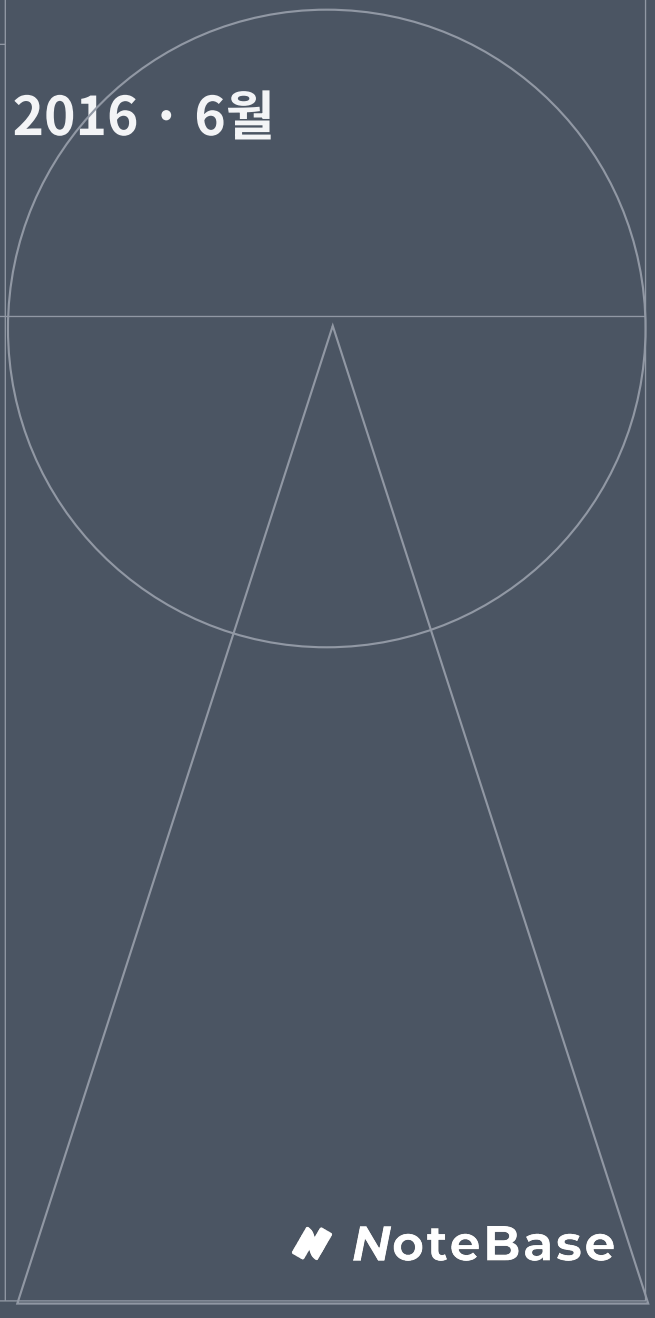
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 생물 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 생물 · 2016 · 6월

공무원/서울시/9급 · 생물 · 2016 · 6월

문 1. 생체 고분자 물질인 단백질은 아미노산으로 이루어진 중합체이다. 다음의 아미노산 중에서 벤젠(benzene) 고리를 가지고 있는 방향족(aromatic) 아미노산이 아닌 것은?

① 히스티딘(Histidine)

② 페닐알라닌(Phenylalanine)

③ 트립토판(Tryptophan)

④ 타이로신(Tyrosine)

정답 1번

간단한 해설

히스티딘의 곁사슬에는 **벤젠 고리가 없고 이미다졸 고리**가 있다. 이미다졸 자체는 방향족이지만, 이 문항의 조건인 벤젠 고리의 존재와는 구별해야 한다.

공통 해설

이 문항의 공통 판단 기준은 **곁사슬에 벤젠 고리가 포함되는지**이다. 벤젠 고리는 탄소 원자 6개로 이루어진 방향족 고리이다. 방향족 고리라고 해서 모두 벤젠 고리인 것은 아니다.

페닐알라닌은 곁사슬의 페닐기에 벤젠 고리가 있고, 타이로신은 그 벤젠 고리에 하이드록시기가 붙어 있다. 트립토판의 인돌 고리는 벤젠 고리와 질소를 포함한 5원자 고리가 붙어 있는 구조이므로, 역시 벤젠 고리를 포함한다.

히스티딘의 이미다졸 고리는 탄소 원자 3개와 질소 원자 2개로 이루어진 5원자 고리이다. 이 고리도 방향족이지만 **벤젠 고리는 아니며**, 히스티딘에는 별도의 벤젠 고리도 없다. 따라서 '벤젠 고리를 가지고 있는 방향족 아미노산'이라는 조건에 해당하지 않는 것은 히스티딘이다.

NoteBase

문 2. 세포의 구성성분 중 탄수화물에 대한 설명이다. 옳은 것을 모두 고르면?

㉠ 전분, 글리코겐, 셀룰로오스와 같은 다당류는 모두 에너지 저장성분이다.
㉡ 5탄당과 6탄당은 수용액 중에서 주로 열린 사슬구조를 취한다.
㉢ 단당류 중 제일 작은 분자는 3탄당으로서 글리세르알데하이드가 이에 속한다.
㉣ 전분, 글리코겐, 셀룰로오스는 모두 포도당이 모여서 된 다당류이다.

① ㉠, ㉡
② ㉡, ㉢
③ ㉢, ㉣
④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

간단한 해설

단당류 중 가장 작은 것은 탄소가 3개인 **3탄당**이며, 글리세르알데하이드가 여기에 속한다.
전분·글리코겐·셀룰로오스는 기능이 서로 달라도 모두 **포도당을 단위체**로 하는 다당류이다.

보기별 해설

㉠ X: 전분은 식물의, 글리코겐은 동물의 대표적인 에너지 저장 다당류이다. 반면 셀룰로오스는 **식물 세포벽을 이루는 구조 다당류**로, 세포를 지지하고 보호한다. 따라서 세 물질이 모두 에너지 저장 성분인 것은 아니다.

