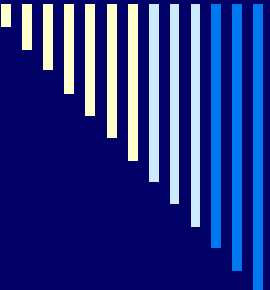


Полтавський державний медичний
університет
Кафедра гістології, цитології та ембріології

ЛЕКЦІЯ М'ЯЗОВІ ТКАНИНИ

Завідувач кафедри
Лауреат Державної премії України в галузі
науки і техніки
доктор медичних наук, професор
Шепітько Володимир Іванович



ПЛАН ЛЕКЦІЇ:

- 1.Морфофункціональна характеристика м'язових тканин.
- 2.Гістогенез м'язових тканин.
- 3.Класифікація м'язових тканин.
Локалізація в організмі.
- 4.Структура саркомера.
- 5.Регенерація та ріст м'язових тканин.
Вікові зміни.

організм людини – жива біологічна система

Р
і
в
е
н
ь

О
р
г
а
н
і
з
а
ц
і
ї



загальна
гістологія

системна
гістологія

- **Тканина** – це сформована в процесі еволюції система організму, яка складається з одного чи кількох диферонів клітин, їх похідних, об'єднаних спільним походженням, будовою та спеціалізованими функціями внаслідок кооперативної діяльності всіх її ланок.

- **Диферон** – сукупність клітин, які послідовно утворюються від одного типу стовбурових клітин до зрілої спеціалізованої клітини.

Класифікація тканин по А.А.Заварзіну



```
graph TD; A[Класифікація тканин по А.А.Заварзіну] --> B[Тканини загального призначення]; A --> C[Тканини спеціалізовані]; B --> D[Покривні тканини]; B --> E[Тканини внутрішнього середовища]; C --> F[Тканини м'язової системи]; C --> G[Тканини нервової системи];
```

Тканини
загального
призначення

Тканини
спеціалізовані

Покривні
тканини

Тканини
внутрішнього
середовища

Тканини
м'язової
системи

Тканини
нервової
системи

- **М'язовими тканинами (textus muscularis)** називаються тканини, різні за будовою та походженням, але схожі за здатністю до скорочення.
- Вони забезпечують переміщення в просторі організму в цілому, його частин та рух органів всередині самого організму (серце та ін.).
- Здатністю зміни форми володіють клітини багатьох тканин, але в м'язових тканинах ця здатність стає головною функцією.

- м'язові тканини складаються з клітин (кардіоміоцитів, міоцитів) і надклітинних структур – **симпластів** – в цитоплазмі яких є органели спеціального призначення – **міофібрили**, останні складаються з актинових та міозинових **міофіламентів** (скорочувальні білки актин та міозин).

Загальна морфофункціональна характеристика

Основні ознаки:

- видовжена форма,
- наявність паралельно розташованих міофібрил та міофіламентів,
- розташування мітохондрій (енергія) поруч з скорочувальними елементами,
- наявність включень – глікогену, ліпідів, міоглобіну (білок, що забезпечує зв'язування кисню).

класифікація м'язової тканини

```
graph TD; A[класифікація м'язової тканини] --> B[морфо-функціональна]; A --> C[гісто-генетична];
```

**морфо-
функціональна**

**гісто-
генетична**

- В м'язових тканинах міофібрили розташовуються або впорядковано, або неупорядковано.

Ця обставина дозволяє поділити їх на два типи м'язових тканин:

1. посмугована (скелетна та серцева);
2. гладка.

**гладкі м'язові
тканини**

**Гістогенетична
(джерела розвитку)**

мезенхимні
(з десмального
зачатку в складі
мезенхіми)

епідермальні
(з шкірної ектодерми
та з прехордальної
пластинки)

нейральні
(з нервової трубки)

целомічні
(з міоепікард.
пластинки вісцер.
листка соміта)

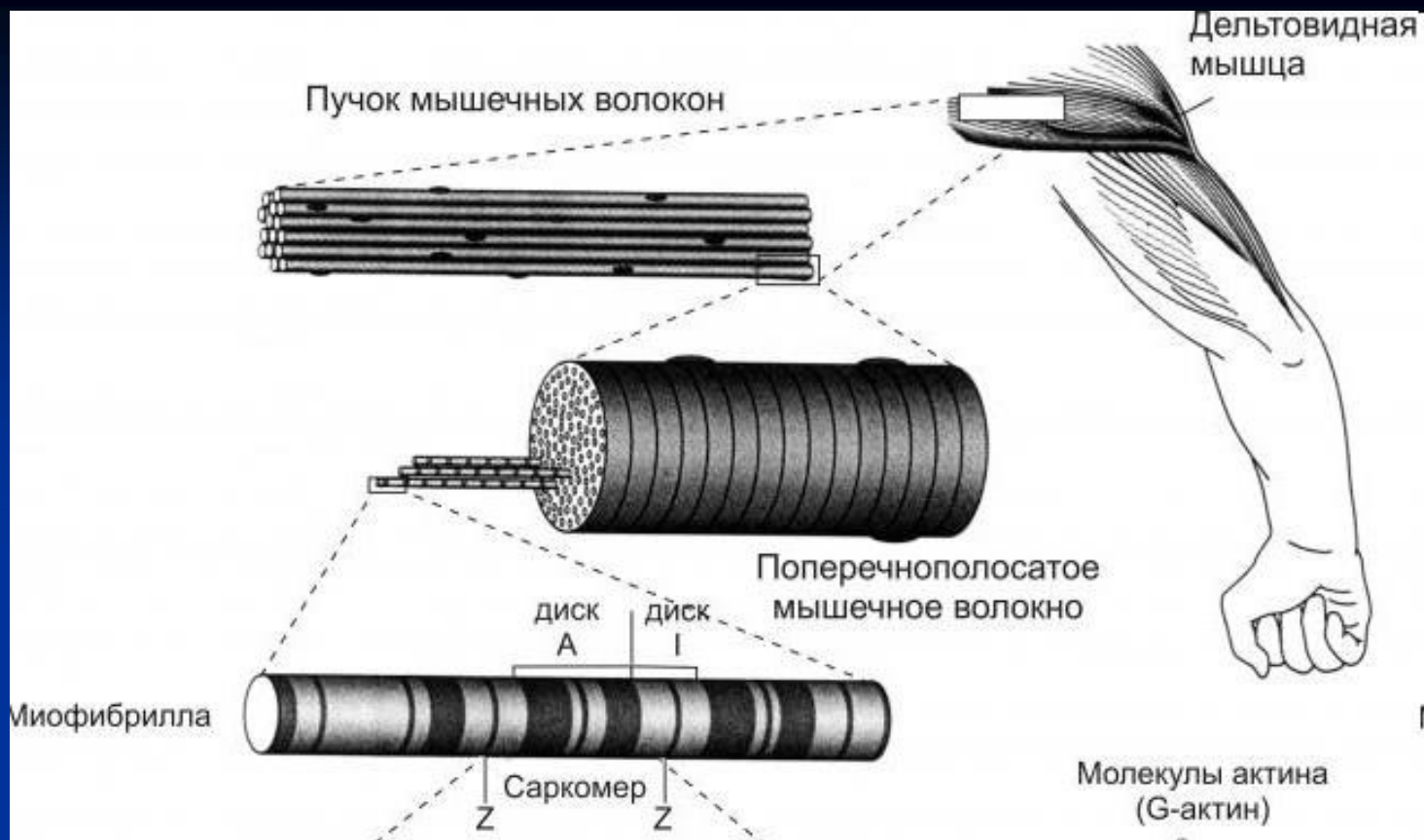
соматичні
(міотомні)

**Посмуговані
м'язові тканини**

ПОСМУГОВАНА М'ЯЗОВА ТКАНИНА *textus muscularis striatus*

Існують два основних різновиди:

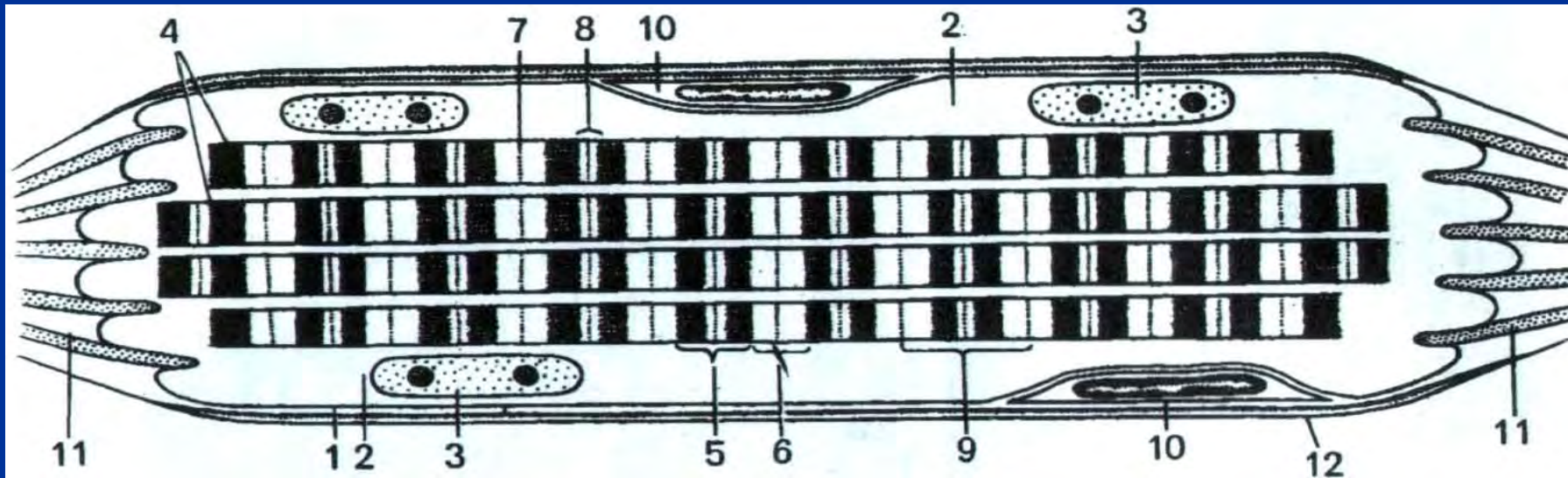
-
- скелетна
-
- серцева.



- **Скелетні м'язи – це пучки посмугованих м'язових волокон, які складаються з міосимпластів та міосателітоцитів.**

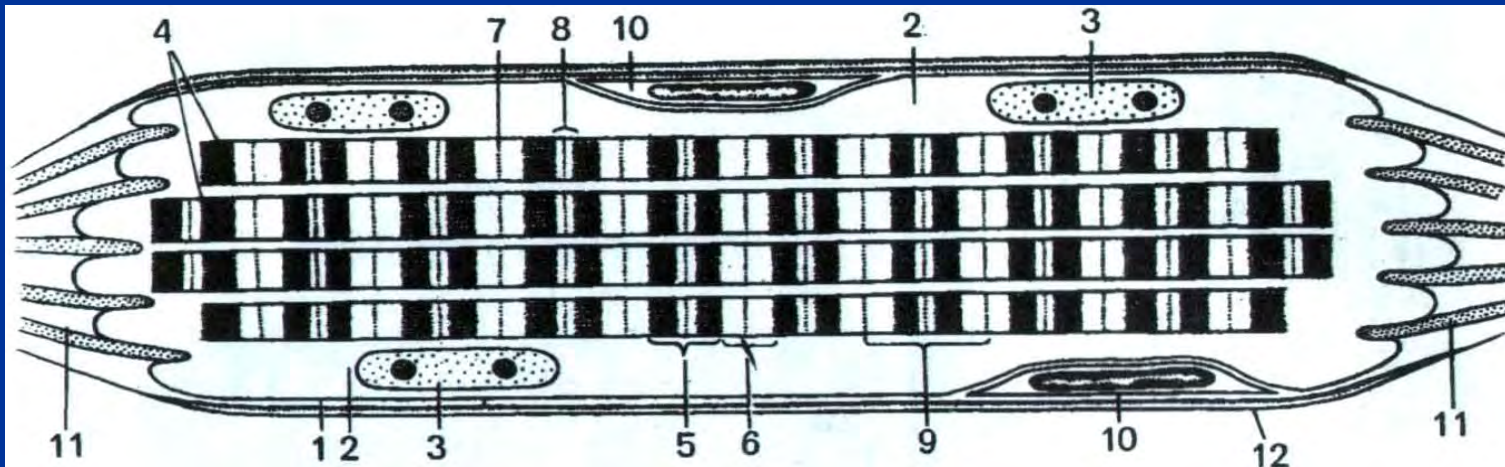
Скелетна м'язова тканина

■ **Гістогенез.** Джерелом розвитку елементів скелетної (соматичної) посмугованої м'язової тканини (*textus muscularis striatus sceletalis*) є клітини міотомів — **міобласти**.



1 – плазмолема, 2 – саркоплазма, 3 – ядра міосимпласта, 4 – міофібрили, 5 – анізотропний диск, 6 – ізотропний диск, 7 – телофрагма (лінія Z), 8 – світла зона (полоска H) з мезофрагмою (лінія M), 9 – саркомер, 10 – міосателіоцит, 11 – сухожильні волокна, 12 – базальна мембрана

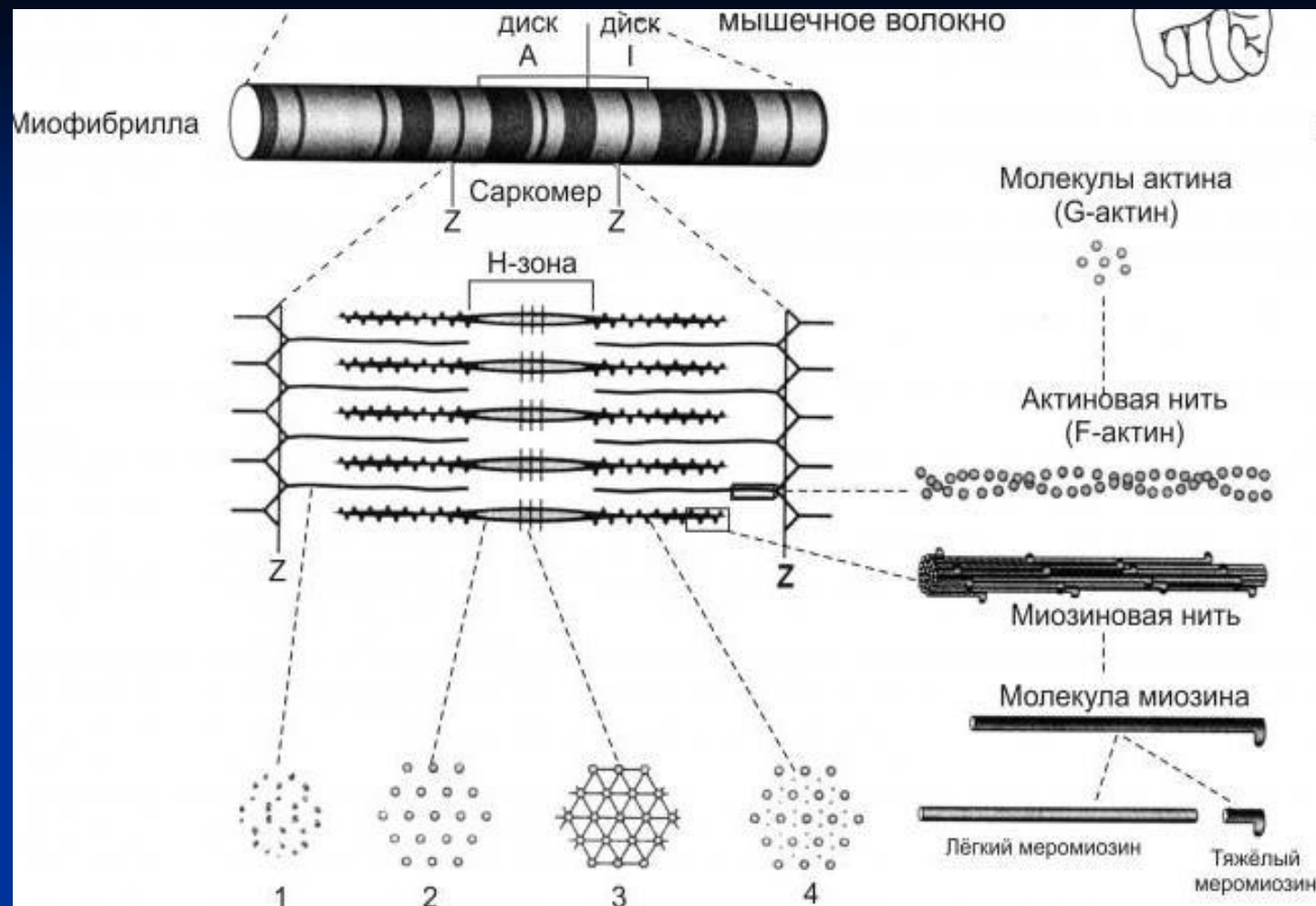
- Клітини однієї лінії зливаються, утворюючи видовжені симпласти — м'язові трубочки (міотуби). В них відбувається диференціювання спеціальних органел — міофібрил. **Клітинні центри при цьому повністю зникають.** Такі структури називають **міосимпластами**.
- Клетини другої лінії залишаються самотійними та диференціюються в міосателітоцити (міосателіти). Ці клітини розташовуються на поверхні міосимпластів.



