

2. 흥분의 전도 (전기적)

▶ 전도와 전달의 차이를 명확하게 알아야 해! 전도는 한 뉴런 안에서 일어나는 것이고 전달은 두 개의 뉴런 사이에서 일어나는 거야!

(1) 흥분의 전도 → 기초 용어 정리

- ① 흥분: 세포막 안팎의 전기적 특성이 변하는 현상
- ② 막전위: 뉴런의 세포막을 경계로 나타나는 세포 안팎의 전압 차이
- ③ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프: Na^+ 은 세포 밖, K^+ 은 세포 안으로 이동시킨다. → 능동 수송(ATP 사용)
- ④ Na^+ 통로: 밖에서 안으로 이동하는 통로이다. → 확산(ATP 사용하지 않음)
- ⑤ K^+ 통로: 안에서 밖으로 이동하는 통로이다. → 확산(ATP 사용하지 않음)
- ⑥ 역치(전위): 최소한의 자극의 세기(막전위)

(2) 흥분의 발생 과정

① 분극

- 안쪽은 (-)전하, 바깥쪽은 (+)전하를 띤다.

▶ 이유를 알려주자면...

- 1) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 Na^+ 3개를 바깥으로 배출하고, K^+ 2개는 안쪽으로 끌어들이기 때문에 상대적으로 안쪽이 (-)전하를 띠는 것이다.
- 2) Na^+ 과는 달리, K^+ 은 열려 있는 일부 K^+ 통로를 통해 막 바깥으로 확산된다.
- 3) 세포 내부에는 (-)전하를 띠는 단백질이 존재한다.

- 휴지 전위: 약 -70mV

- 내부는 K^+ 의 농도가 높고, 외부는 Na^+ 의 농도가 높다.

② 탈분극

- 안쪽이 (+)전하, 바깥쪽이 (-)전하를 띤다. → 전위가 역전된다.

- Na^+ 통로가 열려 다량의 Na^+ 가 안으로 유입된다.

- 활동 전위: 약 $100\text{mV} \sim 105\text{mV}$ → 자극의 크기와 관계없이 활동 전위는 항상 같다.

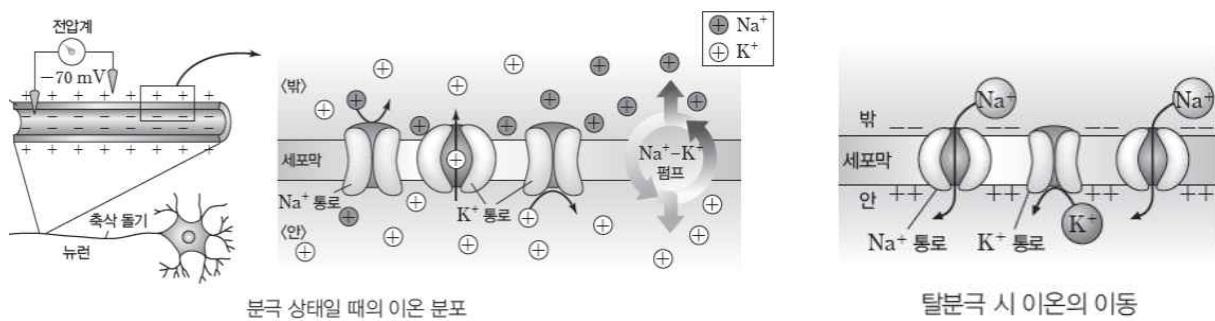
③ 재분극

- 다시 안쪽은 (-)전하, 바깥쪽은 (+)전하를 띤다.

- K^+ 통로가 열려 다량의 K^+ 가 밖으로 유출된다.

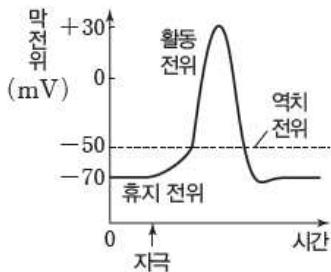
- 과분극: -80mV → 휴지 전위보다 낮아지는 현상을 말한다.