㉡ X: 리보스와 같은 5탄당이나 포도당과 같은 6탄당은 수용액에서 주로 **고리 구조**로 존재한다. 분자 안의 카보닐기와 하이드록실기가 반응하여 고리가 형성되며, 열린 사슬 구조와 평형을 이루지만 고리 구조의 비율이 더 높다.

㉢ O: 단당류는 탄소 수에 따라 3탄당, 4탄당, 5탄당, 6탄당 등으로 구분하며, 이 중 가장 작은 것은 **탄소가 3개인 3탄당**이다. 글리세르알데하이드는 탄소 3개와 알데하이드기를 가진 단당류이므로 3탄당에 속한다.

㉣ O: 다당류는 많은 단당류가 글리코사이드 결합으로 연결된 물질이다. 전분·글리코겐·셀룰로오스는 모두 **포도당이 반복하여 연결**된 다당류이다. 전분과 글리코겐은 포도당 사이에 α 결합이, 셀룰로오스는 β 결합이 형성되어 있어 구조와 기능이 달라진다.

옳은 보기는 ㉢과 ㉣이며, 이를 묶은 선택지는 ③이다.

NoteBase

문 3. 단백질과 핵산 같은 생체 고분자 물질은 비공유결합을 통해 그 입체적 구조를 유지한다. 다음 중 수용액에 녹아 있는 DNA의 이중나선구조에서 볼 수 있는 비공유결합에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 반데르발스 인력 – 염기와 디옥시리보오스 간의 결합

② 소수성 상호작용 – 인산과 물 분자와의 결합

③ 수소결합 – 염기쌍을 이루는 두 염기 사이의 결합

④ 이온결합 – 이중나선구조 내부에 쌓인 염기쌍들 사이의 결합

정답 3번

간단한 해설

DNA의 두 가닥에서 서로 마주 보는 **상보적 염기 사이**에는 **수소결합**이 형성되어 염기쌍을 이룬다.

선지별 해설

① X: 염기와 디옥시리보오스는 **공유결합인 N-글리코시드 결합**으로 연결된다. 반데르발스 인력은 가까이 있는 원자 사이에 작용하는 약한 비공유 상호작용으로, 염기와 당을 연결하는 결합과는 다르다.

② X: DNA의 인산기는 수용액에서 음전하를 띠며, 극성인 물 분자와 잘 상호작용하는 **친수성 부분**이다. 인산기와 물 사이에는 수소결합과 이온–쌍극자 상호작용 등이 나타난다. 소수성 상호작용은 물과 접촉을 줄이려는 비극성 부분들이 모이는 현상으로, DNA에서는 염기가 이중나선 내부에 모이는 데 기여한다.

③ O: 서로 다른 DNA 가닥의 상보적 염기 사이에는 **수소결합**이 형성된다. 아데닌(A)과 타이민(T) 사이에는 2개, 구아닌(G)과 사이토신(C) 사이에는 3개의 수소결합이 형성되어 상보적 염기쌍을 이룬다.

④ X: 이중나선 내부에서 위아래로 쌓인 염기쌍들 사이에는 **반데르발스 인력과 소수성 효과에 따른 염기 쌓임 상호작용**이 작용하여 구조를 안정화한다. 이온결합은 반대 전하 사이의 정전기적 인력에 의한 결합이므로, 쌓인 염기쌍 사이의 상호작용을 설명하는 결합이 아니다.

NoteBase

문 4. 대장균의 젖당오페론(lactose operon)이 활성화될 경우, 전사과정을 통해 RNA가 생성된다. 이 RNA로부터 3종류의 단백질이 만들어지고, 이들 단백질은 젖당을 이용하여 물질대사를 수행한다. 다음 중 위의 3종류 단백질을 암호화하는 유전자에 해당하지 않는 것은?

① LacZ

② LacY

③ LacI

④ LacA

정답 3번

간단한 해설

LacI는 젖당오페론의 전사를 조절하는 **억제 단백질을 암호화하는 조절 유전자**이다. 문제에서 말하는 하나의 RNA로부터 만들어지는 세 단백질의 유전자는 LacZ·LacY·LacA이다.

공통 해설

젖당오페론의 세 구조 유전자는 LacZ·LacY·LacA이며, 공통 프로모터의 조절을 받아 **하나의 mRNA로 함께 전사**된다. 이 mRNA에는 세 단백질을 각각 암호화하는 구간이 있어, 번역을 통해 서로 다른 세 단백질이 만들어진다. 따라서 문제의 '이 RNA로부터 3종류의 단백질이 만들어진다'는 설명은 이 세 구조 유전자에 해당한다.

LacI는 이들과 함께 전사되는 구조 유전자가 아니라 **자신의 프로모터에서 별도로 전사되는 조절 유전자**이다. LacI가 암호화하는 억제 단백질은 작동 부위에 결합하여 젖당오페론의 전사를 억제한다. 따라서 LacI는 문제의 한 mRNA가 암호화하는 세 단백질의 유전자에 포함되지 않는다.

NoteBase

문 5. 세포 내에서 단백질 합성은 리보솜에 의해 이루어진다. 리보솜은 소포체와 결합되어 있는 형태 또는 세포질 내에 홀로 떨어져 있는 형태로 존재한다. 다음 중 소포체와 결합되어 있는 형태의 리보솜에서 만들어지는 단백질의 종류를 가장 잘 나타낸 것은?

① 핵으로 이동하여 DNA에 결합하는 단백질

② 세포 밖으로 배출되는 단백질

③ 리보솜 자체의 생성에 직접적으로 관련된 단백질

④ 리보솜과 직접 또는 간접적으로 결합하는 단백질

정답 2번

간단한 해설

소포체에 결합한 리보솜은 **세포 밖으로 분비될 단백질**을 합성한다. 이 단백질은 합성 도중 소포체 안으로 들어간 뒤 분비 경로를 따라 세포 밖으로 운반된다.

