

기·출·의·파·급·효·과
생명과학 I (상) STANDARD

PART

01 근육의 수축

IDEA.

이전 교육과정에서는 생각보다 그렇게 크게 다뤄지지 않았다.

추론형이라고 할 만한 문항은 7년 동안 21번의 평가원 시험에서 총 7문항이 나왔기에 항상 출제되는 유형이라고 보기는 어려웠다.

하지만 이번 교육과정에서는 꽤 중요한 유형으로 항상 출제되고 있다.

단순 계산 문제로 치부되었지만 21학년도에 출제된 신유형에서 보여주었듯이 **추론의 난도를 높이고 방향성을 넓히고 있다.**

이전에는 지금처럼 아주 주요하게는 다뤄지지 않았기에

기출만으로는 앞으로 출제될 고난도 추론형 문항들을 완벽히 대비하기에는 무리가 있다.

한마디로 **기출이 쉽더라도 안심하지 말자.**

Method에서 기출보다 약간 더 매운 문항도 풍부하게 맞볼 수 있도록 예시 문항의 난도를 조절했다.

GUIDELINE.

(1) 근육

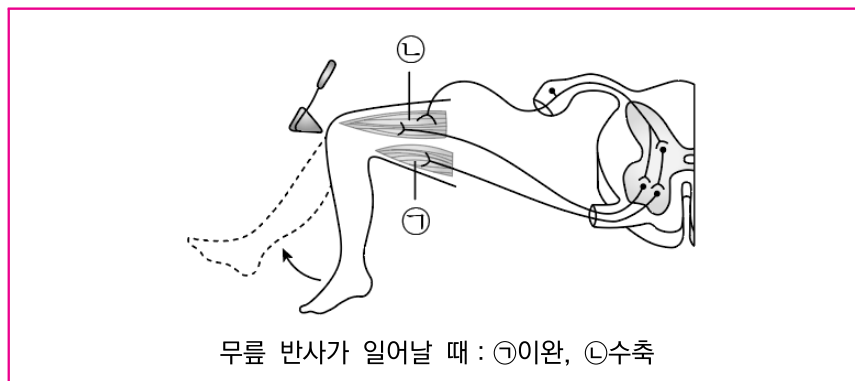
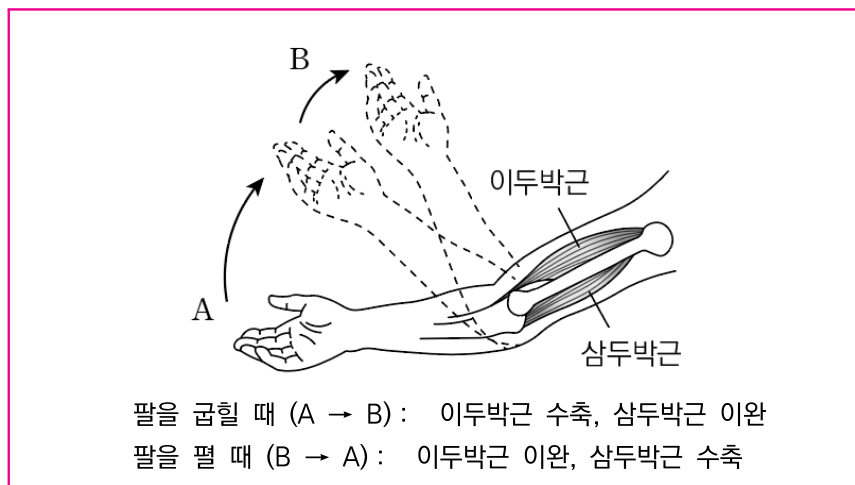
근육에는 뼈에 붙어 몸의 움직임에 관여하는 **골격근**과
심장의 운동에 관여하는 **심장근**, 그리고 소화관의 운동에 관여하는 **내장근**이 있다.

골격근은 체성신경을 통해 의식적으로 조절할 수 있는 **수의근**에 해당하고,
심장근과 내장근은 자율신경의 조절을 받아 의식적으로 조절할 수 없는 **불수의근**에 해당한다.

골격근과 심장근에는 가로무늬가 있어 **가로무늬근**이라고도 불리고,
내장근에는 가로무늬가 없어 **민무늬근**이라고도 불린다.

(2) 골격근의 작용

골격근은 관절과 인대로 연결된 서로 다른 뼈 각각에 힘줄로 붙어있다.
운동 뉴런의 명령에 따라 **수축과 이완**을 통해 아래 그림과 같이 골격을 움직이게 한다.



(3) 골격근의 구조

골격근은 여러 개의 **근육 섬유 다발**로 이루어져 있고,
근육 섬유 다발은 다시 여러 개의 **근육 섬유**로 이루어져 있다.

근육 섬유는 하나의 세포에 여러 개의 핵이 존재하는 **다핵성 세포**이다.
근육 섬유는 여러 개의 **근육 원섬유**로 이루어져 있다.

근육 원섬유는 굵은 **마이오신 필라멘트**와 얇은 **액틴 필라멘트**로 구성된다.
근육 원섬유에서는 밝게 보이는 부분인 **명대(I대)**와 어두운 부분인 **암대(A대)**가 반복적으로 관찰된다.
I대의 중심에는 액틴 필라멘트의 중심인 **Z선**이, A대의 중심에는 마이오신 필라멘트의 중심인 **M선**이 관찰된다.
근육 원섬유는 세포 단계가 아니고, **근육 섬유부터 세포 단계**임을 알아두자.

(4) 근육 원섬유 마디의 구조

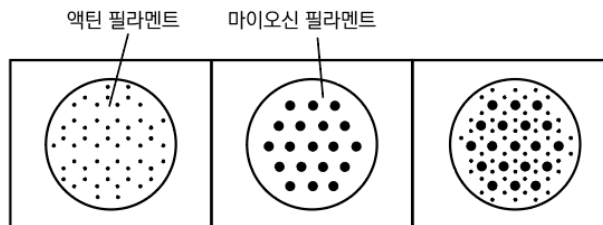
Z선과 Z선 사이를 **근육 원섬유 마디**라고 하며, 평가원 수준에서 근육 원섬유 마디는 좌우 대칭이다.
근육 섬유에서는 근육 원섬유 마디가 반복적으로 관찰된다.

	액틴 필라멘트	마이오신 필라멘트
I대	○	X
A대	○ and X	○
H대	X	○
겹대	○	○

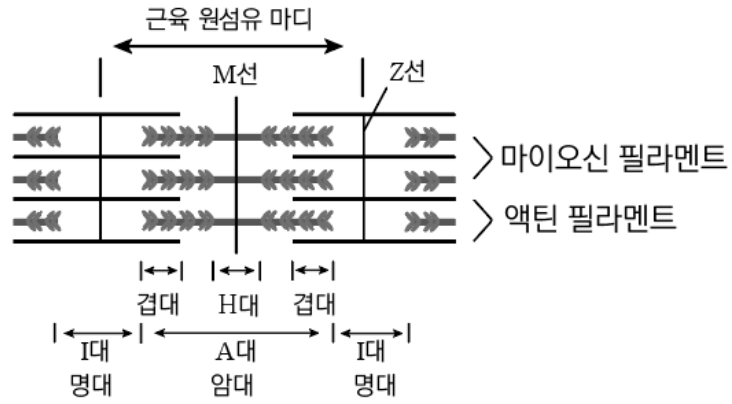
문제에서는 마이오신과 액틴이 겹치는 부분이 자주 활용된다.
교과서에는 나오지 않는 용어이지만 앞으로의 해설에서는 편의상 이 부분을 **겹대**라고 부르겠다.

A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같다.

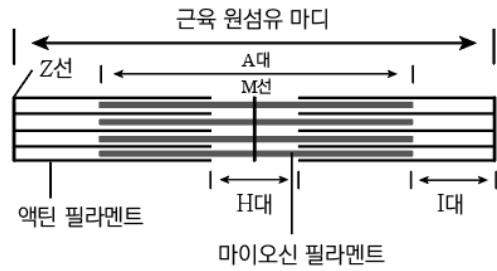
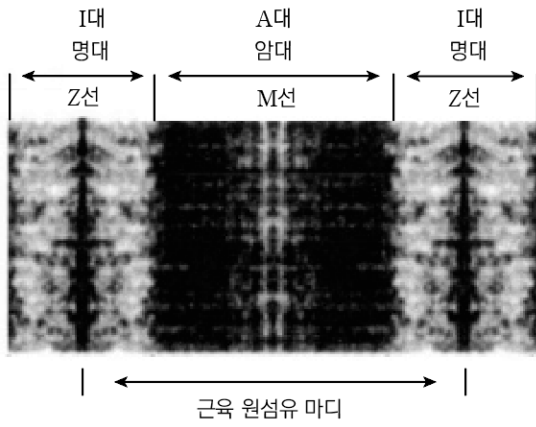
H대는 A대에 포함되며, 근수축이 강하게 일어나면 H대는 사라질 수도 있다.



위 그림처럼 근육 원섬유 마디에서의 단면을 자료로 활용하는 문제도 출제되고 있다.
왼쪽부터 얇은 액틴만 존재하는 I대, 굵은 마이오신만 존재하는 H대, 그리고 둘 다 존재하는 겹대이다.



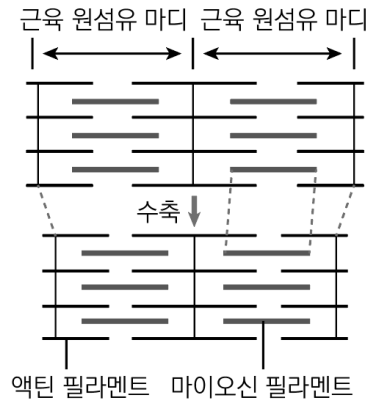
문제에서는 앞의 그림보다는 아래처럼 실제 근육 원섬유의 사진이나 근육 원섬유 마디를 도식화한 그림이 제시된다.



(5) 근수축의 원리

근수축 과정에 필요한 에너지는 ATP의 분해를 통해 공급받는다.

마이오신이 액틴을 잡아당기면 액틴이 마이오신 사이로 미끄러져 들어가면서 근수축이 일어난다.



근수축이 일어나면 근육 원섬유 마디의 길이가 감소한다.

하지만, 수축과 이완의 과정에서 마이오신과 액틴의 길이는 **변하지 않는다**.

근수축과 함께 I대와 H대의 길이는 **감소**하고, 겹대의 길이는 **증가**한다.

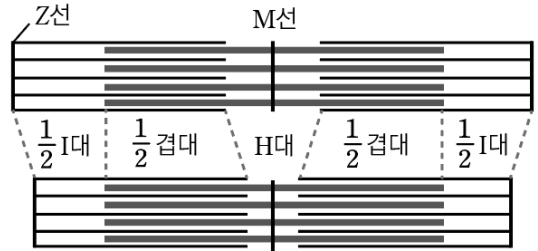
A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같으므로 A대의 길이 또한 **변하지 않는다**.

(6) 각 구간의 길이 변화

앞에서 정리한 내용을 다음과 같이 표로 정리해보았다.

구분	근육 원섬유 마디	I대	H대	겹대	A대(=마이오신), 액틴
수축	감소	감소	감소	증가	일정
이완	증가	증가	증가	감소	일정

이를 통해 전체 길이, I대의 길이, H대의 길이는 모두 같은 방향으로 변하고, 겹대의 길이만 반대 방향으로 변한다는 사실을 알 수 있다.



추가적으로 위 그림을 함께 참고했을 때, 각 구간의 길이 변화량과 관련하여 다음과 같이 정리할 수 있다.

$\begin{aligned} \text{근육 원섬유 마디의 변화량} &= \text{H대의 변화량} = \text{전체 I대의 변화량} = \text{전체 겹대의 변화량} \\ &= \left(\frac{1}{2}\text{I대의 변화량} \times 2\right) = \left(\frac{1}{2}\text{겹대의 변화량} \times 2\right) \end{aligned}$

또한, 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트의 길이가 일정하다는 것을 통해 다음을 알 수 있다.

- ① 마이오신의 길이가 일정하다 = (H대 + 전체 겹대), (전체 - 전체 I대)는 일정하다
- ② 액틴의 길이가 일정하다 = (전체 겹대 + 전체 I대), ($\frac{1}{2}$ 겹대 + $\frac{1}{2}$ I대), (전체 - H대)는 일정하다

아래는 이해를 돕기 위해 Δ 를 활용하여 변화량을 정리한 예시이다.

구분	$\frac{1}{2}$ I대	$\frac{1}{2}$ 겹대	H대	$\frac{1}{2}$ 겹대	$\frac{1}{2}$ I대
수축 전 ($2.4\mu\text{m}$)	$0.4\mu\text{m}$	$0.3\mu\text{m}$	$1.0\mu\text{m}$	$0.3\mu\text{m}$	$0.4\mu\text{m}$
전체 변화량 (-2Δ)	$-\Delta$	$+\Delta$	-2Δ	$+\Delta$	$-\Delta$
수축 후 ($2.4 - 2\Delta\mu\text{m}$)	$0.4 - \Delta\mu\text{m}$	$0.3 + \Delta\mu\text{m}$	$1.0 - 2\Delta\mu\text{m}$	$0.3 + \Delta\mu\text{m}$	$0.4 - \Delta\mu\text{m}$

이렇게 정리한 내용은 앞으로의 METHOD와 근수축 문제 풀이에서 핵심 도구로 사용되니 잘 기억해두자.

❖ METHOD. 【근수축 Classic】

【근수축 Classic】 유형은 근수축 추론형 문항으로 꾸준히 등장하고 있는 유형이다.

그냥 근수축 하면 가장 먼저 떠오르는 문제 형태를 생각하면 된다.

이 유형의 핵심은 '각 구간의 길이를 직접 구하라'라는 것이다.

기출문제 수준에서는 Matching의 수준이 어렵지 않아 킬러 문항으로 취급되지 않지만, 다양한 문제를 많이 풀어본 학습자라면 알겠지만 쉽게 봤다가 큰코다칠 수 있다.

얼마든지 문제를 까다롭게 구성하는 것도 가능하다.

주어지는 모든 조건들에 대해 연립 방정식을 세우거나 대충 찍어보는 풀이는 반드시 지양하자.

Matching의 수준이 기출문제 수준으로 쉬울 경우에는

적당히 숫자를 가지고 계산하거나 끄적여도 충분히 답을 낼 수는 있다.

다만, 문제를 까다롭게 구성하거나 쉽게 찍지 못하게 조건을 제공하면

이러한 방법은 굉장히 비효율적이고, 주어지는 숫자에 따라 풀이의 난도가 달라지는 변수가 발생한다.

특히 표기법의 경우 크게 두 부류의 학습자가 있을 것이다.

그림 위에 숫자를 끄적이며 푸는 학습자와 따로 표기법을 마련하여 정보를 정리하는 학습자다.

실전에서는 반드시 후자를 택하였으면 좋겠다.

추론형에서는 가시성이 엄청난 힘이 된다.

그림 위에 덧대는 것 보다는 시점별로 따로 정리하고 사고 속도를 높일 수 있는 표기법이 반드시 유리하고 생각보다 그 차이가 매우 크다는 점을 잊지 말자.

