

# Загальна міологія



## План

1. Види м'язів та їх коротка характеристика.
2. Загальна будова м'язів.
3. Класифікація м'язів.
4. Допоміжний апарат м'язів.
5. Будова скелетного м'язу.

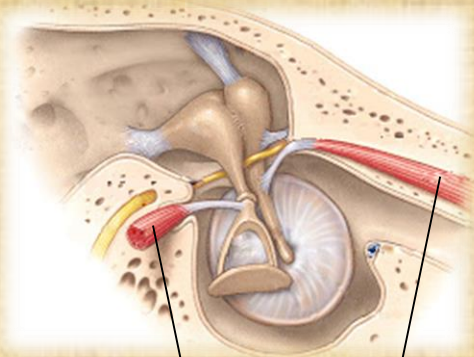
**Міологія** (від грецького *mys* – м'яз) – вчення про м'язи, розділ морфології, що вивчає будову і функцію м'язів.

**М'яз** (*musculus*) – це орган, який побудований з пучків поперечнопосмугованих м'язових волокон, зв'язаних між собою пухкою сполучною тканиною, в якій проходять кровоносні судини і нерви. Одиницею будови скелетних м'язів є **м'язове волокно – симпласт**.

У людини 656 м'язів.

Загальна маса мускулатури людини складає 30-35% маси тіла, у новонароджених – 20-22%, у людей похилого віку – 25-30%.

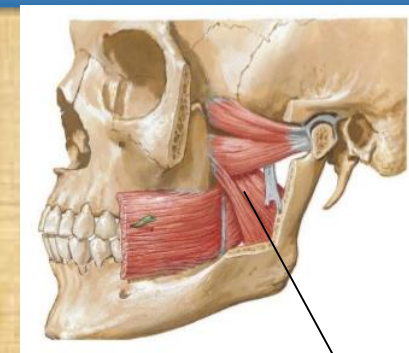
# У тілі людини понад 600 м'язів



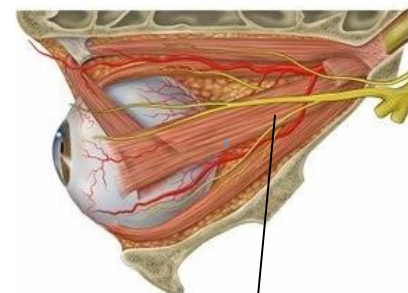
Найменші – м'язи середнього вуха



Найбільші - сідничні м'язи



Найсильніші – жувальні та литкові м'язи



Найактивніші - м'язи ока

Найдовші – кравецькі м'язи

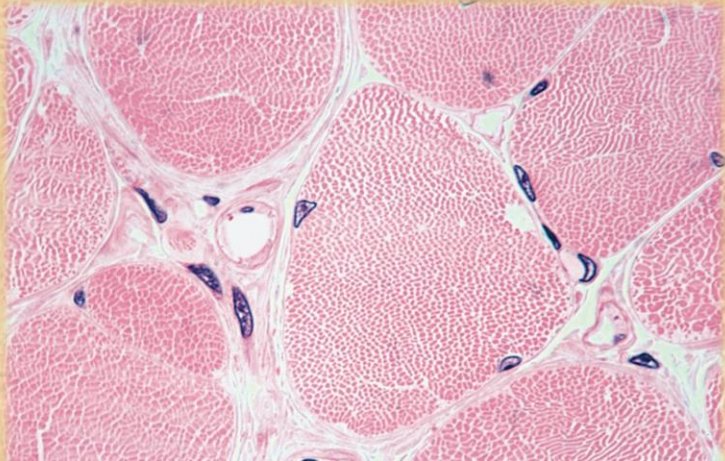
# Розрізняють три типи м'язів:

## 1. Скелетні, або поспруговані

- скелетна мускулатура,
- м'язи язика, рота, гортані,
- м'язи верхньої частини стравоходу,
- діафрагма,
- мімічні м'язи

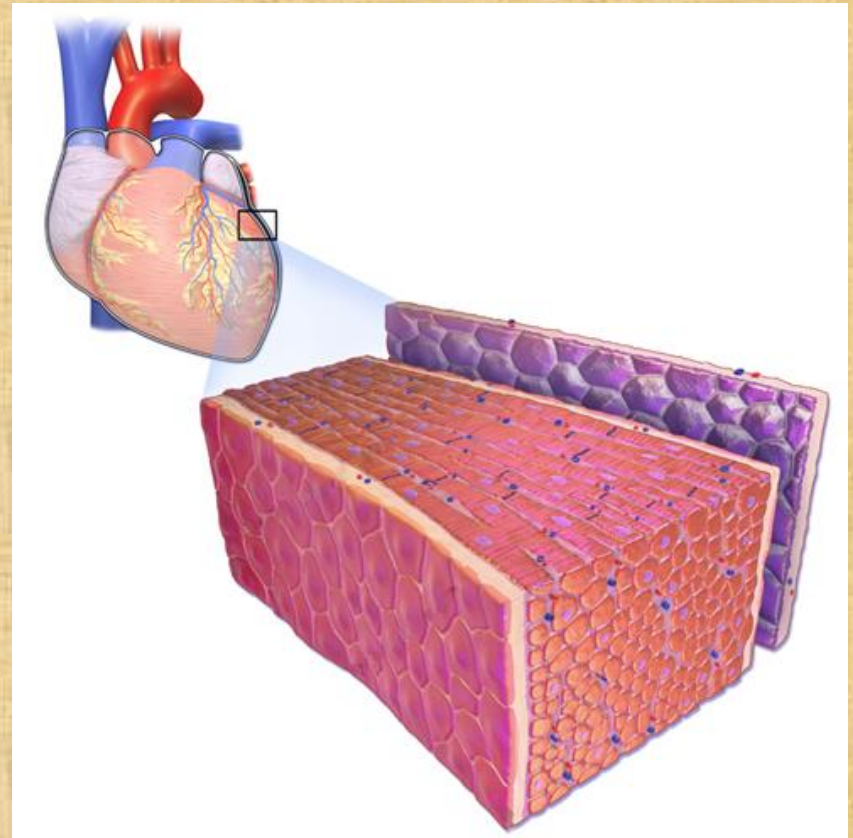
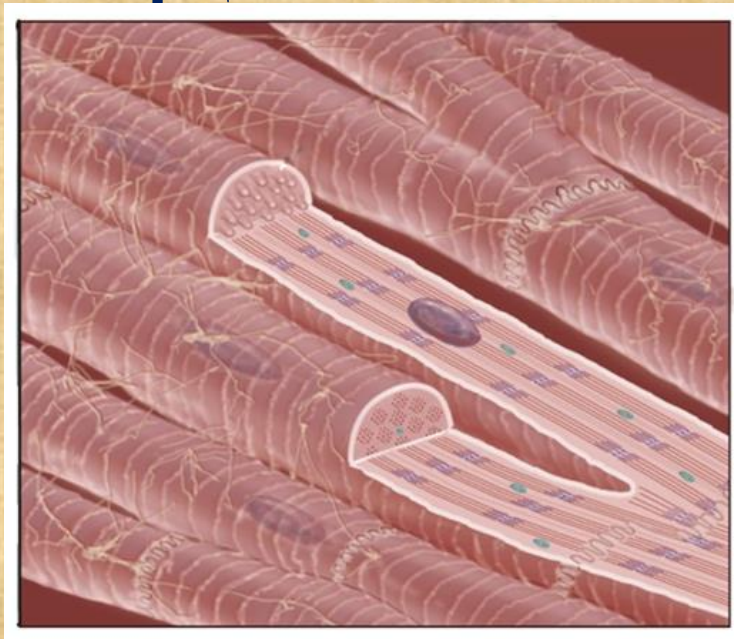


Скелетні м'язи здатні до сильних і різких скорочень, керуються людиною



## 2. Серцеві посмуговані

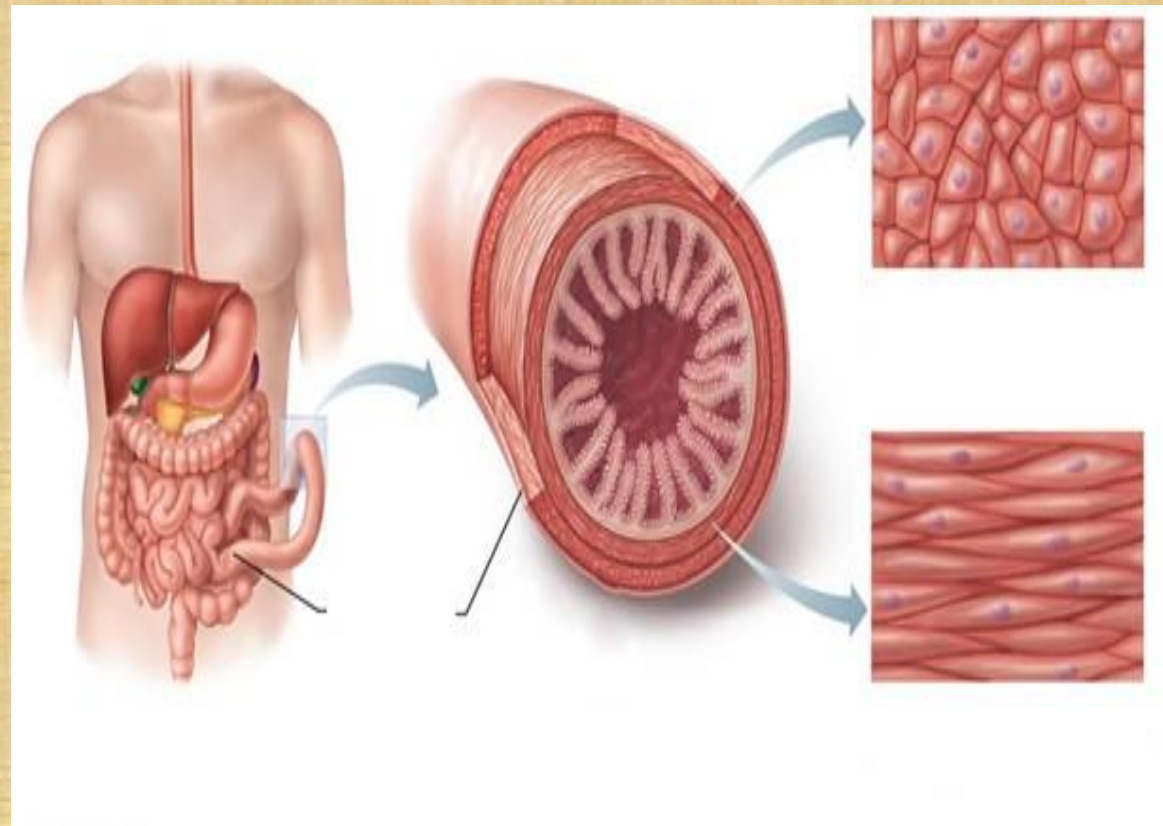
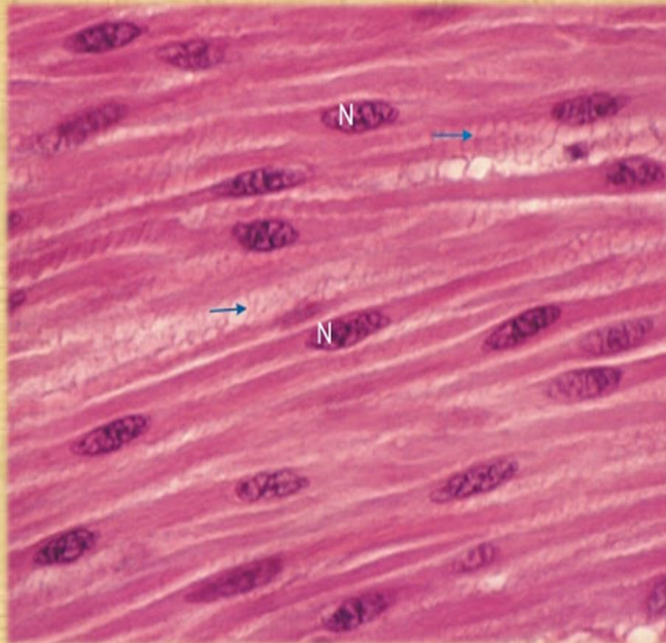
- утворюють  
серцеві м'язи



**Серцевий м'яз здатний  
до спонтанних ритмічних  
скорочень**

### *3. Гладкі, або непосмуговані*

- вісцеральна мускулатура,
- стінки травної і сечостатевої систем, кровоносних судин

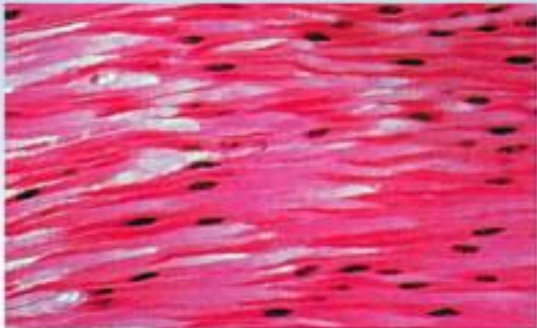


**Гладкі м'язи здатні до повільних і ритмічних скорочень незалежно від волі людини**

# Види м'язової тканини

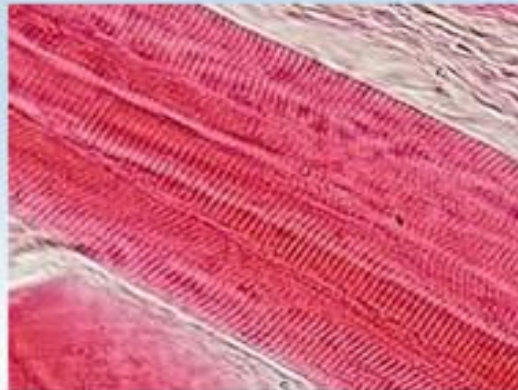
## Непосмугована (гладка)

Структурними елементами є клітини- міоцити. Це веретеноподібні, одноядерні клітини з неупорядкованим розташуванням міофібрил. Розташовується в стінках органів травної, дихальної, сечовидільної, статевій систем, судин.



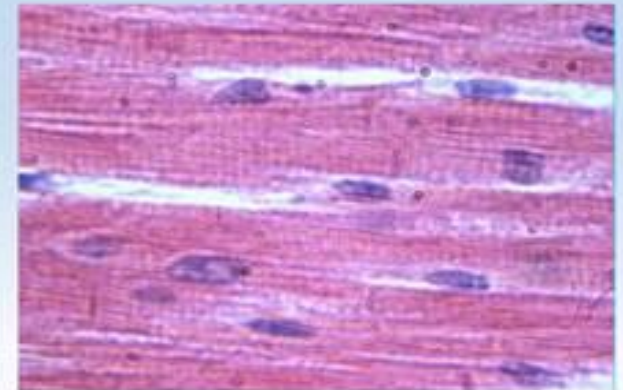
## Поперечно-посмугована скелетна

Структурними елементами є м'язові волокна. Це багатоядерні елементи з упорядкованим розташуванням міофібрил. Оболонка м'язових волокон називається сарколемою, а цитоплазма – саркоплазмою. Здійснює в складі скелетних м'язів рухи тіла, міміку обличчя, мову.

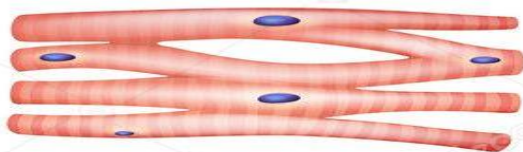
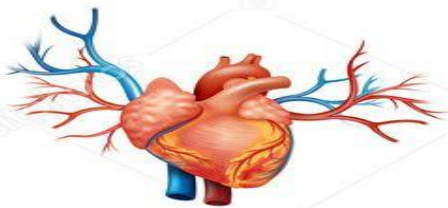


## Поперечно-посмугована серцева

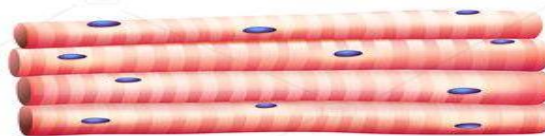
Структурними елементами є клітини м'яза серця (кардіоміоцити) Ці клітини з'єднуються кінцями у багатоядерні м'язові волокна з розташованими в центрі ядрами. Скорочується швидко, ритмічно, без втоми, недовільно. Утворює серцевий м'яз – міокард. Забезпечує роботу серця.



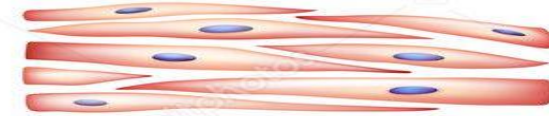
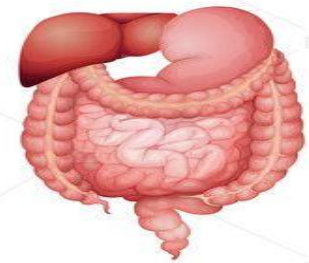
## Types of Muscle




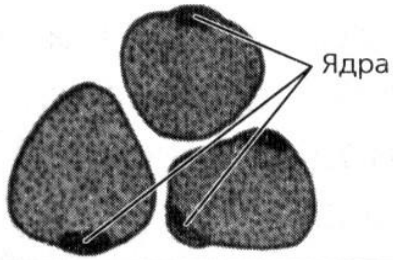

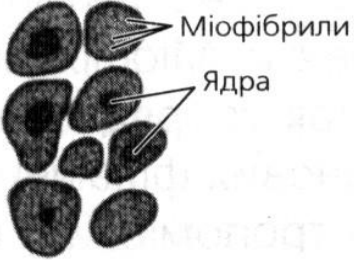
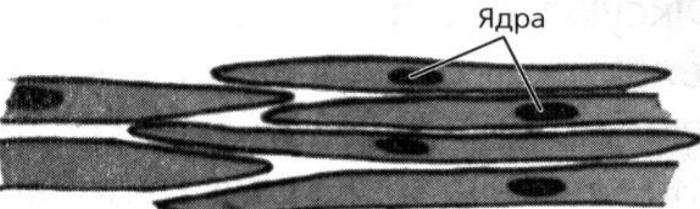
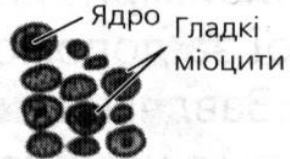
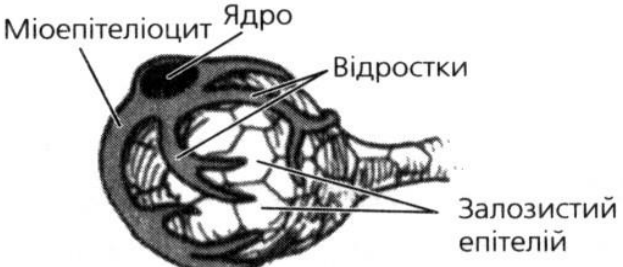

Cardiac muscle



Skeletal muscle



Smooth muscle

	ПОЗДОВЖНИЙ ЗРІЗ	ПОПЕРЕЧНИЙ ЗРІЗ	МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ
СКЕЛЕТНИЙ М'ЯЗ: м'язове волокно	 <p>Ядра Поперечна посмугованість</p>	 <p>Ядра</p>	Довжина 1 – 40 мм, діаметр 10 – 150 мкм. Скорочення сильні, швидкі, усвідомлені
СЕРЦЕВИЙ М'ЯЗ: кардіоміоцити	 <p>Вставні диски Поперечна посмугованість</p>	 <p>Міофібрили Ядра</p>	Довжина 50 – 120 мкм, діаметр 15 – 20 мкм. Скорочення сильні, швидкі, постійні, неусвідомлені
ГЛАДКИЙ М'ЯЗ: гладкі міоцити	 <p>Ядра</p>	 <p>Ядро Гладкі міоцити</p>	Довжина 15 – 200 мкм, діаметр 3 – 8 мкм. Скорочення слабкі, повільні, неусвідомлені
МИОЕПИТЕЛІОЦИТИ:	 <p>Міоепітеліоцит Ядро Відростки Залозистий епітелій</p>	 <p>Ядро міоепітеліоцита Залозистий епітелій</p>	Охоплюють ацинуси і вивідні протоки залоз. Скорочення слабкі, повільні, періодичні, неусвідомлені

Схематичне відтворення основних типів м'язової тканини



## Існує дві класифікації морфофункціональна та гістогенетична.

### Морфофункціональна

це за будовою, функцією та локалізацією:

➤ Гладенька  
(непосмугована)

➤ Поперечносмугаста:  
▪ Скелетна  
▪ Серцева

### Гістогенетична

запропонована М.Г.Хлопіним м'язова тканина поділяється за її походженням на 5 гістогенетичних типів:

➤ **соматичний** (походить з міотомів мезодерми - це **скелетна м'язова тканина**);

➤ **целомічний** (походить з міоепікардіальної пластинки вісцерального листка спланхнотома вентральної мезодерми - це **серцева м'язова тканина**);

➤ **мезенхімний** (походить із мезенхіми - це **гладенька м'язова тканина** стінок внутрішніх органів та судин);

➤ **невральний** (походить з нервової трубки - це **гладенькі міоцити м'язів** райдужної оболонки);

➤ **епідермальний** - із шкірної ектодерми це **міоепітеліальні кошикоподібні клітини** потових, сальних, молочних, слинних та слізних залоз.

