

1.

배율	보이는 길이	보이는 면적
100 배	L	S
200 배	$\frac{1}{2}$ L	$\frac{1}{4}$ S

2.

※ Ras, Rab, Ran, Rho, Rac

small G-protein family

→ 모두 GTPase 활성이 있음

3.

비타민 A

- 시각 성립에 관여, 결핍 시 야맹증에 걸림

β-카로틴

→

비타민 A₁(레티놀)

→

cis-레티날(시각 색소)

→

trans-레티날

알코올이 알데히드로 산화됨

가시광선

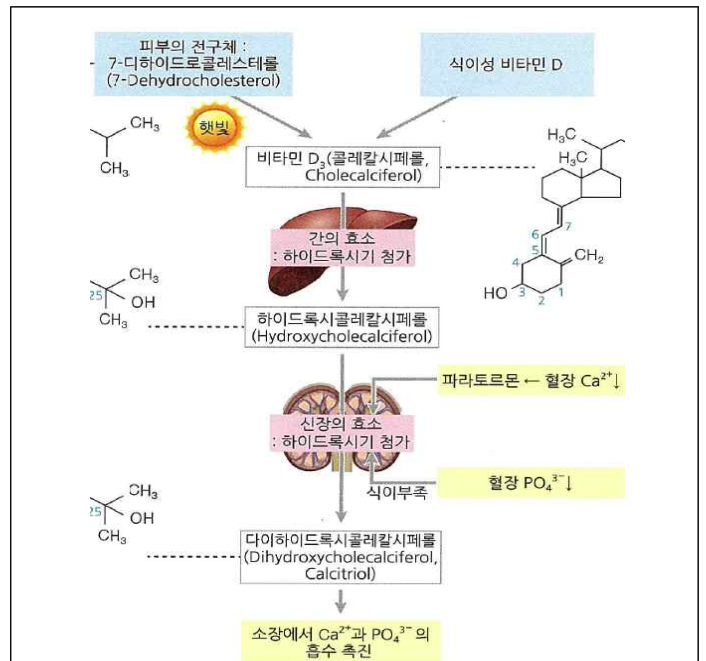
알데히드가 산화됨

호르몬 신호가 상피세포로 전달됨

신경세포 신호가 뇌로 전달됨

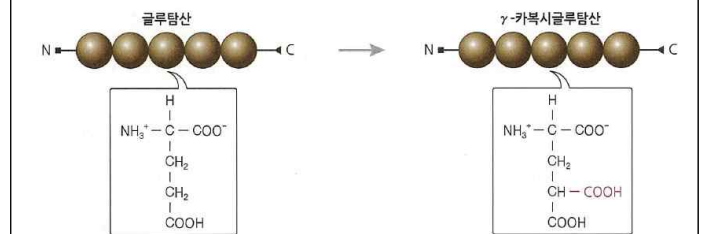
비타민 D

- 콜레스테롤 유도체로 소장에서 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 흡수에 관여, 결핍 시 구루병에 걸림
- 식이를 통해 또는 피부의 광화학 반응을 통해 얻어진 후, 간과 신장에서 차례로 활성화 과정을 거침



비타민 K

- 인자 VII, IX, X, 프로트롬빈 등의 혈액 응고 인자들 내 글루탐산을 γ -카르복시 글루탐산으로 변형하는데 관여
- 식품 섭취를 통해서 또는 장내 기생 세균이 합성한 것을 얻음
 - 영아는 장내 세균이 적어 비타민 K 공급 부족으로 혈액 응고가 잘 안되기도 함



와파린(Warfarin)

- 비타민 K의 유사체로 항응고 기능을 함

4.

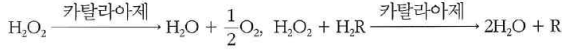
- ATP로부터 cAMP의 생성을 매개하는 단백질은 아데닐산 고리화효소(Adenyl cyclase)이다. 아데닐산 고리화효소는 막에 고정되어 있는 막단백질이다. O
- H_2O_2 를 H_2O 로 분해하는 단백질은 카탈레이스(catalase)이다. 카탈레이스는 퍼옥시좀 등에 존재한다. 퍼옥시좀에 존재하는 단백질들은 세포질에서 자유티소에 의해 합성되며 조면소포체와 골지체를 거치지 않는다. X
- 지방세포에서 포도당 수송체로 작용하는 단백질은 GLUT4 등이 있으며, 이러한 포도당 수송체의 합성을 촉진하는 단백질은 인슐린이다. 인슐린은 이자의 β -세포에서 분비되는 분비단백질이다. O
- 세포 내로 섭취한 물질들의 당 결합을 파괴하는 단백질은 글리코시다아제(glycosidase)이며, 주어진 정보만으로 상세하게 특정하기는 어렵다. 글리코시다아제는 리소좀에 존재한다. O
- Na^+ 의 농도구배에 역행하여 Na^+ 을 세포 밖으로 배출하는 단백질은 Na^+ 의 능동수송체이다. ATP를 소모하는 직접적인 능동수송체(예를 들어 Na^+-K^+ pump)일 수도 있고, 다른 물질의 농도기울기를 활용하는 2차 능동수송체일 수도 있다. 이러한 수송체들은 모두 막단백질이다. O

5.

- 아래의 반응을 하는 많은 효소들이 있어서 다양한 기능을 수행함



- 카탈라아제(Catalase)를 지님
 - 퍼옥시좀의 지방산 β -산화 시 H_2O_2 가 생김 $\rightarrow H_2O_2$ 를 해독
 - 메탄올, 에탄올, 포름산, 포름알데히드, 아질산, 페놀 등 다양한 독성 물질들을 해독



- 일부는 조면소포체에서 새로 생기고, 대부분은 기존에 있던 퍼옥시좀이 분열해서 생김
 - 자유 리보솜에서 합성된 단백질들이 직접 퍼옥시좀으로 들어가서 쓰임

글리옥시좀(Glyoxysome)

- 식물의 종자 발아 시 관찰됨 \rightarrow 올레오솜 근처에 위치
 - 올레오솜에서 이동한 지방산을 글리옥실산 회로(Glyoxylate cycle)를 통해 당으로 전환
 - \rightarrow 잎이 생겨 광합성으로 직접 포도당을 만들기 전까지 당을 공급함
 - 식물이 광합성을 하면 글리옥시좀은 퍼옥시좀으로 바뀌어 엽록체 근처로 이동함

핵

- 폴리펩티드 중간에 아르기닌, 리신이 포함된 4~8개의 아미노산으로 이루어진 NLS(Nuclear localization signal)가 있음
 - N 말단 신호서열과 다르게 폴리펩티드가 핵으로 들어갈 때 절단되지 않음
- 폴리펩티드가 세포질에서 번역될 때 3차 구조로 접힘

미토콘드리아 - 기질(Matrix) 수송

- 폴리펩티드의 N 말단에 기질-신호서열(Matrix-targeting sequence)이 있음
- 세포질에서 폴리펩티드가 합성될 때, 세포질 Hsc70이 폴리펩티드에 붙어서 3차 구조로 접히지 못하게 함
- 기질에서 N 말단 신호서열이 절단됨
- 완전히 기질로 들어간 폴리펩티드에 사페로닌이 결합해서 폴리펩티드가 정상적인 3차 구조로 접히게 함

