

완자 기출픽

생 명 과 학

소단원별 문제 · 정답과 해설

II. 항상성과 몸의 조절

자극에 대한 반응과 항상성

11

신경자극전도와 시냅스전달

신경자극전도와 시냅스전달

A 신경자극전도

1 신경자극전도 뉴런이 자극을 받아 세포막의 전기적 특성이 변하면서 발생하는 신호인 신경 자극이 ①□□□□를 따라 이동하는 과정이다.

2 신경자극전도 과정 뉴런의 한 부위에서 활동전위가 발생하면 이웃한 부위에서 연속적으로 탈분극이 일어나 활동전위가 발생한다. 이처럼 활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하면서 신경자극이 ②□□□□된다.

기출 PICK A-2

신경자극전도와 막전위 변화

뉴런에 역치 이상의 자극이 주어진다면 분극(-70 mV) → 탈분극 → 재분극(막전위 하강 → 과분극 → 휴지전위 회복)의 과정을 거친다. ⇒ 축삭돌기의 다양한 지점 중에서 과분극 지점이 탈분극이나 재분극 중인 지점보다 먼저 신경자극이 전도된 지점이며, 자극을 준 곳에서 가깝다.

신경자극전도 속도

신경자극전도 속도는

자극을 준 지점으로부터의 거리
신경자극이 전도되는 데 걸린 시간
로 계산한다.

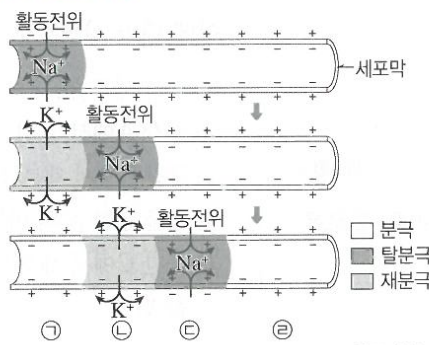
신경자극전도의 방향

하나의 뉴런에서 축삭돌기 중간에 역치 이상의 자극을 주어 신경자극이 발생하면 ⇒ 이 신경자극은 좌우 양 방향으로 전도된다.

도약전도

말이집신경에서는 Na^+ 통로와 K^+ 통로가 랭비에결절에 밀집되어 있어 이곳에서만 활동전위가 발생한다. ⇒ 활동전위가 랭비에결절에서 다음 랭비에결절로 건너뛰어 발생하는 도약전도가 일어난다.

신경자극전도 과정



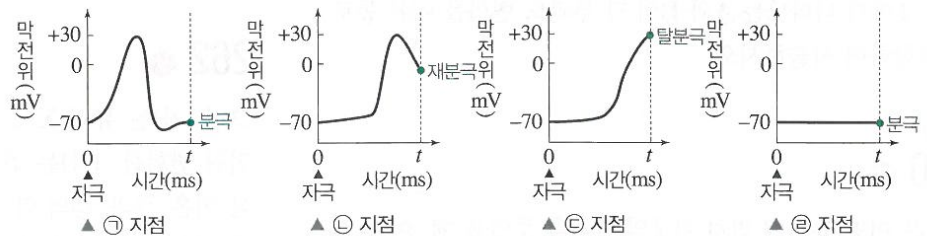
뉴런의 막 한 부위에서 Na^+ 이 세포 안으로 들어와 활동전위가 발생한다.

이웃한 부위에서 활동전위가 발생하고, 활동전위가 발생했던 부위에서는 재분극이 일어난다.

활동전위가 연속적으로 발생하여 신경자극이 축삭돌기 말단까지 이동한다.

신경자극의 전도 방향 → 활동전위의 이동 방향과 신경자극이 전도되는 방향은 서로 같다.

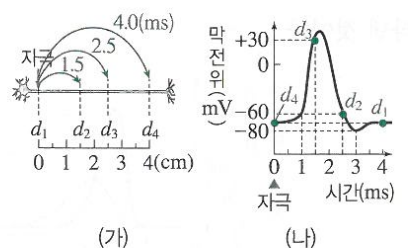
• ① 지점에 역치 이상의 자극을 1회 준 후 ①~④ 지점에서 각각 측정한 막전위 변화



신경자극전도와 막전위 변화

그림 (가)는 어떤 민말이집신경의 네 지점 $d_1 \sim d_4$ 와 역치 이상의 자극을 준 위치를, (나)는 각 지점에서 활동전위가 발생했을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. 이 신경에서 신경자극전도 속도는 1 cm/ms 이고, 신경자극전도는 1회 일어났다.

• ① d_1 에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms 일 때 각 지점의 상태

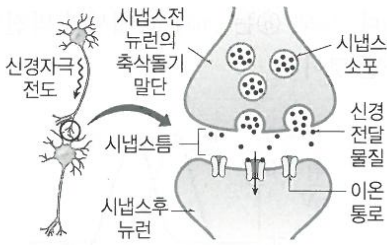


구분	d_1	d_2	d_3	d_4
신경자극이 도달하는 데 걸리는 시간(ms)	0	$\frac{1.5}{1} = 1.5$	$\frac{2.5}{1} = 2.5$	$\frac{4}{1} = 4$
①이 4 ms 일 때 막전위 변화가 진행된 시간(ms)	$4 - 0 = 4$	$4 - 1.5 = 2.5$	$4 - 2.5 = 1.5$	$4 - 4 = 0$
①이 4 ms 일 때 막전위(mV)	-70 (분극)	-60 (재분극)	$+30$ (탈분극)	-70 (분극)

B 시냅스전달

- 1 **시냅스** 한 뉴런의 축삭돌기 말단이 다른 뉴런이나 세포와 좁은 틈을 두고 접해 있는 접속 부위
- 2 **시냅스전달** 시냅스에서 신경전달물질에 의해 한 뉴런에서 다음 뉴런으로 신호가 전달되는 현상

시냅스전달 과정

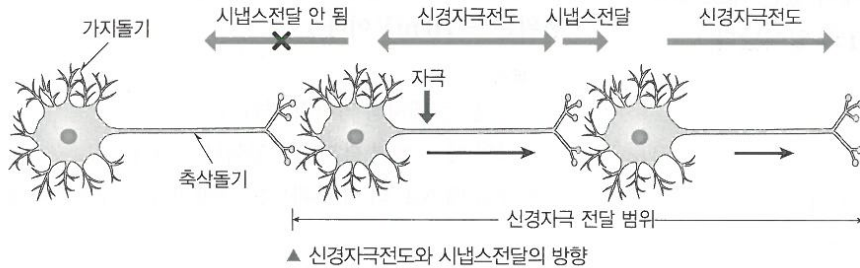


- 신경자극이 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 도달한다. → ③ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐가 세포막과 융합한다. → 신경전달물질이 ④ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐으로 방출된다. → 신경전달물질이 시냅스후뉴런의 막에 있는 수용체에 결합하면 이온통로가 열린다. → Na^+ 이 이온통로를 통해 세포안으로 유입되면서 시냅스후뉴런이 탈분극된다.
- 시냅스틈으로 방출된 신경전달물질에 의해 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로 신호가 전달된다.

