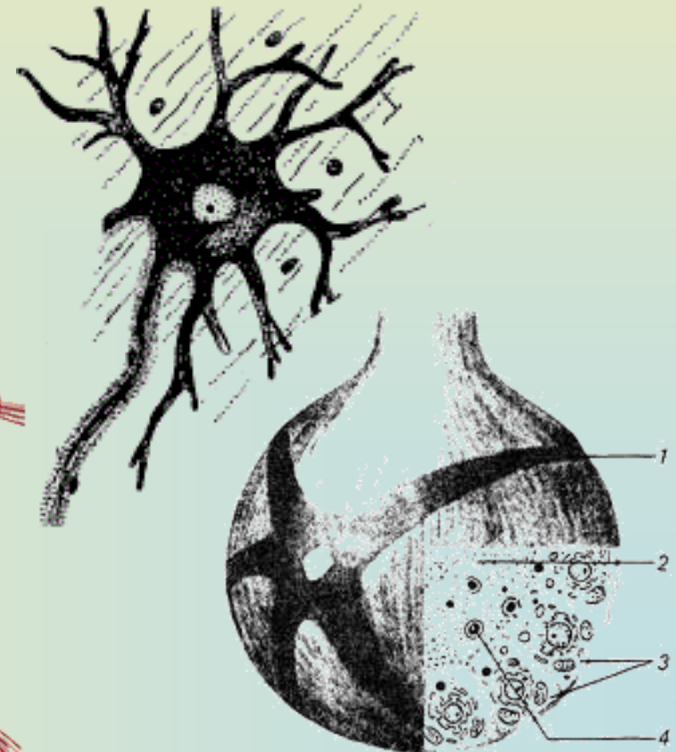
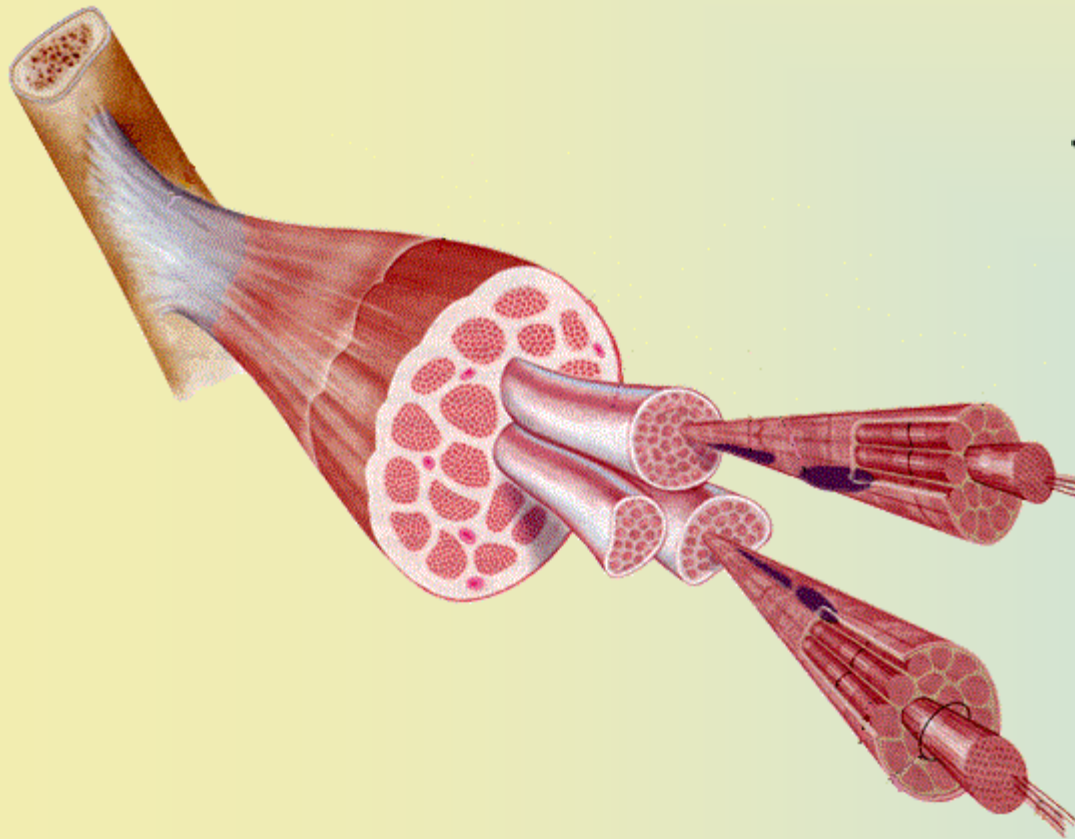


**Введення в курс фізіології. Збудливі тканини.
Біопотенціали. Фізіологія м'язів. Фізіологія рецепторів,
нервових волокон, синапсів. Збудження і гальмування в
ЦНС. Принципи координації рефлексорної діяльності.**



1. Подразливість і збудливість живих систем
2. Мембранні потенціали. Потенціал спокою та потенціал дії
3. Властивості і механізми скорочення скелетних м'язів
4. Фізіологія нервових волокон

***Фізіологія** (від грецького – природа та вчення) – наука про функції та процеси, що протікають в організмі, а також в системах, органах, тканинах та клітинах, що складають організм.*

*Універсальна здатність живих тканин відповідати на дію подразнюючих факторів зміною обміну речовин називається **подразливістю**.*

***Збудливість** – здатність тканини спеціалізовано, ціленаправлено з максимальною швидкістю реагувати на подразник.*

Збудливістю володіють не всі тканини, а лише **нервова, м'язова та епітеліальна секреторна тканина**. Тому ці тканини називають збудливими.

Спеціалізовані форми відповіді:

- м'язова тканина - скорочення
- нервова - генерація та проведення імпульсу
- секреторна - синтез та виділення БАР

Подразники, що викликають збудження можуть бути класифіковані на наступні групи:

По природі:

- Фізичні - тепло, холод, звук, світло і т.д.
- Хімічні - кислоти, луги, солі та ін.
- Біологічні - гормони, вітаміни і т.д.
- Соціальні - слово, ситуація.

По характеру дії:

- Контактні - діють при контакті з тканиною (відчуття гарячого)
- Дистантні - діють на відстані (запах, світло)

По фізіологічному механізму дії:

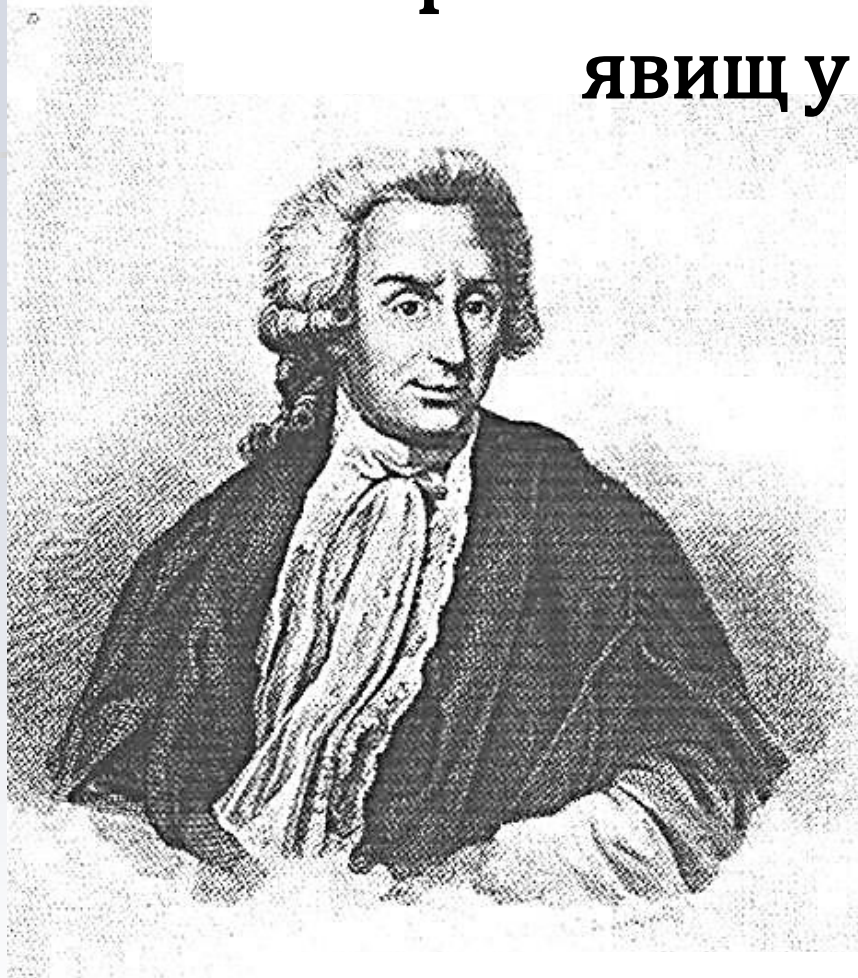
- адекватні - специфічні по відношенню до даної функції,
- неадекватні - неспецифічні.

По силі:

- Порогові - мінімальної сили, що здатна викликати збудження,
- Підпорогові - менші за порогові, здатні викликати місцеву відповідь
- Надпорогові - перевищують поріг та викликають посилене збудження.

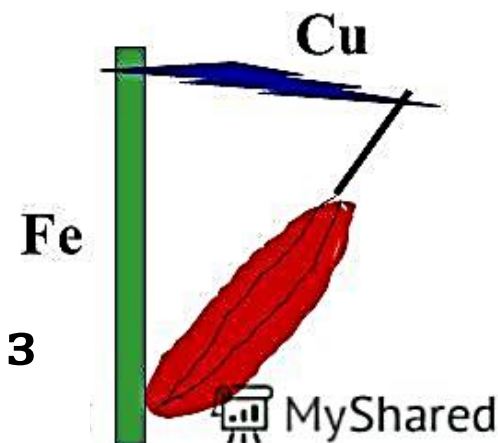
***Поріг подразнення** – мінімальна сила подразника, що здатна викликати збудження.*

Історія вивчення біоелектричних явищ у тканинах

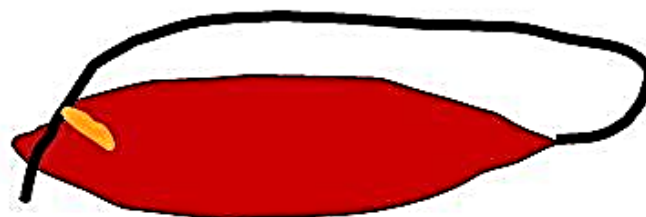


Луїджі Гальвані (1737-1798)
опублікував у 1791 році
«Трактат про сили
еклектрики при м'язовому
скороченні»

Перший дослід Гальвані «дослід з
балкончиком»



Другий дослід Гальвані



Дослід Маттеучі 1837 рік



Потенціал спокою

Результати функціонування Na- K⁺ - насосу:

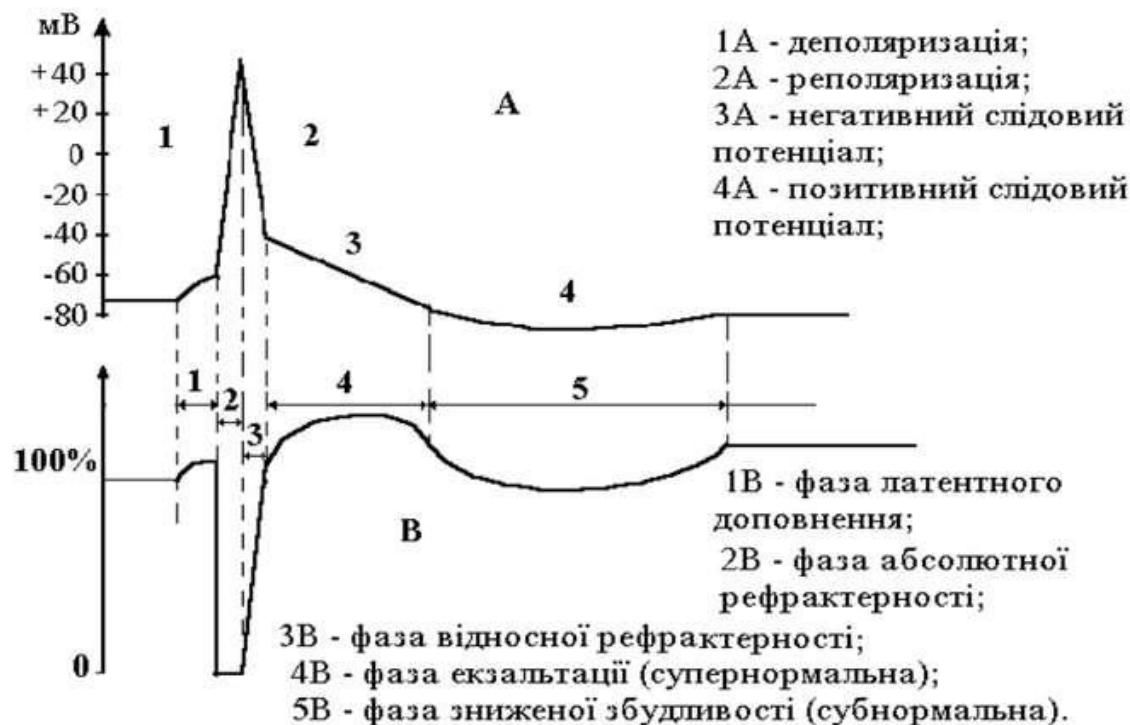
Характерною ознакою збудження є виникнення в тканинах електричного струму – біопотенціалів. В основі виникнення потенціалів лежить мембранно-іонна теорія. Суть її в тому, що між зовнішньою та внутрішньою сторонами мембрани клітин, що знаходяться в стані спокою існує різниця потенціалів, яка називається **мембранним потенціалом (потенціалом спокою)**

K ⁺	Cl ⁻	Na ⁺
1,0	0,45	0,04

- Підтримується висока концентрація іонів калію всередині клітини, що забезпечує постійність величини ПС
- Підтримується низька концентрація іонів натрію всередині клітини, що з одного боку, забезпечує роботу механізмів генерації ПД, а з іншого - забезпечує збереження нормальних осмолярності та об'єму клітини.
- Сприяє поєднаному транспорту амінокислот та сахарів через клітинну мембрану.

