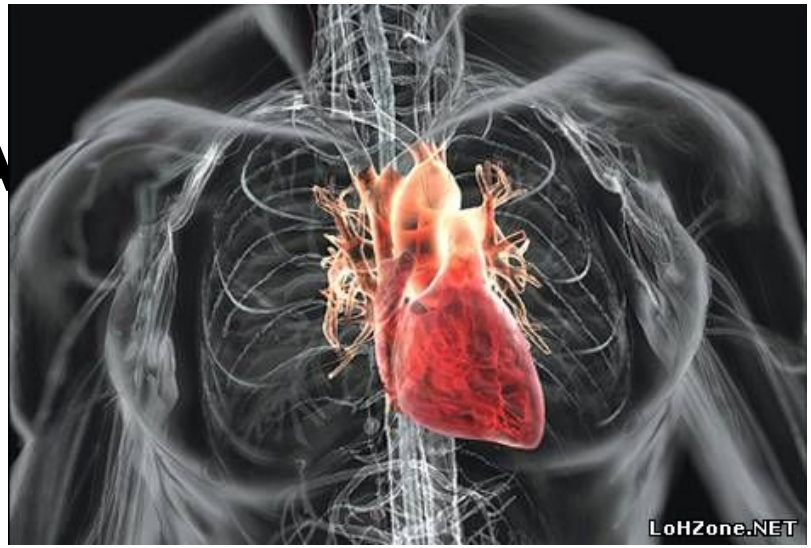
ТАМБОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.Р. ДЕРЖАВИНА

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

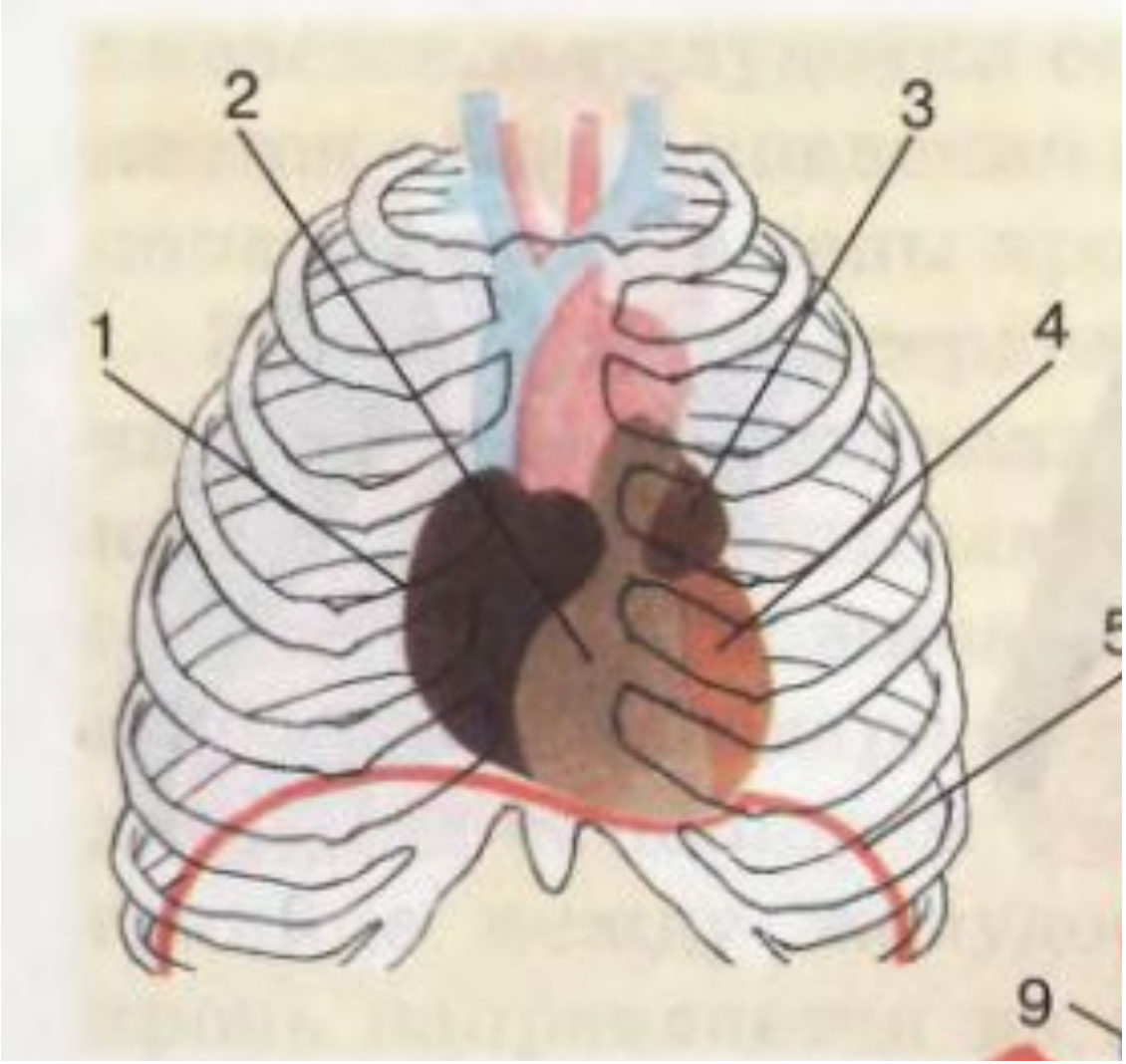
Шутова С.В., к.б.н.,
доцент

Тамбов 2019

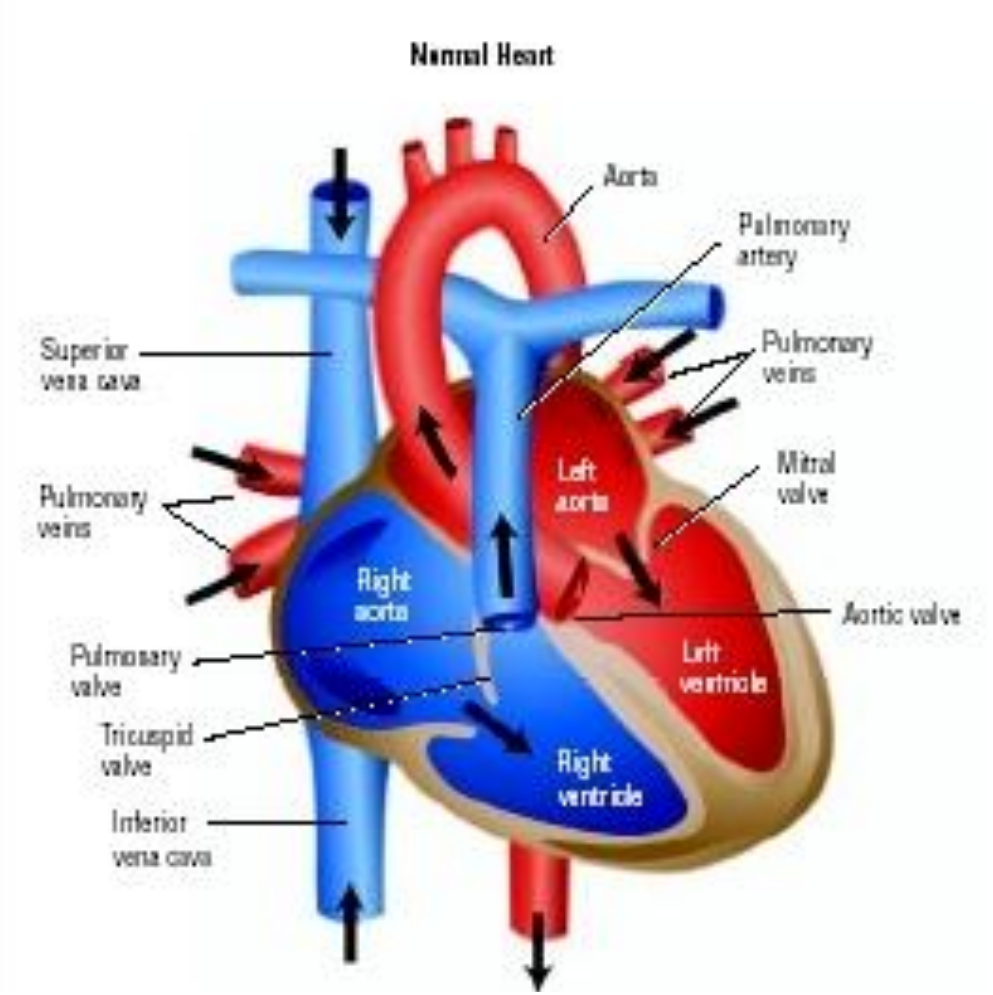
ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА



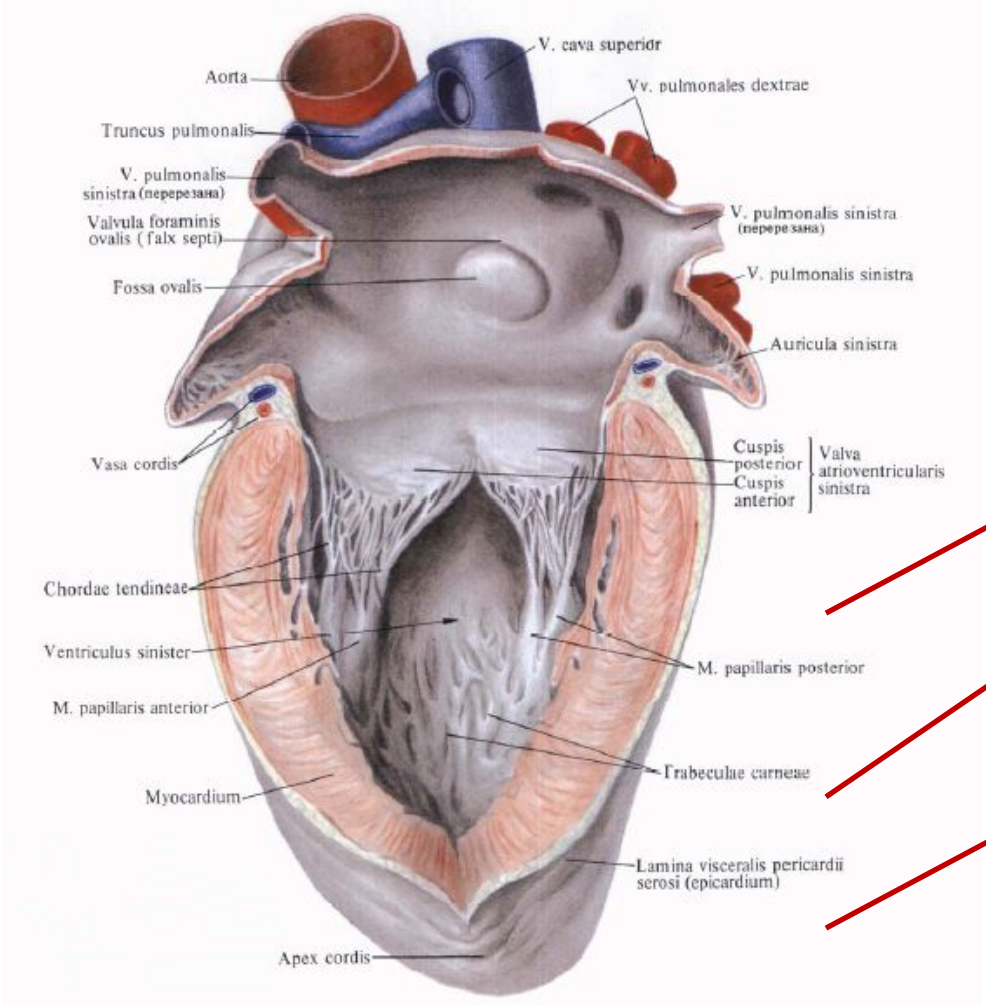
1. Автоматия сердца.
2. Возбудимость сердца.
3. Сократимость сердца.
4. Гемодинамическая функция сердца.
5. Регуляция сердечной деятельности.



Положение сердца в грудной полости



Предсердия и желудочки

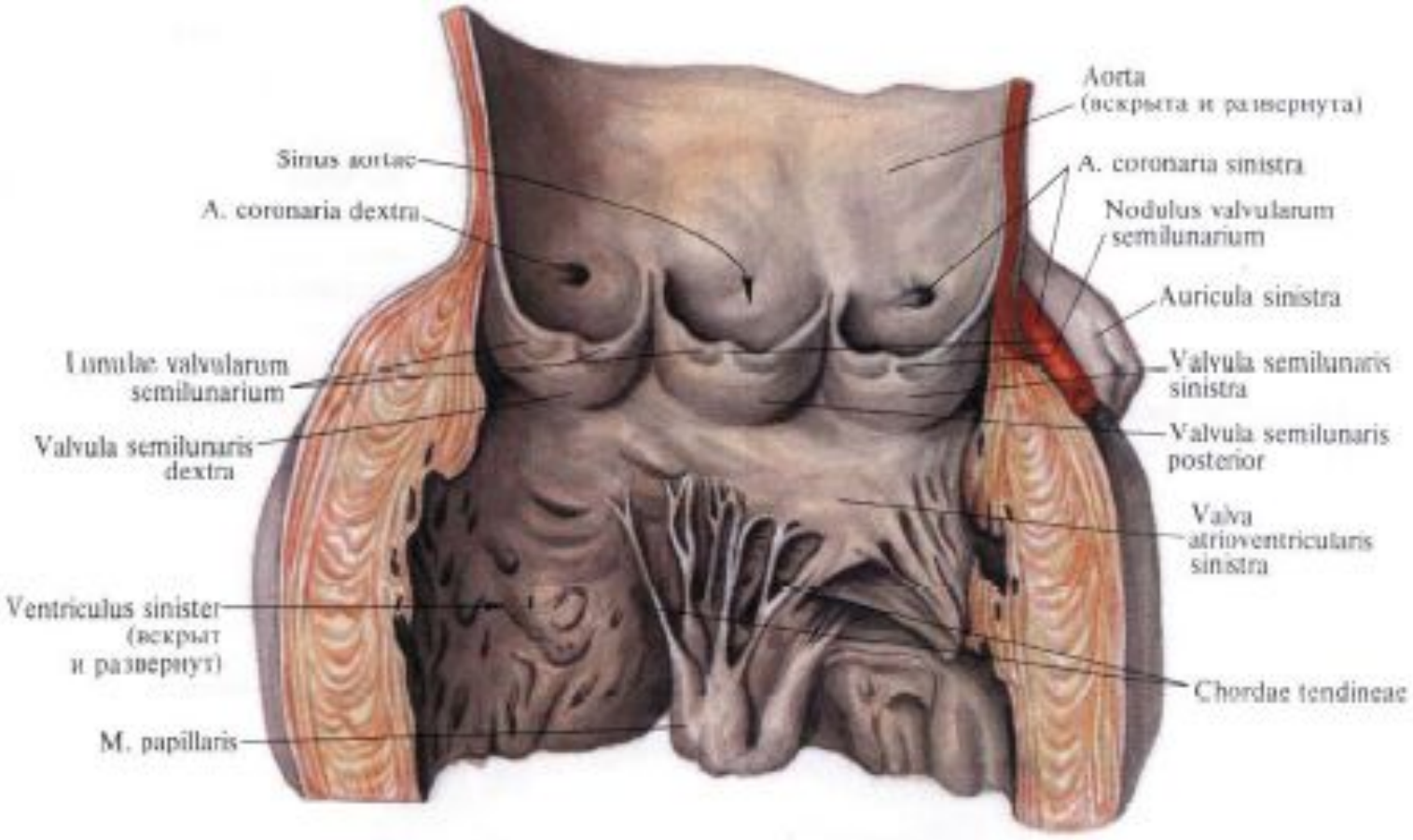


ВНУТРЕННИЙ СЛОЙ (ЭНДОКАРД)

