

. 항상성과 몸의 조절

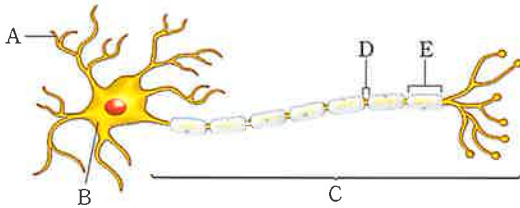
1. 신경계와 항상성

01

신경계의 신호 전달

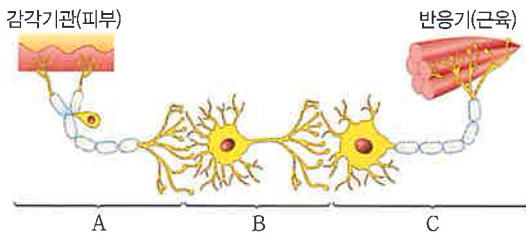
개념 기본 문제

01 그림은 뉴런의 구조를 나타낸 것이다.



- (1) 뉴런의 성장과 물질대사를 조절하는 부위의 기호와 이름을 쓰시오.
- (2) 감각세포나 다른 뉴런으로부터 신호를 받아들이는 부위의 기호와 이름을 쓰시오.
- (3) C와 D를 각각 무엇이라고 하는지 쓰시오.
- (4) 뉴런이 역치 이상의 자극을 받았을 때 D와 E 중 활동전위가 발생하는 부위는 어디인지 쓰시오.

02 그림은 기능이 다른 3종류의 뉴런이 연결된 모습을 나타낸 것이다.



- (1) 중추신경계를 구성하는 뉴런의 기호와 이름을 쓰시오.
- (2) A와 C를 각각 무엇이라고 하는지 쓰시오.
- (3) 신호가 전달되는 방향을 A~C 기호로 나타내시오.

(㉠) → (㉡) → (㉢)

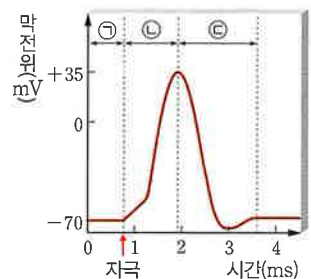
03 휴지 상태의 뉴런에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) Na^+ 농도는 세포막 안쪽이 바깥쪽보다 높다. ()
- (2) K^+ 농도는 세포막 안쪽이 바깥쪽보다 높다. ()
- (3) 세포막 안쪽은 양(+)전하를, 바깥쪽은 음(-)전하를 띤다. ()

04 다음은 무엇에 대한 설명인지 쓰시오.

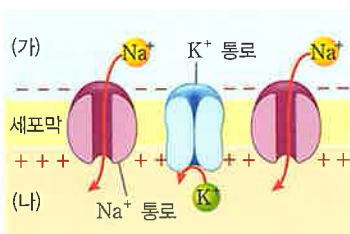
- 뉴런의 세포막에 있는 막단백질이다.
- ATP 에너지를 사용하여 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 운반한다.

05 그림은 어떤 뉴런의 한 지점에 역치 이상의 자극을 주었을 때 일어나는 막전위 변화를 나타낸 것이다. (단, 휴지전위는 -70 mV 이다.)



- (1) ㉠~㉢은 분극, 재분극, 탈분극 중 어떤 상태에 해당하는지 각각 쓰시오.
- (2) 구간 ㉠에서 Na^+ 이 세포막을 경계로 이온 통로를 통해 확산하는 방향을 쓰시오.
- (3) 구간 ㉢에서 K^+ 이 세포막을 경계로 이온 통로를 통해 확산하는 방향을 쓰시오.

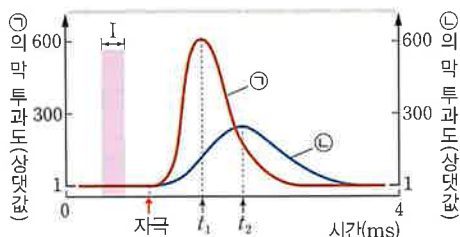
06 그림은 탈분극이 일어날 때 뉴런 세포막의 이온 통로의 상태를 나타낸 것이다.



(1) (가)와 (나)는 세포 안과 세포 밖 중 어디인지 쓰시오.

(2) Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 이동 원리는 무엇인지 쓰시오.

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



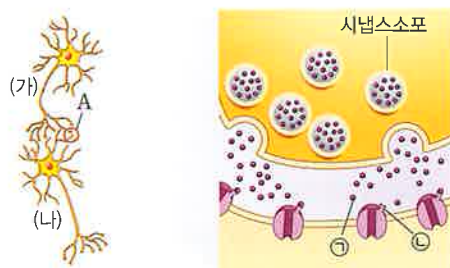
이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) ㉠은 Na^+ 이다. ()
- (2) Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다. ()
- (3) t_2 일 때 K^+ 은 K^+ 통로를 통해 세포 안으로 이동한다. ()
- (4) 구간 I에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 ㉠이 세포 밖으로 이동한다. ()
- (5) t_1 일 때, P에서 ㉡의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 낮다. ()
- (6) t_2 일 때 P에서 재분극이 일어나고 있다. ()

08 신경에서 신호 전달 속도에 영향을 주는 요인에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

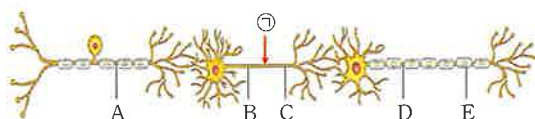
- (1) 말이집신경은 민말이집신경보다 신경자극전도 속도가 빠르다. ()
- (2) 축삭돌기의 지름이 클수록 신경자극전도 속도가 느리다. ()
- (3) 거리가 같을 때 시냅스가 있으면 신호 전달 속도가 느려진다. ()

09 그림은 두 뉴런 (가)와 (나) 사이에 신호가 전달되는 과정을 나타낸 것이다.



- (1) (가)와 (나) 사이에 신호가 전달되는 방향을 쓰시오.
- (2) A 부위를 무엇이라고 하는지 쓰시오.
- (3) ㉠과 ㉡을 각각 무엇이라고 하는지 쓰시오.

10 그림은 3개의 뉴런이 연결된 모습을 나타낸 것이다.

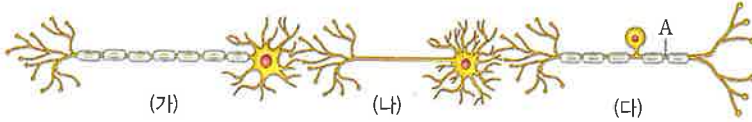


㉠ 지점에 역치 이상의 자극을 주었을 때 A~E 중 활동전위가 나타나는 지점의 기호를 모두 쓰시오.

개념 적용 문제

▶ 뉴런의 종류와 신호 전달

01 그림은 기능이 다른 세 종류의 뉴런 (가)~(다)를 나타낸 것이다.



▶ 뉴런은 기능에 따라 구심성뉴런, 원심성뉴런, 연합뉴런으로 구분하며, 구심성뉴런인 감각뉴런은 신경세포체가 축삭돌기의 한 쪽 옆에 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

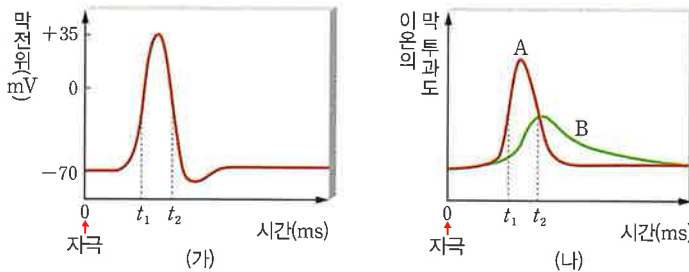
보기

- ㄱ. (가)는 원심성뉴런이다.
- ㄴ. (나)는 뇌와 척수를 구성한다.
- ㄷ. (다)의 A 지점에 역치 이상의 자극을 주면 (가)~(다)에서 모두 활동전위가 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 이온의 막투과도

02 그림 (가)는 어떤 뉴런에 자극을 주었을 때 이 뉴런의 한 지점에서 측정한 막전위의 변화를, (나)는 같은 시간 동안 이 지점에서 세포막 안팎으로 이동하는 이온 A와 B의 투과율을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다.



▶ 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 이 세포 안으로 이동하여 탈분극이 일어나고, K^+ 이 세포 밖으로 이동하여 재분극이 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

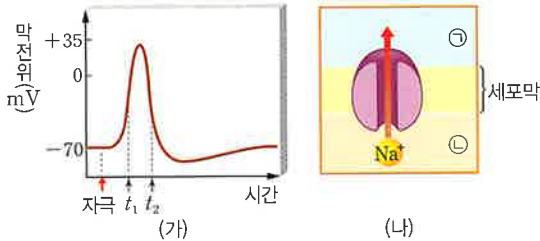
보기

- ㄱ. t_1 일 때, A의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 낮다.
- ㄴ. t_2 일 때, B가 세포 안에서 세포 밖으로 이동하는데 ATP 에너지가 사용된다.
- ㄷ. t_1 일 때 이온 통로를 통한 A의 이동 방향과 t_2 일 때 이온 통로를 통한 B의 이동 방향은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 활동전위와 이온의 이동

- 03** 그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 이 뉴런의 축삭돌기 한 지점에서 측정한 막전위 변화를, (나)는 t_1 일 때 이 지점에서 Na^+ 통로를 통한 Na^+ 의 확산을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 세포 안과 세포 밖 중 하나이다.



➤ 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산하여 탈분극이 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

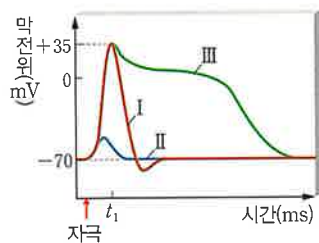
보기

- ㄱ. ㉠은 세포 밖이다.
 ㄴ. Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.
 ㄷ. t_2 일 때 K^+ 의 ㉠에서의 농도 / ㉡에서의 농도는 1보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 이온 통로를 통한 이온의 이동

- 04** 그림은 조건 I~Ⅲ에서 뉴런 P의 한 지점에 역치 이상의 자극을 주고 측정한 시간에 따른 막전위를 나타낸 것이고, 표는 I~Ⅲ에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 Na^+ 과 K^+ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	조건
I	물질 A와 B를 처리하지 않음.
II	물질 A를 처리하여 세포막에 있는 이온 통로를 통한 ㉠의 이동을 억제함.
III	물질 B를 처리하여 세포막에 있는 이온 통로를 통한 ㉡의 이동을 억제함.

➤ 뉴런 세포막에서 이온 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 이동하면 막전위가 상승하고, K^+ 이 세포 밖으로 이동하면 막전위가 하강한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

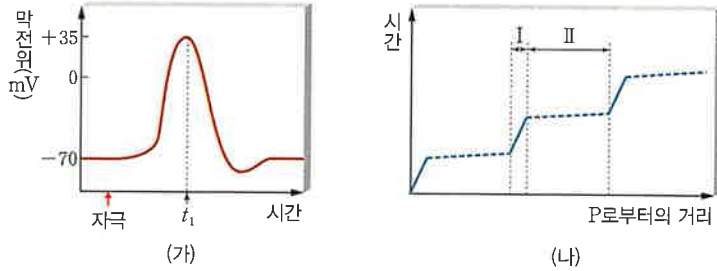
보기

- ㄱ. t_1 일 때 II에서 ㉠의 세포 안의 농도 / 세포 밖의 농도는 1보다 작다.
 ㄴ. B는 Na^+ 이 세포 안에서 세포 밖으로 이동하는 것을 억제한다.
 ㄷ. 막전위가 +35 mV에서 -70 mV로 되는 데 걸리는 시간은 III에서 I에서보다 길다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 말이집신경에서의 신경자극전도

- 05 그림 (가)는 운동뉴런 X에 역치 이상의 자극을 주었을 때 X의 축삭돌기 한 지점 P에서 측정된 막전위 변화를, (나)는 P에서 발생한 신경자극이 X의 축삭돌기 말단 방향 각 지점에 도달하는 데 경과된 시간을 P로부터의 거리에 따라 나타낸 것이다. I 과 II는 X의 축삭돌기에서 말이집으로 싸여 있는 부분과 말이집으로 싸여 있지 않은 부분을 순서 없이 나타낸 것이다.



➤ 말이집은 슈반세포가 길게 늘어나 축삭을 싸고 있는 것으로, 절연체 역할을 하여 도약전도가 일어나게 하므로 일정 시간 동안 신경자극이 이동한 거리가 길다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

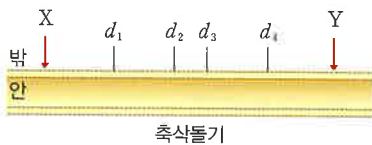
보기

- ㄱ. t_1 일 때 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 확산한다.
- ㄴ. I에서 활동전위가 발생하였다.
- ㄷ. II는 슈반세포가 있는 구간이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 신경자극전도

- 06 그림은 만말이집신경의 축삭돌기 일부를, 표는 그림의 두 지점 X나 Y 중 한 곳만을 자극하여 신경자극전도가 1회 일어날 때 네 지점 $d_1 \sim d_4$ 에서 동시에 측정된 막전위를 나타낸 것이다. 휴지전위는 -70 mV 이다.



지점	막전위
d_1	-70
d_2	$+35$
d_3	-80
d_4	-70

➤ 뉴런에서 탈분극 시 세포 안으로 유입된 Na^+ 은 옆으로 확산하여 탈분극을 일으키고, 탈분극되었던 지점은 K^+ 의 유출로 재분극된다. 따라서 막전위가 -80 mV 인 부분은 다 자극을 준 지점에서 가까운 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

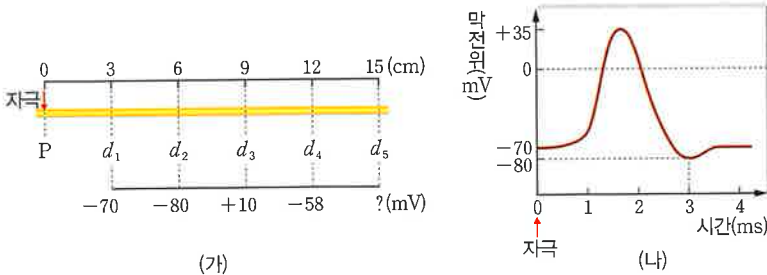
보기

- ㄱ. 자극을 준 지점은 Y이다.
- ㄴ. d_2 에서 이온 통로를 통한 이온의 막 투과도는 K^+ 이 Na^+ 보다 높다.
- ㄷ. d_4 에서 Na^+ 이 세포막 밖으로 이동하는 데 ATP 에너지가 사용된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

▶ 신경자극전도와 막전위 변화

07 그림 (가)는 어떤 민말이집신경의 ㉠ P 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 5 ms 일 때 $d_1 \sim d_4$ 에서 각각 측정된 막전위를, (나)는 이 신경에서 활동전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



➤ 자극을 준 지점에서부터 탈분극이 시작되어 신경자극이 옆으로 전도되고, 탈분극되었던 곳은 재분극된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 신경자극전도는 1회 일어났으며, 휴지전위는 -70 mV이다.)

