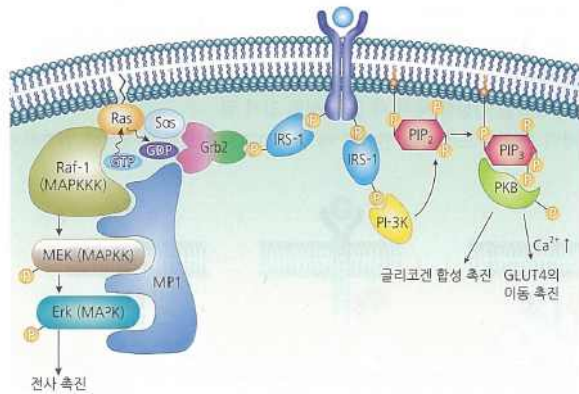


2.

- 세포 내에서 단백질들이 순차적으로 활성화 되면서 신호가 기하급수적으로 증폭됨
“수용체 → 일련의 단백질 → 이차 전달자 → 신호 증폭”
- 이차 전달자 : 신호 전달 과정을 매개하는 비단백 물질들
세포 내로 퍼져서 짧은 시간 동안 작용하고 금세 사라짐
 - 소수성 물질 : DAG, PIP_3 등
 - 친수성 물질 : cAMP, cGMP, IP_3 , Ca^{2+} 등
 - 기체 : NO, CO 등

* 인슐린 수용체의 신호 전달(티로신 카이네이스 수용체)



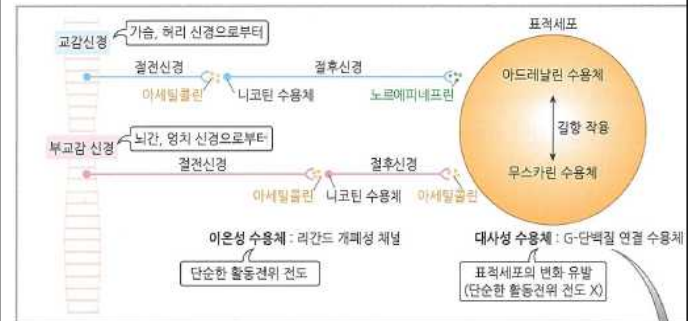
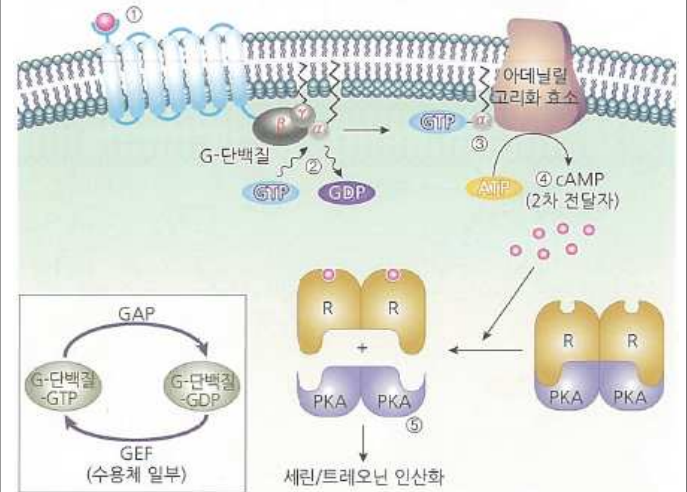
7.

G-단백질 연결 수용체

- 세포막을 일곱 번 관통
- 세포질 도메인 G-단백질과 결합되어 있음
- 세포막 수용체의 대부분을 차지함

G_s 신호 전달

- 리간드가 결합하면 수용체의 구조가 바뀌어서 세포질의 GEF 도메인이 활성화 됨
- GEF가 G_s 단백질(α , β , γ 세 개의 소단위체로 이루어짐)에서 α 에 붙어 있던 GDP를 배출하고 GTP로 치환함
- α -GTP가 $\beta\gamma$ 에서 떨어져 막을 따라 이동해서 아데닐릴 고리화효소와 결합함
- 활성화된 아데닐릴 고리화효소가 ATP를 이차 전달자인 cAMP로 바꿈
- cAMP가 세포질로 확산되어 R_2C_2 사합체로 이루어진 PKA의 R 소단위체에 결합해서 R과 C를 서로 분리함
- 분리돼서 활성이 생긴 C 소단위체는 표적 단백질들의 세린/트레오닌 기를 인산화 함

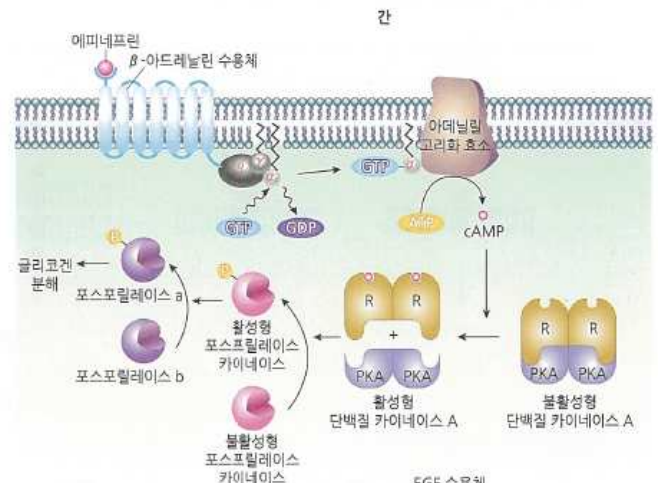


무스카린 수용체 : 대사성 수용체

- 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



8.

