01 신경자극전도와 시냅스전달

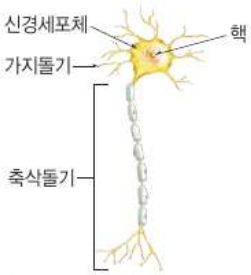
핵심 포인트
- 뉴런의 구조와 기능 ★★
- 신경자극의 발생 ★★★
- 신경자극전도 ★★★
- 시냅스에서의 신호 전달 ★★

A 뉴런

◆ **신경계**
감각기관과 뇌, 뇌와 반응기관 사이에 정보를 전달하고, 자극을 통합적으로 처리하여 우리 몸이 적절하게 반응하도록 명령하는 역할을 하는 기관계이다. 사람의 신경계는 많은 뉴런이 머리와 몸 중앙에 집중되어 뇌와 척수를 이루고, 뇌와 척수에서 온몸으로 신경 다발이 나와 복잡한 신경망을 형성한다.

1. 뉴런(신경세포) ◆신경계를 구성하는 기본 단위로, 신호를 받아들이고 다른 뉴런이나 세포로 전달한다.

2. 뉴런의 구조와 기능 뉴런은 크기와 모양이 다양하지만, 대부분 신경세포체, 가지돌기, 축삭돌기로 되어 있다.



뉴런의 구조

(1) **신경세포체:** 핵과 여러 세포소기관이 있으며, 뉴런의 생명활동(세포호흡, 단백질합성 등)에 필요한 물질과 에너지를 생산한다.

(2) **가지돌기:** 신경세포체에서 뻗어 나온 짧은 돌기로, 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들인다.

(3) **축삭돌기:** 신경세포체에서 뻗어 나온 긴 돌기로, 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.

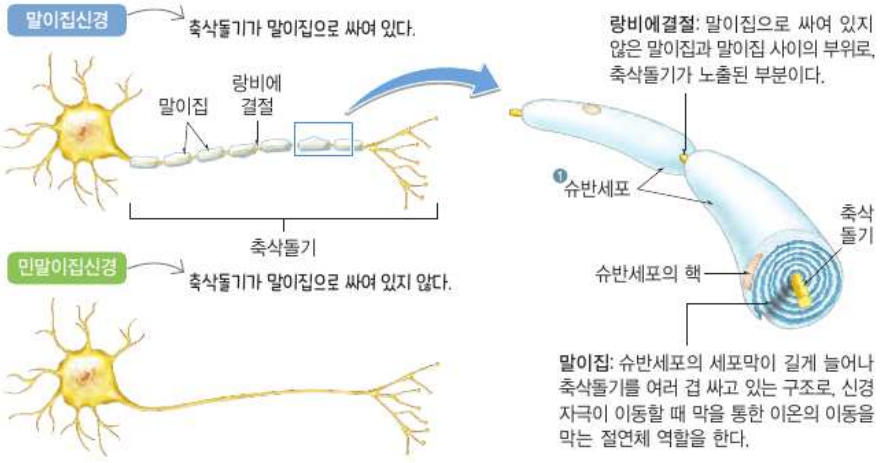
➡ 하나의 뉴런은 여러 개의 가지돌기를 통해 여러 뉴런이나 세포로부터 신호를 받아들일 수 있으며, 축삭돌기의 끝부분이 갈라져 있어 여러 뉴런이나 세포로 신호를 전달할 수 있다.

3. 뉴런의 종류

(1) **말이집의 유무에 따른 구분:** 말이집신경과 민말이집신경으로 구분한다.

말이집신경(말이집이 있는 뉴런)	뉴런의 축삭돌기가 말이집으로 싸여 있다.
민말이집신경(말이집이 없는 뉴런)	뉴런의 축삭돌기가 말이집으로 싸여 있지 않다.

말이집신경과 민말이집신경



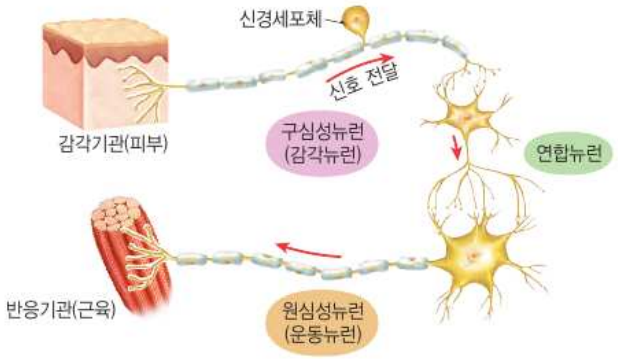
궁금해

슈반세포가 기능을 못한다면?
신경계의 기능에는 말이집을 형성하는 슈반세포의 역할이 중요하다. 말이집을 형성하는 슈반세포에 결함이 생기면 감각 저하와 운동 마비를 비롯한 심각한 신경 장애가 나타난다.

용어
❶ **슈반세포(Schwann cell)** 말초신경계에 존재하는 세포로, 뉴런의 축삭돌기를 감싸는 말이집을 형성하고 축삭돌기에 영양분을 공급한다.

(2) **기능에 따른 구분:** ◆구심성뉴런, 연합뉴런, 원심성뉴런으로 구분한다.

구심성뉴런	감각기관에서 생성된 신호를 중추신경계로 전달하며, 감각뉴런이 이에 해당한다.
연합뉴런	뇌와 척수 같은 중추신경계를 구성하며, 구심성뉴런에서 온 정보를 통합하여 원심성뉴런으로 반응 명령을 내린다.
원심성뉴런	중추신경계에서 나온 신호를 반응기관으로 전달하며, 운동뉴런이 이에 해당한다.



신호 전달 경로
자극 → 감각기관(피부) → 구심성뉴런 → 연합뉴런 → 원심성뉴런 → 반응기관(근육)

◆ **구심성뉴런과 원심성뉴런의 구조적 특징**
- 구심성뉴런: 가지돌기가 발달되어 있고, 신경세포체가 축삭돌기의 한쪽 옆에 붙어 있다.
- 원심성뉴런: 신경세포체가 크며, 축삭돌기가 길게 발달되어 있다.

암기해
구심성뉴런과 원심성뉴런
구심성뉴런 – 감각뉴런
원심성뉴런 – 운동뉴런

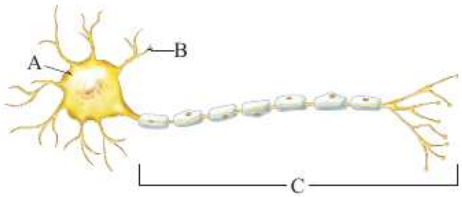
정답친해 056쪽

개념 확인 문제

핵심 체크

- **뉴런의 구조** ┌ 신경세포체: 핵과 세포소기관이 있다.
  ├ (❶): 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들인다.
  └ (❷): 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.
- **뉴런의 종류** ┌ 말이집 유무에 따른 구분: 말이집신경, 민말이집신경
  └ 기능에 따른 구분: (❸), 연합뉴런, 원심성뉴런

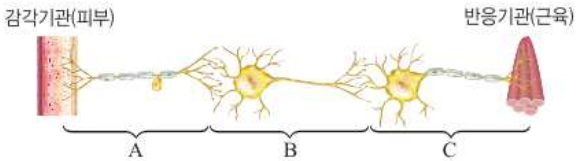
1 그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 가지돌기, 신경세포체, 축삭돌기를 순서 없이 나타낸 것이다.



( ) 안에 알맞은 기호와 이름을 쓰시오.

(1) 핵과 여러 세포소기관이 있는 부위는 ( )이다.
(2) 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달하는 부위는 ( )이다.
(3) 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들이는 부위는 ( )이다.

2 그림은 기능이 서로 다른 뉴런 A~C가 연결된 모습을 나타낸 것이다. A~C는 구심성뉴런, 원심성뉴런, 연합뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

(1) 중추신경계에서 나온 신호를 반응기관으로 전달하는 뉴런은 B이다. ..... ( )
(2) 뇌와 척수를 구성하는 뉴런은 C이다. ..... ( )
(3) 신호는 A → B → C로 전달된다. ..... ( )

◆ **자극과 신경자극의 차이**
자극은 생명체에서 반응을 유발할 수 있는 생명체 내외의 환경 변화이며, 신경자극은 자극에 대한 반응으로 뉴런의 한 지점에서 발생해 뉴런의 다른 지점으로 정보를 전달하는 전기신호이다.