신경자극전도 속도와 시냅스전달 속도 비교

한 뉴런 내에서는 전기적 변화에 의해 신경자극이 전도되지만, 시냅스에서는 신경전달물질의 확산을 통해 신경자극이 전달된다. 따라서 시냅스전달 속도는 신경자극전도 속도보다 느리다.

- 3 **시냅스전달의 방향성** 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 뉴런의 ⑤ ☐ ☐ ☐ ☐ 말단에 있고, 신경전달물질의 ⑥ ☐ ☐ ☐는 뉴런의 신경세포체나 가지돌기에 있다. → 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런 쪽으로의 방향으로만 일어난다.



- 4 **약물이 시냅스전달에 미치는 영향**

구분	약물의 작용	약물의 종류
각성제	시냅스전달을 강화하여 각성을 일으키며, 우울증 등의 질병 치료에 사용될 수 있다.	카페인, 니코틴
진정제	시냅스전달을 억제하여 진정 효과를 나타내며, 불안, 통증 등의 치료에 사용될 수 있다.	알코올, 수면제
환각제	비정상적인 시냅스전달을 일으켜 환각을 유발한다.	대마초, 아편

약물의 오남용

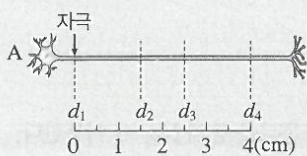
약물을 본래의 목적과 다르게 사용하는 것을 오용이라 하고 과도하게 많이 사용하는 것을 남용이라고 한다.

답 ① 축삭돌기 ② 전도 ③ 시냅스소포 ④ 시냅스틈 ⑤ 축삭돌기 ⑥ 수용체

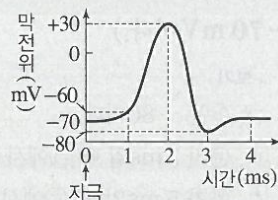
민출 자료 보기

정답과 해설 32쪽 ▶▶

- 263 그림 (가)는 민말이집신경 A에서 지점 $d_1 \sim d_4$ 를, (나)는 $d_1 \sim d_4$ 에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠ A의 d_1 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 t_1 일 때 d_3 에서의 막전위는 -80 mV 이며, 신경자극전도 속도는 1 cm/ms 이다. (단, A에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)



(가)



(나)

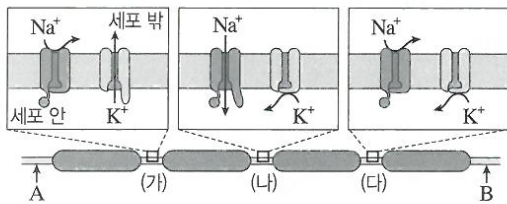
이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) t_1 은 3 ms이다. ()
- (2) ㉠이 t_1 일 때 d_1 에서 탈분극이 일어나고 있다. ()
- (3) ㉠이 t_1 일 때 d_2 에서의 막전위는 -70 mV 이다. ()
- (4) ㉠이 t_1 일 때 d_1 에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 K^+ 이 세포 안으로 이동한다. ()
- (5) ㉠이 5 ms일 때 d_4 에서의 막전위는 -70 mV 이다. ()
- (6) ㉠이 6.5 ms일 때 d_3 에서의 막전위는 d_2 에서의 막전위보다 작다. ()

A 신경자극전도

264 중

그림은 어떤 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 t 일 때 이 뉴런의 세 지점 (가)~(다)에서 이온 통로를 통한 이온의 이동 상태를 나타낸 것이다. 자극을 준 지점은 A와 B 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 이 뉴런에서 신경자극전도는 1회 일어났다.)

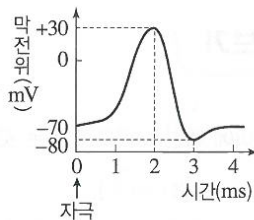
보기

- ㄱ. 자극을 준 지점은 A이다.
- ㄴ. (가)에서 재분극이 일어나고 있다.
- ㄷ. (다)에서 세포막을 통한 Na^+ 의 출입은 없다.

★ 빈출 265 중

표는 어떤 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주고 지점 P에서 경과된 시간이 $t_1 \sim t_4$ 일 때 측정한 막전위를, 그림은 이 뉴런에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ 이다.

자극을 주고 경과된 시간	막전위(mV)
t_1	+30
t_2	-50
t_3	-80
t_4	-70



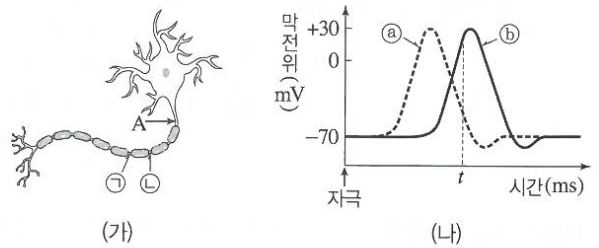
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 이 뉴런에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

- ㄱ. t_1 일 때 K^+ 의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높다.
- ㄴ. t_2 일 때 탈분극이 일어나고 있다.
- ㄷ. t_4 일 때 Na^+ 이 세포 안에서 밖으로 이동한다.

266 중

그림 (가)는 어떤 뉴런의 구조를, (나)는 이 뉴런의 지점 A에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 ㉠과 ㉡에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 ㉠과 ㉡에서의 막전위 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.



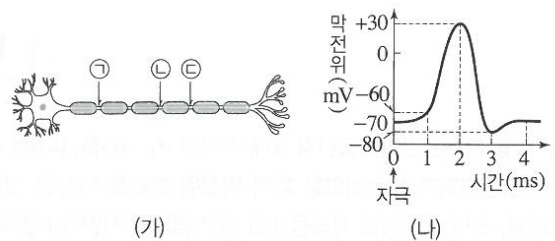
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 이 뉴런에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 ㉠에서의 막전위 변화이다.
- ㄴ. t 일 때 ㉡에서 탈분극이 일어나고 있다.
- ㄷ. t 일 때 Na^+ 의 막 투과도는 ㉠에서가 ㉡에서보다 높다.

★ 빈출 267 중

그림 (가)는 말미집신경 A에서 지점 ㉠~㉣을, (나)는 ㉠~㉣에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉣에 역치 이상의 자극을 1회 준 후 경과된 시간이 3 ms 일 때 막전위는 ㉠에서 $a \text{ mV}$, ㉡에서 $b \text{ mV}$, ㉢에서 $+30 \text{ mV}$ 이다. ㉠과 ㉡는 -80 과 -60 을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, A에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

- ㄱ. b 는 -80 이다.
- ㄴ. ㉡가 3 ms 일 때 ㉠에서 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 이동한다.
- ㄷ. ㉡가 5 ms 일 때 ㉢에서 재분극이 일어나고 있다.

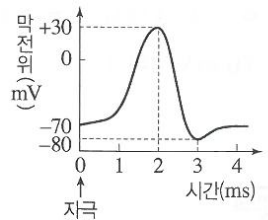
★
270

다음은 민말이집신경 A에서의 신경자극전도에 대한 자료이다.

• 그림은 A의 축삭돌기 일부를, 표는 A의 두 지점 X와 Y 중 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 지점 $d_1 \sim d_4$ 에서 동시에 측정된 막전위를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 -60과 -70을 순서 없이 나타낸 것이다.

