

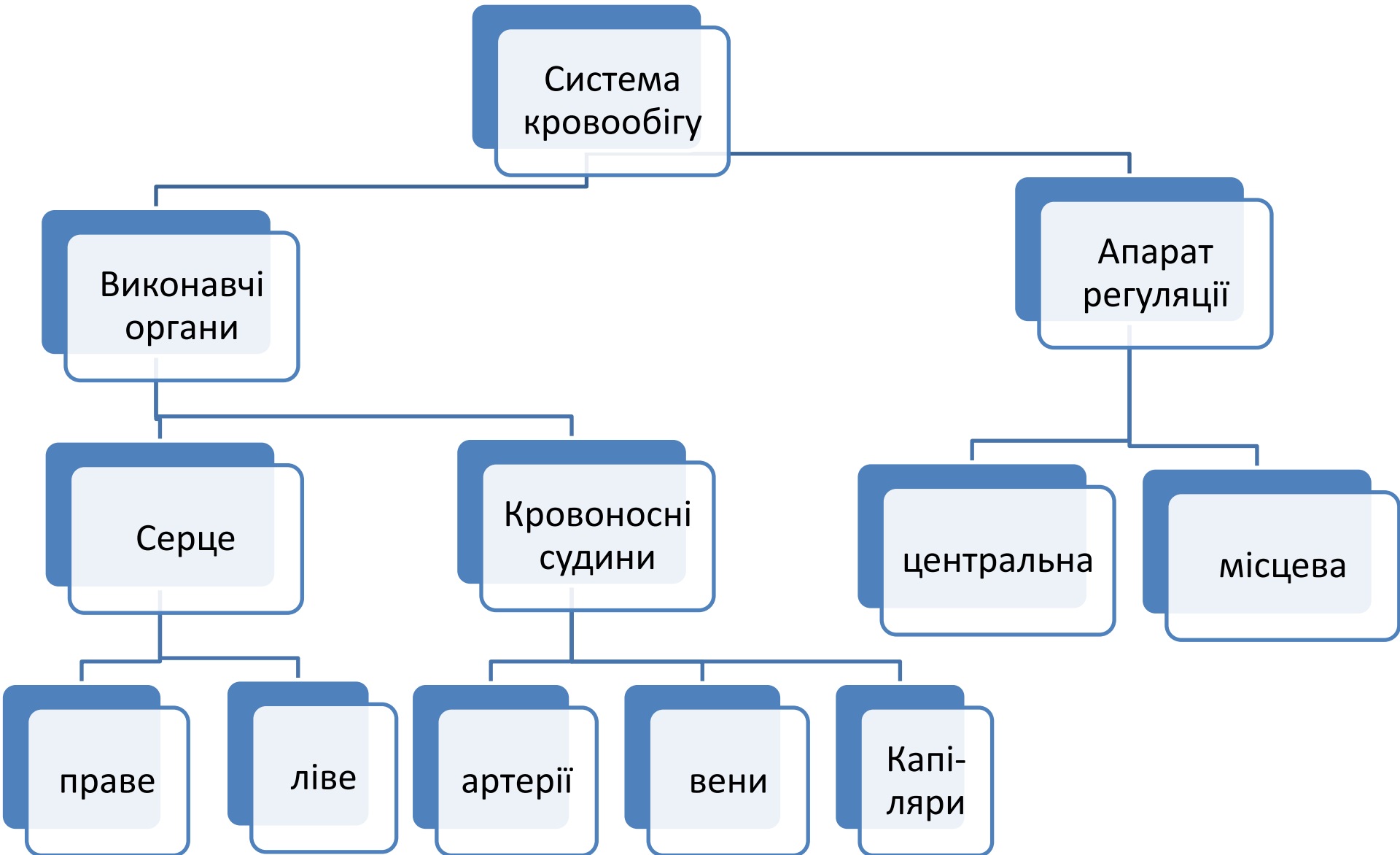


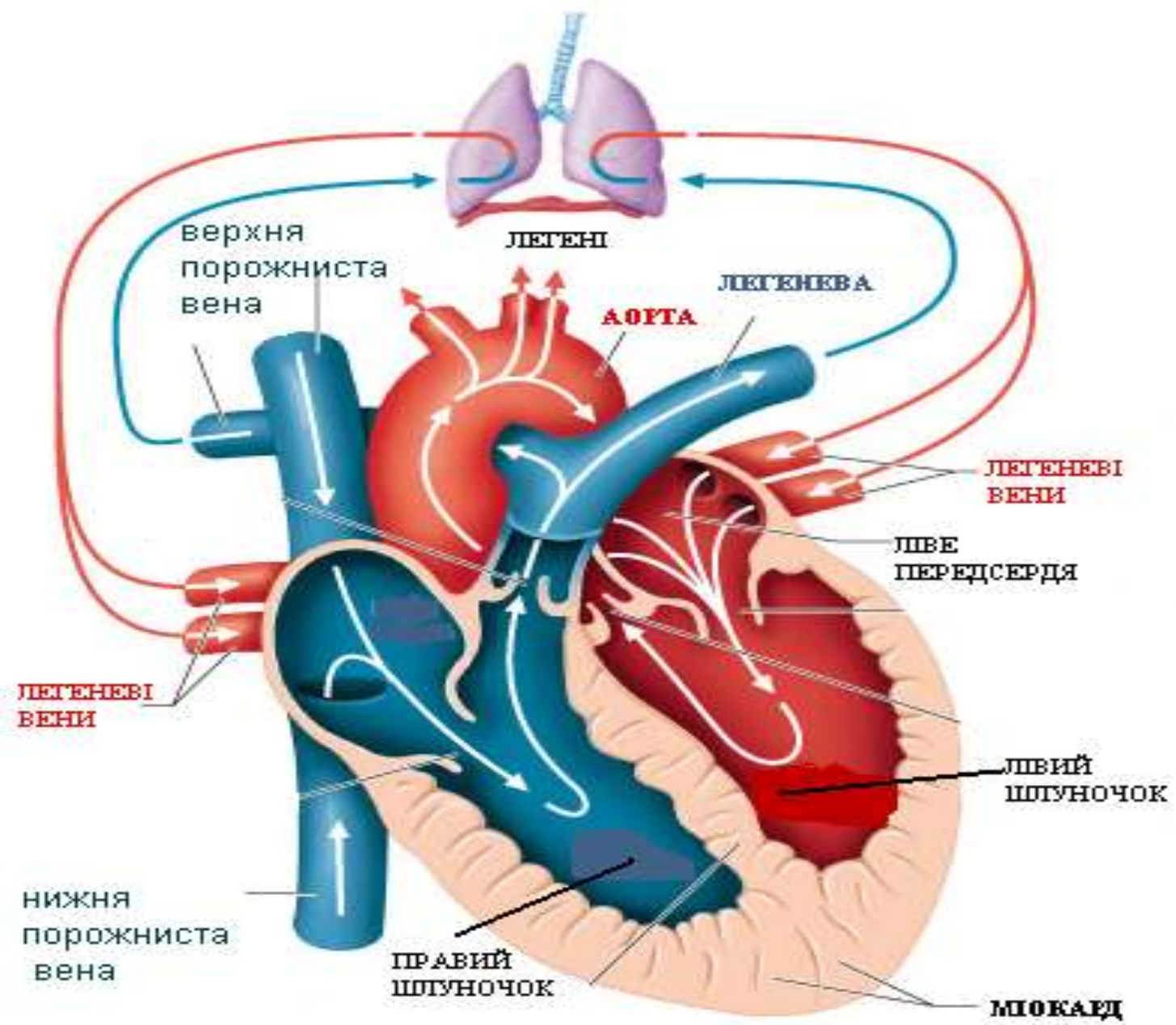
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ І ПАТОФІЗІОЛОГІЇ

Опорний конспект лекції з фізіології
на тему:

**Фізіологія системи кровообігу.
Функціональна характеристика
серцевого м'яза.**

Будова системи кровообігу





Функції системи кровообігу

Транс- портна

- Серце - насос
- Судини – транспортні шляхи

Рецеп- торна

- Хеморецептори, осморорецептори, барорецептори, волюморецептори, ноцицептори та ін.

Ендокринна

- Передсердний Na-уретичний фактор

Депонування крові

- У судинах черевної порожнини, підшкірних венах, судинах печінки і селезінки може депонуватися до 1 літра крові

Обмінна

- Через стінку кровоносних судин, особливо капілярів, здійснюється обмін газами і речовинами між кров'ю і тканинами

Бар'єрна

- Судинна стінка входить до складу гістогематичних бар'єрів

**Гемоста
тична**

- Участь у зсіданні крові та підтримці рідкого стану крові

**Захисна
функція**

- Утворення ендотеліальними клітинами факторів неспецифічного захисту

**Креаторн
а**

- Серцево-судинна система є необхідним елементом для здійснення функцій іншими системами

- Серцево-судинна система бере участь у реалізації емоційних станів

Функціональні властивості серцевого м'яза

Автоматизм

здатність серцевого м'яза ритмічно скорочуватись під дією імпульсів, що зароджуються в ньому самому

