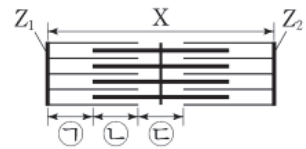


11.

순서 없이의 해석 [H]

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이고,  $Z_1$  과  $Z_2$  는 X의 Z선이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- 골격근 수축 과정의 시점  $t_1$  일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 ㉡,  $d$ ,  $10d$ 이고, 시점  $t_2$  일 때 ㉡와 ㉢의 길이는 ㉡로 같다.  $d$ 는 0 보다 크고,  $t_1$  일 때 A대의 길이는  $L$ 이다.
- $t_2$  일 때 ㉡의 길이와  $t_1$  일 때 ㉢의 길이는 서로 같다. ㉡와 ㉢은 ㉠과 ㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.
- H대의 길이는  $t_2$  일 때가  $t_1$  일 때보다 짧다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 근육 원섬유는 동물의 세포에 해당한다.
- ㄴ.  $t_2$  일 때 ㉢의 길이는  $4d$ 이다.
- ㄷ.  $t_1$  일 때, X의  $Z_1$ 로부터  $Z_2$  방향으로 거리가  $\frac{L}{2}$ 인 지점은 ㉡에 해당한다.

**[Comment 1] 자유로운 요소 정리**

㉔는 가로에 3개 와야 하고, H대의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 짧으므로 ㉔는 서로 같은 세로줄에 올 수 없다. 따라서 다음과 같이 요소 정리할 수 있다.

시점	수축 방향성		㉔	
			↑	
$t_1$	↓	㉔		
$t_2$			㉔	㉔

$t_2$ 일 때 ㉔의 길이와  $t_1$ 일 때 ㉔의 길이는 서로 같으므로  $t_1$ 일 때 ㉔의 길이  $t_2$ 일 때 ㉔의 길이

㉔ 줄과 ㉔ 줄의 스칼라량(변화량)이 동일해야 한다.

따라서 ㉔ 줄은 ↓이어야 한다.

∴ ㉔는 ㉔이고 ㉔는 ㉔이다.

**[Comment 2] 순서 없이의 해석**

‘순서 없이’ 조건은

- 1) 존재성 (㉔, ㉔, ㉔이 각각에 1:1 대응된다.)
- 2) 여사건 (㉔과 ㉔의 합이 일정할 때, 여사건 ㉔의 변화를 관찰할 수 있다.)
- 3) 합차변화 (㉔, ㉔, ㉔이 순서 없이 주어질 때, 합차변화를 관찰할 수 있다.)

위 1)~3)은 수치 추론형 or 자료 해석형 문항에서 매우 자주 등장하는 논리들이다.

$t_1$ 일 때 ㉔의 길이와 ㉔의 길이는  $d$ 와  $10d$ 를 순서 없이 나타낸 것이다. 각각의 값은 정확하게 요소 정리할 수 없어도 ‘각각의 칸에 존재하므로’ ㉔의 값은  $d$ 와  $10d$ 의 1:2 내분점에 위치해야 한다.

시점	수축 방향성	㉔	㉔	㉔
		↓	↑	↓
$t_1$	↓	㉔		
$t_2$			㉔	㉔

이때  $t_1$ 일 때 ㉔의 길이와 ㉔의 길이는  $d$ 와  $10d$ 를 순서 없이 나타낸 것이므로 ㉔는 1:2 내분점인  $4d$ 이거나 2:1 내분점인  $7d$ 이다.

## 43.

복대립 유전 그리고 연관 추론 [H]

다음은 사람의 유전 형질 (가)~(라)에 대한 자료이다.

