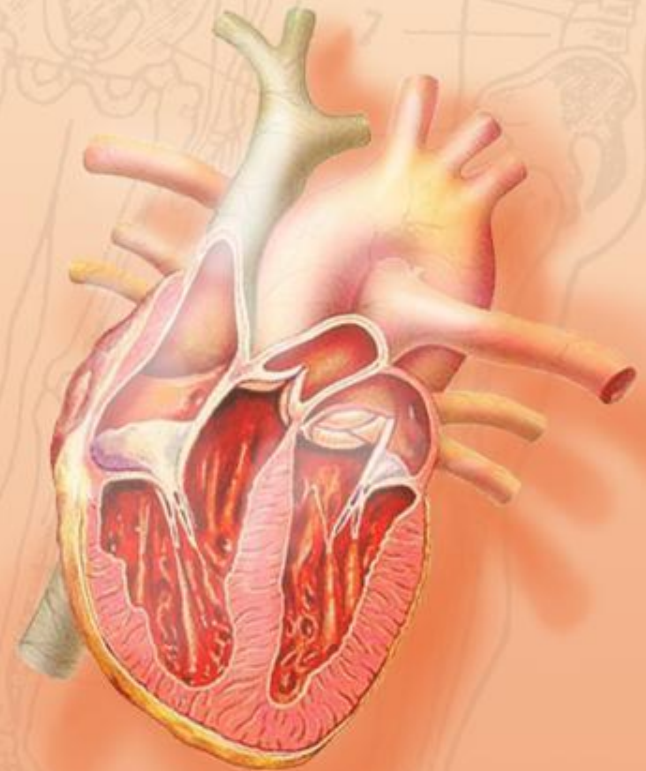


# ФІЗИОЛОГІЯ КРОВООБІГУ: серце і судини



Ще з давніх часів питання філософів та лікарів. М'яке серце — символ любові. Греки та китайці вірили, що саме там народжуються думки. Вони вважали, що там народжується



Платон вважав, що мислення зароджується в мозку, а пристрасті — в серці. Маються на увазі безпосередньо органи

\*Серце грає настільки важливу роль в нашому житті, що в усьому світі вирішено було відзначати спеціальний "день Серця", він відзначається 25 вересня. У цей день прийнято приділяти особливу увагу найважливішого органу людини

© DilovaMova.com

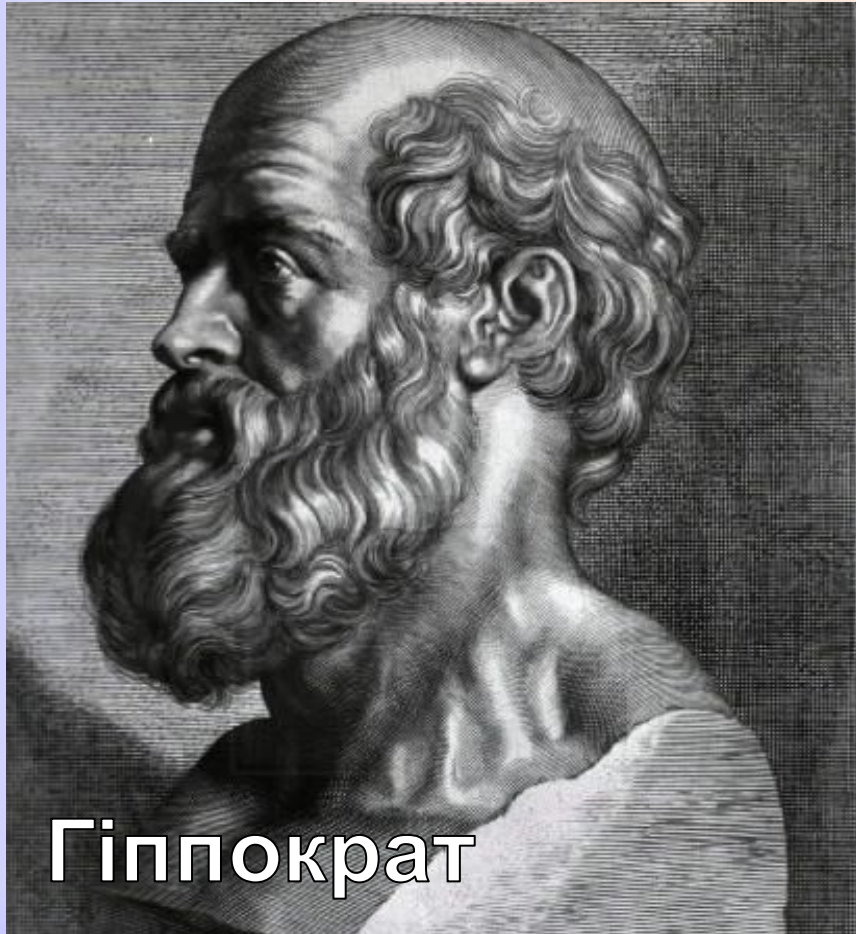
БЕРЕЖИ СЕРЦЕ!





# Вважалося, що кров рухається тільки по венах, в артеріях, натомість знаходиться повітря

- Гіппократ — «батько медицини» і Арістотель — найбільший грецький мислитель, що жили майже 2500 років тому, цікавилися питаннями кровообігу і вивчали його.



Гіппократ



Арістотель

# Кров рухається серцем і по артеріях, і по венах.



- **Клавдій Гален**  
Експериментально довів, що кров рухається серцем і по артеріях, і по венах.

# Кров рухається в одному напрямку по замкнутій системі кровоносних судин

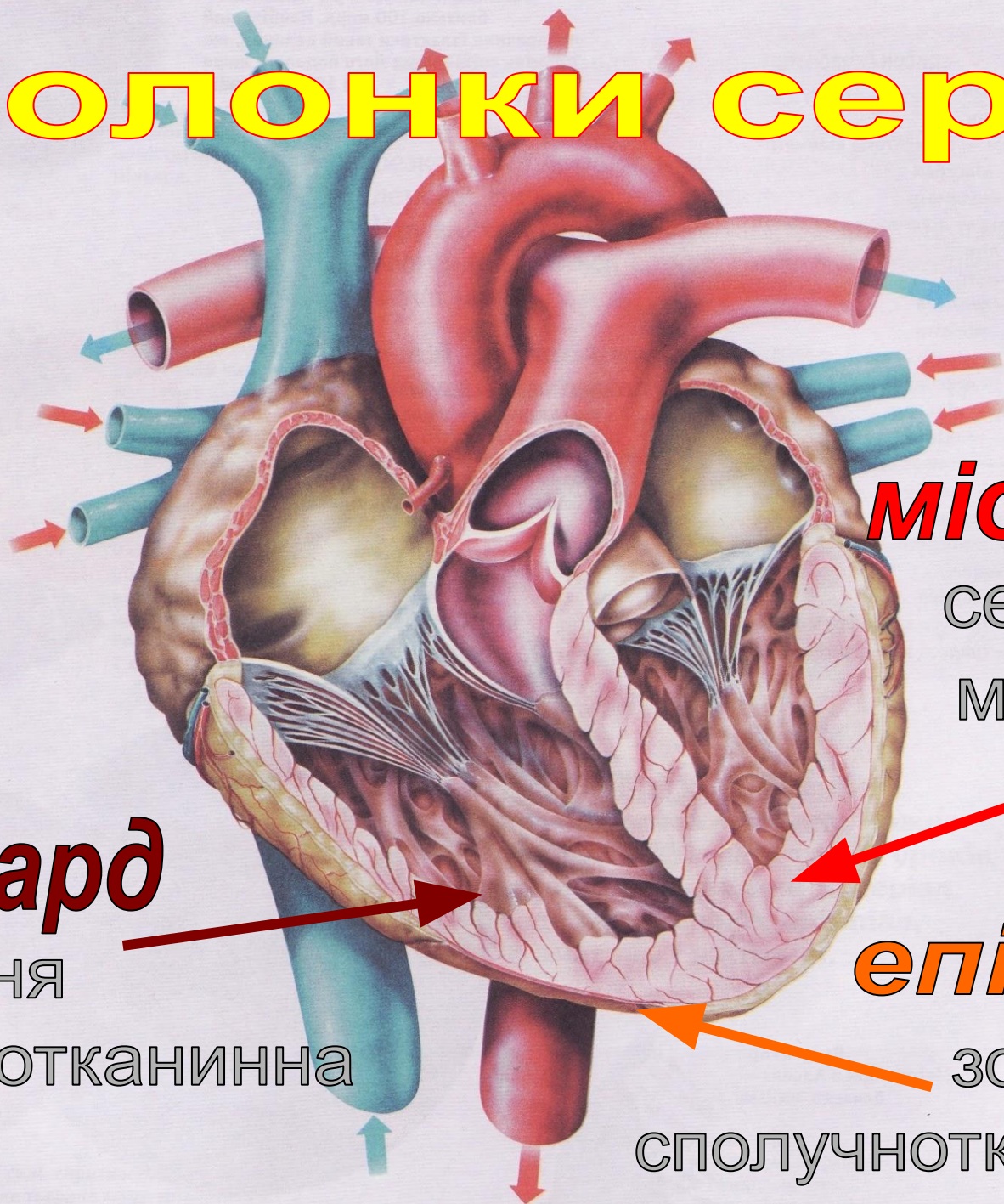


- **Вільям Гарвей** – англійський лікар і природознавець
- створив вчення про кровообіг;
- довів, що серце є активним м'язовим осередком кровообігу;
- кров рухається в одному напрямку по замкненій системі кровоносних судин.
- Описав мале і велике кола кровообігу.





# Оболонки сердца



**міокард**

середня  
м'язова

**ендокард**

внутрішня  
сполучнотканинна

**епікард**

зовнішня  
сполучнотканинна

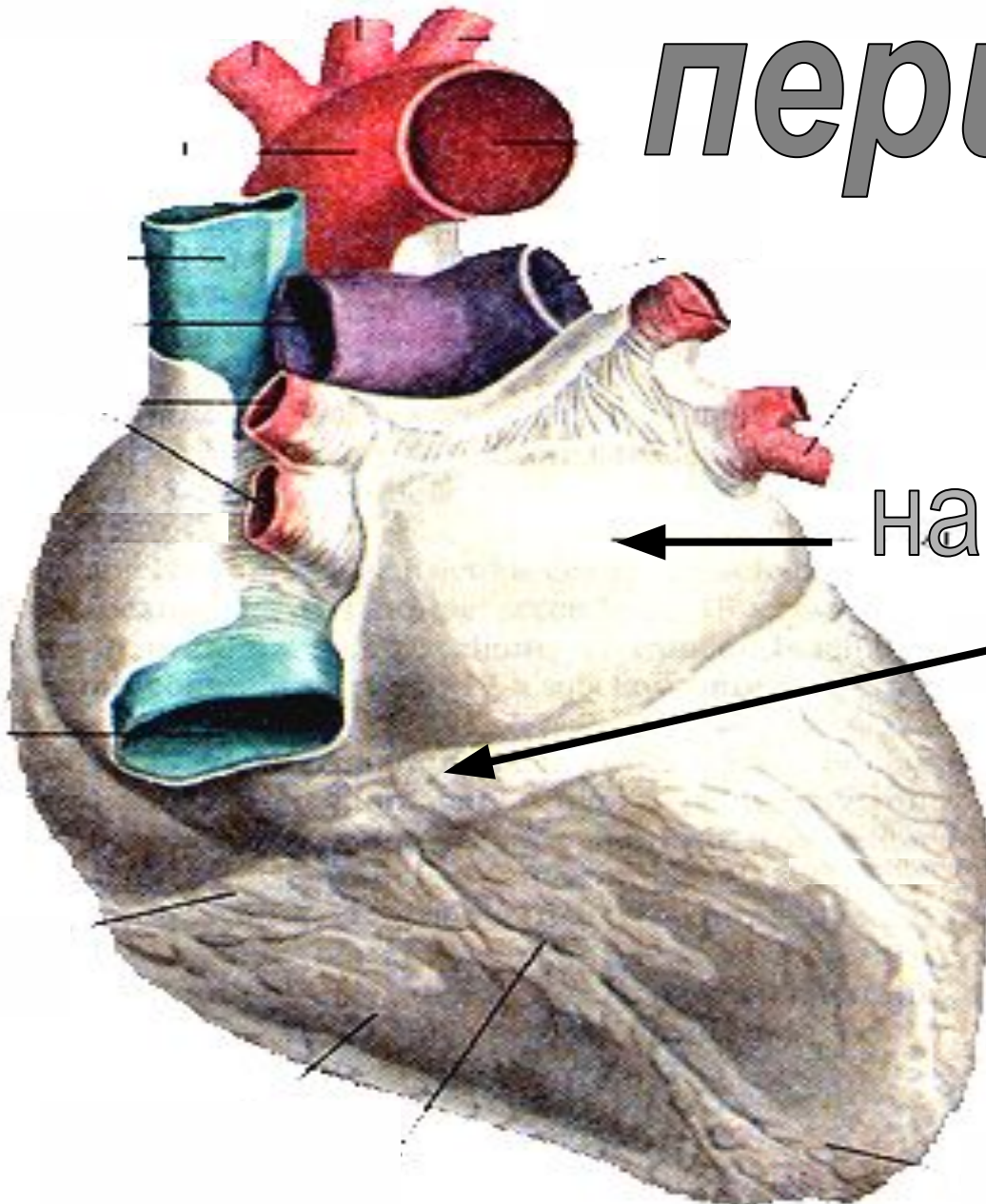


# перикардій

еластична

навколосерцева

сумка



# Маса серця

250 - 360 грамів



# Аорта

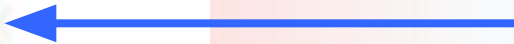
Верхня  
порожниста  
вена



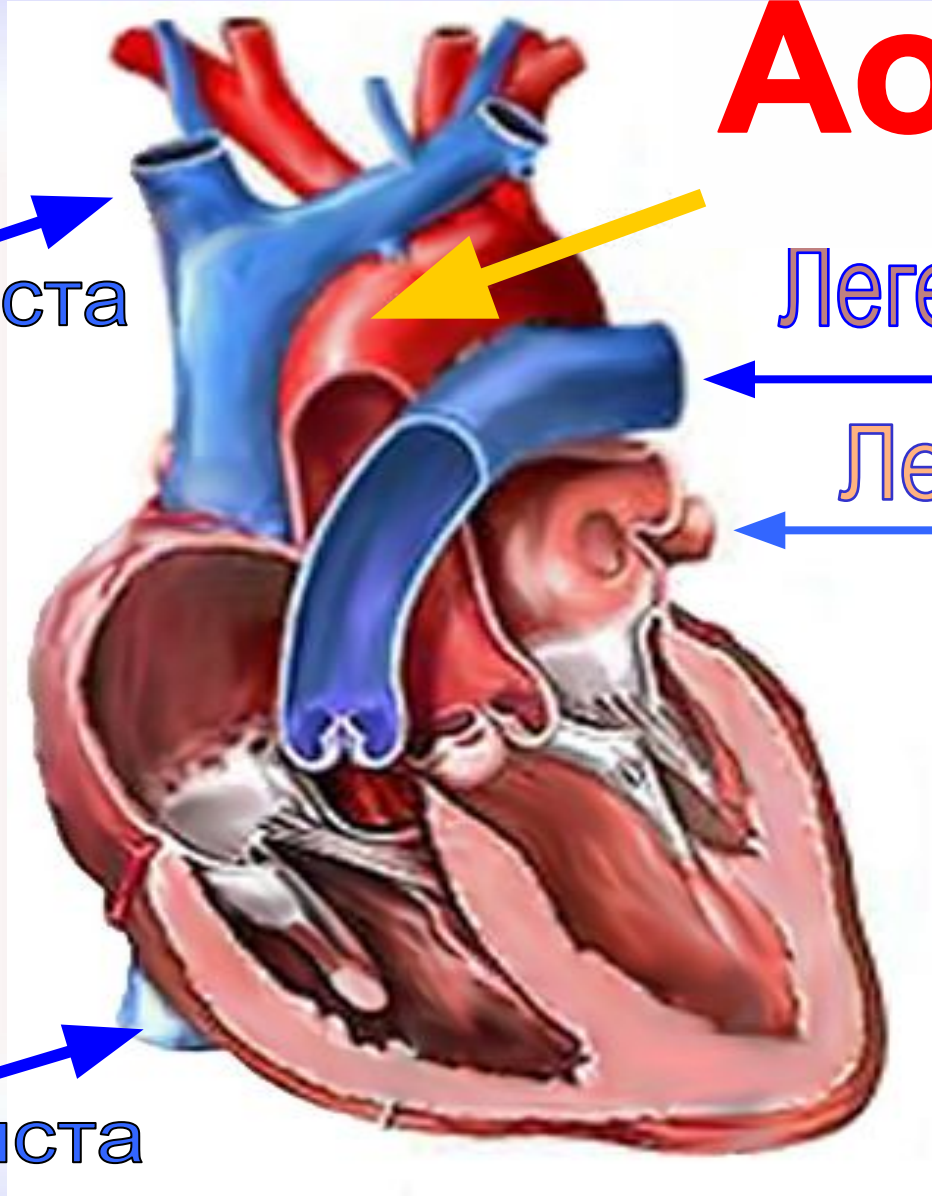
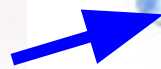
Легенева артерія