Збудливість

Кардіоміоцитам притаманний ПС, який у відповідь на стимул перетворюється на ПД

Провідність

Здатність серцевого м'язу проводити збудження бездекрементно

Скоротливість

Здатність серцевих волокон скорочуватись

Типи кардіоміоцитів

Атипові

нескоротливий міокард
провідної системи серця

Автоматизм

Збудливість

Провідність

Типові

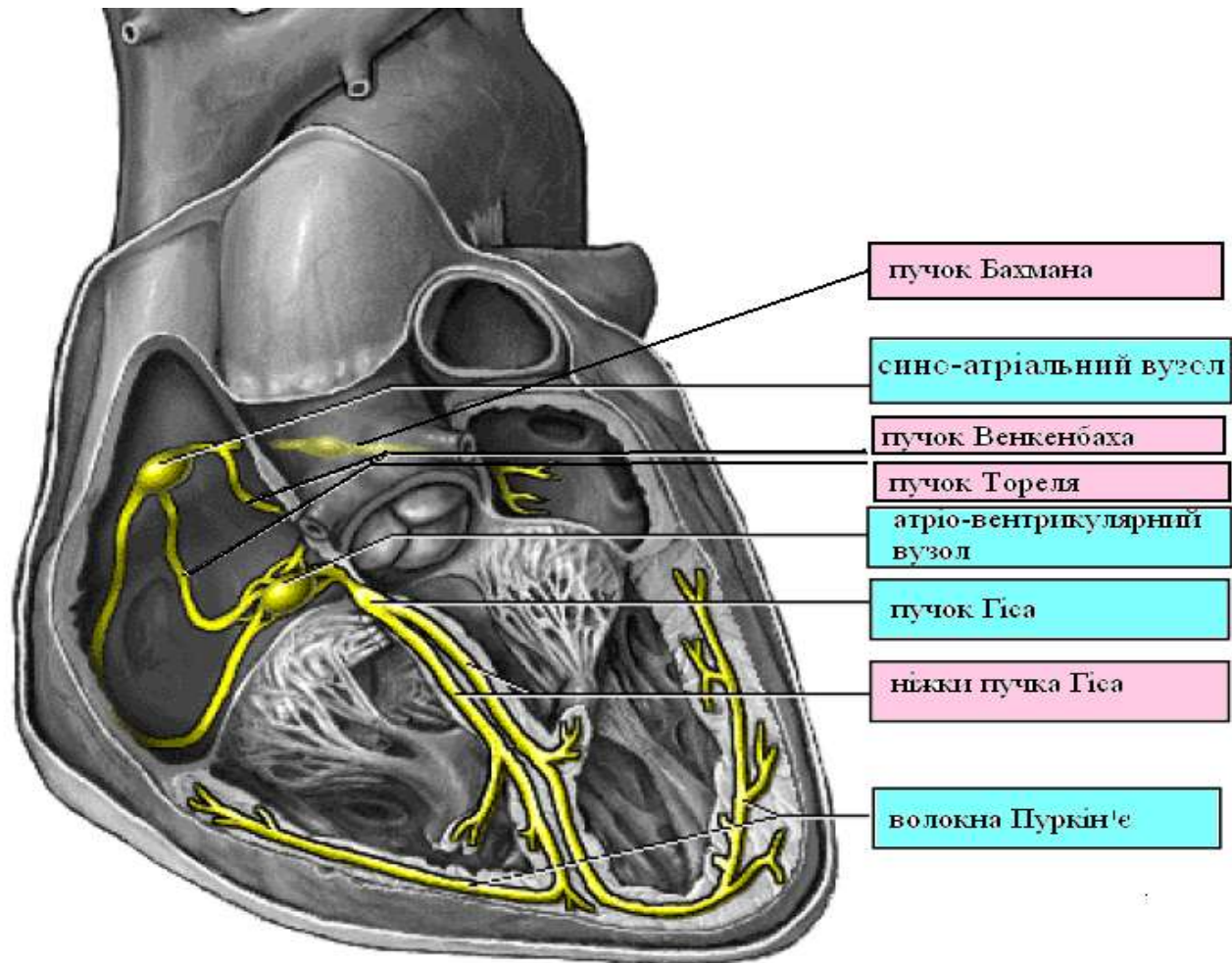
робочий міокард

Збудливість

Провідність

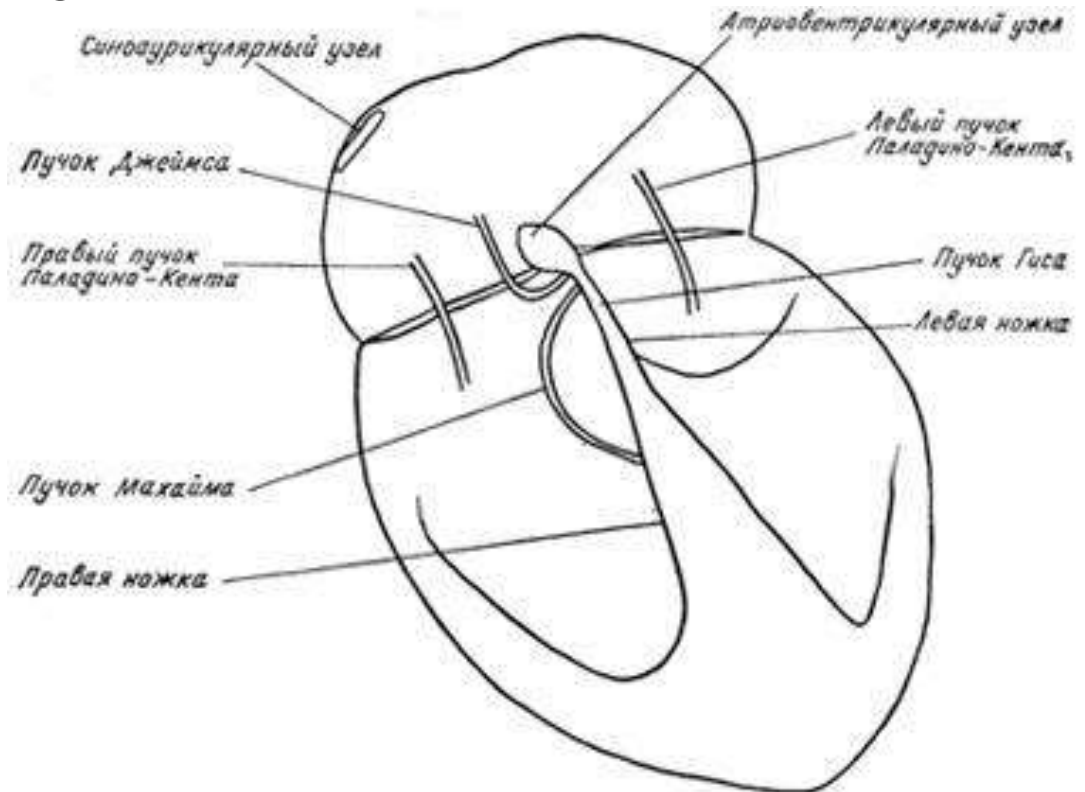
Скоротливість

Провідна система серця



Додаткові елементи провідної системи

1. *Пучок Джеймса* від SA вузла до пучка Гіса
2. *Пучок Кента* від SA вузла до правого шлуночка
3. *Пучок Макхейма* від SA вузла до лівого шлуночка



Механізм спонтанної генерації імпульсів у провідній системі

