

24.

- ① 지점 I 과 지점 II 사이의 거리는 10cm이다. 지점 I에서는 2ms일 때 자극이 지나갔고, 지점 II에서는 7ms일 때 자극이 지나갔다. 따라서 10cm를 이동하는데 5ms가 걸린 것이다. 그러므로 활동전위의 전도 속도는 10cm/5ms이고, 단위를 환산하면 20m/s 이다.
- ④ t_3 에서 지점 II의 전압 의존적 K^+ 채널은 열려 있다.
- ⑤ 활동전위의 전도 속도는 신경세포의 직경에 비례한다. 따라서 d가 작아지면 활동전위의 전도 속도는 느려진다.

26.

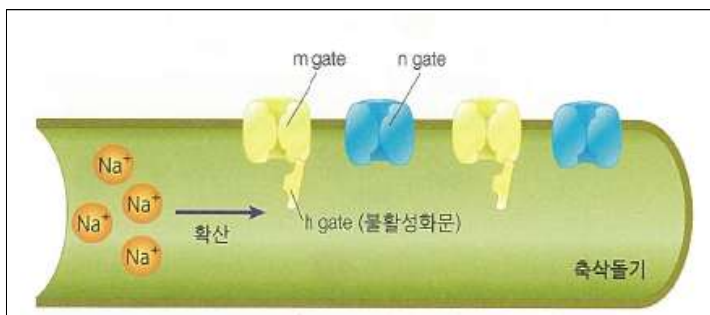
- ③ 역치 이하의 자극이 오더라도 막전위는 변한다. 다만 역치 이하이기 때문에 활동전위는 발생시키지 못하고 다시 휴지막 전위로 돌아간다.

27.

- 실제 세포막은 Na^+ 누설 채널과 K^+ 누설 채널을 모두 지니고 있음
(K^+ 누설 채널 \gg Na^+ 누설 채널)
- ' K^+ 투과도 \gg Na^+ 투과도'이기 때문에 Na^+ 보다는 K^+ 의 평형전위에 가깝게 막전위가 형성됨

- 테트로도톡신(Tetrodotoxin)
: 전압 개폐성 Na^+ 채널을 저해
테트라에틸암모늄(Tetraethylammonium)
: 전압 개폐성 K^+ 채널을 저해

28.



〈절대 불응기〉

- 활동 전위가 일어나는 동안 아무리 큰 자극이 가해져도 활동 전위가 중첩해서 발생할 수 없는 구간

(i) 자극받은 지점의 전압 개폐성 Na^+ 채널들이 모두 열려서 어떤 자극에도 더 열릴 전압 개폐성 Na^+ 채널이 없음

(ii) 전압 개폐성 Na^+ 채널의 h 문이 닫혀 있는 동안은 어떤 자극에도 전압 개폐성 Na^+ 채널들이 다시 열릴 수 없음

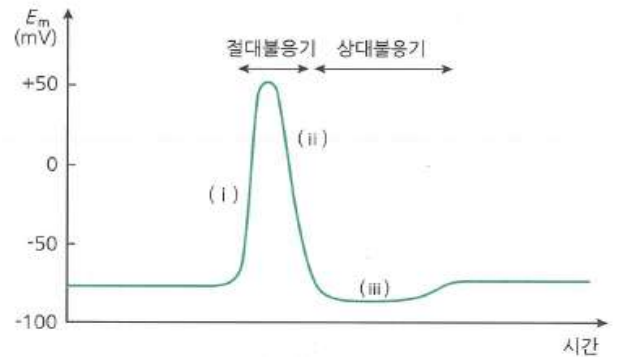
〈상대 불응기〉

- 정상적인 탈분극 자극보다 더 큰 자극이 가해졌을 때 활동 전위가 중첩해서 발생할 수 있는 구간

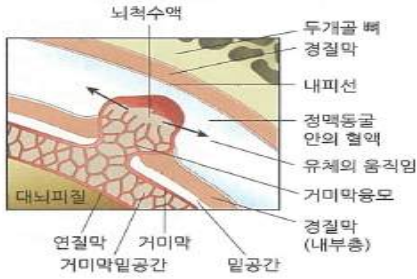
(iii) 재분극이 일어나는 동안 전압 개폐성 Na^+ 채널들의 일부가 h 문을 열고 m 문을 닫힌 상태로 바뀌면서 다음 자극을 받을 준비 상태가 됨

- 평소보다 m 문이 닫힌 전압 개폐성 Na^+ 채널 수가 적어서 자극에 대한 민감도가 떨어지기 때문에, 평소보다 더 큰 자극이 왔을 때만 전압 개폐성 Na^+ 채널들이 열려서 활동 전위가 생긴

- 과분극 상태에서 막전위가 다시 역치 값에 도달하기 위해서는 평소보다 더 큰 자극이 필요함



1.



뇌수막

(i) 경질막(Dura mater)

- 두 겹으로 이루어진 두껍고 질긴 막
- 두 겹 사이에 혈액으로 채워진 경질막동(Dural sinus), 정맥동(Venous sinus) 등의 공간이 형성되어 있음
 - 뇌에서 나온 정맥혈이나 뇌척수액이 경질막동, 정맥동으로 배출된 후 혈관으로 회수됨

(ii) 거미막(Arachnoid mater)

- 혈관이 거미줄 모양으로 정교하게 분포함
- 거미막과 연질막 사이에 뇌척수액으로 채워진 거미막밑 공간(Subarachnoid space)이 있음
 - 거미막 용모(거미막밑 공간의 돌출부) : 뇌척수액을 정맥동으로 배출함

(iii) 연질막(Pia mater)

- 뇌와 척수에 맞닿은 얇은 막
- 뇌에 혈액을 공급하는 동맥이 연결되어 있음

뇌척수액(Cerebrospinal fluid, CSF)

- 뇌와 척수를 둘러싸 충격을 방지하고 이온의 조성을 일정하게 유지시켜, 신경세포들에게 적합한 환경을 제공함
 - 혈관이 풍부하게 분포하는 뇌실 벽 쪽의 맥락총(Choroid plexus)에서 뇌척수액이 생김
 - 뇌실에서 거미막밑 공간으로 들어가서 중추 신경계를 전체적으로 감쌈
- 요추천자로 뇌척수액 샘플을 얻으면 뇌의 화학적 환경을 파악할 수 있음
 - 단백질이나 혈구세포가 검출될 경우 감염 가능성이 매우 높음

