

# Физиология сердца

Автор:  
Вронский Алексей Сергеевич  
Лечебный факультет  
204 группа

■ «Когда я присутствую на вскрытии умершего от заболевания сердца, то в половине случаев не могу понять, от чего он умер, а в другой половине случаев – как он еще мог жить»»

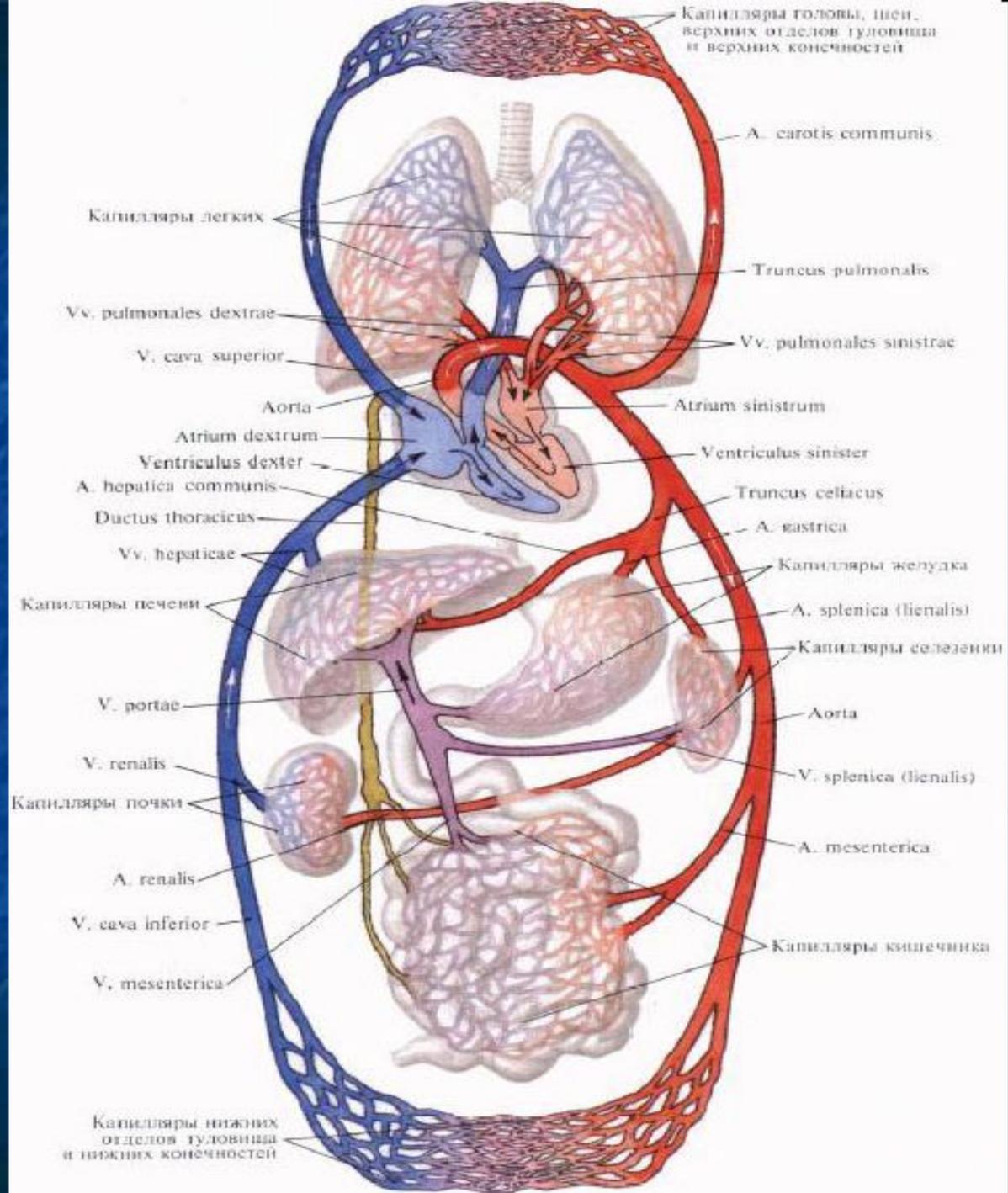
С.П.Боткин

# Задача сердечно-сосудистой системы

- Доставка в микроциркуляторное русло кислорода и питательных веществ и удаление метаболитов.

