

완자 기출픽

생 명 과 학

소단원별 문제 · 정답과 해설

II. 항상성과 몸의 조절

자극에 대한 반응과 항상성

10

뉴런과 막전위 변화

뉴런과 막전위 변화

A 뉴런

1 뉴런(신경세포) 신경계를 구성하는 기본 단위로, 신호를 받아들이고 전달한다.

①	핵과 여러 세포소기관이 있으며, 뉴런의 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 생산한다.	
가지돌기	다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들인다.	
②	다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.	

축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 있다.

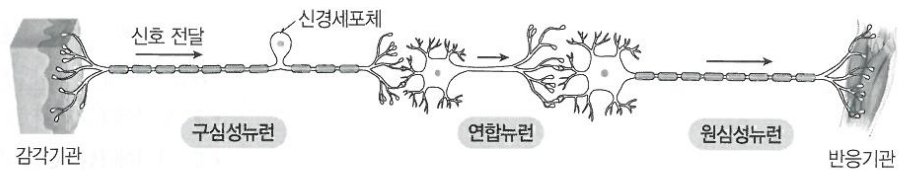
2 뉴런의 종류

① 말이집 유무에 따른 구분: 말이집신경과 민말이집신경으로 구분된다.

③ 신경	축삭돌기가 말이집으로 싸여 있으며, 랑비에결절이 있다. → 도약전도가 일어나 신경자극전도 속도가 ④ .	
민말이집신경	축삭돌기가 말이집으로 싸여 있지 않다.	

② 기능에 따른 구분: 구심성뉴런, 연합뉴런, 원심성뉴런으로 구분된다.

⑤ 뉴런	연합뉴런	⑥ 뉴런
감각기관에서 생성된 신호를 중추신경계로 전달하며, 감각뉴런이 이에 해당한다. → 신경세포체가 축삭돌기의 한쪽 옆에 붙어 있다.	뇌와 척수 같은 중추신경계를 구성하며, 구심성뉴런에서 온 정보를 통합하여 원심성뉴런으로 반응 명령을 내린다.	중추신경계에서 나온 신호를 반응기관으로 전달하며, 운동뉴런이 이에 해당한다. → 축삭돌기가 길게 발달되어 있다.



[신호 전달 경로] 자극 → 감각기관 → 구심성뉴런 → 연합뉴런 → 원심성뉴런 → 반응기관

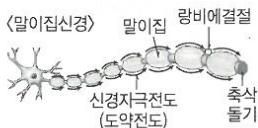
기출 PICK A-2

말이집

슈반세포의 세포막이 축삭돌기를 여러 겹 싸고 있는 구조로, 신경자극이 이동할 때 막을 통한 이온의 이동을 막는 절연체 역할을 한다.

신경자극전도 속도

• 말이집신경에서는 도약전도가 일어나 민말이집신경보다 신경자극전도 속도가 빠르다.



<민말이집신경>

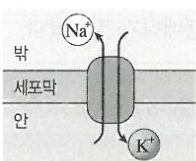


• 축삭돌기의 지름이 클수록 저항을 적게 받기 때문에 신경자극전도 속도가 빠르다.

기출 PICK B-2

Na⁺-K⁺펌프

Na⁺-K⁺펌프에 의해 K⁺은 세포 밖보다 안에 더 많이 분포하고, Na⁺은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포하는데, 이처럼 Na⁺-K⁺펌프는 세포막을 경계로 한 이온의 불균등한 분포에 관여한다.



B 신경자극의 발생

1 막전위 뉴런의 세포막을 경계로 나타나는 세포 안과 밖의 전위차

① 휴지전위: 뉴런이 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때 나타나는 막전위이다.

② 활동전위: 휴지 상태의 뉴런에 역치 이상의 자극이 가해졌을 때, 세포막에 있는 이온 통로를 통해 이온의 이동이 급격하게 일어나면서 나타나는 막전위 변화이다.

2 뉴런의 세포막에서 이온의 이동

Na ⁺ 통로	K ⁺ 통로	Na ⁺ -K ⁺ 펌프
Na ⁺ 은 Na ⁺ 통로를 통해 세포 밖에서 세포 안으로 ⑦ 된다.	K ⁺ 은 K ⁺ 통로를 통해 세포 안에서 세포 밖으로 ⑧ 된다.	Na ⁺ -K ⁺ 펌프는 ATP를 소모하며 Na ⁺ 을 세포 밖으로, K ⁺ 을 세포 안으로 이동시킨다.

• 세포막 안팎의 불균등한 이온 분포와 이온에 대한 투과도 차이에 의해 나타난다.

• 뉴런이 자극을 받아 세포막의 전기적 특성이 변하면서 발생하는 신호로, 신호가 축삭돌기를 따라 이동하는 것을 신경자극전도라고 한다.

3 신경자극의 발생

분극 (휴지 상태)	• $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+은 세포 밖으로, K^+은 세포 안으로 이동한다. $\Rightarrow \text{Na}^+$ 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높고, K^+ 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높다. • Na^+통로와 대부분의 K^+통로가 닫혀 있다. • 휴지전위: 약 -70 mV의 막전위를 나타낸다.
탈분극	• 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 ③ 통로가 열린다. $\Rightarrow \text{Na}^+$이 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승한다. • 막전위가 역치전위를 넘으면 대부분의 Na^+통로가 열려 Na^+이 세포 안으로 더 많이 확산되어 막전위가 약 $+30 \text{ mV}$까지 상승한다.
재분극	• ④ 통로는 닫히고, 대부분의 ⑤ 통로가 열린다. $\Rightarrow \text{K}^+$이 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강한다. • K^+통로는 천천히 닫혀 K^+이 세포 밖으로 계속 나가면서 과분극이 된다. (막전위가 휴지전위 아래로 내려가는 것) • 대부분의 K^+통로가 닫히고, 이온 분포가 자극을 받기 전의 상태로 돌아간다. $\rightarrow$ 휴지전위 회복

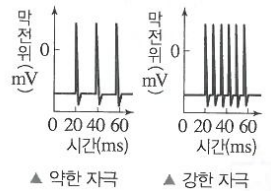
기출 PICK B-3

분극 시 이온 통로를 통한 이온의 이동

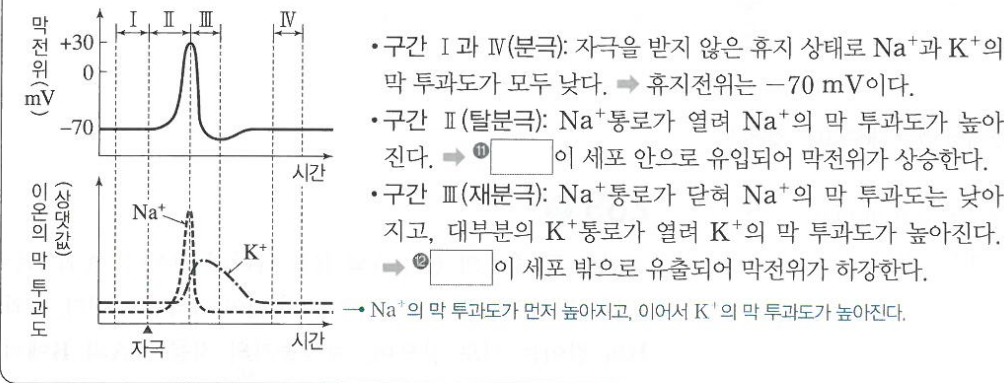
세포 안의 K^+ 은 일부 열려 있는 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 확산하지만, 세포 밖의 Na^+ 은 열려 있는 Na^+ 통로가 거의 없어 세포 안으로 확산하기 어렵다.

