



# STROMA

- LIFE SCIENCE I -

**스트로마;**

엽록체 내부에서 그라나를 제외한 기질 부분으로 액상이다. 버팀질이라 하기도 한다. 엽록체의 스트로마는 무색의 단백질을 주성분으로 하는 물질로, 이산화탄소 고정에 관계하는 효소가 이곳에 들어 있다.



- PROFILE -

CCC

(Calmness, Composure, Concentration)

現 한국교원대학교 지구과학교육과

前 강원대학교 과학교육학부

現 수만휘 생명과학 전문 멘토

2023학년도 수능 생명과학I 1등급

2023학년도 9월 평가원 생명과학I 1등급

일반생물학 학점 A0

시대인재북스 '균형이론' 교재 검토진

- 검토 -

신준혁 - 한국교원대학교 지구과학교육과

안호원 - 한국교원대학교 생물교육과

김호균 - 서강대학교 전자공학과

이종현 - 강원대학교 의예과

# 하고싶은 말

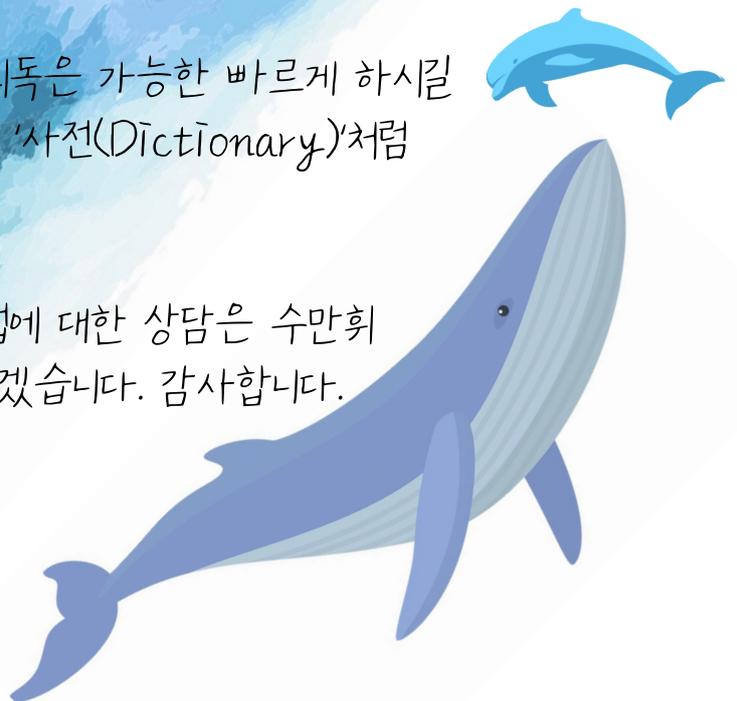
안녕하세요, 생명과학고를 메인으로 수험판에서 일하고 있는 CCC(수만휘 닉네임)입니다. 저는 수능을 4번이나 보면서 "아, 이걸 미리 알았더라면!!"이라는 생각이 들었던 공부법을 제 노트에 모두 정리해놓았습니다. 그리고 이것을 언젠가 컨텐츠의 형태로 정제하여 교재를 만들어보고 싶다는 생각을 해왔습니다. 이 책은, 이러한 제 아이디어의 실현체입니다.

엽록체의 기반이자 베이스(BASE)가 되어주는 '스트로마(STROMA)'처럼, 이 교재가 앞으로 수험생 여러분이 스스로 N제와 실전 모의고사를 학습할 수 있도록 하는 기반이 되어 줄 수 있다면 좋겠다는 생각으로 이 글을 쓰고 있습니다.

