

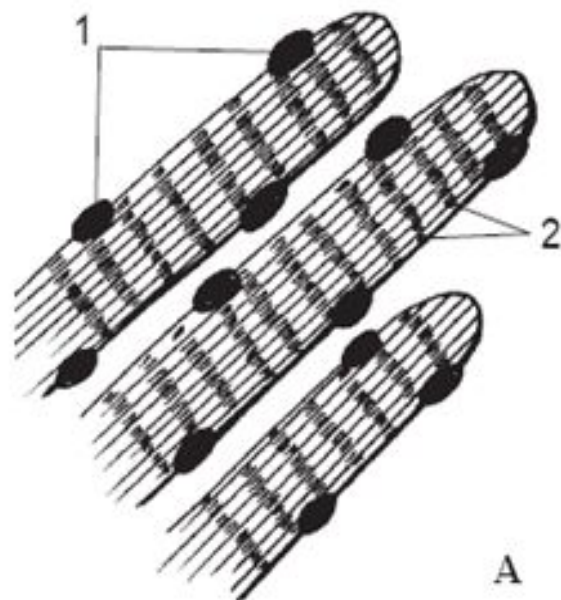


ИЗР'М

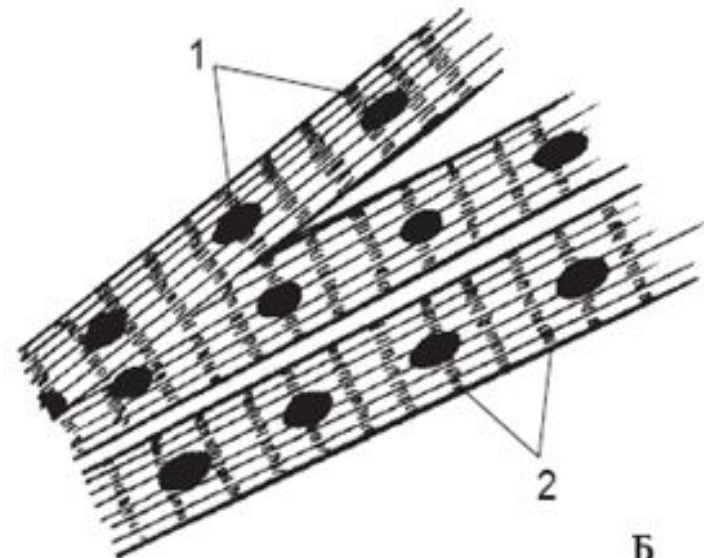
- 40-45 % маси тіла
- Єдина система, що перетворює хімічну енергію в механічну

2 типи:

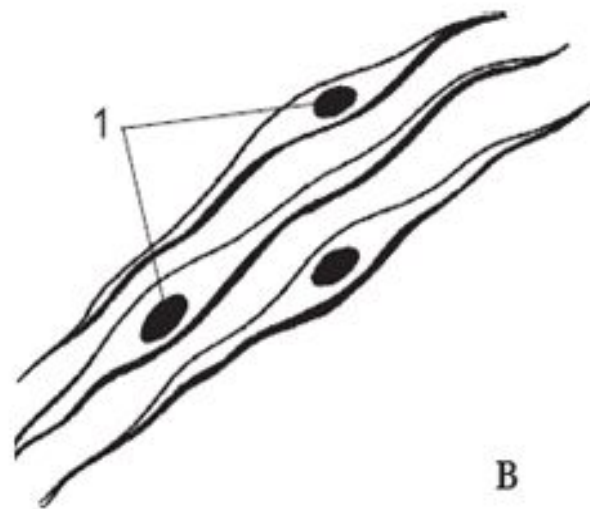
- поперечно-смугасті (скелетні)
- гладенькі



А

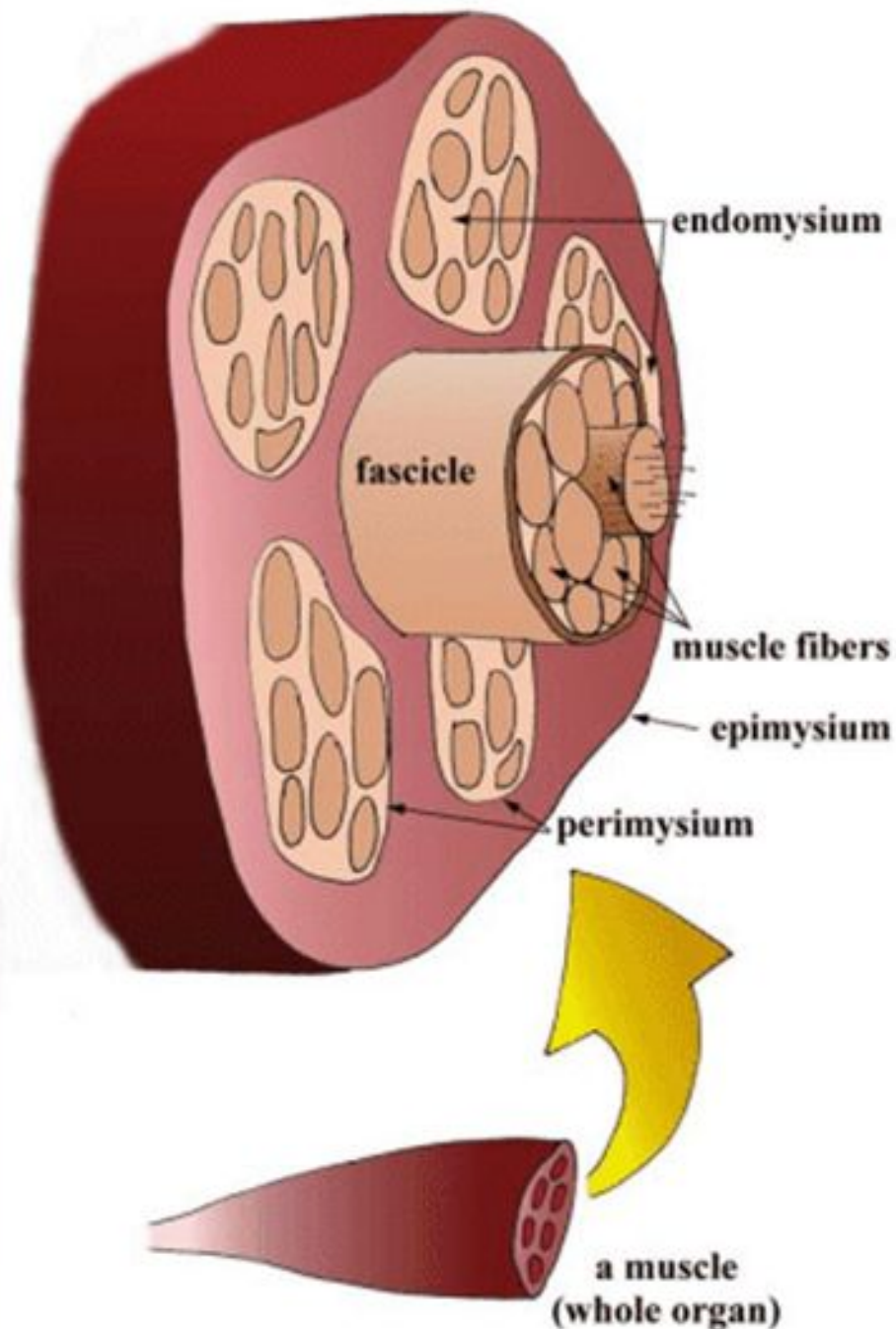


Б



В

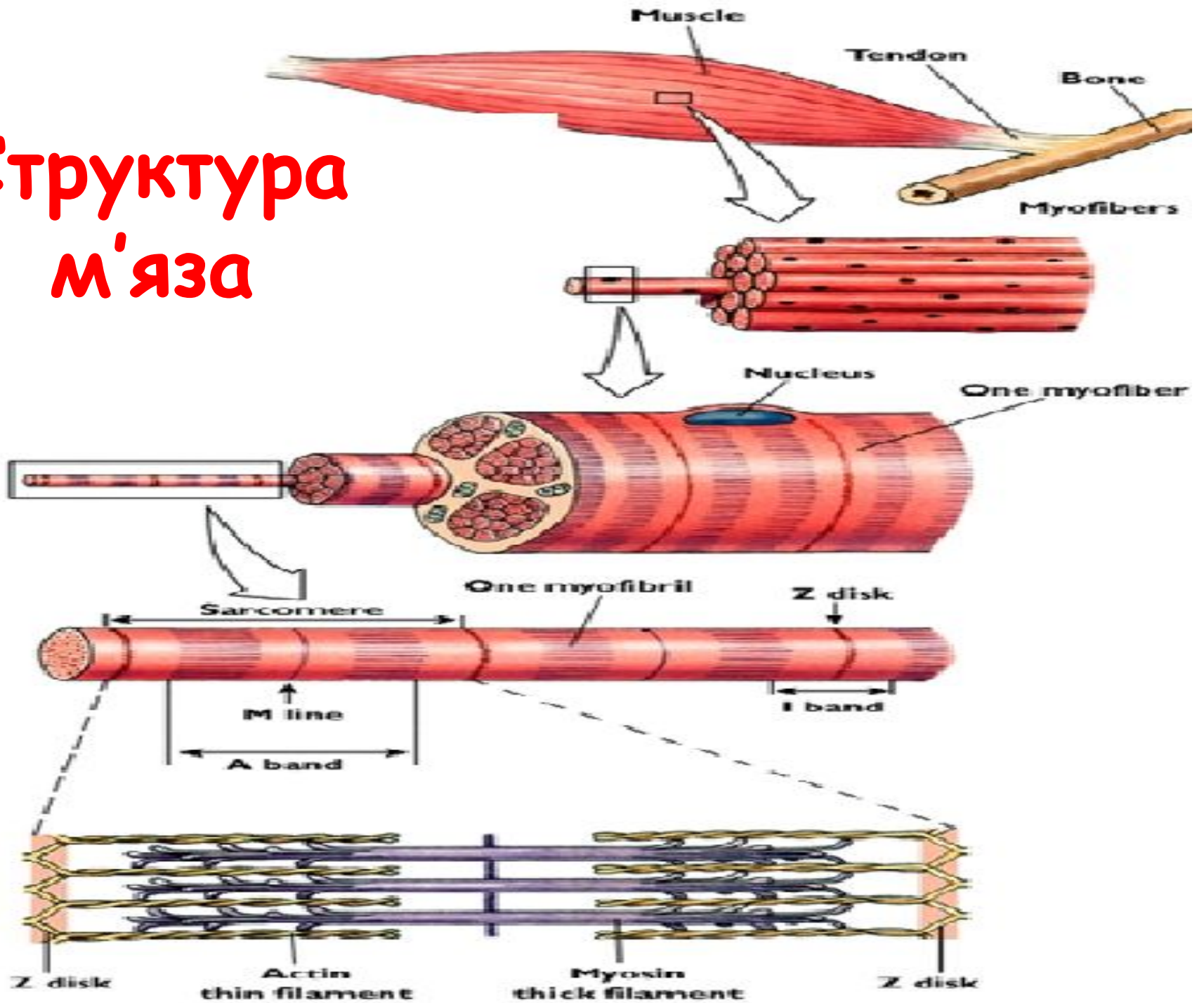
Рис. 22.1. Типи м'язової тканини:
 А – волокна скелетних м'язів;
 Б – волокна серцевого м'яза;
 В – гладенькі м'язові волокна;
 1 – ядра;
 2 – поперечна смугастість.



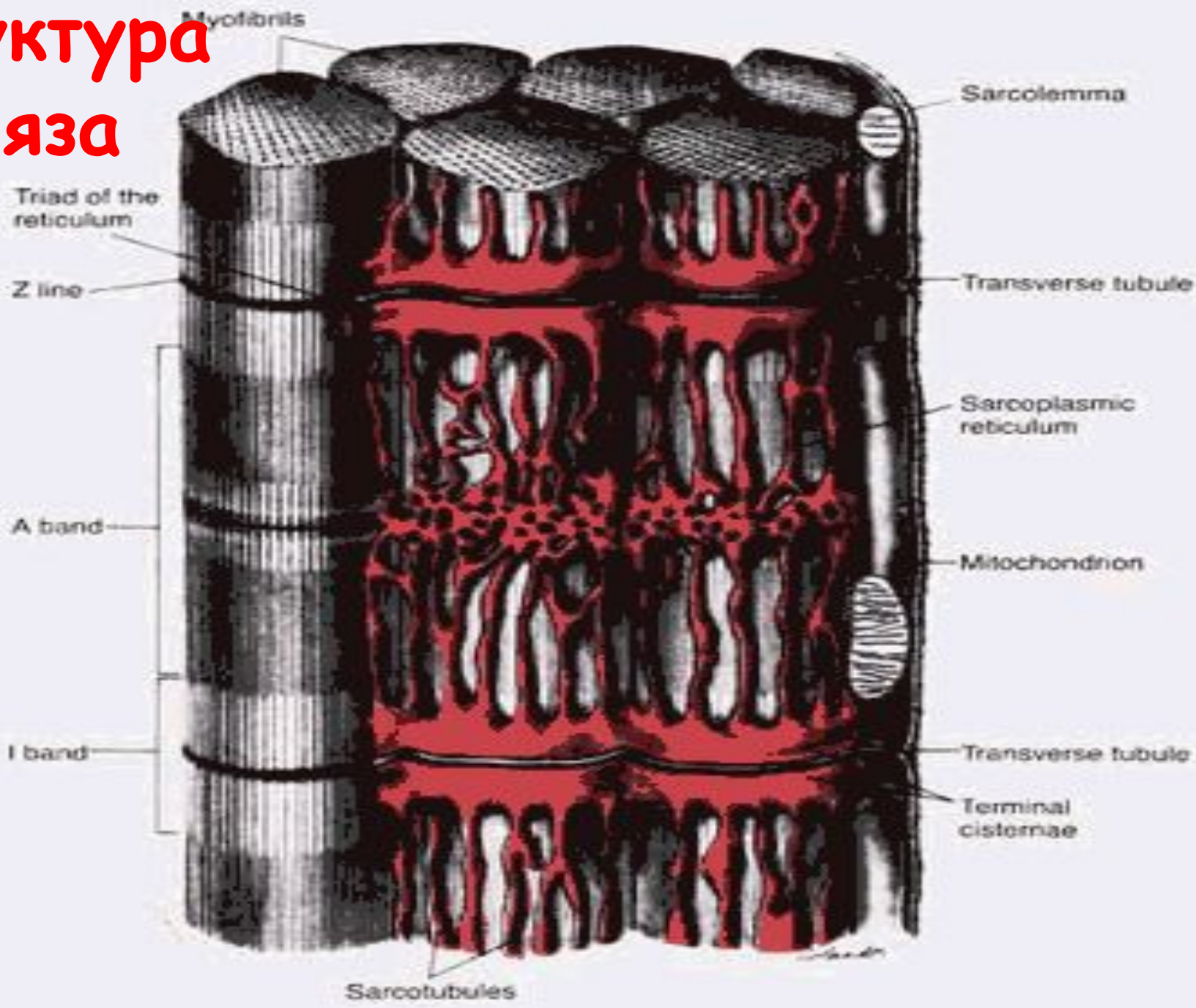
Структурна
ОДИНИЦЯ -
М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО
(МІОЦИТ)

