

2013학년도 대학수학능력시험 과학탐구영역 (생물 I)

정답 및 해설

〈정답〉

1. ⑤ 2. ③ 3. ③ 4. ② 5. ⑤ 6. ④ 7. ⑤ 8. ① 9. ③ 10. ②
11. ⑤ 12. ② 13. ① 14. ① 15. ③ 16. ④ 17. ④ 18. ② 19. ⑤ 20. ④

〈해설〉

1. <정답 맞추기> ⑤ 미모사 잎은 건드리면 물리적 자극에 대해 잎이 접히는 반응을 보이는데 이것은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응이다. 식충 식물인 파리지옥의 경우에도 잎에 파리가 앉는 물리적 자극에 대해 잎이 접히는 반응을 보인 것이다.

<오답 피하기> ① 효모가 출아법으로 증식하는 것은 생물이 종족을 유지하기 위해 자신과 닮은 자손을 남기는 생식에 해당한다.

② 올챙이가 자라서 개구리가 되는 것은 다세포 생물이 세포 분열과 분화를 통해 복잡한 체제를 만들어 하나의 개체가 되는 과정이므로 발생에 해당한다.

③ 아버지의 특정 형질이 자손인 딸에게 전달되는 것은 부모의 유전 물질이 자손에게 전달되는 유전에 해당한다.

④ 식물이 빛을 이용하여 양분을 합성하는 광합성은 물질대사의 동화작용에 해당한다.

2. <정답 맞추기> ㄷ. 연소와 세포 호흡은 산소가 필요한 산화 반응이다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)인 연소는, 수백도 이상의 고온에서 작용하므로 체내에서 볼 수 없으며, 단백질로 구성된 효소도 작용할 수 없다. 또한, 한 번에 빠르게 진행되므로, 효소를 이용하여 단계적으로 느리게 진행되는 세포 호흡과 다르다.

ㄴ. (나)에서 포도당 속의 화학 에너지 중 약 40%는 ATP의 화학 에너지로 저장되고, 나머지 약 60%는 열에너지로 방출된다.

3. <정답 맞추기> ㄱ. A는 부정소이다. 부정소는 정자를 임시로 저장하며, 정자가 성숙하여 운동 능력을 갖추는 곳이다.

ㄴ. B는 정소이다. 정소의 세정관에서는 정원 세포가 생식 세포인 정자를 생성하므로 감수 분열이 왕성하게 일어난다. 그러나 세정관 바깥쪽에 생식원세포가 체세포 분열로 정원 세포를 계속 만들어 내지 못한다면 생식 세포 분열은 곧 멈추게 될 것이다. 그러므로 정소 내에서는 체세포 분열과 감수 분열이 모두 일어난다.

<오답 피하기> ㄷ. C는 수정관이다. 수정관은 부정소에서 전립선으로 연결되는 관이며, 정자가 이동하는 통로가 된다. 정액의 대부분을 생성하는 부속선은 정낭과 전립선 등이다.

4. <정답 맞추기> ㄷ. C는 단백질이다. 단백질은 효소, 항체, 헤모글로빈, 단백질계 호르몬 등의 주성분으로 물질 대사와 생리 기능 조절의 주된 역할을 한다.

<오답 피하기> ㄱ. A는 기본 구성단위가 단당류인 영양소이므로 탄수화물이다. 탄수화물은 인체 내의 주된 에너지원으로 세포 호흡을 통해 1g당 약 4kcal의 열량을 낸다.

ㄴ. B는 리파아제에 의해 분해되는 지방이다. 지방의 최종 소화 산물인 지방산과 글리세롤은 소장으로 유입된 후 용털 상피 세포에서 지방으로 재합성되어 암죽관으로 이동한다. 소장 용털의 모세혈관을 통해 흡수되는 것은 수용성 영양소인 단당류(탄수화물)와 아미노산(단백질)이다.

5. <정답 맞추기> ㄱ. 채취 직후 물에 녹아 있는 산소량을 측정하면 물의 DO값을 알 수 있다. A지점의 DO는 10ppm이며, B지점의 DO는 5ppm이다.

