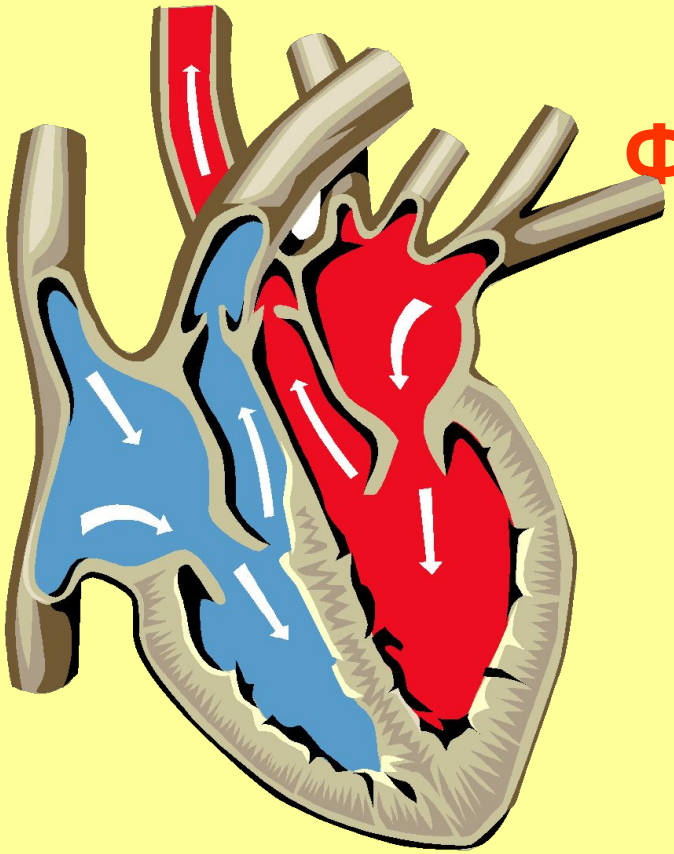
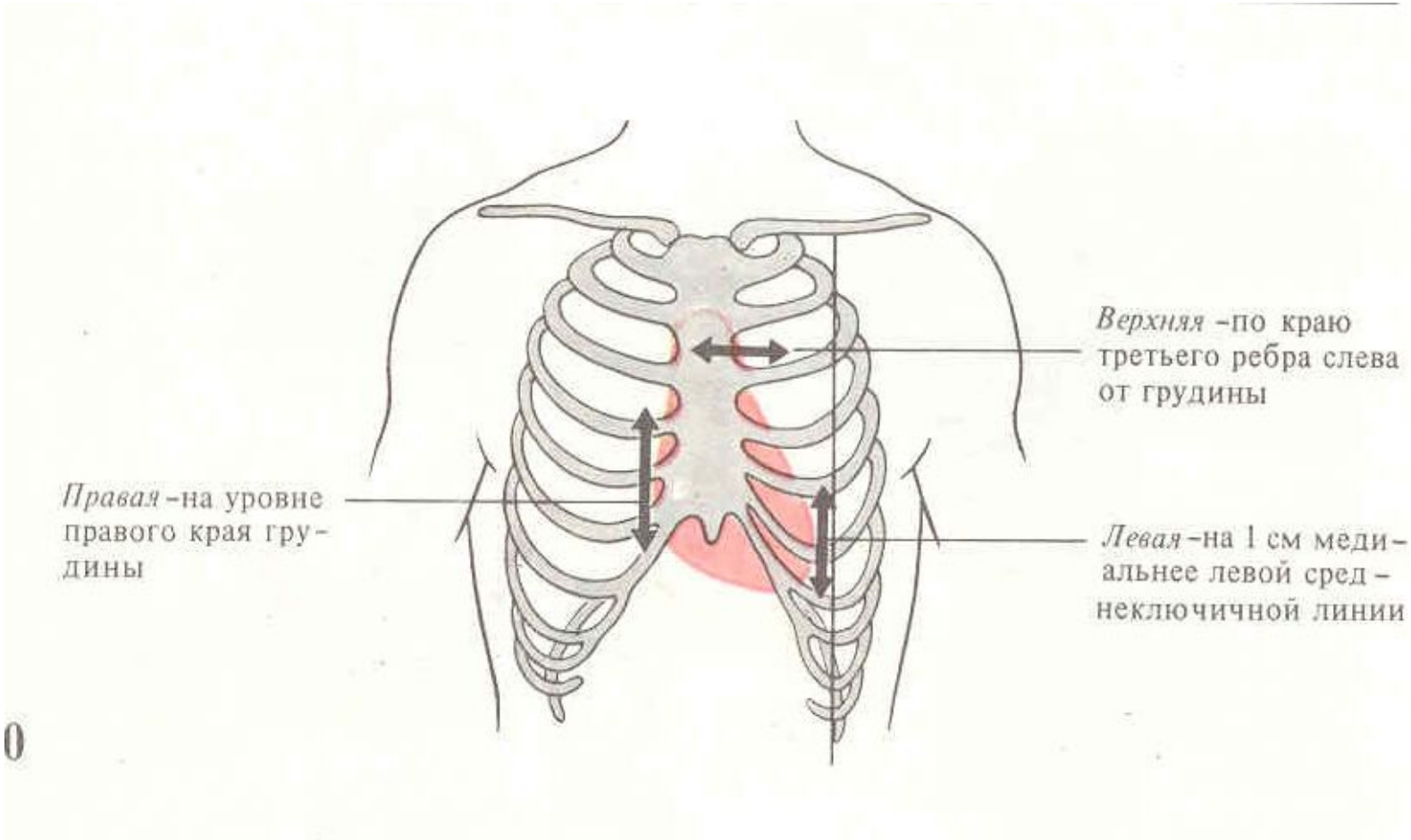
Кафедра нормальной физиологии КрасГМА.



ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ.

