

Фізіологія серцево-судинної системи

Викладач : Сидорова І.О.

План

1. Фізіологічні та анатомічні особливості роботи серцевого м'яза(міокарду).

-провідна система серця

-збудливість

-автоматизм

-провідність

-рефрактерність

-скоротливість

2. Нагнітальна функція серця . Серцевий цикл

3. Механізми регуляції роботи серця.

4. Гемодинаміка. Основні механізми гемодинаміки.

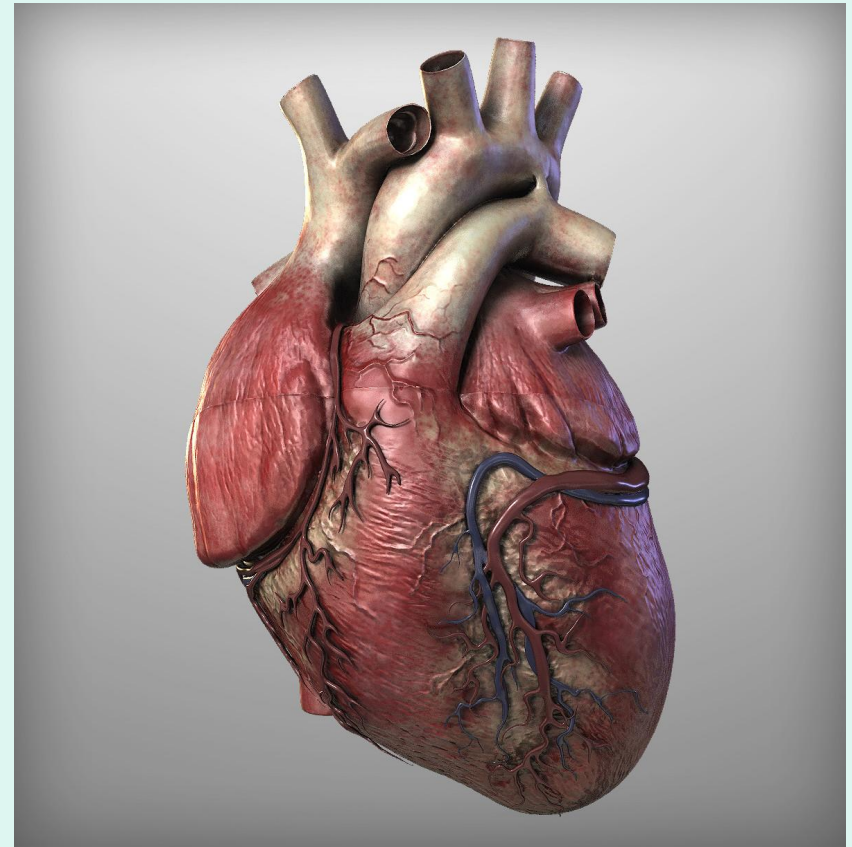
5. Принципи регуляції судинного кровотоку.

6. Вікові особливості фізіології серця.

Серце

Характеристика:

- серце чотирьох камерне;
- Маса близько 200-300 гр.;
- розташоване верхівкою донизу ліворуч і вперед. Основа -догори праворуч і назад.
- 4 поверхні серця: грудинно-реброва, діафрагмова та дві легеневі.

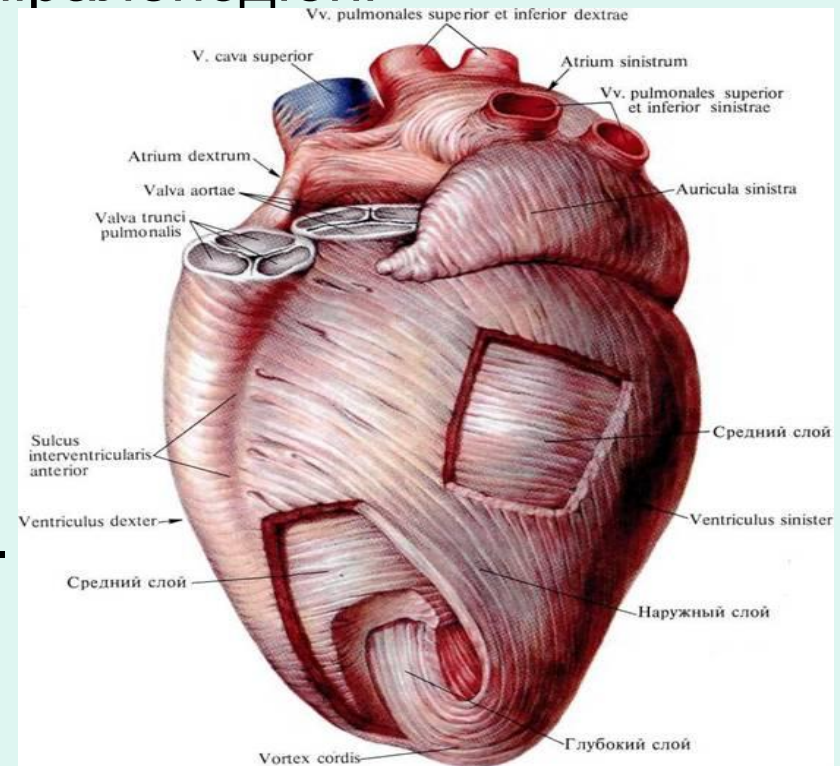


Фізіологічні та анатомічні особливості роботи серцевого м'яза

Розміщення волокон у різних відділах серця:

- передсердь-*тонший*, волокна розміщені у два шари: циркулярно й подовжньо;
- шлуночків – *товщій*, складається з трьох шарів :зовнішній ,внутрішній(спіралеподібні волокна) та середній шар циркулярних волокон.

