

1단원 생물학에서 화학, 세포 생물학

- 1장 세포의 화학
- 2장 세포의 구조와 기능
- 3장 세포막
- 4장 세포의 신호 교환
- 5장 세포 호흡
- 6장 광합성 과정
- 7장 세포 분열

2단원 생명의 유전적 기초

- 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

3단원 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

4단원 식물생리학, 생태학, 진화학, 분류학

- 27장 식물의 구조와 생장
- 28장 관다발 식물의 수송/ 식물의 영양
- 29장 속씨식물의 생식
- 30장 식물의 신호와 행동
- 31장 개체군 생태학
- 32장 군집 생태학
- 33장 생태계에서의 에너지 흐름과 물질 순환
- 34장 기타 생태학(행동생태학, 보전 생태학 등)
- 35장 진화학

- 36장 분류학 원리
- 37장 원생생물, 균류 분류학
- 38장 식물 분류학
- 39장 동물 분류학

CHAPTER

01

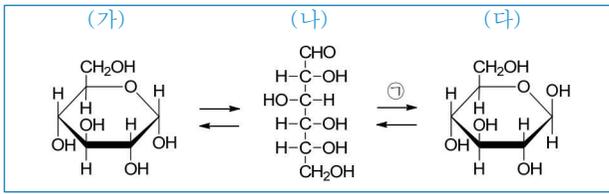
세포의 화학



1단원 1장 세포의 화학

I. 탄수화물

1. 그림은 수용액에서 포도당의 구조 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 글리코젠은 (가)의 중합체이다.
- ② (나)는 L-포도당이다.
- ③ (다)는 아세탈(acetal)이다.
- ④ 평형 상태에서 (나)가 (다)보다 많다.
- ⑤ ① 반응은 탈수 반응이다.

| | |
|--------|-------|
| 2019 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 1 |

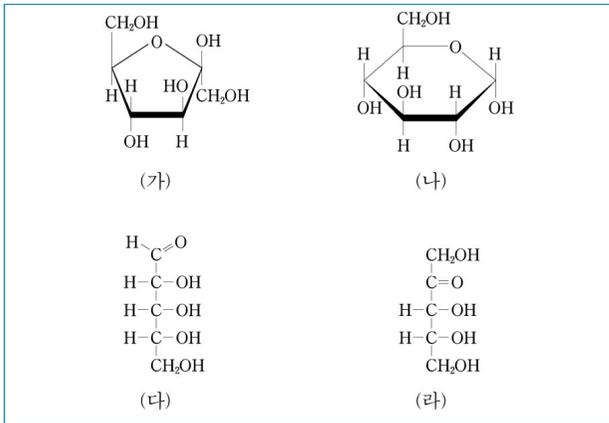
포도당에 대한 문제이다.

문제풀이

(가)는 알파 포도당이고 (나)는 선형의 포도당이고 (다)는 베타포도당이다.

- ① 글리코젠은 알파 포도당(가)의 α 1-4, α 1-6 글리코시드 결합으로 이루어져 있다. 맞음.
- ② (가), (나), (다) 모두 D 포도당이다. 자연상에서 L 포도당은 존재하지 않는다. 틀림.
- ③ (다)는 헤미아세탈이다. 틀림.
- ④ 고리형이 더 안정하다. 그러므로 (다)가 더 많다. 틀림.
- ⑤ 자발적 전환이다. 물이 빠지거나 들어가지 않는다. 틀림.

3. 그림 (가)~(라)는 과당, 리보오스, 리블로오스, 포도당을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)는 글리코젠을 구성하는 단위체이다.
- ② (나)는 대장균에서 젖당 오페론의 전사를 촉진한다.
- ③ 설탕(sucrose)이 수크레이즈(sucrase)에 의해 가수분해되면 (가)와 (나)가 생성된다.
- ④ 루비스코의 기질인 RuBP는 (다)가 인산화된 것이다.
- ⑤ ATP의 구성 성분으로 사용되는 당은 (라)이다.

| | |
|--------|-------|
| 2019 | PEET |
| 1단원 1장 | 정답: 3 |

☑ 문제풀이

- (가) 6탄당이지만 5각형이므로 과당이다.
- (나) 6탄당이며 6각형이므로 포도당이다.
- (다) 5탄당이며 알도오스이므로 리보오스이다.
- (라) 5탄당이며 케토오스이므로 리블로오스이다.
- ① 글리코젠은 포도당(나)로 구성되어 있다. 틀림.
- ② 대장균에서 락토오스 오페론의 전사를 촉진하는 유도자(inducer)는 락토오즈(젖당)이다. 틀림.
- ③ 지식형 보기. 설탕이 수크라이제에 의해 가수분해되면 포도당과 과당이 생성된다. 맞음.
- ④ 루비스코의 기질인 리블로오스 2인산(RuBP)는 (라)가 인산화 된 것이다. 틀림.
- ⑤ ATP에 사용되는 당은 리보오스로 (다)이다. 틀림.

4. 다음은 탄수화물 검정을 위한 실험이다.

<실험 과정>

- (가) 시험관 1, 2, 3에 1% 녹말 용액을 450 μ L씩 넣는다.
 (나) (가)의 시험관을 다음과 같이 처리한다.
 ○ 시험관 1 : 아밀라아제 용액 50 μ L를 넣는다.
 ○ 시험관 2 : 셀룰라아제 용액 50 μ L를 넣는다.
 ○ 시험관 3 : 증류수 50 μ L를 넣는다.
 (다) (나)의 시험관을 37 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 방치한다.
 (라) (다)의 시험관 1~3에 베네딕트 용액 2mL를 넣고 95 $^{\circ}$ C에서 반응시키면서 색의 변화를 관찰한다.

<실험 결과>

- 반응 후 용액의 색

| 시험관 | 용액의 색 |
|-----|-------|
| 1 | 황적색 |
| 2 | ㉠ |
| 3 | 청록색 |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 황적색이다.
 ㄴ. (라)의 시험관 1에서는 산화-환원 반응이 일어난다.
 ㄷ. (가)에서 시험관 1에 녹말 용액 대신 설탕(sucrose) 용액을 넣어도 (라)의 반응 후 용액의 색은 황적색이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ
 ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| 2013 | PEET |
| 1단원 1장 | 정답: 2 |

▶ 베네딕트 반응의 원리

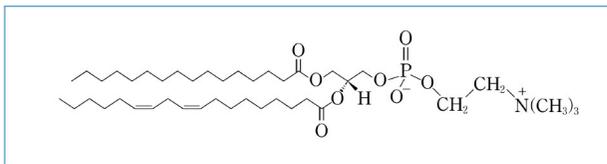
베네딕트 용액에는 2가의 구리 이온(Cu^{2+})이 포함되어 있다. 2가의 구리 이온은 청록색을 띠기 때문에 베네딕트 용액의 색깔은 청록색을 띤다. 그런데, 만약 베네딕트 용액 속의 구리 이온이 환원되어 전자를 얻으면 1가의 구리 이온(Cu^+)이 되고 용액의 색깔이 황적색으로 바뀐다. 포도당은 환원력을 갖고 있는 분자이다. 즉, 포도당은 베네딕트 용액과 반응하여 2가의 구리 이온을 환원시킬 수 있다. 베네딕트 용액과 포도당을 섞고 가열하면, 포도당이 베네딕트 용액의 2가 구리 이온(Cu^{2+})에 전자를 주어 1가의 구리 이온(Cu^+)을 만든다. 이때 산화구리(Cu_2O) 침전물이 생기면서 용액의 색깔을 황적색으로 변한다. 베네딕트 반응은 포도당의 환원력에 의해 진행되는 반응으로, 포도당 이외에도 엿당, 과당과 같이 환원력이 있는 분자들은 베네딕트 용액을 황적색으로 만든다. 하지만 설탕은 환원당이 아니어서 베네딕트 반응이 일어나지 않는다.