Містить **багато**
ядер, що
розташовані по
краях по всій
довжині

Структура м'язу



Структура м'яза



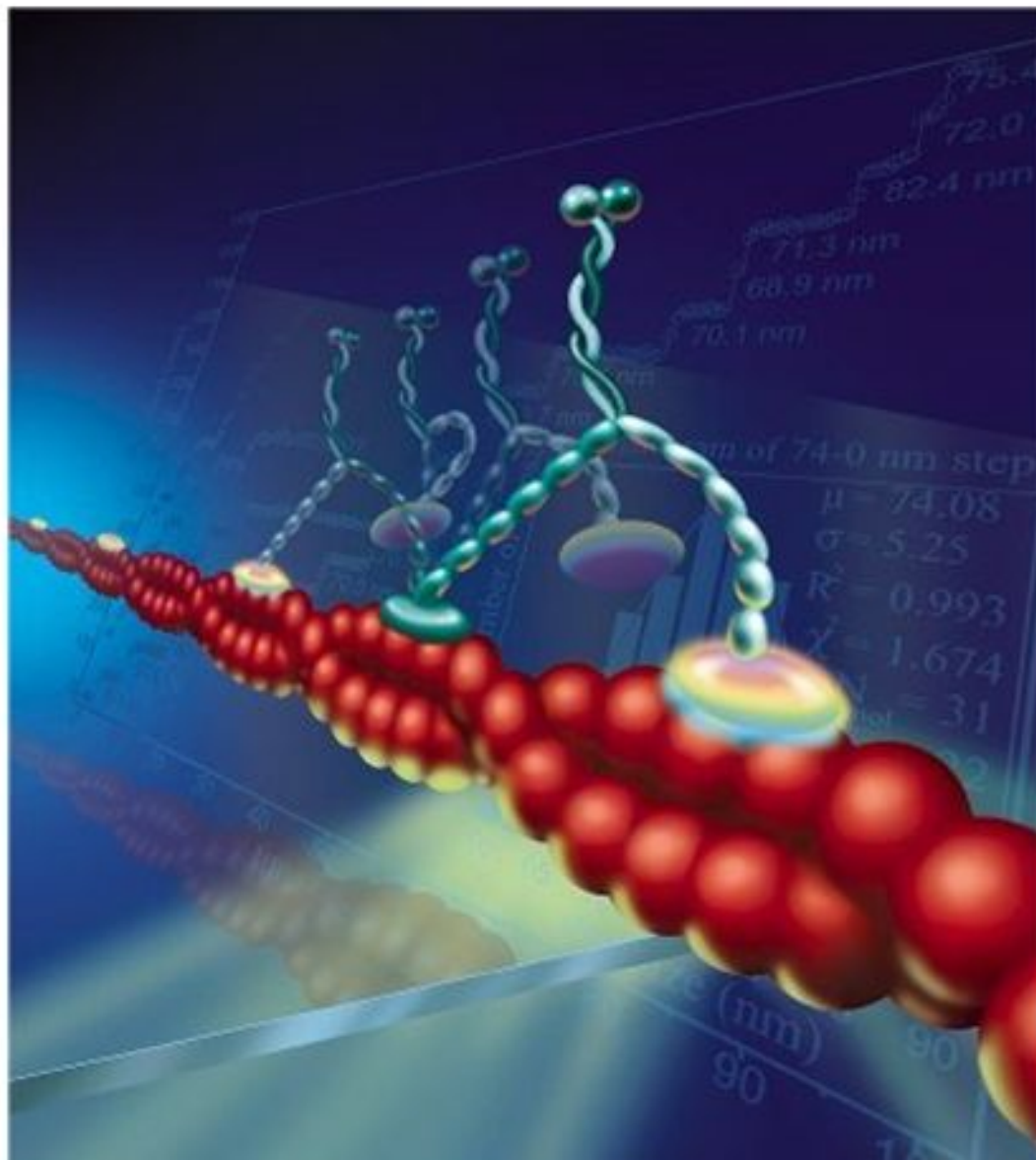
Хімічний склад поперечносмугастих м'язів

Речовина	Вміст (% на сиру масу)
Вода	73-78
Сухий залишок	22-27
У тому числі:	
Білки	17-21
Глікоген	0,5-3,0
Фосфоліпіди	0,02-1,0
Холестерин	0,02-0,23
Креатинін	0,003-0,005
АТФ	0,25-0,40
Креатин+креатинфосфат	0,2-0,55
Карнозин	0,2-0,3
Молочна кислота	0,01-0,02
Неорганічні речовини	1,0-1,5

Білки м'язів

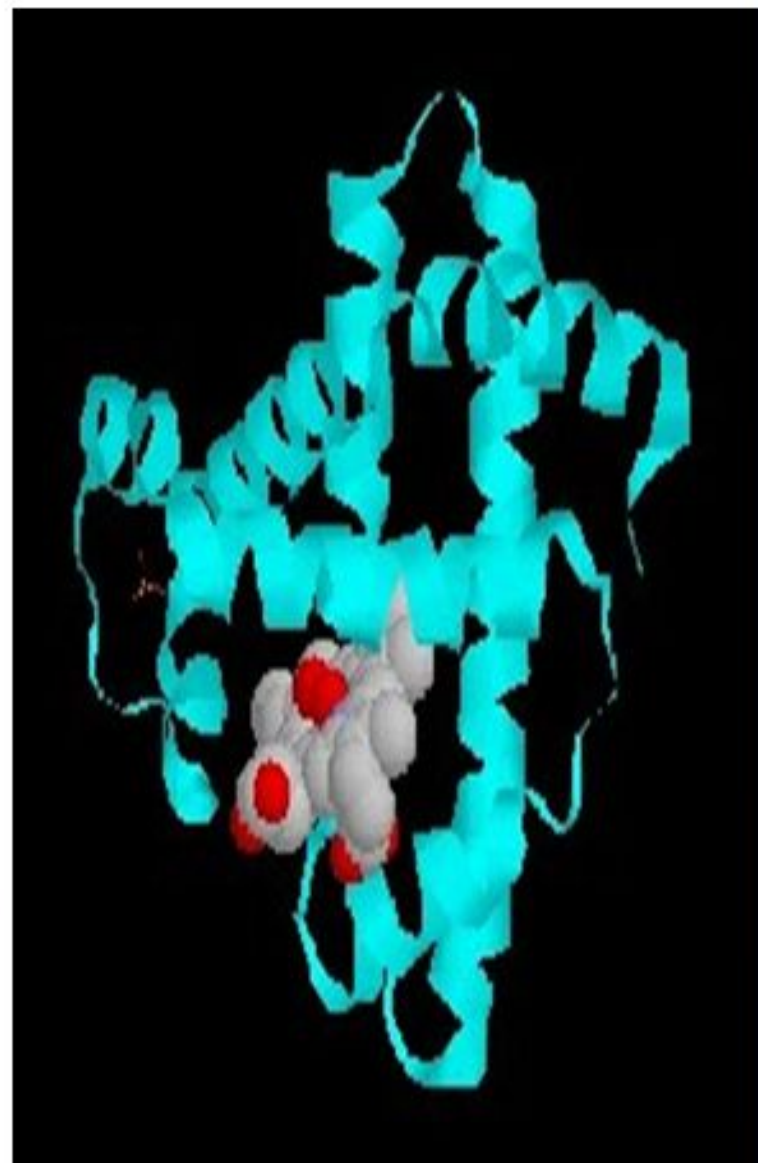
3 види:

- білки саркоплазми,
- білки міофібрил,
- білки строми.



Білки саркоплазми

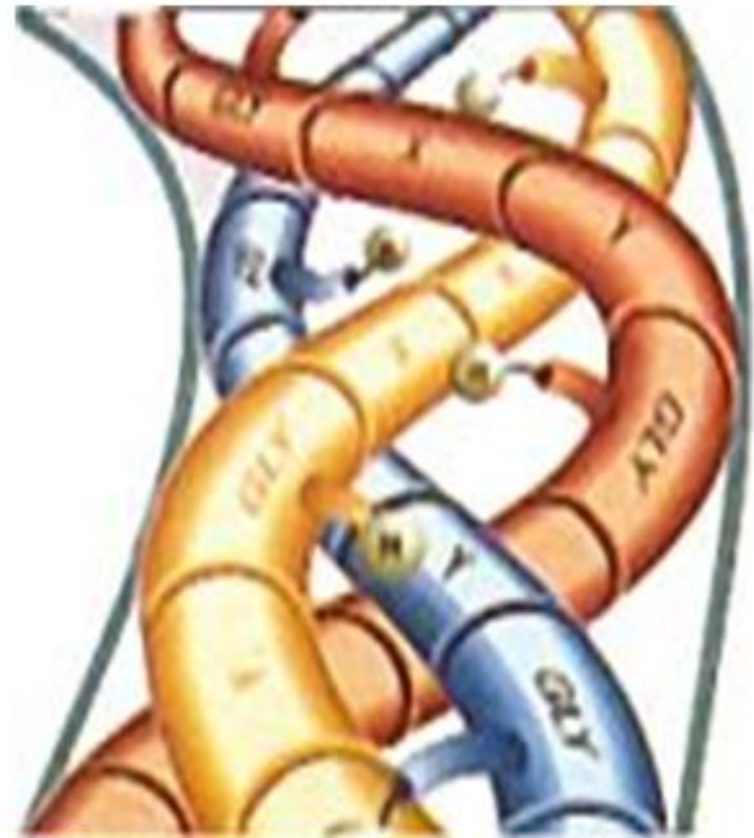
- Міогенна фракція
(ферменти гліколізу
і ін.)
- Альбуміни
- Глобуліни
- Міоглобін
(хромопротеїн,
забезпечує дихання
м'язів, червоний
колір)



Білки стромы

- колаген
- кератин
- еластин

ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ
СПОЛУЧНОТКАНИННИХ
ЕЛЕМЕНТІВ СТІНОК СУДИН,
НЕРВІВ ТА САРКОЛЕМИ



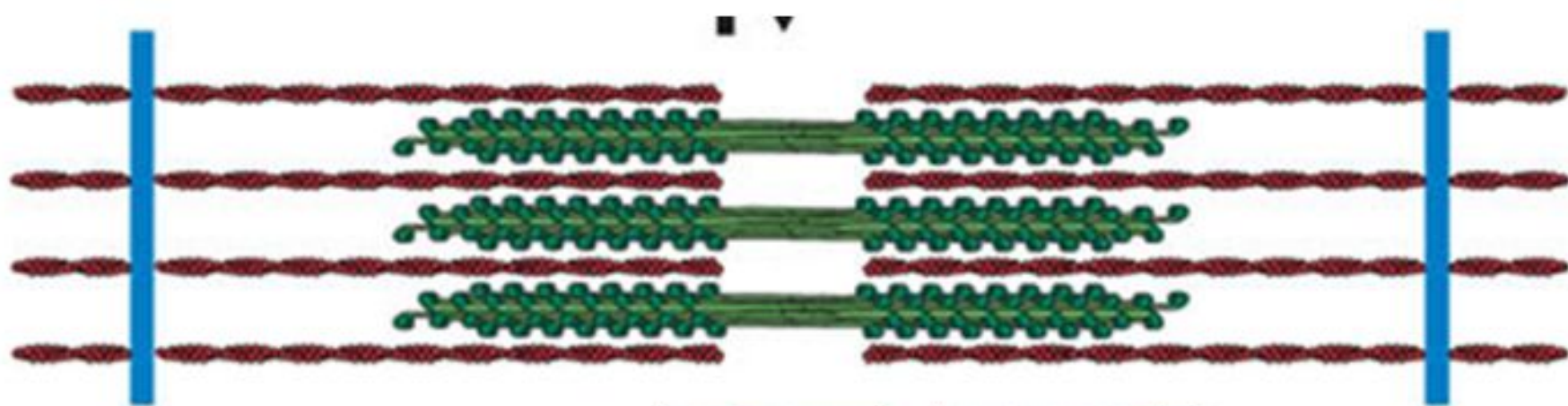
Білки міофібрил

Міозин (56-60 %)

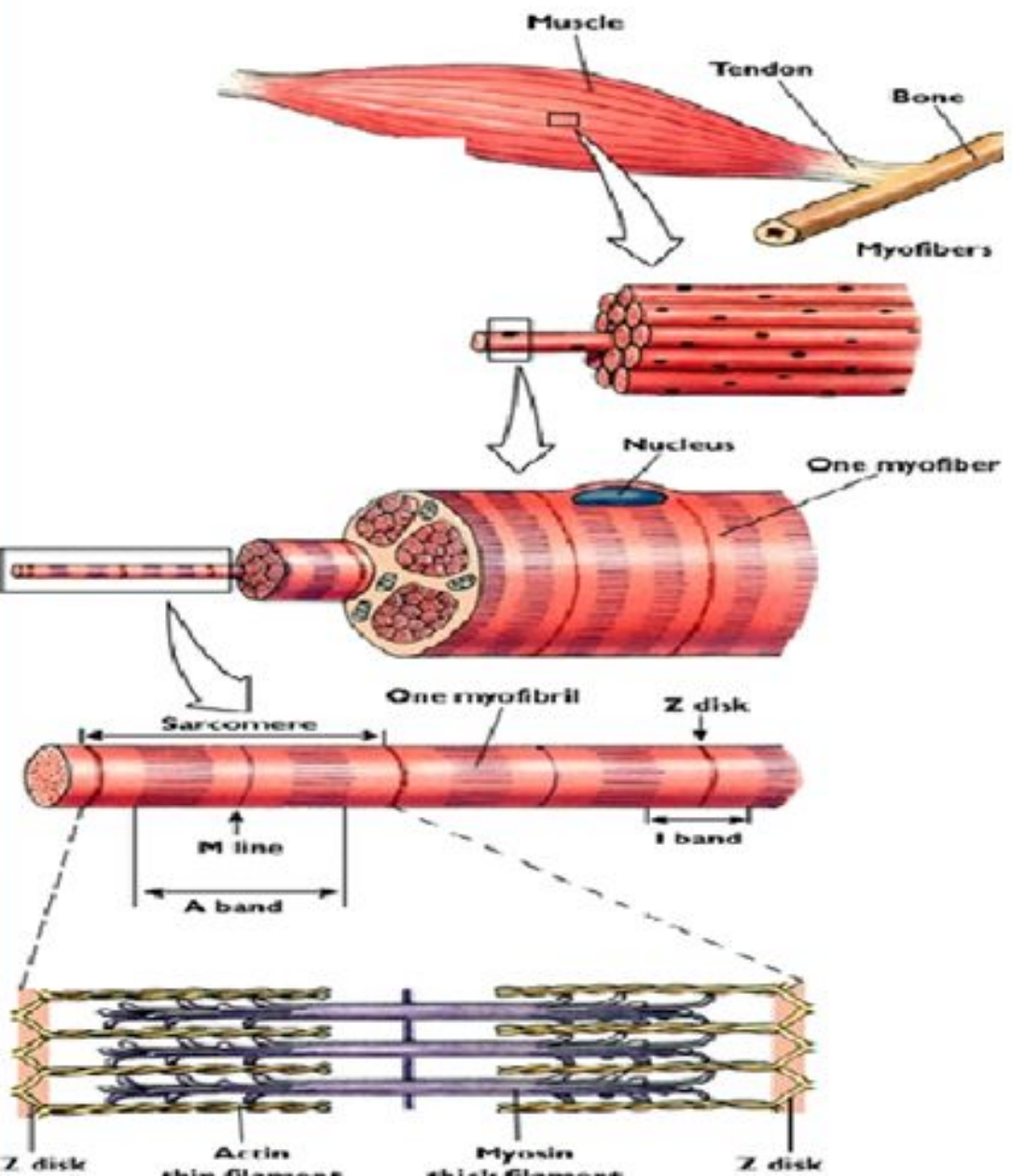
Актин (20-25 %)