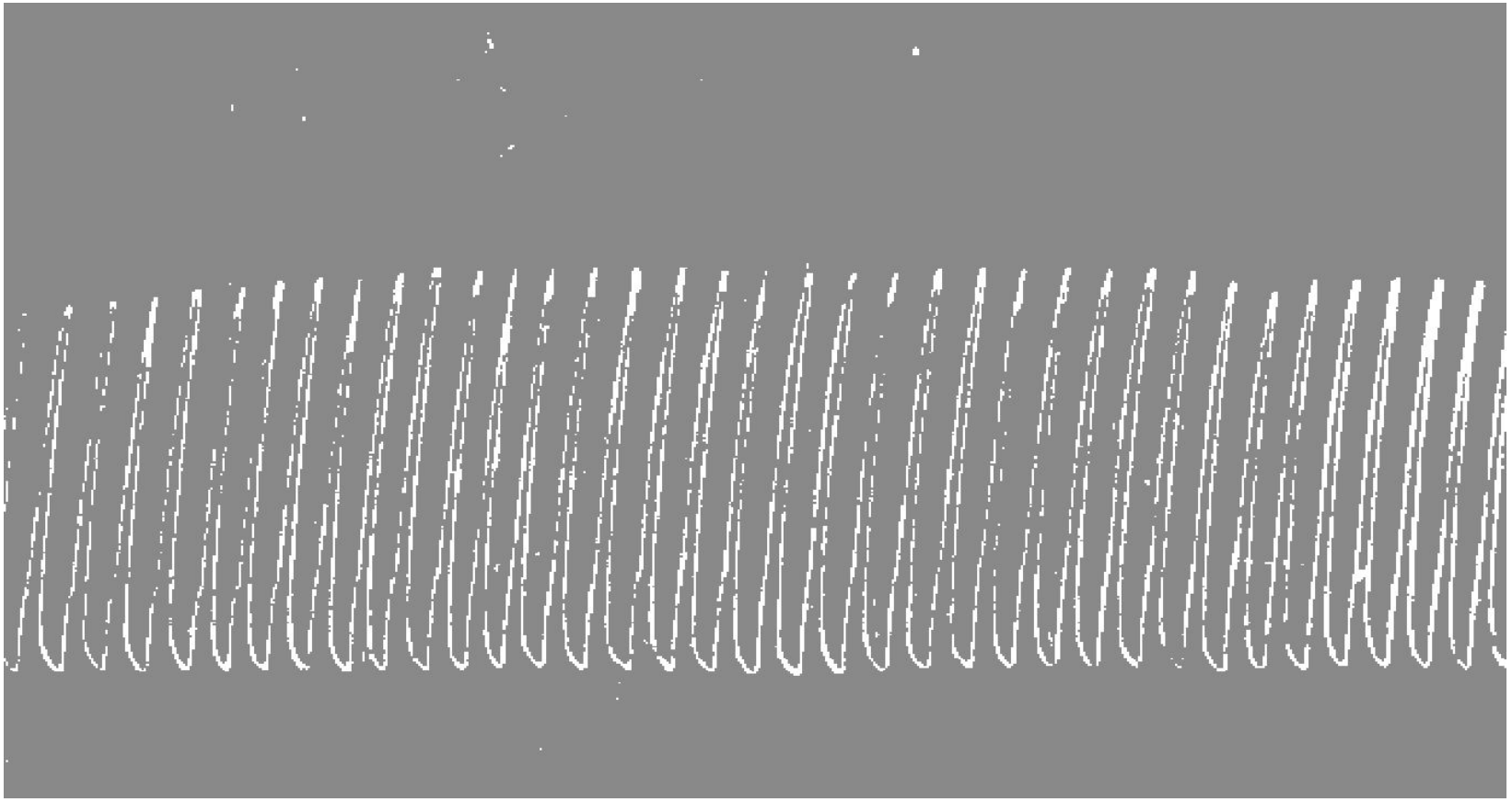
ГРАНИЦЫ СЕРДЦА



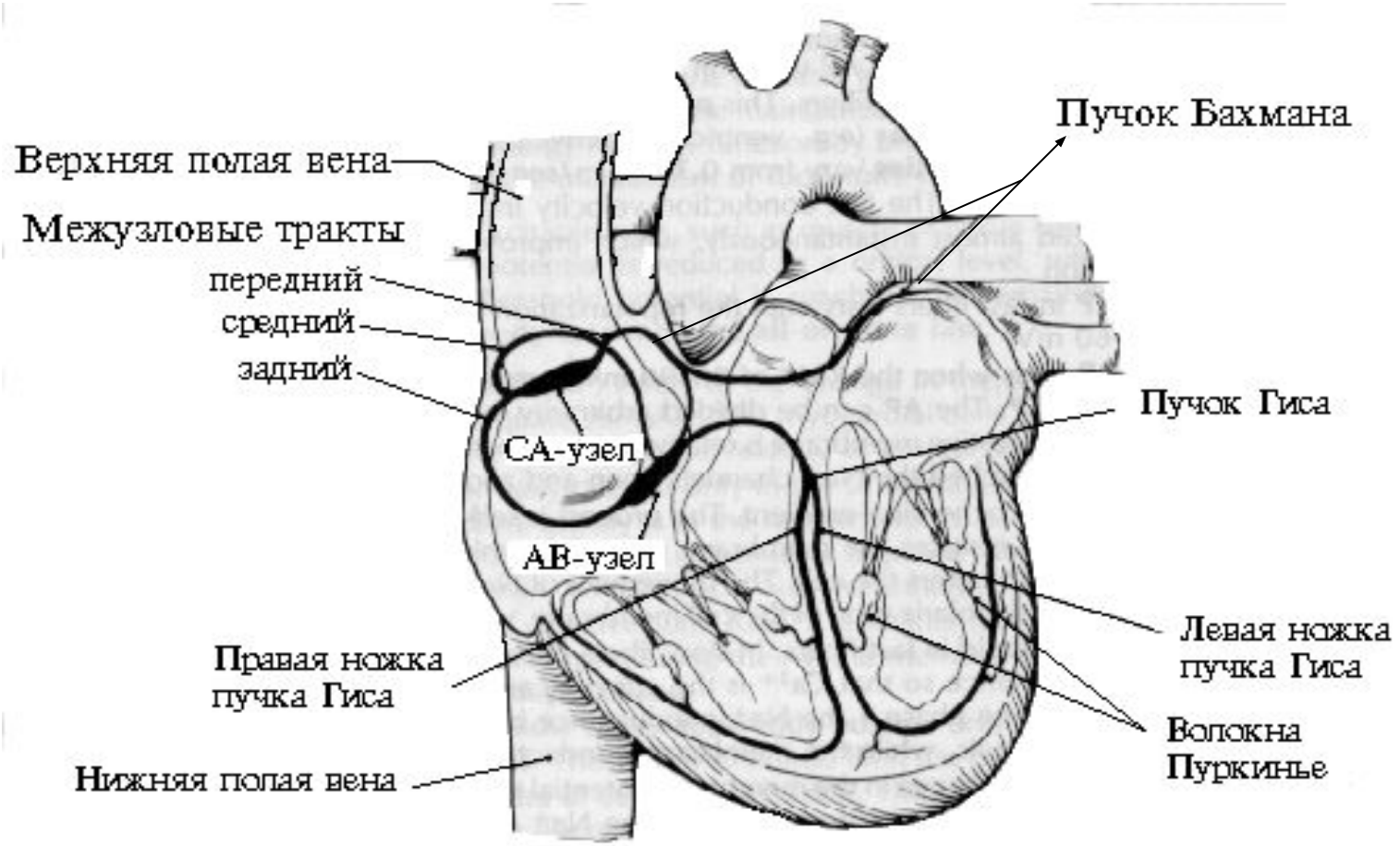
СВОЙСТВА МИОКАРДА

- **АВТОМАТИЯ**
- **ВОЗБУДИМОСТЬ**
- **ПРОВОДИМОСТЬ**
- **СОКРАТИМОСТЬ**

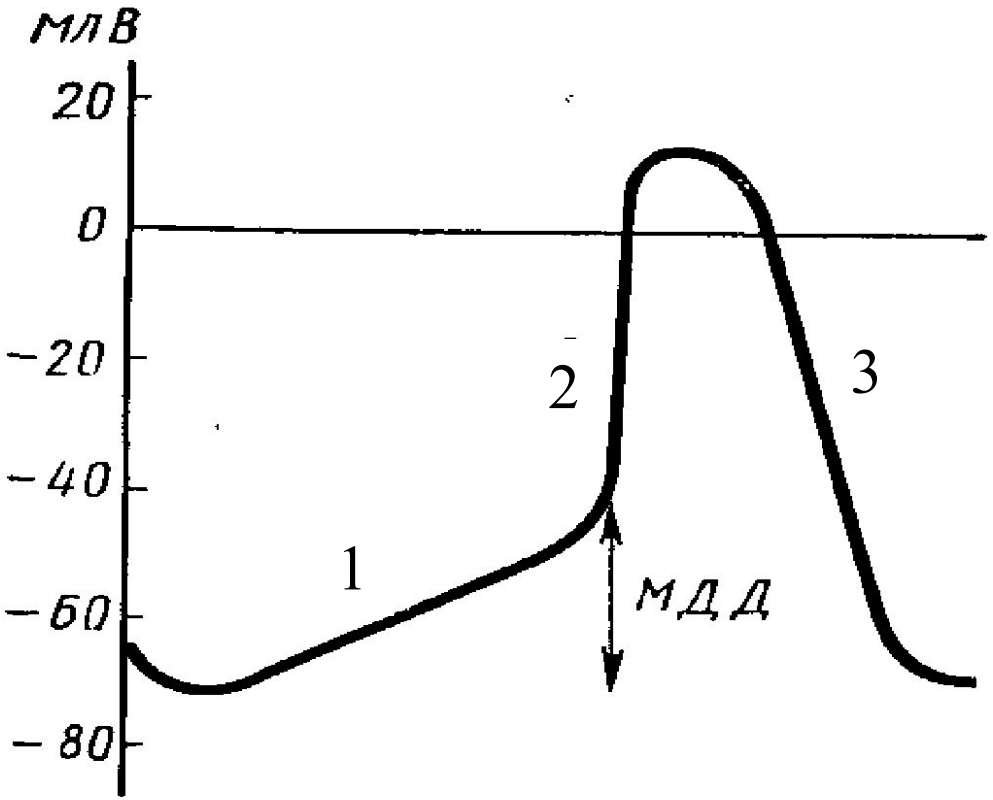
Кардиограмма изолированного сердца лягушки



ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА



ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ КЛЕТОК ВОДИТЕЛЯ РИТМА СЕРДЦА

