

# Система кровообращения

**Большой и малый круги  
кровообращения. Физиология и  
основы анатомии сердца**

Профессор Ермакова Н.В.

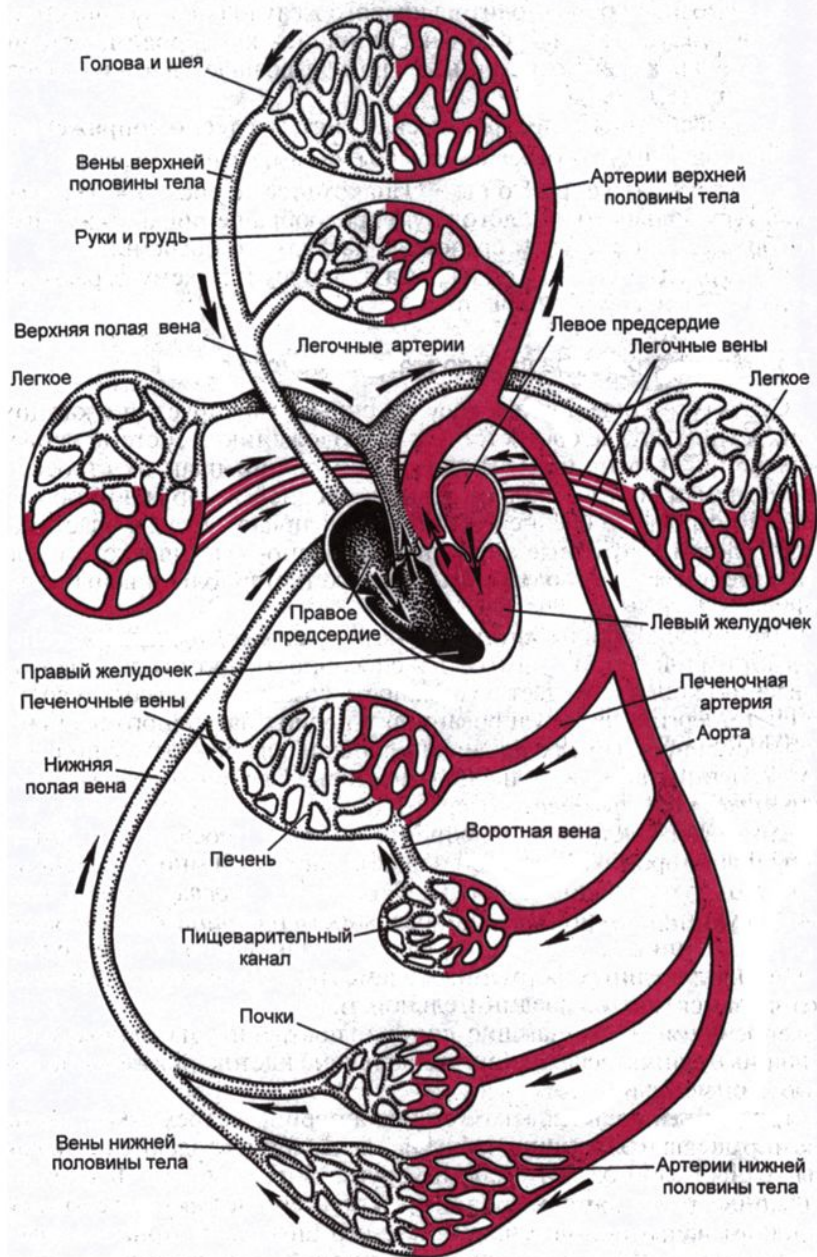
учение о кровообращении:

- описал большой и малый круги кровообращения;
- центральной точкой кровообращения является сердце.



В середине XVII века (1628 г.) Уильям Гарвей создал учение о кровообращении:

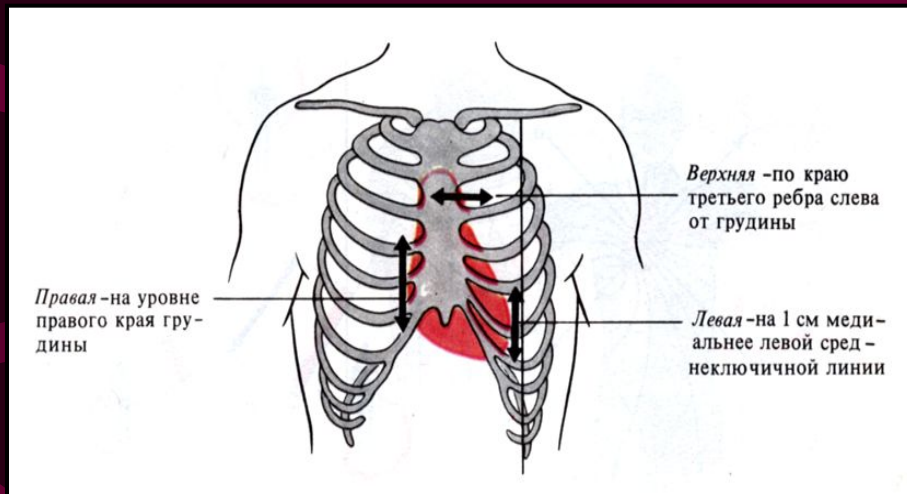
- описал большой и малый круги кровообращения;
- центральной точкой кровообращения является сердце.



Большой и малый круг кровообращения.