Основу функціонування провідної системи складає здатність її клітин спонтанно генерувати ПД.

Ця здатність притаманна всім клітинам провідної системи.

За умов норми така спонтанна генерація імпульсів здійснюється лише в клітинах SA вузла.

У зв'язку з цим він отримав назву водія ритма.

У мембрані клітин SA вузла є 2 типи іонних каналів :

- 1) селективні (натрієві, калієві, кальцієві)
- 2) неселективні (канали витікання)

ПС клітини SA вузла становить $-55-60$ мВ



мембрана атипових кардіоміоцитів
має високу проникність до іонів **натрію**



іони **натрію** входять в клітину через
неселективні канали



деполяризація



~~**-90 мВ**~~

-55 - 60 мВ

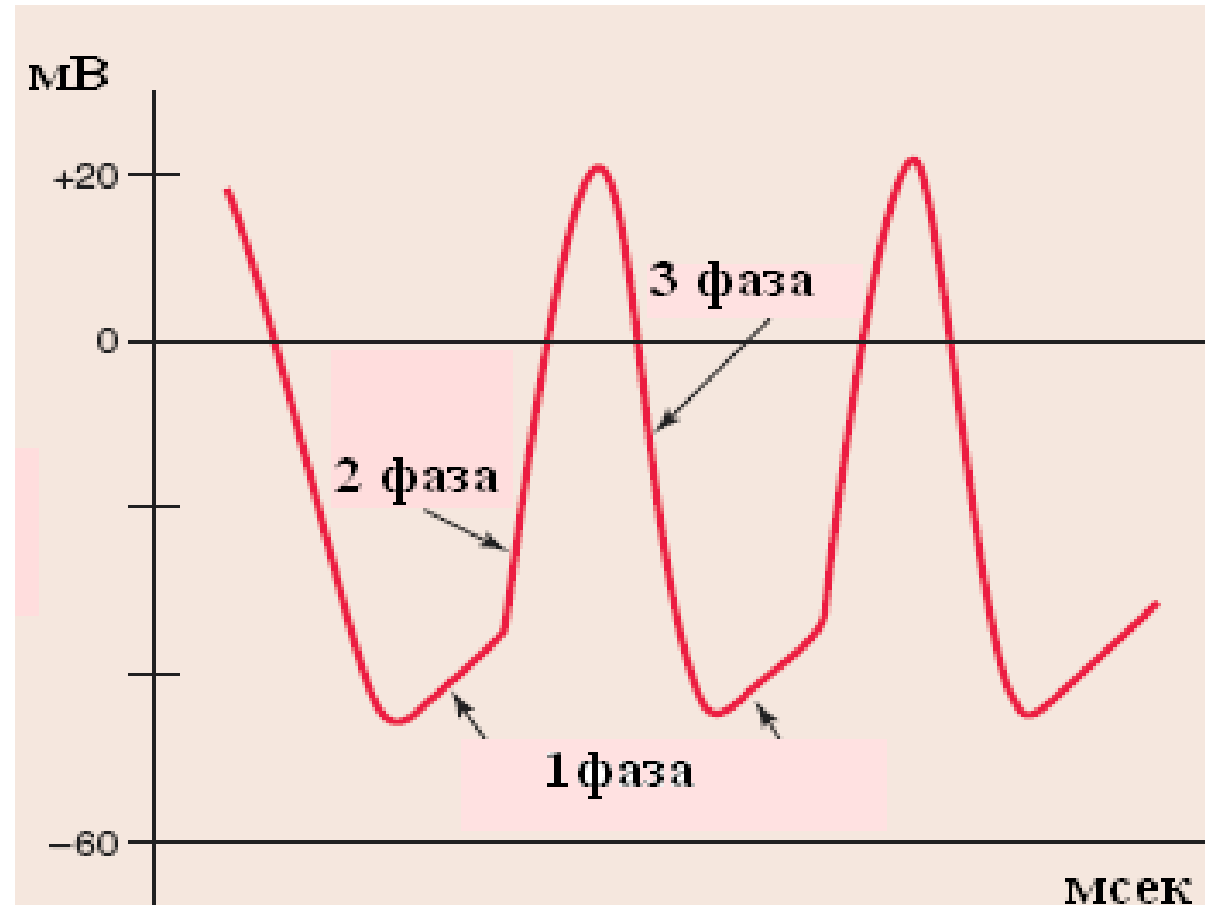
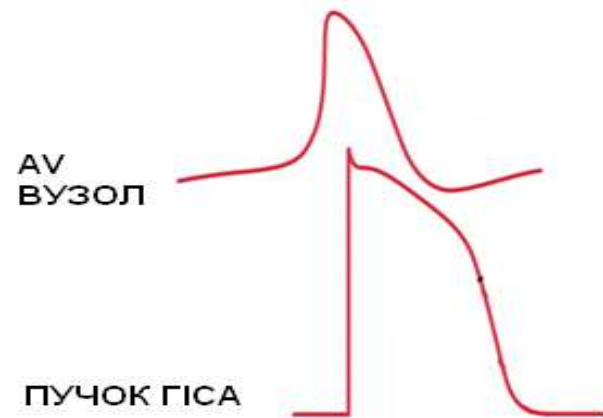
**деполяризація досягає
Е_{кр.} виникає ПД**

