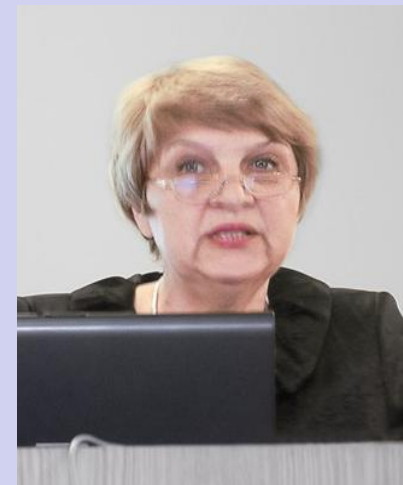




*Національний університет  
“Чернігівський колегіум”  
імені Т.Г. Шевченка*

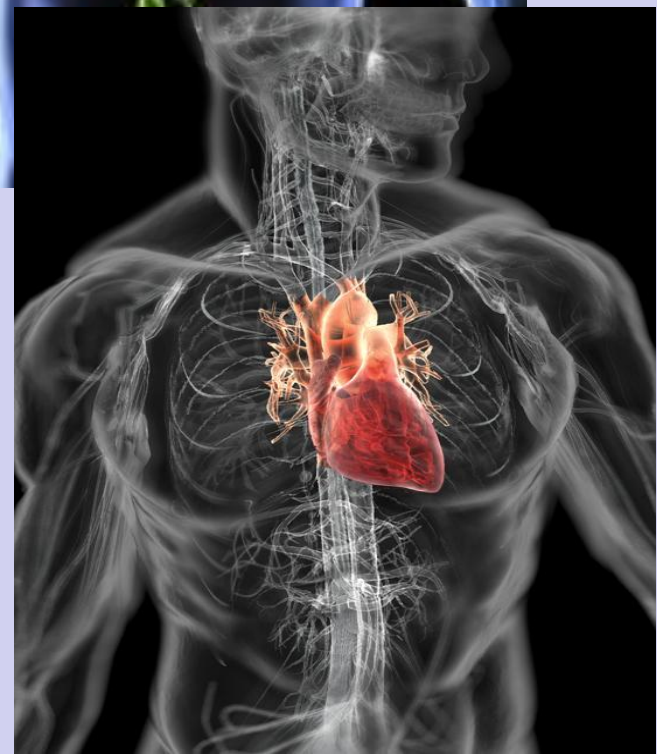


**Курс Фізіологія людини**  
**A4.11 Середня освіта (Фізична культура)**

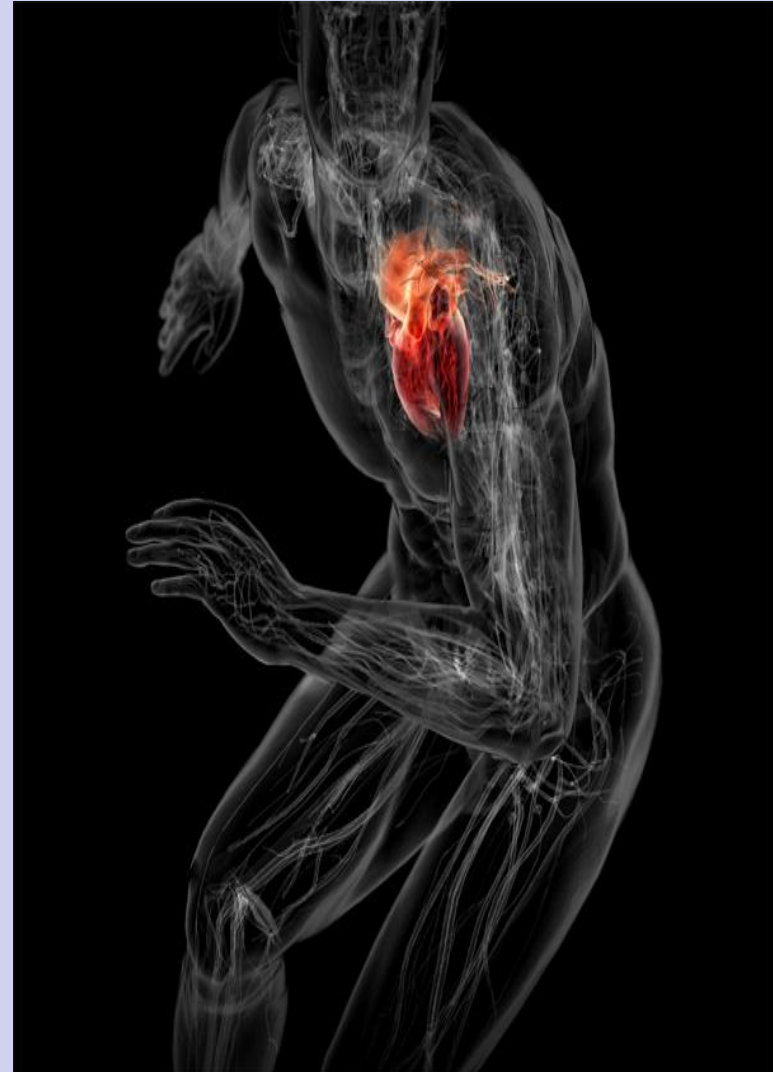
*Професорка кафедри БОФВЗС, доктор біологічних наук, професорка кафедри біології Алла Олександрівна Жиденко*

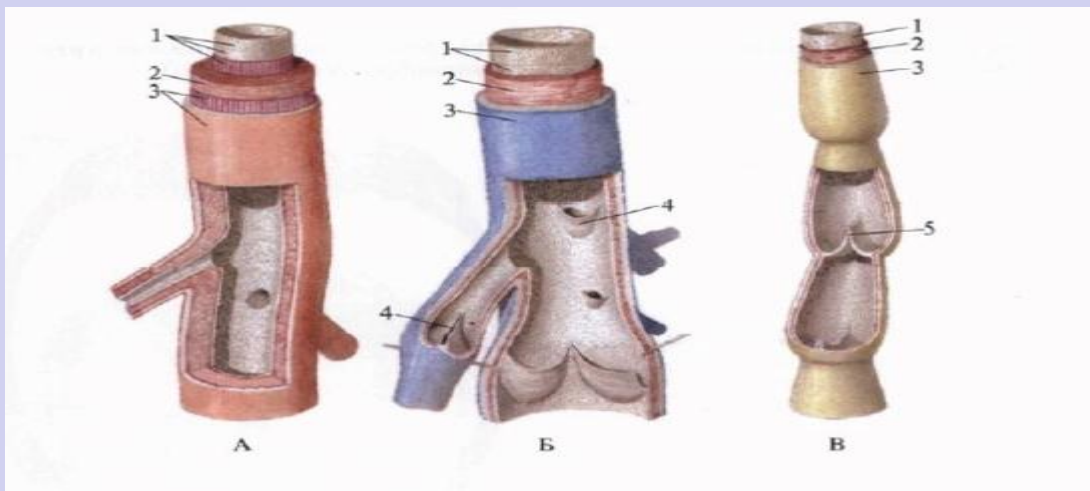
# Лекція 11-12. ФІЗІОЛОГІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

1. **Функції лімфатичної системи.**
2. Історія відкриття руху крові в організмі. Значення та морфофункційні особливості серцево-судинної системи.
3. **Загальна схема кровообігу. Особливості структури серцевого м'язу.**
4. Провідна система серця. Автоматія різних відділів серця. Синоатріальний вузол як водій серцевого ритму.
5. **Електрокардіографія.**
6. **Цикл серцевих скорочень. Систола і діастола. Тони серця.**



7. Рух крові по судинах.  
Основний гідродинамічний закон кровотоку.
8. Кров'яний тиск як фактор, що забезпечує рух крові.  
**Реєстрація кров'яного тиску.**  
Систолічний, діастолічний і пульсовий тиск.
9. Нервово-гуморальна регуляція роботи серця і тону судин.



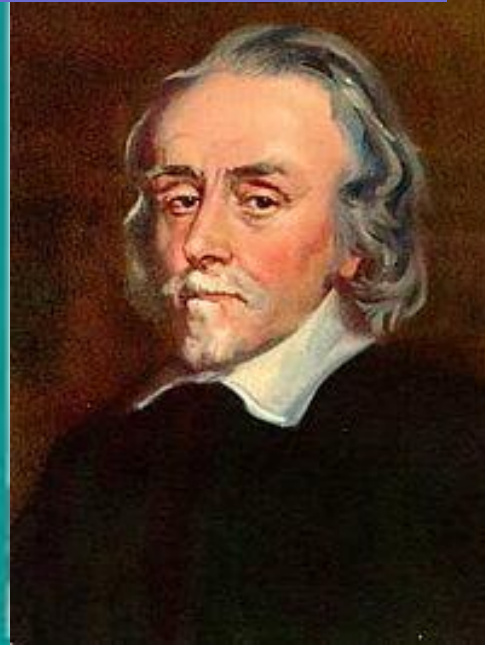


## 1. Функція лімфатичної системи:

1) **Дренажна функція** – відводить від тканин надлишок води із розчиненими в ній кристалоїдами; 2) **транспортна (провідникова) функція** – здійснює всмоктування і транспортування колоїдних речовин, білків, краплинок жиру та інше 3) Особливою властивістю лімфатичних судин є їхня проникність для клітин і різних чужорідних частинок. Бактерії і клітини пухлин, що попадають у лімфатичні судини, переносяться током лімфи (**метастазування**); 4) **захисна функція**. В органах лімфатичної системи утворюються лімфоцити і антитіла, бере участь в знешкодженні продуктів розпаду клітин, в лімфатичних вузлах затримуються чужорідні речовини (наприклад пил); 5) **кровотворна функція**, виробляє формені елементи крові (лімфоцити); 6) **імунна функція**, забезпечує недоторканість генетичного фонду клітин організму; 7) **підтримка гомеостазу організму**. **Фактичне відкриття лімфатичної системи відбулось в 1622 році італійським анатомом Каспаром Азеллі.**

# Англійський лікар та біолог Вільям Гарвей

Скорочуючись, серце рухає кров. Але до 17 століття навіть вчені не мали поняття про цю істину, сьогодні загальновідому. Велике відкриття кровообігу зробив Вільям Гарвей