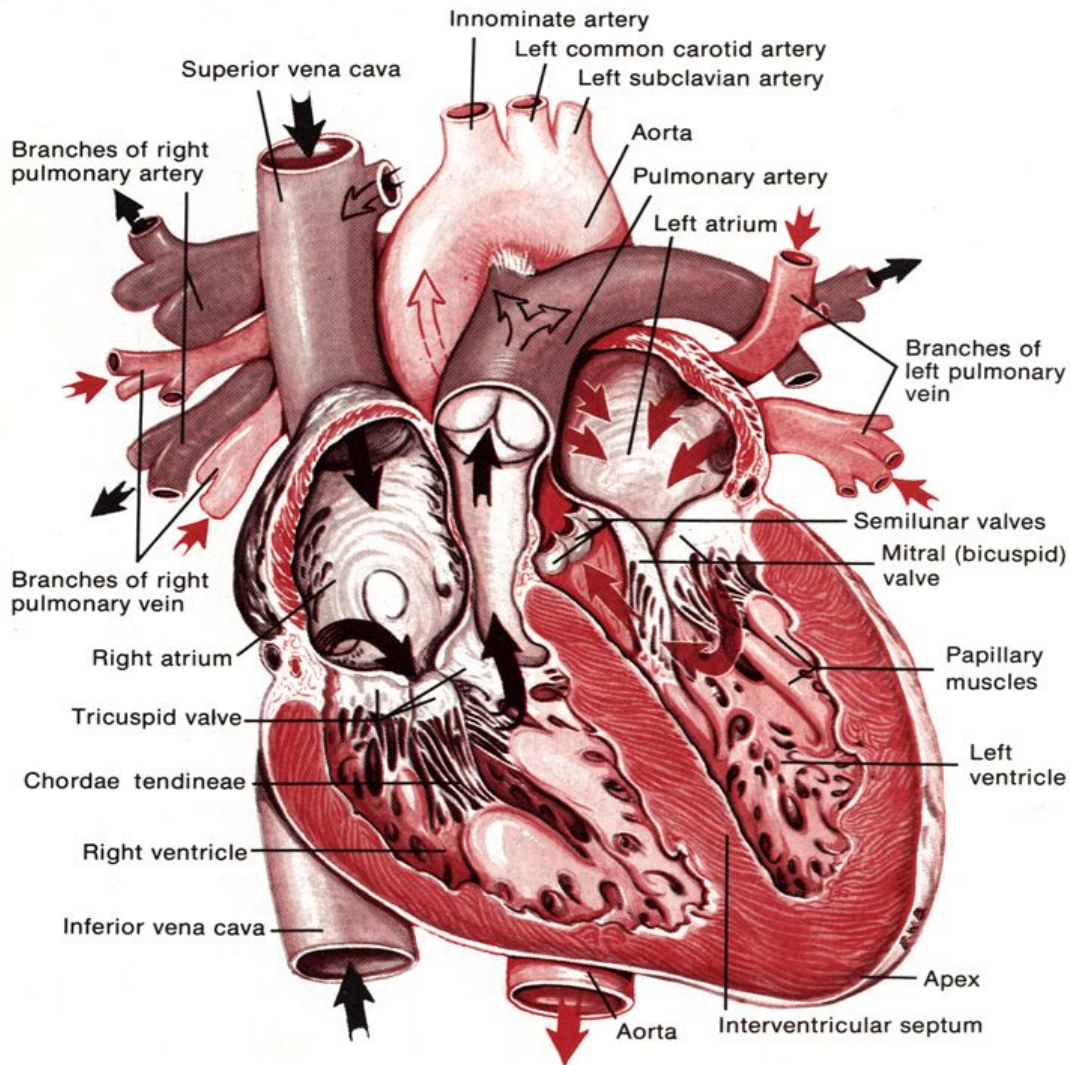
- Система кровообращения состоит из сердца и двух кругов:
- **Большого (системного)**, который обеспечивает артериальной кровью все органы: он начинается от левого желудочка и заканчивается в правом предсердии.
- **Малого (легочного)**, обеспечивающего насыщение крови кислородом: он начинается от правого желудочка и заканчивается в левом предсердии.

# Топография и границы сердца

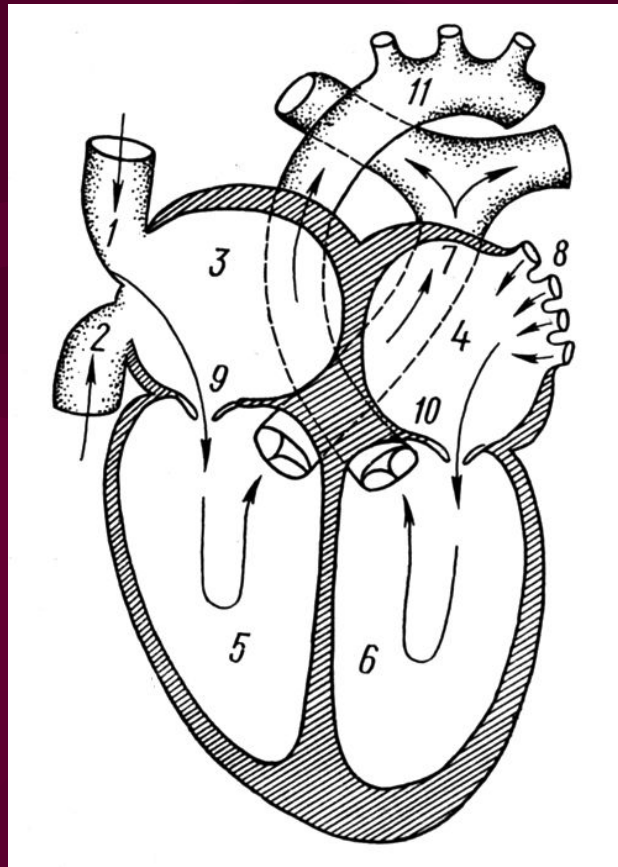


- Сердце находится в грудной полости в средостении
- 1/3 лежит справа от сагитальной плоскости; 2/3 - слева
- Сердце - полый мышечный орган конусовидной формы, обращенный основанием вверх, а верхушкой вниз и влево.