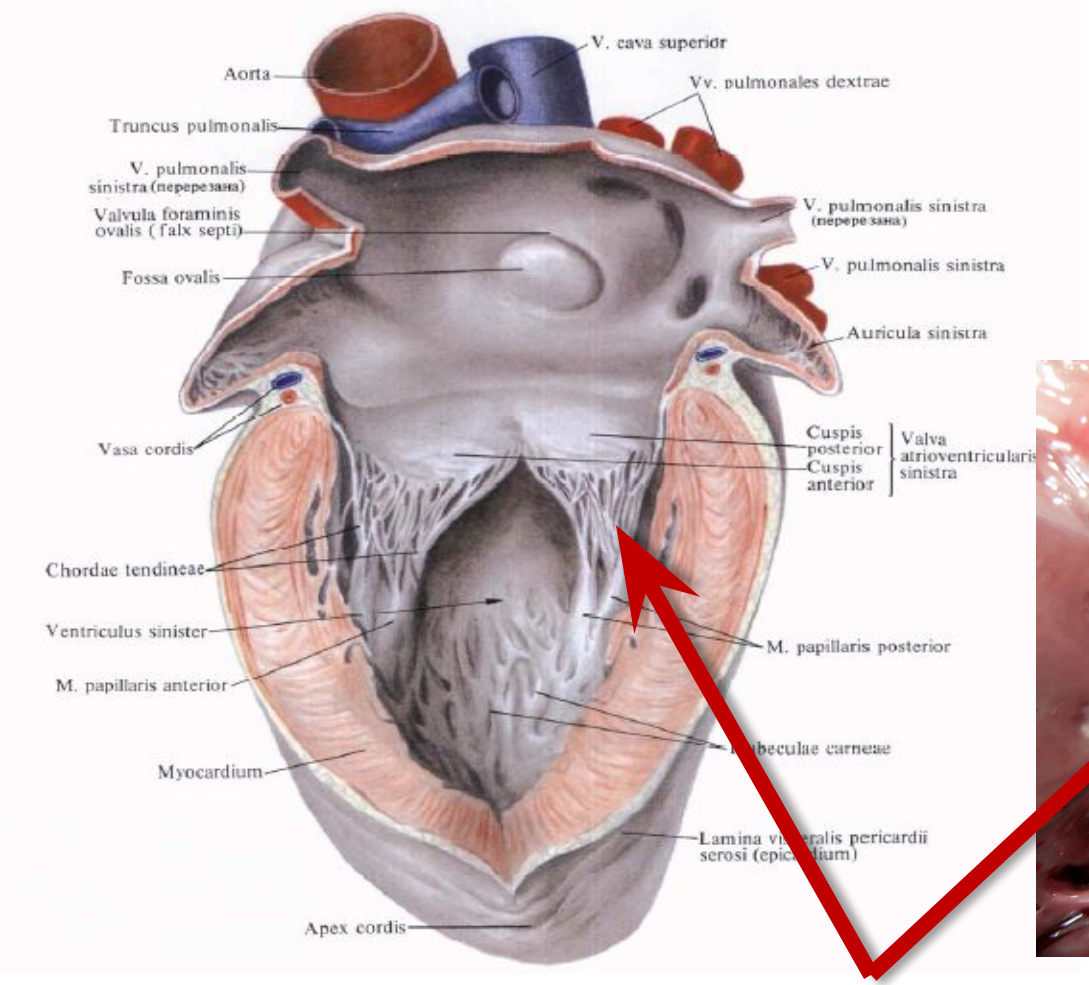
СРЕДНИЙ СЛОЙ (МИОКАРД)

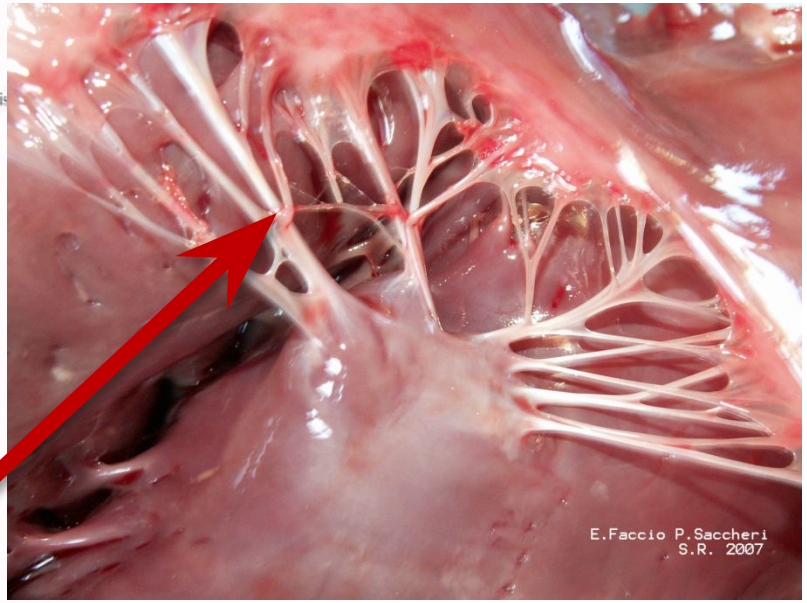
НАРУЖНЫЙ СЛОЙ (ПЕРИКАРД)

Слои стенок сердца

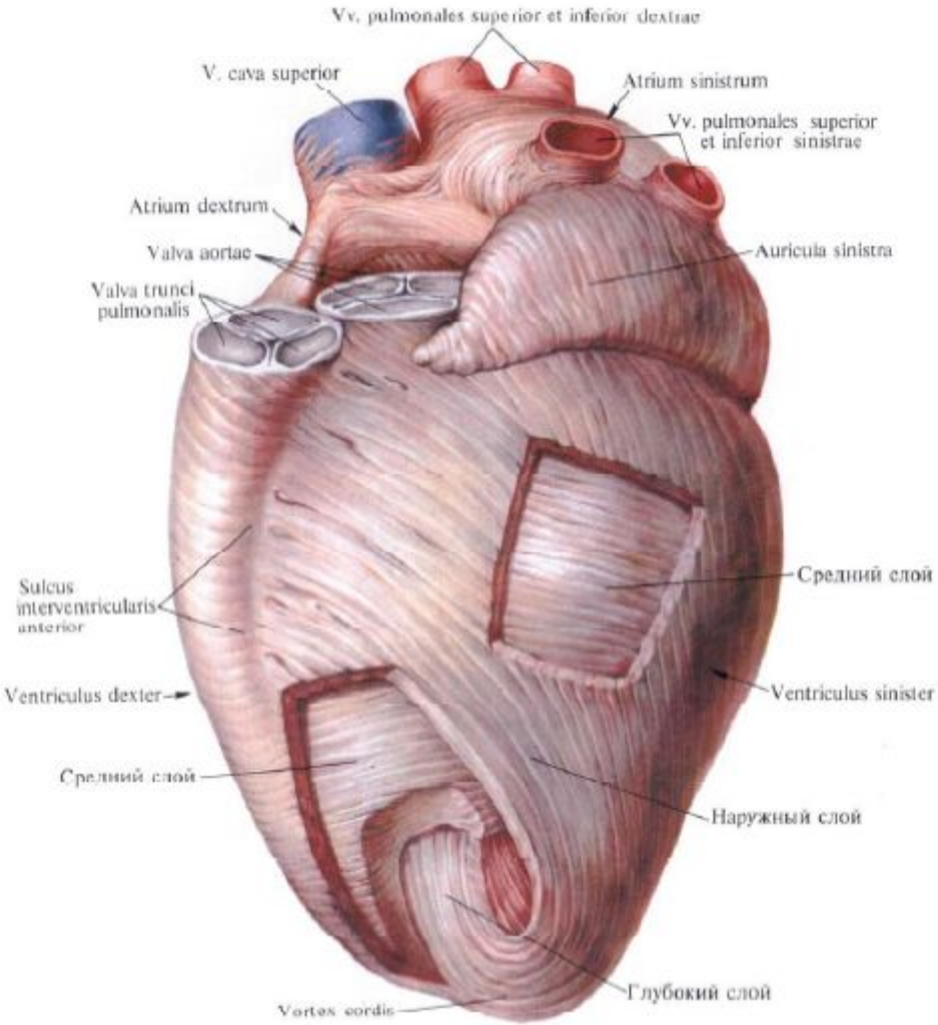


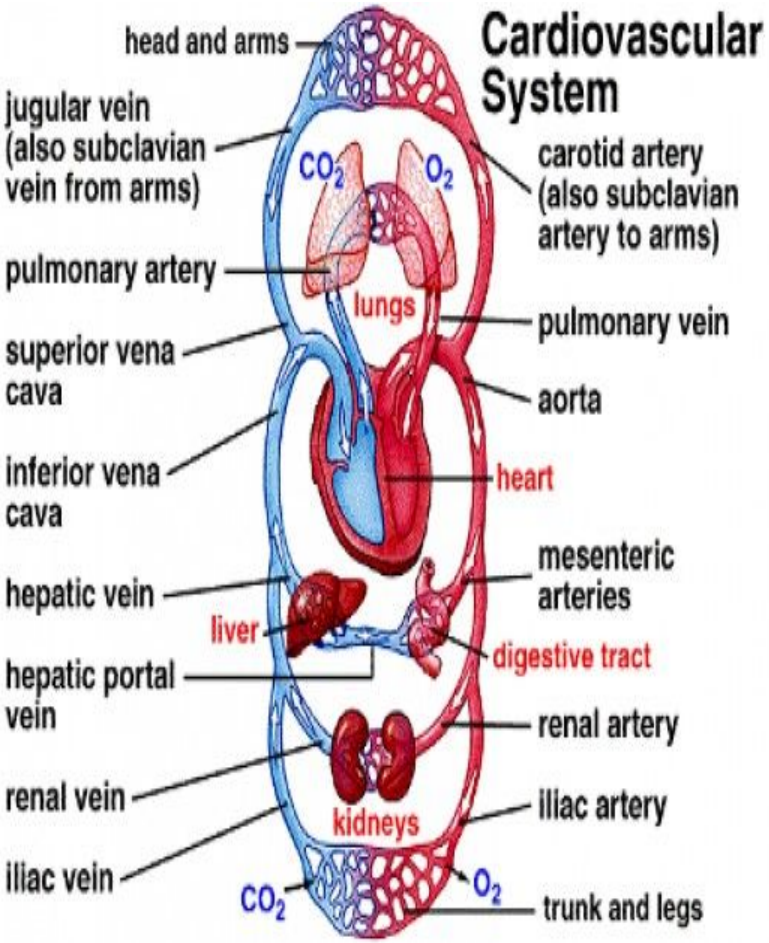
Внутренний слой стенок сердца



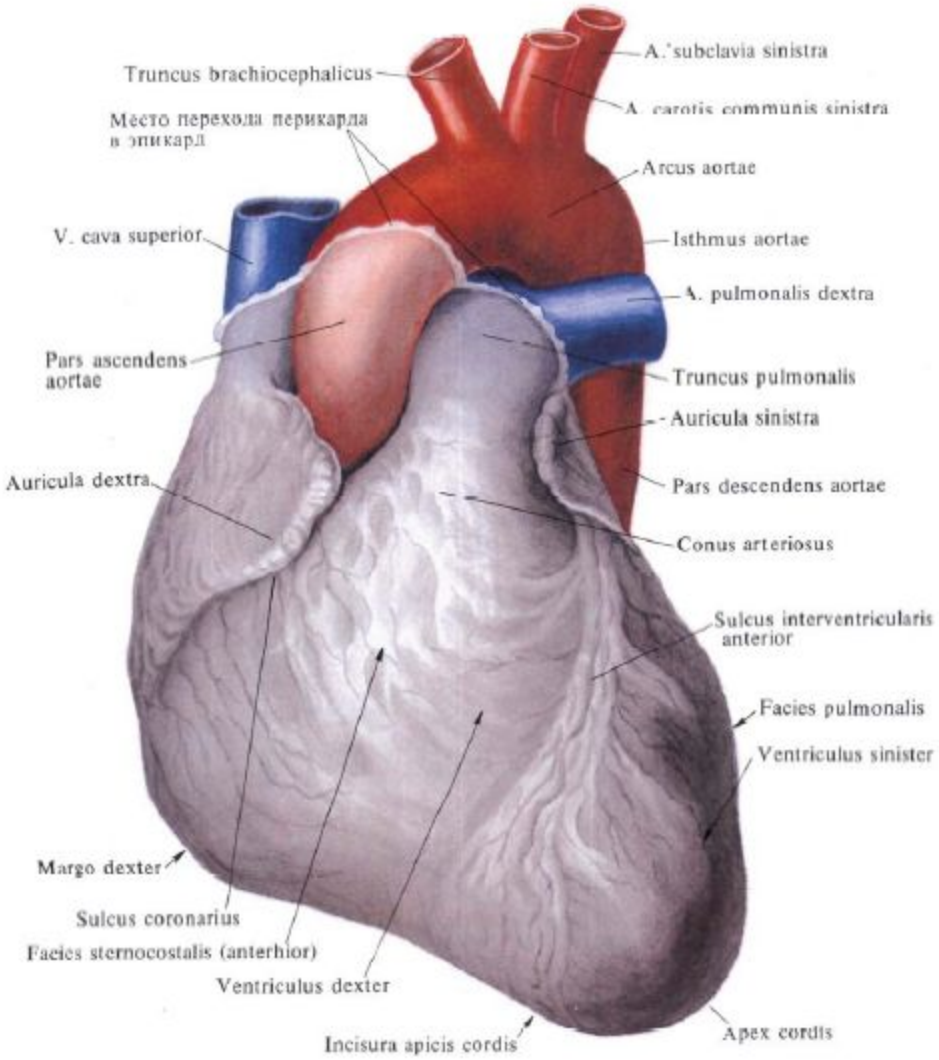


Сухожильные нити сердца

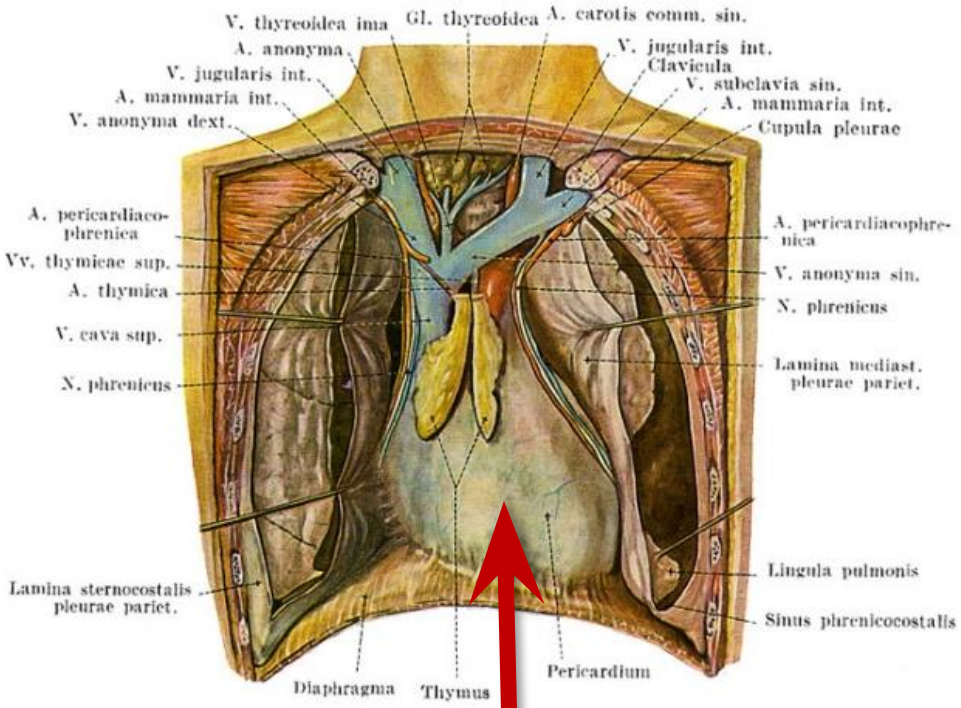


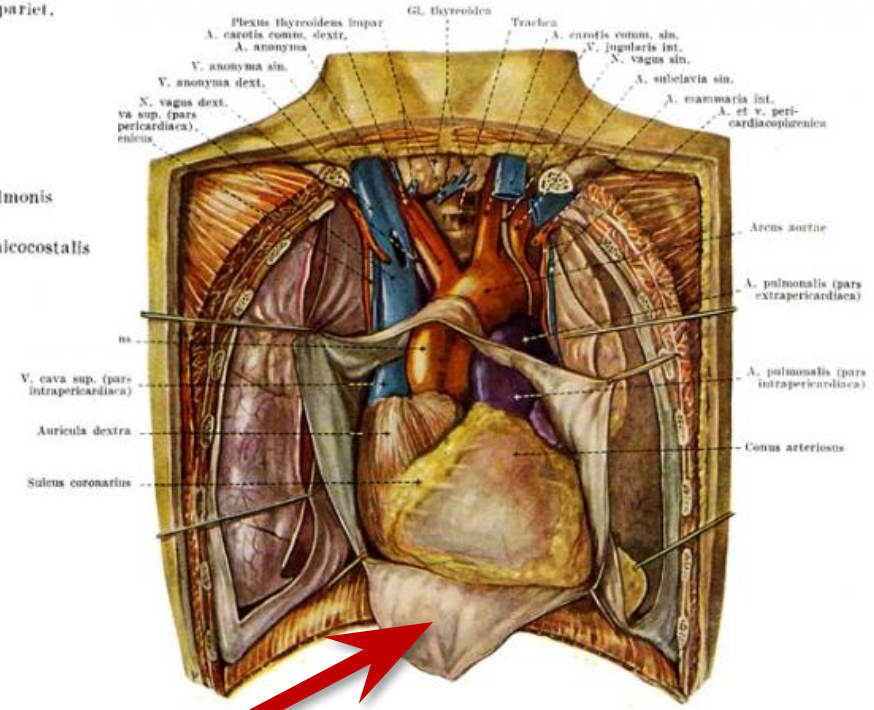


Средний слой стенок сердца (мышечный слой, миокард)