METHOD에서는 가장 흔히 쓰는 표기법을 일부 차용하고 제시하지만,

학습자 고유의 표기법을 존중하므로 선택적으로 활용하기를 바란다.

◆ METHOD #0. 【근수축 Classic】 유형의 표기법과 Tool

【근수축 Classic】의 본격적인 사고 순서에 대해 정리하기 전에, 추론의 전제가 되는 표기법과 논리의 도구를 설명하겠다.

(1) 표기법 : 〈 구간 INDEX 〉

【근수축 Classic】의 핵심은 **정보의 가시성**이다.

원활한 추론을 위해서는 반드시 제시되는 숫자와 정보들을 잘 정리해야 한다. 풀이 경험이 있는 학습자라면 대부분이 각자 고유의 표기법이 존재할 것이다.

METHOD에서는 가장 흔히 쓰는 표기법 중 하나를 차용하고, METHOD의 관점을 담아 이를 〈구간 INDEX〉라고 부르겠다.

〈구간 INDEX〉는 요약하자면 각 구간의 길이를 정리하고 변화 비율에 초점을 두는 표기법이다. 자세한 내용을 METHOD #2.에서 정리하자.

(2) Tool : 〈 미지수 α 의 설정 〉

계산을 최대한 줄이고 문제의 난도와 관련 없이 깔끔하게 문항을 해결하기 위해서는 특정 구간의 길이를 적절한 미지수로 설정하는 것이 필요하다.

특히 근수축 문항에서는 미지수를 **여러 개 남발해서는 절대 안 되고, 결정적인 하나의 미지수 α 로 모든 계산을 완성할 수 있어야 한다.**

미지수 α 의 설정을 통한 풀이의 간소화는 솔직히 말하면 모든 문제가 그렇듯 학습자의 센스가 중요하다. 글로는 추상적으로밖에 전달할 수 없으니,

예시 문항을 통해 어떤 식으로 미지수를 설정하고 문제를 해결하는지 보여주겠다.

다시 말하지만 미지수의 설정은 계산을 줄이고 문제를 쉽고 빠르게 풀기 위함이다.

◆ METHOD #1. 유형 확인

문항에서 다음과 같은 문항 구성을 확인하자.

[골격근의 수축 과정 + 각 구간의 길이를 직접 계산 + (구간 Matching)]

→ 【근수축 Classic】 유형

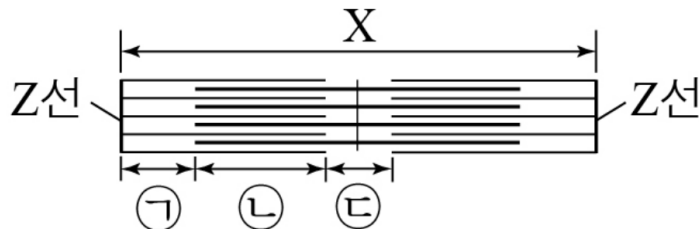
◆ METHOD #2. 〈 구간 INDEX 〉 설정 & 조건 정리

【근수축 Classic】 유형임을 확인했다면 가장 먼저 해야할 것은 당연히 **조건의 정리와 조건을 정리할 표기법을 준비하는 것이다.**

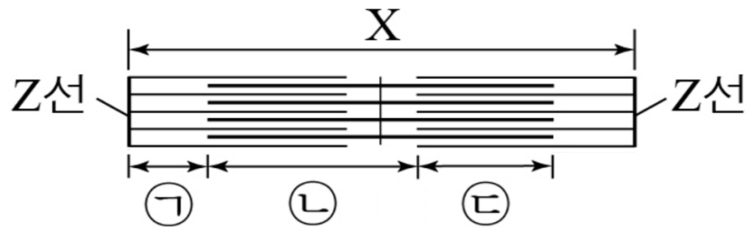
다음 순서에 따라 〈 구간 INDEX 〉를 설정한다.

1. 세로선과 가로선을 상황에 맞게 설정한다. 가로선은 시점의 개수에 따라 그어주면 된다.
2. 각 구간 (ㄱ, ㄴ, ㄷ, X)을 표기한다. 설정된 구간에 따라 달라질 수 있다.
3. X가 2만큼 감소하는 상황을 기본 Stance로 한다. 이에 맞게 각 구간의 변화 비율을 표기한다.
왜 변화 비율이 이렇게 되는지는 GUIDELINE을 참고하자.
4. 주어진 정보를 정리하여 〈 구간 INDEX 〉에 최대한 표시하자. 알고 있는 정보는 바로 바로 적어줘야 추론이 효율적으로 진행된다.

EX)



	$\frac{1}{2}$ I대	$\frac{1}{2}$ 겹대	H대	$\frac{1}{2}$ 겹대	$\frac{1}{2}$ I대	X
	ㄱ	ㄴ	ㄷ			X
t_1						
t_2	1 감	1 증	2 감			2 감



	ㄱ	ㄴ	ㄷ	X
t_1				
t_2	1 감	1 감	1 증	2 감

comment

Q. 꼭 표기법이 중요할까요? 저는 그림 위에도 푸는 게 익숙해요!

A. 시험지의 한정적인 공간에서 가시성만큼 중요한 요소는 없다고 생각합니다. 개인적으로는 추론형 문제를 풀 때 필요한 요소 중 학습자의 센스와 더불어 결정적인 요소라고 생각합니다. 눈에 잘 보이는 것이 추론에 압도적으로 유리하다고 생각해요.

유형에 따라 정해져 있는 정돈된 표기법이 있다면 추론 과정에서 생길 변수를 줄여줄 수 있다고 생각합니다. 물론 표기법의 차용 유무는 각자의 판단에 맡기겠습니다!

참고로 저는 되게 잘 푸는데도 <구간 INDEX> 그려서 풀니다.

◆ METHOD #3. 일정한 길이/변화의 비율/구간의 특성/길이의 한계 CHECK

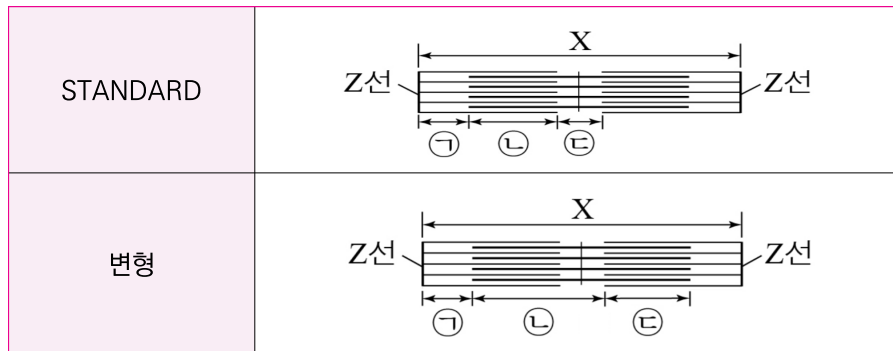
<구간 INDEX>에 알 수 있는 모든 구간의 길이를 채워 넣으면 모든 추론이 끝난다.
 <구간 INDEX>를 완성하기 위해서는 주어진 정보를 통한 구간 Matching 혹은 계산이 필요한데,
 이 과정에서 필요한 모든 사고는 다음 4가지 범주 안에서 결정된다.

일정한 길이 / 변화의 비율 / 구간의 특성 / 길이의 한계

가장 많이 쓰이고 핵심적인 사고는 일정한 길이와 변화의 비율을 통한 구간 Matching과 계산이다.
 다만 구간의 특성과 길이의 한계는 자주 나오지 않는 만큼 한 번 놓치면 생각하기 힘든 범주이다.

- 1. 일정한 길이 :** 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트의 길이는 변하지 않는다. 구간이 어떻게 설정되고 어떤 합과 차로 구성될지라도 액틴과 마이오신 필라멘트의 길이를 의미하는 구간은 변하지 않는다.
- 2. 변화의 비율 :** 각 구간의 길이 변화는 간단한 정수 비로 표현할 수 있다. 문항에 따라 제시되는 정보가 다르지만 시점에 따른 변화량의 비율을 통해 Matching과 계산을 할 수 있다.
- 3. 구간의 특성 :** 출제자는 각 구간을 어떻게 설정하느냐에 따라 학습자에게 다른 정보를 제시하게 된다. 기출에서는 거의 모든 문항이 Standard한 설정으로 출제되지만, 22학년도 9평과 같이 다르게도 출제할 수 있다는 점, 사실에서는 이미 자주 보이고 있다는 점을 유의하자. 구간의 특성에 따라서 출제자는 자신이 원하는 정보를 제한적으로 제시하게 된다.

예를 들어 보자.



구간의 설정 여부에 따라 알 수 있는 정보의 양과 종류가 다르다.

예를 들어, 추론의 결과로 ㉠과 ㉢의 길이가 0.5와 0.2중 하나라고 하자.

Standard한 구간에서는 정보를 더 끌어낼 수 없지만 변형된 구간에서는 ㉠이 0.5, ㉢이 0.2임을 알 수 있다.
 구간의 특성상 ㉠이 ㉢보다 길거나 같기 때문이다

이러한 맥락에서 ‘H대의 길이는 A대의 길이보다 길 수 없다.’는 것을 판단의 근거로 활용할 수도 있다.

4. 길이의 한계 : 각 구간의 길이는 절대로 음수가 될 수 없다. 출제자는 이를 이용하여 추론만으로 답이 결정 되지 않게 만들고 “길이가 음수가 나오는 Case”가 모순임을 귀류를 통해 확인하여 답이 나오도록 설정할 수 있다.

comment

Q. 사고의 4가지 범주(METHOD #3.)는 실전에서 어떻게 써먹나요?

A. 기존 기출에서 근수축 유형은 어느 정도 풀이를 연습하면 사실 크게 무리 없이 풀릴 겁니다.

다만, 근수축에서 출제자가 힘을 주고 싶다면 선택지는 2가지 방향이 있습니다.

(1) New Type의 출제 (2) Classic의 논리 강화

METHOD #3의 취지는 ‘(2) Classic의 논리 강화’에서 출제자가 강화할 수 있는 논리에 대한 대비입니다.

출제자가 Classic에서 건드릴 수 있는 부분은 해봤자 **구간을 건드리거나, 답이 쉽게 결정이 되지 않게끔 만드는 정도**입니다. 이때 학습자가 놓칠 수 있는 부분이 구간의 특성과 길이의 한계라고 생각해요.

METHOD #3에서 사고의 범주를 4가지로 정리해주는 이유는 실전에서 **【근수축 Classic】**을 풀다가 추론이 막혔을 때는 단순히 계산 실수나 조건 정리에서의 실수인 경우를 제외하면 **출제자가 의도한 구간의 특성과 길이의 한계를 고려하지 못해서일 거라고 생각하기** 때문입니다.

자연스럽게 자신이 생각하지 못한 범주가 넷 중 무엇인지 하나씩 고려하며 풀다 보면 출제자가 의도한 사고가 무엇인지 추론해낼 수 있을 것입니다.

◆ METHOD #4. 〈구간 INDEX〉 채우기 & 미지수 α 의 설정

필요한 Matching을 끝내고 충분한 정보를 얻어냈다면, 〈구간 INDEX〉를 완성하자.
각 구간의 길이를 모두 계산했다면 선지로 넘어가 답을 내면 된다.

적절한 구간의 길이를 α 로 설정하면 모든 구간을 α 로 표현할 수 있다.
연립 방정식의 나열을 지양하며 깔끔하게 해결하는 Tool이다. Tool인 만큼 절대적인 부분은 아니다.
편한 방법이 이미 있다면 그것대로 풀어도 된다.

예를 들어보자.

	$X+\text{㉠}$	$\text{㉡}-\text{㉢}$
t_1	2.4	0

라는 정보가 제시되었을 때, 필자라면 $\text{㉠}=\text{㉢}$ 이라는 점을 이용하여 ㉠ 과 ㉢ 의 길이를 α 로 설정하겠다.
이후 다른 길이들을 α 에 대한 길이로 표기하여 답을 내겠다.

comment

Q. 근수축에서 그렇게 어렵게 나올까요?

A. 2년 전이었으면 ‘아니다’라고 말씀드렸을 것 같습니다. 지금은 **솔직히 잘 모르겠습니다.**

저는 21학년도 수능을 봤습니다. 21학년도 9월 모의고사에서 처음으로 근수축 유형에서 엄청 당황했습니다. 당시 시험을 본 학습자라면 알겠지만 정말 새로웠어요. 저는 그 시험지에서 근수축 문항을 제일 마지막에 풀었습니다. 유전까지 다 끝낸 뒤에요.

사실상 처음으로 근수축에서 New Type이 출제가 된 거였는데, 근수축은 단순히 계산으로 해결이 되는 문항이어야 하는데 그렇지 않았어요. 그래서인지 시험장에서 체감 난도가 엄청 높았습니다. 아마 유전 문제보다 근수축을 먼저 푸는 습관을 지닌 학습자가 훨씬 많았을 텐데 여기서 막혔으면 시간도 그렇고 굉장히 큰 변수로 다가왔겠죠.

21학년도 시험지는 앞으로 근수축 유형의 방향성과 난도에 대해 “**새롭고 어렵게 낼 수 있다**”의 가능성을 남긴 것 같습니다. 솔직히 킬러급으로 나올 가능성이 높아보이지는 않지만, 기출이 쉽다고 안심하지 말도록 합니다. 나중에 시험장에서 어떤 문제가 나와도 당황하지 않게끔요.

【근수축 Classic】에서 기출 문항의 단점은 추론의 난도가 너무 낮고 제대로 된 문항 수가 너무 적다는 점이다. 근수축이 본격적으로 난도를 갖춰간 것은 기껏해야 2019학년도부터 정도이므로, 연습할 문항 수와 논리가 앞으로 출제될 수 있는 발전형 문항에 비해 너무 빈약하다.

충분히 연습하고 METHOD를 상황마다 적용해볼 수 있게끔 예시 문항을 제작했다. 난도는 기출 수준의 문항부터 기출보다는 확실히 까다로운 문항까지 있다.

그냥 풀면 재미없으니 예시 문항의 난도를 미리 제시하겠다. 학습자 스스로 난도에 비해 본인이 어느 정도로 잘 풀고 있는지 점검하기를 바란다.

난도는 1~5까지로 정하겠으며, 평가원 수준의 준킬러를 2, 평가원 수준의 킬러를 4로 잡겠다.

난도 1	거의 추론이 필요 없는 수준이다.
난도 2	평가원 수준의 준킬러다.
난도 3	평가원 수준의 준킬러보다는 확실히 어렵지만 킬러 수준은 아니다.
난도 4	평가원 수준의 킬러다.
난도 5	많이 어렵다.

comment

Q. 【근수축 Classic】 문항을 푸는데 걸리는 시간은 어느 정도가 좋을까요?

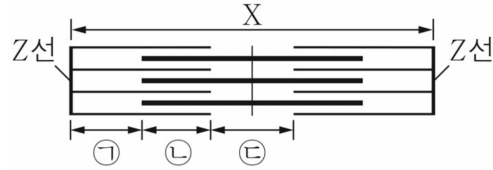
A. 어느 정도 점수대를 목표로 하나에 따라 다를 것 같습니다.

