중3 과학 · 생식과 유전

V04

정자와 난자는 왜 염색체를 절반씩 가질까?

감수 분열 · 궁금증에서 문제 풀이까지

1 절반씩 나누어야 하는 까닭

- **Q1** 정자와 난자가 체세포와 같은 수의 염색체를 가지면 어떻게 될까?
- **Q2** DNA는 한 번 복제하는데 왜 분열은 두 번 할까?

2 무엇이 분리되는지 보기

- **Q3** 감수 1분열에서는 무엇이 분리되고, 감수 2분열에서는 무엇이 분리될까?
- **Q4** '2가 염색체'는 염색체가 하나일까, 두 개일까?

3 염색체 수와 DNA 양을 따로 읽기

- **Q5** 세포 한 개의 염색체 수는 언제 절반이 될까?
- **Q6** 감수 2분열에서는 염색체 수가 그대로인데 DNA 양은 왜 줄까?

4 같은 수에서 다른 조합이 생기기

- **Q7** 같은 부모가 만든 생식세포들은 왜 유전적으로 다를 수 있을까?
- **Q8** 부모도 46개, 자녀도 46개인데 왜 똑같지 않을까?
- **Q9** 체세포 분열과 감수 분열 그림은 어떤 단서로 구별할까?

대표 문제 4개 · 확인 문제 28개 · 한눈에 정리 · 정답과 해설

© 대치동 재우쌤 | **010-9524-4849** | **https://leessaem.com/** | **https://blog.naver.com/leessaem84**

본 자료는 직접 제작한 학습 자료입니다. 개인 학습을 위한 열람·인쇄는 자유롭게 할 수 있으며, 무단 복제·재배포·수정 후 재배포 및 상업적 이용을 금합니다.

1 절반씩 나누어야 하는 까닭

Q1 정자와 난자가 체세포와 같은 수의 염색체를 가지면 어떻게 될까?

한줄답

수정할 때 염색체 수가 두 배가 된다. 그래서 생식세포를 만들 때 미리 절반으로 줄인다.

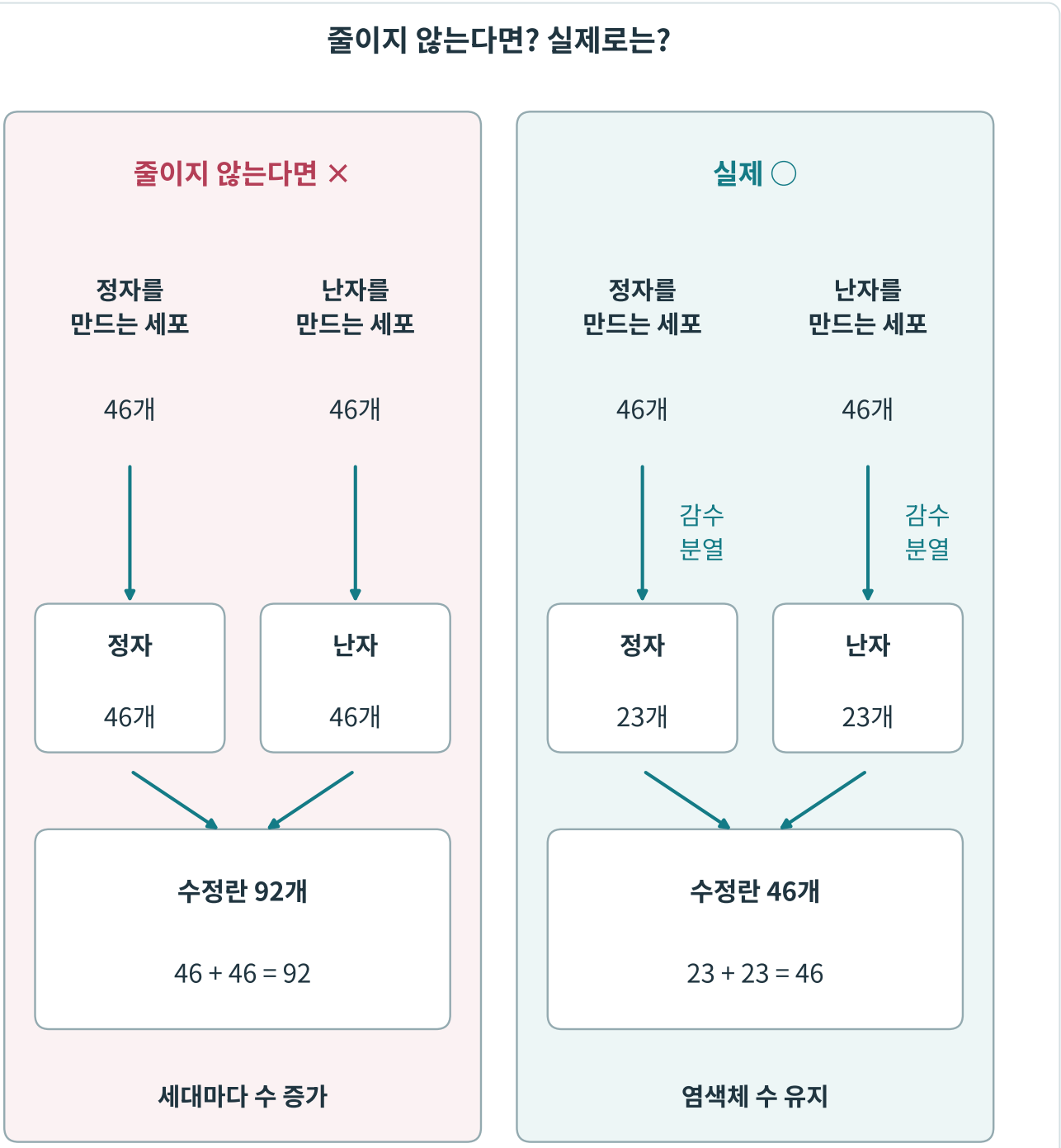


그림 1 염색체 수를 줄이지 않는 경우와 실제 경우

1 **줄이지 않는다면:** 정자와 난자가 각각 46개 → 수정란 92개이다. 이런 일이 세대마다 반복되면 염색체 수가 계속 늘어난다.

2. **실제로는:** 정자와 난자가 각각 23개 → 수정란 46개이다. 분열하기 전의 세포를 **모세포**라고 하며, 정자와 난자를 만드는 모세포의 염색체 수도 체세포와 같은 46개이다.

3. 정자와 난자처럼 생식에 참여하는 세포는 **생식세포**, 생식세포를 만드는 과정에서 염색체 수를 절반으로 줄이는 분열은 **감수 분열(생식세포 분열)**이다. 감수 분열은 생식 기관에서 일어나며, 사람은 **정소·난소**, 꽃 피는 식물은 **꽃밥·밑씨**에서 일어난다.

숫자 흐름: 생식세포 형성 **46 → 23** / 수정 **23 + 23 = 46**
※ 각 숫자는 **세포 한 개에 들어 있는 염색체 수**이다.

쉽게 생각하면 합쳐질 때 두 배가 되므로, 합쳐지기 전에 각각 절반씩 준비한다. **46 → 23**, 그리고 **23 + 23 → 46**이다.

Q2 DNA는 한 번 복제하는데 왜 분열은 두 번 할까?

한줄답

첫 분열에서 상동 염색체를 나누고, 둘째 분열에서 한 염색체의 두 염색 분체를 나누기 때문이다.

이 편의 그림 약속

- 파란색·갈색과 갈색의 가로 표시: 부모에게서 하나씩 받은 염색체를 구분하는 표시이다. 실제 색·무늬가 아니다.
- 길이가 같은 파란색·갈색 염색체: 상동 염색체 한 쌍이다.
- 막대 1개: 염색 분체 1개로 된 염색체 / X자 1개: 염색 분체 2개로 된 염색체이다.
- 막대·X자는 개수 모형이다. 실제 세포에서 항상 이렇게 뚜렷하게 보이는 것은 아니다.
- 염색체 사이에서 일부가 교환되는 **교차는 그리지 않는다.**

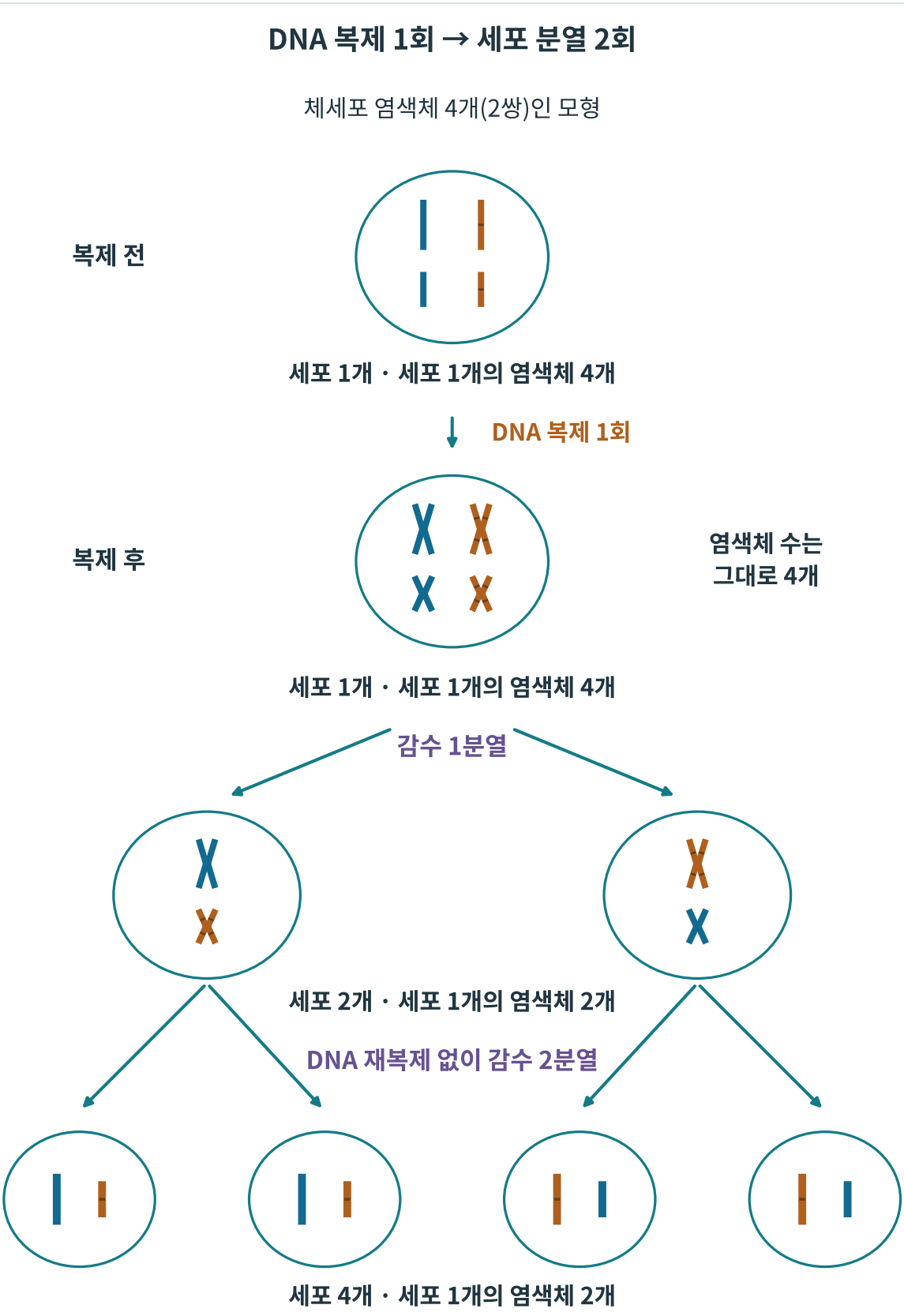


그림 2 DNA 복제 한 번과 세포 분열 두 번으로 생기는 네 세포

1. **복제 전 → 복제 후:** DNA를 한 번 복제한다. 복제한 염색체 하나는 같은 유전 정보를 가진 **두 염색 분체**로 이루어진다.
2. **감수 1분열 → 감수 2분열:** DNA를 다시 복제하지 않고 두 번 분열한다.