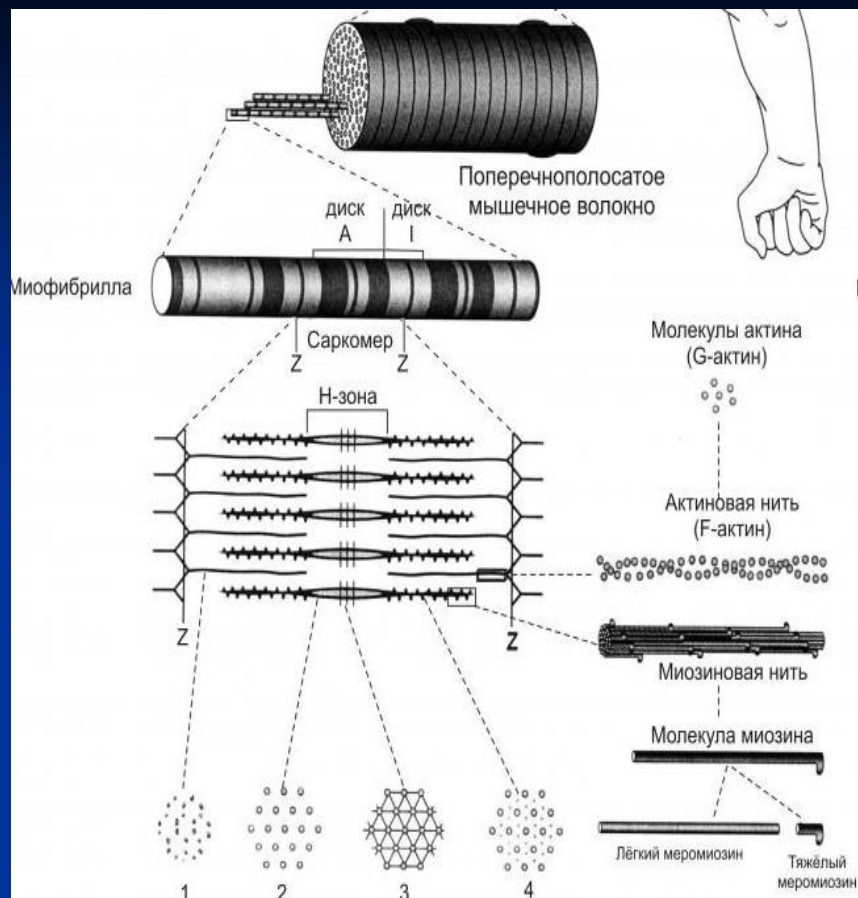
1 – плазмолема, 2 – саркоплазма, 3 – ядра міосимпласта, 4 – міофібрили, 5 – анізотропний диск, 6 – ізотропний диск, 7 – телофрагма (лінія Z), 8 – світла зона (полоска H) з мезофрагмою (лінія M), 9 – саркомер, 10 – міосателіоцит, 11 – сухожильні волокна, 12 – базальна мембрана

Органели міосимпласта

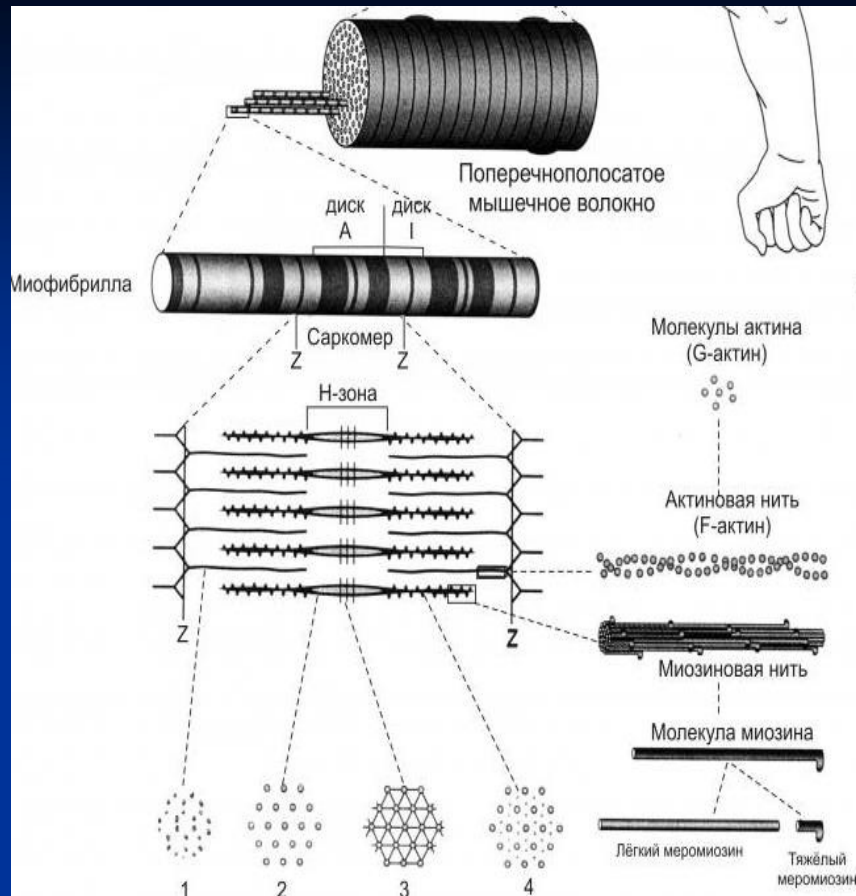
- Значний об'єм міосимпласта займають спеціальні органели - актинові та міозинові **міофібрили**.
- З органел загального призначення в більшій кількості відмічаються мітохондрії та агранулярна ЕПС, розширені цистерни якої формують L-трубочки, що містять іони кальцію.



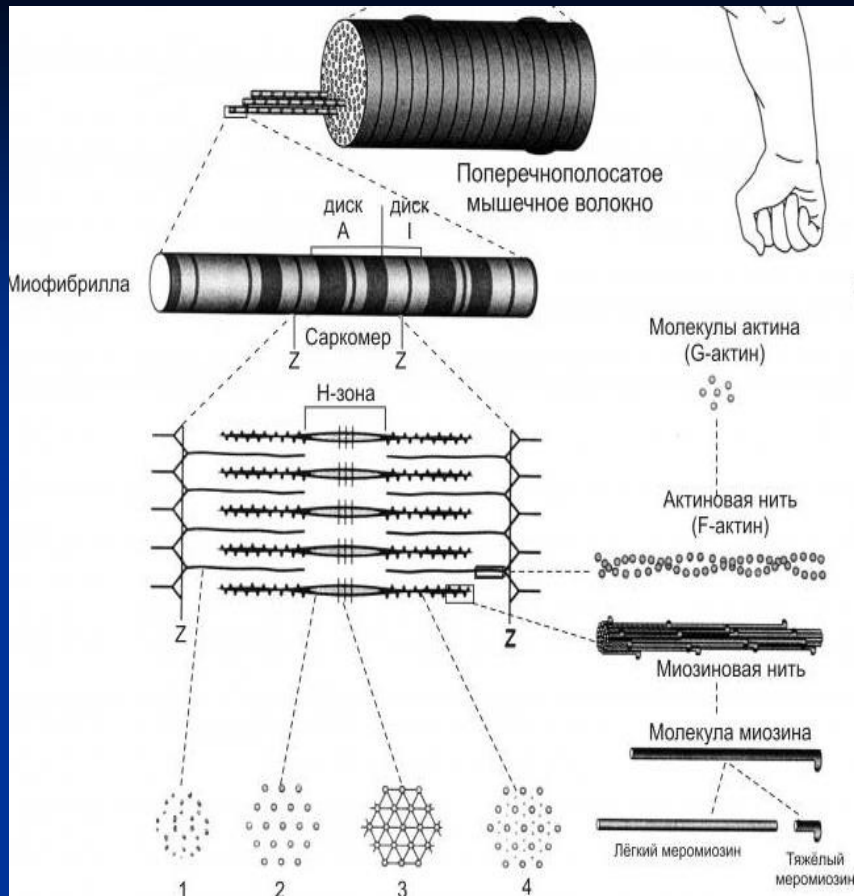
- Структурна одиниця міофібрил — саркомер, сформований з товстих (міозинових) та тонких (актинових) ниток.



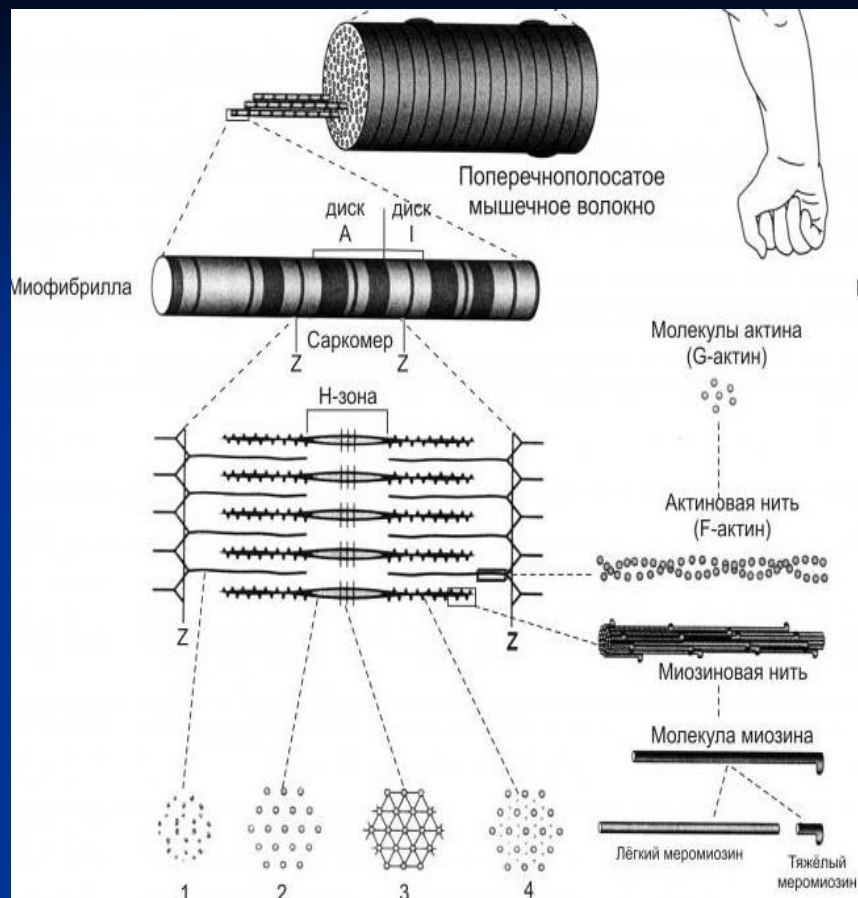
- Саркомер знаходиться між сусідніми телофрагмами (Z-лініями) та розділений мезофрагмами (M-лініями).
- До Z-ліній кріпляться розташовані паралельно один одному тонкі (актинові), а до M-ліній - товсті (міозинові) нитки.
- I-диск (ізотропний) містить лише тонкі нитки.



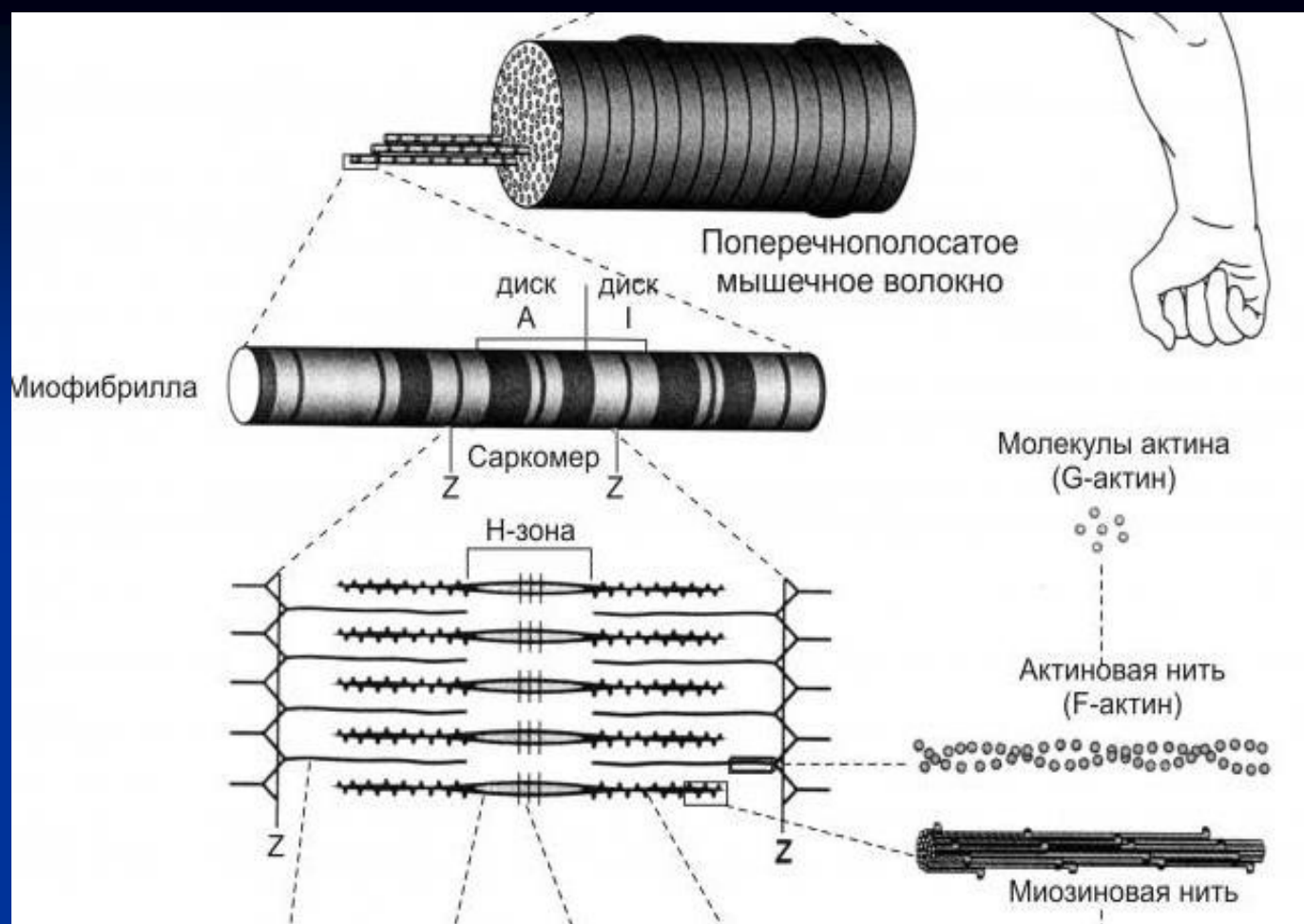
- В середині І-диску проходить Z-лінія.
- Один кінець тонкої нитки прикріплений до Z-лінії, а другий кінець направлений до середини саркомеру.
- І-диск входить в склад двох саркомерів.