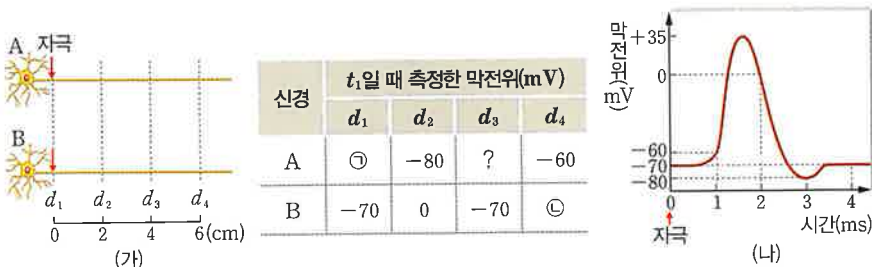
보기

- ㄱ. 이 신경에서 신경자극전도 속도는 3 cm/ms이다.
- ㄴ. ㉠이 5 ms일 때 d_3 에서는 탈분극이 일어나고 있다.
- ㄷ. ㉠이 7 ms일 때 d_5 에서의 막전위는 +10 mV이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 신경자극전도와 막전위 변화

08 그림 (가)와 표는 민말이집신경 A와 B의 d_1 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 t_1 일 때 $d_1 \sim d_4$ 에서 측정된 막전위를, (나)는 활동전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다. A와 B의 신경자극전도 속도는 각각 1 cm/ms와 2 cm/ms 중 하나이다.



➤ 신경자극전도 속도는 단위 시간 동안 신호가 이동한 거리로 구하며, 특정 지점 P의 막전위는 자극을 준 지점으로부터 P까지 신호가 이동하는 데 걸린 시간과 P에 자극이 도달한 뒤 경과된 시간의 막전위로 구한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 신경자극전도는 1회 일어났으며, 휴지전위는 -70 mV이다.)

보기

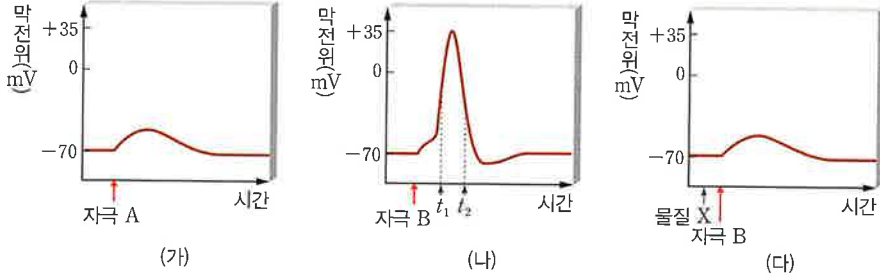
- ㄱ. t_1 은 5 ms이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 -70이다.
- ㄷ. t_1 일 때 A의 d_3 에서 재분극이 일어나고 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 활동전위의 발생

- 09 그림 (가)와 (나)는 어떤 뉴런에 세기가 다른 자극 A와 B를 각각 주었을 때 시간에 따른 막전위를, (다)는 이 뉴런에 물질 X를 처리하고 자극 B를 주었을 때 시간에 따른 막전위를 나타낸 것이다. X는 세포막에 있는 이온 통로를 통한 Na^+ 과 K^+ 의 이동 중 하나를 억제한다.

➤ 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 이온 통로를 통해 Na^+ 이 세포 안으로 확산하여 활동전위가 발생한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

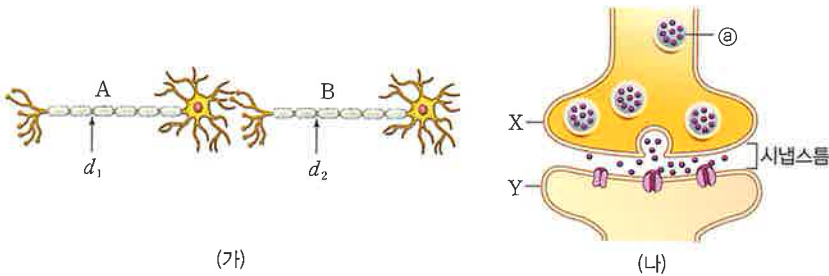
- ㄱ. 자극의 세기는 $A < B$ 이다.
- ㄴ. (나)에서 $\frac{\text{K}^+ \text{의 막 투과도}}{\text{Na}^+ \text{의 막 투과도}}$ 는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
- ㄷ. X는 뉴런 세포막의 이온 통로를 통한 Na^+ 의 이동을 억제한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 시냅스전달

- 10 그림 (가)는 시냅스로 연결된 두 뉴런 A와 B를, (나)는 A와 B 사이의 시냅스에서 일어나는 신호 전달 과정을 나타낸 것이다. X와 Y는 A의 가지돌기와 B의 축삭돌기 말단을 순서 없이 나타낸 것이다.

➤ 신경자극이 축삭돌기 말단에 도달하면 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달물질이 분비되고, 이 물질이 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 이온 통로가 열린다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

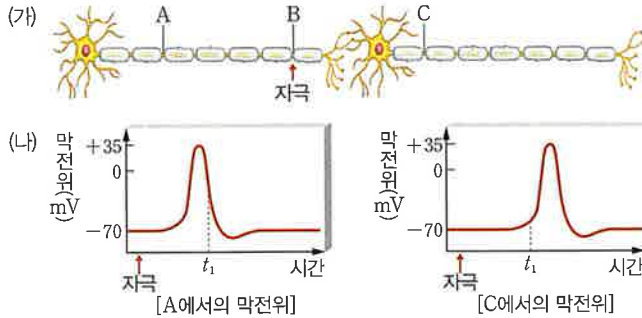
보기

- ㄱ. ㉠에 신경전달물질이 들어 있다.
- ㄴ. X는 A의 가지돌기이다.
- ㄷ. d_1 에 역치 이상의 자극을 주면 d_2 에서 활동전위가 발생한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 신경자극전도와 시냅스전달

- 11 그림 (가)는 두 뉴런에서 지점 B와 이 지점으로부터 같은 거리에 위치하는 두 지점 A와 C를, (나)는 B에 역치 이상의 자극을 주었을 때 A와 C에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



➤ 축삭돌기를 통한 신경자극전도 속도보다 시냅스전달 속도가 더 느리다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

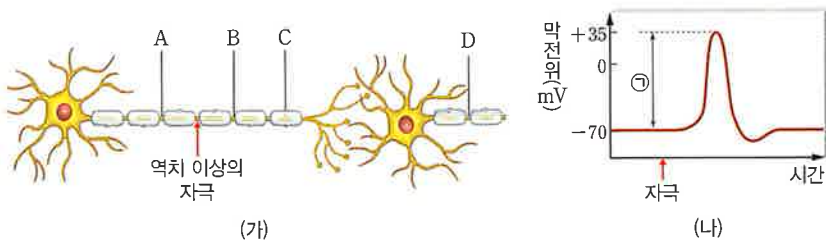
보기

- ㄱ. t_1 일 때 K^+ 의 막 투과도는 A에서가 C에서보다 높다.
- ㄴ. B에서 A로 도약전도가 일어난다.
- ㄷ. 신호 전달 속도는 구간 A~B에서가 구간 B~C에서보다 느리다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 신경자극전도와 시냅스전달

- 12 그림 (가)는 2개의 뉴런이 연결된 모습을, (나)는 시냅스전뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 D에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



➤ 자극의 세기는 신경자극전도 속도와 활동전위의 크기에 영향을 주지 않는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

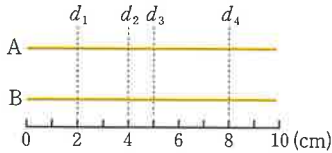
- ㄱ. A~D 중 (나)와 같은 막전위 변화가 나타나는 지점의 수는 3이다.
- ㄴ. 더 강한 자극을 주면 D에서의 활동전위의 크기는 ㉠보다 커진다.
- ㄷ. 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경전달물질이 분비되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 신경자극전도와 막전위 변화

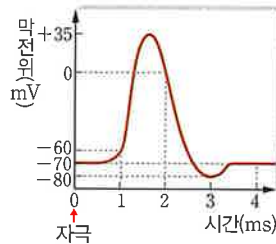
13 다음은 민달이집신경 A와 B의 신경자극전도에 대한 자료이다.

- 그림은 A와 B의 지점 $d_1 \sim d_4$ 의 위치를, 표는 ㉠ A와 B의 지점 X에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 2 ms, 3 ms, 5 ms, 7 ms일 때 d_2 에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. X는 d_1 과 d_4 중 하나이고, I~IV는 2 ms, 3 ms, 5 ms, 7 ms를 순서 없이 나타낸 것이다.



신경	d_2 에서 측정된 막전위(mV)			
	I	II	III	IV
A	㉠	-60	?	-80
B	-60	-80	㉡	-70

- A와 B의 신경자극전도 속도는 각각 1 cm/ms와 2 cm/ms 중 하나이다.
- A와 B 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.
- A와 B에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났고, 휴지전위는 -70 mV이다.

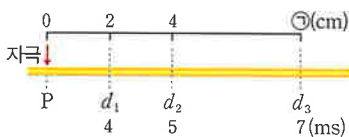


이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면? (정답 2개)

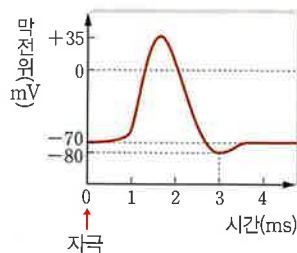
- ① X는 d_1 이다.
- ② II는 5 ms이다.
- ③ ㉠과 ㉡는 모두 +35이다.
- ④ 신경자극전도 속도는 A가 B보다 2배 빠르다.
- ⑤ ㉠이 4 ms일 때 A의 d_3 의 막전위는 -60 mV이다.

➤ 신경자극전도와 막전위 변화

14 그림 (가)는 민달이집신경 A의 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 준 뒤 $d_1 \sim d_3$ 에서의 막전위가 각각 -80 mV가 될 때까지 경과한 시간을, (나)는 A의 $d_1 \sim d_3$ 에서 활동전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

➤ 신경자극전도 속도가 빠를수록 같은 시간에 신경자극이 이동한 거리는 길어진다. 막전위가 -80 mV까지 내려가는 때는 재분극되는 과정에서 과분극이 되는 경우이다.

➤ 신경자극전도 속도는 단위 시간 동안 신호가 이동한 거리로 구하며, 특정 지점에 신경자극이 도달한 후 막전위가 -80 mV가 되기까지 걸린 시간은 3 ms이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 신경자극전도는 1회 일어났으며, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

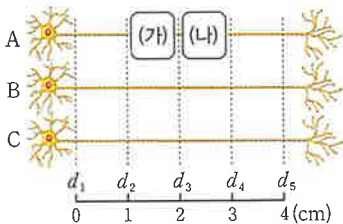
- ㄱ. A에서 신경자극전도 속도는 1 cm/ms 이다.
 ㄴ. ㉠은 8이다.
 ㄷ. P에 역치 이상의 자극을 주고 경과한 시간이 3 ms 일 때 막전위는 d_1 에서보다 d_2 에서가 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 신경자극전도와 시냅스전달

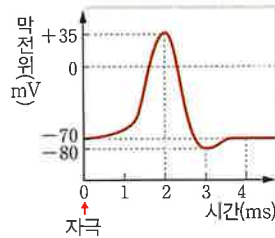
15 다음은 만말이집신경 A~C의 신경자극전도와 시냅스전달에 대한 자료이다.

- 그림은 A~C의 지점 $d_1 \sim d_5$ 의 위치를, 표는 A~C의 ㉠ P에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms 일 때 $d_1 \sim d_5$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. P는 $d_1 \sim d_5$ 중 하나이고, (가)와 (나) 중 한 곳에만 시냅스가 있다.



신경	t_1 일 때 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
I	?	㉠	?	㉡	?
II	?	㉢	㉢	?	㉣
III	?	㉤	㉣	㉢	㉣

- I~III은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣는 $-80, -70, +35$ 를 순서 없이 나타낸 것이다.
 • A를 구성하는 두 뉴런과 B의 신경자극전도 속도는 각각 1 cm/ms 로 같고, C의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms 이다.
 • A~C 각각에서 활동전위가 발생하였을 때, 각 지점에서 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 신경자극전도는 각각 1회 일어났으며, 휴지전위는 -70 mV 이다.)

보기

- ㄱ. P는 d_2 이다.
 ㄴ. (나)에 시냅스가 있다.
 ㄷ. ㉠이 5 ms 일 때 B의 d_5 의 막전위는 ㉡이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 신경자극은 하나의 뉴런에서는 양방향으로 전도될 수 있지만, 시냅스에서는 한 방향으로만 전달되며 신호 전달 속도가 느려진다.



HIGH TOP

2권

생명
과학

정답과 해설

II 항상성과 몸의 조절

1 신경계와 항상성

01 신경계의 신호 전달

중요 개념 체크

- 11쪽 1 (1) ○ (2) × 2 구심성, 원심성
 15쪽 1 음(-), 양(+) 2 (1) × (2) ○ (3) ×
 3 말이집신경, 클 때
 17쪽 1 시냅스 2 (1) ○ (2) × (3) ×
 3 각성제

진중 분석 유제

19쪽

1 ㄱ, ㄴ

- 1 ㄱ. t₁일 때 II에서 B는 -80 mV이지만 A는 -54 mV
 이므로 신경자극전도 속도는 A에서보다 B에서가 빠르다.
 ㄴ. t₁일 때 B의 막전위는 II에서는 과분극이 일어나 -80
 mV이지만 다른 부분은 이보다 높으므로 II는 자극을 준
 지점 P로부터 가장 가까운 지점 Q₁에서 측정된 막전위이다.
 ㄷ. I에서 A는 +35 mV인데 신경자극전도 속도가 더
 빠른 B는 -44 mV이므로 재분극 상태이다. III에서 B의
 막전위가 +2 mV이므로 I이 III보다 P로부터 가까운 Q₂
 이고, III은 P로부터 가장 먼 Q₃이다. A는 B보다 신경자극
 전도 속도가 느리므로 Q₃(III)에서의 막전위 -60 mV는
 탈분극 상태이다.