※ Ras, Rab, Ran, Rho, Rac
small G-protein family
→ 모두 GTPase 활성이 있음

공여자 막 버딩(Budding) 수여자 막
키네신 또는 미오신 Rab 수용체
어댑터 단백질 코트 단백질 제거 V-SNARE (Synaptobrevin) SNAP25 t-SNARE (Syntaxin)
신호에 의해 다른 단백질들을 불러들임 시냅토포그민(Synaptotagmin) (Ca²⁺에 의해 조절 분비되는 소낭에 존재 Ca²⁺부재시 SNARE의 융합을 방해)
방출
GAP (GTPase-activating protein) Rab-GTP → Rab-GDP
GEF (Guanine-nucleotide exchange factor) Rab-GDP → Rab-GTP

자유 튜불린
β GTP α GTP
자유 튜불린은 중합체 형성 후 β 소단위체 부분의 GTP가 GDP로 가수분해됨. 가수분해된 소단위체는 해리되기 쉬워짐.
β GDP α GTP

미세섬유 분해 & 수축 인테그린 국소 연결 (Focal adhesion) 신호전달 유도인자

성장인자가 receptor tyrosine kinase에 결합하면, Ras 연관 소형 GTP 분해 효소군(Ras-related GTPase) 안의 Rho 단백질의 일종인 cdc42가 활성화하여 액틴 다발을 형성하도록 신호를 보낸다. cdc42는 소형 GTP 가수분해효소 (small GTPase)로서 세포 형태, 이동, 내포작용, 세포 분열의 주기 조절 등 여러 가지 기능이 있다. 이 모든 현상은 액틴 중합을 활성화하여 사상위축을 형성하는 것과 깊은 관계가 있다.

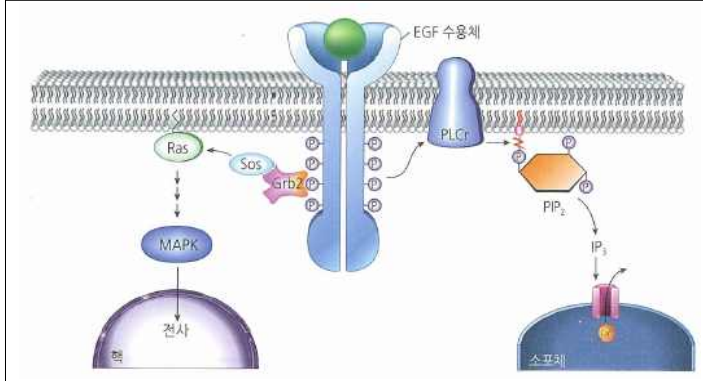
분열인자(Mitogen) 분열인자 수용체
Ras
MAP 카이네이스
유전자 조절 단백질의 활성화
세포질 핵
myc 유전자
Myc
활성 G₁-Cdk
활성 E2F 단백질
S기 유전자 전사
G₁/S-사이클린 (사이클린 E) S-사이클린 (사이클린 A)
활성 S-Cdk
DNA 합성
불활성화된 E2F 단백질
불활성화된 Rb 단백질
G₁ S

• Myc
- 세포 분열과 관련된 여러 유전자들의 전사를 조절함
- c-myc : EGF 등 다양한 리간드 신호의 존재 여부에 따라 활성이 조절됨
- v-myc : 버킷팅프종에서 과량 발현 돌연변이가 일어나서 과도한 세포 분열을 일으켜 종양을 형성함

• Ras
- c-ras : GTP 또는 GDP 결합 여부에 따라 활성이 조절됨
- v-ras : 염기치환 돌연변이가 일어나서 GAP이 단백질 내의 GTPase 활성을 촉진하지 못함
- ras-GTP 상태로 유지돼서 세포질 내로 과도한 세포 분열 신호를 전달해 종양을 형성함

Ras-GTP → Ras-GDP (GAP)
Ras-GDP → Ras-GTP (GEF)

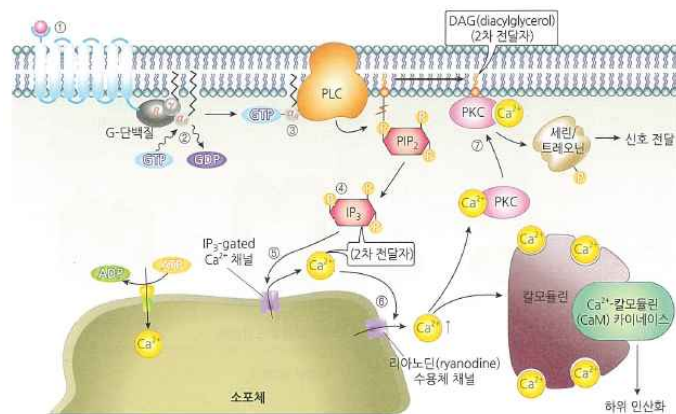
9.



10.

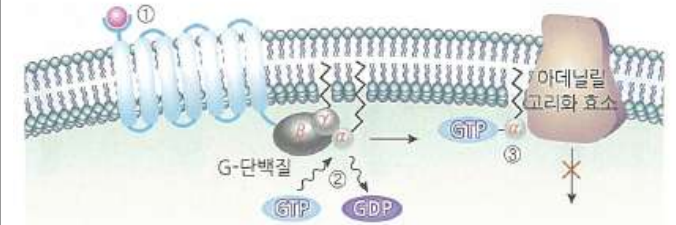
G_q 신호 전달

- 리간드가 결합하면 수용체의 구조가 바뀌어서 세포질의 GEF 도메인이 활성화 됨
- GEF가 G_q 단백질(α_q , β , γ 세 개의 소단위체로 이루어짐)에서 α_q 에 붙어 있던 GDP를 배출하고 GTP로 치환함
- α_q -GTP가 $\beta\gamma$ 에서 떨어져 막을 따라 이동해서 포스포리파아제 C(Phospholipase C, PLC)와 결합함
- 활성화된 PLC가 4,5-양인산 포스파티딜이노시톨(Phosphatidyl inositol 4,5-bisphosphate, PIP₂)을 DAG(Diacyl glycerol)과 IP₃(Inositol triphosphate)로 가수분해 함
- IP₃가 되면 소포체의 IP₃-개폐성 Ca²⁺ 채널을 열면 Ca²⁺이 세포질로 확산됨
- 확산된 Ca²⁺은 활성 소포체의 리아노딘 수용체를 열어서 더 많은 Ca²⁺이 세포질로 방출됨
 - Ca²⁺은 PKC와 결합하고 세포막에서 DAG과 함께 삼중체를 형성함
 - 활성화된 PKC는 하위 단백질들의 세린/트레오닌 기를 인산화 함
 - Ca²⁺은 칼모듈린 단백질과 결합하고 Ca²⁺-칼모듈린 단백질을 활성화 함
 - 활성화된 Ca²⁺-칼모듈린 단백질은 하위 단백질들을 인산화 함