# Закономірності розташування скелетних м'язів

1. Згідно законам симетрії **скелетні м'язи є парними** або утворені двома частинами.

2. **Топографія скелетних м'язів** визначається особливостями їх розвитку в ембріогенезі: **аутохтонні скелетні м'язи** – залишаються в місці їх утворення і не мігрують в подальшому розвитку; **гетерохтонні скелетні м'язи** – мігрують з місця своєї закладки.

3. Скелетні м'язи **розташовані за найкоротшою відстанню** між місцем свого початку і місцем свого прикріплення.

4. Скелетні м'язи розташовані відповідно осям суглоба, на який вони діють – м'язи **розташовані перпендикулярно до тієї осі суглоба, на яку вони впливають.** Кожній осі рухів в суглобі відповідає, як правило, не < 2х груп м'язів, які розташовані по обидві сторони вісі.

## Основні елементи м'яза:

черевця, або тіла;

два (або більше) сухожилкових кінців;

**апоневрози** (широка сполучнотканинна пластинка, якою м'язи прикріплені до кісток або інших тканин);

сухожилкові перетинки.

## Допоміжний апарат м'язів:

\*фасції,

\*синовіальні сумки,

\*піхви сухожилків,

\*синовіальні піхви,

\*сесамоподібні кістки.

# Загальна зовнішня будова м'язів

**ГОЛОВКА**  
(проксимальний сухожилок)

Точка фіксації

**ЧЕРЕВЦЕ**

М'язові пучки

**ДИСТАЛЬНИЙ СУХОЖИЛОК**

Рухома точка

**ДОПОМІЖНИЙ АПАРАТ**

Фасція, апоневроз, синовіальна сумка, сесамоподібні кістки

Двоголовий м'яз плеча

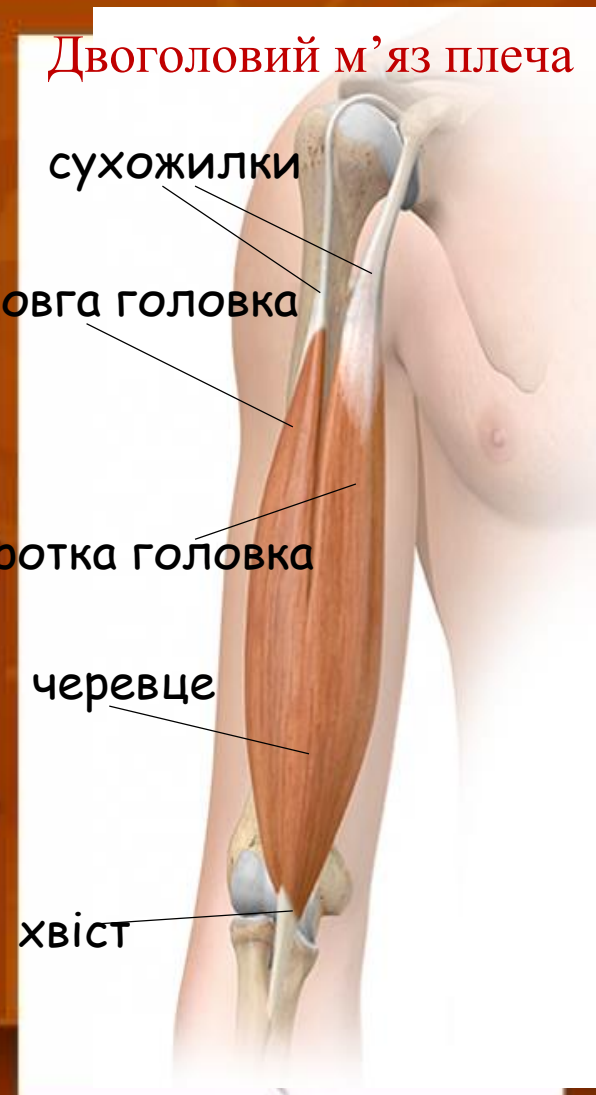
сухожилки

довга головка

коротка головка

черевце

хвіст



Більшість м'язів мають стовщену середню частину – **черевце** (*venter*), що **переходить** з обох кінців у **сухожилки** (*tendae*)

Проксимальний кінець м'яза називається **голівкою** (*caput*), вона починається сухожилком від однієї кістки, а сухожилок дистального кінця м'яза прикріплюється до іншої кістки. При цьому сполучнотканинні волокна сухожилка міцно зростаються з окістям чи з охрястям і навіть проникають у кістку (шарпеевські волокна).

**Початком м'яза** прийнято називати його проксимальну частину, а дистальна частина м'яза прикріплюється вже до іншої кістки.

Початок м'яза, що скорочується, залишається нерухомим, це його **точка фіксації** (*punctum fixum*). На іншій кістці, до якої прикріплюється м'яз, розміщена **рухома точка** (*punctum mobile*). При скороченні м'яза вона переміщується. При деяких рухах точка фіксації і рухома точка міняються місцями.

Сухожилки різних м'язів розрізняються за будовою і формою.

Н-д, м'язи кінцівок переважно переходять у довгі сухожилки циліндричної форми. Плaskі м'язи, що беруть участь у формуванні стінок порожнин тіла, мають **широкі і плaskі сухожилки**, такий сухожилок азивається **апоневрозом** (*aponeurosis*). Деякі м'язи мають два черевця, які з'єднані **проміжним сухожилком** (*tendo intermedius*). Прикладом може бути двочеревцевий м'яз шиї. Якщо вздовж м'яза є кілька проміжних сухожилків, то їх називають **сухожилковими переділками** (*intersectiones tendineae*). Такі переділки характерні для прямого м'яза живота.

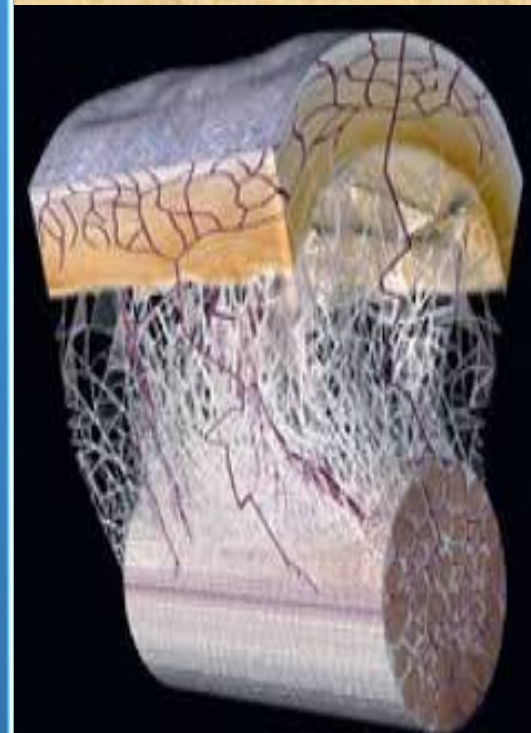
# Допоміжний апарат м'язів

**\*Фасції** - це оболонки зі щільної волокнистої сполучної тканини, які пронизують усе тіло, покривають нерви, органи та судини, служать своєрідними футлярами для м'язів. Завдяки фасціям м'язи та органи стабілізуються та знаходяться на своєму місці.

При цьому фасції можуть бути як щільними та відносно нерухомими (щоб задати структуру), так і пухкими та податливими (для більшої гнучкості).

Усі фасції тіла пов'язані одна з одною.

Коректніше стверджувати, що це одна фасція, яка має тривимірну (3D) будову та пронизує усе наше тіло. Фасція не лише механічно сполучає усі частини організму в єдине ціле, вона ще й зв'язує воедино усі структури організму інформаційно.



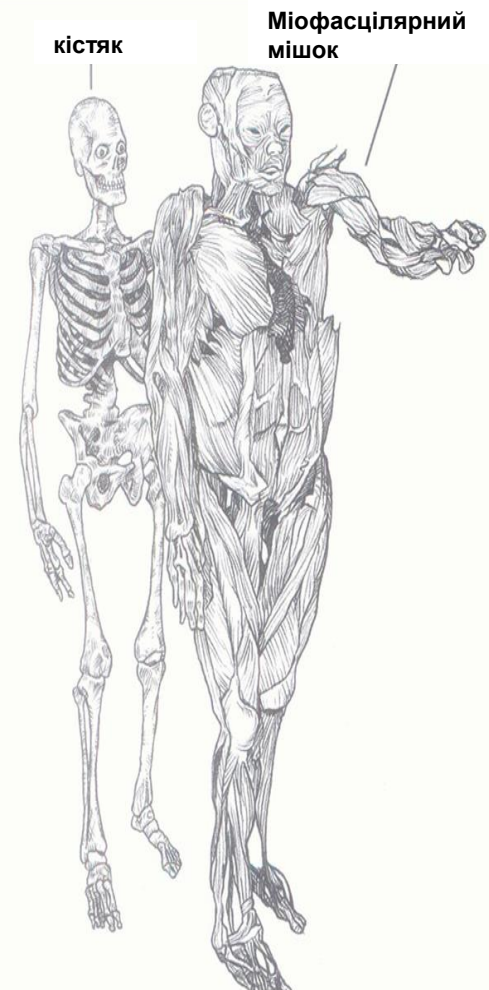
# М'язово-фасцілярний футляр

Фасція – це другий скелет. Це з'єднувальна тканина, яка як футляр огортає всі м'язи, переходить в сухожилля і кістки. Функція опори у неї навіть більша, ніж у кісток. Якщо тіло позбавити фасцій – це буде купа кісток і м'яса, які між собою нічим не зв'язані.

Фасція сприймається як єдиний орган, але умовно поділена на **три великі блоки: передня, задня і бокова**, які діють на різні групи м'язів. Це як 3D модель – сітка, на якій тримається все в нашому організмі.

Фасція також є комутатором для нервової системи, через неї значною мірою циркулює лімфа.

Але головна функція – живлення тканин, адже в ній багато рідини і поживних речовин. Це як транспортний шлях, бо фасція оточує і судини також.



Без присутності скелету м'язи і фасції утворюють єдиний футляр

Fascia - це набагато більше, ніж «пластичне обгортання м'язів». Fascia - це система органів стабільності та механорегуляції (Varela & Frenk 1987).

Кожна клітина у тілі підключена і реагує на мірне середовище фасції (Ingber 1998). Змінивши механіку тіла → зміни на клітинному рівні (клітини можуть змінити свою функцію) (Horwitz 1997).

Інтегруюча механо-біологічна природа фасціального полотна стає зрозумілішою. Виявляється, насправді усе це одна сітка, не розділяючись від голови до ніг, від шкіри до серцевини або від народження до смерті (Shultz & Feitis 1996).

Це радикально новий спосіб бачити особисті тренування - розтягування, зміцнення та зміну форми - як частину «просторової медицини» (Майєрс, 1998).



1. Фасціальна система виконує функцію як посередник між м'язом та кісткою. Фасція забезпечує більшу стійкість, ніж м'яз та водночас більшу рухливість, ніж кістка.

2. Фасціальна тканина присутня в кожній частині нашого тіла. Кожна клітина нашого тіла покрита фасціальною тканиною. Якщо б ми могли позбутися всього, що оточує фасціальну систему, то у кінцевому результаті ми отримаємо ідеальне відображення нашого тіла, але без вмісту.

3. У дослідженні 2006 року д-р Роберт Шлейп (Uni Ulm) довів, що фасціальна система має скорочувальні елементи. Постійний вплив фактора стресу через вегетативну нервову систему призводить до збільшення фасціального тону, який в кінцевому результаті ми відчуваємо, як жорсткість і напруженість.

4. Фасція належить до групи органів відчуття. Фасції не лише "скріплюють" усе тіло разом, але й містять у 80 разів більше больових рецепторів, ніж м'язи, шкіра або очі, тому пошкодження та дисфункції цієї тканини викликають відчуття болю. Тобто вони є своєрідним "нервовим костюмом" для м'язів, відіграють важливу роль у підтримці м'язового тону.

5. За допомогою фасціальних ланцюгів натяг переноситься на все тіло. Це фізіологічний механізм розподілу сил, що відбувається в нашому організмі, таким чином, щоб вони не накопичувались в одному місці. Патологічний ефект цього механізму полягає в тому, що обмеження в одній частині тіла можуть проявлятися як натяг у віддаленій ділянці нашого тіла.

З огляду на факти, багато хто віддає перевагу терміну **нейроміасціальної павутини** перед **опорно-руховим апаратом** (Schleip 2003).

6. Фасції підтримують мускулатуру під час її скорочення. Вони утримують м'яз у своїй формі і надають опір, потрібний у генерації м'язової сили. Завдяки первинному розтягу, фасція акумулює у собі кінетичну енергію, після чого відбувається її подальша передача через м'язове скорочення під час виконання руху (н-д, метання спису).

Загальноприйнято виявляти окремі структури у фасціальній павутині - підошова фасція, ахілове сухожилля, іліотибальна смуга, тораколумбальний апоневроз тощо - це просто зручні мітки для ділянок у межах сингулярної фасціальної павутини. Вони можуть кваліфікуватися як поштові індекси, але вони не є окремими структурами.

У медицині термін фасція позначає тканини зі специфічною топологією та гістологією, на відміну від сухожиль, зв'язок або інших визначених тканин.

Однак, ряд науковців використовує фасцію як загальну назву для цієї системної сітки сполучної тканини, оскільки не існує узагальненого терміна (Huijing & Langevin 2009). Сполучна тканина включає кров і клітини крові та інші елементи, що не входять у цю структурну мережу.

Можливо, найближчим терміном буде **позаклітинна матриця (ECM)**, яка включає все у вашому тілі, що не є клітинним.

## ЕСМ має 3 основні елементи:

**волокна:** міцне податливе переплетіння, яке складається головним чином з **колагену** (якого налічується 12 типів) та його «двоюрідних братів» **еластину та ретикуліну**

**вода:** рідина, яка оточує і пронизує клітини як середовище обміну; суміші з клеєм для отримання матеріалів різної властивості; і зберігає волокна вологими та податливими

**клей:** мінливі та колоїдні гелі, такі як **гепарин, фібронектин та гіалуронова кислота**, які сприяють змінам та надають субстрат для інших клітин, таких як нерви та епітелій

fascia також включає **фіброласти та тучні клітини**, які створюють волокна та клей

За кордоном доказова медицина наблизилась до визнання фасції окремим органом чи системою. Один із перших офіційних науковців, які це зробили, – **Том Маєрс, автор книги «Anatomy trains»**. Він називає фасцію кишенею для 600 м'язів у тілі, і «тим елементом у рівнянні з руху та стабільності, якого досі бракувало».

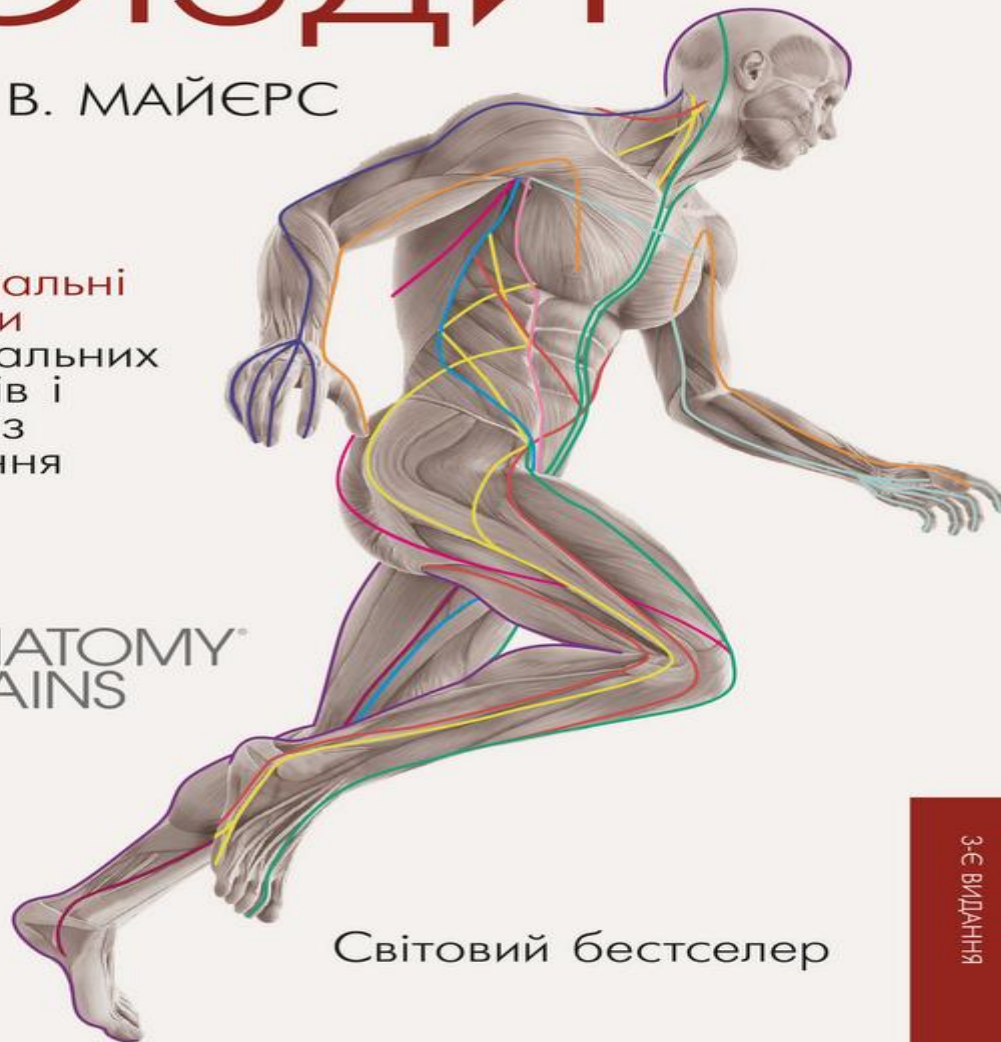
Перший міжнародний Конгрес із вивчення фасції відбувся в Гарвардській медичній школі у 2007 році. Відтоді ця подія відбувається майже щороку в різних містах світу й об'єднує до тисячі учасників та доповідачів. Один із її організаторів – доктор наук Томас Фіндлі, який понад 30 років вивчав властивості колагенових волокон.

