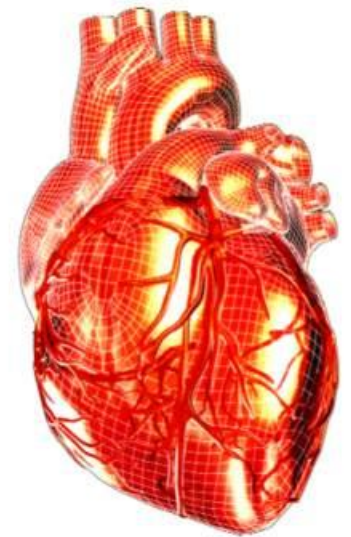


**Гомельский государственный
медицинский университет
Кафедра нормальной физиологии**

Физиологические свойства и особенности сердца

ЛЕКЦИЯ 1

для студентов 2 курса



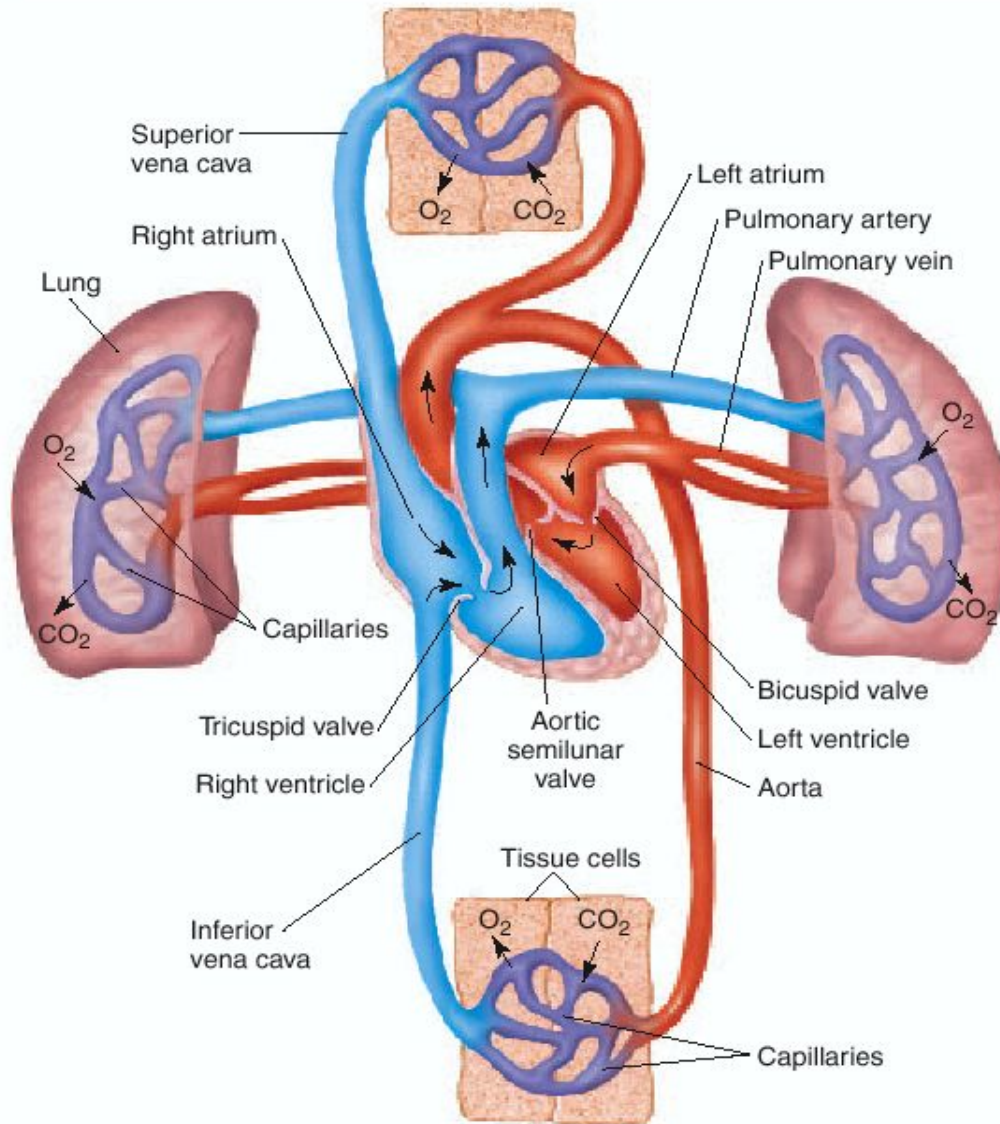
Старший преподаватель Мельник С.Н.

План лекции:

- 1. Структурно-функциональная характеристика сердечно-сосудистой системы.
- 2. Физиология сердца.
- 2.1. Сократительный миокард, строение, физиологические свойства и особенности.
- 2.2. Проводящая система сердца, ее функциональные особенности. Понятие о пейсмекере. Современное представление о природе и градиенте автоматии.
- 2.3. Соотношение возбудимости, возбуждения и сокращения миокарда. Законы сокращения миокарда. Экстрасистола.
- 2.4. Электрические проявления сердечной деятельности. Электрокардиография. Общий план анализа и критерии нормы ЭКГ, ее диагностическое значение.
- 3. Нагнетательная функция сердца. Сердечный цикл. Последовательность периодов и фаз сердечного цикла.

1. Структурно-функциональная характеристика сердечно-сосудистой системы

Схема системы кровообращения человека



БОЛЬШОЙ КРУГ (СИСТЕМНЫЙ)

Начало: левый желудочек - аорта

Состав: артерии, капилляры и вены мускулатуры тела и всех органов, кроме легких

Конец: полые вены - правое предсердие

МАЛЫЙ КРУГ (ЛЕГОЧНЫЙ)

Начало: правый желудочек - легочной ствол

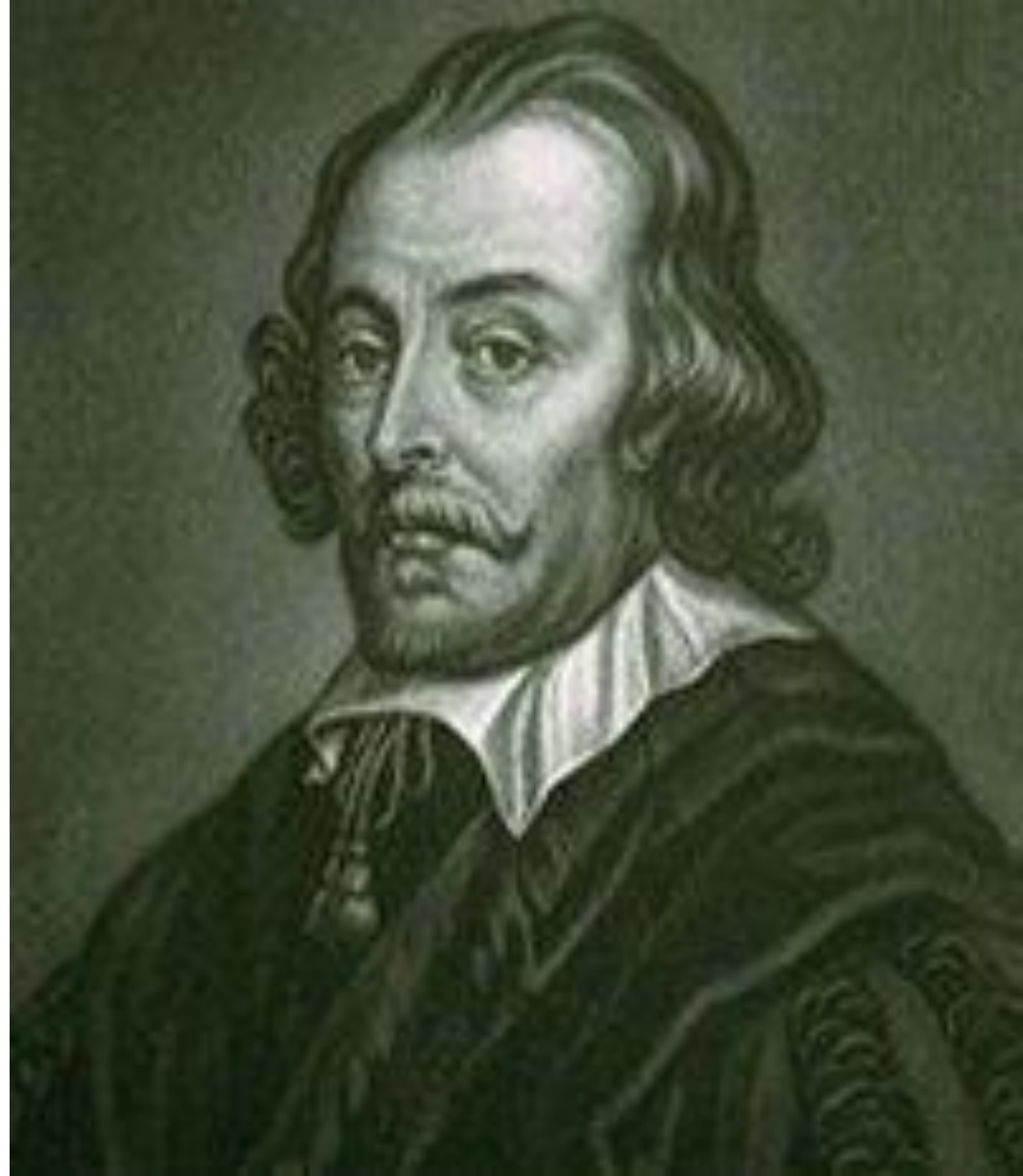
Состав: сосуды легких

Конец: легочные вены - левое предсердие

**M.SERVETO
(1511-1553)
испанский
мыслитель и врач
открыл малый
круг
кровообращения**



**W. Harwey
(1578-1657)
английский врач,
основатель
современной
физиологии. В
1628 открыл
большой круг
кровообращения**



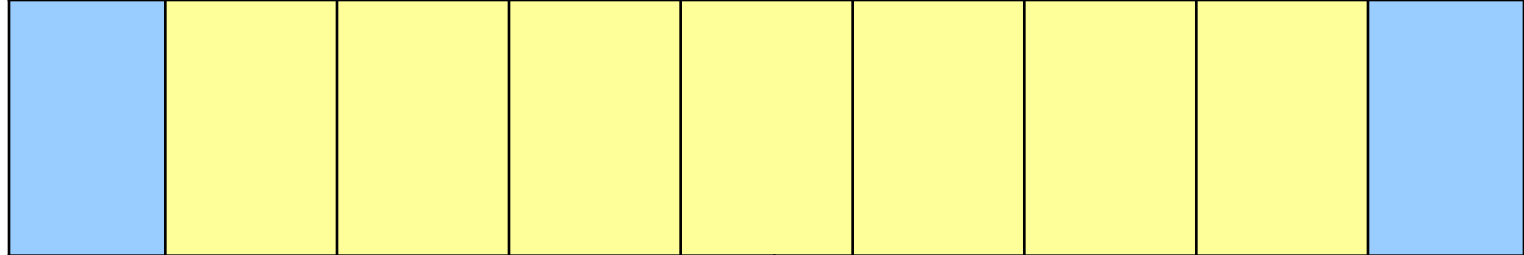
**Марчелло
Мальпиги
(1628—1694),
итальянский
анатом, описал
капилляры
в почках,
которые были
названы
мальпигиевы
сосуды**



2. Физиология сердца.

