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»

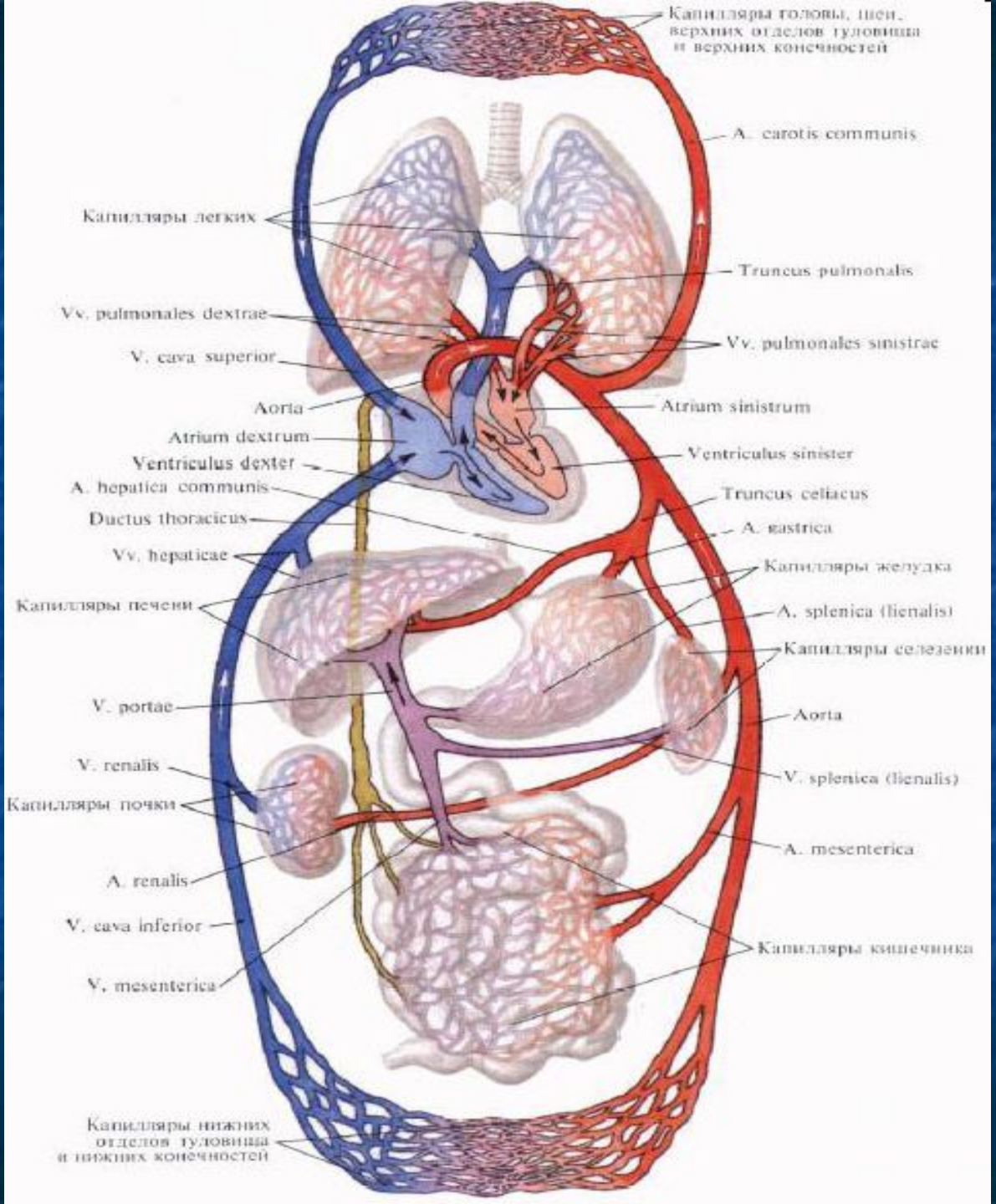
С.П.Боткин

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


Капилляры головы, шеи, верхних отделов туловища и верхних конечностей
A. carotis communis
Капилляры легких
Truncus pulmonalis
Vv. pulmonales dextrae
Vv. pulmonales sinistrae
V. cava superior
Aorta
Atrium sinistrum
Atrium dextrum
Ventriculus sinister
Ventriculus dexter
A. hepatica communis
Truncus celiacus
Ductus thoracicus
A. gastrica
Vv. hepaticae
Капилляры желудка
Капилляры печени
A. splenica (lienalis)
Капилляры селезенки
V. portae
Aorta
V. renalis
V. splenica (lienalis)
Капилляры почки
A. mesenterica
A. renalis
V. cava inferior
Капилляры кишечника
V. mesenterica
Капилляры нижних отделов туловища и нижних конечностей

