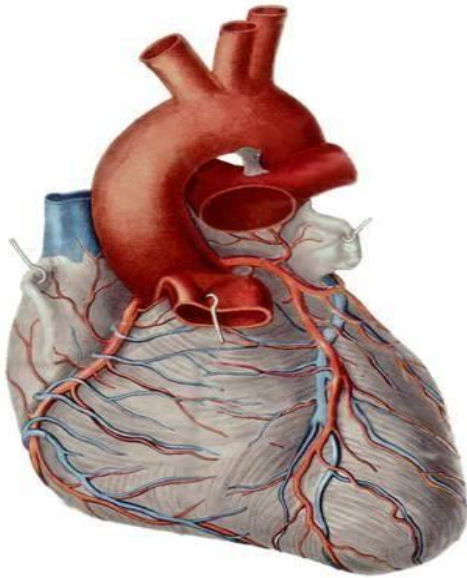


Фази серцевої діяльності, тони серця



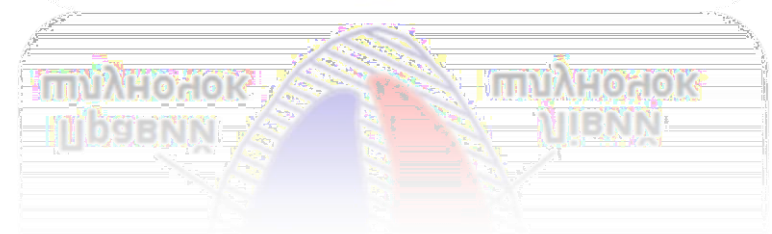
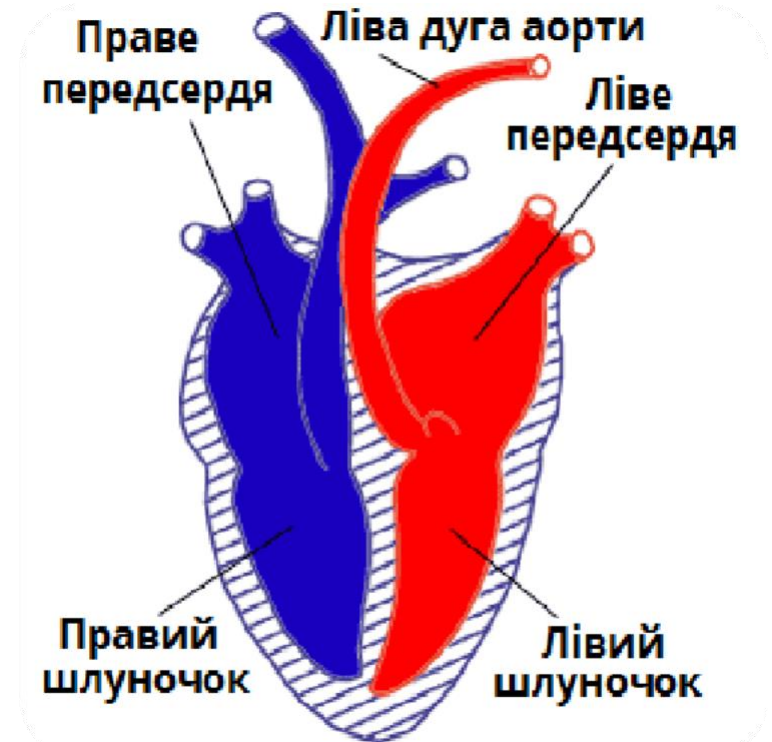
*Проф.
Весніна Л.Е.*

Серце працює ритмічно за принципом **насосу**

- Скорочення серця - **систола**
- чергується з його розслабленням - **діастолюю**

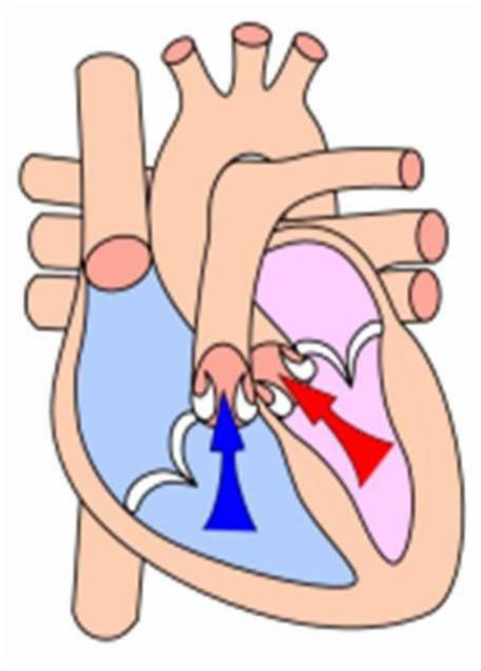
Скорочення і розслаблення передсердь і шлуночків за нормальних умов суворо взаємоузгоджені та становлять єдиний цикл роботи серця

- **Серцевий цикл** - систола і діастола серця, періодично повторювані у суворій послідовності,
- період часу, що включає одне скорочення та одне розслаблення передсердь та шлуночків

