

# 15.

다음은 민말이집 신경 I~Ⅲ의 흥분 전도와 전달에 대한 자료이다.

○ 그림은 I~Ⅲ의 지점  $d_1 \sim d_5$ 의 위치를, 표는 ㉠ I과 II의 P에, Ⅲ의 Q에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4ms일 때  $d_1 \sim d_5$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. P와 Q는 각각  $d_1 \sim d_5$  중 하나이다.

| 신경  | 4ms일 때 막전위(mV) |       |       |       |       |
|-----|----------------|-------|-------|-------|-------|
|     | $d_1$          | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | $d_5$ |
| I   | -70            | ㉠     | ?     | ㉡     | ?     |
| II  | ㉢              | ㉠     | ?     | ㉣     | ㉢     |
| III | ㉢              | -80   | ?     | ㉠     | ?     |

○ I을 구성하는 두 뉴런의 흥분 전도 속도는  $2v$ 로 같고, II와 III의 흥분 전도 속도는 각각  $3v$ 와  $6v$ 이다.

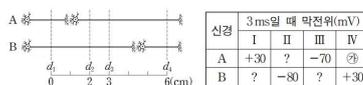
○ I~III 각각에서 활동 전위가 발생 하였을 때, 각 지점에서의 막전위 (mV) 변화는 그림과 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, I~III에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는  $-70mV$ 이다.) [3점]

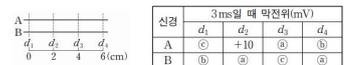
- <보 기> —
- ㄱ. Q는  $d_4$ 이다.
  - ㄴ. II의 흥분 전도 속도는  $2cm/ms$ 이다.
  - ㄷ. ㉠이 5ms일 때 I의  $d_5$ 에서 재분극이 일어나고 있다.

[Comment 1] 당해 6월 평가원과 9월 평가원에서 핵심 논리를 제시한 문항

○ 그림은 A와 B의 지점  $d_1 \sim d_4$ 의 위치를, 표는 ㉠ A와 B의 지점 X에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때  $d_1 \sim d_4$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. X는  $d_1 \sim d_4$  중 하나이고, I~IV는  $d_1 \sim d_4$ 를 순서 없이 나타낸 것이다.



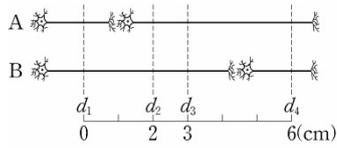
○ 그림은 A와 B의 지점  $d_1 \sim d_4$ 의 위치를, 표는 A의 ㉠과 B의 ㉡에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때  $d_1 \sim d_4$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각  $d_1 \sim d_4$  중 하나이다.



23학년도 6평

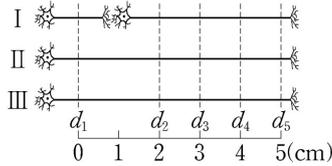
23학년도 9평

**[Comment 2]** 23학년도 6월 평가원 IDEA이며 자주 활용되는 논리로 자극 지점을 기준으로 동일한 값이 사선으로 나타나면 거리비=속도비이다.



| 신경 | 3ms일 때 막전위(mV) |     |     |     |
|----|----------------|-----|-----|-----|
|    | I              | II  | III | IV  |
| A  | +30            | ?   | -70 | ㉠   |
| B  | ?              | -80 | ?   | +30 |

23학년도 6평



| 신경  | 4ms일 때 막전위(mV) |       |       |       |       |
|-----|----------------|-------|-------|-------|-------|
|     | $d_1$          | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | $d_5$ |
| I   | -70            | ㉠     | ?     | ㉡     | ?     |
| II  | ㉢              | ㉠     | ?     | ㉣     | ㉡     |
| III | ㉣              | -80   | ?     | ㉠     | ?     |

23학년도 수능

23학년도 6월 평가원 문항에서 특수 막전위 -80mV을 통해 II가 자극 지점임을 알 수 있고

신경 A의 지점 I 과 신경 B의 지점 IV에서 동일한 특수 막전위 값 +30mV가 나타나므로 I 과 II의 거리 : IV와 II의 거리 = A의 속도 : B의 속도가 성립한다.

