

Junology 편입 생물 기출 문제

1권 - 세포생물학

2025/26대비

* 편입 생물 기출 문제 포함 학교(가나다 순).

강원대, 건양대, 경성대, 경희대, 계명대, 고신대,
단국대, 대가대, 대전대, 동국대, 동덕여대
삼육대, 순천대
연세대, 우석대, 원광대, 인제대
전남대, 제주대, 중앙대,
충남대, 충북대
한양대

밑줄 친 학교는 추가 기출문제 있음
→ 학교별 기출 풀이.

〈판권〉

〈차례〉

1권 생화학, 세포 생물학 1장 세포(생물)의 화학 2장 세포의 구조와 기능 3장 세포막 4장 세포의 신호 교환 5장 세포 호흡 6장 광합성 과정 7장 세포 분열	2권 분자 생물학 8장 성생활 주기와 감수 분열 9장 유전학 10장 핵산과 유전 11장 유전자의 발현 12장 유전자 발현 조절 13장 DNA 기술 14장 유전체의 진화 15장 원핵생물과 바이러스
3권 동물생리학 16장 동물의 호르몬계 17장 동물의 소화계 18장 동물의 순환계 19장 동물의 호흡계 20장 동물의 배설계 21장 동물의 생식계 22장 동물의 발생 23장 동물의 면역계 24장 동물의 신경계 25장 동물의 감각계 26장 동물의 근골격계	4권 식물생리학, 생태학, 진화학, 분류학 〈식물생리학〉 27장 식물의 구조와 생장 28장 관다발 식물의 수송/ 식물의 영양 29장 속씨식물의 생식 30장 식물의 신호와 행동 〈생태학〉 31장 개체군 생태학 32장 군집 생태학 33장 생태계에서의 에너지 흐름과 물질 순환 34장 기타 생태학(행동생태학, 보전 생태학 등) 〈진화〉 35장 진화학 〈분류〉 36장 분류학 원리 37장 원생생물, 균류 분류학 38장 식물 분류학 39장 동물 분류학

1장 세포의 화학

I. 생물학과 그 주제들

11. 아래는 생물학 연구에 자주 사용되는 대표적인 모델생물 (Model organisms)에 대한 설명이다. 이 중 옳지 않은 설명을 2 가지 고르시오. ① 애기장대 — 식물의 생장과 관련된 유전자 정보 연구에 활용된다. ② 대장균 — 유전정보의 발현 및 조절 메커니즘 연구에 활용된다. ③ 초파리 — 모든 생명체의 유전정보 해석에 활용된다. ④ 빵곰팡이 — 유전정보와 단백질 발현의 관계 연구에 활용된다. ⑤ 붕어 — 온도 항상성 조절과 외부 환경 적응 연구의 모델로 활용된다.	2025	대전대학교(한의학)
	1단원 1장	정답: 3, 5번
	해설 ① 맞음. 애기장대(<i>Arabidopsis thaliana</i>)는 생장과 관련된 유전자 정보 연구에 활용된다. 최초로 유전체가 해독된 식물. 유전자 기능 연구의 대표 모델. ② 맞음. 대장균(<i>E. coli</i>)는 유전정보의 발현, 조절, 복제 기작 연구에 활용됨. 분자생물학의 기본 모델. ③ 틀림. 초파리(<i>Drosophila melanogaster</i>)는 동물 발생·유전 연구 모델로, Hox 유전자 등 진화적으로 보존된 정보 연구에 활용됨. ④ 맞음. 빵곰팡이(<i>Neurospora crassa</i>)는 진핵생물 기본 유전·단백질 발현 연구 모델. 1유전자-1효소설 입증에 사용. ⑤ 틀림. 붕어는 모델 생물이 아니며, 온도 항상성은 포유류 모델(쥐 등)을 주로 사용함. 어류의 모델 생물은 zebra fish이다.	

II. 원자와 분자

01. 인체를 구성하는 원소의 체중 대비 비율이 가장 큰 순서대로 나열한 것으로 옳은 것은? ① 탄소-산소-수소-질소 ② 산소-수소-탄소-질소 ③ 산소-탄소-수소-질소 ④ 질소-수소-탄소-산소 ⑤ 탄소-산소-질소-수소	2025	강원대학교
	1단원 1장	정답: 3
	해설 O, C, H, N, Ca, P... 순이다.	

02. 탄소 동위원소를 구성하는 아원자입자 수를 나타낸 표이다. (C)에 들어가는 것으로 알맞은 것은? <table><tr><td>탄소동위원소</td><td>탄소-12</td><td>탄소-13</td><td>탄소-14</td></tr><tr><td>(A)</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr><tr><td>(B)</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>(C)</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td></tr><tr><td>전자</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr></table> ① 중성자 ② 핵 ③ 양성자 ④ 질량수 ⑤ 원자번호	탄소동위원소	탄소-12	탄소-13	탄소-14	(A)	6	6	6	(B)	6	7	8	(C)	12	13	14	전자	6	6	6	2025	강원대학교
	탄소동위원소	탄소-12	탄소-13	탄소-14																		
	(A)	6	6	6																		
(B)	6	7	8																			
(C)	12	13	14																			
전자	6	6	6																			
1단원 1장	정답: 4																					
해설																						

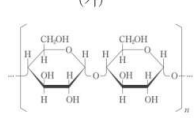
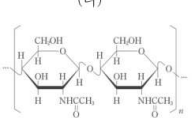
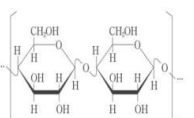
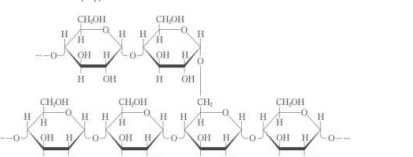
III. 물

03. 물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? ① 비열이 작아 온도 변화에 민감하다. ② 수소결합을 한다. ③ 응집력과 부착성이 있다. ④ 극성분자이다. ⑤ 용매능력이 좋다.	2025	강원대학교
	1단원 1장	정답: 1번
	해설	

26. 물의 특성에 대한 설명으로 틀린 것은? [48] ① 높은 기화열을 가지 기화되기 위해서는 주변으로부터 많은 열을 흡수해야 하며 이로 인해 주변 온도를 낮출 수 있다. ② 물은 열용량이 낮아 모래가 물보다 빨리 식는다. ③ 물은 응집력은 식물의 뿌리에서부터 잎으로 물의 이동이 가능하게 한다. ④ 물이 고체상태일 때는 액체상태일 때 보다 밀도가 낮아 얼음이 물에 뜰 수 있다.	2025	삼육대학교
	1단원 1장	정답: 2번
	해설 2. 틀림. 물은 열용량이 크다.	

IV. 생체 내 분자

1. 탄수화물

15 2017 PEET 본경사 그림은 생물체에서 발견되는 다당류의 구조를 일부만 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 글리코젠, 셀룰로오스, 아밀로오스, 키틴 중 하나이다.	2017	PEET
	1단원 1장	정답: 5
	(가)  (나)  (다)  (라)  이에 대한 설명으로 옳은 것은? ① (가)~(라)의 단위체는 모두 포도당이다. ② (가)는 철지동물의 외골격을 구성한다. ③ (나)는 식물 세포벽의 주요 구성 성분이다. ④ (다)는 요오드 반응으로 검출된다. ⑤ 골격근은 (라)를 에너지원으로 저장한다.	

2. 지질

56. 포화지방산과 불포화지방산에 대한 다음의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? ◁ 보 기 ▷ ㄱ. 탄소-탄소 이중결합은 구조에 따라 cis형태와 trans형태가 가능하다. ㄴ. 포화지방산은 탄소-탄소 이중결합을 한개 이상 가지고 있다. ㄷ. 상온에서 고체인 동물성지방에는 불포화지방산이 많고 상온에서 액체인 식물성지방에는 포화지방산이 많다. ㄹ. 포화지방산은 분자형태가 불포화지방산에 비해 직선형태라 분자간의 인력이 불포화지방산에 비해 크다.	2015	한양대학교
	1단원 1장	정답: 2
	해설	

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

08. 중성지질(triacylglycerol)의 함유량이 가장 높은 지질단백질은?

① 암죽미립(chylomicron, 유미입자)

② 저밀도 지질단백질(low density lipoprotein, LDL)

③ 고밀도 지질단백질(high density lipoprotein, HDL)

④ 중밀도 지질단백질(intermediate density lipoprotein, IDL)

⑤ 초저밀도 지질단백질(very low density lipoprotein, VLDL)

2025

인제대학교 의대

1단원 1장 생명의 화학

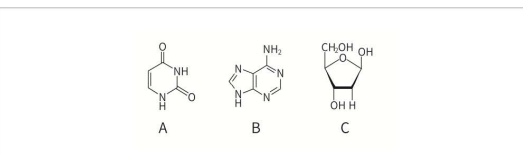
정답: 1

해설

지식형.

지질 복합체 명칭	밀도(g/mL)	지질(%)		
		중성 지방	콜레스테롤	인지질
chylomicron(유미입자)	0.95	90	2-7	3-9
VLDL(초저밀도 지질단백질)	0.95 ~ 1.006	55-88	5-15	10-20
very low density lipoprotein				
LDL(저밀도 지질단백질)	1.019 ~ 0.163	5-15	40-50	20-25
low density lipoprotein				
HDL(고밀도 지질단백질)	1.063 ~ 1.21	5-10	15-25	20-30
high density lipoprotein				

3. 핵산

02. 그림은 핵산을 구성하고 있는 주요 염기와 당의 화학 구조를 나타낸 것이다.  A B C 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2점] 보기 ㄱ. A는 주로 RNA에서 발견된다. ㄴ. C는 주로 DNA에서 발견된다. ㄷ. A와 B는 핵산 내에서 3개의 수소결합을 형성한다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">2025</td><td style="width: 50%;">동국대학교</td></tr> <tr> <td>1단원 1장</td><td>정답: 4</td></tr> </table> 해설 A: 우라실 B: 아데닌 C: 디옥시리보스	2025	동국대학교	1단원 1장	정답: 4
2025	동국대학교				
1단원 1장	정답: 4				

03. 다음 중 뉴클레오사이드에 해당하는 것은? ① 아데닌 ② 구아닌 ③ 사이토신 ④ 유리딘 ⑤ 타이미딘	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">2025</td><td style="width: 50%;">연세대학교 미래</td></tr> <tr> <td>1단원 1장 생명의 화학</td><td>정답: 4</td></tr> </table> 해설 선택지 ①②③은 모두 염기에 해당합니다. ④ 유리딘(uridine) = 유라실(U) + 리보스 → RNA의 뉴클레오사이드 ⑤ 타이미딘(thymidine) = 티민(T) + 리보스 → 생체내에 거의 없음 디옥시타이미딘은 티민+디옥시리보스로 구성된 DNA의 디옥시뉴클레오사이드이다. 5지 선다중에는 가장 적합한 보기를 골라야 하므로 RNA 뉴클레오사이드인 ④ 유리딘이 정답이다.	2025	연세대학교 미래	1단원 1장 생명의 화학	정답: 4
2025	연세대학교 미래				
1단원 1장 생명의 화학	정답: 4				

4. 단백질

34. 그림은 아르기닌의 적정곡선을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [2점]

- ① 아르기닌은 염기성 아미노산이다.
- ② 아르기닌의 분자량은 티로신 보다 크다
- ③ 아르기닌의 등전점은 10.75이다.
- ④ a에서 아르기닌의 전하량은 +1이다.
- ⑤ 아르기닌 한 글자 약어는 R 이다.

2025	단국대학교
1단원 1장	정답: 2

해설
아르기닌의 분자량은 약 174Da, 티로신의 분자량은 약 181Da이다.

다음은 올리고펩타이드이다. 맞는 것을 모두 골라라.

NC(CO)C(=O)NCC(=O)N(Cc1ccc(O)cc1)C(=O)N(C)C(=O)N(C(C)C)C(=O)O

<보기>

ㄱ. 올리고펩타이드를 구성하는 아미노산은 5개이다.

ㄴ. 아미노기 말단의 아미노산은 트레오닌이다.

ㄷ. 카복시 말단의 아미노산은 280nm의 흡광도를 가진다.

2025	제주대학교
1단원 1장 생명의 화학	정답: ㄱ

해설
아미노단부터 세린 - 글리신 - 티로신 - 알라닌 - 류신이다.
ㄱ. 맞음.
ㄴ. 틀림. 세린이다.
ㄷ. 틀림. 방향족 아미노산인 트립토판, 티로신, 페닐알라닌이 280nm의 흡광도를 가진다.

13. 표는 트리펩티드(펩티드-Ala-Asp-Lys-C말단)를 구성하는 아미노산의 이온화 상수이다.

	pK_1 (α -COOH)	pK_2 (α -NH ₃ ⁺)	pK_R (결사슬)
Ala	2,4	10,0	—
Asp	2,0	9,6	4,0
Lys	2,2	9,0	10,5

이 트리펩티드의 이온화에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 작용기의 이온화 상수는 펩티드 결합 후에도 동일하게 유지된다.) [2.5점]

<보기>

ㄱ. pH 4.0 수용액에서 알짜 전하가 +1이다.

ㄴ. pH 5.0 수용액에서 주로 두 가지의 이온화된 형태가 10:1로 존재한다.

ㄷ. pH 7.0 수용액에서 알짜 전하가 0이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

2025	동국대학교
1단원 1 장	정답: 5

해설
ㄱ. 틀림. +1+1-1-0.5=+0.5이다. pH 3.1에서 알짜 전하가 +1이다.
ㄴ. pK가 4인 자리만 평형을 이룬다. 헨더슨 하셀바의 방정식에 의해 맞음을 알 수 있다.
ㄷ. 맞음. 트리펩티드에서 수소 이온을 주고 받을 수 있는 자리는 4개가 있고, 각각 자리의 pK값은 2.2, 4, 10, 10.5이다. 중간 두 개의 평균값이 pI이고 그 값은 7이다. pH와 pI가 같으면 알짜 전하는 0이다.

17. pH = 7에서 글라이신(Gly)-시스테인(Cys)-아스파르트산(Asp) 3개의 아미노산으로 구성된 올리고펩타이드의 알짜전하(net charge)는? (단, 작용기의 pKa α -아미노그룹 = 9.6, α -카복실기 = 2.34, β -카복실기 = 3.9, 시스테인 티올(thiol)기 = 8.2)

- ① -2
- ② -1
- ③ 0
- ④ +1
- ⑤ +2

2025	계명대학교
1단원 1장	정답: 2

해설

17. [그림에서 아미노산이 1차 구조로 펩티드 결합을 이루고 있는 것으로 주어진= 5' ASP - Cys- Val- Met-TyrHis-Phe-Trip 3'] 다음 그림에서 인산화가 일어나는 아미노산은 몇 번째 아미노산인지 고르시오. ① 2번째 ② 3번째 ③ 4번째 ④ 5번째 ⑤ 6번째	2025	고신대학교
	1단원 1장	정답: 4
	해설	

19. 단백질 구조에 관한 설명으로 옳은 것은? ① 미오글로빈(myoglobin)은 α -helix와 β -sheet의 2차 구조를 가진다. ② 단백질의 자연입체형태(native conformation)는 가장 높은 깃스 자유에너지를 가진다. ③ β -sheet 2차 구조에서 아미노산 잔기의 곁사슬이 서로 반대방향으로 교대하여(alternately) 위치하고 있다. ④ 성체 내 단백질의 3차 구조에서 비극성 곁사슬은 단백질의 바깥쪽에 위치하여 반데르발스 또는 소수성 상호작용에 의해 안정화 된다. ⑤ α -helix는 한 개의 폴리펩타이드사슬 내에서 N번째 아미노산의 C=O와 N+ 2번째 아미노산의 NH 간 수소결합이 나선축방향으로 배열된다.	2025	계명대학교
	1단원 1장	정답: 3
	해설 1) 틀림. 미오글로빈은 하나의 폴리펩타이드로 구성된다. 2) 틀림. 가장 낮은 상태이다. 3) 맞음. 4) 틀림. 5) 틀림. 1번째와 5번째 아미노산의 CO, NH 간의 수소결합으로 알파나선이 형성된다.	

05. 다음 중 사폐론의 기능은 무엇인지 고르시오. ① 단백질 접힘 ② 세포 주기 ③ 단백질 분해 ④ 세포 부착 ⑤ 전자 운반	2025	연세대학교 미래
	1단원 1 장 생명의 화학	정답: 1
	해설	

10. 단백질 접힘에 기여하는 효소는? ① 칼모둘린 ② 프로테아좀 ③ 국소이성화효소 ④ 사폐론	2025	충북대학교
	1단원 1 장 생명의 화학	정답: 4
	해설	

5. 비타민, 무기이온

03. 베리베리병(BeriBeri Disease)으로 진단 받은 환자에게 부족한 것은? ① Retinol ② Thiamine ③ Niacin ④ Cholecalciferol ⑤ Pyridoxine	2025	인제대학교 의대
	1단원 1장 생명의 화학	정답: 2
	해설. 각기병(beriberi): 체내에 비타민 B1(티아민, thiamine)의 부족으로 발생하는 비타민 결핍증.	

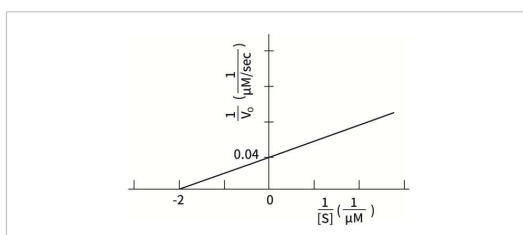
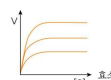
05. 시각색소를 구성하고 상피 조직을 유지하는 비타민은? ① 비타민A ② 비타민B ₂ ③ 비타민B ₃ ④ 비타민B ₆ ⑤ 비타민B ₁₂	2025	제주대학교
	1단원 1장 생명의 화학	정답: 1
	해설	

09. 메틸말론산혈증(Methylmalonic Acidemia)으로 진단받은 환자에게 치료제로 쓸 수 있는 비타민은? ① niacin ② retinol ③ riboflavin ④ cobalamin ⑤ ascorbic acid	2025	인제대학교 의대
	1단원 1장 생명의 화학	정답: 4
	해설 1. 메틸말론산혈증(Methylmalonic Acidemia, MMA)은 메틸말로닐-CoA(mutase) 효소의 결함 또는 코발라민(비타민 B ₁₂) 대사의 이상으로 인해 발생합니다. 2. 정상 경로 $\text{Propionyl-CoA} \rightarrow \text{Methylmalonyl-CoA} \xrightarrow{\text{Methylmalonyl-CoA mutase} + \text{Vitamin B}_{12}} \text{Succinyl-CoA} \rightarrow \text{TCA 회로}$ 3. MMA에서의 문제 Methylmalonyl-CoA mutase 자체의 결핍 또는 비타민 B ₁₂ 결핍 → Methylmalonic acid가 축적되어 대사성 산증 및 신경계 손상 유발 4. 치료 일부 환자에서는 고용량의 비타민 B ₁₂ (코발라민) 투여로 효소 활성 일부가 회복되어 증상이 개선됨 → 특히 B ₁₂ -responsive MMA 환자에서 효과적	

V. 에너지와 효소

42. 효소반응에 있어서 기질 외에 다양한 작은 크기의 유기물 또는 금속이온은 특이한 효소반응에 참여하여 반응속도를 높이는 조효소로 작용한다. 이들의 특징으로 옳바른 조합은? ◀ 보 기 ▶ ㄱ. 효소반응에 의해 변형되지 않고 재활용된다. ㄴ. NAD⁺ (nicotinamide adenine dinucleotide)는 전자운반체 역할을 한다. ㄷ. 하나의 조효소는 한종류의 효소반응에 참여한다. ㄹ. 리보플라빈 (riboflavin)은 알데히드기 전달체로 작용한다. ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ	2015	한양대학교
	1단원 1장	정답: 1
해설		

17. 한 연구팀이 효소 A의 활성에 미치는 억제제 B의 영향을 분석한 결과, 억제제 B가 존재할 때 최대 반응 속도 (V_{max})는 낮아지지만, 미카엘리스 상수(K_m)는 변하지 않았다. 이 결과를 바탕으로 억제제의 작용 방식을 가장 알맞게 설명하는 것을 고르시오. [2점] ① 비경쟁적 억제 ② 경쟁적 억제 ③ 무경쟁적 억제 ④ 음성 피드백 ⑤ 양성 피드백	2025	경희대학교
	1단원 1장	정답: 1
해설		

15. 그림은 어떤 효소 X의 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 라인위버-버크 도표(LB plot)로 나타낸 것이다.  이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 사용된 효소 X의 농도는 0.05 μM 이다.) [2.5점] 보기 ㄱ. 기질에 대한 X의 K_m 값은 0.25 μM이다. ㄴ. 기질에 대한 X의 최대속도(V_{max})는 25 μM/sec이다. ㄷ. 기질이 포화되면 1 분자의 X는 1초 동안 500 분자의 기질과 반응할 수 있다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025	동국대학교
	1단원 1장	정답: 4
해설 ㄱ. 틀림. 0.5 μM임. ◆ 시험에서 물어보는 것들 (1) K_m : 미카엘리스 상수(michaelis constant) K_m : 최대속도(V_{max})의 $\frac{1}{2}$에 도달하는데 필요한 기질의 농도 K_m이 작을수록 효소의 기질 친화력이 높다. (2) k_{cat} : 촉매 전환수(catalytic turnover number), 단위 = /시간. 효소가 기질로 완전히 포화되어 있을 때, 한 효소 분자에 의해서 단위 시간당 생성물로 전환되는 기질 분자의 수를 말한다. 혹은 단위시간당 ES에서 떨어져 나오는 E의 수를 의미한다. → K_{cat}은 V_{max}를 이용해 계산할 수 있다. 반응속도상수 k_2와 같다. → 총 효소의 농도 $[E]_0$를 알면 최대 속도를 이용해서 효소의 촉매 전환수를 계산가능하다. $V_{max} = k_2[E]_0$ (3) k_{cat}/K_m : 촉매효율(catalytic efficiency) $k_{cat}/K_m = (k_{cat} \times k_1)/(k_{-1} + k_{cat}) < k_1$ → k_{cat}이 K_m보다 훨씬 크다고 가정하면, 촉매효율(k_{cat}/K_m)은 k_1에 근접한다. (4) 효소의 농도를 증가시키면 반응속도는 비례해서 빨라진다. 아래 그래프는 효소의 농도만 3가지로 달리한 미카엘리스멘텐그래프  (5) 기질의 농도가 K_m보다 낮을 때 : 기질의 농도에 따라 반응속도는 거의 비례 (1차 반응). 기질의 농도가 K_m보다 높을 때 : 기질의 농도와 반응속도는 무관 (0차 반응)		

10. 다음 표는 어떤 효소에 대한 저해제 A와 B를 이용한 효소합성 측정실험의 결과이다.			
	저해제 없음	저해제	
		A	B
$V_{\max}$	2 mmol/min	1 mmol/min	1 mmol/min
K_m	0.5 mM	0.5 mM	0.3 mM

이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기			
㉠	저해제 A는 경쟁적 저해제이다.	㉢	저해제 A가 효소에 결합하면 효소의 구조변형 (conformational change)이 발생한다.
㉡	저해제 B는 자유 효소(free enzyme)에도 결합한다.		