Тропоміозин (10-15 %)

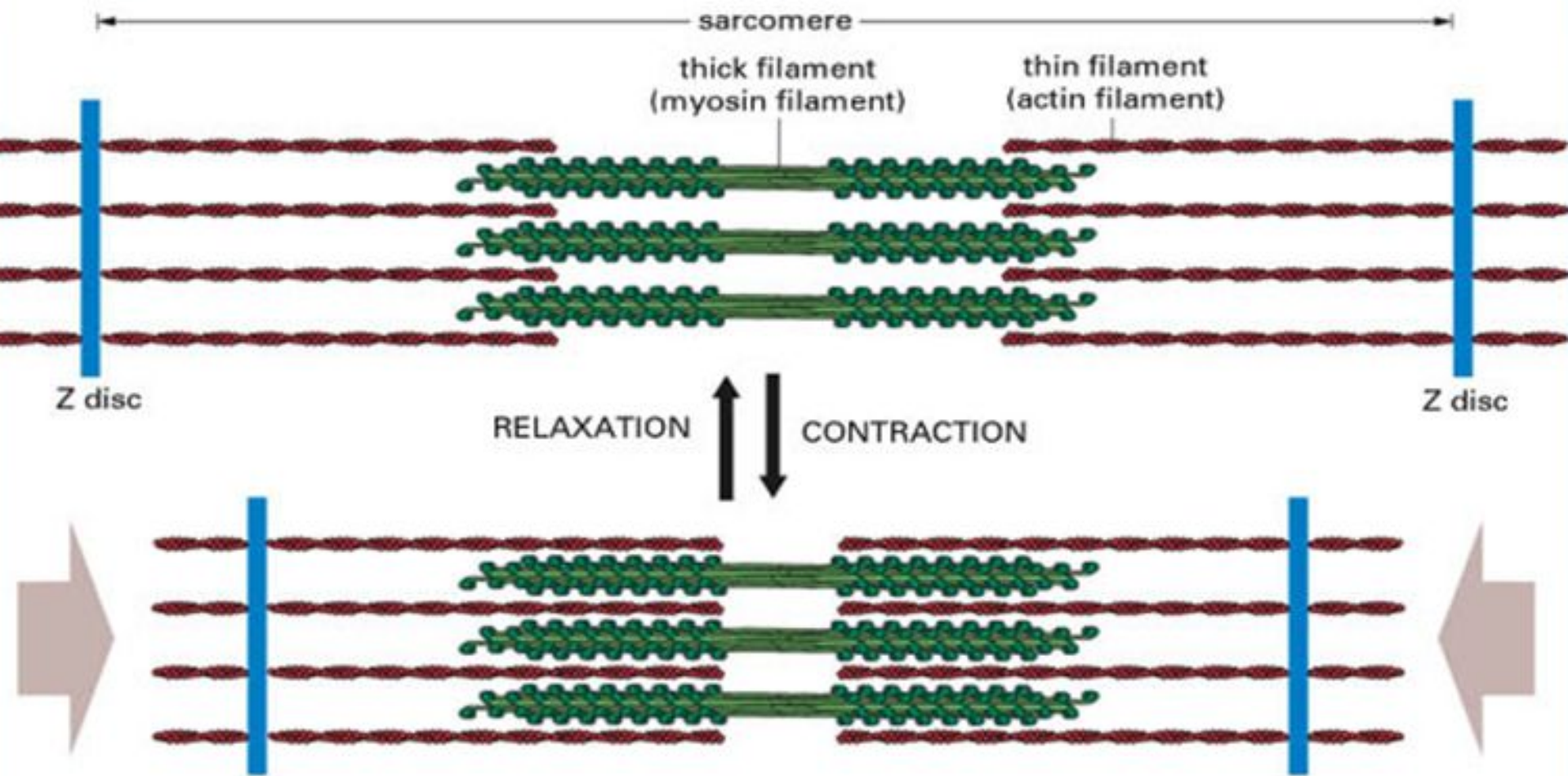
Тропоніновий комплекс (4-6 %).



БУДОВА ФІЛАМЕНТІВ І МІОФІБРИЛ



Саркоплазма
поперечносмуга-
тих м'язових
волокон містить
поздовжньо
орієнтовані
міофібрили,
побудовані з
білкових
філаментів
2-х типів —
товстих і тонких.

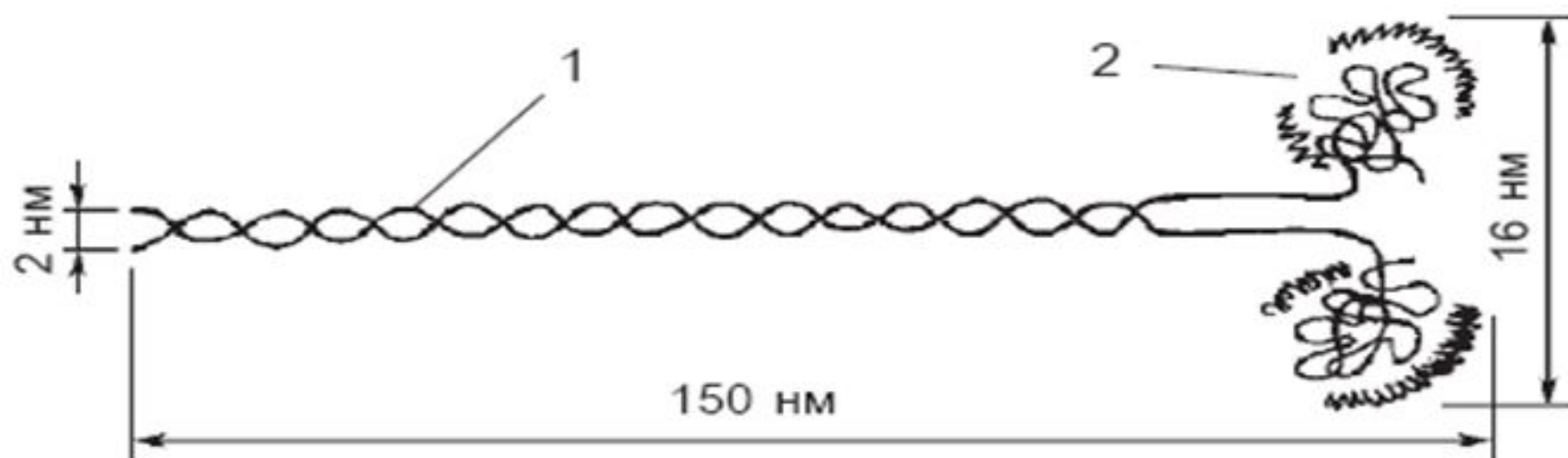


- Скорочення м'язів здійснюється за рахунок **ков-**
зання товстих і тонких ниток назустріч одні одним
- Хімічна енергія - **гідроліз АТФ**
- Скорочення регулюються концентрацією **іонів Ca^{2+}**
у саркоплазмі

БУДОВА ТОВСТОГО ФІЛАМЕНТА

Товсті філаменти складаються з молекул **міозину**

- Молекула міозину побудована з **2-х важких** (200 000 Da) і **4-х легких** (16000-25000 Da) ланцюгів
- Важкі ланцюги закручені один навколо одного, утворюючи **"хвіст"** молекули
- 2 легкі ланцюги утворюють **глобулярну голівку** молекули
- Голівка має властивість **АТФази**



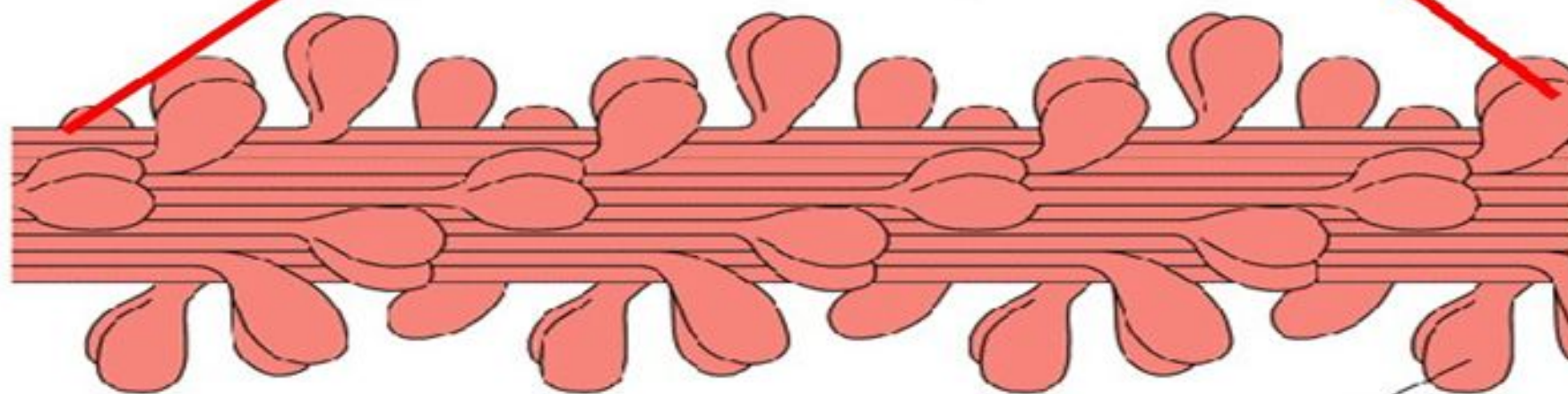
Приблизно **400 молекул міозину**
об'єднуються в товстий філамент



(a) Myosin molecule

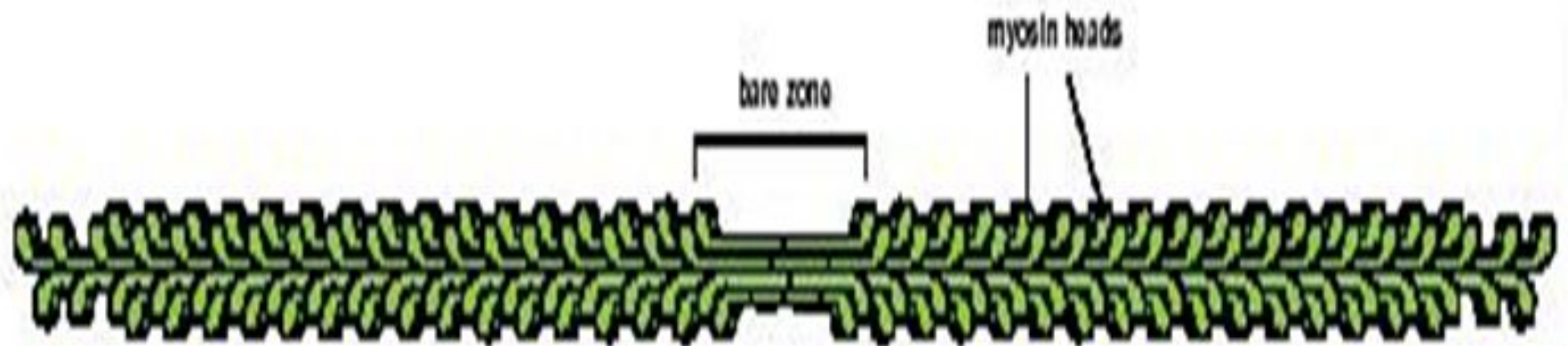
© BENJAMIN/CUMMINGS

Myosin tails are arranged to point toward the center of the sarcomere, and the heads point to the sides of the myofilament band.



(b) Portion of a thick filament

Половина молекул звернена голівками до одного кінця філамента, а друга половина – до іншого



БУДОВА ТОНКОГО ФІЛАМЕНТА

До складу тонких філаментів входять білки **актин**, **тропоміозин** і **тропонін**

Дві форми актину: **глобулярний G-актин** і **фібрилярний F-актин**.

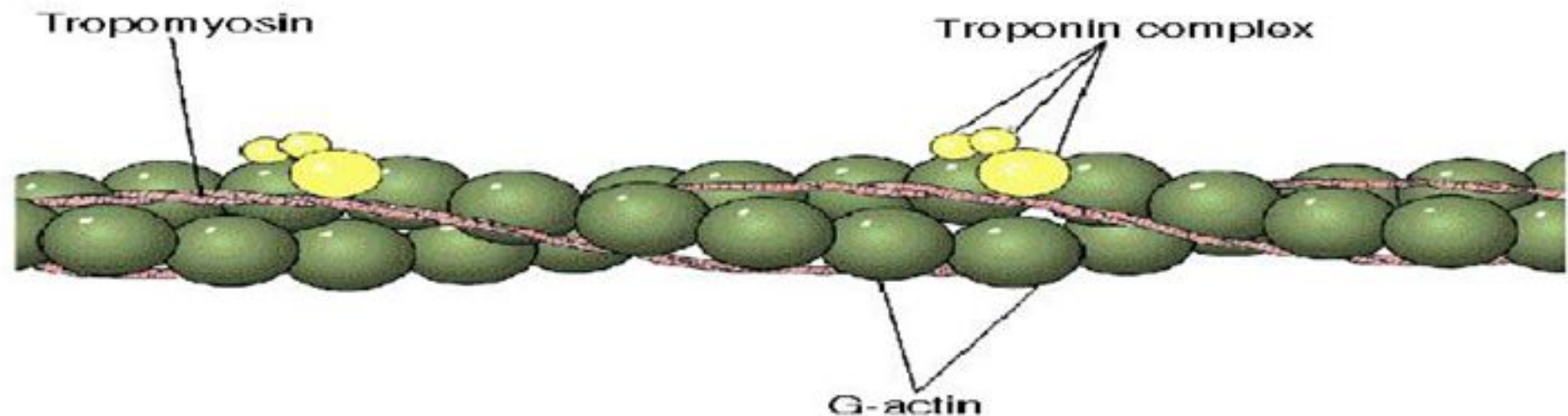
Молекули глобулярного актину нековалентно з'єднуються, утворюючи F-актин.

Два ланцюги F-актину закручені в спіраль.

У жолобку спіралі F-актину розміщена **тропоміозину**.

