2011학년도 의·치의학교육입문검사

제 2 교시

자연과학추론 Ⅰ

계열공통 성명 : _____ 수험번호 : □□ – □□□□□

1

○ 검사가 시작되기 전에 문제지를 넘기지 마십시오. 문항을 미리 볼 경우 부정행위에 해당될 수 있습니다.

○ 이 문제지는 **40문항**으로 구성되어 있습니다. 검사가 시작되면 문항 수를 확인하십시오.

○ 문제지에 성명과 수험 번호를 정확히 표기하십시오.

○ 답안지에 수험 번호와 답을 표기할 때에는 답안지 우측에 있는 '답안지 작성시 반드시 지켜야 하는 사항'에 따라 표기하십시오.

○ 시험 시간은 **11 : 00～12 : 40 (100분)** 입니다.

○ 이 문제지는 검사 종료 후 답안지와 함께 제출하여야 합니다.

1. 그림은 속씨식물 A~D의 열매이다.

A. 도꼬마리	B. 민들레
C. 머루	D. 박주가리

열매의 특성을 근거로 하여 종자의 주된 분산 방식을 설명한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

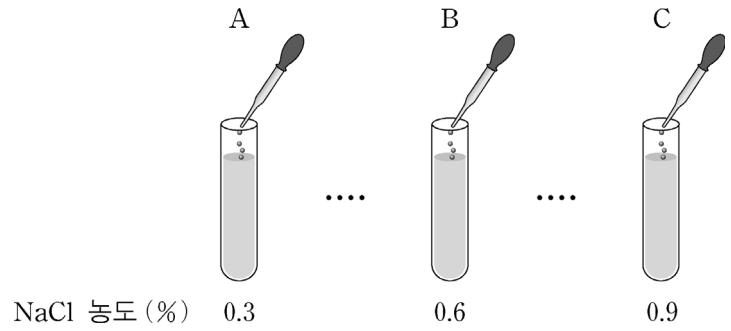
ㄱ. A의 종자는 흐르는 물에 의해 분산된다.
ㄴ. B의 종자는 바람에 날려 분산된다.
ㄷ. C의 종자는 동물에 의해 분산된다.
ㄹ. D의 종자는 열매가 터지는 힘에 의해 분산된다.

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

2. 다음은 사람 적혈구의 용혈 현상을 알아보기 위한 실험 과정이다.

<실험 과정>

(가) 1 % NaCl 수용액을 만든 후, 이를 희석하여 0.3~0.9 % NaCl 수용액을 10 mL씩 만든다.
(나) 헤파린이 처리된 시험관을 이용하여 정맥에서 채혈한 후, 원심분리한다.
(다) 침전물을 식염수와 혼합하여 적혈구 현탁액을 만든다.
(라) (다)의 현탁액 0.2 mL를, (가)의 NaCl 수용액 10 mL가 담긴 각 시험관에 떨어뜨린다.

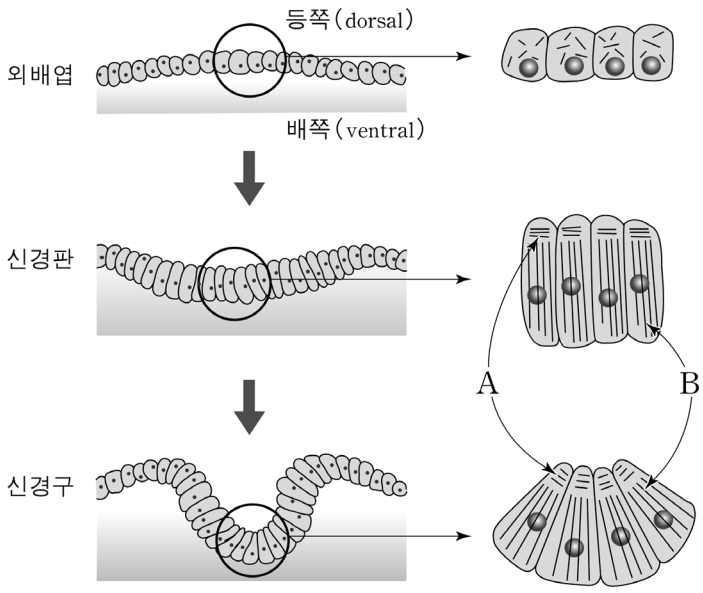


(마) 10 분 후에 원심분리하고 상층액을 회수하여 OD_{560} 값을 측정한다.

이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① (가)에서 0.3 % NaCl 수용액을 만들 때, 1 % NaCl 수용액 3 mL와 증류수 7 mL를 혼합한다.
② (나)에서 헤파린은 항응고제로 작용한다.
③ (다)에서 사용한 식염수는 혈액과 등장액이다.
④ A의 흡광도가 B의 흡광도보다 낮다.
⑤ C에서 용혈은 일어나지 않는다.

3. 그림은 척추동물에서 신경관 형성 과정 동안 시기별로 관찰되는 세포의 신장과 수축을 나타낸 것이다. A와 B는 선형 중합체이며, 세포골격을 구성하는 주요 성분이다.



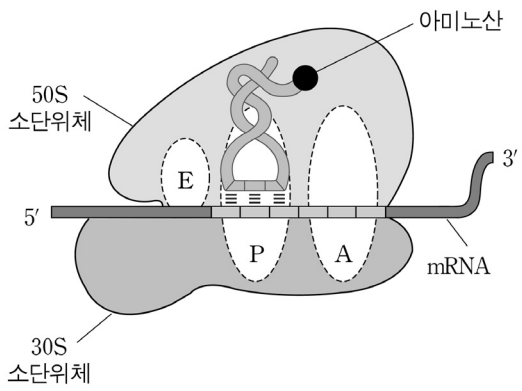
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. A의 직경은 B의 직경보다 크다.
ㄴ. 콜히친은 B의 형성을 저해한다.
ㄷ. 신경구 형성 과정에서 세포의 형태가 쐐기 모양으로 변할 때 A와 미오신이 관여한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

4. 그림은 리보솜의 50S와 30S 소단위체(subunit)가 mRNA, 아미노아실-tRNA와 결합한 모습을 나타낸 것이다.



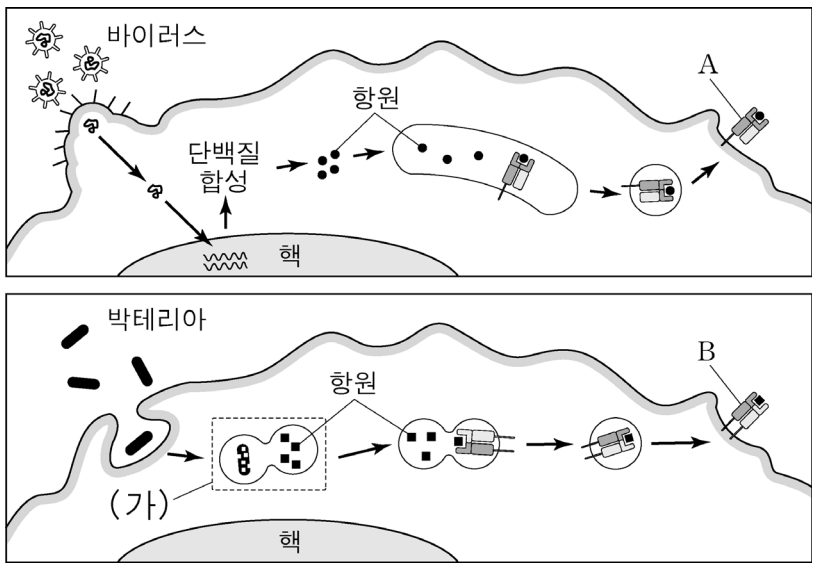
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 50S 소단위체에 있는 rRNA가 펩티드결합을 촉매한다.
ㄴ. 번역 종결 시 방출인자(release factor)는 E 자리에 결합한다.
ㄷ. fMet-tRNA^{fMet}는 P 자리에서 mRNA의 개시코돈 AUG를 인식한다.
ㄹ. 단백질 합성 시 mRNA에 30S 소단위체보다 50S 소단위체가 먼저 결합한다.

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

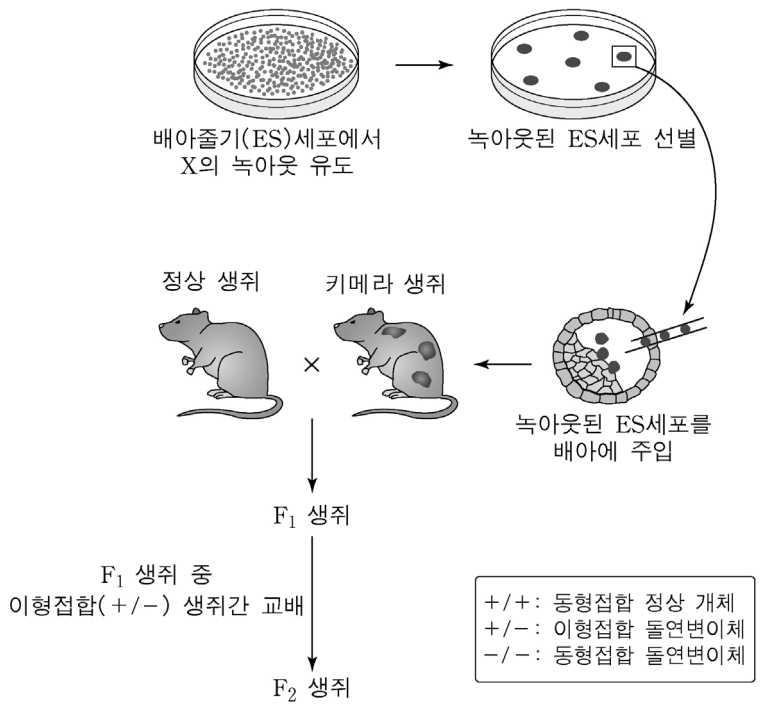
5. 그림은 세포내항원(intracellular antigen)과 세포외항원(extracellular antigen)의 항원제시 과정 중 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? [단, A와 B는 이형이량체(hetero-dimer)이다.]