ㄴ. 각 지점의 물을 채수한 직후 5일간 20°C의 암실에서 밀폐 상태로 5일간 보관하면 물 속에 들어 있는 호기성미생물에 의해 채수한 물에서 유기물의 양이 줄어들게 되므로 채취 직후보다 5일 뒤에 유기물의 양이 적다.

ㄷ. $BOD = (\text{채수 즉시 측정한 DO값}) - (20^\circ\text{C 암실에서 밀폐 상태로 5일간 보관한 후 측정한 DO값})$ 이므로 A지점의 DO값은 $10\text{ppm} - 4\text{ppm} = 6\text{ppm}$ 이고, B지점의 DO값은 $5\text{ppm} - 2\text{ppm} = 3\text{ppm}$ 이므로 A지점과 B지점의 차이는 3ppm이다.

6. <정답 맞추기> ㄱ. (나)는 수크라아제에 의해 분해된 생성물의 양을 나타낸 것이라고 했으므로 (나)의 생성물은 설탕이 수크라아제에 의해 분해된 포도당과 과당이다.

ㄷ. 구간 I에서 A의 기울기가 더 크므로 생성물의 증가 폭이 크고, 생성물의 양도 더 많다. 이것은 큰 덩어리보다 작은 덩어리로 있을 때 효소가 닿는 표면적이 넓어 더 효율적으로 작용하기 때문이다.

<오답 피하기> ㄴ. A는 B보다 생성속도가 빠르므로 ㉠보다 표면적이 넓은 ㉡이 분해된 결과이다.

7. <정답 맞추기> 문제의 단서를 보면 민수네는 4인 가족이며, 모두 다른 혈액형을 가지고 있다고 했으므로, 4인 가족 중 1명은 AB형, 1명은 O형이 되어야 한다. 자료에서 누나는 응집소가 없으므로 누나의 혈액형은 AB형이다. 아버지는 응집원과 응집소를 모두 가지고 있으므로 A형이거나 B형이 될 수 있다. 단서와 같이 가족이 모두 다른 혈액형을 가져야 할 때, 누나가 AB형이므로 민수는 반드시 O형이어야 한다. 이 자료로 아버지와 어머니의 혈액형을 정확히 알 수는 없지만 한 명은 A형, 한 명은 B형이 된다.

ㄱ. 아버지가 A형이라면 어머니는 B형이고, 아버지가 B형이라면 어머니는 A형이 된다. 어느 경우에서든지 아버지의 적혈구와 어머니의 혈청을 섞으면 응집이 된다.

ㄴ. 민수는 O형이므로 혈액에 응집소 α 와 β 가 모두 있다.

ㄷ. 누나의 혈액형은 AB형이어야 단서에 맞는 가계도가 성립한다.

8. <정답 맞추기> ㄱ. A에서 B는 흉강 내압이 점차 높아지는 시기이므로 호기 중 임을 알 수 있고, B시간에서 최대 호기를 보인다. B시간 이후 급격히 흉강 내압이 낮아지는데 이 시기는 흡기이며, C시간은 흡기를 끝낸 후의 흉강 내압이다. 폐에서 나가는 공기의 이동 속도는 호기 시 흉강 내압의 변화에서 점선의 기울기가 클수록 이동 속도가 크다고 볼 수 있다. B시간에는 흉강 내압의 크기 변화가 거의 없지만 A에서는 점선의 기울기가 크므로 A에서 공기의 이동 속도가 크다는 것을 알 수 있다.

<오답 피하기> ㄴ. B시간은 최대 호기를 나타낸다. 호기 시 횡격막이 이완되어 위로 더 많이 올라오게 되는데 B시간은 최대 호기이므로 가장 많이 이완된 시간이다.

ㄷ. 폐포 내압과 흉강 내압의 차가 가장 클 때는 최대 흡기 때이다. 최대 흡기 시기는 호기가 시작되는 시기이기도 하므로 폐포 내압은 대기압과 같으나, 흉강 내압은 최대 흡기로 가장 낮은 압력을 보이므로 차이가 크다. 최대 흡기 상태는 C이므로 B 일 때보다 크다.