① 없음
 ② ㉠
 ③ ㉡
 ④ ㉢

⑤ ㉠, ㉡
 ⑥ ㉠, ㉢
 ⑦ ㉡, ㉢
 ⑧ ㉠, ㉡, ㉢

2025	대가대학교
1단원 1장	정답: 4번
해설 * 저해제 A: $V_{\max}$ ↓, K_m 변화 없음 → 비경쟁적 저해(allosteric) → 효소의 구조변형 유발 ⇒ ㉢ 참 * 저해제 B: $V_{\max}$ ↓, K_m ↓ → ‘무경쟁적(=uncompetitive)’ 저해 → ES 복합체에만 결합, 자유 효소에는 결합하지 않음 ⇒ ㉡ 거짓 * 경쟁적 저해제: $V_{\max}$는 같고, K_m 만 ↑. ㄱ 틀림.	

2장 세포의 구조와 기능

I. 원핵 세포

원핵 생물의 특징으로 옳은 것은? ① 세포막이 없다 ② 핵막이 없어 유전체가 세포질에 존재한다 ③ 막성 세포소기관이 있다 ④ 염색체는 히스톤 단백질에 감겨 있다 ⑤ 선형 DNA를 가진다	2025	순천대학교
	1단원 2장 세포	정답: ②
	해설 원핵 생물은 핵막이 없어 DNA가 세포질의 핵양체(nucleoid)에 존재합니다. 세포막은 존재하며(① X), 막성 세포소기관은 없습니다(③ X). DNA는 히스톤에 감기지 않은 원형 DNA 형태입니다(④, ⑤ X).	

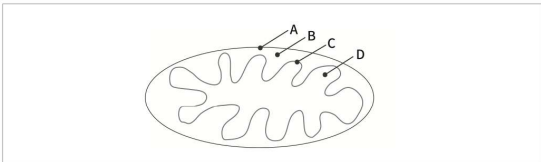
11. 다음 중 원핵생물의 리보솜과 진핵생물의 리보솜에 대한 설명으로 옳바른 것은? ① 원핵생물의 리보솜은 30S 소단위와 50S 소단위로 이루어져 있다. ② 원핵생물의 리보솜은 40S 소단위와 70S 소단위로 이루어져 있다. ③ 진핵생물의 리보솜은 30S 소단위와 50S 소단위로 이루어져 있다. ④ 진핵생물의 리보솜은 40S 소단위와 70S 소단위로 이루어져 있다.	2025	충북대학교
	1단원 2장 세포	정답: 1
	해설 지식형 문제.	

11. 다음 <보기> 중 옳은 설명을 고르시오. 보기 ㄱ. 리소자임은 베타 1,4 -글리코시드 결합을 절단하는 효소이다. ㄴ. 그람양성고세균은 베타 1,3 글리코시드 결합을 특징으로 가진다. ㄷ. 균류 키틴은 N-아세틸글루코사민(NAM)이랑 N-아세틸글루코사민(NAG)으로 이루어졌다. ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025	원광대학교
	1단원 2장 세포	정답: 2번
	해설 ㄱ. 맞음. 리소자임(lysozyme)은 세균 세포벽의 펩티도글리칸 중 N-아세틸무라믹산(NAM)과 N-아세틸글루코사민(NAG) 사이의 β -1,4 결합을 절단하여 세포벽을 파괴함 ㄴ. 맞음. 고세균(Archaea)의 세포벽은 펩티도글리칸이 아닌 유사펩티도글리칸(pseudomurein)으로 구성되어 있으며, β -1,3 결합을 가진다. 그람양성 고세균(Gram-positive Archaea)이라고 부르는 것은 염색 결과에 따른 분류일 뿐, 세균의 그람양성과는 구조적으로 차이가 있다. 즉, '그람양성 고세균'은 세균의 그람양성균과는 전혀 다른 세포벽 성분을 가짐. ㄷ. 키틴은 N-아세틸글루코사민(NAG)이 β -1,4 결합으로 반복된 구조이다. 틀림. 균류의 세포벽은 주로 키틴과 글루칸으로 구성됨.	

II. 진핵세포의 세포 소기관과 그 기능

[1] (2.9점) 다음 중 동물세포의 세포소기관에 대한 설명으로 틀린 것은? ① 진핵세포의 내막계를 구성하는 미토콘드리아(mitochondria)는 ATP 생산에 관여한다. ② 리소좀(lysosome) 내부의 낮은 pH는 효소의 활성화에 기여한다. ③ 혈면소포체와 조면소포체는 표면에 존재하는 리보솜의 유무로 구분할 수 있다. ④ 골지체는 납작한 막으로 된 소낭인 시스테나(cisternae)로 이루어져 있다.	2025	중앙대학교
	1단원 2장	정답: 1
	해설	

03. 조면소포체와 골지체를 거치면서 다양한 단백질이 만들어진다. 이 단백질들이 수행하는 기능의 예로 옳지 않은 것은? [2점] ① ATP로부터 cAMP의 생성을 매개한다. ② 세포에 독성을 지닌 H₂O₂를 H₂O로 분해한다. ③ 항원과 결합하여 중화작용을 매개한다. ④ 세포 내로 섭취한 물질들의 당 결합을 끊는다. ⑤ Na⁺의 농도구배에 역행하여 Na⁺을 세포 밖으로 배출한다.	2025	동국대학교, 우석대학교
	1단원 2장	정답: 2
	해설 1. 세포막 단백질 2. 퍼옥시좀 단백질 3. 분비 단백질 4. 리소좀 효소 5. 세포막 단백질	

04. 그림은 미토콘드리아의 구조를 모식도로 나타낸 것이다.  세포내공생설은 진핵세포의 소기관인 미토콘드리아의 기원을 설명하기 위한 유력한 가설이다. 이 가설에 따르면 미토콘드리아는 호기성 세균이 숙주세포의 내부공생체로 진화한 것이다. 미토콘드리아의 특성에 대한 설명 중 세포내공생설을 지지하는 것으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? [2점] — 보기 — ㄱ. A가 C보다 원형질막과 유사하다. ㄴ. 미토콘드리아와 호기성 세균을 pH가 높은 염기성 용액에 넣으면 ATP가 합성된다. ㄷ. D에는 70S의 리보솜이 있어서 독자적으로 일부 단백질을 생산한다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025	동국대학교
	1단원 2장	정답: 3
	해설	

다음 중 세포소기관에 대한 설명으로 틀린 것은? 1) 원핵세포에는 세포 소기관이 없다. 2) 미토콘드리아는 이중막으로 되어 있다 3) 리소좀의 내강의 pH는 세포기질보다 낮다. 4) 퍼옥시좀은 내막계에 포함된다.	2025	강원대학교
	1단원 2장	정답: 4
	해설	

15. 다음은 어떤 세포에서 관찰되는 세포소기관이다. 이들의 공통 점으로 옳은 것을 고르면? [핵, 미토콘드리아, 엽록체, 리보솜] 1) RNA가 들어있다. 2) 막으로 싸여 있다. 3) ATP 생산 능력이 있다. 4) 자기 복제 능력이 있다.	2011	우석대학교 한의대
	1단원 2장	정답: 1
	해설	

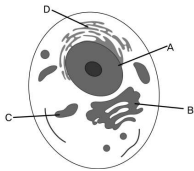
18. 각각의 다른 생물을 구성하는 세포는 일반적으로 매우 작고, 평균적으로 크기가 비슷하다. 단지 생물의 크기는 세포 수의 차이에서 비롯된다 할 수 있다. 이와 같이 세포의 크기가 작으면 어떤 이점이 있는가?	2011	우석대학교
	1단원 2장	정답: 3
	해설	

- 1) 작은 세포가 큰 세포보다 더 튼튼하다.
- 2) 작은 세포가 큰 세포에 비해 원형질막의 표면적이 더 넓다.
- 3) 작은 세포가 필요한 영양소와 산소를 더 잘 받아들일 수 있다.
- 4) 작은 세포로 생명을 만드는 것이 에너지가 적게 소요 된다.

06. 우리 몸의 organelle 중 스스로 복제 및 증식이 가능한 소기관은 무엇인지 고르시오. ① 엽록체 ② 소포체 ③ 미토콘드리아 ④ 리소솜 ⑤ 골지체	2025	고신대학교
	1단원 2장	정답: 3번
	해설 미토콘드리아와 엽록체가 스스로 증식 가능하지만, 동물에게 엽록체는 없다.	

07. 단백질이 최종적으로 원하는 위치에 가기 전 마지막으로 담의 첨가 일어나는 소기관은 어디인지 고르시오. ① 골지체 ② 소포체 ③ 미토콘드리아 ④ 리보솜 ⑤ 핵	2025	고신대학교
	1단원 2장	정답: 1
	해설	

22. 세포가 살아가는데 있어서 불필요한 세포 소기관을 스스로 파괴하는 것이 무엇인지 고르시오. ① autophagy ② apoptosis ③ necrosis ④ phagocytosis ⑤ senescence	2025	고신대학교
	1단원 2장	정답: 1
	해설	

01. 그림은 동물세포의 소기관을 나타낸 모식도이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은? 	2025	동덕여자대학교
	1단원 2장	정답: 3
	해설 A: 핵, B: 골지체, C: 미토콘드리아, D: 소포체 가. 맞음. 인에서 이루어진다. 나. 틀림. 3차구조는 최초 rER에서 이루어지거나 세포기질에서 이루어진다. 다. 틀림. 미토콘드리아의 DNA는 원형이므로 텔로미어가 없다. 라. 맞음. 분비 단백질의 당화작용은 D에서 이루어진다.	

|| 보기 ||

- 가. 리보솜 단백질과 rRNA의 조립은 A에서 이루어진다.
나. 단백질의 3차 구조는 B에서 결정된다.
다. C에서의 DNA 복제과정에는 말단소복원효소(텔로머레이스, telomerase)가 필요하다.
라. 분비되는 단백질의 당화작용은 D에서 이루어진다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 가, 라
④ 나, 다 ⑤ 다, 라

49. 리소솜에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은? [5.9] 보기 A. 단일막으로 구성되어 있다. B. 동물세포와 식물세포 모두 가지고 있다. C. 막에는 H ⁺ 펌프가 있어 내부를 산성으로 유지시킨다. D. 자가소화작용이 있어 노화된 세포소기관을 분해하고 재활용한다. E. 리소솜의 기능이상에 의한 폼페병은 ganglioside hexosaminidase A의 결핍에 의한 뇌세포의 gangliosidoside의 축적에 의해 일어난다.	2025	삼육대학교
	1단원 2장 세포	정답: 2번
	해설 지식형 보기 A: 맞음. B: 틀림. C: 맞음. D: 맞음. E: 틀림. E의 설명은 Tay-Sachs disease에 대한 설명이다. 이 질병이 β-hexosaminidase A 결핍으로 뇌세포에 GM2 ganglioside가 축적된다.	

- ① A, B, C ② A, C, D
③ B, C, D ④ B, D, E

45. 세포 내 단백질은 양이 일정하여도 항상 역동적으로 새로운 단백질로 교환되고 있으며, 조건에 따라 단백질의 양은 변할 수 있다. 따라서 단백질의 양은 합성되는 속도뿐만 아니라 분해되는 속도에 의해 결정된다. 진핵세포에서 단백질 분해에 관련된 경로 중 ubiquitin-proteasome 경로와 관련된 항목은?

< 보기 >

- ㄱ. 라이신 잔기 기능기
ㄴ. ATP 에너지
ㄷ. Autophagosome
ㄹ. Lysosome

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄷ

2015

한양대학교

1단원 2장

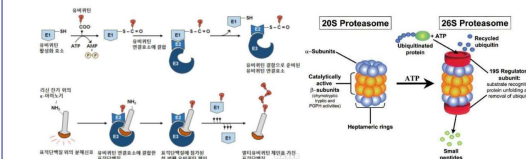
정답: 1

해설

- 1) 특징 : 단백질을 물리적 펄트드로 분해. 에서 분해, 유비쿼린화 된 단백질을 분해(특이성 있음).
- 2) 리소좀과 프로테아좀의 비교

단백질 분해 과정에서 ATP 필요 여부	리소좀(박식 소기관)	프로테아좀
pH	ATP 필요 없음	ATP 필요
분해물질	산성	중성(pH 7-8)
특이성	탄수화물, 지방, 단백질, 핵산	단백질
단백질 절단	리소좀 안의 물질	유비쿼틴화 된 단백질
MHC 연관성	아이노산 단위로도 절단 가능	올리고펩티드로 절단
	II	I

◆ 프로테아좀(proteasome)은 세포 내에서 단백질을 분해하는 거대 분자이다



- 본분별 특이 단백질들이, 다중과도 산화적으로 유비퀴틴화되고 접합을 하게 된다.
- 76계 라이소솜 산성도 구별된 단백질들이 산화화된 E1단과 글리신의 카복실기와 E1 단백질의 시스테인의 싸이오에스테르를 합친다.
 - 이 반응은 ATP가 필요하다.
 - 반응은 E2유비퀴틴 결합소: ubiquitin conjugating enzyme의 시스테인 잔기로 전환된다. E2와 E3가 결합, E2-E3 복합체로 유비퀴틴 연결소 ubiquitin ligase를 이루고, E3가 프로테아좀(유비퀴틴 단백질) 라인의 N-단에 아미노가이드를 붙인다.
 - 유비퀴틴 단백질과 단백질의 잔기 잔여가 유비퀴틴의 C-단과 공유를 연한다. 이 과정을 반복해 반복 유비퀴틴화 연결을 행하게 된다.
 - 최소한 4개 이상으로 연결된 유비퀴틴 단백질은 산화 프로테아좀과 접합을 하게 되며, 유비퀴틴화 단백질 인지 도메인은 갖고, 많은 프로테아좀의 19S 부문을 형성하게 된다. 그 후, deubiquitinating enzyme의 유비퀴틴은 프로테아좀에서 떨어져 나가고, 프로테아좀에서 붙는 프로테아좀을 deubiquitinating 하여 프로테아좀 20S 복합체로 옮겨가게 된다. class 1 subunit은 protease 기능을 가지며, 20S 안쪽의 유비퀴틴은 유비퀴틴화 단백질의 잔기 잔여를 제거한다. 같은 E1과 E2가 합쳐져 있는 class 2 subunit은 protease 기능을 가지지, 다른 기능은 없고, 유비퀴틴을 단백질에서 제거한다.

07. 다음 중 유비쿼터스와 연관된 기능은?

- ① 단백질 접힘 ② 세포 주기 ③ 단백질 분해
④ 세포 부착 ⑤ 전자 운반

2025

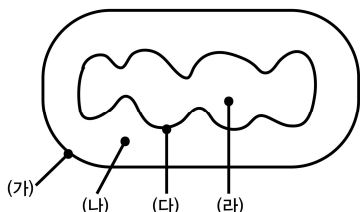
연세대학교 미래

1단원 2장 세포

정답: 3

해설

16. 다음은 미토콘드리아의 구조이다. (가)~(라)는 막, 내막, 기질, 막사이의 공간을 순서 없이 나타낸 것이다. 다음 중 옳은 것은?



- ① (가)의 막단백질 포린은 선택적 투과성이 강하다.
- ② (나)에는 리보솜이 있다.
- ③ 세포사멸 시 (다)의 시토크롬 c가 세포질로 나온다.
- ④ 암세포는 (라)에서 산화적인산화가 활발하다.
- ⑤ (라)에서 산화적 인산화가 일어나, 음이온 경향을 띤다.

1) 시토크롬 c의 정상시 위치: 미토콘드리아 막사이 공간(IMS)에 존재하며, 내막의 크리스타(cristae) 표면에 많이 분포

내막의 특이 인지질인 카디올리핀(cardiolipin) 과 정전기적·소수성 상호작용으로 느슨하게 결합되어 있어 쉽게 빠져나오지 않음.

2) 방아쇠(트리거)

(1) 내인성 경로(미토콘드리아 경로)

DNA 손상, 산화스트레스, 성장인자 결핍 등 → p53 활성화, BH3-only 단백질(BIM, PUMA, NOXA, BAD 등) 증가 → BAX/BAK이 미토콘드리아 외막(OMM)으로 이동-올리고머화 → MOM(미토콘드리아 외막 투과화) 유도. * 항아포토시스 단백질(BCL-2, BCL-xL)은 BAX/BAK을 억제.

(2) 외인성 경로(Death receptor 경로)

Fas/TNFR 등 수용체 → caspase-8 활성화 → BID 절단(tBID) → 미토콘드리아로 이동 → BAX/BAK 활성화 → MOMP

3) 방출 전 준비 단계(탐착 & 재배열)

(1) 카디오리핀 과산화: 시토크롬 c는 과산화효소(peroxidase)처럼 작용해 카디오리핀을 산화 → 결합력 약화 → 내막으로부터 시토크롬 c 탈착이 쉬워짐

(2) 크리스탈 재형성(cristae remodeling): OPA1 조절(OMA1)/YME1L에 의한 가공)로 크리스탈 접합부가 넓어짐 → 크리스탈 내부에 '갇혀 있던' 시토크롬 c가 막 사이 공간으로 이동 가능. 이 단계가 선행되어야 전체 풀(pool)이 빠르게 빠져나올 수 있음.

4) 방출(Release)

(1) 핵심 사건: MOMP(미토콘드리아 외막 투과화), BAX/BAK 올리고머가 외막에 지질성 거대공(리피드 포어)을 형성

IMS 쪽의 가용성 시토크롬 c가 세포질(cytosol)로 급격히 확산(수초~수분 단위), 경우에 따라 VDAC과 상호작용, 또는 세라미드 채널 등도 기여할 수 있음.

(2) 별도 경로: Ca^{2+} 과부하/심한 스트레스 시 mPTP(미토콘드리아 투과전이 구멍)가 열려 평강→외막 파열로 방출되면 피사성 양상에 가깝게 진행(정형적 apoptosis에선 MOMP가 주역)

2025

제주대학교

1단원 2장 세포

정답: 3

해설

(가) 외막, (나) 막사이 공간, (다) 내막, (라) 기질

1. 틀림. 포린은 비선택성이다.
2. 틀림. 리보솜은 (라) 기질에 있다.
3. 맞음.
4. 틀림. 산화적 인산화는 (다)에서 일어난다.
5. 틀림. 산화적 인산화는 (다)에서 일어난다.