3 **세포 수:** 모세포 1개 → 1분열 뒤 2개 → 그 두 세포가 각각 2분열하여 모두 4개가 된다.

숫자 흐름: DNA 복제 **1회** / 세포 분열 **2회** / 세포 수 **1 → 2 → 4**

쉽게 생각하면 먼저 '짝'을 나누고, 다음에 '복제해 붙어 있던 둘'을 나눈다. 복제는 처음에 한 번만 한다.

참고 — 난자 네 개가 완성된다는 뜻은 아니다.

사람의 난자 형성에서는 세포질이 고르게 나뉘지 않아, 모세포 하나에서 실제로 난자로 기능하는 세포는 한 개가 된다. 이 내용은 확인 문제에서 묻지 않는다.

확인 문제 1–4

1 어떤 동물의 체세포 염색체 수는 20개이다. 정상적인 생식세포와 수정란의 염색체 수를 각각 쓰시오.

생식세포: ( )개 / 수정란: ( )개

2 감수 분열이 필요한 까닭으로 가장 알맞은 것은?

① 생식세포에서 DNA를 모두 없애기 위해서이다.
② 수정란의 염색체 수를 체세포의 절반으로 만들기 위해서이다.
③ 수정으로 염색체 수가 더해져도 세대가 이어질 때 같은 수를 유지하기 위해서이다.
④ 모든 생식세포가 똑같은 유전 정보를 갖게 하기 위해서이다.
⑤ 정자와 난자 각각에 부모의 염색체 전부를 넣기 위해서이다.

3 다음 사건을 일어나는 순서대로 쓰시오.

㉠ 감수 2분열 / ㉡ DNA 복제 / ㉢ 감수 1분열

답: ( ) → ( ) → ( )

4 옳으면 O, 틀리면 X를 쓰시오.

(가) 감수 1분열과 2분열 사이에 DNA를 한 번 더 복제한다. ( )
(나) 모세포 1개가 감수 분열을 마치면 딸세포 4개가 된다. ( )
(다) 감수 분열로 생긴 딸세포 1개의 염색체 수는 모세포의 절반이다. ( )

2 무엇이 분리되는지 보기

Q3 감수 1분열에서는 무엇이 분리되고, 감수 2분열에서는 무엇이 분리될까?

한줄답

1분열에서는 상동 염색체가, 2분열에서는 염색 분체가 분리된다.

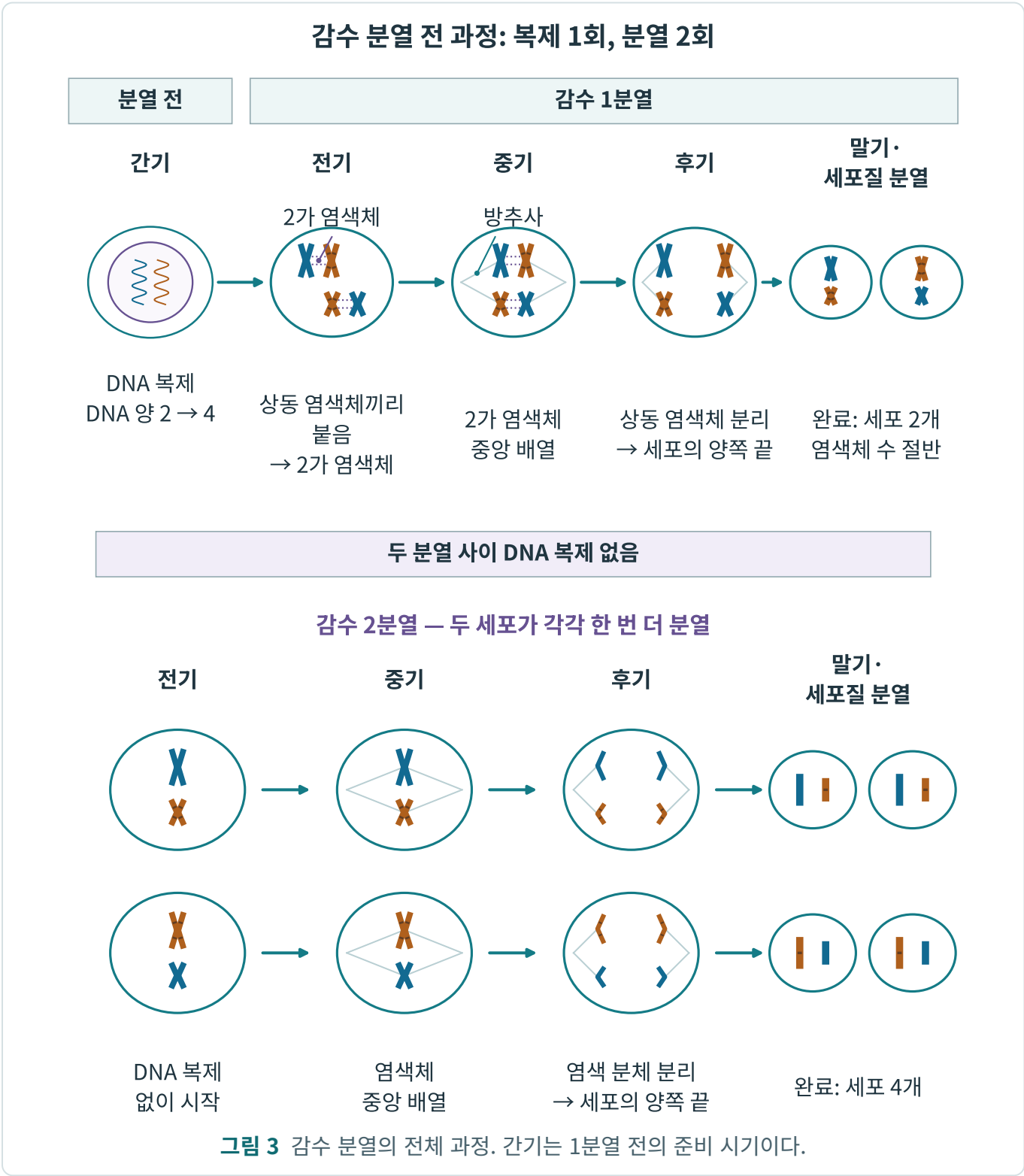
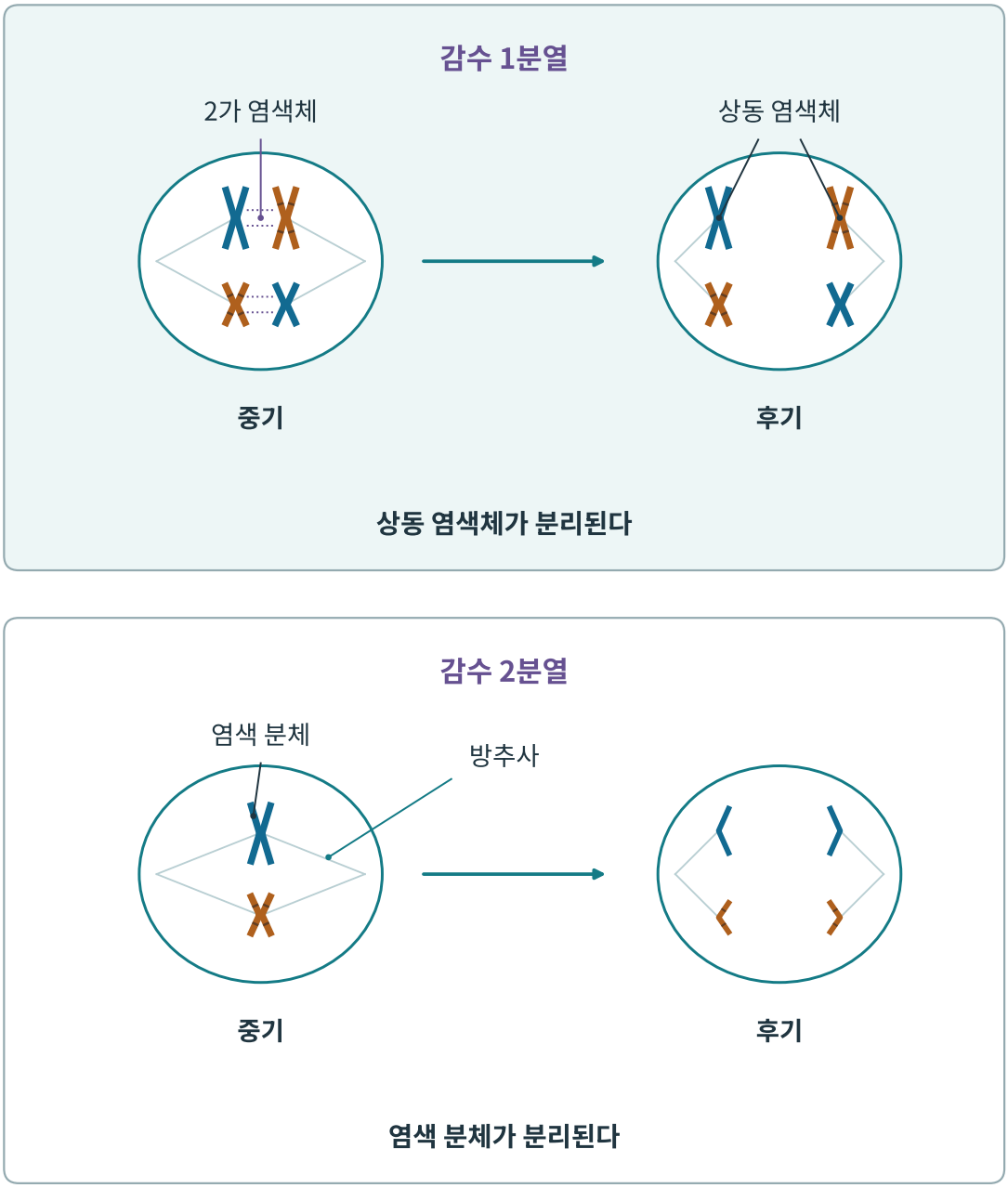


그림 3 감수 분열의 전체 과정. 간기는 1분열 전의 준비 시기이다.

두 후기 비교: 무엇이 분리되는가?



감수 2분열은 1분열 뒤 생긴 두 세포 중 하나만 그렸다.

그림 4 두 후기 확대 비교와 분리 전 중기 모습

1. **감수 1분열:** 상동 염색체끼리 짝을 이룬다(**2가 염색체**, Q4에서 자세히 센다). 이후 상동 염색체가 분리되어 세포의 양쪽 끝으로 이동하며, **한 염색체의 두 염색 분체는 아직 붙어 있다.**
2. **감수 2분열:** 한 염색체의 두 염색 분체가 분리되어 각각 독립된 염색체가 된다. 그림 3에는 1분열 뒤 생긴 두 세포를 모두, 그림 4의 아래쪽에는 그중 하나만 그렸다.

