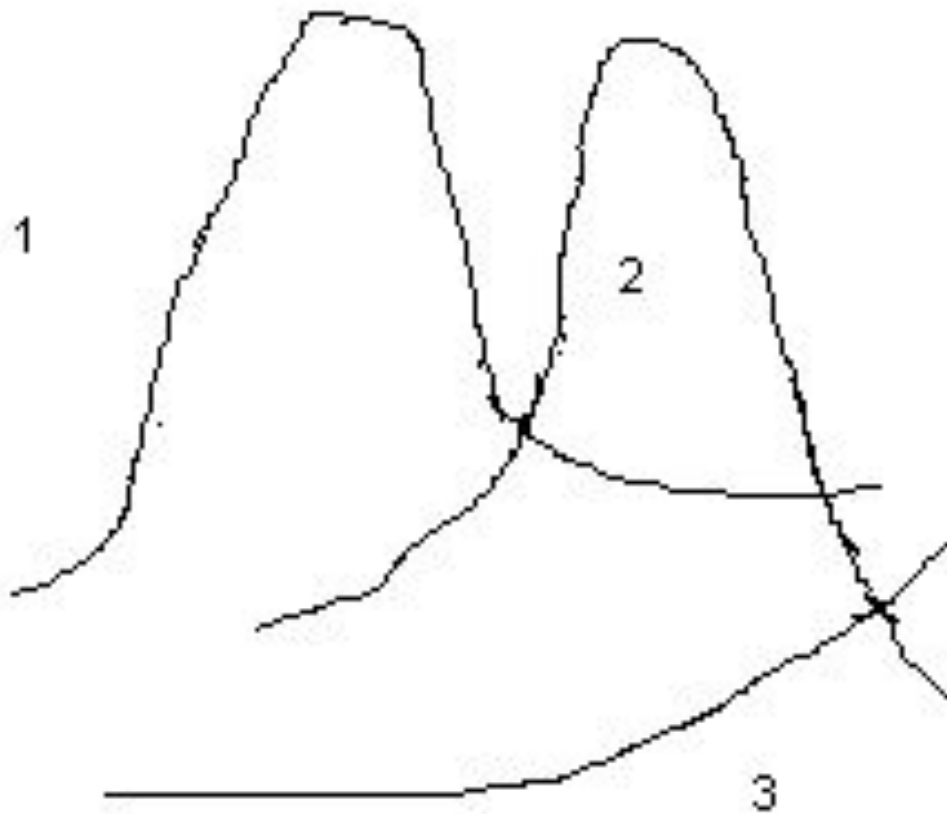


# **Лекція 6**

## **Тема: Механізм скорочення м'язового волокна**

# Електро механічний зв'язк

- Потенціал дії
- Деполяризація мембрани Т-трубочок
- Деполяризація мембрани СР
- Вихід йонів кальцію
- Скорочення м'яза



1. Генерація потенціалу дії мембрани м'язового волокна.
2. Коливання концентрації внутріклітинного вільного кальцію.
3. Динаміка скорочення м'язового волокна.

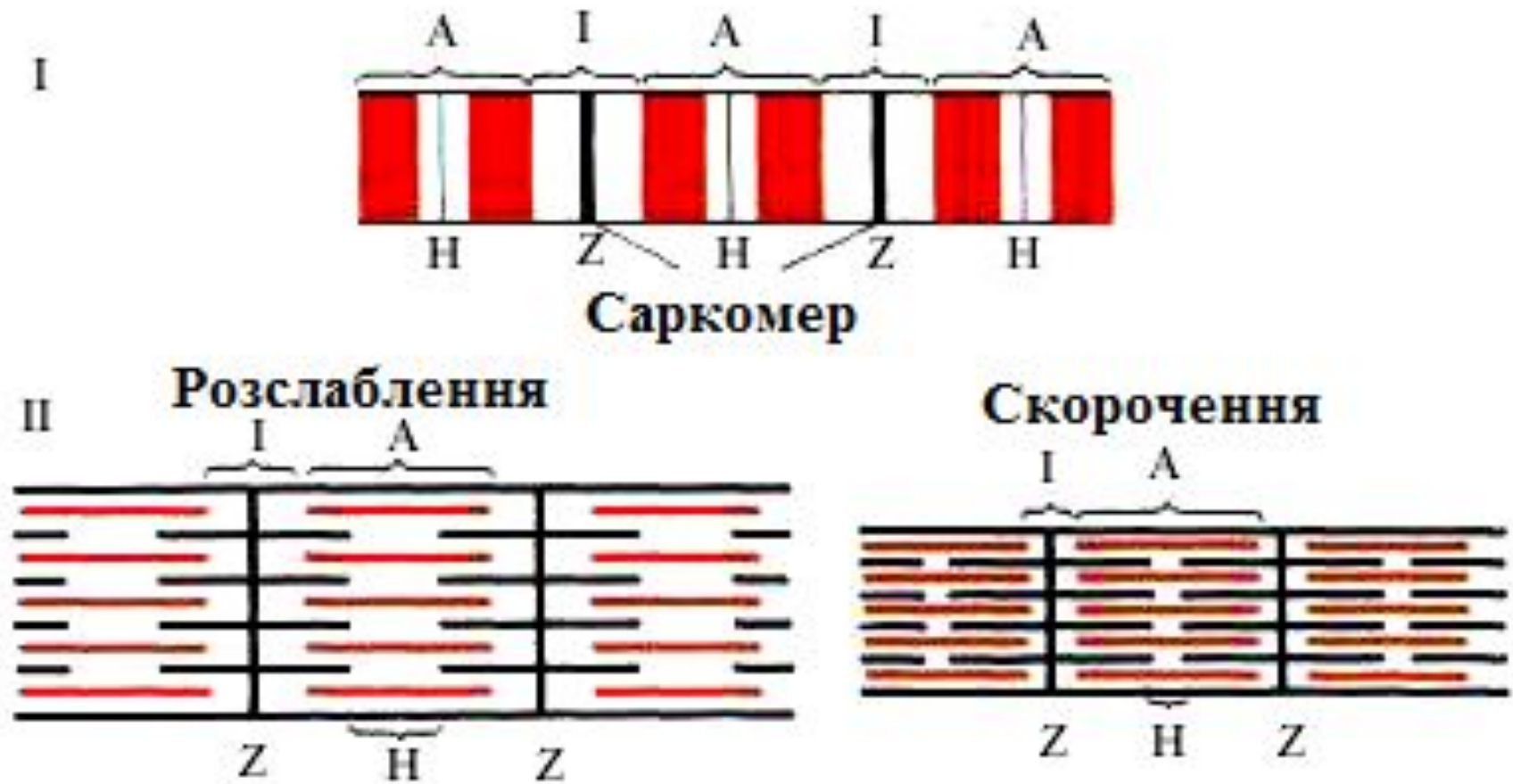
**Рис.1. Коливання концентрації йонів кальцію під час генерації ПД і активації скорочення м'язу.**

# Характеристики деполяризації м'язових волокон

- ✓ 1) при тривалій деполяризації м'язового волокна після початкового скорочення відбувається мимовільне його розслаблення. Воно настає тим раніше, чим сильнішою була деполяризація.
- ✓ 2) порогова деполяризація для активації скорочення м'язового волокна складає 30-35 мВ, максимальне скорочення спостерігається при деполяризації у 40 мВ.
- ✓ 3) повторна деполяризація м'язового волокна супроводжується зменшенням амплітуди скорочення.
- ✓ 4) у розвитку м'язової втоми важливу роль відіграє інактивація вивільнення йонів кальцію з цистерн саркоплазматичного ретикулума, що призводить до різкого зменшення внутріклітинної концентрації йонів кальцію.