☑ 문제풀이

- ㄱ. 시험관 2는 녹말에 셀룰라아제를 처리한 시험관이다. 셀룰라아제는 셀룰로오즈만 분해할 수 있으므로 시험관 2의 녹말은 분해되지 않고 남아 있다. 즉, 베네딕트 용액을 처리해도 황적색으로 변하지 않는다. 틀림.
 ㄴ. 기본 지식에서 설명했듯이 베네딕트 반응은 산화-환원을 이용한 반응이다. 시험관 1에서는 구리와 포도당 사이에서 산화-환원 반응이 일어났다. 맞음.
 ㄷ. 설탕은 아밀라아제에 의해 분해되지 않는다. 그리고 이당류 중에서 예외적으로 설탕은 베네딕트 반응을 하지 않는다. 틀림.

II. 지질

1. 다음은 어떤 포스파티딜콜린(phosphatidylcholine)의 구조이다.



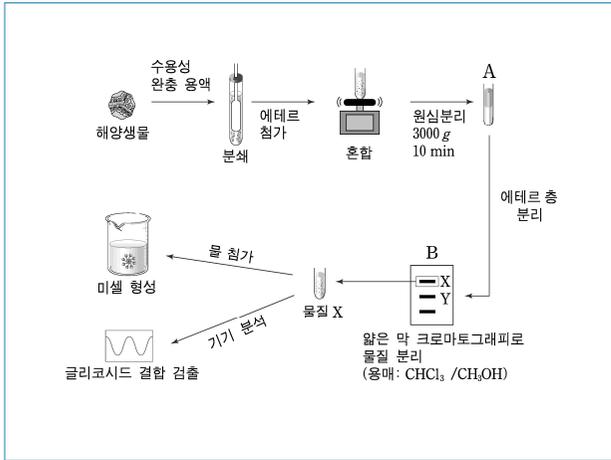
이 포스파티딜콜린에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 포스포리파아제 C에 의해 콜린과 디아실글리세롤 3-인산으로 분해된다.
- ② 탄소 간 이중결합은 모두 cis-형이다.
- ③ 오메가-6 지방산 잔기가 있다.
- ④ 양친매성(amphipathic)이다.
- ⑤ 세포막의 구성 성분이다.

| | |
|--------|-------|
| 2021 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 1 |

- 문제풀이
- ① 지식형 보기. 틀림. 포스타티딜콜린을 PLC(포스포리파아제 C)가 자르면 인산-콜린과 디아실글리세롤로 잘라진다.
 - ② 지식형 보기. 그림에서 지방산에 이중결합이 2개 있는데 모두 이중결합 좌우로 같은 방향으로 C가 배열되어 있으므로 시스결합이다. 맞음.
 - ③ 지식형 보기. 지방산에서 오메가1번은 글리세롤의 반대쪽이다. 그림에서 불포화지방산의 오메가 탄소 쪽에서 6, 9 번째 이중결합이 있으므로 이 포스파티딜콜린은 오메가 6, 9 지방산 잔기를 가진다. 맞음.
 - ④ 지식형 보기. 포스파티딜콜린도 인지질이고 양친매성이다. 맞음.
 - ⑤ 지식형 보기. 포스파티딜콜린은 세포막의 인지질 이중층중 바깥쪽 막에서 주로 발견된다. 맞음.

2. 어떤 생물학자가 신종 해양생물을 발견한 후, 생물체의 구성 성분을 분석하기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.



위 실험에 대한 추론으로 옳은 것은?

- ① 물질 X는 당지질일 것이다.
- ② 물질 Y는 녹말 성분일 것이다.
- ③ A에서 하층은 에테르 층일 것이다.
- ④ A에서 RNA는 상층에 분포할 것이다.
- ⑤ B에서 대부분의 단백질이 검출될 것이다.

| | |
|--------|---------|
| 2005 | MD 예비검사 |
| 1단원 1장 | 정답: 1 |

▶ 얇은 막 크로마토그래피(thin-layer chromatography, TLC)
유리판, 알루미늄박 등의 지지체상에 균일하게 도포된 미립자를 고정상으로 하고 적당한 용매를 이동상으로 하여 물질을 전개·분리하는 크로마토그래피. 다른 크로마토그래피에 비해 전개시간이 짧고(30~60분) 분리 능력이 양호하며, 강한 산·강한 염기나 강렬한 시약 등을 발색시약(發色試藥)으로 사용할 수 있는 특징을 지니고 있다. 유기 화합물의 분리·정제·정량·순도 검증, 반응이나 대사과정의 추적, 무기이온 분석 등 응용 범위가 넓다.

1. 고정상 :
주로 사용되는 고정상은 실리카겔이고, 그 다음이 알루미늄, 드물게 셀룰로오스도 쓰임.
2. 이동상 :
전개제(developer)라고도 부르며, 전개용매라고도 한다. 보통 극성용매와 비극성용매를 적절한 비율로 혼합하여 사용한다. 고정상이 실리카 겔처럼 극성이 높은 경우 이동상은 chloroform과 같이 무극성이 높은 용매의 비율을 높여서 사용해야 유기 화합물을 분리가 쉽다.

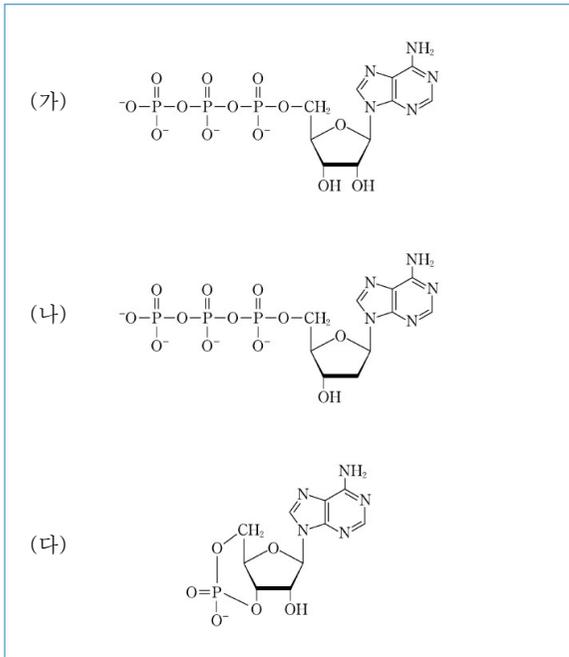
☑ 문제풀이

- (A) 수용액에 에테르 첨가 후 원심분리를 할 경우 비중이 낮은 에테르가 상층, 비중이 높은 물이 하층을 형성한다.
(B) 용매(CHCl₃/CH₃OH)를 사용해서 크로마토그래피를 하면 무극성일수록 많이 전개된다. 그러므로 X는 Y에 비해 더 무극성인 물질임을 알 수 있다.