# АНАТОМІЧНІ ПОЇЗДИ

ТОМАС В. МАЙЕРС

Thomas W. Myers

Міофасціальні  
меридіани  
для мануальних  
терапевтів і  
фахівців із  
відновлення  
руху

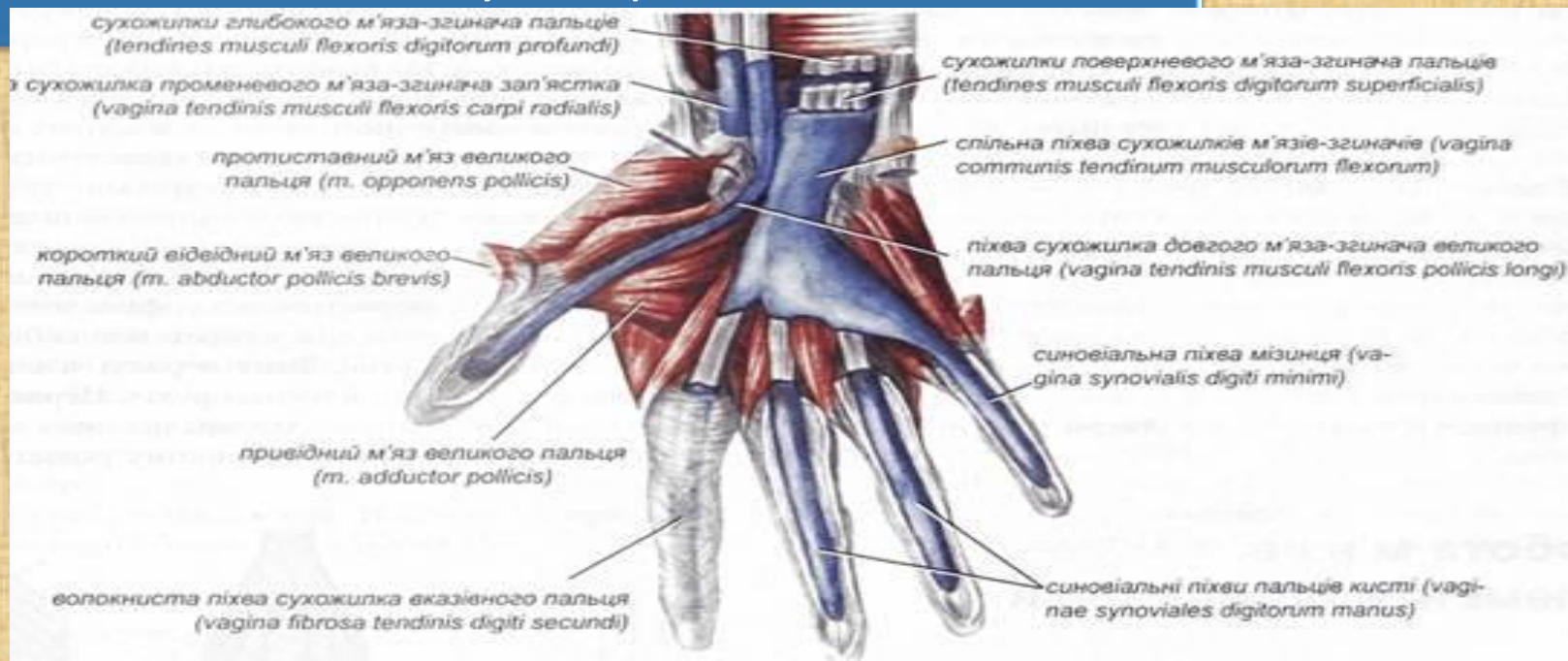


ANATOMY  
TRAINS

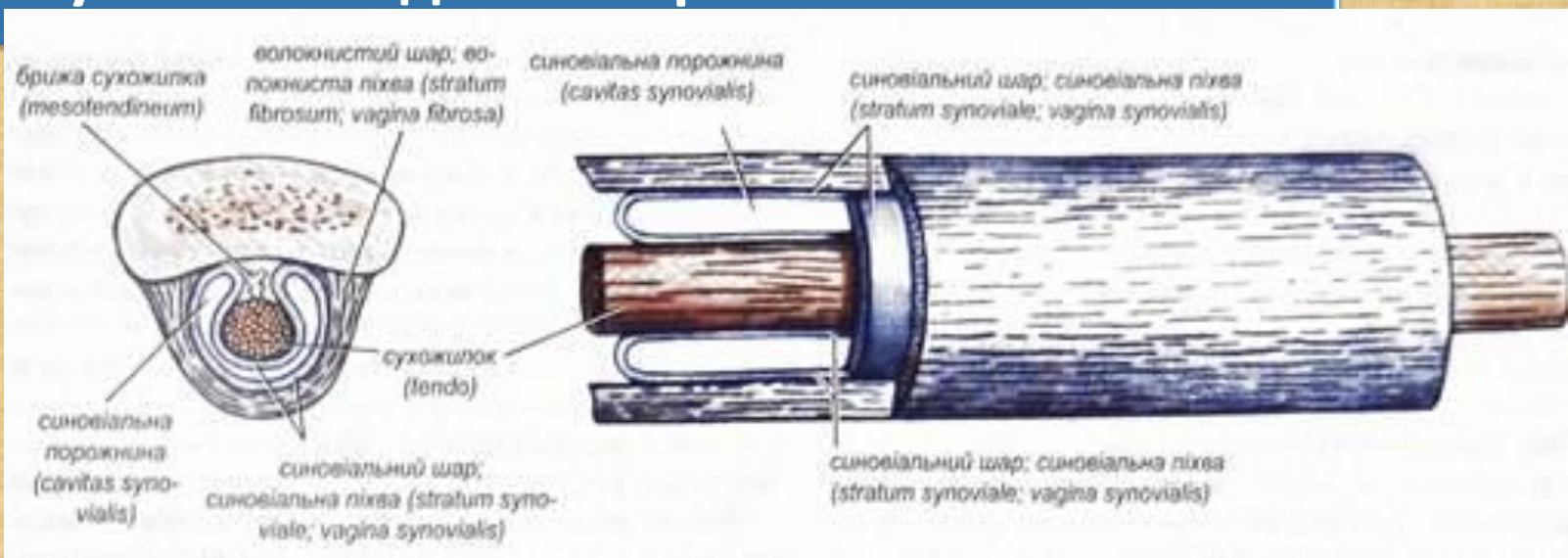
Світовий бестселер

3-Є ВИДАННЯ

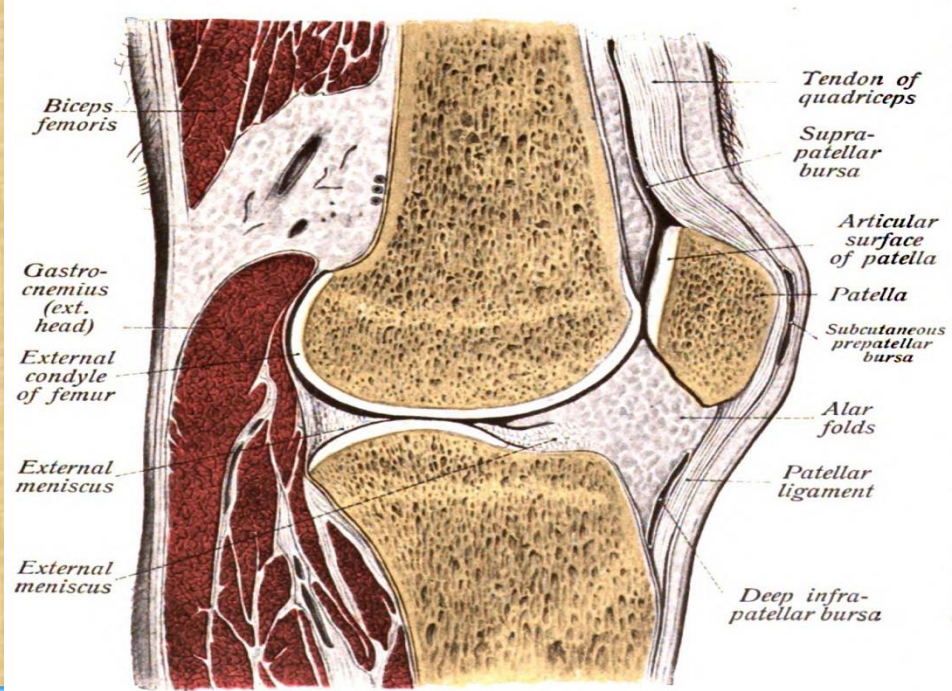
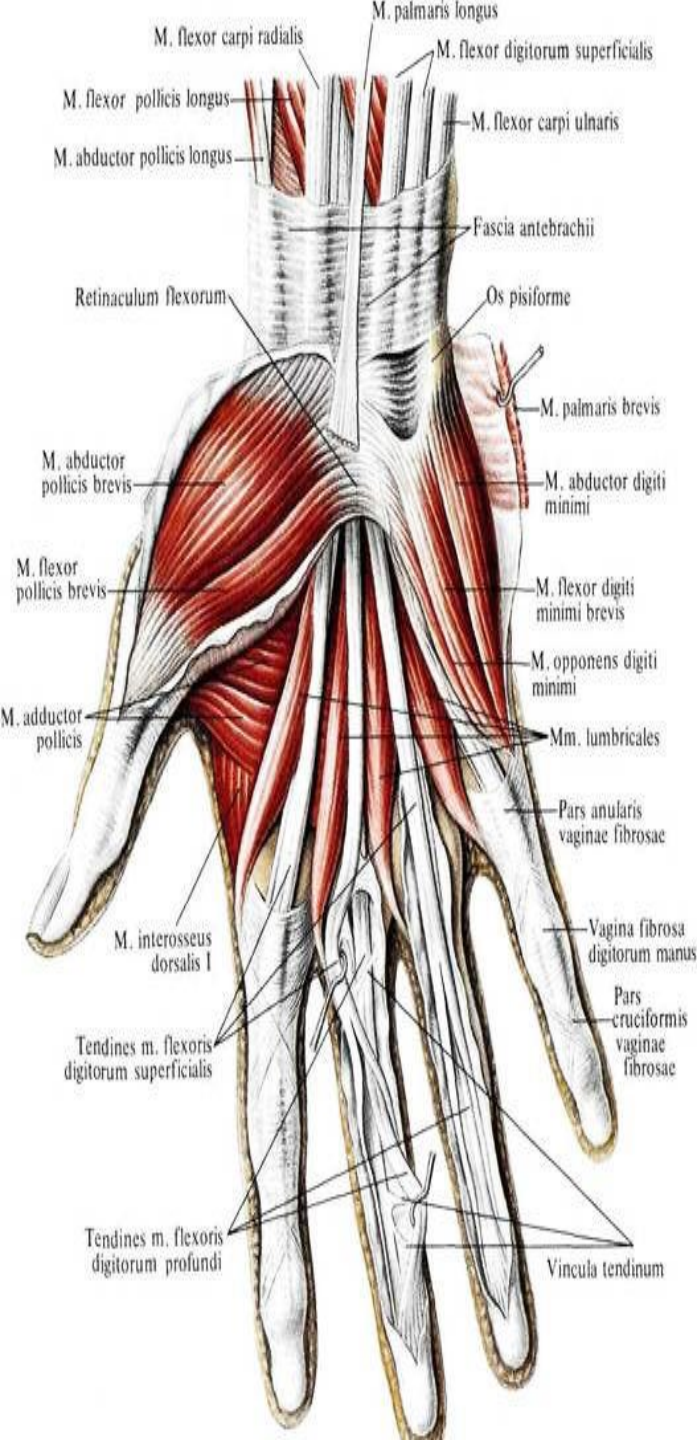
**\*Синовіальні піхви сухожилків (піхви сухожиль) –** знаходяться у місцях проходження сухожиль через кістково-фіброзні канали біля кісток. Мають форму витягнутої вздовж сухожилка замкнутої трубки, циліндричного мішка й утворені зі сполучної тканини. Піхва складається з двох листків, один з яких приростає до сухожилка, а другий охоплює сухожилок із зовні. Між листками міститься синовіальна рідина. Під час скорочення м'яза сухожилок рухається разом із прирощеним листком піхви, а синовіальна рідина зменшує при цьому тертя. Такі піхви оточують фаланги кисті, стопи.



**\*Синовіальні сумки (bursae synoviales) – мішечки з синовіальною рідиною, розташовані у місцях прикріплення сухожилків м'язів до кісток і здебільшого — навколо великих суглобів, щоб зменшити тертя кістки з сухожилком. Утворюються зі сполучної тканини, в якій з'являються порожнини з гладенькими стінками. Сумки заповнені невеликою кількістю синовіальної рідини. Розвиваються вони одразу після народження дитини. Полегшують рух сухожил'я під час скорочення м'язів.**







**\*Сесамоподібні кістки (ossa sesamoidea)**- знаходяться у товщі сухожилок біля місця їх прикріплення. Слугують блоками, посилюють силу тяги м'яза. Є похідними шкіри. Найбільшою сесамоподібною кісткою є наколінник, значно менша - горохоподібна кістка та ін.

**\*Зв'язки** являють собою потовщення сполучної тканини, або фасції. Зв'язки міцні й мають вигляд блискучих фіброзних пучків над сухожилками м'язів.

**\*Фасціальні вузли** — це потовщення фасцій, розташованих у місці з'єднання двох фасцій між собою. Вони зміцнюють фасціальні піхви судин і нервів. Усі ці фіброзні утворення зростаються з кістками й доповнюють скелет.

# Розрізняють групи скелетних м'язів



за формою

за  
характером  
роботи

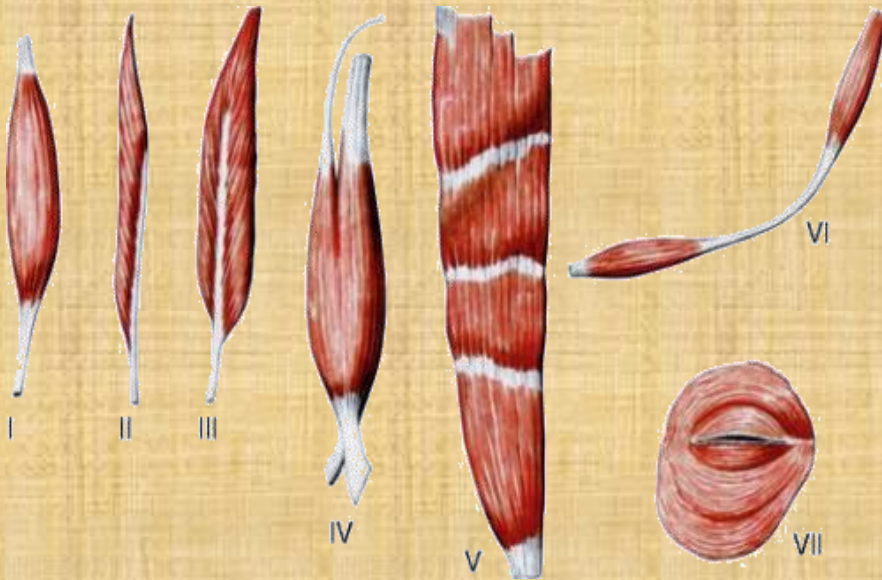
за місцем  
розташування

# За формою

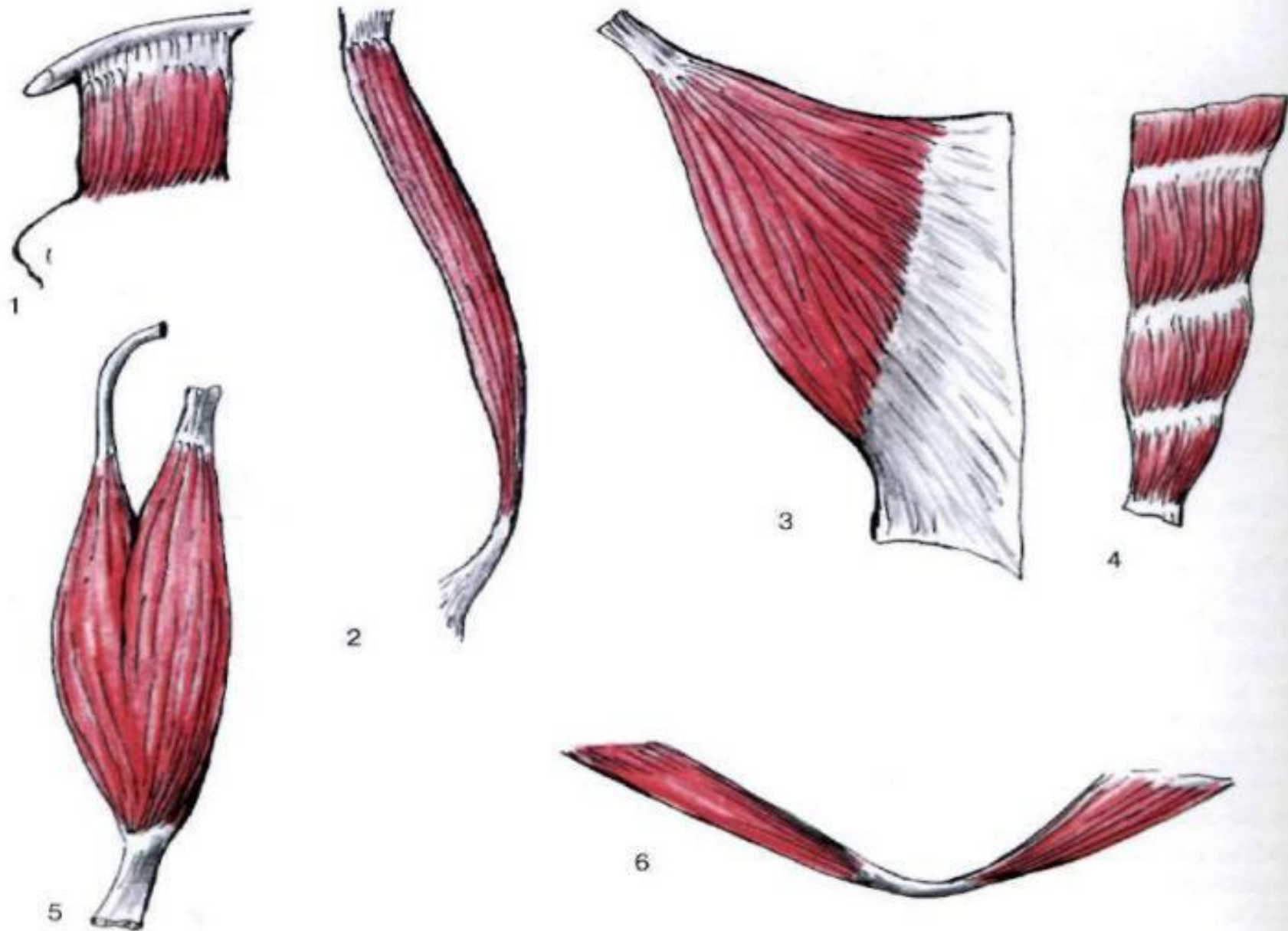
довгі м'язи

короткі м'язи

широкі м'язи



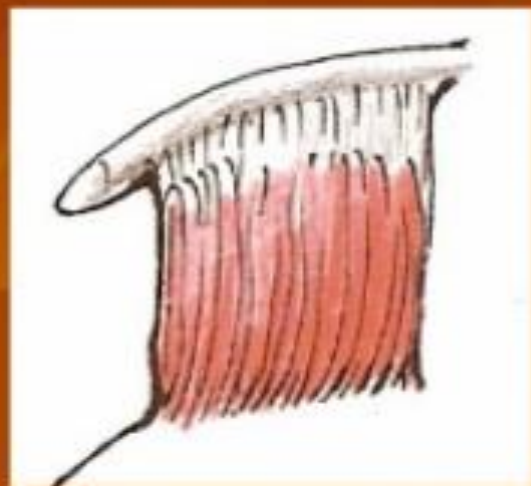
I – веретеноподібний  
II – одноперистий  
III – двоперистий  
IV – двоголовий  
V – стрічкоподібний  
VI – двочеревцевий  
VII – коловий  
(сфінктер)