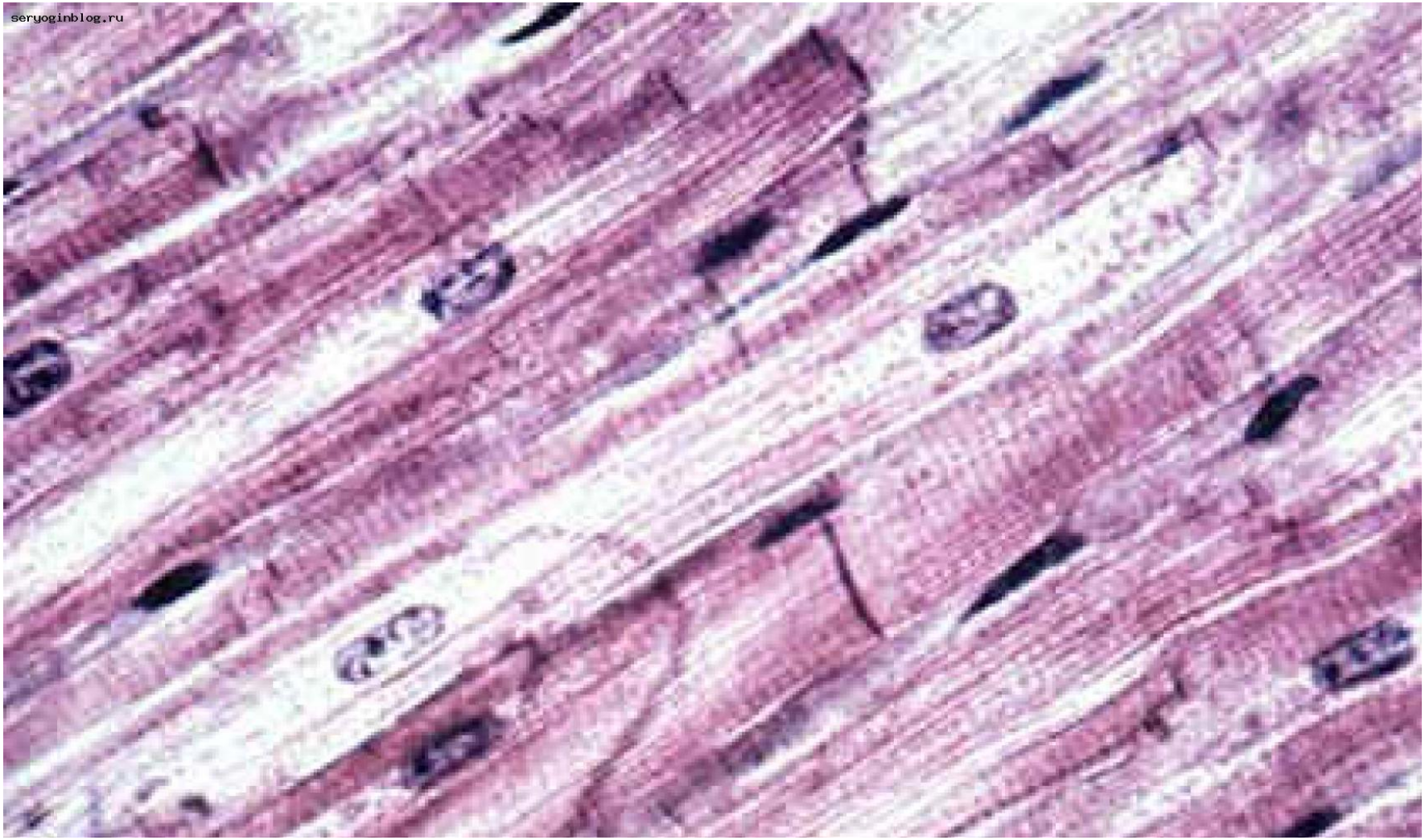


Наружный слой стенок сердца (серым цветом)

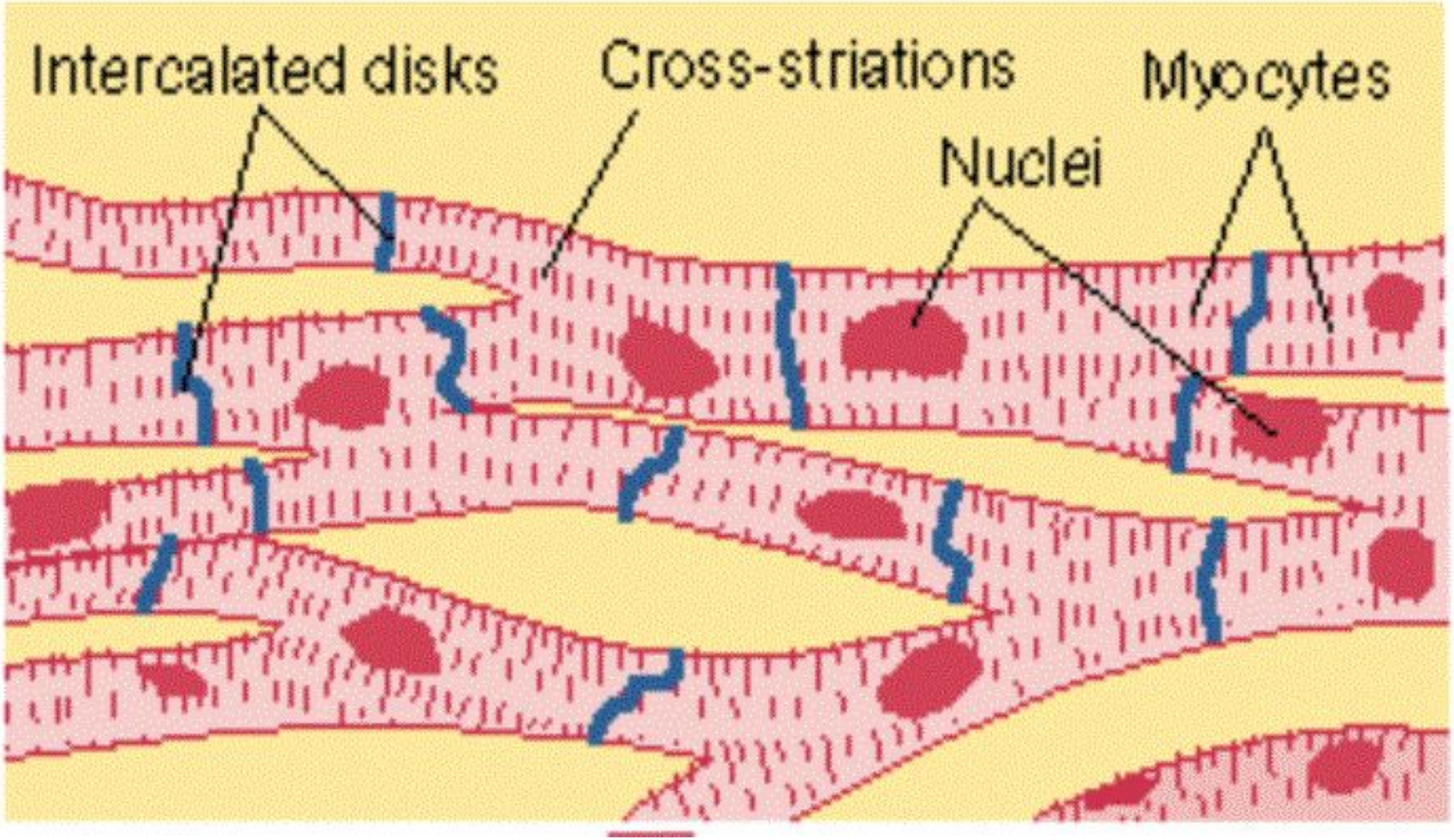




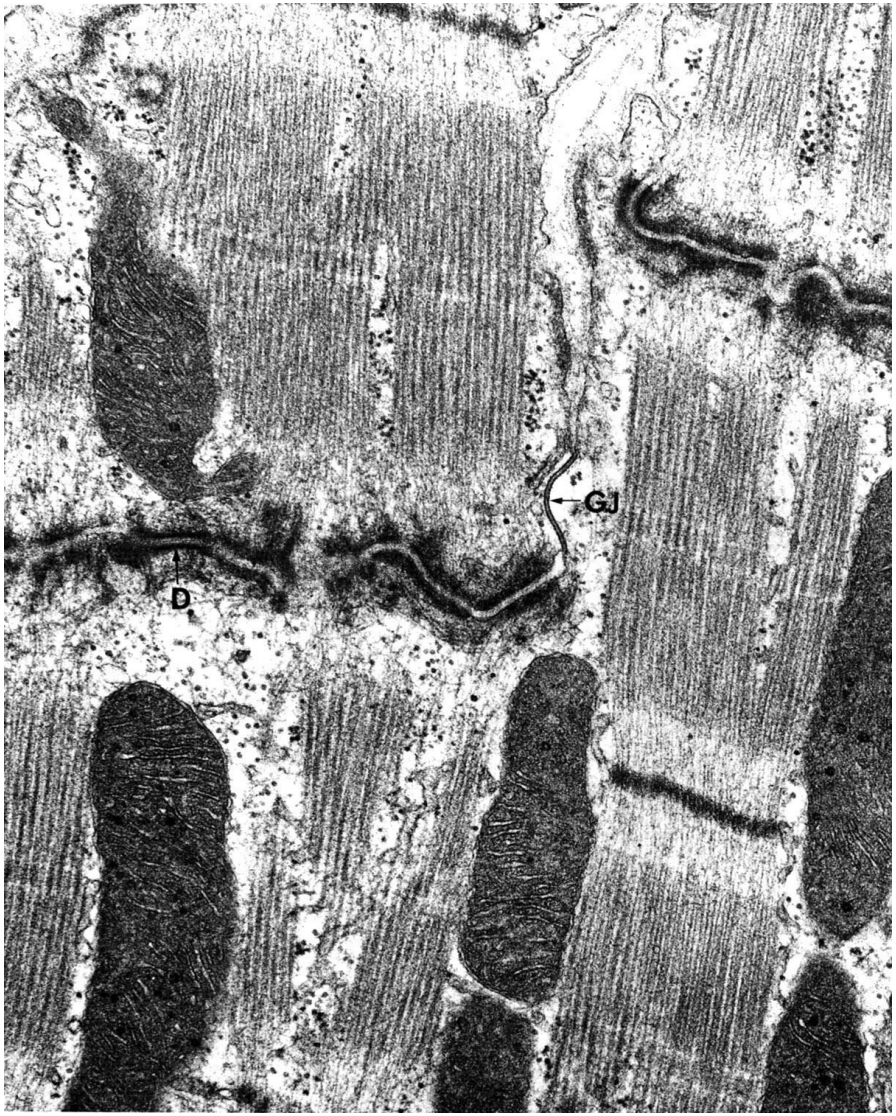
Околосердечная сумка сердца

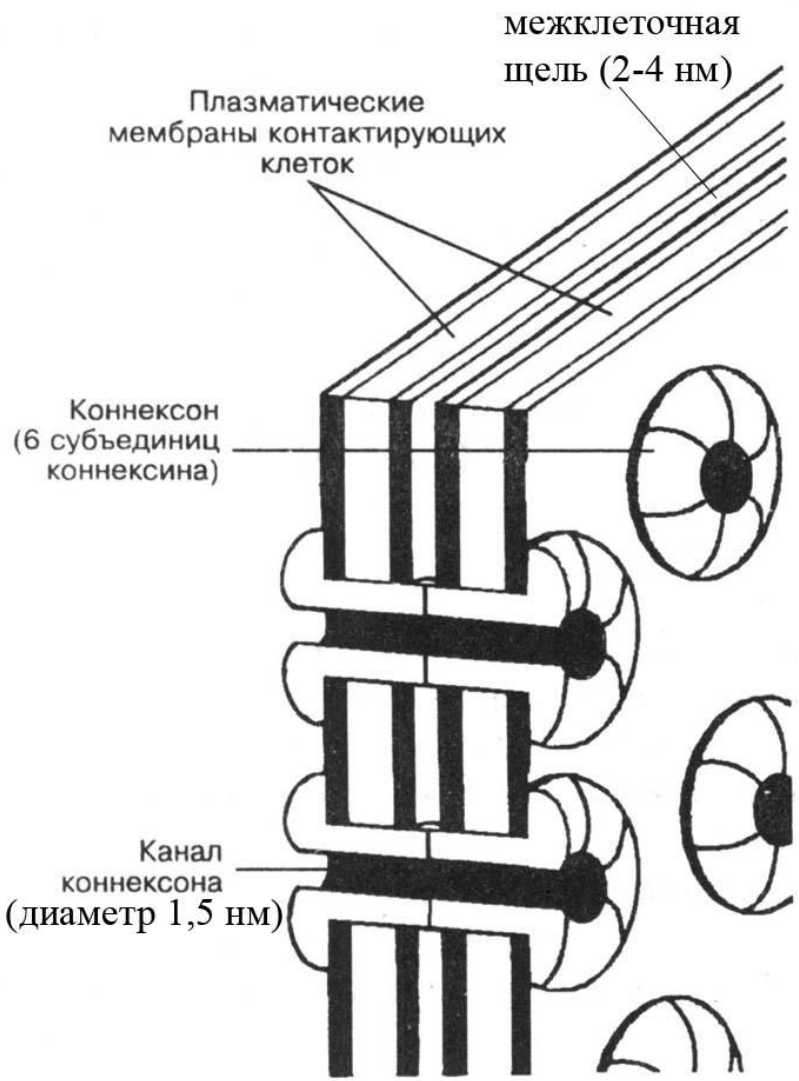


Поперечная исчерченность сердечной мышцы



Соединения кардиомиоцитов (нексусы)