자극의 세기에 따른 활동전위의 변화

- 역치 이상의 자극일 때 막전위 크기는 자극의 세기와 관계없이 일정하다.
- 자극의 세기가 강할수록 활동전위가 발생하는 빈도가 증가한다.



막전위와 이온의 막 투과도 변화

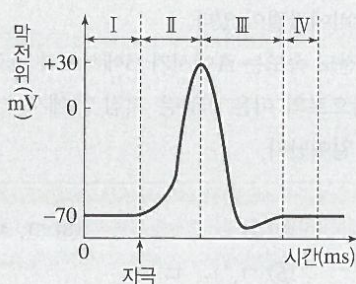


- 답) ① 신경세포체 ② 축삭돌기 ③ 말아집 ④ 빠르다 ⑤ 구심성 ⑥ 원심성 ⑦ 확산 ⑧ Na^+ ⑨ Na^+ ⑩ K^+ ⑪ Na^+ ⑫ K^+

빈출 자료 보기

정답과 해설 29쪽 ▶▶

234 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다.



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

- (1) 구간 I에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 이동한다. ()
- (2) 구간 II에서 탈분극이 일어나고 있다. ()
- (3) 구간 II에서 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 이동한다. ()
- (4) 구간 III에서 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안으로 이동한다. ()
- (5) 구간 III에서 대부분의 K^+ 통로는 닫혀 있다. ()
- (6) 구간 IV에서 Na^+ 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다. ()
- (7) 구간 IV에서 Na^+ 이 세포 안으로 확산한다. ()

A 뉴런

235 하

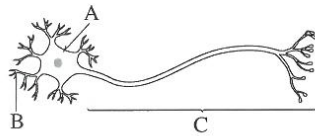
이 문제에서 볼 수 있는 보기는

뉴런과 뉴런의 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 뉴런은 신경계를 구성하는 기본 단위이다.
- ② 가지돌기는 다른 뉴런에서 오는 신호를 받아들인다.
- ③ 축삭돌기는 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.
- ④ 말이집은 슈반세포가 축삭돌기를 여러 겹 싸고 있는 구조이다.
- ⑤ 말이집신경의 축삭돌기에서 랭비에결절은 절연체 역할을 한다.
- ⑥ 신경세포체에서는 뉴런의 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 생산한다.

★
빈출
236 중

그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 가지돌기, 축삭돌기, 신경세포체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

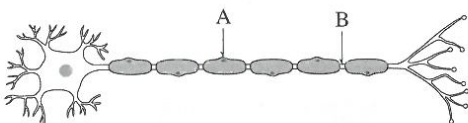
- ㄱ. A에는 핵과 세포소기관이 있어 물질대사가 일어난다.
- ㄴ. B는 다른 뉴런으로부터 신호를 받아들인다.
- ㄷ. C에서 도약전도가 일어난다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

237 중

| 서술형 |

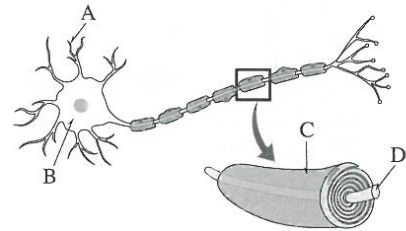
그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. A와 B는 랭비에결절과 말이집을 순서 없이 나타낸 것이다.



A와 B는 각각 무엇인지 쓰고, A와 B의 특징을 활동전위를 포함하여 서술하시오.

238 중

그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. A~D는 말이집, 가지돌기, 축삭돌기, 신경세포체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

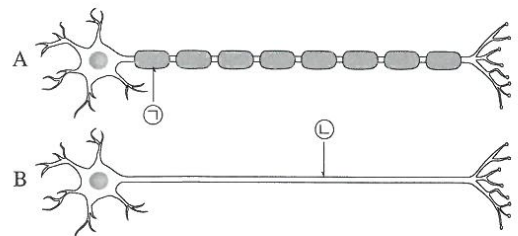
보기

- ㄱ. A에는 시냅스소포가 있다.
- ㄴ. B에서 이화작용이 일어난다.
- ㄷ. C는 D가 늘어난 구조이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

239 중

그림은 두 종류의 신경 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 민말이집신경과 말이집신경을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B의 길이는 서로 같으며, 축삭돌기의 지름은 A와 B에서 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

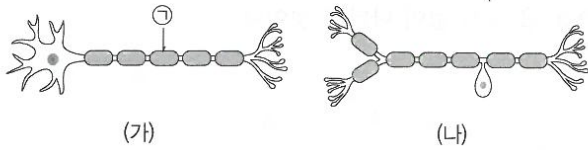
보기

- ㄱ. A에는 랭비에결절이 있다.
- ㄴ. 신경자극전도 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다.
- ㄷ. 세포 안팎으로의 이온 이동은 지점 ㉠에서가 ㉡에서보다 활발하게 일어난다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

240 중

그림 (가)와 (나)는 구심성뉴런과 원심성뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠은 말아집과 랑비에결절 중 하나이다.



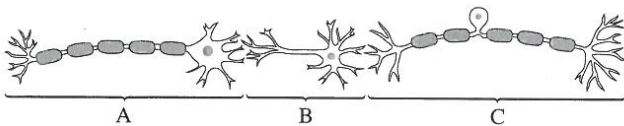
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)는 뇌와 척수에서 발견된다.
 - ㄴ. (나)는 구심성뉴런이다.
 - ㄷ. ㉠이 손상되면 신경자극전도 속도가 느려진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

★민출
241 중

그림은 세 종류의 뉴런 A~C가 연결된 모습을 나타낸 것이다. A~C는 연합뉴런, 구심성뉴런, 원심성뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 신호는 A → B → C로 이동한다.
 - ㄴ. B는 중추신경계를 구성한다.
 - ㄷ. C에는 신경세포체가 없다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

242 중

표는 뉴런 A~C의 특징을 나타낸 것이다. A~C의 길이는 모두 같다.

뉴런	신경자극전도 속도 (cm/ms)	축삭돌기 지름 (μm)	말아집 유무
A	1	1~5	없음
B	㉠	6~12	있음
C	5	1~5	㉡

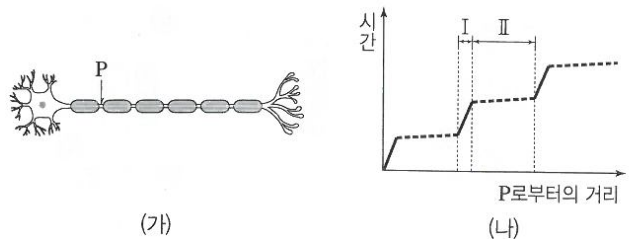
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 모두 동일하다.)