Потенціал дії - це швидкі короточасні зміни трансмембранної різниці потенціалу, що як правило, супроводжуються перезарядкою мембрани (овершутом).

Співвідношення фаз потенціалу дії (A) та збудливості (B)

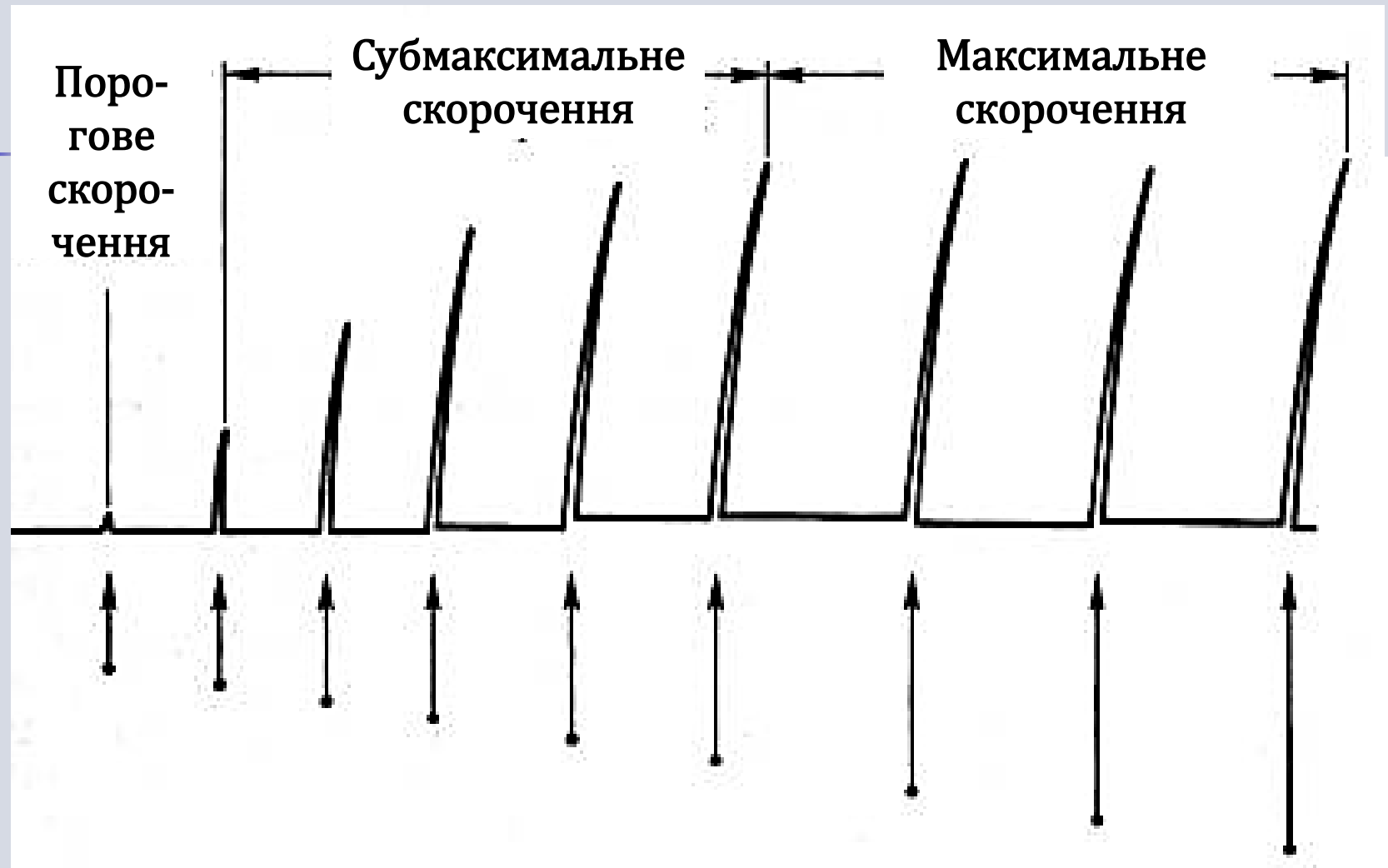


У фізіології визначаються ще одну властивість збудливих тканин - лабільність, поняття про яку сформував М.Є.Введенський.

■ ***Лабільність*** - це функціональна рухливість збудливих тканин. Мірою лабільності є кількість ПД, які здатна генерувати збудлива тканина в одиницю часу. Вочевидь, лабільність, в першу чергу, визначається тривалістю періоду рефрактерності. Найбільш лабільні нервові волокна, особливо слухового нерва (частота генерації ПД 1000 Гц.)

Загальні закони функціонування тканин

- **1. Закон сили подразнення:** чим більша сила подразнення, тим сильніша відповідна реакція (до відомих меж).
- **2. Закон "все" або "нічого"** - підпорогові подразники, що діють не викликають відповіді («нічого»), а порогові і надпорогові викликають однакову максимальну відповідь («все»).
- **3. Закон сили-часу** - чим більша сила подразника, тим менше часу необхідно для виникнення збудження.





Ефект
скорочення



Серцевий
м'яз

Сила
подразнення



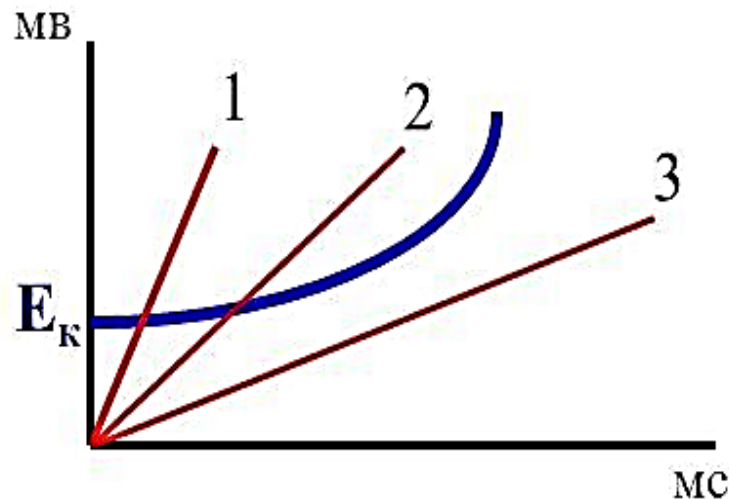
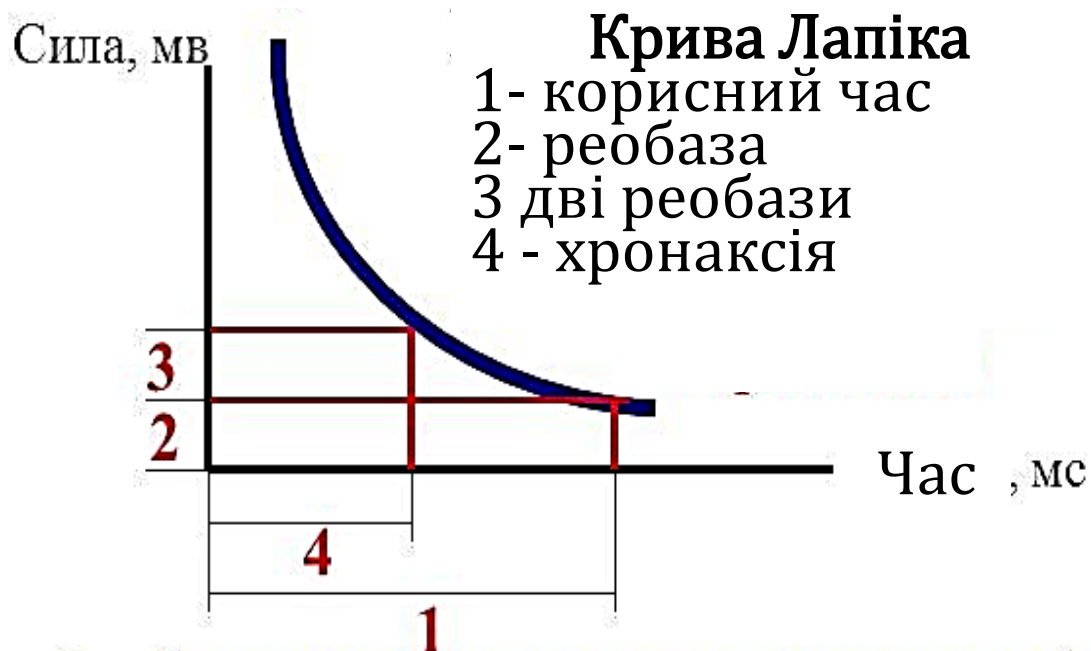
Ефект
скорочення



Скелетний
м'яз

Сила
подразнення

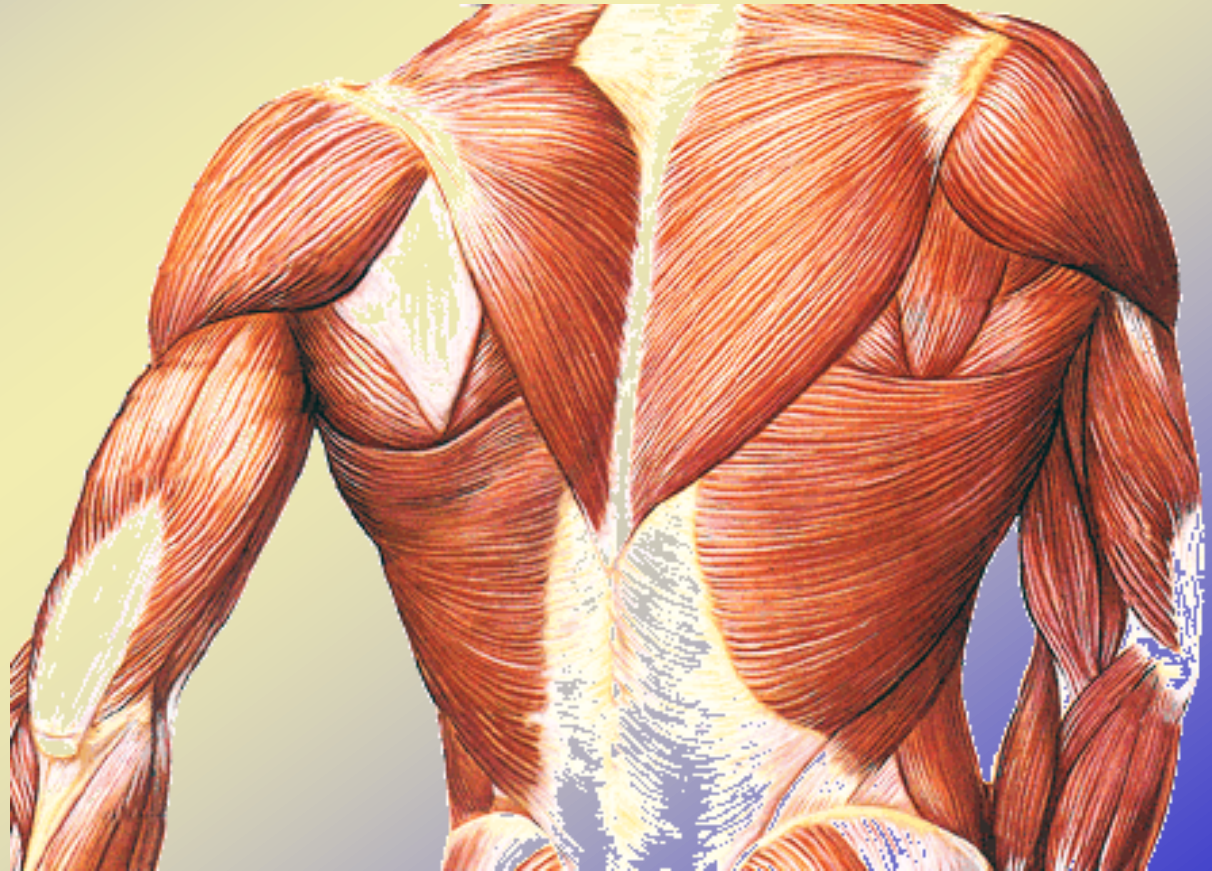
3. Відповідь тканини залежить від часу дії подразника, але до певної межі



2. Закон градієнта подразника (акомодації)

Відповідь тканини залежить від крутизни наростання сили подразника, але до певної межі

Фізіологія скелетних м'язів



Фізіологічні властивості скелетних м'язів

- Скелетні м'язи володіють збудливістю, провідністю, скоротливістю, лабільністю.
- При подразненні м'язів поодиноким стимулом виникає **поодиноке м'язове скорочення**.
- В ньому розрізняють латентний період (від початку подразнення до початку відповіді), період скорочення та період розслаблення.
- У відповідь на ритмічне подразнення, а саме таке відбувається в організмі, м'яз тривало скорочується. Таке скорочення називають **тетанусом**.
- Якщо кожний наступний імпульс надходить до м'язу в період, коли він починає розслаблюватись, виникає **зубчатий тетанус**.
- Якщо інтервал між подразненнями зменшується так, що кожний наступний імпульс надходить до м'язу в той момент, коли він знаходиться у фазі скорочення, виникає **гладкий тетанус**.

