된다. 플라스미드가 생존에 유리한 형질을 부여하는 것은 맞지만, 필수(essential) 여부는 다른 개념이다. 필수 유전정보는 염색체에 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

플라스미드 관련 선지에서 "생존에 필수", "없으면 사멸" 등의 표현이 나오면 틀린 선지로 판단한다.
플라스미드는 부가적 이점을 주는 요소이지 필수 생존 요소가 아니다. 반대로 "독립 복제", "세균 간 전달", "염색체 외부 존재"는 모두 플라스미드의 옳은 특성이다.

암기 포인트

플라스미드 4대 특성: (1) 환형 이중가닥 DNA, (2) 자체 ori로 염색체와 독립 복제, (3) 염색체 외부 존재, (4) 세균 간 수평 전달 가능. 그리고 결정적 구분: 플라스미드는 생존 부가 요소(accessory element)이지 생존 필수 요소(essential element)가 아니다.

NoteBase

문 9. 바이러스의 정량을 위해 사용되는 단위로 가장 옳지 않은 것은?

① 50% egg infective dose(EID_{50})

② 50% tissue culture infectious dose($TCID_{50}$)

③ Colony-forming unit(CFU)

④ Plaque-forming unit(PFU)

정답 3번

출제 포인트

바이러스 정량에 사용되는 단위(EID_{50}, $TCID_{50}$, PFU)와 세균 정량에 사용되는 단위(CFU)를 구별하는 문항이다.

핵심 개념

EID_{50}(50% egg infective dose): 발육란(계란)에 접종하여 50%를 감염·치사시키는 최소 바이러스 양으로, 인플루엔자 등 조류 적응 바이러스 정량에 사용된다.
$TCID_{50}$(50% tissue culture infectious dose): 조직배양 세포의 50%를 감염·변성시키는 바이러스 양으로, 세포병변효과(CPE) 관찰로 역가를 산출한다.
PFU(plaque-forming unit): 단층 세포배양에서 바이러스가 세포를 용해시켜 형성하는 투명한 반점(플라크) 하나가 1 PFU에 해당하며 바이러스 입자 수를 직접 반영한다.
CFU(colony-forming unit): 고체배지에서 단일 세균 또는 세균 덩어리가 형성하는 집락 하나를 1 CFU로 계수하는 세균·진균 정량 단위로, 바이러스에는 적용되지 않는다.

선지별 해설

① EID_{50} — 바이러스 정량 단위로 옳다. 발육란 접종계(egg inoculation system)를 이용해 바이러스 역가를 측정한다.
② $TCID_{50}$ — 바이러스 정량 단위로 옳다. 세포배양에서 CPE가 50%에 나타나는 희석 배수로부터 Reed-Muench법 등으로 역가를 계산한다.
③ CFU — 옳지 않다. CFU는 세균(또는 진균) 집락 형성 단위로, 바이러스는 세포 내 절대 기생체이므로 독립 집락을 형성하지 않는다. 바이러스 정량 단위로 사용할 수 없다.
④ PFU — 바이러스 정량 단위로 옳다. 플라크 어세이(plaque assay)는 바이러스 농도를 정밀하게 정량하는 표준 방법이다.

오답 포인트

CFU는 일상적으로 미생물 전반에서 접하는 단위라 바이러스에도 쓸 수 있다고 혼동하기 쉽다. 바이러스는 숙주 세포 없이 독립 증식하지 못하므로 집락(colony)을 형성하지 않으며, CFU는 바이러스 정량 단위가 될 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

바이러스 정량 단위 문제가 나오면 EID_{50}·$TCID_{50}$·PFU·LD_{50}(치사량) 계열은 바이러스 또는 독소에 쓰이고, CFU는 세균·진균에만 쓰인다고 즉시 구분한다. 선지 중 CFU가 포함되면 '바이러스 정량'과 무관하므로 옳지 않은 것을 고르는 문제에서 정답 후보가 된다.

암기 포인트

바이러스 정량 3종 세트: EID_{50}(발육란) / $TCID_{50}$(조직배양) / PFU(플라크). CFU는 세균·진균 전용 단위로, 바이러스와 연결하면 오답이다.

NoteBase

문 10. 세포질내 봉입체(cytoplasmic inclusions)를 형성하는 바이러스로 가장 옳지 않은 것은?

① Poxvirus
② Rabies virus
③ Reovirus
④ Herpesvirus

정답 4번

출제 포인트

바이러스별 봉입체(inclusion body)의 형성 위치(세포질 vs 핵)를 구별하는 문제이다. Herpesvirus는 핵 내에서 복제하며 핵내 봉입체를 형성하므로 세포질내 봉입체를 형성하는 바이러스에 해당하지 않는다.

핵심 개념

봉입체(inclusion body)는 바이러스 감염 세포 내에 형성되는 바이러스 증식 부위 또는 그 잔유물이다. 형성 위치에 따라 세포질 봉입체(cytoplasmic inclusion)와 핵내 봉입체(intranuclear inclusion)로 나뉜다.

세포질 봉입체 형성 바이러스: Poxvirus(Guarnieri body), Rabies virus(Negri body), Reovirus 등이 대표적이다.
핵내 봉입체 형성 바이러스: Herpesvirus(Cowdry A형 봉입체), Adenovirus 등이 대표적이다.