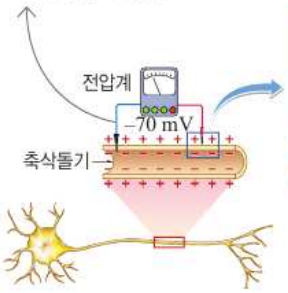
B 신경자극의 전도

1. ◆신경자극(신경신호) 뉴런이 자극을 받아 세포막의 전기적 특성이 변하면서 발생하는 신호로, 신경자극이 뉴런의 축삭돌기를 따라 이동하며 정보를 전달한다.

★2. 신경자극의 발생 완자쌤 비법 특강 / 132쪽

| 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때의 이온 분포 |

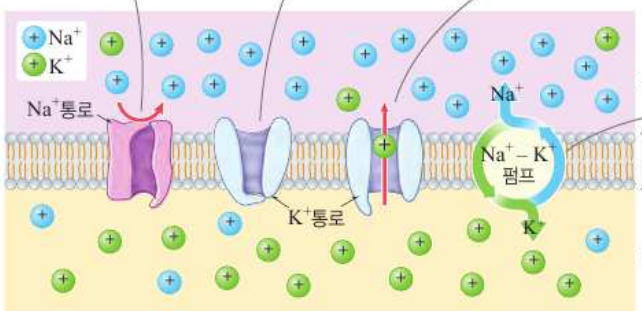
세포막 밖을 기준 0으로 설정하고 세포막 안의 전압을 측정하면 약 −70 mV를 나타낸다.



휴지 상태일 때에는 Na^+통로가 닫혀 있어 Na^+이 이동하지 못한다.

휴지 상태일 때에는 대부분의 K^+통로가 닫혀 있다.

일부 열려 있는 K^+통로를 통해 일부 K^+이 세포 밖으로 확산된다. ➡ 세포 안에서보다 세포 밖에서 양이온이 많아진다.

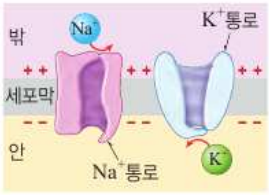


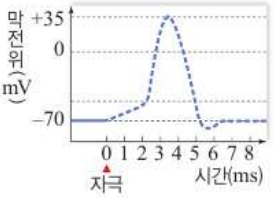
Na^+-K^+펌프는 3개의 Na^+을 세포 안에서 밖으로 운반하고, 2개의 K^+을 세포 밖에서 안으로 운반한다. ➡ 세포 안에서보다 세포 밖에서 양이온이 많아진다.

➡ ❶막전위는 세포막 안팎의 불균등한 이온 분포와 이온에 대한 투과도 차이에 의해 나타난다.

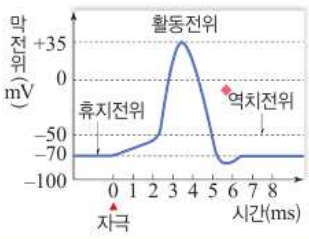
(1) **분극:** 휴지 상태의 뉴런에서 상대적으로 세포 안이 음(−)전하를, 세포 밖이 양(+)전하를 띠는 것이다.

이온의 이동과 분포	• Na^+-K^+펌프는 ATP를 소모하여 Na^+을 세포 밖으로 내보내고, K^+을 세포 안으로 이동시킨다. ➡ K^+은 세포 밖보다 안에 더 많이 분포하고, Na^+은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포한다. → Na^+-K^+ 펌프는 세포막을 경계로 한 이온의 불균등한 분포에 관여한다. • 세포 안의 K^+은 일부 열려 있는 K^+통로를 통해 세포 밖으로 확산하지만, 세포 밖의 Na^+은 열려 있는 Na^+통로가 거의 없어 세포 안으로 확산하기 어렵다. ➡ 세포막 안쪽은 상대적으로 음(−)전하를 띠고, 세포막 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.
막전위	휴지전위: 분극 상태일 때의 막전위, 일반적으로 약 −70 mV이다.





활동전위
휴지 상태의 뉴런에 ◆역치 이상의 자극이 가해졌을 때, 세포막에 있는 이온 통로를 통해 이온의 이동이 급격하게 일어나면서 막전위가 일시적으로 상승했다가 다시 휴지전위로 돌아가는 막전위의 변화이다.



✱ **Na^+-K^+펌프와 이온 통로의 공통점과 차이점**
- 공통점: Na^+-K^+펌프와 이온 통로는 막을 통해 특정 이온을 선택적으로 이동시킨다.
- 차이점: 이온 통로를 통해서는 에너지의 사용 없이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 확산을 통해 이온이 이동하는 반면, Na^+-K^+펌프는 ATP를 소모하여 항상 정해진 방향으로만 이온을 이동시킨다.

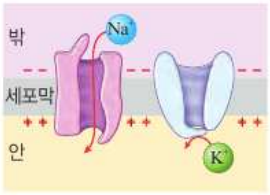
◆ **역치와 역치전위**
뉴런이 활동전위를 일으킬 수 있는 최소한의 자극 세기를 역치라고 하고, 활동전위가 발생하기 위해 도달해야 하는 최소한의 막전위를 역치전위라고 한다.

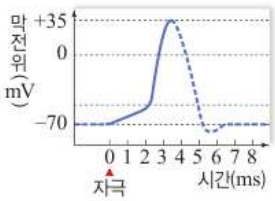
암기해
- Na^+의 농도: 세포 밖 > 세포 안
- K^+의 농도: 세포 밖 < 세포 안

용어
❶ **막전위(膜 막, 電 전기, 位 자리)** 세포막을 경계로 나타나는 세포 안팎의 전위차이다.

(2) **탈분극:** 뉴런에 자극을 주면 Na^+통로가 열려 Na^+이 세포 밖에서 안으로 들어오면서 막전위가 상승하는 현상이다. → 탈분극을 유발하는 요인에는 감각 수용, 신경자극전도, 시냅스전달 등이 있다.

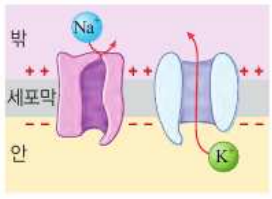
이온의 이동과 분포	Na^+통로: 뉴런이 자극을 받으면 일부 Na^+통로가 열린다. → Na^+이 Na^+통로를 통해 세포 밖에서 안으로 확산한다. → 막전위가 역치전위를 넘으면 대부분의 Na^+통로가 열려 Na^+이 세포 안으로 더 많이 유입된다.
막전위	뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 막전위가 상승하다가 역치전위를 넘으면 약 +35 mV까지 급격히 상승한다. └ 미래엔 교과서에서는 +30 mV까지 상승한다고 한다.

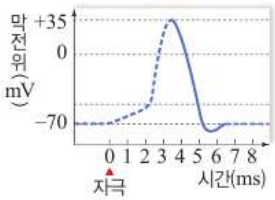




(3) **재분극:** 탈분극이 일어났던 부위에서 열려 있는 Na^+통로가 닫혀 Na^+이 세포 안으로 들어오지 못하고, 대부분의 K^+통로가 열리면서 많은 K^+이 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 급격히 하강하는 현상이다.

이온의 이동과 분포	• Na^+통로: 막전위가 급격히 상승한 후 Na^+통로가 닫혀 Na^+이 세포 안으로 들어오지 못한다. • K^+통로: 대부분의 K^+통로가 열려 K^+이 세포 안에서 밖으로 확산한다.
막전위	• 재분극이 일어날 때 K^+통로가 천천히 닫혀 K^+이 세포 밖으로 계속 나가면 막전위가 휴지전위 아래로 내려가는 과분극이 된다. • 휴지전위로 회복: 대부분의 K^+통로가 닫히고, 이온 분포가 자극을 받기 전의 상태로 돌아간다.

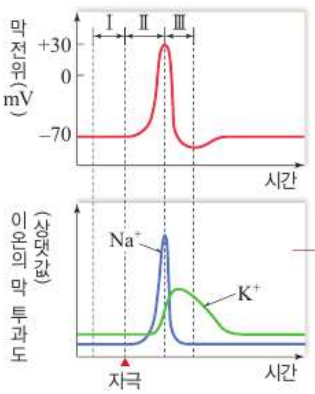




탐구 자료창 막전위와 이온의 막 투과도 변화

대표 자료 1, 2 / 133, 134쪽

비상, 미래엔 교과서에만 나와요.



그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 일어나는 막전위 변화와 Na^+과 K^+의 막 투과도 변화를 나타낸 것이다.