1578

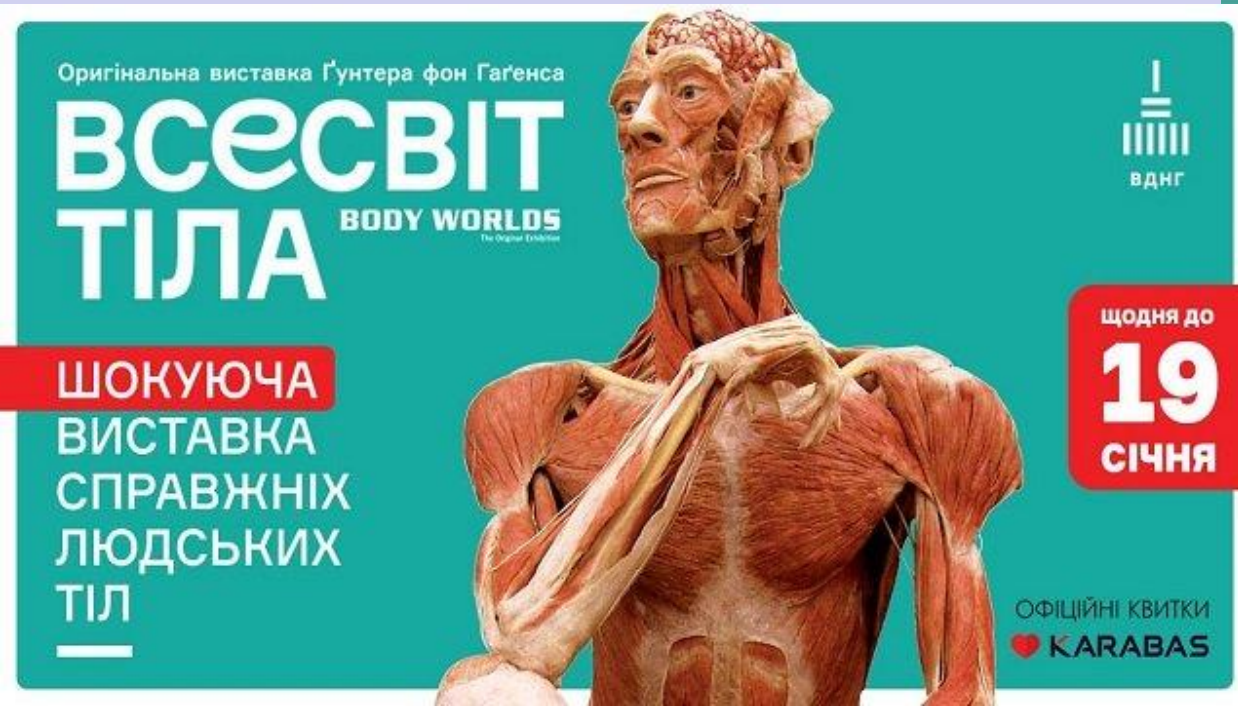
1657

2. У 1628 році англійський фізіолог, анатом і лікар Вільям Гарвей (1578 — 1657) опублікував свою працю **«Анатомічне дослідження про рух серця і крові у тварин»**, в якому вперше в історії медицини експериментально показав, що **кров рухається від шлуночків серця артеріями і повертається до передсердя венами.**

**КАРДІОАНГІОЛОГІЯ** (Кардіо Ангіо – від грец. **Серце Судина**)

«Дослідження про зародження тварин»

**Виставка Body Worlds - Всесвіт тіла**, на ній представлені справжні людські тіла і органи, збережені після смерті власників унікальним **методом пластинації**. Це нестандартний спосіб бальзамування, винайдений німецьким анатомом **Гунтер фон Хагенсом**, при якому всі розчинні жири і рідини в тілі після смерті замінюються полімерами. Такий спосіб дозволяє зберігати тіло на мікроскопічному і клітинному рівнях на необмежений період часу.



Оригінальна виставка Гунтера фон Гагенса

# ВСЕСВІТ ТІЛА

BODY WORLDS  
The Original Exhibition

**ШОКУЮЧА  
ВИСТАВКА  
СПРАВЖНІХ  
ЛЮДСЬКИХ  
ТІЛ**

ВДНГ

ЩОДНЯ ДО  
**19**  
СІЧНЯ

ОФІЦІЙНІ КВИТКИ  
KARABAS



Оригінальна виставка Гунтера фон Гагенса

# ВСЕСВІТ ТІЛА

BODY WORLDS  
The Original Exhibition

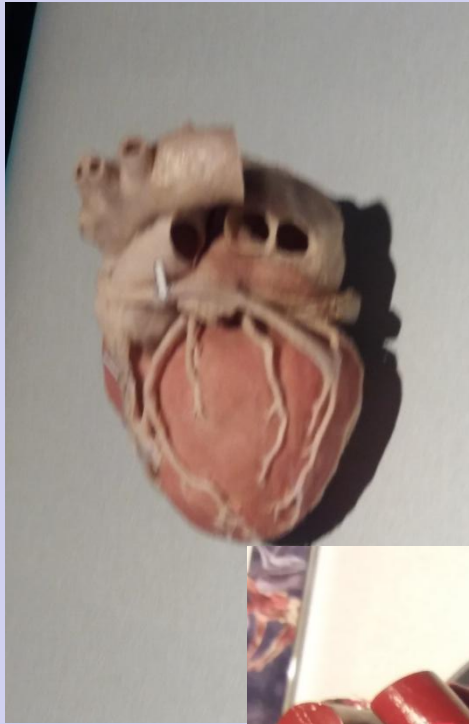
СРБІЯ ІОБ

**31.08  
31.10**

ВДНГ, павільйон 4  
М «Виставковий центр»

ВДНГ

# Серцево-судинна система



# кров рухається до серця

Кровоносні судини – це трубочки, які переносять кров. Вони бувають 3 типів: артерії, вени та капіляри. Кров виходить із серця в артерії та повертається назад по венах.

Капіляри ж, омиваючи тканини, з'єднують артерії та вени. Кров робить прохід через серце два рази по двом замкненим колам: від серця до легень та назад, від серця в тіло та назад.



**ВЕНА**



Вени переносять незбагачену кров від тіла до серця. Їх стінки тонкіші за стінки артерій.

**АРТЕРІЯ**



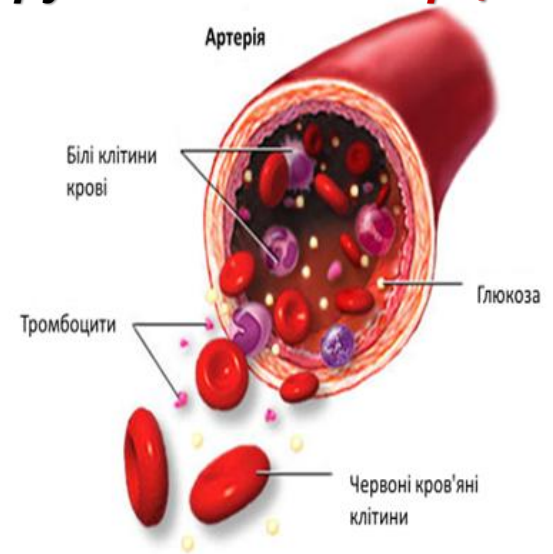
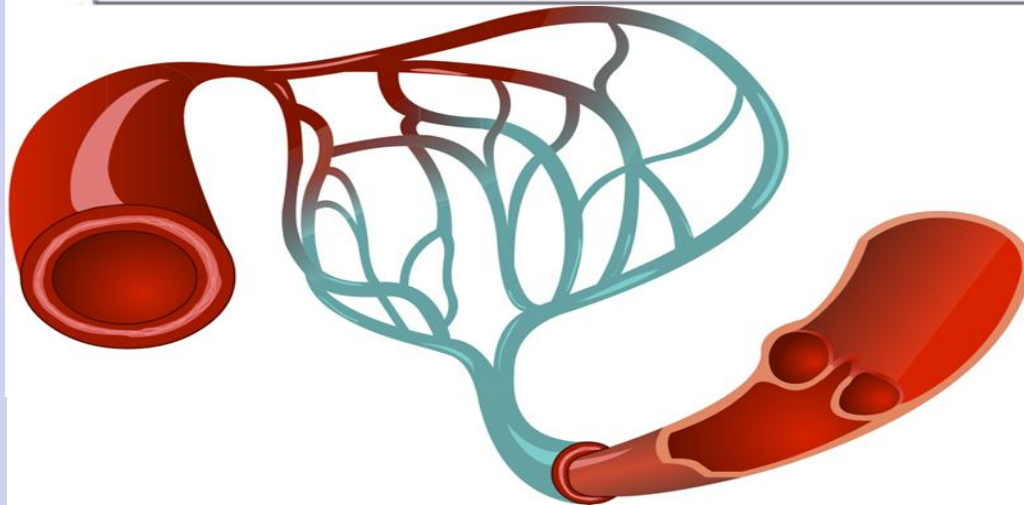
Артерії переносять збагачену кров від серця до тіла. Їхні стінки товсті та міцні.

**КАПІЛЯР**



Капіляри переносять кров у тканини тіла, постачаючи кисень у клітини

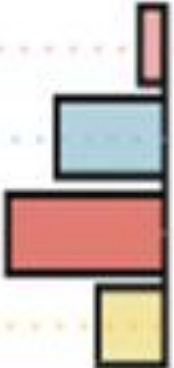
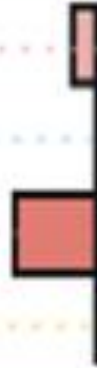








## кров рухається від серця



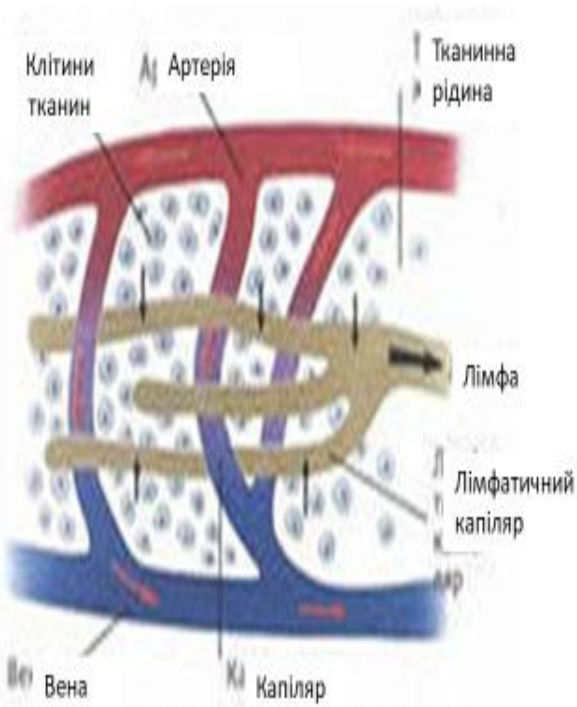
# Будова судин



Оболонка: ендотелій, еластична, м'язова, фіброзна

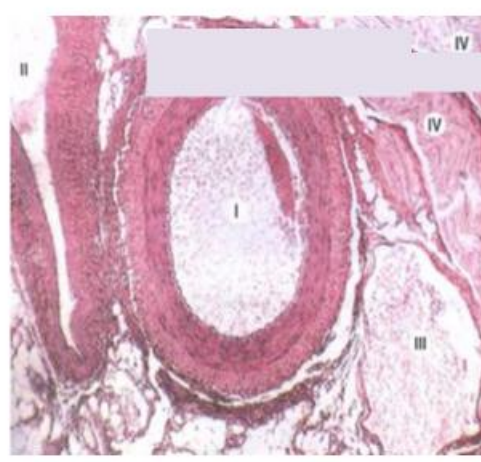
Судини	Артерія	Артеріола	Капіляр	Венула	Вена
Діаметр, мм	25+4	$30 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	5+30
Товщина стінки, мм	2+1	$20 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	0,5+1,5
Оболонка	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Ендотелій</p> <p>Еластична</p> <p>М'язова</p> <p>Фібозна</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>				
Схема крововоносної судини					