선지별 해설

① Poxvirus — O. Poxvirus는 세포질에서 복제하며 세포질 봉입체(Guarnieri body)를 형성한다. 세포질내 봉입체 형성 바이러스가 맞다.
② Rabies virus — O. Rabies virus는 신경 세포의 세포질에 Negri body(네그리 소체)라는 특징적인 세포질 봉입체를 형성한다. 세포질내 봉입체 형성 바이러스가 맞다.
③ Reovirus — O. Reovirus는 이중가닥 RNA 바이러스로 세포질에서 복제하며 세포질 봉입체를 형성한다. 세포질내 봉입체 형성 바이러스가 맞다.
④ Herpesvirus — X. Herpesvirus는 이중가닥 DNA 바이러스로 핵 내에서 복제하며 핵내 봉입체(Cowdry A형 봉입체)를 형성한다. 세포질 봉입체가 아닌 핵내 봉입체를 형성하므로 이 문항의 정답(옳지 않은 것)이다.

오답 포인트

Herpesvirus를 세포질 봉입체 형성 바이러스로 혼동하기 쉽다. Herpesvirus는 핵막을 이용해 핵에서 출아(budding)하는 특성상 핵 내에서 증식하며, 봉입체도 핵에 형성된다(핵내 봉입체, Cowdry A형). Poxvirus는 DNA 바이러스임에도 세포질에서 복제하는 예외적인 경우여서, DNA=핵내 복제라는 단순 공식으로 판단하면 실수할 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

봉입체 위치 문제는 '어디서 복제하는가'를 기준으로 판단한다. Poxvirus는 DNA 바이러스지만 세포질 복제·세포질 봉입체라는 예외를 기억해 두고, Herpesvirus는 핵내 복제·핵내 봉입체(Cowdry A형)임을 확인한다. Rabies virus의 Negri body는 세포질 봉입체의 대표 예시로 자주 출제된다.

암기 포인트

세포질 봉입체: Poxvirus(Guarnieri body) / Rabies virus(Negri body) / Reovirus
핵내 봉입체: Herpesvirus(Cowdry A형) / Adenovirus
Poxvirus는 DNA 바이러스이지만 세포질에서 복제하는 유일한 대형 DNA 바이러스임을 함께 기억해 둔다.

문 11. <보기>와 같은 특성을 모두 가지고 있는 alphavirus 속(genus) 바이러스에 해당하는 것은?

<보기>
• 주로 절지동물이 매개한다.
• 바이러스의 구조 단백질은 subgenomic mRNA를 통하여 합성된다.
• 유전체 RNA는 감염력이 있고 복제는 세포질에서 일어난다.

① Eastern equine encephalitis virus
② West Nile virus
③ Porcine reproductive and respiratory virus
④ Feline infectious peritonitis virus

정답 1번

출제 포인트

Alphavirus 속(genus)의 세 가지 핵심 특성—절지동물 매개, subgenomic mRNA를 통한 구조 단백질 합성, 세포질 복제 및 감염성 유전체 RNA—을 모두 충족하는 바이러스를 선별하는 문제다. 과(family)와 속(genus)을 혼동하지 않는 것이 핵심이다.

핵심 개념

Alphavirus는 Togaviridae과에 속하는 (+)ssRNA 바이러스다. ① 절지동물(주로 모기)이 매개하는 아르보바이러스(arbovirus)다. ② 유전체(genomic) RNA에서 먼저 비구조 단백질(non-structural protein)을 번역하고, 이후 별도로 전사된 subgenomic mRNA(26S mRNA)에서 구조 단백질(캡시드·외피 당단백질)을 합성한다. ③ (+)ssRNA이므로 유전체 RNA 자체가 mRNA로 기능하여 감염력이 있고, 복제는 핵이 아닌 세포질에서 일어난다.

NoteBase

선지별 해설

① Eastern equine encephalitis virus (EEEV) — O. Togaviridae과 Alphavirus 속이며, 모기가 매개한다. subgenomic mRNA(26S RNA)로 구조 단백질을 합성하고, 유전체 RNA는 감염력이 있으며 복제는 세포질에서 일어난다. 보기 세 조건을 모두 충족한다.
② West Nile virus — X. Flaviviridae과 Flavivirus 속으로 Alphavirus 속이 아니다. 구조 단백질은 subgenomic mRNA가 아닌 단일 폴리프로테인(polyprotein)을 프로테아제로 절단하여 생성한다.
③ Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) — X. Arteriviridae과 Arterivirus 속으로 Alphavirus 속이 아니다. 절지동물 매개도 아니며 직접 접촉·비말로 전파된다.
④ Feline infectious peritonitis virus (FIPV) — X. Coronaviridae과 Alphacoronavirus 속으로, 이름에 'Alpha'가 포함되지만 Togaviridae의 Alphavirus 속과는 전혀 다른 분류다. 코로나바이러스는 subgenomic mRNA를 사용하지만 Alphavirus의 26S mRNA 전략과 기전이 다르고, 절지동물 매개가 아니다.

오답 포인트

West Nile virus는 모기 매개 아르보바이러스라는 점에서 보기 조건 ①과 겹쳐 보이나, Flavivirus 속이라 Alphavirus 속 조건을 충족하지 않는다. Alphacoronavirus(FIPV)는 'Alpha'라는 단어 때문에 Alphavirus와 혼동하기 쉬우나 전혀 다른 과(family)에 속한다.

다시 나오면 이렇게 판단

Alphavirus 속 여부를 확인할 때는 Togaviridae과 소속인지 먼저 확인한다. 대표 바이러스로 EEEV, WEEV(Western equine encephalitis virus), VEEV(Venezuelan equine encephalitis virus), Sindbis virus, Semliki Forest virus가 있다. subgenomic mRNA 전략(26S mRNA)과 세포질 복제는 Alphavirus의 고유 특징이며, 이 두 가지가 동시에 언급되면 Alphavirus를 우선 떠올린다.