① (가)에서 작용하는 효소의 적정 pH는 10이다.
② A는 소포체에서 항원을 인식한다.
③ 후천성면역결핍증을 유발하는 HIV는 A를 인식하는 세포를 파괴한다.
④ B는 골지체에서 항원을 인식한다.
⑤ B는 핵을 가진 모든 세포의 표면에서 발현한다.

6. 그림은 유전자적중법을 사용하여 유전자 X를 녹아웃(knock-out)시킨 생쥐를 생산하는 과정이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 키메라 생쥐 중 일부 개체에는 유전자 X가 녹아웃된 생식세포가 존재한다.
ㄴ. F_1에서 유전자 X에 대한 동형접합체(−/−)와 이형접합체(+/−)가 모두 존재한다.
ㄷ. F_2에서 유전자 X가 녹아웃된 동형접합체(−/−)가 나올 확률은 50 %이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 신경세포 안과 밖의 K^+와 Na^+ 농도가 일정할 때, 막전위는 각 이온의 세포막 투과도(P_K와 P_{Na})에 따라 다르다. 막전위를 구하는 식은 아래와 같고, 막전위가 +60, 0, −60 mV일 때의 $P_K : P_{Na}$는 표와 같다.

$$\text{막전위(mV)} = 60 \times \log \frac{P_K[K^+]_{out} + P_{Na}[Na^+]_{out}}{P_K[K^+]_{in} + P_{Na}[Na^+]_{in}}$$

막전위 (mV)	$P_K : P_{Na}$
+60	0 : 1
0	1 : 1
−60	1 : 0

막전위가 +18 mV일 때 $P_K : P_{Na}$는? (단, $[K^+]_{out} = [Na^+]_{in}$, $[K^+]_{in} = [Na^+]_{out}$ 이고, $\log 2 = 0.3$이다.)

① 2 : 79 ② 4 : 65 ③ 6 : 29
④ 8 : 19 ⑤ 13 : 1

8. 다음은 호르몬에 반응하여 표적 유전자 I과 II의 전사를 각각 조절하는 핵수용체 X와 Y에 대한 자료이다.

X: N-말단 — a | b | c — C-말단

Y: N-말단 — d | e | f — C-말단

a, d : 전사활성화 부위 1
b, e : 호르몬반응요소(HRE)에 결합하는 부위
(b는 HRE 1에, e는 HRE 2에 결합한다.)
c, f : 호르몬 결합 부위와 전사활성화 부위 2
(c는 글루코코르티코이드와, f는 에스트로겐과 결합한다.)

○ 글루코코르티코이드를 처리하면, X는 유전자 I의 HRE 1에 결합하여 유전자 I의 전사를 증가시킨다.
○ 에스트로겐을 처리하면, Y는 유전자 II의 HRE 2에 결합하여 유전자 II의 전사를 증가시킨다.

X, Y의 각 부위를 융합시킨 재조합 단백질이 과발현된 세포에 에스트로겐을 처리할 때, 유전자 I의 전사를 증가시키는 재조합 단백질로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은? (단, 이 세포에서 a와 d의 전사활성도는 유사하며, 야생형 핵수용체의 영향은 고려하지 않는다.)

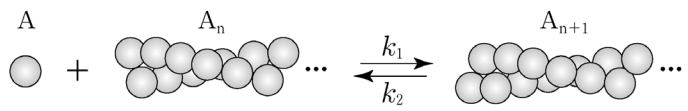
<보 기>

ㄱ. N-말단 — a | b | f — C-말단
ㄴ. N-말단 — a | e | f — C-말단
ㄷ. N-말단 — d | b | f — C-말단
ㄹ. N-말단 — d | e | c — C-말단

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

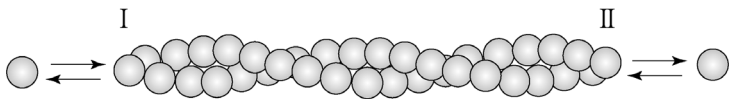
9. 미세섬유의 길이는 양쪽 말단에서 액틴 단량체의 첨가 반응과 해리 반응 속도에 의해 결정된다. (가)는 액틴 중합에 의한 미세섬유 형성 반응의 모식도이고, (나)는 미세섬유의 말단 I과 II에서 첨가 반응과 해리 반응의 속도 상수를 나타낸 것이다. (다)는 액틴 농도에 따른 미세섬유 형성 양상을 그래프로 나타낸 것이다.

(가)



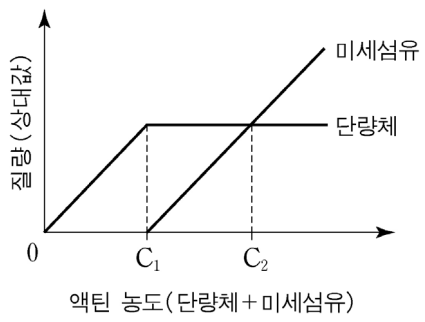
k_1 : 첨가 반응의 속도 상수
k_2 : 해리 반응의 속도 상수

(나)



	I	II
$k_1(\mu M^{-1}\,sec^{-1})$	12.0	1.3
$k_2(sec^{-1})$	1.4	0.8

(다)



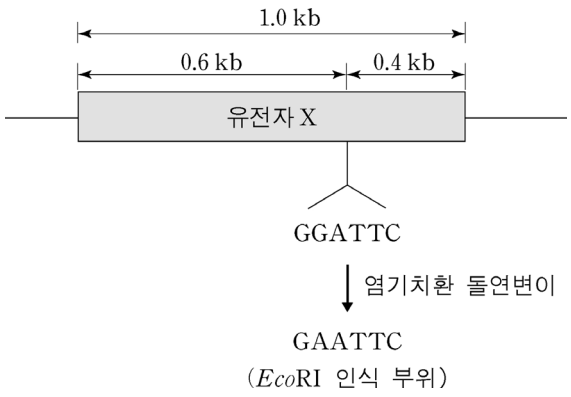
이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① I은 미세섬유의 음성 말단이다.
② 액틴의 해리 속도는 I보다 II에서 빠르다.
③ 액틴 중합이 시작되는 농도(C_1)는 II보다 I에서 높다.
④ C_2에서는 I에서 첨가되는 액틴 단량체의 양과 I에서 해리되는 액틴 단량체의 양이 같다.
⑤ 액틴 단량체의 농도가 0.3 μM일 때, I에서 첨가되는 액틴 단량체의 양이 해리되는 양보다 많다.

10. 다음은 어떤 식물(2n) 개체군에서 개화에 관여하는 유전자 X에 대한 개체(P1~P8)별 유전자형과 표현형을 조사한 실험이다.

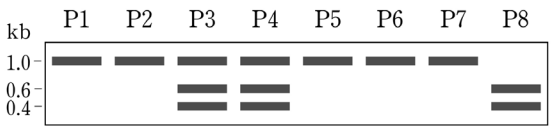
<실험 과정>

(가) 이 개체군에는 유전자 X에 대해 정상 대립유전자와 돌연변이 대립유전자가 존재한다. 이 돌연변이 대립유전자는 다음과 같은 염기치환 돌연변이가 일어난 것이다.



(나) P1~P8의 각 개체로부터 유전자 X 부위를 PCR로 증폭한다.
(다) 증폭된 단편을 *Eco*RI으로 절단한 후, 전기영동법으로 확인한다.
(라) P1~P8의 표현형을 조사한다.

<실험 결과>



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
표현형 (개화시기)	정상	정상	빠름	빠름	정상	정상	정상	빠름

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

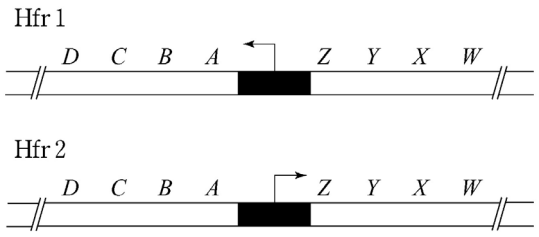
<보 기>

ㄱ. P3의 꽃가루 중에서 X의 돌연변이 대립유전자를 가지는 꽃가루가 발견된다.
ㄴ. P1~P8의 X의 대립유전자 중에서 돌연변이 대립유전자의 빈도는 12.5 %이다.
ㄷ. P3과 P4를 교배하여 얻은 개체 중에서 빨리 개화하는 개체의 비율은 75 %이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 다음은 대장균의 접합 중단(interrupted mating) 실험에 이용된 균주에 대한 자료이다. (가)는 공여체인 고빈도재조합(Hfr) 균주의 염색체 DNA 일부를, (나)는 수용체 균주의 표현형을 나타낸 것이다.

(가) 공여체 균주(스트렙토마이신 감수성이고, A~D와 W~Z는 야생형 유전자이다.)



검은 상자: 삽입된 F 플라스미드
화살표: DNA의 전달 방향

(나) 수용체 균주(스트렙토마이신 저항성이고, A~D와 W~Z의 모든 유전자에 대한 기능상실 돌연변이체이다.)

균주	표현형
a	Rec^+, F^+
b	Rec^+, F^-
c	Rec^-, F^-

Rec^+ : 상동재조합이 가능함.
F^+ : F 플라스미드를 가짐.

(가)와 (나)의 대장균을 혼합한 후에 스트렙토마이신이 포함된 배지에서 선별한 형질전환체에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 접합 중단 실험은 30 분 동안 수행하였으며, 죽은 대장균에서 방출된 DNA에 의한 형질전환은 고려하지 않는다.)

