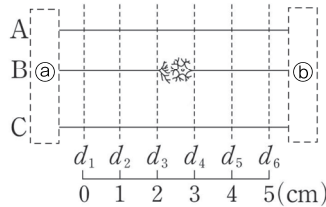


03.

시냅스 추론 [H]

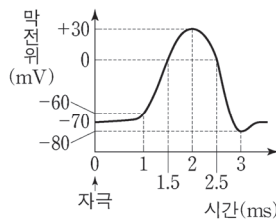
다음은 민말이집 신경 A~C의 흥분 전도와 전달에 대한 자료이다.

- 그림은 A~C의 지점 $d_1 \sim d_6$ 의 위치를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡에서 A와 B는 시냅스를 형성하지 않고, ㉡에서 A와 B 중 하나만 C와 시냅스를 형성하며, ㉠에는 A~C 중 2개의 가지 돌기가, ㉡에는 A~C 중 2개의 축삭 돌기 말단이 있다.
- 표는 ㉠ A의 P에, ㉡의 Q에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 4ms일 때, $d_1 \sim d_6$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. I ~ III은 각각 A~C 중 하나이고, P와 Q는 d_3 와 d_4 를 순서 없이 나타낸 것이며, ㉡은 B와 C 중 하나이다.

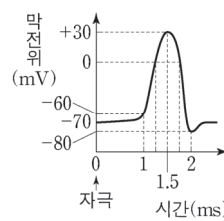


신경	4ms일 때 막전위 (mV)					
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6
I	?	?	?	-60	0	x
II	0	y	?	?	?	y
III	?	-70	?	?	?	y

- x와 y는 +30과 -80을 순서 없이 나타낸 것이다.
- A와 B를 구성하는 두 뉴런의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이고, C의 흥분 전도 속도는 4cm/ms이다.
- A와 ㉡ 각각에서 활동 전위가 발생하였을 때, A의 각 지점에서의 막전위 변화는 그림 (가)와 (나) 중 하나이고, ㉡의 각 지점에서의 막전위 변화는 나머지 하나이며, A~C 중 시냅스를 형성한 두 뉴런의 막전위 변화는 동일하다.



(가)



(나)

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

<보기>

- ㄱ. ㉡은 B이다.
- ㄴ. A의 ㉠에 축삭 돌기 말단이 있다.
- ㄷ. ㉠이 5ms 일 때 C의 d_3 에서 재분극이 일어나고 있다.

흥분 전도

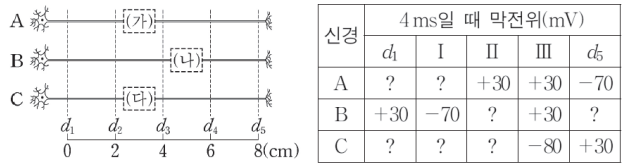
[Comment 4] 낯은꼴 문항

낯은꼴 문항과 함께 본 문항의 논리를 복습해보자.

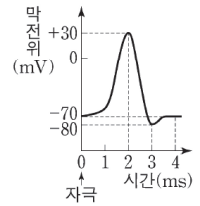
[24학년도 9평]

다음은 민말이집 신경 A~C의 흥분 전도와 전달에 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 4ms일 때 $d_1 \sim d_5$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. P는 $d_1 \sim d_5$ 중 하나이고, (가)~(다) 중 두 곳에만 시냅스가 있다. I~III은 $d_2 \sim d_4$ 를 순서 없이 나타낸 것이다.



- A~C 중 2개의 신경은 각각 두 뉴런으로 구성되고, 각 뉴런의 흥분 전도 속도는 ㉡로 같다. 나머지 1개의 신경의 흥분 전도 속도는 ㉢이다. ㉡와 ㉢는 서로 다르다.
- A~C 각각에서 활동 전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



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

<보 기>

- ㉠. II는 d_2 이다.
- ㉡. ㉡는 1 cm/ms이다.
- ㉢. ㉠이 5ms일 때 B의 d_5 에서의 막전위는 -80mV이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉢ ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

[Review]

Schema 13 대칭성

[Comment 5] 낚은꼴 문항 해석

신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	I	II	III	d_5
A	?	?	+30	+30	?
B	+30	-70	?	+30	?
C	?	?	?	-80	+30

동일한 특수 막전위가 가로에 2번 나타나므로
 II와 III은 대칭인 지점인 d_2 와 d_4 중 하나이고
 (가)에는 시냅스가 없으며 (= (나)와 (다)에 시냅스가 있다.)
 자극 지점 P는 I (d_3)이다.