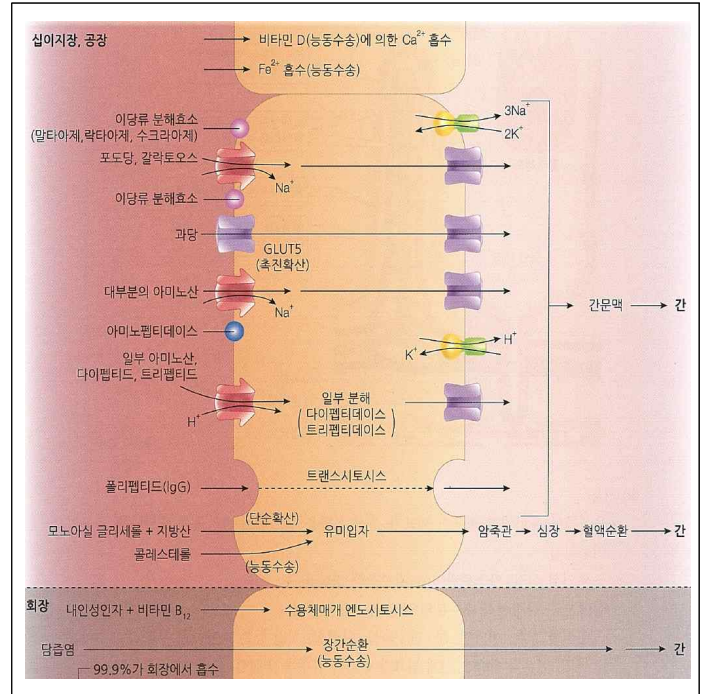
엽록체 - 틸라코이드 내강 수송

- 폴리펩티드의 N 말단에 스트로마-신호서열(Stromal-import sequence)과 틸라코이드-신호서열(Thylakoid-targeting sequence)이 연속적으로 있음
- 세포질에서 합성된 폴리펩티드가 엽록체의 스트로마로 들어갈 때 스트로마-신호서열이 잘림
- 스트로마에서 틸라코이드 내강으로 들어갈 때 다시 틸라코이드-신호서열이 잘림

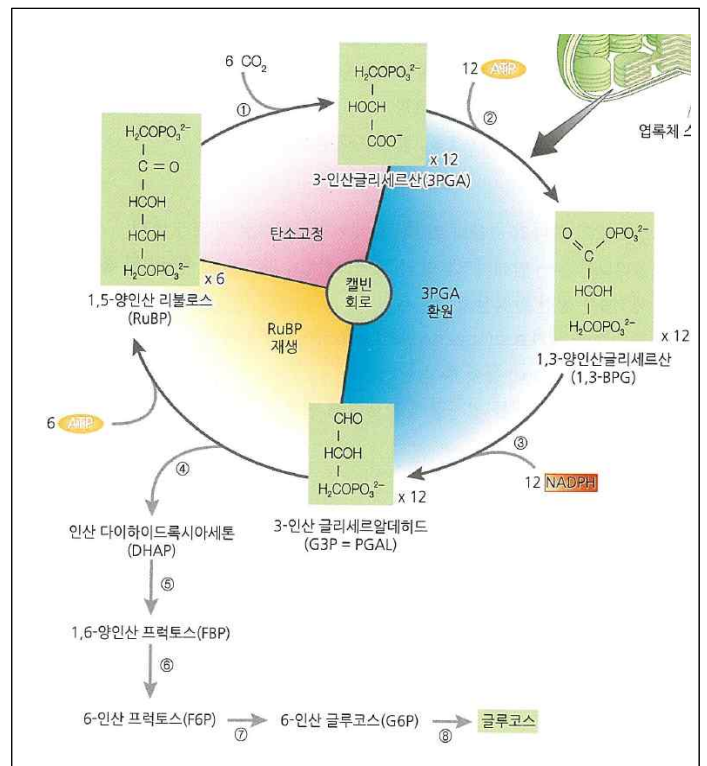
퍼옥시좀

- 보통 폴리펩티드의 C 말단에 세린-리신-류신 신호서열이 있음
 - 퍼옥시좀 내로 들어가도 신호서열이 잘리지 않음
- 미토콘드리아, 엽록체로 수송될 때와 다르게 폴리펩티드가 세포질에서 번역될 때 3차 구조로 접힌 뒤 퍼옥시좀 내로 들어감

6.



7.



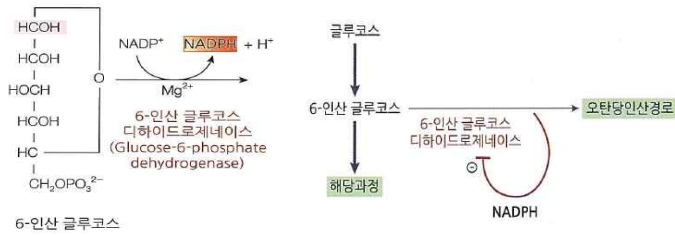
8.

오탄당 인산 경로(Pentose-phosphate pathway, PPP)

- 육탄당인 포도당으로 뉴클레오타이드의 재료인 오탄당을 만들
- NADPH 획득
 - 여러 동화 과정에서 물질 환원 시 보조인자로 필요함
 - 시토크롬 P-450, 글루타티온(Glutathione) 등이 해독 과정을 할 때 필요함

산화적 PPP

- 동물세포의 세포질에서 포도당으로 5-인산 리보오스(핵산 합성에 필요)와 NADPH(동화, 해독에 필요)를 합성하는 경로



6-인산 글루코스 디하이드로제네이스: NADPH가 음성 알로스테릭 조절을 함

→ 6-인산 글루코스가 해당과정을 진행할지, 오탄당 인산 경로를 진행할지 결정됨

6-인산 글루코스 디하이드로제네이스 결핍증

- 이 효소가 결핍된 사람들은 적혈구를 비롯한 여러 세포들에서 NADPH 합성이 줄어들
 - H₂O₂ 등의 해독이 안 됨
 - 활성 산소들이 단백질, DNA 등을 산화하고 적혈구 세포막을 파괴해 빈혈을 일으킨
- 말라리아 기생충(*Plasmodium falciparum*)은 산화적 스트레스에 매우 민감함
 - 기생충이 6-인산 글루코스 디하이드로제네이스가 결핍된 사람들에 감염할 경우, 적혈구에 생긴 활성 산소 때문에 죽게 됨
 - 이 사람들은 말라리아에 대한 저항성을 갖기 때문에, 말라리아 유행 지역에서 자연 선택을 받음

9.