# Анатомия сердца



# Анатомия сердца



- Правое сердце - правое предсердие и правый желудочек (венозная кровь).
- Левое сердце – левое предсердие и левый желудочек (артериальная кровь).
- Правая и левая половины сердца разделены сплошной перегородкой.
- Предсердия и желудочки сообщаются через отверстия, в которых находятся клапаны - предсердно-желудочковые : справа – трехстворчатый и слева двустворчатый (митральный)
- Эти клапаны обеспечивают одностороннее движение крови из предсердий в желудочки.



- Из левого желудочка артериальная кровь поступает в аорту.
- Из правого желудочка венозная кровь поступает в легочный ствол.
- Аорта и легочный ствол отделены от желудочков полулунными клапанами.
- Эти клапаны обеспечивают одностороннее движение крови из желудочков в сосуды.

- В правое предсердие венозная кровь поступает по верхней и нижней полым венам.
- В левое предсердие артериальная кровь поступает по 4-м легочным венам.

# Строение сердца:

Сердце окружено **перикардом** (серозной оболочкой), который образует околосердечную сумку. Перикард состоит из 2-х слоев: висцерального и париетального. Пространство между слоями заполнено жидкостью.

Строение стенки сердца:

3 слоя:

- **эпикард** – наружный – образован висцеральным листком, плотно сращен с миокардом;
- **миокард** – средний – наиболее толстый слой, построен из поперечнополосатых сердечных миоцитов;
- **эндокард** – внутренний – участвует в формировании створок клапанов.

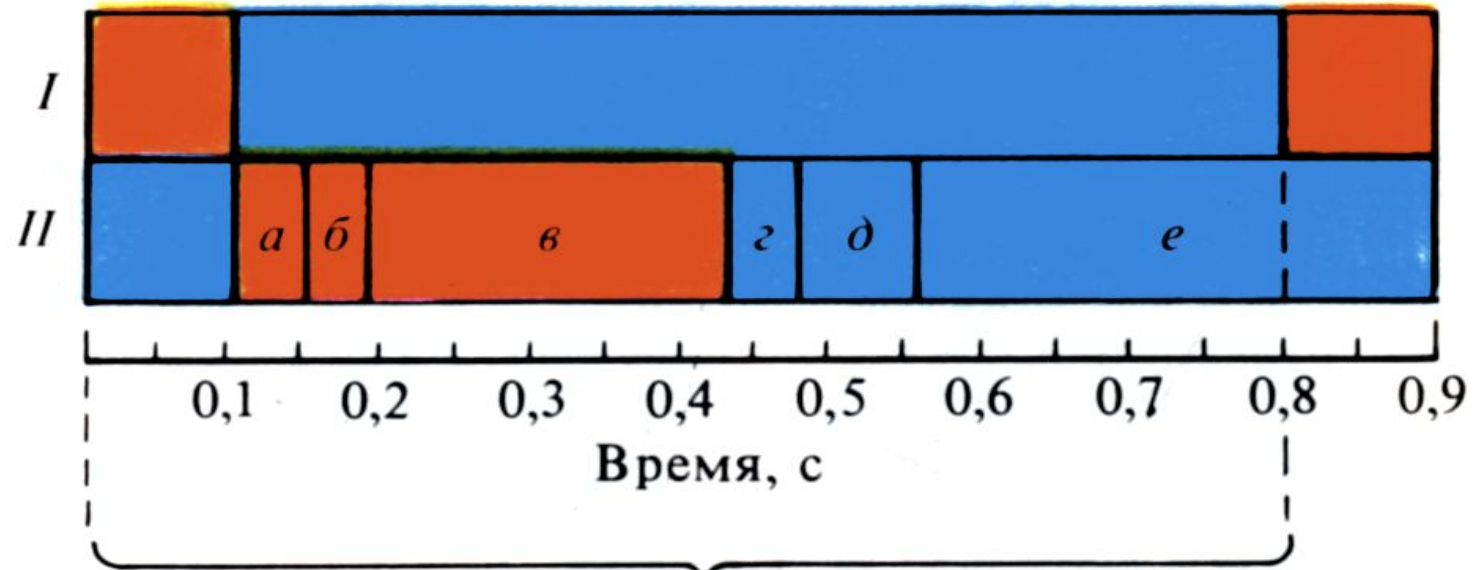
# Сердечный цикл

Фазы сердечного цикла:

- I. Систола предсердий
- II. Систола желудочком
- III. Общая пауза

- Длительность сердечного цикла зависит от частоты сердечных сокращений.
- При ЧСС 75 в 1 мин. его длительность равна 0,8 с.
- При ЧСС 60 в 1 мин. – 1 с

# Сердечный цикл



Сердечный цикл  
(при пульсе 75 ударов/мин)

# Систола желудочков (0,33 с)

## Систола желудочков

```
graph TD; A[Систола желудочков] --> B[период напряжения:]; A --> C[период изгнания:]; B --> D[фаза асинхронного сокращения]; B --> E[фаза изометрического сокращения]; C --> F[фаза быстрого изгнания]; C --> G[фаза медленного изгнания];
```

период напряжения:

фаза асинхронного  
сокращения

фаза изометрического  
сокращения

период изгнания:

фаза быстрого изгнания  
фаза медленного изгнания

# Диастола желудочков (0,47 с)

## Диастола желудочков:

- Протодиастолический период
- Период изометрического расслабления
- Период наполнения желудочков:
  - фаза быстрого наполнения
  - фаза медленного наполнения

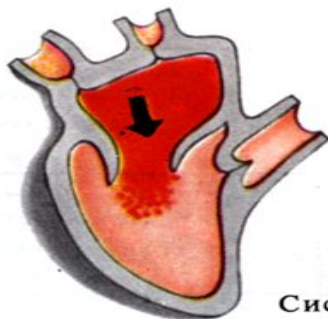


# Сердечный цикл

А

4—5 мм рт. ст.

