



생식세포의 형성과 유전적 다양성

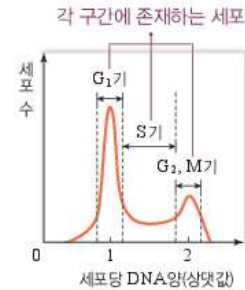
★ 핵심 포인트

- ▶ 세포주기 ★★
- ▶ 생식세포분열 ★★
- ▶ 세포분열 시 염색체 수와 DNA 양 변화 ★★★
- ▶ 생식세포의 염색체 조합 ★★★

◆ 세포분열

생물은 세포분열로 세포의 수를 늘려 성장하거나 생식세포를 형성하여 자손을 만든다. 분열하기 전의 세포를 모세포, 분열하여 새로 생긴 세포를 딸세포라고 한다.

★ 세포당 DNA 양에 따른 세포 수 그래프

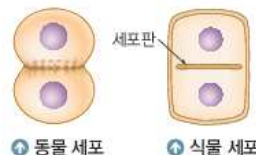


G₁기 세포의 DNA 양이 1이라면 DNA가 복제된 G₂기와 M기 세포의 DNA 양은 2이고, DNA가 복제되고 있는 S기 세포의 DNA 양은 1에서 2 사이이다.

≡ 비상 교과서에만 나와요

◆ 세포질분열

- 동물 세포: 세포의 중앙이 잘록하게 들어가면서 세포질이 나뉘어진다.
- 식물 세포: 세포의 중심 부위에서 세포판이 형성된 후 바깥으로 성장하여 세포질이 나뉘어진다.



④ 동물 세포 ④ 식물 세포

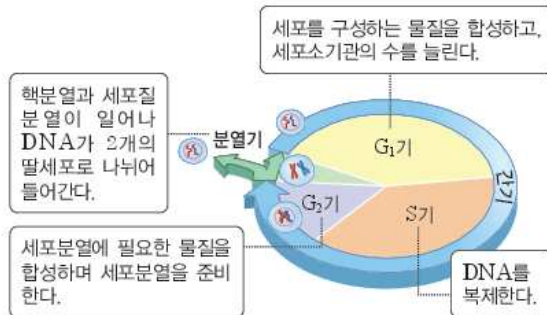
A 세포주기와 체세포분열

1. 세포주기 ◆ 세포분열로 생긴 딸세포가 성장하고 분열하여 새로운 딸세포를 형성하기까지의 과정으로, 간기와 분열기(M기)로 구분된다.

간기	G ₁ 기	세포를 구성하는 물질을 합성하고, 세포소기관의 수가 증가하면서 세포가 성장한다.
	S기	DNA가 복제되어 DNA 양이 2배로 증가하는 시기이다. → 계속 성장한다.
	G ₂ 기	방추사를 구성하는 단백질 등을 합성하여 분열을 준비하는 시기이다. → 계속 성장한다.
분열기 (M기)		• 핵분열과 세포질분열이 일어나 딸세포가 만들어지는 시기이다.
		• 염색체가 응축되어 막대 모양으로 나타난다. → 핵막의 소실과 형성이 일어난다.

★ 세포주기

대표 자료 1 / 239쪽



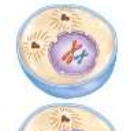
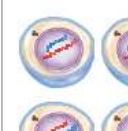
- 간기에는 핵막이 있고, 염색체는 핵 속에 풀어져 있다.
- 간기의 S기에 DNA가 복제되므로 분열기 중 일부 시기에 2개의 염색분체가 붙어 있는 형태의 염색체가 나타난다.
- 성숙한 신경세포와 근육세포처럼 세포주기가 진행되지 않아 더 이상 분열하지 않는 세포도 있다. → 이러한 세포의 상태를 G₀기라고 한다.

2. 체세포분열 모세포와 동일한 유전정보를 가진 2개의 딸세포가 형성되는 과정으로, 발생과 성장 및 조직의 재생 과정에서 활발하게 일어난다.

간기	핵분열				세포질분열
	전기	중기	후기	말기	
 중심체, 핵 • 세포가 성장하고 DNA가 복제된다. • 염색체는 핵 속에 풀어져 있다.	 동원체, 방추사, 염색분체 • 염색체가 응축되고 핵막이 소실된다. • 방추사가 형성되어 동원체에 결합한다.	 • 염색체가 세포 중앙에 배열된다. 염색체가 최대로 응축되어 특징을 뚜렷하게 관찰할 수 있는 시기이다.	 • 염색분체가 분리되어 방추사가 짧아지면서 양극으로 이동한다.	 • 핵막이 나타나 딸핵이 2개 형성된다. • 염색체가 풀어진다.	 딸세포 • 세포질이 나누어져 딸세포 2개가 형성된다. • 염색체 수, DNA 양, 유전 정보가 DNA 복제 전 모세포와 같다.

B 생식세포분열(감수분열)

- ★ 1. 생식세포분열 유성생식을 하는 생물이 생식세포를 형성할 때 일어나는 분열로, 딸세포의 염색체 수와 DNA양이 모세포의 절반으로 감소하여 감수분열이라고 한다.