**Мал. 84.** Форма скелетних м'язів:

1 — квадратний м'яз; 2 — довгий м'яз; 3 — широкий м'яз; 4 — багаточеревцевий м'яз із сухожилковими переділками; 5 — двоголовий м'яз; 6 — двочеревцевий м'яз

**КВАДРАТНИЙ**



**КРУГЛИЙ**



**ДЕЛЬТОПОДІБНИЙ**



**ТРАПЕЦІЄ-ПОДІБНИЙ**



**РОМБООПОДІБНИЙ**



**ГРУШЕПОДІБНИЙ**



## За напрямком волокон

ПРЯМІ

КОСІ

ПОПЕРЕЧНІ

КОЛОВІ

## За принципом прикріплення м'язових волокон

ОДНОПЕРИСТІ



ДВОПЕРИСТІ

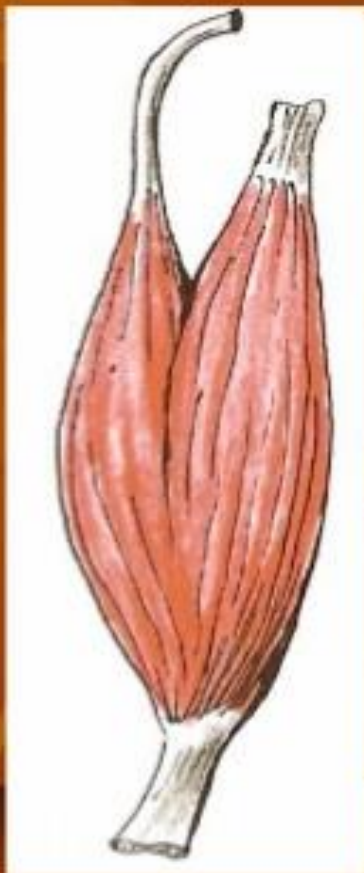


БАГАТОПЕРИСТІ

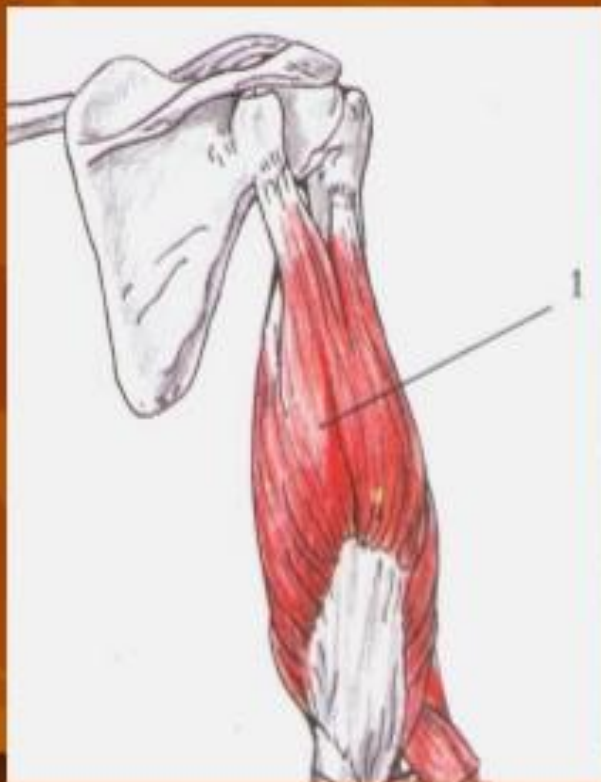


# За кількістю головок

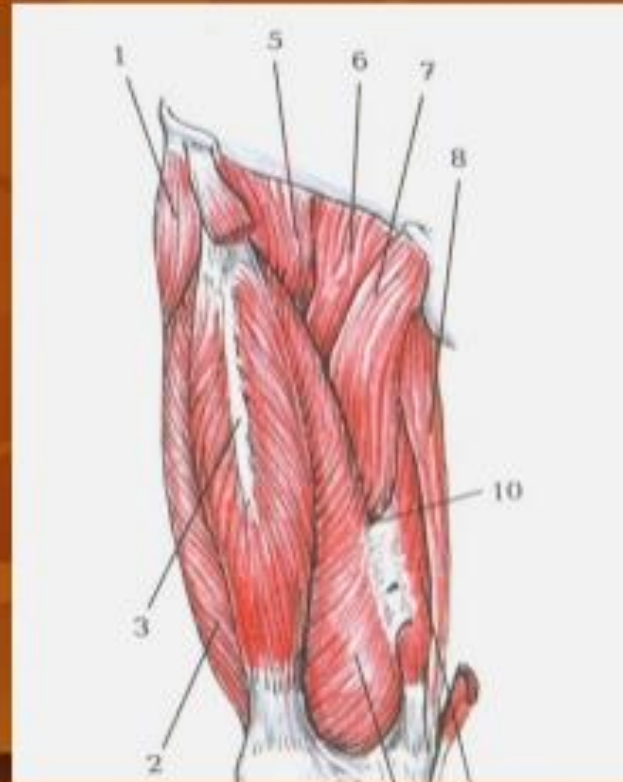
ДВОГОЛОВИЙ



ТРИГОЛОВИЙ



ЧОТИРИГОЛОВИЙ



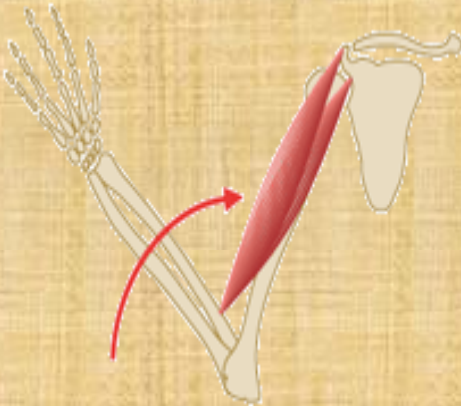


# За характером роботи

1) м'язи згиначі –  
м'язи розгиначі

2) привідні  
м'язи –  
відвідні м'язи

3) м'язи  
синергісти - м'язи  
антагоністи

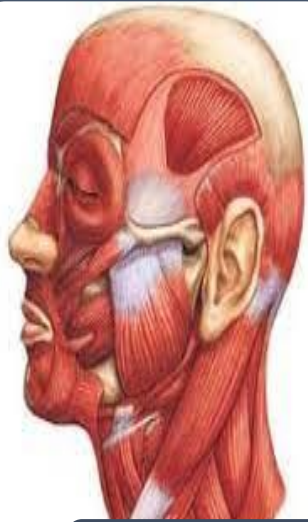


Обертання  
всередину



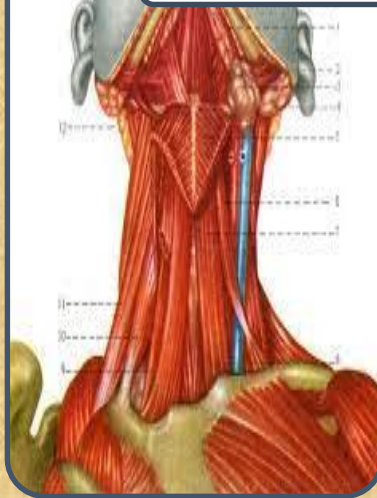
Обертання  
назовні

# За місцем розташування



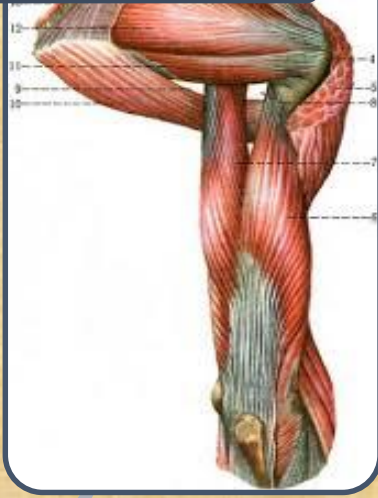
М'язи голови

М'язи шії



М'язи тулуба

М'язи кінцівок



За  
топографією:

- поверхневі
- глибокі
- зовнішні
- внутрішні
- латеральні
- медіальні
- передні
- задні

# Класифікація м'язів

## За формою :

- довгі
- короткі
- широкі

## За кількістю голівок :

- двоголові
- триголові
- чотириголові

## За напрямом волокон :

- прямі
- косі
- поперечні
- колові

## За функцією :

- згиначі (flexores)
- розгиначі (extensores)
- пронатори (pronatores)
- супінатори (supinatores)
- привідні (adductores)
- відвідні (abductores)

# М'ЯЗИ (М'ЯЗОВА СИСТЕМА)

## БУДОВА

## КЛАСИФІКАЦІЯ

ГОЛОВКА

ЧЕРЕВЦЕ

М'язові пучки

СУХОЖИЛОК,  
АПОНЕВРОЗ

ДОПОМІЖНИЙ  
АПАРАТ

Фасція

Поверхнева

Глибока (власна)

Синовіальна  
сумка, піхва

Сесамоподібні  
кістки

Епімізій

Перимізій

Ендомізій

### За формою

Веретеноподібний, квадратний, трикутний, напівперистий (одноперистий), перистий (двоперистий), багатоперистий коловий та ін.

### За кількістю головок

Одно-, дво-, три-, чотириголовий

### За напрямком волокон

Прямий, коловий

### За функцією

Згинач, розгинач, привертач, відвертач, протиставний, замикач, привідний, розширювач, відвідний, замикач, обертач

### За розташуванням

Поверхневий, глибокий, бічний, присередній та ін.

# Поперечно-посмугована скелетна м'язова тканина

Структурно-функціональна одиниця- **м'язове волокно**  
(300 млн) – симпласт.

## Скелетний м'яз як орган

### **А. М'язові волокна**

### **Б. Сполучнотканинні компоненти:**

- а) епімізій (ЩВСТ)
- б) перимізій (ЩВСТ, оточує 10-100 м.в)
- в) ендомізій (ПВСТ)

**Функції с/т компонентів:** опорно-інтегруюча, трофічна, нейротрофічна.

М'яз складається з **м'язових волокон**, кожне з яких зовні від сарколеми вкрите тонкою сполучнотканинною оболонкою – **ендомізієм** (*endomysium*).

М'язові волокна формують **пучки**, які також **оточені тонкими прошарками** сполучної тканини – **внутрішнім перимізієм** (*perimysium internum*).

Весь м'яз покритий **зовнішнім перимізієм**, його ще називають **епімізієм** (*perimysium externum; epimysium*), що разом із сполучнотканинними структурами ендомізія і внутрішнього перимізія переходить у **сухожилок** (*tendo*). Таким чином, сполучна тканина, що оточує м'язові волокна, переходить у сухожилкові волокна.

Сухожилки складаються з рівнобіжних пучків колагенових волокон, між якими розташовані сухожилкові клітини – **тендиноцити і фібробласти**.

**Тендиноцити** (*cellulae tendineae*) мають видовжене ядро і невелику кількість цитоплазми. Ці клітини утворюють відростки, що проникають між сухожилковими волокнами (*fibrae tendineae*).

Пучки колагенових волокон першого порядку обкутані пухкою волокнистою неоформленою сполучною тканиною – **ендотендінієм** (*endotendineum*).

Пучки колагенових волокон другого порядку оточені **внутрішнім перитендінієм** (*peritendineum internum*).

Сухожилок ззовні вкритий **зовнішнім перитендінієм** (*peritendineum externum*) – футляром із щільної волокнистої сполучної тканини.

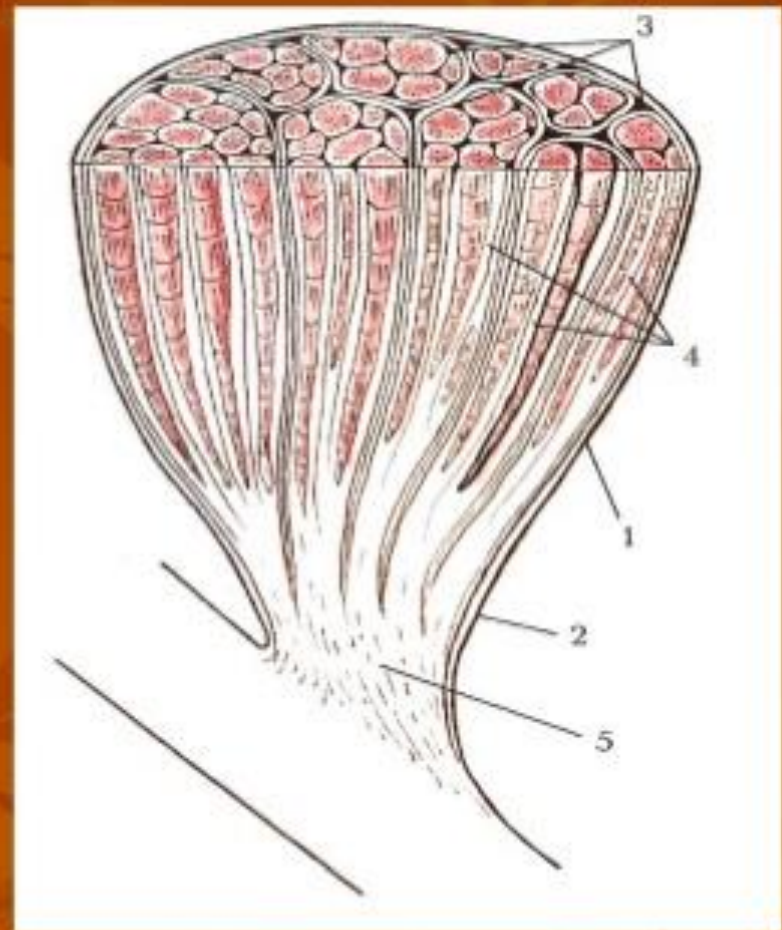
У сполучнотканинних прошарках між сухожилковими волокнами проходять кровоносні судини і нервові волокна.

# Загальна будова м'яза

**ЕПІМІЗІЙ** – покриває зовні м'яз

**ПЕРИМІЗІЙ** – покриває різні за величиною пучки

**ЕНДОМІЗІЙ** – покриває пучок м'язових волокон

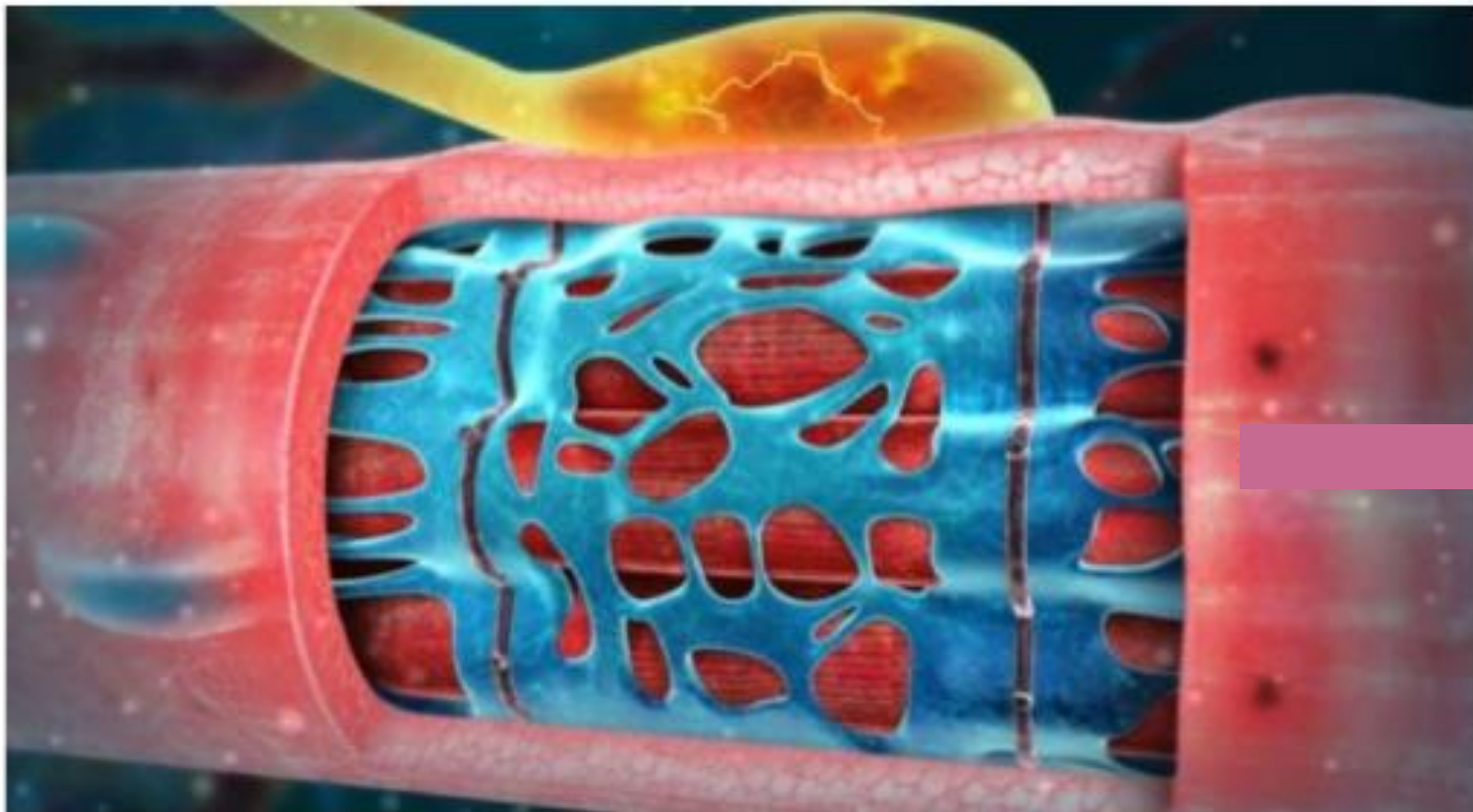


## М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО

М'язове волокно має форму циліндра, його довжина часто співпадає з довжиною м'яза.