탐구 확인 문제

20쪽

- 1 ①, ⑤
 2 (1) 아편, 졸피뎀 (2) 카페인, 니코틴 (3) 마리화나, LSD
 1 ①, ⑤ 카페인과 각성제이고, 마리화나와 LSD는 환각제이다.
[바로알기] ② 니코틴은 각성 효과가 있다.
 ③ 아편은 의존성과 중독성이 강하다.
 ④ 졸피뎀은 중추신경을 억제하는 진정제이다.
 2 진정제는 중추신경을 억제하고, 각성제는 중추신경을 활성화
 화한다. 환각제는 인지 기능을 왜곡하고 흥분을 유발한다.

개념 기본 문제

22-23쪽

- 01 (1) B, 신경세포체 (2) A, 가지돌기 (3) C: 축삭돌기,
 D: 랑비에결절 (4) D 02 (1) B, 연합뉴런 (2) A: 구심
 성뉴런, C: 원심성뉴런 (3) ㉠ A, ㉡ B, ㉢ C 03 (1) ×
 (2) ○ (3) × 04 Na⁺-K⁺ 펌프 05 (1) ㉠ 분극, ㉡
 탈분극, ㉢ 재분극 (2) 세포막 바깥쪽 → 안쪽 (3) 세포막
 안쪽 → 바깥쪽 06 (1) (가) 세포 밖, (나) 세포 안 (2) 확
 산 07 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) ○ 08 (1)
 ○ (2) × (3) ○ 09 (1) (가) → (나) (2) 시냅스 (3) ㉠ 신
 경전달물질, ㉡ 수용체 10 B, C, D

- 01 (1) 신경세포체(B)는 뉴런의 성장과 물질대사를 조절한다.
 (2) 가지돌기(A)는 다른 뉴런으로부터 신호를 받아들인다.
 (3) C는 축삭돌기, D는 말이집으로 싸여 있지 않은 랑비에
 결절이다.
 (4) 말이집(E)은 절연체 역할을 하여 E에서는 활동전위가
 발생하지 않고, 랑비에결절(D)에서는 Na⁺ 통로를 통해
 Na⁺이 유입되어 활동전위가 발생한다.
 02 (1) 연합뉴런(B)은 중추신경계인 뇌와 척수를 구성한다.
 (2) A는 중추신경계로 신호를 전달하는 구심성뉴런이고,
 C는 중추신경계의 명령을 반응기로 전달하는 원심성뉴런
 이다.
 (3) 신호는 구심성뉴런(A) → 연합뉴런(B) → 원심성뉴런
 (C)으로 전달된다.
 03 휴지 상태의 뉴런에서 Na⁺ 농도는 세포막 안쪽이 바깥쪽
 보다 낮고, K⁺ 농도는 세포막 안쪽이 바깥쪽보다 높으며,
 세포막 안쪽은 음(-)전하를, 바깥쪽은 양(+)전하를 띤다.
 04 Na⁺-K⁺ 펌프는 Na⁺은 세포 밖으로, K⁺은 세포 안으로
 운반하여 세포막 안팎의 이온 농도 차를 유지한다.
 05 (1) ㉠은 휴지전위를 나타내는 휴지 상태이므로 분극 상태
 이고, ㉡은 역치 이상의 자극을 받아 막전위가 상승하므로
 탈분극, ㉢은 막전위가 하강하여 휴지전위를 회복하므로
 재분극 상태이다.
 (2) 탈분극(㉡)은 Na⁺ 통로를 통해 Na⁺이 세포 안으로 확
 산하여 일어난다.
 (3) 재분극(㉢)은 K⁺ 통로를 통해 K⁺이 세포 밖으로 확산
 하여 일어난다.

- 06** (1) 탈분극이 될 때 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산하므로 (가)는 세포 밖, (나)는 세포 안이다.
 (2) 이온 통로를 통한 이온의 이동은 세포막을 경계로 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로의 확산으로 일어난다.
- 07** (1) 먼저 막 투과도가 급격하게 증가하는 ㉠이 Na^+ 이다.
 (2) Na^+ (㉠)의 막 투과도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.
 (3) K^+ (㉡) 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높으므로 t_2 일 때 K^+ 이 K^+ 통로를 통해 세포 안에서 밖으로 확산한다.
 (4) 구간 I에서 Na^+ - K^+ 펌프에 의해 Na^+ (㉠)은 세포 안에서 밖으로, K^+ 은 세포 밖에서 안으로 이동한다.
 (5) K^+ (㉡) 농도는 항상 세포막 안쪽이 바깥쪽보다 높다.
 (6) t_2 일 때 K^+ (㉡)의 막 투과도가 높으므로 K^+ 이 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 이동하여 재분극이 일어난다.
- 08** (1) 말미집은 절연체 역할을 하므로 말미집신경에서는 도약전도가 일어나 민말미집신경보다 신경자극전도 속도가 빠르다.
 (2) 축삭돌기의 지름이 클수록 저항이 적어 신경자극전도 속도가 빠르다.
 (3) 시냅스에서는 신경전달물질의 분비와 확산에 의해 다음 뉴런으로 신호가 전달되므로 뉴런 내에서의 신경자극전도보다 신호 전달 속도가 느리다.
- 09** (1) 시냅스에서는 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 가지돌기나 신경세포체로 신호가 전달된다.
 (2) 두 뉴런 사이의 연결부 A를 시냅스라고 한다.
 (3) ㉠은 시냅스소포에 들어 있던 신경전달물질이고, ㉡은 신경전달물질이 결합하는 수용체이다.
- 10** 하나의 뉴런에서 신경자극은 양 방향으로 전도되고, 시냅스에서는 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 가지돌기나 신경세포체 쪽으로만 신경자극이 전달된다. A는 시냅스전 뉴런의 지점이므로 신경자극이 전달되지 않고, E는 말미집이므로 활동전위가 나타나지 않는다.

개념 적용 문제

24~31쪽

- 01 ⑤ 02 ① 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤ 06 ④
 07 ③ 08 ④ 09 ⑤ 10 ① 11 ③ 12 ④
 13 ②, ⑤ 14 ② 15 ④

- 01** ㄱ. (가)는 원심성뉴런, (나)는 연합뉴런, (다)는 구심성뉴런이다.
 나. (나) 연합뉴런은 중추신경계인 뇌와 척수를 구성한다.
 다. (다) 구심성뉴런의 A 지점에 역치 이상의 자극을 주면 신경자극이 (다) → (나) → (가)로 전달되므로 (가)~(다)에서 모두 활동전위가 나타난다.
- 02** ㄱ. 자극을 주었을 때 A의 막 투과도가 급격히 증가하여 막전위가 상승하므로 A는 Na^+ 이며, Na^+ (A) 농도는 항상 세포 안에서가 세포 밖에서보다 낮다.
[바로알기] 나. B는 K^+ 이다. t_2 일 때, K^+ (B)은 K^+ 통로를 통해 세포 안에서 밖으로 농도 차에 따라 확산하므로 ATP 에너지가 사용되지 않는다.
 다. t_1 일 때 이온 통로를 통한 Na^+ (A)의 이동 방향은 세포 밖 → 세포 안이고, t_2 일 때 이온 통로를 통한 K^+ (B)의 이동 방향은 세포 안 → 세포 밖으로 서로 반대이다.
- 03** t_1 은 막전위가 상승하는 탈분극 시기이고, 이때는 Na^+ 이 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 확산한다. 따라서 ㉠은 세포 안이고, ㉡은 세포 밖이다.
 나. Na^+ 의 막 투과도가 높아 양(+)이온이 세포 안으로 유입될 때 막전위가 높아지므로 Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때가 막전위가 하강하는 t_2 일 때보다 높다.
 다. K^+ 농도는 항상 세포 안(㉠)이 세포 밖(㉡)보다 높다. 따라서 t_2 일 때 K^+ 의 ㉠에서의 농도 / ㉡에서의 농도 는 1보다 크다.
[바로알기] ㄱ. ㉠은 세포 안이고, ㉡은 세포 밖이다.
- 04** 물질 A를 처리한 II에서는 자극을 주었을 때 탈분극이 잘 일어나지 않으므로 이온 통로를 통한 Na^+ 의 이동이 억제된 것이다. 물질 B를 처리한 III에서는 탈분극이 일어난 뒤 재분극이 일어나는 데 시간이 오래 걸리므로 이온 통로를 통한 K^+ 의 이동을 억제한 것이다. 따라서 ㉠은 Na^+ , ㉡은 K^+ 이다.
 ㄱ. Na^+ (㉠)의 농도는 항상 세포 안에서보다 세포 밖에서가 높으므로 t_1 일 때 II에서 ㉠의 세포 안의 농도 / 세포 밖의 농도 는 1보다 작다.
 다. III에서는 K^+ 의 확산이 억제되므로 막전위가 +35 mV에서 -70 mV로 재분극되는 데 걸리는 시간은 I에서보다 길다.
[바로알기] 나. B는 이온 통로를 통해 K^+ (㉡)이 세포 안에서 세포 밖으로 이동하는 것을 억제한다.

05 ㄱ. t_1 일 때 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 이동하여 t_1 이후 재분극이 일어난다.

ㄴ. 말이집 신경에서는 도약전도가 일어나므로 말이집에 싸여 있는 부분은 같은 시간 동안 신경자극이 이동한 거리가 같다. I은 활동전위가 발생한 랑비에결절이고, II는 말이집이 있는 부분이다.

ㄷ. 말이집은 슈반세포가 길게 늘어나 축삭을 둘러싸고 있는 구조이다.

06 ㄱ. 탈분극 시 세포 안으로 확산한 Na^+ 이 옆으로 이동하여 탈분극을 일으키고, 탈분극되었던 지점은 K^+ 의 유입으로 재분극된다. 따라서 막전위가 -80 mV 인 부분이 $+35\text{ mV}$ 인 부분보다 자극을 준 지점에서 가까운 부분이므로, 자극을 준 지점은 Y이다.

ㄷ. d_4 에서는 활동전위가 발생한 뒤 다시 휴지전위를 회복한 상태이다. Na^+ 은 항상 Na^+-K^+ 펌프를 통해 세포막 밖으로 이동하며, 이때 ATP 에너지가 사용된다.

[바로알기] ㄴ. d_2 의 막전위는 $+35\text{ mV}$ 로 탈분극 상태이다. 따라서 이온 통로를 통한 이온의 막 투과도는 K^+ 이 Na^+ 보다 낮다.

07 ㄱ. P에 자극을 주고 경과된 시간이 5 ms 일 때 6 cm 떨어진 d_2 지점의 막전위가 -80 mV 이다. 이는 P에서 d_2 에 신경자극이 전도된 후 3 ms 가 지난 것이므로 P에서 d_2 로 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2 ms 이다. 따라서 이 신경에서 신경자극전도 속도는 3 cm/ms 이다.

ㄷ. 신경자극전도 속도가 3 cm/ms 이므로 P에서 15 cm 떨어진 d_5 에 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 5 ms 이다. ㉠이 7 ms 일 때는 d_5 에 신경자극이 도달하고 2 ms 가 경과되었을 때이므로, 이때의 막전위는 ㉠이 5 ms 일 때 d_3 의 막전위와 같은 $+10\text{ mV}$ 이다.

[바로알기] ㄴ. 신경자극전도 속도가 3 cm/ms 이므로 P에서 9 cm 떨어진 d_3 으로 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 3 ms 이다. ㉠이 5 ms 일 때는 d_3 에 신경자극이 전도된 후 2 ms 가 경과되었을 때이므로 재분극이 일어나고 있다.

08 ㄴ. A와 B의 d_1 에 자극을 주었을 때 경과된 시간이 같으면 자극을 준 지점의 막전위는 A와 B에서 같으므로 ㉠은 -70 이다. d_2 에서 A의 막전위는 -80 mV 이고, B의 막전위는 0 mV 이므로 신경자극전도 속도는 A에서 B에서보다 빠르다. 따라서 A의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms ,

B는 1 cm/ms 이고, d_1 에 자극을 주고 경과된 시간 t_1 은 4 ms 이다. B의 d_1 에 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms 일 때는 6 cm 떨어진 d_4 는 신경자극이 전도되지 않아 분극 상태이므로 ㉡은 -70 이다.

ㄷ. A는 신경자극전도 속도가 2 cm/ms 이고, t_1 이 4 ms 이므로 A의 d_3 에 신경자극이 도달한 후 경과된 시간은 2 ms 이다. 따라서 막전위는 0 mV 이고 재분극이 일어나고 있다.

[바로알기] ㄱ. t_1 은 4 ms 이다.

09 ㄱ. 자극의 세기가 A일 때는 활동전위가 나타나지 않고 B일 때는 활동전위가 나타났으므로 A는 역치 미만이고 B는 역치 이상이다. 따라서 자극의 세기는 $A < B$ 이다.

ㄴ. (나)에서 Na^+ 의 막 투과도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 낮고, K^+ 의 막 투과도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다. 따라서 K^+ 의 막 투과도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

ㄷ. 물질 X를 처리하면 역치 이상의 자극 B를 주더라도 활동전위가 나타나지 않으므로 X는 이온 통로를 통한 Na^+ 의 이동을 억제하여 탈분극을 억제한다.

10 ㄱ. ㉠ 시냅스소포에는 신경전달물질이 들어 있다.

[바로알기] ㄴ. X는 B의 축삭돌기 말단이다.

ㄷ. d_1 에 역치 이상의 자극을 주더라도 시냅스전뉴런인 B로는 신경자극이 전달되지 않으므로 d_2 에서 활동전위가 발생하지 않는다.

11 ㄱ. t_1 일 때 A에서는 재분극이 일어나고 있고, C에서는 탈분극이 일어나고 있으므로 K^+ 의 막 투과도는 A에서 C에서보다 높다.

ㄴ. A와 B가 있는 뉴런은 말이집뉴런이므로 B에서 A로 신호가 전달될 때 도약전도가 일어난다.

[바로알기] ㄷ. 자극을 주고 경과된 시간이 t_1 로 같을 때 B로부터 같은 거리만큼 떨어져 있는 A에서는 재분극이, C에서는 탈분극이 일어났으므로 신호 전달 속도는 구간 A~B에서 구간 B~C에서보다 빠르다. 시냅스에서는 신호 전달 속도가 느려진다.