## Роль сердца

- 1) Насос
- 2) Генератор давления
- 3) Обеспечивает возврат крови



# Цикл сердечной деятельности

Предсердий - 0,8 с



Систола - 0,1 с

Диастола - 0,7 с

Желудочков - 0,8 с



Систола - 0,33 с

Диастола - 0,47 с

Общая пауза - 0,37 с

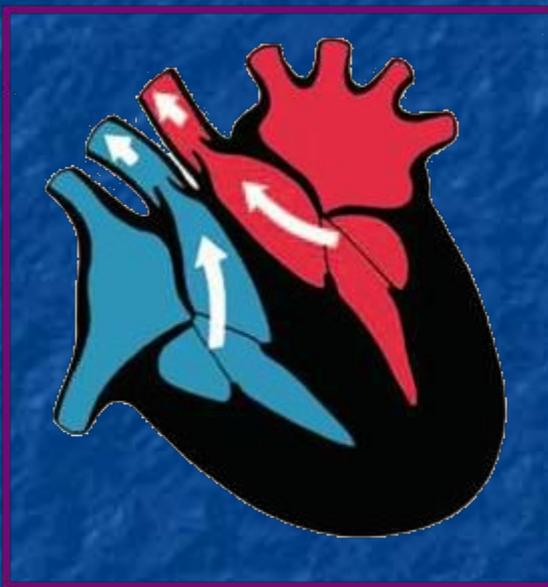
# Цикл сердечной деятельности

При ЧСС равной 75 в минуту составляет



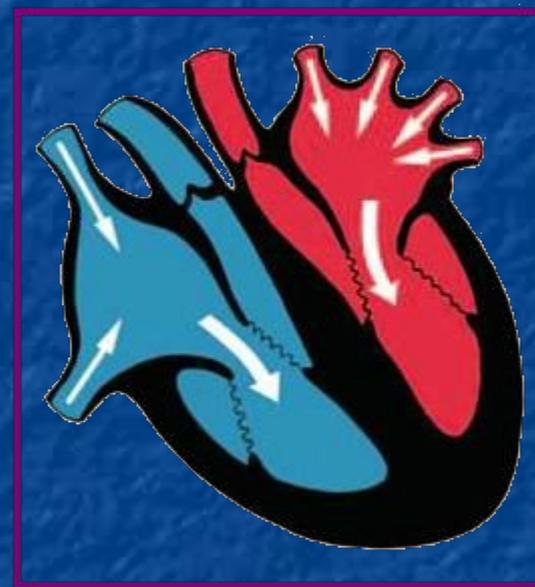
**Систола предсердий**

**0,1 с**



**Систола желудочков**

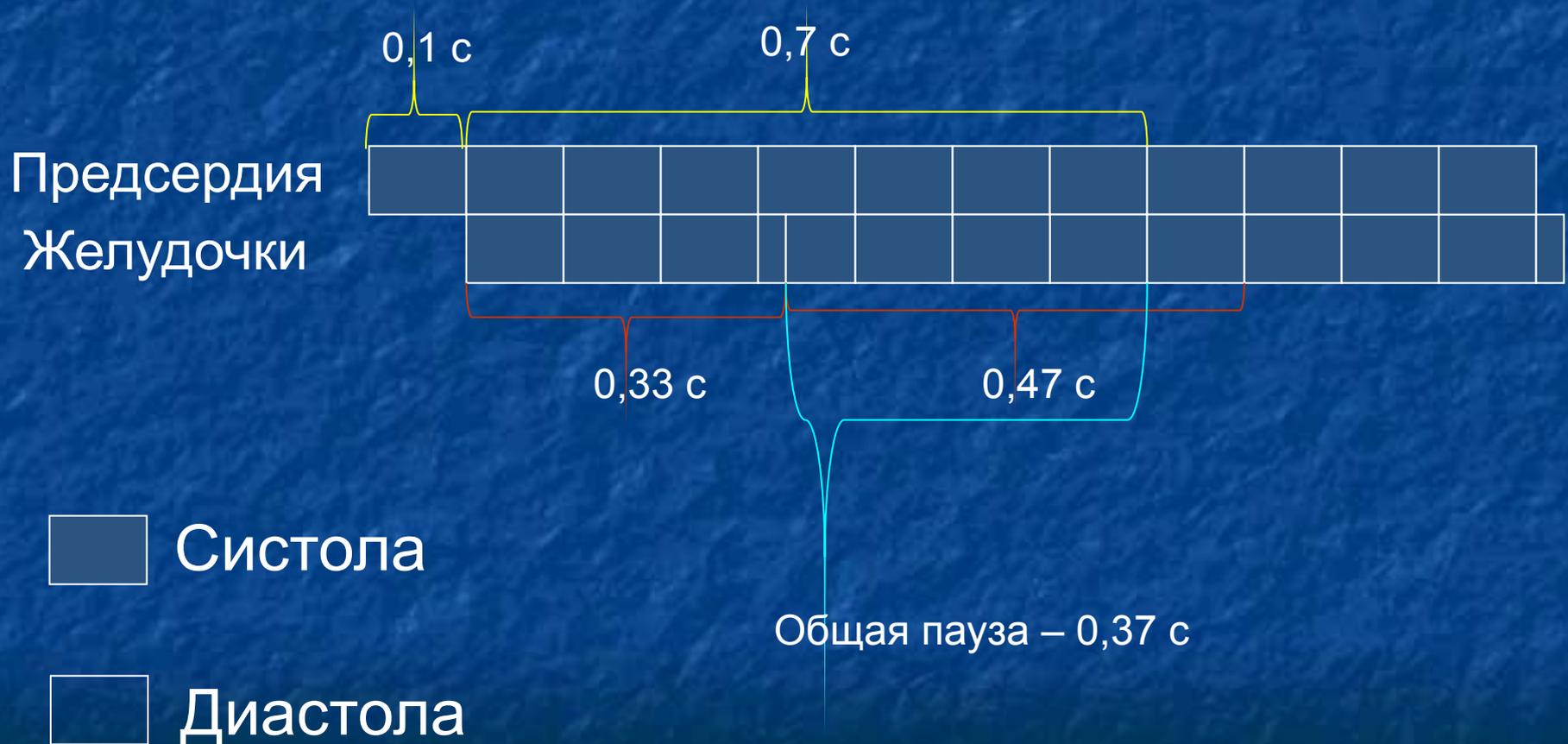
**0,33 с**



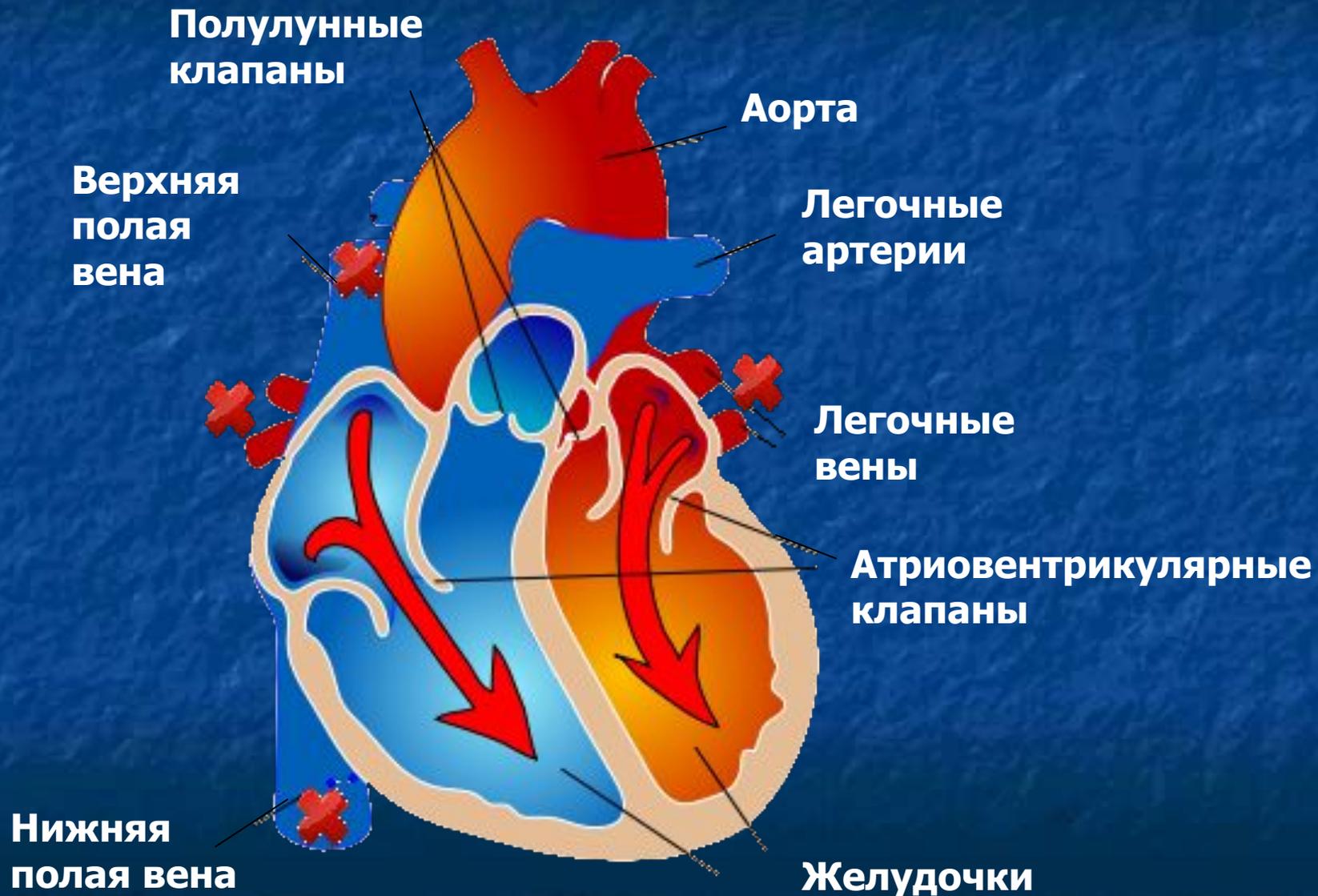
**Общая пауза**

**0,37 с**

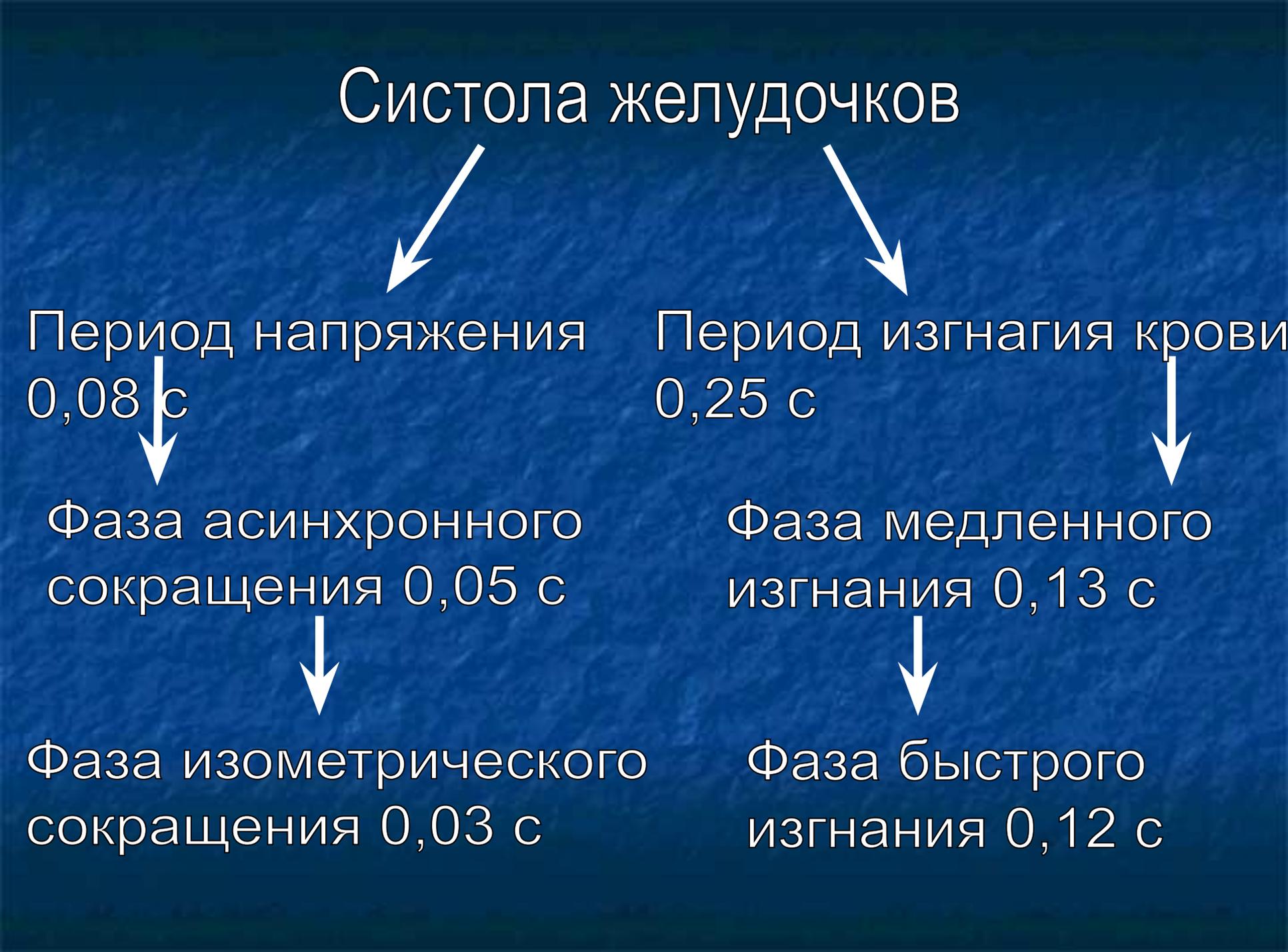
# Графическое изображение сердечного цикла



# Систола предсердий



# Систола желудочков



```
graph TD; A[Систола желудочков] --> B[Период напряжения 0,08 с]; A --> C[Период изгнания крови 0,25 с]; B --> D[Фаза асинхронного сокращения 0,05 с]; B --> E[Фаза изометрического сокращения 0,03 с]; C --> F[Фаза медленного изгнания 0,13 с]; C --> G[Фаза быстрого изгнания 0,12 с];
```

Период напряжения  
0,08 с

Фаза асинхронного  
сокращения 0,05 с

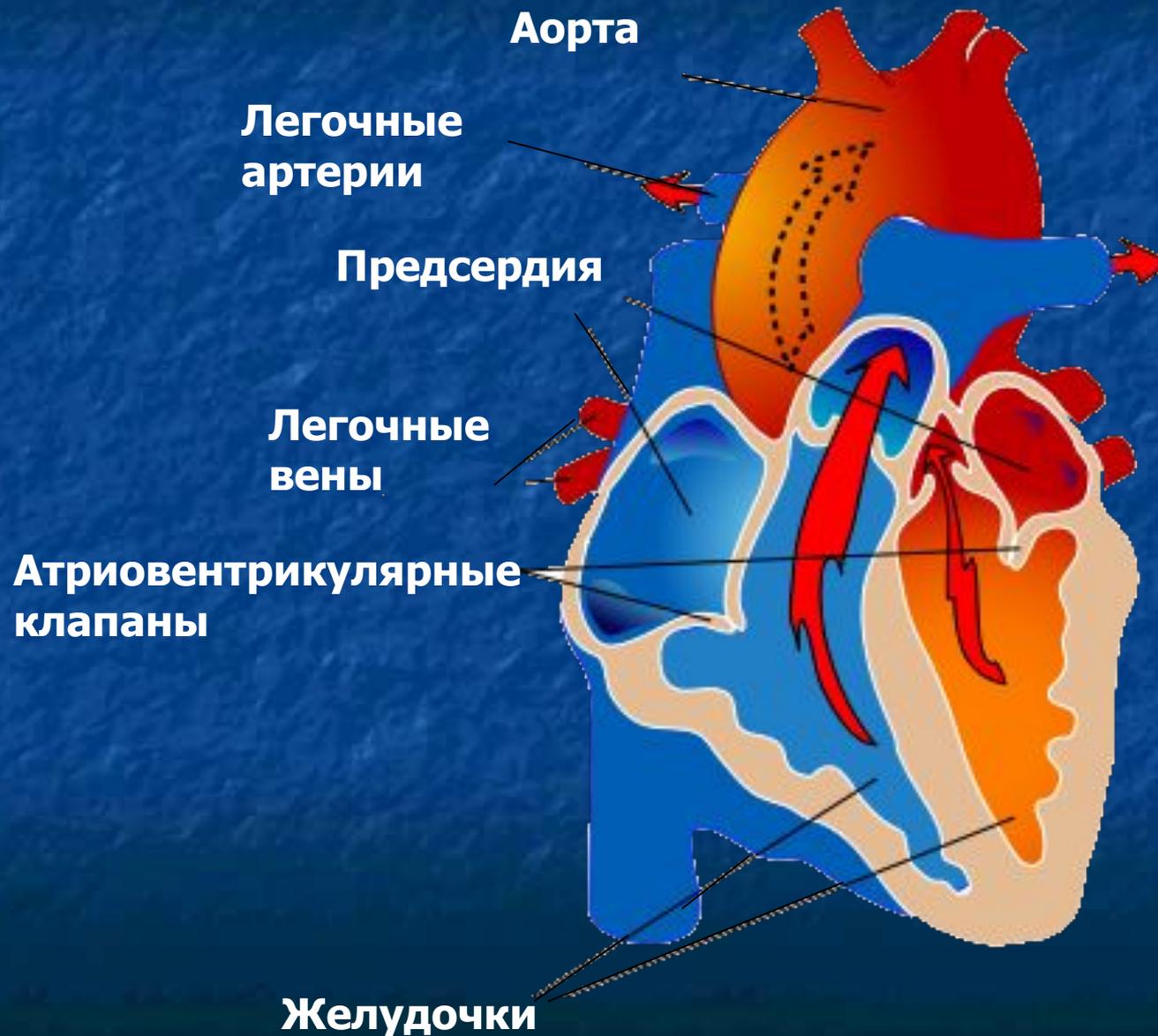
Фаза изометрического  
сокращения 0,03 с

Период изгнания крови  
0,25 с

Фаза медленного  
изгнания 0,13 с

Фаза быстрого  
изгнания 0,12 с

# Систола желудочков



# Диастола желудочков

0,47 с

Период расслабления

0,12 с

Фаза асинхронного  
расслабления

(протодиастола)

