

 내신+수능 **1등급** 완성 학습 계획표 [31일]

Day	문항 번호	틀린 문제 / 헛갈리는 문제 번호 적기	날짜		복습 날짜	
1	A 1~49		월	일	월	일
2	B 1~24		월	일	월	일
3	C 1~44		월	일	월	일
4	D 1~42		월	일	월	일
5	43~52		월	일	월	일
6	E 1~20		월	일	월	일
7	21~40		월	일	월	일
8	F 1~28		월	일	월	일
9	29~50		월	일	월	일
10	G 1~40		월	일	월	일
11	41~62		월	일	월	일
12	H 1~43		월	일	월	일
13	I 1~38		월	일	월	일
14	39~64		월	일	월	일
15	J 1~32		월	일	월	일
16	33~68		월	일	월	일
17	K 1~40		월	일	월	일
18	41~70		월	일	월	일
19	L 1~21		월	일	월	일
20	22~42		월	일	월	일
21	43~72		월	일	월	일
22	M 1~29		월	일	월	일
23	30~50		월	일	월	일
24	N 1~28		월	일	월	일
25	O 1~32		월	일	월	일
26	33~70		월	일	월	일
27	P 1~45		월	일	월	일
28	Q 1~16		월	일	월	일
29	모의고사 1~3회		월	일	월	일
30	모의고사 4~7회		월	일	월	일
31	모의고사 8~10회		월	일	월	일



- 나는 _____ 대학교 _____ 학과 _____ 학년이 된다.
- 磨斧作針 (마부작침) - 도끼를 갈아 비늘을 만든다. (아무리 어려운 일이라도 끈기 있게 노력하면 이룰 수 있음을 비유하는 말)

차례

I 생명 과학의 이해

A 생물의 특성과 생명 과학의 탐구 방법	12
기출 자료로 개념 체크	14
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	15

II 사람의 물질대사

B 생명 활동과 에너지	28
기출 자료로 개념 체크	30
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	31
C 물질대사와 건강	37
1 기관계와 에너지 대사	
2 기관계의 통합적 작용	
기출 자료로 개념 체크	38
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	39
3 대사성 질환과 에너지 균형	
기출 자료로 개념 체크	49
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	50

III 항상성과 몸의 조절

D 자극의 전달 [1등급 대비]	54
기출 자료로 개념 체크	57
1등급 대비 문제 특강	58
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	59
1등급 대비 문제	74
E 근수축 운동 [2등급 대비]	78
기출 자료로 개념 체크	79
2등급 대비 문제 특강	80
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	81
2등급 대비 문제	91

F 신경계	93
기출 자료로 개념 체크	95
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	96

G 항상성 유지	109
기출 자료로 개념 체크	111
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	112
동아리 소개 / 연세대 연세 국공부	128

IV 방어 작용

H 질병과 병원체	130
기출 자료로 개념 체크	131
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	132
I 우리 몸의 방어 작용 [2등급 대비]	143
기출 자료로 개념 체크	145
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	146
2등급 대비 문제	165
동아리 소개 / 고려대 KUAAA	166

V 유전

J 염색체와 세포 주기 [2등급 대비]	168
기출 자료로 개념 체크	170
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	171
2등급 대비 문제	187
K 세포 분열 [2등급 대비]	189
기출 자료로 개념 체크	191
2등급 대비 문제 특강	192
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	193
2등급 대비 문제	207

L 사람의 유전 [1등급 대비]	213
기출 자료로 개념 체크	216
1등급 대비 문제 특강	217
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	218
1등급 대비 문제	235
M 유전병 [1등급 대비]	250
기출 자료로 개념 체크	252
1등급 대비 문제 특강	253
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	254
1등급 대비 문제	265
동아리 소개/성균관대 JDA	276

VI 생태계와 상호 작용

N 생태계의 구성과 기능	278
기출 자료로 개념 체크	279
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	280
O 개체군과 군집	287
1 개체군	
기출 자료로 개념 체크	288
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	289
2 군집	
3 군집의 천이	
4 군집 내 개체군의 상호 작용	
기출 자료로 개념 체크	292
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	293
P 에너지와 물질의 순환	309
기출 자료로 개념 체크	311
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	312
Q 생물의 다양성과 보존	324
기출 자료로 개념 체크	325
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	326
동아리 소개/이화여대 플레이걸스	330



최신 연도별 모의고사 10회

01회 2023 실시 3월 학력평가	332
02회 2023 실시 4월 학력평가	336
03회 2023 대비 6월 모의평가	340
04회 2024 대비 6월 모의평가	344
05회 2023 실시 7월 학력평가	348
06회 2023 대비 9월 모의평가	352
07회 2024 대비 9월 모의평가	356
08회 2023 실시 10월 학력평가	360
09회 2023 대비 대학수학능력시험	364
10회 2024 대비 대학수학능력시험	368

빠른 정답 찾기 375

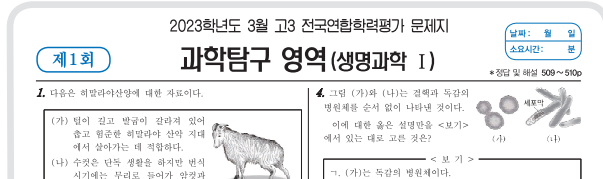
중요 · 핵심 개념 + 문제
동영상 강의



5 최신 연도별 모의고사 10회 수록

실전 대비를 위해 실제 모의고사 원본을 그대로 수록했습니다.

- 2023년 실시 7회: 전문항
- 2022년 실시 3회: 수능, 6월과 9월 모평



7 [별책 부록] 수험장 극비 노트

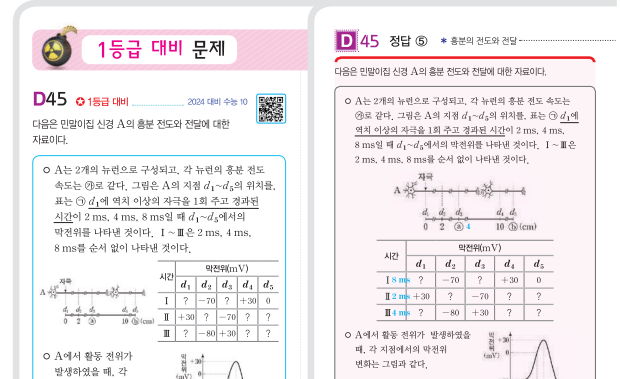


- 1 꼭 출제되는 중요 개념 20개 선정
- 2 문제 풀이 꿀팁
- 3 나만의 비법 정리

6 1등급 · 2등급 대비 문제와 특별 해설

고난도 문제가 출제되는 단원은 따로 1등급 대비, 2등급 대비로 분리해 수록했습니다.

- ★ 1등급 대비: 정답률이 40% 이하인 1등급을 가르는 최고난도의 문제
- ★ 2등급 대비: 정답률이 40~55% 정도의 1, 2등급으로 도약하기 위한 고난도의 문제



8 입체 첨삭 해설!

출제 개념
문제의 핵심 주제를 제시합니다.

자료 설명
정답을 찾을 수 있는 중요 힌트를 알려줍니다.

정답 첨삭 해설
정확한 정답을 확인할 수 있도록 선택지를 꼼꼼하게 분석했습니다.

오답 첨삭 해설
정답이 아닌 이유를 한눈에 확인할 수 있도록 키워드 중심으로 알려줍니다.

수험장 생생 체험
선배들이 수험장에서 직접 사용하는 문제 풀이법을 알려줍니다.

단서+발상
[단서] 문제 풀이의 핵심이 되는 부분을 꼭 짚어 알려줍니다.
[발상] 단서를 통해 문제 풀이를 어떻게 시작하는지 설명합니다.
[해결] 문제의 답을 얻기 위한 구체적인 적용법을 알려줍니다.

문제+자료 분석
제시된 자료를 자세하게 분석해 줍니다.

정답률
교육청 자료, 기타 기관 공지 자료와 내부 검토 과정을 거쳐 제시됩니다.

출처
출제된 기관과 시기를 알려줍니다.

참고
개념을 정확하게 이해하지 못한다면 반드시 되어 있는 함정을 체크해주고 해결 방법을 알려줍니다.

수능 해강
문제와 관련된 핵심 개념을 정리하여 수록하였습니다.

보기 분석
보기별로 정답과 오답인 이유를 자세히 알고 쉽게 분석합니다.

꿀팁
꼭 암기해야 할 사항을 알려줍니다.

문제 풀이 Tip
빠르게 풀이할 수 있도록 문제 푸는 법을 알려줍니다.

왜 틀렸나?
학생들이 많이 틀린 이유를 분석했습니다.

P 28 정답 ③ *균점의 순생산량

그림은 평균 기온이 서로 다른 계절 I와 II에 측정한 식물 A의 온도에서 따른 순생산량을 나타낸 것이다.

이제 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

- ① 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 제외한 양이다.
- ② 총생산량 중 식물이 호흡으로 소비하고 남은 양이 순생산량
- ③ A의 순생산량이 최대가 되는 온도는 I일 때가 II일 때보다 높다.
- ④ A의 순생산량이 최대가 되는 온도는 II일 때가 I일 때보다 높다.
- ⑤ 계절에 따라 A의 순생산량이 최대가 되는 온도가 달라지는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 예에 해당한다. → 비생물적 요인인 계절의 변화에 따라 생물의 생장 속도가 달라진다.

L 59 정답 ④ [정답률 39%] ★ 1등급 대비

다음은 어떤 집단의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 서로 다른 염색체에 있다.
- 개체도는 구성원 1~7에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를, 표는 구성원 1, 3, 6에서 체세포 1개당 ①과 B의 DNA 상 대량을 나타낸 (㉠+B)을 나타낸 것이다. ㉠은 A와 a 중 하나이다.