경쟁적 저해(Competitive inhibition)

- 저해제가 기질과 비슷한 구조를 지님
- 기질과 저해제가 효소의 기질 결합 부위에 대해 서로 경쟁적으로 결합함
- [ES] 복합체 형성이 잘 안 됨 → $K_M \uparrow$, k_{cat} 변화 없음, $\frac{k_{cat}}{K_M} \downarrow$
- 기질 농도를 높이면 저해제의 저해 효과를 극복할 수 있음

비경쟁적 저해(Noncompetitive inhibition)

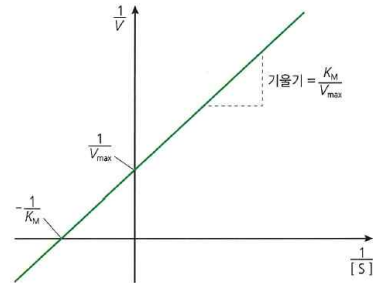
- 저해제가 [E] 또는 [ES] 복합체의 기질 결합 부위 이외의 다른 자리에 결합
- [ES] 복합체 형성에는 문제 없음 → K_M 변화 없음, $k_{cat} \downarrow$, $\frac{k_{cat}}{K_M} \downarrow$

해당과정 단계를 보면 대부분 효소의 보조인자로 Mg²⁺가 적혀 있음(이론서 참조)

라인위버-버크 이중 역수 그래프(Lineweaver-Burk double reciprocal plot)

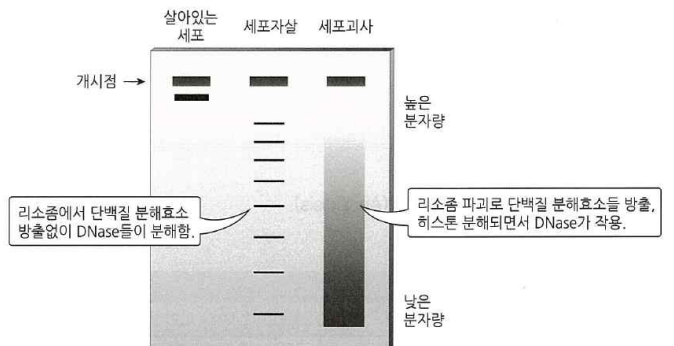
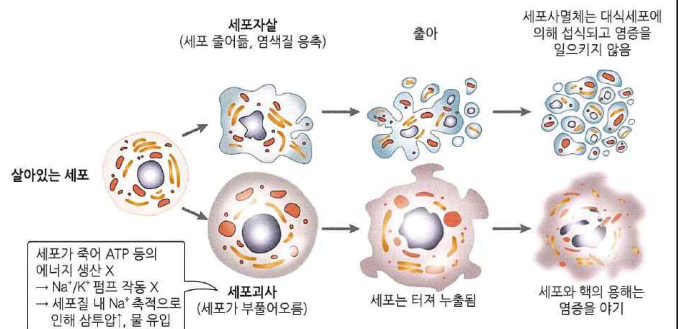
- 미하엘리스-멘텐 식의 역수를 취해 그래프를 그리면 K_M 과 V_{max} 를 더 쉽게 구할 수 있음

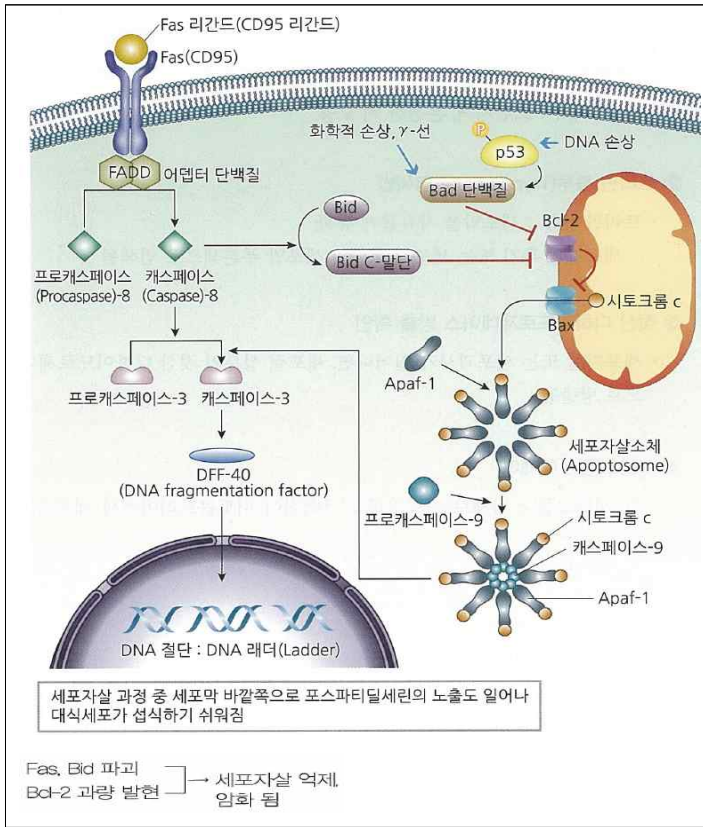
$$\frac{1}{V} = -\frac{K_M}{V_{max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}}$$



10.

	세포괴사	세포자살
자극	물리적 자극(상처)	유전적 신호(단백질 활성화, 전사와 번역 유발)
세포구조	소기관, 세포막 파괴	염색질 응축, 세포막 파괴없이 기포화
미토콘드리아	팽창	거의 변화 없음
포스파티딜 세린	변화 없음	세포 표면 노출
DNA 파손	무작위적	규칙적(Ladder 형성)
ATP 소모	x	o
세포운영	식세포 유입, 섭취	주변 (식)세포 섭취, 재활용
염증반응	o	x





11.

개시 tRNA에 연결된 아미노산이 N-포름메티오닌인 것은 세균이다. 고세균과 진핵생물은 개시 tRNA에 연결되는 아미노산이 메티오닌이다. 따라서 A는 세균, ㉠은 메티오닌이다. 리보솜 크기가 80S인 것은 진핵생물이다. 세균과 고세균은 70S 리보솜을 갖는다. 따라서 B는 고세균, C는 진핵생물이다. 펩티도글리칸은 세균에서 주로 관찰된다. 고세균에는 슈도펩티도글리칸이 주로 존재한다. 진핵생물에는 펩티도글리칸 종류의 물질이 없다. 세균은 클로람페니콜에 대해 감수성이 있으나 고세균이나 진핵생물은 감수성이 없다. 비슷한 경우에는 테트라사이클린, 스트렙토마이신 등이 세균에 감수성을 보이고 고세균과 진핵생물에 감수성을 보이지 않는다. 미토콘드리아 등 내부공생으로 형성된 것으로 추정되는 세포소기관은 진핵생물에서만 발견된다.

① A는 세균이다. 한 종류의 RNA 중합효소를 갖는다. X
② B는 고세균이다. 오페론에 배열된 유전자가 존재한다. O
③ C는 진핵생물이다. 클로람페니콜은 세균의 단백질 합성만을 저해할 수 있다. 표를 참고하여도 C는 클로람페니콜 감수성이 없다고 제시되어 있다. X
④ C는 진핵생물이다. 80S 리보솜을 구성하는 작은 소단위체 리보솜(40S)에는 18S rRNA가 존재한다. 16S rRNA는 70S 리보솜의 작은 소단위체 리보솜(30S)에 존재한다. X
⑤ ㉠은 메티오닌이다. X

12.