신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	I	II	III	d_5
A	?	?	+30	+30	?
B	+30	-70	?	+30	?
C	?	?	?	-80	+30

B와 C는 2개의 뉴런으로 구성되고 특수 막전위를 고려했을 때
 각 뉴런의 흥분 전도 속도는 2cm/ms임을 알 수 있고
 A의 흥분 전도 속도는 1cm/ms임을 알 수 있다.

[선지 판단]

- ㄱ. II는 d_2 이다. (○)
- ㄴ. ㉔는 2cm/ms이다. (×)
- ㄷ. ㉓이 5ms일 때, B의 d_5 에서 시간 분포는 (3, 2)이므로
 막전위는 +30mV이다. (×)

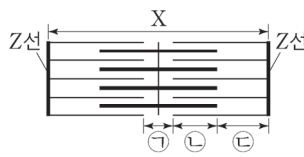
답은 ① ㄱ이다.

13.

분수 해석 [H]

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값을 ㉢의 길이로 나눈 값($\frac{\text{㉠} + \text{㉡}}{\text{㉢}}$), X의 길이, ㉠의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



시점	$\frac{\text{㉠} + \text{㉡}}{\text{㉢}}$	X의 길이	㉠의 길이
t_1	$\frac{4}{3}$	$3.4 \mu\text{m}$?
t_2	$\frac{3}{2}$?	$0.2 \mu\text{m}$
t_3	?	㉢	$0.4 \mu\text{m}$

- 구간 ㉠은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 근육 원섬유는 동물의 세포에 해당한다.
- ㄴ. ㉢은 $3.0 \mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. t_2 일 때 A대의 길이는 $1.6 \mu\text{m}$ 이다.

[Comment 1] 분수 해석

분자와 분모는 각각 ↓에 대응되고, 각 시점을 비교했을 때 t_1, t_2 에서 간격 비가 2 : 3 이므로 ⊖의 길이 비는 3 : 2이다.

∴ $t_1 \rightarrow t_2$ 는 수축

시점	길이(상댓값)			
	$\frac{\text{㉠}+\text{㉡}}{\text{㉢}}$	㉠	㉡	㉢
L	1			
t_1	$\frac{4}{3}$			3
t_2	$\frac{3}{2}$			2

[Comment 2] 길이 연산

t_2 에서 ㉠의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 으로 고정되어 있으므로
 ㉢의 길이를 각각 $3x, 2x$ 라 설정하고,
 X의 길이를 아는 t_1 으로 정보를 번역하자.

시점	길이				
	$\frac{\text{㉠}+\text{㉡}}{\text{㉢}}$	X	㉠	㉡	㉢
t_1	$\frac{4}{3}$	3.4	$2x + 0.2$	$2x - 0.2$	$3x$
t_2	$\frac{3}{2}$		0.2		$2x$

X의 길이는 $\text{㉠} + 2\text{㉡} + 2\text{㉢}$ 이므로 $x = 0.30$ 이고
 길이 관계를 활용해 모든 요소를 정리하면 표와 같다.

시점	$\frac{\text{㉠}+\text{㉡}}{\text{㉢}}$	X의 길이	㉠의 길이	㉡의 길이	㉢의 길이
t_1	$\frac{4}{3}$	$3.4 \mu\text{m}$	$0.8 \mu\text{m}$	$0.4 \mu\text{m}$	$0.9 \mu\text{m}$
t_2	$\frac{3}{2}$	$2.8 \mu\text{m}$	$0.2 \mu\text{m}$	$0.7 \mu\text{m}$	$0.6 \mu\text{m}$
t_3	$\frac{10}{7}$	㉠ ($3.0 \mu\text{m}$)	$0.4 \mu\text{m}$	$0.6 \mu\text{m}$	$0.7 \mu\text{m}$

23.