공통 해설

리보솜의 소포체 결합 여부를 가르는 기준은 **합성 중인 단백질을 소포체로 보내는 신호 서열**이다. 일반적인 분비 단백질은 이 신호에 의해 합성 중인 리보솜과 함께 소포체로 유도되고, 합성이 진행되면서 소포체 내부로 들어간다. 이후 골지체와 분비 소낭을 거쳐 세포 밖으로 배출된다. 따라서 '세포 밖으로 배출되는 단백질'이 소포체 결합 리보솜에서 만들어지는 단백질에 해당한다. 소포체 결합 리보솜은 분비 단백질뿐 아니라 막단백질 등도 합성한다.

핵에서 DNA에 결합하는 단백질이나 리보솜의 생성·기능에 관여하는 단백질은 보통 유리 리보솜에서 합성된 뒤 필요한 장소로 이동하거나 다른 성분과 결합한다. 핵으로 이동하는 단백질도 소포체를 거쳐 핵으로 가는 것이 아니다. 또한 완성된 단백질이 리보솜과 직접 또는 간접적으로 결합한다는 성질은 **소포체로 향하는 신호를 가진다는 뜻이 아니다**. 이처럼 소포체를 경유하는 합성·운반 경로가 필요한지를 기준으로 후보를 구별한다.

NoteBase

문 6. 다양한 종류의 수용체들이 세포 내외 신호전달에 관여하고 있다. 다음의 수용체 중 리간드와의 결합을 통해 전사조절 인자로 직접 기능할 수 있는 것은 무엇인가?

① 핵수용체

② G 단백질 결합 수용체

③ 타이로신 인산화효소 수용체

④ 이온통로 수용체

정답 1번

간단한 해설

핵수용체는 리간드와 결합하면 **수용체 자체가 전사조절 인자로 작용**하여 표적 유전자의 발현을 조절할 수 있다. 세포막에서 신호를 받아 다른 단백질로 전달하는 수용체와 구별된다.

공통 해설

이 문항의 기준은 전사에 영향을 줄 수 있는지가 아니라, **리간드와 결합한 수용체 자체가 전사조절 인자로 기능하는지**이다. 핵수용체는 리간드 결합 부위와 DNA 결합 부위를 갖는 세포 내 수용체이다. 리간드 결합에 따라 활성이 조절되며, 표적 유전자의 특정 DNA 조절 서열에 결합하여 전사에 관여하는 단백질들의 작용을 조절한다. 따라서 신호를 받는 수용체와 전사를 조절하는 인자의 역할을 함께 수행한다.

G 단백질 결합 수용체, 타이로신 인산화효소 수용체, 이온통로 수용체는 일반적인 신호전달 방식에서 세포막을 통해 신호를 전달한다. 이들이 유전자 발현에 영향을 주더라도 세포 내 신호전달 과정을 거쳐 별도의 전사조절 인자가 작용하는 것이므로, 핵수용체처럼 수용체 자체가 직접 전사를 조절하는 방식과 구별된다.

NoteBase

문 7. 진핵생물의 세포주기는 사이클린 의존성 인산화효소(cyclin-dependent kinase, CDK)에 의해 조절된다. 다음 중 사이클린 E가 합성되기 시작하는 세포주기는?

① G1기

② S기

③ G2기

④ M기

정답 1번

간단한 해설

사이클린 E는 **G1기에 합성되기 시작**하여 CDK2와 결합하고, 세포가 DNA 복제 단계인 S기로 진입하도록 촉진한다.

공통 해설

사이클린은 CDK와 결합하여 그 활성을 조절하는 단백질이다. 사이클린 E는 G1기에 합성·축적되며, CDK2와 복합체를 이루어 **G1기에서 S기로의 전환**을 촉진한다.

사이클린 E–CDK2 복합체의 활성이 G1기 말에서 S기 시작 무렵에 높아지는 것과 사이클린 E의 합성이 시작되는 시기는 구별해야 한다. 사이클린 E는 **S기에 들어가기 전인 G1기에 이미 합성이 시작**되므로, S기나 그 뒤의 G2기·M기를 합성 시작 시기로 볼 수 없다.

NoteBase

문 8. 다음 중 효소에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 효소는 기질과 결합하여 반응물질의 자유에너지를 낮춘다.

② 효소의 특이성은 단백질의 2차 구조에 의해 결정된다.

③ 효소의 비경쟁적 억제제는 활성부위에 결합하여 효소의 구조변화를 유도한다.

④ 효소에 의해 촉매되는 반응의 속도는 효소억제제에 의하여 줄어들게 된다.

정답 4번

간단한 해설

효소억제제는 **효소의 촉매 활성을 낮추어** 효소가 촉매하는 반응의 속도를 감소시킨다.

선지별 해설

① X: 효소가 낮추는 것은 반응물질 자체의 자유에너지가 아니라 **반응에 필요한 활성화에너지**이다.
활성화에너지는 반응물이 전이 상태에 도달하는 데 필요한 에너지 장벽이다. 효소는 이 장벽을 낮춰 반응을 빠르게 하지만, 반응물과 생성물 사이의 자유에너지 차이는 바꾸지 않는다.

② X: 효소의 기질 특이성은 기질이 결합하는 **활성 부위의 입체 구조와 화학적 성질**에 의해 결정된다. 단백질 효소에서는 주로 3차 구조가 이러한 활성 부위를 형성한다. 2차 구조는 α 나선이나 β 병풍과 같은 국소적인 접힘 구조이므로, 이것만으로 효소의 특이성이 결정된다고 할 수 없다.

③ X: 비경쟁적 억제제는 **활성 부위가 아닌 다른 부위**에 결합하여 효소의 구조나 촉매 기능에 영향을 주고 반응 속도를 낮춘다. 활성 부위에 결합하여 기질과 결합 자리를 놓고 경쟁하는 것은 경쟁적 억제제이다.

④ O: 효소억제제는 효소와 기질의 결합을 방해하거나 효소의 촉매 기능을 저하시킨다. 따라서 다른 조건이 같을 때 **단위 시간당 생성되는 생성물의 양이 줄어들어** 효소가 촉매하는 반응의 속도가 감소한다.

NoteBase

문 9. 포도당이 산화되는 에너지 대사과정 중 미토콘드리아 기질에서 진행되는 시트르산 회로와 관련이 없는 것은?

