

1.

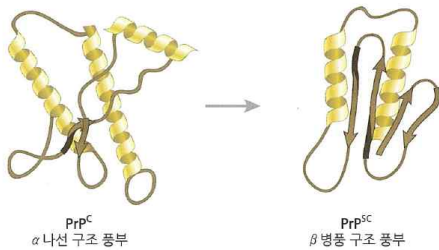
## 프리온(Prion)

### ① 발견

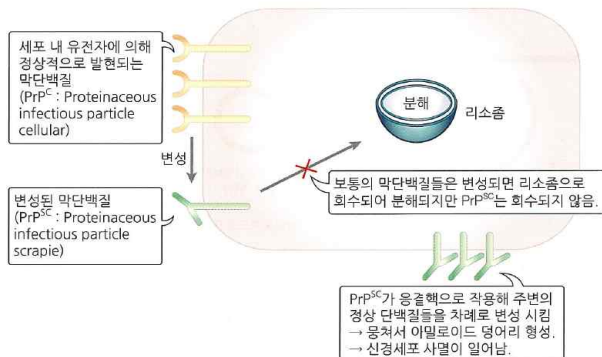
- 바이러스는 가열이나 방사선(자외선) 처리에 의해 쉽게 불활성화 되지만, 몇몇 질병의 원인 입자들은 오직 단백질 분해효소(Protease)에 의해서만 약한 불활성화가 일어남
- 프루시너(1982년)에 의해 단백질로만 이루어진 질병원이 정제됨

### ② 특징

- 정상 프리온( $\alpha$  나선 풍부)  $\rightarrow$  비정상 프리온( $\beta$  병풍 풍부) : 3차 구조가 변성된 단백질
  - $\rightarrow$  끓여도 불활성화 되지 않고, 체내 소화 효소들에도 잘 분해되지 않음
  - $\rightarrow$  섭취 시 소장에서 트랜스시토시스(Transcytosis)로 흡수됨



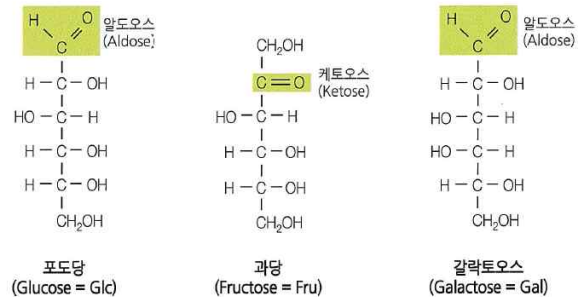
- 신경 세포에서 자연적으로 발생(몇몇 생물은 특정 유전자의 돌연변이로 인해 단백질이 쉽게 변성되기도 함)하거나 섭취를 통해서 체내로 유입됨
  - $\rightarrow$  비정상 프리온이 응결핵 작용을 해서 다른 정상 프리온들을 변성시킴
  - $\rightarrow$  비정상 프리온들이 서로 뭉쳐 아밀로이드 덩어리를 형성해 세포 기능을 저해함
- 자기 단백질이 변성된 것이므로 숙주의 면역계가 항원으로 인식해 제거할 수 없음



- 알츠하이머병**: 아밀로이드 덩어리들이 뇌에 축적되어 측두엽의 기능이 저하되고, 신경세포 밖에 베타 아밀로이드가 쌓인 노인판과 세포질에 타우 단백질이 뭉친 신경섬유종착체 등이 뇌의 파질을 전반적으로 퍼지면서 치매를 일으킨다. 뇌 위축과 뇌실의 확대가 뚜렷하게 나타난다.
- 크로이츠펠트-야콥병(CJD)**: 근수축과 이완이 저절로 반복되는 간대성 경련이 일어나는 감염성 질환이다. 전염 경로는 확실하지 않지만 광우병에 걸린 소가 퍼뜨린다고 알려져 있다.
- 다운 증후군**: 21번 염색체가 세 개 존재하여 지적 장애, 신체 기형, 정신 기능 이상, 심장 장애 등이 일어나는 유전 질환이다. 머리가 작고, 두꺼운 납작한 얼굴에 코가 낮고 눈코리가 올라가 있으며, 양 눈 사이가 멀어 보이는 등의 특징적인 안면 패턴이 나타난다.
- 스크래피**: 양이나 염소의 뇌에서 발견되는 전염성 해면양뇌증(TSE)의 일종이다. 세포 내의 정상 프리온이 변성되어 병을 일으키며 프리온성 질환 중 최초로 발견되었다.
- 쿠루병**: 파푸아 뉴기니아에 사는 한 종족에서 발견된 병으로, 동족이 죽으면 그 시체를 나누어 먹는 풍습 때문에 발생하였다. 뇌에 광범위하게 구멍이 생겨서 염소나 양의 '스크래피', 소의 '광우병', 사람의 '크로이츠펠트-야콥(CJD)병'과 함께 '전염성 해면양뇌증(TSE)'에 속한다.

2.

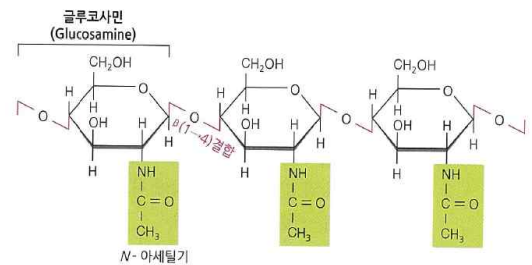
## 6탄당 : 포도당, 과당, 갈락토오스



- 모든 단당류 : 환원당
- 이당류 : 엿당, 젖당  $\rightarrow$  환원당, 설탕  $\rightarrow$  비환원당
- 모든 다당류 : 비환원당

## 키틴

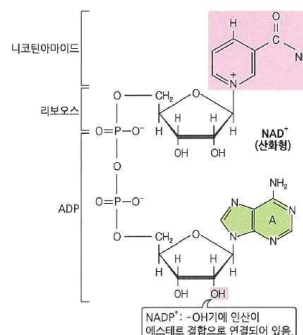
- 단당체인 N-아세틸글루코사민(Acetylglucosamine)이  $\beta(1 \rightarrow 4)$  결합으로 이어진 구조
- 곤충의 외골격, 균류의 세포벽 등을 이룸



3.