2.1. Сократительный миокард, строение, физиологические свойства и особенности

Предсердия



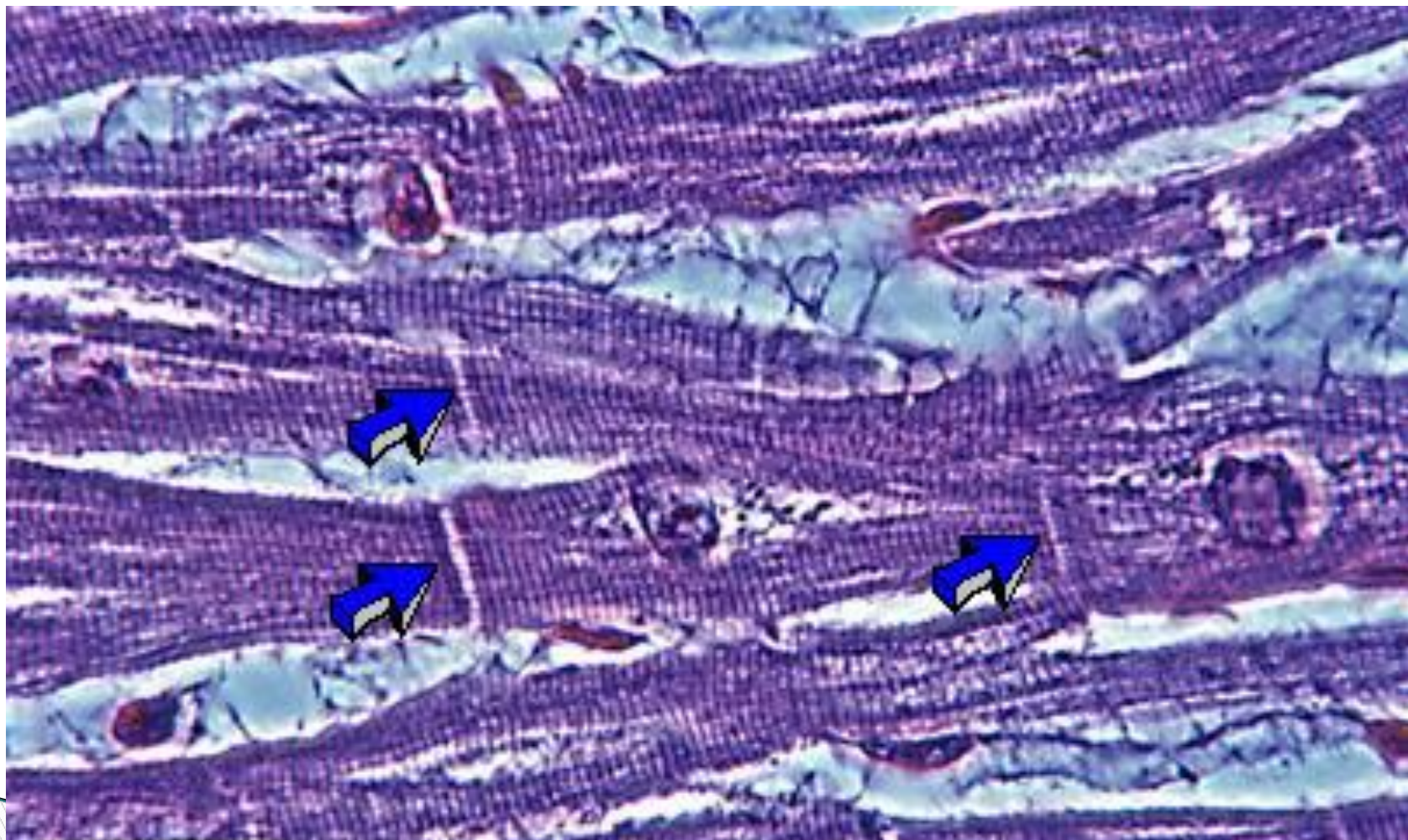
Желудочки

0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9
sec

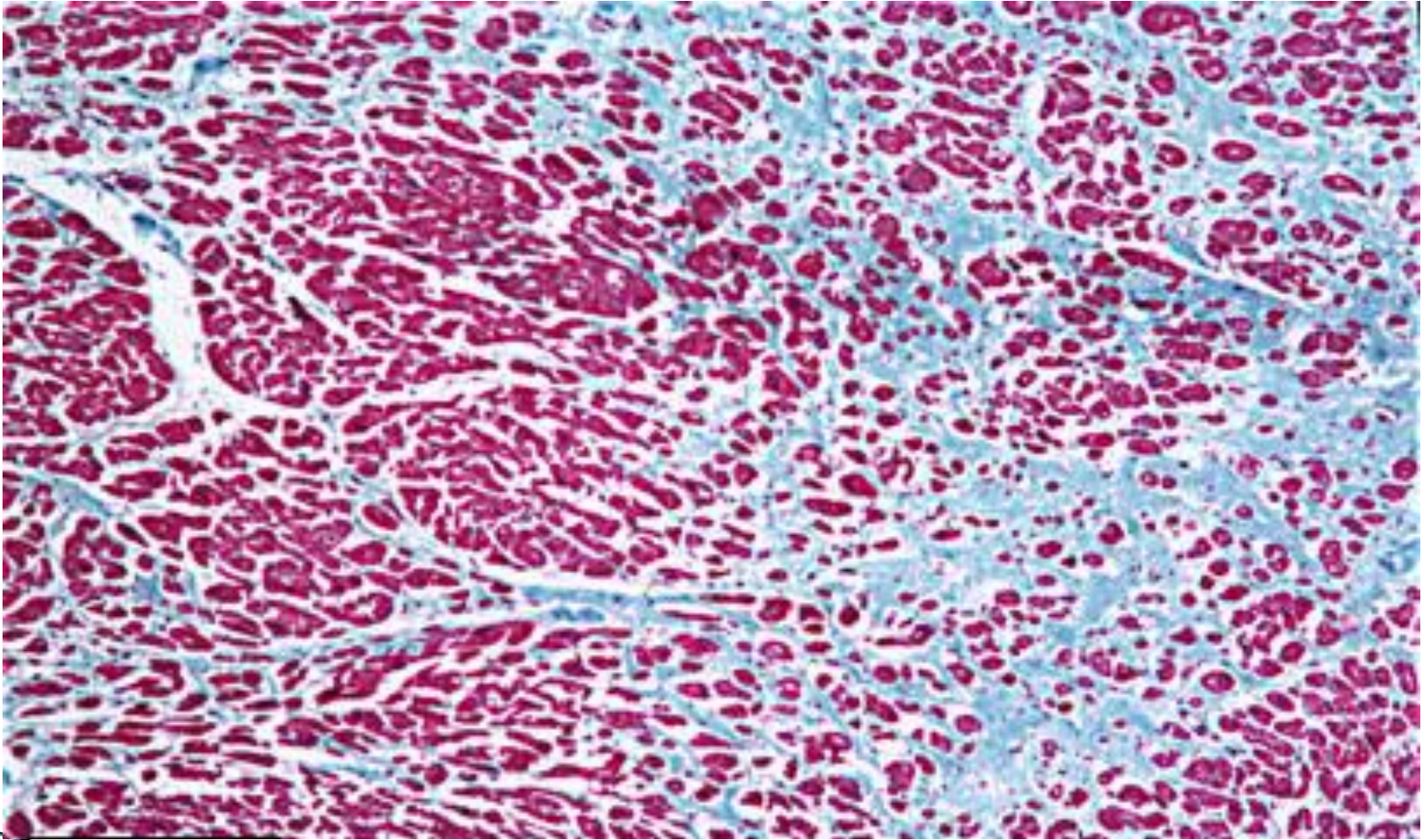
**Сердечный цикл при частоте 75
уд/мин составляет 0,8 секунд**

**Схема – Продолжительность систолы и диастолы
предсердий и желудочков во время сердечного цикла**

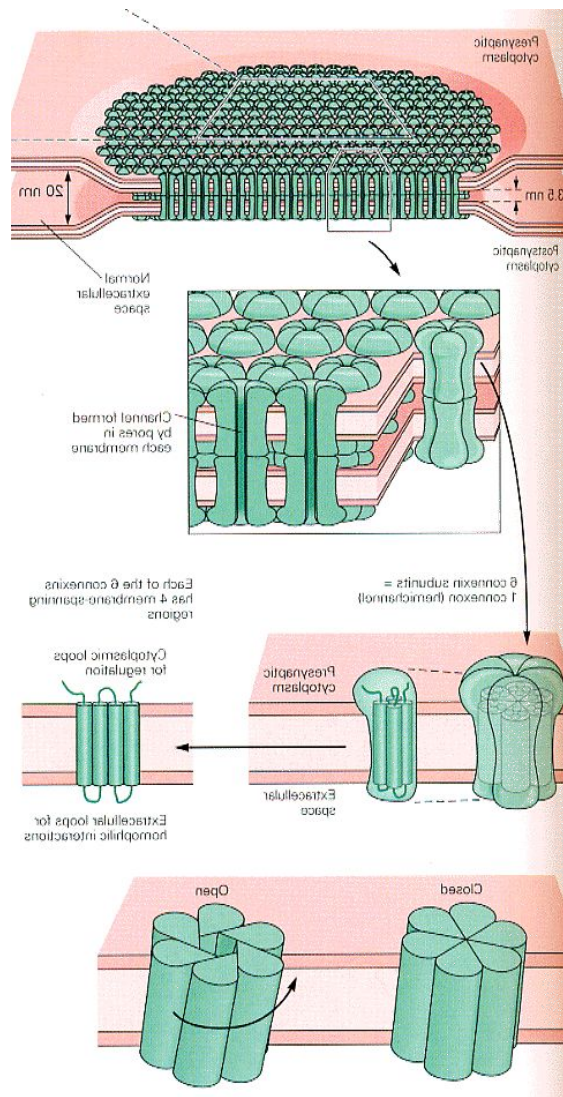
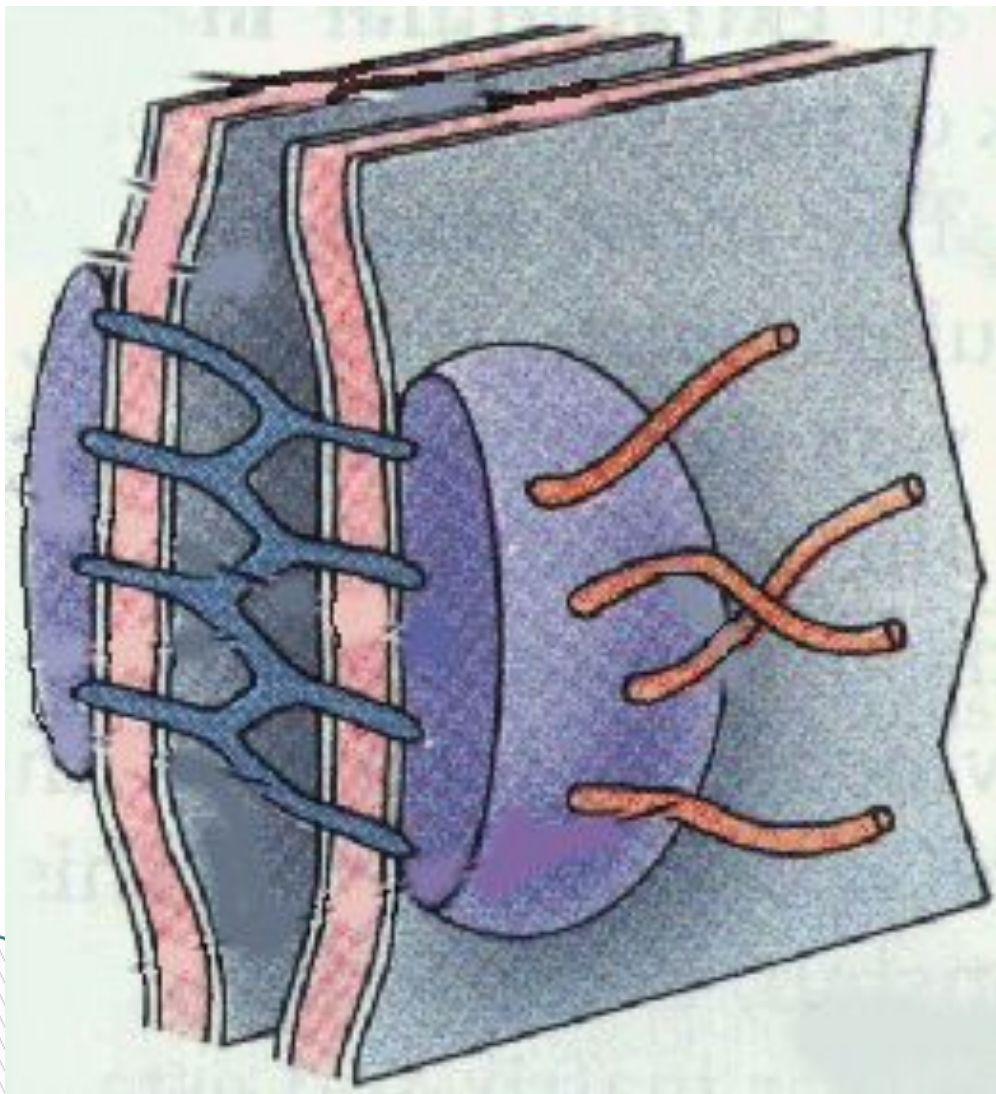
Рабочий миокард и нексусы



Атипичные кардиомиоциты

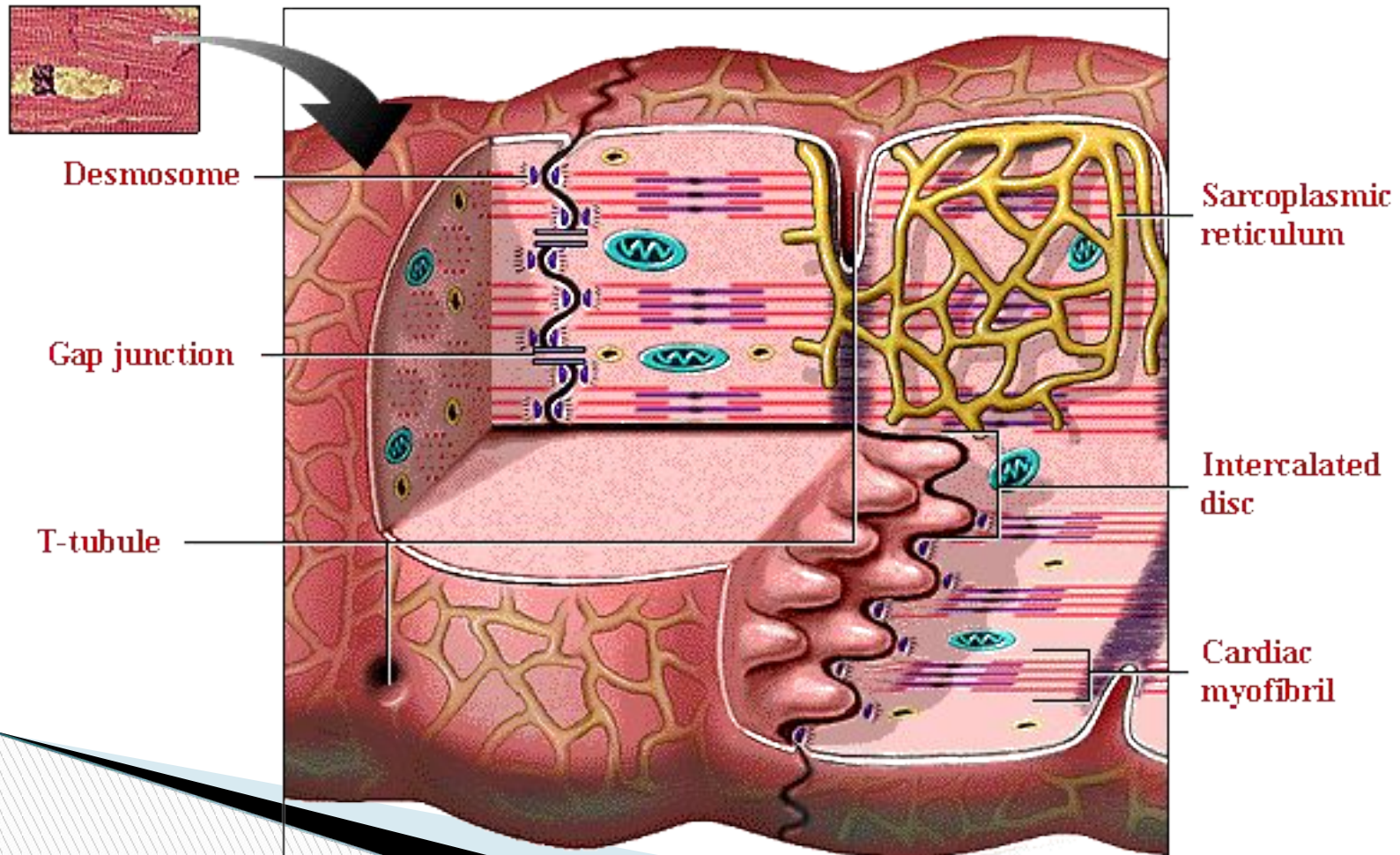


Десмосомы и щелевые контакты



Межклеточные связи в миокарде создают синцитий

MAGNIFIED VIEW OF CARDIAC MUSCLE CELLS



Свойства миокарда:

1. Возбудимость — способность реагировать на раздражение.

Во время систолы возбудимость снижается и исчезает — возникает состояние ***рефрактерности (невозбудимости)***.

Различают:

- **абсолютную рефрактерность,**
- **относительную рефрактерность**

Свойства миокарда:

2. Проводимость — обеспечивает распространение возбуждения по проводящей системе и по миокарду.

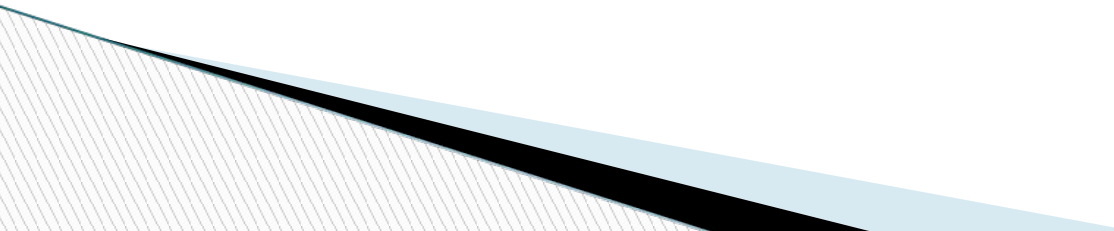
3. Сократимость и способность к расслаблению.

Закон сердца Франка-Старлинга:

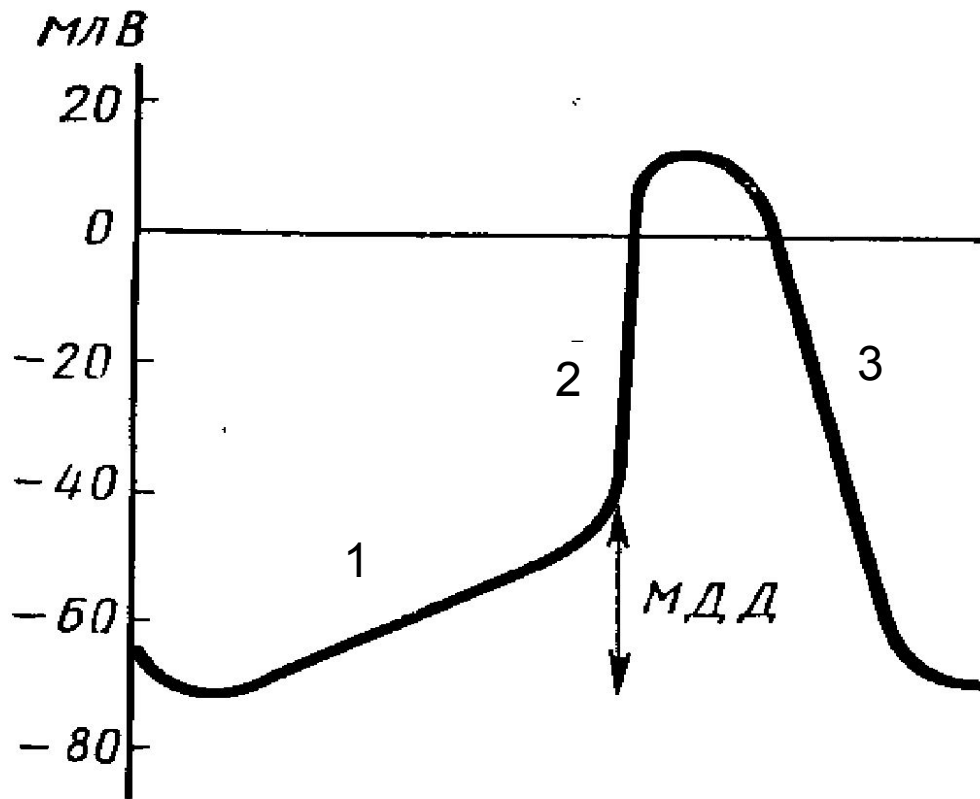
Сила сердечных сокращений зависит от исходной длины мышечных волокон

Свойства миокарда:

4. Автоматия — способность органа (ткани) возбуждаться под влиянием импульсов, возникающих в них самих.



ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ КЛЕТКИ ВОДИТЕЛЯ РИТМА СЕРДЦА



1 – МЕДЛЕННАЯ
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ
ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ
(МДД)

2 – ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

3 – РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

2.2. Проводящая система сердца, ее функциональные особенности. Понятие о пейсмекере. Современное представление о природе и градиенте автоматии

**Синусовый
узел**

**Атриовентрикулярный
узел**

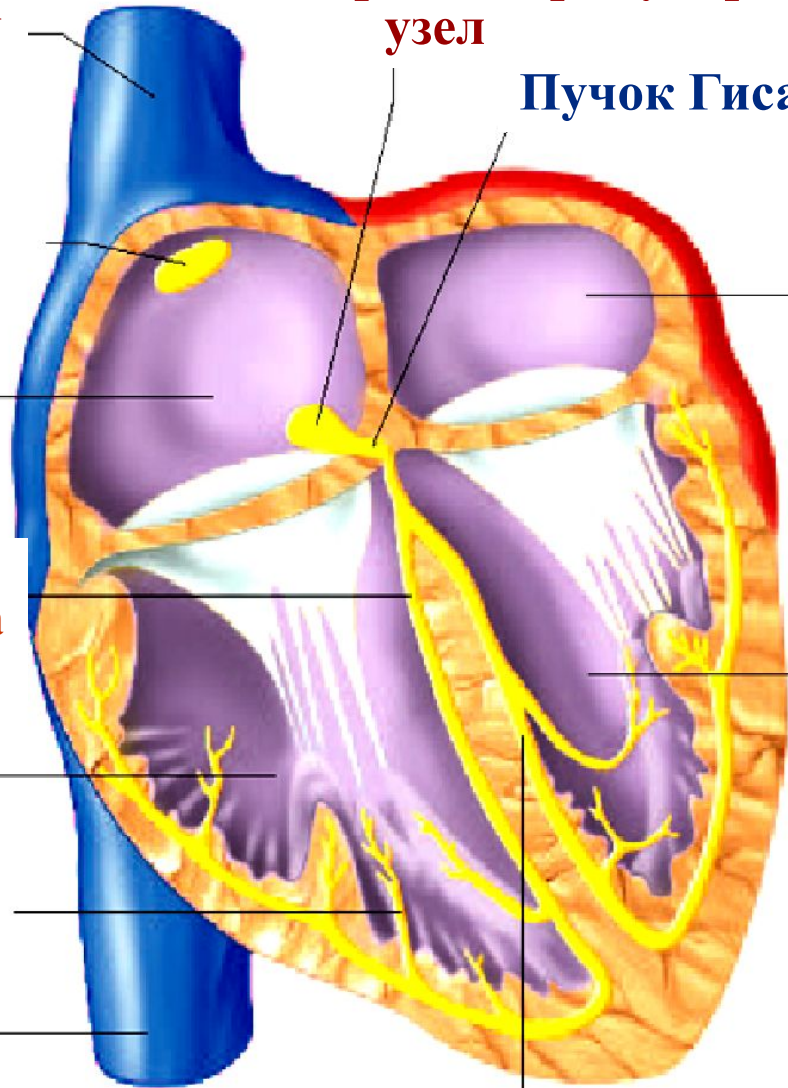
Пучок Гиса

**Правая
ножка пучка
Гиса**

**Волокна
Пуркинье**

**Левая ножка
пучка Гиса**

Проводящая система сердца



Частота генерации импульсов:

- Синоатриальный узел - 60-80 имп/мин**
- Атриовентрикулярный - 40-50 имп/мин**
- Пучок Гиса - 30-40 имп/мин**
- Волокна Пуркинье - 20 имп/мин**

Последовательность процесса возбуждения сердца

Возбуждение предсердий

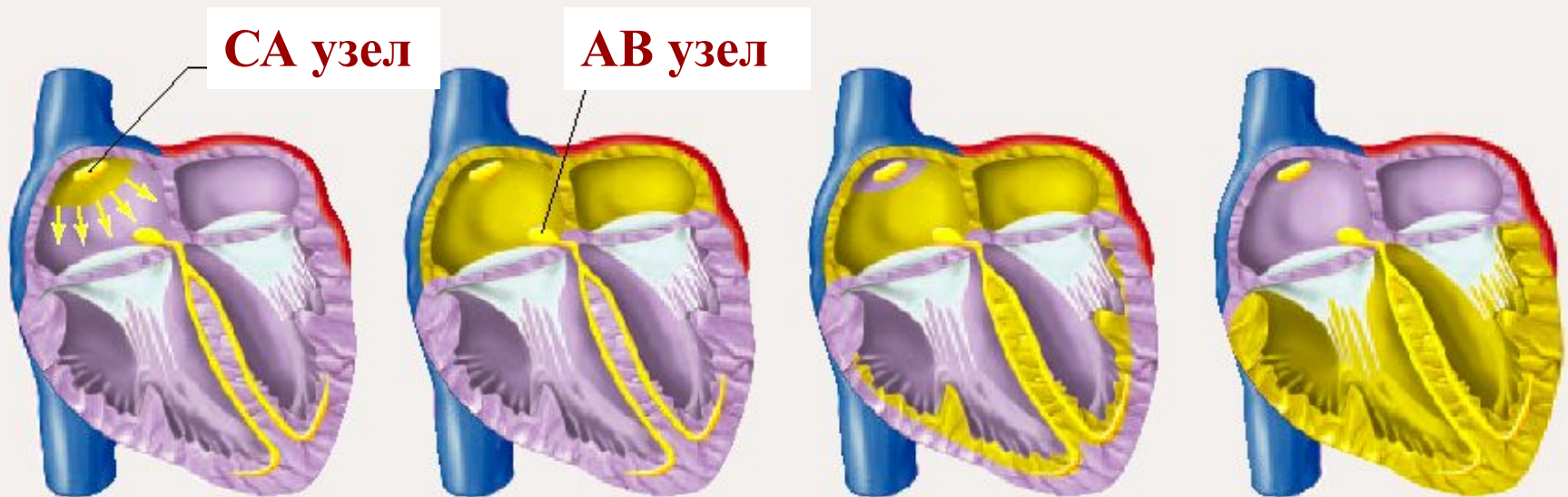
Начало

Завершение

Возбуждение желудочков

Начало

Завершение



Возникновение
зубца **P**

Исчезновение
зубца **P**

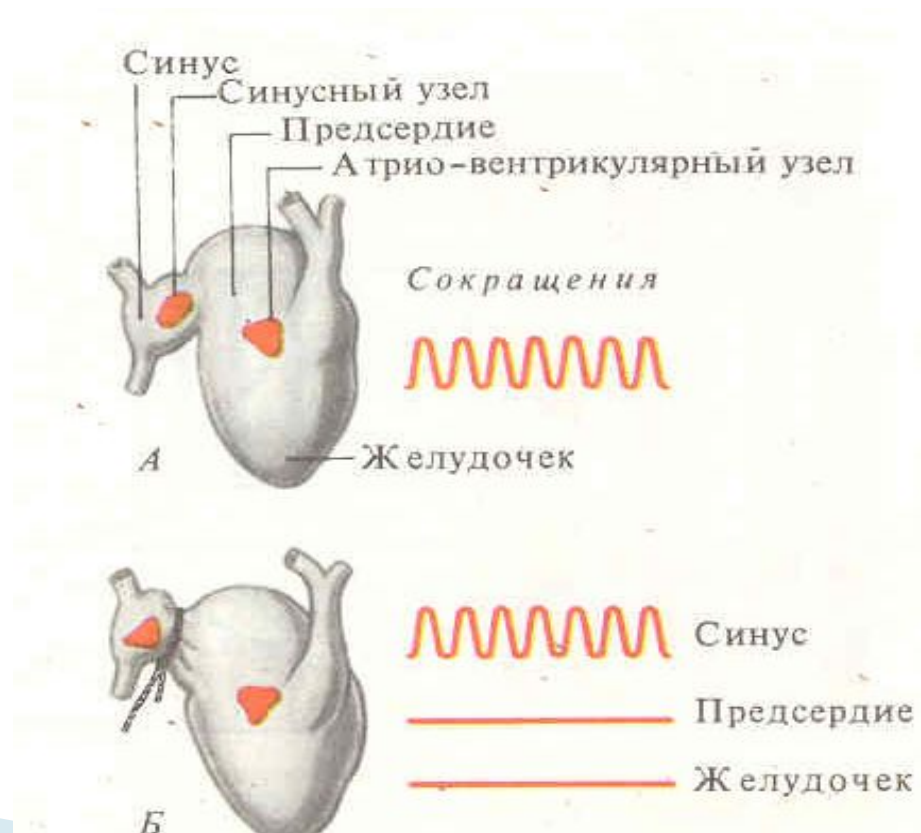
Возникновение
комплекса **QRS**

Исчезновение
комплекса **QRS**

Лигатуры Станиуса

1. Лигатура–изолирующая. Накладывается на сердце лягушки между венозным синусом и правым предсердием.

НОРМА

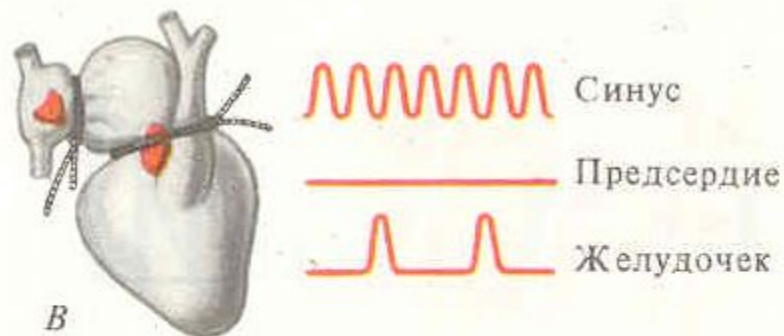


1 лигатура

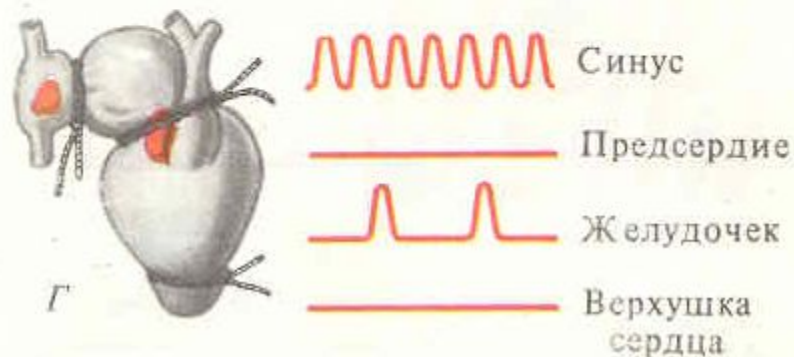
2. Лигатура – раздражающая. Накладывается по АВ-борозде, после первой лигатуры на остановившемся сердце. Она раздражает АВ-узел и вызывает его автоматию.

3. Третья лигатура отделяла верхушку сердца от миокарда желудочков. Верхушка не сокращалась, т.к. не обладает автоматией.

2 лигатура



3 лигатура



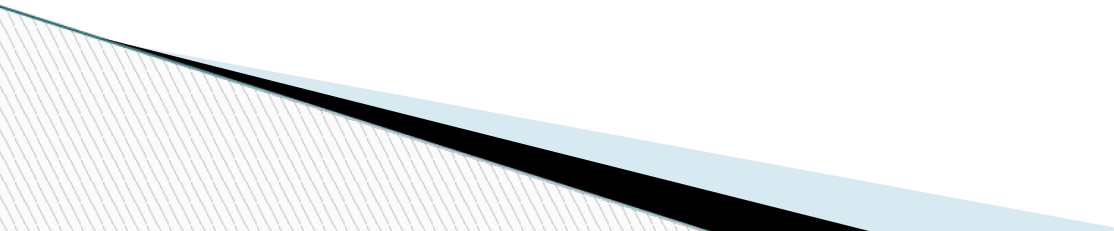
ЗАКОН ГРАДИЕНТА АВТОМАТИИ В.ГАСКЕЛЛА

- СТЕПЕНЬ АВТОМАТИИ ТЕМ ВЫШЕ, ЧЕМ БЛИЖЕ РАСПОЛОЖЕН УЧАСТОК ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ К СИНОАТРИАЛЬНОМУ УЗЛУ**
- СИНОАТРИАЛЬНЫЙ УЗЕЛ - 60-80 имп/мин**
- АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНЫЙ - 40-50 имп/мин**
- ПУЧОК ГИСА - 30-40 имп/мин**
- ВОЛОКНА ПУРКИНЬЕ - 20 имп/мин**


Скорость проведения возбуждения в миокарде

- Рабочий миокард - 1,0 м/с
- А/В-узел - 0,01 - 0,05 м/с
- Пучок Гиса и его ножки – 1,5 м/с
- Волокна Пуркинье - 3,0 - 5,0 м/с

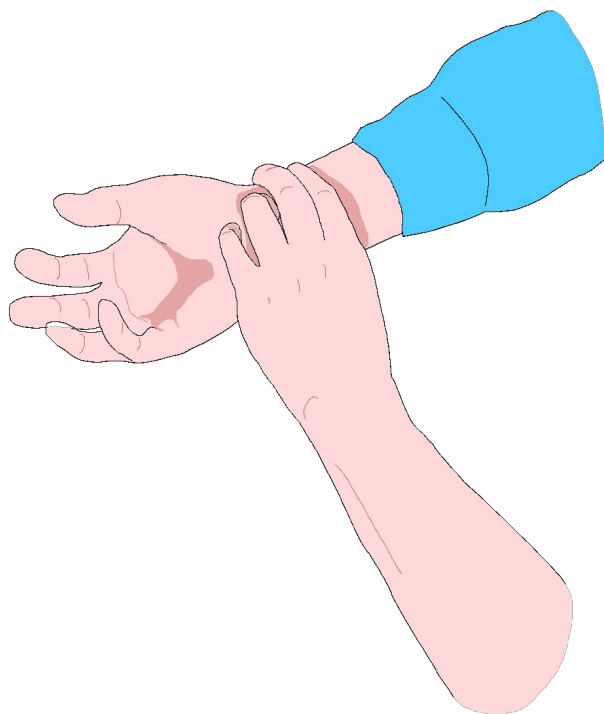
Атриовентрикулярная задержка возникает в следствии:

- ▣ **Малого диаметра волокон**
 - ▣ **Множество мелких разветвлений**
 - ▣ **Наличия синапсов (в других отделах нексусы), что обеспечивает низкую скорость проведения**
 - ▣ **Блокирование быстрых повторных импульсов (проведение возбуждения с декрементом)**
- 

Следовательно, проводящая система сердца обеспечивает:

- ритмическую генерацию импульсов,
 - последовательность сокращений предсердий и желудочков,
 - синхронное сокращение волокон миокарда (повышает мощность и нагнетательную способность желудочков).
- 

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ АВТОМАТИИ ПО ЧАСТОТЕ ПУЛЬСА



- **ВЫШЕ АВТОМАТИЯ - ЧАЩЕ ПУЛЬС -**
ТАХИКАРДИЯ
- **НИЖЕ АВТОМАТИЯ - РЕЖЕ ПУЛЬС -**
БРАДИКАРДИЯ
- **МЕНЯЮЩАЯСЯ АВТОМАТИЯ - ПУЛЬС**
РАЗНОЙ ЧАСТОТЫ - СИНУСОВАЯ
АРИТМИЯ

2.3. Соотношение возбудимости, возбуждения и сокращения миокарда. Законы сокращения миокарда. Экстрасистола