- ① 미셀을 형성하고 글리코시드 결합이 검출되었으므로 물질 X는 당지질임을 알 수 있다. 맞음.
- ② 물질 Y는 유기용매인 에테르에 녹는 소수성 물질이다. 따라서 친수성인 녹말은 검출 되지 않을 것이다. 틀림.
- ③ 에테르는 비중이 가벼우므로 물위에 뜨는 성질이 있다. 따라서 에테르는 상층에 존재할 것이다. 틀림.
- ④ RNA는 수용성이므로 A 시험관의 하층에 분포한다. 틀림.
- ⑤ 대부분의 단백질은 물에 녹으며, 콜라겐, 엘라스틴 등 일부 단백질만 불용성이다. 그러므로 대부분의 단백질은 A의 하층에 분포할 것이다. 즉 B에서는 검출되지 않은 것이다. 틀림.

III. 핵산

1. 그림 (가)~(다)는 ATP, cAMP, dATP를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 DNA의 구성 성분이다.
- ㄴ. (나)는 미토콘드리아에서 화학삼투에 의해 생성된다.
- ㄷ. (가)~(다)는 모두 퓨린 계열의 염기를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| 2021 | PEET |
| 1단원 1장 | 정답: 3 |

☑ 문제풀이

- (가) 인산 3개, 염기로 아데닌, 당으로 리보스 가짐 → ATP
- (나) 인산 3개, 염기로 아데닌, 당으로 디옥시리보스 가짐 → dATP
- (다) 인산 1개, 고리형, 염기로 아데닌 가짐 → cAMP

- ㄱ. (가) ATP는 RNA의 구성성분이다. 틀림.
- ㄴ. 미토콘드리아에서 화학삼투에 의해 생성되는 것은 (가) ATP이다. 틀림.
- ㄷ. (가) ~ (다)는 모두 퓨린 계열의 염기 아데닌을 갖는다. 맞음.

IV. 단백질

1. 다음은 아미노산 (가)와 (나)의 구조와 각 작용기의 pK_a 값을 나타낸 것이다.

| | 구조 | pK_1 (α -COOH) | pK_2 (α -NH ₃ ⁺) | pK_R (R기) |
|-----|----|-----------------------------|--|----------------|
| (가) | | 2.19 | 9.67 | 4.25 |
| (나) | | 2.18 | 8.95 | 10.53 |

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가)는 라이신이다.
- ㄴ. 등전점(pI)은 (가)보다 (나)가 높다.
- ㄷ. pH7.0 수용액에서 (나)의 순전하는 -1이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ
- ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| 2024 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 2 |

문제풀이

(가): 곁사슬(R기)에 카르복실기(-COOH)를 하나 더 가지고 있는 산성 아미노산인 글루탐산(Glutamic acid)
 (나): 곁사슬 끝에 아미노기(-NH₂)를 가지고 있는 염기성 아미노산인 라이신(Lysine)

ㄱ. 틀림. (가)는 글루탐산이다.

ㄴ. 맞음.

산성 아미노산 (가)의 pI는 두 카르복실기의 pKa의 평균값이다. 즉, 3.22이다.

염기성 아미노산 (나)의 pI는 두 아미노기의 pKa 평균값인 9.74이다.

ㄷ. 틀림.

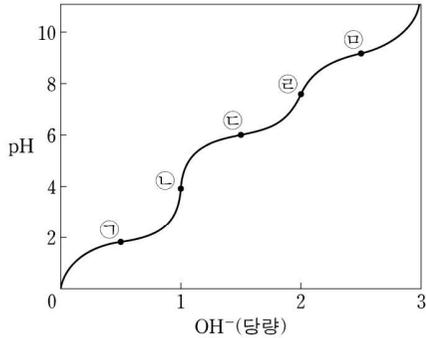
pH 7.0일 때, (나)의 alpha-카르복실기(pKa=2.18)는 COO⁻ 형태이다. alpha-아미노기(pKa=8.95)는 -NH₃⁺ 형태이다. 곁사슬 R기(pKa=10.53)는 -NH₃⁺ 형태이다. 그러므로 (-1) + (+1) + (+1) = +1. 순전하는 -1이 아니라 +1이다.

2. 다음은 히스티딘의 pK_a 값과 적정 곡선(titration curve)에 대한 자료이다.

○ 히스티딘의 pK_a 값

$$pK_1 = 1.82, \quad pK_R = 6.0, \quad pK_2 = 9.17$$

○ 그림은 0.1M 히스티딘 용액에 NaOH 또는 HCl을 첨가하면서 얻은 히스티딘의 적정 곡선이다. ㉠~㉣은 적정 곡선의 어떤 지점을 각각 표시한 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 히스티딘의 순전하가 0이 되는 pH는 7.585이다.
- ㄴ. ㉡ 지점의 완충능은 ㉠ 지점의 완충능보다 크다.
- ㄷ. 히스티딘 카르복실기의 pK_a 값과 pH가 같은 지점은 ㉢이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| 2025 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 1 |

☑ 문제풀이

히스티딘의 적정 곡선 분석문제이다. 히스티딘은 곁사슬에 이미다졸기를 가진 염기성 아미노산이다. 적정 곡선에서 평탄한 구간의 중심(ㄱ, ㄷ, ㉣)은 각 작용기의 pK_a 지점이며, 급격히 변하는 지점(ㄴ, ㉡)은 당량 점이다.

ㄱ. 맞음.

전하 변화 단계

- 1) $pH < 1.82$: 전하 +2 (아미노기 +1, 곁사슬 +1)
- 2) $1.82 < pH < 6.0$: 전하 +1 (카르복실기 -1, 아미노기 +1, 곁사슬 +1)
- 3) $6.0 < pH < 9.17$: 전하 0 (카르복실기 -1, 아미노기 +1, 곁사슬 0)
- 4) $pI = (6.0 + 9.17)/2 = 7.585$

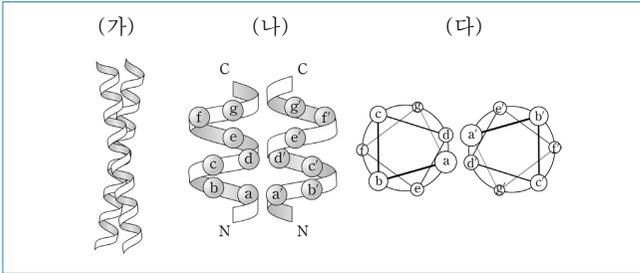
ㄴ. 틀림.

완충능(buffering capacity)은 pH 변화가 적은 평탄한 구간(pK_a 부근)에서 가장 크다.

ㄷ. 틀림.

히스티딘의 카르복실기 pK_a 는 1.82이다. 적정곡선에서 ㉠지점이다.