- 보기
- ㄱ. ㉡은 '있음'이다.
 - ㄴ. $1 < ㉠ < 5$ 이다.
 - ㄷ. B에서 도약전도가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

243 상

그림 (가)는 말아집신경 X를, (나)는 X의 지점 P에 역치 이상의 자극을 주었을 때 신경자극이 축삭돌기 말단 방향의 각 지점에 도달하는 데 경과된 시간을 P로부터의 거리에 따라 나타낸 것이다. I과 II는 X의 축삭돌기에서 '말아집으로 싸여 있는 부분'과 '말아집으로 싸여 있지 않은 부분'을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. I은 말아집으로 싸여 있는 부분이다.
 - ㄴ. II에는 슈반세포가 있다.
 - ㄷ. 신경자극전도 속도는 I에서가 II에서보다 느리다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

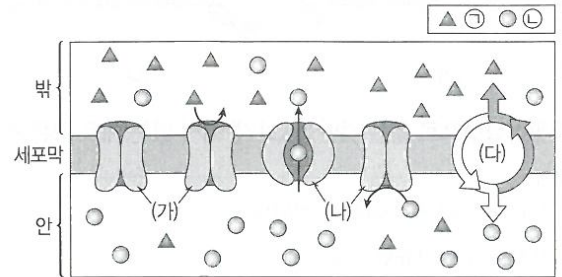
B 신경자극의 발생

244 하

분극 상태에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 분극 상태일 때의 막전위를 역치전위라고 한다.
- ② 세포막을 통한 이온의 이동은 일어나지 않는다.
- ③ K^+ 은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포한다.
- ④ Na^+-K^+ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포 안과 밖에서 동일한 농도로 유지된다.
- ⑤ 자극을 받지 않은 상태로, 세포 안이 밖에 비해 상대적으로 음(-)전하를 띤다.

[246~247] 그림은 분극 상태인 뉴런의 축삭돌기 막을 정제로 세포 안과 밖의 이온 분포와 이온 이동에 관여하는 막단백질을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 K^+ 통로, Na^+ 통로, Na^+-K^+ 펌프를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



246 중

(가)~(다)는 각각 무엇인지 쓰시오.

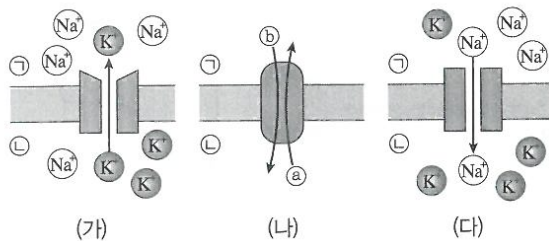
247 상

[서술형]

분극 상태일 때 세포막 안쪽은 상대적으로 음(-)전하를 띠고, 세포막 바깥쪽은 양(+)전하를 띠는 까닭을 (가), (나), (다), K^+ 이동, Na^+ 이동을 모두 포함하여 서술하시오.

☆ 245 중

그림은 (가)~(다)를 통해 이온이 이동하는 것을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 K^+ 통로, Na^+ 통로, Na^+-K^+ 펌프를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 세포 안과 밖을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉢과 ㉣은 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 세포 안이다.
- ㄴ. 재분극이 일어나는 동안 (가)를 통해 ㉢가 이동한다.
- ㄷ. (나)를 통한 ㉣의 이동에 ATP가 소모된다.

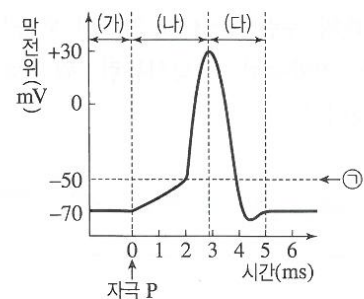
- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

막전위 변화

248 하

이 문제에서 볼 수 있는 보기는

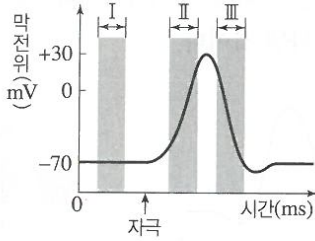
그림은 어떤 뉴런에 자극 P를 주었을 때 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① P는 역치 이상의 자극이다.
- ② ㉠은 활동전위이다.
- ③ 휴지전위는 -70 mV이다.
- ④ 구간 (가)에서 Na^+ 이 세포 밖으로 이동한다.
- ⑤ 구간 (나)에서 탈분극이 일어난다.
- ⑥ 구간 (다)에서 재분극이 일어난다.

그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다.



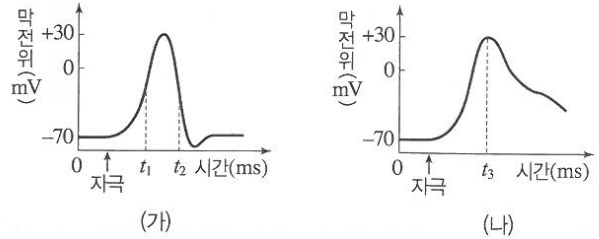
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 구간 I에서 세포 안팎의 Na^+ 농도 유지에 ATP가 소모된다.
 - ㄴ. 구간 II에서 재분극이 일어난다.
 - ㄷ. 구간 III에서 모든 K^+ 통로는 닫혀 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

251

그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 시간에 따른 막전위를, (나)는 이 뉴런에 물질 X를 처리하고 역치 이상의 자극을 주었을 때 시간에 따른 막전위를 나타낸 것이다. X는 세포막에 있는 이온 통로를 통한 K^+ 과 Na^+ 의 이동 중 하나를 억제한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 K^+ 의 이동을 억제한다.
 - ㄴ. K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 활발하다.
 - ㄷ. t_3 일 때 Na^+ 의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다.

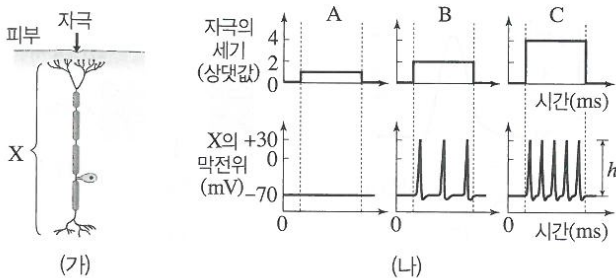
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이온의 이동과 막전위 변화

252

250

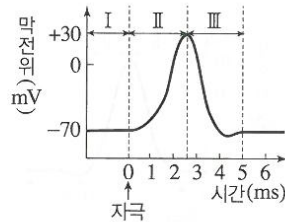
그림 (가)는 피부에 연결된 뉴런 X를, (나)는 피부의 한 지점에서 세기가 서로 다른 자극 A~C를 같은 시간 동안 각각 1회씩 주었을 때 각 자극에 대한 X의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 원심성뉴런이다.
 - ㄴ. 자극의 세기가 클수록 h 의 크기가 커진다.
 - ㄷ. 자극의 세기에 따라 활동전위가 발생하는 빈도가 달라진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



구분	㉠	㉡
세포 안	150	5
세포 밖	15	?