Около 0

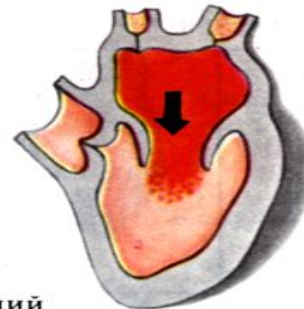


Систола предсердий

Б

5—7 мм рт. ст.

Около 0



Около 0

30 мм. рт. ст.



Систола желудочков

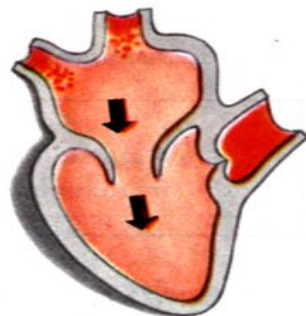
Около 0

120 мм рт. ст.



Около 0

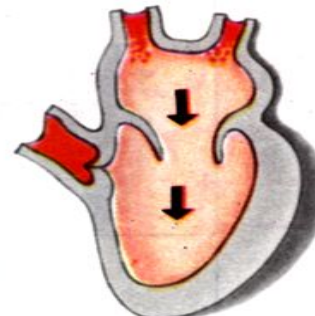
Около 0



Общая пауза

Около 0

Около 0



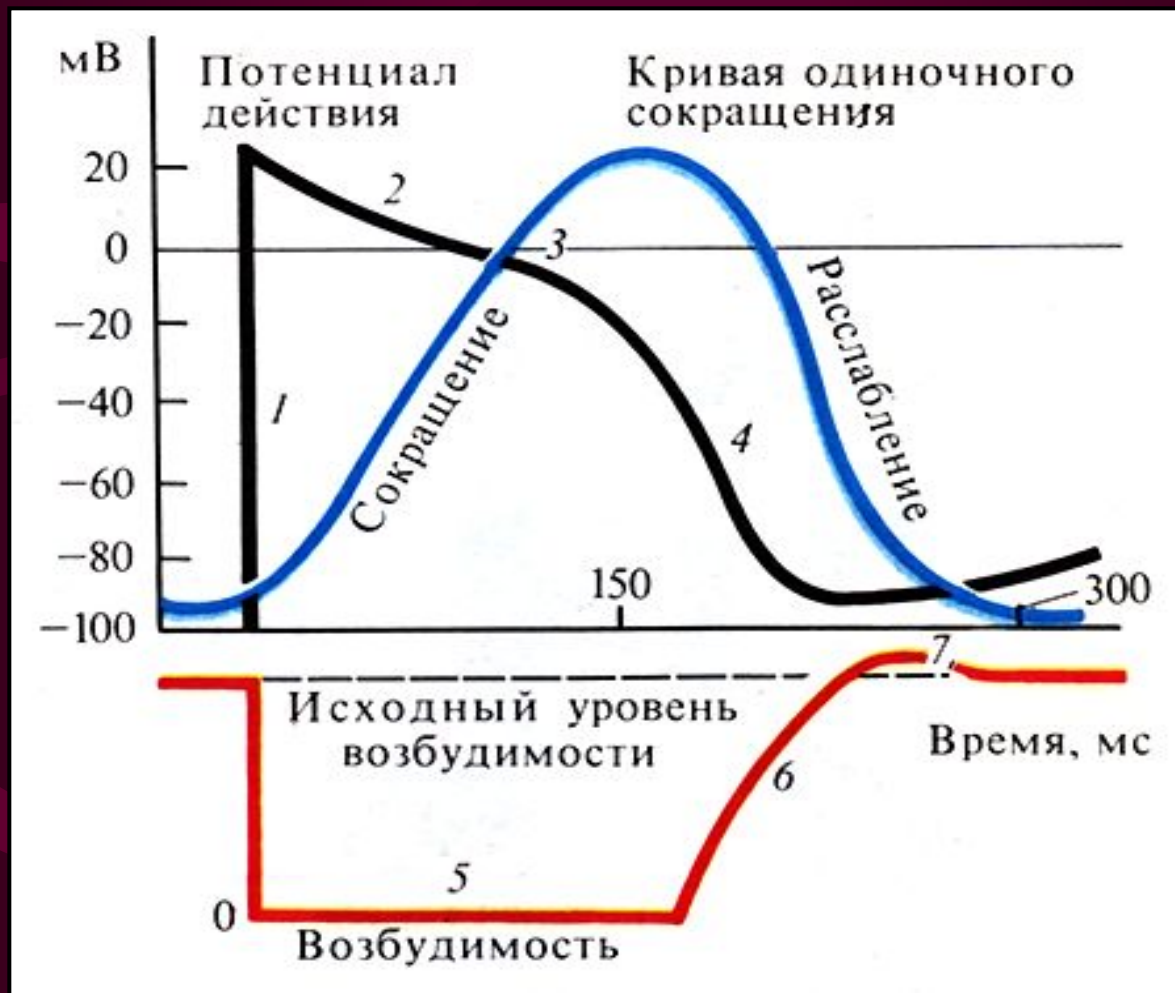
# Основные свойства миокарда

- Автоматия
- Возбудимость
- Проводимость
- Сократимость

# Клетки миокарда

- Сократительные кардиомиоциты – клетки рабочей мускулатуры сердца (обладают возбудимостью, проводимостью и сократимостью)
- Проводящие миоциты (обладают автоматией и проводимостью)
- Секреторные клетки – вырабатывают натрийуретический гормон