단서+발상

- ① 구성원 1, 3, 6의 ㉠+B의 값
- ② 6에서 ㉠은 1이고 6은 여이므로 (가)와 (나)에 대한 대립유전자를 각각 2개씩 갖고 있다. 이를 통해 유전자형이 X^AX^ABb임을 파악한다.
- ③ (나)는 우성 형질이므로 (나) 발현된 7의 어머니인 6은 (나)의 유전자형이 Bb이며, (가)의 유전자형은 Aa이다. 따라서 (가)는 우성 형질이다. 3은 (가), (나) 모두 발현인데 B를 1개 갖고 있으므로 ㉠은 a이고 (가)는 X 염색체 유전, (나)는 상염색체 유전이다.

집필진 · 감수진 선생님들



자이스토리는 수능 준비를 가장 효과적으로 할 수 있도록
 수능, 모의평가, 학력평가 기출문제를 개념별, 유형별, 난이도별로
 수록하였으며, 명강의로 소문난 학교·학원 선생님들께서
 명쾌한 해설을 입체 첨삭으로 집필하셨습니다.

[집필진]

권태현 서울 영락고등학교
박정환 서울 오산고등학교
이은경 고양 고양일고등학교
이재훈 서울 선덕고등학교
장상풍 서울 대치에듀 학원
 프라임스텝 학원

조은희 서울 구암고등학교
최지윤 서울 신길중학교
현원석 서울 마포고등학교

중요·핵심 개념 + 문제
 동영상 강의

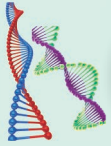


자이스토리 유튜브 채널

[감수진]

강지우 대전 더오름수학과학학원
강홍우 진주 MIT플러스과학
고은빛 제주 위더스입시학원
권선희 경주 더과학교습소
김민재 서울 고구마학원
김민희 서울 장충고등학교
김상준 청주 한국교원대학교부설고등학교
김정대 서울 고구마학원
김정연 서울 대치S학원
김정현 부산 의문을열다학원
김종욱 부산 오름수학과학학원
김진수 울산 수단과학원
김태양 광주 본수학과학학원
김태형 대구 학문당입시학원
김현숙 광주 국과사 전문학원
김현오 의정부 일산학원
박선미 광명 지니어스과학
박성환 대전 제일학원
박진영 부산 JYP과학교습소
박채원 화성 한백고등학교
방병석 청주 청주여자고등학교
백범휘 인천 대신학원

서준한 홍천 전인기독학교
손기선 인천 세일고등학교
송영훈 서울 뉴런과학학원
신윤호 서울 송파메가스터디학원
심민후 서울 The라임학원
오준석 서울 목동강수학과학학원
유동훈 철원 신철원고등학교
윤영재 대구 애플수학과학학원
이석민 화성 신수연 수학과학전문학원
이재성 서울 하이스트 목동본원
이주현 광주 입시탐과학수학학원
이학준 파주 열린학원
임미정 화성 나눈과학
전재원 서울 청명학원
정수년 논산 수스터디
정영주 광주 정영주과학학원
정유리 증평 형석고등학교
정재은 양평 연세학원
정철 서울 동작미래탐구학원
최인금 하남 신장고등학교
황보성진 천안 천안불당고등학교



자극의 전달

1등급 대비 단원

★ 2024 수능 출제 분석

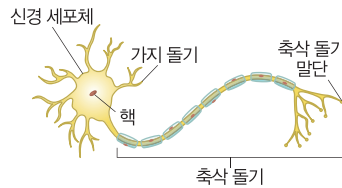
- 흥분의 전도와 전달 : 신경 2개의 흥분 전도 속도를 상대값으로 제시하고, 각 지점의 막전위 값을 통해 자극을 준 지점과 각 신경의 흥분 전도 속도를 추론하는 문제가 어려운 난이도로 출제되었다.

대비년도	출제 개념	난이도
2024 수능	흥분의 전도와 전달	***
2024 9월	흥분의 전도와 전달	**
2024 6월	흥분의 전도와 전달	***
2023 수능	흥분의 전도	***

1 뉴런의 구조와 종류

1. 뉴런: 신경계의 ^① 구조적 기능적 기본 단위가 되는 신경 세포이다.
2. 뉴런의 구조: 뉴런은 크기와 모양이 다양하며, 신경 세포체, 가지 돌기, 축삭 돌기로 이루어져 있다.

신경 세포체	• 핵과 여러 세포 소기관이 있다. • 신경 세포의 생명 활동에 필요한 다양한 물질대사가 일어난다.
가지 돌기	다른 뉴런이나 감각기에서 오는 신호를 받아들이기 위해 신경 세포체에서 뻗어 나온 짧은 돌기이다.
축삭 돌기	다른 뉴런이나 반응기로 신호를 전달하기 위해 신경 세포체에서 뻗어 나온 긴 돌기이다.

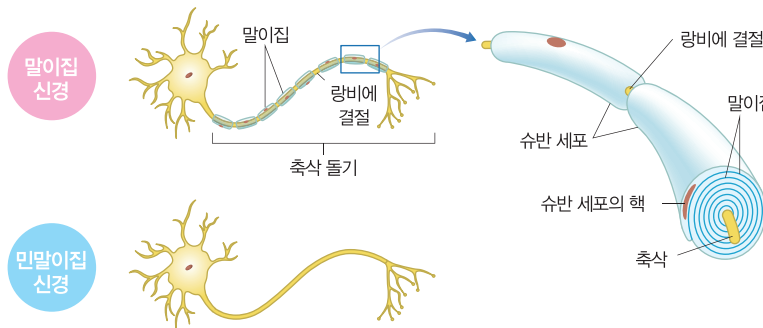


▲ 뉴런의 구조

3. 뉴런의 종류

- (1) 말미집 ^② 유무에 따른 구분: 말미집 신경(뉴런)과 민말미집 신경(뉴런)으로 구분된다.

말미집 신경	• 축삭 돌기가 말미집으로 싸여 있으며, 랑비에 결절이 ^③ 있다. • 말미집에 의해 절연된 축삭 돌기 부분에서는 흥분이 발생하지 않고 말미집으로 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 흥분이 발생한다. (도약 전도) ^④
민말미집 신경	• 축삭 돌기가 말미집으로 싸여 있지 않다. • 민말미집 뉴런은 축삭 돌기 전체에서 흥분이 발생한다.



▲ 말미집 신경과 민말미집 신경

- (2) 기능에 따른 구분: 구심성 뉴런, 연합 뉴런, 원심성 뉴런으로 구분한다.

구심성 뉴런	• 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경의 연합 뉴런으로 전달하는 뉴런이다. ㉠ 감각 뉴런 • 가지 돌기가 비교적 긴 편이며, 신경 세포체가 축삭 돌기의 끝부분이 아닌 중간 부분에 있다.
연합 뉴런	뇌, 척수와 같은 중추 신경을 이루는 뉴런이다. ㉡ 구심성 뉴런에서 온 정보를 통합하여 원심성 뉴런으로 적절한 반응 명령을 내린다.
원심성 뉴런	• 중추 신경에서 판단하여 내린 명령을 근육과 같은 반응기로 전달하는 뉴런이다. ㉢ 운동 뉴런 • 신경 세포체가 크고 축삭 돌기가 길게 발달되어 있다.

① 신경계

- 감각기에서 받아들인 정보를 전달하고, 자극을 판단하여 반응기로 명령을 내리는 역할을 하는 기관계이다.
- 사람의 신경계는 많은 뉴런이 머리와 몸 중앙에 집중되어 뇌와 척수를 이루고, 중심에서 온몸으로 나오는 신경 다발이 신경망을 형성한다.

② 말미집

- 슈반 세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 여러 겹으로 감아서 형성된 것으로, 축삭 돌기를 통한 신호 전달 과정에서 막을 통한 이온의 이동을 막는 절연체 역할을 한다.
- 말미집으로 싸여진 부분에서는 흥분이 발생하지 않는다.

③ 랑비에 결절

말미집 신경에서 말미집과 말미집 사이에서 축삭이 노출된 부분이다. 말미집 신경은 랑비에 결절에서만 활동 전위가 형성되어 축삭을 통한 신호 전달이 빠르게 일어난다.

④ 도약전도

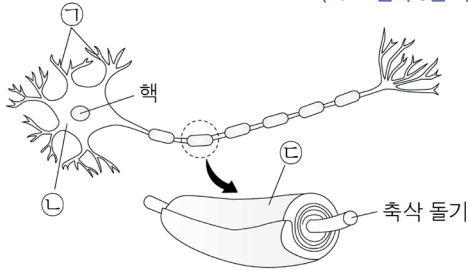
랑비에 결절에서 연속적으로 흥분이 발생해 흥분이 전도되는 현상이다.



1 뉴런의 구조와 종류

- 01 그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 가지 돌기, 말미집, 신경 세포체 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 × 표시하시오.

〈2022 실시 6월 학평 9 (고2)〉



- (1) ㉠은 신경 세포체이다. 1 (○, ×)
 (2) ㉡에서 생명 활동에 필요한 에너지가 생성된다. 2 (○, ×)
 (3) ㉢은 절연체 역할을 한다. 3 (○, ×)

- 02 그림은 자극에 대한 신호 전달 경로를 나타낸 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.



- ㉠: (4) ㉡: (5) ㉢: (6)
 ㉣: (7) ㉤: (8)

2 흥분의 발생과 전도

- 03 흥분 발생 과정에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 × 표시하시오.