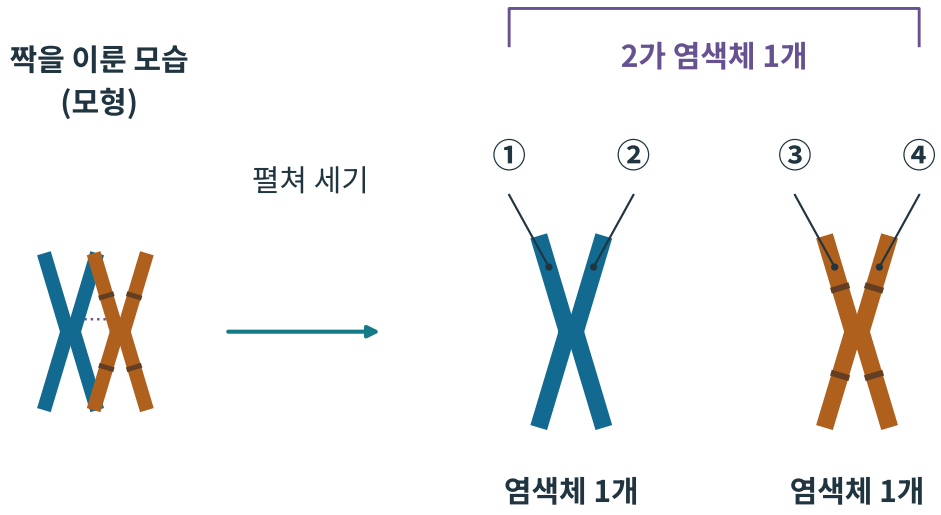
쉽게 생각하면 1분열은 **짝과 헤어지기**, 2분열은 **붙어 있던 복제본과 헤어지기**이다.

Q4 ‘2가 염색체’는 염색체가 하나일까, 두 개일까?

한줄답

2가 염색체 한 개는 상동 염색체 두 개가 짝을 이룬 것이다.

2가 염색체 1개 = 염색체 2개



①·②·③·④는 염색 분체 4개

짝을 이루어도 염색체는 2개

각 번호는 위·아래로 이어지는 염색 분체 한 가닥을 가리킨다.

그림 5 짝을 이룬 모형을 펼쳐 네 염색 분체를 세기

세는 대상	2가 염색체 한 개에서 센 수
2가 염색체	1개
염색체	2개
염색 분체	4개

1. **짝을 이룬 두 염색체:** 감수 1분열 전기에 상동 염색체끼리 짝을 이룬 것이 **2가 염색체**이다. 한 쌍 중 하나는 어머니에게서, 다른 하나는 아버지에게서 온다.
2. **상동 염색체의 관계:** 모양과 크기가 같고, 같은 위치에 같은 형질에 관여하는 유전자가 있다. 두 염색체가 가진 대립유전자는 서로 다를 수 있다.

3 ①·②·③·④: 이미 DNA를 복제했으므로 염색체마다 염색 분체가 2개씩 있다. 그림의 점선은 짝 관계이며, 두 X자가 하나의 염색체로 합쳐졌다는 뜻은 아니다.

숫자 관계: 2가 염색체 **1개** = 염색체 **2개** = 염색 분체 **4개**로 이루어진 한 묶음

쉽게 생각하면 '2가 염색체 수'와 '염색체 수'는 다른 수이다. 무엇을 세라는 것인지 먼저 본다.

실전 연결 ① **무엇을 세라는 문제일까?**

대표 문제

어떤 동물은 체세포에 염색체가 6개 있다. 감수 1분열 중기인 세포 한 개에서 2가 염색체, 염색체, 염색 분체의 수를 차례로 쓰시오.

판단할 단서: '6개'는 염색체 수이고, '중기'는 복제를 마치고 상동 염색체가 짝지어 있는 시기이다.

풀이: 염색체 6개는 상동 염색체 3쌍이다. 따라서 2가 염색체는 3개이다. 염색체는 여전히 6개이며, 각각에 염색 분체가 2개 있으므로 염색 분체는 12개이다.

정답: 3개, 6개, 12개.

기억할 것은 **짝의 수 → 염색체 수 → 염색 분체 수**이다. 복제했다고 염색체 수까지 두 배로 세면 안 된다.

확인 문제 5–10

5 괄호에 알맞은 말을 쓰시오.

감수 1분열 후기에는 (　　)가 분리되고, 감수 2분열 후기에는 (　　)가 분리된다.

6 감수 1분열 중기인 세포 한 개에서 2가 염색체가 2개 관찰되었다. 이 세포의 염색체 수와 염색 분체 수를 각각 쓰시오.

염색체: (　　)개 / 염색 분체: (　　)개

7 다음 변화가 일어나는 시기를 연결하시오.

변화	시기
(가) 상동 염색체가 짝을 이루어 2가 염색체를 형성한다.	㉠ 감수 1분열 후기
(나) 2가 염색체가 세포 중앙에 배열된다.	㉡ 감수 1분열 전기
(다) 상동 염색체가 세포의 양쪽 끝으로 이동한다.	㉢ 감수 1분열 중기

8 감수 1분열 후기의 특징으로 옳은 것을 보기에서 모두 고른 것은?

ㄱ. 상동 염색체가 서로 분리된다.
ㄴ. 각 염색체의 두 염색 분체는 아직 붙어 있다.
ㄷ. 세포 중앙에서 DNA를 다시 복제한다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

9 2가 염색체 한 개에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 염색체가 두 개이고, 염색 분체가 네 개이다.
② 염색체가 한 개이고, 염색 분체가 두 개이다.
③ 염색체가 네 개이고, 염색 분체가 네 개이다.
④ 상동 염색체가 분리된 뒤에만 만들어진다.
⑤ 감수 2분열 중기에 처음 만들어진다.

10 체세포의 염색체가 4개인 동물에서, 감수 1분열이 완료된 딸세포 하나에는 염색체가 2개 있다. 왜 2개가 되는지 **‘상동 염색체’와 ‘하나씩’**을 넣어 한 문장으로 설명하시오.

답:

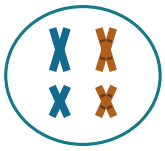
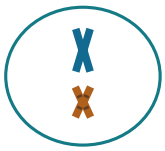
3 염색체 수와 DNA 양을 따로 읽기

Q5 세포 한 개의 염색체 수는 언제 절반이 될까?

한줄답

감수 1분열이 끝날 때 절반이 된다. 감수 2분열에서는 더 줄지 않는다.

세포 그림과 두 종류의 수를 한 표에서

세포 그림	세포 수	염색체 수 (세포 1개)	DNA 양 (세포 1개)
I 복제 전 	1개	**4개**	**2**
II 복제 후 	1개	**4개**	**4**
III 1분열 완료  2개 중 1개	2개	**2개**	**2**
IV 2분열 완료  4개 중 1개	4개	**2개**	**1**

III → IV: **염색체 수는 2 = 2, DNA 양은 2 → 1**

그림 6 상태별 세포 그림과 수. I 복제 전, II 복제 후, III 1분열 완료, IV 2분열 완료

1. **Ⅰ → Ⅱ:** DNA를 복제해도 염색체 수는 4개이다. DNA 양은 복제 전을 2로 정한 **비교용 상댓값**이며, 숫자 2가 DNA 분자 두 개라는 뜻은 아니다.

2. **Ⅱ → Ⅲ → Ⅳ:** 1분열에서 각 상동 염색체 쌍의 하나씩이 딸세포로 들어가므로 염색체가 2개가 된다. 2분열 완료 뒤에도 세포 한 개의 염색체는 2개이다.

3. **후기와 완료 뒤를 구별:** 이 모형의 2분열 후기는 세포질 분열 전이므로, 세포 전체에 염색체 4개가 있고 한쪽 끝으로 2개가 이동한다. 분열 완료 뒤 딸세포 하나에는 2개가 있다.

같은 네 상태 Ⅰ → Ⅱ → Ⅲ → Ⅳ

염색체 수(세포 1개): **4 → 4 → 2 → 2**
DNA 양(세포 1개): **2 → 4 → 2 → 1**

사람의 염색체 수(세포 1개): **46 → 46 → 23 → 23**

쉽게 생각하면 ‘세포 전체’, ‘한쪽’, ‘분열을 마친 딸세포 하나’를 섞어 세지 않는다. 수를 쓰기 전에 무엇을 세는지부터 확인한다.

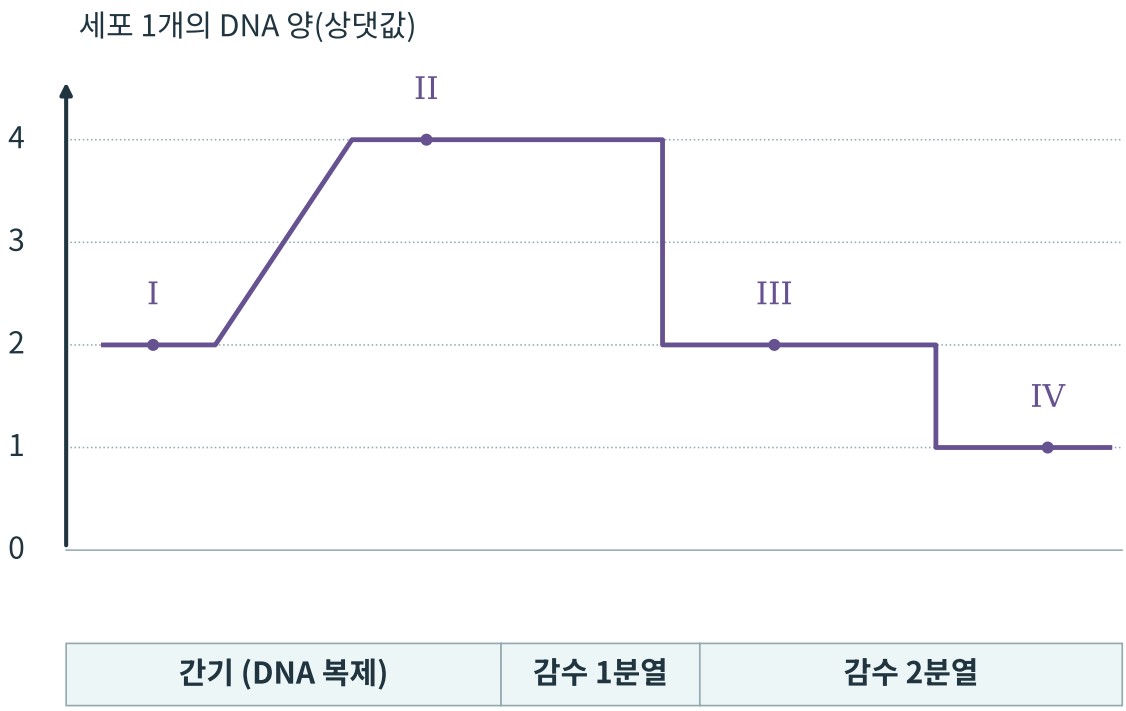
Q6 감수 2분열에서는 염색체 수가 그대로인데 DNA 양은 왜 줄까?

