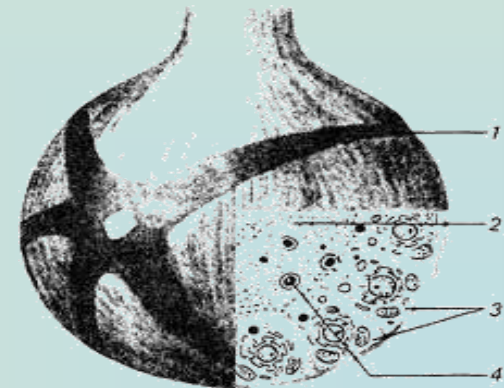
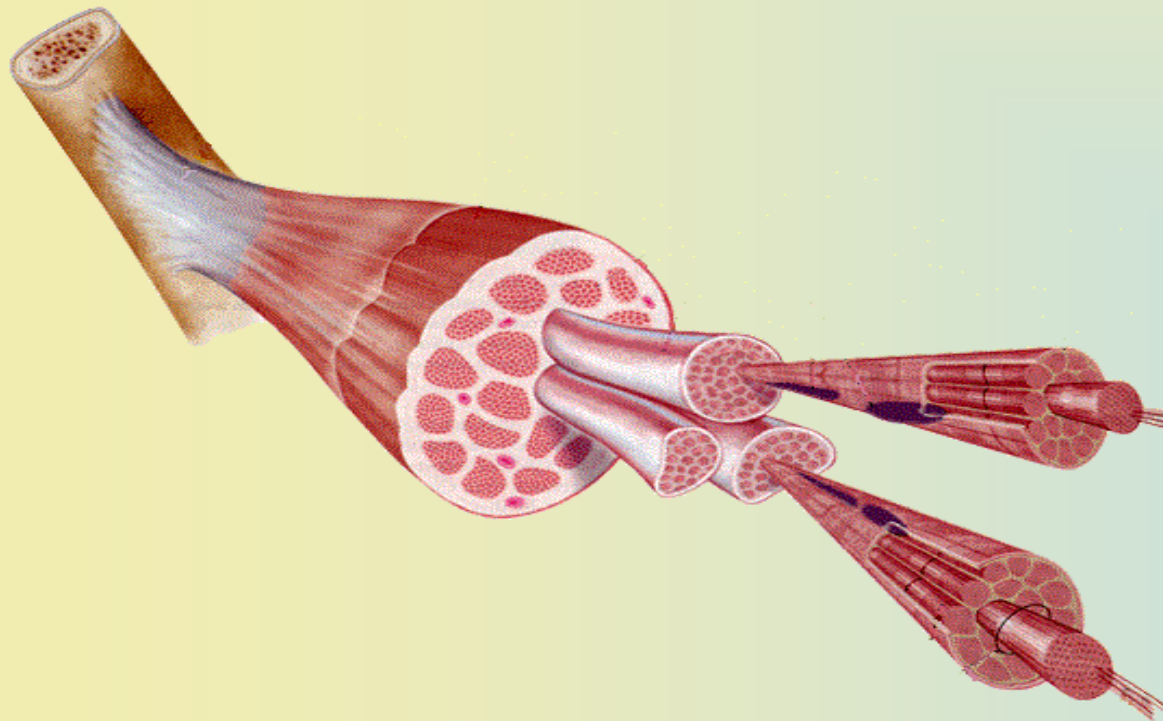


Введення в курс фізіології. Збудливі тканини. Біопотенціали. Фізіологія м'язів

Лектор: доц.
Коковська О.В.



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.*

Потенціал спокою

Характерною ознакою збудження є виникнення в тканинах електричного струму – біопотенціалів. В основі ^{нові} 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)**