# Графики ПД, одиночного сокращения и возбудимости сократительного кардиомиоцита



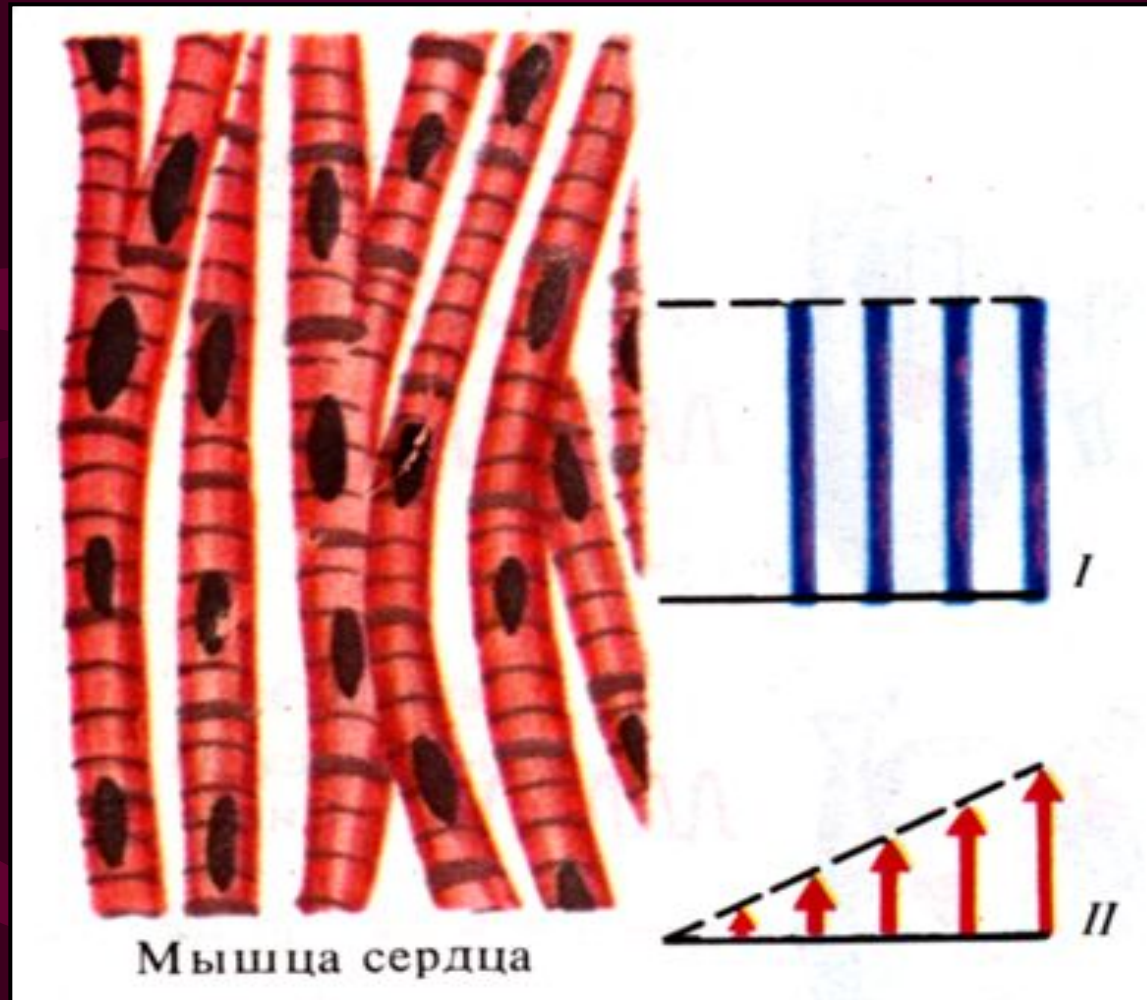
# Особенности ПД сократительного кардиомиоцита

- Фаза быстрой деполяризации ( $\text{Na}^+$ )
- Фаза медленной реполяризации – плато (медленные натрий-кальциевые каналы, вход  $\text{Ca}^{2+}$ )
- Фаза быстрой реполяризации ( $\text{K}^+$ )

