

근육의 수축

근육의 수축과 관련한 문제는 크게 두 가지 파트로 이루어져 있다.

1. 골격근의 구조

2. 골격근의 수축 과정

골격근의 구조 파트는 개념에 해당하는 사항이고, 골격근의 수축 과정에 대한 부분이 주된 Point이다.

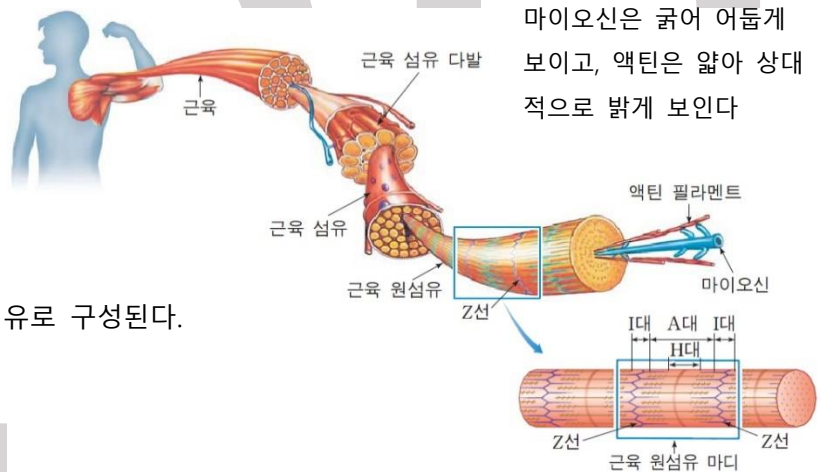
최근 3개년의 수능에서 18수능을 제외하고 19, 20수능에서 출제되었고. 출제되었을 경우 이를 빠르게 해결하여 다른 고난도 문제를 풀어 낼 시간을 확보해야 하는 유형이다.

맞추어야 하는 건 당연하고, 맞추었다더라도 시간을 얼마나 사용했는가?에 초점을 맞춰야 하는 유형.

Part 1 – 골격근의 구조

근육의 수축과정을 공부하기 위해 필수적으로 알고있어야 하는 개념이다.

근육은 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되고, 근육 섬유 다발은 여러 개의 근육 섬유로 구성되며, 근육 섬유는 또 여러 개의 근육 원섬유로 구성된다.



● 필라멘트의 굵기 마이오신은 굵어 어둡게 보이고, 액틴은 얇아 상대적으로 밝게 보인다

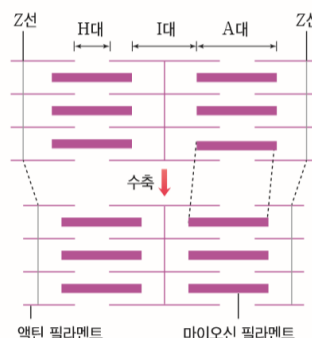
또 근육 원섬유는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트로 구성되어 있으며, 근육 원섬유 마디가 반복적으로 나타난다.

➔ 세포 단위는 근육 섬유이다. 근육 섬유는 다핵 세포이며, 근육 섬유가 여럿 모여 있는 근육 섬유 다발은 조직이라 할 수 있다. 근육 원섬유는 세포가 아니다!

출제가 되는 주된 내용은 근육 원섬유 마디의 수축/이완 과정에서의 변화이다. 그렇기 때문에 근육 원섬유 마디를 구성하는 각 요소들이 어떤 부분을 말하는지 정확하게 알고 있어야 한다.

근육 원섬유 마디가 수축할 때, 액틴이나 마이오신 자체가 수축하는 것이 아니고, 액틴과 마이오신의 겹치는 부분이 늘어나는 것이다.

• 근수축 시 근육 원섬유의 변화



Part 2 – 골격근의 수축 과정

위에서 말한 것과 같이, 골격근의 수축 과정은 근육 원섬유 마디의 수축, 이완 과정에서 어떤 변화가 일어났는지 보고 계산을 하는 파트이다.

이를 위해서는 근육 원섬유 마디의 각 부분의 명칭과, 그 부분이 수축, 이완을 할 때 어떤 변화를 하는지 알아야 할 필요가 있다.



근육 원섬유 마디에서, 가로로 굵은 선이 마이오신 필라멘트, 얇은 것이 액틴 필라멘트이다. 또한 마이오신 필라멘트와 동일한 A대(암대-마이오신이 있으면 어두워 보이기 때문에), 마이오신 필라멘트만 존재하는 부분이 H대, 액틴 필라멘트만 존재하는 부분이 I대(명대), 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 전부 존재하는 부분을 겹대(정의된 이름이 없지만 편의상 붙인 이름)라 한다

결국 총 7가지의 종류로 나눌 수 있다.