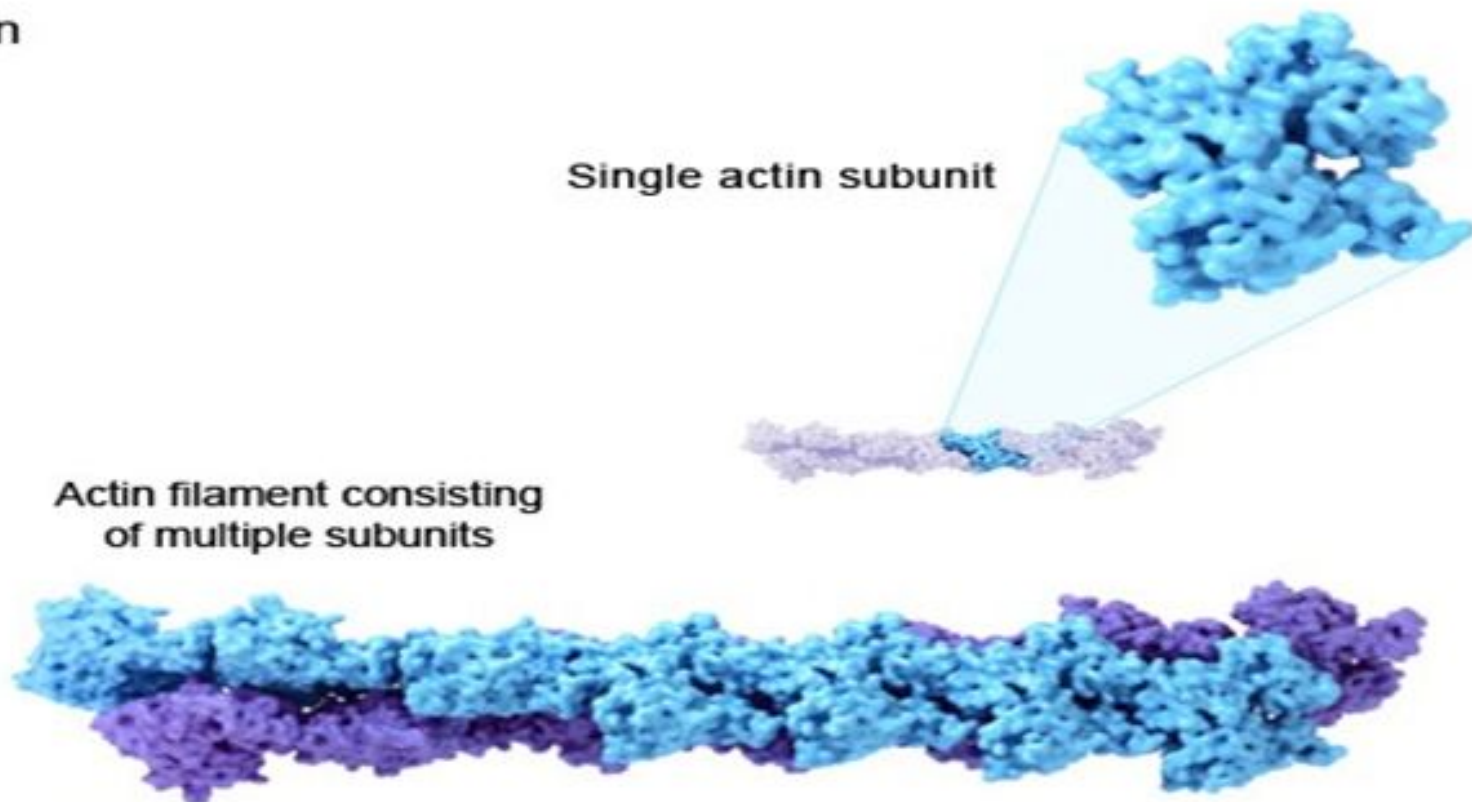
З однією молекулою тропоміозину контактують **7 пар актину**.

На **1 молекулу тропоміозину** припадає **1 молекула** глобулярного білка **тропоніну**.



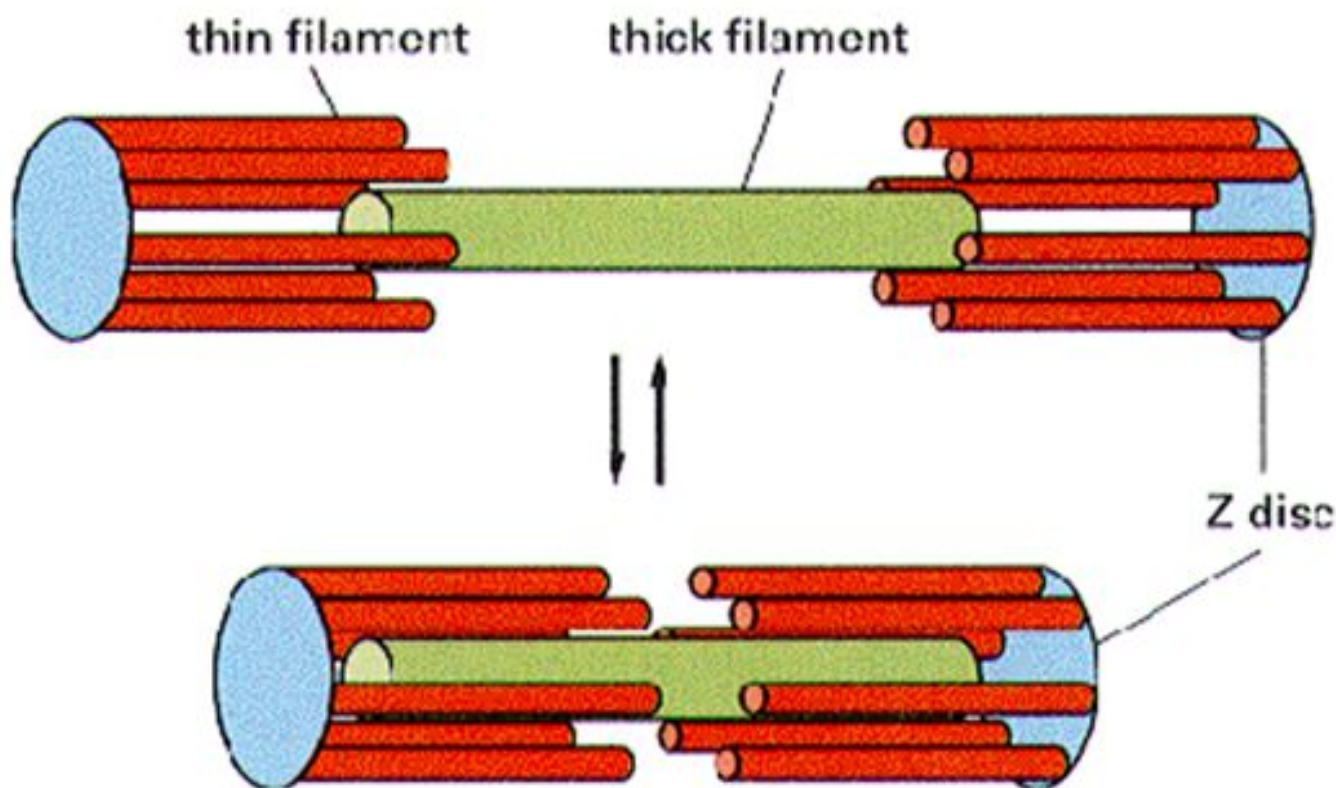
- Дві форми актину: **глобулярний G-актин** і **фібрилярний F-актин**.
- Молекули глобулярного актину нековалентно з'єднуються, утворюючи F-актин.
- Два ланцюги F-актину закручені в спіраль.
- Тропонін складається із **3-х субодиниць (C, I, T)**.

Actin

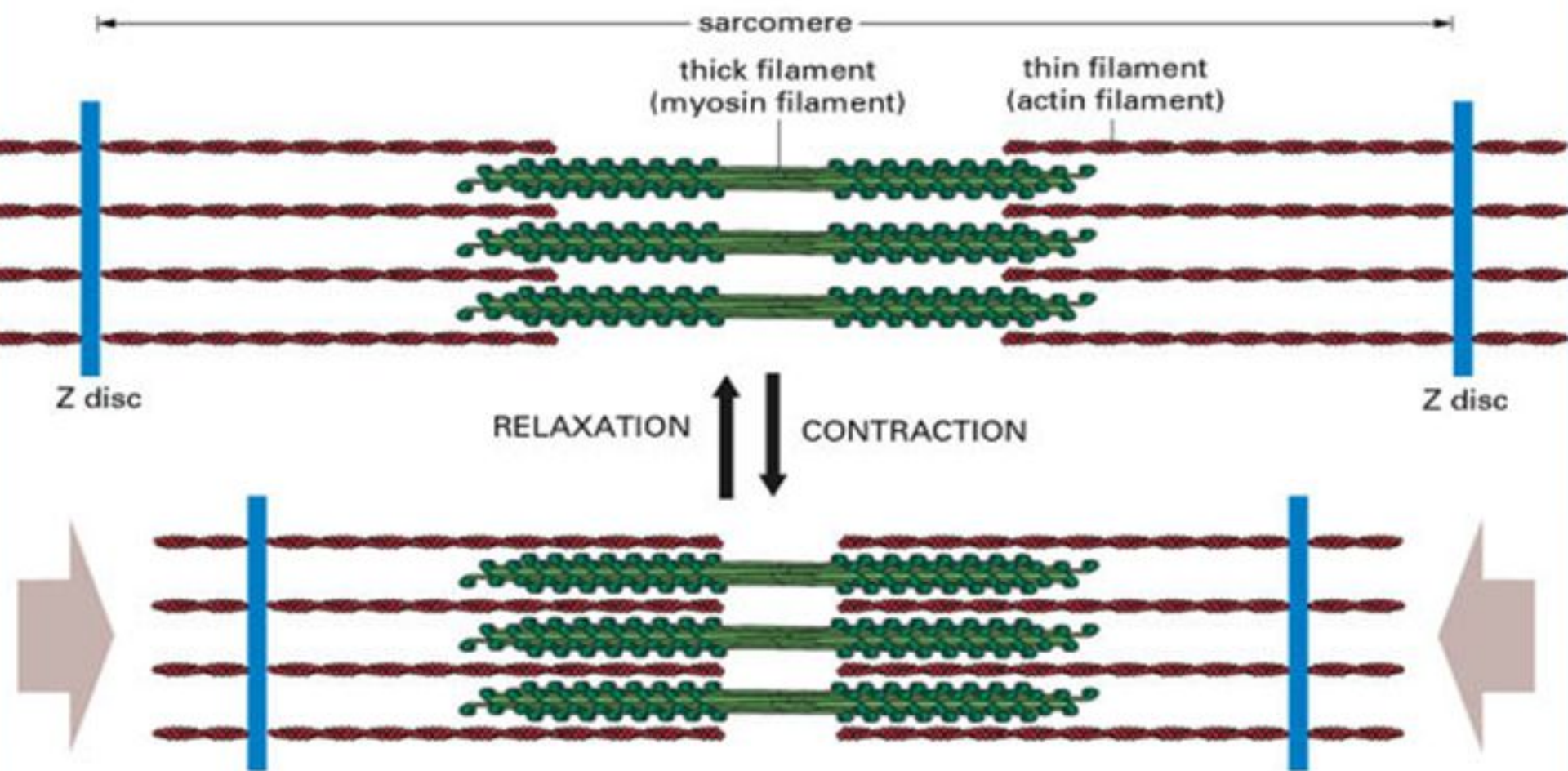


Міофібрили містять приблизно **2500**
філаментів.

На 1 товсту міозинову нитку припадає 6
ТОНКИХ

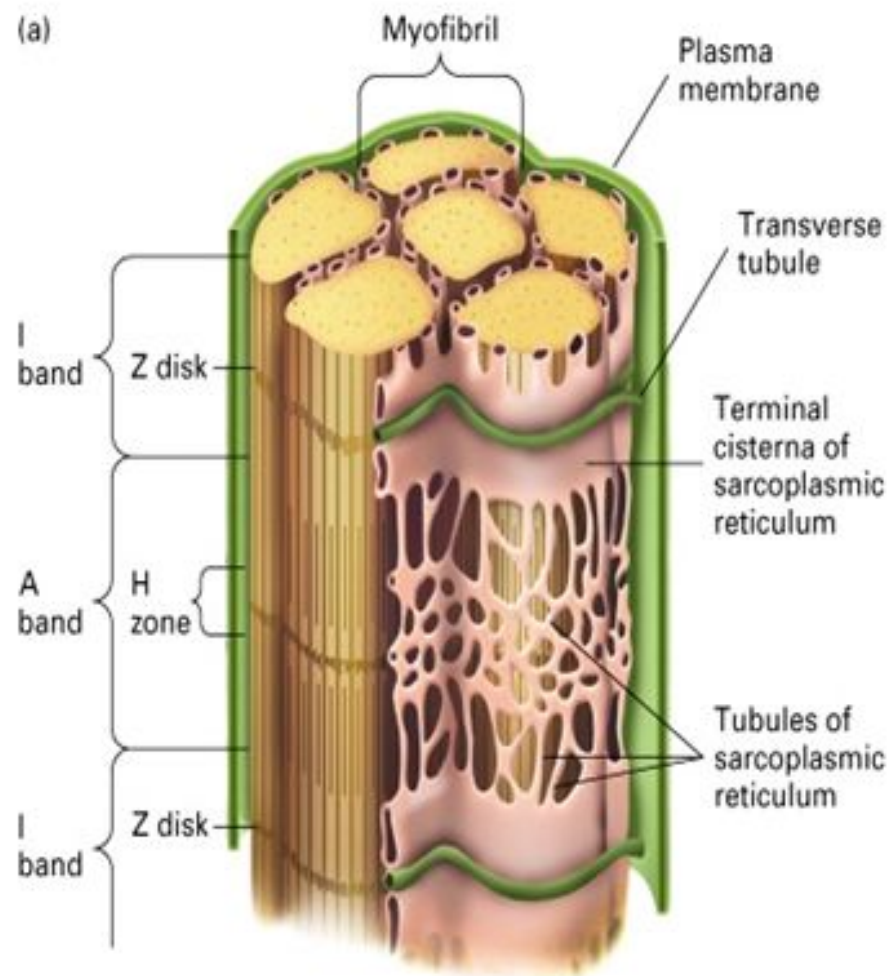


- структурна одиниця міофібрили — **саркомер**
- обидва кінці товстих міозинових ниток вільні
- тонкі нитки одним кінцем прикріплені до Z-пластинок



БІОМЕХАНІЗМ М'ЯЗОВОГО СКОРОЧЕННЯ

- **Потенціал дії** поширюється вздовж м'язового волокна.
- Сигнал передається на **цистерни саркоплазматичної сітки**
- Змінюється проникність мембран для іонів Ca^{2+} і вони **виходять у саркоплазму**.
- У спокої концентрація Ca^{2+} у саркоплазмі менше як 10^{-7} **моль/л**.
- Після виходу Ca^{2+} із цистерн концентрація досягає 10^{-5} **моль/л**.

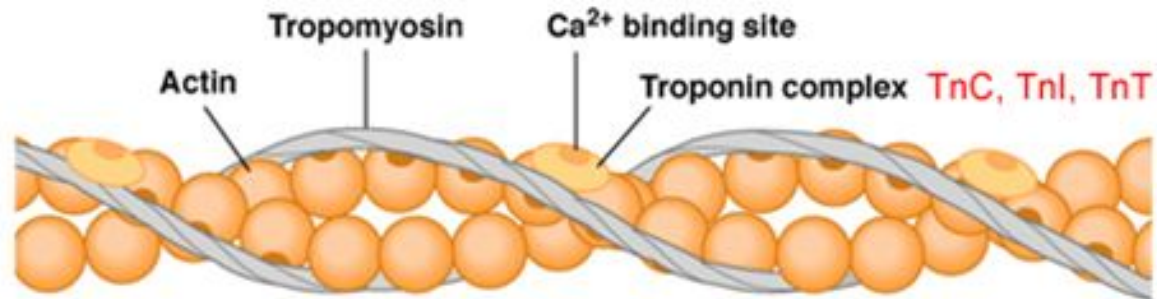


- Іони Ca^{2+} приєднуються до кальційзв'язувальної субодиниці тропоніну тонких філаментів
- Змінюється конформація білка.