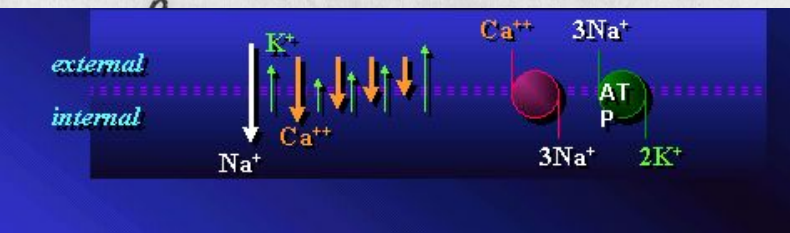
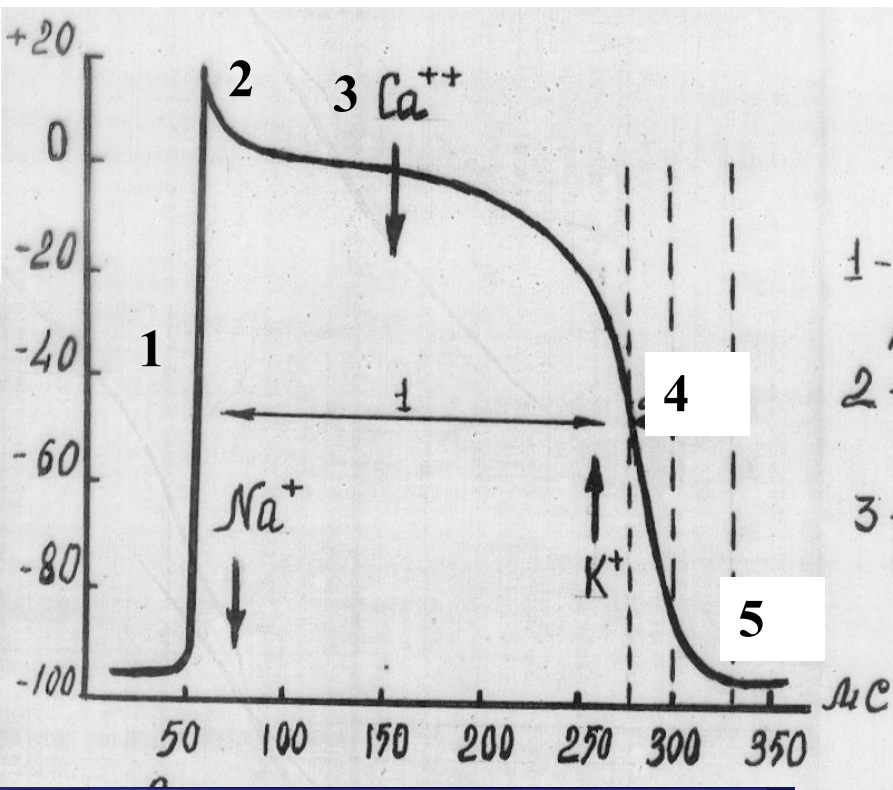
Потенциал действия (ПД) рабочего кардиомиоцита

В ПД различают:

1. Быструю начальную деполяризацию
2. Начальную реполяризацию
3. Плато
4. Конечную реполяризацию
5. Фазу покоя

быструю

быструю



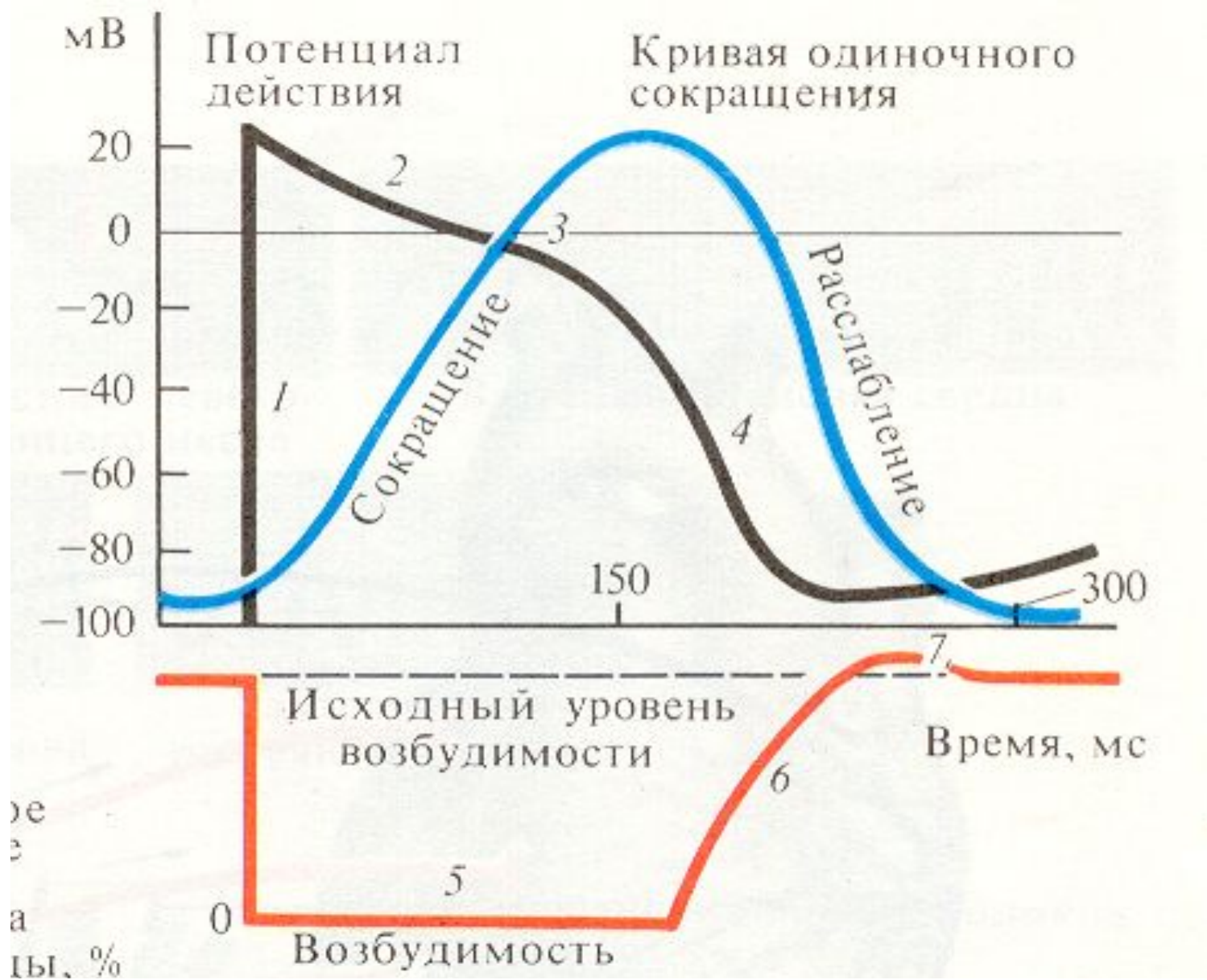
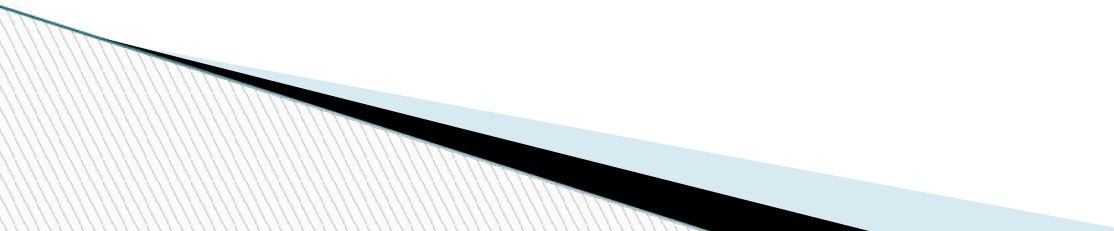
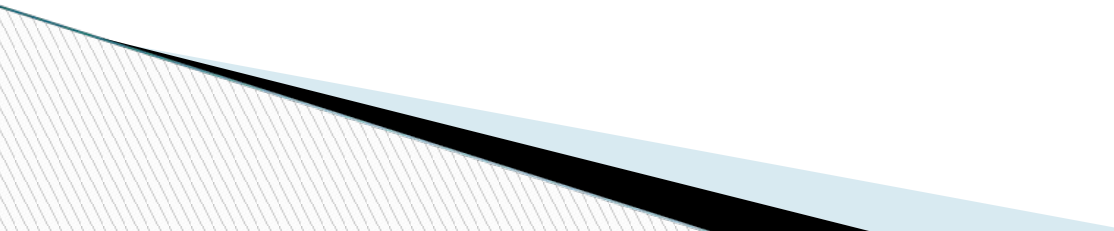


Рис. – Соотношение возбудимости, возбуждения и сокращения миокарда

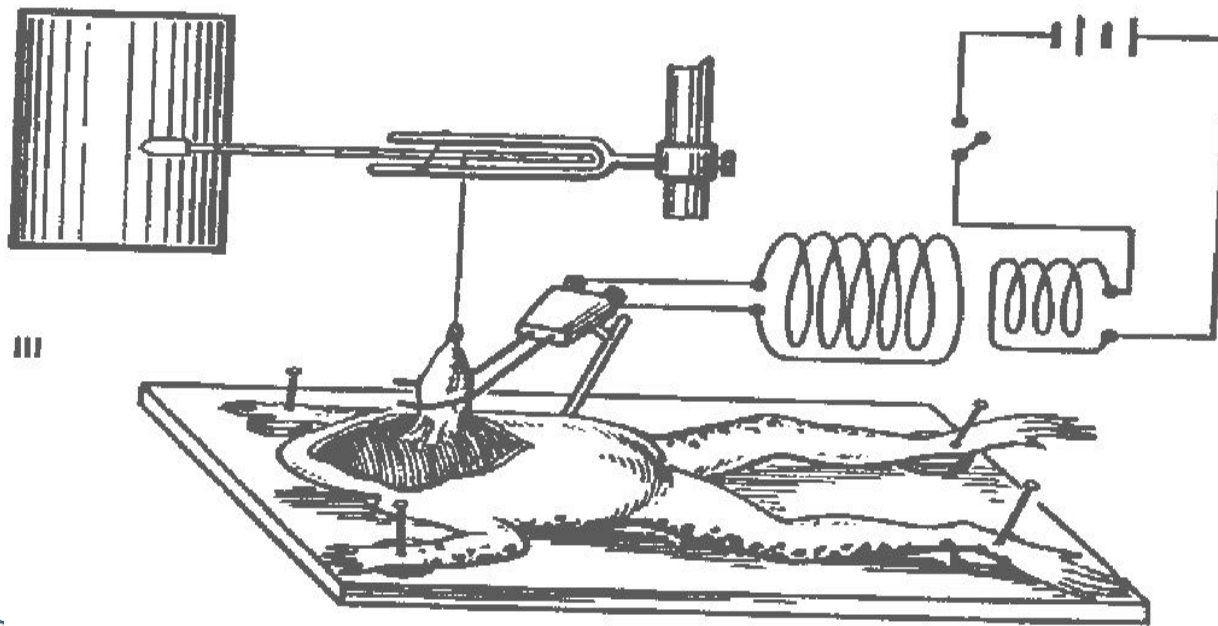
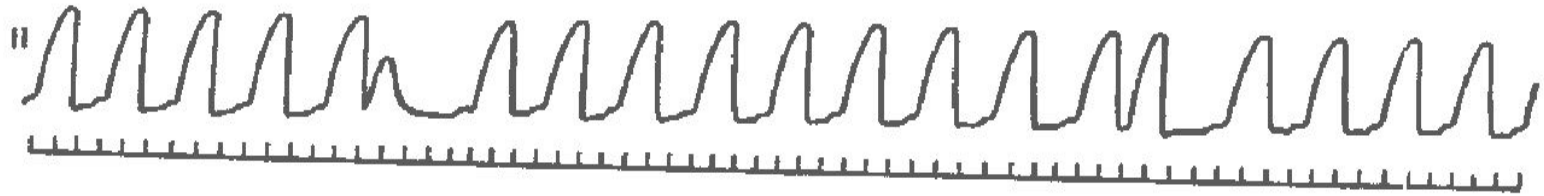
Длительная диастола необходима для:

- 1) обеспечения исходной поляризации клеток миокарда, за счет времени работы Na-K-насоса;**
 - 2) обеспечения удаления Ca^{++} из саркоплазмы;**
 - 3) обеспечения ресинтеза гликогена и АТФ;**
 - 5) обеспечения диастолического наполнения сердца кровью**
- 

Сила сокращений миокарда зависит от:

- а. Количество актомиозиновых мостиков, которые образуются одновременно.**
 - б. Количество ионов кальция в саркоплазме.**
 - в. Продолжительности потенциала действия.**
- 

ЭКСТРАСИСТОЛА



Если на миокард в период восстановления возбудимости (в диастолу) нанести раздражение, то возникает внеочередное сокращение сердца ***экстрасистола.***

Различают:

**синусовые экстрасистолы,
желудочковые экстрасистолы**

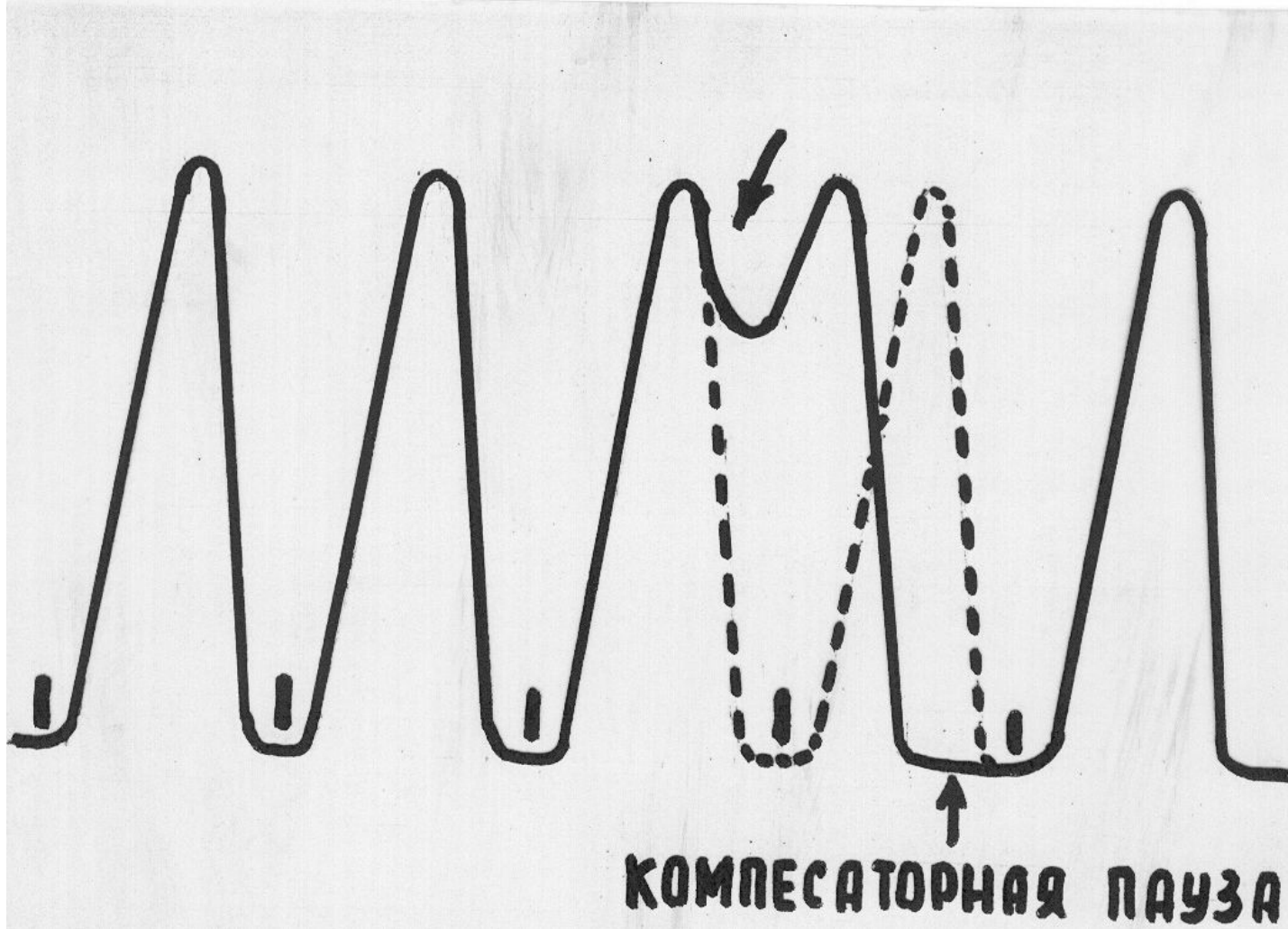
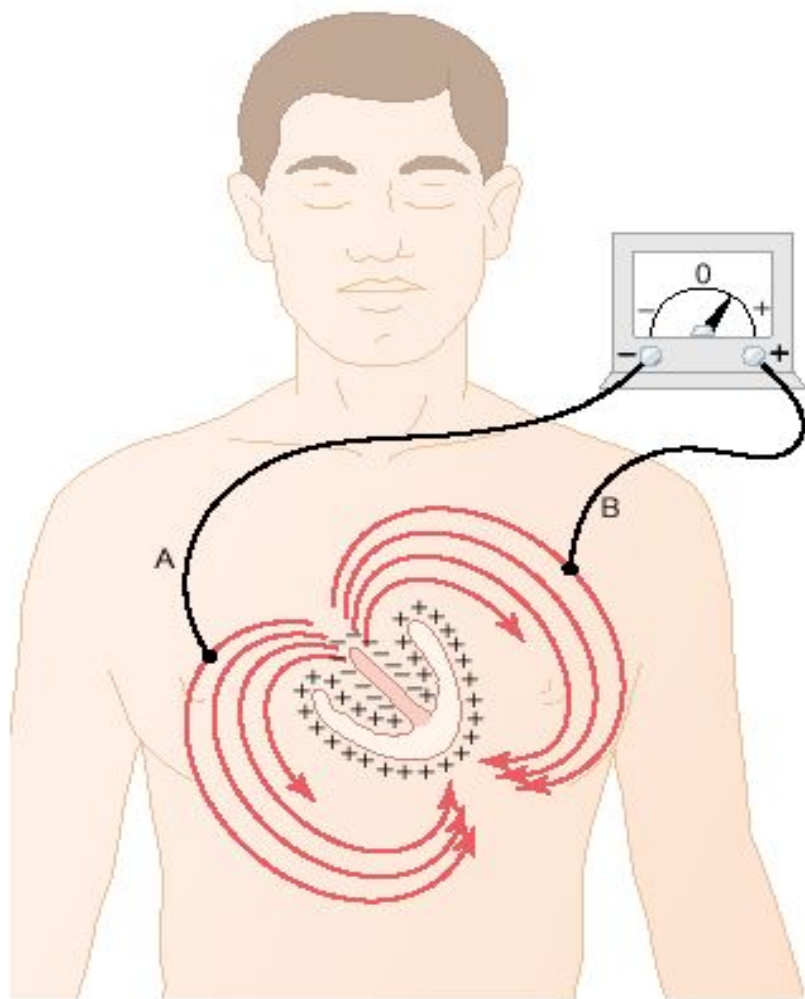


Рис. – Желудочковая экстрасистола

2.4. Электрические проявления сердечной деятельности.

**Электрокардиография. Общий
план анализа и критерии нормы
ЭКГ, ее диагностическое значение**

Происхождение ЭКГ: регистрация разности потенциалов



Процесс распространения возбуждения по сердцу создает разность потенциалов между возбужденными и невозбужденными участками сердца.

ВКГ здорового человека в различных проекциях:



96. ВКГ здорового человека (зарегистрирована по системе отведений McFee и Paungao). В горизонтальной проекции (а) запись петли QRS против часовой стрелки; в сагиттальной проекции (б) — запись против часовой стрелки (обзор слева); во фронтальной проекции (в) — запись по часовой стрелке. Максимальный вектор петли QRS направлен влево, вниз, слегка вперед; петля T ориентирована аналогично.

Методы отведения ЭКГ

1. От конечностей:

- биполярный метод (по Эйнтховену)
- униполярный (по Гольдбергеру)

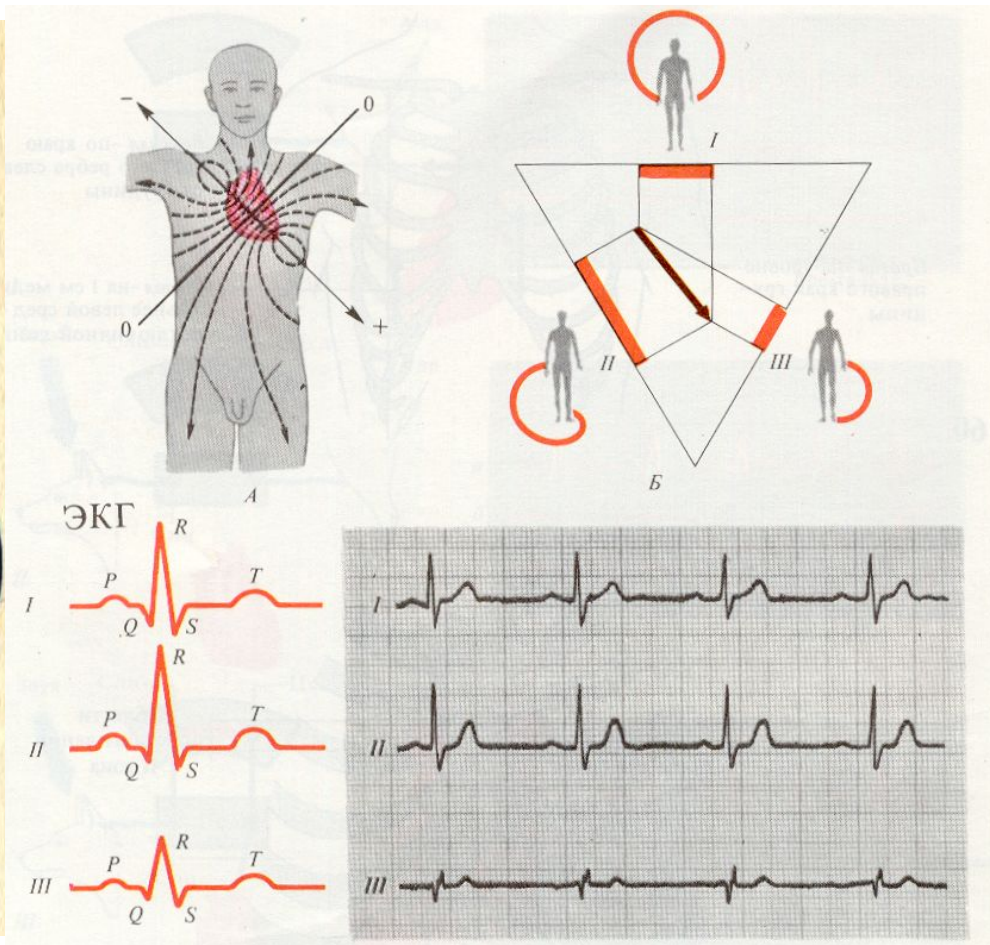
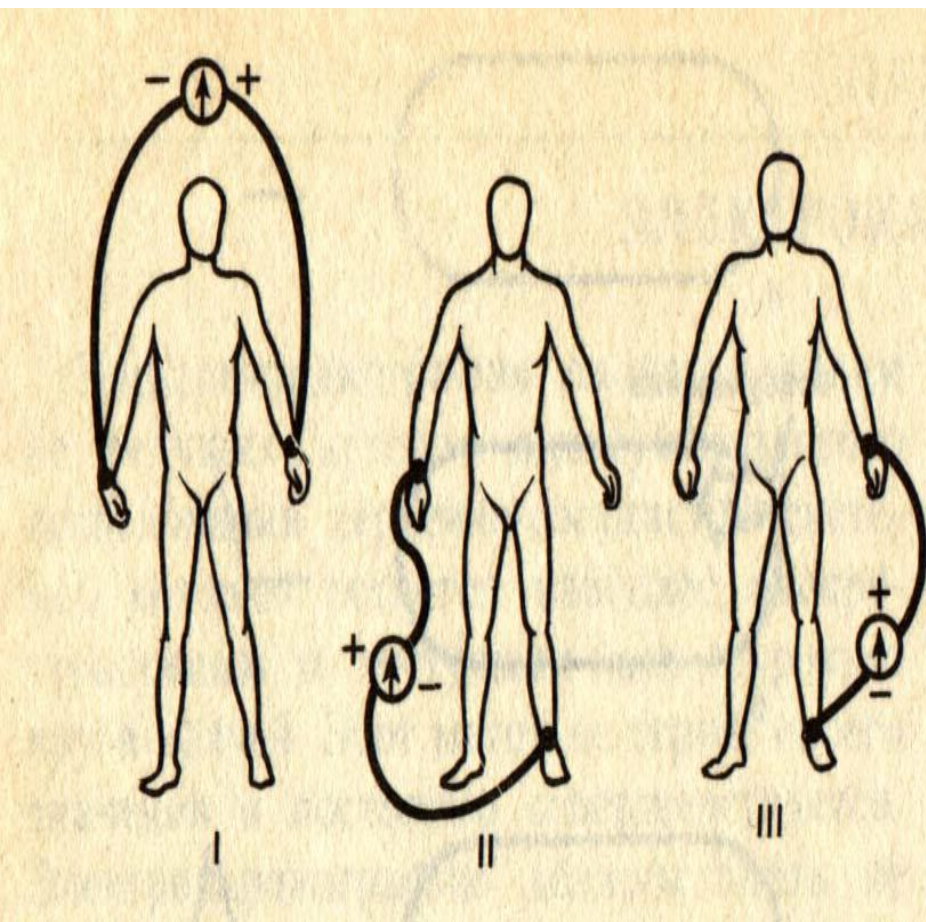
2. Грудные отведения:

- биполярный (по Небу)
- униполярный (по Вильсону)

**При записи ЭКГ от конечностей
(по методу Эйнтховена) используют
3 стандартных отведения:**

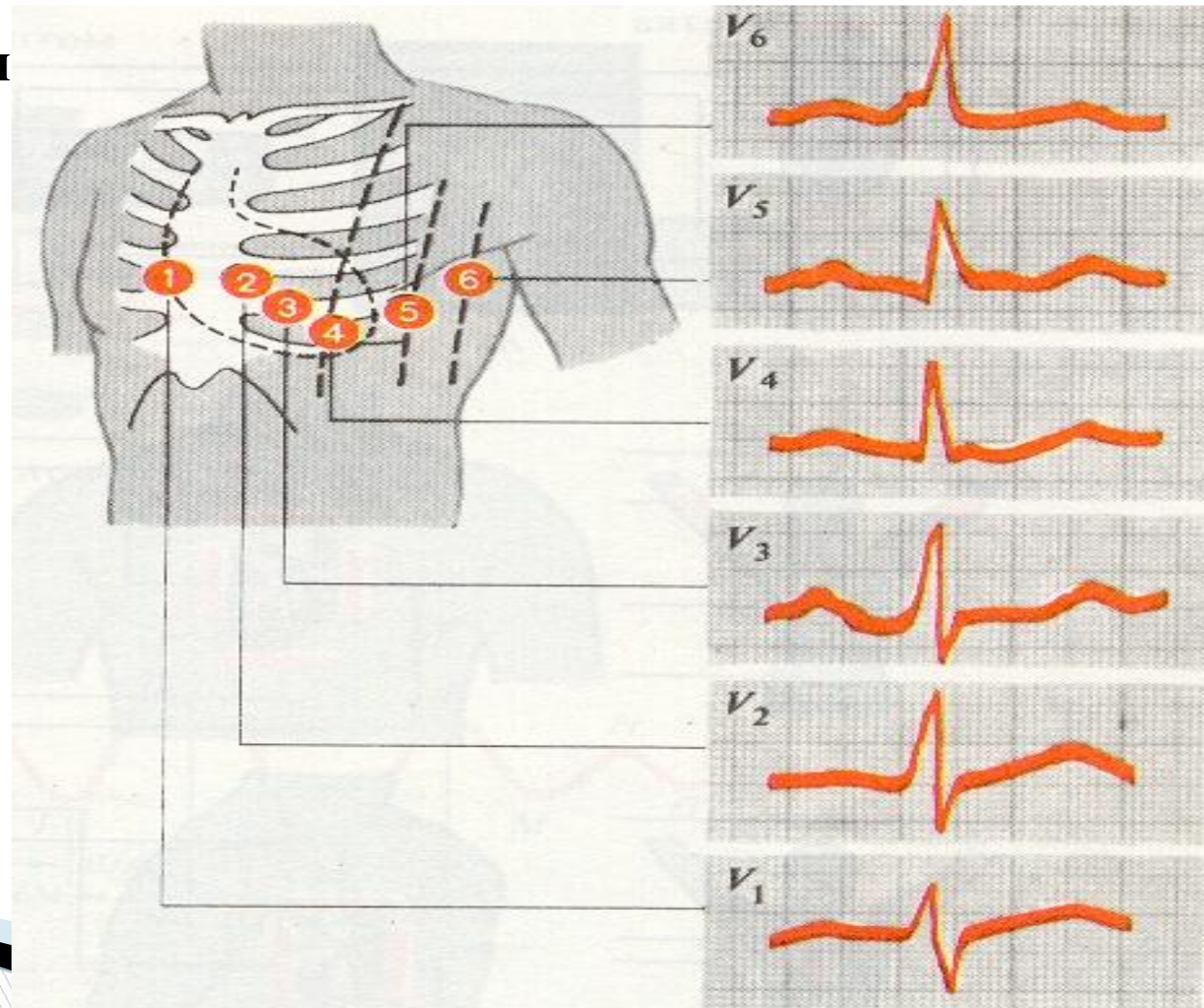
- 1. Правая рука - левая рука**
- 2. Правая рука – левая нога**
- 3. Левая рука – левая нога**

Электрокардиография (по методу Эйнтховена)

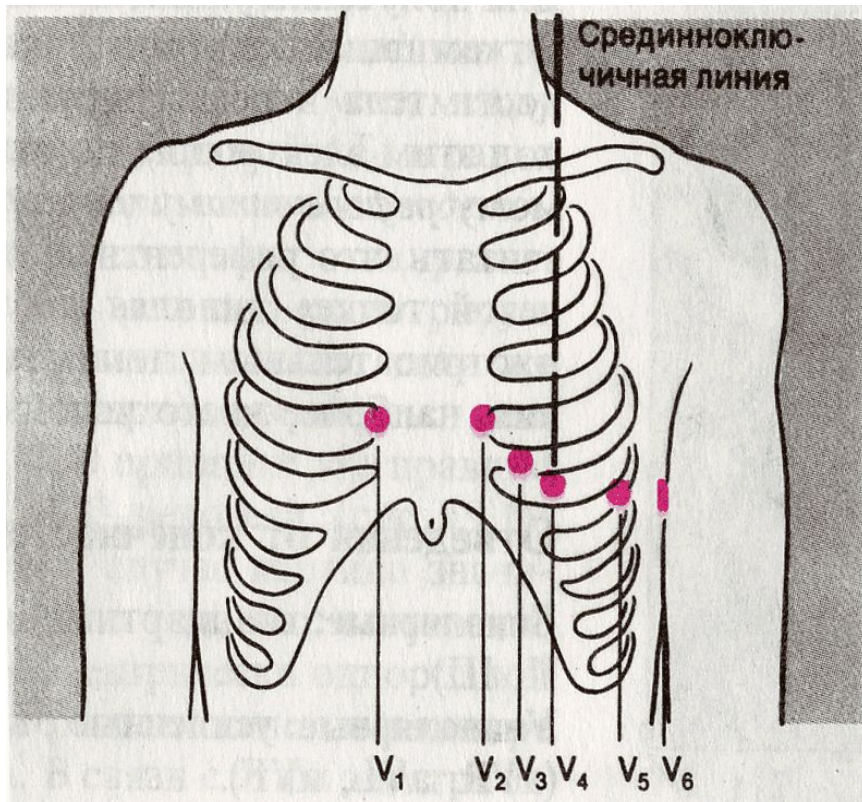


Электрокардиография (по методу Вильсона)