간기	감수 1분열(상동염색체 분리: $2n \rightarrow n$)			
	전기 I	중기 I	후기 I	말기 I
 중심체 핵막	 방추사 2가 염색체	 상동염색체		
S기에 DNA가 복제된다.	핵막이 소실되고, 상동염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한다.	2가 염색체가 세포 중앙에 배열된다.	상동염색체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다.	말핵이 형성되고, 이후 세포질분열이 일어나 딸세포(n) 2개가 형성된다.
감수 2분열(염색분체 분리: $n \rightarrow n$)				
전기 II	중기 II	후기 II	말기 II	딸세포(n) 형성
	 염색분체			
DNA 복제 없이 감수 2분열이 시작된다. 핵막이 소실된다.	염색체가 세포 중앙에 배열된다. → 2개의 염색분체로 이루어져 있다.	염색분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동한다.	말핵이 형성되고 염색체가 풀려진다. 이후 세포질분열이 일어난다.	딸세포(n) 4개가 형성된다. 염색체 수와 DNA양이 모세포(G_1)의 절반이다.

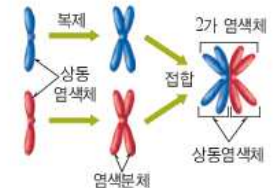
◆ 무성생식과 유성생식

- 무성생식: 생식세포의 결합 없이 세포가 분열하거나 몸의 일부가 떨어져 나와 자손을 만드는 것으로, 자손은 모체와 유전적으로 같다.
- 유성생식: 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 것으로, 자손은 부모와 유전적으로 같지 않으며, 같은 부모로부터 생긴 자손이라도 유전적으로 다양하다.

모세포의 상동염색체 중 하나씩만 갖게 되어 염색체 수가 반으로 감소한다.

◆ 2가 염색체

상동염색체가 접합하여 형성된 것으로, 염색분체 4개로 이루어져 있어 4분 염색체라고도 한다.
→ 감수 1분열에서 X염색체와 Y염색체도 접합하여 2가 염색체를 형성한다.

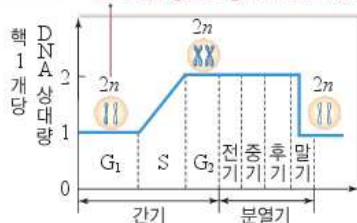


★ 세포분열 시 염색체 수와 DNA양 변화 | 원자핵 배법특강 / 238쪽

대표자료 2, 3 / 240쪽, 241쪽

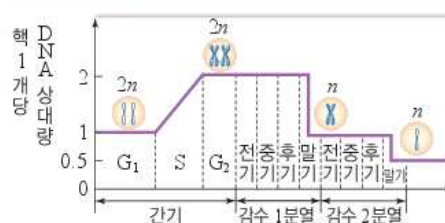
체세포분열

핵상의 비교를 위해 간기의 풀어진 염색체를 응축된 형태로 표현하였다.



- 염색체 수 변화: 염색분체가 분리된다. → 딸세포의 염색체 수는 모세포와 같다($2n \rightarrow 2n$).
- DNA양 변화: S기에 DNA가 복제된 후 1회의 분열로 2개의 딸세포에 나누어 들어간다. → 딸세포의 DNA양은 G_1 기 모세포와 같다.
→ 핵 1개당 DNA양은 말기에 핵분열이 완료되어 딸핵이 형성되면서 반으로 줄어든다.

생식세포분열



- 염색체 수 변화: 감수 1분열이 일어날 때 상동염색체가 분리되고(반감), 감수 2분열이 일어날 때 염색분체가 분리된다(유지). → 딸세포의 염색체 수는 모세포의 절반이다($2n \rightarrow n$).
- DNA양 변화: S기에 DNA가 복제된 후 2회의 분열로 4개의 딸세포에 나누어 들어간다. → 딸세포의 DNA양은 G_1 기 모세포의 절반이다.

주의해

염색체 분리에 따른 핵상의 변화

- 상동염색체 분리 $\Rightarrow 2n \rightarrow n$
- 염색분체 분리 $\Rightarrow 2n \rightarrow 2n, n \rightarrow n$

C 생식세포 형성과 유전적 다양성

공급해

유전적 다양성을 높이는 또 다른 요인은 무엇일까?

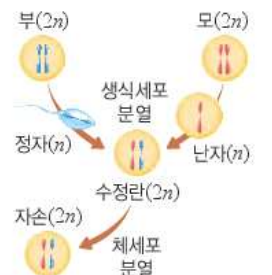
- 돌연변이: 돌연변이로 새로운 유전자가 만들어지면 새로운 형질을 가진 자손이 나타난다. 특히 무성생식을 하는 단세포생물에게는 돌연변이가 유전적 다양성을 높이는 중요한 요인이다.
- 교차: 생식세포 형성 과정 중 상동염색체의 염색분체 사이에서 일부가 바뀌는 교차가 일어나면 염색체는 새로운 유전자 조합을 갖게 되어 유전적 다양성이 높아진다.

1. 생식세포 형성의 중요성

- (1) 생명의 연속성 유지: 감수분열로 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가 형성되므로 생식세포의 수정으로 태어난 자손은 체세포의 염색체 수와 DNA양이 부모와 같다. 즉, 세대가 거듭되어도 자손의 염색체 수는 부모와 같게 유지된다.

⇒ 생물은 생식세포의 형성과 수정을 통해 부모의 유전자를 물려받고 자손에게 전달하면서 생명의 연속성을 유지한다.