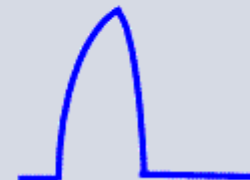
Поодиноке
скорочення



Зубчатий
тетанус



Гладкий
тетанус



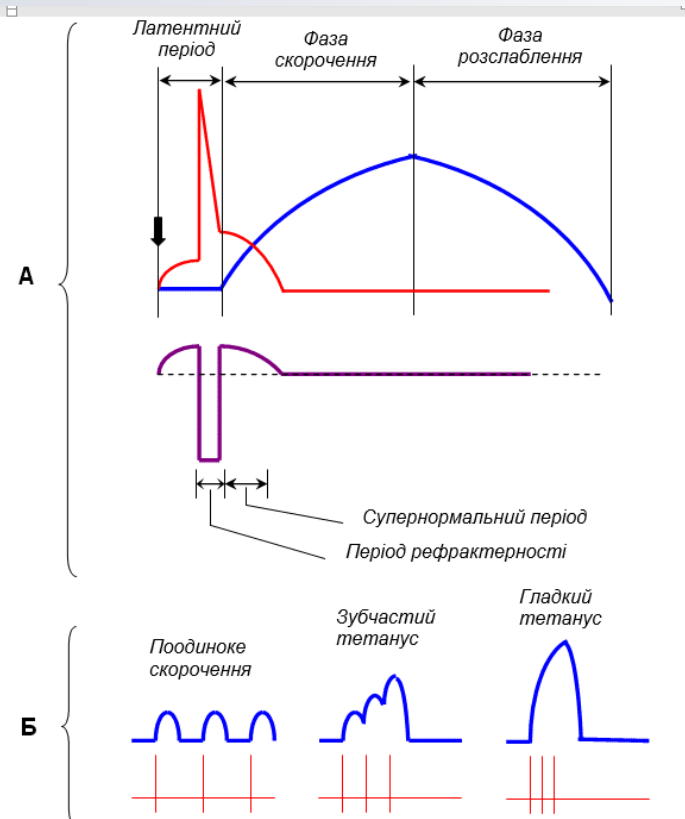


Рис. 16. Характеристика поодинокого м'язового скорочення. Походження зубчастого та гладкого тетануса:

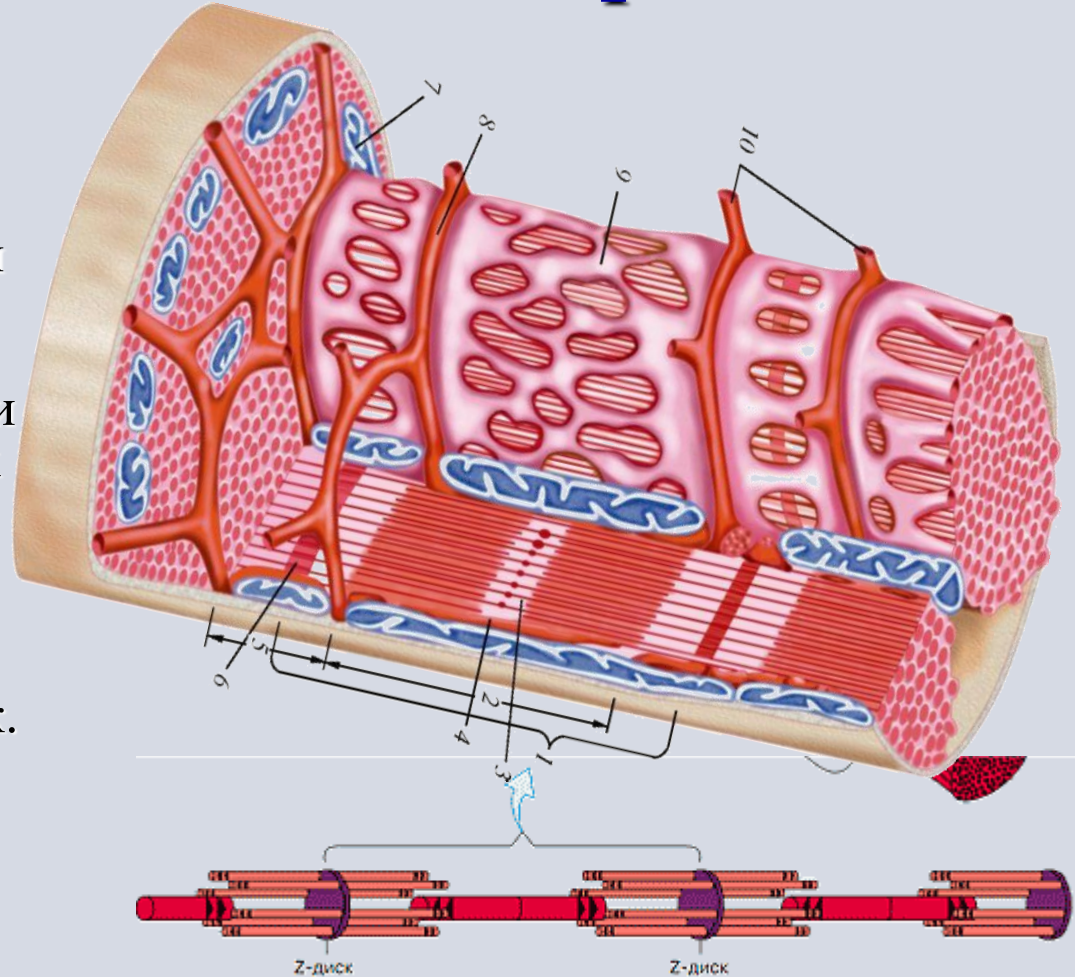
А – фази та періоди м'язового скорочення, Б – режими м'язового скорочення, що виникають при різній частоті стимуляції м'язу. Зміна довжини м'яза показано синім кольором, потенціал дії у м'язі – червоним, збудливість м'яза – фіолетовим
Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу http://www.bio.bsu.by/phha/06/06_text.html#06

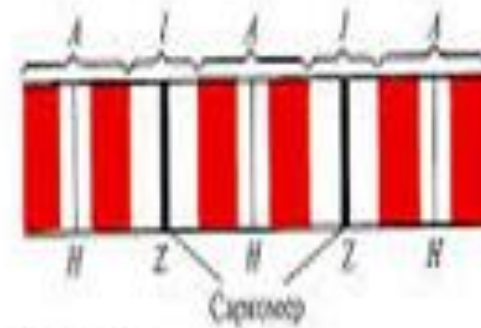
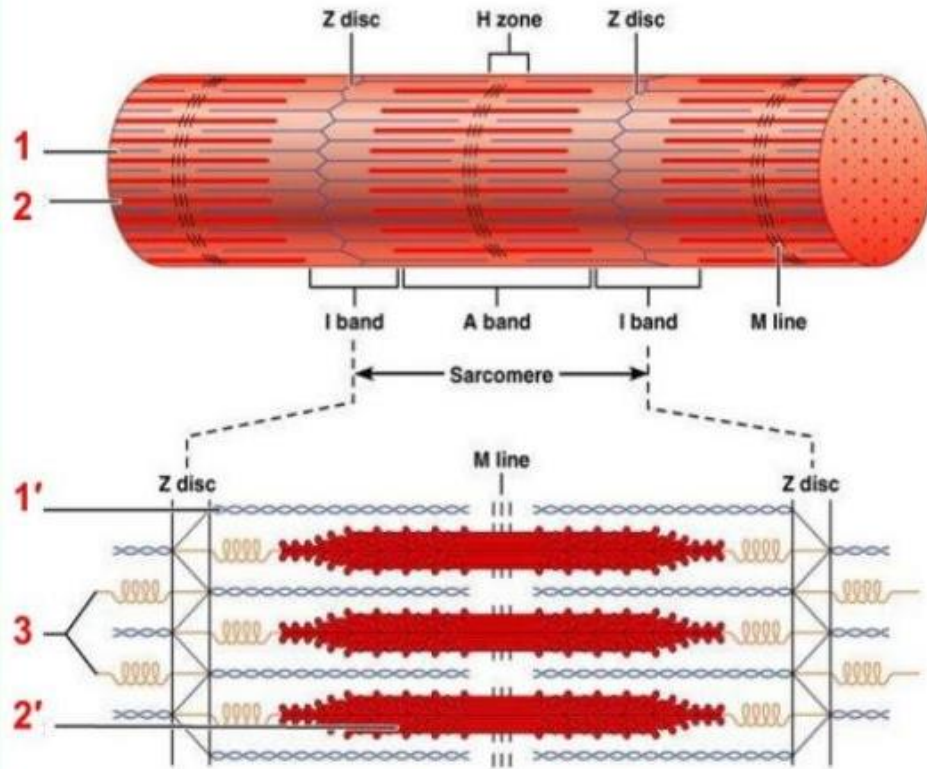
Типи м'язового скорочення:

- **Ізотонічне** - це скорочення м'язів, коли їх волокна укорочуються при постійному зовнішньому навантаженні (в реальних умовах це практично відсутнє)
- **Ізометричне** - це тип активації м'язів, при яких вони розвивають напругу без зміни своєї довжини, що лежить в основі статичної роботи,
- **Ауксотонічне** - це режим, в якому м'яз розвиває напругу та укорочується, такі скорочення характерні при ході, бігові, плаванні.

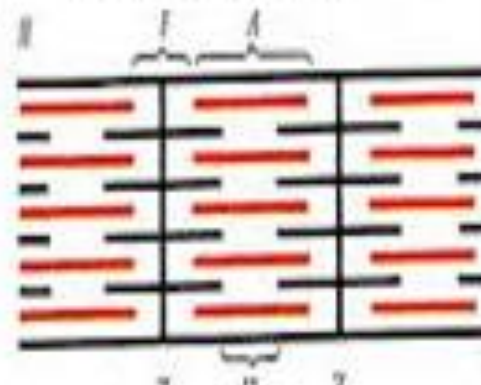
Фізіологія м'язового скорочення

Скорочувальний апарат скелетного м'яза представлений міофібрилами, які складаються з протофібрил - товстих і тонких ниток (філаментів). Міофібрили розділені на окремі частини — саркомери, довжина яких складає в середньому 2,5мкм. Саркомери обмежені Z-мембранами. Ці мембрани служать для кріплення актинових ниток. У центрі саркомера розташовані товсті (міозинові) нитки. Вони утворюють А- диск (анізотропний).