만점을 노리는 학습자의 경우, 생명과학1 시험 시간이 워낙 타이트하기에 많은 시간을 소비할 수는 없습니다. 평범한 준킬러 수준의 Classic이 출제된다면 2분 정도가 가장 적절한 시간이 아닐까 싶습니다.

1등급이 목표인 학습자나 그 이하의 목표를 가진 학습자의 경우는 시험지의 스무 문항 중 반드시 버리는 문항이 생깁니다. 킬러급 문항을 버리게 되면 그만큼 시간이 남아 준킬러에 투자할 수 있게 되기에 ‘반드시 2~3분 내로 풀라’라고는 말씀드리지 않겠습니다만 연습할 때는 가능한 3분 이내로는 해결할 수 있게끔 준비하면 좋겠습니다.

근수축 Classic 예시 문항 (난도:2)

- 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. X는 좌우 대칭이다.



- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 ㉠의 길이에서 ㉢의 길이를 뺀 값(㉠-㉢)과 ㉡의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.

시점	㉠-㉢	㉡
t_1	0	㉠
t_2	㉠	0.4

(단위 : μm)

- t_2 일 때 A대의 길이는 $1.0\mu\text{m}$ 이다.

〈보 기〉

- ㄱ. t_2 일 때 ㉢의 길이는 $㉠\mu\text{m}$ 이다.
 ㄴ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.4\mu\text{m}$ 길다.
 ㄷ. $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}}$ 의 값은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.



METHOD #1. 유형 확인

문제에 골격근의 수축 과정 + 구간 Matching + 각 구간의 길이 계산이 제시되었음을 확인했다.
【근수축 Classic】 유형이다.

METHOD #2. < 구간 INDEX > 설정 & 조건 정리

<구간 INDEX>를 설정하자. 시점이 두 개니까 <구간 INDEX>도 그에 맞게 표기해준다.
표에서 ㉠의 길이가 t_1 일 때 ㉡, t_2 일 때 $0.4\mu\text{m}$ 라고 제시되어 있다.
그리고 A대의 길이가 $1.0\mu\text{m}$ 라고 문장으로 제시되어 있다.

	㉠	㉡	㉢			X
t_1		㉡				
t_2		0.4	0.2	0.4		
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

METHOD #3. 일정한 길이/변화의 비율/구간의 특성/길이의 한계 CHECK

(1) 변화의 비율 :

X가 2감일 때, ㉠-㉢은 1감-2감이므로 1증, ㉡은 1증이다.

즉, t_1 에서 t_2 로 변하면서 ㉠-㉢의 변화량과 ㉡의 변화량이 같다.

$㉡ - 0 = 0.4 - ㉡$ 가 되어 $㉡ = 0.2$ 이다.

	㉠	㉡	㉢			X
t_1		0.2		0.2		
t_2		0.4	0.2	0.4		
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

METHOD #4. < 구간 INDEX > 완성 & 미지수 α 의 설정

t_1 일 때 ㉠과 ㉡의 길이를 미지수 α 로 설정하면 아래와 같이 <구간 INDEX>가 채워진다.

	㉠	㉡	㉢			X
t_1	α	0.2	α	0.2	α	
t_2		0.4	0.2	0.4		
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

이때, A대의 길이가 $1.0\mu\text{m}$ 이기 때문에 $0.2+\alpha+0.2 = 1.0$ 이 되어 $\alpha = 0.6$ 임을 알 수 있다.
이를 바탕으로 <구간 INDEX>를 완성하면 변화의 비율을 고려했을 때 아래와 같이 채울 수 있다.

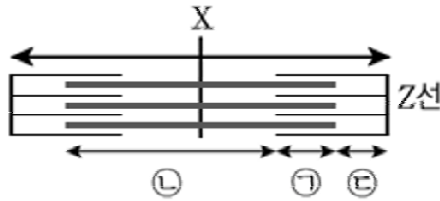
	㉠	㉡	㉢			X
t_1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	2.2
t_2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	1.8
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

- ㄱ. t_2 일 때 ㉡의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 이다. (○)
 ㄴ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.4\mu\text{m}$ 길다. (○)
 ㄷ. $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}}$ 의 값은 t_1 일 때 $\frac{1}{6}$, t_2 일 때 $\frac{2}{3}$ 로 t_2 일 때가 더 크다. (X)

정답 : ㄱ, ㄴ

근수축 Classic 예시 문항(난도 : 4)

표는 골격근 수축 과정의 세 시점 $t_1 \sim t_3$ 일 때 X의 길이에서 ㉞의 길이를 뺀 값, ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값($a + c$), ㉞의 길이에서 ㉠의 길이를 뺀 값($b - a$)을 나타낸 것이고, 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



시점	X - ㉞	㉠ + ㉡	㉞ - ㉠
t_1	2.3	1.8	?
t_2	1.7	?	0.2
t_3	?	x	x

(단위 : μm)

㉠은 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이고, ㉡은 A대에서 ㉠을 제외한 부분이며, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 ㉡이다.
- ㄴ. X의 길이는 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 $0.6\mu\text{m}$ 만큼 더 길다.
- ㄷ. $\frac{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}}{\text{㉡의 길이} - \text{㉢의 길이}}$ 의 값은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

comment

문제가 잘 풀리지 않는다면.

문제 난이도가 좀 어렵습니다. 잘 사용되지 않지만 잘 안 보여서 가끔 발목을 잡는 사고의 범주를 보여주고 연습시키고 싶어서 일부러 이렇게 제작했습니다.

HINT는 “구간의 특성과 길이의 한계를 잘 이용하자” 입니다.

출제자는 구간의 특성을 통해 학습자에게 특정한 정보를 제시할 수 있습니다.

그리고 각 구간의 길이는 절대로 음수가 될 수 없습니다.

잘 모르겠다면 해설을 참고하셔서 반복적으로 연습하기를 바랍니다.

문제없이 잘 풀렸다면 근수축 Classic 유형은 마스터했다고 생각하셔도 좋습니다!



METHOD #1. 유형 확인

문제에 골격근의 수축 과정 + 구간 Matching + 각 구간의 길이 계산이 제시되었음을 확인했다.
【근수축 Classic】 유형이다.

METHOD #2. < 구간 INDEX > 설정 & 조건 정리

<구간 INDEX>를 설정하자. 시점이 세 개니까 <구간 INDEX>도 그에 맞게 표기해준다.

				㉠	㉡	X
t_1						
t_2						
t_3						
	1감	1감		1증	1감	2감

표로 제시된 정보 외에 추가 정보는 존재하지 않는다. 표를 통해 추론하자.

METHOD #3. 일정한 길이/변화의 비율/구간의 특성/길이의 한계 CHECK

안타깝게도 일정한 길이와 변화의 비율의 사고로는 <구간 INDEX>에 어떠한 숫자도 채울 수 없다.
아마 많은 학습자들이 당황하지 않았을까 생각한다.

강조하건대, 【근수축 Classic】은 어렵게 내고자 하면 얼마든지 어렵게 낼 수 있다.

이어지는 해설을 통해 어떤 범주들을 어떤 순서대로 고려해야 하는지 알아보자.

(1) 구간의 특성 : 구간의 특성상, X-㉠-㉡-㉢ = ㉢이다. 즉 X-㉠-㉡-㉢는 반드시 ㉢이다.

$$\text{주어진 길이에서 } X-\text{㉠}-\text{㉡}-\text{㉢} = X-\text{㉡}-\text{㉠}+\text{㉢} = 2.3 - 1.8 = 0.5$$

따라서 <구간 INDEX>에 아래와 같이 0.5를 채워 넣을 수 있다.

				㉠	㉡	X
t_1	0.5				0.5	
t_2						
t_3						
	1감	1감		1증	1감	2감

(2) 길이의 한계 : 이 부분이 가장 생각하기 어려운 범주다.

0.5를 채웠지만 그 이후로 채울 수 있는 값이 더 이상 보이지 않는다.

이 때 학습자가 생각해야 하는 부분은 네 가지 범주 중 놓친 부분을 확인하는 것이다.

<구간 INDEX>에 따르면 X-㉞는 ㉞가 ㉟일 때는 2감-1증이므로 3감,

㉞가 ㉠or㉡일 때는 2감-1감이므로 1감의 비율이 된다.

이 때, X-㉞가 1감이라면 t_1 일 때 2.3, t_2 일 때 1.7 이므로 **0.6감소 = 1감**이 된다.

이에 따라 <구간 INDEX>를 작성하면 ㉠은 1감하는 구간이므로

t_1 에서 t_2 로 변화면서 0.6감소하여 t_2 일 때 길이가 음수가 된다.

		┌───㉠───┐				
				㉟	㉠	X
t_1	0.5				0.5	
t_2	-0.1				-0.1	
t_3						
	1감	1감		1증	1감	2감

따라서 X-㉞는 '3감'이어야 하고 ㉞=㉟이 된다. **0.6감소 = 3감**이므로 **1감은 0.2감소**이다.

		┌───㉠───┐				
				㉞ = ㉟	㉠	X
t_1	0.5				0.5	
t_2	0.3				0.3	
t_3						
	1감	1감		1증	1감	2감

(3) 구간의 특성 : 구간의 특성에 따라 ㉠은 반드시 ㉟보다 크거나 같아야 한다.

그런데 ㉞(=㉟)-㉠가 t_2 에서 양수값이므로 ㉟-㉠은 될 수 없다. ㉟-㉠은 반드시 0보다 작거나 같다.

따라서 ㉠은 ㉠, ㉡는 ㉠이 되어 Matching이 완성된다.

		┌───㉠ = ㉡───┐				
				㉞ = ㉟	㉠ = ㉡	X
t_1	0.5				0.5	
t_2	0.3				0.3	
t_3						
	1감	1감		1증	1감	2감

∴ ㉠ = ㉠, ㉡ = ㉟, ㉢ = ㉡

METHOD #4. < 구간 INDEX > 완성

Matching이 끝났으니 < 구간 INDEX >에 길이를 채워 넣자.

< 구간 INDEX >를 채워넣기 위해서 변화의 비율에 따라 표의 정보를 추론하자.

(1) 변화의 비율 : 표에서 제시된 항목들의 변화 비율을 계산해보면

X-ⓑ는 3감, ⓐ+ⓒ는 2감, ⓑ-ⓐ는 2증이다.

1감은 0.2감소이므로 < 구간 INDEX >를 바탕으로 t_1 과 t_2 에 대해서는 표를 채울 수 있다.

	X - ⓑ 3감	ⓐ + ⓒ 2감	ⓑ - ⓐ 2증
t_1	2.3	1.8	-0.2
t_2	1.7	1.4	0.2
t_3	?	x	x

(단위 : μm)

(2) 일정한 길이 : 한 번 더 생각해보면, ⓐ+ⓒ는 2감, ⓑ-ⓐ는 2증이므로

(ⓐ+ⓒ)+(ⓑ-ⓐ)는 일정한 길이로 유지된다.

따라서 t_3 에서 $x+x = 1.6$ 이 되어 $x = 0.8$ 이 된다.

	X - ⓑ 3감	ⓐ + ⓒ 2감	ⓑ - ⓐ 2증
t_1	2.3	1.8	-0.2
t_2	1.7	1.4	0.2
t_3	?	0.8	0.8

(단위 : μm)

정리된 표를 바탕으로 < 구간 INDEX >를 완성하면 아래와 같이 채울 수 있다.

$$\text{---} \text{ⓐ} = \text{ⓑ} \text{---}$$

			ⓑ = ⓑ	ⓐ = ⓒ	X
t_1	0.5	1.3	0.3	0.5	2.6
t_2	0.3	1.1	0.5	0.3	2.2
t_3	0	0.8	0.8	0	1.6
	1감	1증	1증	1감	2감

ㄱ. ⓐ는 ⓒ이다. (X)

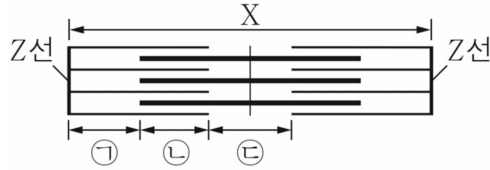
ㄴ. X의 길이는 t_2 일 때 $2.2\mu\text{m}$, t_3 일 때 $1.6\mu\text{m}$ 이다. (O)

ㄷ. $\frac{\text{ⓑ의 길이} + \text{ⓒ의 길이}}{\text{ⓐ의 길이} - \text{ⓒ의 길이}}$ 의 값은 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다. (X)

정답 : ㄴ

근수축 Classic 예시 문항 (난도 : 2)

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. X는 좌우 대칭이다.



○ 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 ㉢의 길이와 X의 길이의 비율을 나타낸 것이다. t_1 일 때 ㉠, ㉡, ㉢의 길이의 비율은 1 : 1 : 2이고, X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8\mu\text{m}$ 길다. ㉠~㉢는 각각 ㉠~㉢ 중 하나이다.

시점	㉢의 길이 : X의 길이
t_1	1 : 3
t_2	1 : 5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. ㉢는 ㉢이다.
- ㄴ. t_2 일 때 A대의 길이는 $2.4\mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}}{\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이}}$ 의 값은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.



METHOD #1. 유형 확인

문제에 골격근의 수축 과정 + 구간 Matching + 각 구간의 길이 계산이 제시되었음을 확인했다.
【근수축 Classic】 유형이다.

METHOD #2. < 구간 INDEX > 설정 & 조건 정리

<구간 INDEX>를 설정하자. 시점이 두 개니까 <구간 INDEX>도 그에 맞게 표기해준다.

	㉠	㉡	㉢			X
t_1						
t_2						
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

구간들의 길이 관계가 비율로 제시되어 있고,
 t_1 에서 t_2 로 변하면서 X의 길이가 $0.8\mu\text{m}$ 줄어들었음을 확인할 수 있다.

METHOD #3. 일정한 길이/변화의 비율/구간의 특성/길이의 한계 CHECK

(1) 길이의 한계 : t_1 일 때 ㉠, ㉡, ㉢의 길이의 비율이 1 : 1 : 2인데,
만약 ㉢이 ㉠or㉡라면 표로 제시된 조건을 참고했을 때 아래와 같이 <구간 INDEX>가 작성된다.
이때 ㉢의 길이를 미지수 α 로 설정하겠다.

	㉠	㉡	㉢			X
t_1	$\alpha + 2\alpha$		α	$\alpha + 2\alpha$		3α
t_2						
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

그런데 이때, 각 구간의 길이의 합이 7α 가 되어 X의 길이인 3α 를 초과해버리는 모순이 발생한다.
따라서 ㉢은 ㉢이 된다.

t_1 일 때 ㉠의 길이를 미지수 α 로 설정하면 아래와 같이 <구간 INDEX>가 작성된다.

	㉠	㉡	㉢ = ㉢			X
t_1	α	α	2α	α	α	6α
t_2						
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

(2) 변화의 비율 : <구간 INDEX>에 따르면 X가 2감일 때, ㉔도 2감이다.