수능 생명과학은 개념(스킬)과 평가원 기출이 다가 아닙니다. 스스로 N제와 실전 모의고사 등의 사설 컨텐츠를 극한으로 몰아붙여 풀어나가는 과정에서 비로소 실력이 오릅니다. 그러나 당연하게도 개념학습과 기출학습이 부족하면 사설 컨텐츠를 풀 수도 없고, 해설지를 봐도 이게 무슨 소리인지 이해하기 힘듭니다. 이 교재는 요약정리된 비킬레(유전 + 비유전) 파트와 킬레(막전위, 근수축, 유전) 파트에서 스킬 및 필수 기출문제를 실어놓음으로써, 학생분 스스로 사설 컨텐츠를 풀 수 있는 수준까지 올라갈 수 있는 징검다리 역할을 하도록 고안되어 제작되었습니다.

해당 교재를 너무 질질 끌지는 마시고, 첫 1회독은 가능한 빠르게 하시길 바랍니다. 이후엔 시간이 날 때마다 이 교재를 '사전(Dictionary)'처럼 활용해주시면 좋을 것이란 생각이 듭니다.

책의 내용에 대한 질문이나 생명과학고 학습법에 대한 상담은 수만휘 CCC멘토 계정으로 주시면 정성껏 답변해드리겠습니다. 감사합니다.



# 목차

A. 비킬러 핵심 요약 정리

B. 킬러 PART

a) 신경 전도 킬러

b) 근수축 킬러

c) 유전 킬러

- 세포 매칭 기초

- 일반유전, 중간유전, 복대립유전

- 다인자유전 심화

- 세포 매칭 심화

- 돌연변이

- 가계도





C.

유전 킬러

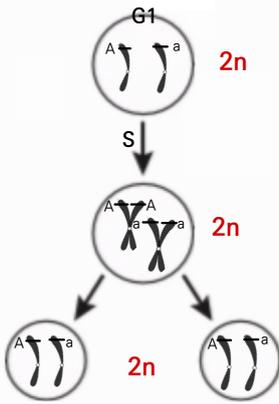
세포 매칭 심화

# 세포 매칭 심화

드디어 다인자유전이 끝나고 다음 파트에 들어가게 되었습니다. 세포 매칭 심화 파트에서도 여러 가지 문풀 스킬을 보여드릴 것입니다. 하나씩 차근차근 따라오셔서 연습하시면 좋을 듯 합니다.

우선 복습부터 다시 하도록 합시다. 체세포 분열과 감수 분열 모델을 머릿속에 박아놔야 합니다.

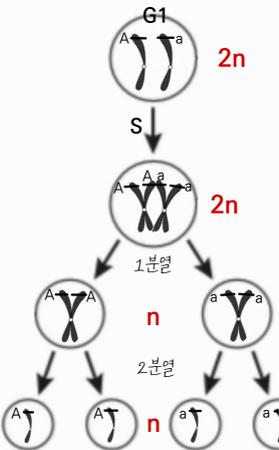
[체세포 분열]



⇒ 체세포 분열

1. 세 줄 모두 핵상이 2n임
2. 모세포와 딸세포의 유전자형이 같음
3. 염색분체 분리만 일어남

[감수 분열]



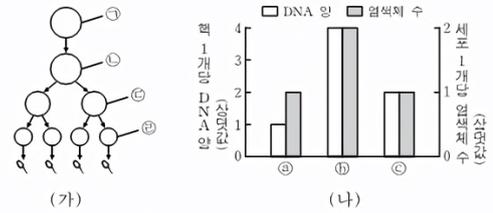
⇒ 감수 분열

1. 위의 두 줄은 핵상이 2n, 아래 두 줄은 핵상이 n임
2. 1분열에서 이가염색체 형성 후 상동염색체가 분리되고, 2분열에서 염색분체가 분리됨
3. 딸세포의 염색체 개수가 모세포의 절반임

자, 머릿속에 다 넣으셨으면 문제와 함께 보도록 합시다. 일단 풀어보시고, 길이 잘 떠오르지 않으면 바로 다음의 해설을 보시길 바랍니다.