4. (가)는 전사인자 GCN4의 동종이량체(homodimer) 형성부위를, (나)는 두 단량체 간의 소수성 결합부위를, (다)는 (나)의 구조를 각각 N 말단 → C 말단의 방향으로 바라본 것을 나타낸다. 각 단량체의 아미노산 서열(a ~ g와 a' ~ g')에서 특성이 유사한 아미노산(a, d와 a', d')이 발견된다.



a와 d에 해당하는 아미노산으로 가장 적절한 것은?

- | | a | d |
|---|------|------|
| ① | 아르기닌 | 글루탐산 |
| ② | 발린 | 류신 |
| ③ | 글리신 | 프롤린 |
| ④ | 시스테인 | 시스테인 |
| ⑤ | 이소류신 | 글루탐산 |

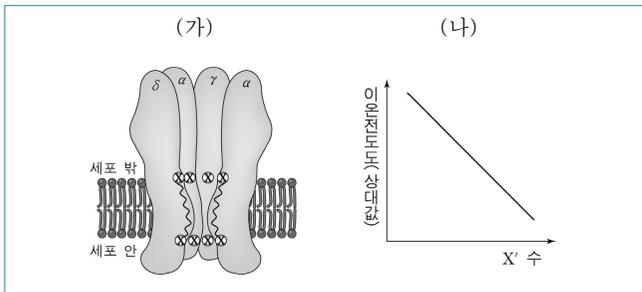
| | |
|--------|-------|
| 2009 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 2 |

1. 류신 지퍼
 류신 지퍼는 단백질의 3차 구조에서 흔히 발견되는 motif이다. 이 motif는 여러 전사 인자의 DNA 결합 도메인에서 흔히 발견된다. 진핵세포와 원핵세포 모두에서 발견되지만 진핵세포에서 더 흔하다. 류신 지퍼 C 말단 근처에는 류신 잔기가 7개의 아미노산마다 반복하여 존재한다. 이 영역은 알파 나선 구조를 형성하고 있으며 알파 나선 구조의 2회전마다 한쪽 측면에 류신이 배열된다. 두 개의 평행한 알파 나선끼리 류신을 비롯한 소수성 아미노산의 소수성 결합으로 류신 지퍼는 이량체를 형성하게 된다. DNA 결합단백질 외에도 류신 지퍼를 갖는 단백질은 존재한다.

2. 류신 지퍼가 발견되는 단백질들
- ① RNA 중합효소 II로 전사되는 유전자의 CAAT상자에 결합하는 단백질 C/EBP
 - ② cAMP의 자극을 받았을 때 DNA의 특정영역과 결합하는 단백질 CREB
 - ③ 효모의 전사인자 GCN4
 - ④ Myc, Fos, Jun

문제풀이
 문제의 그림은 ‘류신 지퍼’라는 전사인자를 나타내고 있다. 류신 지퍼는 전사인자의 DNA 결합 부위에서 종종 발견되는 domain이다. 류신 지퍼는 3~4개의 아미노산마다 소수성인 아미노산이 존재하고, 7개 아미노산마다 소수성인 류신이 존재한다. 소수성 아미노산들은 coiled-coil 이량체(dimer) 형성에 필요하다(효모의 GCN4가 대표적인 류신 지퍼). 그러므로 답은 류신을 포함하면서 소수성 아미노산과 짝을 이룬 ②번이다. 만약, 류신 지퍼라는 사실을 몰랐다면, 두 단량체 간 소수성 결합을 하고 있으므로 소수성 아미노산을 고르면 된다. 이 경우 답은 ② 혹은 ③번으로 압축된다. 하지만 프롤린은 알파나선에 거의 발견되는 일이 없다. 즉, 답인 2번을 찾을 수 있다.

5. (가)는 신경근육접합부에 존재하는 니코틴성 아세틸콜린 수용체의 단면 구조를 나타낸 것이다. 아세틸콜린이 수용체에 결합하면 수용체의 아미노산 X는 통과하는 이온과 상호작용하여 중판전위를 발생시킨다. (나)는 아미노산 X를 다른 아미노산 X'로 치환시킨 수용체의 이온전도도이다.



다음 중 아미노산 X로 가장 적절한 것은?

- ① 아르기닌, 리신
- ② 아스파르트산, 글루탐산
- ③ 티로신, 페닐알라닌
- ④ 시스테인, 알라닌
- ⑤ 프롤린, 이소류신

| | |
|--------|-------|
| 2009 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 2 |

▶ 기본지식

1. 아세틸콜린 수용체(acetylcholine receptor, AChR)
 신경전달물질인 아세틸콜린의 수용체로 당단백질이다. 아세틸콜린 수용체에는 니코틴성 아세틸콜린 수용체와 무스카린성 아세틸콜린 수용체의 2종이 있다. 전자는 골격근, 자율신경절, 중추신경계, 부신수질 등에 분포하는 콜린작용성 뉴런의 시냅스에, 후자는 자율신경 절후신경, 부교감신경 표적세포(심근, 혈관평활근, 소화관평활근, 분비세포) 등에 존재한다. 니코틴성 아세틸콜린 수용체는 4종의 소단위 α , β , γ , δ 의 5합체($\alpha_2\beta\gamma\delta$) 구조를 가진다. 무스카린성 아세틸콜린 수용체는 현재까지 M₁~M₅의 5종류가 알려져 있다.

2. 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nicotinic acetylcholine receptor, nAChR)
 아세틸콜린 수용체 중 니코틴에 의한 약리작용을 모방하는 수용체의 일종. d-튜보큐라민에 의해 길항적으로 저해된다. 이온통로 수용체로 아세틸콜린의 결합으로 통로가 열리면 Na⁺이 유입되고 K⁺이 유출되지만, 생체 내에서는 Na⁺의 유입이 많아 탈분극이 일어난다.

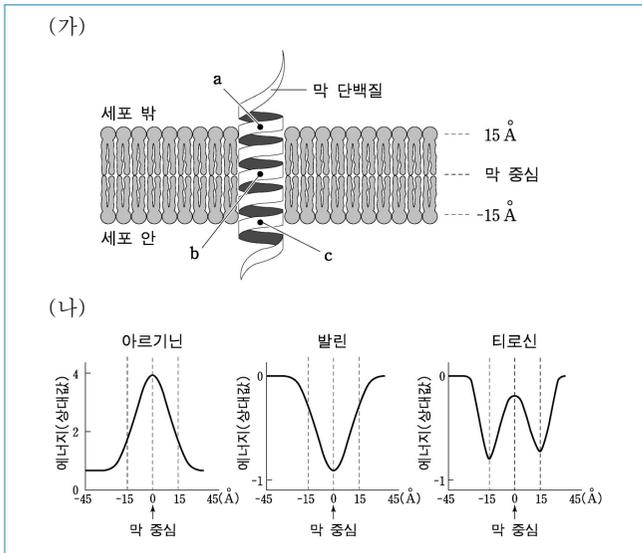
☑ 문제풀이

아세틸콜린 수용체는 니코틴 수용체와 무스카린 수용체가 있다. 둘 중에 니코틴성 아세틸콜린 수용체는 리간드 매개성 통로(ligand-gated channel)이다. 이 수용체의 작동 과정은 다음과 같다.