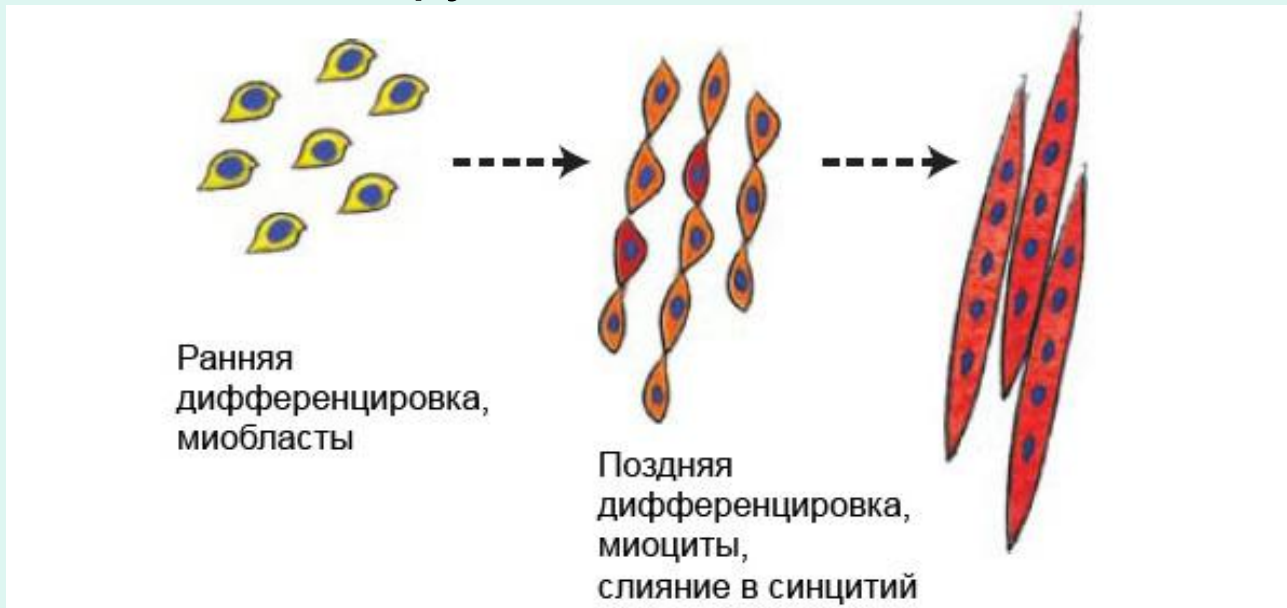
Прикріплюються волокна передсердь та шлуночків до фіброзного кільця там же прикріплюються і клапани серця.



Кардіоміоцити -клітини що складають основу серцевого волокна.

Сецевий м'яз має особливу відмінність від посмугованих м'язів - *наявність вставних дисків*.

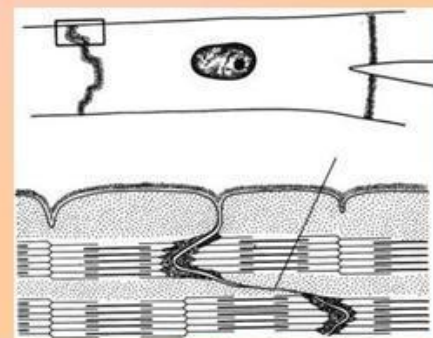
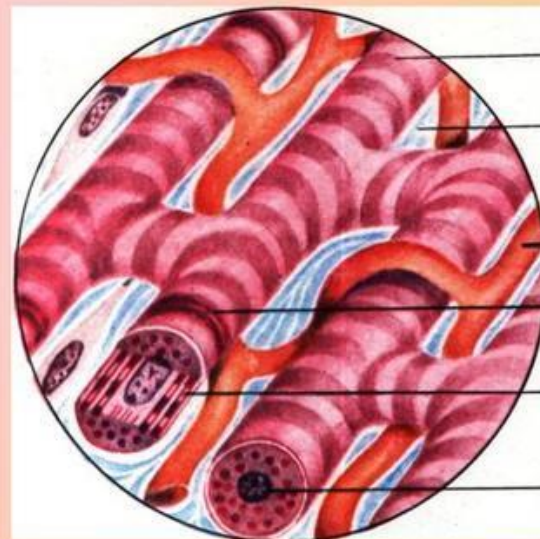
- Наявність міжмембранних контактів і вставних дисків забезпечує електричну взаємодію між окремими кардіоміоцитами , внаслідок чого утворюється єдиний функціональний синцитій.



Така структура дає можливість поширюватися збудженню від одного до іншого кардіоміоцита. Таким чином відбувається скорочення дуже швидко та досить потужно.

Синцитий

- Миокардиоциты – вытянутые, отростчатые клетки, длина 0,08 мм и менее, диаметр 12-15 мкм;
- Ядро одно, реже два;
- Торцами клетки соединены в тяжи, тяжи отростками соединяются между собой в соклетие – синцитий, и способны выполнять свои функции только вместе;
- В промежутках между клетками и отростками находится соединительная ткань с сосудами и нервные окончания;
- Миофибриллы аналогичные скелетной мышечной ткани, лежат наружу от ядра, продольно;
- Подходя к концу клетки миофибриллы ветвятся и крепятся к миофибриллам соседней клетки – вставочные пластинки (диски).