- (1) 휴지 상태의 막전위는 0 mV이다. 9 (○, ×)
 (2) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 작동할 때 ATP가 사용된다. 10 (○, ×)
 (3) 탈분극 상태에서는 Na^+ 이 세포 안쪽으로 들어온다. 11 (○, ×)
 (4) 자극의 세기가 커지면 활동 전위의 크기도 커진다. 12 (○, ×)
 (5) 재분극 과정에서 K^+ 통로가 열리면 K^+ 이 세포 안으로 들어온다. 13 (○, ×)

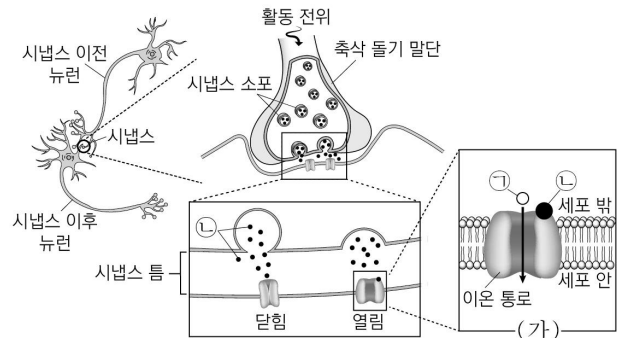
- 04 다음은 흥분의 전도에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 고르시오.

- (1) 축삭 돌기의 중간 지점에서 활동 전위가 발생하면 흥분은 14 (양방향 / 한방향)으로 전도된다.
 (2) 축삭의 지름이 15 (클수록 / 작을수록) 흥분의 전도 속도가 빠르다.
 (3) 민말미집 신경은 말미집 신경에 비해 흥분의 이동 속도가 16 (빠르다 / 느리다).
 (4) 말미집 신경에서는 랑비에 결절에서만 활동 전위가 발생하여 흥분이 이동하는 17 (도약전도 / 흥분 전달)이 일어난다.

3 흥분의 전달

- 05 그림은 시냅스에서 일어나는 흥분 전달 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Na^+ 과 신경 전달 물질 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 × 표시하시오.

〈2020 실시 9월 학평 11 (고2)〉



- (1) ㉠은 신경 전달 물질이다. 18 (○, ×)
 (2) (가)에서 ㉠의 농도는 세포 밖보다 세포 안이 더 높다. 19 (○, ×)
 (3) 시냅스 이후 뉴런에 ㉡에 대한 수용체가 존재한다. 20 (○, ×)
 (4) 흥분 전달은 시냅스 이전 뉴런에서 시냅스 이후 뉴런 방향으로 일어난다. 21 (○, ×)

정답

1 × (㉠은 가지 돌기, ㉡은 신경 세포체, ㉢은 말미집) 2 ○ 3 ○ 4 감각기 5 구심성 6 연합 7 원심성 8 반응기 9 × (-70mV) 10 ○ 11 ○ 12 × (활동 전위 크기는 일정) 13 × (세포 밖으로 이동) 14 양방향 15 클수록 16 느리다 17 도약전도 18 × (㉠은 Na^+ , ㉡은 신경 전달 물질) 19 × (세포 밖이 세포 안보다 더 높음) 20 ○ 21 ○



흥분의 전도 속도 계산 문제

1등급 대비 문제 특강

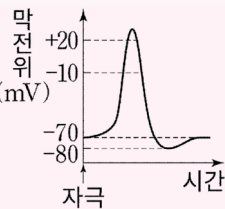
- 이 유형은 각 신경의 흥분 전도 속도와 막전위를 묻는 형태로 주로 출제된다.

다음은 민말이집 신경 A와 B의 흥분 전도에 대한 자료이다.

- 그림은 A와 B의 지점 d_1 과 d_2 의 위치를, 표는 A의 d_1 과 B의 d_2 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 준 후 시점 t_1 과 t_2 일 때 A와 B의 I과 II에서의 막전위를 나타낸 것이다. I과 II는 각각 d_1 과 d_2 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 -10 과 $+20$ 중 하나이다. t_2 는 t_1 이후의 시점이다.

시점	막전위(mV)			
	A의 I	A의 II	B의 I	B의 II
t_1	㉠	-70	?	㉡
t_2	㉢	?	-80	㉣

- 흥분 전도 속도는 B가 A보다 빠르다.
- A와 B 각각에서 활동 전위가 발생하였을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에서 흥분 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70mV 이다.) (3점) 2022 실시 10월 학평 11

[보기]

- ㄱ. I은 d_1 이다.
- ㄴ. ㉢은 $+20$ 이다.
- ㄷ. t_1 일 때 A의 d_2 에서 탈분극이 일어나고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

단서+발상

- 단서** 표에서 t_2 일 때 B의 I에서의 막전위가 -80mV 인 것에 주목한다.
- 발상** 막전위 그래프에서 오른쪽에 있을수록 자극을 먼저 받은 지점임을 생각한다.
- 해결** 표에서 t_2 일 때 B의 I과 II를 비교해보면 ㉢은 -10mV 와 $+20\text{mV}$ 중 하나이므로 막전위 그래프에서 -80mV 보다 왼쪽에 위치한다. 따라서 B의 자극을 준 지점 d_2 는 I과 II 중 I임을 파악할 수 있어야 고난도 문제를 해결할 수 있다.

문제 해결 과정

step 1 I, II와 지점 d_1, d_2 매칭하기

- t_2 일 때 B의 I에서의 막전위는 -80mV 이고, B의 II에서의 막전위 ㉢은 -10mV 와 $+20\text{mV}$ 중 하나이다.
- 막전위 그래프에서 오른쪽에 있을수록 자극을 먼저 준 지점이므로 -80mV 이 자극을 먼저 받은 지점이다. 따라서 B의 d_2 에 자극을 주었으므로 I이 d_2 , II가 d_1 이다.

step 2 A와 B의 막전위 비교하기

1. A의 I에서의 막전위 분석하기

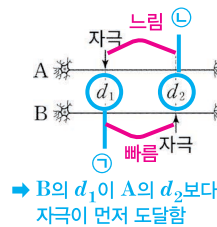
- t_1 과 t_2 일 때 A의 I에서의 막전위 ㉠과 ㉢을 비교하면, 막전위 그래프에서 ㉢이 ㉠보다 더 오른쪽에 위치해야 한다.

시점	막전위(mV)
	A의 I
t_1	㉠
t_2	㉢

㉢이 ㉠보다 1

2. t_2 일 때 A의 I과 B의 II에서의 막전위 분석하기

- t_2 일 때 A의 I(d_2)에서의 막전위 ㉢과 B의 II(d_1)에서의 막전위 ㉣을 비교했을 때, B의 흥분 전도 속도는 A보다 빠르다고 하였으므로 아래 그림처럼 B의 d_1 (II)이 A의 d_2 (I)보다 먼저 자극을 받게 된다.
- 따라서 막전위 그래프에서 B의 II(d_1)에서의 막전위 ㉣이 A의 I(d_2)에서의 막전위 ㉢보다 오른쪽에 위치해야 한다.



시점	막전위(mV)	
	A의 I(d_2)	B의 II(d_1)
t_1	㉠	㉡
t_2	㉢	㉣

㉣이 ㉢보다 2

step 3 ㉠, ㉢과 $-10, +20$ 매칭하기

- 정리하면 두 시점의 A의 I(d_2)과 B의 II(d_1) 중 막전위 변화 시간이 가장 긴 것은 t_2 일 때 B의 II(d_1)이고, 가장 짧은 것은 t_1 일 때 A의 I(d_2)이므로 이를 만족하려면 ㉠은 -10 , ㉢은 $+20$ 이 되어야 한다.
- t_1 일 때, A의 I에서의 막전위 ㉠은 탈분극 지점의 -10mV 이며, t_2 일 때 B의 II에서의 막전위 ㉣은 재분극 지점의 -10mV 이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. I은 d_1 이다. (X)

- 문제 해결 과정의 step 1을 참고하면, t_2 일 때 B의 I에서의 막전위는 -80mV 이고, B의 II에서의 막전위 ㉢은 -10mV 와 $+20\text{mV}$ 중 하나이다.
- 막전위 그래프에서 오른쪽에 있을수록 자극을 먼저 준 지점이므로 -80mV 이 자극을 먼저 받은 지점이다. 따라서 B의 d_2 에 자극을 주었으므로 I이 3, II가 4이다.

ㄴ. ㉢은 $+20$ 이다. (O)

- 문제 해결 과정의 step 2를 참고하면, 두 시점의 A의 I(d_2)과 B의 II(d_1) 중 막전위 변화 시간이 가장 긴 것은 t_2 일 때 B의 II(d_1)이고, 가장 짧은 것은 t_1 일 때 A의 I(d_2)이므로 이를 만족하려면 ㉠은 5, ㉢은 $+20$ 이 되어야 한다.

ㄷ. ㄷ. t_1 일 때 A의 d_2 에서 탈분극이 일어나고 있다. (O)

- 문제 해결 과정의 step 3를 참고하면, t_1 일 때 A의 d_2 (I)에서의 막전위 변화 시간은 가장 짧으므로 탈분극 지점인 6이다.

∴ 정답은 ㉢, ㄷ이다.



이 유형을 대비하기 위해서는 두 신경에서 막전위 값이 같은 지점이 존재할 경우 전도 시간이 같으므로 속도와 거리가 비례한다는 것을 알아야 한다.

△ ㉠ - 9 ㉡ - 5 1p 7 2p 5 3p 8 4p 8 5p 1 [답유]



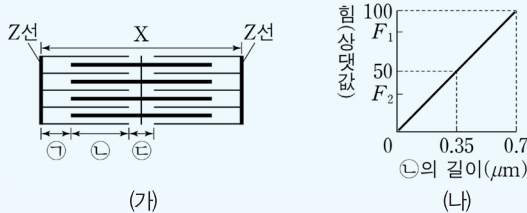
골격근 수축 과정 문제

2등급 대비 문제 특강

- 이 유형은 골격근 수축과 이완에 따른 근육 원섬유 마디의 길이와 각 구간의 길이를 묻는 형태로 주로 출제된다.