- 1) 신경근 접합부의 운동뉴런(motor neuron) 말단에 활동전위가 도착
- 2) 전압의존성 Ca²⁺채널이 열리면서 Ca²⁺이 유입되고 아세틸콜린의 방출
- 3) 근섬유막의 니코틴성 아세틸콜린 수용체와 결합
- 4) 아세틸콜린은 수용체의 형태 변화로 Na⁺ 이온 유입, 근섬유의 중판전위 발생
- 5) 근수축을 유도

- ① 니코틴성 아세틸콜린 수용체는 양이온 통로 수용체이지만 주로 Na⁺이 세포내로 유입 된다.
 문제의 이온 통로 수용체가 양이온을 유입하려면 통로의 내부가 친수성이면서 음전하(-)를 띠수록, 혹은 통로를 구성하는 아미노산의 크기가 작을수록 좋을 것이다.
- ② 아스파르트산, 글루탐산은 음이온성 친수성 아미노산이다. 따라서 니코틴성 아세틸콜린 수용체 통과부위를 형성하는 아미노산으로 가장 적합할 것이다.

6. 그림 (가)는 세포막 단백질의 막 관통 부위를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 세포막 단백질을 구성하는 아미노산 중 아르기닌, 발린, 티로신 잔기의 막 위치에 따른 안정화 에너지 값을 나타낸 것이다.



(가)의 막 단백질 아미노산 잔기에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은?

보기

- ㄱ. 리신은 (나)의 아르기닌과 유사한 양상을 보인다.
- ㄴ. 이소류신은 b보다는 a 또는 c에서 더 안정하다.
- ㄷ. 페닐알라닌은 (나)의 티로신과 유사한 양상을 보인다.
- ㄹ. 류신은 히스티딘보다 b에서 발견되는 빈도가 더 크다.

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

| | |
|--------|-------|
| 2010 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 2 |

기본지식

아미노산은 R기의 종류에 따라 20종류가 존재한다. R기의 화학적 특성에 따라서 소수성과 친수성으로 분류할 수 있으며 친수성 아미노산은 극성, 산성, 염기성으로 분류할 수 있다.

1. 소수성

글리신, 알라닌, 발린, 류신, 이소류신, 메티오닌, 페닐알라닌, 트립토판, 프롤린

2. 친수성

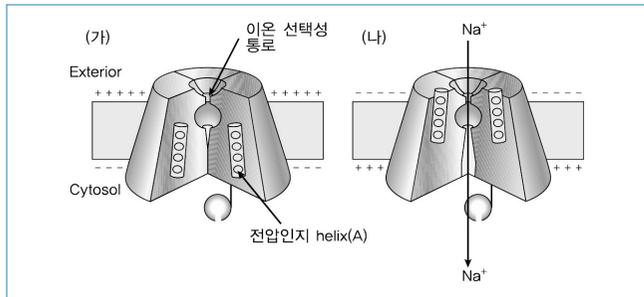
- ① 극성 : 세린, 트레오닌, 시스테인, 티로신, 아스파라긴, 글루타민
- ② 염기성 아미노산 (중성 용액에서(+) 전하를 띰) : 리신, 아르기닌, 히스티딘
- ③ 산성 아미노산 (중성 용액에서(-) 전하를 띰) : 아스파르트산, 글루탐산

문제풀이

문제의 그림 (나)에서 아르기닌은 (+) 전하를 띠는 아미노산이므로 막 중심에서 가장 불안정하다. 발린은 소수성 아미노산이므로 막 중심에서 가장 안정하다. 티로신은 분자 내에 소수성 부위와 친수성 부위를 동시에 가지므로 막 경계 부위에서 가장 안정하다.

- ㄱ. 리신은 생체 pH에서 (+) 전하를 띠는 염기성 아미노산이다. 따라서 염기성 아미노산인 아르기닌과 유사한 양상을 나타낼 것이다. 맞음.
- ㄴ. 이소류신은 소수성 R기를 지니는 아미노산으로 소수성인 막의 내부인 b에서 더 안정하다. 틀림.
- ㄷ. 티로신은 소수성 벤젠 링과 친수성의 히드록시기(-OH기)를 지니는 극성 아미노산이다. 그러나 페닐알라닌은 소수성의 벤젠 링만을 R기로 지니므로 티로신보다는 무극성인 발린과 유사한 양상을 나타낼 것이다. 틀림.
- ㄹ. 류신은 소수성 R기를 지니는 아미노산으로 막 중심(b)에서 발견될 가능성이 높다. 맞음.

7. 신경세포의 활동전위를 전달하는 전압 의존성 나트륨 채널은 네 개의 막통과 domain이 이온이 이동할 수 있는 중심을 구성한다. 막이 탈분극하면 전압을 인지하는 helix(A)가 나선 방식으로 회전하여 막 바깥으로 이동하여 그림 (나)처럼, 전체적인 구조변화가 일어나 channel이 열리게 된다.



다음 중 helix(A)에서 전압을 인지하는 부위에 해당하는 아미노산으로 가장 적당한 것은?

- ① 리신 ② 이소류신 ③ 페닐알라닌
- ④ 알라닌 ⑤ 글루탐산

실전문제

1단원 1장

정답: 1

▶ 기본지식

▶ 아미노산의 성질에 따른 분류

1. 무극성

글리신, 알라닌, 발린, 류신, 이소류신, 메티오닌, 페닐알라닌, 트립토판, 프롤린

2. 극성

세린, 트레오닌, 시스테인, 티로신, 아스파라긴, 글루타민

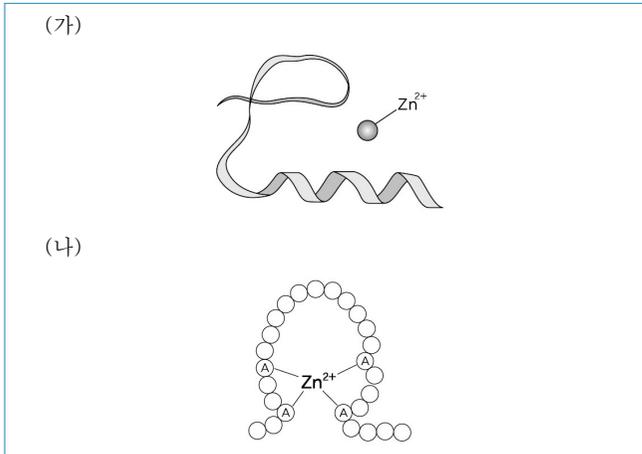
3. 전하를 띠는 아미노산

- ① 염기성 아미노산 (생체 내에서 (+) 전하를 띰) ; 리신, 아르기닌, 히스티딘
- ② 산성 아미노산 ((-) 전하를 띰) ; 아스파르트산, 글루탐산

☑ 문제풀이

전압 의존성 나트륨 채널은 AP(활동전위) 전파에 이용되는 채널이다. 문제의 그림에서 알 수 있듯이 이 나트륨 채널은 세포질 쪽 전압이 (+)로 바뀌면 전압을 인지하는 helix가 바깥으로 이동한다. 즉, 전압을 인지하는 helix(A)는 (+) 전하를 띤 아미노산으로 구성되어 있다는 것을 추론할 수 있다. (+) 전하를 띤 아미노산인 리신이 답이 된다.