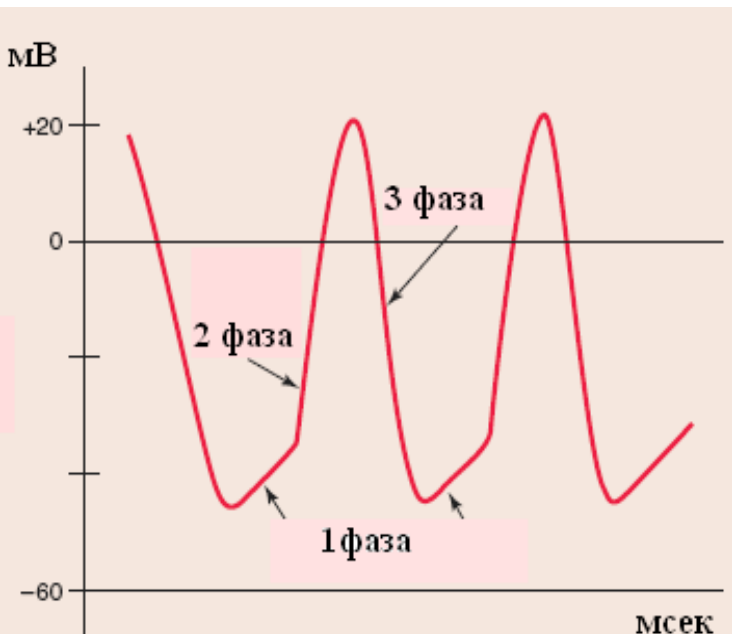
Деполаризація без дії подразника - спонтанна

Спонтанна деполаризація мембрани
до порогового рівня – основа автоматизму.

ПД атипического кардиомиоцита

ПД
SA узла





**За 1 хв. в SA вузлі
виникає
60-80 імпульсів,
що визначає ЧСС**

**Фаза повільної діастолічної
деполяризації.**

*вхід Na в клітину через
неселективні канали втікання.*

Фаза швидкої деполяризації

*вхід Ca і Na через потенціал залежні Ca -
канали*

Фаза реполяризації

вихід K із клітини

Проведення імпульсів по провідній системі до робочого міокарда

1 етап :

Від SA вузла імпульси проводяться до:

1) скоротливих волокон правого передсердя зі швидкістю 0,3 м/сек.

Найвіддаленіших клітин правого передсердя імпульс досягає через 0,07 сек.

2) скоротливих волокон лівого передсердя зі швидкістю 1 м/сек.

Найвіддаленіших клітин лівого передсердя імпульс досягає через 0,09сек.

3) до AV вузла через між вузлові пучки зі швидкістю 1 м/сек.

Імпульс досягає AV-вузла через 0,03 сек.



2 етап :

Проведення збудження через AV-вузол.

У нормі імпульс від передсердь до шлуночків не може пройти інакше як через AV-вузол, бо передсердя відділені від шлуночків фіброзною тканиною, яка не проводить імпульсів.

Особливості проведення збудження через AV вузол

Затримка проведення імпульсів (швидкості)

AV-затримка **0,13 с**

Однонаправленість проведення імпульсів

Причини затримки

- 1 низький МП клітин AV-вузла (менша амплітуда ПД)
- 2 малий діаметр волокон AV вузла
- 3 незначна кількість нексусів між волокнами (більший опір)

Значення затримки

збудження досягне шлуночків пізніше, ніж передсердь, тому спочатку скоротяться передсердя, а потім шлуночки

3 етап :

Проведення збудження через пучок Гіса та по волокнах Пуркін'є.

Особливість проведення

ПД поширюється з великою швидкістю 1,5-4 м/сек.

