

## Лекція № 12

# ФІЗІОЛОГІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

1. Основні функції серця і властивості серцевого м'язу.
2. Електричні явища у серці. Методи дослідження. Електрокардіограма (ЕКГ).
3. Динаміка серцевих скорочень. Серцевий цикл та його фази.
4. Показники роботи серця у стані спокою та при фізичних навантаженнях.
5. Нейрогуморальна регуляція діяльності серця.

# ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ СЕРЦЯ І ВЛАСТИВОСТІ СЕРЦЕВОГО М'ЯЗУ

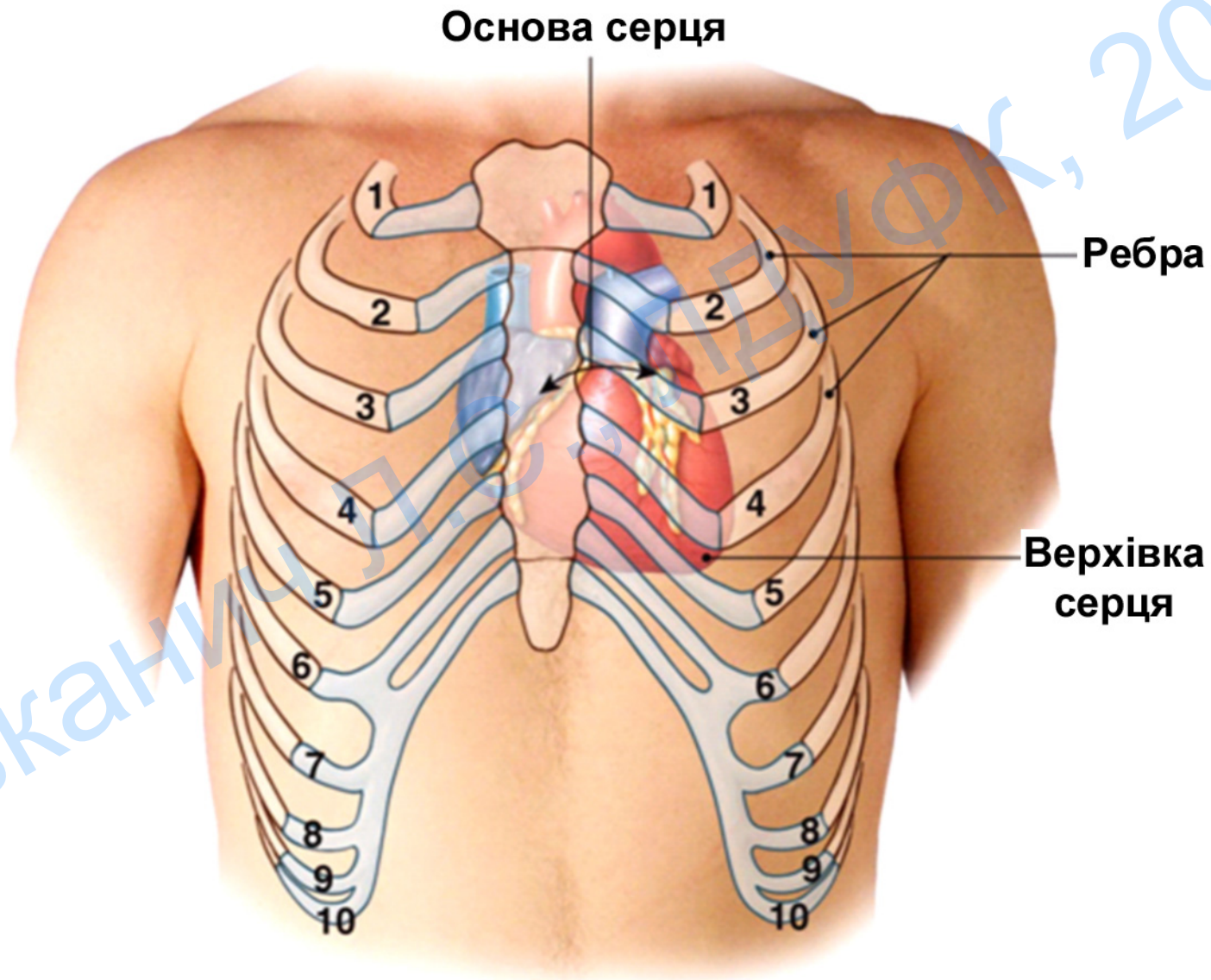
Вовканич Л.С., БУДУФК, 2020

# ВЕЛИКЕ І МАЛЕ КОЛА КРОВООБІГУ

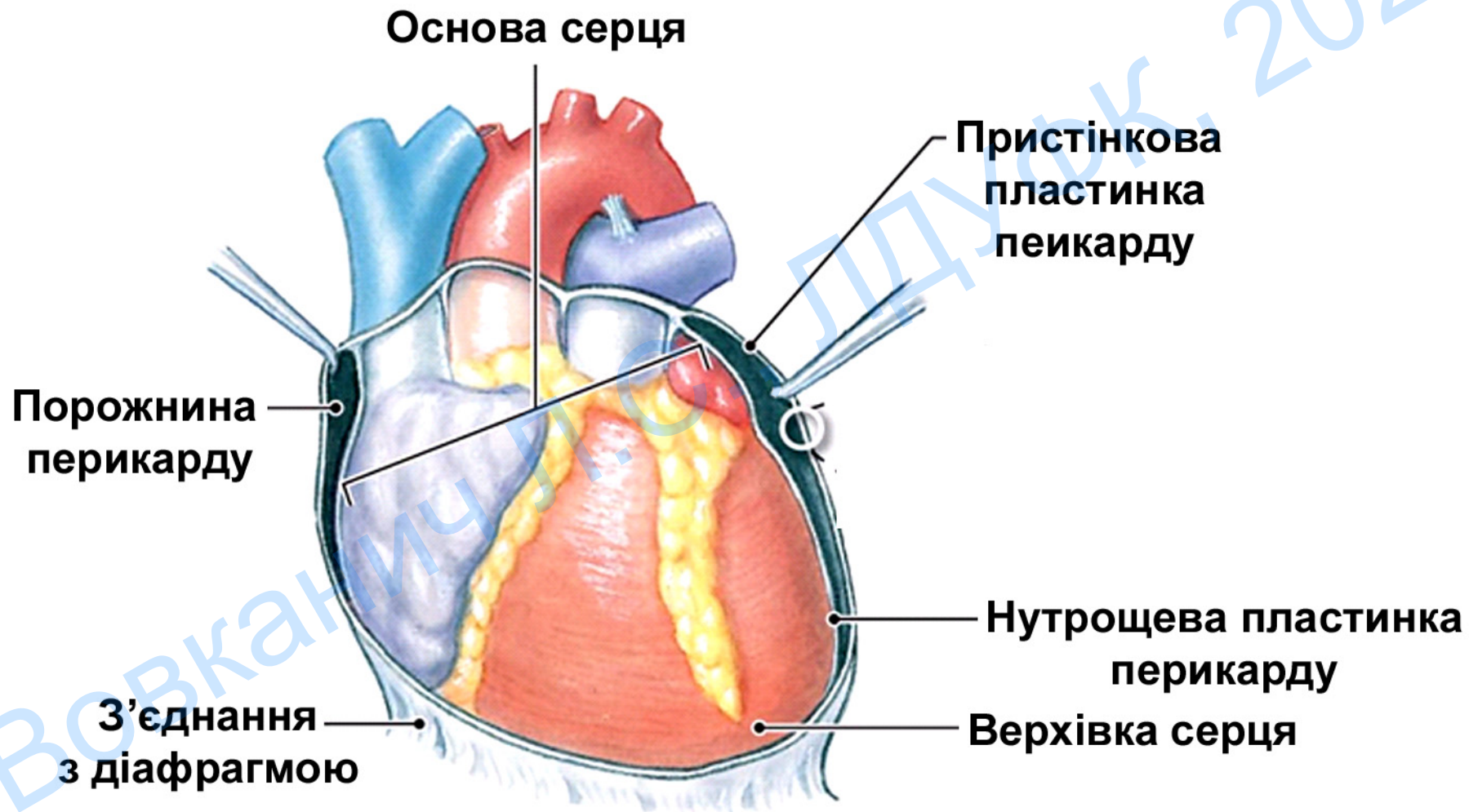


Вовканич Д. А., 2020

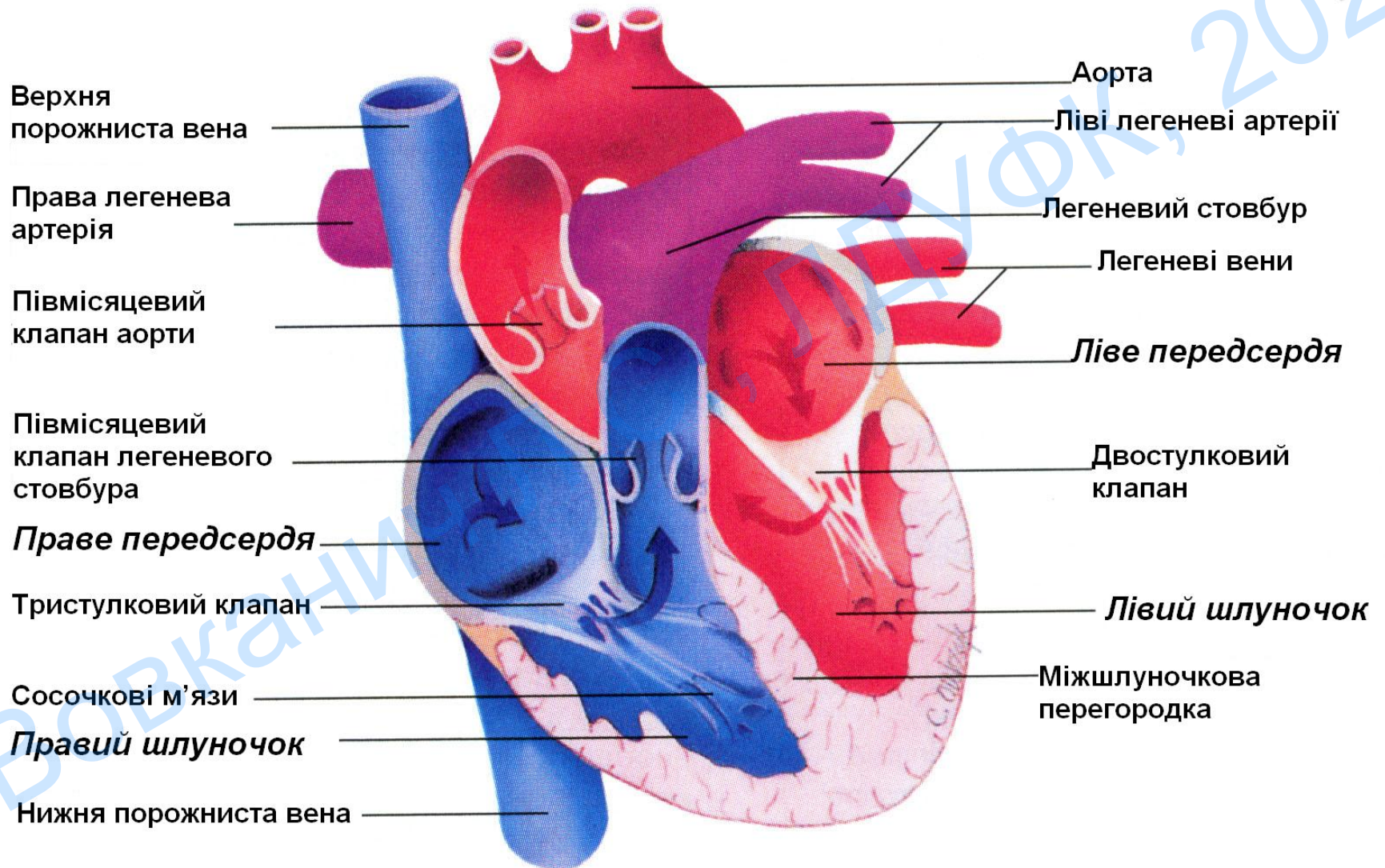
# БУДОВА СЕРЦЯ



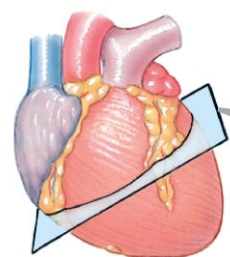
# БУДОВА СЕРЦЯ



# БУДОВА СЕРЦЯ



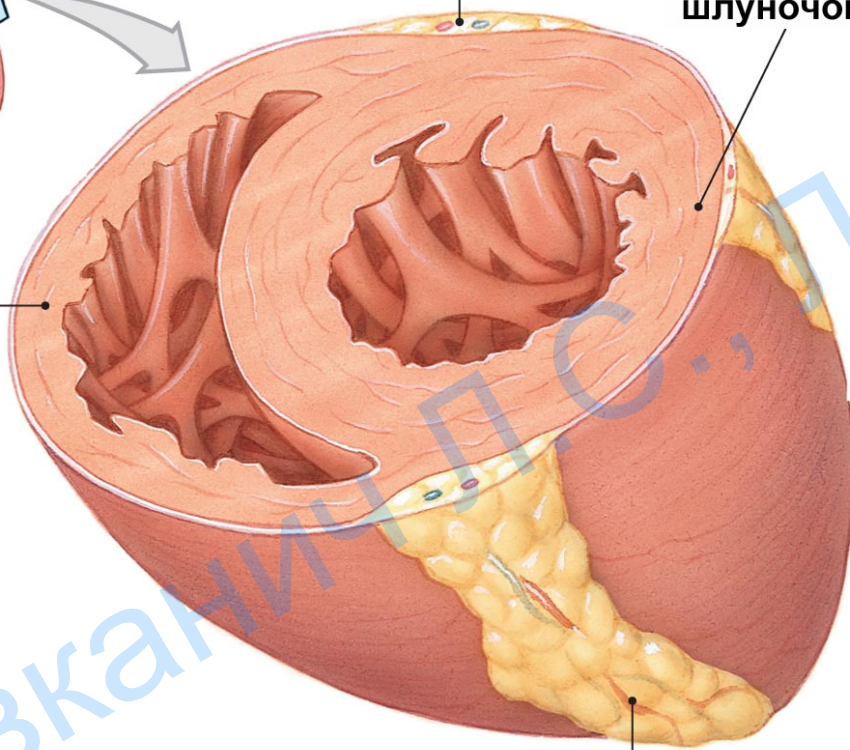
# БУДОВА СЕРЦЯ



Задня міжшлуночкова борозна

Лівий шлуночок