Легенева вена



Нижня  
порожниста  
вена



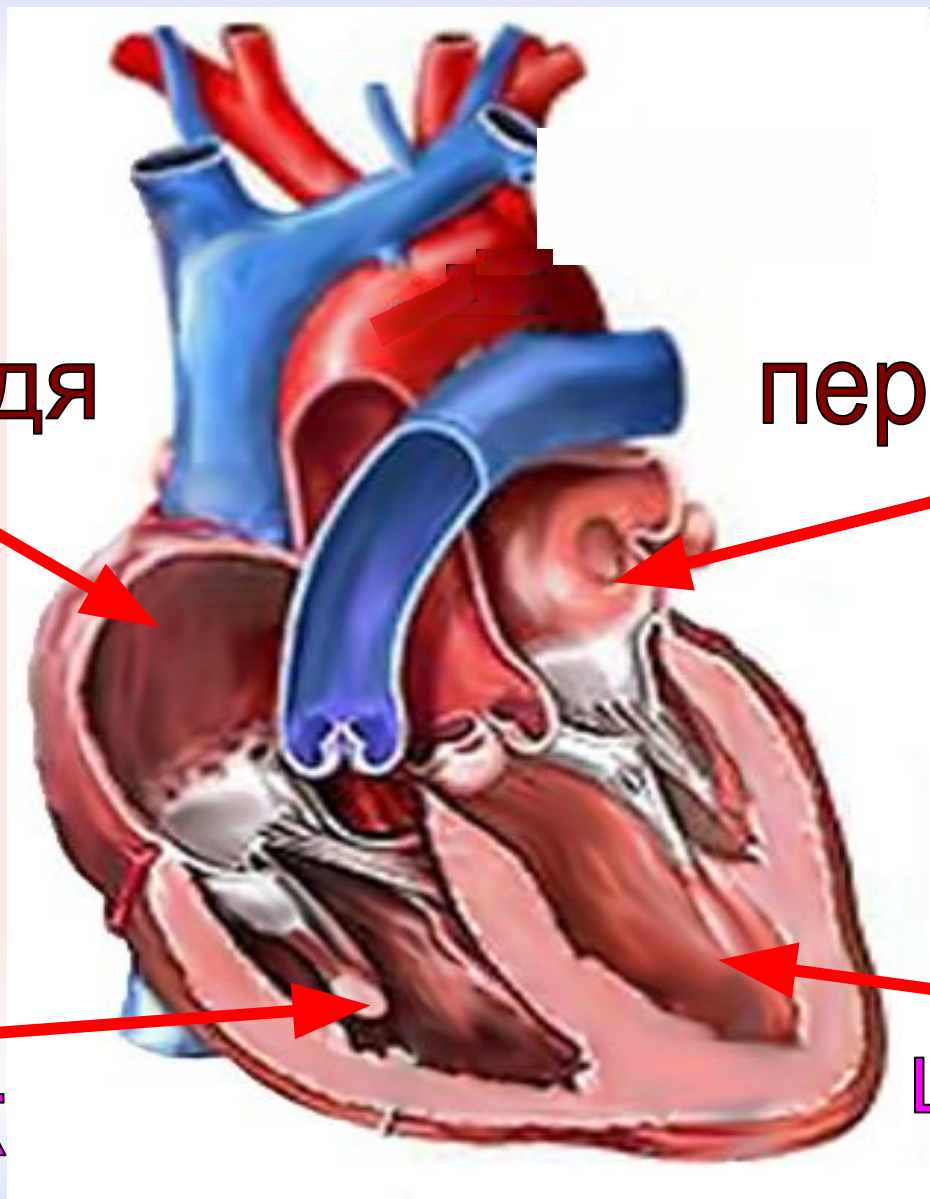


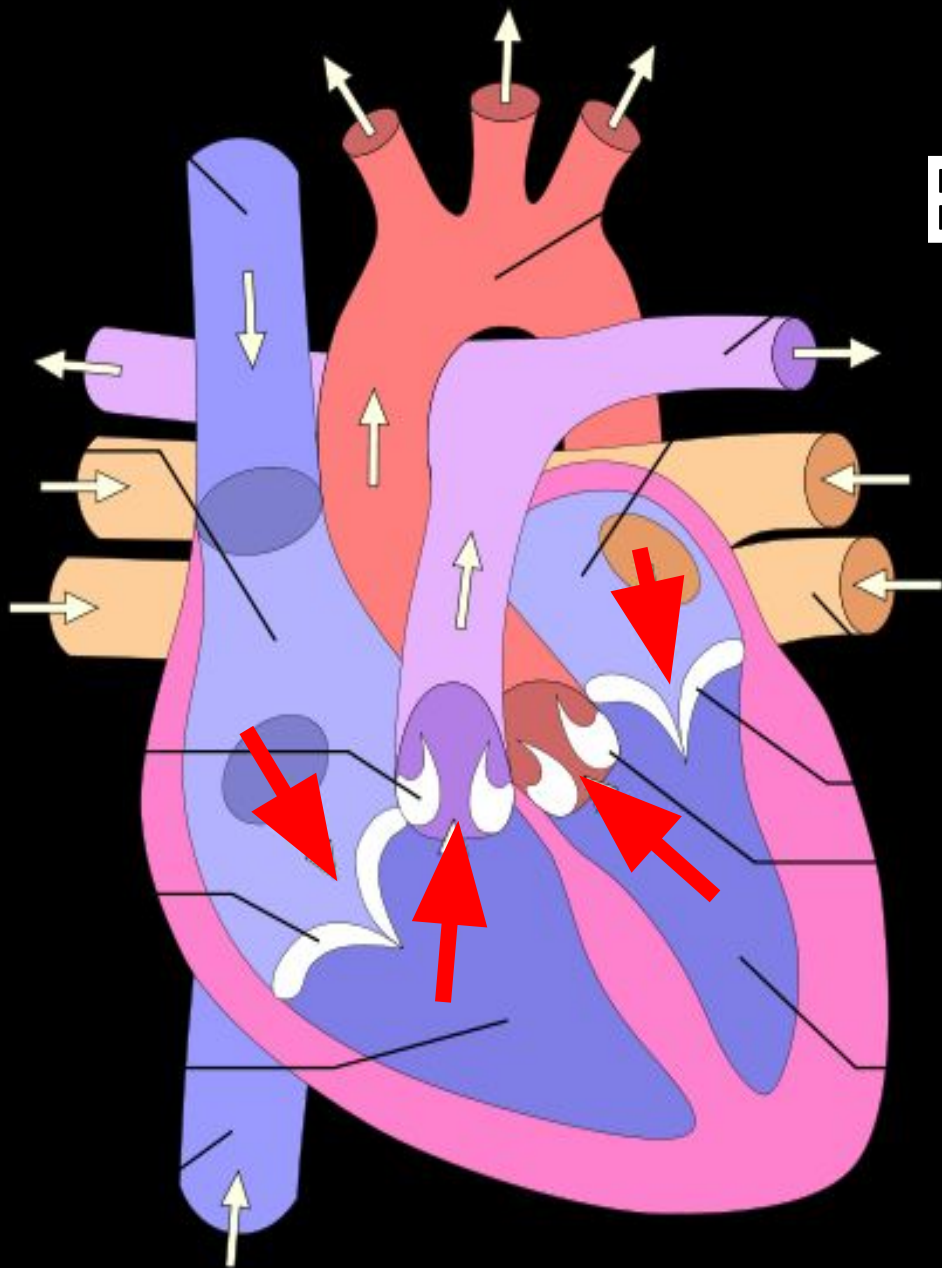
Праве  
передсердя

Ліве  
передсердя

Правий  
шлуночок

Лівий  
шлуночок



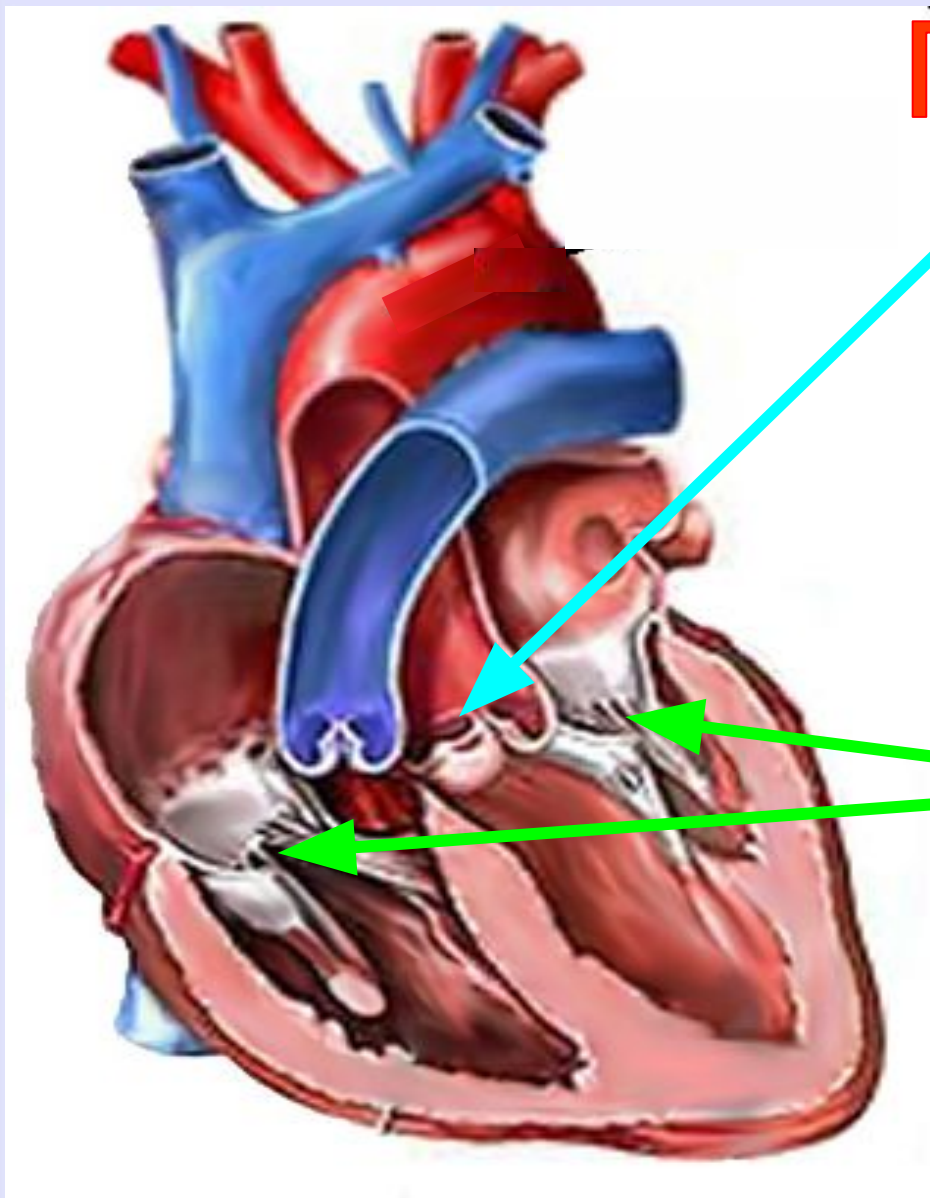


Кров рухається

в одному напрямку -

від передсердь

до шлуночків

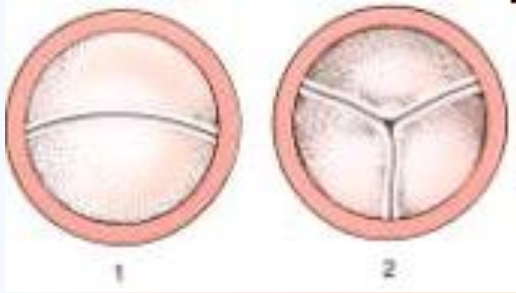


Півмісяцеві  
клапани

Стулкові  
клапани



# Типи клапанів



двостулкові

тристулкові

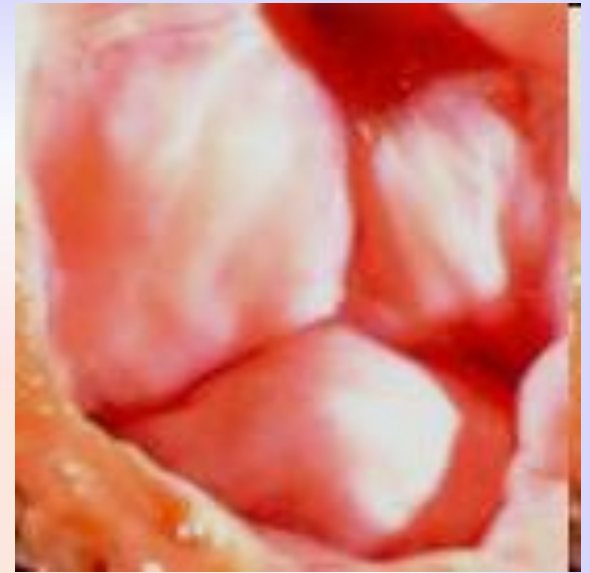
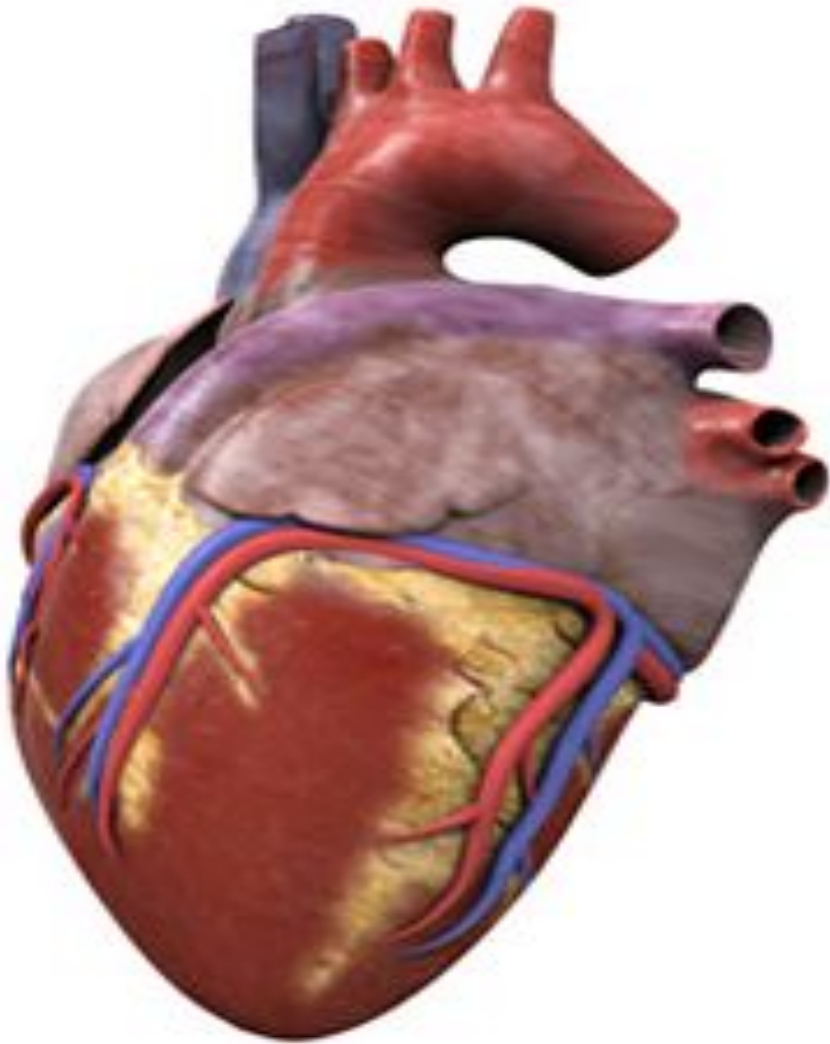


схема кишенькового клапана вени,  
який попереджує зворотну течію крові

# Властивості серцевого м'яза:



**Збудливість**

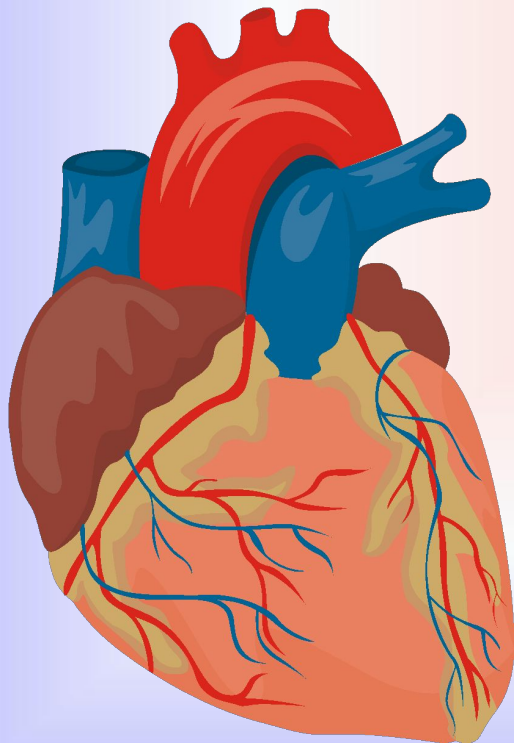
**Провідність**

**Скоротливість**

**Автоматизм**

# АВТОМАТІЯ СЕРЦЕВОГО М'ЯЗА -

- це здатність серця ритмічно скорочуватися без зовнішніх подразників та участі нервової системи під впливом електричних імпульсів, що виникають в самому серці. Специфічна мускулатура утворює в серці провідникову систему зі скупченням клітинних вузлів – водіїв ритму.



