중3 과학 · 생식과 유전 V09

A형인 부모 두 사람에게서 O형 자녀가 태어날 수 있을까?

중3 과학 · ABO식 혈액형의 유전 | 궁금증에서 문제 풀이까지



> 부모의 혈액형이 같다고 자녀의 혈액형도 꼭 같을까? 겉으로 드러난 혈액형과 자녀에게 전달하는 대립유전자를 나누어 보면 답이 보인다.

© 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.

질문 지도

묶음	읽다가 생기는 질문	확인 문제
1. 세 종류의 대립유전자	Q1 세 종류와 네 혈액형 · Q2 한 사람은 두 개 · Q3 A·B·O의 우열 관계	**1–10**
2. 같은 혈액형, 다른 유전자형	Q4 같은 A형의 차이 · Q5 A형 부모와 O형 자녀	**11–22**
3. 부모와 자녀, 가계도	Q6 네 혈액형의 조건 · Q7 부모의 유전자형 찾기 · Q8 다음 자녀의 확률	**23–36**

먼저 꺼내 올 것

앞에서 배운 개념	혈액형에 적용하면
유전자형은 대립유전자의 조합이다.	AO는 유전자형, A형은 표현형이다.
생식세포에는 한 쌍의 대립유전자 중 하나가 들어간다.	AO인 사람의 생식세포는 A 또는 O를 가진다.
자녀는 부모에게서 대립유전자를 하나씩 받는다.	자녀가 OO이면 부모에게서 O를 하나씩 받았다.

이 편에서는 ABO식 혈액형을 결정하는 대립유전자를 **A·B·O**로 나타낸다. 가계도는 모두 가상의 자료이며, 제시된 가족 관계와 혈액형은 정확하다고 가정한다.

묶음 1 세 종류의 대립유전자

Q1 혈액형은 네 가지인데 왜 대립유전자는 세 가지일까?

한줄답 세 종류 중 두 개가 짝을 이루면 유전자형은 6가지이고, AA·AO와 BB·BO가 각각 같은 혈액형으로 나타나 혈액형은 4가지가 된다.

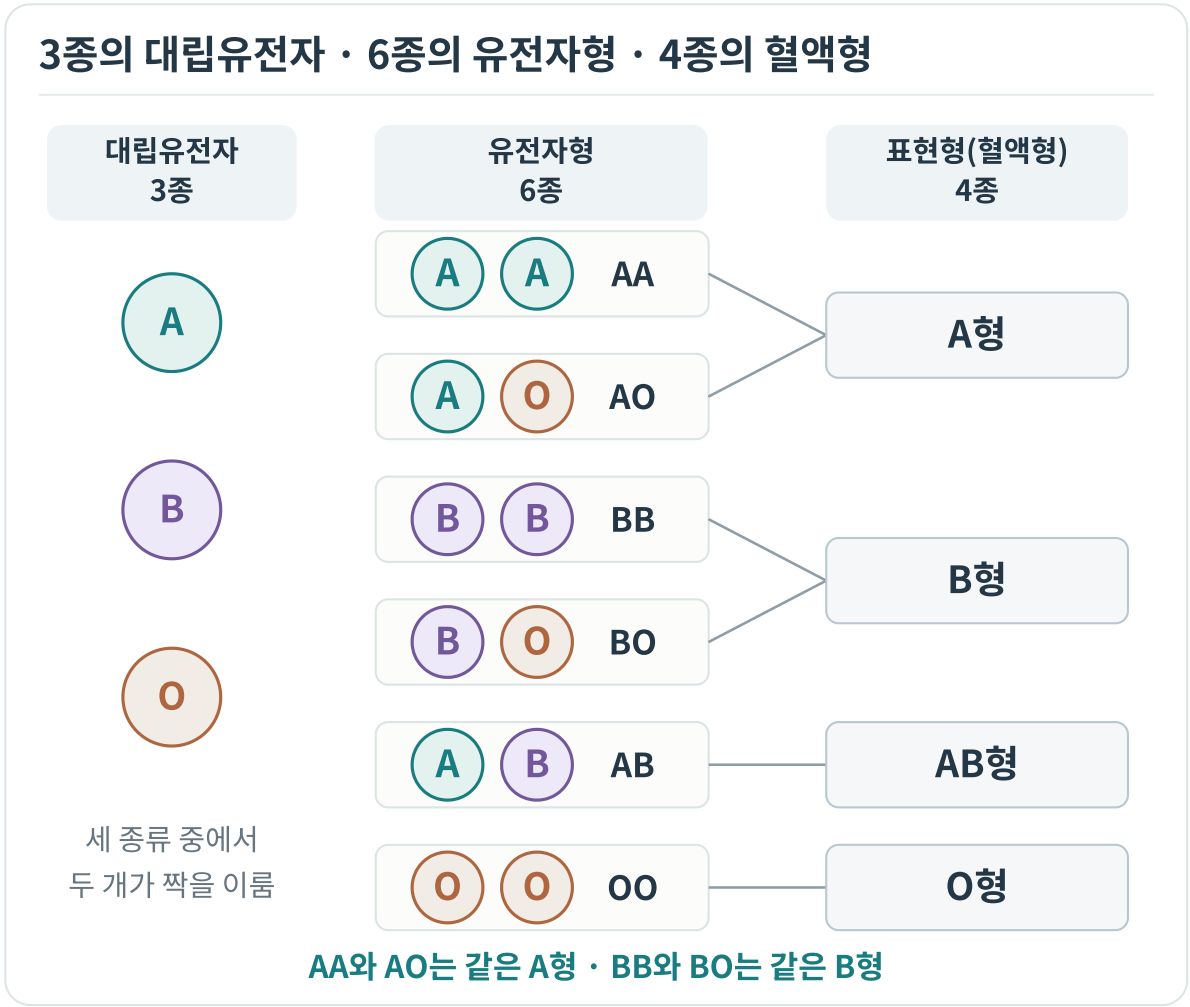


그림 1. 대립유전자 3종, 유전자형 6종, 표현형 4종의 대응

AA와 AO는 모두 A형이고, BB와 BO는 모두 B형이다. 왜 같은 혈액형으로 나타나는지는 Q3의 우열 관계에서 확인한다.

유전자형은 A·B를 앞에, O를 뒤에 써서 **AO·BO**로 나타낸다.

구분	귓불 모양(V08)	ABO식 혈액형
대립유전자의 종류	2종	3종(A·B·O)
한 사람이 가지는 수	한 쌍(2개)	한 쌍(2개)
유전자형의 종류	3종	6종
표현형의 종류	2종	4종

귓불 모양은 V08에서처럼 한 쌍의 대립유전자로 결정된다고 보고 비교했다.

쉽게 생각하면 **‘재료의 종류’, ‘두 개의 짝’, ‘드러난 혈액형’을 따로 센다.**

사람들 전체(집단)에서 한 형질을 결정하는 대립유전자의 종류가 세 가지 이상인 유전을 **복대립 유전**이라고 한다. ABO식 혈액형의 유전이 그 예이다.

Q2 대립유전자가 세 종류라면 한 사람도 세 개를 가질까?

한줄답 **한 사람은 부모에게서 하나씩 받은 두 개를 가진다.**

ABO식 혈액형은 **한 쌍의 대립유전자**로 결정된다. 세 쌍이 아니다. 관련 유전자가 남녀에게 공통으로 있는 상염색체에 있으므로, **이론적으로 남녀에서 각 혈액형이 나타나는 비율이 같다.**

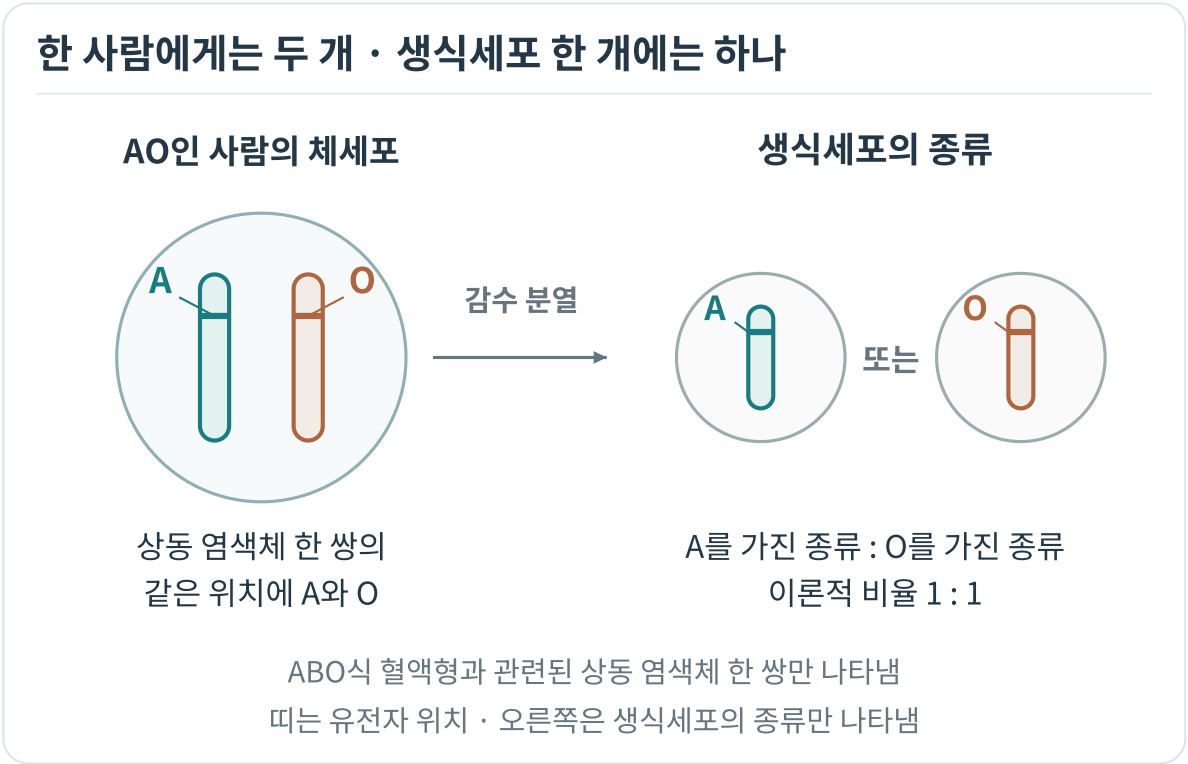


그림 2. 한 사람의 두 대립유전자와 생식세포의 한 대립유전자

구분	ABO식 혈액형의 대립유전자
사람 전체에서 볼 수 있는 종류	A·B·O
AO인 사람의 상동 염색체 한 쌍	같은 위치에 A와 O가 하나씩 있음
이 사람이 만드는 생식세포 한 개	A 또는 O 중 하나를 가짐
수정으로 만들어진 자녀	양쪽 부모에게서 하나씩 받아 두 개가 됨