[4] (3.6점) 아래 그림은 각각 세포골격을 나타낸 것이다. A~C는 중간섬유, 미세섬유, 미세소관 중 하나이다. 이에 대한 설명 중 옳은 것만 <보기>에서 고른 것은?  <보기> 가. A는 근육의 수축 운동과 세포질 분열 과정의 수축형성에 필요하다. 나. B는 핵과 여러 세포소기관을 고정하며, 반영구적인 세포골격이다. 다. C는 방추사를 구성하는 세포골격으로 세포에 따라 케라틴 등의 여러 단백질로 구성된다. ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">2025</td> <td style="width: 50%;">중앙대학교</td> </tr> <tr> <td>1단원 2장</td> <td>정답: 1</td> </tr> </table> 해설	2025	중앙대학교	1단원 2장	정답: 1
2025	중앙대학교				
1단원 2장	정답: 1				

28 2013 PEET 본검사 표는 세포골격의 구성 요소인 A~C의 기능을 나타낸 것이다. A, B, C는 서로 다르며, 각각 미세섬유, 미세소관, 중간섬유 중 하나이다. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">구성요소</th> <th style="width: 80%;">세포 내 기능</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>세포소기관 이동에 관여</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>세포질 분열 시 세포막 함입에 관여</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>핵의 형태 유지에 관여</td> </tr> </tbody> </table> 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? 보기 ㄱ. A는 섬모와 편모의 주요 구성 요소이다. ㄴ. B는 액틴으로 구성되어 있다. ㄷ. 라민(lamin)은 C의 한 종류이다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ	구성요소	세포 내 기능	A	세포소기관 이동에 관여	B	세포질 분열 시 세포막 함입에 관여	C	핵의 형태 유지에 관여	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">2013</td> <td style="width: 50%;">PEET</td> </tr> <tr> <td>1단원 2장</td> <td>정답: 7</td> </tr> </table> 해설 ☒ 문제풀이 A : 미세소관 B : 미세섬유 C : 중간섬유 ㄱ. 섬모와 편모는 미세소관으로 이루어져 있다. 맞음. ㄴ. B는 미세섬유이다. 미세섬유의 구성단위는 액틴이다. 맞음. ㄷ. 핵막을 유지하는 라민은 중간섬유 중 하나이다. 맞음.	2013	PEET	1단원 2장	정답: 7
구성요소	세포 내 기능												
A	세포소기관 이동에 관여												
B	세포질 분열 시 세포막 함입에 관여												
C	핵의 형태 유지에 관여												
2013	PEET												
1단원 2장	정답: 7												

16. 다음 중 섬모에 대한 설명으로 옳은 것은? ① 진핵생물의 섬모에는 복합섬모(complex cilia)와 운동섬모(motile cilia) 2종류가 있다. ② 섬모는 측사라고 알려진 중심립에 결합되어 있다. ③ 미세섬유에 의한 원형질막 돌출구조이다. ④ 이동에만 관여한다.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">2025</td> <td style="width: 50%;">충북대학교</td> </tr> <tr> <td>1단원 2장 세포</td> <td>정답: 1</td> </tr> </table> 해설 ① 맞음. 진핵생물의 섬모에는 복합섬모(complex cilia)와 운동섬모(motile cilia) 2종류가 있다. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">구분</th> <th style="width: 40%;">복합섬모</th> <th style="width: 50%;">운동섬모</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>구조</td> <td>9+0 배열 (중심쌍 없음)</td> <td>9+2 배열 (중심쌍 있음)</td> </tr> <tr> <td>기능</td> <td>감각 수용, 신호 전달</td> <td>세포 표면의 이동 (예: 기도 상피, 난관 등)</td> </tr> <tr> <td>운동성</td> <td>비운동성</td> <td>운동성 있음.</td> </tr> <tr> <td>예</td> <td>신호전달, 배아 발생 시 패턴 형성</td> <td>정자 꼬리, 섬모 상피 운동</td> </tr> </tbody> </table> ② 틀림. 섬모는 기저체(basal body)에 결합되어 있으며, 측사는 섬모 내부의 미세소관 배열 구조를 의미한다. 중심립과 기저체는 유사하지만 정확히 같은 구조는 아님. ③ 틀림. 섬모는 세포막으로 둘러싸여 있고 미세소관이 내부 골격을 이루고 있다. 미세섬유에 의한 원형질막 돌출 구조로는 위족(pseudopodia)이 있다. ④ 틀림. 비운동성 섬모(복합섬모)는 신호 수용과 전달에 중요한 역할을 하며, 이동 기능은 운동섬모의 역할이다.	2025	충북대학교	1단원 2장 세포	정답: 1	구분	복합섬모	운동섬모	구조	9+0 배열 (중심쌍 없음)	9+2 배열 (중심쌍 있음)	기능	감각 수용, 신호 전달	세포 표면의 이동 (예: 기도 상피, 난관 등)	운동성	비운동성	운동성 있음.	예	신호전달, 배아 발생 시 패턴 형성	정자 꼬리, 섬모 상피 운동
2025	충북대학교																			
1단원 2장 세포	정답: 1																			
구분	복합섬모	운동섬모																		
구조	9+0 배열 (중심쌍 없음)	9+2 배열 (중심쌍 있음)																		
기능	감각 수용, 신호 전달	세포 표면의 이동 (예: 기도 상피, 난관 등)																		
운동성	비운동성	운동성 있음.																		
예	신호전달, 배아 발생 시 패턴 형성	정자 꼬리, 섬모 상피 운동																		

III. 현미경

27. 현미경에 대한 설명 중 옳은 것? [5.8] ① 광학현미경(Light Microscope)의 대물렌즈는 표본을 통과하는 빛을 초점에 모으고 집광렌즈는 표본을 통과하는 빛을 수용하여 확대한 상을 생성한다. ② D 값이 클수록 해상도가 높은 현미경이다. ③ 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)은 시료표면에 전자선을 투과하여 살아있는 세포의 입체적인 표면을 관찰하는 것이 가능하다. ④ 공초점주사현미경(Confocal Scanning Microscope)은 레이저광을 렌즈와 작은 구멍에 통과시킴으로써 해상도를 향상시킨 형광현미경의 일종이다.	2025	삼육대학교
	1단원 2장 세포	정답: 4
	해설 ① 대물렌즈는 시료에서 빛을 모아 1차 상(실제상, 실상)을 만든다. 집광렌즈는 조명광을 시료에 효율적으로 집중시켜, 시료에 균일하고 밝은 빛을 공급한다. ② d값이 작을수록 해상도가 높다. 3) 해상력(resolution) : 이미지가 뚜렷하게 보이는 정도. 가까운 거리의 두 점이 확실히 2개의 점으로 보이는 최소거리. 광학현미경의 해상력 한계는 0.2μm(200nm)이다. • 분해능(Δ) = 두 점이 두 점으로 보이는 최소거리 = $(0.61\lambda)/(n \times \sin\theta)$ • λ(파장): 광원의 파장이 짧을수록 분해능(Δ)의 값이 작아져 두 점을 인식하는 능력이 증가한다. 파란색 파장이 빨간색 파장보다 분해능 우수. • NA(Numerical aperture, NA) = $n \times \sin\theta$ • NA: 각 대물렌즈의 고유한 수치. 분해능, 초점심도, 밝음과 관계있는 광학현미경 대물렌즈의 성능을 결정하는 중요한 값. 단위 면적당 광원이 유입되는 개구수를 말하며 렌즈의 밀도가 고르고 표면적이 대개피율수록 개구수가 커진다. ④ 공초점 레이저 주사현미경(Confocal): 레이저+핀홀로 초점면 이외의 산란광을 차단해 배경을 낮추고 해상도·대조도를 향상.	

이 현미경은 레이저와 pinhole을 이용하여 특정 초점면만 선명하게 촬영하고, 여러 단면을 촬영해 3차원 재구성이 가능하다. 이 현미경에 해당하는 보기를 골라라. ① 광학 현미경 ② 투과 전자현미경 (TEM) ③ 주사 전자현미경 (SEM) ④ 위상차 현미경 ⑤ 공초점 현미경	2025	순천대학교
	1단원 2장 세포	정답: ⑤
	해설	

5. 다음은 현미경과 염색에 대한 설명이다. 옳은 것을 모두 고르시오. <보기> ㄱ. 해상도는 적색파장일 때보다 청색파장일 때가 더 높다. ㄴ. 위상차현미경은 살아있는 세포 관찰이 불가능하다. ㄷ. 주사현미경은 세포의 겉면을 관찰할 수 있다. ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025	원광대학교
	1단원 2장 세포	정답: 3
	해설 ㄱ. 해상도는 청색파장일 때 더 좋다/높다. 맞음. ㄴ. 위상차 현미경으로는 살아있는 세포도 관찰 가능하다. 틀림. ㄷ. 맞음.	

이 현미경은 염색하지 않은 생세포의 굴절률 차이를 이용하여 세포 내 구조를 선명하게 관찰할 수 있다. 이 현미경에 해당하는 보기를 골라라. ① 광학 현미경 ② 투과 전자현미경 (TEM) ③ 주사 전자현미경 (SEM) ④ 위상차 현미경 ⑤ 공초점 현미경	2025	순천대학교
	1단원 2장 세포	정답: ④
	해설	

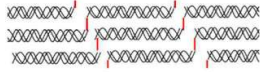
이 현미경은 시료 표면에 전자빔을 주사하여 반사·산란된 전자를 검출함으로써 입체적인 표면 구조를 고해상도로 관찰할 수 있다. 이 현미경에 해당하는 보기를 골라라. ① 광학 현미경 ② 투과 전자현미경 (TEM) ③ 주사 전자현미경 (SEM) ④ 위상차 현미경 ⑤ 공초점 현미경	2025	순천대학교
	1단원 2장 세포	정답: ③
	해설	

이 현미경은 시료를 얇게 절단하여 전자가 시료 내부를 통과하게 함으로써, 세포 소기관의 세부 내부 구조를 관찰할 수 있다. 이 현미경에 해당하는 보기를 골라라. ① 광학 현미경 ② 투과 전자현미경 (TEM) ③ 주사 전자현미경 (SEM) ④ 위상차 현미경 ⑤ 공초점 현미경	2025	순천대학교
	1단원 2장 세포	정답: ②
	해설	

01. 세포, 세포소기관을 확인하기 위한 현미경 관찰과 실험법이 존재한다. 이 중 분자 구조를 가장 상세히 볼 수 있는 방식을 고르시오. ① 광학현미경 ② 투과전자현미경 ③ 고해상도현미경 ④ X선 결정화 ⑤ 자기방사능 사진	2025	연세대학교 미래
	1단원 2장 세포	정답: 2
	해설 1. 광학현미경(①) → 세포 전체, 세포막, 일부 큰 소기관(엽록체·핵 등)은 관찰 가능하지만 세밀한 내부 구조나 분자 수준은 불가능함. 2. 투과전자현미경(TEM, ②) → 세포 소기관의 미세구조, 세포 내 막 구조, 리보솜 등 분자에 가까운 수준까지 관찰 가능 (해상도 약 0.1 nm). 3. 고해상도현미경(③)은 일반적으로 분자 단위가 아니라 세포 구조를 더 선명히 보기 위해 개발된 광학 개선 기술에 해당함. 4. X선 결정화(④) → 단백질 분자의 3차원 원자 구조를 결정할 수 있으나, 현미경으로 보는 것이 아님. 5. 자기방사능 사진(⑤) → 방사성 동위원소를 이용한 추적 방법으로, 구조 관찰 방법이 아님.	

IV. 세포의 기질, 세포 연결

59. 동물의 조직에서 가장 많이 발견되는 단백질인 콜라겐 (collagen)은 세가닥의 폴리펩티드가 서로 꼬여서 수소결합으로 서로 결합한 삼중 나선 구조를 가지고 있다. 또한 제 1형 콜라겐 (Type-1 collagen)은 콜라겐전구체 (pro-collagen)의 형태로 합성된 후 세포밖으로 분비되어 다음 그림과 같은 콜라겐 섬유를 형성한다. 이와 관련된 설명으로 옳은 것만을 고른 것은?



< 보 기 >

- ㄱ. 콜라겐의 proline잔기, lysine 잔기가 대부분 hydroxyproline, hydroxylysine으로 치환되어있는 이유는 콜라겐 폴리펩티드 사이에 수소결합을 이루기 위함이다.
- ㄴ. 콜라겐전구체 펩티다아제는 골지체 안에서 작용하여 콜라겐전구체의 양쪽 말단을 잘라낸다.
- ㄷ. 콜라겐 삼중나선이 형성되는 부위에서는 glycine이 많이 발견되는데 그 이유중의 하나는 glycine이 부피가 적어서 삼중나선을 이루기 쉽기 때문이다.
- ㄹ. 콜라겐전구체는 콜라겐보다 폴리펩티드의 길이가 긴데 그 이유는 세포 안에서 콜라겐 섬유를 형성하지 못하도록 하기 위함이다.

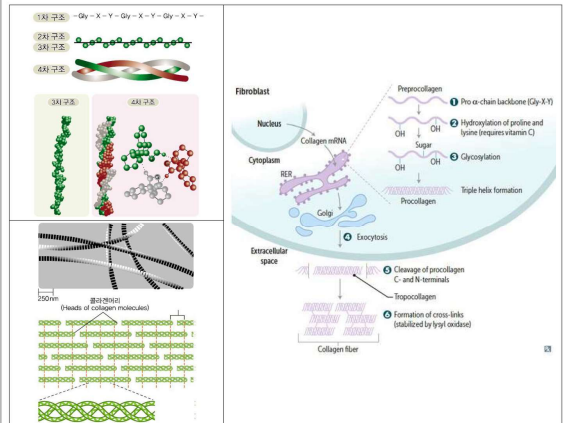
- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

2015	한양대학교
1단원 2장	정답: 4

해설

2) 콜라겐: 특별한 구조를 가짐. 반복 구조를 가져서 미리 모양이 관함됨.

- 1) ER에서 합성 preprocollagen
 - ① 글리신-X-Y 구조 가짐. 글리신이 1/3, 프롤린, 리진, 히드록시 리진에 존재함.
 - ② 비탄닌 C 잔기에 프롤린과 리신에 수산화(가)기 붙음 ③ 당화됨
- 2) ER에서 3중 나선 형성(procollagen, 원형라겐)
 - 3) 골지체 거처 ④ 세포외 배출
 - 4) ⑤ 세포밖에서 원형라겐펩티다제(procollagen peptidase)에 의해 N 말단과 C 말단의 아미노산이 일부 잘림. tropocollagen이 됨.
 - 5) ⑥ lysyl oxidase에 의해 tropocollagen 사이에 공유결합 형성(리신과 히드록시 리신사이에 공유결합)
 - 6) 콜라겐 섬유 형성
 - 7) ECM에서 가장 풍부한 단백질. 원형동물은 제외한 모든 동물에 존재. 종류 다양.
 - 8) 결합조직 세포에, 섬유아세포, fibroblast들이 만들어서 분비.
 - 9) 그림처럼 마디모양(반복된 구조)이 관찰된다.



문제: 콜라겐의 주요 구성 아미노산으로 옳은 조합은?

- ① Glycine, Proline, Hydroxyproline
- ② Alanine, Valine, Leucine
- ③ Glutamate, Aspartate, Lysine
- ④ Cysteine, Methionine, Phenylalanine
- ⑤ Serine, Threonine, Tyrosine

2025	충북대학교
1단원 2장 세포	정답: 1

해설

1. 콜라겐 주요 구성 아미노산
 - 1) 글라이신 (Glycine): 가장 작은 아미노산. 매 3번째 위치에 반복적으로 존재 → 삼중 나선 구조 안정화에 필수
 - 2) 프롤린 (Proline): 고리형 구조로 인해 삼중나선에 강한 굴곡을 부여, 구조적 안정성에 기여
 - 3) 하이드록시프롤린 (Hydroxyproline): 프롤린의 수산화(비타민 C 의존적)로 생성 → 수소결합으로 삼중 나선 안정화
 - 4) 하이드록시라이신 (Hydroxylysine): 라이신의 수산화형. 당잔기 부착 (glycosylation) 및 가교 결합(crosslinking)에 중요
2. 콜라겐의 특징적 서열
 - 1) Gly-X-Y 반복 서열
 - 2) X 위치: 주로 Proline
 - 3) Y 위치: 주로 Hydroxyproline

□ 이 반복 서열 덕분에 콜라겐은 삼중 나선(triple helix) 구조를 형성할 수 있습니다.

□ 참고로 비타민 C 결핍(괴혈병, scurvy) 시 프롤린의 수산화가 제대로 일어나지 않아 하이드록시프롤린 생성이 감소, 콜라겐 삼중 나선이 약해지고 혈관-결합조직 파괴가 발생합니다.

06. 다음 중 카데헤린의 기능이 무엇인지 고르시오.

- ① 단백질 접힘 ② 세포 주기 ③ 단백질 분해
- ④ 세포 부착 ⑤ 전자 운반

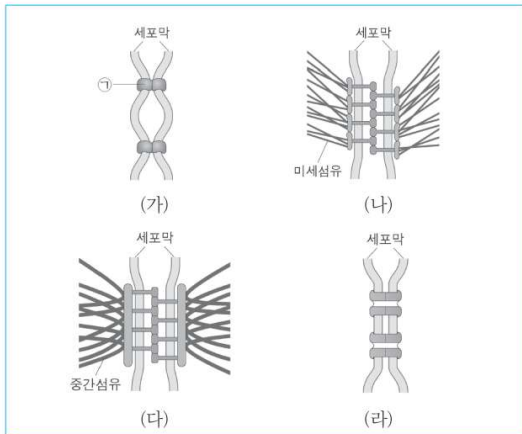
2025	연세대학교 미래
1단원 2장 세포	정답: 4

해설

09

2021 PEET 본검사

그림은 동물세포 사이에서 발견되는 세포연접 (가~라)를 나타낸 것이다. (가~(라)는 각각 간극연접, 데스모솜, 밀착연접, 부착연접(adherens junction) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① ㉠을 구성하는 단백질은 코넥신이다.
- ② (가)를 통해 세포 내 단백질이 이웃한 세포로 이동한다.
- ③ (나)에서 미세섬유의 단위체는 케라틴이다.
- ④ (다)는 밀착연접이다.
- ⑤ (라)를 통해 심장 근육세포 사이에 전기신호가 전달된다.

2021

PEET

1단원 2장 세포

정답: 5

해설

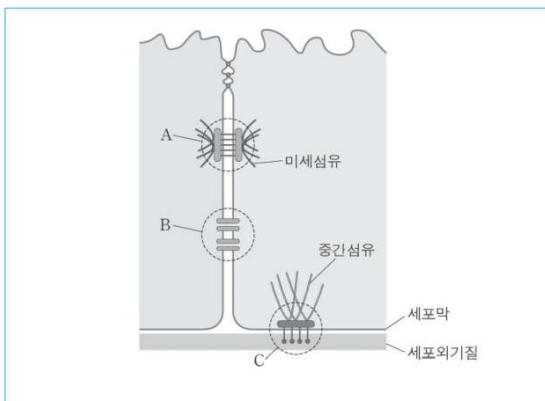
☑ 문제풀이

- (가) 밀착연접(tight junction)
 (나) 부착연접(adherens junction): 세포안쪽으로 미세섬유가 연결되어 있으므로 부착연접이다.
 (다) 데스모솜(desmosome): 세포 안쪽으로 중간 섬유가 연결되어 있으므로 데스모솜이다.
 (라) 간극연접(gap junction): 4가지 연접 중 두 세포의 세포기질을 연결하는 연접은 간극연접 뿐이다.
- ① ㉠은 밀착연접을 가능하게 하는 막단백질이다. occludin, claudin 등이 ㉠에 해당한다. 코넥신은 간극연접을 이루는 단백질이다. 틀림.
 ② (가)는 밀착연접으로 세포 사이에 물질이 이동하지 못하도록 하는 연접이다. 틀림.
 ③ (나)의 미세섬유의 구성단위는 G-actin이다. 틀림.
 ④ (다)는 데스모솜이다. 틀림.
 ⑤ 심장 근육 세포들은 개재판으로 연결되어 있는데, 여기에 데스모솜과 간극연접이 있다. 간극연접을 통해 심장에서 전기적 신호가 전달된다. 맞음.

10

2022 MEET/DEET 본검사

그림은 동물에서 세포와 세포 사이 또는 세포와 세포외기질 사이의 연접(junction)을 나타낸 것이다. A~C는 각각 부착연접(adherens junction), 간극연접(gap junction), 반데스모솜(hemidesmosome)이다



각 연접을 구성하는 막단백질을 바르게 짝지은 것은?

- | | A | B | C |
|---|----------|----------|----------|
| ① | Cadherin | Connexin | Integrin |
| ② | Cadherin | Integrin | Connexin |
| ③ | Connexin | Integrin | Cadherin |
| ④ | Integrin | Connexin | Cadherin |
| ⑤ | Connexin | Cadherin | Integrin |

2022

MEET/DEET

1단원 2장 세포

정답: 1

해설

☑ 문제풀이

- 지식형 문제이다.
 A는 부착연접이다. 부착연접에 두 세포를 잡아주는 막 단백질은 Cadherin이다.
 B(간극 연접)의 막 관통 단백질은 connexin이다.
 C는 헤미데스모솜인데 막단백질인 integrin이 세포외 기질과 결합한다.
 답은 ①이다.