따라서 t_1 에서 t_2 로 변하면서 X의 길이가 $0.8\mu\text{m}$ 감소할 때, ㉔도 동일하게 $0.8\mu\text{m}$ 감소한다.

	㉑	㉒	㉔ = ㉓			X
t_1	α	α	2α	α	α	6α
t_2			$2\alpha - 0.8$			$6\alpha - 0.8$
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

표에서 t_2 일 때 ㉔의 길이 : X의 길이 = 1 : 5라고 제시되어 있으므로

$(2\alpha - 0.8) \times 5 = 6\alpha - 0.8$ 이 되어 $\alpha = 0.8$ 이다.

METHOD #4. < 구간 INDEX > 완성

Matching을 바탕으로 <구간 INDEX>를 완성하면

변화의 비율을 고려했을 때 아래와 같이 채울 수 있다.

	㉑	㉒	㉔ = ㉓			X
t_1	0.8	0.8	1.6	0.8	0.8	4.8
t_2	0.4	1.2	0.8	1.2	0.4	4.0
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. ㉓는 ㉔이다. (○)

ㄴ. A대의 길이는 $3.2\mu\text{m}$ 이다. (X)

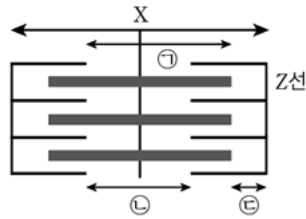
ㄷ. $\frac{\text{㉑의 길이} + \text{㉔의 길이}}{\text{㉒의 길이} + \text{㉓의 길이}}$ 의 값은 t_1 일 때 1, t_2 일 때 $\frac{3}{5}$ 으로 t_1 일 때가 더 크다. (○)

정답 : ㄱ, ㄷ

근수축 Classic 예시 문항(난도 : 1.5)

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 ㉠의 길이에서 ㉡의 길이를 뺀 값(㉠-㉡)과 ㉢의 길이, X의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



시점	㉠-㉡	㉢	X
t_1	$0.5\mu\text{m}$	$0.7\mu\text{m}$?
t_2	$0.8\mu\text{m}$?	$2.6\mu\text{m}$

○ 구간 ㉠은 A 대에서 한 쪽의 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분을 제외한 부분이고, ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이며, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8\mu\text{m}$ 만큼 더 길다.
- ㄴ. t_1 일 때 ㉡의 길이는 $0.6\mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}} = \frac{1}{3}$ 이다.



METHOD #1. 유형 확인

문제에 골격근의 수축 과정 + 구간 Matching + 각 구간의 길이 계산이 제시되었음을 확인했다.
【근수축 Classic】 유형이다.

METHOD #2. < 구간 INDEX > 설정 & 조건 정리

<구간 INDEX>를 설정하자. 시점이 두 개니까 <구간 INDEX>도 그에 맞게 표기해준다.
표로 제시된 정보를 통해 t_1 일 때의 ㉠과 t_2 일 때의 X는 채울 수 있다.

			㉠		㉡	X
t_1					0.7	
t_2						2.6

이제부터는 표를 통해 추론해야 한다.

사고의 범주는 METHOD #3.의 4가지 범주 안에서 생각해야 한다.

METHOD #3. 일정한 길이/변화의 비율/구간의 특성/길이의 한계 CHECK

(1) 변화의 비율 : 자연스럽게 시선이 가는 곳은 표에서의 ㉠-㉡ 항목이다.

X가 '2 감'일 때, ㉠-㉡은 '1 증'이다.

t_1 에서 t_2 로 변하면서 ㉠-㉡이 0.3 늘어났으므로,

t_1 에서 t_2 로 변하면서 X는 0.6 줄어들었음을 알 수 있다.

X의 변화 값을 알게 되었으므로 t_2 일 때의 ㉡도 바로 알 수 있다.

			㉠		㉡	X
t_1					0.7	3.2
t_2					0.4	2.6

(2) 구간의 특성 : $\text{⊖}-\text{⊕}+\text{⊗}=\text{액틴 필라멘트}$ 이므로 X에서 한 쪽 액틴 필라멘트의 길이는 1.2임을 구할 수 있다.

X-(한 쪽 액틴 필라멘트 길이의 2배)=H대이므로

t_1 일 때 H대의 길이, 즉 ⊕ 은 0.8이 된다.

			⊕	⊖	⊗	X
t_1			0.8	0.5	0.7	3.2
t_2				0.8	0.4	2.6

⊖ (spanning from column 4 to 5)
 ⊕ (spanning from column 4 to 5)
 ⊗ (spanning from column 5 to 6)
1.2 (spanning from column 4 to 6)

METHOD #4. < 구간 INDEX > 완성

나머지 빈 칸을 마저 채워주면 아래와 같이 완성할 수 있다.

			⊕	⊖	⊗	X
t_1			0.8	0.5	0.7	3.2
t_2			0.2	0.8	0.4	2.6

⊖ (spanning from column 4 to 5)
 ⊕ (spanning from column 4 to 5)
 ⊗ (spanning from column 5 to 6)
1.2 (spanning from column 4 to 6)

ㄱ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.6\mu\text{m}$ 만큼 더 길다. (X)

ㄴ. t_1 일 때 ⊕ 의 길이는 $0.8\mu\text{m}$ 이다. (X)

ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{⊕의 길이}}{\text{⊕의 길이} + \text{⊗의 길이}} = \frac{0.2}{0.2 + 0.4} = \frac{1}{3}$ 이다. (O)

정답 : ㄷ

METHOD. 근수축 New Type : [210915]

주류인 Classic과는 다른 느낌을 주는 New Type : [210915]이다.

출제된 지 시간이 꽤 지나서 이제는 어느 정도 형태에 익숙해진 사람이 많겠지만 이 문제 하나 빼고는 출제된 적이 없는 유형이다. 사실에서는 종종 보이는데, 학습자들이 별로 안 좋아하는 유형 중 하나이다.

자주 보이는 Classic이 아니다 보니 잘 정리가 안 되어있는 학습자가 많기 때문이다.

유형을 확인하는 방법은 다음과 같다. 편의상 【Z선 단면】 유형이라고 부르겠다.

[Z선으로부터의 거리 고정 + 단면의 모양 변화] → 【Z선 단면】

Classic과 다른 점은 다음과 같다.

- (1) Z선으로부터의 거리가 고정되어 **대칭적 사고를 버리고 Z선을 고정시켜 풀어야 한다는 점**
- (2) 각 구간의 길이가 **구체적으로 정해지지 않을 수 있다는 점**

근수축 과정을 다룬다는 내용을 제외하고는 문항의 구성이 아주 다르기에 Classic과 동일하게 풀 수는 없다.

【Z선 단면】 유형에서 학습자가 추론해야 할 것은 결국 **단면의 모양이 어떻게 변했는가**다.

즉, **단면의 모양이 어떻게 변할 수 있는가**를 미리 암기하고 있는 것만큼 효율적인 Tool은 없다.

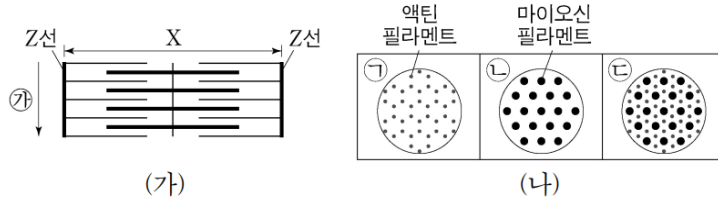
METHOD에서 학습자들에게 제시해줄 Tool은 기출, 살짝 더 나아가 기출에서 변형할 수 있는 포인트에서 **‘나올 수 있는 모든 변화의 경우의 수’**이다.

실전에서 만났을 때는 완벽히 암기가 되어있을 때 훨씬 편안하고 빠르게 풀 수 있을 것이다.

◆ METHOD #0 & 1. [210915]

2021학년도 9월 평가원 15번

○ 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	㉡	?

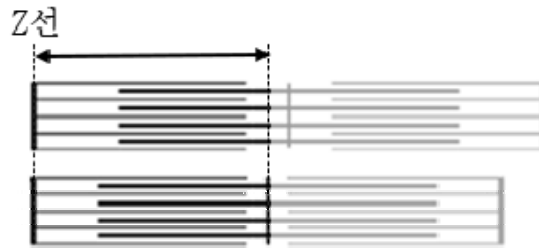
○ $l_1 \sim l_3$ 은 모두 $\frac{t_2 \text{일 때 X의 길이}}{2}$ 보다 작다.

기출로 제시된 상황을 분석하면 다음과 같다.

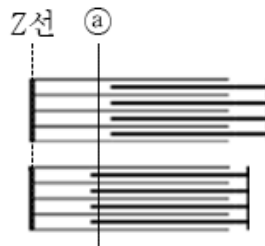
- (1) Z선으로부터의 거리가 고정되어있음
- (2) 수축함
- (3) 고정된 거리가 모두 '수축 시의 절반보다 작다'는 추가적인 조건이 달려있음
- (4) 단면의 모양이 일부 제시되고 변함

제시된 상황에서 알 수 있는 모든 경우를 정리해보자.

- (1) Z선으로부터의 거리가 고정되어있고, (2) 수축하고, (3) 고정된 거리가 모두 수축 시의 절반보다 작은 경우는 다음과 같다. 왼쪽 Z선을 고정하고 t_1 에서 t_2 가 될 때 근육 원섬유 마디가 수축하는 상황을 생각해 보자.



- (1) Z선으로부터 거리가 ㉠로 고정되었을 때 (3) 절반 이하의 (2) 수축 상황에서 (4) 변할 수 있는 단면의 모양은 다음과 같다.



	수축 전	수축 후
㉠	I대	겹대

정리하면 다음과 같다.

- ▶ 겹대 또는 H대였던 부분은 단면이 변하지 않는다.
- ▶ **유일하게 I대만 겹대로 변할 수 있다.**

◆ METHOD #α. New Type의 논리 강화

기존 기출에서 사용하는 논리는 사실상 “유일하게 I대만 겹대로 변할 수 있다”가 전부다.

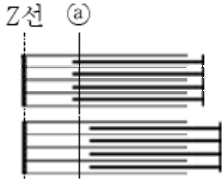
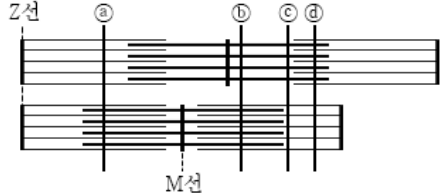
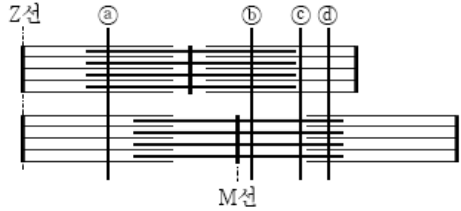
【Z선 단면】 유형이 또 다시 출제된다면 당연히 비슷한 구성에서 논리가 강화되어 출제될 것이다.

이 유형에서 논리를 강화하여 출제한다면 다음과 같은 문항 구성이 가능하다.

- (1) Z선으로부터의 거리가 고정되어있음
- (2) 수축함 → **이완함**
- (3) 고정된 거리가 모두 '수축 시의 절반보다 작다'는 추가적인 조건이 달려있음 → **조건 삭제**
- (4) 단면의 모양이 일부 제시되고 변함
- (5) 추가적인 길이 정보 등을 통해 **구체적인 구간의 길이까지 추론하게 함**

→ (1) Z선으로부터의 거리가 고정되어있음, (4) 단면의 모양이 일부 제시되고 변함이라는 【Z선 단면】 유형의 기본 구성을 제외한 다른 조건들의 변형, 추가, 삭제를 통한 변형

그렇다면 변형 가능한 상황의 Full Set을 정리하자. 문항의 상황별로 변할 수 있는 단면의 모든 경우로, 암기하면 실전에서 문제를 만났을 때 엄청난 이득을 본다. 되도록 암기하자.

	단면의 모양 변화
 <p>Z선 (a)</p>	<p>< 이완 시 ></p> <p>ⓐ : 겹대 → I대</p>
 <p>Z선 (a) (b) (c) (d)</p> <p>M선</p>	<p>< 절반 이하의 거리 조건 삭제 ></p> <p>ⓐ : I대 → 겹대</p> <p>ⓑ : H대 → 겹대</p> <p>ⓒ : H대 → I대</p> <p>ⓓ : 겹대 → I대</p>
 <p>Z선 (a) (b) (c) (d)</p> <p>M선</p>	<p>< 이완 시 & 절반 이하의 거리 조건 삭제 ></p> <p>ⓐ : 겹대 → I대</p> <p>ⓑ : 겹대 → H대</p> <p>ⓒ : I대 → H대</p> <p>ⓓ : I대 → 겹대</p>

comment

+. New Type에서 매력적인 출제 point

정리했다시피 【Z선 단면】 유형의 출제 요소는 Full Set이라고 해봤자 얼마 되지 않습니다. 출제할 수 있는 부분이 【근수축 Classic】에 비해 작습니다. 다만 이 중에서도 굉장히 매력적인 출제 point가 있는데, 바로 H대 ↔ I대 사이의 전환입니다. 정리한 상황의 ㉔에 해당합니다.

H대 ↔ I대 사이의 전환은 학습자 입장에서 대략적으로 그리거나 상황을 상상해보았을 때 잘 파악되지 않는 부분입니다. 실제로 이 전환이 이뤄질 수 있는 상황이 굉장히 제한적입니다. 이를 출제했을 때 확실하게 정리가 되지 않는다면 풀이가 미궁 속으로 빠질 수 있습니다.

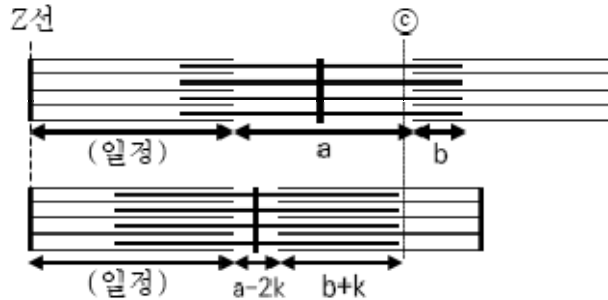
결론만 말하면 겹대의 길이가 절반 초과로 증가하거나 절반 미만으로 감소하는 특수한 상황에서만 H대 ↔ I대 사이의 전환이 가능합니다. 이를테면, 겹대의 길이가 0.3이다가 0.7로 증가하는 상황에서는 가능하지만 0.4에서 0.7로 증가하는 상황에서는 불가능합니다.

궁금해할 학습자를 위해 증명과정을 추가적으로 정리하겠습니다.

학습자께서는 이 유형에서 “H대도 I대로 변할 수 있구나”라는 사실을 염두에 두시고 Full Set을 정리해두시면 좋겠습니다. 저도 Full Set을 다 외우고 있는데 풀 때 매우 빠르고 편리합니다.

㉔ ㉔ : H대 → I대가 가능한 Case의 증명

수축 전 H대의 길이를 a, 한쪽 겹대의 길이를 b라 하고 전체가 2k만큼 수축했다고 하자.



