

### 13번 전도

1. 신경 A에서 시냅스가 없다면 막전위 '0'이 나오려면 속도는  $2\text{cm/ms}$ 여야 하고, 0이 나온 지점은 자극을 준 지점으로부터  $5\text{cm}$  또는  $7\text{cm}$  떨어진 지점이어야 합니다. 이는 불가능하므로 시냅스가 없고, ㉠, 0,  $-60$ 이 제시되어 있으므로 **자극을 준 지점은  $d_2(\text{II})$ 이고, 시냅스가 ㉡에 있어야 합니다.**  
(\* 0을 먼저 본 이유 : 속도가  $1\text{cm/ms}$ 일 경우, 소수점 막전위가 나올 수 없으므로.  $d_2$ 가 II인 이유 : 자극을 준 지점은 막전위가  $-70$ 이어야 함.)

2.  $d_1$ 에서 막전위는 시냅스를 고려하지 않을 때,  $-80$  또는  $-60$ 만 가능하고, 시냅스를 고려하면  $-70$ 이 가능합니다.  
그런데 A와 B의 I에서 막전위는 ㉠, ㉡이고 A의 III에서 막전위가 0이므로 **IV가  $d_1$ 입니다.**  
(\*  $d_1$ 을 먼저 찾는 이유 : 제시된 지점들 중 시냅스 고려를 제일 적게 해도 되는 위치고, 거리와 속도가 구체적으로 나와 있으므로.)

3. C에서  $d_1$ 의 막전위가 ㉡이므로 **㉡은  $-80$ 이고 C의 흥분 전도 속도는  $2\text{cm/ms}$ .**  
B에서  $d_1$ 의 막전위가  $-70$ 이므로 **시냅스는 ㉢에 있음.**  
B의 흥분 전도 속도를 고려하면,  $d_3$ 과  $d_4$ 에서 막전위 시간은  $1\text{ms}$ 가 차이ना야 하는데, 이는  $-80$ 과  $+30$ 만 가능하므로 ㉢에는 시냅스가 없고, **㉢=30, 남은 ㉠은 0.**

### 15번 근수축

$t_1$ 일 때 X의 길이는  $\ominus$ 의 3배이므로,  $\ominus$ 의 길이를  $k$ 라 두면, X의 길이는  $3k$ .

X에서  $\ominus$ 의 길이를 빼면  $2(\ominus + \oplus) = 2k$ 이므로  $\ominus + \oplus = k$ .

(\* 이 부분은 실제 풀이에서 **생각 안 하고 '당연히' 했어야 하는 부분.**)

표에서  $\textcircled{a}-\textcircled{b}$ 와  $\textcircled{c}-\textcircled{b}$ 의 값이  $t_1$ 에서  $t_2$ 로 시점이 변할 때 각각  $-0.3$ ,  $-0.2$ 가 되었으므로  $\ominus$ 의 변화량을  $x$ 라 했을 때, 변화량이  $3x$ ,  $2x$  또는  $-3x$ ,  $-2x$ 임을 알 수 있음.

$3x$ ,  $2x$ 라면  $\textcircled{a}=\ominus$ ,  $\textcircled{b}=\oplus$ ,  $\textcircled{c}=\ominus$

$-3x$ ,  $-2x$ 라면  $\textcircled{a}=\oplus$ ,  $\textcircled{b}=\ominus$ ,  $\textcircled{c}=\ominus$ 이어야 하는데,

이때  $\oplus-\ominus$ 의 길이가  $t_1$ 에서 양수인 게 모순,

(\*  $\textcircled{c}-\textcircled{b}$ 가  $-2x$ 가 아님으로 풀 수도 있으나

값이 양수/음수로 푸는 연습 하는 게 요즘 트렌드에 맞음.)

또한,  $\textcircled{a}-\textcircled{b}$ 에서  $\textcircled{c}-\textcircled{b}$ 를 빼면  $\textcircled{a}-\textcircled{c}$ 가 나오는데,

$\textcircled{a}-\textcircled{b}$ 와  $\textcircled{a}-\textcircled{c}$ 를 더하면  $2\textcircled{a}-(\textcircled{b}+\textcircled{c})$ 이므로  $2\ominus-(\ominus+\oplus) = 2k-k = k = 1.0$ 임.

(\*  $\textcircled{a}-\textcircled{b}$ 에서  $\textcircled{c}-\textcircled{b}$ 를 빼는 이유는  $\ominus+\oplus$  꼴을 만들기 위해 의도적으로 식조작한 것.

이렇게 못 하겠으면 그냥 미지수 놓고 1차 방정식 풀면 나옴.)

$t_1$ 일 때  $\textcircled{a}-\textcircled{b} = 0.7 \rightarrow \oplus=0.3$ ,  $\ominus=0.7$

이후에는 변화량으로  $t_2$  구하면 끝.

### 16번 세포

I에는 B와 D가 없는데, II~IV에는 있으므로 I의 핵상은 n.

III이 2n이라면 II와 IV는 같은 개체이고, 둘 중 하나가 2n이어야 하는데 불가능.

(\* 문제 조건에서, 2n이 2개이고 n이 2개라 해서 핵상 대입을 하는 건 발상이 아니라 합리적인 생각. 그냥 나왔으면 저런 조건을 줄 리가.)

따라서 III은 n이고, II와 IV는 2n.

II에는 D가 없으므로 I과 II가 같은 개체, III과 IV가 같은 개체.