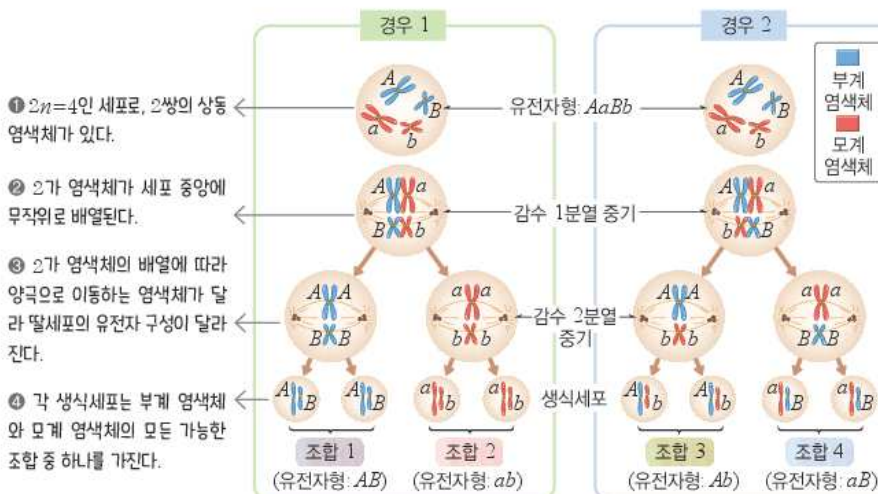
- (2) 유전적 다양성 증가: 감수 1분열 중기에 접합한 상동염색체(2가 염색체)가 세포 중앙에 무작위로 배열되고, 상동염색체의 분리는 각 쌍마다 독립적으로 일어나므로 상동염색체의 배열에 따라 형성되는 생식세포의 염색체 조합이 달라진다. ⇒ 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다.



② 생식세포 형성과 생명의 연속성

탐구 자료창

생식세포의 염색체 조합



◆ 사람의 염색체 조합 가짓수

사람은 23쌍의 상동염색체($2n=46$)를 가지므로 한 사람에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^{23} (약 840만)가지이고, 부모의 암수 생식세포의 수정으로 만들어질 수 있는 자손의 염색체 조합은 $2^{23} \times 2^{23}$ (약 70조)가지이다.

알기해

유전적 다양성 증가 요인

- 생식세포 형성 시 상동염색체의 무작위 배열과 독립적 분리
- 암수 생식세포의 무작위 수정

2. 유전적 다양성 증가 요인 감수분열로 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 이렇게 형성된 암수 생식세포의 무작위 수정으로 자손의 유전적 다양성이 높아진다.

3. 유전적 다양성과 생명의 연속성 어떤 생물집단의 유전적 다양성이 높으면 급격한 환경 변화에 적응하여 살아남는 개체가 있을 가능성이 높다. 따라서 생물집단의 유전적 다양성은 개체군이 환경에 적응하여 종을 유지하고 진화하는 데 중요하다.

개념 확인 문제



핵심 체크

▶ 세포주기

(①)	G_1 기(세포 구성 물질 합성) → (②) (DNA 복제) → G_2 기(세포분열 준비)
분열기(M기)	핵분열 → 세포질분열

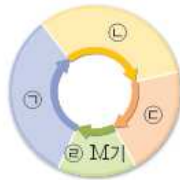
▶ 체세포분열: 염색체 수와 DNA양이 모세포와 (③) 딸세포 (④) 개가 형성된다.

간기	핵분열				세포질분열
	전기	중기	후기	말기	
세포 성장, DNA 복제	염색체가 응축됨, 핵막 소실	염색체가 세포 중앙에 배열	(⑤)가 분리되어 이동	핵막이 나타나 말핵 형성	딸세포 2개 형성

▶ 생식세포분열(감수분열): 염색체 수와 DNA양이 모세포의 (⑥)인 딸세포 (⑦) 개가 형성된다.

시기	감수 1분열	감수 2분열
특징	2가 염색체 형성, (⑧) 분리	(⑨) 분리
염색체 수 변화	반감($2n \rightarrow n$)	변화 없음($n \rightarrow n$)
DNA양 변화	반감	반감

1 그림은 어떤 체세포의 세포주기를 나타낸 것이다. ㉠~㉥은 각각 S기, G₁기, G₂기 중 하나이다.

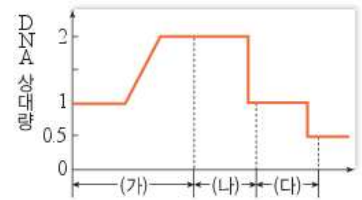


- ㉠~㉣ 시기의 이름을 쓰시오.
- DNA 복제가 일어나는 시기의 기호를 쓰시오.
- 응축된 염색체가 관찰되는 시기의 기호를 쓰시오.

2 체세포분열에 해당하는 설명은 '체'에, 생식세포분열에 해당하는 설명은 '생'에, 체세포분열과 생식세포분열에 모두 해당하는 설명은 두 가지 모두에 ○를 하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- 간기에 DNA 복제가 1회 일어난다. (체, 생)
- 2가 염색체가 형성된다. (체, 생)
- 염색분체의 분리가 일어난다. (체, 생)
- 상동염색체의 분리가 일어난다. (체, 생)
- 유전자 구성이 다양한 딸세포가 만들어진다. (체, 생)
- 염색체 수와 DNA양이 DNA 복제 전 모세포와 같은 딸세포가 만들어진다. (체, 생)

3 그림은 생식세포분열이 일어날 때 핵 1개당 DNA 상대량의 변화를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 감수 1분열, 감수 2분열, 간기를 순서 없이 나타낸 것이다.

