

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
㉑	㉑	㉑	㉔	㉒	㉒	㉑	㉔	㉑	㉑
2점	2점	3점	2점	3점	2점	2점	2점	3점	3점
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
㉔	㉑	㉑	㉑	㉑	㉔	㉑	㉑	㉒	㉑
2점	3점	2점	2점	3점	3점	3점	3점	3점	2점

01

정답 | ㉑

정답 해설

- ㄱ. ㉑ 과정에서 에너지를 얻으므로 물질대사가 일어난다.
 ㄴ. ㉑은 남극 환경에 적응하기 위해 적합한 형태의 깃털을 갖는 것이고, ㉒은 물속 환경에 적응하기 위해 적합한 형태의 뱃속을 갖는 것이므로 ㉑과 ㉒ 모두 적응과 진화의 예에 해당한다.
 ㄷ. 펭귄은 낙지를 섭취하므로 펭귄과 낙지 사이의 상호작용에서 펭귄은 포식자, 낙지는 피식자이다.

02

정답 | ㉑

단백질이 세포 호흡을 통해 분해된 결과 생성되는 노폐물(㉑)에는 물, 이산화 탄소, 암모니아 등이 있다.

정리

㉑ = 물, 이산화 탄소, 암모니아 등

정답 해설

- ㄱ. (가)~(다)에서 모두 효소가 이용된다.
 ㄴ. 1분자당 에너지량은 ㉑(ATP)가 ㉒(ADP)보다 크다.
 ㄷ. 암모니아는 ㉑에 해당한다.

03

정답 | ㉑

세포당 DNA 양이 1인 구간(I)에는 G₁기의 세포가, 1과 2 사이인 구간(II)에는 S기의 세포가, 2인 구간(III)에는 G₂기와 M기(분열기)의 세포가 존재한다.

A는 염색 분체의 분리를 억제하므로 M기(분열기)의 진행을 억제하는 물질이고, B는 S기에서 G₂기로의 진행을 억제하는 물질이다.

정답 해설

- ㄱ. 구간 II에는 S기의 세포가 있으므로 핵막을 갖는 세포가 있다.
 ㄷ. P를 배양한 집단에 B를 처리하면 구간 II의 세포 수가 증가하고, 구간 III의 세포 수가 감소한다.

오답 해설

- ㄴ. 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 관찰된다.

04

정답 | ㉔

병원체가 '독립적으로 물질대사를 한다.'를 특징으로 갖는 질병은 결핵과 무좀이다. 병원체가 '유전 물질을 갖는다.'를 특징으로 갖는 질병은 결핵, 독감, 무좀이다. 병원체가 '감염성 질병이다.'를 특징으로 갖는 질병은 결핵, 광우병, 독감, 무좀이다. 병원체가 '병원체가 곰팡이다.'를 특징으로 갖는 질병은 무좀이다.

4개의 특징을 갖는 ㉑은 무좀, 1개의 특징을 갖는 ㉒은 광우병, 2개의 특징을 갖는 ㉓은 독감이고, ㉔은 결핵이며 3개의 특징을 갖는다.

정리

㉑ = 무좀, ㉒ = 광우병, ㉓ = 결핵, ㉔ = 독감

정답 해설

- ㄴ. 결핵의 치료에는 항생제가 사용된다.
 ㄷ. ㉑~㉔의 병원체는 모두 단백질질을 갖는다.

오답 해설

- ㄱ. ㉒은 결핵이다.

05

정답 | ㉔

I은 척수로부터 눈에 연결된 교감 신경, II는 연수로부터 심장에 연결된 부교감 신경, III은 척수로부터 방광에 연결된 부교감 신경이다.

㉑~㉔의 특징을 모두 갖는 I은 B이고, ㉓는 '있음', ㉒는 '없음'이다. I~III 모두 '말초 신경계에 속한다.'의 특징을 가지므로, ㉒은 '말초 신경계에 속한다.'이다. '신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.'의 특징은 I만 가지므로, ㉑은 '신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.'이다. 따라서 ㉑은 '신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 척수에 존재한다.'이고, A는 II, C는 III이다.