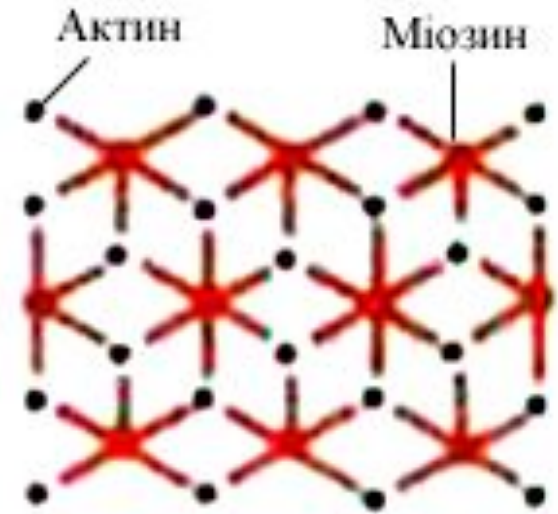
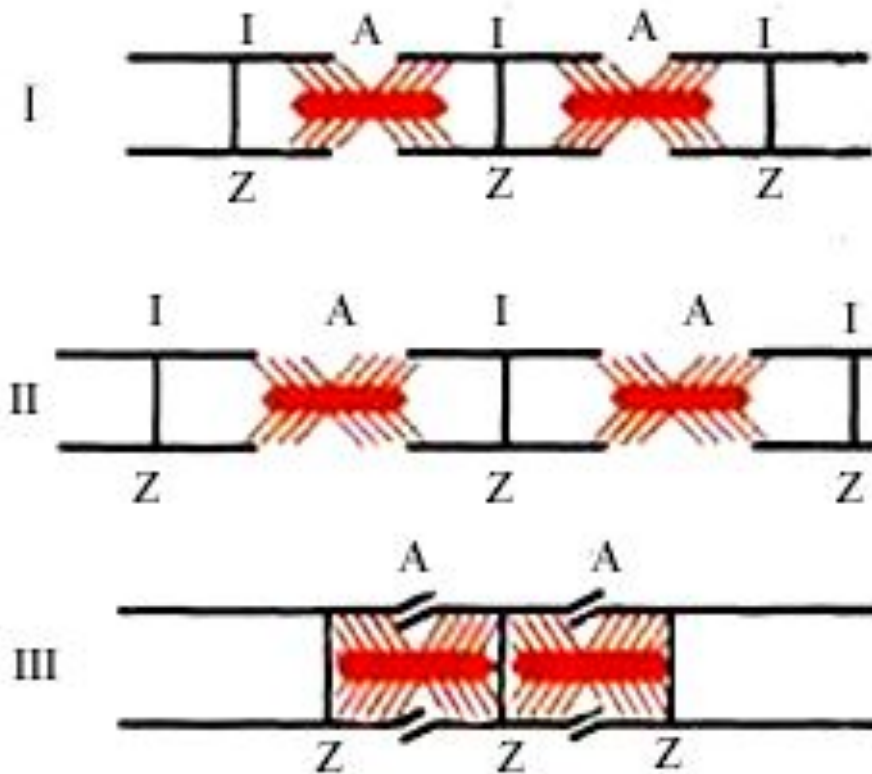
# Особливості активації скорочення у тонічних м'язових волокнах

- ✓ Волокна за нормальних умов не здатні до генерації ПД.
- ✓ У відповідь на деполяризацію у них виникає тонічне скорочення.
- ✓ Максимально активоване тонічне волокно вкорочується або розвиває напругу у 10 разів повільніше, ніж фазне волокно. У стільки ж разів і повільніше розслаблюється.
- ✓ Т-система і саркоплазматичний ретикулум розвинуті слабше.
- ✓ Контакти між ними є не тільки за типом триад, але й діад.
- ✓ Подібність між фазовими і тонічними волокнами полягає у порозі активації, латентному періоді скорочення, механізмі вивільнення йонів кальцію з ретикулума.
- ✓ Невелика швидкість розвитку напруги у тонічних волокнах зумовлена повільнішими процесами скорочення, що розвиваються всередині м'язового волокна.



**Рис. 2. Будова м'язового волокна (I) і міофібрили (II):**

**А – анізотропні диски, І – ізотропні диски, Н і Z - пластинки**



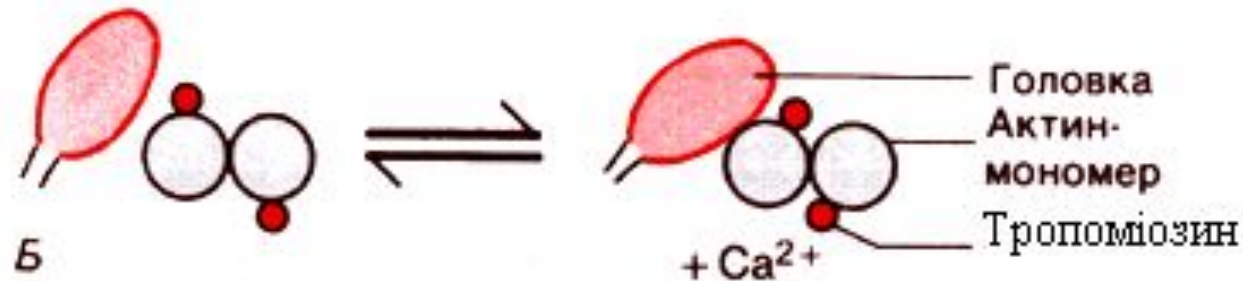
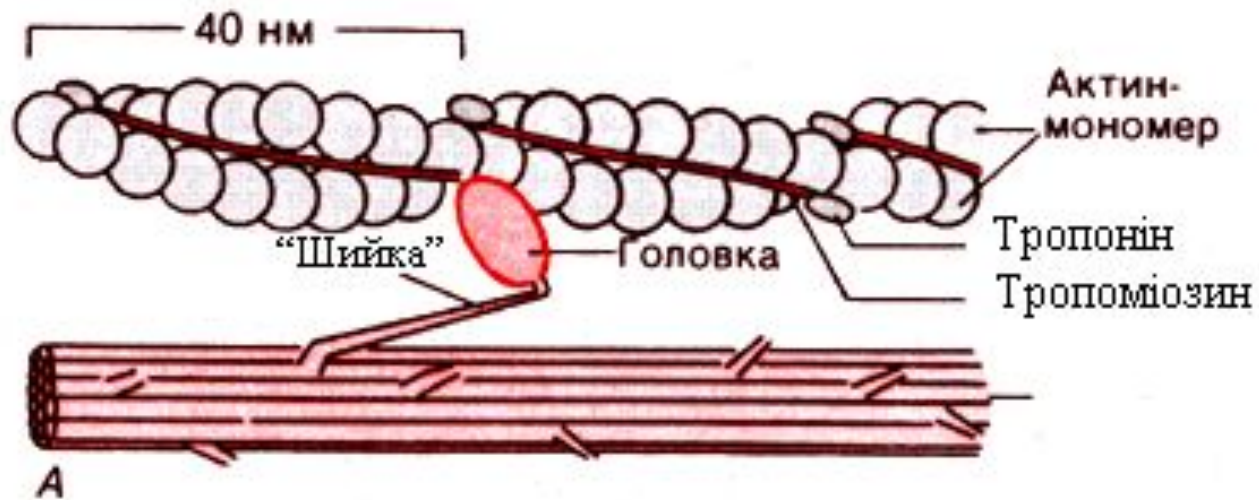
**Рис. 3. Схеми ковзання ниток актину і міозину в ході скорочення:**