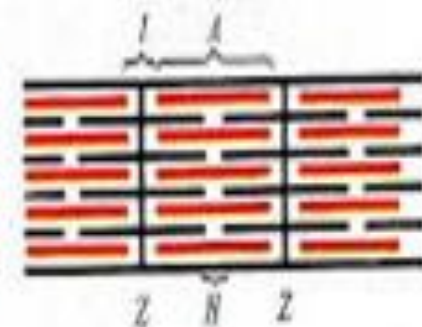




Розслаблення



Скорочення

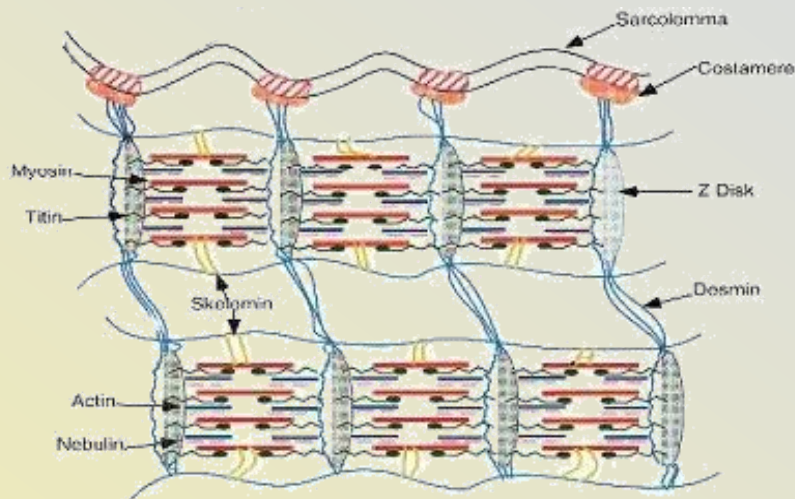


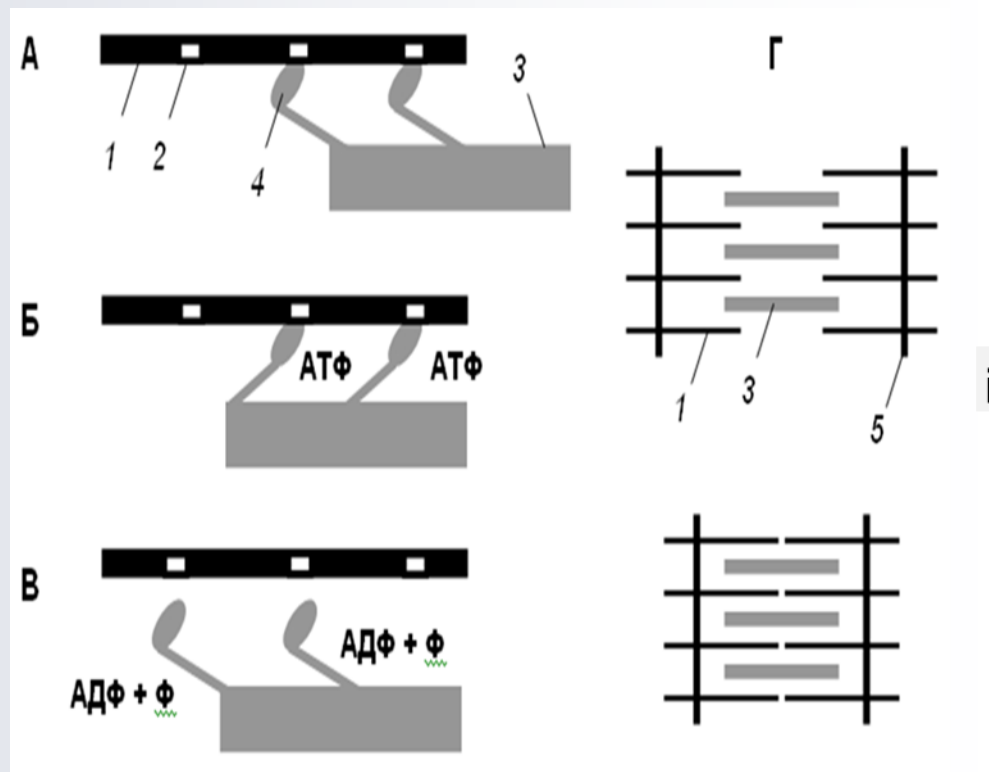
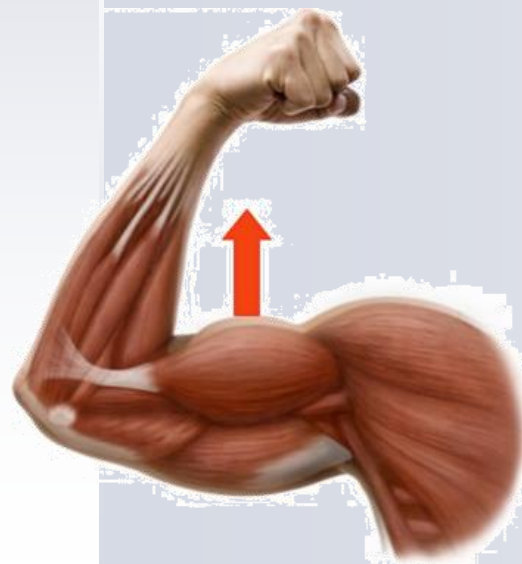
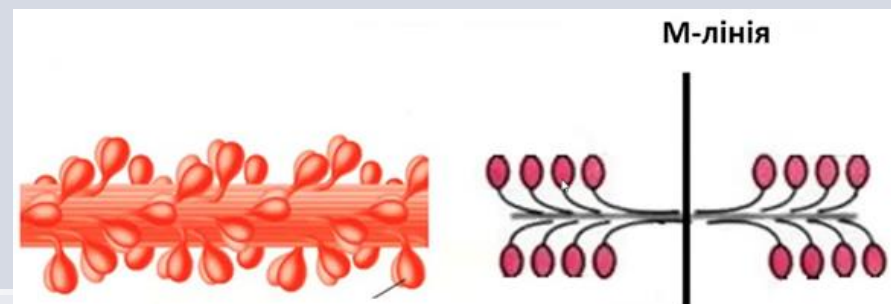
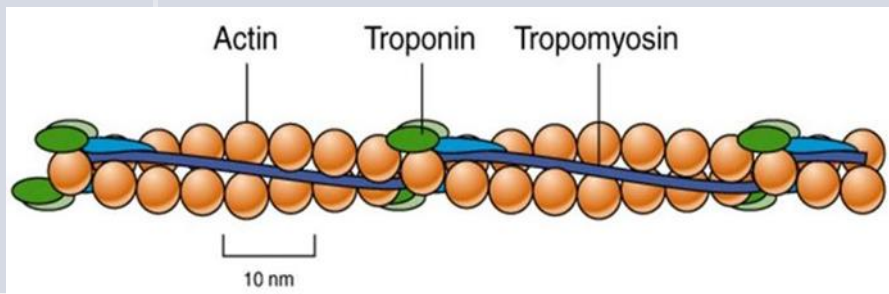
Будова саркомеру:

1,1* - тонкі філаменти (актин); 2,2* - товсті філаменти (міозин); 3 – еластичні філаменти (титин); I – ізотропний диск (світлий); A – анізотропний диск (темний), H – світла зона на темному диску.

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://studfile.net/preview/5600709/page:3/>

Для скріплення товстих ниток є мембрана М, що розташована в центрі саркомера. Довжина А-диска 1,6мкм. На рівні Z-мембран до кожного саркомера підходить поперечна трубочка (Т-трубочка), сукупність яких названа Т- системою. Ці трубочки підходять близько (але не впритул, щілина - 10-20нм) до термінальних цистерн саркоплазматичного ретикулума.





При роботі м'язів можуть бути два стани:

- **динамічний** - відбувається переміщення вантажів і рух кісток, суглобів.
- **статичний** - м'язові волокна розвивають напругу і майже не укорочуються (наприклад, при утриманні вантажу). Статична робота більш виснажлива.

Статична робота м'язів пов'язана з тим, що вони певний час перебувають у стані напруження. Завдяки статичній роботі скелетних м'язів у певному положенні утримується кінцівка або вантаж, зберігається відповідне положення тіла у просторі, долається сила тяжіння Землі тощо.

Динамічна робота забезпечує рухи тіла або окремих його частин. Вона пов'язана з періодичним чергуванням скорочення та розслаблення м'язів. Швидкість скорочення м'язів залежить від частоти надходження нервових імпульсів, а також від будови та властивостей самих м'язів.



Приклад статичної (1) та динамічної (2) роботи м'язів

При тривалій роботі м'яза настає його втома.

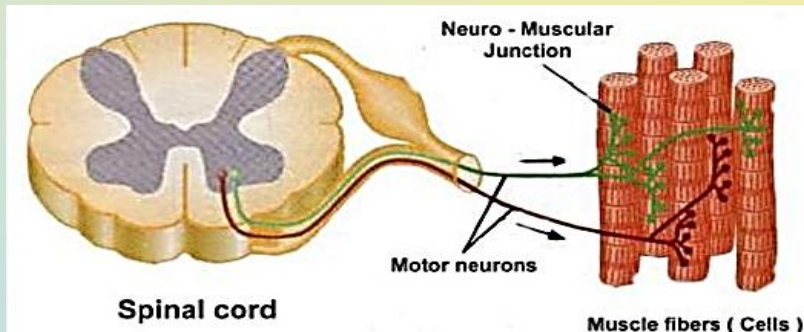
Причини втоми:

- **накопичення в м'язовій тканині метаболітів (молочної, піровиноградної та ін. кислот, іонів, що пригнічують потенціал дії);**
- **виснаження енергетичних запасів м'язів (глікогену, АТФ);**
- **порушення в результаті напруги м'язового кровообігу;**
- **зміна працездатності нервових центрів.**

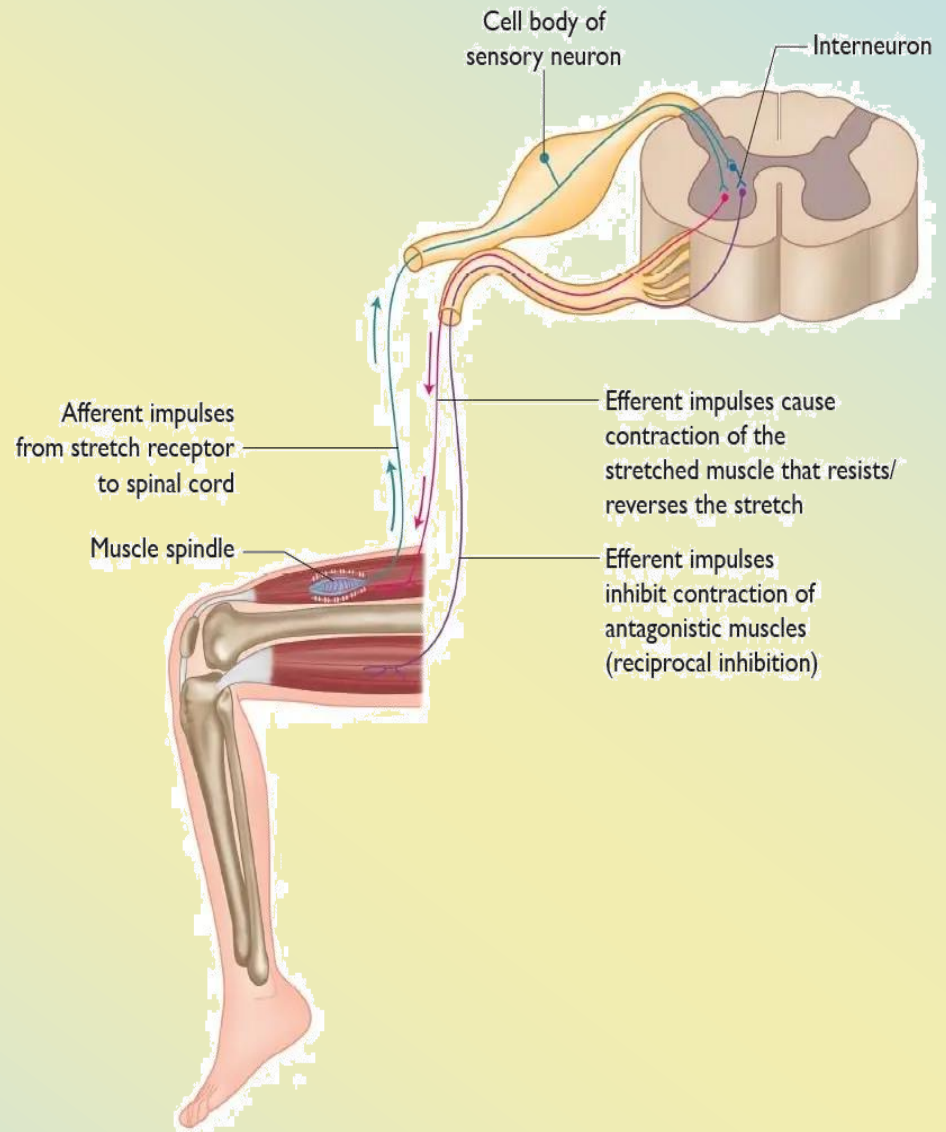
Працездатність швидко відновлюється при активному відпочинку, коли відбувається зміна видів діяльності або зміна працюючих органів.

Регуляція м'язової діяльності

Діяльність скелетних м'язів регулюється досить одноманітно: кожне м'язове волокно одержує аксон від відповідного мотонейрона, розташованого в спинному мозку або в стовбурі головного мозку. Звичайно один мотонейрон інервує одночасно декілька м'язових волокон (рухова одиниця). Він називається альфа – мотонейроном.



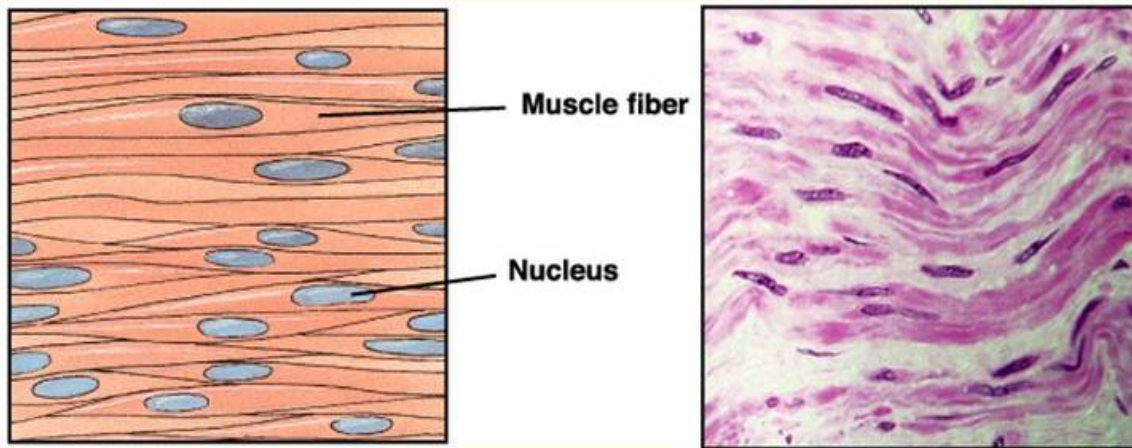
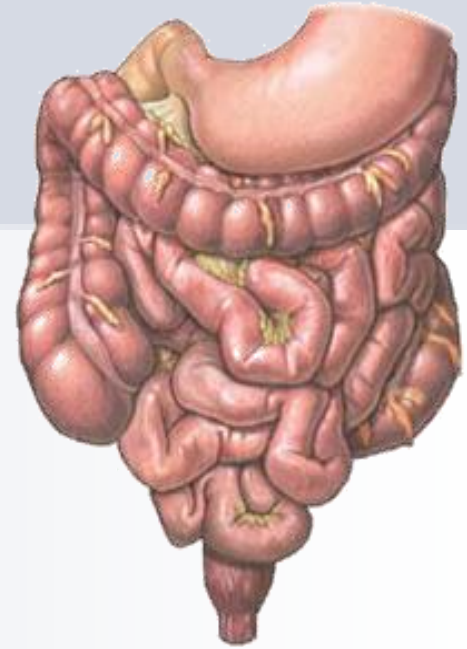
Рухова одиниця – це мотонейрон та група м'язових волокон, які він інервує



Фізіологія гладких м'язів

Гладкі м'язи знаходяться у внутрішніх органах, в стінці судин і шкірі. На відміну від поперечно-смугастих вони скорочуються відносно повільно, відповідають скороченням на розтягування і можуть тривалий час перебувати в скороченому стані без втоми.

Вони складаються з видовжених клітин веретеноподібної форми.



Малі розміри клітин: довжина 50-400 мкм.

Клітини веретеноподібні, одноядерні.

Немає поперечної смугастості.