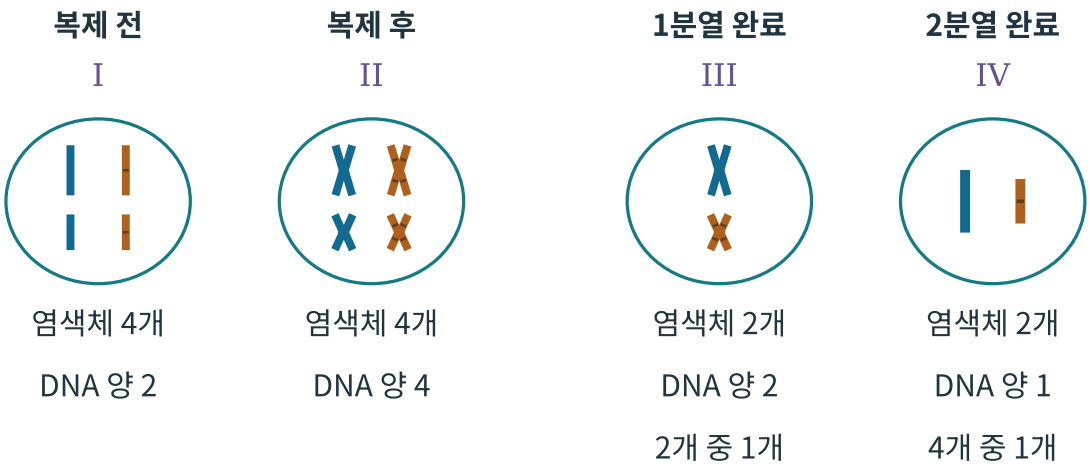
한줄답

분열 전에는 염색체 하나에 염색 분체 두 개가 있고, 분열 뒤에는 하나만 있기 때문이다.

염색체 수와 DNA 양을 함께 읽기

복제 전 DNA 양 = 2 · 체세포 염색체 4개인 모형





분열 뒤에는 딸세포 하나의 양 · 가로 간격은 시간 비율이 아님

그림 7 감수 분열의 DNA 양 그래프와 같은 위치에 놓인 세포 모형

비교 시점	세포 수 × 세포 한 개의 DNA 양	모든 세포의 DNA 양 합계
복제 직후	1 × 4	4
1분열 완료	2 × 2	4
2분열 완료	4 × 1	4

1. **III과 IV의 세포 그림:** 염색체는 각각 2개이지만, III은 염색체마다 염색 분체가 2개, IV는 1개이다. **염색체 수가 같아도 염색체 하나에 들어 있는 DNA 양은 다르다.**
2. **III → IV의 그래프:** DNA가 사라진 것이 아니라 **분열 뒤 딸세포 하나의 DNA 양**을 나타내므로 줄어든다. 모든 딸세포의 DNA 양을 합하면 복제 직후와 같다.
3. **가로 구간과 기호:** 간기에서 DNA를 복제하고, 이어 1분열·2분열을 한다. Ⅰ–Ⅳ는 Q5의 상태와 같으며, 가로 간격은 실제 걸리는 시간의 비율이 아니다.

III → IV: 염색체 수 **2 = 2** / DNA 양 **2 → 1**

쉽게 생각하면 두 장씩 붙어 있는 묶음 2개와, 한 장씩인 묶음 2개는 '묶음 수'는 같아도 '종이 양'은 다르다. 염색체 수도 DNA 양과 따로 센다.

실전 연결 ② **세포 한 개의 수인가, 모두 더한 수인가?**

대표 문제

어떤 동물은 체세포에 염색체가 8개 있다. 생식세포를 만드는 세포 하나의 DNA 양이 복제 전 10이었다. 정상적인 감수 분열에서 표의 빈칸을 채우시오. DNA 양은 모두 같은 기준의 상댓값이다.

상태	세포 한 개의 염색체 수	세포 한 개의 DNA 양
DNA 복제 후	(가)	20
감수 1분열 완료	(나)	(다)
감수 2분열 완료	(라)	(마)

판단할 단서: 표가 묻는 것은 모두 **세포 한 개**이다. 염색체 수는 1분열 완료 뒤 절반이 되고, DNA 양은 각 분열 완료 뒤 절반씩 된다.

풀이: 복제 뒤 염색체 수는 8개로 유지된다. 1분열 뒤에는 4개, 2분열 뒤에도 4개이다. DNA 양은 **10 → 20 → 10 → 5**이다.

정답: (가) 8개, (나) 4개, (다) 10, (라) 4개, (마) 5.

염색체 수의 줄과 DNA 양의 줄을 따로 읽으면, 둘을 함께 절반으로 줄이는 실수를 막을 수 있다.

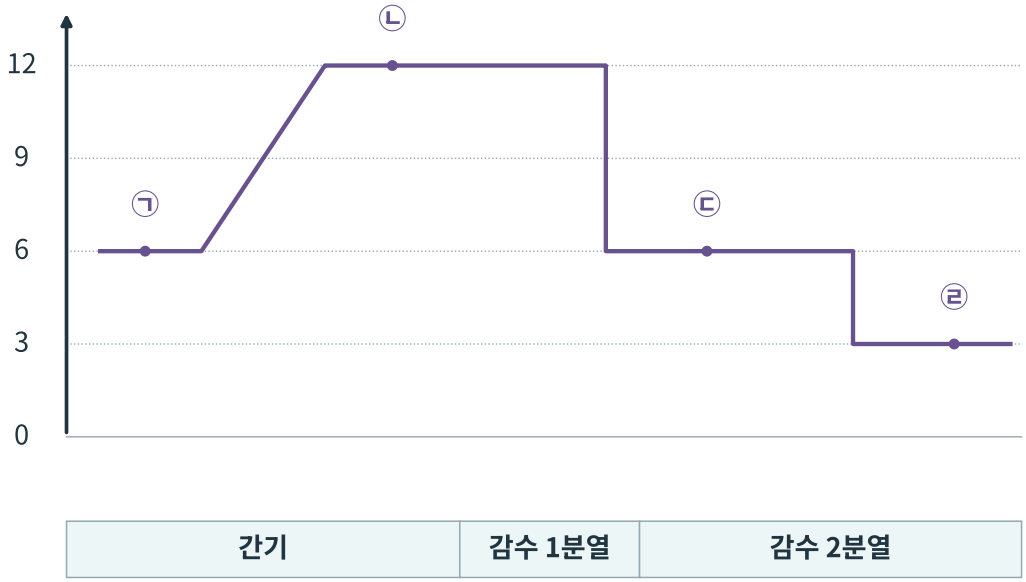
확인 문제 11–18

12·13·18번 공통 자료

체세포의 염색체 수가 **6개**인 동물이 정상적으로 감수 분열한다. 그래프는 **세포 한 개의 DNA 양**을 나타내며, 복제 전 양을 **6**으로 정하였다. 분열 뒤에는 딸세포 한 개의 값을 나타낸다.

12·13·18번 공통 자료

체세포 염색체 6개인 동물 · 복제 전 DNA 양 = 6



간기	감수 1분열	감수 2분열

분열 뒤에는 딸세포 하나의 양 · 가로 간격은 시간 비율이 아님

12·13·18번 공통 자료. 시점 ㉠·㉡·㉢·㉣의 DNA 양

11 체세포의 염색체 수가 12개인 동물이 정상적으로 감수 분열을 하였다. 빈칸을 채우시오. 모두 **세포 한 개**의 염색체 수이다.

DNA 복제 후	감수 1분열 완료	감수 2분열 완료
( )개	( )개	( )개

12 공통 자료에서 DNA 복제로 DNA 양이 늘어나는 구간은?

① ㉡ → ㉢ ② ㉠ → ㉡ ③ ㉢ → ㉣ ④ ㉠ → ㉢ ⑤ ㉡ → ㉣

13 공통 자료의 ㉠과 ㉢을 비교한 설명으로 옳은 것은?

① 염색체 수와 DNA 양이 모두 같다.
② 염색체 수는 같고, ㉢의 DNA 양이 더 많다.
③ ㉢의 염색체 수와 DNA 양이 모두 ㉠의 절반이다.
④ ㉢의 염색체 수와 DNA 양이 모두 ㉠의 두 배이다.
⑤ DNA 양은 같지만, ㉢의 염색체 수가 ㉠의 절반이다.

14 생식세포를 만드는 세포 하나의 복제 전 DNA 양을 8로 정하였다. 다음 상태에서 **세포 한 개의 DNA 양**을 쓰시오.

복제 후: ( ) / 1분열 완료: ( ) / 2분열 완료: ( )

15 14번의 감수 2분열이 끝났다. 딸세포 4개의 DNA 양을 **모두 더한 값**은 얼마인지 쓰고, DNA가 분열 과정에서 사라진 것인지 설명하시오.

합계: ( ) / 설명:

---

16 체세포 염색체가 **8개**인 동물에서, 정상적인 감수 2분열 후기의 세포 **하나**를 관찰하였다. 세포질은 아직 나뉘지 않았고, 염색 분체는 모두 분리되었다. 알맞은 수를 쓰시오.

(가) 관찰한 세포 전체의 염색체 수: ( )개
(나) 한쪽 끝으로 이동하는 염색체 수: ( )개
(다) 이 세포의 분열이 완료된 뒤 딸세포 하나의 염색체 수: ( )개

17 한 학생이 세포 한 개의 DNA 양을 다음처럼 정리하였다.

복제 전 2 → 복제 후 4 → 1분열 완료 2 → 다시 복제하여 4 → 2분열 완료 2

잘못 들어간 사건을 쓰고, 올바른 숫자 흐름으로 고치시오.

잘못 들어간 사건:

올바른 흐름:

---

18 공통 자료의 ㉡ → ㉢과 ㉢ → ㉣을 비교한 설명 중 옳은 것을 **두 개** 고르시오.

① ㉡ → ㉢에서는 세포 한 개의 염색체 수와 DNA 양이 모두 절반이 된다.
② ㉡ → ㉢에서는 세포 한 개의 염색체 수만 절반이 되고 DNA 양은 같다.
③ ㉢ → ㉣에서는 세포 한 개의 염색체 수도 다시 절반이 된다.
④ ㉢ → ㉣에서는 세포 한 개의 염색체 수는 같고 DNA 양은 절반이 된다.
⑤ ㉢ → ㉣이 일어나려면 먼저 DNA를 다시 복제해야 한다.

4 같은 수에서 다른 조합이 생기기

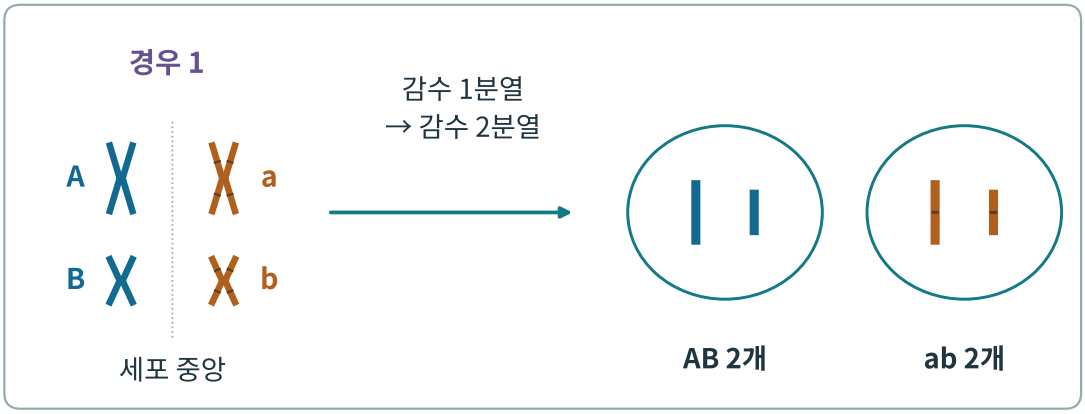
Q7 같은 부모가 만든 생식세포들은 왜 유전적으로 다를 수 있을까?