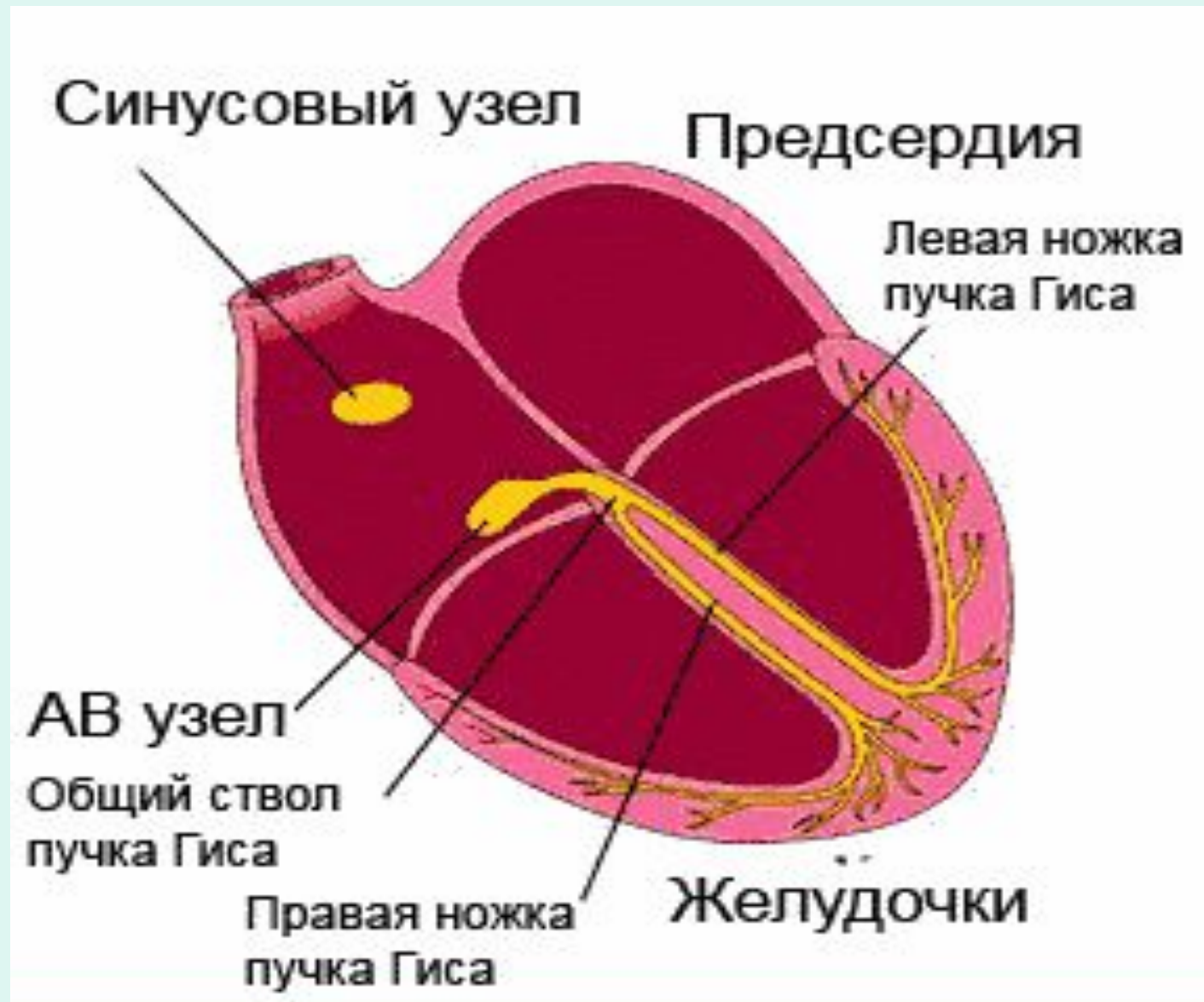
Провідна система серця

Функція: генерація збудження та його проведення до скоротливих кардіоміоцитів.

Провідна система представлена:

- -синусно-передсердний вузол
- - передсердно-шлуночковий вузол
- -передсердно-шлуночковий пучок
- -міжвузлові й міжпередсердні комунікації
- -субендокардіальна сітка волокон Пуркіньє

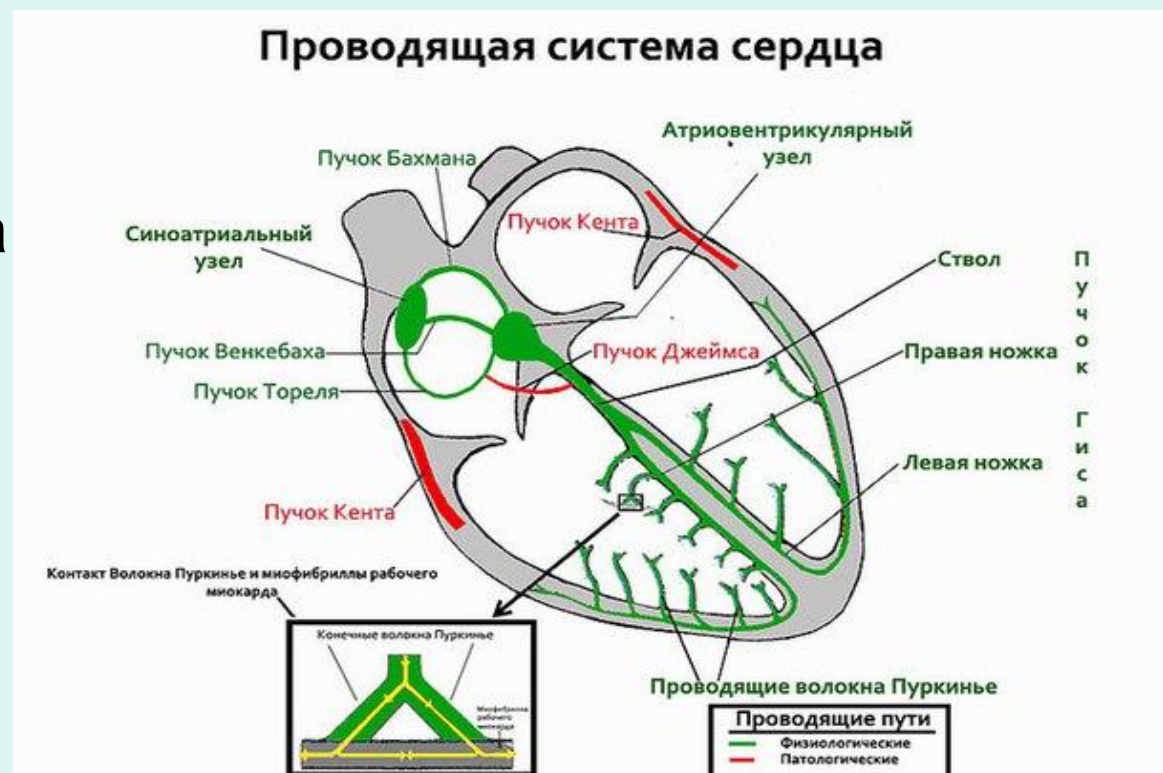
Провідна система серця



Синусно-передсердний вузол

Складається з двох видів клітин:

- Р-клітини генерують електричні імпульси;
- Т-клітини проводять ці імпульси до міокарда передсердь і передсердно-шлуночкового пучка за допомогою волокон, що становлять тракт Бахмана, Венкенбаха Торела.