세포 대응 복합형 [H]

다음은 어떤 동물 종($2n=6$)의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 3 쌍의 대립유전자 H와 h, R와 r, T와 t에 의해 결정된다. (가)의 유전자는 서로 다른 3 개의 염색체에 있다.
- 표는 이 동물 종의 개체 I 과 II 의 세포 ㉠~㉥에서 유전자 ㉠~㉦의 유무와 (가)를 결정하는 유전자 중 2 개의 DNA 상대량을 더한 값을 나타낸 것이다. ㉠~㉦은 H, h, R, r, T, t를 순서 없이 나타낸 것이다. 이 동물의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이며, I 과 II 의 성별은 서로 다르다.

구분	유전자						DNA 상대량을 더한 값			
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉦	H+R	R+T	H+r	h+t
I 의 세포	㉠	○	×	×	○	×	1	1	0	1
	㉡	○	○	×	×	○	㉧	4	2	0
II 의 세포	㉢	○	○	○	×	×	2	㉣	1	1
	㉣	○	○	○	○	×	4	?	4	6

(○ : 있음 × : 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, H, h, R, r, T, t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

<보기>

- ㄱ. ㉧ + ㉣ = 6이다.
- ㄴ. T와 t는 상염색체에 있다.
- ㄷ. ㉢에서 ㉣에서 H, R, T의 DNA 상대량을 더한 값은 4 이다.

[Comment 1] 핵상 판단

㉠은 ㉡이 갖는 ㉢를 갖지 않고, ㉡은 ㉠이 갖는 ㉣를 갖지 않으며
 ㉢은 ㉣이 갖는 ㉤를 갖지 않는다.

구분		유전자					
		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
I의 세포	㉠	○	×	×	○	×	×
	㉡	○	○	×	×	○	×
II의 세포	㉢	○	○	○	×	×	×
	㉣	○	○	○	○	×	○

따라서 ㉠, ㉡, ㉢의 핵상은 모두 n 이다.

구분		유전자					
		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
I의 세포	㉠	○	×	×	○	×	×
	㉡	○	○	×	×	○	×
II의 세포	㉢	○	○	○	×	×	×
	㉣	○	○	○	○	×	○

㉤은 '○'가 절반을 초과하므로 ㉤의 핵상은 $2n$ 이다.

[Comment 2] 인덱싱

핵상이 n 인 세포임이 밝혀지면, 인덱싱을 행할 수 있다.

구분		유전자					
		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
I의 세포	㉠	○	×	×	○	×	×
	㉡	○	○	×	×	○	×
II의 세포	㉢	○	○	○	×	×	×
	㉣	○	○	○	○	×	○

㉠, ㉡, ㉣는 각각 대립유전자 관계에 있지 않다.

구분		유전자					
		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
		1	2			3	
I의 세포	㉠	○	×	×	○	×	×
	㉡	○	○	×	×	○	×
II의 세포	㉢	○	○	○	×	×	×
	㉣	○	○	○	○	×	○

㉠, ㉡, ㉢는 각각 대립유전자 관계에 있지 않다.

33.

유전 현상 복합형 [H]

다음은 사람의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 유전자는 서로 다른 2 개의 상염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.
- (다)는 1 쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 D, E, F, G가 있다. (다)의 표현형은 5 가지이며, D는 E, F, G에 대해, F는 G에 대해 각각 완전 우성이다.

- 표는 (다)에서 유전자형이 서로 다를 때 표현형의 일치 여부를 나타낸 것이다.