그림은 ABO식 혈액형과 관련된 상동 염색체 한 쌍만 나타낸 것이다. AO인 사람에게도 다른 형질에 관여하는 많은 유전자가 있다.

쉽게 생각하면 **선택할 수 있는 종류는 셋, 한 사람의 짝은 둘, 전달하는 것은 하나이다.**

주의 **'ABO식'이라는 이름은 대립유전자가 A·B·O 세 종류라는 뜻이다. 한 사람이 셋을 모두 가진다는 뜻이 아니다.**

Q3 AB형에서는 왜 A와 B 중 하나만 나타나지 않을까?

한줄답 **A와 B 사이에는 우열 관계가 없어 A의 성질과 B의 성질이 둘 다 드러나기 때문이다.**

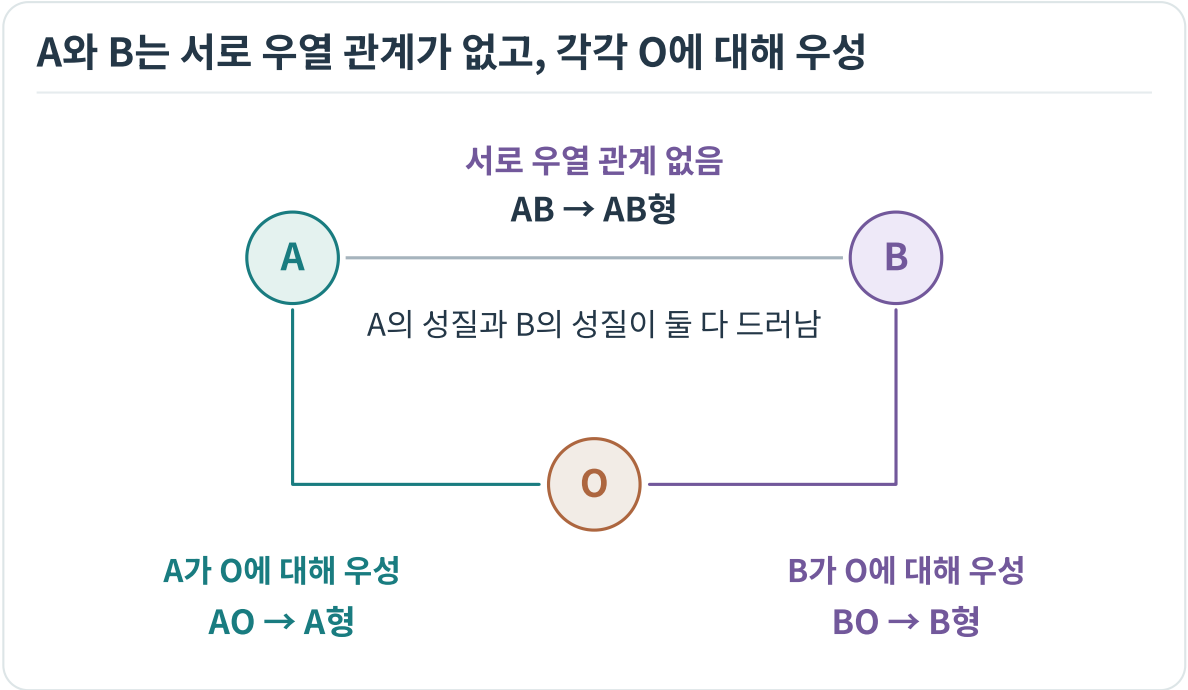


그림 3. A와 B의 관계, A·B 각각과 O의 관계

그림 1 다시 보기 그래서 AA·AO는 A형, BB·BO는 B형으로 나타나고, 유전자형 6종이 혈액형 4종이 된다.

유전자형	두 대립유전자의 관계	나타나는 혈액형
AO	A가 O에 대해 우성	A형(O의 성질은 드러나지 않음)
BO	B가 O에 대해 우성	B형(O의 성질은 드러나지 않음)
AB	우열 관계 없음	AB형(A의 성질과 B의 성질이 둘 다 드러남)

AB형은 A형과 B형의 중간 혈액형이 아니다. **A가 있을 때 나타나는 성질과 B가 있을 때 나타나는 성질이 둘 다 드러난다. 그래서 이름도 AB형이다.**

쉽게 생각하면 **O와 짝일 때는 A나 B가 나타나고, A와 B가 짝이면 둘의 성질이 함께 나타난다.**

확인 문제 1–10

1 ABO식 혈액형에서 대립유전자·유전자형·표현형의 종류 수를 차례로 바르게 쓴 것은?

① 3·4·6 ② 3·6·4 ③ 4·3·6 ④ 4·6·3 ⑤ 6·3·4

2 빈칸에 수를 쓰시오.

ABO식 혈액형에 관해 한 사람은 대립유전자 ( )개를 가지며, 생식세포 한 개에는 그중 ( )개가 들어간다.

3 ABO식 혈액형의 대립유전자에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 한 사람에게 A·B·O가 항상 모두 있다.
② O형인 사람에게는 혈액형 유전자가 없다.
③ 대립유전자가 세 종류이므로 생식세포 한 개에도 세 종류가 들어간다.
④ ABO는 한 사람의 유전자형이다.
⑤ 집단 전체의 대립유전자 종류 수와 한 사람이 가지는 개수는 다르다.

4 ABO식 혈액형의 유전자형 여섯 종류를 빠짐없이 쓰시오. 대립유전자 기호의 순서만 바뀐 것은 같은 유전자형으로 센다.

답: ( )

5 옳으면 O, 틀리면 X를 쓰시오.

(가) AO인 사람의 생식세포 한 개에는 A와 O가 함께 들어간다. ( )
(나) OO인 사람의 생식세포는 ABO식 혈액형에 관해 O만 가진다. ( )

6 유전자형을 AO 또는 OA라고 썼다면 서로 다른 유전자형인가? '대립유전자의 조합'을 넣어 한 문장으로 설명하시오.

답 _____

_____

7 표를 완성하시오.

유전자형	생식세포가 가질 수 있는 대립유전자	두 종류이면 이론적 비율
BB	( )	한 종류
BO	( ), ( )	( ) : ( )

8 AB형인 사람이 만드는 생식세포의 대립유전자 종류를 바르게 쓴 것은?

① AB만 ② A 또는 B ③ A 또는 O ④ B 또는 O ⑤ A·B·O 중 하나

9 ABO식 혈액형의 대립유전자 관계로 옳은 것은?

① A는 B와 O 모두에 대해 우성이다.
② B는 A와 O 모두에 대해 우성이다.
③ A와 B 사이에는 우열 관계가 없고, 둘은 각각 O에 대해 우성이다.
④ A·B·O 사이에는 모두 우열 관계가 없다.
⑤ O는 A와 B 모두에 대해 우성이다.

10 AB형을 "A형과 B형을 섞은 중간 혈액형"이라고 설명하면 안 되는 까닭을 쓰시오.

답 _____

_____

묶음 2 같은 혈액형, 다른 유전자형

Q4 같은 A형인 두 사람의 유전자형은 서로 다를 수 있을까?

한줄답 A형에는 AA와 AO가 있으므로 서로 다를 수 있다.

