

**[변인의 구분]**

구분	특징
독립 변인	탐구 결과에 영향을 미칠 수 있는 요인 조작 변인과 통제 변인이 있다.  조작 변인 : 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인 통제 변인 : 대조군과 실험군 모두 일정하게 유지하는 변인
종속 변인	조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인으로 탐구에서 측정되는 값

**④ 결과 정리 및 해석**

탐구를 수행하여 얻은 결과를 정리하고 해석하여 경향성과 규칙성을 알아내고, 탐구 결과가 가설을 지지하는지의 여부를 판정한다. 가설이 옳지 않음이 밝혀지면 가설을 수정하여 새로운 탐구를 설계하고 수행해야 한다.

**⑤ 결론 도출 및 일반화**

탐구 결과를 해석한 결과 가설이 옳은 것으로 밝혀지면 결론을 도출하고, 이 결론이 다른 과학자들의 탐구를 통해 반복적으로 옳은 것으로 확인되면 학설이나 이론으로 일반화할 수 있다.

**[연역적 탐구 방법의 예 (1) - 파스퇴르의 실험(탄저병 연구)]**

	과정
관찰 및 문제 인식	오래 방치한 닭 콜레라균을 접종한 닭이 닭 콜레라를 가볍게 앓고 회복하는 것을 관찰하고, '양의 탄저병도 같은 방식으로 예방할 수 있지 않을까?'라는 의문을 가졌다.
가설 설정	'탄저병 백신은 양의 탄저병을 예방하는 효과가 있을 것이다.'라고 생각하였다.
탐구 설계 및 수행	건강한 양들을 두 집단으로 나누어 한 집단에는 탄저병 백신을 주사하고, 다른 집단에는 탄저병 백신을 주사하지 않은 후, 두 집단에 모두 탄저균을 주사하였다.  • 실험군 : 탄저병 백신을 주사한 집단 • 대조군 : 탄저병 백신을 주사 안 한 집단 • 조작 변인 : 탄저병 백신 주사 유무 • 종속 변인 : 탄저병 발병 여부 • 통제 변인 : 탄저균 주사, 양의 종류와 건강 상태, 온도 등
탐구 결과 정리 및 해석	탄저병 백신을 주사한 양들은 모두 건강하였고, 백신을 주사하지 않은 양들은 죽거나 죽어 가고 있었다.
결론 도출	탄저병 백신은 탄저병을 예방하는 효과가 있다.
+ 일반화	백신을 주사하면 병원체에 의해 발생하는 감염성 질병을 예방할 수 있다.

**결론의 일반화**

귀납적 탐구 방법이나 연역적 탐구 방법을 통해 얻은 과학 지식이 되기 위해서는 여러 과학자에 의해 반복적으로 같은 결론에 도달하는 과정이 필요하다.

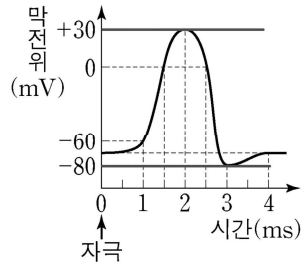
**[Remark 3]** 조작 변인 이외에 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 독립 변인(통제 변인)을 실험군과 대조군에서 일정하게 유지하는 것을 변인 통제라고 한다. 대조 실험에서 조작 변인 이외의 독립 변인(통제 변인)을 일정하게 유지하지 않으면 실험군과 대조군의 실험 결과가 다르게 나타나도 어떤 요인에 의해서인지 정확하게 알 수가 없다.

흥분의 전도 추론형  
Schema 5

특수 막전위

[중요도 ★★★★★]

- 막 전위 변화 그래프에서 다른 막전위 값들은 여러 시점과 대응되는 반면 +30mV와 -80mV는 오직 한 시점에서만 나타난다.
- 그에 따라 문제에서 막전위 해석의 기준이 되는 값들로 작용한다.



막 전위 변화 그래프에서 다른 막전위 값들은 여러 시점과 대응되는 반면 +30mV와 -80mV는 오직 한 시점에서만 나타난다.

[① -80mV]

과분극이 일어난 지점

같은 시점에 막전위를 측정했을 때 막전위가 -80mV인 지점은 막 전위 상 재분극이나 탈분극이 일어난 지점보다 자극 지점이 가까우며, 막 전위 변화 그래프에서 가장 비교의 기준점으로 삼기 좋은 값이다.