Цикл сердечной деятельности

Предсердий - 0,8 с

- Систола - 0,1 с
- Диастола - 0,7 с

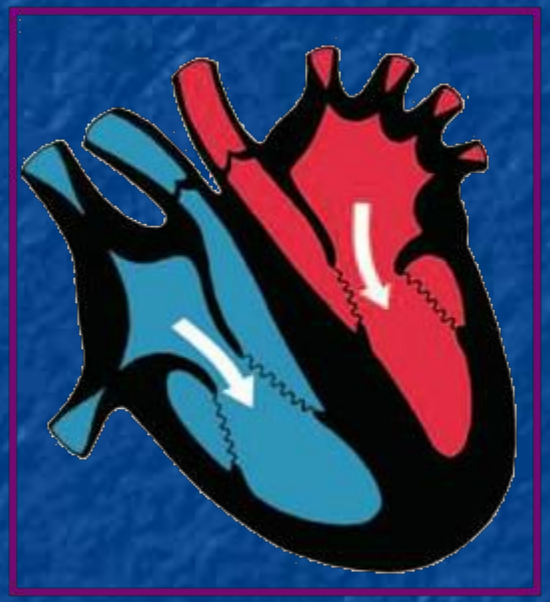
Желудочков - 0,8 с

- Систола - 0,33 с
- Диастола - 0,47 с

Общая пауза - 0,37 с

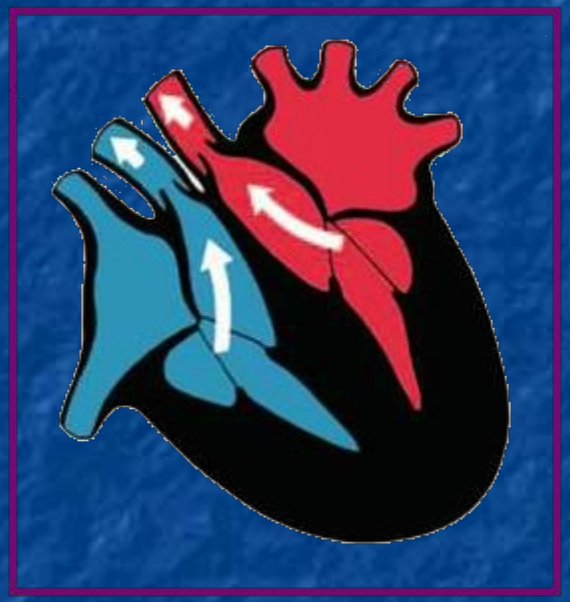
Цикл сердечной деятельности

При ЧСС равной 75 в минуту составляет



Систола предсердий

0,1 с



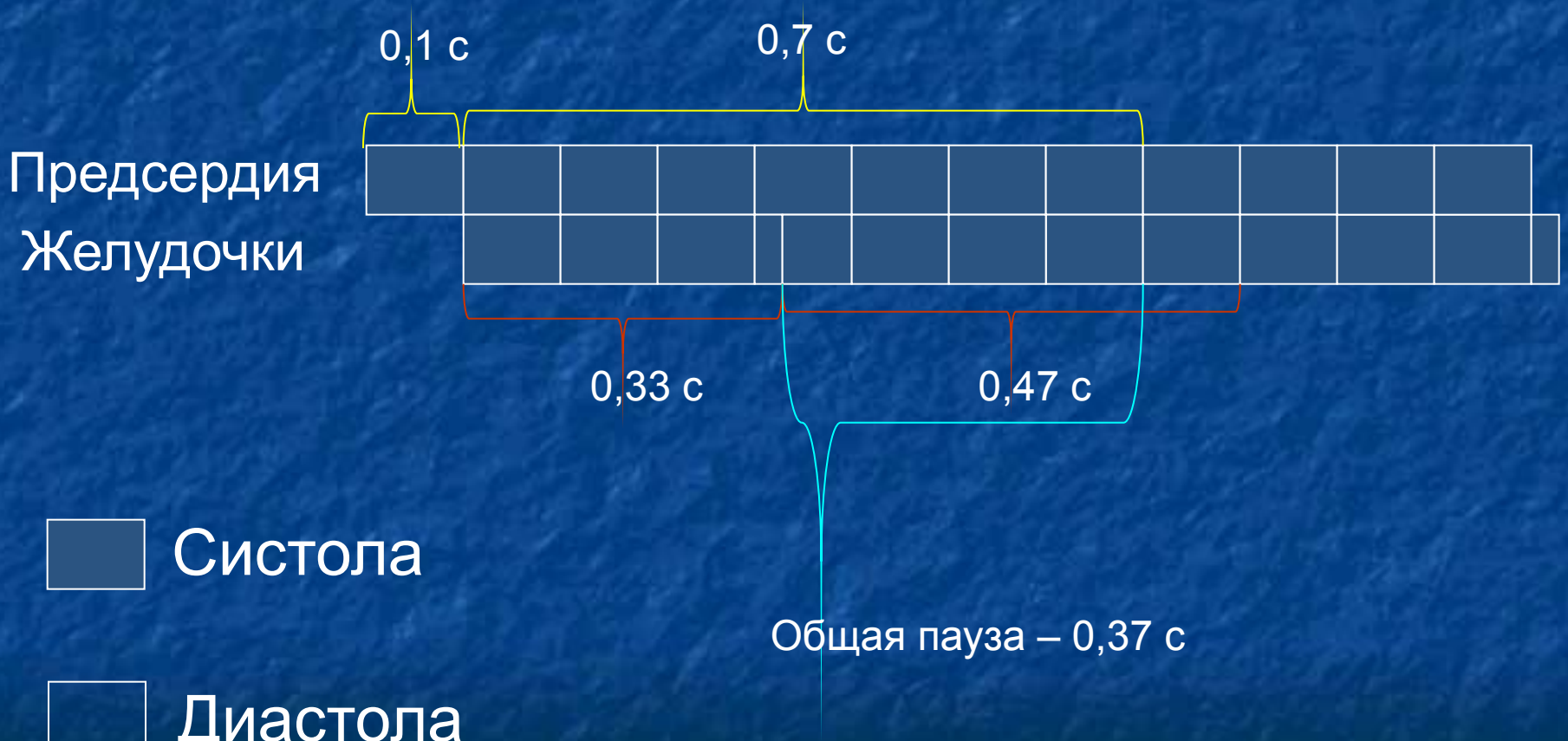
Систола желудочков

0,33 с

Общая пауза

0,37 с

Графическое изображение сердечного цикла



Систола предсердий

Систола желудочков

Период напряжения 0,08 с

Фаза асинхронного сокращения 0,05 с

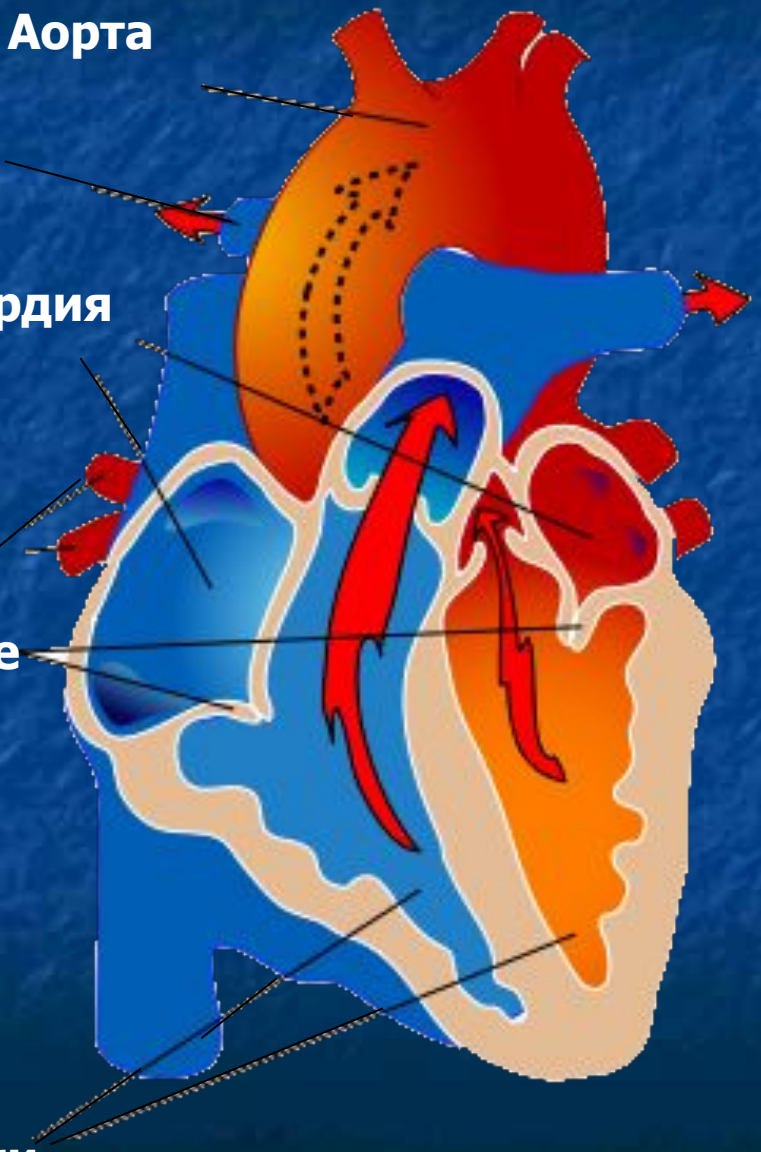
Фаза изометрического сокращения 0,03 с

Период изгнагия 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

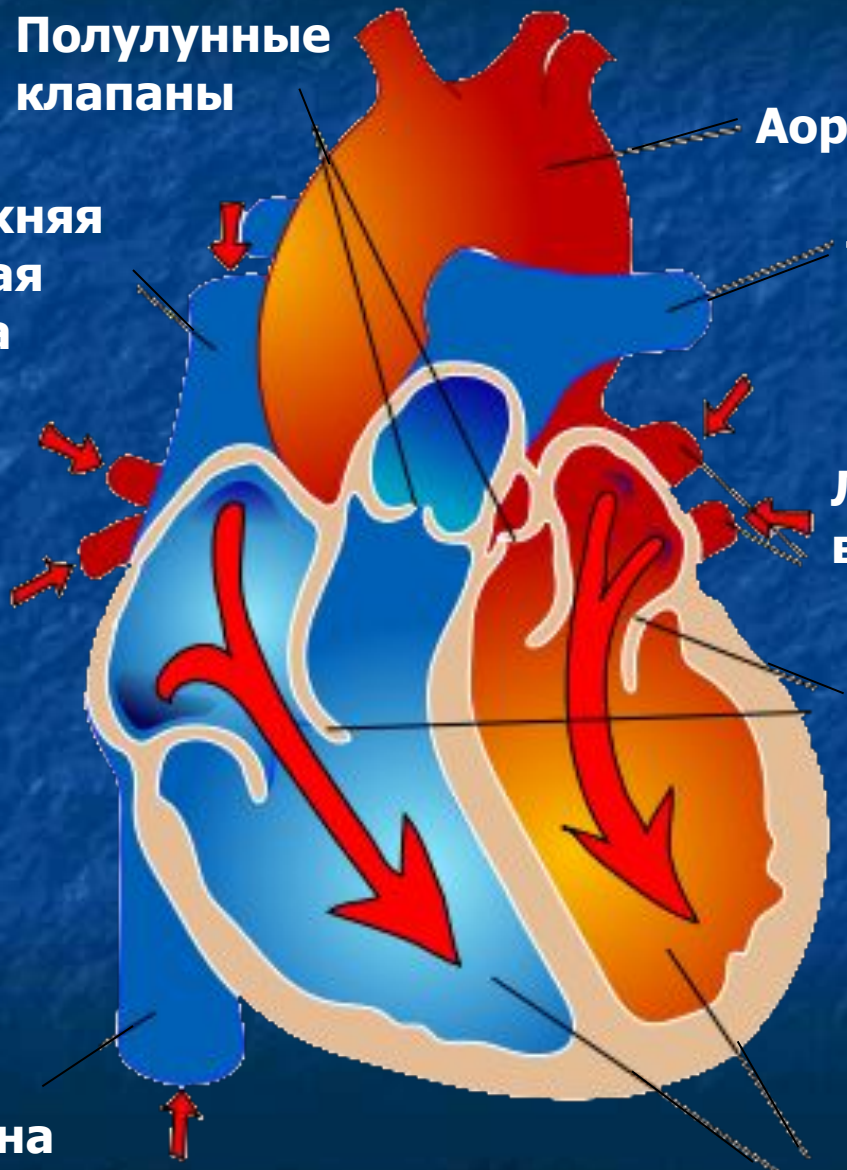
Период наполнения
0,25 с

Фаза быстрого наполнения 0,08 с

Фаза медленного наполения 0,12 с

Пресистола - систола предсердия 0,1 с

Общая пауза


Полулунные клапаны
Аорта
Верхняя полая вена
Легочные артерии
Легочные вены
Атриовентрикулярные клапаны
Нижняя полая вена
Желудочки

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 Р = 5–9 мм. рт. ст.

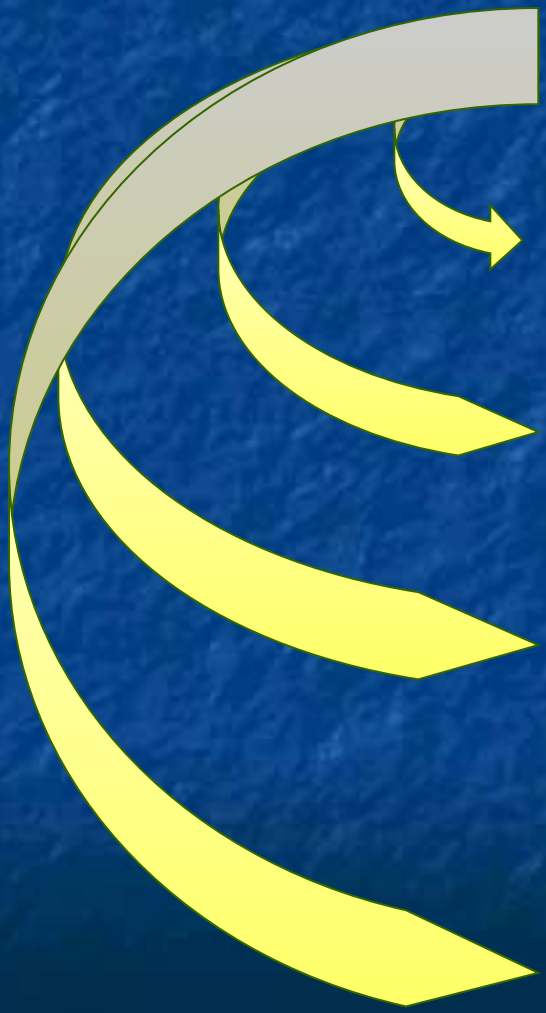
В предсердиях во время диастолы Р = 0–3 мм.рт.ст.

Движущая сила равна Р вен – Р сердца.

В среднем 5–9 мм. рт. ст.

- 3) Присасывающая способность сердца.