Грудные отведения
по Вильсону

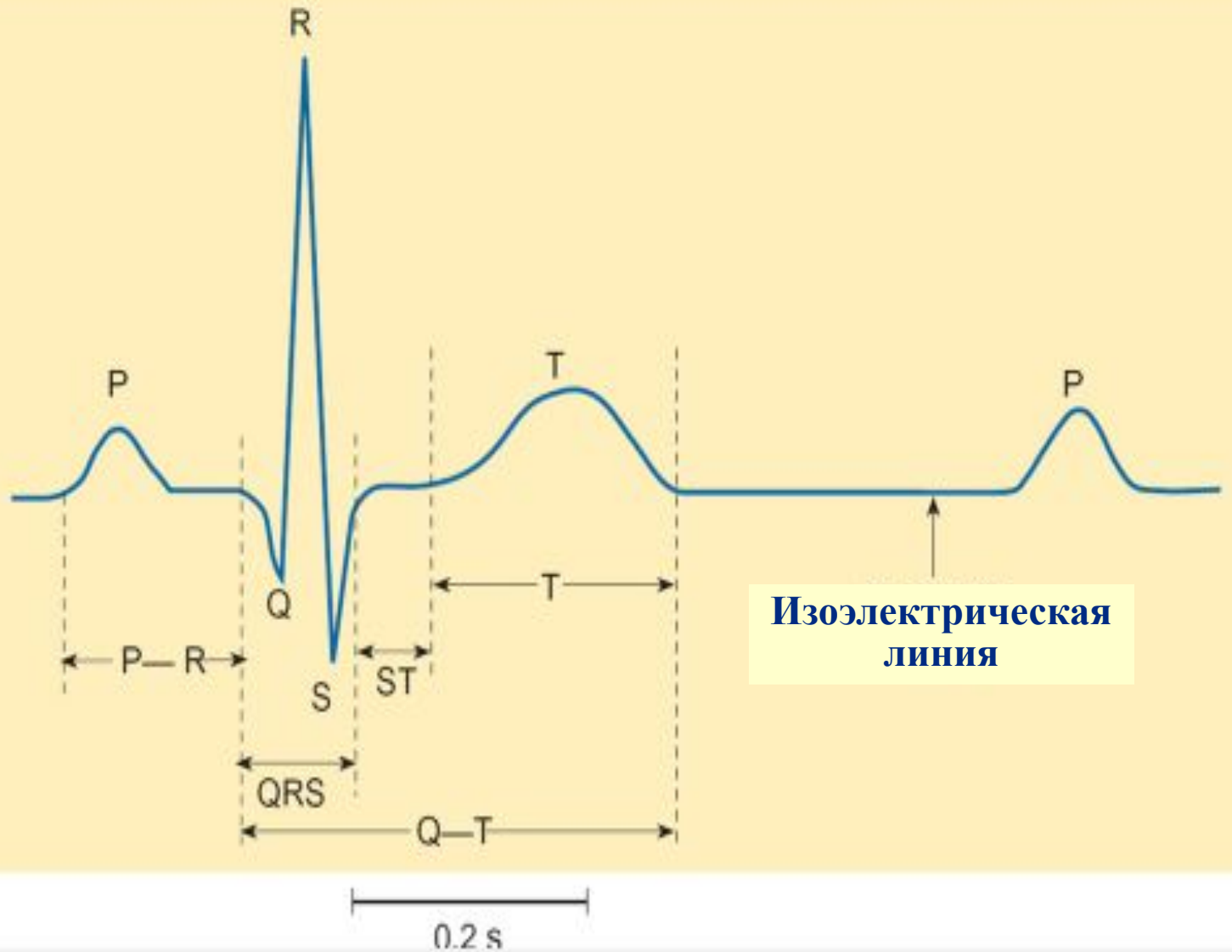


Грудные отведения V_1-V_6



- V_1 – в 4-ом межреберье у правого края грудины;
- V_2 – в 4-ом межреберье у левого края грудины;
- V_3 – посередине между точками V_2 - V_4
- V_4 – в 5-ом межреберье по левой срединно-ключичной линии;
- V_5 – на уровне отведения V_4 по левой передней аксиллярной линии;
- V_6 – на том же уровне по средней передней аксиллярной линии;

0.5 mV



Изоэлектрическая
линия

**Схема — Электрокардиограмма
(регистрация во втором отведении)**

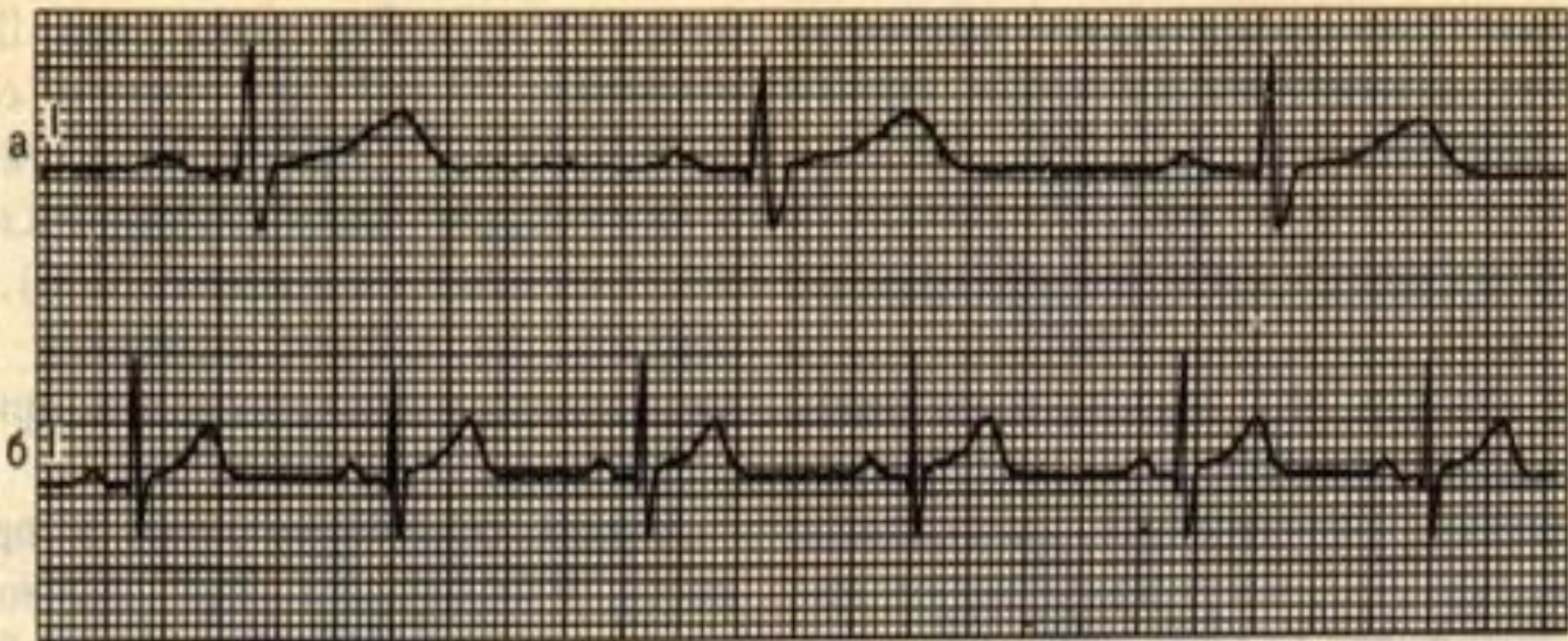
На ЭКГ различают:

ЗУБЦЫ – P, Q, R, S, T

СЕГМЕНТЫ – расстояние между
зубцами: P-Q, S-T

ИНТЕРВАЛЫ (зубец + сегмент): P-Q,
QRS, Q-T, S-T, R-R

При обработке ЭКГ учитывают:
амплитуду (вольтаж), направление зубцов
и длительность интервалов.



**ЭКГ, снятая при скорости
движения ленты 50 мм/с (рис. а)
и 25 мм/с (рис. б)**

Зубец Р – характеризует возбуждение предсердий. Длительность – 0,1 сек.

Сегмент PQ – соответствует проведению возбуждения АВ узел.

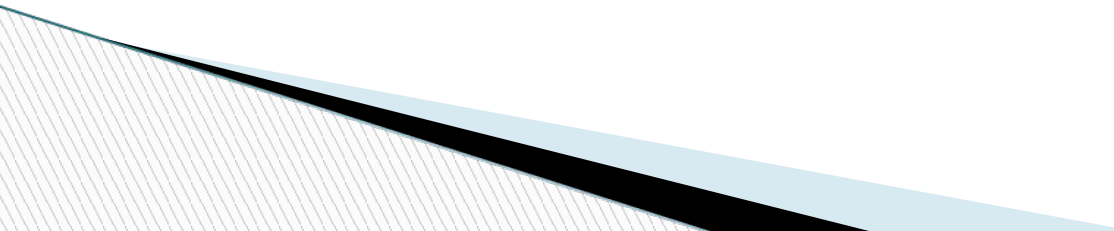
Интервал P–Q – время распространения возбуждения от предсердий до желудочков (0,12–0,18 с).

Интервал QRS – возникновение и распространение возбуждения в миокарде желудочков.

Зубец Q - характеризует возбуждения внутренней поверхности желудочков, правой сосочковой мышцы, межжелудочковой перегородки, верхушки сердца.

- **Зубец R** – возбуждение основания желудочков, их наружной поверхности.
 - **Зубец S** – желудочки охвачены возбуждением, поверхность становится отрицательной, исчезает разность потенциалов.
 - **Зубец T** – отражает восстановительные процессы в миокарде. Протекают они не синхронно. Зубец самый изменчивый.
- Сегмент T–P** – общая пауза (период покоя).
- Интервал QRST** называют «электрической систолой сердца» (длится 0,36 сек).
- Интервал R-R** – сердечный цикл

По ЭКГ можно судить о :

1. Локализации очага возбуждения.
 2. Нарушении ритма.
 3. Отражаются нарушения проведения возбуждения, степень и локализация блокад.
 4. Направление электрической оси сердца.
 5. Инфаркты миокарда, при полном нарушении кровоснабжения сердца.
 6. Поражения сердца, при недостаточности коронарного кровообращения и др.
- 