3장 세포막

I. 세포막의 구성

[6] (3.2점) 다음 중 세포막에 대한 설명으로 옳은 것은? ① 확산과 같은 능동수송은 ATP를 사용하여 세포 내외의 물질이 세포막을 통과하게 한다. ② 콜레스테롤은 세온과 같이 상대적으로 높은 온도에서 세포막의 유동성을 증가시킨다. ③ 온도가 매우 낮은 환경에서 살아가는 어류는 불포화 탄화수소 포리를 가진 인지질 비율이 낮은 세포막을 통해 막의 유동성을 유지한다. ④ 지질과 단백질은 세포막의 주요 구성요소이다.	2025	중앙대학교
	1단원 3장	정답: 4
	해설	

21. 세포막에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. ① 세포막의 Bilayer는 triglyceride로 구성된다. ② 세포막에 존재하는 지질은 당에 연결되어서 존재하는 경우가 있다. ③ 콜레스테롤의 구조로 인해 막의 단순확산에 도움을 준다. ④ 핵막과 세포막은 다른 지질로 구성된다. ⑤ 지질막에서 거대분자도 단순확산이 가능하도록 구성되어 있다.	2025	고신대학교
	1단원 3장	정답: 2
	해설	

1. 다음 지문을 세해 합상성 유지와 관련된 현상에 대한 설명이다. Cells erect a barrier around themselves to create and maintain an internal environment that is optimized to suit their metabolic needs. -강락-. The body is similarly covered with skin to establish and maintain a stable internal environment. This is the condition of optimal functioning for the organism and includes many variables, such as temperature, pH, and electrolyte levels, being kept within certain pre-set limits. Each of these variables is controlled by one or more regulators, which together maintain life. 1-1. 위 지문에서 지칭하는 'barrier'는 세포막(plasma membrane)이며 상당 부분 지질로 구성되어 있다. 지질 분자의 특성 및 조성 변화에 의한 세포막의 유동성 조절에 대해서 설명하시오. (20점)	2024	한양대학교
	1단원 3장	정답: 주관식
	해설 1. 글리세로인지질, 스펡고인지질로 구성 2. 양친매성 3. 인지질 이중층으로 구획화 4. 유동성 조절 1) 지방산의 길이 2) 지방산의 불포화도 3) 콜레스테롤 4) 온도	

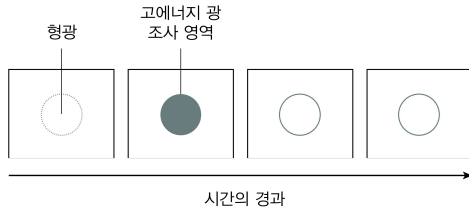
06. 진핵성 세포막의 비대칭성(asymmetry)에 대한 설명으로 옳은 것을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? 보기 ㉠ 세포의 모든 인지질 이중층에서 공통적으로 발생하는 현상이다. ㉡ 세포막 비대칭성 돌리콜(dolichol)이 관여한다. ㉢ 포스파티딜세린(phosphatidylserine)은 세포 바깥쪽 층에서가 세포안쪽 층에서보다 많이 분포한다. ① 없음 ② ㉠ ③ ㉡ ④ ㉢ ⑤ ㉠, ㉡ ⑥ ㉠, ㉢ ⑦ ㉡, ㉢ ⑧ ㉠, ㉡, ㉢	2025	대가대학교
	1단원 3장	정답: 2
	해설 ㄱ 참: 대부분의 막에서 안쪽/바깥쪽 층의 지질 조성은 비대칭이다. ㄴ 거짓: 비대칭성은 주로 플리파아제/플롭파아제/스캐램블라아제로 유지되며, 돌리콜은 N-결합 당화의 운반체일 뿐. ㄷ 거짓: 포스파티딜세린(PS)은 바깥층이 아니라 세포질 쪽(안쪽) 층에 주로 분포한다.	

문제. 세포질 쪽에 주로 존재하는 인지질을 모두 고르시오. ㄱ. 포스파티딜세린 ㄴ. 포스파티딜이노시톨 ㄷ. 포스파티딜에탄올아민 ㄹ. 포스파티딜콜린 ㅁ. 스펡고미엘린 ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ, ㅁ ④ ㄱ, ㄹ, ㅁ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ	2025	원광대학교
	1단원 3장 세포막	정답: 1
	해설 ㄱ. 포스파티딜세린 (Phosphatidylserine): 세포질 쪽, 세포사멸 시 바깥쪽으로 노출되어 'eat-me' 신호 역할 ㄴ. 포스파티딜이노시톨 (Phosphatidylinositol): 세포질 쪽, 세포내 신호전달에 중요 (PI → IP ₃ , DAG 등) ㄷ. 포스파티딜에탄올아민 (Phosphatidylethanolamine): 세포질 쪽, 막의 구조 유지 및 곡률 조절 ㄹ. 포스파티딜콜린 (Phosphatidylcholine): 세포 외측, 외측층의 주된 성분 ㅁ. 스펡고미엘린 (Sphingomyelin): 세포 외측, 외측의 또 다른 주요 성분 □ 세포질 쪽(안쪽 leaflet)에 주로 존재하는 인지질은 포스파티딜세린, 포스파티딜이노시톨, 포스파티딜에탄올아민입니다.	

57. 다음 그림은 어떤 막관통단백질 (transmembrane protein)의 소수성 좌표를 나타낸 것이다. 아미노산 1번부터 15번 사이에는 lysine이나 arginine이 존재하지 않고 215번 이후에도 lysine이나 arginine은 존재하지 않고 그 외의 소수성 도메인 사이에 낀 친수성 도메인에는 lysine 또는 arginine이 한개 씩만 존재한다고 가정하자. 이 단백질에 관한 설명 중 옳은 것만을 보기에서 모두 고른 답은? (힌트: 트립신은 lysine 또는 arginine 잔기를 인지하여 단백질을 절단한다.)	2015 1단원 3장 세포막	한양대학교 정답: 3
< 보 기 > ㄱ. 이 단백질은 세포막을 세번 관통하는 막관통단백질이다. ㄴ. 이 단백질의 N말단이 세포 외부에 존재한다고 가정하였을 때 세포에 트립신을 처리한 후 이 단백질을 SDS-PAGE로 분리하면 두개의 폴리펩티드로 관찰된다. ㄷ. 이 단백질의 C말단이 세포내부에 존재한다고 가정하였을 때 세포에 트립신을 처리한 후 이 단백질을 SDS-PAGE로 분리하면 세개의 폴리펩티드로 관찰된다. ㄹ. 이 단백질의 N말단이 세포 내부에 존재한다고 가정하였을 때 세포에 트립신을 처리한 후 이 단백질을 SDS-PAGE로 분리하면 두개의 폴리펩티드로 관찰된다. ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ	해설	

II. 세포막의 유동성

32. 그림 세포의 원형질막에 있는 지질을 형광염료로 염색한 후 중앙에 고에너지광을 조사하여 염색된 형광을 탈색시킨 후 시간의 경과에 따라 형광의 분포 변화를 현미경으로 확인하는 실험 (fluorescence recovery after photobleaching, FRAP)의 결과를 간략히 나타낸 것이다.



이 실험을 통해 알 수 있는 것이 아닌 것은 무엇인가? [2점]

- ① 세포의 원형질막은 유동성을 갖는다.
- ② 세포의 원형질막을 형성하는 지질은 측면이동이 가능하다.
- ③ 세포의 원형질막에 박혀 있는 단백질은 측면이동이 가능하다.
- ④ 세포의 원형질막의 지질은 안팎(flip-flop)으로 이동할 수 있다.
- ⑤ 시간이 지남에 따라 형광이 회복되는 것은 주변의 지질이 이동하여 들어왔기 때문이다.

2025

단국대학교

1단원 3장 세포막

정답: 4번

해설

03. 식물의 저온에 대한 감수성은 세포막 내 지질의 특성과 밀접한 연관이 있다. 완두가 옥수수보다 저온에 대한 내성이 크다고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은?

| 보기 |

- 가. 지방산 사슬의 길이는 완두가 옥수수보다 길다
 나. 세포막 내 콜레스테롤 함량은 완두가 옥수수보다 높다
 다. 세포막 지방산의 [불포화지방산/포화지방산]비는 완두가 옥수수보다 크다

- ① 다 ② 가, 나 ③ 가, 다
 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

2025

동덕여자대학교

1단원 3장 세포막

정답: 1번

해설

저온에 내성이 있으려면 막의 유동성이 더 높아야 한다.

가. 틀림. 완두가 저온에 내성이 더 높으므로 지방산 사슬의 길이는 더 짧다.

나. 동물세포에서는 저온일 때 콜레스테롤은 막의 유동성을 올려준다. 하지만 식물 세포막은 원래 콜레스테롤 함량이 낮고, 온도 내성과는 직접 관련이 없음. 게다가 완두(냉대성)는 일반적으로 옥수수(열대성)보다 콜레스테롤 함량이 높지 않음. 틀림.

다. 불포화지방산의 비율이 높을수록 유동성은 더 높다. 맞음.

III. 막을 통한 수송

48. 세포의 이온채널 단백질은 특정 이온만을 통과시키기 위해 선택성 필터(selectivity filter) 기작을 이용한다. 예를 들어 K^+ 이온채널은 K^+ 이온을 빠른 속도로 통과시키지만 그보다 크기가 작은 Na^+ 이온은 통과시키지 않는다. 이러한 선택성 필터의 기작과 관계있는 것을 모두 고른 것은? < 보 기 > ㄱ. 이온채널에 있는 이온통로의 직경이 세포상태에 따라 변화한다. ㄴ. 이온은 채널을 통과하기 전에 물분자와 분리되어야 한다. ㄷ. 이온과 이온통로의 상호작용이 적합하게 일어나야 한다. ㄹ. 크기가 작은 이온은 이온채널의 표면에 흡착된다.	2015	한양대학교
	1단원 3장 세포막	정답: 3
	해설	

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

12. K^+ , Na^+ 와 Cl^- 가 세포막을 이동하는 방식을 고르시오. ① Receptor mediated endocytosis ② Phagocytosis ③ Exocytosis ④ Simple diffusion ⑤ Pinocytosis	2025	고신대학교
	1단원 3장 세포막	정답: 4
	해설	

09. 세포는 생장을 위해 영양분 등 다양한 물질을 세포막을 통해 이동 시킨다. 연세인은 박테리아 원형질막을 가로지르는 산소와 포도당의 수송 속도를 각각 측정하였고 실험결과는 아래와 같다. 실험 결과표에서 'B-물질'로 가장 적절한 것은?

탄소원의 농도 (mM)	수송속도(μ mol/분)	
	A-물질	B-물질
0.1	2.0	18
0.3	6.0	46
1.0	20	100
3.0	60	150
10.0	200	182

(표의 물질 B의 숫자는 정확히 기억 안나는데, 물질 A와 같이 점차 증가하는 양상이었고, 포화되는 양상은 아니었습니다. 즉, A 물질과 숫자만 다를 뿐증가 양상은 A와 동일했습니다)

① 산소

② 포도당

③ 산소와 포도당 모두

④ 적절한 것이 없다.

2025

연세대학교 미래

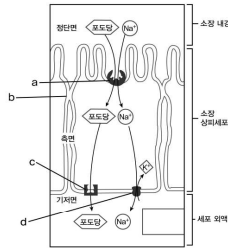
1단원 3장 세포막

정답: 1

해설

- ① 산소 ② 포도당
③ 산소와 포도당 모두 ④ 적절한 것이 없다.

50. 다음 그림은 소장 상피세포에서 포도당의 이동을 모식도로 나타낸 것이다. 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은 몇 개인가? [7.1]



보기

- A. a는 포도당과 Na^+ 를 1차 능동수송에 의해 수송한다.
 B. a는 포도당과 Na^+ 를 2차 능동수송에 의해 수송한다.
 C. b는 a와 c 두 종류의 포도당 운반단백질이 섞이는 것을 막는다.
 D. 소장상피세포로 운반된 포도당을 세포외액으로 이동하기 위해 c는 ATP를 사용한다.
 E. c를 통한 포도당의 수송은 GLUT2를 이용한다.
 F. d의 작용으로 장 상피세포내의 Na^+ 과 K^+ 의 농도 기울기가 일정하게 유지된다.

- ① 2개 ② 3개
 ③ 4개 ④ 5개

2025	삼육대학교, 우석대학교
1단원 3장 세포막	정답: 3번
해설 지식형 보기 A: 틀림. 2차 능동 수송. B: 맞음. SGLT1는 포도당과 Na^+를 공수송하는 2차 능동수송 C: 맞음. b는 밀착연접을 형성해 주는 단백질이다. D: 틀림. GLUT2로 주로 이동하는데 촉진확산 단백질이다. E: 맞음. c는 GLUT2이다. F: 맞음. d (기저면, Na^+/K^+-ATPase): Na^+를 밖으로, K^+를 안으로 펌핑 해 Na^+ 기울기 유지	

54. 운반단백질 (carrier protein) Glut1은 세포내로 포도당 (glucose)을 촉진확산으로 수송한다. 세포내로 이동한 포도당은 즉시 hexokinase 효소에 의해 포도당 6-인산 (glucose 6-phosphate)로 전환된다. 만약 이 효소에 돌연변이가 생겨 기능을 하지 못할 경우에 수반되는 현상의 조합은?

보기

- ㄱ. Na^+ /포도당 간접능동수송 (indirect active transport)에 의한 포도당 수송은 정상적으로 일어난다.
 ㄴ. 세포내로 유입된 포도당은 포도당 1인산 (glucose 1-phosphate)로 즉시 전환된다.
 ㄷ. 세포외부의 포도당 농도가 세포내부의 포도당 농도보다 낮아도 Glut1에 의하여 포도당 수송이 일어난다.
 ㄹ. Glut1에 의한 포도당 수송은 세포외부와 내부의 포도당 농도가 같아지는 시점까지는 정상적으로 작동한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄴ

2015	한양대학교
1단원 3장 세포막	정답: 2
해설	

11. 다음은 탄수화물의 흡수에 관한 설명이다. 보기 중 옳은 것은?

설명1 : 섭취한 탄수화물은 소화 과정을 통해 주로 포도당(glucose) 같은 단당류로 분해된다.

장에서 분해된 포도당이 흡수되는 과정에서 glucose transporter(GLUT)가 중요한 역할을 한다.

설명2 : 탄수화물의 흡수에는 에너지를 소모하지 않는 수동수송(positive transport)과 에너지를 소모하는 능동수송(active transport)이 관여한다.

보기

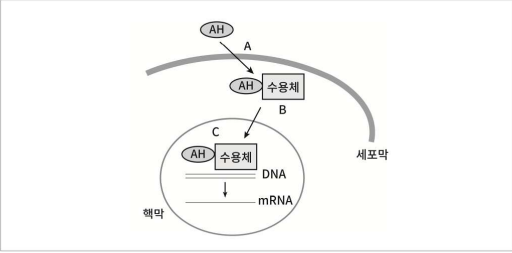
- ㄱ. GLUT2는 소장 세포에서 흡수된 포도당을 혈류로 이동시키는데 관여한다.
 ㄴ. SGLT1(Sodium Glucose Linked Transporter 1)은 포도당과 나트륨을 함께 운반하며, 1차 능동수송(Primary active transport)의 메커니즘을 따른다.
 ㄷ. GLUT4는 인슐린 비의존적으로 근육세포에서 포도당을 흡수하는 데 관여한다.

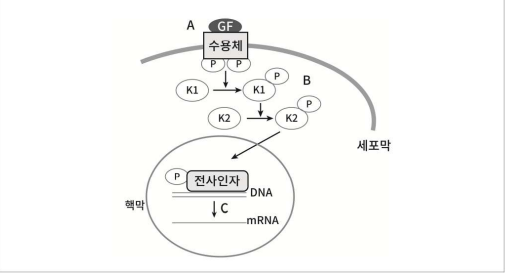
- ① 가 ② 나 ③ 다 ④ 가, 나 ⑤ 나, 다

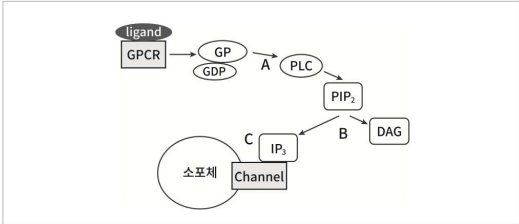
2025	경성대학교
1단원 3장 세포막	정답: 1
해설	

	2025	계명대학교
	1단원 3장 세포막	정답: 3
	해설 1. GLUT3 1) 유형: Facilitative glucose transporter (수동수송, Na⁺ 비의존성) 2) Km (포도당 친화도): 매우 낮음 → 약 1.4 mM 3) 특징: 포도당 친화도가 가장 높은 수송체 중 하나 → 혈중 포도당이 낮아도 적극적으로 수송 가능 4) 주요 발현 조직: 신경세포(Neurons) — 특히 뇌에서 주로 발현 태반, 정소 등에서도 일부 발현 5) 기능: 뇌는 에너지를 포도당에 거의 전적으로 의존 → 저혈당 상태에서도 안정적으로 포도당 공급 보장 고친화도 덕분에 혈중 포도당 농도가 낮아도 세포 내로 수송 가능 □ 핵심: “뇌의 생존을 위해 저혈당에서도 작동하는 고친화도 포도당 수송체” 2. GLUT9 1) 유형: Facilitative transporter 2) Km: 포도당에 대한 Km은 높지만, 주된 기질은 uric acid (요산) 3) 주요 발현 조직: 신장(kidney) → proximal tubule, 간(liver) 4) 기능: 신장에서 요산 재흡수(Urate reabsorption) 역할 포도당 수송도 가능하지만, 생리적 역할은 요산 운반이 중심 GLUT9의 변이는 통풍(gout), 고요산혈증과 관련 있음 □ 핵심: “요산 수송에 특화된 운반체 — 포도당 수송도 가능하지만 주 기능은 요산 재흡수” 3. GLUT2 결함 → Fanconi-Bickel Syndrome 1) 원인: GLUT2 유전자의 상염색체 열성 유전 결함 (SLC2A2 gene mutation) 2) 질환명: Fanconi-Bickel syndrome (FBS) 3) 임상적 특징 (1) 간에 글리코겐 축적(GLUT2 결함 → 간에서 포도당 방출 저하 → 글리코겐이 축적 → 간비대(hepatomegaly)) (2) 신장 Fanconi 증후군(근위세뇨관 포도당 재흡수 장애 → 당뇨병(glycosuria), 아미노산뇨, 인산뇨 등) (3) 공복 저혈당 + 식후 고혈당(간에서 포도당 방출이 안 되므로 공복 시 저혈당, 식후엔 흡수된 포도당이 혈중에 머물러 고혈당) (4) 성장 지연, 구루병(rickets): 만성 대사 이상에 따른 결과 4) 치료: 자주 소량 식사를 통한 혈당조절.	
06. 사람의 포도당 수송체(GLUT)에 관한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?		
보기 ㄱ. GLUT1은 적혈구의 정상 대사에 필요한 포도당을 제공한다. ㄴ. GLUT2 결함 환자에서 뇌 관련 증상(발작, 발달 장애 등)의 표준 치료는 케톤체 식사이다. ㄷ. GLUT3는 간과 콩팥에서 혈액의 과다한 포도당을 제거한다. ㄹ. GLUT4는 근육과 지방 조직으로 포도당의 유입을 촉진한다. ㅁ. GLUT9는 콩팥에서 요산(uric acid)을 수송한다. ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㅁ ③ ㄱ, ㄹ, ㅁ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄹ, ㅁ		

4장 세포의 신호 교환

07. 그림은 인간 세포에서 알도스테론호르몬(AH)의 활성기전을 순차적(A → B → C)으로 나타낸 모식도이다.  이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점] — 보기 — ㄱ. A에서 AH는 친수성이 높아서 세포막을 확산으로 통과한다. ㄴ. B에서 AH는 세포질에 있는 핵수용체와 결합한다. ㄷ. C에서 AH/수용체 복합체는 혈액의 부피 조절에 관여하는 유전자의 전사를 유도한다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025 1단원 4장 신호전달 동국대학교 정답: 4 해설
--	--

08. 그림은 동물세포의 성장인자(GF)가 세포막의 수용체와 결합한 후 발생하는 일들을 순차적(A → B → C)으로 나타낸 모식도이다. P는 인산(phosphate), K는 인산화효소(kinase)를 나타낸다.  이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점] — 보기 — ㄱ. A에서 성장인자가 티로신 인산화효소 수용체(RTK)와 결합하여 수용체의 자가 인산화를 유도한다. ㄴ. B에서 일반적으로 인산화효소는 대상 단백질의 티로신 잔기를 인산화하여 신호를 증폭시킨다. ㄷ. C에서 세포분열을 촉진하는 유전자의 발현을 유도한다. ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025 1단원 4장 신호전달 동국대학교 정답: 3 해설 raf: ser/thr kinase MAPKK: ser/thr/tyr kinase MAP kinase: ser/thr kinase
--	--

17. 그림은 G 단백질 결합 수용체(GPCR)의 신호전달 기전을 순차적(A → B → C)으로 나타낸 모식도이다. GP는 G protein, PLC는 phospholipase C, PIP₂는 phosphatidylinositol bisphosphate, DAG는 diacyl glycerol, IP₃는 inositol triphosphate를 나타낸다.  이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점] — 보기 — ㄱ. A에서 활성화된 GP의 감마 소단위체(G_γ)가 PLC를 활성화 시킨다. ㄴ. B에서 생성된 DAG는 세포막에 결합되어 있다. ㄷ. C에서 IP₃는 소포체의 Ca²⁺ 채널을 열어 세포질내 Ca²⁺ 농도를 높인다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025 1단원 4장 신호전달 동국대학교 정답: 4 해설 ㄱ. 틀림. 알파소단위체(G_α)가 PLC 활성화 시킨다.
---	--

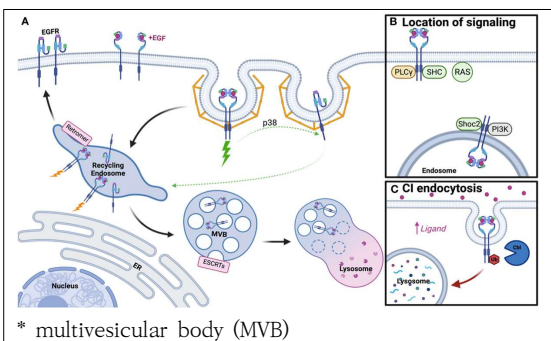
17. 다음 중 아데닐릴고리화효소 (AC)가 cAMP를 합성하기 위해 필요한 소단위체는? ① 활성화된 G단백질 α 소단위체 ② 활성화된 G단백질 β 소단위체 ③ 활성화된 G단백질 γ 소단위체 ④ 활성화된 G단백질 δ 소단위체	2025	충북대학교
	1단원 4장 신호전달	정답: 1
	해설	

2차 신호전달자로 맞는 것은? ① G단백질 ② 수용체 티로신 인산화효소(RTK) ③ IP_3 (이노시톨 삼인산) ④ GTP ⑤ 세포의 리간드	2025	순천대학교
	1단원 4장 신호전달	정답: 3
	해설 2차 신호전달자(second messenger)는 세포막 수용체에 리간드가 결합한 후 세포 내에서 신호를 전달하는 작은 분자들입니다. 대표적인 예: cAMP, IP_3 , DAG, Ca^{2+} G단백질이나 RTK는 1차 수용체(신호 수용기전), GTP는 신호전달 단백질의 에너지 역할이며, 세포의 리간드는 1차 신호전달자입니다.	