지점	막전위(mV)
d_1	㉠
d_2	-80
d_3	+30
d_4	㉡

• A에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



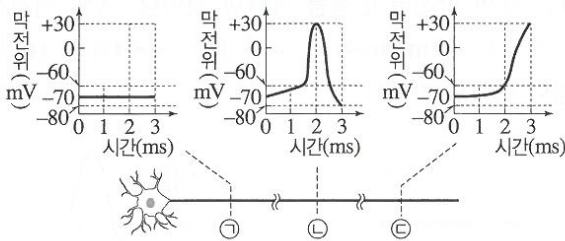
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV이다.)

보기
ㄱ. 자극을 준 지점은 Y이다.
ㄴ. ㉠은 -70이다.
ㄷ. d_4 에서 재분극이 일어나고 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

268

그림은 어떤 뉴런의 지점 ㉠~㉣ 중 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 준 후 경과된 시간이 3 ms가 될 때까지 일어난 ㉠~㉣에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



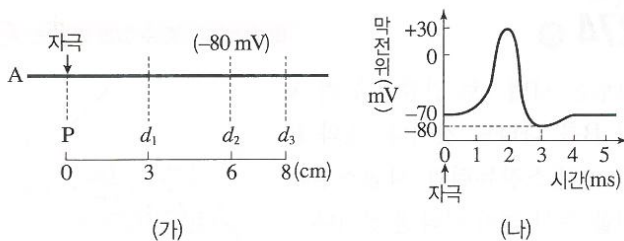
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이 뉴런에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV이다.)

보기
ㄱ. 자극을 준 지점은 ㉡이다.
ㄴ. ㉠이 3 ms일 때 ㉢에서 Na^+ 의 농도는 세포 안에서가 밖에서보다 높다.
ㄷ. 신경자극이 ㉠과 ㉡ 사이를 전도되는 데 1 ms가 걸린다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

269

그림 (가)는 민말이집신경 A의 $d_1 \sim d_3$ 의 위치를, (나)는 $d_1 \sim d_3$ 에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠ 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 6 ms일 때 d_2 에서의 막전위는 -80 mV이다.

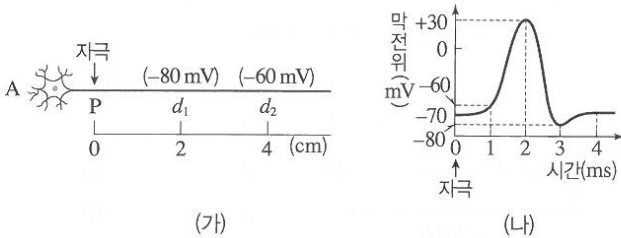


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV이다.)

보기
ㄱ. A에서 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다.
ㄴ. ㉠이 6 ms일 때 d_1 에서 탈분극이 일어나고 있다.
ㄷ. ㉠이 7 ms일 때 d_3 에서의 막전위는 -80 mV이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

그림 (가)는 민말이집신경 A의 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 t_1 일 때 지점 d_1 과 d_2 에서 측정한 막전위를, (나)는 d_1 과 d_2 에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. d_2 에서는 탈분극이 일어나고 있다.

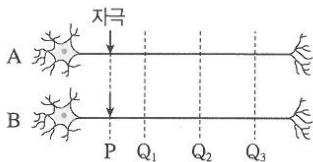


A의 신경자극전도 속도와 t_1 을 풀이 과정과 함께 각각 구하십시오. (단, A에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

★ 빈출
272 상

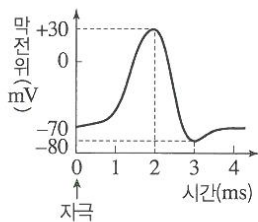
다음은 민말이집신경 A와 B에서의 신경자극전도에 대한 자료이다.

• 그림은 A와 B를, 표는 A와 B의 지점 P에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 t_1 일 때 지점 I~Ⅲ에서 측정한 막전위를 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 $Q_1 \sim Q_3$ 을 순서 없이, ㉠과 ㉡은 -70 과 $+30$ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



신경	t_1 일 때 측정한 막전위(mV)		
	I	II	III
A	-80	㉠	㉡
B	$+30$	-60	-80

• A와 B 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서 막전위 변화는 그림과 같다.

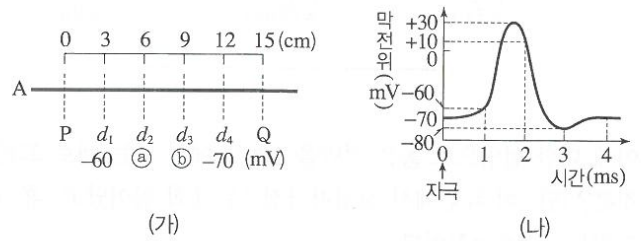


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르십시오. (단, A와 B에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

- ㄱ. 신경자극전도 속도는 B에서가 A에서보다 빠르다.
- ㄴ. ㉡은 $+30$ 이다.
- ㄷ. t_1 일 때 B의 Q_3 에서 탈분극이 일어나고 있다.

그림 (가)는 민말이집신경 A의 P와 Q 중 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 ㉠ ms일 때 $d_1 \sim d_4$ 에서 측정한 막전위를, (나)는 $d_1 \sim d_4$ 에서 활동전위가 발생하였을 때의 막전위 변화를 나타낸 것이다. A의 신경자극전도 속도는 3 cm/ms 이고, ㉠과 ㉡은 -80 과 $+10$ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A에서 신경자극전도는 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

- ㄱ. 자극을 준 지점은 Q이다.
- ㄴ. ㉠은 5이다.
- ㄷ. ㉠ ms일 때 d_2 에서 재분극이 일어나고 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

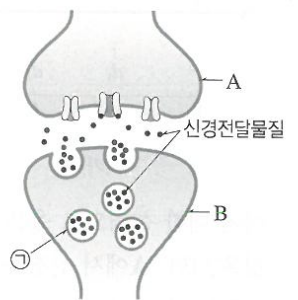
B 시냅스전달

시냅스전달

★ 빈출
274 중

이 문제에서 볼 수 있는 보기는 多

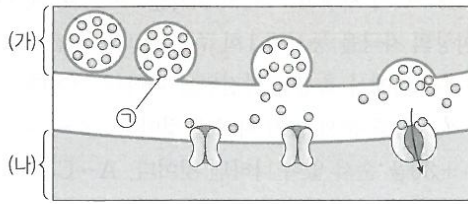
그림은 시냅스로 연결된 뉴런 A와 B를 나타낸 것이다. A와 B는 시냅스전뉴런과 시냅스후뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① A에는 신경전달물질의 수용체가 있다.
- ② B는 시냅스전뉴런이다.
- ③ ㉠은 시냅스소포이다.
- ④ 신경전달물질이 A의 수용체에 결합하면 이온 통로가 열린다.
- ⑤ 시냅스전달은 $B \rightarrow A$ 로 일어난다.
- ⑥ 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질은 제거되지 않고 시냅스 틈에 계속 남아 있다.