- (가)~(라)의 유전자는 서로 다른 2 개의 상염색체에 있다.
- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 완전 우성이다.
- (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.
- (라)는 1 쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 E, F, G가 있다. E는 F, G에 대해, F는 G에 대해 각각 완전 우성이다.
- (가)~(다)의 유전자형이 AaBbDd인 남자 P와 AaBbDD인 여자 Q 사이에서 ㉠가 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은 최대 3 가지이고, ㉠가 가질 수 있는 (가)~(라)의 유전자형 중 AABBDDGG가 있다.
- ㉠의 (가)~(라)의 표현형이 모두 P와 같을 확률은  $\frac{1}{16}$ 이다.

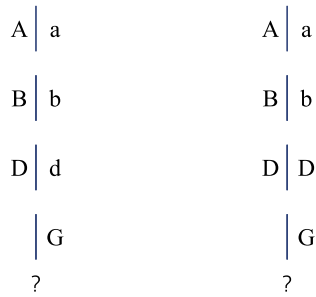
㉠의 (가)~(라) 중 적어도 2가지 형질의 표현형이 Q와 같을 확률은?  
(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

**[Comment 1] 독립 전제, 연관 추론**

연관 상태를 추론할 때, 전부 독립한 상태를 상정한 후 어떻게 연관되었는지 찾을 수 있다.

**[Comment 2] 유전자형의 존재성 조건**

@의 유전자형이 AABBDDGG일 수 있고  
P와 Q의 유전자형이 제시되어 있으므로  
P와 Q의 염색체 지도의 일부는 다음과 같다.



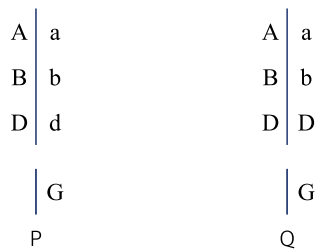
(∵ 연관 상태를 판단할 때는 All 독립인 상황으로부터 출발한다.)

**[Comment 3] 연관 상태 판단**

만약 (가)~(다)의 유전자가 모두 다른 상염색체에 있다면  
유전자형이 AaBbDd인 남자 P와 AaBbDD인 여자 Q 사이에서  
@가 태어날 때, @에게서 나타날 수 있는 (가)~(다)의 표현형은  
최대 8가지이다.

3에는 2라는 소인수가 존재하지 않으므로  
(가)~(다)의 유전자는 모두 같은 상염색체에 있어야 한다.

∴ (가)~(다)의 유전자는 (라)의 유전자와 다른 염색체에 있다.



## 유전 현상

**[Comment 5] 단위 확률 분할**

$\frac{1}{16}$  이므로

단위 확률로 분할하면  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$  이다.

		단위 확률		염색체 넘버링	
A	a	A	a	$\frac{1}{4}$	1번
B	b	B	b		
D	d	D	D		
	G		G	$\frac{1}{4}$	2번
P		Q			

**[Comment 6] 순수 복대립 해석**

최우성 유전자 D를 1, 최열성 유전자 F를 3, 여사건 유전자 E를 2라 하자.

$3 \times 3$ 인 순수 복대립 교배에서 단위 확률에  $\frac{1}{4}$ 가 나와야 하므로

P는 2를 가져야 하고, Q는 1을 가져야 한다.

		단위 확률		염색체 넘버링	
A	a	A	a	$\frac{1}{4}$	1번
B	b	B	b		
D	d	D	D		
F	G	E	G	$\frac{1}{4}$	2번
P		Q			

**[Comment 7] 확률 계산**

1번 염색체 간 교배에서 Q의 표현형과 같은 단위 확률을 나타내면 다음과 같다.

표현형 가짓수	확률
3	$\frac{1}{2}$
2	$\frac{1}{4}$
0	$\frac{1}{4}$

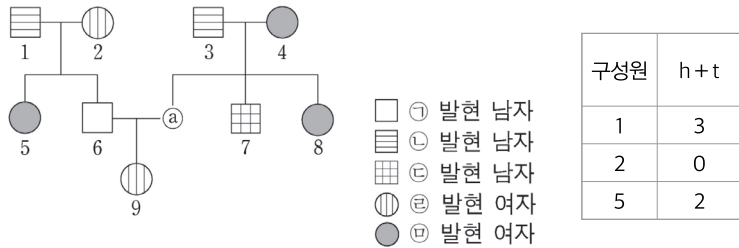
돌연변이

61.