▶ K^+ 통로는 Na^+ 통로보다 더 늦게 닫혀서 -80mV 까지 내려가는 것이다. 항상 K^+ 통로는 어딘가가 부족한 부분이 있다고 생각하면 좋다. 앞에서 '분극의 원인'에서도 K^+ 통로로 K^+ 이 질질 샌다고 했는데... 이번에는 더 늦게 닫히기까지... 그래도 문제 풀 때는 -80mV 라는 수치를 이용하는 것이 가장 좋다. 왜냐하면 한 지점만 존재해서 문제를 처음에 풀어나갈 때 굉장히 유리하기 때문이다. ($+30\text{mV}$ 도 당연히 좋다.)



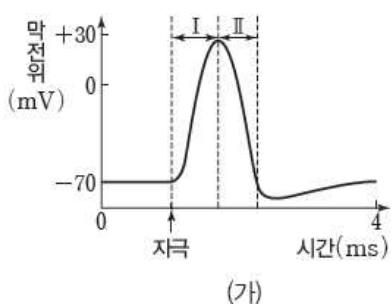
○ 주의해야 할 오개념

- 탈분극 상태에서 세포 밖보다 세포 안에 Na^+ 이 더 많다? (X)
 - ▶ 농도는 탈분극한다고 해서 세포 안과 밖의 정도가 바뀌지 않는다. 농도의 관계는 시점 상관없이 언제나 같다.
- 뉴런에 더 강한 자극을 주면 활동 전위의 크기가 커진다? (X)
 - ▶ 뉴런에 더 강한 자극을 주면 활동 전위의 크기가 커지는 것이 아니라 빈도 수가 많아지는 거다. 활동 전위의 크기는 언제나 일정하다.
- 탈분극시 Na^+ 이 유입될 때 ATP 에너지가 소모된다? (X)
 - ▶ 재분극시 K^+ 이 유입될 때 ATP 에너지가 소모된다? (X)
 - ▶ ATP는 펌프에서만 소모한다. 나머지는 확산이다.

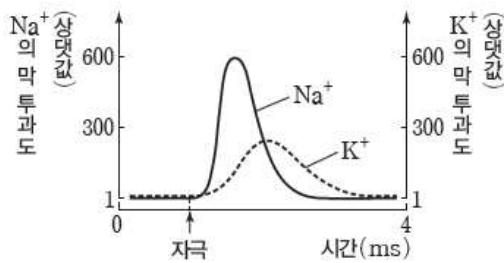


휴지 전위와 활동 전위

○ 탈분극과 재분극에서 이온의 막 투과도



(가)



(나)

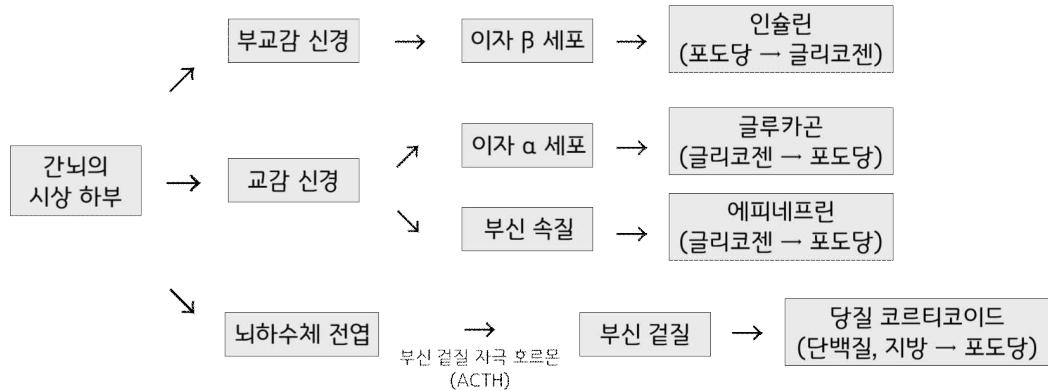
- Na^+ 통로가 열리면 Na^+ 의 막 투과도가 증가하고, K^+ 통로가 열리면 K^+ 의 막 투과도가 증가한다.
 - ▶ (나) 그래프가 어려운 내용을 담고 있는 게 아니다. 그냥 통로가 열리면 막을 투과하는 정도, 막 투과도가 증가한다는 거다. 다시 말해, 특정 이온의 막 투과도가 높다는 것은 막을 경계로 세포막 안에서 밖으로/밖에서 안으로 이동하는 특정 이온의 개수가 많다는 뜻이다.