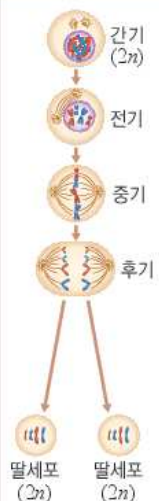
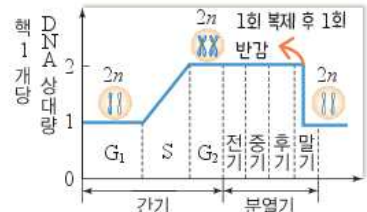
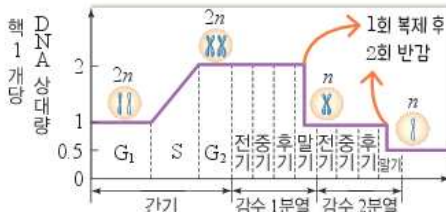


- 상동염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 줄어드는 시기의 기호를 쓰시오.
- 염색체 수는 변하지 않고 DNA양만 반으로 줄어드는 시기의 기호를 쓰시오.
- 생식세포의 유전적 다양성이 증가하는 것과 가장 관련 깊은 시기의 기호를 쓰시오.

4 $2n=8$ 인 어떤 동물에서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 몇 가지인지 쓰시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

체세포분열과 생식세포분열 비교

체세포분열과 생식세포분열의 차이점을 이해하고 있는지를 묻는 문제가 시험에 자주 출제된답니다. 지금까지 학습한 체세포분열과 생식세포분열 과정을 차근차근 비교해 볼까요?

구분	체세포분열	생식세포분열(감수분열)
분열 모습	 상동염색체가 쌍으로 있으므로 모세포의 핵상은 $2n$이고, S기에 DNA가 복제된다. 염색분체 분리 $\Rightarrow$ 핵 1개당 염색체 수는 변하지 않고 DNA 양은 반감된다. $\rightarrow$ 복제되었던 DNA 양이 반감되어 G₁기 모세포와 같아진다. 상동염색체가 쌍으로 있으므로 딸세포의 핵상은 $2n$이다.	 상동염색체가 쌍으로 있으므로 모세포의 핵상은 $2n$이고, S기에 DNA가 복제된다. 상동염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한다. 상동염색체 분리 $\Rightarrow$ 핵 1개당 염색체 수와 DNA 양이 모두 반감된다. 염색분체 분리 $\Rightarrow$ 핵 1개당 염색체 수는 변하지 않고 DNA 양은 반감된다. 상동염색체 중 하나씩만 있으므로 딸세포의 핵상은 n이다.
DNA 양 변화	 핵 1개당 DNA 상대량 간기: G₁, S, G₂ (2n, 4n, 4n) 분열기: 전기, 중기, 후기, 말기 (4n, 4n, 2n, 2n)	 핵 1개당 DNA 상대량 간기: G₁, S, G₂ (2n, 4n, 4n) 감수 1분열: 전기, 중기, 후기, 말기 (4n, 4n, 2n, 2n) 감수 2분열: 전기, 중기, 후기, 말기 (2n, 2n, n, n)
DNA 복제	1회	1회
분열 횟수	1회	연속 2회
2가 염색체	형성하지 않는다.	감수 1분열 전기에 형성한다.
딸세포 수	2개	4개
핵상 변화	$2n \rightarrow 2n$	$2n \rightarrow n$
주요 특징	염색분체가 분리되므로 딸세포의 염색체 수, DNA 양, 유전정보가 DNA 복제 전 모세포와 같다.	접합한 상동염색체가 무작위로 배열되었다가 각 쌍마다 독립적으로 분리되므로 염색체 수가 반감되고 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다.
의의	발생과 성장, 조직의 재생 과정에서 활발하게 일어나 개체를 유지한다.	세대를 거듭해도 염색체 수와 DNA 양이 일정하게 유지되며, 유전적으로 다양한 생식세포를 형성하여 자손의 유전적 다양성을 높인다.

Q1. 표는 사람의 각 세포분열에서 핵 1개당 염색체 수와 DNA 상대량 변화를 나타낸 것이다. 빈칸에 알맞은 수를 쓰시오.

구분	체세포분열	감수 1분열	감수 2분열
염색체 수 변화	46개 $\rightarrow$ ()개	46개 $\rightarrow$ ()개	()개 $\rightarrow$ ()개
DNA 상대량 변화	1 $\xrightarrow{\text{S기}}$ 2 $\xrightarrow{\text{말기}}$ ()	1 $\xrightarrow{\text{S기}}$ 2 $\xrightarrow{\text{말기}}$ ()	() $\xrightarrow{\text{말기}}$ ()



대표 자료 분석 1

세포주기와 체세포분열

그림 (가)는 어떤 동물 체세포의 세포주기를, (나)는 이 동물의 체세포분열 과정 중 어느 한 시기에 관찰되는 세포를 나타낸 것이다. ㉠~㉥은 G₂기, M기(분열기), S기를 순서 없이 나타낸 것이다. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)



기출 Point

- 세포주기의 시기별 특징 알기
- 체세포분열의 특징 이해하기
- 세포분열 과정에서 나타나는 구조의 이름과 기능 알기

출제 의도

세포주기의 각 시기에 일어나는 현상을 알고, 체세포분열 과정에서 염색체의 이동을 이해하여 세포주기와 관련하여 설명할 수 있는지 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 01번, 02번, 03번

1 ㉠~㉥은 각각 어느 시기인지 쓰시오.

2 (나)는 (가)의 어느 시기에 관찰되는지 기호를 쓰시오.