Атриовентрикулярная блокада



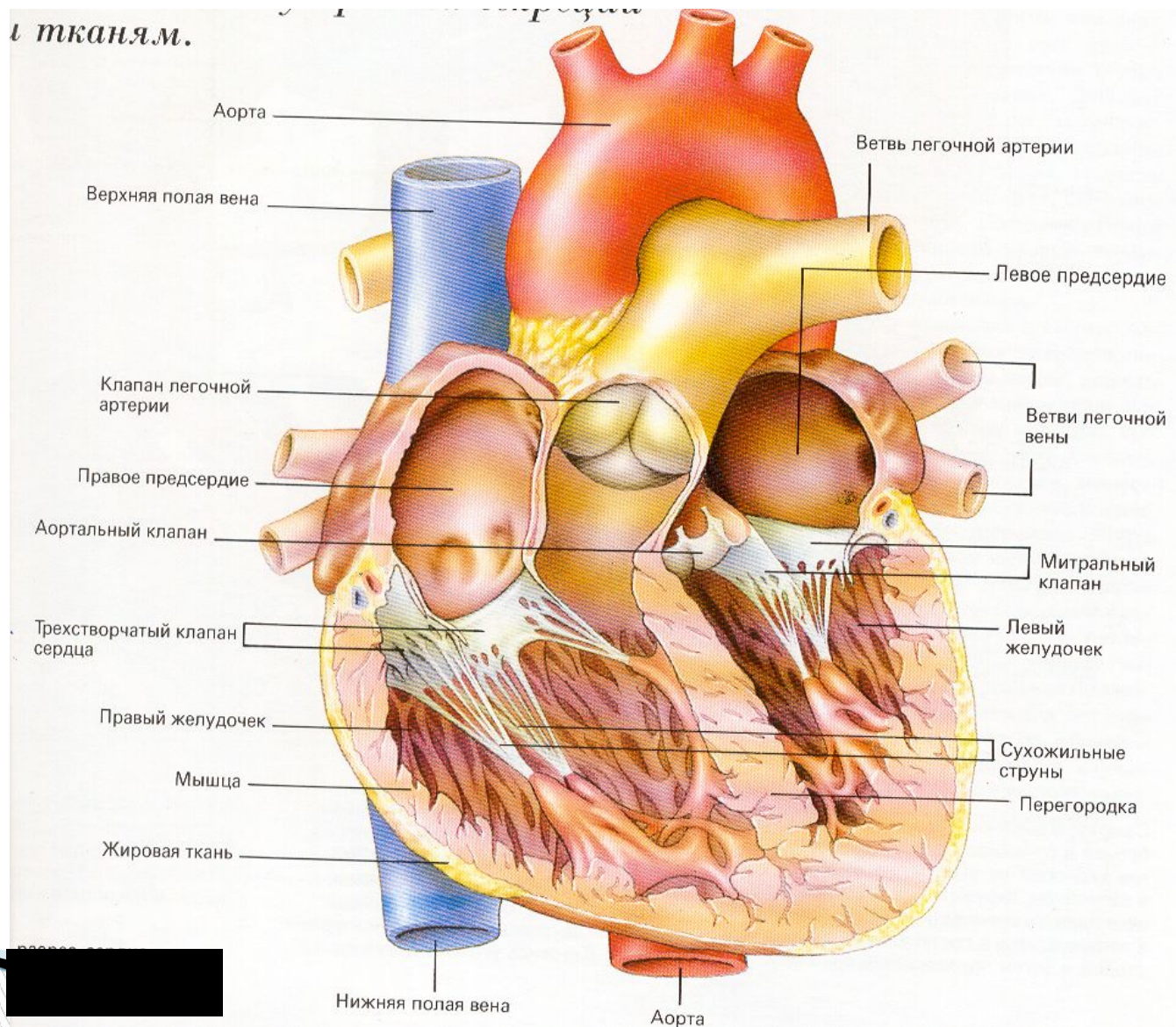
Нормальная ЭКГ

Частичная АВ блокада: каждый 2-ой импульс не проводится к желудочкам

Полная АВ блокада: предсердия и желудочки возбуждаются отдельно

**5. Нагнетательная функция сердца.
Сердечный цикл. Последовательность
периодов и фаз сердечного цикла**

Клапаны сердца



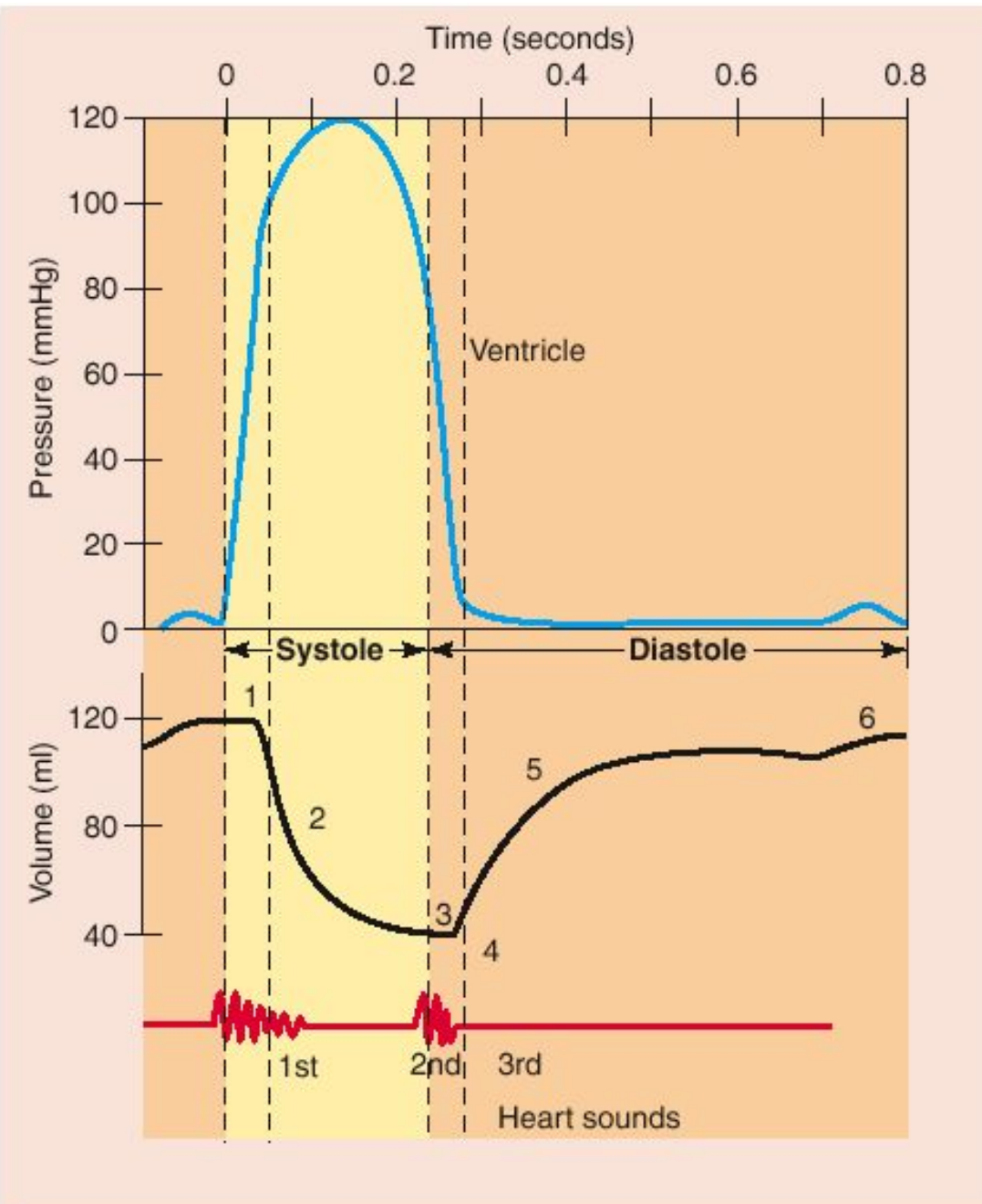
Сердечный цикл



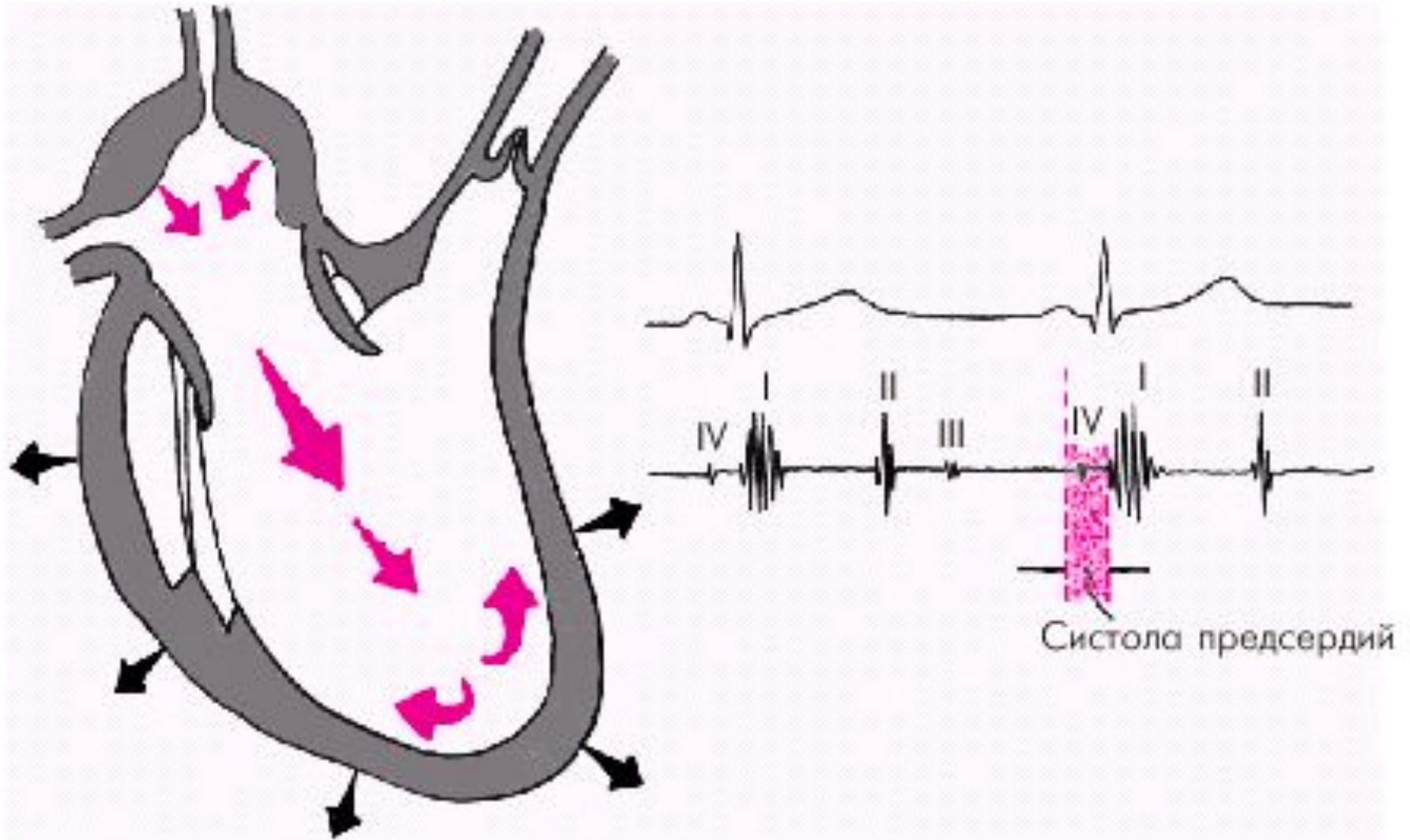
Давление
в левом желудочке

Объем левого
желудочка

I и II тоны сердца



Систола предсердий – 0,1 с

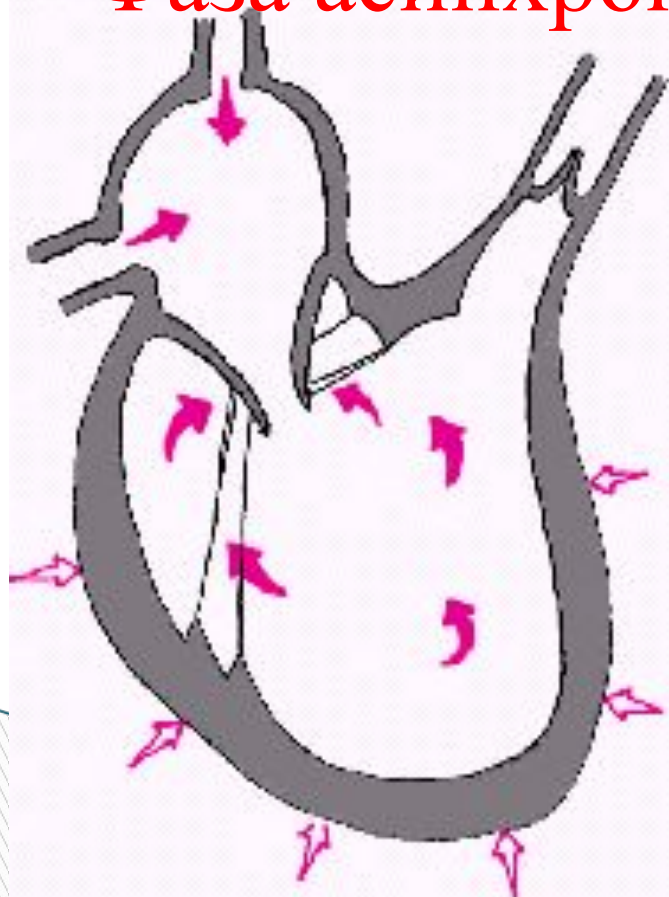


Фазовая структура систолы желудочков.