(단위: mM)

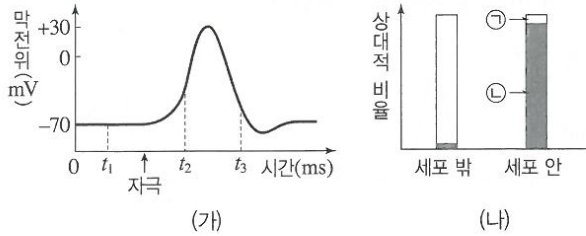
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 구간 I에서 ㉠은 Na^+-K^+ 펌프를 통해 세포 밖에서 안으로 이동한다.
 - ㄴ. 구간 III에서 ㉡의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다.
 - ㄷ. 단위 면적당 열린 ㉡통로의 수는 구간 III에서가 구간 II에 서보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

253

그림 (가)는 활동전위가 발생한 뉴런의 축삭돌기 한 지점에서 측정한 막전위 변화를, (나)는 t_1 일 때 이 지점의 세포 밖과 안에서의 이온 ㉠과 ㉡의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



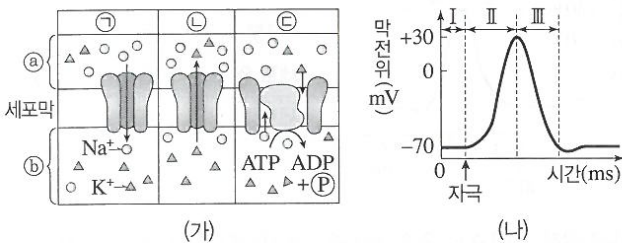
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. t_1 일 때 세포막을 통한 ㉠과 ㉡의 이동은 없다.
 - ㄴ. t_2 일 때 ㉠이 세포 안에서 밖으로 확산한다.
 - ㄷ. t_3 일 때 열려 있는 ㉡통로가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

254

그림 (가)는 뉴런의 세포막에서 일어나는 이온의 이동 방식 ㉠~㉢을, (나)는 활동전위가 발생한 뉴런의 축삭돌기 한 지점에서 측정한 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동, Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동, Na^+-K^+ 펌프를 통한 이온의 이동을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡는 세포 안과 밖을 순서 없이 나타낸 것이다.



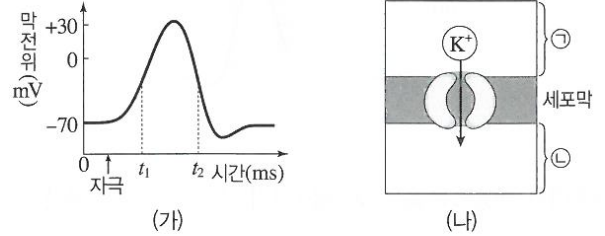
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 구간 I에서 ㉢의 방식으로 이온이 이동한다.
 - ㄴ. 구간 II에서 ㉠의 방식으로 이온이 이동하여 Na^+ 의 농도는 ㉡에서보다 높아진다.
 - ㄷ. 구간 III에서 재분극이 일어난다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

255

그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 한 지점 P에서의 막전위 변화를, (나)는 P에서 이온 통로를 통한 이온의 이동을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 세포 안과 밖을 순서 없이 나타낸 것이다.



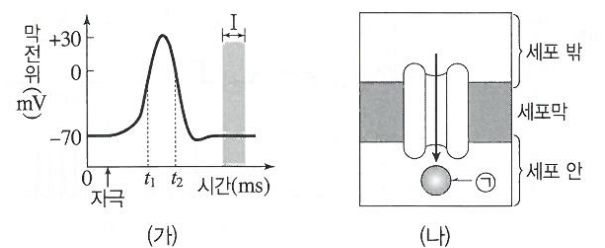
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 세포 안이다.
 - ㄴ. t_1 일 때 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 ㉡에서 ㉠으로 이동한다.
 - ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{세포 안의 농도}}{\text{세포 밖의 농도}}$ 는 Na^+ 이 K^+ 보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

256

그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 한 지점 P에서의 막전위 변화를, (나)는 P에서 이온 통로를 통한 이온의 이동을 나타낸 것이다. ㉠은 K^+ 과 Na^+ 중 하나이다.



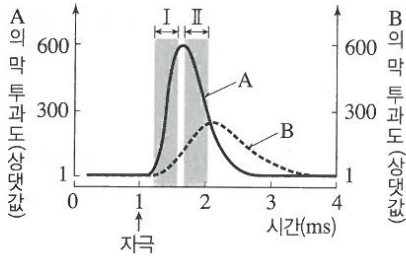
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. t_1 일 때 (나)가 일어난다.
 - ㄴ. (가)에서 $\frac{Na^+ \text{의 막 투과도}}{K^+ \text{의 막 투과도}}$ 는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.
 - ㄷ. (가)의 구간 I에서 ATP를 소모하면서 ㉠이 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이온의 막 투과도 변화

[257~259] 그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점에서 측정한 이온 A와 B의 막 투과도 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



257 하

A와 B는 각각 무엇인지 쓰시오.

258 중

| 서술형 |

구간 I에서 나타나는 A의 막 투과도 변화를 이온 통로를 포함하여 서술하시오.

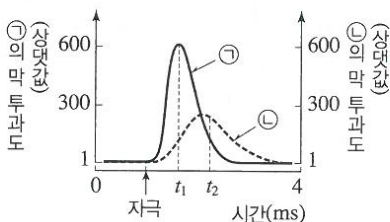
259 중

| 서술형 |

구간 II에서 나타나는 A와 B의 막 투과도 변화를 이온 통로를 포함하여 서술하시오.

★
빈출
260 중

그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점에서 측정한 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

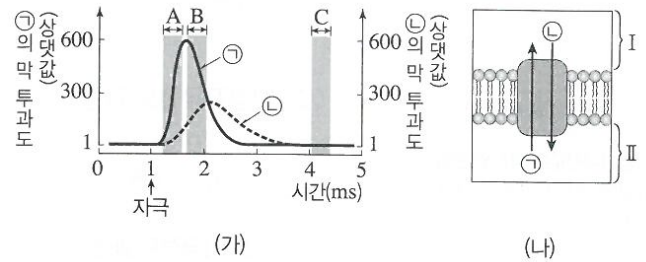
<보기>

- ㄱ. ㉠은 K^+ 이다.
- ㄴ. t_1 일 때 탈분극이 일어나고 있다.
- ㄷ. t_2 일 때 세포 안의 농도 ㉡이 ㉠보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

261 중

그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점에서 측정한 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도 변화를, (나)는 이 지점에서 막단백질 ㉢을 통한 ㉠과 ㉡의 이동을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이고, I과 II는 세포 안과 밖을 순서 없이 나타낸 것이다.

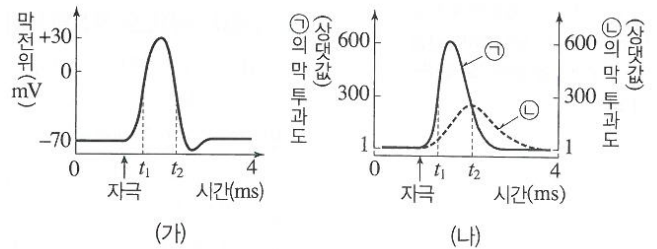


이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① I은 세포 밖, II는 세포 안이다.
- ② 구간 A에서 ㉠의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다.
- ③ 구간 B에서 재분극이 일어난다.
- ④ ㉢을 통한 ㉡의 이동에는 ATP가 소모된다.
- ⑤ 구간 C에서 세포막 안쪽은 양(+)전하, 바깥쪽은 음(-)전하를 띤다.