Синусний  
вузол-водій  
ритму серця  
в правому  
передсерді

Провідников  
а система  
серця

Скоротлива  
мускулатура

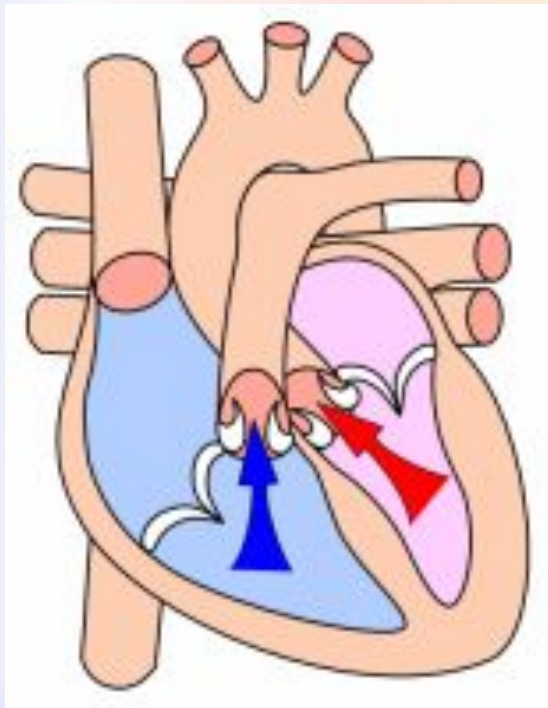


**Автоматія -  
здатність серця  
скорочуватися  
під впливом імпульсів,  
що виникають в  
самому серці**

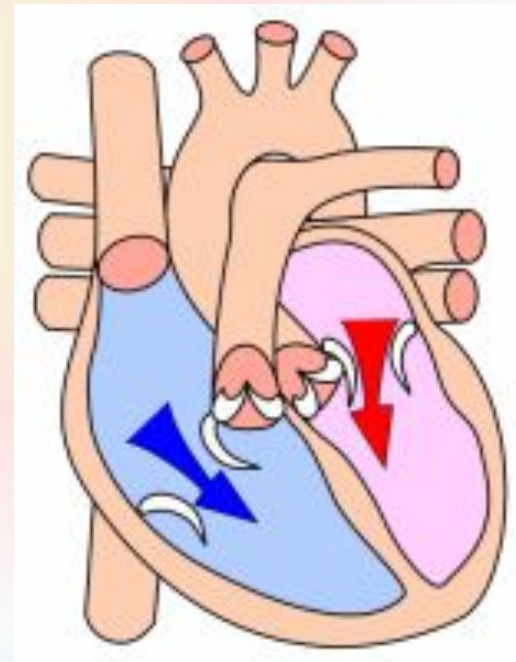


# Фази роботи серця

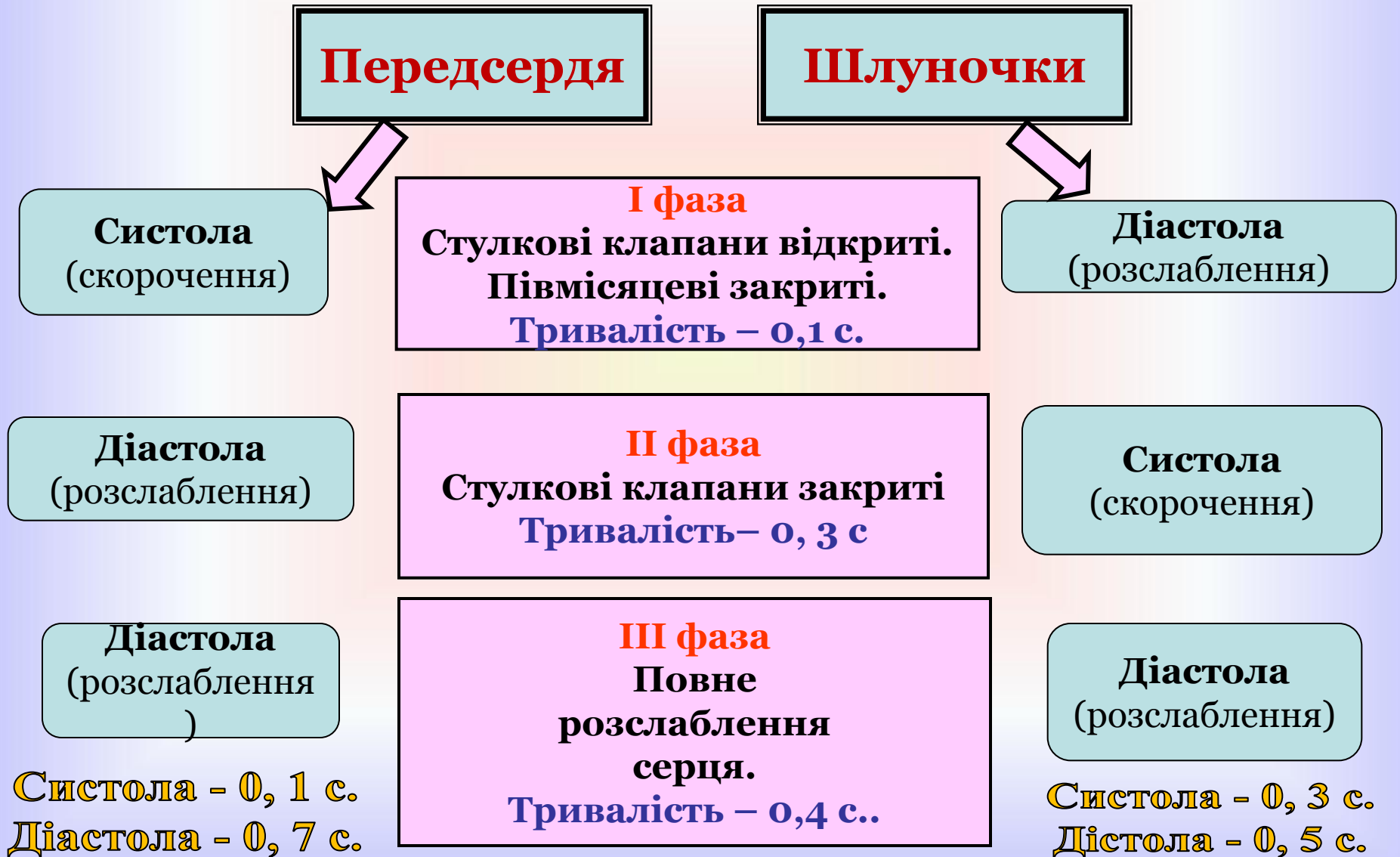
**Систола** - скорочення



**Діастола** - розслаблення



**Серцевий цикл** – це послідовність подій, які проходять під час одного скорочення серця. Тривалість менше 0,8 сек.

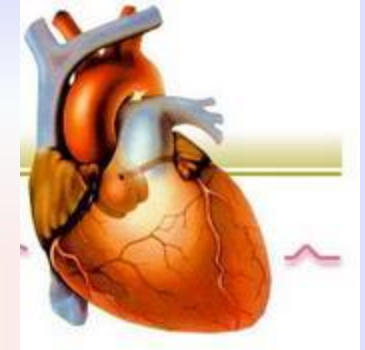




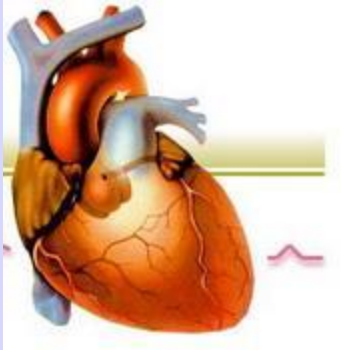
# СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ

Фазы сердечного цикла	Движение крови	Продолжительность фазы
Сокращение(систола) предсердий	Из предсердий в желудочки	0,1 секунды
Сокращение(систола) желудочков	Из желудочков в артерию и аорту 	0,3 секунды
Расслабление(диастола) предсердий и желудочков	Восстановление работоспособности сердца 	0,4 секунды

# Робота серця



- За добу серце скорочується сто тисяч разів, за 70 років — 2,5 млрд, разів. За одне скорочення серце виштовхує в коло кровообігу 150 мл крові, за 70 років життя — 183 млн. літрів крові.



# Насосна функція серця

- ХОК – хвилинний об'єм крові (4-5 л за хвилину)
- ЧСС – частота серцевих скорочень (60 – 85 ударів за хвилину)
- УОК – ударний об'єм крові ( 65-75 мл за одне скорочення)
  
- **$ХОК = ЧСС \times УОК$**





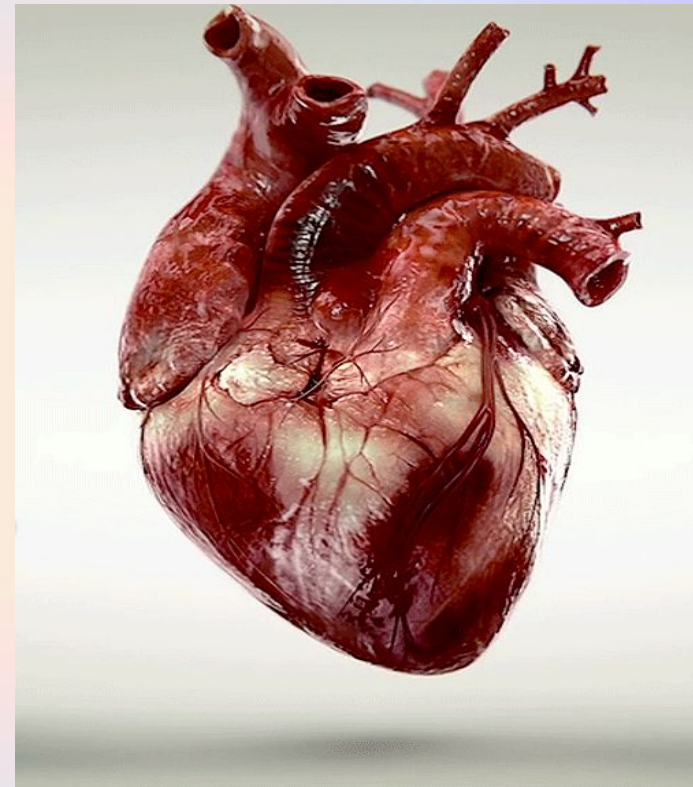
# Кулябко Олексій Олександрович

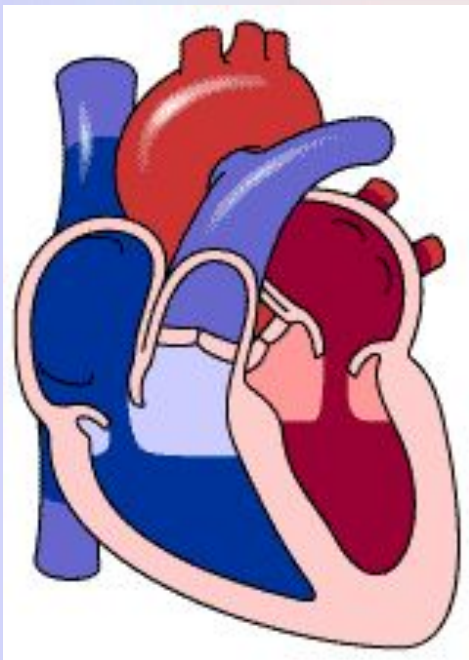
- Досліджував дію різних препаратів на серцево-судинну та інші системи тваринного організму.
- 1902 року вперше у світі оживив через 20 годин після смерті видалене серце дитини.

**В чому  
причина?**

**Серце** - центральний і основний орган системи кровообігу, він забезпечує рух крові і лімфи в судинах. З припиненням роботи серця настає смерть, а порушення в роботі серця відбивається на функціях всього організму.

Середня маса серця ссавців - 0,59 % (для порівняння у птиці - 0,82, у рептилій - 0,51, амфібій - 0,46 і риб - 0,2%). Робота серця забезпечує 60% рухової активності кровоносної системи.





Завдяки послідовній двофазній роботі серця і наявності клапанів - атриовентрикулярних (стулкових) і півмісячних (кармашкових) забезпечується циркуляція крові в одному напрямку: з передсердь у шлуночки, потім в аорту і легеневі артерії, артерії, капіляри і через вени знову в передсердя.







**Серцевий цикл** - це сукупність механічних, електричних і біохімічних процесів, що відбуваються у серці впродовж часу, за який відбувається одне скорочення (**систола**) і розслаблення (**діастола**) серця. Один цикл відповідає одному серцевому поштовху або одному пульсовому поштовху.

Серцевий цикл починається скороченням правого передсердя. Воно починається на 0,01 сек. раніше систоли лівого. Хвиля скорочення починається від місця впадіння вен і поширюється на шлуночки.



Систола обох передсердь відбувається практично одночасно (праве скорочується трохи раніше за ліве), тиск у передсердях зростає і стає вищим, ніж у шлуночках (які у цей час розслаблені). Посилений ток крові розкриває отвори клапанів і кров надходить до шлуночків. Надалі в скорочення втягуються всі м'язи передсердь і виштовхують кров із передсердь у шлуночки. Систола передсердь продовжується 0,1с. (1/3 серцевого циклу).

Діастола передсердь продовжується трохи довше (систола + частина діастоли шлуночків). У цей час передсердя заповнюються кров'ю з легеневих і порожнистих вен.





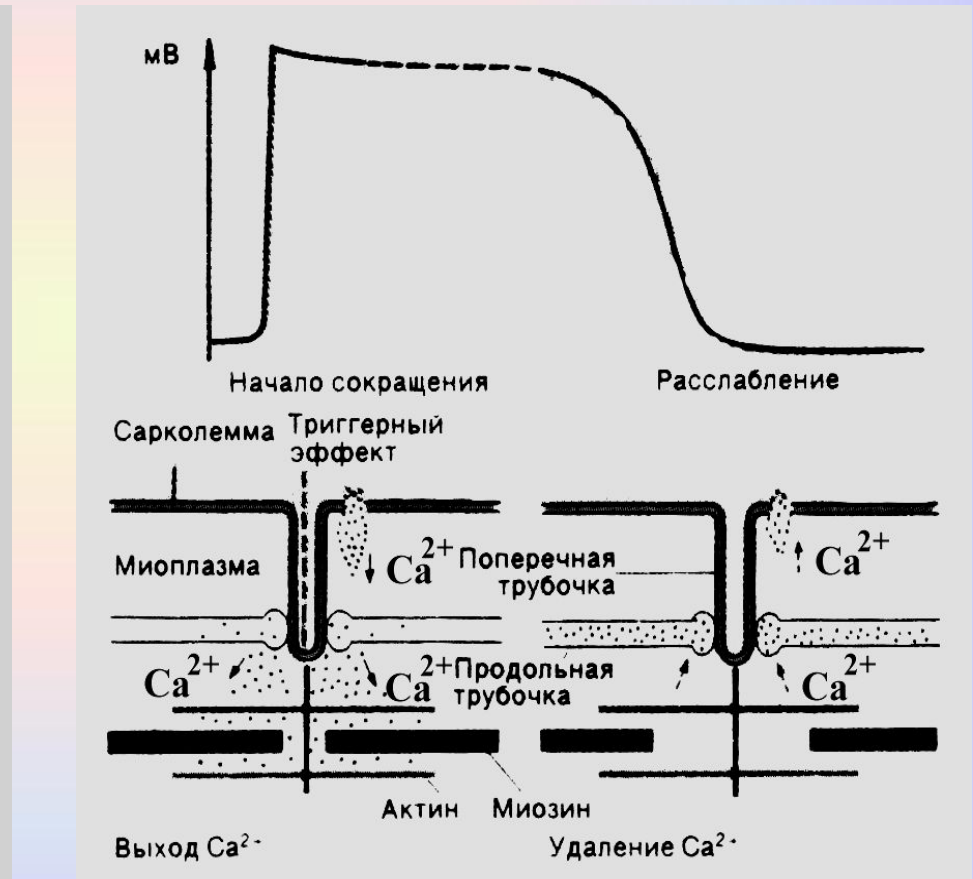
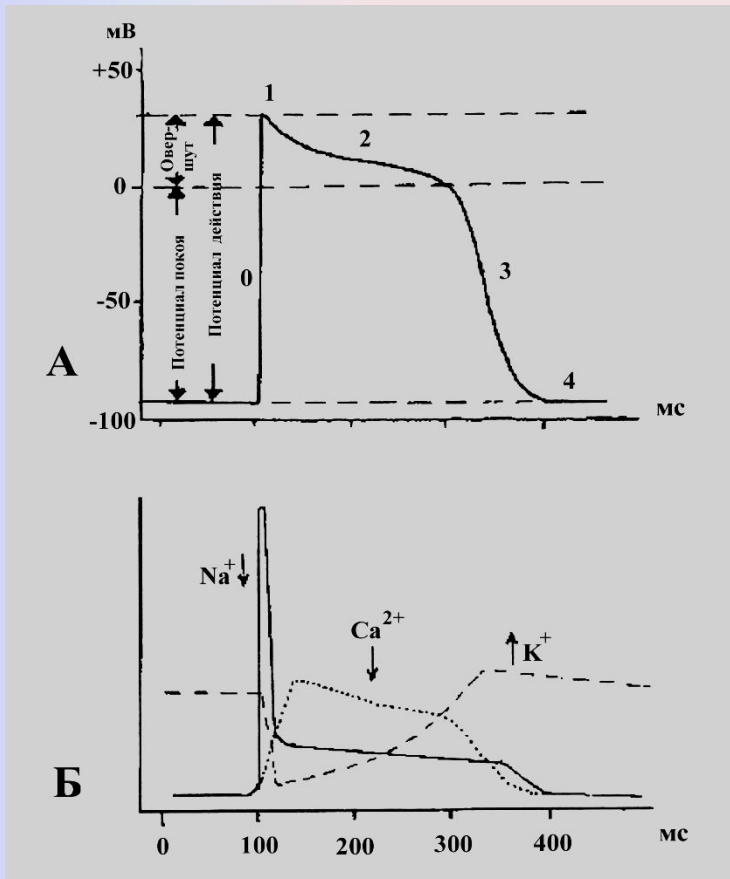
Після систоли передсердь починається систола шлуночків.



Систолу шлуночків можна розділити на два періоди - **період напруги** - до розкриття півмісяцевих клапанів (фази асинхронного та ізометричного скорочення) і **період вигнання** - після відкриття півмісяцевих клапанів і вигнання крові з шлуночків в аорту і легеневу артерію (фази швидкого та повільного вигнання крові)



# Фізіологічні властивості серцевого м'яза



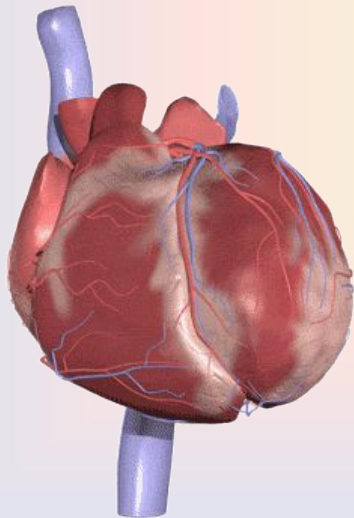
У перший момент відбувається скорочення м'язових волокон без істотної зміни тиску в порожнині шлуночків, відбувається неодночасне (асинхронне) скорочення волокон. Ті волокна, які скоротилися, розтягують волокна, які знаходяться у стані спокою, в результаті змінюється форма шлуночків (**фаза асинхронного скорочення**)



Стиск призводить до того, що стулчасті клапани перекривають вихід крові в передсердя. Як ви пам'ятаєте з курсу анатомії, краї цих клапанів пов'язані з м'язовими сосочками шлуночків. Таке пристосування не дає клапанам викрутитися в порожнину передсердь, і вони, щільно притискаючись один до одного краями, перекривають отвір між шлуночками і передсердями. Шлуночки наповнені кров'ю, скорочуються, але без зміни об'єму (ізометрично) (**фаза ізометричного скорочення**).



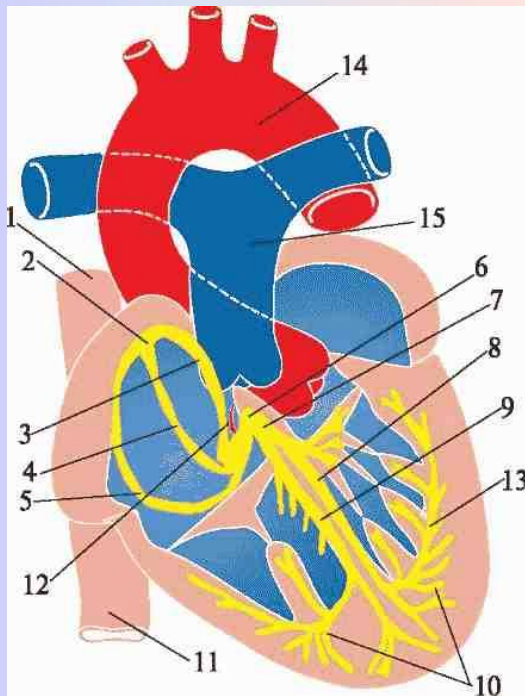
У шлуночках тиск крові продовжує наростати, але в аорті і легеневих артеріях тиск крові - діастолічний складає відповідно біля 60 і 10 мм рт. ст. Тому півмісяцеві клапани закриті і відчиняються тільки тоді, коли тиск у шлуночках перевищить тиск крові в аорті, кров надходить у судини великого і малого кола кровообігу. Тиск у шлуночках вирівнюється з тиском в аорті і легеневій артерії, об'єм шлуночків різко зменшується, але шлуночки ніколи не опорожнюються повністю (**фаза швидкого вигнання**).