암기 포인트

Alphavirus = Togaviridae과 / (+)ssRNA / 절지동물(모기) 매개 / subgenomic 26S mRNA → 구조 단백질 / 유전체 RNA 자체 감염력 있음 / 세포질 복제. 대표 병원체: EEEV·WEEV·VEEV(말뇌염), Sindbis, Chikungunya.

NoteBase

문 12. 소에 감염되어 태아 사망(fetal death), 유산을 일으킬 수 있는 바이러스로 가장 옳지 않은 것은?

① Japanese encephalitis virus
② Schmallenberg virus
③ Infectious bovine rhinotracheitis virus
④ Bovine viral diarrhea virus

정답 1번

출제 포인트

소에서 태아 사망·유산을 일으키는 바이러스를 구분하는 문제이다. 일본뇌염 바이러스(JEV)는 소가 아닌 돼지·말에서 번식장애(태아사망·사산·유산)를 유발하는 바이러스임을 알고 있어야 한다.

핵심 개념

일본뇌염 바이러스(JEV, Japanese encephalitis virus): 일본뇌염 바이러스는 모기(Culex속)가 매개하는 플라비바이러스로, 번식장애는 주로 돼지와 말에서 나타난다. 수태지에서 정액 이상, 임신 돼지에서 유산·사산·미라화가 잘 알려져 있으나, 소에서 태아 사망·유산을 일으킨다는 근거는 없다.

Schmallenberg virus(SBV): 오르토부냐바이러스과에 속하며 소·양·염소에서 유산, 태아 기형(arthrogryposis, hydranencephaly), 사산을 유발한다.

Infectious bovine rhinotracheitis virus(BHV-1, IBR 바이러스): 소헤르페스바이러스 1형으로, 임신 소에서 유산을 유발하는 주요 원인 중 하나이다. 감염 후 수주 내에 유산이 발생할 수 있다.

Bovine viral diarrhea virus(BVDV): 플라비바이러스과 페스티바이러스속으로, 임신 초기 감염 시 태아 사망·유산·지속감염(PI) 송아지 출산을 일으키는 대표적인 소 번식장애 바이러스이다.

선지별 해설

① Japanese encephalitis virus — 옳지 않은 것(정답). 일본뇌염 바이러스는 소에서 태아 사망·유산을 일으키지 않는다. 번식장애 숙주는 돼지(유산·사산·미라화)와 말이며, 소는 혈청학적 감염은 확인되나 번식장애 발생은 인정되지 않는다.
② Schmallenberg virus — 옳다. SBV는 소·양·염소에서 태아 기형·유산·사산을 유발한다고 확립되어 있다.
③ Infectious bovine rhinotracheitis virus — 옳다. BHV-1(IBR 바이러스)은 임신 소에서 유산을 일으키는 주요 원인 바이러스이다.
④ Bovine viral diarrhea virus — 옳다. BVDV는 소에서 태아 사망, 유산, 지속감염 송아지 등 다양한 번식장애를 일으킨다.

NoteBase

오답 포인트

일본뇌염 바이러스는 '일본뇌염'이라는 이름 때문에 뇌염만 떠올리기 쉬우나, 돼지에서의 번식장애(유산·사산)로도 유명하다. 이때 '소'와 '돼지'를 혼동해 ①을 맞는 선지로 착각하지 않도록 주의한다. 숙주 종별 병원성 차이가 이 문항의 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

소에서 유산·태아 사망을 일으키는 바이러스를 묻는 문제가 나오면 BVDV·BHV-1·SBV·BVDV-2·Bovine herpesvirus 4·Akabane virus 등을 떠올린다. 일본뇌염 바이러스는 소 번식장애 목록에 포함되지 않으며, 돼지 번식장애 바이러스로 분류한다.

암기 포인트

JEV 번식장애 숙주 = 돼지·말 (소는 해당 없음). 소 유산 대표 바이러스 3종 = BVDV·BHV-1(IBR)·SBV. 이 구분을 고정값으로 외워 둔다.

NoteBase

문 13. Retrovirus의 증식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 증식에 필요한 역전사 효소(reverse transcriptase)는 바이러스가 숙주세포에 감염된 후, 감염된 세포 내에서 가장 먼저 합성된다.

② 감염 후 역전사 효소에 의하여 생성된 cDNA는 long terminal repeats를 포함한다.

③ 숙주세포의 염색체로 삽입된 viral cDNA를 provirus라고 한다.

④ 감염된 세포의 RNA polymerase II에 의하여 viral transcripts가 생성된다.

정답 1번

출제 포인트

레트로바이러스(Retrovirus)의 증식 과정에서 역전사 효소(reverse transcriptase)의 기원과 역할, cDNA 구조, provirus 개념, 전사에 관여하는 효소를 정확히 구분하는 문제이다.

핵심 개념

레트로바이러스는 RNA 게놈을 가지며, 증식 시 역전사 효소를 이용해 RNA→DNA(cDNA)→이중가닥 DNA 순으로 역전사한다. 생성된 이중가닥 DNA 양 끝에는 LTR(long terminal repeats)가 위치한다. 이 DNA가 숙주 염색체에 삽입된 형태를 provirus라 하며, provirus에서의 전사는 숙주세포의 RNA polymerase II가 담당한다. 핵심은 역전사 효소가 '감염 후 새로 합성되는 것'이 아니라 바이러스 입자(virion) 내부에 이미 패키징되어 들어온다는 점이다.