262 상

그림 (가)는 뉴런 X에 역치 이상의 자극을 주었을 때의 막 전위 변화를, (나)는 같은 시간 동안 X의 세포막에서 측정한 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 K^+ 과 Na^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. t_1 일 때 K^+ 의 막 투과도 Na^+ 의 막 투과도보다 1보다 크다.
- ㄴ. t_2 일 때 이온 통로를 통한 K^+ 의 이동이 일어난다.
- ㄷ. X에 이온 통로를 통한 ㉠의 이동을 억제하는 물질을 처리하고 역치 이상의 자극을 주면 활동전위가 발생한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답과 해설

10 뉴런과 막전위 변화

10 뉴런과 막전위 변화

빈출 자료 보기

73쪽

234 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ (7) ×

234 (2) 구간 II에서 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 들어오면서 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.

(3) 구간 II에서 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 확산하면서 막전위가 상승한다.

(6) 막전위 구간에 상관없이 Na^+ 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높다.

바로알기 | (1) 구간 I에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 밖으로, K^+ 이 세포 안으로 이동한다.

(4) 구간 III에서 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산하면서 막전위가 하강한다.

(5) 구간 III에서 대부분의 K^+ 통로가 열려 있다.

(7) 구간 IV는 분극 상태로, $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 밖으로 이동한다.

난이도별 필수 기출

74쪽~79쪽

- 235 ⑤ 236 ③ 237 해설 참조 238 ① 239 ③
 240 ⑤ 241 ② 242 ④ 243 ④ 244 ⑤ 245 ②
 246 (가) Na^+ 통로 (나) K^+ 통로 (다) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프
 247 해설 참조 248 ② 249 ① 250 ② 251 ③
 252 ③ 253 ② 254 ④ 255 ③ 256 ⑤
 257 A: Na^+ , B: K^+ 258 해설 참조 259 해설 참조
 260 ④ 261 ⑤ 262 ①

235 ① 뉴런은 신경계를 구성하는 기본 단위로, 신호를 받아들이고 다른 뉴런이나 세포로 전달한다.

②, ③ 가지돌기는 다른 뉴런이나 세포에서 오는 신호를 받아들이고, 축삭돌기는 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달한다.

④ 말미집은 슈반세포가 축삭돌기를 여러 겹 싸고 있는 구조로, 절연체 역할을 한다.

⑥ 신경세포체에는 핵과 여러 세포소기관이 있으며, 뉴런의 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 생산한다.

바로알기 | ⑤ 말미집신경의 축삭돌기에서는 말미집이 절연체 역할을 한다. 랑비에결절은 말미집으로 싸여 있지 않은, 말미집과 말미집 사이의 부위이다.

236 A는 신경세포체, B는 가지돌기, C는 축삭돌기이다.

ㄱ. 신경세포체(A)에는 핵과 세포소기관이 있어 물질대사가 일어난다.

ㄴ. 가지돌기(B)는 다른 뉴런으로부터 신호를 받아들인다.

바로알기 | ㄷ. 도약전도는 말미집신경에서 일어난다. 이 뉴런은 말미집이 없는 민말미집신경이므로 축삭돌기(C)에서 도약전도가 일어나지 않는다.

237 **모범 답안** A는 말미집이고, B는 랑비에결절이다. 말미집(A)에서는 막을 통한 이온의 이동이 일어나지 않아 활동전위가 발생하지 않지만, 랑비에결절(B)에서는 막을 통한 이온의 이동이 일어나 활동전위가 발생한다.

채점 기준	배점
A와 B를 쓰고, A와 B의 특징을 옳게 서술한 경우	100 %
A와 B만 쓴 경우	30 %

238 A는 가지돌기, B는 신경세포체, C는 말미집, D는 축삭돌기이다.

ㄴ. 신경세포체(B)에는 핵과 세포소기관이 있어 물질대사인 이화작용이 일어난다.

바로알기 | ㄱ. 시냅스소포는 축삭돌기(D) 말단에 있다.

ㄷ. 말미집(C)은 슈반세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭돌기(D)를 여러 겹 싸고 있는 구조이다.

239 A는 말미집신경, B는 민말미집신경이다.

ㄱ. 말미집신경(A)에는 축삭돌기가 말미집으로 싸여 있지 않은 랑비에결절이 있다.

ㄴ. 말미집신경(A)에서는 도약전도가 일어나므로 신경자극전도 속도는 말미집신경(A)에서가 민말미집신경(B)에서보다 빠르다.

바로알기 | ㄷ. 절연체 역할을 하는 말미집을 통해서만 세포 안팎으로의 이온 이동이 일어나지 않는다. 따라서 세포 안팎으로의 이온 이동은 지점 ㉠에서가 ㉡에서보다 활발하게 일어난다.

240 ㄴ. (가)는 원심성뉴런, (나)는 구심성뉴런이다.

ㄷ. 말미집(㉡)이 손상된 경우 도약전도가 제대로 일어나지 못하여 신경자극전도 속도가 느려진다.

바로알기 | ㄱ. 뇌와 척수에서 발견되는 것은 연합뉴런이다. 원심성뉴런(가)은 골격근과 같은 반응기관에 연결되어 있다.

241 A는 중추신경계에서 나온 신호를 반응기관으로 전달하는 원심성뉴런, B는 중추신경계를 구성하며 구심성뉴런에서 온 정보를 통합하여 원심성뉴런으로 반응 명령을 내리는 연합뉴런, C는 감각기관에서 생성된 신호를 중추신경계로 전달하는 구심성뉴런이다.

ㄴ. 연합뉴런(B)은 뇌와 척수 같은 중추신경계를 구성한다.

바로알기 | ㄱ. 신호는 구심성뉴런(C) → 연합뉴런(B) → 원심성뉴런(A)으로 이동한다.

ㄷ. 구심성뉴런(C)의 신경세포체는 축삭돌기의 한쪽 옆에 붙어 있다.

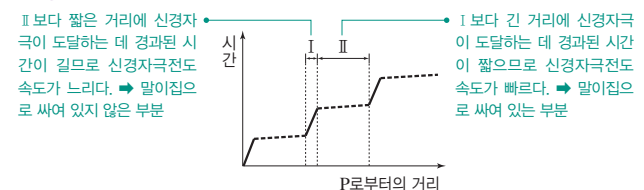
242 말미집신경에서는 도약전도가 일어나므로 신경자극전도 속도는 말미집신경에서가 민말미집신경에서보다 빠르고, 축삭돌기의 지름이 클수록 신경자극전도 속도가 빠르다.

ㄱ. 축삭돌기 지름이 같은 A와 C에서 신경자극전도 속도는 C에서가 A에서보다 빠르므로 A는 민말미집신경이고 C는 말미집신경이다. 따라서 ㉠은 '있음'이다.

ㄷ. 말미집신경(B)에서 도약전도가 일어난다.

바로알기 | ㄴ. 말미집이 있는 B와 C에서 축삭돌기 지름이 B에서가 C에서보다 크므로 신경자극전도 속도는 B에서가 C에서보다 빠르다. 따라서 ㉡ > 5이다.

243



ㄴ. II는 말미집으로 싸여 있는 부분이므로 슈반세포가 있다.

ㄷ. 신경자극전도 속도는 말이집으로 싸여 있지 않은 부분(I)에서가 말이집으로 싸여 있는 부분(II)에서보다 느리다.