Передсердно-шлуночковий вузол

Розташований у товщі міжшлуночкової перегородки на межі передсердь і шлуночків. Він складається з Р і Т – клітин. Далі слідує передсердно-шлуночковий пучок - між ними чіткої межі немає.

Далі пучок розгалужується на дві ніжки, що ідуть до лівого і правого шлуночків. Їх волокна Пуркіньє безпосередньо контактують зі стінками скоротливого міокарда.

Трансмембранне транспортування іонів.

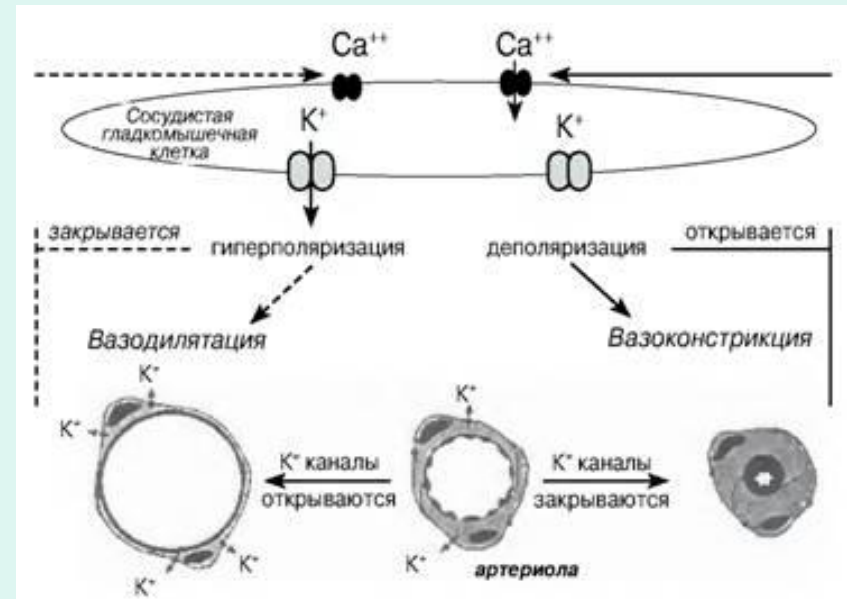
Провідна й скорочувальна функція серця запускається іонними переміщеннями, що утворюють на мембрані електричні потенціали(ПД).

Особливості клітинної мембрани кардіоцитів:

- Вона має інтегральні білки-канали для іонів Na, K, Ca.
- У скоротливому міокарді є швидкі натрієві канали і повільні натрієво-кальцієві канали ,які розташовуються також і в елементах провідної системи.
- ПД швидких каналів -55....-50мВ
- ПД повільних каналів -35....-40мВ
- Калієвих каналів теж два: швидкий і повільний. Швидкий (потенціалзалежний) -35 мВ .Повільний калієвий канал -спрацьовує ,коли рівень вільного кальцію в крові підвищується вище норми (кальцієзалежний).
- Кальцієві насоси здатні виводити іони проти градієнта концентрації та здатні підтримувати градієнти поза- , та внутрішньоклітинною концентрацією.

Ca іонні канали

- В деяких клітинах фаза деполяризації ПД формується за рахунок Ca потоків.
- Це клітини серця, клітини ЦНС, гладенкі м'язові волокна клітин кровоносних судин.
- В клітинах можжечка можуть виникати одночасно Na і Ca канали. В тілі нейрона Na, а в дендритах Ca.
- Витрати енергії АТФ: транспортування 3 іонів K і викачування 2 іонів Na = 1 АТФ.
- А для викачування 1 іона Ca необхідно 2 молекули АТФ.



Блокатори іонних каналів

Блокатори іонних каналів

<u>Na</u> лідоканін , коканін , анестетики. Тетратоксин -токсин риби фугу,токсин молюска Аляски.	<u>K</u> амідопирин , іберіотоксин (для лікування міостеній)	<u>Ca</u> використовують для лікування гіпертоній, ШКТ
---	--	--

Генетичні вроджені дефекти

Генетичні вроджені дефекти

<u>Na</u> ефект миттєвої смерті, епілепсія	<u>K</u> вроджена глухота , серцеві захворювання , конвульсії	<u>Ca</u> паралічі , мігрені , куряча сліпота
---	--	--

Мембранний потенціал

Мембранний потенціал вперше зареєстрував Монтелуччі.МП виникає внаслідок вирівнювання іонів калію внутрішньо- та зовнішньо - мембрани клітини $K=K$

- Негативний заряд формується за рахунок виходу іонів натрію ,за рахунок органічних аніонів ,та Cl наближеного до поверхні мембрани.
- ПД залежить від зовнішньої клітинної концентрації Na та відкриття натрієвих каналів.
- **ПД**-це вихід запасу енергії на мембрані.

Властивості ПД :

- Визивається надпороговими подразником;
- Амплітуда не залежить від сили подразнення;
- Розповсюджується по всій мембрані не затухаючи;
- Пов'язаний із збільшенням іонної проникності мембрани(відкриття іонних каналів);
- Не сумується.