G_i 신호 전달

- 리간드가 결합하면 수용체의 구조가 바뀌어서 세포질의 GEF 도메인이 활성화 됨
- GEF가 G_i 단백질(α_i , β , γ 세 개의 소단위체로 이루어짐)에서 α_i 에 붙어 있던 GDP를 배출하고 GTP로 치환함
- α_i -GTP가 $\beta\gamma$ 에서 떨어져 막을 따라 이동해서 아데닐릴 고리화효소와 결합함
- 아데닐릴 고리화효소의 활성이 억제됨

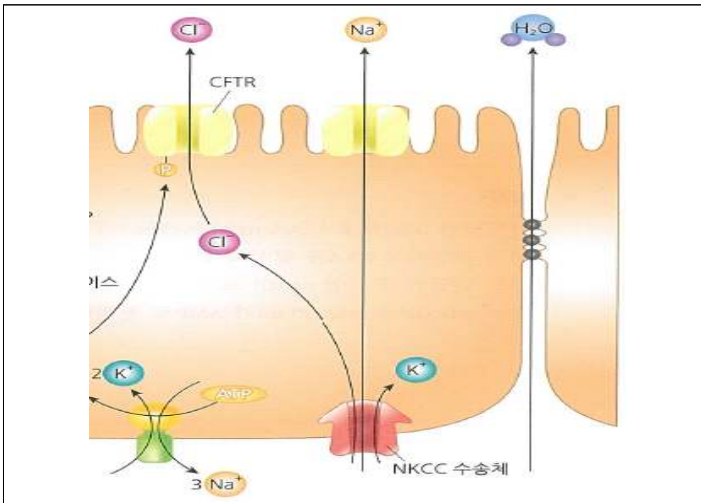


14.

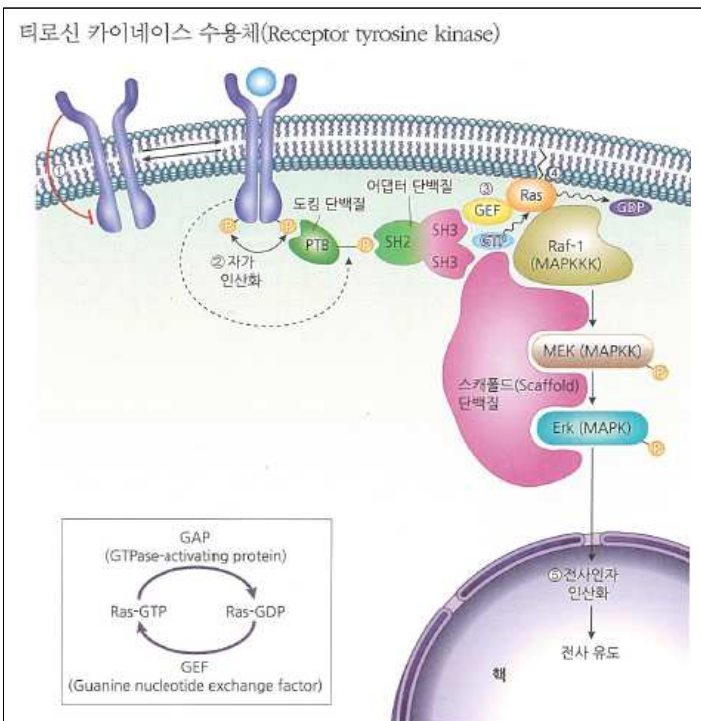
※ 콜레라 독소(Cholera toxin)

- *Vibrio cholerae*가 합성해서 분비하는 A-B 외독소
 - 세포막의 GM1 ganglioside에 결합해서 엔도시토시스 됨
 - 엔도솜에서 골지체를 거쳐 소포체로 이동한 후, PDI가 이황화 결합을 끊으면 A 부분만 세포질로 방출됨
- G_s 단백질의 α_s 소단위체에 ADP-리보실화를 해서 α_s 를 활성형으로 만들
- ADP-리보실화 된 α_s 소단위체가 아데닐릴 고리화효소를 활성화 해서 cAMP를 계속 합성하면, 여러 이온들과 물이 장 내강으로 과량 배출 돼서 설사를 일으킴





21.

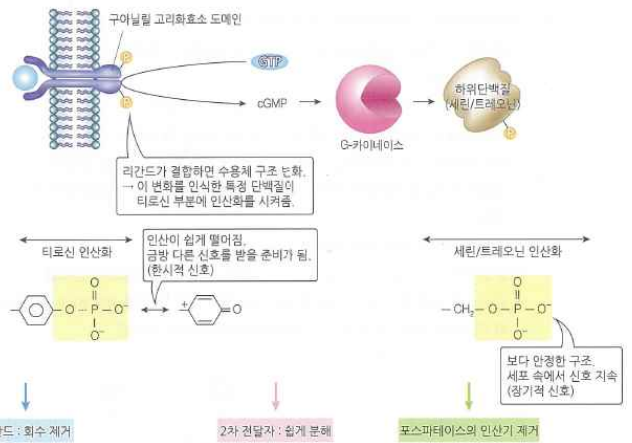


- 리간드가 결합하지 않았을 때, 수용체 도메인은 효소 도메인의 활성을 억제하고 있음
- 리간드가 수용체에 결합하면, 수용체가 이량체를 형성하면서 단백질의 구조가 바뀌어서 티로신 카이네이스 도메인이 활성화 됨
- 티로신 카이네이스 도메인의 티로신 기에 자가 인산화(Autophosphorylation)가 일어남
- PTB(Phosphotyrosine-binding) 도메인을 가진 도킹(Docking) 단백질이 티로신 카이네이스 도메인의 인산화 된 티로신 기에 붙으면, 티로신 카이네이스 도메인이 도킹 단백질에 인산화를 함
- SH2 도메인을 가진 어댑터(Adapter) 단백질이 도킹 단백질의 인산화 된 티로신 기에 붙음
- GEF가 어댑터 단백질의 SH3 도메인에 결합함
- GEF가 Ras 단백질에 붙어 있던 GDP를 배출하고 GTP로 치환함