9. <정답 맞추기> ㄱ. A인 청소골은 세 개의 작은 뼈로 구성되어 있으며, 고막의 진동을 증폭시켜 내이로 전달하는 역할을 한다.

ㄴ. B인 반고리관 속에는 림프가 있어 몸이 회전하면 림프가 움직이면서 관성에 의해 감각 세포에 붙은 감각모를 움직여 몸의 회전을 감지한다. C인 전정 기관은 중력 자극에 의해 이석이 움직이면서 이석의 아래에 있는 감각모를 자극하여 몸이 기울었음을 감지하게 하고 이것을 감각 신경을 통해 소뇌로 전달한다. D인 달팽이관의 고실계 위쪽에는 청세포가 존재하는데 청세포에는 감각모가 덮개막과 사이를 두고 존재한다. 음파에 의해 고실계의 림프가 진동하면 감각모가 자극을 받아 대뇌로 흥분을 전달한다.

<오답 피하기> ㄷ. 청신경과 같이 머리 쪽에 있는 감각 신경은 척수를 경유하여 대뇌로 가지 않고, 바로 대뇌로 감각을 전달한다.

10. <정답 맞추기> ㄷ. t_2 시간에는 ㉠인 좌심실의 압력이 ㉡인 대동맥의 압력보다 높은 시간이다. 이때는 좌심실이 수축하여 열린 반월판을 통해 대동맥으로 혈액이 이동하는 시간이므로 우심방과 우심실 사이에 있는 삼첨판과 좌심방과 좌심실 사이에 있는 이첨판은 역류 방지를 위해 닫혀 있다.

<오답 피하기> ㄱ. (나)의 A일 때는 심방에서 심실로 혈액이 이동하는 시간이므로 (가)에서 좌심방의 압력인 ㉢이 좌심실의 압력인 ㉠보다 높은 시간이다. 이때는 대동맥으로 좌심실의 혈액이 이동하지 못하므로 대동맥의 압력이 가장 높다. 그러므로 A일 때 압력의 크기는 ㉡ > ㉢ > ㉠이다.

ㄴ. B는 좌심실이 수축하면서 좌심실의 혈액이 대동맥을 통해 이동하는 시간이다. t_1 은 좌심실의 압력이 우심방의 압력보다 높으므로 이첨판이 닫힌 후이고, 좌심실의 압력이 대동맥의 압력보다 낮으므로 아직 반월판이 열리기 전이다. 그러므로 이 시간에 좌심실의 압력은 높아 지지만 대동맥으로의 혈액의 이동은 없다.

11. <정답 맞추기> ㄴ. B는 난소의 여포에서 배란이 일어난 후 여포가 황체로 변환 상태이다.

황체에서는 황체 호르몬인 프로게스테론이 분비된다. 프로게스테론은 FSH와 LH의 분비를 억제하고, 자궁 내벽을 두껍게 유지하여 수정란이 착상하기 좋은 자궁 내벽의 상태를 만드는 역할을 한다. 또한 수정되어 임신할 경우 B에서 일정 기간 계속 프로게스테론을 분비한다.

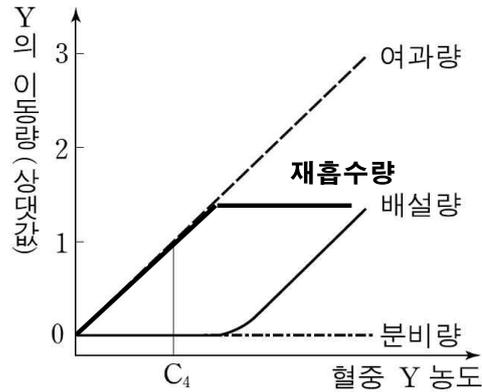
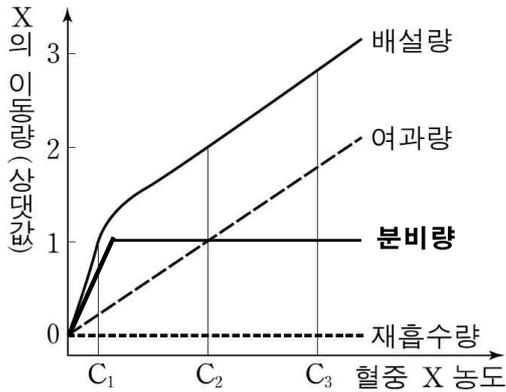
ㄷ. C는 수란관이다. 수정란이 이동하는 관이며, 수정란은 운동성이 없으므로 수란관 벽에 있는 섬모의 운동에 의해 아주 천천히 자궁으로 이동하게 된다.