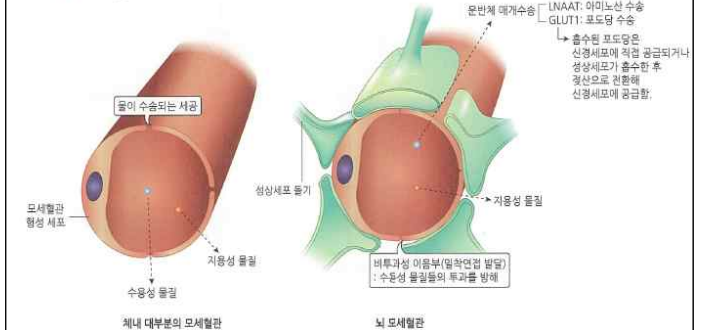
뇌실세포(Ependymal cell)

- 중추 신경계의 내강을 따라 존재함
- 뇌척수액(Cerebrospinal fluid, CSF)을 형성하고, 섬모를 움직여서 뇌척수액이 흐르게 함
- 신경 줄기세포(Neural stem cell)의 역할을 할 수 있음

혈-뇌 장벽(Blood-brain barrier, BBB)

- 뇌조직의 항상성을 유지하기 위해 모세혈관 벽에 발달된 밀착연접 때문에 혈액 내 물질들이 선택적으로 투과됨

* BBB의 구조



2.

- ① 간뇌의 시상
- ② 연수
- ④ 척수의 수질부(회백질)

9.

네 쌍의 엽

- 후두엽 : 시각 정보를 처리
- 측두엽 : 청각, 후각 정보를 처리
- 두정엽 : 체성감각(온도, 통각, 촉각 등 몸에 대한 감각) 정보를 처리
- 전두엽 : 자발적 운동, 말하기, 생각의 구성 등을 함

10.

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 감독함

27.32.

기저핵의 세포들이 손상되면 헌팅턴 무도병, 신경 전달 물질인 도파민이 부족하면 파킨슨병이 나타남

*** 신경 전달 물질들**

- 아세틸콜린 : 골격근에 흥분성으로 작용, 다른 곳은 표적에 따라 흥분성 또는 억제성으로 작용
- 모노아민
 - 노르에피네프린 : 표적에 따라 흥분성 또는 억제성으로 작용
 - 도파민 : 운동조절(기저핵) → 파킨슨 병의 원인(L-도파 또는 MAO 억제제 치료로 증세를 완화함)
 - 기억, 인식, 문제 해결(전두엽)
 - 감정, 기쁨에 관여 → 코카인 : 도파민 재흡수를 억제해 과도한 흥분 유도
 - 암페타민 : 도파민 분비를 촉진해 정신 분열증 유도(도파민 수용체를 저해하는 약물을 처리하면 정신 분열증을 완화할 수 있음)
 - 도파민 재흡수 억제제 : 우울증 완화 가능
 - 세로토닌 : 통증완화, 긴장완화, 기분향상
 - 프로작(Prozac) : 세로토닌 재흡수를 억제해 우울증 완화 가능
- 아미노산
 - 글루탐산 : 장기 기억과 관해서 AMPA, NMDA 수용체의 개폐를 조절함
 - 글리신, GABA : 억제성 신경 전달 물질들로 Cl^- 투과도를 높임
- 가스
 - CO : 장기 기억 강화
 - NO : 장기 기억 강화
- 퓨린
 - AMP
 - ATP
- 폴리펩티드
 - 서브스탄스 P : 통각 신경의 신경 전달 물질
 - 엔돌핀 : 통각 신경의 신호 전달을 차단함 (아편이나 모르핀이 엔돌핀과 비슷한 작용을 해서 스트레스를 완화함)
 - 뉴로펩티드 Y : 식욕유발 증추의 신경 전달 물질

29.

- ㄷ. 수면조절 증추는 시상하부이다.
 ㄹ. 성행위 증추는 대뇌 변연계이다.
 ㄴ. 물 섭취(갈증) 증추는 시상하부이다.

- 척수(척수 반사) : 배뇨, 배변, 발기 등을 조절함
- 연수 : 심혈관계, 호흡계, 소화기계 등을 조절함
- 시상하부 : 체온, 갈증, 식욕 등을 조절함
- 전두엽 앞쪽 연합피질 : 개인 성향에 따른 감정 반응의 표현을 조절함

30.

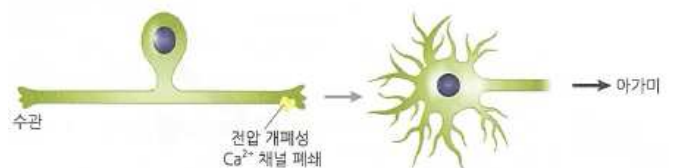
단기 기억 vs. 장기 기억

(i) 단기 기억

- 감각신경 말단의 채널에 변화가 생겨서 신경 전달 물질 분비량이 바뀜
- 일시적 변화이기 때문에 오래 지속되지 못함
 - 바다 달팽이(Aplysia)의 수관(Siphon)을 건드리면 감각신경을 자극했을 때, 반사적으로 운동신경을 통해 아가미를 움츠리는 현상을 연구함

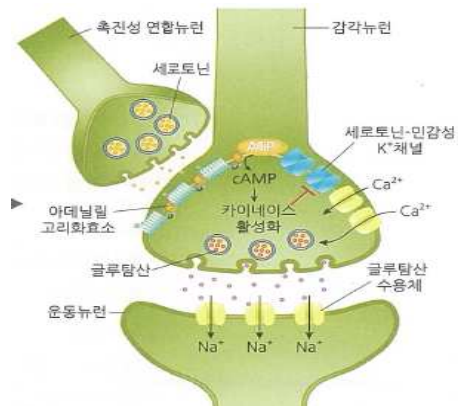
ㄱ) 습관화

- 수관을 계속 건드리면 감각신경 말단의 전압 개폐성 Ca^{2+} 채널이 폐쇄됨
- 자극을 줘도 감각신경 말단에서 신경 전달 물질의 분비가 잘 안 됨
- 운동신경의 수용기 전위가 작아져서 아가미의 움츠림이 잘 일어나지 않음



ㄴ) 민감화

- 수관에 강한 충격을 가하면 주변의 촉진성 연합뉴런이 세로토닌을 분비해서 감각신경 말단의 전압 개폐성 K^+ 채널(세로토닌-민감성 K^+ 채널)을 폐쇄함
- 자극을 주면 감각신경 말단의 활동 전위가 더 오래 지속돼서 신경 전달 물질 분비가 증가함
- 운동신경의 수용기 전위가 커져서 아가미의 움츠림이 과도하게 일어남