Волокно оточене **сарколемою**, яка складається:

- зовнішньої базальної мембрани
- плазмолемі міосимпласта





## *Функції базальної мембрани:*

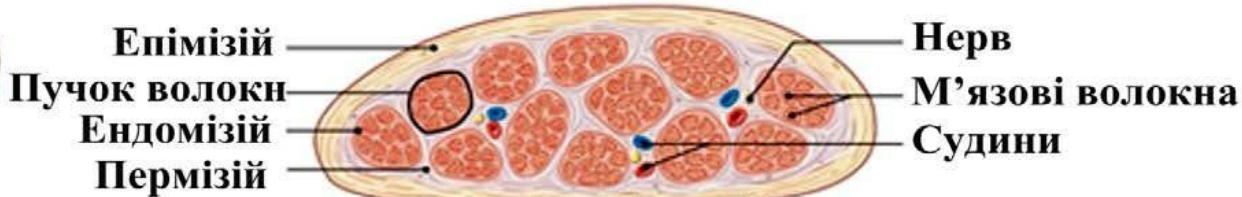
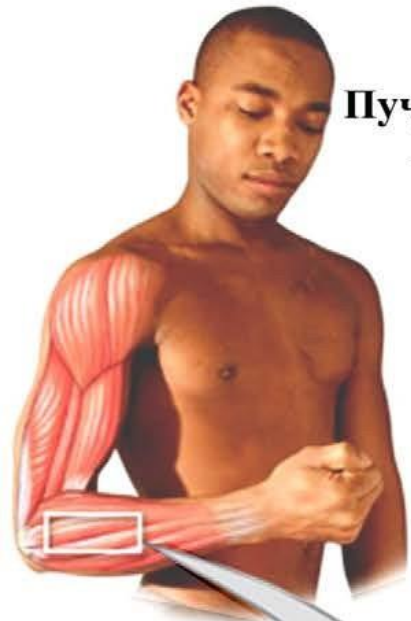
1) здійснює ферментні і трофічні функції у процесі розвитку і інервації м'язового волокна;

2) прикріплює м'язове волокно до ендомізію, закінчення рухового нерва, і кінці волокна – до м'язових сухожилок.

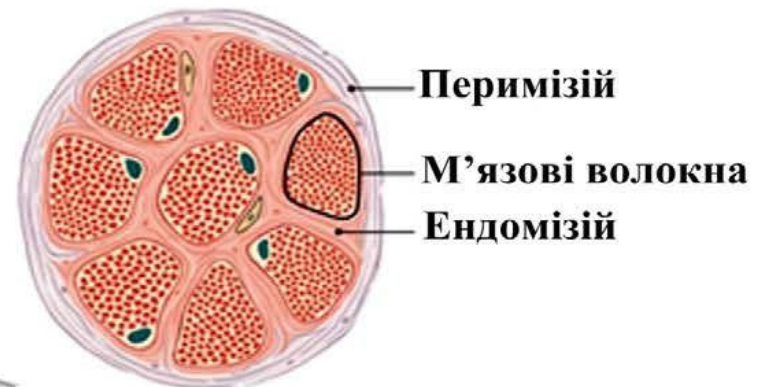
3) забезпечує основу для регенерації м'язових волокон шляхом розмноження клітин сателітів у межах пошкодженого волокна;

4) регулює нервово-м'язове сполучення, тобто є фактором, що забезпечує розвиток і регенерацію цього сполучення.

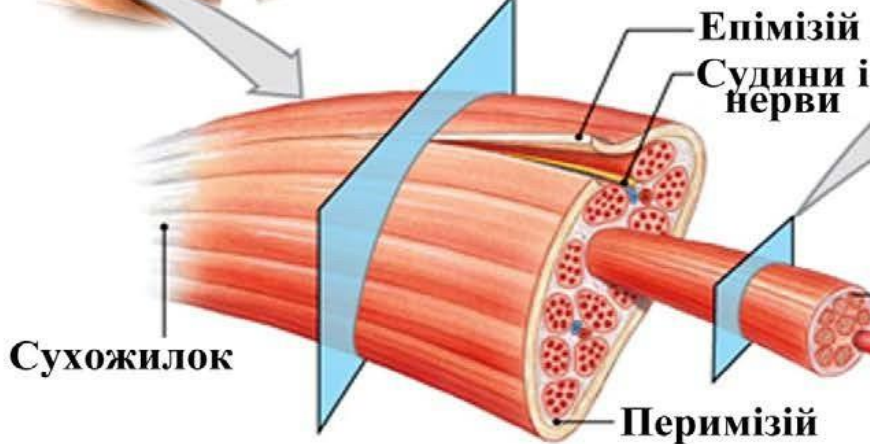
# БУДОВА СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ



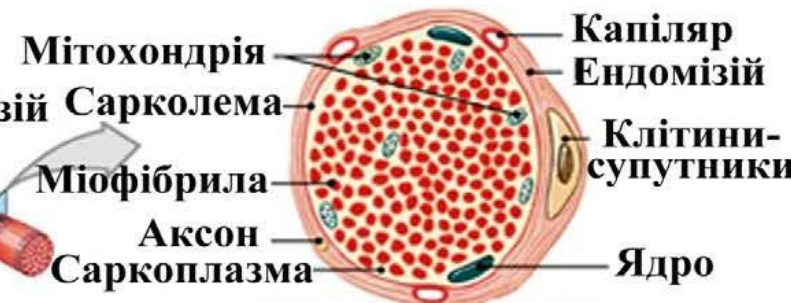
Скелетний м'яз (орган)



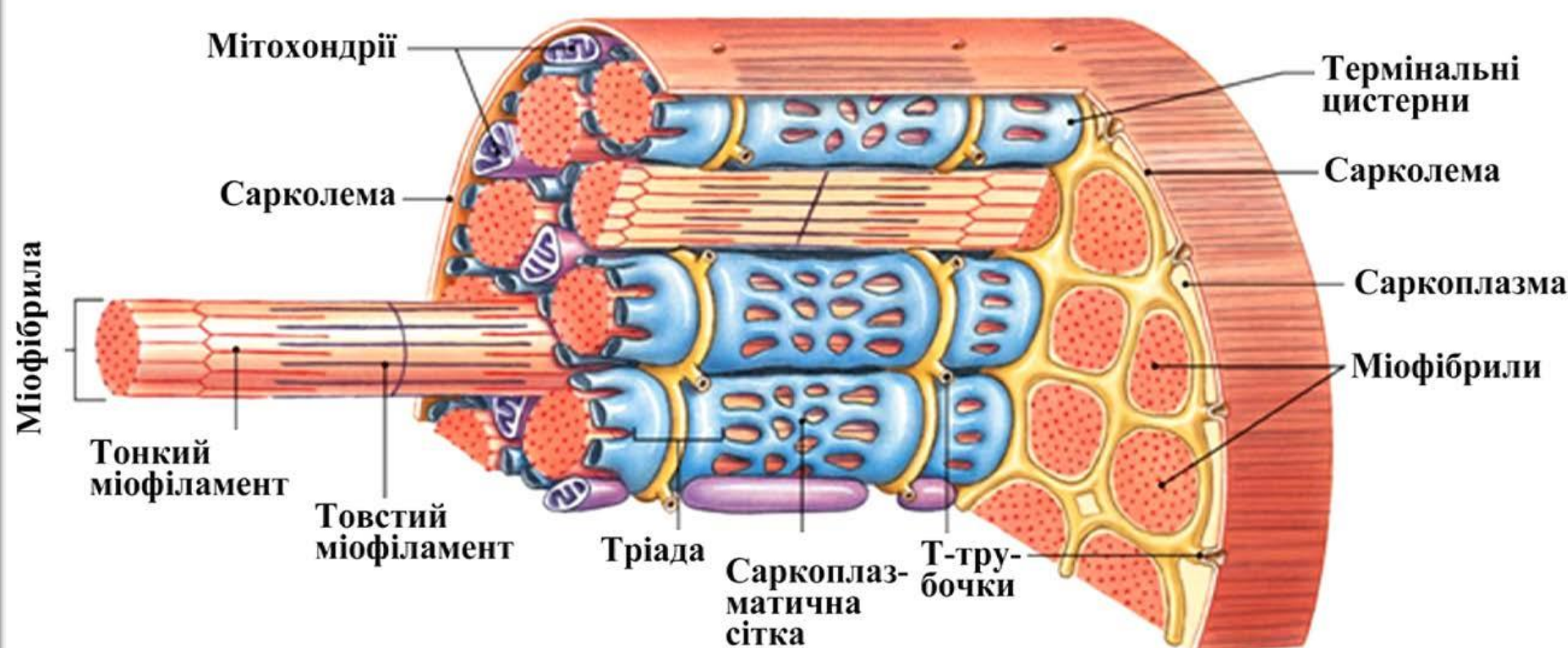
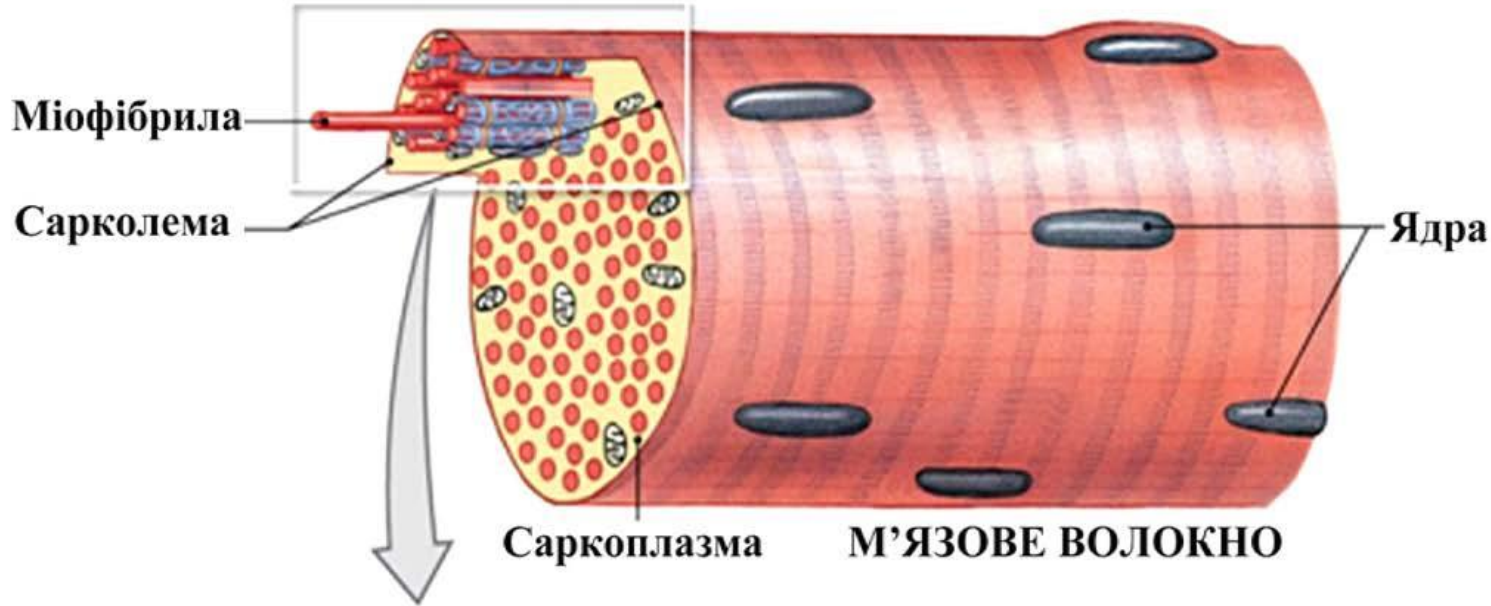
Пучки м'язових волокон



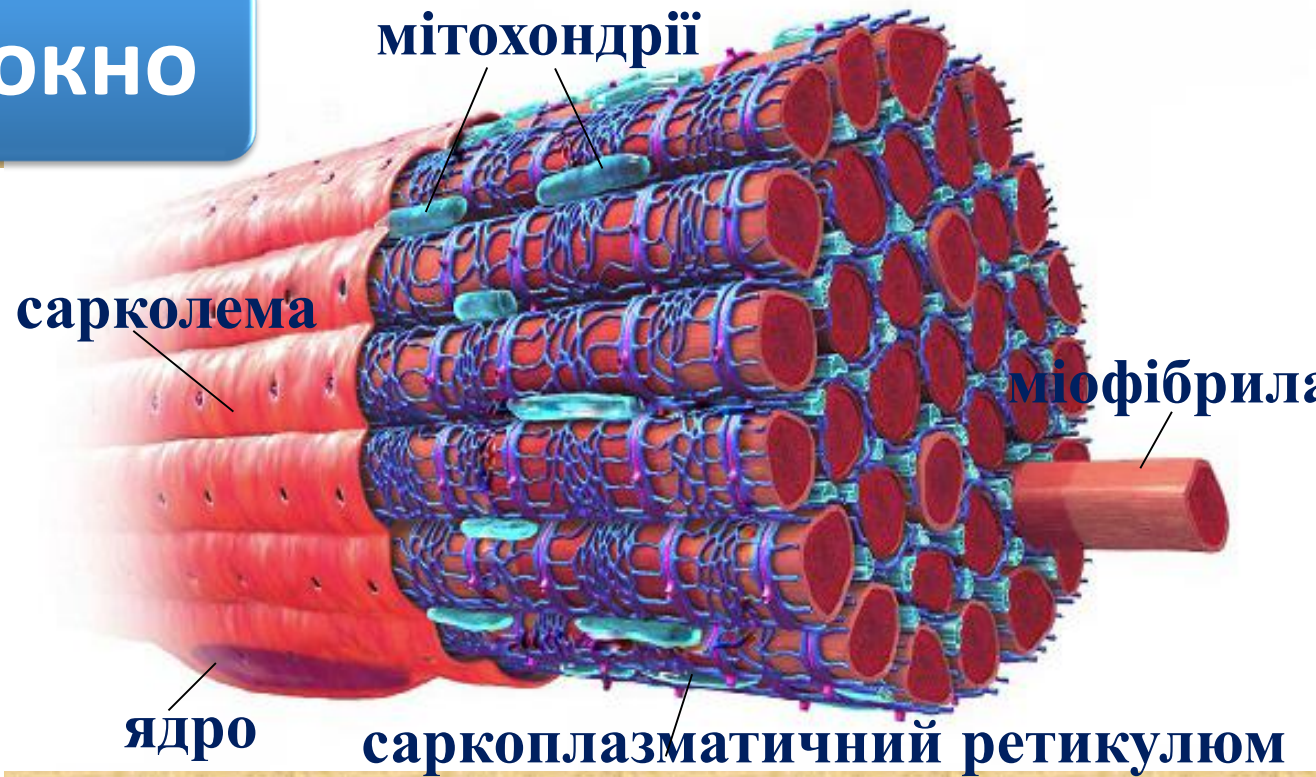
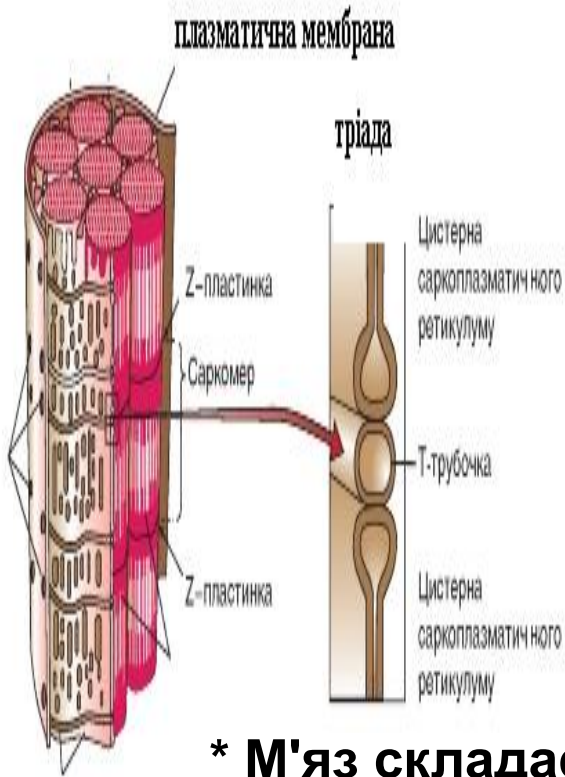
Перимізій



М'язове волокно (клітина)