**Швидкості кровотоку у різних ділянках судинного русла. В аорті вона складає 50—70 см/с, в артеріях—від 40 до 10 см/с, артеріолах — 10—0,1 см/с, капілярах — менше 0,1 см/с, венулах — менше 0,3 см/с, венах — 0,3—5,0, порожнистій вені — 5—20 см/с.**



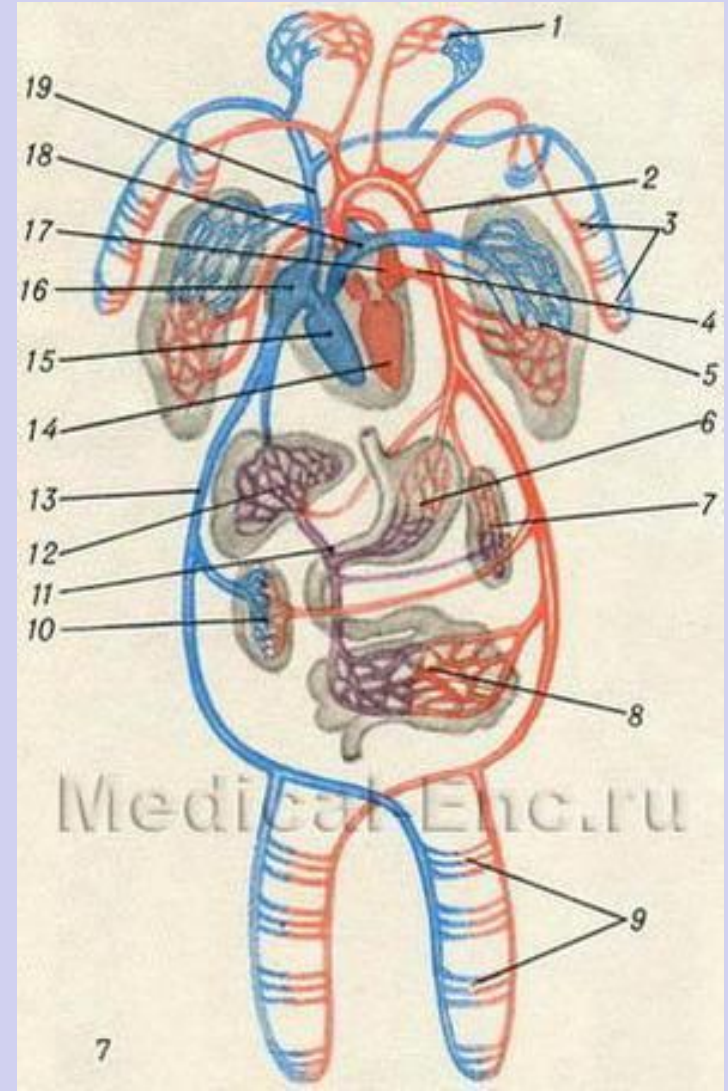
Клітини тканин занурені у рідину, яка поступає із кровоносних капілярів. Надлишок рідини всмоктується з міжклітинного простору кінчиками лімфатичних капілярів та перетворюється в лімфу.

Клітини тканин занурені у рідину, яка поступає із кровоносних капілярів. Надлишок рідини всмоктується з міжклітинного простору кінчиками лімфатичних капілярів та перетворюється в лімфу.

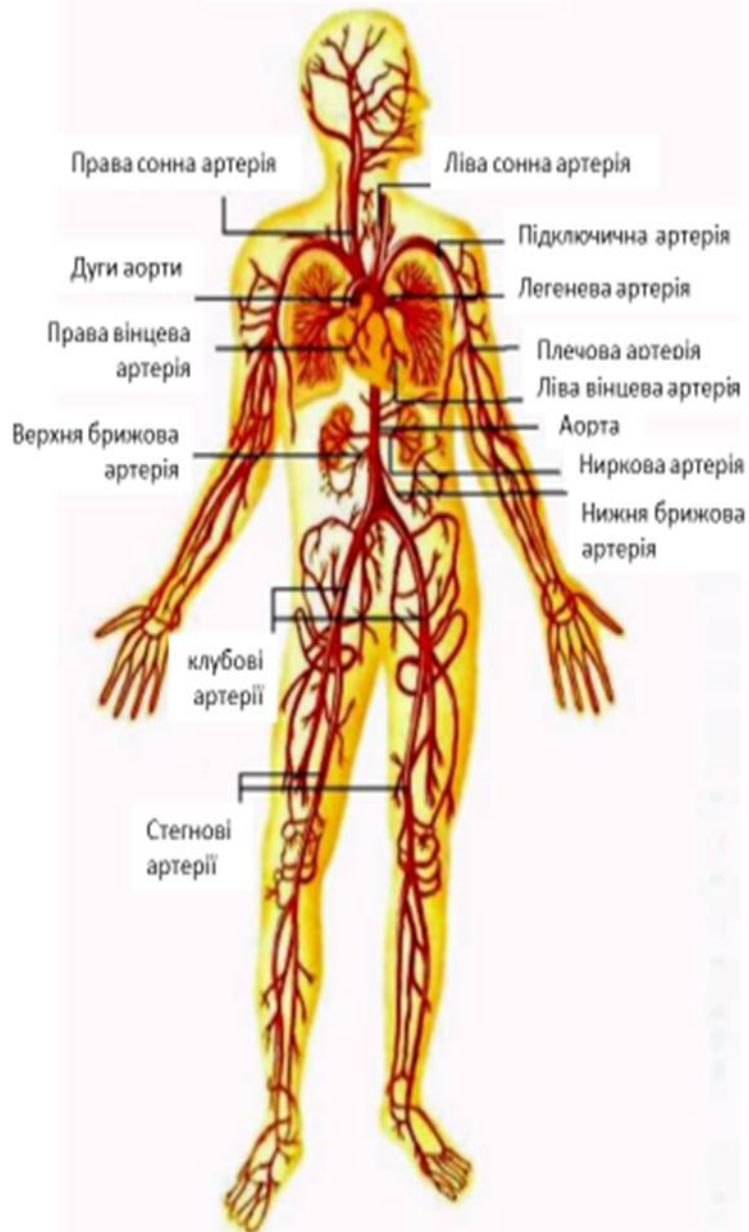


Компоненти судинно-нервового пучка  
I - артерія  
II - вена  
III - лімфатична судина  
IV - нерви  
(знімок демонструє загальний вигляд лімфатичної судини)

### 3. Рух крові по судинах називається **кровообігом**



## Артеріальна система

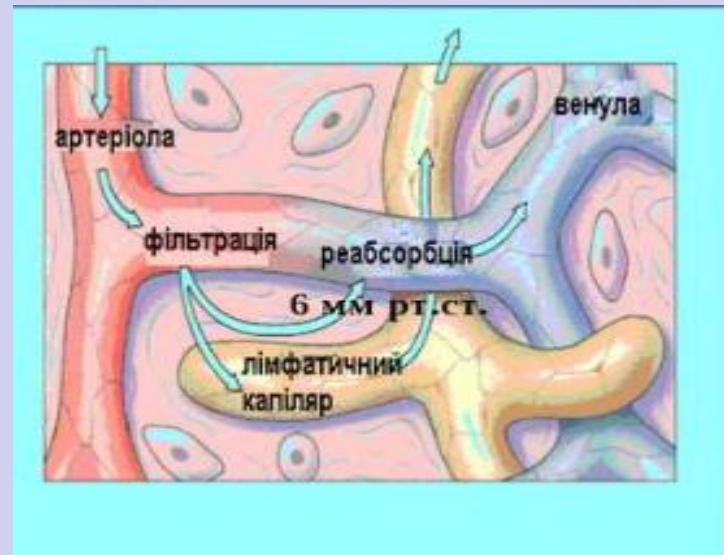
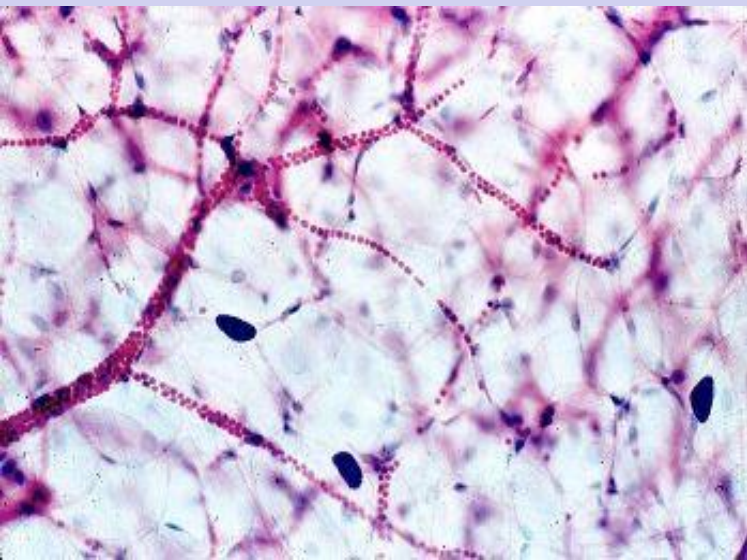
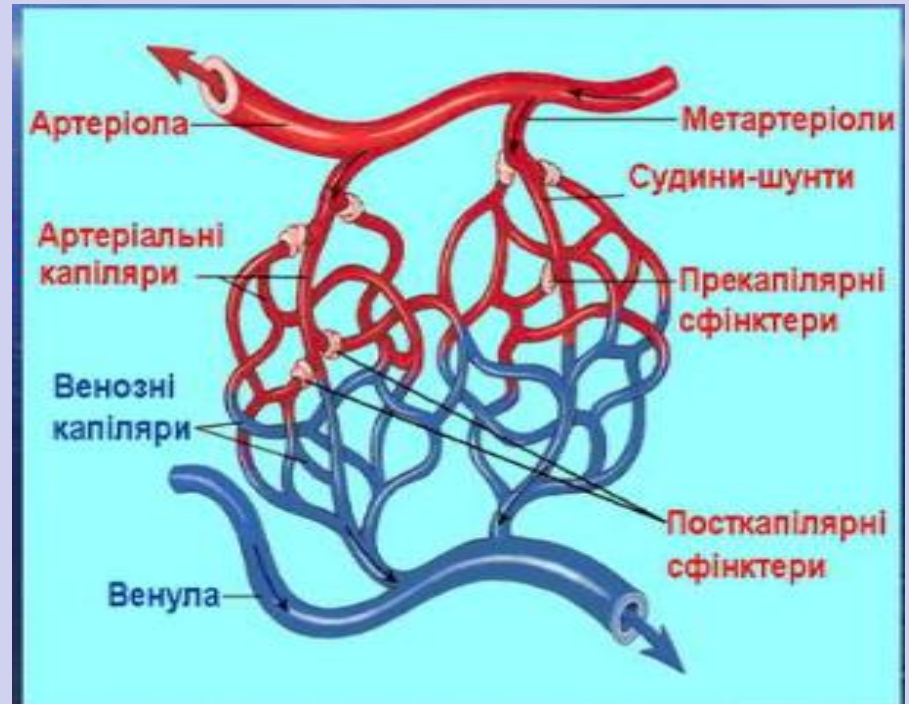