Физиологические свойства сердечной мышечной ткани

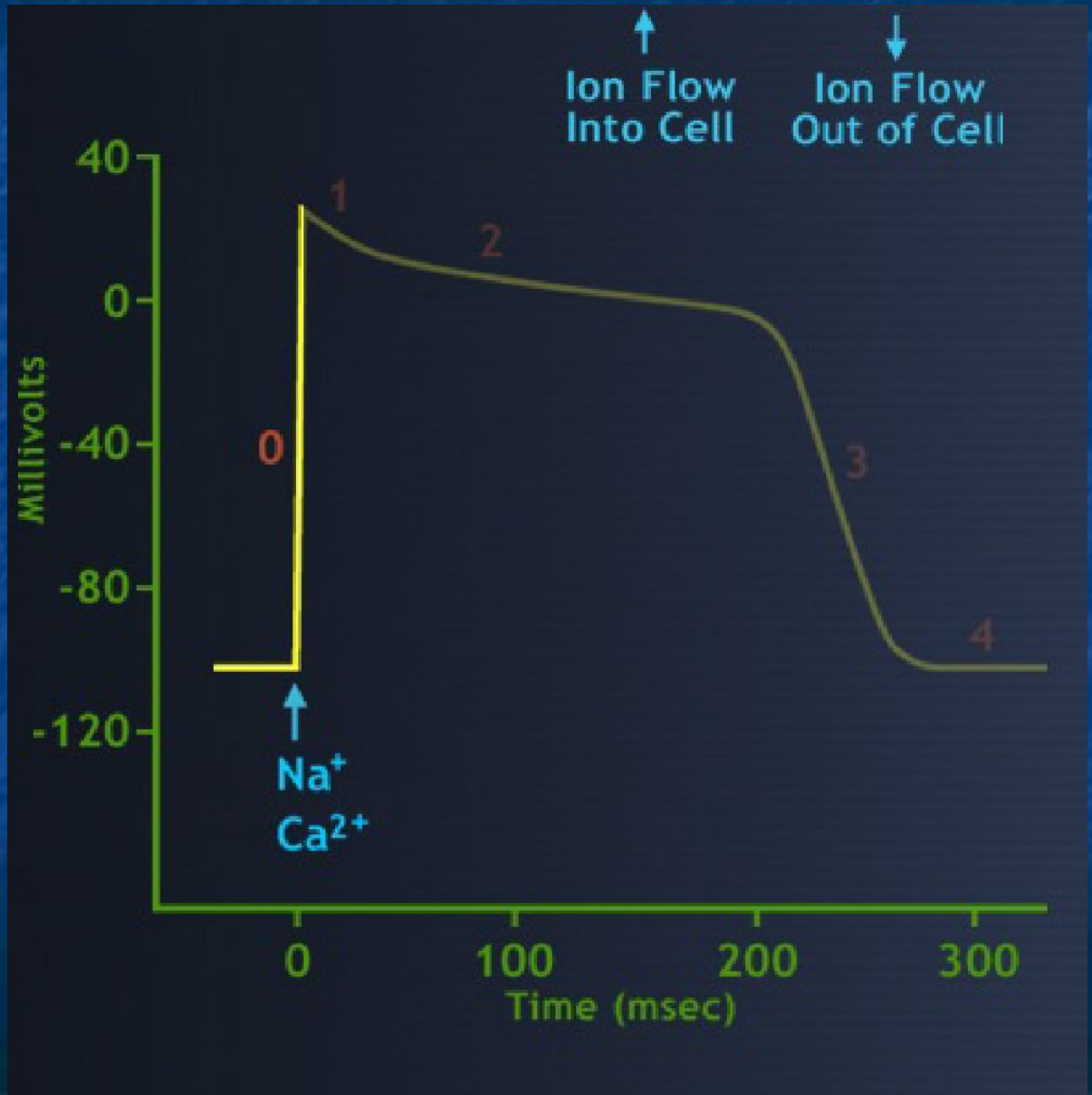


- Возбудимость
- Сократимость
- Проводимость
- Автоматия

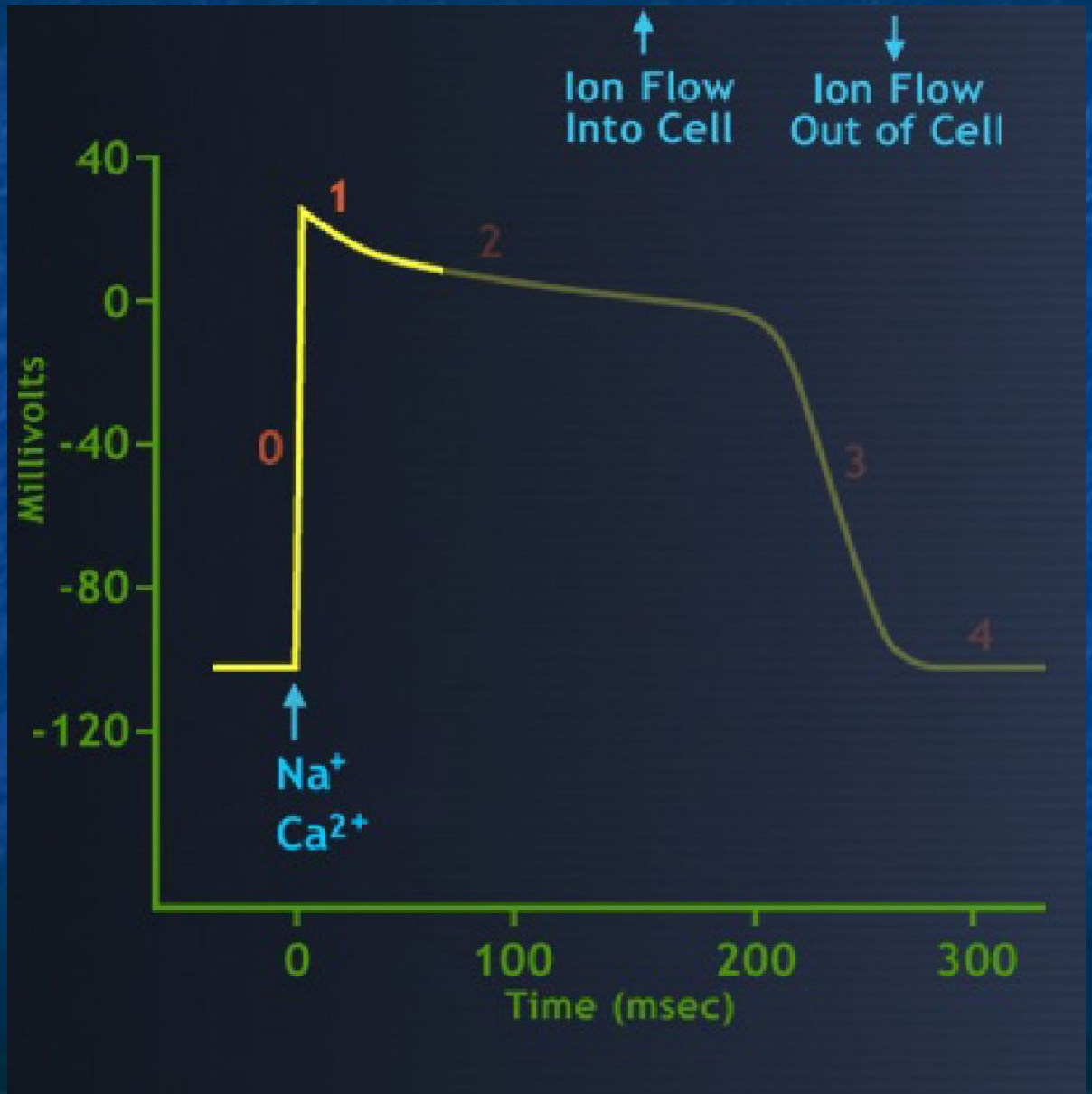
Возбудимость

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

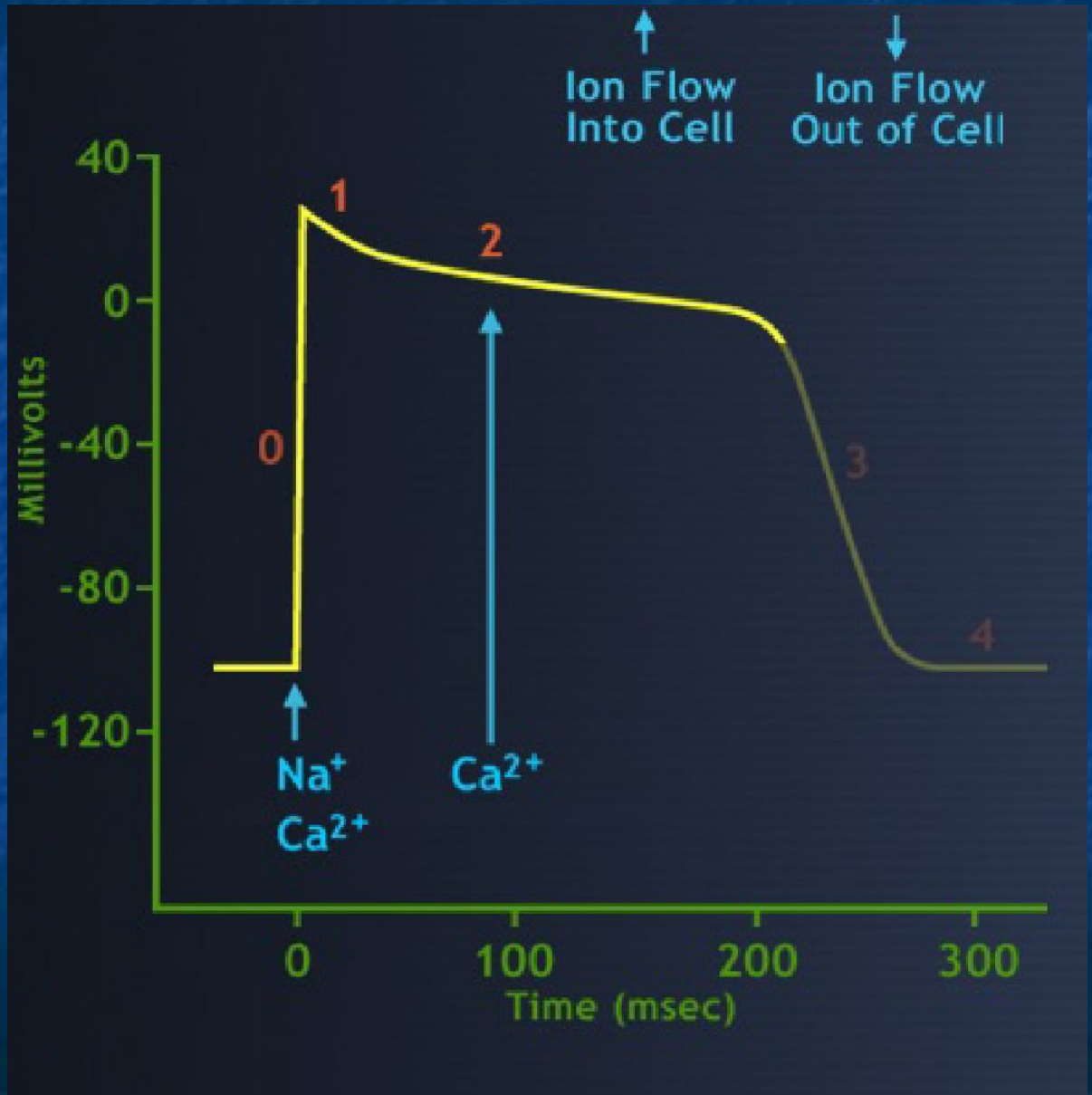
Фаза 0


Ion Flow
Into Cell
Ion Flow
Out of Cell
40
0
-40
-80
-120
Millivolts
0
1
2
3
4
Na+
Ca2+
0
100
200
300
Time (msec)

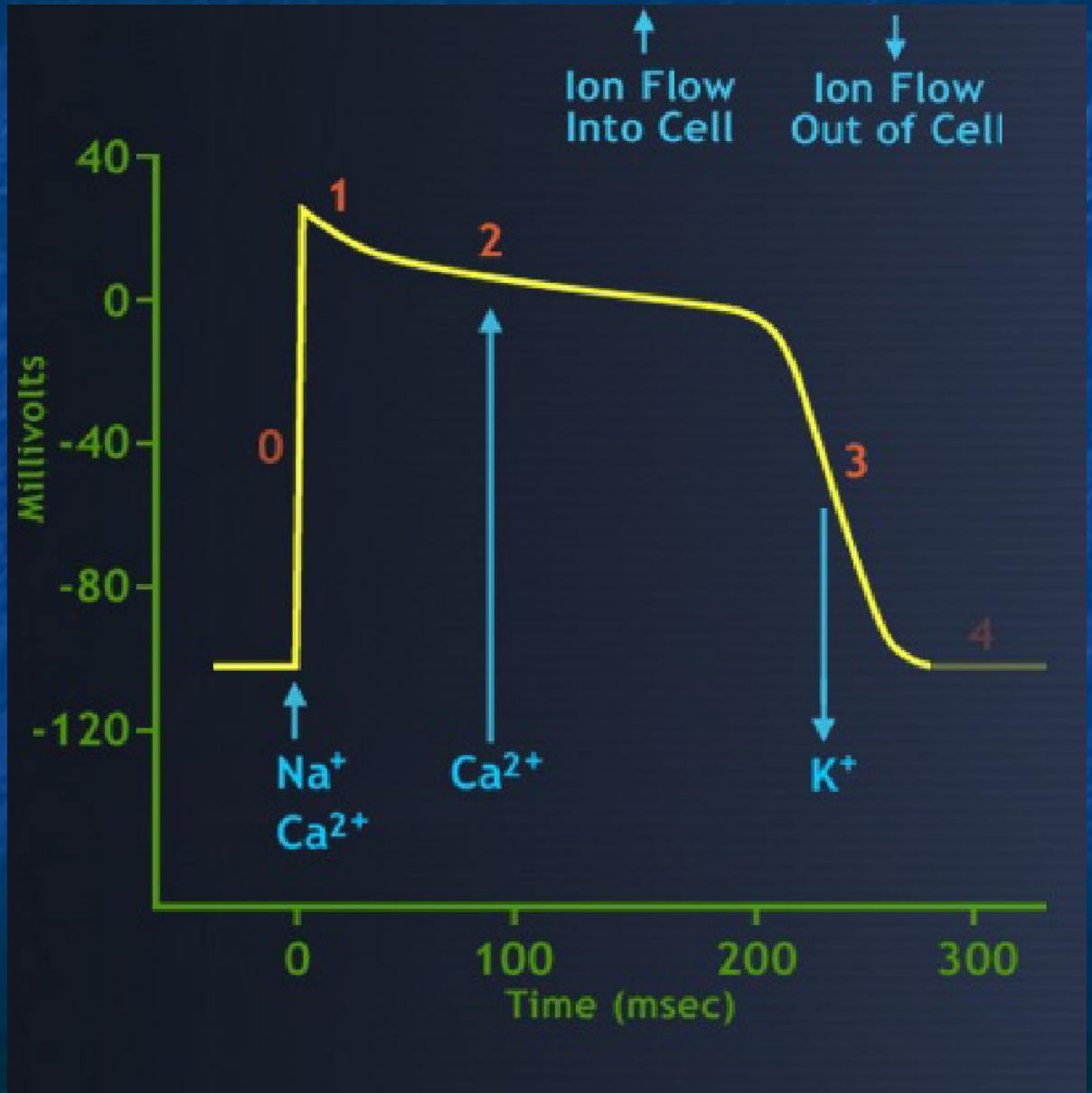
Фаза 1


Ion Flow
Into Cell
Ion Flow
Out of Cell
40
0
-40
-80
-120
Millivolts
0
1
2
3
4
Na+
Ca2+
0
100
200
300
Time (msec)