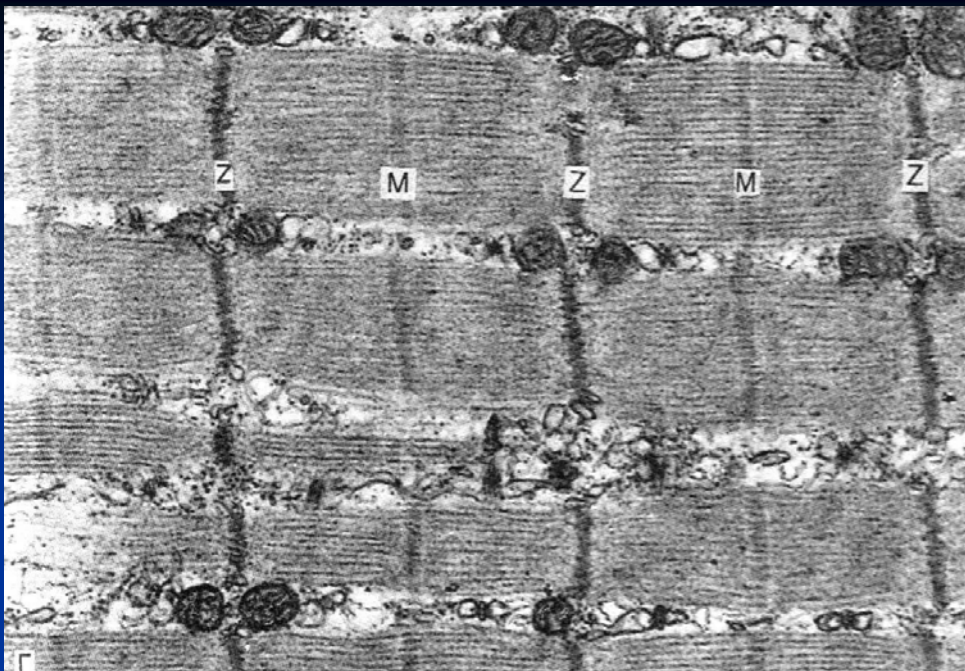
- Товсті нитки займають центральну частину саркомеру — А-диск (анізотропний).
- Тонкі нитки частково входять між товстими.
- Ділянка саркомеру, яка містить лише товсті нитки — Н-зона.
- В середині Н-зони проходить М-лінія.



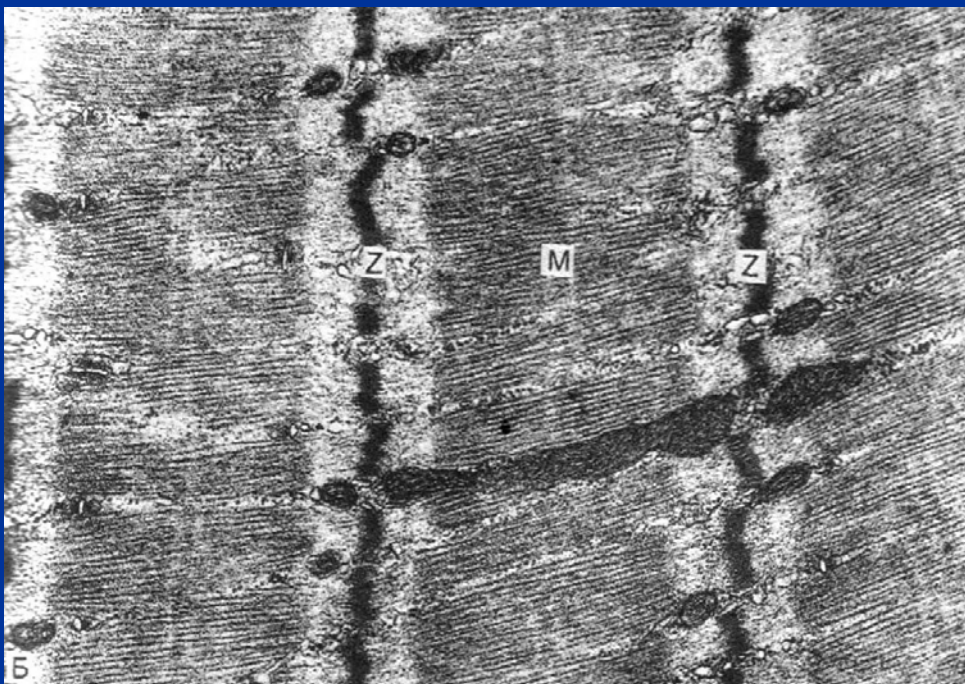
- Відповідно, кожен саркомер містить один А-диск (темний) та дві половини І-диска (світлого), формула саркомера — $\frac{1}{2} I + A + \frac{1}{2} I$.



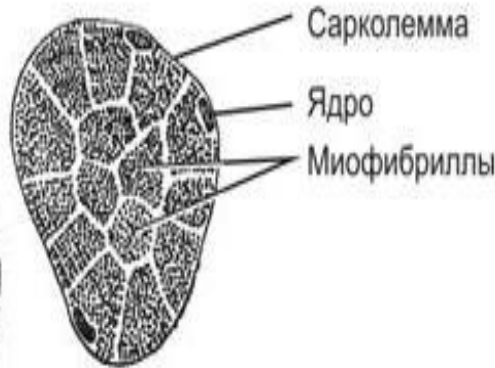
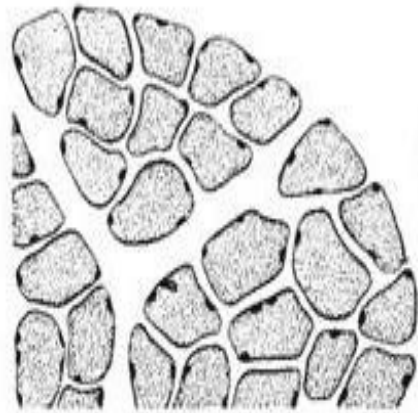
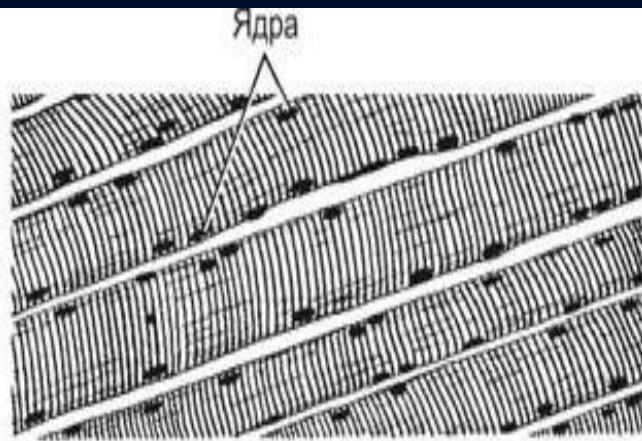
- Розташування світлих та темних дисків в паралельних один одному міофібрилах співпадає, що призводить до виникнення поперечної посмугованості.



Саркомер міофібрили.
Стадія скорочення.



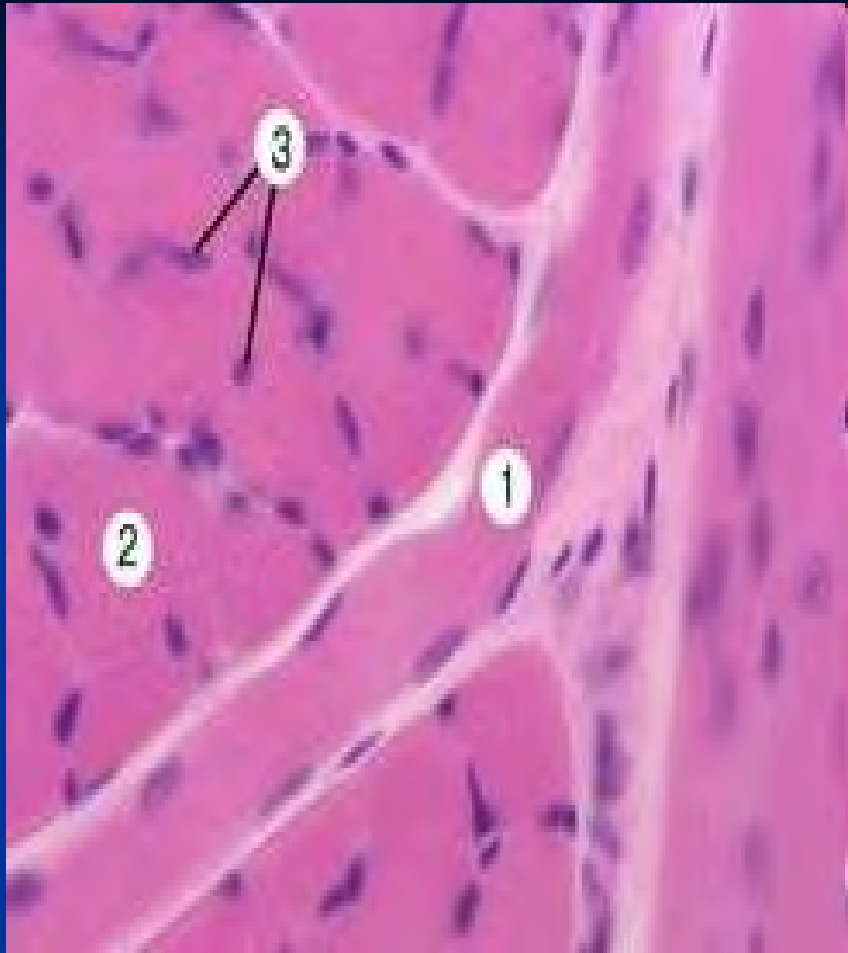
Саркомер міофібрили.
Стадія розслаблення.



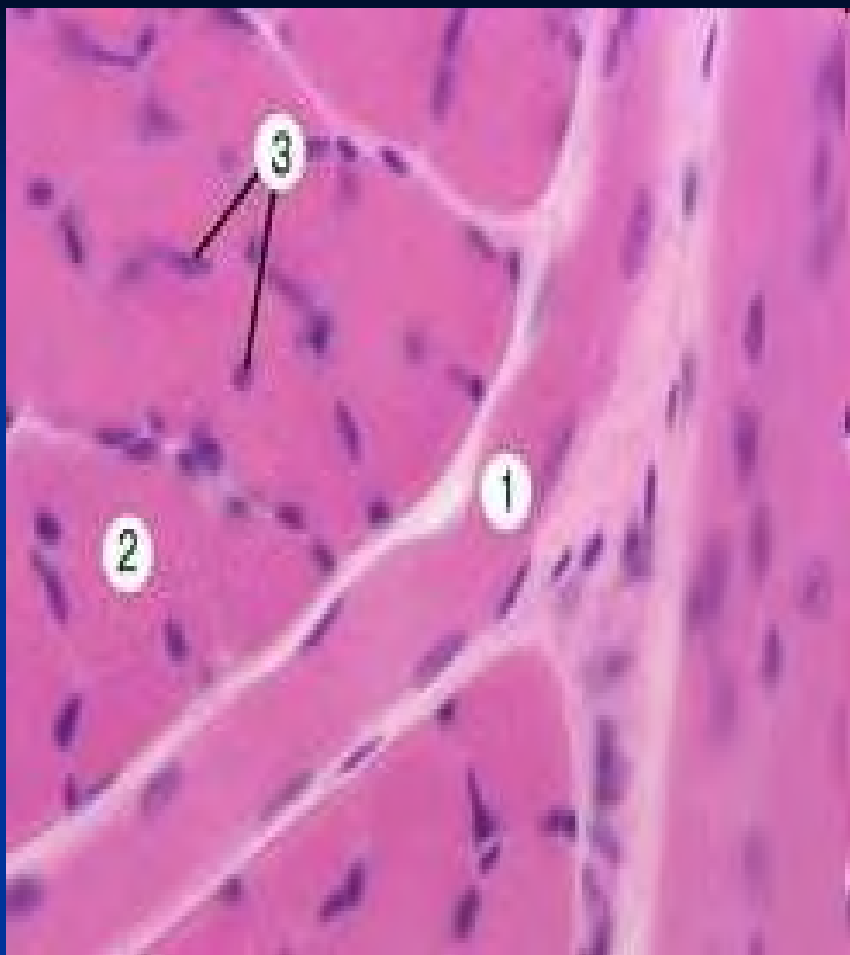
Б

В

- Скелетний м'яз в повздовжньому та поперечному розрізі.
- А — повздовжній розріз;
- Б — поперечний розріз;
- В — поперечний зріз окремого м'язового волокна.



- **Скелетний м'яз. В повздовжньому розрізі м'язові волокна мають циліндричну форму (1), чергування темних та світлих дисків, що забезпечує добре виражену посмугованість.**



- В поперечному розрізі (2) м'язові волокна мають багатокутну форму.
- Ядра (3) розташовуються під сарколемою по периферії м'язового волокна.

Типи м'язових волокон.

- Різні м'язи (як органи) функціонують в неоднакових біомеханічних умовах.
- Тому і м'язові волокна в складі різних м'язів володіють різною силою, швидкістю та тривалістю скорочення, а також втомлюваністю.
- Помітно в них відмінності в складі дихальних ферментів — гліколітичних та окислювальних.
- По співвідношенню міофібрил, мітохондрій та міоглобіну розрізняють:
 - білі,
 - червоні,
 - проміжні волокна.

- По функціональним особливостям м'язові волокна поділяють на:
 - швидкі,
 - повільні,
 - проміжні.
- Серед різноманітних ізоформ існують два основних види — «швидкі» та «повільні».

- Зазвичай в швидких волокнах переважають гліколітичні процеси, вони більше збагачені глікогеном, в них менше міоглобіну, тому їх називають також **білими**.
- В повільних волокнах, навпаки, вища активність окислювальних ферментів, вони збагачені міоглобіном, тому виглядають більш **червоними**.

- При деяких захворюваннях (м'язові атрофії, дистрофії, наслідки денервації) м'язові волокна з різними початковими особливостями змінюються неоднаково.
- Це дозволяє уточнити діагноз, для чого досліджують біоптати скелетних м'язів..

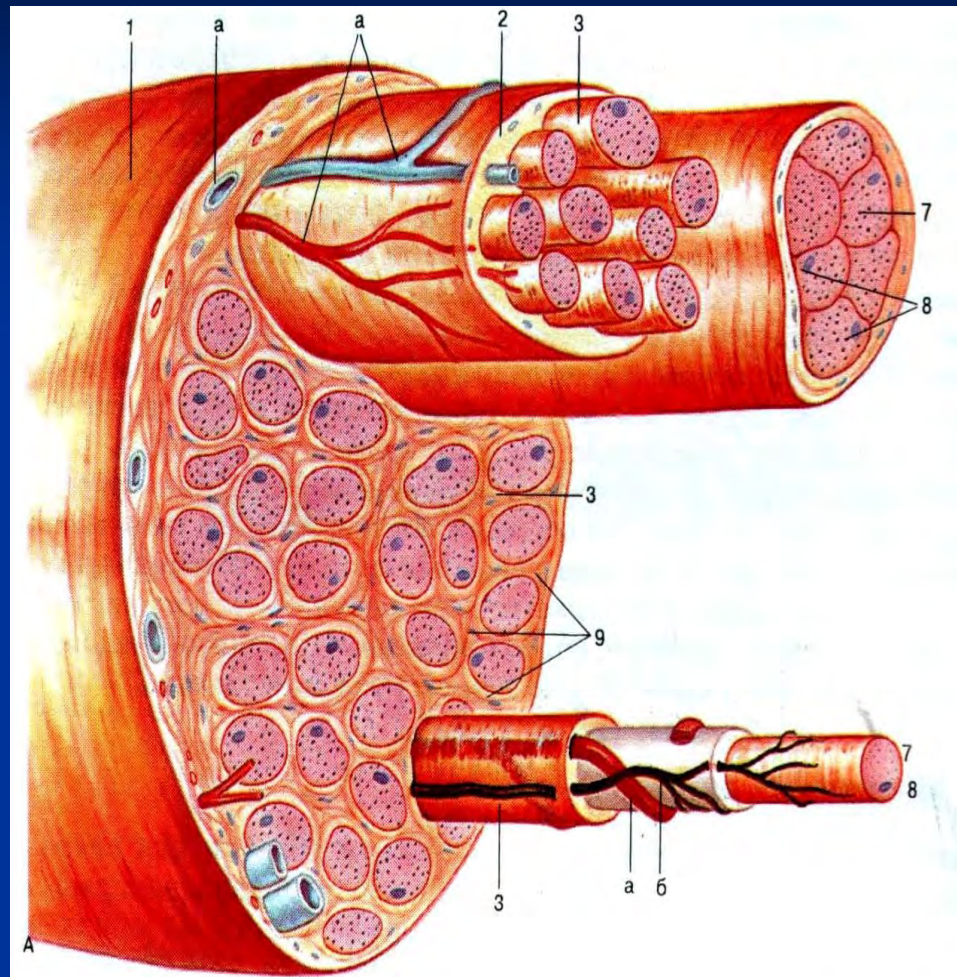
Регенерація скелетної м'язової тканини.