특수 막전위를 이용하여 지점 간 위치 관계를 해석하면 다음과 같다.

[관계 해석]

지점	I	II
같은 시점 t일 때, 측정된 막 전위	-80 mV	$x$ mV

(단,  $-70 < x$ )

$x$  mV은 탈분극, 재분극에 무관하게 -80mV보다 그래프 상 왼쪽에 나타난다. 따라서 I 은 II 보다 자극 지점에 가깝다.

또한 (a, b)에서 b 값이 하나로 결정되어 총 경과된 시간(a+b)을 판단할 때, 자극 지점에서는  $a=0$ 이므로  $b=a+b$ 이고 자극 지점이 아닌 지점에서는 총 경과된 시간이 b보다는 크다는 논리를 활용할 수 있다.

[Remark 1] 특수 막전위에서는 (a, b)에서 b 값이 하나로 결정되어 총 경과된 시간(a + b = t)을 판단할 때, 자극 지점에서는  $a=0$ 이므로 총 경과된 시간(t)이 b와 같고 자극 지점이 아닌 지점에서는 총 경과된 시간(t)이 b보다는 크다는 논리를 활용할 수 있다.

흥분의 전도 추론형  
Schema 13

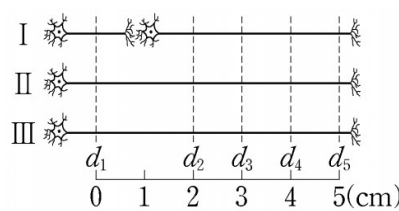
대칭성

[중요도 ★★★]

- 자극을 **신경의 중간 지점**에 주었을 경우 시냅스 유무를 고려하지 않는다면 자극 지점으로부터 **같은 거리에 있는 양쪽 두 지점**은 막전위 값이 동일하게 나타난다.

즉, 자극 지점으로부터 대칭인 지점은 활동 전위 진행량이 동일하므로 자극 지점으로부터 대칭성이 존재하는지 신경 그림을 통해 판단할 수 있어야하고 역으로 대칭성의 존재를 통해 자극 지점의 위치를 추론할 수 있어야 한다.

예 2023학년도 수능



신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$
I	-70	Ⓐ	?	Ⓑ	?
II	Ⓒ	Ⓐ	?	Ⓒ	Ⓑ
III	Ⓒ	-80	?	Ⓐ	?

$d_2$ 로부터  $d_1$ 과  $d_4$ 는 떨어진 거리가 동일하므로 막전위 값이 동일하게 나타난다.

특수 막전위(예 +30, -80)의 경우 가로(신경 내)에서 두 번 나타나면 대칭성의 지표이고 일반 막전위(예 0, -60)의 경우 가로(신경 내)에서 세 번 나타나면 대칭성의 지표이다.

예 2024학년도 미출제 Point ⇒ 2024학년도 9월 평가원 출제

신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	I	II	III	IV	V
A	-40	?	+30	-80	-80
B	?	-60	-80	?	-80

A에서 -80과 -80이 동시에 나타나므로 IV와 V의 중점이 A의 자극 지점이다.  
B에서 -80과 -80이 동시에 나타나므로 III과 V의 중점이 A의 자극 지점이다.

예 미출제 Point

신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	I	II	III	IV	V
A	+30	?	?	-60	-80
B	0	0	-70	?	0

B에서 0이 3군데에서 나타나므로 I, II, V의 재분극, 탈분극 여부를 판단한 후 정확히 활동 전위 진행량이 동일한 두 지점 간 중점이 자극 지점이다.

근육의 수축 계산형  
Schema 6

전체 변화량

[중요도 ★★★]

- 문제에서 주어진 각각 요소들의 변화량을 판단하는 것도 중요하지만  
전체 요소의 합 또는 일부 요소들 간 **합/차의 변화량**을 보는 관점 또한 요구된다.

[전체 변화량 ① - 21학년도 수능]

- 골격근 수축 과정의 시점  $t_1$ 일 때 ㉠~㉣의 길이는 순서 없이  
㉠,  $3d$ ,  $10d$ 이고, 시점  $t_2$ 일 때 ㉠~㉣의 길이는 순서 없이  
㉠,  $2d$ ,  $3d$ 이다.  $d$ 는 0보다 크다.