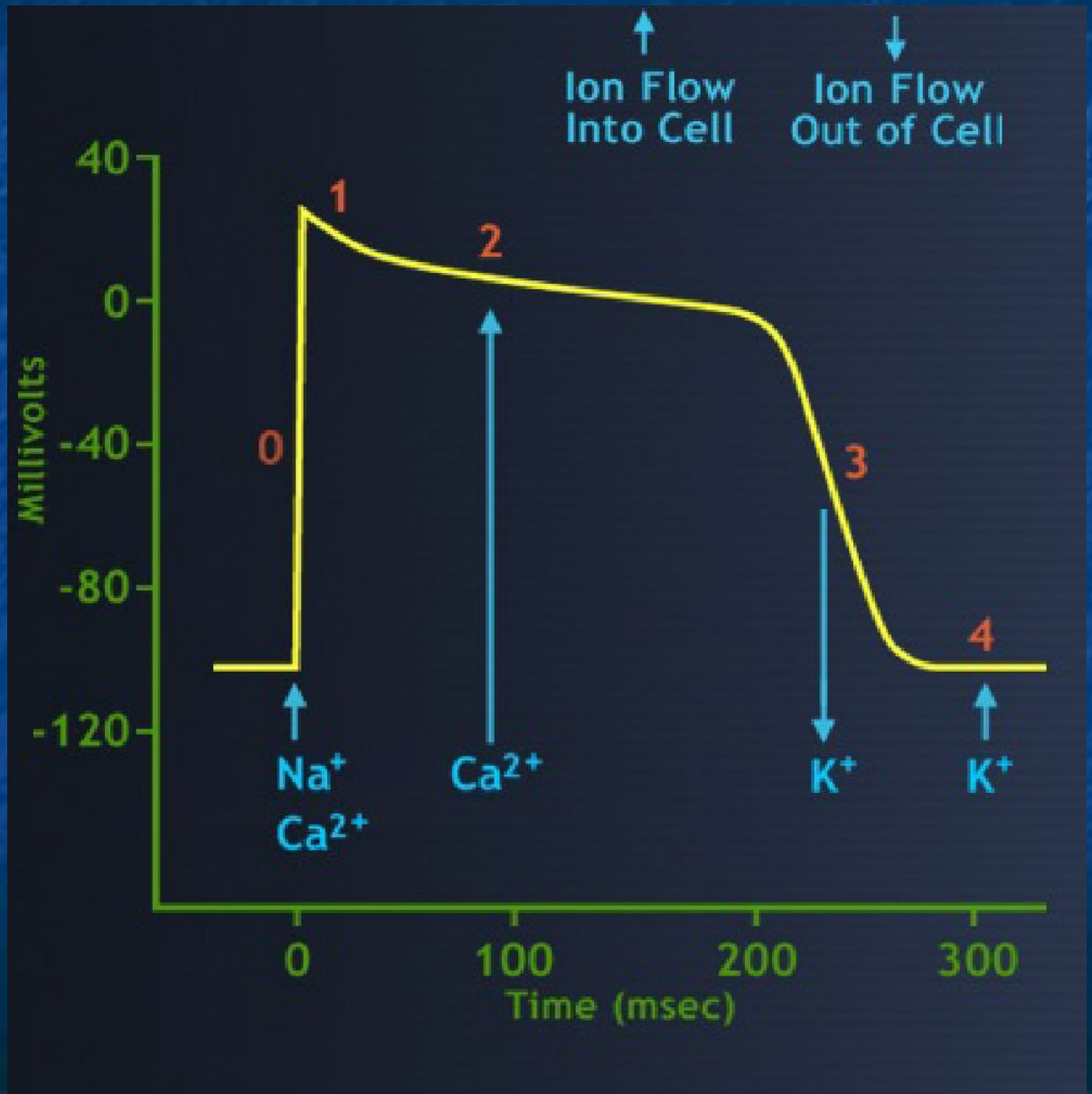
Фаза 2


Ion Flow
Into Cell
Ion Flow
Out of Cell
40
0
-40
-80
-120
Millivolts
1
2
0
3
4
Na+
Ca2+
Ca2+
0
100
200
300
Time (msec)

Фаза 3


Ion Flow
Into Cell
Ion Flow
Out of Cell
40
0
-40
-80
-120
Millivolts
0
1
2
3
4
Na+
Ca2+
Ca2+
K+
0
100
200
300
Time (msec)

