

# 유전의 세포들

세포 분열  
(생명 과학 I)

기출분석과 자작N제

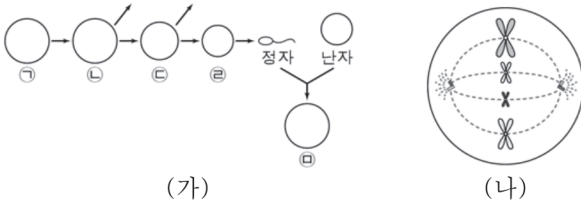


저자 배한울

# 과학탐구 영역

[기출문제 29 – 2016년 10월 교육청]

29. 그림 (가)는 어떤 동물( $2n=8$ )의 G1기 세포 ㉠으로부터 정자가 형성되는 과정의 일부와 이 정자가 난자와 수정되어 만들어진 수정란을, (나)는 세포 ㉠~㉣ 중 하나를 나타낸 것이다. ㉠의 유전자형은 Tt, ㉡의 유전자형은 tt이며, T와 t는 서로 대립 유전자이다. ㉢, ㉣, ㉤은 모두 세포 분열 중기의 세포이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. (나)는 ㉤을 나타낸 것이다.  
 ㄴ. 세포 1개당 염색체 수는 ㉡이 ㉢의 2배이다.  
 ㄷ.  $\frac{\text{㉠에 있는 } t \text{의 수}}{\text{㉡에 있는 } t \text{의 수}}$ 와  $\frac{\text{㉢에 있는 } t \text{의 수}}{\text{㉣에 있는 } t \text{의 수}}$ 는 서로 같다.

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

43. 다음은 어떤 동물 종에 대한 자료이다.

- 형질 ㉠은 한 쌍의 대립 유전자 H와 h, 형질 ㉡은 한 쌍의 대립 유전자 R과 r에 의해 결정되고, H와 R은 각각 h와 r에 대해 완전 우성이다.
- 수컷 A의 성염색체는 XY, 암컷 B의 성염색체는 XX이다.
- A와 B의 ㉠, ㉡ 형질 표현형은 모두 다르다.
- A의 1회의 생식 세포 형성 과정을 통해 생성된 4개의 생식 세포 중 2개는 I과 II이고, I과 II의 유전자형은 다르다.
- B의 서로 다른 2회의 생식 세포 형성 과정을 통해 각각 생식 세포 III과 IV가 형성되었다.
- I과 III의 수정으로 수정란 ㉢가, II와 IV의 수정으로 수정란 ㉣가 형성되었다.
- 아래의 표는 ㉢와 ㉣에서 형질 ㉠, ㉡의 대립 유전자 유무를 나타낸 것이다.

수정란	대립 유전자			
	H	h	R	r
㉢	○	×	?	×
㉣	×	○	×	×

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 교차와 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

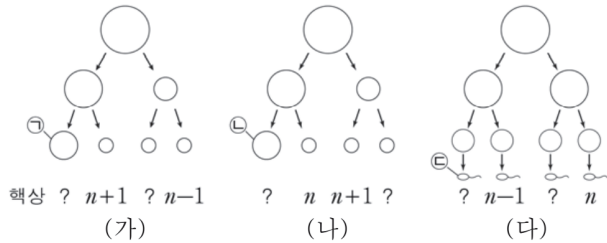
- ㄱ. ㉢는 R을 가진다.  
 ㄴ. H와 h는 상염색체에 존재한다.  
 ㄷ. A와 B 사이에서 A와 ㉠, ㉡ 표현형이 같은 자손이 태어날 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

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

# 과학탐구 영역

[기출문제 30 – 2016년 10월 교육청]

30. 그림 (가)~(다)는 핵형이 정상인 어떤 세 사람의 생식 세포 형성 과정을 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 성염색체 비분리가 각각 1회씩 일어났다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

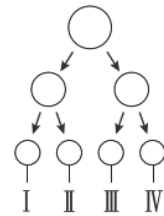
<보기>

- ㄱ. (가)와 (나)에서 모두 상동 염색체의 비분리가 일어났다.
- ㄴ.  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}$ 는 ㉠과 ㉡이 서로 같다.
- ㄷ. ㉠과 ㉡이 수정되어 아이가 태어날 때, 이 아이에게는 클라인펠터 증후군이 나타난다.