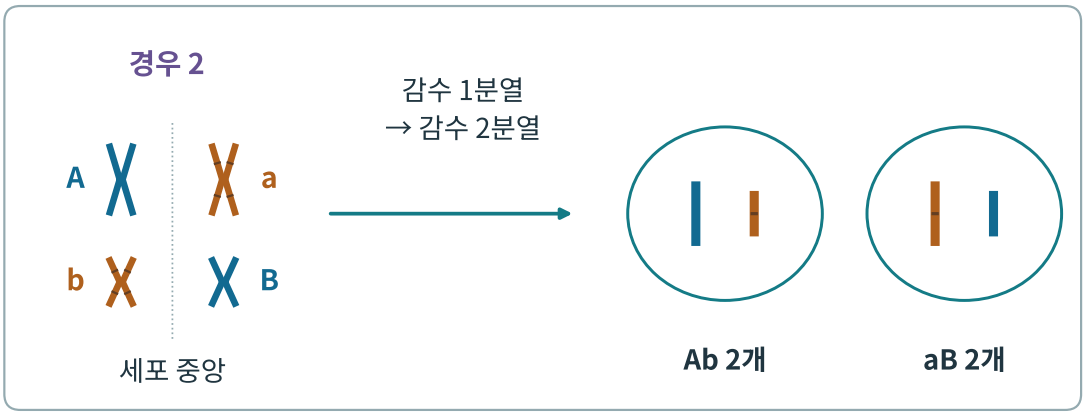
> **한줄답**
> **각 상동 염색체 쌍에서 어느 염색체가 같은 생식세포로 들어가는지가 달라질 수 있기 때문이다.**

A와 a, B와 b는 상동 염색체 한 쌍씩에 붙인 이름표이다. 여기서는 유전자 하나의 기호가 아니라 염색체 전체의 이름이다.

각 상동 염색체 쌍에서 하나씩

긴 한 쌍 A·a / 짧은 한 쌍 B·b





한 번의 감수 분열: 이 모형에서는 두 조합이 2개씩

여러 감수 분열 전체: AB, Ab, aB, ab

같은 조합은 대표 세포 1개만 표시 · 교차 생략

그림 8 서로 다른 감수 분열에서 가능한 염색체 조합

상동 염색체 쌍	파란 염색체	갈색 염색체
긴 한 쌍	A	a
짧은 한 쌍	B	b

1. **각 쌍에서 하나씩:** 정상적인 생식세포에는 긴 쌍에서 하나, 짧은 쌍에서 하나가 들어간다. 1분열 중기에 각 쌍이 어느 방향으로 배열되는지에 따라 같은 쪽으로 가는 조합이 달라진다.
2. **경우 1과 경우 2:** 서로 다른 감수 분열에서 가능한 두 경우이다. 한 번의 분열에서 두 경우를 차례로 거치는 것이 아니다.
3. **오른쪽 세포와 개수:** 각 조합의 대표 세포를 하나씩 그렸지만, 이 모형에서는 같은 조합이 두 개씩 만들어진다.

비교할 범위	조합
한 번의 감수 분열	경우 1: **AB 2개 + ab 2개** / 경우 2: **Ab 2개 + aB 2개**
여러 감수 분열 전체에서 가능한 조합	**AB, Ab, aB, ab**

쉽게 생각하면 ‘한 번에 나온 세포 네 개’와 ‘여러 번 만들 때 가능한 조합 네 가지’를 구별한다. 한 번에 네 가지가 모두 나와야 하는 것은 아니다.

Q8 부모도 46개, 자녀도 46개인데 왜 똑같지 않을까?

한줄답

염색체 수가 같다는 말은 염색체의 조합과 유전 정보까지 같다는 뜻이 아니기 때문이다.

구별할 것	부모와 자녀에서 비교하면
염색체 수	체세포는 46개로 같다.
염색체와 유전 정보의 조합	어떤 염색체를 받았는지에 따라 달라질 수 있다.

1. **생식세포 형성:** 사람은 각 상동 염색체 쌍에서 하나씩 전달한다. 어떤 조합이 정자나 난자에 들어가는지가 달라질 수 있다.
2. **수정:** 만나는 정자와 난자도 달라질 수 있다. 수정란의 염색체 수는 46개로 유지되지만, 부모에게서 받은 유전 정보의 조합은 달라질 수 있다.
3. **형제자매:** 같은 부모에게서 태어나도 유전 정보의 조합이 달라 모습이 서로 다를 수 있다.

숫자 관계: 염색체 **23개 + 23개 = 46개** / 같은 개수 ≠ 같은 조합

쉽게 생각하면 카드가 모두 46장이어도, 어떤 카드가 들어 있는지는 다를 수 있다. '개수'와 '구성'을 따로 생각한다.

실전 연결 ③ 생식세포에 들어갈 수 있는 조합 찾기

대표 문제

Q7의 모형에서 정상적인 생식세포에 들어갈 수 있는 염색체 조합을 모두 고르시오. 교차는 생략한다.

① Aa ② AB ③ ab ④ Bb ⑤ AaBb

판단할 단서: 상동 염색체 **한 쌍에서 하나씩** 골라야 한다. 두 개를 아무렇게나 고르는 문제가 아니다.

정답: ②, ③. ②와 ③은 긴 쌍에서 하나, 짧은 쌍에서 하나를 골랐다. ①은 긴 쌍만 있고 짧은 쌍이 없다. ④는 그 반대이다. ⑤는 두 쌍을 모두 가진 상태여서 염색체 수가 절반으로 줄지 않았다.

확인 문제 19–23

19–22번은 Q7과 같은 모형이다. A와 a가 한 쌍, B와 b가 다른 한 쌍이다. 정상적인 감수 분열이며 교차는 생략한다.

19 다음 중 생식세포에 들어갈 수 있는 조합은?

① Aa ② Bb ③ Aab ④ Ab ⑤ a

20 한 모세포의 감수 분열 결과 ‘Ab’인 세포가 나왔다. 나머지 세포까지 포함하면 두 종류의 조합이 각각 몇 개씩 생기는지 쓰시오.

조합 ( ): ( )개 / 조합 ( ): ( )개

21 다음 설명이 옳으면 O, 틀리면 X를 쓰시오. 틀리면 굵게 표시한 부분을 바로잡으시오.

“한 모세포의 감수 분열이 끝나면, **가능한 네 가지 염색체 조합이 반드시 하나씩** 만들어진다.” ( )

바로잡기:

---

22 정상적인 생식세포에서는 ‘Aa’ 조합이 나올 수 없는 까닭을 한 문장으로 설명하시오.

답:

---

23 염색체 수와 유전 정보에 관한 설명으로 가장 알맞은 것은?

① 염색체 수가 같아도, 전달된 염색체와 유전 정보의 조합은 다를 수 있다.
② 염색체 수가 같은 사람은 모든 대립유전자도 같다.
③ 형제자매의 모습이 다른 것은 정상적인 체세포 염색체 수가 서로 다르기 때문이다.
④ 자녀는 부모 각각에게서 체세포 염색체 46개를 전부 받는다.
⑤ 정상적인 사람의 생식세포는 만들어질 때마다 염색체 수가 서로 달라진다.

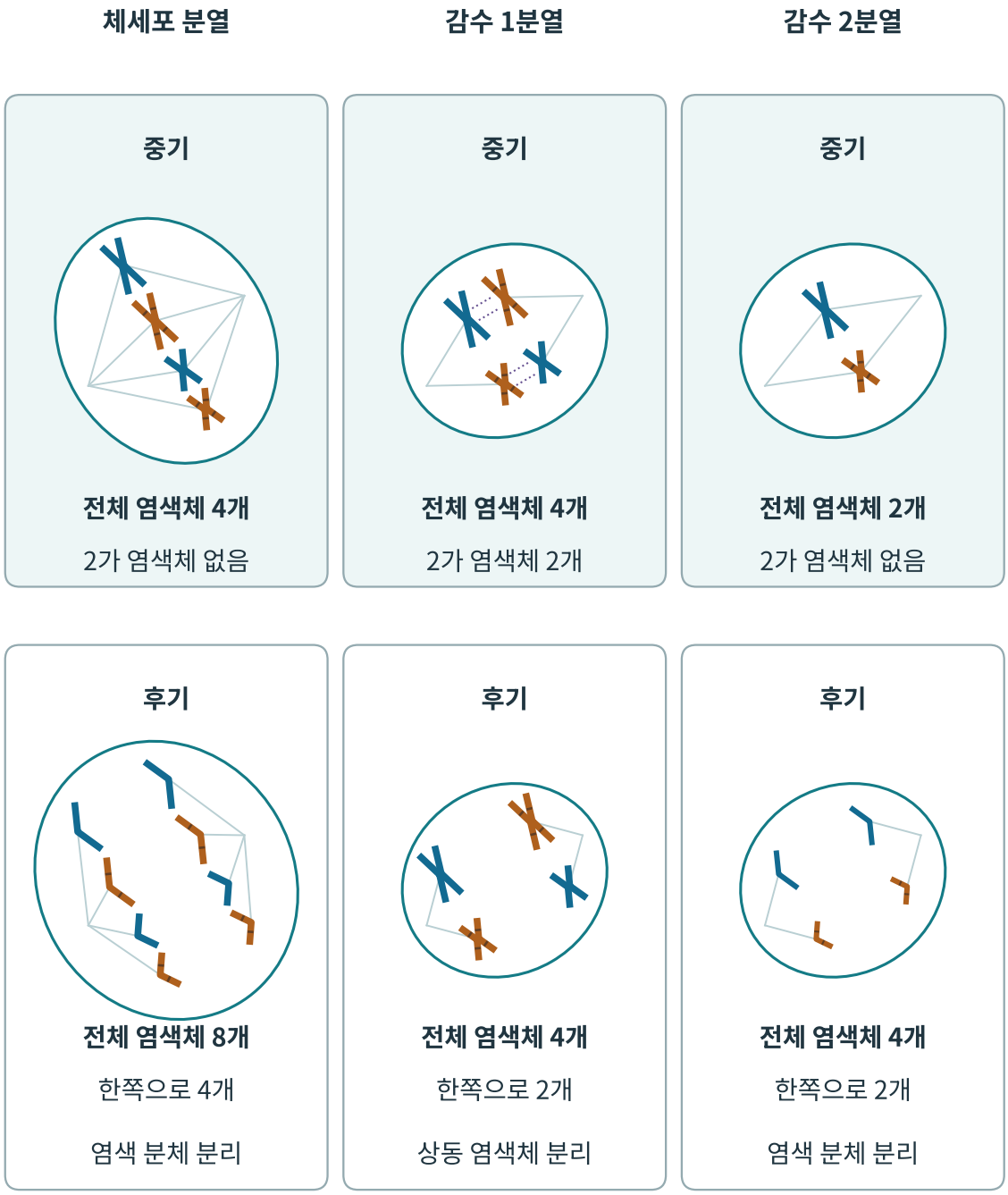
Q9 체세포 분열과 감수 분열 그림은 어떤 단서로 구별할까?

한줄답

짝을 이루었는지, 무엇이 분리되는지, 한 세포나 한쪽에 몇 개가 있는지를 함께 본다.

같은 염색체 수의 생물에서 세 분열 비교

체세포 염색체 4개 · 모든 칸은 세포 하나의 전체 모습



후기는 세포질 분열 완료 전 · 전체 수와 한쪽 수를 구별한다.