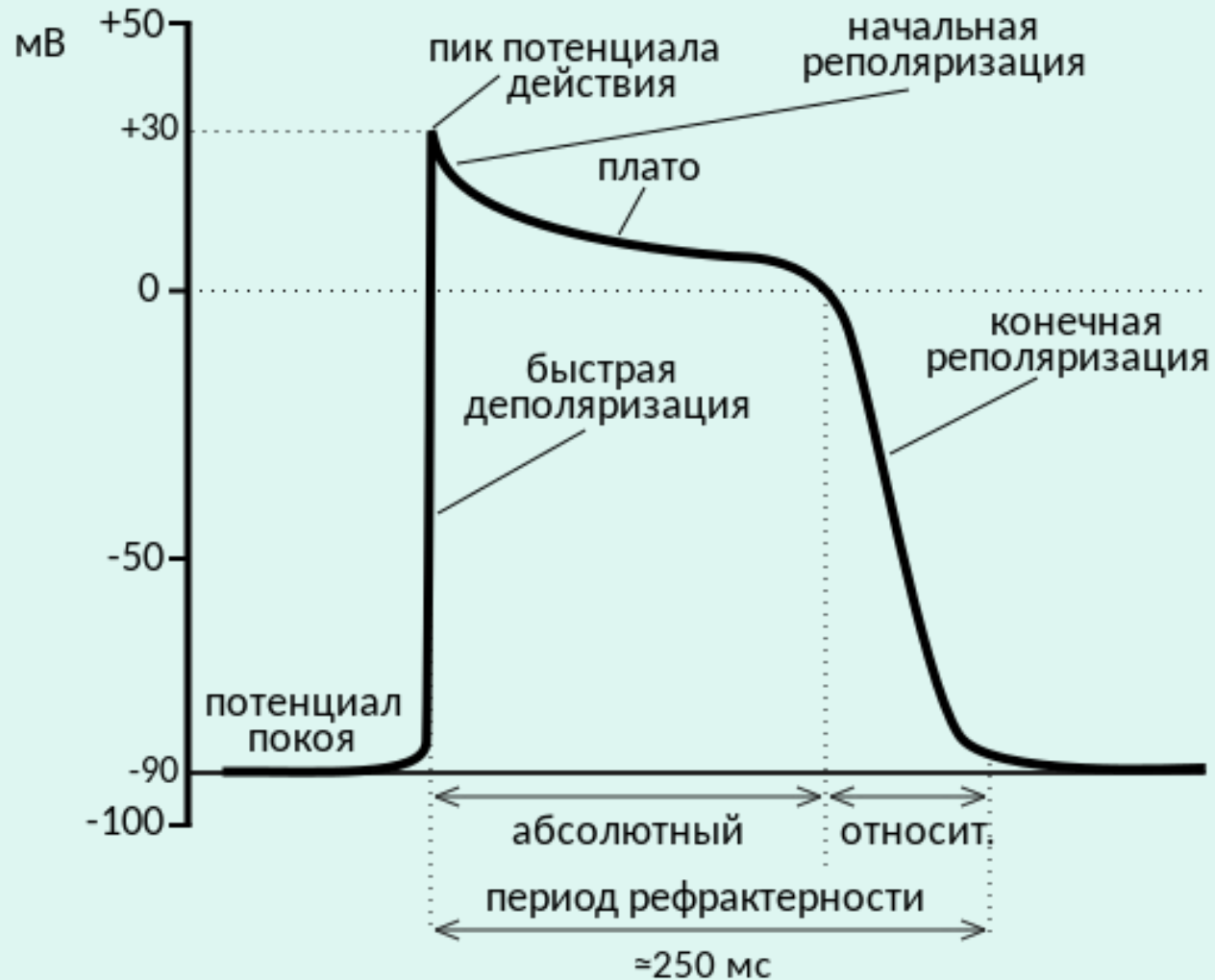


Рефрактерність

Рефрактерність - тимчасова інактивація натрієвих каналів. В цей час відновлюється збудливість.

1. Абсолютна - ПД не виникає за будь-яких подразників;
2. Відносна - сильний подразник може викликати ПД.

Рефрактерність



В нормі збудження періодично виникає в синусно-передсердному вузлі і розповсюджується на передсердя, а потім на шлуночки.



❖ Синусний вузол - регулятор ритму серця

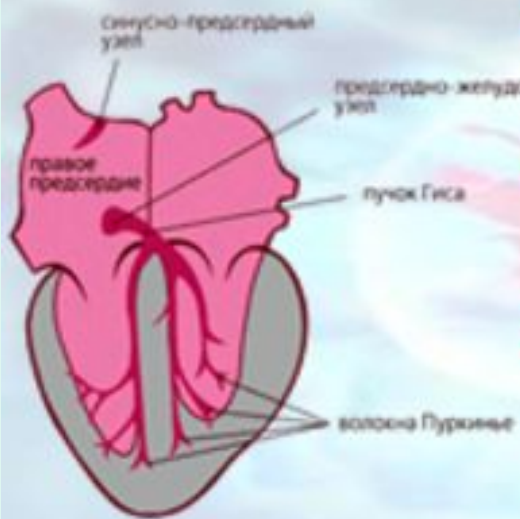
Виникає збудження

❖ Провідна система

Збудження проводиться

❖ Скоротлива мускулатура серця

Виникає скорочення



Властивості міокарда

- **Збудливість**

ПС переходить у ПД без згасання передається на сусідні кардіоміоцити. Збудження розповсюджується на всі Відділи. Закон "Все, або нічого"

- **Автоматизм**-це здатність міокарда збуджуватися, а потім скорочуватися під впливом збудження.

- **Провідність**

Збудження ,що виникло у синусному вузлі ,проводиться передсердям на шлуночки волокнами Венкенбаха, Торела, Бахмана

- **Скоротливість** - Деполяризація мембрани кардіоміоцитів зумовлює подальше скорочення.

- **Рефрактерність**

Розрізняють абсолютну і відносну рефрактерність.