275 중

그림은 시냅스로 연결된 두 뉴런 (가)와 (나) 사이에서 신호가 전달되는 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 시냅스전 뉴런과 시냅스후뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 신경자극이 (가)에 도달하면 시냅스소포가 세포막과 융합한다.
- ㄴ. (가)는 시냅스전뉴런이다.
- ㄷ. ㉠은 (나)가 탈분극되게 한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 276 중

| 서술형 |

그림은 시냅스로 연결된 뉴런 A와 B를, 표는 ㉠과 ㉡에 각각 역치 이상의 자극을 준 후 ㉠과 ㉡에서 활동전위 발생 여부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 '발생함'과 '발생 안 함'을 순서 없이 나타낸 것이다.



자극을 준 지점	활동전위 측정 지점	
	㉠	㉡
㉠	발생함	㉠
㉡	㉡	발생함

㉠과 ㉡을 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 신경전달물질과 시냅스소포를 포함하여 서술하시오. (단, 신경전달물질에 의해 신호가 전달되면 시냅스후뉴런에서 활동전위가 발생한다.)

277 상

그림은 시냅스로 연결된 뉴런 A와 B를, 표는 시냅스에 물질 X와 Y를 각각 처리한 후 A의 한 지점에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이 t 일 때 B의 ㉠에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. (가)는 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 시냅스전뉴런으로 재흡수되는 것을 막는 물질, (나)는 신경전달물질과 수용체의 결합을 억제하는 물질이다. X와 Y는 (가)와 (나)를 순서 없이 나타낸 것이다.



주사한 물질	막전위(mV)
없음	+30
X	-70
Y	+30

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에서 휴지전위는 모두 -70 mV 이다.)

보기

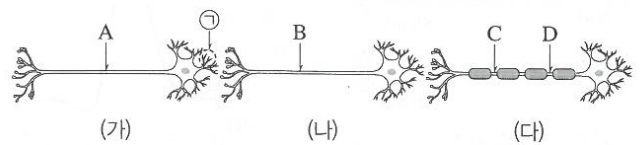
- ㄱ. X를 처리하면 ㉠에서 세포막을 통한 Na^+ 의 이동이 일어나지 않는다.
- ㄴ. Y는 (가)이다.
- ㄷ. Y는 시냅스후뉴런에서 탈분극이 일어나는 것을 억제한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

신경자극전도와 시냅스전달

278 중

그림은 시냅스로 연결된 뉴런 (가)~(다)에서 지점 A~D를 나타낸 것이다. 구간 A~B의 거리와 구간 B~C의 거리는 서로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)에서 말이집 유무 이외의 조건은 모두 동일하다.)

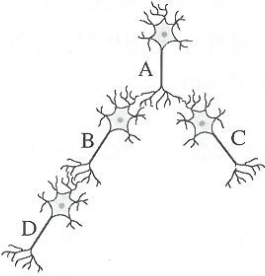
보기

- ㄱ. A에 역치 이상의 자극을 주면 ㉠에서 신경전달물질이 분비된다.
- ㄴ. B에 역치 이상의 자극을 주면 C에서 A에서보다 먼저 활동전위가 발생한다.
- ㄷ. D에 역치 이상의 자극을 주면 C에서 활동전위가 발생한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

279 중

그림은 뉴런 A~D가 연결된 상태를, 표는 A~D 중 하나의 뉴런에만 역치 이상의 자극을 주었을 때 활동전위가 발생하는 뉴런의 수를 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 A~D를 순서 없이 나타낸 것이며, ㉠>㉡이다.



자극을 준 뉴런	활동전위가 발생하는 뉴런의 수
㉠	1
㉡	㉠
㉢	㉡
㉤	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 신경자극을 전달받은 뉴런에서 활동전위가 발생한다.)

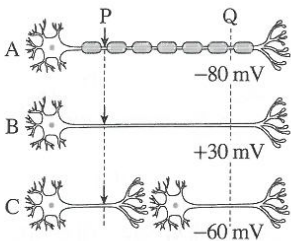
보기

- ㄱ. ㉠은 A이다.
- ㄴ. ㉠+㉡=6이다.
- ㄷ. ㉡에 역치 이상의 자극을 주면 B에서 신경전달물질이 분비된다.

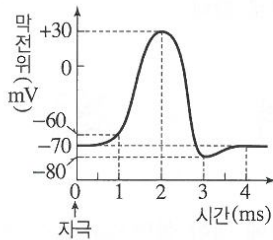
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 민출 280 중

그림 (가)는 신경 A~C의 ㉠ 지점 P에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 5ms일 때 지점 Q에서 측정 한 막전위를, (나)는 A~C의 지점 Q에서 활동전위가 발생 하였을 때 막전위 변화를 나타낸 것이다. A의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이며, A~C 각각의 축삭돌기 지름은 같다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV이다.)

보기

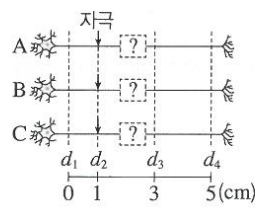
- ㄱ. P에서 Q까지의 거리는 4 cm이다.
- ㄴ. B의 신경자극전도 속도는 1.5 cm/ms이다.
- ㄷ. ㉠이 7 ms일 때 C의 Q에서의 막전위는 -80 mV이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

281 상

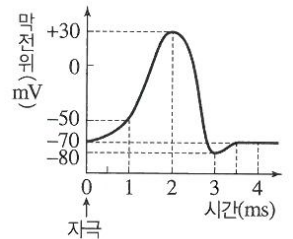
다음은 민말이집신경 A~C의 신경자극전도와 시냅스전달에 대한 자료이다.

• 그림은 A~C의 지점 $d_1 \sim d_4$ 의 위치를, 표는 A~C의 d_2 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_1, d_3, d_4 에서 측정 한 막전위를 나타낸 것이다. I~III은 d_1, d_3, d_4 를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 -80, -70, +30을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C 중 한 신경에만 d_2 와 d_3 사이에 하나의 시냅스가 있다.



신경	4 ms일 때 측정 한 막전위(mV)		
	I	II	III
A	㉠	-70	㉡
B	㉢	-50	㉣
C	㉤	?	㉥

- A와 B의 신경자극전도 속도는 각각 1 cm/ms와 2 cm/ms 중 하나이고, C의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다. 시냅스전뉴런과 시냅스후뉴런의 신경자극전도 속도는 같다.
- A~C 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



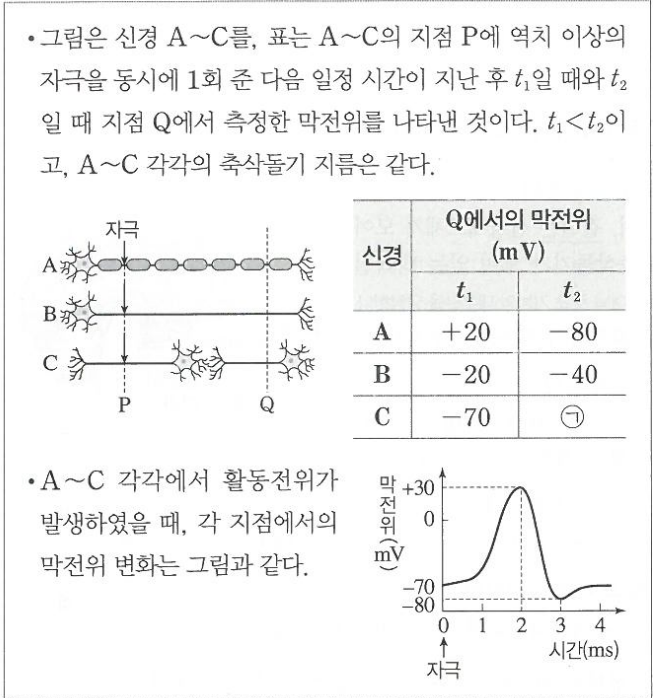
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV이다.)