12 ㄱ. 신경자극은 뉴런 내에서 양방향으로 전도되므로 A와 B에서 활동전위가 나타나지만, 말이집 C에서는 활동전위가 나타나지 않는다. 또한, 시냅스를 통해 신경자극이 전달되어 시냅스후뉴런의 D에서도 활동전위가 나타난다. 따라서 (나)와 같은 활동전위가 나타나는 지점의 수는 3이다.

ㄷ. D에서 (나)와 같은 활동전위가 나타났으므로 시냅스전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경전달물질이 분비되었다.

바로알기 ㄴ. 더 강한 자극을 주더라도 D에서의 활동전위의 크기는 ㉠으로 같다.

- 13 ㉡ A와 B의 같은 지점에 자극을 주고 경과한 시간이 Ⅱ로 같을 때 d_2 에서 측정한 막전위가 A에서는 -60 mV 이고, B에서는 -80 mV 이므로 신경자극전도 속도는 B에서가 A에서보다 빠르다. 따라서 신경자극전도 속도는 A는 1 cm/ms 이고 B는 2 cm/ms 이다. X가 d_1 이라면 B에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1 ms 이고, d_2 의 막전위가 -80 mV 가 되는 데 걸린 시간은 3 ms 이므로 Ⅱ는 4 ms 가 되어야 하는데, 제시된 시간에는 4 ms 가 없다. 따라서 X는 d_4 이며 B에서 d_2 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2 ms 이고, d_2 의 막전위가 -80 mV 가 되는 데 걸린 시간은 3 ms 이므로 Ⅱ는 5 ms 이다.
- ㉢ Ⅱ가 5 ms 이므로 A의 d_4 에서 d_2 로 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 4 ms 이고, 신경자극이 도달한 후 1 ms 가 지났을 때의 막전위는 -60 mV 이다. ㉠이 4 ms 일 때 A의 d_4 에서 d_3 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 3 ms 이므로 d_3 에 자극이 도달한 후 1 ms 가 경과했을 때의 막전위는 -60 mV 이다.

바로알기 ㉠ X는 d_4 이다.

- ㉣ A의 d_4 에서 d_2 로 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 4 ms 이고, 막전위가 -80 mV 가 되는 데 걸리는 시간은 3 ms 이므로 Ⅳ는 7 ms 이다. I과 Ⅲ은 2 ms 와 3 ms 중 하나인데, B의 d_4 에서 d_2 로 신경자극이 전도되는 데 걸리는 시간은 2 ms 이므로 2 ms 일 때 d_2 의 막전위는 -70 mV 이다. 따라서 I은 3 ms 이고, Ⅲ은 2 ms 이다. I(3 ms)일 때 A에서는 신경자극이 d_2 에 도달하지 않았으므로 막전위 ㉢는 휴지전위인 -70 이고, Ⅲ(2 ms)일 때 B의 d_2 에서 막전위 ㉡도 휴지전위인 -70 이다.
- ㉤ 신경자극전도 속도는 B가 A보다 2배 빠르다.

- 14 ㄴ. 특정 지점에 자극이 도달한 뒤 막전위가 -80 mV 가 되는 데 걸리는 시간은 3 ms 이다. P에 자극을 준 후 d_1 의 막전위가 -80 mV 가 되는 데 걸린 시간은 4 ms 이므로 2 cm 떨어진 지점에 신경자극이 도달하는 데 걸린 시간은 1 ms 이다. 따라서 A에서의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms 이다. d_3 에 신경자극이 도달하기까지 걸린 시간은 4 ms 이므로, 이 시간 동안 이동한 거리 ㉠은 8 cm 이다.

바로알기 ㄱ. A에서 신경자극전도 속도는 2 cm/ms 이다.

ㄷ. P에 역치 이상의 자극을 주고 경과한 시간이 3 ms 일 때 d_1 에서의 막전위는 약 0 mV 이고, d_2 에서의 막전위는 약 -60 mV 이다.

- 15 신경 A~C에 자극을 주고 4 ms 가 경과되었을 때 자극을 준 지점 P의 막전위는 -70 mV 로 모두 같아야 하므로 P는 d_1 , d_4 , d_5 중 하나이다. 만일 P가 d_1 이라면 신경자극전도 속도가 같은 A와 B에서 d_2 지점의 막전위가 같아야 하는데 그렇지 않으므로 P는 d_1 은 아니다. P가 d_5 라면 ㉢는 -70 이고, 신경자극전도 속도가 1 cm/ms 로 같은 A와 B에서는 d_4 의 막전위가 같아야 하므로 I과 Ⅲ이 A와 B 중 하나이고 ㉡는 -80 이다. 그러나 이 경우 Ⅱ에서 d_2 와 d_3 의 막전위가 ㉡ -80 으로 같은 것을 설명할 수 없다. 따라서 P는 d_4 이고 ㉡는 -70 이다. d_4 로부터 1 cm 떨어진 d_5 에서 막전위가 같은 Ⅱ와 Ⅲ은 A와 B 중 하나이며 ㉢는 -80 이다. Ⅲ은 d_3 의 막전위도 ㉡ -80 으로 같으므로 하나의 뉴런으로 된 B이고, Ⅱ는 A이며, I은 C이다.
- ㄴ. A의 d_3 에서 막전위가 ㉡ -70 인 것은 (나)에 시냅스가 있어서 신경자극이 전달되지 않아 휴지전위를 나타내기 때문이다.
- ㄷ. ㉠이 5 ms 일 때 B(Ⅲ)의 d_4 에서 1 cm 떨어진 d_5 의 막전위는 분극을 회복하여 휴지전위인 ㉡ -70 이다.

바로알기 ㄱ. P는 d_4 이다.

02 신경계의 구조와 기능

중요 개념 체크

- | | | | |
|-----|---------------------------|---------------|--------------|
| 32쪽 | 1 신경계 | 2 뇌, 척수 | 3 말초 |
| 37쪽 | 1 (1) ㉢ (2) ㉢ (3) ㉠ | 2 (1) × (2) ○ | 3 대뇌, 송골, 척수 |
| 39쪽 | 1 (1) × (2) × (3) ○ (4) × | 2 축진, 억제 | |

집중 분석 유제

41쪽

1 ㉢

- 1 ㄱ. A는 구심성신경이며, 감각신경이다. 감각신경은 말이 집신경이다.

ㄴ. 척수는 속질이 회색질이며, B의 신경세포체는 척수의 속질에서 시냅스를 이룬다.

[바로알기] ㄷ. ㉔와 같은 무릎반사는 무릎 아래를 고무망치로 치는 자극이 A를 통해 B로 전달되어 근육이 수축하여 나타난다.

개념 기본 문제

44~45쪽

- 01 (1) E, 소뇌 (2) B, 사이뇌 (3) A, 대뇌 (4) D, 숨골 (5) C, 중간뇌 02 (1) × (2) ○ (3) ○ 03 중간뇌, 다리뇌, 숨골 04 (1) A, 후근 (2) D, 척수 속질(회색질) (3) B, 척수 겹질(백색질) (4) C, 전근 05 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 06 (1) 중간뇌 (2) 대뇌 (3) 숨골 07 (1) 척수 속질 (2) A: 구심성신경, C: 원심성신경 (3) 척수 (4) ㉠ A, ㉡ B, ㉢ C 08 (1) 말초신경계에 속한다. (2) 구심성신경인가? (3) A: 부교감신경, B: 교감신경 09 (1) 말초신경계 (2) ㉠ 아세틸콜린, ㉡ 아세틸콜린, ㉢ 노르에피네프린, ㉣ 아세틸콜린, ㉤ 아세틸콜린 (3) 빨라진다. 10 ㉠ 중간뇌, ㉡ 척수, ㉢ 척수, ㉣ 척수 11 ㉠ 확대, ㉡ 확장, ㉢ 촉진, ㉣ 확장

- 01 (1) 소뇌(E)는 평형감각기관에서 정보를 받아들이고 대뇌와 함께 골격근의 운동을 조절하여 몸의 자세와 균형을 유지한다.
(2) 사이뇌(B)는 시상과 시상하부로 구분하며, 시상하부는 항상성 유지의 중추이다.
(3) 대뇌(A)는 감각, 수의운동, 정신 활동의 중추이다.
(4) 숨골(D)은 뇌와 척수를 연결하며, 심장박동과 호흡운동을 조절한다.
(5) 중간뇌(C)는 안구 운동과 홍채 운동을 조절한다.
- 02 (1) 대뇌의 겹질은 회색질이고, 속질은 백색질이다.
(2) 대뇌와 연결된 신경은 숨골에서 좌우 교차되므로, 대뇌 좌반구는 몸의 오른쪽 감각과 운동을 담당하고 우반구는 몸의 왼쪽 감각과 운동을 담당한다.
(3) 대뇌의 기능은 대부분 회색질인 겹질에서 나타난다.
- 03 뇌줄기는 생명 유지에 필수적인 뇌 부위로, 중간뇌, 다리뇌, 숨골을 포함한다.

- 04 (1) 구심성신경인 감각신경 다발은 후근(A)을 이룬다.
(2) 척수신경의 신경세포체가 있어 시냅스를 이루는 부분은 회색질인 척수 속질(D)이다.
(3) 척수 겹질(B)은 백색질로, 뉴런(신경세포)의 축삭돌기 다발이 모여 있는 곳이다.
(4) 원심성신경인 운동신경 다발은 전근(C)을 이룬다.
- 05 (1) 뇌신경은 뇌에 연결되어 있는 말초신경이다.
(2) 사이뇌는 뇌의 일부분으로 중추신경계에 속한다.
(3) 척수신경 중 구심성뉴런은 후근을 이루고, 원심성뉴런은 전근을 이룬다.
(4) 자율신경계는 원심성뉴런으로 구성되어 있다.
- 06 (1) 중간뇌는 동공반사의 중추이다.
(2) 의식적인 반응의 중추는 대뇌이다.
(3) 숨골은 침 분비, 눈물 분비, 기침, 재채기, 하품 등의 반사 중추이다.
- 07 (1) 척수 속질은 신경세포체가 모여 있어 시냅스전달이 주로 일어난다.
(2) A는 감각기관에서 받아들인 신호를 중추신경계로 전달하는 구심성신경이고, C는 중추신경계의 명령을 반응기로 전달하는 원심성신경이다.
(3) 회피반사의 중추는 척수이다.
(4) 자극은 후근의 구심성신경(A)을 통해 중추신경(B)으로 전달되고, 중추신경(B)의 반응 명령은 전근의 원심성신경(C)을 통해 반응기로 전달된다.
- 08 (1) 감각신경, 교감신경, 부교감신경은 모두 말초신경계에 속한다.
(2) 감각신경은 구심성신경이고, 교감신경과 부교감신경은 원심성신경이다.
(3) 부교감신경은 신경절이전 뉴런보다 신경절이후 뉴런이 짧고, 교감신경은 신경절이전 뉴런보다 신경절이후 뉴런이 길다.
- 09 (1) (가)는 체성신경계에 속하는 운동신경이며, (나)와 (다)는 자율신경계에 속한다.
(2) 운동신경의 말단과 교감신경의 신경절이전 뉴런의 말단, 부교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, 교감신경의 신경절이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.
(3) (나)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧으므로 교감신경이다. 교감신경은 심장박동을 촉진한다.

- 10 눈에 분포한 부교감신경의 신경절이전 뉴런 ㉠의 신경세포체는 중간뇌에 있다. 교감신경의 신경절이전 뉴런 ㉡과 ㉢의 신경세포체는 척수에 있으며, 방광에 분포하는 부교감신경의 신경절이전 뉴런 ㉣의 신경세포체도 척수에 있다.
- 11 위급한 상황에서는 교감신경의 작용이 활발하여 동공이 확대되고, 심박수가 증가하며, 심장박동이 빨라지고, 방광이 확장된다.

개념 적용 문제

46~53쪽

- 01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ① 05 ③ 06 ①
07 ① 08 ④ 09 ④ 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ②
13 ⑤ 14 ② 15 ③ 16 ④

- 01 A: 뇌, 척수와 같은 중추신경계에는 연합뉴런이 있다.
B: 뇌신경, 척수신경은 말초신경계에 속한다.
[바로알기] C: 척수신경에는 구심성신경과 원심성신경이 모두 있다.
- 02 ① A는 대뇌이며, 사고, 기억 등 정신 활동의 중추이다.
③ C는 중간뇌이며, 동공반사의 중추이다.
④ D는 소뇌로, 대뇌와 마찬가지로 좌우 2개의 반구로 이루어진다.
⑤ E는 숨골로, 심장박동과 호흡운동을 조절한다.
[바로알기] ② B는 사이뇌로, 시상과 시상하부로 구분된다. 뇌줄기는 중간뇌, 다리뇌, 숨골로 이루어진다.
- 03 ㄱ. A는 사이뇌이고, 체온조절 중추(㉠)는 사이뇌의 시상하부이다.
ㄴ. B는 뇌줄기를 구성하므로 숨골이다. 숨골은 기침, 재채기의 반사 중추이다.
[바로알기] ㄷ. C는 시각기로부터 오는 정보를 받아들여 시각이 성립되므로 대뇌이고, D는 교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 있으므로 척수이다. 대뇌(C)의 곁질은 회색질이고, 척수(D)의 곁질은 백색질이다.
- 04 뇌줄기를 구성하는 것은 숨골, 중간뇌이다. 연합뉴런은 중추신경계에 속하는 숨골, 중간뇌, 사이뇌에 모두 있다. 심장박동을 조절하는 자율신경 중 부교감신경은 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 숨골에 있고, 교감신경은 신경절이전

뉴런의 신경세포체가 척수에 있다. 따라서 ⑥는 부교감신경이다. B는 특징의 개수가 3이므로 숨골이고, 특징의 개수가 1인 A는 사이뇌이다.

ㄱ. C는 중간뇌이며, 뇌줄기를 구성하고 연합뉴런이 있으므로 특징의 개수 ㉠은 2이다.

[바로알기] ㄴ. B는 숨골이고, 사이뇌는 A이다.

ㄷ. ⑧는 숨골에 연결된 부교감신경이므로 신경절이후 뉴런의 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.

- 05 ㄱ. ㉠은 눈에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런이므로 ㉠의 신경세포체는 중간뇌(A)에 있다.

ㄴ. ㉡은 눈에 연결된 교감신경의 신경절이후 뉴런이므로 ㉡의 말단에서는 노르에피네프린이 분비되고 그 결과 동공이 확대된다.

[바로알기] ㄷ. B는 척수이며, 곁질은 백색질이고 속질은 회색질이다.

- 06 ㄴ. D는 반응기인 근육에 연결된 운동신경으로, 원심성신경은 전근을 이룬다.

[바로알기] ㄱ. 고무망치로 무릎 아래를 치는 자극은 대뇌의 A로 전달되어 고무망치로 치는 것을 느낄 수 있다.