## Провідна система серця

Міокард передсердь і шлуночків, розділений фіброзними кільцями, синхронізується в своїй роботі провідною системою серця, єдиної для всіх його відділів:

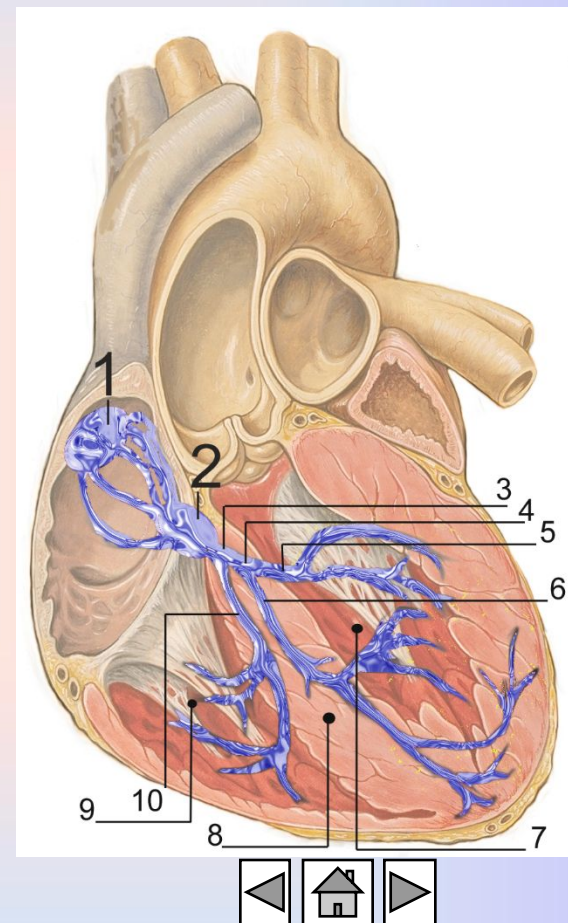


### Схематичне зображення провідної системи серця

: 1 - верхня порожниста вена; 2 - синусно-передсердний вузол; 3 - передній міжвузловий і міжпередсердний тракт Бахмана; 4 - середній міжвузловий тракт Венкебаха; 5 - задній міжвузловий тракт Горіла; 6 - передсердно-шлуночковий вузол; 7 - передсердно-шлуночковий пучок; 8 - ліва ніжка передсердно-шлуночкового пучка; 9 - права ніжка пучка Гіса; 10 - субендокардіальна мережа волокон Пуркіньє; 11 - нижня порожниста вена; 12 - вінцевий синус; 13 - передня гілка лівої ніжки пучка Гіса; 14 - аорта; 15 - задній легеневий стовбур



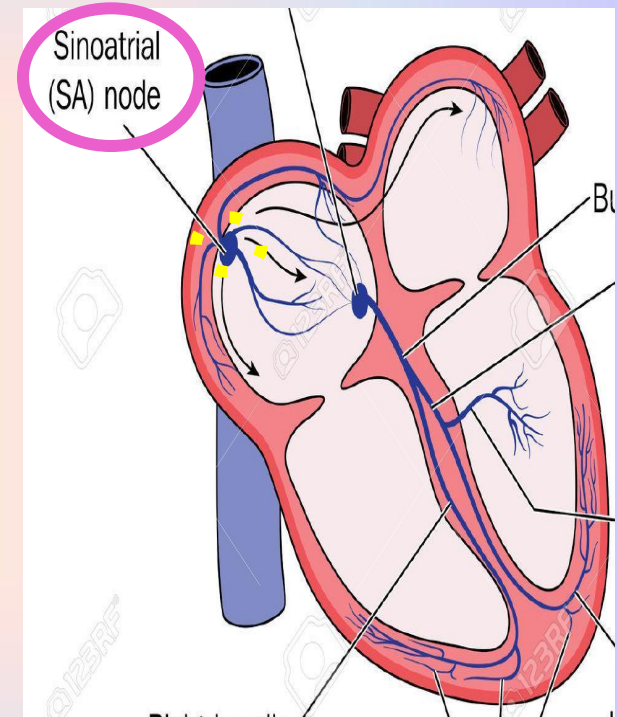
Структури, генеруючі і передають імпульси до передсердним і вентрикулярного кардіомиоцитам, регулюючі та координуючі скоротливу функцію серця, спеціалізовані і складні. Провідна система серця за своєю гистоструктура і цитологічним характеристиками істотно відрізняється від інших відділів серця. Анатомічно проводить система включає синусно-передсердний і передсердно-шлуночковий вузли, міжвузлові і міжпередсердної провідні шляхи, передсердно-шлуночковий пучок (пучок Гіса) спеціалізованих м'язових клітин, який чиліву і праву ніжки, субендокардіальний мережу волокон Пуркіньє.

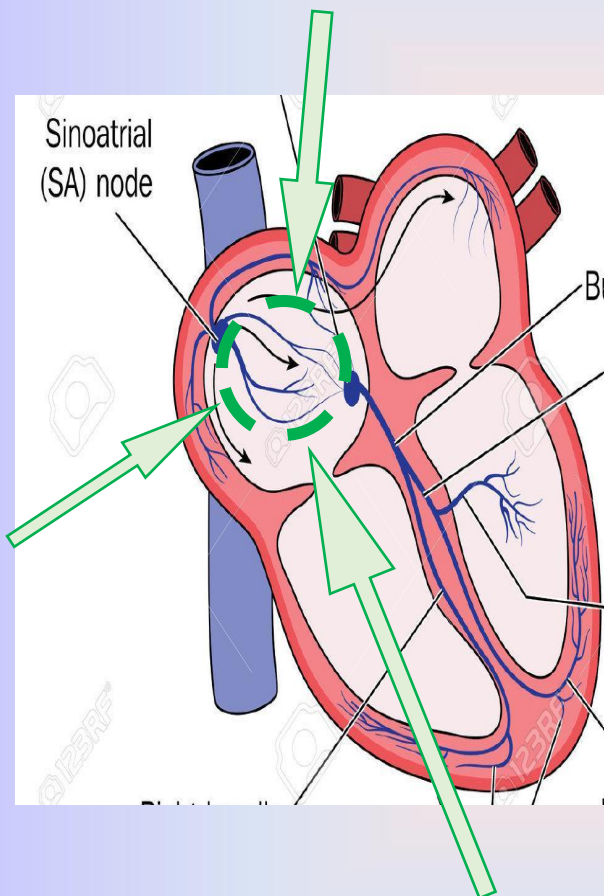


## Синусно-передсердний вузол

Синусно-передсердний вузол розташований з латеральної сторони над підставою правого вушка у місця впадання верхньої порожнистої вени в праве передсердя, від ендокарда якого його відділяє тонка прошарок сполучної і м'язової тканини. Має форму сплющеного еліпса або півмісяця, горизонтально розташованого під епікардом правого передсердя. Довжина вузла 10-15 мм, висота - до 5 мм, товщина - близько 1,5 мм. Візуально вузол слабо відрізнити від навколишнього його міокарда, незважаючи на капсулоподібної скупчення сполучної тканини по периферії.

Синусно-передсердний вузол дає початок множинним шляхам, які проводять імпульси, що генеруються Спеціалізоване клітинами. Від нього відходять латеральні пучки до правого вушка, нерідко - горизонтальний пучок до лівого вушка, задній горизонтальний пучок до лівого передсердя і усть легеневих вен, пучки до верхньої і нижньої порожнистих вен, медіальні пучки до межвенозному м'язовому пучку міокарда.





## Межузлова шляху проведення імпульсів

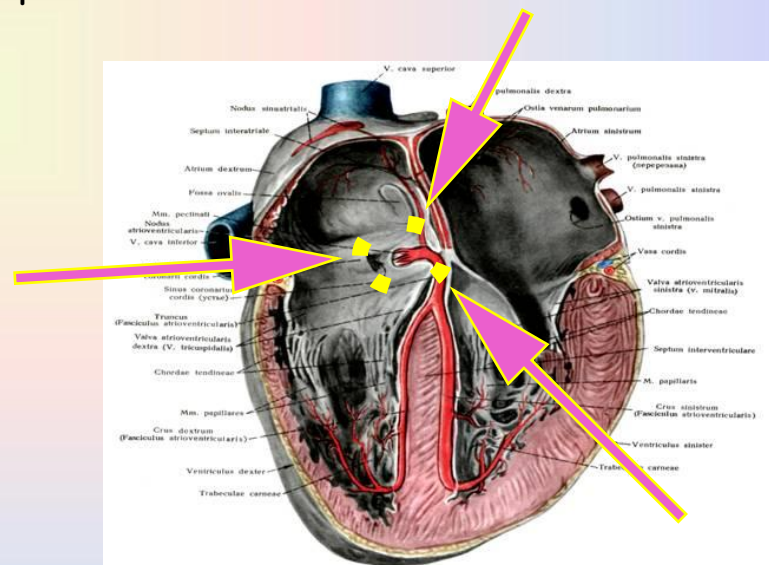
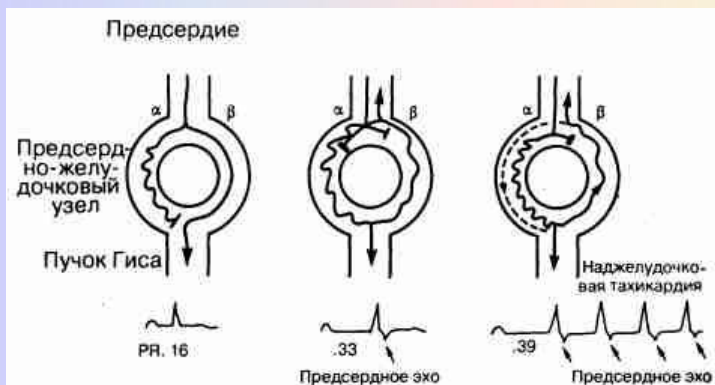
Найбільш функціонально значимими є спадні шляхи. Передній межузловий тракт, пучок Бахмана, бере початок від переднього краю синусно-передсердного вузла, проходить спереду і вліво від верхньої порожнистої вени у напрямку до лівого передсердя, продовжуючись до рівня лівого вушка. Від пучка Бахмана відгалужується передній межузловий пучок, далі самостійно наступний в міжпередсердній перегородці до передсердно-шлуночкового вузла. Середній межузловий тракт, пучок Венкебаха, відходить від верхнього і заднього країв синуснопередсердного вузла. Проходить єдиним пучком позаду верхньої порожнистої вени, розділяючись потім на дві нерівні частини, менша з яких слід до лівого передсердя, а основна триває по міжпередсердній перегородці до передсердно-шлуночкового вузла.

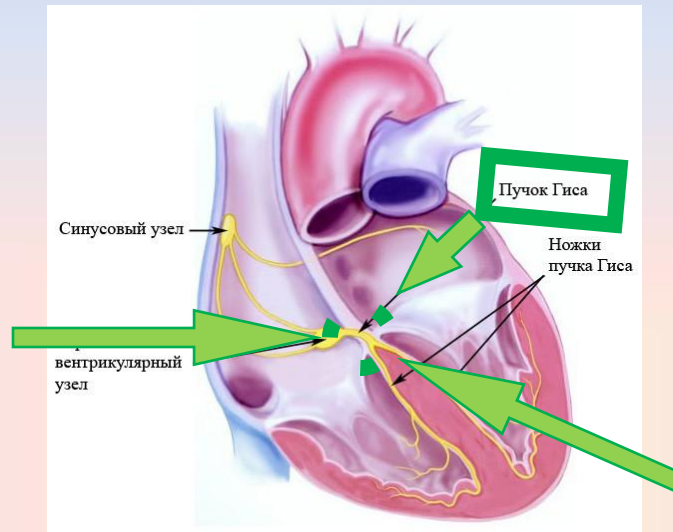




## Предсердно-шлуночковий вузол

Предсердно-шлуночковий вузол зазвичай локалізована під ендокардит правого передсердя на правому фіброзном трикутнику в нижній частині межпредсердної перегородки, над прикріпленням септальних стулки правого ЛУ-клапана і кілька спереду від гирла вінцевого синуса. Найчастіше овоїдної, веретеноподібної, дисковидної або трикутної форми, його розміри коливаються в межах від 6x4x05 до 11x6x1 мм.





## Пучок Гиса

Ведучі від передсердно-шлуночкового вузла відходять верхній, задній і передсердно-шлуночкові пучки Гіса, причому тільки останній виявляють в 100% спостережень. Пучком Гіса, який відходить від передньої частини передсердно-шлуночкового вузла, є його звужену ділянку, перфорує правий фіброзний трикутник в місці з'єднання з верхньої перетинчастої частиною міжшлуночкової перегородки.

Пучок Гіса коливається в межах 8-20 мм при ширині 2-3 мм, товщині 1,5-2 мм і розташований в передній стінці передсердно-шлуночкової перегородки.



## Автоматія та властивості серцевого м'яза

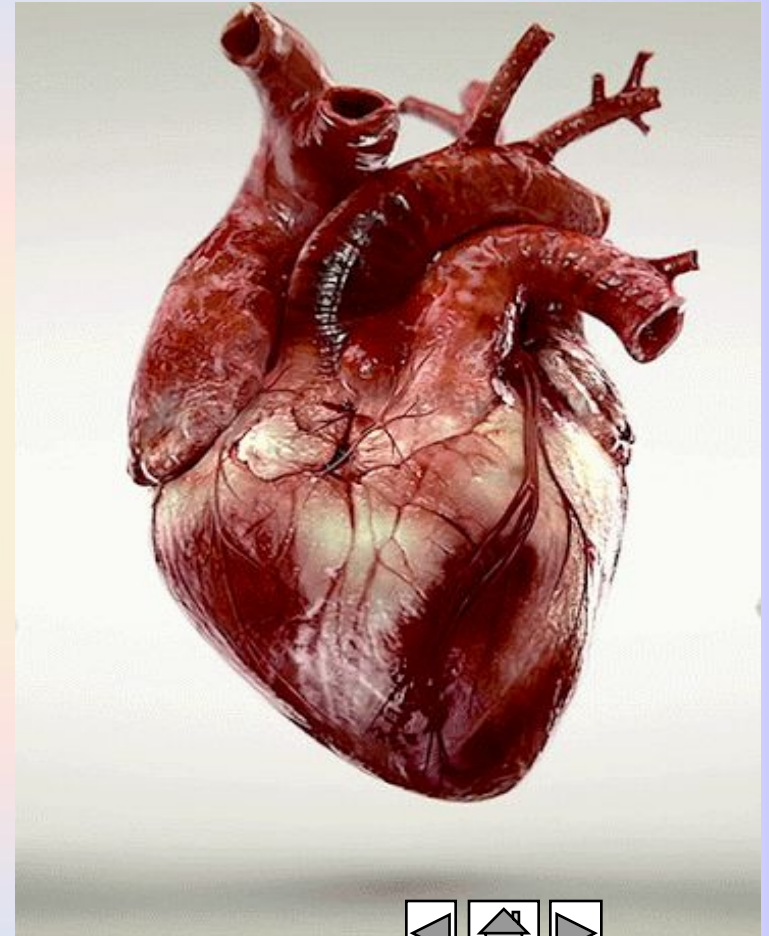
Серцю властива **автоматія**. Серцевий м'яз здатний до ритмічних скорочень і тоді, коли на нього не діє зовнішній подразник. У цьому випадку він скорочується під впливом імпульсів, що виникають у ньому в результаті його життєдіяльності (інтеркардіальна, тобто внутрішньо серцева регуляція).

1. Власною нервовою системою, яка включає рецептори розтягіння, аферентні, вставні (адренергічні) та еферентні (холінергічні) нейрони, які утворюють внутрішньо серцеві рефлекторні дуги, замкнені в гангліях міокарду.

2. Властивостями серцевого м'яза (клітини - пейсмекери), які задають ритм автоматії.

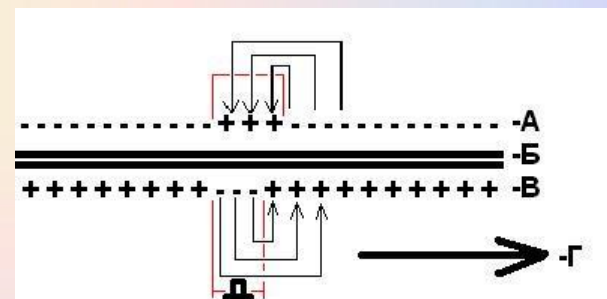
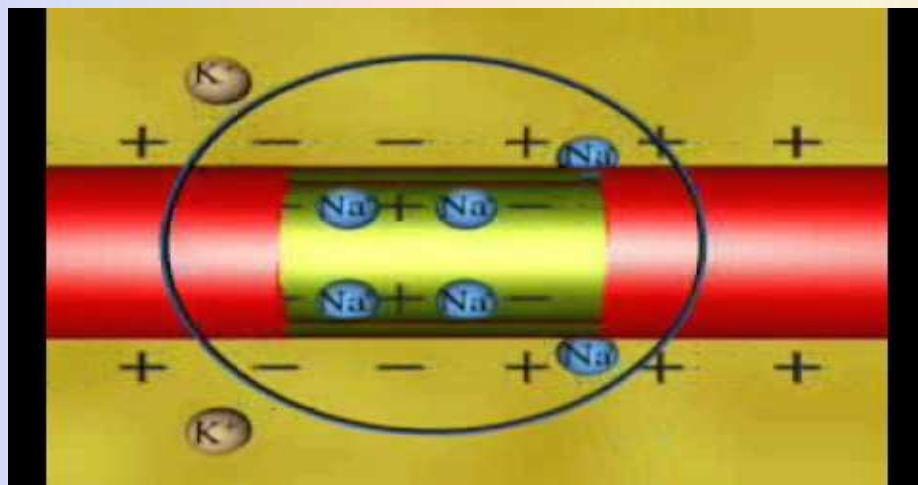


Якщо вирізати серце холоднокровної тварини, наприклад, серце жаби, і запобігти його від висихання, воно продовжуватиме скорочуватися протягом кількох днів. Серце теплокровної тварини, вирізане з трупа в першу добу після смерті, може скорочуватися на протязі багатьох годин, якщо поставити його у відповідні умови. Російський фізіолог Кулябко ще в 1902 р провів чудовий дослід, показавши, що серце людини, вирізане з трупа через кілька годин після смерті, може знову почати ритмічно скорочуватися, якщо пропускати через його судини підігрітий до 38 - 40°C і насичений киснем розчин Рінгер-Локка або дефібриновану кров. Після зупинки серця, коли ще не наступили необоротні порушення великих півкуль головного мозку (клінічна смерть), можна відновити роботу серця накачуванням крові у вінцеві судини через сонні або стегнові артерії, штучним диханням і застосуванням деяких фармакологічних засобів. Автоматизм серця дозволив зробити пересадку серця в кішок, кроликів та собак, після якого воно працювало до 9 місяців.





**Автоматія серця** обумовлена періодичними змінами потенціалів м'язової тканини провідної системи серця. Під час діастоли відбувається поступова поляризація мембрани. У той момент, коли її потенціал оказується значно зниженим, виникає збудження, яке розповсюджується (через так звані нексуси - ділянки з низьким опором, через які відбувається перехід збудження з одної клітини на іншу) по всім волокнам міокарда (волокна робочого міокарду перелсердь і шлуночків, які забезпечують скорочувальну функцію).



У провідній системі головним є синусний вузол, потім ця здатність зменшується в атріовентрикулярному вузлі і далі в напрямку до верхівки серця (**закон градієнту серця**).

Ведуча роль синусного вузла виявляється в тому, що в ньому первинно виникає збудження, а потім в атріовентрикулярному вузлі. Нагрівання синусного вузла викликає збільшення частоти серцевих скорочень, а його охолодження - уповільнення. Ушкодження або отруєння цього вузла уповільнює або зупиняє діяльність серця. Головну роль синусного вузла можна встановити, повторивши досліди, які вперше поставив Станніус і які отримали назву лігатур Станніуса. М'яз серця, як і всі м'язи тіла, мають збуджуваність, спроможністю проводити збудження і скоротливість.

