

Лекція №10
для студентів 2 курсу 2 медичного факультету
Спеціальність «Лабораторна діагностика»

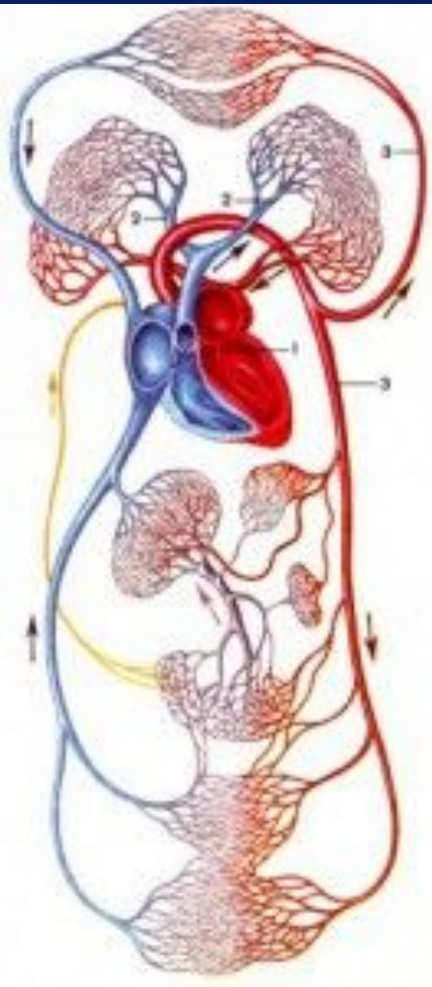
Фізіологія серцево-судинної системи



Лектор: Жернова
Наталія Петрівна

Запоріжжя, 2016

ВЕЛИКЕ Й МАЛЕ КОЛО КРОВООБІГУ.



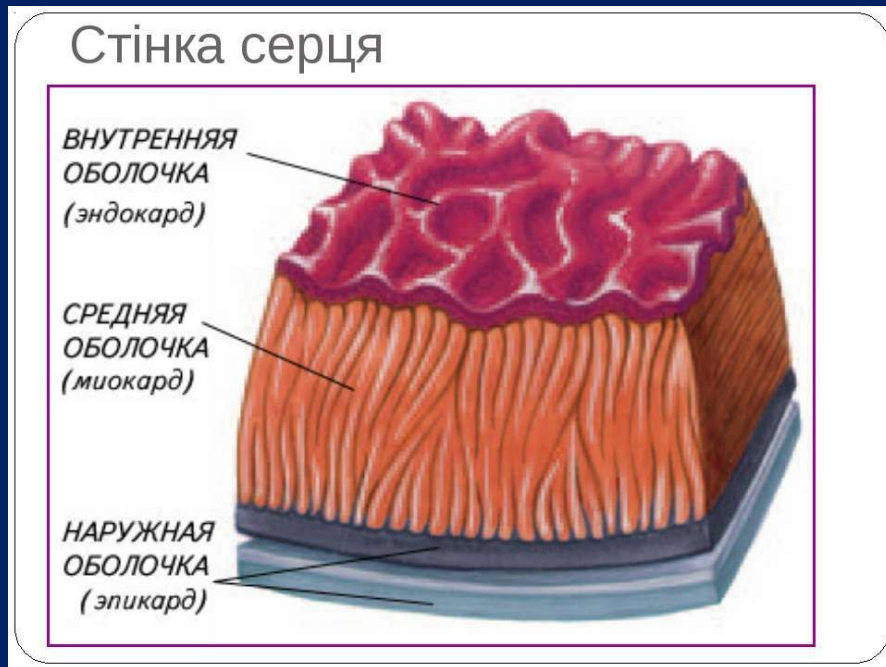
Велике коло кровообігу

лівий шлуночок → аорта → великі, середні й малі артерії → артеріоли-капіляри → венули мілкі, середні та великі вени → верхня і нижня порожнисті вени → передсердя.

Мале коло кровообігу (легеневе)

правий шлуночок → легеневий стовбур → дві артерії правої та лівої легень → більш мілкі артерії, артеріоли та капіляри → венули → вени → ліве передсердя

Стінка серця складається з трьох шарів:

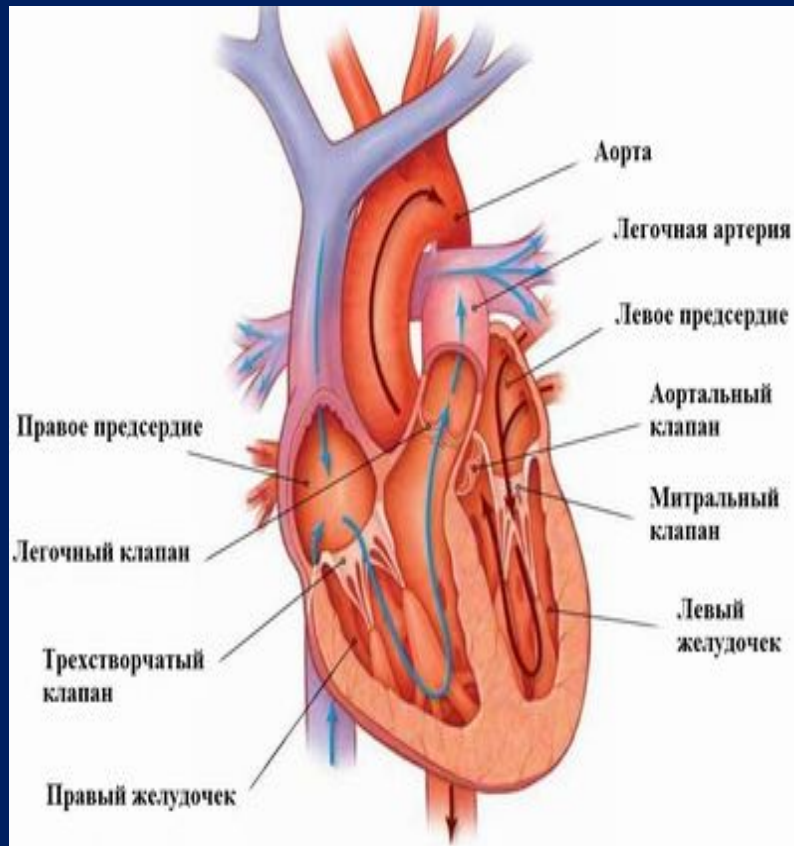


Зовнішній
сполучнотканинний
(Епікард)

Середній м'язовий
(Міокард)

Внутрішній епітеліальний
(Ендокард)