<오답 피하기> ㄱ. A는 배란된 제2 난모 세포이므로 감수 제1 분열을 마친 상태이다. 감수 제1 분열을 마치면 제2 난모 세포 한 개와 제 1 극체 한 개가 만들어지므로 극체는 한 개 뿐이다.

12. <정답 맞추기> ㄴ. C₂일 때 X는 재흡수가 되지 않고, 분비는 되므로 원뇨보다 더 많은 양이 오줌 속에 들어있다. 또 물의 재흡수에 의해 더욱 농축된다. 이것을 통해 X의 농도는 원뇨보다 오줌에서 더 높다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)에서 나타내는 물질 X를 살펴보면, X는 재흡수량이 하나도 없다. 배설량이 여과량보다 크므로 분비가 일어나고 있음을 알 수 있다.

여과는 일정하게 계속 증가하고 있으나 배설량은 처음에 0이었다가 초기에 분비량이 증가하면서 배설량도 증가하게 되고, 어느 정도 시간이 지나면 배설량과 여과량의 기울기가 같아지는데 이때는 분비량이 일정해 졌기 때문이다.



분수식의 분모에 해당하는 X의 배설량은 C₁일 때는 약 1이나 C₃일 때는 약 3이고, X의 분비량은 C₁일 때는 약 0.8이고, 배설량과 여과량이 같은 기울기가 된 이후부터는 분비량이 일정하게 약 1이므로 C₁과 C₃의 비교는 $\frac{0.8}{1} > \frac{1}{3}$ 이 되어 C₁이 더 크다.

ㄷ. 혈중 Y농도가 C₄일 때 여과는 되는데 배설이 없으므로 여과된 것은 모두 재흡수됨을 알 수 있다. 하루 여과되는 원뇨의 양이 170L이고 C₄일때 모두 재흡수되는데 1L당 1g이 재흡수되므로 170L일 경우 170g이 재흡수된다.

13. <정답 맞추기> ㄱ. (가)는 자율 신경의 절후 뉴런만 나타낸 것이며, (나)는 심장에 자극을 주기 전의 심장 박동 주기를 나타낸 것이다. (다)는 X지점에 역치 이상의 자극을 준 후 심장 박동 주기가 느려진 것을 볼 수 있으므로 (가)의 자율 신경은 심장 박동을 느리게 하는 부교감 신경의 절후 뉴런임을 알 수 있다. 부교감 신경의 말단에서 분비되는 물질은 아세틸콜린

이다.

<오답 피하기> ㄴ. t_1 일 때는 탈분극이 끝나갈 때이며, 이때 확산에 의해 Na^+ 이 세포막 안쪽으로 유입되었다. 확산에 의해 이온이 이동하는 것은 ATP에너지를 사용하지 않고 일어나는 과정이므로 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 농도가 차이가 줄어들려는 경향으로 이동한다. Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 확산에 의해 유입된다는 것은 Na^+ 농도가 세포 밖이 더 높다는 것을 의미한다.

ㄷ. t_2 일 때는 재분극이 일어나는 시기이다. 이때 K^+ 이 세포막 밖으로 이동하게 되는데 ATP에너지를 사용하지 않고, 확산에 의해 일어난다.