ㄷ. 무릎반사가 일어나는 과정에서 고무망치로 무릎 아래를 치는 자극은 B → C → D로 전달된다.

- 07 원심성신경은 교감신경, 부교감신경이다. 자율신경계에 속하는 것은 교감신경과 부교감신경이다. 신경절이후 뉴런의 말단에서 노르에피네프린이 분비되는 것은 교감신경이다.

ㄱ. 교감신경은 ㉠~㉢이 모두 'o'이므로 A이고, ㉣는 'o'이다. 반면에 감각신경은 ㉠~㉢이 모두 'x'이므로 B이다. C는 부교감신경이며, 부교감신경은 두 가지 특징을 가지므로 ㉤는 'o'이다.

[바로알기] ㄴ. ㉠은 교감신경인 A만 가지는 특징이므로 '신경절이후 뉴런의 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.'이다.

ㄷ. 위에 분포한 부교감신경(C)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 숨골에 있다.

- 08 ㄱ. A는 대뇌이며, 구구단을 외우는 것과 같은 정신 활동의 중추이다.

ㄷ. ㉠은 숨골에서 위로 연결되어 있는 부교감신경의 신경절이후 뉴런이다. ㉠에서 활동전위 발생 빈도가 증가하면 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되어 위액 분비가 촉진된다.

[바로알기] ㄴ. B는 사이뇌이며, 항상성 조절의 중추이다. 감각기관에서 오는 신호를 분석하고 판단하는 것은 대뇌(A)의 기능이다.

- 09 ㄱ. 다리 골격근에 연결된 말초신경 ㉔은 척수(B)로부터 나온다. 따라서 A는 숨골이며, ㉑과 ㉔은 침샘에 연결된 부교감신경을 나타낸 것이다.

ㄷ. ㉑과 ㉔은 부교감신경을 구성하므로 ㉑과 ㉔의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다. 척수에서 나온 운동신경 ㉔의 말단에서도 아세틸콜린이 분비된다.

[바로알기] ㄴ. 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길다. ㉑이 ㉔보다 길므로 신경절은 ㉔에 있다.

- 10 ㄱ. 자율신경 A는 말초신경계에 속한다.

ㄴ. A를 자극하였을 때 심장박동이 느려졌으므로 A는 부교감신경이다. 부교감신경의 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 물질 ㉔은 아세틸콜린이다. 교감신경의 신경절이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서도 아세틸콜린이 분비된다.

ㄷ. (나)의 ㉔에 노르에피네프린을 처리하면 교감신경의 작용이 활발할 때와 마찬가지로 심장박동이 촉진된다. 따라서 Ⅱ의 세포에서 단위 시간당 활동전위 발생 빈도가 증가한다.

- 11 ㄴ. (나)는 의식적인 반응이므로 대뇌가 중추이다. 대뇌의 기능은 모두 결절에 있으므로 (나)에는 대뇌결절의 연합뉴런이 관여한다.

ㄷ. (다)는 무조건반사이며, 밝은 곳에서 동공이 축소되는 것은 부교감신경의 작용으로 나타나는 반응이다. 동공반사의 중추는 중간뇌이다.

[바로알기] ㄱ. (가) 하품의 반응 중추는 숨골이고, (라) 무릎반사의 중추는 척수이다.

- 12 ㄷ. A의 신경절이후 뉴런 ㉑과 B의 신경절이전 뉴런 ㉔의 말단에서 분비되는 물질이 같으므로 A는 부교감신경이고, B는 교감신경이다. 교감신경(B)에서 신경절이전 뉴런 ㉔의 길이는 신경절이후 뉴런 ㉔의 길이보다 짧다.

[바로알기] ㄱ. 숨관가지에 분포한 부교감신경(A)의 신경절이전 뉴런 ㉔의 신경세포체는 숨골에 있다.

ㄴ. ㉔의 활동전위 발생 빈도가 증가하면 숨관가지가 수축한다.

- 13 ㄱ. 위에 연결된 자율신경 Ⅰ의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되므로 Ⅰ은 부교감신경이고, (가)는 숨골이다. 숨골은 뇌줄기에 속한다.

ㄴ. (가)가 뇌줄기이므로 (나)는 척수이다. 심장에 분포하는 자율신경 Ⅱ의 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 척수(나)에 있으므로 Ⅱ는 교감신경이다. 교감신경의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경전달물질 ㉔은 노르에피네프린이다.

ㄷ. Ⅲ의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경전달물질은 Ⅱ와는 다르므로 ㉔은 아세틸콜린이다. 따라서 Ⅲ은 부교감신경이고, 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길다.

- 14 ㄷ. ㉑과 ㉔은 부교감신경이고, ㉔과 ㉔은 교감신경이다. ㉔의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되어 심장박동을 억제하고, ㉔의 말단에서는 노르에피네프린이 분비되어 심장박동을 촉진한다. 따라서 ㉔에서 분비되는 신경전달물질의 양은 심장박동 수가 많은 t_1 일 때가 심장박동 수가 적은 t_2 일 때보다 많다.

[바로알기] ㄱ. ㉑과 ㉔의 활동전위 발생 빈도가 높으면 심장박동이 느려진다.

ㄴ. 교감신경의 신경절이전 뉴런 ㉔의 신경세포체는 척수에 있다.

- 15 ㄴ. ㉔은 감각기관에서 받아들인 신호를 척수로 전달하는 구심성신경이며, 후근을 이룬다.

ㄷ. 척수에서 시냅스(가)는 회색질로 이루어진 척수의 속질에서 이루어진다.

[바로알기] ㄱ. ㉔은 뇌를 구성하는 연합뉴런이다. 뇌신경은 뇌에서 나오는 말초신경이다.

ㄷ. 책을 보고 소리 내어 읽는 반응은 척수를 거치지 않고 일어난다. A → P 경로의 예로는 '책을 보고 공책에 필기를 한다.' 등이 있다.

- 16 ㄴ. A는 방광을 확장시키므로 교감신경이고, B는 방광을 수축시키므로 부교감신경이다. 방광에 분포하는 교감신경과 부교감신경의 신경절이전 뉴런 ㉑과 ㉔의 신경세포체는 모두 척수에 있다.

ㄷ. 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧으므로 $\frac{\text{㉔의 길이}}{\text{㉔의 길이}}$ 는 1보다 작고, 부교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길므로 $\frac{\text{㉔의 길이}}{\text{㉔의 길이}}$ 는 1보다 크다.

[바로알기] ㄱ. 교감신경의 신경절이전 뉴런 ㉔의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다. ㉔의 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.

오3 항상성

중요 개념 체크

- 56쪽 1 내분비샘, 혈액, 표적 2 느리고, 오래
57쪽 1 음성되먹임 2 길항
60쪽 1 시상하부 2 촉진, 촉진, 증가, 수축, 감소
3 β , 인슐린 4 α , 글루카곤, 에피네프린
5 후엽, 항이노호르몬(ADH) 6 촉진, 감소

탐구 확인 문제

61쪽

- 1 ⑤ 2 해설 참조

- 1 스마트 헬스케어 기기에는 스마트 워치와 같은 웨어러블 기기가 포함되며, 실시간으로 건강 상태를 모니터링하고 간편하게 자료를 축적하여 건강 관리에 활용할 수 있다.

[바로알기] ⑤ 스마트 헬스케어 기기로 개인의 건강 상태를 측정하여 빠른 진단과 치료로 연결할 수는 있지만, 질병을 직접 치료하기는 어렵다.

- 2 전자 성능 추적 시스템(EPTS; Electronic performance and tracking systems)은 주로 스포츠 분야 선수들의 움직임과 경기 데이터를 실시간으로 수집하는 장치이다.

[모범답안] 수집한 데이터를 분석하여 전술, 체력 관리, 부상 예방, 선수 성장 관리에 활용할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
조끼의 활용성을 타당하게 서술한 경우	100
측정 기능만 서술한 경우	50

진공 분석 유제

63쪽

- 1 가, 다

- 1 가. ADH는 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 오줌의 양은 감소하고 오줌의 농도는 높아지게 하므로 오줌의 삼투압은 ADH 농도가 낮은 p_1 일 때가 p_2 일 때보다 작다.

다. 인슐린은 글라이코젠 합성을 촉진하므로 글라이코젠 합성량은 인슐린 농도가 낮은 C_1 일 때가 C_2 일 때보다 적다.

[바로알기] 나. 이자섬 α 세포에서는 글루카곤이 분비되며, 글루카곤은 혈액의 포도당 농도가 낮을 때 분비가 촉진되므로 C_1 일 때가 C_2 일 때보다 분비량이 많다.

개념 기본 문제

64~65쪽

- 01 (1) $\times$ (2) $\circ$ (3) $\circ$ (4) $\circ$ (5) $\times$ 02 (1) $\times$ (2) $\circ$ (3) $\circ$ 03 뇌하수체 04 A: (라) - ㉠, B: (마) - ㉡, C: (다) - ㉢, D: (나) - ㉣, E: (가) - ㉤ 05 (1) 음성되먹임 (2) 갑상샘자극호르몬(TSH) 분비는 증가하고, 타이록신은 분비되지 않는다. 06 (1) $\circ$ (2) $\times$ (3) $\times$ 07 (1) 교감신경 (2) 부신(속질) (3) 에피네프린 (4) 골격근 떨림 증가, 피부 근처 혈관 수축 (5) ㉠ 증가, ㉡ 감소 08 (1) 시상하부 (2) A: 부교감신경, B: 교감신경 (3) ㉠ 글루카곤 - X, ㉡ 인슐린 - Y (4) 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진하여 혈당량을 높인다. 09 (1) 항이노호르몬(ADH) (2) 증가 (3) ㉠ 감소, ㉡ 감소, ㉢ 증가, ㉣ 증가

- 01 (1), (2) 호르몬은 내분비샘에서 분비되어 혈액에 의해 운반된다.

(3), (4) 호르몬은 생리 기능을 조절하는 화학 물질로, 수용체가 있는 표적세포나 표적기관에서만 기능을 나타낸다.

(5) 호르몬은 매우 적은 양으로 작용하지만 결핍증과 과다증이 모두 있다.

- 02 (가)는 내분비계의 신호 전달, (나)는 신경계의 신호 전달을 나타낸 것이다.

(1) 신호 전달 속도는 (가)보다 (나)가 빠르다.

(2) 작용 범위는 혈액을 통해 온몸으로 운반되는 (가)가 (나)보다 넓다.

(3) 호르몬의 신호 전달 효과가 신경보다 오래 지속된다.

- 03 뇌하수체는 시상하부의 끝에 달려 있으며, 갑상샘, 부신, 정소, 난소 등 다른 내분비샘의 호르몬 분비를 조절하는 호르몬을 분비한다.

- 04 뇌하수체전엽(A)에서는 사람성장호르몬, 갑상샘자극호르몬, 생식샘자극호르몬 등이 분비되며, 뇌하수체후엽(B)에서는 항이노호르몬이 분비된다. 갑상샘(C)에서는 타이록신이, 부신(D)속질에서는 에피네프린이, 이자(E)에서는 이자섬 α 세포에서 글루카곤, β 세포에서 인슐린이 분비된다.

- 05 (1) 최종 분비된 호르몬이 조절 기관의 기능을 억제하는 방식은 음성되먹임이다.

(2) 갑상샘을 제거하면 갑상샘 호르몬인 타이록신은 분비되지 않고, 혈중 타이록신 농도가 감소하면 뇌하수체전엽에

서 TSH 분비가 증가한다.

- 06** (1) 사이뇌의 시상하부는 신경계와 내분비계를 통해 체온, 혈당량, 삼투압 등을 조절한다.
 (2) 항상성은 내분비계와 자율신경계의 상호작용으로 유지된다.
 (3) 길항적으로 작용하는 호르몬은 서로 반대되는 작용을 하므로 분비 양상이 서로 반대로 나타난다. 예를 들어 혈당량이 높으면 인슐린 분비는 증가하고 글루카곤 분비는 감소한다.
- 07** (1) 추울 때 작용이 강화되어 골격근의 떨림을 촉진하고 피부 근처 혈관을 수축시키는 자율신경 (가)는 교감신경이다.
 (2) 교감신경의 직접적인 조절을 받는 내분비샘 A는 부신(속질)이다.
 (3) 부신(속질)에서 분비되는 호르몬 ㉔는 에피네프린이다.
 (4) 교감신경의 작용이 강화되면 골격근의 떨림은 촉진되어 열 발생량이 증가하고, 피부 근처 혈관은 수축하여 열 방출량이 감소한다.
 (5) 추울 때는 골격근 떨림과 물질대사 촉진으로 열 발생량이 증가(㉑)하고, 피부 근처 혈관이 수축하여 열 방출량은 감소(㉒)한다.
- 08** (1) 혈당량 조절 중추 ㉓는 시상하부이다.
 (2) 혈당량을 낮추는 과정에는 부교감신경이, 혈당량을 높이는 과정에는 교감신경이 관여한다.
 (3) 이자섬 α세포에서 분비되는 호르몬 ㉕는 글루카곤이고, β세포에서 분비되는 호르몬 ㉖는 인슐린이다. 글루카곤은 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진하므로 호르몬 X이고, 인슐린은 간에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 반응을 촉진하므로 호르몬 Y이다.
 (4) 에피네프린은 글루카곤과 마찬가지로 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진하여 혈당량을 높인다.
- 09** (1) 뇌하수체후엽에서 분비되어 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬 A는 항이뇨호르몬(ADH)이다.
 (2) 짠 음식을 섭취하여 혈장 삼투압이 높아지면 항이뇨호르몬(A)의 분비량이 증가한다.
 (3) 항이뇨호르몬의 농도가 높아지면 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 증가하여 총 혈액량이 증가하고 혈장 삼투압은 감소한다. 그러나 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고 오줌의 농도가 높아져서 오줌 삼투압이 증가한다.