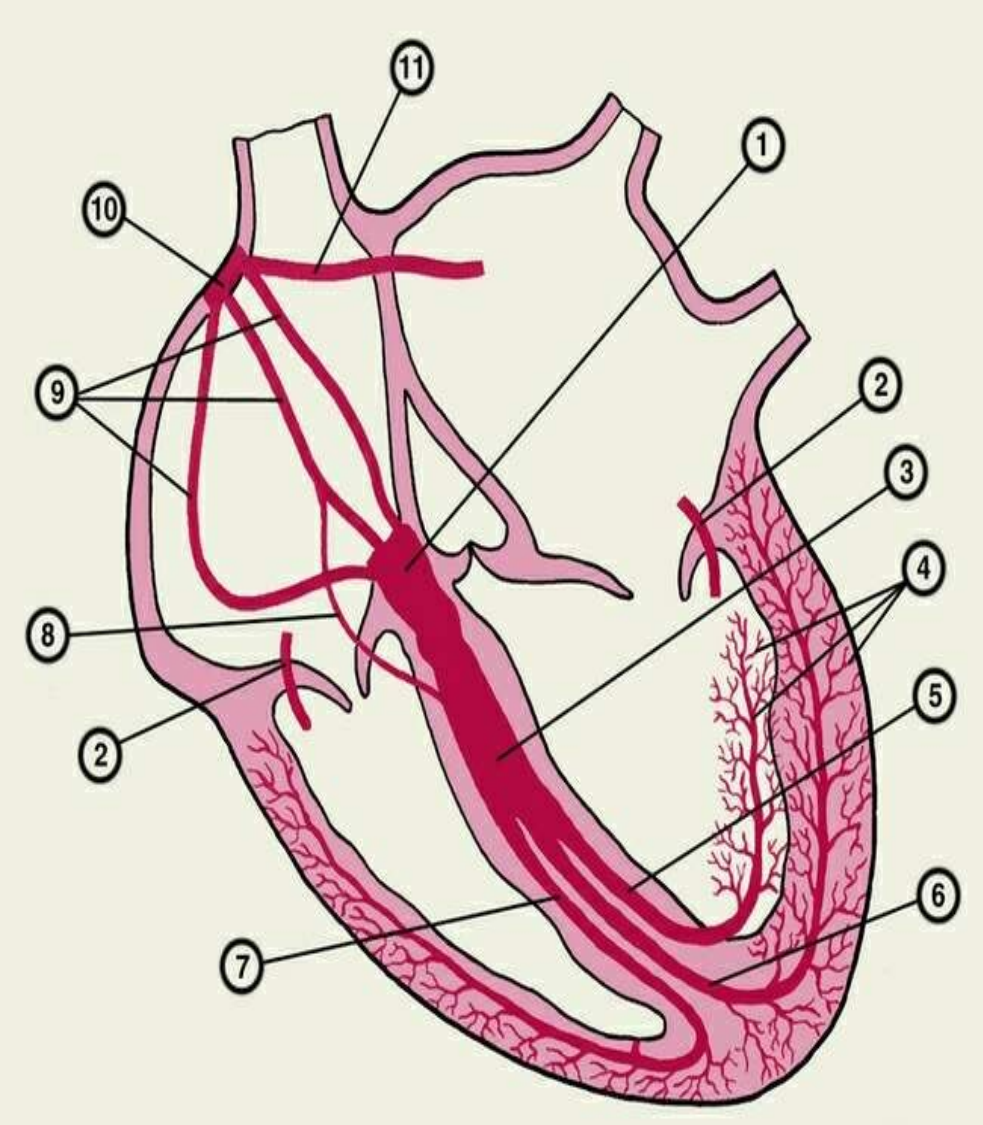


Соединения кардиомиоцитов (нексусы)

1.Автоматия сердца.

Автоматия сердца – это его способность к ритмическому сокращению без внешних раздражений, под влиянием возникающих в самом органе импульсов.

Проводящая система сердца:



10 -синоатриальный узел

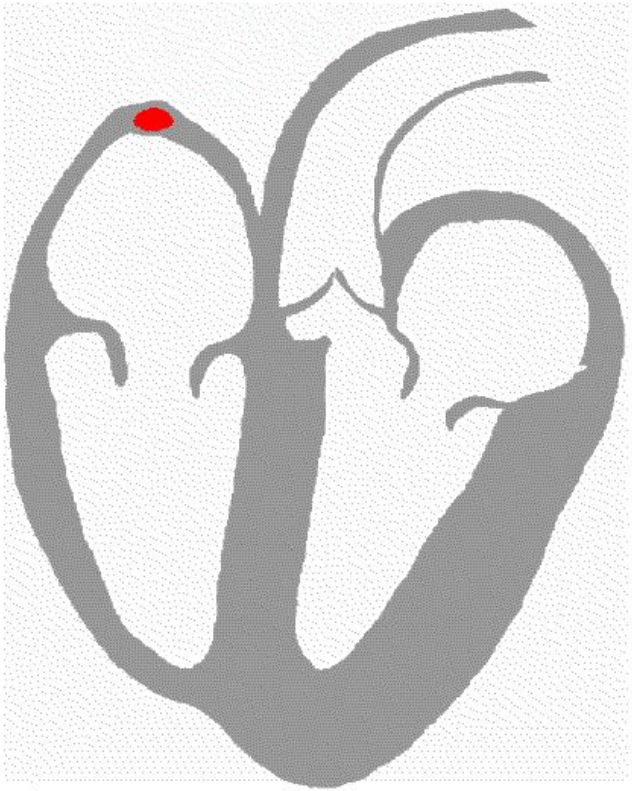
9 - межузловые пучки (Бахмана, Венкебаха, Торела)

1 - атриовентрикулярный узел

3 - пучок Гиса

5,6,7 - ножки пучка Гиса

4 - волокна Пуркинье



Частоту активности миокарда определяет :

Синусно-предсердный узел – пейсмекер первого порядка

60-80 имп/мин

Предсердно-желудочковый узел – пейсмекер второго порядка

40-50 имп/мин

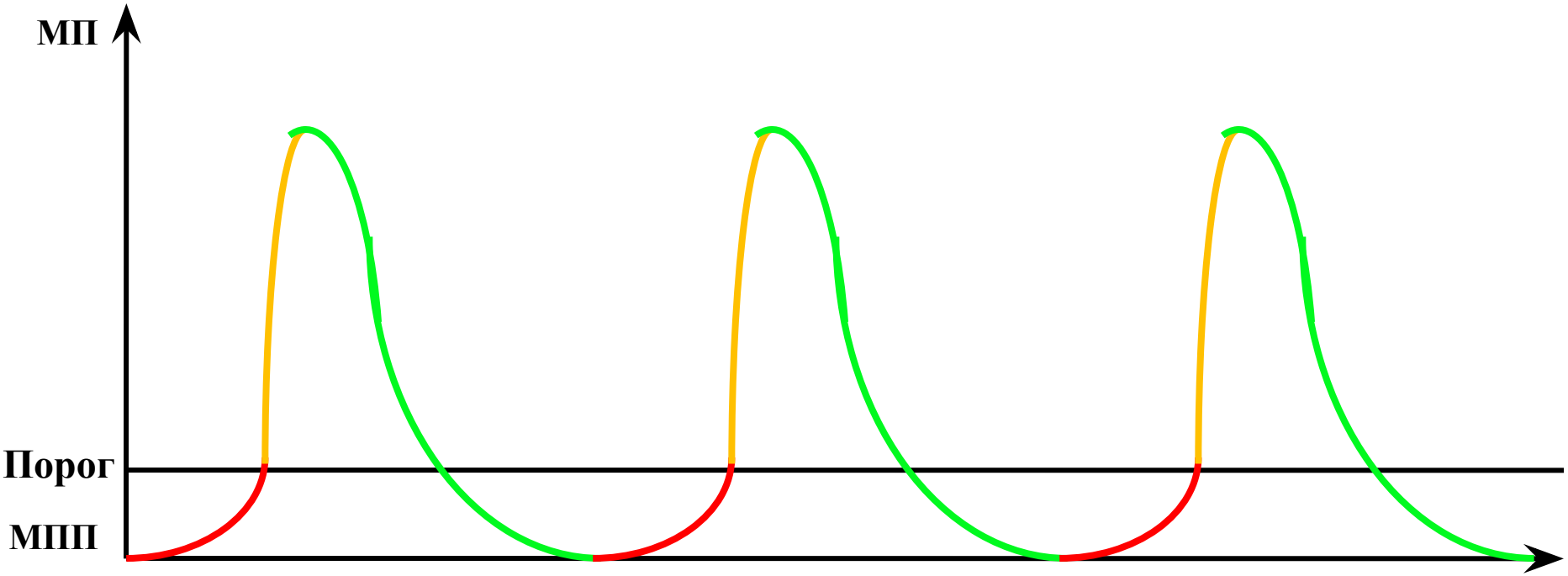
Волокна пучка Гиса и волокна Пуркинье пейсмекеры третьего порядка

20-30 имп/мин

Явление, при котором структуры с замедленным ритмом генерации потенциалов усваивают более частый ритм других пейсмекерных участков называют **усвоением ритма**.

Закон градиента автоматизма сердца – у всех позвоночных степень автоматии тем выше, чем ближе расположен участок проводящей системы к синоатриальному узлу.

ПД клеток синатриального узла



-медленная спонтанная деполяризация;

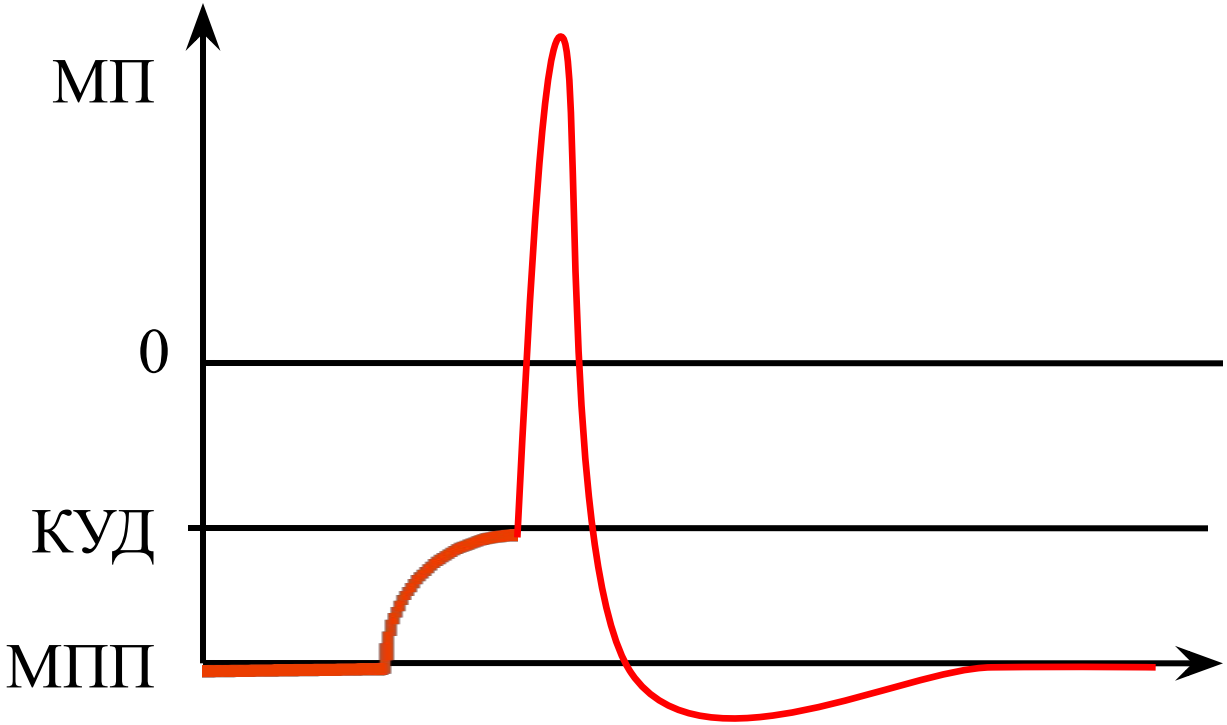
-быстрая деполяризация;

- реполяризация

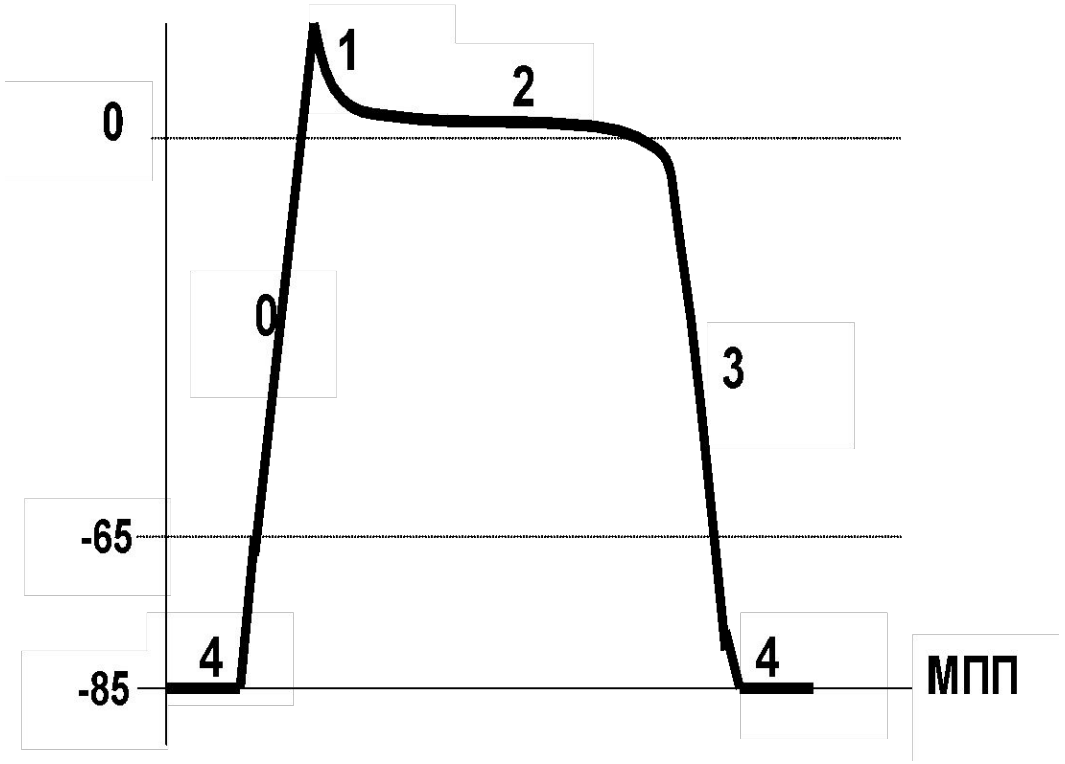
2. Возбудимость сердца

Возбудимость — свойство отвечать на раздражение электрическим возбуждением в виде изменений мембранного потенциала (МП) с последующей генерацией ПД.

