

제 4 교시

과학탐구 영역 (생명과학I)

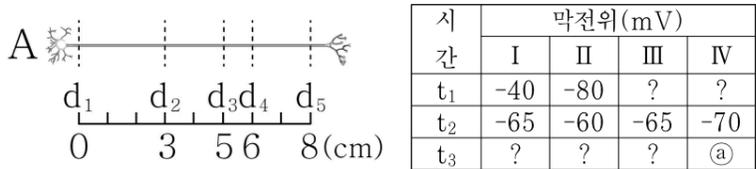
성명

수험 번호

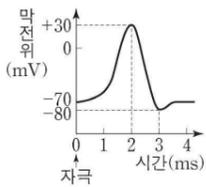
제 [ ] 선택

1. 다음은 민말이집 신경 A의 흥분 전도에 대한 자료이다.

- 그림은 A의 지점  $d_1$ 로부터 네 지점  $d_2 \sim d_5$ 까지의 거리를, 표는  $d_1 \sim d_5$  중 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 2ms, 3ms, 4ms일 때 I ~ IV에서의 막전위를 나타낸 것이다. I ~ IV는 각각  $d_1 \sim d_5$  중 하나이다.  $t_1 \sim t_3$ 는 각각 2ms, 3ms, 4ms 중 하나이다.



- A에서 활동 전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70mV이다.)

- <보기>
- ㄱ. A의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이다.
  - ㄴ. IV은  $d_4$ 이다.
  - ㄷ. ㉠는 -60이다.

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

정답 : ① ㄱ

- 총 시간이  $t_1$ 일 때 II에서 막전위가 -80mV이고 이때의 막전위 변화 시간이 3ms이다.  
그러므로,  $t_1$ 은 3ms 또는 4ms 중 하나이다.
- $t_1 > t_2$ 이므로,  $t_1$ 이 3ms이라면  $t_2$ 는 2ms이다. 그렇다면, II는 이동 시간이 0ms이고 II가 자극을 준 지점이다.  $t_2$ 일 때 막전위는 +30mV이어야 한다. 하지만 -60mV이므로 모순이다.
- $t_1$ 이 4ms라면, 자극을 준 지점에서부터 II까지의 이동 시간이 1ms이다. 그렇다면  $t_2$ 는 2ms이어야 한다. 막전위 변화 시간은 총 시간보다는 작거나 같기 때문에  $t_2$ 일 때 I, II, III는 탈분극 중이다.
- I과 III이 대칭성을 가지므로, 자극을 준 지점이  $d_2$ 이고 I, III는 각각  $d_1$  또는  $d_4$  중 하나이다. II는 I, III보다 막전위가 더 진행되었으므로 자극을 준 지점에서 더 가깝다. 그러므로 II는  $d_3$ 이다. 자극을 준 지점에서 II까지의 이동 시간이 1ms이고 거리가 2cm이므로 신경 A의 속도는 2cm/ms이다.

[선지 풀이]

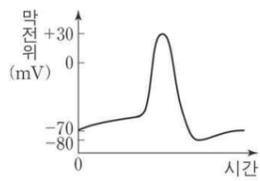
- ㄱ. A의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이다. (O)
- ㄴ. IV은  $d_5$ 이다. (X)
- ㄷ. ㉠는 -65이다. (X)

2. 다음은 민달이집 신경 A의 흥분 전도에 대한 자료이다.

○ 그림은 A의 지점  $d_1$ 로부터 네 지점  $d_2 \sim d_5$ 까지의 거리를, 표는  $d_3$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이  $t_1, t_2, t_3$ 일 때 I ~ III에서의 막전위를 나타낸 것이다. I ~ III은 각각  $d_1, d_2, d_4, d_5$  중 하나이다.

A	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">시간</th> <th colspan="3">막전위(mV)</th> </tr> <tr> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> </tr> <tr> <td><math>t_1</math></td> <td>?</td> <td>+30</td> <td>-50</td> </tr> <tr> <td><math>t_2</math></td> <td>-50</td> <td>㉠</td> <td>+30</td> </tr> <tr> <td><math>t_3</math></td> <td>+30</td> <td>?</td> <td>-60</td> </tr> </table>	시간	막전위(mV)			I	II	III	$t_1$	?	+30	-50	$t_2$	-50	㉠	+30	$t_3$	+30	?	-60
	시간	막전위(mV)																							
		I	II	III																					
	$t_1$	?	+30	-50																					
$t_2$	-50	㉠	+30																						
$t_3$	+30	?	-60																						
0	1	2	3	4	5(cm)																				

○ A에서 활동 전위가 발생하였을 때, 각 지점에서 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70mV이다. 자극을 준 후 경과된 시간은  $t_1 < t_2 < t_3$ 이다.)

- <보기>
- ㄱ. III는  $d_5$ 이다.  
 ㄴ. ㉠는 -60이다.  
 ㄷ.  $t_3 - t_2 = t_2 - t_1$ 이다.

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

정답 : ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1) 막전위가 +30일 때의 막전위 변화 시간을  $k$ 라고 할 때,  
 $t_1 = d_3$ 에서 II까지의 이동 시간 +  $k$   
 $t_2 = d_3$ 에서 III까지의 이동 시간 +  $k$   
 $t_3 = d_3$ 에서 I까지의 이동 시간 +  $k$ 이다.

2)  $t_1 < t_2 < t_3$ 이므로,  $d_3$ 에서 II까지의 이동 시간 <  $d_3$ 에서 III까지의 이동 시간 <  $d_3$ 에서 I까지의 이동 시간이다.  
 그러므로, II는 자극을 준 지점에서부터 거리가 1cm인  $d_2$  또는  $d_4$ 이고, III은 자극을 준 지점에서부터 거리가 2cm인  $d_5$ 이고, I은 자극을 준 지점에서부터 거리가 3cm인  $d_1$ 이다.