선지별 해설

① (☒) 역전사 효소는 바이러스 입자(virion) 안에 이미 포함된 채로 숙주세포에 진입한다. 감염 직후 세포질에서 즉시 역전사를 시작하므로, '감염된 세포 내에서 가장 먼저 합성된다'는 설명은 틀렸다. 올바른 설명: 역전사 효소는 바이러스 입자에 패키징되어 있어 감염과 동시에 세포 내로 공급된다.
② (○) 역전사 효소에 의해 만들어진 이중가닥 바이러스 cDNA는 양 끝에 LTR(long terminal repeats)를 포함한다. LTR은 프로모터, 인핸서 등 조절 서열을 담고 있어 전사 조절에 중요하다.
③ (○) 숙주세포 염색체에 삽입된 바이러스 cDNA(이중가닥)를 provirus라 한다. 이 상태에서 바이러스 게놈은 숙주 게놈의 일부처럼 복제·유지된다.
④ (○) Provirus에서 바이러스 RNA transcript 합성은 숙주세포의 RNA polymerase II가 담당한다. 바이러스는 별도의 RNA polymerase를 갖지 않고 숙주 효소를 이용한다.

오답 포인트

①에서 '합성된다'는 표현이 함정이다. 역전사 효소는 레트로바이러스 입자 내에 미리 패키징되어 있으며, 감염 후 새롭게 만들어지는 것이 아니다. 반면 단순헤르페스바이러스 등 일부 DNA 바이러스의 경우 효소가 감염 후 새로 합성되기도 하므로, 레트로바이러스의 특성과 혼동하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

레트로바이러스 관련 문제에서 '역전사 효소가 언제, 어디서 만들어지는가'를 물으면 '바이러스 입자에 패키징되어 처음부터 존재한다'는 점을 떠올린다. '감염 후 합성' 또는 '세포 내에서 처음 만들어진다'는 표현이 나오면 틀린 선지임을 즉시 판단한다. LTR 포함 여부, provirus 정의, RNA pol II 사용 여부는 모두 옳은 내용이다.

암기 포인트

레트로바이러스 증식 핵심 흐름: 바이러스 RNA 게놈 + virion 내 역전사 효소 → 세포질에서 cDNA(+LTR) 합성 → 이중가닥 DNA → 핵 내 삽입(provirus) → 숙주 RNA pol II로 전사 → 바이러스 RNA/단백질 생산. 역전사 효소는 'virion-associated', 즉 바이러스가 갖고 들어온다는 점을 공식처럼 외워 둔다.

NoteBase

문 14. <보기>에서 제시된 바이러스들의 공통적인 특성으로 가장 옳은 것은?

<보기>
• Bluetongue virus
• Infectious pancreatic necrosis virus
• Lymphocytic choriomeningitis virus

① Double-stranded RNA이다.
② 외피(envelope)를 가지고 있다.
③ Positive-sense RNA이다.
④ 분절(segment) 형태의 유전체를 가지고 있다.

정답 4번

출제 포인트

Bluetongue virus, Infectious pancreatic necrosis virus(IPNV), Lymphocytic choriomeningitis virus(LCMV) 세 바이러스의 공통 특성을 묻는 문항이다. 각 바이러스의 핵산 종류(dsRNA/ssRNA), 외피 유무, 분절 여부를 정확히 알고 있어야 풀 수 있다.

핵심 개념

Bluetongue virus — Reoviridae 과, dsRNA, 10분절(segment), 비외피(non-enveloped).
IPNV(Infectious pancreatic necrosis virus) — Birnaviridae 과, dsRNA, 2분절, 비외피(non-enveloped).
LCMV(Lymphocytic choriomeningitis virus) — Arenaviridae 과, ssRNA(음성가닥·negative-sense), 2분절(L·S), 외피 보유(enveloped).
세 바이러스는 핵산 종류도 다르고 외피 유무도 다르지만, 유전체가 여러 조각(분절)으로 나뉘어 있다는 점은 공통된다.

NoteBase

선지별 해설

① Double-stranded RNA이다 — 오답. Bluetongue virus와 IPNV는 dsRNA 바이러스이지만, LCMV는 ssRNA(음성가닥) 바이러스이므로 세 바이러스의 공통 특성이 아니다.
② 외피(envelope)를 가지고 있다 — 오답. LCMV는 외피를 가지지만 Bluetongue virus와 IPNV는 외피가 없는(non-enveloped) 바이러스이므로 공통 특성이 아니다.
③ Positive-sense RNA이다 — 오답. LCMV는 음성가닥(negative-sense) ssRNA 바이러스이고, Bluetongue virus·IPNV는 dsRNA 바이러스이므로 모두 positive-sense RNA에 해당하지 않는다.
④ 분절(segment) 형태의 유전체를 가지고 있다 — 정답. Bluetongue virus는 10개, IPNV는 2개, LCMV는 2개(L·S)의 분절 유전체를 가진다. 핵산 종류와 외피 유무는 다르지만 세 바이러스 모두 유전체가 분절된 구조를 공유한다.

오답 포인트

LCMV가 ssRNA(음성가닥)라는 점을 모르면 ①을 정답으로 고르기 쉽다. Arenaviridae는 dsRNA처럼 보이는 ambisense 전략을 쓰지만, 분류상 ssRNA(음성가닥) 바이러스이다. 또한 LCMV가 외피를 가진다는 사실을 알면 ②도 '세 바이러스 공통'이 아님을 바로 판단할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

여러 바이러스의 공통 특성을 묻는 문항에서는 한 바이러스라도 해당하지 않으면 그 선지는 탈락한다. 분절 유전체 여부는 과(Family) 수준에서 체크하는데,
Reoviridae·Birnaviridae·Arenaviridae·Orthomyxoviridae·Bunyaviridae 등이 대표적인 분절 유전체 바이러스 과이다. 핵산 종류나 외피 유무가 서로 달라도 분절 여부는 공통일 수 있다는 점을 기억한다.