**а) I – розслаблена міофібрила; II – розтягнута міофібрила; III – скорочена міофібрила; б) схема взаємного розташування міозинових і актинових ниток у саркомері (поперечний перетин).**

# **Механізми, що лежать в основі скорочення м'язового волокна можна об'єднати у дві групи:**

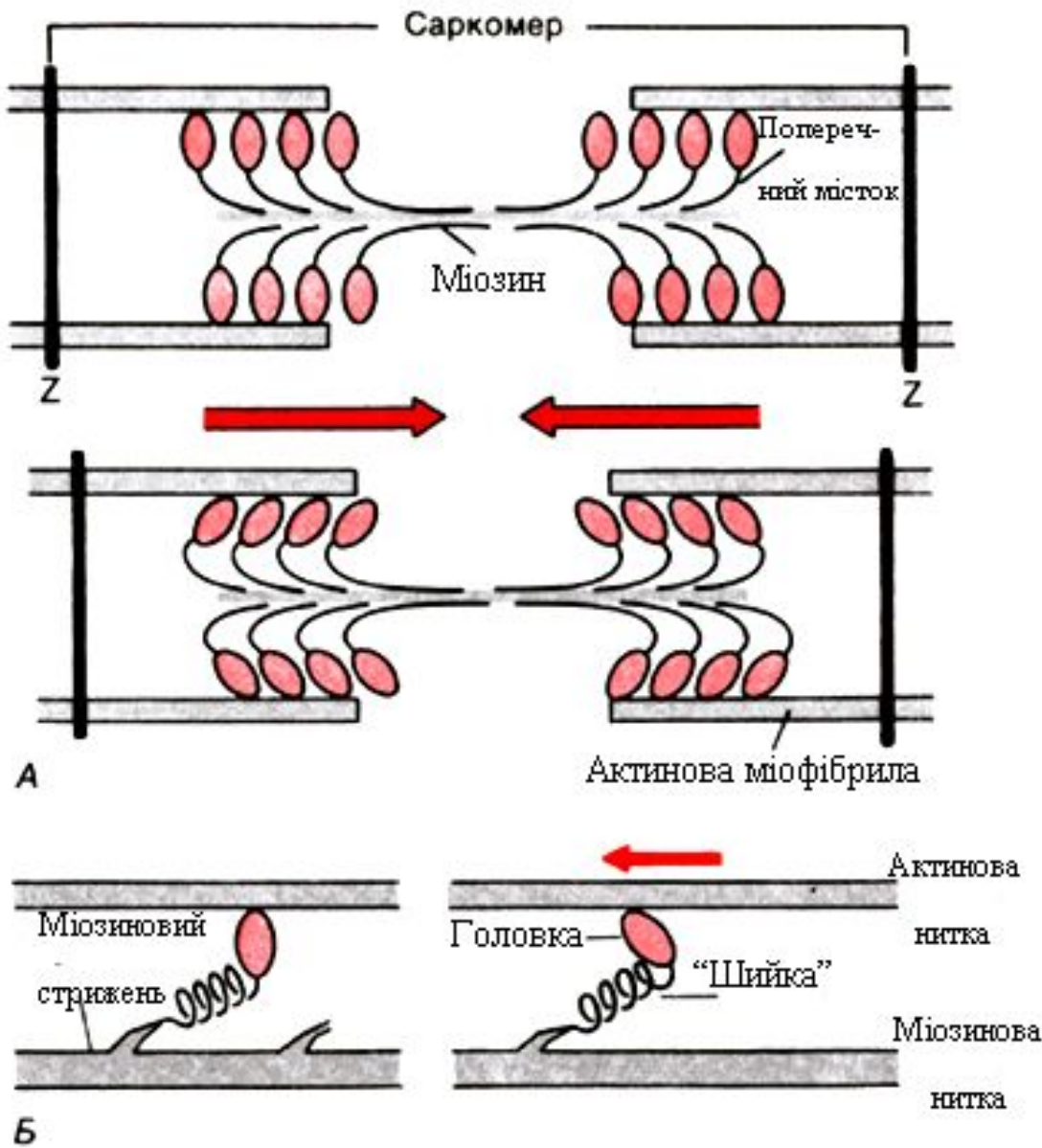
- ✓ взаємне переміщення (ковзання) товстих і тонких міофіламентів при незмінній їх довжині – теорія ковзання;
- ✓ молекулярні конформації скорочувальних міофіламентів.





## Рис. 4. Механізм утворення акто-міозинового комплексу.

А- зображення актинової і міозинової ниток у продольному перетині; Б – поперечний перетин волокна.



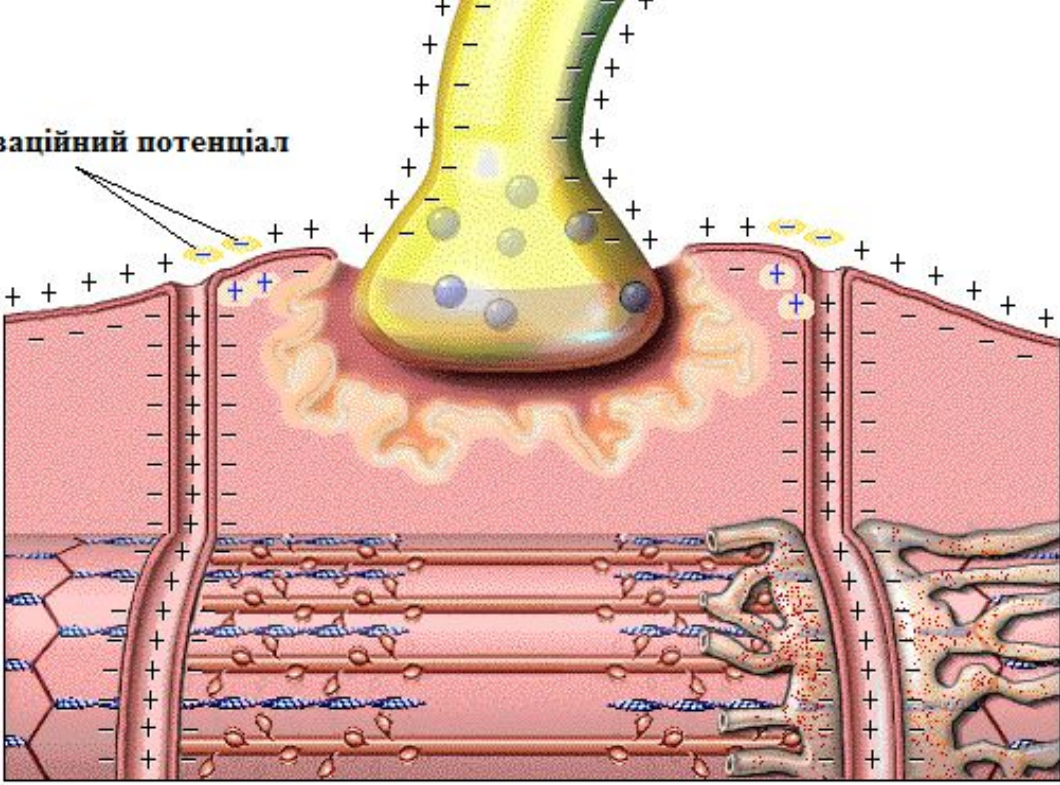
**А – модель механізму руху:**  
 міозинова нитка з поперечними містками, що прикріплені до сусідніх актинових ниток;

**Б- модель механізму створення сили поперечними містками;**  
 Міозинова “головка” повертається на  $45^\circ$  відносно міозинового стрижня у ділянці “шийки”.