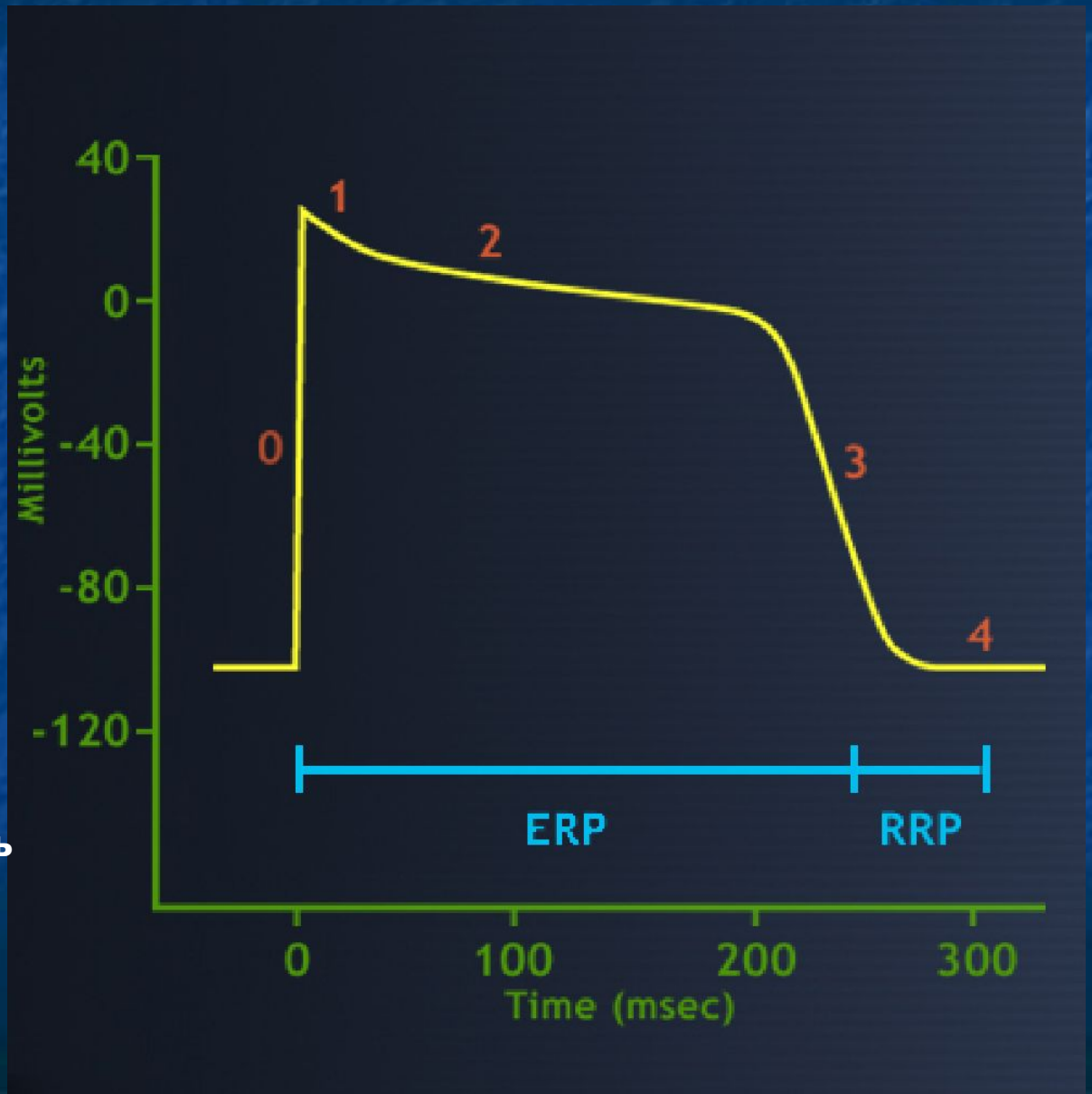
Фаза 4



ПД предсердий = 120 мс

ПД желудочков = 300-350 мс

Рефрактерность



Абсолютная рефрактерность

= 270 мс

Относительная рефрактерность

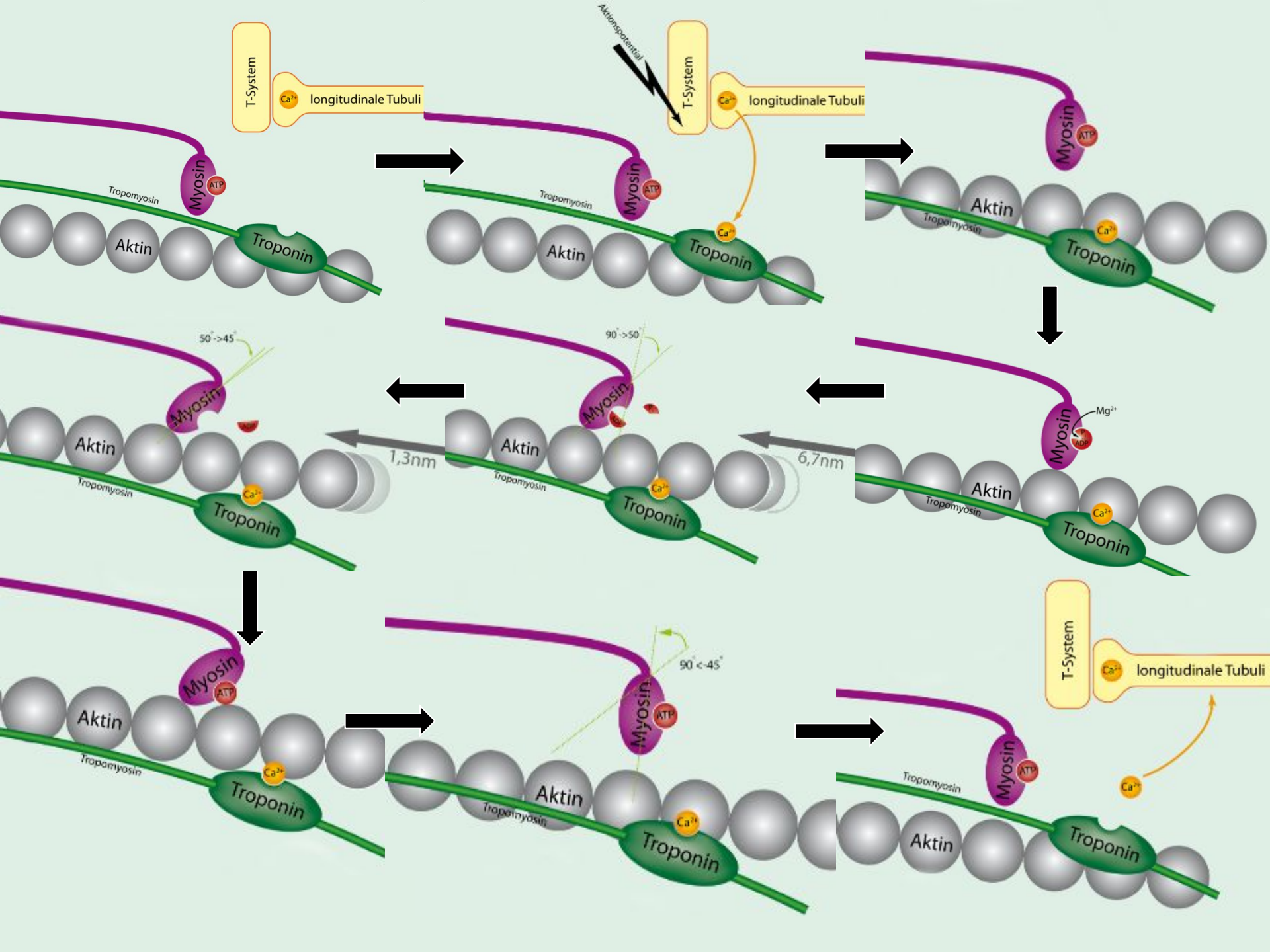
= 30 мс

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.

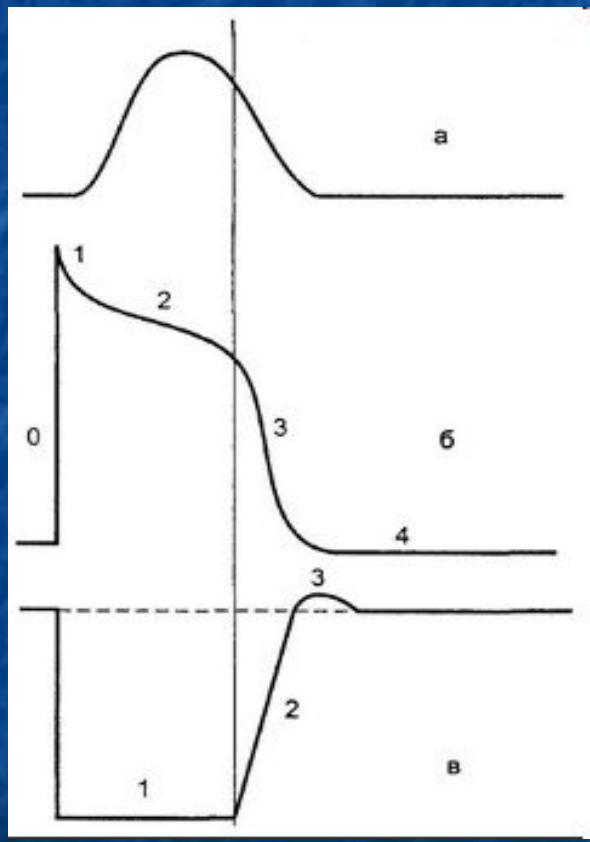
Сократимость

- 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.


T-System
longitudinale Tubuli
Aktionspotential
Myosin
ATP
Tropomyosin
Aktin
Troponin
Ca2+
Mg2+
ADP
50°->45°
90°->50°
90°<-45°
1,3nm
6,7nm

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 Ca^{+2}.



Растяжимость и эластичность

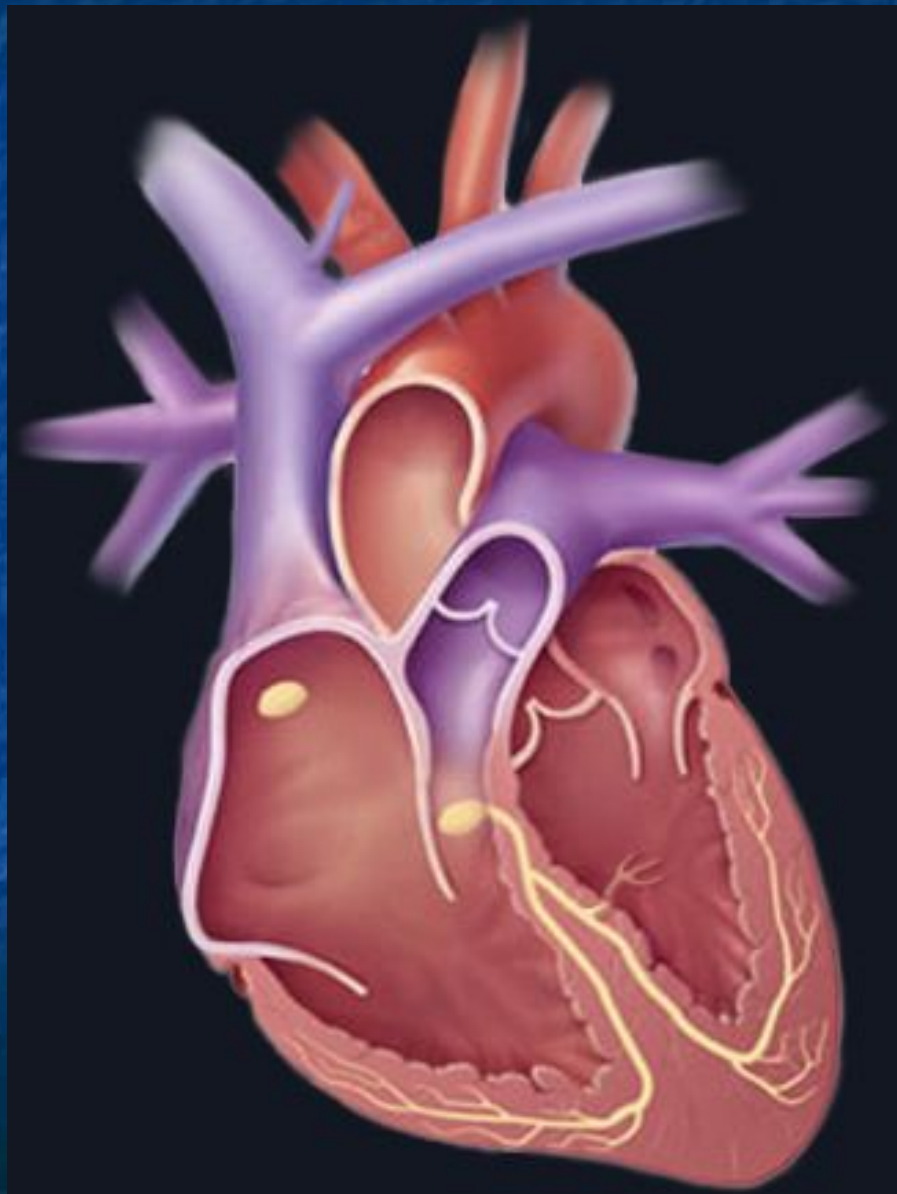
- 1) Они смягчают гидравлический удар, возникающий в результате несжимаемости жидкости и быстро сокращающихся стенок сердца.
- 2) Эластические силы, возникающие вследствие растяжения стенок желудочков при сокращении предсердий, увеличивают силу сокращений желудочков в начале систолы.
- 3) Эластичность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

Энергетическое обеспечение

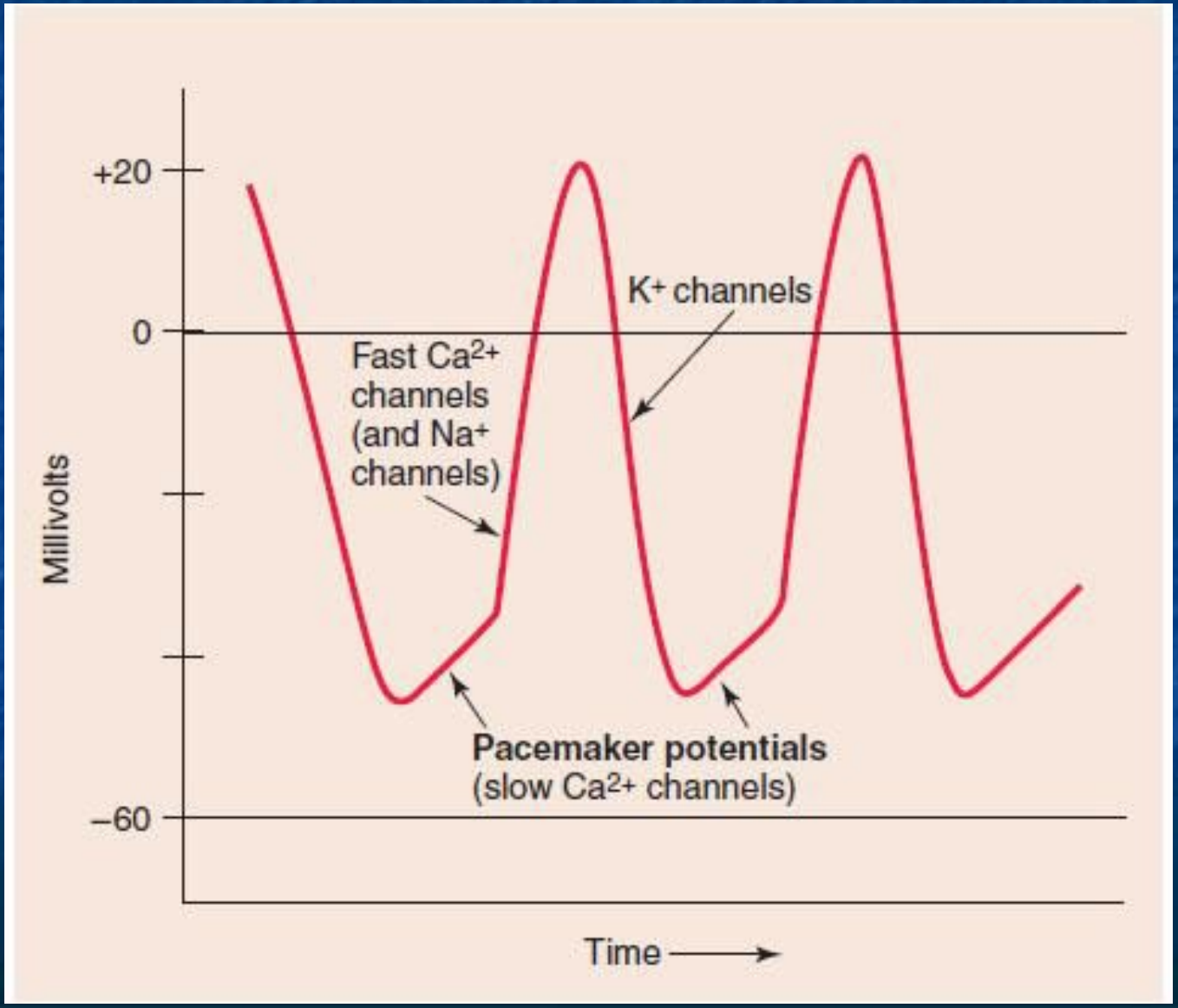
- Главным источником энергии для сердца является процесс аэробного окисления. Субстратами служат жирные кислоты и молочная кислота (60%), ПВК, кетоновые тела и аминокислоты (10%), глюкоза (30%).
- При ухудшении коронарного кровотока могут развиваться патологические процессы, вплоть до инфаркта. Но этому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