그림 9 같은 체세포 염색체 수를 가진 생물에서 세 분열의 중기·후기를 비교

1. **2가 염색체 또는 상동 염색체의 분리:** 감수 1분열을 판단하는 단서이다.
2. **염색 분체의 분리:** 체세포 분열과 감수 2분열에서 모두 일어난다. 이것만으로는 확정할 수 없으므로 체세포 염색체 수와 비교한다.

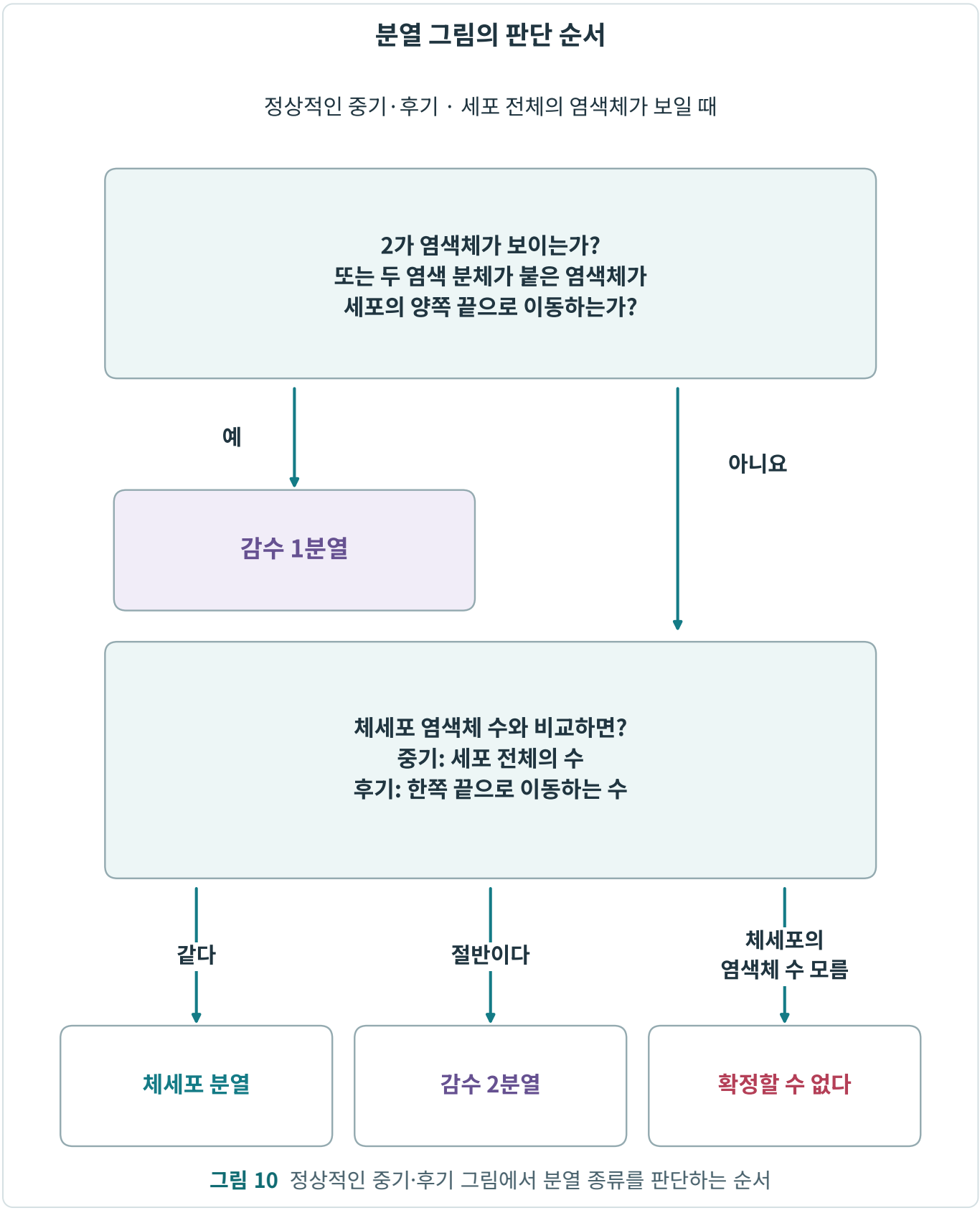


그림 10 정상적인 중기·후기 그림에서 분열 종류를 판단하는 순서

구분	체세포 분열	감수 분열
DNA 복제	1회	1회
분열 횟수	1회	연속 2회
2가 염색체	만들지 않는다.	만든다(감수 1분열 전기).
딸세포 수	2개	4개
염색체 수(모세포 → 딸세포)	변하지 않는다.	절반으로 줄어든다.
DNA 양(세포 1개)	2 → 4 → 2	2 → 4 → 2 → 1
일어나는 곳	동물: 몸의 여러 조직 / 식물: 생장점·형성층	동물: 정소·난소 / 꽃 피는 식물: 꽃밥·밑씨
결과	다세포 생물: 성장, 재생·보충 / 단세포 생물: 생식	생식세포 형성

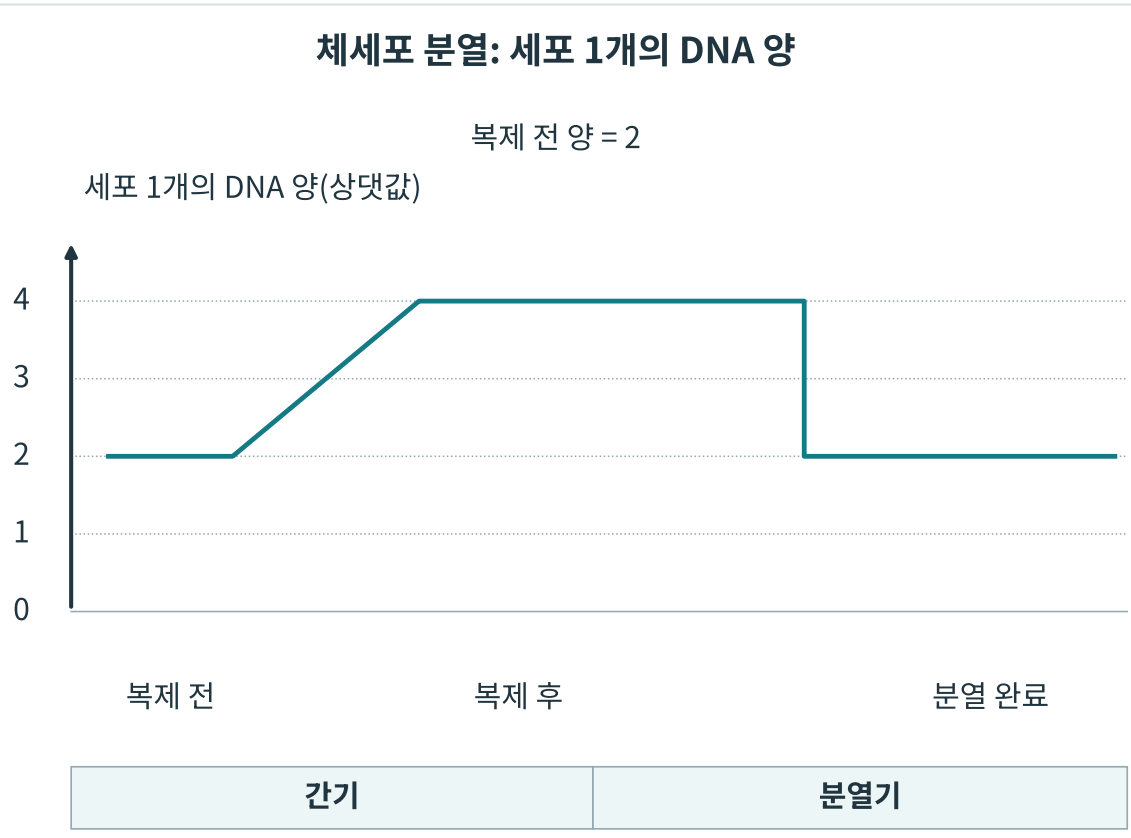


그림 11 체세포 분열의 DNA 양: 간기와 분열기

같은 출발에서 달라지는 분열 결과

복제 전 염색체 4개인 모형 · 아래 모세포는 복제를 마친 상태

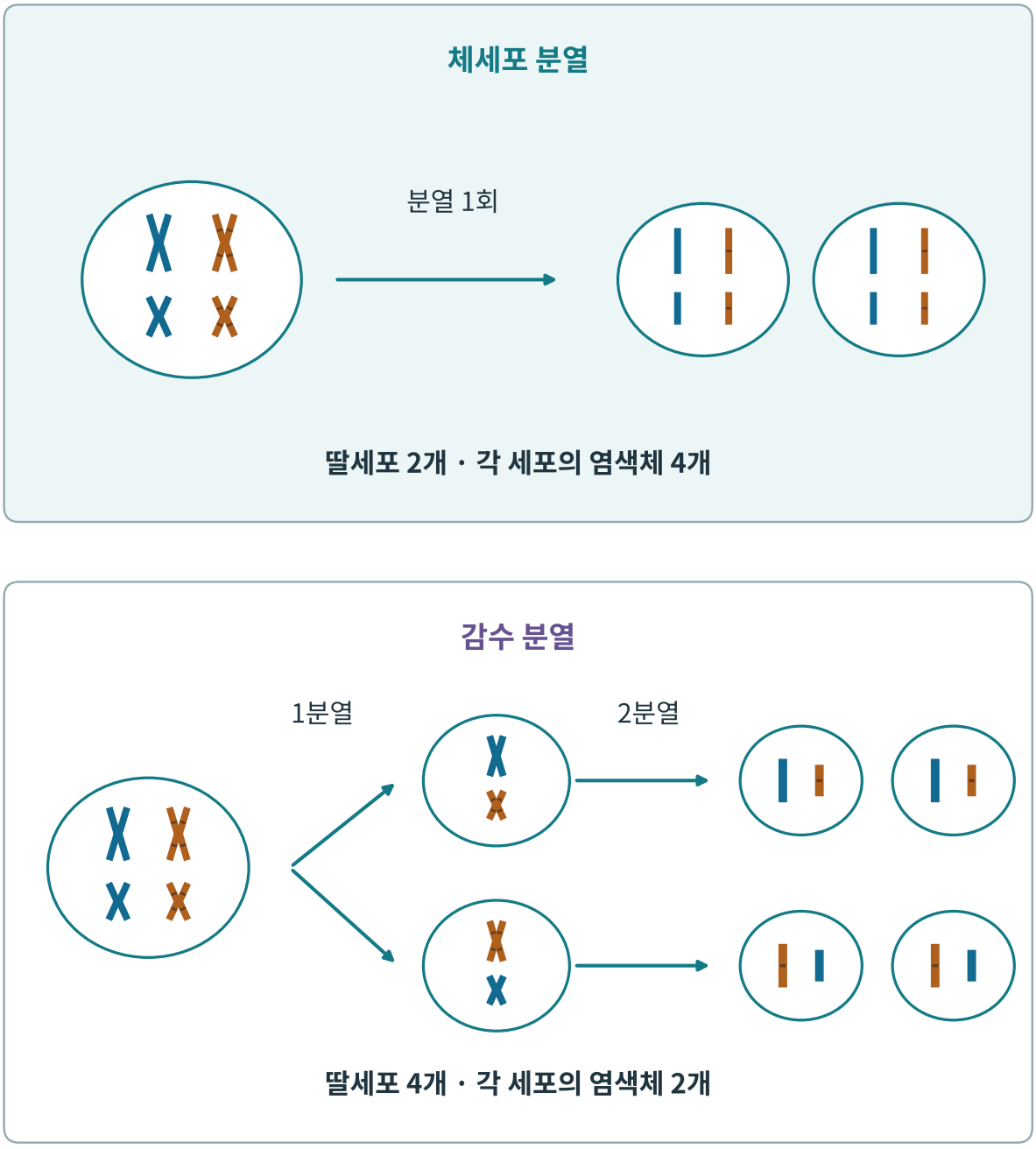


그림 12 체세포 분열과 감수 분열의 결과 비교

그림 12의 두 과정은 모두 DNA 복제 후의 모세포에서 시작한다.