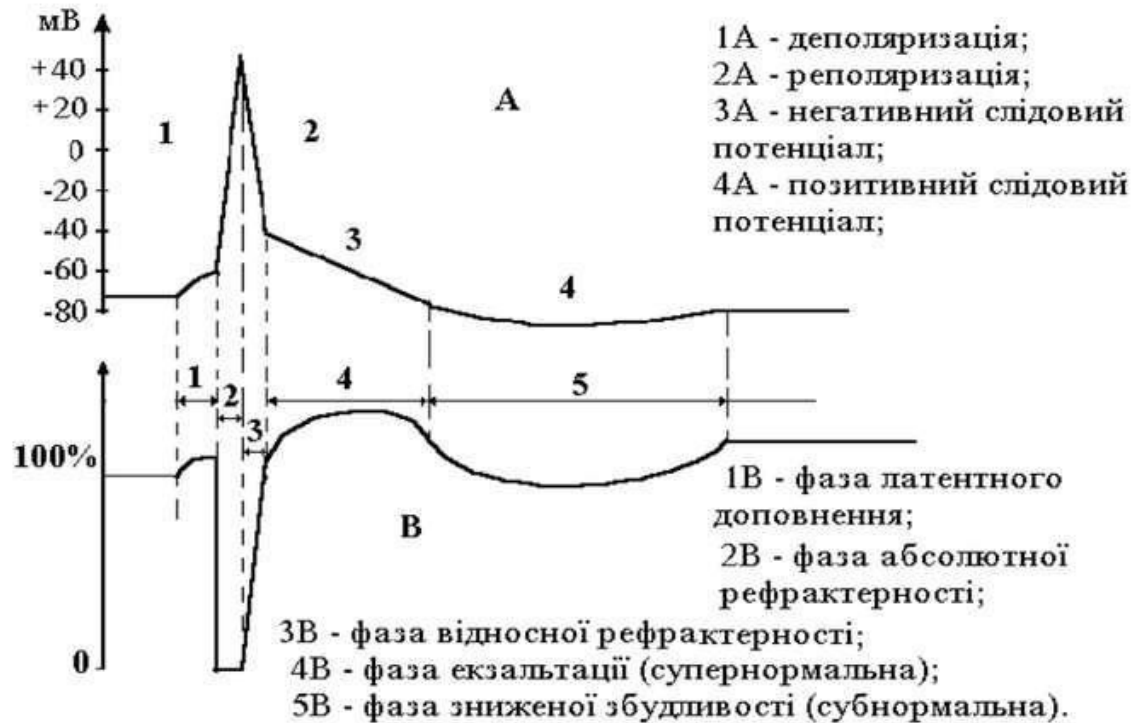
K ⁺	Cl ⁻	Na ⁻
1,0	0,45	0,04

Результати функціонування Na- K⁺ - насосу:

- 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.

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**.