<p>5'-모자</p> <ul style="list-style-type: none"> 전사 개시 직후 모자 형성 효소들이 RNA 합성효소 II의 CTD (C-terminal domain)에 붙어서 합성함 RNA 말단 포스파테이스가 5' 말단의 인산 한 개를 제거함 구아닐 전달효소가 GTP에서 PP_i를 떼고 GMP를 만들어 5' 말단에 연결함 메틸기 전달효소가 구아닌의 7-N을 메틸화 함 <p>mRNA가 분해되지 않게 안정화 함 mRNA가 핵에서 세포질로 나가는 것을 조절함 40S 리보솜 소단위체의 결합 자리를 제공해서 번역 개시를 도와줌</p>	<p>7-메틸구아노신</p> <p>RNA 가닥의 5' 말단</p>
--	--------------------------------------

14.

<p>(+) 글루코스, (-) 락토오스</p> <ul style="list-style-type: none"> i 유전자에서 억제자(Repressor) 단백질이 합성되어 작동자(Operator) 서열에 결합함 → RNA 합성효소가 프로모터에 결합하는 것을 방해해서 Lac 오페론의 구조 유전자들의 전사를 억제함 <p>(+) 글루코스, (+) 락토오스</p> <ul style="list-style-type: none"> 소량의 락토오스가 세포질로 흡수돼서 알로락토오스로 대사됨 → 유도자(Inducer): 알로락토오스와 억제자가 결합하면, 억제자는 작동자 서열에서 떨어져나감 대장균은 포도당을 가장 선호하기 때문에, Lac 오페론이 활발히 전사되지 않음 <p>(-) 글루코스, (+) 락토오스</p> <ul style="list-style-type: none"> 포도당이 고갈되면 세포질에 cAMP 농도가 높아지면서 cAMP + CAP(Catabolite gene activator protein) 복합체가 생겨 프로모터 앞의 결합 서열에 붙음 → RNA 합성효소의 전사 활성을 높여서 Lac 오페론의 구조 유전자들이 활발히 전사됨
--

16.

<p>레트로바이러스 벡터</p> <ul style="list-style-type: none"> 핵산 양 끝의 LTR 서열만 남기고 중간에 항생제 내성 유전자와 외래 유전자를 삽입해서 바이러스 입자를 조립함 활발히 분열하는 표적세포를 체내에서 꺼낸 후 바이러스를 감염함 표적세포들을 항생제가 들어 있는 배지에 키워서 벡터가 염색체에 삽입된 세포만 선별함 세포들을 충분히 증식한 뒤 다시 체내에 주입해서 외래 유전자가 지속적으로 발현되게 함 	<p>장점 : 8 kb까지 큰 외래 유전자를 넣을 수 있고 감염율도 높음</p> <p>표적세포의 염색체에 외래 유전자가 끼어들기 때문에 지속적으로 발현이 유지됨</p> <p>단점 : 분열하는 세포만 감염할 수 있음</p> <p>표적세포의 염색체에 무작위로 끼어들기 때문에 돌연변이를 일으킬 위험이 있음</p>
--	--

17.

억제 돌연변이(Suppressor mutation)

복귀 (Reversion)

- 역 돌연변이(Back mutation) : 돌연변이가 일어났던 염기에 다시 돌연변이가 일어나서 원래 염기로 돌아옴
- 억제 돌연변이(Suppressor mutation) : 돌연변이가 일어났던 염기가 아닌 다른 염기에 돌연변이가 일어나서 정상으로 돌아옴

정상 → 돌연변이 → 비정상 → 돌연변이 → 정상 : 복귀 돌연변이주(Revertant)

넌센스 억제자(Nonsense suppressor)

- 어떤 유전자에 넌센스 돌연변이가 생겨서 세포에 치명적인 영향을 줌
- 특정 아미노산을 지정한 tRNA 유전자 일부에서 안티코돈을 이루는 서열에 돌연변이가 생겨 tRNA가 종결 코돈과 상보적으로 결합할 수 있게 됨
 - 넌센스 돌연변이가 생긴 유전자가 번역될 때 돌연변이가 생긴 tRNA가 종결 코돈에 아미노산을 삽입해서 일부 폴리펩티드가 조기 종결되지 않고 끝까지 합성돼서 세포가 죽지 않게 함

A mRNA: 5' AUG UAC UAG AAAA 3'

UAG STOP → 넌센스 돌연변이 : 세포에 치명적

동일한 tRNA 암호화 유전자가 염색체에 여러개 존재함:

tyr (anticodon: AUG) → UAC (codon) → Tyr

tyr (anticodon: AUG) → UAG (codon) → Tyr

tyr (anticodon: AUC) → UAG (codon) → Tyr

점 돌연변이 발생

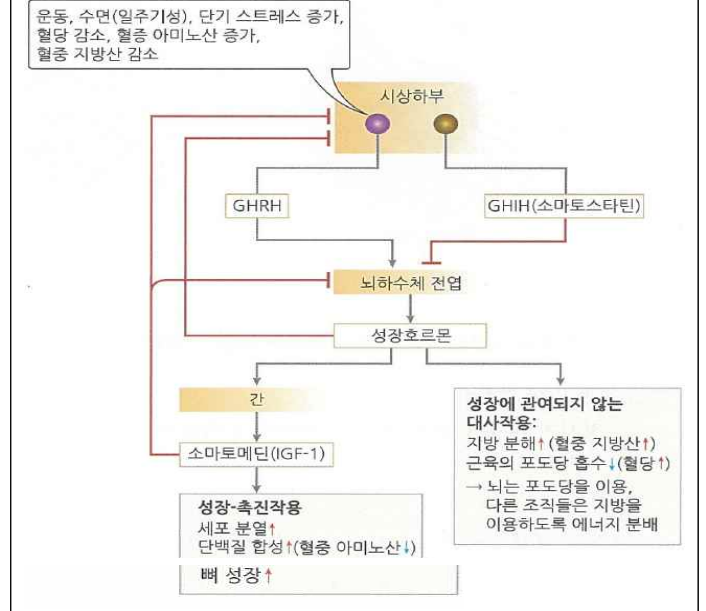
드물게 한 번씩 A mRNA의 'UAG' 돌연변이 서열에 정상 '티로신'을 삽입해서 세포가 살 수 있도록 회복됨

18.

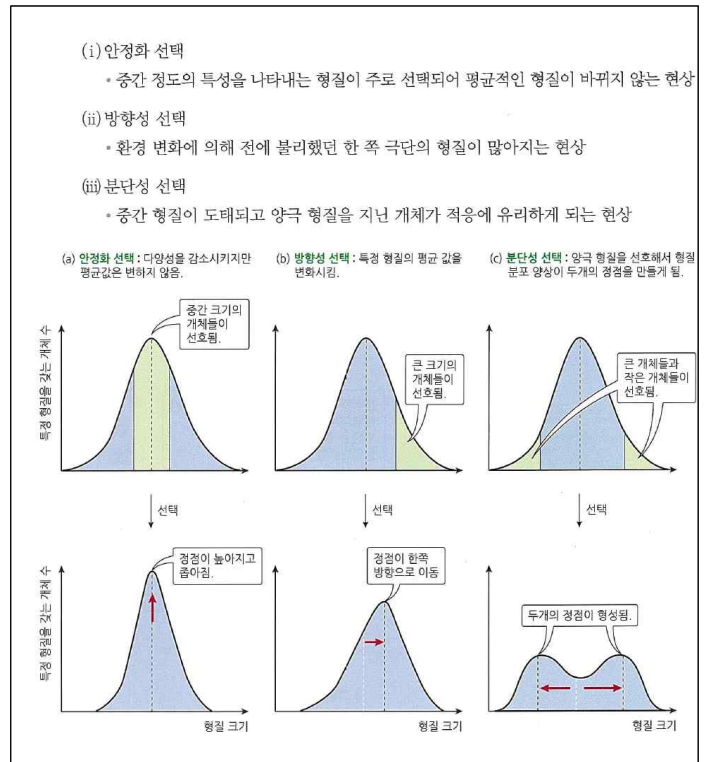
γ. 뇌하수체 전엽으로 분비되는 시상하부 호르몬은 시상하부-뇌하수체 문맥계를 이용한다. O