3 **관찰 위치:** 아래 위치도 단서가 된다. 고정 표본의 한 시야에 여러 단계가 보이는 것은 서로 다른 세포가 각기 다른 단계에 있기 때문이며, 위치가 시간순서를 뜻하지 않는다.

관찰한 위치·세포	관찰할 수 있는 분열
식물의 뿌리 끝 생장점	체세포 분열
어린 꽃봉오리의 꽃밥에서 꽃가루를 만드는 세포	감수 분열

완성된 꽃가루 자체와 꽃가루를 만드는 세포를 혼동하지 말자.

쉽게 생각하면 분리되는 모양으로 후보를 좁히고, 염색체 수로 둘을 구별한다. 그림의 방향이나 X자의 크기만으로 정하지 않는다.

실전 연결 ④ **염색 분체가 분리됐다는 것만으로 충분할까?**

대표 문제

어떤 동물의 복제 전 체세포에는 염색체가 6개 있다. 분열 중인 세포 전체를 보니, 염색 분체가 이미 분리되어 세포의 양쪽 끝으로 이동하고 있으며 한쪽으로 이동하는 염색체는 3개이다. 이 세포는 체세포 분열 후기, 감수 1분열 후기, 감수 2분열 후기 중 어느 시기인가?

판단할 단서: '염색 분체가 분리됐다'와 '한쪽에 3개'라는 두 조건을 함께 사용한다.

정답: 감수 2분열 후기. 감수 1분열 후기라면 염색 분체는 아직 붙어 있다. 체세포 분열 후기라면 한쪽으로 이동하는 염색체가 6개여야 한다. 한쪽에 3개이고 염색 분체가 분리됐으므로 감수 2분열 후기이다.

확인 문제 24–28

24 식물의 분열 관찰에 관한 설명으로 옳은 것을 **두 개** 고르시오.

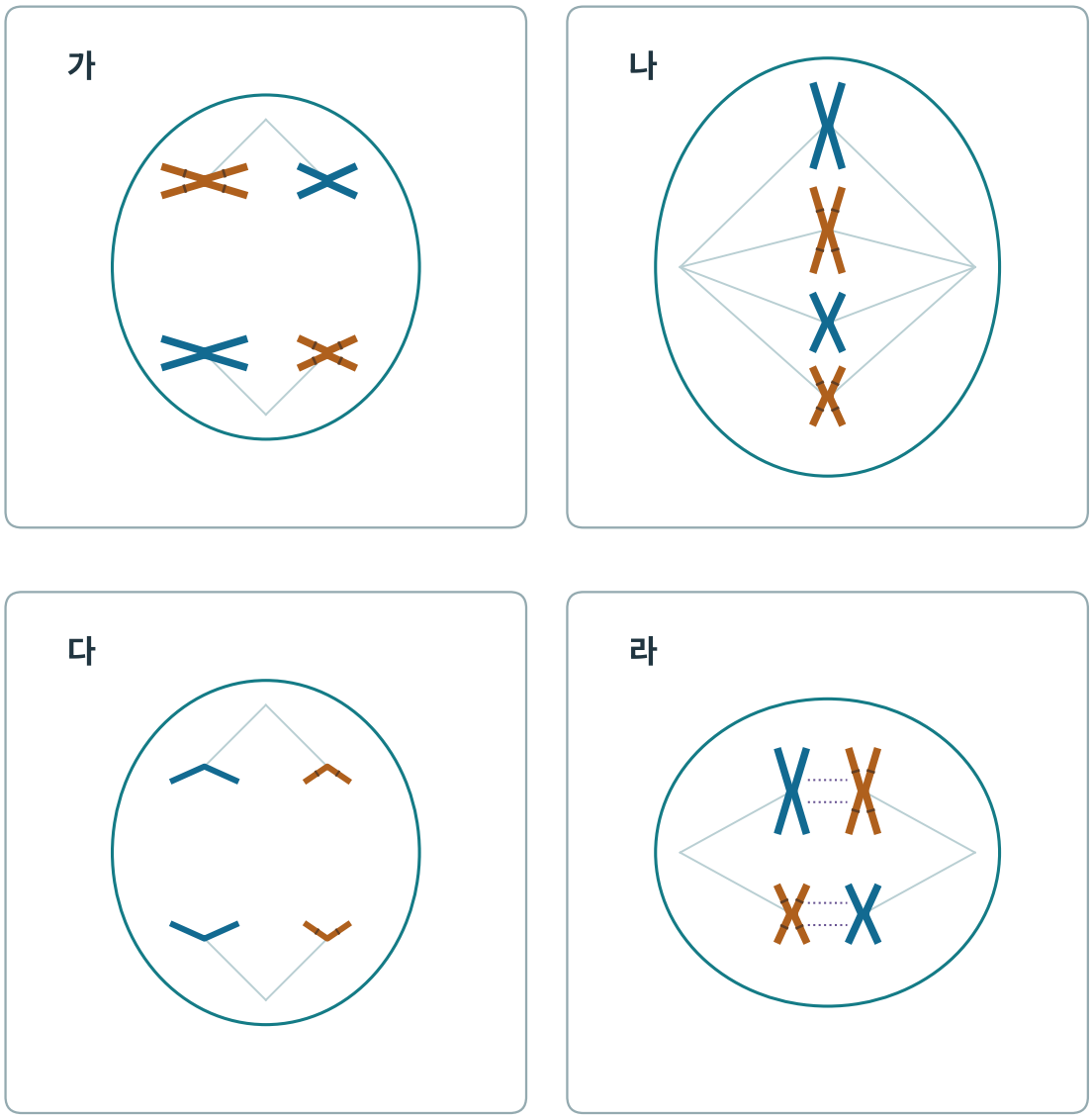
① 뿌리 끝 생장점에서는 일반적으로 감수 분열로 세포 수를 늘린다.
② 뿌리 끝 생장점의 세포에서는 체세포 분열을 관찰할 수 있다.
③ 완성된 꽃가루가 보이면 그 꽃가루 자체를 감수 1분열 전기 세포라고 판단한다.
④ 고정한 표본에서 서로 다른 위치의 세포를 보면 반드시 시간순으로 배열되어 있다.
⑤ 어린 꽃봉오리의 꽃밥에서 꽃가루를 만드는 세포의 감수 분열을 관찰할 수 있다.

25–27번 공통 자료

그림 13은 같은 종류의 동물에서 관찰할 수 있는 정상적인 분열을 나타낸 모형이다. **복제 전 체세포의 염색체 수는 4개**이다. 각 그림은 세포 하나의 전체 모습이며, 염색체를 빠짐없이 그렸다. 같은 길이의 파란 염색체와 갈색 염색체가 상동 염색체이다.

모양과 배치를 보고 분열을 판단하자

같은 종류의 생물 · 복제 전 체세포 염색체 4개



그림은 서로 다른 세포의 한순간이며, 시간순으로 놓지 않았다.

그림 13 서로 다른 세포의 분열 모습 가, 나, 다, 라

25 감수 1분열에 해당하는 그림을 **두 개** 고르시오.

답: ( ), ( )

26 (가)와 (다)의 차이를 설명한 것으로 옳은 것은?

① (가)에서는 염색 분체가, (다)에서는 상동 염색체가 분리된다.
② 두 그림 모두 상동 염색체가 분리되며, 염색 분체는 붙어 있다.
③ (가)에서는 상동 염색체가, (다)에서는 염색 분체가 분리된다.
④ (가)는 DNA 복제 전이고, (다)는 DNA를 복제하는 중이다.
⑤ (가)에서는 한쪽에 염색체가 4개, (다)에서는 한쪽에 1개이다.

27 (나)가 감수 2분열 중기가 아니라 체세포 분열 중기인 까닭을, 세포 한 개의 염색체 수를 이용하여 설명하시오.

답:

---

28 그림 13과는 별개의 동물 세포에 관해 다음 정보만 주어졌다.

“염색 분체가 분리되어 세포의 양쪽 끝으로 이동하는 모습이다.”

이 정보만으로 체세포 분열 후기와 감수 2분열 후기 중 하나를 확정할 수 있는지 쓰고, 구별에 필요한 추가 조건을 제안하시오.

확정할 수 (있다 / 없다).
필요한 정보:

한눈에 정리

감수 분열 전 과정: 복제 1회, 분열 2회

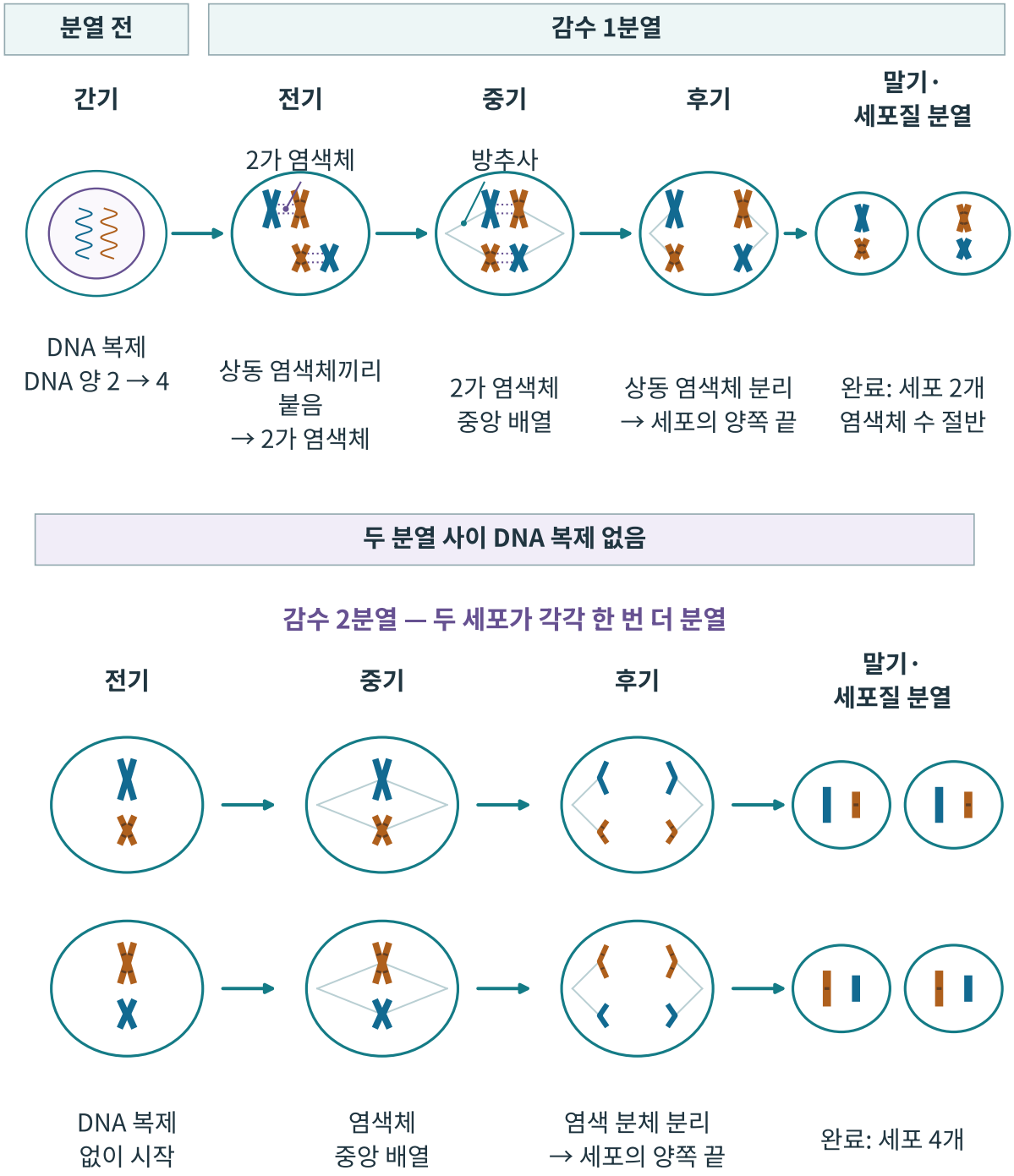


그림 3 감수 분열 전 과정 다시 보기

염색체 수(세포 1개): **4 → 4 → 2 → 2**
DNA 양(세포 1개): **2 → 4 → 2 → 1**
감수 1분열 = 상동 염색체 분리 / 감수 2분열 = 염색 분체 분리

