

안녕하세요 수능 생명과학1 유전을 가르치고 있는 문강호(생강)입니다.

본 칼럼은 가장 최신의 흥분 전도 문제였던 19학년도 수능 15번 문제를 통해 기출 분석의 방향성 제시를 목표로한 내용을 담고 있습니다.

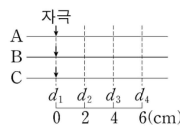
기출 분석에 대한 내용을 다루며 해당 칼럼을 꼼꼼히 살필 경우 기출 분석이 어떤 것인지, 앞으로 공부하는 어떻게 해야하는지에 대해 얻어가실 수 있도록 작성했습니다. 후속편의 경우 기출 분석이 아닌 벡터풀이가 포함된 활용법에 관한 내용이기때문에 외부 제공되지 않습니다.

가장 최신의 흥분 전도 문제였던 19학년도 수능을 통해 방향성 제시를 목표로 하는 분석입니다.

우선 문제부터 풀고 시작하시죠.

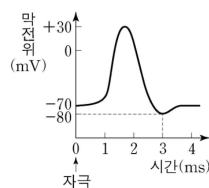
15. 다음은 민말이집 신경 A~C의 흥분 전도에 대한 자료이다.

○ 그림은 A~C의 지점  $d_1$ 으로부터 세 지점  $d_2 \sim d_4$ 까지의 거리를, 표는 ㉠ 각 신경의  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때  $d_1 \sim d_4$ 에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. I~III은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다.

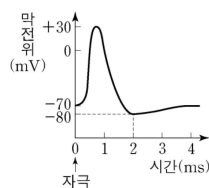


신경	3ms일 때 측정된 막전위(mV)			
	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$
I	-80	?	-60	?
II	?	-80	?	-70
III	?	?	+30	-60

○ A의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이다.  
 ○ 그림 (가)는 A와 B의  $d_1 \sim d_4$ 에서, (나)는 C의  $d_1 \sim d_4$ 에서 활동 전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70mV이다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. 흥분의 전도 속도는 C에서가 A에서보다 빠르다.
- ㄴ. ㉠이 3ms일 때 I의  $d_2$ 에서  $K^+$ 은  $K^+$  통로를 통해 세포 밖으로 확산된다.
- ㄷ. ㉠이 5ms일 때 B의  $d_4$ 와 C의  $d_4$ 에서 측정된 막전위는 같다.

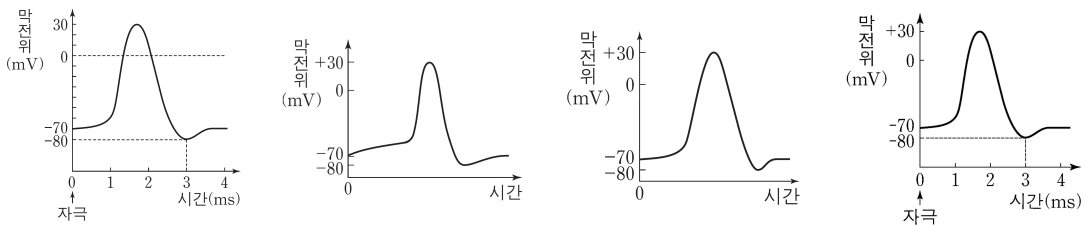
〈기본 태도〉

문제에서 구분을 시킨다는 건 구분이 가능하니까 시킨다는 것이고, 구분이 가능하다는 건 차이점이 존재한다는 생각을 갖고 문제를 봅니다.

〈해석 도구〉

이전 기출 문제를 분석했을 경우 얻어내는 결론들입니다. 과정은 간단하게나마 설명했으나 텍스트로 전달하다보니 대부분 생략 후 결론만 담았습니다.

1. 구체적인 막전위 해석



17학년도 9월 11번    17학년도 수능 19번    18학년도 수능 11번    19학년도 6월 17번

나열된 4개의 그림은 역대 평가원에서 출제된 흥분 전도 문제에서 제시된 막전위 변화 그래프입니다.

당연하게도 기출을 볼 때, 유사한 유형끼리의 차이점과 공통점에도 주목을 하며 공부를 해야하는데 4개의 그림 중 하이라이팅을 한 170911과 190617, 하이라이팅을 하지 않은 171119와 181111의 차이점은 x축의 스케일이 구체적으로 제시가 되었느냐, 안 되었느냐입니다.

그리고 170911의 〈보기〉에서는 제시된 x축의 스케일을 바탕으로 다음과 같은 질문을 했습니다.

ㄷ. 5ms일 때, d<sub>3</sub>에서  $\frac{A \text{의 막전위}}{B \text{의 막전위}}$  의 값은 1보다 크다.