- 스캐폴드(Scaffold) 단백질이 어댑터 단백질의 SH3 도메인에 붙으면, 여러 하위 단백질들이 와서 결합함
- 하위 단백질들 간의 상호 작용으로 연쇄적인 신호 전달이 일어남
 - Raf-1이 MEK의 세린 기를 인산화 함
 - MEK이 Erk의 세린/티로신 기를 인산화 함
 - Erk가 핵으로 이동해서 여러 전사인자들의 세린/트레오닌 기를 인산화 함
 - 인산화 된 전사인자가 여러 유전자들의 전사를 조절함

구아닐릴 고리화효소 수용체(Receptor guanylyl cyclase)

- 리간드가 수용체 도메인에 결합해서 수용체 단백질의 구조 변화가 일어남
- 주변의 카이네이스가 수용체 단백질의 구조 변화를 인식해서 세포질의 구아닐릴 고리화효소 도메인의 티로신 기를 인산화 함
- 인산화 된 구아닐릴 고리화효소 도메인은 GTP를 이차 전달자인 cGMP로 바꿈
- cGMP가 세포질로 확산돼서 G-카이네이스(Protein kinase G, PKG)에 결합함
- 활성화된 G-카이네이스가 다양한 하위 단백질들의 세린/트레오닌 기를 인산화해서 신호 전달을 함



핵 수용체

① 동형이합 수용체(Homodimeric receptor)

- 코르티솔, 에스트로겐 등의 지용성 분자들
 - 세포막을 단순확산 해서 통과한 뒤 세포질에 있던 수용체와 결합함
 - 리간드와 결합한 수용체가 핵으로 이동해서 역반복 서열로 이루어진 조절 서열에 붙어 유전자들의 전사를 조절함

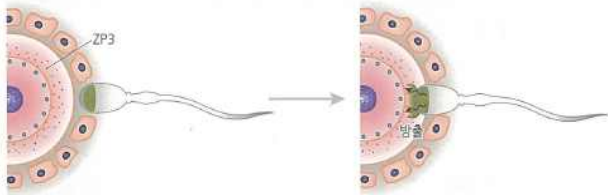
② 이형이합 수용체(Heterodimeric receptor)

- 비타민 D₃, 타록신, 레티노산 등의 지용성 분자들
 - RXR(Common nuclear receptor monomer)과 특이 수용체의 이량체로 구성된 이형이합 수용체가 정반복 서열로 이루어진 조절 서열에 항상 붙어 있음
 - 리간드 없음 : 유전자의 전사를 억제
 - 리간드 결합 : 유전자의 전사를 촉진

1.

포유류의 수정

- 암컷의 몸 속으로 사정된 정자들이 수정능(Capacitation)을 획득함
- 수란관 협부와 팽대부 사이의 온도 차를 감지해 더 따뜻한 팽대부 쪽으로 정자가 이동함
- 난자를 감싼 난구세포에서 분비된 프로게스테론 등의 유도 신호가 정자를 유인함
- 정자 세포막의 하이알루로니다아제가 접촉한 난구세포의 ECM을 분해해서 길을 만들
- 정자 세포막의 페틸린(Fertilin) 단백질이 투명대의 ZP3 당단백질과 결합하면 침체 반응이 일어남
- 침체에서 방출된 단백질분해효소들이 투명대를 뚫어 정자가 침투해서 난자와 융합함



10.

- 난황은 G1, G2기 없이 진행되기 때문에 세포의 크기가 커지지 않고 오히려 난황이 진행될수록 할구 1개당 크기는 점점 작아진다.
- 난황이 적을수록 포배강의 크기는 크다.
- 포배의 세포들이 이동하여 3배엽을 형성하는 것을 낭배 형성 과정이라고 한다.
- 발생은 세포질에 불균등하게 분포되어 있는 물질들의 영향을 받는다.
- 진피는 중배엽에서 유래한다.

14.

* 기관별 유래 배엽

(1) 뇌하수체

- 전엽 : 표피 외배엽(구강 상피)
- 후엽 : 신경관

(2) 부신

- 수질 : 신경능선
- 피질 : 중간 중배엽

(3) 배뇨계

- 신장 : 중간 중배엽
- 방광, 요도 : 내배엽

(4) 뉴런

- 개재 뉴런, 운동 뉴런 : 신경관
- 감각 뉴런 : 신경능선

(5) 눈

- 각막, 수정체 : 표피 외배엽
- 망막, 시신경 : 신경관

● 외배엽 유래 기관

(1) 신경관 유래

뇌, 척수, 뇌하수체 후엽, 개재 뉴런, 운동 뉴런, 망막

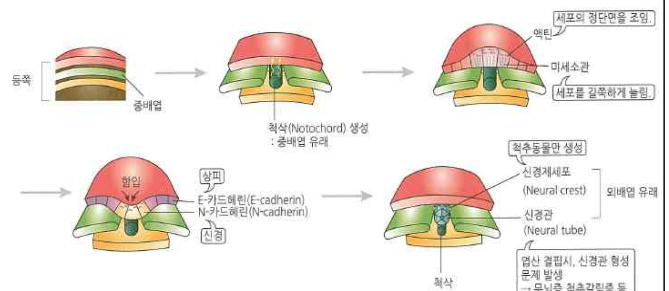
(2) 신경능선 유래

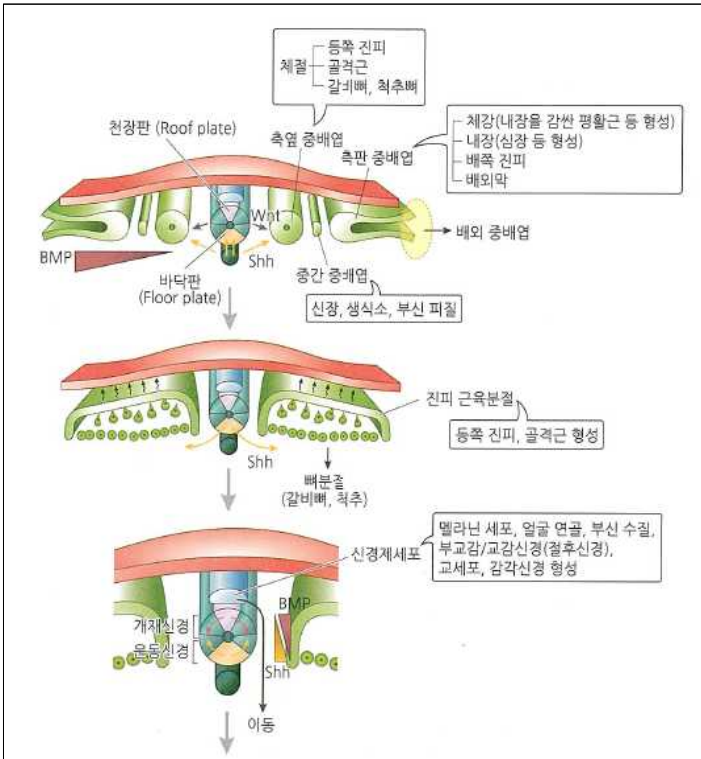
말초신경(수반 세포, 교세포, 자율신경의 절후신경, 감각 신경), 부신수질, 멜라닌 세포, 얼굴 연골