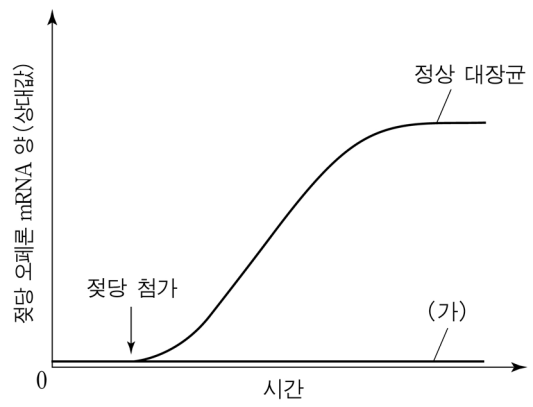
	사용된 균주	형질전환체에서 출현하는 유전자 순서
①	Hfr 1 + a	$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$
②	Hfr 1 + b	$W \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z$
③	Hfr 1 + c	$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$
④	Hfr 2 + b	$Z \rightarrow Y \rightarrow X \rightarrow W$
⑤	Hfr 2 + c	$Z \rightarrow Y \rightarrow X \rightarrow W$

12. 표는 정상 대장균의 젖당 오페론에서 젖당이 억제자(repressor)와 작동자(operator)의 결합에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 그림은 포도당이 고갈된 배지에 젖당을 첨가했을 때, 정상 대장균과 어떤 대장균(가)에서 관찰된 젖당 오페론의 발현 정도를 나타낸 것이다.

억제자 + 작동자 ⇄ 억제자 · 작동자

$$K_a = \frac{[\text{억제자} \cdot \text{작동자}]_{eq}}{[\text{억제자}]_{eq}\,[\text{작동자}]_{eq}}$$

K_a (M^{-1})	
젖당이 없을 경우	젖당이 있을 경우
2×10^{13}	2×10^{10}



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 젖당 대신 IPTG(isopropyl-thio-galactoside)를 첨가할 경우 K_a 값은 2×10^{13} 보다 크다.
ㄴ. 알로락토오스와 결합하지 못하는 억제자를 가지는 돌연변이 대장균은 (가)의 발현을 보인다.
ㄷ. 작동자에 돌연변이가 일어나서 억제자가 작동자에 결합하지 못하는 돌연변이 대장균은 (가)의 발현을 보인다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13. 다음은 어떤 식물의 키 유전자와 종자 색깔 유전자에 대한 자료이다.

○ 두 유전자는 연관되어 있다.
○ 대립유전자 T(큰 키)는 t(작은 키)에 대해, Y(노란 종자)는 y(녹색 종자)에 대해 각각 완전 우성이다.
○ 표는 큰 키, 노란 종자 식물(P)을 자가수분할 때 나타나는 F_1 표현형의 빈도이다.

P	큰 키, 노란 종자 ($TtYy$)			
F_1 표현형	큰 키, 노란 종자	큰 키, 녹색 종자	작은 키, 노란 종자	작은 키, 녹색 종자
F_1 빈도	0.51	0.24	0.24	0.01

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 유전자 사이의 교차는 단일 교차만 고려한다.)

<보 기>

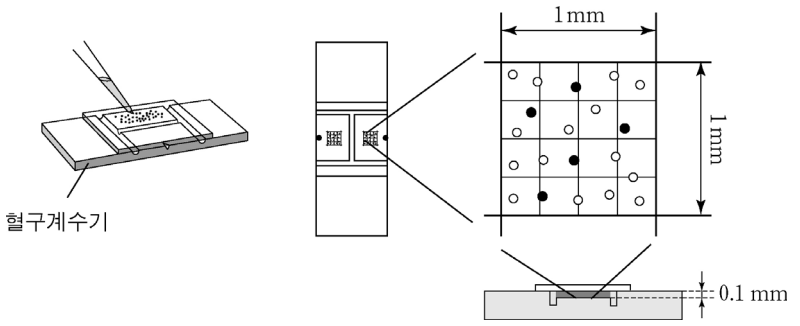
ㄱ. P에서 t와 y는 동일한 염색체에 있다.
ㄴ. F_1 중 작은 키, 노란 종자 개체의 일부는 교차 때문에 생겨난다.
ㄷ. 연관된 두 유전자 사이의 교차율은 10 % 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

14. 다음은 혈구계수기를 이용하여 세포의 수를 측정한 실험이다.

<실험 과정>
(가) 배양 중인 세포를 원심분리하여 침전시킨다.
(나) (가)의 침전된 세포에 새로운 배양액을 첨가하여 세포현탁액 10 mL를 만든다.
(다) 세포현탁액 10 μL를 취하여 0.4 % 트리판블루(trypan blue) 용액 10 μL와 잘 혼합한다. 트리판블루는 죽은 세포만 염색한다.
(라) 혈구계수기에 (다)의 시료를 넣고 현미경을 이용하여 세포의 수를 측정한다.

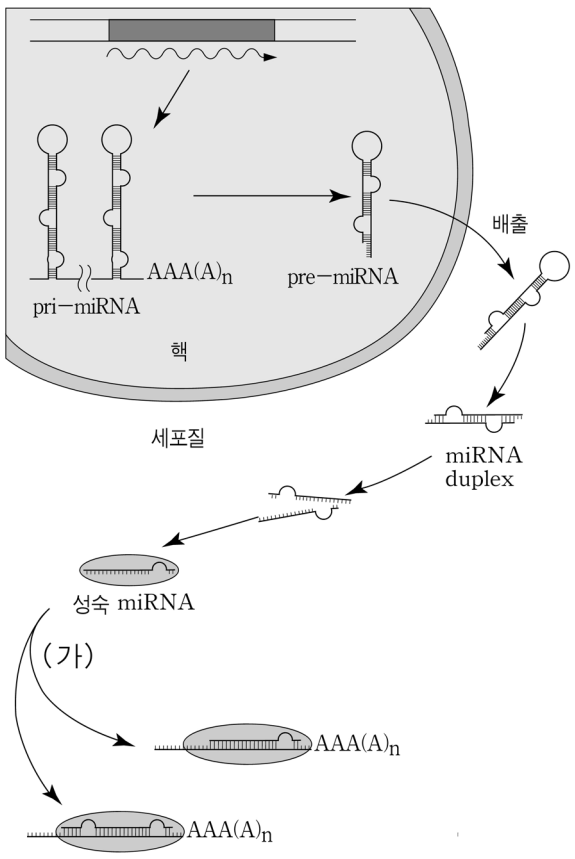
<실험 결과>
아래와 같이 염색된 세포(●) 5 개, 염색되지 않은 세포(○) 15 개가 관찰되었다.



(나)의 세포현탁액 1 mL를 취하여 살아있는 세포의 농도를 1×10^4 세포/mL로 되게 할 때, 첨가해야 할 배양액의 양은?

① 14 mL ② 19 mL ③ 20 mL
④ 29 mL ⑤ 39 mL

15. 그림은 microRNA (miRNA)의 합성과 가공 과정 (processing)을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. pri-miRNA는 RNA 중합효소 Ⅱ에 의해 전사된다.
ㄴ. (가)에서 다이서 (dicer)가 표적 mRNA를 선택한다.
ㄷ. 성숙 miRNA는 표적 mRNA를 안정화시켜서 번역이 잘 되도록 도와준다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16. 다음은 어떤 대장균의 돌연변이 억제 (suppression) 현상에 대한 자료이다.

○ 단일 사본 (single copy)으로 존재하는 유전자 A의 중간 부위에 염기치환 돌연변이가 일어나 정상 크기의 절반에 해당하는 폴리펩티드가 번역 과정에서 만들어졌다.
○ 이 돌연변이체의 또 다른 유전자 B에 돌연변이가 일어나서 유전자 A로부터 정상 크기의 단백질이 일부 합성되었다.
○ 돌연변이가 일어난 유전자 B의 산물은 유전자 A의 번역 과정에 작용한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 유전자 B의 산물은 tRNA이다.
ㄴ. 유전자 B에 일어난 돌연변이는 주로 염기치환 돌연변이다.
ㄷ. 유전자 B에 일어난 돌연변이는 유전자 A 이외의 다른 유전자의 단백질 합성에는 영향을 미치지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

17. 다음은 해안가 암석의 틈 사이에서 채집된 어떤 동물 종의 특징이다.

> ○ 배쪽(ventral)에는 넓은 포복형 발이 발달하고, 등쪽(dorsal)에는 내장낭의 비틀림(torsion)으로 인해 외투강, 아가미, 항문 등이 몸의 앞쪽(머리 위)에 위치한다.
> ○ 입 부위를 절개한 후, 해부현미경으로 관찰하면 치설(radula)이 보인다.