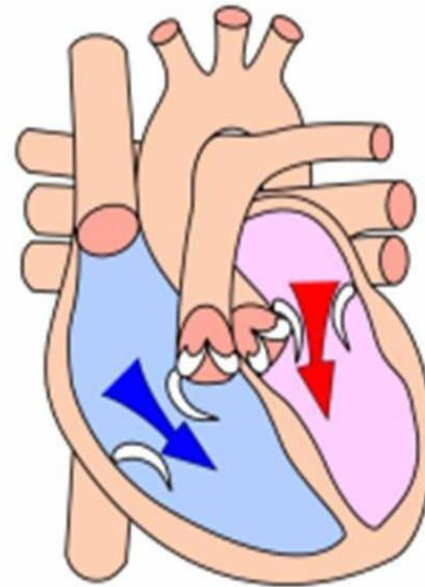


Фази роботи серця

Систола-скорочення

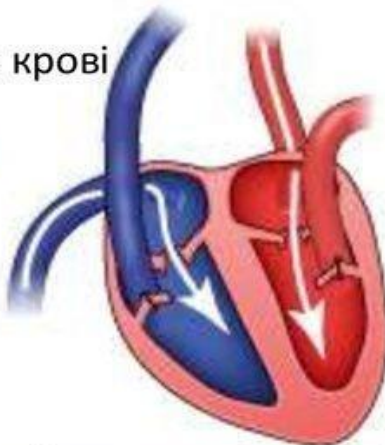


Діастола -розслаблення



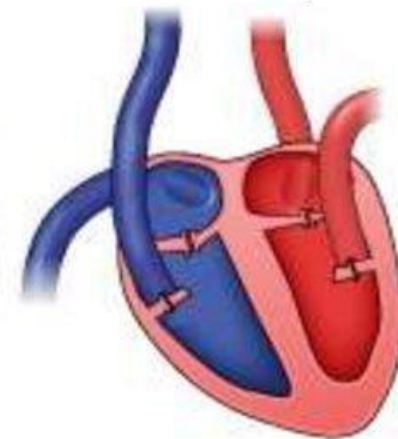
Серцевий цикл

Виштовхування крові
у шлуночки

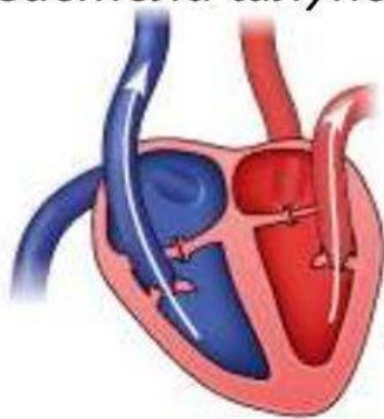


Систола передсердь

Заповнення
кров'ю
шлуночків,
збудження
шлуночків

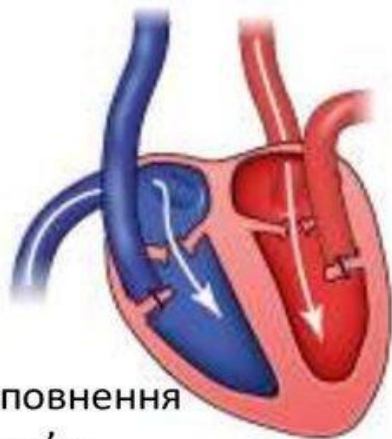


Виштовхування крові в судини
великого і малого кіл кровообігу



Систола шлуночків

Діастола



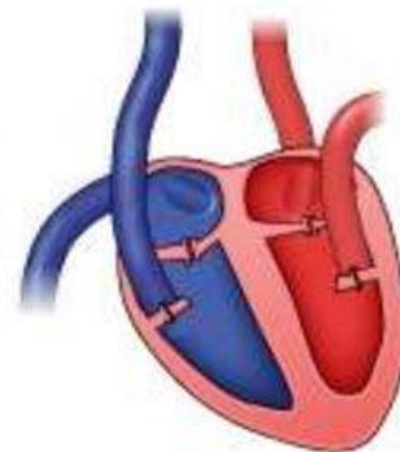
Заповнення
кров'ю
передсердь
і шлуночків,
збудження
водія ритму,
збудження
передсердь