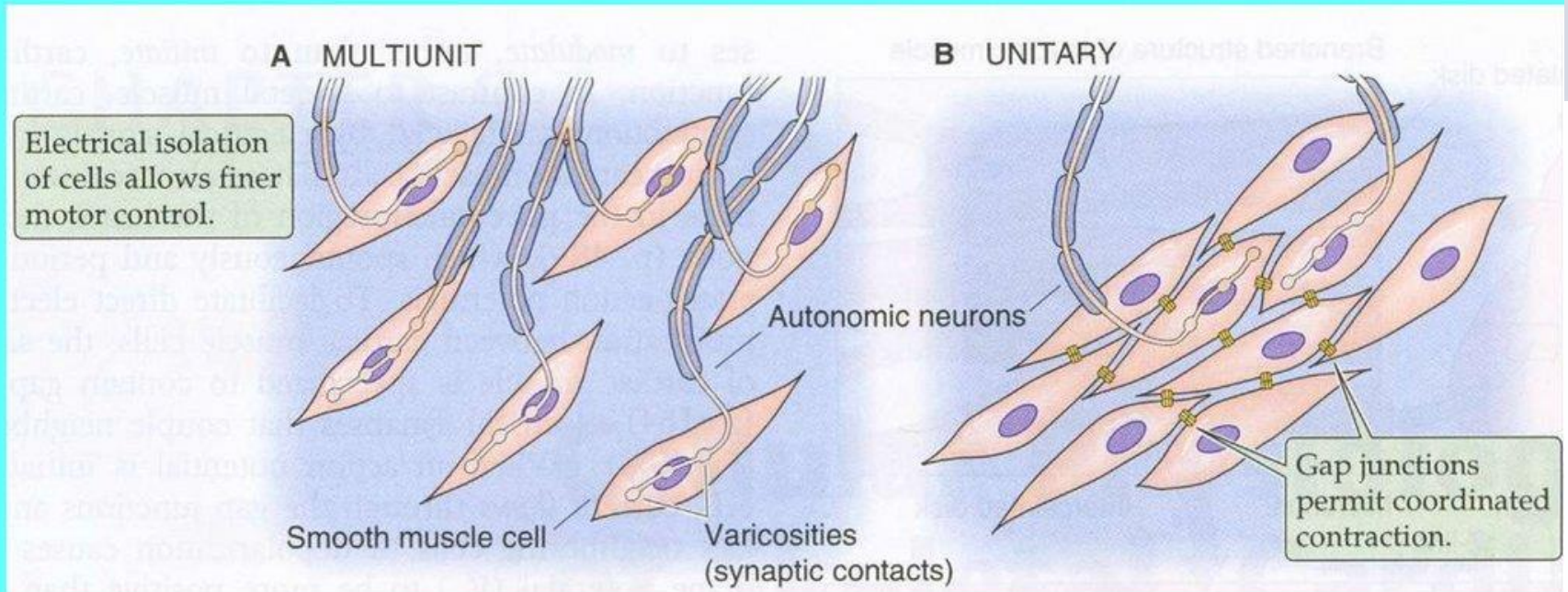
Клітини об'єднуються в пучки, від напрямку яких залежить результат скорочення.

Скорочення гладких м'язів мають суттєві відмінності порівняно зі скелетними м'язами:

- Прихований (латентний) період поодинокого скорочення гладкого м'яза значно більший, ніж скелетного.
- Поодинокі скорочення гладкого м'яза значно триваліше, ніж скелетного.
- Гладкі м'язи менш збудливі, ніж скелетні: поріг збудливості вище, а хроносія більше.
- Поряд з іонами Na^+ , K^+ важливу роль у створенні потенціалу спокою грають також іони Ca^{2+} і Cl^- .
- Розслаблення після скорочення відбувається повільніше.

- Завдяки тривалому поодинокому скороченню гладкий м'яз може перебувати в стані тривалого стійкого скорочення, що нагадує тетаническое скорочення скелетних м'язів відносно рідкісними подразненнями.
- Енергетичні витрати при такому стійкому скороченні дуже малі, що відрізняє це скорочення від тетануса скелетних м'язів, тому гладкі м'язи споживають відносно невелику кількість кисню.
- Повільне скорочення гладких м'язів поєднується з великою силою. Наприклад, мускулатура шлунка птахів здатна піднімати масу, рівну 1 кг на 1 см² свого поперечного перерізу.
- Одна з фізіологічно важливих властивостей гладких м'язів - реакція на розтягнення. Будь-яке розтягнення гладких м'язів викликає їх скорочення. Властивість гладких м'язів реагувати на розтягнення скороченням грає важливу роль для здійснення фізіологічної функції багатьох гладком'язових органів.

Варианты иннервации гладких мышц

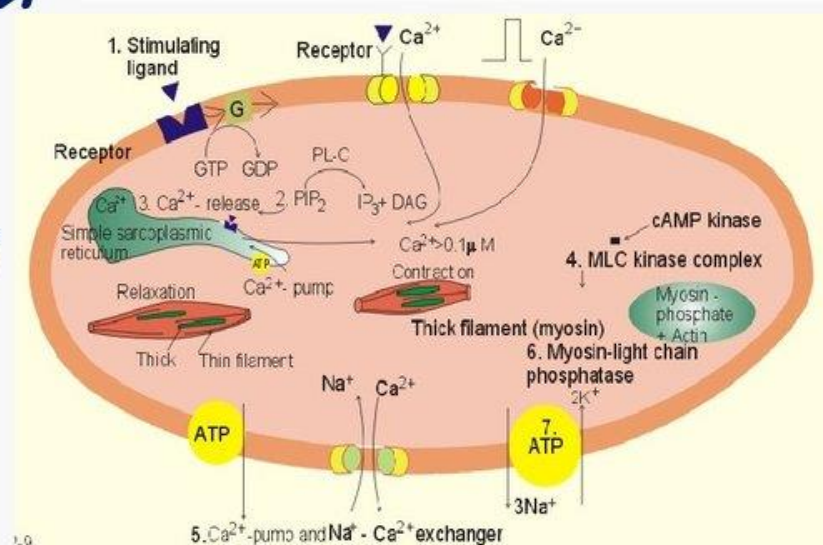
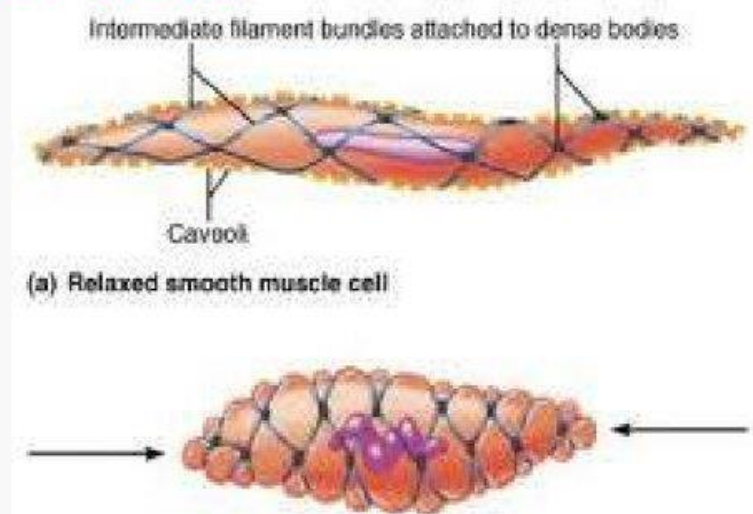


А. Мультиунитарные гладкие мышцы похожи на скелетные мышцы: отсутствуют электрические контакты, каждая клетка получает контакт с нервом. Нервная регуляция преобладает

Б. Унитарные гладкие мышцы похожи на сердечную мышцу: электрическая активность охватывает весь орган и только часть клеток имеет контакт с нервом. Преобладают гуморальные влияния.

Механізм скорочення гладеньких м'язів

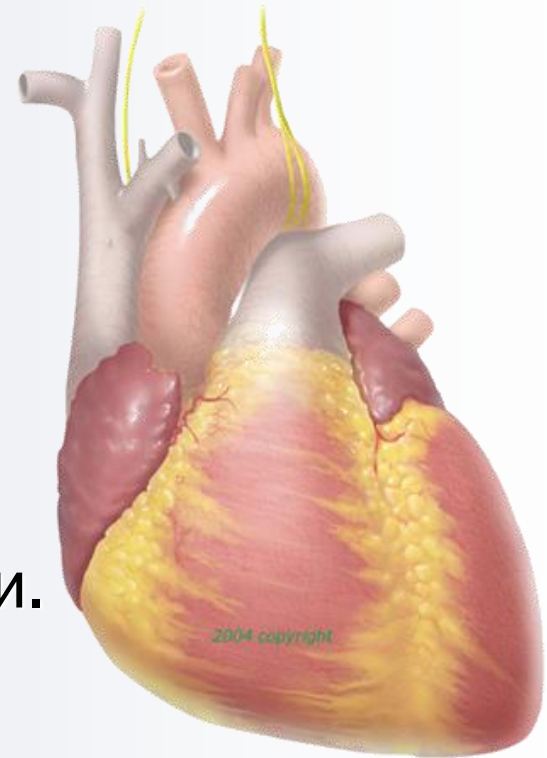
- Підвищення рівня Ca^{2+}
- Ca^{2+} + кальмодулін
- Активація міозинкінази
- Фосфорилювання легких ланцюгів міозину
- Активація міозин АТФаз
- Приєднання голівок міозину до актину
- Скорочення в результаті ковзання філаментів



Фізіологія серцевого м'яза

Структурною основою серця є міокард. Він має масу 250-300 г, у лівому шлуночку його товщина 11-20 мм, у правому - 5-8 мм, у передсердях - 2-3мм.

М'язові волокна серцевого м'яза утворені клітинами – кардіоміоцитами. Вони мають довжину 120 мк, діаметр до 20 мк



Властивості міокарда

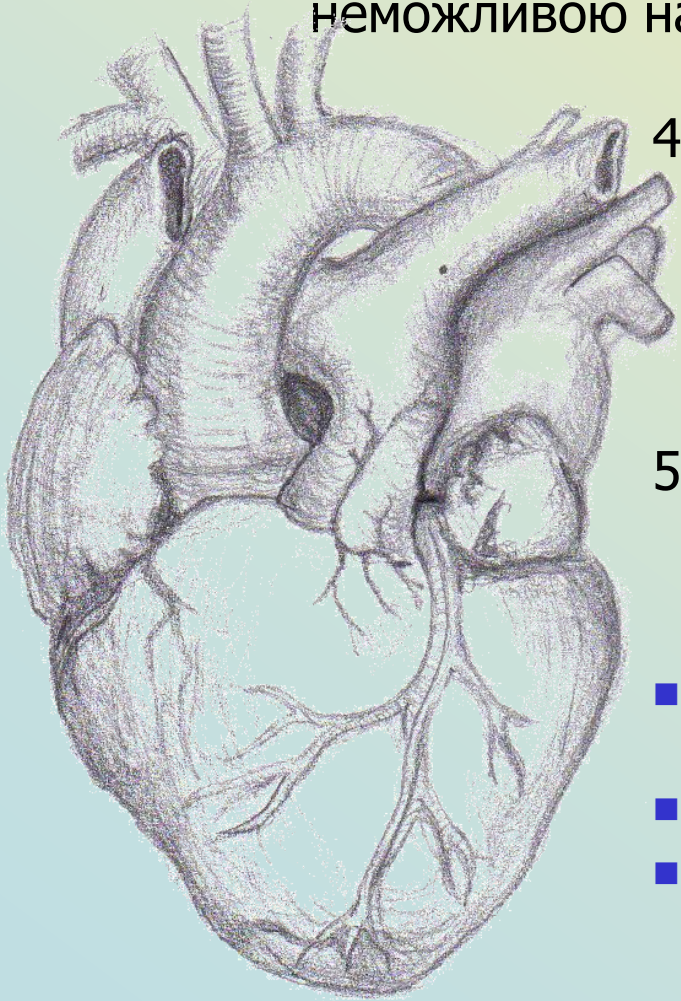
1. Автоматизм - це здатність серця ритмічно скорочуватись під дією імпульсів, що виникають у самому серці. Автоматію серця забезпечують особливі клітини - пейсмекери.

2. Збудливість міокарда серця дещо відрізняється від збудливості скелетних м'язів, а саме:

- більш високий поріг подразнення;
- більш тривалий латентний і рефрактерний періоди;
- завдяки нексусам серце підкорюється закону «все або нічого», тобто кардіоміоцити або скорочуються всі, або жоден не реагує.

3. Рефрактерність міокарда характеризується своєю довготривалістю. Це необхідно для:

- достатнього розслаблення серця і заповнення його кров'ю;
- запобігання режиму тетанічного скорочення, що зробило б неможливою нагнітальну функцію серця.



4. Провідність. Збудження, що виникло в синусовому вузлі проводиться передсердями зі швидкістю 0,8-1 м/с, пучком Гіса і волокнами Пуркін'є 1,5 м/с, АВ-вузлом 0,02 м/с.

5. Скоротливість. Механізм скорочення міокарда аналогічний скелетним м'язам. Проте скоротливість міокарда має свої особливості:

- скорочується поодинокими, але тривалими рухами;
- скорочується весь міокард;
- сила скорочення знаходиться в прямій залежності від розтягнення м'язових волокон.

Фізіологія нервових волокон та нервів

Нервові волокна володіють збудливістю та за морфологічною будовою поділяються на *мієлінові та безмієлінові*.

Нервові волокна формують нерв або нервовий стовбур, що складається з їх великої кількості.