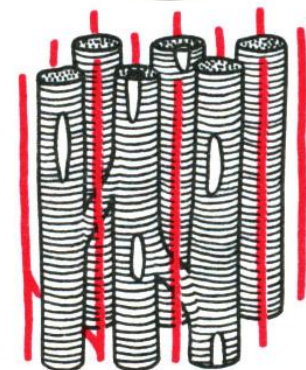
Правий шлуночок



Передня міжшлуночкова борозна

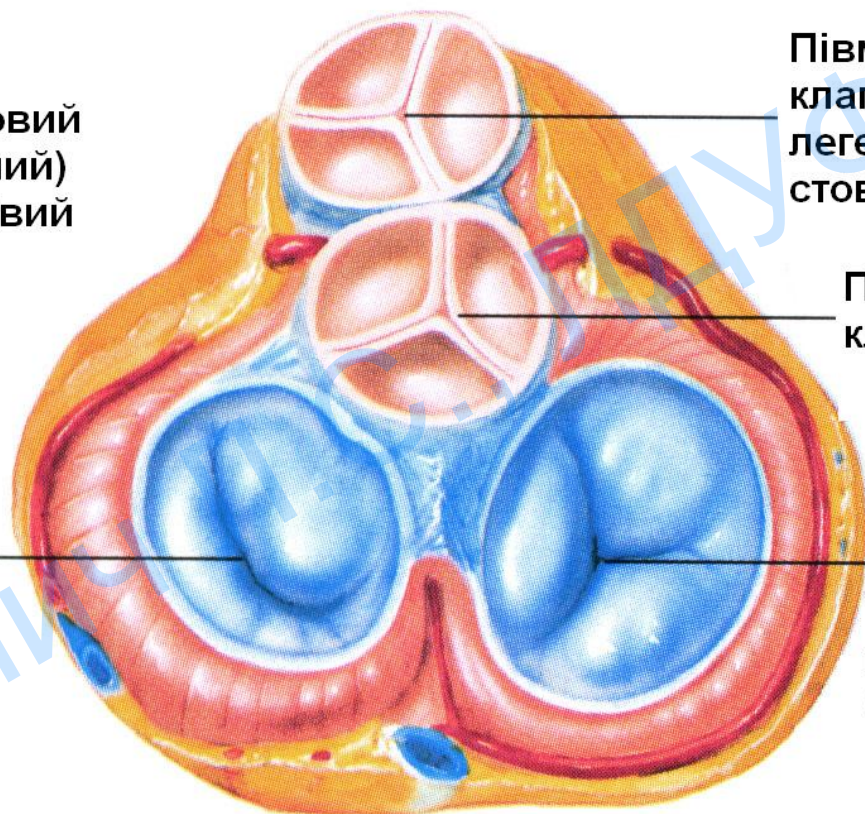
Нетренований

Спортсмен



# БУДОВА СЕРЦЯ

Двостулковий  
(митральний)  
клапан (лівий  
шл.)



Півмісяцей  
клапан  
легеневого  
стовбура

Півмісяцевий  
клапан аорти

Тристулковий  
клапан  
(правий шл.)

Вовкани

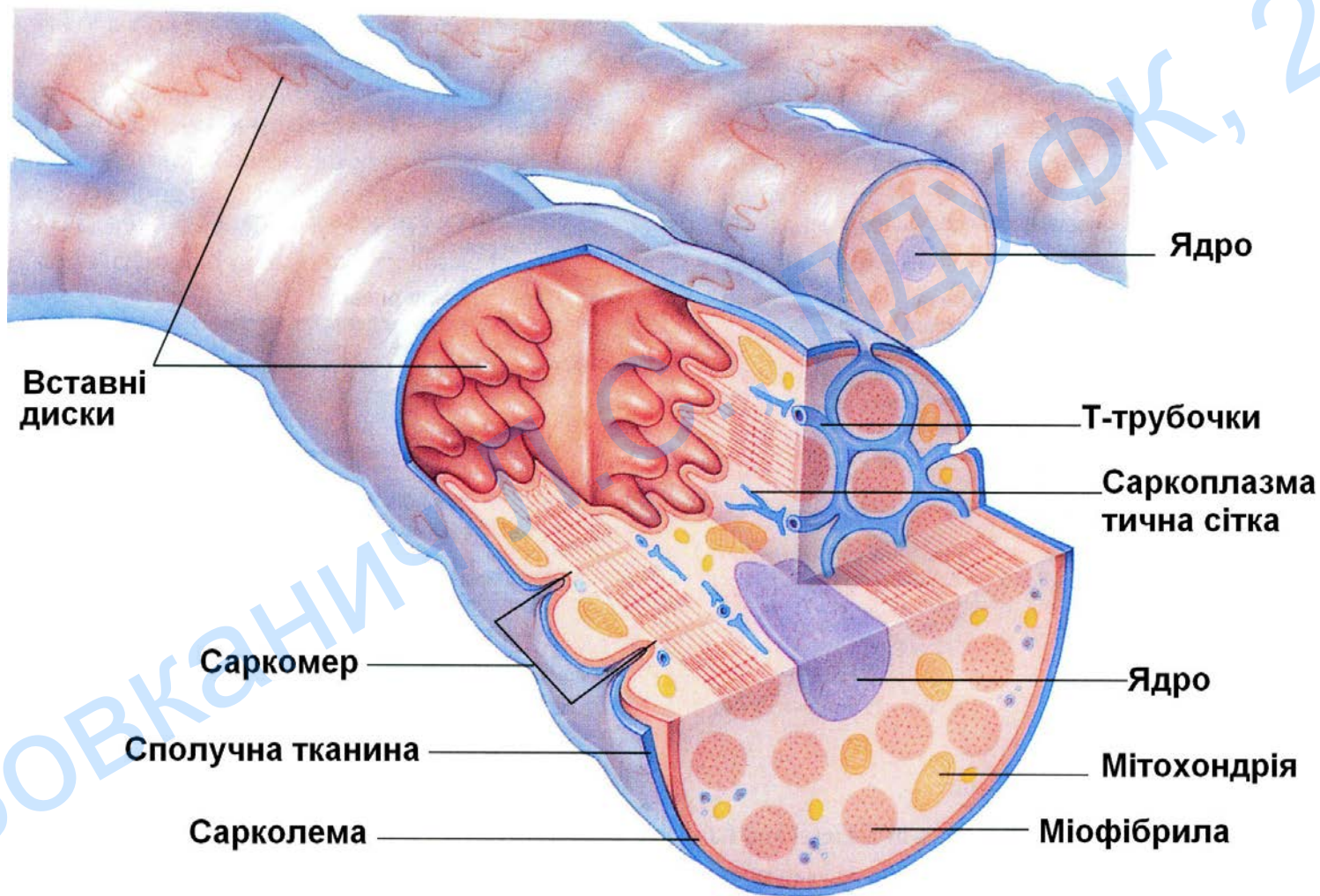
2020



# БУДОВА СЕРЦЕВОГО М'ЯЗУ

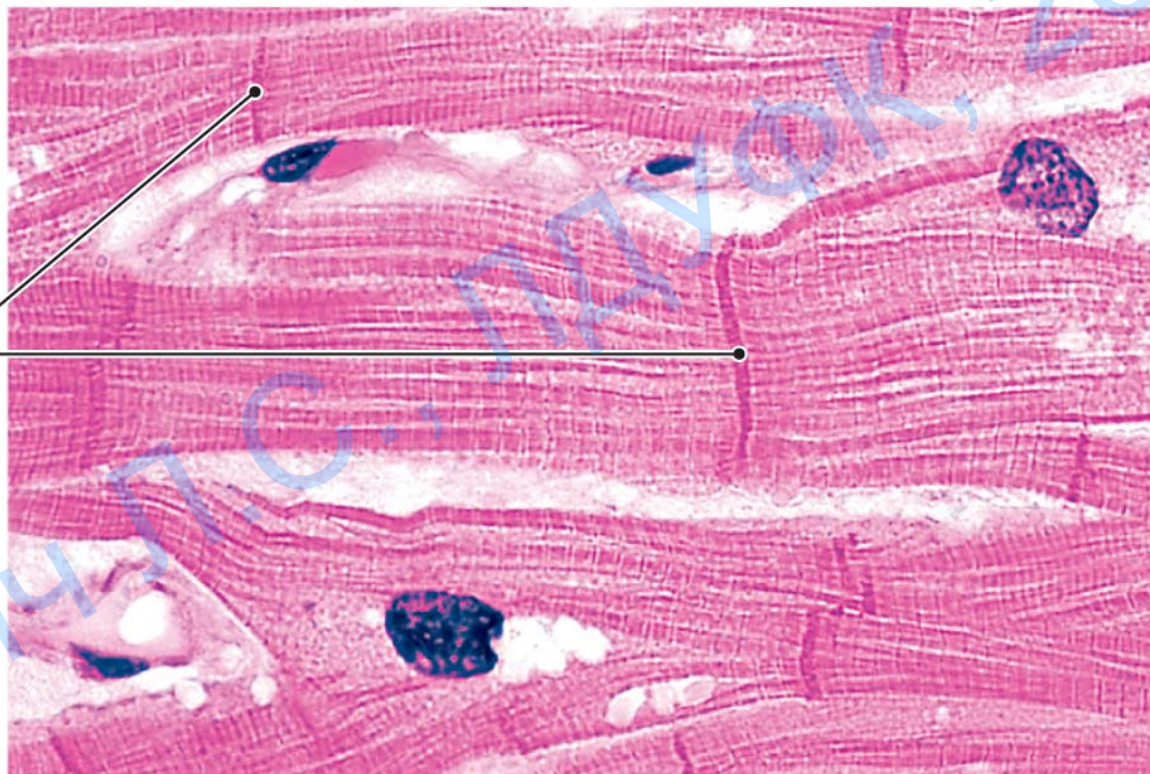
Властивості	Гладка (непосмугована)	Серцева (посмугована)	Скелетна (посмугована)
Будова			
	Веретеноподібні одноядерні клітини, з'єднані нексусами	Веретеноподібні одноядерні клітини, з'єднані вставними дисками	Видовжені багатоядерні клітини
Розміщення	Внутрішні органи	Міокард	Скелетні м'язи

# БУДОВА СЕРЦЕВОГО М'ЯЗУ



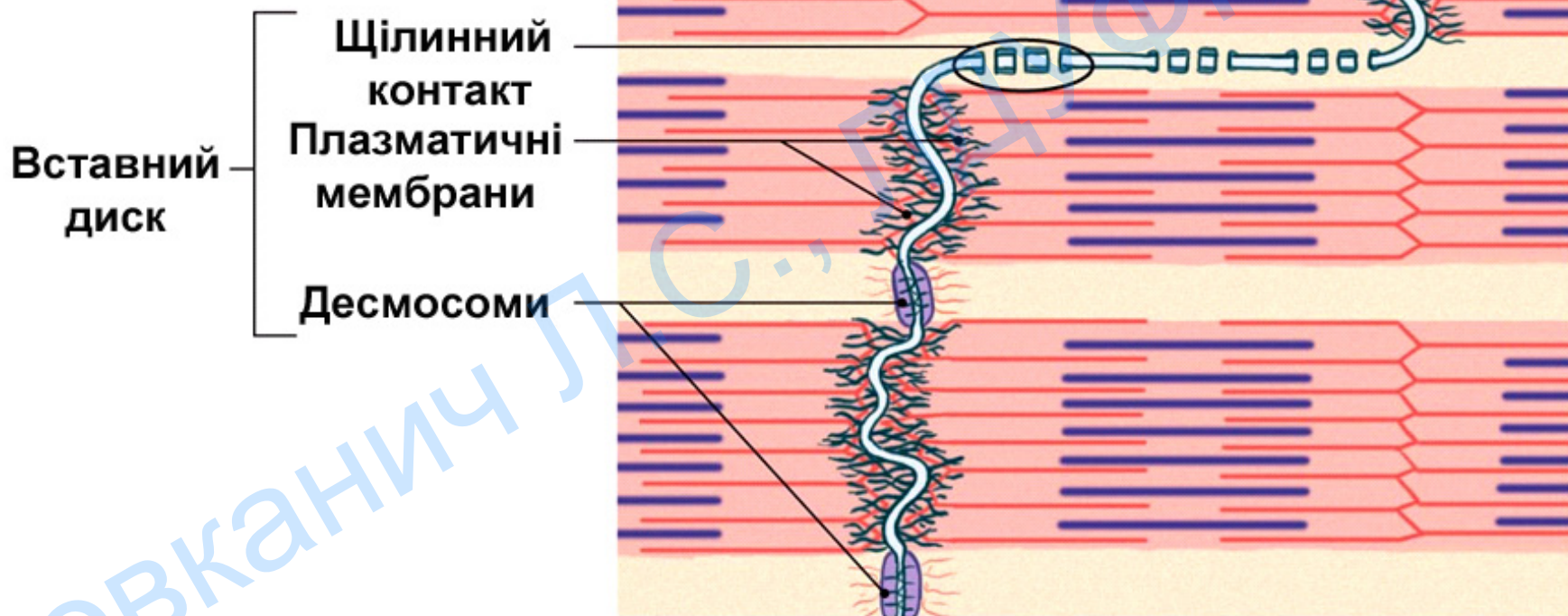
# БУДОВА СЕРЦЕВОГО М'ЯЗУ

Вставні диски



(LM × 575)