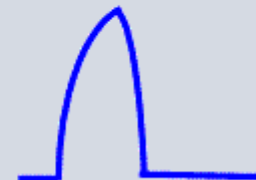
*Поодиноке
скорочення*



*Зубчатий
тетанус*



*Гладкий
тетанус*

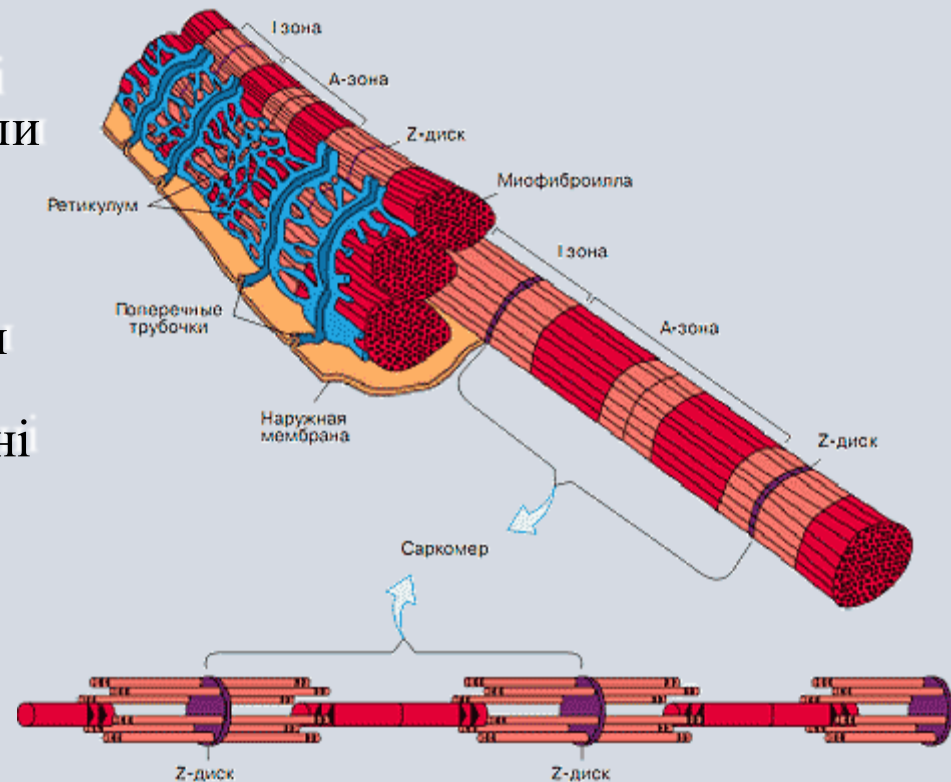


Типи м'язового скорочення:

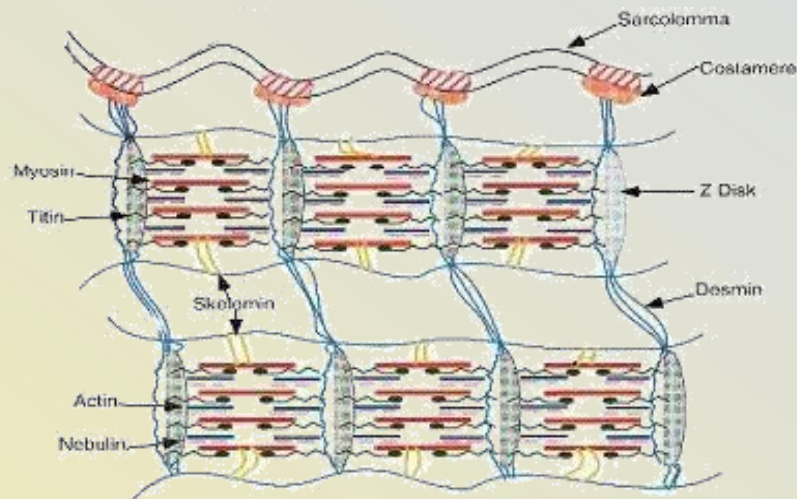
- **Ізотонічне** - це скорочення м'язів, коли їх волокна укорочуються при постійному зовнішньому навантаженні (в реальних умовах це практично відсутнє)
- **Ізометричне** - це тип активації м'язів, при яких вони розвивають напругу без зміни своєї довжини, що лежить в основі статичної роботи,
- **Ауксотонічне** - 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 2,5 мкм. Саркомери обмежені Z-мембранами. Ці мембрани служать для кріплення актинових ниток. У центрі саркомера розташовані товсті (міозинові) нитки. Вони утворюють А-диск (анізотропний).



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.

При тривалій роботі м'яза настає його втома.

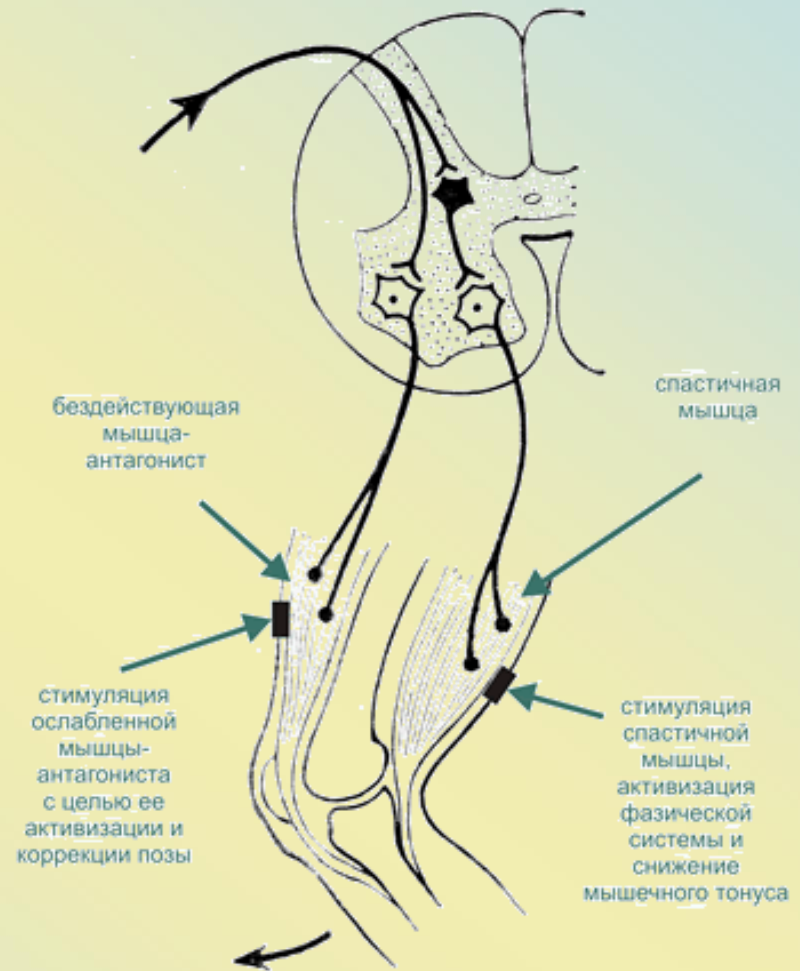
Причини втоми:

- **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.

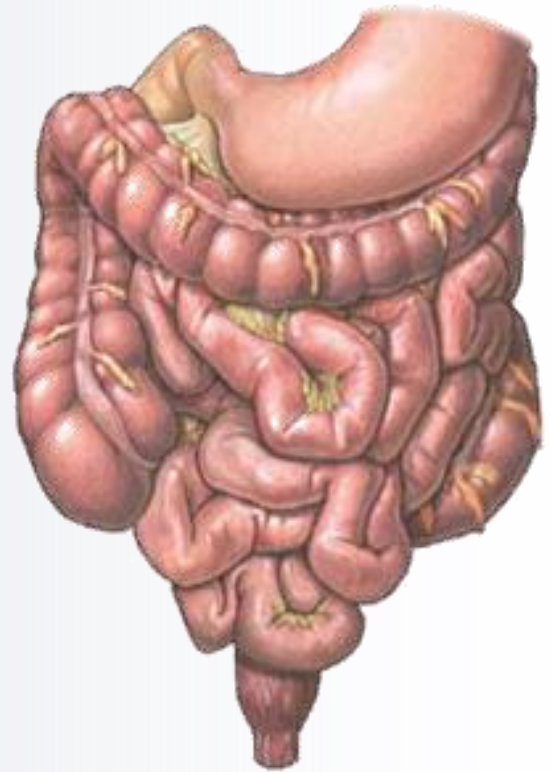
Регуляція м'язової діяльності

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.



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.



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

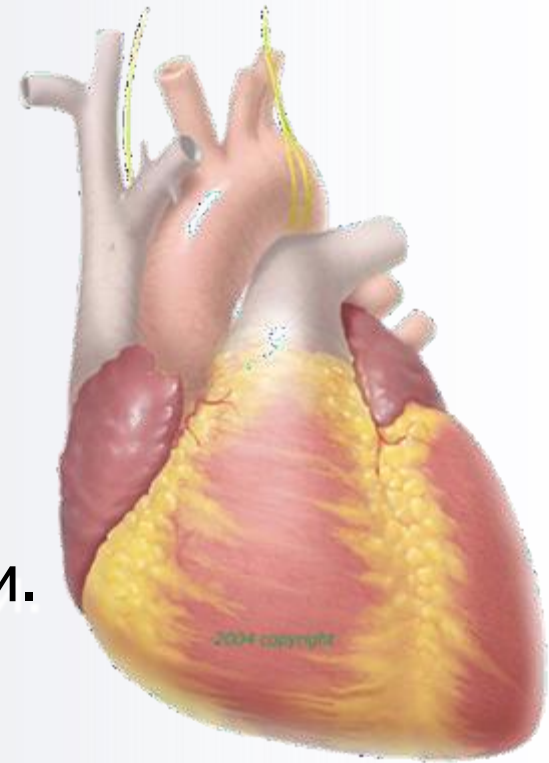
- Прихований (латентний) період поодинокого скорочення гладкого м'яза значно більший, ніж скелетного.
- Поодинокі скорочення гладкого м'яза значно триваліше, ніж скелетного.
- Гладкі м'язи менш збудливі, ніж скелетні: поріг збудливості вище, а хроносія більше.
- Поряд з іонами Na^+ , K^+ важливу роль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