## \* NAD<sup>+</sup>(니아신, Niacin : 비타민 B<sub>3</sub>)

- 물질들 사이에 수소 이온과 전자를 전달



## \* FAD(리보플라빈, Riboflavin : 비타민 B<sub>2</sub>)

- 물질들 사이에 수소 이온과 전자를 전달

## \* 유도 적합설(Induced-fit)

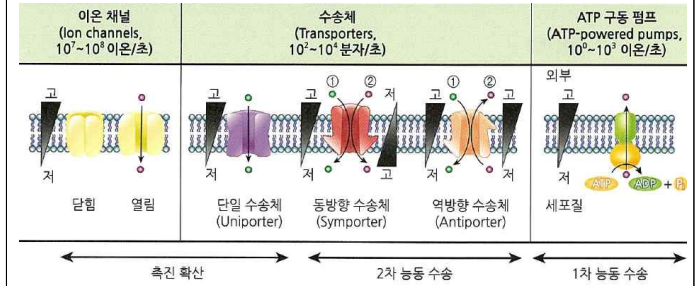
- 효소와 기질이 결합하는 과정에서 효소의 기질 결합 부위의 모양에 가까운 변화가 일어나 기질과 잘 들어맞게 됨

## 기질 특이성

- 기질 결합 부위(Active site)의 자리들이 기질을 삼차원적으로 인식하면서 기질 결합 부위와 정확하게 들어맞는 기질과만 반응을 함

## 전이 상태 인식(Transition state)

- 기질 결합 부위의 구조가 기질과 산물의 중간 단계인 전이 상태의 물질과 잘 들어맞는 모양을 취함
- 기질이 들어올 때 효소의 기질 결합 부위 내 여러 R기들과 다양한 상호 작용을 통해 기질의 모양이 전이 상태로 쉽게 바뀌게 되어 산물의 생성 속도가 빨라짐



## P-type pump

- ATP 가수 분해 시 떨어져 나온  $P_i$ 가 펌프에 붙어 단백질의 구조 변화를 일으켜서 물질이 이동함
- 동물 세포막의  $Na^+/K^+$  펌프, 식물 세포막의  $H^+$  펌프,  $H^+/K^+$  펌프,  $Ca^{2+}$  펌프 등

## 4.

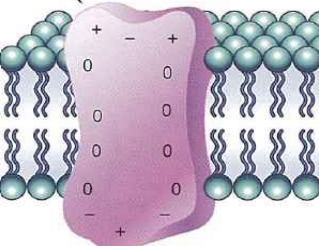
### 표재성 단백질

- 세포막 표면에 정전기적 결합으로 붙어 있음
- $\rightarrow$  pH 변화, 극성 용매 처리, 염 처리 등으로 쉽게 막에서 분리 가능

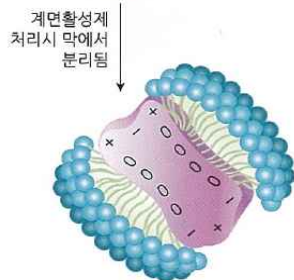
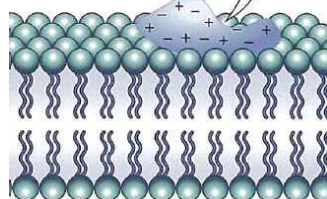
### 내재성 단백질

- 지질층에 소수성 결합으로 파묻혀 있음
- 막관통 단백질은 물질 수송, 신호 전달 등에 중요한 역할을 함
- $\rightarrow$  계면활성제 처리 시 막에서 분리 가능

내재성 단백질:  $\alpha$ -나선,  $\beta$ -통 등의 구조로 지질에 박혀 있음



표재성 단백질: 세포막 표면에 약하게 결합  
염, pH 변화, 킬레이트제, 요소 등의 처리로 쉽게 분리 가능



### \* 세포막의 유동성 감소 요인

- 인지질 내 포화 지방산의 탄소 길이 증가
- 불포화 지방산의 비율 감소
- 상온에서 콜레스테롤 농도의 증가
- 막단백질이 주변 분자들과 다양한 구조 형성

## 5.

### \* 에피좀

유전체에 삽입될 수도 있고, 독립적으로 존재할 수도 있는 DNA

- 일부 플라스미드는 세균 유전체에 삽입될 수 있는 에피좀(Episome)의 형태를 띰

### 성선모(Sex pili)

- 지름 9~10 nm로 펄브리아보다 두꺼움
- F 플라스미드 내의 유전자를 전사, 번역해 만들
- $\rightarrow$  성선모를 이용해 다른 세균에 부착하면, 세포질 다리를 형성해 F 플라스미드 사본을 다른 세균으로 전달함

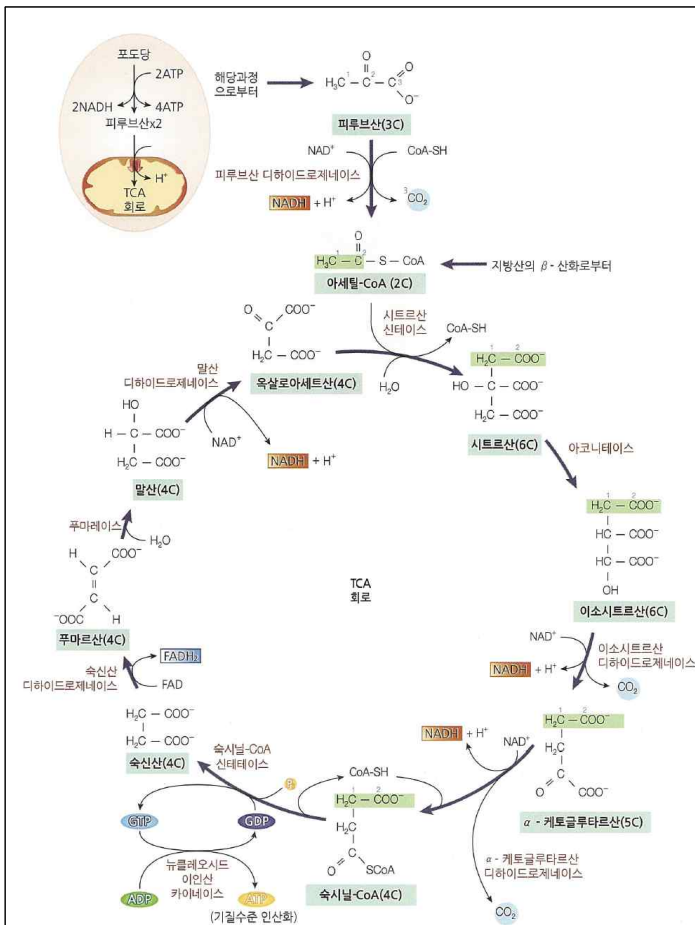
### 편모(Flagellum)

- 지름 약 20 nm, 길이는 10~15  $\mu m$  정도의 가늘고 뾰족한 나선형 구조
- 폴라셀린(Flagellin) 단백질의 중합체가 세포막, 세포벽을 뚫고 뻗어 나옴
- 운동 부착 기관 역할: 운동성이 있는 세균들은 하나 또는 여러 개를 지님
- 에너지원으로 ATP 대신  $H^+$  농도 기울기를 이용해 프로펠러처럼 회전 운동을 수행

### 섬모와 편모

- 세포 표면에서 뻗은 가늘고 긴 운동 부착 기관
- 섬모: 세포 표면을 따라 물질들을 이동시킴
- 편모: 세포를 운동 방향으로 추진함
- 섬모, 편모의 기본 구조는 동일함, 섬모는 편모보다 짧고 훨씬 많이 존재함
- 미세소관 다발을 뻗어 세포막이 융기됨
- 기저체: (9+0)식 구조  $\rightarrow$  융기부: (9+2)식 구조
- 디네인 단백질이 미세소관들 사이에 활주를 일으킴  $\rightarrow$  채찍 운동

6.