[141110]

10. 그림 (가)는 어떤 동물에서 G<sub>1</sub>기의 세포 ㉠으로부터 정자가 형성되는 과정을, (나)는 세포 ㉡~㉣의 핵 1개당 DNA 양과 세포 1개당 염색체 수를 나타낸 것이다. ㉡~㉣는 각각 세포 ㉠~㉢ 중 하나이다. 이 동물의 유전자형은 Tt이며, T와 t는 서로 대립 유전자이다.



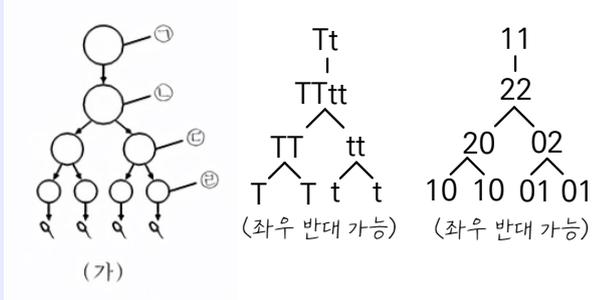
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ㉡와 ㉢은 중기의 세포이며, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) [3점]

- 〈보기〉
- 가. 세포 1개에 있는 T의 수는 ㉠과 ㉣가 같다.
  - 나. 핵 1개당 DNA 양은 ㉡과 ㉢가 같다.
  - 다. ㉢이 ㉤로 되는 과정에서 염색 분체가 분리된다.
- ① 가    ② 나    ③ 가, 다    ④ 나, 다    ⑤ 가, 나, 다

[풀이 공간]

# 세포 매칭 심화

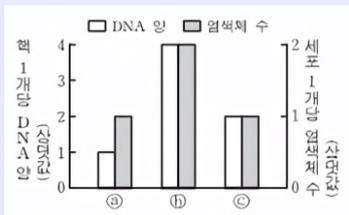
이런 유형의 문제를 푸실 땐 머릿속에 다음과 같은 이미지 두 개가 떠오르는 상태인 것이 좋습니다.



가운데 이미지는 유전자형을 나타낸 것이며, 오른쪽 이미지는 대립 유전자 T와 t의 DNA 상대량을 순서대로 나타낸 것입니다.

이걸 문제를 갖 풀기 시작했을 땐 하나하나 그리셔서 접근을 하셔도 좋긴 합니다만 **익숙해진 후에는 머릿속으로 숫자나 유전자형을 떠올리면서 푸시는 것이 좋습니다.**

그래프 정보를 한 번 정리해봅시다.



DNA 상대량은 1, 4, 2 입니다.

1 = 01 or 10

4 = 22

2 = 11 or 02 or 20

임을 쉽게 알 수 있습니다.

염색체의 수는 1, 2, 1 입니다.

2 = 1과 비교했을 때 핵상이 2n 이란 뜻

1 = 2와 비교했을 때 핵상이 n 이란 뜻

임을 쉽게 알 수 있습니다. 염색체의 복제 여부와 관계 없이 염색체의 '수'가 달라지려면 감수 1분열을 거치거나 마나가 중요하기 때문입니다.

따라서 해당 정보를 정리해보면 다음과 같습니다.

Ⓐ → 핵상이 n이므로 10 또는 01 (감수분열의 네 번째 줄)

Ⓑ → 핵상이 2n이므로 22만 가능 (감수분열의 두 번째 줄)

Ⓒ → 핵상이 n이므로 20 또는 02 (감수분열의 세 번째 줄)

따라서

Ⓐ → Ⓔ

Ⓑ → Ⓖ

Ⓒ → Ⓒ

임을 알 수 있고 나머지 선지를 해결해 보도록 합시다.

〈보기〉

ㄱ. 세포 1개에 있는 T의 수는 Ⓐ과 Ⓒ가 같다.  
 ㄴ.  $\frac{\text{핵 1개당 DNA 양}}{\text{세포 1개당 염색체 수}}$ 은 Ⓒ과 Ⓓ가 같다.  
 ㄷ. Ⓒ이 Ⓓ로 되는 과정에서 염색 분체가 분리된다.