Закони проведення збудження по нервовим волокнам

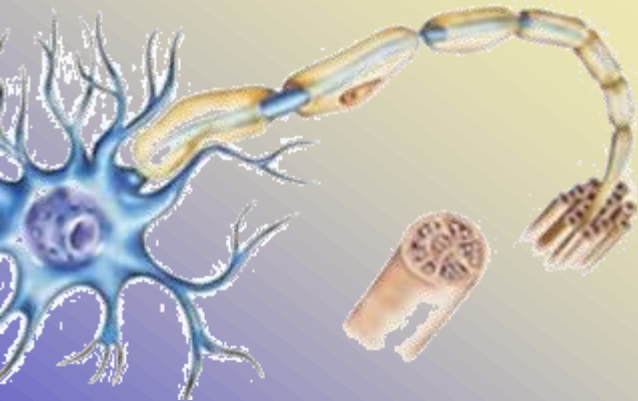
1. Закон фізіологічної цілісності говорить про те, що проведення збудження по нервовому волокну можливо лише в тому випадку якщо збережена не тільки його анатомічна структура, але і його фізіологічні властивості.

2. Закон двохстороннього проведення збудження - при нанесенні подразнення на нервово волокно збудження розповсюджується в обидва боки від місця подразнення.

3. Закон ізолюваного проведення збудження – збудження по нервовим волокнам , що входять в склад змішаних нервів розповсюджується ізолювано, тобто не переходить з одного волокна на інше.

Нервові волокна по швидкості проведення діляться на 3 основні групи

Волокна типу "А" - покриті мієліновою оболонкою (рухові волокна скелетних м'язів), швидкість проведення хвилі збудження до 120 м/с.



Волокна типу "В" - мієлінові волокна вегетативних нервів, швидкість проведення хвилі збудження до 18 м/с.

Волокна типу "С" - безмієлінові нервові волокна (постгангліонарні волокна вегетативної нервової системи), швидкість проведення збудження до 3 м/с.

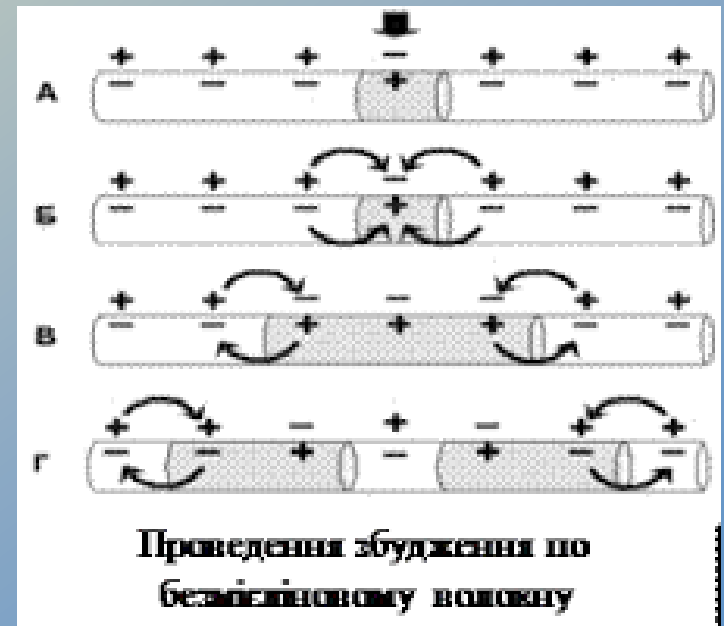
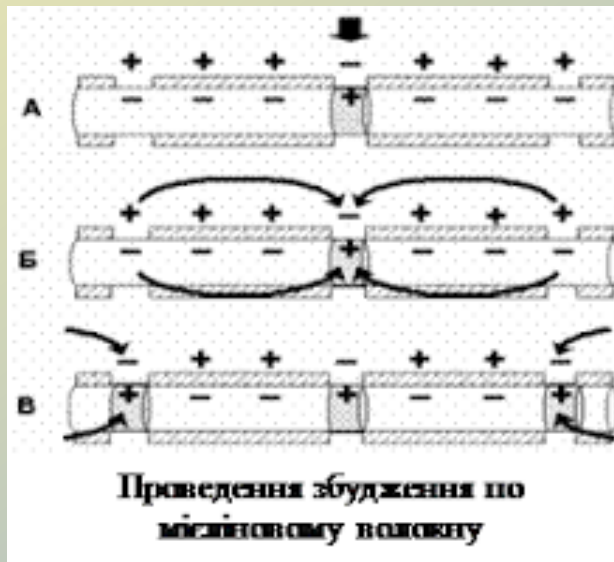
Механізм проведення збудження по нервовим волокнам

Розповсюдження збудження по нервовим волокнам ґрунтується на іонних механізмах генерації біоелектричних потенціалів. При розповсюдженні збудження по волокну типу "С" місцеві електричні струми, що виникають між збудженою ділянкою заряджені електронегативно та незбудженою, зарядженою електропозитивно, викликають послідовну деполяризацію мембрани до критичного рівня з наступною генерацією ПД в кожній точці мембрани по всій довжині нерва. Таке проведення називають **безперервним**.

Наявність мієлінової оболонки, що володіє високим опором, а також ділянок мембрани, що її не мають, створюють умови для **«скачкоподібного»** проведення збудження по мієліновим нервовим волокнам типу "А" та "В". В цьому випадку збудження ніби переплигує

через ділянки нервового волокна, покриті мієліном, від одного перехвату до іншого. Швидкість такого проведення досягає до 120 м/с.

Разом з тим, таке проведення хвилі збудження більш економічне порівняння з безперервним.



Структурно-функціональна класифікація нервових волокон (Ерлангер і Гассер, 1937)

Тип волокон	Середній діаметр (мкм)	Швидкість проведення (м/с)	Функції
A α	15	70-120 м/с	Аферентні волокна від м'язових веретен, еферентні (рухові) волокна – інервація скелетних м'язів
A β	8	30-70 м/с	Шкірні аферентні волокна від тактильних рецепторів та рецепторів тиску
A γ	5	15-30 м/с	Еферентні волокна до інтрафузальних волокон м'язових веретен
A δ	3	12-30 м/с	Шкірні аферентні волокна від температурних та больових рецепторів
B	3	3-15 м/с	Прегангліонарні волокна вегетативної нервової системи
C	1	0,5 – 2м/с	Постгангліонарні волокна вегетативної нервової системи. Шкірні аферентні волокна від больових рецепторів

Основною формою діяльності ЦНС є рефлекс.

Рефлекс - це реакція організму на подразнення, яка здійснюється за участю ЦНС.

Класифікація рефлексів:

За типом утворення:

- безумовні рефлекс - це успадковані, постійні реакції організму на певні впливи зовнішнього чи внутрішнього середовища, незалежно від умов виникнення та перебігу реакцій;
- умовні - набуті даним організмом у процесі індивідуальної життєдіяльності.

За видами рецепторів:

- екстероцептивні (шкірні, зорові, слухові, нюхові),
- інтероцептивні (з рецепторів внутрішніх органів),
- пропріоцептивні (з рецепторів м'язів, сухожиль, суглобів).

За ефекторами:

- соматичні, або рухові (рефлекс скелетних м'язів), наприклад флексорні, екстензорні, локомоторні, статокінетичні та ін;
- вегетативні - травні, серцево-судинні, видільні, секреторні та ін.

За біологічною значимістю:

- оборонні або захисні,
- травні,
- статеві,
- орієнтовні.

За ступенем складності нейронної організації рефлексорних дуг розрізняють:

- моносинаптичні, дуги яких складаються з аферентного та еферентного нейронів (наприклад, колінний),
- полісинаптичні, дуги яких містять один або кілька проміжних нейронів і мають два або кілька синаптичних перемикачів (наприклад, флексорний).

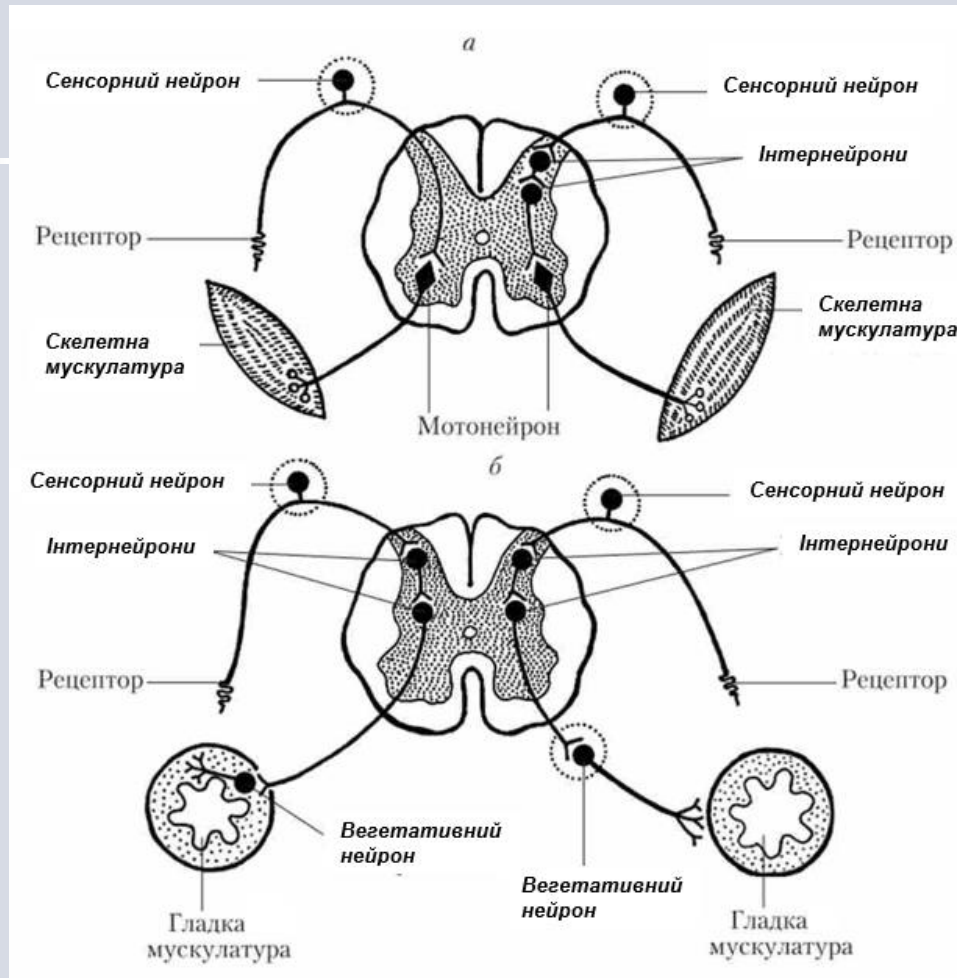
За характером впливів на діяльність ефектора:

- збудливі - викликають і підсилюють (полегшують) його діяльність,
- гальмівні - що послаблюють і пригнічують її (наприклад, рефлексорне почастішання серцевого ритму симпатичним нервом і ушкодження його або зупинка серця - блокуючим).

За анатомічним розташуванням центральної частини рефлексорних дуг розрізняють:

- спинальні рефлексии - у здійсненні беруть участь нейрони, які локалізуються у спинному мозку. Приклад найпростішого спинального рефлексу - відсмикування руки від гострої шпильки;
- бульбарні рефлексии - здійснюються за участю нейронів довгастого мозку, наприклад, смоктання, ковтання;
- мезенцефальні - за участю нейронів середнього мозку, Наприклад, зіничний, орієнтовні;
- кортикальні – за участю нейронів кори великих півкуль головного мозку.

Структурною (анатомічною) основою рефлекса є **рефлекторна дуга** – послідовність нейронів, що забезпечують проведення імпульсу від моменту нанесення подразнення до появи реакції у відповідь



Рефлекторні дуги спинного мозку:

а - дуги соматичних рефлексів (зліва - моносинаптична, праворуч - полісинаптична); б - дуги вегетативних рефлексів (зліва - парасимпатичного, праворуч - симпатичного)

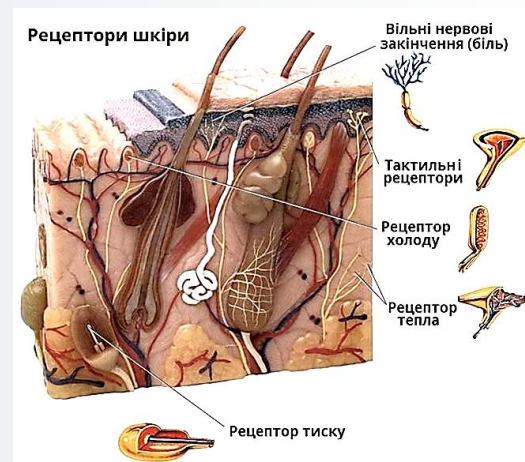
Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://ibib.ltd.ua/reflektorni-dugi-spinnogo-mozku-anatomiya-tsentralnoyi-nervovoyi-sistemi.html>

Рецепторами називають спеціалізовані утворення, які призначені для сприйняття клітинами чи нервовою системою різних за своєю природою стимулів чи подразників і трансформації їх у нервовий імпульс.

Розрізняють два типи рецепторів:

Сенсорні рецептори забезпечують сприйняття та перетворення енергії подразників зовнішнього та внутрішнього середовища організму в енергію нервових імпульсів, що передається по чутливим нервам у ЦНС. Сенсорний рецептор є нервовою клітиною або комплексом нервової та епітеліальної клітини, спеціально пристосованим для сприйняття певного типу подразників. Сенсорні рецептори є початковими ланками будь-якої рефлекторної дуги, і навіть беруть участь у оцінці параметрів корисного пристосувального результату у функціональних системах організму

Клітинні хімічні рецептори — які забезпечують сприйняття інформації, що переноситься молекулами хімічних речовин — медіаторів, гормонів, антигенів тощо. Роль клітинних рецепторів виконують специфічні білкові молекули, які можуть бути розташовані на поверхні клітини, цитоплазмі або в ядрі.