바로알기 | ㄱ. I은 말이집으로 싸여 있지 않은 부분, II는 말이집으로 싸여 있는 부분이다.

244 ⑤ 뉴런이 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때 상대적으로 세포 안이 음(-)전하를, 세포 밖이 양(+)전하를 띠는 것을 분극이라고 한다.

바로알기 | ① 분극 상태일 때의 막전위를 휴지전위라고 한다.

② 분극 상태에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ 은 세포 밖으로 이동하고, K^+ 은 세포 안으로 이동한다.

③ 분극 상태일 때 Na^+ 은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포하고, K^+ 은 세포 밖보다 안에 더 많이 분포한다.

④ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 Na^+ 이 세포 안보다 밖에 더 많이 분포하는 데 관여한다.

245 (가)는 K^+ 통로, (나)는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프, (다)는 Na^+ 통로이다. K^+ 은 K^+ 통로(가)를 통해 세포 안에서 밖으로 확산되고, Na^+ 은 Na^+ 통로(다)를 통해 세포 밖에서 안으로 확산되므로 ㉠은 세포 밖, ㉡은 세포 안이다. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프(나)를 통해 Na^+ 은 세포 밖으로 이동하고, K^+ 은 세포 안으로 이동하므로 ㉢는 Na^+ , ㉣는 K^+ 이다.

ㄷ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프(나)를 통한 Na^+ (㉢)과 K^+ (㉣)의 이동에는 ATP가 소모된다.

바로알기 | ㄱ. ㉠은 세포 밖이다.

ㄴ. 재분극이 일어나는 동안 K^+ 통로(가)를 통해 K^+ (㉣)이 세포 밖으로 이동한다.

246 분극 상태일 때 K^+ 은 세포 밖보다 안에 더 많이 분포하고, Na^+ 은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포하므로 ㉠은 Na^+ , ㉡은 K^+ 이다. (가)는 통로가 닫혀 있어 Na^+ (㉠)이 확산하지 못하므로 Na^+ 통로이며, (나)는 일부 열려 있는 통로가 있어 K^+ (㉡)이 확산하므로 K^+ 통로이다. (다)는 Na^+ (㉠)은 세포 밖으로, K^+ (㉡)은 세포 안으로 이동시키므로 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프이다.

247 **모범 답안** $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프(다)가 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로 이동시키고 K^+ 을 세포 안으로 이동시키며, 일부 열려 있는 K^+ 통로(나)를 통해 K^+ 은 세포 밖으로 확산하지만, Na^+ 통로(가)는 대부분 닫혀 있어 Na^+ 은 세포 안으로 확산하지 못하기 때문이다.

해설 뉴런이 휴지 상태일 때 K^+ 은 세포 밖보다 안에 더 많이 분포하고, Na^+ 은 세포 안보다 밖에 더 많이 분포한다. 이와 같은 이온의 불균등한 분포에 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 관여한다. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로 이동시키고 K^+ 을 세포 안으로 이동시킨다. 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. 그 결과 세포막 안쪽은 상대적으로 음(-)전하를 띠고, 세포막 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.

채점 기준	배점
Na^+ 통로(가), K^+ 통로(나), $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프(다), K^+ 이동, Na^+ 이동을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
Na^+ 통로(가), K^+ 통로(나), $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프(다), K^+ 이동, Na^+ 이동 중 일부만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

248 ① 자극 P를 준 후 활동전위가 발생했으므로 P는 역치 이상의 자극이다.

③ 휴지전위는 분극 상태일 때의 막전위로 -70 mV이다.

④ 구간 (가)는 분극 상태이며, 분극 상태에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해

Na^+ 은 세포 밖으로 이동하고, K^+ 은 세포 안으로 이동한다.

⑤ 구간 (나)에서 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 안으로 들어오면서 탈분극이 일어난다.

⑥ 구간 (다)에서 대부분의 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 나가면서 재분극이 일어난다.

바로알기 | ② ㉠은 활동전위가 발생하기 위해 도달해야 하는 최소한의 막전위인 역치전위이다.

249 구간 I은 분극 상태, 구간 II는 탈분극 상태, 구간 III은 재분극 상태이다.

ㄱ. 구간 I에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 ATP를 소모하면서 Na^+ 과 K^+ 을 이동시켜 세포 안팎의 Na^+ 농도와 K^+ 농도가 유지된다.

바로알기 | ㄴ. 구간 II에서 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 안으로 확산되면서 탈분극이 일어난다.

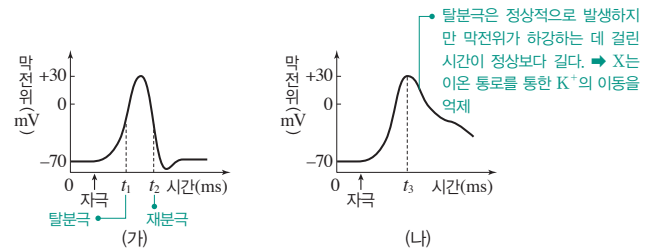
ㄷ. 구간 III에서 대부분의 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산하면서 재분극이 일어난다.

250 ㄷ. 역치 이상의 자극인 B와 C에서, B에서 C로 자극의 세기가 커질수록 활동전위의 발생 빈도가 증가한다. 이를 통해 자극의 세기에 따라 활동전위가 발생하는 빈도가 달라짐을 알 수 있다.

바로알기 | ㄱ. 구심성뉴런은 피부와 같은 감각기관에서 생성된 신호를 중추신경계로 전달하므로 X는 구심성뉴런이다.

ㄴ. 활동전위에서 막전위의 크기 h는 자극의 세기에 관계없이 일정하다.

251



ㄱ. X를 처리하면 상승한 막전위가 하강하는 데 걸린 시간이 정상보다 길어 재분극 기간이 길다. 따라서 X는 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동을 억제한다.

ㄷ. 막전위 구간에 상관없이 Na^+ 의 농도는 항상 세포 바깥에서가 안에서보다 높으므로 t_3 일 때 Na^+ 의 농도는 세포 바깥에서가 안에서보다 높다.

바로알기 | ㄴ. t_1 일 때 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 안으로 이동하고, t_2 일 때 대부분의 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 이동하므로, K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 활발하다.

252 구간 I은 분극 상태, 구간 II는 탈분극 상태, 구간 III은 재분극 상태이다. 뉴런이 자극을 받기 전 분극 상태(구간 I)일 때 Na^+ 의 농도는 세포 바깥에서가 안에서보다 높고, K^+ 의 농도는 세포 안에서가 바깥에서보다 높으므로 ㉠은 K^+ , ㉡은 Na^+ 이다.

ㄱ. 구간 I에서 K^+ (㉠)은 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 세포 바깥에서 안으로 이동한다.

ㄴ. 구간 III에서 Na^+ (㉡)의 농도는 세포 바깥에서가 안에서보다 높다.

바로알기 | ㄷ. 단위 면적당 열린 Na^+ (㉡)통로의 수는 탈분극이 일어나는 구간 II에서가 재분극이 일어나는 구간 III에서보다 많다.

