

1.

trans-불포화 지방산(트랜스 지방)

- 자연 상태에 소량 존재, 대부분은 식물성 기름에 수소화 공정을 진행하면서 생김
 - 식물성 기름은 산소와 반응하면 지독한 냄새가 나서 상품 가치가 떨어지고, 액체라서 운반과 저장에 어려움이 있음
 - 이를 개선하기 위해 상온에서 고체가 되도록 수소 첨가 반응을 진행하는 과정에서 생김
- 혈관에 쌓여 심혈관계 이상, 당뇨병, 암, 알레르기 등의 질환들을 유발한다고 생각됨

크기 : 유밀립자 > VLDL > LDL > HDL
밀도 : 유밀립자 < VLDL < LDL < HDL

샤페론(Molecular chaperone)

- 열충격(heat-shock) 시 세포 내 발현양이 증가하는 단백질로 처음 발견됨
- 직접 ATP를 소모하면서 다른 단백질들의 접합을 조절

Hsp(Heat-shock protein)

열충격을 받아 풀린 단백질 } Hsp가 붙어 단백질 내 소수성 R기들이 잘못
완전히 접히기 전에 막을 통과하는 } 뭉쳐 덩어리를 형성하지 않도록 해 줌
폴리펩티드

샤페로닌(Chaperonin)

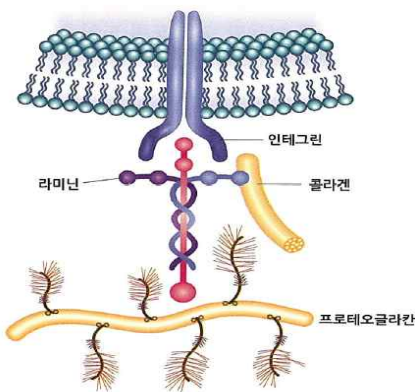
- 자발적으로 잘 접히지 못하는 단백질과 결합해 정상적인 구조로 접히도록 도와줌

PDI(Protein Disulfide Isomerase)

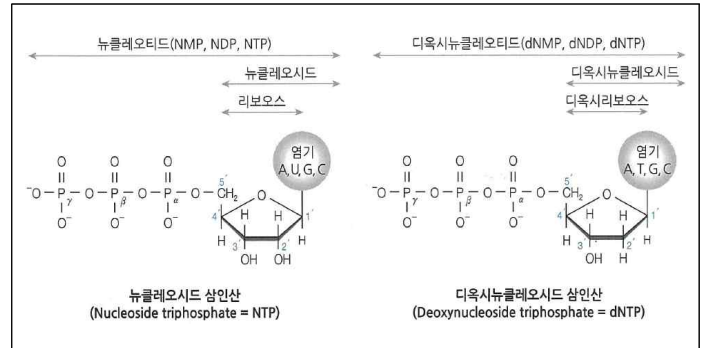
- 소포체 내에서 이황화 결합을 만들고 재배열해서 단백질이 정확한 구조로 접히도록 도와줌

라미닌(Laminin)

- 세포막의 인테그린(Integrin)과 세포외기질의 콜라겐, 프로테오글리칸 등 사이에 연결 구조를 형성



2.



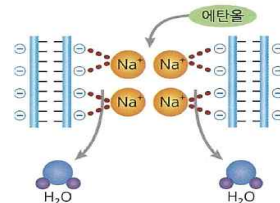
- 관구조의 염기들이 서로 평행하게 쌓여 소수성 결합을 형성해서 물 분자 등이 내부로 침투하기 어려움

- 퓨린, 피리미딘 → 260 nm의 빛을 잘 흡수
- 이중 가닥 DNA의 염기쌍들은 서로 평행하게 쌓여, 가장 자리의 염기들이 대부분의 빛을 흡수하고 가운데의 염기들은 빛을 흡수하지 못함
 - 가열 시 수소 결합이 파괴되어 외가닥으로 벌어질 때 염기들이 노출되어 흡광도가 증가함

T_m 값은 DNA 이중 가닥이 안정
할수록 더 높아진다.

- G/C ratio ↑ → T_m 값 ↑
- 중성 pH → T_m 값 ↑
- NaCl 농도 ↑ → T_m 값 ↑

- 유기용매인 알코올을 넣으면, 알코올이 DNA의 음전하와 염의 결합을 강화시킴
 - NaCl이 DNA 분자들 사이 인산의 반발력을 상쇄해, DNA들이 서로 뭉쳐 침전되게 함



- 삽입물질(Intercalating agent) : DNA 염기쌍 사이에 소수성 결합으로 끼어든 후 특정 파장의 빛을 쏘이면 흡광을 함
 - 아크리딘오렌지(Acridine Orange),
 - 브롬화 에티디움(Ethidium Bromide(EtBr)),
 - 프로피디움 요오드화물(Propidium Iodide),
 - 7-아미노악티노마이신(7-Aminoactinomycin) 등

- 핵산의 음전하를 이용한 염색 : 염기성 염색약이 DNA의 인산과 이온 결합을 함
 - 메틸렌블루, 아세트산카민, 헤마톡실린 등

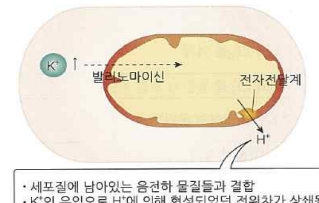
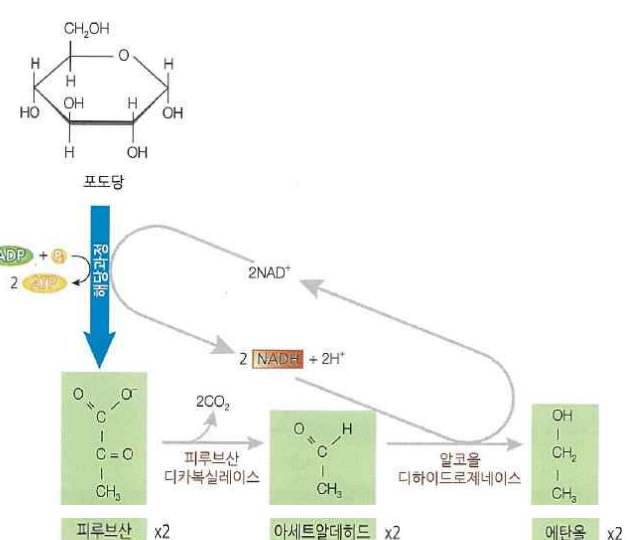
4.

| | 저해제 | 진정세균 | 진핵생물 | |
|----|-------------------------------------|------|------|---|
| 전사 | 리파마이신(Rifamycin) | O | X | $\alpha_2 \beta \beta'$ 에 결합해 전사 개시 저해 |
| | 액티노마이신 D(Actinomycin D) | O | O | DNA에 결합해 전사 진행 방해 |
| | α -아마니틴(α -Amanitin) | X | O | RNA 합성효소 II에 결합해 전사 진행 방해 |
| 번역 | 스트렙토마이신(Streptomycin) | O | X | 30S 리보솜에 결합해 fMet-tRNA ^{Met} 결합 저해 |
| | 테트라사이클린(Tetracycline) | O | X | 30S 리보솜에 결합해 A자리에 새로운 아미노산 유입 방해 |
| | 클로람페니콜(Chloramphenicol) | O | X | 펩티드 전달(Peptidyl transfer) 방해 |
| | 아니소마이신(Anisomycin) | X | O | |
| | 에리트로마이신(Erythromycin) | O | X | 리보솜 이동(Translocation) 방해 |
| | 사이클로헥사이드(Cycloheximide) | X | O | |
| | 퓨로마이신(Puromycin) | O | O | 번역을 종결 시킴 |

5.