암기 포인트

Bluetongue virus(Reoviridae) — dsRNA 10분절, 비외피.
IPNV(Birnaviridae) — dsRNA 2분절, 비외피.
LCMV(Arenaviridae) — ssRNA(-) 2분절(L·S), 외피 있음.
세 바이러스의 공통점 = 분절(segmented) 유전체.

NoteBase

문 15. B세포 수용체는 항체와 동일한 형태이며 분비되지 않고 세포에 고정된 상태이다. 항원을 만나지 않은 미성숙 B세포에서 발현되는 B세포 수용체의 class에 해당하는 것은?

① IgA

② IgG

③ IgM

④ IgE

정답 3번

출제 포인트

B세포 수용체(BCR)는 막결합형 면역글로불린이다. 항원을 만나지 않은 미성숙 B세포(immature B cell)가 어떤 class의 BCR을 발현하는지를 묻는다.

핵심 개념

B세포 수용체는 항체(면역글로불린)와 동일한 구조를 가지되 세포막에 고정된 형태이다. 골수에서 분화한 미성숙 B세포는 항원과 만나기 전 단계이므로, 아직 클래스 스위칭(class switch recombination)이 일어나지 않은 상태다. 이 시기에 세포막에 발현되는 BCR의 class는 IgM이다. 이후 항원 자극을 받아 성숙 naive B세포가 되면 IgD도 함께 발현되고, 추가적인 T세포 도움과 클래스 스위칭을 거쳐 IgG·IgA·IgE 등이 발현된다.

선지별 해설

① IgA — 오답이다. IgA는 점막 분비물에 풍부한 항체로, B세포가 클래스 스위칭을 통해 항원 의존적으로 생산한다. 미성숙 B세포 단계에서는 발현되지 않는다.
② IgG — 오답이다. IgG는 혈청 내 가장 풍부한 항체로 클래스 스위칭의 주요 산물이다. 항원 자극 이전 미성숙 B세포에는 존재하지 않는다.
③ IgM — 정답이다. 미성숙 B세포가 골수에서 분화 완료되면 가장 먼저 막결합형 IgM(mIgM)을 BCR로 발현한다. 클래스 스위칭 없이 기본적으로 발현되는 최초의 BCR class이다.
④ IgE — 오답이다. IgE는 알레르기·기생충 반응에 관여하며, 클래스 스위칭 후 생산된다. 미성숙 B세포 단계에서는 발현되지 않는다.

오답 포인트

IgM과 IgD를 혼동하기 쉽다. 성숙 naive B세포(말초혈액)는 mIgM과 mIgD를 동시에 발현하지만, 골수 내 미성숙 B세포는 mIgM만 발현한다. 문항이 '미성숙(immature)' B세포를 명시했으므로 IgM이 유일한 정답이다. IgA·IgG·IgE는 모두 항원 의존적 클래스 스위칭의 산물이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

B세포 발달 단계와 BCR class를 연결하는 문제에서는 '항원 접촉 전 미성숙=IgM, 성숙 naive=IgM+IgD, 클래스 스위칭 후=IgG·IgA·IgE'의 순서를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

미성숙 B세포 BCR class = IgM (클래스 스위칭 전, 항원 무관, 막결합형). BCR 발현 순서: mIgM → mIgM+mIgD(naive) → IgG/IgA/IgE(클래스 스위칭 후).

NoteBase

문 16. 항원과 항체에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 면역원(immunogen)은 항원이라고 부른다.

② 항원의 분자량이 10,000Da 이상인 거대 물질을 합텐(hapten)이라 한다.

③ 항체는 면역글로불린(immunoglobulin)이라고도 부른다.

④ 단백질이나 거대 다당류는 항원이 될 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

합텐(hapten)의 정의와 완전항원(면역원)의 차이를 구별하는 문제이다. '분자량이 크면 합텐'이라는 거꾸로 된 서술을 판별할 수 있어야 한다.

핵심 개념

면역원(immunogen): 단독으로 면역반응(항체 생성·세포성 면역)을 유발할 수 있는 물질. 일반적으로 분자량이 크고(10,000Da 이상) 단백질·다당류 등 이물질이다. 넓은 의미의 항원 가운데 면역반응을 직접 일으킬 수 있는 것을 가리킨다.

합텐(hapten): 분자량이 작아(보통 1,000Da 미만) 단독으로는 면역반응을 일으키지 못하는 불완전 항원이다. 운반 단백질(carrier)에 결합해야 비로소 항체 생성을 유도할 수 있다. 항원결정기(epitope)는 있지만 면역원성(immunogenicity)이 없다.

완전항원: 면역원성과 반응성(reactivity)을 모두 갖춘 항원. 대부분의 단백질, 거대 다당류가 해당한다.

항체(antibody) = 면역글로불린(immunoglobulin, Ig): B세포가 분화한 형질세포에서 분비되는 당단백질로 IgG·IgM·IgA·IgD·IgE 5종이 있다.

NoteBase

선지별 해설

① (옳음) 면역원(immunogen)은 항원이라고 부른다. — 면역원은 면역반응을 유발하는 항원의 일종이므로 항원이라 부르는 것은 맞다. 엄밀히는 '면역원성을 가진 항원'이지만 면역원=항원으로 통용하는 표현은 옳다.