15. 다음 중 칼모둘린과 연관성이 있는 이온은? ① Fe^{2+} ② Fe^{3+} ③ Ca^{2+} ④ Mg^{2+} ⑤ PO_4^{2-}	2025	연세대학교 미래
	1단원 4장 신호전달	정답: 3
	해설	

49. 세포의 수용체들을 항체로 자극하면 세포신호전달을 촉진할 수 있다. 이 경우 G-단백질 연결 수용체(GPCR) 보다 티로신카나제 수용체(RTK)가 항체에 의한 세포신호전달 촉진이 더 잘 일어난다. 그 이유와 관계있는 것을 모두 고른 것은? < 보 기 > ㄱ. 항체는 티로신카나제 수용체에 더 잘 결합한다. ㄴ. G-단백질 연결 수용체는 구조적 변화를 잘 한다. ㄷ. 티로신카나제 수용체는 자가인산화에 의해 활성화된다. ㄹ. G-단백질 연결 수용체는 세포신호전달을 위해 복합체 형성이 필요하다.	2015	한양대학교
	1단원 4장 신호전달	정답: 1
	해설 ① ㄷ ② ㄷ, ㄹ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ	

16. 다음 <보기>에서 세포의 신호 수용과 전달과정에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은? [3점] 보 기 ㄱ. GPCR(G protein-coupled receptor)이 활성화되면 G 단백질이 결합하고, 그 결과 G 단백질에 결합된 GTP가 GDP로 교환되어 G 단백질이 활성화된다. ㄴ. 신호분자(ligand)가 RTK(receptor tyrosine kinase)에 결합하면 구조적으로 변형되어 두 개의 RTK가 서로 결합하게 되면서 인산화를 통한 신호전달 경로가 활성화된다. ㄷ. 알도스테론(alдостерон)은 세포막 수용체와 결합한 후 핵으로 이동하여 특정한 유전자의 발현을 촉진한다. ㄹ. 서로 다른 종류의 세포는 각기 다른 단백질 세트를 가지고 있어, 동일한 신호분자에 대해 서로 다른 반응을 보일 수 있다.	2025	경희대학교
	1단원 4장 신호전달	정답: 4
	해설 ㄱ. GTP 결합시 활성화 ㄷ. 알도스테론 수용체는 세포질 수용체	

41. 상피 성장인자 표면에 존재하는 EGF 수용체는 표면에 존재하는 EGF 수용체에 결합하여 세포내 신호전달 경로를 활성화한다.  * multivesicular body (MVB) 그림과 같이 수용체-매개 내포작용에 의해 내부소체가 형성되고 라이소좀과 융합되어 EGF-EGFR 복합체가 분해된다. EGF-EGFR 복합체가 라이소좀에서 분해되는 이유는 무엇인가? [3점] ① EGF를 재사용하기 위해 ② 세포내 단백질 분해 활성을 유발하기 위해 ③ 또 다른 신호전달 경로를 자극하기 위해 ④ 세포 표면에서 EGFR 수를 증가시키기 위해 ⑤ EGF에 대한 세포의 민감성을 감소시키기 위해	<table border="1"> <tr> <td>2025</td><td>단국대학교</td></tr> <tr> <td>1단원 4장 신호전달</td><td>정답: 5번</td></tr> </table> 해설 1. EGF-EGFR(Epidermal Growth Factor-Epidermal Growth Factor Receptor) 시스템은 세포 신호전달과 증식 조절의 대표적 예 1) EGFR의 구조와 기본 기능 -세포막에 존재하는 수용체 티로신 키나아제(receptor tyrosine kinase) - EGF(상피세포 성장인자)가 세포막 바깥쪽의 수용체 외부 도메인에 결합 → EGFR이 이합체(dimer) 형성 → 티로신 잔기의 자가 인산화 (autophosphorylation) → 세포 안쪽의 여러 신호 단백질들이 결합 2) 신호전달 경로 (1) EGFR 활성화 - Ras-Raf-MEK-ERK 경로 → 세포 증식, 분화 유도 - PI3K-Akt 경로 → 생존 신호, 세포 성장 - PLCγ 경로 → Ca²⁺ 신호 및 PKC 활성화 → 이들 경로는 세포의 성장, 분열, 이동 등을 조절합니다. 3) 내포작용(endocytosis)과 리소좀 분해 (1) EGF-EGFR 복합체는 활성화 후 endocytosis → 엔도솜을 거쳐 → 리소좀과 융합 → 복합체가 분해됨. (2) 내포작용이 일어나는 이유는 지속적인 자극을 차단하고, 세포가 성장인자에 과도하게 반응하지 않도록 EGFR 수용체 수를 줄여 민감도를 감소시키는 수용체 다운레귤레이션(down-regulation) 과정입니다. 4) 재활용 vs 분해 - 일부 세포수용체는 리사이클링(재활용)되어 다시 세포막으로 돌아오지만, EGF-EGFR 복합체는 대부분 리소좀에서 분해되어 재활용 안됨. → 이 점이 다른 수용체들과 중요한 차이점. 5) 임상적 의미 - EGFR 신호전달은 암세포의 증식과 관련이 깊음. - 특히 EGFR 과발현 또는 돌연변이는 폐암, 대장암, 두경부암 등에서 발견됨. - EGFR 억제제(티로신키나제 억제제, 항체) 등이 항암제 개발의 중요한 표적. 예: Gefitinib, Erlotinib (TKI), Cetuximab (항체)	2025	단국대학교	1단원 4장 신호전달	정답: 5번
2025	단국대학교				
1단원 4장 신호전달	정답: 5번				

14. 세포 외 신호전달 물질은 세포막 수용체와 결합하여 세포내 신호전달에 관여해 세포 내 여러 반응을 유발한다. 다음 물질들 중 수용체의 신호전달 작용기작이 다른 것은? ① 모르핀 ② 니코틴 ③ 쿠라레 ④ 캡사이신 ⑤ 멘톨	<table border="1"> <tr> <td>2025</td><td>연세대학교 미래</td></tr> <tr> <td>1단원 4장 신호전달</td><td>정답: 3</td></tr> </table> 해설 ① 모르핀: 수용체는 GPCR(μ-오피오이드 수용체)이며, 작용제(agonist) 기능을 해 세포 내 G-단백질 경로 활성화 → 진통 효과 ② 니코틴: 수용체는 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)이며, 작용제 기능을 해 리간드 개폐 이온통로 → 신경전달 촉진 ③ 쿠라레: 수용체는 nAChR이며, 길항제(antagonist) 기능을 해 아세틸 콜린과 경쟁적으로 결합 → 근육 수축 억제 ④ 캡사이신: TRPV1 수용체의 작용제이다. 양이온 유입 → 통증/열감 유발 ⑤ 멘톨: TRPM8 수용체의 작용제. 양이온 유입 → 시원한 느낌 전달 □ 쿠라레는 나머지 물질들과 달리 수용체의 작용제(agonist)가 아니라 길항제(antagonist)로 작용하여 수용체의 신호 전달을 억제합니다. 따라서 정답은 ③ 쿠라레입니다.	2025	연세대학교 미래	1단원 4장 신호전달	정답: 3
2025	연세대학교 미래				
1단원 4장 신호전달	정답: 3				

5장 세포 호흡, 물질대사

I. 탄수화물

1-3. 합성성 유지를 위해 연료 분자로부터 에너지 획득이 필수적이다. 음식으로 섭취한 포도당(glucose)은 에너지를 필요로 하는 근육세포 등으로 흡수되어 피루브산(pyruvate)으로 분해되는 대사과정을 거치게 된다. 아래의 표에 나와 있는 효소와 생산물/기질을 활용하여 순서에 맞게 알맞은 대사과정을 완성하시오 (답안은 반드시 일련번호로 기입한다). (20점)

효소	생산물/기질
1 phosphoglycerate kinase (인글리세르산 인산화효소)	14 glucose (포도당)
2 phosphoglucose isomerase (포도당인산이성질화효소/인산글루코이소머화효소)	15 fructose 1,6-bisphosphate (과당 1,6-인산/1,6-인산과당)
3 phosphoglycerate mutase (포도당인산뮤테이스/인산글리세르산변위효소)	16 2-phosphoglycerate (2-인산글리세르산)
4 (triase phosphate) isomerase (인산3탄당이성질화효소)	17 glucose 6-phosphate (포도당 6-인산/6-인산포도당)
5 citrate synthase (시트르산 합성효소)	18 oxaloacetate (옥살로아세트산)
6 pyruvate kinase (피루브산인산화효소)	19 glyceraldehyde 5-phosphate (글리세르알데하이드 5-인산/5-인산글리세르알데하이드)
7 triose phosphate dehydrogenase / glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (3탄당인산탈수소효소/3-인산글리세르알데하이드탈수소효소)	20 1,3-bisphosphoglycerate (1,3-비스포스포글리세르산/1,3-이중인산글리세르산)
8 malate dehydrogenase (말산탈수소효소)	21 ribose 5-phosphate (리보스 5-인산)
9 phosphofructokinase (인산과당인산화효소)	22 fructose 6-phosphate (과당 6-인산/6-인산과당)
10 enolase (엔올레이스)	23 3-phosphoglycerate (3-인산글리세르산)
11 aldolase (알돌레이스)	24 phosphoenolpyruvate (포스포엔올피루브산/인산에놀피루브산)
12 hexokinase (6탄당인산화효소)	25 dihydroxyacetone phosphate (다이하이드록시아세톤인산/인산다이하이드록시아세톤)
13 pyruvate dehydrogenase (피루브산 탈수소효소)	26 pyruvate (피루브산)

2024

한양대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 주관식

해설

반응	촉매효소	가역/비가역, 필요한 보조인자
1 포도당 + ATP → 포도당-6-인산 + ADP	hexokinase	비가역적 반응, Mg ²⁺
• 완성된 포도당이 6탄당인 탄소에 ATP가 첨가됨(hexokinase) 유기인산(PO ₃ ²⁻)을 얻어 → 포도당 탄소를 5개의 공유결합을 역학시키는 과정		
• 포도당이 인산화되면 세포 내으로 빠르게까지 운반 • 운반 뒤의인 작용 • 포도당(6인산)이 많이 들어있면 hexokinase 기능 감소		
2 포도당-6-인산 ↔ 과당-6-인산	isomerase	가역적
• 포도당이 과당으로 변형되고, 2개의 공유결합을 인산기를 가진 인산과당 C3-C4 탄소 사이의 공유결합에 참여해 공유결합이 끊어져 분해된다. 그런데 포도당-6-인산의 C1탄소는 알코올기를 포함하지 않아 인산화가 불가능하므로 C1에 알코올을 포함한 구조이성질체인 과당-6-인산으로 전환하는 단계이다.		
3 과당-6-인산 + ATP → 과당-1,6-이인산	phosphofructokinase 1	비가역적 반응, Mg ²⁺ , ATP
• 과당-6-인산의 1번 탄소에 ATP의 인산기를 유기인산을 결합시켜서 포도당의 공유결합에 참여해 전자를 C1, C6 탄소 쪽으로 옮긴다. 그 결과 C3-C4 탄소가 이중 공유결합과 결합되어 올레이스 용해되는 반응. 과당 인산(과당-1,6-이인산)에 의해 비가역적으로 촉매, 17탄소는 해당과정의 주조물 효소이다.		
4 과당-1,6-이인산 ↔ G3P + DHAP	aldolase	가역적
과당-1,6-이인산은 3탄소 분자인 글리세르알데하이드-3-인산(G3P)과 Dihydroxyacetone phosphate(DHAP)로 분해하는 과정이다. aldolase에 의해 가역적으로 촉매되는 1번, 해당과정의 산물은 빠르게 계속해서 소모되므로 주조물 반응은 계속되어 진행된다.		
5 DHAP ↔ G3P	isomerase	가역적
5 G3P와 DHAP는 구조이성질체로 자유에너지가 유사하며, 2개의 서로 다른 효소로만 단계를 사용하는 것은 비효율적이다. 그러므로 모두 G3P로 전환하여 단일 효소만 한 단계를 참여시킴을 인화시키기 위해 이질효소효소에 의해 가역적으로 촉매된다.		
6 G3P + P _i ↔ 1,3 BPG + NADH	G3P dehydrogenase	가역적, NAD ⁺
• G3P가 알데하이드기 C1에 포함된 2개의 고에너지 전자를 얻어 NAD가 생성되고, 2탄소 탄소에 친핵성(nucleophilic) 무기인산(PO ₃ ²⁻)이 결합되어 카르복실산인 형태로 산화되는 과정이다. G3P 탈수소효소에 의해 가역적으로 촉매된다.		
7 1,3-BPG ↔ 3PGA + ATP	phosphoglycerate kinase	가역적
1번 유입으로 형성된 1,3-BPG에서 산화된 1번 탄소에 고에너지 인산에 의해 결합(O=C-O-P)이 형성되어, 기질수소 인산화를 통해 ATP로 고에너지 유기인산(PO ₃ ²⁻)이 생성되어 ATP를 생성하는 단계이다. 카나이에 의해 비가역적으로 촉매된다.		
8 3PGA ↔ 2PGA	phosphoglycerate mutase	가역적
순이성질체인 포도당의 분해를 위해 유일한 2ATP의 유기인산이 분해된 포도당의 산화에서 이용되는 과정에서 다시 ATP를 생성하기 위해 고에너지 인산에 의해 결합을 형성하는 첫 번째 과정이다. 인산기가 2번 탄소로 mutase에 의해 가역적으로 이동된다.		
9 2PGA ↔ PEP + H ₂ O	enolase	가역적, Mg ²⁺ , Mn ²⁺
2PGA의 2번 탄소에 1개의 결합이 인산과 공유를 끊어져 고에너지 인산에 의해 결합이 형성되지 않는다. 때문에 2번 및 3번 탄소에 H2O가 이용되면서 이중결합을 형성하는 enol 반응이 enolase에 의해 가역적으로 촉매된다.		
10 PEP → pyruvate + ATP	pyruvate kinase	비가역적 반응, Mg ²⁺ , K ⁺
enol결합을 통해 1개가 이탈된 2번 탄소는 전자가 공유하지 못한 인산기 중첩을 공급하지 못하므로 고에너지 인산에 의해 결합이 형성된다. 기질수소 인산화를 통해 ATP를 생성하고 피루브산을 생성하는 단계로, 피루브산 카나이에 의해 비가역적으로 촉매된다.		

위 문제 답 쓰는 곳

() → () ↔ () → () ↔ () ↔ () ↔ () ↔ () ↔ () → ()

↓

()

18. 포도당을 인산화하는 동종 효소(isoenzyme)에는 Hexokinase와 glucokinase가 있다. 각각 포도당에 대한 Km은 0.1mmol/L, 10mmol/L이다. 두 효소가 주로 작용하는 기관으로 적절한 것은

① glucokinase - 간, Hexokinase - 근육

② glucokinase - 간, Hexokinase - 간

③ glucokinase - 근육, Hexokinase - 간

④ glucokinase - 근육, Hexokinase - 근육

2025

우석대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 1

해설

Hexokinase와 Glucokinase는 isoenzyme이다. isoenzyme은 환경/상황에 맞는 효소가 사용된다.

	Glucokinase(GK) (hexokinase D)	Hexokinase(HK)
기질	포도당(glucose)	6탄당(hexose)
장소	간, 이차 배타세포	그 외 세포
K _m V _{max}	K _m ↑, V _{max} ↑	K _m ↓, V _{max} ↓
효소작용조절	G-6-P에 의해 억제되지 않음.	(-) G-6-P 양이 증가하면 억제됨.
관련 GLUT	GLUT2	GLUT1

01. ATP 에너지를 첨가해 일어나는 쪽지를 반응의 예로 올바른 것은?

① Glucose 6 phosphate 가 Fructose 6 phosphate로 변하는 과정

② Fructose 1,6 bisphosphate 가 dihydroxyacetone phosphate와 glyceraldehyde 3 phosphate로 분해되는 과정

③ glucose가 glucose 6 phosphate로 인산기가 추가되는 과정

④ 3 phosphoglycerate 의 인산기가 2번으로 이동해, 2 phosphoglycerate가 되는 과정

2025

충북대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 3

해설

15. 해당과정의 산물로 생성되어 미토콘드리아로 운반되는 것은?

① glucose

② pyruvate

③ acetyl-CoA

④ lactic acid

2025

충북대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 2

28. 다음은 세포호흡의 각 단계이다. 기질수준의 인산화가 일어나는 과정을 고른 것은? [48]

| 보기 |

A. 포도당 → 포도당-6-인산

B. 포스포에놀피루브산 → 피루브산

C. 1,3-이인산글리세르산 → 3-인산글리세르산

D. 이소시트르산 → α-케토글루타르산

① A, B

② A, D

③ B, C

④ B, D

2025

삼육대학교

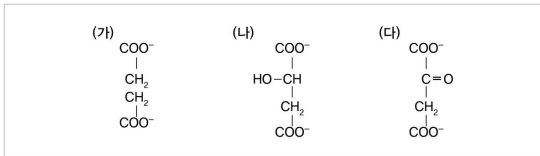
1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 3번

해설

지식형 문제이다.

19. 다음은 시트르산 회로의 중간대사체 중 옥살로아세트산, 말산, 숙신산 중 하나이다. 옳은 것은?



보기

- ㄱ. (가)에서 (나)로 가는 과정에서 GTP가 생성된다.
 ㄴ. (나)에서 (다)로 가는 과정에서 NAD⁺가 NADH로 환원된다.
 ㄷ. (다)는 아세틸 coA와 결합하면 시트르산(citrate)가 생성된다.

2025

제주대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: ㄴ, ㄷ

해설

(가)는 숙신산이다.

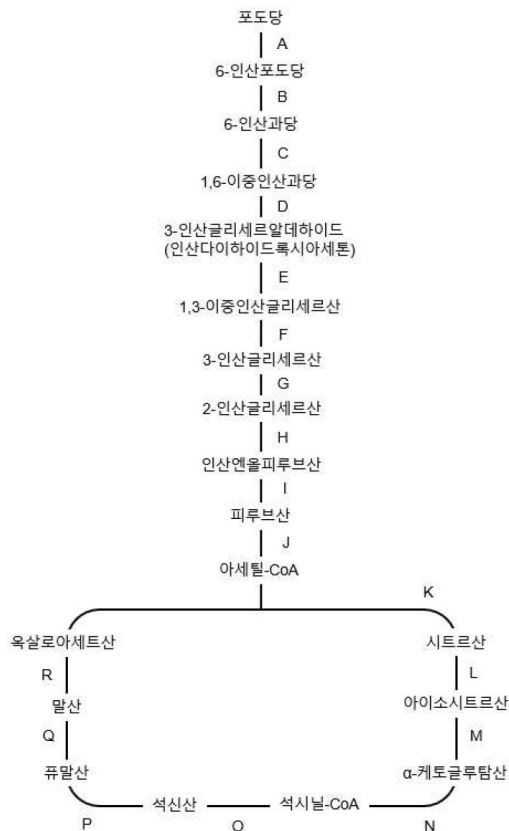
(나)는 말산, (다)는 옥살로아세트산이다.

ㄱ. 틀림.

ㄴ. 맞음.

ㄷ. 맞음.

해당 및 시트르산 회로



22. 생체 내 포도당의 이화 대사과정 중 비가역(irreversible)인 단계의 개수는?

- ① 5
 ② 6
 ③ 7
 ④ 8
 ⑤ 9

23. 포도당 산화과정에서 생성된 전자는 전자운반체(electron carrier)를 통해 미토콘드리아 전자전달계에 전달된다. 전자전달계를 통한 에너지 방출은 미토콘드리아 기질(matrix)로부터 양성자(proton)를 배출한다. 복세포에서 양성자 배출 없이 전자전달계 보조요소 Q에 전자를 전달하는 전자운반체를 생성하는 단계는?

- ① E, J
 ② E, P
 ③ M, P
 ④ M, R
 ⑤ P, R

2025

계명대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답 22번: 3번
 23번: 2번

해설

22번 문제

1. 해당과정: 3단계가 비가역적임

1) Hexokinase,

3) PFK-1,

10) Pyruvate kinase

2. Pyruvate → Acetyl-CoA: 1단계가 비가역적임

1) Pyruvate dehydrogenase

3. TCA 회로: 3단계가 비가역적임

1) Citrate synthase,

3) Isocitrate DH,

4) α-KG DH

□ 총 비가역 단계 수 = 3 + 1 + 3 = 7단계

23번 문제

FADH₂가 발생되는 자리를 찾는 문제이다.