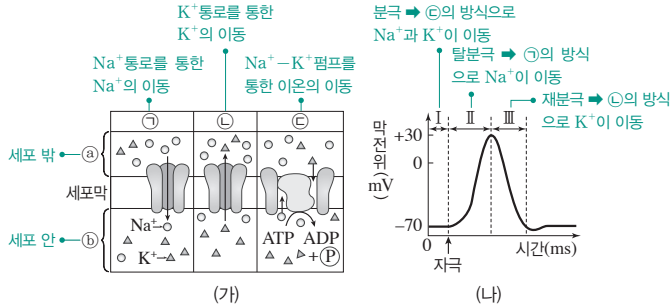
253 t_1 은 분극 상태, t_2 는 탈분극 상태, t_3 은 재분극 상태이다. ㉠은 세포 바깥에서가 안에서보다 비율이 높으므로 Na^+ 이고, ㉡은 세포 안에서가 바깥에서보다 비율이 높으므로 K^+ 이다.

ㄷ. t_3 일 때 대부분의 K^+ (㉔)통로가 열려 K^+ (㉔)은 K^+ (㉔)통로를 통해 세포 안에서 밖으로 확산한다.

바로알기 | ㄱ. t_1 일 때 일부 열려 있는 K^+ (㉔)통로와 Na^+-K^+ 펌프를 통해 이온이 이동한다.

ㄴ. t_2 일 때 Na^+ (㉓)은 Na^+ (㉓)통로를 통해 세포 밖에서 안으로 확산한다.

254

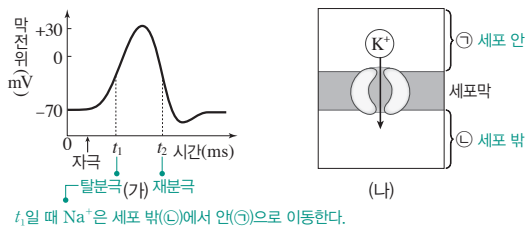


ㄱ. 구간 I은 분극 상태로, 구간 I에서 Na^+-K^+ 펌프를 통한 이온의 이동(㉔) 방식으로 Na^+ 과 K^+ 이 이동한다.

ㄷ. 구간 III에서 대부분의 K^+ 통로가 열리면서 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 급격히 하강하는 재분극이 일어난다.

바로알기 | ㄴ. 구간 II에서는 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖(㉓)에서 안(㉔)으로 확산하여 세포 안팎에서의 Na^+ 의 농도 차가 줄어들지만 세포 안(㉔)에서가 밖(㉓)에서보다 높아지지는 않는다. Na^+ 의 농도는 항상 세포 밖(㉓)에서가 안(㉔)에서보다 높다.

255

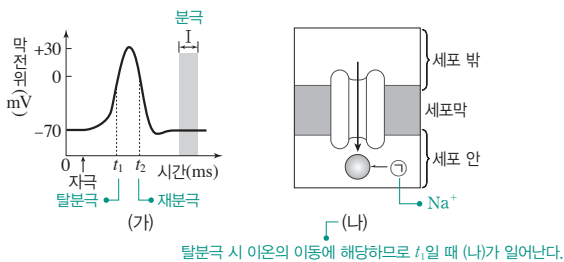


ㄱ. 뉴런에서 K^+ 은 K^+ 통로를 통해 세포 안에서 밖으로 이동한다. 따라서 ㉔은 세포 안, ㉔은 세포 밖이다.

ㄴ. t_1 은 막전위가 상승하는 시점이므로 탈분극 상태이다. t_1 일 때 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 은 세포 밖(㉓)에서 안(㉔)으로 이동한다.

바로알기 | ㄷ. t_2 는 막전위가 하강하는 시점이므로 재분극 상태이다. t_2 일 때 K^+ 의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높고, Na^+ 의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높으므로, t_2 일 때 세포 안의 농도 Na^+ 보다 크다.

256



ㄱ. ㉓이 이온 통로를 통해 세포 밖에서 안으로 이동하므로 ㉓은 Na^+ 이다. 탈분극 시 Na^+ (㉓)이 Na^+ (㉓)통로를 통해 세포 밖에서 안으로 이동하므로 탈분극 상태인 t_1 일 때 (나)가 일어난다.

ㄴ. Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때 t_2 일 때보다 크고, K^+ 의 막 투과도는 t_2 일 때 t_1 일 때보다 크다. 따라서 $\frac{Na^+의 막 투과도}{K^+의 막 투과도}$ 는 t_1 일 때 t_2 일 때보다 크다.

ㄷ. (가)의 구간 I에서 Na^+-K^+ 펌프가 ATP를 소모하면서 Na^+ (㉓)을 세포 안에서 밖으로 이동시킨다.

257 뉴런에 자극을 준 후 A의 막 투과도가 B의 막 투과도보다 먼저 상승하므로 A는 Na^+ , B는 K^+ 이다.

258 **모범 답안** Na^+ (A)통로가 열려 Na^+ (A)의 막 투과도가 높아진다.

해설 뉴런에 자극이 주어지면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 의 막 투과도가 증가하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

채점 기준	배점
A의 막 투과도 변화를 이온 통로를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
A의 막 투과도 변화만 옳게 서술한 경우	30 %

259 **모범 답안** Na^+ (A)통로가 닫혀 Na^+ (A)의 막 투과도가 낮아지고, 대부분의 K^+ (B)통로가 열려 K^+ (B)의 막 투과도는 높아진다.

해설 뉴런에 막전위가 최고점에 도달한 후에는 Na^+ 통로가 닫혀 Na^+ 의 막 투과도가 급속히 감소하고, 대부분의 K^+ 통로가 열려 K^+ 의 막 투과도는 계속 증가하여 K^+ 의 유출이 증가하면서 막전위가 급격하게 떨어지는 재분극이 일어난다.

채점 기준	배점
A와 B의 막 투과도 변화를 이온 통로를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
A와 B의 막 투과도 변화만 옳게 서술한 경우	30 %

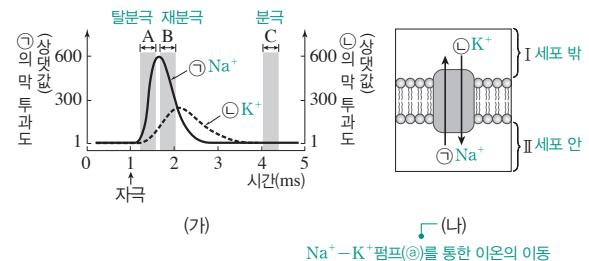
260 뉴런에 자극이 주어지면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 의 막 투과도가 증가하여 Na^+ 의 유입으로 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다. 막전위가 최고점에 도달한 후에는 Na^+ 통로가 닫혀 Na^+ 의 막 투과도는 감소하고, 대부분의 K^+ 통로가 열려 K^+ 의 막 투과도가 증가하여 K^+ 의 유출로 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다. 따라서 ㉓은 Na^+ , ㉔은 K^+ 이다.

ㄴ. t_1 일 때 Na^+ (㉓)의 막 투과도가 최고점에 도달하였으므로 탈분극이 일어나고 있다.

ㄷ. Na^+ (㉓)의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높고, K^+ (㉔)의 농도는 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높으므로, t_2 일 때 세포 안의 농도 Na^+ (㉓)보다 크다.

바로알기 | ㄱ. ㉓은 Na^+ , ㉔은 K^+ 이다.