0,04 с

Фаза изометрического  
расслабления 0,08 с

Период наполнения

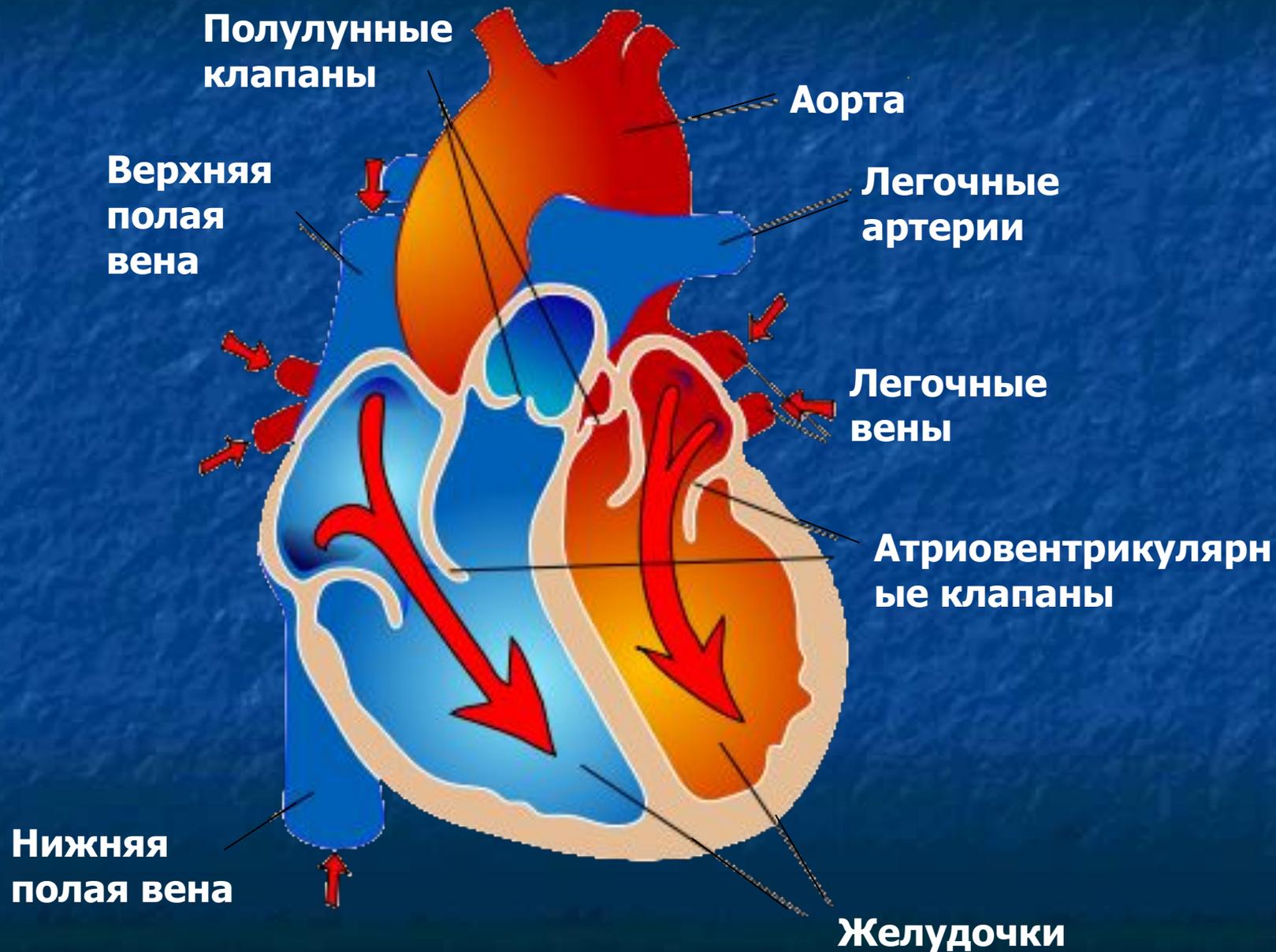
0,25 с

Фаза быстрого  
наполнения 0,08 с

Фаза медленного  
наполнения 0,12 с

Пресистола - систола предсердия 0,1 с

# Общая пауза



# Причины одностороннего тока крови в сердце

- 1) Сокращение предсердий начинается с мышечных пучков, охватывающих устья вен, поэтому кровь течет в желудочки.
- 2) Наличие атриовентрикулярных клапанов препятствует обратному току крови в предсердия.
- 3) Полулунные клапаны препятствуют току крови из сосудов в желудочки.

# Механизмы, обеспечивающие приток крови к сердцу

- 1) Систола левого желудочка, создающая движущую силу (30% венозного возврата).
- 2) Разность давлений в венах и полостях сердца.

В венах вне грудной полости  $P = 5-9$  мм. рт. ст.

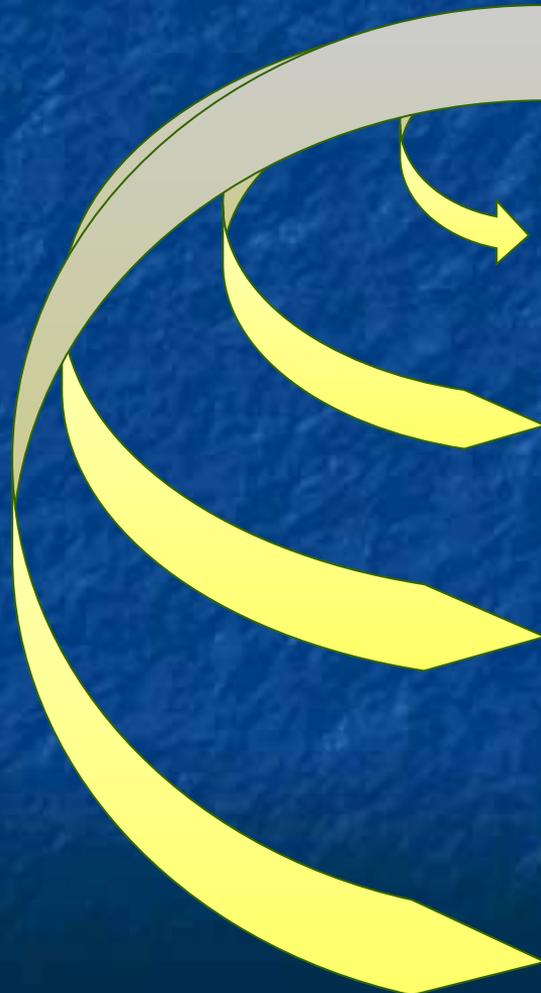
В предсердиях во время диастолы  $P = 0-3$  мм.рт.ст.

Движущая сила равна  $P$  вен –  $P$  сердца.

В среднем 5–9 мм. рт. ст.

- 3) Присасывающая способность сердца.