# БУДОВА СЕРЦЕВОГО М'ЯЗУ



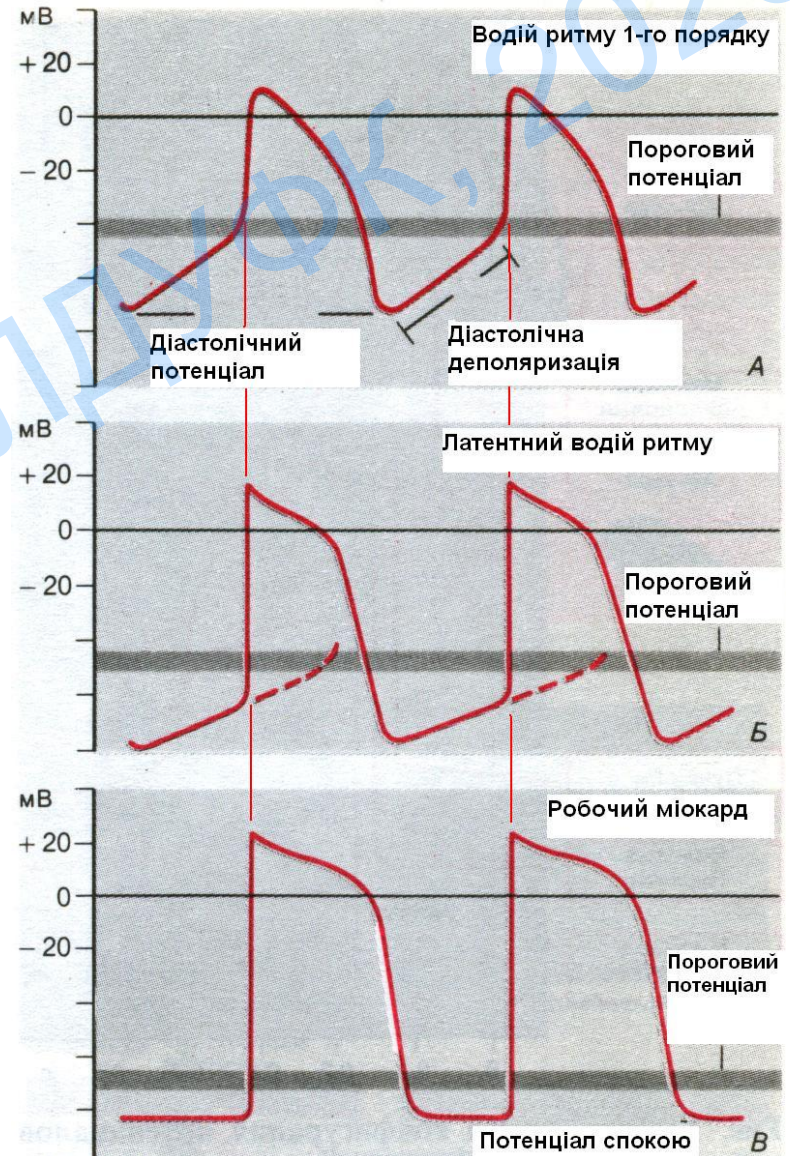
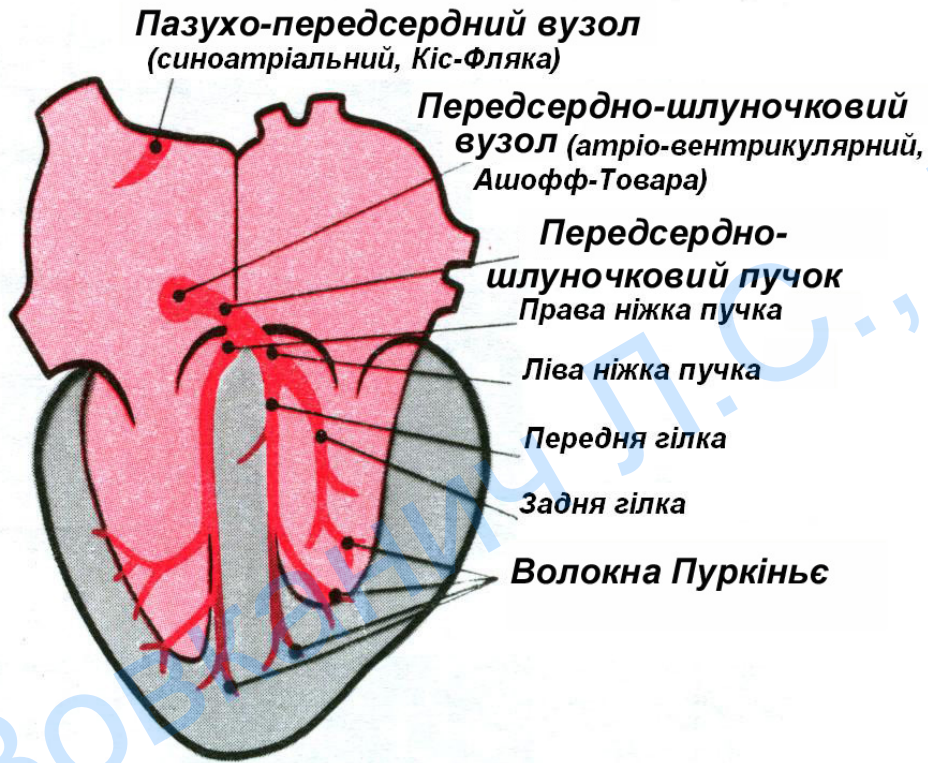
Вовканич Л.С. 2020

# ВЛАСТИВОСТІ СЕРЦЕВОГО М'ЯЗУ

Властивості	Гладка (непосмугована)	Серцева	Скелетна (посмугована)
Збудливість	Повільний тривалий ПД	Фаза плато на ПД, тривала абсолютна рефрактерність	Швидкий ПД
Провідність	ПД поширюється по мембрані та <u>між клітинами</u>	ПД поширюється по мембрані та <u>між клітинами</u>	ПД поширюється по мембрані
Скоротливість	Тривалі повільні (тонічні) мимовільні скорочення	Швидкі мимовільні скорочення, "все або нічого", нема тетанусу	Швидкі довільні скорочення, наявний тетанус
Автоматія	Наявна (виражена в різній мірі)	Наявна (градієнт автоматії)	Відсутня

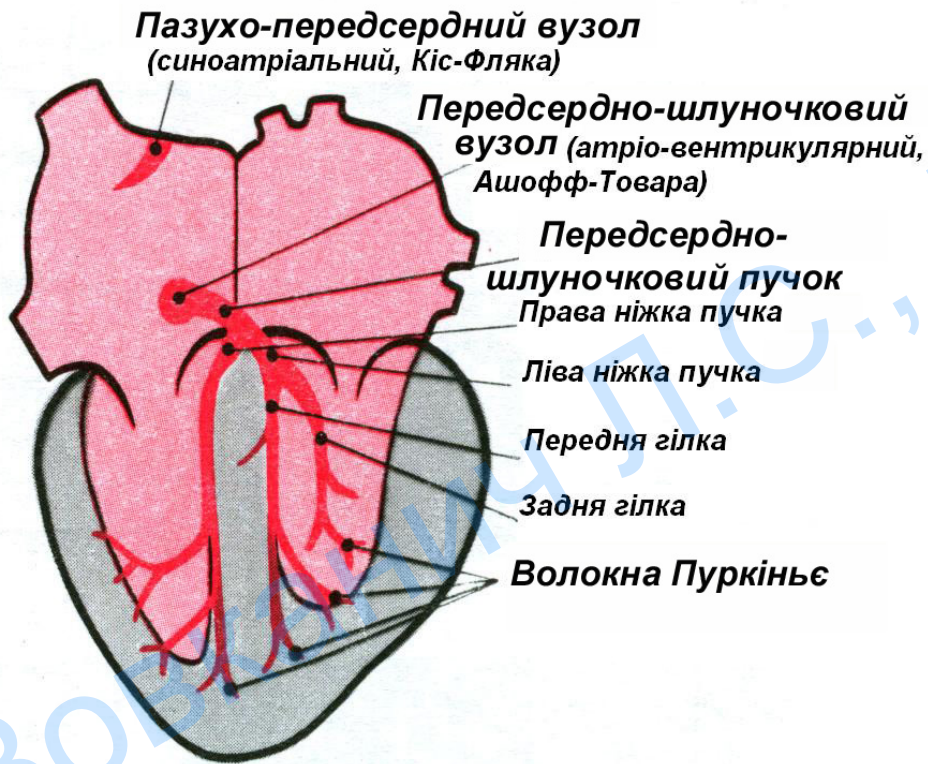
# АВТОМАТІЯ

## Провідна система серця

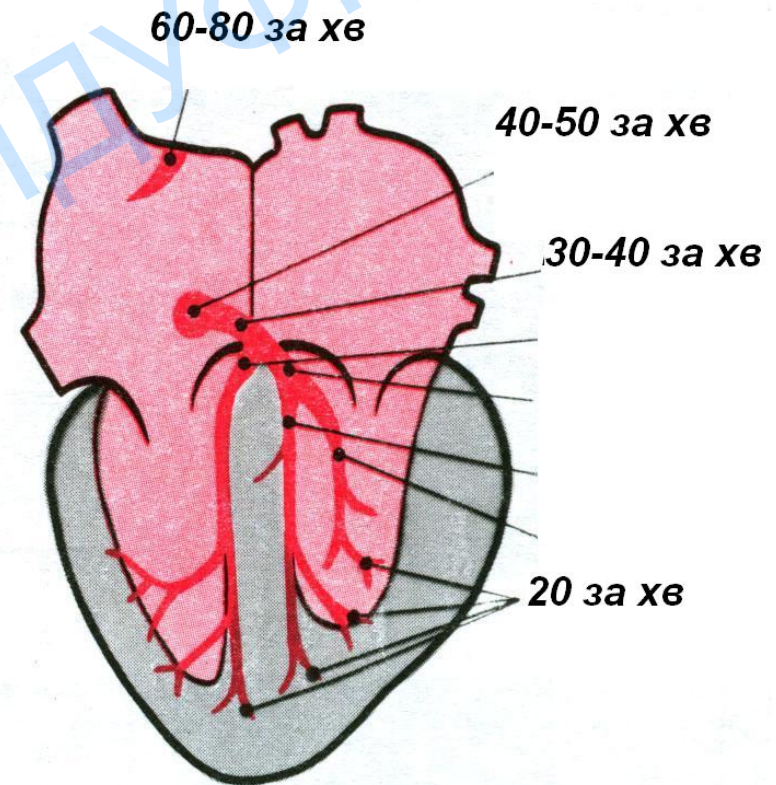


# АВТОМАТІЯ

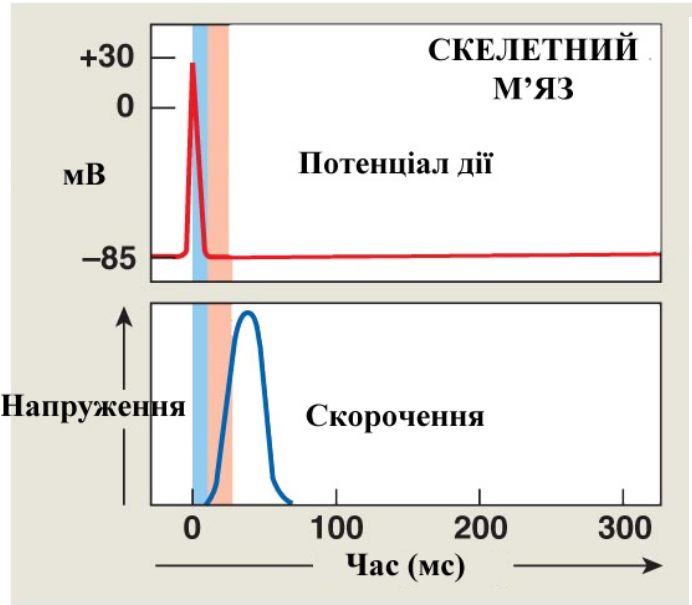
## Провідна система серця



## Градiєнт автоматії



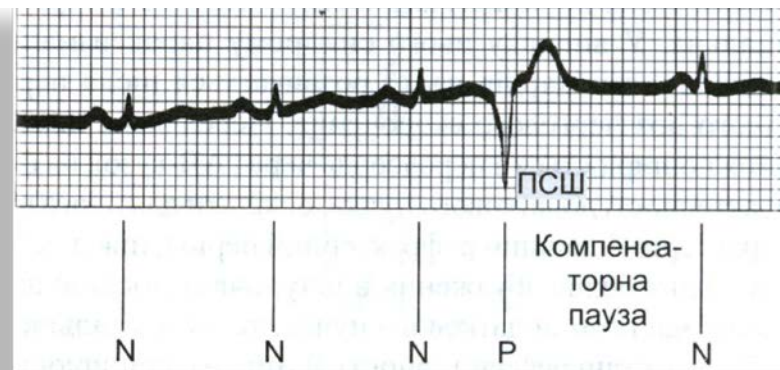
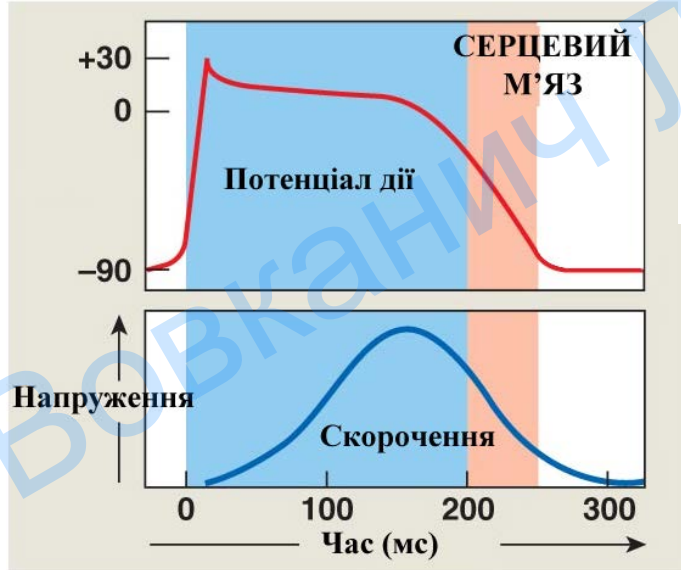
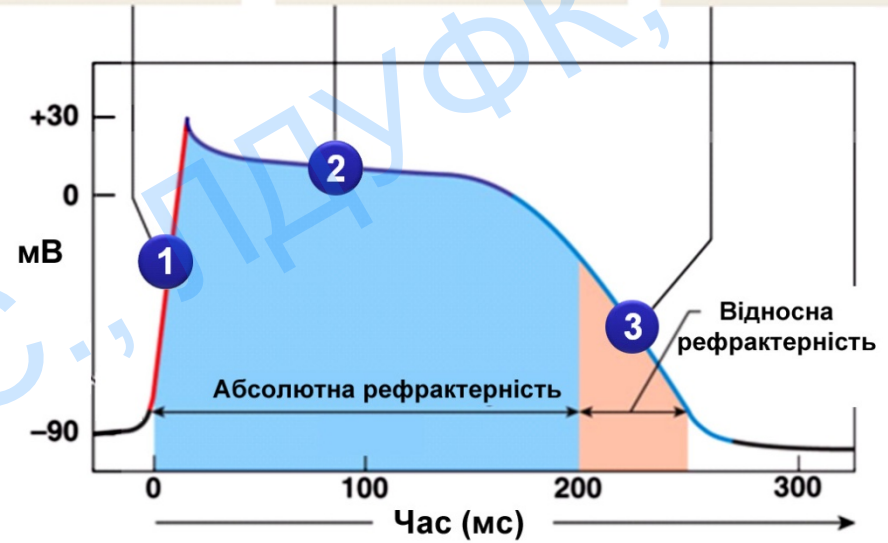
# ЗБУДЛИВІСТЬ