- Абсолютна-характеризується відсутністю відповіді на дію подразника будь-якої сили-це наслідок інактивзації Na каналів .
- Відносна — характеризується надходженням подразника із силою ,що більша за звичайну ,може спричинити позачерговий ПД.

- **Енергетика м'язового скорочення**

У саркоплазмі кардіоміоцитів мало АТФ тому

вона постійно синтезується

-креатинфосфокіназний синтезує

-гліколітичний

-аеробне окислення

Нагнітальна функція серця

- Серце під час скорочення виштовхує кров у артерії. Цю функцію виконують шлуночки, які з обох боків мають клапани.
- Клапани призначені для регулювання кровотоку . Передсердно-шлуночковий запобігає зворотному току крові в передсердя.

Аортальний і легеневий -запобігають

поверненню крові з судин у шлуночки під час діастоли. Відкриваються і закриваються клапани пасивно-током крові.

Серцевий цикл - циклічна зміна

розслаблення(діастола) і скорочення (систола) називають серцевим тиском .ЧСС 75 /хв.

Робота серця

1. Під час діастолу серця (розслаблення)

атриовентрикулярні клапани відкриті, а півмісяцеві клапани аорти і легеневого стовбура – закриті. Кров з порожнистих вен заповнює праву частину серця, а через легеневі вени – ліву частину серця.

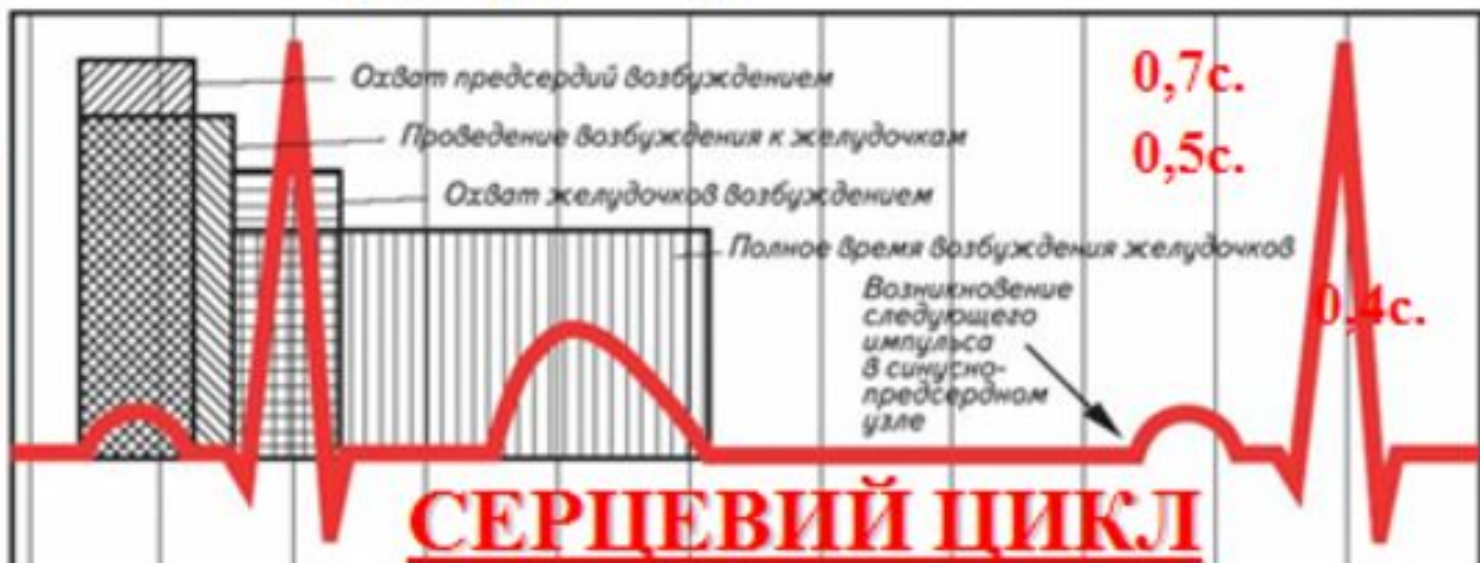
2. Під час систолу передсердь (скорочення передсердь) шлуночки повністю заповнюються кров'ю, при цьому виключається повернення крові в порожнисті та легеневі вени, за рахунок клапанів.. Під час наповнення шлуночків кров'ю тиск в них підвищується, що призведе до закриття атриовентрикулярний клапанів.

3. **Систола шлуночків** (скорочення шлуночків)

– під час систоли шлуночків тиск в шлуночках підвищується, сухожильні нитки стулок атриовентрикулярних клапанів натягуються і не дають повернутися їм в сторону передсердя.

До кінця систоли шлуночків тиск в них стає більшим, ніж тиск в аорті і в легеневому стовбурі, що призведе до відкриття півмісяцевих клапанів і кров із шлуночків тече в аорту і легеневий стовбур.

4. **Під час діастоли шлуночків** тиск в них падає, півмісяцеві клапани закриваються, що створює перешкоду зворотному притоку крові з аорти і легеневого стовбура в шлуночки.



СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ

Первый тон сердца второй тон сердца

I фаза **II фаза** **III фаза**

Время (с)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
ПРЕДСЕРДИЯ		систола	диастола				пауза		
Створчатые клапаны	открыты		закрываются						
ЖЕЛУДОЧКИ			систола		диастола				
Полулунные клапаны					закрываются				

50% працює

50% відпочиває

Один серцевий цикл

СИСТОЛА **передсердь** СИСТОЛА **шлуночків** **Загальна пауза**

Показники роботи серця

Систолічний або ударний об'єм – кількість крові, яку серце викидає в аорту і легеневий стовбур під час першого скорочення.