# Физиологические свойства сердечной мышечной ткани



**Возбудимость**

**Сократимость**

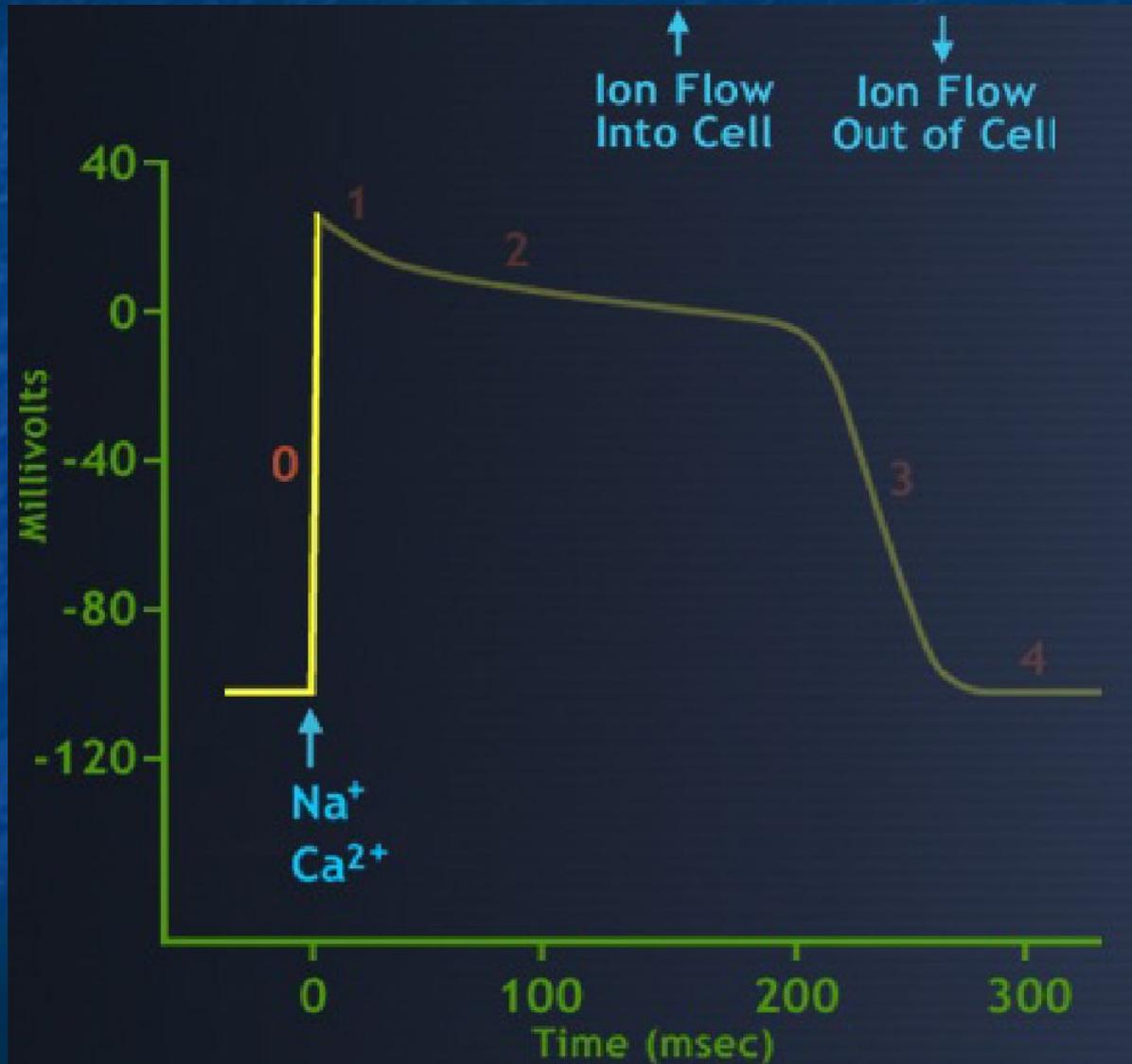
**Проводимость**

**Автоматия**

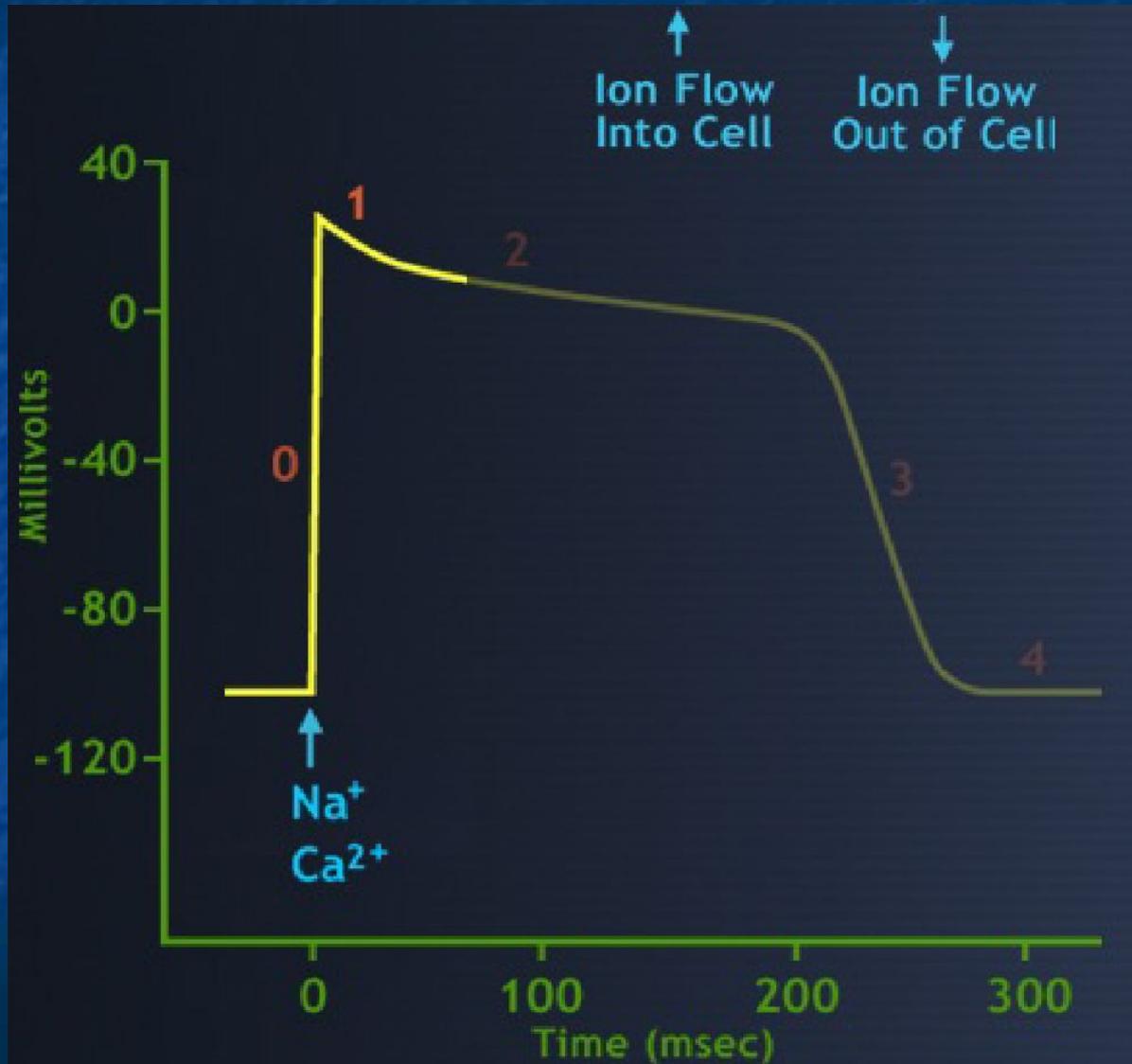
# Возбудимость

- Возбудимость – это способность клетки отвечать возбуждением (генерацией потенциала действия) в ответ на действие раздражителей любой природы.