Значення великої швидкості проведення

висока швидкість проведення дозволяє майже одночасно провести збудження до всіх ділянок шлуночків

Причини великої швидкості проведення

- 1 ПС пучка Гіса = -90mV (амплітуда ПД висока)**
- 2 великий діаметр волокон пучка Гіса**
- 3 багато нексусів (менший опір)**

Від AV вузла до закінчень волокон Пуркін'є надходить за

0,03 сек



4 етап :

Проведення збудження через волокна робочого міокарда від ендокардіальної до епікардіальної поверхні серцевого м'яза (швидкість - 0,3 - 0,5 м/с)

До найвіддаленіших волокон епікардіальної частини міокарду лівого шлуночка

імпульс доходить за **0,03** сек.



Час від виникнення імпульса у SA вузлі до збудження лівого шлуночка становить

Час проведення збудження від SA до AV вузла

0,03 с

Час проведення збудження по AV вузлу

0,13 с

Час проведення збудження від AV вузла до волокон Пуркін є

0,03 с

Час проведення збудження від волокон Пуркін є до робочого міокарду

0,03 с

0,22 с

Закон «градієнту автоматизму»

чим далі від SA вузла знаходиться елемент провідної системи, тим менша його частота генерації імпульсів.

SA вузол – 60-80 імп/хв

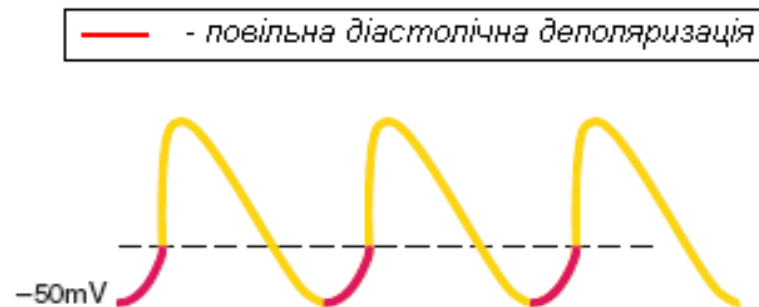
AV вузол – 40-60 імп/хв

пучок Гіса –
20-40 імп/хв

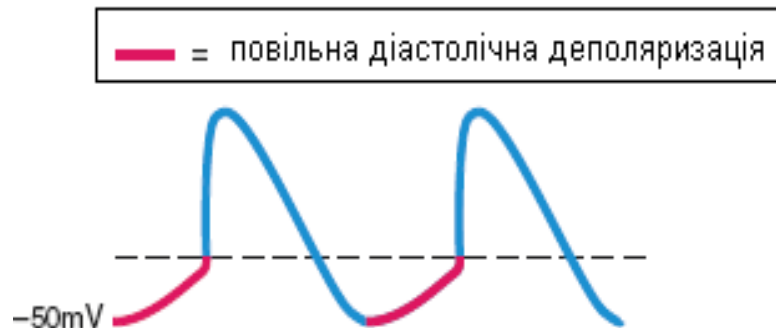
Пояснення закону

мембрана різних елементів провідної системи має різну проникність до іонів Na

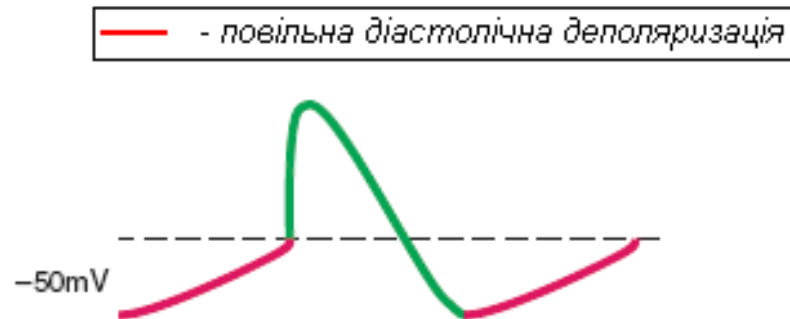
У SA-вузлі кількість неселективних каналів витікання найбільша, вхід Na в клітину максимальний, фаза повільної діастолічної деполяризації нетривала і сам ПД нетривалий, тому за одиницю часу виникає 60-80 ПД.



У AV-вузлі неселективних каналів менше, вхід Na в клітину не такий стрімкий, фаза повільної діастолічної деполяризації триваліша і сам ПД більш тривалий, тому за одиницю часу виникає менша кількість ПД – 40-60



У пучку Гіса неселективних каналів ще менше, фаза повільної діастолічної деполяризації триваліша і сам ПД ще більш тривалий, тому за одиницю часу виникає менша кількість ПД – 20-40



Значення провідної системи

забезпечує ритмічність скорочень серця
(правильну черговість систол і діастол)

забезпечує необхідну послідовність скорочень
(передсердя, а потім шлуночки)