개념 적용 문제

66~71쪽

01 ④	02 ②	03 ④	04 ④	05 ⑤	06 ①
07 ③	08 ⑤	09 ⑤	10 ③	11 ④	12 ②

- 01** ④ 부신(D)속질에서 분비되는 에피네프린은 심장박동을 촉진한다.
[바로알기] ① A는 시상하부이고, 갑상샘자극호르몬 방출 호르몬(TRH)이 분비된다. TRH는 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH) 분비를 촉진한다.
 ② B는 뇌하수체전엽이며, 갑상샘자극호르몬(TSH), 사람성장호르몬 등이 분비된다. 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬은 항이뇨호르몬(ADH)이며, 뇌하수체후엽에서 분비된다.
 ③ C는 갑상샘이며, 타이록신 분비가 과다하면 갑상샘기능 항진증이 나타난다. 거인증은 뇌하수체전엽에서 분비되는 사람성장호르몬이 과다하면 나타난다.
 ⑤ 이자(E)에서는 혈당량 감소 호르몬인 인슐린과 혈당량 증가 호르몬인 글루카곤이 분비된다. 세포호흡을 촉진하는 호르몬은 타이록신이며, 갑상샘(C)에서 분비된다.
- 02** 이자에서 분비되는 호르몬 A는 글루카곤이고, 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬 C는 뇌하수체후엽에서 분비되는 항이뇨호르몬이며, B는 갑상샘(C)에서 분비되는 타이록신이다.
 나. ㉑는 갑상샘이며, 뇌하수체전엽에서 분비되는 갑상샘자극호르몬(TSH)의 조절을 받는다.
[바로알기] 가. 이자에서 분비되는 글루카곤(A)은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 전환하여 혈액으로 방출하는 작용을 촉진함으로써 혈당량을 높인다. '혈액에서 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다.'는 인슐린의 작용이다.
 다. 항이뇨호르몬(C)의 분비량이 부족하면 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 감소하여 단위 시간당 오줌 생성량이 증가한다.
- 03** 가. (가)는 호르몬에 의한 신호 전달 과정으로, 세포 A는 호르몬을 분비하는 내분비 세포이고, 물질 X는 호르몬이다. 호르몬은 혈액에 의해 운반되므로 혈액 속에는 A에서 분비된 X가 있다.
 나. 세포 B는 호르몬 X에 대한 수용체가 있어서 X의 효과가 나타나는 표적세포이다.

리. (가)에서는 호르몬이, (나)에서는 신경전달물질이 관여하므로 두 경우 모두 신호 전달에 화학 물질이 관여한다.

[바로알기] ㄷ. 신호 전달 속도는 호르몬의 생성, 분비, 운반 등의 과정을 거치는 (가)에서가 뉴런을 통한 신호 전달이 일어나는 (나)에서보다 느리다.

- 04 ㄱ. A는 갑상샘자극호르몬 방출 호르몬(TRH)이고, B는 갑상샘자극호르몬(TSH)이며, C는 타이록신이다. TSH는 갑상샘에서 타이록신 분비를 촉진하므로 표적기관인 갑상샘에는 B(TSH)의 수용체가 있다.

ㄴ. 아이오딘(I)은 타이록신의 구성 원소로, 아이오딘 섭취가 부족한 사람은 그렇지 않은 사람보다 혈중 타이록신 농도가 낮다. 이에 음성피드백으로 시상하부의 A(TRH) 분비와 뇌하수체전엽의 B(TSH) 분비가 촉진된다.

[바로알기] ㄴ. 혈중 타이록신(C)의 농도가 높으면 시상하부의 A(TRH) 분비와 뇌하수체전엽의 B(TSH) 분비가 억제된다.

- 05 ㄱ. 시상하부에 설정된 온도보다 체온이 낮을 때 열 발생량이 증가한다. 따라서 열 발생량은 구간 I에서보다 구간 II에서가 많다.

ㄴ. 시상하부에 설정된 온도보다 체온이 높을 때 피부 근처 혈관이 확장되어 열 방출량이 증가한다. 따라서 피부 근처 혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 구간 II에서보다 구간 III에서가 많다.

ㄷ. 체온이 시상하부에 설정된 온도보다 낮으면 열 발생량은 증가하고 열 방출량은 감소한다.

- 06 ㄴ. 체온이 높아진 ㉠은 '체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때'이고, 체온이 낮아진 ㉡은 '체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때'이다. ㉠에서 값이 증가한 A는 땀 분비량이고, ㉡에서 값이 증가한 B는 열 발생량이다. 따라서 땀 분비량(A)은 구간 I에서가 구간II에서보다 많다.

[바로알기] ㄱ. ㉡은 '체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때'이다.

ㄷ. 타이록신은 세포에서 물질대사를 촉진하여 열 발생량을 증가시키므로 혈액 속 타이록신 농도는 열 발생량(B)이 높은 구간 II에서가 구간I에서보다 높다.

- 07 부신에서 분비되는 것은 에피네프린이다. 혈당량을 증가시키는 것은 글루카곤과 에피네프린이다. 혈액을 통해 표적기관으로 운반되는 것은 모든 호르몬의 특징이므로 인슐린, 글루카곤, 에피네프린이 모두 해당한다. 에피네프린은

특징 ㉠~㉢이 모두 있으므로 A이고, 특징 ㉠만 있는 C는 인슐린이며, ㉡은 '혈액을 통해 표적기관으로 운반된다.'이다. B는 글루카곤이며, ㉠은 '부신에서 분비된다.'이고, ㉢은 '혈당량을 높이는 작용을 한다.'이다.

ㄱ. A는 에피네프린이며, ㉢은 'O'이다.

ㄴ. B(글루카곤)는 간세포에서 글라이코젠을 포도당으로 전환하는 반응을 촉진하여 혈당량을 높인다.

[바로알기] ㄷ. ㉢은 '혈당량을 높이는 작용을 한다.'이다.

- 08 ㄱ. ㉠은 탄수화물 섭취 후 분비량이 증가하였으므로 이자섬 β 세포에서 분비되는 인슐린이다.

ㄴ. ㉡은 글루카곤이며, 간에서 글라이코젠을 포도당으로 전환하여 혈액 속으로 포도당을 방출하는 과정을 촉진하는 호르몬이다.

ㄷ. 인슐린은 혈액에서 조직 세포로의 포도당 흡수를 촉진하므로 단위 시간당 혈액에서 조직 세포로의 포도당 유입량은 ㉠(인슐린)의 농도가 높은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

- 09 ㄴ. ㉢이 먼저 증가한 뒤 ㉡이 증가한다. 따라서 ㉢은 '간에서 단위 시간당 글라이코젠으로부터 생성되는 포도당의 양'이고, ㉡은 '혈중 포도당 농도'이며, 동물에게 주사한 호르몬 X는 간에서 글라이코젠 분해를 촉진하는 글루카곤이다. 인슐린은 혈중 포도당 농도가 높을 때 분비가 촉진되므로 혈중 인슐린 농도는 혈중 포도당 농도(㉡)가 높은 구간 II에서가 구간 I에서보다 높다.

ㄷ. 혈중 포도당 농도가 감소하면 글루카곤(X)의 분비가 촉진되어 혈당량을 높인다.

[바로알기] ㄱ. ㉢은 '간에서 단위 시간당 글라이코젠으로부터 생성되는 포도당의 양'이다.

- 10 ㄱ. 뇌하수체후엽에서 분비되는 호르몬 X는 항이뇨호르몬(ADH)이며, 전체 혈액량이 많을 때 분비가 억제된다. 따라서 ㉠은 정상 상태일 때보다 전체 혈액량이 증가한 상태이다.

ㄴ. ㉢을 섭취하면 오줌 생성량이 증가하고 ㉡을 섭취하면 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 ㉢은 물이고, ㉡은 소금물이다. 소금물을 섭취하면 오줌 생성량이 감소하는 것은 혈장 삼투압의 증가로 항이뇨호르몬(X)의 분비량이 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되기 때문이다.

[바로알기] ㄷ. 호르몬 X의 농도가 높을수록 단위 시간당 오줌 생성량이 감소하므로 호르몬 X의 혈중 농도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다.

- 11 시상하부에 이상이 있는 사람은 TRH, TSH, 타이록신의 농도가 모두 건강한 사람보다 낮은 상태이므로 (다)이다. 뇌하수체전엽에 이상이 있는 사람은 TSH와 타이록신 농도가 건강한 사람보다 낮지만 TRH 농도는 건강한 사람보다 높으므로 (가)이고, ㉠이 TRH이다. (나)는 갑상샘에 이상이 있는 사람이며, 건강한 사람보다 농도가 낮은 ㉡이 타이록신이고, ㉢이 TSH이다.

ㄴ. ㉢은 TSH이며, 뇌하수체전엽에서 분비된다.

ㄷ. (나)는 갑상샘에 이상이 있는 사람으로 타이록신(㉡) 농도가 낮다.

바로알기 ㄱ. (다)는 시상하부에 이상이 있는 사람이므로 TRH(㉠)의 농도가 건강한 사람보다 낮다. 따라서 ㉢은 'ㄴ'이다.

- 12 ㄴ. 물을 섭취하면 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 억제되어 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하므로 오줌 생성량이 증가한다. 그에 따라 오줌으로 배출되는 물의 양이 증가하면서 오줌의 삼투압은 낮아진다. 따라서 오줌 삼투압이 낮을수록 오줌 생성량이 많은 것으로 유추할 수 있으며, 혈장 삼투압은 크게 변하지 않으므로 오줌 생성량/혈장 삼투압은 오줌 삼투압이 낮은 구간 I에서 구간 II에서보다 크다.

바로알기 ㄱ. 혈중 항이뇨호르몬(ADH) 농도가 높아지면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하여 혈장 삼투압은 낮아지고, 오줌 생성량이 감소하여 오줌 삼투압은 증가한다. 따라서 ㉠이 오줌이고, ㉡이 혈장이다.

ㄷ. 혈중 ADH 농도가 높을수록 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되어 생성되는 오줌의 삼투압이 증가하므로 혈중 ADH 농도는 오줌 삼투압이 높은 구간 II에서 구간 I에서보다 높다.

중단원 핵심 정리

72~73쪽

- | | | |
|-------------------|------------------|-----------|
| 1 연합뉴런 | 2 랑비에결절 | 3 분극 |
| 4 Na ⁺ | 5 K ⁺ | 6 도약전도 |
| 7 신경전달물질 | 8 중추신경계 | 9 소뇌 |
| 10 뇌줄기 | 11 노르에피네프린 | 12 아세틸콜린 |
| 13 내분비샘 | 14 시상하부 | 15 수축 |
| 16 인슐린 | 17 글루카곤 | 18 항이뇨호르몬 |

통합 실전 문제

74~79쪽

- | | | | | |
|------|---------|------|------|------------|
| 01 ① | 02 ② | 03 ③ | 04 ④ | 05 ㄱ, ㄴ, ㄷ |
| 06 ④ | 07 ③ | 08 ③ | 09 ⑤ | 10 ④ |
| 11 ② | 12 ⑤ | 13 ③ | 14 ③ | 15 ⑤ |
| 16 ① | 17 ② | 18 ④ | 19 ⑤ | 20 ⑤ |
| 21 ④ | 22 ㄱ, ㄷ | | | |

- 01 A는 원심성뉴런, B는 연합뉴런, C는 구심성뉴런이다.

② 연합뉴런(B)은 뇌, 척수에서 발견된다.

③ A와 C는 말초신경계에 속한다.

④ C는 말이집신경이며 랑비에결절이 있다.

⑤ 신경자극은 C → B → A로 전달되므로, B에 역치 이상의 자극이 주어지면 A에서 활동전위가 나타난다.

바로알기 ① A는 중추의 명령을 반응기로 전달하는 원심성신경이고, C는 중추로 신호를 전달하는 구심성신경이다.

- 02 ㄴ. Na⁺ 농도는 모든 구간에서 세포 바깥에서 세포 안에서보다 높다.

바로알기 ㄱ. 구간 I에서 세포막 안팎의 이온 농도 차가 유지되는 것은 Na⁺-K⁺ 펌프에 의해 Na⁺은 세포 밖으로, K⁺은 세포 안으로 이동하기 때문이다.

ㄷ. 구간 II에서는 이온 통로를 통한 Na⁺의 막 투과도가 높고, 구간 III에서는 이온 통로를 통한 K⁺의 막 투과도가 높다. 따라서 $\frac{K^+ \text{의 막 투과도}}{Na^+ \text{의 막 투과도}}$ 는 구간 III에서 구간 II에서보다 크다.

- 03 자극을 주었을 때 즉시 막 투과도가 급격히 증가한 A가 Na⁺이고, 서서히 증가한 B가 K⁺이다. Na⁺-K⁺ 펌프에 의해 Na⁺(A)은 세포 밖으로, K⁺(B)은 세포 안으로 이동하므로 ㉠이 세포 안이고, ㉡이 세포 밖이다.

ㄱ. 구간 I에서는 탈분극이 일어나고 있으므로 이온 통로를 통해 Na⁺(A)이 세포 밖(㉠)에서 세포 안(㉡)으로 확산한다.

ㄴ. Na⁺의 농도는 항상 세포 밖이 세포 안보다 높고, K⁺의 농도는 항상 세포 안이 세포 밖보다 높다. 따라서 구간 II에서 $\frac{\text{세포 안의 농도}}{\text{세포 밖의 농도}}$ 값은 Na⁺(A)이 K⁺(B)보다 작다.

바로알기 ㄷ. 구간 III은 분극을 회복한 상태이므로 P 지점의 세포 안(㉠)은 음(-)전하를, 세포 밖(㉡)은 양(+)전하를 띤다.

04 ① ①은 시냅스후뉴런(A)의 이온 통로를 통해 유입되므로 Na^+ 이다.

② ②은 시냅스전뉴런(B)의 축삭돌기 말단의 시냅스소포에 있던 신경전달물질이며, 뉴런 A에서 탈분극이 일어나도록 한다.

③ ③이 신경전달물질 수용체에 결합하면 Na^+ 통로가 열려 $\text{Na}^+(\text{㉔})$ 이 뉴런 A로 유입된다.

⑤ 뉴런 B는 신경절이전 뉴런이고, 뉴런 A는 신경절이후 뉴런이다.

바로알기 ④ 교감신경의 신경절이전 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질 ③은 아세틸콜린이다.

05 ㄱ. 신경자극이 도달한 뒤 막전위가 -80 mV 가 되기까지 걸리는 시간은 3 ms 이므로 A의 d_1 과 B의 d_2 에 신경자극이 도달하기까지 걸린 시간은 2 ms 이다. 따라서 A의 신경자극전도 속도는 $\frac{4 \text{ cm}}{2 \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$ 이고, B의 신경자극

전도 속도는 $\frac{6 \text{ cm}}{2 \text{ ms}} = 3 \text{ cm/ms}$ 이다. 따라서

A의 신경자극전도 속도 $\frac{2}{3}$ 이다.
B의 신경자극전도 속도 $\frac{2}{3}$ 이다.

ㄴ. ①이 5 ms 일 때 B의 d_3 에 신경자극이 도달하기까지 걸린 시간은 $\frac{8}{3} \text{ ms}$ 로 신경자극이 도달한 뒤 $\frac{7}{3} \text{ ms}$, 즉 2 ms 이상이 경과되었으므로 재분극이 일어나고 있다.