- Ядра міосимпластів ділитися не можуть, так як у них відсутні клітинні центри. Камбіальними елементами є міосателітоцити.
- Поки організм росте, вони діляться, а дочірні клітини вбудовуються в кінці симпластів. По закінченню росту розмноження міосателітоцитів затихає.

- Після пошкодження м'язового волокна на деякій відстані від місця травми воно руйнується і його фрагменти фагоцитуються макрофагами.
- Відновлення тканин здійснюється за рахунок двох механізмів:
 - компенсаторної гіпертрофії самого симпласту,
 - проліферації міосателітоцитів.

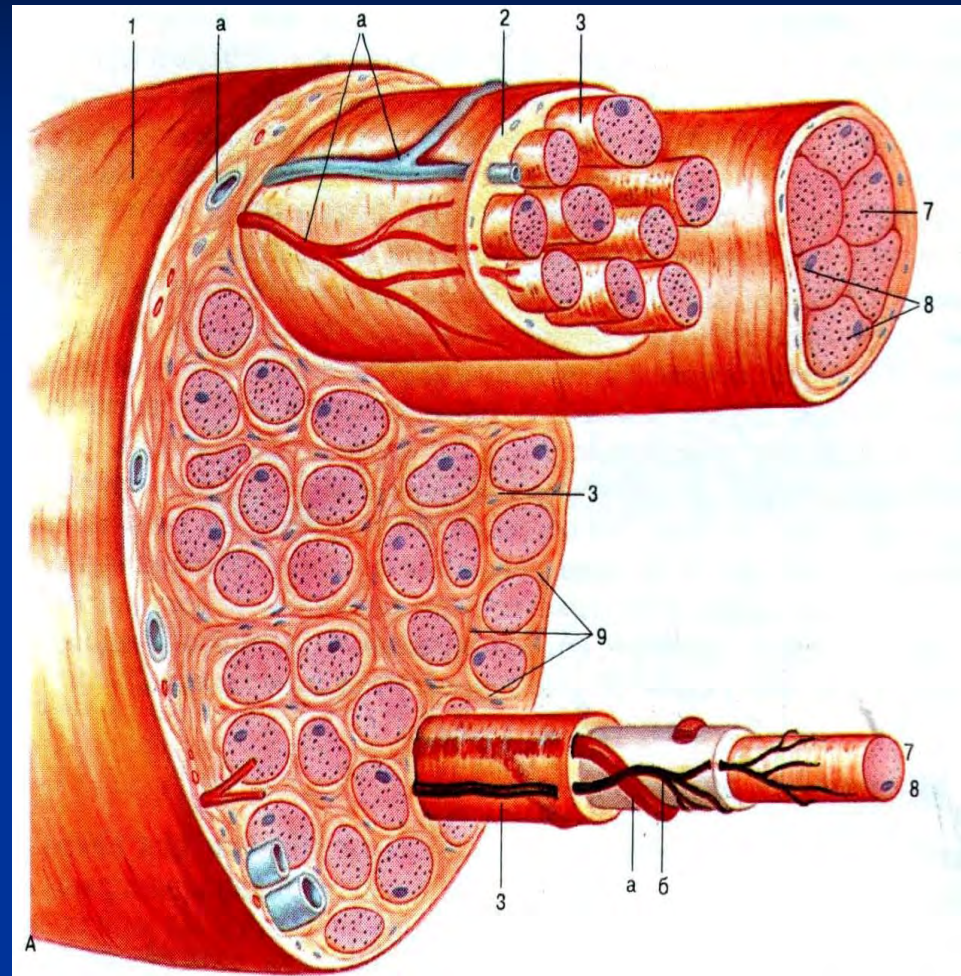
М'ЯЗ ЯК ОРГАН

- М'язові волокна, об'єднуючись сполучною тканиною, утворюють орган, який має назву **м'яз**.
- Окремі м'язові волокна розділені між собою тонким прошарком сполучної тканини, яка називається **ендомізій**.



1 – епімізій, 2 – перимізій, 3 – ендомізій: а – судини, б – нерви, 4 – поперечний зріз м'язових волокон, 7 – цитоплазма, 8 – ядра волокон

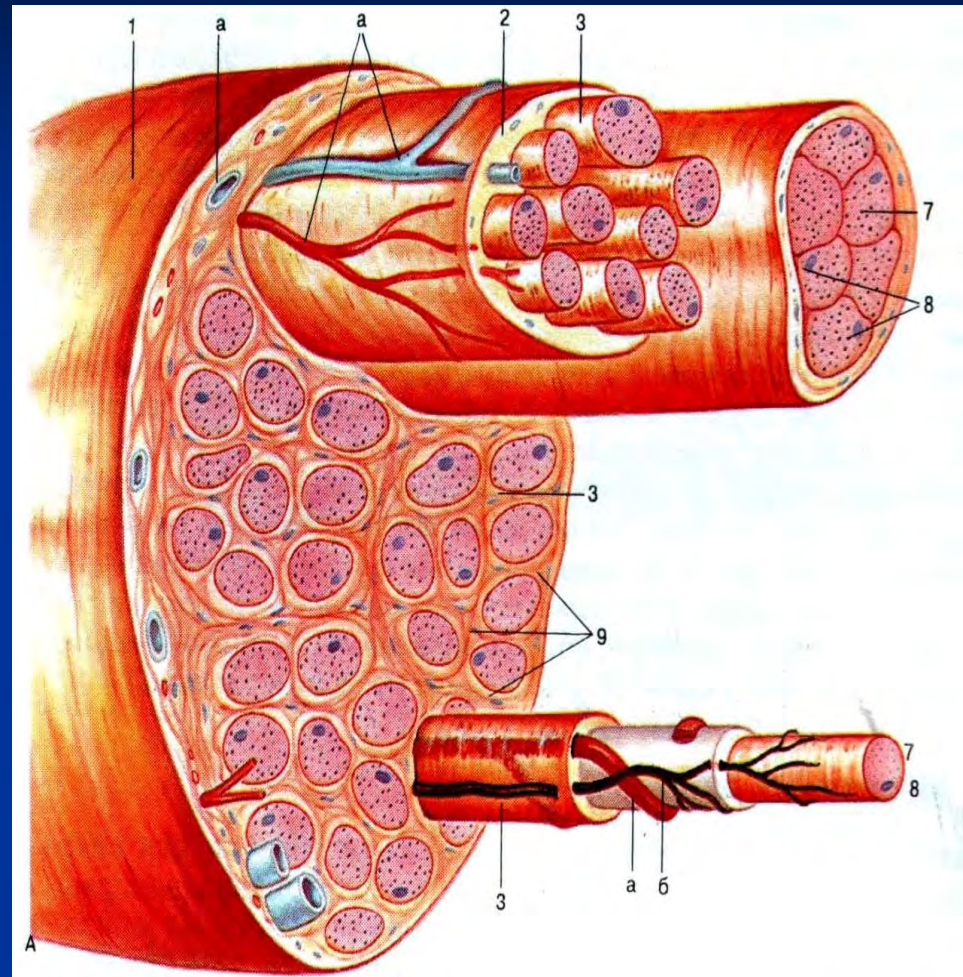
- Ретикулярні та колагенові волокна ендомізій волокна ендомізій переплітаються з волокнами сарколеми.
- Кожне м'язове волокно має свою інервацію (моторну бляшку) та оточене сіткою гемокапілярів.
- Комплекс волокна з оточуючими його елементами пухкої сполучної тканини являється структурно-функціональною одиницею скелетного м'язу і називається **міон**.



1 – епімізій, 2 – перимізій, 3 – ендомізій: а – судини, б – нерви, 4 – поперечний зріз м'язових волокон, 7 – цитоплазма, 8 – ядра волокон

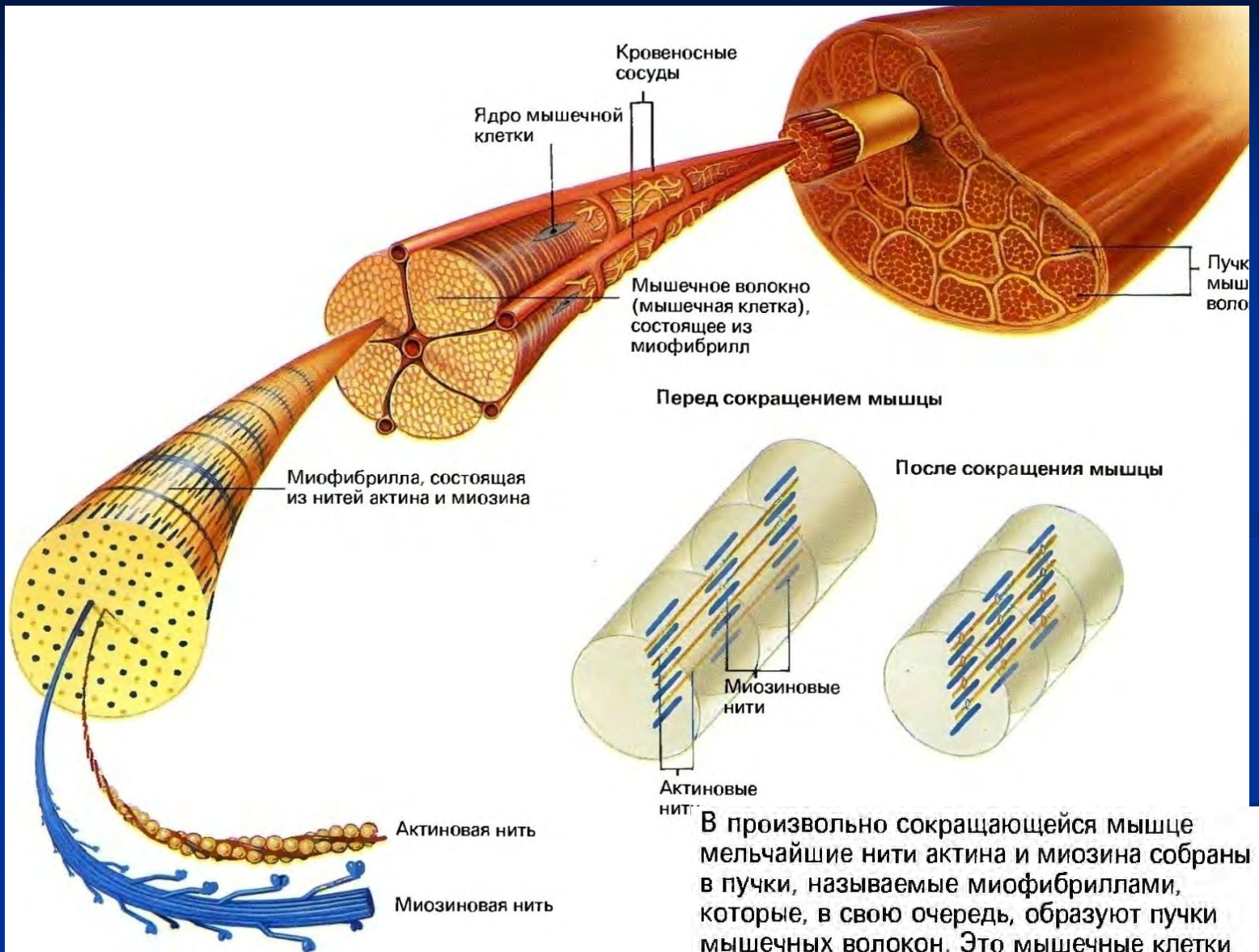
М'ЯЗ ЯК ОРГАН

- М'язові волокна різних типів в певних співвідношеннях з'єднані в пучки, між якими розташовується більш товстий прошарок пухкої волокнистої сполучної тканини - **перимізій**.
- Сполучна тканина, яка оточує м'яз в цілому, носить назву **епімізій**.



1 – епімізій, 2 – перимізій, 3 – ендомізій: а – судини, б – нерви, 4 – поперечний зріз м'язових волокон, 7 – цитоплазма, 8 – ядра волокон

Структура довільного скорочення м'язу



В произвольно сокращающейся мышце мельчайшие нити актина и миозина собраны в пучки, называемые миофибриллами, которые, в свою очередь, образуют пучки мышечных волокон. Это мышечные клетки с ядром у наружного края в оболочке из соединительной ткани.

КЛІНІКА

- Ботулізм — гостра бактеріальна токсикоінфекція. Збудник ботулізму — *Clostridium botulinum* (анаеробна грамнегативна спороутворююча паличка, стійка в зовнішньому середовищі) продукує термолабільні нейротоксини (7 різновидів).
- Симптоми захворювання обумовлені дією на організм нейротоксинів A/E, B, C1, D, F та G, які блокують секрецію ацетилхоліну.
- Під дією токсинів через 18-36 год часто з'являються порушення зі сторони вегетативної нервової системи (сухість в порожнині рота, двоїння в очах), пізніше розвиваються парези та паралічі скелетної та гладкої мускулатури.
- Смерть може наступити від паралічу дихальної мускулатури.

- Правець— гостре важке інфекційне захворювання, що протікає з чередуванням клонічних та тонічних судом скелетної мускулатури, що призводить до асфіксії.
- Збудник — рухома анаеробна спороутворююча паличка *Clostridium tetani*. В рані спора проростає в вегетативну форму і продукує правцевий нейротоксин (тетаноспазмін).
- Ретроградним аксонним транспортом нейротоксин попадає в перикаріони нейронів спинного мозку. Механізм дії токсину пов'язаний з блокуванням секреції гальмівних нейромедіаторів, а саме, гліцину і γ -аміномасляної кислоти, вставними нейронами (інтернейронами), які в нормі знижують імпульсну активність мотонейронів, які іннервують скелетні м'язи.
- Тому імпульси мотонейронів безперервно передаються на м'язові волокна, обумовлюючи тонічне збудження м'язів, яке переходить в судоми. Характерним початком захворювання є судомне скорочення жувальних м'язів.
- До профілактичних заходів правця відноситься активна вакцинація в дитинстві, а також вакцинація одразу після отриманої травми.

- Важка псевдопаралітична міастенія (myasthenia gravis) — аутоімунне захворювання, при якому утворюються АТ до н-холінорецепторів. АТ, що циркулюють в крові, зв'язуються з н-холінорецепторами постсинаптичної мембрани м'язових волокон, та заважають взаємодії холінорецепторів з ацетилхоліном та пригнічують їх функцію, що призводить до порушення синаптичної передачі та розвитку м'язової слабкості.

Трансплантація

- **Пересадка** м'язів. При пересадці м'язів використовують лоскут з найширшого м'язу спини. При остеомієліті, ішемічній контрактурі та травмах м'язовий лоскут, який дістають з ложа разом з власними судинами та нервом, трансплантують в місце дефекту м'язової тканини.
- **Перенесення камбіальних клітин.** При спадкових м'язових дистрофіях використовують введення в дефективні по гену дистрофіну м'язи нормальні по цій ознаці G0-міобласти. При такому підході розраховують на поступове оновлення дефективних м'язових волокон нормальними.