② (틀림) 항원의 분자량이 10,000Da 이상인 거대 물질을 합텐이라 한다. → 합텐은 분자량이 작은(1,000Da 미만) 불완전 항원이다. 분자량이 크고 단독으로 면역반응을 유발하는 거대 물질은 완전항원(면역원)이다. 정의가 완전히 뒤바뀐 서술이다.

③ (옳음) 항체는 면역글로불린(immunoglobulin)이라고도 부른다. — 항체와 면역글로불린은 동의어로 쓰인다.

④ (옳음) 단백질이나 거대 다당류는 항원이 될 수 있다. — 단백질과 고분자 다당류는 대표적인 완전항원(면역원)으로, 항원이 될 수 있다는 진술은 옳다.

오답 포인트

②번 선지는 합텐의 특징(분자량 작음·불완전항원)과 완전항원(면역원)의 특징(분자량 큼)을 의도적으로 뒤바꿔 서술하였다. '10,000Da 이상 = 합텐'이라는 서술을 보는 순간 합텐의 정의와 정반대임을 바로 인식하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

합텐 관련 선지가 나오면 분자량의 크기 방향을 먼저 확인한다. 합텐은 '작아서 혼자 못 한다'는 원칙을 먼저 떠올린다. 면역원성(immunogenicity)과 반응성(reactivity)의 구분, 그리고 carrier 결합 필요 여부도 함께 점검한다.

암기 포인트

합텐(hapten) = 작은 분자(~1,000Da 미만) + 면역원성 없음 + carrier 결합 시에만 항체 생성 유도.
완전항원(면역원) = 큰 분자(10,000Da 이상) + 면역원성·반응성 모두 보유. 항체 = 면역글로불린(IgG·IgM·IgA·IgD·IgE). 단백질·거대 다당류는 대표적인 완전항원이다.

NoteBase

문 17. Toll-like receptor(TLR)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① TLR3는 세포 표면에서 발현하며 바이러스의 single-stranded RNA를 인식한다.

② TLR4는 세포 내(endosome)에서 발현하며 그람 양성균의 펩티도글리칸을 인식한다.

③ TLR5는 세포 표면에서 발현하며 세균의 편모단백질(flagellin)을 인식한다.

④ TLR9는 세포 표면에서 발현하며 CpG DNA를 인식한다.

정답 3번

출제 포인트

Toll-like receptor(TLR) 종류별 발현 위치(세포 표면 vs. 엔도솜)와 인식하는 병원체 관련 분자(PAMP)를 묻는 문제이다. TLR 번호마다 위치와 리간드가 고정되어 있으므로 쌍으로 기억해야 한다.

핵심 개념

TLR은 선천면역의 패턴 인식 수용체로, 세포 표면 발현형과 엔도솜 발현형으로 나뉜다.

세포 표면 발현 TLR: TLR1·TLR2·TLR4·TLR5·TLR6·TLR10 — 세균 세포벽 성분·편모 등 세포 외부 구조물 인식.
엔도솜 발현 TLR: TLR3·TLR7·TLR8·TLR9 — 핵산(dsRNA, ssRNA, CpG DNA)을 세포 내부에서 인식.

주요 TLR별 리간드 정리:
TLR2 — 그람양성균의 펩티도글리칸·리포테이코산
TLR3 — 바이러스의 이중가닥 RNA(dsRNA), 엔도솜 발현
TLR4 — 그람음성균의 지질다당류(LPS), 세포 표면 발현
TLR5 — 세균 편모단백질(flagellin), 세포 표면 발현
TLR7/TLR8 — 바이러스의 단일가닥 RNA(ssRNA), 엔도솜 발현
TLR9 — 세균·바이러스의 CpG DNA, 엔도솜 발현

NoteBase

선지별 해설

① TLR3는 세포 표면이 아닌 엔도솜에서 발현하며, 인식하는 핵산은 single-stranded RNA(ssRNA)가 아니라 double-stranded RNA(dsRNA)이다. 위치와 리간드 모두 틀린 선지이다.

② TLR4는 엔도솜이 아닌 세포 표면에서 발현하며, 인식하는 물질은 그람양성균의 펩티도글리칸이 아니라 그람음성균의 지질다당류(LPS)이다. 발현 위치와 리간드 모두 틀린 선지이다. 펩티도글리칸을 인식하는 것은 TLR2이다.

③ TLR5는 세포 표면에서 발현하며 세균의 편모단백질(flagellin)을 인식한다. 옳은 설명이다.

④ TLR9는 세포 표면이 아닌 엔도솜에서 발현하며 CpG DNA를 인식한다. 인식 리간드는 맞으나 발현 위치가 틀린 선지이다.

오답 포인트

① TLR3의 가장 흔한 혼동: ssRNA를 인식할 것 같지만 실제로는 dsRNA를 인식한다. ssRNA는 TLR7(TLR8)의 리간드이다.
② TLR4와 TLR2를 뒤바꾸는 실수가 많다. LPS=TLR4(그람음성균),
펩티도글리칸=TLR2(그람양성균·그람음성균)로 구분한다.
④ TLR9는 발현 위치(엔도솜)가 함정이다. 핵산을 인식하는 TLR(3·7·8·9)은 모두 엔도솜에서 발현한다는 원칙을 적용하면 바로 틀림을 알 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

TLR 문제가 나오면 먼저 해당 TLR이 '핵산을 인식하는가 아닌가'를 판단한다. 핵산 인식(TLR3·7·8·9)이면 반드시 엔도솜 발현, 비핵산 구조물 인식(TLR1·2·4·5·6 등)이면 세포 표면 발현이다. 이 원칙으로 위치 오류를 먼저 걸러낸 뒤 리간드의 정확성을 확인한다.