이완 전 ㉔가 H대에 있어야 하므로 $(\text{일정}) < ㉔ < (\text{일정}) + a$ 이다.

또, 수축 후 ㉔가 M선 너머의 I대에 있어야 하므로 $(\text{일정}) + (a - 2k) + (b + k) < ㉔$ 이다.

두 개를 종합해 보면, $b < k$ 이므로 $2b < b + k$ 이다.

그러므로 H대가 수축 후 I대가 되려면 겹대의 길이는 수축 후에서가 수축 전에서의 2배보다 커야 한다.

comment

Q. 이게 또 나올까요? New Type은 어떻게 공부해야 하나요?

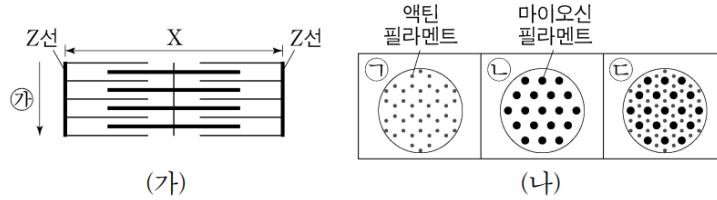
A. Classic과 New Type의 구분 기준은 꾸준히 나오는 빈출 유형인지 아닌지입니다. 이를테면, 너무 최근에 등장하여 또 출제할지의 유무가 불명확하거나, 이전에 한 번 출제되었으나 이후로 출제된 적이 없어 사실상 사라진 유형이 New Type에 속합니다. 생명과학1은 신유형이 빈번하게 등장했다가 사라지는 과목이기에 모든 유형이 동등한 학습이 이뤄져야 하는 것은 아닙니다. 분명히 Classic이 더 중요합니다.

특히 [210915] 같은 경우는 정리가 잘 되어있지 않으면 까다로운 유형에 속하는데 이 때문에 스트레스 받는 학습자도 많을 겁니다. 모든 문제 유형이 그렇듯 한 번 출제된 적이 있으면 얼마든지 또 출제될 수 있겠고, 그러다 보면 지금은 New Type으로 취급되는 유형도 Classic이 될 것입니다.

또 나오지 않는다는 보장은 없으니 적어도 평가원에서 제시한 New Type은 잘 정리해두기를 바랍니다. METHOD에서도 최대한 정리할 수 있는 요소들을 학습자들에게 잘 전달하도록 노력하겠습니다.

[Z선 단면]예시 문항 (난도 : 3)

○ 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 한쪽 Z선으로부터의 거리가 각각 l_1, l_2, l_3 인 세 지점에서 관찰되는 단면의 모양을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이며, $l_1 \sim l_3$ 는 $0.7\mu\text{m}, 1.3\mu\text{m}, 1.9\mu\text{m}$ 를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉤는 ㉠~㉣ 중 하나이며 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 t_2 일 때 X의 길이보다 작다.
- t_1 일 때 ㉡가 ㉣인 부분의 길이는 $0.4\mu\text{m}$ 이고, t_2 일 때 ㉡가 ㉠인 부분과 ㉡가 ㉣인 부분의 길이는 순서 없이 $0.8\mu\text{m}, 1.2\mu\text{m}$ 이다.
- t_1 과 t_2 일 때 ㉠~㉣ 각각이 관찰되는 구간의 길이의 합은 X의 길이와 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. ㉣은 ㉣이다.
- ㄴ. ㉤는 ㉠이다.
- ㄷ. t_1 일 때 X의 길이는 $2.8\mu\text{m}$ 보다 짧다.



METHOD #1. 유형 확인 & 조건 정리

문제 구성을 정리하자.

- (1) Z선으로부터의 거리 고정, (2) 수축함, (3) 절반 이하라는 조건 없음, (4) 단면의 모양이 일부 제시되고 변함 ($l_2 : \textcircled{C} \rightarrow \textcircled{A}$, $l_3 : \textcircled{C} \rightarrow \textcircled{B}$)
- (5) 추가적인 조건으로 길이 정보가 제시됨

METHOD #2. 추론

- (1) 문제의 상황에서 가능한 모든 단면의 모양 변화는 다음과 같다.

Full Set : I대 → 겹대/H대 → 겹대/H대 → I대/겹대 → I대

- (2) Full set를 참고했을 때, l_2 , l_3 에서 \textcircled{C} 가 \textcircled{A} 와 \textcircled{B} 로 변하므로 \textcircled{C} 는 \textcircled{C} (H대)이다.

H대가 I대로 변하려면 겹대의 길이는 수축 후에서가 수축 전에서의 2배보다 커야 한다.
METHOD에서 [H대 → I대가 가능한 Case의 증명]를 참고하자.

수축 전 X에서 겹대의 길이가 $0.4\mu\text{m}$ 이기 때문에, 수축 후 겹대의 길이는 $0.8\mu\text{m}$ 보다 커야 한다.
따라서 수축 후 X에서 겹대의 길이는 $1.2\mu\text{m}$ 이고, I대의 길이는 $0.8\mu\text{m}$ 이 된다.

지금까지의 정보를 바탕으로 <구간 INDEX>를 작성해보면 아래와 같이 채울 수 있다.

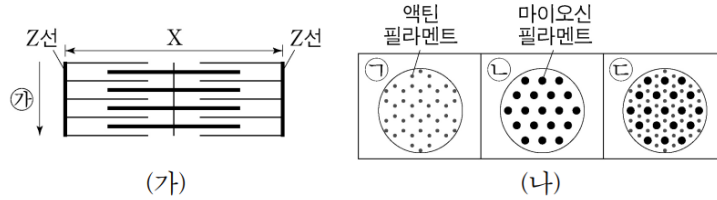
						X
t_1	0.8	0.2		0.2	0.8	
t_2	0.4	0.6		0.6	0.4	

<구간 INDEX>를 통해 t_1 일 때 Z선으로부터 겹대는 최소 $0.8\mu\text{m}$ 떨어져 있음을 알 수 있다.
따라서 l_1 은 $0.7\mu\text{m}$ 이고, l_2 와 l_3 는 각각 $1.9\mu\text{m}$ 와 $1.3\mu\text{m}$ 중 하나가 된다.
그리고 l_1 에 대해서 단면의 모양 변화는 I대 → 겹대 Case에 해당하므로 $\textcircled{V} = \textcircled{C}$ 이 된다.

- ㄱ. \textcircled{C} 는 \textcircled{C} 이다. (○)
- ㄴ. \textcircled{V} 는 \textcircled{C} 이다. (X)
- ㄷ. t_2 에서 H대의 길이가 음수가 되지 않으려면 t_1 일 때 X의 길이는 $2.8\mu\text{m}$ 이상이어야 한다. (X)

정답 : ㄱ

- 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 고르시오.

<보 기>

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



METHOD #1. 유형 확인 & 조건 정리

문제 구성을 정리하자.

- (1) Z선으로부터의 거리 고정, (2) 수축함, (3) l_n 의 길이 조건, (4) 단면의 모양이 일부 제시되고 변함
 ($l_1 : \textcircled{a} \rightarrow \textcircled{b}$, $l_2 : \textcircled{c} \rightarrow \textcircled{d}$, $l_3 : \textcircled{e} \rightarrow ?$)

METHOD #2. 추론

- (1) 문제의 상황에서 가능한 모든 단면의 모양 변화는 다음과 같다.

Full Set : I대 \rightarrow I대/I대 \rightarrow 겹대/겹대 \rightarrow 겹대/H대 \rightarrow H대

- (2) l_2 를 먼저 보면 단면의 모양이 H대에서 \textcircled{d} 로 변했음을 알 수 있다.

그런데 Full Set에 따르면 이 문제에서 H대를 수축 이전의 단면 모양으로 갖는 Case는 H대 \rightarrow H대뿐이므로, \textcircled{d} 는 H대의 단면 모양인 \textcircled{c} 이 된다.

l_1 의 경우에는 근수축과 함께 단면의 모양에 변화가 생기기 때문에

I대 \rightarrow 겹대($\textcircled{a} \rightarrow \textcircled{b}$)이거나 겹대 \rightarrow I대($\textcircled{c} \rightarrow \textcircled{d}$)인데,

Full Set에 존재하는 Case는 I대 \rightarrow 겹대이다.

따라서 $\textcircled{a} = \textcircled{d}$, $\textcircled{b} = \textcircled{c}$ 이 된다.

그리고 l_3 는 자동적으로 겹대 \rightarrow 겹대 Case가 된다.

- (3) Matching을 바탕으로 $l_1 \sim l_3$ 의 값을 비교해보면 $l_1 < l_3 < l_2$ 임을 알 수 있다.

ㄱ. 마이오신 필라멘트의 길이는 시점에 상관없이 일정하다. (X)

ㄴ. \textcircled{a} 는 \textcircled{d} 이다. (O)

ㄷ. $l_1 < l_3 < l_2$ 이다. (X)

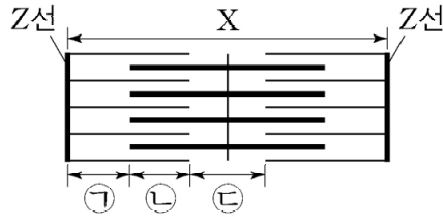
정답 : ㄴ

METHOD. 근수축 New Type : [211116]

2021학년도 수능 16번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



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

○ 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.

수능에 출제되었던 유형으로, 문항 구성의 측면에서 Classic과 약간의 차이가 있다. 편의상 【단순 매칭】 유형이라고 부르겠다. Classic과 어떻게 다른 건지 애매해 보일 수 있는데, 문항 구성을 먼저 분석해보자.

- (1) 시점에 따라 변하는 구간의 길이가 제시됨
- (2) 구간의 길이 중 일부는 미지수로 제시됨
- (3) Matching이 두 번 필요함 (시점이 두 개일 때)
- (4) 계산이 중심이 아니라 단순 매칭이 추론의 중심이 됨

[구간의 길이 중 일부가 미지수 + 시점별로 구간 Matching] → 【단순 매칭】

◆ METHOD #0 & 1. [211116]

(1) 표기법 : 〈 길이 SEQUENCE 〉

〈구간 INDEX〉처럼 각 구간의 길이를 채워 넣는 식의 표기법은

이번 유형에서 굉장히 비효율적이라고 생각한다.

기본적으로 각 구간과 길이의 Matching이 추론의 핵심이 되기에

〈구간 INDEX〉같은 표기법을 사용하면 풀이가 귀류 중심이 된다.

즉, 썼다 지웠다 하는 상황이 필연적으로 발생한다.

물론, 선지에서 X의 길이 등을 묻는다면 계산 용도로 적절히 사용하는 정도는 필요하겠으나 추론 과정에서는 추천하지 않는다.

길이 SEQUENCE는 단순히 시점별 길이들을 세로로 나열하고,

후에 화살표를 그려 Matching한 구간을 연결하는 것이다.

먼저 주어진 길이를 무작위로 나열하고, Tool을 이용한 Matching이 완료되면 화살표로 표기한다.

(2) Tool 1 : 〈 총합의 변화 & 변화의 비율 〉

구간을 Matching하기 위한 Tool로 〈총합의 변화 & 변화의 비율〉이 있다.

각 구간의 변화 비율은 정해져 있으므로 주어진 길이를 더한 값의 변화량을 관찰함으로써

각 구간의 길이가 얼마나 변했는지 계산할 수 있다.

문항을 통해 구체적인 예시를 확인하자.

(3) Tool 2 : 〈 일정한 부분합 찾기 〉

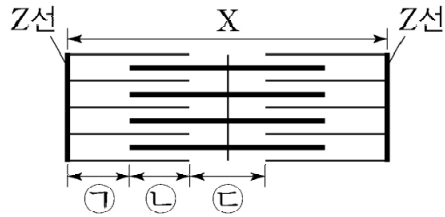
일반적인 문항 구성에서는 Tool 1이 훨씬 편하지만 합을 비교하기 어렵게끔 미지수를 조절하여

문항을 구성한 경우 Tool 1으로 추론하기 어려울 수 있다.

이때는 일정한 부분합을 찾아서 Matching한다.

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



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

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. 근육 원섬유는 근육 섬유로 구성되어 있다.
- ㄴ. H대의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다.
- ㄷ. t_2 일 때 ㉠의 길이는 $2d$ 이다.



METHOD #1. 유형 확인

문항 구성을 정리하자.

[구간의 길이 중 일부가 미지수 + 시점별로 구간 Matching] → 【단순 매칭】

METHOD #2. < 길이 SEQUENCE > 설정

X가 2감하는 것을 기본 Stance로 설정했을 때,
㉠은 1감, ㉡은 1증, ㉢은 2감하고 ㉠+㉡+㉢은 2감한다.

\textcircled{a}		\textcircled{a}
$3d$		$2d$
$10d$		$3d$
Total $\textcircled{a} + 13d$ \Rightarrow $\textcircled{a} + 5d$		
$- 8d = 2\text{감}$		

위와 같이 <길이 SEQUENCE>를 작성했을 때
 t_1 에서 t_2 로 변화하면서 Total은 2감하는데, 그 값이 $-8d$ 이다.
1감하는 ㉠은 $-4d$, 1증하는 ㉡은 $+4d$, 2감하는 ㉢은 $-8d$ 되어야 하므로
아래와 같이 매칭할 수 있다.

$\textcircled{1}$	<u>$\textcircled{a} = 7d$</u>		\textcircled{a}
$\textcircled{2}$	$3d$	↗ ↘	$2d$
$\textcircled{3}$	$10d$	↘ ↗	$3d$
Total $\textcircled{a} + 13d$ \Rightarrow $\textcircled{a} + 5d$			
$- 8d = 2\text{감}$			

선지판단

- ㄱ. 근육 섬유가 여러 개의 근육 원섬유로 이루어져 있다. (X)
- ㄴ. t_1 에서 t_2 로 변화면서 X가 수축하므로 H대의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다. (○)
- ㄷ. t_2 일 때 ㉠의 길이는 $3d$ 이다. (X)

정답 : ㄴ

comment

Q. 근수축 Classic과 어떻게 다른 건지 잘 모르겠어요! 그냥 풀던 대로 풀어도 되지 않을까요?

A. 각 구간의 길이를 Matching한다는 구성은 Classic에서도 자주 보이는 내용이기도 합니다. 다만 [21학년도 수능 16번]에서 제시한 유형은 Matching에 도움이 되는 추가적인 조건 없으므로 단순히 변하는 길이만을 가지고 추론해야 합니다. 그러다 보니 별다른 도구 없이 <구간 INDEX> 같은 기존의 표기법으로 해결하다 보면 추론 과정에서 귀류가 너무 큰 부분을 차지하게 되어 개인적으로 적합한 표기법은 아니라고 생각합니다.

특히 실전이라면 시험지에 썼다가 지워야 하는, 가시성이 감소한다는 리스크가 발생하므로 최대한 그런 부분을 줄이고 가시성을 높이는 표기법과 Tool이 필요하지 않을까 생각합니다. 물론 항상 각자의 뚜렷한 방법론이 있다면 존중하고, METHOD는 또 하나의 풀이 선택지가 생기는 정도로 받아들여 주셨으면 합니다.