забезпечує синхронність скорочень клітин
міокарда шлуночків

Фізіологічні властивості робочого міокарду

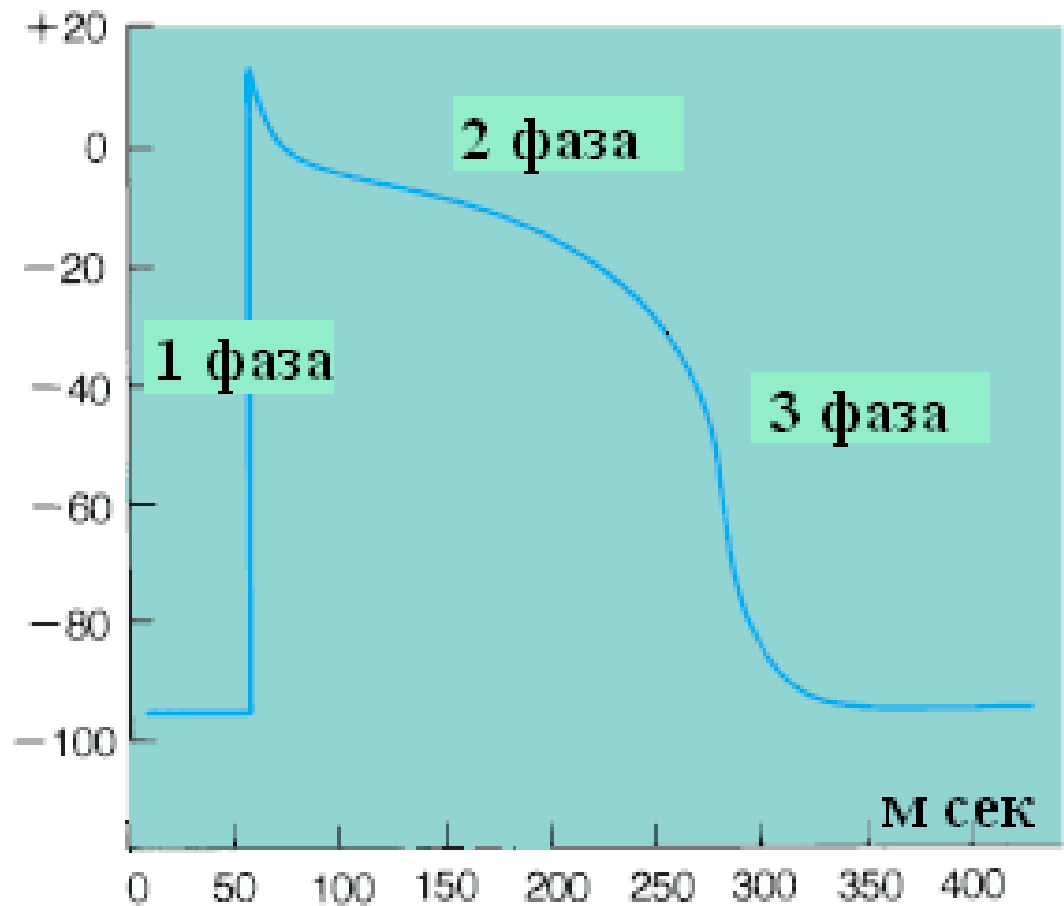
Основною функцією робочого міокарду є скорочення

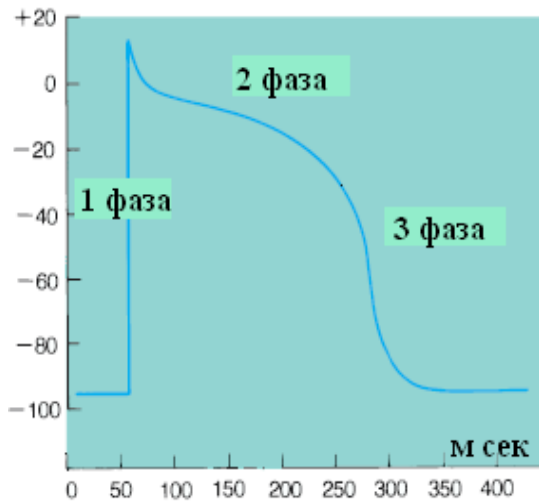
Процес скорочення відбувається в 4 етапи:

- 1 – збудження кардіоміоцитів
- 2 – електромеханічне спряження
- 3 – власне скорочення
- 4 - розслаблення

1 етап – збудження кардіоміоцитів

ПД типового
кардіоміоциту





Фаза швидкої деполяризації

Вхід натрію в клітину через швидкі потенціалзалежні Na-канали

Фаза повільної реполяризації

Вихід калію із клітини

Вхід кальцію і натрію через Ca-канали

Фаза швидкої реполяризації

Вихід калію із клітини

Рефрактерні періоди під час ПД :

1. Абсолютна рефрактерність –

період повної втрати збудливості скоротливим міокардом

Причина: інактивація Na-каналів.

Тривалість : у передсердях 0,15 с.,
у шлуночках 0,25-0,3 с.

Абсолютна рефрактерність виникає під час фази деполяризації і плато.

2. Відносна рефрактерність –

період в який ПД виникає на дуже сильний подразник.

Цей ПД має низьку амплітуду, малу тривалість і змінену форму.

Тривалість у передсердях 0,03с.,
у шлуночках 0,05 с.

Значення періодів рефрактерності

1. У серці можливі лише **поодинокі скорочення**.