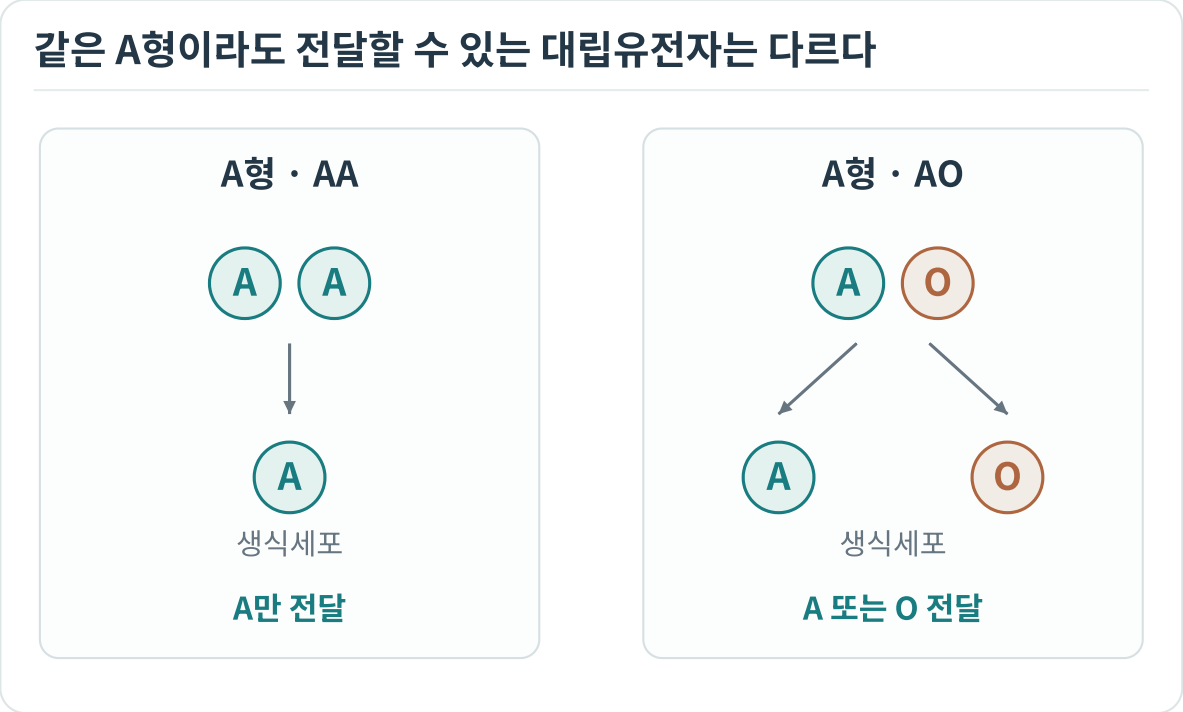


그림 4. A형은 같아도 전달할 수 있는 대립유전자는 다르다

A형인 사람의 유전자형	생식세포의 종류	자녀에게 O를 전달할 수 있는가?
AA	A 한 종류	없다.
AO	A·O 두 종류, 이론적 비율 1 : 1	있다.

A가 O에 대해 우성이므로 AO는 A형이다. O가 없어지는 것은 아니어서 생식세포를 통해 자녀에게 전달될 수 있다.

쉽게 생각하면 **혈액형은 '나타난 결과', 유전자형은 '가지고 있는 두 글자'이다.**

실전 연결 ① **같은 표현형과 같은 유전자형을 구별하기**

대표 문제 **A형인 사람 (가)는 OO인 사람과의 사이에서 O형 자녀를 두었다. A형인 사람 (나)는 유전자형 검사에서 AA로 확인되었다. (가)·(나)의 유전자형과, 각각의 생식세포가 가질 수 있는 대립유전자를 쓰시오.**

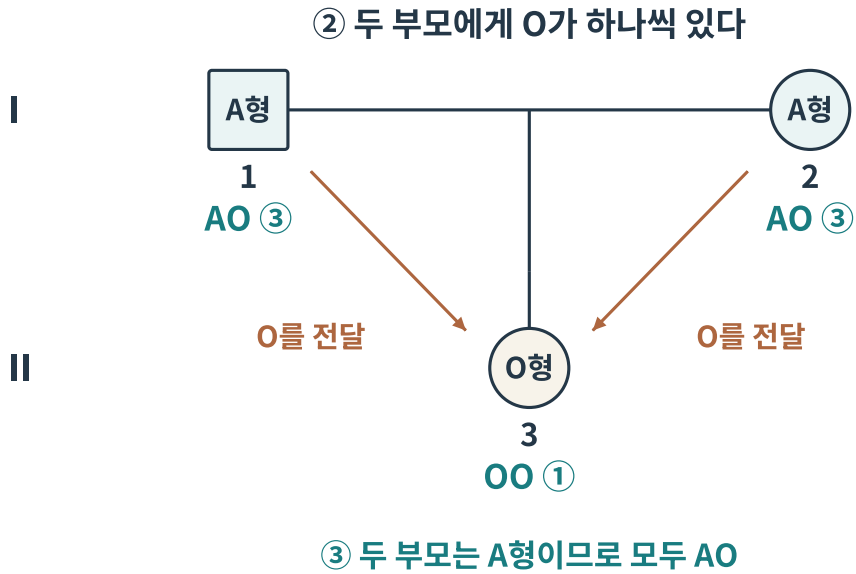
판단 근거	(가)	(나)
주어진 자료	O형 자녀에게 O를 주었음	유전자형이 AA로 확인됨
유전자형	AO	AA
생식세포가 가지는 대립유전자	A 또는 O	A만

기억할 기준 **같은 혈액형이어도 자녀에게 전달할 수 있는 대립유전자는 다를 수 있다.**

Q5 A형인 부모 두 사람에게서 O형 자녀가 태어나려면?

한줄답 **두 부모가 모두 AO여서 O를 하나씩 전달해야 한다.**

O형 자녀가 받은 O를 부모에게서 하나씩 찾는다



번호: 생각하는 차례 · 화살표: 부모가 자녀에게 전달

그림 5. O형 자녀를 단서로 부모의 유전자형 찾기

단계	근거	정해지는 것
① 자녀부터 적기	O형의 유전자형은 한 가지	자녀 OO
② 받은 대립유전자 나누기	양쪽 부모에게서 하나씩 받음	두 부모가 각각 O를 전달함
③ 부모의 혈액형과 함께 보기	두 부모는 A형	두 부모 모두 AO

둘 중 한 부모라도 AA이면 모든 자녀가 그 부모에게서 A를 받으므로 O형은 태어날 수 없다.

조합표는 부모의 생식세포가 만나 생기는 자녀의 유전자형을 정리한 표이다. 표의 위와 왼쪽에는 부모 각각의 생식세포를 적고, 안쪽에는 두 생식세포가 만나 생기는 자녀의 유전자형을 적는다. 생식세포가 한 종류뿐이면 그 종류를 한 번만 적는다.



그림 6. A형 부모의 세 경우와 O형 자녀의 가능성

쉽게 생각하면 **자녀가 OO이면 O의 출처가 두 곳 필요하다. 부모에게서 하나씩 찾는다.**

실전 연결 ② 네 칸과 실제 네 자녀는 다르다

여기서 **'다음 자녀'**는 '이 부모 사이에서 자녀가 한 명 더 태어날 때, 그 아이'를 뜻한다.

대표 문제 **AO인 부모 두 사람 사이에서 다음 자녀가 O형일 확률은 얼마인가? 이 부모에게 자녀가 네 명 생기면 그중 한 명은 반드시 O형인가?**

AO와 AO의 조합표

AO인 아버지의 생식세포 \ AO인 어머니의 생식세포	A	O
A	AA A형	AO A형
O	AO A형	OO O형

안쪽 한 칸 = 자녀의 유전자형

그림 7. AO와 AO의 조합표

무엇을 묻는가?	판단
다음 자녀 한 명이 O형일 확률	네 조합 중 OO가 한 칸이므로 $\frac{1}{4}$(25 %)
실제 네 자녀 중 O형 자녀 수	꼭 한 명이라고 정할 수 없음

같은 유전자형 AO가 두 칸에 나온다. 두 칸은 부모에게서 A와 O를 받는 경로가 다르므로 확률을 셀 때 둘 다 센다.

기억할 기준 **조합표 한 칸은 가능한 자녀의 유전자형을 나타낸다. 실제 자녀 한 명을 미리 정해 놓은 자리가 아니다.**

확인 문제 11–22

11 혈액형만 알아서는 유전자형을 한 가지로 정할 수 없는 것은?

① A형 ② AB형 ③ O형 ④ AB형과 O형 ⑤ 모든 혈액형

12 “A형이므로 유전자형은 반드시 AA이다.”라는 말이 틀린 까닭을 가능한 유전자형 두 가지로 설명하시오.

답 _____

_____

13 AO인 사람에게서 O가 자녀에게 전달될 수 있는 까닭으로 옳은 것은?

① 열성 대립유전자는 우성으로 바뀐 뒤 전달된다.

② 자녀에게 전달할 때 A가 O로 변한다.

③ 부모의 혈액형과 무관하게 O가 새로 생긴다.

④ A형으로 나타나도 O를 가지고 있으며 생식세포로 전달할 수 있다.

⑤ A와 O가 항상 한 생식세포에 함께 들어간다.

14 AA인 사람과 OO인 사람 사이에서 태어날 자녀의 유전자형과 혈액형은?

① AA·A형 ② OO·O형 ③ AO·A형 ④ AO·O형 ⑤ AB·AB형

15–18 공통 자료 그림은 한 가족의 ABO식 혈액형 가계도이다.

확인 문제 15–18 공통 자료

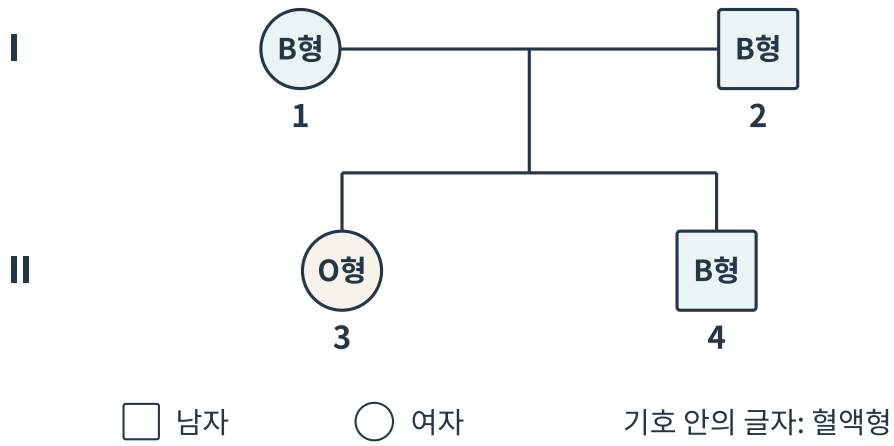


그림 8. 확인 문제 15–18의 혈액형 가계도

15 부모 1·2의 유전자형을 차례로 바르게 쓴 것은?