◇ METHOD # α . New Type의 논리 강화

New Type의 변형을 통해 논리를 강화해보자.

- (1) 시점에 따라 변하는 구간의 길이가 제시됨
- (2) 구간의 길이 중 일부는 미지수로 제시됨 → 미지수 삭제, 개수 추가, 종류 추가
- (3) Matching이 두 번 필요함 (시점이 두 개일 때)
- (4) 계산이 중심이 아니라 단순 매칭이 추론의 중심이 됨

→ 시점의 개수를 늘리면 불필요하게 호흡이 길어지므로 미지수의 개수와 종류를 건드려 변형

문항 구성의 큰 틀은 유지한 채, (2) 미지수 조건에 변화를 주며 논리를 다양화 시킬 수 있다.

(3) Matching이 필요한 시점의 개수도 변화를 줄 수 있겠으나, 문제의 호흡이 너무 길어져 적합하지 않다고 판단했다.

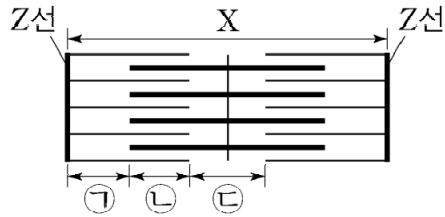
결론은 문항 구성에 어떤 변화를 주든 기존의 <길이 sequence>와 Tool 1, Tool 2를 선택적으로 활용하면 간단하게 해결할 수 있다.

글로 표현하다 보니 추상적으로 느껴질 수 있다. 상황별 예시 문항을 통해 충분히 연습하자.

【단순 매칭】예시문항 (난도 : 1.5)

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- 골격근 수축 과정의 시점 t_1 일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 $4d$, $6d$, $7d$ 이고, 시점 t_2 일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 d , $3d$, $7d$ 이다. d 는 0보다 크다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

〈보 기〉

- ㄱ. 마이오신 필라멘트의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 짧다.
- ㄴ. t_1 일 때 ㉢의 길이와 t_2 일 때 ㉡의 길이는 같다.
- ㄷ. t_2 일 때 X의 길이는 $21d$ 이다.



METHOD #1. 유형 확인

문항 구성을 정리하자.

[미지수 삭제 + 시점별로 구간 Matching] → 【단순 매칭】

METHOD #2. < 길이 SEQUENCE > 설정

X가 2감하는 것을 기본 Stance로 설정했을 때,
㉠은 1감, ㉡은 1증, ㉢은 2감하고 ㉠+㉡+㉢은 2감한다.

	$4d$		d
	$6d$		$3d$
	$7d$		$7d$
Total	$17d$	\Rightarrow	$11d$
		$-6d = 2\text{감}$	

위와 같이 <길이 SEQUENCE>를 작성했을 때
 t_1 에서 t_2 로 변하면서 Total은 2감하는데, 그 값이 $-6d$ 이다.
1감하는 ㉠은 $-3d$, 1증하는 ㉡은 $+3d$, 2감하는 ㉢은 $-6d$ 가 되어야 하므로
아래와 같이 매칭할 수 있다.

㉡	$4d$	↘	d
㉠	$6d$	→	$3d$
㉢	$7d$	↙	$7d$
Total	$17d$	\Rightarrow	$11d$
		$-6d = 2\text{감}$	

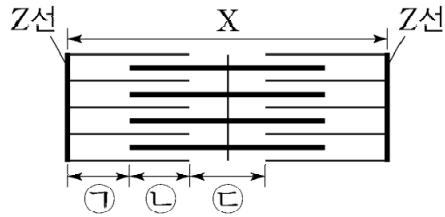
- ㄱ. 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않는다. (X)
- ㄴ. t_1 일 때 ㉢의 길이와 t_2 일 때 ㉢의 길이는 $7d$ 로 같다. (O)
- ㄷ. t_2 일 때 X의 길이는 구한 구간의 길이를 바탕으로 계산하면 $21d$ 이다. (O)

정답 : ㄴ, ㄷ

【단순 매칭】예시문항 (난도 : 1.5)

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- 골격근 수축 과정의 시점 t_1 일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 ㉠, $3d$, $5d$ 이고, 시점 t_2 일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 ㉠, ㉠, $2d$ 이다. d 는 0보다 크다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. 근육 원섬유는 근육 섬유로 구성되어 있다.
- ㄴ. H대의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다.
- ㄷ. t_2 일 때 ㉠의 길이는 $3d$ 이다.



METHOD #1. 유형 확인 & 조건 정리

문항 구성을 정리하자.

[미지수 개수 추가 + 시점별로 구간 Matching] → 【단순 매칭】

METHOD #2. < 길이 SEQUENCE > 설정

X가 2감하는 것을 기본 Stance로 설정했을 때, ㉠은 1감, ㉡은 1증, ㉢은 2감하고 ㉠+㉡+㉢은 2감한다.

㉠		㉠
3d		㉠
5d		2d
Total ㉠ + 8d ⇒ 2㉠ + 2d		
㉠ - 6d = 2감		

미지수의 개수가 달라 Total 값의 차이에도 미지수가 포함된다. 이때는 Tool 1의 사용이 까다롭다. 이럴 때는 '일정한 부분합'을 이용하자. ㉠은 1감, ㉡은 1증하므로 ㉠+㉡은 항상 일정하다.

㉠~㉢ 모두 근수축 과정에서 길이가 변하기 때문에 ㉠이 ㉠로 변하지는 않는다. 따라서 ㉠은 2d로, 나머지 3d와 5d가 ㉠로 Matching된다.

㉠+㉡의 값이 항상 일정하므로 일정할 수 있는 부분합을 따져보면, ㉠+㉡ = 3d+5d = ㉠+㉠이다. 따라서 ㉠은 4d이다.

㉢	4d		4d
㉡	3d	↗ ↘	4d
㉠	5d	↗ ↘	2d
Total 12d ⇒ 10d			
- 2d = 2감			

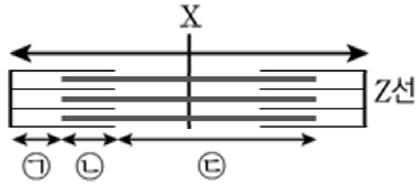
- ㄱ. 근육 섬유가 여러 개의 근육 원섬유로 이루어져 있다. (X)
- ㄴ. t₁에서 t₂로 변하면서 X가 수축하므로 H대의 길이는 t₁일 때가 t₂일 때보다 길다. (○)
- ㄷ. t₂일 때 ㉠의 길이는 4d이다. (X)

정답 : ㄴ

【단순 매칭】예시문항 (난도 : 1.5)

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 A대에서 ㉡의 길이를 뺀 부분이다.
- 골격근 수축 과정의 시점 t_1 일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 ㉠, $2d$, $5d$ 이고, 시점 t_2 일 때 ㉠~㉢의 길이는 순서 없이 ㉠, ㉡, ㉢이다. d 는 0보다 크고, X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $2d$ 만큼 길다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. ㉢은 $4d$ 이다.
- ㄴ. H대의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $2d$ 길다.
- ㄷ. t_2 일 때 ㉠의 길이는 $2d$ 이다.



METHOD #1. 유형 확인 & 조건 정리

문항 구성을 정리하자.

[미지수 종류 추가 + 시점별로 구간 Matching + 추가 조건] → 【단순 매칭】

METHOD #2. < 길이 SEQUENCE > 설정

X가 2감하는 것을 기본 Stance로 설정했을 때,
㉠은 1감, ㉡은 1증, ㉢은 1감하고 ㉠+㉡+㉢은 1감한다.

㉠		㉠
2d		㉡
5d		㉢
Total ㉠ + 7d ⇒ ㉠ + 2㉡		
- d = 1감		

Total 합을 비교하여 바로 길이 변화를 알 수는 없지만,
문제에서 X의 길이는 t₁일 때가 t₂일 때보다 2d만큼 길다는 추가 조건을 제시했다.
이를 활용하여 변화량을 계산하자.

위와 같이 <길이 SEQUENCE>를 작성했을 때
t₁에서 t₂로 변화면서 Total은 1감하는데, 그 값은 -d가 된다. 이를 통해 ㉡ = 3d임을 알 수 있다.

변화량을 따져보자. ㉠은 -d, ㉡은 +d, ㉢은 -d만큼 변한다. 변화량에 맞추어 Matching하자.

㉠or㉢ ㉠=4d		㉠=4d
㉡	2d	㉡=3d
㉠or㉢ 5d		㉢=3d
Total ㉠ + 7d ⇒ ㉠ + 6d		
- d = 1감		

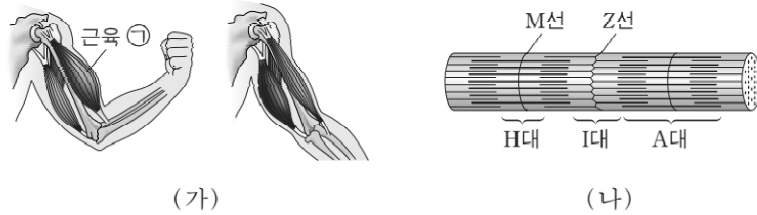
- ㄱ. ㉡는 3d이다. (X)
- ㄴ. H대의 길이는 t₁일 때가 t₂일 때보다 2d길다. (O)
- ㄷ. t₂일 때 ㉠의 길이는 3d나 4d중 하나이다. (X)

정답 : ㄴ

UNIT 03 유제 (1)

01 2014학년도 6월 평가원 7번

그림 (가)는 팔을 구부렸을 때와 폈을 때를, (나)는 근육 ㉠의 근육 원섬유를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

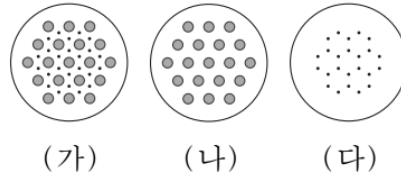
〈보 기〉

- ㄱ. 근육 ㉠의 길이는 팔을 구부렸을 때가 폈을 때보다 짧다.
- ㄴ. 팔을 구부리는 동안 (나)의 액틴 필라멘트 길이는 짧아진다.
- ㄷ. (나)의 H대 길이는 팔을 구부렸을 때와 폈을 때가 동일하다.

02 2014학년도 9월 평가원 8번

표는 근육 원섬유 마디 X가 수축 또는 이완했을 때의 길이를, 그림 (가)~(다)는 X의 서로 다른 세 지점의 단면에서 관찰되는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 분포를 나타낸 것이다.

구분	X의 길이(μm)
㉠	1.7
㉡	2.0



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

————— <보 기> —————

ㄱ. ㉡에서 ㉠으로 될 때 ATP가 소모된다.

ㄴ. (가)는 H대의 단면에 해당한다.

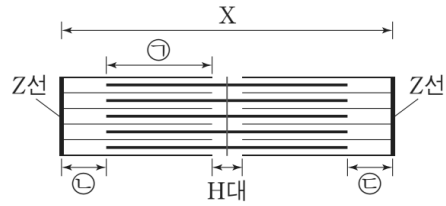
ㄷ. (나)의 필라멘트 길이는 ㉡에서보다 ㉠에서 짧다.

03 2014학년도 수능 8번

다음은 골격근의 구성과 수축 과정에 대한 자료이다.

- 골격근은 근육 섬유 다발로 구성되어 있고, 하나의 근육 섬유는 여러 개의 근육 원섬유로 이루어져 있다.
- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 ㉠와 ㉡에서 근육 원섬유 마디 X의 길이이고, 그림은 ㉠일 때 근육 원섬유 마디 X의 구조이다.

시점	X의 길이(μm)
㉠	2.2
㉡	2.0



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이고, 구간 ㉡과 ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.
- ㉠일 때 구간 ㉡과 ㉢의 길이의 합은 $0.6\mu\text{m}$ 이고, H대의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 이다.

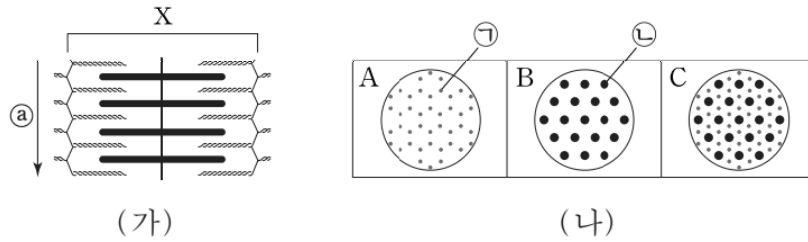
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. 골격근의 근육 섬유는 여러 개의 핵을 가진 세포이다.
- ㄴ. 구간 ㉠의 길이는 ㉠일 때보다 ㉡일 때 길다.
- ㄷ. ㉡일 때 마이오신 필라멘트의 길이는 $1.4\mu\text{m}$ 이다.

04 2015학년도 6월 평가원 14번

그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X가 이완된 상태를, (나)의 A~C는 X의 서로 다른 세 지점에서 ㉠ 방향으로 자른 단면을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

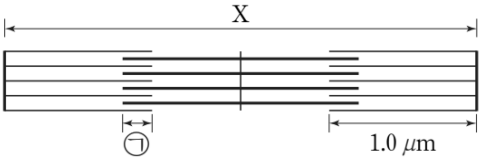
- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠은 액틴 필라멘트이다.
 - ㄴ. C는 I대의 단면에 해당한다.
 - ㄷ. X의 $\frac{\text{H대 길이}}{\text{A대 길이}}$ 는 (가)에서보다 X가 수축된 상태에서 작다.

05 2016학년도 6월 평가원 15번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 ㉠와 ㉡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 $1.6\mu\text{m}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

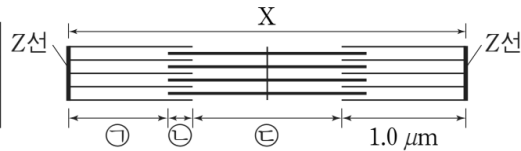
ㄱ. 구간 ㉠의 길이는 ㉡일 때보다 ㉠일 때가 $0.4\mu\text{m}$ 더 길다.
 ㄴ. ㉠일 때 H대의 길이는 $0.6\mu\text{m}$ 이다.
 ㄷ. ㉡에서 ㉠로 될 때 액틴 필라멘트의 길이는 짧아진다.

06 2016학년도 수능 16번

다음은 골격근의 구성과 수축 과정에 대한 자료이다.

- 골격근은 근육 섬유 다발로 구성되고, 하나의 근육 섬유는 여러 개의 근육 원섬유를 가지고 있다.
- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 ㉠과 ㉡에서 근육 원섬유 마디 X의 길이를, 그림은 ㉡일 때 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.

시점	X의 길이(μm)
㉠	2.4
㉡	3.2



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- ㉡일 때 A대의 길이는 $1.6\mu\text{m}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

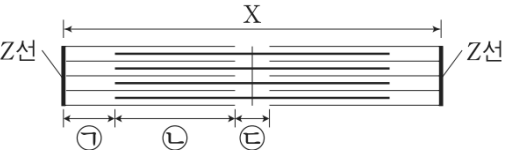
- ㄱ. 근육 원섬유는 동물의 구성 단계 중 세포 단계이다.
- ㄴ. ㉠일 때 H대의 길이는 $0.4\mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}}$ 는 ㉡일 때보다 ㉠일 때가 작다.