**1** Швидка деполяризація  
Вхід  $\text{Na}^+$   
Тривалість: 3-5 мс  
Закінчується закриттям потенціалкерованих (швидких)  $\text{Na}$  каналів

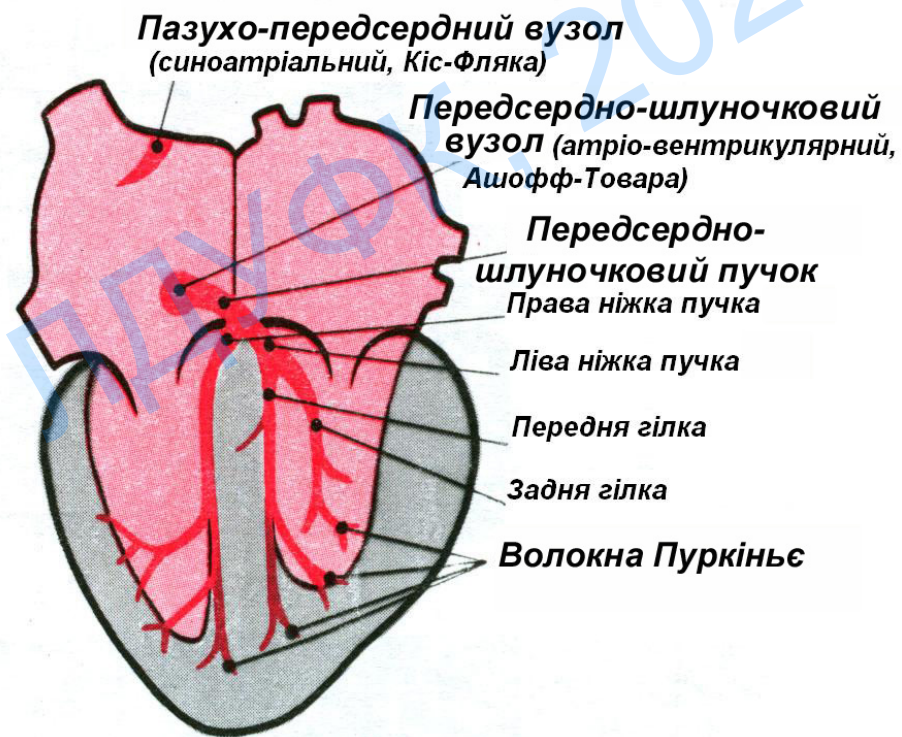
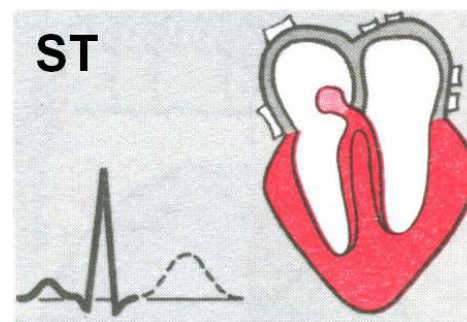
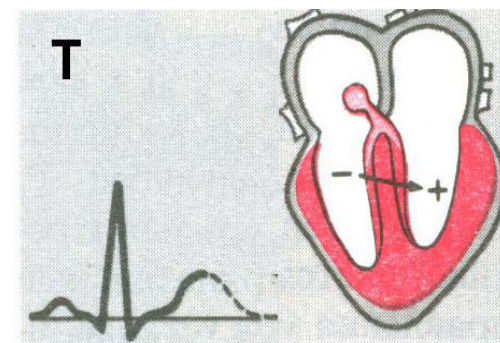
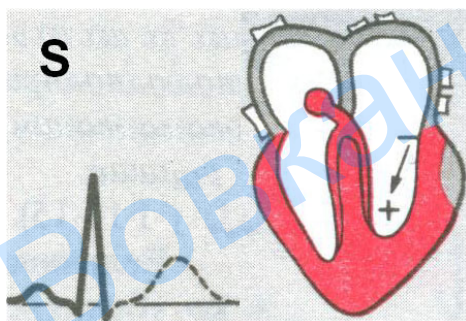
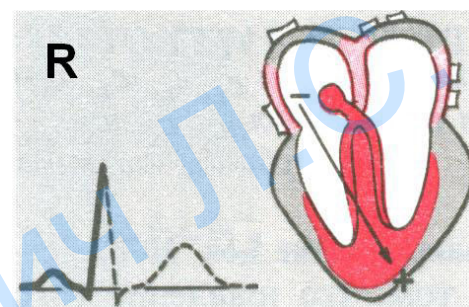
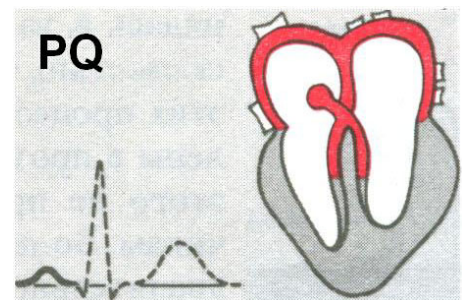
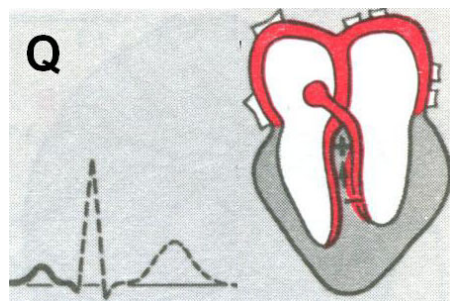
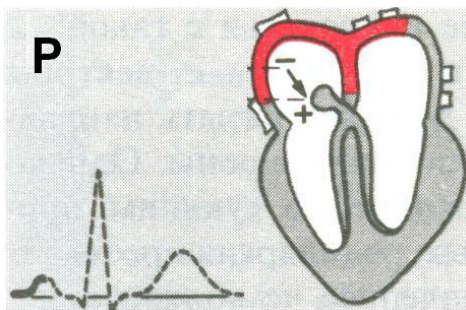
**2** Плато  
Вхід  $\text{Ca}^{2+}$   
Тривалість: 175 мс  
Завершується закриттям повільних кальцієвих каналів

**3** Реполіризація  
Вихід  $\text{K}^+$   
Тривалість: 75 мс  
Завершується закриттям повільних калієвих каналів

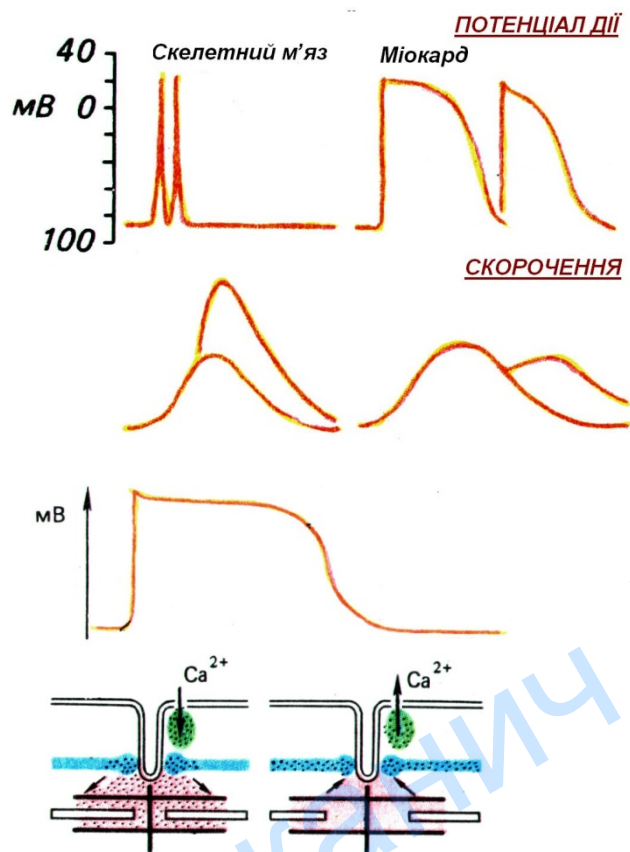




# ПРОВІДНІСТЬ



# СКОРОТЛИВІСТЬ. ОСОБЛИВОСТІ СКОРОЧЕННЯ МІОКАРДУ



1

- Значна тривалість

2

- Автоматія (мимовільність)

3

- Міокард - функціональний синцитій (функціонує як єдине ціле)

4

- Закон "все або нічого" – відсутність залежності від сили подразника.

5

- Відсутність тетанусу та залежності сили від частоти.

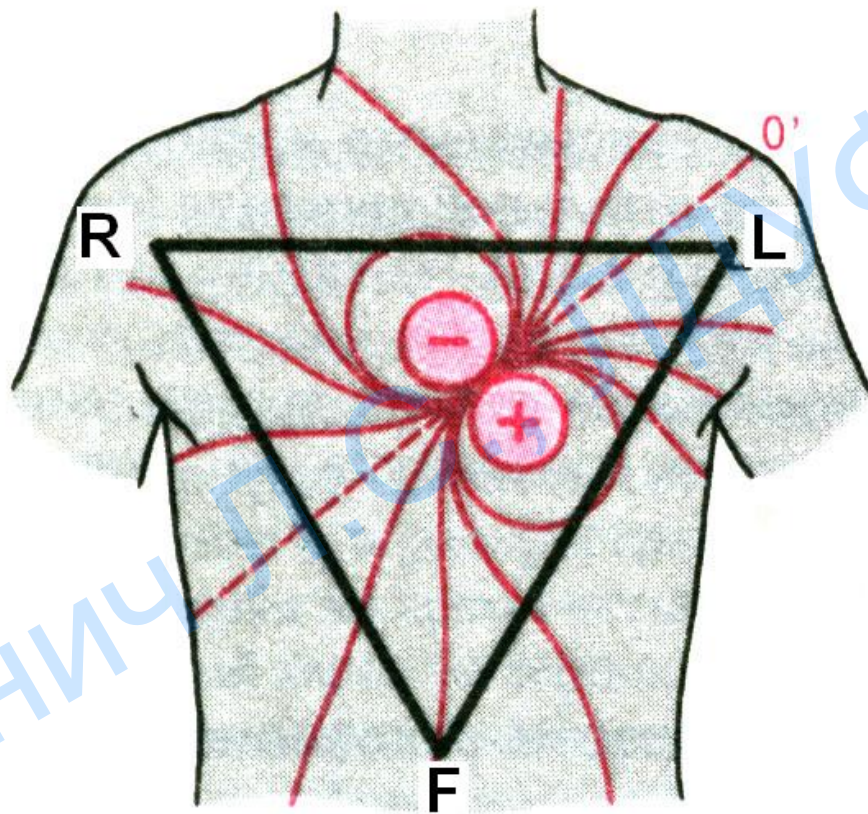
6

- Наявність внутрішньосерцевих механізмів регуляції сили скорочення (закон Франка-Старлінга тощо)

ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА У СЕРЦІ.  
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.  
ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМА (ЕКГ)

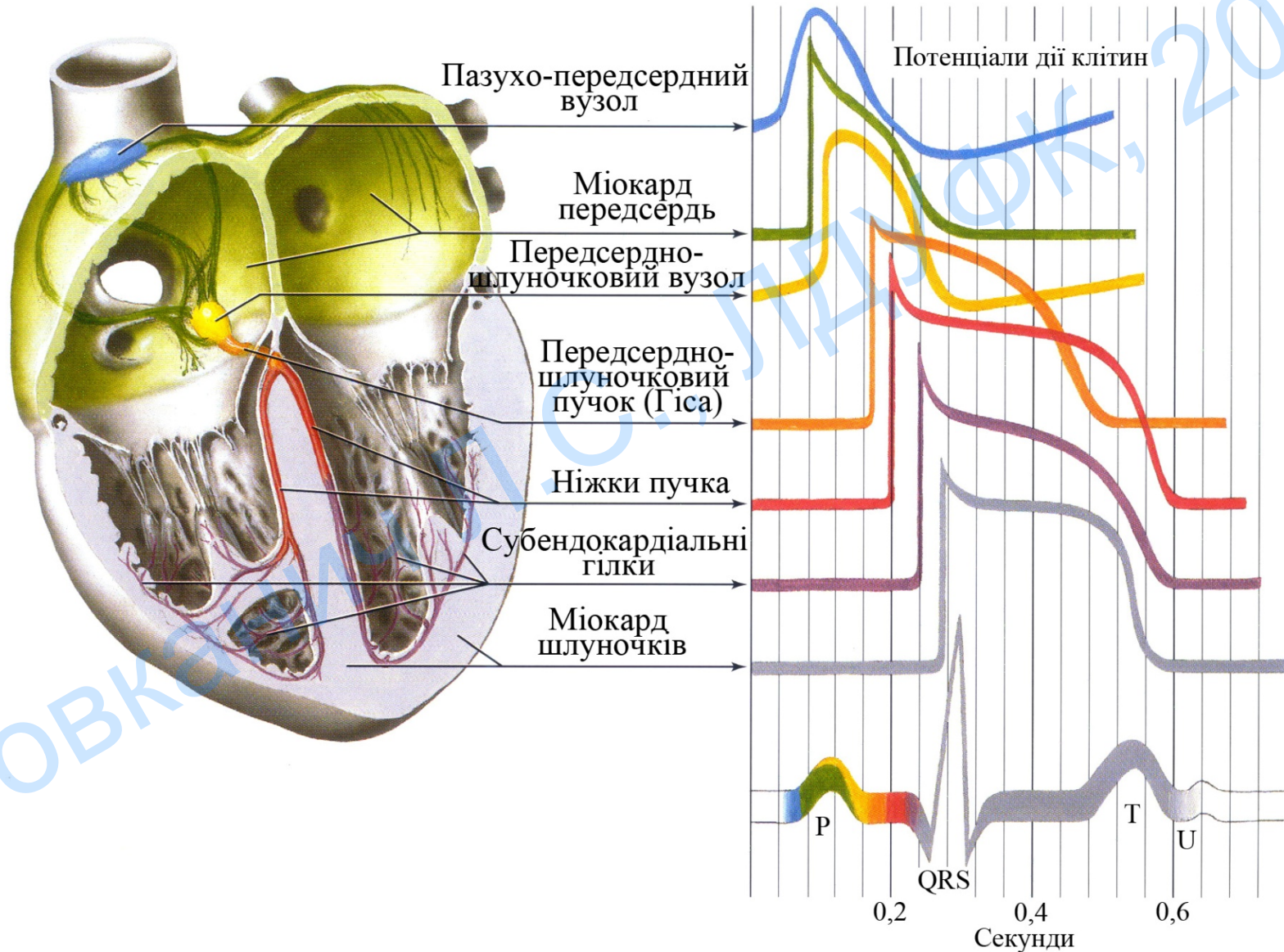
Вовканич Л.О. Лекції з фізіології серця, 2020

# ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА У СЕРЦІ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.



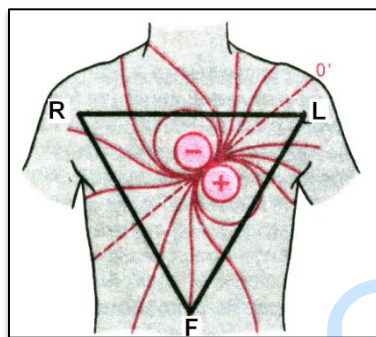
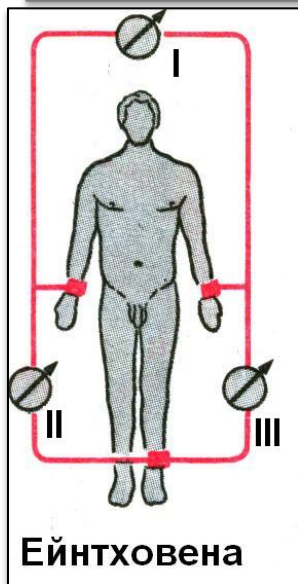
Трикутник Ейнтховена

# ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА У СЕРЦІ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

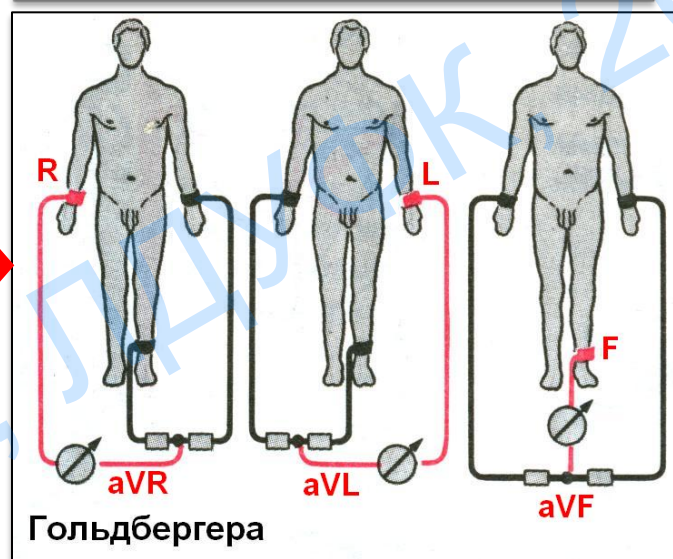


# СТАНДАРТНІ ВІДВЕДЕННЯ ЕКГ

## Біполярні



## Уніполярні

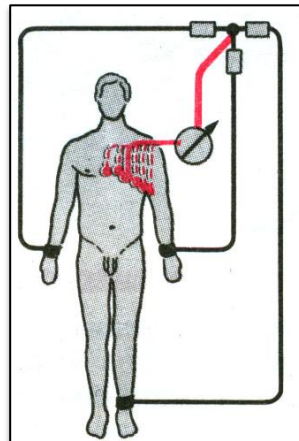


## Стандартні відведення:

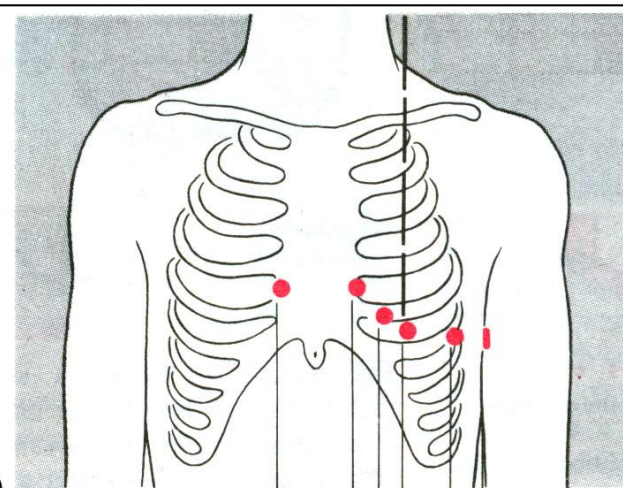
Ейнтховена I, II, III

Гольдбергера aVR, aVL, aVF

Вільсона V<sub>1</sub>-V<sub>6</sub>

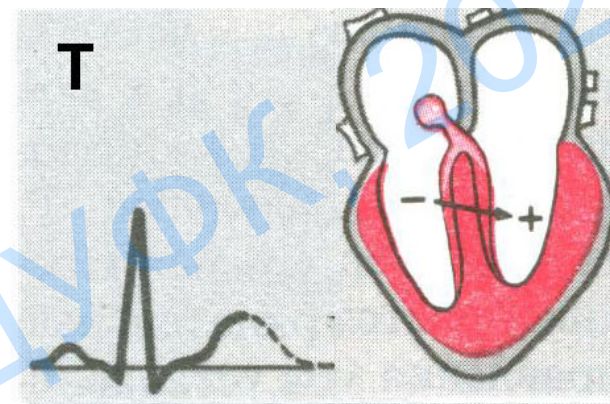
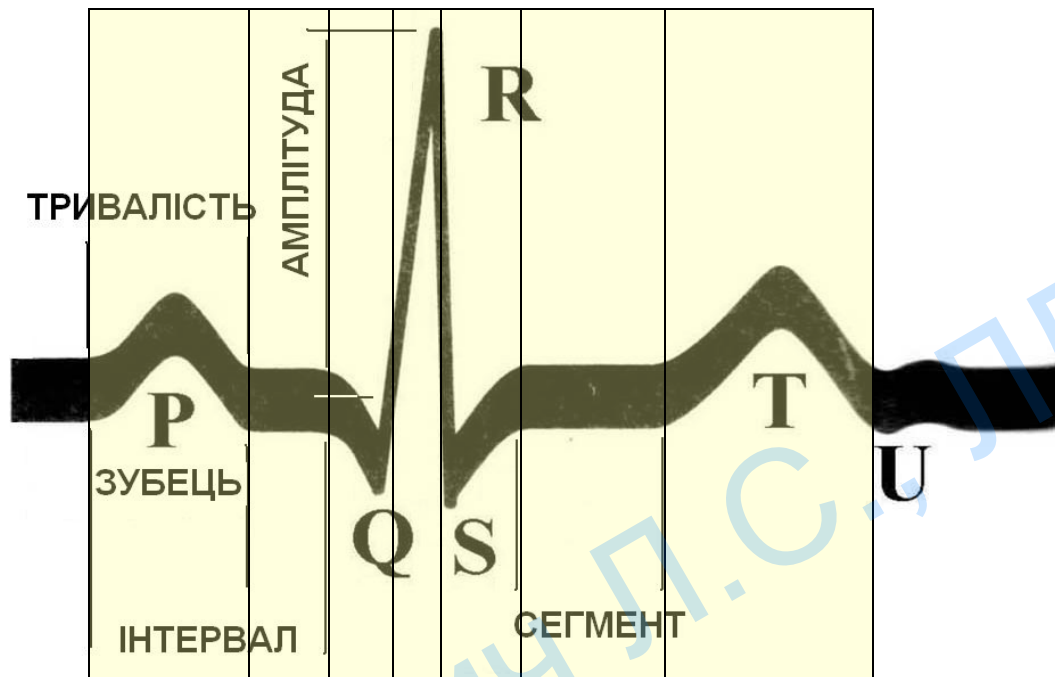


Вільсона (грудні)



V<sub>1</sub> V<sub>2</sub> V<sub>3</sub> V<sub>4</sub> V<sub>5</sub> V<sub>6</sub>

# ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМА



Елемент	Тривалість	Амплітуда
Зубець Т	0,15-0,20 с	1/3 - 1/4 R

# ПАРАМЕТРИ ЕЛЕМЕНТІВ ЕКГ

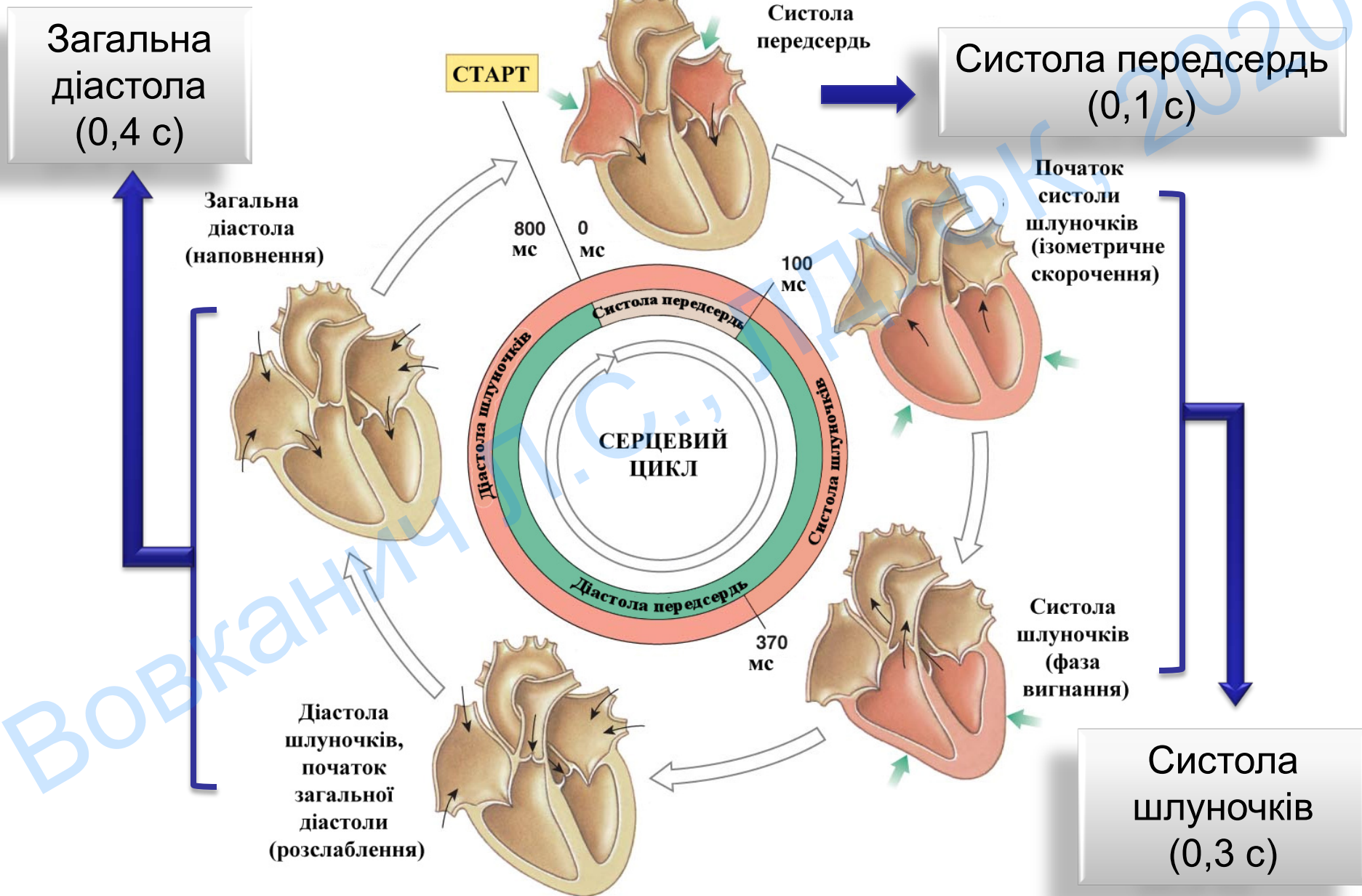
Елемент	Тривалість	Амплітуда
Зубець <b>P</b>	0,06-0,10 с	$P < 0,25 \text{ мВ}$
інтервал <b>PQ</b>	0,12-0,20 с	на рівні ізолінії
сегмент <b>PQ</b>	0,04 0,10 с	---
Зубець <b>Q</b>	0,03 с	$Q < 1/4R$
Зубець <b>R</b>	0,04-0,07 с	до 2 мВ
Зубець <b>S</b>	0,04 с	$< 0,8 \text{ мВ}$
Комплекс <b>QRS</b>	0,07-0,10 с	---
Сегмент <b>ST</b>	0,02-0,15 с	на рівні ізолінії
Зубець <b>T</b>	0,15-0,20 с	$1/3 - 1/4 R$
Сегмент <b>TP</b>	0,30-0,40 с	---



# ДИНАМІКА СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ. СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ ТА ЙОГО ФАЗИ