2. 항상성

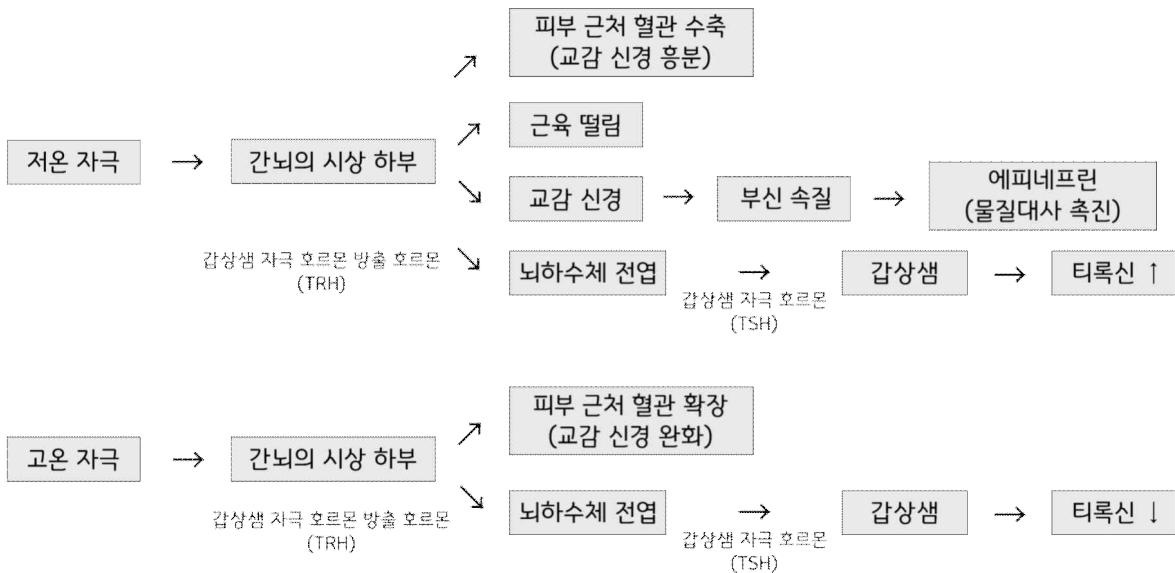
▶ 중추(사장) → 신경/호르몬(전달 통로) → 내분비샘(특정 부서) → 호르몬(파견되는, 전달받는 사원) 흐름 알아두기!

(1) 혈당량 조절

▶ 인슐린(혈당량 낮춤) / 글루카곤, 에피네프린, 당질 코르티코이드(혈당량 높임)



(2) 체온 조절



○ 체온 조절에서 헷갈리는 부분들

(1) 피부에 자극을 주는 경우

- 피부에 고온 자극을 주면 체온이 높아진다.
- 피부에 저온 자극을 주면 체온이 낮아진다.

(2) 시상 하부에 직접 자극을 주는 경우

- 시상 하부에 고온 자극을 주면, 뇌가 덥다고 느끼니까 체온을 낮춘다.
- 시상 하부에 저온 자극을 주면, 뇌가 춥다고 느끼니까 체온을 높인다.

(3) 시상 하부에 설정된 온도 변화(시상 하부가 목표로 하는 정상 체온 기준값을 바꾸는 것)

- 시상 하부에 설정된 온도가 높아지면, 몸은 아직 기준 온도보다 차갑다고 느껴서 추위를 느낀다.
- 시상 하부에 설정된 온도가 낮아지면, 몸은 아직 기준 온도보다 뜨겁다고 느껴서 더위를 느낀다.