① BB·BB ② BB·BO ③ BO·BB ④ BO·OO ⑤ BO·BO

16 자녀 3의 유전자형과, 3이 부모에게서 하나씩 받은 대립유전자를 쓰시오.

유전자형: ( ) / 1에게서 ( ), 2에게서 ( )

17 부모 1·2의 다음 자녀가 O형일 확률은?

① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ 1

18 자녀 4의 유전자형을 BO로 확정할 수 있는가? 가능한 유전자형을 모두 써서 답하시오.

답 _____

_____

19 다음 부모의 혈액형 조합 중 O형 자녀가 태어날 수 없는 것은?

① O형과 O형 ② A형과 O형 ③ B형과 O형 ④ AB형과 O형 ⑤ A형과 B형

20 AB형 부모 두 사람에게서 O형 자녀가 태어날 수 없는 까닭을 'O를 전달'이라는 말을 넣어 쓰시오.

답 _____

_____

21 부모의 유전자형이 다음과 같을 때, 모든 자녀가 A형인 것은?

① AO와 OO ② AA와 AO ③ AO와 AO ④ AB와 OO ⑤ AB와 AB

22 A형 부모에게서 O형 자녀가 태어났다고 해서 "부모에게 없던 O가 자녀에게 새로 생겼다."라고 할 수 없는 까닭을 쓰시오.

답 _____

_____

묶음 3

부모와 자녀, 가계도

Q6 A형과 B형 부모의 자녀에게 네 혈액형이 모두 가능한 경우는?

한줄답 A형 부모가 AO이고 B형 부모가 BO인 경우이다.

A형과 B형 부모의 네 경우

AA와 BB

위: AA의 생식세포
왼쪽: BB의 생식세포

	A
B	AB AB형

AB형 100 %

AA와 BO

위: AA의 생식세포
왼쪽: BO의 생식세포

	A
B	AB AB형
O	AO A형

AB형·A형
각각 1/2(50 %)

AO와 BB

위: AO의 생식세포
왼쪽: BB의 생식세포

	A	O
B	AB AB형	BO B형

AB형·B형
각각 1/2(50 %)

AO와 BO

위: AO의 생식세포
왼쪽: BO의 생식세포

	A	O
B	AB AB형	BO B형
O	AO A형	OO O형

AB형·A형·B형·O형
각각 1/4(25 %)
네 혈액형이 모두 가능

위와 왼쪽은 생식세포 · 안쪽은 자녀의 유전자형과 혈액형

그림 9. A형과 B형 부모의 네 경우와 자녀의 혈액형

쉽게 생각하면 A형·B형이라는 이름만 보지 말고, 두 부모에게 O가 하나씩 있는지 확인한다.

주의 네 혈액형이 가능하다는 말은 실제 네 자녀가 서로 다른 혈액형으로 태어난다는 뜻이 아니다.

실전 연결 ③ AB형과 O형의 자녀는 왜 부모와 다른 혈액형일까?

대표 문제 AB형인 사람과 O형인 사람 사이에서 태어날 자녀의 혈액형과 각각의 확률을 구하시오.

AB형과 O형 부모의 조합표

AB형 부모(AB)의 생식세포: A, B

O형 부모(OO)의 생식세포: O	A	B
O	AO A형	BO B형

A형과 B형이 각각 1/2(50 %)

그림 10. AB와 OO의 조합표

부모의 유전자형	전달할 수 있는 대립유전자
AB	A 또는 B, 각각 $\frac{1}{2}$(50 %)
OO	O만, 확률 100 %

자녀는 AO 또는 BO이므로 **A형과 B형이 각각 $\frac{1}{2}$(50 %)**이다. AB형 부모는 O를 줄 수 없고, O형 부모는 A나 B를 줄 수 없다. 따라서 자녀는 AB형도 O형도 될 수 없다.

기억할 기준 **부모의 혈액형 이름을 물려받는 것이 아니라, 부모의 대립유전자를 하나씩 물려받는다.**

Q7 자녀의 혈액형으로 부모의 유전자형을 알아낼 수 있을까?

한줄답 O형 자녀 같은 단서가 있으면 정해지고, 단서가 없으면 두 후보가 남을 수 있다.

전달 가능한 대립유전자로 유전자형 찾기

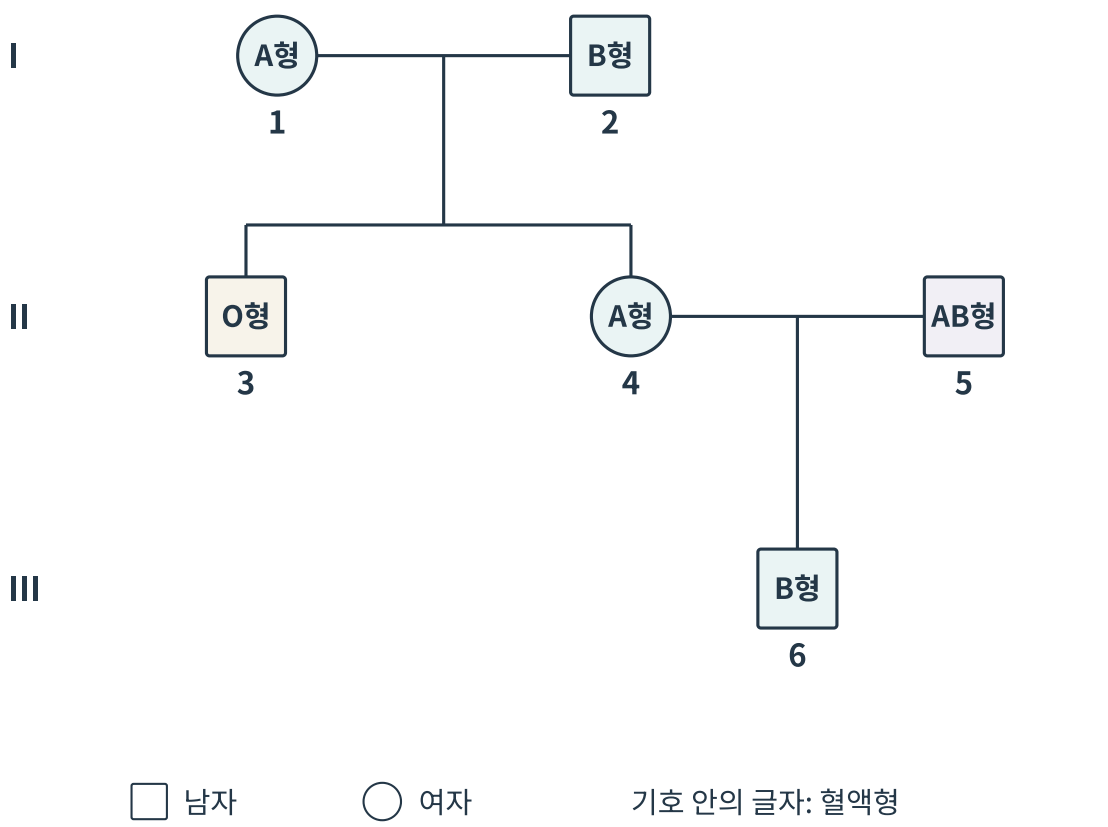


그림 11. 세 세대의 혈액형 자료

차례	찾은 근거	정해지는 유전자형
①	3은 O형	3은 OO
②	1·2가 3에게 O를 하나씩 전달함	A형인 1은 AO, B형인 2는 BO
③	4는 A형이며 B형인 2에게서 하나를 받음	2에게서 B를 받으면 A형일 수 없으므로 O를 받음. 4는 AO
④	5는 AB형	5는 AB
⑤	6은 B형이며 A형인 4에게서 하나를 받음	4에게서 O, 5에게서 B를 받아 6은 BO