이때, III에는 B가 없고 D만 있으므로 IV는 여자의 세포이며 bD가 연관됨을 알 수 있음.

표 (나)에서 자녀 1에 b와 d가 01이므로 B와 d도 연관됨을 알 수 있음.

### 17번 돌연변이

아버지, 어머니, 자녀 3에서 (나)는 우성 형질.

아버지-자녀 1에서 (가)는 X라면 정상이 우성

어머니-자녀 3에서 (다)가 X라면 정상이 우성

→ 우성 형질이 2개이므로 모순되니 (가)~(다)는 '상'염색체에 있는 유전자.

### 합리적인 풀이

어머니와 자녀 2, 3의 (가)와 (다)의 표현형이 서로 다르므로

어머니는 자녀 2, 3에게 a와 d를 물려줌.

그런데 어머니가 두 염색체 중 서로 다른 염색체를 물려주었다면,

어머니의 유전자형은 aadd가 되는데 (가)와 (다)가 모두 정상이므로 모순.

따라서 어머니는 자녀 2와 3에게 같은 염색체를 물려줌.

(\* 이런 판단을 시킨 건 평가원 최초)

따라서

자녀 2는 아버지에게서 병병병, 어머니에게서 abd를 받고,

자녀 3은 아버지에게서 병정병, 어머니에게서 abd를 받았으므로

아버지의 유전자형은 병병병/병정병임.

아버지가 (가)에 대해 병 동형 접합성인데 자녀 1은 정상이므로

(가)는 열성 형질, 남은 (다)는 우성 형질.

이때, 아버지가 (다)에 대해 병으로 우성 동형 접합성인데

자녀 4는 정상이므로 어머니에게서 비분리가 일어났고,

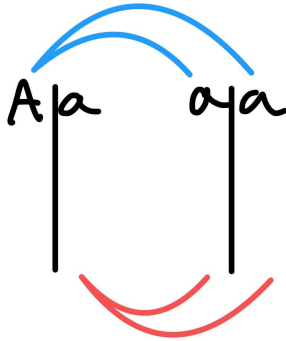
자녀 4는 (가)가 발현되었으므로 어머니의 2분열 비분리.

### 다른 풀이

(\* 생각하기 어려운데, 생각할 수 있으면 우열 눈풀 가능합니다.)

(가)의 표현형이 O, X이고 자녀에서 병/정인 자녀들이 있으므로 부모의 유전자형이 Aa, aa 풀임을 알 수 있음.

이때, 자녀 2와 3은 (가)의 표현형이 같은데 (나)의 표현형이 다르므로



파란색 2개거나 빨간색 2개 중 하나임을 알 수 있음.

이때, (다)는 항상 발현되므로

1) (다)가 우성 형질

2) 한 명이 병 동형 접합성이며 열성 형질  
중 하나임을 알 수 있음.

2)라면 A/a가 우성 형질이 되므로 파란색처럼 되어야 함.

파란색처럼 되려면 aa인 사람이 어머니이고, (다)에 대해 병 동형 접합이어야 하는데 어머니는 (다)가 발현되지 않았으므로 모순.

따라서 1)이 맞고, (가)는 열성 형질.

(가)가 열성 형질이므로 빨간색의 경우와 같은데.

자녀 2와 3 모두 (다)가 발현되었으므로 아버지의 유전자형은 DD.

(\* 어머니는 (다)에 대해 정상이므로 dd입니다.)

그런데 자녀 4는 (가)는 발현되고, (다)는 발현되지 않았으므로 어머니 2분열 비분리.

## 19번 가계도

### 첫 번째 풀이

2와 ④은 부모 자식 관계이므로 DNA 상대량 합이 2인 사람은 1+1이어야 함.

(\* 2+0 풀이라면, 동형 접합성인데, 다른 한 사람이 0+0이 되는 게 불가능.

부모와 자식은 DNA 상대량이 2/0 관계일 수 없습니다.)

그런데 둘 다 여자이므로 유전자형이 한 명은 HhTt이고, 다른 한 명은 hhTT 또는 hhTt.

그런데, 2나 ④가 TT면 부모/자녀의 표현형을 고려할 때 불가능함을 알 수 있으므로 hhTt여야 하고, ④=T.

(\* 또는 열성 공유로 처음부터 hhTt라 해도 됩니다.)

HhTt인 사람과 hhTt인 사람의 표현형은 아예 반대이므로 ④는 (가)와 (나)가 모두 발현되어야 함.

그러면 1과 3, ④와 5에서 (가)는 상염색체 유전자임이 밝혀짐.

따라서 (나)는 X 염색체 유전자이고, ④와 5에서 우성 형질임이 밝혀짐.

이를 통해 HhTt인 사람 (나)가 발현되어야 하므로 ④=0, ⑤=2이고

(가)도 우성 형질임을 알 수 있음.

### 두 번째 풀이

(\* 생각하기 어려운데 **이제는 할 수 있어야만 할 것 같은 풀이**)

1번과 비슷한데, ④가 hhTT든 hhTt든 동형 접합성이라면,

둘 중 하나가 X에 있는 유전자인 걸 감안했을 때,

자녀 5와 6의 표현형이 정정/병병처럼 아예 다를 수 없습니다.

(\* **X에 있는 유전자 중 하나는 표현형이 같아야만 합니다.**)

따라서 처음부터 ④가 HhTt임을 알 수 있습니다.