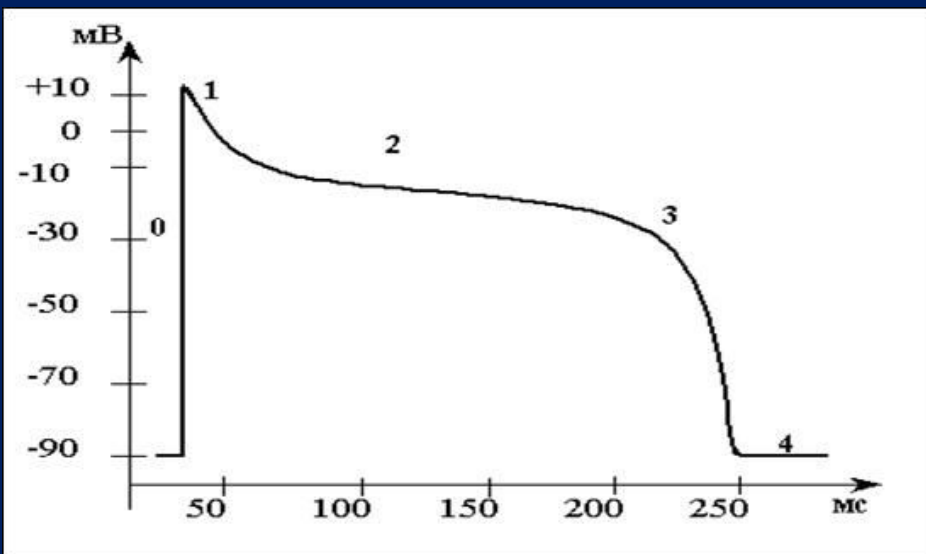
КЛАПАННЫЙ АПАРАТ СЕРЦА



Властивості серцевого м'яза:

- 1) **збудливість** – здатність відповідати збудженням на подразнення;
- 2) **скоротливість** – здатність скорочуватись;
- 3) **провідність** – здатність проводити збудження;
- 4) **рефрактерність** – відсутність збудливості;
- 5) **автоматія** – здатність скорочуватись під дією імпульсів, які виникають в провідній системі.

фази розвитку ПД скоротливих кардіоміоцитів

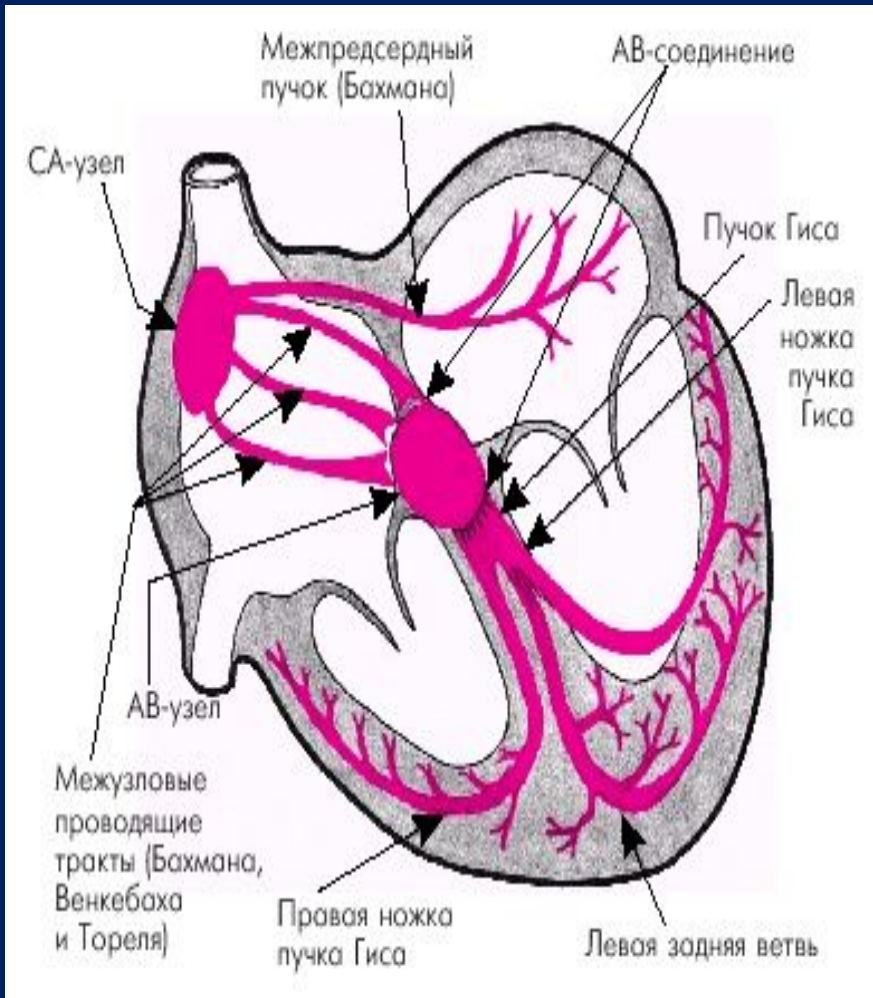


0 - швидка деполяризація,
1 - швидка рання
реполяризація,
2 - плато (повільна
реполяризація),
3 - швидка кінцева
реполяризація,
4 - фаза діастолі (спокою).

✓ Рефрактерність серця – це процес, при якому серцевий м'яз втрачає здатність відповідати новим збудженням на додаткове подразнення

- Абсолютна рефрактерність триває 0,27 с. Вона практично співпадає з фазою плато й зумовлена інактивацією Na^+ -каналів при одночасній активації потенціалзалежних Ca^{2+} -каналів. Завдяки тривалій рефрактерності серцевий м'яз працює в режимі одиночних скорочень, а не тетанічних, як скелетний м'яз. Відносна рефрактерність триває 0,03 с. Під час відносної рефрактерної фази серцевий м'яз здатний відповісти збудженням тільки на надпорогове подразнення

Провідна система серця



- ✓ СА-вузол
- ✓ пучок Бахмана,
- ✓ пучок Венкебаха
- ✓ пучок Торелля,
- ✓ АВ-вузол
- ✓ пучок Гіса
- ✓ волокна Пуркін'є

Зовнішні прояви роботи серця

1) **серцевий поштовх**- це коливання грудної клітини, спричинені роботою серця.

2) **тони серця**; Це звукові прояви роботи серця

3) **біопотенціали серцевого м'язу та інші.**

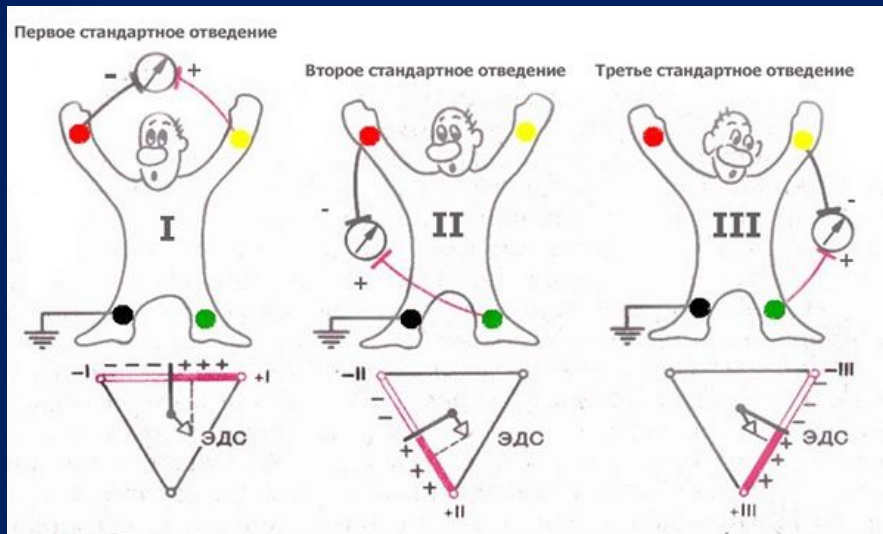
ТОНИ СЕРЦЯ:

I тон – систолічний. Довгий, протяжний, глухий. Виникає внаслідок закриття стулкових клапанів, напруження мускулатури шлуночків і напруги сухожильних ниток а також турбулентності в початкових сегментах аорти й легеневого стовбура.