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

ㄱ. Ⓐ는 1개, Ⓒ는 Ⓒ이므로 2개 or 0개 (X)

ㄴ. Ⓓ는 Ⓖ인데, Ⓒ에서 상동 염색체가 분리되어 염색체 수도 반토막, DNA량도 반토막 나므로 비율은 같다. (O)

ㄷ. 감수 2분열은 염색 분체 분리 (O)

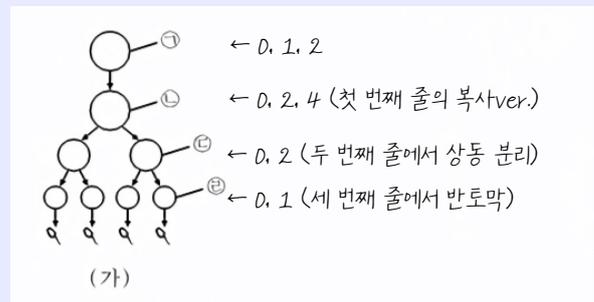
답 : ④

이렇게 해결할 수가 있습니다.

여기서 얻어갈 교훈은 딱 하나입니다. **"일일히 표를 새로 그리지 말고 최대한 머릿속으로만 정보를 처리할 실력을 만들자."**

이게 가능하려면 앞서 말했던 두 이미지가 자유자재로 떠올라야 합니다.

그게 가능하려면, 각 감수분열 n번째 줄에 들어갈 수 있는 DNA 상대량 숫자 정도는 알고 가는 것이 좋겠습니다.



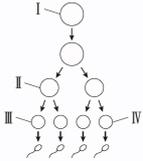
각 n번째 줄에 왜 위와 같은 숫자만 들어갈 수 있는지, 그리고 각 줄 사이의 관계는 어떠한지를 생각해보신 후 넘어가시면 좋을 듯 합니다.

# 세포 매칭 심화

이제 다음 기출문제를 풀어보며 또 하나의 논리를 배워보도록 합시다.

[170908]

8. 그림은 유전자형이 EEFfGg인 어떤 동물의 세포 I로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 세포 ㉠~㉤의 세포 1개당 대립 유전자 E, f, g의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. F는 f와 대립 유전자이며, G는 g와 대립 유전자이다. I~IV는 각각 ㉠~㉤ 중 하나이다.



세포	DNA 상대량		
	E	f	g
㉠	2	㉡	1
㉢	1	㉣	1
㉤	1	1	㉤
㉡	2	㉢	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, E, F, f, G, g 각각의 1개당 DNA 상대량은 같고, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

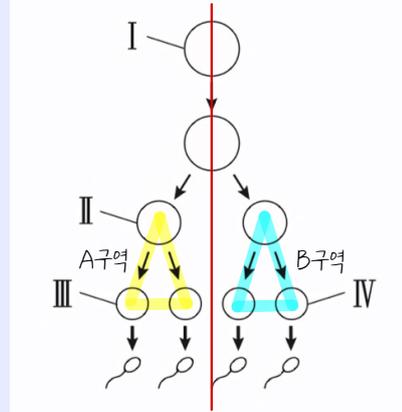
<보기>

- ㄱ. ㉢은 III이다.  
 ㄴ. ㉡ + ㉣ = ㉤ + ㉢이다.  
 ㄷ. 세포 1개당  $\frac{E \text{의 DNA 상대량}}{F \text{의 DNA 상대량} + G \text{의 DNA 상대량}}$ 은 ㉠이 IV의 2배이다.

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

[풀이 공간]

해당 문항에서 설명할 논리는 "경향성"입니다. 감수분열은 체세포분열과 달리 상동 염색체가 분리되기 때문에 특이한 경향성이 나타나곤 합니다.



만약 세포 I에서 유전자형 Tt로 출발했다고 가정해봅시다.

감수 1분열에서 상동 염색체가 분리되며 T와 t가 분리되었기 때문에, A 구역과 B구역엔 T 또는 t 오직 한 종류만 존재해야 합니다.