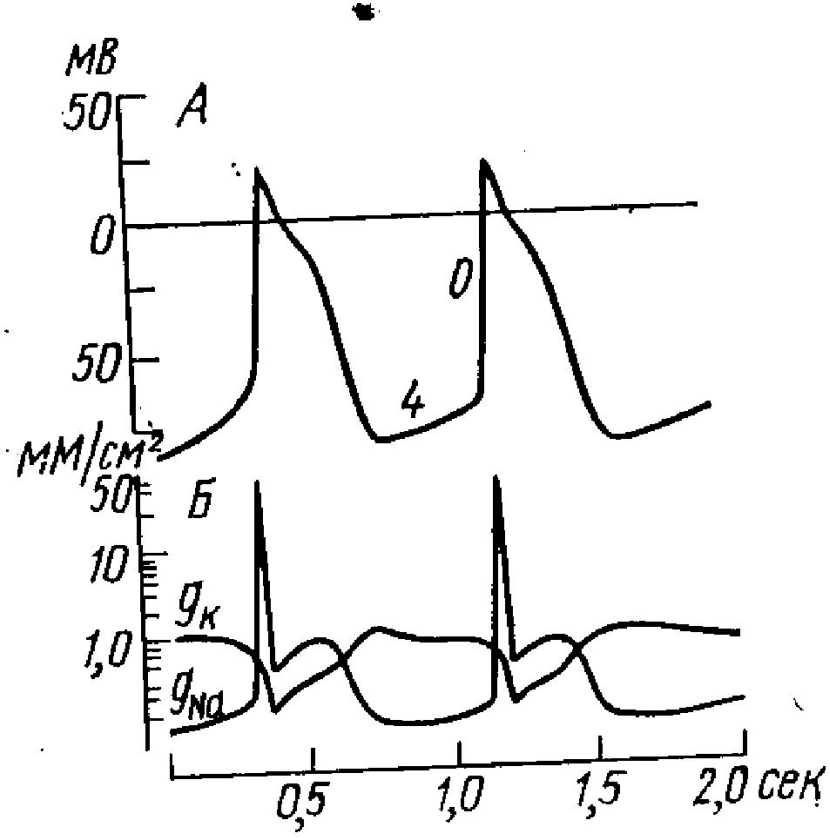


1 – МЕДЛЕННАЯ ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ (ММД)

2 –ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

3 –РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ В ПЕЙСМЕКЕРНЫХ КЛЕТКАХ



А – ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ ПЕЙСМЕКЕРА

Б – ИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ДЛЯ НАТРИЯ (g_{Na}) В RFKBZ (g_K)

СКОРОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ В МИОКАРДЕ

- **Предсердия - 0,8 - 1,0 м/с**
- **А/В-узел - 0,01 - 0,05 м/с**
- **Пучок Гиса и его ножки - 2,0 м/с**
- **Волокна Пуркинье - 3,0 - 4,0 м/с**
- **Миокард желудочков:**
  субэндокардиальный - 1,0 м/с
  субэпикардиальный - 0,4 - 1,0 м/с

ОСОБЕННОСТИ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОГО УЗЛА

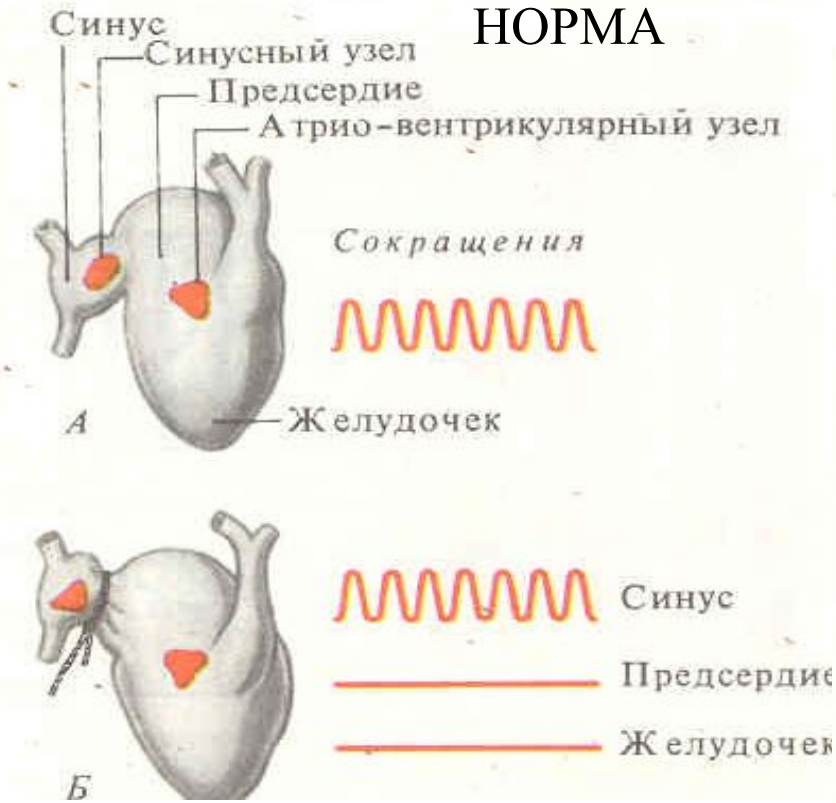
- **Малый диаметр волокон**
- **Множество мелких разветвлений**
- **Низкая скорость проведения**
- **Длительная меняющаяся рефрактерность**
- **Блокирование быстрых повторных импульсов (проведение с декрементом)**
- **Ретроградная блокада проведения**

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 - 40-50имп/мин**
- **ПУЧОК ГИСА - 30-40 имп/мин**
- **ВОЛОКНА ПУРКИНЬЕ - 20 имп/мин**