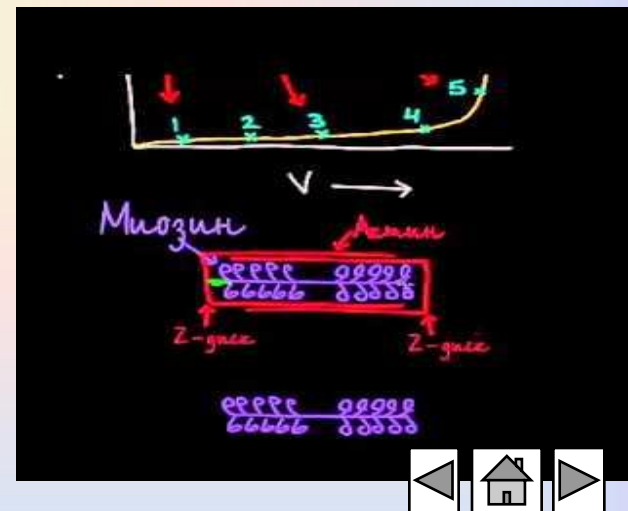
Серцевий м'яз здатний прийти в стан збудження при дії на неї електричним, механічним, термічним і хімічним подразниками. Якщо силу подразника збільшити до максимальної, то серцевий м'яз буде відповідати тією самою величиною скорочення, тобто сила серцевих скорочень не залежить від сили подразника. На підставі цих даних був сформульований так називаний **закон "усе або нічого"**.



## Закон серця

Явище саморегуляції серця детально дослідили О. Франк та Е. Старлінг. На розробленому Е. Старлінгом ізольованому серцево-легеневому препараті вони установили, що при збільшенні припливу венозної крові до серця сила його скорочень і кількість виштовхуваної крові зростають. Цей ефект дістав назву **закону серця, або закону Франка — Старлінга**. Згідно з цим законом, **серцевий викид прямо пропорційний кінцеводіастолічному тиску, тобто сила скорочення серцевого м'яза прямо пропорційна початковій довжині м'язових волокон (тобто довжині перед скороченням)**.

Ефект Франка — Старлінга є проявом *гетерометричної саморегуляції серця*, пусковим моментом якої є зміна довжини кардіоміоцитів. Цей ефект отримано не тільки на цілому серці, а й на сосочкових м'язах, окремих смужках міокарда, а також на скелетних м'язах, тобто він є проявом універсальної властивості м'язової тканини — збільшувати силу скорочення пропорційно до ступеня розтягнення м'язового волокна. Отже, в його основі лежать *мгогенні механізми саморегуляції*.



На відміну від гетерометричної, *гомео-метрична саморегуляція* серця виявляється без зміни довжини кардіоміоцитів у діастолі. Так, у разі часткового перетиснення аорти внаслідок підвищення тиску в лівому шлуночку зростає навантаження на серце. Знижений при цьому систолічний об'єм крові відновлюється до попередніх значень через кілька скорочень за рахунок їх посилення. В основі цього феномену лежить, як вважають, принаймні на перших секундах навантаження, ефект Франка — Старлінга, але згодом підключаються інші, ймовірно, нейрогенні механізми.

Під *нейрогенними механізмами саморегуляції* серця розуміють участь у цьому процесі внутрішньосерцевої (інтраму-ральної) нервової системи — скупчення нейронів у стінках серця. У цих скупченнях розміщені тіла післявузлових парасимпатичних нейронів, які передають сигнали від центрів довгастого мозку та блукаючих нервів до серця. Припускають, що там є також аферентні біполярні нейрони, один аксон яких закінчується у товщі міокарда і збуджується його розтяганням, а другий — на післявузлових парасимпатичних нейронах.

У серцевому м'язі сила скорочення залежить від нервово - гуморальних впливів. (Адреналін збільшує приріст товщини міокарду в період систоли на 30%).





# Регуляція діяльності серця

Органи кровообігу і різноманітні її ланки можуть розглядатися як саморегулююча система, що забезпечує оптимальний рівень діяльності.

Будь-яка реакція серцево-судинної системи на зовнішній вплив або зміну в самому організмі має складну структуру.

Автоматична діяльність серця забезпечує тільки основні потреби організму і тільки при стані повного покою.

В інших випадках роботу серця регулюють нервова система і гуморальні фактори.



# Регуляція роботи серця

**нервова**

- Рецептори знаходяться в середині порожнини серця та великих судин.

**гуморальна**

- Гормони - біологічно активні речовини, що виробляються залозами внутрішньої секреції.

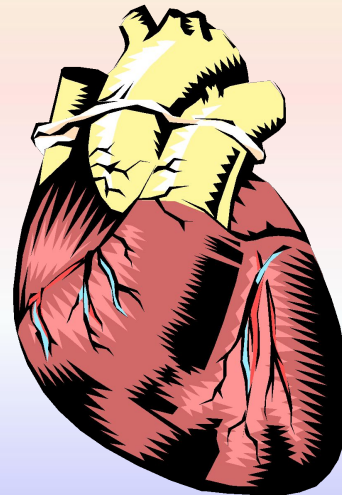
# Нервова регуляція

Парасимпатичний  
нерв  
(блукаючий)

- Уповільнює роботу серця

Симпатичний  
нерв

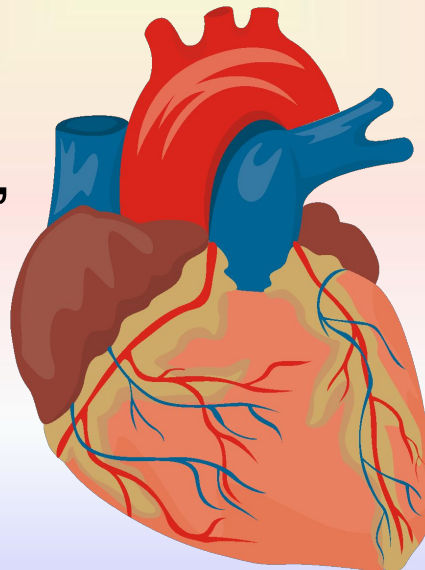
- Підсилює роботу серця



# Гуморальна регуляція

*Сповільнює роботу  
серця*

- Ацетілхолін (є медіатором багатьох синапсів), йони калію.

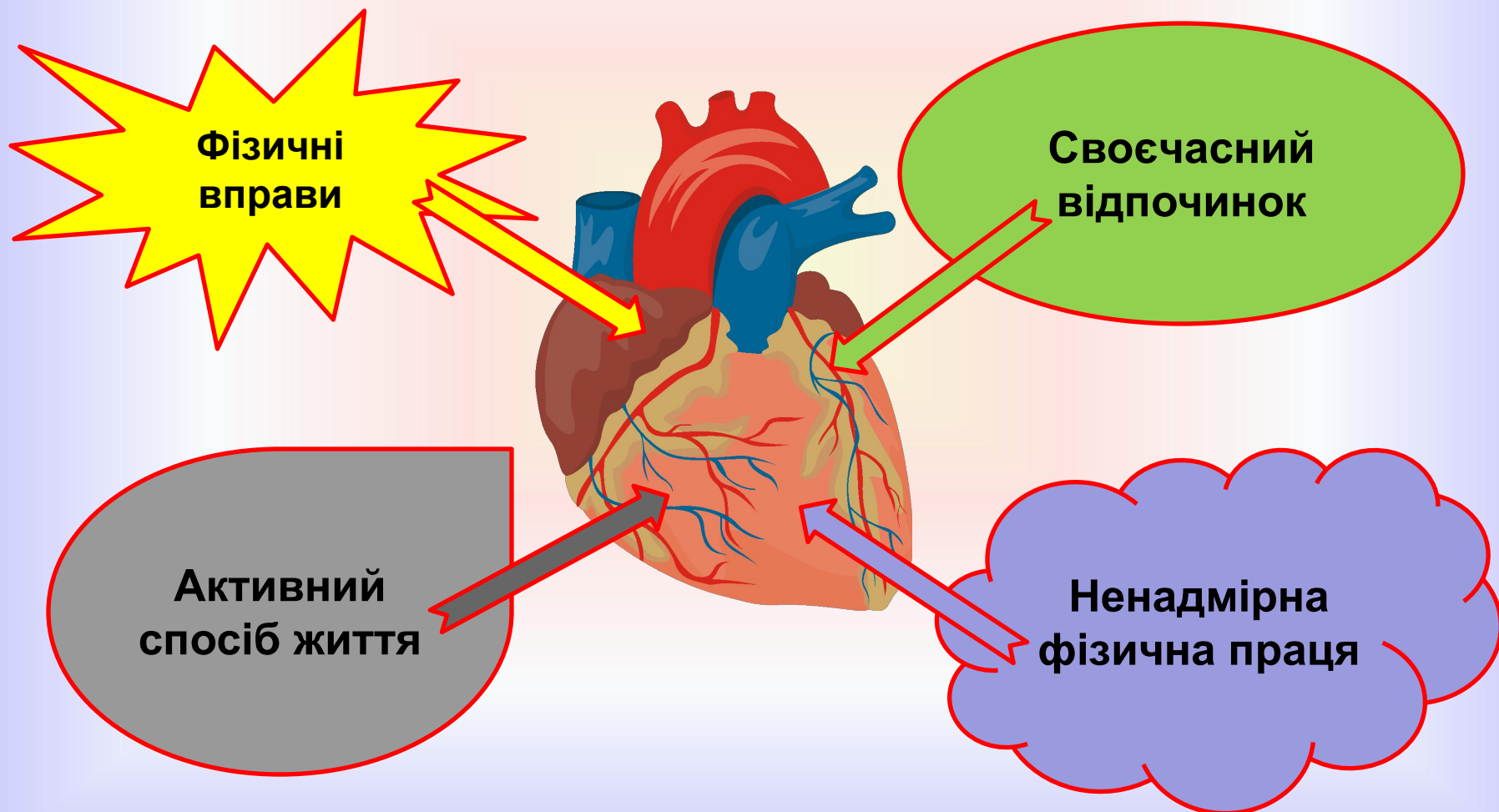


*Підсилює роботу  
серця*

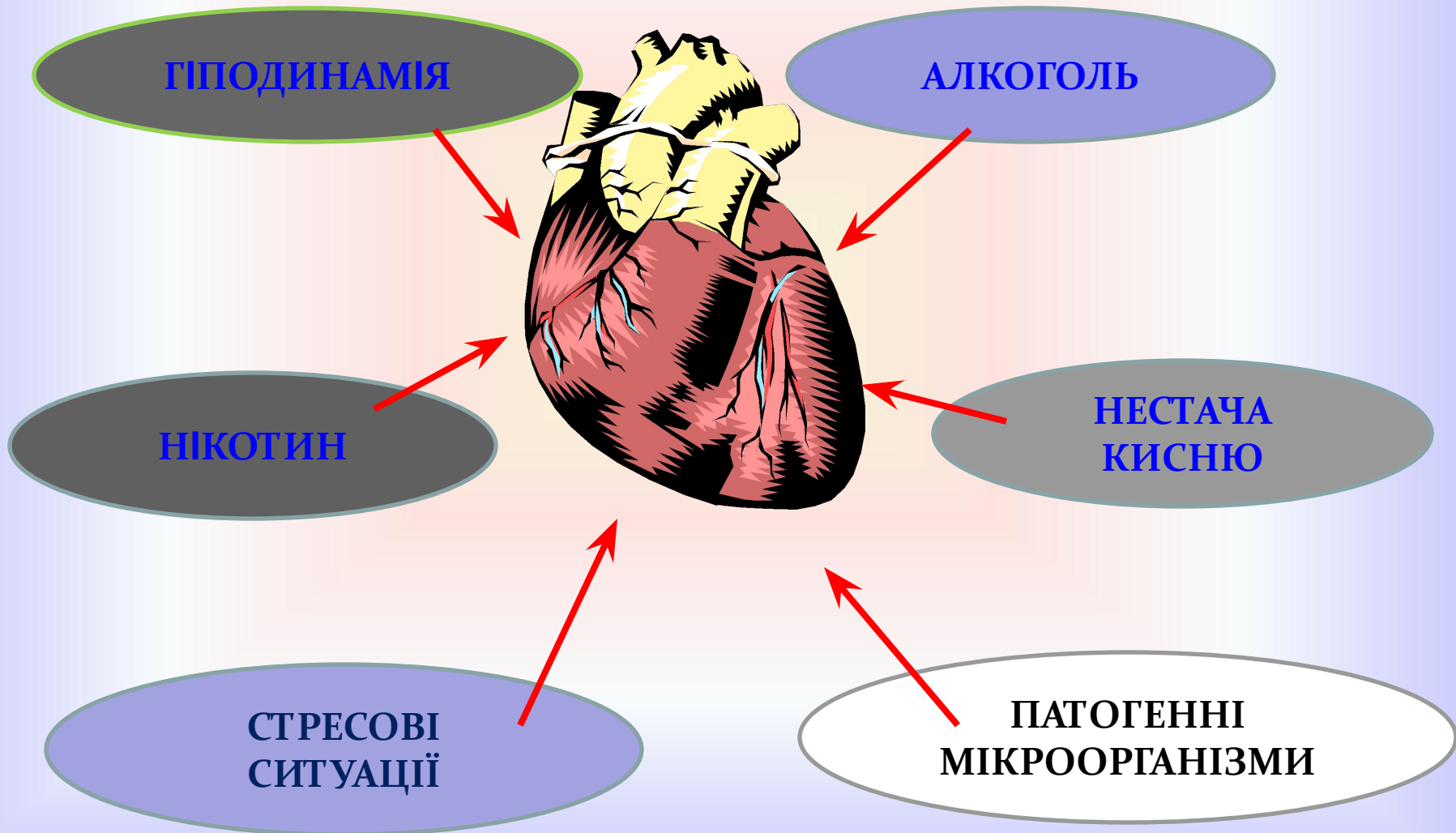
- Адреналін, норадреналін, серотонін, тироксин, йони кальцію.

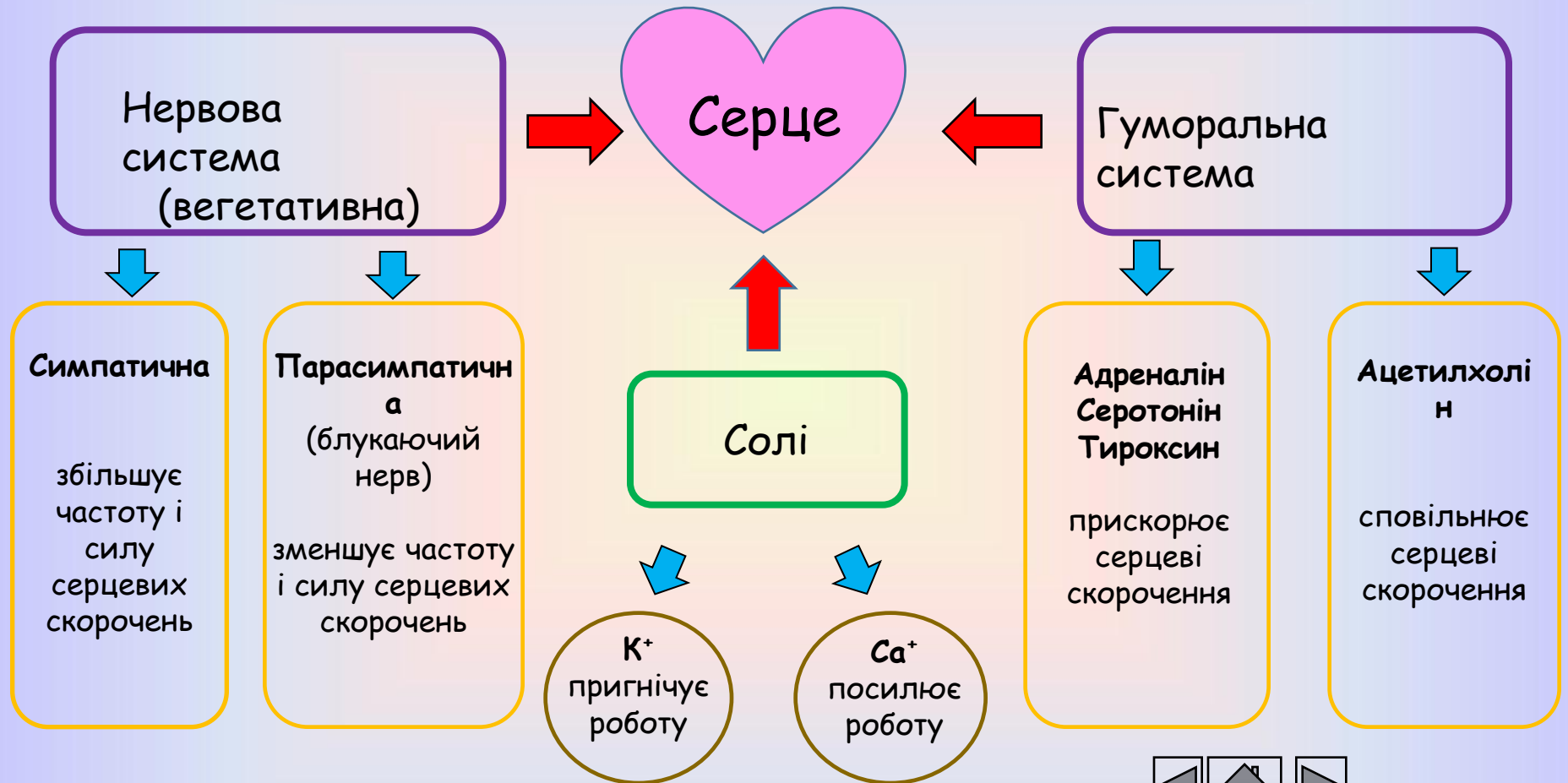


# УМОВИ НОРМАЛЬНОЇ РОБОТИ СЕРЦЯ.



# Фактори, що негативно впливають на серце





# Нервова регуляція діяльності серця

Здійснюється імпульсами, що надходять до серця з ЦНС по парасимпатичних і симпатичних нервах.

Серцеві нерви мають двонейронну структуру.

Як діють на серце блукаючі нерви уперше виявили брати Вебер у 1845 році. Вони виявили, що при подразненні цих нервів частота і сила серцевих скорочень зменшується. Це був перший випадок установлення гальмівного впливу нервової системи.