ㄴ. 소마토스타틴(성장호르몬 분비억제호르몬, GHIH)은 시상하부 호르몬의 일종으로 문제에서 주어진 표현에 따르면 B가 아니라 A에 해당하는 호르몬이다. 또한 GHIH는 B의 일종인 성장호르몬(GH)의 분비를 촉진하는 것이 아니라 억제한다. X

ㄷ. 성장호르몬의 자극을 받은 표적세포에서는 IGF-1의 분비가 유도될 수 있다. IGF-1은 시상하부에서 GHIH가 분비되는 것을 촉진하고, 뇌하수체 전엽에 대해서는 성장호르몬 분비촉진호르몬(GHRH)의 작용을 억제함으로써 음성피드백에 관여할 수 있다. O



19.



21.

- ① 활동전위 값이 크더라도 전압의존성 Na^+ 채널이 밀집되어 있지 못하면 활동전위가 발생하지 못한다. X
- ② 수상돌기와 세포체에는 전압의존성 Na^+ 채널이 적게 분포하여 활동전위가 발생하지 못한다. O
- ③ 수상돌기와 세포체뿐만 아니라 축삭돌기에서도 투과성이 높은 K^+ 채널은 많이 분포한다. 그럼에도 불구하고 축삭돌기에서는 활동전위가 형성되므로 이것이 직접적인 원인은 아니다. X
- ④ 리간드의존성 양이온채널이 많이 분포하는 것과 활동전위의 형성이 이루어지지 않는 것은 큰 관련성이 없다. X
- ⑤ 각 수상돌기에서 발생한 활동전위가 이동하다가 축삭돌기 부근에서야 통합되는 것이 아니다. 활동전위가 모이더라도 전압의존성 Na^+ 채널이 부족하면 활동전위가 형성되지 못한다. X

22.

막성 뼈발생(Intramembranous ossification) - 두개골, 아래턱, 빗장뼈 등

- 간중세포들이 둥쳐서 연골화 과정 없이 곧바로 골아세포로 분화된
- 골아세포가 주변에 단단한 뼈기질을 분비하다가 뼈기질에 완전히 둘러싸이면 뼈세포가 됨

연골 내골화(Endochondral ossification) - 사지뼈와 같은 긴 뼈들

골수

(i) 황색골수

- 어린이의 모든 뼈는 적색골수로 채워져 있지만, 성인이 되면서 긴 뼈 중심부는 지방 조직인 황색골수로 대체됨
- 일부 백혈구 세포들을 생산할 수 있음

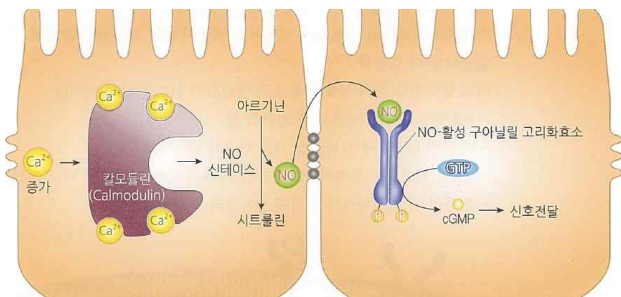
(ii) 적색골수

- 긴 뼈와 짧은 뼈의 해면뼈 부분, 납작한 뼈 등에 존재함
- 조혈모세포(Hematopoietic stem cell)가 있어서 백혈구, 적혈구, 혈소판을 생산할 수 있음

23.

NO-활성 구아닐릴 고리화효소(NO-activated guanylyl cyclase)

- 인접한 세포의 세포질 내에 증가한 Ca^{2+} 이 칼모듈린 단백질과 복합체를 형성함
- Ca^{2+} -칼모듈린 복합체와 결합한 NO 신테이스가 아르기닌을 시트룰린으로 바꾸면서 NO 가스를 만들
- NO 가스가 세포막을 단순확산 해서 옆 세포로 퍼짐
- NO 가스가 세포질의 NO-활성 구아닐릴 고리화효소(수용체 도메인에 헴 기가 있음)와 결합해서 신호 전달 경로를 활성화 함
- 소동맥 평활근 확장, 장기 기억, 심장의 수축력 감소, 발기(비아그라 : cGMP PDE의 저해제로 세포질 내 cGMP 농도를 높게 유지함) 등에 관여함



혈관 내피세포에서, 아르기닌의 분해과정에서 형성되는 A는 NO이다. NO는 주변의 평활근으로 이동하여 구아닐산고리화효소를 활성화한다. 이로 인해 평활근에서 cGMP가 생성된다. 평활근의 cGMP는 평활근 세포막에 존재하는 K^+ 통로를 활성화하여 K^+ 유출을 유도한다. 해당 평활근은 과분극 되고, 결국 이완된다. 평활근의 이완은 주변 혈관을 확장시키는 효과까지 이어진다. 이 때 내피세포에서 생성된 NO는 기체 상태이므로 주변으로 쉽게 확산될 수 있다.

ㄱ. 내피세포에서 생성된 NO는 평활근의 이완을 촉진한다. 평활근의 이완은 주변 혈관의 이완으로까지 이어진다. O

ㄴ. NO는 cGMP의 생성을 촉진한다. cGMP 분해가 촉진되는 것은 NO의 영향을 억제하는 효과로 이어질 것이다. 따라서 A의 작용 효과는 더 짧게 지속된다. X

ㄷ. A는 기체상태이므로 별도의 수송체 없이 단순확산된다. X

24.

심근세포의 특징

- 골격근 세포보다 크기가 작고, 세포 당 한 개의 핵을 지니고 있음
- 세포는 가지를 친 구조를 이루며, 세포들 사이에 간극연접으로 이루어진 개재관이 발달되어 있음
- 골격근보다 T-소관이 잘 발달되어 있음
- 골격근보다 활동 소포체가 작기 때문에 흥분 시 Ca^{2+} 이 세포 밖에서도 유입됨
- 미토콘드리아가 전체 부피의 1/3을 차지하고, 산소 요구량이 높아서 미오글로빈이 풍부함
- 대동맥에서 직접 분지된 관상동맥을 통해 산소를 공급 받음

심근 수축세포

- 자동 조율세포에서 전도된 자극이 전압 개폐성 Na^+ 채널을 열어서 빠르게 막전위가 상승함
- T-형 전압 개폐성 K^+ 채널이 열려서 재분극이 시작됨
- L-형 전압 개폐성 Ca^{2+} 채널과 일부 전압 개폐성 K^+ 채널이 함께 열려서 막전위가 유지되는 고평부가 생김
- 이 때 세포질로 유입된 Ca^{2+} 이 트로포닌과 결합해서 근수축이 일어남
- 전압 개폐성 Ca^{2+} 채널이 먼저 닫히고, 전압 개폐성 K^+ 채널들의 투과도가 증가하면서 재분극이 일어남