(3) 표피 외배엽 유래

표피, 털, 손톱 발톱, 피지샘, 후각상피, 구강 상피(→뇌하수체 전엽), 수정체, 각막

- 등쪽 중배엽에서 유래한 척삭이 위층의 외배엽 세포에 신호를 전달
- 신호를 받은 세포들은 E-카드헤린 대신 N-카드헤린을 발현하는 신경관으로 바뀜
- 신경관 세포들은 미세소관을 재배열 해 길여지고, 청단 끝에 축적된 미세섬유들이 수축하면서 청단면을 조임
- 세포들이 안쪽으로 함입되면서 등골게 합쳐져 신경관 구조를 형성함
- 합쳐지는 부위에는 신경능선 세포(Neural crest)가 생김





여러 기관들의 유래 배엽

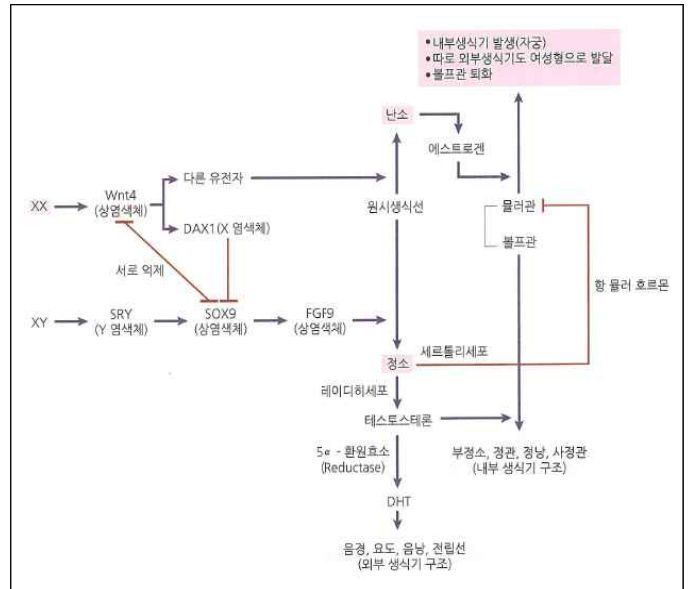
(i) 내배엽

- 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

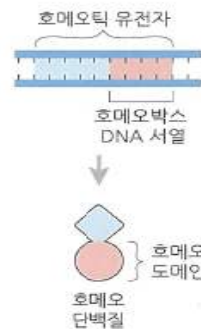
- 근육, 뼈
- 진피층
- 결합조직, 혈액
- 비노생식기
- 심장
- 비장

17.



18.

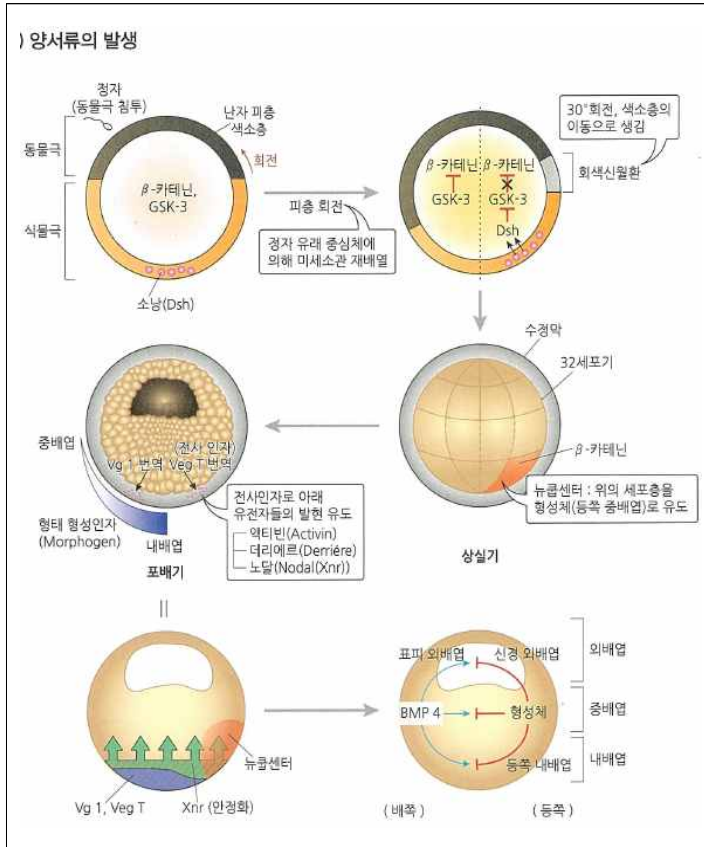
- 거의 모든 생물들이 호메오틱 유전자를 발현해 몸의 각 부위 정체성을 결정함
- 초파리의 호메오틱 유전자와 포유류의 *Hox*(homeotic complex) 유전자들에 많은 공통점 존재
 - 유전자마다 약 180염기의 호메오박스 DNA 서열이 있음
 - 호메오박스 DNA 부분이 나선 대 나선 구조의 호메오 도메인으로 번역됨
 - 몸의 앞뒤를 결정하는 순서대로 염색체 상에 차례로 배열되어 있음
 - 발생 중 배에서 앞쪽 구조를 형성하는 3' 쪽의 호메오틱 유전자부터 뒤쪽 구조를 형성하는 5' 쪽 유전자 순서로 차례로 발현됨
 - 한 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 됐음
 - 이들 중 일부 유전자들은 결실되고, 남은 중복된 유전자들은 서로 다른 기능으로 분화됨
 - 복부를 결정하는 *Abd-B*는 따로 중복 현상이 일어나서 여러 개로 늘어났음



ㄹ. 호메오 유전자들은 진화과정에서 매우 잘 보존되어 왔다. 따라서 생물 간에 차이가 크지 않다.