정리

A = II, B = I, C = III

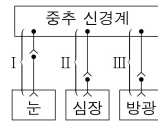
㉑ = 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 척수에 존재한다.

㉒ = 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.

㉓ = 말초 신경계에 속한다.

㉔ = 있음, ㉒ = 없음

신경	A(II)	B(I)	C(III)
㉑	×	○	○
㉒	×	○	×
㉓	○	○	○



(○: 있음, ×: 없음)

정답 해설

- ㄴ. ㉒은 '없음'이다.

오답 해설

- ㄱ. A는 II이다.
 ㄷ. ㉑은 '신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.'이다.

06

정답 | ㉔

산불이 나지 않은 식물 군집의 천이는 지의류 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림의 과정으로 진행되고, 산불이 난 이후에 천이는 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림의 과정으로 진행된다. 따라서 D는 혼합림, A는 양수림, C는 관목림, B는 초원에 해당하고, ㉔ 시기에 산불이 났다.

정리

A = 양수림, B = 초원, C = 관목림, D = 혼합림
산불이 난 시기 = ㉔

정답 해설

ㄴ. 이 지역에서 ㉔ 시기에 산불이 났다.

오답 해설

ㄱ. C는 관목림이다.
ㄷ. 이 식물 군집은 B(초원)에서 극상을 이루지 않는다.

07

정답 | ㉓

(가)~(라)의 핵형 분석 그림에서 각 염색체의 모양과 크기를 비교하면, (가)와 (다)가 같은 종, (나)와 (라)가 같은 종의 세포이다.

(가)는 핵상이 $2n = 6$ 인 암컷의 세포이다. (다)는 핵상이 $n = 3$ 인 수컷의 세포이다. (라)는 핵상이 $n = 4$ 인 수컷의 세포이다. (가)와 (다)는 같은 종의 세포이지만 성별이 서로 다르므로, 서로 다른 개체의 세포이다. 따라서 (가)와 (다)는 각각 B와 C의 세포 중 하나이고, (나)와 (라)는 A의 세포이며, A는 수컷이다. B는 A와 성이 다르므로 암컷이고, (가)는 B의 세포이며, (다)는 C의 세포이고 C는 수컷이다.

정리

세포	(가)	(나)	(다)	(라)
동물	B	A	C	A
핵상	$2n = 6$	$n = 4$	$n = 3$	$n = 4$
성별	암컷	수컷	수컷	수컷

정답 해설

ㄱ. (가)는 B의 세포이다.
ㄴ. (나)와 (다)는 모두 수컷의 세포이다.

오답 해설

ㄷ. A($2n = 8$)의 감수 1분열 중기 세포 1개당 염색 분체 수는 16이다.

08

정답 | ㉔

'총 대사량 = 기초 대사량 + 활동 대사량'이다. 따라서 ㉔는 1300이다. t_2 일 때의 활동량과 총 대사량은 t_1 일 때보다 크다고 했으므로, ㉔는 1405보다 작다.

정리

㉓ < 1405, ㉔ = 1300

정답 해설

ㄴ. t_1 일 때 ㉔는 1405보다 작고, ㉔는 1300이므로 ㉓+㉔는 2705보다 작다.
ㄷ. t_2 일 때 철수의 하루 에너지 섭취량보다 에너지 소비량이 더 크므로, t_2 상태가 지속되면 철수의 체중은 감소할 것이다.

오답 해설

ㄱ. 기초 대사량은 t_1 일 때 1296 kcal, t_2 일 때 1300 kcal이므로, t_2 일 때가 더 크다.

09

정답 | ㉔

㉔에서 E와 e의 DNA 상대량이 모두 0이므로, E와 e는 X 염색체에 있다. DNA 상대량으로 1을 갖는 ㉔과 ㉔은 I과 IV를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉔과 ㉔은 II와 III를 순서 없이 나타낸 것이다. 따라서 ㉔과 ㉔ 중 하나는 G_1 기 세포인데, ㉔과 ㉔ 모두 B와 b의 DNA 상대량의 합이 1이므로, B와 b는 X 염색체에 있고, A, a, D, d는 서로 다른 2개의 상염색체에 있다.