심근 수축세포의 수축과 이완

- 심근 세포들의 대부분을 차지함
- 활동전위가 수축세포로 전도되면 T-소관을 따라 퍼져서 전압 개폐성 Ca^{2+} 채널이 열림
- Ca^{2+} 이 세포질로 유입되면 근소포체의 리아노딘 수용체를 열어서 더 많은 Ca^{2+} 이 세포질로 방출됨
- Ca^{2+} 이 트로포닌과 결합해서 골격근과 똑같은 과정으로 근수축을 일으킴
- 근소포체의 Ca^{2+} 펌프와 세포막의 $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ 역방향 수송체가 세포질로부터 Ca^{2+} 을 회수해서 근이완이 일어남

심근에서 나타나는 활동전위와 근육 수축, 그리고 활동전위의 발생 기작에 대한 자료가 주어져 있다. 심근의 활동전위에는 정전기(plateau, 고평부 상태 혹은 고평위 상태)라는 독특한 구간이 존재한다. K^+ 통로의 열림이 늦추어져 재분극이 지연되는 구간이며, Ca^{2+} 의존성 Ca^{2+} 방출 기작에 의해 심근 세포 내부로 Ca^{2+} 이 지속적으로 유입되기 때문에 나타나는 구간이다.

탈분극은 조율기세포나 주변 심근세포로부터 전달받은 자극에 의해 시작된다. 탈분극에 의해 심근 세포막에 존재하는 Ca^{2+} 통로가 활성화되면, Ca^{2+} 이 근소포체의 또 다른 Ca^{2+} 통로를 활성화하여 Ca^{2+} 의 지속적인 유입이 일어나도록 돕는다.

ㄱ. Ca^{2+} 의존성 Ca^{2+} 방출에 의해 Ca^{2+} 유입이 지속되며, K^+ 의 막투과성이 낮아 유출이 지연되므로 활동전위의 정체가 나타난다. O

ㄴ. 심근의 활동전위는 신경전달물질이 아니라 전기적 자극이 간극연접으로 직접 전달되어 시작된다. X

ㄷ. A는 전압의존성 Ca^{2+} 채널이며, 이를 통해 들어온 Ca^{2+} 은 근소포체막의 Ca^{2+} 통로를 통해 Ca^{2+} 이 방출되는 것을 촉진한다. X

25.

성숙 B세포 : 표면에 온전한 항체가 IgM과 IgD 개별형 상태로 발현되어 있다.
IgM과 IgD는 RNA 스플라이싱 과정으로 다른 개별형을 갖게 된 것이다.

- ① 조혈모세포는 줄기세포가 맞다. O
 - ② IgM과 IgD는 똑같은 가변부 유전자로부터 형성되므로 항원특이성이 같다. X
 - ③ 조면소포체는 물질 분비가 활발한 세포에서 크게 발달한다. 형질세포인 (나)는 기억 B세포보다 활발하게 항체를 분비하고 있으므로 조면소포체도 더 발달되어 있을 것이다. O
 - ④ 성숙 B세포인 (가)가 형질세포인 (나)로 분화되는 과정은 항원을 제시받는 2차 림프기관에서 일어난다. O
- ※ 림프구의 생성과 성숙이 이루어지는 기관을 1차 림프기관(골수, 흉선)이라 한다.
림프구가 항원을 제시받는 주된 기관을 2차 림프기관(림프절 등)이라 한다.
- ⑤ 성숙 B세포는 주로 보조 T세포로부터 항원을 제시받으며, 또한 보조 T세포의 적절한 도움이 있어야 개별형 전환이 일어날 수 있다. O

26.

[현미경 관찰 결과]

- 40시간마다 한 번씩 분열하므로, 세포주기의 길이는 40시간이다.
- 항상 전체 세포의 5%는 M기에 있으므로, 전체 세포주기 중 M기가 차지하는 시간은 40시간의 5%인 2시간이다.

[DNA 양을 측정한 결과]

- 전체 세포의 50%는 2n의 DNA 양을 가지므로, 전체 세포주기 중 G₁기가 차지하는 시간은 40시간의 50%인 20시간이다.
- 전체 세포의 15%는 4n의 DNA 양을 가지므로, 전체 세포주기 중 G₂기와 M기가 차지하는 시간은 40시간의 15%인 6시간이다.
- 전체 세포의 35%는 2n과 4n 사이의 DNA 양을 가지므로, 전체 세포주기 중 S기가 차지하는 시간은 40시간의 35%인 14시간이다.

위의 자료들을 종합해보면 세포주기의 각 시기별 소요시간은 다음과 같다.

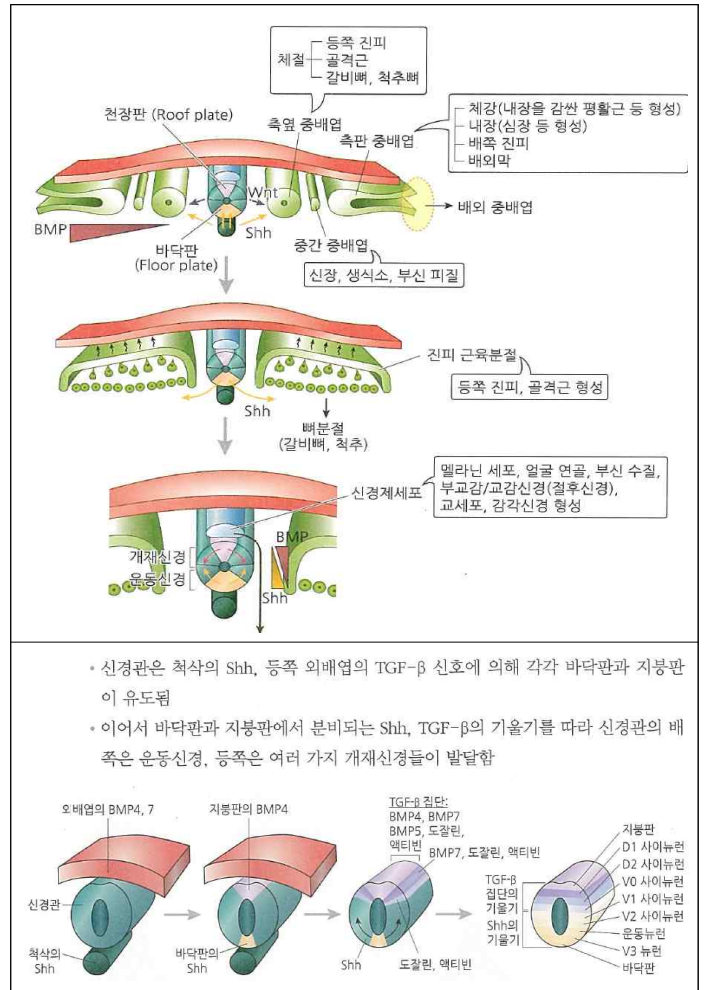
시기	G ₁	S	G ₂	M
소요시간(h)	20	14	4	2

- ㄱ. G₂기의 길이가 4시간으로, 전체 세포주기의 10%에 해당하는 시간을 차지한다. 따라서 G₂기에 있는 세포는 10%이다. X
- ㄴ. MPF 활성은 M기에 최대가 된다. O
- ㄷ. DNA 복제는 S기에 이루어지며, 14시간이 소요된다. X

27.