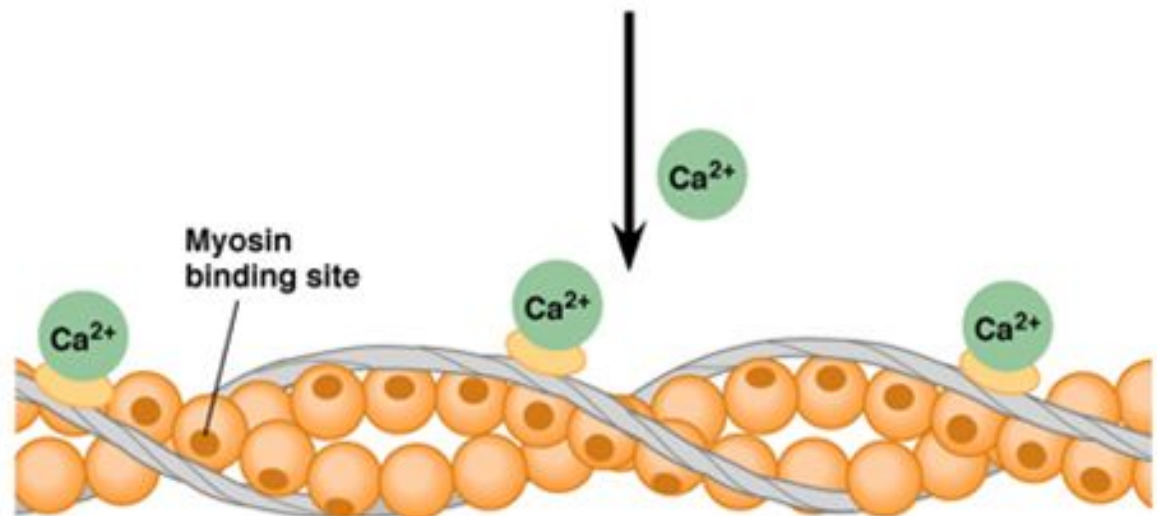
• Молекула тропоміозину переміщується по жолобку тонкого філамента

• В результаті на молекулах глобулярного актину

відкриваються центри зв'язування з голівками міозину



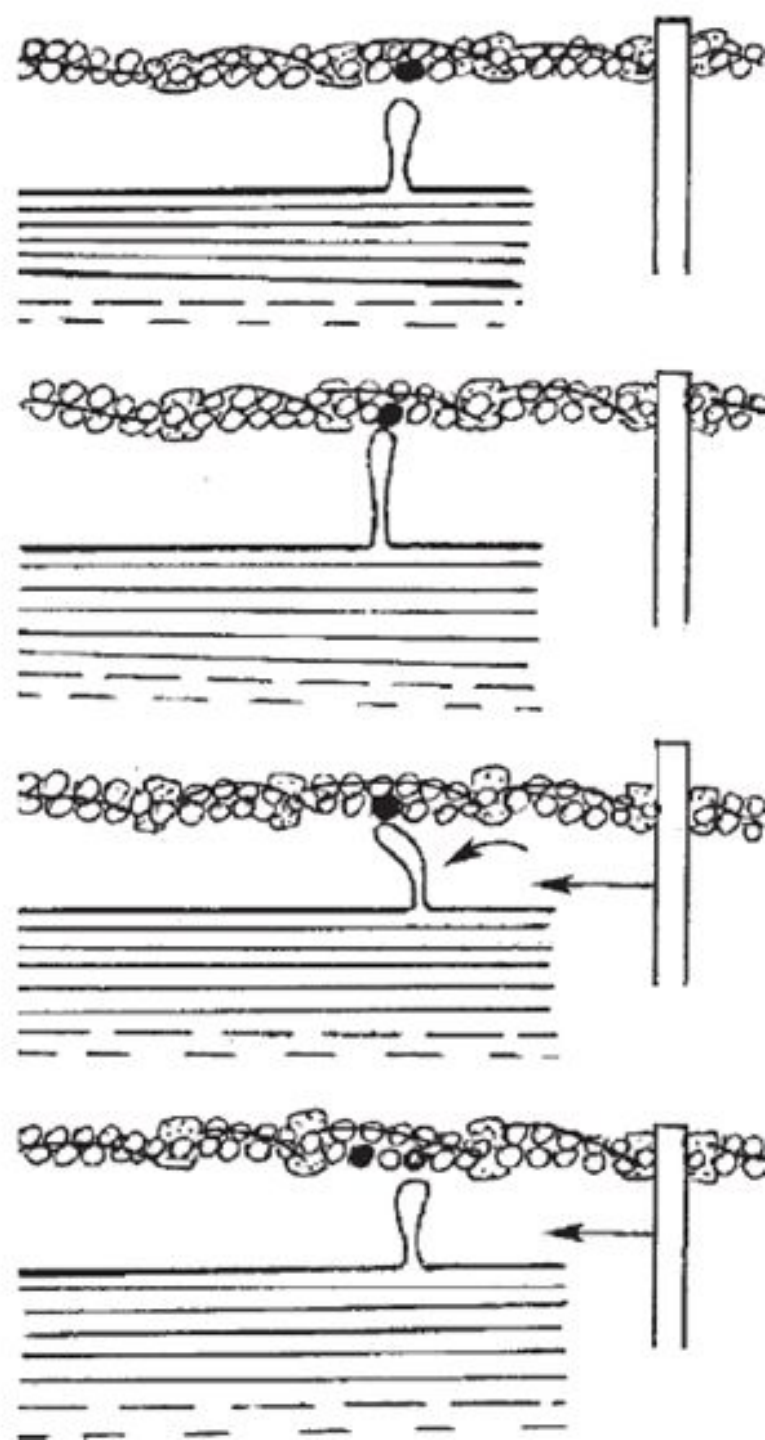
(a) Myosin binding sites blocked; muscle cannot contract



(b) Myosin binding sites exposed; muscle can contract

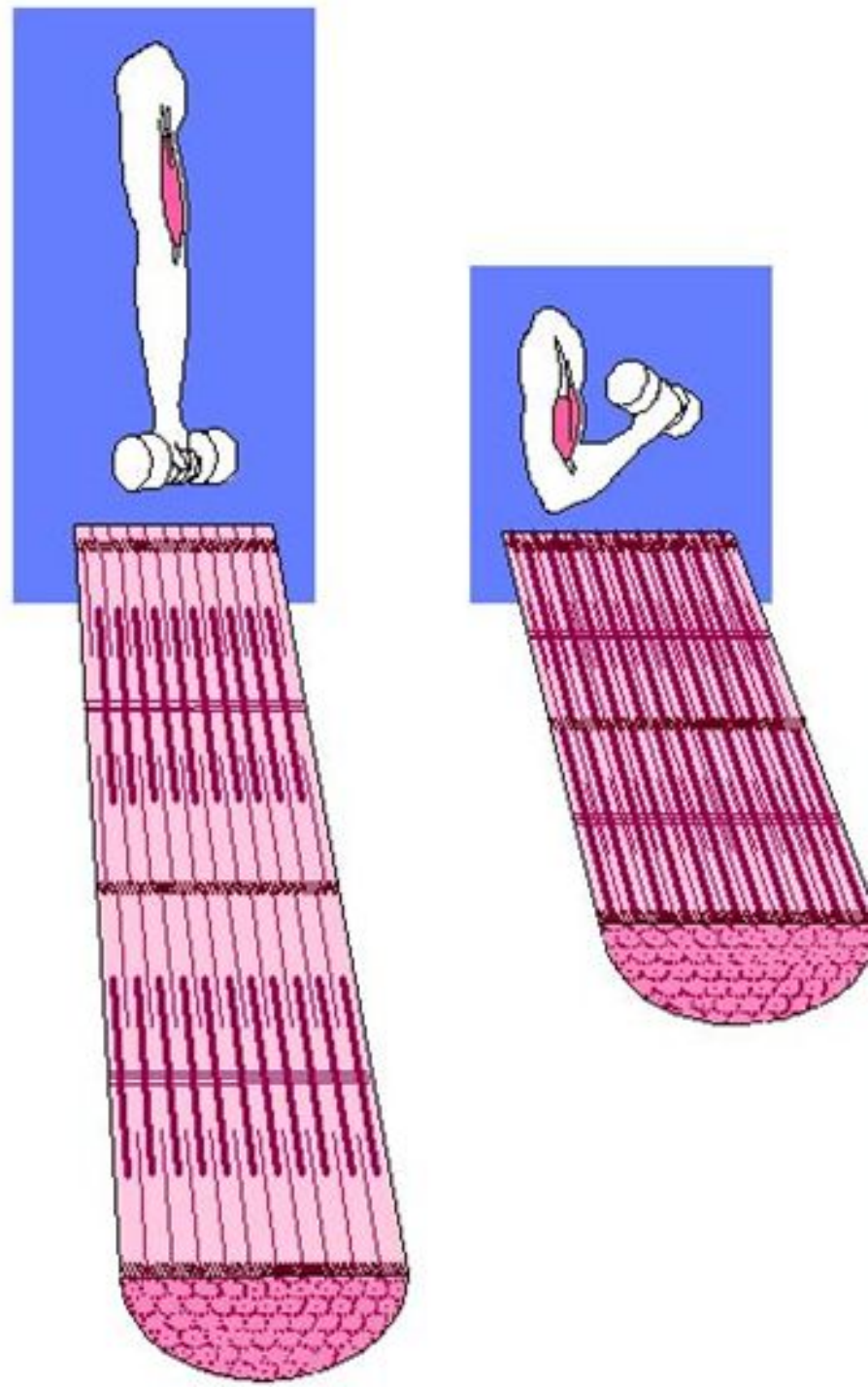
- Міозинові голівки із зв'язаними молекулами АТФ приєднуються до найближчих молекул G-актину
- АТФазний центр активується, гідролізується АТФ
- Голівка згинається
- Тонкий філамент протягується вздовж міозинового
- Нова молекула АТФ зв'язується з голівкою міозину
- Місток розривається
- При наявності Ca голівка зв'язується з наступною молекулою актину
- Частота 50 разів/с
- Голівки працюють не синхронно

- Імпульси перестають надходити
- АТФаза (кальцієва помпа) переносить Ca^{2+} із саркоплазми у цистерни
- Комплекс Ca^{2+} -тропонін дисоціює
- Тропоміозин зсувається
- Блокуються молекули актину
- Містки розриваються
- Волокно розслаблюється.



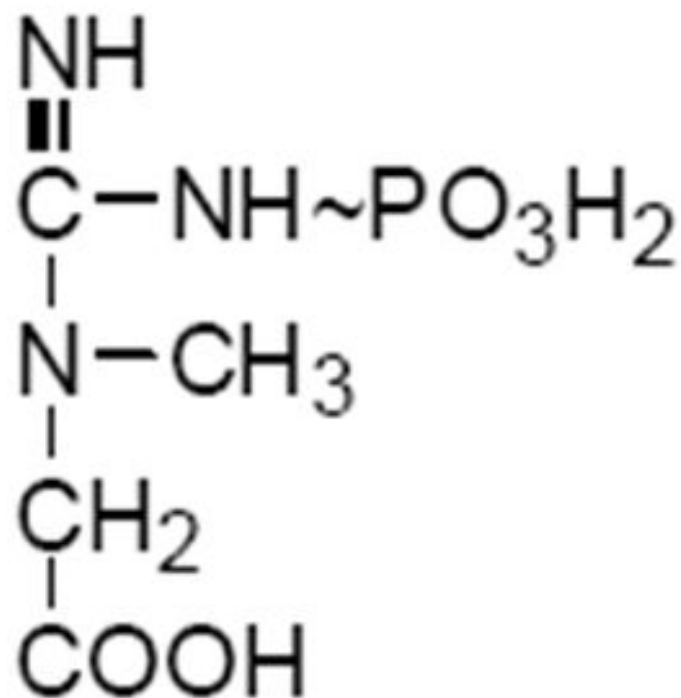
- АТФ необхідний і для скорочення м'язів, і для їх розслаблення.

- При недостатчі АТФ містки між актином і міозином не розриваються
- Філаменти фіксуються в з'яданому положенні - контрактура м'яза (трупне окоченіння після смерті).



ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ М'ЯЗОВОЇ РОБОТИ

- **АТФ** (5 мкмоль на 1 г тканини) – вистачає на 2-3 с
- **Креатинфосфат** – до 10 с
- **Гліколіз**
- **Окисне фосфорилування**



Креатинфосфат

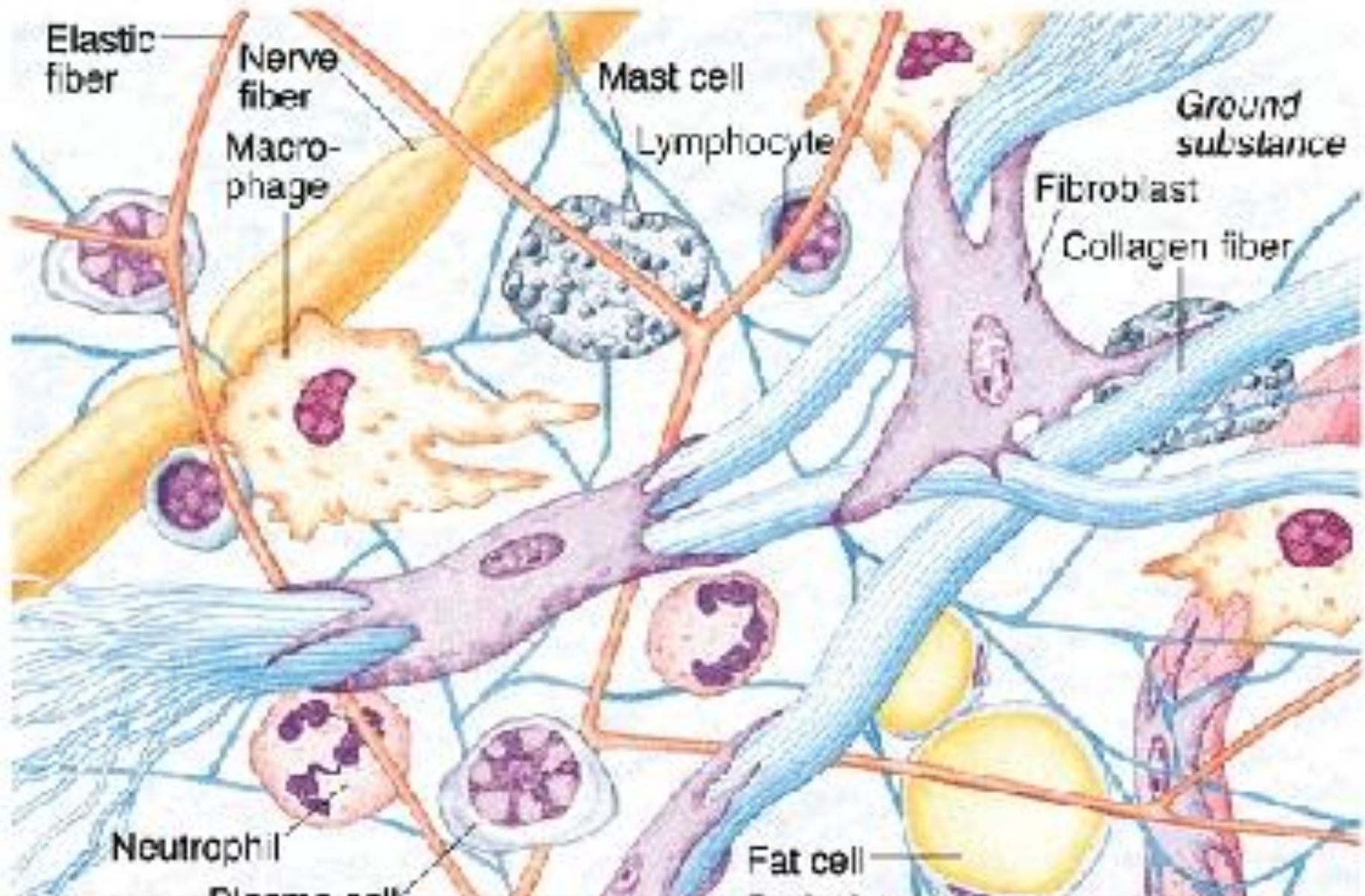
ЧЕРВОНІ ТА БІЛІ М'ЯЗИ

Червоні волокна

- багато міоглобіну, мітохондрій
- характерне окисне фосфрилювання
- скорочуються повільно, довго і без ознак втоми