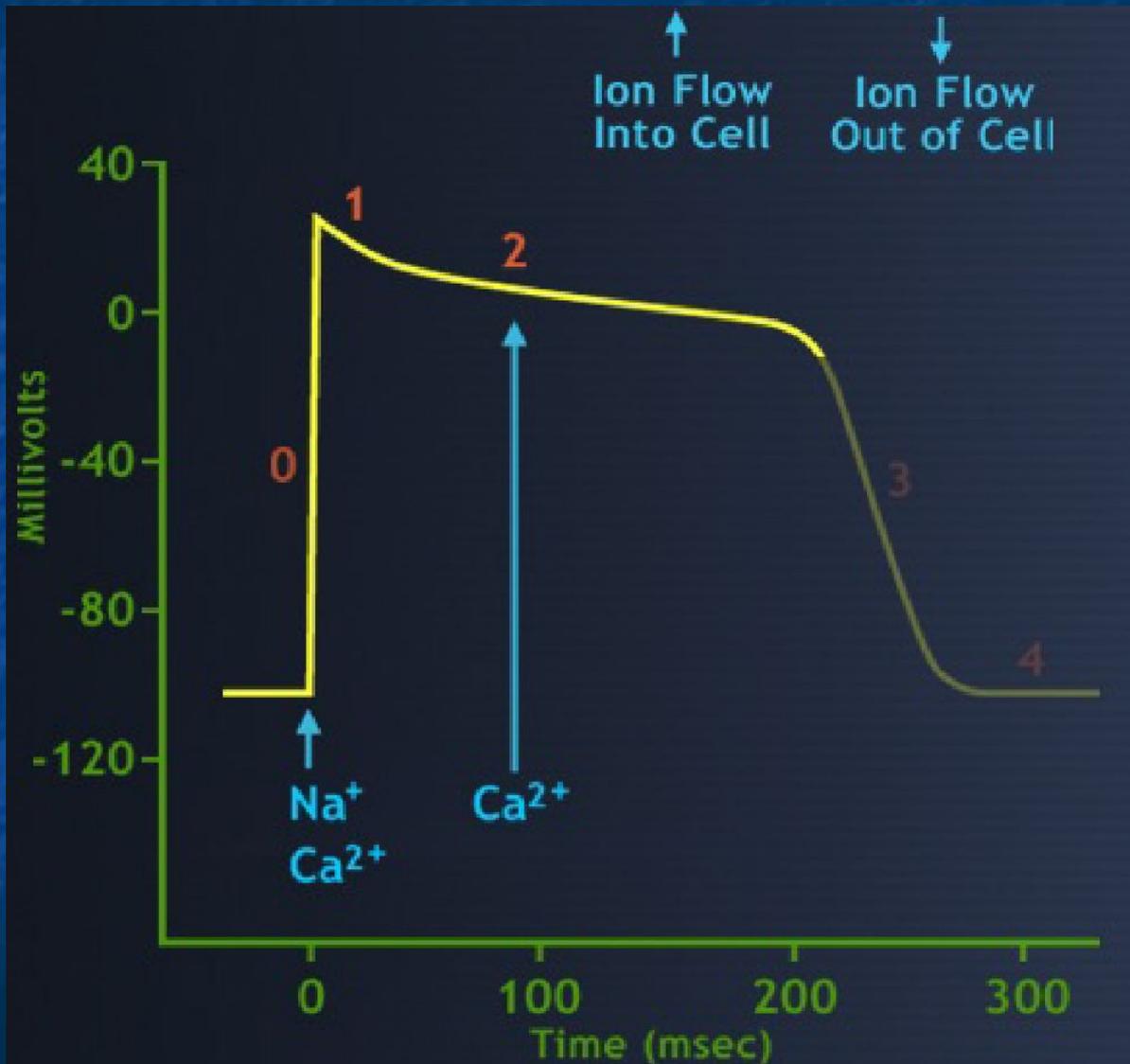
# Фаза 0



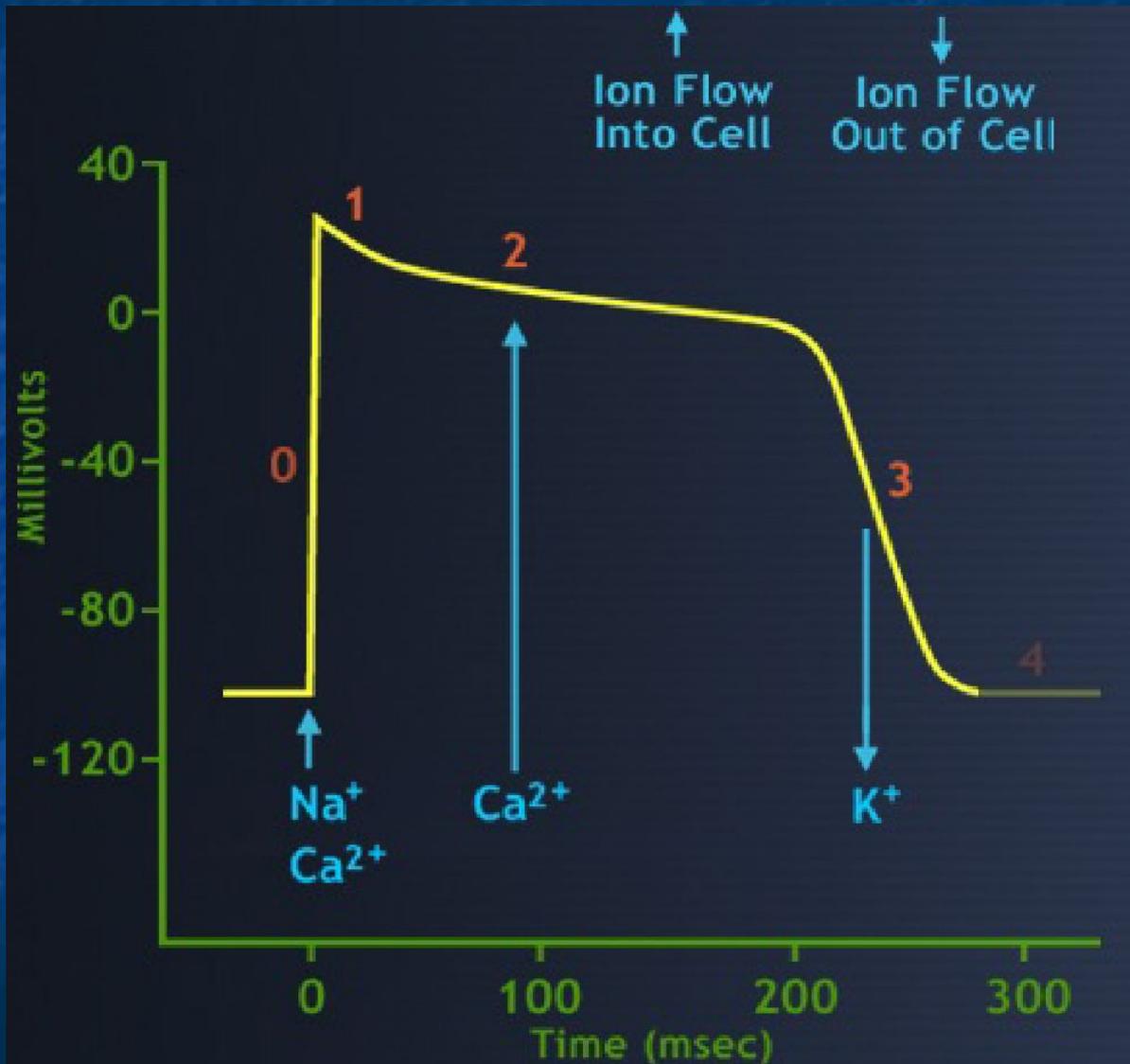
# Фаза 1



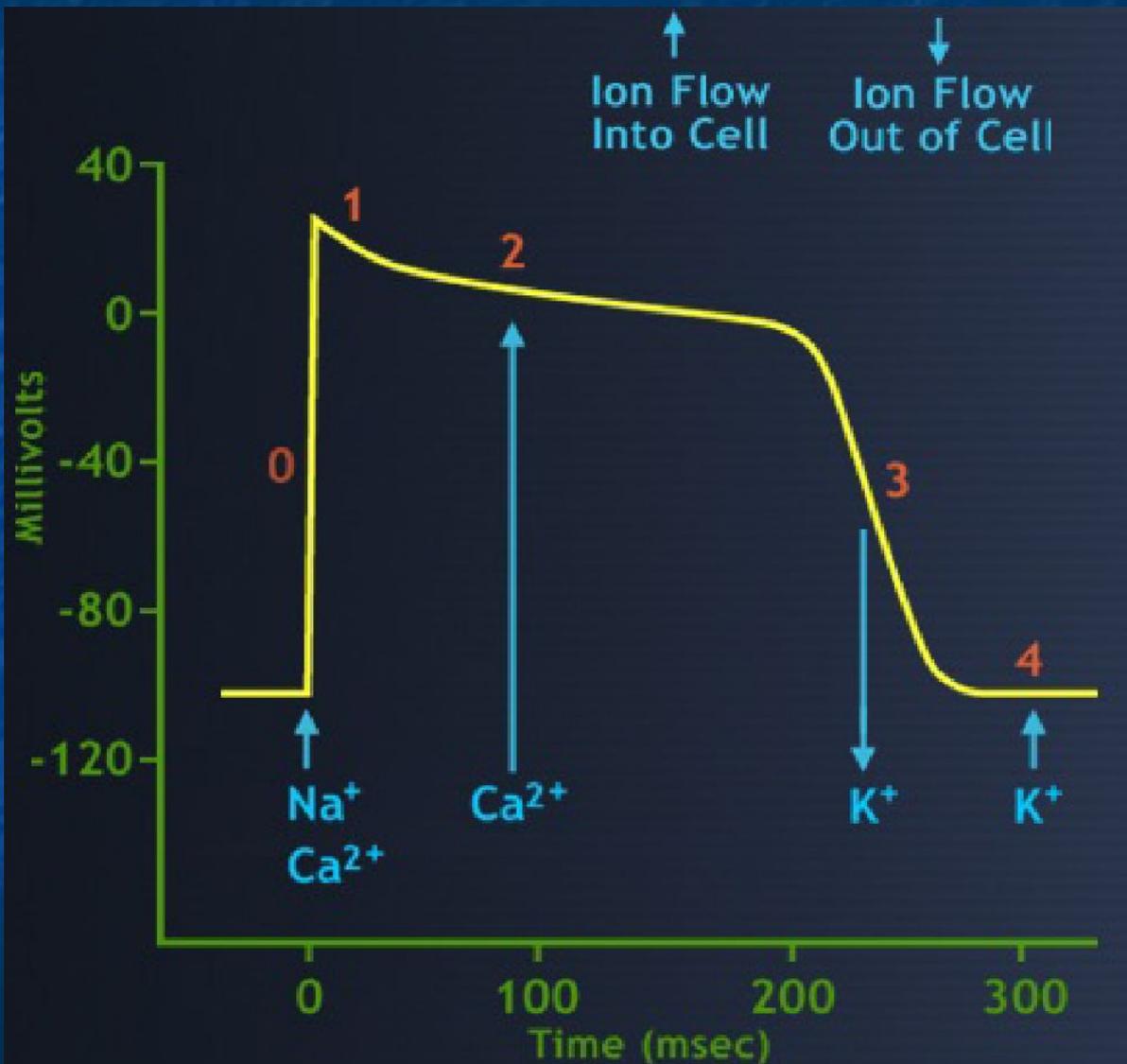
# Фаза 2



# Фаза 3



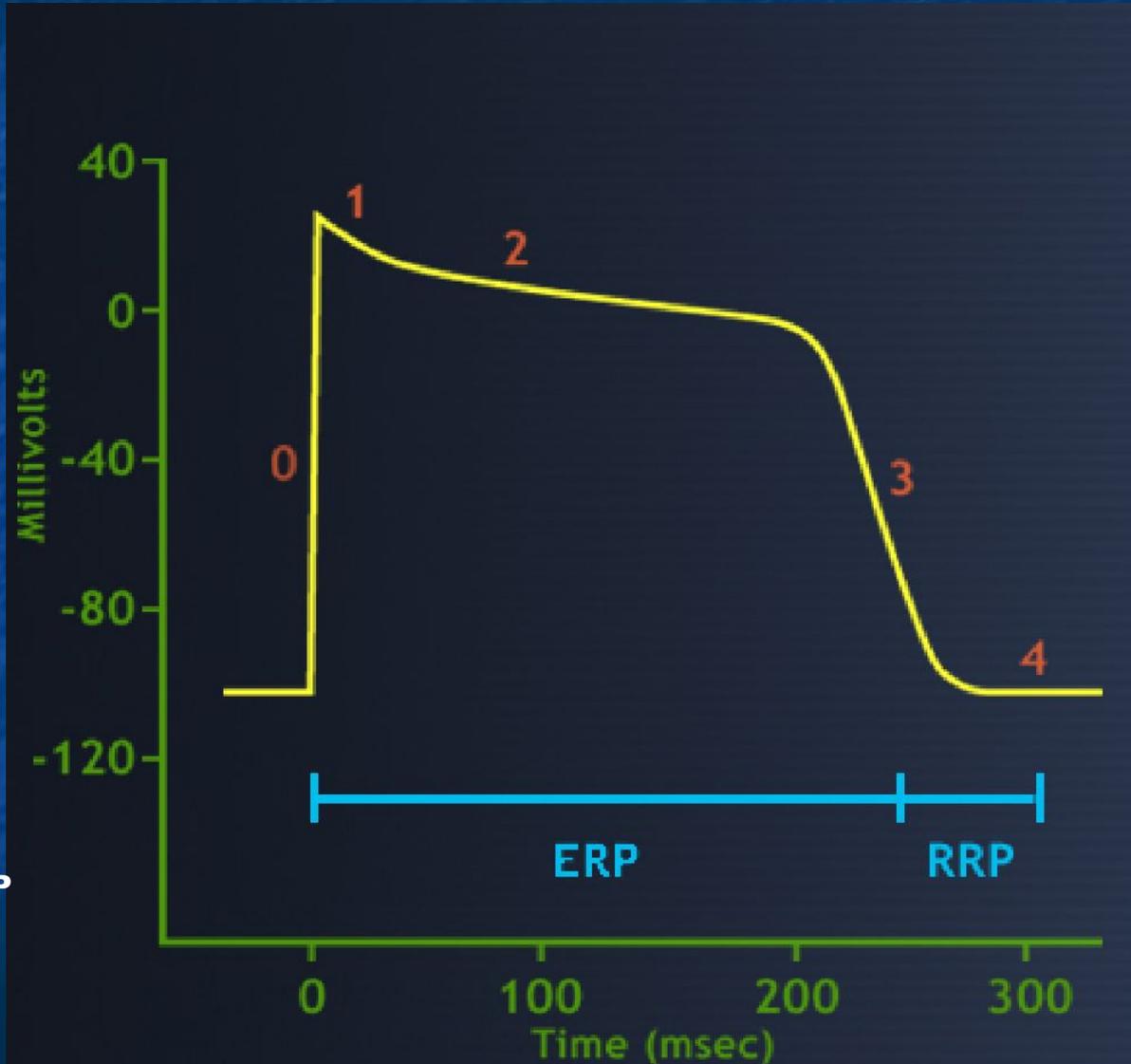
# Фаза 4



ПД  
предсердий  
= 120 мс

ПД  
желудочков  
= 300-350 мс

# Рефрактерность



Абсолютная рефрактерность  
= 270 мс

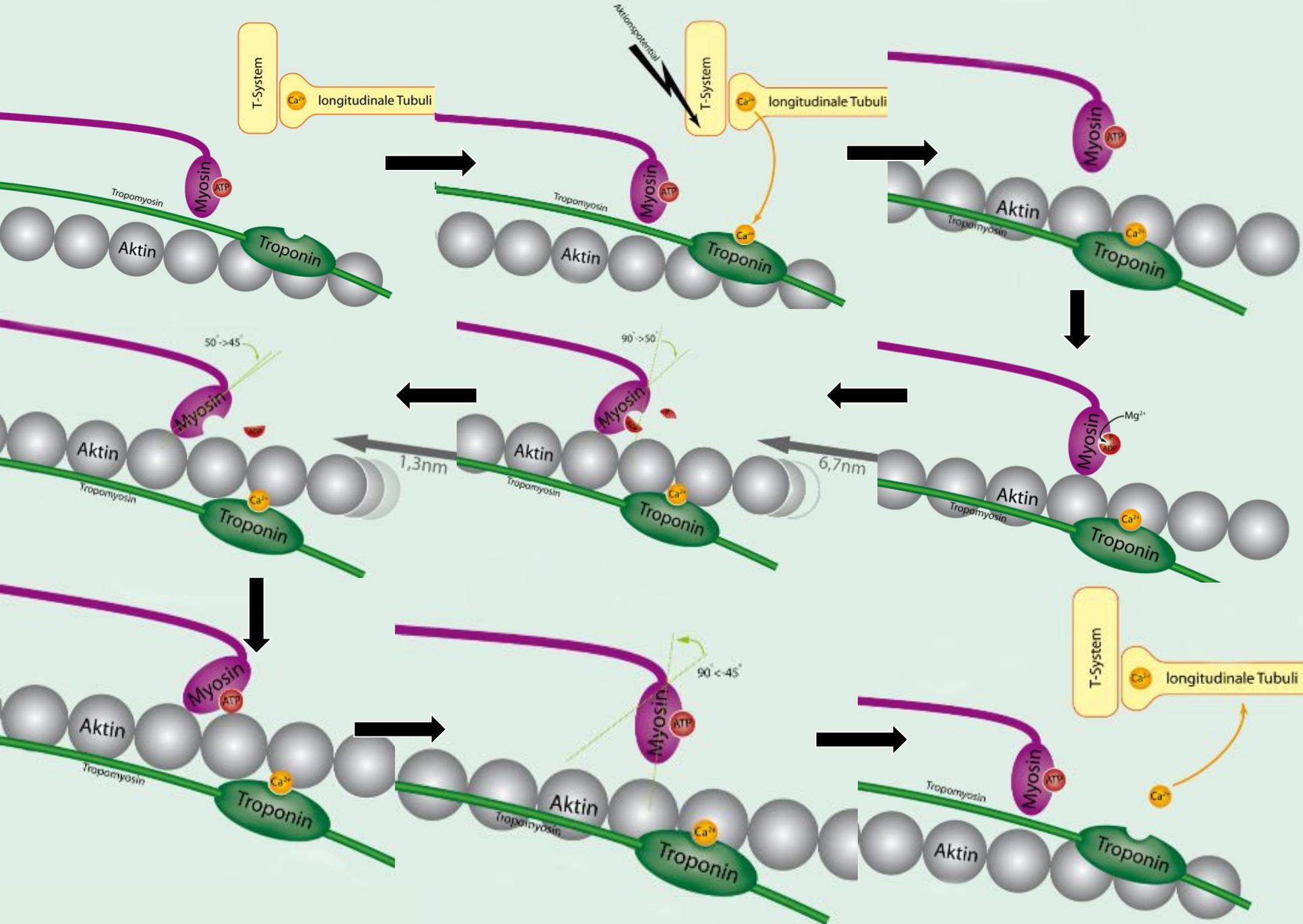
Относительная рефрактерность  
= 30 мс

# Особенности проводимости

- 1) Возбуждение проводится диффузно (во всех направлениях).
- 2) Возбуждение передается по электрическим импульсам. Скорость проведения = 1 м/с.
- 3) Миокард хотя и состоит из отдельных клеток, функционирует как единое целое – функциональный синцитий.

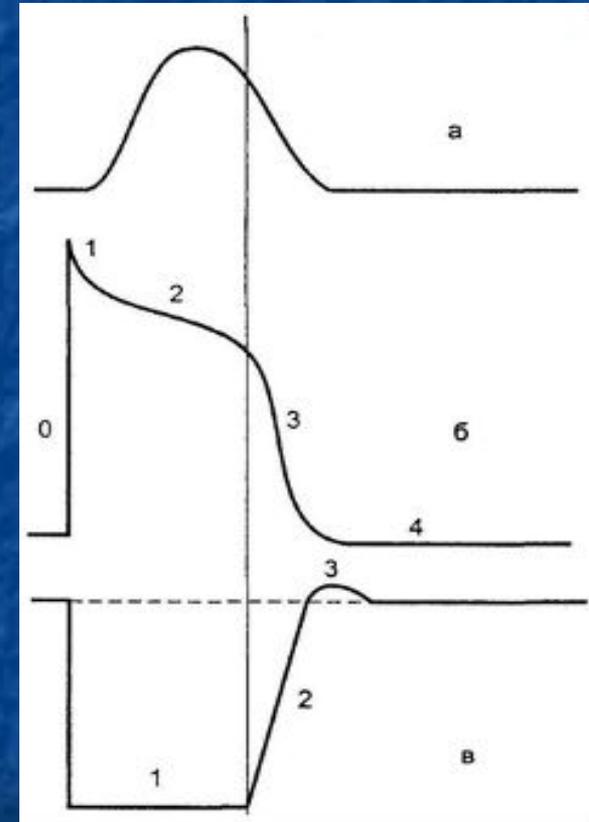
# Сократимость

- Сократительную функцию кардиомиоцитов обеспечивают находящиеся в них миофибриллы, в состав которых входят сократительные белки-миофиламенты – актин и миозин, а также регуляторные белки – тропонин и тропомиозин.



# Особенности сократимости

- 1) Сердечная мышца подчиняется закону «все или ничего».
- 2) Длительный период одиночного сокращения. У предсердий – около 100 мс, у желудочков – около 300-350 мс.
- 3) Кардиомиоцитам характерно только одиночное сокращение. Им не свойственна суммация (отсутствие тетанусов).
- 4) Существенна роль в сокращении внеклеточного  $\text{Ca}^{+2}$ .