Серцевий цикл

Півмісяцеві клапани закриті,
стулкові – відкриті

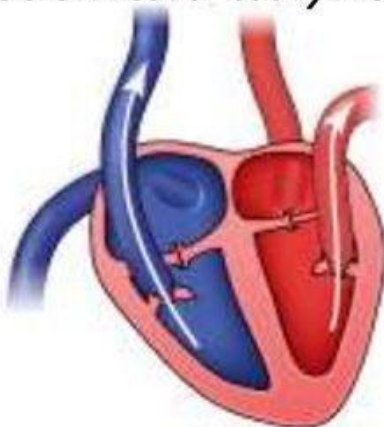


Усі клапани закриті



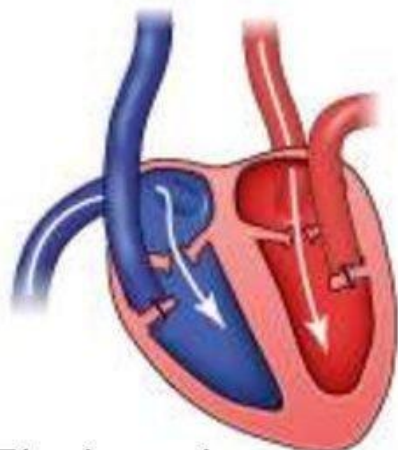
Систола шлуночків

Півмісяцеві клапани відкриті,
стулкові – закриті



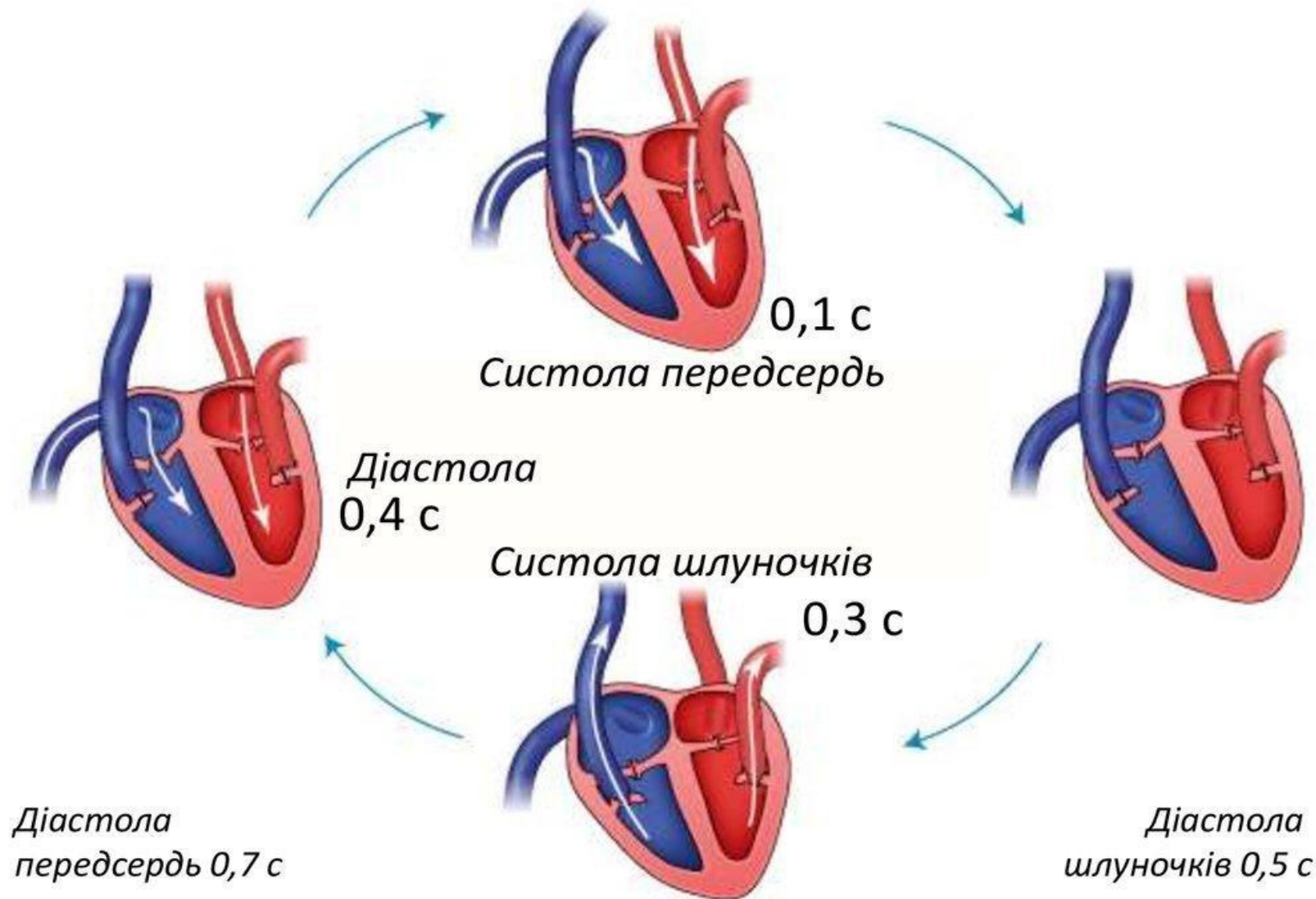
Діастола

Півмісяцеві клапани закриті,
стулкові – відкриті



При частоті скорочень серця 75 за 1 хвилину тривалість циклу **0,8 сек**

Серцевий цикл триває 0,8 с*



Серцевий цикл

Ознака	I фаза – скорочення передсердь (систола)	II фаза – скорочення шлуночків (систола)	III фаза – розслаблення передсердь і шлуночків (діастола)
Тривалість, секунди	0,1	0,3	0,4
Стан клапанів	Стулкові клапани відкриті	Стулкові клапани закриті	Стулкові клапани напіввідкриті
Тиск, мм рт. ст.	8 – 10	У лівому близько 120, у правому – 20 – 25	Близько 0
Рух крові	З передсердя до шлуночків	В артерії кіл кровообігу	Кров наповнює передсердя і шлуночки

Фазова структура серцевого циклу

Серцевий цикл 0,8 с	Систола шлуночків 0,33 с	Період напруження 0,08 с	Фаза асинхронного скорочення 0,05 с
			Фаза ізометричного скорочення 0,03 с
		Період вигнання 0,25 с	Фаза швидкого вигнання 0,12 с
			Фаза повільного вигнання 0,13 с
	Діастола шлуночків 0,47 с	Період розслаблення 0,12с	Протодіастолічний інтервал 0,04 с
			Фаза ізометричного розслаблення 0,08 с
		Період наповнення 0,35 с	Фаза швидкого наповнення 0,08 с
			Фаза повільного наповнення 0,17 с
Пресистолічна фаза 0,1 с			

Перед початком роботи серце знаходиться в загальній **діастолі** передсердь і шлуночків -

- **загальна пауза серця**

- півмісяцеві клапани закриті, атріовентрикулярні відкриті. Кров вільно заповнює порожнини передсердь і шлуночків.

Тиск у них дорівнює **0 мм рт. ст.**

Початком роботи серця є

- **систола передсердь**

- триває **0,1 сек**, за рахунок скорочення м'язових волокон підвищується тиск у порожнинах передсердь

У правому передсерді тиск підвищується до **4-5 мм рт. ст.**, у лівому до **5-7 мм рт. ст.**, що приводить до виштовхування крові в шлуночки через відкриті атріовентрикулярні отвори.

Шлуночки в цей момент розслаблені **/діастола шлуночків/**, стулки атріовентрикулярних клапанів звисають і кров вільно надходить із передсердь у шлуночки.

Зворотне надходження крові з передсердь у вени неможливе завдяки скороченню м'язових волокон, розташованих біля венозних отворів

- Потім здійснюється **діастола передсердь** – триває 0,7 сек

По закінченню систоли передсердь починається

- **систола шлуночків**, тривалістю 0,3 - 0,33 сек

Її ділять на два періоди, які складаються з 2 фаз. У момент систоли шлуночків передсердя вже розслаблені. Обидва шлуночка скорочуються **одночасно**.

- **Період напруги** продовжується до відкриття півмісяцевих клапанів. Для цього необхідно, щоб рівень тиску в шлуночках став вище, чим у магістральних судинах -
діастолічний тиск в аорті складає 70-80 мм рт. ст.,
у легеневій артерії 10-15 мм рт. ст.

Період напруги триває **0,08 сек**

Починається він із фази **асинхронного** скорочення - **0,05 сек**, коли не всі ділянки міокарда охоплені скорочувальним процесом і в цей момент ще не відбувається підвищення тиску в порожнинах шлуночків.

У фазу **ізометричного** скорочення (**0,03 сек**) скорочувальний процес охоплює основну масу міокарда.

Тиск у порожнинах шлуночків починає зростати до **15 - 20 мм рт. ст.** у правому і **70 - 90 мм рт. ст.** у лівому

Внаслідок підвищення внутрішньолуночкового тиску атріовентрикулярні клапани швидко захлопуються, півмісяцеві клапани також закриті, тому порожнина шлуночків є замкнутою й об'єм крові в ній залишається постійним

У результаті зростає напруга м'язових волокон без зміни довжини - **ізометрична напруга**

- **Період вигнання** крові починається з відкриття клапанів аорти і легеневої артерії і триває **0,25 сек.**

Цей період складається з фаз **швидкого** (0,12 сек) і **повільного** (0,13 сек) вигнання крові.

Відкриття аортальних клапанів відбувається при досягненні тиску в порожнині лівого шлуночка - **80 мм рт. ст.**, клапанів легеневого стовбура - **15 мм рт. ст.** в порожнині правого шлуночка

Скорочення міокарда сприяють подальшому підйому тиску в порожнинах шлуночків відповідно правого до **30 мм рт. ст.**, лівого - до **120 мм рт. ст.**

У результаті кров спочатку дуже швидко виливається в аорту і легеневу артерію.