II тон – діастолічний. Короткий і дзвінкий. Виникає при закритті півмісяцевих клапанів аорти й легеневого стовбура.

III тон – утворюється внаслідок коливання стінок шлуночків під час їх швидкого наповнення кров'ю.

IV тон - утворюється внаслідок коливання стінок шлуночків, зумовлених переходом крові під час систоли передсердь.

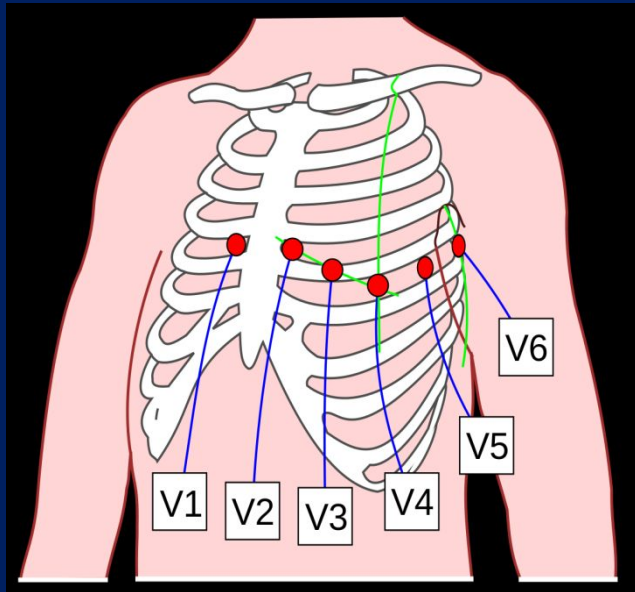


Біопотенціали серця, записані за допомогою електрокардіографа, називаються електрокардіограмою.

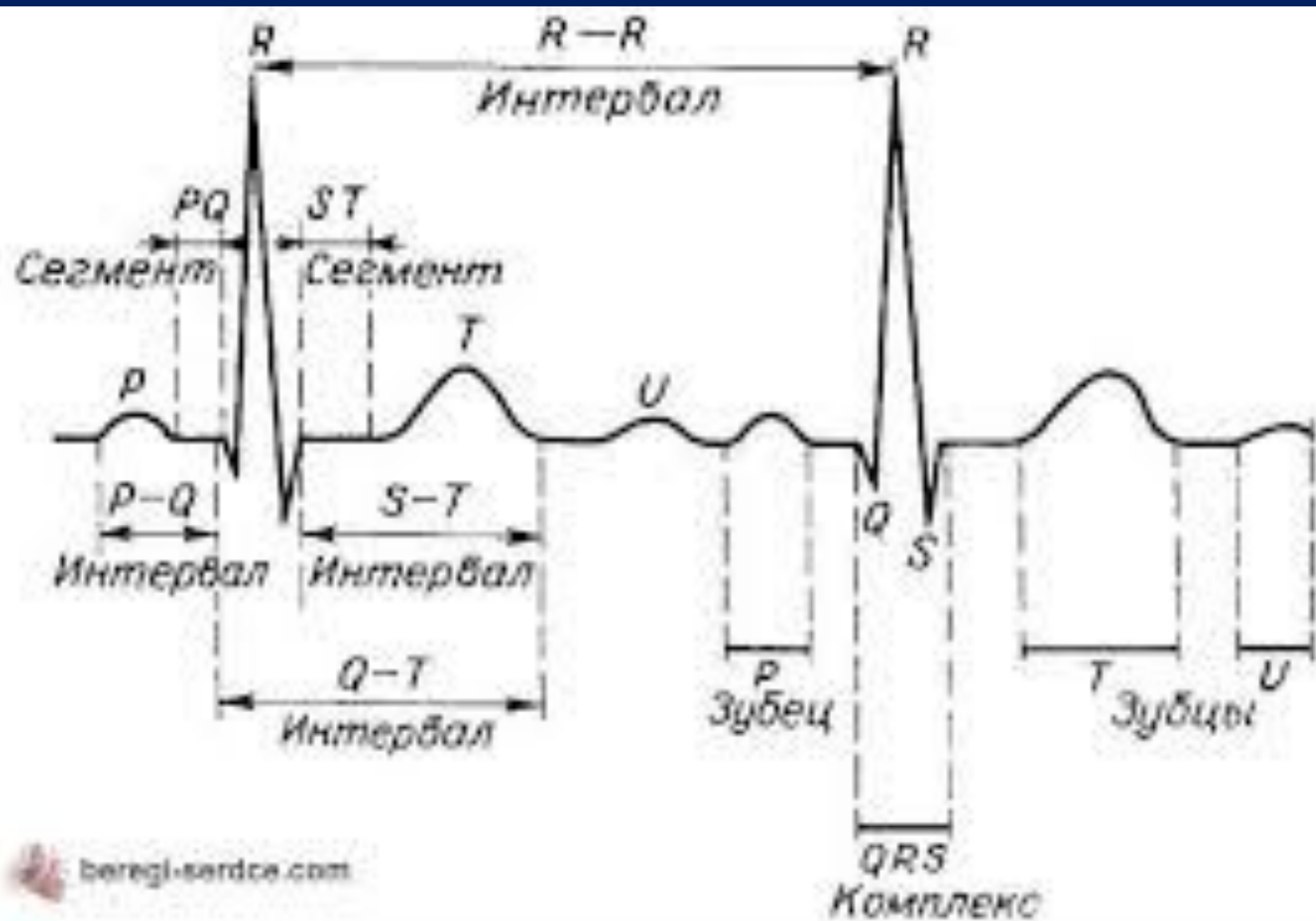
Для реєстрації біострумів серця користуються стандартними відведеннями, при яких реєструючі електроди розташовуються:

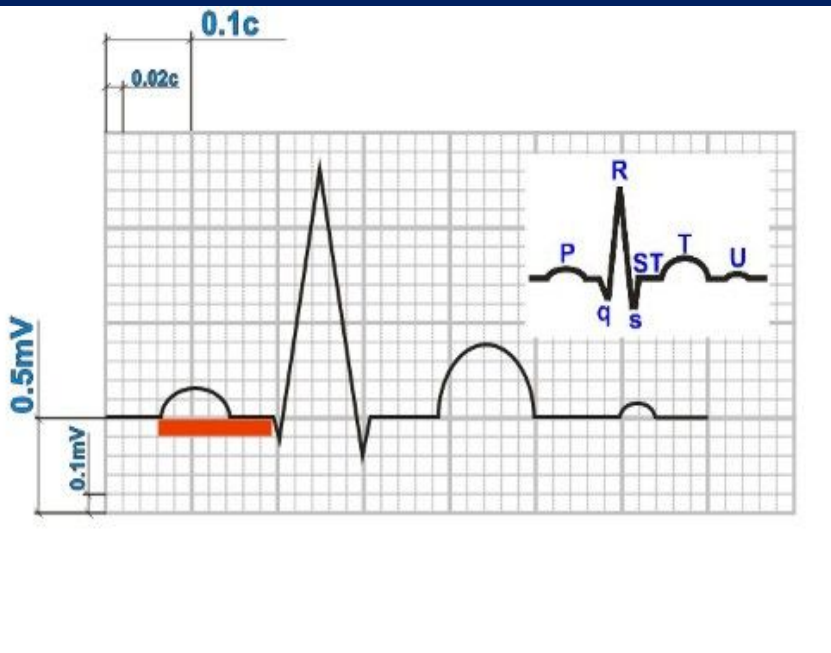
- I відведення: права рука й ліва рука;
- II відведення: права рука й ліва нога;
- III відведення: ліва рука й ліва нога.