# Види впливу на серце

**хронотропний ефект**  
(chronos - час)

зміна частоти серцевих скорочень

**іотропний ефект**  
(inos - сила)

зміна сили серцевих скорочень

**дротропний ефект**  
(dromos - шлях)

зміна провідності в серці

**батмотропний ефект**

(βαθμός - поріг + τρόπος - спосіб дії)

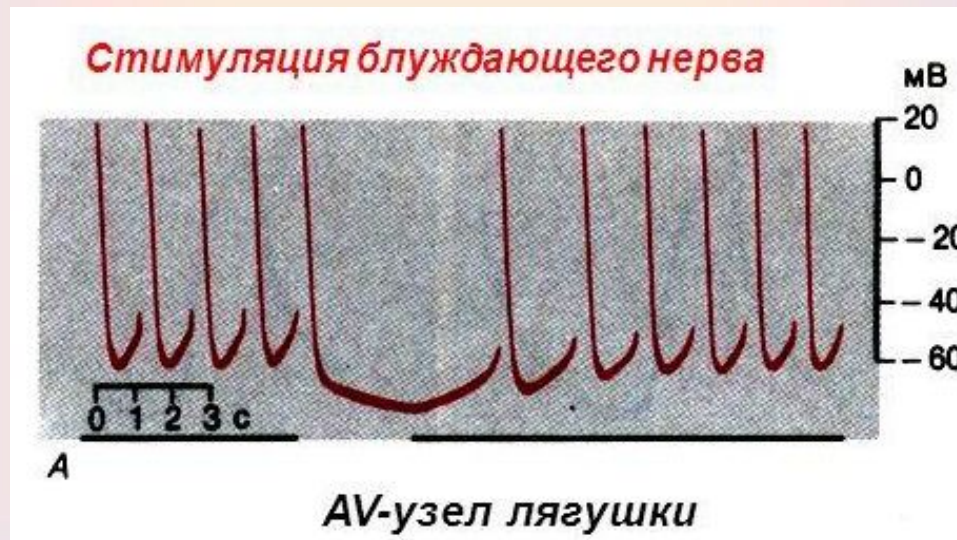
зміна збуджуваності серцевого м'яза



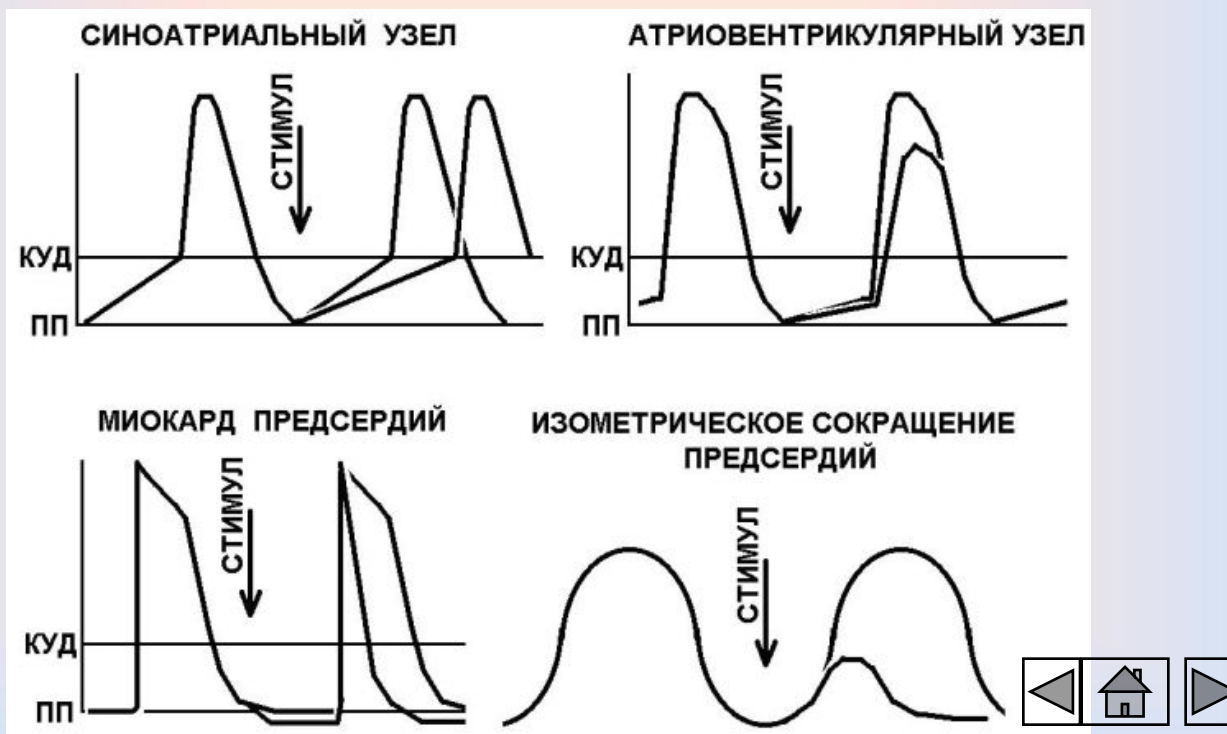


# Блукаючий нерв

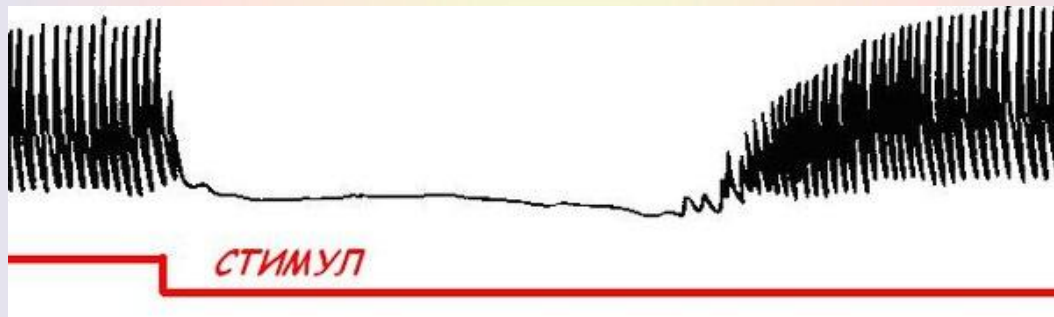
Дає негативний хронотропний, інотропний, батмотропний, дромотропний ефект.



Під впливом блукаючого нерва збільшується мембранний потенціал (наступає гіперполяризація). Рефрактерний період передсердь скорочується.

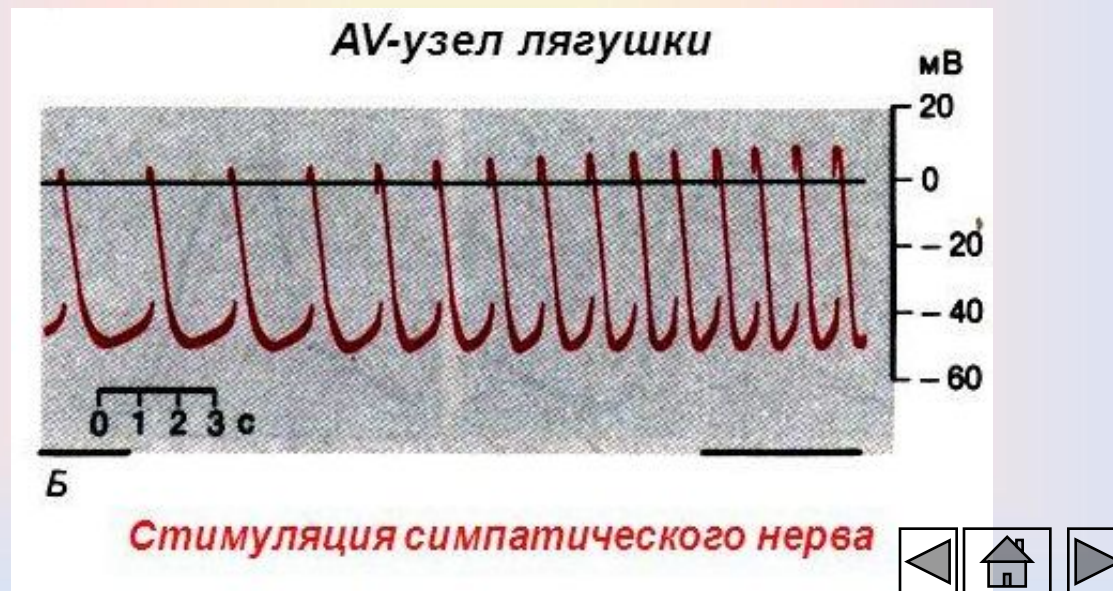


При тривалому подразненні блукаючого нерва навіть після зупинки серця, воно знову починає скорочуватися. Таке явище називають **висковзуванням** серця з-під впливу блукаючого нерва.



# Симпатичний нерв

Здійснює на серце позитивний хронотропний, інотропний батмотропний ефект. Дія самого подразнення симпатичного нерва починається після латентного періоду, рівного 10с і продовжується ще довгий час після припинення подразнення.



Обидва нерви - блукаючий і симпатичний впливають на серце постійно, тому що центри цих нервів знаходяться у стані безупинного порушення, що підтримується імпульсами, що надходять до них. Такий стан безупинного збудження нервових центрів одержав назву **тону́су нервових центрів**.

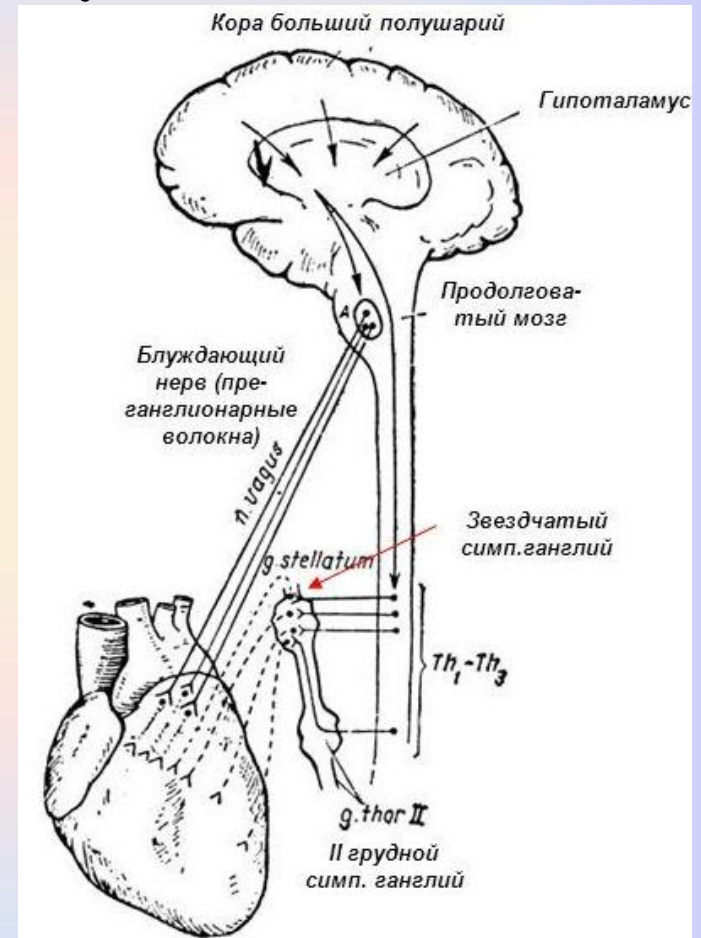
Тонус центрів серцевих нервів у значній мірі визначається рефлекторними впливами; змінюється під впливом імпульсів, що приходять по доцентрових нервах. Рецептори, імпульси з яких рефлекторно змінюють роботу серця, знаходяться в самому серці і стінках великих судин.





# Рефлекторна регуляція

Забезпечується центрами довгастого і спинного мозку, корою великих півкуль (моторною і премоторною зоною), а також гіпоталамічною ділянкою проміжного мозку.



# Рефлекс Гольца

Рефлекторна зупинка серця при сильному ударі по вентральній стінці живота.

# Рефлекс Ашнера

При надавлюванні пальцями на очні яблука відбувається уповільнення серцебиття на 10-20 ударів за хвилину.

# Рефлекс Бейнбріджа (Закон серцевого ритму)

Підвищення тиску крові у порожнистих венах і правому передсерді зумовлює збільшення частоти серцевих скорочень (ЧСС).



У залежності від того, подразнюються центри блукаючих або симпатичних нервів, відбувається прискорення або уповільнення роботи серця. При тривалому подразненні серцевих нервів серцева діяльність змінюється тільки в перший період. Потім спостерігається поступове відновлення вихідного ритму. Виявилось, що при тривалому впливі блукаючого нерва серце стає все більш сприйнятливим до впливу симпатичного нерва. Навпаки тривале подразнення симпатичного нерва збільшує збуджуваність серця стосовно імпульсів, що йдуть від блукаючого нерва.



# Гуморальна регуляція роботи серця

Регулюється біологічно активними речовинами. Частіше всього - гормонами.

**Посилюють чуттєвість серця до дії симпатичних нервів**

Гормон щитовидної залози - тироксин

Гормони надниркових залоз - адреналін та норадреналін (симпатін)

**Посилюють чуттєвість серця до дії блукаючого нерва**

Ацетилхолін

Іони кальцію підвищують збудливість і провідність міокарду, посилюють серцеву діяльність.

Іони калію зменшують силу скорочень, уповільнюють ритм і проведення збудження по провідній системі серця, можлива зупинка серця в діастолі.



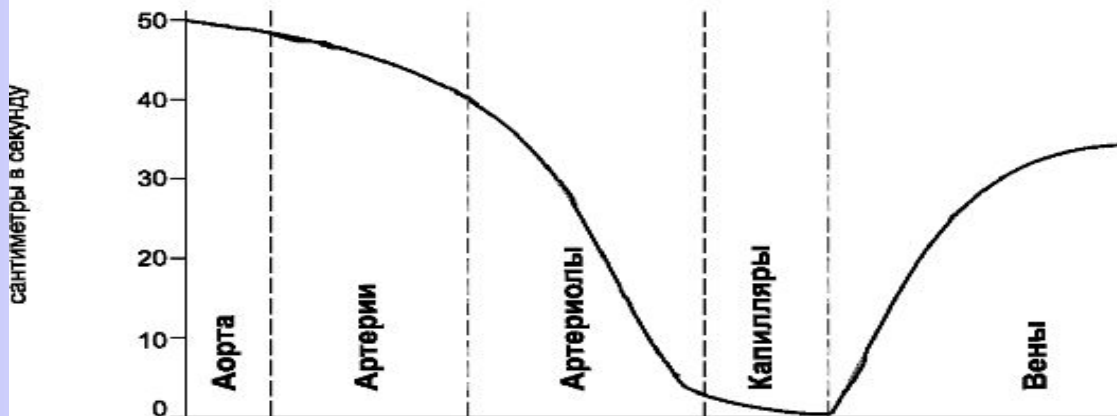
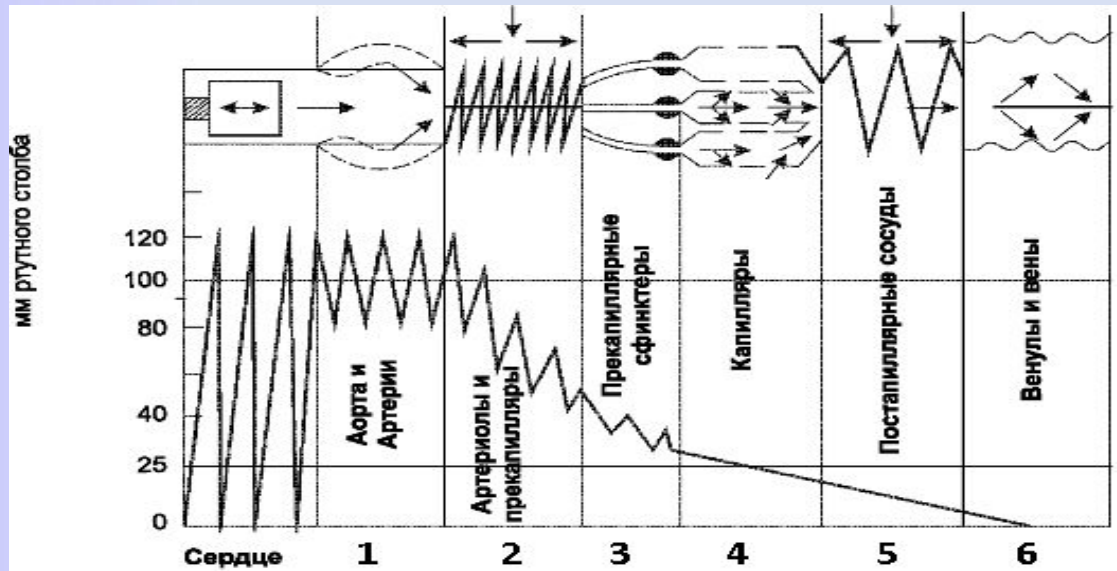
# Рух крові по кровоносних судинах

Судини кровоносної системи мають різну будову і різне функціональне призначення. У залежності від виконуваної ними функції судини підрозділяються на 6 груп:

1. Амортизучі судини (в них мінливий потік крові перетворюється в більш рівномірний і плавний)
2. Судини опору (змінюють свій опір і таким чином здійснюють перерозподіл крові між органами й тканинами)
3. Судини - сфінктери (передкапілярні артеріоли)
4. Обмінні судини (в них відбувається обмін речовинами між кров'ю і тканинами)
5. Ємкісні судини (дрібні, середні й великі вени, які можуть розпрямлятися і розтягуватися, утримуючи досить значний об'єм крові)
6. Шунтувальні судини (з'єднують між собою артеріоли з венулами, їхня функція полягає в шунтуванні, перекиданні артеріальної крові у венозне русло в обхід капілярів)







1. Амортизучі судини
2. Судини опору
3. Судини - сфінктери
4. Обмінні судини
5. Ємкісні судини
6. Шунтувальні судини



**Мікроциркуляторне русло** - центральна ланка судинної системи. Об'єднує дрібні артерії, венули, капіляри, а також лімфатичні капіляри.

**Капілярна сітка** - основне місце транс капілярного обміну (тобто обмін між кров'ю і тканинною рідиною).

**Справжній капіляр** - це судина, стінка якої утворена одним шаром ендотеліальних клітин, які розташовані на тонкій мембрані.

На рівні **артеріальних кінців капілярів** відбувається процес фільтрації (рух молекул із крові у тканинний простір). На рівні **венозних кінців** - процес абсорбції (рух молекул із тканин у кров). Це обумовлено різницею у величині онкотичного і гідростатичного тиску в капілярах і тканинах.

**Гідростатичний тиск** сприяє виштовхуванню рідини через стінки капілярів; **онкотичний** - утримує рідину у порожнині (просвіті) судин.