다음은 골격근 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X의 구조를, (나)는 구간 ㉠의 길이에 따른 ㉠ X가 생성할 수 있는 힘을 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이고, ㉠이 F_1 일 때 A대의 길이는 $1.6 \mu\text{m}$ 이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.

- 표는 ㉠이 F_1 과 F_2 일 때 ㉢의 길이를 ㉠의 길이로 나눈 값($\frac{\text{㉢}}{\text{㉠}}$)과 X의 길이를 ㉡의 길이로 나눈 값($\frac{\text{X}}{\text{㉡}}$)을 나타낸 것이다.

힘	$\frac{\text{㉢}}{\text{㉠}}$	$\frac{\text{X}}{\text{㉡}}$
F_1	1	4
F_2	$\frac{3}{2}$	?

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

2023 대비 9월 모평 19

[보기]

- ㉠. ㉠이 H대의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 일 때가 $0.6 \mu\text{m}$ 일 때보다 작다.
- ㉡. F_1 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은 $1.0 \mu\text{m}$ 이다.
- ㉢. F_2 일 때 X의 길이는 $3.2 \mu\text{m}$ 이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢
④ ㉠, ㉡ ⑤ ㉡, ㉢

단서+발상

단서 그림 (나)에서 F_1 일 때가 F_2 일 때보다 ㉡의 길이가 길다는 것에 주목한다.

발상 근육이 수축할수록 ㉡의 길이는 길어지므로 F_1 일 때는 수축 상태, F_2 일 때는 이완 상태임을 생각한다.

해결 ㉠이 F_1 일 때 $\frac{\text{㉢}}{\text{㉠}} = 1, \frac{\text{X}}{\text{㉡}} = 4$ 이므로 미지수를 설정하고, A대의 길이는 $2\text{㉡} + \text{㉢}$, X의 길이는 $2\text{㉠} + 2\text{㉡} + \text{㉢}$ 이므로 두 식의 미지수를 대입하여 ㉠, ㉡, ㉢ 값을 구할 수 있어야 고난도 문제를 해결할 수 있다.

문제 해결 과정

step 1 ㉠이 F_1 일 때 ㉠~㉢과 X의 길이 계산하기

- $\frac{\text{㉢}}{\text{㉠}} = 1$ 이고 $\frac{\text{X}}{\text{㉡}} = 4$ 이므로 ㉠=a, ㉡=b, ㉢=a, X=4b로 미지수를 설정한다.
- A대의 길이가 $1.6 \mu\text{m}$ 이므로 $2\text{㉡} + \text{㉢} = 2b + a = 1.6$ 이다.
- X대의 길이는 $2\text{㉠} + 2\text{㉡} + \text{㉢}$ 이므로 $4b = 2a + 2b + a$ 이다.
- 연립 방정식을 이용하여 두 식을 풀면 $a = 0.4, b = 0.6$ 이다.
- ㉠이 F_1 일 때 ㉠~㉢과 X의 길이는 다음과 같다.

㉠	㉡	㉢	X
$1 \mu\text{m}$	$0.6 \mu\text{m}$	$0.4 \mu\text{m}$	$2.4 \mu\text{m}$

step 2 ㉠이 F_2 일 때 ㉠~㉢과 X의 길이 계산하기

- ㉠이 F_2 일 때는 ㉡의 길이가 짧으므로 F_1 보다 근육이 이완된 상태이다.
- ㉠이 F_2 일 때 X의 길이는 ㉠이 F_1 일 때에 비해 2k만큼 증가했다고 미지수를 설정한다.
- 근절의 길이가 2k만큼 증가할 때 ㉠의 길이는 k만큼, ㉢의 길이는 2k만큼 증가하고 ㉡의 길이는 k만큼 감소한다.
- $\text{㉠} = 0.4 + k, \text{㉢} = 0.4 + 2k$ 이고 $\frac{\text{㉢}}{\text{㉠}} = \frac{3}{2}$ 이므로 $k = 2$ 이다.
- ㉠이 F_2 일 때 ㉠~㉢과 X의 길이는 다음과 같다.

㉠	㉡	㉢	X
$0.8 \mu\text{m}$	$3 \mu\text{m}$	$4 \mu\text{m}$	$3.2 \mu\text{m}$

보기 분석

- ㉠. ㉠이 H대의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 일 때가 $0.6 \mu\text{m}$ 일 때보다 작다. (X)
- H대의 길이가 짧을수록 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분인 ㉡의 길이는 길어지며 이때 ㉠은 커진다. 따라서 H대의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 일 때가 $0.6 \mu\text{m}$ 일 때보다 ㉠이 5 이다.

- ㉡. F_1 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은 $1.0 \mu\text{m}$ 이다. (O)

- 문제 해결 과정의 **step 1**을 참고하면, F_1 일 때 ㉠의 길이는 $0.4 \mu\text{m}$ 이고 ㉡의 길이는 $0.6 \mu\text{m}$ 이다. 이를 더한 값은 $1.0 \mu\text{m}$ 이다.
- 참고로 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은 시점에 관계없이 $1.0 \mu\text{m}$ 로 일정하다.

- ㉢. F_2 일 때 X의 길이는 $3.2 \mu\text{m}$ 이다. (O)

- 문제 해결 과정의 **step 2**를 참고하면, F_2 일 때 X의 길이는 $3.2 \mu\text{m}$ 이다.

∴ 정답은 ⑤ ㉡, ㉢이다.



이 유형을 대비하기 위해서는 골격근 수축 과정에서 근육 원섬유 마디의 길이가 2k만큼 변할 때 H대의 길이는 2k만큼, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 길이와 I대 절반의 길이는 -k만큼 변한다는 것을 알아야 한다.

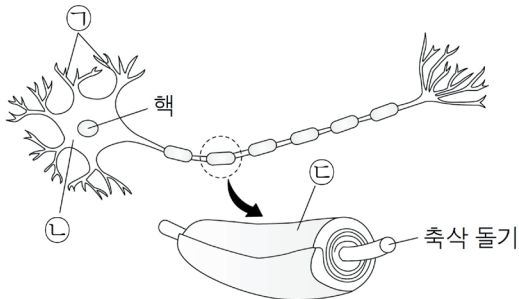
고려 5 지리 7 지수 5 수학 3 국어 1 [답률]



1 뉴런의 구조와 종류

D01 *** 2022 실시 6월 학평 9(고2)

그림은 어떤 뉴런의 구조를 나타낸 것이다. ㉠ ~ ㉣은 각각 가지 돌기, 말아집, 신경 세포체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

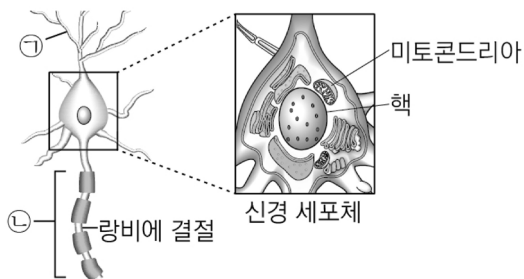
[보기]

- ㄱ. ㉠은 신경 세포체이다.
- ㄴ. ㉡에서 생명 활동에 필요한 에너지가 생성된다.
- ㄷ. ㉣은 절연체 역할을 한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

D02 *** 2020 실시 9월 학평 13(고2)

그림은 어떤 뉴런의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 가지 돌기와 축삭 돌기 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. ㉠은 가지 돌기이다.
- ㄴ. ㉡에서 흥분이 이동할 때 도약전도가 일어난다.
- ㄷ. 신경 세포체에서 물질대사가 일어난다.

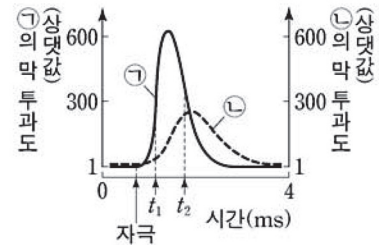
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 흥분의 발생과 전도

D03 *** 2021 대비 수능 11



그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점 P에서 측정한 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도를 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

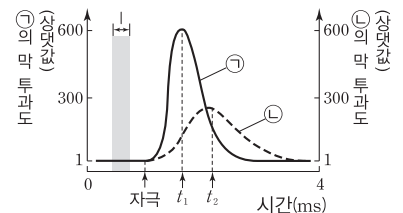
[보기]

- ㄱ. t_1 일 때, P에서 탈분극이 일어나고 있다.
- ㄴ. t_2 일 때, ㉡의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높다.
- ㄷ. 뉴런 세포막의 이온 통로를 통한 ㉠의 이동을 차단하고 역치 이상의 자극을 주었을 때, 활동 전위가 생성되지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

D04 *** 2019(9월)/평가원 15

그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점에서 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도를 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

- ㄱ. Na^+ 의 막 투과도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.
- ㄴ. t_2 일 때, K^+ 은 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 확산된다.
- ㄷ. 구간 I에서 Na^+-K^+ 펌프를 통해 ㉠이 세포 안으로 들어온다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



1등급 대비 문제

FOR THE FIRST CLASS LEVEL

M30 1등급 대비 2023 대비 수능 17



다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 서로 다른 상염색체에 있는 2쌍의 대립유전자 H와 h, T와 t에 의해 결정된다. (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- 표는 이 가족 구성원의 체세포에서 대립유전자 ①~④의 유무와 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수를 나타낸 것이다. ①~④는 H, h, T, t를 순서 없이 나타낸 것이고, ⑤~⑧은 0, 1, 2, 3, 4를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	대립유전자				대문자로 표시되는 대립유전자의 수
	①	②	③	④	
아버지	○	○	×	○	⑦
어머니	○	○	○	○	⑤
자녀 1	?	×	×	○	⑥
자녀 2	○	○	?	×	⑥
자녀 3	○	?	○	×	⑧

(○: 있음, ×: 없음)

- 아버지의 정자 형성 과정에서 염색체 비분리가 1회 일어나 염색체 수가 비정상적인 정자 P가 형성되었다. P와 정상 난자가 수정되어 자녀 3이 태어났다.
- 자녀 3을 제외한 이 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

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

[보기]

- ㄱ. 아버지는 t를 갖는다.
- ㄴ. ②는 ③과 대립유전자이다.
- ㄷ. 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

M31 1등급 대비 2022 실시 10월 학평 18



다음은 어떤 가족의 ABO식 혈액형과 적록 색맹에 대한 자료이다.