ㄷ. ①이 7 ms 일 때 A의 d_3 에 신경자극이 도달하는 데 걸린 시간은 4 ms 이고, 신경자극이 도달한 후 3 ms 가 경과될 때의 막전위는 -80 mV 이다.

06 자극을 준 뒤 경과한 시간이 t_1 로 같을 때 ①은 탈분극이 시작되었고, ②은 막전위가 가장 상승하였으며, ③은 재분극이 일어났으므로 자극을 준 지점은 ③이다.

ㄴ. 자극을 준 지점 ③의 막전위가 -80 mV 이므로 경과한 시간 t_1 는 3 ms 이다.

ㄷ. 자극을 준 뒤 3 ms 일 때 ①의 막전위는 $+35 \text{ mV}$ 이고, ②의 막전위는 -60 mV 이므로 ③에서 ①까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1 ms 이고, ③에서 ②까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2 ms 이다. 따라서 d_1 과 d_2 는 2 cm 로 같다.

바로알기 ㄱ. 자극을 준 지점은 ③이다.

07 ㄱ. A~C에서 자극을 주고 경과한 시간이 같으므로 P의 막전위는 모두 같아야 한다. 따라서 자극을 준 지점 P는 I

이고, A와 C의 I의 막전위는 -70 mV 이다. I이 d_2 라면 C에서 하나의 뉴런에 있는 d_1 의 막전위가 -70 mV 가 될 수 없으므로 P는 d_2 가 아니다. I이 d_4 라면 A에서 d_4 로부터 같은 거리만큼 떨어진 d_3 과 d_5 의 막전위가 같아야 한다. 그런데 II와 III의 막전위는 각각 -80 mV 와 -70 mV 로 d_5 의 막전위 $+35 \text{ mV}$ 와 다르므로 P는 d_4 가 아니다. 따라서 I은 d_3 이다. I이 d_3 이고, 자극을 준 지점 P라면 C에서 II와 III의 막전위가 $+35 \text{ mV}$ 로 같으므로 (다)에는 시냅스가 없고, (가)와 (나)에는 시냅스가 있다. C에서 2 cm 떨어진 지점까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간이 2 ms 이므로 신경자극전도 속도 ⑥은 1 cm/ms 이다. A에서 d_3 에 자극을 주었을 때 d_2 로는 신경자극이 전달되지 않아 막전위가 -70 mV 이므로 III은 d_2 이고, II는 d_4 이다. A에서 d_3 으로부터 2 cm 떨어진 d_4 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1 ms 이므로 A의 신경자극전도 속도 ③은 2 cm/ms 이다. B는 두 뉴런으로 구성되므로 신경자극전도 속도 ④는 A에서와 같은 2 cm/ms 이다.

ㄴ. $\frac{③}{⑥} = \frac{2 \text{ cm/ms}}{1 \text{ cm/ms}} = 2$ 이다.

바로알기 ㄷ. 시냅스는 (가)와 (나)에 있다.

08 ㄱ. 뇌줄기에 속하지 않는 B는 척수이므로 A는 중간뇌이다.

ㄴ. 척수(B)에는 교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 있다.

바로알기 ㄷ. (가)는 중간뇌의 특징이지만 숨골의 특징은 아니어야 한다. 따라서 ‘호흡운동을 조절한다.’는 (가)가 될 수 없다.

09 ㄱ. ①은 사이뇌이며, 사이뇌는 시상과 시상하부로 구분한다. 시상하부는 체온조절의 중추이다.

ㄴ. ②은 중간뇌이고, ③은 소뇌이다. ①과 ③ 모두 중추신경계인 뇌의 한 부분이므로 연합뉴런이 있다.

ㄷ. ④은 숨골이며, 숨골에는 침샘, 심장, 위, 췌장, 작은창자 등에 분포하여 기능을 조절하는 부교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 있다.

10 ㄱ. 척수신경은 척수에 연결된 말초신경이다. 따라서 ①과 ②은 모두 척수신경이다.

ㄷ. ④은 연합뉴런으로, 회색질로 된 척수의 속질에 있다.

바로알기 ㄴ. ①은 구심성신경으로 후근을 구성하고, ②은 원심성신경으로 전근을 이룬다.

- 11 A와 C는 중추신경계에서 반응기까지 2개의 뉴런으로 연결되므로 자율신경이며, A는 신경절이전 뉴런의 길이가 신경절이후 뉴런의 길이보다 길다. 따라서 A는 부교감신경이고, C는 교감신경이다.

ㄴ. 부교감신경(A)의 신경절이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

[바로알기] ㄱ. B는 다리 근육에 연결된 운동신경으로 체성신경계에 속한다. 따라서 ㉠은 'x'이다.

ㄷ. C는 작은창자에 연결된 교감신경이며, 활동전위 발생 빈도가 증가하면 작은창자의 소화관 운동이 억제된다.

- 12 ㄱ. 교감신경은 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 척수(C)에 있다. 눈에 분포하는 부교감신경은 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 중간뇌(A)에 있으며, 위에 분포하는 부교감신경은 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 숨골(B)에 있다. ㉠과 ㉡ 모두 부교감신경이므로 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질은 아세틸콜린으로 같다.

ㄴ. B는 숨골이며, 침 분비, 하품, 기침, 재채기 등 반사의 중추이다.

ㄷ. (다)에서 교감신경이 활성화되면 방광이 확장한다.

- 13 ㄱ. ㉠은 눈에 분포한 부교감신경의 신경절이후 뉴런이고 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다. ㉡은 눈에 분포한 교감신경의 신경절이전 뉴런이고 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

ㄴ. ㉡ 교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수의 속질에 있다.

[바로알기] ㄷ. ㉢은 척수로부터 다리에 분포하는 원심성신경이며 체성신경인 운동신경이다. 원심성신경은 전근을 구성한다.

- 14 A를 자극하면 자극 전에 비해 심장박동이 빨라진다. 따라서 A는 교감신경이고, B는 부교감신경이다.

ㄱ. 교감신경(A)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다.

ㄴ. 부교감신경(B)의 신경절이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

[바로알기] ㄷ. ㉠은 심장 세포에서 활동전위 발생 빈도를 증가시키는 물질이며, 예로는 교감신경의 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 노르에피네프린이 있다.

- 15 ㉠ 내분비샘 (가)는 부신속질이고, ㉡은 자율신경인 교감신경이며, 호르몬 A는 에피네프린이다.

㉢ ㉣은 시상하부에서 분비되는 갑상샘자극호르몬 방출 호르몬(TRH)에 의한 조절 과정이다.

㉢ A는 부신속질에서 분비되는 에피네프린이다.

㉣ (가)는 자율신경을 통해 시상하부의 조절을 직접 받는 부신속질이고, (나)는 내분비샘인 뇌하수체전엽의 조절을 받는 갑상샘이다.

[바로알기] ㉤ B는 갑상샘 호르몬인 타이록신이며, 혈중 B의 농도가 높으면 음성피드백에 의해 시상하부와 뇌하수체전엽에서의 호르몬 분비가 억제되어 ㉡과 ㉢의 분비량이 감소한다.

- 16 ㄱ. (가)는 오줌에 포도당이 섞여 나오는 당뇨병 환자이므로 A는 혈당량 감소 호르몬인 인슐린이다. 인슐린은 혈액에서 세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시킨다.

[바로알기] ㄴ. B는 부족 시 많은 양의 오줌을 자주 누게 되므로 항이뇨호르몬이며, 뇌하수체후엽에서 분비된다.

ㄷ. C는 물질대사를 촉진하는 타이록신이며, 타이록신 분비 이상으로 물질대사가 활발하지 않은 (다)는 열 발생량이 적어 추위를 잘 느낀다.

- 17 ㄴ. 갑상샘을 제거한 B와 C에서 분비가 거의 되지 않는 ㉠은 갑상샘 호르몬인 타이록신이다. (다)에서 ㉡을 주사하여 혈중 타이록신 농도가 높아지면 음성피드백에 의해 뇌하수체전엽에서 TSH(㉢) 분비가 억제된다. (라)에서 ㉠의 농도가 낮은 C가 ㉠(타이록신)을 주사한 생쥐이다.

[바로알기] ㄱ. 타이록신(㉠)은 갑상샘에서 분비된다.

ㄷ. (가)에서 A에 TSH(㉢)를 주사하면 갑상샘에서 타이록신(㉠) 분비가 촉진되므로 혈중 ㉠의 농도는 (나)에서 측정한 값보다 증가한다.

- 18 ㉠ ㉡은 TSH(갑상샘자극호르몬)를 분비하는 뇌하수체전엽이다.

㉢ ㉣은 혈당량이 높을 때 분비가 촉진되는 인슐린이고, ㉤은 혈당량이 낮을 때 분비가 촉진되는 글루카곤이다. 인슐린과 글루카곤은 길항적으로 작용하여 혈당량을 일정 수준으로 조절한다.

㉢ ㉣(글루카곤)은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 전환하는 작용을 촉진하므로 간은 ㉢의 표적기관이다.

㉤ 고온 자극을 주면 피부 근처 혈관이 확장되어 피부를 통한 열 방출량이 증가(㉢)한다.

[바로알기] ㉥ 체온조절 중추 ㉢은 사이뇌의 시상하부이며, 사이뇌는 뇌줄기에 속하지 않는다.

- 19 ⑤ 피부 근처 혈관으로 흐르는 단위 시간당 혈액량은 시상하부 온도가 T_2 일 때가 T_1 일 때보다 많아 피부에서의 열 방출량이 증가한다.

[바로알기] ① 시상하부 온도가 높아질수록 값이 증가하는 ⑤은 '피부에서의 열 방출량'이다.

② 피부 근처 혈관을 수축시키는 A는 교감신경이며, 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다.

③ 교감신경 A의 신경절이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

④ (나)는 피부 근처 혈관이 수축하여 피부에서의 열 방출량이 감소하는 과정이므로 저온 자극이 주어졌을 때 일어나는 과정이다.

- 20 ㄱ. 이자의 α 세포에서 분비되는 ㉠은 글루카곤이고, ㉡이 과정 I을 촉진하므로 A는 글라이코젠, B는 포도당이다. 따라서 분자의 크기는 A가 B보다 크다.

ㄴ. 이자의 β 세포에서 분비되는 ㉢은 인슐린이고, 인슐린은 혈중 포도당 농도가 높을 때 분비가 촉진된다.

ㄷ. 식사 후에는 혈당량이 증가하므로 ㉢(인슐린)의 분비가 촉진되어 간에서 포도당(B)을 글라이코젠(A)으로 전환하는 과정 II가 촉진됨으로써 혈당량을 낮춘다.

- 21 ㄱ. A는 탄수화물을 섭취하여 혈당량이 높아지더라도 혈중 인슐린 농도가 증가하지 않는다. 따라서 A의 당뇨병은 인슐린이 정상적으로 생성되지 못하는 (가)에 해당한다.

ㄷ. 인슐린은 혈액으로부터 세포로 포도당의 유입을 촉진하는 작용을 하므로 t_1 일 때 단위 시간당 세포로 흡수되는 포도당의 양은 혈중 인슐린 농도가 높은 건강한 사람이 A보다 많다.

[바로알기] ㄴ. ㉠은 인슐린을 분비하는 이자의 β 세포이다.

- 22 ㄱ. 뇌하수체후엽에서 분비되는 호르몬 X의 표적기관이 콩팥이므로, 콩팥에는 X에 대한 수용체가 있다. X는 항이뇨호르몬이다.

ㄷ. 항이뇨호르몬(X)의 농도가 높을수록 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 혈중 X의 농도는 t_1 일 때가 물 섭취 시점보다 낮다.

[바로알기] ㄴ. 물을 섭취하여 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 감소하면 오줌 생성량이 증가한다. 오줌 생성량이 증가하면 오줌으로 배출되는 물의 양이 많아 오줌 삼투압이 낮아진다. 따라서 오줌 삼투압은 오줌 생성량이 적은 t_3 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

HIGHTOP **심화 문제**

80~83쪽

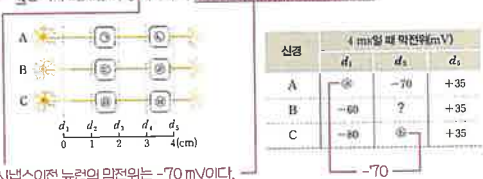
- 1 ④ 2 ② 3 ① 4 ③ 5 ④ 6 ①
7 ②

1

자료 분석

자극을 주고 경과된 시간이 4 ms로 같으면 자극을 준 지점 P와 Q의 막전위는 -70 mV로 같다.

• 그림은 A~C의 지점 $d_1 \sim d_5$ 의 위치를, 표는 A와 C의 P에, B의 Q에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_1, d_3, d_5 에서의 막전위를 나타낸 것이다. P와 Q는 각각 d_2, d_4 중 하나이고, ㉠~㉢ 중 세 곳에만 시냅스가 있다.



- A를 구성하는 뉴런의 신경자극전도 속도가 1 cm/ms라는 점을 이용하여 자극을 준 지점 P를 찾는다.
- P가 d_2 라면 자극을 주고 4 ms가 경과하였을 때 d_3 이 -70 mV인데 더 멀리 떨어진 d_5 의 막전위가 +35 mV가 될 수 없다.
- P가 d_4 이라면 2 cm 떨어진 d_5 가 +35 mV인 것은 ㉢에 시냅스가 없어서 d_5 에 신경자극이 도달하는 데 2 ms가 걸렸기 때문이다.
- P가 d_1 라면 d_3 에서의 막전위는 -80 mV여야 한다. → P는 d_3 이고 ㉢에 시냅스가 없다.
- C에서 자극을 준 지점 P(d_3)의 막전위 ㉠은 -70이고, 2 cm 떨어진 d_1 과 d_5 에서의 막전위가 각각 -80 mV와 +35 mV이므로 ㉠에는 시냅스가 없고 ㉡에는 시냅스가 있으며, 신경자극전도 속도 y 는 2 cm/ms이다.
- B의 신경자극전도 속도 x 는 1 cm/ms이다. Q가 d_2 라면 d_1 의 막전위는 -80 mV여야 하는데 그렇지 않다. Q가 d_4 라면 d_1 의 막전위가 -60 mV이므로 ㉢에 시냅스가 없고, ㉡에 시냅스가 없다면 d_5 에서 -80 mV여야 하는데 +35 mV이므로 ㉡에 시냅스가 있다. 따라서 ㉠에 시냅스가 있고 d_1 의 막전위 ㉡은 -70이다.