① 포스포글리세르산

② α-케토글루타르산

③ 숙신산

④ 옥살아세트산

정답 1번

간단한 해설

포스포글리세르산은 세포질에서 진행되는 **해당과정의 중간 물질**이다. 미토콘드리아에서 진행되는 시트르산 회로 자체의 중간 물질에는 해당하지 않는다.

공통 해설

시트르산 회로는 아세틸 CoA가 옥살아세트산과 결합하여 시트르산을 만든 뒤, 여러 반응을 거쳐 **옥살아세트산을 재생하는 순환 경로**이다. α-케토글루타르산과 숙신산은 이 회로에서 차례로 생성·전환되는 중간 물질이고, 옥살아세트산은 아세틸 CoA를 받아들이는 물질이면서 회로의 마지막에 재생되는 중간 물질이다.

포스포글리세르산은 포도당을 피루브산으로 분해하는 **해당과정**의 중간 물질이다. 해당과정은 세포질에서 진행되므로, 포스포글리세르산을 미토콘드리아의 시트르산 회로 중간 물질과 구별해야 한다.

NoteBase

문 10. 엽록체의 틸라코이드 막에서 일어나는 비순환적 전자 전달 과정의 순서로 옳은 것은?

㉠ 광계 Ⅰ의 엽록소가 700nm에서 빛을 최대로 흡수한다.
㉡ 광계 Ⅰ은 전자운반체를 환원시킨다.
㉢ 물에서 온 양성자(H^+)와 전자전달사슬을 통한 전자전달은 ATP를 합성한다.
㉣ 광계 Ⅱ의 엽록소가 680nm에서 빛을 최대로 흡수한다.

① ㉠ → ㉡ → ㉢ → ㉣
② ㉡ → ㉢ → ㉠ → ㉣
③ ㉢ → ㉣ → ㉡ → ㉠
④ ㉣ → ㉢ → ㉠ → ㉡

정답 4번

간단한 해설

비순환적 전자 전달에서는 **광계 Ⅱ가 광계 Ⅰ보다 먼저** 작용한다. 두 광계 사이의 전자 전달로 형성된 양성자 기울기는 ATP 합성에 이용되고, 광계 Ⅰ에서 빛에 의해 다시 들뜬 전자는 전자운반체를 환원시킨다.

올바른 순서

㉣ → ㉢ → ㉠ → ㉡

㉣ 광계 Ⅱ의 반응 중심 엽록소 P680이 680 nm의 빛을 흡수하면 전자가 들떠 전자 수용체로 전달된다. 이때 잃은 전자는 **물의 분해에서 나온 전자**로 보충되며, 물이 분해될 때 산소와 양성자(H^+)도 생성된다.

㉢ 광계 Ⅱ에서 나온 전자는 전자전달사슬을 거쳐 광계 Ⅰ로 이동한다. 이 과정에서 양성자가 틸라코이드 내부로 이동하고, 물의 분해로 생긴 양성자도 내부에 축적되어 **막을 사이에 둔 양성자 기울기**가 형성된다. 양성자가 ATP 합성효소를 통해 스트로마로 이동할 때 그 에너지를 이용하여 ADP와 무기 인산으로부터 ATP가 합성된다. 즉, 전자가 ATP를 직접 만드는 것이 아니라 양성자 기울기를 매개로 ATP 합성이 일어난다.

㉠ 전자전달사슬은 광계 Ⅱ에서 나온 전자를 광계 Ⅰ에 공급한다. 광계 Ⅰ의 반응 중심 엽록소 P700이 700 nm의 빛을 흡수하면 전자가 **다시 높은 에너지 상태로** 들떠 다음 전자 수용체로 전달된다.

㉡ 광계 Ⅰ에서 들뜬 전자는 페레독신 등의 전자운반체로 전달되어 이들을 환원시킨다. **환원은 전자를 얻는 변화**이며, 최종적으로 $NADP^+$가 전자를 받아 NADPH로 환원된다. 비순환적 전자 전달에서는 전자가 출발한 광계로 되돌아가지 않는다.

NoteBase

문 11. 다음 중 후성유전(epigenetic inheritance)의 예를 가장 잘 설명한 것은?

① 특정 DNA 결합단백질은 프로모터로부터 멀리 떨어진 부위의 염기서열을 인식하여 RNA 중합효소를 안정화시켜 전사를 조절한다.

② 특정 단백질이 DNA의 메틸화를 유도하여 유전자 발현을 억제시킨다.

③ 특정 단백질 복합체는 핵에서 만들어진 pre-mRNA에서 인트론 부위를 제거하고 엑손을 연결시킨다.

④ 자외선 조사에 의해 생성된 잘못된 염기쌍은 특정 단백질효소에 의해 인식되어 수선된다.

정답 2번

간단한 해설

DNA 메틸화는 염기서열을 바꾸지 않고 유전자 발현을 억제하며, 그 상태가 세포 분열 뒤에도 유지될 수 있다. 이처럼 **염기서열 변화 없이 발현 상태가 전달되는 것**이 후성유전이다.

공통 해설

후성유전은 DNA의 염기서열 자체가 달라지지 않은 채 유전자 발현 상태가 세포 분열을 거쳐 전달되는 현상이다. 따라서 단순히 유전자 발현에 관여하는지를 넘어, **발현을 조절하는 상태가 유지·전달되는지**가 판단 기준이다.

DNA 메틸화는 DNA의 염기에 메틸기를 붙이는 화학적 변형으로, 염기서열을 바꾸지 않는다. 유전자 조절 부위의 메틸화는 전사를 억제할 수 있으며, DNA 복제 뒤에도 메틸화 양상이 유지되면 딸세포에서도 해당 유전자의 발현이 억제된다. 이 때문에 **DNA 메틸화에 의한 발현 억제**는 후성유전의 대표적인 예이다.

전사인자가 RNA 중합효소의 작용을 돕는 과정, pre-mRNA에서 인트론을 제거하고 엑손을 연결하는 과정, 손상된 DNA를 수선하는 과정은 제시된 작용만으로는 발현 상태의 유지·전달을 설명하지 않는다. 염기서열을 바꾸지 않는 작용이라는 이유만으로 모두 후성유전에 해당하는 것은 아니다.

