근수축의 수학적 계산
Schema 8
비율 관점

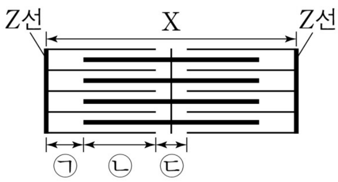
처음 값을 설정할 때 정확한 값으로 대응하지 않고
적절한 상수(비례상수)와 곱상수를 활용하여 상황을 조금 더 간명하게 이해할 수 있다.

이는 언제든지 적절한 상수에 미지수나 곱상수를 대응하여 해석할 수 있기 때문이다.

비례상수(비율)×곱상수=실제 값(길이)

[23학년도 9평] 그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X의 구조를 표는 ⓐ가 F_1일 때 ㉢의 길이를 ㉠의 길이로 나눈 값과 X의 길이를 ㉡의 길이로 나눈 값을 나타낸 것이다.

F_1일 때 A대의 길이는 1.6㎛이다.



힘	$\frac{㉢}{㉠}$	$\frac{X}{㉡}$
F_1	1	4

F_1에서 ㉠의 길이과 ㉡의 길이가 동일하고
X의 길이 : ㉡의 길이 = 4 : 1인 것을 알 수 있다.
따라서 다음과 같이 표에 정리할 수 있다.

힘	X의 길이	㉠	㉡	㉢	곱상수
	⇓	↓	↑	⇓	
F_1	12	2	3	2	

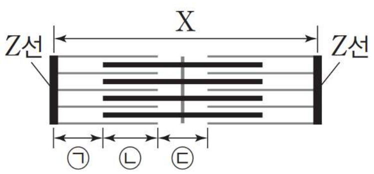
A대에 해당하는 길이는 2㉡+㉢이므로 비례상수로는 2×3+2=8에 해당하고
A대에 해당하는 실제 길이는 1.6㎛이므로 곱상수는 0.2이다.

힘	X의 길이	㉠	㉡	㉢	곱상수
	⇓	↓	↑	⇓	
F_1	12	2	3	2	0.2

비율 관점

22.

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. 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1과 t_2일 때 X의 길이, Ⅰ의 길이를 Ⅱ의 길이로 나눈 값과 Ⅰ의 길이를 Ⅲ의 길이로 나눈 값을 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅲ은 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. X의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 길며, Ⅰ과 Ⅱ에는 모두 액틴 필라멘트가 있다.



시점	X의 길이 (㎛)	$\frac{Ⅰ}{Ⅱ}$	$\frac{Ⅰ}{Ⅲ}$
t_1	2.6	1	?
t_2	?	$\frac{2}{3}$	1

t_2일 때 X의 길이는?

비율 관점

[해설]

Ⅰ과 Ⅱ에는 모두 액틴 필라멘트가 있으므로 Ⅲ이 ㉢이다.
∴ Ⅰ과 Ⅱ는 변화량은 같고 변화 방향은 다르다.

t_1일 때가 t_2일 때보다 길다고 주어졌으므로 다음과 같이 수축 방향성이 결정되어 있다.

시점	X의 길이 (㎛)	수축 방향성	$\frac{Ⅰ}{Ⅱ}$	$\frac{Ⅰ}{Ⅲ}$
t_1	2.6	↓	1	?
t_2	?		$\frac{2}{3}$	1

Ⅰ과 Ⅱ는 변화량은 같고 변화 방향은 다르므로
t_1의 1을 $\frac{5}{5}$로, t_2의 $\frac{2}{3}$를 $\frac{4}{6}$로, t_2의 1을 $\frac{4}{4}$로 바꿔 정리할 수 있다.

그에 따라 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ을 적절히 정리하면 다음과 같다.

시점	X의 길이 (㎛)	수축 방향성	$\frac{Ⅰ}{Ⅱ}$	$\frac{Ⅰ}{Ⅲ}$	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ(㉢)
					↓	↑	⇓
t_1	2.6	↓	1	?	5	5	6
t_2	?		$\frac{2}{3}$	1	4	6	4

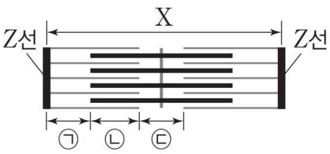
∴ 곱상수는 $\times 0.1$이고 Ⅰ은 ㉠, Ⅱ는 ㉡이다.
∴ t_2일 때 X의 길이는 2.4㎛이다.

[정답]

t_2일 때 X의 길이는 2.4㎛이다.

23.

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. 표는 골격근 수축 과정에서 ⓐ~ⓒ의 길이를 시점 t_1일 때의 길이와 시점 t_2일 때의 길이의 비로 나타낸 것이다. ⓐ~ⓒ는 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.



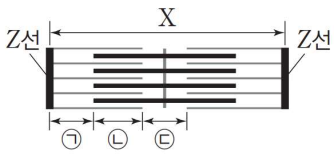
구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ
$\frac{t_1\text{일 때 길이}}{t_2\text{일 때 길이}}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{3}$

t_1일 때 $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉢의 길이}}$와, t_2일 때 $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{㉡의 길이}}$의 값은 모두 $\frac{3}{2}$이고, A대의 길이는 1.6㎛이다.

t_1일 때 X의 길이는?

근수축의 수학적 계산
Schema 8
비율 관점

[해설]



구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ
$\frac{t_1\text{일 때 길이}}{t_2\text{일 때 길이}}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{3}$

유일하게 길이 변화 방향성이 다른 ⓑ가 ㉡이다.
A대의 길이가 1.6㎛이고 A대의 길이는 ㉡과 ㉢의 합으로 나타낼 수 있으므로 다음과 같이 비례상수와 곱상수를 설정할 수 있다.

시점	수축	X의 길이	㉠	㉡	㉢	곱상수
		⇓	↓	↑	⇓	
t_1				3	2	×0.2
t_2						

㉡의 $\frac{t_1\text{일 때 길이}}{t_2\text{일 때 길이}}$는 $\frac{3}{2}$이므로 ↑의 변화량은 0.2㎛로 결정된다.

시점	수축	X의 길이	㉠	㉡	㉢	곱상수
		⇓	↓	↑	⇓	
t_1				3	2	×0.2
t_2				2		

㉢의 수축 변화량은 0.4이고 t_2일 때 ㉢의 비례상수는 4이므로 ㉢은 ⓐ이다.

∴ ㉠은 ⓒ이다.

시점	수축	X의 길이	㉠	㉡	㉢	곱상수
		⇓	↓	↑	⇓	
t_1				3	2	×0.2
t_2				2	4	

t_2일 때 ㉠의 길이/㉡의 길이=3/2이므로 t_2일 때 ㉠의 비례상수는 3이다.
따라서 t_1일 때 ㉠의 비례상수는 2로 결정된다.

근수축의 수학적 계산

Schema 8

비율 관점

시점	수축	X의 길이	㉠	㉡	㉢	곱상수
		$\Downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$	$\Downarrow$	
t_1	$\uparrow$	2.4	2	3	2	×0.2
t_2		2.8	3	2	4	

[정답]

t_1일 때 X의 길이는 $2.4\mu m$이다.