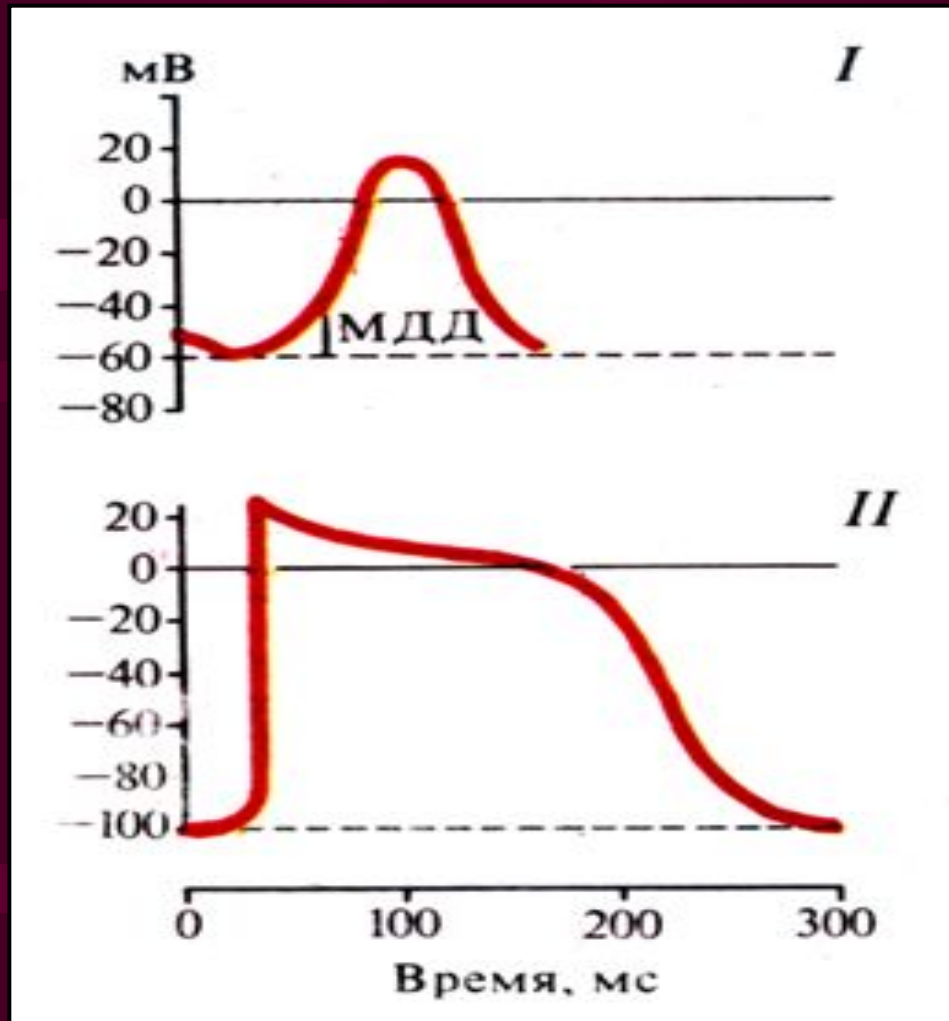
# Особенности возбудимости миокарда

- Фаза абсолютной рефрактерности  
(длительная)
- Фаза относительной рефрактерности
- Фаза супернормальной возбудимости  
(короткая)