## Венозна система

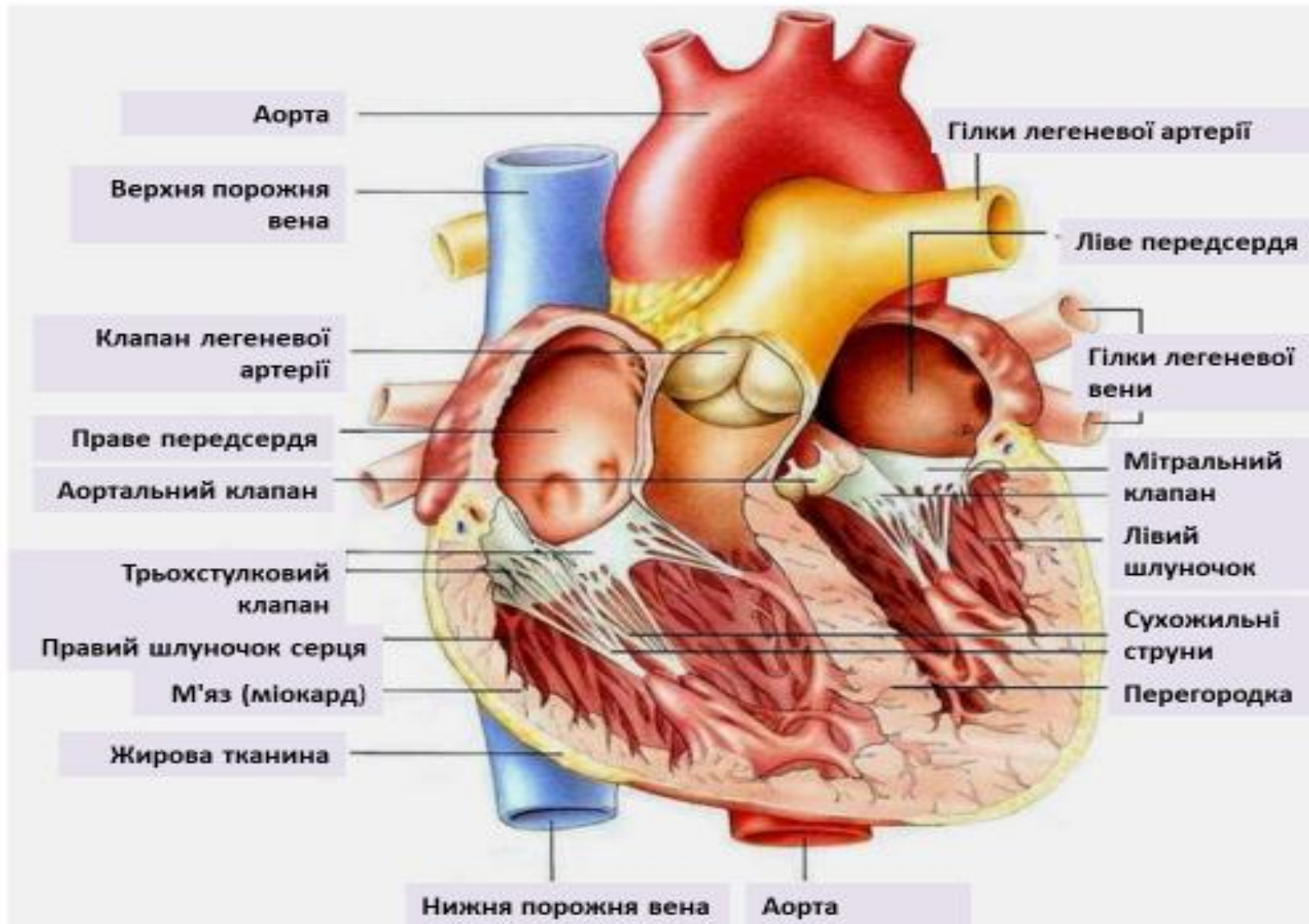


# Мікроциркуляторне русло

- 1) артеріоли;
  - 2) прекапілярні артеріоли
  - 3) капіляри;
  - 4) посткапілярні венули;
  - 5) венули
- артеріоло-венулярні анастомози** — з'єднання судин, що несуть артеріальну кров у вени в обхід капілярного русла.