1. **구간 Ⅰ(분극):** 자극을 받지 않은 휴지 상태로 Na^+과 K^+의 막 투과도가 모두 낮다. ➡ 휴지전위는 −70 mV이다.
2. **구간 Ⅱ(탈분극):** Na^+통로가 열려 Na^+의 막 투과도가 높아진다. ➡ Na^+이 세포 안으로 유입되어 막전위가 상승한다.
3. **구간 Ⅲ(재분극):** Na^+통로가 닫혀 Na^+의 막 투과도는 낮아지고, K^+통로가 열려 K^+의 막 투과도가 높아진다. ➡ K^+이 세포 밖으로 유출되어 막전위가 하강한다.

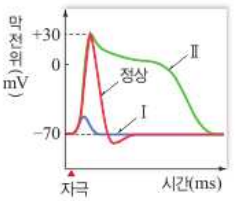
Na^+의 막 투과도가 먼저 높아지고, 이어서 K^+의 막 투과도가 높아진다.

주의해

Na^+의 농도

탈분극이 일어나 Na^+이 세포 안으로 이동하면 Na^+의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높아진다고 생각할 수 있다. 그러나 Na^+통로를 통한 Na^+의 이동은 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 확산에 의해 일어나므로 Na^+의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높아질 수 없다. 따라서 탈분극이 일어날 때에도 Na^+의 농도는 항상 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높다.

*** 이온 통로를 통한 이온의 이동을 방해하는 물질을 처리하였을 때 막전위 변화**



- Ⅰ: Na^+통로를 통한 Na^+의 이동을 방해하는 물질을 처리하고 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 ➡ 탈분극이 일어나지만 막전위가 역치전위를 넘지 못해 활동전위가 발생하지 않는다.
- Ⅱ: K^+통로를 통한 K^+의 이동을 방해하는 물질을 처리하고 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 ➡ 탈분극은 정상적으로 발생하지만, 막전위가 하강하는 데 걸린 시간이 정상보다 길어 재분극 구간이 길다.

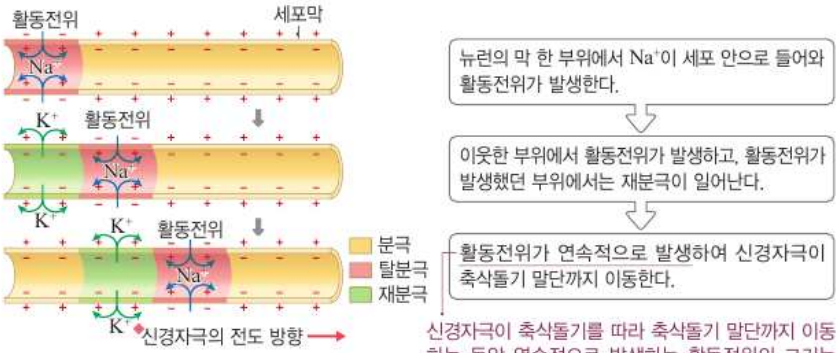
◆ **신경자극이 전도되는 방향**
활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하면서 신경자극이 전도되므로 활동전위의 이동 방향과 신경자극이 전도되는 방향은 서로 같다.

궁금해

어떻게 이웃한 부위에서도 탈분극이 일어나게 될까?
활동전위가 발생한 부위에서 세포 안으로 들어온 Na^+은 옆으로 확산하여 확산한 부위의 막전위를 변화시켜 탈분극이 일어나도록 한다. 따라서 한 뉴런 내에서 신경자극은 활동전위가 발생한 지점으로부터 양 방향으로 전도된다.

3. 신경자극전도
신경자극이 뉴런의 축삭돌기를 따라 이동하는 과정이다.

(1) **신경자극전도 과정:** 뉴런의 한 부위에서 활동전위가 발생하면 이웃한 부위에서 연속적으로 탈분극이 일어나 새로운 활동전위가 발생한다. 이처럼 활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하면서 신경자극이 전도된다.



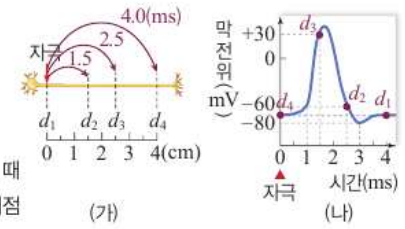
신경자극전도 과정

신경자극이 축삭돌기를 따라 축삭돌기 말단까지 이동하는 동안 연속적으로 발생하는 활동전위의 크기는 일정하다.

탐구 자료창 신경자극전도와 막전위 변화

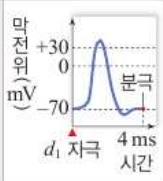
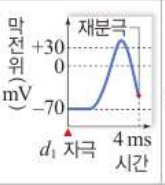
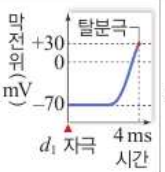
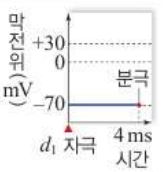
대표 자료 3 / 135쪽

그림 (가)는 민말이집신경의 지점 d_1~d_4와 역치 이상의 자극을 준 위치를, (나)는 각 지점에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. 이 신경에서 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이고, 신경자극전도는 1회 일어났다.



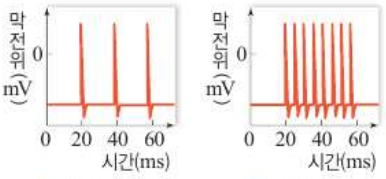
(가) (나)

- ㉠ d_1에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 각 지점까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간과 각 지점의 막전위 변화가 진행된 시간

지점	d_1	d_2	d_3	d_4
d_1과의 거리(cm)	0.0	1.5	2.5	4.0
신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간(ms)	0.0	1.5	2.5	4.0
㉠이 4 ms일 때 막전위 변화가 진행된 시간(ms)	4.0(=4.0−0.0)	2.5(=4.0−1.5)	1.5(=4.0−2.5)	0.0(=4.0−4.0)
막전위 변화				

- 각 지점까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간 $= \frac{d_1\text{과의 거리}}{\text{신경자극전도 속도}}$

자극의 세기에 따른 활동전위
- 자극의 세기가 강할수록 활동전위의 발생 빈도가 증가한다.
- 자극의 세기는 신경자극전도 속도에 영향을 주지 않는다.
- 역치 이상의 자극이 주어질 때 활동전위의 크기는 자극의 세기와 관계없이 일정하다.

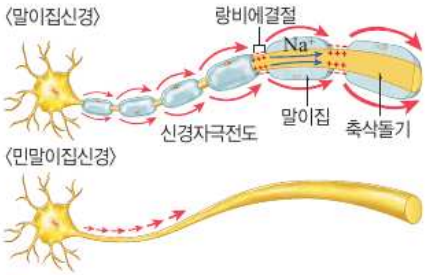


약한 자극 강한 자극

(2) **신경자극전도 속도:** 말이집의 유무, 축삭돌기의 지름 등에 따라 달라진다.

① 말이집신경과 민말이집신경에서 신경자극전도 속도

- 말이집신경: Na^+통로와 K^+통로가 밀집되어 있는 랑비에결절에서만 활동전위가 발생한다. ➡ 활동전위가 랑비에결절에서 다음 랑비에결절로 건너뛰어 발생하는 신경자극전도인 ◆도약전도가 일어난다.
- 민말이집신경: 축삭돌기의 모든 부위에서 순차적으로 활동전위가 발생한다.

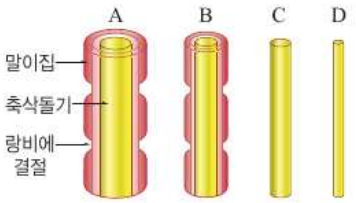


말이집신경과 민말이집신경에서 신경자극전도

➡ 말이집신경에서는 도약전도가 일어나므로 민말이집신경에서보다 신경자극전도 속도가 빠르다.

② **축삭돌기의 지름에 따른 신경자극전도 속도:** 축삭돌기의 지름이 클수록 축삭돌기 내부에서 이온이 더 쉽게 이동하여 신경자극전도 속도가 빨라진다. 미래엔, 동아 교과서에만 나와요.

| 축삭돌기의 지름에 따른 신경자극전도 속도 비교 |



- 말이집신경인 A와 B에서 축삭돌기의 지름이 큰 A가 B보다 신경자극전도 속도가 빠르다.
- B와 C는 축삭돌기의 지름이 같지만 B는 말이집신경, C는 민말이집신경이므로 B가 C보다 신경자극전도 속도가 빠르다.
- 민말이집신경인 C와 D에서 축삭돌기의 지름이 큰 C가 D보다 신경자극전도 속도가 빠르다.