IV는 III의 딸세포이므로, 각 대립유전자의 DNA 상대량은 III에서 IV에서의 2배이다. ㉔이 IV일 경우, ㉔은 A를 갖지 않으므로 III이 아니고, ㉔은 b를 갖지 않으므로 모순이다. 따라서 ㉔은 IV, ㉔은 III이고, ㉔은 I, ㉔은 II이다. II와 IV 모두 D를 가지므로, P의 (가)의 유전자형은 Aa DD bE/Y이다.

정리

㉔ = III, ㉔ = I, ㉔ = IV, ㉔ = II
A, a, D, d = 서로 다른 2개의 상염색체, B, b, E, e = X 염색체
P의 (가)의 유전자형 = Aa DD bE/Y

세포	DNA 상대량							
	A	a	B	b	D	d	E	e
㉔(III)	0	2	0	2	2	0	2	0
㉔(I)	1	1	0	1	2	0	1	0
㉔(IV)	0	1	0	1	1	0	1	0
㉔(II)	2	0	0	0	2	0	0	0

정답 해설

ㄱ. ㉔은 II이다.

오답 해설

ㄴ. P는 d를 갖지 않는다.
ㄷ. 세포 1개당 D의 DNA 상대량은 ㉔에서 2, ㉔에서 1이다.

10

정답 | ㉔

항원 A에 대한 방어 작용이 활발하게 일어날수록 혈중 항원 A의 수가 빠르게 감소할 것이다. 따라서 혈중 항원 A의 수는 A에 대한 기억 세포를 주사한 생쥐에서 가장 빠르게 감소하고, 혈청을 주사한 생쥐에서 그 다음으로 빠르게 감소하며, 생리식염수를 주사한 II에서 가장 느리게 감소할 것이다.

혈중 항원 A의 수는 Q, IV, P 순으로 빠르게 감소하였으므로, 가장 느리게 감소한 P는 II이고, Q는 III이다. 따라서 ㉔은 A에 대한 기억 세포이고 ㉔은 혈청이다.

정리

㉔ = A에 대한 기억 세포, ㉔ = 혈청
P = II, Q = III

정답 해설

ㄱ. ㉔은 기억 세포이다.

오답 해설

ㄴ. (라)의 II에서 A에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않았다.
ㄷ. (라)의 III에서 A에 대한 2차 면역 반응이 일어났으므로 t_1 일 때 A에 대한 혈중 항체 농도는 IV에서 III에서보다 낮다.

11

정답 | ④

먹이에서 X의 농도가 높을수록 생쥐의 당뇨병 발병 확률이 높아지고, I ~ III의 개체 수는 서로 동일하므로 당뇨병 발병 개체 수가 많을수록 먹이에서 X의 함유량이 높을 것이다. 그림에서 당뇨병 발병 개체 수는 III > I > II 이므로, III은 X 함유량이 가장 높은 먹이 ㉠, I은 X 함유량이 그 다음으로 높은 먹이 ㉡, II는 X 함유량이 가장 낮은 먹이 ㉢를 섭취시킨 집단이다.

정리

I에게 섭취시킨 먹이 = ㉡, II에게 섭취시킨 먹이 = ㉢, III에게 섭취시킨 먹이 = ㉠

정답 해설

- ㄴ. 조작 변인은 ㉠~㉢의 X 함유량이다.
- ㄷ. ㉠은 관찰한 현상을 설명할 수 있는 잠정적인 결론(잠정적인 답)에 해당한다.

오답 해설

- ㄱ. II가 섭취한 먹이는 ㉢이다.

12

정답 | ㉠

뇌하수체를 제거하면 TSH가 분비되지 않아 갑상샘에서 티록신의 분비량이 감소하고, 음성 피드백에 의해 시상 하부에서의 TRH 분비량이 증가한다. 갑상샘을 제거하면 티록신이 분비되지 않아 음성 피드백에 의해 시상 하부에서의 TRH 분비량과 뇌하수체 전엽에서의 TSH 분비량이 모두 증가한다. A와 B 중 혈중 TSH 농도가 정상보다 낮은 A는 뇌하수체를 제거한 생쥐이고, B는 갑상샘을 제거한 생쥐이므로 ㉠은 뇌하수체, ㉡는 갑상샘이다.