21.

- ① 정자의 핵은 중편이 아니라 정자 머리에 존재한다.
- ② 회색신월환은 정자 침입 지점의 반대편 쪽에 나타난다.
- ④ 신경관은 외배엽에서 유래한다.
- ⑤ LH(luteinizing hormone)는 뇌하수체 전엽에서 분비된다.



22.

- ③ 낭배 시기의 가장 큰 특징은 원장이 형성되어 원시 소화관이 형성된다.

24.

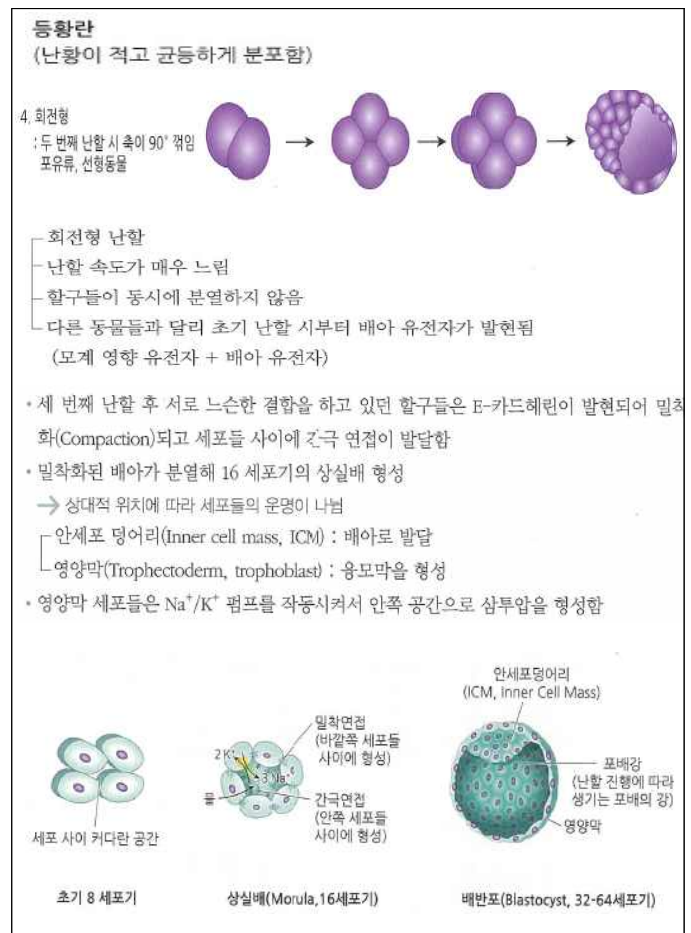
- ③ 부신 수질은 외배엽으로부터 만들어진 신경능선세포(=신경계 세포)로부터 형성된다.
- ⑤ 비뇨생식기는 중배엽 유래, 생식기 상피는 내배엽 유래

25.

- ㄴ. 자궁에 착상할 때 배아는 배반포(=포배에 해당)이며, 이미 난황이 끝난 시기이다.
- ㄷ. 사람의 발생 초기(상실배)에는 상피 조직과 신경의 구분이 없어 대부분의 세포에는 E-cadherin이 발현되어 세포들이 서로 연결되어 있다.
- ㄹ. 용모막은 영양세포층 유래이다.

26.

- 완전 난황 : 등황난(포유류), 중황난(양서류)



28.30.

앞뒤축의 결정

- 영양세포가 *bicoid* mRNA와 *nanos* mRNA를 난자에 전달함
 - bicoid* mRNA : 디네인에 붙어 난자의 앞쪽 끝에 분포
 - nanos* mRNA : 키네신에 붙어 난자의 뒤쪽 끝에 분포

모계 유전자(Maternal gene)

- 수정 후 배아의 양 끝에 분포하던 *bicoid*, *nanos* mRNA가 번역되어 세포질을 따라 확산됨
- 배아 전체에 골고루 퍼져 있던 모계 유래 *bunchback*, *caudal* mRNA의 번역을 조절함
 - Bicoid* 단백질 : *caudal* mRNA의 번역 억제
 - Nanos* 단백질 : *bunchback* mRNA의 번역 억제
- 배아 내에 *Bicoid*, *Nanos*, *Caudal*, *Hunchback* 단백질들의 농도 기울기가 형성됨



31.

정자 1개의 DNA 상대량이 1인데 배란된 제2 난모세포의 DNA 상대량이 4이므로 2개의 제2 난모세포가 배란되었다. 수정란의 DNA 상대량이 4이므로 배란된 2개의 제2 난모세포가 모두 수정되어 2개의 수정란이 되었다. I는 4세포기 배아이고, II는 8세포기 배아이다.

- II는 8세포기의 배아로 아직 수란관에 있다.
- 2세포기 배아는 2개이다.
- 난할이 진행됨에 따라서 할구 1개당 크기는 작아진다. 따라서 I의 할구당 세포질량은 II의 할구 당 세포질량보다 크다.

32.