1. 마이오신 필라멘트
2. 액틴 필라멘트
3. H대
4. A대
5. I대
6. 겹대
7. 근육 원섬유 마디 전체의 길이

이 7가지 종류의 부위들이 근육 원섬유 마디가 수축/이완할 때 어떤 길이 변화를 가지는 지에 대해 문제가 출제 된다.

표로 한번 정리해 보면

	근육 원섬유 마디	H대	I대	겹대	마이오신(=A대)	액틴
수축시	감소	감소	감소	증가	일정	일정
이완시	증가	증가	증가	감소	일정	일정

이는 당연하게 암기가 되어있어야 할 사항이며, 암기가 되어있지 않다면 원리와 함께 이해하며 암기하자.

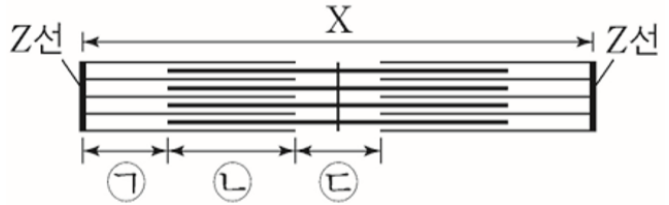
이제 근육의 수축문제를 해결할 때 시간을 굉장히 단축해 줄 수 있는 각 부위의 변화량에 대해 배워보자. 위의 표를 통해 각 부위가 수축/이완할 때 어떻게 변화하는 것인지 알았다. 그럼? 얼마나 변하는 건데?

근육 원섬유 마디 변화량 = H대 변화량 / 근육 원섬유 마디 변화량 = I대 변화량

근육 원섬유 마디 변화량 = -겹대 변화량 / 마이오신(A대)는 늘 일정 / 액틴 필라멘트도 늘 일정

근육 원섬유 마디가 t만큼 줄었다면, H대도 t만큼 줄고 I대도 t만큼 줄었다는 뜻이다. 겹대는 t만큼 늘었겠지?

여기서 또 출제 Point가 나오는 데, 문제에서는 옆의 그림과 같은 식으로 자료가 주어진다. 여기서 ㉠은 I대의 절반이고, ㉡은 겹대의 절반이다.



그렇기 때문에, 근육 원섬유 마디의 변화량이 2t라고 했을 때, ㉠의 변화량은 t일 것이고 ㉡의 변화량은 -t일 것이다.

→ 주어진 부위가 I대인지 I대의 절반인지, 겹대인지 겹대의 절반인지 정확하게 파악을 하고 문제를 해결하자.

$$\text{근육 원섬유 마디 변화량} = 2t$$

H대 변화량 =

A대 변화량 =

액틴 필라멘트 변화량 =

I대 변화량 =

I대의 절반 변화량 =

겹대 변화량 =

겹대 절반의 변화량 =

겹대 절반 + I대 절반 변화량 =

겹대 절반 + H대 변화량 =

H대 + I대 절반 변화량 =

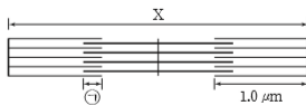
POINT! 한 부위의 변화량만 알게 된다면, 나머지 모든 부위의 변화량을 알아 낼 수 있다.

기출로 확인해보자. 16년 06월 평가원 15번 문제.

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 ㉠과 ㉡일 때 근육 원섬유 마디 X의 길이를, 그림은 ㉡일 때 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.

시점	X의 길이(μm)
㉠	2.4
㉡	3.2



○ ㉠은 X에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 두 구간 중 한 구간이다.

○ ㉡일 때, A대의 길이는 1.6μm이다.

㉠->㉡로 갈 때 근육 원섬유 마디의 변화량이 +0.8임을 확인했다.

그렇기 때문에 ㉠->㉡로 갈 때 ㉠의 길이는 -0.4만큼 변화할 것이다. (ㄱ.) 해결

㉠일 때 H대의 길이 = 2.4 - 2.0 = 0.4 이므로,

㉠->㉡로 갈 때 H대의 변화량은 근육 원섬유 마디의 변화량과 같음을 이용하여 ㉡일 때 H대의 길이가 1.2임을 알 수 있다. (ㄴ.) 해결

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

3점

보기

- ㄱ. 구간 ㉠의 길이는 ㉡일 때보다 ㉠일 때가 0.4μm 더 길다.
- ㄴ. ㉠일 때 H대의 길이는 0.6μm이다.
- ㄷ. ㉡에서 ㉠로 될 때 액틴 필라멘트의 길이는 짧아진다.

액틴 필라멘트의 길이는 항상 일정하다. (ㄷ.) 해결

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

근육의 수축은 문제를 푸는 것이 중요한게 아니라, 얼마나 빨리 풀 수 있는지가 중요하다.