#### 티아민(Thiamine, 비타민 B<sub>1</sub>)

- α-케토산(Keto acid)의 탈카복시화 반응에 관여
- 티아민 결핍 시 피루브산 산화가 일어날 수 없음
  - 거의 모든 에너지를 포도당 산화로 얻는 뇌세포의 기능에 큰 손상이 올
  - 각기병 : 몸무게 감소, 감정 이상, 지각 능력 감소, 수족 약화와 통증, 심박 이상, 부종 등

#### 숙신산 디하이드로제네이스

- 미토콘드리아 내막에 박혀 있는 내재성 단백질(전자 전달계 복합체 II)
  - 숙신산을 산화해 FADH<sub>2</sub>를 만든 후, FADH<sub>2</sub>의 전자들을 유비퀴논으로 넘겨 전자 전달계를 진행시킴
  - 말론산(Malonate) : 경쟁적 저해제, 기질인 숙신산(Succinate)과 비슷하게 생김

#### 보충 회로(Anaplerotic reaction)

- TCA 회로의 중간 물질들이 다른 물질들을 합성하기 위한 전구체로 많이 쓰여 고갈되면 미토콘드리아 내에 OAA가 부족해짐
- TCA 회로를 계속 진행하기 위해서는 OAA의 보충이 필요하기 때문에, PEP나 피루브산을 말산이나 OAA로 바꾸는 보충 회로를 진행함

7.

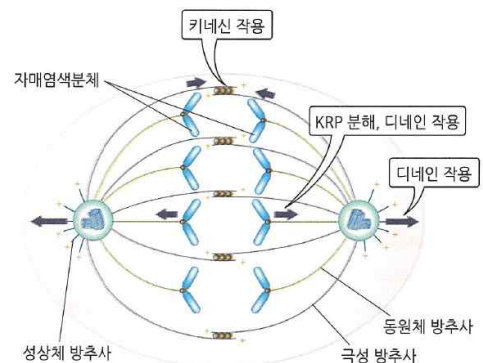
	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	CAM
광호흡	↑	↓	↓↓
명반응	엽육세포	엽육세포	엽육세포
암반응	엽육세포	유관속초세포	엽육세포
C <sub>4</sub> 고정	X	낮	밤
CO <sub>2</sub> 1차 수용체	RuBP	PEP	PEP
1차 고정산물	3-PGA	OAA	OAA
1차 수용체 효소	루비스코	PEP 카복실레이스	PEP 카복실레이스
CO <sub>2</sub> : ATP : NADPH	1 : 3 : 2	1 : 5 : 2	1 : 5 : 2
서식지	온대	열대, 건조	사막
기공열림	낮	낮	밤
		공간적 격리	시간적 격리

8.

#### 후기

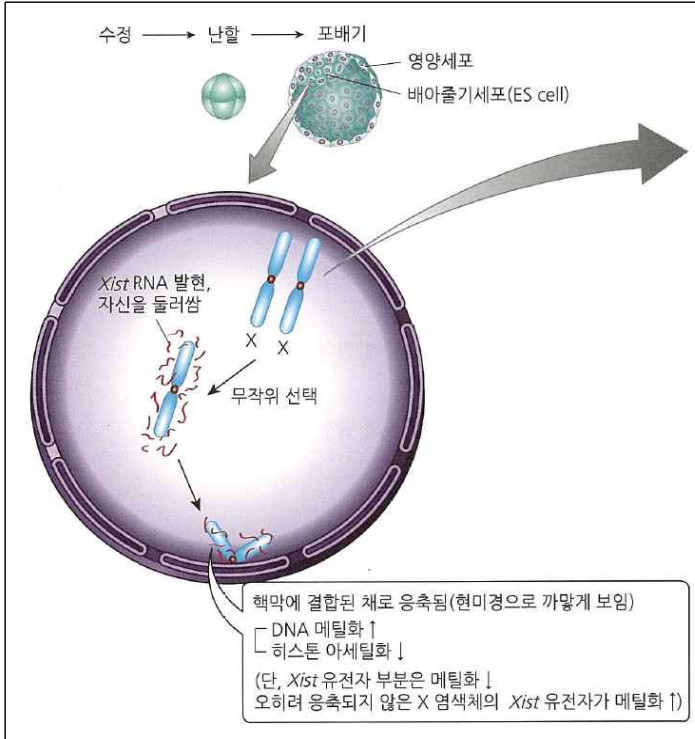
- 자매염색분체들이 분리되어 세포의 양 끝으로 끌려감

- 동원체 방추사 : 동원체에 부착해 각 염색분체를 양 극으로 끌고 감
- 극성 방추사 : 양 끝의 성장체에서 뻗어 나와 서로를 밀어내 세포를 길게 늘임
- 성장체 방추사 : 성장체들이 세포의 양 끝으로 치우치게 함





9.



10.

개시

- 대장균의 복제원점(oriC : A=T 염기쌍이 풍부)에 DnaA 단백질 결합
  - ATP를 가수분해 하면서 염기쌍 사이의 수소 결합을 끊어 부분적인 단일 가닥을 형성
- DnaC가 DnaB 단백질을 데려옴
  - DnaB(헬리케이스)가 외가닥 DNA에 붙어 5' → 3'으로 이동하면서 복제분기점의 염기 쌍들을 차례로 외가닥으로 벌림
- SSBP(Single-strand binding protein)가 벌어진 외가닥 DNA에 붙어서 상보 가닥과 다시 염기쌍을 형성하지 못하게 유지함
- 자이레이스(Gyrase)가 이중가닥 DNA를 외가닥으로 벌릴 때 발생하는 양성 초나선의 위상학적 긴장을 해소함

타입 II 위상이성질화 효소

- 이중가닥 DNA의 두 가닥을 모두 끊었다가 다시 연결해서  $L_k$ 를  $\pm 2$ 씩 바꿈
  - ATP 사용
- 위상이성질화 효소 II, IV, 자이레이스

11.

원핵생물의 mRNA

(i) 원핵생물

- 다시스트론성(Polycistronic) : 한 개의 mRNA에 여러 개의 번역 정보가 담겨 있음
  - 각각 번역될 수 있도록 AUG 개시 서열 앞따라 샤인-달가노 서열들이 있음
  - 리보솜의 30S 소단위체가 샤인-달가노 서열에 결합한 뒤 AUG 서열부터 번역을 함
- 같은 대사 과정에 관여하는 단백질들이 한 번의 전사 조절로 함께 발현될 수 있음