8. (가)는 전사인자의 일부분에 대한 모식도를, (나)는 (가) 단백질의 아미노산 구성에 대한 간단한 모식도를 나타낸 것이다.



A에 해당하는 아미노산으로 가장 적절한 것은?

- ① 프롤린, 발린
- ② 시스테인, 히스티딘
- ③ 리신, 아르기닌
- ④ 글루탐산, 아스파르트산
- ⑤ 페닐알라닌, 티로신

실질문제

1단원 1장

정답: 2

☑ 문제풀이

zinc finger protein에서 zinc를 잡아주는 아미노산은 시스테인 아니면 히스티딘이다.

1. 기본 구조와 원리

Zinc Finger는 아미노산 서열 중 시스테인(cysteine, C)과 히스티딘(histidine, H) 잔기가 아연 이온 1개를 가운데 두고 배위 결합한다.

1) 배위 결합: 아연 이온이 아미노산 사슬을 꼭 움켜쥐어, 아주 작은 단백질 도메인이 흐물거리지 않고 단단한 핑거(finger) 형태를 유지하게 함.

2) 구조적 특징: 가장 흔한 Cys₂His₂ 형태의 경우, 하나의 alpha-나선(alpha-helix)과 하나의 beta-병풍(beta-sheet) 구조가 아연에 의해 결합됨.

2. 주요 기능: zinc finger 단백질은 DNA의 주홈(major groove)에 손가락을 끼워 넣듯이 결합함.

1) 염기 서열 인식: 핑거 구조 끝부분의 아미노산들이 DNA의 특정 염기 서열을 인식

2) 다중 결합: 보통 하나의 zinc finger는 3개의 염기쌍(base pair)을 인식.

따라서 여러 개의 zinc finger를 기차처럼 연결하면 매우 길고 특정한 DNA 서열과 정확히 결합

3. 주요 종류(types) 및 특징

1) Cys₂His₂: 가장 일반적, 주로 전사 인자. 예: TFIIIA

2) Cys₄(zinc twist): 스테로이드 호르몬 수용체 등에서 발견. 호르몬 반응 조절

3) Cys₆(zinc cluster): 아연 2개가 6개의 시스테인과 결합하는 복잡한 형태. 효모의 유전자 조절

9. 다음은 콜라겐의 구조의 모식도이다. 콜라겐은 포유류에서 가장 풍부한 단백질이다.



콜라겐은 3개의 폴리펩티드 나선으로 구성되어 있다. 콜라겐의 특징적인 성질은 아미노산의 배열과 관련 되어있다. 콜라겐은 (γ)-(L)-X 혹은 (γ)-X-(C)로 구성되어 있다. X는 임의의 아미노산을 의미한다. (γ)은 (는) 전체 콜라겐의 아미노산의 1/3을 차지하고, (L), (C)은 (는) 1/6을 차지한다. (C)는 보조인자(cofactor)인 비타민 C에 의해서 (L)아미노산의 (C)에 의해 생성된다.

(γ), (L), (C), (C)에 해당하는 것으로 옳은 것을 고르면?

| | (γ) | (L) | (C) | (C) |
|---|-----|------|-----------------|---------------|
| ① | 알라닌 | 시스테인 | 셀레노시스테인 | 셀레닌화 |
| ② | 글리신 | 프롤린 | 히드록시프롤린 | hydroxylation |
| ③ | 글리신 | 리신 | 히드록시리신 | hydroxylation |
| ④ | 글리신 | 글루타민 | 감마카르복실화 글루타민 | 감마카르복실화 |
| ⑤ | 알라닌 | 리신 | 글루코실화 | 리신 글루코실레이션 |

실전문제

1단원 1장

정답: 2

☑ 문제풀이

콜라겐은 글리신과 프롤린, 히드록시프롤린 세 가지 아미노산이 대부분인 단백질이다. 글리신은 3개 아미노산마다 하나씩 존재하므로 1/3을 차지한다. 비타민 C가 부족하면 콜라겐 생성이 저해 되는데 그 이유는 프롤린이 비타민 C(보조인자) 존재 하에서 히드록실레이션 되기 때문이다.

1. 콜라겐의 기본 아미노산 구성

: 콜라겐은 반복되는 세 쌍의 아미노산 서열을 가짐. (Gly-X-Y)_n.

1) 글리신(glycine, Gly): 전체 아미노산의 약 33%(1/3). 아미노산 중 가장 크기가 작아, 콜라겐의 삼중 나선(Triple Helix) 구조가 꼬일 때 중심부의 좁은 공간에 위치하여 구조를 단단하게 밀착시키는 역할을 함.

2) 프롤린(proline, X 위치): 약 12%를 차지. 콜라겐 특유의 꼬인 나선 구조를 안정화하는 데 기여함.

3) 알라닌(alanine, Ala): 약 11% 정도 포함되어 구조적 보조 역할을 함. X, Y에 위치함.

4) 라이신(lysine)과 히드록시라이신(Hydroxylysine)을 합친 비율은 약 3~4% 내외. 주로 Y 위치에 나타난다.

5) Y 위치에는 주로 히드록시프롤린, 라이신, 히드록시라이신이 발견됨. Y 위치 아미노산의 곁사슬(side chain)은 삼중 나선의 바깥쪽을 향함. → 화학적 변형의 용이성(라이신이 히드록시라이신으로 변형(수산화)되거나, 다른 콜라겐 분자와 공유 결합을 형성하려면 외부로 노출되어야 해서 라이신은 Y에 위치함)

2. 아미노산의 번역 후 변형 (Post-translational Modification)

: 콜라겐이 단순한 단백질 사슬을 넘어 강한 인장력을 갖기 위해서는 합성 후 비타민 C를 이용한 화학적 변형이 반드시 필요합니다.

① 히드록시프롤린(hydroxyproline, Hyp)과정

- 프롤린에 수산기(-OH)가 붙어 생성됨(Y 위치에 주로 배치).

- 역할: 수소 결합을 통해 삼중 나선 구조를 열역학적으로 매우 안정하게 고정. 이 변형이 제대로 안 되면 콜라겐이 쉽게 풀림

② 히드록시라이신(hydroxylysine, Hyl)과정

- 라이신(Lysine) 아미노산에 수산기가 붙어 생성

- 역할: 콜라겐 분자끼리 서로 엉겨 붙는 교차 결합(cross-linking)이 일어나는 지점이 됨. 또한, 당(Sugar)이 결합하는 장소가 된다.

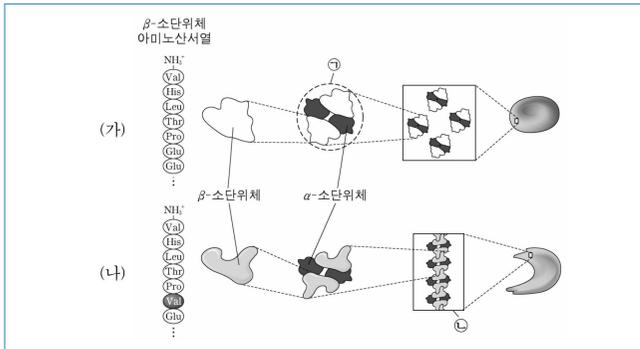
3. 핵심 영양소와의 관계 (비타민 C의 중요성)

: 히드록시프롤린과 히드록시라이신을 만들기 위해서는 히드록실레이스(hydroxylase)라는 효소가 필요한데, 이 효소가 활성화하려면 비타민 C가 필수

4. 최종 구조: 교차 결합 (cross-linking)에 가닥이 꼬인 콜라겐 분자

(트로포콜라겐)들은 밖으로 분비된 후, 라이신 유도체들끼리 강력한 공유 결합을 형성. 이 과정을 통해 콜라겐은 강철만큼이나 질긴 섬유 다발이 됨.