NoteBase

문 12. 사람이 공기를 흡입할 때 횡격막에 일어나는 변화로 옳은 것은?

① 수축하고 위로 상승한다.

② 수축하고 편평해진다.

③ 이완하고 위로 상승한다.

④ 이완하고 편평해진다.

정답 2번

간단한 해설

공기를 들이마실 때 횡격막은 **수축하여 아래로 내려가고 편평해진다**. 이로 인해 흉강의 부피가 커지고 폐 안의 압력이 대기압보다 낮아져 공기가 들어온다.

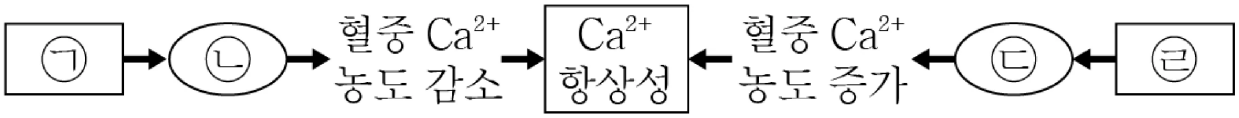
공통 해설

횡격막은 흉강과 복강을 나누는 돔 모양의 근육이다. 공기를 들이마실 때는 횡격막이 **수축하면서 아래로 내려가 편평해진다**. 이에 따라 흉강의 부피가 커지고 폐가 팽창하여 폐 안의 압력이 대기압보다 낮아진다. 공기는 이 압력 차이에 의해 폐 안으로 들어온다.

반대로 편안하게 숨을 내쉴 때는 횡격막이 **이완하여 위로 올라가 돔 모양을 회복한다**. 따라서 흡입 시의 변화는 '수축하고 편평해진다'이며, '이완'이나 '위로 상승'은 흡입 시 횡격막의 변화에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 13. 다음은 혈중 Ca^{2+} 수준을 일정하게 유지하는 기작을 모식화한 그림이다. (㉠~㉣)로 옳은 것은?



① ㉠: 갑상샘, ㉡: 부갑상샘호르몬 (PTH), ㉢: 칼시토닌 (calcitonin), ㉣: 부갑상샘

② ㉠: 갑상샘, ㉡: 칼시토닌 (calcitonin), ㉢: 부갑상샘호르몬 (PTH), ㉣: 부갑상샘

③ ㉠: 부갑상샘, ㉡: 부갑상샘호르몬 (PTH), ㉢: 칼시토닌 (calcitonin), ㉣: 갑상샘

④ ㉠: 부갑상샘, ㉡: 칼시토닌 (calcitonin), ㉢: 부갑상샘호르몬 (PTH), ㉣: 갑상샘

정답 2번

간단한 해설

갑상샘에서 분비되는 **칼시토닌은 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮추고**, 부갑상샘에서 분비되는 **부갑상샘호르몬(PTH)은 혈중 Ca^{2+} 농도를 높인다**. 그림의 두 경로는 서로 반대 방향으로 작용하여 Ca^{2+} 항상성을 유지한다.

빈칸별 해설

㉠ 갑상샘: 그림의 왼쪽은 호르몬 분비 후 혈중 Ca^{2+} 농도가 감소하는 경로이다. 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮추는 칼시토닌을 분비하는 내분비샘은 갑상샘이다.

㉡ 칼시토닌(calcitonin): 갑상샘에서 분비되며, **뼈에서 혈액으로 Ca^{2+}가 방출되는 것을 억제**하여 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮춘다. 따라서 왼쪽의 농도 감소를 일으키는 호르몬에 해당한다.

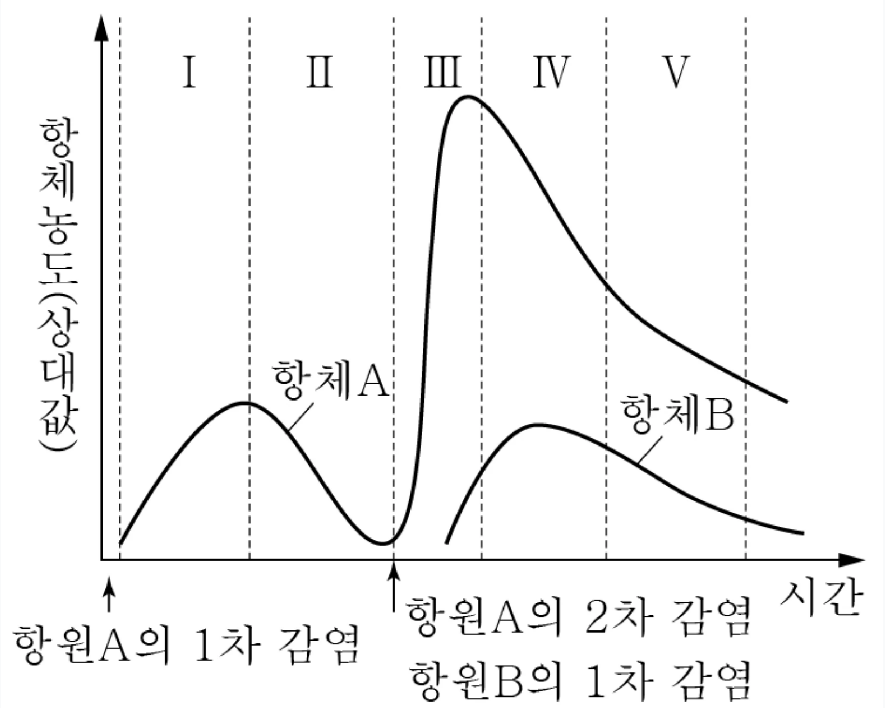
㉢ 부갑상샘호르몬(PTH): 그림의 오른쪽은 호르몬 작용 후 혈중 Ca^{2+} 농도가 증가하는 경로이다. PTH는 뼈에서 Ca^{2+}가 혈액으로 방출되도록 하고, 콩팥에서 Ca^{2+}의 재흡수를 촉진하여 **혈중 Ca^{2+} 농도를 높인다**. 칼시토닌과 작용 방향이 반대이다.