В міру заповнення судин кров'ю в них зростає тиск. Градієнт тиску між шлуночками і судинами поступово зменшується, кров виливається повільно - настає фаза **повільного вигнання** крові

- По закінченні вигнання крові починається **діастола шлуночків** - триває **0,47-0,5 сек**
- Під час **протодіастолічного періоду** (0,05 сек) кров, що знаходиться в судинах зворотним струмом захоплює півмісяцеві клапани

При закритих атріовентрикулярних і півмісяцевих клапанах шлуночки продовжують розслаблюватись, поки тиск у них не стане нижчим, ніж у передсердях -

- період **ізометричного** розслаблення (0,08 сек)
- У цей час передсердя цілком заповнені кров'ю. Коли тиск у шлуночках стає меншим, ніж у передсердях, розкриваються атріовентрикулярні клапани і починається **період наповнення**

Спочатку відбувається **швидко** наповнення шлуночків - **0,05 сек**, потім - **повільне** наповнення - **0,25 сек**.

- На закінчення відбувається наповнення кров'ю шлуночків за рахунок **систоли передсердь** /0,1 сек/ і серцевий цикл повторюється

Кількість крові, що викидається шлуночками при кожному скороченні - **сistolічний, або ударний об'єм (CO)**

Розмір систолічного об'єма залежить від статі, віку, функціонального стану організму

У спокої систолічний об'єм дорівнює

- у чоловіків **65-70 мл**,
- у жінок **50-60 мл**

Сistolічний об'єм обох шлуночків приблизно однаковий

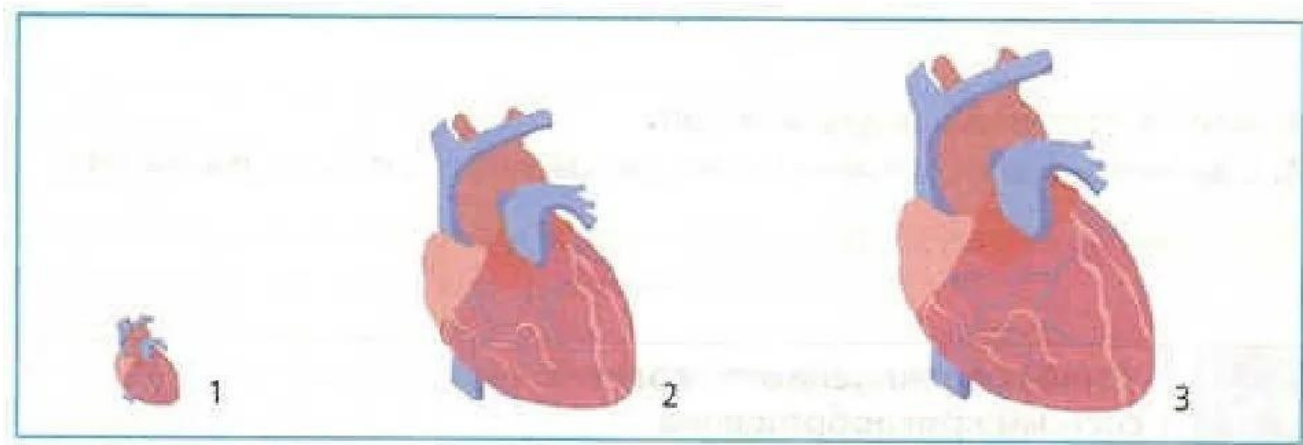
Також повинний бути однаковий і **хвилинний об'єм кровообігу (ХОК)** -
серцевий викид

Розмір хвилинного об'єма кровообігу можна знайти за формулою

$$\text{CO} \times \text{ЧСС} = \text{ХОК}$$

У спокої ХОК дорівнює 4,5-5,0 л, під час фізичного навантаження 20-30 л

Систолічний об'єм



1 мл
Новонароджений

65 – 75 мл
Доросла людина

150 – 200 мл
Спортсмен





У тренуваних людей при навантаженнях ХОК зростає
за рахунок збільшення ЧСС і особливо УОК

У нетренованих людей при навантаженнях ХОК зростає
за рахунок збільшення ЧСС

У дітей систолічний об'єм крові не може збільшуватися, тому малим дітям не можна давати багато фізичних вправ

ТОНИ СЕРЦЯ

Під час діяльності серця виникають нормальні звукові явища, що називаються **тонами серця**

В основі серцевих тонів лежать коливальні рухи різних структур серця: клапанів, м'язів, судинної стінки.

Тони серця характеризуються такими параметрами, як

- інтенсивність /амплітуда/
- частота /кількість коливань у 1 сек/
- тривалість

Звуки, які виникають під час патологічних станів - **шуми**



I тон – систолічний збігається з початком систоли шлуночків, вислуховується як короткий, досить інтенсивний звук по всій серцевій ділянці, максимально на верхівці серця й у місці проекції мітрального клапана.

Утворений 3 компонентами: клапанним, м'язовим і судинним:

- клацання передсердно- шлуночкових клапанів;
- вібрації їх і сухожилкових ниток, які містять ці клапани;
- турбулентного руху крові, що вдаряється об клапани, які закриваються;
- вібрації стінки шлуночків під час ізометричного скорочення;
- коливань початкових відділів аорти та легеневого стовбура в разі розтягнення їх кров'ю в період вигнання.



Загальна тривалість **I тону** коливається від **0,08 до 0,25 сек**, частотна характеристика від **15 до 500 Гц** (у різних частинах різна: найбільша в центральній частині - до 500 Гц, найменша в початковій і кінцевій частині тону - до 15 Гц)

II тон – діастолічний збігається з початком діастоли шлуночків, вислуховується по всій серцевій області, краще на основі серця, у другому міжребер'ї зліва і справа від грудини.

Утворюється за рахунок:

- коливань, що виникають на початку діастоли при захлопуванні стулок клапана аорти і легеневого стовбура та їх вібрації (клапанний компонент)
- турбулентного руху крові, що вдаряється об клапани, які закриваються
- коливання стінок початкових відділів аорти та легеневого стовбура (судинний компонент)

До складу II тону входять також низькочастотні низькоамплітудні коливання, що виникають у результаті відкриття мітрального і трикуспідального клапанів.