Грудні відведення ЕКГ:



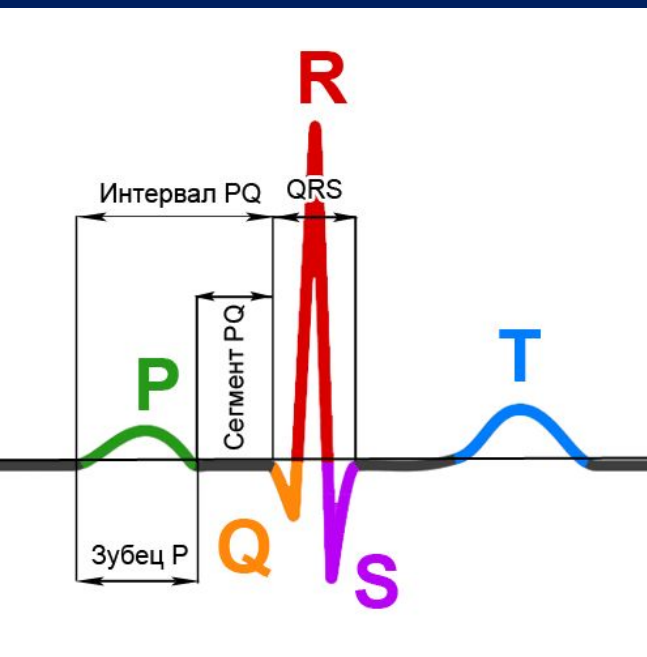
- **V1** - в IV міжребер'ї по правому краю грудини.
- **V2** - в IV міжребер'ї по лівому краю грудини.
- **V3** - між другою і четвертою позицією.
- **V4** - в V міжребер'ї по лівій серединно-ключичній лінії.
- **V5** - на тому ж горизонтальному рівні, що і V4, по лівій передньої пахвовій лінії.
- **V6** - по лівій середньої пахвовій лінії на рівні V4-5





Зубець Р – характеризує збудження в передсердях, його амплітуда складає 0,2 мВ ($1/8 R$), тривалість – 0,11 с;

Інтервал PQ – відображає час від початку деполяризації передсердь до початку деполяризації шлуночків і характеризує швидкість проведення збудження передсердями, АВ-вузлом, пучком Гіса і його розгалуженнями, його тривалість – 0,1-0,21с;



Зубец Q – характеризує збудження міжшлуночкової перегородки, амплітуда – $\frac{1}{4} R$;

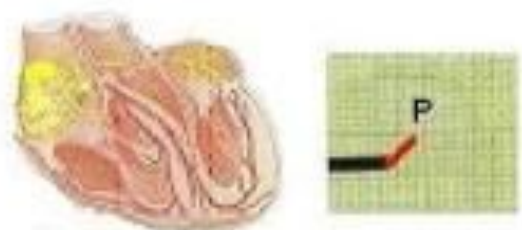
Зубец R – період охоплення збудженням обох

шлуночків; є головним вектором комплексу QRS, амплітуда у II відведенні 1,6 мВ;

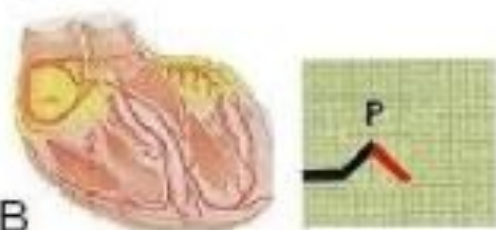
Зубец S – період завершення деполяризації шлуночків, амплітуда – $\frac{1}{4} R$; Максимальна тривалість шлуночкового комплексу QRS – 0,07-0,09 с.

Зубец T (трофічний) – процес реполяризації в шлуночках; тривалість – 0,16-1,24 с, амплітуда – $\frac{1}{2} R$.

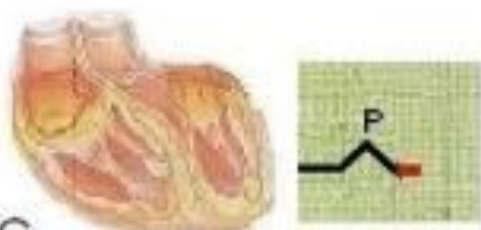
ФОРМУВАННЯ НОРМАЛЬНОЇ ЕКГ **FORMATION OF NORMAL ECG** **ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАЛЬНОЙ ЭКГ**