10. 그림 (가)와 (나)는 각각 정상 적혈구와 낫형 적혈구에서 헤모글로빈의 복합체 구조가 형성되는 단계를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. Glu → Val 아미노산 치환은 β-소단위체의 2차 구조를 변화시킨다.
- ㄴ. ㉠은 단백질의 3차 구조를 나타낸다.
- ㄷ. ㉡ 구조에 의해 적혈구의 형태가 낫형으로 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|---------|
| 2017 | MD 예비검사 |
| 1단원 1장 | 정답: 5 |

기본지식

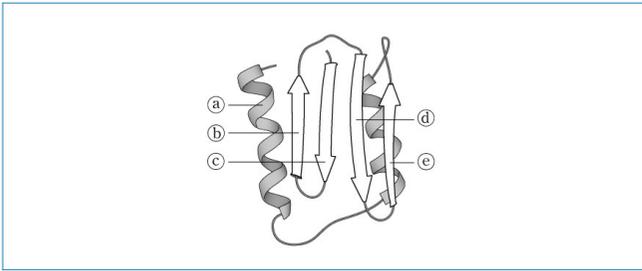
1. 헤모글로빈

- ① 적혈구내의 산소 운반 단백질
일반적으로 1μL에 4~500만개의 적혈구가 있고 한 개의 적혈구 안에 300만개 정도의 헤모글로빈이 들어있다. 적혈구가 죽으면 헤모글로빈 역시 파괴되는데 이때 헤모글로빈의 포르피린 고리가 쓸개즙 색소로 배출된다.
- ② 헤모글로빈의 구조 및 역할
철을 포함한 포르피린 고리(heme)와 글로빈 4개가 헤모글로빈 형성. 철 원자 1개는 산소 한 분자와 결합가능하며 헤모글로빈 1g당 1.36mL의 산소와 결합할 수 있다. 정상적인 경우 남성은 13~17g/dL, 여성은 12~15g/dL의 헤모글로빈을 혈액 속에 포함한다.

문제풀이

- ㄱ. 낫형 적혈구는 β-소단위체의 6번째 자리의 아미노산의 돌연변이로 단백질의 1, 2, 3, 4차 구조가 변한다. 맞음.
- ㄴ. 헤모글로빈은 폴리펩티드 4개(α₂β₂)로 구성되어 있다. 2개 이상의 폴리펩티드가 모인 단백질의 구조는 4차 구조이다. 틀림.
- ㄷ. 낫형 적혈구 빈혈증은 돌연변이된 테옥시헤모글로빈 분자들이 긴 섬유상의 집합체를 형성하기 때문에 유발된다. 산소와 결합한 돌연변이 헤모글로빈(R형)에서 Val은 β-소단위체의 내부에 존재한다. 하지만 테옥시헤모글로빈(T형) 상태에서는 Val이 밖으로 노출되어 이웃한 다른 β-소단위체의 Phe85, Val88과 상호작용하여 집합체를 형성한다. 맞음.

11. 그림은 어떤 단백질의 3차원 구조를 리본 모델로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉔의 구조는 수소결합에 의해 형성된다.
- ㄴ. ㉕와 ㉖는 서로 역평행(anti-parallel)이다.
- ㄷ. ㉔와 ㉖ 사이의 결합은 이온결합이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ
- ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| 2020 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 4 |

☑ 문제풀이

- ㄱ. 지식형. ㉔는 알파나선으로 수소 결합에 의해 구조가 유지된다. 맞음.
- ㄴ. ㉕, ㉖는 베타병풍구조로 화살표 방향이 반대(N → C 방향이 반대)이므로 역평행이다. 맞음.
- ㄷ. ㉔, ㉖도 베타병풍 구조인데 베타병풍 구조도 수소결합에 의해 유지된다. 틀림.

12. 단백질이 변성 되었을 때, 영향을 받지 않는 것은?

- ① 1차 구조
- ② 2차 구조
- ③ 3차 구조
- ④ 수소결합
- ⑤ 위 보기 모두 영향을 받는다.

| | |
|--------|-------|
| | 실전문제 |
| 1단원 1장 | 정답: 1 |

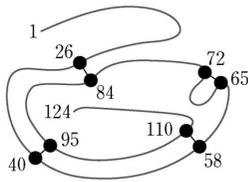
☑ 문제풀이

단백질의 1차 구조란 아미노산이 순차적으로 연결된 서열을 말한다. 변성 과정은 수소결합을 비롯한 약한 화학적 결합과 상호작용이 파괴되는 것을 말한다. 그러므로 1차 구조는 변성이 되어도 동일하다.

13. 다음은 단백질의 3차 구조를 결정하는 요인을 조사한 Anfinsen의 실험이다.

<자료>

- 그림은 RNase A의 정상적인 3차 구조에 필요한 이황화 결합을 나타낸 것이다.



<실험>

- (가) RNase A 용액에 β-mercaptoethanol과 urea를 첨가하여 RNase A를 완전 변성시킨다.
- (나) Urea를 제거한다.
- (다) β-mercaptoethanol을 제거한다.
- (라) RNase A의 활성이 회복되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가) 과정에서 RNase A의 엔트로피가 증가한다.
- ㄴ. (나)와 (다)의 순서를 바꿔 실험해도 RNase A의 활성이 회복된다.
- ㄷ. 단백질의 아미노산 조성이 단백질의 3차 구조를 결정한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| 2017 | MD |
| 1단원 1장 | 정답: 1 |

1. Christian Anfinsen의 ribonuclease A(RNase A) 재생 실험

(1) 실험 결과 : RNase의 3차 구조를 결정하는데 필요한 정보는 아미노산의 순서(1차 구조)에 들어있다.

(2) 실험 1

① 실험 과정

- ㉔ 정상적인 RNase에 8M urea(요소)와 β-머캅토에탄올을 넣는다.
- ㉕ urea와 β-머캅토에탄올을 동시에 제거한다.
- ㉖ 시간에 따른 효소 활성을 측정한다.

② 실험 결과

RNase 활성이 시간이 지남에 따라 서서히 증가한다.

③ 결과 해석

실험 과정 b에서 urea와 β-머캅토에탄올을 동시에 제거하면, RNase는 수용액 상태에서 열역학적으로 가장 안정한 구조를 가질 것이다. 이 입체적인 구조는 아미노산들의 성격(1차 구조)에 따라 결정될 것이다. 입체적인 구조가 결정되면 가까운 -SH끼리 산화되어 이황화결합이 형성 되므로 1차 구조가 3차 구조를 결정한다고 할 수 있다.