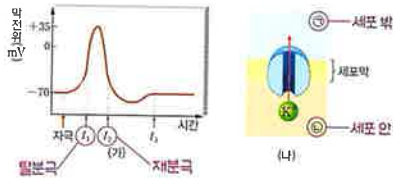
ㄴ. ㉡와 ㉢은 -70으로 같다.

ㄷ. C의 d_3 에서 d_5 로 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2 ms이다. 따라서 C의 d_1 에 역치 이상의 자극을 주면 신경자극이 d_5 에 도달하는 데 걸리는 시간은 3 ms이고, 신경자극이 도달한 후 3 ms가 경과하였을 때의 막전위는 -80 mV이다.

[바로알기] ㄱ. ㉠, ㉡, ㉢에 시냅스가 있고, ㉠에는 시냅스가 없다.

2

자료 분석



- t_1 일 때는 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산하는 탈분극이 일어난다. $\Rightarrow \text{Na}^+$ 의 막 투과도가 높다.
- t_2 일 때는 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 세포 밖으로 확산하는 재분극이 일어난다. $\Rightarrow \text{K}^+$ 의 막 투과도가 높으며, (나) 상태이다. $\odot$ 은 세포 밖이고, $\ominus$ 은 세포 안이다.
- t_3 일 때는 분극을 회복한 상태이다. Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 능동수송된다.

나. Na^+ 의 농도는 항상 세포 밖($\odot$)이 세포 안($\ominus$)보다 높고, K^+ 의 농도는 항상 세포 안($\ominus$)이 세포 밖($\odot$)보다 높다. 따라서 이온의 $\odot$ 에서의 농도 $\ominus$ 에서의 농도는 K^+ 이 Na^+ 보다 크다.

[바로알기] 가. K^+ 의 막 투과도는 재분극이 일어나는 t_2 일 때가 탈분극이 일어나는 t_1 일 때보다 크다.

다. t_3 일 때 Na^+ 의 막 투과도는 매우 낮지만, 세포 밖($\odot$)에서 세포 안($\ominus$)으로의 이동은 확산에 의해 일어나므로 ATP 에너지가 사용되지 않는다.

3

자료 분석

구분	특징	가				나			
		①	②	③	④	①	②	③	④
숨골 A		○	○	○	○	○	○	○	○
소뇌 B		?	x	x	?	x	x	x	x
척수 C		x	x	x	○	x	x	x	○
중간뇌 D		○	x	○	○	○	○	○	○

(○: 있음, x: 없음)

- 뇌줄기를 구성하는 것은 숨골과 중간뇌이므로, '뇌줄기를 구성한다.'는 ①이다.
- 부교감신경이 나오는 것은 숨골, 중간뇌, 척수이므로, '부교감신경이 나온다.'는 ④이다.
- 침 분비의 중추는 숨골이므로, '침 분비의 중추이다.'는 ①이다.

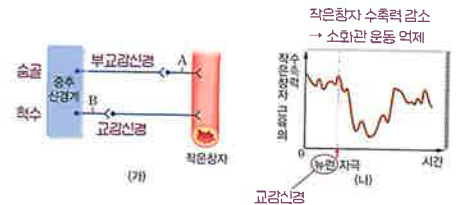
다. A는 숨골, C는 척수, D는 중간뇌이므로 B는 소뇌이다. 대뇌와 마찬가지로 소뇌도 좌우 2개의 반구로 이루어져 있다.

[바로알기] 가. 숨골은 뇌줄기를 구성하므로 ①은 '○'이다.

나. ①은 '뇌줄기를 구성한다.'이고, '부교감신경이 나온다.'는 ④이다.

4

자료 분석



- 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 긴 A는 부교감신경이다.
- 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧은 B는 교감신경이다.
- 부교감신경은 소화관 운동을 촉진하고, 교감신경은 소화관 운동을 억제한다.

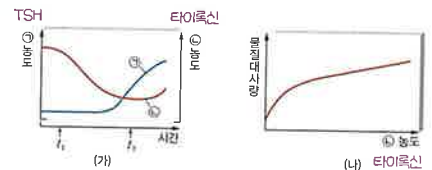
가. A는 부교감신경의 신경절이후 뉴런이고, B는 교감신경의 신경절이전 뉴런이다. (나)에서 뉴런에 자극을 주었을 때 작은창자 근육의 수축력이 감소한 것은 소화관 운동이 억제된 것이므로 자극을 준 뉴런은 교감신경인 B이다.

다. 교감신경의 신경절이전 뉴런 B의 신경세포체는 척수의 속질에 있다.

[바로알기] 나. 작은창자에 연결된 부교감신경은 숨골에서 뻗어 나오며, 척수에 연결된 원심성신경은 전근을 이룬다.

5

자료 분석



- (나)에서 ①의 농도가 높으면 물질대사량이 증가하므로 ①은 물질대사를 촉진하는 타이록신이다.
- (가)에서 타이록신(②) 농도가 낮으면 음성피드백에 의해 뇌하수체전엽에서 TSH(③)의 분비가 촉진된다.

나. 추울 때 타이록신(②)의 분비가 증가하여 물질대사가 촉진되고, 그에 따라 체내 열 발생량이 증가한다.

다. 물질대사량은 타이록신(②) 농도에 비례하고, 혈중 TSH 농도는 ①에 해당하므로 $\frac{\text{물질대사량}}{\text{혈중 TSH 농도}}$ 은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

[바로알기] 가. ①은 갑상샘자극호르몬(TSH)이며, 뇌하수체전엽에서 분비된다.

6

자료 분석



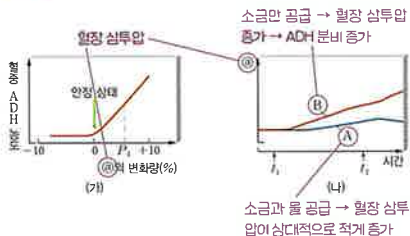
ㄷ. 피부 근처 모세혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량은 고온 자극이 주어질 때 혈관이 확장된 t_2 일 때가 저온 자극이 주어질 때 혈관이 수축된 t_1 일 때보다 많다.

[바로알기] ㄱ. 저온 자극을 주었을 때 값이 감소하고 고온 자극을 주었을 때 값이 증가하므로 ㉠은 열 방출량에 해당하는 '피부 근처 모세혈관을 흐르는 단위 시간당 혈액량'이다. 교감신경은 피부 근처 모세혈관을 수축시켜 단위 시간당 흐르는 혈액량(㉠)을 감소시킨다.

ㄴ. 타이로신은 물질대사를 촉진하여 열 발생량을 증가시키므로 혈중 타이로신 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

7

자료 분석



ㄴ. 항이뇨호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽에서 분비되어 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 따라서 콩팥에서 단위 시간당 흡수되는 물의 양은 혈중 ADH 농도가 높은 P_1 일 때가 안정 상태일 때보다 많다.

ㄷ. 혈장 삼투압이 높을 때 ADH 분비가 증가하고, 그에 따라 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 $\frac{\text{오줌 생성량}}{\text{혈중 ADH 농도}}$ 은 혈장 삼투압이 낮은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

[바로알기] ㄱ. ㉠은 혈장 삼투압이다. ADH는 혈장 삼투압이 높을 때 분비가 촉진되어 혈장 삼투압(㉠)을 낮추는 작용을 한다.

ㄴ. B에서 혈장 삼투압이 높은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 ADH 농도가 높아 콩팥에서 흡수되는 물의 양이 많기 때문에 오줌 생성량이 적고 오줌의 삼투압이 높다.

110 확장 문제

84~87쪽

- (1) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작동에는 세포호흡을 통해 공급되는 ATP 에너지가 필요하다.
 - (2) Na^+ 통로가 열리면 세포 밖에서 안으로 Na^+ 이 확산하고, K^+ 통로가 열리면 세포 안에서 밖으로 K^+ 이 확산한다.
 - (3) 분극 상태에서 Na^+ 의 농도는 세포막의 바깥쪽이 안쪽보다 10배 정도 높다. 역시 이상의 자극에 의해 세포막에 있는 Na^+ 통로가 열리면 세포의 바깥쪽에서 안쪽으로 Na^+ 이 확산하여 활동전위가 발생한다.
- [모범답안]** (1) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작동에는 ATP 에너지가 필요한데, 세포호흡을 중단시키면 ATP가 공급되지 않아 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 작동하지 않으므로 세포막을 경계로 한 Na^+ 과 K^+ 의 농도 차이가 줄어든다.
- (2) 역시 이상의 자극을 주면 Na^+ 통로가 먼저 열려 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산하면서 막전위가 상승하고, 이후 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 확산하면서 막전위가 하강한다.
 - (3) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 항상 작동하며 Na^+ 을 세포 밖으로 운반하여 세포 안팎의 농도 차이를 유지한다. 이러한 농도 차이로 활동전위가 발생하는 과정에서 Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 안으로 확산한다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프 작동에 세포호흡에서 생성된 ATP가 필요하다는 것을 옳게 서술한 경우	40
	세포호흡이 일어나지 않으면 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 작동하지 않는다고만 서술한 경우	20
(2)	탈분극과 재분극이 일어나는 까닭을 이온의 종류, 이동 방향을 들어 옳게 서술한 경우	40
	탈분극과 재분극 시 Na^+ 과 K^+ 이 이동하기 때문이라고만 서술한 경우	20
(3)	$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 이온의 농도 차이가 유지되며, 활동전위 발생 과정에서 Na^+ 의 이동은 농도 차이에 따른 확산에 의해 일어난다고 서술한 경우	20
	$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 항상 작동하기 때문이라고만 서술한 경우	10

- (1) 말이집에서는 Na^+ 의 유입이 일어나지 않는다.
- (2) 신경자극전도 속도에는 말이집의 유무, 축삭돌기의 지름 등이 영향을 준다.

모범 답안 (1) 말이집에서는 활동전위가 발생하지 않으므로 말이집신경에서는 람비에결절에서 다음 람비에결절로 도약전도가 일어나기 때문이다.

(2) 오징어와 같은 동물은 말이집신경은 없지만 축삭돌기의 지름이 매우 커서 신경자극전도 속도가 빠르다.

채점 기준		배점(%)
(1)	도약전도가 일어나 신경자극전도 속도가 빠르고 옳게 서술한 경우	50
	말이집이 있기 때문이라고만 서술한 경우	20
(2)	축삭돌기 지름이 크기 때문이라고 서술한 경우	50

3 (1) 뉴런 A에 역치 이상의 자극을 주면 C에서 활동전위가 나타나지 않고, 뉴런 B에 자극을 주면 C에서 활동전위가 나타난다.

(2) 뉴런 A와 B에서 분비된 신경전달물질의 효과가 뉴런 C에서 통합되어 반응이 나타난다.

모범 답안 (1) 뉴런 A에 자극을 주었을 때는 C에서 Cl^- 이 유입되어 과분극되므로 A와 C는 억제성 시냅스를 이룬다. 반면에 뉴런 B에 자극을 주었을 때는 C에서 Na^+ 이 유입되어 활동전위가 나타나므로 B와 C는 흥분성 시냅스를 이룬다. (2) 뉴런 A와 B에 동시에 자극을 주면 세포막의 바깥쪽에서 안쪽으로 양(+)전하를 띠는 Na^+ 뿐 아니라 음(-)전하를 띠는 Cl^- 도 유입되므로 막전위가 역치전위에 도달하지 않고 탈분극이 정상적으로 일어나지 않아 활동전위가 발생하지 않는다.

채점 기준		배점(%)
(1)	근거를 들어 시냅스의 종류를 모두 옳게 서술한 경우	50
	시냅스의 종류만 옳게 서술한 경우	20
(2)	근거를 들어 탈분극이 일어나지 않는 까닭을 옳게 서술한 경우	50
	Na^+ 과 Cl^- 이 모두 유입되기 때문이라고만 서술한 경우	30

4 A는 손등에서 받아들인 신호를 대뇌로 전달하는 뉴런과의 시냅스이고, B와 C는 척수 연합뉴런과의 시냅스이며, D는 대뇌의 명령을 전달하는 뉴런과의 시냅스이다.

모범 답안 척수반사는 일어나므로 B와 C는 정상이지만, 통증을 느끼거나 스스로 움직이지 못하므로 대뇌로의 감각 전달이나 의식적인 반응은 일어나지 않았다. 따라서 대뇌와 연결되는 시냅스 A와 D가 마취되었다.

채점 기준	배점(%)
근거를 들어 마취제가 작용한 시냅스를 모두 옳게 서술한 경우	100
마취제가 작용한 시냅스만 옳게 쓴 경우	50

- 5** (1) ㉠~㉣은 모두 중추신경계의 명령을 받는다.
 (2) 심장에 분포한 부교감신경은 숨골에서, 교감신경은 척수에서 뻗어 나온다. 다리의 골격근에는 척수에서 뻗어 나온 운동신경이 연결된다.
 (3) 교감신경과 부교감신경은 신경절이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경전달물질이 달라서 내장 기관에 서로 반대되는 작용을 한다.

모범 답안 (1) 말초신경계에 속한다. 원심성신경이다.

(2) ㉠은 숨골, ㉣과 ㉢은 척수에 신경세포체가 있다.

(3) ㉢의 말단에서는 노르에피네프린이 분비되며, 그 결과 심장박동이 촉진된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	공통점 2가지를 옳게 서술한 경우	40
	공통점 1가지만 옳게 서술한 경우	20
(2)	㉠, ㉢, ㉣의 신경세포체가 있는 중추신경계 부분을 모두 옳게 서술한 경우	30
	㉠, ㉢, ㉣의 신경세포체가 있는 중추신경계 부분 중 2가지만 옳게 서술한 경우	20
	㉠, ㉢, ㉣의 신경세포체가 있는 중추신경계 부분 중 1가지만 옳게 서술한 경우	10
(3)	신경전달물질과 그 효과를 모두 옳게 서술한 경우	30
	신경전달물질과 그 효과 중 1가지만 옳게 서술한 경우	15

- 6** (1) 호르몬의 분비는 음성피드백에 의해 조절된다.
 (2) TSH는 갑상샘에서 타이록신 분비를 촉진하는 호르몬이며, TSH 농도가 낮거나 TSH가 표적세포에서 효과를 나타내지 못하면 타이록신 분비량이 적다.

모범 답안 (1) 타이록신을 주사하면 시상하부와 뇌하수체 전엽을 억제하여 TRH와 TSH 분비가 감소하므로 혈중 TRH와 TSH 농도가 낮아진다.

(2) A와 B 모두 혈중 타이록신 농도가 정상보다 낮으며, A에게 TSH를 주사하면 타이록신 분비가 촉진되어 혈중 타이록신 농도가 높아지지만, B에게는 TSH를 주사해도 표적세포가 반응하지 못하므로 타이록신 농도가 높아지지 않는다.