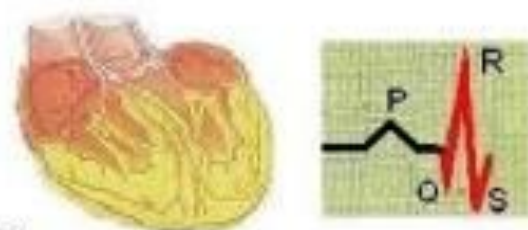
A



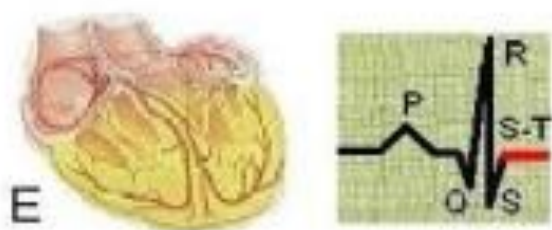
B



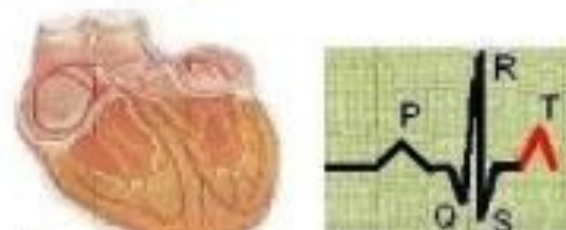
C



D



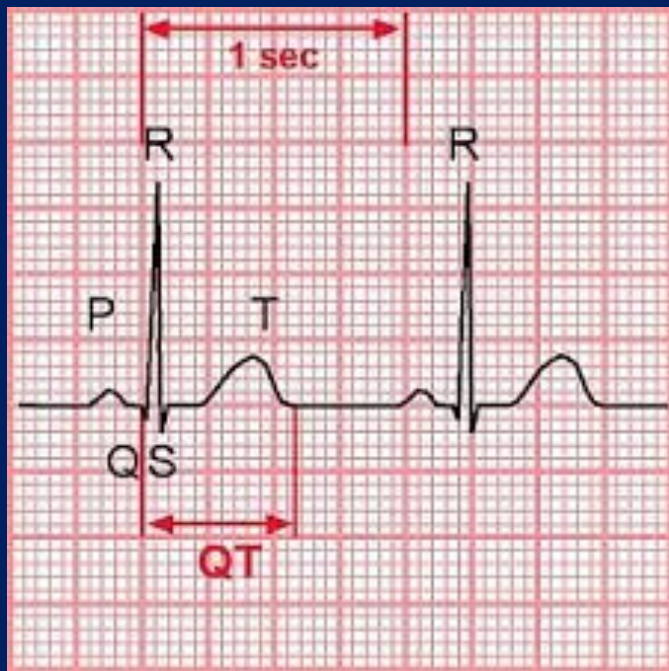
E



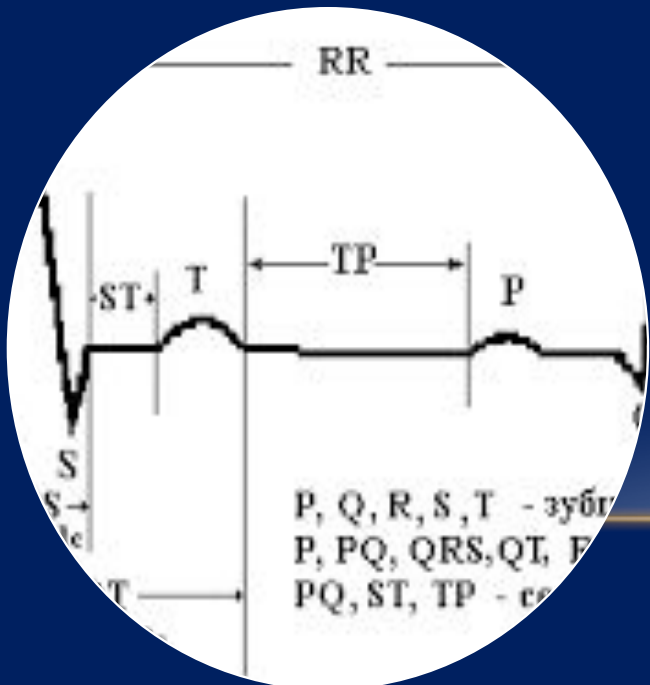
F

A - деполяризація правого передсердя
 B - деполяризація лівого передсердя
 C - затримка проведення збудження в А-В вузлі
 D - деполяризація шлуночків
 E - повне охоплення збудженням шлуночків
 F - реполяризація шлуночків

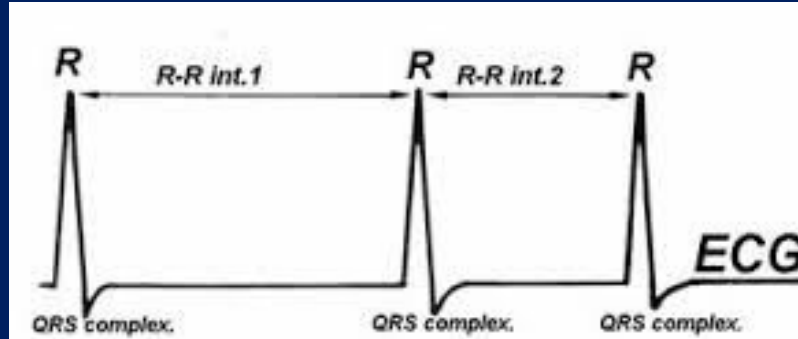
A - depolarisation of the right atrium
 B - depolarisation of the left atrium
 C - delay of A-V conduction
 D - depolarisation of the ventricles
 E - full depolarisation of the ventricles
 F - repolarisation of the ventricles



Інтервал QT відображає швидкість деполяризації (QRS) і реполяризації (ST) шлуночків; його називають електричною систолою шлуночків, тривалість – 0,35-0,44 с.



Інтервал між зубцем T і наступним P - електрична діастола серця.



Інтервал RR (тривалість серцевого циклу) дозволяє визначити частоту серцевих скорочень ($60/RR$ в с).

Електрична вісь серця –
проекція середнього
результуючого вектора QRS на
фронтальну площину.



Варіанти положення
електричної осі серця:

- 1) **нормальне**, кут α складає $+30 - +69^\circ$;
- 2) **вертикальне**, кут α складає $+70 - +90^\circ$;
- 3) **горизонтальне**, величина кута α варіює від 0 до $+29^\circ$.

Електрична вісь серця

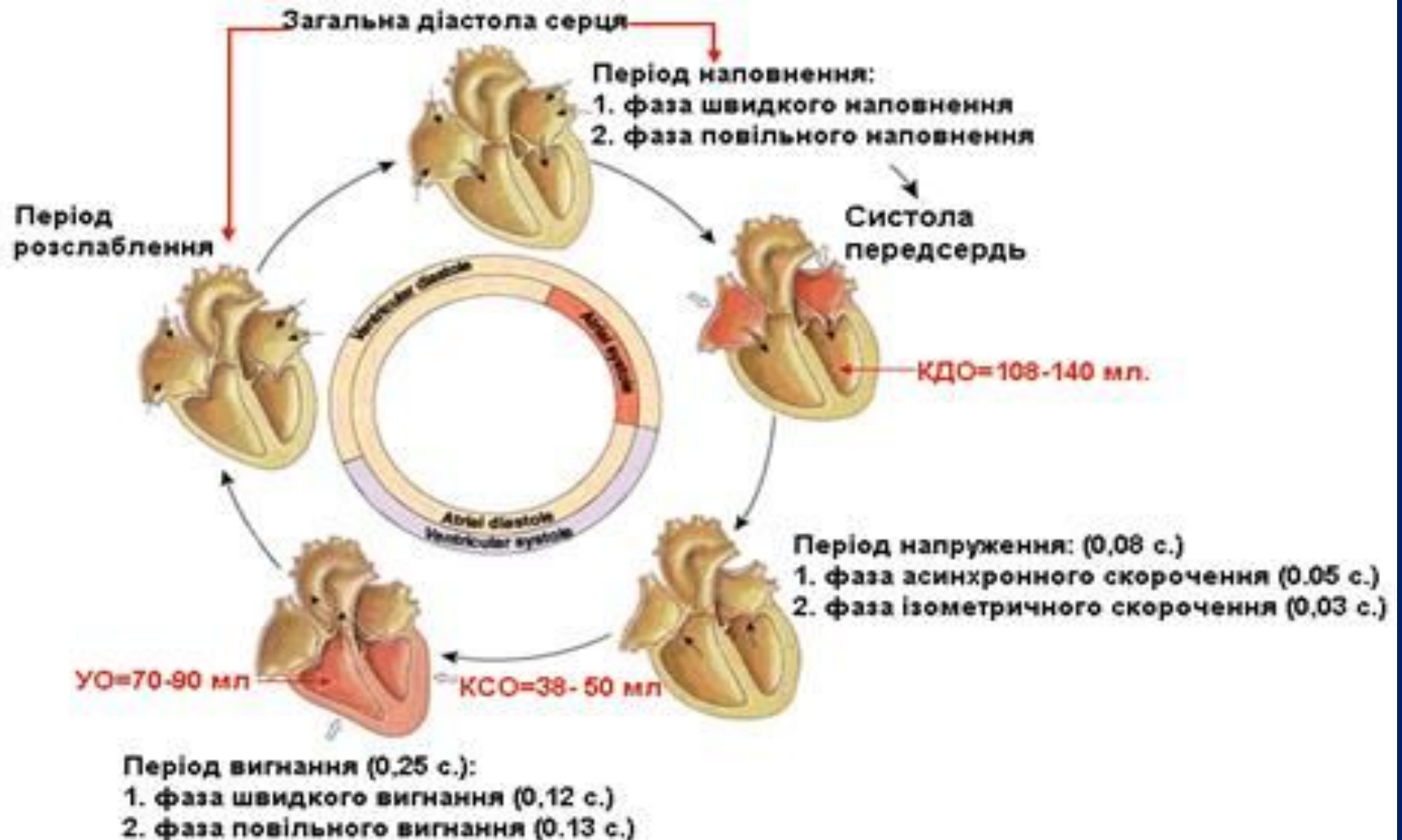
У нормі в II відведенні величина зубця R дорівнює сумі величин зубців R у I і III відведеннях. Якщо амплітуда зубця R більша у I відведенні, то говорять про лівограму, якщо в III – право-граму.