차례대로 유전자형을 채운 가계도

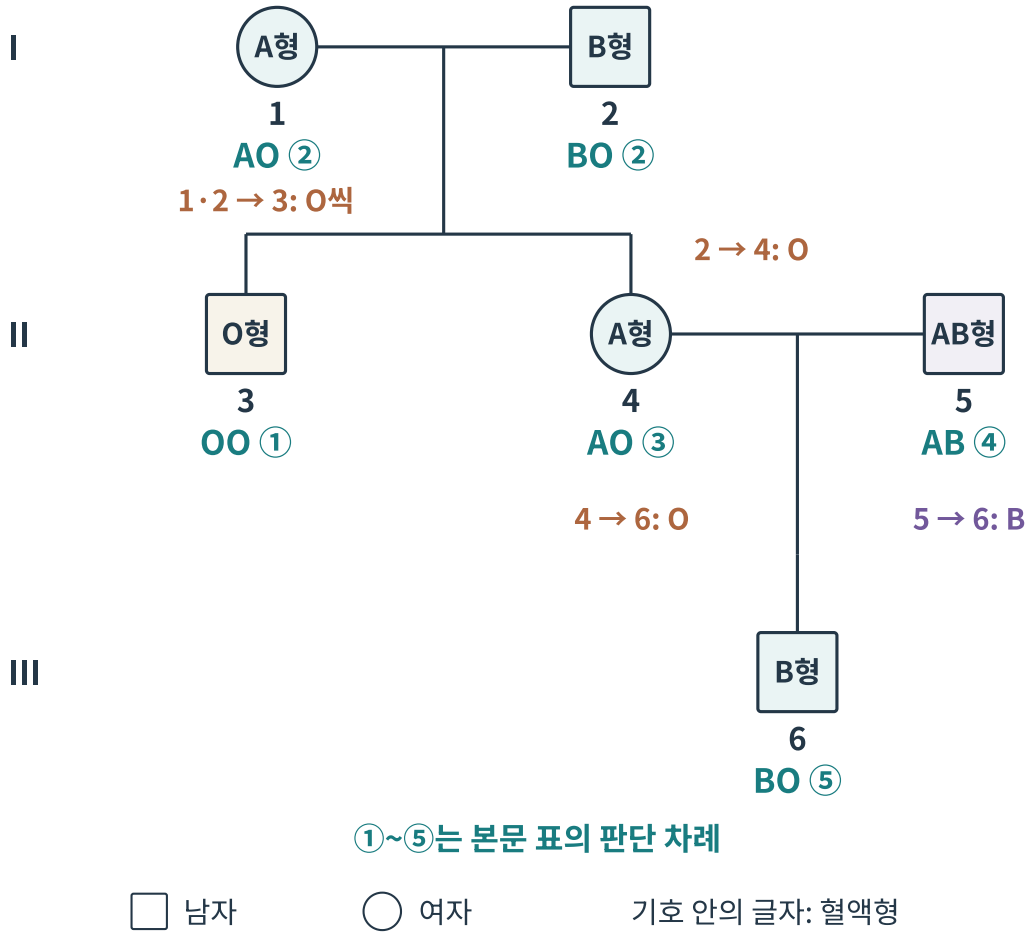


그림 12. 판단 차례와 전달한 대립유전자를 표시한 완성 가계도

쉽게 생각하면 **자녀의 두 글자를 한 글자씩 나눈 뒤, 각 부모가 줄 수 있는 글자인지 확인한다.**

Q8 부모의 유전자형을 알면 다음 자녀의 혈액형도 알 수 있을까?

> **한줄답** 가능한 혈액형과 각각의 확률을 알 수 있다. 여러 혈액형이 가능한 경우, 다음 자녀의 혈액형 하나를 미리 정할 수는 없다.

① 이미 태어난 자녀는 다음 자녀의 확률을 바꾸지 않는다

Q7에서 3이 O형이라는 자료 덕분에 1·2가 AO와 BO임을 알았다. 이 두 사람의 다음 자녀는 A형·B형·AB형·O형이 각각 $\frac{1}{4}$(25 %)이다. 이미 O형 자녀가 태어났다고 다음에는 O형이 빠지는 것이 아니다.

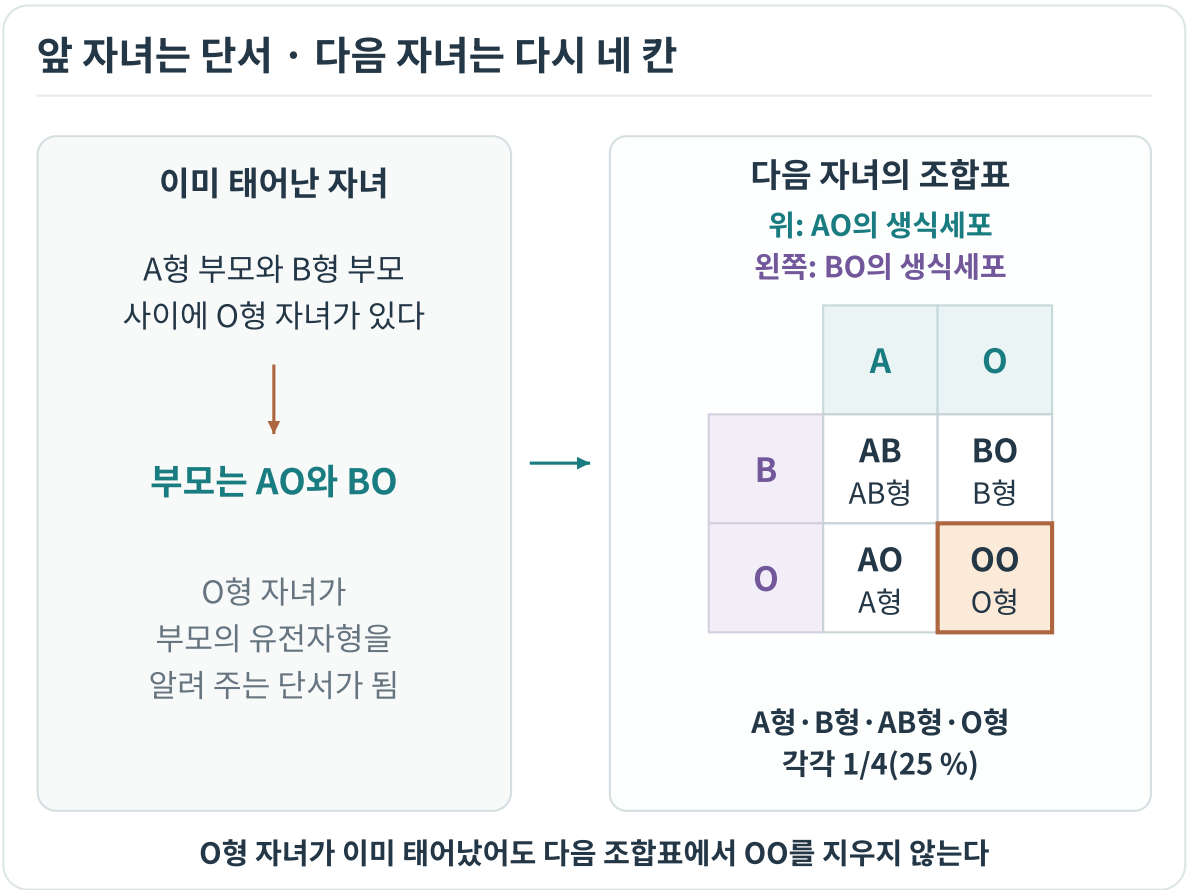


그림 13. 앞 자녀가 준 단서와 다음 자녀의 조합표

> **쉽게 생각하면** 앞 자녀는 부모의 짝을 알아내는 단서이다. 다음에 뽑을 글자를 없애는 것은 아니다.

② 부모의 유전자형이 정해지지 않으면 경우를 나누어 답한다

부모가 A형과 AB형이라고만 알 때, 다음 자녀가 B형일 확률을 한 값으로 정할 수 있을까?

A형 부모가 AA일 때와 AO일 때

AA와 AB

위: AA의 생식세포

왼쪽: AB의 생식세포

	A
A	AA A형
B	AB AB형

B형 0(0 %)

AO와 AB

위: AO의 생식세포

왼쪽: AB의 생식세포

	A	O
A	AA A형	AO A형
B	AB AB형	BO B형

B형 1/4(25 %)

A형 부모의 유전자형을 모르면 두 경우를 나누어 답한다

그림 14. A형 부모가 AA인 경우와 AO인 경우

A형 부모가 AA이면 B형일 확률은 **0**, AO이면 $\frac{1}{4}$**(25 %)**이다. AA인지 AO인지 모르면 **한 값으로 합치지 말고 경우를 나누어 각각 답한다.**

쉽게 생각하면 **AA인 경우의 표와 AO인 경우의 표를 따로 만든다.**

③ ‘~형인 자녀 중’이라고 물으면 해당하는 칸만 남기고 센다

AO인 부모 두 사람의 조합표에는 AA·AO·AO·OO가 있다. ‘전체 자녀 중’인지 ‘A형인 자녀 중’인지에 따라 세는 칸이 달라진다.



그림 15. 전체 네 칸 중에서 세기와 A형인 세 칸 중에서 세기

전체 자녀 중 A형일 확률은 $\frac{3}{4}$(75 %)이다. A형인 자녀가 AO일 확률은 OO를 뺀 세 칸 중 AO 두 칸이므로 $\frac{2}{3}$이다.

쉽게 생각하면 **‘A형인 자녀 중’이라고 하면 O형인 칸은 처음부터 빼고 센다.**

실전 연결 ④ 윗세대의 자료가 생기면 무엇이 달라질까?

대표 문제 다음 가계도에서 3·4의 다음 자녀가 B형일 확률을 구하시오. 3이 A형이라는 정보만 있을 때와 달리, 확률을 한 값으로 정할 수 있는 근거도 쓰시오.

대표 문제 ④ 자료

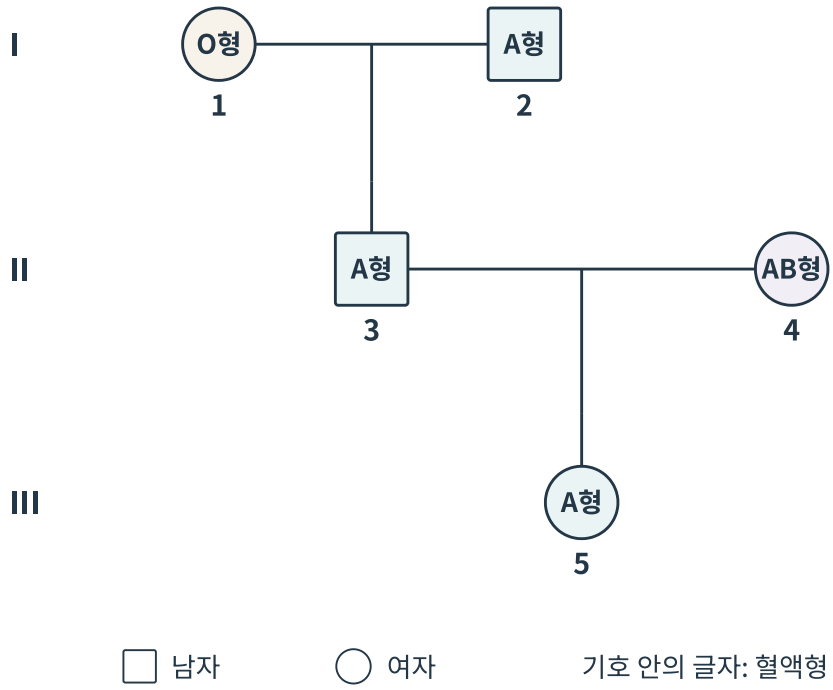


그림 16. 대표 문제 ④의 가계도 자료

자료의 근거	판단
3은 O형인 1의 자녀이며 A형	1에게서 O를 받았으므로 3은 AO
4는 AB형	4는 AB
AO와 AB의 조합표	AA·AB·AO·BO, 각각 $\frac{1}{4}$ (25 %)
다음 자녀가 B형	BO인 한 칸이므로 $\frac{1}{4}$ (25 %)
5는 A형	AA인지 AO인지 정해지지 않는다. 3·4의 유전자형은 5 없이도 정해진다.