다인자 비분리 [H]

다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 21 번 염색체에 있는 2 쌍의 대립유전자 H와 h, T와 t에 의해 결정된다. (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다. (가)의 5 가지 표현형은 각각 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣, ㉤이다.
- 가계도는 구성원 ㉠을 제외한 나머지 구성원 1~9 에게서 발현된 (가)의 표현형을, 표는 구성원 1, 2, 5 에서 체세포 1 개당 h와 t의 DNA 상대량을 더한 값(h+t)을 나타낸 것이다.



- 4, 5, 8 의 (가)의 유전자형은 모두 같다.
- 6 의 정상 정자 P와 ㉠의 난자 형성 과정에서 21 번 염색체 비분리가 1 회 일어나 염색체 수가 비정상적인 남자 Q가 수정 되어 9 가 태어났으며, P는 t를 갖는다.
- $\frac{1, ㉠, 7 \text{ 각각의 체세포 1 개당 H의 DNA 상대량을 더한 값}}{3, 4, 6 \text{ 각각의 체세포 1 개당 t의 DNA 상대량을 더한 값}} = \frac{3}{4}$

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

<보기>

- ㄱ. ㉠의 (가)의 표현형은 ㉠이다.
- ㄴ. 1과 3의 유전자형은 같다.
- ㄷ. 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

**[Comment 1] 유전자형 파악**

2는  $h+t=0$ 이므로 (가)의 유전자형이 HHTT(㉔ 발현)이다. 5는 2로부터 H와 T를 물려받고,  $h+t=2$ 이므로 5의 (가)의 유전자형은 HhTt(㉔ 발현)이다. 조건에 따라 4와 8의 (가)의 표현형은 [2]이다.

1은  $h+t=3$ 이므로 (가)의 유전자형이 Hhtt와 hhTt 중 하나이며, ㉓이 발현되었다. ㉓이 발현된 3도 (가)의 유전자형이 Hhtt와 hhTt 중 하나이다.

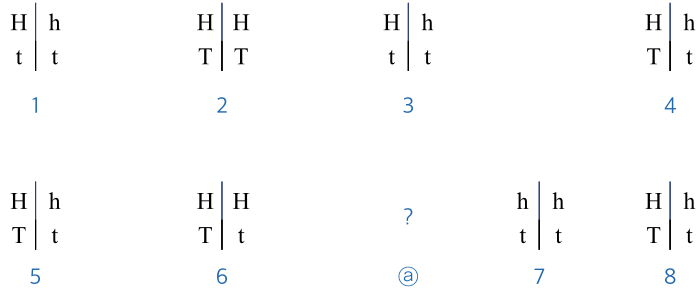
㉑이 발현된 6은 2로부터 H와 T를 물려받으므로 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 3이고, (가)의 유전자형은 HHTt와 HhTT 중 하나이다.

㉔이 발현된 7은 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 0이므로 (가)의 유전자형이 hhtt이다.

**[Comment 2] 더한 값 해석**

3, 4, 6 각각의 체세포 1개당 t의 DNA 상대량을 더한 값이 4이므로 3의 (가)의 유전자형은 Hhtt이고, 6의 (가)의 유전자형은 HHTt이다.

이를 염색체 지도에 나타내면 다음과 같다.



**[Comment 3] 비분리 해석**

9의 표현형은 2와 같으므로 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 4이다.

이때 P는 H와 t가 함께 있는 생식세포를 9에게 전달한다. 그에 따라 P에서 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 1이고, Q에서 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수는 3이어야 한다.

이를 만족시키려면 3은 H와 t가 함께 있는 염색체를 ㉔에게 줘야 하고 4는 H와 T가 함께 있는 염색체를 ㉔에게 줘야 한다.