㉣ 부갑상샘: 혈중 Ca^{2+} 농도가 낮아지면 이를 높이는 PTH를 분비한다. 따라서 오른쪽에서 PTH를 분비하는 내분비샘은 부갑상샘이다.

㉠은 갑상샘, ㉡은 칼시토닌, ㉢은 PTH, ㉣은 부갑상샘이며, 이는 ②의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 14. 다음 그래프는 항원 A와 B가 인체에 침입했을 때 생성되는 항체 농도 변화를 나타낸 것이다. 다음 설명 중 옳은 것을 모두 고르면?



㉠ 구간 Ⅰ보다 구간 III에서 항체 A가 빠르게 생성된다.

㉡ 구간 III에서는 구간 Ⅰ보다 항체 A가 대량으로 생산된다.

㉢ 구간 Ⅴ에는 항원 A와 항원 B에 대한 기억세포가 모두 존재한다.

㉣ 구간 Ⅴ에서 항원-항체반응은 항원 A보다 항원 B가 더 활발하게 일어난다.

㉤ 구간 Ⅰ에서는 기억세포가 항체를 직접 생성한다.

① ㉠, ㉡, ㉢
② ㉠, ㉡, ㉢, ㉣
③ ㉠, ㉡, ㉢, ㉤
④ ㉠, ㉡, ㉣, ㉤

정답 1번

NoteBase

간단한 해설

항원 A가 다시 침입하면 첫 감염 때 형성된 **기억세포**가 반응하여 항체 A가 **더 빠르게, 더 많이** 만들어진다. 항체를 직접 분비하는 세포는 기억세포가 아니라 **형질세포**이다.

보기별 해설

가로축은 시간, 세로축은 항체 농도의 상대값이다. 항원 A가 처음 침입한 뒤에는 항체 A가 완만하게 증가하고, A의 두 번째 침입과 B의 첫 침입 뒤에는 항체 A와 B의 농도 변화가 서로 다르게 나타난다.

㉠ O: 구간 Ⅰ은 항원 A의 첫 침입에 따른 1차 면역 반응이고, 구간 Ⅲ은 같은 항원의 재침입에 따른 2차 면역 반응이다. 첫 반응에서 생긴 기억 B세포가 재침입한 항원에 반응하여 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하므로, Ⅲ에서 항체 A가 더 빠르게 생성된다. 그래프에서도 Ⅲ의 항체 A 곡선이 Ⅰ보다 **더 가파르게 상승**한다.

㉡ O: 구간 Ⅲ에서 항체 A의 최고 농도는 구간 Ⅰ보다 훨씬 높다. 기억 B세포가 관여하는 **2차 면역 반응**에서는 항체를 분비하는 형질세포가 빠르게 많이 형성되므로, 1차 면역 반응보다 항체가 대량으로 생산된다.

㉢ O: 구간 Ⅴ에 이르기 전 항원 A에는 이미 1차와 2차 면역 반응이, 항원 B에는 1차 면역 반응이 일어났다. 각 항원에 대한 반응 과정에서 생긴 기억세포는 항체 농도가 감소한 뒤에도 남을 수 있으므로, Ⅴ에는 **A와 B 각각에 대한 기억세포**가 모두 존재한다.

㉣ X: 구간 Ⅴ에서는 항체 A의 농도가 항체 B보다 높다. 항원 A에 대한 **2차 면역 반응이 더 강하게** 나타난 결과이며, 항원 B에 대해서는 1차 면역 반응이 나타난다. 이 문항은 이러한 항체 생성 반응의 차이를 비교하는 취지에서 ㉣을 X로 판정한다. 다만 항체 생성 반응과 실제 항원-항체 결합 반응은 구별된다. 실제 결합 반응은 항원량과 결합 친화도에도 좌우되므로, 이 정보가 없는 그래프만으로 어느 항원의 결합 반응이 더 활발한지 확정할 수는 없다.

㉤ X: 구간 Ⅰ에서 항체를 직접 생성·분비하는 세포는 B세포에서 분화한 **형질세포**이다. 기억 B세포는 같은 항원이 다시 침입했을 때 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 2차 면역 반응에 관여한다. 기억세포가 항체를 직접 생성한다는 부분을 형질세포가 생성한다는 내용으로 고쳐야 한다.

옳은 보기는 ㉠, ㉡, ㉢이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 15. 다음은 신경계에 대한 설명이다. 옳은 것을 모두 고르면?

㉠ 중추신경계에서는 슈반세포가 수초를 형성한다.
㉡ 운동뉴런은 근육세포의 수축이나 분비샘의 분비를 자극한다.
㉢ 단일시냅스 경로에서 감각뉴런의 축삭의 말단은 중추신경계에 위치한다.
㉣ 감각뉴런, 연합뉴런, 운동뉴런 중 감각뉴런이 가장 많이 분포한다.

① ㉠, ㉡, ㉢
② ㉠, ㉡, ㉣
③ ㉡, ㉢
④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

간단한 해설

중추신경계의 수초는 슈반세포가 아니라 **희소돌기아교세포**가 형성한다. 감각·연합·운동뉴런 중 가장 많은 것은 중추신경계에서 정보를 통합하고 처리하는 **연합뉴런**이다.

NoteBase

보기별 해설

㉠ X: 수초는 축삭을 감싸 신경 신호의 전도 속도를 높이는 절연성 구조이다. 중추신경계에서는 **희소돌기아교세포가 수초를 형성**하며, 슈반세포는 말초신경계에서 수초를 형성한다. 두 신경아교세포가 작용하는 신경계의 위치를 바꾸어 제시한 것이다.

㉡ O: 운동뉴런은 중추신경계의 신호를 **근육이나 분비샘 같은 효과기**로 전달한다. 근육세포에 전달된 신호는 수축을, 분비샘에 전달된 신호는 분비 활동을 유발할 수 있다. 여기서 운동뉴런은 골격근을 조절하는 체성 운동뉴런뿐 아니라 내장 기관과 분비샘을 조절하는 자율신경계의 뉴런도 포함하는 넓은 의미이다.