정리

㉠ = 뇌하수체, ㉡ = 갑상샘

생쥐	혈중 농도		
	TRH	TSH	티록신
A	+	-	-
B	+	+	-
C	-	-	-

(+: 정상보다 높음, -: 정상보다 낮음)

정답 해설

- ㄱ. ㉠은 뇌하수체이다.
- ㄴ. 티록신의 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.
- ㄷ. C에게 TSH를 투여하면 티록신의 분비가 촉진된다.

13

정답 | ㉠

상대 피도의 합은 100%이므로 B의 상대 피도는 25%이다. 개체 수와 상대 밀도는 서로 비례하고, 출현한 방형구 수와 상대 빈도는 서로 비례한다. 따라서 B의 상대 밀도를 $20x$, C의 상대 밀도를 $5x$, B의 상대 빈도를 $9y$, C의 상대 빈도를 $3y$ 라고 하자. 중요치는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도의 값을 더한 값이므로 $20x + 9y + 25 = 110$ 과 $5x + 3y + 20 = 45$ 가 성립한다. 이를 연립하면 $x = 2, y = 5$ 이다. 따라서 B의 상대 밀도는 40%, C의 상대 밀도는 10%, D의 상대 밀도는 30%이므로 A의 상대 밀도는 20%이고, A의 개체 수는 10이다. A의 상대 빈도는 30%, B의 상대 빈도는 45%, C의 상대 빈도는 15%이므로 D의 상대 빈도는 10%이고, ㉠은 2이다. A의 중요치는 70, D의 중요치는 75이므로 이 식물 군집의 우점종은 B이다.

정리

㉠ = 2
우점종 = B

종	개체 수	출현한 방형구 수	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)	상대 피도(%)	중요치(중요도)
A	10	6	20	30	20	70
B	20	9	40	45	25	110
C	5	3	10	15	20	45
D	15	㉠(2)	30	10	35	75

정답 해설

- ㄱ. ㉠은 2이다.

오답 해설

- ㄴ. 지표를 덮고 있는 면적이 가장 큰 종은 상대 피도의 값이 가장 큰 D이다.
- ㄷ. 우점종은 중요치가 가장 큰 B이다.

14

정답 | ㉠

(가)에서 A와 B가 같은 양의 땀을 흘렸음에도 B의 혈장 삼투압이 A의 혈장 삼투압보다 더 작은 쪽으로 증가한다. 따라서 B는 'ADH가 정상보다 많이 분비되는 개체'이고 A는 'ADH가 정상적으로 분비되는 개체'이다.

(나)에서 ADH가 정상적으로 분비되는 개체와 정상보다 많이 분비되는 개체 모두 ㉠이 감소하므로 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.

ADH가 정상보다 많이 분비되는 개체가 ADH가 정상적으로 분비되는 개체보다 오줌 생성량이 더 많이 감소한다. 따라서 I은 B이고, II는 A이다.

정리

A = 'ADH가 정상적으로 분비되는 개체', B = 'ADH가 정상보다 많이 분비되는 개체'
㉠ = 단위 시간당 오줌 생성량
I = B, II = A

정답 해설

- ㄱ. A는 'ADH가 정상적으로 분비되는 개체'이다.

오답 해설

- ㄴ. ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.
- ㄷ. I은 B이다.

t_2 일 때 ㉠~㉢의 길이가 순서 없이 $2d, 2d, 5d$ 이므로, 액틴 필라멘트의 절반의 길이는 $4d$ 또는 $7d$ 이다. 액틴 필라멘트의 절반의 길이는 시점에 관계없이 일정하고, t_1 일 때 ㉡와 ㉢의 길이를 더한 값은 $9d$, ㉡와 ㉢의 길이를 더한 값은 $10d$ 이므로, ㉢은 ㉢이다.

t_2 일 때 ㉠~㉢의 길이를 모두 더하면 $9d$ 이므로, $t_1 \rightarrow t_2$ 일 때 X는 수축한다. ㉠과 ㉢의 길이의 합의 변화량은 ㉢과 ㉢의 길이의 합의 변화량의 3배이므로, ㉠과 ㉢의 길이의 합의 변화량은 $10d \rightarrow 4d$ 로 $-6d$, ㉢과 ㉢의 길이의 합의 변화량은 $9d \rightarrow 7d$ 로 $-2d$ 이다. 따라서 ㉢은 ㉢, ㉢은 ㉠이고, t_2 일 때 ㉠~㉢의 길이는 각각 $2d, 5d, 2d$ 이다.