# Миокард подчиняется закону «все или ничего»



# ПД Р-клеток (пейсмекерных) и ПД сократительного кардиомиоцита



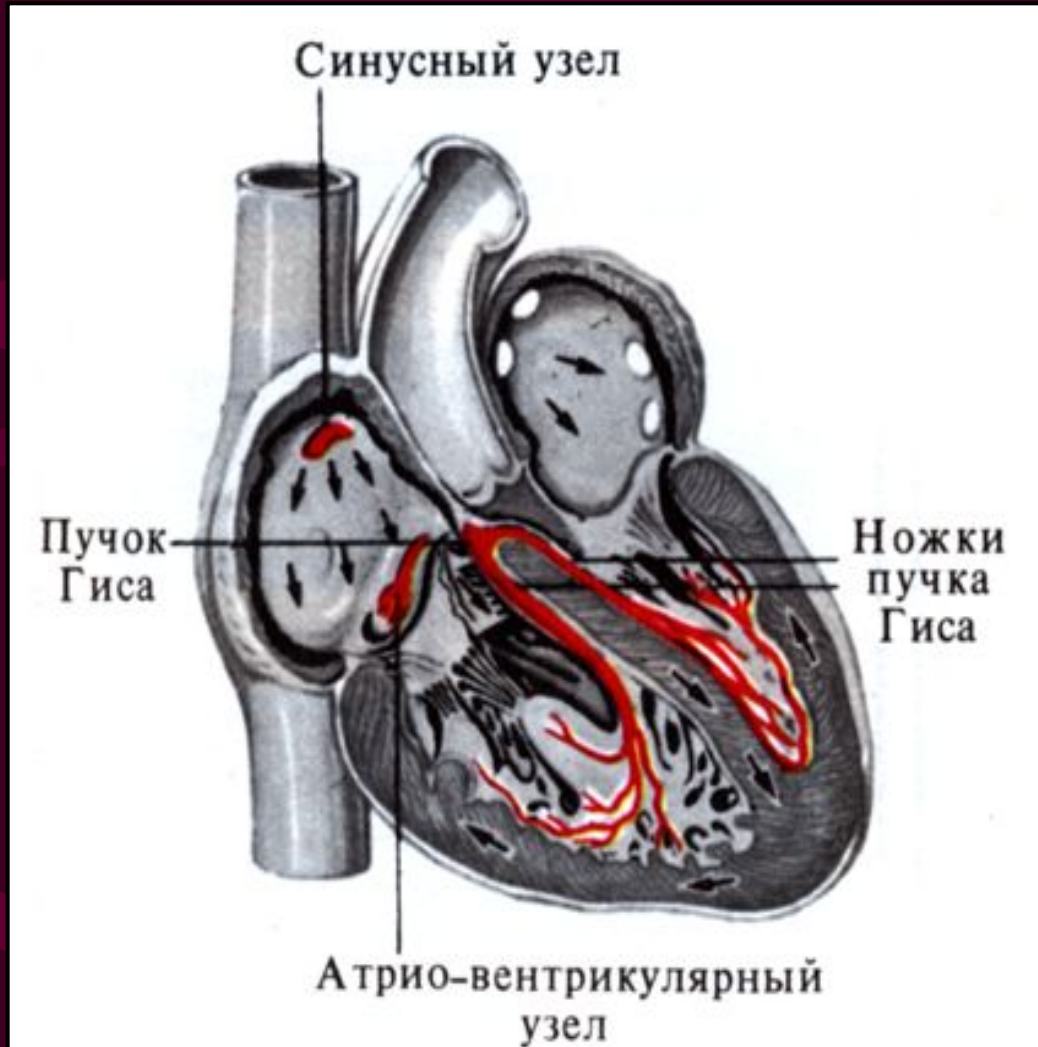


# Особенности Р-клеток

- Низкий уровень МП (50-70 мВ)
- Нестабильный МП
- Наличие МДД-медленной диастолической деполяризации
- Пикообразная форма ПД
- Низкая амплитуда ПД

- Причиной МДД является повышенная проницаемость мембраны Р-клеток для ионов натрия в состоянии покоя.

# Проводящая система сердца



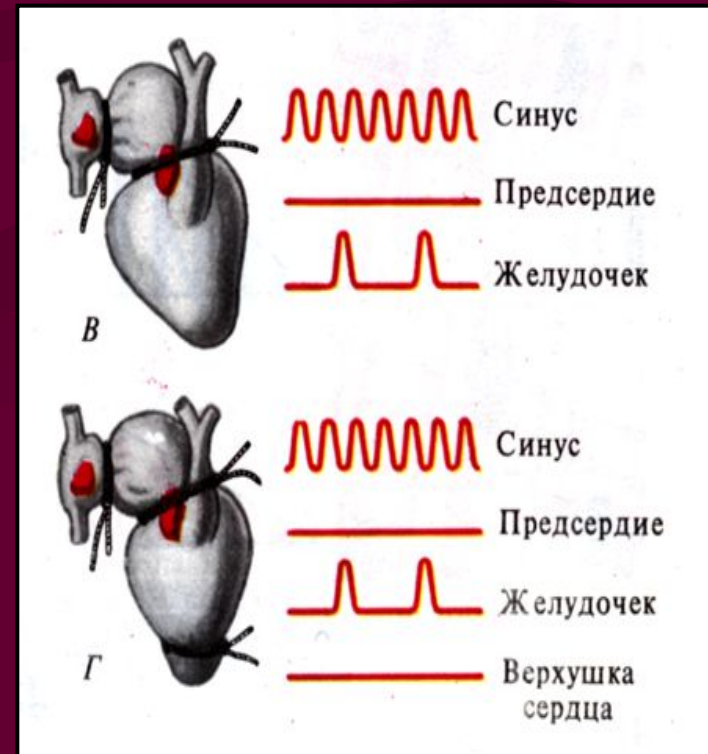
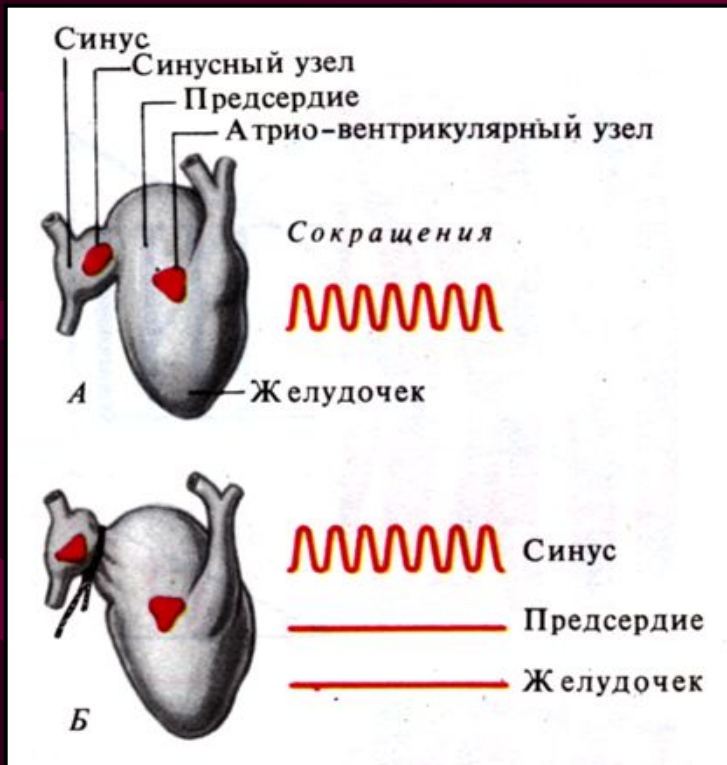
# Проводящая система сердца

- Синоатриальный (синусный) узел – генерация ПД 60-80 имп./мин –водитель ритма I порядка
- Атриовентрикулярный узел – ПД 40-60 имп/мин – водитель ритма II порядка
- Пучок Гиса с правой и левой ножками
- Волокна Пуркинье

# Закон градиента автоматии

- Чем дальше от синусного узла находится отдел проводящей системы, тем меньше его способность к автоматии
- Этот закон можно доказать в опыте Станниуса (накладывание лигатур между различными отделами сердца лягушки)