# БУДОВА СЕРЦЯ



# КЛАПАНИ СЕРЦЯ. КОЛА КРОВООБІГУ

## Вигляд клапанів згори

Клапан легеневої артерії

Відкритий

Закритий

Стулки

Аортальний клапан

Закритий

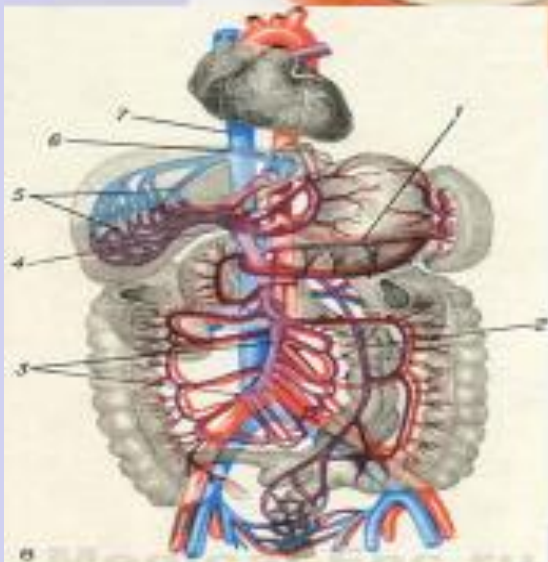
Трьохстулковий клапан

Мітральний клапан

Стулки

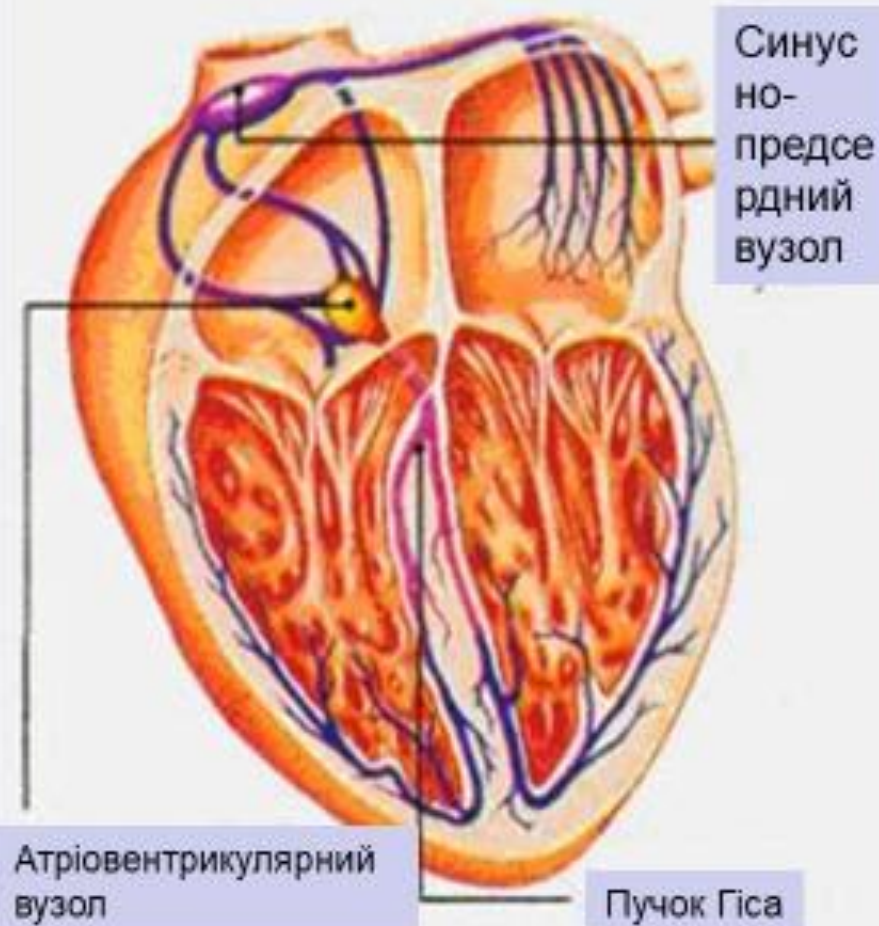
Відкритий

Сухожильні ходи

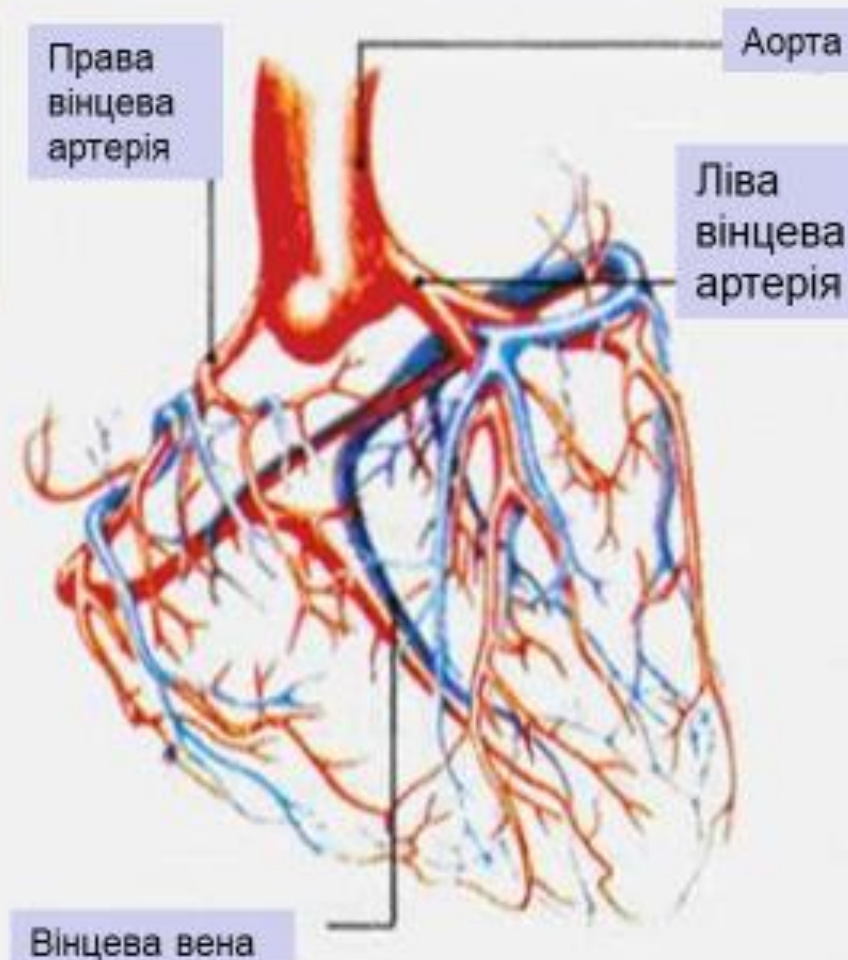


## 4. ПРОВІДНА СИСТЕМА СЕРЦЯ

Система автоматизму серця



Вінцевий кровообіг



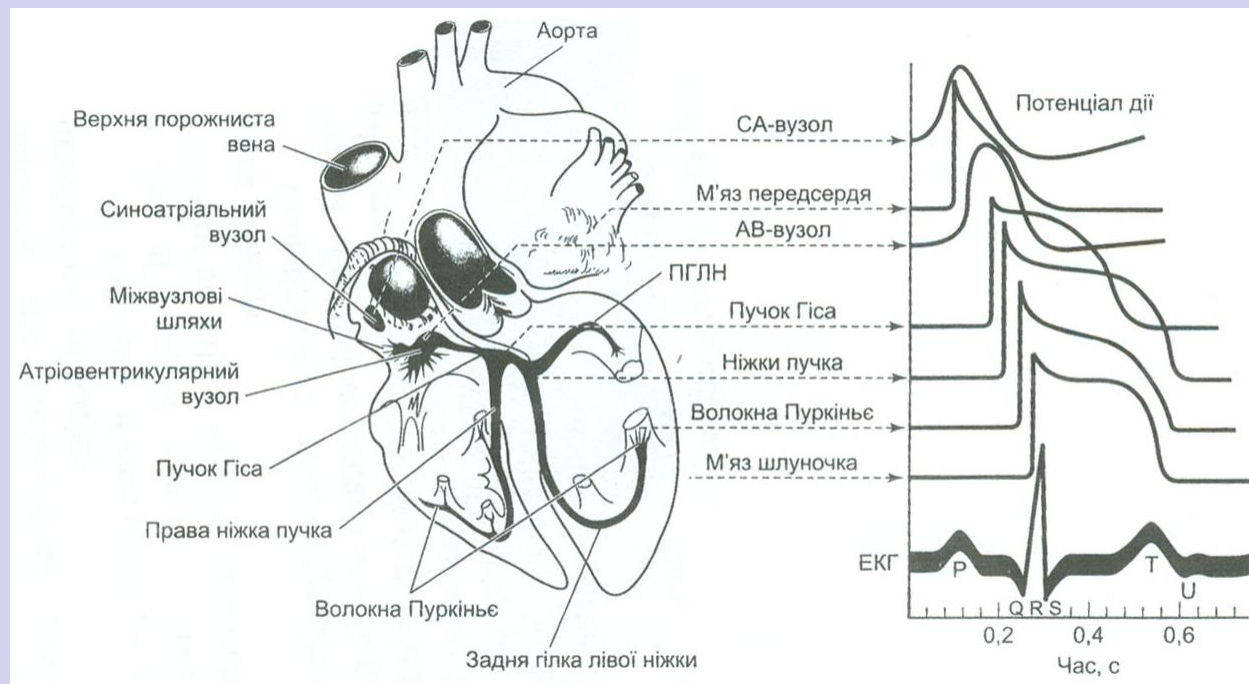
## 4. Лабораторне заняття № 13

### Лігатури Станіуса

**Мета роботи:** визначити роль різних відділів серця у забезпеченні автоматії.

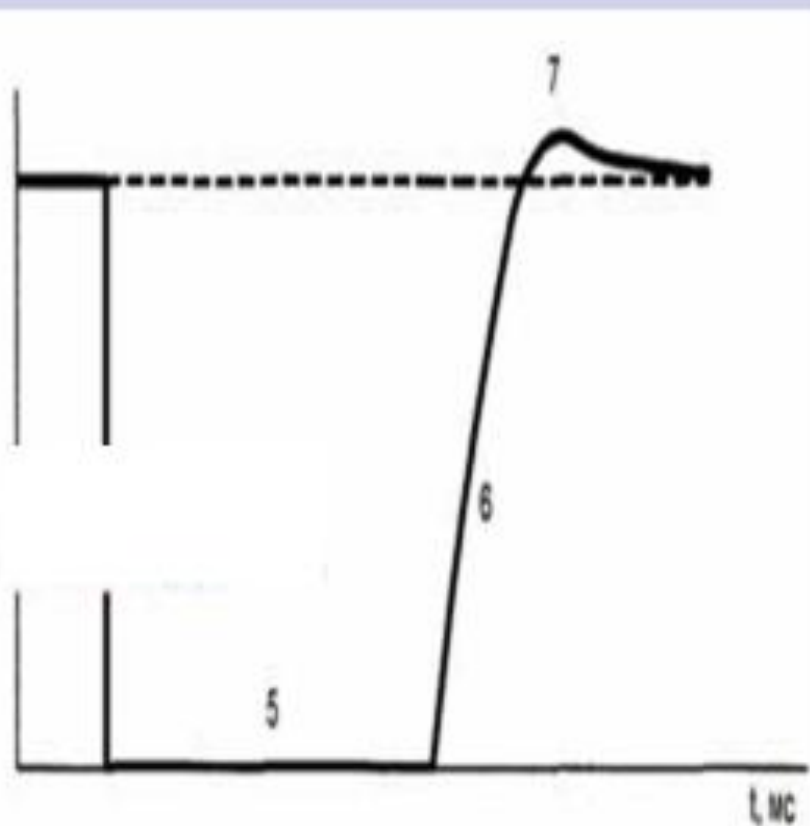
### Основні положення

- Автоматія – здатність збуджуватися (генерувати ПД) без дії зовнішнього подразника (інакше – здатність до самозбудження). Ця здатність є у структурах серця, побудованих з атипових кардіоміоцитів, а саме, в стимульному комплексі (провідній системі) серця: пазухо-передсердний вузол (синаатріальний, nodus sinuatrialis); передсердно-шлуночковий вузол (атріовентрикулярний, nodus atrioventricularis); передсердно-шлуночковий пучок або пучок Гіса; ніжки пучка Гіса (права та ліва); волокна Пуркінє.

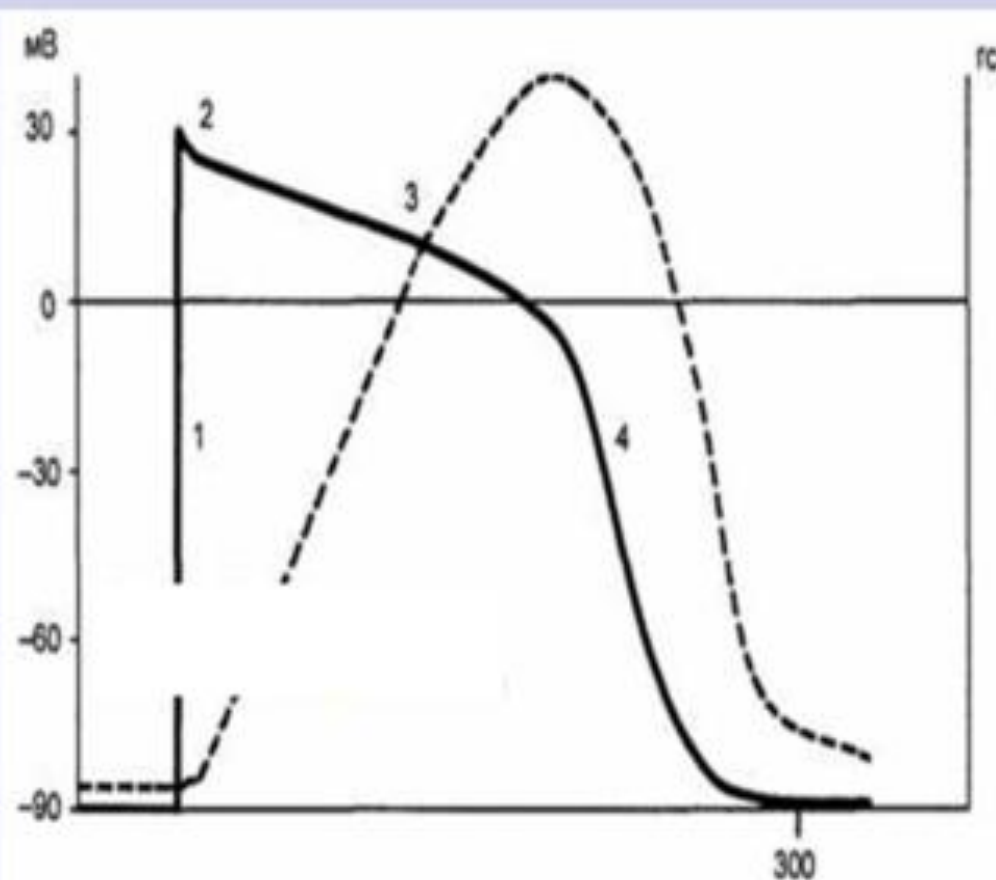


Рс.1.Провідна система серця. Типові трансмембранні потенціали дії для СА- й АВ-вузлів та інших ділянок провідної системи, а також м'язів передсердь і шлуночків співвіднесені з позаклітинною зареєстрованою електричною активністю, тобто електрокардіограмою (ЕКГ). Потенціали дії та ЕКГ зображено відносно однієї осі часу, проте з різними початками відліку на вертикальній осі; ПГЛН – передня гілка лівої ніжки.