14. <정답 맞추기> ㄱ. 그림에 나타난 2가지 상동 염색체중 하나는 상염색체, 하나는 성염색체를 나타낸 것이라고 했으므로 먼저 구분해 보면, 남자가 XY염색체를 가지므로 B유전자가 있는 염색체가 성염색체임을 알 수 있다. 그림에 나타난 염색체형은 체세포의 염색체이므로 남자에게서 형성되는 정자의 유전자형은 감수 분열된 상태여야 한다. AX^B , AY , aX^b , aY 의 4가지이다.

<오답 피하기> ㄴ. 남자와 여자의 유전자형을 써보면, 남자는 $AaX^B Y$ 여자는 $AaX^b X^b$ 이다. 이들이 감수분열을 하여 생식 세포를 만들고 수정에 의해 생성되는 아이의 유전자형을 살펴보면 다음과 같다.

		남자			
		AX^B	aX^B	AY	aY
여자	AX^b	$AAX^B X^b$	$AaX^B X^b$	$AAX^b Y$	$AaX^b Y$
	aX^b	$AaX^B X^b$	$aaX^B X^b$	$AaX^b Y$	$aaX^b Y$

이때 $AaX^B X^b$ 와 $AaX^b Y$ 는 2개씩 생성되었으므로 총 유전자형은 8가지가 아니라 6가지가 된다.

ㄷ. 위의 표에서 아이의 형질이 모두 열성이 되려면 A와 X^b 가 우성이므로 하나라도 들어가면 안된다. 이런 것은 $aaX^b Y$ 에 하나 있으므로 8번에 한번 나올 수 있는 비율인 12.5%이다.

15. <정답 맞추기> ㄱ. 시상 하부에서 분비된 TRH의 표적 기관인 내분비선 ㉠은 뇌하수체 전엽이다. 이곳에서 TSH(갑상선 자극 호르몬)이 분비되어 갑상선을 자극함으로써 갑상선에서 갑상선 호르몬인 티록신이 분비된다.

ㄴ. 호르몬은 혈액에 의해 운반되며, 표적 기관에만 작용하는 특징이 있다. 갑상선에 작용하는 TSH(갑상선 자극 호르몬)은 뇌하수체 전엽에서 분비되어 갑상선에 작용하는 호르몬이다.

<오답 피하기> ㄷ. 티록신의 성분인 요오드(I)가 결핍되면 갑상선에서 티록신을 생산하지 못하므로 시상하부와 뇌하수체가 갑상선을 더 많이 자극하게 된다. 이로 인해 TRH와 TSH의 분비가 요오드 결핍 전보다 더 많이 늘어나게 된다.

16. <정답 맞추기> ㄱ. 기체의 교환은 분압차에 의한 확산에 의해 일어난다. (나)그래프에서 ㉠의 B는 높은 기체 분압인 100mmHg를 보이는데 이것은 폐를 통해 유입된 산소를 조직 세포에 공급하기 위해 이동한 동맥혈이다. 또한 ㉡에는 A인 CO_2 의 분압이 ㉠보다 작으므로 동맥혈이

다. 혈액은 O_2 를 많이 가지고 있는 ㉔ 쪽에서 조직 세포에 O_2 를 공급하고 이후 CO_2 가 늘어난 ㉕ 쪽으로 흐른다.