Тривалість **II тону** складає **0,08-0,11 сек**, ч
частотна характеристика від **500 до 1250 Гц**

Тон серця	Місце Вислуховування	Компоненти	Характеристика
I тон – систолічний	Вислуховується по всій серцевій ділянці, максимально на верхівці серця й у місці проекції мітрального клапана	1. Клапанний – коливання стулок атріовентрикулярних клапанів у фазі ізометричного скорочення. 2. М'язовий – коливання міокарда, що виникають також у період ізометричного скорочення. 3. Судинний – обумовлений коливаннями початкових відділів аорти і легеневого стовбура при їх розтягуванні кров'ю у фазі вигнання	Короткий, досить інтенсивний звук Загальна тривалість від 0,08 до 0,25 сек, частота - від 15 до 500 Гц Початок I тону співпадає з другою половиною комплексу QRS на ЕКГ
II тон – діастолічний.	По всій серцевій області, краще на основі серця, у другому міжребір'ї зліва і справа від грудини	1. Клапанний компонент – захлопування стулок клапана аорти і легеневого стовбура 1. Судинний компонент - коливання стінок початкових відділів судин	Тривалість складає 0,08 - 0,11 сек, частота – від 500 до 1250 Гц Початок II тону збігається з кінцем зубця Т, із запізненням на 0,02-0,04 с Іноді в дитячому віці або у спортсменів, реєструється розщеплення II тону
III тон – шлуночковий Галоп	Вислуховується на верхівці серця в положенні лежачи, або в області грудини стоячи	Обумовлений коливаннями м'язової стінки шлуночків, що виникають при їх швидкому пасивному наповненні кров'ю з передсердь під час діастолі серця	При аускультції – слабкий, глухий /низькочастотний/ звук виникає через 0,15-0,12 сек від початку II тону, графічно поданий 1-2 низько-амплітудними, низькочастотними коливаннями, реєструється у дітей
IV тон – перед-сердний	Практично не вислуховується	Обумовлений коливаннями стінок передсердь при їх систолі	Реєструється на ФКГ 1-2 низькочастотними коливаннями низької амплітуди

Для характеристики тонів використовується метод **аускультції** і графічної реєстрації - **фонокардіографія** (ФКГ)

Серце вислуховується за допомогою фонендоскопа і стетофонендоскопа в положенні лежачи, стоячи і після фізичного навантаження

I тон виникає під час систоли після довгої паузи, краще вислуховується на **верхівці серця**, оскільки систолічна напруга лівого шлуночка більше, ніж правого.

I тон більш тривалий і низький, збігається з верхівковим поштовхом

II тон утворюється під час діастоли після короткої паузи, вислуховується краще **в основі серця**, тому що виникає при захлопуванні стулок півмісяцевих клапанів аорти і легеневого стовбура

Менш тривалий і більш високий, утворюється після верхівкового поштовху





Аортальний

клапан

Проекція
аортального
клапана

Проекція
трюхстулкового
клапана



Трюхстулковий
клапан



Аортальний та мітральний
клапани (додатково)



Клапан легеневого
стовбура

Проекція клапана
легеневого стовбура

Проекція
мітрального
клапана



Мітральний
клапан



Послідовність аускультації серця

- I точка – верхівка серця (мітральний клапан)
- II точка – у II міжребер'ї праворуч від грудини (клапан аорти)
- III точка – у II міжребер'ї ліворуч від грудини (клапан легеневого стовбура)
- IV точка – біля основи мечоподібного відростка грудини (тристулковий клапан)ї
- V точка (Боткіна – Ерба) – III міжребер'я ліворуч біля грудини (додаткова точка вислуховування аортального клапана)

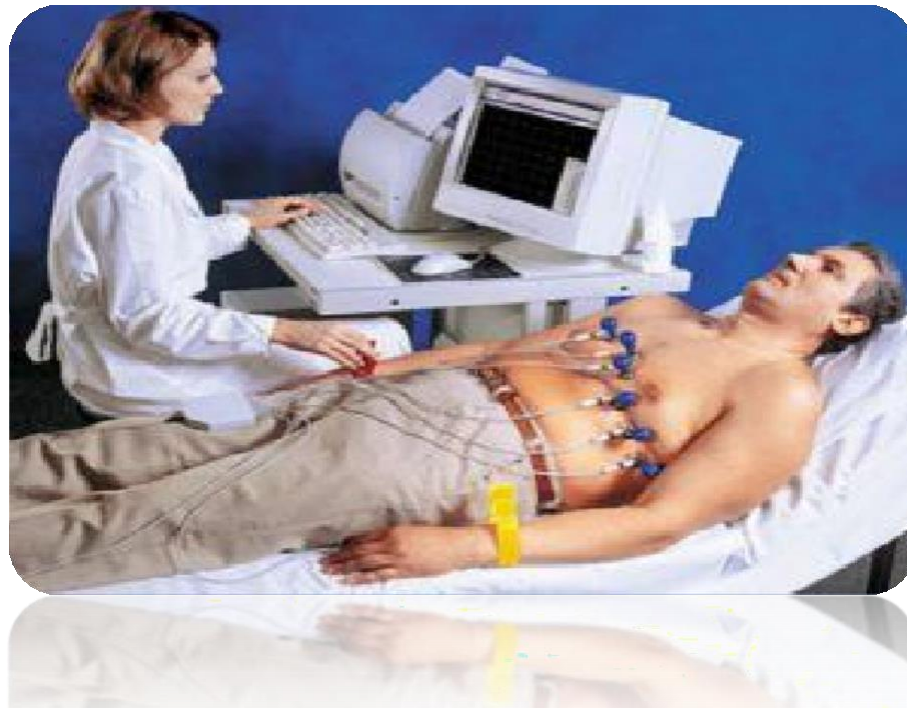


Фонокардіографія

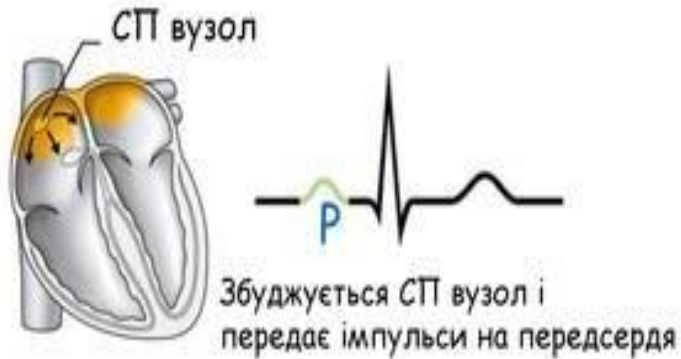
Фонокардіографія - інструментальний метод графічної реєстрації звуків, що виникають при роботі серця

В обов'язковому порядку одночасно проводиться запис ЕКГ у звичайному об'ємі або тільки в II стандартному відведенні