- Величина залежить від розмірів серця, стану міокарда і організму в цілому.
- У дорослої людини під час відносного спокою УО (систолічний об'єм крові) 50-70мл крові, залежить від статі .
- Перед систолою у шлуночку перебуває приблизно 110-140 мл крові. Це так звана кінцево-діастолічна емність КДЕ, після систоли залишається КСО 40-60 мл.

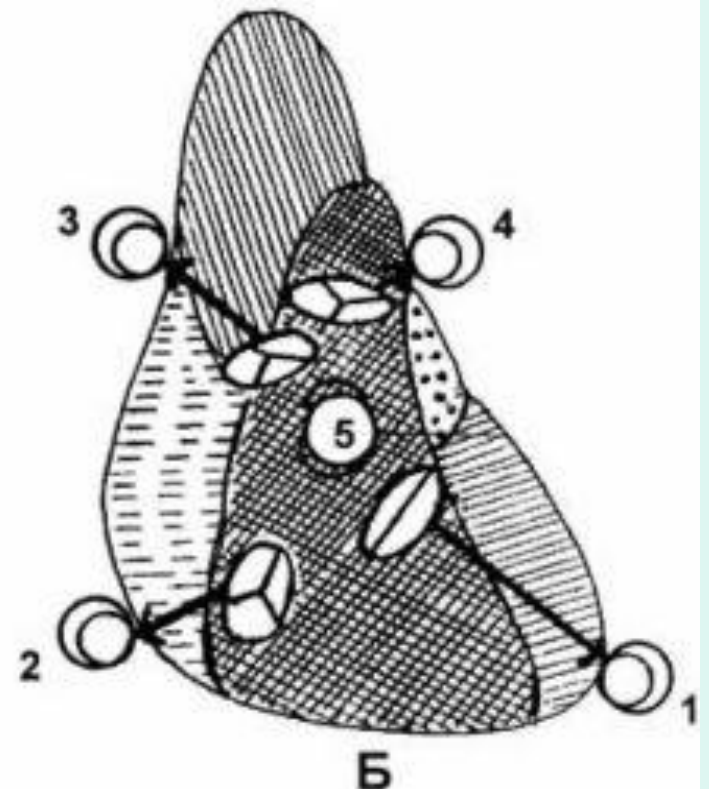
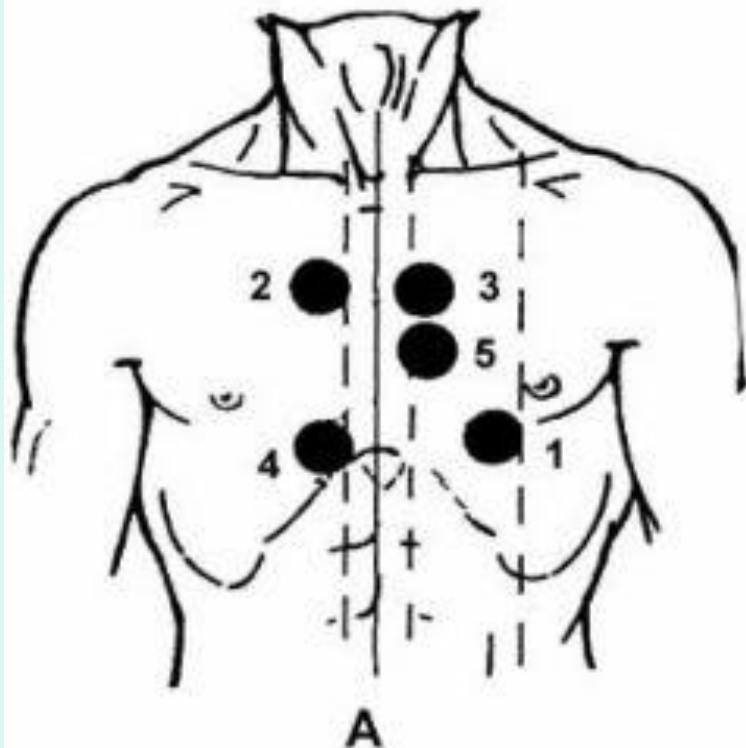
Хвилинний об'єм серця – кількість крові, яку серце викидає в легеневої стовбур і аорту за одну хвилину. В середньому ця цифра 3 – 5 літрів.

Верхівковий поштовх

- Верхівка серця під час систоли піднімається і натискає на грудну клітку в області лівого п'ятого міжребер'я.
- У худих людей його видно, у інших він відчувається пальпаційно.

Тони серця

- I тон-систоличний 0.14 сек. Систола шлуночків
- II тон-діастолічний 0.11 сек. Діастола шлуночків.



Закони серцевої діяльності

Закон Франка Старлінга:

“ Чим більше кров'ю наповнюється шлуночок, тим сильніше він розтягнеться, тим сильніше відбудеться скорочення м'язів шлуночка і відповідно більше крові витече з шлуночка.”. Тому надмірне розтягнення м'язових волокон зумовить зниження сили серцевих скорочень, негативний іотропний ефект, що трапляється при збільшенні кінцевого діастолічного об'єму понад 180 мл. За рахунок лише механізму Франка-Старлінга (н-д під час фізичного навантаження ХОК (хвилинний об'єм крові) може збільшитися на 10-13 л\хв.