# Співставлення потенціалу дії і скорочення міокарду з фазами зміни збудливості

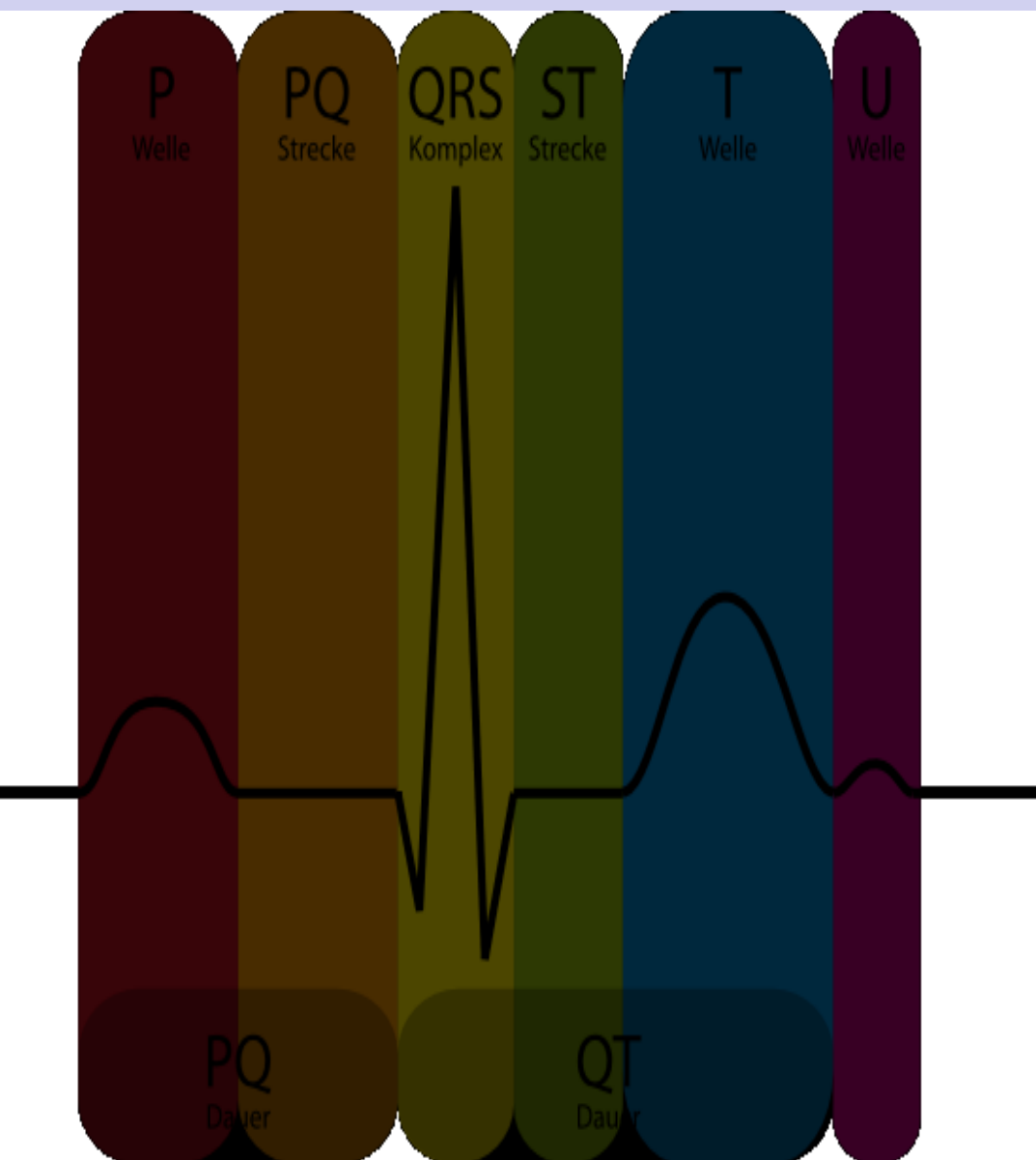


— Збудливість --- Початковий рівень



— Потенціал дії --- Скорочення

## 5. Нормальна ЕКГ (електрокардіограма)



Перші електрокардіограми були записані в 19 ст. **Габріелем Ліппманом** з використанням ртутного електрометра. Криві Ліппмана мали монофазний характер, лише віддалено нагадуючи сучасні ЕКГ.

Досліди продовжив **Віллем Ейнтховен**, який сконструював прилад (струнний гальванометр), що дозволяв реєструвати істинну ЕКГ. Він же запропонував сучасне позначення зубців ЕКГ і описав деякі порушення в роботі серця. В 1924 році йому призначили Нобелівську премію з медицини. Перша вітчизняна книга з електрокардіографії вийшла під авторством російського **фізіолога А. Самойлова** у 1909 р.

## 5. Лабораторне заняття № 15

### Електрокардіографія

**Мета роботи:** провести реєстрацію та аналіз електрокардіограми людини.

#### Основні положення

Запис електричної активності серцевого м'язу називається електрокардіограмою (ЕКГ), а методика її реєстрації – електрокардіографією.

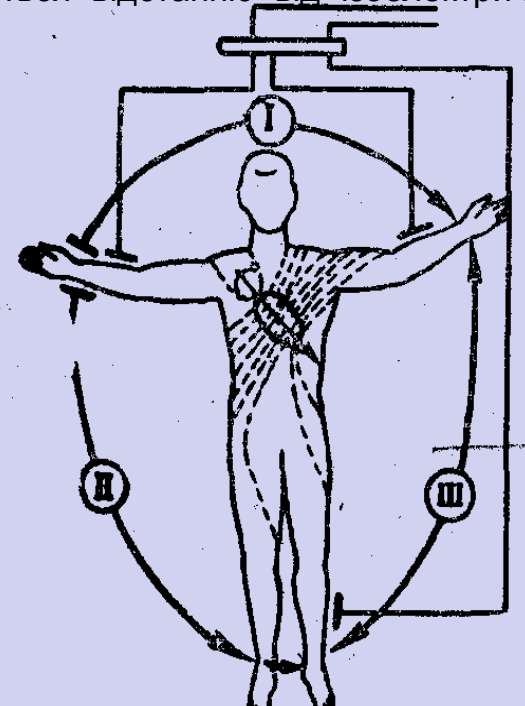
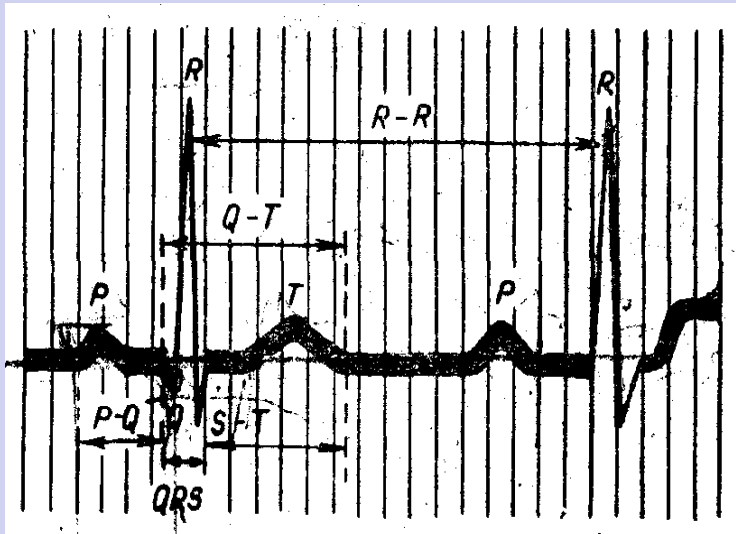
Біопотенціали, які виникають у серці, утворюють в оточуючому його просторі динамічне електричне поле. Живий організм – гарний провідник, тому потенціали працюючого серця можуть бути зафіксовані, якщо вивідні електроди прикладають не тільки безпосередньо на серце, але і до поверхні тіла. Це дозволяє без складних процедур і неприємних відчуттів записувати ЕКГ людини.

Існують три класичних відведення ЕКГ (рис.1).

У I відведенні реєструється різниця потенціалів між правою і лівою руками, у II – між правою рукою і лівою ногою, у III – між лівою рукою і лівою ногою.

Електроди приєднуються до реєструючого апарату – електрокардіографу, в якому слабкі потенціали серця перетворюються у поліфазну криву, яка відображає морфологічний і функціональний стан серцевого м'язу.

В електрокардіограмі розрізняють п'ять зубців: *P*, *Q*, *R*, *S*, *T* – та п'ять інтервалів: *P-Q*, *QRS*, *S-T*, *Q-T*, *R-R* (рис. 2). Про стан серця судять за амплітудою зубців (вона вимірюється відстанню від ізоелектричної лінії до вершини зубця) і тривалістю інтервалів.



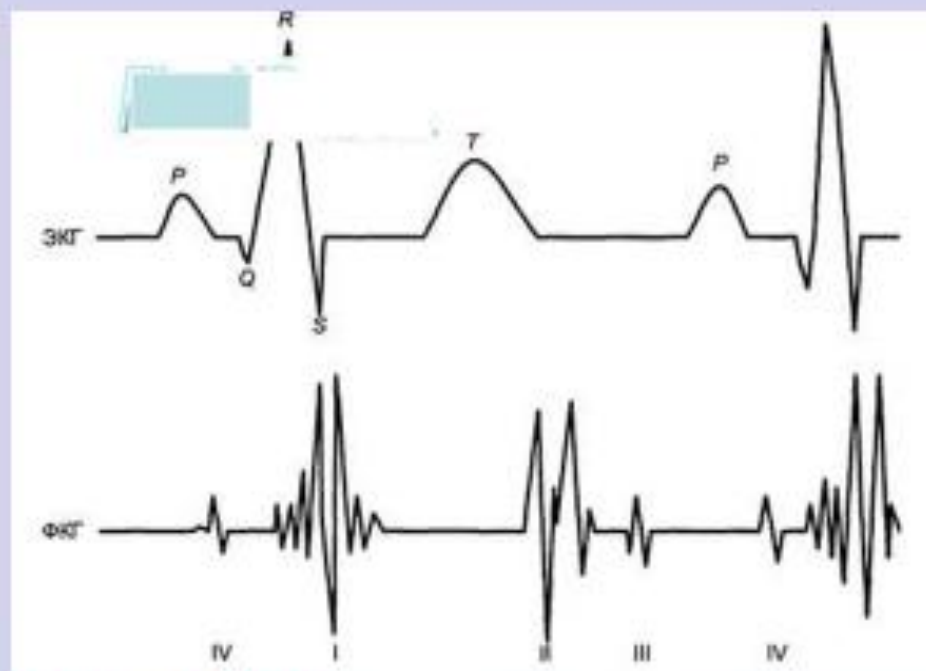
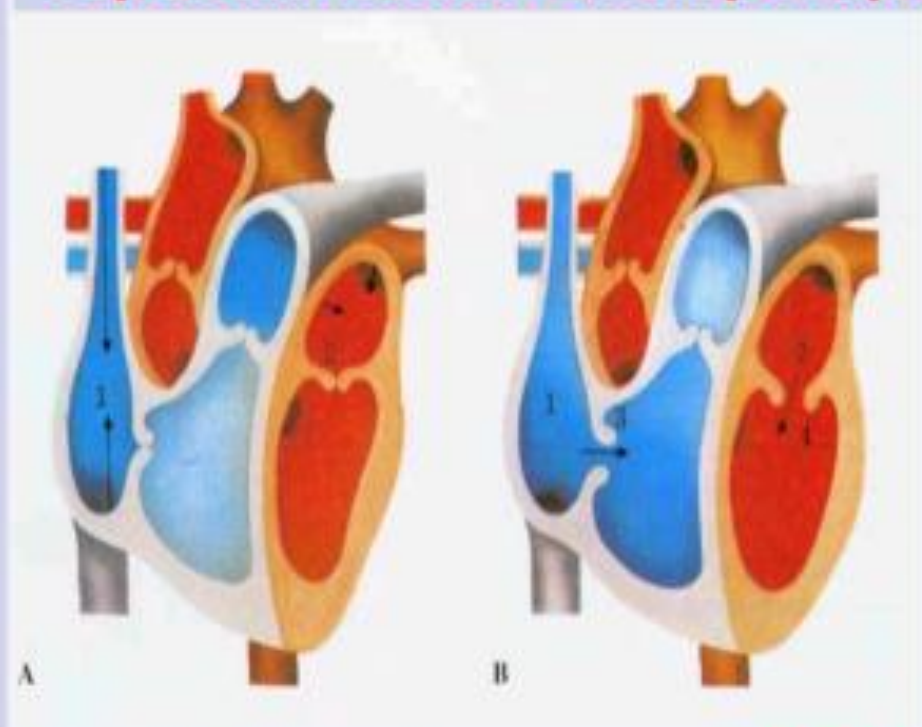


## 6. Фази серцевого циклу

Кількість серцевих циклів, які серце здійснює впродовж однієї хвилини, називають частотою серцевих скорочень.