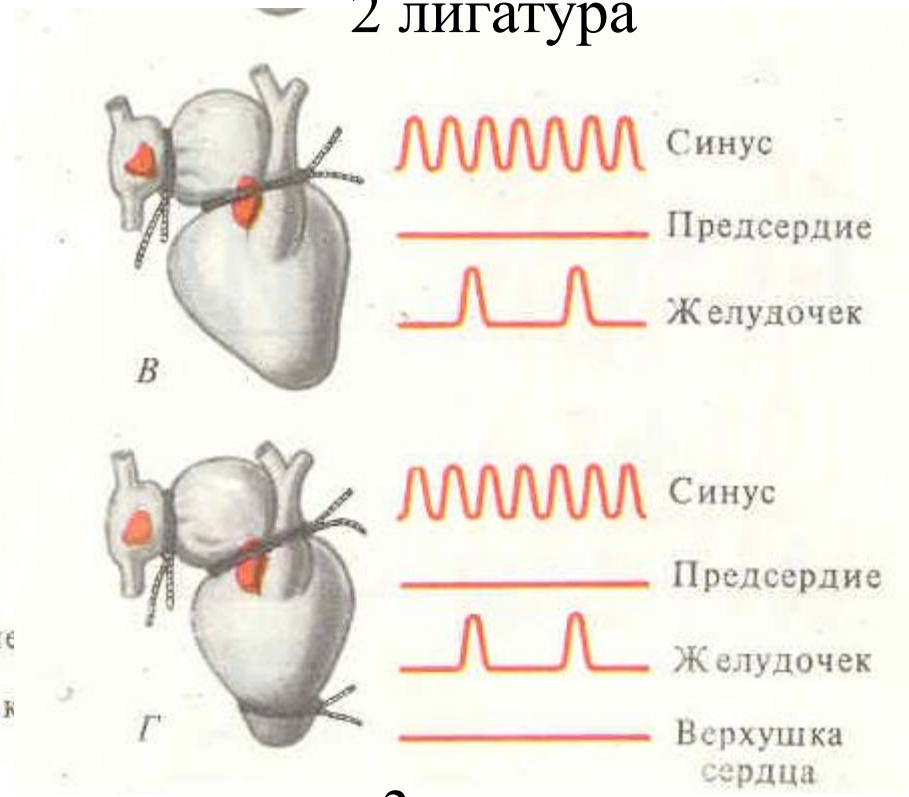
ЛИГАТУРЫ СТАННИУСА

НОРМА



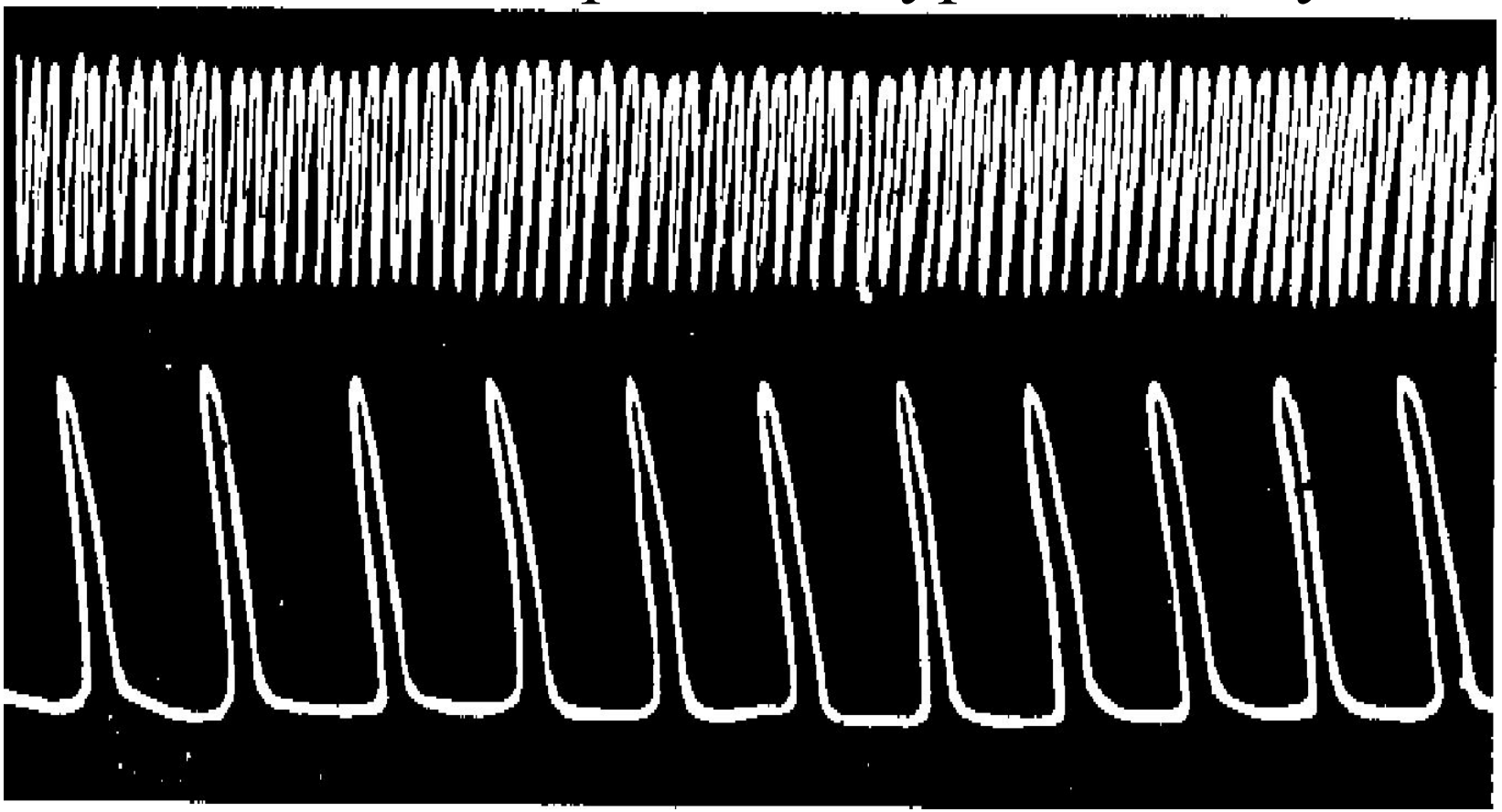
1 лигатура

2 лигатура

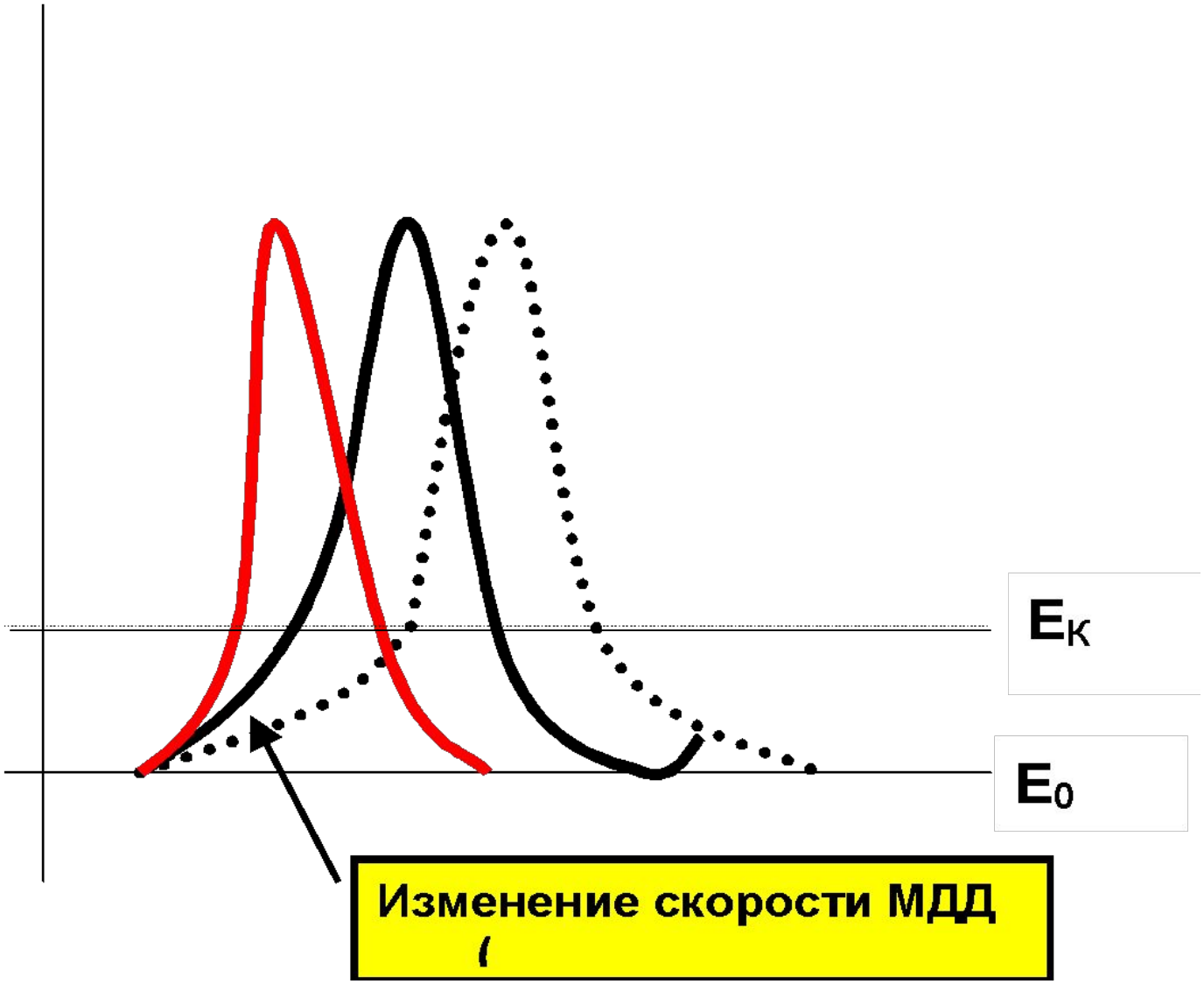


3 лигатура

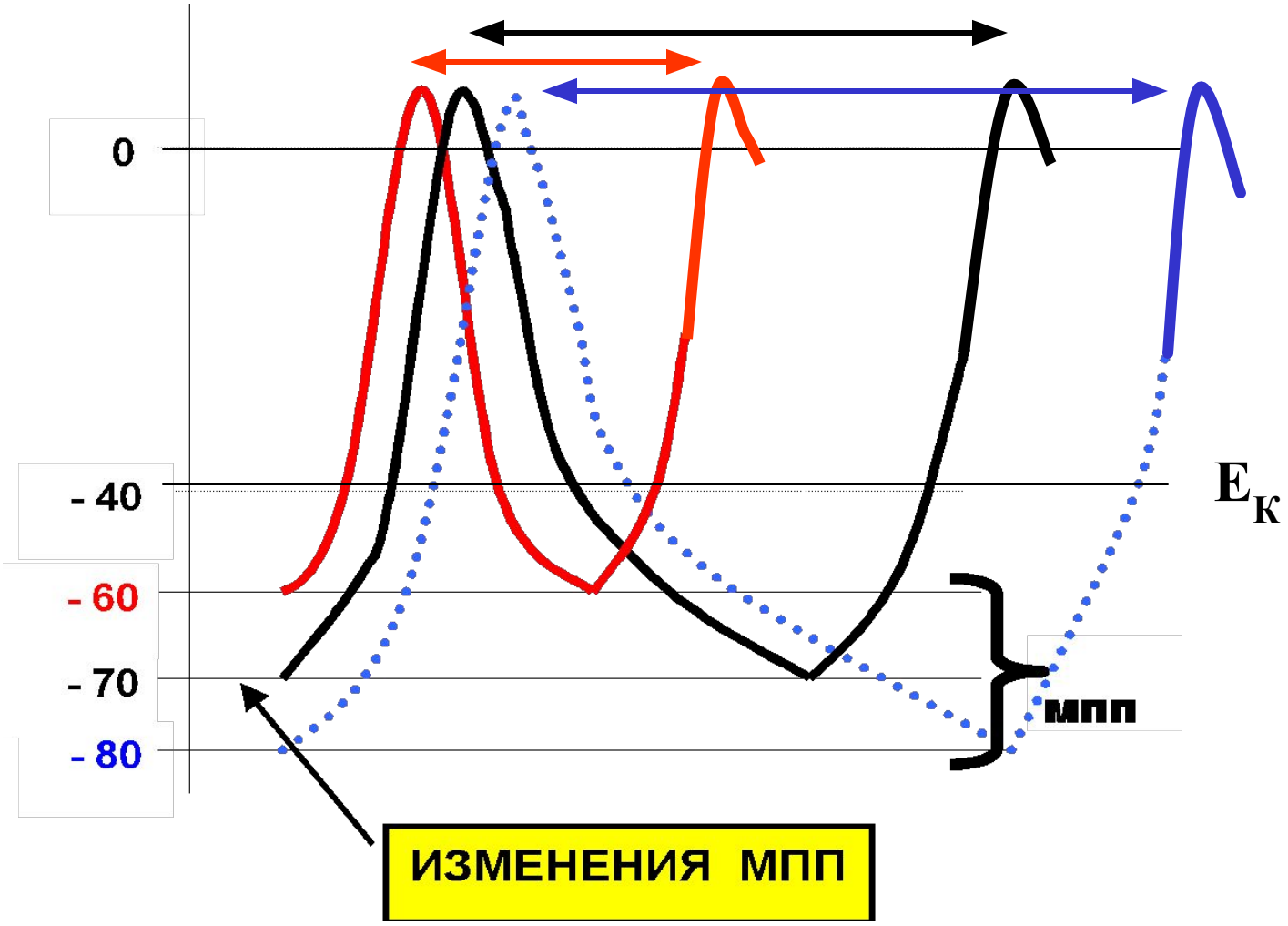
Кардиограмма предсердий (верхняя кривая) и