- 표는 구성원의 성별과 각각의 혈청을 자녀 1의 적혈구와 혼합했을 때 응집 여부를 나타낸 것이다. ①과 ②는 각각 '응집됨'과 '응집 안 됨' 중 하나이다.

구성원	성별	응집 여부
아버지	남	①
어머니	여	②
자녀 1	남	응집 안 됨
자녀 2	여	③
자녀 3	여	③

- 아버지, 어머니, 자녀 2, 자녀 3의 ABO식 혈액형은 서로 다르고, 자녀 1의 ABO식 혈액형은 A형이다.
- 구성원의 핵형은 모두 정상이다.
- 구성원 중 자녀 2만 적록 색맹이 나타난다.
- 자녀 2는 정자 I 과 난자 II가 수정되어 태어났고, 자녀 3은 정자 III과 난자 IV가 수정되어 태어났다. I ~ IV가 형성될 때 각각 염색체 비분리가 1회 일어났다.
- 세포 1개당 염색체 수는 I 과 III이 같다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, ABO식 혈액형 이외의 혈액형은 고려하지 않으며, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

- ㄱ. 세포 1개당 X 염색체 수는 III이 I 보다 크다.
- ㄴ. 아버지의 ABO식 혈액형은 A형이다.
- ㄷ. IV가 형성될 때 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



2등급 대비 문제

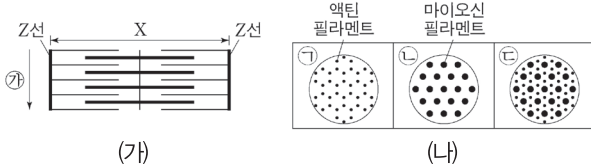
FOR THE SECOND CLASS LEVEL

E36 ★ 2등급 대비 2021 대비 9월 모평 15



다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X의 구조를, (나)의 ㉠~㉣은 X를 ㉡ 방향으로 잘랐을 때 관찰되는 단면의 모양을 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 각 시점의 한 쪽 Z선으로부터의 거리가 각각 l_1 , l_2 , l_3 인 세 지점에서 관찰되는 단면의 모양을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이며, X의 길이는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 짧다.

거리	단면의 모양	
	t_1	t_2
l_1	㉠	㉢
l_2	㉡	㉣
l_3	㉢	?

- $l_1 \sim l_3$ 은 모두 $\frac{t_2 \text{일 때 X의 길이}}{2}$ 보다 작다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

- ㄱ. 마이오신 필라멘트의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다.
- ㄴ. ㉠은 ㉡이다.
- ㄷ. $l_3 < l_1$ 이다.

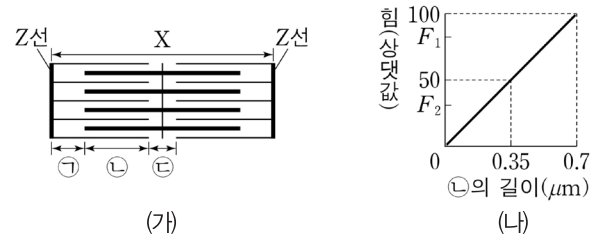
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

E37 ★ 2등급 대비 2023 대비 9월 모평 19



다음은 골격근 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X의 구조를, (나)는 구간 ㉠의 길이에 따른 ㉡ X가 생성할 수 있는 힘을 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이고, ㉡가 F_1 일 때 A대의 길이는 $1.6 \mu\text{m}$ 이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.

- 표는 ㉡가 F_1 과 F_2 일 때 ㉢의 길이를 ㉠의 길이로 나눈 값 $\frac{㉢}{㉠}$ 과 X의 길이를 ㉡의 길이로 나눈 값 $\frac{X}{㉡}$ 을 나타낸 것이다.

힘	$\frac{㉢}{㉠}$	$\frac{X}{㉡}$
F_1	1	4
F_2	$\frac{3}{2}$	?

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

- ㄱ. ㉡는 H대의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 일 때가 $0.6 \mu\text{m}$ 일 때보다 작다.
- ㄴ. F_1 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은 $1.0 \mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. F_2 일 때 X의 길이는 $3.2 \mu\text{m}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ



★ 최신 연도별 모의고사 10회

[제한시간: 30분]

- 01회 2023 실시 3월 학력평가
- 02회 2023 실시 4월 학력평가
- 03회 2023 대비 6월 모의평가
- 04회 2024 대비 6월 모의평가
- 05회 2023 실시 7월 학력평가
- 06회 2023 대비 9월 모의평가
- 07회 2024 대비 9월 모의평가
- 08회 2023 실시 10월 학력평가
- 09회 2023 대비 대학수학능력시험
- 10회 2024 대비 대학수학능력시험



제1회

과학탐구 영역 (생명과학 I)

*정답 및 해설 509~510p

1. 다음은 히말라야산양에 대한 자료이다.

- (가) 털이 길고 발굽이 갈라져 있어
쭉고 힘준한 히말라야 산악 지대
에서 살아가는 데 적합하다.
- (나) 수컷은 단독 생활을 하지만 번식
시기에는 무리로 들어가 암컷과
함께 자신과 닮은 새끼를 만든다.



(가)와 (나)에 나타난 생물의 특성으로 가장 적절한 것은?

- | (가) | (나) |
|----------|--------|
| ① 적응과 진화 | 물질대사 |
| ② 적응과 진화 | 생식과 유전 |
| ③ 발생과 생장 | 항상성 |
| ④ 발생과 생장 | 생식과 유전 |
| ⑤ 물질대사 | 항상성 |

2. 다음은 사람에서 일어나는 세포 호흡에 대한 자료이다. ㉠은 포도당과 아미노산 중 하나이다.

- 세포 호흡 과정에서 방출되는 에너지의 일부는 ㉠ ATP 합성에 이용된다.
- ㉠이 세포 호흡에 이용된 결과 ㉡ 질소(N)가 포함된 노폐물이 만들어진다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 미토콘드리아에서 ㉠이 일어난다.
- ㄴ. 암모니아는 ㉡에 해당한다.
- ㄷ. ㉠은 포도당이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 다음은 사람의 기관 A와 B에 대한 자료이다. A와 B는 이자와 콩팥을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A에서 생성된 오줌을 통해 요소가 배설된다.
- B에서 분비되는 호르몬 ㉠의 부족은 ㉡ 대사성 질환인 당뇨병의 원인 중 하나이다.

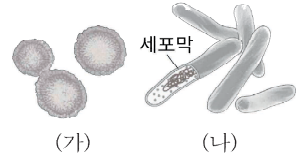
이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- ㄱ. A는 소화계에 속한다.
- ㄴ. ㉠의 일부는 순환계를 통해 간으로 이동한다.
- ㄷ. 고지혈증은 ㉡에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

4. 그림 (가)와 (나)는 결핵과 독감의 병원체를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



- ㄱ. (가)는 독감의 병원체이다.
- ㄴ. (나)는 스스로 물질대사를 하지 못한다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 모두 단백질을 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 다음은 생태계에서 일어나는 에너지 흐름에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 생물은 생산자입니다.

1차 소비자의 생장량은 생산자의 호흡량에 포함됩니다.

1차 소비자에서 2차 소비자로 유기물에 저장된 에너지가 이동합니다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

6. 다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구이다.

(가) 뒷날개에 긴 꼬리가 있는 나방이 박쥐에게 잡히지 않는 것을 보고, 긴 꼬리는 이 나방이 박쥐에게 잡히지 않는 데 도움이 된다고 생각했다.

(나) 이 나방을 집단 A와 B로 나눈 후 A에서는 긴 꼬리를 그대로 두고, B에서는 긴 꼬리를 제거했다.

(다) 일정 시간 박쥐에게 잡힌 나방의 비율은 ㉠이 ㉡보다 높았다. ㉠과 ㉡은 A와 B를 순서 없이 나타낸 것이다.

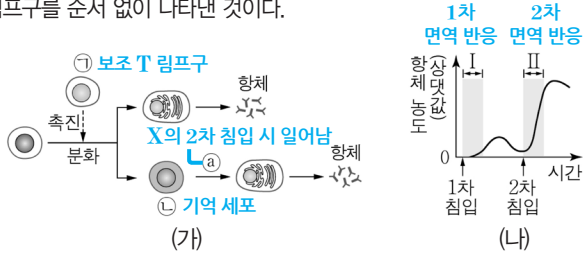
(라) 긴 꼬리는 이 나방이 박쥐에게 잡히지 않는 데 도움이 된다는 결론을 내렸다.