진핵생물의 mRNA

RNA 합성효소 II가 1차 전사체를 합성함

1차 전사체를 합성하면서 5'-모자 씌우기, 3'-꼬리 달기, 스플라이싱 등 가공이 동시에 일어남

→ 가공이 끝나면 성숙 mRNA가 됨

- 단일시스트론성(Monocistronic) : 한 개의 mRNA에 한 개의 번역 정보가 담겨 있음

RNA 편집

- 전사가 끝난 mRNA의 특정 염기를 다른 염기로 치환하거나 특정 염기 서열을 첨가 또는 결실함

치환 편집(Substitution editing) - ApoB 유전자

소장 : ApoB 유전자 mRNA 중간의 C 염기를 탈아미노화 해서 U 염기로 바꿈

- CAA 염기 서열이 UAA로 바뀌면서 중간에 종결 코돈이 생겨 짧은 ApoB-48 단백질로 번역됨

간 : ApoB 유전자 mRNA의 치환 편집이 일어나지 않음

- 정상 길이의 ApoB-100 단백질로 번역됨

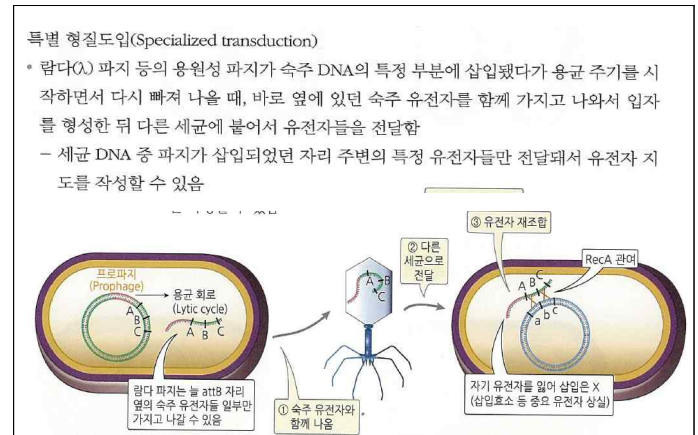
Apo B-48

유미입자

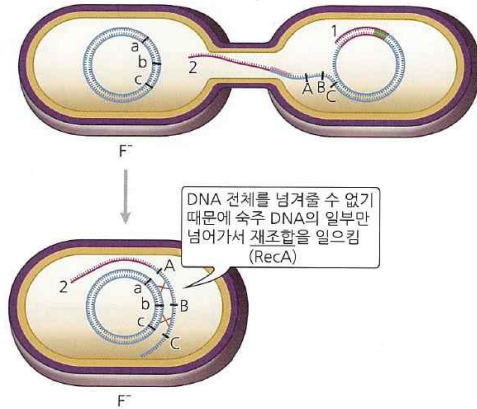
Apo B-100

VLDL

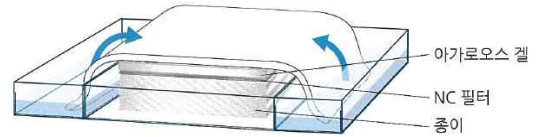
12.



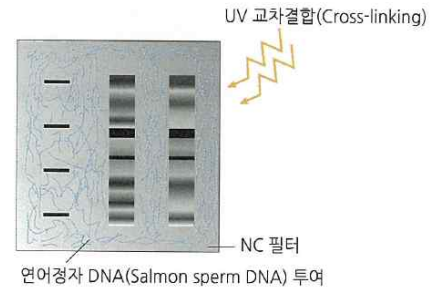
- 공여자 DNA는 너무 길기 때문에 어느 정도 시간이 지나면 세포질 다리가 끊겨서 결국 유전 정보들의 일부만 전달됨
- F<sup>-</sup> 균주는 접합 후에도 F<sup>-</sup> 균주로 남아 있음
  - F 플라스미드도 중간에 끊겨서 일부만 전달됐기 때문



- (iv) 모세관 현상을 이용해서 겔에서 NC 필터로 RNA를 전이함



- (v) NC 필터에 자외선을 쬌어 핵산과 NC 필터 사이에 교차 결합을 형성함



- (vi) NC 필터를 연어 정자 DNA가 들어 있는 혼성화 용액에 넣고 62°C에서 전혼성화 반응을 진행함
- 연어 정자 DNA : 탐침이 NC 필터에 비특이적으로 붙지 못하도록, 겔에서 RNA가 전이 되지 않은 NC 필터의 부분들을 모두 연어 정자 DNA로 코팅함

- (vii) 방사성 표지된 DNA 탐침을 넣고 62°C에서 혼성화 반응을 진행함

- 탐침이 잘 붙을 수 있는 적당한 온도를 정함
- 온도가 높을수록 탐침이 아무 서열에나 비특이적으로 결합할 확률이 줄어듦

- (viii) NC 필터를 60°C에서 세척한 뒤, 필름에 노출시켜 감광함

13.

### 노던 블랏팅(Northern blotting)

- 샘플 내 특정 mRNA의 존재 여부, 양, 크기 등을 확인하는 실험법

- (i) 세포에서 전체 RNA를 추출함

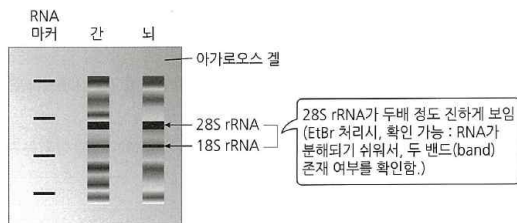


- (ii) 전체 RNA에 포름알데히드와 포름아미드를 처리함

- 포름알데히드 : RNase 불활성화 및 A, G, C의 아민과 공유 결합해 mRNA가 2차 구조를 형성하지 못하게 함
- 포름아미드 : mRNA 2차 구조의 수소 결합을 파괴해서 선형으로 만들

- (iii) 겔에 전기영동을 함

- RNA는 분해가 쉽게 일어나기 때문에, 전기영동을 한 뒤 겔에서 28S, 18S rRNA의 밴드들을 확인해서 RNA들이 분해되지 않고 남아 있는지 확인함



14.

### 광재활성화(Photoreactivation)

- 자외선을 쬌으면 티민 이량체가 생김
- 포토리아제(Photolyase)가 DNA의 구조가 왜곡된 부분을 인식해서 결합함
- 청색광을 흡수해서 활성화된 포토리아제가 티민 이량체의 공유 결합을 끊어줌

### 염기 절제 수선(Base excision repair)

- 탈아미노 반응으로 DNA에 우라실 염기가 생김
- DNA 글리코실화효소(Glycosylase)가 우라실 염기를 인식해서 잘라냄
  - AP(Apyrimidine) 자리가 생김
- AP 핵산내부가수분해효소가 AP 자리를 인식해서 인산다이에스테르 결합을 끊음
- DNA 합성효소 I이 끊어진 자리의 3'-OH에 결합해서 손상된 염기를 부수고 새로운 가닥을 차례로 합성함
- DNA 합성효소 I이 떨어져 나간 후, DNA 리가아제가 금을 연결함

미스매치 수선(Mismatch repair)

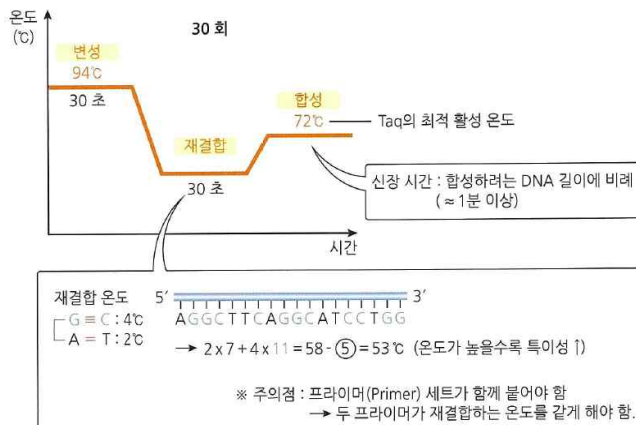
- DNA를 복제하는 과정 중 잘못된 염기쌍이 생김
- MutS가 잘못된 염기쌍을 인식하면 MutL과 함께 주변의 메틸화 된 5'-GATC-3' 염기 서열을 찾아냄
- MutH가 활성화 돼서 메틸화 되지 않은 5'-GATC-3' 염기 서열이 있는 가닥을 끊음
- MutU(UvrD) 헬리케이스가 끊어진 가닥을 풀어줌
- 핵산외부가수분해효소가 풀린 가닥을 분해해서 큰 틈을 만들
- DNA 합성효소 III가 결합해서 틈을 수선한 후, DNA 리가아제가 금을 연결함

뉴클레오타이드 절제 수선(Nucleotide excision repair)

- 티민 이량체 때문에 DNA에 심한 왜곡이 생김
- UvrAB가 DNA를 따라 움직이면서 왜곡된 부분을 인식함
- UvrA가 방출되고 UvrC 단백질이 붙어서 UvrBC로 바뀜
- UvrBC는 손상된 부위의 3' 쪽으로 4~5개, 5' 쪽으로 8개의 뉴클레오타이드 위치를 끊어서 틈을 만들
  - UvrD 헬리케이스가 DNA를 벌려서 끊어진 가닥을 제거함
- DNA 합성효소 I이 결합해서 틈을 수선한 후, DNA 리가아제가 금을 연결함

15.