(3) 실험 2

① 실험 과정

- ㉔ 정상적인 RNase에 8M urea와 β-머캅토에탄올을 넣는다.
- ㉕ β-머캅토에탄올을 먼저 제거한다.
- ㉖ 한참 후에 urea(요소)를 제거한다.
- ㉗ 시간에 따른 효소 활성을 측정한다.

② 실험 결과

충분한 시간이 지나도 정상적인 RNase 효소 활성의 1%에 해당하는 활성만 가진다.

③ 결과 해석

실험 과정 b에서 β-머캅토에탄올을 제거했을 때, 요소가 여전히 존재하므로 단백질은 입체적인 구조를 이루지 못 한다. 하지만 β-머캅토에탄올을 제거했을 때, 이황화결합은 형성될 수 있는데, 입체적인 구조가 결정되지 않아서 이황화결합은 random하게 형성될 것이다.

만약 d 과정 이후에 극미량의 β-머캅토에탄올을 처리 하면, 10시간 정도 후에 정상적인 활성을 가지는 RNase가 되는데, 이는 안정한 자연 구조(자유에너지 감소)로 점차 변화하는 것으로 생각된다.

참고

RNase는 총 8개의 시스테인을 가지므로 분자내에 총 4개의 이황화결합을 형성할 수 있다. 4가지 이황화결합을 형성하는 가지 수는 총 105가지이다. 정상적인 상황에서는 1차 구조가 3차 구조를 지시해서 정확한 이황화결합이 형성되지만, urea가 있는 조건이라면 random하게 형성된다. 105가지 중 1개만 정상적인 RNase를 형성하고 나머지 104가지는 잘못된 이황화결합을 형성하는데 이를 scrambled RNase라고 한다.

☑ 문제풀이

ㄱ. (가) 과정에서 RNase A의 구조에 관여하던 이황화결합, 수소 결합 등이 파괴되어 RNase A는 변성된다. 즉, (가) 과정에서는 엔트로피가 증가했다. 맞음.

ㄴ. 기본지식 참고. 안핀센의 실험에서 (나)와 (다)의 순서를 바꾸면, 전체적인 3차 구조가 정상과 달리 랜덤하게 이황화결합이 형성된다. 그 결과 RNase A의 활성이 아주 낮을 것이다. 틀림.

ㄷ. 안핀센의 실험으로 단백질 3차 구조의 정보는 단백질의 1차 구조에 존재한다는 것을 알 수 있다. 아미노산 조성이 아닌 서열이 3차 구조를 정해준다. 틀림.

V. 기타

1. 다음은 생명체를 구성하는 주요 분자에 대한 설명이다. 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 녹말과 글리코젠 모두 포도당 사이의 결합은 α 결합이다.
- ㄴ. 마그네슘이 부족하면 엽록소는 황화 현상을 일으킨다.
- ㄷ. 아미노산 10개짜리의 선형 펩티드가 만들어질 때, 물 분자 10개가 형성된다.

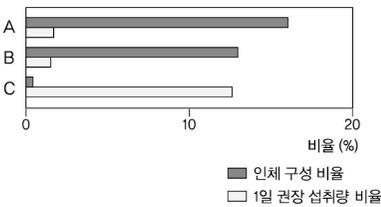
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ
- ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| | 실전문제 |
| 1단원 1장 | 정답: 4 |

☑ 문제풀이

- ㄱ. 셀룰로오스는 β 결합이지만, 녹말과 글리코젠 모두 포도당의 α 결합이다. 맞음.
- ㄴ. 마그네슘은 엽록소를 구성하는 원자이다. 맞음.
- ㄷ. 아미노산 10개가 선형의 폴리펩티드를 이루기 위해서는 9개의 펩티드 결합을 하므로, 9개의 물 분자가 빠진다. 틀림.

2. 그림은 주 영양소 A ~ C의 인체 구성 비율과 1일 권장 섭취량 비율을, 표는 A ~ C에 한 영양소 검출반응 결과를 나타낸 것이다.



| | 검출반응 | 수단 III 반응 |
|-------|------|-----------|
| 주 영양소 | | |
| A | | 반응 안 함 |
| B | | 반응함 |
| C | | 반응 안 함 |

A ~ C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 그림에서 부영양소의 비율은 나타내지 않았다.)

보기

- ㄱ. A는 효소와 항체의 주성분이다.
- ㄴ. B와 C가 각각 연소될 때 1g당 발생하는 열량은 같다.
- ㄷ. C는 체내에서 주로 에너지원으로 사용된다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ
- ⑥ ㄴ, ㄷ
- ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| | |
|--------|-------|
| | 실전문제 |
| 1단원 1장 | 정답: 5 |

☑ 문제풀이

인체 구성 비율은 낮는데 1일 권장 섭취량 비율이 높은 영양소는 탄수화물이다. 검출반응에서 B는 수단 III 반응을 했으므로 지방이다. 그러므로 남은 A는 단백질이다.

- ㄱ. 단백질은 효소와 항체의 주성분이다. 맞음.
- ㄴ. 지방(B)은 에너지 저장 분자로 1g당 약 9kcal의 에너지를 만들고, 탄수화물(C)은 4kcal의 에너지를 만든다. 틀림.
- ㄷ. 탄수화물이 주된 에너지원이다. 맞음.

| | | |
|---|--------|-------|
| <p>3. 다음은 '코흐의 4원칙'에 따른 소의 탄저병 원인균 증명 과정이다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>(가) 탄저병에 걸린 소의 조직에 탄저균이 있음을 확인한다.</p> <p>(나) 탄저병에 걸린 소의 조직에서 탄저균을 분리하고 순수 배양한다.</p> <p>(다) 순수 배양한 탄저균을 건강한 소에 접종하여 탄저병에 걸린 것을 확인한다.</p> <p>(라) ㉠</p> </div> <p>다음 중 ㉠에 해당하는 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]</p> <p>① 건강한 소의 조직에서 다른 종류의 세균이 분리되는지 조사한다.</p> <p>② 다른 종류의 세균을 건강한 소에 주사하여 탄저병에 걸리는지 확인한다.</p> <p>③ (나)에서 순수 배양한 탄저균을 건강한 말에 주사하여 탄저병에 걸리는지 확인한다.</p> <p>④ (다)에서 탄저병에 걸린 소의 조직으로부터 분리한 세균이 탄저균인지 확인한다.</p> <p>⑤ (다)에서 탄저병에 걸린 소의 조직으로부터 분리한 세균이 다른 질병을 유발하는지 확인한다.</p> | 2026 | MD |
| | 1단원 1장 | 정답: 4 |

문제풀이

I. 코흐의 4원칙(Koch's Postulates) 실험 과정은 다음과 같은 논리로 진행된다.

(가) 관찰: 질병에 걸린 개체에서 항상 원인균이 발견되어야 함.

(나) 분리 및 배양: 원인균을 분리하여 인공 배지에서 순수 배양해야 함.

(다) 재현: 순수 배양한 균을 건강한 개체에 접종했을 때 동일한 질병이 발생해야 함.

(라) 재분리(㉠): 질병이 발생한 개체로부터 다시 원인균을 분리해내어, 처음에 발견했던 균과 동일함을 확인해야 함.

[정답 및 선택지 분석]

질문에서 ㉠에 해당하는 내용으로 가장 적절한 것은 ④번.