02. 시트르산회로 (TCA cycle, krebs cycle) 의 설명 중 옳은 것은? ① 세포질에서 일어난다 ② acetyl coa 가 oxaloacetate와 결합해 citrate로 변한다. ③ ATP를 직접 생성하지 않는다. ④ 각 회로당 2NADH를 생성한다.	2025	충북대학교
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 2
	해설	

20. 전자전달 및 산화적 인산화에 관한 설명으로 옳은 것은? ① 산화적 인산화는 효소의 활성부위에서 고에너지 인산화합물로부터 인산기가 ADP로 전달되는 반응이다. ② NADH로부터 산소에 전자를 전달할 때 양(+)의 표준자유에너지 변화 값을 가진다. ③ 짝물림 저해제(uncoupling)를 처리하면 세포의 산소 소비는 증가하고 ATP 합성은 억제된다. ④ 전자전달계를 통한 자유에너지 방출은 미토콘드리아 막사이공간(intermembrane space)에서 기질(matrix)로 양성자(H ⁺)를 운반하도록 한다. ⑤ 보조효소 Q(유비퀴논)는 수용성이며, 전자 2개와 수소는 1개를 전달받아 유비퀴놀이 된다.	2025	계명대학교
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 3
	해설 1) 기질 수준의 인산화 2) $\Delta G < 0$ 4) 방향이 반대로 설명됨 5) 전자 2개와 수소이온 2개	

07. 미토콘드리아에서 발생하는 산화적인산화(oxidative phosphorylation)와 미토콘드리아 대사 조절에 대한 설명으로 옳은 것을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? 보기 ㉠ 배양 중인 세포에 rotenone을 처리하면 배양액의 pH는 낮아진다. ㉡ 전자전달사슬(electron transport chain)의 복합체 II (complex II)의 특이적 저해제를 처리하면 산소 소비는 없어진다. ㉢ oligomycin을 처리한 세포의 미토콘드리아 막관 공간의 양성자 농도가 낮아진다. ① 없음 ② ㉠ ③ ㉡ ④ ㉢ ⑤ ㉠, ㉡ ⑥ ㉠, ㉢ ⑦ ㉡, ㉢ ⑧ ㉠, ㉡, ㉢	2025	대가대학교
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 2번
	해설 ㉠ 참: Rotenone(Complex I 억제) → 산화적 인산화 저하 → 해당과정 의존! → 젖산 배출! → 배양액 pH 하강. ㉡ 거짓: Complex II만 억제해도 Complex I 등 다른 경로로 전자가 흘러 산소 소비는 계속됨. ㉢ 거짓: Oligomycin은 ATP synthase(F ₀) 를 막아 H ⁺ 재유입을 차단 → 막관 공간의 H ⁺ 축적(농도 ↑), 낮아지지 않음.	

03. 전자전달계 및 산화적 인산화에 대한 설명 중 옳은 것은? ① 전자전달계는 세포질에서 일어난다. ② 산화적 인산화 과정에서 산소는 전자를 전달한다. ③ 산화적 인산화 과정에서 내막에 있는 ATP synthase가 ATP를 형성한다. ④ 양성자 농도 기울기는 ATP형성에 관여하지 않는다.	2025	충북대학교
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 3
	해설	

18. 다음 중 산화적 인산화(oxidative phosphorylation)에 대한 설명으로 옳은 것은? ① 산화적 인산화는 미토콘드리아 기질에서 일어난다. ② 미토콘드리아 내막에서 ATP synthase를 이용하여 ATP를 합성한다. ③ 양성자 기울기는 ATP 합성에 사용되지 않는다. ④ 해당과정은 미토콘드리아에서 일어난다.	2025	충북대학교
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: ②
	□ 해설: 산화적 인산화는 미토콘드리아 내막에서 전자전달계와 ATP synthase가 작용하여 ATP를 생성하는 과정이다. ① 틀림. 산화적 인산화는 미토콘드리아 내막에서 일어난다. ③ 틀림. 전자전달계를 통해 형성된 **양성자 기울기(H ⁺ gradient)**는 ATP 합성의 에너지원이다. ④ 틀림. 해당과정은 세포질에서 일어난다.	

20. 유기호흡에서 포도당 한 분자를 분해하는 데 필요한 NAD ⁺ 와 FAD의 분자 수는? 1) NAD ⁺ -10분자, FAD-2분자 2) NAD ⁺ -8분자, FAD-2분자 3) NAD ⁺ -6분자, FAD-1분자 4) NAD ⁺ -4분자, FAD-1분자	2011	우석대학교
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 1
	해설	

<주관식 문제 3> 포도당 1분자가 완전히 산화되어 ATP를 생성될 때 근육세포와 간세포에서 생성되는 ATP 생산량은 다르다. 그 이유는 세포기질에서 생성된 NADH의 전자를 미토콘드리아 내막의 전자전달계로 전달하는 방식에 차이가 있기 때문이다.

3-1) 간세포와 근육세포 중에서 포도당 1분자 당 ATP 생산량이 많은 것은 어느 곳인가? (2점)

3-2) 간세포에서 이용하는 전달방법은 무엇인가? (3점)

3-3) 근육세포에서 이용하는 전달방법은 무엇인가? (3점)

2025

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

대개대학교

정답: 아래 참고, 주관식

해설

1. 포도당 한 분자에서 생기는 ATP 생성률

	간, 심장, 신장 세포, 세균	근육, 뇌세포
대항과정	2ATP, 2NADH	2ATP, 2NADH
피루브산 산화, TCA 회로	2ATP, 8NADH, 2FADH ₂	2ATP, 8NADH, 2FADH ₂
산화적 인산화	10NADH → 10*2.5ATP 2FADH ₂ → 2*1.5ATP 총: 32 ATP	10NADH → 10*3ATP 2FADH ₂ → 2*2ATP 총: 30 ATP

The diagram illustrates the metabolic pathways of cellular respiration. Glycolysis occurs in the cytoplasm, converting glucose into pyruvate. Pyruvate is then oxidized to acetyl-CoA, which enters the Citric Acid Cycle (TCA cycle) in the mitochondrial matrix. Electrons from NADH and FADH₂ are transferred to the electron transport chain (ETC) in the inner mitochondrial membrane. In liver cells, NADH is transported via a shuttle system (malate-aspartate shuttle), while in muscle cells, it is transported via the intermembrane space shuttle (glycerol-3-phosphate shuttle). The diagram also shows the resulting ATP production from each stage.

근육이나 뇌세포는 "글리세롤 3인산 shuttle"을 사용
세포기질의 NADH가 미토콘드리아로 들어갈 때 FADH₂가 되므로 2ATP가 더 적다.
근육과 뇌는 TCA회로가 활발해서 말산-아스파르트산 shuttle을 사용
세포기질의 NADH가 미토콘드리아로 들어가면 NADH로 전달된다.

The diagram shows the glycerol-3-phosphate shuttle mechanism. In the cytoplasm, NADH is oxidized to NAD⁺, and glycerol-3-phosphate is reduced to dihydroxyacetone phosphate. Dihydroxyacetone phosphate is then transported into the mitochondrion, where it is oxidized back to glycerol-3-phosphate, which is then transported back to the cytoplasm. This cycle allows NADH to be converted to FADH₂ in the mitochondrion, which then enters the electron transport chain to produce ATP.

3-1) 간세포가 더 많다. (간·심장·신장 등은 말레이트-아스파르트산 셔틀을 써서 ATP 수익이 큼)

3-2) 간세포: 말레이트-아스파르트산 셔틀

— 세포질 NADH가 미토콘드리아 기질의 NADH로 전달 → 복합체 I로 들어가므로 ≈2.5 ATP/NADH, 포도당 1분자 총 ≈32 ATP

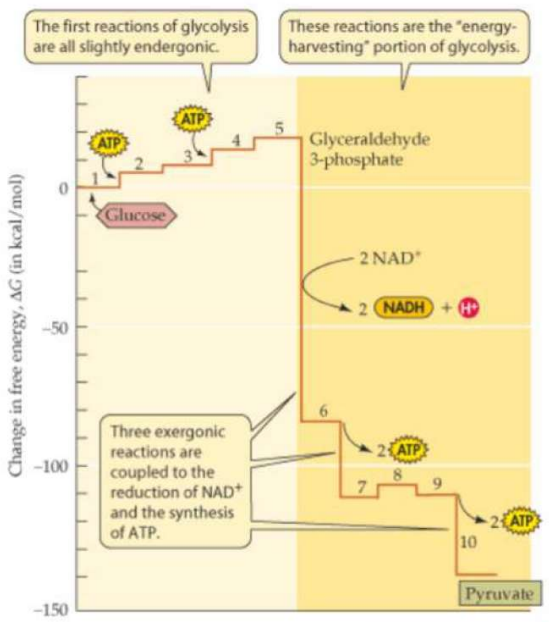
3-3) 근육세포(골격근): 글리세롤-3-인산 셔틀

— 세포질 NADH가 미토콘드리아 내막 효소에서 FADH₂로 바뀌어 복합체 II로 들어감 → ≈1.5 ATP/NADH, 포도당 1분자 총 ≈30 ATP

19. 독극물인 시안화제 화합물이 전자전달계를 억제하면 해당과정과 시트르산회로가 곧 멈춘다. 그 이유로서 타당 한 것을 고르면? 1) ATP가 고갈되기 때문이다. 2) 소모되지 못한 O₂가 해당과정과 시트르산회로를 방해하기 때문이다. 3) NAD⁺와 FAD가 고갈되기 때문이다. 4) 전자전달계에서 더 이상 전자가 나오지 않기 때문이다.	2011 1단원 5 장 세포호흡 물질대사 해설	우석대학교 정답: 3

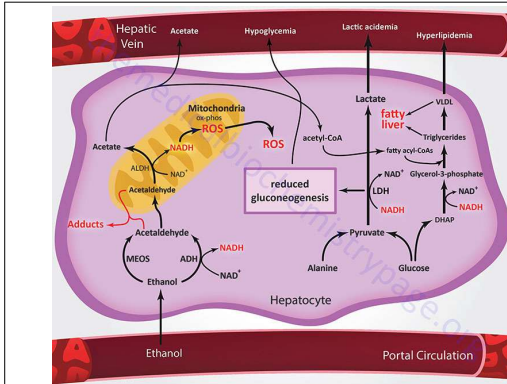
13. 청산가리는 세포 내에 작용한다. 다음 중 청산가리의 세포 내 기작으로 옳은 것은? ① ATP 운반 ② 전자전달계 저해 ③ ATP 합성저해 ④ 유전자 발현 조절 ⑤ 단백질 합성 촉진	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사 해설 청산가리(Cyanide, CN⁻): 강력한 독성 물질로, 미토콘드리아 전자전달계의 cytochrome c oxidase (복합체 IV)의 철이온(Fe³⁺)에 결합하여 산소로 전자를 전달하는 기능을 억제한다.	연세대학교 미래 정답: 2

47. Dinitrophenol(DNP)은 생체막 사이로 양성자(proton)가 지나갈 수 있게 한다. 1940년대에는 DNP를 비만치료제로 사용한 적이 있는데 이 경우 DNP가 몸의 지방을 분해하는 것을 촉진하는 기작과 관련이 있는 것을 모두 고른 것은?	2015 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	한양대학교 정답: 3
〈 보 기 〉 ㄱ. 소화효소의 분비를 촉진한다. ㄴ. 미토콘드리아에서 일어나는 현상이다. ㄷ. 부작용으로 열이 난다. ㄹ. pH의 변화로 지방산 분자의 흡수를 촉진한다. ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ	해설	

21. 포도당 신생합성(gluconeogenesis)을 수행할 때 가장 적은 에너지(ATP 및 GTP)를 사용하는 전구체는? ① 알라닌(alanine) ② 젖산(lactic acid) ③ 피루브산(pyruvic acid) ④ 옥살로아세트산(oxaloacetic acid) ⑤ 3-인산글리세롤(glycerol 3-phosphate)	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	계명대학교 정답: 5
	해설  The first reactions of glycolysis are all slightly endergonic. These reactions are the "energy-harvesting" portion of glycolysis. Three exergonic reactions are coupled to the reduction of NAD^+ and the synthesis of ATP.	

01. 30대 남성에서 당뇨병 치료 예방 물질 X를 처방하였다. 이 치료제 X는 당신생합성 과정을 저해하는 것으로 알려져 있다. 이 남자의 혈당은 38 mg/dL이며, fructose, lactose, glycerol, alanine을 처리 시, 혈당이 높아지지 않았으며 galactose 처리 시 혈당이 높아졌다. 이 물질이 저해하는 효소는 무엇인가? ① pyruvate kinase ② fructose-1, 6-bisphosphatase ③ glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase ④ pyruvate carboxylase ⑤ glucose-6-phosphatase	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	인제대학교 의대 정답: 2
	해설 1. 각 기질별 당신생합성 경로 1) Lactose → galactose + glucose → → 간에서 glucose로 전환됨 2) Fructose, glycerol, alanine → 해당과정 거꾸로 올라가서 당신생합성 경로 거쳐 Glucose 생성 3) Galactose → Galactose-1-P → Glucose-1-P → Glucose-6-P → Glucose: 이 과정은 대부분 glycogen 대사나 galactose 대사 경로이며, 당신생합성의 주요 병목효소를 통하지 않아도 혈당을 올릴 수 있음. □ 이 중에서 막히면 galactose만 통과할 수 있는 단계 = Fructose-1,6-bisphosphatase (F-1,6-BPase) 억제 시나리오와 일치함. (만약 Glucose-6-phosphatase가 억제되었다면 galactose도 최종 glucose로 못 바뀜)	

38. 다음은 사람에서 에탄올 대사에 대한 문제이다 [3점]. 아래 모식도를 참고하여 틀린 답을 고르시오.



- ① 에탄올이 포도당신생합성에 사용된다.
- ② 과음하면 NADH/NAD⁺의 비율이 증가한다.
- ③ 아세트산이 아세틸 CoA가 생성되기 위해 2ATP가 필요하다.
- ④ 에탄올 한 분자 산화 당 ATP의 생성 수는 13개이다.
- ⑤ 과음하면 젖산 발효 대사가 증가한다.

2025	단국대학교
1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 1번

해설

- ① 에탄올은 간에서 알코올 탈수소효소(ADH) → 아세트알데하이드 → 아세트산 → 아세틸-CoA로 전환됨.
아세틸-CoA 자체는 포도당신생합성으로 들어갈 수 없다
에탄올 자체도 글리세롤-아미노산과 달리 포도당신생합성 기질로 쓰이지 않는다. 틀림.
- ② 과음시 에탄올의 산화과정에서 NADH가 생성된다. 맞음.
- ③ 맞음.
에탄올 → 아세트알데하이드 → 아세트산까지는 탈수소효소 반응
아세트산 → 아세틸-CoA는 Acetyl-CoA synthetase 반응이며,
1 ATP → AMP + PPi 이므로 에너지 2ATP 상당 소모됨.
Acetate + CoA + ATP → Acetyl-CoA + AMP + PPi
- ④ 맞음. 에탄올 1분자 완전 산화 → 약 13 ATP 생성
(NADH 생성 2.5 ATP × 2회 + 아세틸-CoA 1회 TCA 회전 10 ATP + 아세틸-CoA 전환시 2ATP 소모 = 13 ATP)
- ⑤ 과음시 증가한 NADH를 없애고 NAD⁺를 재생하기 위해 젖산 발효가 증가한다. 당신생 과정은 감소하고, TCA회로 대사로도 감소한다.

09. 알코올 탈수소효소의 필수적인 금속 보조인자는 무엇인지 고르시오.

- ① Cr ② Zn ③ Mn
- ④ Fe ⑤ Ni

2025	원광대학교
1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 2번

해설

- 알코올탈수소 효소는 에탄올을 아세트알데하이드(acetaldehyde)로 산화하는 효소. 이 효소의 활성 부위에는 Zn²⁺ 이온이 2개 존재하며 중요한 역할을 한다.
- 1) 촉매 Zn²⁺: 기질(에탄올)의 하이드록실기(-OH)를 활성화시켜 탈수소 반응 촉진
 - 2) 구조 Zn²⁺: 효소의 입체 구조를 안정화

<문제> 32. 포도당 6-인산 탈수소효소 결핍으로 인해 빈혈이 생긴 사람이 있다. 다음 중 어떤 물질의 합성에 문제가 생긴 것인가?

- ① ATP
- ② NADH
- ③ NADPH
- ④ FADH₂
- ⑤ GTP

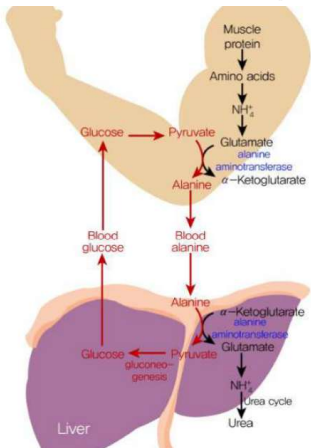
2025	우석대학교
1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 3번

해설

5) 참고: G-6-P dehydrogenase(G6PDH)의 결핍은 유도 용혈성 빈혈을 유발함.

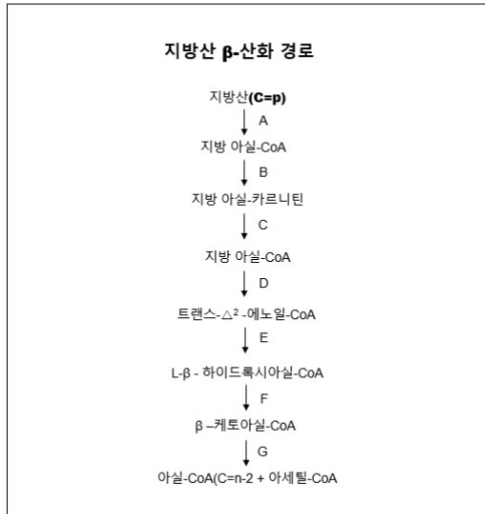
• 적혈구에서 PPP는 산화형 glutathione(GS-SG)을 두 분자의 환원형 glutathione(2G-SH)으로 전환하는데 필요한 NADPH를 제공한다. 생성된 환원형 glutathione(GSH)은 glutathione peroxidase의 촉매작용으로 적혈구내에 생긴 H₂O₂를 제거하는데 사용된다. 이 반응은 중요하다. 왜냐하면 적혈구 내에 H₂O₂가 축적되면 Hb이 methHb로 산화되고 세포막이 손상되어 적혈구의 수명이 감소되기 때문이다.

• PPP의 첫단계 효소인 G6PDH가 선천적으로 결핍된 사람은 보통 큰 문제가 없다. 하지만, 적혈구가 산화적 스트레스를 받을 때 문제가 발생한다. G6PDH의 결핍은 모든 세포에서 나타나지만 PPP가 NADPH를 생성하는 유일한 경로인 적혈구에서 가장 심각한 문제를 야기한다. 산화적 스트레스의 원인은 약물 및 바이러스 감염, 말라리아 감염 등이다. 약물이 산화제로 작용하거나 또는 약물이 대사되어 산화성 물질이 되는 경우로 이때 다량의 환원형 글루타치온이 산화되고 또한 이를 환원시키기 위해 다량의 NADPH가 요구된다. 이 경우 상대적으로 적혈구의 H₂O₂를 활성산소의 분해작용이 일어나지 않는다. 따라서 이들과 막 단백질의 교차결합이 일어나고 손상 받은 세포막의 파괴가 일어나 약물에 처음 노출되고 2-3일 내에 용혈현상이 나타난다. 그래서 말라리아 예방약인 primaquine, 해열제인 aspirin, 화학요법제인 sulfonamide 등을 복용할 때 유전적으로 G6PDH가 결핍된 사람에게서는 용혈현상이 일어나기 쉽다.

6. Alanine cycle을 1 cycle 진행하였다. 간과 근육이 서로 alanine 1분자와 glucose 1분자를 주고 받았다. 이 때 net-cost ATP는? (단, glycerol-3-phosphate shuttle를 사용했고, urea 합성을 고려해서 계산하시오) (단, 계산식이 있어야 하며 답만 적으면 점수 없음) [4점] □ 요소회로의 ATP 사용 과정 1. Carbamoyl phosphate synthetase I 반응 $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + 2 \text{ ATP} \rightarrow \text{carbamoyl phosphate} + 2 \text{ ADP} + \text{P}_i \rightarrow \text{ATP 2개 소모}$ 2. Argininosuccinate synthetase 반응 $\text{Citrulline} + \text{Aspartate} + \text{ATP} \rightarrow \text{Argininosuccinate} + \text{AMP} + \text{PP}_i \rightarrow \text{ATP 1개 소모}$ (단, AMP + PP_i가 되므로 2개의 고에너지 결합 소모로 계산) □ 총 고에너지 결합 소모 첫 번째 반응: 2 ATP 두 번째 반응: 2 ATP 상당 (ATP → AMP + PP_i) □ 총 4 ATP equivalents 소모	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	인제대학교 의대 정답: 주관식
	해설 1) 근육(해당과정) 1분자 glucose → 2 pyruvate → 2 alanine 기질수준인산화: +2 ATP 세포질 NADH 2개(해당과정 생성) → glycerol-3-phosphate shuttle로 미토콘드리아에서 $\approx 1.5 \text{ ATP} \times 2 = +3 \text{ ATP}$ → 근육 순획득 = +5 ATP 2) 간(당신생합성 + 요소합성) 2 alanine → 2 pyruvate → glucose 1분자 당신생합성 비용: 4 ATP + 2 GTP = 6 ATP(eq) 2 alanine의 질소 → 요소 1분자 합성: 4 ATP(eq) → 간 순소모 = -10 ATP(eq) 3) Alanine cycle 한 회전의 전신 순 소모 총계 = -10 + (+5) = -5 ATP(eq) 따라서, Alanine cycle 1 cycle의 net-cost는 5 ATP(eq) 소모입니다. 	