- ㄱ. 신경(콩팥)은 중간중배엽(A)에서 유래된다. O
- ㄴ. 순환계에 속하는 심장원기는 측판중배엽으로부터 유래된다. X
- ㄷ. 척삭중배엽에서 분비되는 shh단백질의 농도에 의해 신경관에서 운동뉴런의 형성 위치가 결정된다. O
- ㄹ. 중배엽의 형성은 상배엽 세포의 일부가 원조와 결절을 통해 이동하여 형성되며, 이러한 이동을 낭배운동이라 부른다. O

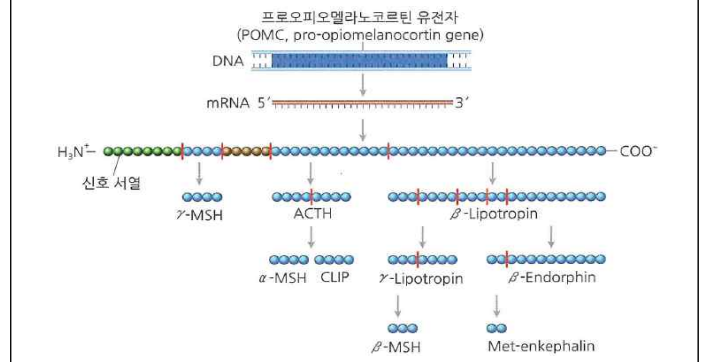
A : 중간 중배엽, B : 측엽 중배엽



28.

'한 개의 유전자 → 많은 호르몬들'

- 뇌하수체 전엽의 POMC(Pro-opiomelanocortin) 유전자
 - 한 개의 거대 폴리펩티드가 합성된 후, 단백질 분해효소에 의해 단계적인 분해가 일어나서 여러 가지 호르몬들이 됨



29.

난소의 여포 등에서 생산되는 에스트로겐은 생물학적 기능을 유지하는 여성호르몬이지만 유관(乳管) 세포의 증식을 촉진하는 효과가 있기 때문에 오랫동안 노출될 경우 유방암 발생의 위험도가 커진다.

타목시펜(tamoxifen)은 항암제로 사용되는 항에스트로겐 약물로 여성 호르몬인 에스트로겐 수용체에 결합한다.

herceptin은 사람 표피 성장인자 수용체-2(human epidermal growth factor receptor-2, HER-2) 양성 유방암 치료에 사용되는 약제로, 암세포 표면의 HER-2에 결합하여 암세포를 죽인다. 단일클론항제의 한 종류이며 trastuzumab이라고도 한다.

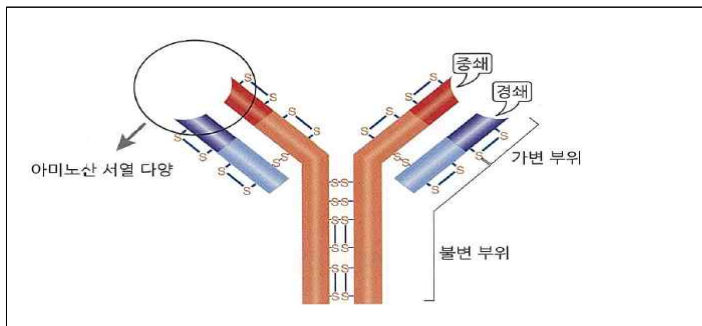
30.

기저핵(Basal nuclei)

- 대뇌 수질 속에 신경세포체가 밀집된 회백질 덩어리들
- 수의 운동 조절 : 대뇌 피질에서 시작된 운동 경로에 억제 신호를 줘서 불필요한 운동을 제거함
- 자세와 균형에 관련된 운동들을 조화하고 감속함

- 사람들 대부분은 좌반구에 언어 능력이 존재함(10세 이전에 좌반구에 손상이 생기면 언어 능력이 우반구로 옮겨질 수 있음)
 - 브로카 영역 : 주 운동 피질 바로 앞에 위치, 말하는 기능에 관여
 - 베르니케 영역 : 측두엽과 후두엽 경계에 위치, 언어 이해에 관여

32.



IgM

- 신생 B 세포의 세포막에 막관통형으로 발견됨, 1차 면역 반응 시 처음 분비되는 항체
- 분비형의 경우 오량체를 형성함(J사슬을 통해 이황화 결합을 함)
 - 오량체 구조 때문에 IgG보다 응집 반응, 바이러스 중화, 보체 활성화 등을 잘 함
 - 크기가 커서 잘 확산되지 못하고 태반을 통과할 수 없음
 - 소량은 점막 내강으로 분비될 수 있음

- 두 개의 경쇄 폴리펩티드와 두 개의 중쇄 폴리펩티드가 이황화 결합으로 연결된 구조
 - 불변부위 : 고정된 아미노산 서열로 이루어진 부분
 - 가변부위 : 중쇄, 경쇄 N-말단의 다양성이 높은 110여 개의 아미노산 서열 부분
 - CDR(Complementarity-determining region) : 가변부위 내에서 특히 다양성이 높은 부분
 - 중쇄와 경쇄에 각각 세 개의 CDR이 있음
 - 항원과 실제로 특이적 결합을 함

33.

자가 면역 질환의 종류

(i) 그레이브스 병

- 자가 항체가 갑상선의 TSH 수용체에 결합해서 과도한 티록신 분비를 일으킴

(ii) 하시모토 병

- T_H1 세포가 대식세포를 활성화해서 갑상선 세포를 파괴하고, 갑상선 단백질들에 대한 항체가 생겨 요오드 흡수를 방해해서 갑상선 기능 저하증을 일으킴

(iii) 제 1형 당뇨병

- T_C 세포가 활성화해서 이자 β 세포를 파괴하거나, T_H1 세포가 대식세포를 활성화해서 이자 β 세포를 파괴함

(iv) 류마티스성 관절염

- IgG의 Fc 부분과 결합하는 IgM이 생겨서 IgG-IgM 복합체가 되면, 연골 부위에 침착돼서 보체를 활성화 해 연골이 파괴됨

(v) 다발성 경화증

- 수초 단백질을 인식하는 T_H1 세포들이 신경 조직 근처의 대식세포들을 활성화해서 수초가 파괴됨. 신경 전도가 어려워지고, 시력 상실과 마비 등의 증세들이 나타남

(vi) 중증 근무력증

- 자가 항체가 아세틸콜린 수용체에 결합해서 리간드가 붙지 못하게 하고, 보체를 활성화해서 아세틸콜린 수용체를 가진 세포들을 파괴함
- 골격근 세포들은 점차 세포막에 아세틸콜린 수용체의 발현양이 감소해서 근육이 약해짐

(vii) 악성 빈혈

- 내인성 인자에 대한 자가 항체가 생겨서 비타민 B_{12} 의 흡수를 방해함

(viii) 용혈성 빈혈

- 페니실린 등의 약물이 비특이적으로 적혈구 표면에 흡착돼서 면역계가 적혈구를 파괴함

(ix) 사구체 신염

- 신장의 기저막에 면역 복합체가 침착돼서 신장이 파괴됨

(x) 루프스(Systemic lupus erythematosus)

- DNA와 항체가 면역 복합체를 이뤄서 관절염을 일으키거나 신장을 파괴함

34.