기억할 기준 **자기 혈액형으로 두 후보를 적고, 부모나 자녀의 자료로 후보를 줄인다.**

확인 문제 23–28

23–26 공통 자료 어머니는 AB형, 아버지의 유전자형은 BO이다. 그림은 두 사람 사이에서 자녀가 태어날 때의 조합표이다. 칸 ㄱ~ㄹ에는 자녀의 유전자형을 적는다.

확인 문제 23–26: 칸 안의 유전자형은?

아버지의 생식세포 \ 어머니의 생식세포	A	B
B	ㄱ	ㄴ
O	ㄷ	ㄹ

안쪽 한 칸 = 자녀의 유전자형

그림 17. 확인 문제 23–26의 조합표

23 ㄱ~ㄹ의 유전자형을 차례로 쓰시오.

ㄱ (　　) / ㄴ (　　) / ㄷ (　　) / ㄹ (　　)

24 다음 자녀가 B형일 확률은?

① 0　② $\frac{1}{4}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{3}{4}$　⑤ 1

확인 문제 23–26: 칸 안의 유전자형은?

아버지의 생식세포 \ 어머니의 생식세포	A	B
B	ㄱ	ㄴ
O	ㄷ	ㄹ

안쪽 한 칸 = 자녀의 유전자형

그림 17 다시 보기. 확인 문제 23–26의 조합표

25 이 부모에게서 태어날 수 없는 자녀의 유전자형은?

① AO ② AB ③ BO ④ BB ⑤ OO

26 이 부모의 자녀 한 명이 B형이라고 확인되었다. 이 자녀의 유전자형이 BO일 확률을 쓰시오.

답: ( )

27 A형인 부모와 B형인 부모 사이에서 AB형 자녀가 태어났다. 이 자료에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 두 부모가 모두 O를 가지는지는 아직 알 수 없다.
② 두 부모는 반드시 AO와 BO이다.
③ 다음 자녀는 반드시 AB형이다.
④ AB형 자녀는 부모 중 한 사람에게서 A와 B를 모두 받았다.
⑤ 두 부모 사이에서는 O형 자녀가 절대로 태어날 수 없다.

28 한 부모는 A형이고, 다른 부모의 유전자형은 BB이다. 다음 자녀가 AB형일 확률을 경우에 따라 쓰시오.

A형 부모가 AA이면 ( ) / AO이면 ( )

확인 문제 29–36

29–36 공통 자료 그림은 세 세대에 걸친 ABO식 혈액형 가계도이다. 1·2는 3·4·6의 부모이고, 4·5는 7·8·9의 부모이다.

확인 문제 29–36 공통 자료

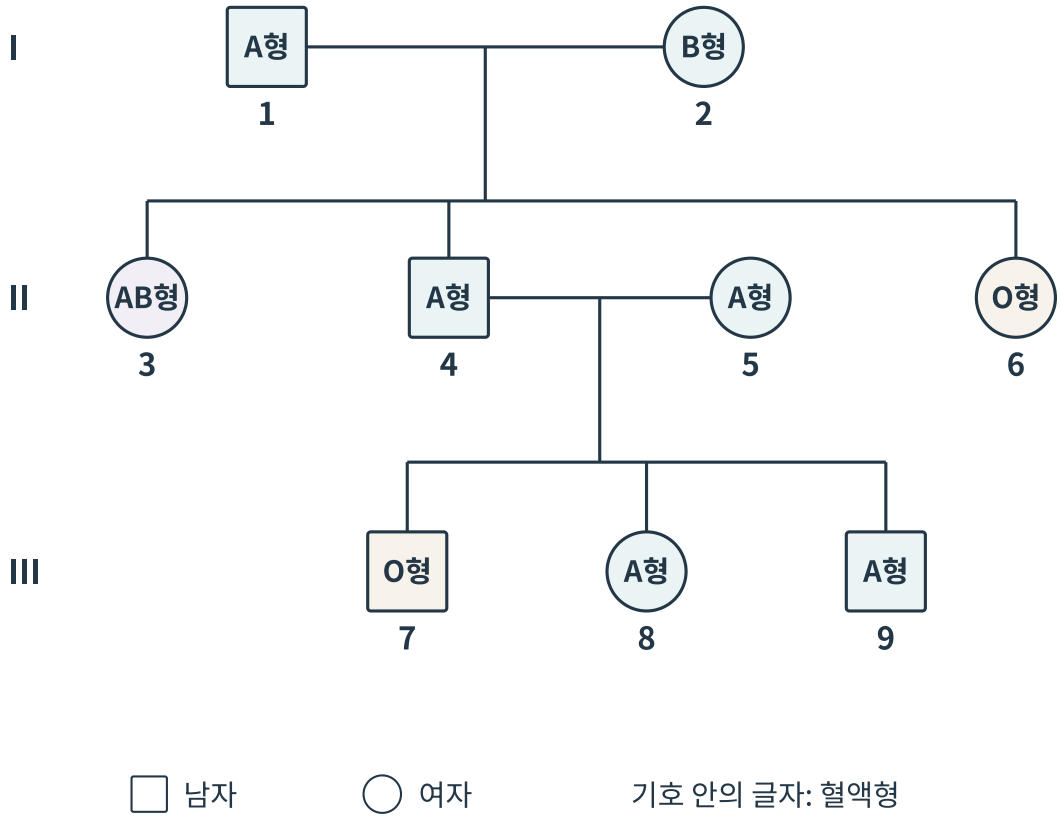


그림 18. 확인 문제 29–36의 세 세대 가계도

29 1·2가 각각 AO·BO임을 바로 확정하는 자료는?

① 1이 A형이다.

② 2가 B형이다.

③ 3이 AB형이다.

④ 6이 O형이다.

⑤ 8이 A형이다.

확인 문제 29–36 공통 자료

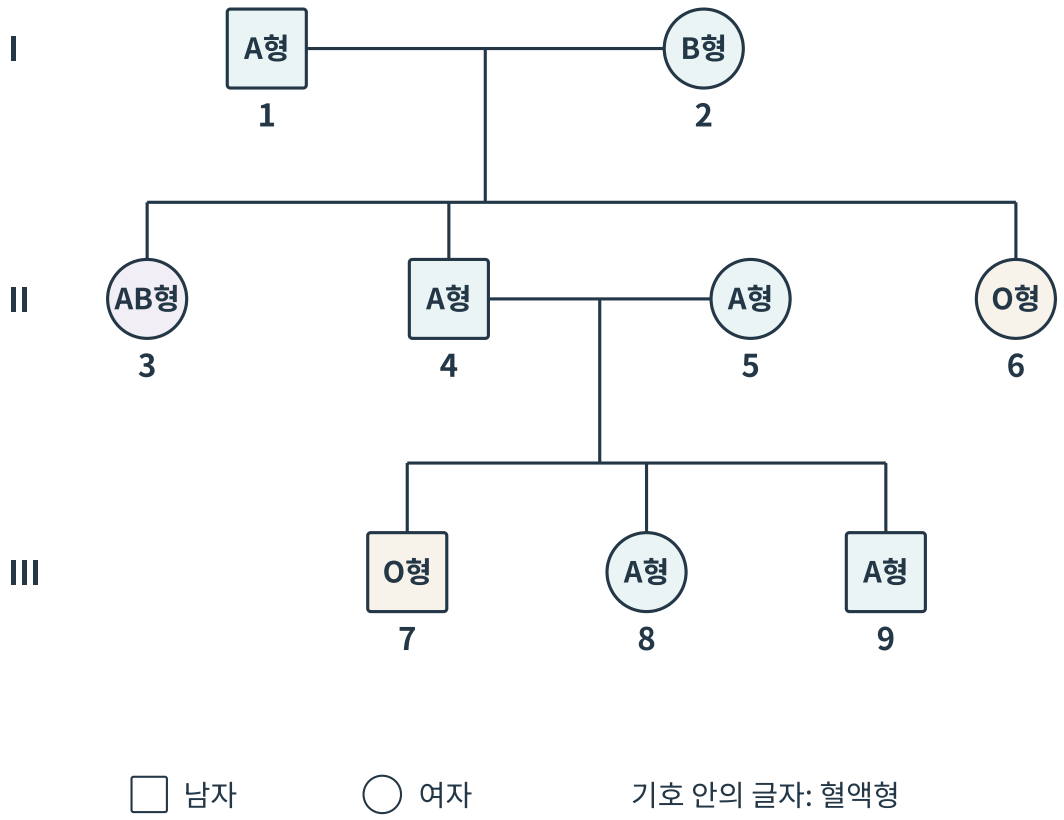


그림 18 다시 보기. 확인 문제 29–36의 세 세대 가계도

30 4의 유전자형과, 4가 부모 2에게서 받은 대립유전자를 쓰시오.