➡ 신경자극전도 속도: A > B > C > D

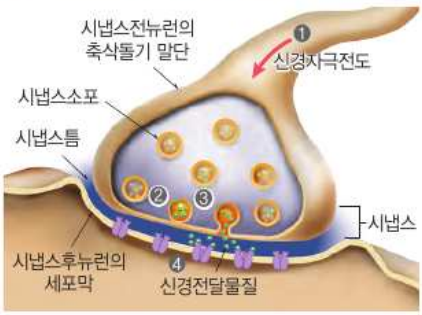
C 신경신호의 시냅스전달

1. 시냅스와 시냅스전달

(1) ◆**시냅스:** 한 뉴런의 축삭돌기 말단은 다른 뉴런이나 세포와 약 20 nm ~ 40 nm의 좁은 틈을 두고 접해 있는데, 이 접속 부위를 시냅스라고 한다.

(2) **시냅스전달:** 뉴런의 축삭돌기를 따라 말단까지 전도된 신경자극이 시냅스를 통해 다른 뉴런이나 세포로 전달되는 과정으로, 일반적으로 시냅스소포에 들어 있는 ◆신경전달물질에 의해 일어난다.

| 시냅스에서의 신호 전달 | 대표자료 136쪽



❶ 신경자극이 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 도달한다.
❷ 시냅스소포가 세포막과 융합한다.
❸ 신경전달물질이 시냅스틈으로 방출된다.
❹ 신경전달물질이 시냅스후뉴런의 수용체에 결합하면 이온 통로가 열려 시냅스후뉴런이 탈분극된다.
➡ 시냅스틈으로 방출된 신경전달물질에 의해 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로 신호가 전달된다.

◆ **도약전도**
말이집신경에서 징검다리를 건너뛰듯이 신경자극이 랑비에결절에서 다음 랑비에결절로 건너뛰면서 전도되는 것이다.

◆ **시냅스와 뉴런**

◆ **신경전달물질**
뉴런의 축삭돌기 말단에 있는 시냅스소포에서 방출되어 인접한 뉴런이나 반응기관에 신호를 전달하는 화학 물질이다. 대표적인 신경전달물질에는 노르에피네프린, 도파민, 가바(GABA) 등이 있다.

궁금해

시냅스틈으로 분비된 신경전달물질의 제거 방법은?

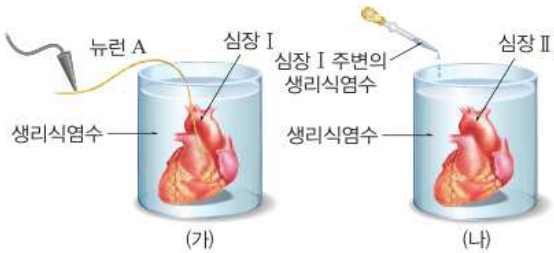
시냅스틈으로 분비된 신경전달물질은 시냅스전뉴런으로 재흡수되거나, 신경전달물질 분해효소에 의해 분해된다. 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 제거되지 않으면 뉴런이 불필요한 자극을 받아 과도한 신경자극이 발생할 수 있다.

탐구 자료창 시냅스전달이 일어나는 방식 알아보기 — 비상, 미래엔 교과서에만 나와요.

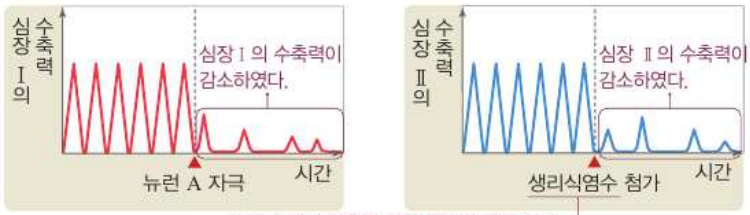
과정 ▶ 뢰비는 개구리의 심장으로 다음과 같은 실험을 하였다.

(가) 뉴런 A가 붙어 있는 심장 Ⅰ을 자극하고, 심장 Ⅰ의 수축력을 측정하였다.

(나) 뉴런 A를 자극한 심장 Ⅰ 주변의 생리식염수를 뉴런 A를 제거한 심장 Ⅱ에 떨어뜨리고, 심장 Ⅱ의 수축력을 측정하였다.



결과 ▶



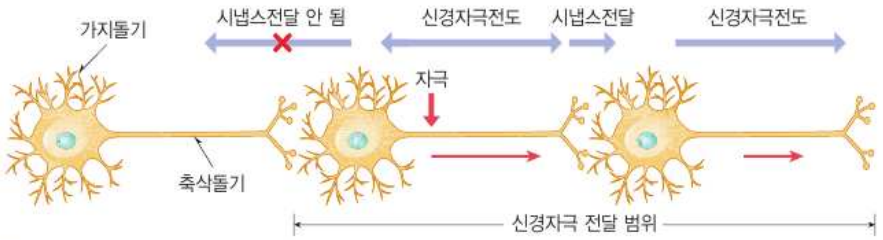
정리 ▶ 시냅스전달은 뉴런의 전기적 신호가 아니라 시냅스에서 신호를 전달하는 화학 물질에 의해 일어난다는 것을 알 수 있으며, 이 화학 물질이 신경전달물질이다.

암기해

어떤 뉴런의 축삭돌기 중간 지점 자극 시 신경자극 전달 방향

- 신경자극전도: 양방향으로 진행
- 시냅스전달: 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로 한 방향으로만 진행

(3) **시냅스전달의 방향성:** 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 뉴런의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 뉴런의 신경세포체나 가지돌기에 있다. 따라서 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런 쪽으로의 방향으로만 일어난다.



신경자극전도와 시냅스전달의 방향

2. 시냅스전달에 영향을 미치는 약물

(1) **약물의 구분**

구분	약물이 인체에 미치는 영향	종류
각성제	시냅스전달을 강화하여 각성을 일으키며, 우울증 등의 질병 치료에 사용될 수 있다.	◆카페인, 니코틴, 코카인, 암페타민(필로폰)
진정제	시냅스전달을 억제하여 진정 효과를 나타내며, 불안, 통증 등의 치료에 사용될 수 있다.	알코올, 수면제, 진통제, 프로작, 졸피뎀
환각제	비정상적인 시냅스전달을 일으켜 환각을 유발한다.	대마초(마리화나), LSD, 아편

◆ **카페인의 영향**
카페인은 커피, 에너지 음료, 초콜릿과 같이 일상적으로 먹는 식품에 포함되어 있다. 카페인을 과도하게 섭취하면 혈압이 증가하거나, 불안, 불면증, 불규칙한 심장 박동 등이 유발될 수 있다.

(2) **약물의 오남용:** 약물을 본래의 목적과 다르게 사용(오용)하거나 과도하게 많이 사용(남용)하는 경우 신경계 기능에 문제를 일으키기도 하므로 주의해야 한다.

정답친해 056쪽

개념 확인 문제

핵심 체크

- (❶): 뉴런이 자극을 받아 세포막의 전기적 특성이 변하여 발생하는 신호이다.
- **신경자극의 발생**
  - (❷): 휴지 상태인 뉴런에서 상대적으로 세포 안이 음(−)전하를, 세포 밖이 양(+)전하를 띠는 것이다.
  - (❸): 뉴런에 자극을 주었을 때 Na^+통로가 열려 Na^+이 세포 밖에서 안으로 들어오면서 막전위가 상승하는 것이다.
  - (❹): Na^+통로가 닫히고, 대부분의 K^+통로가 열리면서 많은 K^+이 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 급격히 하강하는 것이다.
- **신경자극전도:** 뉴런의 한 부위에 (❺)가 발생하면 이웃한 부위에서 연속적으로 활동전위가 발생하여 신경자극이 축삭돌기를 따라 이동하는 과정이다.
- **신경자극전도 속도:** 말이집신경은 (❻)를 하므로 민말이집신경보다 신경자극전도 속도가 빠르다.
- **시냅스전달:** 시냅스에서 (❼)에 의해 한 뉴런에서 다른 뉴런으로 신경자극이 전달되는 과정이다.

1 다음은 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때의 뉴런에 대한 설명이다. ( ) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) Na^+−K^+펌프를 통해 ㉠(Na^+, K^+)이 세포 안에서 밖으로 이동하고, ㉡(Na^+, K^+)이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

(2) Na^+의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 더 ㉠(높고, 낮고), K^+의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 더 ㉡(높다, 낮다).

(3) 상대적으로 세포 안은 음(−)전하, 밖은 양(+)전하를 띠는데, 이를 (분극, 탈분극)이라고 한다.