이 자료에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- ㄱ. ㉠은 B이다.
- ㄴ. 연역적 탐구 방법이 이용되었다.
- ㄷ. 박쥐에게 잡힌 나방의 비율은 종속변인이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

그림 (가)는 어떤 사람이 항원 X에 감염되었을 때 일어나는 방어 작용의 일부를, (나)는 이 사람에서 X의 침입에 의해 생성되는 X에 대한 혈중 항체 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 기억 세포와 보조 T 림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- [보기]
- ㉠ 보조 T 림프구이다.
 - B 림프구의 분화를 촉진하는 ㉠은 보조 T 림프구임
 - 구간 I 에서 비특이적 방어 작용이 일어난다.
 - 구간 I 에서 식세포 작용(식균 작용) 등의 비특이적 방어 작용이 일어난다
 - 구간 II 에서 과정 ㉡가 일어난다.
 - X의 2차 침입 시 기억 세포가 형질 세포로 분화됨

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉡ ⑤ ㉠, ㉡, ㉡

I 문제+자료 분석 I

- (가): ㉠은 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화되는 과정을 촉진하는 세포이므로 보조 T 림프구이다. ㉡은 X의 2차 침입 시 형질 세포로 분화되는 세포이므로 기억 세포이다.
- (나): 구간 I에서는 X의 1차 침입 시 1차 면역 반응이 일어나 항체가 비교적 천천히 조금 생성된다.
구간 II에서는 X의 2차 침입 시 기억 세포에 의해 2차 면역 반응이 일어나 항체가 비교적 빠르게 많이 생성된다.

I 보기 분석 I

- ㉠ ㉠은 B 림프구가 항체를 생산하는 형질 세포와 2차 면역 반응에 관여하는 기억 세포로 분화되는 과정을 촉진하므로 보조 T 림프구에 해당한다.
- ㉡ 구간 I에서는 X의 1차 침입 시 X를 잡아먹어 분해하는 식세포 작용(식균 작용) 등의 비특이적 방어 작용이 일어난다. 구간 I과 구간 II에서 항원의 침입 시 특이적 방어 작용과 함께 식세포 작용(식균 작용) 등의 비특이적 방어 작용도 일어남을 기억해두자.
- ㉡ X의 2차 침입 시 구간 II에서 기억 세포가 형질 세포로 분화되는 과정 ㉡가 일어난다.



문제 풀이 꿀팁

- 항원의 1차 침입 시에는 대식세포의 식세포 작용(식균 작용), 보조 T 림프구의 항원 인식, B 림프구의 분화 과정 후에 형질 세포가 항체를 생산하므로 항체가 비교적 느리게 조금 생성된다.
- 항원의 2차 침입 시에는 1차 침입 시 형성되어 있던 기억 세포가 형질 세포로 증식·분화되어 2차 면역 반응이 일어나므로 항체가 비교적 빠르게 많이 생성된다.

다음은 병원체 P와 Q에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

○ Q에 항원 ㉠과 ㉡이 있다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 유전적으로 동일하고, P와 Q에 노출된 적이 없는 생쥐 I ~ V를 준비한다.

(나) I에게 P를, II에게 Q를 각각 주사하고 일정 시간이 지난 후, 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

(다) (나)의 II에서 혈청, ㉠에 대한 B 림프구가 분화한 기억 세포 ㉢, ㉣에 대한 B 림프구가 분화한 기억 세포 ㉤를 분리한다.

(라) III에게 (다)의 혈청을, IV에게 (다)의 ㉢를, V에게 (다)의 ㉤를 주사한다.

(마) (라)의 III ~ V에게 P를 각각 주사하고 일정 시간이 지난 후, 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

생쥐	생존 여부
I	죽는다
II	산다
생쥐	생존 여부
III	산다
IV	죽는다
V	산다

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (3점)

- [보기]
- ㉠ (나)의 II에서 1차 면역 반응이 일어났다.
 - (나)의 II에서 항원 ㉠과 항원 ㉡에 대한 1차 면역 반응이 일어남
 - ㉡ (마)의 III에서 P와 항체의 결합이 일어났다.
 - (마)의 III에서 항원 항체 반응이 일어남
 - ㉢ (마)의 V에서 ㉢가 형질 세포로 분화했다.
 - (마)의 V에서 ㉢가 형질 세포로 분화하여 체액성 면역이 일어남

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡ ④ ㉡, ㉡ ⑤ ㉠, ㉡, ㉡

I 문제+자료 분석 I

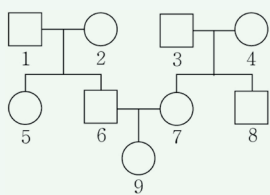
- I : (나)에서 I에 P를 주사한 결과 I이 죽은 것으로 보아, P는 생명을 위협할 수 있는 병원체이다.
- II : (나)에서 II에 Q를 주사하여 항원 ㉠과 항원 ㉡에 대한 1차 면역 반응이 일어나 II가 생존했다. 1차 면역 반응 이후, II의 혈청에는 ㉠과 ㉡에 대한 항체가 존재하며, II는 ㉠에 대한 기억 세포 ㉢, ㉣에 대한 기억 세포 ㉤를 가진다.
- III : (라)에서 III에게 (다)의 혈청을 주사하면, III은 ㉠과 ㉡에 대한 항체를 갖게 된다. 이후, P를 주사했을 때 III이 생존한 것으로 보아, 항원 항체 반응을 통해 P에 존재하는 항원이 무력화되었음을 알 수 있다.
- IV : (라)에서 IV에게 (다)의 ㉢를 주사한 후, (마)에서 P를 주사했을 때 IV가 죽은 것으로 보아, P에 존재하는 항원이 ㉠에 대한 기억 세포 ㉢를 형질 세포로 분화시키지 못함을 알 수 있다. 즉, P에는 항원 ㉠이 존재하지 않는다.
- V : (라)에서 V에게 (다)의 ㉤를 주사한 후, (마)에서 P를 주사했을 때 V가 생존한 것으로 보아, P에 존재하는 항원이 ㉡에 대한 기억 세포 ㉤를 형질 세포로 분화시켜, 체액성 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다. 따라서 P에는 항원 ㉡이 존재한다.

I 보기 분석 I

- ㉠ (나)에서 II에 Q를 주사 시, II에 항원 ㉠과 항원 ㉡이 1차 침입한 것이므로, 항원 ㉠과 항원 ㉡에 대해 1차 면역 반응이 일어났다.
- ㉡ (마)의 III에 P를 주사했을 때 III이 생존한 것으로 보아, 항원 항체 반응을 통해 P에 존재하는 항원이 무력화되었음을 알 수 있다.
- ㉢ (마)에서 P를 주사했을 때 V가 생존한 것으로 보아, P에 존재하는 항원이 ㉡에 대한 기억 세포 ㉤를 형질 세포로 분화시켜, 체액성 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다.

다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 H와 h에 의해 결정되며, H는 h에 대해 완전 우성이다. (가) $H > h$
- (나)는 대립유전자 T와 t에 의해 결정되며, 유전자형이 다른 표현형이 다르다. (나)의 표현형은 3가지이고, ㉠, ㉡, ㉢이다. (나) $T = t / TT, Tt, tt$ 의 표현형이 다름
- (가)와 (나)의 유전자는 같은 상염색체에 있다.
- 그림은 구성원 1~9의 가계도를, 표는 1~9를 (가)와 (나)의 표현형에 따라 분류한 것이다. ㉠~㉢은 2, 3, 4, 7을 순서 없이 나타낸 것이다.



표현형	(가)	
	발현됨	발현 안 됨
㉠ Tt	6, ㉠ 7	8, ㉡ 2
㉡ tt	1, ㉢ 4	5
㉢ TT	㉣ 3	9

- 3과 6은 각각 h와 T를 모두 갖는 생식세포를 형성할 수 있다.

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

[보기]

㉠ ㉢은 7이다. ㉡는 7임

㉡. (나)의 표현형이 ㉠인 사람의 유전자형은 TT이다.

(나)의 표현형이 ㉠인 사람의 유전자형은 Tt임

㉢. 9의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 3과 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

9의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 3과 같을 확률은 0임

㉠ ㉡ ㉢ ㉣ ㉤ ㉥ ㉦ ㉧ ㉨ ㉩ ㉪ ㉫ ㉬ ㉭ ㉮ ㉯ ㉰ ㉱ ㉲ ㉳ ㉴ ㉵ ㉶ ㉷ ㉸ ㉹ ㉺ ㉻ ㉼ ㉽ ㉾ ㉿ ㊀ ㊁ ㊂ ㊃ ㊄ ㊅ ㊆ ㊇ ㊈ ㊉ ㊊ ㊋ ㊌ ㊍ ㊎ ㊏ ㊐ ㊑ ㊒ ㊓ ㊔ ㊕ ㊖ ㊗ ㊘ ㊙ ㊚ ㊛ ㊜ ㊝ ㊞ ㊟ ㊠ ㊡ ㊢ ㊣ ㊤ ㊥ ㊦ ㊧ ㊨ ㊩ ㊪ ㊫ ㊬ ㊭ ㊮ ㊯ ㊰ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

단서+발상

- 단서** 5의 부모(1과 2) 또는 9의 부모(6과 7)는 모두 (가)가 발현되었는데 5와 9는 (가)가 발현되지 않은 것에 주목한다.
- 발상** 6의 유전자형이 TT라면, 1과 9는 모두 T_이므로 3가지 표현형(㉠, ㉡, ㉢)이 나올 수 없으므로 6의 유전자형이 Tt(㉠)임을 파악한다.
- 해결** (나)에 대한 표현형이 ㉡(tt)이 될 수 있는 사람은 4뿐이고, 7이 ㉠을 나타내는 ㉢임을 파악한 후, 각 개체에서 (가)와 (나)의 연관 관계를 고려하여 유전자형을 파악할 수 있어야 고난도 문제를 해결할 수 있다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 (가) 형질의 우열 파악하기

- 2, 3, 4, 7(㉠~㉣) 중 (가) 발현은 3명이다. 5의 부모(1과 2) 또는 9의 부모(6과 7)는 모두 (가)가 발현되었는데 5와 9는 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 우성 형질이다.