ПД нервной клетки

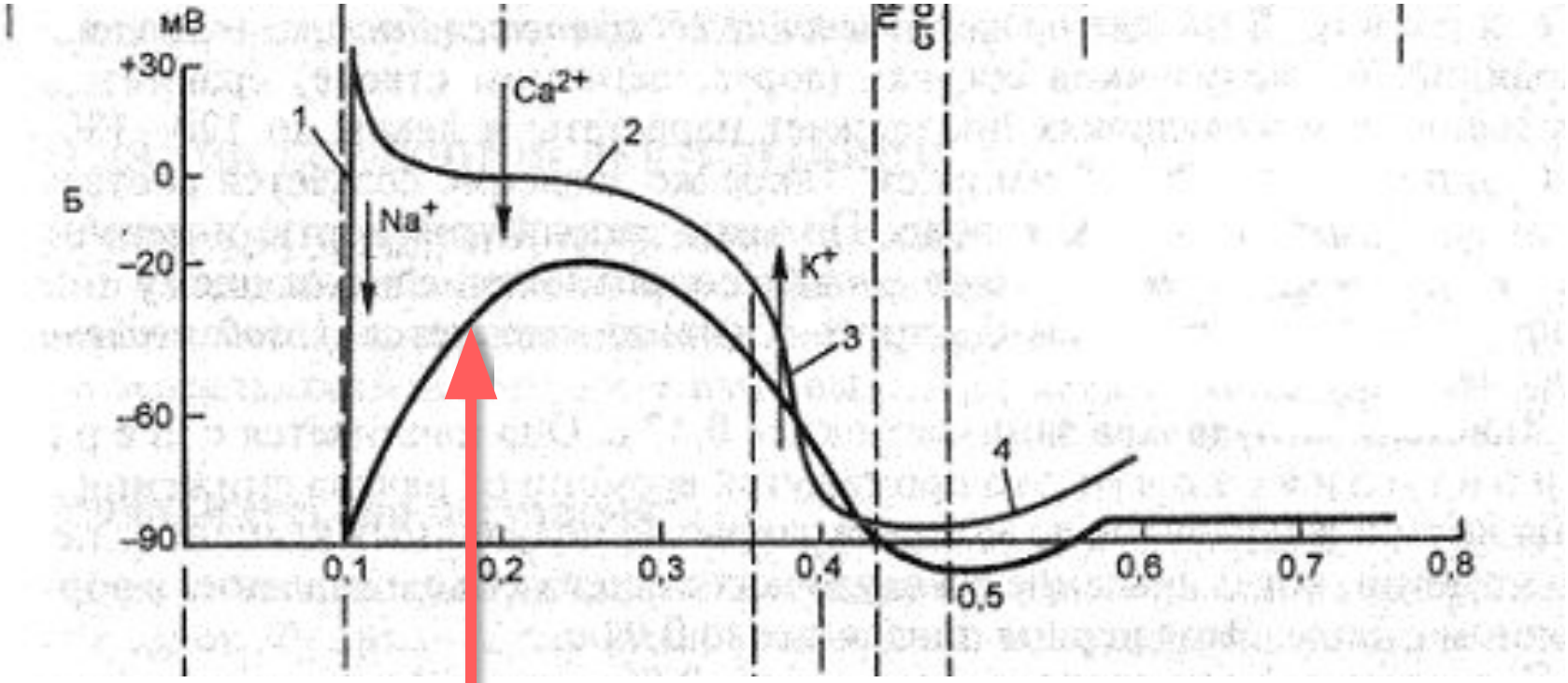


ПД кардиомиоцита



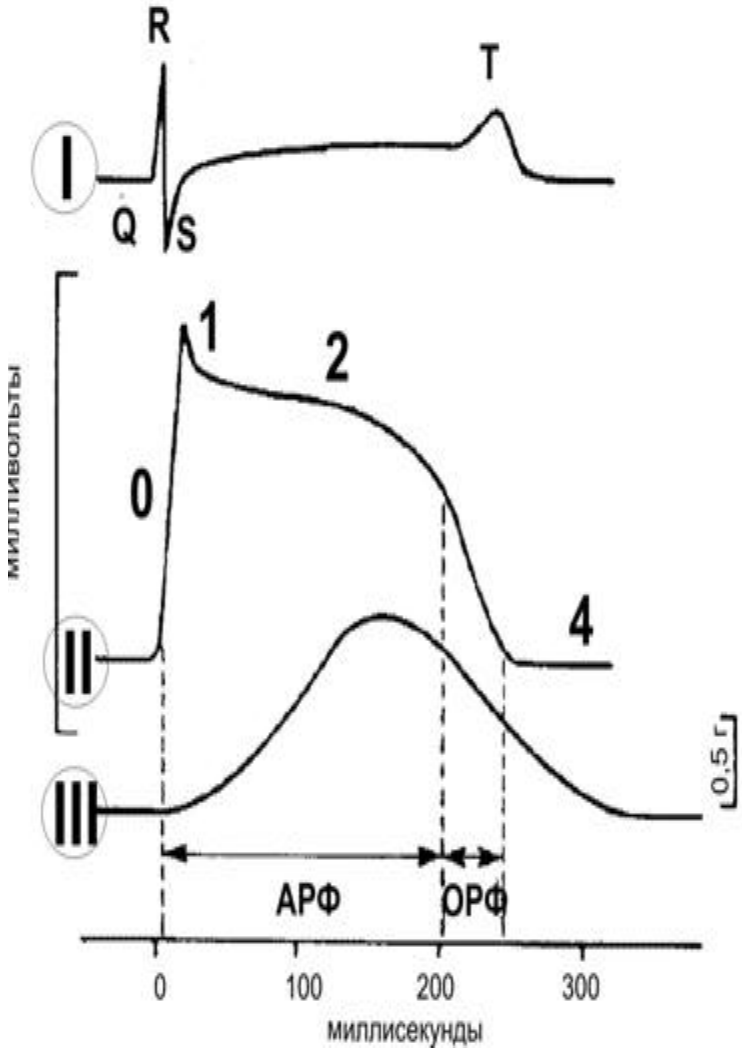
0 – фаза деполяризации;
1 – фаза начальной быстрой реполяризации;
2 – **фаза медленной реполяризации (плато);**
3 – фаза конечной быстрой реполяризации;
4 – фаза потенциала

Кривая ПД сократительного миокарда и механический ответ



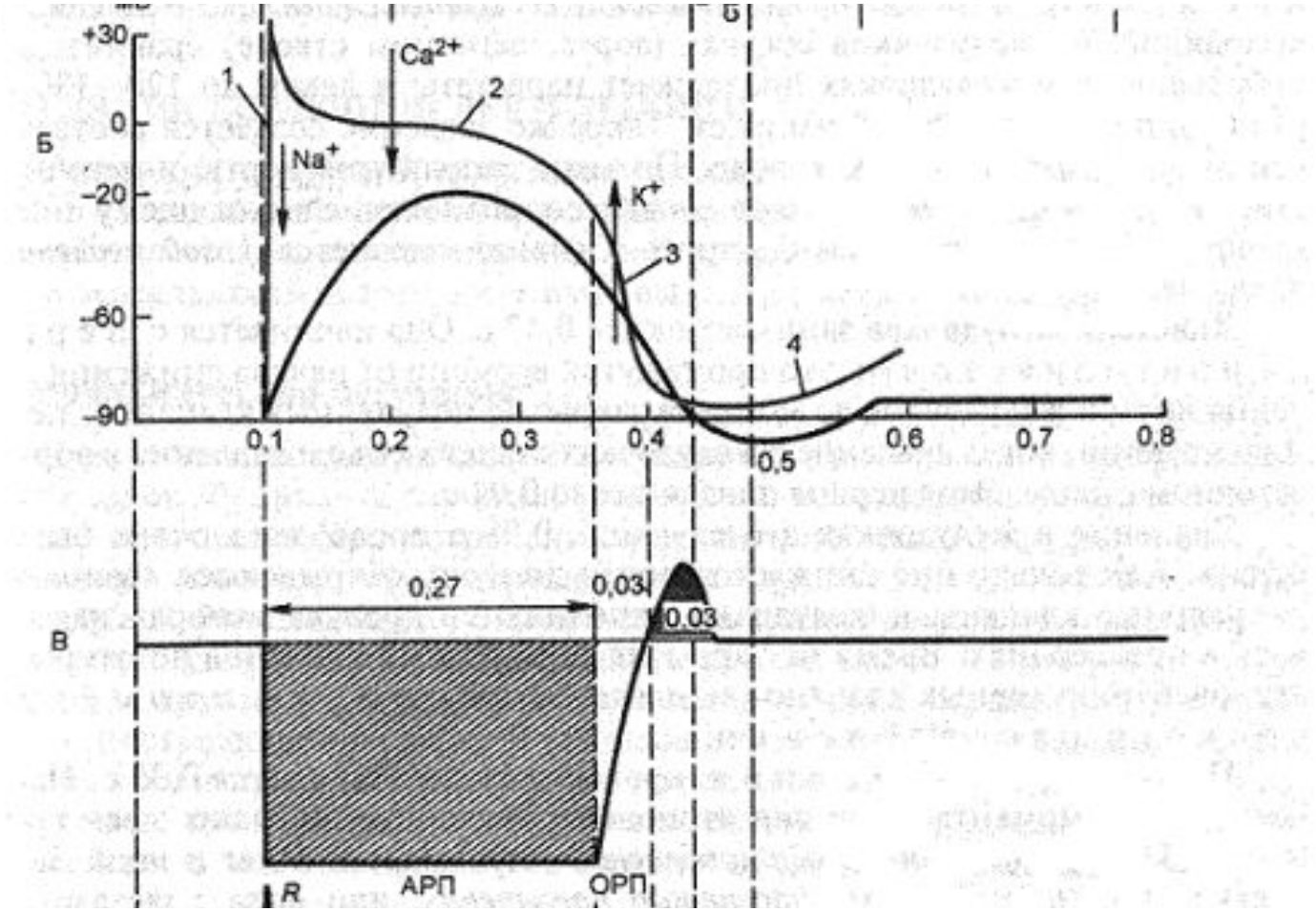
Механический ответ

Возбудимость сердца:

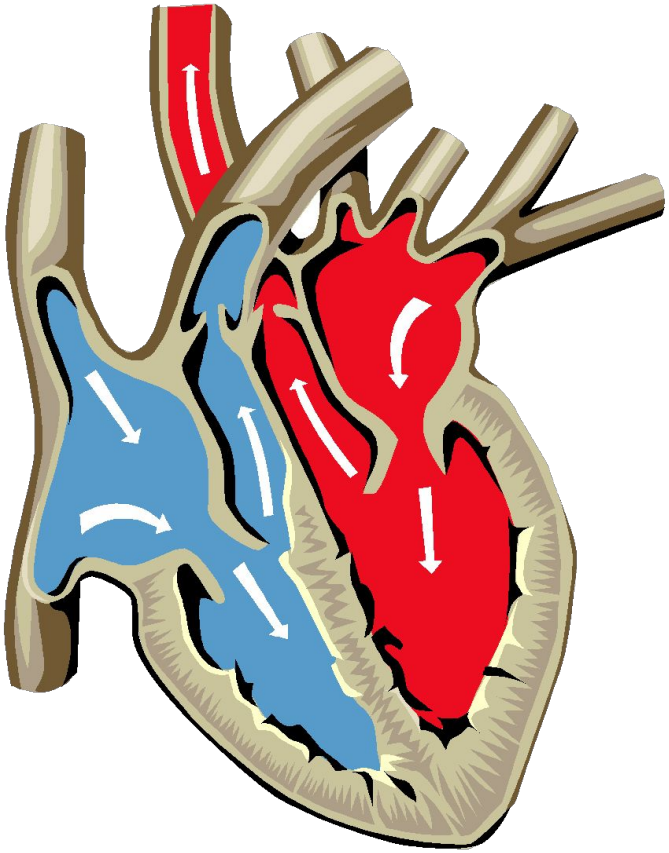


I — ПД, регистрируемый с поверхностных электродов;
II — внутриклеточная регистрация ПД;
III — механический ответ.
АРФ — абсолютная рефрактерная фаза;
ОРФ — относительная рефрактерная фаза. 0 — деполяризация; 1 — начальная быстрая реполяризация; 2 — фаза плато; 3 — конечная быстрая реполяризация;

Кривая ПД, механический ответ и возбудимость миокарда

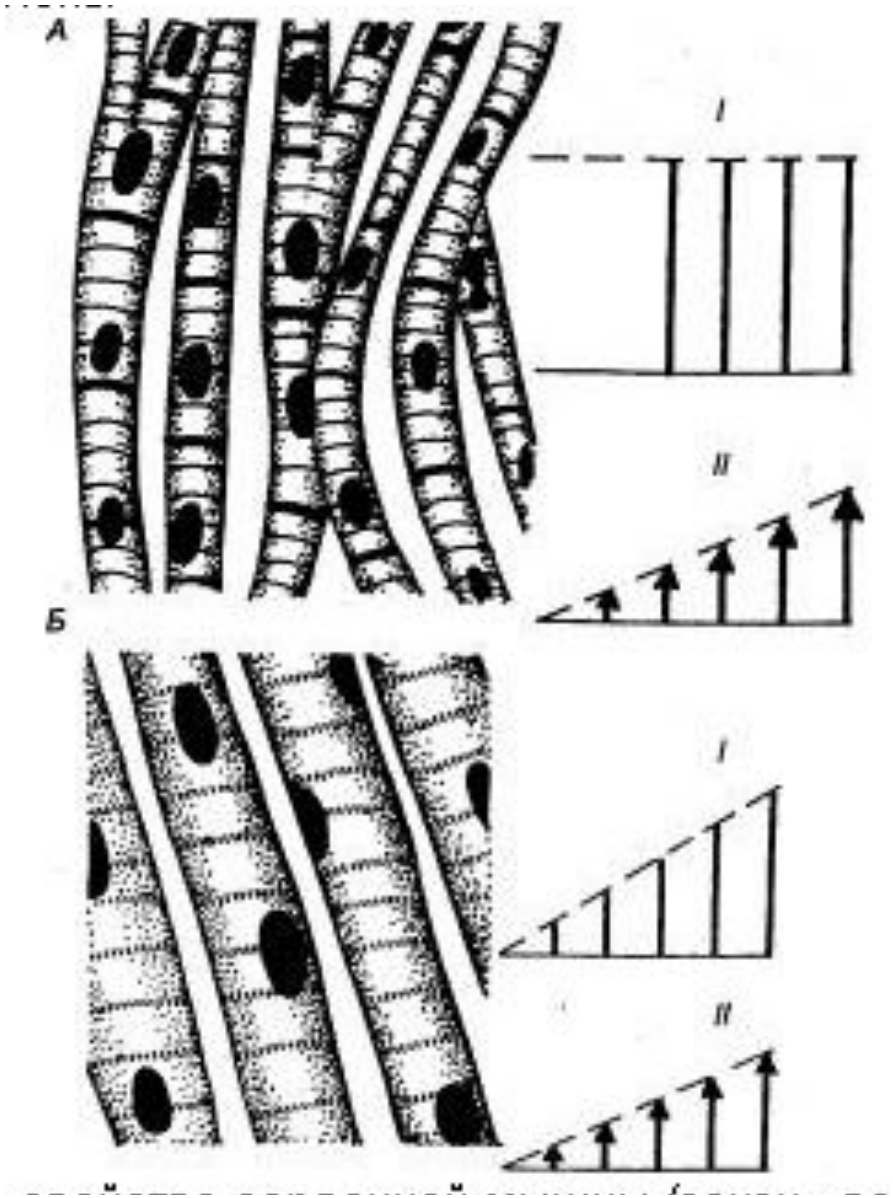


3. Сократимость сердца



CARDIAC CYCLE

Сократимость — способность сердца сокращаться, реализуя тем самым насосную функцию.



Сократительные свойства сердечной мышцы (закон «все или ничего» — А) и скелетной мышцы (градуальностъ —Б) I — амплитуда сокращений, II — сила раздражения.

4. Гемодинамическая функция сердца.

Сердечный цикл

1. Сокращение (систола) предсердий

Длится около 0.1 с.

Желудочки расслаблены, створчатые клапаны открыты, полулунные – закрыты. Кровь из предсердий поступает в желудочки.

2. Сокращение (систола) желудочков

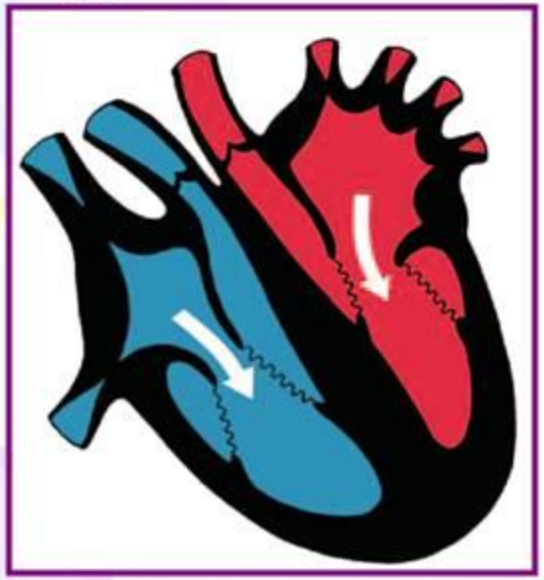
Длится около 0.3 с.