이 보기를 판단하기 위해서는 정확히 어느 지점인지는 몰라도 대략적으로 2.xx초 일 때 막전위는 약 xx와 같이 근사치를 직접 막전위 변화 그래프에서 잡아내야 했습니다. 이를 시작으로 190617을 해결할 때도 필요했던 **반응**입니다.

결론 : 앞으로 흥분 전도 문제에 제시된 막전위 변화 그래프의 x축 스케일이 잡혀 있을 경우에는 풀이 과정에서 구체적인 계산을 염두에 둔다.

## 2. 속도 계산 ①

17학년도 9월 11번에서 뉴런 B의 흥분 전도 속도를 구할 때, 자료로 제시된 막전위 변화 그래프에서 막전위가 -80까지 도달하는 데 걸리는 시간을 쫓고 이를 통해 뉴런 B의 흥분 전도 속도를 계산할 수 있었습니다.

결론 : 앞으로 특정 뉴런의 속도를 계산해야할 때, 막전위 변화 그래프에서 특정 막전위까지 도달하는 데 걸리는 시간이 제시되어 있다면 이를 활용할 수 있는지 확인해야 합니다.

## 3. 속도 계산 ②, 막전위 계산

17학년도 9월 11번과 달리 막전위 변화 그래프에서 특정 막전위에 도달하는 데 까지 걸리는 시간을 제시하지 않았다면 ① 속도가 제시되어 있고, ② 동일한 막전위 변화 그래프를 갖는 뉴런을 통해 간접적으로 특정 막전위에 도달하는 데까지 걸리는 시간을 측정할 수 있다.

17학년도 수능 19번에서 뉴런 B의  $d_4$ 에서 막전위를 측정할 때, 위 방법을 활용했었다.

결론 : 앞으로 특정 뉴런의 속도를 계산해야할 때, 혹은 막전위 자체를 구해야할 때, 막전위 변화 그래프에서 특정 막전위까지 도달하는 데 걸리는 시간을 제시하지 않았다면 동일한 막전위 변화 그래프를 갖는 뉴런이 있는지 확인한다.

## 4. 자극을 준 지점과 막전위를 측정하는 지점이 일치할 때

17학년도 수능 19번과 19학년도 6월 17번에서 자극을 준 지점과 막전위를 측정한 지점이 동일할 때, 두 뉴런의 막전위 변화 그래프가 일치한다면 자극을 준 지점의 막전위는 같다는 사실을 제시했다.

결론 : 앞으로 흥분 전도 문제에서 자극을 준 지점과 막전위를 측정한 지점이 겹치는 곳이 존재한다면 막전위 변화 그래프가 일치하는 서로 다른 뉴런이 있는지 확인한 후, 막전위가 같다는 사실을 인지한다.

이러한 내용을 가지고 19학년도 수능 15번을 풀어보도록 하자.

15. 다음은 민말이집 신경 A~C의 흥분 전도에 대한 자료이다.

○ 그림은 A~C의 지점  $d_1$ 으로부터 세 지점  $d_2 \sim d_4$ 까지의 거리를, 표는 ㉠ 각 신경의  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때  $d_1 \sim d_4$ 에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. I~III은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다.

신경	3ms일 때 측정된 막전위(mV)			
	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$
I	-80	?	-60	?
II	?	-80	?	-70
III	?	?	+30	-60

○ A의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이다.  
 ○ 그림 (가)는 A와 B의  $d_1 \sim d_4$ 에서, (나)는 C의  $d_1 \sim d_4$ 에서 활동 전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.

(가)

(나)

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70mV이다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 흥분의 전도 속도는 C에서가 A에서보다 빠르다.
  - ㄴ. ㉠이 3ms일 때 I의  $d_2$ 에서  $K^+$ 은  $K^+$  통로를 통해 세포 밖으로 확산된다.
  - ㄷ. ㉠이 5ms일 때 B의  $d_4$ 와 C의  $d_4$ 에서 측정된 막전위는 같다.

1번 조건을 읽고나면 I~III이 A~C 중 하나라고 했기 때문에 A~C 중 누가 I, II, III인지 확인하고 싶어진다. A~C 중 어떤 뉴런이 I~III에 대응되는지 알기 위해서는 A~C의 차이점이 필요하고 그 차이점이 반영된 자료가 주어져야 한다. [기본 태도]

그다음 그림과 표를 가볍게 확인한다. 자극을 준 지점과 막전위를 측정한 지점이 동일한  $d_1$ 이 제시된 것을 확인하고, 막전위를 측정한 지점은 모두 제시했기 때문에 뉴런만 대응시키면 된다는 것을 파악할 수 있다.

2번 조건에서 A의 흥분 전도 속도가 제시되어 있다. A의 특징이 주어졌으니 이를 활용해볼 수 있겠으나 A와 나머지 뉴런인 B, C가 반드시 흥분의 전도 속도가 다르다는 보장이 없으므로 잠시 보류한다.