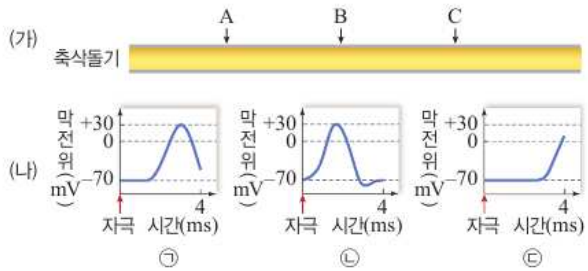
2 활동전위의 발생 과정에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

(1) 활동전위는 휴지 상태의 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 나타나는 급격한 막전위 변화이다. ( )

(2) Na^+통로가 열려 Na^+이 세포 안에서 밖으로 나가면서 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다. ( )

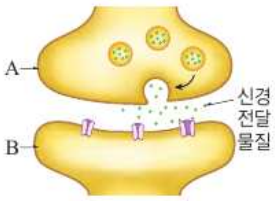
(3) 막전위가 급격히 상승한 후 Na^+통로는 닫히고, 대부분의 K^+통로가 열려 K^+이 세포 밖에서 안으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다. ( )

3 그림 (가)는 어떤 뉴런의 축삭돌기에서 A~C 지점을 나타낸 것이고, (나)는 이 뉴런의 A 지점에 역치 이상의 자극을 1회 준 뒤 4 ms 동안 측정한 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 A~C 지점에서 측정한 막전위 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.



㉠~㉢은 각각 어느 지점에서 측정한 막전위 변화인지 기호를 쓰시오. (단, 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 −70 mV이다.)

4 그림은 두 뉴런 A와 B 사이에서 신호가 전달되는 모습을 나타낸 것이다. ( ) 안에 알맞은 말을 쓰시오.



(1) A에서 신경전달물질은 ( )에 들어 있다.

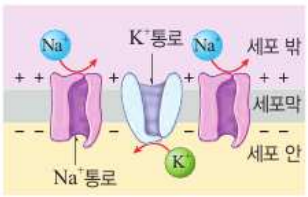
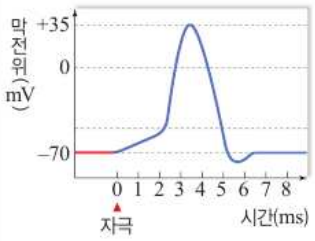
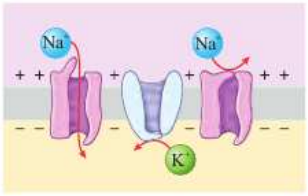
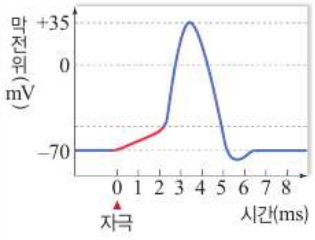
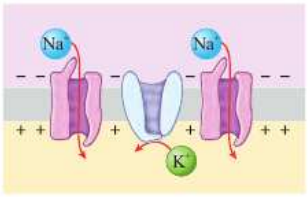
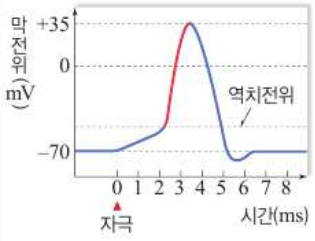
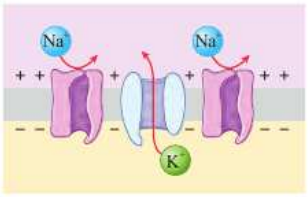
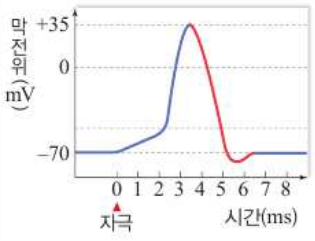
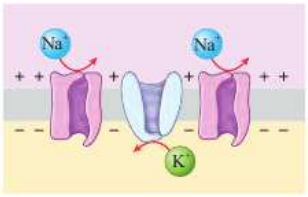
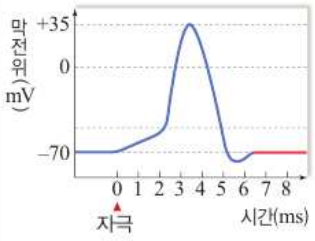
(2) 시냅스전달은 뉴런 ㉠( )에서 뉴런 ㉡( ) 방향으로 일어난다.

정답친해 056쪽

완자쌤
비법 특강

활동전위의 발생 과정

뉴런에서 신경자극이 발생하는 것은 막전위의 급격하고 일시적인 변화인 활동전위가 발생하기 때문이에요. 활동전위의 발생 과정에서 뉴런의 세포막을 통한 이온 이동과 막전위의 변화는 어떻게 일어나는지 정리해 보아요.

분극 (휴지 상태)	• 뉴런이 자극을 받지 않았을 때이며, 휴지 전위가 유지된다. • Na^+통로와 대부분의 K^+통로가 닫혀 있다. • 상대적으로 세포막 안쪽은 음(−)전하, 세포막 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.		
탈분극	뉴런이 자극을 받으면 일부 Na^+통로가 열리고, Na^+이 세포 안으로 확산한다. ➡ 막전위가 상승한다.		
	막전위가 역치전위에 도달하면 대부분의 Na^+통로가 열리고, 많은 양의 Na^+이 세포 안으로 확산한다. ➡ 막전위가 급격히 상승한다.		
재분극	Na^+통로가 닫히고 대부분의 K^+통로가 열리면서 K^+이 세포 밖으로 확산한다. → K^+통로가 천천히 닫히므로 K^+이 세포 밖으로 계속 확산하면서 과분극이 된다. ➡ 막전위가 하강하다가 휴지전위 아래로 내려간다.		
분극	대부분의 K^+통로가 닫히고, Na^+-K^+ 펌프에 의해 이온 분포가 자극을 받기 전의 상태로 돌아간다. ➡ 다시 휴지전위가 된다.		

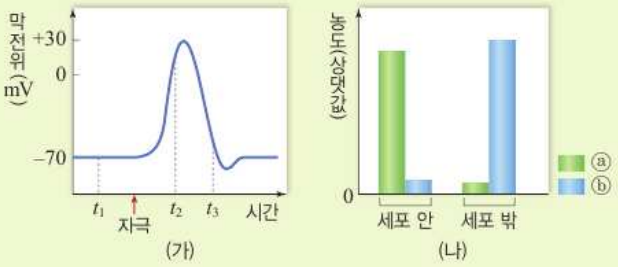
Q1. 뉴런에 역치 이상의 자극을 주면 분극 → ㉠(　　) → ㉡(　　) → 분극이 순차적으로 나타난다.

Q2. 탈분극이 일어날 때 열리는 이온 통로와 재분극이 일어날 때 대부분 열리는 이온 통로는 각각 무엇인가?

대표 자료 분석 1

막전위와 이온 분포

그림 (가)는 활동전위가 발생한 뉴런의 축삭돌기 한 지점에서 측정한 막전위 변화를, (나)는 t_1일 때 이 지점의 세포 안과 밖에서의 이온 ⓐ와 ⓑ의 농도를 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 K^+과 Na^+을 순서 없이 나타낸 것이다.



기출 Point

- 활동전위 발생 과정 이해하기
- 막전위 변화 그래프의 각 시점에서 세포막을 통한 이온 이동 방향, 세포막 안쪽과 바깥쪽의 하전 상태 알기

출제 의도

뉴런이 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때의 이온 분포를 이해하고, 활동전위가 발생할 때 각 시점에서 이온 이동과 막전위 변화를 파악할 수 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 07번, 08번

1 (나)에서 ⓐ와 ⓑ는 각각 무엇인지 쓰시오.

2 분극, 탈분극, 재분극 중 시점 t_1~t_3에 해당하는 상태를 각각 쓰시오.

3 (　　) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) (가)에서 휴지전위는 (−70, +30) mV이다.
(2) t_1일 때 Na^+−K^+펌프를 통해 (ⓐ, ⓑ)가 세포 안에서 밖으로 이동한다.
(3) t_2일 때 ⓑ의 농도는 세포 밖에서가 세포 안에서보다 (낮다, 높다).
(4) t_3일 때 ㉠(Na^+, K^+)통로는 닫혀 있고, ㉡(Na^+, K^+)통로는 열려 있다.

4 t_1~t_3 중 다음 설명에 해당하는 시점을 쓰시오.

(1) 대부분의 K^+통로가 열려 있어 K^+이 세포 안에서 밖으로 확산한다.
(2) 상대적으로 세포막 안쪽은 양(+)전하, 세포막 바깥쪽은 음(−)전하를 띤다.
(3) Na^+−K^+펌프에 의해 세포막을 경계로 ⓐ와 ⓑ가 불균등하게 분포하여 분극 상태이다.