㉢ O: 단일시냅스 경로에서는 감각뉴런이 연합뉴런을 거치지 않고 **운동뉴런과 직접 시냅스**를 이룬다. 무릎반사에서처럼 이 시냅스는 중추신경계인 척수 안에 형성되므로, 신호를 전달하는 감각뉴런의 축삭 말단도 중추신경계에 위치한다. 감각뉴런의 세포체가 말초의 신경절에 있다는 사실과 축삭 말단의 위치를 혼동하지 않아야 한다.

㉣ X: 감각뉴런, 연합뉴런, 운동뉴런 중 가장 많은 것은 **연합뉴런**이다. 연합뉴런은 중추신경계에서 뉴런 사이의 신호를 연결하고 정보를 통합·처리한다. 감각 정보를 받아 운동 반응을 조절하는 회로뿐 아니라 학습과 기억 등 복잡한 정보 처리 회로에도 참여한다.

옳은 보기는 ㉡과 ㉢이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 16. 멘델식 유전양상을 보이는 형질에 대해 다음의 교배 결과 동형접합체와 이형접합체 자손 수의 비가 1 : 1로 나올 수 있는 경우를 모두 고르면? (단, R과 r은 동일한 형질에 대한 대립유전자이다.)

㉠ RR × Rr
㉡ Rr × Rr
㉢ rr × Rr

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 4번

간단한 해설

동형접합체에는 **RR과 rr이 모두 포함**된다. Rr × Rr에서도 자손의 유전자형 비가 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이므로, 동형접합체와 이형접합체의 비는 (1 + 1) : 2 = 1 : 1이다.

보기별 해설

동형접합체는 두 대립유전자가 같은 RR 또는 rr이고, 이형접합체는 두 대립유전자가 서로 다른 Rr이다. RR 개체는 R을 가진 생식세포만, rr 개체는 r을 가진 생식세포만 만든다. Rr 개체는 R을 가진 생식세포와 r을 가진 생식세포를 1 : 1로 만든다.

㉠ O: RR × Rr에서 RR 부모의 생식세포 R은 다른 부모의 R 또는 r과 같은 확률로 결합한다. 자손의 유전자형 비는 RR : Rr = 1 : 1이므로, **동형접합체 RR과 이형접합체 Rr**의 비가 1 : 1이다.

㉡ O: Rr × Rr에서 양쪽 부모가 각각 R과 r을 가진 생식세포를 같은 비율로 만든다. 두 생식세포가 결합하는 네 경우는 RR, Rr, rR, rr이며, rR과 Rr은 같은 이형접합체이다. 따라서 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이고, **동형접합체 RR과 rr을 합하면** 동형접합체 : 이형접합체 = (1 + 1) : 2 = 1 : 1이다.

㉢ O: rr × Rr에서 rr 부모의 생식세포 r은 다른 부모의 R 또는 r과 같은 확률로 결합한다. 자손의 유전자형 비는 Rr : rr = 1 : 1이므로, **동형접합체 rr과 이형접합체 Rr**의 비가 1 : 1이다.

세 교배 모두 동형접합체와 이형접합체 자손 수의 비가 1 : 1로 나올 수 있으므로, 해당하는 경우를 모두 포함한 조합은 ④의 ㉠, ㉡, ㉢이다.

NoteBase

문 17. 알츠하이머 병을 앓다가 사망한 사람의 뇌조직에서 질환의 원인이 되는 유전자를 탐색(screening)하고자 한다. 다음 중 어떤 연구방법을 이용하는 것이 가장 적절한가?

① DNA 지문감식(DNA fingerprinting)

② DNA 유전자 미세배열(DNA microarray)

③ 중합효소 연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR)

④ 단백질체학(proteomics)을 이용한 구조의 분석

정답 2번

간단한 해설

DNA 미세배열은 **여러 유전자의 발현을 동시에 조사**할 수 있어, 알츠하이머병과 관련된 후보 유전자를 탐색하는 데 적합하다. 발현 차이로 찾은 후보가 실제 원인인지는 추가 검증이 필요하다.

선지별 해설

이 문항에서는 여러 연구방법을 '질환 관련 후보 유전자를 폭넓게 탐색할 수 있는가'라는 기준으로 구분한다.

① DNA 지문감식: 개인마다 다른 DNA 영역의 패턴을 비교하여 **개인을 식별**하는 방법이다. 질환과 관련하여 어떤 유전자의 발현이 달라졌는지를 대규모로 탐색하는 목적에는 적합하지 않다.

② DNA 유전자 미세배열: 칩에 고정된 다수의 DNA 탐침과 시료의 상보적인 핵산이 결합하는 원리를 이용한다. 발현 분석에서는 조직에서 얻은 mRNA를 바탕으로 표지된 cDNA 등을 만들어 칩에 결합시키고, 신호를 통해 **여러 유전자의 발현 수준을 동시에 조사**한다. 환자의 뇌조직과 정상 뇌조직을 비교하면 발현이 증가하거나 감소한 유전자를 질환 관련 후보로 좁힐 수 있다. 다만 발현 차이만으로 원인 유전자가 확정되는 것은 아니며, 질환의 결과로 발현이 달라졌을 가능성도 검증해야 한다.

③ 중합효소 연쇄반응(PCR): 프라이머로 지정한 **특정 DNA 구간을 증폭**하는 방법이다. 이미 정한 표적을 검출하거나 분석할 시료를 확보하는 데 유용하지만, 일반적인 PCR만으로 수많은 유전자의 발현을 한꺼번에 비교하여 후보를 찾는 것은 어렵다.

④ 단백질체학을 이용한 구조의 분석: 분석 대상이 **유전자가 아니라 단백질**이다. 질환에 관련된 단백질의 구조와 기능을 연구하는 데 도움을 줄 수 있지만, 여러 유전자의 발현을 직접 조사하여 후보 유전자를 탐색하는 방법과는 구별된다.