N: $R_2 > R_1$ та R_3

L: $R_1 > R_2$ та R_3

R: $R_3 > R_2$ та R_1

Серцевий цикл



Типи кровоносних судин

Магістральні

Резистивні

Капілярні

Ємнісні

Шунтуючі

Функціональні типи судин

- 1. Компенсуючі або амортизуючі судини – це аорта, крупні артерії. В їхній стінці переважають еластичні волокна. Їхня функція перш за все – це перетворення поштовхоподібних викидів крові з серця в рівномірний потік крові.

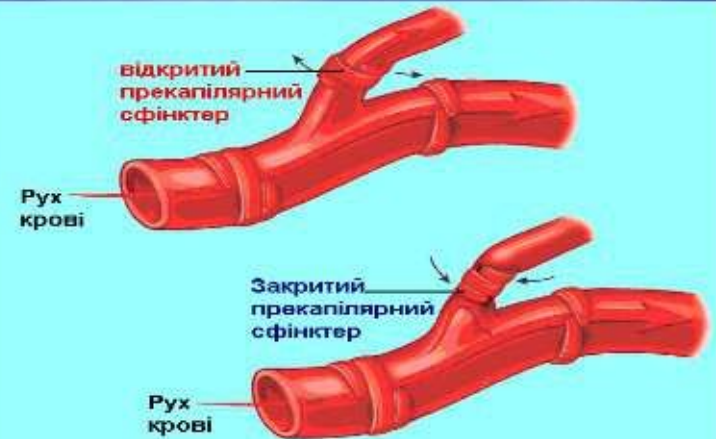


- 2. Резистивні судини або судини опору – кінцеві артерії, артеріоли, вони знаходяться в стані постійного тонусу і можуть змінювати величину просвіту. Тонус судин складається з двох компонентів - базального і вазомоторного. Базальний компонент судинного тонусу визначається структурними особливостями (наявністю колагенових волокон) і міогенним фактором - тією частиною скорочення судинної стінки, яка виникає у відповідь на розтягнення її кров'ю. Вазомоторний компонент тонусу залежить від судинозвужуючої симпатичної інервації.



Функціональні типи судин

- 3. Між резистивними судинами і капілярами виділяють судини-сфінктери, або прекапілярні сфінктери. Вони регулюють кількість відкритих (функціонуючих) капілярів.
- 4. 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.

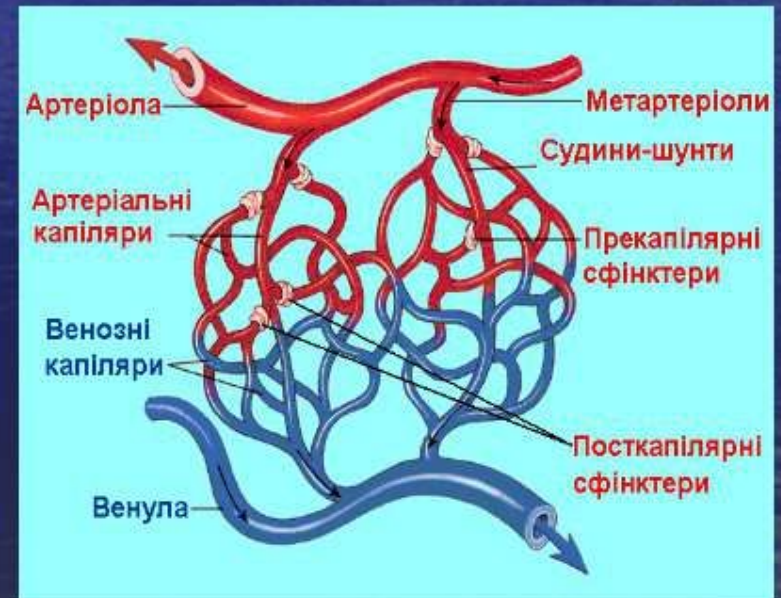


Функціональні типи судин

- 5. Ємкісні судини складають венули і вени. Тут знаходиться 75 % циркулюючої крові.

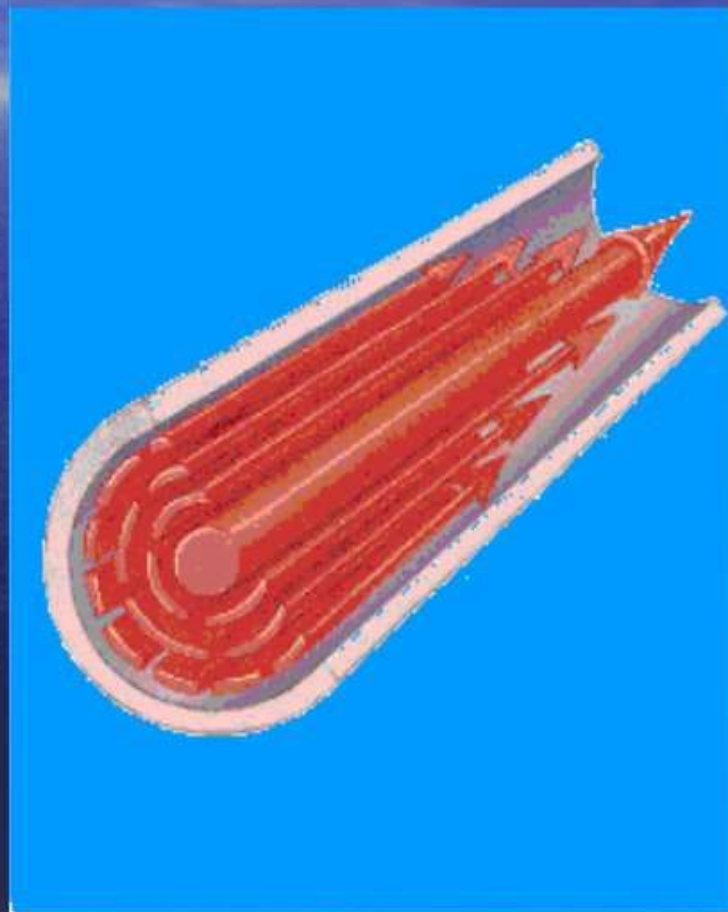


- 6. У деяких ділянках тіла (шкіра вух, носа) виділяють шунтуючі судини - це артеріально-венозні анастомози, по яких кров переходить з артеріол у венули, минаючи капіляри.