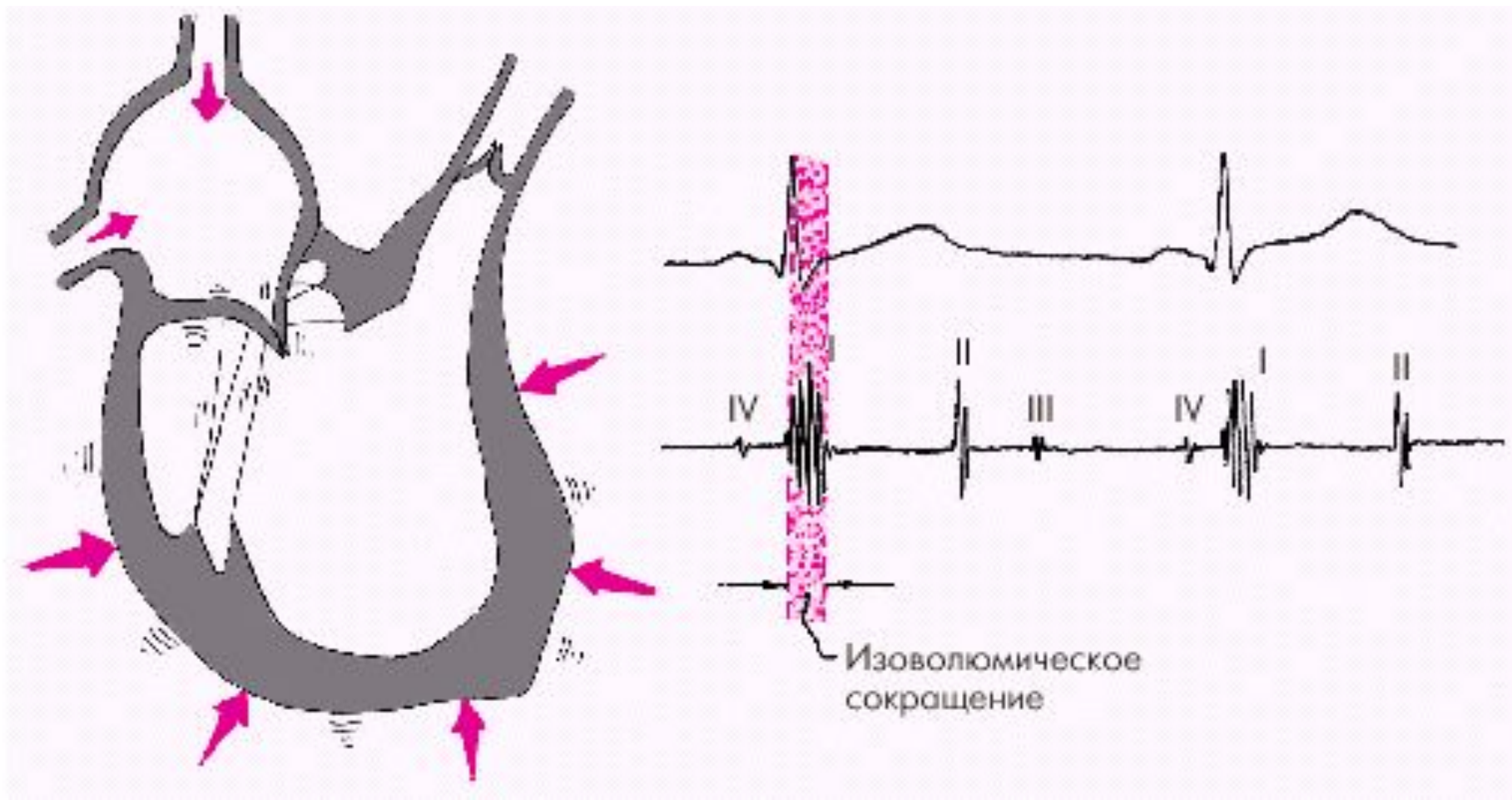
Общая длительность – 0,33 с

Период напряжения – 0,08 с

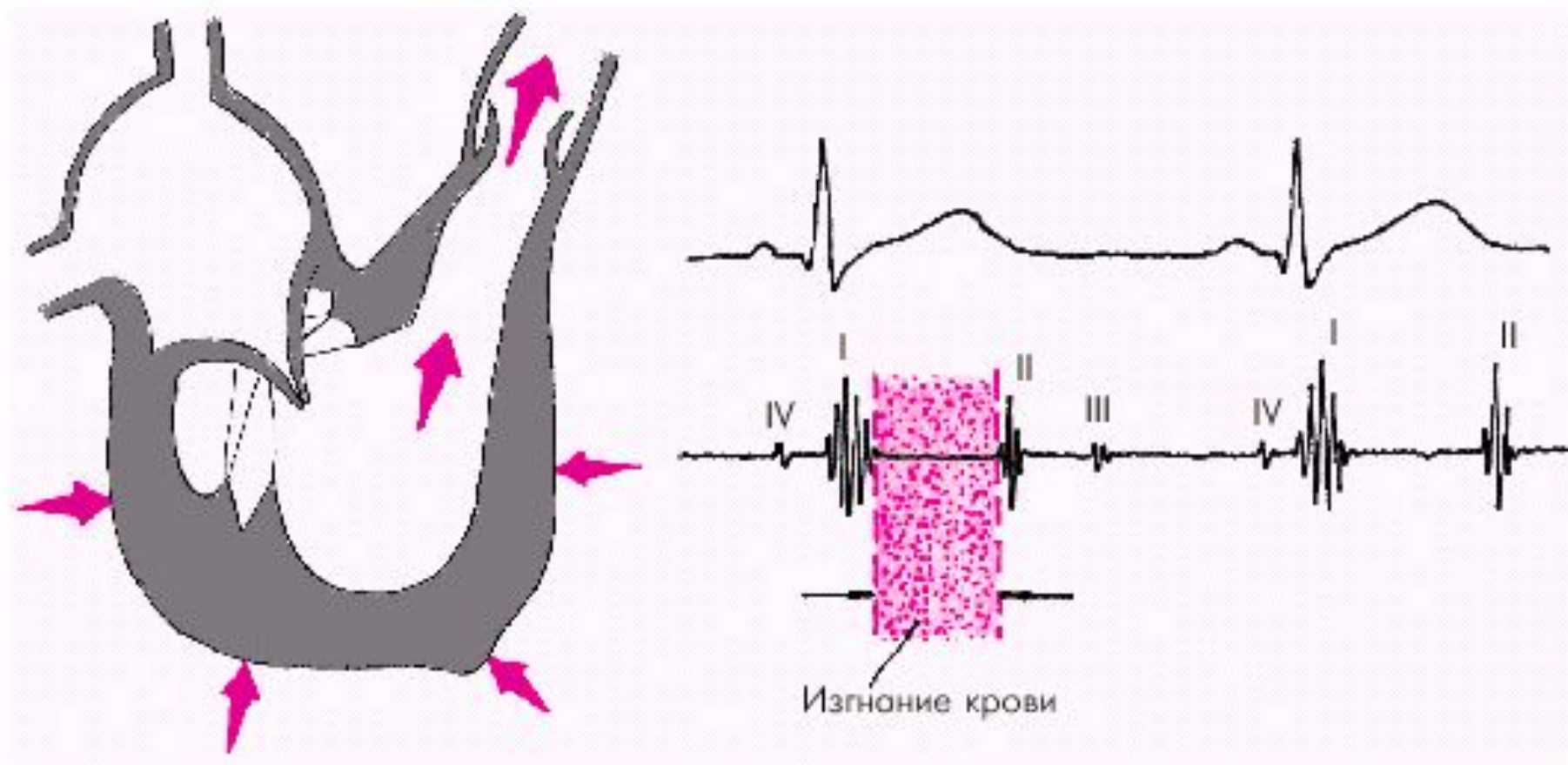
Фаза асинхронного сокращения – 0,05 с



Фаза изометрического (изоволюмического) сокращения -0,03 с

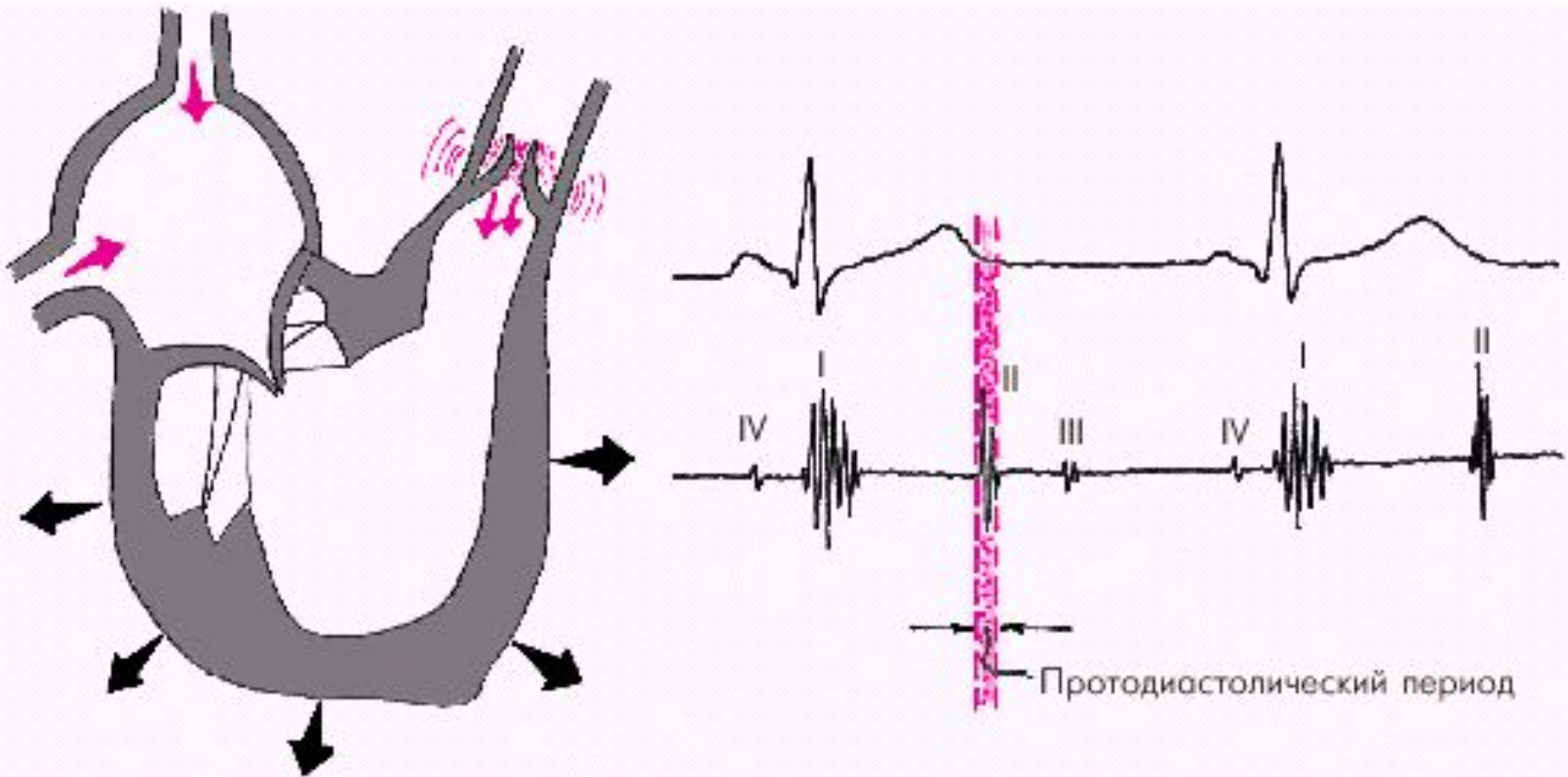


Период изгнания (0,25 с):
Фаза быстрого изгнания - 0,12 с
фаза медленного изгнания – 0,13 с

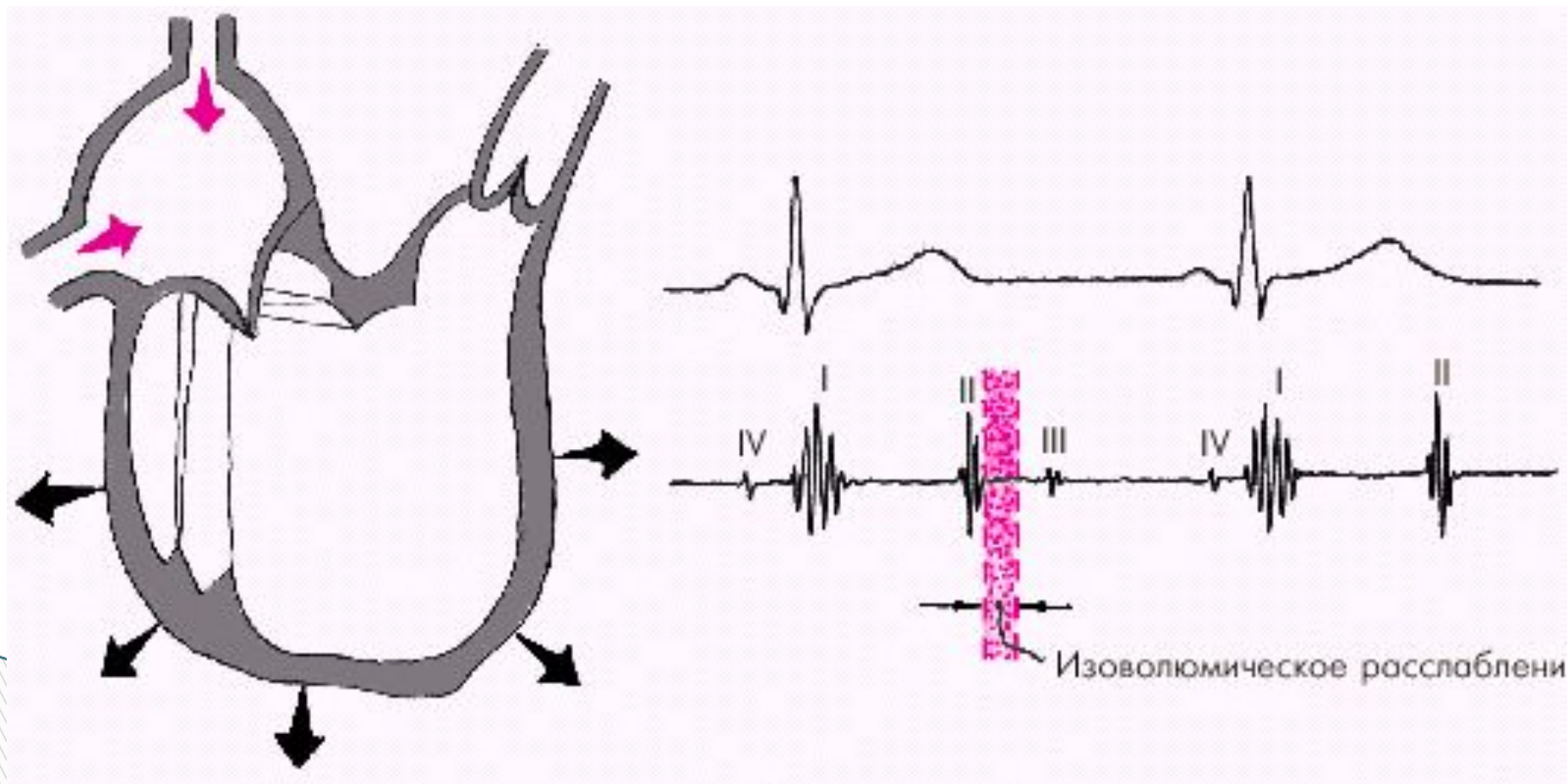


Фазовая структура диастолы - 0,47 с

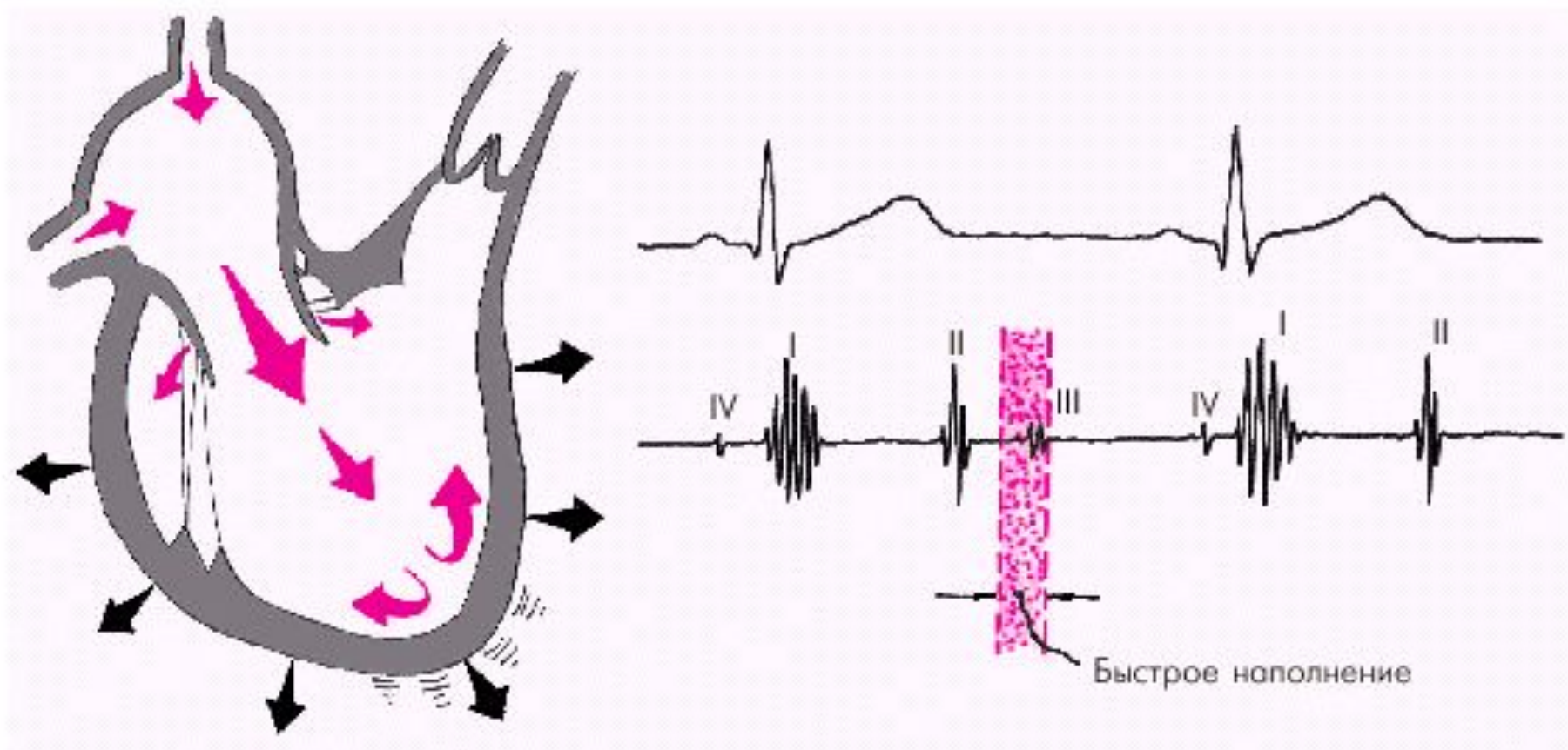
Протодиастолический период – 0,04 с



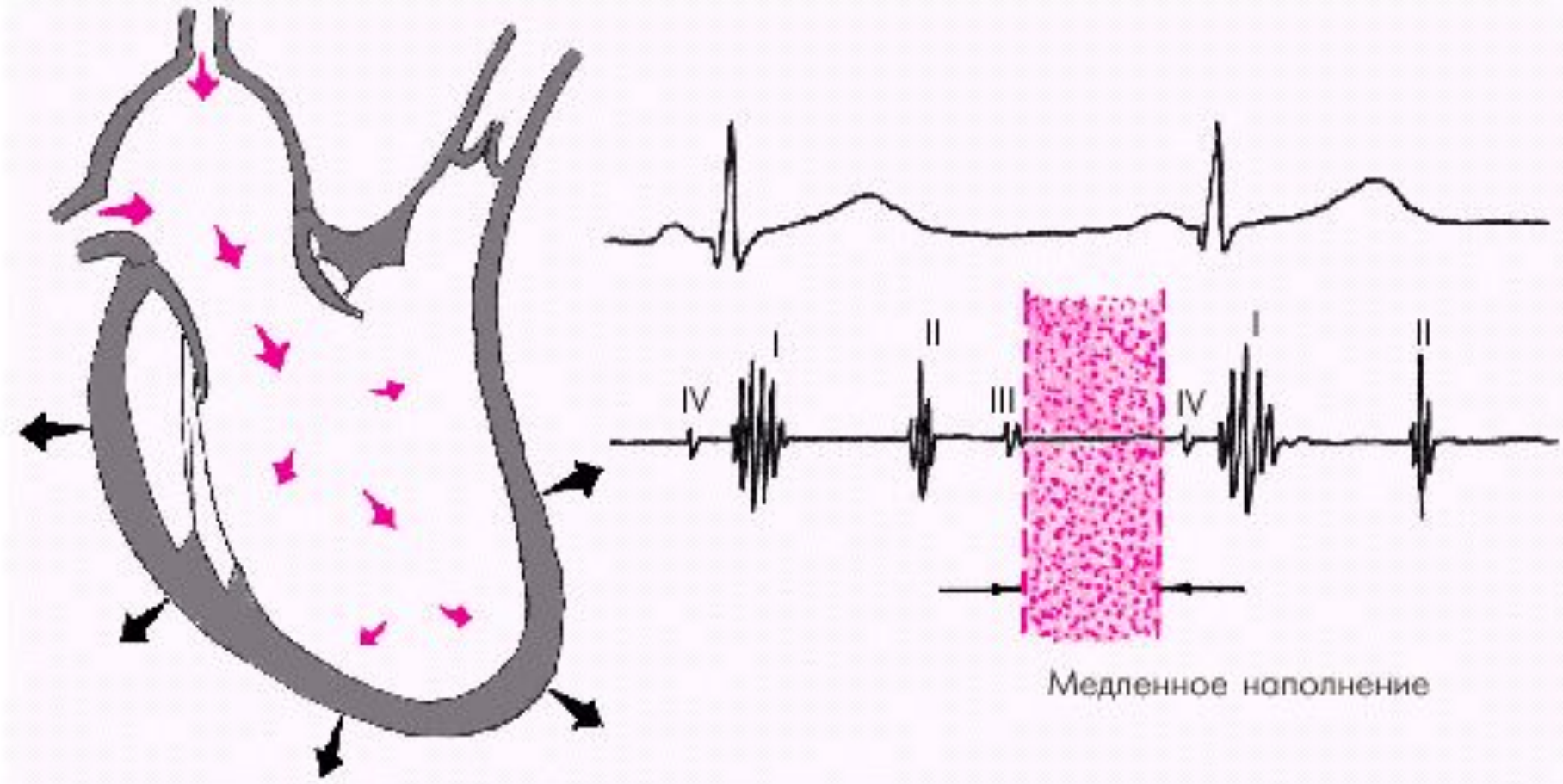
Изометрическое (изоволюмическое) расслабление – 0,08 с



Период наполнения – 0,25 с
фаза быстрого наполнения – 0,08 с



Фаза медленного наполнения -0,17 с



Пресистолический период – 0,1 с

Длительность диастолы необходима для:

- ▣ 1) обеспечения исходной поляризации клеток миокарда, за счет времени работы Na-K-насоса;**
- ▣ 2) обеспечения удаления Ca^{++} из саркоплазмы;**
- ▣ 3) обеспечения ресинтеза гликогена;**
- ▣ 4) обеспечения ресинтеза АТФ;**
- ▣ 5) обеспечения диастолического наполнения сердца кровью**



Благодарю за внимание!



Благодарю за внимание !

Благодарю за внимание !



Благодарю за внимание!





Благодарю за внимание !