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

44. 다음은 어느 동물의 생식 세포 형성에 관한 자료이다.

- 아래의 그림은 핵형이  $2n=6$ 이고, 성염색체가 XX인 어느 동물의 ㉠ 1회의 생식 세포 형성 과정을 나타낸 것이다.



- ㉠에서 염색체 비분리는 감수 1분열과 감수 2분열에서 각각 1회씩 발생했다.
- $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는  $\text{III} > \text{I} = \text{II} > \text{IV}$ 이고, I ~ IV는 상염색체를 적어도 하나는 가진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

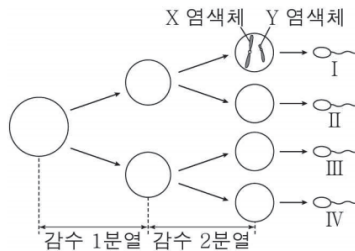
- ㄱ. ㉠의 감수 1분열에서는 상염색체 비분리가 발생했다.
- ㄴ. ㉠의 감수 2분열에서는 성염색체 비분리가 발생했다.
- ㄷ. I의 상염색체 수와 III의 성염색체 수는 같다.

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

# 과학탐구 영역

[기출문제 54 - 2018년 10월 교육청]

54. 그림은 사람의 정자 형성 과정을, 표는 세포 ㉠~㉢의 총 염색체 수를 나타낸 것이다. 감수 1분열과 2분열에서 염색체 비분리가 각각 1회 일어났다. ㉠~㉢은 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이다.



세포	총 염색체 수
㉠	?
㉡	22
㉢	23
㉣	25

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

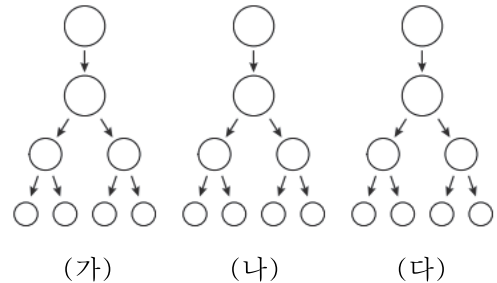
<보기>

- ㄱ. 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어났다.  
 ㄴ. ㉠은 I이다.  
 ㄷ. III과 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.

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

74. 다음은 핵상이  $2n=6$ 인 어느 동물의 생식 세포 형성 과정에 대한 자료이다.

- 이 개체는 6개의 염색체 ㉠~㉢을 가진다.  
 ○ 그림은 이 개체의 서로 다른 생식 세포 형성 과정이다. (가)와 (나)에서는 염색체 비분리가 발생하지 않았고, (다)에서는 감수 1분열과 감수 2분열에서 염색체 비분리가 각각 1회 발생했다.



- 아래의 표는 I과 II의 염색체 ㉠~㉢ 유무를 나타낸 것이다. I과 II는 각각 (가)와 (나)에서 생성된 생식 세포이다.

세포	염색체					
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
I	○	○	×	○	×	×
II	○	○	×	×	○	×

- 아래의 표는 (다)에서 형성된 4개의 생식 세포 중 2개, ㉦와 ㉧의 염색체 ㉠~㉢ 유무를 나타낸 것이다.

세포	염색체					
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
㉦	×	×	×	○	○	○
㉧	○	×	?	○	?	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. ㉠과 ㉡는 상동 염색체이다.  
 ㄴ. ㉦와 ㉧은 하나의 감수 2분열 중기 세포로부터 분열되었다.  
 ㄷ. ㉢과 ㉣는 상동 염색체이다.

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

# 과학탐구 영역

[기출문제 55 – 2018년 10월 교육청]

55. 다음은 어떤 동물( $2n=4$ )에 대한 자료이다.

- 수컷의 성염색체는 XY이고, 암컷의 성염색체는 XX이다.
- 표는 이 동물 두 개체의 세포 (가)~(마)가 갖는 유전자 A,a,B,b,D,d의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
(가)	1	?	1	1	㉠	0
(나)	2	?	㉡	0	0	0
(다)	0	?	0	2	0	?
(라)	?	0	1	1	㉢	1
(마)	0	?	2	0	?	?