II. 지질

[24-25] 사람 간세포에서 지방산 β -산화 경로이다. 각 문제에 옳은 답을 고르시오.



24. 지방산 생합성 전구체인 말로닐-CoA(malonyl-CoA)에 의해 입체다론자리(allosteric) 저해제를 받는 단계는?

- ① A
② B
③ C
④ D
⑤ G

25. 지방산 β -산화반응(D~G)에서 일어나는 효소반응 순서대로 나열한 것은?

- ① 탈수소(FAD)-수화(hydration)-탈수소(NAD)-분해(CoA)
② 탈수소(NAD)-수화(hydration)-탈수소(FAD)-분해(CoA)
③ 탈수소(FMN)-수화(hydration)-탈수소(NAD)-분해(CoA)
④ 탈수소(NAD)-탈수(dehydration)-탈수소(FAD)-분해(CoA)
⑤ 탈수소(FAD)-탈수(dehydration)-탈수소(NAD)-분해(CoA)

2025

계명대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답

24번: 2번

25번: 1번

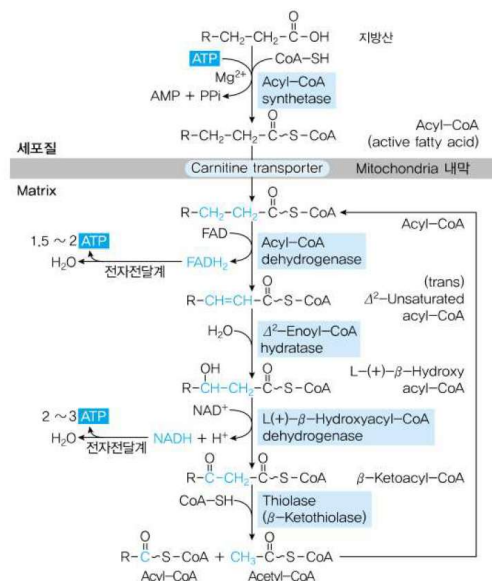
해설

24번

1. 말로닐-CoA(Malonyl-CoA)에 의해 allosteric하게 저해를 받는 대표적인 효소는 Carnitine acyltransferase I (CPT I) (= Carnitine palmitoyltransferase I)이다.

- 1) CPT I는 미토콘드리아 외막에 존재하며, Acyl-CoA(긴사슬 지방산)를 Carnitine과 결합시켜 Acyl-carnitine 형태로 만들어 미토콘드리아 내로 지방산을 들여보내는 β -산화의 입구(enzyme gate) 역할을 함.
2) $\text{Acyl-CoA} + \text{Carnitine} \rightarrow \text{Acyl-Carnitine} + \text{CoA}$

25번



지방산 생합성(Fatty acid synthesis)에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. 생합성의 출발 물질로 사용되는 주요 대사산물은 무엇인가?

- ① Acetyl-CoA
② Malonyl-CoA
③ Pyruvate
④ Acetoacetyl-CoA
⑤ Oxaloacetate

2025

충남대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: ② Malonyl-CoA

해설

지방산 생합성의 출발 물질은 Acetyl-CoA이지만, 실제로 연장반응의 탄소 골격 제공 및 주된 building block은 Malonyl-CoA이다.

Acetyl-CoA는 미토콘드리아에서 생성되지만, 세포질로 바로 나올 수 없기 때문에 citrate shuttle을 통해 이동 → 세포질에서 다시 acetyl-CoA로 전환.

세포질 acetyl-CoA는 acetyl-CoA carboxylase (ACC)에 의해 Malonyl-CoA로 전환되고, 이것이 지방산 합성효소 복합체(FAS)에 의해 차례차례 연장된다.

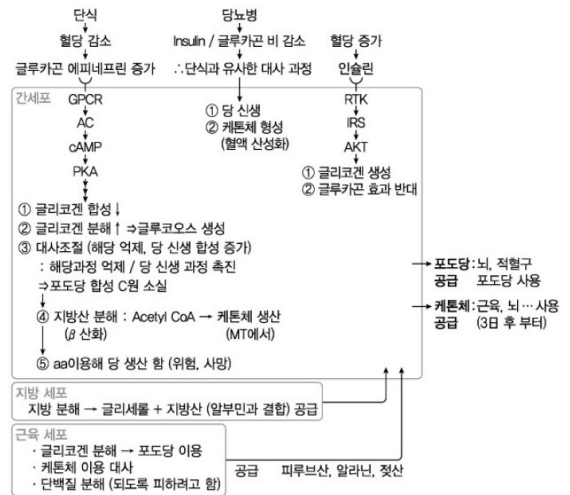
지방산 생합성(Fatty acid synthesis)에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. ① 지방산 생합성의 출발 물질은 Acetyl-CoA이며, 조절 효소는 Acetyl-CoA carboxylase이고, 보조인자는 NADH이다. ② 지방산 생합성의 출발 물질은 Malonyl-CoA이며, 조절 효소는 Fatty acid synthase이고, 보조인자는 NADPH이다. ③ 지방산 생합성의 출발 물질은 Acetyl-CoA이며, 조절 효소는 Carnitine acyltransferase I이다. ④ 지방산 생합성의 출발 물질은 Malonyl-CoA이며, 조절 효소는 Acetyl-CoA carboxylase이고, 보조인자는 NADPH이다. ⑤ 지방산 생합성은 미토콘드리아 기질에서 일어나며, 조절 효소는 Acetyl-CoA carboxylase이다.	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	충남대학교 정답: ④
--	--------------------------------------	---------------------------

해설

④ 지방산 생합성의 출발 물질은 Malonyl-CoA이며, 조절 효소는 Acetyl-CoA carboxylase이고, 보조인자는 NADPH이다.

15. 아세틸-CoA 카복실레이즈는 지방산 합성의 속도 제한 및 조절 단계 효소이다. 다음 호르몬과 효소 변화 중 지방산의 합성을 증가시키는 것은? ① cAMP 농도 증가 ② AMPK 인산화 증가 ③ 글루카곤 호르몬 농도 증가 ④ 단백질 포스파테이즈 활성 증가	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	우석대학교 정답: 1
--	--------------------------------------	---------------------------

해설

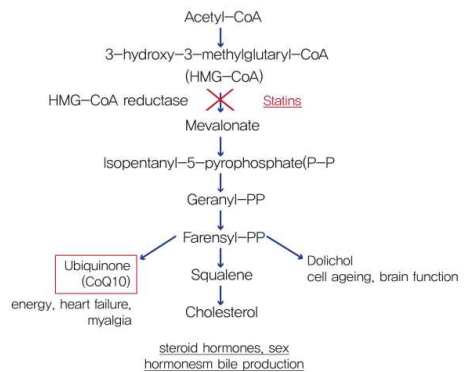


* AMP 의존성 단백질 인산화효소(AMP-activated protein kinase, AMPK)
: AMPK는 세포(cell) 안의 대표적인 에너지 센서(energy sensor)로서 세포의 에너지 항상성(homeostasis) 유지에 중요한 역할을 한다. 에너지 저장체인 에이티피(ATP, adenosine triphosphate)의 수준이 낮아지면 상대적으로 에이엠피(AMP, adenosine monophosphate)의 양이 늘어나면, AMPK가 인산화되어 활성화되고, 세포의 포도당(glucose)과 지방산(fatty acid) 섭취 및 분해를 촉진하고, 콜레스테롤(cholesterol) 및 지방의 합성을 억제하여 ATP 생성을 늘려 에너지 항상성을 유지하게 된다.

15. 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추기 위한 약물의 이름은?	2025 1단원 5 장 세포호흡 물질대사	우석대학교 정답: statins
---	--------------------------------------	---------------------------------

해설

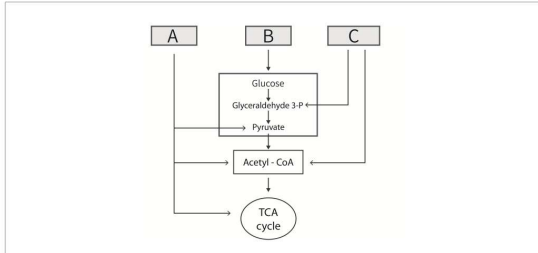
<콜레스테롤 합성 과정 모식도>



III. 단백질

IV. 핵산 및 기타 대사.

05. 그림은 단백질, 탄수화물, 및 지방의 에너지 대사를 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 단백질, 탄수화물, 지방 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

— 보기 —

- ㄱ. A는 대사 과정에서 암모니아를 생성한다.
 ㄴ. B의 대사 속도는 인산과당인산화효소(PFK1)의 활성에 의해 조절된다.
 ㄷ. C는 베타 산화 과정을 거쳐 glyceraldehyde 3-phosphate로 대사된다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2025

동국대학교

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 2

해설

A: 단백질

B: 탄수화물

C: 지방

04. 물질대사 시 활성전달운반체와 활성화전달기가 제대로 짝지어지지 않은 것을 고르시오.

- ① NADH - 수소 ② FADH₂ - 전자
 ③ 아세틸 CoA - 아세틸기 ④ 이인산유리딘포도당 - 인산기
 ⑤ ATP - 인산기

2025

연세대학교 미래

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 4

해설

물질대사에서의 '활성전달 운반체(activated carrier)'와 그가 전달하는 '활성화된 화학기(Activated Group)'를 정확히 짝지을 수 있는지를 묻는 기본 개념 문제입니다.

- ① NADH: 수소 (H^+ , 즉 전자 2개 + 양성자 1개)를 운반하며, 주로 산화환원 반응에 사용
 ② FADH₂: 수소 (H_2) 운반, 수소 원자(전자2+양성자2)를 전달함.
 ③ 아세틸 CoA: 아세틸기를 운반, TCA 회로 등에서 핵심
 ④ 이인산유리딘포도당 (UDP-glucose): 포도당 잔기를 운반한다.
 ⑤ ATP: 인산기를 운반, 인산화 반응의 에너지원으로 쓰임.

06. 다음 중 Oxidative stress를 낮출 수 있는 것은?

- ① Hyperglycemia
 ② NADPH oxidase
 ③ Hyperbaric oxygen
 ④ Metal sequestration
 ⑤ Alcohol consumption

2025

인제대학교 의대

1단원 5 장 세포호흡 물질대사

정답: 4

해설

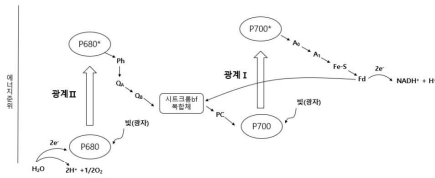
- ① Hyperglycemia: 고혈당은 ROS(reactive oxygen species) 생성을 증가시켜 산화 스트레스 ↑. 틀림.
 ② NADPH oxidase: 활성화되면 superoxide 생성 → 산화 스트레스 ↑. 틀림.
 ③ Hyperbaric oxygen: 고압 산소는 활성산소 생성 증가 → 산화 스트레스 ↑. 틀림.
 ④ Metal sequestration: 금속 이온(Fe^{2+} , Cu^+ 등)은 Fenton 반응을 통해 ROS 생성에 관여 → 금속 봉쇄(sequestration)는 ROS 생성을 억제. 맞음.
 ⑤ Alcohol consumption: 알코올 대사는 NADH 증가 및 ROS 생성 유도 → 산화 스트레스 ↑. 틀림.

13. 가~라 중에서 미토콘드리아(mytocondria)에서만 일어나는 대사 반응을 모두 고른 것은? 가. fattyacyl-carnitine + CoA-SH $\rightarrow$ fattyacyl-CoA + carnitine 나. oxaloacetate + glutamate $\rightarrow$ Asparate + α-ketoglutarate 다. acetoacetate $\rightarrow$ acetone + β-hydroxybutyrate 라. arginine $\rightarrow$ urea + ornithine ① 가,나,다 ② 가,다 ③ 나,라 ④ 라 ⑤ 가,나,다,라	2025	인제대학교 의대
	1단원 5 장 세포호흡 물질대사	정답: 2
	해설 가. fattyacyl-carnitine + CoA-SH $\rightarrow$ fattyacyl-CoA + carnitine $\rightarrow$ 카르니틴 아실트랜스퍼레이스 II 반응으로 미토콘드리아 내막 쪽에서 일어남. 나. oxaloacetate + glutamate $\rightarrow$ aspartate + α-ketoglutarate $\rightarrow$ 아스파르테이트 아미노전이효소(AST) 반응은 미토콘드리아와 세포질에 모두 존재(전용 아형이 각각 있음). 다. acetoacetate $\leftrightarrow$ β-hydroxybutyrate ($\pm$ acetone) $\rightarrow$ 케톤체 간 전환은 미토콘드리아에서 일어남(β-hydroxybutyrate dehydrogenase). 라. arginine $\rightarrow$ urea + ornithine $\rightarrow$ 유레아사이클의 세포기질에서 일어나는 반응임(arginase 반응).	

6장 광합성

I. 명반응

07. 그림은 고등식물의 광합성 명반응에서 일어나는 전자의 흐름을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 고른 것은?



⌚ 보기 ⌚

- 가. 광계 II는 물을 산화시켜 전자를 받아 환원된다.
 나. 산소 1분자가 발생될 때 2분자의 NADPH가 생성된다.
 다. 산소가 발생되지 않으면 광인산화 반응을 통한 ATP는 생성되지 않는다.
 라. 광계 I은 산화되어 NADP⁺를 환원시키고, 광계 II에서 전자를 받아 환원된다.

- ① 가, 라 ② 나, 다 ③ 다, 라
 ④ 가, 나, 다 ⑤ 가, 나, 라

2025	동덕여자대학교
1단원 6장 광합성	정답: 5번
해설 가. 맞음. 지식형 나. 맞음. 지식형 다. 틀림. 산소 비발생식 순환적 광인산화로 ATP를 생성할 수 있다. 라. 맞음. 지식형. 가 참: 광계 II는 물을 산화해 나온 전자로 P680⁺가 환원됨. 나 참: O₂ 한 분자 생성(물 2분자 산화 → 전자 4개) ↔ NADPH 2분자 합성(전자 2개씩 필요). 다 거짓: 환원적 순환광화(사이클릭 광인산화)에서는 산소 없이도 ATP 생성 가능. 라 참: 광계 I은 전자를 내어 NADP⁺를 환원시키며(자신은 산화), 이후 광계 II에서 온 전자(PC 통해)로 환원된다.	

23. 다음 중 틸라코이드막에서 생성되어 스트로마에서 소비되는 화합물로 옳은 것은?

1) CO₂, H₂O
 2) ATP, NADPH
 3) NADP⁺, ADP
 4) ATP, NADPH, CO₂

2011	우석대학교
1단원 6장 광합성	정답: 2
해설	

14. 다음 <보기> 중 옳은 설명을 고르시오.

<보기>

ㄱ. 녹세균(Chlorobium)과 홍세균(Rhodobacter)은 광계 II로만 구성되어 있어 산소발생을 하지 않는다.
 ㄴ. 시아노박테리아(cyanobacteria)는 엽록소 a를 가지며, 대부분 호기성에서 광합성을 수행한다.
 ㄷ. 녹세균(Chlorobium)은 광인산화 반응을 통해 NADH를 생성하지 않는다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2025	원광대학교
1단원 6장 광합성	정답: 1
해설 ㄱ. 틀림. 녹세균(Chlorobium)과 홍세균(Rhodobacter)은 광계 I과 유사한 1개의 광계만 사용하며, 일반적으로 산소를 발생시키는 광합성을 하지 않는 무산소 광합성을 수행한다. <녹색황세균의 전자전달계> ➡ 10-34 녹색황세균의 광합성. 녹색황세균인 Chlorobium limicola의 광합성 전자전달계를 보여주는 것은 순환적 광인산화에 의한 ATP 합성과 티오황산염(S₂O₃²⁻)과 H₂S(초록색, 피칸세균에서 NAD⁺로 전자를 이동시키는 데 이용된다. 이 전자전달계는 엽록소 a를 대신하는 MKL이라는 색소를 갖고 있다. NADH를 생성하기 위해 역전자흐름 불필요 전자전달과정에서 수소이온 농도구배 형성되고 이로 ATP를 합성한다. ㄴ. 맞음. 시아노박테리아(Cyanobacteria)는 광계 I과 II 모두를 사용하고, 엽록소 a를 이용해 산소 발생형 광합성을 수행함. ㄷ. 틀림. 녹세균(Chlorobium)은 광계 I만을 가지고 있고, 주로 비순환적 광인산화로 ATP를 합성하지만, 외부 전자공여체(예: H₂S)를 사용해 NAD(P)⁺를 환원하여 NAD(P)H를 생성할 수 있다.	

	2025	원광대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 5
	다음 <보기> 중 옳은 설명을 고르시오. 보기 ㄱ. 동적 광저해 시 광계 2의 D1 단백질이 손상된다. ㄴ. 만성 광저해 시 광효율(양자 효율)이 떨어진다. ㄷ. 만성 광저해 시 ROS가 생성되어 산화 스트레스가 발생한다. ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	
	해설 광저해에 대한 문제이다. 1. 동적 광저해현상은 덜 과도한 빛 조건에서 광합성이 저해되는 현상이며 일시적/가역적이다. 양자수율(quantum yield) 감소, 최대 광합성율은 정상. 광계 II의 D1 단백질 손상되거나 재합성등으로 회복됨. 2. 만성 광저해 현상은 장기간 과도한 빛으로 광계의 비가역적 손상. 양자수율과 최대 광합성율 모두 감소. PS II의 전반적인 손상이 있으며, ROS(활성산소종)가 축적된다. ㄱ. 맞음. ㄴ. 맞음. ㄷ. 맞음.	