**КРОВООБІГ – рух крові по серцево-судинному руслі.**

- **Циркулююча кров об'єднує різні органи в єдину систему**
- **Кров – виконує транспорту функцію**
- **Кров забезпечує гомеостаз**

# **УМОВИ ДЛЯ НЕПЕРЕРВНОГО КРОВОТОКА**

- Відповідність ємкості порожнин серця и судин об'єму крові**
- Праві та ліві відділи серця повинні працювати разом**

# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

- КРОВ'ЯНИЙ ТИСК – ЦЕ

ТИСК, ЯКИЙ ВПЛИВАЄ НА ПОРЦІЮ КРОВІ ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ ПОПЕРЕДУ

ТА СТІНКУ СУДИН:

- Артеріальний
- Капілярний
- Венозний

- РУХОВА СИЛА КРОВОТОКУ – ГРАДІЄНТ ТИСКУ

Фактори, які формують кров'яний тиск

Закон Ома:  $Q = P_1 - P_2 / R$

$P_1 = 100 \text{ мм рт.ст.}$   $P_2 = 0 \text{ мм рт.ст.}$

$$\underline{P = Q \times R}$$

$Q = \text{МОК} = \text{СО} \times \text{ЧСС}$

Q - величина постійна відповідає закону неперервного потоку

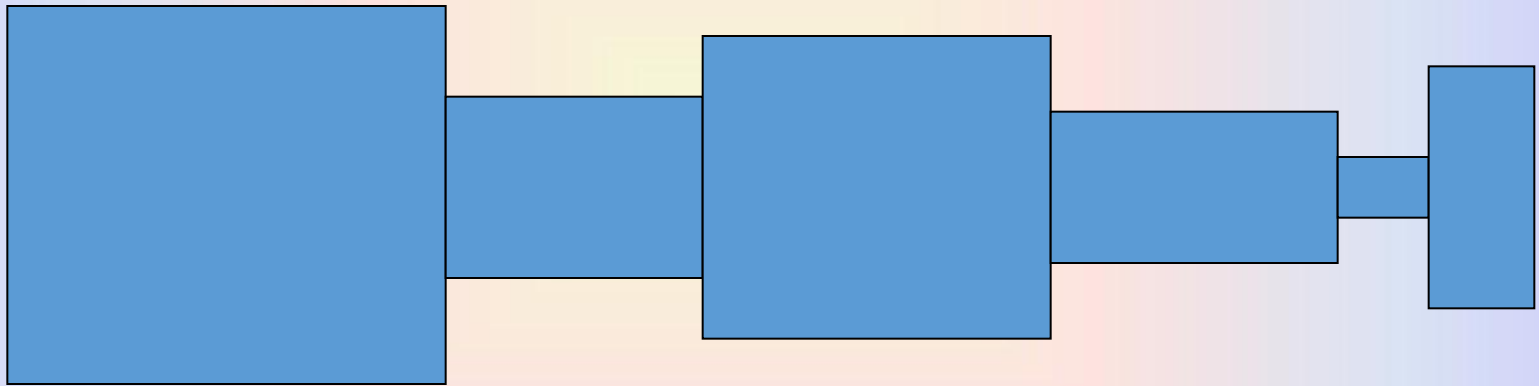
$$R = 8l \eta / \pi r^4$$

V- лінійна швидкість змінюється по ходу кровоносного русла

$$v = Q / \pi r^2$$



- $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5$



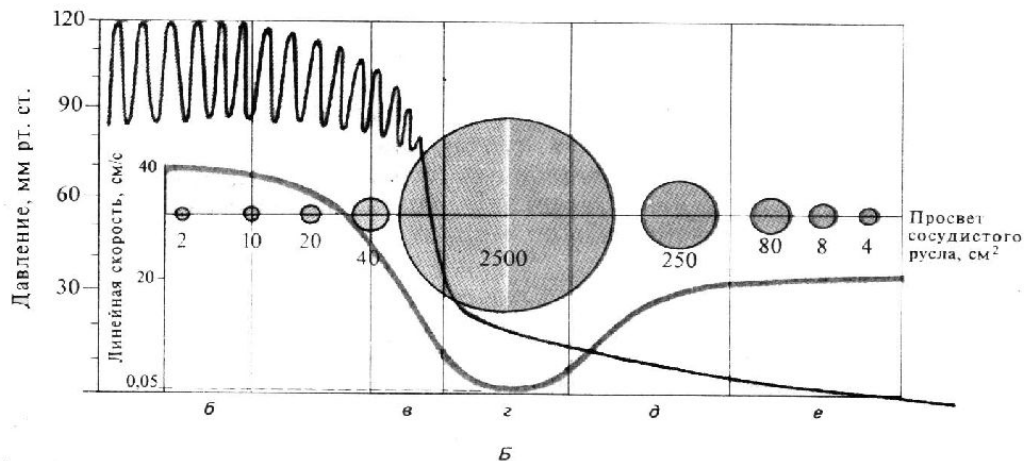
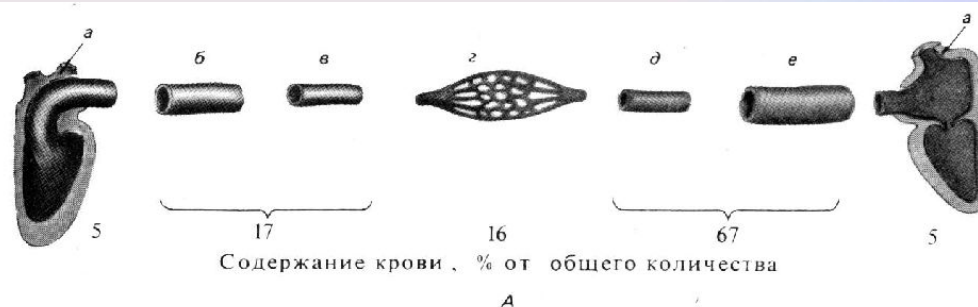
- **Q - величина постійна**

**V- лінійна швидкість змінюється  
по ходу кровоносного русла**

$$V = Q / \pi r^2$$

# СТРУКТУРА СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ТА ФУНКЦІЇ ЇЇ ОКРЕМИХ ЧАСТИН

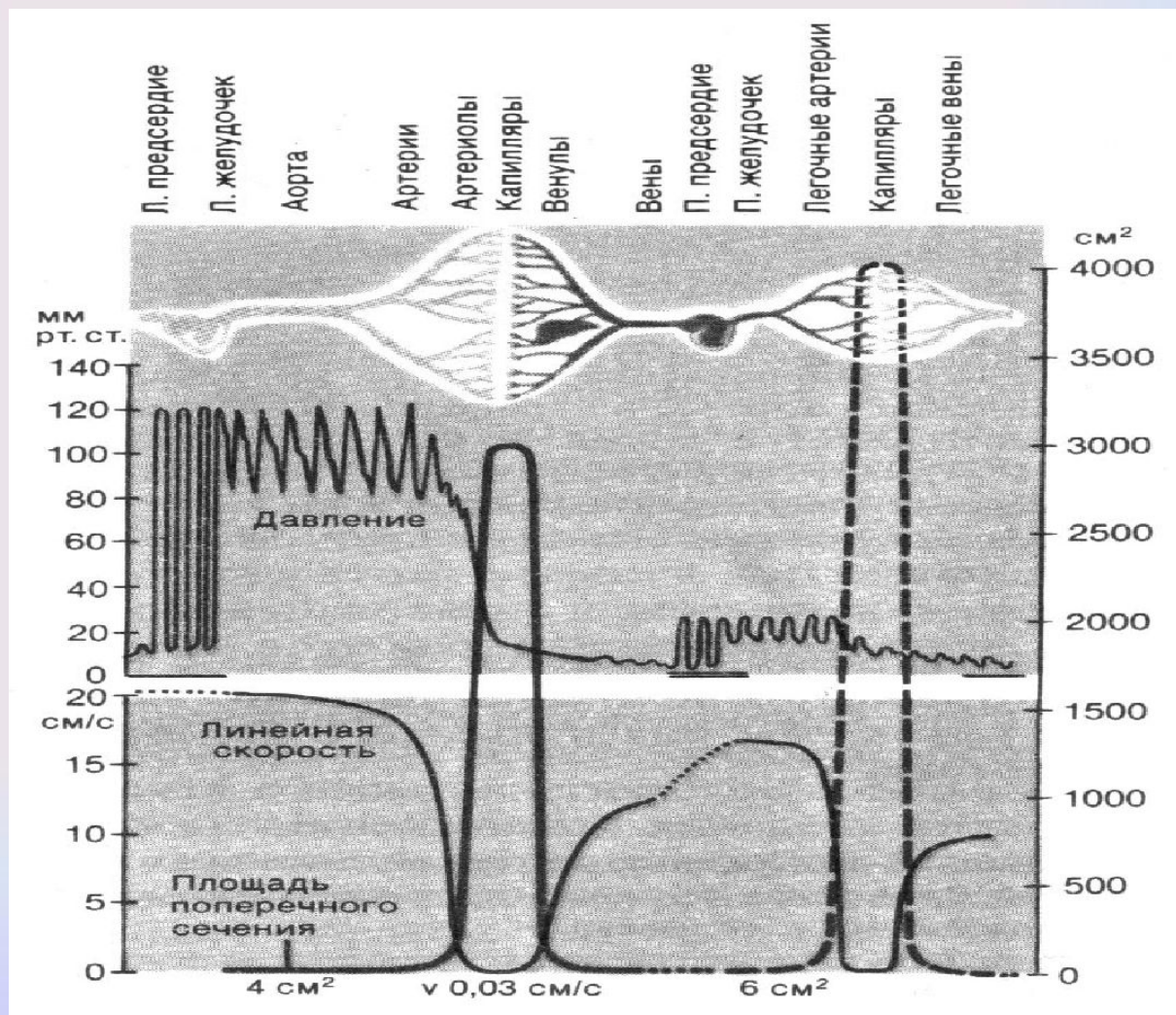
- а) Праве серце- насос
- б) Аорта та великі артерії – амортизуючи судини або «судини котла»
- в) Артеріоли та прекапілярні судини- резистивні
- г) Капілярна сітка – обміни судини
- д) Посткапілярні та венули – резистивні
- е) Вени – ємкостні судини
- а) Ліве серце - насос
- Артеріовенозні шунти



Показатели гемодинамики в различных отделах сосудистого русла.  
 А - распределение крови; Б - уровень кровяного давления, суммарный просвет и линейная скорость кровотока:  
 а - сердце, б, в, - резистивные сосуды (б-артерии, в - артериолы),  
 г - капилляры, д, е - емкостные сосуды (д - венулы, е - вены).

# ПОКАЗНИКИ ГЕМОДИНАМИКИ В РІЗНИХ ВІДДІЛАХ СУДИННОГО РУСЛА

(вся система кровообігу працює, щоб забезпечити неперервне й достатнє кровонаповнення мікроциркуляторного русла)



# РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЇ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

## ТРИ СКЛАДАЮЧИ ЦИРКУЛЯЦІЇ

- ОБ'ЄМ КРОВІ (ОЦК)
- РОБОТА СЕРЦЯ (МОК)
- ТОНУС СУДИН (ОПІР)

## РІВНІ СИСТЕМИ РЕГУЛЯЦІЇ

- фізіологічні властивості елементів, які входять в серцево-судинну систему та кров
- нервово-рефлекторні
- гуморальні

**Два контура регуляції:** в умовах фізіологічного спокою;  
забезпечення адаптаційних перебудови (*при різних змінах параметрів кровотока окремих рівнів регуляції підключаються поетапно*)

**РЕГУЛЯЦІЯ НА ПЕРИФЕРІІ В  
ОРГАНАХ И ТКАНИНАХ  
ЗДІЙСНЮЮЄТЬСЯ ЗА  
РАХУНОК:**

- складу місцевого об'єму крові
- тонуса судин мікроциркуляторного русла

**РЕГУЛЯЦІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ  
ГЕМОДИНАМІКИ  
ВРАХОВУЄ:**

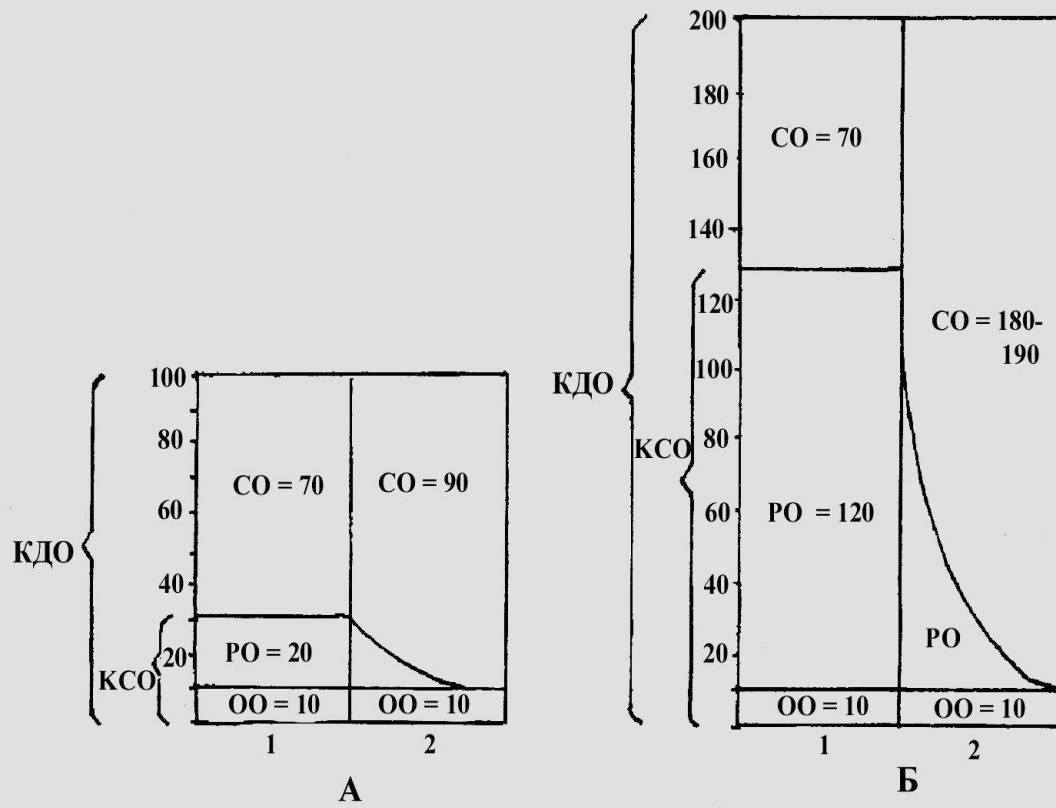
- ОЦК
- роботу серця
- тонус резистивних судин, забезпечуючи необхідний рівень системного АД



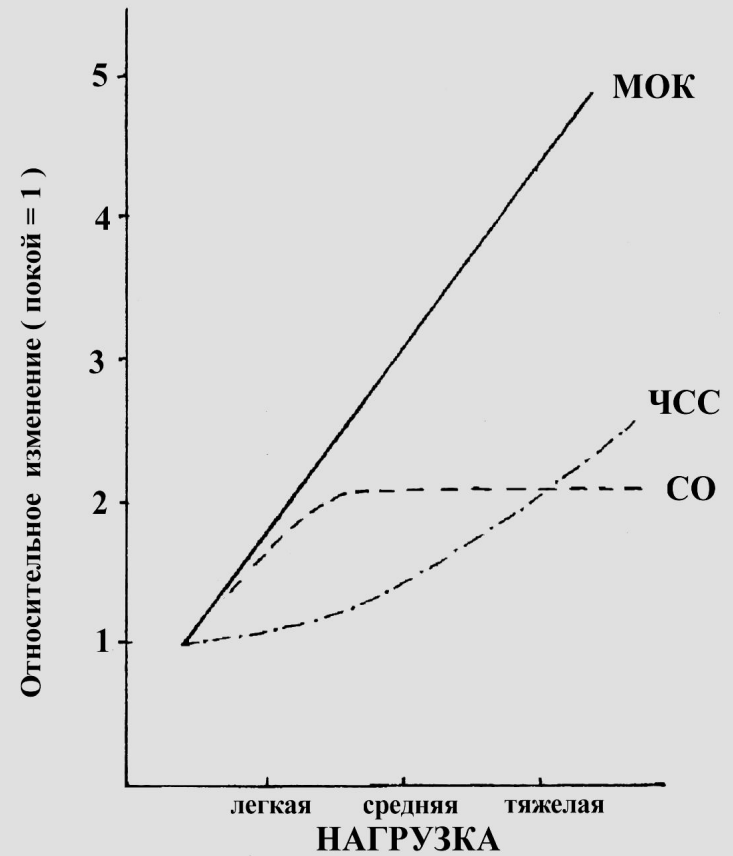
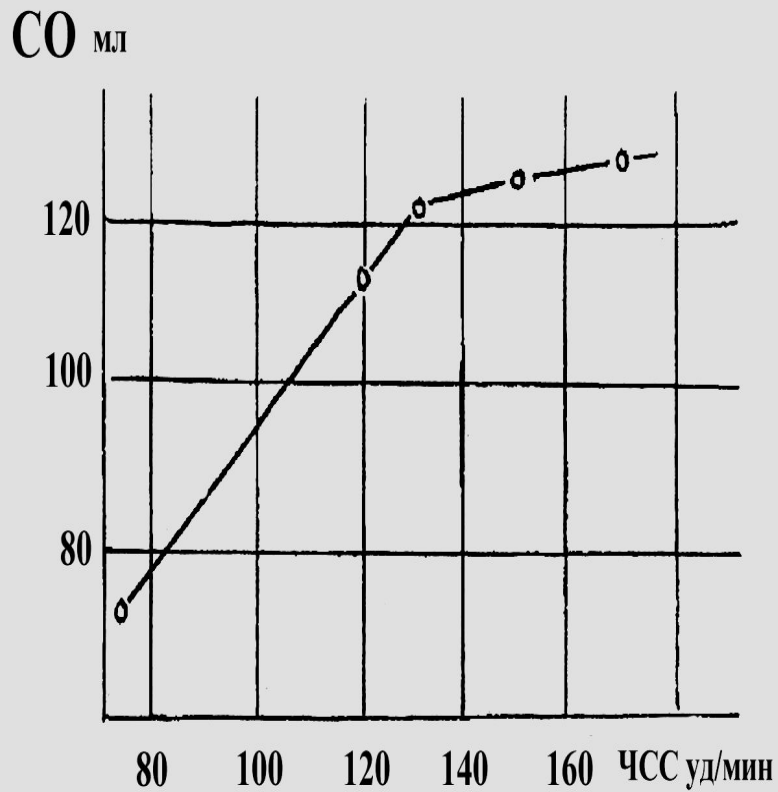
## ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ В СПОКОЮ ТА ПРИ НАВАНТАЖЕННІ

ПОКАЗНИК	Спокій	Нагрузка
Хвилинний об'єм кровообігу, Л/хвил.	5	25
Частота серцевих скорочень Уд/хвил	70	180
Систолічний об'єм	70	140
Тривалість серцевого циклу	0,85	0,33
Систола шлуночків, с	0,3	0,2
Діастола шлуночків, с	0,55	0,13

# КІНЦЕВИЙ ДІАСТОЛІЧНИЙ ОБ'ЄМ



# ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦА ПРИ НАГРУЗКАХ



# Основи гемодинаміки

Рух крові в судинах підпорядковується законам гідравліки. У будь-якій такій системі плин рідини забезпечується різницею тисків, причому в міру просування до вихідного отвору тиск у системі падає. Тиск при цьому витрачається на:

1. Тертя: **зовнішнє** - тертя рідини об стінки трубки і **внутрішнє** - тертя часток одна об іншу.
2. Менша частина тиску витрачається на надання швидкості поточної рідини.
3. Розтягування початкової частини аорти і великих артерій під час систоли.



# Гемодинаміка

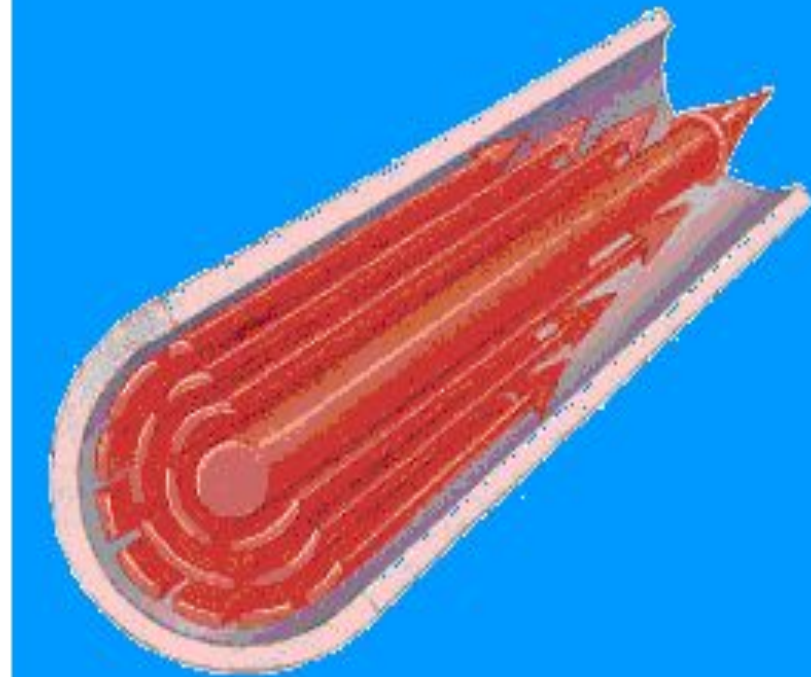
- – розділ фізіології кровообігу, який вивчає причини, умови і механізми переміщення крові в серцево-судинній системі.
- Рух крові в системі в системі кровообігу визначається двома силами: тиском, під яким вона знаходиться в судинах і опором, який виникає при її проходженні по судинах.
- Рушійною силою руху крові служить різниця тисків, яка виникає на початку і в кінці судини

тисків, яка виникає на початку і в кінці судини

- Рушійною силою руху крові служить різниця тисків, яка виникає при її проходженні по судинах.