보기

- ㄱ. 시냅스는 B에 존재한다.
- ㄴ. ㉢은 -80이다.
- ㄷ. I은 d_4 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

다음은 말이집신경과 민말이집신경에서의 신경자극전도와 시냅스전달에 대한 자료이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

- 보기
- ㄱ. ㉠은 -70 이다.
 - ㄴ. 신경자극전도 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다.
 - ㄷ. t_2 일 때 B의 Q에서 탈분극이 일어나고 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

약물이 시냅스전달에 미치는 영향

283 하

약물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 담배에 포함된 니코틴은 약물이 아니다.
- ② 커피 음료에 포함된 카페인은 약물의 일종이다.
- ③ 약물은 주로 시냅스전달 과정에 영향을 미친다.
- ④ 오용은 약물을 본래의 목적과 다른 목적으로 사용하는 것이다.
- ⑤ 약물을 적절하게 사용하면 몸의 긴장을 완화하고 통증을 줄일 수 있다.

284 하

다음은 약물에 대한 학생 A~C의 대화 내용이다.

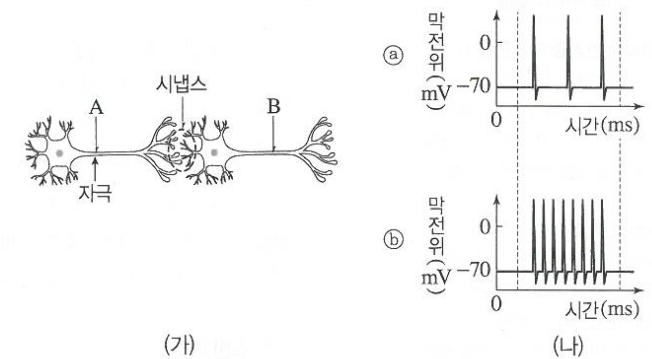


제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

285 중

그림 (가)는 시냅스로 연결된 뉴런 A와 B를 나타낸 것이고, (나)의 ㉠은 A에 역치 이상의 자극을 준 후 B에서의 활동전위를, ㉡는 시냅스에 화학 물질 X를 처리한 다음 A에 같은 크기의 자극을 준 후 B에서의 활동전위를 나타낸 것이다. 표는 약물 ㉠~㉣의 특징을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각성제, 진정제, 환각제를 순서 없이 나타낸 것이고, X는 ㉠~㉣ 중 하나이다.



구분	특징
㉠	시냅스전달을 강화하여 긴장 상태를 유지함
㉡	비정상적인 시냅스전달을 일으켜 인지 능력과 의식을 왜곡함
㉢	시냅스전달을 억제하여 긴장을 완화시킴

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 ㉢이다.
 - ㄴ. X는 시냅스전뉴런에서 신경전달물질의 방출을 억제한다.
 - ㄷ. ㉡는 환각제이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

정답과 해설

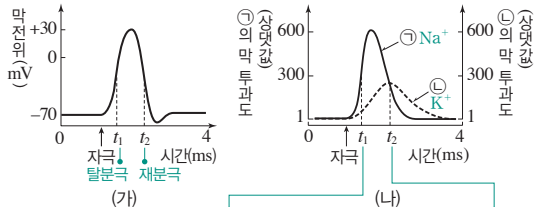
11 신경자극전도와 시냅스전달

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



Na^+ (㉑)의 막 투과도 > K^+ (㉔)의 막 투과도
나. (나)에서 t_2 일 때 K^+ (㉔)의 막 투과도가 증가한 상태이므로 이온 통로를 통한 K^+ (㉔)의 이동이 일어난다.

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.

다. 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.

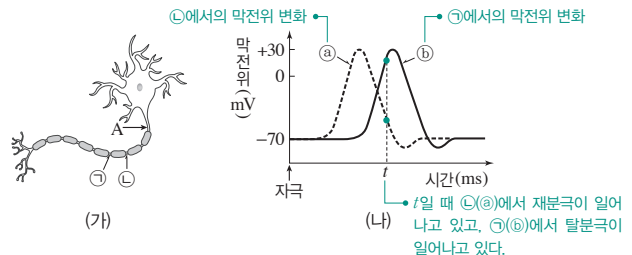
265 활동전위의 발생 과정은 탈분극 → 재분극 → 과분극 순이며, 자극을 주고 경과된 시간이 $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ 이므로, 막전위가 +30 mV인 t_1 은 탈분극 상태, 막전위가 -50 mV인 t_2 는 재분극 상태, 막전위가 -80 mV인 t_3 은 과분극 상태, 막전위가 -70 mV인 t_4 는 분극 상태이다.

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 ㉑에서 활동전위가 먼저 나타난다. 따라서 ㉑는 ㉑에서의 막전위 변화이고, ㉔는 ㉔에서의 막전위 변화이다.

ㄷ. Na^+ 의 막 투과도는 탈분극일 때가 재분극일 때보다 높다. t_1 일 때 ㉑

(b)에서는 탈분극이 일어나고 있고, c(a)에서는 재분극이 일어나고 있으므로 Na^+ 의 막 투과도는 ⑦(b)에서가 ④(a)에서보다 높다.

바로알기 | ㄱ. a는 ④에서의 막전위 변화, b는 ⑦에서의 막전위 변화이다.

ㄴ. t일 때 ④(a)에서는 막전위가 하강하는 시점이므로 재분극이 일어나고 있고, ⑦(b)에서는 막전위가 상승하는 시점이므로 탈분극이 일어나고 있다.

267 ㄱ. ㉑가 3ms일 때 역치 이상의 자극을 준 지점인 ㉒에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3ms이므로 ㉒에서의 막전위는 -80mV 이다. 따라서 b는 -80 이고, a는 -60 이다.

ㄴ. ㉑가 3ms일 때 역치 이상의 자극을 준 지점인 ㉒에서 거리가 더 가까운 ㉓에서의 막전위가 $+30\text{mV}$ 이므로, 막전위가 -60mV 인 ㉔에서는 탈분극이 일어나고 있다. 탈분극이 일어날 때 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 이동한다.

바로알기 | ㄷ. ㉑가 3ms일 때 ㉓에서의 막전위가 $+30\text{mV}$ 이므로, ㉒에서 ㉓까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $1(=3-2)\text{ms}$ 이다. ㉑가 5ms일 때 ㉓은 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 $4(=5-1)\text{ms}$ 이다. 따라서 ㉓에서의 막전위는 -70mV 이므로 ㉓은 분극 상태이다.

268 a가 3ms일 때 ㉔은 신경자극이 전도되기 전 분극 상태, ㉒은 재분극 상태, ㉓은 탈분극 상태이다.

ㄱ. a가 3ms일 때 역치 이상의 자극을 준 지점은 막전위 변화가 가장 많이 진행되었으므로 ㉒이 자극을 준 지점이다.