# Опыт с лигатурами Станниуса



# Сердечный цикл

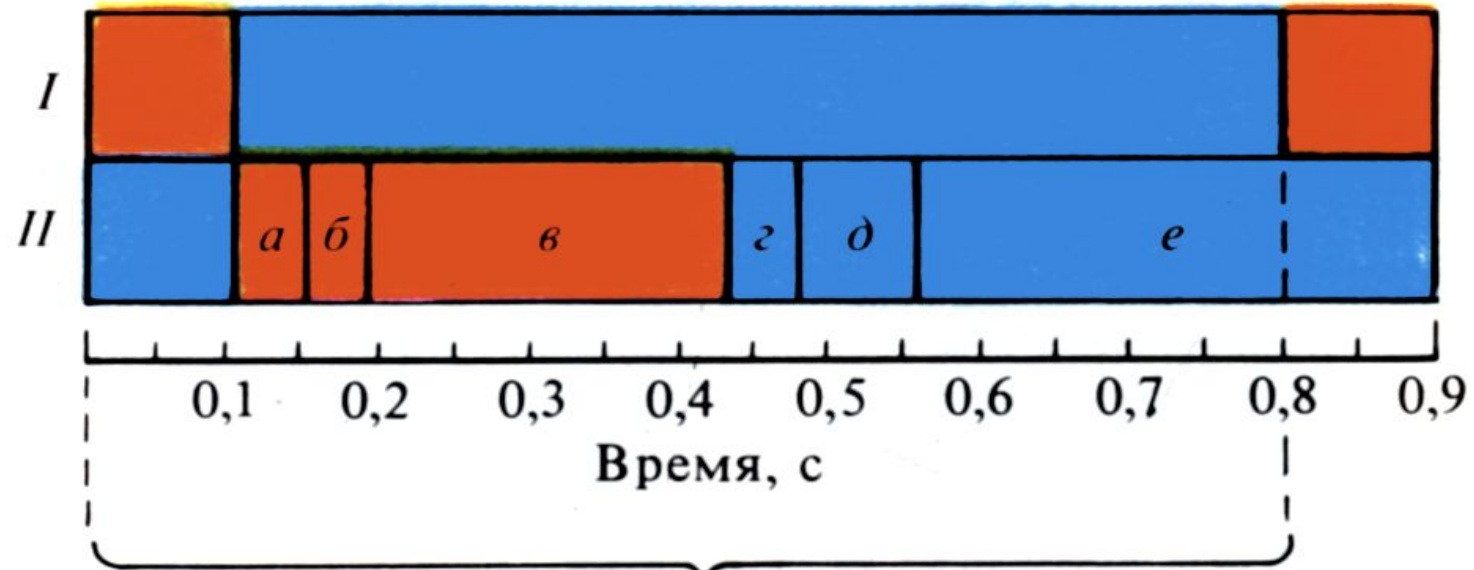
Фазы сердечного цикла:

- I. Систола предсердий
- II. Систола желудочком
- III. Общая пауза

- Длительность сердечного цикла зависит от частоты сердечных сокращений.
- При ЧСС 75 в 1 мин. его длительность равна 0,8 с.
- При ЧСС 60 в 1 мин. – 1 с



# Сердечный цикл



Сердечный цикл  
(при пульсе 75 ударов/мин)

# Систола желудочков (0,33 с)

## Систола желудочков

```
graph TD; A[Систола желудочков] --> B[период напряжения:]; A --> C[период изгнания:]; B --> D[фаза асинхронного сокращения]; B --> E[фаза изометрического сокращения]; C --> F[фаза быстрого изгнания]; C --> G[фаза медленного изгнания];
```

период напряжения:

фаза асинхронного

сокращения

фаза изометрического

сокращения

период изгнания:

фаза быстрого изгнания

фаза медленного изгнания

# Диастола желудочков (0,47 с)

## Диастола желудочков:

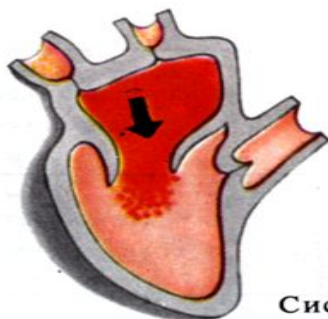
- Протодиастолический период
- Период изометрического расслабления
- Период наполнения желудочков:
  - фаза быстрого наполнения
  - фаза медленного наполнения

# Сердечный цикл

А

4—5 мм рт. ст.

Около 0

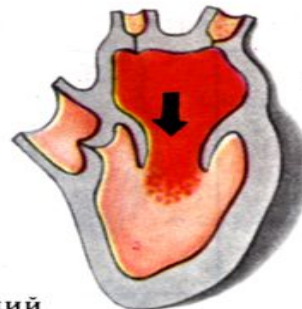


Систола предсердий

Б

5—7 мм рт. ст.

Около 0



Около 0

30 мм. рт. ст.



Систола желудочков

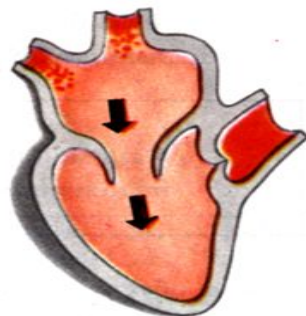


Около 0

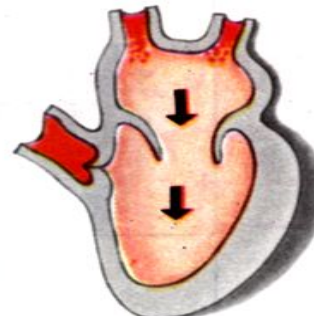
120 мм рт. ст.

Около 0

Около 0



Общая пауза



Около 0

Около 0