Дослідження повинно проводитися в теплому, захищеному від сторонніх шумів помешканні, при спокійному стані обстежуваного, у положенні лежачи



Серцевий цикл



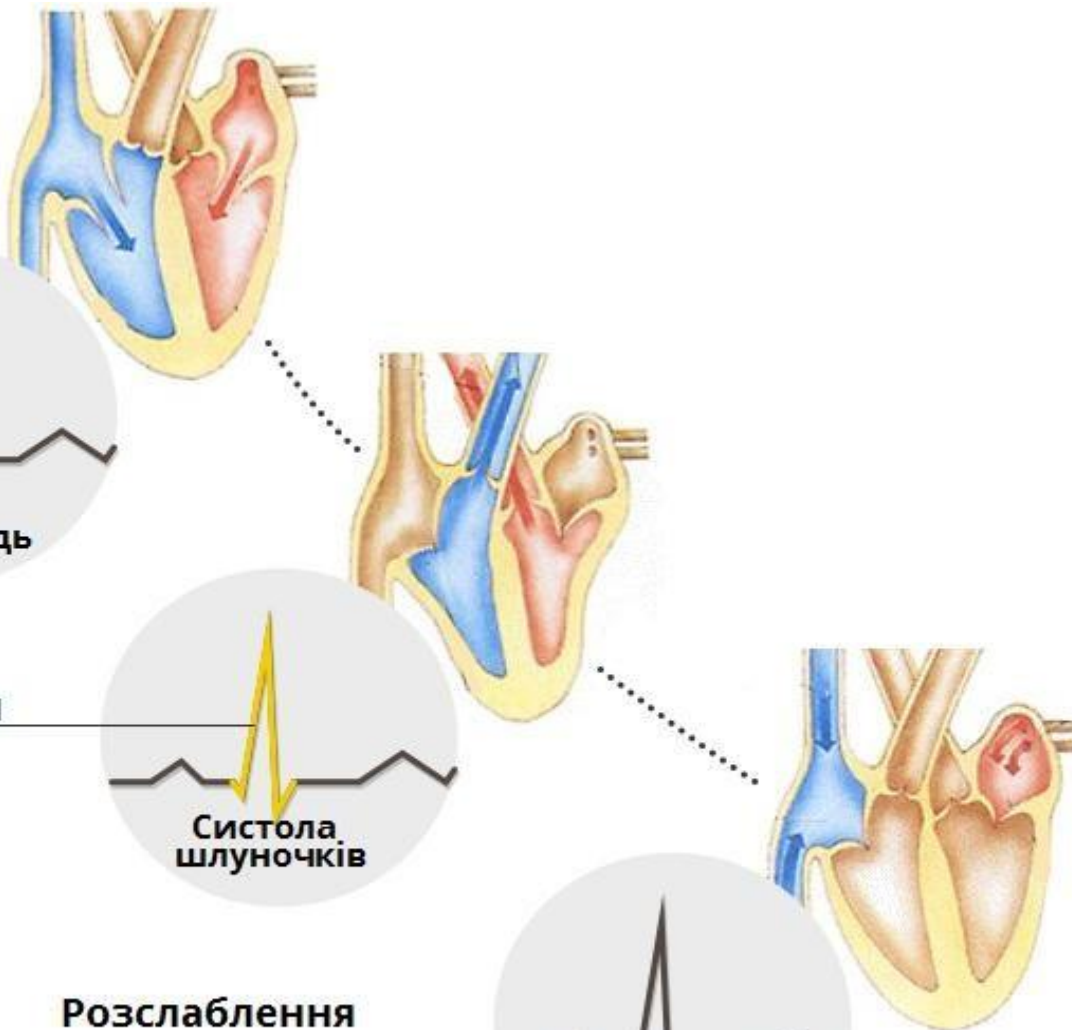
Скорочення
передсердь



Скорочення
шлуночків



Розслаблення
серцевого м'яза

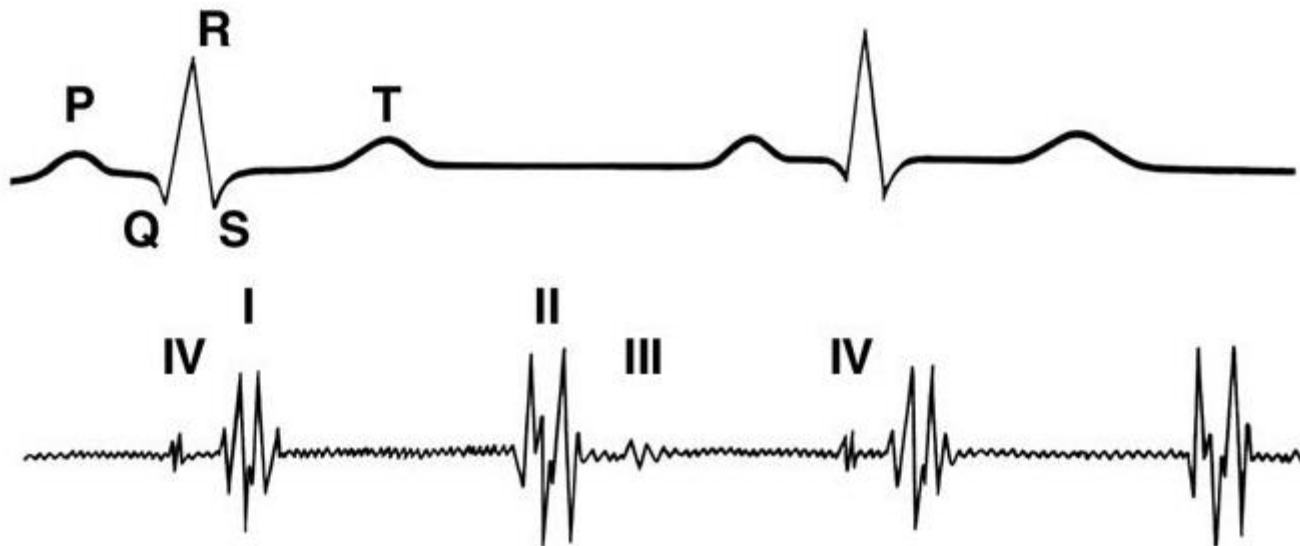


На ФКГ звуки серця - тони і шуми - представлені **осциляціями** (коливаннями)

Інтервали серцевого циклу, вільні від тонів і шумів, подані горизонтальною нульовою лінією - ізолінією