- 변성 : 이중가닥 DNA를 외가닥으로 벌림, 94℃에서 약 30초 진행
  - 재결합 : DNA 프라이머를 상보 서열에 붙임, 적당한 온도에서 약 30초 진행
    - 온도를 너무 낮게 세팅하면 프라이머가 비특이적으로 붙어서 엉뚱한 DNA 절편이 증폭될 수 있기 때문에 온도를 잘 조절해야 함
  - 합성 : 새로운 DNA 가닥을 합성, 72℃에서 합성할 DNA 길이에 비례한 시간 동안 진행
    - Taq 합성효소의 최적 활성 조건인 72℃에서 반응시킴
- 전체 과정을 20~30번 반복하면 원하는 DNA 절편이 수백만 개로 증폭됨



17.

HA는 약산이며 pKa는 3.5라는 정보가 주어졌다.  $HA \rightleftharpoons A^- + H^+$ 라는 반응식도 주어졌으므로 이에 맞추어 답하면 된다. 헨더슨-하셀발흐 식은 암기하고 있어야 하며, 위장 내의 pH가 1.5일 때 농도 비율은 암기해둔 식에 값을 대입하여 해결하면 된다.

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \text{ 이므로 } 1.5 = 3.5 + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \text{ 이다. 따라서 } \frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-2}$$

$$\text{헨더슨-하셀발흐 식 : } pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\text{위장 내의 pH가 1.5일 때 농도 비율 } \left( \frac{[A^-]}{[HA]} \right) = \frac{1}{100}$$

18.

소포체는 SRP수용체의 존재 여부에 따라 활면소포체(SER)와 조면소포체(RER)로 구분할 수 있다. 활면소포체에는 SRP수용체가 존재하지 않으며 조면소포체에는 SRP수용체가 존재한다. 활면소포체는  $Ca^{2+}$ 의 저장, 지방산 길이 증가 및 불포화, 스테롤 합성, 독성 물질의 해독작용 등을 한다. 조면소포체는 막 단백질 혹은 분비성 단백질의 합성 및 가공이 이루어지는 장소이다.

일반적으로 우리 몸에 큰 독성작용을 나타내는 물질들은 지용성인 경우가 많다. 수용성인 물질들은 배설 과정에서 소변, 땀 등에 섞여 쉽게 배출될 수 있는 반면, 지용성 물질들은 배출시키는 것이 어렵기 때문이다. 따라서 지용성인 독성 물질을 배출하기 위해선 이를 수용성으로 만드는 일종의 해독 과정이 필요하다. 이러한 해독 과정은 주로 간의 활면소포체에서 일어나며, 관여하는 대표적인 효소로는 시토크롬-P450이 있다.

세포 C에서 추출한 조면소포체 막에는 SRP수용체가 존재하기 때문에 세포 A에서 추출한 리보솜이 세포 C에서 추출한 소포체 막에 부착함으로써 조면소포체를 재구성할 수 있었다. 그러나 세포 B에서 추출한 활면소포체 막에는 SRP수용체가 존재하지 않기 때문에 세포 A에서 추출한 리보솜이 세포 B에서 추출한 소포체 막에 부착되지 못한 것이다.

19.

- ㄱ. 대장균은 세포 밖의 젖산을 내부로 운반할 때 양성자 기울기를 이용한다. O
- ㄴ. 원핵생물의 편모는 회전에 양성자 기울기를 이용한다. O
- ㄷ. 루시퍼레이스는 ATP를 소모한다. X

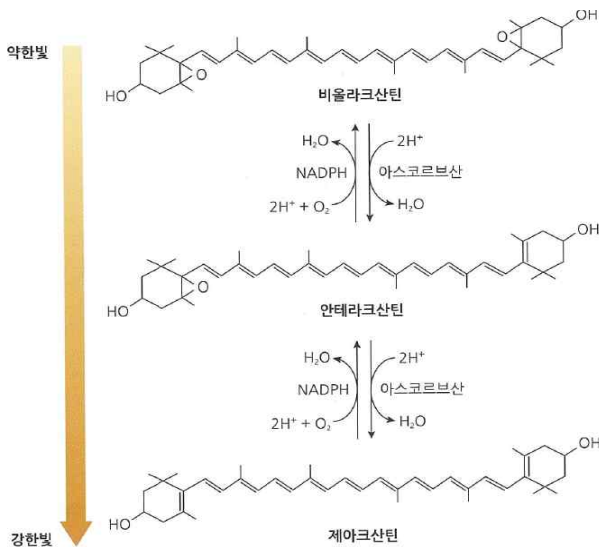


20.

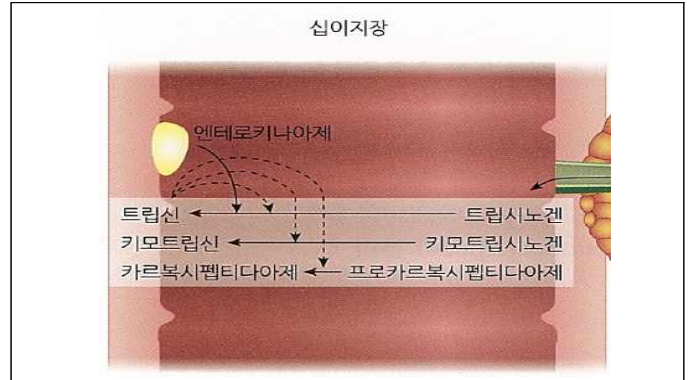
- ㄱ. 제아크산틴은 과도한 빛(주로 청색광 계열) 에너지를 흡수한 뒤 열의 형태로 방출한다. 이는 광계II로 과도한 에너지가 전달되는 것을 막아 광계II의 손상을 막을 수 있다. 특히 광계II의 구성요소 중 D1 단백질의 손상을 막는 역할이 크다. O
- ㄴ. 비올라크산틴은 (스펙트럼에 큰 관계없이) 강한 빛에 의해 들뜬 전자를 받아들여 안테라크산틴, 제아크산틴 등으로 전환될 수 있다. 이러한 기작 역시 광계로 과도한 에너지가 전달되는 것을 막음으로써 광계의 손상을 막는 역할을 한다. 청색광을 흡수하며 기공의 열림을 촉진하는 주된 물질은 제아크산틴이다. X
- ㄷ. (가) 과정은 탈에폭시화 과정이며, 주로 비올라크산틴이 과잉 전자를 받을 때 일어난다. 이러한 상황은 강한 빛이 주어지는 낮 시간대에 더 잘 일어난다. 따라서 해가 질 때 일어나기 시작한다는 설명은 옳지 않다. X
- ㄹ. (나) 과정은 에폭시화 과정이며, NADPH가 필요하다. O