바로알기 | ㄴ. a가 3ms일 때 ㉓은 탈분극 상태이며, 막전위 구간과 상관없이 Na^+ 의 농도는 항상 세포 밖에서가 안에서보다 높다.

ㄷ. 신경자극이 ㉑와 ㉒ 사이를 전도되는 데 1ms가 걸린다면 a가 3ms일 때 ㉑에서의 막전위는 $+30\text{mV}$ 가 되어야 한다. a가 3ms일 때 ㉑에서의 막전위가 -70mV 이므로 신경자극이 ㉑와 ㉒ 사이를 전도되는 데 걸리는 시간은 최소 3ms이다.

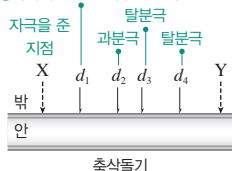
269 ㄱ. P에서 d_2 까지의 거리는 6cm이고, ㉑이 6ms일 때 d_2 에서의 막전위가 -80mV 이므로 P에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $3(=6-3)\text{ms}$ 이다. 따라서 A에서 신경자극전도 속도는 $\frac{6\text{cm}}{3\text{ms}}=2\text{cm/ms}$ 이다.

ㄷ. P에서 d_3 까지의 거리는 8cm이고, 신경자극전도 속도는 2cm/ms 이므로 P에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 4ms이다. ㉑이 7ms일 때 d_3 은 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 $3(=7-4)\text{ms}$ 이므로 d_3 에서의 막전위는 -80mV 이다.

바로알기 | ㄴ. P에서 d_1 까지의 거리는 3cm이고, 신경자극전도 속도는 2cm/ms 이므로 P에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 1.5ms이다. ㉑이 6ms일 때 d_1 은 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 $4.5(=6-1.5)\text{ms}$ 이다. 따라서 d_1 에서의 막전위는 -70mV 이므로 d_1 은 분극 상태이다.

270

신경자극이 전도된 이후인 분극



지점	막전위(mV)
d_1	㉑ -70
d_2	-80
d_3	$+30$
d_4	㉒ -60

ㄴ. 자극을 준 지점이 X이며, d_2 에서는 과분극이 일어나고 있는데, d_2 보다 자극을 준 지점(X)과 가까운 d_1 은 과분극이 지난 후이어야 하므로 신경자극이 전도된 이후인 분극 상태이다. 따라서 d_1 에서 막전위인 ㉑은 -70 이고, ㉒은 -60 이다.

바로알기 | ㄱ. 활동전위의 발생 과정은 탈분극 → 재분극 → 과분극 순이며, d_2 에서의 막전위가 -80mV 이고, d_3 에서의 막전위가 $+30\text{mV}$ 이므로 d_2 에서는 과분극이 일어나고 있으며, d_3 에서는 탈분극이 일어나고 있다. 따라서 d_3 보다 d_2 에 신경자극이 먼저 전도되었으므로 자극을 준 지점은 X이다.

ㄷ. d_4 보다 자극을 준 지점(X)과 가까운 d_3 에서의 막전위가 $+30\text{mV}$ 이고 d_1 에서의 막전위가 -60 (㉒)mV이므로 d_1 에서 탈분극이 일어나고 있다.

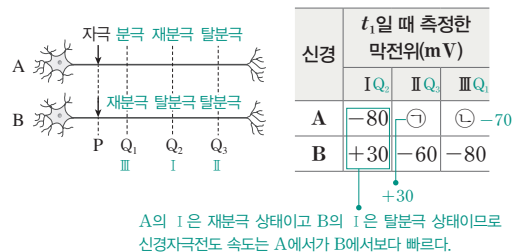
271 **모범 답안** • t_1 일 때 d_1 에서의 막전위가 -80mV 이고, d_2 에서의 막전위가 -60mV 인데 d_2 에서 탈분극이 일어나고 있으므로 d_1 에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2ms이다. 따라서 A의 신경자극전도 속도는 $\frac{2\text{cm}}{2\text{ms}}=1\text{cm/ms}$ 이다.

• P에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간이 2ms이고, d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3ms이므로 t_1 은 5ms이다.

해설 d_1 과 d_2 사이의 거리가 2cm이며, d_1 에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2ms이다. t_1 은 P에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간과 d_1 에서 막전위 변화가 진행된 시간을 더한 값이다.

채점 기준	배점
A의 신경자극전도 속도와 t_1 을 풀이 과정과 함께 모두 옳게 구한 경우	100 %
A의 신경자극전도 속도와 t_1 중 한 가지만 옳게 구한 경우	50 %

272

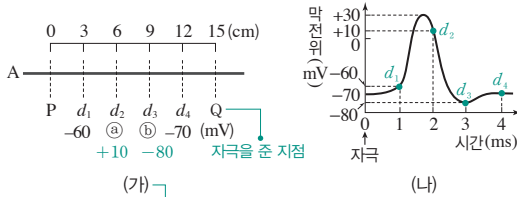


t_1 일 때 A의 I에서의 막전위는 -80mV (재분극)이고, B의 I에서의 막전위는 $+30\text{mV}$ (탈분극)이므로 B보다 A에 신경자극이 먼저 전도되었다. 따라서 신경자극전도 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다. ㉒이 $+30$ 이라면 t_1 일 때 B의 III에서의 막전위가 -80mV 이고, A의 III에서의 막전위가 $+30$ (㉒)mV인데, 이 경우 신경자극전도 속도는 B에서가 A에서보다 빠르므로 조건에 모순된다. 따라서 ㉒은 -70 이고, ㉑은 $+30$ 이다. A에서 I은 II보다 신경자극이 먼저 전도되었으며, B에서 III은 I보다 신경자극이 먼저 전도되었으므로 신경자극이 먼저 전도된 순으로 배열하면 III, I, II이다. 따라서 I은 Q₂, II는 Q₃, III은 Q₁이다.

ㄷ. t_1 일 때 A와 B의 Q₃(II)에서의 막전위는 각각 $+30$ (㉑)mV와 -60mV 이다. B의 Q₃(II)에서의 막전위가 -60mV 이므로 B의 Q₃(II)에서 탈분극과 재분극 중 하나가 일어나고 있는데, 신경자극전도 속도는 A에서가 B에서보다 더 빠르므로 B의 Q₃(II)에서 탈분극이 일어나고 있다.

바로알기 | ㄱ. 신경자극전도 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다.

ㄴ. ㉑은 $+30$, ㉒은 -70 이다.



Q에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $\frac{6 \text{ cm}}{3 \text{ cm/ms}} = 2 \text{ ms}$ 이고, 신경자극이 전도된 후 d_3 에서 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이다. $\rightarrow$ Q에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간은 5(㉓) ms이다.