(다)의 유전자형		표현형 일치 여부
사람 1	사람 2	
EE	EF	×
EE	FF	×
EF	FF	×

(O : 일치함 × : 일치하지 않음)

- (가)와 (나)의 유전자형이 AaBB인 남자 P와 (가)와 (다)의 유전자형이 AaEG인 여자 Q 사이에서 ㉠가 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 12 가지이고, ㉠가 가질 수 있는 (가)~(다)의 유전자형 중 AABbGG가 있다.
- ㉠의 (가)~(다)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

유전자형이 aaBbEF인 아버지와 AABbDG인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)~(다)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

[Comment 6] 낚은꼴 문항 ②

낚은꼴 문항과 함께 본 문항의 논리를 복습해보자.

[25학년도 6평]

다음은 사람의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)의 유전자는 6번 염색체에, (나)의 유전자는 7번 염색체에 있다.
- (가)는 1 쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 A, B, D가 있다. (가)의 표현형은 4가지이며, (가)의 유전자형이 AA인 사람과 AB인 사람의 표현형은 같고, 유전자형이 BD인 사람과 DD인 사람의 표현형은 같다.
- (나)는 2 쌍의 대립유전자 E와 e, F와 f에 의해 결정된다.
- (나)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- P의 유전자형은 ABEeFf이고, P와 Q는 (나)의 표현형이 서로 같다.
- P와 Q 사이에서 ①가 태어날 때, ②에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 12가지이다.

①의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- ① $\frac{3}{8}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{3}{16}$ ④ $\frac{1}{8}$ ⑤ $\frac{1}{16}$

[Review]

Schema 03 표현형 종류

Schema 08 벌어진 비율관계

[Comment 7] 낚은꼴 문항 ② 해석

②에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형의 최대 가짓수가 12이고
②에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형 확률은 중앙값이므로
(나)의 표현형 가짓수는 홀수 가지여야 한다.

∴ ②에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형 최대 가짓수는 3이다
∴ ②에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형 최대 가짓수는 4이다.

[확률 연산]

②의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

(∵ (가)는 $\sqrt{\frac{1}{4}}$, (나)는 중앙값)

표현형이 같은 가짓수	0	1	2	3	S
교배 양상					
연관 염색체 간 교배		3	1		4
독립 염색체 간 교배			3	1	4
S		3			8

표현형이 같은 가짓수가 1개인 경우의 수가 3개가 등장하려면 P의 오른쪽과 Q의 왼쪽 교배 외에는 전부 1가지로 귀결되어야 하므로



Q의 염색체 위 유전자 상태는 AF/aD로 결정되고 유전자형이 AA와 Aa인 사람의 표현형은 서로 달라야 한다. (A = a)

[정리]

㉠의 유전자형		표현형 일치 여부
사람 1	사람 2	
AA	Aa	? (×)
AA	aa	×
Aa	aa	×

(○ : 일치함, × : 일치 안 함)

㉡의 유전자형		표현형 일치 여부
사람 1	사람 2	
BB	Bb	? (×)
BB	bb	×
Bb	bb	×

(○ : 일치함, × : 일치 안 함)



[선지 판단]

- ㄱ. ㉡의 표현형은 BB인 사람과 Bb인 사람이 서로 다르다. (○)
- ㄴ. Q는 A와 F, a와 D가 같은 염색체에 있으므로 A, D를 함께 갖는 정자가 형성될 수 없다. (×)
- ㄷ. ㉠에서 나타날 수 있는 ㉠과 ㉡의 표현형은 4가지이고 ㉡의 표현형은 3가지이므로 ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 12가지이다. (○)

답은 ㉠ ㄱ, ㄷ이다.

가계도

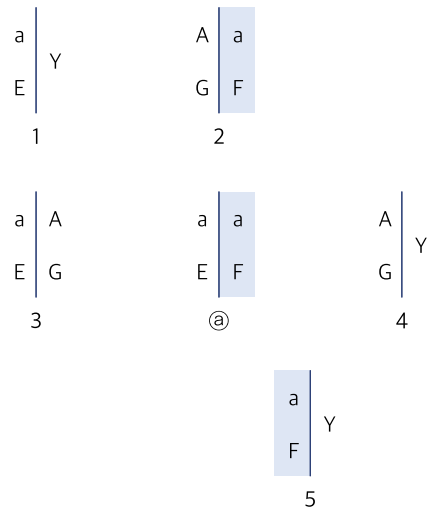
[Comment 6] 낚은꼴 문항 해석 ②

구성원 1은 대립유전자 E를 갖고, F와 G를 갖지 않으므로 ㉠이 0이다.