정답과 해설

1–4. 절반씩 나누어야 하는 까닭

1 **정답: 10개, 20개.** 생식세포는 체세포의 절반인 10개를 갖는다. 수정 때 **10 + 10 = 20**이 된다.

2 **정답: ③.** 수정 때 두 생식세포의 염색체가 더해지므로, 생식세포를 만들 때 절반으로 줄이면 세대가 이어져도 염색체 수를 유지할 수 있다. ① DNA를 없애는 과정이 아니다. ② 수정란의 염색체 수는 정상 체세포와 같다. ④ 생식세포의 유전 정보는 서로 다를 수 있다. ⑤ 각 생식세포는 상동 염색체의 각 쌍에서 하나씩 갖는다.

3 **정답: ㉡ → ㉢ → ㉠.** DNA를 한 번 복제한 뒤, 재복제 없이 1분열과 2분열을 한다.

4 **정답: (가) X, (나) O, (다) O.** (가) 두 분열 사이에 DNA를 다시 복제하지 않는다. (나) 세포 수는 **1 → 2 → 4**로 바뀐다. (다) 감수 분열을 마친 딸세포 하나에는 모세포의 절반에 해당하는 염색체가 들어 있다.

5–10. 분리 대상과 2가 염색체

5 **정답: 상동 염색체, 염색 분체.** 1분열 후기의 염색체는 두 염색 분체가 붙어 있는 상태이다.

6 **정답: 염색체 4개, 염색 분체 8개.** 2가 염색체 하나는 염색체 2개, 염색 분체 4개이다. 각각 두 배 하면 된다.

7 **정답: (가) ㉡, (나) ㉢, (다) ㉠.** 전기에 짝을 이루고, 중기에 세포 중앙에 배열되고, 후기에 상동 염색체가 분리된다.

8 **정답: ④.** ㄱ과 ㄴ이 옳다. 상동 염색체가 분리되어도 각 염색체의 두 염색 분체는 붙어 있다. ㄷ은 틀리다. DNA 복제는 1분열이 시작되기 전에 마치며, 후기에는 다시 복제하지 않는다. ①과 ②는 옳은 설명을 하나씩 빠뜨렸고, ③과 ⑤는 틀린 ㄷ을 포함한다.

9 **정답: ①.** 2가 염색체는 복제된 상동 염색체 두 개가 짝을 이룬 것이다. ②는 복제된 염색체 하나의 구성이다. ③은 염색 분체 수를 염색체 수로 잘못 센 것이다. ④ 분리되기 전에 짝을 이룬 상태이다. ⑤ 감수 1분열 전기에 형성된다.

10 **예시 답:** 상동 염색체 두 쌍이 각각 분리되어, 각 쌍에서 하나씩 딸세포로 들어가기 때문에 염색체가 2개가 된다. **채점 핵심:** 상동 염색체의 분리와 각 쌍에서 하나씩 전달된다는 두 내용을 포함한다.

11–18. 세포 한 개의 염색체 수와 DNA 양

11 **정답: 12개, 6개, 6개.** 복제 후에도 염색체 수는 12개이다. 감수 1분열 완료 뒤 절반이 되고, 2분열 완료 뒤에는 그 수가 유지된다.

12 **정답: ②.** ㉠ → ㉡에서 DNA 양이 6에서 12로 증가한다. ① ㉡ → ㉢과 ③ ㉢ → ㉣은 각각 분열 완료 뒤 딸세포 하나의 양이 줄어드는 변화이다. ④ ㉠ → ㉢에는 복제와 1분열이 모두 포함되어 두 끝의 값이 같다. ⑤ ㉡ → ㉣에는 두 번의 분열이 포함되며 DNA 복제로 양이 늘어나는 구간이 아니다.

13 **정답: ⑤.** ㉠은 염색체 6개·DNA 양 6, ㉢은 염색체 3개·DNA 양 6이다. ㉠의 염색체는 복제 전이고 ㉢의 염색체는 각각 두 염색 분체로 이루어져, 염색체 수가 달라도 DNA 양은 같다. ① 염색체 수가 다르다. ② 수는 다르고 DNA 양은 같다. ③ DNA 양은 절반이 아니다. ④ 두 값 모두 두 배가 아니다.

14 **정답: 16, 8, 4.** 복제 때 두 배가 되고, 각 분열 완료 뒤 딸세포 하나의 DNA 양은 절반씩 된다. 기준 숫자가 달라져도 이 비율은 같다.

15 **정답: 16.** 네 세포가 각각 4이므로 **4 × 4 = 16**이다. 복제 직후의 값 16과 같다. **예시 설명:** 복제한 DNA가 네 세포에 나뉘어 들어간 것이며, 분열로 DNA가 사라진 것은 아니다. **채점 핵심:** 합계 16과 '여러 세포에 나뉘어 들어감'을 포함한다.

16 **정답: (가) 8개, (나) 4개, (다) 4개.** 감수 1분열을 마친 세포에는 염색체가 4개 있다. 감수 2분열 후기에는 염색 분체가 분리되어 각각 독립된 염색체가 되므로, 세포 전체에는 8개이고 한쪽 끝으로 4개가 이동한다. 분열 완료 뒤 딸세포 하나에도 4개이다.

17 **정답:** 잘못 들어간 사건은 **1분열 뒤의 DNA 재복제**이다. 올바른 흐름은 **2 → 4 → 2 → 1**이다. 두 분열 사이에 복제가 없으므로, 2분열을 마친 딸세포 하나의 DNA 양은 1이다.

18 **정답: ①, ④.** ㉡ → ㉢에서는 **염색체 6 → 3, DNA 양 12 → 6**이다. ㉢ → ㉣에서는 **염색체 3 → 3, DNA 양 6 → 3**이다. ② DNA 양도 절반이 된다. ③ 분열 완료 뒤의 염색체 수는 3개로 유지된다. ⑤ 두 분열 사이에 DNA를 다시 복제하지 않는다.

19–23. 염색체의 조합

19 **정답: ④.** A는 긴 쌍에서, b는 짧은 쌍에서 하나씩 고른 것이다. ①은 긴 쌍만, ②는 짧은 쌍만 골랐다. ③은 긴 쌍의 염색체를 둘 다 포함한다. ⑤는 짧은 쌍의 염색체가 빠졌다.

20 **정답: Ab 2개, aB 2개.** 1분열에서 Ab가 한쪽으로 갔다면, 다른 쪽에는 각각의 상동 염색체인 aB가 간다. 교차를 생략했으므로, 2분열을 마치면 각 조합이 두 개씩 생긴다. 답의 순서는 바뀌어도 된다.

21 **정답: X. 예시 수정:** 교차를 생략한 이 모형에서는 두 종류의 조합이 각각 두 개씩 생긴다. 네 가지는 여러 감수 분열을 통틀어 가능한 조합이다. '한 번에 나온 세포 수'와 '가능한 조합 수'를 구별한다.

22 **예시 답:** A와 a는 상동 염색체이므로 감수 1분열에서 서로 분리되어, 같은 정상 생식세포로 함께 들어가지 않기 때문이다. **채점 핵심:** A와 a가 같은 쌍이라는 점과 1분열에서 분리된다는 점을 포함한다.

23 **정답: ①.** 염색체 수가 같다는 사실만으로 유전 정보까지 같다고 할 수 없다. ② 대립유전자는 다를 수 있다. ③ 정상적인 형제자매의 체세포 염색체 수는 46개로 같다. ④ 부모 각각에게서 생식세포를 통해 23개씩 받는다. ⑤ 정상적인 사람의 생식세포는 23개를 가지며 조합이 달라질 수 있다.

24–28. 그림과 관찰 자료의 판단

24 **정답: ②, ⑤.** 뿌리 끝 생장점에서는 체세포 분열을, 꽃밥의 꽃가루를 만드는 세포에서는 감수 분열을 관찰할 수 있다. ① 생장점의 세포 수 증가는 체세포 분열로 이루어진다. ③ 완성된 꽃가루와 꽃가루를 만드는 세포는 구별해야 한다. ④ 표본 속 위치가 곧 분열의 시간순서는 아니다.

25 **정답: 가, 라.** (가)는 두 염색 분체가 붙은 상동 염색체가 서로 떨어지는 **감수 1분열 후기**이다. (라)는 상동 염색체끼리 짝을 이룬 2가 염색체가 세포 중앙에 배열된 **감수 1분열 중기**이다. (나)는 체세포 분열 중기, (다)는 감수 2분열 후기이다.

26 **정답: ③.** (가)의 X자 하나를 이루는 두 염색 분체는 아직 붙어 있다. (다)에서는 두 염색 분체가 분리됐다. ① 분리 대상을 반대로 썼다. ② (다)의 분리 대상은 염색 분체이다. ④ 두 그림 모두 DNA 복제 뒤의 분열 모습이다. ⑤ 두 그림 모두 한쪽으로 이동하는 염색체는 2개이다.

27 **예시 답:** 이 동물의 체세포 염색체 수는 4개이고 (나)에도 염색체가 4개 있으므로 체세포 분열 중기이다. 감수 2분열 중기라면 한 세포에 염색체가 2개 있어야 한다. **채점 핵심:** (나)의 4개와 감수 2분열 중기의 2개를 비교한다.

28 **정답: 없다.** 두 분열에서 모두 염색 분체가 분리되므로 그것만으로는 구별할 수 없다. **필요한 정보의 예:** 그 동물의 정상 체세포 염색체 수와, 그림에서 한쪽으로 이동하는 염색체 수를 비교할 수 있는 정보. 한쪽의 수가 체세포와 같으면 체세포 분열 후기, 절반이면 감수 2분열 후기이다. **채점 핵심:** 확정할 수 없다는 판단과, 두 경우를 구별할 수 있는 추가 조건을 제안한다. 앞서 감수 1분열을 마친 세포임을 확인하는 정보도 인정한다.