질환 관련 후보 유전자를 여러 유전자 가운데 탐색한다는 목적에는, 발현 양상을 대규모로 조사할 수 있는 ②의 DNA 미세배열이 가장 적합하다.

NoteBase

문 18. 피토크롬(phytochrome)은 빛의 파장을 감지하여 특정 유전자의 전사를 자극한다. 피토크롬에 의한 전사 자극의 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

㉠ P_r형 피토크롬은 핵으로 이동한다.
㉡ P_{fr}형 피토크롬은 전사인자와 상호작용한다.
㉢ P_{fr}형 피토크롬은 암소에서 P_r형으로 전환된다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 3번

간단한 해설

빛을 받아 활성화된 P_{fr}형 피토크롬이 **핵으로 이동하여 전사인자와 상호작용**한다. 또한 암소에서는 P_{fr}형이 P_r형으로 되돌아가는 **암전환**이 일어날 수 있다.

보기별 해설

㉠ X: 전사 조절을 위해 핵으로 이동하는 것은 활성형인 P_{fr}**형** 피토크롬이다. 세포질에 있는 P_r형이 적색광을 흡수하면 P_{fr}형으로 전환되고, 이 활성형이 핵으로 이동하여 빛 신호를 전달한다. 따라서 핵으로 이동하는 형태를 P_r형으로 설명한 부분이 잘못되었다.

㉡ O: 핵에 들어온 P_{fr}형 피토크롬은 **전사인자와 상호작용**하여 빛에 반응하는 유전자의 전사를 조절한다. 전사인자는 특정 DNA 서열에 결합하여 전사를 조절하는 단백질이며, 피토크롬은 이들의 작용에 영향을 주어 빛 신호를 유전자 발현 변화로 연결한다.

㉢ O: P_{fr}형은 빛이 없는 암소에서도 비활성형인 P_r형으로 되돌아갈 수 있다. 이를 **암전환**이라고 한다. 따라서 P_{fr}형에서 P_r형으로의 전환에는 반드시 원적색광의 흡수가 필요한 것은 아니다.

옳은 보기는 ㉡과 ㉢이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 19. 지구상의 생명체는 세균(진정세균), 고세균 및 진핵생물의 세 영역(domain)으로 이루어져 있다. 다음 세 영역에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 세균(진정세균)의 막지질은 에테르(ether) 결합이다.

② 고세균의 리보솜(ribosome)은 80S이다.

③ 진핵생물의 개시 tRNA는 포르밀메티오닌(formyl methionine)이다.

④ 고세균에는 오페론(operon)이 있다.

정답 4번

간단한 해설

고세균에도 여러 유전자가 하나의 전사 단위로 묶인 **오페론**이 존재한다. 이 유전자들은 공통 프로모터의 조절을 받아 하나의 mRNA로 함께 전사될 수 있다.

선지별 해설

① X: 세균의 막지질에서는 일반적으로 글리세롤과 지방산이 **에스터 결합**으로 연결된다. 에테르 결합으로 글리세롤과 이소프레노이드 사슬이 연결되는 것은 고세균 막지질의 특징이다.

② X: 고세균의 리보솜은 **70S**이며, 30S 소단위체와 50S 대단위체로 이루어진다. 80S는 진핵생물의 세포질 리보솜에 해당한다.

③ X: 진핵생물의 세포질에서 번역을 시작하는 개시 tRNA는 **메티오닌**을 운반한다. 포르밀메티오닌을 운반하는 개시 tRNA를 사용하는 것은 세균의 특징이다. tRNA 자체가 아미노산인 것은 아니며, 선지는 개시 tRNA에 결합한 아미노산을 뜻한다.

④ O: 고세균에는 **오페론이 존재한다**. 오페론은 여러 유전자가 공통 프로모터의 조절을 받아 함께 전사되는 유전자 발현 단위이다. 이때 하나의 mRNA에 여러 단백질의 암호화 정보가 포함되므로, 관련 유전자들의 발현을 함께 조절할 수 있다.

NoteBase

문 20. 대기 중의 질소와 생명체의 질소화합물 사이에는 순환이 일어나는데, 다음 중 생태계 구성원에 의한 질소순환에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 식물은 대기 중의 질소를 이용하여 질산염이온을 합성한다.

② 질소고정세균은 대기 중 질소를 암모늄이온으로 만든다.

③ 질화세균은 질산염이온을 암모늄이온으로 전환시킨다.

④ 식물은 질산염이온을 공기 중의 질소로 전환한다.

정답 2번

간단한 해설

질소고정세균은 대기 중의 질소를 환원하여 암모니아를 만들며, 암모니아는 물속에서 암모늄이온이 될 수 있다. 이처럼 대기 중 질소를 생물이 이용할 수 있는 형태로 바꾸는 과정이 **질소고정**이다.

선지별 해설

① X: 식물은 **대기 중의 질소를 직접 이용하지 못한다**. 뿌리로 토양의 질산염이온이나 암모늄이온을 흡수하여 아미노산 등 유기 질소화합물을 합성한다. 대기 중 질소를 생물이 이용할 수 있는 형태로 바꾸는 것은 질소고정세균의 역할이다.

② O: 질소고정세균은 대기 중의 질소를 환원하여 암모니아를 만든다. 암모니아는 물속에서 수소이온과 결합하여 암모늄이온이 될 수 있으므로, 대기 중 질소를 암모늄이온으로 만든다는 설명은 **질소고정**에 해당한다.

③ X: 질화세균이 관여하는 질화는 **암모늄이온 → 아질산염이온 → 질산염이온** 방향으로 진행되는 산화 과정이다. 질산염이온을 암모늄이온으로 바꾸는 것이 아니라, 암모늄이온을 단계적으로 산화하여 질산염이온으로 바꾼다.

④ X: 질산염이온을 대기 중의 질소로 되돌리는 과정은 식물의 작용이 아니라 **탈질소세균에 의한 탈질소작용**이다. 탈질소세균은 산소가 부족한 환경에서 질산염이온을 환원하여 질소 기체로 내보낸다. 식물은 질산염이온을 흡수하여 유기 질소화합물 합성에 이용한다.

NoteBase