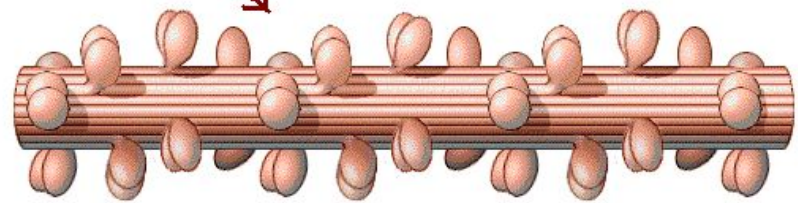
**Рис. 5. Схема утворення поперечних містків.**

**Послідовність процесу  
скорочення м'яза згідно теорії  
КОВЗАННЯ**

Активаци́йний потенціал

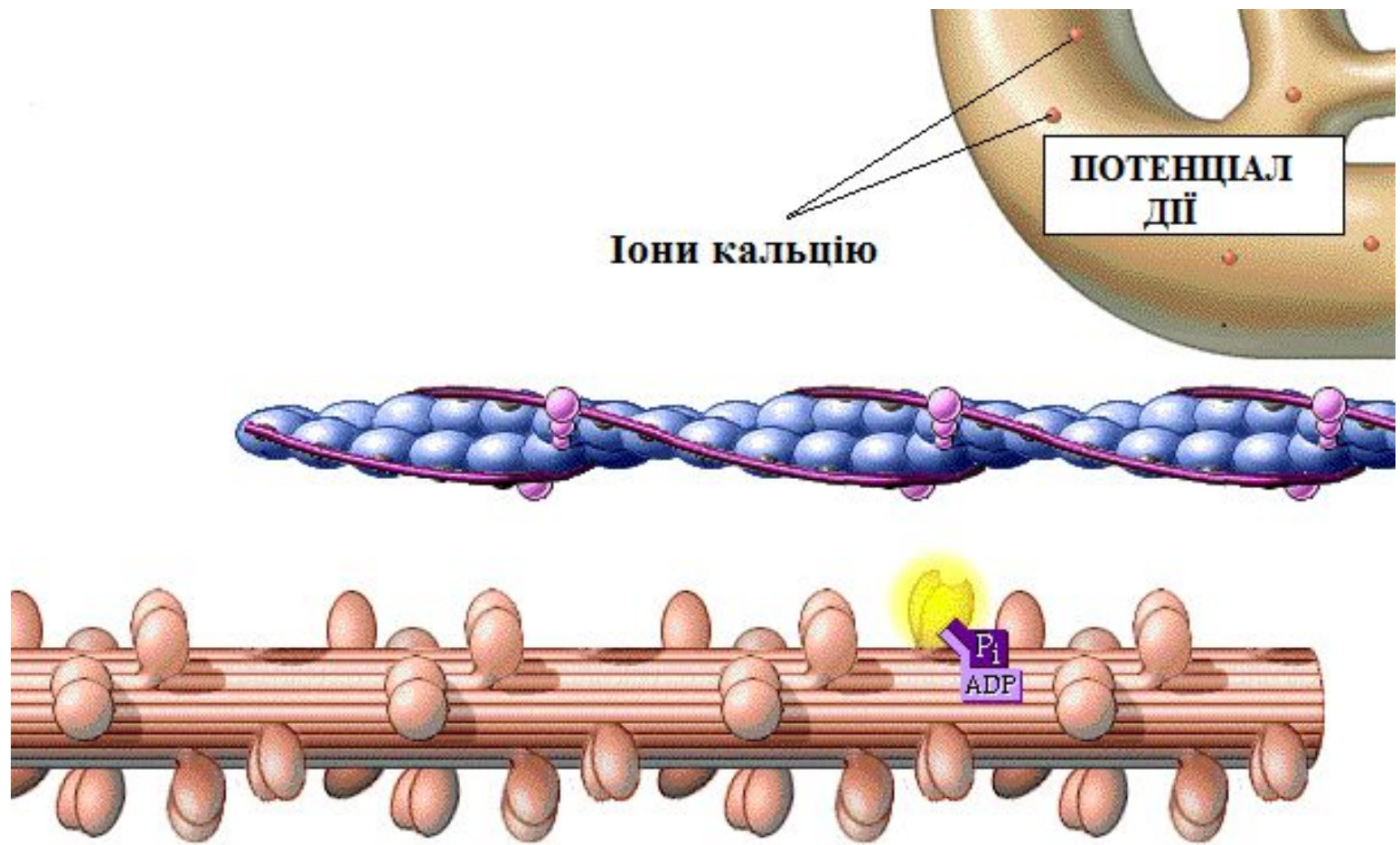