정리

㉠ = ㉢, ㉡ = ㉠, ㉢ = ㉢

시점	㉠의 길이	㉡의 길이	㉢의 길이	X의 길이
t_1	$4d$	$3d$	$6d$	$20d$
t_2	$2d$	$5d$	$2d$	$16d$

정답 해설

- ㄱ. ㉢은 ㉢이다.
- ㄴ. t_2 일 때 ㉠의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 $7d$ 로, t_1 일 때 ㉢의 길이보다 길다.

오답 해설

- ㄴ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다.

시간이 4 ms 이므로 A와 C는 자극 지점 P에서의 막전위가 -70 mV 로 같고, 표에서 막전위가 -70 mV 로 같을 수 있는 지점은 I 또는 IV이다. P가 IV인 경우, IV는 d_2 또는 d_3 이고, B의 IV는 자극 지점이 아니다. 이때 B의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms 일 때와 4 cm/ms 일 때 모두 B의 d_2 와 d_3 중 자극 지점이 아닌 지점에서 막전위가 -70 mV 일 수 없으므로 모순이다. 따라서 P는 I이고, ㉢은 -70 이다.

표에서 C의 자극 지점인 I 이외의 지점에서의 막전위는 순서 없이 $-80 \text{ mV}, -60 \text{ mV}, +30 \text{ mV}$ 이다. 따라서 자극 지점에서 가장 가까운 지점에서의 막전위는 -80 mV 이고, 대칭성이 나타나지 않는다. P가 d_2 인 경우, 대칭성이 나타나지 않아야 하므로 ㉡에 시냅스가 있어야 하고, d_1 에서의 막전위가 -80 mV 이므로 흥분 전도 속도는 2 cm/ms 이다. 이때 d_4 까지 흥분이 도달하는 데 3 ms 보다 많이 소요되므로, 4 ms 일 때 d_4 에서의 막전위가 -60 mV 또는 $+30 \text{ mV}$ 일 수 없다. 따라서 P는 d_3 이고, ㉡에 시냅스가 없으며, d_2 에서의 막전위는 -80 mV 이고, 흥분 전도 속도는 2 cm/ms 이다. I은 d_3 , III은 d_1 이고, d_1 에서의 막전위는 $+30 \text{ mV}$ 이므로, d_4 에서의 막전위는 -60 mV 이다.

표에서 B의 자극 지점 Q는 d_2 이므로 흥분 전도 속도는 2 cm/ms 이다. d_1 과 d_4 에서의 막전위가 모두 -70 mV 이므로 ㉢과 ㉡에 모두 시냅스가 있다.

II가 d_2 , IV가 d_1 인 경우, ㉢은 $+30$, ㉢은 -80 이다. 이때 A의 d_2 에서의 막전위가 $+30 \text{ mV}$ 이고, A의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms 이므로 모순이다. 따라서 IV는 d_2 , II는 d_1 이고, ㉢은 -80 , ㉢은 $+30$ 이며, A의 흥분 전도 속도는 4 cm/ms 이다. d_1 에서의 막전위가 -70 mV 가 아니므로, ㉢에 시냅스가 없고 ㉡에 시냅스가 있으며, A의 d_4 까지 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간은 2 ms 이다.

정리

P = d_3 , Q = d_2
 시냅스가 있는 지점 = ㉢, ㉡, ㉡
 I = d_3 , II = d_1 , III = d_1 , IV = d_2
 ㉡ = -80 , ㉢ = $+30$, ㉢ = -70

A의 흥분 전도 속도 = 4 cm/ms , B와 C의 흥분 전도 속도 = 2 cm/ms

신경	4 ms일 때 막전위(mV)			
	I (d_3)	II (d_1)	III (d_1)	IV (d_2)
A	-70	㉡(-80)	㉢($+30$)	?
B	-80	-70	㉢(-70)	-70
C	㉢(-70)	㉢($+30$)	-60	㉡(-80)

정답 해설

- ㄴ. ㉢에 시냅스가 있다.
- ㄴ. C의 d_4 까지 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간이 2 ms 이므로, ㉡가 5 ms 일 때, C의 d_1 에서의 막전위는 -80 (㉡) mV이다.