광보호 현상

- 크산토폴의 하나인 비올라크산틴이 제아크산틴으로 구조가 바뀜  
비올라크산틴 → 안테라크산틴 → 제아크산틴 : 과도한 빛 에너지를 흡수해 광보호를 함
- 광계 I에서 생긴 활성산소
  - 과산화물 제거효소(Superoxide dismutase, SOD), 아스코르브산 퍼옥시데이스(Ascorbate peroxidase) 등이 해독
- 미세섬유가 염록체를 입사광에 평행하게 배열하고, 잎이 수직 방향으로 치켜 빛을 받는 면적을 줄임



22.

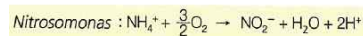


23.

- ㄱ. 배지에 유일한 탄소원은  $\text{HCO}_3^-$ 이다.  $\text{HCO}_3^-$ 는  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$  과 같은 과정을 거쳐 형성된다. 즉  $\text{HCO}_3^-$ 는 곧  $\text{CO}_2$ 와 마찬가지로. 유일한 탄소원으로 이산화 탄소만을 이용하므로 세균 A는 독립영양체이다. O
- ㄴ. A는 아질산염 산화환원효소를 이용하여  $\text{NH}_4^+$ 를  $\text{NO}_2^-$ 로 산화시킨다. X
- ㄷ. A와 같은 아질산균들은  $\text{NH}_4^+$ 의 산화로부터 나온 전자를 전자전달계에 제공하여 ATP 합성과 연계된 양성자 동력 형성에 사용할 수 있다. 문제에서도 「실험과정 (마)에서 분리한 세균 A를 (가)의 액체 배지에서 배양하면, 세포 수와  $\text{NO}_2^-$  농도는 증가하고,와 같이 세포수가 증가함을 알려주었으므로, 성장과 증식에 필요한 에너지를 얻을 수 있음을 추론할 수 있다. O
- ㄹ.  $\text{NH}_4^+$ 는 세균 A에 의해 중간산물 없이 곧바로  $\text{NO}_2^-$ 로 산화된다. 탈질반응의 경우  $\text{NO}_3^-$ 가  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ 를 거쳐 최종적으로  $\text{N}_2$ 가 된다. X

질화 세균(Nitrification) : 호기성 화학독립 영양생물

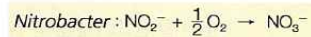
ㄱ) 아질산균



암모니아의 산화

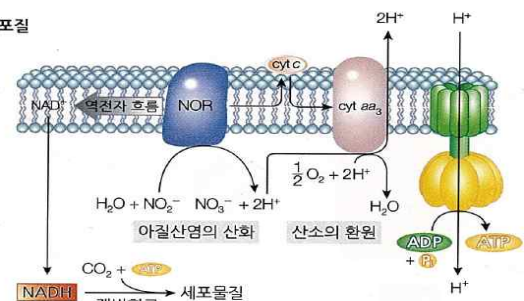
산소의 환원

ㄴ) 질산균



주변세포질

세포질



25.

- 적색 펄프 : 적혈구를 파괴하는 장소
- 백색 펄프 : 면역세포들이 모여서 활성화 되는 장소

26.

- (i) 체내  $H^+$  생성원
- 탄산 :  $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$
  - 섭취물 : S, P
    - $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
    - $H_3PO_4 \rightarrow 2H^+ + HPO_4^{2-}$
  - 중간대사 유기산 : 젖산, 케톤체
- (ii)  $H^+$  농도의 조절 장치
- ㄱ) 화학 완충 시스템
- 탄산 :  $H_2CO_3 / HCO_3^-$
  - 인산 완충 :  $H_2PO_4^- / HPO_4^{2-}$
  - 단백질 완충 : 알부민
  - 헤모글로빈 :  $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{탄산무수화효소}} H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$
- ㄴ) 호흡에 의한 pH 조절
- 혈액  $H^+ \uparrow$  :  $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \xrightarrow{\text{탄산무수화효소}} H_2O + CO_2$  (호흡 촉진)
  - 혈액  $H^+ \downarrow$  :  $H^+ + HCO_3^- \leftarrow H_2CO_3 \xleftarrow{\text{탄산무수화효소}} H_2O + CO_2$  (호흡 억제)
- ㄷ) 신장의 pH 조절
- $H^+$ ,  $HCO_3^-$ 의 재흡수, 분비 조절
  - 소변 내  $H^+$ 의 수송
    - $HPO_4^{2-}$  결합  $\rightarrow H_2PO_4^-$
    - $NH_3$  결합  $\rightarrow NH_4^+$
- (iii) 산-염기 평형 이상
- ㄱ) 호흡 산증
- 폐의  $CO_2$  배출 이상 : 혈장  $CO_2 \uparrow \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$   
 $\rightarrow$  보상기전 : 신장의 타입 A 세포 작동
- ㄴ) 호흡 알칼리증
- 폐의  $CO_2$  배출 과다 : 혈장  $CO_2 \downarrow \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow HCO_3^- + H^+$   
 $\rightarrow$  보상기전 : 신장의 타입 B 세포 작동
- ㄷ) 대사성 산증
- 설사 : 체내  $HCO_3^- \downarrow + H^+ \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow CO_2$
  - 젖산, 케톤체 축적 :  $AH \rightarrow A^- + H^+ \Rightarrow H^+ + HCO_3^- \downarrow \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$   
 $\rightarrow$  보상기전 : 신장의 타입 A 세포 작동, 호흡 촉진으로  $CO_2$  제거  $\uparrow$
- ㄹ) 대사성 알칼리증
- 구토로 인한  $H^+$  손실 : 체내  $HCO_3^- \uparrow + H^+ \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow CO_2$   
 $\rightarrow$  보상기전 : 신장의 타입 B 세포 작동, 호흡 억제로  $CO_2$  제거  $\downarrow$