MIOZIN

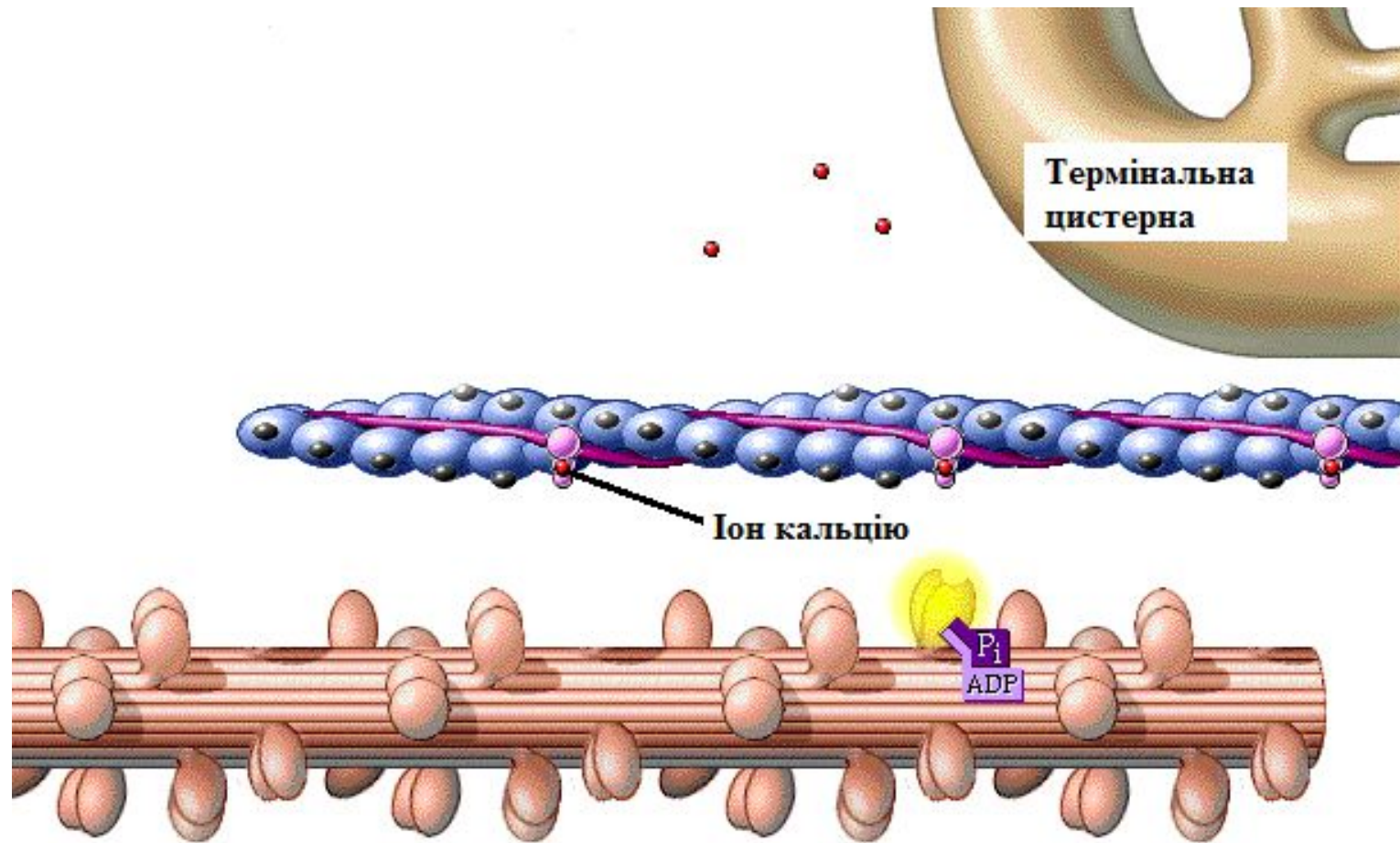


**Рис. 6. Передача АД  
через нервово-мязовий  
синапс**

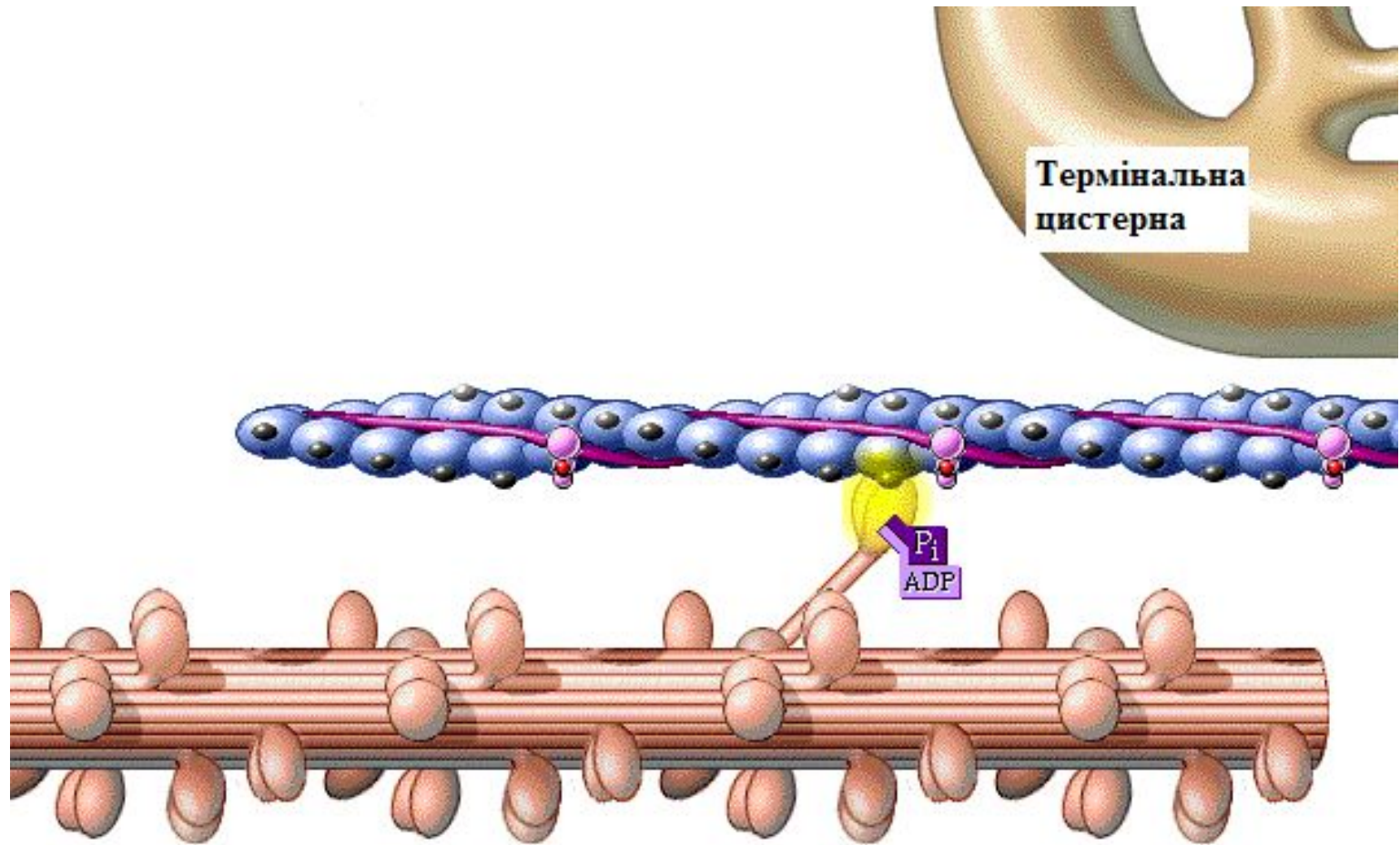




**Рис. 7. Відкриття місця зв'язування