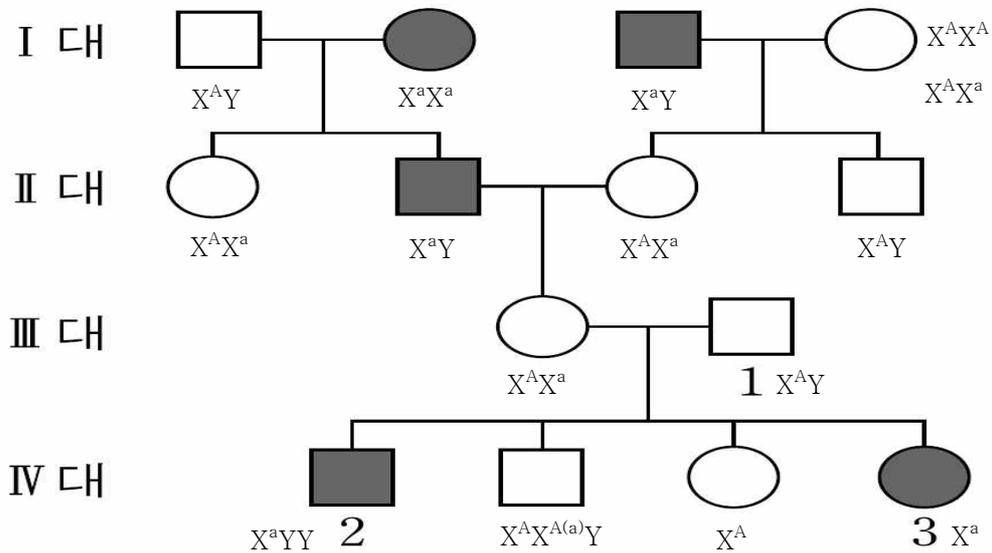
디. 혈장을 통한 CO_2 의 운반 형태는 대부분 HCO_3^- 이다. 그러므로 혈장 속의 HCO_3^- 농도가 높은 것은 CO_2 가 많은 것을 의미한다. CO_2 는 조직 세포를 거친 후에 증가하므로 ㉔보다 ㉕에서 더 높다.

<오답 피하기> 나. 헤모글로빈이 산소와 결합하는 과정은 온 몸의 조직 세포에 산소를 공급하기 위한 과정으로 폐의 모세혈관에서 주로 볼 수 있는 과정이다. ㉔은 헤모글로빈과 산소가 해리되어 조직에 산소를 제공해야 하므로 반응의 방향이 보기와는 반대이다.

17. <정답 맞추기> 먼저 이 유전병 유전이 성염색체에 의한 유전인지 상염색체에 의한 유전인지 알아야 하며, 우성 유전인지 열성 유전인지 알아야 한다.

III대와 IV대를 보면 III대인 부모 세대에 없던 유전병 표현 형질이 자손 세대인 IV대에 나왔으므로 이를 근거로 유전병 유전이 열성 유전임을 알 수 있다.

I 대에서는 대립 유전자중 한 종류만 갖고 있다고 했으므로 이 특징을 통해 성염색체에 의한 유전인지 상염색체에 의한 유전인지 찾을 수 있다. 만약 상염색체에 의한 유전이라면 I 대의 첫 번째 가계도에 있는 남자는 AA, 여자는 열성이므로 A^*A^* 만 있어야 하는데, 이들의 자녀 중 아들이 A^*A^* 이므로, 이와 같은 관계를 통해 이 유전병은 상염색체 유전이 아니라 성염색체 유전임을 알 수 있다. 따라서 이 유전은 성염색체 열성 유전이므로 유전자형을 X와 Y로 쓰고, 우성은 A, 열성은 a로 쓴다.



ㄱ. III대의 부모 중 한명에게 비분리가 일어났다고 했는데, 부모 중 누군가를 찾아야 한다. 만약 어머니의 난자 형성과정에서 비분리가 일어났다고 한다면 4명의 자녀가 모두 나올 수 있는가 확인해야 한다. 이때 IV대의 자녀들은 아버지의 X나 Y중 하나를 반드시 받아야 한다(부모 중 같은 한 명만 비분리 일어나므로 아버지는 정상). 이렇게 따져 보면 IV대의 마지막 딸인 3번의 경우 아버지에게서 X^A 를 받고 어머니에게서 비분리된 X^aY 를 받아야 하는데 단서에서

$X^aX^aX^A$ 는 정상이라고 했으므로 III대의 어머니에게서 난자 형성 과정에서 염색체 비분리가 일어난 것이 아니다. 그러므로 III대의 아버지인 1의 정자 형성 과정에서 염색체 비분리가 일어난 것이다(IV대에서 비분리를 확인해 보면 왼쪽부터 첫째 아들은 아버지에게서 YY를 받고 어머니에게서 X^a 를 받으면 X^aYY 이므로 유전병, 두 번째 아들은 아버지에게서 X^AY 를 받고 어머니에게서 X^A 나 X^a 를 받으면 $X^AX^{A(a)}Y$ 로 정상, 세번째 딸은 아버지에게서 성염색체를 못 받고 어머니에게서만 X^A 를 받으면 X^A 로 정상, 네 번째 딸은 아버지에게서 성염색체를 못 받고 어머니에게서만 X^a 를 받으면 X^a 로 유전병이 될 수 있으므로 정자 형성 과정의 비분리가 맞다).