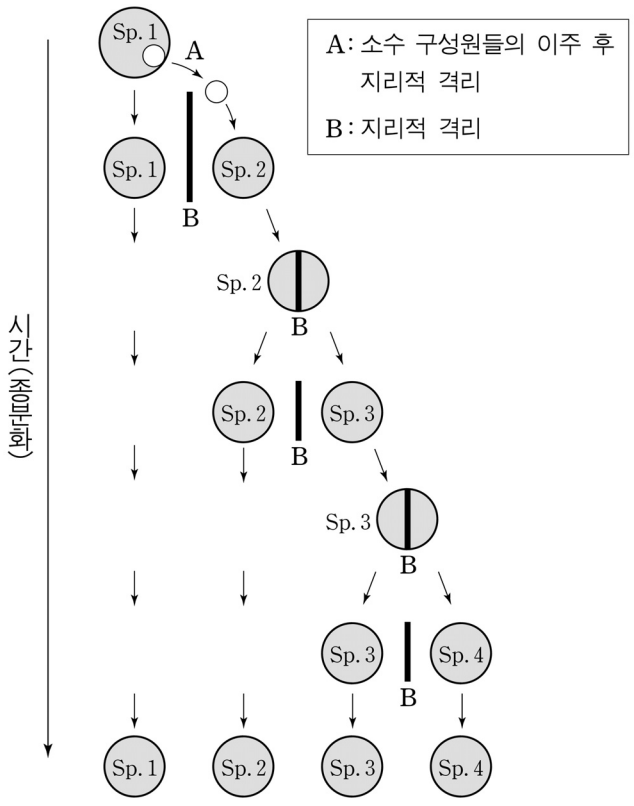
위의 종이 속한 문(phylum)의 동물이 나타내는 특징으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 대부분의 해양종은 담륜자(trochophore) 유생시기를 갖는다.
ㄴ. 머리 앞쪽에 나 있는 섬모관(corona)을 운동과 섭식에 이용한다.
ㄷ. 초기 배발생의 4-세포기 단계에서 분리된 각각의 세포는 독립된 성체로 발생할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

18. 그림은 종 Sp. 1로부터 종 Sp. 4까지의 일련의 종분화 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

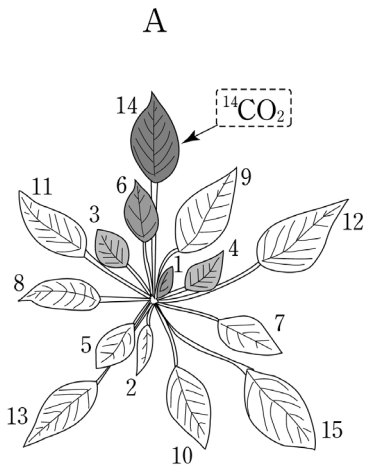
ㄱ. A의 경우 창시자 효과에 의해 종분화가 일어난다.
ㄴ. 동질배수성(autopolyploidy)에 의해 종분화가 일어나려면 B 과정을 거쳐야 한다.
ㄷ. 동물 종에서 성선택(sexual selection)에 의한 종분화는 B 과정 없이도 일어난다.
ㄹ. Sp. 1~Sp. 4까지의 종분화 결과를 계통수로 표현할 경우, Sp. 3의 자매종(sister species)은 Sp. 2이다.

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

19. 다음은 잎에서 체관부를 통한 광합성 산물의 분배와 수송에 대한 실험이다.

<실험 과정>
(가) 사탕무 종자를 발아시켜 8주 동안 배양기에서 키운다.
(나) 어린 잎부터 순서대로 번호를 부여한다.
(다) 식물체 A와 B에 다음과 같이 처리한다.
A : 14번 잎(공급부)에 $^{14}CO_2$를 4시간 동안 처리한다.
B : 10번 잎(공급부)의 반대편에 있는 공급부 잎을 모두 제거한다(점선으로 표시). 24시간 후에 10번 잎에 $^{14}CO_2$를 4시간 동안 처리한다.
(라) A는 3일 후, B는 3시간 후에 각 잎의 방사선 표지 여부를 조사한다.

<실험 결과>
○ A, B 식물에서 ^{14}C가 검출된 잎(진하게 표시)은 다음과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 뿌리를 통한 수송은 고려하지 않는다.)

<보 기>
ㄱ. A에서 1, 6번 잎은 14번 잎과 유관속으로 연결된 수용부 잎이다.
ㄴ. A와 B에서 광합성 산물은 녹말 형태로 공급부로부터 수용부로 수송된다.
ㄷ. B에서 공급부의 광합성 산물은 체관부 교차 수송을 통해 반대쪽 잎으로도 수송된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

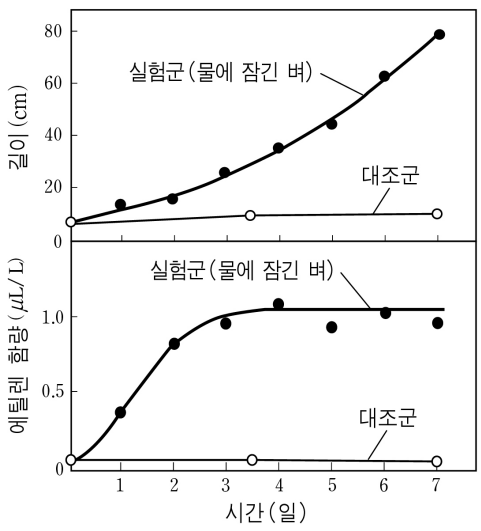
20. 다음은 하루에 최대 25 cm까지 자라는 어떤 벼 품종의 길이 신장에 대한 에틸렌의 효과를 조사한 실험이다.

<실험 Ⅰ>
(가) 키가 7 cm인 어린 벼를 준비한다. 이때, 초기 물 높이는 5 cm로 한다.
(나) 실험군은 새로 나온 잎의 $\frac{1}{3}$만 노출되도록 매일 물의 높이를 높여준다. 대조군은 물의 높이를 높여주지 않는다.
(다) 어린 벼의 길이 신장과 에틸렌 함량을 7일 동안 조사한다.

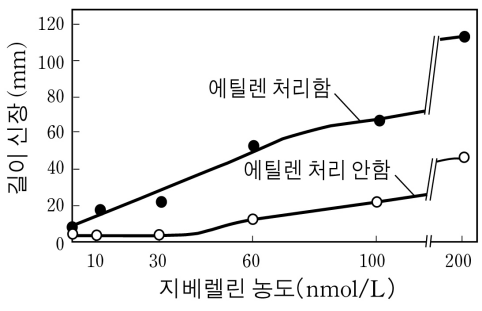
<실험 Ⅱ>
(가) 성장한 벼의 정단 부위가 포함된 줄기를 절취한다.
(나) 지베렐린이 농도별(0~200 nmol/L)로 처리된 배지에 꽂아 밀폐 용기에 넣는다.
(다) 에틸렌을 처리하여 3일 동안 배양한다. 이때, 에틸렌 합성 저해제를 처리하여 내생 에틸렌 생성을 억제한다.
(라) 길이를 측정한다.

<실험 결과>

〔실험 Ⅰ〕



〔실험 Ⅱ〕

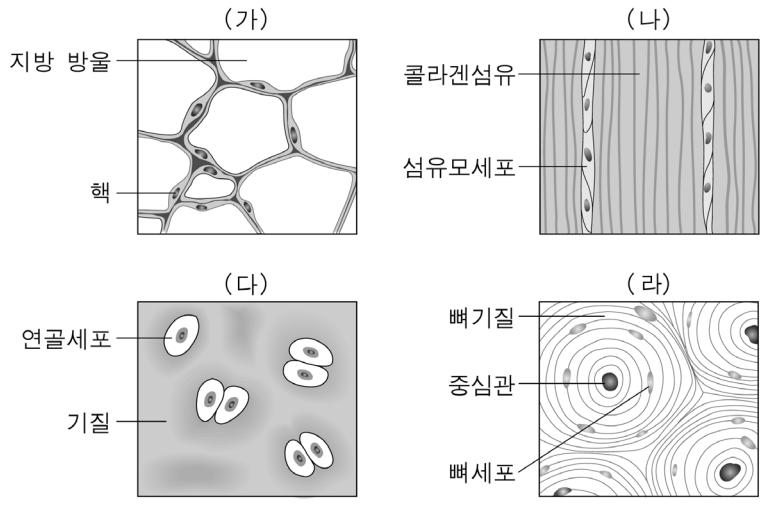


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
ㄱ. 실험 Ⅰ에서 실험군의 호흡률이 대조군보다 높게 나타난다.
ㄴ. 실험 Ⅰ에서 6일째에 실험군의 용기에서 물을 모두 빼내면 길이 신장률은 증가한다.
ㄷ. 실험 Ⅱ에서 에틸렌에 의해 지베렐린에 대한 줄기의 감수성(sensitivity)이 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

21. 그림은 사람의 결합조직 (가)~(라)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

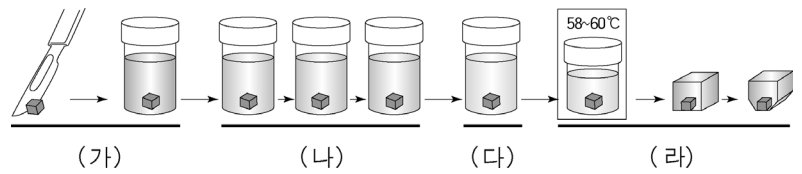
<보 기>

ㄱ. (가)는 에너지 저장의 역할을 한다.
ㄴ. (나)는 신장력(tensile force)에 대한 저항성이 크다.
ㄷ. (다)의 기질에는 콜라겐과 콘드로이틴황산염이 존재한다.
ㄹ. (라)의 뼈세포(osteocyte)는 뼈기질을 파괴한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

22. 다음은 조직 및 세포 구조를 광학현미경으로 관찰하기 위해 영구조직표본을 만드는 실험 과정이다.

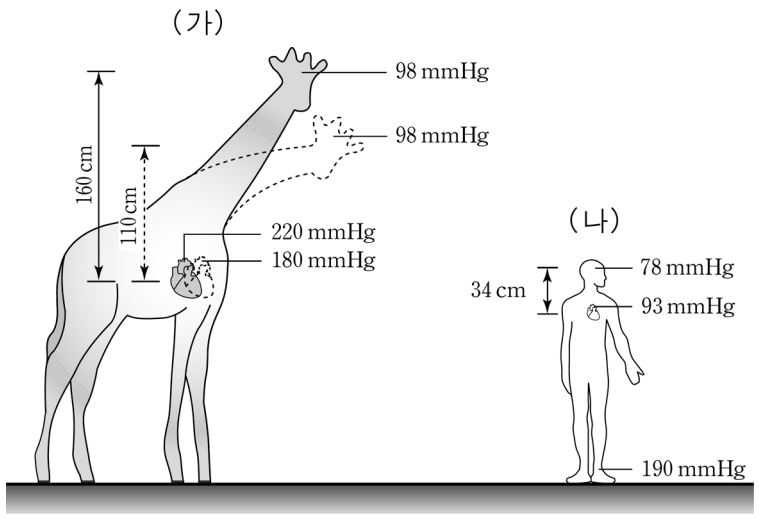
(가) 실험 동물의 조직을 적출하고 10 % 포르말린을 이용하여 (A) 과정을 거친다.
(나) 알코올을 이용하여 (B) 과정을 거친다.
(다) 자일렌(xylene)을 이용하여 조직을 (C) 시킨다.
(라) 58~60℃ 오븐에서 파라핀을 조직에 침투(infiltration)시키고, 포매(embedding)한 후 블록으로 만들어 박절(sectioning)한다.
(마) 절편을 염색하고 봉입(mounting)하여 광학현미경으로 관찰한다.