Фаза	Що відбувається	Тривалість (с)	Напрямок руху крові
I. Систола передсердь	Скорочення передсердь. Шлуночки розслаблені	0,1	За цей час кров з передсердь виштовхується у розслаблені шлуночки
II. Систола шлуночків	Скорочення шлуночків. Передсердя розслаблені	0,3	Кров з правого шлуночка виштовхується через венозний стовбур до легневих артерій, а з лівого - до аорти
III. Загальна Діастола	Загальне розслаблення передсердь і шлуночків	0,4	Весь серцевий м'яз перебуває у стані спокою або загального розслаблення
Серцевий цикл		0,8	

# Серцевий цикл. Електрокардіографія. Фонокардіографія



**I фаза. Систола передсердь.** **Стулкові клапани** відкриті, завдяки чому кров потрапляє у шлуночки. Півмісяцеві клапани натомість закриті.

**Під час другої фази Систола шлуночків** (її тривалість - 0,3 с)

передсердя розслаблені, а шлуночки скорочуються: **стулкові клапани закриваються I тон серця** (*низький, не дуже гучний, тривалий - систолічний*), а півмісяцеві - відкриваються, і кров потрапляє в аорту і стовбур легневих артерій. **III фаза Діастола. Другий тон** діастолічний,

**високий, гучний, короткий**, його виникнення пов'язане із закриттям півмісяцевих клапанів і вібрацією їх стінок.

# 7. Головні закони гемодинаміки

**Гемодинаміка** (від грец. *haima*— кров і *dynamis* — сила) — розділ фізіології кровообігу, що використовує закони гідродинаміки (фізичні явища руху рідини у замкнутих судинах) для дослідження причин, умов і механізмів руху крові у серцево-судинній системі. **Гемодинаміка визначається двома силами: тиском**, який здійснює вплив на рідину, і **опором**, який вона витримує при терті об стінки судин і **вихрових рухах**. **Рухійною силою крові є різниця тиску** що виникає на початку і в кінці трубки.

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R}$$

## 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.



**Силою, що створює тиск у судинній системі, є серце.** Кількість крові, що викидається шлуночком серця при кожному скороченні, називається **систоличним** або ударним **об'ємом** ( $V$ ), У людини середнього віку при кожному скороченні серця в судинну систему виштовхується **60—70 мл крові (CO)**. **4—5 л/хв за хвилину.**



**Пульсом** називають пульсуючі **коливання стінок артерій** внаслідок зміни в них тиску крові при кожному скороченні серця. Характер пульсу залежить **від діяльності серця і стану артерій**. Зміни пульсу легко виникають при психічних збудженнях, роботі, коливаннях температури навколишнього середовища, при введенні в організм різних речовин (алкоголь, ліки).

Знаючи частоту серцевих скорочень і систоличний об'єм, можна визначити **хвилинний об'єм кровообігу (ХОК)**, або серцевий викид:  
 **$ХОК = CO \cdot ЧСС$ .**

У стані спокою у дорослої людини хвилинний об'єм кровотоку в середньому складає 5 літрів. При фізичних навантаженнях систоличний об'єм може збільшуватися вдвічі, а серцевий викид досягати 20-30 літрів.

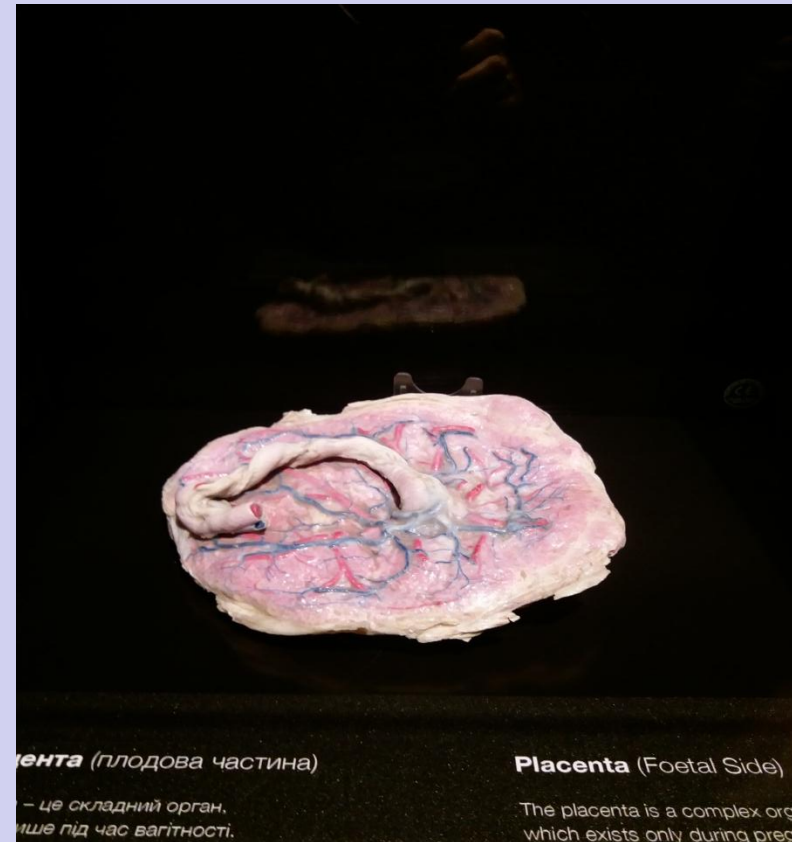
**Систоличний об'єм і серцевий викид** характеризують **нагнітальну функцію** серця.

У здорової людини кількість пульсових хвиль відповідає кількості серцевих скорочень і дорівнює **60 – 80 за 1 хв.** Частоту серцевих скорочень понад 80 за 1 хв. називають „**тахікардією**”, а частоту серцевих скорочень менше ніж менше ніж 60 за 1 хв. – „**брадикардією**”.

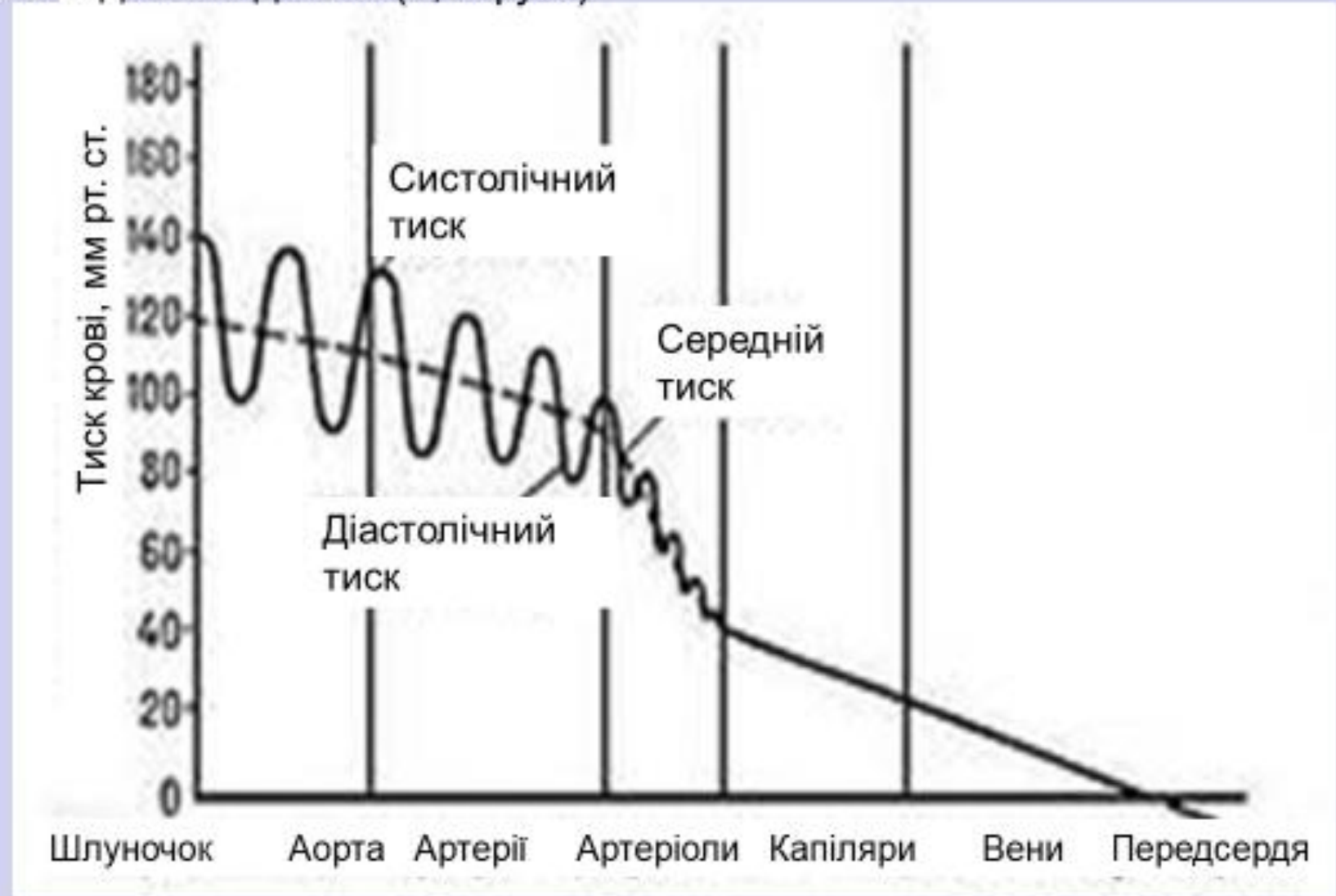
У фізіологічних умовах частота пульсу залежить від багатьох факторів: **віку** – найбільша частота пульсу в перші роки життя, **фізичної роботи**, під час якої пульс прискорюється; **фізіологічного стану** – під час сну пульс сповільнюється; **статі** – у жінок пульс на 5 – 10 частіший, ніж у чоловіків; **від психічного стану** – при страху, болю пульс прискорюється.