II. 암반응

다음 중 광합성에 대한 내용으로 틀린 것은? 1) C₃ 식물에서 최초 탄소 고정 효소는 루비스코이다. 2) 광합성의 암반응의 장소는 틸라코이드 내강이다. 3) 광합성의 명반응의 장소는 틸라코이드 막이다. 4) C₄ 식물에서 최초 이산화탄소 고정효소는 칼빈회로의 이산화탄소 고정효소와 다르다.	2025	강원대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 2
	해설	

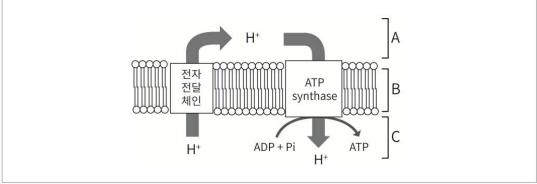
14. C₄ 회로에 대한 설명 중 옳지 않은 것은? 1) CO₂는 최초로 PEP와 결합한다. 2) PEP 카르복실화효소는 옥살로아세트산을 생산하는 반응을 촉매한다. 3) 옥살로아세트산은 NADPH로부터 전자를 전달받아 말산으로 환원된다. 4) C₃회로보다 C₄회로를 돌리는 것이 더 적은 ATP를 소모한다.	2021	우석대학교 한의대
	1단원 6장 광합성	정답: 4
	해설	

24. 지구가 점점 더 덥고 건조해진다면 C₃ 식물, C₄ 식물 및 CAM식물 사이의 변화에 대한 예측 중 옳은 것은? 1) 현재보다 C₃ 식물의 비율이 증가할 것이다. 2) C₃ 식물과 C₄ 식물의 비율이 증가할 것이다. 3) C₄ 식물이나 CAM식물이 더 많아질 것이다. 4) 현재와 별다른 변화가 없을 것이다.	2011	우석대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 3
	해설	

09. 식물에 의한 광합성에 대한 설명으로 옳은 것을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? 【 보기 】 ㉠ CAM 식물은 최초 CO₂를 고정하는 세포와 Calvin 회로가 발생하는 세포가 다르다. ㉡ C₄ 식물에서 최초 CO₂의 고정은 phospho-enol-pyruvate와 결합하여 oxaloacetate를 생산한다. ㉢ Calvin회로에서 첫 번째 화학반응을 매개하는 ribulose-1,3-bisphosphate(RuBP) 카르복실화효소는 이중 기능을 가진 효소이다. ① 없음 ② ㉠ ③ ㉡ ④ ㉢ ⑤ ㉠, ㉡ ⑥ ㉠, ㉢ ⑦ ㉡, ㉢ ⑧ ㉠, ㉡, ㉢	2025	대가대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 7
	해설 ㉠. 틀림. CAM 식물은 하나의 세포 안에서 밤에 CO₂ 고정(PEP carboxylase) → 낮에 Calvin 회로 진행. 시간적으로 분리됨. 세포 종류가 다른 건 C₄ 식물임. ㉡. 맞음. PEP carboxylase 반응으로 OAA 생성 → 맞는 설명 ㉢. Rubisco=Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase → carboxylase + oxygenase 기능을 가진다. 맞음. □ 따라서 옳은 것은 ㉡, ㉢	

III. 기타

18. 다음 <보기>에서 미토콘드리아와 엽록체에서 일어나는 전자전달과 화학삼투작용을 비교한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? [5점] 보기 ㄱ. 미토콘드리아에서 전자 유래 물질은 식량 분자이고, 엽록체에서는 물 분자이다. ㄴ. 고에너지 전자를 획득하기 위해 미토콘드리아는 유기 분자의 고에너지 전자를 사용하고, 엽록체는 빛에너지를 이용하여 전자를 고에너지 준위로 활성화시켜 사용한다. ㄷ. 미토콘드리아는 전자를 산소에 전달하여 물로 환원하고, 엽록체는 전자를 NADP⁺에 전달하여 NADPH로 환원시킨다. ㄹ. 미토콘드리아와 엽록체는 전자 이동으로 방출된 에너지를 이용해 수소 이온의 농도 기울기를 만들고, 이를 통해 ATP를 합성한다. ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㄹ ③ ㄱ, ㄷ, ㄹ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ	2025	경희대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 5
	해설	

06. 그림은 동물 및 식물 세포에서 공통적인 ATP 생산 방식을 나타낸 것이다. B는 막(membrane)을, A와 C는 B에 의해 구분된 두 공간을 의미한다.  이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점] 보기 ㄱ. 식물 세포의 경우 A는 틸라코이드 내강(lumen)에 해당한다. ㄴ. 동물 세포의 경우 B는 크리스테(cristae) 구조를 가진다. ㄷ. 동물 세포의 경우 C는 미토콘드리아의 기질(matrix)에 해당한다. ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ	2025	동국대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 5
	해설	

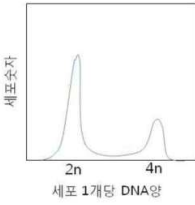
45. 다음은 광합성과 세포호흡에 대한 내용이다. 설명 중 옳은 것을 모두 고른 개수는? [6.1] 보기 A. 호흡과정의 전자공여체는 NAD⁺ FAD이며 전자공여체는 NADH, FADH₂이다. B. 광합성의 명반응에서의 전자공여체는 H₂O이며 전자수여체는 NADP⁺이다. C. 세포호흡 해당과정은 세포기질(cytosol)에서 광합성 캘빈회로는 스토마타에서 일어난다. D. 광합성의 Rubisco 효소는 RuBP에 CO₂만을 고정할 수 있다. E. 세포호흡에서 CN⁻, CO의 역할은 ATPase를 억제하여 ATP 생성을 억제한다. F. 식물에서는 미토콘드리아의 부제로 ATP의 생장은 일어날 수 없다. ① 2개 ② 3개 ③ 4개 ④ 5개	2025	삼육대학교
	1단원 6장 광합성	정답: 1번
	해설 지식형 보기 A: 틀림 호흡계에서 전자 수용체는 NAD⁺, FAD이고 전자 공여체는 NADH, FADH₂이다. B: 맞음. C: 맞음. D: 틀림 Rubisco는 CO₂의 카복실화가 주기능이며 O₂와도 반응(산소화)함. E: 틀림. CN⁻, CO는 ATP synthase가 아니라 복합체 IV(시토크롬 c 산화효소)를 저해. F: 틀림. 식물도 미토콘드리아가 있어 산화적 인산화로 ATP를 만든다.	

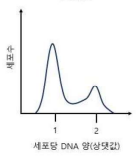
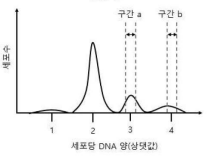
7장 세포분열

2. 세포 분열 전체과정 정리표

세포주기의 특징		조절분자	세포주기의 세포 골격	DNA의 변화	핵상 DNA양
G_0 (세포분열 정지) 물질대사는 한다.		예) 신경세포 근육세포	중심체 (+말단) 중심립	염색질 (응축 ↔ 풀림) ↔ 뉴클레오솜	2N 2
G_1 (세포 성장 시기) 물질대사 활발 세포 분열 결정시기 (제한점)		CDK 4/6 + Cyclin D ↓ CDK 2(E/A)	중심체 단백질들의 해체시작 ↓ CDK가 중심체 복제 유도	코헤신 ↓ 이중나선	2N 2
S (DNA 복제 중심립 복제)		CDK 2/A	복제진행 (중심립의 반보존적 복제)	복제 ↓ 코헤신 ↓ 자매염색분체	2N 증가 (2→4)
G_2 (M기 준비기)			2개의 중심체 형성	"	2N 4
M기 (분열기)	핵 분열기	전기 염색체 응축 미세소관 재배열 (방추사 형성) 핵, 인 사라짐	CDK 1/ cyclin A/B	1 동원체 부위에 CENP-A(히스톤 H3 유사) 2 슈고신 3 방추사 부착점 형성 4 코헤신 5 방추사 부착 시작 6 콘덴신 부착 시작	2N 4
	중기	염색체 적도판 배열	성상체 방추사 동원판방추사 극성 방추사	염색체 응축 (콘덴신) 방추사 부착 슈고신 콘덴신 방추사 부착점 미세소관 treadmiling 1 키네신/디네인 평형	
	후기	염색체의 양극이동	APC	동원판 방추사 극성 방추사 키네신이 당김 디네인이 당김 1 (+) end가 짧아짐 2 방추사 부착점 디네인이 중심체쪽으로 이동	
	말기	핵막 나타남 염색체 풀림 방추사 분해	APC → cyclin 분해	세포막 중심체 핵막	
	세포질분열		1 동물 1) 미세소관(방추사)의 수직면 2) 중심체의 중앙부에 2 식물 : 미세소관과 닥티오솜이 세포판 형성	미세섬유 형성 염색질	2N 2

52. 세포분열 단계를 설명한 다음 내용 중 옳은 것을 모두 모은 것은?	2015	한양대학교
	1단원 7장 세포분열	정답: 1
< 보 기 > ㄱ. 세포주기는 cyclin 단백질의 발현에 의해 조절되는데 간기에 촉진되고 유사분열 말기에 급격히 감소한다. ㄴ. 유사분열의 중기(metaphase)에서는 염색체가 양쪽의 극으로 달려간다. ㄷ. 세포주기의 M기(mitotic phase)에서는 DNA 손상에 대한 확인점(check point)이 있다. ㄹ. 유사분열의 후기(anaphase)에서는 핵막이 다시 생성된다.	해설	
① ㄱ ② ㄱ, ㄴ, ㄹ ③ ㄹ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ		

60. 다음 그림은 유세포분석기(flow cytometry)로 세포내 DNA의 양을 측정하여 세포주기 분포를 관찰한 것이다. 이 실험에 관한 설명 중 맞는 것을 보기에서 모두 고른 것은?	2015	한양대학교
	1단원 7장 세포분열	정답: 2
 < 보 기 > ㄱ. 실험에 사용한 세포들 중 G1기에 해당하는 세포의 비율이 가장 많은 것으로 관찰된다. ㄴ. 유세포분석기는 DNA가 가지고 있는 염기의 흡광도를 측정하기 때문에 별도로 세포를 염색할 필요는 없다. ㄷ. 2n 과 4n 사이에 있는 세포들은 G2기의 세포들이다. ㄹ. 4n에 해당하는 DNA양을 가지고 있는 세포들은 DNA합성기인 S기를 마치고 세포분열기인 M기가 완전히 끝나지 않은 세포들이다.	해설	
① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ		

[7] (3.6점) 다음은 세포주기를 측정한 실험이다.	2025	중앙대학교
	1단원 7장 세포분열	정답 1
<실험 과정> 1) 영양분이 풍부한 조건에서 배양한 체세포를 집단 A와 B로 나누어 배양한다. 2) 집단 A는 아무것도 처리하지 않고, 집단 B에는 물질 Y를 용매 S에 녹여 처리한다. 3) 두 집단의 세포를 고정하고, 각 집단의 세포당 DNA 양을 측정하여 DNA에 따른 세포수를 나타내었다. <실험 결과> <집단 A>  <집단 B>  이에 대한 설명으로 옳은 것만 <보기>에서 고른 것은? <보기> 가. 구간 a와 b는 물질 Y가 G₂기에서 M기로의 전환을 억제하여 나타난 결과이다. 나. 물질 Y의 기능을 정확히 확인하기 위해서는 용매 S만 처리한 집단의 실험 결과가 더 필요하다. 다. 집단 A의 세포는 G₁기보다 G₂기가 더 길다.	해설	
① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다		

20. G0기의 DNA양을 x라고 할 때, 성숙한 장자의 DNA양과 G2기에 존재하는 피부세포의 DNA양을 x를 사용하여 옳게 나타난 것을 고르시오. ① 0.5x, 2x ② x, 2x ③ x, 0.5x ④ 0.5x, x ⑤ 2x, 2x	2025 1단원 7장 세포분열 해설	고신대학교 정답: 1
---	--	---------------------------

53. 세포주기가 진행은 다양한 형광단백질을 이용하여 분석할 수 있다. 그림과 같은 세포주기 조절에 관여하는 4가지 단백질 Rb, Cyclin D, Cyclin B, Cyclin A를 각각 적색(RFP), 황색(YFP), 녹색(GFP) 형광단백질을 결합시킨 세포에서 발현시킨 후 세포를 동기화 하고 G1 초기에 mitogen을 처리하였다. 사용한 재조합 단백질의 형광단백질 부분은 원래의 세포주기 단백질에 어떤 영향을 주지 않는다고 가정할 때 다음 설명 중 옳은 것 2개를 고르시오. [5점]

- ① Mitogen을 처리하면 적색형광을 제외하고 황색형광이 가장 먼저 나타난다.
- ② G1기가 진행하면서 적색형광이 사라진다.
- ③ 세포주기가 진행하면서 녹색형광이 황색형광보다 먼저 나타난다.
- ④ E2F를 활성화하는 Rb 단백질은 CDK / Cyclin A에 의해서 인산화된다.
- ⑤ 황색형광은 Mitosis가 시작되면 사라지지만 이후 세포주기가 G1/S로 들어가면 다시 나타난다.

2025

1단원 7장 세포분열

단구대학교

정답: 1, 3번

해설

정답 ①, ③

① 참: Mitogen 처리 후 가장 먼저 증가하는 것은 Cyclin D(YFP). (Rb는 상수 수준)

③ 참: Cyclin A(GFP)는 S기 초반부터 올라가고, Cyclin B(CFP)는 G2기에서 증가하므로 녹색이 청색보다 먼저 나타남.

② 거짓: Rb 단백질 자체는 G1에서 사라지지 않음(인산화 상태 변화).

④ 거짓: Rb의 주된 인산화는 Cyclin D/CDK4,6 → Cyclin E/CDK2.

⑤ 거짓: Cyclin B는 유사분열 시작 무렵 분해되고, 다시 나타나는 시점은 G2기, G1/S가 아님.

1. 세포주기가 조절 분자: 두 종류의 단백질: ① 사이클린(cyclin 그룹) ② 'CDK(cyclin-dependent kinase)' 그룹

2. 사이클린(cyclin): 1) 주기적으로 농도가 증가/감소하는 단백질.
2) CDK를 활성화시키는 단백질.

3. CDK: 세포에서 일정한 농도로 유지됨. 사이클린이 있어야 활성화됨.
1) 사이클린과 결합했을 때만 인산화효소 활성이 있음.
2) 활성화되면 다른 단백질을 인산화시키는 protein kinase이다.

4. cyclin+CDK 조합은 여러 가지가 있다. 각 확인점마다 작용하는 cyclin+CDK 조합은 다르다.

5. 척추동물과 효모에서 사이클린과 CDK

Cyclin-CDK complex	척추동물		기능	효모	
	Cyclin	Cdk		Cyclin	Cdk
G ₁ - Cdk	cyclin D	Cdk4, Cdk6	세포주기 진행 결정	Cln3	Cdk1
G ₁ - S/Cdk	cyclin E	Cdk2	DNA 복제 개시	Cln1,2	Cdk1
S - Cdk	cyclin A	Cdk2	DNA 복제 지속	Cln5,6	Cdk1
M - Cdk	cyclin B	Cdk1	MPF	Cln1,2,3,4	Cdk1

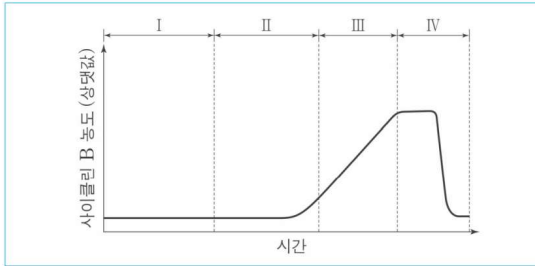
6. 레티노블라스토타(RB) 단백질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은 무엇인가? ① 망막모세포종의 발병에 관여한다. ② 사람 암 대부분에서 직접적 혹은 간접적으로 불활성화 된다. ③ 휴지세포에서 활성 저인산화상태로 존재하며 G1/S 세포주기 전이를 통과한 세포에서는 과다 인산화 된 상태로 존재한다. ④ RB와 E2F 전사인자의 결합에 의해 세포 증식이 유도된다.	2025 1단원 7장 세포분열 해설 G1 cyclin/CDK가 Rb 단백질을 인산화시키면 E2F가 분리 (활성화)된다. E2F는 S기 관련 유전자의 전사를 촉진한다.
---	--

02. 다음 중, 세포 염색체 분리에 관여하는 것이 무엇인지 고르시오. ① 액틴필라멘트 ② 미소소관 ③ 중간섬유 ④ 카데헤린 ⑤ 사케론	2025 1단원 7장 세포분열 해설	연세대학교 미래 정답: 2
---	--	------------------------------

13

2022 PEET 본검사

그림은 사람의 체세포에서 유사분열촉진인자(MPF)의 구성 성분인 사이클린 B(cyclin B)의 농도를 시간에 따라 나타낸 것이다. I ~ IV는 G₁기, G₂기, M기, S기를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 핵 1개당 III의 DNA 양 / I의 DNA 양 = 2이다.
- ② III에서 2 개의 중심체를 가진 세포가 관찰된다.
- ③ III에서 미세소관과 방추사부착점(kinetochore)의 연결 상태를 확인하는 지점이 있다.
- ④ IV에서 코헤신(cohesin) 단백질의 절단이 일어나는 세포가 관찰된다.
- ⑤ MPF는 사이클린 B와 사이클린의존성 인산화효소 1 (Cdk1)의 복합체이다

2022

PEET

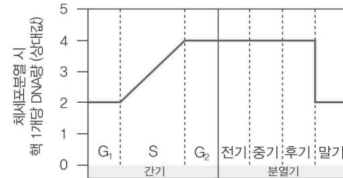
1단원 7장 세포분열

정답: 3

해설

☑ 문제풀이

MPF는 M기에 활성을 가지는 CDK1, cyclinB 복합체이다. 사이클린 B는 M기에 최대 농도를 가지므로 IV가 M기이다. 그러므로 I: G₁, II: S, III: G₂, IV: M기이다.



- ① 세포주기의 핵 당 DNA 상대량은 위 그래프를 참고하라. (G₂기의 DNA양/G₁기의 DNA양=2이다. 맞음.
- ② 지식형 보기. 중심체는 S기에 복제되어 G₂기에 2개가 된다. 맞음.
- ③ 지식형 보기. 미세소관과 방추사 부착점의 연결 상태를 확인하는 지점은 M기인 IV 시기에 있다. 틀림.
- ④ IV시기인 M기의 후기에 APC가 활성화되면 separase가 활성화되어 cohesin이 분해된다. 맞음.
- ⑤ 지식형 보기. MPF는 M기에 활성을 가지는 CDK1, cyclinB 복합체이다. 맞음.

08. 핵형 분석으로 관찰 가능한 질병을 모두 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 고양이 울음 증후군
- ㄴ. 터너 증후군
- ㄷ. 클라인펠터 증후군
- ㄹ. 낭성섬유증
- ㅁ. 페닐케톤뇨증

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄷ, ㄹ, ㅁ
- ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

2025

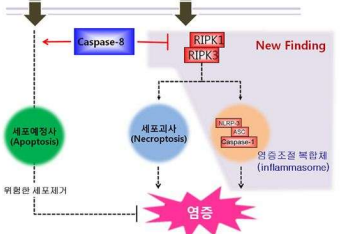
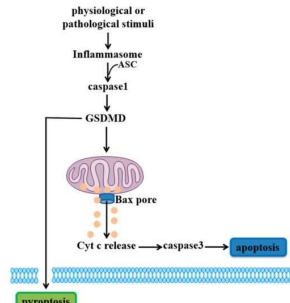
원광대학교

1단원 7장 세포분열

정답: 1

해설

ㄱ. 고양이 울음 증후군(Cri-du-chat syndrome)은 염색체 5번 단완(5p)의 결실(deletion)에 의해 발생
→ 따라서 다른 이름으로 “5p- 증후군(5p minus syndrome)”이라고도 함.
: 환자가 특유의 고양이 우는 소리 같은 울음(고음, 날카로운 울음)을 내기 때문에 “고양이 울음 증후군”이라고 불림.
ㄴ. XO
ㄷ. XXY
ㄹ, ㅁ은 점 돌연변이.

5. 세포 사멸 기전에 대한 설명으로 옳지 않은 것은 무엇인가? ① Apoptosis: 원형질막의 파괴에 의해 세포성분이 외부로 방출된다. ② Necroptosis: RIPK1과 RIPK3복합체에 의한 신호전달이 발생한다. ③ Pyroptosis: Caspase-1에 의해 IL-1 전구체의 활성화가 발생한다. ④ Autophagy: autophagosome과 리소좀의 결합에 의해 형성되는 autolysosome에서 불필요한 단백질이 분해된다.	2025	우석대학교
	1단원 7장 세포분열	정답: 1
	해설 * Necroptosis는 프로그램된 세포 사멸의 한 형태인 괴사성 세포 사멸로, 세포가 손상이나 감염 등 특정 자극에 반응해 비정상적으로 세포를 해체하는 과정을 의미. 이는 괴사(necrosis)와 달리, 세포가 면역계의 방어에 관여할 수 있도록 카스파제(단백질 분해 효소) 독립적으로 조절되는 프로그램된 세포 사멸이다. caspase8가 억제함.  * Pyroptosis는 염증성 세포 사멸(프로그램된 세포 죽음)의 한 형태로, 주로 내재성 병원체 감염 시 활성화되어 강한 염증 반응을 유도하는 과정. 이 과정은 세포 내 위험 신호에 의해 인플라마솜(inflammasome)이라는 대형 복합체가 형성되고, 이후 카스파제(caspase) 효소가 활성화되어 세포 내용물이 방출되며, 이로 인해 염증성 사이토카인과 세포막이 붕괴되는 특징이 있다. GSDMD: gasdermin D, 염증 시 케스페이즈에 의해 잘린다. 	

19. 세포분열과 세포주기에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. [3점] ① G₁기 세포와 S기 세포를 융합시킨다고 가정하면 S기의 핵은 G₁기로 들어가 DNA 합성을 멈춘다. ② 세포질분열(cytokinesis)은 유사분열 중 말기(telophase) 이후에 발생한다. ③ 양성종양은 돌연변이의 축적에 의해 과도하게 증식하고 다른 조직으로 퍼져나가서 여러 기관의 기능을 손상시킨다. ④ 후기(anaphase)에 염색체는 동원체(kinetochore)와 결합한 미세소관들이 단축되면서 이동된다. ⑤ 감수 I분열에서 비분리(nondisjunction)가 일어나면 딸세포 중 절반이 비정상적인 염색체 수를 가진다.	2025	경희대학교
	1단원 7장 세포분열	정답: 4
	해설	

[10] (3.1점) 항암물질 X를 종양 세포에 처리한 후, 세포 반응을 추적하는 실험을 수행하여 <보기>와 같은 결과를 얻었다. 항암물질 X의 작용 기전을 예측한 설명으로 옳은 것은? <보기> 가. 항암물질 X를 처리한 세포를 현미경으로 관찰하였을 때, 염색체가 관찰되는 세포의 수가 매우 증가하였다. 나. 항암물질 X를 장시간 처리하였을 때, 세포사멸이 관찰되었다. 다. 항암물질 X의 처리를 중단하였을 때, 세포질분열을 진행하는 세포가 관찰되었다. 라. 항암물질 X의 처리를 중단하였을 때, 염색체가 관찰되는 세포의 수가 다시 감소하였다. ① 항암물질 X는 G₁기 확인점을 통해 세포사멸을 유도한다. ② 항암물질 X는 S기 확인점을 통해 세포사멸을 유도한다. ③ 항암물질 X는 G₂기 확인점을 통해 세포사멸을 유도한다. ④ 항암물질 X는 M기 확인점을 통해 세포사멸을 유도한다.	2025	중앙대학교
	1단원 7장 세포분열	정답: 4
	해설	

23. 암세포는 정상적인 세포와 달리 무분별하게 증식하며 주변 조직을 침범할 수 있다. 이러한 암세포는 주로 어느 부분에 문제가 생길 때 발생 가능성이 가장 높을지 고르시오. ① 세포주기 ② 세포 분화 ③ 단백질 번역 ④ 전사 조절 ⑤ 세포막 수송	2025	고신대학교
	1단원 7장 세포분열	정답: 1
	해설	