Вовканич Л.С., ЛДУФК 2020

# СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ



# СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ



## Систола шлуночків

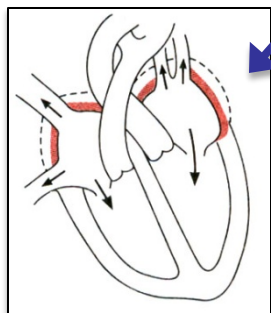
## Діастола шлуночків

### Період напруження

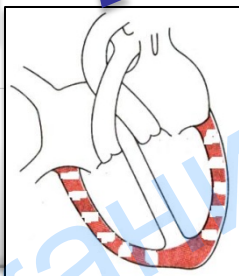
### Період викиду

### Період розслаблення

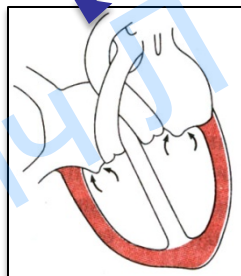
### Період наповнення



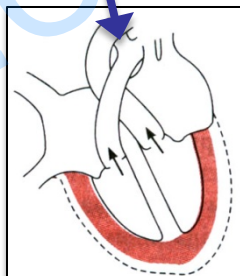
Систола передсердь  
(0,1 с)



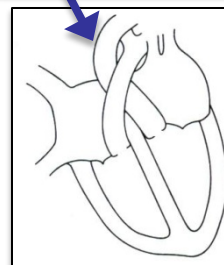
Асинхронне скорочення  
(0,05-0,06 с)



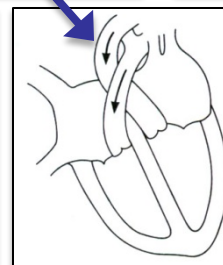
Ізометричне скорочення  
(0,03-0,05 с)



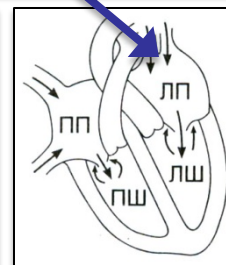
Викид крові  
(0,25 с)



Протодіасто-  
лічний період  
(0,04с)



Ізометричне  
розслаблення  
(0,08 с)



Наповнення  
(0,35 с)

**Зникає**

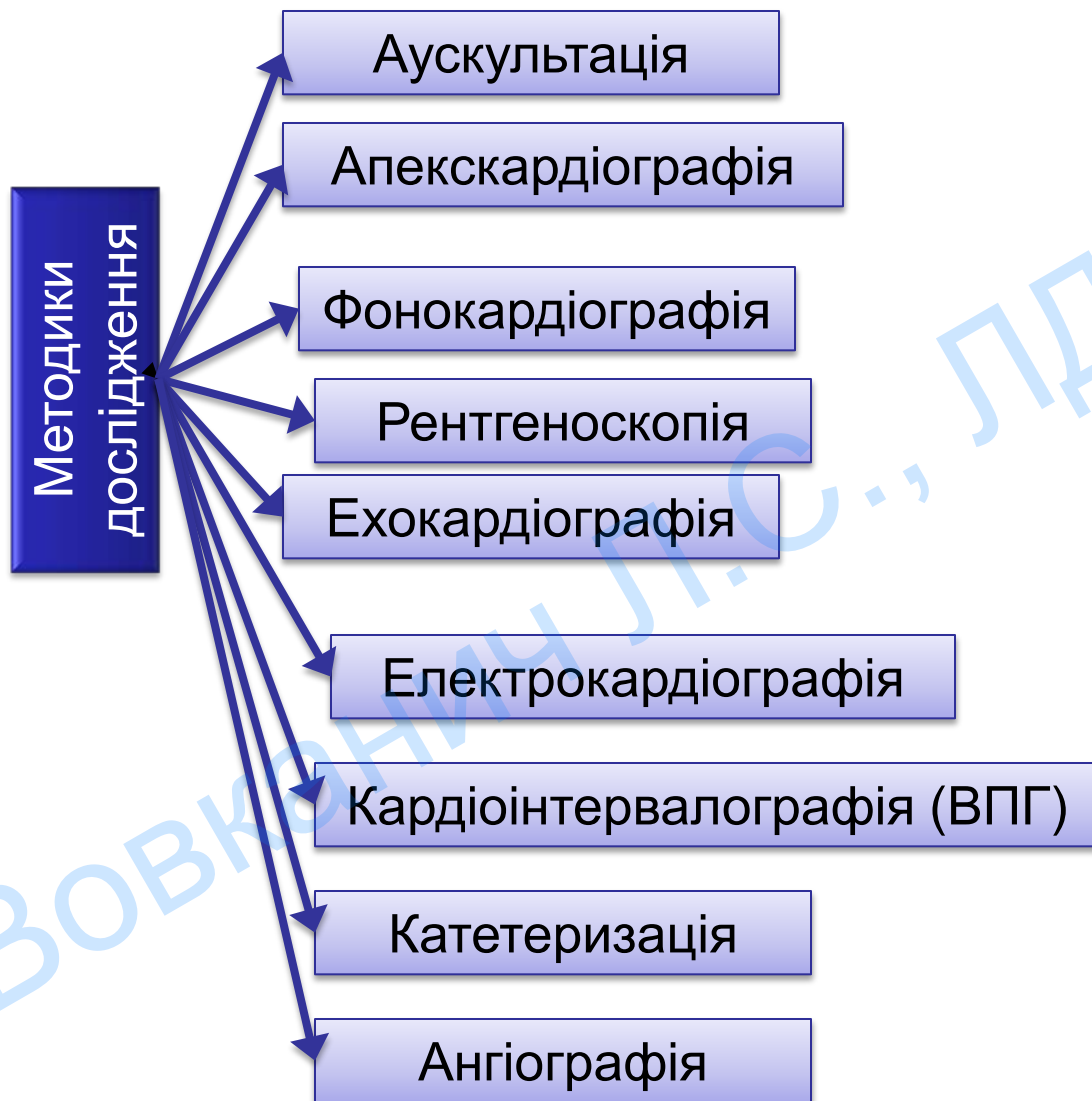
**Зменшується у 2 р.**

**Зменшується у 4 р.**

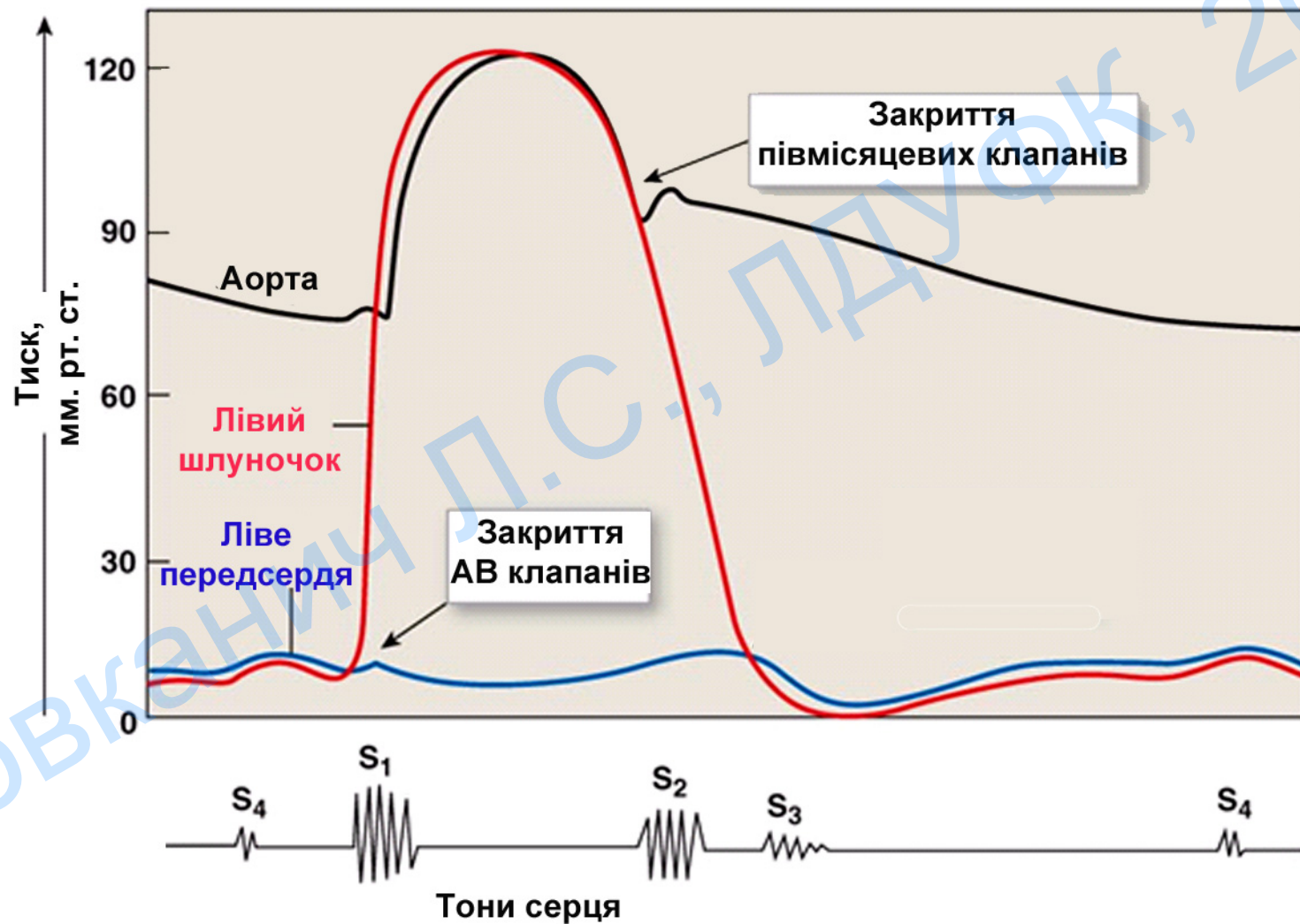
ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ У СТАНІ  
СПОКОЮ ТА ПРИ ФІЗИЧНИХ  
НАВАНТАЖЕННЯХ

Вовканич Л.С.,  
2020

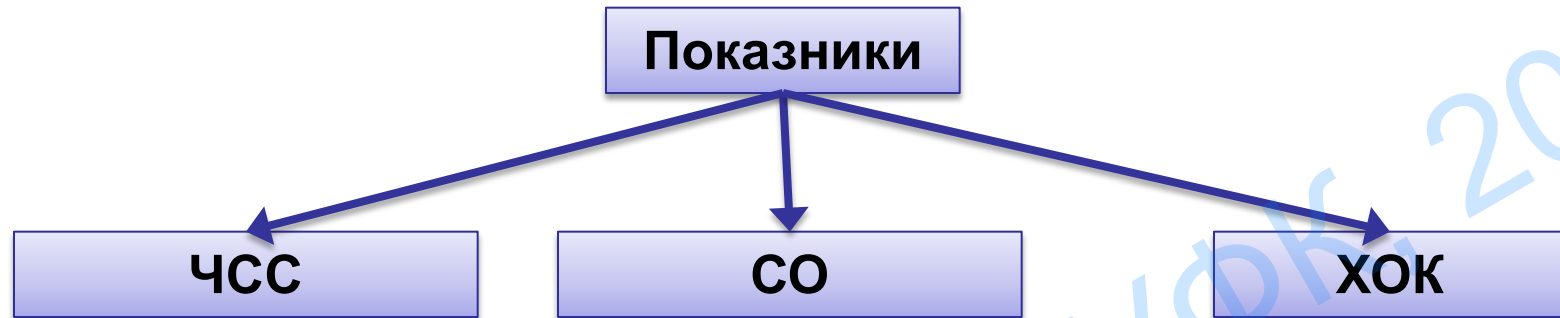
# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ. МЕТОДИКИ



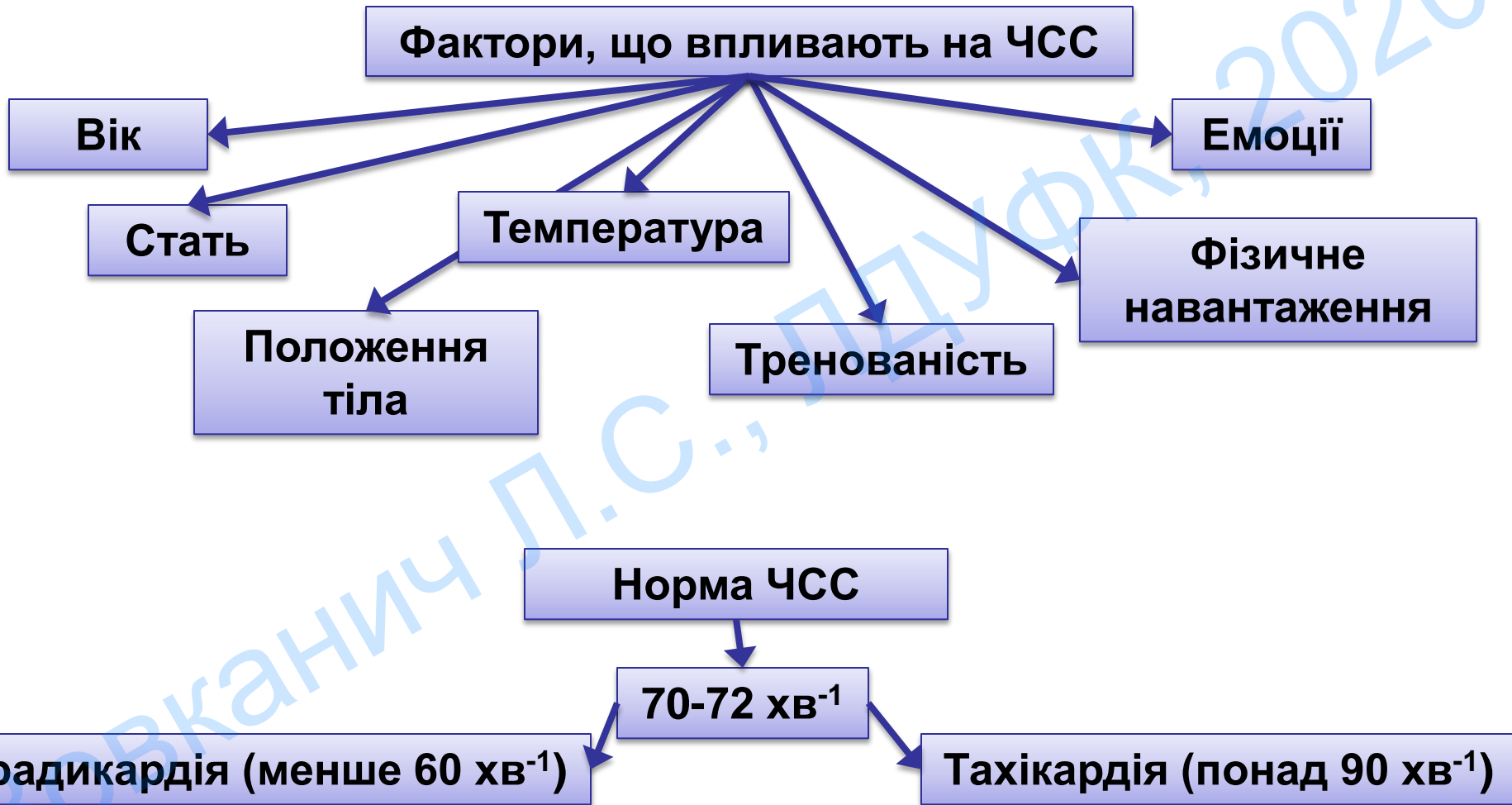
# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ. ТОНИ СЕРЦЯ



# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ. ЧСС

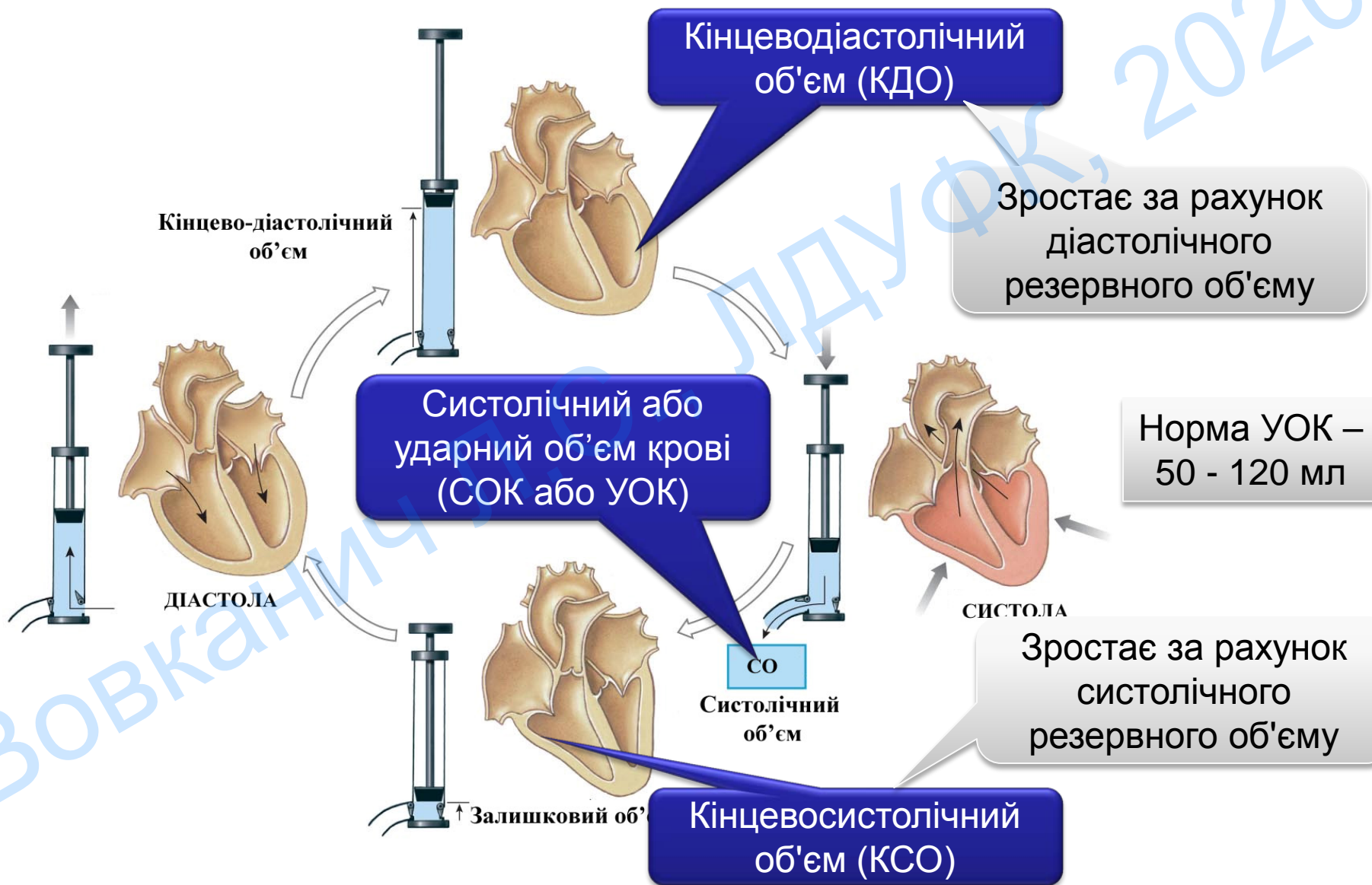


# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ. ЧСС





# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ. СО І ХОК



# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕРЦЯ

## Фізіологічний спокій

Обстежений	ЧСС, уд./хв	СОК (УОК), мл	Ударний індекс, мл/м <sup>3</sup>	ХОК, л/хв	Серцевий (хвилинний) індекс, л/м <sup>3</sup>
Нетренований	70-72	70	48,3	5,0	3,5
Спортсмен	55-60	90	62,1	5,0	3,5

## Інтенсивне фізичне навантаження

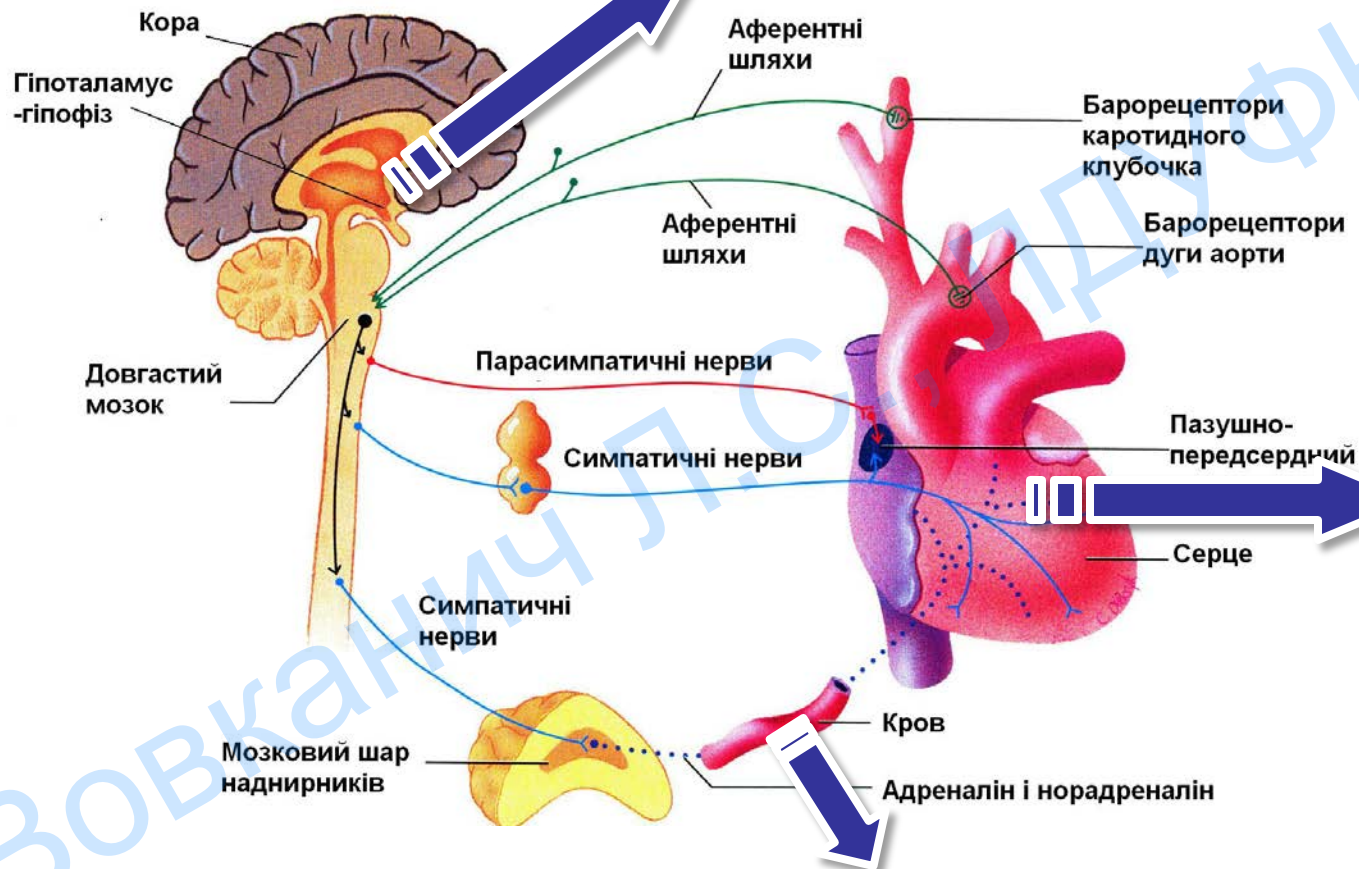
Обстежений	ЧСС, хв <sup>-1</sup>	СО, мл	ХОК, л/хв
Нетренований	180	120	21
Спортсмен	200	190	38

# НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

Вовканич Л.С., 2020

# НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

Нервова регуляція



Гуморальна регуляція

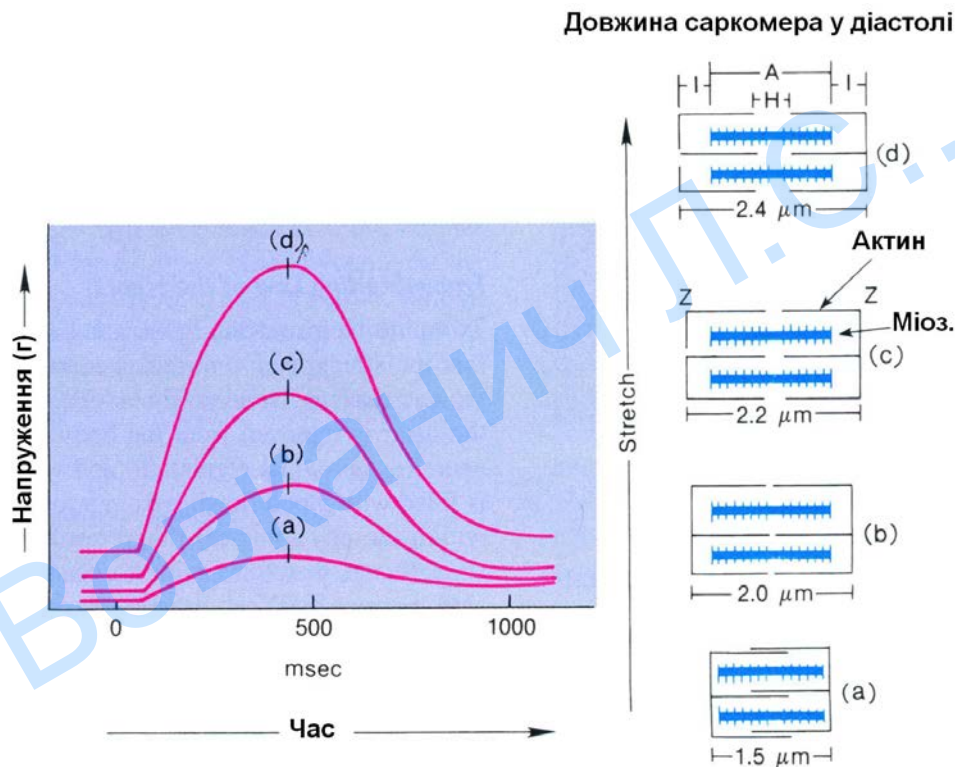
# ВНУТРІШНЬОСЕРЦЕВА РЕГУЛЯЦІЯ

Зміни переднавантаження

Механізм Франка-Старлінга  
(гетерометрична міогенна регуляція)