261



① ㉓을 통해 Na^+ (㉓)과 K^+ (㉔)이 모두 이동하므로 ㉓은 Na^+-K^+ 펌프이다. Na^+-K^+ 펌프(㉓)를 통해 Na^+ (㉓)은 세포 안에서 밖으로 이동하고, K^+ (㉔)은 세포 밖에서 안으로 이동하므로 I은 세포 밖, II는 세포 안이다.

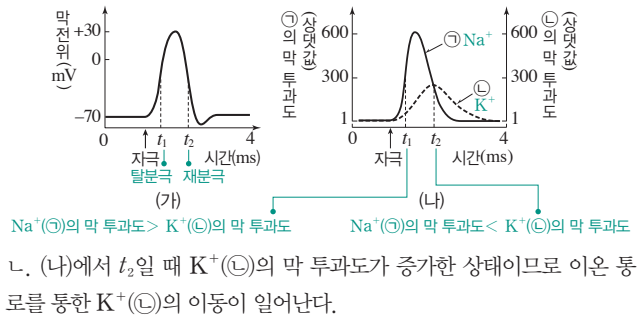
② Na^+ (㉓)의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높으므로, 구간 A에서 Na^+ (㉓)의 농도는 세포 밖에서가 안에서보다 높다.

③ 구간 B에서 K^+ (㉔)의 막 투과도가 증가하므로 대부분의 K^+ (㉔)통로가 열려 K^+ (㉔)이 K^+ (㉔)통로를 통해 세포 안에서 밖으로 확산하여 재분극이 일어난다.

④ Na^+-K^+ 펌프(㉑)를 통한 K^+ (㉔)의 이동에는 ATP가 소모된다.

바로알기 | ⑤ 구간 C는 분극 상태이다. 분극 상태일 때 세포막 안쪽은 음(-)전하, 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.

262



바로알기 | ㄱ. t_1 일 때 K^+ (㉔)의 막 투과도는 Na^+ (㉑)의 막 투과도보다 작다. 따라서 $\frac{K^+ \text{의 막 투과도}}{Na^+ \text{의 막 투과도}}$ 는 1보다 작다.

ㄷ. X에 이온 통로를 통한 Na^+ (㉑)의 이동을 억제하는 물질을 처리하고 역치 이상의 자극을 주면 탈분극은 일어나지만, 막전위가 역치전위를 넘지 못해 활동전위가 발생하지 않는다.

11 신경자극전도와 시냅스전달

빈출 자료 보기

81쪽

263 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ×

263 (2) d_1 과 d_4 사이의 거리는 4 cm이므로 d_1 에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 4 ms이다. 따라서 5.5 ms(t_1)일 때 d_4 는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 1.5(=5.5-4) ms이며, 이때 탈분극이 일어나고 있다.

(3) d_1 과 d_2 사이의 거리는 1.5 cm이므로 d_1 에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1.5 ms이다. 따라서 5.5 ms(t_1)일 때 d_2 는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 4(=5.5-1.5) ms이므로, d_2 에서의 막전위는 -70 mV이다.

(4) 5.5 ms(t_1)일 때 d_1 은 분극 상태이므로 Na^+-K^+ 펌프를 통해 K^+ 이 세포 안으로 이동한다.

바로알기 | (1) A의 신경자극전도 속도가 1 cm/ms이고, d_1 과 d_3 사이의 거리는 2.5 cm이므로 d_1 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2.5 ms이다. ㉑이 t_1 일 때 d_3 에서의 막전위가 -80 mV이므로 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 3 ms이다. 따라서 t_1 은 5.5(=2.5+3) ms이다.

(5) d_1 에서 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 4 ms이다. ㉑이 5 ms일 때 d_4 는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 1(=5-4) ms이다. 따라서 d_4 에서의 막전위는 -60 mV이다.

(6) d_1 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2.5 ms이다. ㉑이 6.5 ms일 때 d_3 은 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 4(=6.5-2.5) ms이다. 따라서 d_3 에서의 막전위는 -70 mV이다. d_1 에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1.5 ms이다. ㉑이 6.5 ms일 때 d_2 는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 5(=6.5-1.5) ms이다. 따라서 d_2 에서의 막전위는 -70 mV이다. ㉑이 6.5 ms일 때 $\frac{d_3 \text{에서의 막전위}}{d_2 \text{에서의 막전위}} = \frac{-70 \text{ mV}}{-70 \text{ mV}} = 1$ 이다.

난이도별 필수 기출

82쪽~87쪽

264 ㄱ, ㄴ	265 ㄱ, ㄷ	266 ㄷ	267 ㄱ, ㄴ	268 ㉑	269 ㉔
270 ㉑	271 해설 참조	272 ㄷ	273 ㉑	274 ㉑	
275 ㉑	276 해설 참조	277 ㉑	278 ㉑	279 ㉑	
280 ㉑	281 ㉑	282 ㉑	283 ㉑	284 ㉑	285 ㉑

264 (가)는 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동하고 있으므로 재분극 상태, (나)는 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동하고 있으므로 탈분극 상태, (다)는 분극 상태이다.

ㄱ. 활동전위의 발생 과정은 탈분극 → 재분극 순이며, 분극 상태인 (다)는 신경자극이 전도되기 전이다. 따라서 자극을 준 지점은 (가)와 가장 가까운 지점인 A이다.

ㄴ. (가)에서 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동하고 있으므로 재분극이 일어나고 있다.

바로알기 | ㄷ. (다)는 분극 상태이므로 (다)에서 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동한다.

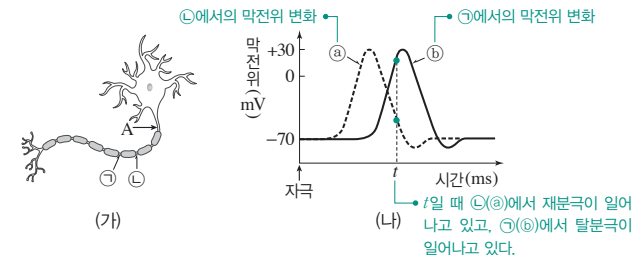
265 활동전위의 발생 과정은 탈분극 → 재분극 → 과분극 순이며, 자극을 주고 경과된 시간이 $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ 이므로, 막전위가 +30 mV인 t_1 은 탈분극 상태, 막전위가 -50 mV인 t_2 는 재분극 상태, 막전위가 -80 mV인 t_3 은 과분극 상태, 막전위가 -70 mV인 t_4 는 분극 상태이다.

ㄱ. t_1 일 때는 탈분극 상태이며, 막전위 변화와 상관없이 K^+ 의 농도는 항상 세포 안에서가 밖에서보다 높다.

ㄷ. t_4 는 신경자극이 전도된 이후로 분극 상태이다. t_4 일 때 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동한다.

바로알기 | ㄴ. 막전위가 +30 mV인 t_1 은 탈분극 상태이며, t_2 는 t_1 보다 시간이 더 지난 시점이므로 막전위가 -50 mV인 t_2 는 재분극 상태이다.

266



A에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 자극을 준 지점 A와 가까운 지점인 ㉔에서 활동전위가 먼저 나타난다. 따라서 ㉑는 ㉔에서의 막전위 변화이고, ㉔는 ㉑에서의 막전위 변화이다.

ㄷ. Na^+ 의 막 투과도는 탈분극일 때가 재분극일 때보다 높다. t 일 때 ㉑