желудочков лягушки после наложения второй лигатуры Станниуса



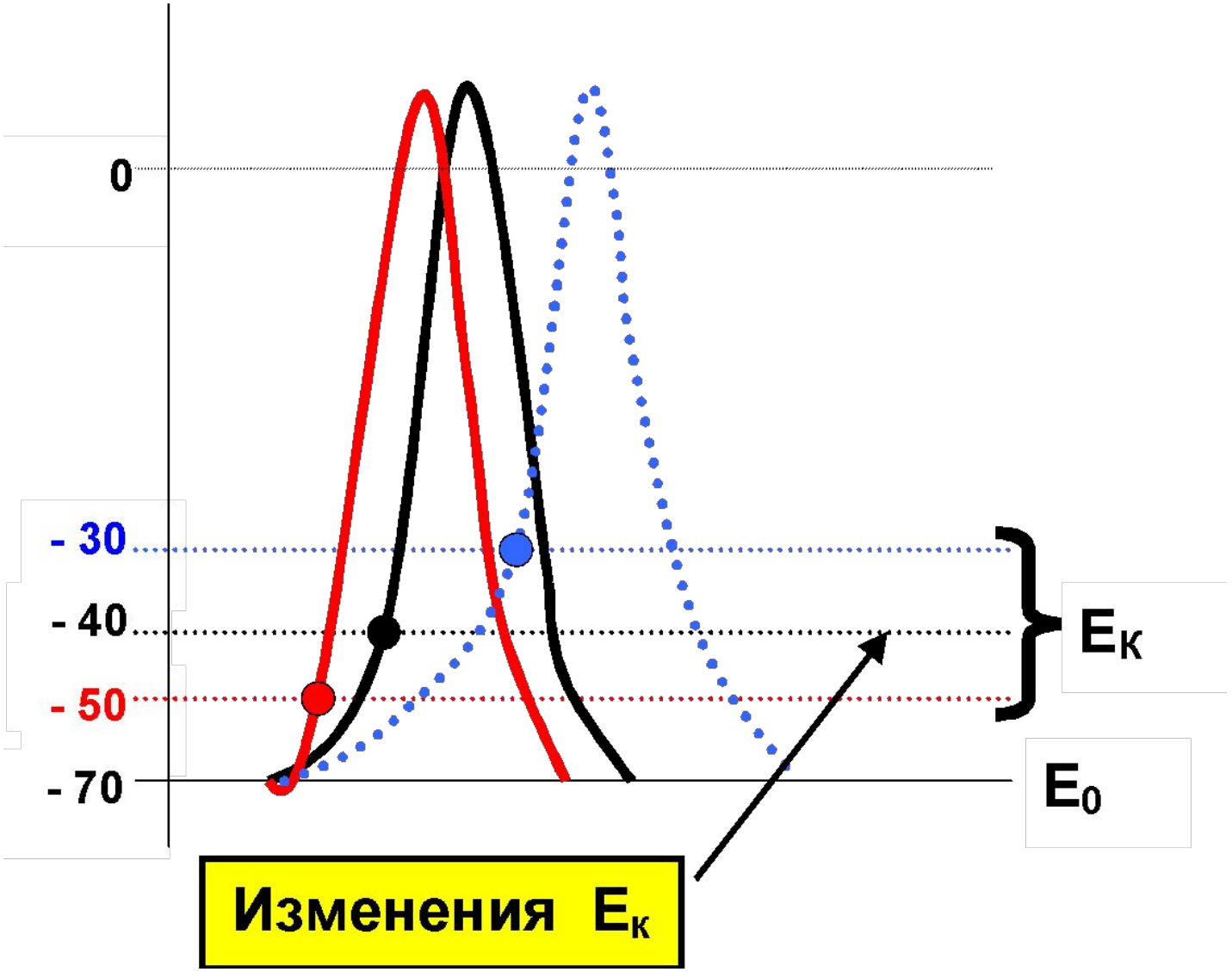
1-й МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМАТИИ



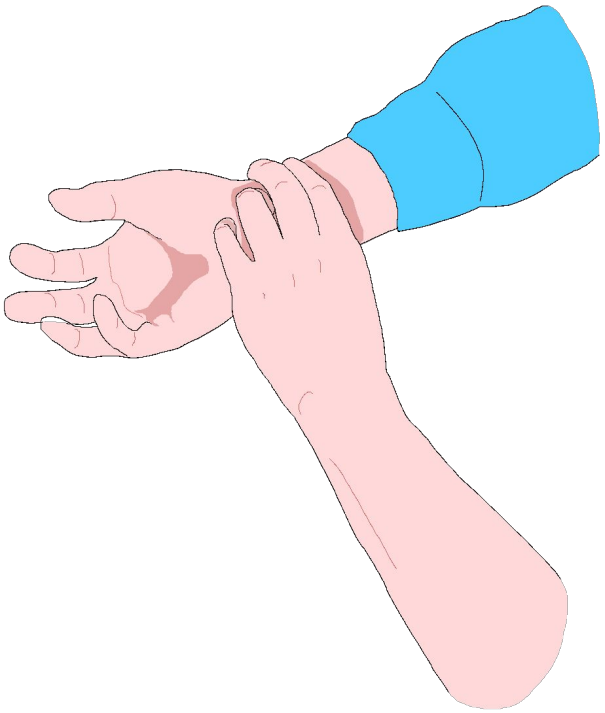
2-й МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМАТИИ



3-Й МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМАТИИ



ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ АВТОМАТИИ ПО ЧАСТОТЕ ПУЛЬСА

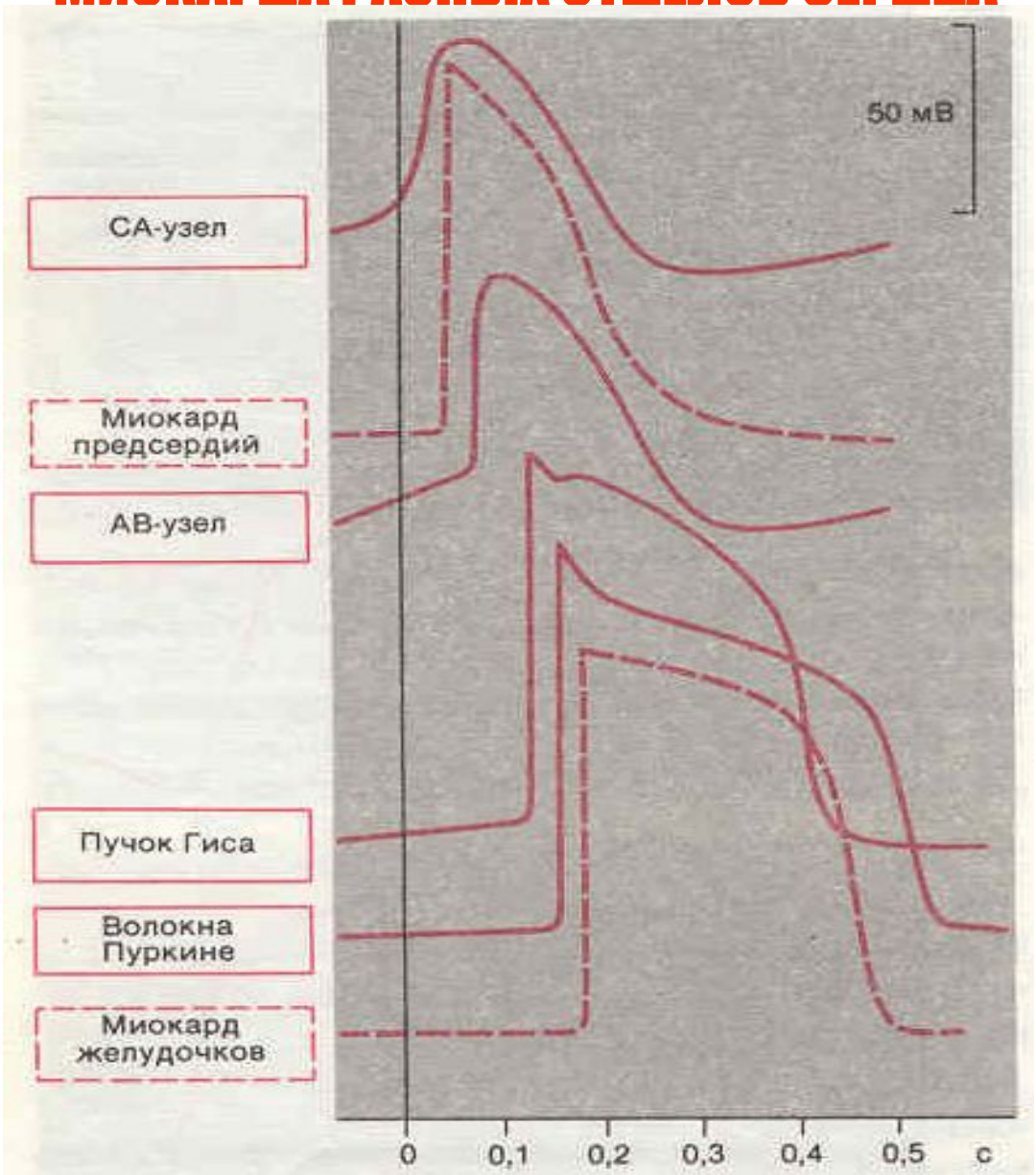


- **ВЫШЕ АВТОМАТИЯ - ЧАЩЕ ПУЛЬС-** ***ТАХИКАРДИЯ***
- **НИЖЕ АВТОМАТИЯ - РЕЖЕ ПУЛЬС -** ***БРАДИКАРДИЯ***
- **МЕНЯЮЩАЯСЯ АВТОМАТИЯ - ПУЛЬС РАЗНОЙ ЧАСТОТЫ -** ***СИНУСОВАЯ АРИТМИЯ***

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

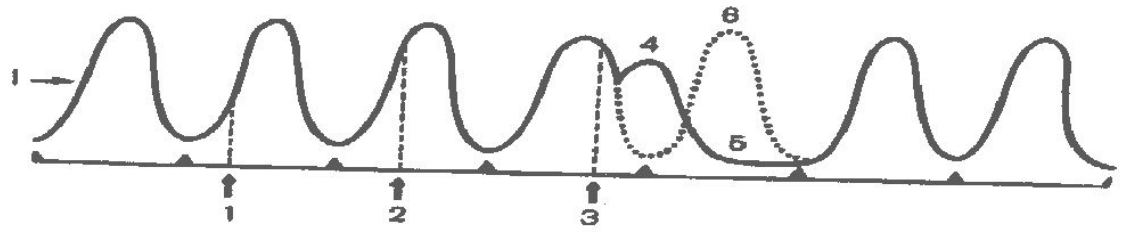
- **СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА - ЕСТЬ СПОСОБНОСТЬ ПОДДЕРЖИВАТЬ ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ СИЛОЙ И СКОРОСТЬЮ СОКРАЩЕНИЙ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ**

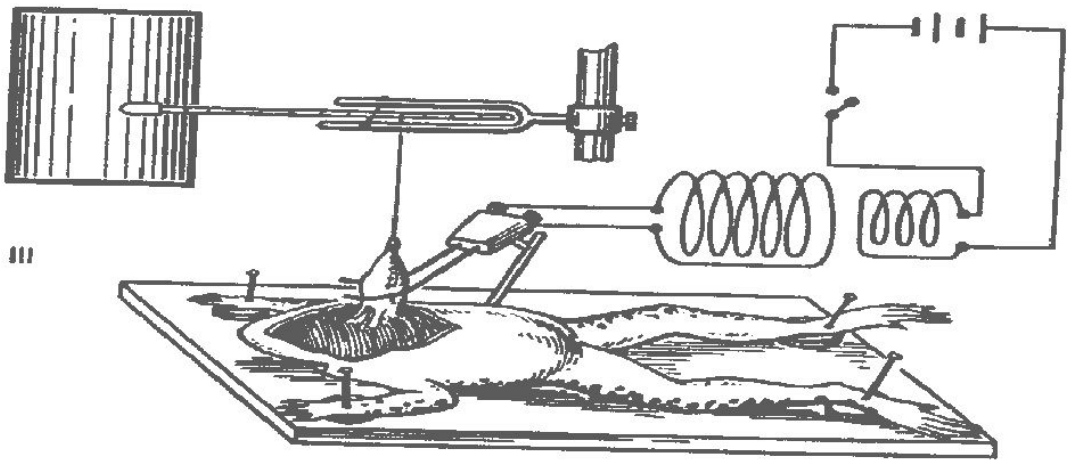
ТИПИЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ МИОКАРДА РАЗНЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА