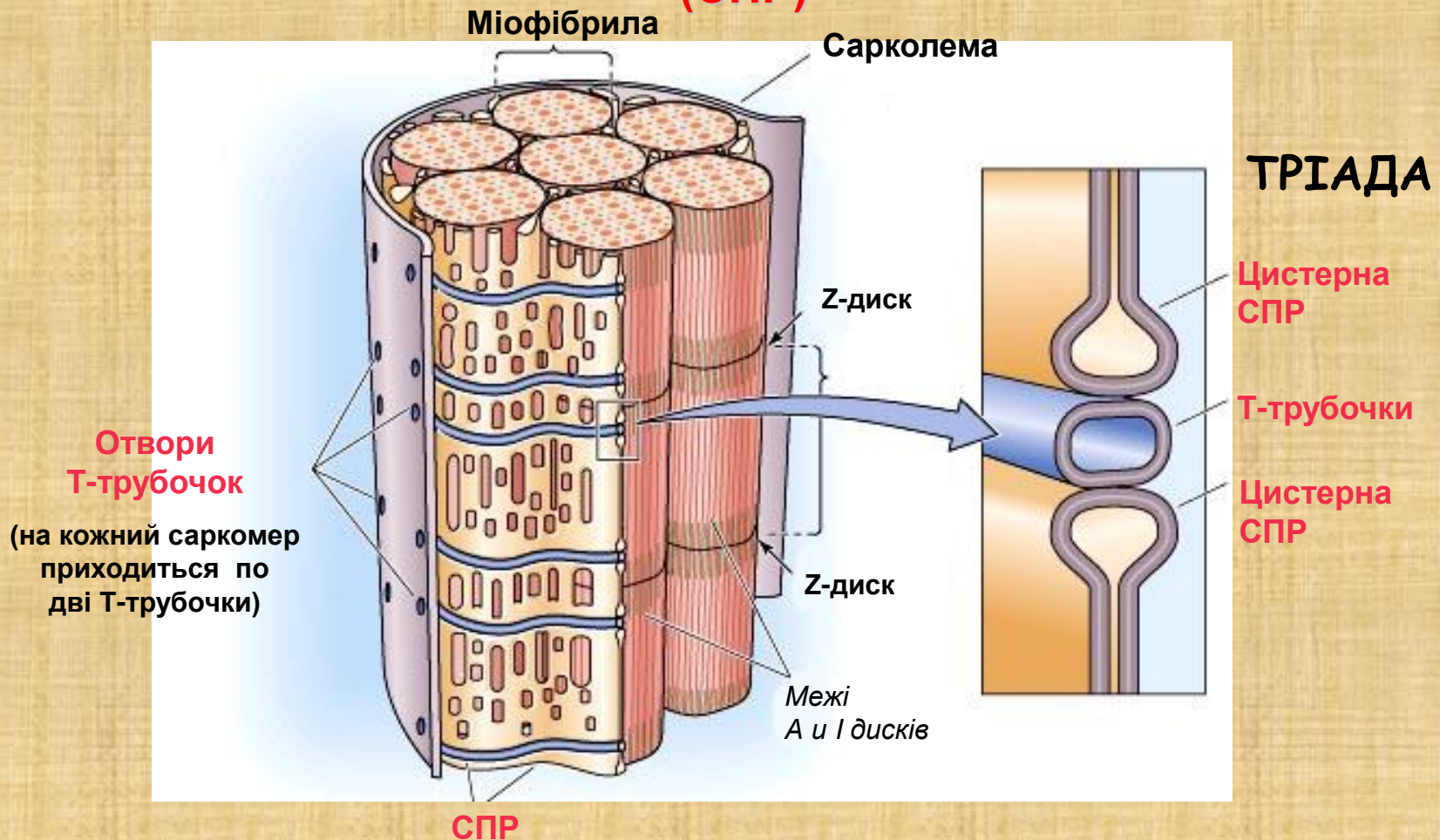
# М'язове волокно



Саркоплазматичний ретикулум

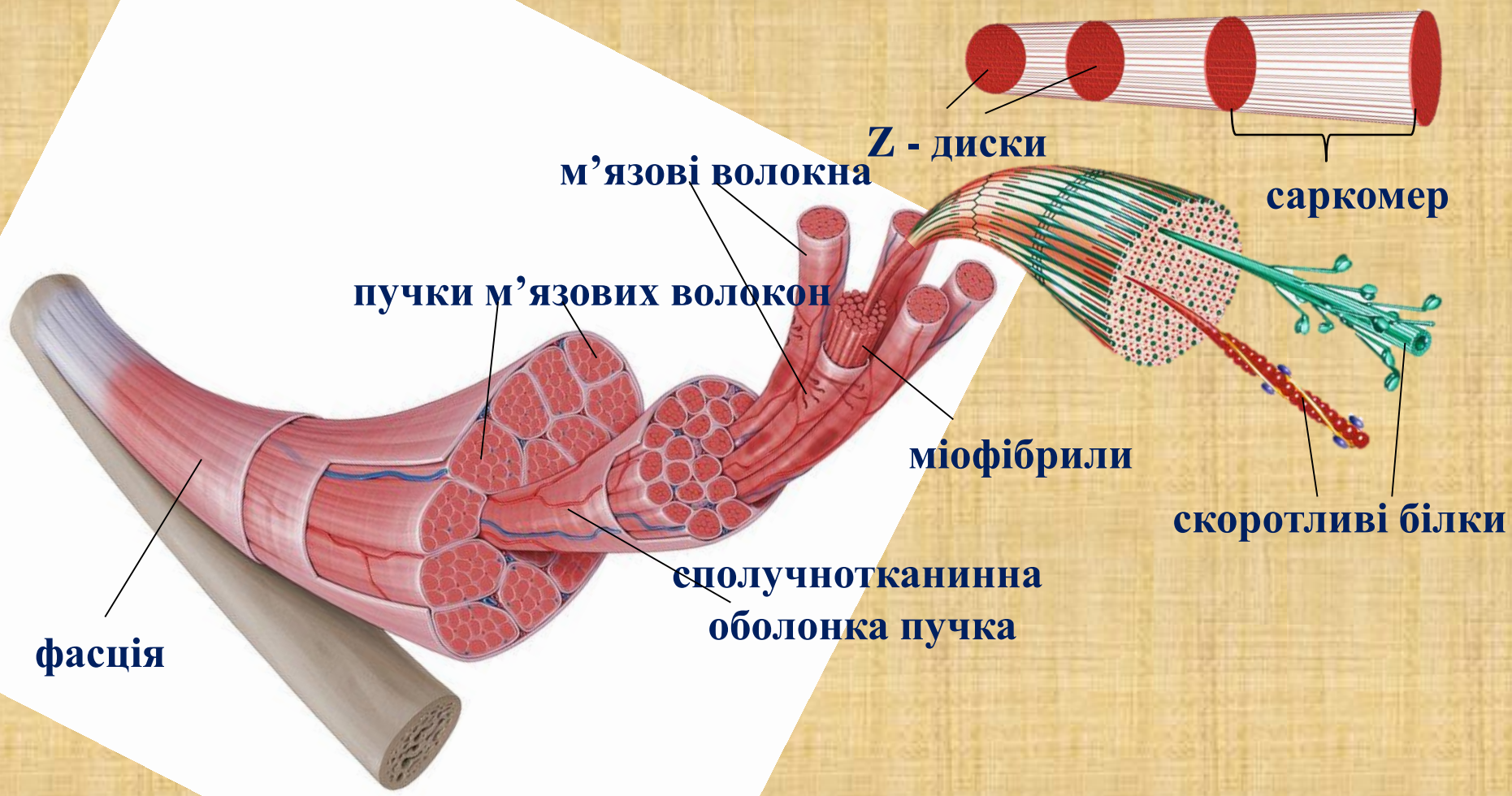
- \* М'яз складається із багатьох м'язових волокон, покритих збудливою мембраною.
- \* У саркоплазмі м'язового волокна розташовані міофібрили, які відокремлені одна від одної саркоплазматичним ретикулумом (СР).
- \* СР - це мережа, утворена зі з'єднаних між собою цистерн, трубочок та пухирців.
- \* До цистерн СР тісно прилягають так звані Т-трубочки, поверхневі мембрани яких втискуються перпендикулярно у м'язове волокно. Вони оточують кожну міофібрилу і, таким чином, сполучаються своїми порожнинами з міжклітинним середовищем.

# Поперечні трубочки (Т-трубочки) та саркоплазматичний ретикулум (СПР)



У м'язовій клітині є 2 специфічні мембранні системи: **Т-система** і саркоплазматичний ретикулум (**СПР**), які мають пряме відношення до м'язового скорочення.

**Т-система** - канали, які утворює плазматична мембрана уперек м'язового волокна. Контакт з **СПР** - система витягнутих каналів і цистерн, усередині яких міститься висока концентрація іонів кальцію, яку створює кальцієвий насос. СПР охоплює міофібрили на зразок муфти.



фасція

пучки м'язових волокон

м'язові волокна

сполучнотканинна  
оболонка пучка

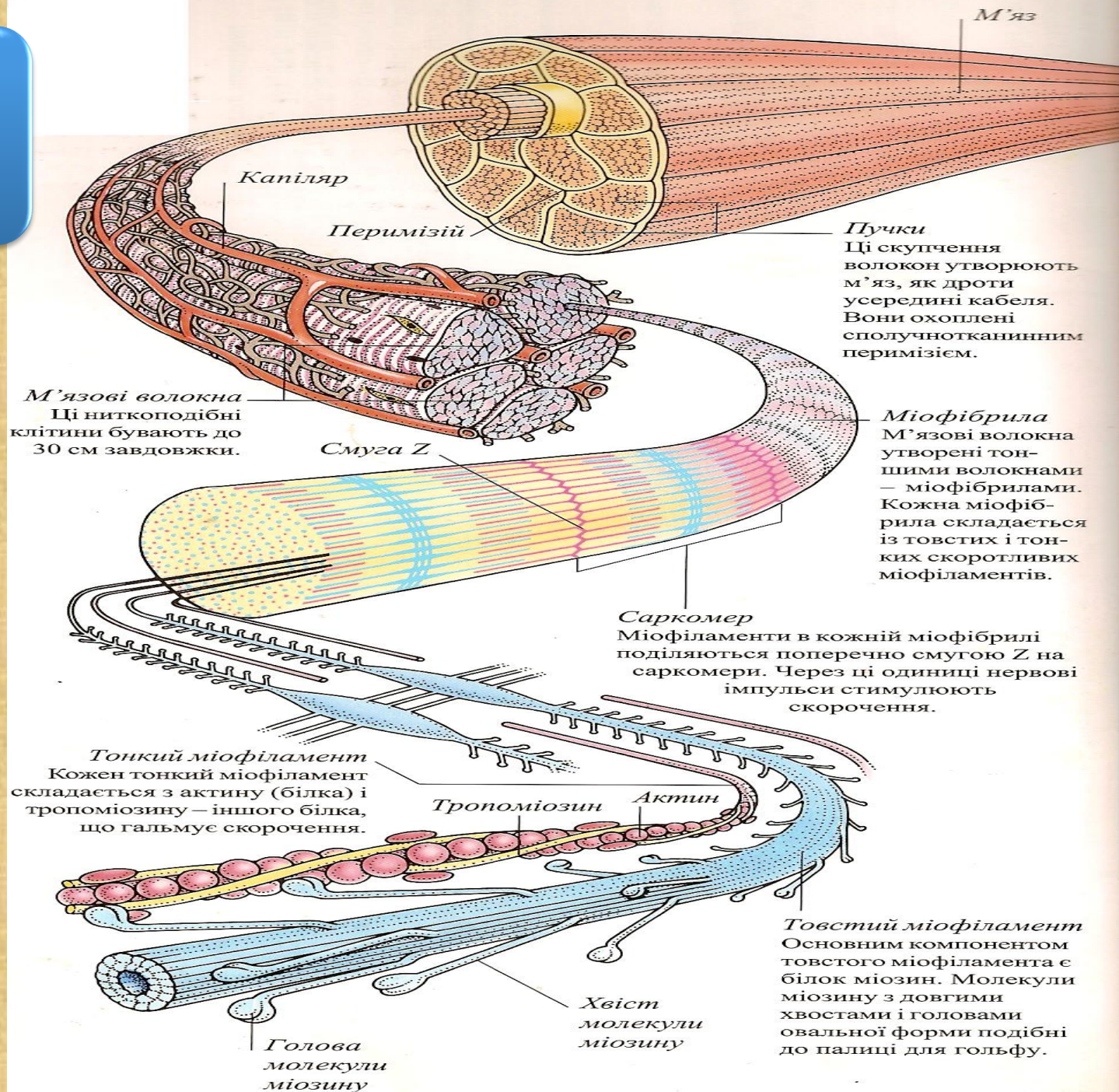
міофібрили

Z - диски

саркомер

скоротливі білки

# БУДОВА СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗУ



# Ультраструктура скелетного м'яза

\* **М'язове волокно скелетних м'язів** має **поперечну посмугованість** - регулярно чергуються світлі і темні ділянки **через взаєморозташування актинових і міозинових ниток**.

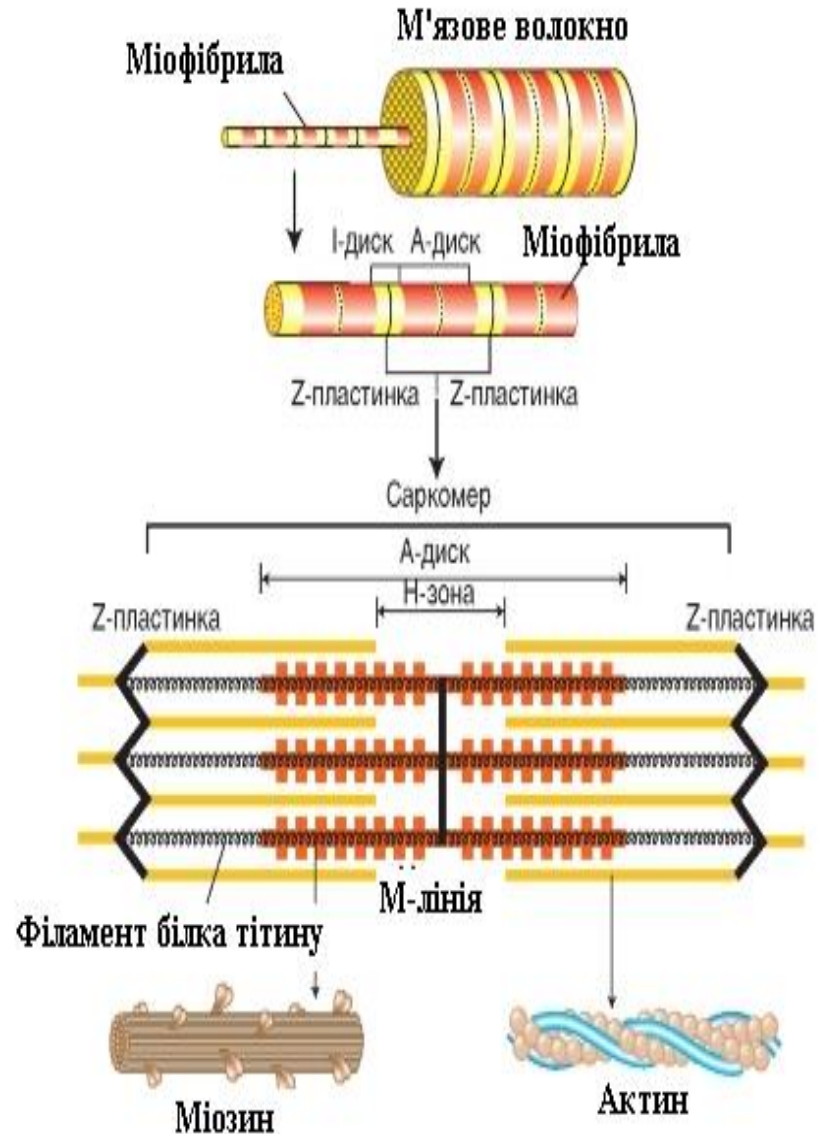
\* **Відстань між двома сусідніми Z-мембранами** називається **саркомером**.

\* **H-смуга** - ділянка, де у розслабленому стані м'яза тонкі міофіламенти не накладаються на товсті;

\* **A-смуга** утворена сукупністю **міозинових філаментів**;

\* **I-смуга** утворена сукупністю **актинових філаментів**;

\* **Z-пластинка** - тонка мембрана, яку видно на поперечному зрізі як темну лінію в центрі I-диску; (**для розмежування саркомерів** посмугованого м'яза).

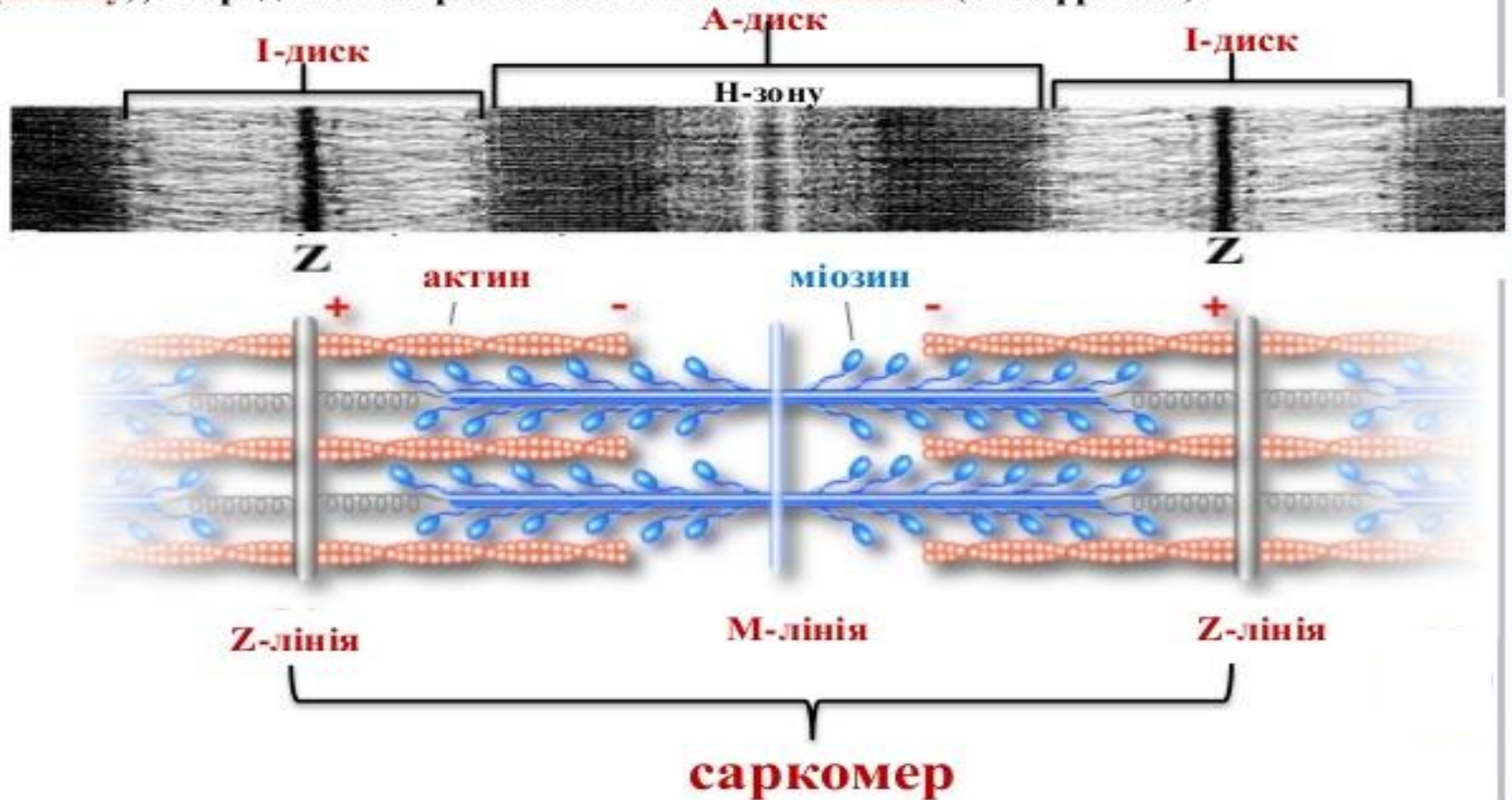




Структурно-функціональною одиницею міофібрили є **саркомер**.

Саркомер являє собою ділянку між двома **Z-лініями** (телофрагмами), які розташовані посередині кожного світлого ізотропного диска (**I-диск**).

Темний анізотропний диск (**A-диск**), у свою чергу, в центрі має світлу ділянку (**H-зону**), всередині якої розташована темна **M-лінія** (мезофрагма).