오답 해설

- ㄱ. P는 d_3 이다.

아버지의 A + b의 값과 B + d의 값이 모두 3이므로 아버지의 유전자형은 AB/Ab d/d이다. 돌연변이가 없는 경우, 특정 대립유전자의 DNA 상대량이 0인 사람과 2인 사람은 서로 부모와 자녀 관계가 아니다. 이를 응용하면 돌연변이가 없는 경우, 특정 두 대립유전자의 DNA 상대량의 합이 3 또는 4인 사람과 0인 사람은 서로 부모와 자녀 관계가 아니다. 따라서 ㉠과 ㉡은 0이 아니고, ㉢은 0이다.

아버지의 (d)의 유전자형이 dd이므로, 정상 자녀에서 B + d의 값이 0일 수 없다. 따라서 자녀 3은 돌연변이가 일어난 ㉢이고, 자녀 2는 정상 자녀이며 유전자형은 AB/aB d/d이다.

어머니는 자녀 2에게 aBd를 주었으므로, 어머니에서 B + d의 값은 2 이상이다. 따라서 ㉣은 3, ㉤은 1이다. 자녀 1은 아버지로부터 A를 받는데 A + b의 값이 1이므로, 자녀 1의 유전자형은 AB/aB D/d이고, 어머니의 유전자형은 aB/_B D/d이다.

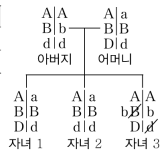
자녀 3은 B와 d를 모두 갖지 않는데, 아버지의 (d)의 유전자형은 dd이고, 어머니의 (나)의 유전자형은 BB이므로, B와 d 중 하나는 결실되었고, 나머지 하나는 다른 대립 유전자로 치환되었다. 자녀 3에서 A + b의 값이 4이므로 (가)와 (나)의 유전자는 결실될 수 없다. 따라서 아버지의 생식세포 형성 과정에서 염색체 결실이 일어나 d를 갖지 않는 정자 Q가 형성되었고, 어머니의 생식세포 형성 과정에서 B가 b로 바뀌는 돌연변이가 일어나 AbD를 갖는 난자 P가 형성되었다. 따라서 ㉥은 B, ㉦은 b이고, 어머니의 유전자형은 AB/aB D/d, 자녀 3의 유전자형은 Ab/Ab D이다.

정리

- ㉠ = 1, ㉡ = 3, ㉢ = 0
- ㉣ = B, ㉤ = b
- ㉥ = 자녀 3

P = 생식세포 형성 과정에서 B가 b로 바뀌는 돌연변이가 일어나 AbD를 갖는 난자
Q = 생식세포 형성 과정에서 염색체 결실이 일어나 d를 갖지 않는 정자

구성원	아버지	어머니	자녀 1	자녀 2	자녀 3	
DNA 상대량을	A + b	3	1	㉠(1)	1	4
더한 값	B + d	3	㉡(3)	3	4	㉢(0)



정답 해설

- ㄱ. ㉡는 자녀 3이다.
- ㄴ. 자녀 1에게서 A, B, D를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다.
- ㄷ. 체세포 1개당 ㉢(B)의 DNA 상대량은 아버지가 자녀 3보다 크다.

2개의 완전 우성 유전인 형질의 유전자가 하나의 염색체에 있을 때, 아이가 태어날 때 아이에게서 나타날 수 있는 표현형이 최대 4가지이기 위해서는 부모가 서로 다른 우성 대립유전자를 1개씩 갖고, 나머지 3개는 모두 열성 대립유전자를 가져야 한다.

㉠에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 최대 4가지인 경우, P와 Q는 순서 없이 I 과 IV이다. 이때 ㉡에게서 나타날 수 있는 (다)와 (라)의 표현형은 최대 2가지이므로 모순이다.