- A,B,D는 각각 상염색체, X 염색체, Y 염색체 중 하나에 존재하며, 서로 다른 염색체에 존재한다.
- A는 a와 B는 b와 D는 d와 대립 유전자이다.
- (가)는 수컷의 세포이며, (나)~(마) 중 수컷과 암컷의 세포는 각각 2개이다.

세포	염색체					
	㉣	㉤	㉥	㉦	㉧	㉨
㉠	×	×	×	○	○	○
㉡	?	×	?	○	?	?

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A,a,B,b,D,d 각각의 1개당 DNA 상대량은 같고, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

〈보기〉

- ㄱ. ㉠+㉡+㉢=4이다.
- ㄴ. A는 Y 염색체에 존재한다.
- ㄷ. (마)의  $\frac{X\text{염색체 수}}{\text{상염색체 수}}=1$ 이다.

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

75. 다음은 어떤 동물 종에 대한 자료이다.

- 수컷의 성염색체는 XY, 암컷의 성염색체는 XX이다.
- 표는 이 동물 두 개체의 세포 (가)~(라)가 갖는 유전자 A,a,B,b,D,d의 유무를 나타낸 것이다.

세포	대립 유전자					
	A	a	B	b	D	d
(가)	○	○	○	×	○	×
(나)	?	○	○	?	㉣	?
(다)	○	×	?	×	○	○
(라)	㉤	?	?	?	?	×

- A,B,D는 각각 상염색체, X 염색체, Y 염색체 중 하나에 존재하며, 서로 다른 염색체에 존재한다.
- A는 a와 B는 b와 D는 d와 대립 유전자이다.
- (가)~(라) 중 2개는 수컷 I의 세포, 나머지 2개는 암컷 II의 세포이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 교차와 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[3점]

〈보기〉

- ㄱ. (가)는 I의 세포이다.
- ㄴ. ㉣와 ㉤는 모두 '×'이다.
- ㄷ. (나)와 (라)의 핵상은 같다.

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

# 유전의 세포들

세포 분열  
(생명 과학 I)

기출분석과 자작N제



정답과 해설로 풀이 비교하기

기출문제 29. 2016년 10월 교육청 5번 답 : ㉔

추론 문제보다는 개념 문제에 더 가까운 문항이지만, 정자와 난자가 결합해 수정란이 되는 상황 자체를 출제했것이 참신해서 책에 실었습니다. 바로 볼게요!

그림에서 세포 ㉑~㉔은 감수 분열의 일부만 나타낸 그림이지만 각각 1단계~4단계 세포임을 쉽게 알 수 있습니다. 수정란 ㉔의 유전자형이 tt인것을 통해서 ㉔에는 t가 있음을 알 수 있네요! (나)는 핵상이 n이고, 염색체가 복제된 상태로 존재하므로 3단계 세포 ㉔의 그림임을 알 수 있습니다.

ㄱ. (나)는 ㉔이다. (○)

ㄴ. 수정란 ㉔의 핵상은 2n, ㉔의 핵상은 n이므로 염색체 수는 ㉔이 ㉔의 2배이다. (○)

ㄷ. ㉑~㉔에 있는 t의 수는 각각 1개, 2개, 2개, 1개이다. 따라서  $\frac{\text{㉑에 있는 } t \text{의 수}}{\text{㉔에 있는 } t \text{의 수}} =$

$\frac{\text{㉔에 있는 } t \text{의 수}}{\text{㉑에 있는 } t \text{의 수}}$ 는 옳다. (○)

다음 자작문제는 정자와 난자의 결합에 의해 수정란이 형성되는 과정에 초점을 맞춘 조금 난이도가 높은 문항입니다.

자작문제 43. 답 : ③

어떤 동물 종의 두 가지 형질 ㉠과 ㉡은 각각 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정됩니다. A와 B의 형질 발현 여부는 모두 다르고, 수컷 A의 1회의 감수 분열 과정을 통해 형성된 생식 세포 중 2개는 I과 II라고 합니다. I과 II의 유전자형은 다르므로 서로 다른 감수 2분열 세포로부터 형성되었음을 알 수 있네요. 암컷 B에서는 서로 다른 2회의 감수 분열 과정을 통해 생식 세포 III, IV가 형성되었습니다.