3 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

- (1) DNA 복제가 일어나는 시기는 (㉠, ㉡, ㉢)이다.
- (2) 핵막의 소실과 형성이 일어나는 시기는 (㉠, ㉡, ㉢)이다.
- (3) ㉡ 시기에 염색체는 (풀어진, 응축된) 상태이다.
- (4) ㉢가 형성되는 시기는 (㉠, ㉡, ㉢)이다.
- (5) (나)에서 세포분열이 진행될수록 ㉢의 길이가 (짧아진다, 길어진다).

4 (나)의 DNA 상대량이 4일 때, G₁기와 ㉡ 시기의 세포 1개당 DNA 상대량을 각각 쓰시오.

5 빈칸 선택지로 완벽 정리

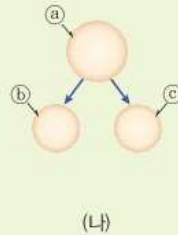
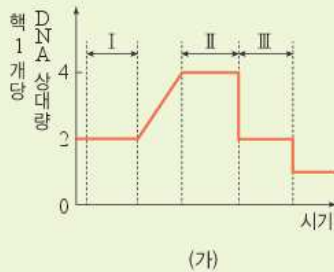
- (1) 세포의 성장은 G₁기에만 일어난다. (○ / ×)
- (2) G₁기 세포와 ㉡ 시기의 세포는 핵상이 같다. (○ / ×)
- (3) 이 동물의 체세포 염색체 수는 8이다. (○ / ×)
- (4) ㉠ 시기에 핵막이 관찰된다. (○ / ×)
- (5) ㉢ 시기에 상동염색체의 분리가 일어난다. (○ / ×)
- (6) ㉠과 ㉢는 부모에게서 하나씩 물려받은 것이다. (○ / ×)
- (7) ㉠과 ㉢는 유전자 구성이 같다. (○ / ×)



대표 자료 분석 2

생식세포분열

그림 (가)는 어떤 동물($2n=8$)의 G_1 기 세포로부터 생식세포가 형성되는 동안 핵 1개당 DNA 상대량을, (나)는 이 세포분열 과정 중 일부를 나타낸 것이다. 이 동물의 특정 형질에 대한 유전자형은 Aa 이며, A 는 a 와 대립유전자이다. ㉠과 ㉡의 핵상은 다르다. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, ㉠~㉢는 모두 중기의 세포이다.)



기출 Point

- 생식세포분열의 시기별 특징 알기
- 생식세포분열 과정에서 염색체 수와 DNA 양 변화 이해하기

출제 의도

생식세포분열 과정에서 시기별 특징을 알고 염색체 수와 핵 1개당 DNA 상대량 변화를 이해하고 있는지 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 09번, 11번
- 실력 UP 문제 01번

1 구간 I ~ III 중 ㉠과 ㉡가 관찰되는 시기를 각각 쓰시오.

2 ㉠과 ㉡의 핵상을 각각 쓰시오.

3 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

- (1) 구간 I의 세포에는 대립유전자 A 가 (있다, 없다).
- (2) 구간 I의 세포 1개당 염색체 수는 (4, 8, 16)이다.
- (3) ㉠의 염색체 수는 (4, 8, 16)이다.
- (4) ㉡에 대립유전자 A 가 있다면 ㉢에는 대립유전자 (A , a)가 있다.
- (5) ㉡의 핵 1개당 DNA 상대량은 (1, 2, 4)이다.
- (6) ㉢의 염색분체 수는 (4, 8, 16)이다.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

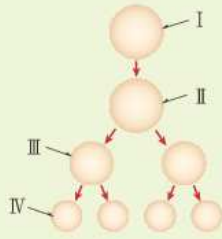
- (1) 구간 I에 핵막을 가진 세포가 있다. (○ / ×)
- (2) 구간 II의 세포에는 뉴클레오솜이 있다. (○ / ×)
- (3) 구간 III에 2가 염색체가 관찰되는 세포가 있다. (○ / ×)
- (4) ㉠에는 대립유전자 A 와 a 가 모두 있다. (○ / ×)
- (5) ㉠이 ㉡와 ㉢으로 분열되는 과정에서 염색분체의 분리가 일어난다. (○ / ×)
- (6) ㉠의 염색체 수는 ㉡의 2배, DNA 양은 ㉡의 4배이다. (○ / ×)
- (7) ㉢의 핵 1개당 DNA 상대량은 1이다. (○ / ×)



대표 자료 분석 3

생식세포분열과 DNA 상대량 분석

그림은 유전자형이 $AaBbDD$ 인 어떤 사람의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, 표는 세포 (가)~(라)가 갖는 대립유전자 A, B, D 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. A 와 a, B 와 b 는 각각 대립유전자이다. (가)~(라)는 I ~ IV를 순서 없이 나타낸 것이며, ㉠ + ㉡ + ㉢ = 4이다. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. II와 III은 중기의 세포이다.)



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

기출 Point

- 생식세포분열 과정에서 염색체의 행동 이해하기
- 생식세포분열 과정에서 대립유전자의 DNA 상대량 변화 이해하기
- 생식세포의 유전자형 파악하기

출제 의도

생식세포분열 과정에서의 염색체의 행동을 대립유전자의 DNA 상대량 변화와 관련지어 파악하고, 생식세포의 유전적 다양성을 이해하고 있는지 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 14번, 16번, 18번
- 실력 UP 문제 03번

1 (가)~(라)는 I ~ IV 중 각각 어느 것인지 쓰시오.

2 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

- (1) (가)에서 D 의 DNA 상대량은 (2, 4)이다.
- (2) (나)의 핵상은 ($n, 2n$)이다.
- (3) (다)에는 대립유전자 a 가 (있다, 없다).