Сенсорні рецептори

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

<https://miyklas.com.ua/p/biologiya/8-klas/sistema-organiv-vidilennia-termoregulaciia-362467/budova-i-funktsiyi-shkiri-gigiyena-shkiri-353422/re-137c36dc-bae3-4ec2-a563-71a6608edd9c>

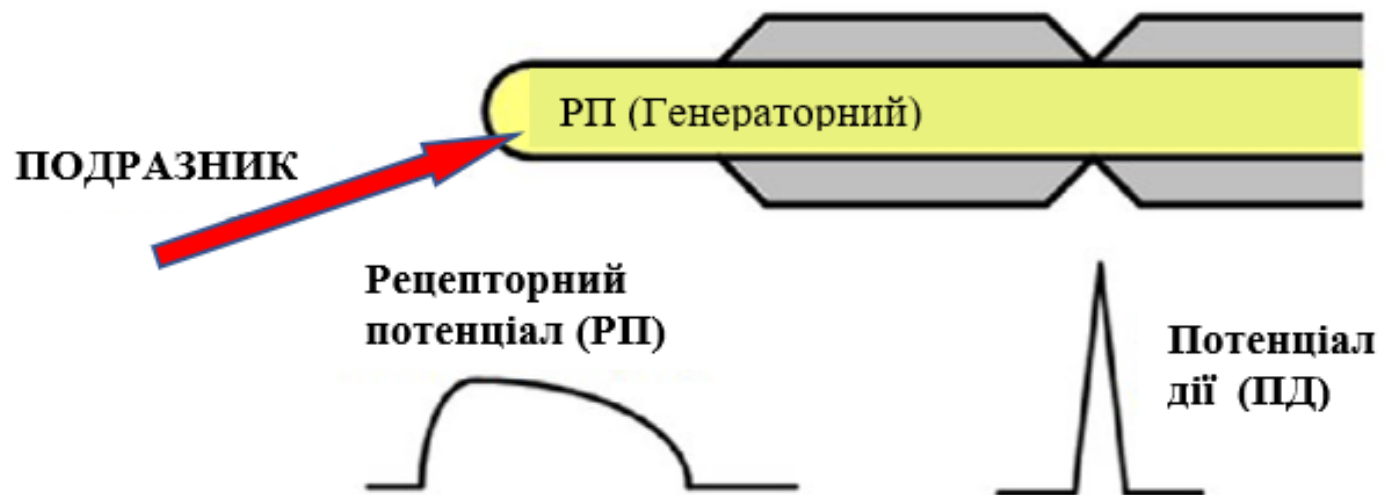


Рис. 21. Механізм збудження первинночутливих рецепторів (схема): рецепторний потенціал має властивості локальної відповіді, залежить від сили і частоти подразнення, збільшує збудливість волокна та призводить до генерації потенціалу дії. Чим більша сила подразника тим більша амплітуда рецепторного потенціалу і тим більша частота ПД. Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/87575>

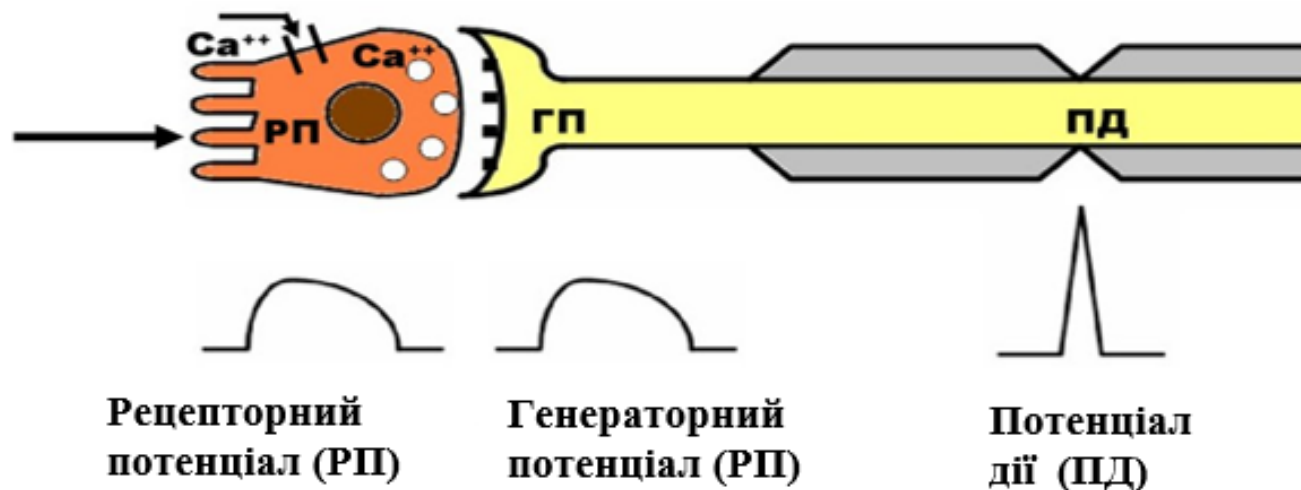


Рис. 22. Механізм збудження вторинночутливих рецепторів (схема): вторинний рецептор має спеціальну рецепторну клітину, яка синаптично пов'язана з чутливим нервовим закінченням. Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/87575>

Синапс – спеціалізований контакт між нервовими клітинами (або нервовими та іншими збудливими клітинами), що забезпечує передачу збудження зі збереженням його інформаційної значущості. За допомогою синапсів нервові клітини поєднуються в нервові мережі, які здійснюють обробку інформації. Взаємозв'язок між нервовою системою та периферичними органами та тканинами також здійснюється за допомогою синапсів.

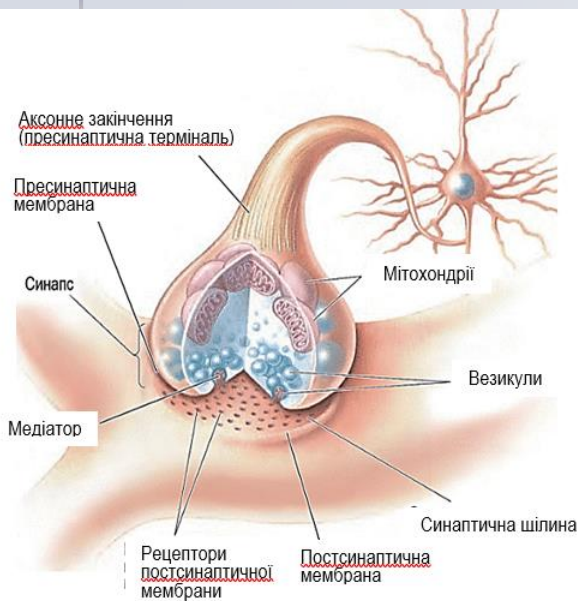
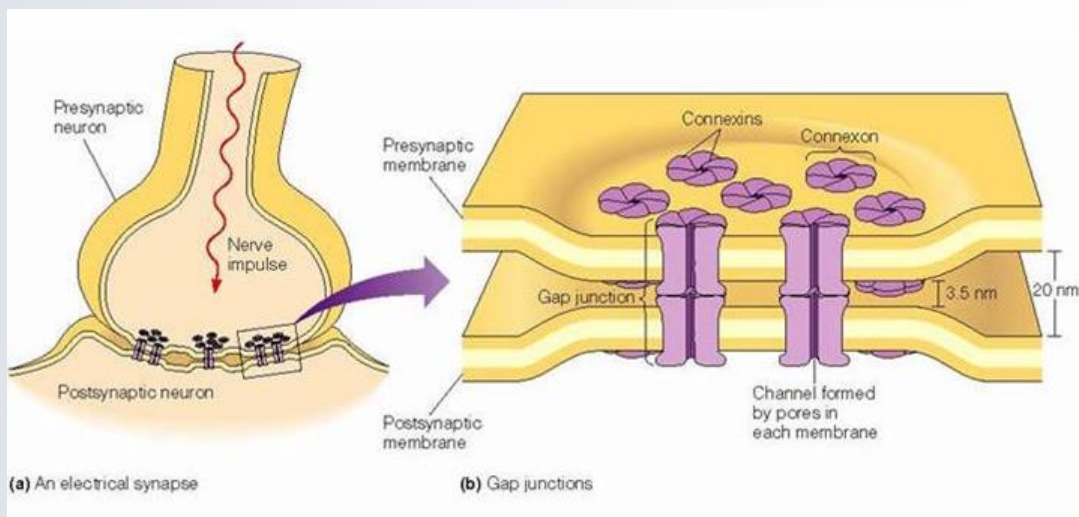


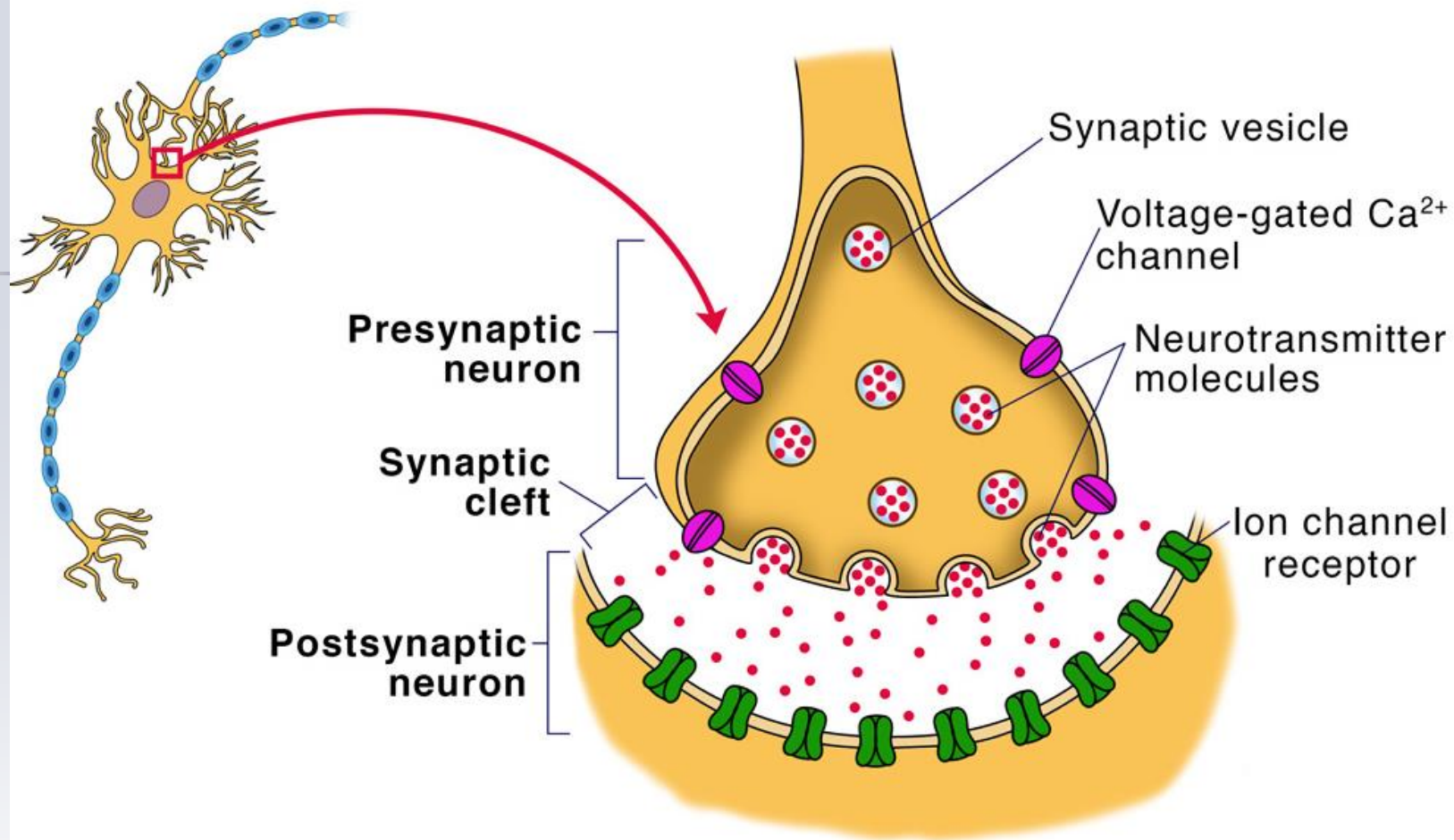
Рис.27. Будова хімічного синапсу

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
https://stud.com.ua/138949/meditsina/budova_klasifikatsiya_sinapsiv



Будова електричного синапсу

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
<https://bodhi.name/ru/zhivomordnost/%E2%98%B5sinapsy-i-nejromediatory/>