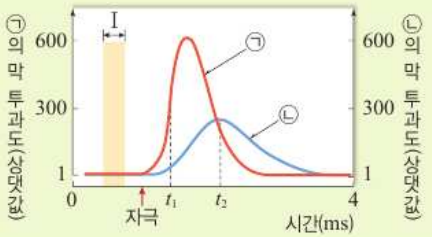
5 빈출 선택지로 완벽 정리!

(1) t_1일 때 세포막을 통한 이온의 이동은 일어나지 않는다. …… (○ / ×)
(2) t_2일 때 ⓑ가 세포 밖에서 안으로 이동한다. …… (○ / ×)
(3) t_3일 때 열려 있는 이온 통로를 통해 K^+이 이동한다. …… (○ / ×)
(4) t_3일 때 세포막을 통해 일어나는 이온의 이동은 모두 ATP를 소모한다. … (○ / ×)

대표 자료 분석 2

이온의 막 투과도 변화

그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점 P에서 측정한 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도를 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+과 Na^+을 순서 없이 나타낸 것이다.



기출 Point

- 활동전위 발생 시 이온의 막 투과도 변화 파악하기
- 이온의 막 투과도 변화 그래프의 각 시점에서 이온 통로 개폐, 이온 확산 방향, 막전위 변화 알기

출제 의도

활동전위 발생 과정에서 이온의 이동을 이해하고, 각 시점에서 Na^+과 K^+의 막 투과도와 막전위 변화를 연관 지을 수 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 09번

1 ㉠과 ㉡은 각각 무엇인지 쓰시오.

2 t_1과 t_2 중 다음 설명에 해당하는 시점을 쓰시오.

(1) 탈분극이 일어나고 있다.

(2) 대부분의 K^+통로가 열려 있어 K^+이 세포 밖으로 확산한다.

(3) Na^+이 Na^+통로를 통해 세포 안으로 확산한다.

3 ( ) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) Na^+의 막 투과도는 t_1일 때가 t_2일 때보다 (높다, 낮다).

(2) t_1일 때 ㉠의 $\frac{\text{세포 안의 농도}}{\text{세포 밖의 농도}}$는 1보다 (작다, 크다).

(3) 세포막의 이온 통로를 통한 ㉠의 이동을 차단하고 역치 이상의 자극을 주면 활동전위가 (발생한다, 발생하지 않는다).

(4) t_2일 때 이온 통로를 통한 ㉡의 이동에 ATP가 (사용된다, 사용되지 않는다).

4 빈출 선택지로 완벽 정리!

(1) t_1일 때 재분극이 일어나고 있다. ..... (○ / ×)

(2) t_2일 때 ㉡의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높다. ..... (○ / ×)

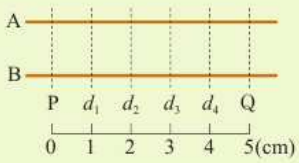
(3) 구간 I에서 Na^+-K^+펌프를 통해 ㉠이 세포 안으로 유입된다. ..... (○ / ×)

(4) $\frac{K^+\text{의 막 투과도}}{Na^+\text{의 막 투과도}}$는 t_1일 때가 t_2일 때보다 크다. ..... (○ / ×)

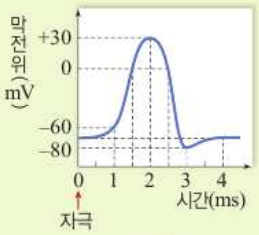
대표 자료 분석 3

신경자극전도와 막전위 변화

그림 (가)는 민말이집신경 A와 B의 축삭돌기 일부를, (나)는 A와 B 각 지점에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. 표는 A와 B 중 하나는 P 지점에, 나머지 하나는 Q 지점에 각각 ⓐ 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 지점 d_1과 d_3에서의 막전위를 나타낸 것이다. (단, A와 B에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 −70 mV이다.)



(가)



(나)

신경	4 ms일 때 막전위(mV)	
	d_1	d_3
A	+30	−80
B	−80	−60

기출 Point

- 신경자극전도 이해하기
- 신경자극전도가 일어날 때 각 지점에서의 막전위 변화 이해하기

출제 의도

신경자극전도 과정과 막전위 변화를 통합적으로 이해하고, 각 지점에서의 이온 이동, 막전위 변화를 알고 있는지 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 12번
- 실력 UP 문제 03번

1 표의 ㉠~㉤에 알맞은 말을 쓰시오.

신경	A		B	
지점	d_1	d_3	d_1	d_3
ⓐ가 4 ms일 때 막전위 변화가 진행된 시간	2 ms	㉠	3 ms	㉡
신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간	㉢	㉣	㉤	㉥

2 A와 B에서 자극을 준 지점을 각각 쓰시오.

3 A와 B에서 신경자극전도 속도(cm/ms)를 각각 쓰시오.

4 ⓐ가 4 ms일 때 ( ) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) A의 d_1에서 (탈분극, 재분극)이 일어나고 있다.
(2) A의 d_3에서 (탈분극, 재분극)이 일어나고 있다.
(3) B의 d_1에서 (Na^+통로, K^+통로)는 닫혀 있다.
(4) B의 d_3에서 이온 통로를 통해 (K^+, Na^+)이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

5 빈출 선택지로 완벽 정리

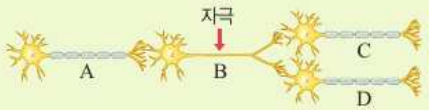
(1) ⓐ가 4 ms일 때 A의 d_2에서 Na^+이 세포 안으로 확산한다. (○ / ×)
(2) ⓐ가 3 ms일 때 A의 d_4에서 K^+이 세포 안에서 밖으로 이동한다. (○ / ×)
(3) ⓐ가 3 ms일 때 A의 d_3에서의 막전위와 B의 d_1에서의 막전위는 같다. (○ / ×)
(4) ⓐ가 5 ms일 때 A의 d_1에서 탈분극이 일어나고 있다. (○ / ×)
(5) ⓐ가 5 ms일 때 B의 d_4에서 막전위는 +30 mV이다. (○ / ×)

정답친해 059쪽

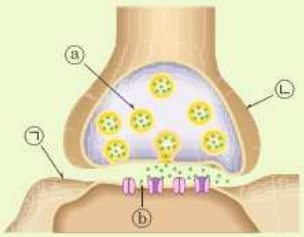
대표 자료 분석 4

신경자극전도와 시냅스전달

그림 (가)는 시냅스로 연결된 뉴런 A~D를, (나)는 B와 C 사이에서 신호가 전달되는 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 말이집신경과 민말이집신경을 순서 없이, ⓐ와 ⓑ는 신경전달물질과 시냅스소포를 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)



(나)

기출 Point

- 말이집신경과 민말이집신경의 구조적 차이점과 신경자극전도 속도 이해하기
- 시냅스전달이 일어나는 과정 이해하기

출제 의도

말이집신경과 민말이집신경의 차이점과 시냅스전달을 이해하고, 도약전도와 시냅스에서의 신호 전달 과정에 대해 알고 있는지 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 14번

1 B의 한 지점에 자극을 주었을 때 신경자극을 전달받는 뉴런의 기호를 모두 쓰시오.

2 (나)에서 ⓐ와 ⓑ는 각각 무엇인지 쓰시오.

3 ( ) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) (가)에서 A는 ㉠(말이집신경, 민말이집신경), B는 ㉡(말이집신경, 민말이집신경)이다.
(2) (가)에서 신호 전달 방향은 (B → A, B → D)이다.
(3) (나)에서 시냅스전달은 (㉠ → ㉡, ㉡ → ㉠) 방향으로 일어난다.
(4) 신경전달물질의 수용체는 (시냅스전뉴런, 시냅스후뉴런)에 있다.

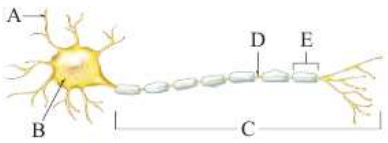
4 빈출 선택지로 완벽 정리!