(ii) 장기 기억

- 반복적인 강한 자극에 의해 시냅스의 연결이 확장됨
- 기억이 저장 공간에 오래 남아있게 됨

ㄱ) 절차 기억

- 회상하거나 묘사할 수 없는 기계적 행동(자동차 운전 기술 등)에 대한 기억들
- 해마 대신 소뇌, 주 운동 피질, 체성감각 피질, 시각 처리 영역 등이 관여함

ㄴ) 서술 기억

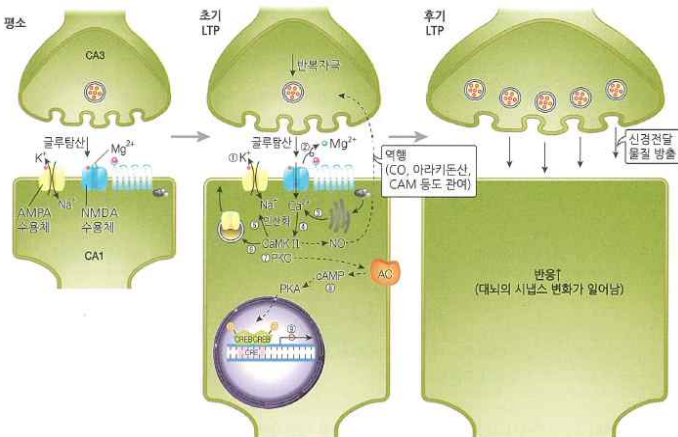
- 의식이 개입되는 사람, 장소, 사건, 사물 등에 대한 기억들
- 해마와 여러 대뇌 피질 부위들이 관여함

- 해마 내의 시냅스 변화가 두드러지게 나타나며, 해마에 일시적으로 저장된 새로운 장기 기억은 곧 영구적인 저장 공간인 피질 영역으로 옮겨져 시냅스 변화를 일으킴

* 장기 강화 작용(Long-term potentiation)

〈과정〉

- 평소의 자극이 CA3 신경에서 신경 전달 물질인 글루탐산을 방출시키면, CA1 신경의 AMPA 수용체 채널과 NMDA 수용체 채널들이 열리게 됨
 - AMPA 수용체 채널이 열려 약한 시냅스 후 전위가 생긴
 - NMDA 수용체 채널은 Mg^{2+} 플러그가 박혀 있어서 이온이 흐르지 못함
- 반복적 자극이 생기면 AMPA 수용체 채널이 열려 발생한 시냅스 후 전위가 증폭돼서 CA1 신경에서 큰 수용기 전위가 발생함
 - NMDA 수용체 채널의 Mg^{2+} 플러그가 빠지면서 Ca^{2+} 유입이 시작됨
 - 초기-LTP(Long-term potentiation) 개시
- 초기-LTP 동안 유입된 Ca^{2+} 이 CaMK II, PKC 등을 활성화 함
 - AMPA 수용체 채널을 인산화 해서 더 활성화 되게 함
 - AMPA 수용체 채널들이 박혀 있던 분비 소낭들이 세포막에 융합해서, CA1 신경의 세포막에 더 많은 AMPA 수용체 채널들이 발현되게 함
- CA1 신경에서 NO 가스가 생성되어 CA3 신경으로 역행 신호를 전달함
 - CA3 신경이 더 많은 신경 전달 물질을 방출할 수 있게 구조 변화가 일어남
- CA1 신경의 세포질 내에 cAMP 농도가 증가함
 - PKA가 활성화 돼서 전사인자인 CREB를 인산화 하면, CREB가 여러 유전자들의 발현을 조절함
 - 새로운 단백질들이 합성되면서 CA1 신경의 구조 변화가 일어남
 - 후기-LTP(Long-term potentiation) 개시
 - CA3 신경과 CA1 신경 사이의 시냅스 연결 구조가 크게 확장됨



31.

중뇌

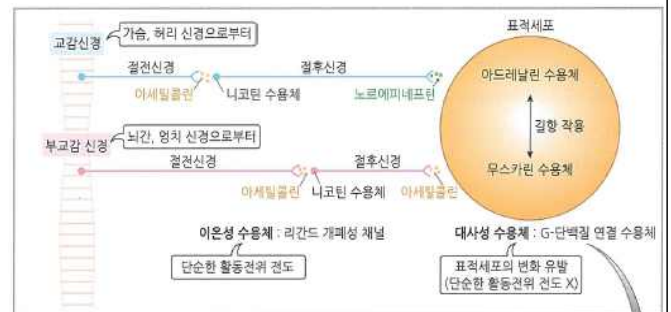
- 눈의 정보를 분석하고, 홍채와 안구 운동을 조절함
- 보행 반사, 바로잡기 반사의 중추

시상하부

- 항상성 중추 : 내분비계, 자율 신경계를 조절함
 - 체온 조절, 갈증과 소변 배출 등 체내 삼투압 조절, 식욕 조절, 임신과 분만 조절, 뇌하수체 전엽 호르몬의 분비 조절, 뇌하수체 후엽 호르몬 생산, 자율 신경계 조절 등

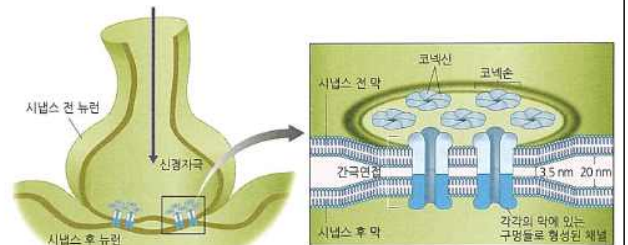
⑤ 시상 × → 시상하부 ○

33.



전기적 시냅스

- 간극연접을 통해 한 세포에서 다른 세포로 직접 이온을 확산시켜 신호를 전달함
 - 세포 간에 신호를 빠르게 전달해서 여러 세포들이 동시에 활성화 될 수 있음
 - 세포 간에 신호를 양방향으로 전도할 수 있음
 - 세포 간에 신호의 변형이 일어날 수 없음



38.

● 보툴리눔 독소(보톡스)

- 혐기성 세균인 *Clostridium botulinum*이 만들어 방출하는 신경 독소
- 채소 운동신경 축삭 말단의 시냅토프레빈(Synaptobrevin)을 저해해서 아세틸콜린 방출을 막음
 - 골격근들이 이완됨
 - 횡격막 이완으로 호흡 곤란이 생겨 사망함

39.