3)  $t_3 - t_2 = d_3$ 에서 I까지의 이동 시간 -  $d_3$ 에서 III까지의 이동 시간이고,  $t_2 - t_1 = d_3$ 에서 III까지의 이동 시간 -  $d_3$ 에서 II까지의 이동 시간이다.  
 그러므로,  $t_3 - t_2 = t_2 - t_1$ 이다.

[선지 풀이]

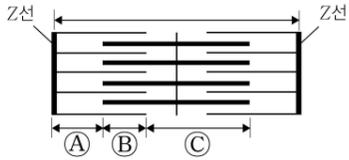
ㄱ. III는  $d_5$ 이다. (O)

ㄴ. ㉠는 -60이다. (O)

ㄷ.  $t_3 - t_2 = t_2 - t_1$ 이다. (O)

3. 다음은 골격근 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



- 구간 A는 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, B는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, C는 마이오신 필라멘트에서 B를 뺀 부분이다.
- 골격근 수축 과정의 시점  $t_1$ 일 때 A~C의 길이는 순서 없이 3d, 9d, 12d이고, 시점  $t_2$ 일 때 A~C의 길이는 순서 없이  $a-d$ ,  $a+d$ , 10d이고, 시점  $t_3$ 일 때 A~C의 길이는 순서 없이  $a$ , 6d, 9d이다. d는 0보다 크다.
- 각 시점에서의 X의 길이는  $t_3 < t_2 < t_1$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. A+B의 길이는 일정하다.
  - ㄴ. 시점  $t_1$ 일 때 B의 길이는 3d이다.
  - ㄷ. a는 6d이다.

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

정답 : ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1) 각 시점에서의 X의 길이는  $t_3 < t_2 < t_1$ 이므로, A+B+C의 길이 또한,  $t_3 < t_2 < t_1$ 이다. 그러므로,  $a+15d < 2a+10d < 24d$ 이다. 이 부등식을 통해  $5d < a < 7d$ 라는 것을 알 수 있다.

2)  $t_2$ 와  $t_3$ 를 비교하였을 때, A와 C는  $t_2$ 일 때 크고, B는  $t_3$ 일 때 크다.  $4d < a-d < 6d$ 이므로,  $a-d$ 는  $a$ , 6d, 9d보다 작다.  $t_2$ 일 때 B의 길이는  $a-d$ 이다. 또한, B의 길이는  $t_1 < t_2 < t_3$ 이므로  $t_1$ 일 때 B의 길이는 3d이다.

3) A+B+C의 길이 변화량 = (-B의 길이 변화량)이므로,  $24d-10d-2a = a-4d$ 이다. 그러므로,  $a=6d$ 이다.

[선지 풀이]

ㄱ. A+B의 길이는 일정하다. (O)

ㄴ. 시점  $t_1$ 일 때 B의 길이는 3d이다. (O)

ㄷ. a는 6d이다. (O)

4. 사람의 유전 형질 (가)는 대립유전자 E와 e에 의해, (나)는 대립유전자 F와 f에 의해, (다)는 G와 g에 의해 결정된다. 표는 어떤 사람의 세포 ㉠~㉤이 갖는 유전자 E, e, F, f, G, g의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

세포	DNA 상대량					
	E	e	F	f	G	g
㉠	?	?	0	?	㉠	?
㉡	?	㉡	1	?	0	0
㉢	0	㉢	2	?	?	2
㉣	?	2	?	0	?	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, E, e, F, f, G, g 각각의 1개당 DNA 상대량은 같다.)

- <보기>
- ㄱ. 이 사람의 성염색체는 XY이다.
  - ㄴ. ㉠+㉡+㉢=5이다.
  - ㄷ. 세포 ㉢에서 F와 g는 하나의 염색체에 존재한다.

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

정답 : ② ㄱ, ㄴ

1) 세포 ㉢에서 DNA 상대량이 1인 유전자와 DNA 상대량이 2인 유전자가 모두 존재하기 때문에 핵상이 2n이다.

2) 세포 ㉡에서 G와 g의 DNA 상대량이 모두 0이므로, G와 g는 성염색체 위에 존재한다. 그리고 세포 ㉢에서 f의 DNA 상대량이 0이므로, 세포 ㉠, 세포 ㉡, 세포 ㉢에서 모두 f를 가지지 않는다. 그러므로 세포 ㉠에서 F와 f의 DNA 상대량이 모두 0이므로 F와 f 또한, 성염색체 위에 존재한다.

3) 세포 ㉡과 세포 ㉢에서는 F를 가지는 반면 세포 ㉠에서는 F를 가지지 않기 때문에 세포 ㉠의 핵상은 n이고, 세포 ㉢과 세포 ㉣에서는 g를 가지는 반면 세포 ㉡에서는 g를 가지지 않기 때문에 세포 ㉡의 핵상도 n이다.

4) 세포 ㉡에서 성염색체에 존재하는 유전자인 F와 g가 연관이 아닌 것으로 보아 이 개체는 남성이며, 유전자 F와 g는 각각 X 염색체와 Y 염색체 중 하나에 존재한다.

5) 세포 ㉢은 F와 g가 모두 존재하므로 핵상이 2n이다. 그러므로, ㉢=4이다.

[선지 풀이]

ㄱ. 이 사람의 성염색체는 XY이다. (O)

ㄴ. ㉠+㉡+㉢=5이다. (O)

ㄷ. 세포 ㉢에서 F와 g는 하나의 염색체에 존재한다. (X)