- ㄱ. 자극을 준 지점이 P이고 ㉓가 -80, ㉔가 +10이라면 d_2 에서의 막전위가 -80(㉓) mV인데 d_2 보다 신경자극이 먼저 전도된 d_1 에서의 막전위가 -60 mV일 수 없으므로 조건에 모순된다. 자극을 준 지점이 P이고 ㉓가 +10, ㉔가 -80이라면 신경자극이 먼저 전도된 d_2 에서의 막전위가 +10(㉓) mV, 나중에 신경자극이 전도된 d_3 에서의 막전위가 -80(㉔) mV일 수 없으므로 조건에 모순된다. 따라서 자극을 준 지점은 Q이다. ㉓가 -80, ㉔가 +10이라면 d_2 에서의 막전위가 -80(㉓) mV인데 d_2 보다 신경자극이 먼저 전도된 d_3 에서의 막전위가 +10(㉔) mV일 수 없으므로 조건에 모순된다. 따라서 ㉓는 +10, ㉔는 -80이다.
- ㄴ. Q와 d_3 사이의 거리가 6 cm이므로 Q에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $\frac{6 \text{ cm}}{3 \text{ cm/ms}} = 2 \text{ ms}$ 이다. 신경자극이 전도된 후 d_3 에서의 막전위가 -80(㉔) mV이므로 막전위 변화가 진행된 시간은 3 ms이다. 따라서 ㉓은 5(=2+3)이다.
- ㄷ. Q와 d_2 사이의 거리가 9 cm이므로 Q에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $\frac{9 \text{ cm}}{3 \text{ cm/ms}} = 3 \text{ ms}$ 이다. 따라서 5(㉓) ms일 때 d_2 는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 2 ms이다. 따라서 d_2 에서의 막전위는 +10 mV이며, 재분극이 일어나고 있다.

- 274** ① 시냅스후뉴런(A)에는 신경전달물질의 수용체가 있다.
 ② A는 시냅스후뉴런, B는 시냅스전뉴런이다.
 ③ 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포(㉑)가 있다.
 ④ 신경전달물질이 시냅스후뉴런(A)의 수용체에 결합하면 이온 통로가 열려 시냅스후뉴런이 탈분극된다.
 ⑤ 시냅스전달은 시냅스전뉴런(B) $\rightarrow$ 시냅스후뉴런(A)으로 일어난다.
- 바로알기** | ⑥ 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질은 시냅스전뉴런으로 재흡수되거나, 신경전달물질 분해효소에 의해 분해되어 제거된다.

- 275** ㄱ. 신경자극이 시냅스전뉴런(가)의 축삭돌기 말단에 도달하면 시냅스소포가 세포막과 융합한다.
 ㄴ. (가)에 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 있으므로 (가)는 시냅스전뉴런이고, (나)에 신경전달물질이 결합하는 수용체가 있으므로 (나)는 시냅스후뉴런이다.
 ㄷ. 시냅스틈으로 방출된 신경전달물질(㉑)이 시냅스후뉴런의 막에 있는 수용체에 결합하면 이온 통로가 열리고, Na^+ 이 이온 통로를 통해 세포 내부로 유입되면서 시냅스후뉴런이 탈분극된다.

- 276** **모범 답안** ㉓는 '발생함', ㉔는 '발생 안 함'이다. 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 뉴런의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 뉴런의 신경세포체나 가지돌기에 있으므로 시냅스전달은 A에서 B 방향으로만 일어난다. 따라서 ㉑에 자극을 주었을 때에는 신경자극전도와 시냅스전달을 통해 ㉒에서 활동전위가 발생하지만, ㉒에 자극을 주었을 때에는 ㉑에서 활동전위가 발생하지 않는다.

해설 시냅스에서 신경자극은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기 쪽으로만 전달된다. 따라서 ㉑에 역치 이상의 자극을 주면 ㉒에서는 활동전위가 발생하지만, ㉒에 역치 이상의 자극을 주면 ㉑에서는 활동전위가 발생하지 않는다.

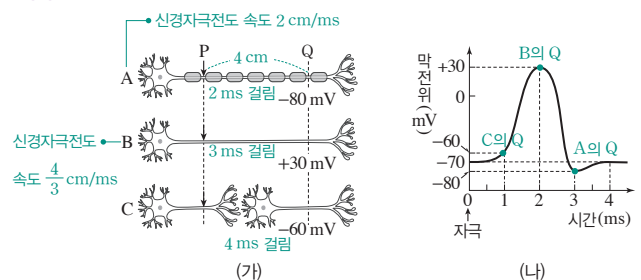
채점 기준	배점
㉓, ㉔를 쓰고, 신경전달물질과 시냅스소포를 포함하여 시냅스전달 방향을 옳게 서술한 경우	100 %
㉓, ㉔만 쓴 경우	30 %

- 277** 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 시냅스전뉴런으로 재흡수되지 않으면 시냅스전달을 촉진하고, 신경전달물질과 수용체의 결합을 억제하면 시냅스전달을 억제한다. X를 처리한 후 ㉑에서 활동전위가 발생하지 않았고, Y를 처리한 후 ㉑에서 활동전위가 발생했으므로 X는 신경전달물질과 수용체의 결합을 억제하는 물질(나)이고, Y는 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 시냅스전뉴런으로 재흡수되는 것을 막는 물질(가)이다.
- ㄴ. X는 (나), Y는 (가)이다.
- 바로알기** | ㄱ. X를 처리한 후 ㉑에서 휴지전위가 나타났으므로 분극 상태이다. 분극 시 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통한 Na^+ 의 이동이 일어난다.
 ㄷ. Y를 처리한 후 ㉑에서 활동전위가 발생했으므로 Y는 시냅스후뉴런에서 탈분극이 일어나는 것을 억제하지 않는다.

- 278** (가)와 (나)는 민말이집신경이고, (다)는 말이집신경이다. 신경자극은 (다) $\rightarrow$ (나) $\rightarrow$ (가) 방향으로 이동한다.
 ㄷ. C와 D는 랭비에결절이므로, D에 역치 이상의 자극을 주면 C에서 활동전위가 발생한다.
- 바로알기** | ㄱ. ㉑은 가지돌기이다. 가지돌기(㉑) 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 존재하지 않는다. 따라서 A에 역치 이상의 자극을 주어도 가지돌기(㉑)에서 신경전달물질이 분비되지 않는다.
 ㄴ. B에서 발생한 신경자극은 C로 전달되지 않는다. 따라서 B에 역치 이상의 자극을 주면 A와 B에서만 활동전위가 발생한다.

- 279** 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런 쪽의 한 방향으로만 일어나며, 반대 방향으로로는 일어나지 않는다.
 ㄴ. A(㉒)에 역치 이상의 자극을 주면 A, B, C, D에서 활동전위가 발생하므로 ㉓는 4이고, B(㉑)에 역치 이상의 자극을 주면 B, D에서 활동전위가 발생하므로 ㉓는 2이다.
 ㄷ. A(㉒)에 역치 이상의 자극을 주면 A에서 신경전달물질이 분비되어 B로 시냅스전달이 일어나고, B에서 신경전달물질이 분비되어 B에서 D로 시냅스전달이 일어난다.
- 바로알기** | ㄱ. 역치 이상의 자극을 A에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 4(A, B, C, D), B에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 2(B, D), C에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 1(C), D에 주면 활동전위가 발생한 뉴런의 수는 1(D)이다. 따라서 ㉑과 ㉓은 각각 C와 D 중 하나이고, ㉒은 A, ㉑은 B이다.