I과 III의 수정과, II와 IV의 수정으로 각각 수정란 ㉢와 ㉣가 형성되었고, 각 수정란에서 대립 유전자 유무가 표로 제시되었습니다. 제일 먼저 눈에 들어오는 정보는 ㉢가 R,r을 모두 가지지 않는다는 것이네요. R,r가 X 염색체나 상염색체에 존재한다면 난자에 반드시 유전자가 있어야 하는데 그렇지 않으므로 R,r은 Y 염색체에 존재하는 대립 유전자임을 알 수 있네요! 또한 II에도 유전자가 없으므로, II는 X 염색체를 가지는 생식 세포임을 알 수 있네요!

㉢로 가보면 ㉢는 r을 가지지 않는데, I과 II는 서로 다른 감수 2분열 세포에서 형성되었기 때문에 I은 Y 염색체를 가집니다. 따라서 ㉢는 R을 가집니다. ㉣는 H를 가지고, h를 가지지 않는데, 만약 H,h가 상염색체에 존재하는 대립 유전자라면 I, III이 모두 H를 가지게 되어, A와 B에서 ㉠ 형질 표현형이 다르다는 조건에 어긋나게 됩니다. 따라서 H,h는 성염색체에 존재하는 대립 유전자인데, ㉣에 h가 있으므로 H,h는 X 염색체에 존재하는 대립 유전자임을 알 수 있고, ㉣를 통해 II와 IV에는 모두 h가 있음을 알 수 있습니다. ㉢의 I은 X 염색체를 가지지 않으므로 III의 X 염색체에 R이 있음을 알 수 있네요! A와 B의 ㉡ 표현형이 다르므로 R이 ㉡ 형질을 발현시키는 유전자임도 추가로 알 수 있습니다.

㉣. ㉢는 R을 가진다. (○)

㉤. H와 h는 X 염색체에 존재한다. (×)

㉥. A의 유전자형은  $X^h Y^R$ , B의 유전자형은  $X^H X^h$ 이다. 따라서 A와 ㉠, ㉡ 표현형이 같은 자손

이 태어날 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다. (○)



기출문제 30. 2016년 10월 교육청 10번 답 : ㉔

이 문제는 저희가 이 책의 초반부에서 배웠던 비분리 발생시 생식 세포들의 핵상에 대한 내용을 다루고 있는 문제입니다. 아주 쉽게 해결할 수 있었죠?

(가)~(다)에서는 각각 성염색체 비분리가 1회씩 발생했네요. (가)에서는 서로 다른 감수 2분열 세포로부터 분열한 생식 세포들이 모두 핵상이 비정상이므로 감수 1분열에서 비분리가 발생했음을 알 수 있습니다. ㉑의 핵상은  $n+1$ 이겠네요.

(나)에서는 핵상이 정상인 생식 세포가 있으므로 바로 감수 2분열에서 비분리가 발생했음을 알 수 있습니다. ㉒의 핵상은  $n$ 이겠네요.

(다)에서도 마찬가지로 핵상이 정상인 생식 세포가 있으므로 바로 감수 2분열에서 비분리가 발생했음을 알 수 있습니다. ㉓의 핵상은  $n+1$ 이겠네요.

ㄱ. (가)에서는 상동 염색체 비분리가, (나)에서는 염색 분체 비분리가 일어났다. (×)

ㄴ.  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}$ 는 ㉑이  $\frac{22}{1+1}=11$ 이고, ㉓도  $\frac{22}{1+1}=11$ 이므로 서로 같다. 굳이 계산을 하지 않아도, ㉑과 ㉓의 핵상이 같고, (가)와 (다)에서 모두 성염색체 비분리가 발생했기 때문에 같다고 생각할 수도 있다. (○)

ㄷ. ㉒은 X 염색체를 가지므로, ㉓이 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가져야만 클라인펠터 증후군인 자녀가 태어날 수 있는데, (다)에서는 감수 2분열에서 비분리가 발생했으므로 ㉓이 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가질 수가 없다. (×)

다음 자작문제는 이 문제의 ㄴ 선지에 나온  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}$ 를 응용한 조건을 제시한 문항입니다.