4의 유전자형 ( ) / 2에게서 받은 대립유전자 ( )

31 5의 유전자형을 AO로 확정하는 근거로 가장 알맞은 것은?

① 5가 여자이기 때문이다.
② 배우자 4가 A형이기 때문이다.
③ A형인 5가 O형 자녀 7에게 O를 주었기 때문이다.
④ 5의 자녀가 세 명이기 때문이다.
⑤ A형은 언제나 AO이기 때문이다.

32 이 가계도에서 유전자형을 하나로 확정할 수 없는 사람의 번호와 가능한 유전자형을 모두 쓰시오.

번호: ( ), ( ) / 가능한 유전자형: ( )

33 4·5의 다음 자녀가 O형일 확률은?

① 0 ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ 1

확인 문제 29–36 공통 자료

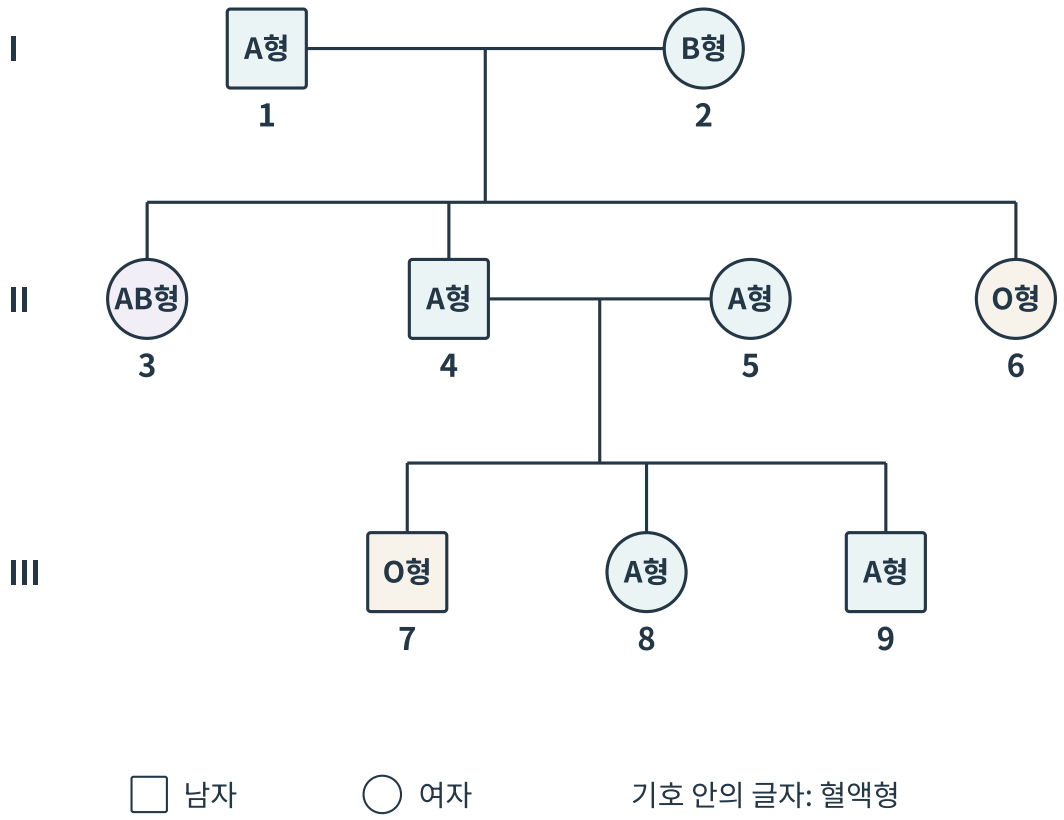


그림 18 다시 보기. 확인 문제 29–36의 세 세대 가계도

34 A형인 8의 유전자형이 AO일 확률을 쓰시오.

답: ( )

35 이 가계도에서 대립유전자 B를 가진 사람만을 모두 고른 것은?

① 2·3 ② 1·4 ③ 3·6 ④ 4·5 ⑤ 7·8·9

36 〈보기〉에서 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 유전자형을 하나로 확정할 수 없는 사람은 두 명이다.

ㄴ. 4·5의 다음 자녀가 A형일 확률은 $\frac{3}{4}$이다.

ㄷ. 8·9가 모두 A형이므로 4·5의 다음 자녀는 반드시 O형이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

정리 한눈에 정리

가계도 풀이 순서

① O형은 OO, AB형은 AB로 먼저 적는다.

↓

② O형 자녀가 있으면
그 부모 두 사람에게 O를 하나씩 적는다.

↓

③ A형·B형인 사람은 부모나 자녀에게서
O를 주고받았는지 본다.

↓

④ 단서가 없으면 두 후보를 그대로 남긴다.
A형: AA 또는 AO · B형: BB 또는 BO

↓

⑤ 부모의 유전자형을 정한 뒤
조합표로 확률을 센다.

유전자형이 미정이면 가능한 경우마다 조합표를 따로 만든다.

그림 19. 가계도에서 유전자형과 확률을 찾는 순서

혈액형	유전자형	생식세포가 가질 수 있는 대립유전자
A형	AA 또는 AO	AA이면 A만 / AO이면 A 또는 O
B형	BB 또는 BO	BB이면 B만 / BO이면 B 또는 O
AB형	AB	A 또는 B
O형	OO	O만

자료에서 찾은 단서	바로 연결할 것
O형 자녀	양쪽 부모가 O를 하나씩 전달했다.
AB형 부모	A 또는 B만 전달한다. O를 전달하지 않는다.
O형 부모	모든 자녀에게 O를 전달한다.
A형 자녀의 한 부모가 B형	B형 부모에게서 받은 것은 O이다. 자녀는 AO이다.
자녀의 혈액형이 부모와 다름	부모의 대립유전자가 새롭게 짝지어진 결과일 수 있다.
다음 자녀의 확률	부모의 유전자형을 정하고 조합표의 칸을 센다. 미정이면 경우별로 답한다.

부모의 유전자형	자녀의 혈액형과 확률
AO와 AO	A형 $\frac{3}{4}$(75 %), O형 $\frac{1}{4}$(25 %)
AO와 BO	A형·B형·AB형·O형 각각 $\frac{1}{4}$(25 %)
AB와 OO	A형·B형 각각 $\frac{1}{2}$(50 %)

정답 정답과 해설

빠른 정답

번호	정답	번호	정답
1	②	19	④
2	2, 1	20	두 부모 모두 O를 전달할 수 없음
3	⑤	21	②
4	AA·AO·BB·BO·AB·OO	22	두 부모가 가진 O를 하나씩 전달함
5	X, O	23	AB·BB·AO·BO
6	같은 조합이므로 같은 유전자형	24	③
7	B / B, O / 1 : 1	25	⑤
8	②	26	$\frac{1}{2}$
9	③	27	①
10	A의 성질과 B의 성질이 둘 다 드러남	28	1 / $\frac{1}{2}$
11	①	29	④
12	AA와 AO가 모두 A형	30	AO / O
13	④	31	③
14	③	32	8·9 / 각각 AA 또는 AO
15	⑤	33	②
16	OO / O, O	34	$\frac{2}{3}$
17	①	35	①
18	확정 불가, BB 또는 BO	36	④

1-10. 세 종류의 대립유전자

1 ②

대립유전자는 A·B·O의 3종, 유전자형은 두 대립유전자의 조합 6종, 표현형은 네 혈액형이다. ①은 유전자형과 표현형의 수를 바꾸었다. ③·④는 혈액형의 수 4를 대립유전자 수로 썼고, ⑤는 유전자형의 수 6을 대립유전자 수로 썼다.

2 **2 / 1**

부모에게서 하나씩 받아 두 개를 가진다. 생식세포가 만들어질 때 그중 하나가 들어간다. 집단 전체에 A·B·O 세 종류가 있다는 사실과 구별한다.

3 ⑤

집단 전체에서 볼 수 있는 종류는 셋이지만 한 사람은 두 개를 가진다. ① 세 종류를 모두 갖지 않는다. ② O형은 OO이며 유전자가 없는 것이 아니다. ③ 생식세포 한 개에는 하나만 들어간다. ④ ABO는 한 사람의 유전자형이 아니다.

4 **AA·AO·BB·BO·AB·OO**

서로 같은 대립유전자의 짝이 AA·BB·OO, 다른 대립유전자의 짝이 AO·BO·AB이다. OA·OB·BA는 각각 AO·BO·AB와 같은 조합이므로 따로 세지 않는다.

5 **(가) X / (나) O**

AO인 사람의 생식세포 한 개에는 A와 O 중 하나만 들어간다. OO는 어느 쪽을 전달해도 O이므로 생식세포의 대립유전자 종류는 하나이다.

6 **모범 답: A와 O라는 대립유전자의 조합이 같으므로 같은 유전자형이다.**

대립유전자 기호의 순서만으로 다른 유전자형이 되지 않는다. 여기서는 AO로 나타낸다.

7 **B / B, O / 1 : 1**

BB에서는 어느 대립유전자가 들어가도 B이다. BO에서는 B 또는 O가 들어가므로 생식세포 종류는 둘이고, 이론적 비율은 1 : 1이다.

8 ②

AB인 사람은 A와 B 중 하나를 전달한다. ① AB가 통째로 한 생식세포에 들어가는 것이 아니다. ③·④·⑤는 AB인 사람에게 없는 O를 포함했다.