У нормі на ФКГ виявляються коливання, що відповідають I і II тонам серця, можуть виявлятися III і рідко IV тони, функціональний (акцидентальний) шум і низькочастотні коливання балістичної природи

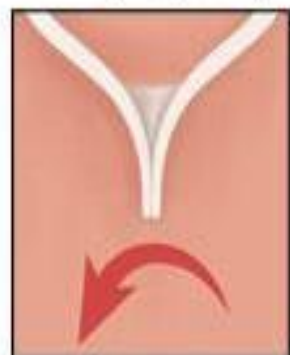
Початок **I тону** співпадає з другою половиною комплексу QRS на ЕКГ, початок **II тону** приблизно збігається з кінцем зубця Т, звичайно з запізнюванням на 0,02-0,04 сек



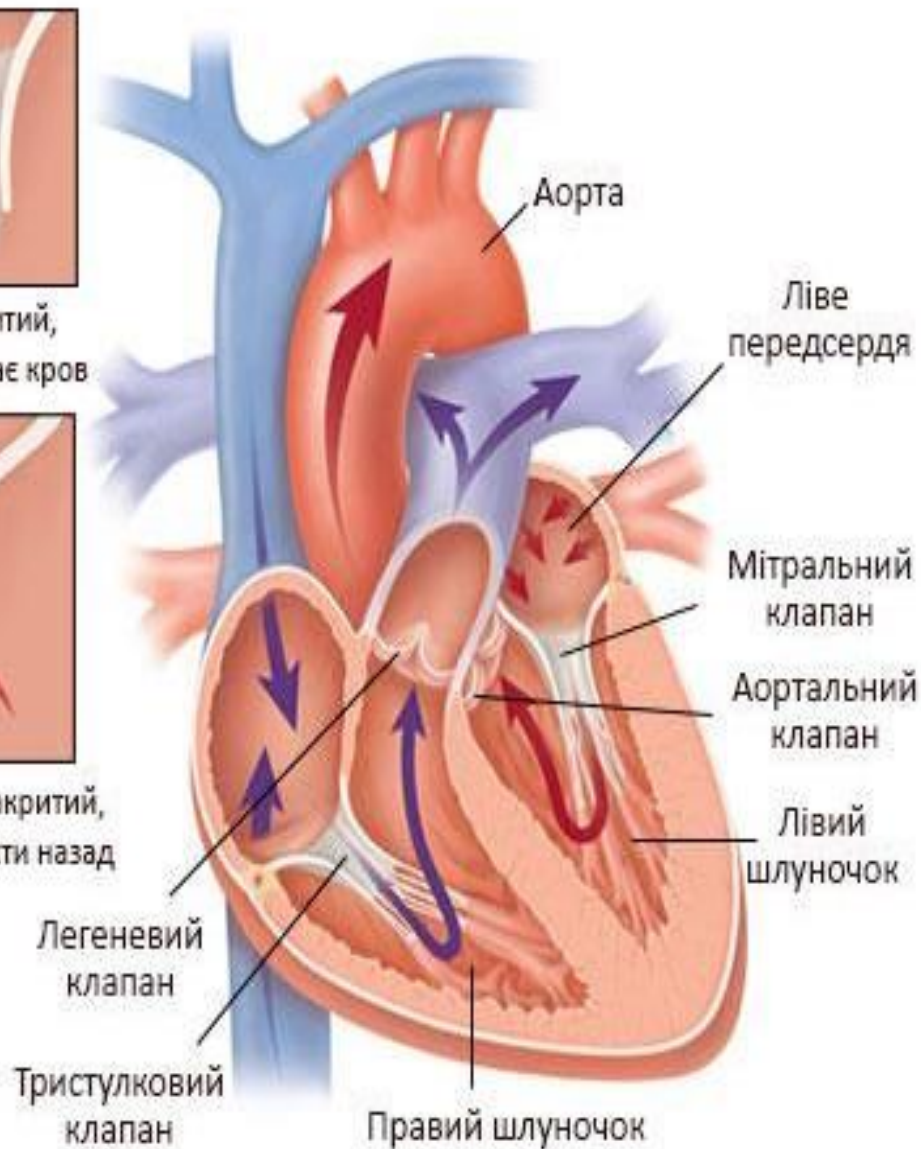