Серцева посмугована м'язова тканина

- **Гістогенез.** Джерело розвитку цієї тканини - симетричні ділянки вісцерального листка спланхнотома в шийній частині тіла зародка, так звана міоепікардіальна пластинка. Більшість її клітин диференціюються в серцеві міоцити (кардіоміоцити), а решта в клітини мезотелію епікарду.

- Види кардіоміоцитів, які диференціюються в процесі гістогенезу:
 - скорочувальні,
 - провідні,
 - перехідні (проміжні),
 - секреторні.

Будова скорочувальних кардіоміоцитів

- **Форма** - видовжена, близька до циліндричної, розміри 100-150 мкм. Їхні кінці з'єднуються один з одним таким чином, що ланцюги кардіоміоцитів утворюють так звані функціональні волокна товщиною 10-20 мкм, а ділянки контактів утворюють **вставні диски**, розташовані перпендикулярно м'язового волокна.
- Кардіоміоцити можуть розгалужуватись і утворювати об'ємну сітку. Бокова поверхня покрита базальною мембраною, в яку ззовні вплітаються тонкі ретикулярні та колагенові волокна.

Вставні диски

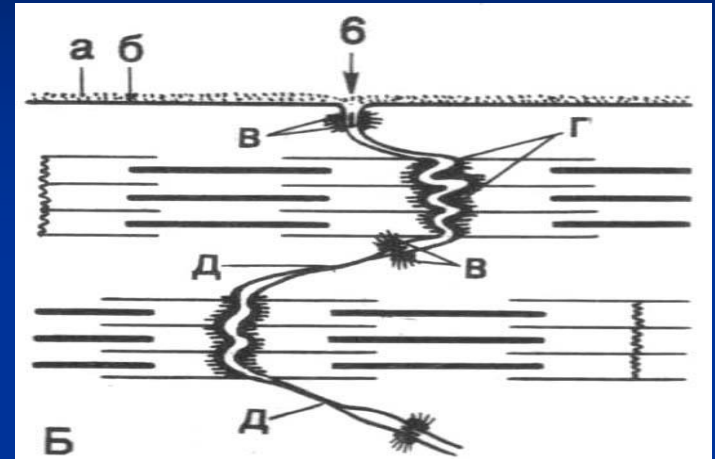
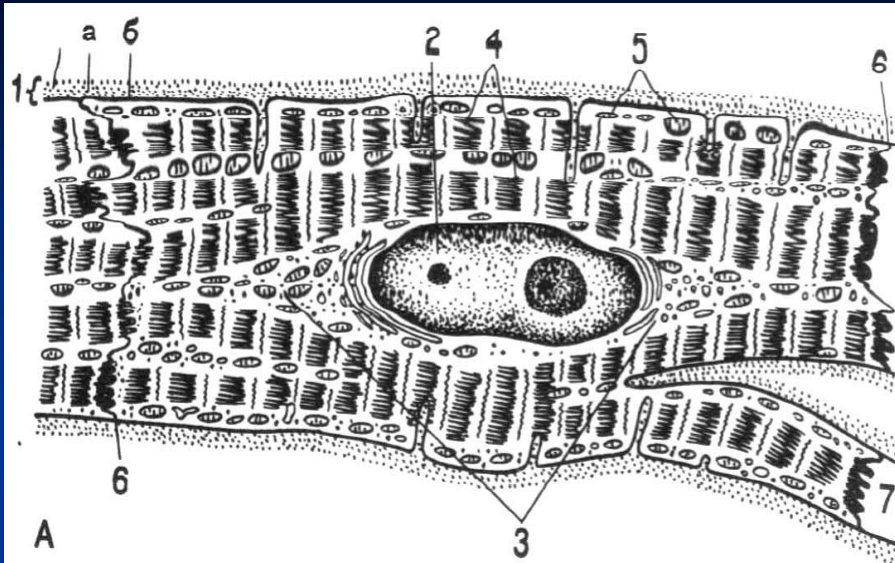
- Кінці кардіоміоцитів мають нерівну поверхню, виступи однієї клітини входять у впадини другої.
- Поперечні ділянки виступів сусідніх клітин з'єднані інтердигітаціями та десмосомами, в кожному десмосому вплітається міофібрила.
- Бокові поверхні виступів кардіоміоцитів об'єднуються нексусами.

Вставні диски

- Десмосоми та вrostання міофібрил в плазмолему виконують механічну функцію.
- Нексус здійснює електричний зв'язок кардіоміоцитів – швидке проведення імпульсів від клітини до клітини, що забезпечує синхронність скорочень.

- **Ядро** (1-2) - овальної форми, розташовується в центральній частині клітини. Ядра в більшості випадків поліплоїдні.
- **Цитоплазма** містить на полюсах ядер органели загального призначення, включаючи клітинний центр, комплекс Гольджі, слаборозвинену гранулярну ендоплазматичну сітку, окремі лізосоми.
- Агранулярна ендоплазматична сітка добре розвинена та формує субсарколемні цистерни, що прилягають до Т-систем (інвагінаціям плазмолемі), а також анастомозуючі між собою трубочки L-систем.
- В цитоплазмі містяться включення глікогену, ліпідів та міоглобіну. Наявна велика кількість мітохондрій, які утворюють цепочки навкруг спеціальних органел - міофібрил.

Скорочувальні кардіоміоцити

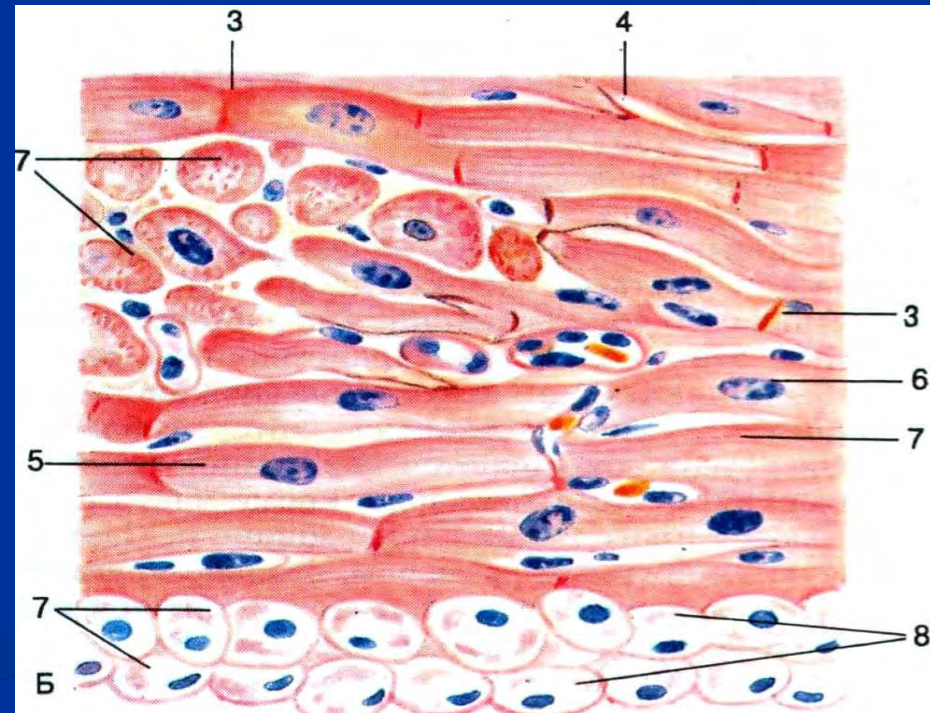


- А – шлуночковий кардіоміоцит;
Б, В – вставний диск.
- 1 – міолема: аа – базальна мембрана, б – плазмолема;
2 – ядро; 3 – трофічний апарат;
4 – міофібрили; 5 – мітохондрії;
6 – вставний диск;
- в – точкова десмосома;
Г – кругова десмосома;
Д – нексус;
- 7 - анастомоз

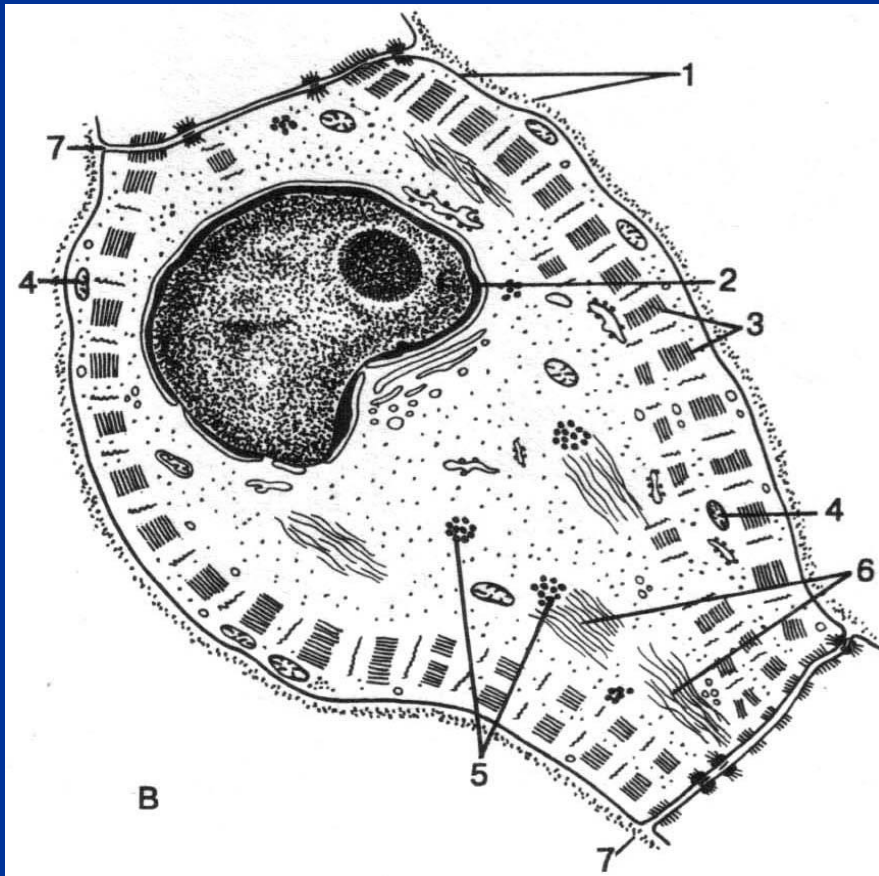
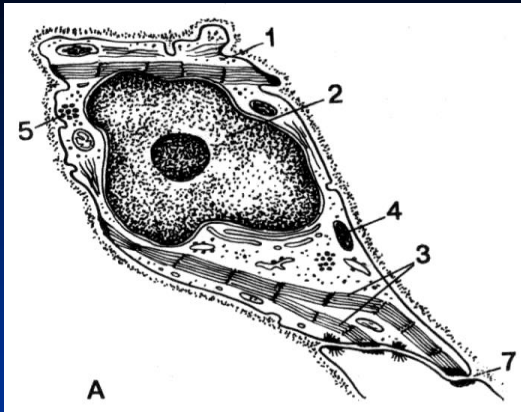
М'язова тканина серця



- А – загальний вигляд;
Б – деталь препарату.
- 1 – ендомізій; 2 – перимізій;
3 – вставний диск;
4 – анастомоз;
5 – кардіоміоцит;
а – повздовжній,
б – поперечний; 6 – ядро;
7 – провідні кардіоміоцити;
8 – міофібрили.



Провідний кардіоміоцит

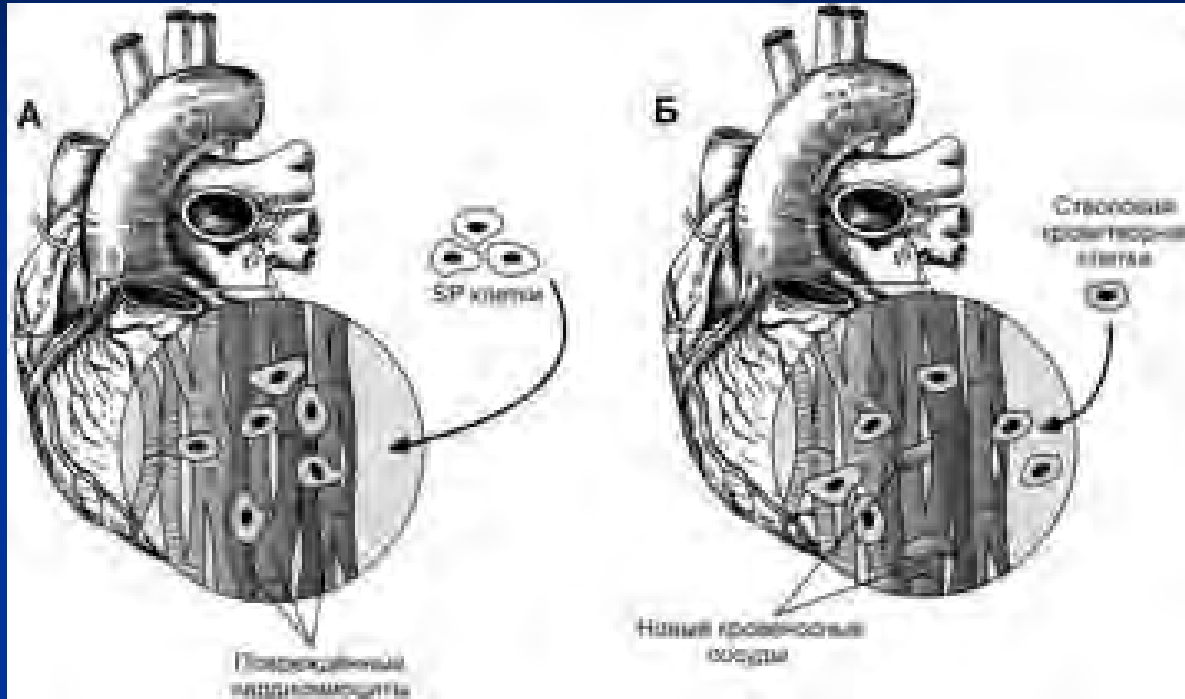


- А – схема; Б – ТЕМ (клітина синусово-передсердного вузла); В – клітина передсердно-шлуночкової провід. системи
- 1 – міолема; 2 – ядро; 3 – міофібрили; 4 – дрібні мітохондрії; 5 – глікоген; 6 – пучки філаментів; 7 – вставний диск

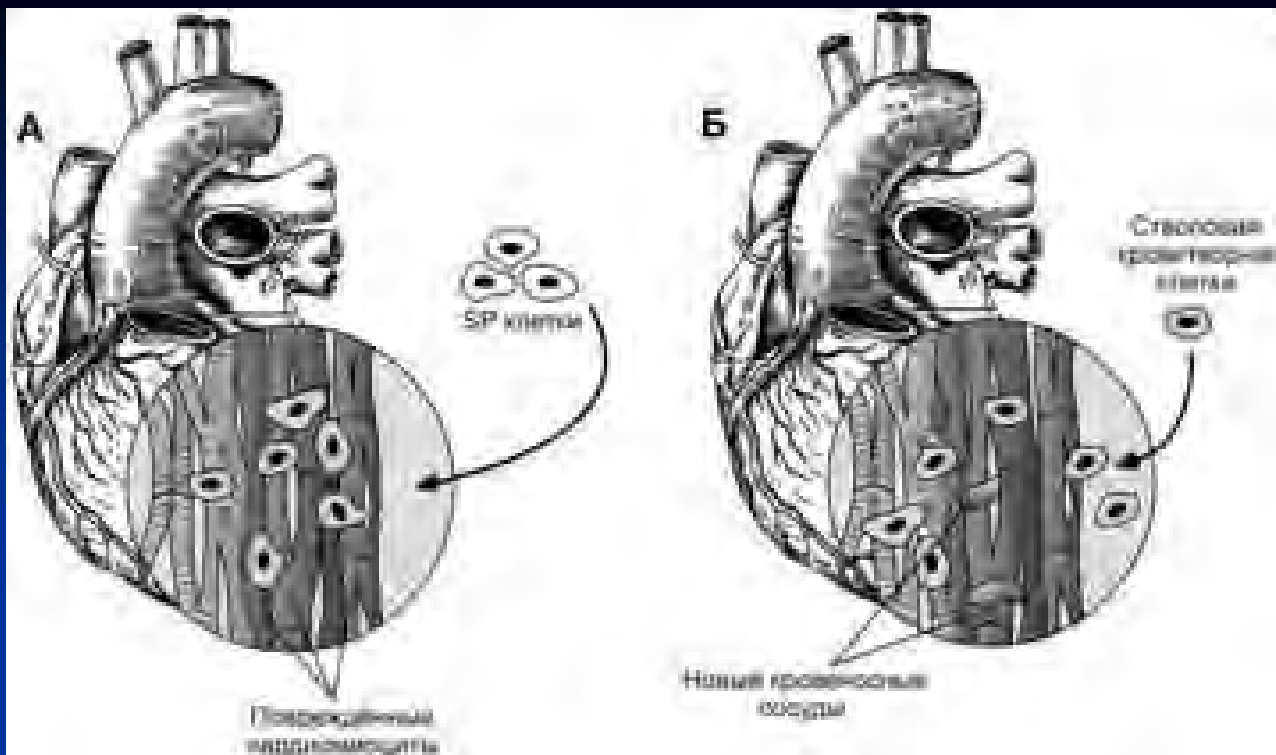


Сердечная мышца состоит из волокон, расположенных в упорядоченном рисунке крест-накрест.