나.	예외) 혈관 : 교감신경만 연결됨(발기 관련 혈관만 교감, 부교감신경 모두 연결됨) 한신 : 절후신경 말단에서 아세틸콜린을 분비하는 교감신경만 연결됨 침샘, 눈물샘 : 교감, 부교감신경이 표적세포에 대해 서로 길항적으로 작용하지 않음
라.	더울 때 : <교감신경 → 아세틸콜린> → 땀샘(땀분비) → 피하 혈관 확장(열 손실 ↑)
마.	무스카린 수용체 : 대사성 수용체 • 부교감신경의 표적세포들에서 발견되는 G-단백질 연결 수용체 • 절후신경 말단에서 분비된 아세틸콜린과 결합함 • 세포 신호 전달 경로를 통해 표적세포의 반응이 일어남
	아드레날린 수용체들 : 대사성 수용체 • 교감신경의 표적세포들에서 발견되는 G-단백질 연결 수용체 • 절후신경 말단에서 분비된 노르에피네프린과 결합함 • 세포 신호 전달 경로를 통해 표적세포의 반응이 일어남
바.	부신수질 • 외배엽(신경능선) 유래 • 중추신경계에서 절전신경이 땀 아세틸콜린 신호를 주면, 부신수질은 절후신경의 역할을 하며 카테콜아민 계열 호르몬들을 방출함

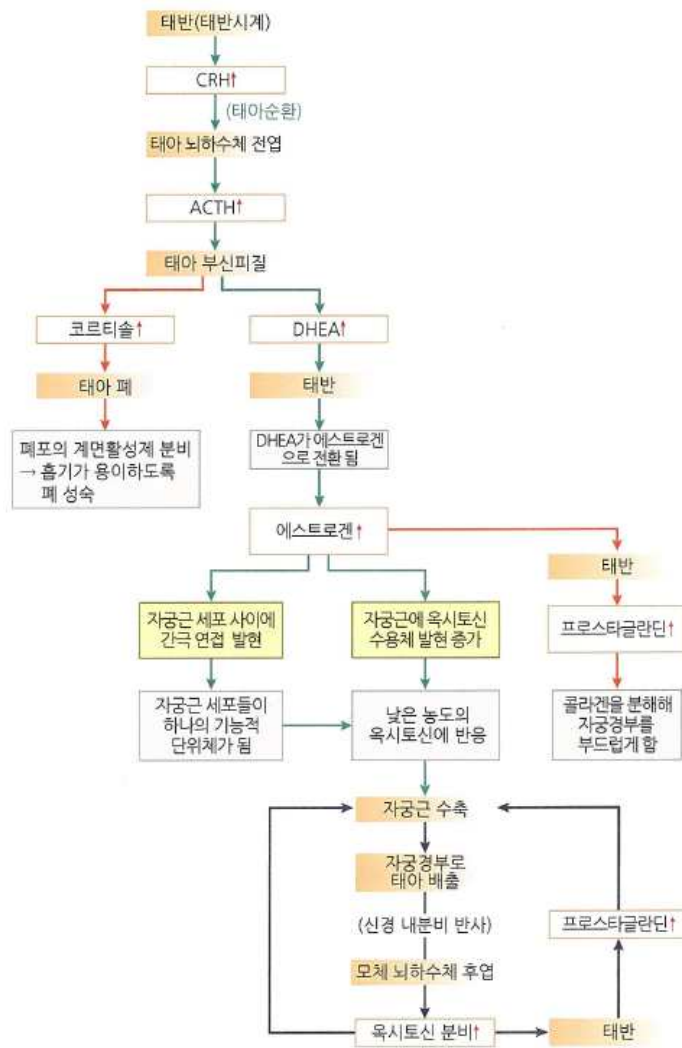
14.

옥시토신

- 자궁 평활근을 수축시켜 분만을 유도함
- 모유 수유 시 유즙의 배출을 촉진함

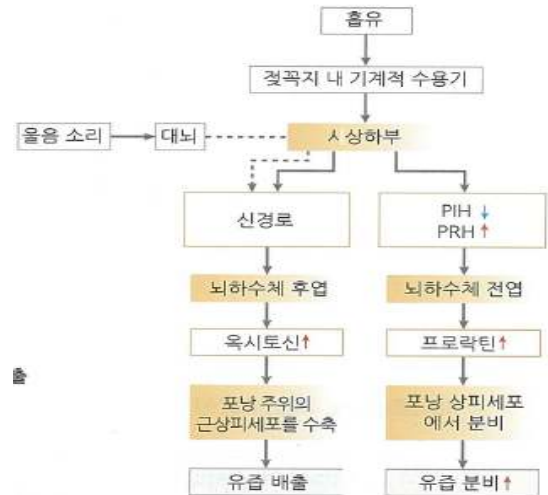
ㄱ) 분만

- 임신 기간 동안 태반에서 태반 시계가 작동해 CRH 분비를 서서히 증가시킴
- CRH의 농도가 가장 높을 때 태반에서 고농도의 에스트로겐이 분비됨
- 에스트로겐은 자궁근 세포 사이에 간극연접을 발달시키고 옥시토신 수용체 발현을 높임
- 자궁근이 옥시토신에 반응해서 수축을 개시하면, 태아 머리가 자궁 경부를 신장시킴
- 자궁의 신장 자극 때문에 모체의 뇌하수체 후엽에서 더 많은 옥시토신이 분비되고, 태반에서는 프로스타글란딘 합성이 유도됨
- 호르몬들의 양성 피드백 작용으로 분만이 완료될 때까지 자궁 수축 빈도, 시간, 강도가 증가하면서 진통이 지속됨



ㄴ) 수유

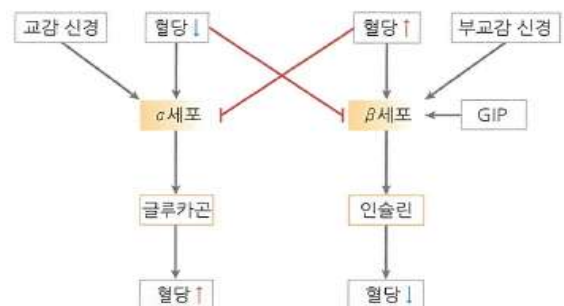
- 유즙 분비 : 영아의 포유가 시상하부의 PIH 분비를 억제시켜 프로락틴 분비를 촉진함
- 유즙 배출 : 영아의 포유나 아이의 울음소리 자극들이 대뇌를 거쳐 시상하부로 전달되면 뇌하수체 후엽에서 옥시토신이 분비됨
→ 근상피세포가 수축하면서 유즙이 젖꼭지로 배출됨



21.