원위세뇨관과 집합관

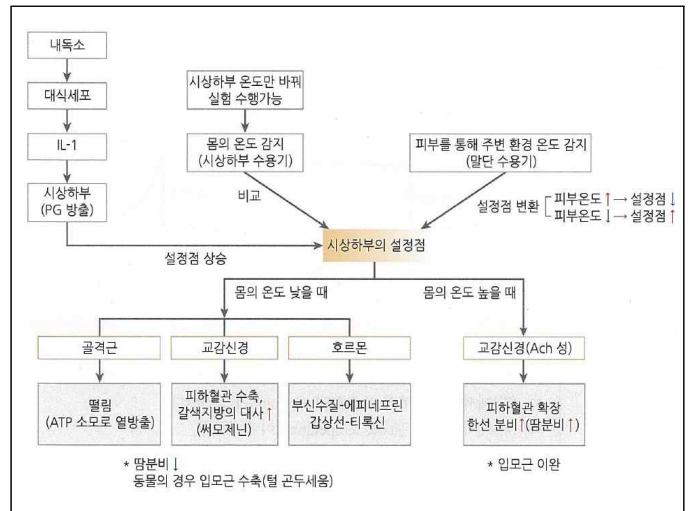
\* 타입 A 세포 : 혈액이 산증일 때 작용함

- 정단면의  $H^+/K^+$  펌프,  $H^+$  펌프에 의해 세뇨관 내강으로  $H^+$ 을 배출함
- 원노의  $HCO_3^-$ 과 반응해서  $CO_2$ 가 된 후, 세포질로 단순 확산해서 들어감
- 세포질에서 다시  $HCO_3^-$ 가 돼서 조직액으로 재흡수 됨  
 $\rightarrow H^+$  분비,  $HCO_3^-$  재흡수( $K^+$  재흡수도 일어남)

\* 타입 B 세포 : 혈액이 알칼리증일 때 작용함

- 기저면의  $H^+/K^+$  펌프,  $H^+$  펌프에 의해 조직액으로  $H^+$ 을 재흡수 함
- 조직액의  $HCO_3^-$ 과 반응해서  $CO_2$ 가 된 후, 세포질로 단순 확산해서 들어감
- 세포질에서 다시  $HCO_3^-$ 가 돼서 세뇨관 내강으로 분비됨  
 $\rightarrow H^+$  재흡수,  $HCO_3^-$  분비( $K^+$  분비도 일어남)

27.



28.

- ㄱ. A와 같은 돌연변이는 주로 프로모터 부위에서 일어난다. X
- ㄴ. 난센스 돌연변이는 아미노산을 암호화하던 코돈 중 하나가 종결코돈으로 바뀌어 나타난다. 정상보다 짧은 길이의 아미노산만 번역되므로 정상 단백질이 만들어지지 않는다. 따라서 난센스 돌연변이에 B와 같은 돌연변이가 일어나는 것이 가능하다. O
- ㄷ. 미스센스 돌연변이는 코돈이 바뀌면서 암호화하고 있는 아미노산도 함께 바뀌는 경우이다. 아미노산이 바뀌면서 단백질의 기능적 측면이 비정상적으로 바뀌는 경우도 있다. 따라서 미스센스 돌연변이에 의해 B와 같은 돌연변이가 일어나는 것이 가능하다. O
- ㄹ. 침묵 돌연변이는 유전암호의 축중성에 의해 나타난다. 염기치환이 일어나도 암호화하는 아미노산이 바뀌지 않는 경우는 코돈의 첫 번째 염기보다는 세 번째 염기에서 더 많이 관찰된다. O



29.

- ㄱ. A는 (가) 과정이 진행되지 못하도록 조절하는 것에 관여하며, B는 (나) 과정이 진행되지 못하도록 조절하는 것에 관여한다. O  
 ㄴ. A 대립유전자에 의해 B와 b 대립유전자의 효과가 가려지므로 상위적이다. O  
 ㄷ. 흰색 : 분홍색 : 붉은색의 분리비는 12 : 3 : 1이다. X

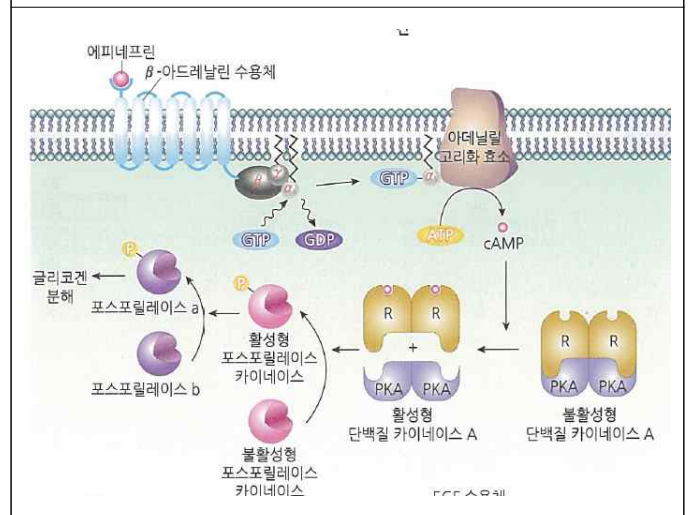
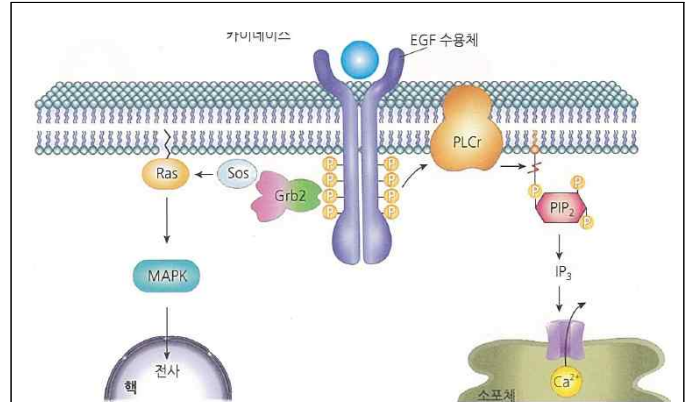
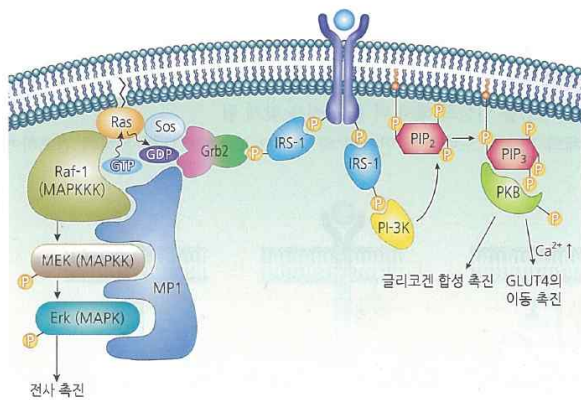
30.

- ㄱ. 쌍떡잎을 가진 식물은 측계통군이다. X  
 ㄴ. 주어진 계통도에서 선태류를 제외한 나머지 식물들은 모두 관다발을 갖는다. 따라서 관다발은 선태류를 제외한 식물들의 공유파생형질 a가 될 수 있다. O  
 ㄷ. 3핵성(3n) 배젖은 속씨식물에서 나타나는 공유파생형질이다. 따라서 b가 될 수 있다. O  
 ㄹ. 외떡잎과 쌍떡잎 모두 속씨식물이 갖는 파생형질에 해당하며, 쌍떡잎이 더 먼저 출현하였다. X  
 ㄴ. 선류, 각태류, 태류는 조상종으로부터 나온 자손 중 일부만을 포함하는 측계통군이다. O

33.

- ㄱ. (가) 수용체는 G-단백질 연계 수용체다. 7개의 막관통 부위를 가지며 내재성 단백질이다. O  
 ㄴ. (나) 수용체가 활성화되면 PLC $\gamma$ 를 활성화하고, 이후  $Ca^{2+}$  농도가 증가하는 경로를 거친다. O  
 ㄷ. 인슐린 수용체는 티로신 인산화효소 수용체에 해당한다. 따라서 (나)와 동일한 상과에 속한다. X

\* 인슐린 수용체의 신호 전달(티로신 카이네이스 수용체)



34.