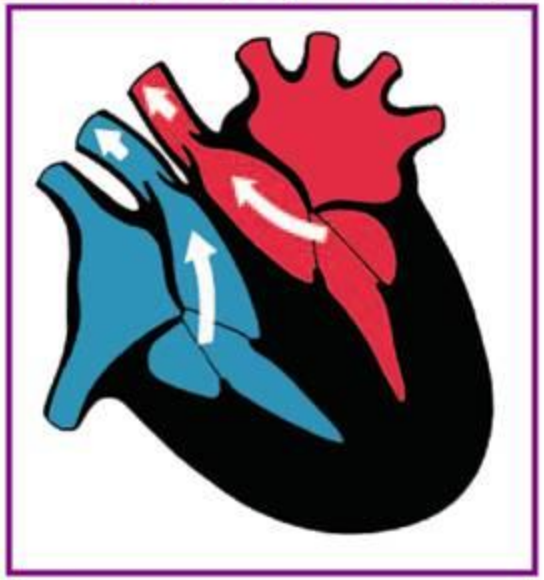
Предсердия расслаблены, створчатые клапаны закрыты, полулунные клапаны открыты. Кровь из желудочков поступает в легочную артерию и аорту.

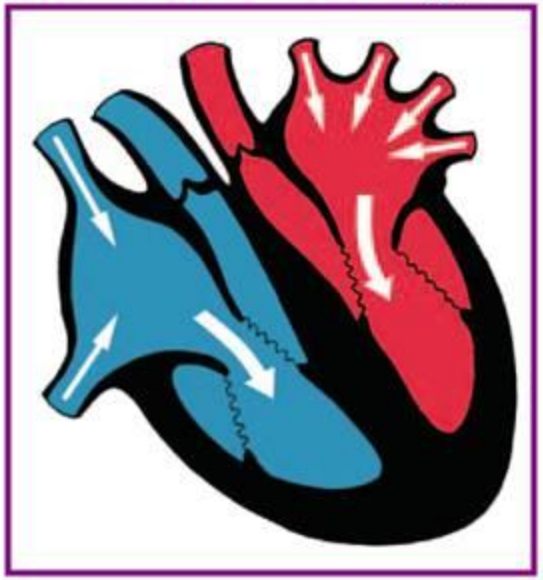
3. Пауза. Расслабление предсердий и желудочков (диастола)

Длится около 0.4 с.

Створчатые клапаны открыты, полулунные закрыты. Кровь из вен попадает в предсердие и частично стекает в желудочки.



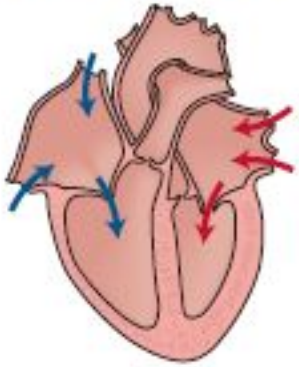




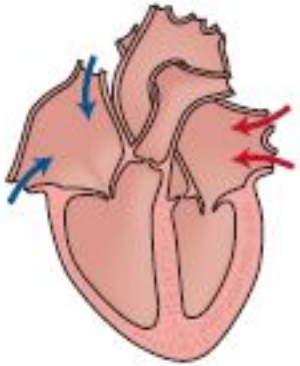
Оптимальный режим работы сердца:

предсердия работают 0.1 с и отдыхают 0.7 с, а желудочки работают 0.3 с и отдыхают 0.5 с.

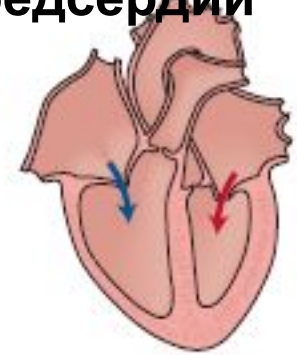
Общая диастола (пауза)



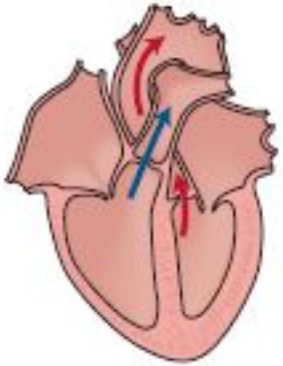
Диастола желудочков



Систола предсердий



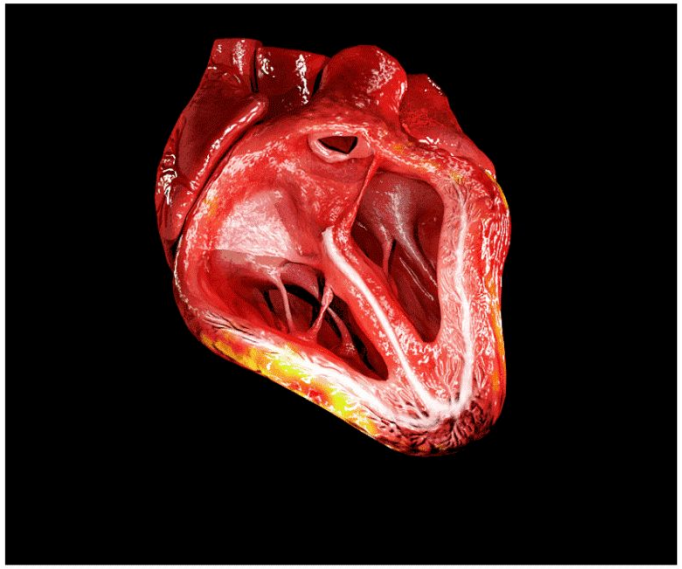
Фаза изгнания

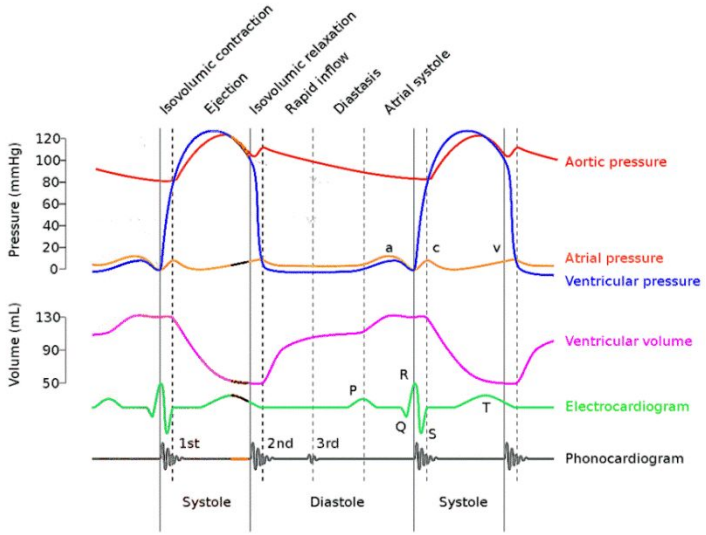


Фаза напряжения

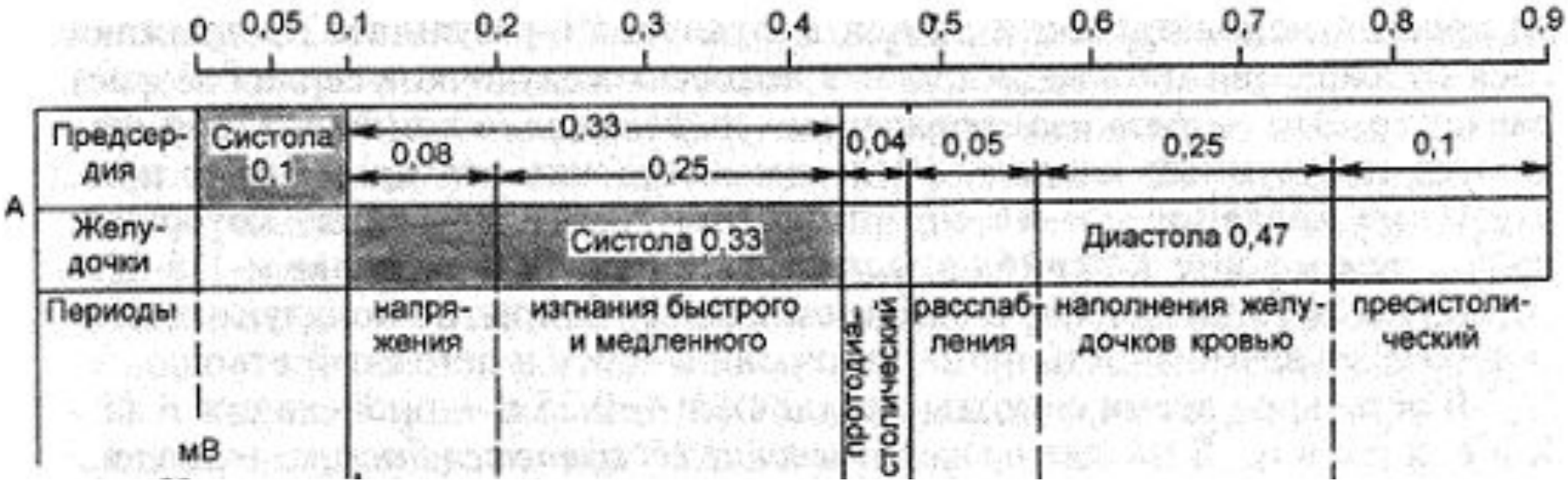
Важнейшие фазы сердечного

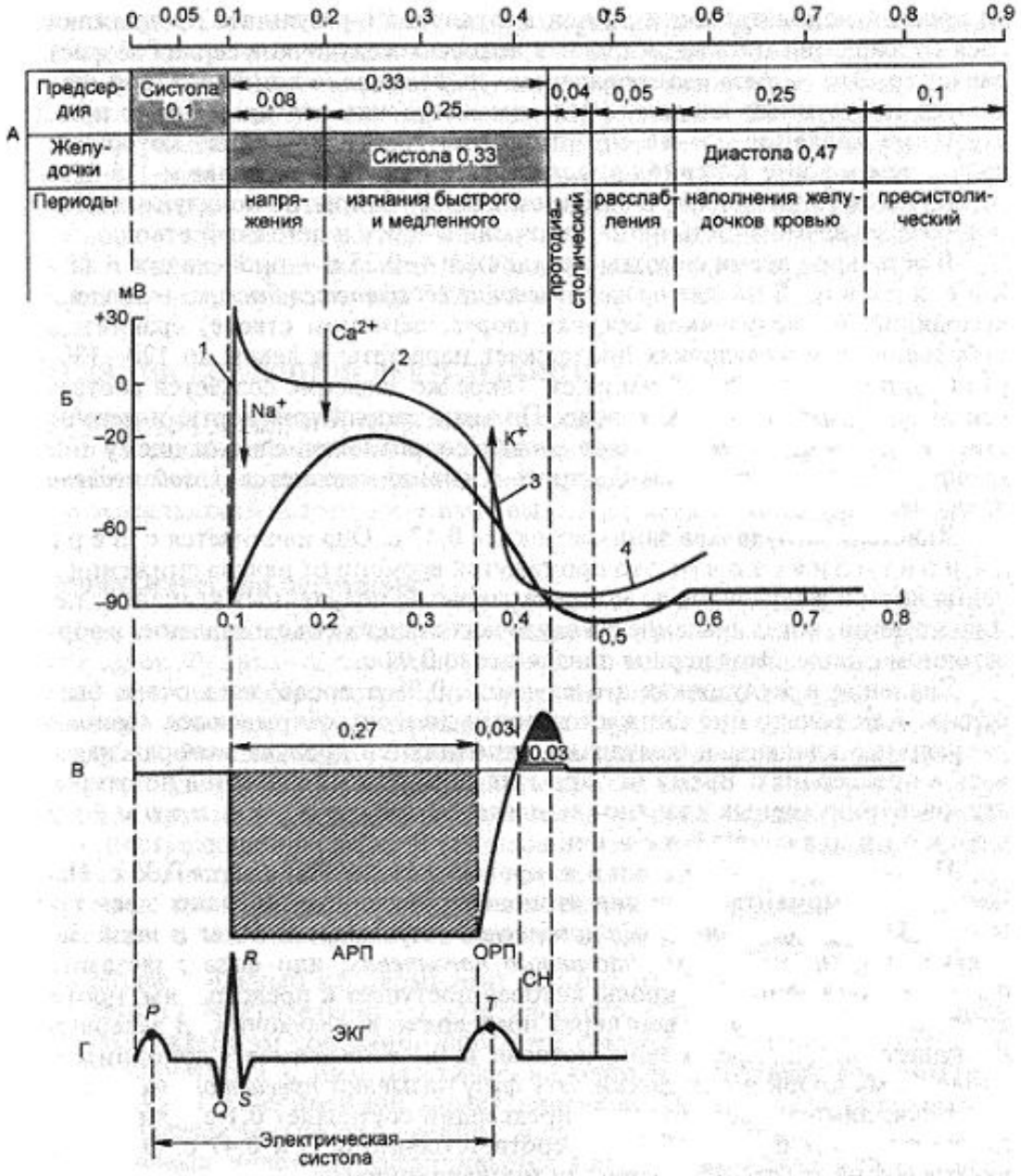
Cardiac Cycle

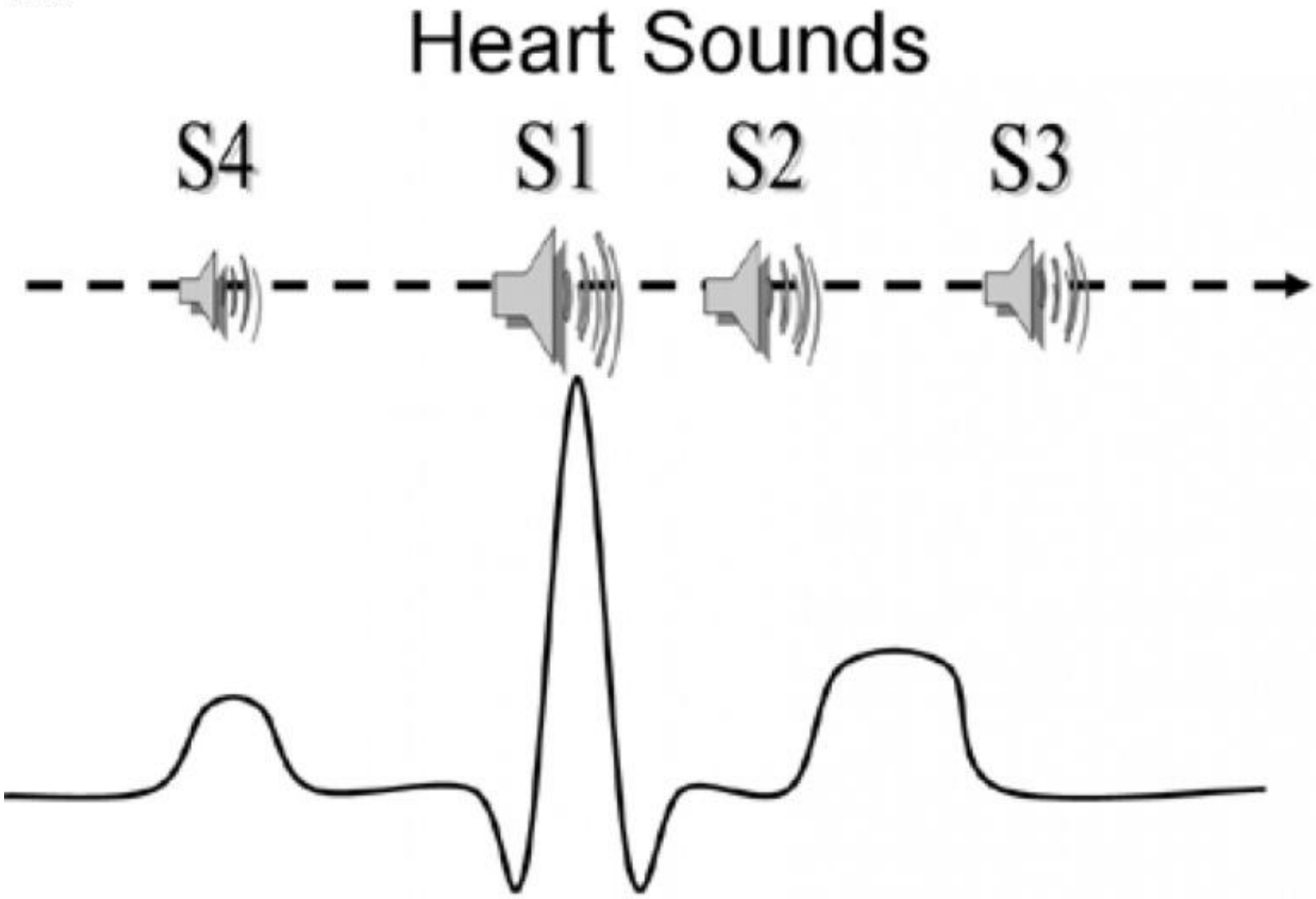




Сердечный цикл




0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9
Предсердия
Систола 0,1
0,33
0,08
0,25
0,04
0,05
0,25
0,1
А
Желудочки
Систола 0,33
Диастола 0,47
Периоды
напряжения
изгнания быстрого и медленного
протодиастолический
расслабления
наполнения желудочков кровью
пресистолический
мВ
+30
0
–20
–60
–90
Б
Ca2+
Na+
K+
1
2
3
4
0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8
0,27
0,03
0,03
В
АРП
ОРП
СН
R
P
T
ЭКГ
Г
Q
S
Электрическая систола



Тоны сердца.