Автоматия

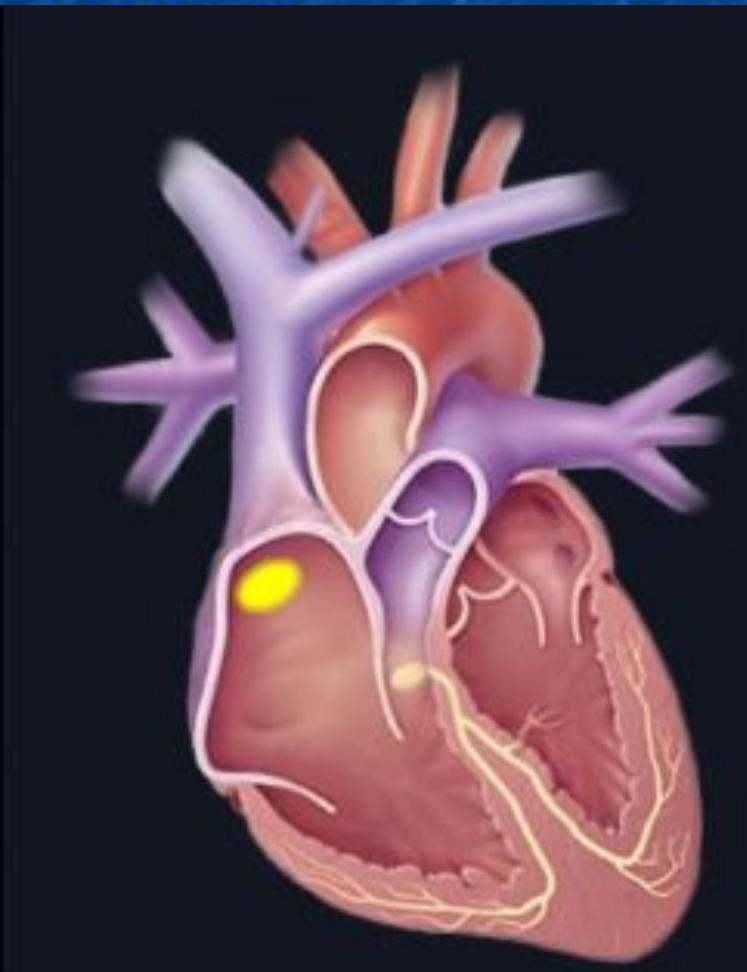
- Автоматия сердца – это способность сердца сокращаться под действием импульсов, возникающих в нем самом.



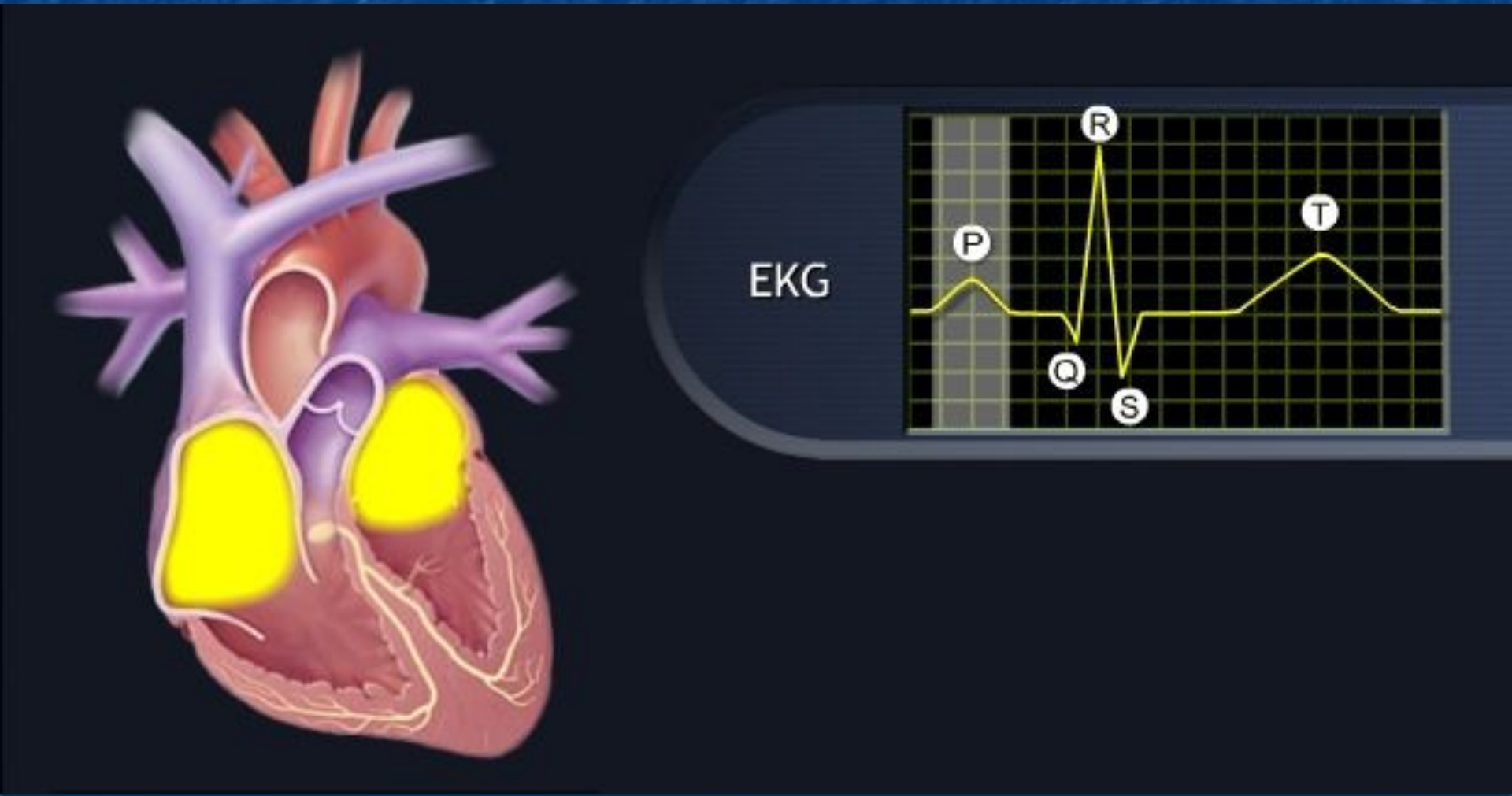
Механизм автоматии



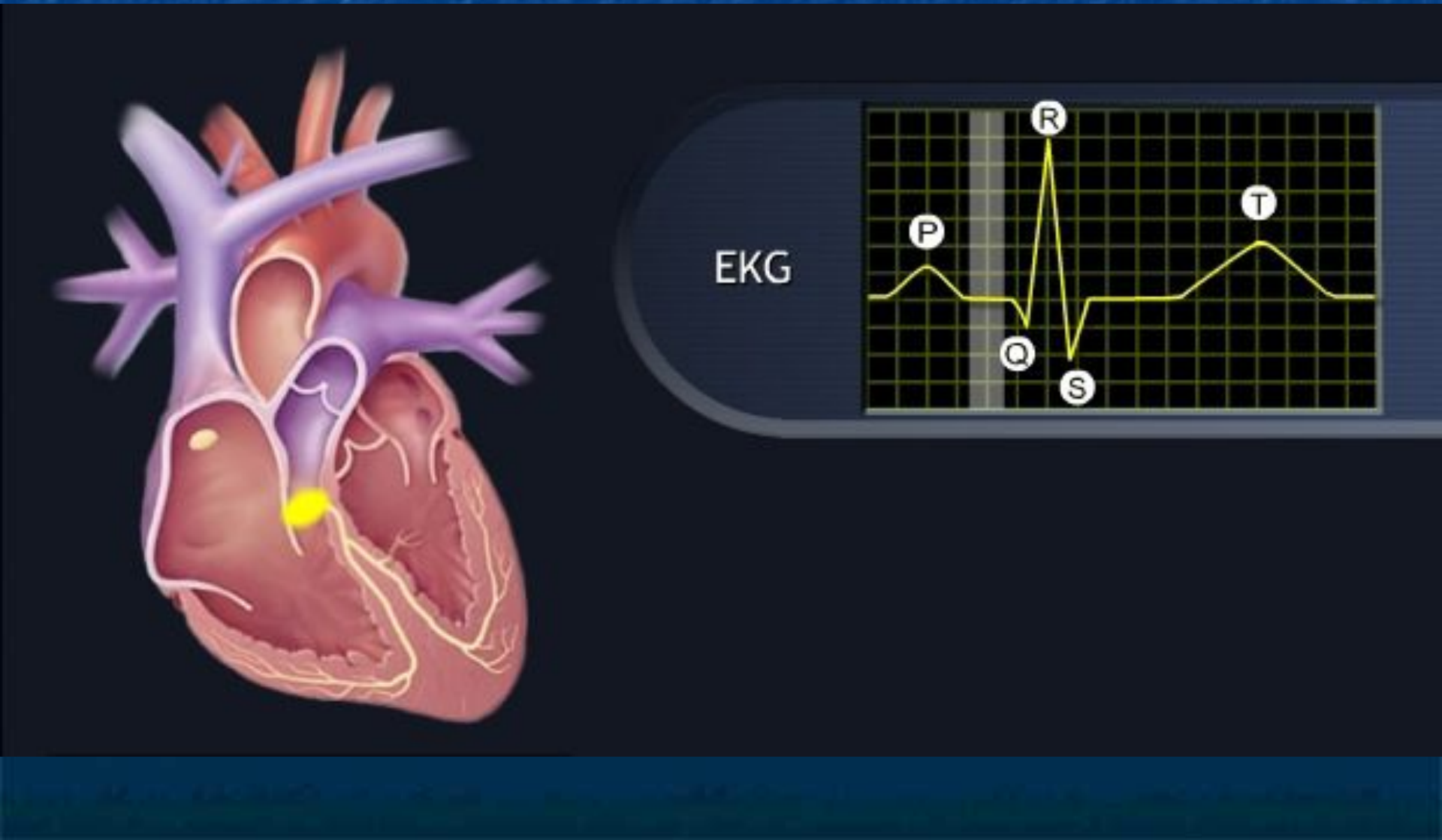
Формирование импульса в синоатриальном узле