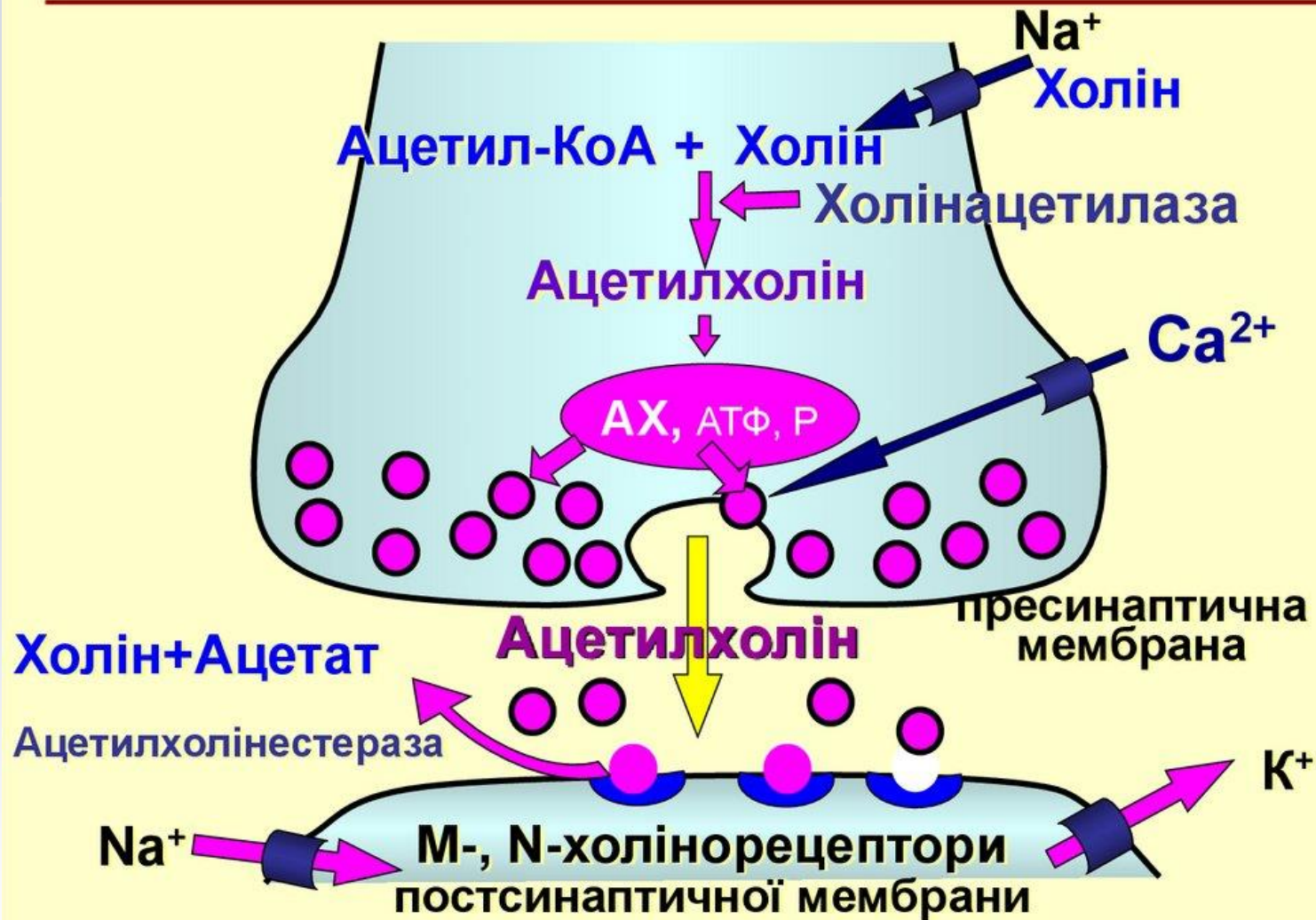


Механізм виділення медіатора у хімічному синапсі

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

<https://www.sciencefacts.net/synapse.html>

ХОЛІНЕРГІЧНИЙ СИНАПС



Механізм проведення збудження у холінергічному синапсі
Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/975869>

Гальмування – це активний процес (як і збудження), який виникає у відповідь на подразнення і проявляється у пригніченні чи повному припиненні будь-якої функції організму.



Цей синапс передає не збудження, а гальмування: медіатор спричиняє проникнення іонів Cl^- , які гіперполяризують постсинаптичну мембрану



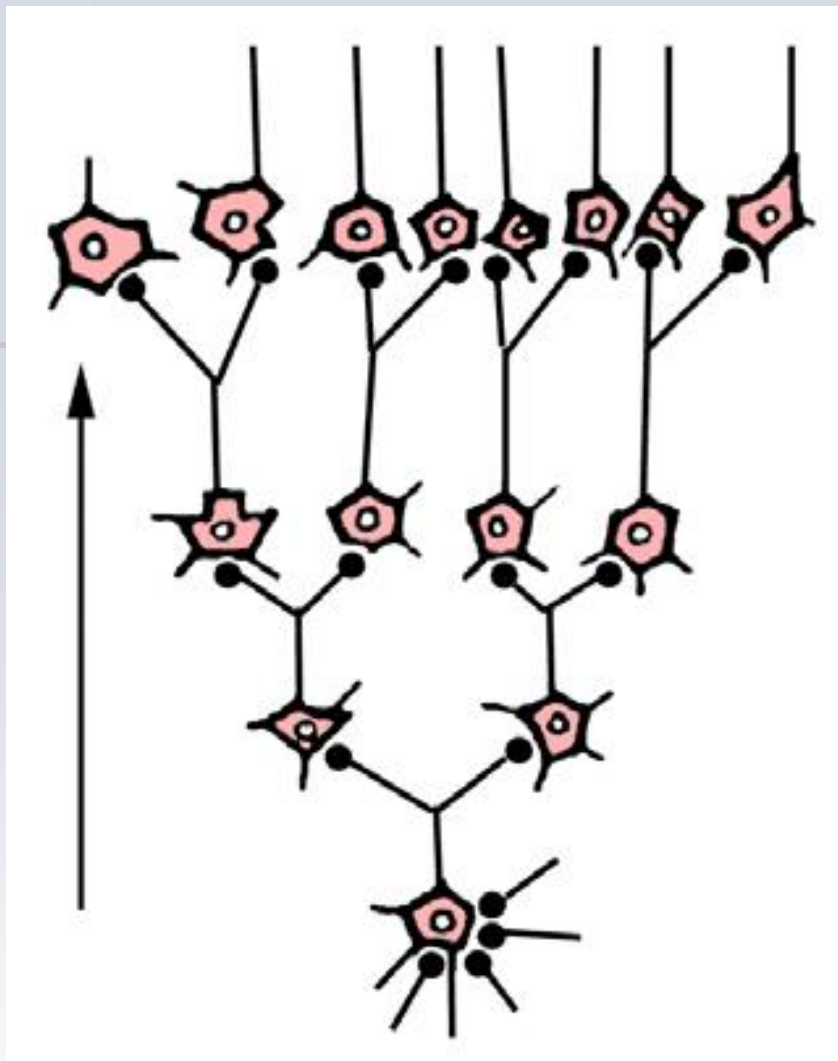
Реципрокне гальмування

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://www.pvsm.ru/ya-piaryus/250358>

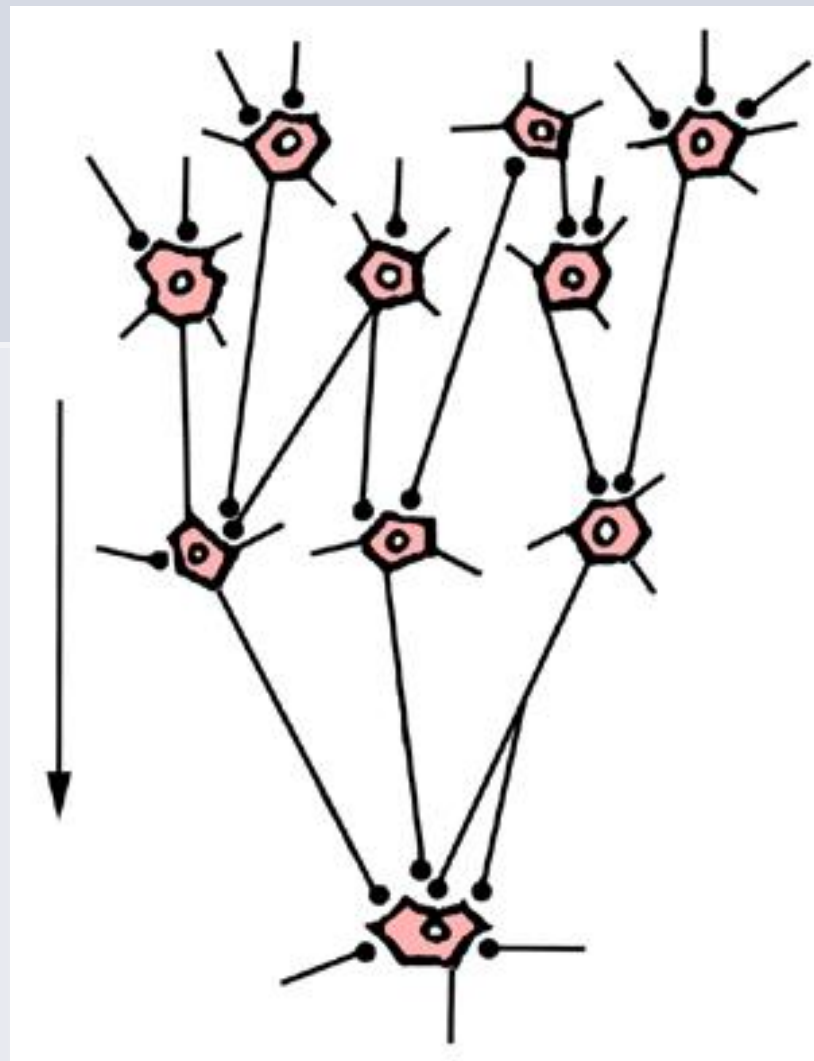
Схема постсинаптичного гальмування

Модифікація: <https://present5.com/tormozhenie-kashapova-g-a-222-gr-lech-fak/>

A



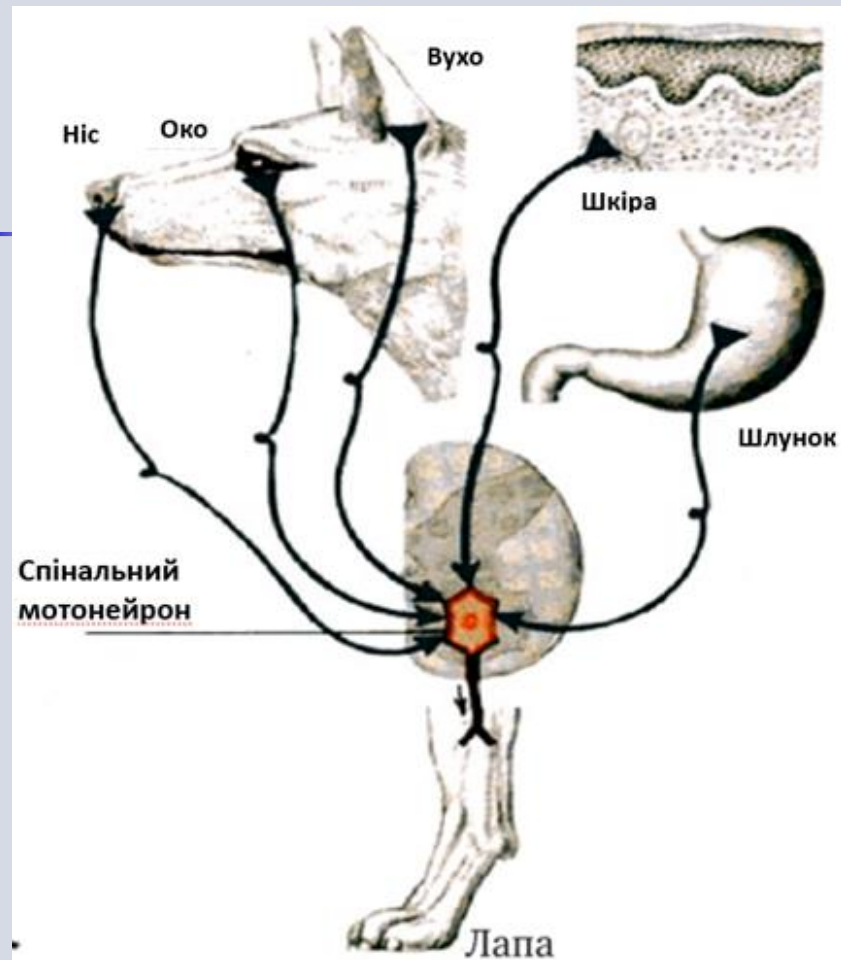
B



Дивергенція та конвергенція інформації у ЦНС

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

<https://ppt-online.org/133430>



Принцип загального кінцевого шляху (приклад конвергенції).

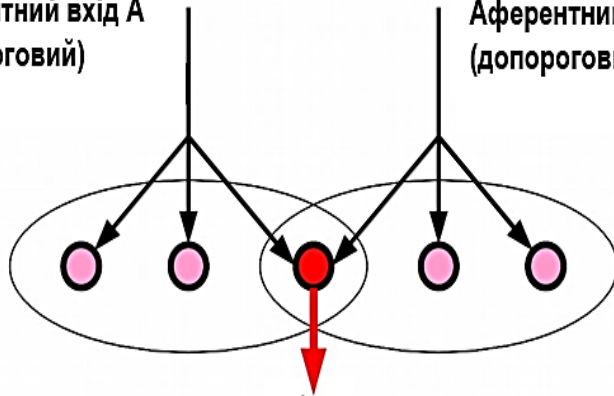
Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/133430>

Принцип полегшення (фасилітація) та оклюзії (синергічних нервових центрів)

Полегшення (фасилітація)

Аферентний вхід А
(допороговий)

Аферентний вхід Б
(допороговий)

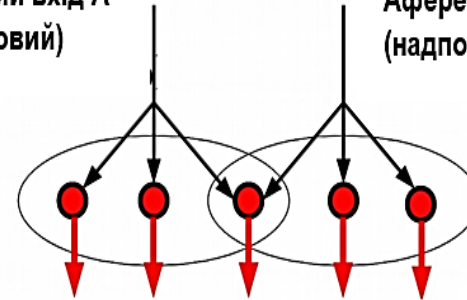


Еферентна імпульсація
(за рахунок конвергенції та сумації)

Оклюзія

Аферентний вхід А
(надпороговий)

Аферентний вхід Б
(надпороговий)



Сумарна відповідь менша, ніж проста сума двох окремих відповідних реакцій (за рахунок конвергенції збудження до одних і тих же «спільних» нейронів)

Принципи координації рефлексорної діяльності

Зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/183090>

**Дякую за
увагу !!!**