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

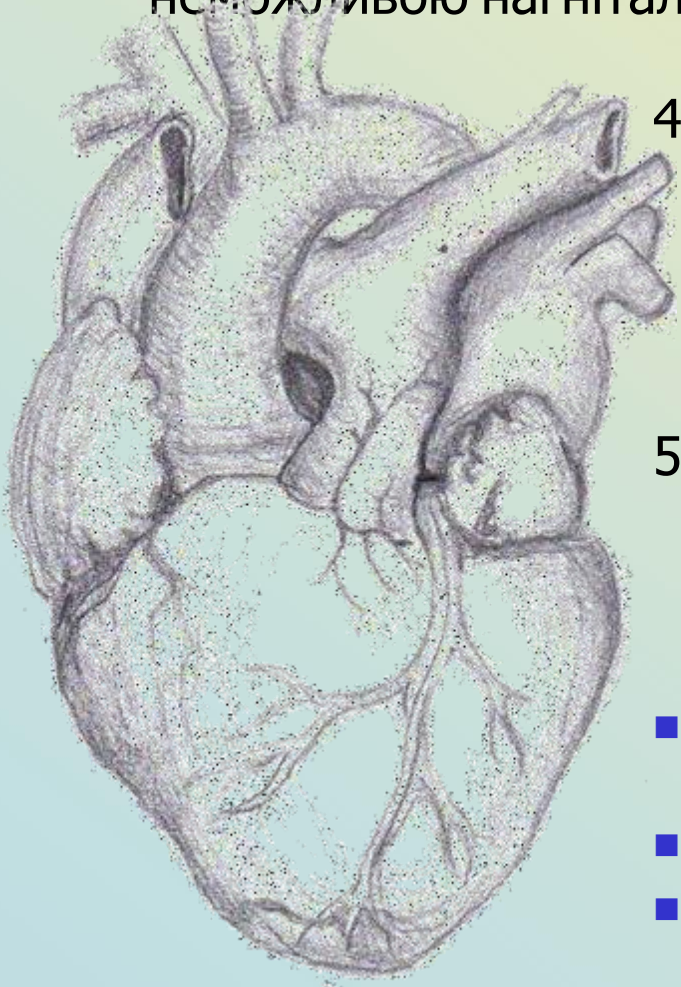
1. Автоматизм - це здатність серця ритмічно скорочуватись під дією імпульсів, що виникають у самому серці. Автоматію серця забезпечують особливі клітини - пейсмекери.

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 передсерддями зі швидкістю 0,8-1 м/с, пучком Гіса і волокнами Пуркін'є 1,5 м/с, АВ-вузлом 0,02 м/с.

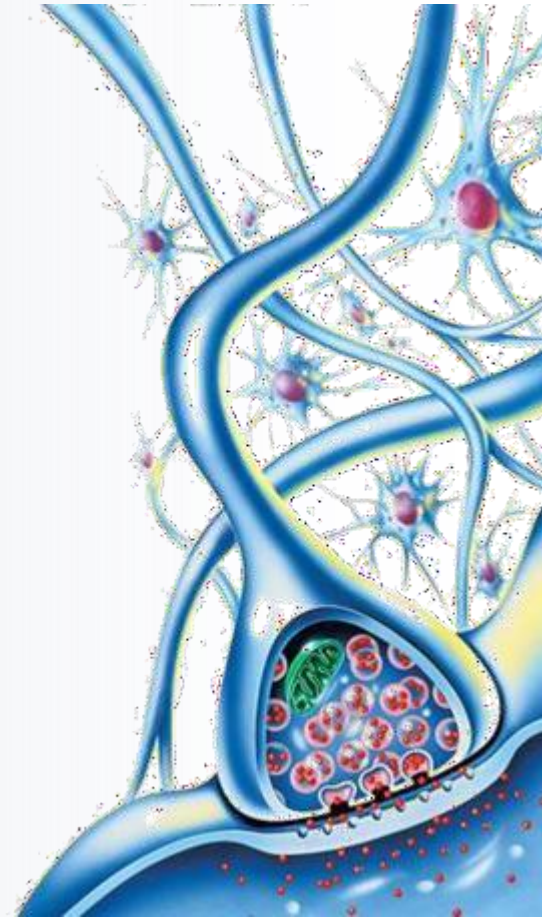
5. Скоротливість. Механізм скорочення міокарда аналогічний скелетним м'язам. Проте скоротливість міокарда має свої особливості:

- 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

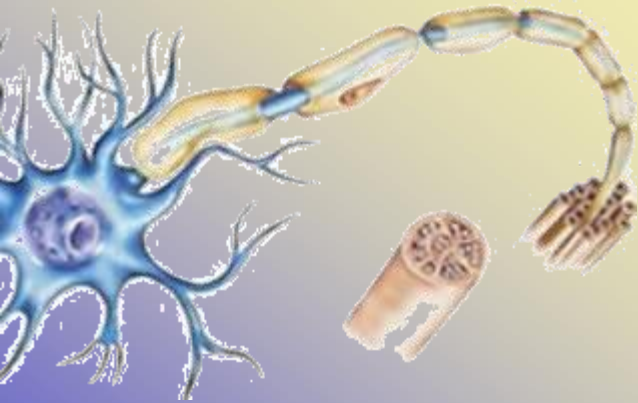
1.Закон фізіологічної цілісності говорить про те, що проведення збудження по нервовому волокну можливо лише в тому випадку якщо збережена не тільки його анатомічна структура, але і його фізіологічні властивості.

2.Закон двохстороннього проведення збудження - при нанесенні подразнення на нервовоє 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.

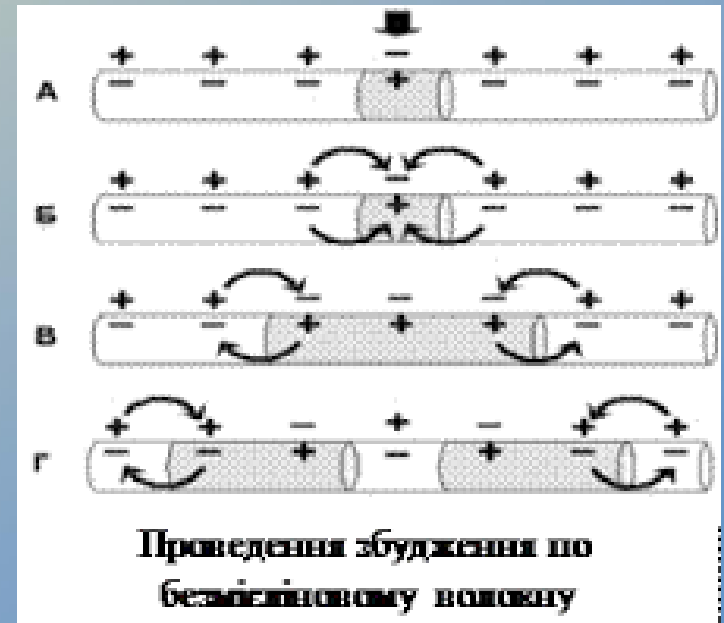
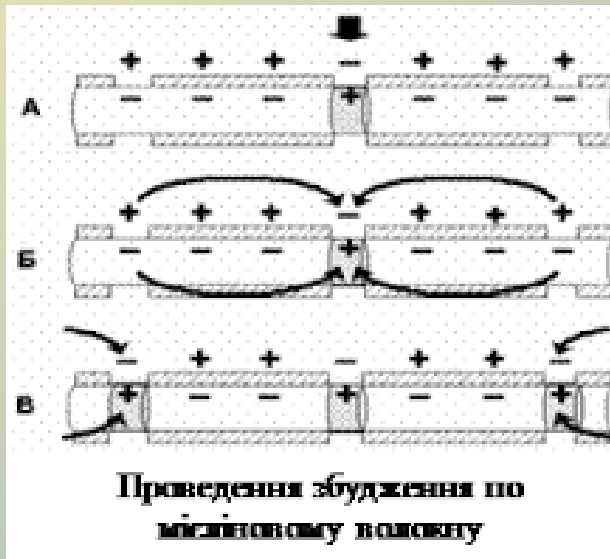
Волокна типу "С" - безмієлінові нервові волокна (постгангліонарні волокна вегетативної нервової системи), швидкість проведення збудження до 3 м/с.

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.



**Дякую за
увагу !!!**