- ㄱ. 스트레스 상황에서는 TSH의 분비가 감소하므로 갑상샘 호르몬의 분비도 같이 감소한다. X  
 ㄴ. 코티솔은 주로 장기간의 스트레스 상황에서 많이 분비되며 포도당, 아미노산, 지방산의 혈중 농도를 높일 수 있다. O  
 ㄷ. 에피네프린과 노르에피네프린은 주로 단기간의 스트레스 상황에서 많이 분비되며, 격투-도주 반응을 위해 교감신경계의 기능도 강화된다. O

당질 코르티코이드(코르티솔)

- 스트레스 상황에서 양분들을 여러 조직들에 적당히 분배함
  - 여러 조직들의 글리코겐 합성을 유도함
  - 간에서 아미노산을 동원해 포도당 신생합성을 해서 혈당을 높িয়ে 함
  - 뇌 이외의 조직들의 포도당 흡수를 억제해서 뇌의 포도당 공급을 원활히 함
  - 지방세포에서 지방 분해를 촉진함
    - 뇌 이외의 조직들이 분해된 지방을 에너지원으로 사용하게 함
  - 근육의 단백질 분해를 촉진해서 혈중 아미노산 농도를 높임
    - 혈중 아미노산은 포도당 신생합성, 다른 손상된 조직의 재생 등에 이용됨
- 뼈의 성장과 형성을 억제
- 염증이나 알레르기 시, 면역 억제 기능을 함

스트레스에 대한 저항성을 얻는데 필요한 대사 연료와 빌딩 블록 제공

당 ↑(포도당 신생을 자극하고 포도당 흡수를 억제)  
 혈중 아미노산 ↓(단백질 분해를 자극)  
 혈중 지방산 ↑(지방 분해를 촉진)

— 급격한 스트레스 시 분비되어 몸 전체의 대사를 촉진함  
 → 간에서 글리코겐 분해와 포도당 신생합성, 근육에서 글리코겐 분해와 해당과정을 촉진함  
 → 인슐린 분비를 억제하고, 글루카곤 분비를 촉진해서 혈당을 높임  
 → 지방 분해를 촉진해서 혈중 지방산의 농도를 높임

— 관상동맥과 골격근 소동맥을 이완하고 기도를 확장하며, 소화 작용과 방광 수축을 억제함

장기 스트레스      유아의 경우 추위

↓

시상하부

↓

TRH

↓

뇌하수체 전엽

↓

TSH

↓

갑상선

↓

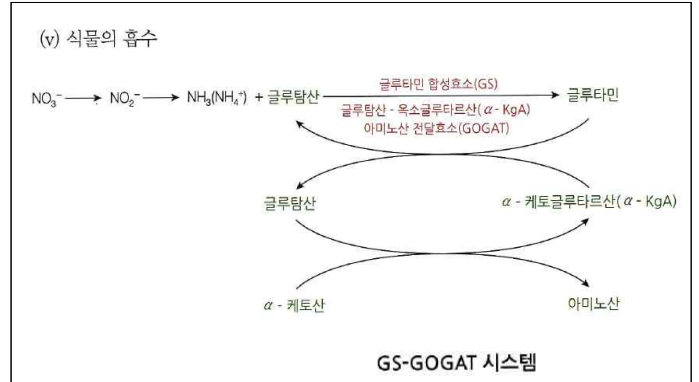
갑상선 호르몬 (T<sub>3</sub>와 T<sub>4</sub>)

↓

대사율과 열 발생 ↑  
 성장과 CNS 발달  
 교감신경 활성 증진

	혈당량	탄수화물 대사	지질 분해 (지방 세포)	단백질 대사 (근육)	특징
성장호르몬	↑	글리코겐 분해 ↑, 신생합성 ↑, 근육의 포도당 흡수 ↓	↑	단백질 합성 ↑, 혈중 아미노산 ↓	뇌가 포도당을 쓸 수 있도록 근육의 포도당 이용 억제. 대신 근육은 지방산을 에너지원으로, 아미노산을 성장 글루코스로 이용.
티록신	X	해당과정 ↑	↑	단백질 합성 ↑	다양한 물질들을 소모해 기초 대사율을 높임. 성장기에 기초 대사율이 높아지기 때문에 단백질 합성도 함께 촉진됨.
코르티솔	↑	글리코겐 합성 ↓, 신생합성 ↑(아미노산 동원), 뇌 이외의 조직에서 포도당 흡수 ↓	↑	단백질 합성 ↓	장기 스트레스 시 포도당을 소모하기보다 각 세포들에 비축함. 대신 근육의 단백질을 분해해 동원된 아미노산들을 간에서 신생합성해서 뇌에 포도당으로 제공.
에피네프린	↑	글리코겐 분해 ↑, 신생합성 ↑	↑	X	단기 스트레스 시 작용. 싸우다 도망갈 때 모든 양분들을 근육이 사용할 수 있도록 해줌.
인슐린	↓	글리코겐 합성 ↑, 해당과정 ↑ (간에서 중성지방으로 전환), 근육의 포도당 흡수 ↑	↓	단백질 합성 ↑	양분들을 세포 내에 저장하도록 함.
글루카곤	↑	글리코겐 분해 ↑(간), 신생합성 ↑(간)	↑	X	인슐린과 길항 작용을 함. 포도당과 아미노산에 대해 간에만 작용. 지방세포가 지방산을 유리하도록 함.

37.



38.

대분류		특징													
미생동물(영계)		고리매만 척삭 존재, 성장 후 사라짐													
두세포동물(참고기)		척삭 존재(뇌 발달), 척추는 없음													
소분류	특징	골격	사지	알막	수정방법		난생	태생	호흡방법		체온조절		신장	후신	심장구조
					계	체내			아가미	폐	외온	내온			
척수동물	원구류(장어)	연골 수준의 척추 (불완전 두개골), 척색 존재			0	0			0	0	0	0			1심방 1심실
	어류				0	0			0	0			0		1심방 1심실
	양서류	척추 존재, 척색 퇴화, 턱 발달	0	0	0	0			0	0	0	0		0	2심방 1심실
	파충류	양으로 된 부속지, 폐가 있음	0	0	0	0				0	0			0	2심방 불완전 2심실
	조류		0	0	0	0				0	0	0		0	2심방 2심실
	포유류		0	0	0	0		0(경, 털)		0		0		0	

단, 원구류 중 먹장어는 척추가 퇴화됨.  
 어류 중 연골어류(상어, 가오리)는 폐가 퇴화됨.

39.

양치류		체세포		형성총											
나자식물	목본류	체세포	형질관	0	출기 단면	부리 단면	부리	잎	기공	꽃잎 수	꽃가루	씨 양분	떡잎 수		
피자 식물	외떡잎	초본류	체관요소	x	수 x	수 0	수 근계	나관피벽, 담조	아관피벽, 평행	3의 배수	1개	배젖	1개		
	쌍떡잎	목본 + 초본류	체관요소 + 물관요소	0	수 0	수 x	주근계	그물벽, 평행	평행단열, 수직	4-5 배수	3개	떡잎	2개		