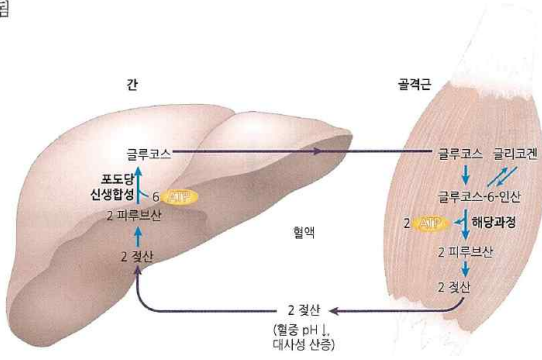
| | |
|---|--|
| <p>보통 한 개의 mRNA에 여러 개의 리보솜이 붙어서 동시에 단백질을 번역하기 때문에 폴리리보솜(Polyribosome, Polysome) 형태로 관찰됨</p> <p>원핵생물도 폴리리보솜 형태로 관찰됨</p> <ul style="list-style-type: none"> 콜레스테롤 합성 과정의 중요 효소인 HMG-CoA 리덕테이스(Reductase)가 활면 소포체 막에 박혀 있으며, 후기 콜레스테롤 합성 과정들이 활면 소포체 내에서 일어남 활면 소포체 내에 시토크롬 P-450과 같은 단백질들이 많아 약물과 유해한 물질들을 분해함 <ul style="list-style-type: none"> 간세포는 각종 물질들의 해독을 위해 활면 소포체가 크게 발달함 <p>탄수화물 대사 - 포도당 신생합성 과정에 관여</p> <ul style="list-style-type: none"> 활면 소포체 막에 글루코스-6-포스파테이스(Glucose-6-phosphatase)가 박혀 있음 <ul style="list-style-type: none"> 활면 소포체 내에서 6-인산 글루코스(Glucose-6-phosphate)를 글루코스(Glucose)로 대사 <p style="text-align: center;">6-인산 글루코스 $\xrightarrow{\text{글루코스-6-포스파테이스}}$ 글루코스</p> | <p>중심체 : 세포 내에서 응결핵 역할 수행</p> <p>MAP(Microtubule-associated protein) : 미세소관 구조를 안정화하고, 다른 단백질들과 교차 형성을 도움</p> <p>카타스트로핀(Catastrophin) : ATP를 소모하면서 미세소관을 빠르게 분해함</p> |
|---|--|

6.

| | |
|--|--|
| <p>썩플림제(Uncoupler)</p> <ul style="list-style-type: none"> 다이나이트로페놀(Dinitrophenol, DNP) <ul style="list-style-type: none"> 미토콘드리아 내막의 지질층 내에서 자유롭게 확산되는 소수성 물질 H⁺을 지질층 내를 가로질러 운반해서 전자 전달계로 만든 내막 안팎의 H⁺ 기울기를 파괴함 발리노마이신(Valinomycin) <ul style="list-style-type: none"> 12개의 아미노산으로 구성된 항생제 내막 안팎의 K⁺ 기울기를 파괴함  <p>• 세포질에 남아있는 음전하 물질들과 결합 • K⁺의 유입으로 H⁺에 의해 형성되었던 전위차가 상쇄됨.</p> | <p>세포질 NADH 수송 서틀</p> <ul style="list-style-type: none"> 해당과정에서 생긴 NADH는 서틀을 이용해 미토콘드리아로 들어가서 산화됨 <p>(i) 말산-아스파르트산 서틀(Malate-Aspartate shuttle)</p> <ul style="list-style-type: none"> 간, 신장, 심장 등 일반 조직들에서 주로 관찰됨 세포질 NADH의 전자가 서틀을 통해 미토콘드리아 기질의 NAD⁺로 전달됨 <ul style="list-style-type: none"> → 생성된 NADH는 전자 전달계를 거쳐 2.5 ATP를 만들 <p>(ii) 글리세롤-3-인산 서틀(Glycerol-3-phosphate shuttle)</p> <ul style="list-style-type: none"> 뇌, 골격근 등에서 주로 관찰됨 세포질 NADH의 전자가 미토콘드리아 내막의 바깥쪽에 붙어 있는 글리세롤 3-인산 디하이드로제네이스(Glycerol-3-phosphate dehydrogenase)를 통해 FAD로 전달됨 <ul style="list-style-type: none"> → 생성된 FADH₂는 전자 전달계를 거쳐 1.5 ATP를 만들 |
| <p>알코올 발효</p> <ul style="list-style-type: none"> 효모 : 조건 혐기성 생물(Facultative anaerobe) <ul style="list-style-type: none"> 산소 풍부 : 유산소 호흡 진행 산소 부족 : 알코올 발효 진행 <p>포도당을 완전 산화하지 못하면 에너지 효율이 떨어져서 성장 속도가 느려짐</p> |  <p>포도당</p> <p>2 ADP + 2 P_i → 2 ATP</p> <p>2 NAD⁺ → 2 NADH + 2H⁺</p> <p>피루브산 x2</p> <p>아세트알데하이드 x2</p> <p>에탄올 x2</p> |

코리 회로(Cori cycle)

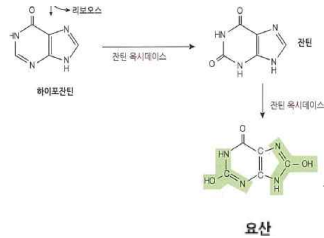
- 격렬한 운동 중 골격근에 쌓인 젖산이 혈액으로 배출되면서 혈중 pH가 낮아지는 대사성 산증 발생
- 방출된 젖산은 간으로 회수되어 피루브산으로 바뀐 뒤 포도당 신생합성으로 다시 포도당이 됨



7.

통풍

- 우회 경로의 HGPRT 효소가 결핍되거나 뉴클레오티드가 과도하게 분해되면, 과량의 요산이 생겨 잘 배출되지 못하고 관절에 쌓임
- 대식세포가 요산 침착 부위에 몰려들어 제거하는 과정에서 사이토카인들을 분비하면 염증이 생겨 통증을 일으킴



알로퓨리놀 : 잔된 옥시데이스의 기질 유사체로 통풍을 완화함

피리미딘 분해

- 요소로 분해하기 때문에 소변으로 잘 배출됨

퓨린 분해

- 퓨린 분해 시 사람을 비롯한 영장류는 요산이 생기지만, 다른 생물들은 더 대사를 진행하기도 함

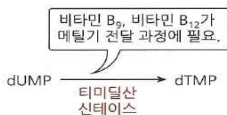
요산
(영장류, 조류, 파충류, 곤충)

요소
(양서류, 연골어류)

4NH₄⁺
(해양무척추동물)

- 비타민 B₉, 비타민 B₁₂가 메틸기를 전달하는 과정에 필요함

- 메틸기 전달 반응이 잘 일어나지 않으면, 골수에서 적혈구 생성이 안 돼서 빈혈이 생김



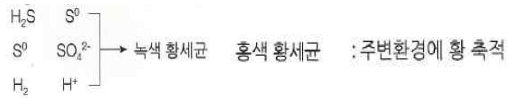
8.

- 한 개의 반응중심(세균 엽록소 지님)을 갖는 단순한 구조 → 순환적 광인산화 진행
- 물을 광분해 하지 않아 산소가 발생하지 않음
- H₂S, S⁰, H₂ 등을 전자 공여체로 비순환적 전자 흐름을 해서 NADPH를 얻음

① 홍색 세균

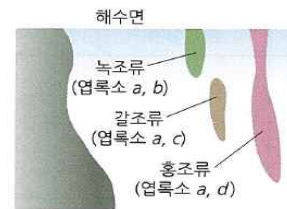
② 녹색 세균

- 집광 장치로 세균 엽록소들이 길게 배열된 클로로솜(Chlorosome) 소낭을 지님



남세균

- 두 개의 광계(엽록소 a 지님)가 일렬로 배열되어 전자 전달을 함 → 비순환적 광인산화 진행
- 물을 광분해 해 산소가 발생하고, ATP와 NADPH를 동시에 합성함
- 광계 II의 안테나 색소로 파이코빌린이 있음



10.

그리피스의 실험(1928년) - 형질 전환(Transformation)의 발견

- 폐렴 쌍구균(*Streptococcus pneumoniae*)을 이용한 실험

→ 열 처리로 죽은 S형 균주는 생쥐에 투여 시 질병을 일으키지 못함

→ 살아 있는 R형과 죽은 S형 균주들을 함께 생쥐에 투여 하면 질병을 일으키고, 생쥐 심장에서 살아있는 S형 균주가 발견됨

: 죽은 S형 균주의 어떤 성분이 살아 있는 R형 균주를 S형 균주로 형질전환 시켰음

에이버리, 맥러드, 매카시의 실험(1944년) - DNA가 형질전환 물질임을 확인

- S형 균주를 파쇄해 얻은 추출물에 DNase, RNase, 단백질 분해효소를 각각 처리하고 살아 있는 R형 균주와 섞음

- 항-R형 항체로 R형 균주들을 면역 침전한 후, 상층액을 얻어 배지에 뿌려줌

→ 살아 있는 R형 균주가 S형 균주로 형질전환 된 시험관은 상층액에 살아 있는 S형 균주가 남아 있기 때문에 배지에 뿌렸을 때 콜로니가 생김

→ DNase를 처리한 시험관만 콜로니가 생기지 않음

: 죽은 S형 균주의 DNA가 살아 있는 R형 균주를 S형 균주로 형질전환한 것을 알 수 있음

실험 1

실험 2

프랭클-콘라트의 실험(1957년) - RNA가 유전물질이 될 수 있음을 확인

- A형 TMV에서 분리한 RNA + B형 TMV에서 분리한 단백질을 재조합 바이러스 합성
- 재조합 바이러스를 담배 잎에 감염한 뒤, 증식해서 나온 자손 바이러스들을 관찰
- 재조합 바이러스의 RNA와 똑같은 A형 RNA + A형 단백질을 가진 TMV 자손들만 생김

11.