자작문제 44. 답 : ③

우선 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 발생하게 되면, 성염색체 수의 개수가 0개가 되는 생식 세포가 2개가 되어, 문제에 주어진 부등식을 무조건 만족시킬 수 없게됩니다. 그 다음  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는  $I = II$ 이므로 감수 2분열 세포로부터  $I$ 과  $II$ 로 분열할 때는 비분리가 발생하지 않았음을 알 수 있네요! 따라서 감수 2분열 비분리는  $III$ 과  $IV$ 로 분열하는 감수 2분열 세포에서 발생했네요!

만약 감수 1분열 비분리를 통해  $I$ 과  $II$ 의 상위 세포의 핵상이  $n-1$ 이 되었다면 주어진 부등식을 만족할 수 있는 방법이 없습니다. 따라서  $I$ 과  $II$ 의 상위 세포의 핵상은  $n+1$ 이고,  $I$ 과  $II$ 의  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$  값은  $\frac{1}{3}$ 입니다.  $III$ 과  $IV$ 로 분열하는 감수 2분열 세포에서 상염색체 비분리가 발생하면 상염색체를 가지지 않는 생식 세포가 생기므로 무조건 성염색체에서 비분리가 발생해야 하는데,  $III > IV$ 를 만족시키기 위해  $III$ 으로 성염색체가 모두 들어감을 알 수 있네요! 따라서  $III$ 의  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$  값은  $\frac{2}{1}$ ,  $IV$ 의  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$  값은  $\frac{0}{1}$ 입니다.

- ㄱ. 감수 1분열에서는 상염색체 비분리가 발생했다. (○)
- ㄴ. 감수 2분열에서는 성염색체 비분리가 발생했다. (○)
- ㄷ.  $I$ 의 상염색체 수는 3개,  $III$ 의 성염색체 수는 2개이므로 서로 다르다. (×)

기출문제 54. 2018년 10월 교육청 9번 답 : ④

비분리가 2회 발생한 감수 분열 과정을 통해 형성된 생식 세포들의 총 염색체 수에 관한 문제입니다. 비분리가 2회 발생한 상황에서 만들 수 있는 가장 평범한 문항이기 때문에 앞의 기출문제들을 잘 해결했다면 아마 쉽게 푸셨을것 같네요!

비분리는 감수 1분열과 감수 2분열에서 각각 1회씩 발생했고, 표를 참고하면 ㉔의 핵상은  $n+2$ 임을 알 수 있습니다. 아주 일반적인 상황이죠? 감수 1분열과 2분열에서 비분리가 1회씩 발생하고, 핵상이  $n+2$ 인 생식 세포가 있다면 나머지 생식 세포들의 핵상은  $n$ ,  $n-1$ ,  $n-1$ 로 고정됩니다. 핵상이  $n+2$ 인 생식 세포와  $n$ 인 생식 세포는 같은 감수 2분열 세포로부터 형성된 생식 세포입니다. 분석할 수 있는 내용은 여기까지네요.

- ㄱ. I 에 X 염색체와 Y 염색체가 모두 존재하므로 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 발생했음을 알 수 있다. (○)
- ㄴ. ㉔의 염색체 수는 22개로 핵상이  $n-1$ 인데, I 의 핵상은  $n$  또는  $n+2$ 이므로 ㉔은 I 이 아니다. (×)
- ㄷ. III은 성염색체를 가지지 않으므로 III가 정상 남자가 수정해 태어난 아이는 터너 증후군을 가진다. (○)

다음은 비분리와 요즘 자주 출제되는 염색체 유무에 관한 조건을 합친 자작문제를 하나 보도록 하겠습니다.

## 자작문제 74. 답 : ㉔

제작년 수능특강부터 등장해서 작년에 6월 모의고사에 출제되기도 한 ‘염색체의 유무’ 소재를 신선한 방식으로 잘 포장한 문제라고 생각합니다. 제가 만들었지만 참 마음에 드는 문제라고 생각되네요. 풀어봅시다...

핵상이  $2n=6$ 인 개체가 가지는 6개의 염색체는 ㉑~㉒라고 합니다. 이 개체의 서로 다른 감수 분열 과정 (가)~(다)가 제시되었는데, (가)와 (나)에서는 비분리가 발생하지 않았고, (다)에서만 감수 1분열과 2분열에서 비분리가 1회씩 발생했다고 합니다. (가)와 (나)에서 생성된 I 과 II의 염색체 유무에 대해 나와있는 첫 번째 표부터 살펴보도록 하겠습니다.