Ударный или **систолический объем** (УО или СО) – это объем крови, выброшенный желудочками во время их систолы.

У человека в состоянии покоя СО=50—70 мл, во время мышечной работы СО=150—180 мл.

Минутный объем крови (МОК) – это количество крови, выбрасываемое одним желудочком за 1 мин.

МОК=СО×ЧСС

Например, если СО=60 мл, а ЧСС= 72уд/мин, то МОК=60×72=4,32 л.

5. Регуляция сердечной деятельности

Регуляция сердечной деятельности

- Внутрисердечные механизмы
  - Внутриклеточные механизмы
  - Межклеточная регуляция
  - Рефлекторная внутрисердечная регуляция
- Внесердечные механизмы
  - Нервная регуляция
  - Гуморальная регуляция

За счет регуляторных влияний осуществляются:

- **урежение или учащение** сердечных сокращений (**отрицательный и положительный хронотропный** эффект);

- изменение **возбудимости** сердечной мышцы (**батмотропный** эффект);

- изменение **силы сокращений** (**инотропный** эффект);

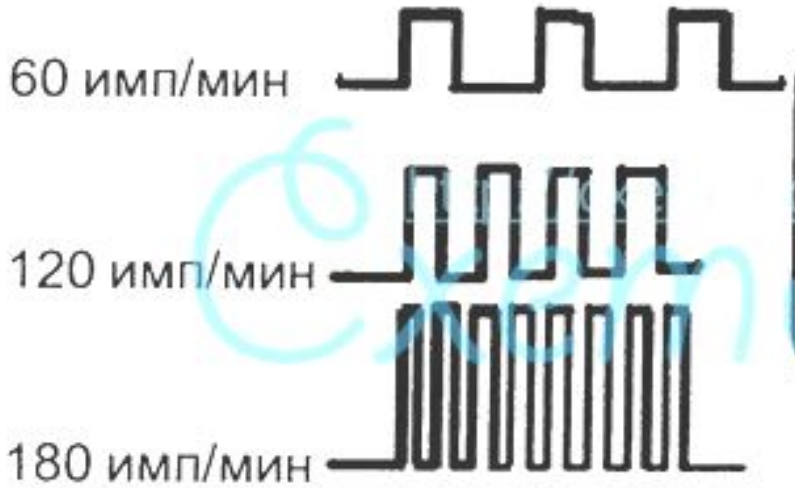
- изменение **проводимости** (**дромотропный** эффект);

- изменение **тонуса** сердечной мышцы (**тонотропный** эффект).

Регуляция сердечной деятельности

гетерометрический механизм	гомеометрический механизм
Внутриклеточные механизмы	
феномен Анрепа	лестница Боудича

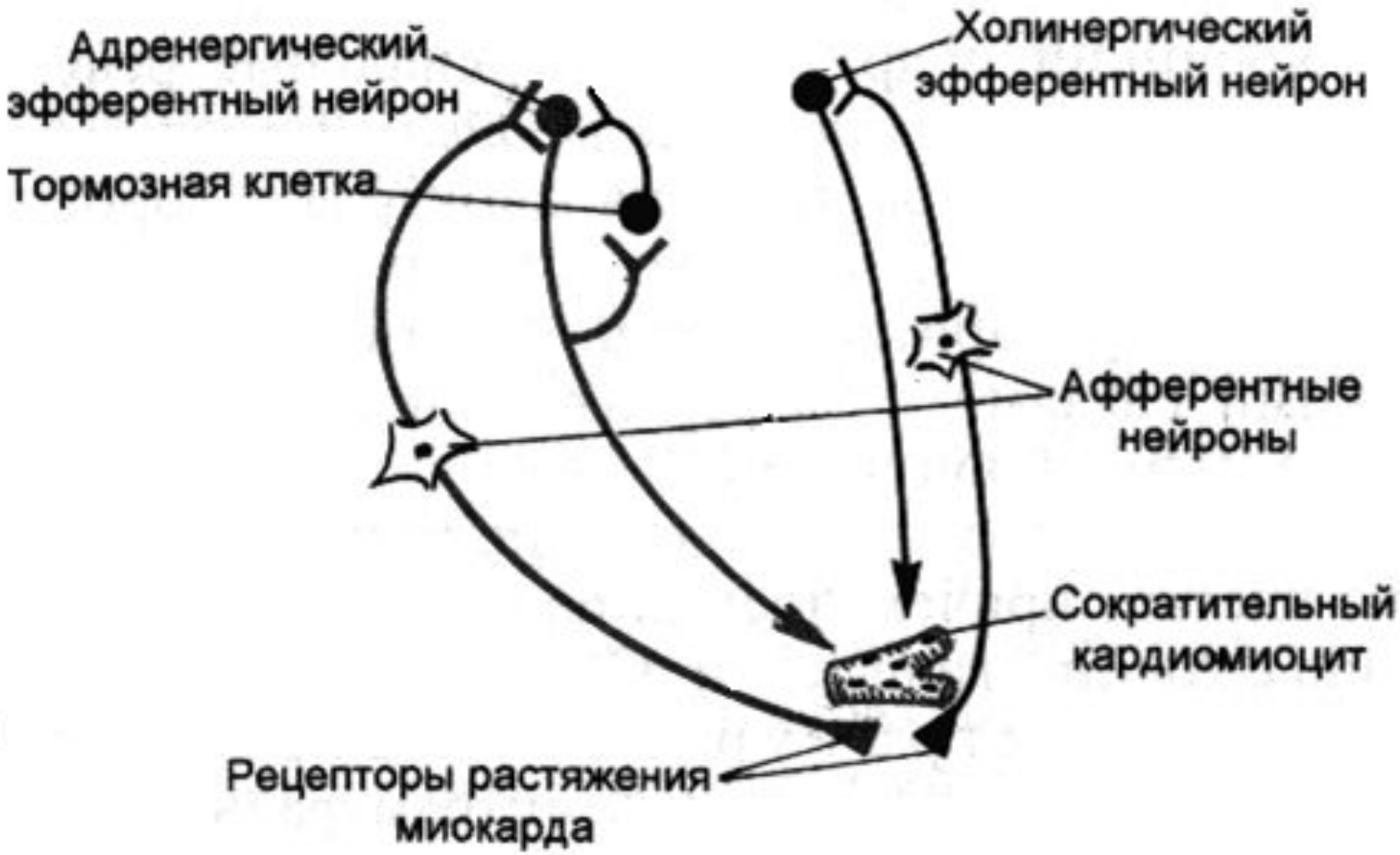
ЛЕСТНИЦА БОУДИЧА (1871)



Укорочение диастолы,
> остается Na,
< удаляется Ca,
> залп Ca в систолу,
> сила сокращения

сила сокращения

Внутрисердечные рефлекторные дуги



Афферентное звено

Основные рефлексогенные зоны:

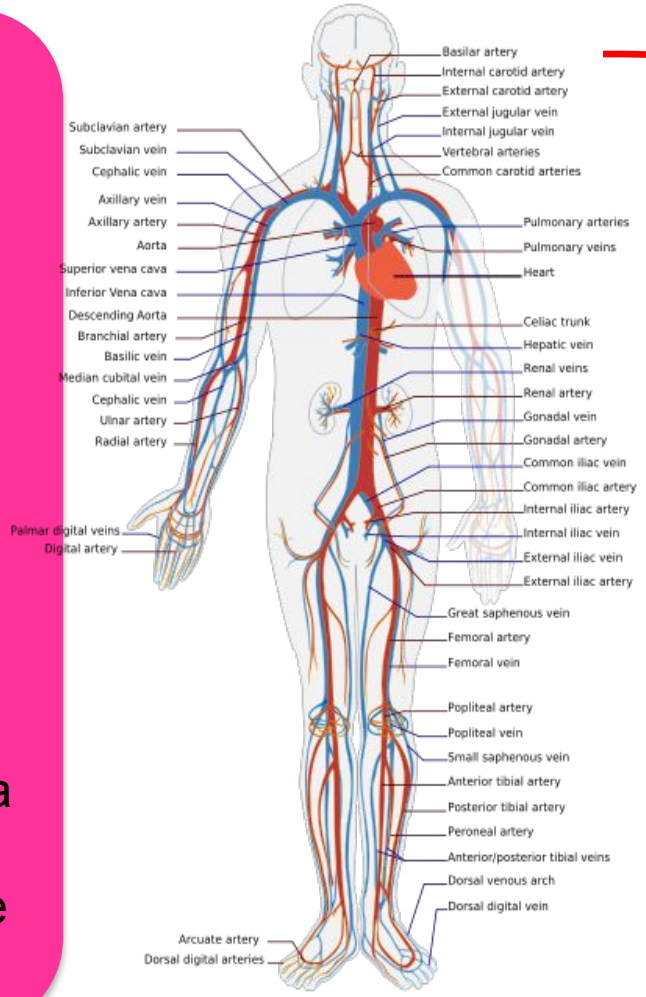
•аортальная,

• синокаротидная,

• сосуды легочного круга кровообращения

• верхняя полая вена

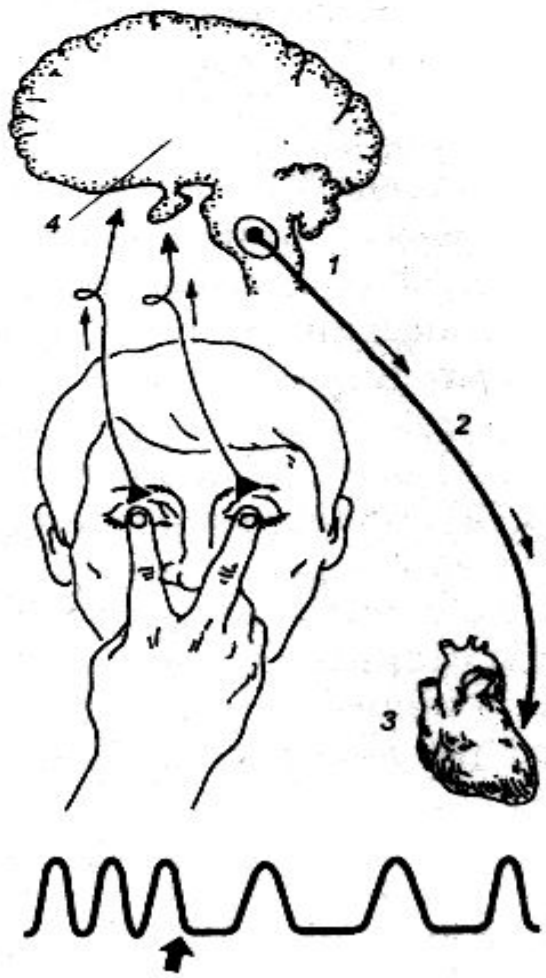
• правое предсердие



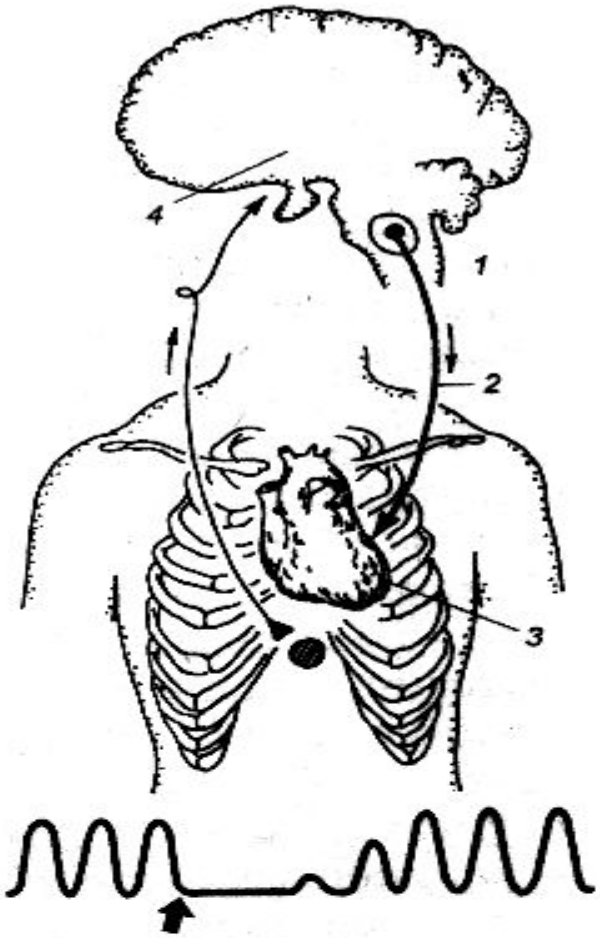
Барорецепторы

Механорецепторы

Глазосердечный рефлекс



Опыт Гольтца



Нервные центры

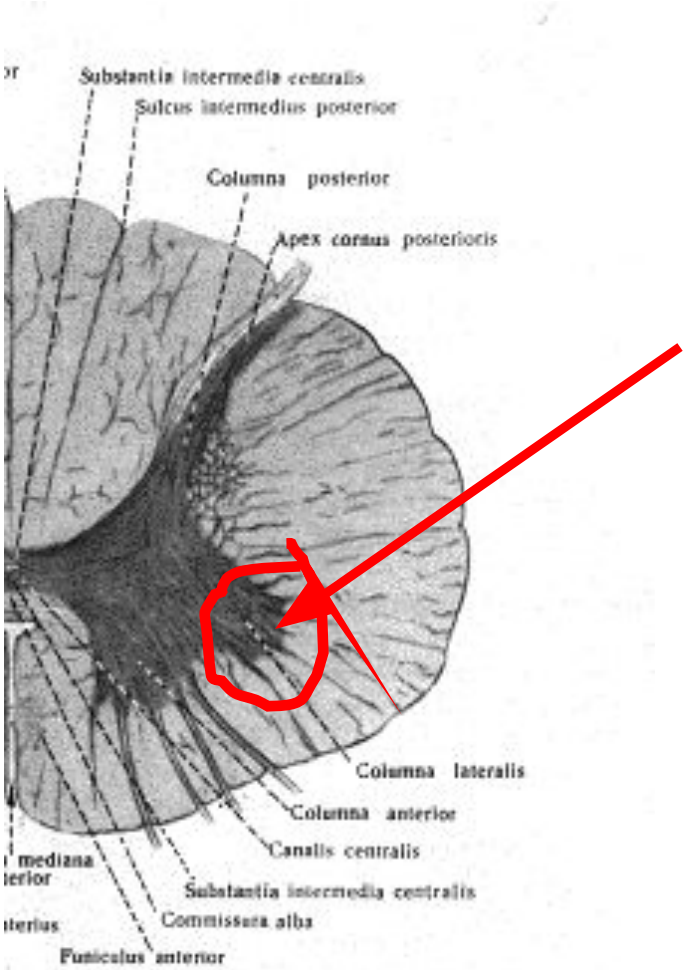
Корковый уровень

Гипоталамический уровень

Бульбарный уровень

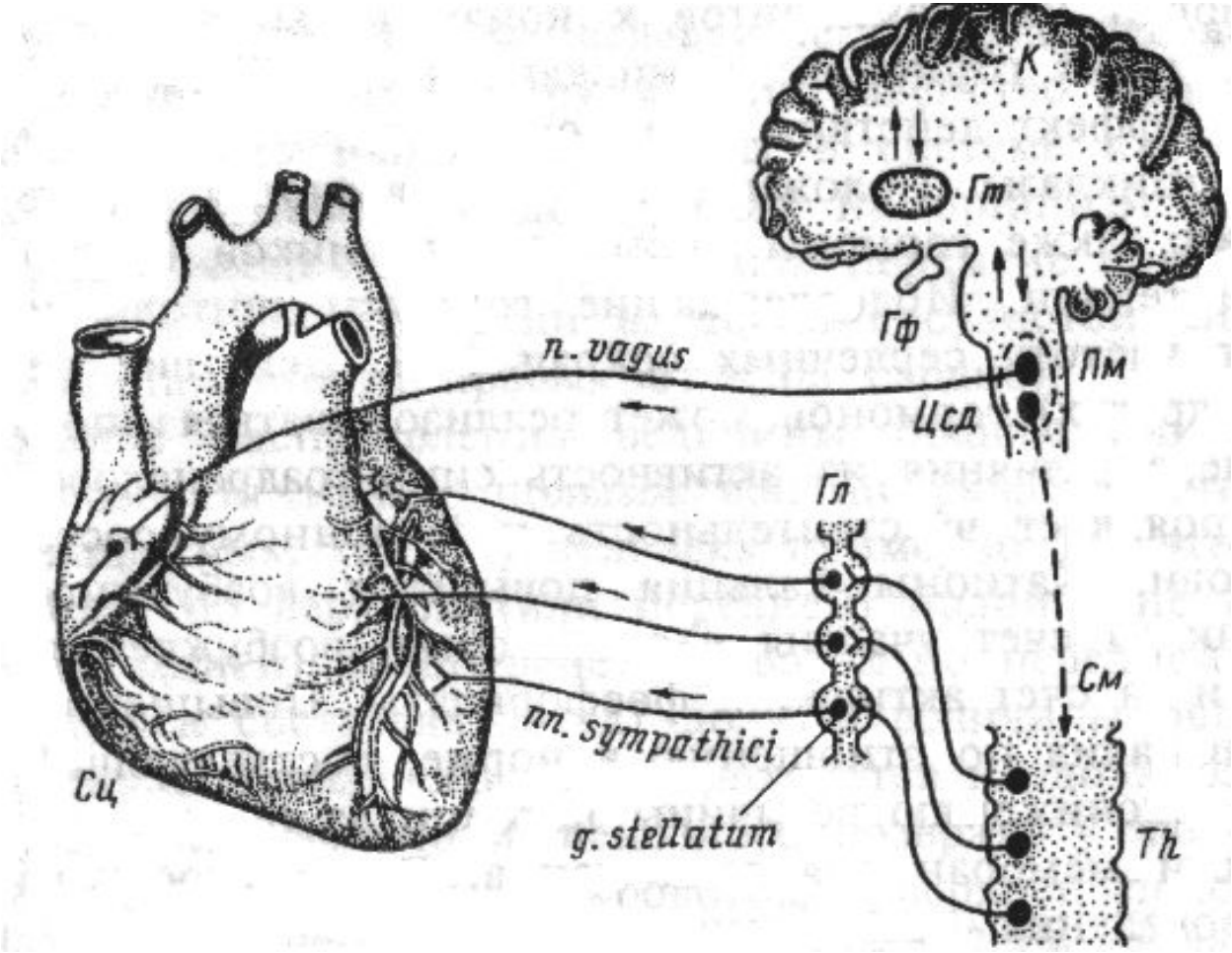
Спинальный уровень

Спинальный и бульбарный уровни

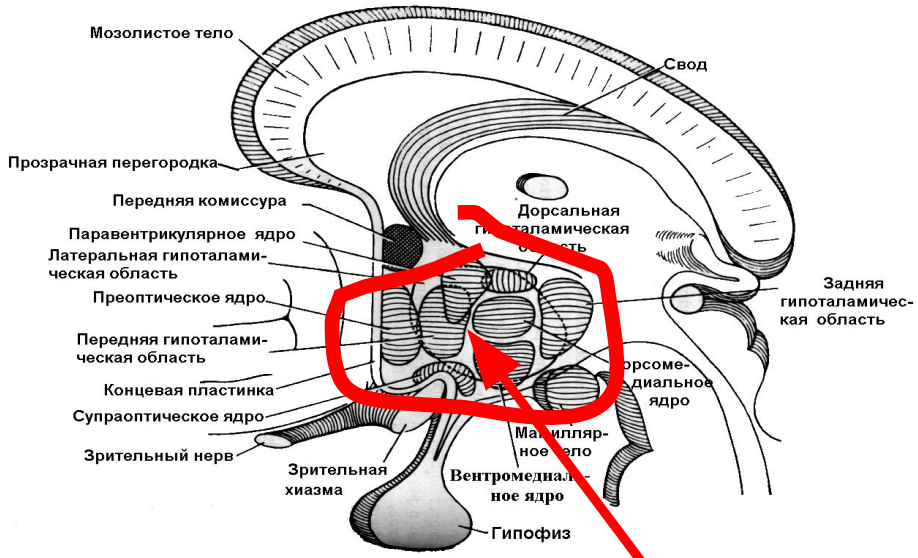


Вегетативные ядра симпатического и парасимпатического отдела - боковые рога серого вещества спинного мозга

Иннервация сердца

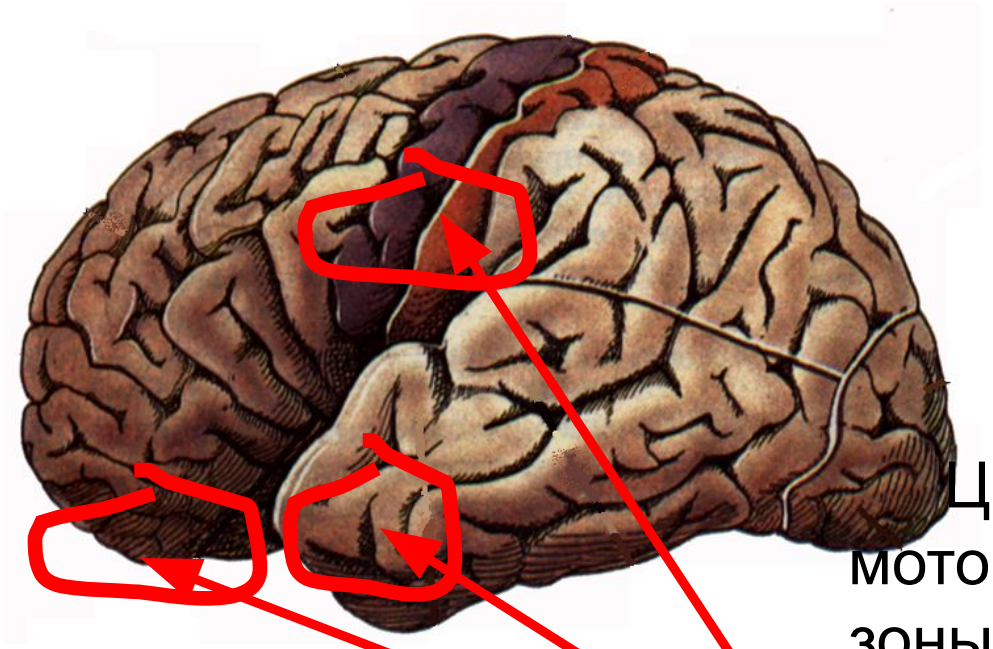


Гипоталамический уровень



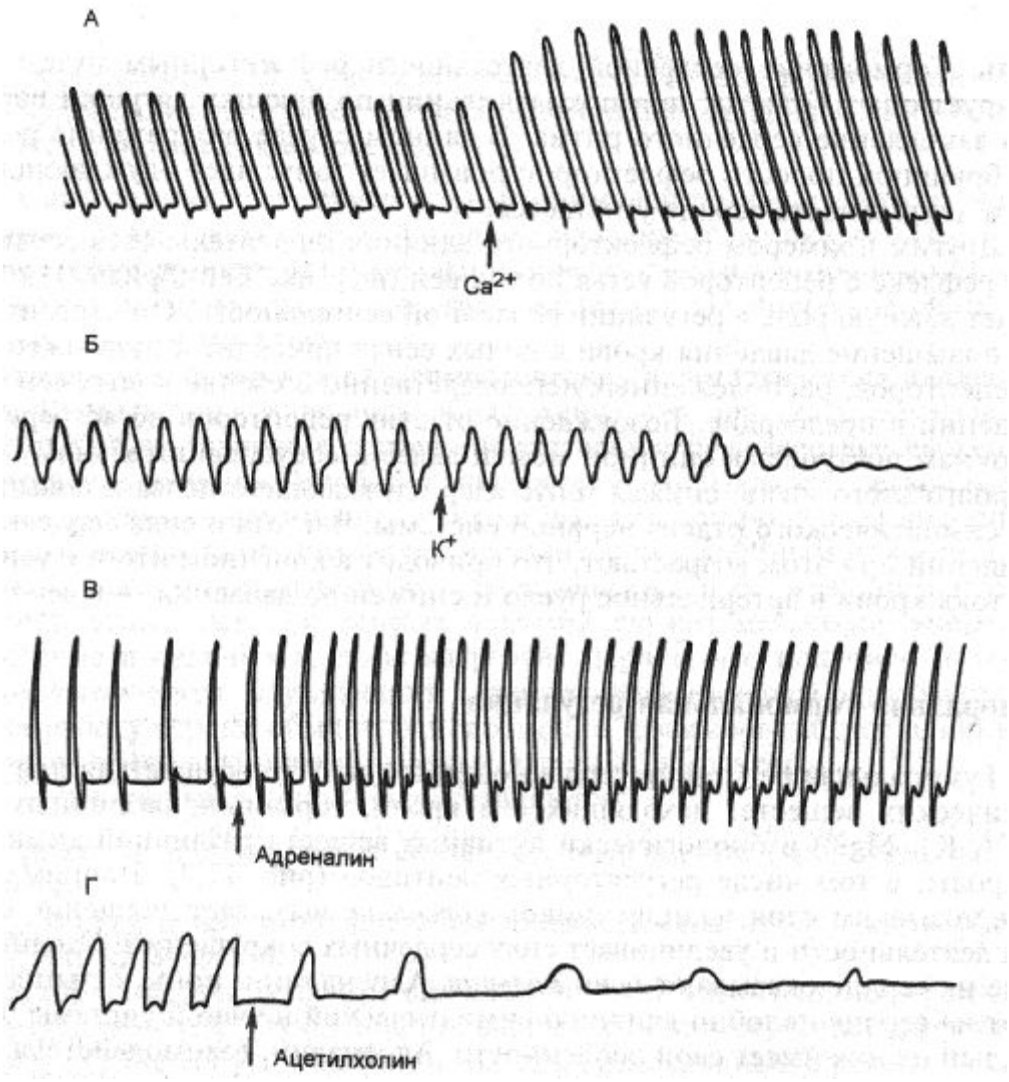
Центры регуляции СД – паравентрикулярное, вентромедиальное и преоптические ядра, сосцевидные тела

Корковый уровень

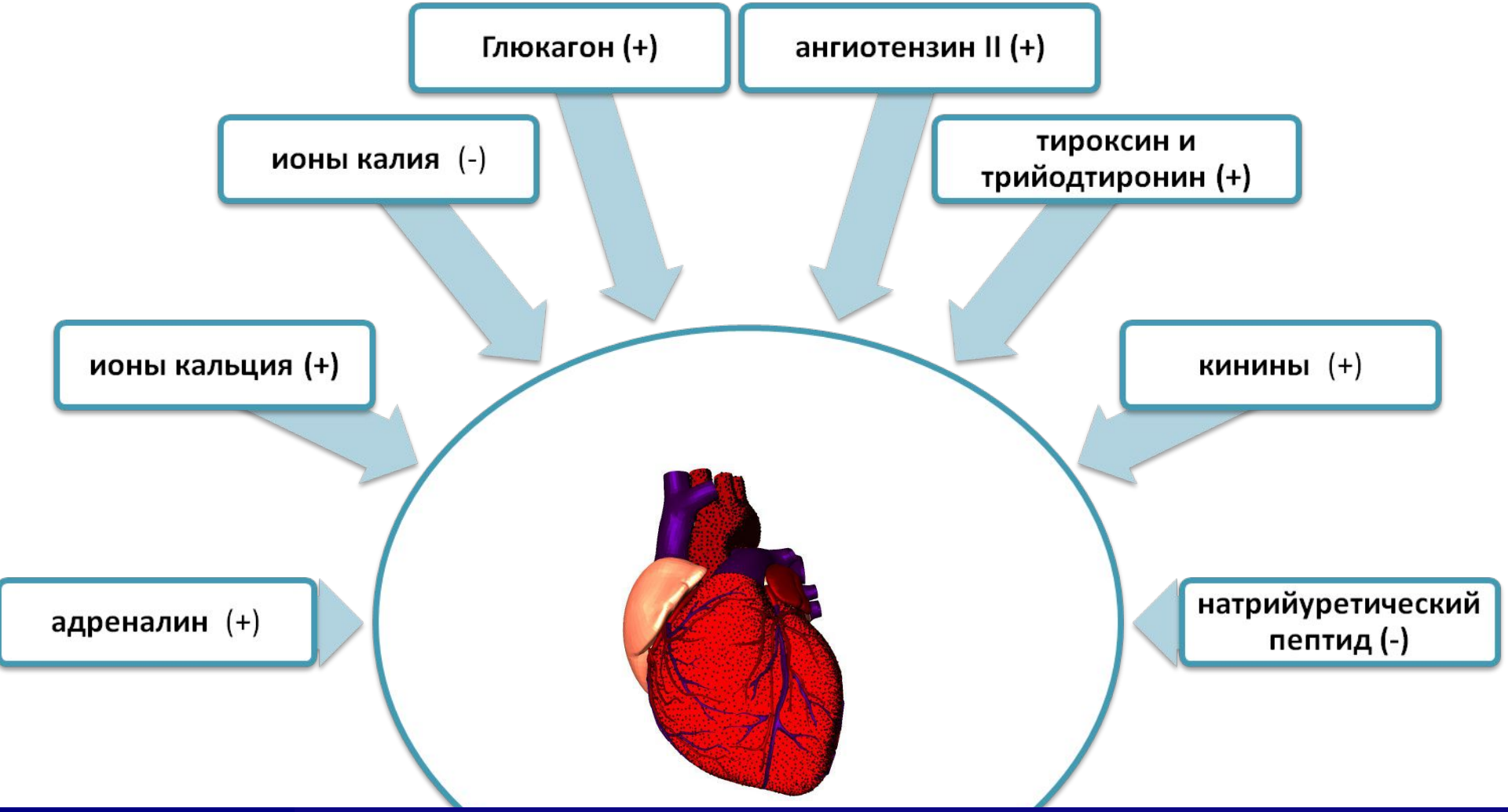


Центры регуляции СД – моторная и премоторная зоны коры, поясная извилина, орбитальная поверхность лобных долей, передняя часть височной доли

Гуморальная регуляция работы сердца



Гуморальная регуляция работы сердца



Спасибо за внимание!