(1) A에는 랑비에결절이 있어 신경자극이 전도될 때 도약전도가 일어난다. (○ / ×)
(2) B에 역치 이상의 자극을 주면 A에서 활동전위가 발생한다. (○ / ×)
(3) ㉠에는 신경전달물질이 결합하는 수용체가 있다. (○ / ×)
(4) ㉡은 B의 축삭돌기 말단이다. (○ / ×)
(5) ⓐ는 ㉠의 세포막과 융합하여 신경전달물질을 흡수한다. (○ / ×)
(6) ⓑ는 ㉠이 탈분극되게 한다. (○ / ×)
(7) 각성제는 (나)에서와 같은 신호가 전달되는 것을 방해한다. (○ / ×)
(8) ⓑ는 수용체를 통해 ㉠의 내부로 유입된다. (○ / ×)

내신 만점 문제

A 뉴런

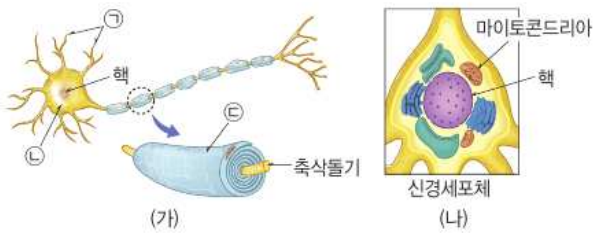
01 그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. A~E는 가지돌기, 랑비에결절, 말이집, 신경세포체, 축삭돌기를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A는 가지돌기이다.
② B는 핵을 비롯한 세포소기관이 있는 신경세포체이다.
③ C에서 도약전도가 일어난다.
④ D는 신경자극이 이동할 때 절연체 역할을 한다.
⑤ E는 말이집이다.

02 그림 (가)는 어떤 뉴런의 구조를, (나)는 신경세포체의 모습을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 가지돌기, 말이집, 신경세포체를 순서 없이 나타낸 것이다.

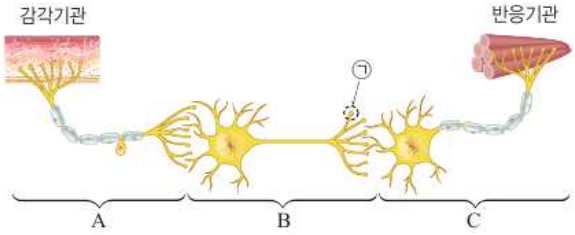


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 다른 뉴런에서 오는 신호를 받아들인다.
ㄴ. ㉡에서 물질대사가 일어난다.
ㄷ. 축삭돌기의 길이와 지름이 같은 경우 ㉢으로 싸여 있는 뉴런은 ㉢으로 싸여 있지 않은 뉴런보다 신경자극전도 속도가 빠르다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[03~04] 그림은 세 종류의 뉴런이 연결된 모습을 나타낸 것이다. A~C는 구심성뉴런, 원심성뉴런, 연합뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



03 A~C는 각각 무엇인지 쓰시오.

중요 **04** 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 축삭돌기 말단이다.
ㄴ. 감각뉴런은 C에 해당한다.
ㄷ. 신호는 C → B → A로 전달된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 신경자극의 전도

서술형

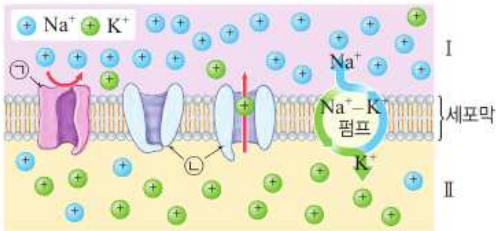
05 표는 어떤 뉴런의 막전위가 휴지전위일 때 세포 밖에서와 세포 안에서의 이온 분포를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+과 Na^+을 순서 없이 나타낸 것이다.

이온	세포 밖	세포 안
㉠	3.5~5	150
㉡	135~145	15

(단위: mM)

㉠과 ㉡이 무엇인지 각각 쓰고, 이와 같이 세포막을 경계로 이온의 불균등한 분포가 나타나는 까닭을 Na^+-K^+펌프와 관련지어 서술하시오.

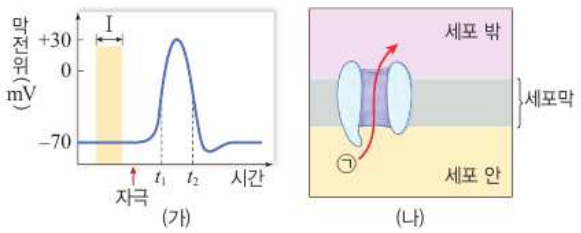
06 그림은 휴지 상태인 뉴런의 축삭돌기 막을 경계로 세포 안과 밖의 이온 분포와 이온 수송에 관여하는 막단백질을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+통로와 Na^+통로를 순서 없이 나타낸 것이고, Ⅰ과 Ⅱ는 세포 안과 세포 밖을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① Ⅰ은 세포 밖이다.
② ㉠은 Na^+통로이다.
③ 휴지전위가 나타난다.
④ ㉡을 통해 K^+이 일부 확산한다.
⑤ 상대적으로 Ⅱ는 양(+)전하를 띤다.

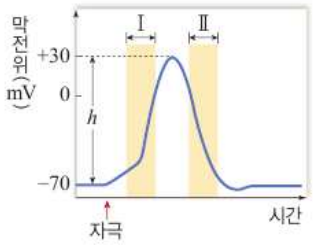
중요 **07** 그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 이 뉴런의 축삭돌기 한 지점 X에서 측정한 막전위 변화를, (나)는 X에서 이온 통로를 통한 ㉠의 확산을 나타낸 것이다. ㉠은 Na^+과 K^+ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 구간 Ⅰ에서 Na^+-K^+펌프에 의해 K^+이 세포 밖에서 안으로 이동한다.
② t_1일 때 Na^+의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높다.
③ t_1일 때 탈분극이 일어나고 있다.
④ t_2일 때 (나)와 같은 이온의 이동이 일어난다.
⑤ ㉠은 K^+이다.

08 그림은 어떤 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극 S를 주었을 때 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다.

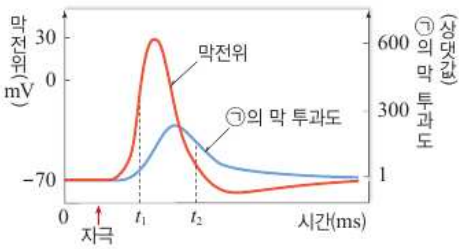


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 구간 Ⅰ에서 Na^+통로는 닫혀 있다.
ㄴ. 구간 Ⅱ에서 K^+의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높다.
ㄷ. S보다 세기가 큰 자극을 주면 h값이 커진다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 **09** 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 이 뉴런의 지점 P에서 측정한 시간에 따른 막전위와 ㉠의 막 투과도를 나타낸 것이다. ㉠은 K^+과 Na^+ 중 하나이다.



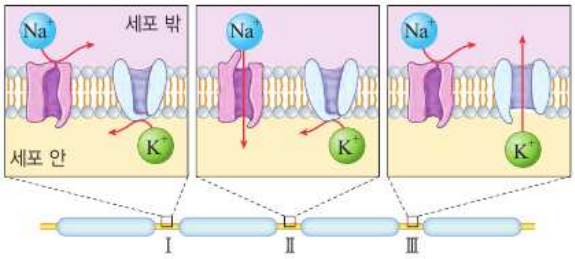
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 K^+이다.
ㄴ. t_1은 ㉠의 확산에 의해 막전위가 상승하는 시점이다.
ㄷ. t_2일 때 $\frac{K^+\text{의 농도}}{Na^+\text{의 농도}}$는 세포 안에서가 밖에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

서술형

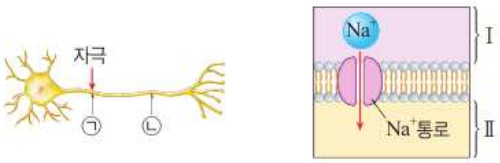
10 그림은 어떤 뉴런의 축삭돌기에서 신경자극전도가 1회 일어날 때 지점 Ⅰ~Ⅲ에서 이온 통로를 통한 이온의 이동을 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅲ의 상태는 분극, 재분극, 탈분극을 순서 없이 나타낸 것이다.



(1) Ⅰ~Ⅲ의 상태를 각각 쓰시오.

(2) Ⅰ~Ⅲ 중 활동전위가 가장 먼저 발생한 지점을 쓰고, 이와 같이 판단한 까닭을 서술하시오.

11 그림 (가)는 뉴런 X의 두 지점 ㉠과 ㉡을, (나)는 (가)의 ㉠에 역치 이상의 자극을 주고 일정 시간이 지난 후 지점 ㉡에서 Na^+통로를 통한 이온의 이동을 나타낸 것이다. Ⅰ과 Ⅱ는 세포 안과 세포 밖을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

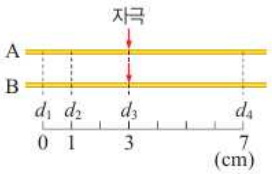
보기

ㄱ. X는 민말이집신경이다.
ㄴ. Ⅰ은 세포 안이다.
ㄷ. ㉡에서 막전위가 상승하고 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

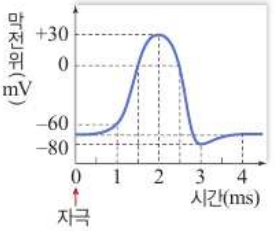
중요 **12** 다음은 민말이집신경 A와 B에서의 신경자극전도에 대한 자료이다.