*** 일치(cosensus) 서열**

DNA, RNA, 단백질들에서 유사하게 반복적으로 나타나는 염기서열이나 아미노산 배열

• σ 인자

- RNA 합성효소와 프로모터 서열의 특이적 결합을 도와줌
- 종류 다양 : 조건에 따라 다른 σ 인자가 발현되어 핵심효소와 결합하면, 각각 특이적인 프로모터 서열에 붙어서 특정 유전자들의 전사를 함
- 전사 개시 직후, RNA 합성효소에서 떨어질 수 있음

염기 변형

- 5' 말단 제거
- 3' 말단 제거
- CCA 염기 첨가

성숙한 tRNA ^{Tyr}

• 진정세균: 번역 시 첫 번째 아미노산으로 포말메티오닌을 이용함

• 고세균, 진핵생물: 번역 시 첫 번째 아미노산으로 메티오닌을 이용함

- 첫 번째 메티오닌을 전달하는 tRNA ^{Met} 과 폴리펩티드 중간에 필요한 메티오닌을 전달하는 tRNA ^{Met} 가 서로 다른 유전자에서 유래함

12.

세균 제한효소의 절단 반응을 회피함

세균의 전사 기구들을 이용해서 파지의 전기 유전자들을 발현함

- RNA 합성효소의 α 소단위체 한 개에 ADP-리보실화가 일어나면, RNA 합성효소는 세균 유전자의 프로모터 대신 파지 초기 유전자들의 프로모터와 결합함
- 세균 유전자의 전사를 억제함
- 파지의 핵산가수분해효소(Viral nuclease)를 발현해 세균 DNA를 파괴함
- 파지 DNA 복제를 유도
- 후기 유전자들의 발현을 촉진

*** 프로파지**

세균 DNA 사이에 끼어든 상태의 박테리오파지 DNA

- 용균파지(Virulent phage): 용균주기만 할 수 있는 파지
- 용원파지(Temperate phage): 용균주기와 용원주기를 함께 할 수 있는 파지

용원주기 유지

용원주기(Lysogenic cycle) - 람다(λ) 파지

- 파지가 세균 DNA에 잠복한 상태로 세균을 죽이지 않고 몇 세대에 걸쳐 함께 복제되며 살아가는 생활사
- 몇몇 박테리오파지들만 용원주기를 함

용균주기

1) 양분이 풍부한 곳에서 대장균을 배양할 때

2) 프로파지가 삽입된 대장균에 UV를 쬔 때

- DNA가 망가지면 RecA 단백질이 활성화돼서 CI를 분해함
- Cro가 합성되어 제거효소(Excisionase) 등 용균주기 관련 유전자들의 전사를 유도함
- 프로파지가 세균 DNA에서 빠져나온 뒤, 회전환 복제를 하면서 용균주기를 진행함

13.

5' 3' 3' 5'

BrdU

dig-dUTP

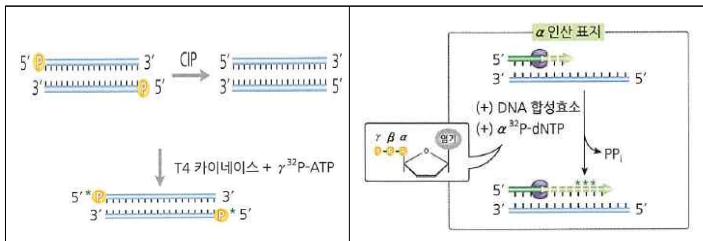
Biotin-dUTP

FITC-dUTP

TdT

티미딘 유사체들

스트렙타비딘 (Streptavidin)

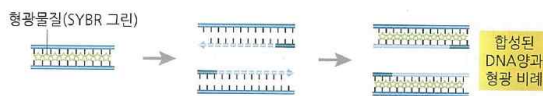


실시간(Real-time) PCR

- PCR로 매 사이클마다 증폭된 산물의 양을 확인해서, 처음 샘플에 들어 있던 DNA 양을 확인하는 실험법

(i) SYBR 그린 방법

- 형광을 띠는 삽입 물질인 SYBR 그린을 넣고 PCR을 진행함
- 매 사이클이 끝날 때마다 SYBR 그린의 이중가닥 DNA에 삽입돼서 형광을 나타냄
 - 이중가닥 DNA 양의 변화를 시간 경과에 따라 측정할 수 있음



※ 항체에 부착하는 효소의 종류

- (i) HRP(Horseradish peroxidase)
 - $H_2O_2 + DAB$ (Diaminobenzidine)
 - $H_2O +$ 갈색 침전
 - $H_2O_2 + 4CN'$ (4-Chloro-1-naphthol)
 - $H_2O +$ 자주색 침전
 - $H_2O_2 +$ 루미놀(Luminol)
 - $H_2O +$ 산화된 루미놀(428nm 형광 → 필름 감광)
- : ECL(Enhanced chemiluminescence) 키트
- (ii) AP(Alkaline phosphatase)
 - BCIP + NBT
 - 자주색 + 파란색 침전

14.

취약 X 증후군(Fragile X syndrome) - 성염색체 열성 질환

- CGG 염기 서열의 연쇄 반복이 극단적으로 많아짐
- FMR1(Fragile X mental retardation) 유전자에 심한 메틸화가 일어나서 발현이 억제됨
 - 신경 세포들 사이에 시냅스를 형성하는데 문제가 생김(남성에서 더 높은 빈도로 나타남)
- 심한 메틸화 때문에 X 염색체 말단이 더 응축돼서 염색체 말단이 끊어진 것처럼 보임

헌팅턴 무도병(Huntington disease) - 상염색체 우성 질환

- CAG 염기 서열의 연쇄 반복이 극단적으로 많아짐
- Huntingtin 유전자가 헌팅턴 단백질로 번역됐을 때, 단백질 내에 폴리-글루타민 서열이 극단적으로 길어짐
 - 비정상 단백질이 잘못 접혀서 서로 뭉치거나 단백질이 가공될 때 폴리-글루타민 조각이 생겨 뭉치면 세포 사멸을 일으킴

15.

단층 편평 상피(Simple squamous epithelium)

- 물질이 세포를 통과해서 이동할 수 있도록 얇은 층을 이룸
- 모세혈관, 폐포, 사구체, 장막 등

단층 원주 상피(Simple columnar epithelium)

- 위장관(GI tract)에는 비선모형, 호흡계와 비뇨생식계에는 섬모형으로 관찰됨
- 소화 산물 흡수, 위산, 효소, 점액 등의 물질 분비를 함

거짓층상 상피(Pseudostratified epithelium)

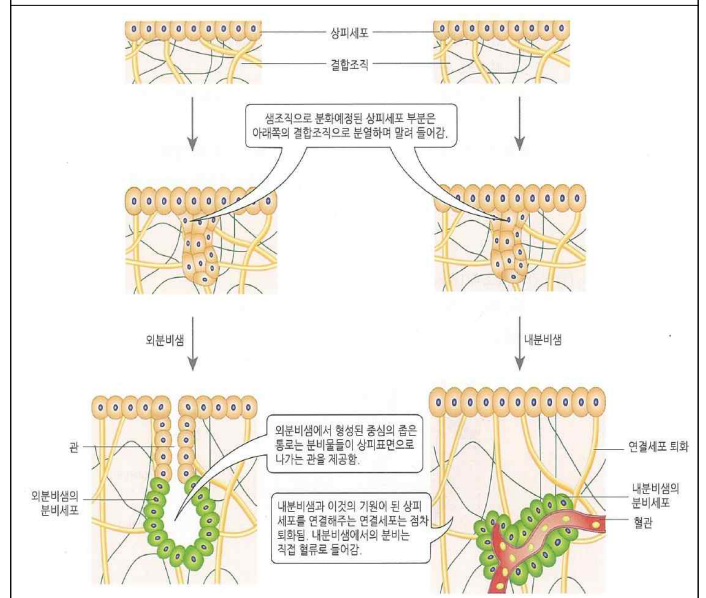
- 술잔세포나 분비샘들이 발달돼서 점액 분비와 이물질 제거를 함
- 기도의 주요 조직

중층 편평 상피(Stratified squamous epithelium)

- 내피는 비케라틴성이고, 외피는 케라틴과 다 른 보호 물질, 방수 물질들로 이루어짐
- 피부의 표피, 구강, 식도, 항문, 질의 점막 등

이행 상피(Transitional epithelium)

- 소변이 방광을 채울 때 신장할 수 있는 구조
- 평소에는 4~5층, 신장하면 편평해서 3층 정도 로 얇아짐



16.