Тетанус унеможлиблював би наповнення серця кров'ю і порушував його нагнітальну функцію.

2. **Відсутність циркуляції збудження**, його направлене поширення.

У нормі абсолютний рефрактерний період більший, ніж час поширення збудження по передсердях і шлуночках.

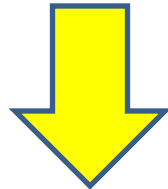
Після того, як хвиля збудження від SA вузла охопить весь міокард, вона згасає. Зворотній рух цієї хвилі неможливий, оскільки серце в періоді рефрактерності (збудження від шлуночків до передсердь не поширюється).

2 етап – електромеханічне спряження

ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ ІОНАМИ КАЛЬЦІЮ

Позаклітинне джерело

Са надходить у кардіоміоцит під час ПД (фаза плато) із поперечних Т-трубочок



Активация фосфоліпази С



Внутрішньоклітинне джерело

Вивільнення Са із СПР



Утворення ІТФ

3 етап – власне скорочення

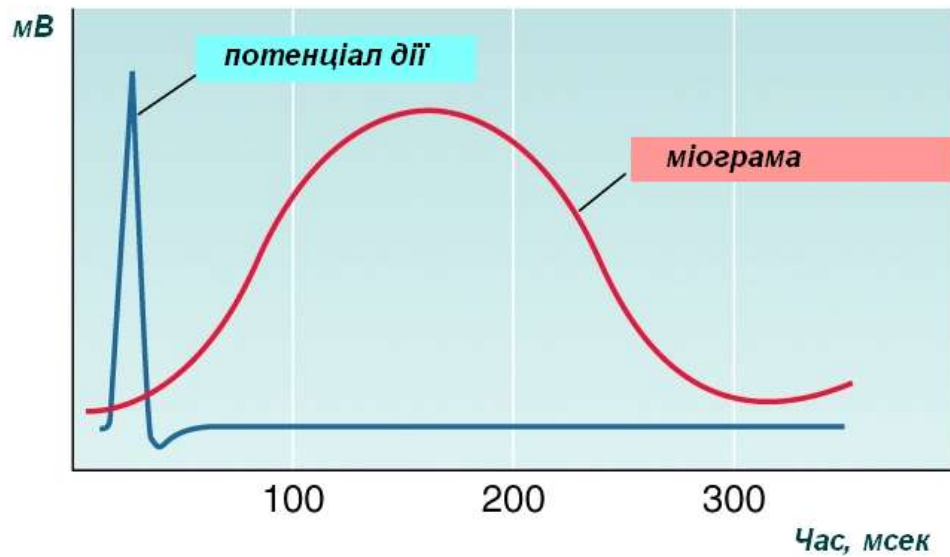
Механізм скорочення :

Ковзання актинових філаментів вздовж міозинових

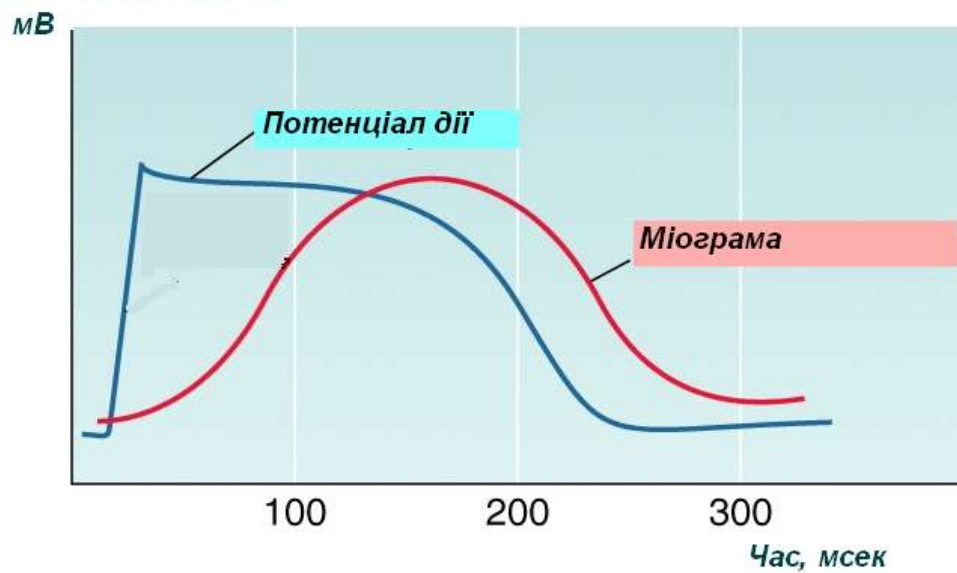
Особливості скорочення :

- 1 Внаслідок тривалого рефрактерного періоду сумації скорочень (тетанусу) не відбувається**
- 2 Скорочення відбувається під час ПД.**

Скелетні м'язи



Серцевий м'яз



4 етап - розслаблення

Механізм виділення Са:

1. Видалення у СПР (Са-насос)
2. Видалення у позаклітинне середовище у т. ч. у поперечні Т-трубочки (Са-насос, Na-Са обмінний механізм)
3. Видалення у мітохондрії (Са-акумулююча функція мітохондрій).