A~C에 들어갈 용어로 옳은 것은?

	A	B	C
①	탈 수	고 정	투명화
②	투명화	탈 수	고 정
③	투명화	고 정	탈 수
④	고 정	투명화	탈 수
⑤	고 정	탈 수	투명화

23. 그림 (가)는 기린이 고개를 들고 있을 때(실선)와 숙이고 있을 때(점선) 측정한 뇌동맥의 평균동맥압과 대동맥의 평균동맥압, 그리고 심장에서 뇌까지의 수직거리를 나타낸 것이다. (나)는 사람이 서 있을 때 신체 각 부위에서 측정한 평균동맥압과 심장에서 뇌까지의 수직거리를 나타낸 것이다.



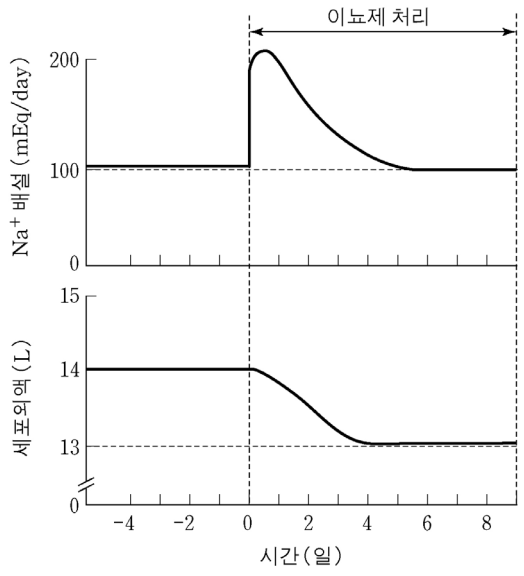
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 기린의 발목 부위의 평균동맥압은 대동맥의 평균동맥압보다 낮다.
ㄴ. 혈액 내 CO_2 농도가 높아지면 대동맥의 평균동맥압과 뇌동맥의 평균동맥압 차이가 줄어든다.
ㄷ. 기린이 고개를 들고 있을 때보다 숙이고 있을 때, 심장에서 뇌까지의 수직거리가 짧아져서 대동맥의 평균동맥압이 낮아진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

24. 그림은 세포외액이 증가된 고혈압 환자에게 이뇨제 A를 처리했을 때 관찰되는 현상을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이 질환을 제외한 생리 현상은 정상이며, 외부 환경의 영향은 고려하지 않는다.)

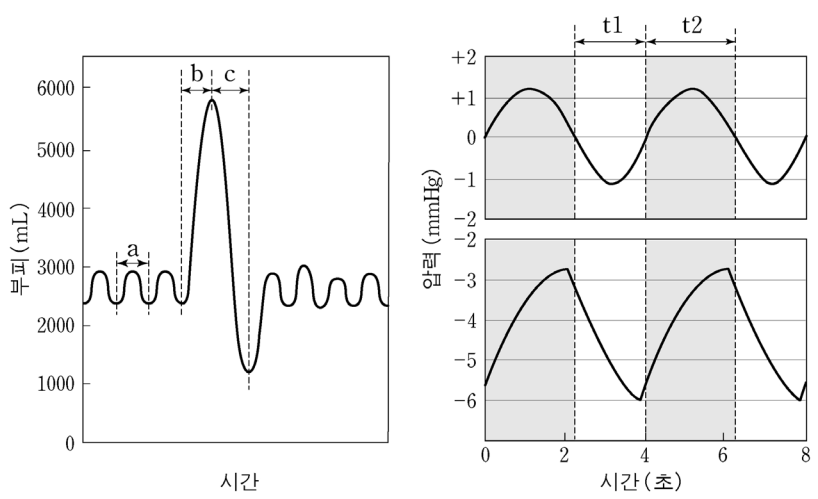
<보 기>

ㄱ. A는 세뇨관에서 Na^+ 재흡수를 억제한다.
ㄴ. A는 전신성 부종의 완화를 위해 사용된다.
ㄷ. 당뇨병 환자의 경우 세뇨관 내 고농도의 포도당이 삼투성 이뇨작용을 하여 수분이 손실된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

25. 그림 (가)는 폐활량계를 이용하여 정상인의 평상시 호흡(a), 최대 흡기(b), 최대 호기(c)를 기록한 것이며, (나)는 평상시의 호흡에서 폐포내압(intra-alveolar pressure)과 늑막내압(intra-pleural pressure)의 변화를 나타낸 것이다.

(가) (나)



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. a, b, c에서 늑막내압은 폐포내압보다 낮다.
ㄴ. c에서 횡격막 수축이 일어난다.
ㄷ. 구간 a와 구간 t1~t2는 둘 다 호흡주기를 나타낸다.
ㄹ. 폐포내압의 최대값은 t2에서보다 c에서 낮다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄱ, ㄹ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

26. 다음은 생쥐에서 리스테리아 감염 시 일어나는 면역 반응을 알아보기 위한 실험이다.

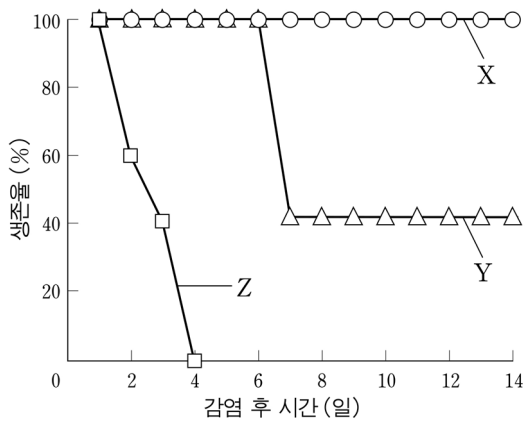
<실험 과정>

(가) 정상 생쥐, 생쥐 A, 생쥐 B를 20 마리씩 준비한다.
- ○ 생쥐 A : 전문적 항원제시세포(professional antigen presenting cell)의 활성이 결핍된 생쥐
- ○ 생쥐 B : 보조 T 림프구 1(T_H1)의 활성이 결핍된 생쥐

(나) 리스테리아를 생쥐에 감염시킨다.
(다) 감염 후 14 일까지 생존율을 매일 측정한다.

<실험 결과>

○ 3 가지 유형의 생존곡선(X, Y, Z)이 관찰되었다. 아래의 그래프에서 X, Y, Z는 정상 생쥐, 생쥐 A, 생쥐 B의 생존곡선을 순서 없이 나타낸 것이다.



유형 Y의 생쥐에 다른 생쥐의 어떤 면역 세포를 이식한 후 리스테리아를 감염시켰을 때, 이식받은 생쥐의 생존율이 향상되는 경우로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 정상 생쥐, 생쥐 A, 생쥐 B 사이에 이식 거부 반응은 없으며, 공여자 생쥐와 수용자 생쥐 모두 리스테리아에 감염된 적이 없다.)

<보 기>

ㄱ. 정상 생쥐의 T_H1을 이식한 경우
ㄴ. 정상 생쥐의 전문적 항원제시세포를 이식한 경우
ㄷ. 생쥐 B의 전문적 항원제시세포를 이식한 경우

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

27. 사람의 B 림프구 세포주에서 전사인자 X는 유전자 Y의 전사개시점으로부터 200 bp 상부 (upstream)에 위치하는 염기서열에 직접 결합하여 Y의 전사를 유도한다. 다음은 이 과정에서 물질 Z의 영향을 알아보기 위한 염색질면역침전법 (chromatin immunoprecipitation) 실험이다.

<실험 과정>

(가) 물질 Z를 처리한 세포와 처리하지 않은 세포 각각에 포름알데히드를 첨가하고 10 분간 방치한다.

(나) (가)의 세포를 세척한 후 핵을 분리하여, 염색질의 DNA 크기가 150~500 bp가 되도록 자른다.

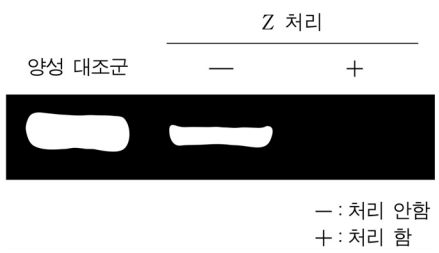
(다) (나)의 시료에 X에 대한 항체를 넣고 상온에서 2 시간 동안 둔 후, Protein A agarose bead를 첨가하여 반응시킨다.

(라) (다)의 반응물을 원심분리한 후 침전물로부터 DNA만을 분리한다.

(마) (A)을(를) 특이적으로 인식하는 프라이머와 (라)의 DNA를 주형으로 이용하여 PCR을 수행한다. 양성 대조군으로 (B)을(를) 주형으로 이용하여 PCR을 수행한다.

(바) (마)의 PCR 산물을 전기영동법으로 확인한다.