# Растяжимость и эластичность

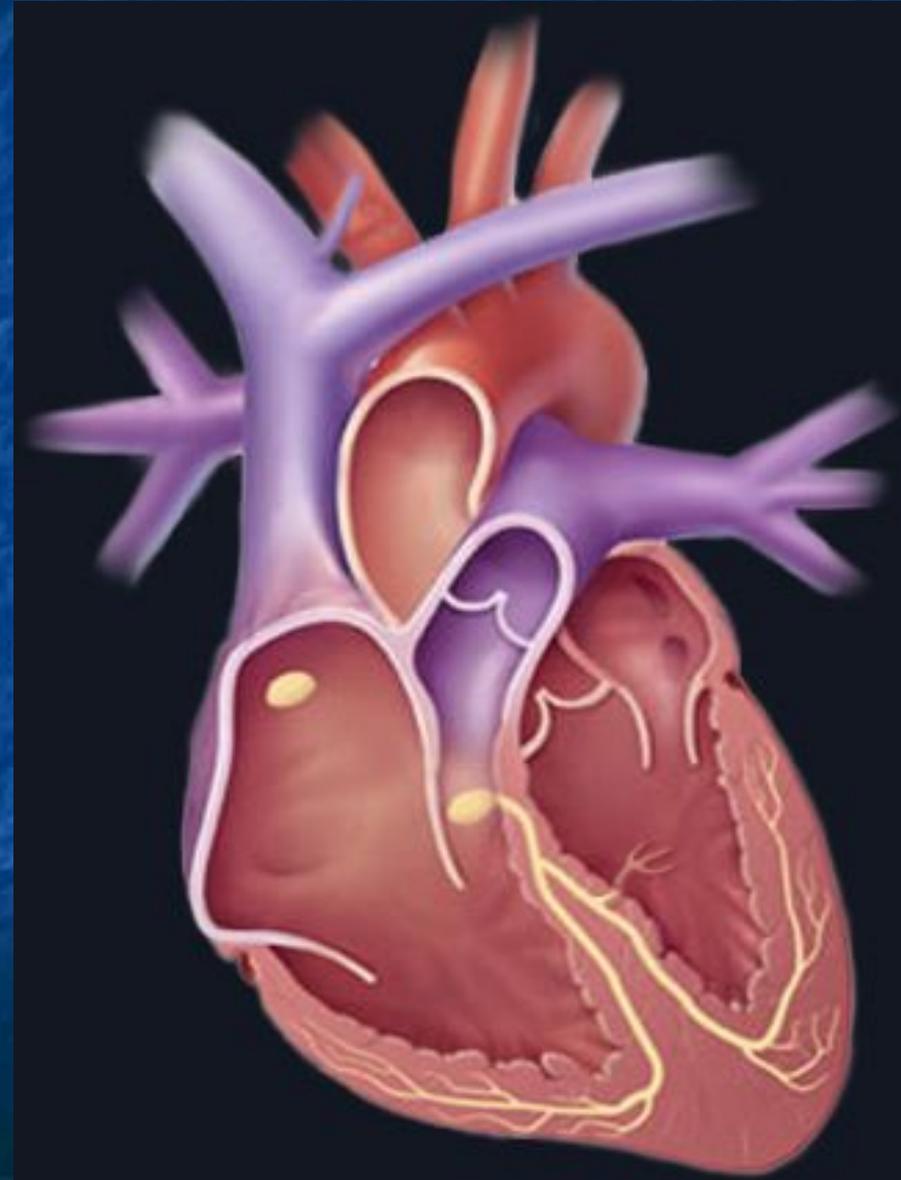
- 1) Они смягчают гидравлический удар, возникающий в результате несжимаемости жидкости и быстро сокращающихся стенок сердца.
- 2) Эластические силы, возникающие вследствие растяжения стенок желудочков при сокращении предсердий, увеличивают силу сокращений желудочков в начале систолы.
- 3) Эластичность обеспечивает возникновение в конце систолы сил, способствующих расслаблению сократившегося миокарда.

# Энергетическое обеспечение

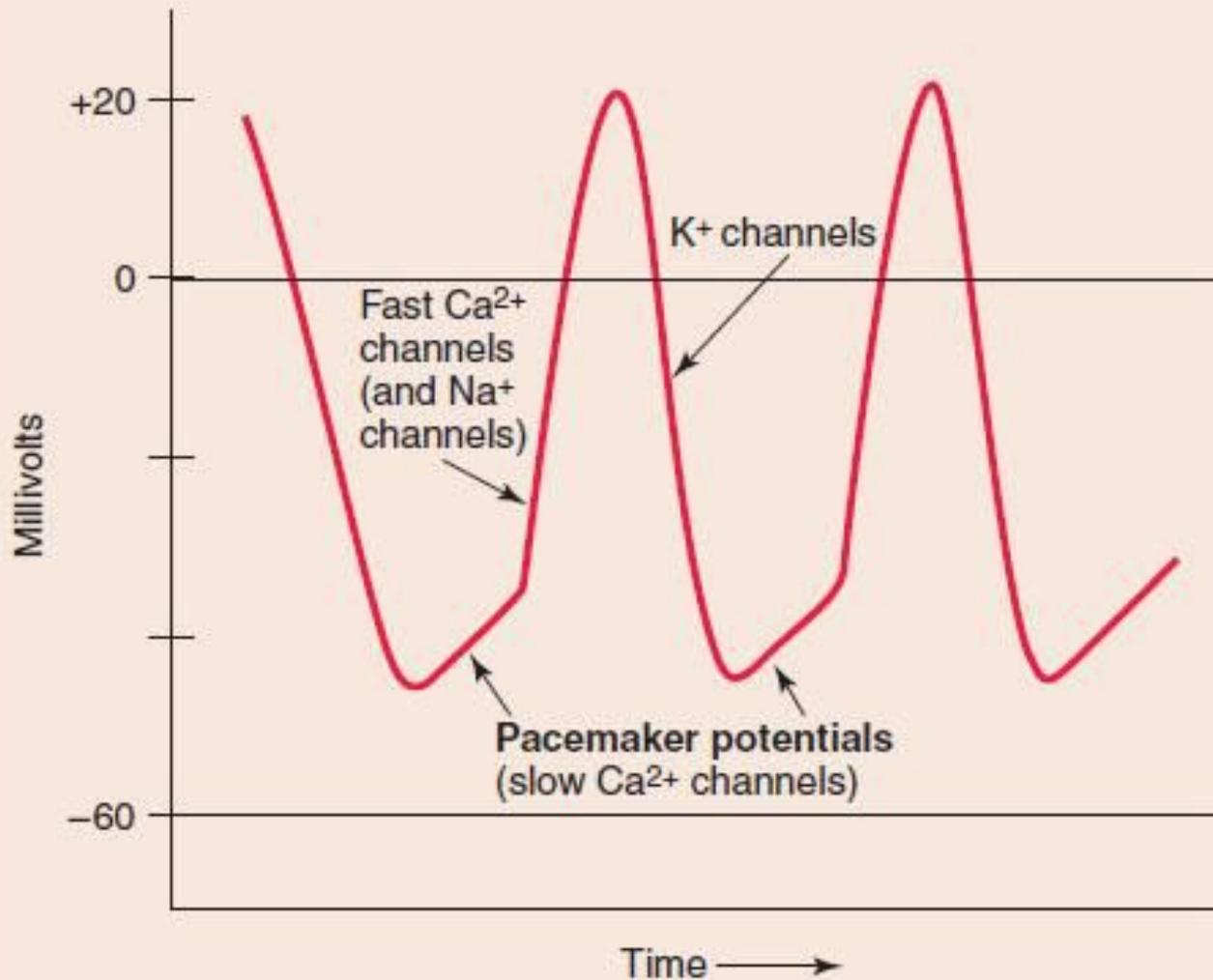
- Главным источником энергии для сердца является процесс аэробного окисления. Субстратами служат жирные кислоты и молочная кислота (60%), ПВК, кетоновые тела и аминокислоты (10%), глюкоза (30%).
- При ухудшении коронарного кровотока могут развиваться патологические процессы, вплоть до инфаркта. Но этому препятствует миоглобин, имеющийся в сердечной ткани.

# Автоматия

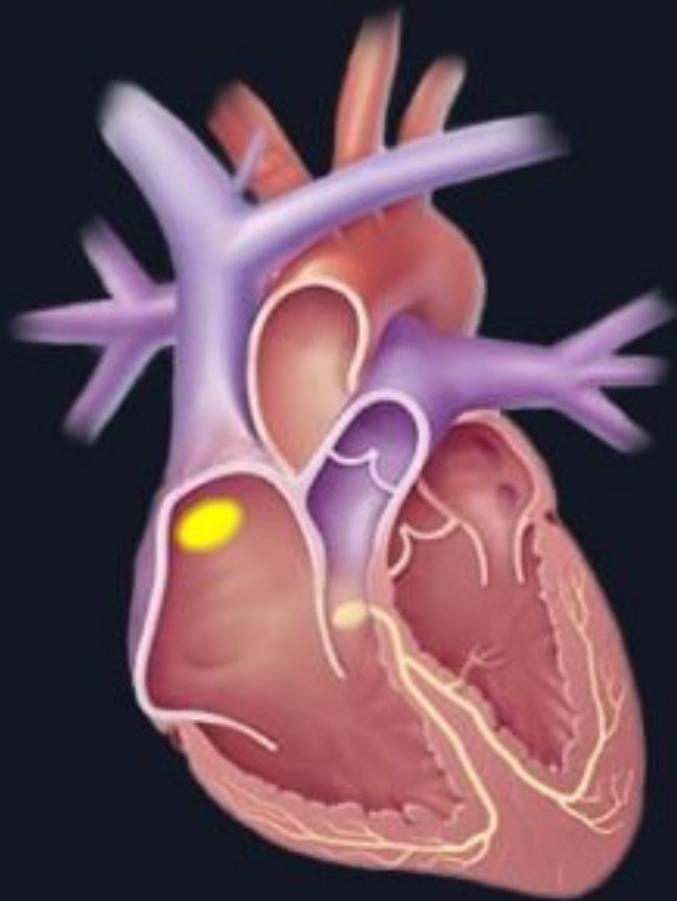
- Автоматия сердца – это способность сердца сокращаться под действием импульсов, возникающих в нем самом.