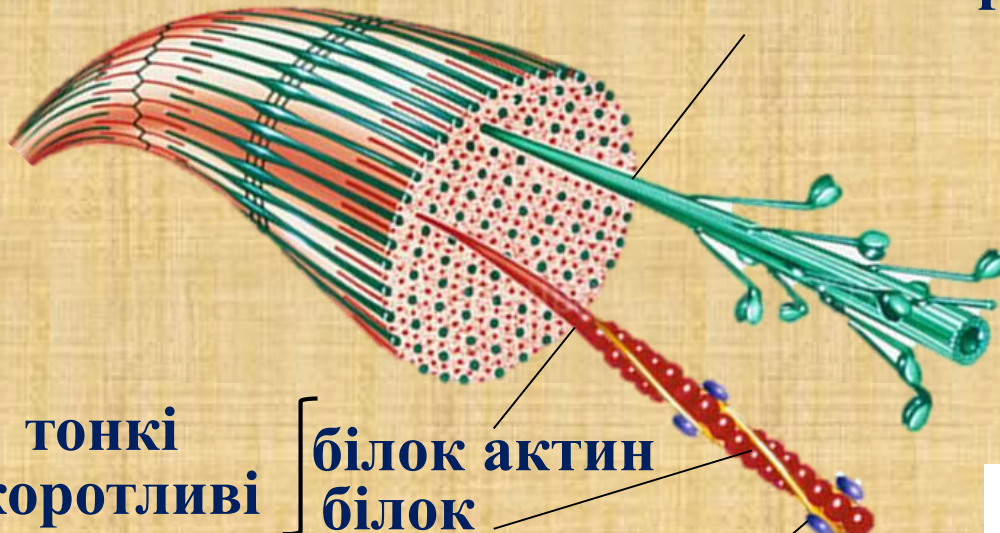
Опорні структури міофібрили:

А. **Z-лінія** (телофрагма)-з'єднує актинові філаменти

Б. **M-лінія** (мезофрагма) – з'єднує міозинові філаменти

<p><b>Сарколема (мембрана)</b></p>	<p><b>Саркоплазма (цитоплазма)</b></p>		
<p>Нервово-м'язові синапси (рецептори АХ, Т-трубочки)</p>	<p><i>Скоротливий апарат</i> (міофібрили)</p>		<p><i>Нескоротлива частина</i> (ядра, мітохондрії, саркоплазматична сітка, міоглобін, гранули глікогену і ліпідів, АТФ, креатинфосфат)</p>
	<p>Саркомер (окрема ланка)</p>		
	<p>I-диск</p>	<p>A-диск</p>	
	<p>Тонкі міофіламенти (актин, тропонін, тропоміозин)</p>	<p>Товсті міофіламенти (міозин)</p>	

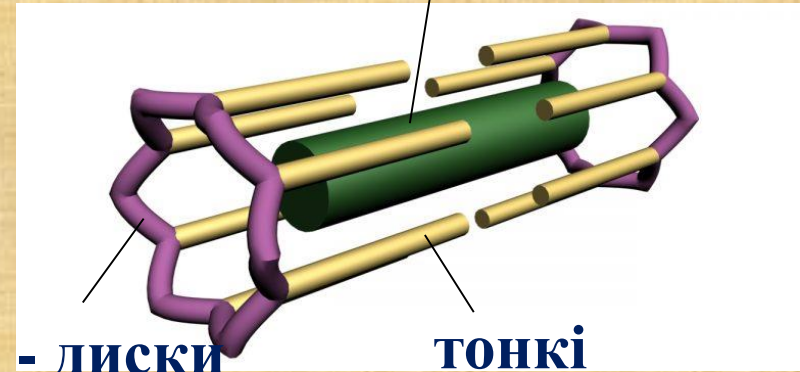
**білок міозин – товстий скоротливий елемент саркомера**



**тонкі скоротливі елементи саркомера**

**білок актин**  
**білок тропоміозин**  
**білок тропонін**

**товстий скоротливий елемент**



**Z - диски**

**тонкі скоротливі елементи**

До складу **міофібрил** входять актинові та міозинові:

➤ тонкі **актинові** міофіламенти містять білок:

▪ **Актин** це полярні глобулярні субодиниці, які мають активні центри, що здатні зв'язуватися із молекулами міозину

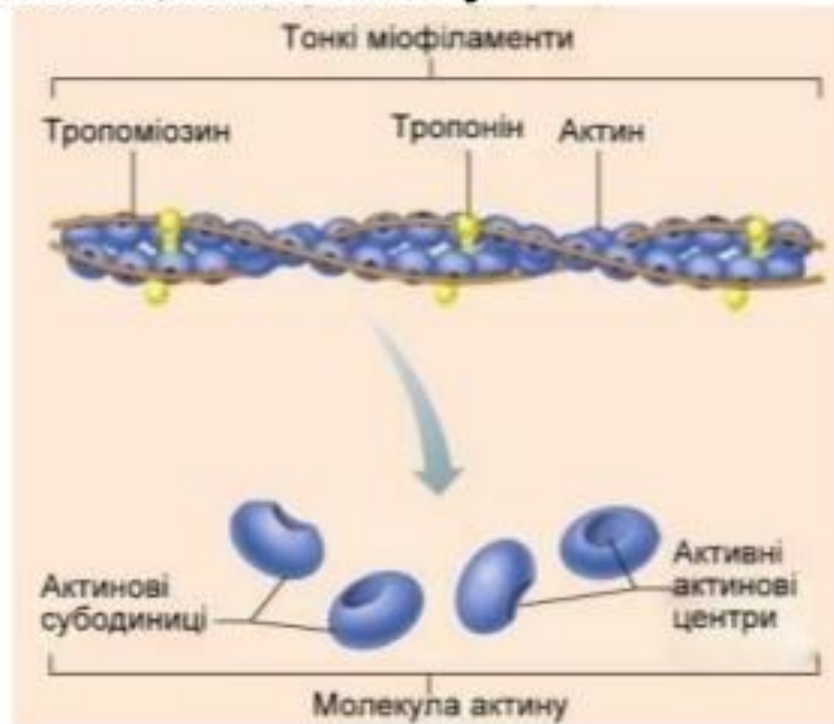
▪ **Тропонін** глобулярний білок, складається із 3-х субодиниць:

*TnT* – кріпиться до тропоміозину,

*TnC* – зв'язує кальцій,

*TnI* – інгібує зв'язування міозину із актином.

▪ **Тропоміозин** представлений ниткоподібними молекулами, які з'єднуються своїми кінцями, утворюючи довгий тонкий тяж, що лежить в борозні перевитими ланцюгами актину



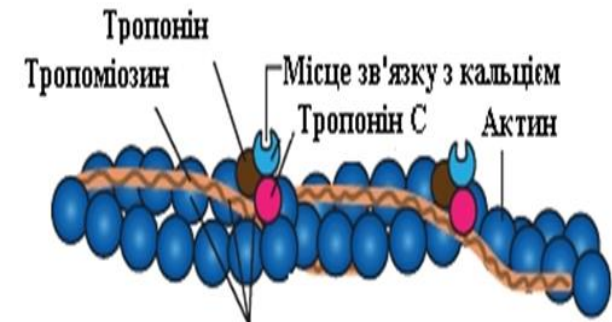
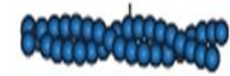
# Будова актину

**Актинова нитка** складається з глобулярних молекул білка актину, об'єднаних у два ланцюжки і закручених у подвійну спіраль.

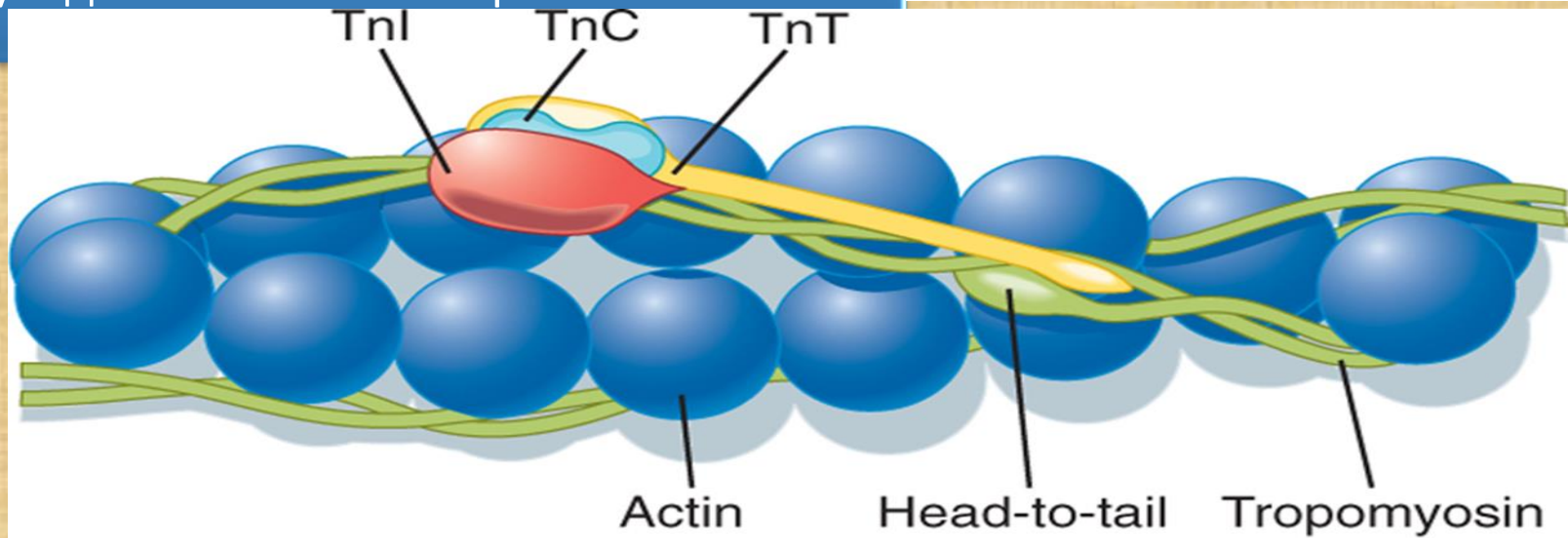
У борозенках цієї спіралі через рівні проміжки розташований інший білок - **тропонін**, що складається з **3х субодиниць**, одна з яких у спокої закриває активний центр актину, тому міозинові містки не можуть приєднатися до нього.

**Тропонін-С** має підвищену спорідненість до іонів кальцію, у разі з'єднання з яким змінює свою просторову конфігурацію і відкриває активний центр актину під час м'язового скорочення.

Молекула актину

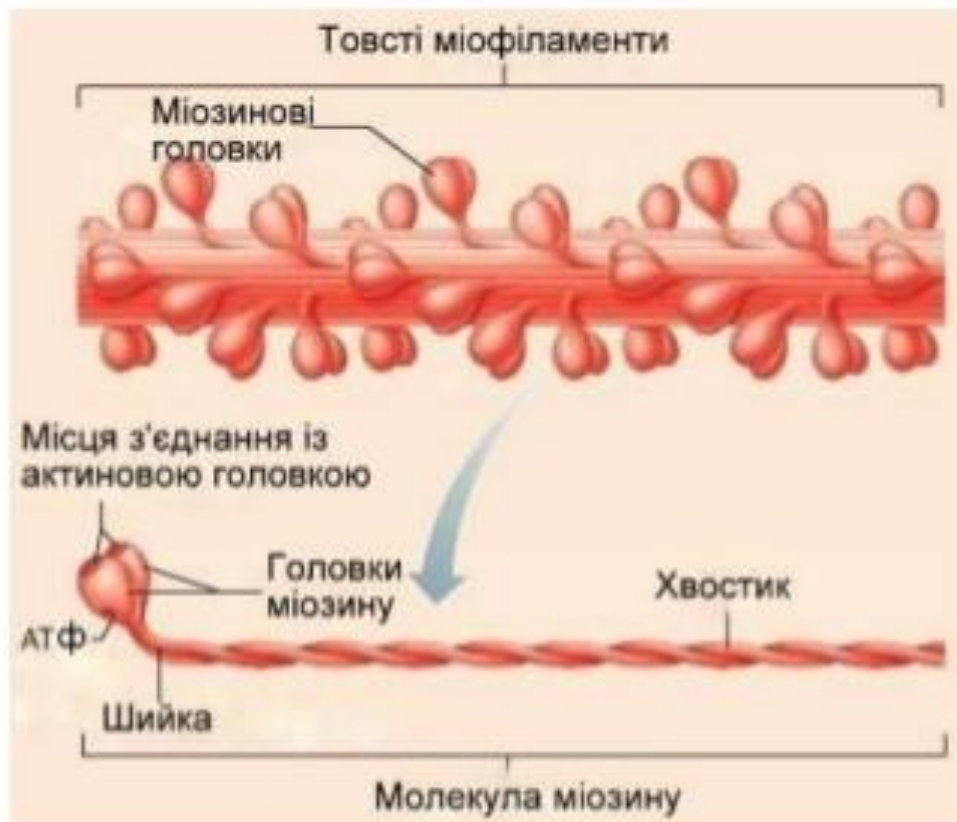


Центри зв'язування поперечних мостиків



До складу **міофібрил** входять:

- Товсті **міозинові** міофіламенти утворені впорядковано упакованими молекулами фібрилярного білка **міозину**.
- Молекула міозину має вигляд нитки довжиною **150 нм** і товщиною **2 нм**. На одному із кінців ця молекула містить дві округлі голівки. Молекула міозину може згинатися як на шарнірах в місці з'єднання шийки із хвостиком та шийки із головкою.
- **Міозин головок** володіє АТФ-азною активністю (здатністю розщеплювати молекулу АТФ), але швидкість розщеплення низька без взаємодії із актином.



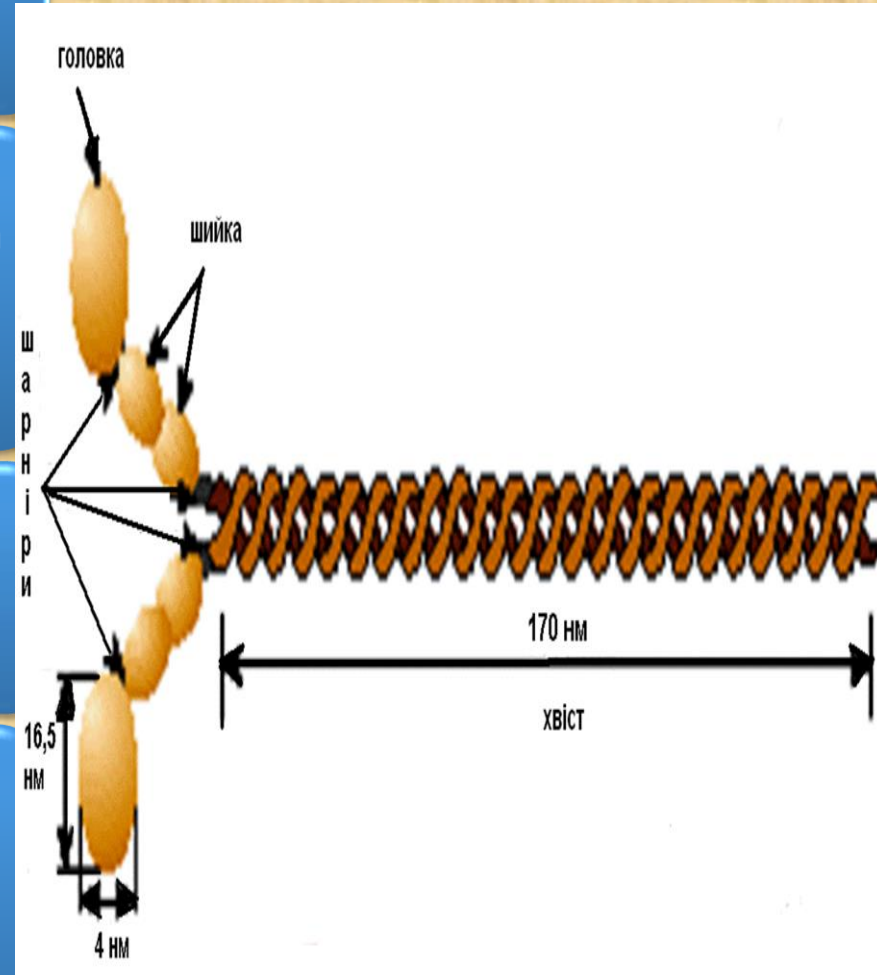
# Будова міозину

Молекула міозину складається з 2-х великих поліпептидів (важких ланцюгів) і 4-х менших (легких ланцюгів).

Ці поліпептиди складають молекулу з двома глобулярними «головками», які містять обидва види ланцюгів, і довгим стрижнем («хвостом») з двох переплетених важких ланцюгів (поперечні містки).

На кожній глобулярній голівці знаходяться по 2 ділянки зв'язування: для актину і для АТФ.

Ділянки зв'язування з АТФ володіють також властивостями ферменту АТФ-ази, який гідролізує молекулу АТФ.

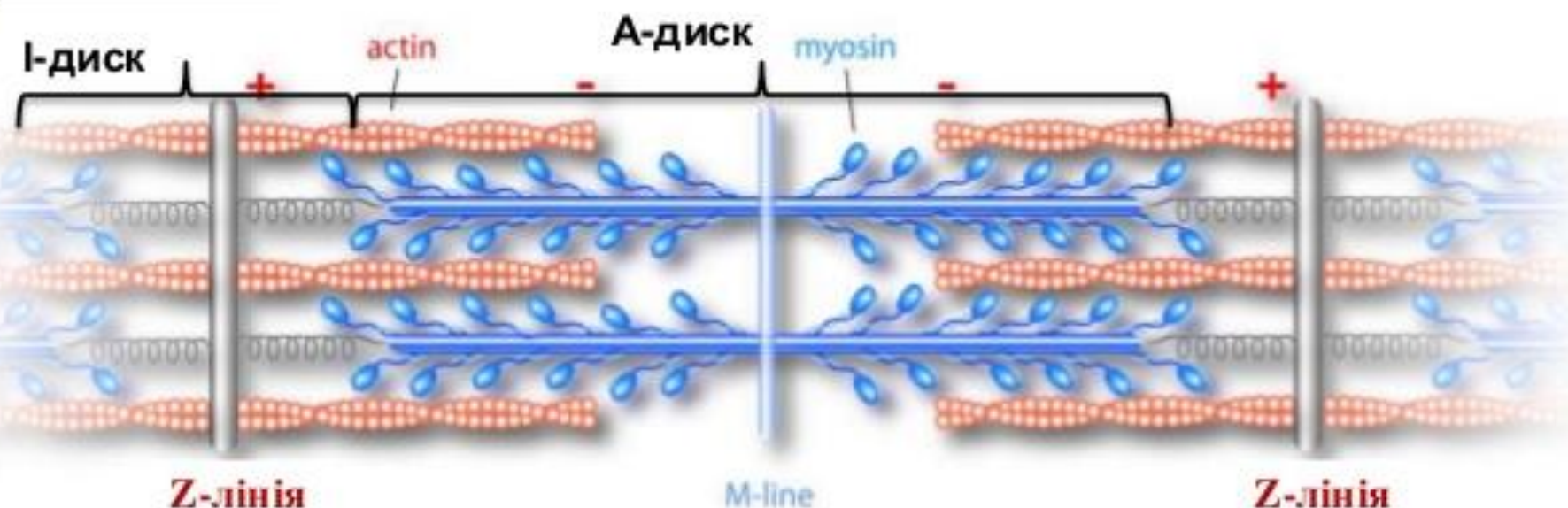


➤ **Товсті** міофіламенти розташовані лише в середній частині А-диску, і мають два вільних кінці.