∴ ㉡은 10이다.

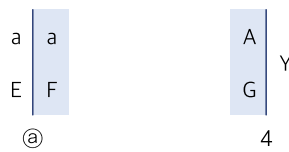
∴ 5의 연관 상태는 aF/Y이다.

5가 갖는 X 염색체는 ㉡로부터 흐른 것이므로 ㉡의 연관 상태는 aE/aF이고, ㉡의 aE는 부계로부터 물려받은 염색체이므로 ㉡의 aF는 모계로부터 물려받아야 한다.



[선지 판단]

- ㄱ. ㉡의 (가)의 유전자형은 동형 접합성이다. (○)
- ㄴ. A와 G를 모두 갖는 사람은 2, 3, 4로 3명이다. (×)
- ㄷ. 5의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)의 표현형이 모두 2와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (×)



답은 ① ㄱ이다.

[Comment 5] **닭은꼴 문항**

닭은꼴 문항과 함께 본 문항의 논리를 복습해보자.

[25학년도 수능]

다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

○ (가)~(다)의 유전자 중 2개는 X 염색체에 있고, 나머지 1개는 상염색체에 있다.

○ (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다.

○ 표는 이 가족 구성원 ㉠~㉨의 성별과 체세포 1개당 a, B, D의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉨은 아버지, 어머니, 자녀 1, 자녀 2, 자녀 3, 자녀 4를 순서 없이 나타낸 것이다.

○ 어머니의 난자 형성 과정에서 성염색체 비분리가 1회 일어나 염색체 수가 비정상적인 난자 P가 형성되었다. P가 정상 정자와 수정되어 자녀 4가 태어났으며, 자녀 4는 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

구성원	성별	DNA 상대량		
		a	B	D
㉠	여	1	0	1
㉡	여	1	1	1
㉢	남	1	2	0
㉣	남	0	1	1
㉤	남	1	1	1
㉥	남	0	0	1

○ 자녀 4를 제외한 이 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. ㉥은 아버지이다.
 ㄴ. 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.
 ㄷ. ㉠에게서 a, b, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Review]

Schema 10 클라인펠터 증후군

돌연변이

[Comment 6] 닭은꼴 문항 해석 ①

구성원	성별	DNA 상대량		
		a	B	D
㉠	여	1	0	1
㉡	여	1	1	1
㉢	남	1	2	0
㉣	남	0	1	1
㉤	남	1	1	1
㉥	남	0	0	1

상수 조건들을 독해했을 때, 비정상 남자 P에 의해 XX가, 정상 정자가 Y를 주는 클라인펠터 Setting임을 알 수 있고 ㉠과 ㉡ 중 어느 구성원이 어머니더라도 ㉢은 정상 구성원이다.

남성 구성원 ㉢에게 DNA 상대량 2가 나타나므로 B, b는 상염색체에 있고 여사건 2 Pair A, a, D, d는 X 염색체에 있다.

구성원	성별	a	DNA 상대량		
			B	D	
㉠	1	여	1	0	1
㉡		여	1	1	1
㉢	1	남	1	2	0
㉣		남	0	1	1
㉤		남	1	1	1
㉥	1	남	0	0	1

세로 비교를 행했을 때 2, 0이 공존하므로 ㉠, ㉢과 ㉠, ㉥은 서로 직계 구성원일 수 없다.

⇒ ㉠, ㉢, ㉥은 같은 2세대 구성원이다.

⇒ ㉡은 1세대 구성원인 어머니이다.

㉢과 ㉥은 서로 다른 두 정상 아들이므로 합집합은 어머니의 X 염색체 조합이다. 이를 토대로 ㉡, ㉢, ㉥의 Map을 완성하면 다음과 같다.