㉠,  $3d$ ,  $10d$  각각이 ㉠~㉣ 중 어느 원 문자에 대응되는지 바로 알 수는 없지만  
 $t_1$ 에서 ㉠ + ㉡ + ㉢이 ㉠ +  $13d$ 이며  $\Downarrow$ 에 대응되고,  
 $t_2$ 에서 ㉠ + ㉡ + ㉢이 ㉠ +  $5d$ 이며  $\Downarrow$ 에 대응되므로

$\Downarrow$ 에는  $8d$ 가 대응되어  $\downarrow$ 에는  $4d$ 가 대응되고  
 $t_1$ 에서  $t_2$ 로 갈 때 수축인 것을 알 수 있다.

이와 같이 “각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다”나 ㉠과 ㉡를 순서 없이 나타낸 것이다. 와 같은 표현이 사  
용된 경우, 각각을 관찰 & 대응할 수도 있으나 **합이나 차로 관찰**할 수 있다.

[전체 변화량 ② - 24학년도 수능]

- $t_1$ 일 때 ㉠~㉣의 길이는 순서 없이  $5d$ ,  $6d$ ,  $8d$ 이고,  $t_2$ 일 때  
㉠~㉣의 길이는 순서 없이  $2d$ ,  $6d$ ,  $7d$ 이다.  $d$ 는 0보다 크다.

전체 변화량 ①에 대한 내용은 24학년도 수능 대비 디올에 수록되어 있었고  
전체 변화량 ②의 자료는 24학년도 수능 조건이다.

$t_1$ 에서 ㉠ + ㉡ + ㉢이  $19d$ 이고  $t_2$ 에서 ㉠ + ㉡ + ㉢이  $15d$ 이므로  
 $t_1$ 에서  $t_2$ 로 갈 때 수축이 일어나고,  $\Downarrow$ 에는  $4d$ 가 대응되며  $\downarrow$ 에는  $2d$ 가 대응된다.

[‘순서 없이’의 해석]

- 1) 존재성 (㉠, ㉡, ㉢이 각각에 1:1 대응된다.)
- 2) 여사건 (㉠과 ㉡의 합이 일정한 경우, 여사건 ㉢의 변화를 관찰할 수 있다.)
- 3) 합차변화 (㉠, ㉡, ㉢이 순서 없이 주어질 경우 전부 더해서 관찰할 수 있다.)

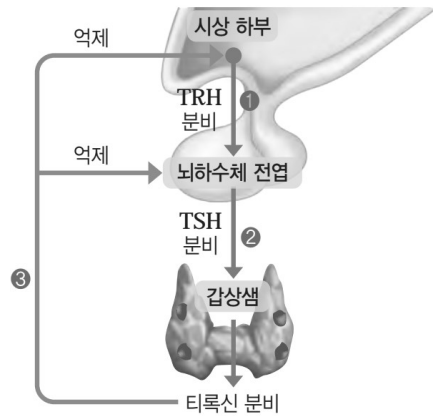
위 1)~3)은 수치 추론형 or 자료 해석형 문항에서 매우 자주 등장하는 논리들이다.

항상성

**TRH**  
(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)  
(Thyrotropin-Releasing Hormone)  
시상 하부에서 분비되어 뇌하수체 전엽의 TSH 분비를 촉진한다.

**TSH**  
(갑상샘 자극 호르몬)  
(Thyroid Stimulating Hormone)  
뇌하수체 전엽에서 분비되어 갑상샘의 티록신 분비를 촉진한다.

[티록신의 분비 조절]



- ① 시상 하부에서 분비된 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)은 뇌하수체 전엽을 자극 하여 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다.
- ② 갑상샘 자극 호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극 하여 티록신의 분비를 촉진한다.
- ③ 혈액 속 티록신의 농도가 높아지면 음성 피드백으로 시상 하부에서 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬 (TRH)의 분비가, 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비가 억제된다.