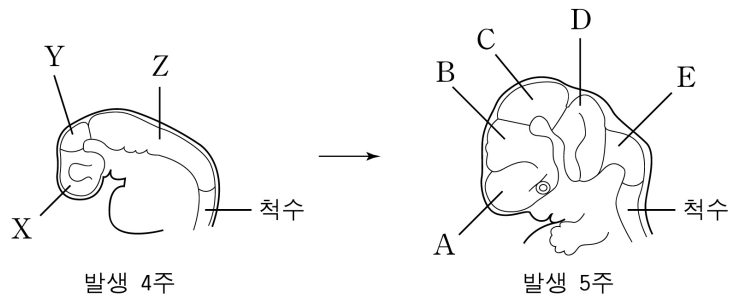
<실험 결과>



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① (가)의 포름알데히드 처리는 단백질과 DNA를 교차결합 (crosslink) 시키기 위함이다.
② (다)에서 Protein A는 X에 대한 항체의 Fab 부분과 결합한다.
③ (마)의 A는 '유전자 Y의 엑손'이다.
④ (마)의 B는 '유전자 Y의 cDNA'이다.
⑤ Z를 처리하면 X는 유전자 Y의 전사개시점으로부터 200 bp 상부의 염기서열에 결합한다.

28. 사람의 뇌는 부위별로 기능을 달리한다. 그림은 발생이 진행되면서 머리쪽 신경관이 세 개의 돌출부 (X~Z)로 발달되고, 이후 점차 기능이 다른 다섯 부위 (A~E)로 분화되는 과정을 나타낸 것이다.

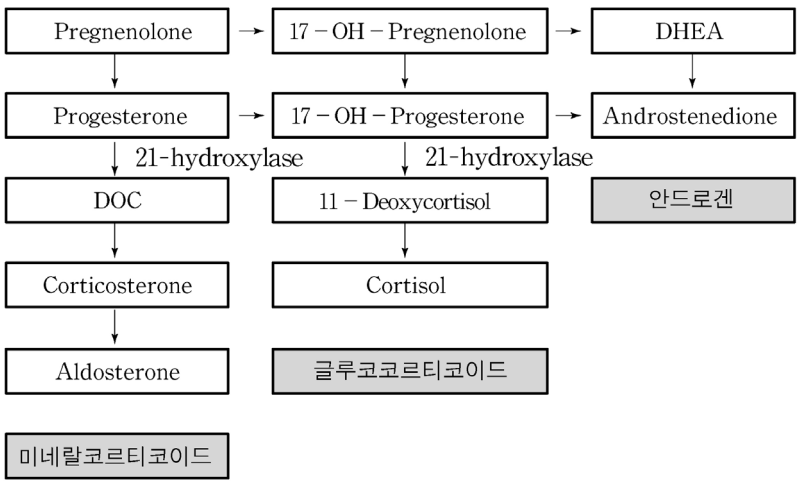


이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

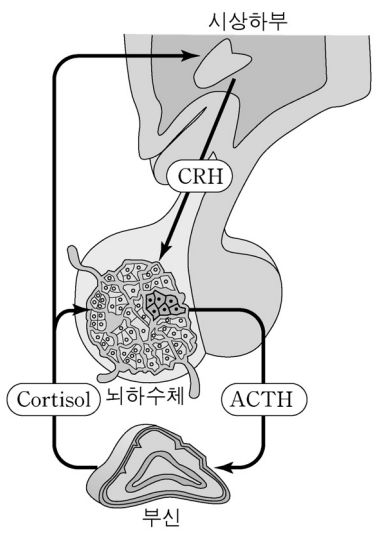
① 대뇌는 A에서 유래한다.
② 시상하부는 B에서 유래한다.
③ C는 Z에서 분화된다.
④ D에서 유래한 소뇌는 몸의 균형과 운동을 조절한다.
⑤ E에서 유래한 연수에는 호흡중추가 위치한다.

29. 부신에서 코르티솔(cortisol)의 합성은 시상하부-뇌하수체-부신 축에 의해 조절된다. 그림 (가)는 부신 피질에서 일어나는 스테로이드 호르몬 생합성 경로의 일부를, (나)는 시상하부-뇌하수체와 부신 사이의 되먹임 과정을 나타낸 것이다.

(가)



(나)



생후 7일 된 여아가 21-hydroxylase 결핍에 의한 선천성 부신과형성(congenital adrenal hyperplasia)으로 진단되었다. 이 여아는 정상 여아에 비해 코르티솔과 알도스테론(aldosterone) 생성량은 매우 적었으나, 안드로겐 생성량은 많았다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

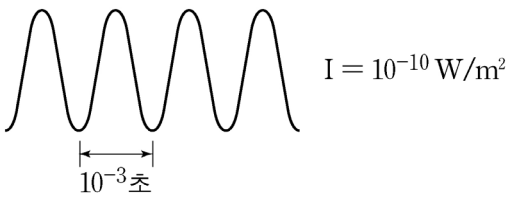
<보 기>

ㄱ. 이 여아의 뇌하수체에서 분비되는 ACTH 양은 정상 여아보다 적다.
ㄴ. 이 질환을 가진 여아에서 과잉 안드로겐은 외부 생식기가 남성화되는 원인이 된다.
ㄷ. 치료 목적으로 이 여아에게 코르티솔을 투여하면 안드로겐 생성이 투여 전보다 감소한다.

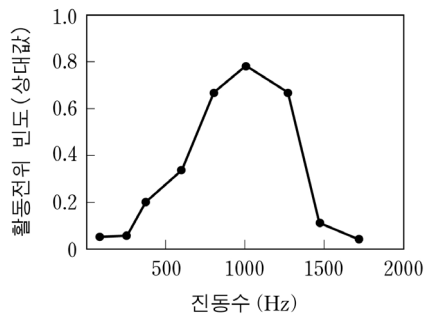
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

30. 사람은 외부의 물리적 자극을 감각수용기에서 전기적 신호로 변환하여 뇌에서 인지한다. 그림 (가)는 어떤 음파의 세기(I)와 주기를, (나)는 하나의 청신경에서 기록된 음파의 진동수에 따른 활동전위 빈도를, (다)는 음파의 진동수와 소리 레벨(dB)에 따른 어떤 사람의 청각 역치를 나타낸 것이다.

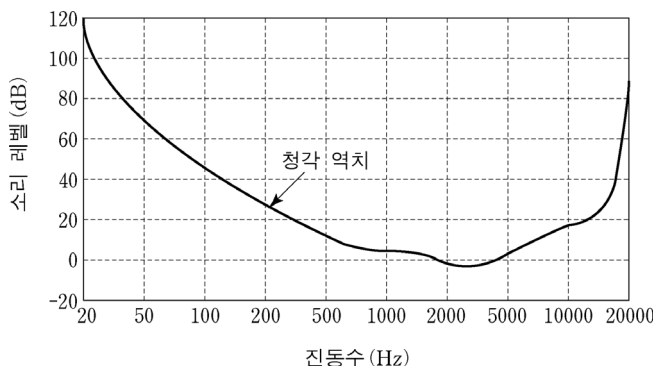
(가)



(나)



(다)



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $dB = 10 \times \log \frac{I}{I_0}$ 이고, $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$ 이다.)

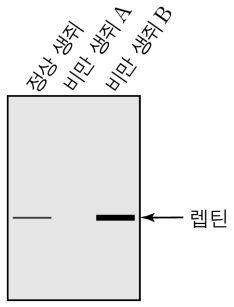
<보 기>

ㄱ. (가)의 음파는 (다)에서 가청 범위에 속한다.
ㄴ. 음파의 세기가 커지면 (나)의 그래프는 오른쪽으로 평행 이동한다.
ㄷ. (다)의 자료에 따르면, 5000 Hz 소리는 I가 I_0보다 작아도 들린다.

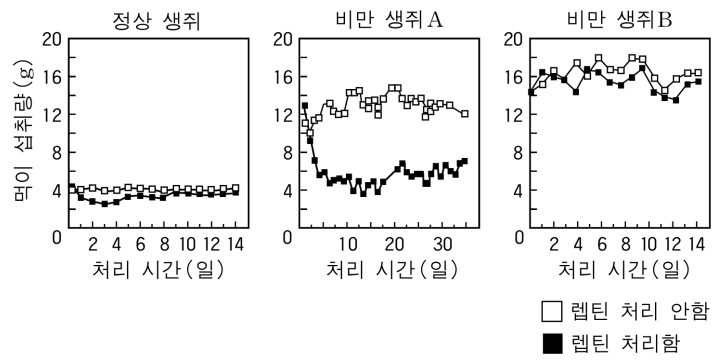
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

31. 렙틴(leptin)은 비만에 관여하는 호르몬이다. (가)는 면역침전법을 이용하여 정상 생쥐(+/+), 비만 생쥐 A(*ob*/*ob*), 비만 생쥐 B(*db*/*db*)의 혈장 내 렙틴의 양을 측정한 결과이며, (나)는 생쥐에게 렙틴을 매일 투여하면서 먹이 섭취량을 관찰한 결과이다.