07 2018학년도 6월 평가원 8번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

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

시점	X의 길이(μm)
㉠	3.0
㉡	2.2



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

○ ㉡일 때 ㉢의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

< 보 기 >

ㄱ. ㉠일 때 H대의 길이는 $1.0\mu\text{m}$ 이다.

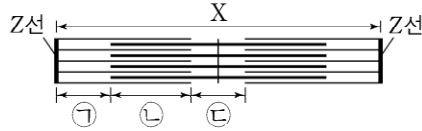
ㄴ. ㉡의 길이는 ㉢일 때가 ㉠일 때보다 $0.4\mu\text{m}$ 더 길다.

ㄷ. $\frac{\text{㉠의 길이} + \text{㉡의 길이}}{\text{㉢의 길이}}$ 는 ㉢일 때가 ㉠일 때의 5배이다.

08 2019학년도 9월 평가원 11번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- 표 (가)는 ㉠~㉢에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 유무를, (나)는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 X의 길이에서 ㉢의 길이를 뺀 값($X - ㉢$)과 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값($㉡ + ㉢$)을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.

구간	액틴 필라멘트	마이오신 필라멘트	시점	$X - ㉢$	$㉡ + ㉢$
㉠	?	○	t_1	$2.0 \mu\text{m}$	$2.0 \mu\text{m}$
㉡	○	×	t_2	$2.0 \mu\text{m}$	$0.8 \mu\text{m}$
㉢	?	○			

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

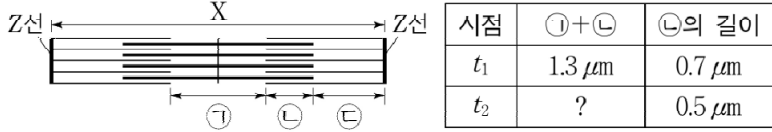
<보 기>

- ㄱ. ㉢은 H대이다.
- ㄴ. ㉠의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다.
- ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8 \mu\text{m}$ 길다.

09 2020학년도 수능 14번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값(㉠+㉡)과 ㉢의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이고, t_1 일 때 A대의 길이는 $1.6\mu\text{m}$ 이다.



시점	㉠+㉡	㉡의 길이
t_1	$1.3\mu\text{m}$	$0.7\mu\text{m}$
t_2	?	$0.5\mu\text{m}$

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

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

ㄱ. t_1 일 때 X의 길이는 $3.0\mu\text{m}$ 이다.

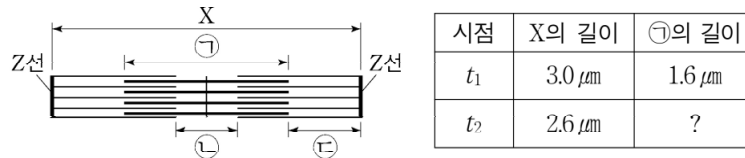
ㄴ. X의 길이에서 ㉠의 길이를 뺀 값은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{H대의 길이}}{\text{㉡의 길이} + \text{㉢의 길이}} = \frac{3}{5}$ 이다.

10 2021학년도 6월 평가원 13번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 X의 길이와 ㉠의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



○ 구간 ㉠은 마이오신 필라멘트가 있는 부분이고, ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이며, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.

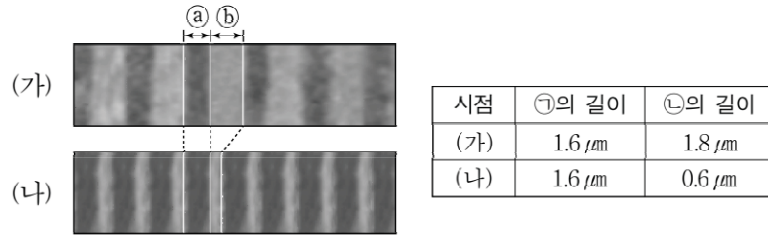
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. t_1 에서 t_2 로 될 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.
- ㄴ. ㉠의 길이에서 ㉡의 길이를 뺀 값은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 $0.2 \mu\text{m}$ 크다.
- ㄷ. t_2 일 때 ㉢의 길이는 $0.3 \mu\text{m}$ 이다.

11 2022학년도 6월 평가원 8번

그림은 골격근 수축 과정의 두 시점 (가)와 (나)일 때 관찰된 근육 원섬유를, 표는 (가)와 (나)일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 근육 원섬유에서 각각 어둡게 보이는 부분(암대)과 밝게 보이는 부분(명대)이고, ㉠과 ㉡은 ㉠과 ㉡를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

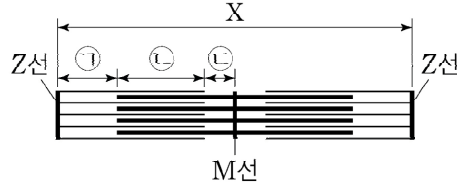
<보 기>

- ㄱ. (가)일 때 ㉡에 Z선이 있다.
- ㄴ. (나)일 때 ㉠에 액틴 필라멘트가 있다.
- ㄷ. (가)에서 (나)로 될 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.

12 2022학년도 9월 평가원 9번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 M선을 기준으로 좌우 대칭이다.



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

○ 골격근 수축 과정의 시점 t_1 일 때 ㉠의 길이는 시점 t_2 일 때 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값과 같다. ㉠과 ㉡은 순서 없이 나타낸 것이다.

○ ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은 $1.0\mu\text{m}$ 이다.

○ t_1 일 때 ㉡의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 이고, t_2 일 때 ㉠의 길이는 $0.7\mu\text{m}$ 이다. X의 길이는 t_1 과 t_2 중 한 시점일 때 $3.0\mu\text{m}$ 이고, 나머지 한 시점일 때 $3.0\mu\text{m}$ 보다 길다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

ㄱ. ㉠은 ㉡이다.

ㄴ. t_1 일 때 H대의 길이는 $1.2\mu\text{m}$ 이다.

ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 짧다.

13 2022학년도 수능 13번

다음은 골격근의 수축과 이완 과정에 대한 자료이다.

○ 그림 (가)는 팔을 구부리는 과정의 세 시점 t_1, t_2, t_3 일 때 팔의 위치와 이 과정에 관여하는 골격근 P와 Q를, (나)는 P와 Q 중 한 골격근의 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.

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

○ 표는 $t_1 \sim t_3$ 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값(㉠+㉡), ㉢의 길이, X의 길이를 나타낸 것이다.

시점	㉠+㉡	㉢의 길이	X의 길이
t_1	1.2	㉠	?
t_2	?	0.7	3.0
t_3	㉠	0.6	?

(단위: μm)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

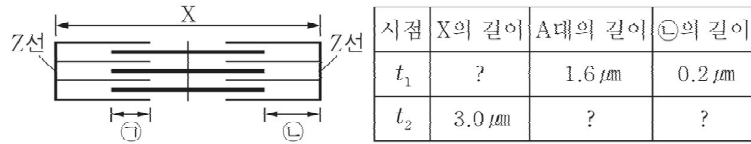
< 보 기 >

ㄱ. X는 P의 근육 원섬유 마디이다.
 ㄴ. X에서 A대의 길이는 t_1 일 때가 t_3 일 때보다 길다.
 ㄷ. t_1 일 때 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 $1.3\mu\text{m}$ 이다.

14 2020년 4월 교육청 8번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 X의 길이, A대의 길이, ㉠의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이고, t_2 일 때 H대의 길이는 $1.0\mu\text{m}$ 이다.



○ 구간 ㉠은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉡은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

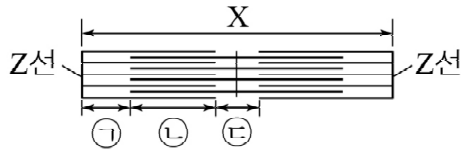
<보 기>

- ㄱ. t_1 일 때 X의 길이는 $2.0\mu\text{m}$ 이다.
- ㄴ. ㉡의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 짧다.
- ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{A대의 길이}} = \frac{3}{8}$ 이다.

15 2020년 7월 교육청 11번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이며, 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.



○ 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 X의 길이, ㉠의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값 ($a+c$), ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값 ($b+c$)을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.

시점	X의 길이	㉠+㉢	㉡+㉢
t_1	$2.4\mu\text{m}$	$1.0\mu\text{m}$	$0.8\mu\text{m}$
t_2	?	$1.3\mu\text{m}$	$1.7\mu\text{m}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

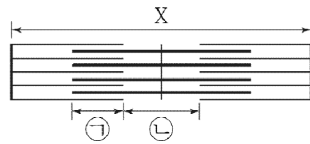
<보 기>

- ㄱ. ㉠은 ㉡이다.
- ㄴ. t_1 일 때 $\frac{\text{A대의 길이}}{\text{H대의 길이}}$ 는 4이다.
- ㄷ. t_2 일 때 X의 길이는 $3.2\mu\text{m}$ 이다.

16 2021년 3월 교육청 18번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 그림은 좌우 대칭인 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- 표는 골격근 수축 과정의 시점 t_1 과 t_2 일 때 X, ㉠, ㉡의 길이를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.



시점	길이(μm)		
	X	㉠	㉡
t_1	?	0.5	0.6
t_2	2.2	0.7	0.2

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

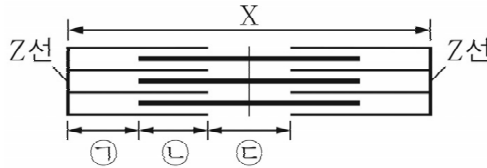
<보 기>

- ㄱ. ㉡는 ㉠이다.
- ㄴ. t_1 일 때 X의 길이는 $2.4\mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. t_2 일 때 A대의 길이는 $1.6\mu\text{m}$ 이다.

17 2021년 4월 교육청 10번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. X는 좌우 대칭이다.



○ 표는 골격근 수축 과정의 시점 t_1 과 t_2 일 때 X의 길이, A대의 길이, H대의 길이를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 $2.4\mu\text{m}$ 와 $2.8\mu\text{m}$ 를 순서 없이 나타낸 것이다.

시점	X의 길이	A대의 길이	H대의 길이
t_1	㉠	$1.6\mu\text{m}$?
t_2	㉡	?	$0.4\mu\text{m}$

○ t_1 일 때 ㉡의 길이와 t_2 일 때 ㉠의 길이는 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

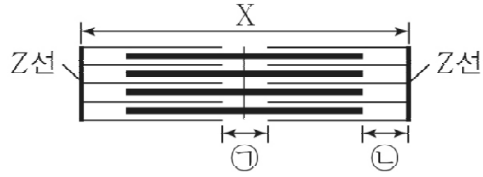
<보 기>

- ㄱ. ㉠은 $2.8\mu\text{m}$ 이다.
- ㄴ. t_1 일 때 ㉠의 길이는 $0.4\mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. X에서 $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{액틴 필라멘트의 길이}}$ 는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

18 2021년 7월 교육청 15번

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



○ 구간 ㉠은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.

○ 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 ㉠의 길이, ㉡의 길이, A대의 길이에서 ㉠의 길이를 뺀 값(A대-㉠)을 나타낸 것이다.


구분	㉠의 길이	㉡의 길이	A대-㉠
t_1	?	0.3	1.2
t_2	0.6	$0.5 + \textcircled{a}$	$1.2 + 2\textcircled{a}$

(단위 : μm)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 H대이다.
- ㄴ. t_1 일 때 A대의 길이는 $1.4\mu\text{m}$ 이다.
- ㄷ. t_2 일 때 ㉠의 길이는 ㉡의 길이보다 짧다.



03 해설 (1)

01 2014학년도 6월 평가원 7번

정답 : ㄱ

- ㄱ. 팔을 구부리면서 근육 ㉠의 길이가 수축한다. (○)
- ㄴ. 액틴 필라멘트의 길이는 근수축과 상관 없이 길이가 일정하다. (X)
- ㄷ. 근육이 수축하는 과정에서 H대의 길이는 짧아진다. (X)

02 2014학년도 9월 평가원 8번

정답 : ㄱ

- ㄱ. ㉠에서 ㉡으로 근수축이 일어날 때 ATP가 소모된다. (○)
- ㄴ. (가)는 겹대의 단면에 해당한다. (X)
- ㄷ. (나)는 H대의 단면에 해당하고, 마이오신 필라멘트의 길이는 근수축과 상관 없이 길이가 일정하다. (X)

03 2014학년도 수능 8번

정답 : ㄱ, ㄴ

구간의 특성상, X-H대-㉠-㉡ = ㉠×2이다.

㉠일 때 X의 길이가 $2.2\mu\text{m}$, H대의 길이가 $0.2\mu\text{m}$, ㉠과 ㉡의 길이의 합이 $0.6\mu\text{m}$ 이므로 ㉠의 길이는 $0.7\mu\text{m}$ 이다.

㉡일 때 X의 길이가 ㉠일 때보다 $0.2\mu\text{m}$ 짧으므로,

변화의 비율을 계산하면 < 구간 INDEX >를 아래와 같이 채울 수 있다.

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	㉠	㉡			㉢	X
㉠	0.3	<u>0.7</u>	0.2	<u>0.7</u>	0.3	2.2
㉡	<u>0.2</u>	<u>0.8</u>	<u>0</u>	<u>0.8</u>	<u>0.2</u>	2.0
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

- ㄱ. 근육 섬유는 다핵 세포이다. (○)
- ㄴ. 수축 과정에서 겹대의 길이는 증가한다. (○)
- ㄷ. 마이오신 필라멘트의 길이는 $1.6\mu\text{m}$ 이다. (X)

04 2015학년도 6월 평가원 14번

정답 : ㄱ, ㄷ

㉠은 액틴 필라멘트이고, ㉡은 마이오신 필라멘트이다.

→ ㄱ 정답

ㄴ. C는 겹대의 단면에 해당한다. (X)

ㄷ. X의 A대 길이는 항상 일정하고, 근수축이 일어났을 때 H대는 짧아지므로

$\frac{\text{H대 길이}}{\text{A대 길이}}$ 는 X가 수축된 상태에서 더 작다. (O)

05 2016학년도 6월 평가원 15번

정답 : ㄱ

X에서 액틴 필라멘트 2개의 길이를 빼면 각 시점에서의 H대의 길이를 구할 수 있다.

X가 좌우 대칭이고 A대의 길이가 $1.6\mu\text{m}$ 라는 것을 통해 각 시점에서의 ㉠의 길이가 구해지고, 나머지 < 구간 INDEX >를 아래와 같이 채울 수 있다.

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

		㉠				X
㉡	<u>0.4</u>	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	2.4
㉢	<u>0.8</u>	<u>0.2</u>	<u>1.2</u>	1.0		3.2
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. 구간 ㉠의 길이는 ㉢일 때보다 ㉡일 때가 $0.4\mu\text{m}$ 더 길다. (O)

ㄴ. ㉡일 때 H대의 길이는 $0.4\mu\text{m}$ 이다. (X)

ㄷ. 액틴 필라멘트의 길이는 변하지 않는다. (X)

06 2016학년도 수능 16번

정답 : L

X에서 액틴 필라멘트 2개의 길이를 빼면 H대의 길이인 ㉔을 구할 수 있다.