3 () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

(다)의 유전자형은 ㉠ ()이고, IV의 유전자형은 ㉡ ()이다.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

- (1) ㉠은 2이다. (○ / ×)
- (2) ㉠과 ㉢는 같다. (○ / ×)
- (3) (다)와 (라)의 핵상은 다르다. (○ / ×)
- (4) 세포 1개당 a 의 DNA 상대량은 (다)와 (라)가 같다. (○ / ×)
- (5) I로부터 유전자형이 AbD 인 생식세포와 aBD 인 생식세포가 만들어졌다. (○ / ×)
- (6) $\frac{(가)의 b의 DNA 상대량}{(가)의 D의 DNA 상대량} = \frac{1}{2}$ 이다. (○ / ×)



내신 만점 문제

A 세포주기와 체세포분열

중요 01 그림은 사람 체세포의 세포주기를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 G₁기, M기(분열기), S기를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



[보기]

- ㉠. ㉠ 시기에 상동염색체의 접합과 분리가 일어난다.
- ㉡. ㉡ 시기에 방추사가 형성된다.
- ㉢. ㉣은 간기에 속한다.

- ① ㉠ ② ㉢ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

02 표는 세포주기에서 각 시기의 특징의 유무를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 G₁기, M기(분열기), S기를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징 \ 세포주기	㉠	㉡	㉢
뉴클레오솜이 있다.	○	○	㉠
DNA 복제가 일어난다.	×	㉡	×
핵막이 소실된다.	?	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

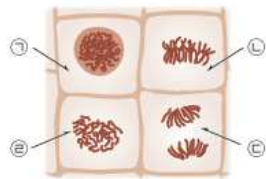
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㉠. ㉠과 ㉡는 모두 '○'이다.
- ㉡. ㉠ 시기에 세포소기관의 수가 늘어난다.
- ㉢. ㉡ 시기에 염색분체의 분리가 일어난다.

- ① ㉠ ② ㉢ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

03 그림은 핵상이 $2n$ 인 식물 P의 체세포분열 과정에서 관찰되는 세포를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 간기, 전기, 중기, 후기의 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.



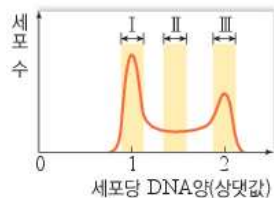
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㉠. ㉠의 핵상은 $2n$ 이다.
- ㉡. ㉡에서 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다.
- ㉢. 세포 1개당 DNA양은 ㉢과 ㉣에서 같다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉢
- ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

중요 04 그림은 사람의 체세포(가)를 배양하는 과정에서 세포당 DNA양에 따른 세포 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

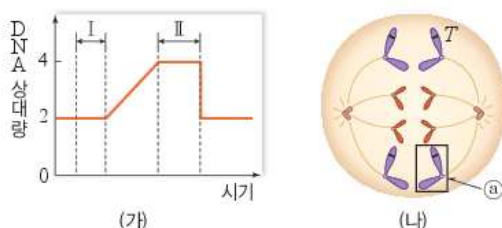
- ㉠. 구간 I과 II에 간기의 세포가 있다.
- ㉡. (가)의 세포주기에서 G₁기는 G₂기보다 길다.
- ㉢. 구간 III에 염색체의 동원체에 방추사가 결합한 세포가 있다.

- ① ㉠ ② ㉢ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

05 체세포분열에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 간기일 때 염색체 수가 2배로 된다.
- ② 전기일 때 각 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있다.
- ③ 중기일 때 염색체에는 방추사가 부착되어 있다.
- ④ 후기일 때 염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다.
- ⑤ 말기일 때 염색체가 풀어지고 핵막이 나타난다.

- 중요 06** 그림 (가)는 동물 $P(2n=4)$ 의 체세포가 분열하는 동안 핵 1개당 DNA양을, (나)는 P의 체세포분열 과정의 어느 한 시기에 관찰되는 세포를 나타낸 것이다. P의 특정 형질에 대한 유전자형은 Tt 이며, T 와 t 는 대립유전자이다.



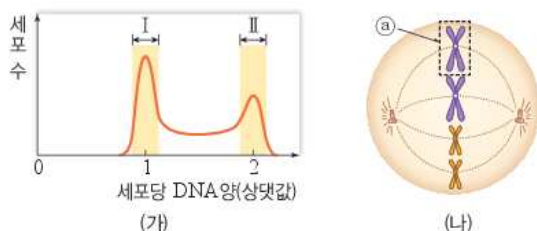
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. 구간 I과 II의 세포에 모두 t 가 있다.
 ㄴ. 구간 II에는 (나)가 관찰되는 시기가 있다.
 ㄷ. ㉔에는 T 가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 중요 07** 그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 체세포 P를 배양한 후 세포당 DNA양에 따른 세포 수를, (나)는 P의 체세포분열 과정에서 ㉑ 시기에 관찰되는 세포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉔에는 히스톤 단백질이 있다.
 ㄴ. 구간 I에는 ㉑ 시기의 세포가 있다.
 ㄷ. P에 G_1 기에서 S기로의 진행을 억제하는 물질을 처리하고 배양하면 처리하기 전보다 $\frac{\text{구간 II의 세포 수}}{\text{구간 I의 세포 수}}$ 가 커진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

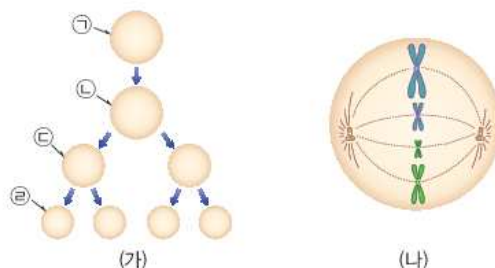
B 생식세포분열(감수분열)

- 08** 표는 체세포분열과 생식세포분열을 비교한 것이다.