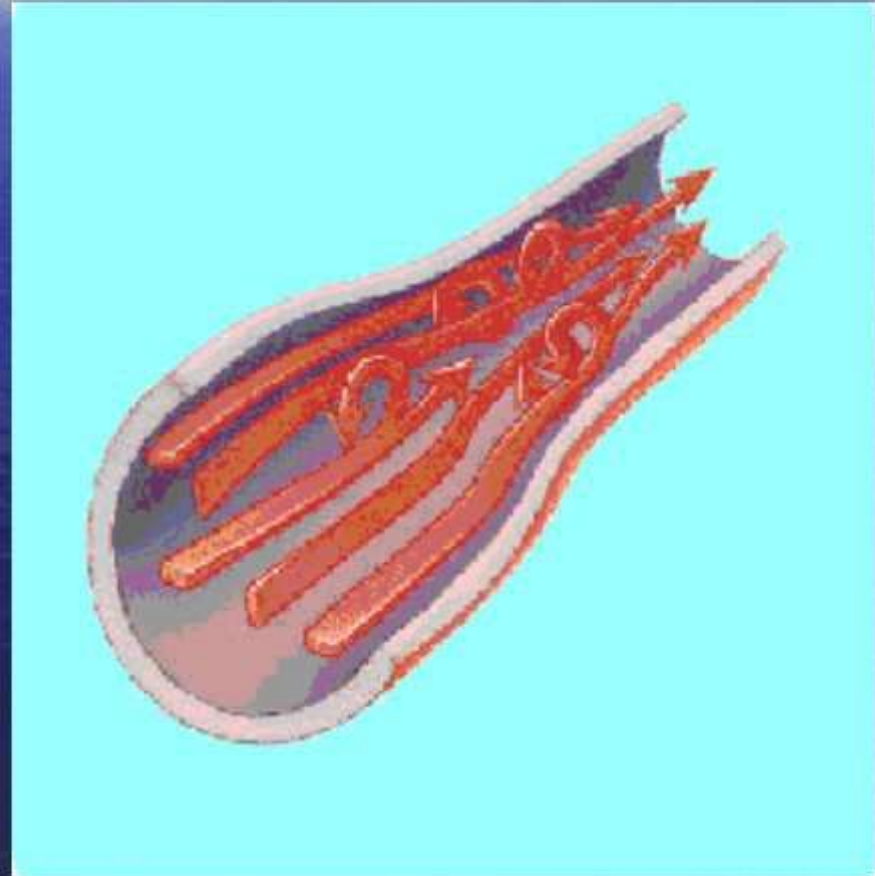
Ламінарний рух крові

Майже у всіх відділах судинної системи кров рухається циліндричними шарами. Такий рух крові має назву ламінарного. Форменні елементи крові складають центральний, осьовий потік, в якому еритроцити знаходяться в центрі, а плазма рухається біля судинної стінки. Чим менший діаметр судини, тим ближче форменні елементи знаходяться до судинної стінки і тим більше гальмується рух крові.



Турбулентний рух крові

- Крім ламінарного руху крові існує ще і турбулентний рух з характерними завихреннями. Такий рух крові звичайно виникає в місцях розгалуження або звуження артерій, в ділянках згинів судин. Це створює додатковий опір для руху крові у судинах.



Артеріальний тиск – це тиск, який чинить кров в артеріальних судинах організму. Він відображає взаємодію багатьох факторів:

- 1) серцеві: систолічний об'єм серця, швидкість викиду крові з шлуночків, частота серцевих скорочень;
- 2) судинні: еластичність компенсуючих артерій, тонус резистивних судин, об'єм ємкісних судин;
- 3) об'єм циркулюючої крові, в'язкість крові, гідростатичний тиск крові.

Види артеріального тиску:

1. **Систолічний** тиск — це тиск, що створюється внаслідок систоли лівого шлуночка.
2. **Діастолічний тиск** - найменша величина тиску крові в кінці діастоли. Рівень діастолічного тиску в основному визначається величиною тонузу резистивних судин.
3. **Пульсовий** тиск — це різниця між величинами систолічного і діастолічного тиску. Пульсовий тиск необхідний для розкриття клапанів аорти та легеневого стовбура під час систоли шлуночків. У нормі він складає 35-55 мм рт.ст.



Методи вимірювання АТ

Прямий метод - введення в кров'яне русло голки з'єднаної з манометром.

Непрямий метод - ґрунтується, на реєстрації зміни кровонаповнення в умовах дозованої компресії і декомпресії створюваних манжеткою з'єднаною з манометром.

- **пальпаторний (Ріва-Роччі)**, що дає можливість визначити систолічний артеріальний тиск, - **аускультативний (Короткова)**, що дозволяє встановити систолічний і діастолічний артеріальний тиск,

- **осцилографічний** - для встановлення систолічного, діастолічного та середньодинамічного артеріальних тисків та ін.

Механізм формування тонів Короткова

ВИМІРЮВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ЗА МЕТОДОМ КОРОТКОВА

Артеріальний тиск 120/80 ммрт.ст.



Немає звуку
Величина
тиску = 140 мм рт.ст.



Перший тон Короткова
Величина
тиску = 120 мм рт.ст.



Другий тон Короткова
Величина
тиску = 100 мм рт.ст.



Останній тон Короткова
Величина
тиску = 80 мм рт.ст.

Систолічний
тиск = 120 мм рт.ст.

Діастолічний
тиск = 80 мм рт.ст.



Рис. Методика вимірювання пульсу на різних артеріях: 1 - скроневої; 2 - плечової; 3 - тильній артерії стопи; 4 - променевої; 5 - задній великогомілковій; 6 - стегновій; 7 - підколінній.

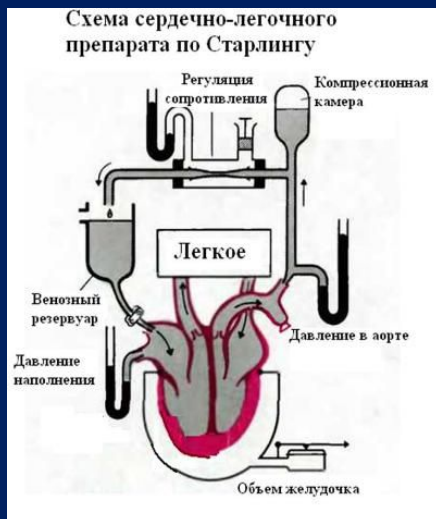
Артеріальний пульс – ритмічні коливання стінок артерій тиском, що змінюється внаслідок надходженням крові в аорту при систолі лівого шлуночка.