(가)



(나)



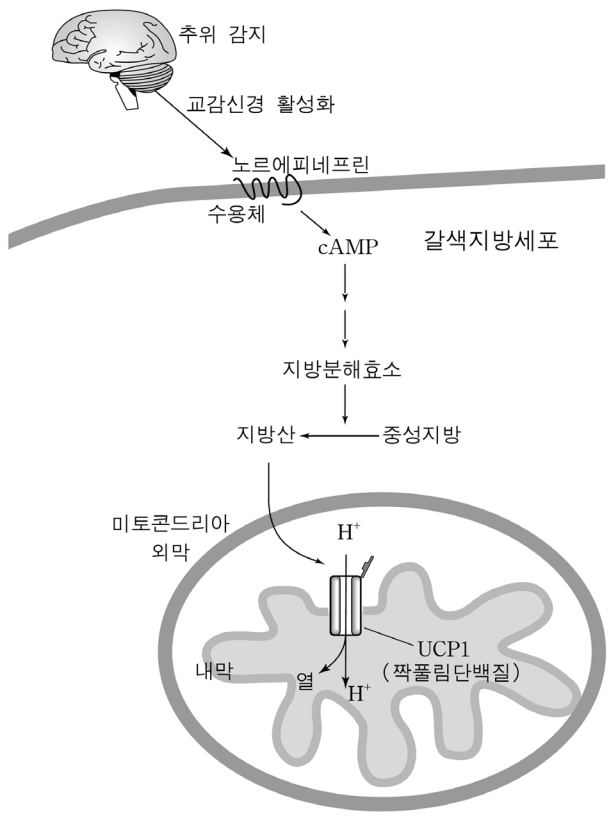
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 정상 생쥐에서 지방세포가 증가하면 렙틴 분비의 감소로 인해 먹이 섭취량이 증가한다.
ㄴ. 비만 생쥐 A는 지방세포에서 렙틴이 분비되지 않아 비만해졌다.
ㄷ. 비만 생쥐 B는 뇌에서 렙틴 수용체가 정상적으로 작동하지 않아 비만해졌다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

32. 그림은 갈색지방세포가 저온에서 체온 유지를 위해 열을 생산하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

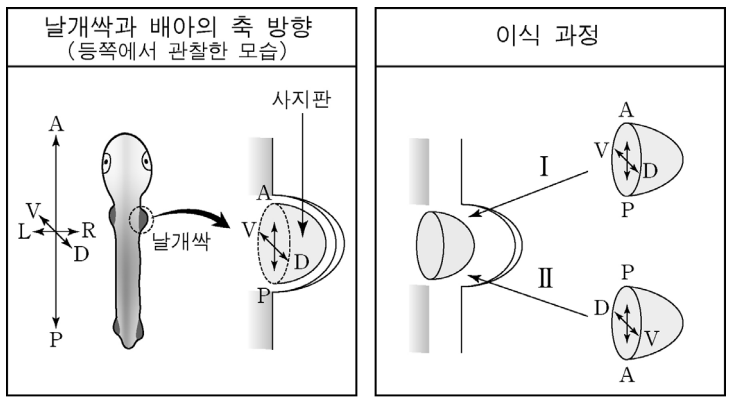
<보 기>

ㄱ. UCP1 유전자가 결손된 생쥐는 저온에서 정상 생쥐에 비해 체온이 더 올라간다.
ㄴ. 이 노르에피네프린 수용체에 대한 억제제를 정상 생쥐에 처리하면 갈색지방세포의 산소 소모량이 처리 전보다 증가한다.
ㄷ. 갈색지방세포에서 일어나는 비떨림열생산 과정은 신생아의 체온 유지에 중요한 기능을 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

33. 다음은 닭 배아의 사지 발생에 대한 실험이다.

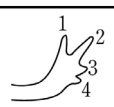
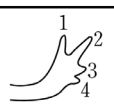
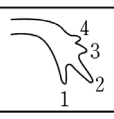
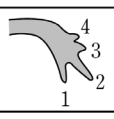
<실험 과정>
(가) 발생 단계 29의 배아를 실험군 Ⅰ과 Ⅱ로 나눈다.
(나) 오른쪽 날개싹의 사지판을 오려 낸 후, 아래의 조건으로 이식하여 배양한다.
○ 실험군 Ⅰ : 오려 낸 오른쪽 사지판을 원상태로 봉합.
○ 실험군 Ⅱ : 오려 낸 오른쪽 사지판을 A-P 축과 D-V 축이 모두 반대(180°)로 위치하게 하여 봉합.



A: 앞쪽, P: 뒤쪽, D: 등쪽, V: 배쪽, L: 왼쪽, R: 오른쪽

(다) 발생 단계 35의 배아를 이용하여 위의 실험을 반복한다.
(라) 7일 후 1지~4지의 위치로 A-P 축의 방향을 확인하고, 날개의 등쪽면과 배쪽면의 위치로 D-V 축의 방향을 확인한다.

<실험 결과>
○ 등쪽에서 관찰한 모습은 아래와 같다.

	발생 단계 29	발생 단계 35
Ⅰ		
Ⅱ		

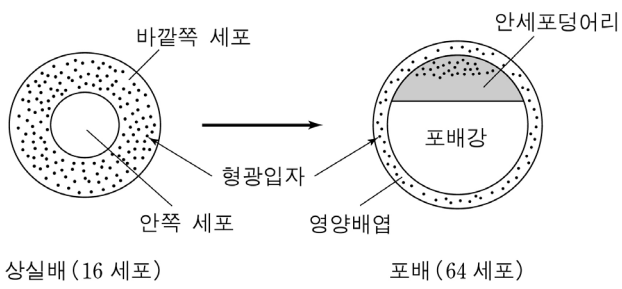
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
ㄱ. 날개싹 사지판의 A-P 축은 발생 단계 29에 이미 결정되어 있다.
ㄴ. 날개싹 사지판의 D-V 축은 발생 단계 29~35에 결정된다.
ㄷ. 닭 날개의 발생에서 이미 형성된 축이라도 주변 세포의 유도 작용에 의해 변한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

34. 다음은 생쥐의 초기 배아 발생에서 안세포덩어리(inner cell mass)를 구성하는 세포의 유래에 대한 실험이다.

<실험 과정>
(가) 상실기에 있는 여러 개의 배아를 준비하여 안쪽 세포의 수를 조사한다.
(나) 상실배의 바깥쪽에 있는 할구만을 형광물질로 표지한 후, 이 배아를 배양한다. 이 형광물질은 표지된 세포와 이로부터 유래한 세포에만 존재한다.
(다) 포배의 안세포덩어리 세포 중에서 형광 표지된 세포의 비율을 구한다.



<실험 결과>

상실배 (16 세포)		포배 (64 세포)
안쪽 세포의 수	바깥쪽 세포의 수	$\frac{\text{형광 표지된 안세포덩어리의 세포수}}{\text{안세포덩어리의 총 세포수}} \times 100$
2	14	> 65 %
5	11	≈ 25 %
7	9	< 5 %

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
ㄱ. 안세포덩어리의 세포수는 상실기에 결정된다.
ㄴ. 할구들의 난할 방향은 8-세포기 이후 배아마다 서로 다르다.
ㄷ. 배아마다 난할 유형(cleavage pattern)이 다르기 때문에 안세포덩어리를 형성하는 세포의 수가 다르다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

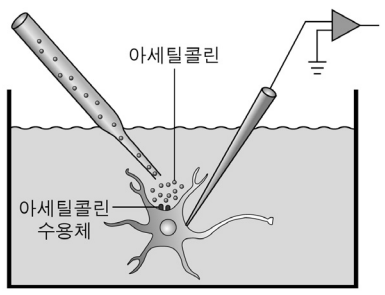
35. 이온채널에는 전압의존성 이온채널과 리간드의존성 이온채널이 있다. 다음은 Na^+와 K^+가 통과할 수 있는 아세틸콜린 수용체가 열렸을 때 나타나는 전류를 측정한 실험이다.

<실험 과정>

(가) 뇌에서 분리한 신경세포를 인공 뇌척수액에 담근다.

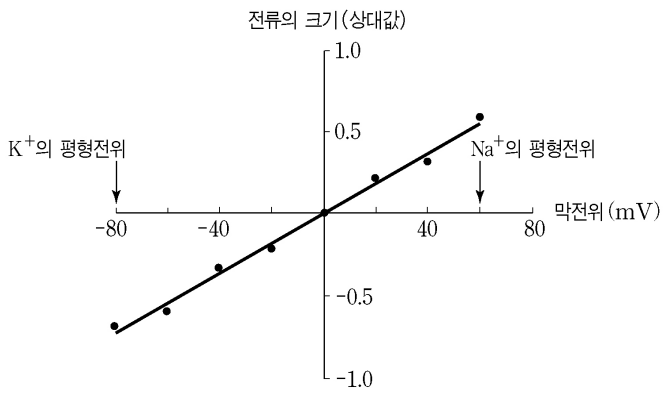
(나) 전압고정법(voltage clamping)을 이용하여 막전위를 −80 mV로 고정한다.

(다) 아세틸콜린을 처리하고 전류를 측정한다.



(라) 막전위를 20 mV씩 증가시키며 +60 mV가 될 때까지 (다) 과정을 반복한다.

<실험 결과>



○ 세포 안으로 들어온 양이온이 밖으로 나간 양이온보다 많을 때, 전류의 상대적 크기는 음의 값으로 표현된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 막전위 0 mV에서 아세틸콜린 수용체를 통한 Na^+와 K^+의 이동량은 같다.

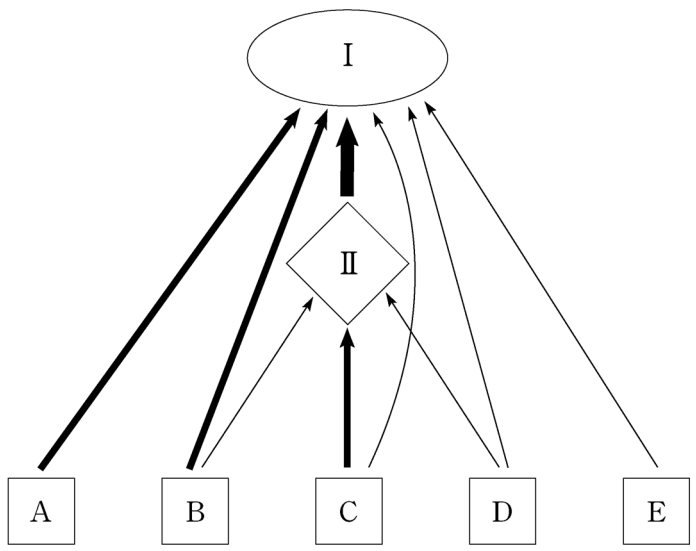
ㄴ. 아세틸콜린 수용체는 막전위차에 의하여 열린다.

ㄷ. 아세틸콜린은 막전위 −40 mV에서 탈분극을 일으킨다.