280



㉠이 5ms일 때 A의 Q에서의 막전위가 -80 mV 이므로 A의 Q는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 3ms이다. 따라서 A의 P에서 Q까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $2(=5-3)\text{ ms}$ 이다. A의 신경자극전도 속도가 2 cm/ms 이므로 P에서 Q까지의 거리는 4 cm 이다. ㉠이 5ms일 때 B의 Q에서의 막전위가 $+30\text{ mV}$ 이므로 B의 Q는 신경자극이 전도된 후 막전위 변화가 진행된 시간이 2ms이다. 따라서 B의 P에서 Q까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $3(=5-2)\text{ ms}$ 이고, B의 신경자극전도 속도는 $\frac{4}{3}\text{ cm/ms}$ 이다.

㉡. A의 신경자극전도 속도가 2 cm/ms 이므로 P에서 Q까지의 거리는 $4(=2\text{ cm/ms} \times 2\text{ ms})\text{ cm}$ 이다.

㉢. C에는 시냅스가 있으므로 신경자극전도 속도는 B에서보다 느리다. 따라서 ㉠이 5ms일 때 막전위가 -60 mV 인 C의 Q에서는 탈분극이 일어나고 있으므로 C의 P에서 Q까지 신경자극이 전도되고 시냅스전달이 일어나는 데 걸리는 시간은 $4(=5-1)\text{ ms}$ 이다. 따라서 ㉠이 7ms일 때 C의 Q에서 막전위 변화가 진행된 시간은 $3(=7-4)\text{ ms}$ 이므로 C의 Q에서의 막전위는 -80 mV 이다.

바로알기 | ㉢. B의 신경자극전도 속도는 $\frac{4}{3}\text{ cm/ms}$ 이다.

281

신경	4 ms일 때 측정된 막전위(mV)		
	I d_3	II d_4	III d_1
A	㉠ $+30$	-70	㉢ -80
B	㉠ $+30$	-50	㉢ -70
C	㉢ -80	? $+30$	㉢ -70

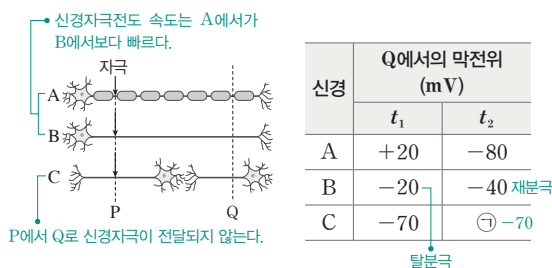
A와 B 중 신경자극전도 속도가 1 cm/ms 인 신경에 시냅스가 있다면 신경자극전도 속도가 2 cm/ms 인 A와 B 중 하나와 C는 시냅스가 없으므로, A와 B 중 하나의 막전위는 C와 같아야 하는데, 조건에 모순된다. 따라서 시냅스는 신경자극전도 속도가 2 cm/ms 인 신경에 있다. 시냅스가 없고 신경자극전도 속도가 1 cm/ms 인 신경의 d_1 , d_3 , d_4 에서는 막전위가 -50 mV 일 수 없으므로 A의 신경자극전도 속도는 1 cm/ms 이고, B의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms 이다. A의 d_1 , d_3 , d_4 에서의 막전위는 각각 -80 mV , $+30\text{ mV}$, -70 mV 이므로 II는 d_4 이다. B와 C의 d_1 에서의 막전위는 같으므로 III은 d_1 이다. A의 d_2 에서 d_1 까지 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 $1\left(=\frac{1\text{ cm}}{1\text{ cm/ms}}\right)\text{ ms}$ 이다. 따라서 ㉠이 4ms일 때 A의 d_1 (III)에서의 막전위는 -80 mV 이므로 ㉢는 -80 이고, ㉠는 $+30$ 이며, ㉢는 -70 이다. d_2 와 d_3 사이의 거리는 2 cm 이고, C의 d_3 (I)에서의 막전위가 -80 (㉢)mV이므로 C에 시냅스가 없다. 따라서 시냅스는 B에 있다.

㉡. 시냅스는 B에 존재한다.

바로알기 | ㉢. ㉠는 $+30$, ㉢는 -80 , ㉢는 -70 이다.

㉣. I은 d_3 , II는 d_4 , III은 d_1 이다.

282



㉡. 신경자극은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 가지돌기나 신경세포체 쪽으로만 전달되므로 C의 P에서 발생한 신경자극은 Q로 전달되지 않는다. 따라서 t_2 일 때 Q에서의 막전위는 -70 (㉢)mV이다.

㉢. t_2 일 때 A의 Q에서의 막전위는 -80 mV , B의 Q에서의 막전위는 -40 mV 이므로, 같은 거리를 신경자극이 전도된 후 A는 B보다 막전위 변화가 더 많이 진행되었다. 따라서 신경자극전도 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다. 이처럼 말아집신경(A)에서는 도약전도가 일어나므로 신경자극전도 속도는 말아집신경(A)에서가 민말아집신경(B)에서보다 빠르다.

바로알기 | ㉣. B의 Q에서의 막전위는 t_1 일 때 -20 mV 이고, t_2 일 때 -40 mV 이므로, 시간이 더 지난 t_2 일 때 B의 Q에서는 재분극이 일어나고 있다.

283 ㉡ 카페인은 시냅스전달을 강화하여 각성을 일으키는 약물의 일종이다.

㉢ 각성제, 환각제, 진정제 등은 주로 시냅스전달 과정에 영향을 미친다.

㉣ 오용은 본래의 목적과 다른 목적으로 약물을 사용하는 것이다.

㉤ 약물을 적절하게 사용하면 몸의 긴장을 완화하고 통증을 줄일 수 있다.

바로알기 | ㉠ 담배에 포함된 니코틴은 시냅스전달을 강화하는 각성제의 한 종류로 약물에 해당한다.

284 B. 약물을 본래의 목적과 다른 목적으로 사용(오용)하거나, 과도하게 많이 사용(남용)하는 경우 신경계 기능에 문제를 일으킬 수 있다.

바로알기 | A. 각성제는 시냅스전달 과정에 영향을 주는 약물이다.

C. 카페인은 시냅스전달을 강화하여 각성을 일으키는 각성제에 해당한다.

285 X를 처리한 후 시냅스후뉴런에서 활동전위의 발생 빈도가 증가했으므로 X는 시냅스전달을 강화하는 물질로 각성제이다. ㉠은 각성제, ㉢는 환각제, ㉤은 진정제이다.

㉡. X는 각성제(㉠)이다.

㉣. 비정상적인 시냅스전달을 일으켜 인지 능력과 의식을 왜곡하는 ㉢은 환각제이다.

바로알기 | ㉢. X는 시냅스전달을 강화하는 물질이므로 시냅스전뉴런에서 신경전달물질의 방출을 억제하지 않는다.

12 신경계

빈출 자료 보기

89쪽

286 (1) $\times$ (2) $\bigcirc$ (3) $\bigcirc$ (4) $\bigcirc$ (5) $\times$ (6) $\times$

286 A는 체성신경계의 운동신경, B는 교감신경의 신경절이전 뉴런, C는 교감신경의 신경절이후 뉴런, D는 부교감신경의 신경절이전 뉴런, E는 부교감신경의 신경절이후 뉴런이다.

(2) 자율신경계에 속하는 B, C, D, E는 대뇌의 직접적인 조절을 받지 않는다.