만약 A 구역에 존재하는 세포에서 T가 발견되었다면, t는 무조건 B 구역에 존재해야 하는 것이지요.

해당 논리를 이용하면 [170908]을 풀 수 있습니다.

세포	DNA 상대량		
	E	f	g
㉠	2	㉡	1
㉢	1	㉣	1
㉤	1	1	㉤
㉡	2	㉢	2

표를 보고 핵심 정보를 함께 찾아주시면 좋습니다.

㉠을 보면 1과 2가 함께 존재하는데, 그게 가능한 것은 감수분열의 첫 번째 줄박에 없습니다.(이전 페이지의 그림을 참고)

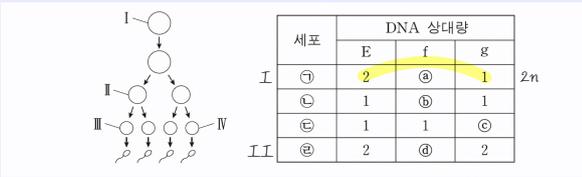
그래서 ㉠은 2n입니다.

그리고 ㉢, ㉤은 무조건 III, IV 둘 중 하나입니다. 왜냐하면 ㉢에 숫자 2가 있기 때문에 ㉤은 무조건 II이고, 2n인 세포는 I이 유일하기 때문에 I이 ㉠이기 때문입니다.

자, 그럼 ㉢과 ㉤ 중 누가 III이고 누가 IV냐가 문제입니다. 여기서 우리는 "경향성"을 이용해 접근할 수 있습니다.

"A구역에 있는 유전자의 대립유전자는 A구역이 아닌 B구역에 있어야 하니까요."

# 세포 매칭 심화



II와 III은 같은 구역에 있으므로 동일한 경향성을 가지지만, IV는 둘과 다른 구역에 있으므로 서로 다른 경향성을 가집니다.

I에서 유전자형이 EEFfGg로 출발했으므로 모든 세포는 E를 가지고 있을 것입니다. 따라서 우린 E 말고 F, f, G, g를 통해 경향성을 비교해봐야 합니다.

㉑, ㉒은 g를 가지고 있습니다. 따라서 G를 가지고 있는 건 ㉑가 될 수밖에 없습니다. (따라서 ㉑ = 0) 그래야 경향성이 같은 II, III과 이 둘과는 경향성이 다른 IV가 설명되니까요.

똑같은 논리로 ㉓이 f를 가지고 있으므로 ㉑, ㉒은 F를 가지고 있으면 안됩니다. 따라서 ㉑, ㉒은 0입니다.

㉒은 1이겠네요. I에서 201111 이니까요!



이제 선지를 해결해보도록 합시다.

㉑. ㉑은 III이다.  
 ㉒. ㉑ + ㉒ = ㉓ + ㉔이다.  
 ㉓. 세포 1개당  $\frac{E \text{의 DNA 상대량}}{F \text{의 DNA 상대량} + G \text{의 DNA 상대량}}$  은 ㉑이 IV의 2배이다.

- ① ㉑    ② ㉒    ③ ㉑, ㉒    ④ ㉑, ㉒    ⑤ ㉒, ㉒

㉑. ㉑은 III입니다. (O)

㉒. 1 ≠ 0 입니다. (X)

㉓. 2/2은 1/1과 같습니다. (X)

답 : ①

대표적인 유형 몇 가지를 더 풀어보면서 진행해보겠습니다. 마찬가지로 풀어보시고, 잘 안풀리면 바로 뒤의 해설을 보시면 됩니다.

[190609]

9. 사람의 유전 형질 ㉑는 2쌍의 대립 유전자 E와 e, F와 f에 의해 결정되며, E와 e는 9번 염색체에, F와 f는 X염색체에 존재한다. 표는 사람 I의 세포 (가)~(다)와 사람 II의 세포 (라)~(바)에서 유전자 ㉑~㉔의 유무를 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 E, e, F, f를 순서 없이 나타낸 것이다.