I 과 II는 모두 염색체 ㉑와 ㉒를 가지고, I 은 ㉓를, II는 ㉔를 추가로 가집니다. ‘염색체의 유무’ 유형의 아주 전형적인 상황이죠.

비분리가 발생하지 않은 감수 분열 과정을 통해 형성된 생식 세포에 한해서, 생식 세포에 같이 존재하는 염색체들은 모두 상동 염색체가 아니다.

멘델의 유전 편에서 직접도록 반복한 내용이죠? ㉑, ㉒, ㉓는 서로 상동 염색체가 아니고, ㉑, ㉒, ㉔는 서로 상동 염색체가 아니므로 ㉓와 ㉔는 서로 상동 염색체임을 알 수 있습니다. 더 알 수 있는 정보가 없으므로 다음 표로 넘어가겠습니다.

㉑과 ㉒은 (다)에서 형성된 생식 세포 중 2개이네요. 방금전의 기출문제 54번에서는 감수 1분열과 감수 2분열에서 비분리가 각각 1회씩 발생했을 때, 핵상이  $n+2$ 인 생식 세포가 존재한다는 것을 알았기 때문에 나머지 생식 세포들의 핵상도 확인할 수 있었지만, (다)에서는 핵상이  $n+2$ 인 생식 세포가 존재하는지, 핵상이  $n-2$ 인 생식 세포가 존재하는지 여부에 따라 다른 세포들의 핵상이 달라지기 때문에 선뜻 무언가를 하기가 힘드네요. 여기서 꽤 고난도의 논리가 사용됩니다. ㉑과 ㉒을 보면 염색체 ㉓를 공통적으로 가지는데, 비분리가 일어났든 일어나지 않았든 서로 다른 감수 2분열 세포에서 형성된 생식 세포라면 공통적으로 특정 염색체를 가질 수가 없습니다. 따라서 ㉑과 ㉒은 하나의 감수 2분열 세포에서 형성된 생식 세포입니다. 또 ㉑과 ㉒이 가지는 염색체를 합쳐보면 ㉓의 ㉔ 유무는 아직 모르지만 최소 4가지 이상의 염색체를 가지고 있습니다. 따라서 ㉑과 ㉒의 상위 세포가 감수 1분열 비분리를 통해 핵상이  $n+1$ 이 났었음을 알 수 있네요! 여기서 ㉒은 ㉑를 가지고, ㉑은 ㉑를 가지지 않는것을 통해 ㉒의 핵상은  $n+2$ , ㉑의 핵상은  $n$ 임을 알 수 있습니다.

㉒은 ㉑이 가지는 염색체를 모두 가져야하므로 ㉓와 ㉔를 가짐을 알 수 있습니다. 여기서 ㉒의 염색체 수가 5개이니 ㉒은 ㉓도 가져야할거야... 라고 착각하셨다면 조금더 침착하게 생각해보셨으면 좋겠습니다. 염색체 ㉑가 감수 2분열에서 비분리가 일어났기 때문에 ㉒은 ㉑를 2개 가집니다. 따라서 ㉓는 가지지 않습니다. 앞에서 ㉓와 ㉔는 서로 상동 염색체 관계임을 알았기 때문에 ㉑과 ㉒의 상위 세포에 정상적으로 염색체가 들어왔다면 ㉓와 ㉔ 중 하나와 ㉑, ㉒가 들어왔을 것입니다. 따라서 ㉑와 ㉒는 서로 상동 염색체 관계가 아닙니다. I 에서 ㉑와 ㉒도 상동 염색체 관계가 아님을 알았으므로 최종적으로 ㉓와 ㉔가 상동 염색체 관계임을 알 수 있습니다.

- ㉑. ㉓와 ㉔는 상동 염색체 관계이다. (○)
- ㉒. ㉑과 ㉒은 동일한 감수 2분열 세포로부터 분열되었다. (○)
- ㉓. ㉓와 ㉔는 상동 염색체 관계이다. (○)

비분리가 2회 발생하는 상황에 아주 심화된 논리가 가미된 문제입니다. 되새겨볼 거리가 참 많은 문제라고 생각하기 때문에 여러번 복습해보셨으면 좋겠네요!