Нормальна робота клапана



Клапан відкритий,
вільно пропускає кров



Клапан щільно закритий,
кров не може текти назад



Проблемна робота клапана

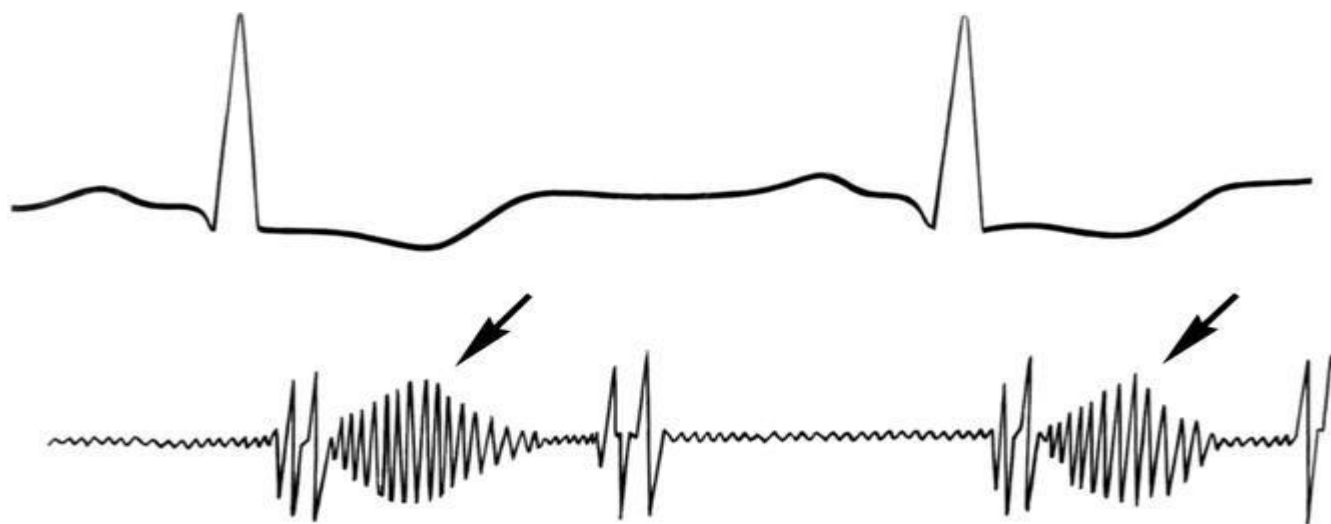


Клапан не розкривається повністю,
перешкоджає току крові

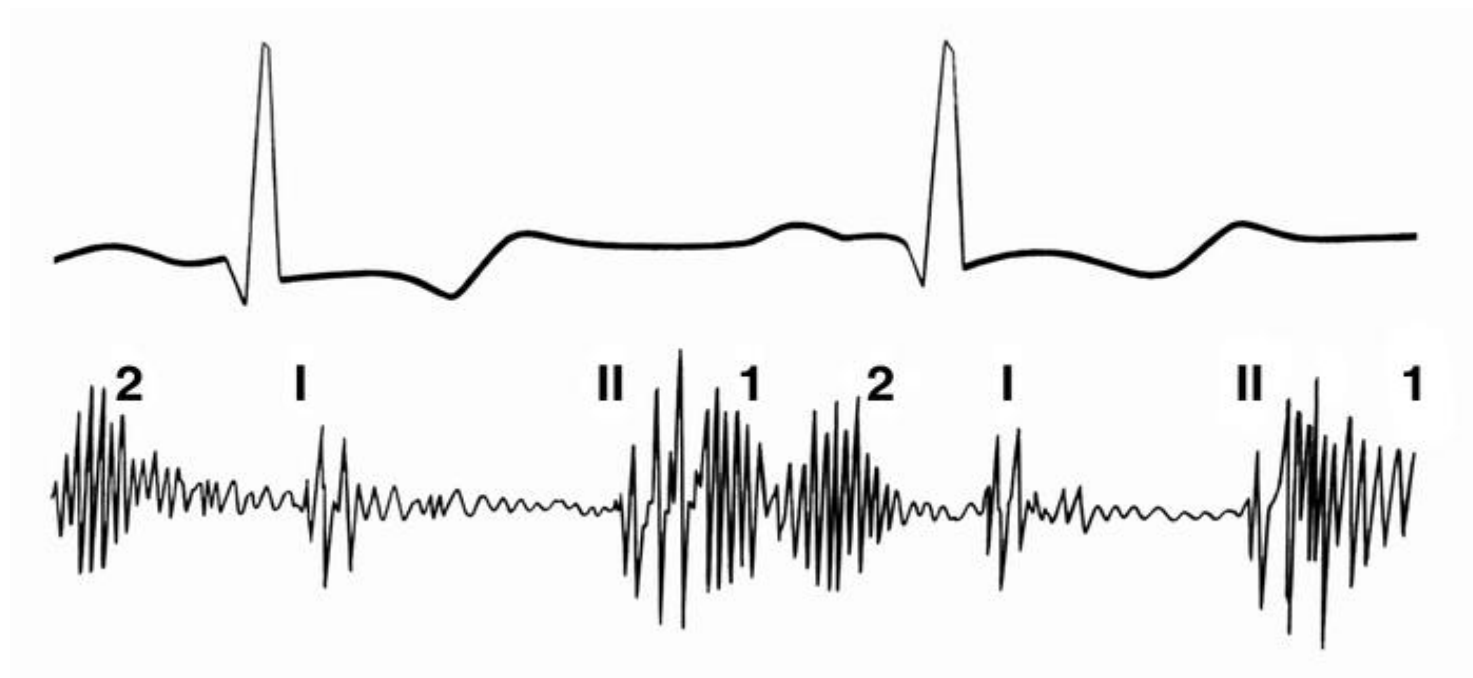


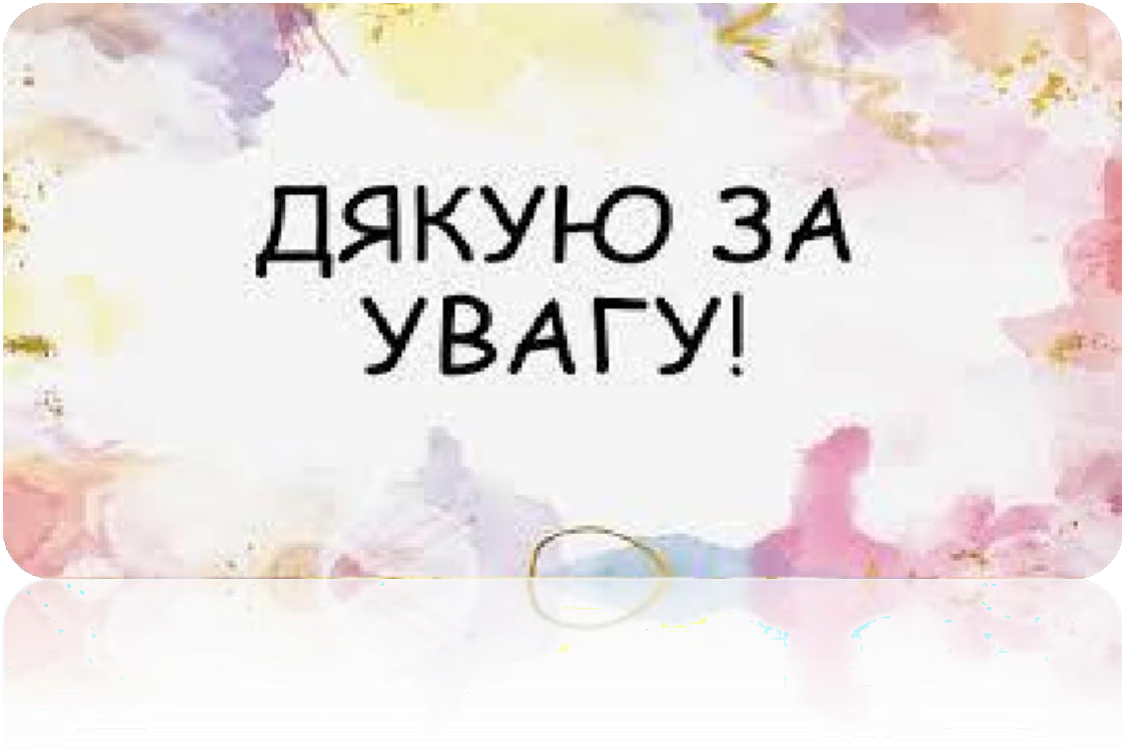
Клапан закритий не щільно,
викликає зворотній ток крові

ФКГ при аортальному стенозі



ФКГ при аортальній недостатності





ДЯКУЮ ЗА
УВАГУ!