на актині**

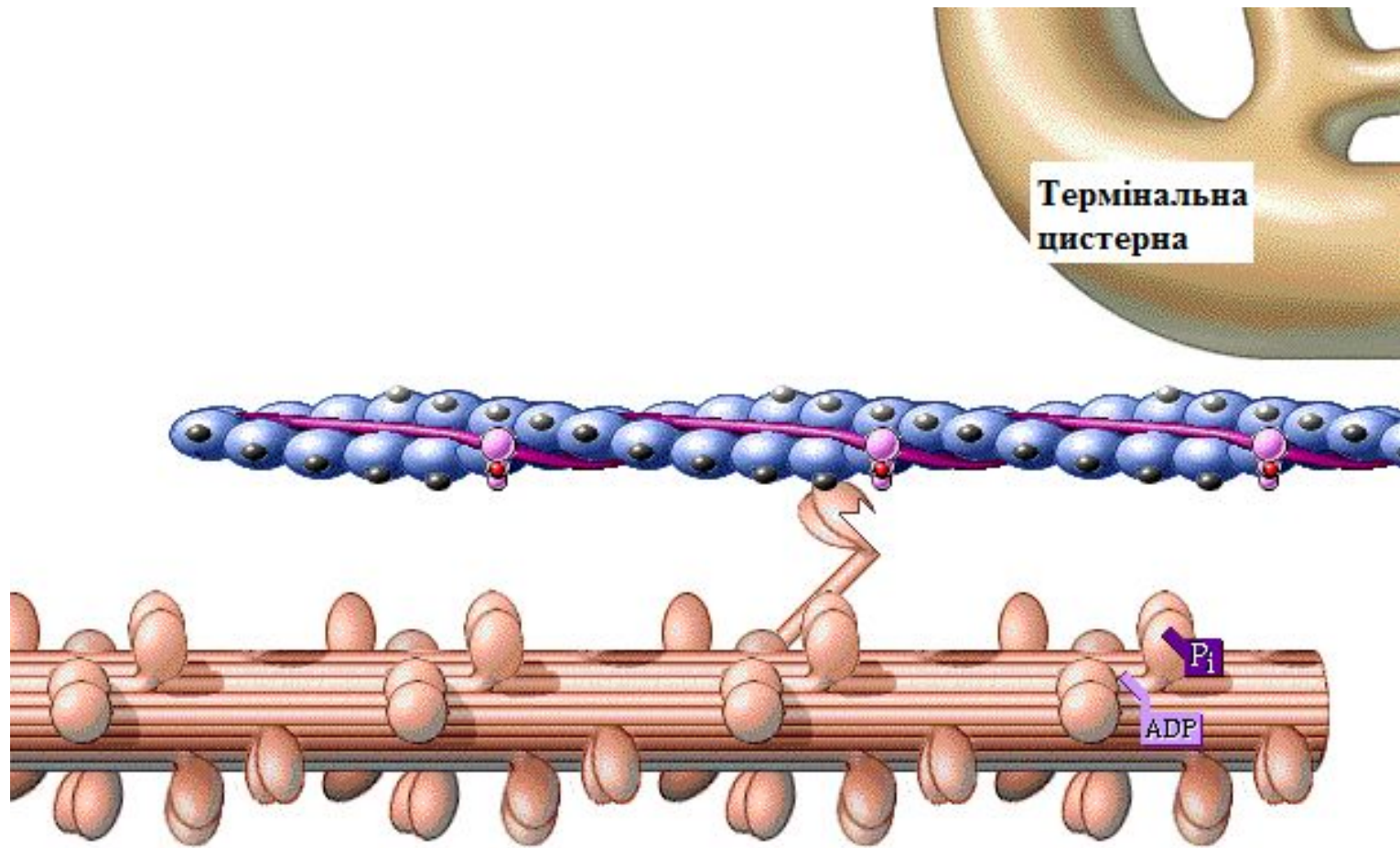


**Рис. 8. Вихід кальцію із СР і приєднання до актину**



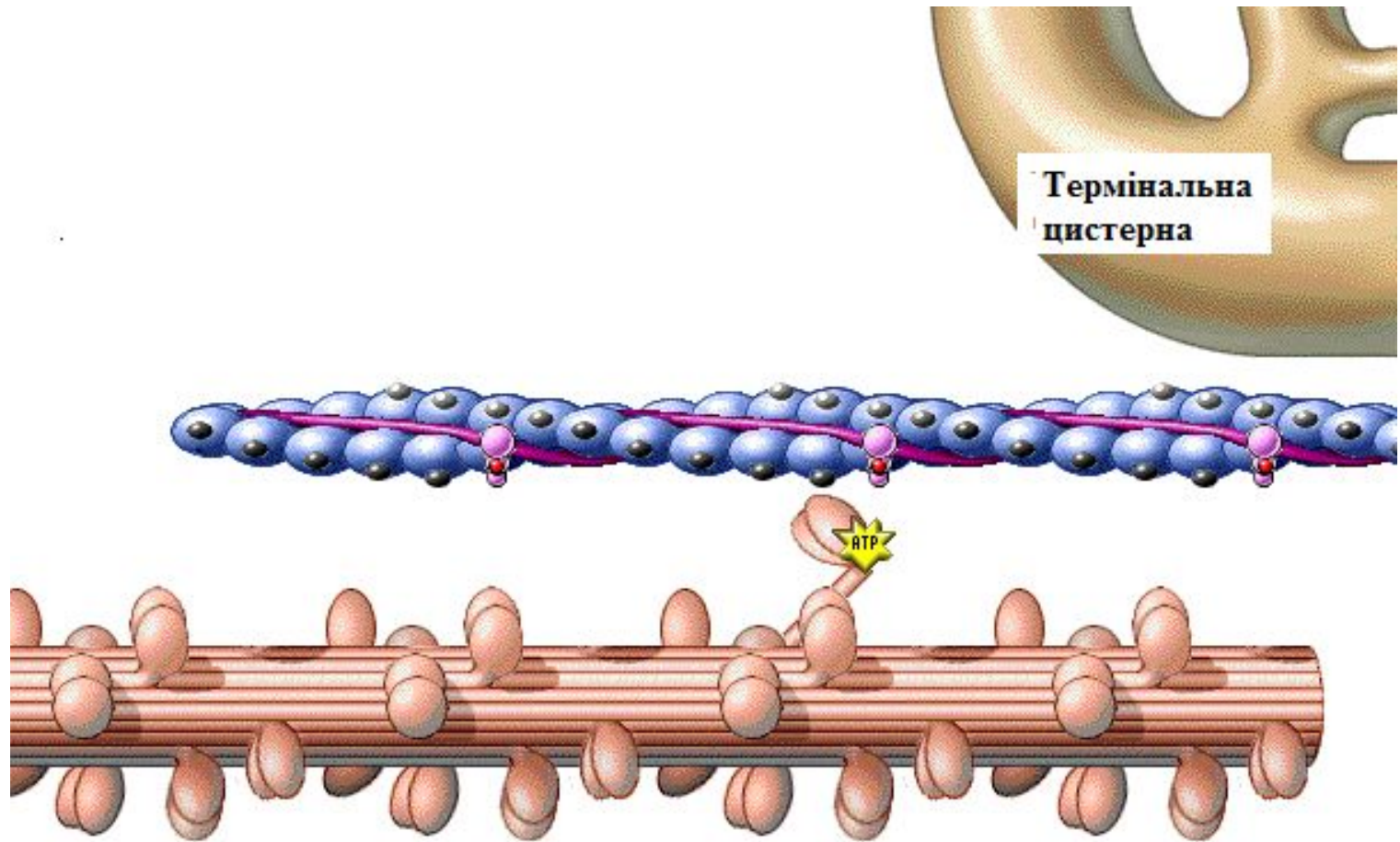
**Рис. 9. Приєднання міозинової головки до актину**