만성 골수성 백혈병(Chronic myelocytic leukemia, CML)

- t(9;22)(q34;q11)의 상호 전좌 현상
- 22번 염색체의 *Bcr* 유전자와 9번 염색체의 *Abl* 유전자가 연결돼서 *Bcr-Abl* 단백질이 발현됨

→ 골수계 백혈구 세포들이 이상 증식해서 백혈병이 발생함

전좌 전

Abl #9 + Bcr #22 → Bcr-Abl

전좌 후

der 9

기질 단백질

Bcr-Abl 활성화

※ 글리벡(Gleevec)

- Bcr-Abl 단백질의 ATP-결합 도메인에 ATP 대신 결합해서 융합 단백질의 활성을 억제함
- 만성 골수성 백혈병의 치료제로 이용됨

버킷림프종(Burkitt's lymphoma)

- t(8;14)(q24;q32)의 상좌 전좌 현상
- Epstein-Barr virus가 일으키는 것으로 알려져 있음
- c-myc 유전자가 항체 중쇄 유전자의 증폭자(Enhancer) 서열 근처로 이동함
- B 세포에서 v-myc 유전자가 과량 발현돼서 세포들이 이상 증식함

항체의 중쇄 유전자의 증폭자(Enhancer)

c-myc

17.

- 체절의 근육 분절과 측판 중배엽의 간충적 세포들이 떨어져 나와 이동함
- 사지를 형성할 외배엽 아래에 응집되어 사지썩을 형성함
- 중배엽 세포들이 FGF-10을 분비해서 외배엽에서 AER(Apical ectodermal ridge)이 생기도록 유도함
- 앞다리: 중배엽에서 Tbx5 발현
- 뒷다리: 중배엽에서 Tbx4 발현
- AER에서 분비된 FGF-8 신호가 중배엽 세포들의 분열을 유도해서 사지썩이 길게 융기함
- 중배엽 뒤쪽의 세포들은 ZPA(Zone of polarizing activity)로 유도됨
- ZPA에서 분비된 Shh가 뒤에서 앞쪽으로 농도 기울기를 형성해서 사지의 앞뒤축을 결정함

등

앞

뒤

앞

FGF(AER)

Shh (ZPA)

18.

자동적 예정화(Autonomous specification)

- 모자이크 발생설
- 세포의 분화 상태를 결정하는 유전자들이 이미 발현돼서 세포의 운명이 정해짐
 - 자동적 예정화 상태의 세포들은 세포 군집에서 따로 떼어내도 원래 예정된 조직으로 분화됨

조건부 예정화(Conditional specification)

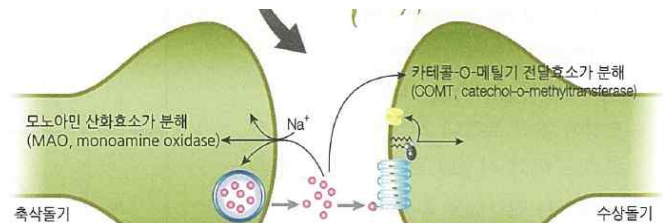
- 비자동적 예정화(Non-autonomous specification)
- 세포의 운명이 결정되어 있지 않아서 주변 세포들의 신호에 의해 다른 종류의 세포로 분화될 수 있음

19.

아세틸콜린 → 아세틸콜린 에스테라아제 → 아세트산 + 콜린(주변세포 재흡수)

모노아민 계열 물질의 회수(세로토닌, 에피네프린, 노르에피네프린, 도파민)

- 방출된 신경 전달 물질을 Na⁺과 공동수송해서 시냅스 전 신경으로 재흡수 함
 - 다시 분비 소낭에 적재하거나 모노아민 산화효소가 분해함
- 방출된 신경 전달 물질을 시냅스 후 신경이 흡수하면 카테콜-O-메틸기 전달효소가 분해함



도파민 : 운동조절(기저핵) → 파킨슨 병의 원인(L-도파 또는 MAO 억제제 처리로 증세를 완화함)

- 오징어 거대 축삭을 정상 해수 조건, 또는 Na⁺을 투과 불가능한 다른 양이온으로 대체한 조건에 두고 활동 전위의 변화 양상을 측정함
 - Na⁺ 농도가 낮아수록 막전위의 상승폭이 감소함

테트로도톡신(Tetrodotoxin)

전압 개폐성 Na⁺ 채널을 저해

테트라에틸암모늄(Tetraethylammonium)

전압 개폐성 K⁺ 채널을 저해

- 오징어 거대 축삭에 각각의 저해제를 처리하고 역치 이상의 막전위로 고정했을 때 생기는 전류값을 측정함

→ 내향성 전류는 전압 개폐성 Na⁺ 채널에 의해 생김

→ 외향성 전류는 전압 개폐성 K⁺ 채널에 의해 생김

20.

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 뇌파(Electroencephalogram)를 통해 뇌의 활성 상태를 체크함 <ul style="list-style-type: none"> - 알파파(α wave) : 사람이 눈을 감은 채 깨어 쉬고 있는 동안 발생함(10~12 Hz) - 베타파(β wave) : 시각적 자극이나 정신활동이 있을 때 전두엽에서 강력하게 발생함(13~25 Hz) - 세타파(θ wave) : 신생아나 심각한 정서적 스트레스, 신경성 파탄의 징후로 측두엽과 후두엽에서 발생함(5~8 Hz) - 델타파(δ wave) : 깊은 수면 상황에서 대뇌 피질에서 발생함(1~5 Hz) |
| <p>깨어 있을 때</p> <ul style="list-style-type: none"> • 뇌간의 여러 신경핵들이 계속 활동해서 탈분극이 일어나며, 망상 활성화계에서 분비하는 신경 전달 물질들이 깨어 있는 상태를 유지시킴 |
| <p>REM 수면(Rapid eye movement)</p> <ul style="list-style-type: none"> • non-REM 수면 동안 활성이 없던 뇌간 신경핵들 몇 개에서 활성이 나타나서 뇌파 패턴이 깨어 있는 뇌와 비슷해짐 • 생생한 꿈이나 악몽을 꾸게 되며, 골격근들을 마비시키는 억제 명령이 뇌에서 방출됨 |
| <p>non-REM 수면(Non-rapid eye movement)</p> <ul style="list-style-type: none"> → 잠이 시작되면 뇌간 신경핵들의 활성 저하, 신경 전달 물질 분비 감소가 일어남 → 시상과 피질 세포들이 과분극 되어 정보처리 기능이 억제되면서 의식을 잃게 됨 → 과분극 상태가 된 후 가끔 Ca^{2+} 채널이 열리면서 활동 전위 발화 패턴이 나타남 |

21.

| |
|---|
| <p>상행로</p> <ul style="list-style-type: none"> • 후측유단-내측섬유띠 신경로 : 분별성 촉각, 의식적 고유 감각 인식, 연수에서 교차 • 척수 시상로 : 통각, 온도, 비분별성 촉각 인식, 척수에서 교차 |
| <p>하행로</p> <ul style="list-style-type: none"> • 추체로 : 대뇌 피질에서 시냅스 없이 직접 척수로 내려가는 경로 <ul style="list-style-type: none"> 외측피질척수로 : 80~90%가 연수의 추체에서 교차함 전피질척수로 : 일부가 척수에서 교차함 • 추체외로 : 중뇌, 뇌간에서 유래하며, 대뇌, 소뇌의 조절을 받음 |

22.

| |
|---|
| <p>보툴리눔 독소</p> <ul style="list-style-type: none"> • 혐기성 세균인 <i>Clostridium botulinum</i>이 만들어 방출하는 신경 독소 • 체성 운동신경 축삭 말단의 시냅토프레빈(Synaptobrevin)을 저해해서 아세틸콜린 방출을 막음 <ul style="list-style-type: none"> - 골격근들이 이완됨 - 횡격막 이완으로 호흡 곤란이 생겨 사망함 |
|---|