3번 조건에서는 A와 B의 막전위 변화 그래프와 C의 막전위 변화 그래프가 제시되어 있다. 이때 C는 A, B와 확연히 다른 막전위 변화 그래프를 갖기 때문에 제일 먼저 C를 구분하는데 집중한다. 또한 x축 스케일이 잡혀있는 것도 확인한다. [해석 도구 1]

A, B의 막전위 변화 그래프와 C의 막전위 변화 그래프의 두드러지는 차이점은 막전위가 -80이 되는데까지 걸리는 시간이 각각 3ms와 2ms라는 것이다.

다시 표로 시선을 옮겨 막전위를 측정할 시간이 자극을 준 뒤 3ms가 지났을 때라는 것을 확인한다. 이때 3번 조건의 막전위 변화 그래프를 떠올리면 A와 B는  $d_1$ 의 막전위가 -80이어야한다. 하지만 II의  $d_2$ 에서 막전위가 -80이기 때문에 II는 C인 것을 알 수 있다. [해석 도구 4]

그리고 이제는 A와 B만 구분하면 되는데 두 뉴런의 경우 막전위 변화 그래프가 일치하기 때문에 제시된 A의 속도에 의해서 구분 되지 않는다면(즉, A와 B의 속도가 다르지 않다면) 구분이 불가능하다. [기본 태도]

I 과 III 중 누가 A이고 B인지 구분해야하기 때문에 차이점에 주목한다.  $d_3$ 에서의 막전위는 I 과 III 모두 제시되어 있고 막전위 자체도 다른 것을 알 수 있다. 따라서 뉴런 A의  $d_3$ 까지 도달하는 데 시간을 확인하고 대략적인 막전위를 계산한다. [해석 도구 4]

$d_3$ 까지 도달하는 데는 2ms가 걸린다. 3ms일 때 막전위를 측정했으므로 자극을 받은 후 1ms가 지났을 때의 막전위는 대략적으로 -60 부근. 아무튼 +30이 아닌 것은 알 수 있다. 따라서 III이 B이고, 남은 I 이 A이다. [해석 도구 3]

더 이상 궁금한 것은 없으므로 보기로 내려간다.

ㄱ.(X)

C의 흥분 전도 속도를 물어보기 때문에 C의 흥분 전도 속도를 구해야 한다. C의 막전위 변화 그래프에서 -80에 도달하는데 2ms가 걸린다고 제시했고 실제 C가  $d_2$ 에서 막전위가 -80이므로 C의  $d_2$ 는 자극을 받은지 2ms가 지났다. 1ms만에  $d_2$ 에 흥분이 도달해야하므로 C의 흥분 전도 속도는 A와 같은 2cm/ms이다. [해석 도구 2]

ㄴ.(O)

재분극인지 확인하기 위해 구체적인 계산을 해야한다. ...(이후 계산은 생략합니다.) [해석 도구 1]

ㄷ.(O)

5ms일 때 A와 C의  $d_4$ 에서 측정한 막전위를 계산해야 한다. 이때 C의 흥분 전도 속도는 앞서 구했기 때문에 C의 막전위를 먼저 계산한다. C는  $d_4$ 까지 도달하는데 3ms가 걸린다. 따라서 자극을 받고는 2ms가 흘렀으므로 막전위는 -80이다. 그러면 B 역시 -80이지만 확인해준다. -80이기 위해서는 B의  $d_4$ 는 자극을 받은지 3ms가 지났어야 한다. 그러기 위해서는  $d_4$ 까지 2ms만에 도달해야한다. 그러면 B의 흥분 전도 속도가 3cm/ms이어야 하는데 막전위 변화 그래프에서 -80까지 도달하는 데 걸리는 시간을 제시했으나 이를 통해 속도를 계산할 수는 없다. 따라서 A를 통해 간접 계산해야하고 A와 B에서 동일한 막전위가 있는지 확인해야 한다. 이때 -60이 있다. ...(이후 계산은 생략합니다.)

[해석 도구 3]

역시 말로 해야하는 해설인데 글로 쓰려니 쉽진 않네요.

해설이 아니라 이전 기출에서 사용했던 논리적인 풀이를 이후 기출 문제에 어떤 방식으로 활용하여 푸는 지에 초점을 맞춘 글입니다. 따라서 보기 처리할 때 디테일한 계산은 생략했습니다.

오타, 오류, 피드백 환영합니다.

이해 안 가시는 부분은 댓글 남겨주세요. PDF도 첨부해뒀습니다.

Contact

E-mail : [moonginger7210@gmail.com](mailto:moonginger7210@gmail.com)

Kakaotalk ID : sa040666