Закон Бейнбриджа:

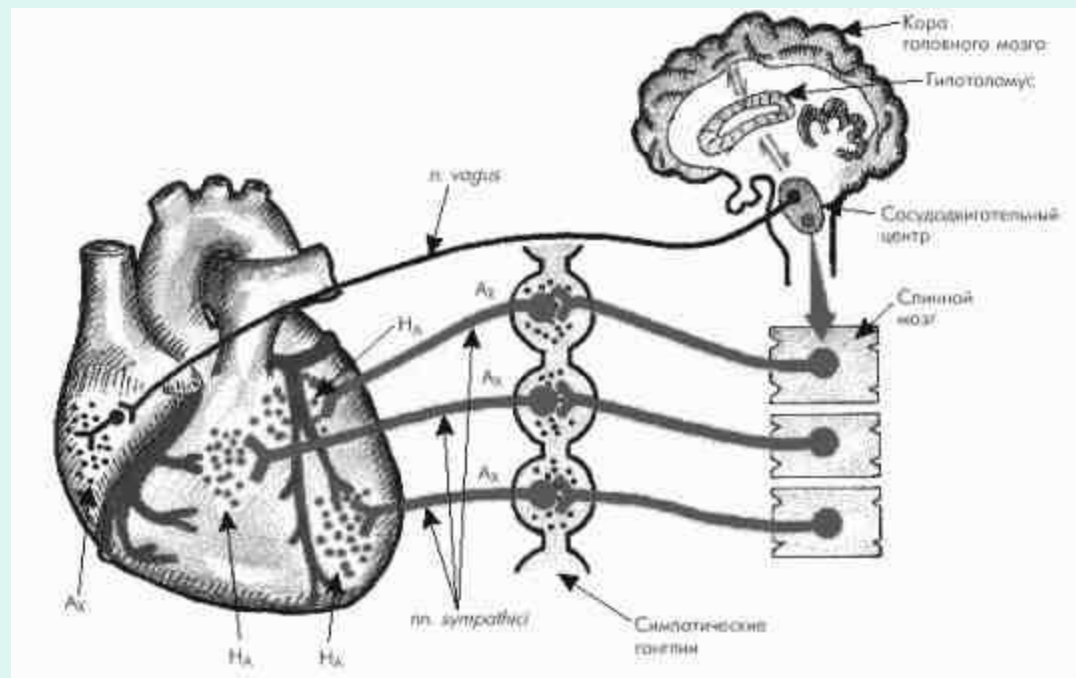
“ Чим більше крові притікає до правого передсердя, тим частішим стає ритм серця ”

Нервова регуляція

Вегетативна нервова система регулює роботу серця.

Блукаючи симпатичні нерви іннервують серце.

- подразнення блукаючих нервів призводить до уповільнення роботи серця;
- подразнення симпатичних нервів призводить до збільшення частоти серцевих скорочень.



Іонні механізми регуляції

- В судинах розміщені багаточисленні рецептори, які реагують на зміну хімічного складу крові і на змінення артеріального тиску.
- Так при зменшенні вмісту іонів Са збудливість і скоротливість міокарда знижується ,а при збільшенні, навпаки, посилюються.
- Різке збільшення іонів К в крові зумовлює підвищення ПС.К=К(зовнішньо та внутрішньоклітинно)-в результаті зменшується ЧСС .Навіть до повної зупинки серця (використовують у клініці під час операцій на серці)
- Різке зменшення вмісту Na теж призводить до зменшення ЧСС.В основі цього явища лежить порушення трансмембранного транспортування Na і Са, а також порушення збудливості і скоротливості серця.

Нервово-рефлекторна регуляція

Основні відділи нервових центрів ,що регулюють роботу серця знаходяться у довгастому мозку .На рівні довгастого мозку за регуляцію роботи серця відповідає парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи і тісно взаємодіють з торакальним відділом симпатичної нервової системи.

- Збудження симпатичних нервів посилює роботу серця й звужує просвіт судин,
- Парасимпатичний навпаки пригнічує. Впливає на синхронну взаємодію цих систем і блукаючий нерв.

Гуморальна регуляція

На діяльність серця впливають:

- гормони (тироксин, кортизол, адреналін тощо..)
- електроліти (Ca, K, Na)
- біологічно активні речовини (ангіотензин ,гістамін АХ...).
- Основні з них:
 - **ацетилхолін** – діє разом з парасимпатичною системою (блукаючи нерви);
 - **адреналін** – діє разом з симпатичною системою.

Глосарій

Атриовентрикулярні клапани відділяють передсердя від шлуночків.

Півмісяцеві клапани відділяють аорту від лівого шлуночка, а легеневий стовбур від правого шлуночка
діастола серця (розслаблення) атриовентрикулярні клапани відкриті, а півмісяцеві клапани аорти і легеневого стовбура – закриті. Кров з порожнистих вен заповнює праву частину серця, а через легеневі вени – ліву частину серця.

систола передсердь (скорочення передсердь)
шлуночки повністю заповнюються кров'ю, при цьому виключається повернення крові в порожнисті та легеневі вени, за рахунок клапанів

.

Систола шлуночків (скорочення шлуночків) – під час систоли шлуночків тиск в шлуночках підвищується, сухожильні нитки стулок атриовентрикулярних клапанів натягуються і не дають повернутися їм в сторону передсердя

Діастола шлуночків тиск в них падає, півмісяцеві клапани закриваються, що створює перешкоду зворотному притоку крові з аорти і легеневого стовбура в шлуночки.

Систолічний або ударний об'єм – кількість крові, яку серце викидає в аорту і легеневий стовбур під час першого скорочення

Хвилинний об'єм серця – кількість крові, яку серце викидає в легеневий стовбур і аорту за одну хвилину

Закон Франка Стерлінга: “ Чим більше кров'ю наповнюється шлуночок, тим сильніше він розтягнеться, тим сильніше відбудеться скорочення м'язів шлуночка і відповідно більше крові витече з шлуночка.”

Закон Бейнбриджа: “ Чим більше крові притікає до правого передсердя, тим частішим стає ритм серця ”

Верхівковий поштовх. Верхівка серця під час роботи Піднімається і натискає на грудну клітку в області п'ятого підребер'я.

Автоматизм серця це здатність серця ритмічно скорочуватися під впливом імпульсів, які утворюються в самому серці.

Використана література

- Физиология человека / Пер. с англ./Под ред. Р.Шмидта и Г.Тевса. — М.: Мир, 2005
- *Судаков К. В.* Нормальная физиология. — М.: Медицинское информационное агентство, 2006. — С. 329. — 920 с
- Физиология человека / под ред. В. М. Покровского и Г. Ф. Коротько. — 3. — М.: Медицина, 2007. — 656 с. —