● 인슐린

- 혈당 ↑ → β 세포가 직접 인식 → 인슐린 분비
- 혈당 ↑ → 시상하부가 인식 → 부교감 신경계 활성화 → 인슐린 분비
- 소화관 내 음식물 때문에 부교감 신경이 활성화 되거나 위장관 호르몬인 GIP가 분비됨 → 인슐린 분비
- 작용
 - 골격근 세포의 GLUT4 발현을 높여 포도당 흡수를 촉진함, 골격근과 간의 글리코겐 합성 촉진 및 포도당 신생합성 억제를 통해 혈당을 낮춤
 - 해당과정을 통해 포도당을 지방산으로 전환해 중성지방 합성을 유도하고, 지방세포의 지방 분해를 억제함
 - 세포 내 단백질 합성을 촉진해서 혈중 아미노산 농도를 낮춤



26.

● 에피네프린

- 작용
 - 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

● 글루카곤

- 혈당 ↓ → α 세포가 직접 인식 → 글루카곤 분비
- 혈당 ↓ → 시상하부가 인식 → 교감 신경계 활성화 → 글루카곤 분비
- 작용
 - 간의 글리코겐 분해와 포도당 신생합성을 촉진해서 혈당을 높임
 - 간에서 중성지방 합성을 억제하고 케톤체 생산을 유도하며, 지방세포의 지방 분해를 촉진함 → 혈중 지방산과 케톤체 농도를 높여줌
 - 간의 단백질 합성을 억제하고 분해를 촉진함 → 혈중 아미노산 농도에는 큰 영향을 주지 못함

36.

㉔. 글루카곤은 지방 세포의 지방 분해를 촉진하여 혈장 내 유리지방산이 증가한다.

37.

Ca²⁺ 농도의 조절

- 소장: 신체 내로 흡수되는 Ca^{2+} 양을 결정
- 뼈: 우리 몸의 가장 큰 Ca^{2+} 저장소
- 신장: Ca^{2+} 배설을 주관
 - 세 기관을 조절해서 체내 항상성을 유지함

(i) 칼시토닌

- 혈중 $\text{Ca}^{2+} \uparrow \rightarrow$ 갑상선 C 세포가 직접 인식 \rightarrow 칼시토닌 분비
- 파골세포(Osteoclast)의 활성을 낮춰 뼈 흡수를 감소시킴
- 신장의 Ca^{2+} 재흡수 억제

(ii) 파라토르몬

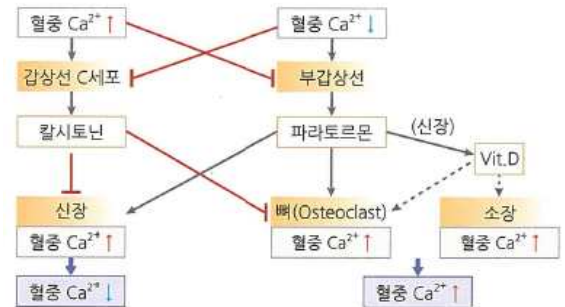
- 혈중 Ca^{2+} ↓ → 부갑상선이 직접 인식 → 파라토르몬 분비
- 활성화된 파골세포가 뼈를 흡수해서 혈액으로 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 이 유출되게 함
- 신장의 Ca^{2+} 재흡수 촉진, PO_4^{3-} 재흡수 억제
- 신장에서 비타민 D를 활성화 함

(iii) 비타민 D

- 식이 또는 피부의 광화학 반응 후, 간과 신장에서 각각 한 번씩 활성화가 일어남
 - 피부색이 밝을수록 피부의 단위 면적당 합성량이 증가하기 때문에 햇빛이 부족한 고위도 사람일수록 피부색이 짙어짐
- 소장에서 Ca^{2+} , PO_4^{3-} 의 흡수를 유도함
- 뼈가 파라토르몬에 대한 반응성이 커지게 함
- 신장의 Ca^{2+} 재흡수 촉진도 약간 함
 - 비타민 D 부족 시 어린이는 구루병, 청인은 골연화증이 나타남

(iv) 에스트로젠

- 파골세포의 수명을 조절해서 뼈 흡수에 영향을 줌



39.

7. 페로몬은 같은 종의 서로 다른 개체들 사이에 communication signal로 이용되는 물질이다.

40.

(i) I형 당뇨병(인슐린 의존형)

- 자가 면역 질환 → T_C 세포들이 활성화 되어 β 세포를 파괴 → 인슐린 분비가 결핍됨
- 글루카곤에 의해 방출된 과량의 지방산이 간에서 케톤체로 전환되어 대사성 산증이 나타남
- 체중 감소

(ii) II형 당뇨병(인슐린 비의존형)

- 평소 지나친 포도당 섭취로 혈당 ↑ → 인슐린 분비가 정상인과 비슷하거나 높게 유지됨
→ 표적세포들의 인슐린 민감도가 감소함
- 글루카곤이 혈중 지방산을 높이지만 보통 대사성 산증을 나타내지는 않음
- 비판

7) 갑상선 기능 항진증

- 불안, 땀 분비, 발열, 고혈압, 체중 감소 등이 나타남
- * 자가 면역 질환으로 TSH 수용체에 대한 자가 항체가 생김(그레이브스 병, 안구 돌출증)
 - 갑상선 비대증, 혈중 TSH 농도 ↓

41.

경쟁적 ELISA

- 정량의 1차 항체와 시료를 섞어서 불게 함
- 위 반응물을 바닥에 정량의 항원이 붙어 있는 튜브에 투여함
 - 1차 항체가 시료 속의 항원이나 바닥의 항원들에 결합함
 - 시료 속의 항원 양이 많을수록 바닥의 항원에 결합하는 1차 항체 양이 줄어듦
- 상층액을 모두 씻어냄
- 효소가 부착된 2차 항체를 넣어 바닥의 항원에 결합한 1차 항체의 양을 측정함

발색 반응 유도 (효소 반응)

2차 항체 첨가

색

호르몬 양

그래프의 X축에서 오른쪽으로 갈수록 혈액의 인슐린 양이 많은 것이다. competitive ELISA에서는 측정하고자 하는 호르몬의 양이 많을수록 발색 정도가 적게 일어난다.