합텐-캐리어 효과(Hapten-carrier effect)

- 합텐 : 작거나 간단한 구조의 항원.
단독으로 투여하면 면역 반응을 일으키지 못함
- 캐리어 : 고분자의 운반 단백질. 합텐을 부착해서 투여하면 합텐 부분에 대한 면역 반응을 유도할 수 있음
- DNP(Dinitrophenol)는 저분자 물질이기 때문에 체 내에 주입해도 DNA에 대한 항체가 생기는 면역 반응이 일어나지 않지만, BSA나 BGG(Bovine gamma globulin) 등의 단백질에 부착해서 주입하면 DNP에 대한 항체의 분비를 유도할 수 있음

35.

여러 기관들의 유래 배엽

(i) 내배엽

- 소화관, 인두(입, 인두 일부, 직장 말단은 외배엽 유래)
- 소화관에 연결된 분비샘(간, 이자 포함)
- 중이 공간, 유스타키오관
- 폐 기관지 상피
- 방광, 요도
- 흉선
- 갑상선, 부갑상선

(ii) 중배엽

- 근육, 뼈
- 진피층
- 결합조직, 혈액
- 비노생식기
- 심장
- 비장

(iii) 외배엽

- 중추신경
- 수정체, 각막
- 피부상피세포
- 털, 땀샘
- 치아의 에나멜층
- 송과샘, 뇌하수체

36.

- 거의 모든 생물들이 호메오틱 유전자를 발현해 몸의 각 부위 정체성을 결정함
- 초파리의 호메오틱 유전자와 포유류의 *Hox*(homeotic complex) 유전자들에 많은 공통점 존재
 - 유전자마다 약 180염기의 호메오파스 DNA 서열이 있음
 - 호메오파스 DNA 부분이 나선 대 나선 구조의 호메오 도메인으로 번역됨
 - 몸의 앞뒤를 결정하는 순서대로 염색체 상에 차례로 배열되어 있음
 - 발생 중 배에서 앞쪽 구조를 형성하는 3' 쪽의 호메오틱 유전자부터 뒤쪽 구조를 형성하는 5' 쪽 유전자 순서로 차례로 발현됨
 - 한 체절에서 호메오틱 유전자들이 중복 발현될 경우, 일반적으로 더 뒤쪽 구조를 형성하는 호메오틱 유전자가 체절의 정체성을 결정함
- 포유류는 초파리와 달리 염색체 중복 현상이 일어나서 서로 다른 염색체들에 *Hoxa~Hoxd* 네 벌의 호메오틱 유전자 집단을 지니게 됨

37.

1차 천이(자생 천이) : 이전에 군집이 없었던 땅에서 군집이 발생하는 경우

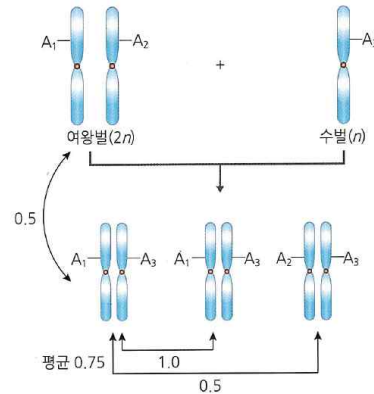
- (i) 진생 천이 : 암석 표면에 지의류가 개척자로 도입됨
나지 → 지의류 → 선태류 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)
- (ii) 습생 천이 : 습생식물이 습지에 유입됨
빈영양호 → 식물성 플랑크톤 → 부영양호 → 수생식물 → 습지 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)

2차 천이(타생 천이) : 파괴된 군집에서 다시 천이가 진행되는 경우로, 보통 초원에서부터 다시 천이가 진행됨

38.

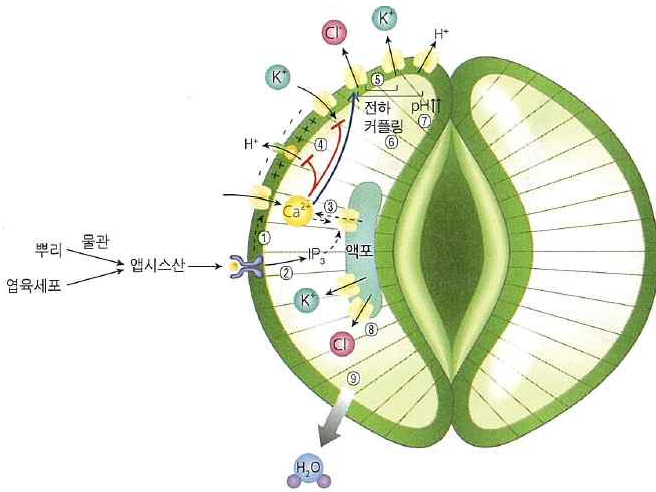
진사회성

- 벌, 개미 등은 한 세대보다 많은 개체가 함께 살고 어린 개체를 협동하여 돌보며, 생식을 하지 못하는 개체와 생식 가능한 특권 계급이 분리되어 있음
 - 암컷 개체들은 자식을 낳는 것보다 형제들을 도우며 살아가는 것을 선호함



40.

- 수분 부족 시 엽육세포나 뿌리에서 합성된 앱시스산(Abscissic acid, ABA)이 이동해서 공변세포의 세포막 수용체에 결합
- 세포 신호 전달을 통해 K^+ , Cl^- 등을 공변세포 밖으로 방출함 → 삼투압 감소
- 공변세포에서 물이 나가면서 기공이 닫힘



수분 결핍 시 주로 뿌리쪽에서 앱시스산이 생산된다. 생산된 앱시스산은 주로 물관을 통해 잎의 공변세포까지 수송된다. 앱시스산이 작용하면 세포질 내 Ca^{2+} 농도가 증가한다. 이때 Ca^{2+} 은 세포 외부에서 유입되는 것도 있고, 세포 내부의 액포에서 세포질로 방출되는 것도 있다.

Ca^{2+} 은 Cl^- 방출채널을 활성화하며, K^+ 유입채널을 억제한다. Cl^- 방출채널의 활성화에 의해 세포 외부로 Cl^- 가 빠져나가면, 탈분극이 발생하여 K^+ 방출채널을 활성화 한다.

ㄱ. 수분 결핍 시 뿌리에서 합성된 대부분의 앱시스산은 물관을 통해 공변세포로 이동한다. X
ㄴ. (A)에서 증가하는 Ca^{2+} 은 원형질막 외부에서 유입되는 것도 있고, 세포내 소기관인 액포로부터 방출되는 것도 있다. O

ㄷ. (B)에서 Cl^- 방출채널이 활성화되므로 Cl^- 가 공변세포 외부로 이동하고, 탈분극이 일어난다. X
ㄹ. (C)의 내향성 K^+ 채널은 억제되고, (D)의 외향성 K^+ 채널은 활성화된다. O