Білі волокна

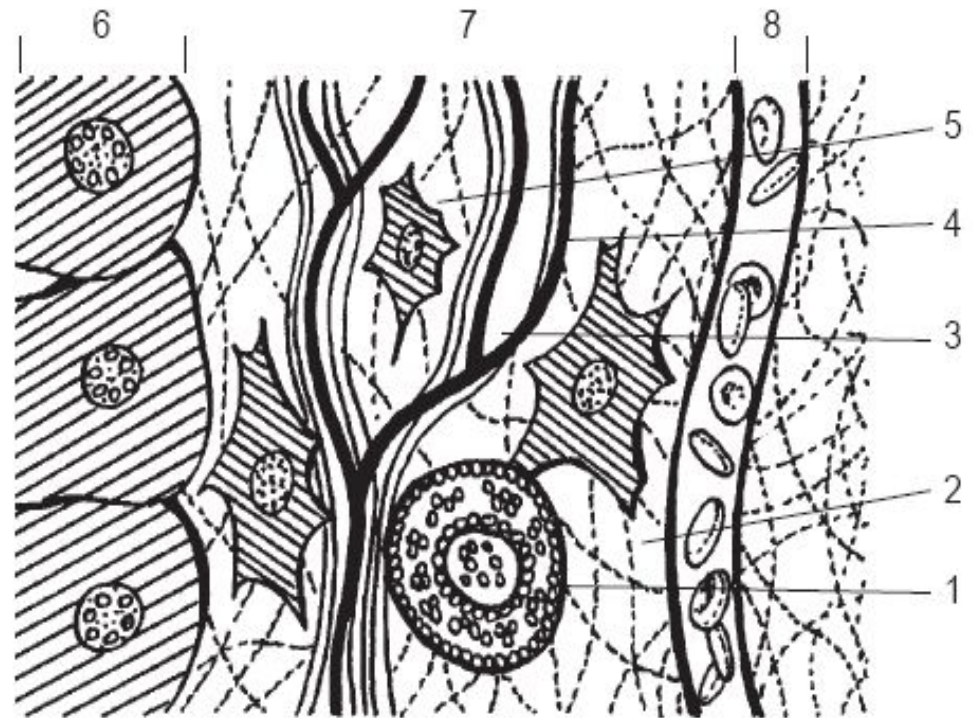
- мало міоглобіну, мітохондрій
- більше глікогену і гліколітичних ферментів
- характерний гліколіз
- скорочуються швидко, швидко втомлюються



СТОЛУЧНА ТКАНИНА

Є у всіх органах
(50 % від маси
тіла).

- Шкіра
- Підшкірна жирова
тканина
- Кістки
- Зуби
- Фасції
- Строма
паренхіматозних
органів
- Нейроглія
- Стінки судин тощо

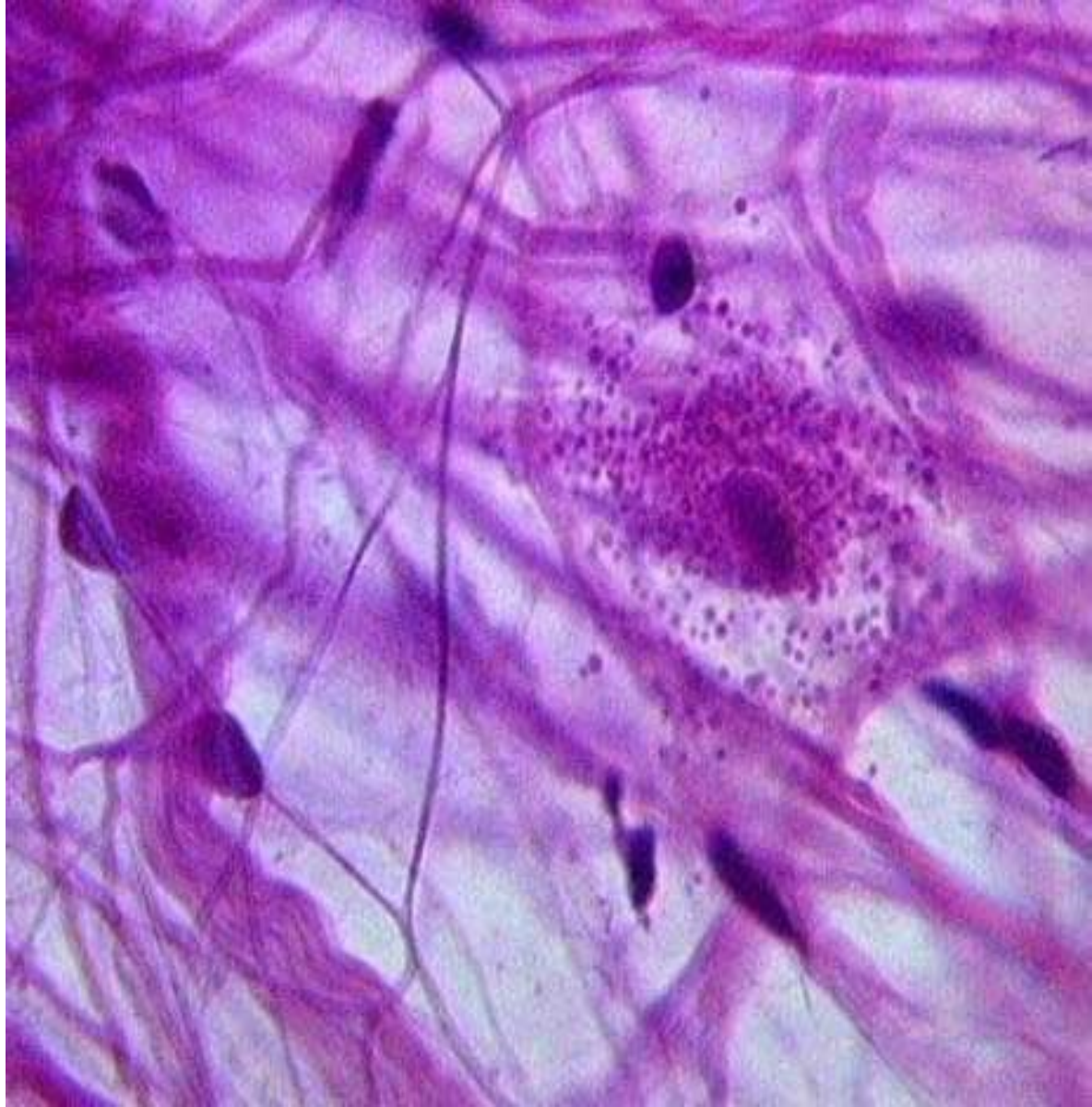


Будова сполучної тканини:

1 – опасиста клітина; 2 – ретикулінові волокна;
3 – еластичне волокно; 4 – колагенові волокна;
5 – фібробласт; 6 – паренхіматозні клітини;
7 – сполучна тканина; 8 – капіляр з клітинами
крові.

СТРУКТУРА СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ

- Клітини
- Волокна
- Основна міжклітинна речовина



Клітини

- Хондробласти
- Фібробласти

Волокна

- Колаген
- Еластин

Основна міжклітинна речовина:

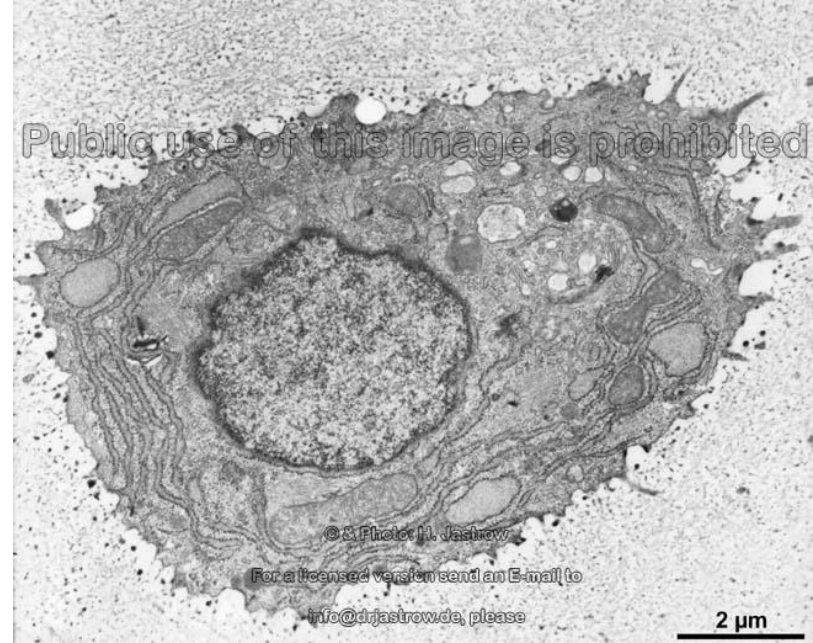
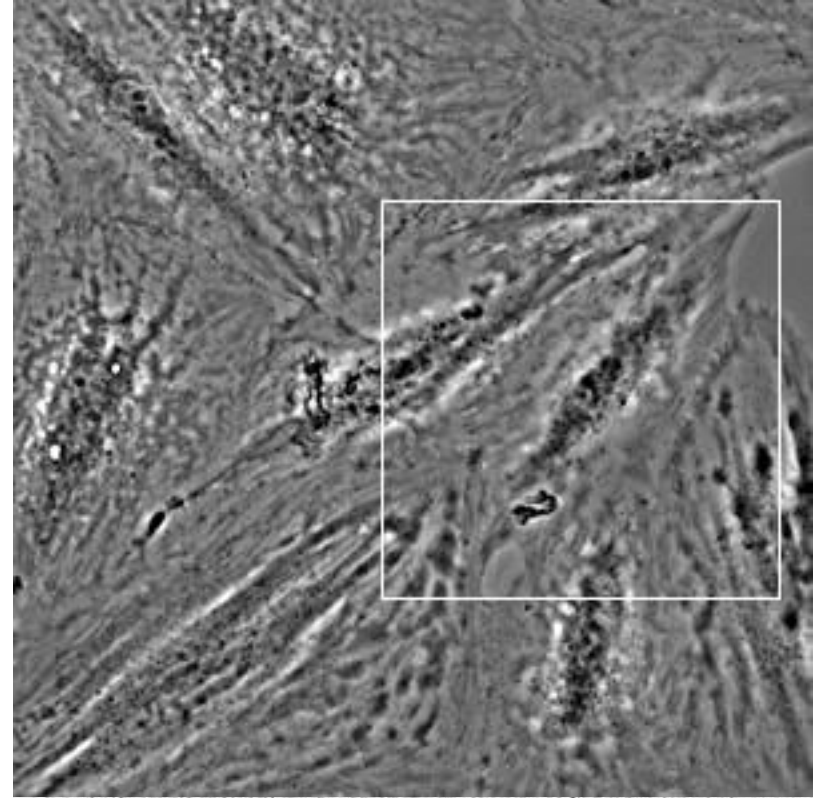
вуглеводно-білкові комплекси - **протеоглікани**.

Вуглеводні компоненти протеогліканів -

гетерополісахариди

глікозаміноглікани

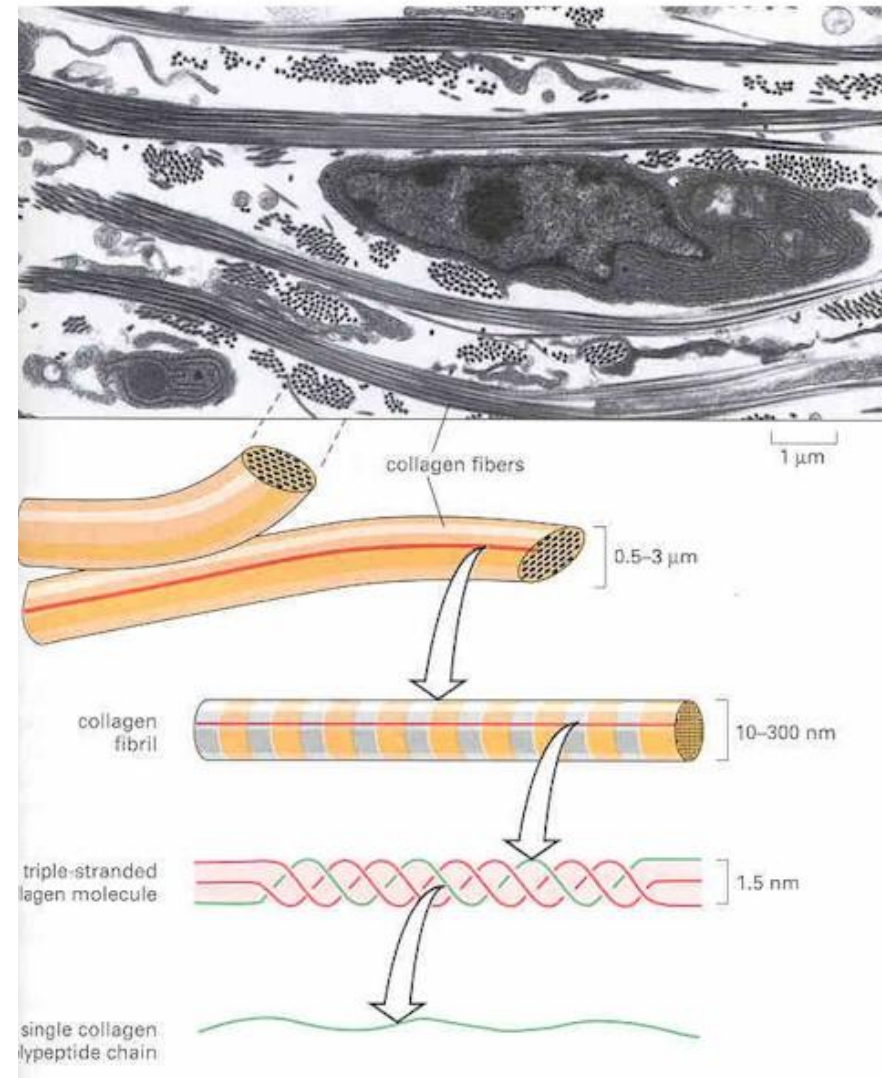
(мукополісахариди)