암기 포인트

핵산 TLR은 모두 엔도솜 안에 있다: TLR3(dsRNA), TLR7·8(ssRNA), TLR9(CpG DNA).
세포 표면 TLR 주요 리간드: TLR2=펩티도글리칸(그람양성균), TLR4=LPS(그람음성균),
TLR5=flagellin(편모단백질).
'3·7·8·9 = 엔도솜·핵산'을 하나의 묶음으로 기억해 둔다.

문 18. 자연살해세포(natural killer cell)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 다양한 감염세포와 종양세포를 파괴한다.

② 단핵구 유래 세포이다.

③ Perforin 단백질을 이용하여 표적세포 막에 구멍을 만든다.

④ 단백질 분해효소인 granzyme을 방출한다.

정답 2번

출제 포인트

자연살해세포(NK cell)의 계통(lineage)·기원과 작용 기전을 구분하는 문제이다. NK cell이 림프구 계열임을 알면 ②를 즉시 걸러낼 수 있다.

핵심 개념

NK cell(자연살해세포)은 대과립림프구(large granular lymphocyte)로, 골수의 공통 림프구 전구세포(common lymphoid progenitor)에서 분화한 선천면역 림프구이다. T·B세포와 같은 림프구 계열이며, 단핵구(monocyte)와는 계통이 다르다. 주요 살상 기전은 ⓐ Perforin으로 표적세포막에 구멍을 뚫어 삼투압 파탄을 유도하고, ⓑ Granzyme(세린 프로테아제)을 구멍을 통해 주입해 세포사멸(apoptosis)을 유발하는 것이다. MHC I 발현이 낮거나 결여된 감염세포·종양세포를 비특이적으로 인식·파괴한다.

선지별 해설

① 다양한 감염세포와 종양세포를 파괴한다. → 옳다. NK cell은 바이러스 감염세포, 종양세포처럼 MHC I 발현이 감소된 세포를 인식해 파괴한다.
② 단핵구 유래 세포이다. → 틀리다. NK cell은 림프구 유래(공통 림프구 전구세포)이며, 단핵구(골수구 계열, myeloid lineage)에서 분화하지 않는다. '단핵구 유래'는 대식세포·수지상세포 일부에 해당한다.
③ Perforin 단백질을 이용하여 표적세포 막에 구멍을 만든다. → 옳다. NK cell의 과립 내 Perforin이 표적세포막에 다공성 구멍을 형성한다.
④ 단백질 분해효소인 granzyme을 방출한다. → 옳다. 과립에서 방출된 Granzyme B는 세포 내로 진입해 Caspase를 활성화하고 세포사멸을 유도한다.

오답 포인트

단핵구(monocyte)와 림프구(lymphocyte)는 모두 말초혈액 단핵세포(PBMC)에 속해 형태적으로 혼동하기 쉽다. 그러나 NK cell은 과립을 지닌 대과립림프구로, 계통은 림프구이다. '단핵구 유래'라는 표현은 대식세포·단핵구 유래 수지상세포에 적용되며, NK cell에는 해당하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

NK cell 문제에서 '유래' 또는 '계통' 키워드가 보이면, NK cell은 림프구 계열(lymphoid lineage)임을 먼저 확인한다. 이후 살상 기전(Perforin → 구멍, Granzyme → apoptosis)과 표적(MHC I 저발현 세포)을 체크하면 선지 대부분을 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

NK cell = 림프구 계열 대과립림프구 / 표적: MHC I 저발현 세포(감염·종양) / 기전: Perforin(막 구멍) + Granzyme(세포사멸 유도) / 단핵구 유래 아님 — 이 네 줄을 세트로 외워 둔다.

NoteBase

문 19. T-보조세포(T_H 세포)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① MHC class I에 결합된 항원조각을 인식한다.

② T_{H1} 세포는 IgE 항체 생산을 돕는 사이토카인을 생산한다.

③ T_{H17} 세포는 IL-17을 생산한다.

④ T_{H2} 세포는 주로 $IFN-\gamma$(gamma)를 생산한다.

정답 3번

출제 포인트

T-보조세포(TH 세포)의 아형별 특징, 특히 각 아형이 인식하는 MHC 분자 종류와 생산하는 사이토카인의 종류를 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

TH 세포(CD4+ T 세포)는 MHC class II에 결합된 항원펩타이드를 인식한다. 주요 아형과 대표 사이토카인은 다음과 같다.
TH1: IFN-γ, IL-2 — 세포성 면역(대식세포 활성화, 바이러스·세균 방어)
TH2: IL-4, IL-5, IL-13 — 체액성 면역, IgE 생산 촉진, 기생충 방어, 알레르기 관련
TH17: IL-17, IL-22 — 세포외 세균·진균에 대한 방어, 중성구 동원
TC 세포(CD8+ T 세포): MHC class I 결합 항원 인식

선지별 해설

① MHC class I에 결합된 항원조각을 인식한다. → 틀린 설명이다. TH 세포(CD4+)는 MHC class II에 결합된 항원펩타이드를 인식한다. MHC class I에 결합된 항원을 인식하는 세포는 세포독성 T 세포(TC, CD8+ T 세포)이다.
② TH1 세포는 IgE 항체 생산을 돕는 사이토카인을 생산한다. → 틀린 설명이다. IgE 항체 생산을 촉진하는 사이토카인(IL-4, IL-13)은 TH2 세포가 생산한다. TH1 세포는 IFN-γ와 IL-2를 주로 생산하며, 세포성 면역을 활성화한다.
③ TH17 세포는 IL-17을 생산한다. → 옳은 설명이다. TH17은 IL-17(IL-17A)을 특징적으로 생산하며, 중성구를 동원해 세포외 세균 및 진균에 대한 방어에 관여한다.
④ TH2 세포는 주로 IFN-γ(gamma)를 생산한다. → 틀린 설명이다. IFN-γ는 TH1 세포의 대표 사이토카인이다. TH2 세포는 IL-4, IL-5, IL-13을 주로 생산한다.