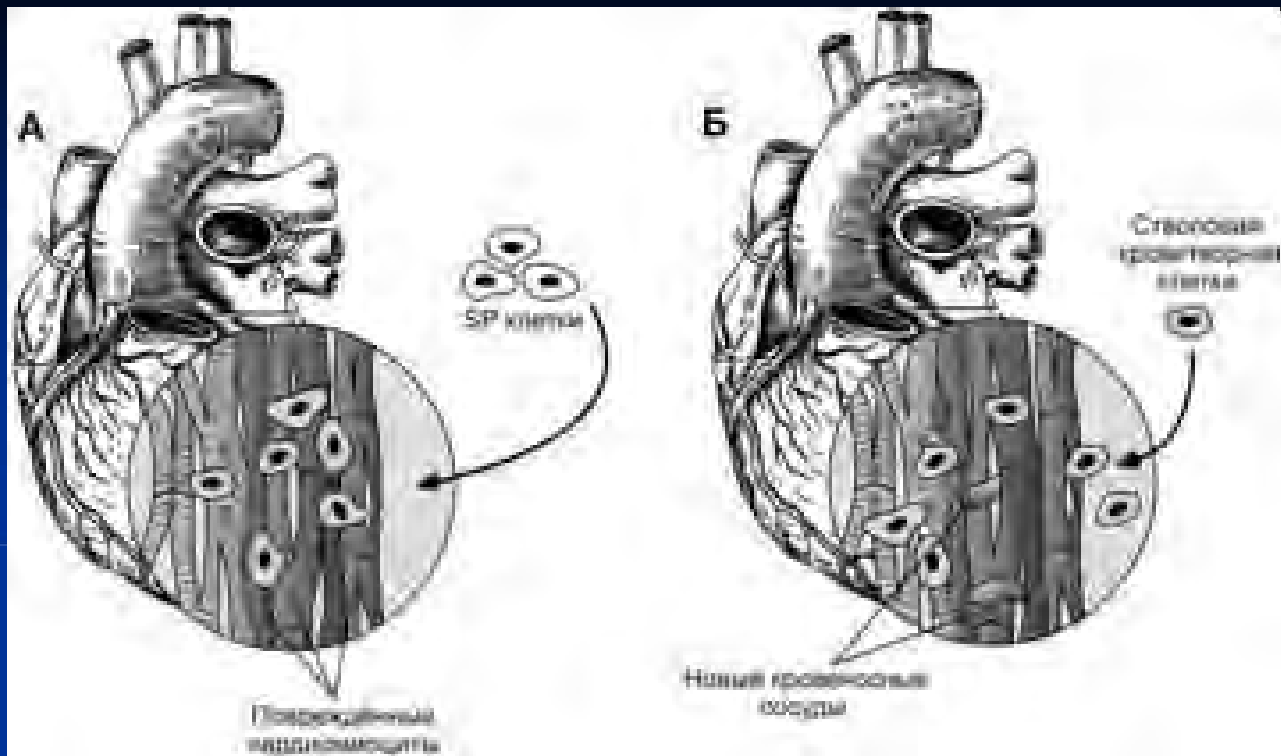
Клітинна терапія інфаркту міокарду



- В експерименті ін'єкція стовбурових кровотворних клітин людини в хвостову вену щура з інфарктом міокарду стимулює ангіогенез в ішемічному м'язі за рахунок трансплантованих клітин.



- Експериментальні моделі регенерації міокарду.
- А — SP клітини м'язу, трансплантовані в область інфаркту міокарду, диференціюються в кардіоміоцити.



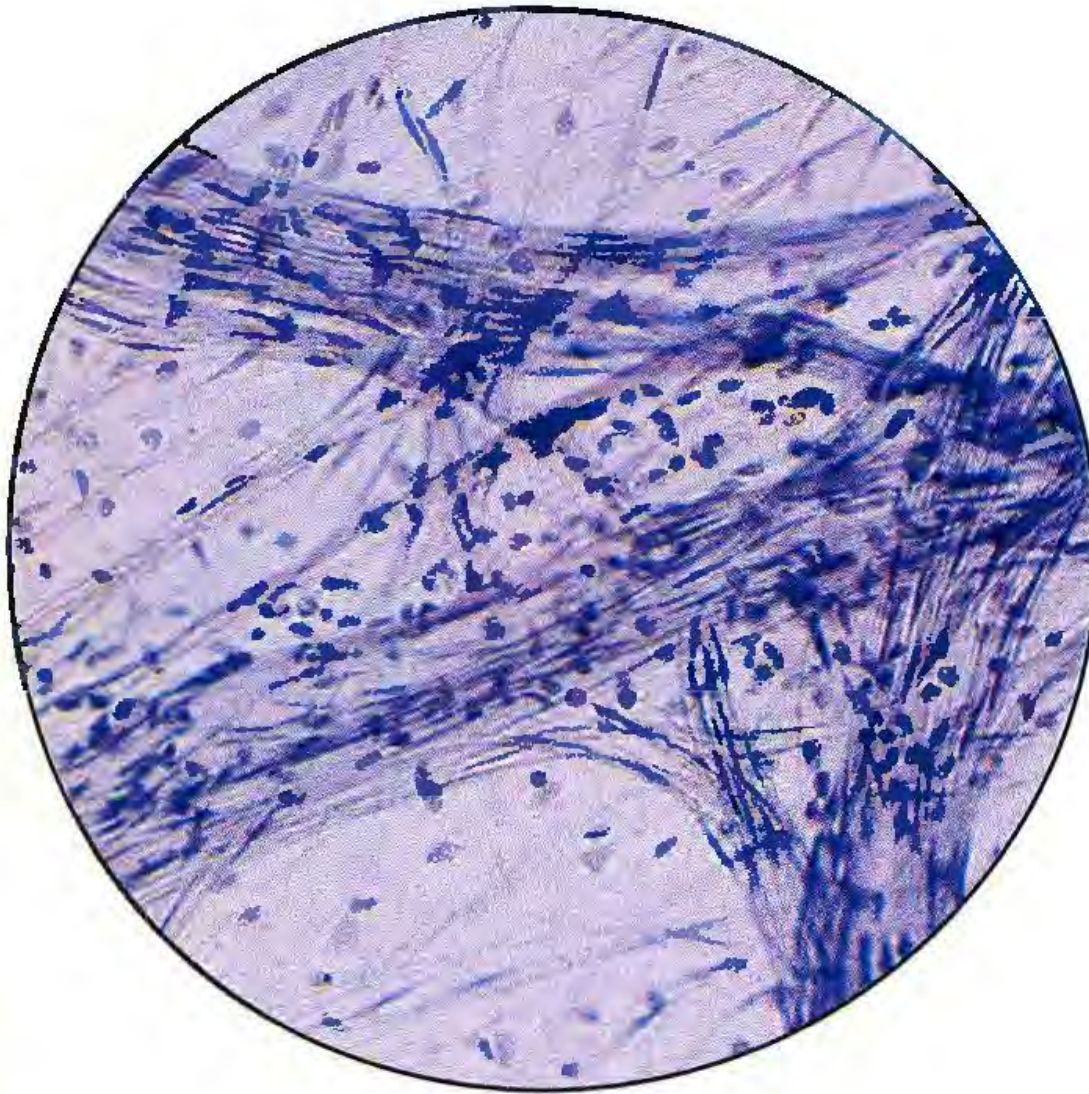
- Б — стовбутова кровотворна клітина людини стимулює утворення та ріст кровоносних судин в серцевому м'язі щура при інфаркті міокарду.

ГЛАДКА
(НЕПОСМУГОВАНА)
М'ЯЗОВА ТКАНИНА
textus muscularis nonstriatus

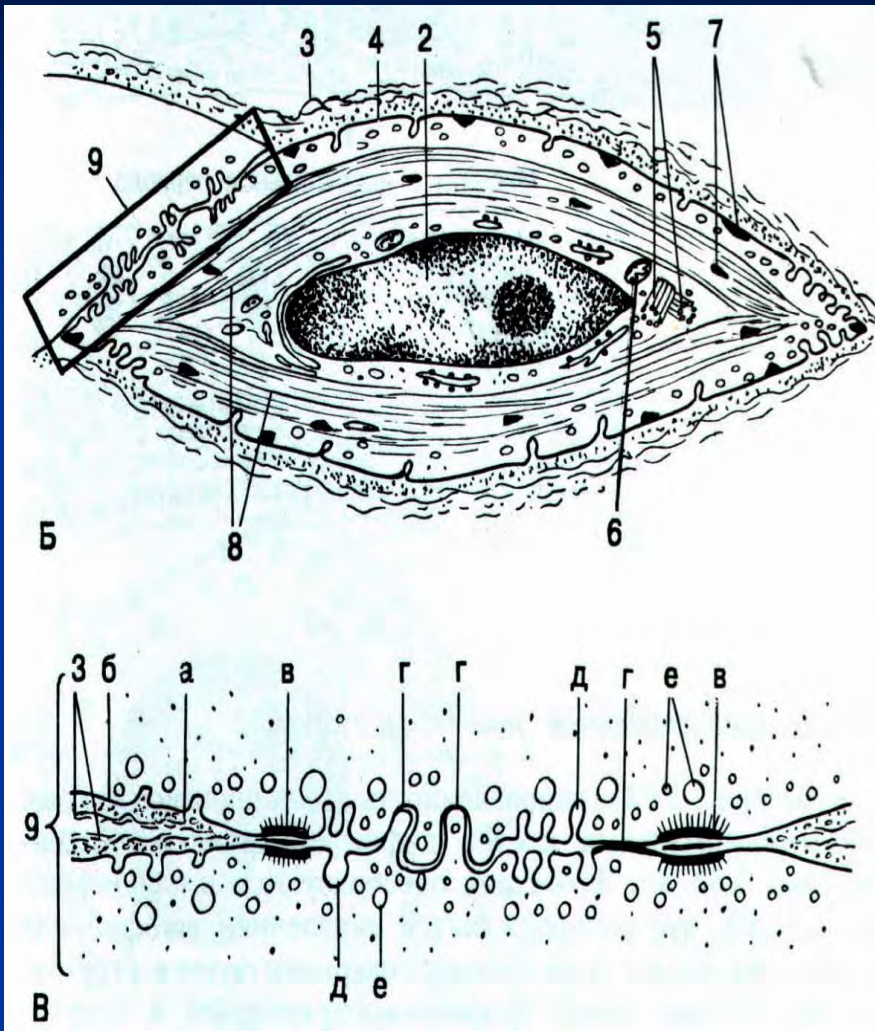
Гладка м'язова тканина мезенхімного походження

- **Гістогенез.** Стовбурові клітини цієї тканини та клітини-попередники, споріднені з попередниками фібробластів сполучної тканини та розташовуються, ставши вже детермінованими, в складі мезенхіми. Подібно фібробластам вони синтезують глікозаміноглікани та молекули колагену, з яких вже поза клітиною відбувається побудова матриксу базальної мембрани та волокон.

- **Локалізація** - стінка порожнистих внутрішніх органів (шлунково-кишковий тракт, повітряні шляхи, сечовивідні шляхи, статеві шляхи, судини), в капсулах селезінки та лімфатичних вузлів.
- **Будова** - клітинна. Структурною одиницею є гладком'язова клітина (міоцит).
- **Форма гладкого міоциту**. Це веретеноподібна клітина довжиною від 20 до 500 мкм, діаметром від 5 до 8 мкм. В матці, ендокарді, аорті, сечовому міхурі зустрічаються міоцити з відростками. При скороченні міоцит може вигинатись та навіть закручуватись.

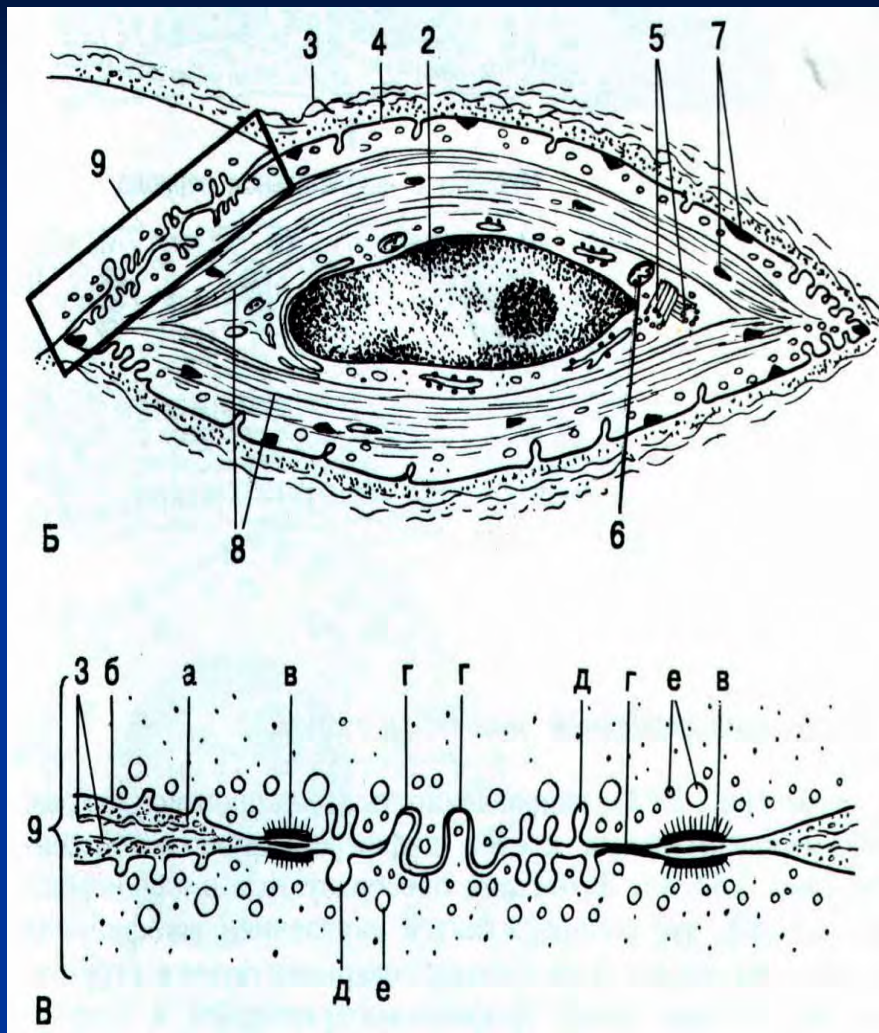


Непроизвольно сокращающаяся, или гладкая, мышца состоит из длинных веретенообразных клеток.