구분	체세포분열	생식세포분열
DNA 복제 횟수	(㉑)회	(㉒)회
분열 횟수	(㉓)회	(㉔)회
딸세포 수	(㉕)개	(㉖)개

㉑~㉖에 들어갈 알맞은 수를 각각 쓰시오.

- 중요 09** 그림 (가)는 동물 $P(2n=8)$ 에서 생식세포가 형성되는 과정을, (나)는 세포 ㉑~㉔ 중 하나를 나타낸 것이다. 이 동물의 성염색체는 XX이고, ㉑은 G_1 기, ㉒과 ㉓은 중기의 세포이다.



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

보기

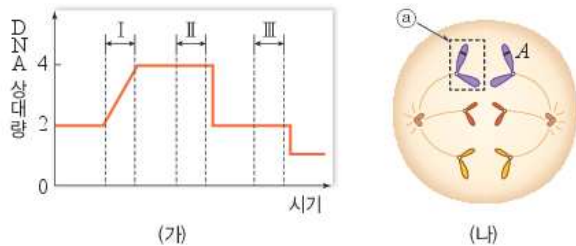
- ㄱ. (나)는 ㉔이다.
 ㄴ. 핵 1개당 DNA 상대량은 ㉑이 ㉔의 2배이다.
 ㄷ. $\frac{\text{㉒의 염색분체 수}}{\text{㉓의 염색체 수}}$ 는 4이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

- 10** 체세포분열과 생식세포분열에서 모세포와 딸세포의 핵상을 비교하여 염색체 수 변화를 각각 서술하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

중요 11 그림 (가)는 어떤 동물($2n=6$)의 세포가 분열하는 동안 핵 1개당 DNA양을, (나)는 (가)의 I ~ III 중 한 시기에 관찰되는 세포를 나타낸 것이다. 이 동물의 특정 형질에 대한 유전자형은 Aa 이며, A 와 a 는 대립유전자이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

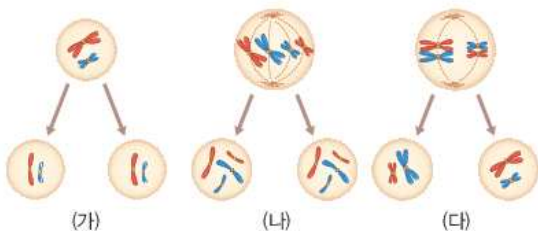
보기

- ㄱ. ㉓에는 A 가 있다.
- ㄴ. 구간 I에서 2가 염색체가 형성된다.
- ㄷ. (나)는 구간 II에서 관찰된다.
- ㄹ. 구간 III의 세포와 생식세포는 핵 1개당 DNA양이 같다.

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

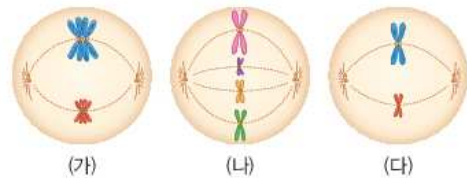
서술형

12 그림 (가)~(다)는 동물 $A(2n=4)$ 에서 일어나는 체세포 분열, 감수 1분열, 감수 2분열 과정의 일부를 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)와 (나)는 각각 어떤 분열 과정인지 근거를 들어 서술하시오.

13 그림은 세포 (가)~(다)의 염색체를 모두 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 동물 $A(2n=4)$ 와 동물 $B(2n=?)$ 의 세포 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)와 (다)는 모두 A 의 세포이다.
- ㄴ. A 의 체세포분열 중기 세포의 염색분체 수는 (나)의 염색분체 수와 같다.
- ㄷ. B 의 체세포분열 중기에는 4쌍의 상동염색체가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 14 그림은 유전자형이 Aa 인 어떤 동물($2n=?$)의 G_1 기 세포 I로부터 생식세포가 형성되는 과정을, 표는 세포 ㉑~㉔에서 상염색체 수와 대립유전자 A 와 a 의 DNA 상대량을 더한 값($A+a$)을 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 I ~ IV를 순서 없이 나타낸 것이고, 이 동물의 성염색체는 XX 이다.



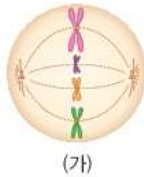
이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A 와 a 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. II와 III은 중기의 세포이다.)

- ① ㉑은 II이다.
- ② ㉒과 ㉔에 모두 a 가 있다.
- ③ ㉖+㉖+㉓+㉔=21이다.
- ④ II의 염색체 수는 12이다.
- ⑤ ㉓의 X염색체의 염색분체 수는 2이다.

C 생식세포 형성과 유전적 다양성

서술형

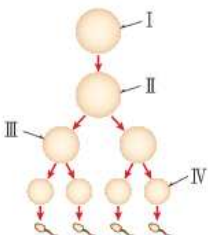
15 그림은 어떤 동물 종($2n=?$)의 세포 (가)에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다.



(1) (가)는 어떤 세포분열의 어느 시기의 세포인지 근거를 들어 서술하시오.

(2) 이 동물에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대 몇 가지인지 근거를 들어 서술하시오. (단, 돌연변이나 교차는 고려하지 않는다.)