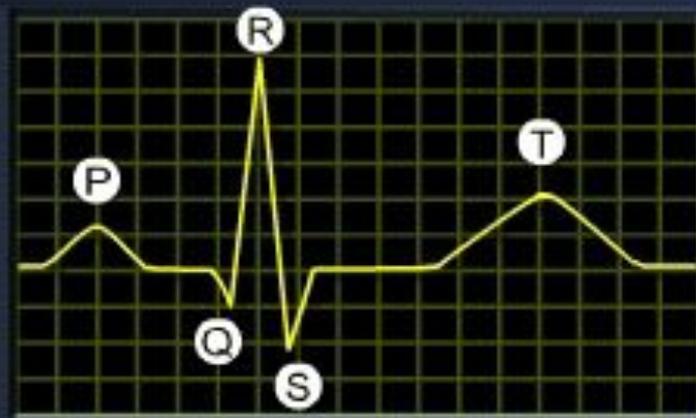
# Механизм автоматии



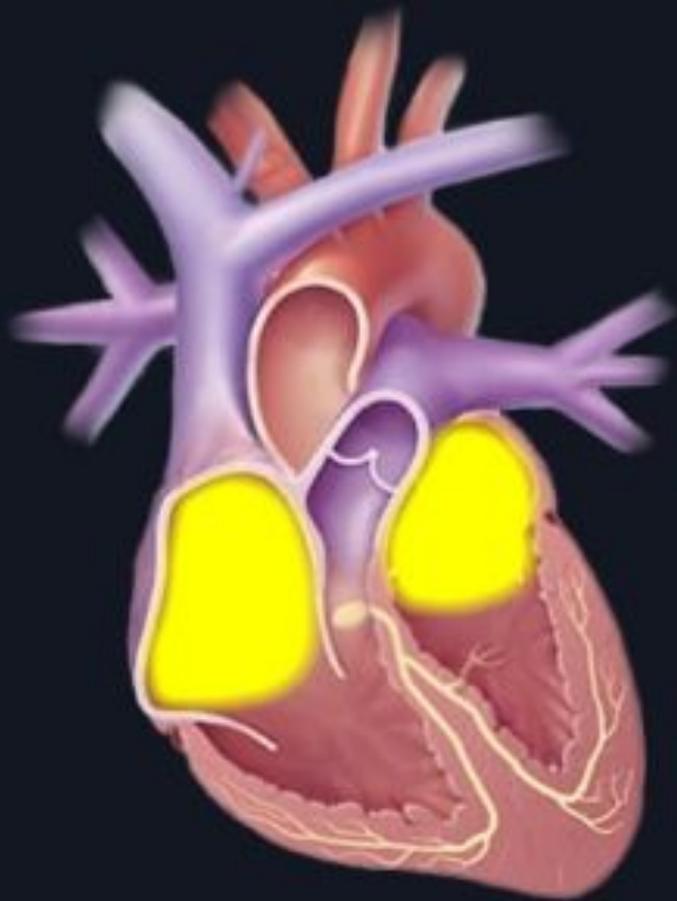
# Формирование импульса в синоатриальном узле