**[Comment 3]** 특수 막전위란 +30과 -80과 같이 막전위 변화 그래프에서 시간과 막전위가 1:1 대응되는 막전위 값을 의미한다.

막전위 값에 대한 막전위 변화 시간이 정확하게 결정되어 특수성을 가지며 막전위 변화 그래프에 따라 다를 수 있으나 일반적으로 -80mV는 (? , 3), +30mV는 (? , 2)으로 뒷 시간이 고정된다.

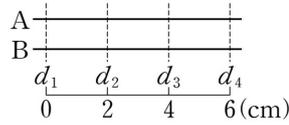
**[Comment 4]** 경과된 시간에 따른 특정 막전위 값은 (a, b)로 시간을 분류할 수 있다. 이때 a는 흥분 전도 시간을, b는 막전위 변화 시간을 의미한다.

**[Comment 5]** 23학년도 수능 문항에서 신경 I 과 II의  $d_2$ 의 막전위 값이 모두 ㉠으로 동일하고 I의  $d_4$ 와 II의  $d_5$ 의 막전위 값이 모두 ㉡으로 동일한 것을 알 수 있다.

I을 구성하는 두 뉴런의 흥분 전도 속도는  $2v$ , II의 흥분 전도 속도는  $3v$ 이라고 제시되어 있고

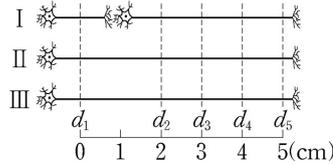
$d_2$ 에서  $d_4$ 까지의 거리 :  $d_2$ 에서  $d_5$ 까지의 거리 = 2:3이므로 막전위 값이 ㉠로 동일한  $d_2$ 를 자극 지점으로 추론할 수 있다.

[Comment 6] 23학년도 9월 평가원 IDEA이며 자주 활용되는 논리로 자극 지점을 기준으로 동일한 값이 좌우로 나타나면 대칭성의 표지이다.



| 신경 | 3ms일 때 막전위(mV) |       |       |       |
|----|----------------|-------|-------|-------|
|    | $d_1$          | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ |
| A  | ㉠              | +10   | ㉡     | ㉢     |
| B  | ㉣              | ㉤     | ㉥     | ㉦     |

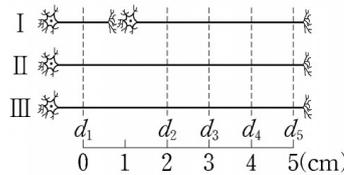
23학년도 9평



| 신경  | 4ms일 때 막전위(mV) |       |       |       |       |
|-----|----------------|-------|-------|-------|-------|
|     | $d_1$          | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | $d_5$ |
| I   | -70            | ㉡     | ?     | ㉢     | ?     |
| II  | ㉣              | ㉤     | ?     | ㉥     | ㉦     |
| III | ㉣              | -80   | ?     | ㉡     | ?     |

23학년도 수능

[Comment 7] Comment 2와 6에 의해 I 과 II의 자극 지점은 P는  $d_2$ 이고, ㉡는 -70이다.



| 신경  | 4ms일 때 막전위(mV) |       |       |       |       |
|-----|----------------|-------|-------|-------|-------|
|     | $d_1$          | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | $d_5$ |
| I   | -70            | ㉡     | ?     | ㉢     | ?     |
| II  | ㉣              | ㉤     | ?     | ㉥     | ㉦     |
| III | ㉣              | -80   | ?     | ㉡     | ?     |

또한  $d_1$ 과  $d_2$  사이의 거리는 2cm이고,  $d_1$ 과  $d_4$  사이의 거리는 4cm이며 II와 III의 속도비는 1:2이므로 동일한 막전위 값을 나타낸다.

㉡는 -70이므로 III의  $d_4$ 는 자극 지점 Q이다.

III의  $d_2$ 에서 -80mV은 (1, 3)이므로 III의  $d_4$ 로부터 III의  $d_2$ 까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간은 1ms이고  $d_2$ 에서  $d_4$ 까지 거리는 2cm이므로 III의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이다.

[Comment 8] Q는  $d_4$ 이고, II의 흥분 전도 속도는 1cm/ms이며 ㉢이 5ms일 때 I에서  $d_5$ 에서 막전위 값은 (9/2, 1/2)이므로 탈분극이 일어나고 있다.

( $\because$  I의 흥분 전도 속도가  $\frac{2}{3}$ cm/ms이므로 3cm 이동하는데 걸린 시간은  $\frac{9}{2}$ ms)

따라서 답은 ㄱ이다.