16 그림은 유전자형이 $EeFFHh$ 인 어떤 사람에서 G_1 기의 세포 I로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 ㉠~㉤이 갖는 대립유전자 E, F, H 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이고, E 는 e 와, H 는 h 와 각각 대립유전자이다.



세포	DNA 상대량		
	E	F	H
㉠	㉠	1	1
㉡	1	2	㉢
㉢	?	㉣	2
㉤	2	㉤	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, E, e, F, H, h 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. II와 III은 중기의 세포이다.)

보기

ㄱ. ㉢은 III이다.

ㄴ. ㉠+㉢+㉣+㉤=7이다.

ㄷ. IV에서 세포 1개당

$\frac{F \text{의 DNA 상대량}}{e \text{의 DNA 상대량} + h \text{의 DNA 상대량}}$ 은 1이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17 유성생식을 하는 생물의 생식세포 형성과 유전적 다양성에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

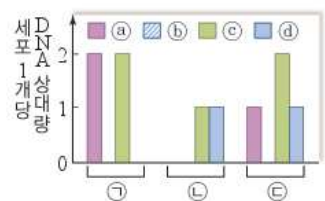
보기

- ㄱ. 생식세포 형성 과정에서 감수분열이 일어나 세대를 거듭하여도 염색체 수가 일정하게 유지된다.
ㄴ. 감수분열 결과 유전적으로 다양한 생식세포가 형성된다.
ㄷ. 암수 생식세포의 무작위 수정은 자손의 유전적 다양성을 높이는 요인이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18 사람의 유전형질 (가)는 서로 다른 상염색체에 있는 2쌍의 대립유전자 H 와 h, T 와 t 에 의해 결정된다. 표는 어떤 사람의 세포 ㉠~㉣에서 H 와 t 의 유무를, 그림은 ㉠~㉣이 갖는 대립유전자 ㉠~㉤의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 H, h, T, t 를 순서 없이 나타낸 것이다.

대립유전자	세포		
	㉠	㉡	㉢
H	×	?	○
t	×	×	?



(○: 있음, ×: 없음)

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

보기

ㄱ. ㉠과 ㉤은 서로 대립유전자이다.

ㄴ. ㉠에서는 2가 염색체가 관찰된다.

ㄷ. ㉢의 유전자형은 $HHTt$ 이다.

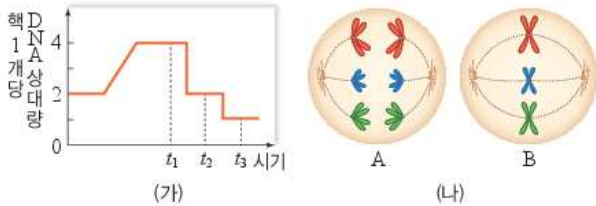
ㄹ. 이 사람에게서 h 와 T 를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.

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



실력UP 문제

01 그림 (가)는 어떤 동물($2n$)의 세포 P가 분열하는 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량 변화를, (나)는 (가)의 세 시점 $t_1 \sim t_3$ 중 서로 다른 두 시점에서 관찰되는 세포 A와 B에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

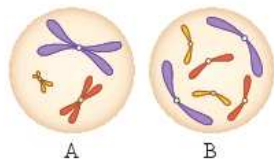
- ㄱ. B는 t_2 일 때 관찰되는 세포이다.
- ㄴ. $\frac{\text{A의 염색체 수}}{\text{B의 염색분체 수}}$ 는 1이다.
- ㄷ. t_3 일 때 관찰되는 세포는 세포분열을 하여 동일한 염색체 수를 갖는 딸세포를 만들 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 표는 같은 종인 동물($2n=6$) I의 세포 (가)와 (나), II의 세포 (다)와 (라)에서 대립유전자 ㉠~㉡의 유무를, 그림은 세포 A와 B 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. 이 동물 종의 특정 형질은 2쌍의 대립유전자 H 와 h , T 와 t 에 의해 결정되며, ㉠~㉡은 H , h , T , t 를 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 각각 I과 II의 세포 중 하나이고, 이 동물의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.

대립 유전자	I의 세포 (가)	I의 세포 (나)	II의 세포 (다)	II의 세포 (라)
㉠	×	○	×	×
㉡	×	×	×	○
㉢	○	○	×	○
㉣	○	○	○	×

(○: 있음, ×: 없음)



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

[보기]

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 서로 대립유전자이다.
- ㄴ. B는 I의 세포이다.
- ㄷ. (가)와 (라)에는 모두 X염색체가 있다.
- ㄹ. (나)와 (다)의 핵상은 같다.

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

03 사람의 유전형질 ㉡는 2쌍의 대립유전자 E 와 e , F 와 f 에 의해 결정되며, ㉡의 유전자는 7번 염색체와 8번 염색체에 있다. 표는 어떤 사람의 세포 I~IV에서 염색체 ㉠~㉣의 유무와 E 와 f 의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉣ 중 2개는 7번 염색체이고 나머지 1개는 8번 염색체이다.

세포	염색체			DNA 상대량	
	㉠	㉡	㉢	E	f
I	○	○	?	?	1
II	?	○	×	1	1
III	○	×	○	2	0
IV	×	○	○	2	2

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, E , e , F , f 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.)

[보기]

- ㄱ. ㉢은 7번 염색체이다.
- ㄴ. 이 사람의 ㉡에 대한 유전형형은 $EEFf$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{I에서 E의 DNA 상대량}}{\text{III에서 F의 DNA 상대량}}$ 은 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