㉢에게서 나타날 수 있는 (다)와 (라)의 표현형은 최대 4가지이고, P와 Q는 순서 없이 I 과 II이다. 이때 ㉣의 표현형이 모두 III과 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이므로, II의 (가)와 (나)의 유전자형은 AB/ab이다.

㉤의 (가)와 (나)의 유전자형에서 이형 접합성이 0개, 1개, 2개일 확률의 비는 1 : 2 : 1이고, (다)와 (라)의 유전자형에서 이형 접합성이 0개, 1개, 2개일 확률의 비는 1 : 2 : 1이다. 따라서 ㉤의 (가)~(라)의 유전자형에서 이형 접합성이 0개, 1개, 2개, 3개, 4개 일 수 있고, 각 확률의 비율은 1 : 4 : 6 : 4 : 1이다. 따라서 ㉤가 (가)~(라) 중 적어도 2가지 형질의 유전자형을 이형 접합성으로 가질 확률은 $\frac{6+4+1}{16} = \frac{11}{16}$ 이다.

정리

P와 Q = I 과 II
II의 유전자형 = AB/ab dE/de

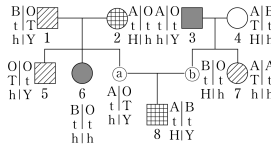
2와 5에서 (나) 발현 여부와 3과 7에서 (나) 발현 여부에 의해 (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 따라서 (가)의 유전자는 X 염색체에, (나)의 유전자는 ABO식 혈액형 유전자와 같은 염색체에 있으며, 2와 5에서 (가) 발현 여부에 의해 (가)는 열성 형질이다.

부모와 자식 사이의 ABO식 혈액형 유전자형이 AB-00일 수 없으므로, ㉠과 ㉡은 AB형과 O형을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢과 ㉣은 A형과 B형을 순서 없이 나타낸 것이다. 이때 6의 혈액은 항 B 혈청에 응집 반응을 나타내므로, ㉠은 B형, ㉡은 A형이고 7의 ABO식 혈액형 유전자형이 AA이므로, 4는 A를 갖는다. 따라서 ㉤은 AB형, ㉥은 O형이다.

(나)가 우성 형질인 경우, ㉤의 유전자형은 AT/Ot, ㉥의 유전자형은 Bt/OT가 되므로, ㉢와 ㉣에서 모두 (나)가 발현되어 모순이다. 따라서 (나)는 열성 형질이다. 이때 ㉢의 유전자형은 At/OT, ㉣의 유전자형은 Bt/Ot이므로 ㉤에서 (나)가 발현되지 않았고, ㉥에서 (나)가 발현되었다. 따라서 ㉤에서 (가)가 발현되었고, ㉥에서 (가)가 발현되지 않았다.

정리

(가) = X 염색체 열성 형질, (나) = 상염색체 열성 형질
㉠ = B형, ㉡ = A형, ㉢ = AB형, ㉣ = O형



정답 해설

ㄴ. (가)는 열성 형질이다.

오답 해설

- ㄱ. ㉡은 A형이다.
- ㄷ. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이의 ABO식 혈액형과 (가)와 (나)의 표현형이 모두 2와 같을 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

J자형 생장 곡선을 나타내는 ㉠가 A의 이론적 생장 곡선이고 ㉡는 A를 단독 배양했을 때 A의 실제 생장 곡선이다. A와 B를 혼합 배양했을 때 A의 개체 수가 단독 배양했을 때보다 증가했으므로 혼합 배양했을 때 A는 이익을 얻는다.

정리

- ㉠ = A를 단독 배양했을 때 '이론적 생장 곡선'
- ㉡ = A를 단독 배양했을 때 '실제 생장 곡선'

정답 해설

- ㄱ. S자형 생장 곡선에서는 항상 환경 저항이 작용한다. 따라서 ㉠에서 A는 환경 저항을 받는다.
- ㄷ. A와 B를 혼합 배양했을 때 A는 이익을 얻는다.

오답 해설

ㄴ. ㉡는 A를 단독 배양했을 때 '실제 생장 곡선'이다.