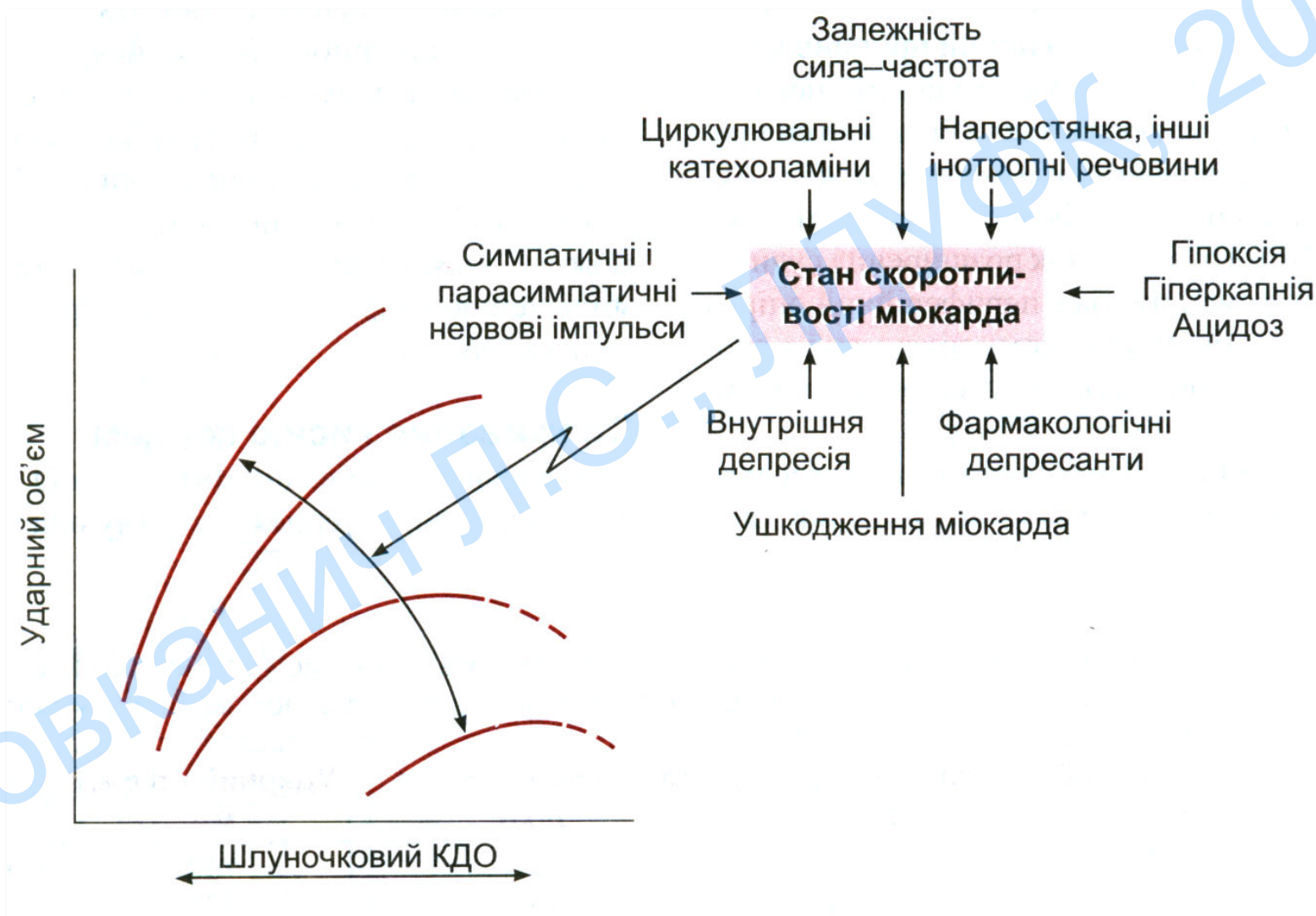
Зміни післянавантаження

Гомометрична нейрогенна  
регуляція



Збільшення опору судин  
викликає посилення  
скорочень і відновлення  
СОК

# ВНУТРІШНЬОСЕРЦЕВА РЕГУЛЯЦІЯ



# НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

## Барорецептори

Сонна артерія

Дуга аорти

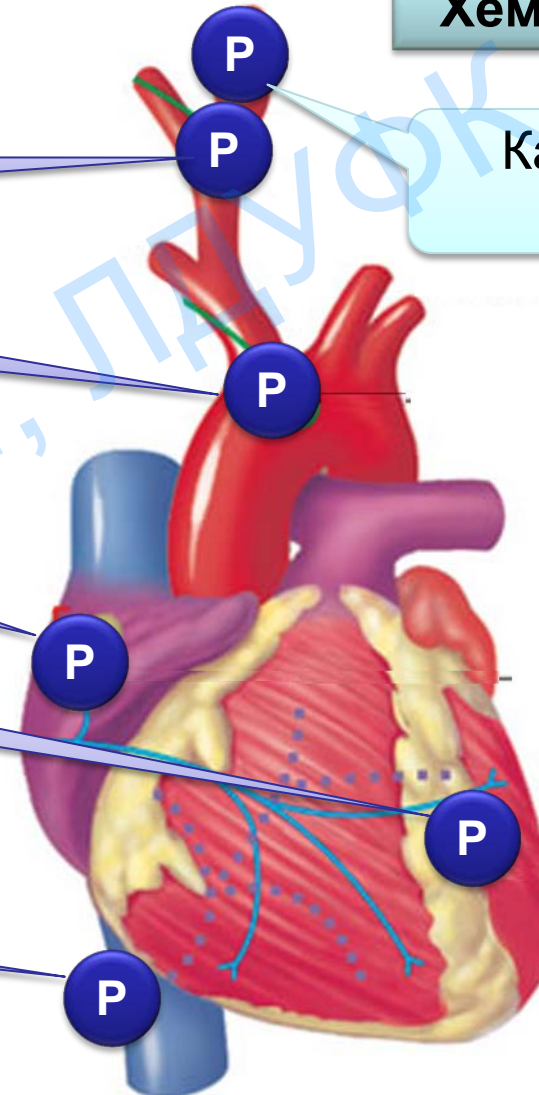
Передсердя

Лівий шлуночок

Порожністі вени

## Хеморецептори

Каротидний клубочок



# НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

## Симпатична іннервація

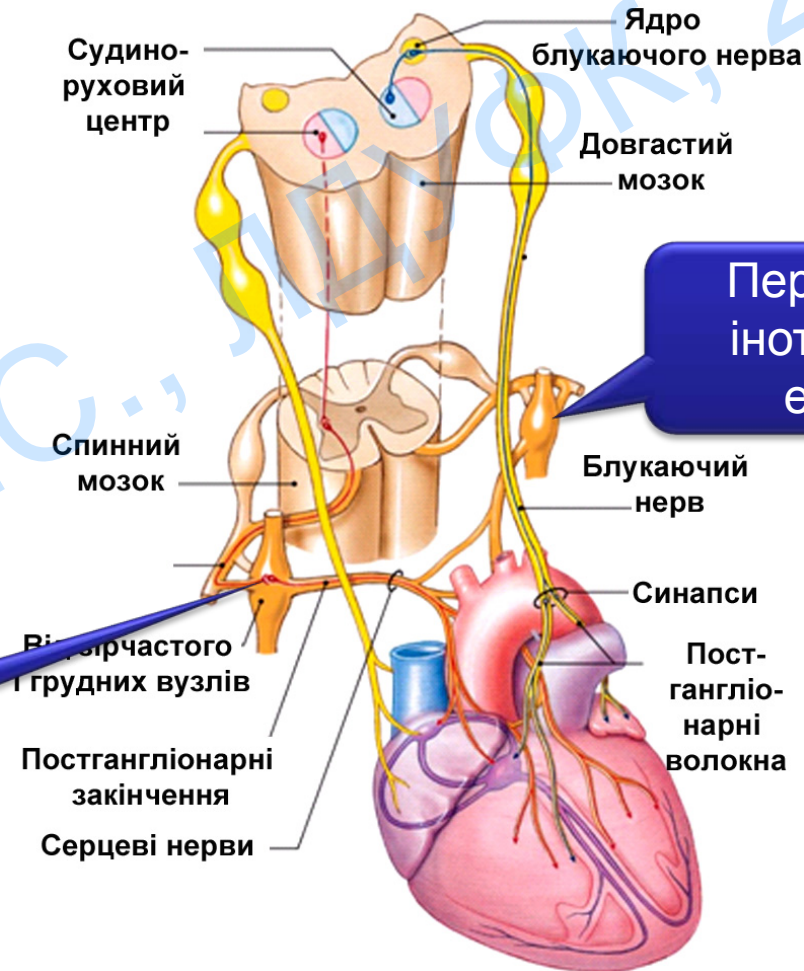
Підвищення ЧСС  
(хронотропний ефект)

Збільшення сили скорочень  
(іотропний ефект)

Підвищення збудливості  
(батмотропний ефект)

Покращення провідності  
(дромотропний ефект)

Переважно  
хронотропний  
ефект





# НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

## Парасимпатична іннервація

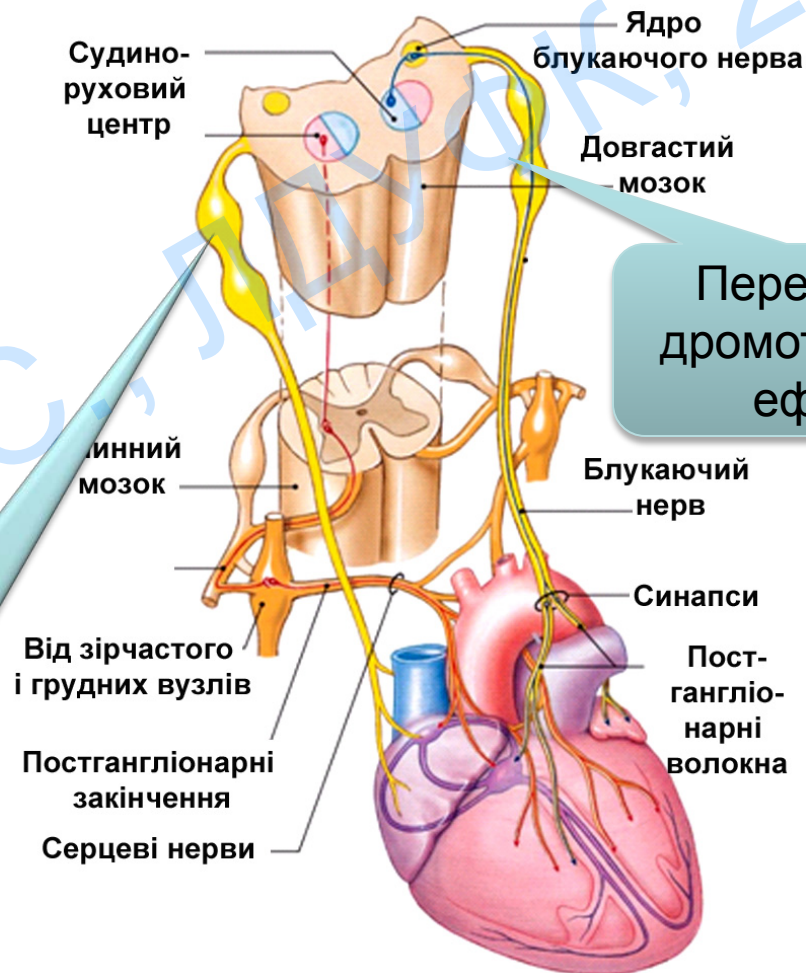
Зниження ЧСС  
(хронотропний ефект)

Зниження сили скорочень  
(іотропний ефект)

Зменшення збудливості  
(батмотропний ефект)

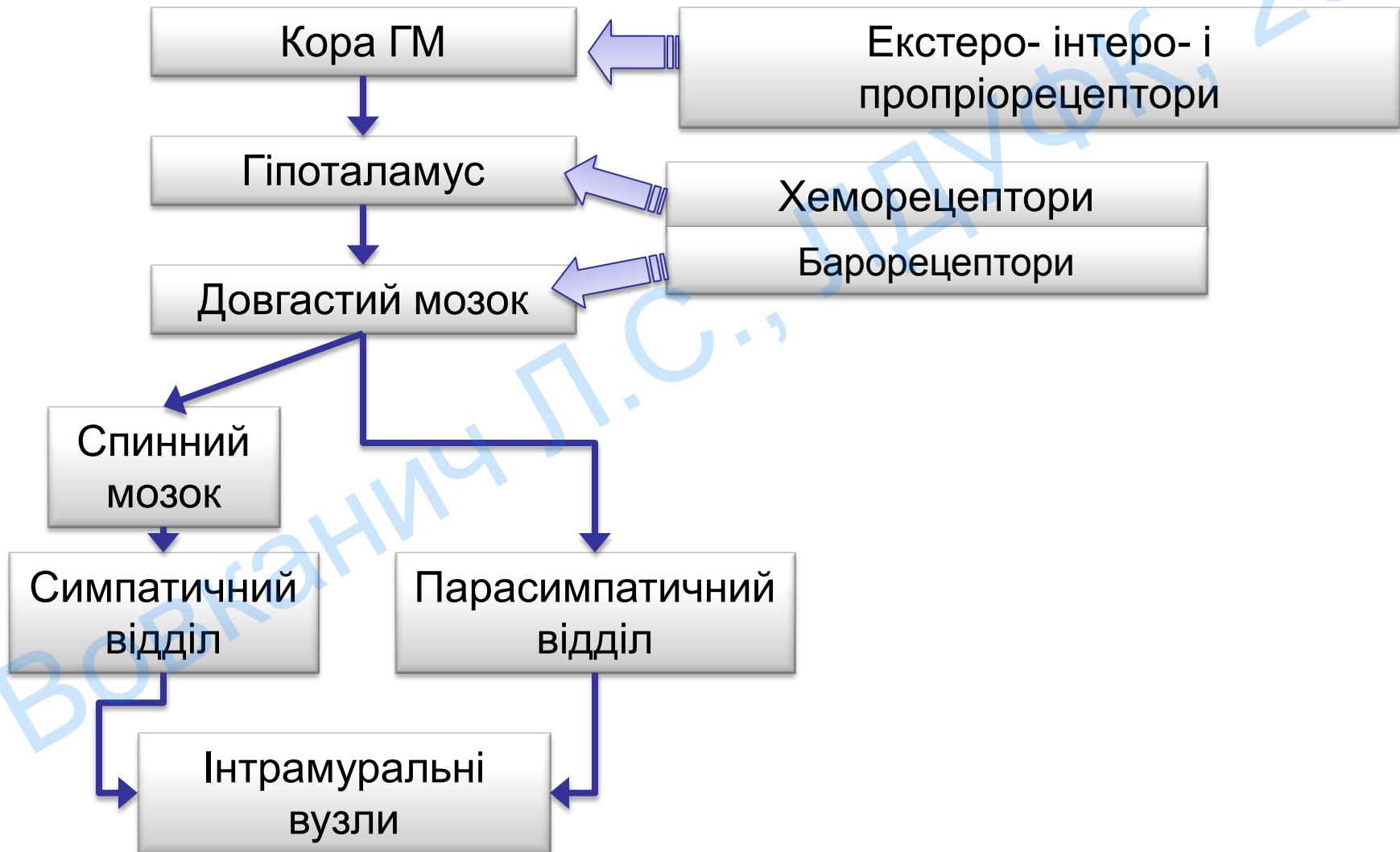
Ослаблення провідності  
(дромотропний ефект)

Переважно  
хронотропний  
ефект



# НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

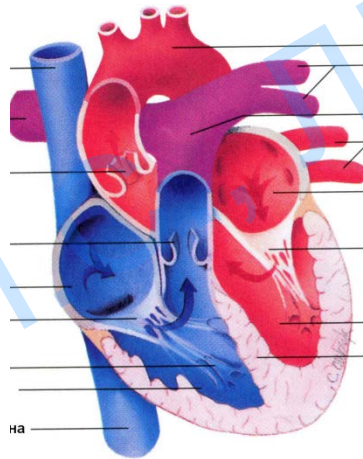
## Нервова регуляція



# НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

## Гуморальна регуляція

Адреналін
Глюкагон
Тироксин і трийодтиронін
Кортикостероїди
Іони кальцію



Ацетилхолін
Іони калію

# ІНТЕГРАЛЬНА СХЕМА РЕГУЛЯЦІЇ