1) 갑상샘 손상

티록신 부족 ⇒ TRH & TSH 증가

2) 뇌하수체 전엽 손상

TSH 부족 ⇒ 티록신 감소 ⇒ TRH 증가

3) 아이오딘 부족

티록신 부족 ⇒ TRH & TSH 증가 ⇒ 갑상샘 자극 ⇒ 피드백 ⇒ 갑상샘 비대증

4) 갑상샘 항진증

비정상 자극 ⇒ 갑상샘 항진 ⇒ 티록신 과다 ⇒ TRH & TSH 감소

5) 티록신 주입

티록신 과다 ⇒ 피드백 ⇒ TRH & TSH 감소 ⇒ 갑상샘 축소

6) 호르몬 간 관계

		TRH ↑		TSH ↑		티록신 ↑		
	간뇌	→	뇌하수체 전엽	→	갑상샘	→	간	
체온 ↓	↑						↓	체온 ↑
	간	←	갑상샘	←	뇌하수체 전엽	←	간뇌	
		티록신 ↓		TSH ↓		TRH ↓		

5. 혈당량 조절 그래프

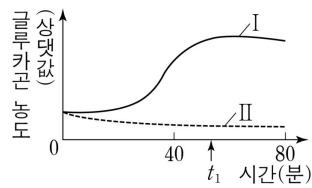
혈당량 조절에서는 다음과 같은 그래프가 출제되곤 한다.

① 혈당량에 따른 호르몬 농도

서로 다른 혈당량에 따른 호르몬 농도에 대한 문항이 출제되곤 한다.

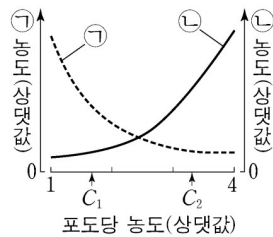
이때 x축이 시간, y축이 농도인 그래프의 경우 x축을 원인, y축을 결과처럼 해석하도록 하자.

[예시 그래프]



[정상인이 I 과 II 일 때 혈중 글루카곤 농도의 변화 그래프]  
I 에서 혈중 글루카곤 농도가 증가하는 구간이 있으므로, I 은 '혈중 포도당 농도가 낮은 상태'이고, II 는 '혈중 포도당 농도가 높은 상태'이다.

혈당량이 정상 범위보다 낮을 때 글루카곤의 분비가 촉진되며, 글루카곤은 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.



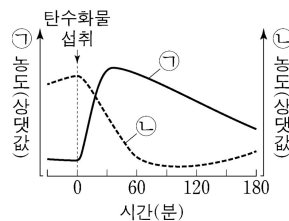
혈당량이 높을수록 혈중 농도가 감소하는 ㉠은 글루카곤  
혈당량이 높을수록 혈중 농도가 증가하는 ㉡은 인슐린이다.

② 식사 후 변화

식사 후 호르몬 농도가 변화하여 항상성이 유지된다.

식사(탄수화물 섭취) ⇒ 혈당량 증가 ⇒ 인슐린 농도 증가 ⇒ 정상 혈당량  
글루카곤 농도 감소

[예시 그래프]



정상인이 탄수화물을 섭취하여 혈당량이 높을 때 혈중 농도가 높은 ㉠은 혈당량을 감소시키는 기능을 하는 인슐린이고, 혈중 농도가 낮은 ㉡은 혈당량을 증가시키는 기능을 하는 글루카곤이다

방형구법  
Schema 3

여사건 논리

[중요도 ★★★]

- 상대 피도(A<sup>c</sup>)는 [상대 빈도와 상대 밀도(A)]의 여사건이다.
- 부분 비례를 활용한 후 여사건 논리로 상대 피도를 결정하는 방향으로 문항의 논리가 주로 흘러간다.

[예시 - 24학년도 9평]

(가) 이 지역에 방형구를 설치하여 식물 중 A~E의 분포를 조사했다. 표는 조사한 자료 중 A~E의 개체 수와 A~E가 출현한 방형구 수를 나타낸 것이다.

구분	A	B	C	D	E
개체 수	96	48	18	48	30
출현한 방형구 수	22	20	10	16	12

(나) 표는 A~E의 분포를 조사한 자료를 바탕으로 각 식물 중의 ㉠~㉣을 구한 결과를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	A	B	C	D	E
㉠ (%)	27.5	?	㉠	20	15
㉡ (%)	40	?	7.5	20	12.5
㉢ (%)	36	17	13	?	10

개체 수는 부분 비례를 관찰하면 ㉡과 비례하는 것을 알 수 있다. 따라서 ㉡은 상대 밀도이다.

출현한 방형구 수는 부분 비례를 관찰하면 ㉠과 비례하는 것을 알 수 있다. 따라서 ㉠은 상대 빈도이다.

∴ ㉢은 상대 피도이다.