파상풍 독소

- *Clostridium tetani*이 만들어 방출하는 신경 독소
- 억제성 신경 축삭 말단의 시냅토프레빈(Synaptobrevin)을 저해해서 글리신, GABA 등의 억제성 신경 전달 물질 방출을 막음
 - 골격근의 과도한 탈분극으로 경련이 일어남

큐라레

- 아세틸콜린 수용체의 경쟁적 저해제
- 큐라레가 수용체에 결합하면 잘 분해되지 않으면서 채널의 열림을 방해함
 - 골격근들이 이완됨
 - 횡격막 이완으로 호흡 곤란이 생겨 사망함

유기인산(Organophosphate)

- 아세틸콜린 에스테라아제에 결합하는 비가역적 저해제
 - 방출된 아세틸콜린이 신경-근육 연결에 오래 남아 있음
 - 횡격막 마비가 일어남

※ 체성신경 관련 질환들

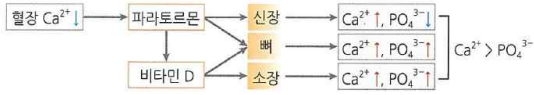
- 소아마비(Poliavirus): 바이러스 감염으로 척수 회백질에 분포한 체성 운동신경의 신경세포체가 파괴됨
- 루게릭병: 체성 운동신경의 중간섬유 이상으로 축삭돌기를 따라 물질 수송이 잘 일어나지 못해서 세포가 사멸함

23.

| |
|--|
| <p>칼시토닌</p> <ul style="list-style-type: none"> • 혈중 Ca^{2+} ↑ → 갑상선 C 세포가 직접 인식 → 칼시토닌 분비 • 파골세포(Osteoclast)의 활성을 낮춰 뼈 흡수를 감소시킴 • 신장의 Ca^{2+} 재흡수 억제 |
| <p>파라토르몬</p> <ul style="list-style-type: none"> • 혈중 Ca^{2+} ↓ → 부갑상선이 직접 인식 → 파라토르몬 분비 • 활성화 된 파골세포가 뼈를 흡수해서 혈액으로 Ca^{2+}, PO_4^{3-}이 유출되게 함 • 신장의 Ca^{2+} 재흡수 촉진, PO_4^{3-} 재흡수 억제 • 신장에서 비타민 D를 활성화 함 |
| <p>비타민 D</p> <ul style="list-style-type: none"> • 식이 또는 피부의 광화학 반응 후, 간과 신장에서 각각 한 번씩 활성화가 일어남 <ul style="list-style-type: none"> - 피부색이 밝을수록 피부의 단위 면적당 합성량이 증가하기 때문에 햇빛이 부족한 고위도 사람일수록 피부색이 옅어짐 • 소장에서 Ca^{2+}, PO_4^{3-}의 흡수를 유도함 • 뼈가 파라토르몬에 대한 반응성이 커지게 함 • 신장의 Ca^{2+} 재흡수 촉진도 약간 함 <ul style="list-style-type: none"> - 비타민 D 부족 시 어린이는 구루병, 성인은 골연화증이 나타남 |
| <p>일차성 골다공증(원발성 골다공증)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1형 골다공증(폐경 후 골다공증) : 폐경기 에스트로겐 분비 ↓ → 파골세포의 뼈 흡수가 촉진됨 2형 골다공증(노인성 골다공증) : 약 70세 이후 대사 ↓ → 신장에서 비타민 D 활성화 ↓ <ul style="list-style-type: none"> → 소장의 Ca^{2+} 흡수 ↓ → 파라토르몬 분비 ↑ → 뼈 흡수 촉진 |

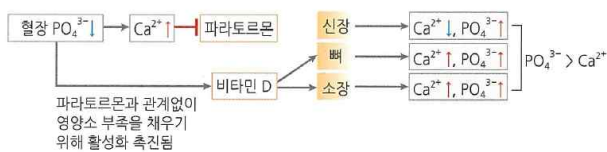
• 혈중 Ca^{2+} 농도 ↓

- 소장의 영양소 흡수, 뼈의 흡수 과정을 통해 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 을 보충
- 신장의 Ca^{2+} 재흡수 촉진, PO_4^{3-} 재흡수 억제
- 혈중 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 이 동시에 증가하면 수산화인회석 결정을 형성해서 다시 뼈로 유입 되기 때문에, 이를 막도록 혈중 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 의 농도를 서로 상반되게 조절함



• 혈중 PO_4^{3-} 농도 ↓

- 수산화인회석 결정이 용해돼서 상대적으로 혈중 Ca^{2+} 농도가 증가함
- 영양소 부족을 채우기 위해 비타민 D가 활성화 됨
- 소장의 영양소 흡수, 뼈의 흡수 과정을 통해 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 을 보충함
- 파라토르몬 분비가 억제돼서 신장의 Ca^{2+} 재흡수 억제, PO_4^{3-} 재흡수 촉진이 일어남



알파-감마 공동 자극 - 의도적으로 근수축을 한 상태에서 갑자기 신장될 때

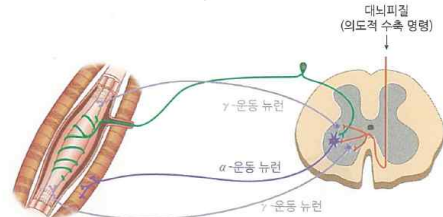
- 대뇌의 명령으로 근육을 의도적으로 수축하면, 근방추가 신장되지 않아서 감각신경의 활동 전위 빈도가 작아짐
- 이 때 갑자기 근육을 신장하면 신전 반사를 일으킬 만큼 감각신경의 활동 전위 빈도가 커지기 어려움

- 따라서 의도적으로 근수축을 할 때 근방추의 긴장을 일정하게 유지해야 함

알파 운동 뉴런 : 근방추 주변의 골격근을 수축함

감마 운동 뉴런 : 근방추 끝의 근원섬유를 수축함

- 골격근 수축 시 근방추도 함께 수축해서, 갑자기 근육이 신장해도 원활하게 신전 반사를 일으킬 수 있게 만들



굴지건(건반사)

- 건(힘줄)과 근섬유 연결 부분에서 발견됨
- 결합조직 내 콜라겐 섬유들 사이에 감각신경이 있음

- 근육이 제길이 수축(Isometric contraction)을 할 때 장력이 생겨서 건이 신장되면 감각신경이 눌러 활동 전위 빈도가 커짐
- 건이 지나치게 신장돼서 파열하지 않도록 감각신경이 척수에서 억제성 뉴런과 시냅스를 형성해서 α -운동 뉴런을 통한 신호 전달을 막음 → 건반사(이완반사)

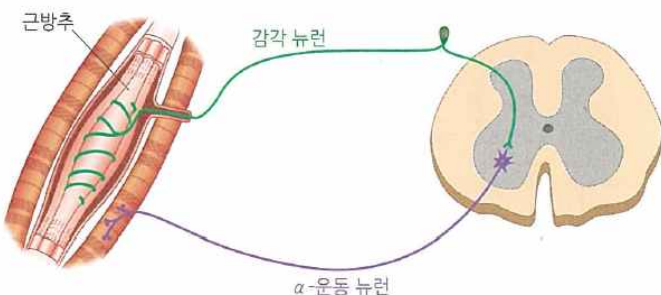
24.

근방추(신전 반사)

- 정상적인 수축성 섬유인 골격근 섬유 다발들 사이에 박혀 있음
- 근방추의 끝은 수축성이 있지만 가운데 부분은 근원섬유들이 없어서 수축성이 없는 대신 감각신경이 감겨 있음

- 근육 휴식 시 : 평소 근방추의 가운데 부분이 약간 신장된 상태로 감각신경을 눌러서 활동 전위가 규칙적으로 발생함

- 근육 신장 시 : 근육이 지나치게 신장되면 감각신경을 세게 눌러서 활동 전위 빈도가 커짐
- 과도한 신장으로 근육이 파열되지 않도록 감각신경은 척수에서 α -운동 뉴런과 시냅스를 이뤄서 골격근을 수축시킴 → 신전 반사



25.