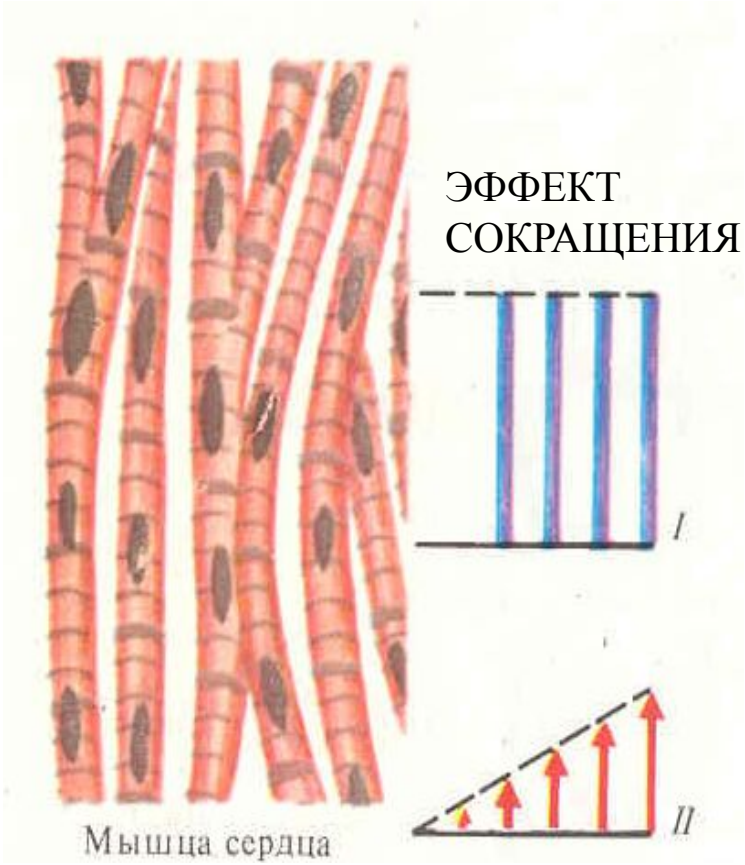
СВОЙСТВА МИОКАРДА

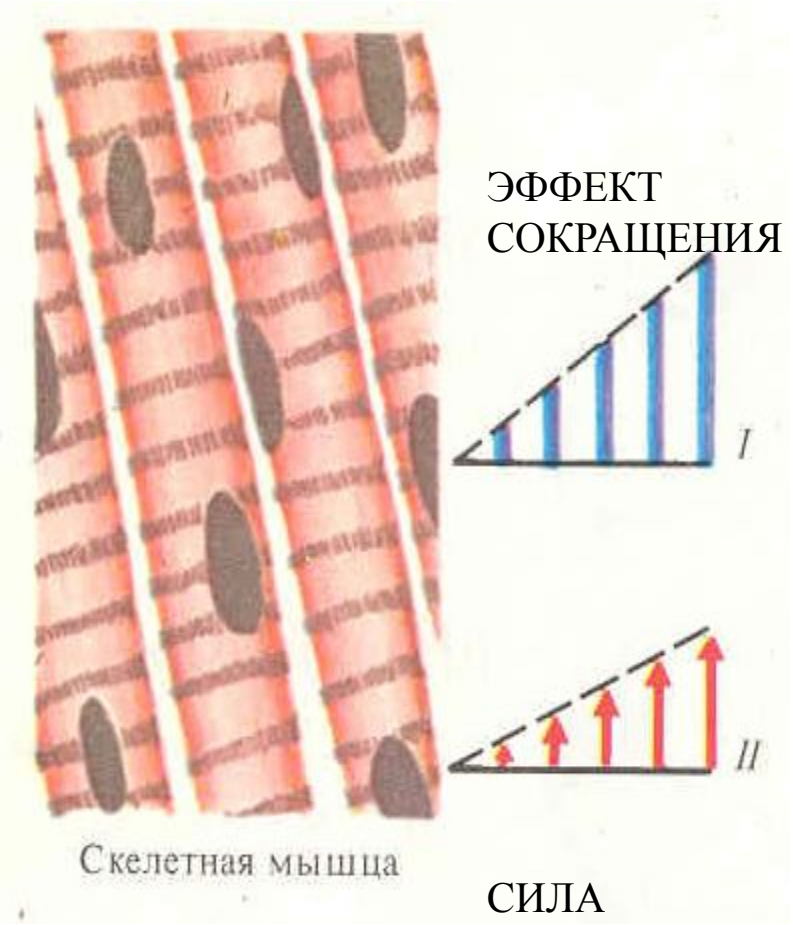
ЭКСТРАСИСТОЛА И КОМПЕНСАТОРНАЯ ПАУЗА





ЗАКОН «ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО»





Механизм участия Ca^{++} в сокращении миокарда

- **Ca^{++}**

▼

активация аденилатциклазы

▼

образование цАМФ

▼

активация протеинкиназ

▼

фосфорилирование

- **Фосфорилирование тропонина-снятие репрессии - акто-миозиновое взаимодействие**
- **переход фосфорилазы Б в фосфорилазу А, гликогенолиз, гликолиз, синтез АТФ**
- **фосфорилирование участка мембраны СПР - активация кальциевого насоса**

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ СОКРАЩЕНИЯ МИОКАРДА

- Образование АТФ в митохондриях при дыхании
- Образование АТФ в миофибриллах при гликолизе
- **КРЕАТИНКИНАЗНАЯ СИСТЕМА**

Митохондрии:

АТФ + креатин → АДФ + креатинфосфат

Миофибриллы :

Креатинфосфат + АДФ → АТФ + креатин

2 вида саморегуляции сердца

- **Гетерометрическая саморегуляция - повышение силы сокращений сердца в ответ на увеличение исходной (диастолической) длины мышечного волокна.**

- **Гомеометрическая саморегуляция - повышение силы и скорости сокращений сердца при неменяющейся исходной длине мышечного волокна.**

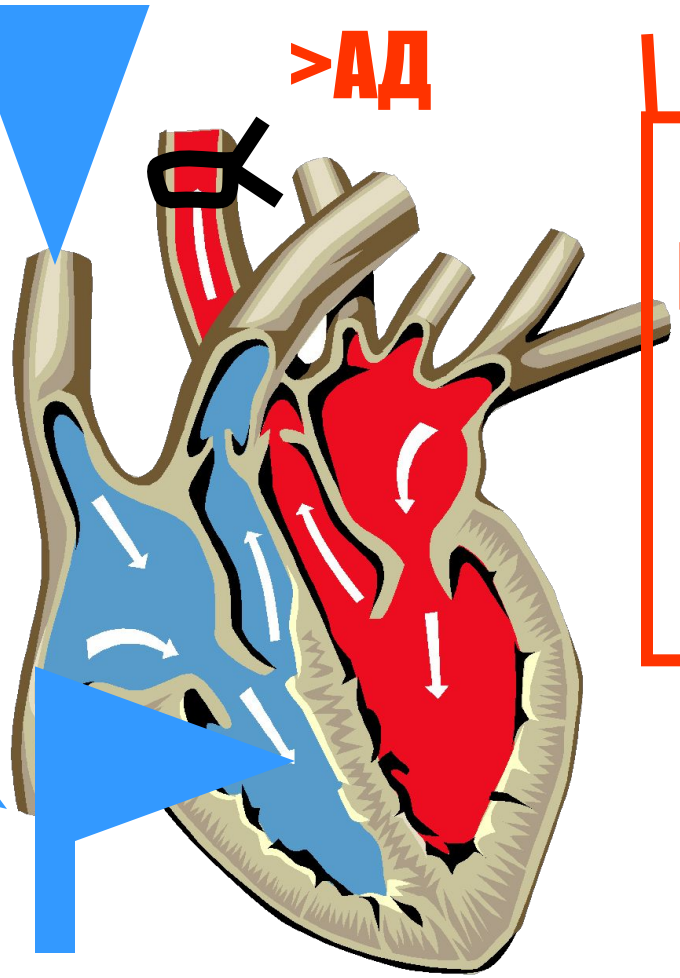
ФЕНОМЕНЫ ГОМЕОМЕТРИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ

- **1. Хроноинотропная зависимость (тахикардия, лестница Боудича)**
- **2. Эффект постнагрузки (феномен Анрепа)**
- **3. Эффект катехоламинов (адреналина)**

ФАКТОРЫ, ВЕДУЩИЕ К САМОРЕГУЛЯЦИИ СЕРДЦА

НАГРУЗКА НА ВХОДЕ ИЛИ НАГРУЗКА ОБЪЕМОМ

>АД



НАГРУЗКА НА ВЫХОДЕ ИЛИ НАГРУЗКА СОПРОТИВЛЕНИЕМ

CARDIAC CYCLE

ЗАКОН СЕРДЦА ФРАНКА - СТАРЛИНГА

- **СИЛА СОКРАЩЕНИЯ МИОКАРДА ПРОПОРЦИОНАЛЬНА СТЕПЕНИ ЕГО КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ В ДИАСТОЛУ.**