ㄷ. 1의 비분리로 생성된 2는 X^aYY 이고, 3은 X^a 이므로 X^a 의 개수는 한 개로 서로 같다.

<오답 피하기> ㄴ. 이 유전병은 성염색체에서 비분리되어 일어난 유전이다.

18. <정답 맞추기> ㄴ. (나)에서 골격근 X가 수축하면, 혈관의 B부분에 압력이 높아져서 혈액이 B에서 C로 이동하게 된다. 또한 A쪽으로는 판막이 닫히면서 이동하지 못한다.

<오답 피하기> ㄱ, ㄷ. 그림 (가)는 골격근 X가 이완한 상태이고, (나)는 수축한 상태이다. 정맥 주변의 근육이 (가)와 같이 이완하면 C로 이동했던 혈액이 압력이 낮은 B쪽으로 역류할 수 있는데 이를 막기 위해 B와 C사이에 판막이 존재하고, 그림에서와 같이 판막이 닫혀 역류하지 못하게 된다. 또한 B의 압력이 낮으므로 A에서 혈액이 B로 유입된다. (나)와 같이 골격근 X가 수축하면 B의 압력이 C보다 높아지므로 판막이 열려 혈액이 C로 이동하고, 압력이 낮은 A쪽의 판막은 닫혀 혈액의 역류를 막는다. (가)에서 (나)로 되는 과정은 이완되었던 골격근 X가 수축할 때이다. 이때는 B의 압력이 높아지면서 혈액이 C로 이동하게 된다.

19. <정답 맞추기> 적색 유전자를 R, 녹색 유전자를 G, 청색 유전자를 B라고 할 때, 먼저 실험 III에서 부모에게 없던 형질인 청색이 자손에게 나왔으므로 청색이 열성임을 알 수 있다. 이것을 통해 청색은 BB이며, 이때 ㉠은 GB, ㉡은 RB이다. 실험 III에서 자손의 분리비가 1:2:1이고, 적색은 RB이거나 GR이 나올 수 있는데 모두 적색이므로 우열을 따지면 $R > G > B$ 임을 알 수 있다.

실험 II에서 ㉢은 BB이고, ㉣은 GB여야 녹색과 청색이 나올 수 있다.

ㄴ. ㉣과 ㉤의 털색 유전자형은 GB로 같다.

ㄷ. ㉡은 RB이므로 $RB \times RB$ 를 교배하면 $RR : 2RB : BB$ 이 된다. 여기서 단서 3번째에 나온 어느 하나는 배아에서 동형 접합일 때 출생 전에 죽는다고 한 것을 찾아봐야 한다. 실험 I에서 녹색은 GG이고, 적색은 RG일 때 자손이 녹색과 적색이 1:1이 나올 수 있으므로 동형 접합 중 한 번도 나온 적이 없는 것은 RR임을 알 수 있다. 이때 $RB \times RB$ 의 교배에서 RR이 죽으므로 청색인 BB가 나올 가능성은 $\frac{1}{3}$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. ㉢인 BB와 ㉡인 RB를 교배하면 적색과 청색만 나오며 녹색은 나오지 않는다.

20. <정답 맞추기> ㄱ. 핵을 제거한 소의 난자에 체세포의 핵을 이식하여 발생시키는 기술은 핵치환 기술이 사용된다.

ㄴ. ㉠은 RR유전자를 갖는 소의 체세포 핵(2n)을 채취한 후 핵을 이식하였으므로 핵상이 2n이다.

<오답 피하기> ㄷ. 체세포의 핵을 이식 받은 것이므로 체세포의 핵을 제공한 소의 유전자인 RR을 그대로 불러 받는다. 송아지 X는 대리모이므로 송아지 X의 유전자에 영향을 주지 못한다.