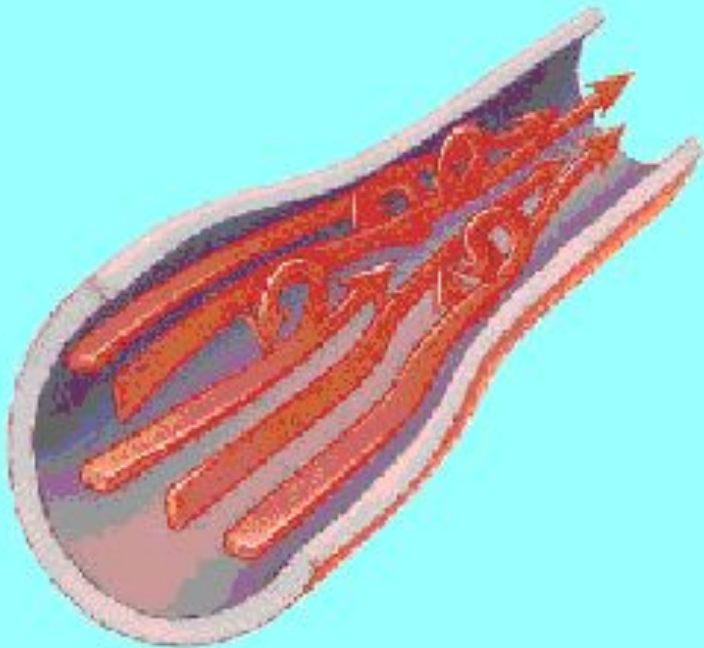
# Ламінарний рух крові

- ❑ в судинній системі кров рухається циліндричними шарами;
- ❑ Форменні елементи становлять осьовий потік, а плазма рухається по периферії;
- ❑ Чим менший діаметр судини тим ближче ФЕ біля стінки, і тим більше гальмується рух крові





# Турбулентний рух крові



- Рух крові з завихреннями в місцях розгалуження і звуження судин;
- Додатковий опір току крові
- Основний опір судинної системи зосереджений в прекапілярній частині, у дрібних артеріях та артеріолах.

# Функціональні типи судин

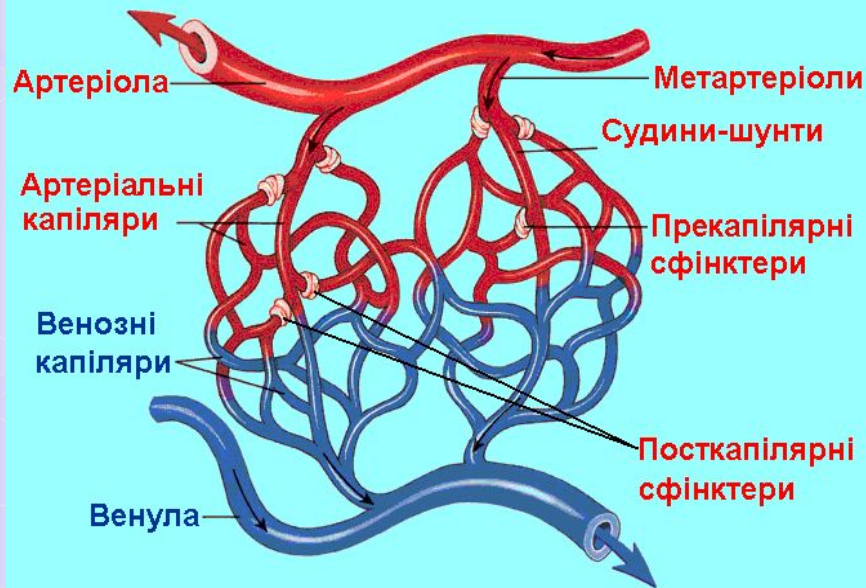
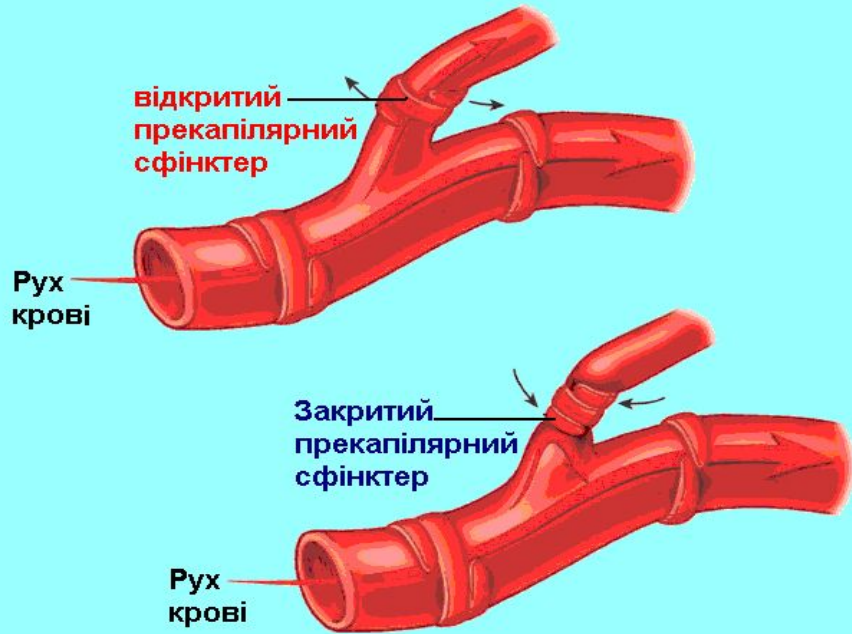
Компенсуючі або амортизуючі судини – це аорта, крупні артерії

перетворення поштовхоподібних викидів крові з серця в рівномірний потік крові;

Резистивні судини або судини опору – кінцеві артерії, артеріоли, вони знаходяться в стані постійного тонусу і можуть змінювати величину просвіту.

Між резистивними судинами і капілярами виділяють судини-сфінктери, або прекапілярні сфінктери.





Між резистивними судинами і капілярами виділяють судини-сфінктери, або **прекапілярні сфінктери**.

**Обмінні судини** – капіляри – тут відбувається обмін різних речовин і газів між кров'ю та тканинною рідиною

Стінка капілярів складається з одного шару клітин. Здатність до скорочення в капілярів відсутня, величина їх просвіту залежить від тиску в резистивних судинах

# Рух крові в артеріях

Під час запису артеріального тиску завжди помітні коливання різної періодичності. Розрізняють хвилі першого, другого і третього порядку.

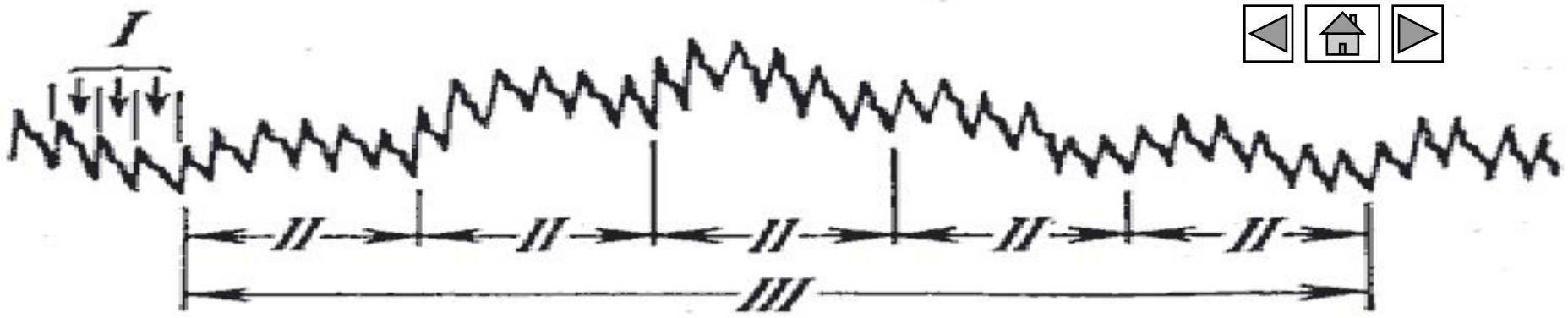
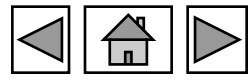
**Хвилі першого порядку** — це пульсові коливання, зумовлені роботою серця. Серце під час кожного скорочення виштовхує в аорту крові більше, ніж відтікає з неї за той самий час.

Еластичність аорти та інших артерій породжує явище **артеріального пульсу** — ритмічних коливань стінки судин, зумовлених підвищенням тиску в період систоли серця і поширюваних вздовж артерій у вигляді пульсової хвилі.

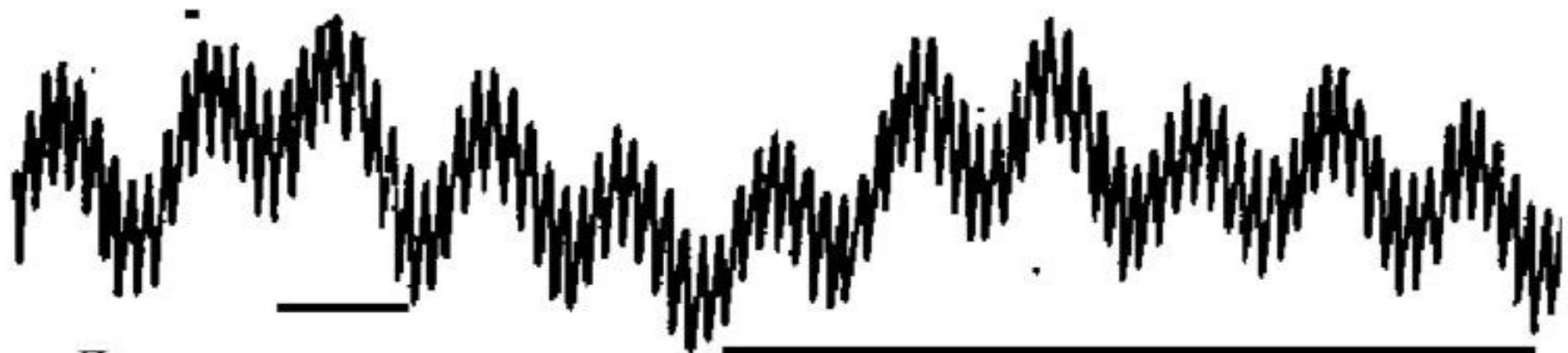
**Хвилі другого порядку** збігаються з дихальними рухами, отже, мають дихальне походження. На вдиху артеріальний тиск знижується, на видиху підвищується.

**Хвилі третього порядку** (хвилі Траубе — Герінга) мають значно довший період (15-40 с) і за нормальних умов у організмі не виникають, їх поява свідчить про порушення регуляції артеріального тиску





(1-го порядка)



Дыхательные волны  
(2-го порядка)

Волны Траубе-Геринга (3-го  
порядка)



# Рух крові у венах

Вени збирають кров від капілярів, підводять її до серця. Завдяки високій здатності стінок вен до розтягнення вони можуть депонувати більший або менший об'єм крові, регулюючи таким чином повернення венозної крові до серця.

Тільки поблизу серця у венах виникають пульсації. Це **венний пульс**, який є наслідком зворотних (ретроградних) впливів роботи серця, переважно правого передсердя та передсердно-шлуночкового клапана.





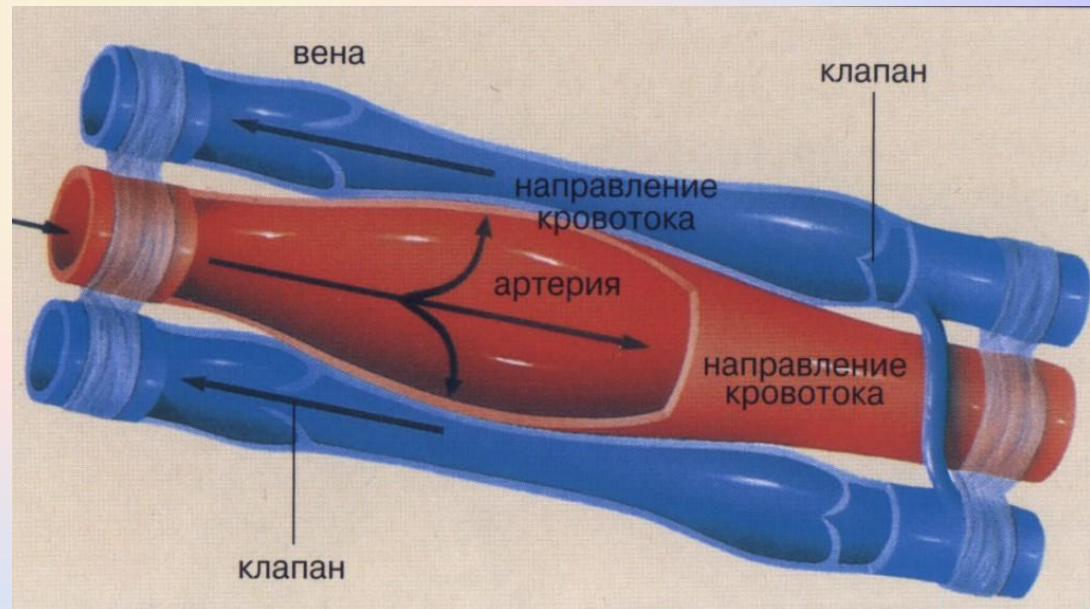
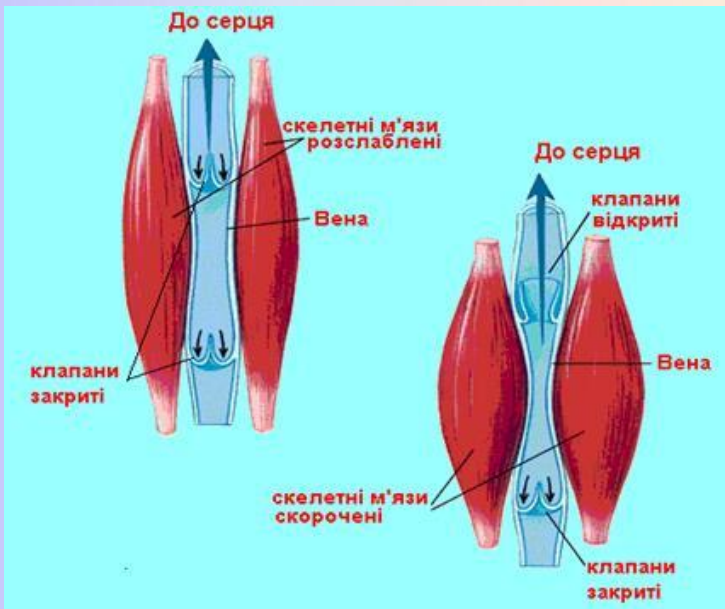
# Фактори, що сприяють руху крові по венах

а) робота м'язів;

б) венозні клапани;

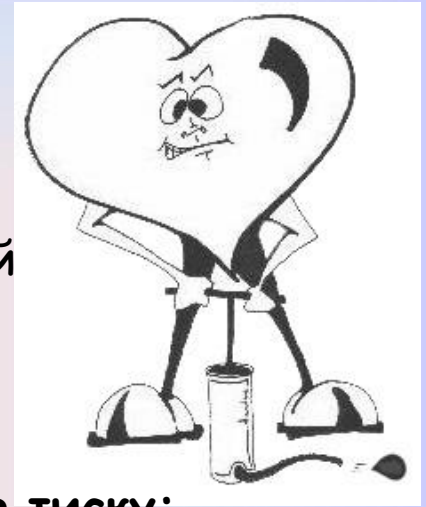
в) діафрагмальна помпа - негативний тиск у грудній порожнині й у порожнинах серця під час діастолі;

г) перестальчасті скорочення деяких вен (наприклад, у венах печінки)



# Кров'яний тиск

Це тиск, який кров справляє на стінки кровоносних судин, або, інакше кажучи, перевищення тиску рідини в кровоносній системі над атмосферним тиском.



**Фактори, що впливають на величину кров'яного тиску:**

1. Робота серця - збільшення притоку крові (венозної) до серця при м'язовій роботі призводить до підвищення кров'яного тиску.
2. Розтягування початкової частини аорти і великих артерій під час систоли.
3. Кров'яний тиск залежить також від виду, статі, віку, породи, продуктивності тварин, від характеру роботи, часу дня, стани нервової системи і ряду інших чинників.
4. Усе, що посилює роботу серця або веде до звуження судин, підвищує кров'яний тиск.



# Методи визначення тиску у кровоносній системі



## прямі (інвазивні)

пов'язані з необхідністю проколювання або розрізання шкіри та стінки судини і введення в неї катетера, з'єднаного з манометром.



## непрямі (неінвазивні)

використовують переважно для вимірювання артеріального тиску без будь-якого ушкодження тканини і судин.



# Артеріальний тиск

Це тиск крові на стінки артерій, який обумовлений ступенем стискання крові.

У нормі ідеальним артеріальним тиском вважають:

- систолічний  $120 \pm 15$  мм рт.ст.
- діастолічний  $80 \pm 15$  мм рт.ст.

Рівень артеріального тиску залежить і від функціонально стану організму. Відтак, під час фізичного навантаження він зростає і може досягати 200 мм рт.ст.

На артеріальний тиск впливають:

- 1) величина систолічного і хвилинного об'єму крові
- 2) периферійний опір в артеріолах і капілярах
- 3) еластичність артерій
- 4) кількість крові, яка знаходиться у судинній системі.



**Пульсовий тиск** — це різниця між систолічним і діастолічним тиском, у нормі він становить 30-40 мм рт. ст.

**Середній тиск** — це середній динамічний тиск, тобто таке уявне значення неппульсуючого тиску, яке б забезпечувало рух крові з такою самою швидкістю, як і певний пульсуючий тиск.

### **Венозний тиск**

У венах тиск ще нижче, у дрібних 5 -8мм, а в значних, наприклад, порожнистих венах, він дорівнює нулю, а при вдиху стає навіть негативним, тобто декілька нижче атмосферного.



# Функції крові

- ✓ дихальна;
- ✓ трофічна;
- ✓ екскреторна;
- ✓ гомеостатична;
- ✓ регуляторна;
- ✓ терморегуляторна;
- ✓ захисна.





Дякую за увагу