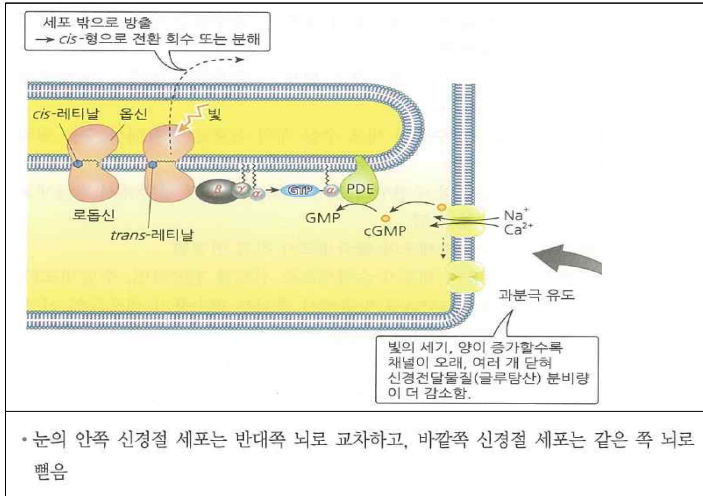
원근 조절

- 가까운 물체 : 부교감 신경 → 모양체근 수축 → 결이인대 이완 → 수정체가 볼록해짐
- 먼 물체 : 교감 신경 → 모양체근 이완 → 결이인대 긴장 → 수정체가 납작해짐

- 망막의 세포들은 빛의 진행 방향을 따라 신경절세포, 쌍극세포, 광수용기 세포들의 순서로 배열되어 있음

간상세포

- 광수용체 : 옵신 + 레티날(공유결합) → 로돕신
- 로돕신은 가시광선 영역의 다양한 파장의 빛에 의해 활성화되기 때문에, 색 구분을 하지 못하는 대신 명암을 인식할 수 있음
- 세포의 바깥쪽 분절이 원추세포보다 길어서 더 많은 광수용체를 지니고 있음
- 약한 빛에도 민감도가 매우 높음
- 여러 개의 간상세포가 한 개의 신경절 세포에 연결됨 → 수용 범위가 넓음
- 상이 뚜렷하지는 않지만, 약한 빛에 대한 민감도가 높아서 야간에 사물을 관찰할 수 있음



26.

| |
|--|
| <p>협심증</p> <ul style="list-style-type: none"> 관상동맥의 플라크 때문에 혈류가 감소해서 심장에 산소 공급이 줄어들 심장에 젖산이 축적돼서 심장의 신경 말단을 자극해 통증을 일으킴 <ul style="list-style-type: none"> 휴식을 취하거나 니트로글리세린 등의 혈관 이완 약물을 투여하면 증세가 완화됨 |
| <p>부종의 원인</p> <ul style="list-style-type: none"> 부종으로 조직액 양이 많아지면 혈관과 조직 세포들 사이의 거리가 멀어져서 물질 교환이 잘 일어날 수 없음 <ul style="list-style-type: none"> 모세혈관의 혈압 ↑ 혈장 단백질 농도 ↓ 조직 교질 삼투압 ↑ 모세혈관 투과도 ↑ (히스타민 작용) 정맥 환류량 ↓ (하지 정맥류 : 관막에 이상이 생겨서 정맥 환류가 감소함. 다리가 붓고 심장에 무리가 감) 림프관 차단 |
| <p>순환성 쇼크</p> <ul style="list-style-type: none"> 혈압이 떨어져서 혈액을 조직으로 충분히 공급하지 못하게 된 상태 <ul style="list-style-type: none"> 저혈량성 쇼크 : 출혈, 체액 손실(설사, 당뇨병으로 인한 다뇨, 지나친 땀 분비) 심인성 쇼크 : 심장 이상(심부전증 악화) 혈관성 쇼크 <ul style="list-style-type: none"> 신경성 쇼크 : 교감 신경계 이상으로 혈관이 이완함 패혈성 쇼크 : 세균의 독소 때문에 전신 혈관이 이완함 아나필락틱 쇼크 : 제1형 과민 반응 때문에 전신 혈관이 이완함 |
| <p>빈혈</p> <ul style="list-style-type: none"> 영양성 빈혈 : 철 결핍으로 생김 악성 빈혈 : 비타민 B₁₂ 흡수 × (위에서 내인성 인자가 분비되지 못함) <ul style="list-style-type: none"> → DNA 합성 × → 적혈구 생산 × 재생 불량성 빈혈 : 적색골수가 파괴됨 신장성 빈혈 : 신장 질환 때문에 EPO 분비가 안 됨 출혈성 빈혈 : 과다 출혈이 일어남 <ul style="list-style-type: none"> 조혈 작용이 활발히 일어나서 혈액 속에 망상적혈구, 적혈모구 등이 관찰됨 용혈성 빈혈 : 과도한 적혈구 파괴가 일어남 <ul style="list-style-type: none"> 겸상 적혈구증 |

혈우병

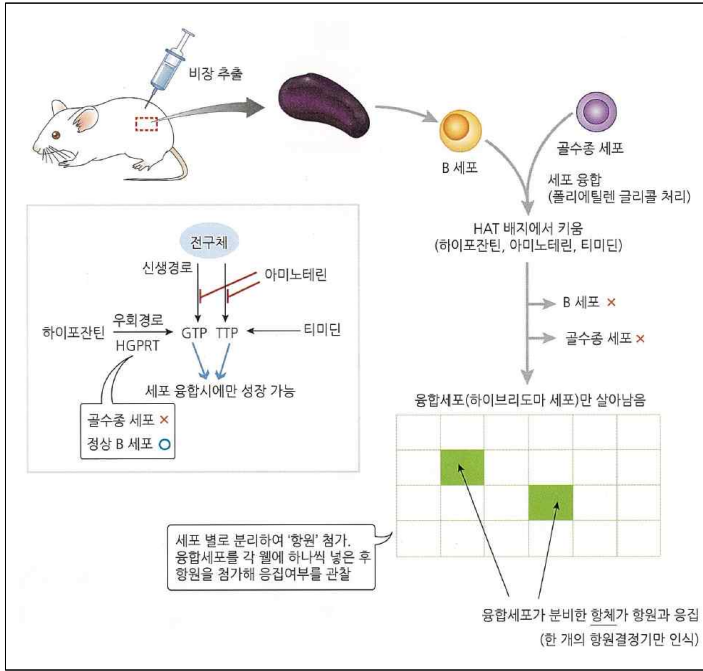
- A : factor VIII 결핍, X 연관
- B : factor IX 결핍, X 연관
- C : factor XI 결핍, 상염색체 열성 (이형 접합자도 출혈 증가)

27.

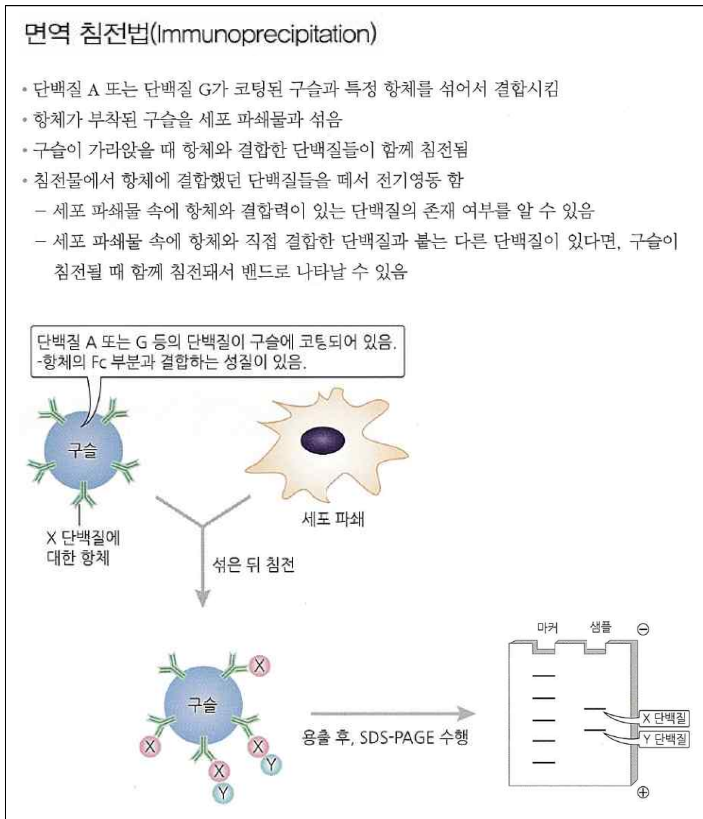
| | | |
|--|--------------------|---|
| SCID(Severe-combined immunodeficiency) | | |
| • T 세포만 또는 B 세포와 NK 세포까지 함께 림프계 세포들의 분화에 결함이 생긴 질환들 | | |
| ㄷ 오멘 증후군(Omenn syndrome) | | |
| • RAG-1, RAG-2 유전자가 파괴돼서 체성 재조합이 일어나지 못함 | | |
| • T(-), B(-), NK(+) | | |
| 누드 마우스(Nude mouse) | | |
| • 11번 염색체 일부 유전자들이 파괴된 열성 동형 접합자 생쥐는 무모증과 흉선 결핍이 나타남 | | |
| - 흉선이 없어서 T 세포가 발달하지 못하기 때문에 세포성 면역 반응과 흉선 의존성 항원에 대한 체액성 면역 반응이 일어나지 못함 | | |
| 무표지림프구 증후군 | MHC II 유전자의 촉진자 결함 | MHC II 분자가 발현되지 않음 → T _H 세포의 성숙이 안됨, 적응 면역 결핍 |
| X-연관 그IgM 증후군 | B 세포의 개별형 전환이 안됨 | |