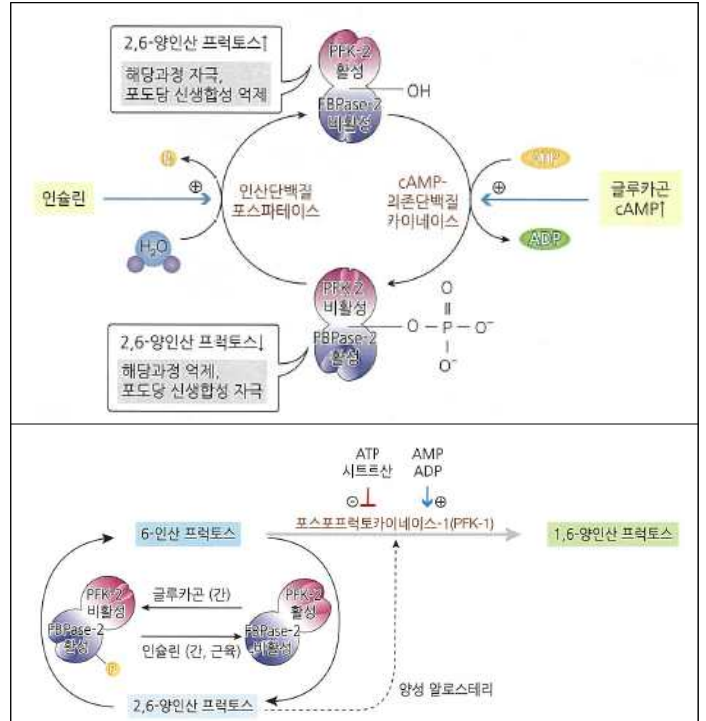
- 플레이트 바닥에 합성 인슐린을 먼저 부착시킨다.
- C는 혈중 인슐린의 농도가 정상보다 높은 것으로 2형 당뇨병일 가능성이 있다.
- 정상인의 경우 식사 후에 혈중 인슐린의 농도가 높아진다.
- 2형 당뇨병의 경우 혈중 인슐린 농도가 높게 유지되기 때문에 competitive ELISA를 통해 측정할 수 있다.

42.

- 포도당 신생합성(gluconeogenesis)은 간과 신장에서 일어나고 근육에서는 일어나지 않는다.

*** PFK-2/FBPase-2**

- 한 단백질이 반대되는 두 가지 효소 활성 자리를 지님
 - 글루카곤 신호(혈당 낮을 때) → 세포질 내 cAMP 농도가 높아져 활성화된 cAMP-의존성 단백질 카이네이스가 인산화를 하면 FBPase-2 활성을 끄
 - 인슐린 신호(혈당 높을 때) → 효소가 탈인산화 되어 PFK-2의 활성이 높아지면, 2,6-양인산 프럭토스를 합성해 PFK-1을 양성 알로스테리 조절함



43.

송과선

- 인돌 아민 계열의 멜라토닌을 분비해 신체의 일주기성을 확립함
- 망막 신경절 세포의 멜라놉신(Melanopsin)이 광수용체로 작용 → 시신경 교차 위의 시상하부 위교차핵(Suprachiasmatic nucleus, SCN)으로 전달 → 시계 단백질들의 발현이 조절됨
- 낮에는 위교차핵에서 송과선으로 신호를 보내 멜라토닌 합성을 억제하고, 밤에는 신호가 없어서 송과선에서 멜라토닌이 합성되어 분비됨
 - 분비된 멜라토닌은 온 몸으로 확산돼서 생체의 일주기성을 확립함

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

- 지용성 호르몬인 T_4 , T_3 는 혈장 단백질(Thyroidbinding globulin)에 결합해서 운반됨
- 갑상선은 주로 T_4 로 분비하지만, 표적세포 내에서 대부분 T_3 로 바뀌어 핵수용체에 결합함

(ii) 역할

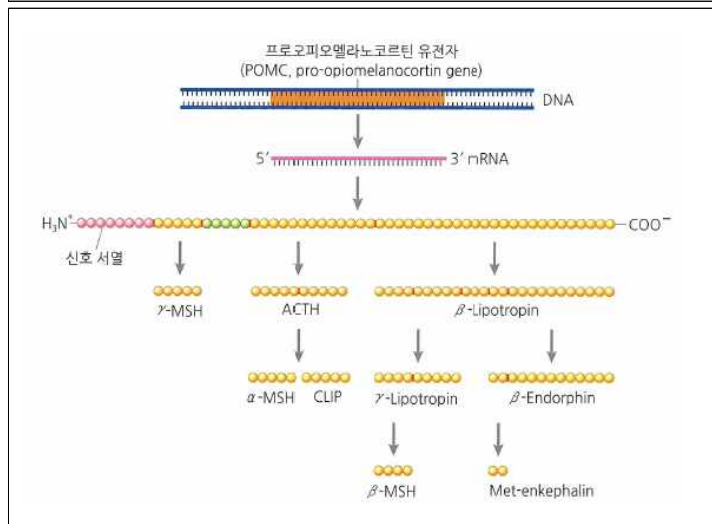
- 기초 대사율을 높여서 열을 발생시킴
- 해당 과정, 지방 분해, 단백질 합성 등을 촉진함
- 골격 성장과 카테콜아민 계열 물질의 작용에 허용 효과를 나타냄
- 갑상선 호르몬이 결핍되면 성장이 저해됨
- 신경 발생 과정에 중요한 역할을 함
- 양서류의 변태를 유도함

54.

멜라닌 세포 자극 호르몬(MSH)은 펩티드 호르몬이다.

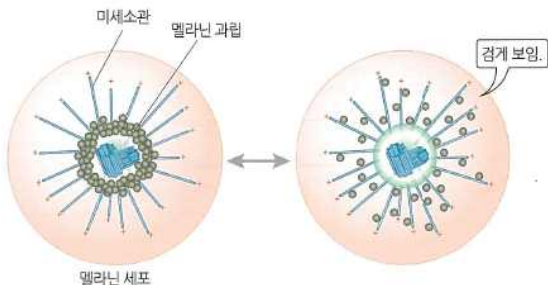
‘한 개의 유전자 → 많은 호르몬들’

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



멜라닌 세포 자극 호르몬

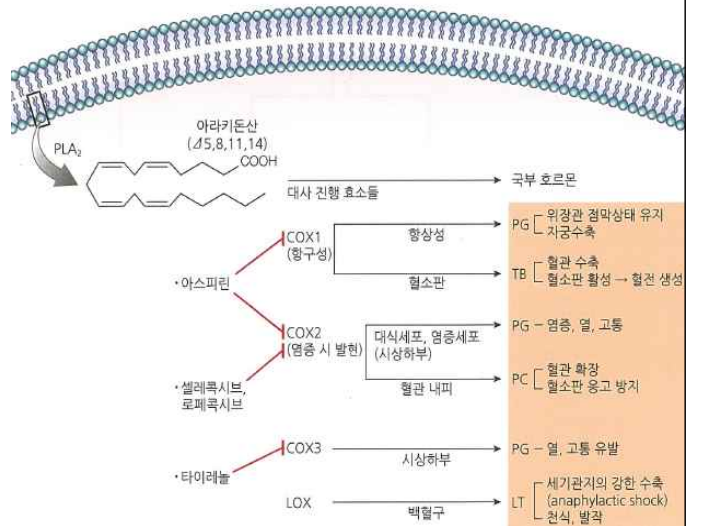
- 어류, 양서류, 파충류 등 하등 척추동물들에 발달한 뇌하수체 중간엽에서 분비됨
- 피부의 멜라닌 세포 내 멜라닌 과립의 분포를 조절해서 위장을 하게 함



55.