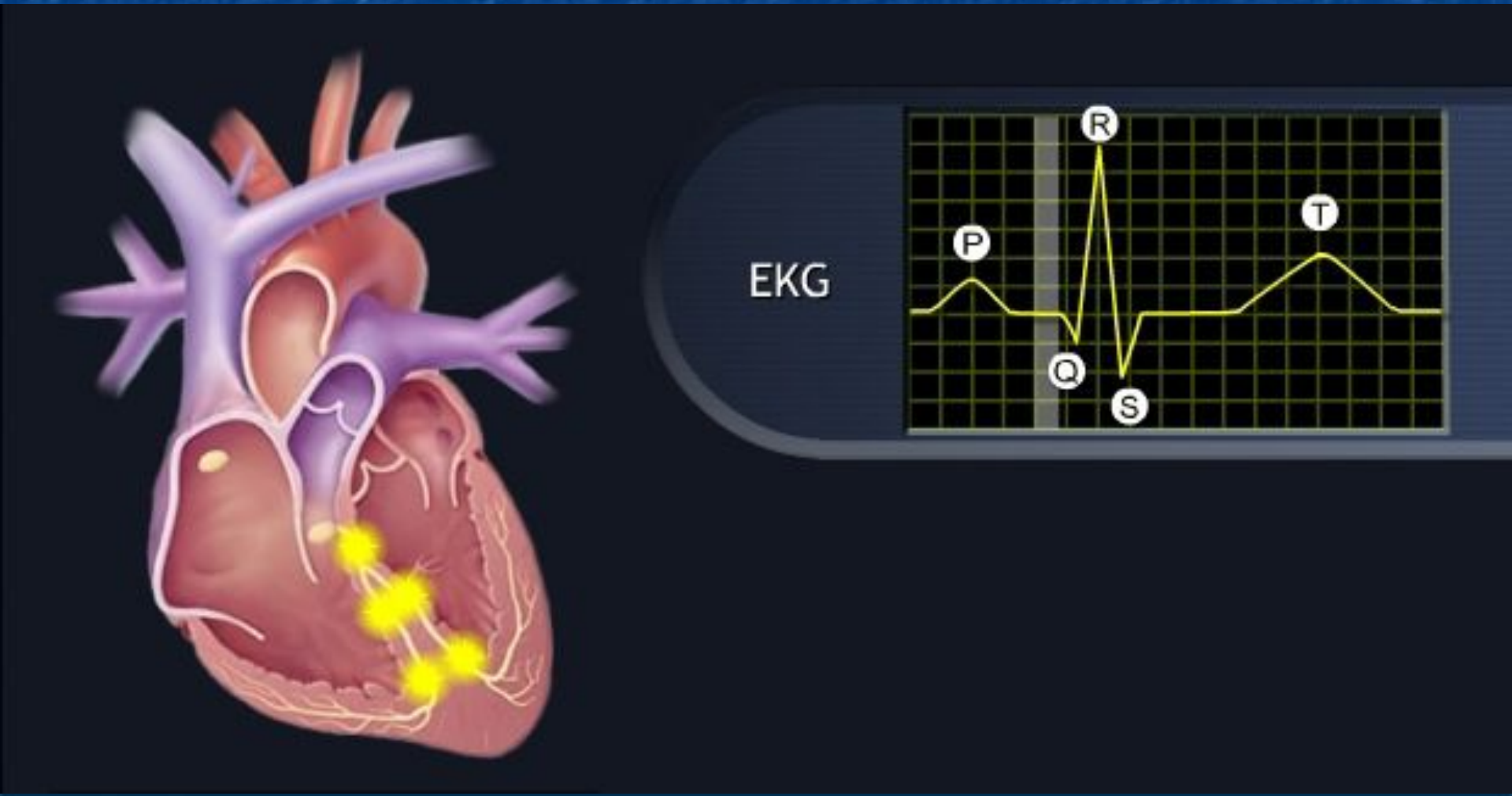
Деполяризация предсердий



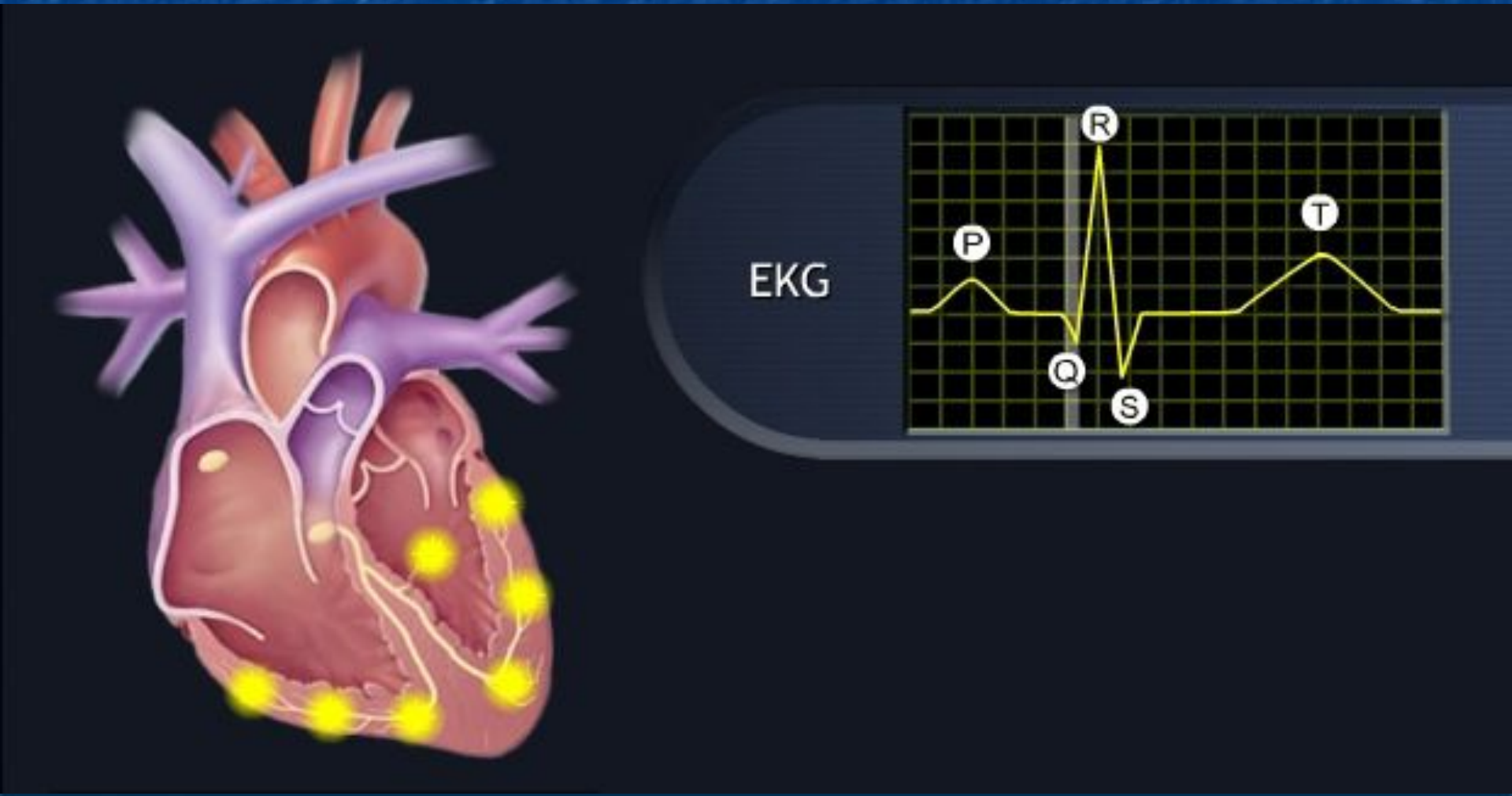
Задержка проведения в АВ узле



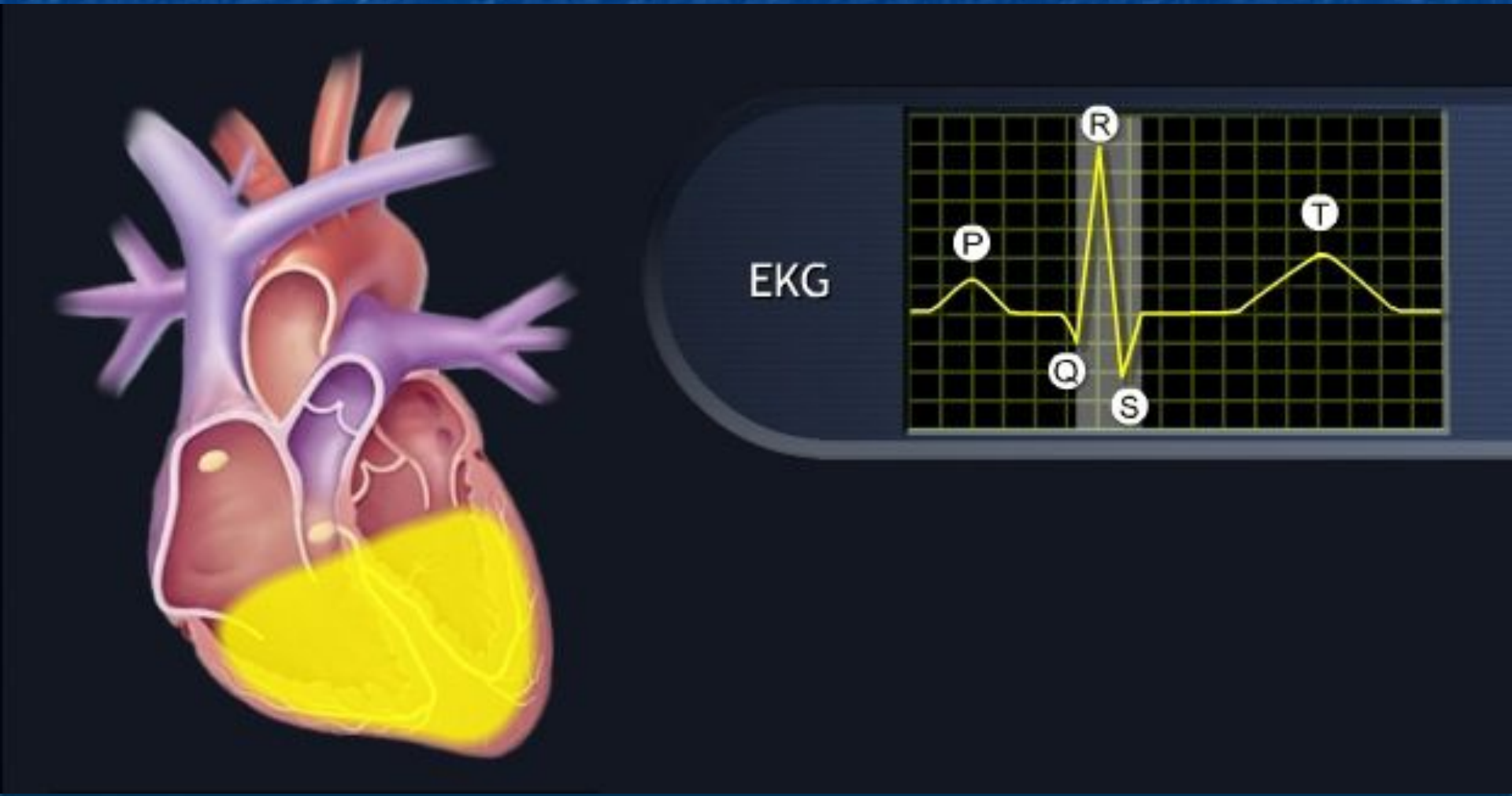
Проведение по пучкам Гиса



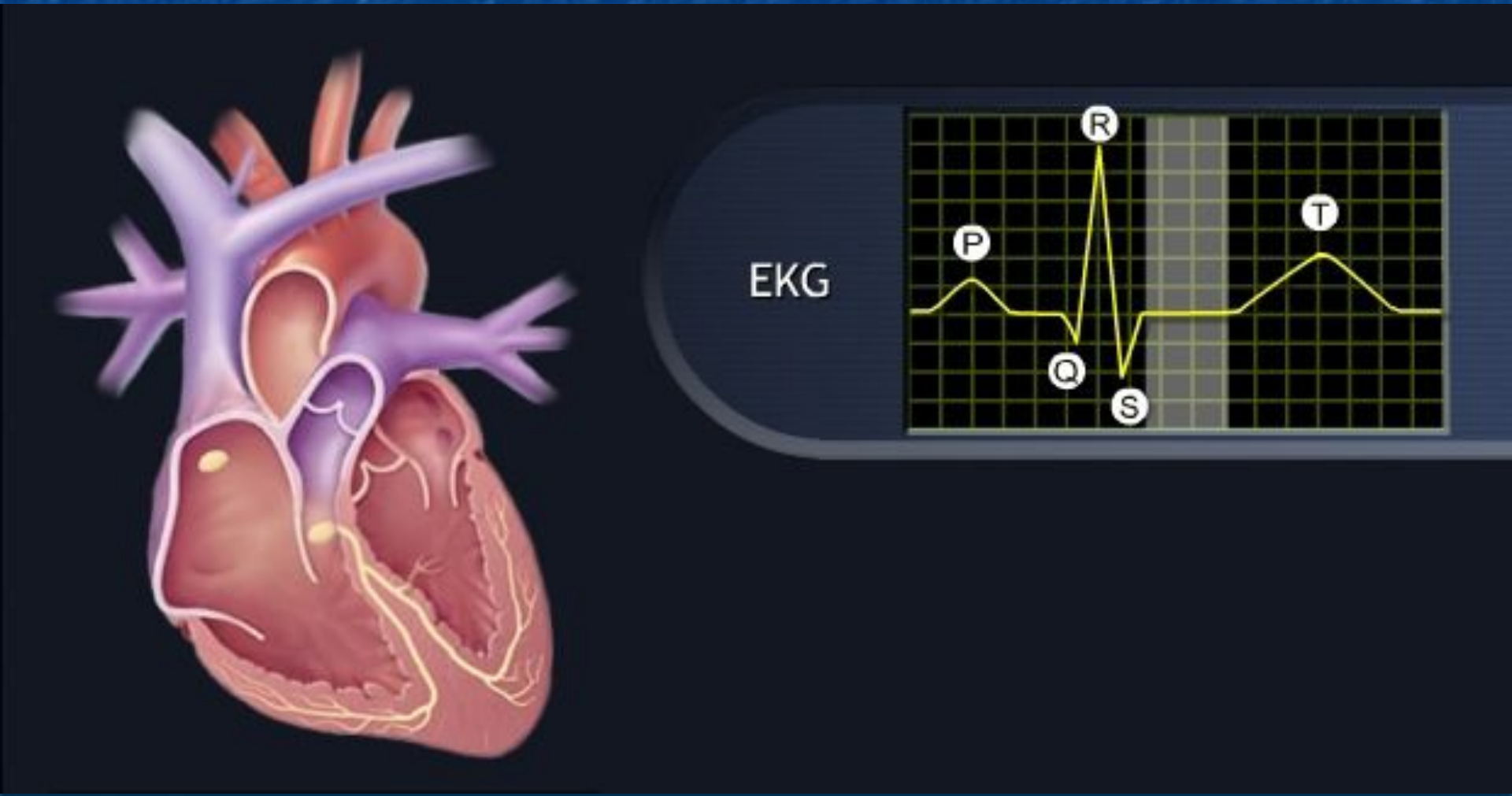
Проведение по волокнам Пуркинье