28.

| |
|--|
| <p>단일클론 항체(Monoclonal antibody)의 제작</p> <ul style="list-style-type: none"> 항원을 주입한 뒤 생쥐의 비장을 적출해서 활성화 된 B 세포들을 얻음 HAT 배지에서 골수종 세포와 섞어 배양함 <ul style="list-style-type: none"> 아미노테린이 뉴클레오타이드 합성의 신생 경로를 저해하기 때문에, 세포들은 하이포잔틴, 티미딘을 재료로 뉴클레오타이드를 우회 경로로만 합성함 <ul style="list-style-type: none"> B 세포 : 우회 경로 가능, 배지에서 계속 분열하며 살 수 있음 골수종 세포 : 우회 경로 효소의 유전자가 결핍됨, 배지에서 계속 분열하며 살 수 없음 B 세포와 골수종 세포가 융합된 하이브리도마 세포만 HAT 배지에서 살아남음 하이브리도마 세포들 중 특정 항원 결정기를 인식하는 항체를 분비하는 세포 한 개만 선택해서 따로 배양함 배양액 속에 분비된 항체들을 얻음 <ul style="list-style-type: none"> → 한 가지 항원 결정기를 인식할 수 있는 항체들로만 이루어진 단일클론 항체를 획득함 |
|--|

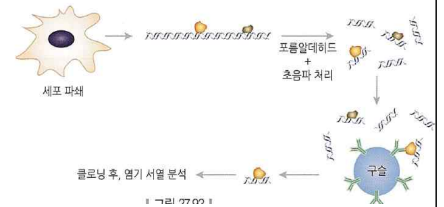


29.



ChIP(Chromatin immunoprecipitation assay)

- DNA에 포름알데히드를 처리해서 DNA와 상호 작용하고 있던 단백질들을 고정함
- 조음과 처리를 해서 DNA들을 짧게 잘라줌
- 단백질 A 또는 단백질 G가 코팅된 구슬과 특정 항체를 섞어서 결합시킴
- 항체가 부착된 구슬을 세포 파쇄물과 섞음
- 구슬이 가라앉을 때 항체와 결합한 단백질들이 함께 침전됨
- 침전된 단백질에 붙어있던 DNA를 용출해서 염기 서열을 분석함
- 특정 단백질과 결합하는 DNA 서열을 찾을 수 있음



30.

- 기관이 점점 분지되어 기관지를 이룸
 - 기관과 기관지는 C자 형의 연골로 지지된 반경직 관을 형성함
- 가장 작은 기관지에서 세기관지가 분지됨
 - 연골 대신 평활근으로 둘러싸여 있음
 - 세기관지 평활근은 자율 신경, 호르몬, 국소 화학 물질들에 민감하게 반응해서 폐를 출입하는 공기의 양을 조절함
 - 부교감 신경 : 세기관지 수축 → 기도 저항↑
 - 교감 신경 : 세기관지 확장 → 기도 저항↓

호흡 조절 중추

(i) 연수

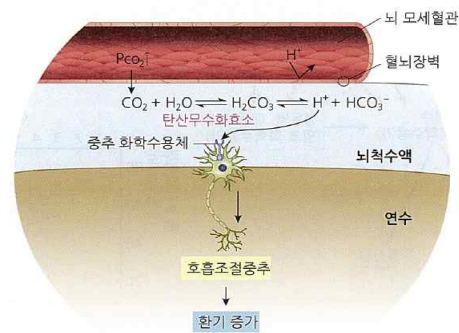
- 프리-보칭거 복합체(Pre-Bötzinger complex)
 - 등측 호흡군의 흡기 신경이 주기적으로 흥분하도록 자동적으로 활동 전위를 만들
- 등측 호흡군(Dorsal respiratory group, DRG)
 - 흡기 신경으로 구성된 흡기 조절 중추로 평소의 호흡을 조절함
- 배측 호흡군(Ventral respiratory group, VRG)
 - 흡기, 호기 신경으로 구성되어 있어서 강제 흡기와 강제 호기를 조절함

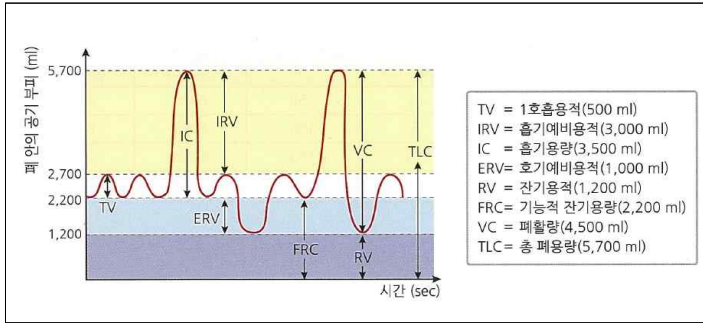
(ii) 뇌교

- 부드러운 흡기와 호기가 일어날 수 있도록 연수의 호흡 조절을 미세조정 함

중추 화학 수용기

- 연수에 위치함
- 동맥의 P_{CO_2} 에 의해 발생한 H^+ 농도 변화를 인식함





31.

인두의 연하 반사

- 혀가 음식물 덩어리를 인두로 밀어내면, 인두의 압력 수용체가 인식해서 연수의 연하 중추를 활성화 함
 - 혀가 음식물이 입으로 역류하지 못하게 막아줌
 - 연구개가 상승해서 목젖이 음식물이 비강으로 유입되지 못하게 막아줌
 - 음식물이 기도로 넘어가지 못하도록 후두개가 닫히면, 호흡 중추가 억제되어 불필요한 호흡 운동이 일어나지 않게 함
 - 인두 근육이 수축해서 음식물을 식도로 밀어 넣음

유문 괄약근: 음식물이 십이지장으로 내려가는 것을 조절함

간세포들이 담즙을 계속 합성해서 담관으로 모아 분비함

- 평소에는 오디 괄약근이 닫혀 있어서 십이지장으로 배출되지 못하고 담낭으로 들어가 저장되어 있다가 식사 시에만 십이지장으로 배출됨

32.

여과부의 구조

사구체 모세혈관

- 단층의 편평한 혈관 내피세포로 이루어짐
- 다른 모세혈관보다 투과성이 더 높은 편임

기저막

- 콜라겐, 당단백질로 이루어진 비세포성 구조
- 크기가 큰 혈장 단백질들의 투과를 막음
- 음전하의 당 성분 때문에 음전하 단백질들의 여과가 더 제한됨

이온이 주변으로 확산되어 간질액의 농도 기울기가 파괴되지 않도록 직립혈관(모세혈관)이 헨리코리와 가까이 위치해 반대 방향으로 흐르면서 물과 Na^+ , Cl^- 을 재흡수 함

→ 원뇨가 집합관을 따라 흐를 때 주변 수질부의 삼투 기울기 때문에 계속 물이 재흡수 될 수 있어서 체액보다 더 농축된 뇨를 배설함

혈압 또는 혈액량 \uparrow → 좌심방 용적 \uparrow → ANP 분비 → Na^+ , 물의 재흡수 억제 및 GFR \uparrow

방광은 이행상피로 되어 있어서 양에 따라 표면적을 조절하면서 뇨를 저장할 수 있음

요도부에는 평활근인 내요도 괄약근, 골격근인 외요도 괄약근이 있어서 뇨의 배출을 조절함

배뇨 반사

- 노가 채워져서 방광이 팽창하면 방광 벽의 팽창 수용체가 활성화 됨
- 척수반사가 일어나서 부교감 신경이 방광 수축을 일으킴
- 외요도 괄약근의 흥분을 억제해서 이완하게 함

33.