9 ③

A와 B는 함께 있을 때 A의 성질과 B의 성질이 둘 다 드러나며, 각각 O에 대해 우성이다. ①·②는 A와 B 사이에 우열 관계를 정해서 틀렸다. ④ A와 O, B와 O 사이에는 우열 관계가 있다. ⑤는 O와의 우열을 거꾸로 썼다.

10 **모범 답: AB형은 중간 성질이 아니라 A의 성질과 B의 성질이 둘 다 드러나는 혈액형이기 때문이다.**

A와 B는 구별되지 않는 하나의 대립유전자로 섞이거나 사라지지 않는다. 생식세포에는 둘 중 하나가 들어간다.

11-22. 같은 혈액형, 다른 유전자형

11 ①

A형은 AA 또는 AO이다. ② AB형은 AB 한 가지이고, ③ O형은 OO 한 가지이다. 따라서 ④의 두 혈액형은 모두 하나로 정해지며, ⑤처럼 모든 혈액형에서 두 후보가 남는 것도 아니다.

12 **모범 답: AA와 AO는 모두 A형이므로 A형이라는 사실만으로 AA라고 확정할 수 없다.**

혈액형은 같아도 대립유전자의 조합이 다를 수 있다. 필요한 근거는 부모나 자녀의 혈액형 등이다.

13 ④

AO는 A형으로 나타나지만 O도 가진다. ① 열성이 우성으로 바뀌어야 전달되는 것이 아니다. ② A가 O로 변한 것이 아니다. ③ 부모가 이미 가진 O를 전달한다. ⑤ 생식세포에는 둘 중 하나만 들어간다.

14 ③

AA인 부모는 A만, OO인 부모는 O만 전달한다. 따라서 모든 자녀가 AO이며 A가 O에 대해 우성이므로 A형이다. ①·②는 한 부모에게서 같은 대립유전자 두 개를 모두 받는 것처럼 쓴 오류이다. ④ AO의 혈액형은 A형이다. ⑤ 두 부모 모두 B를 가지지 않는다.

15 ⑤

O형인 3이 OO이므로 두 부모는 O를 하나씩 주었다. 두 부모가 B형이므로 각각 BO이다. ①·②·③은 부모 중 적어도 한 명이 BB여서 OO 자녀가 생길 수 없다. ④의 OO는 O형이므로 B형인 2의 자료와 맞지 않는다.

16 **OO / O, O**

3은 O형이므로 OO이다. O 하나는 1에게서, 나머지 하나는 2에게서 받았다.

17 ①

BO와 BO의 조합은 BB·BO·BO·OO이다. OO는 네 칸 중 하나이므로 $\frac{1}{4}$이다. ②는 유전자형 세 종류를 같은 확률로 센 값이다. ③은 BO의 확률, ④는 B형의 확률이다. ⑤처럼 다음 자녀가 반드시 O형인 것은 아니다.

18 **모범 답: 확정할 수 없다. 4는 B형이므로 BB 또는 BO이다.**

BO인 두 부모는 모두 B도 O도 전달할 수 있다. 따라서 B와 B가 만나는 BB, B와 O가 만나는 BO가 모두 가능하다.

19 ④

AB형 부모는 O를 전달할 수 없어 OO 자녀가 생기지 않는다. ① OO와 OO는 모든 자녀가 O형이다. ② AO와 OO, ③ BO와 OO, ⑤ AO와 BO에서는 O형 자녀가 가능하다. '가능하다'와 '반드시 그렇다'를 구별한다.

20 **모범 답: AB형인 두 부모는 모두 O를 전달할 수 없으므로 OO인 O형 자녀가 생길 수 없다.**

가능한 조합은 AA·AB·AB·BB이다. A형·AB형·B형은 가능하지만 O형은 불가능하다.

21 ②

AA와 AO에서는 AA 또는 AO가 생기므로 모두 A형이다. ① AO와 OO에서는 O형도, ③ AO와 AO에서도 O형이 가능하다. ④ AB와 OO에서는 B형도 가능하다. ⑤ AB와 AB에서는 AB형과 B형도 가능하다.

22 **모범 답: 두 부모가 모두 AO여서 이미 가지고 있던 O를 하나씩 자녀에게 전달한 것이다.**

A형인 부모에게 O의 성질이 드러나지 않아도 O는 유전자형에 포함되어 있다. 부모에게서 받은 O 두 개가 만나 OO가 되었다.

23–28. 조합과 확률

23 **ㄱ AB / ㄴ BB / ㄷ AO / ㄹ BO**

각 칸은 위쪽 어머니의 대립유전자와 왼쪽 아버지의 대립유전자를 하나씩 합친다. ㄱ은 A와 B, ㄴ은 B와 B, ㄷ은 A와 O, ㄹ은 B와 O가 만난 결과이다.

24 ③

B형은 BB와 BO 두 칸이므로 $\frac{2}{4}$, 즉 $\frac{1}{2}$이다. ①은 B형이 불가능하다는 오류, ②는 B형 두 유전자형 중 하나만 센 값이다. ④는 A형이나 AB형 한 칸까지 더 센 값이고, ⑤는 모든 자녀가 B형이라고 한 오류이다.

25 ⑤

어머니 AB가 O를 전달할 수 없어 OO는 생기지 않는다. ① AO는 ㄷ, ② AB는 ㄱ, ③ BO는 ㄹ, ④ BB는 ㄴ에서 가능하다.

26 $\frac{1}{2}$

‘B형이라고 확인된 자녀’ 중에서 고르므로 BB·BO 두 칸만 센다. 이 중 BO는 한 칸이므로 $\frac{1}{2}$이다. 전체 자녀 중 BO일 확률 $\frac{1}{4}$과 다르다.

27 ①

AB형 자녀가 있다는 것은 한 부모에게서 A, 다른 부모에게서 B를 받았다는 뜻이다. ② AA와 BB에서도 AB 자녀가 생기므로 AO·BO로 확정할 수 없다. ③·⑤는 AO와 BO인 경우 다른 혈액형과 O형도 가능하므로 틀렸다. ④는 양쪽 부모에게서 하나씩 받는다는 원리를 어겼다.

28 **1 / $\frac{1}{2}$**

AA와 BB이면 AB만 가능하다. AO와 BB이면 AB와 BO가 각각 $\frac{1}{2}$이다. 부모의 혈액형 이름이 같아도 유전자형에 따라 확률이 달라진다.

29–36. 세 세대의 가계도

사람	유전자형	근거
1	AO	A형이며 O형 자녀 6에게 O를 줌
2	BO	B형이며 O형 자녀 6에게 O를 줌
3	AB	AB형
4	AO	A형이며 B형인 2에게서 O를 받음
5	AO	A형이며 O형 자녀 7에게 O를 줌
6	OO	O형
7	OO	O형
8·9	각각 AA 또는 AO	AO인 부모 두 사람의 A형 자녀

29 ④

O형인 6은 OO이므로 1·2가 모두 O를 가짐을 바로 알 수 있다. ①·②의 부모 혈액형만으로는 AA·AO, BB·BO가 남는다. ③ AB형인 3은 O의 보유 여부를 알려 주지 않는다. ⑤ 8의 A형만으로 1·2를 바로 확정할 수 없다.

30 **AO / O**

4는 A형이므로 A를 가진다. B형인 2가 줄 수 있는 것은 B 또는 O인데, B를 받았다면 AB형이 된다. 따라서 2에게서 받은 것은 O이고, 1에게서 A를 받았다.

31 ③

O형 자녀 7에게 O를 주었다는 것이 5가 AO라는 근거이다. ① 성별은 ABO식 혈액형의 유전자형을 정해 주지 않는다. ② 배우자의 A형만으로는 5가 AA일 가능성을 지울 수 없다. ④ 자녀 수는 근거가 아니다. ⑤ A형에는 AA도 있다.

32 **8·9 / 각각 AA 또는 AO**

4·5는 AO와 AO이다. A형 자녀 8·9는 AA일 수도, AO일 수도 있다. 나머지 7명은 위 표의 근거로 하나씩 정해진다.

33 ②

AO와 AO의 조합 AA·AO·AO·OO 중 O형은 OO 한 칸이다. ① O형은 가능하다. ③은 전체 중 AO의 확률이다. ④는 A형일 확률이다. ⑤처럼 앞 자녀들 때문에 다음에 O형이 반드시 나오는 것은 아니다.

34 $\frac{2}{3}$

8이 A형이라는 조건에 맞는 칸은 AA·AO·AO 세 칸이다. 그중 AO가 두 칸이므로 $\frac{2}{3}$이다. '유전자형 이름이 두 가지'라는 이유로 AA와 AO의 확률을 $\frac{1}{2}$씩으로 나누지 않는다.

35 ①

2는 BO, 3은 AB이므로 B를 가진다. ②의 1·4와 ④의 4·5는 모두 AO여서 B가 없다. ③의 6은 OO라서 B가 없다. ⑤의 7은 OO이고 8·9는 AA 또는 AO이므로 모두 B가 없다.

36 ④

ㄱ은 옳다. 8·9 두 사람만 AA 또는 AO로 남는다. ㄴ도 옳다. AO와 AO에서 A형은 네 칸 중 세 칸이다. ㄷ은 틀리다. 이미 태어난 자녀의 혈액형이 다음 수정의 조합을 정하지 않는다. ①·②는 옳은 진술을 하나씩 빠뜨렸고, ③·⑤는 틀린 ㄷ을 포함한다.

다음에 이어질 질문

ABO식 혈액형은 성별과 관계없이 유전된다. 그런데 어떤 형질은 왜 남자에게 더 많이 나타날까? 다음 편에서는 X와 Y의 전달을 따라 성 결정과 반성유전을 알아본다.