Білок із еластичними властивостями **коннектин** (тітін), приєднуються до товстих філаментів по усій їх довжині, продовжується в І-диски та кріпляться кінцями товстих філаментів до Z- ліній. Нитки **коннектину** зв'язують М- та **Z- лінії**, завдяки своїй еластичності перешкоджає перерозтягнення м'язів.

➤ **Тонкі** міофіламенти розташовані в І-диску і частково заходять між товстими нитками в А-диск до Н-зони. Одним кінцем вони прикріплюються до **Z-лінії**, а другий кінець у них вільний.

➤ Білок **небулін** – має вигляд витягнутих ниток, які розташовані по всій ширині І-диска паралельно тонким філаментам та відповідає за підтримку довжини всіх тонких філаментів та забезпечує їх механічну стабілізацію.





# Рівні організації скелетного м'язу

1. **Органний** – кожний м'яз є окремим органом, ізольований від інших оболонкою.

2. **Тканинний** – м'яз складається з рухових одиниць, тобто груп м'язових клітин, поєднаних в пучки.

3. **Клітинний** – м'яз складається з м'язових клітин, ізольованих одна від одної.

4. **Субклітинний** – кожна клітина містить скорочувальні білки і органели.

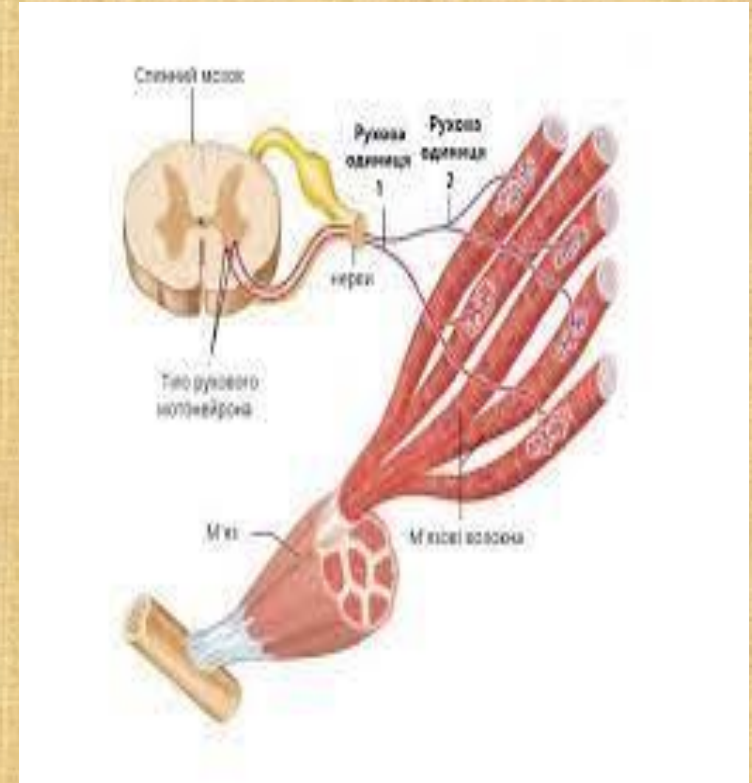
# Рухова одиниця – основна структурно-функціональна одиниця м'язу

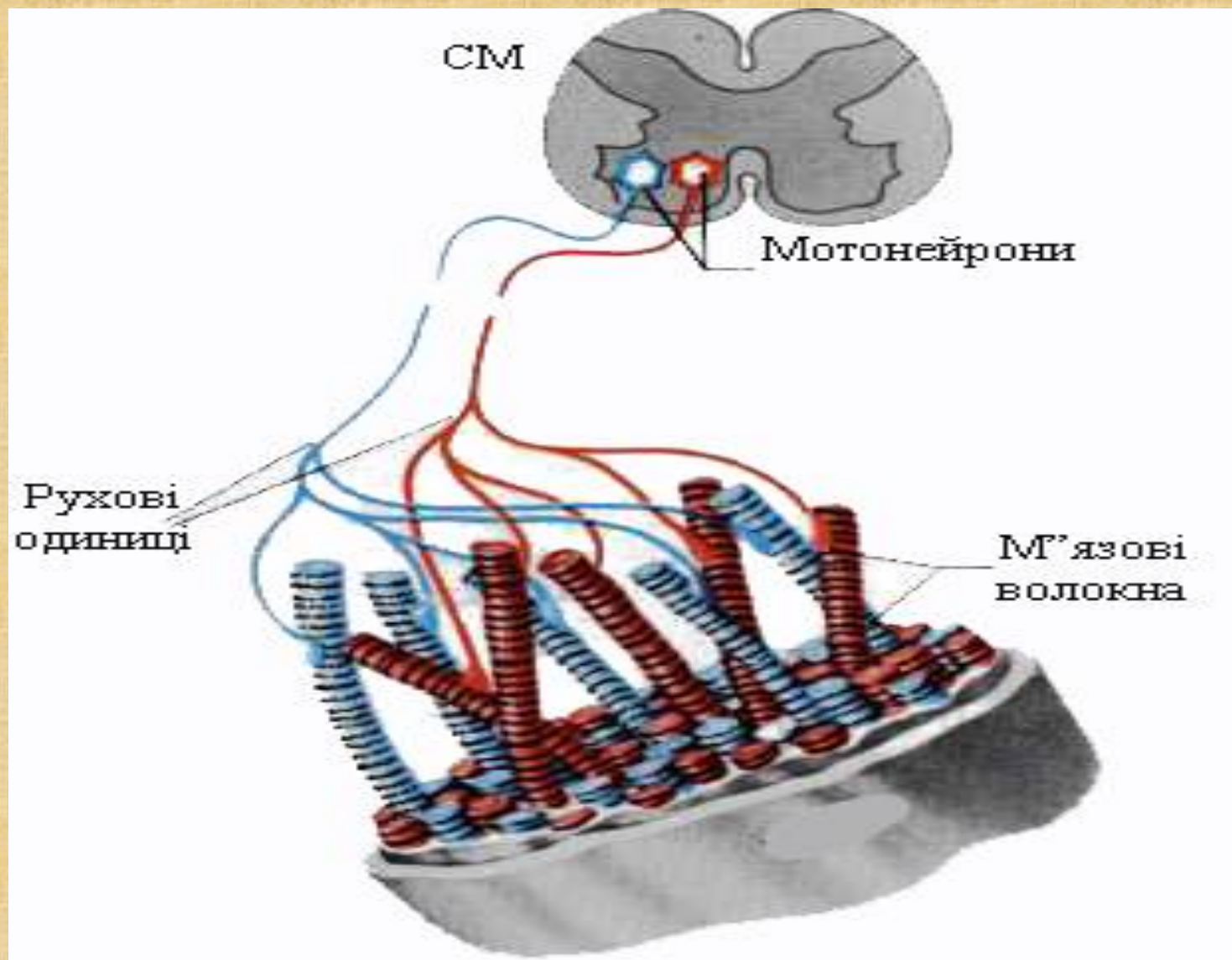
**Рухова одиниця** – група м'язових волокон, поєднані загальним нейроном.

**Функціональне значення** рухових одиниць:

\* при збудженні загального нейрона, його м'язові волокна одночасно скорочуються, тобто скелетні м'язи працюють руховими одиницями, а не окремими волокнами.

\* кількість рухових одиниць, що напружені, і їх метаболічні особливості (аеробні або анаеробні) визначають ступінь навантаження на гомеостаз і організм у цілому.





**Будова рухової одиниці.**

# Нейро-моторні одиниці

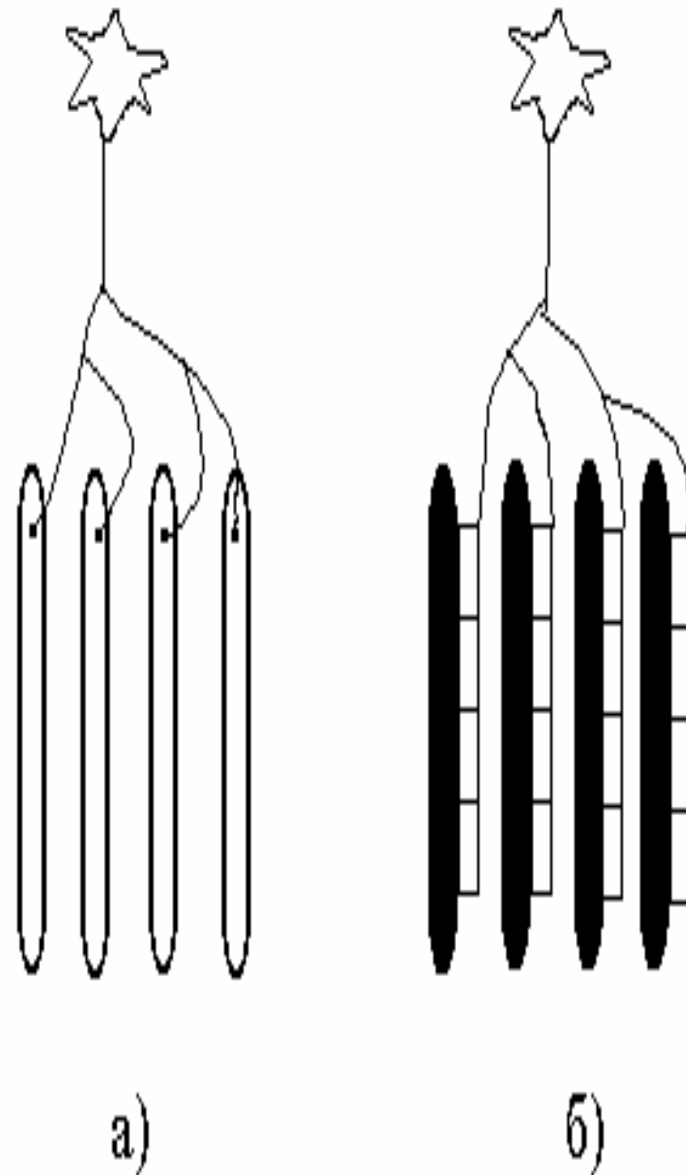
Аксон рухового нейрона інервує багато м'язових волокон.

Група м'язових волокон, які інервуються одним мотонейроном утворюють рухову або нейромоторну одиницю.

Кількість м'язових волокон у такій одиниці може бути різною. Рухові одиниці (РО), які контролюють точні рухи, як правило, складаються з невеликої кількості м'язових волокон (*м'язи пальців рук*).

Сила скорочення м'яза регулюється кількістю збуджених рухових одиниць.

Усі РО скелетних м'язів ділять на 2 групи: **фазні або швидкі і тонічні або повільні**. У фазних - поодинокий тип інервації (мал. а), а в тонічних - множинний (мал. б).



## Різновиди рухових одиниць

Головними ознаками рухових одиниць є поріг збудження і спротив втомі, за якими їх поділяють на:

**FF (fast fatigable)** – швидкі, які швидко втомлюються, вміщують м'язові волокна типу IIб (швидкі, гліколітичні; білі)

**FR (fast fatigue resistant)** – швидкі, які мало втомлюються, вміщують м'язові волокна типу IIа (швидкі, окисно-гліколітичні; проміжні)

**S (slow)** – повільні, вміщують м'язові волокна типу I (повільні, окисні; червоні)

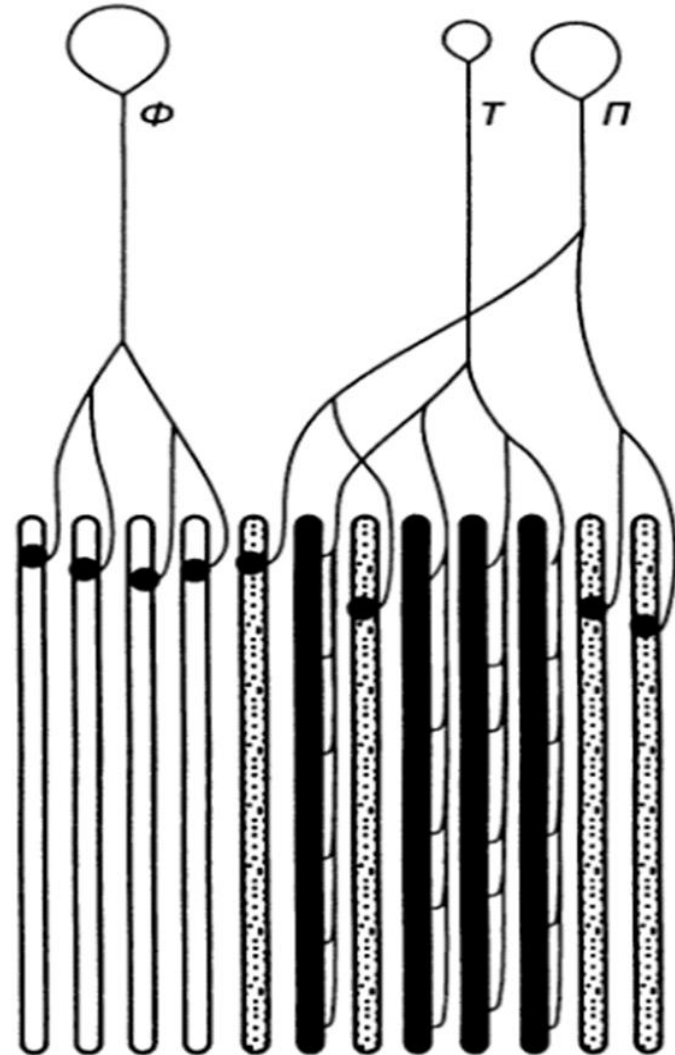
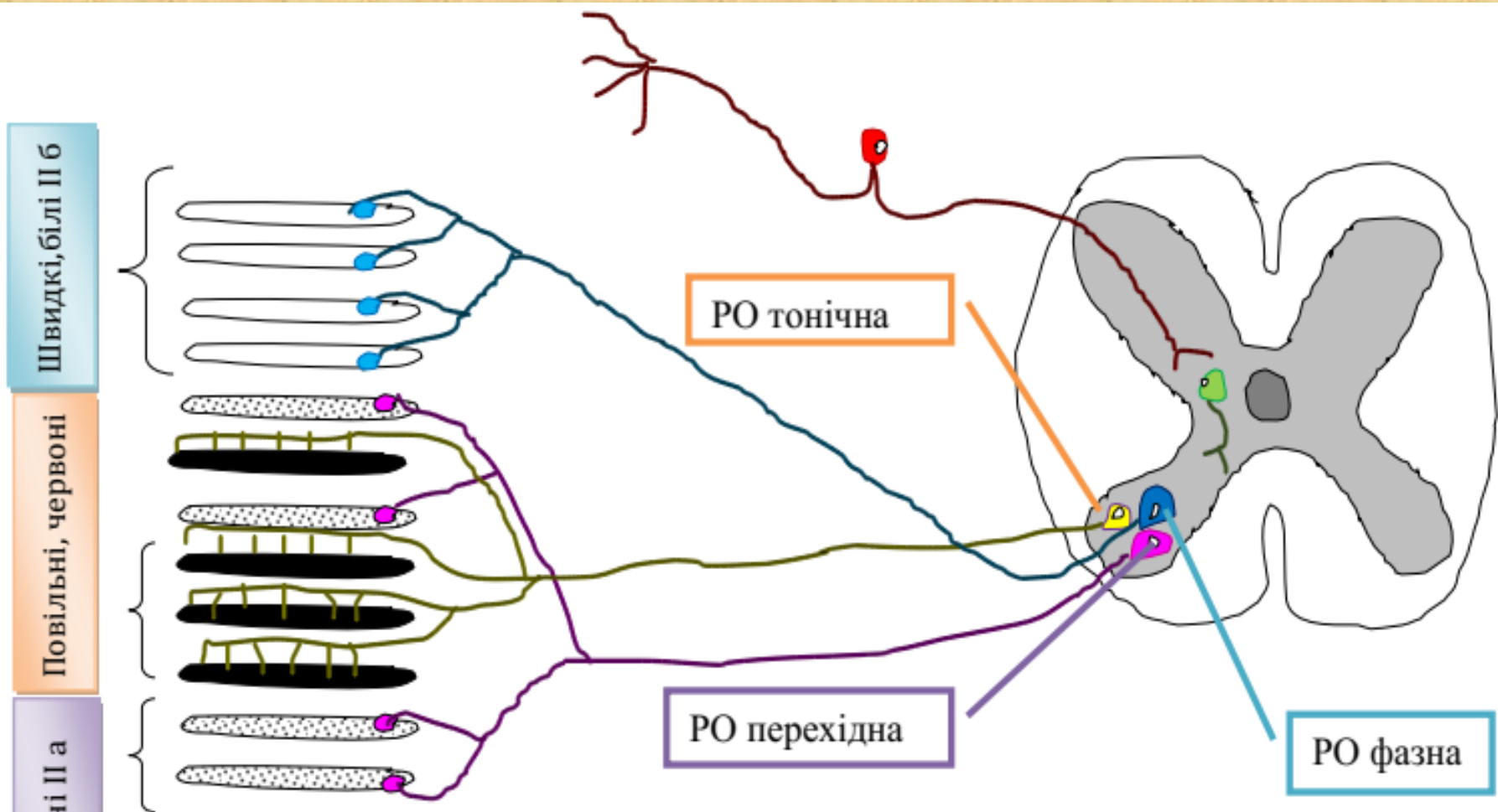


Рис. Нервово-рухові одиниці різних типів:  
Ф – фазна, Т – тонічна, П – перехідна



- ✓ За будовою розрізняють малі й великі РО;
- ✓ За іннервацією– повільні (тонічні) й швидкі (фазні).

## Порівняльна характеристика повільних і швидких РО

### Повільні (тонічні) РО

### Швидкі (фазні) РО

#### *За кількістю м'язових волокон*

Включають декілька сотень і навіть тисяч м'язових волокон

Включають декілька м'язових волокон.

#### *За будовою м'язових волокон*

Містять багато мітохондрій. Саркоплазматичний ретикулум розвинений погано. Є червоні внаслідок наявності міоглобіну і цитохромових пігментів. Уміст глікогену невеликий. Тісний контакт із кровоносними капілярами для прискорення обміну речовин.

Містять мало мітохондрій. Саркоплазматичний ретикулум розвинений добре. Є білими – міоглобіну і цитохромових пігментів мало або немає. Багато глікогенових гранул.

#### *За розміщенням у товщі м'язу*

У глибоких шарах м'язів кінцівок.

Ближче до поверхні м'язів.