**기출문제 55. 2018년 10월 교육청 19번 답 : ⑤**

9월 모의고사에 Y 염색체 유전 문제가 출제된 뒤, 10월 모의평가에도 바로 Y 염색체 유전이 포함된 문제가 출제되었습니다. 저도 10월 모의평가에 이런 문제가 나올것을 예상하고 10평 전 오르비에 대비 문제를 무료 배포할 때, 자작문제 75번을 만들어서 넣었습니다. 9월 모의고사 문제가 10평에 연계되어 나온다는 것을 알고있었기에 대비할 수 있었던거겠죠? 기출문제 53번과 자작문제 73번에서 배운 내용을 적용해서 풀이해봅시다.

A,B,D는 각각 상염색체, X 염색체, Y 염색체 중 하나에 존재하고요, (가)는 수컷의 세포, (나)~(마) 중 2개는 수컷의 세포, 2개는 암컷의 세포라고 합니다. (가)를 먼저보면 수컷의 세포임에도 B,b가 모두 있으므로 B,b는 상염색체에 존재하는 대립 유전자이고, (가)의 핵상은  $2n$ 임을 알 수 있네요! 또한 (가)에는 d가 없기 때문에 수컷은 d를 가지지 않음을 알 수 있습니다.

이제 (라)를 보면 B,b를 모두 가지기 때문에 핵상이  $2n$ 인 세포임을 알 수 있는데, d를 가지고 있습니다. 따라서 (라)는 암컷의 세포이고, 암컷이 d를 가지기 때문에 D,d는 X 염색체에 존재하는 대립 유전자이고, A,a는 Y 염색체에 존재하는 대립 유전자임을 알 수 있습니다. ㉠=㉡=1이겠네요. (나)는 A를 가지므로 수컷이 세포이고, ㉢=2임을 알 수 있습니다. (다)가 만약 수컷의 세포라면 D를 가지지 않기 때문에 Y 염색체에 있는 A를 가져야하는데, A도 가지지 않으므로 모순임을 알 수 있습니다. 따라서 (다)는 암컷의 세포입니다. 결과적으로 (나)~(마)에서 (다),(라)는 암컷의 세포이고, (나),(마)는 수컷의 세포임을 알 수 있네요!

ㄱ. ㉠=1, ㉢=1, ㉡=1이므로 ㉠+㉢+㉡=4이다. (○)

ㄴ. A는 Y 염색체에 존재한다. (○)

ㄷ. 수컷의 세포인 (마)의 핵상은  $n$ 이고, A가 존재하지 않으므로 X 염색체를 가진다. 따라서 X 염색체와 상염색체의 수가 모두 1개이기 때문에 옳은 선지이다. (○)

자작문제 하나를 통해 복습하도록 하겠습니다.

자작문제 75. 답 : ④

(가)는 A,a를 모두 가지고, (다)는 D,d를 모두 가지므로 (가)와 (다)는 성별이 서로 다른 개체의 세포이고, A,a와 D,d는 각각 상염색체와 X 염색체 중 하나에 존재함을 알 수 있습니다. 따라서 B,b가 Y 염색체에 존재하는 대립 유전자임을 바로 알 수 있네요! B를 가지는 (가)와 (나)가 I의 세포, 남은 (다)와 (라)는 II의 세포임을 깔끔하게 찾아낼 수 있습니다.

수컷 I의 세포 (가)가 A,a를 모두 가지는 것을 통해 A,a가 상염색체에 존재하는 대립 유전자, D,d가 X 염색체에 존재하는 대립 유전자임을 알 수 있습니다. (나)는 A를 가지지 않으므로 핵상이 n인 세포인데, B를 가지므로 D는 가지지 않음을 알 수 있습니다. 따라서 ㉠은 ×네요. 암컷 II의 세포 (라)는 d를 가지지 않으므로 핵상이 n인 세포임을 알 수 있는데, II는 A만을 가지므로 ㉡는 ○임을 알 수 있습니다.

ㄱ. (가)는 I의 세포이다. (○)

ㄴ. ㉠은 ×, ㉡는 ○이다. (×)

ㄷ. (나)와 (라)의 핵상은 모두 n이다. (○)