(2) 특이적 방어 작용(후천성 면역)

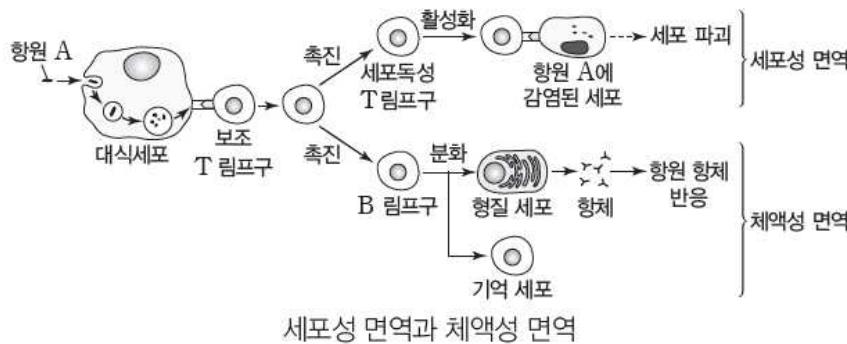
① 항원과 항체

- 항원은 면역 반응을 일으키는 원인 물질이고 항체는 형질 세포가 생성하여 분비하는 면역 단백질이다.
- 항원 항체 반응의 특이성이 있다.

② 세포성 면역: 세포 독성 T 림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 면역 반응이다.

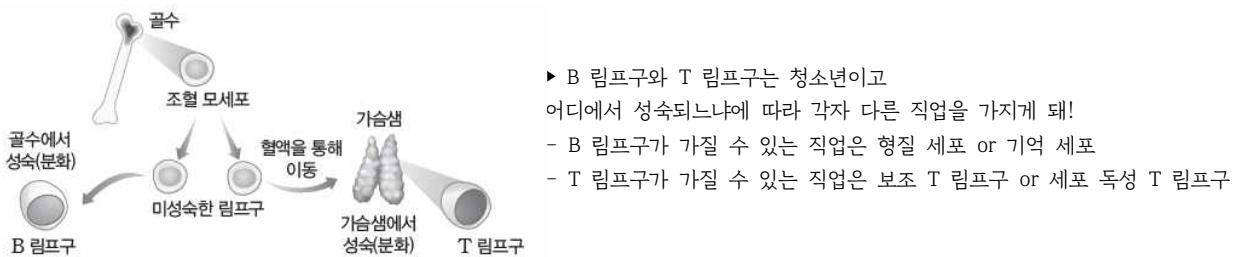
③ 체액성 면역: 형질 세포가 생산하는 항체가 항원과 결합하는 면역 반응이다.

- 1차 면역 반응: B 림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화되는 것이다.
 - 2차 면역 반응: 기억 세포가 빠르게 분화하여 또 다른 기억 세포와 형질 세포를 만드는 것이다.
- ▶ 2차 침입 시에도 비특이적 면역 작용과 B 림프구에서 형질 세포로의 분화 등 모든 면역 작용이 1차 침입 시와 동일하게 일어난다. 다만 여기에 기억 세포가 형질 세포로 분화되는 과정이 추가되어 면역 효과가 더 빠른 것일 뿐이다.



○ B 림프구와 T 림프구의 성숙(분화)

- 림프구는 골수에 있는 조혈 모세포로부터 만들어진다.
- 림프구는 골수에서 생성된다.
- 일부는 골수에서 B 림프구로 성숙하고, 일부는 가슴샘에서 T 림프구로 성숙한다.



④ 백신(예방)

- 1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질을 말한다.
- 항원에 대한 기억 세포가 형성되어 2차 면역 반응으로 보다 신속하게 다양한 항체를 생산할 수 있다.
- 항원을 주입하여 기억 세포가 남아 면역이 생긴다.

⑤ 면역 혈청

- 다른 동물에 병원체를 주사하여 생성된 항체를 주사하여 치료하는 방법이다.
 - 항체를 주사하는 것으로 기억 세포가 남지 않아 면역이 생기지 않는다.
- ▶ 백신과 면역 혈청의 차이점을 잘 알아두자.