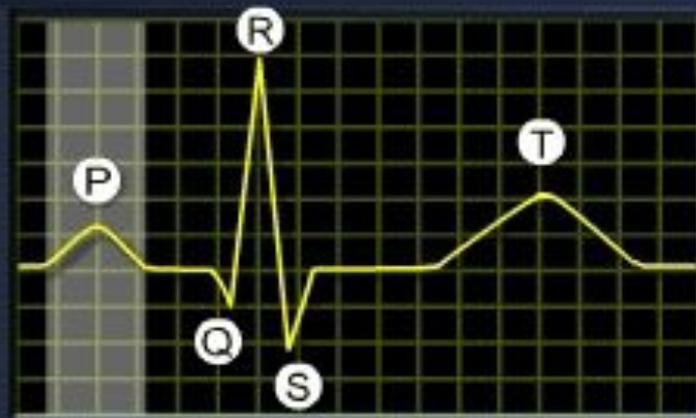
EKG



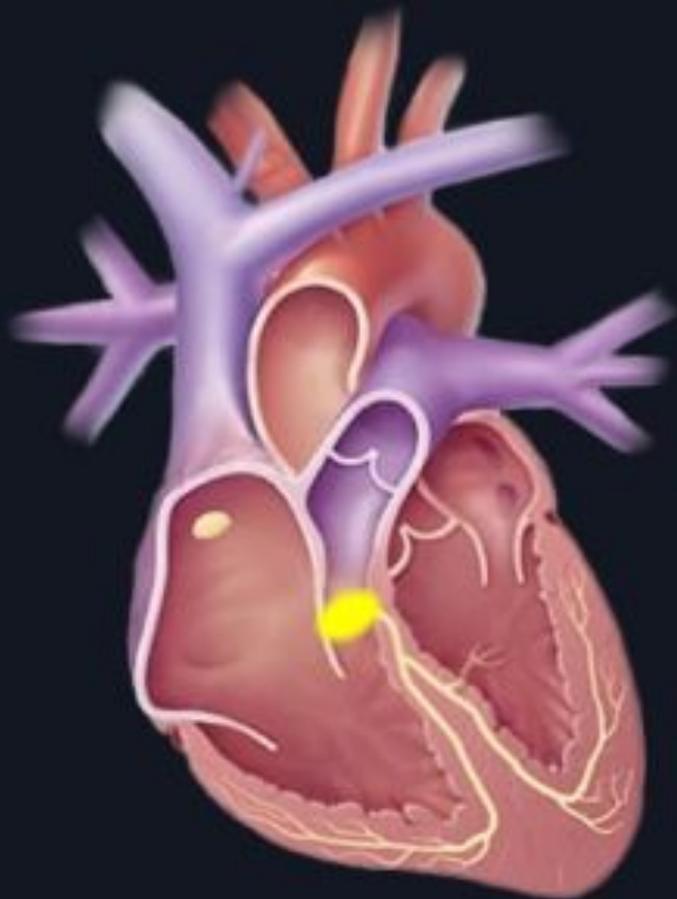
# Деполаризация предсердий



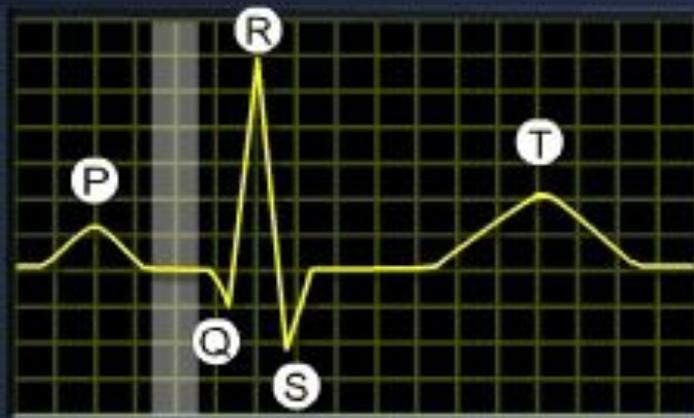
EKG



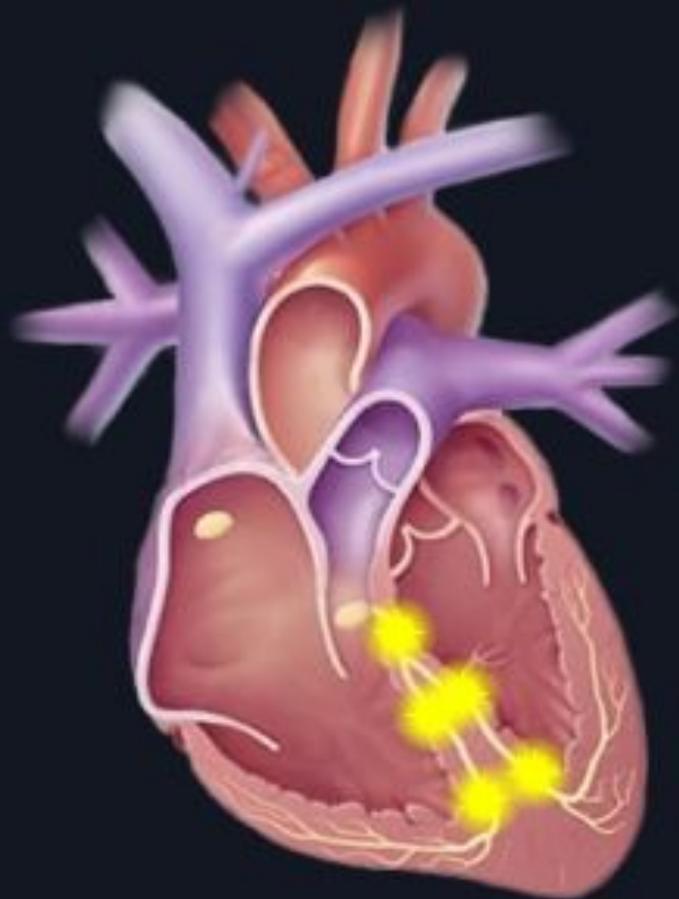
# Задержка проведения в АВ узле



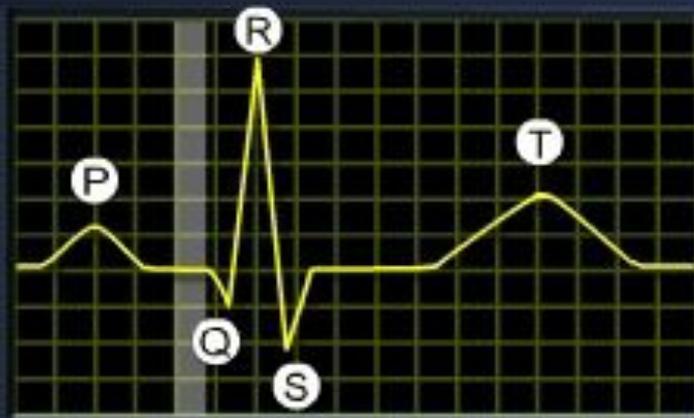
EKG



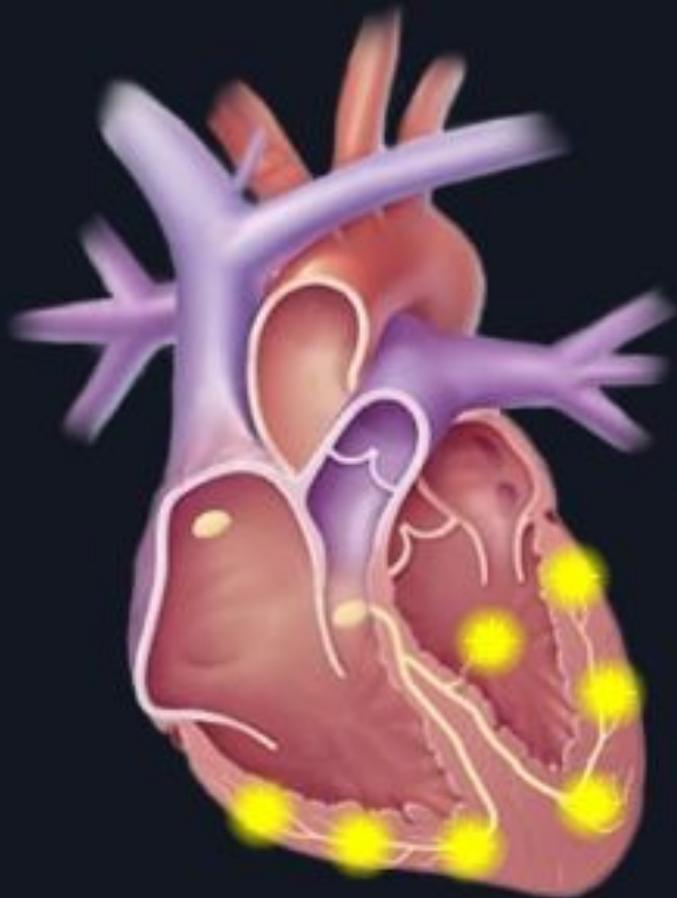
# Проведение по пучкам Гиса



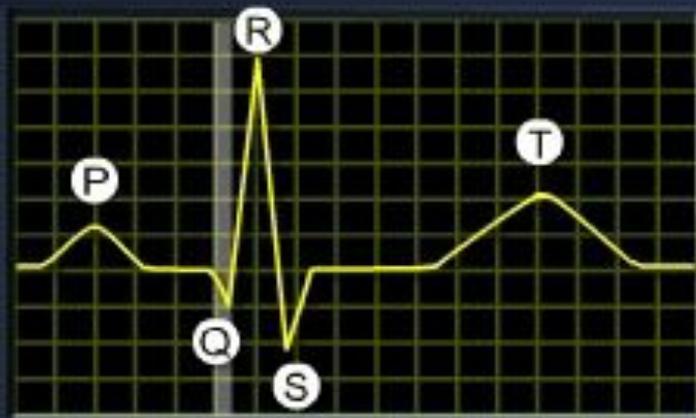
EKG



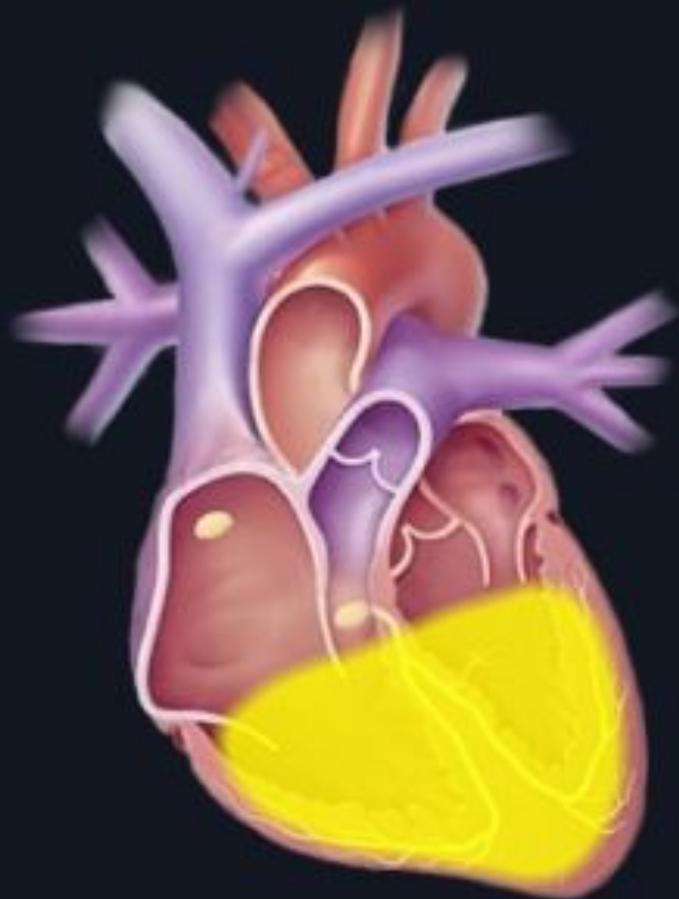
# Проведение по волокнам Пуркинье



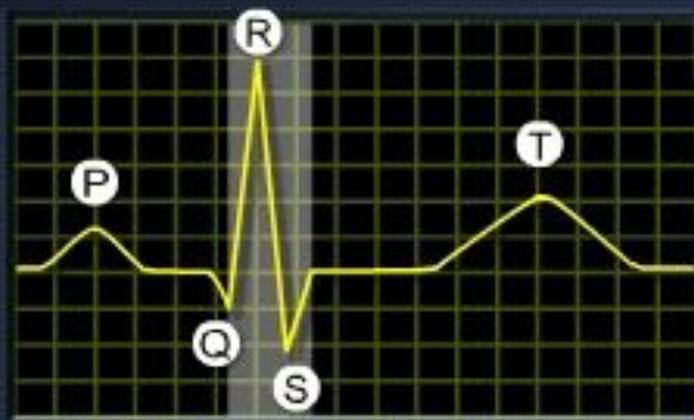
EKG



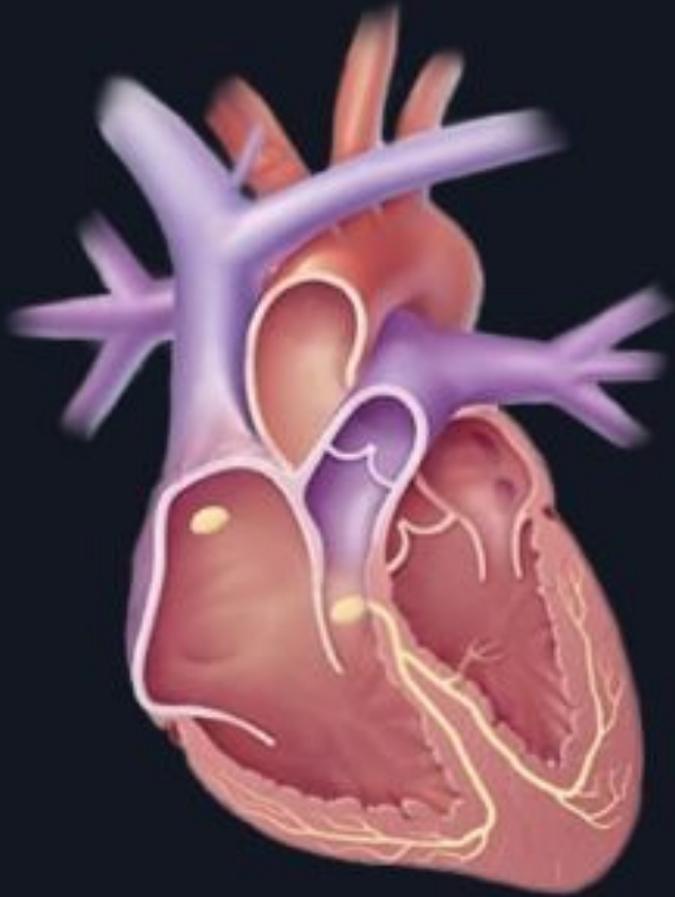
# Деполаризация желудочков



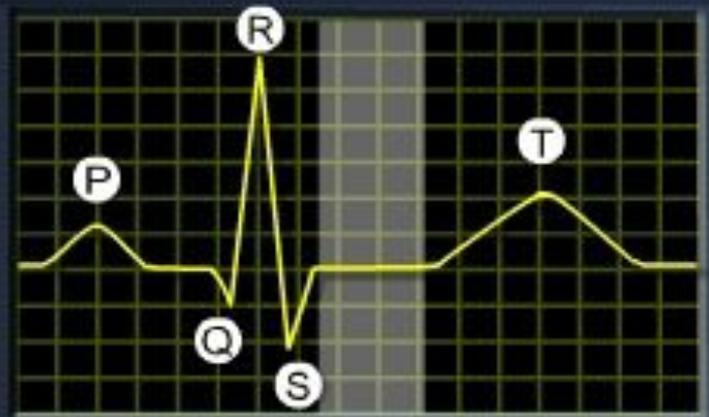
EKG



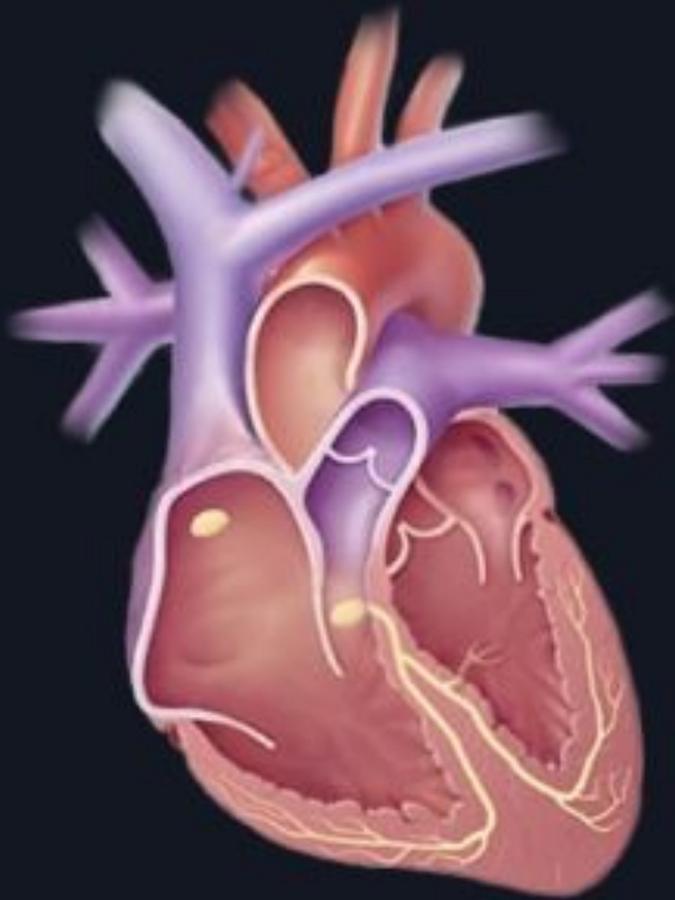
# Фаза «плато» реполяризации



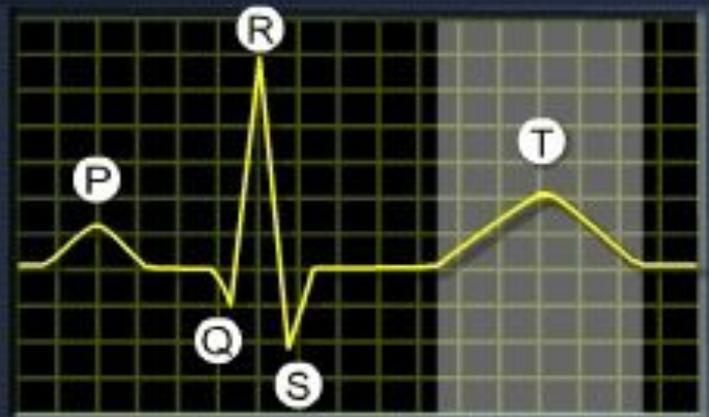
EKG



# Реполляризация желудочков



EKG



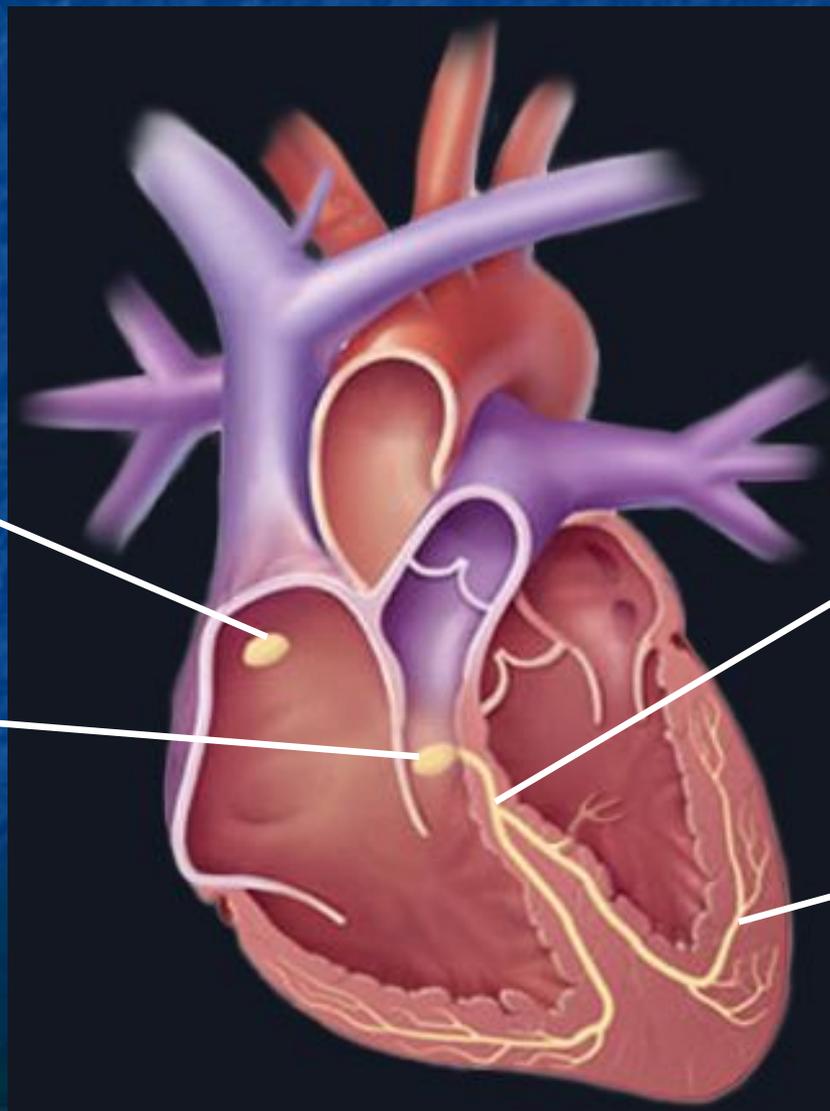
# Градиент автоматии

60-80  
СОК./МИН

40-50  
СОК./МИН

30-40  
СОК./МИН

20  
СОК./МИН



Спасибо за внимание!