БІЛКИ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ

Колаген

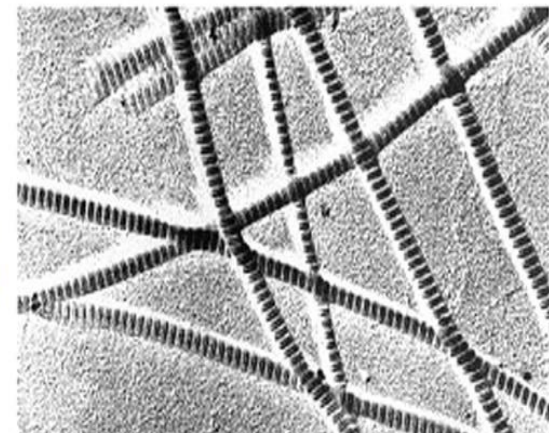
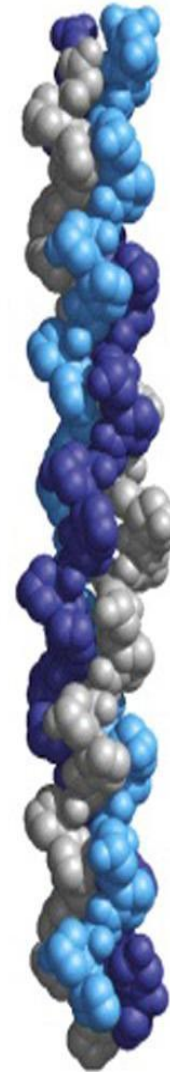
- Найпоширеніший білок в організмі
- 25-33 % від усього білка (6 % від маси тіла)
- Довжина - 300 нм
- Товщина 1.5 нм
- Молекулярна маса - 300000



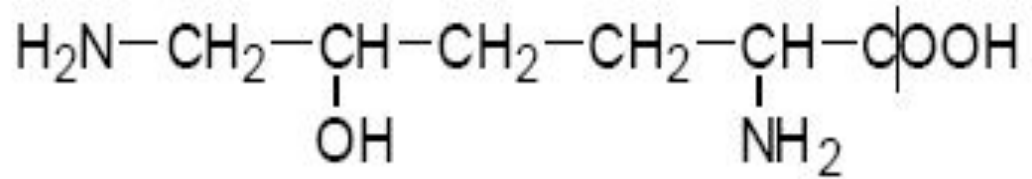
- Побудований з 3 поліпептидних ланцюгів, що мають форму лівозакрученої спіралі

- Три лівоспіральных ланцюги разом закручуються у праву спіраль

Collagen

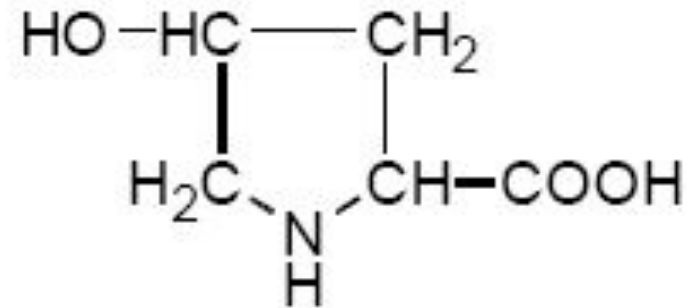


- 1 ланцюг - біля 1000 АК залишків
- 33 % гліцин
- 21 % пролін і оксипролін
- 11 % аланін
- 35 % усі інші АК



5-оксилізін

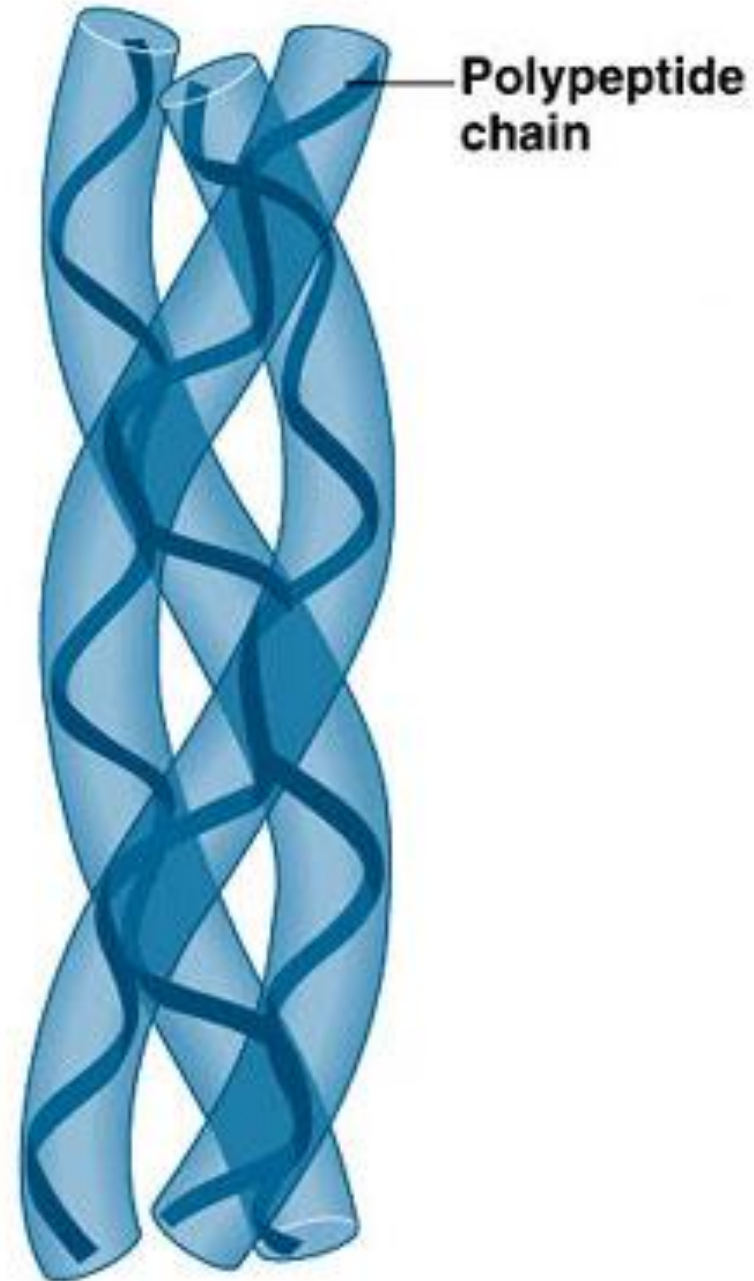
- Оксипролін і оксилізін характерні тільки для сполучної тканини



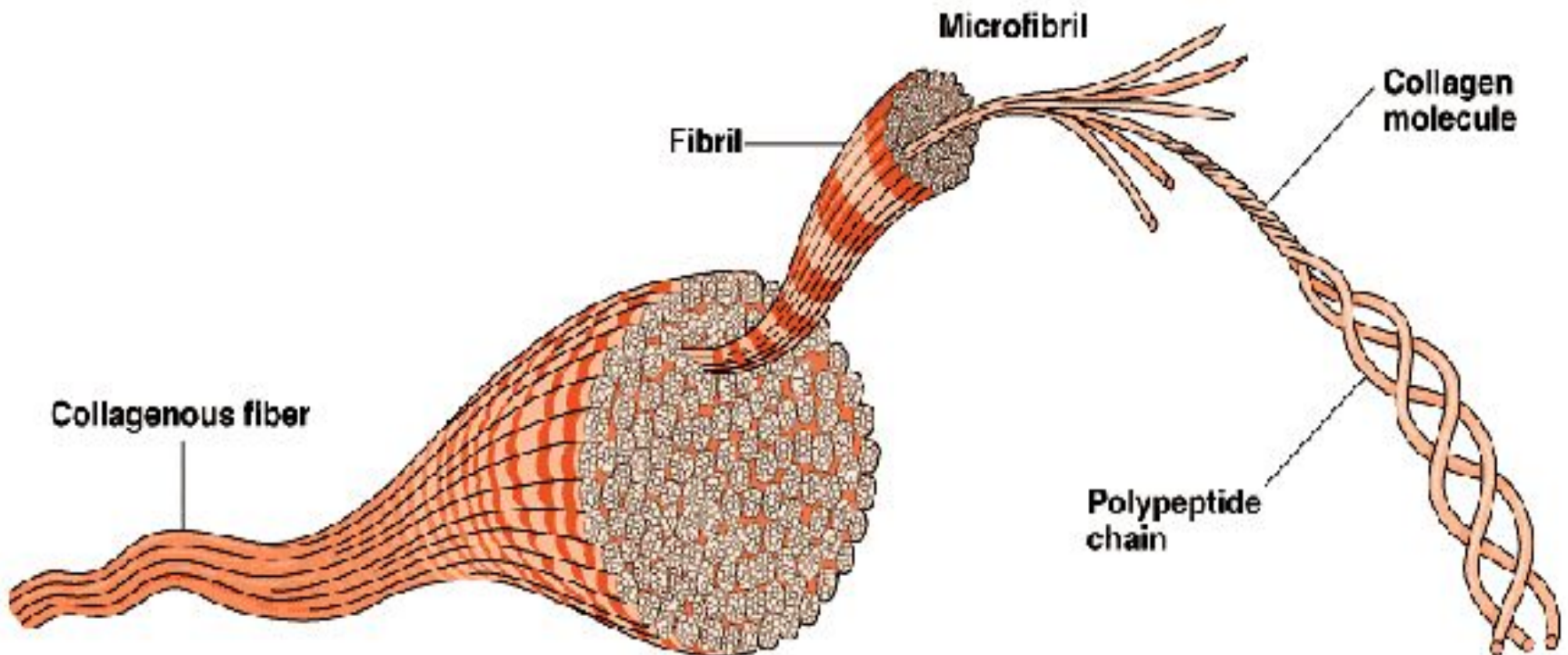
4-оксипролін

■ **Колаген** – складний білок (глікопротеїн)

■ До залишків оксипізіну глікозидним зв'язком приєднуються вуглеводи – моносахарид **галактоза** або дисахарид **галактозилглюкоза**



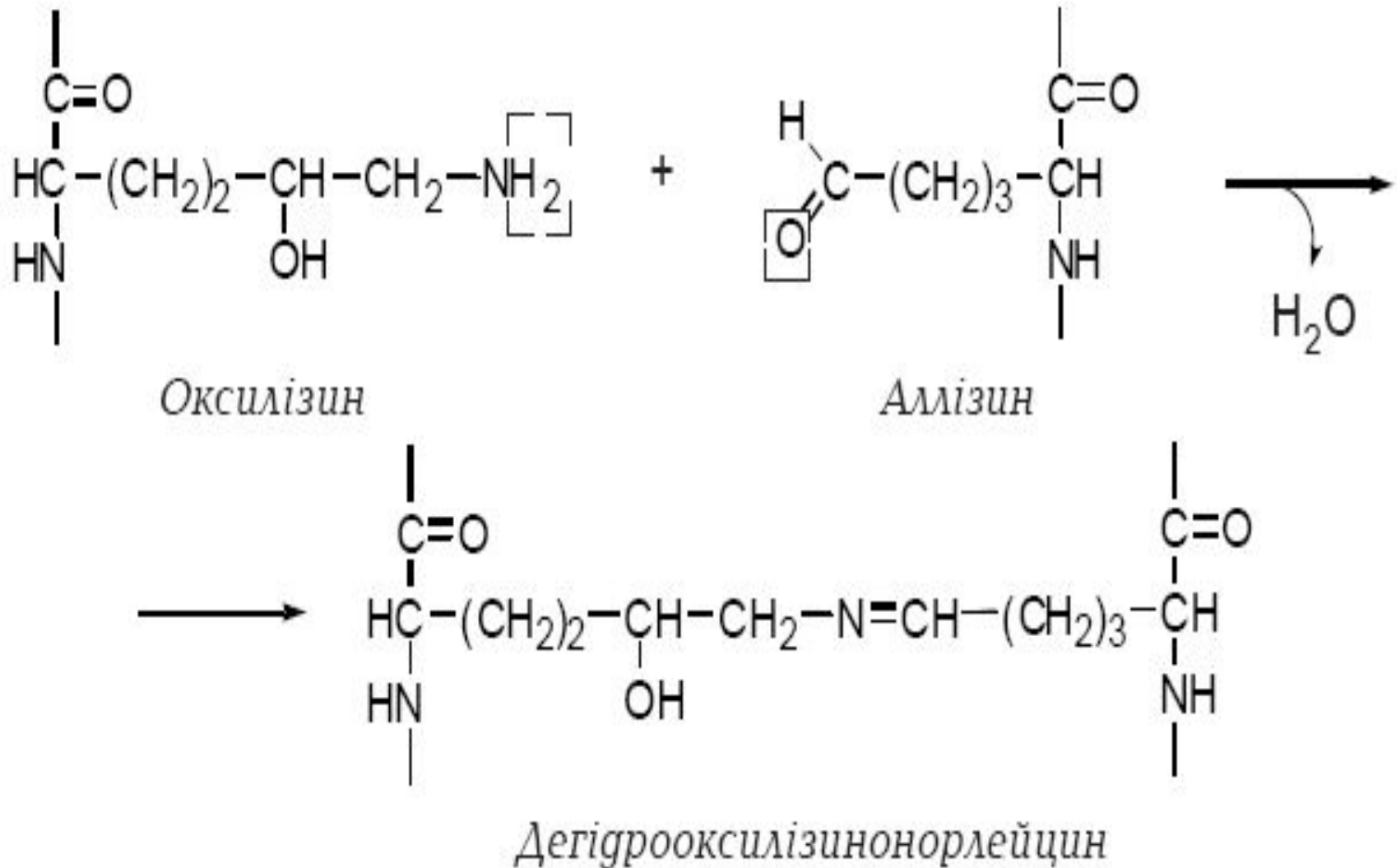
- Ланцюги стабілізуються **водневими зв'язками** між CO- і NH- групами пептидних зв'язків, OH групами оксипроліну
- Молекули колагену розташовуються регулярним чином і утворюють **фібрили**, з яких формуються **пучки фібрил**, **волокна** і **пучки волокон**



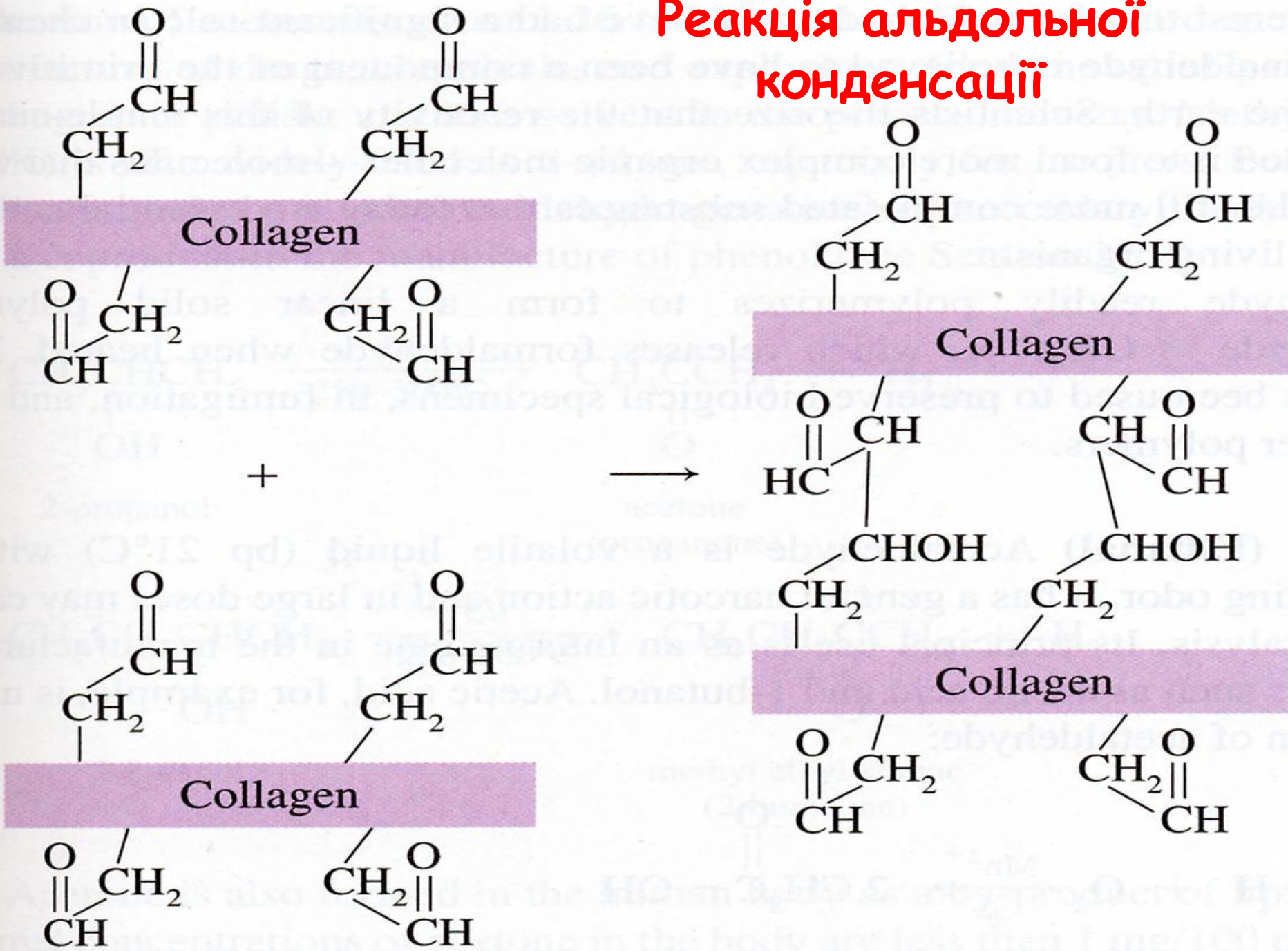
- Є 12 типів колагенів (відрізняються первинною структурою, набором ланцюгів, вмістом вуглеводів, органічною та тканинною локалізацією)