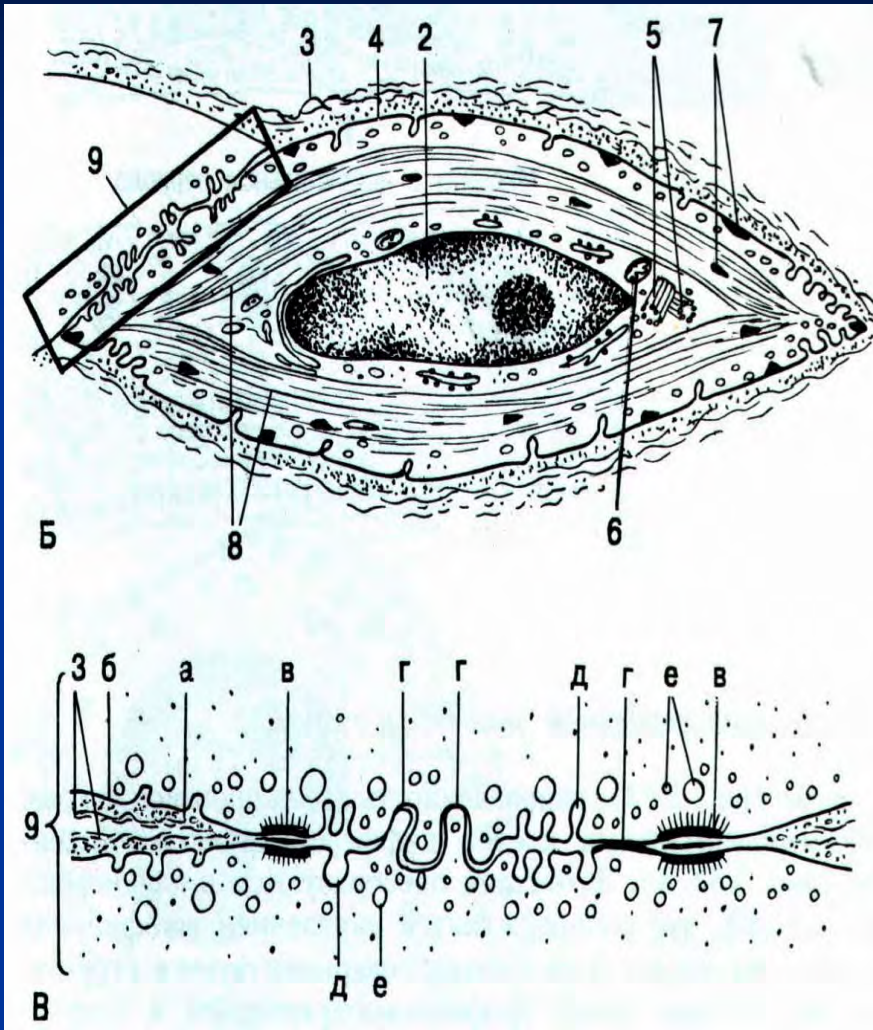
- Б – ультраструктура гладкого міоциту;
- В – зона міо-міоцитарного контакту
- 2 – ядро, 3 – еластичні волокна, 4 – міолема, 5 – клітинний центр, 6 – мітохондрії, 7 – щільні тільця, 8 – міофіламенти, 9 – міо-міоцитарний контакт,
- а – базальна мембрана, б – плазмолема, в – десмосома, г – нексус, д – кавеоли, е – везикули

- Кожен міоцит оточений базальною мембраною, в якій є отвори, в області отворів між сусідніми міоцитами утворюються щілинні з'єднання - **нексуси**.

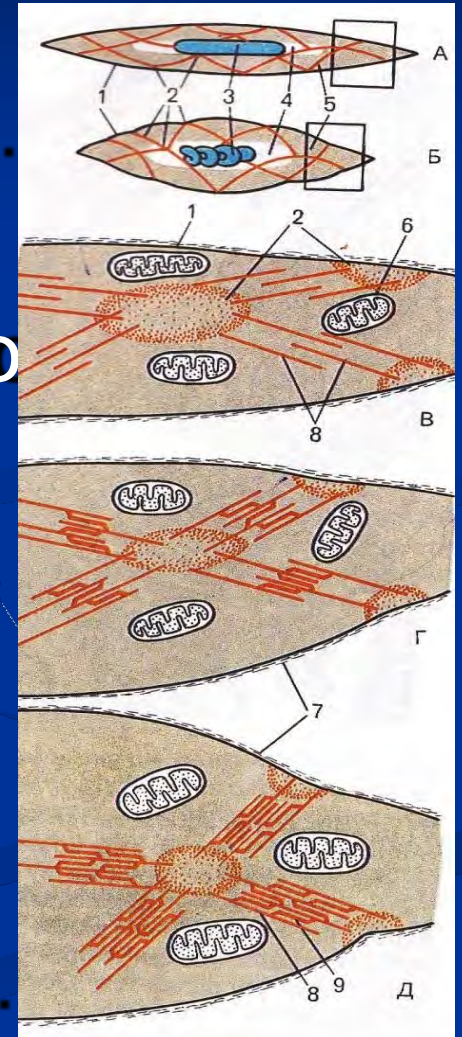


- Б — ультраструктура гладкого міоциту;
- В — зона міо-міоцитарного контакту
- 2 — ядро, 3 — еластичні волокна, 4 — міолема, 5 — клітинний центр, 6 — мітохондрії, 7 — щільні тільця, 8 — міофіламенти, 9 — міо-міоцитарний контакт,
- а — базальна мембрана, б — плазмолема, в — десмосома, г — нексус, д — кавеоли, е — везикули
- Цитолема гладкого міоциту утворює багаточисленні впинання - піноцитозні бульбшки та **кавеоли**, за допомогою яких в цитоплазму поступають іони кальцію.

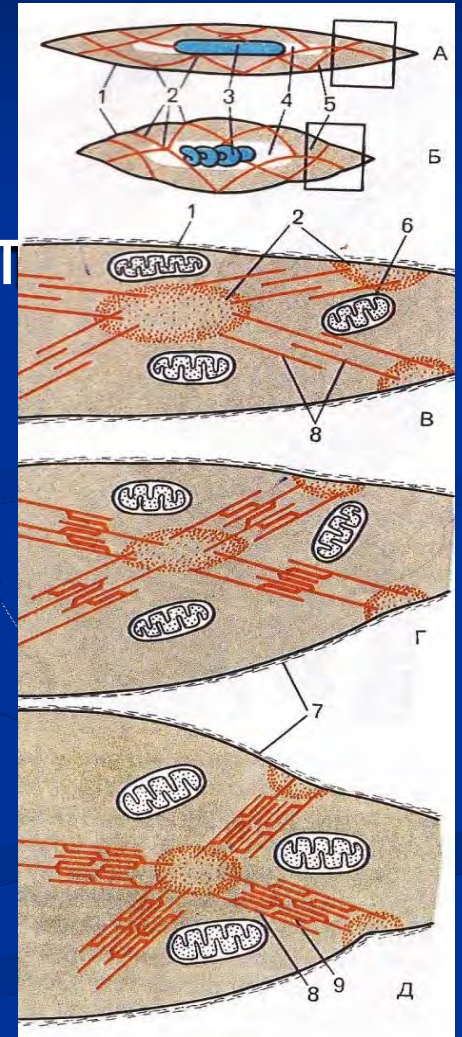
- Органели загального призначення розташовуються біля полюсів ядра.
- Комплекс Гольджі та ендоплазматична сітка, особливо гранулярна, розвинута слабо, що свідчить про зниження синтетичних процесів, наявні вільні рибосоми, включення жиру, вуглеводів та пігментні включення.



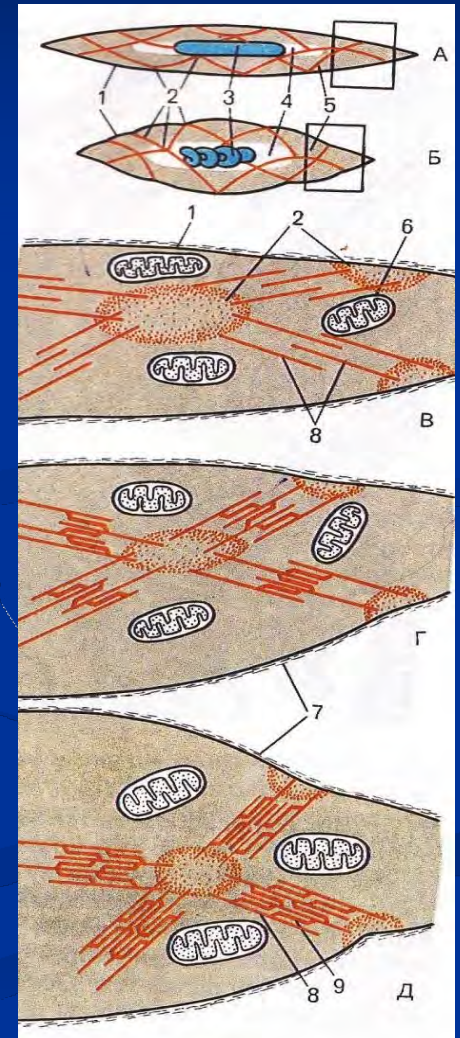
- Актинові міофіламенти в цитоплазмі розташовуються повздовжньо чи під кутом до вісі клітини, утворюючи трьохвимірну сітку. Місця прикріплення їх до цитоплазми, чи одне до одного під електронним мікроскопом мають вигляд щільних білкових тілець. До складу актинових міофіламентів, крім актину, входять білки – *тропоміозин, кальдесмон та кальпонін.*



- Міозинові міофіламенти товстіші ніж актинові, розташовуються в цитоплазмі міоциту повздовжньо та з'являються тільки в момент скорочення. В розслабленому стані молекули міозину знаходяться в цитоплазмі в деполімеризованому стані.



- При скороченні спостерігається перерозподіл актинових та міозинових ниток відносно один одного. Завдяки міжмолекулярним взаємодіям з міозином паралельні актинові нитки зміщуються назустріч один одному, енергія тяги передається на цитолему і конфігурація клітини змінюється.



Гладка м'язова тканина епідермального походження.

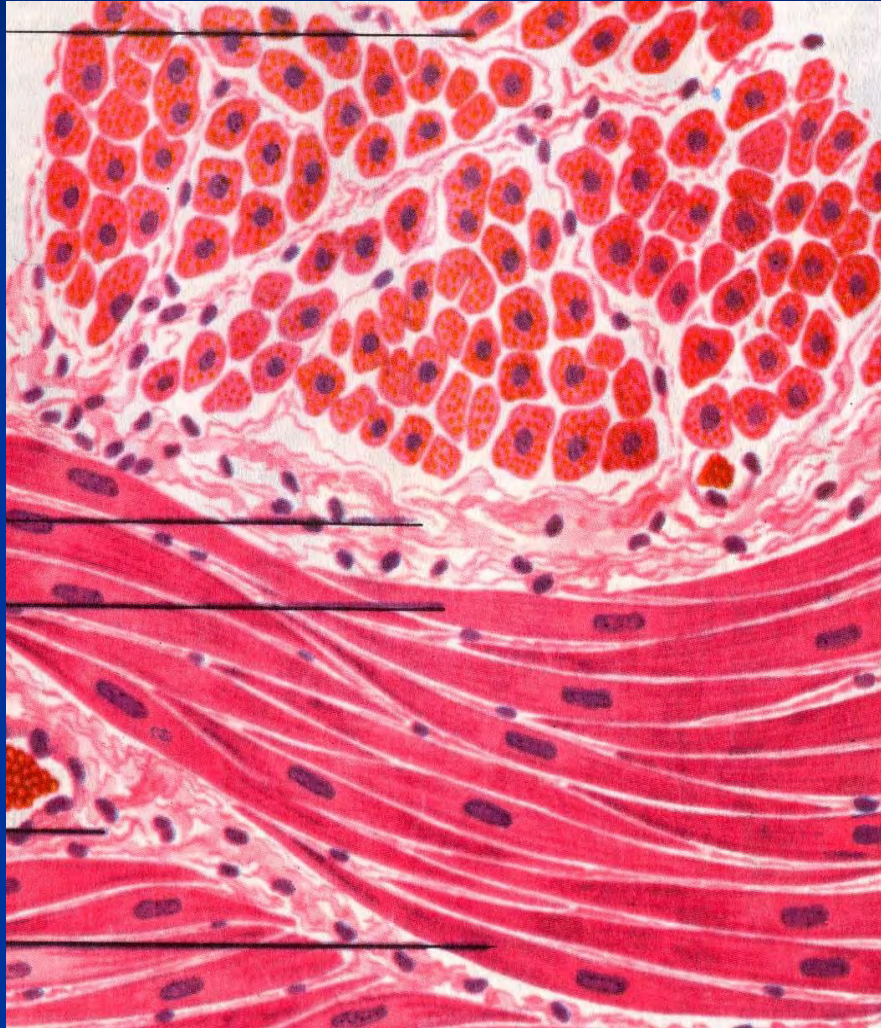
- **Локалізація** - в потових, молочних, слинних та слюзових залозах. Диференціюються одночасно з секреторними епітеліальними клітинами із спільних попередників, міоепітеліальні клітини безосередньо прилягають до епітеліальних таким чином, що від сполучної тканини їх відділяє тонка загальна базальна мембрана

- **Форма** – зірчасті або кошикоподібні. Своїми відростками вони охоплюють кінцеві відділи та дрібні вивідні протоки залоз. У відростках локалізований скорочувальний апарат, організований таким же чином, як і в непосмугованих міоцитах мезенхімного походження.
- **Ядро та органели** розташовуються в центральній частині клітини. Скорочуючись, відростки сприяють виведенню секрету залоз.
- **Регенерація.** В ході регенерації міоепітеліальні та секреторні клітини розвиваються із спільних малодиференційованих клітин епідермальної природи.

Гладка м'язова тканина нейрального походження

- Міоцити цієї тканини розвиваються з клітин нейрального зачатку в складі стінки очного яблука.
- **Будова** — це непосмуговані міоцити з відповідно розвинутим скорочувальним апаратом.
- **Локалізація** - входять до складу двох м'язів райдужки ока — розширює та звужує зіницю.

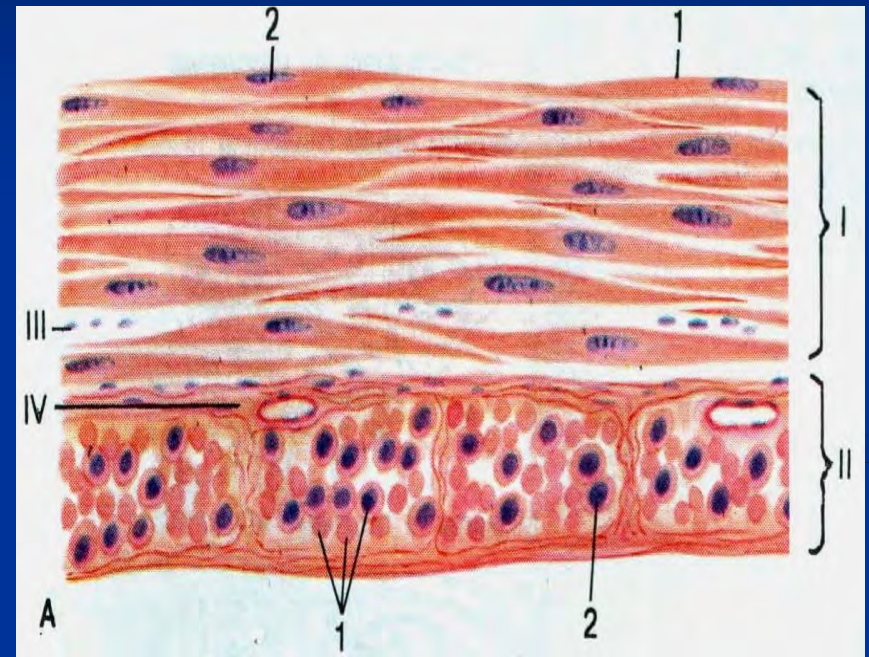
гладка м'язова тканина в складі органів



- Навколо м'язових клітин ретикулярні, еластичні та тонкі колагенові волокна утворюють сітку - **ендомізій**, який об'єднує сусідні міоцити.
- М'язові групи з 10-12 міоцитів об'єднуються в м'язові пласти між якими розташовується пухка сполучна тканина з кровоносними судинами та нервами.