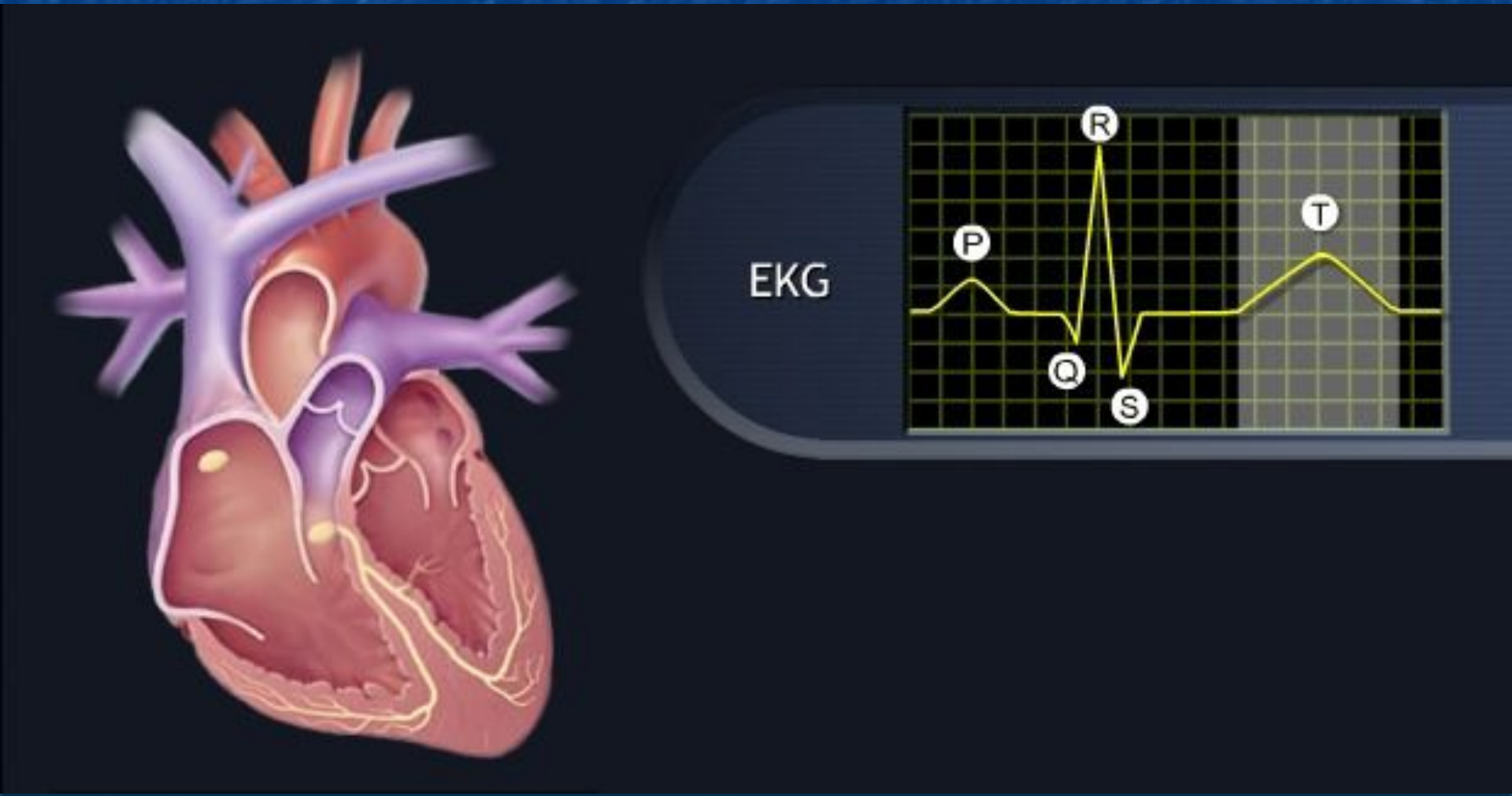
Деполяризация желудочков



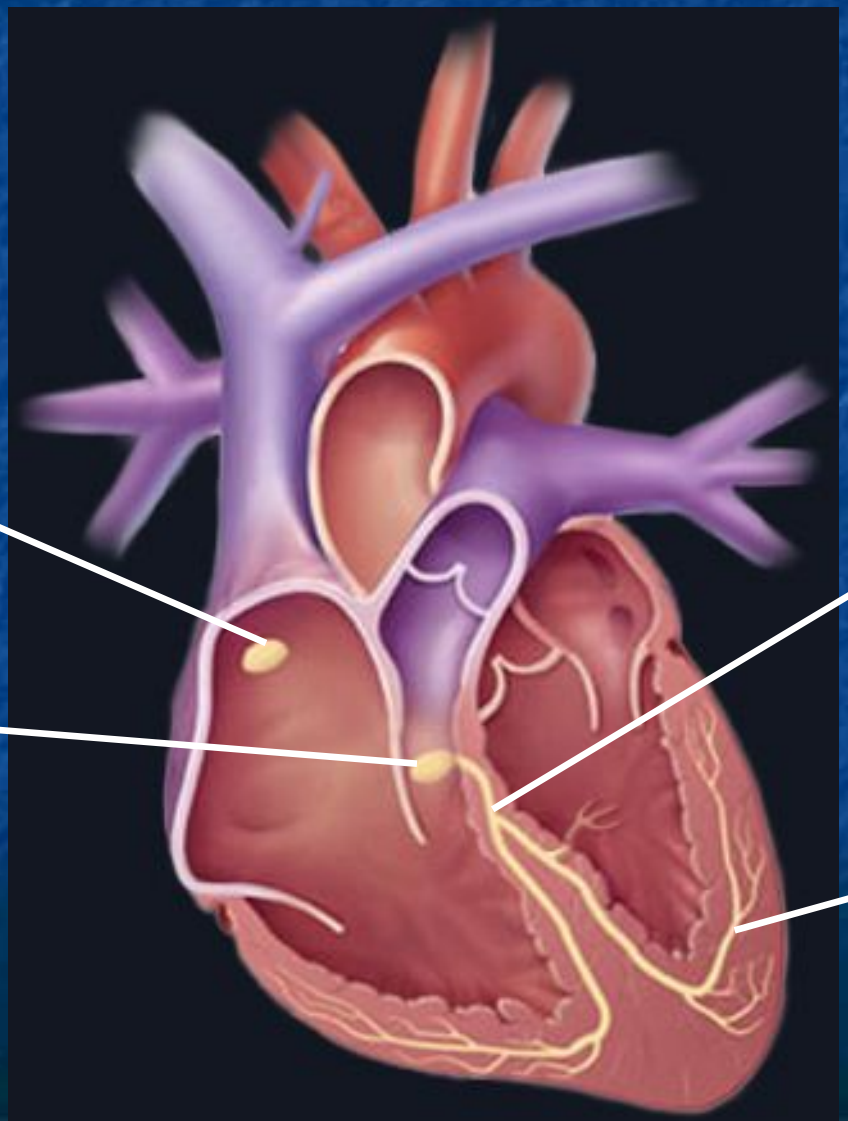
Фаза «плато» реполяризации



Реполяризация желудочков



Градиент автоматии



60-80
сок./мин

40-50
сок./мин

30-40
сок./мин

20
сок./мин

Спасибо за внимание!