②

- 용모막 + 탈락막(자궁내막 유래) → 태반으로 발달

배외막의 형성

- 용모막 : 중배엽 + 외배엽 기원
 - 영양막이 왕성하게 분열하면서 자궁벽을 뚫고 들어가 모계 혈관을 재배열함
 - ICM에서 유래한 배외 중배엽이 영양막의 돌출부와 합류해 탯줄의 혈관을 형성
 - 혈관 발생이 끝나면 용모막이 됨 → 자궁벽과 합쳐 태반을 구성함
 - 가장 바깥쪽 막으로, 배아와 다른 배외막들을 보호함

ㄴ) 양막 : 중배엽 + 외배엽 기원

- 상배엽에서 일부 세포들이 조개져 양막을 이룸
- 내부가 양수로 채워져 있어 배아의 충격을 완화하고 건조로부터 보호함

ㄷ) 난황막(Yolk sac) : 중배엽 + 내배엽 기원

- ICM으로부터 분출된 하배엽 세포들이 포배강 면을 따라 이동하며 배의 내배엽이 된 후 난황막을 이룸
- 난황을 지니고 있어서 배아에 양분을 공급함. 단, 인간을 비롯한 포유류는 난황 대신 난황액을 지니고 있음
- 발생 초기에 혈구 세포들을 생성함

ㄹ) 요막 : 중배엽 + 내배엽 기원

- 원조의 꼬리 끝 쪽에서 기원해 배의 중배엽에 의해 둘러싸임
- 가스 교환, 노폐물의 저장과 배출 등의 역할을 수행
- 태반이 잘 발달한 포유류는 거의 퇴화되어 탯줄 일부를 형성함

낭배기의 진행

- ICM이 상배엽과 하배엽의 두 층으로 분리됨
- 상배엽에서 외, 중, 내배엽이 발생해 배아를 형성하게 됨

33.

● 다수정 방지 기작

빠른 차단 - 체외 수정을 하는 동물들

- 성체 정자와 난자가 접촉함
- 70mV의 휴지막 전위를 유지하던 난자 세포막에서 Na^+ 투과도가 증가하면서 탈분극이 일어남
- 다른 정자들이 접근하지 못하게 됨
- 탈분극 상태가 약 1분 동안 지속된 후 사라짐

느린 차단 - 성체, 포유류를 비롯한 많은 동물들

- 정자가 수정되면 난자 세포 내로 신호가 전달돼서 활성 소포체에 저장되어 있던 Ca^{2+} 이 세포질로 방출됨
- 난자 분비 과립의 내용물들이 세포 밖으로 방출됨
 - 난황막과 난자 세포막의 연결 단백질, 빈딘 수용체 등을 분해해서 다른 정자의 결합을 막음
 - GAG가 방출되고 부풀어서 난황막을 팽창시켜 수정막을 형성함
 - 하이알린이 방출돼서 수정란 전체를 감싸 할구를 보호함



포유류는 수정막을 형성하지 않는 대신, 분비 과립에서 방출된 물질들이 ZP3의 강 부분을 제거함

37.

- 난자막(세포막) × → 난황막 ○

4.

- ① 정자가 정소에서 처음 생성될 때는 운동성이 없다. 부정소에 약 20일간 머무르면서 이동성과 수정 능력을 갖게 된다.
- ② 정낭은 과당, 프로스타글란딘, 피브리노겐 등을 함유하고 정액 성분의 대부분을 만들어 사정관으로 분비한다. 정자는 정관 팽대부에 저장되어 있다가 사정 시 평활근의 율동적 수축에 의해 방출된다.

정낭(2개)

- 정액 성분의 대부분을 만들어 사정관으로 분비함
 - 과당 : 정자의 에너지원으로 사용됨
 - 프로스타글란딘 : 남성, 여성의 생식관을 수축시킴
 - 피브리노겐 : 방출된 정액이 응고되어 여성의 질 벽에 달라붙게 함

- ④ 수정란은 운동성을 가지고 있지 않다. 수정란은 수란관 상피 세포의 섬모 운동에 의해 자궁 쪽으로 이동하게 된다.

12.

- ② 유사 분열 = 체세포 분열

20.

- ③ Human placental lactogen(hPL) mimics the action of prolactin, yet it is unclear whether hPL has any role in human lactation.

21.

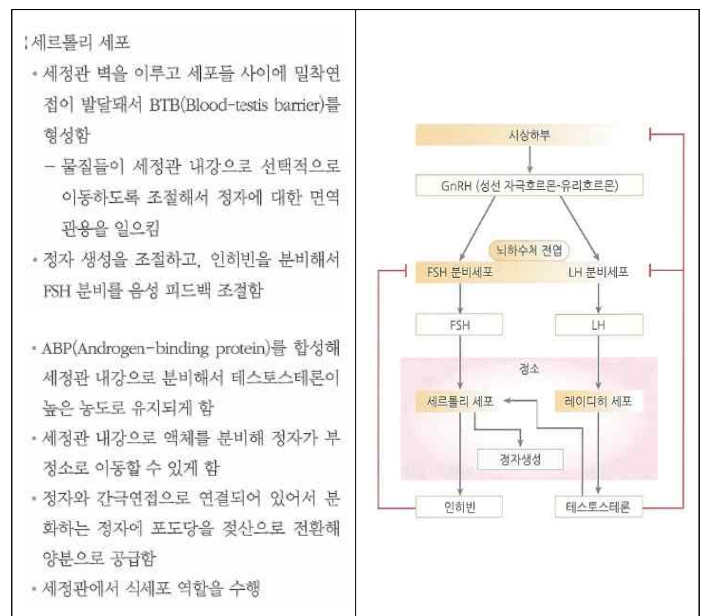
- ③ 저농도의 에스트로겐은 뇌하수체 전엽에서 FSH의 분비를 억제한다. 폐경기가 되면 여포에서 에스트로겐이 분비되지 않아 뇌하수체 전엽에서 FSH의 분비가 증가한다.

- 폐경기에 에스트로겐 분비가 줄어들면 질의 건조, 성기 위축, 골밀도 감소, 초기에 안면 홍조 현상 등이 나타남

22.

- ① 여성은 200만개의 제1 난모세포를 가지고 태어난다.
- ② 감수 1분열 : 제1 정모세포 → 제2 정모세포
- ③ 고농도의 에스트로겐은 뇌하수체 전엽에서 LH 분비를 촉진한다.
- ④ 남성 정소의 레이디히 세포가 테스토스테론을 분비한다.

24.



27.