Тип	Локалізація	Набір поліпептидних ланцюгів
I	Шкіра, кістки, сухожилля, рогівка ока, склера	$[\alpha_1(\text{I})]_2 \alpha_2$
II	Хрящі, склоподібне тіло	$[\alpha_1(\text{II})]_3$
III	Шкіра плода, стінки великих кровоносних судин, регуляторні волокна	$[\alpha_1(\text{III})]_3$
IV	Базальна мембрана	$[\alpha_1(\text{IV})]_3$

Поперечні ковалентні зшивки в молекулі колагену

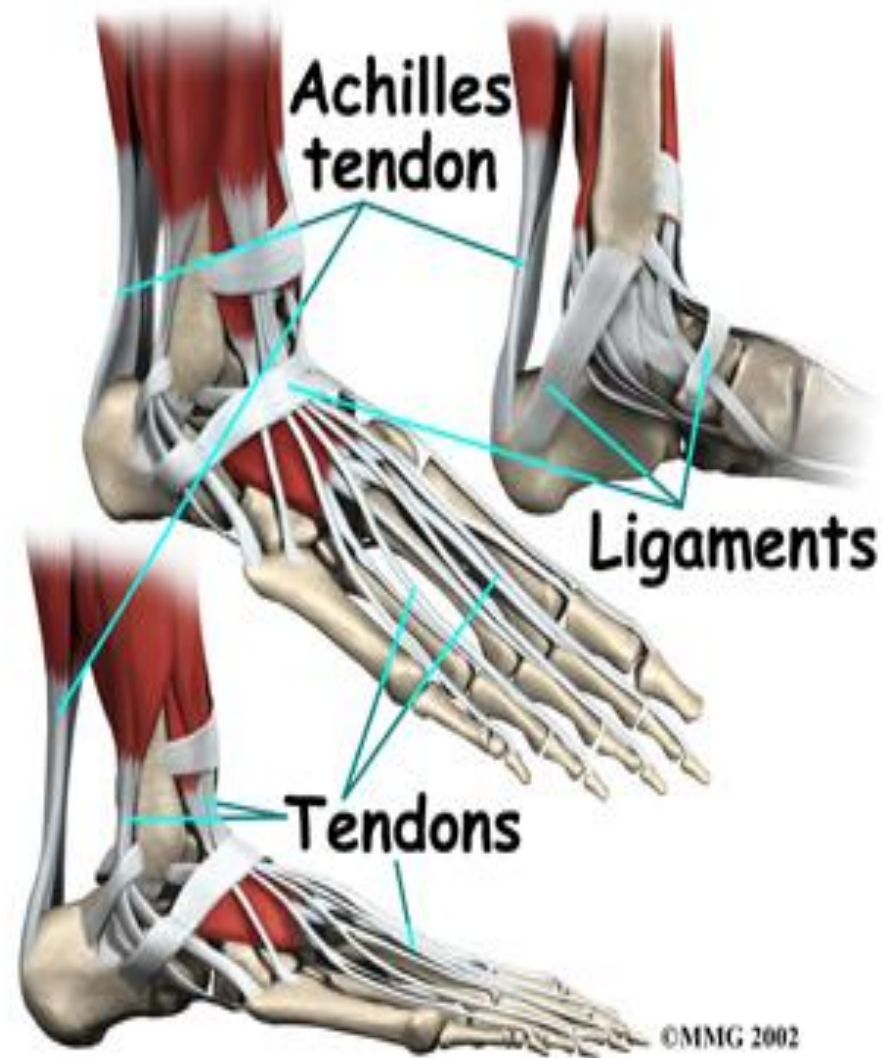


Реакція альдольної конденсації



Еластин

- **Основний складник еластичних волокон у зв'язках, стінках великих артерій, легенях**
- **Молекула містить біля 800 АК залишків**
- **Має глобулярну форму**
- **Об'єднується у волокнисті тяжі**

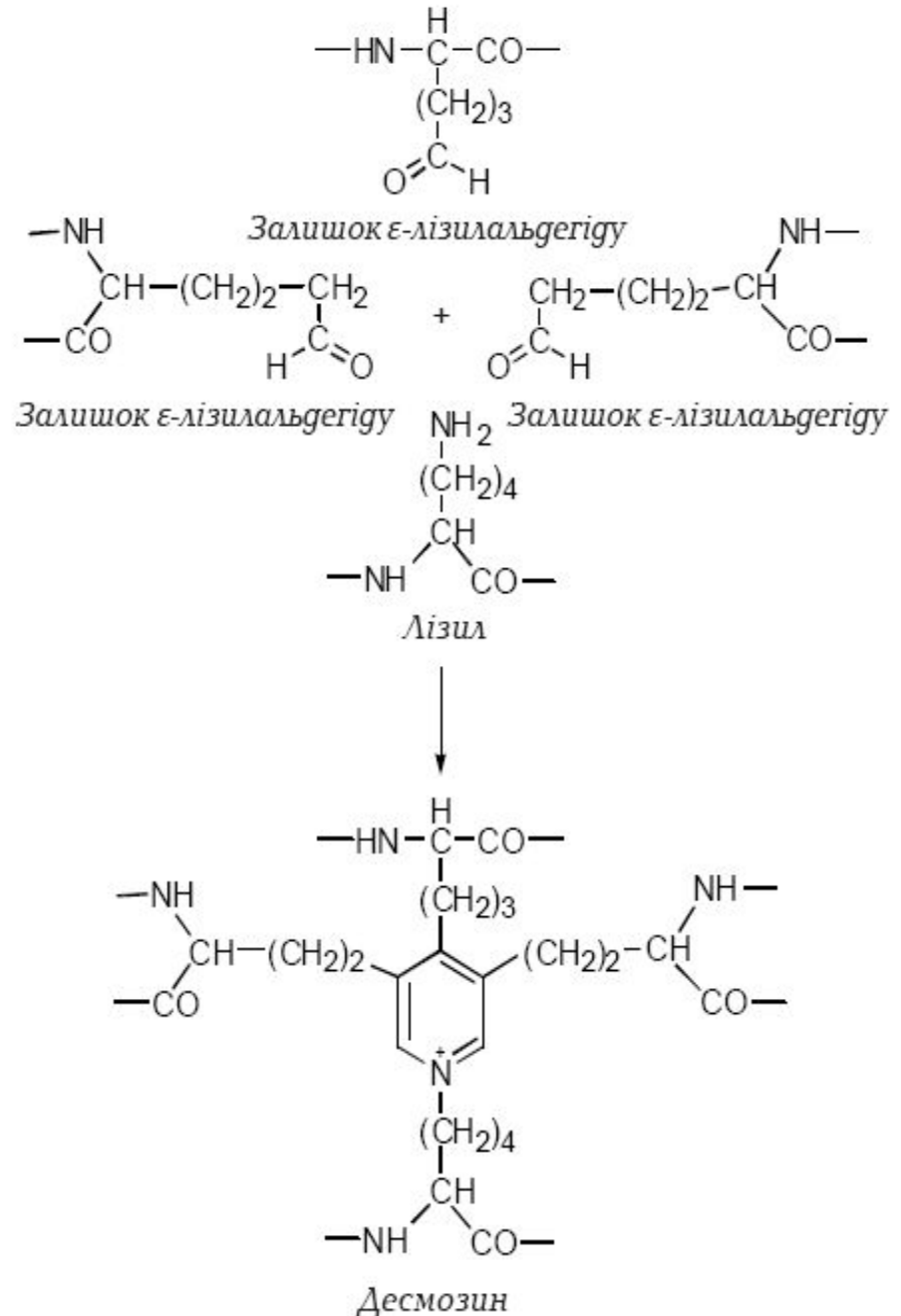


▪ Містить багато гліцину, аланіну, проліну, валіну

▪ Оксилізін і цистеїн відсутні

▪ Залишки лізину утворюють **поперечні ковалентні зв'язки**

▪ Утворюється сіткова структура, здатна зворотньо розтягуватись у кілька разів

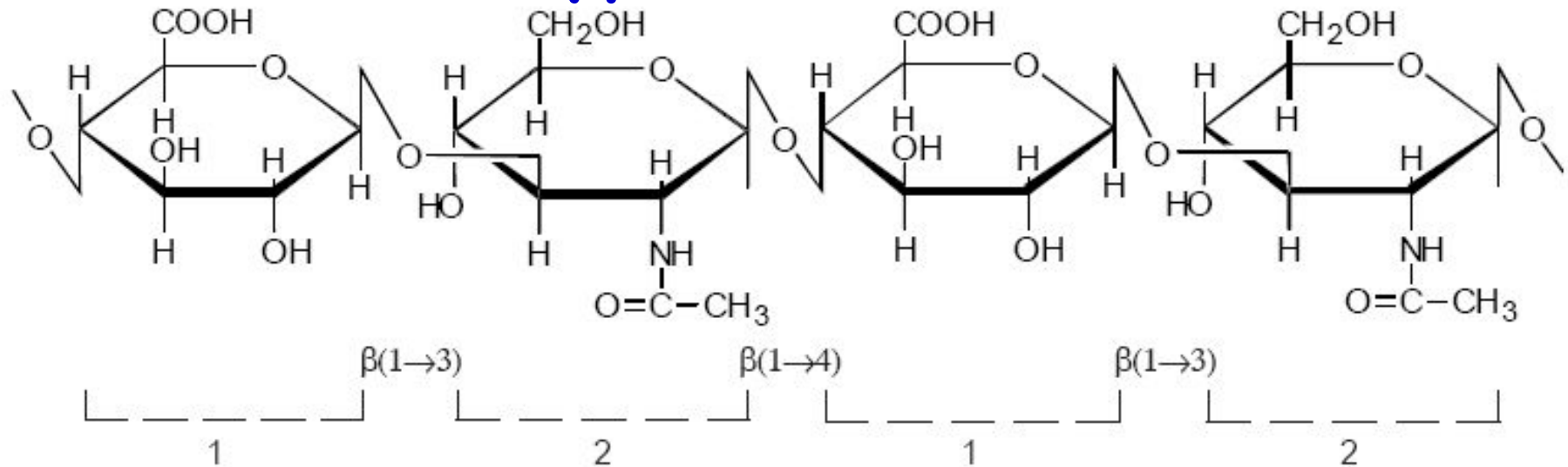


ПРОТЕОГЛІКАНИ

Протеоглікани – основна міжклітинна речовина сполучної тканини

- Білкова частина + полісахаридні ланцюги
- Молекулярна маса – десятки мільйонів
- Полісахариди – **глікозаміноглікани (кислі мукополісахариди)** – побудовані з великої кількості дисахаридних одиниць
- Дисахарид – аміноцукор **N-ацетилглюкозамін** чи **N-ацетилгалактозамін** + **уронова кислота (глюкуронова чи ідуоронова)** + **сульфат (іноді)**

Гіалуронова кислота

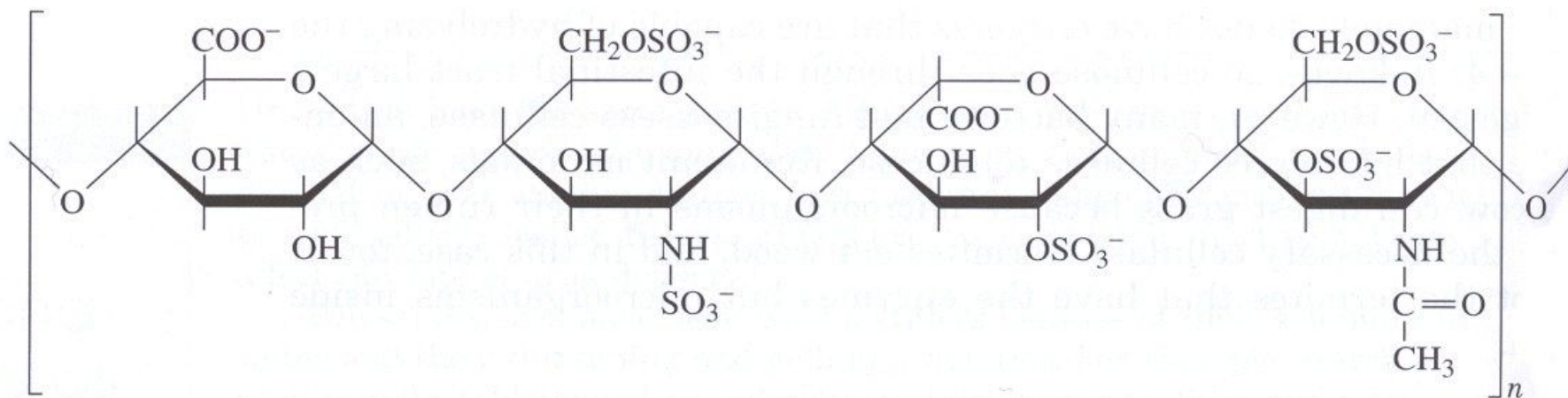


Дисахаридні одиниці в молекулі гіалуронової кислоти:

1 – залишок *D*-глюкуронової кислоти; 2 – залишок *N*-ацетилглюкозаміну.

- Міститься в синовіальній рідині (змазка в суглобах), в скловидному тілі ока
- При ревматизмі і артриті ГК деполімеризується і в'язкість синовіальної рідини знижується
- Утворює в'язкі розчини
- Утримує воду

Гепарин



- Синтезується тканинними **базофілами**
- Під час дегрануляції викидається у міжклітинний простір
- Бере участь у регулюванні **коагуляції крові**
- Підвищує звільнення в плазму **протеїніпази**