- 그림은 A와 B의 지점 d_1~d_4의 위치를, 표는 ⓐ A와 B의 d_3에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_2, Ⅰ, Ⅱ에서의 막전위를 나타낸 것이다. Ⅰ과 Ⅱ는 d_1과 d_4를 순서 없이 나타낸 것이다.



신경	4 ms일 때 측정한 막전위(mV)		
	d_2	Ⅰ	Ⅱ
A	−80	+30	?
B	+30	?	㉠

- A와 B에서의 신경자극전도 속도는 각각 1 cm/ms와 2 cm/ms 중 하나이다.
- A와 B 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 그림과 같은 막전위 변화가 나타난다.



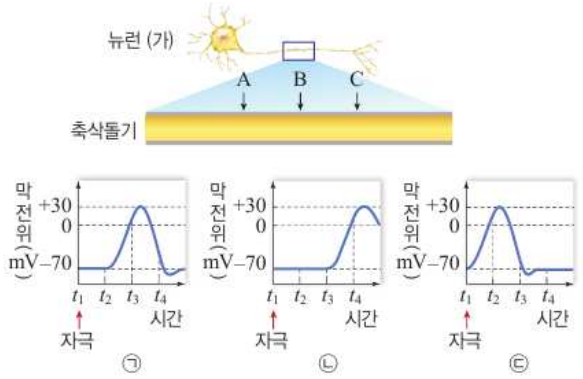
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 −70 mV이다.)

보기

ㄱ. ㉠은 −60이다.
ㄴ. ⓐ가 4 ms일 때 A의 d_1에서 탈분극이 일어나고 있다.
ㄷ. B의 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 **13** 그림은 t_1일 때 휴지 상태인 뉴런 (가)의 축삭돌기 A 지점에 역치 이상의 자극을 1회 준 뒤 측정한 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 A~C 지점에서 측정한 막전위 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 −70 mV이다.)

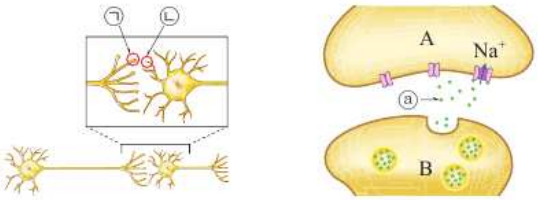
보기

ㄱ. t_2일 때 A에서 탈분극이 일어나고 있다.
ㄴ. ㉠은 C에서 측정한 막전위 변화이다.
ㄷ. t_4일 때 B에서 K^+통로를 통한 K^+의 확산이 일어나고 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

C 신경신호의 시냅스전달

중요 **14** 그림 (가)는 시냅스로 연결된 두 뉴런의 모습을, (나)는 두 뉴런 A와 B 사이에서 신호가 전달되는 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다.



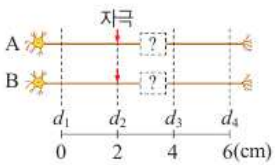
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.

보기

ㄱ. ⓐ는 ㉠을 탈분극시킨다.
ㄴ. B에는 ⓐ가 결합하는 수용체가 있다.
ㄷ. 시냅스전달은 B → A로 일어난다.

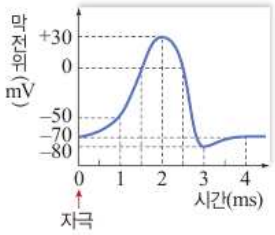
15 다음은 민말이집신경 A와 B의 신경자극전도와 시냅스전달에 대한 자료이다.

- 그림은 A와 B의 지점 d_1~d_4의 위치를 나타낸 것이고, A와 B 중 한 신경에만 d_2와 d_3 사이에 하나의 시냅스가 있다.
- 표는 ㉠ A와 B의 d_2에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_1~d_4에서 측정한 막전위를 나타낸 것이다.



신경	4 ms일 때 측정한 막전위(mV)			
	d_1	d_2	d_3	d_4
A	−80	−70	ⓐ	+30
B	ⓑ	−70	0	−70

- A와 B에서의 신경자극전도 속도는 각각 2 cm/ms와 1 cm/ms이다. 시냅스전뉴런과 시냅스후뉴런의 신경자극전도 속도는 같다.
- A와 B 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, A와 B에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 −70 mV이다.)

① 시냅스는 B에 있다.
② ⓐ는 −80, ⓑ는 +30이다.
③ ㉠이 3 ms일 때 A의 d_4에서의 막전위는 −50 mV이다.
④ ㉠이 4 ms일 때 B의 d_3에서 재분극이 일어나고 있다.
⑤ ㉠이 5 ms일 때 B의 d_3에서의 막전위는 0 mV이다.

16 시냅스전달 과정에 영향을 미치는 약물에 관한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

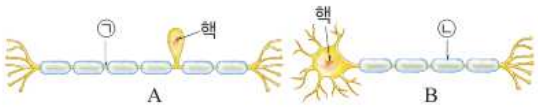
보기

ㄱ. 각성제는 시냅스전달을 강화한다.
ㄴ. 진정제는 시냅스전달을 억제한다.
ㄷ. 카페인은 환각제의 한 종류이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

실력 UP 문제

01 그림은 뉴런 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 구심성뉴런과 원심성뉴런을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 랑비에결절과 말이집을 순서 없이 나타낸 것이다.



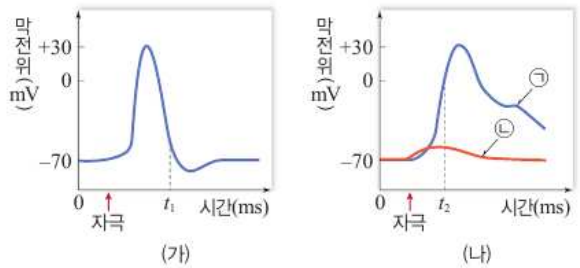
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 원심성뉴런이다.
ㄴ. B는 중추신경계를 구성한다.
ㄷ. 단위 면적당 Na^+ 통로의 수는 ㉠에서가 ㉡에서보다 많다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 시간에 따른 막전위를, (나)는 이 뉴런에 물질 X와 Y 중 하나를 처리하고 역치 이상의 자극을 주었을 때 시간에 따른 막전위를 나타낸 것이다. X는 이온 통로를 통한 Na^+의 이동을, Y는 이온 통로를 통한 K^+의 이동을 억제한다. ㉠과 ㉡은 물질 X를 처리한 것과 Y를 처리한 것을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

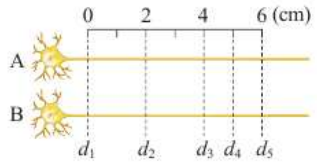
보기

ㄱ. ㉠은 Y를 처리한 것이다.
ㄴ. (가)에서 t_1일 때, K^+의 $\frac{\text{세포 안의 농도}}{\text{세포 밖의 농도}}$는 1보다 작다.
ㄷ. (나)에서 t_2일 때, Na^+의 막 투과도는 ㉠에서가 ㉡에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

03 다음은 민말이집신경 A와 B의 신경자극전도에 대한 자료이다.

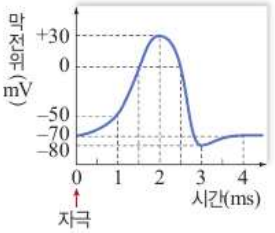
- 그림은 A와 B의 d_1 지점으로부터 d_2~d_5까지의 거리를 나타낸 것이다.



- 표는 ㉠ A와 B에서 d_1~d_5 중 동일한 지점에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과한 시간이 4 ms일 때 d_1~d_5에서 측정한 막전위를 나타낸 것이다.

신경	4 ms일 때 측정한 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
A	−70	+30	−70	−80	?
B	ⓐ	?	?	?	−80

- A와 B에서의 신경자극전도 속도는 각각 1 cm/ms와 2 cm/ms이다.
- A와 B 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 −70 mV이다.)

보기

ㄱ. 자극을 준 지점은 d_1이다.
ㄴ. ⓐ는 +30이다.
ㄷ. ㉠이 3 ms일 때 d_4에서 $\frac{\text{B의 막전위}}{\text{A의 막전위}}$는 1보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