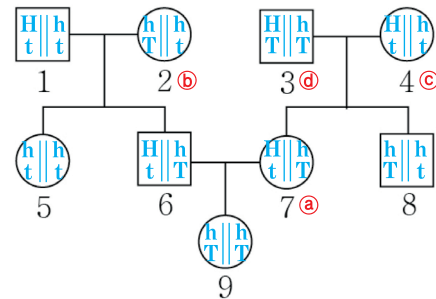
step 2 (나) 형질의 표현형에 따른 유전자형 파악하기

- 6은 문제의 조건에서 T를 가진 생식세포를 형성할 수 있으므로 유전자형이 T_이다.
- 6의 유전자형이 TT라면, 1과 9는 모두 T_이므로 3가지 표현형(㉠, ㉡, ㉢)이 나올 수 없다. 따라서 6의 (가)에 대한 유전자형은 Tt이다.

- 9는 6에게서 h와 T가 함께 있는 염색체를 물려받고 6과는 (가)와 (나)의 표현형이 다르므로 9의 (나)에 대한 유전자형은 TT이다.
- 나머지 ㉡의 유전자형은 tt이다.

step 3 연관 관계를 고려하며 각 개체들의 유전자형 파악하기

- (가)가 발현된 사람의 유전자형은 HH 또는 Hh, (가)가 발현되지 않은 사람의 유전자형은 hh이다.
- (나)에 대해 ㉠ 표현형을 가지는 사람(6, 8)은 Tt이고, ㉡ 표현형을 가지는 사람(1, 5)은 tt이며, ㉢ 표현형을 가지는 사람(9)은 TT이다.
- 3과 6은 h, T를 모두 갖는 생식세포를 형성할 수 있다.
- 1, 5, 6의 유전자형 파악 후 2가 hT/ht임을 알 수 있다. 따라서 2는 (가)가 발현되지 않은 ㉡이다. 3, 4, 7은 모두 (가)가 발현되었으므로 유전자형이 H_이고, 3과 7은 모두 T를 가지므로 표현형이 ㉢(tt)이 될 수 있는 사람은 4뿐이다.
- 위 사항과 (가)와 (나)의 연관 관계를 고려하여 각 개체들의 유전자형을 나타내면 그림과 같다.



- (가)와 (나)의 유전자형을 고려하면, ㉡는 7, ㉢는 2, ㉣는 4, ㉤는 3이다.

| 보기 분석 |

㉠ ㉢은 7이다. (○)

- 7은 9에게서 h, T가 함께 있는 염색체를 물려주어야 하는데 4의 (나)에 대한 유전자형이 tt이므로, 3으로부터 h, T가 함께 있는 염색체를 물려받는다. 7은 4로부터 H, t가 함께 있는 염색체를 물려받는다.
- 7은 유전자형이 HhTt이므로, (가)는 발현됨, (나)는 ㉠ 표현형인 ㉢에 해당한다.

㉡. (나)의 표현형이 ㉠인 사람의 유전자형은 TT이다. (×)

- step 2의 문제 풀이를 참고하면 (나)의 표현형이 ㉠인 사람의 유전자형은 Tt이다.

㉢. 9의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 3과 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. (×)

- 6(Ht/hT)과 7(Ht/hT) 사이에서 태어날 수 있는 자녀의 유전자형과 표현형은 표와 같으므로, 9의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 3(H_TT)과 같을 확률은 0이다.

7 \ 6	Ht	hT
Ht	HHtt	HhTt
hT	HhTt	hhTT

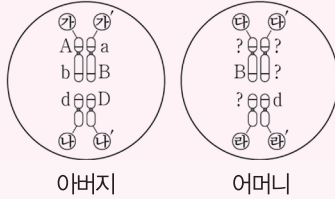
★ 정답은 ㉠ ㉡이다.

오해 틀렸나?

- ㉣번을 최다 오답으로 선택한 27%의 학생들은 (나)의 표현형에 따른 유전자형을 매칭하지 못했다.
- 6의 유전자형이 TT라고 가정했을 때 1과 9는 모두 T_이므로 3가지 표현형(㉠, ㉡, ㉢)이 나올 수 없다는 모순이 나타나므로, 6이 Tt(㉠ 표현형)라는 것을 파악한다면 선택지를 쉽게 해결할 수 있었을 것이다.

다음은 어떤 가족의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해, (다)는 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다.
- 그림은 아버지와 어머니의 체세포에 들어 있는 일부 염색체와 유전자를 나타낸 것이다. ㉠~㉣는 각각 ㉠'~㉣'의 상동 염색체이다.
- 표는 이 가족 구성원의 세포 I ~ IV에서 염색체 ㉠~㉣의 유무와 A, b, D의 DNA 상대량을 더한 값(A+b+D)을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 ㉠~㉣를 순서 없이 나타낸 것이다.



구성원	세포	염색체				A+b+D
		㉠ ㉠'	㉡ ㉡'	㉢ ㉢'	㉣ ㉣'	
아버지	I	○	×	×	×	0
어머니	II	×	○	×	○	3
자녀 1	III	○	×	○	○	3
자녀 2	IV	○	×	×	○	3

(○: 있음, ×: 없음)

- 감수 분열 시 부모 중 한 사람에게서만 염색체 비분리가 1회 일어나 염색체 수가 비정상적인 생식세포 ㉠가 형성되었다.
- ㉠가와 정상 생식세포가 수정되어 자녀 2가 태어났다.
- 자녀 2를 제외한 이 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) (3점)

[보기]

- ㉠ ㉠'은 ㉠이다. ㉡ ㉡'은 ㉡이다.
- ㉢. 어머니의 (가)~(다)에 대한 유전자형은 AABBDd이다.
어머니의 (가)~(다)에 대한 유전자형은 AABbDd임
- ㉣. ㉠는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자이다.
㉡는 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자임

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

단서+발상

- 단서** 아버지의 세포 I 이 ㉠~㉣ 중 ㉠만 가지고, A+b+D가 0임을 이용하여 ㉠이 ㉠임을 찾아낸다.
- 발상** 세포 II와 III에서 ㉠~㉣의 유무와 A+b+D가 3임을 이용하여 어머니와 자녀 1에서의 유전자형이 될 수 있는 경우를 모두 생각해본다.
- 해결** 세포 IV가 ㉠과 ㉡를 가지 않고, A+b+D가 3을 만족하려면 ㉢과 ㉣의 비분리가 일어나야 하고, 어머니의 유전자형이 AABbDd임을 파악할 수 있어야 고난도 문제를 해결할 수 있다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 세포 I, II, III 분석하기

- 세포 I : 핵상이 2n이라면 ㉠, ㉡를 모두 가지므로 ㉠~㉣ 중 2개의 염색체를 가져야 하는데, ㉠ 1개만을 가지므로 핵상이 n인 세포이다. 세포 I 은

A+b+D가 0이므로, ㉠(A, b 연관)과 ㉡(D 존재)를 갖지 않고, ㉢(a, B 연관)과 ㉣(d)를 갖는다. 따라서 ㉠은 ㉠이다.

- 세포 II : ㉠(㉠)과 ㉡를 갖지 않고, ㉢과 ㉣을 갖는 세포이다. ㉠~㉣ 중 ㉢는 아버지만 가질 수 있는 염색체이므로, ㉢이 ㉢이고, 나머지 ㉣과 ㉣은 어머니가 가질 수 있는 ㉣ 또는 ㉣이다. 세포 II의 핵상이 n이라면, A+b+D는 최대 2로 모순이 나타나므로 세포 II의 핵상은 2n이다. A+b+D가 3이 되는 경우는 표와 같이 3가지가 있다.

구분	A	b	D	유전자형
경우 ①	1	1	1	AaBbDd
경우 ②	2	1	0	AABbdd
경우 ③	2	0	1	AABBDd

- 세포 III : ㉠~㉣ 중 3개를 가지므로 핵상이 2n인 세포이다. 아버지로부터 ㉠(A, b 연관)과 ㉡(d)를 물려받고, 어머니로부터 ㉢와 ㉣ 또는 ㉢'와 ㉣'를 물려받았으며, A+b+D가 3이 되는 경우는 표와 같이 2가지가 있다.

i) 어머니로부터 A를 물려받은 경우		어머니의 유전자형이 ①, ②, ③일 때 모두 가능
ii) 어머니로부터 b를 물려받은 경우		어머니의 유전자형이 ①일 때만 가능하나, 어머니와 자녀 2에서 A+b+D가 3이 나올 수 없음 → 모순 발생

- ii)에서는 모순이 발생하므로 i)이 가능하며, 세포 III이 갖는 ㉢는 ㉢이고, 나머지 ㉣은 ㉣이다.

step 2 염색체 비분리 시기 파악하기

- 자녀 2의 세포 IV는 ㉠과 ㉡를 가지 않으므로 아버지로부터 ㉠'와 어머니로부터 ㉡'를 물려받았으며, A+b+D는 3을 만족해야 하므로 어머니로부터 ㉢, ㉣'를 물려받았으며, ㉣'에는 A와 b가 존재해야 한다.
- 어머니의 난자 형성 과정 중 감수 1분열에서 상동 염색체의 비분리(㉢와 ㉣' 비분리)가 일어나 비정상적인 생식세포 ㉠가 형성되었다.

step 3 어머니의 유전자형 찾기

- 어머니의 체세포에서 ㉢에는 A와 B가 존재하며, ㉣'에는 A와 b가 존재하므로 이를 만족하는 경우는 AABbdd(경우 ②)이다.

| 보기 분석 |

- ㉠ ㉡는 ㉡이다. (○)

- step 1을 참고하면 ㉡는 ㉡이다.