ㄹ. 세포 밖 K^+ 농도가 증가하면 이 그래프는 왼쪽으로 평행 이동한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

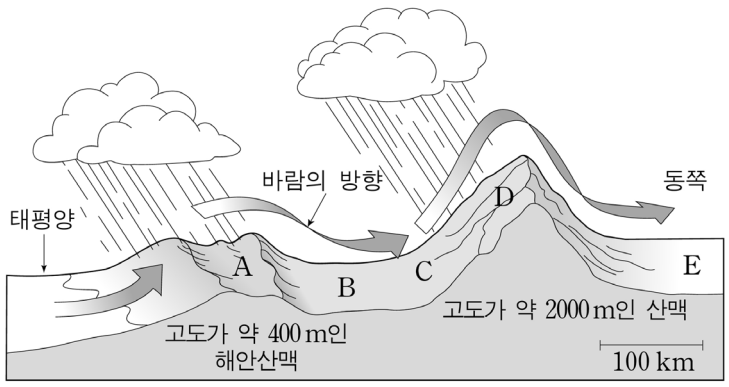
36. 그림은 어떤 안정된 생태계의 먹이그물을 나타낸 것이다. 화살표의 방향은 먹히는 관계를 나타내며, 굵기는 먹히는 개체수의 상대적인 정도를 나타낸다.



종 Ⅰ의 개체가 외부로부터 유입되어 그 개체수가 증가할 때, 종 A~E 중에서 개체수가 증가하는 종이 있다. 그 중 개체수가 가장 많이 증가할 것으로 예상되는 종은? (단, 먹이그물 구성종의 개체수 변화는 먹이그물이 유지되는 범위 내로 한정한다.)

① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

37. 그림은 미국의 서부에 있는 산맥이 강수에 영향을 주는 과정을 나타낸 것이다. 이 지역은 여름에는 매우 건조하고 더우나 겨울에는 비가 많고 온화한 지중해성 기후대에 속한다. 태평양 근해에는 용승류가 발달하여 바다와 인접한 지역에서는 안개가 자주 발생한다. 이와 같은 지형, 용승류, 기후대의 특징에 의해 이 지역에는 위치(A~E)에 따라 매우 다양한 식물군락이 존재한다.



이곳에서 위치에 따라 나타나는 대표 식물군락으로 옳은 것은?

	위치	식물군락
①	A	키가 큰 초본이 우점하는 대초원
②	B	여름 가뭄에 적응한 나무가 우점하는 침엽수림
③	C	불에 적응한 식물이 우점하는 관목림
④	D	교목이 우점하는 낙엽침엽수림
⑤	E	아교목이 우점하는 상록활엽수림

38. 다음은 형광물질 주개(D, donor)와 받개(A, acceptor)로 각각 표지된 두 가지 막단백질 사이의 근접성을 형광공명에너지전달(FRET) 방법으로 측정한 실험이다.

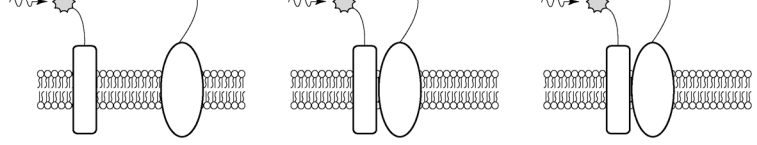
<FRET의 원리>

○ D의 형광 방출 파장이 A의 흡수 파장과 중첩되면 거리 의존적으로 빛 에너지가 D로부터 A로 전달된다.

(Ⅰ) D와 A 사이의 거리가 멀 때: D가 빛을 흡수하여 λ_1 파장의 형광을 방출한다.

(Ⅱ) D와 A 사이의 거리가 가까울 때: D가 빛을 흡수하여 에너지 일부를 A에 전달하면, A는 λ_2 파장의 형광을 방출한다.

(Ⅲ) A가 광표백되었을 때: 거리가 가까워도 D로부터 A로 에너지 전달이 되지 않아 D로부터 λ_1 파장의 형광이 방출된다.



○ FRET의 효율 $E = \dfrac{E_{D\dagger} - E_D}{E_{D\dagger}}$

E_D : 광표백되지 않은 A가 존재할 때 D의 형광 강도

$E_{D\dagger}$: 광표백된 A($A^{\dagger}$)가 존재할 때 D의 형광 강도

<실험 과정>

(가) 세포막 단백질 X와 Y가 발현된 세포를 준비한다.

(나) 형광물질 Cy3를 D로, Cy5를 A로 이용하여 단백질 X와 Y를 각각 표지한다.

(다) Cy3가 최대로 흡수하는 파장(550 nm)의 빛을 세포에 조사하면서 Cy5를 광표백하기 전과 후의 Cy3와 Cy5가 방출하는 형광을 각각 측정한다.

<실험 결과>

	형광 강도
Cy5 광표백 전 Cy3	a
Cy5 광표백 전 Cy5	b
Cy5 광표백 후 Cy3	c
Cy5 광표백 후 Cy5	d

이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은? (단, Cy5는 550 nm 파장의 빛을 흡수하지 않는다.)

① FRET이 일어나면 a는 감소한다.

② a는 c보다 크다.

③ X와 Y가 근접할수록 b는 증가한다.

④ Cy5의 광표백이 완전하면 d 값은 0이다.

⑤ FRET의 효율 $E = \dfrac{c-a}{c}$ 이다.

39. 다음은 쥐에서 신경계에 대한 코카인의 작용을 조사한 실험이다.

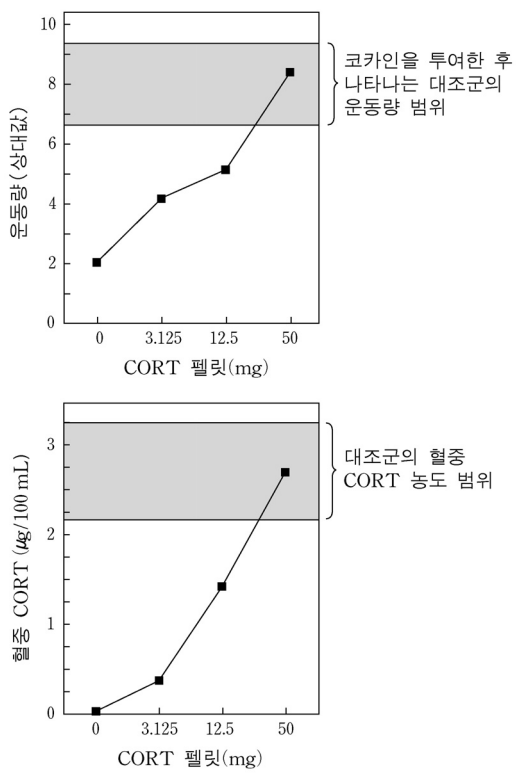
○ 약 270 g 의 수컷 쥐를 대조군과 실험군으로 나눈다.
○ 오전 8 시에 수술하여 대조군에서는 부신을 제거하지 않고, 실험군에서는 부신을 제거한다.

<실험 I >
(가) 실험군에만 0~50 mg 의 코르티코스테론(CORT) 펠릿을 피하에 이식한다.
(나) 7 일 후 실험군과 대조군 모두에게 코카인을 투여한다.
(다) 투여 직후 2 시간 동안 운동량을 조사하고, 그 다음 날 혈중 CORT 농도를 측정한다.

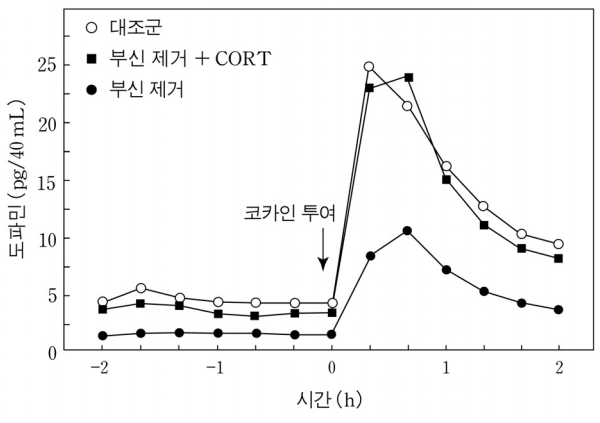
<실험 II>
(가) 실험군을 두 그룹으로 나누어 한 그룹에만 CORT (50 mg) 펠릿을 피하에 이식한다.
(나) 7 일 후 대조군과 두 실험군을 대상으로 코카인 투여 전후에 뇌의 특정 부위에서 도파민 농도를 조사한다.

<실험 결과>

〔실험 I 〕



〔실험 II〕

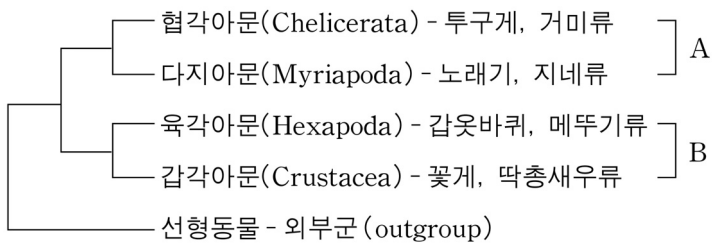


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
ㄱ. 실험 I 의 실험군에서 운동량에 대한 코카인의 효과는 혈중 CORT 농도에 비례한다.
ㄴ. 부신 제거 쥐에서 50 mg의 CORT 펠릿은 혈중 CORT 농도를 대조군 수준으로 회복시킨다.
ㄷ. 실험 II의 부신 제거 쥐에서 코카인 투여 후 도파민 양이 대조군 수준으로 증가되려면 CORT가 필요하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

40. 다음은 절지동물문(phylum Arthropoda)을 구성하고 있는 주요 분류군 중, 4 개 아문(subphylum)의 계통수와 각 아문에 속하는 일부 동물을 나열한 것이다.



위의 계통유연관계에 근거한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
ㄱ. 탈피(ecdysis)하는 특성은 A와 B의 공유조상형질이다.
ㄴ. 기체 교환을 위한 기관계(tracheal system)는 B의 공유파생형질이다.
ㄷ. 육상생활을 하는 모든 절지동물은 단계통군을 형성한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

* 확인 사항
○ 문제지와 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확하게 표기했는지 확인하십시오.