사구체 신염: 세균 감염, 독성 물질 노출, 자가 면역 반응

자가 면역 반응 때문에 사구체의 기저막이 파괴되는 질환

- 혈장 단백질이 소변으로 과량 유출되어 혈장 교질 삼투압이 감소하기 때문에 몸에 부종이 나타남

중심성 요붕증: 뇌하수체 후엽의 바소프레신 분비에 이상이 생김

신성 요붕증: 신장의 바소프레신 수용체 또는 바소프레신 신호 전달계에 이상이 생겨서 아쿠아포린 발현이 안 됨

→ 수분 재흡수를 할 수 없기 때문에 소변량이 증가하고 탈수 현상이 생김

요로 결석

- 신장 내에 비정상적으로 수산 칼슘(Calcium oxalate), 인산 칼슘, 요산, 암모늄-마그네슘-인산 등 단단한 침전물이 생기는 질환
- 소변의 흐름을 차단하고 요관에 박히면 극심한 통증과 출혈을 일으킬 수 있음

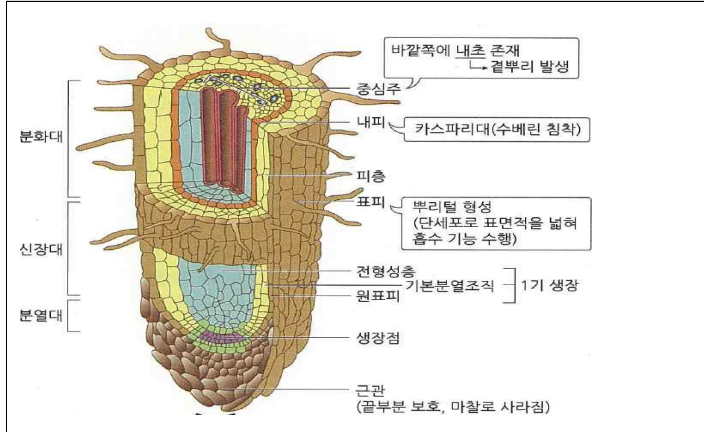
저칼륨혈증(Hypokalemia)

- 운동 시 K^+ 이 땀으로 배출된 후 맹물을 마시거나, 혈액이 알칼리증일 때 타입 B 세포가 작동하면서 K^+ 이 과도하게 분비된 경우에 생김
- 신경 세포가 과분극 돼서 활동 전위가 잘 발생하지 않아 근수축이 약해짐
- 심장에서는 ECF의 K^+ 농도가 감소하면 전압 개폐성 K^+ 채널의 활성이 떨어져서 재분극이 잘 일어나지 않고, 막전위가 낮아져서 전압 개폐성 Na^+ 채널들의 불활성화 문이 더 빨리 열리기 때문에 심장의 과도한 흥분과 비정상적인 수축이 일어남

고칼륨혈증(Hyperkalemia)

- 신장의 배설 기능이나 부신의 기능에 이상이 있을 때 생긴
 - 신경 세포의 휴지막 전위가 상승해서 잦은 탈분극이 일어나 근육 경련이 생긴
 - 심장에서는 전압 개폐성 Na^+ 채널들이 산발적으로 열려 활동 전위를 형성하지 못한 채 불응기가 돼서 심실 세동, 무수축 현상 등이 일어남

34.



표피

- 원표피에서 분화함
- 한 겹의 세포로 이루어짐
 - 기공이 잘 발달되어 있지 않음
 - 큐티클 층이 없어서 물을 잘 흡수할 수 있음
- 뿌리털이 자라서 흡수 표면적을 넓힘

피층

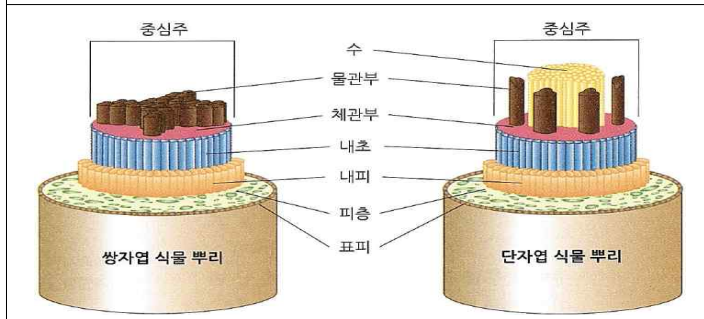
- 기본 분열 조직에서 분화하며, 뿌리의 가장 많은 부분을 차지함
 - 대부분 녹말입자를 함유한 저장 세포들로 이루어짐
- 내피 : 피층 가장 안쪽에 발달되어 있으며, 세포벽에 수베린이 침착된 카스파리 대가 있어서 아포플라스트 경로를 차단함

내초

- 중심주 제일 바깥에 발달된 한 겹으로 이루어진 세포층
 - 분열 시 결뿌리를 형성함
 - 뿌리에서 코르크 형성층을 유도함

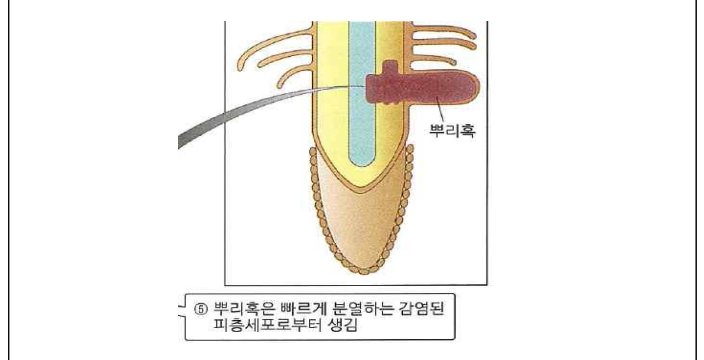
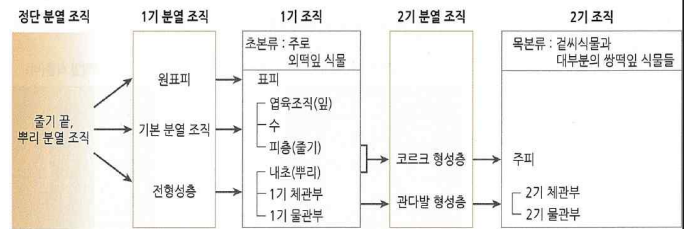
유관속조직

- 쌍떡잎식물 : 중심에 물관부, 주변에 체관부가 배열됨
- 외떡잎식물 : 중심의 수 주변으로 물관부, 체관부가 환상으로 배열됨



① 분열 조직

- 체세포 분열이 활발하게 일어남



35.

소진화의 요인들

① 선택적 교배 - 성선택

- 성내 선택 : 다른 성과의 교배 가능성을 높이기 위해 동성 사이에 경쟁하는 현상
- 성간 선택 : 수컷의 땀냄을 높여 암컷의 선택 가능성을 높이는 현상

② 유전적 부동

- 크기가 작은 개체군은 배우자의 수가 유한하기 때문에 세대를 거듭하면서 대립 유전자의 빈도가 예측할 수 없게 바뀜
 - 일반적으로 유전적 다양성이 감소함

(i) 병목현상

- 지진, 홍수, 화재 등의 재앙에 의해 짧은 기간 안에 개체군의 크기가 작아지는 현상

(ii) 창시자 효과

- 원래의 개체군으로부터 분리된 일부가 새로운 지역에서 스스로 개체군을 이루는 현상

(i) 안정화 선택

- 중간 정도의 특성을 나타내는 형질이 주로 선택되어 평균적인 형질이 바뀌지 않는 현상

(ii) 방향성 선택

- 환경 변화에 의해 전에 불리했던 한 쪽 극단의 형질이 많아지는 현상

(iii) 분단성 선택

- 중간 형질이 도태되고 양극 형질을 지닌 개체가 적응에 유리하게 되는 현상

유전자 흐름(유전자 확산)

* 유입, 유출 등 일부 개체군의 이동에 의해 유전적 빈도가 변화하는 현상

※ 전적응(Preadaptation)

여러 환경 조건에 적합한 변이들이 미리 발생해 존재하다가, 특정 환경 조건에서 그 환경에 적합한 변이체의 빈도가 증가하게 되는 현상

38.

* 알리 효과

* 개체군의 밀도가 너무 낮으면 개체들 사이의 협동이 안돼서 개체 성장률이 떨어지는 현상
- 암수 성비가 안 맞아 교배가 어려움, 주변 환경에 대해 자신들을 보호할 수 없게 됨