● 아이코사노이드 계열 국부 호르몬

- 20개의 탄소로 이루어진 지방산 유도체 → 지용성 분자
- 불안정한 구조 → 국부 호르몬으로 작용함
- 다양한 조직에서 세포막의 아라키돈산이 유리돼서 프로스타글란딘(Prostaglandin, PG), 트롬복산(Thromboxane, TB), 류코트리엔(Leukotriene, LT), 프로스타사이클린(Prostacyclin, PC) 등으로 바뀌어 여러 가지 생리 작용들을 조절함



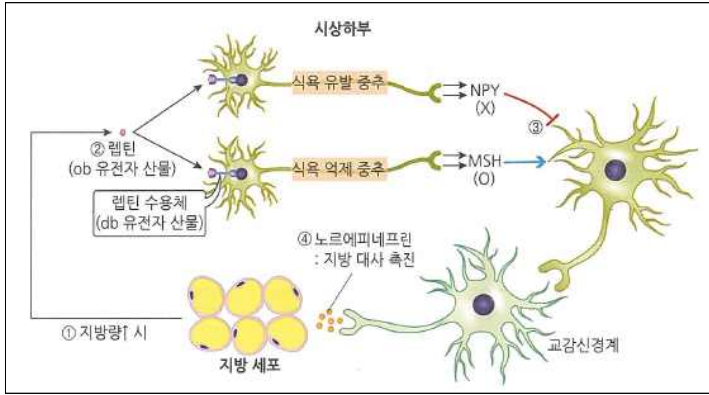
여러 가지 진통제들

- 아스피린(비스테로이드 항염제, NSAID) : COX1, COX2 효소들의 비가역 저해제
- 염증세포들의 PG 생성을 막아서 소염, 해열, 진통 효과를 보임
- 혈소판의 COX1 저해 : 혈소판은 핵이 없기 때문에 새로 효소를 합성하지 못함 → 혈전 생성 억제제
- 셀레록시브, 로페록시브 : COX2 효소 저해제
- 염증세포들의 PG 생성을 막아서 소염, 해열, 진통 효과를 보임
- 혈관내피의 COX2를 저해하기 때문에 혈전이 과도하게 생김
- 타이레놀 : COX3 효소 저해제
- 시상하부의 PG 생성을 막아서 진통 효과를 보임

57.

● 렙틴

- 지방세포에 중성 지방의 저장량이 많아지면, 지방세포가 렙틴(ob 유전자 산물)을 합성해 분비함
- 시상하부 식욕 조절 중추의 렙틴 수용체(db 유전자 산물)에 결합함
[식욕 유발 중추 : 활성 억제, 신경 전달 물질 NPY 분비↓]
[식욕 억제 중추 : 활성 증가, 신경 전달 물질 MSH 분비↑]
- 체내에 축적된 물질들을 분해하기 위해 교감 신경계를 활성화해서 대사를 촉진함
- 혈압↑, 심장 박동↑, 미토콘드리아의 지방산 산화↑, 식욕 억제 표적세포들의 인슐린 민감도↑ 등



60.

● 쿠싱 증후군 = 코르티솔 과다 분비증

- 과량의 CRH 또는 ACTH가 분비(2차 쿠싱 증후군) 되거나 부신에 종양(1차 쿠싱 증후군)이 생겼을 경우
 - 근육 단백질, 뼈의 콜라겐이 소실돼서 점차 약해짐
 - 혈중 아미노산으로 포도당 신생합성을 해서 고혈당을 일으키고 몸에 과도한 지방이 축적됨

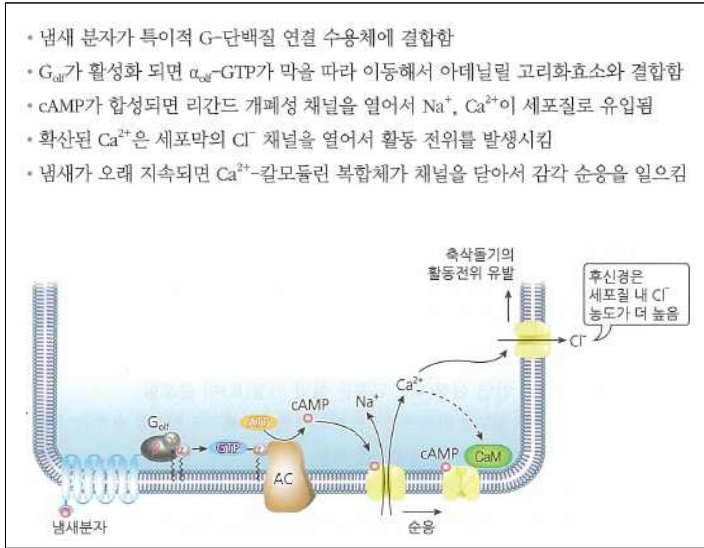


65.

갑상선 호르몬(티록신)은 태아기부터 태아의 두뇌 발달에 필수적인 호르몬이며, 출생 후에는 소아의 전신 성장 발달을 촉진시킨다. **크레틴병**은 선천성 갑상선 기능 저하증이라고도 하는데, 태아기부터 갑상선의 형성 부전이나 갑상선 호르몬의 합성 장애 등과 같은 다양한 원인에 의해 갑상선 기능이 저하되는 상태를 말한다.

2.

● 후각 수용체



11.

- ① 교감 신경이 흥분하면 홍채의 방사근(종주근)이 수축하면서 동공이 확대된다.
- ② 수정체의 두께를 조절하는 신경은 시각 신경(뇌신경 II)가 아니라 눈 운동 신경(뇌신경 III)이다.
- ④ 각막에는 혈관이나 림프관이 발달해 있지 않아서 조직 이식 시 거부 반응을 나타내지 않는다.
- ⑤ 안구를 싸고 있는 가장 밖의 백색 콜라겐으로 구성된 불투명한 막은 공막이다.