NoteBase

오답 포인트

①번은 MHC class I과 class II를 혼동하도록 설계된 선지이다. TH(CD4+)=class II, TC(CD8+)=class I이라는 대응 관계를 정확히 기억해야 한다.
②번과 ④번은 TH1과 TH2의 사이토카인을 서로 바꿔 출제한 전형적인 오답 패턴이다. IgE·IL-4=TH2, IFN-γ=TH1으로 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

T 세포 아형 문제가 출제되면 먼저 인식하는 MHC 분자 종류(class I vs II)를 확정하고, 그 다음 각 아형의 대표 사이토카인(TH1=IFN-γ, TH2=IL-4/IL-13, TH17=IL-17)과 기능(세포성/체액성/진균방어)을 대응시킨다.
선지에 사이토카인 이름이 등장하면 해당 사이토카인이 어느 아형의 것인지를 먼저 판단한다.

암기 포인트

TH1 — IFN-γ, IL-2 — 세포성 면역(대식세포 활성화)
TH2 — IL-4, IL-5, IL-13 — 체액성 면역, IgE 촉진
TH17 — IL-17 — 중성구 동원, 진균·세포외 세균 방어
CD4+(TH) → MHC class II / CD8+(TC) → MHC class I

NoteBase

문 20. 적응면역(adaptive immunity)의 유발인자로 작용할 수 있는 항원에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 단순한 것보다는 복잡한 물질일수록 항원성이 우수하다.

② 일반적으로 큰 분자는 작은 분자보다 항원성이 더 강하다.

③ 바이러스의 캡시드(capsid)는 면역반응을 잘 자극할 수 있기 때문에 우수한 항원이다.

④ 모든 외래성 분자들은 면역 반응을 자극할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

적응면역(adaptive immunity)을 유발하는 항원의 특성을 묻는 문제다. 항원성(antigenicity)과 면역원성(immunogenicity)을 결정하는 요인—화학적 복잡성, 분자량, 외래성—을 각 선지에서 옳고 그름을 판별한다. 핵심은 '모든 외래성 분자'라는 절대적 표현의 오류를 잡아내는 것이다.

핵심 개념

항원성(antigenicity): 항체나 T세포 수용체와 결합할 수 있는 능력. 면역원성(immunogenicity): 면역 반응 자체를 유발하는 능력. 합텐(hapten): 분자량이 작아 단독으로는 면역 반응을 유발하지 못하고, 운반 단백질(carrier)에 결합해야만 면역 반응을 일으키는 작은 물질(예: 페니실린, 디니트로페놀). 항원성을 높이는 요인: 높은 분자량, 화학적 복잡성, 외래성, 안정성.

선지별 해설

① 단순한 것보다는 복잡한 물질일수록 항원성이 우수하다. → 옳다. 화학적 복잡성이 높을수록 에피토프(epitope)의 수가 많아지고 면역계가 인식할 수 있는 다양한 부위가 늘어나 항원성이 높아진다.
② 일반적으로 큰 분자는 작은 분자보다 항원성이 더 강하다. → 옳다. 분자량이 클수록 면역원성이 높아지는 것이 일반 원칙이다. 분자량 10,000 Da 미만의 물질은 대체로 단독으로 면역 반응을 유발하기 어렵다.
③ 바이러스의 캡시드(capsid)는 면역반응을 잘 자극할 수 있기 때문에 우수한 항원이다. → 옳다. 바이러스 캡시드는 단백질로 구성되어 있어 분자량이 크고 화학적으로 복잡하므로 강력한 면역원성을 가진다.
④ 모든 외래성 분자들은 면역 반응을 자극할 수 있다. → 틀리다. 합텐처럼 분자량이 매우 작거나 구조가 단순한 외래성 물질은 단독으로는 적응면역 반응을 유발하지 못한다. '모든(all)'이라는 절대적 표현이 성립하지 않는다.

오답 포인트

④번의 함정은 '외래성'이라는 조건에만 집중하고 '분자량'과 '복잡성' 조건을 간과하는 데 있다. 외래성은 항원이 되기 위한 필요 조건 중 하나일 뿐이고, 분자량이 지나치게 작은 합텐은 외래 물질이어도 단독으로 면역 반응을 일으키지 못한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

'모든', '항상', '반드시'와 같은 절대적 표현이 포함된 선지는 반례가 있는지 먼저 확인한다. 항원성 문제에서는 분자량·복잡성·외래성 세 가지 요인이 함께 작용한다는 점을 확인하고, 합텐의 존재가 '모든 외래성 물질이 항원'이라는 명제를 반박하는 대표적 사례임을 적용한다.

암기 포인트

항원의 특성 4요소: 외래성·분자량(클수록↑)·화학적 복잡성(높을수록↑)·안정성. 합텐(hapten): 외래성이지만 단독으로 면역원성 없음 → 운반 단백질 결합 필요. '모든 외래성 분자 = 항원' 공식은 성립하지 않는다.

NoteBase