Частота пульсу в дітей у залежності від віку

Вік дитини	Частота серцевих скорочень у 1 хв
Новонароджений	120 – 140
До 1 року	120 – 125
1 – 2 роки	110 – 115
2 – 3 роки	105 – 110
3 – 7 років	110 – 90
<b>5 – 8 років</b>	<b>80 – 75</b>
<b>Старше 12 років</b>	<b>75 – 70</b>



8. Уперше визначив тиск в сонній артерії кобили, вставивши в неї трубку, англійський священик **Стівен Гейлс в 1733 році**. Рівень крові в скляної трубки піднявся до 3 м (9,5 фути)



# Реєстрація кров'яного тиску



**Систолічний тиск** відповідає тиску, при якому уперше чуються звуки стуку, **діастолічний** - тому, при якому ці звуки припиняються



## **Лабораторне заняття № 14**

### **Вислуховування тонів серця, визначення частоти пульсу, вимірювання артеріального тиску, систолічного і хвилинного об'ємів крові у людини**

**Мета роботи:** вислухати тони серця і охарактеризувати їх; визначити частоту пульсу, тиск крові у людини за способом Короткова при різному фізіологічному стані організму.

#### **Основні положення**

Серцеві скорочення супроводжуються рядом механічних і звукових проявів, реєструючи які можна отримати уявлення про динаміку скорочення серця.

При роботі серця виникають звуки, які називають тонами серця. При прослуховуванні (аускультатії) тонів серця на поверхні лівої половини грудної клітки чутно два тони: I тон (систолічний), II тон – на початку діастолі (діастолічний). Тон I більш протяжний і низький, II – короткий і високий.

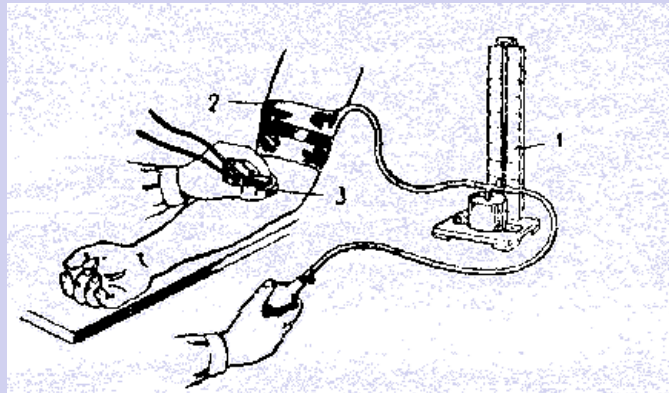
Поява I тону пов'язана із закриттям атріовентрикулярних клапанів у систолу шлуночків і вібрацією стінок шлуночків. II тон виникає при закритті клапанів аорти і легеневого стовбура, що призводить до коливання крові.

На ФКГ, крім I і II тонів, реєструються III і IV тони серця (більш тихі, ніж I і II, тому нечутні при звичайній аускультатії).

Тон III виникає внаслідок вібрації стінок шлуночків при швидкому припливі крові у шлуночки на початку їх наповнення.

Тон IV має два компоненти. Перший із них виникає при скороченні міокарда передсердь, а другий з'являється на самому початку розслаблення передсердь при падінні тиску в них.

Серце вислуховують за допомогою приладів – фонендоскопа та стетоскопа.



## 9. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

СУДИННОРУХОВІ НЕРВОВІ ВОЛОКНА (СНВ)  
нервові волокна, що передають від центральної нервової системи до гладкої мускулатури кровоносних судин імпульси, які викликають її скорочення або розслаблення, що призводить до звуження або розширення судин. Вперше описані рос. анатомом і фізіологом **А.П. Вальтером (1842)**. Розрізняють судиннозвужуючі - **вазоконстриктори – симпатичні волокна (норадреналін)**, які, іннервують судини шкіри, органи черевної порожнини та парасимпатичні, які іннервують (серця) і судиннорозширюючі - **вазодилататори – симпатичні впливають на коронарні судини серця, скелетну мускулатуру (ацетилхолін)**, парасимпатичні волокна кініни, зосереджені у язикоглотковому (барабанна струна), язиковому і тазових нервах.

## Вегетативна нервова система

Парасимпатичний  
відділ

Звуження  
Звуження  
Посилення  
секреції  
Звуження  
Звуження  
Уповільнення  
  
Посилення  
моторики  
Зменшення  
секреції  
Посилення  
моторики  
  
Скорочення  
Розслаблення

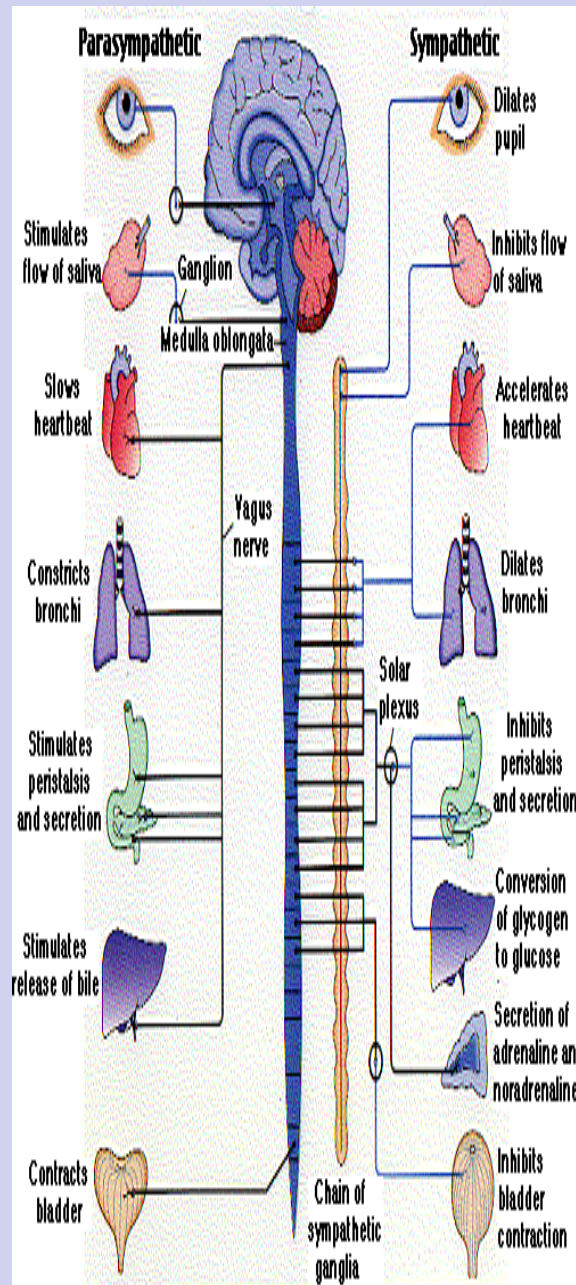
Судини головного мозку  
Зіниця  
Слинні  
залози  
Периферійні  
судини  
Бронхи  
Серце  
  
Шлунок  
Надирники  
Кишківник  
  
Сечовий міхур  
Органи розмноження



Розширення  
Розширення  
Зниження  
секреції  
Розширення  
Розширення  
Підсилення та  
прискорення  
  
Послаблення  
моторики  
Посилення  
секреції  
Ослаблення  
моторики  
  
Розслаблення  
Збудження

Симпатичний  
відділ

**Вазоконстриктор**  
(від лат. *vas* — судина и *constringo* — стягую, стискаю), те ж саме, що **судиннозвужуючі** нервові волокна;  
До коронарних судин серця судиннозвужуючі нервові імпульси передаються волокнами парасимпатичного блукаючого нерву.



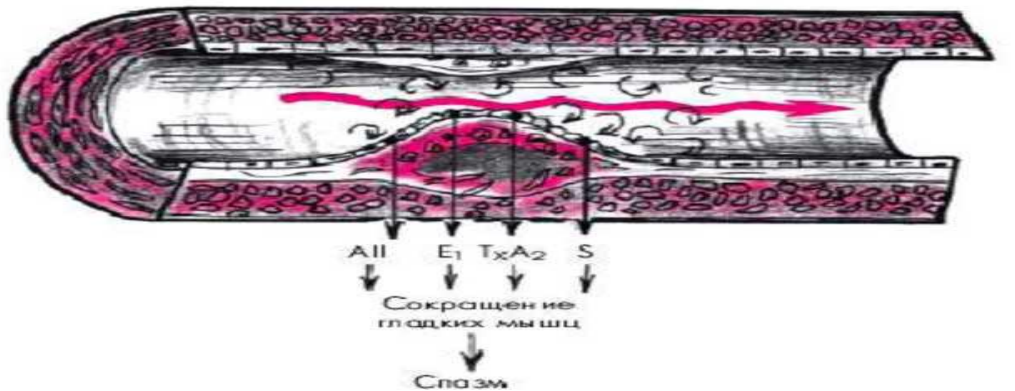
**Вазодилататор** (від лат. *vas* — судина и *dilato* — розширюю), те ж саме, що **судиннорозширюючі** нервові волокна;

іннервують судини скелетних м'язів, серця, - до симпатичних.

# ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ

Речовини, що впливають на артеріальний тиск (ендогенні):

• **Вазоконстриктори:** адреналін, норадреналін, ангіотензин II, вазопресин, тромбоксан,. *Ангіотензин I синтезується з ангіотензиногену під дією реніну, а з ангіотензину I під дією ангіотензинперетворюючого ферменту утворення ангіотензину II.*



• **Вазодилататори:** Кініни (брадикінін, калідин), ацетилхолін, простациклін, гістамін, аденозин, ц-АМФ, ендогенний релаксуючий фактор простагландин.

# Ренін-ангіотензин-альдостеронова система



# Наднирники

***Зовнішня частина (клубочкова зона):***

**Мінералокортикоїди (**альдостерон**)** регулює мінеральний і водний обміни. При недостатчі альдостерону можливі надлишкова втрата натрію з організму і зневоднення. Надлишок його посилює запальні процеси.

***Центральна (середня) частина (пучкова зона):***

**Глюкокортикоїди (**кортизол**)** мають великий вплив на обмін речовин. Під їх впливом відбувається новоутворення вуглеводів із неуглеводів, особливо продуктів розпаду білку (звідси їх назва). Глюкокортикоїди володіють вираженою протизапальною і протиалергічною дією, а також беруть участь у забезпеченні стійкості організму в умовах стресу.

# Хвороба Едісона

- ❖ Нестача кортикостероїдів
- ❖ Виділення натрію і накопичення калію
- ❖ Нирки не здатні концентрувати сечу - часте сечовиділення і зневоднення
- ❖ Гіпоглікемія
- ❖ Слабкість, втома, знижений тиск, гіперпігментація