- ㉢. 어머니의 (가)~(다)에 대한 유전자형은 AABBDd이다. (×)

- step 3을 참고하면 어머니의 (가)~(다)에 대한 유전자형은 AABbDd이다.

- ㉣. ㉠는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자이다. (×)

- step 2를 참고하면, ㉡는 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자이다.

★ 정답은 ① ㉠ ㉡이다.

오해 틀렸나?

- ③번을 최다 오답으로 선택한 38%의 학생들은 자녀 2가 어머니로부터 ㉢, ㉣'를 물려받았으며, A+b+D는 3을 만족하기 위해서 ㉣'에 A와 b가 존재해야 함을 파악하지 못했다.
- 세포 II가 갖는 ㉠~㉣의 유무와 A+b+D가 3임을 이용하여 어머니의 유전자형이 될 수 있는 경우를 모두 나열한 후, ㉢에는 A와 B가 존재하며, ㉣'에는 A와 b가 존재하는 경우는 AABbDd임을 파악하면, ㉢ 선지를 해결할 수 있었을 것이다.

차 례 [꼭 출제되는 중요 개념]

★ 1등급 대비 개념

I 생명 과학의 이해

01. 생물의 특성	02
02. 생명 과학의 탐구 방법	04

II 사람의 물질 대사

03. 세포 호흡과 ATP	06
04. 물질대사와 건강	08

III 항상성과 몸의 조절

★ 05. 자극의 전달 [1등급 대비]	10
06. 근수축 운동 [2등급 대비]	14
07. 자율 신경계	18
08. 혈당량 유지	20
09. 체온 유지	21
10. 삼투압 조절	22

IV 방어 작용

11. 질병과 병원체	23
12. 우리 몸의 방어 작용 [2등급 대비]	24

V 유전

13. 염색체와 세포 주기 [2등급 대비]	28
14. 세포 분열 [2등급 대비]	32
★ 15. 사람의 유전 [1등급 대비]	36
★ 16. 유전병 [1등급 대비]	40

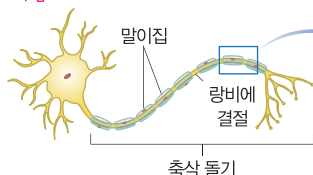
VI 생태계와 상호 작용

17. 군집의 천이	44
18. 군집 내 개체군 간의 상호 작용	45
19. 물질의 생산과 소비	46
20. 물질의 순환	47

1. 뉴런의 구조

(1) 말이집 유무에 따른 구분: 말이집 신경과 민말이집 신경

축삭 돌기가 말이집으로 싸여있음

말이집
신경

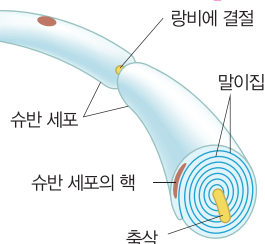
축삭 돌기

민말이집
신경

말이집이 싸여있지 않아 축삭 돌기 전체에서 흥분 발생

— 축삭이 노출된 부분

— 랑비에 결절에서만 흥분 발생



(2) 기능에 따른 구분: 구심성 뉴런, 연합 뉴런, 원심성 뉴런

구심성 뉴런	감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경의 연합 뉴런으로 전달한다.
연합 뉴런	구심성 뉴런에서 온 자극 정보를 통합하여 원심성 뉴런으로 반응 명령을 내린다.
원심성 뉴런	중추 신경에서 판단하여 내린 명령을 근육과 같은 반응기로 전달한다.

2. 흥분의 발생 과정

구분	분극	탈분극	재분극
막투과도	Na^+ 통로와 K^+ 통로가 닫혀 있다.	뉴런이 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열린다.	Na^+ 통로가 닫히고 K^+ 통로가 열린다.
이온의 이동	$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 능동 수송한다.	Na^+ 이 Na^+ 통로를 통해 세포 안으로 확산된다.	K^+ 이 K^+ 통로를 통해 세포 밖으로 확산된다.
막전위	휴지 전위 (-70mV)	약 $+35\text{mV}$ 까지 상승	휴지 전위로 돌아간다.

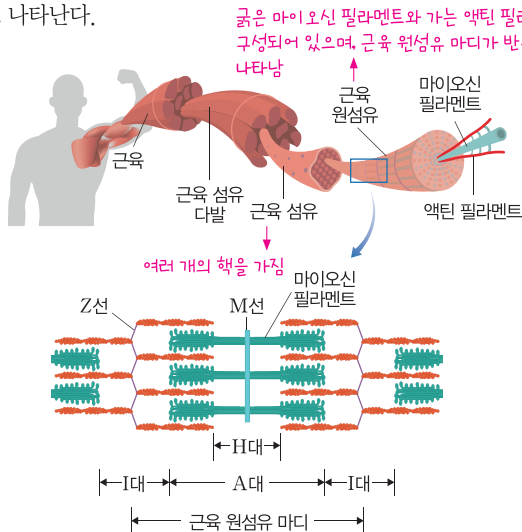
1. 골격근의 구조

여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되며, 하나의 근육 섬유(근육 세포)는 더 가느다란 근육 원섬유로 구성되어 있다.

2. 근육 원섬유 마디(근절): 근수축이 일어나는 단위로, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 일부 겹쳐 배열해 있다.

I대(명대)	액틴 필라멘트만으로 구성되어 밝게 보이는 부분이다.
A대(암대)	마이오신 필라멘트가 있어 어둡게 보이는 부분이다.
H대	A대 중에서 액틴 필라멘트와 겹쳐 있지 않고 마이오신 필라멘트로만 되어 있는 부분이다.
Z선	근육 원섬유 마디와 마디를 구분하는 경계선이다.
M선	H대의 중앙에 수직으로 나타나는 진한 선이다.

→ A대는 어둡게 보이고, I대는 밝게 보이므로 근육 원섬유를 관찰하면 어두운 부분과 밝은 부분이 교대로 나타난다.



3. 근수축 과정

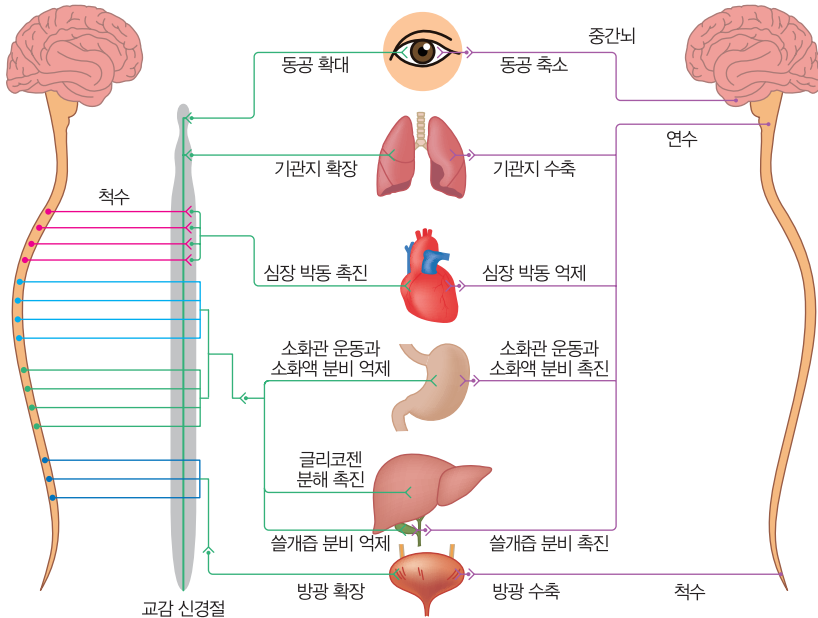
- (1) 근육 섬유의 세포막에 접한 운동 뉴런의 축삭 돌기 말단에 활동 전위가 도달하면 축삭 돌기 말단에서 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 방출되어 근육 섬유의 세포막이 탈분극되고 활동 전위가 발생한다.
- (2) 골격근의 수축 원리(활주설): 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디가 짧아지면서 수축한다.

07 자율 신경계

★ 자율 신경계의 길항 작용

교감 신경 — 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 존재!

부교감 신경



• 교감 신경과 부교감 신경은 길항 작용으로 항상성을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

구분	구조적 특징	신경 전달 물질	
		신경절 이전 뉴런	신경절 이후 뉴런
교감 신경	척수의 중간 부분에서 뻗어 나오고, <u>신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 길다.</u>	아세틸콜린	<u>노르에피네프린</u>
부교감 신경	중간뇌, 연수, 척수의 아랫부분에서 뻗어 나오고, <u>신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧다.</u>	아세틸콜린	아세틸콜린

→ 교감은 신경절 이전 뉴런이 이후 뉴런보다 짧으므로 '앞니가 짧은 교감 선생님'으로 암기!

→ 노르에피네프린은 교감의 신경절 이후 뉴런에서만 분비된다는 것을 꼭 기억해두자!

★ 문제 풀이

교감 신경과 부교감 신경은 말초 신경계의 원심성 신경에 속한다는 것을 알아야 한다. 또한, 심장 세포에서의 작용을 물어볼 때 심장 박동의 촉진 및 억제를 활동 전위 빈도의 변화로 나타내는 문제가 출제되므로, 박동이 촉진되는 경우는 심장 세포에서 활동 전위 빈도가 증가하고, 억제되는 경우에는 활동 전위 빈도가 감소한다는 것을 알아두도록 하자.



나만의 비법 정리

Handwriting practice lines consisting of multiple sets of three horizontal dashed blue lines.