- 공막: 눈의 겉을 감싼 흰자로 보이는 부분
탄력성 섬유와 콜라겐 결합 조직으로 이루어져 있어서 눈을 지지하고 보호함
- 맥락막: 멜라닌 색소와 망막에 영양을 공급하기 위해 혈관이 많이 발달되어 있음
- 각막: 공막이 눈 앞쪽으로 연장된 부분. 불투명하고 투명해서 빛이 투과될 수 있음
각막 세포들끼리 서로 간=연접을 통해 양분 교환을 함
각막에 혈관이 생겨서 혼탁해지면 각막 이식을 할 수 있음
- 모양체(섬모체): 결이인대를 이용해 수정체를 지지하고 두께를 조절함

(i) 빛의 양 조절

- 부교감 신경: 홍채의 원형근을 수축함 → 동공 축소 → 빛의 양 ↓
- 교감 신경: 홍채의 방사근을 수축함 → 동공 확장 → 빛의 양 ↑

(ii) 원근 조절

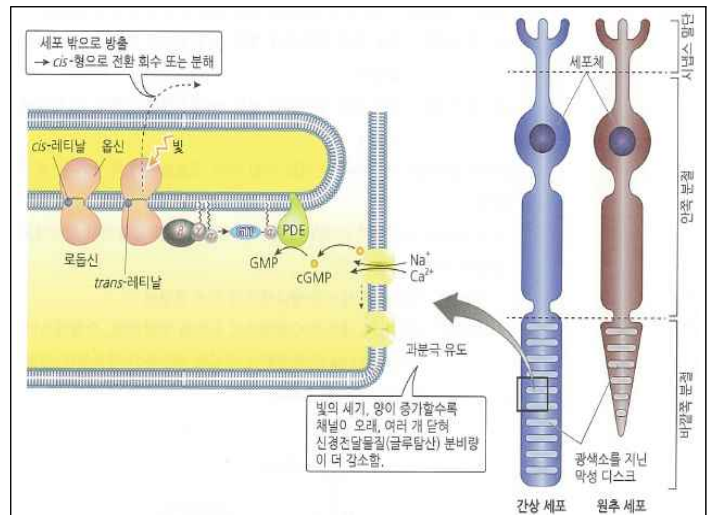
- 가까운 물체: 부교감 신경 → 모양체근 수축 → 결이인대 이완 → 수정체가 볼록해짐
- 먼 물체: 교감 신경 → 모양체근 이완 → 결이인대 긴장 → 수정체가 납작해짐

12.

● 시각 수용체

- 디스크의 *cis*-레티날이 빛을 흡수하면 *trans*-레티날로 바뀜
- 로돕신에서 *trans*-레티날이 방출되고, 남은 옵신 단백질이 G_t (Transducin)를 활성화 함
- α_t -GTP가 디스크 막을 따라 이동해서 cGMP 포스포다이에스테라아제를 활성화해서 cGMP를 분해함
- cGMP 농도가 낮아지면 cGMP-개폐성 채널이 닫혀서 광수용기 세포가 과분극 됨
- 광수용기 세포의 말단에서 글루탐산 방출이 줄어듦

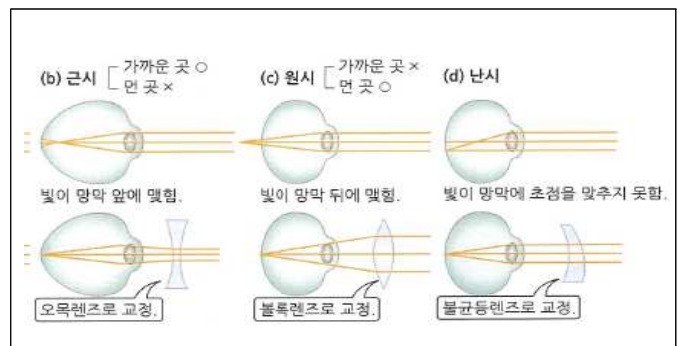
② 빛에 의해 rod cell의 sodium channel이 대부분 닫혀 과분극된다.



14.

D. 비타민 A는 레티넨을 로돕신으로 변화시키는 작용을 촉매하는 것이 아니라 레티넨의 전구체이다.

17.



21.

- ㉠ 내이 hair cell : mechanically-gated K^+ ch.
- ㉡ 망막 광수용체 : G_t (transducin) \rightarrow G ptn-coupled rct. \times
- ㉢ 미각 수용기 : G_{gust}
- ㉣ 후각 수용기 : G_{olf}

22.

- ㉡ 랑게르한스 세포 : 수지상 세포의 일종
- ㉤ Cholecalciferol = 활성형 Vit.D₃.
엽산(Vit.B₉)은 자외선에 의해 분해된다.

25.

- 냄새 분자가 후신경 섬모의 수용체에 결합해서 활동 전위가 생긴
- 대뇌의 돌출부인 후각구(Olfactory bulb)에서 후신경과 2차 감각신경인 승모세포가 시냅스를 이뤄 사구체를 형성함
 - 각 사구체는 같은 종류의 냄새 수용기 세포들끼리만 시냅스를 이뤄서 다양한 냄새 분자들을 분류, 축적하는 역할을 함
- 승모세포는 다른 감각 기관들과 달리 시상을 거치지 않고 곧바로 대뇌 측두엽의 후각피질로 연결됨
- 하나의 후각 수용기 세포는 한 종류의 후각 수용체를 갖는다.
- 하나의 사구체는 같은 종류의 후각 수용체를 가지는 여러 후각 수용기 세포로부터 정보를 받는다.
- G-단백질 연결 수용체 유전자를 약 천 개 지님
 - 대부분은 위유전자(Pseudogene)이고, 약 300개의 유전자만 실제 발현될 수 있음
- 대립 유전자 배제가 일어나서 각 수용기 세포마다 오직 한 개의 수용체 유전자만 발현됨
- 냄새 분자에 따라 여러 가지 수용체들에 동시에 결합할 수 있음
 - 여러 수용기 세포에서 동시에 활동 전위가 발생하면, 뇌가 신호를 통합해서 새로운 냄새로 받아들일 수 있어서 뇌는 천 가지 이상의 다양한 냄새를 구분할 수 있음
- 한 가지 수용체에 구조가 비슷한 서로 다른 냄새 분자가 결합하면, 각 분자의 결합력에 따라 활동 전위 패턴이 바뀌어서 다른 냄새로 구분할 수 있음