줄기세포

- 상대적으로 미분화된 세포
 - 세포 분열 시 한 개는 그대로 미분화 특성을 유지하고 다른 한 개는 특정 기능을 하는 세포로 분화됨
 - 분화된 세포는 다른 장소로 이동하지만, 미분화된 세포는 계속 원래 자리를 지키며 분열함
 - 골수, 소장 등의 줄기세포는 주기적으로 분열해 낡은 세포를 교체하고, 전립선, 심장 등의 줄기세포는 특수한 상황에서만 분열함
- ㄱ) 전능세포(Totipotent cell)
 - 수정란부터 밀착화가 일어나기 전의 4~8세포까지 할구들
 - 영양막을 비롯한 배아의 모든 세포가 될 수 있음
 - ㄴ) 만능세포(Pluripotent cell)
 - 포배의 ICM에서 유래한 배아 줄기세포
 - 영양막을 제외한 배아의 모든 세포가 될 수 있음
 - ㄷ) 다능세포(Multipotent cell)
 - 몇 종류의 세포로 분화 가능한 성체 줄기세포
 - 조혈 줄기세포 : 백혈구, 혈소판, 적혈구 등을 형성
 - 유방 줄기세포 : 젖샘의 모든 종류의 세포들을 형성
 - ㄹ) 단능세포(Unipotent cell)
 - 특정 조직에서 발견되며 특정 종류의 세포 재생에 관여하는 성체 줄기세포
 - 정원세포는 오직 정자만 생성함

28.

난소 주기

(i) 원시 여포(Primordial follicle)

- 태아의 난소에서 난원세포가 계속 체세포 분열을 해서 임신 5개월까지 약 6~7백만 개의 1차 난모세포를 만들고 분열을 멈춤
- 1차 난모세포들은 제 1 감수분열 전기에서 감수분열을 멈춘 채 사춘기가 될 때까지 유지됨

(ii) 1차 여포(Primary follicle)

- 출생 전 1차 난모세포는 한 층의 과립세포(Granulosa cell)로 둘러싸인 1차 여포를 형성함
- 태어날 때까지 약 200만 개, 사춘기까지 약 40만 개만 남고 나머지는 퇴화됨

(iii) 2차 여포(Secondary follicle)

- 사춘기가 되면 뇌하수체 전엽에서 FSH가 분비되어 여러 개의 1차 여포들이 동시에 성숙하기 시작함
 - 과립세포가 입방체 형태로 발달하면서 다양한 물질들을 제공해서 1차 난모세포가 리보솜, mRNA, 소기관, 에너지 등을 축적하면서 점점 커짐
 - 과립세포에서 물질을 분비해서 1차 난모세포의 감수분열이 더 진행되지 않도록 억제함
 - 과립세포가 여러 층으로 발달하고 포막세포와 투명대가 생기면, 포막세포와 과립세포에서 에스트로겐을 분비해 난포동(Antrum)을 만들기 시작함

(iv) 3차 여포(Tertiary follicle, 그라프 여포, 성숙 여포)

- FSH 신호로 여포가 점점 더 발달하면서 에스트로겐 분비가 증가함
- 에스트로겐 신호를 받은 과립세포 표면에 FSH 수용체의 발현이 증가해서, FSH의 신호를 더 많이 받게 되는 양성 피드백 현상이 일어남
- 양성 피드백 결과 과립세포 표면에 LH 수용체 발현이 늘어나면서 LH 신호를 받은 여포의 폭발적인 성장이 일어남
- 빠르게 성장하는 여포가 에스트로겐, 인히빈의 분비를 지속적으로 늘려서 시상하부의 GnRH, 뇌하수체 전엽의 FSH 분비를 억제함
- 다른 여포들의 성숙은 억제되고, 가장 크게 자란 한 개의 여포만 최종 성숙할 수 있음

(v) 배란

- 에스트로겐에 의해 크게 저해 받지 않고 LH 분비가 서서히 늘어남
- 가장 크게 자란 한 개의 여포가 고농도의 에스트로겐을 분비하면, 에스트로겐은 GnRH, LH의 분비를 크게 자극해서 LH 급등 현상이 일어남
 - 여포의 에스트로겐 합성을 막음
 - LH의 작용
 - 1차 난모세포가 마져 감수분열을 진행하게 함
 - 프로스타글란딘 생성을 촉진해 배란을 유도하고 여포를 황체로 분화시킴
- 제 1 감수분열이 완료된 2차 난모세포가 제 2 감수분열 중기에서 감수분열을 멈춘 채 성숙 여포의 결합 조직을 분해하고 수란관으로 배출됨
- 배란된 세포는 정자가 수정해야 나머지 감수분열 과정을 마무리 할 수 있음

(vi) 황체 형성

- 난소에 남아 있던 파열된 여포는 콜레스테롤 등 지방이 풍부한 황체로 바뀌면서 비대해짐
- LH가 황체를 유지, 발달시켜 고농도의 프로게스테론, 중간 농도의 에스트로겐을 분비함
 - 에스트로겐
 - 자궁근과 자궁내막을 성장시킴
 - 자궁내막의 프로게스테론 수용체 발현을 유도
 - 프로게스테론
 - 자궁내막을 부풀게 함
 - 혈관 발달, 글리코겐 저장, 자궁근 수축 억제로 태아 성장 환경을 조성
 - FSH, LH 분비를 억제해 새로운 여포의 성숙을 막음
- 수정이 되지 않으면 LH 농도가 감소하면서 황체가 퇴화하고 결합조직인 백체가 됨
 - 배란된 세포는 자궁 내막에서 탈락한 조직들과 함께 질 쪽으로 배출됨

(vii) 수정 시

- 정자가 수란관 광대부로 이동해서 배란된 세포와 수정을 함
- 느린 차단 메커니즘으로 세포질 내 Ca^{2+} 이 증가하면 감수분열이 완료됨
- 난할이 진행되면서 영양막이 생기면 hCG(인간 융모막 성선자극 호르몬, Human chorionic gonadotropin)를 분비함
 - LH 유사체로 작용해서 황체 퇴화를 막음
- 황체가 계속 유지되면서 에스트로겐, 프로게스테론을 분비해서 임신을 지속시킴

(i) hCG(인간 융모막 성선자극 호르몬, Human chorionic gonadotropin)

- 수정 후 4~5일 경 영양세포에서 분비가 시작됨 → 융모막으로 발달하면서 계속 분비함
- LH와 유사한 작용을 함
 - 황체 퇴화를 막아 황체가 계속 에스트로겐, 프로게스테론을 분비해서 임신이 유지되게 함
- 임신 3개월이 되면 hCG 분비가 감소하는 대신, 태반이 스스로 고농도의 에스트로겐, 프로게스테론을 분비함