Характеристики пульсу.

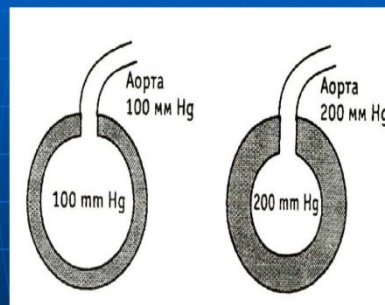
- частота – число ударів за 1 хв.;
- ритмічність – правильне чергування пульсових ударів;
- наповнення – ступінь зміни об'єму артерії, яка встановлюється за силою пульсового удару;
- напруження – характеризується силою, яку потрібно прикласти, щоб перетиснути артерію до повного зникнення пульсу.

РЕГУЛЯЦІЯ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1. Внутрішньоклітинна регуляція.
закон Франка-Старлінга, ефект Анрепа
2. Регуляція міжклітинних взаємодій визначається особливостями структурних взаємозв'язків кардіоміоцитів.
3. Внутрішньосерцеві периферійні рефлексії.



Эффект Анрепа



В ответ на повышение давления в аорте сила сокращения левого желудочка увеличивается

При этом УО и МОК не уменьшаются!

РЕГУЛЯЦІЯ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1. Нервова регуляція здійснюється імпульсами, які надходять до серця з ЦНС блукаючими та симпатичними нервами.

Блукаючі і симпатичні нерви є антагоністами і впливають на роботу серця п'ять видів впливу:

- 1) хронотропний;
- 2) батмотропний;
- 3) дромотропний;
- 4) іотропний;
- 5) тонотропний.

Хронотропний ефект - зміна частоти скорочень серця.

Батмотропний ефект - зміна збудливості серця.

Дромотропний ефект - зміна проведення збудження в серці.

Інотропний ефект - зміна амплітуди скорочень серця.

Тонотропний ефект – зміна тону серцевого м'язу

Дія на серце блукаючих нервів.

Медіатором є ацетилхолін.

При слабкому подразненні відбувається

- ✓ уповільнення серцевих скорочень (брадікардія, негативний хронотропний ефект),
- ✓ одночасно зменшується амплітуда скорочень (негативний інотропний ефект),
- ✓ проведення збудження по серцю уповільнюється (негативний дромотропний ефект),
- ✓ збудливість знижується (негативний батмотропний ефект).

Вазокардіальні рефлекси

- ✓ з пресорецепторів дуги аорти (рефлекс Ціона-Людвіга),
- ✓ каротидних клубочків (рефлекс Герінга-Іванова),
- ✓ легеневої артерії (рефлекс Паріна-Швігка).

Екстракардіальні рефлекси –

з інтерорецепторів черевної порожнини (рефлекс Гольця),

екстероре-цепторів ретроорбітального простору (рефлекс Даніні-Ашнера) та ін.

Дія на серце симпатичних нервів.

При збудженні симпатичних волокон відбувається:

- ✓ **збільшення частоти серцевих скорочень** (позитивний хронотропний ефект),
- ✓ **збільшення сили серцевих скорочень** (позитивний інотропний ефект),
- ✓ **покращення проведення збудження в серці** (позитивний дромотропний ефект),
- ✓ **підвищення збудливості** (позитивний батмотропний ефект).

Активність симпатичних волокон можна збільшити рефлексорно шляхом активації пресорецепторів порожнистих вен (рефлекс Бейнбріджа).

Гуморальна регуляція діяльності серця

Фактори гуморальної регуляції ділять на дві групи:

- 1) речовини системної дії;
- 2) речовини місцевої дії.

До речовин системної дії відносять електроліти і гормони.

- ✓ Електроліти (іони Ca^{2+}) роблять виражений вплив на роботу серця (позитивний інотропний ефект). При надлишку Ca^{2+} може статися зупинка серця в момент систоли, так як немає повного розслаблення.
- ✓ Іони Na^{+} здатні надавати помірний стимулюючий вплив на діяльність серця. При підвищенні їх концентрації спостерігається позитивний батмотропний і дромотропний ефект.
- ✓ Іони K^{+} у великих концентраціях надають гальмівний вплив на роботу серця внаслідок гіперполяризації. Однак невелике підвищення вмісту K стимулює коронарний кровотік.
- ✓ В даний час виявлено, що при збільшенні рівня K в порівнянні з Ca настає зниження роботи серця, і навпаки.

2. Гуморальна регуляція роботи серця.

- ✓ **Адреналін** (гормон наднирників, діє на β_1 -адренорецептори) надходить у кров і викликає ефекти, які спостерігаються при збудженні симпатичної нервової системи.
 - ✓ Такий же ефект має **норадреналін**
 - ✓ Подібний же ефект пов'язаний з виробленням гормону щитоподібної залози – тироксину.
- Стимулюють** роботу серця також **глюкагон, інсулін, гістамін, серотонін**.

Речовини місцевої дії. медіатори.

- Наприклад, ацетилхолін виявляє п'ять видів негативного впливу на діяльність серця, а норадреналін – навпаки.
- Тканинні гормони - брадикінін, калідін, помірно стимулюють судини. Однак при високих концентраціях можуть викликати зниження роботи серця.
- Простагландини в залежності від виду та концентрації здатні надавати різні впливи.
- Метаболіти, що утворюються в ході обмінних процесів, покращують кровотік.

У нервовій регуляції тонусу судин приймають участь спинний, довгастий, середній та проміжний мозок, кора великих півкуль.

Власне судиноруховий центр – це парне утворення, яке знаходиться в довгастому мозку.

Судиноруховий центр складається з 2 ділянок – пресорної та депресорної.

Збудження нейронів пресорної ділянки призводить до підвищення тону судин, зменшення їх просвіту і, як наслідок, зростання АТ.

Збудження нейронів депресорної ділянки призводить до зниження тону судин, збільшення їх просвіту й зменшення АТ.

ІННЕРВАЦІЯ КРОВОНОСНИХ СУДИН

Симпатичні нерви для судин являються вазоконстрикторами (звужують судини). В умовах повного спокою вазоконстрикторними волокнами до судин безперервно надходять нервові імпульси, які підтримують їх тонус. Перерізка симпатичних волокон супроводжується розширенням судин.

Судинозвужуючий вплив симпатичних нервів не розповсюджується на судини головного мозку, легень, серця та працюючих м'язів. При збудженні симпатичних нервів судини головного мозку, легень, серця та працюючих м'язів розширюються.

Гуморальна регуляція тонусу судин.

До судинозвужуючих (вазоконстриктори) відносяться наступні речовини:

- адреналін, норадреналін (при активації α -адренорецепторів кровоносні судини звужуються, β -адренорецепторів – розширюються);
- вазопресин (гормон задньої частки гіпофізу),
- ренін-ангіотензиноген-альдостеронова система
- серотонін

До судинорозширюючих (вазодилетатори)
речовин відносяться

- ✓ гістамін,
- ✓ ацетилхолін,
- ✓ кініни,
- ✓ простагландини,
- ✓ метаболіти.