유전자	I의 세포			II의 세포		
	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)
㉑	○	○	○	○	○	×
㉒	○	○	×	○	×	○
㉓	○	×	○	×	×	×
㉔	×	×	×	○	×	○

(○ : 있음, × : 없음)

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

<보기>

- ㉑. ㉑은 ㉓의 대립 유전자이다.  
 ㉒. (라)에는 Y염색체가 있다.  
 ㉓. I의 ㉑에 대한 유전자형은 EeFF이다.

- ① ㉑    ② ㉒    ③ ㉓    ④ ㉑, ㉒    ⑤ ㉒, ㉓

[풀이 공간]

# 세포 매칭 심화

해당 유형은 윤도영 선생님의 Gene Detecting을 이용하는 것이 가장 편리합니다.

규칙을 암기해봅시다.

- ① half over → 2n
- ② just half → 보류
- ③ half under → n
- ④ 보류 → 재는 있는데 나는 없으면 n
- ⑤ n 안에선 대립 유전자 아님

크게 위처럼 다섯 가지 규칙이 있는데요, ①~③번 규칙은 사실상 하나이고 그 이후에 ④, ⑤번 규칙을 순서대로 적용하면 됩니다.

직접 풀어보면서 적용해보는 것이 빠를 것 같네요.

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

2n                      2n      (○ : 있음, × : 없음)

자, 위처럼 half over는 2n, under는 n으로 표기했습니다.

참고로 half의 기준은 "총 대립유전자의 개수"이기 때문에 대립 유전자를 표에 전부 나타내지 않은 경우엔 half 판단을 주의하셔야 합니다.

이제 ④번 규칙을 적용해 보겠습니다.

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

2n                      n                      n                      2n      (○ : 있음, × : 없음)

"재는 있는데 나는 없어"

동일 개체의 세포끼리 비교할 때, 특정 세포엔 존재하는 유전자가 내가 관찰하고 있는 세포엔 존재하지 않는다면 이는 "상동 염색체가 분리되며 대립 유전자가 나뉘어졌기 때문"입니다. 즉, 핵상이 n이란 소리죠.

이렇게 핵상을 전부 찾아보았습니다.

이제 ⑤번 규칙을 이용해 보도록 하겠습니다.

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

2n                      n                      n                      2n      (○ : 있음, × : 없음)

위처럼 핵상이 n인 세포 안에는 서로의 대립유전자가 존재하면 안됩니다.

이걸 역이용하면 대립 유전자 관계를 추론할 수 있습니다.

(나), (다)를 보면 ㉠과 ㉡은 대립유전자 관계가 아니고, ㉢과도 대립유전자 관계가 아닙니다. 따라서 마지막 남은 ㉣이 ㉠의 대립유전자입니다. 그러면 자동으로 남은 2개인 ㉡과 ㉣이 대립유전자 관계가 되는 것이지요.

이제 각각의 유전자가 상염색체 연관인지, 성염색체 연관인지 찾아보고 마무리를 하도록 하겠습니다.

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

2n                      n                      n                      2n      (○ : 있음, × : 없음)

(마)를 보니 ㉡, ㉣이 모두 없습니다. 즉, 대립 유전자 쌍이 전부 존재하지 않습니다. 이 경우는 ㉡, ㉣이 성염색체 연관 유전자일 경우에만 가능합니다. 상염색체였다면 무조건 둘 중 하나는 존재해야 하니까요.

이때 성염색체 중에서 X연관인지 Y연관인지를 판단하려면 주변의 다른 세포를 통해 다시 정보를 찾아봐야 합니다.

그런데 (가)를 보니 ㉠과 ㉣이 모두 존재하는 것을 볼 수 있습니다.

만약 Y연관이었다면 I의 성염색체 유전자형이 YY란 소린데 그런 사람은 존재하지 않습니다. 따라서 X연관임을 알 수 있고, I은 XX인 여자이며 II는 XY인 남자임을 알 수 있습니다.

이제 선지 판단을 해봅시다.