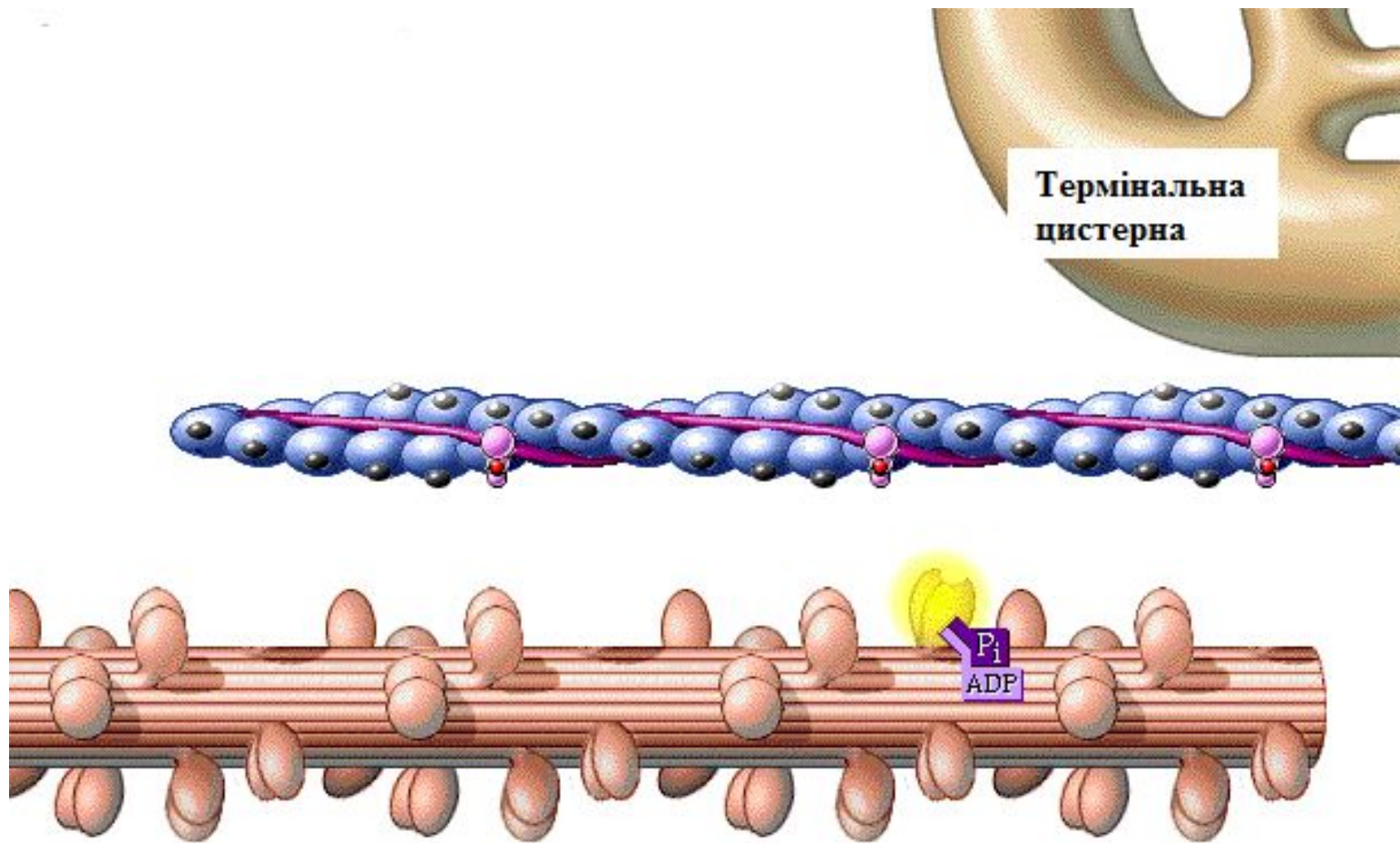


**Рис. 10. Поворот міозиної головки**

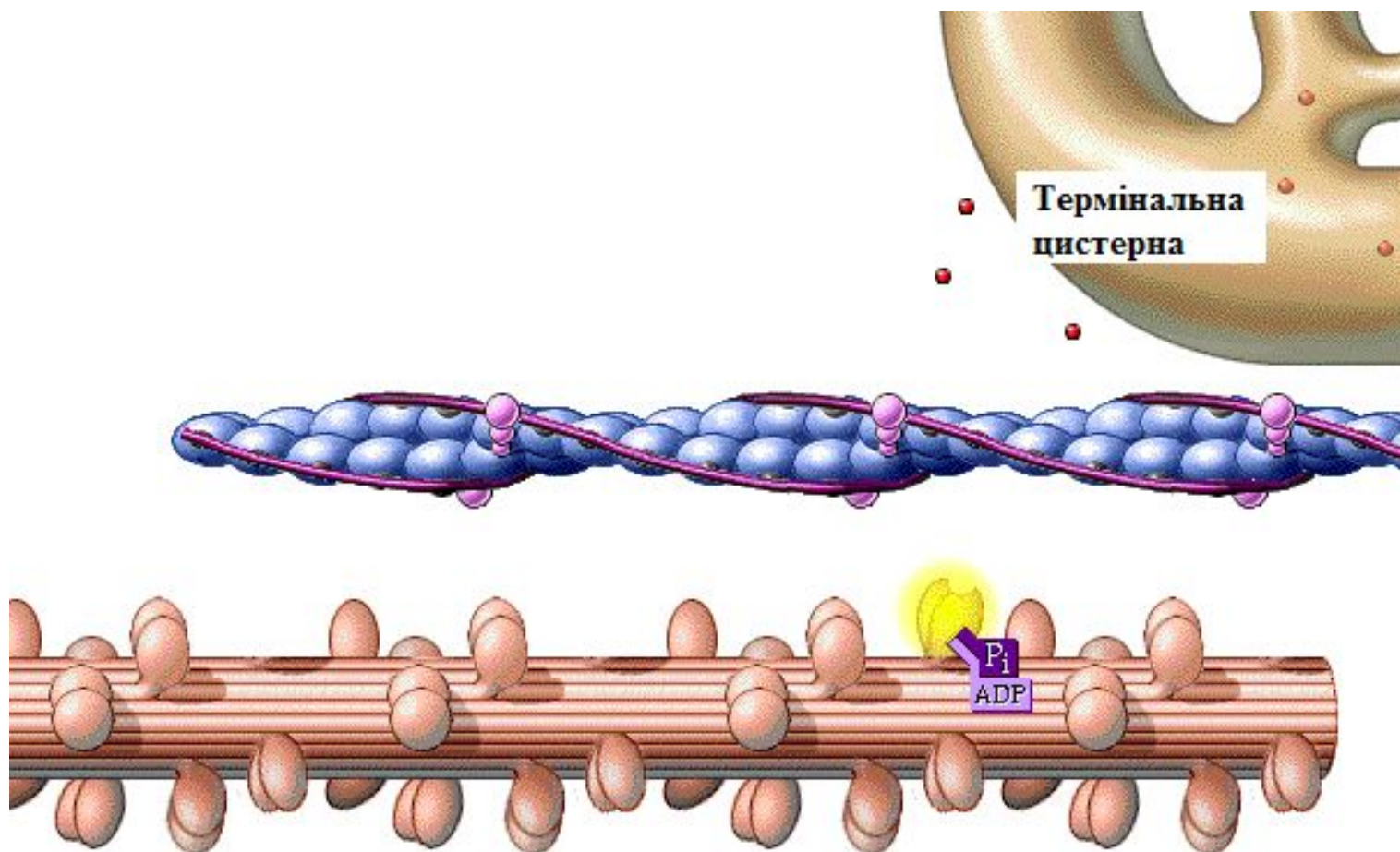




**Рис. 11. Роз'єднання акто-міозинового містка**

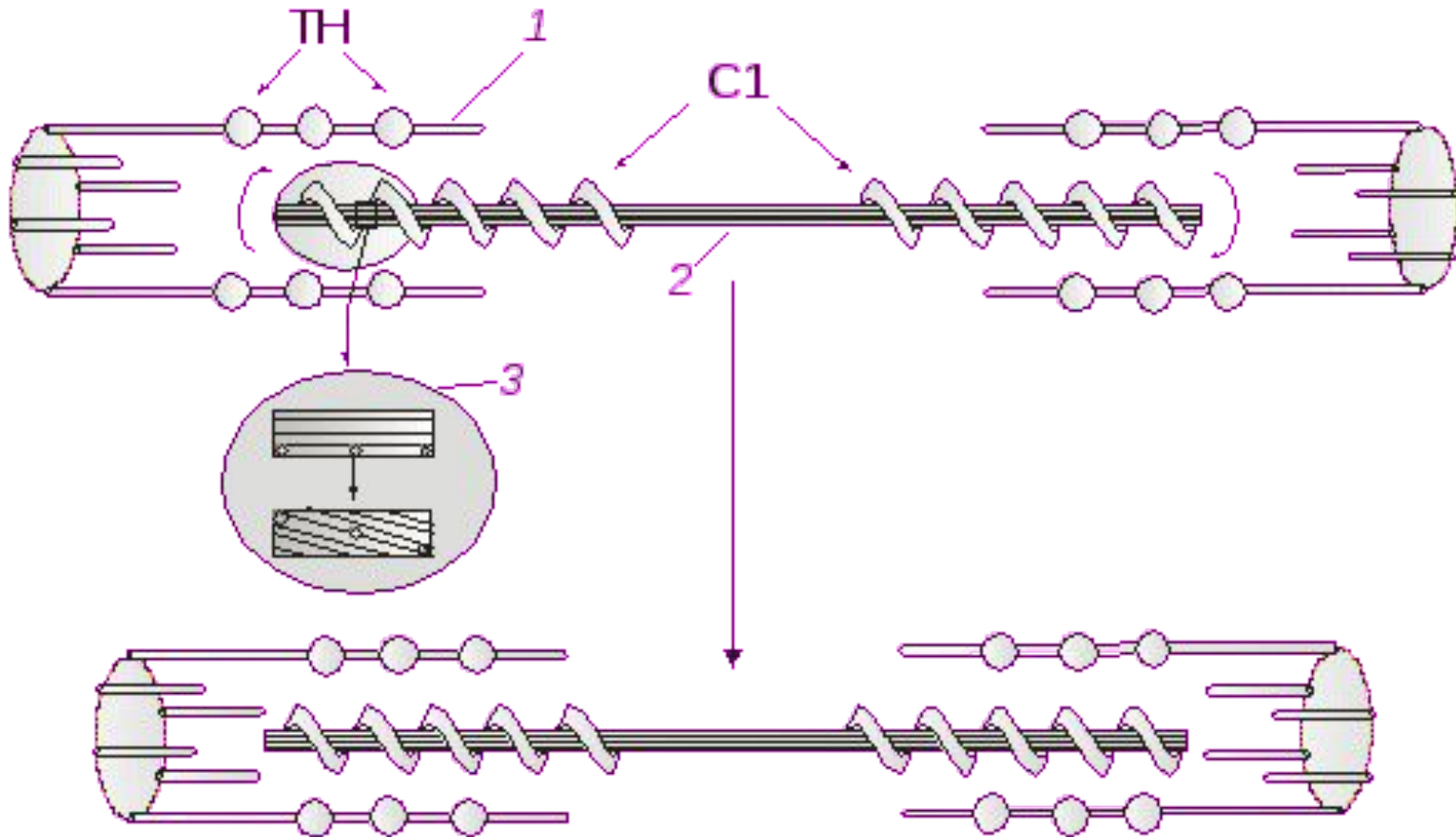


**Рис. 12. Відновлення початкового положення міозинової головки**



**Рис. 13. Повернення кальцію у СР**

# Теорія вкручування



**Рис. 14. Розміщення актинових та міозинових  
НИТОК**

# Енергетичне забезпечення м'язового скорочення.

АТФ – є безпосереднім джерелом для м'язового скорочення. АТФ при цьому виконує дві функції:

- ✓ є джерелом енергії для гребних рухів головок поперечних містків.
- ✓ регулює сполучення-роз'єднання актоміозинових комплексів.

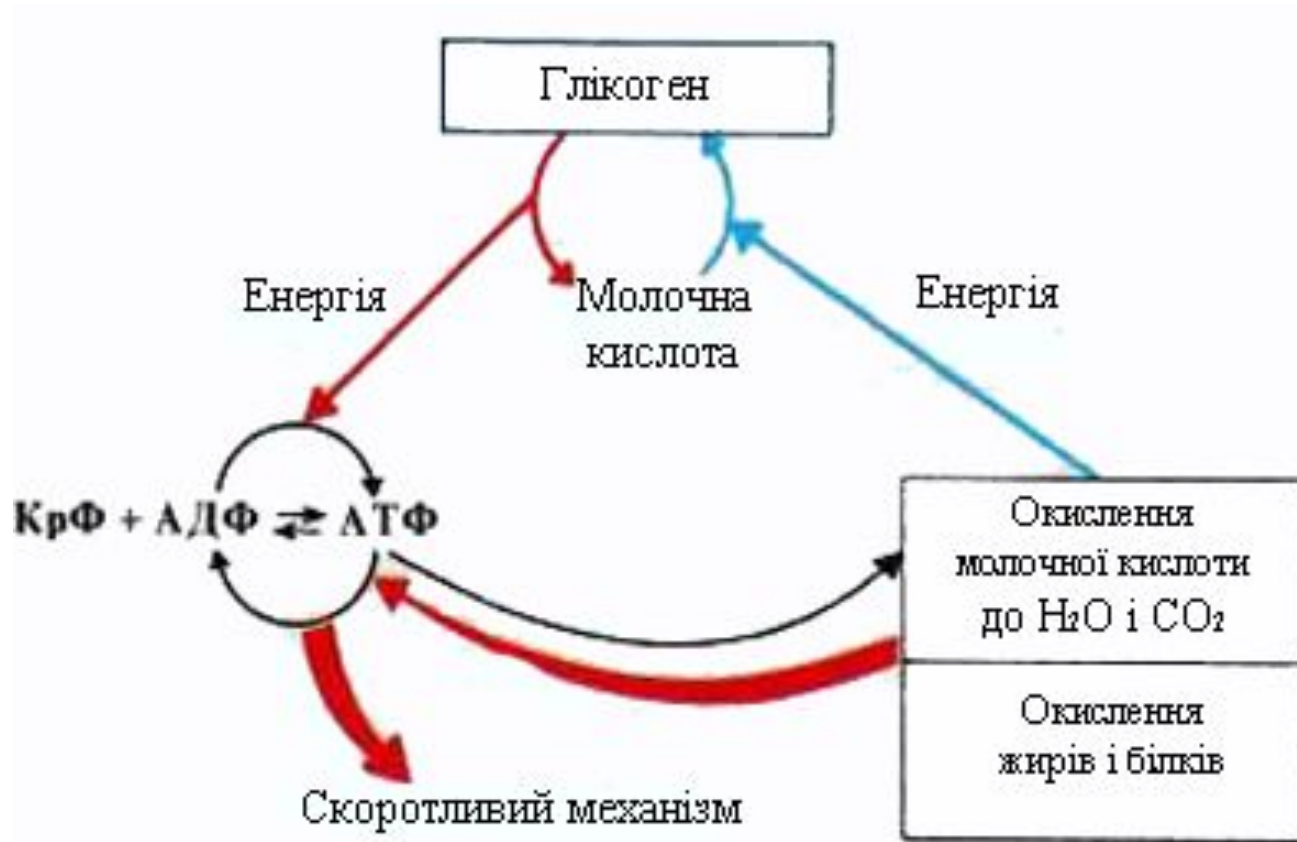


# Ресинтез АТФ в анаеробних умовах відбувається за рахунок енергії:

- ✓ повільного дефосфорилування креатинфосфату на креатин і фосфорну кислоту. Частина креатину незворотно розпадається. При розщепленні одного молю креатинфосфату звільняється 46 кДж.
- ✓ повільного розщеплення гексозофосфорної кислоти на фосфорну й молочну. На кожен моль утвореної молочної кислоти виділяється 104,56кДж. Гексозофосфат синтезується з глікогену шляхом приєднання фосфорних груп із невеликими затратами енергії. Має місце також і ресинтез креатинфосфату.

# Ресинтез АТФ в аеробних умовах

- Аеробні процеси відбуваються за участю кисню і супроводжуються окисненням ліпідів і глікогену
- При окисному гліколізі глікогену утворюється піровиноградна кислота і вивільняється 1465, 5 кДж енергії



**Рис. 15. Передача на робочий механізм м'язового волокна енергії, що вивільняється при окисних процесах.**



Дякую за увагу!