X가 좌우 대칭이고 A대의 길이가 $1.6\mu\text{m}$ 라는 것을 통해 각 시점에서의 ㉑과 ㉒의 길이가 구해지고, 나머지 < 구간 INDEX >를 아래와 같이 채울 수 있다.

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	㉑	㉒	㉔			X
㉑	<u>0.4</u>	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	2.4
㉒	<u>0.8</u>	<u>0.2</u>	<u>1.2</u>	1.0		3.2
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. 근육 원섬유는 세포 단계에 해당하지 않는다. (X)

ㄴ. ㉑일 때 H대의 길이는 $0.4\mu\text{m}$ 이다. (O)

ㄷ. $\frac{\text{㉒의 길이}}{\text{㉑의 길이} + \text{㉔의 길이}}$ 는 ㉒일 때가 $\frac{1}{10}$, ㉑일 때가 $\frac{3}{4}$ 이므로 ㉑일 때가 더 크다. (X)

07 2018학년도 6월 평가원 8번

정답 : ㄱ, ㄴ, ㄷ

X에서 H대의 길이를 빼면 양 쪽의 액틴 필라멘트 길이인 ㉑+㉒을 구할 수 있다.

그리고 변화의 비율을 고려하여 ㉑ 시점에서의 ㉔의 길이도 계산할 수 있다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	㉑	㉒	㉔			X
㉑	<u>1.0</u>		<u>1.0</u>	<u>1.0</u>		3.0
㉒	<u>1.0</u>		<u>0.2</u>	<u>1.0</u>		2.2
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. ㉑일 때 H대의 길이는 $1.0\mu\text{m}$ 이다. (O)

ㄴ. ㉑에서 ㉒로 변하면서 X의 2감=0.8 감소이므로, ㉒의 길이는 ㉒일 때가 ㉑일 때보다 $0.4\mu\text{m}$ 더 길다. (O)

ㄷ. ㉑+㉒은 일정한데 ㉔의 길이는 ㉑일 때가 ㉒일 때의 5배이므로 $\frac{\text{㉑의 길이} + \text{㉒의 길이}}{\text{㉔의 길이}}$ 는 ㉒일 때가 ㉑일 때의 5배이다. (O)

08 2019학년도 9월 평가원 11번

정답 : ㄱ, ㄷ

조건 정리 과정에서 ㉞는 ㉟임을 알 수 있고,

t_1 과 t_2 일 때 X-㉞의 값이 일정하다는 것을 통해 X가 2감할 때 같이 2감하는 ㉞이 ㉟임을 알 수 있다.

\therefore ㉞ = ㉟, ㉞ = ㉟, ㉞ = ㉟

X가 2감할 때, ㉞+㉟는 3감하게 된다.

표에서 t_1 과 t_2 일 때 ㉞+㉟ 값의 차이는 $1.2\mu\text{m}$ 이므로,

3감 = $1.2\mu\text{m}$ 감소, 2감 = $0.8\mu\text{m}$ 감소가 된다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	㉞ = ㉟	㉞ = ㉟	㉞ = ㉟			X
t_1						
t_2						
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. ㉞는 H대이다. (○)

ㄴ. ㉞의 길이와 ㉟의 길이를 더한 값은 $t_1 > t_2$ 이다. (X)

ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8\mu\text{m}$ 길다. (○)

09 2020학년도 수능 14번

정답 : ㄱ, ㄷ

A대의 길이에서 ㉟+㉞을 빼면 ㉞의 길이를 구할 수 있다.

따라서 t_1 에서 ㉞의 길이는 $1.6 - 1.3 = 0.3$ 이 된다.

이를 통해 t_1 에서의 < 구간 INDEX >를 완성할 수 있고,

㉞을 기준으로 변화의 비율을 계산하면 나머지 < 구간 INDEX >를 아래와 같이 채울 수 있다.

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

			㉟	㉞	㉞	X
t_1	0.7	<u>0.3</u>	<u>1.0</u>	<u>0.3</u>	0.7	<u>3.0</u>
t_2	0.5	<u>0.5</u>	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>	0.5	<u>2.6</u>
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. t_1 일 때 X의 길이는 $3.0\mu\text{m}$ 이다. (○)

ㄴ. X와 ㉟은 변화의 비율이 같기 때문에 시점에 상관없이 같다. (X)

ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{H대의 길이}}{\text{㉞의 길이} + \text{㉞의 길이}} = \frac{0.6}{0.5 + 0.5} = \frac{3}{5}$ 이다. (○)

10 2021학년도 6월 평가원 13번

정답 : ㄱ

㉠의 길이는 A대의 길이를 의미하고, X의 길이에서 ㉠의 길이를 빼면 양쪽 ㉡의 길이의 합을 구할 수 있다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

		㉠			㉡	X
			㉢			
t_1	<u>0.7</u>	1.6			<u>0.7</u>	3.0
t_2	<u>0.5</u>				<u>0.5</u>	2.6
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

- ㄱ. t_1 에서 t_2 로 될 때 골격근이 수축하므로 이 과정에서 ATP에 저장된 에너지가 사용된다. (○)
- ㄴ. t_1 에서 t_2 로 될 때 ㉠의 길이는 일정하고 ㉢의 길이는 $0.4\mu\text{m}$ 감소하므로 ㉠-㉢의 값은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 $0.4\mu\text{m}$ 크다. (X)
- ㄷ. t_2 일 때 ㉡의 길이는 $0.5\mu\text{m}$ 이다. (X)

11 2022학년도 6월 평가원 8번

정답 : ㄱ, ㄴ, ㄷ

(가)에서 (나)로 될 때 ㉠의 길이는 일정하고 ㉢의 길이는 수축한 것을 통해 ㉠은 ㉢(암대)이고, ㉢은 ㉣(명대)임을 알 수 있다.

- ㄱ. 명대에는 Z선이 존재한다. (○)
- ㄴ. 암대에는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐 있는 구간이 존재한다. (○)
- ㄷ. (가)에서 (나)로 되는 근수축 과정에서 ATP에 저장된 에너지가 사용된다. (○)

12 2022학년도 9월 평가원 9번

정답 : ㄱ, ㄴ

문제에서 t_1 일 때 ㉠의 길이가 t_2 일 때 ㉢의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값과 같다고 했으므로, t_2 일 때 ㉡의 길이는 $0.5\mu\text{m}$ 가 된다. 이어서 t_2 일 때 X의 길이는 $3.0\mu\text{m}$ 가 된다.

t_1 일 때 X의 길이가 t_2 일 때보다 크려면 ㉠은 ㉠, ㉢은 ㉢이 되어야 한다.

좌우 대칭을 고려하여 t_1 일 때 X의 길이를 계산하면 $3.2\mu\text{m}$ 가 나온다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	┌───1.0───┐			
	㉠=㉠	㉢=㉢	㉡	X
t_1	0.8	0.2	<u>0.6</u>	3.2
t_2	0.7	0.3	<u>0.5</u>	3.0
	1감	1증	1감	2감

ㄱ. ㉠은 ㉠이다. (○)

ㄴ. t_1 일 때 H대의 길이는 ㉡의 길이의 2배인 $1.2\mu\text{m}$ 이다. (○)

ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다. (X)

13 2022학년도 수능 13번

정답 : ㄱ, ㄷ

t_2 일 때 X의 길이에서 양쪽 명대의 길이를 빼면 A대의 길이가 $1.6\mu\text{m}$ 가 나온다.

㉔을 기준으로 변화의 비율을 계산하면 t_3 일 때 X의 길이는 $2.8\mu\text{m}$ 가 나온다.

t_1 일 때 A대의 길이가 $1.6\mu\text{m}$ 이고, ㉓+㉔이 $1.2\mu\text{m}$ 이므로 좌우 대칭을 이용해 ㉔이 $0.4\mu\text{m}$ 임을 알 수 있다.

X에서 액틴 필라멘트의 길이는 일정하기 때문에 t_1 과 t_3 에서의 길이가 같아야 한다.

$0.4+㉔ = 0.6+(1.6-㉔)$ 이므로, $㉔ = 0.9$ 이다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

			㉓	㉔	㉔	X
t_1		<u>0.4</u>	<u>0.8</u>	<u>0.4</u>	<u>㉔=0.9</u>	
t_2	0.7				0.7	3.0
t_3	0.6	<u>$1.6-㉔$</u> <u>=0.7</u>	<u>㉔=0.9</u>		0.6	<u>2.8</u>
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. t_2 에서 t_3 로 변할 때 X의 길이가 감소했으므로, X는 P의 근육 원섬유 마디에 해당한다. (○)

ㄴ. X에서 A대의 길이는 시점에 상관 없이 일정하다. (X)

ㄷ. t_1 일 때 ㉔의 길이와 ㉔의 길이를 더한 값은 $1.3\mu\text{m}$ 이다. (○)

14 2020년 4월 교육청 8번

정답 : ㄱ, ㄴ

t_2 일 때 H대의 길이가 $1.0\mu\text{m}$ 이고, A대의 길이가 $1.6\mu\text{m}$ 라는 것을 이용해 t_2 의 구간 길이를 전부 알 수 있다.

이어서 ㉔을 기준으로 변화의 비율을 계산하면 t_1 일 때 X의 길이가 $2.0\mu\text{m}$ 라는 것을 알 수 있다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

			1.6		㉔	X
t_1					0.2	<u>2.0</u>
t_2	<u>0.7</u>	<u>0.3</u>	1.0	<u>0.3</u>	<u>0.7</u>	3.0
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. t_1 일 때 X의 길이는 $2.0\mu\text{m}$ 이다. (○)

ㄴ. ㉔의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 짧다. (○)

ㄷ. t_2 일 때 $\frac{\text{㉓의 길이}}{\text{A대의 길이}} = \frac{0.3}{1.6} = \frac{3}{16}$ 이다. (X)

15 2020년 7월 교육청 11번

정답 : ㄱ, ㄴ

이 문제에서는 예외적으로 변화의 비율을 X가 2증하는 것을 기준으로 생각하자.
 주로 감소하는 것이 기준이 되지만, 간혹 학습자들의 센스가 필요할 때가 있다.

t_1 에서 t_2 로 변할 때 ㉠+㉡의 값에는 변화가 없으므로

㉠+㉢와 ㉡+㉢는 각각 ㉠+㉢, ㉡+㉢ 중 하나이다.

t_1 에서 t_2 로 변하면서 X가 2증할 때 ㉠+㉢은 3증, ㉡+㉢은 1증하므로

㉠=㉡, ㉡=㉠, ㉢=㉢임을 알 수 있다.

t_1 일 때 $\{(㉠+㉢)+(㉡+㉢)\} \times 2 = 3.6 = X+㉢ \times 3$ 이므로 ㉢ = 0.4가 나온다.

t_1 일 때 ㉢의 길이와 X의 길이를 알고, X는 좌우 대칭이므로

t_1 일 때 각 구간의 길이를 전부 알 수 있다.

이어서 변화의 비율을 고려하여 t_2 일 때 각 구간의 길이와 X의 길이도 계산할 수 있다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	㉡=㉠	㉠=㉡	㉢=㉢			X
t_1	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	2.4
t_2	0.7	0.3	1.0			3.0
	1증	1감	2증	1감	1증	2증

ㄱ. ㉠은 ㉡이다. (○)

ㄴ. t_1 일 때 $\frac{A \text{대의 길이}}{H \text{대의 길이}} = \frac{1.6}{0.4} = 4$ 이다. (○)

ㄷ. t_2 일 때 X의 길이는 $3.0\mu\text{m}$ 이다. (X)

16 2021년 3월 교육청 18번

정답 : **ㄷ**

A 대의 길이 = ㉠×2+㉡인데, ㉠가 ㉢이고 ㉡가 ㉣이어야만 A 대의 길이가 $1.6\mu\text{m}$ 으로 일정할 수 있다.
변화의 비율을 고려하여 t_1 일 때 X의 길이를 구하면 $2.6\mu\text{m}$ 임을 알 수 있다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,
밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

		㉠=㉢	㉡=㉣			X
t_1		<u>0.5</u>	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>		<u>2.6</u>
t_2		<u>0.7</u>	<u>0.2</u>	<u>0.7</u>		<u>2.2</u>
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

- ㄱ. ㉡는 ㉣이다. (X)
- ㄴ. t_1 일 때 X의 길이는 $2.6\mu\text{m}$ 이다. (X)
- ㄷ. A 대의 길이는 $1.6\mu\text{m}$ 이다. (O)

17 2021년 4월 교육청 10번

정답 : **ㄱ**

t_1 일 때 ㉡의 길이와 t_2 일 때 ㉢의 길이를 미지수 α 로 설정한다.
A 대의 길이는 항상 일정하므로 t_1 일 때 ㉢의 길이와 t_2 일 때 ㉡의 길이가 $0.6\mu\text{m}$ 임을 먼저 알 수 있다.
따라서 ㉠가 $2.8\mu\text{m}$, ㉡가 $2.4\mu\text{m}$ 가 되고, 변화의 비율을 고려하여 $\alpha = 0.4$ 임을 알 수 있다.
< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,
밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

	㉠	㉡	㉢			X
t_1	<u>0.6</u>	<u>$\alpha=0.4$</u>				<u>㉠=2.8</u>
t_2	<u>$\alpha=0.4$</u>	<u>0.6</u>	0.4	<u>0.6</u>		<u>㉡=2.4</u>
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

- ㄱ. ㉠는 $2.8\mu\text{m}$ 이다. (O)
- ㄴ. t_1 일 때 ㉢의 길이는 $0.6\mu\text{m}$ 이다. (X)
- ㄷ. 액틴 필라멘트의 길이는 일정하고 ㉡의 길이는 t_1 에서 t_2 로 변하면서 증가하므로
 $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{액틴 필라멘트의 길이}}$ 는 t_2 일 때가 더 크다. (X)

18 2021년 7월 교육청 15번

정답 : ㄱ

A대-㉠ = 한 쪽 겹대×2이고 X는 좌우 대칭이므로

t_1 과 t_2 에서 겹대 구간의 길이를 표현할 수 있다.

t_1 에서 겹대의 길이+㉡의 길이 = 액틴 필라멘트의 길이이므로

$0.6+0.3 = (0.6+@)+(0.5+@)$, @ = -0.1이 된다.

< 구간 INDEX >는 아래와 같이 채울 수 있고,

밑줄 친 내용들이 자료 해석과 추론을 통해 알아낼 수 있는 것들이다.

			㉠		㉡	X
t_1	0.3	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	<u>0.6</u>	0.3	
t_2	0.5+@	<u>$\frac{0.6+@}{=0.5}$</u>	0.6	<u>$\frac{0.6+@}{=0.5}$</u>	0.5+@	
	1감	1증	2감	1증	1감	2감

ㄱ. ㉠은 H대이다. (○)

ㄴ. A대의 길이는 $1.6\mu\text{m}$ 이다. (X)

ㄷ. t_2 일 때 ㉠의 길이는 ㉡의 길이보다 길다. (X)