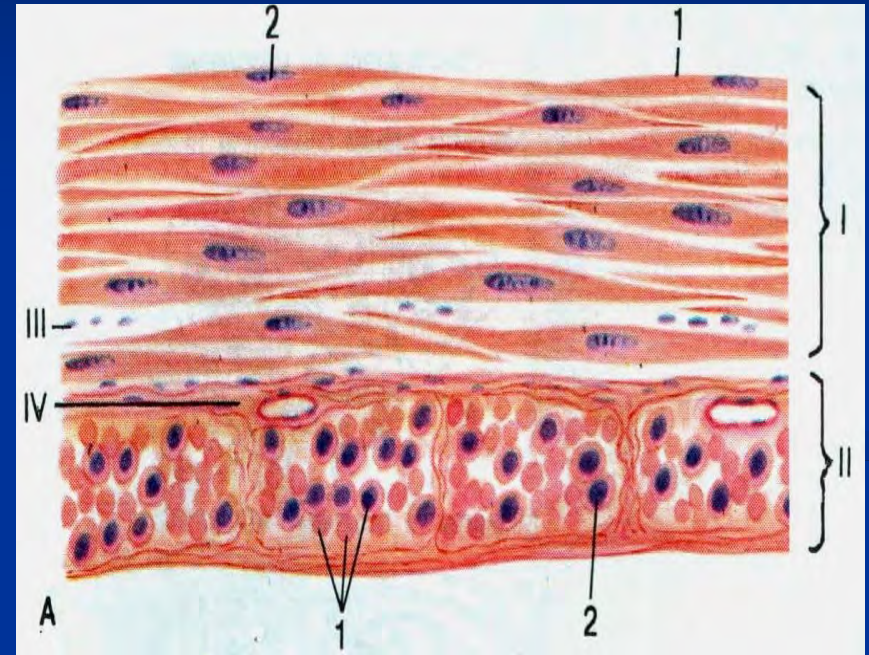
Гладкі м'язові тканини в складі органів

- В складі органів гладкі міоцити об'єднуються в пучки, між якими розташовуються тонкі прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини - **перимізій**



I – повздовжній та II – поперечний шари, III – ендомізій, IV - перимізій

- Сукупність пучків утворюють м'яз, який оточений більш товстими прошарками волокнистої сполучної тканини (**епімізій**)
- В прошарках проходять кровоносні судини, які постачають поживні речовини гладкому м'язу, а нервові волокна закінчуються між міоцитами.



I – повздовжній та II – поперечний шари, III – ендомізій, IV - перимізій

- У всіх скорочувальних елементах м'язових тканин (посмуговані скелетні м'язові волокна, кардіоміоцити, ГМК), а також в нем'язових контрактильних клітинах (міоепітеліальні клітини, міофібробласти та ін.) функціонує актино-міозиновий хемомеханічний перетворювач, що активується при підвищенні концентрації Ca^{2+} в цитозоліу відповідь на хімічний чи електричний сигнал.

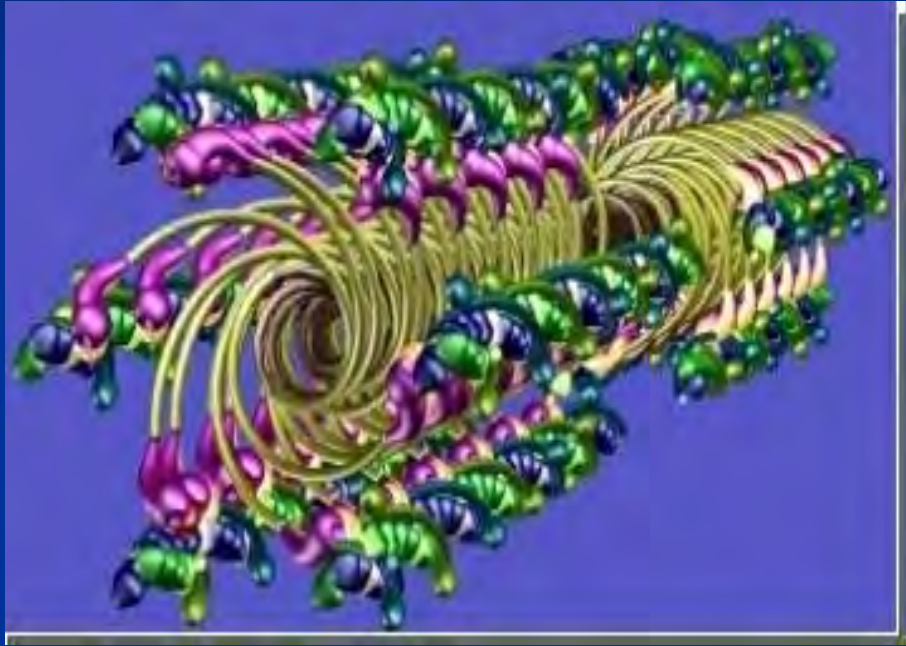
- Разом з цим, кожен тип м'язової тканини має унікальні структурно-функціональні характеристики, які визначають швидкість, силу і тривалість скорочення, тип метаболізму та ступінь втоми.
- Наприклад, скелетні та серцевий м'язи повинні генерувати швидке скорочення, при цьому скелетні м'язи можуть тривалий час підтримувати силу скорочення, тоді як робота серцевого м'язу характеризується безперервною зміною періодів скорочення та розслаблення з кожним ударом серця протягом всього життя.

- Гладкі м'язи, як і скелетні повинні мати широкий спектр швидкості, сили та тривалості скорочень.
- Сфінктери, які утворені гладкою м'язовою тканиною, в стані тривалого скорочення повинні бути стійкими до втоми, а ГМК сім'явивідної протоки (ductus deferens) повинні мати високі швидкісні характеристики, що сприяє виверженню сперматозоїдів під час еякуляції.

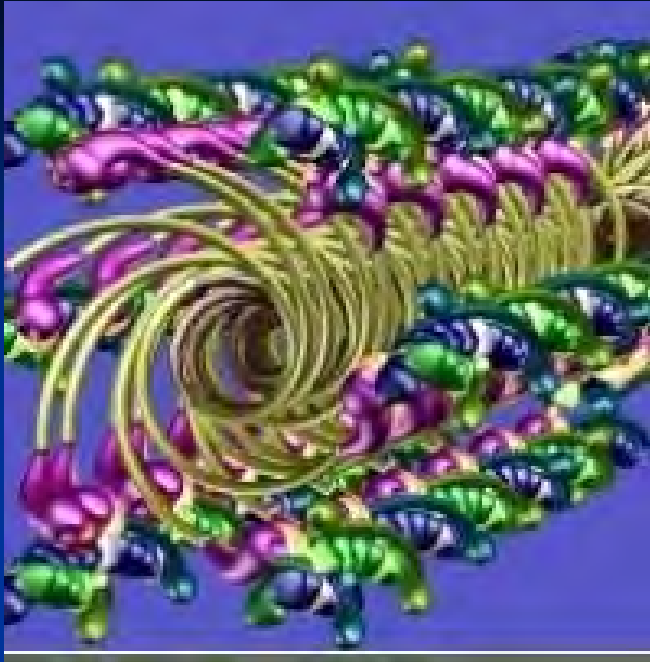
- **Скорочувальну функцію скелетної м'язової тканини (довільні м'язові скорочення) контролює нервова система (соматична рухова іннервація).**
- **Недовільні м'язи (серцевий та гладкі) мають вегетативну рухову іннервацію, а також розвинуту систему гуморального контролю їхньої скорочувальної активності.**

- Для ГМК характерна виражена фізіологічна та репаративна регенерація.
- В складі скелетних м'язових волокон присутні стовбурові клітини (клітини-сателіти), тому скелетна м'язова тканина потенційно здатна до регенерації.
- Кардіоміоцити знаходяться в фазі G_0 (інтерфаза – відносного спокою) клітинного циклу, а стовбурові клітини в тканині серцевого м'язу відсутні. По цій причині кардіоміоцити, які загинули заміщуються сполучною тканиною.

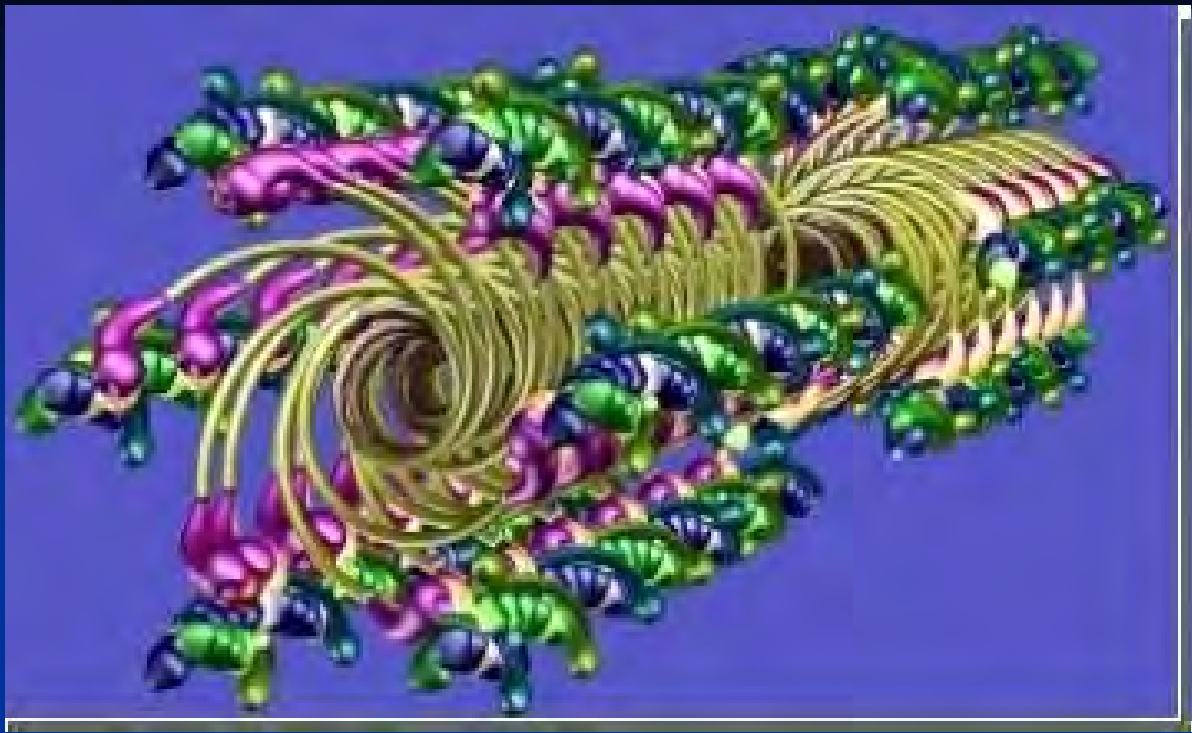
Вчені навчилися бачити м'язове волокно в дії



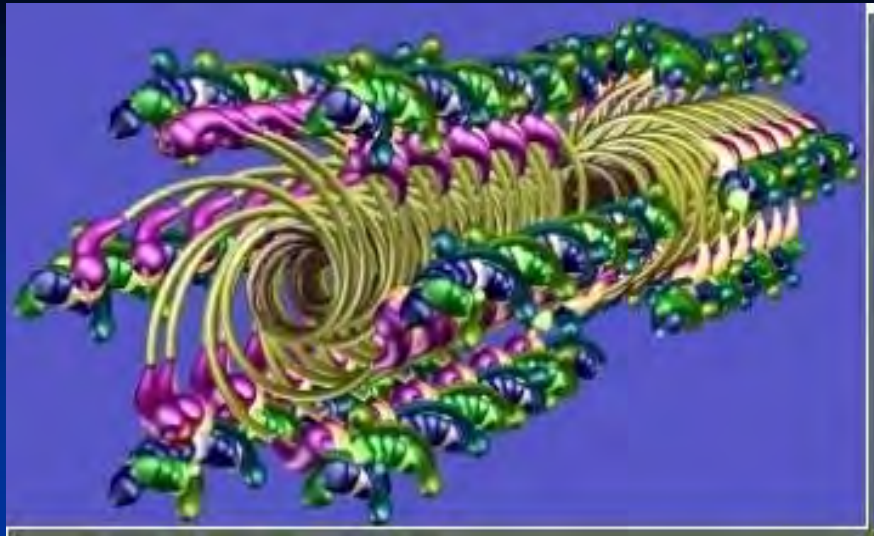
- Використовуючи незвичайний мікроскоп з особливою насадкою – голкою, вчені-дослідники зі Стенфордського університету (Stanford University) вперше змогли побачити в дії крихітні м'язові волокна живого організму.



- Саркомери - основні двигуни м'язів.
- Вони працюють синхронно, дозволяючи нам, наприклад, ходити чи грати в м'яч.
- Порушення синхронності саркомерів призводить до м'язової дистрофії та інших захворювань, пов'язаних зі зниженням м'язового тону.



- **Вважається, що хвороба может змінити довжину саркомерів та призвести до порушень м'язового контролю, тому що сила м'язів напряду залежить від довжини.**



- Щоб мати можливість спостерігати саркомери в дії, дослідники розробили спеціальний зонд, товщиною з голку, який проникає через шкіру безпосередньо в м'яз людини. Через насадку зонда надсилають спалахи лазера від скануючого приладу, і саркомери відсвічують, формуючи зображення м'язів в дії. Дослідники можуть бачити зображення в режимі реального часу на екрані монітору. Зміна глибини фокусу скануючого приладу допомагає побудувати трьохвимірне відео, зображення діючого м'язу.

- Цей метод дозволяє розглядати індивідуальні саркомери в живих людях, не вдаючись до хірургічного втручання.
- Він може, наприклад, виявитись корисним в розумінні того, як змінюються м'язи при пошкодженнях спинного мозку, інсультах чи будь яких м'язових хворобах.
- Відкриття також могло б знайти місце в біомеханіці, ортопедії та протезуванні.

Перелік питань для дискусії

1. На ранніх стадіях розвитку зародка в експерименті зруйнували міотом. Розвиток якої тканини буде неможливим?
2. В умовах експерименту в зародках тварин пошкоджені клітини мезенхіми. Порушення розвитку якої м'язової тканини може наступити?
3. На препараті м'язової тканини виявляються волокна, які містять багато ядер, розміщених по периферії. Яка це м'язова тканина?
4. Під мікроскопом видно клітини веретеноподібної форми. У центрі клітини подовжене паличкоподібне витягнуте ядро. Яка це м'язова тканина?
5. На електронограмі міофібрили диск І не виявляється, телофрагми наближені до диску А. В якій фазі функціональної активності знаходиться м'язове волокно?

Список використаної літератури

- Гістологія, цитологія. ембріологія. // За ред. О.Д. Луцика, Ю.Б.Чайковського // Підручник. Вінниця «Нова книга», - 2018. — 591 с.
- Быков В.Л. Специальная гистология // В.Л. Быков // - Санкт-Петербург, -1999.
- Луцик О. Д. Гістологія людини // О.Д. Луцик, А.Й. Іванова, К.С. Кабак, Ю.Б. Чайковський // Підручник. Київ „Книга-плюс”, - 2010. — 582 с.
- Чайковський Ю.Б. Гістологія, цитологія та ембріологія // Ю.Б. Чайковський, Л.М. Сокурено // Атлас для самостійної роботи студентів. Луцьк , - 2006.- 152 с.
- Улумбеков Э.Г. Гистология (введение в патологию) // Э.Г.Улумбеков, Ю.А.Гельшев [и др.] // -М.:ГЭОТАР, -1997, 7-2007.7.

Контакти

- ШЕПІТЬКО Володимир Іванович
 - 0505923182
 - svi.umsa@gmail.com
-
- Борута Наталія Володимирівна
 - 0509582691
 - boruta.nata@ukr.net