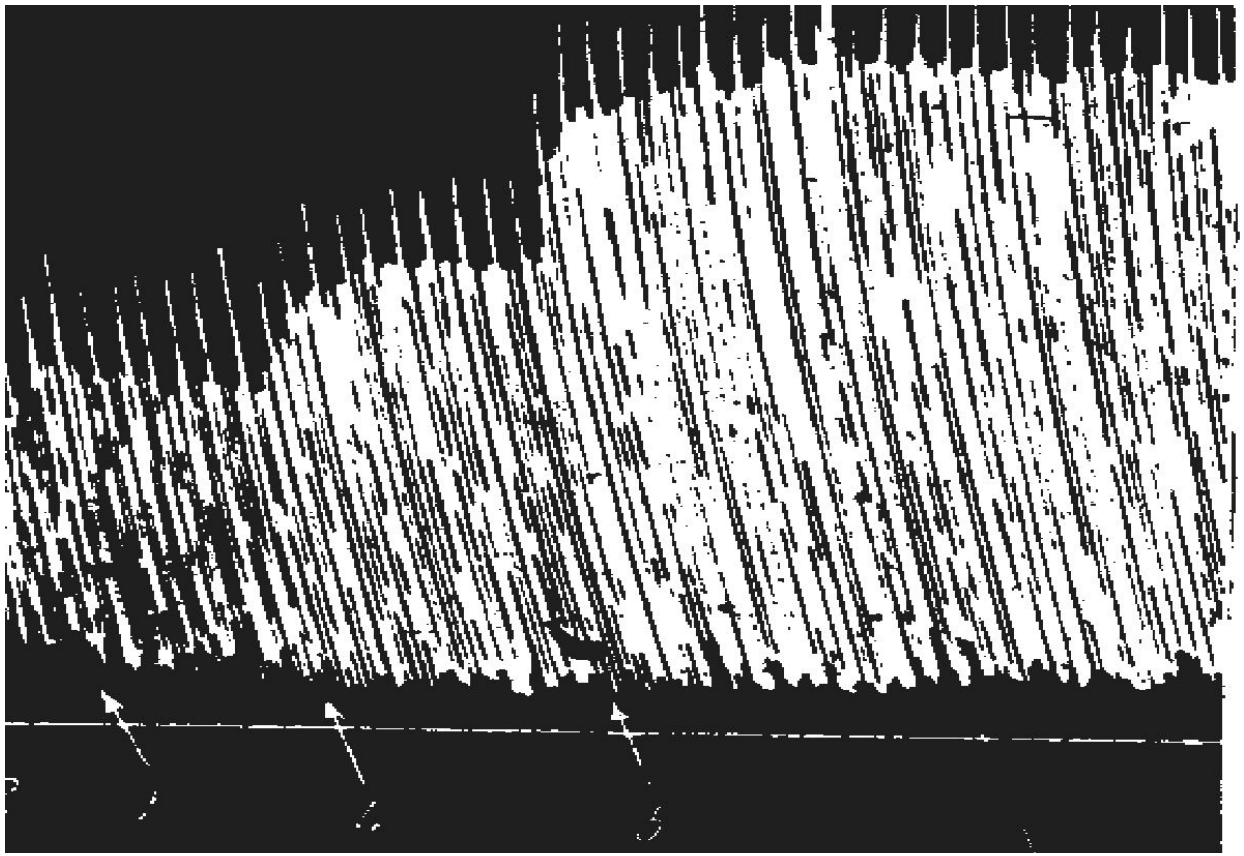
или

- **Чем больше растяжение миокарда в диастолу, тем сильнее его сокращение в систолу**

или

- **ГЕТЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ САМОРЕГУЛЯЦИЯ**

Изменение сил сокращения сердца при изменении венозного притока



Стрелками отмечено увеличение венозного притока

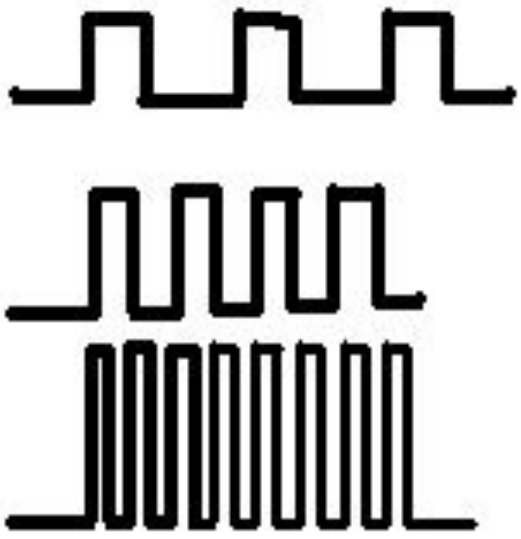
СООТНОШЕНИЕ РАСТЯЖЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА (ЗАКОН СТАРЛИНГА

Лестница Боудича (1871)

60 имп/мин

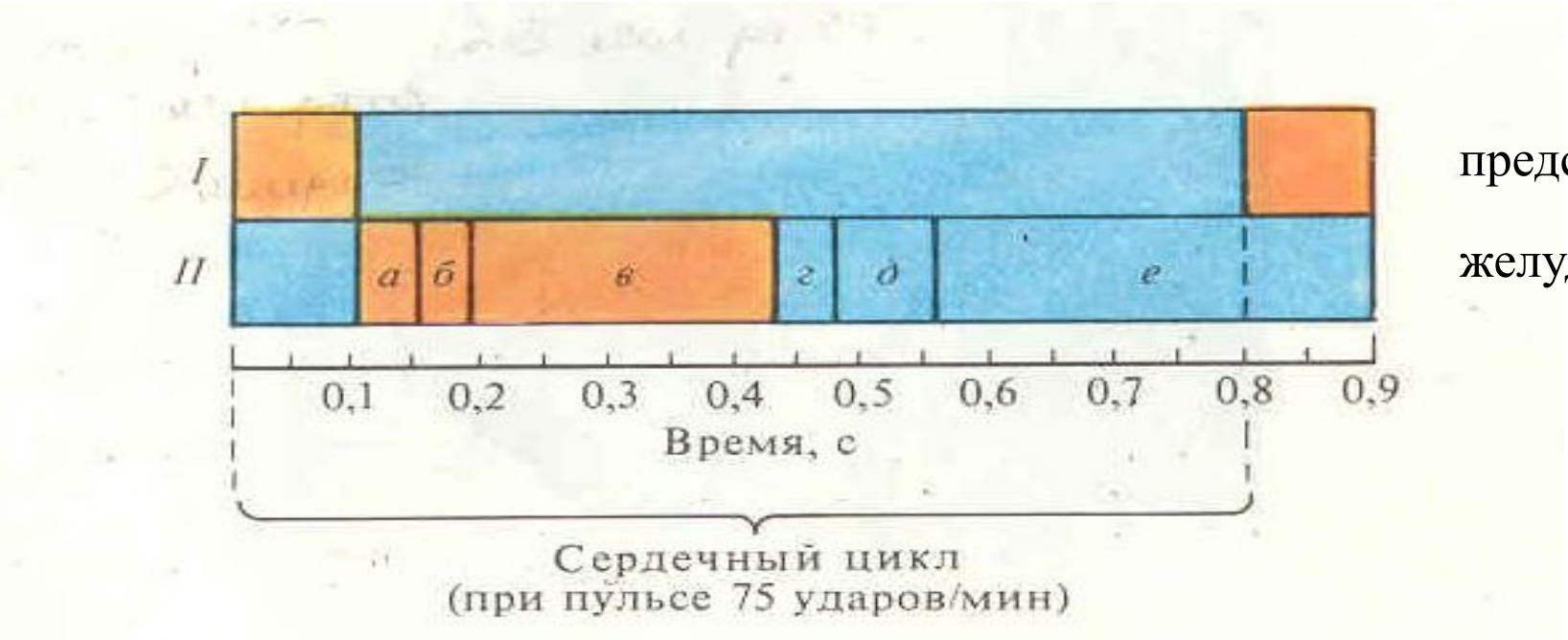
120 имп/мин

180 имп/мин



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

Фазы сердечного цикла



предсердия

желудочки

систола

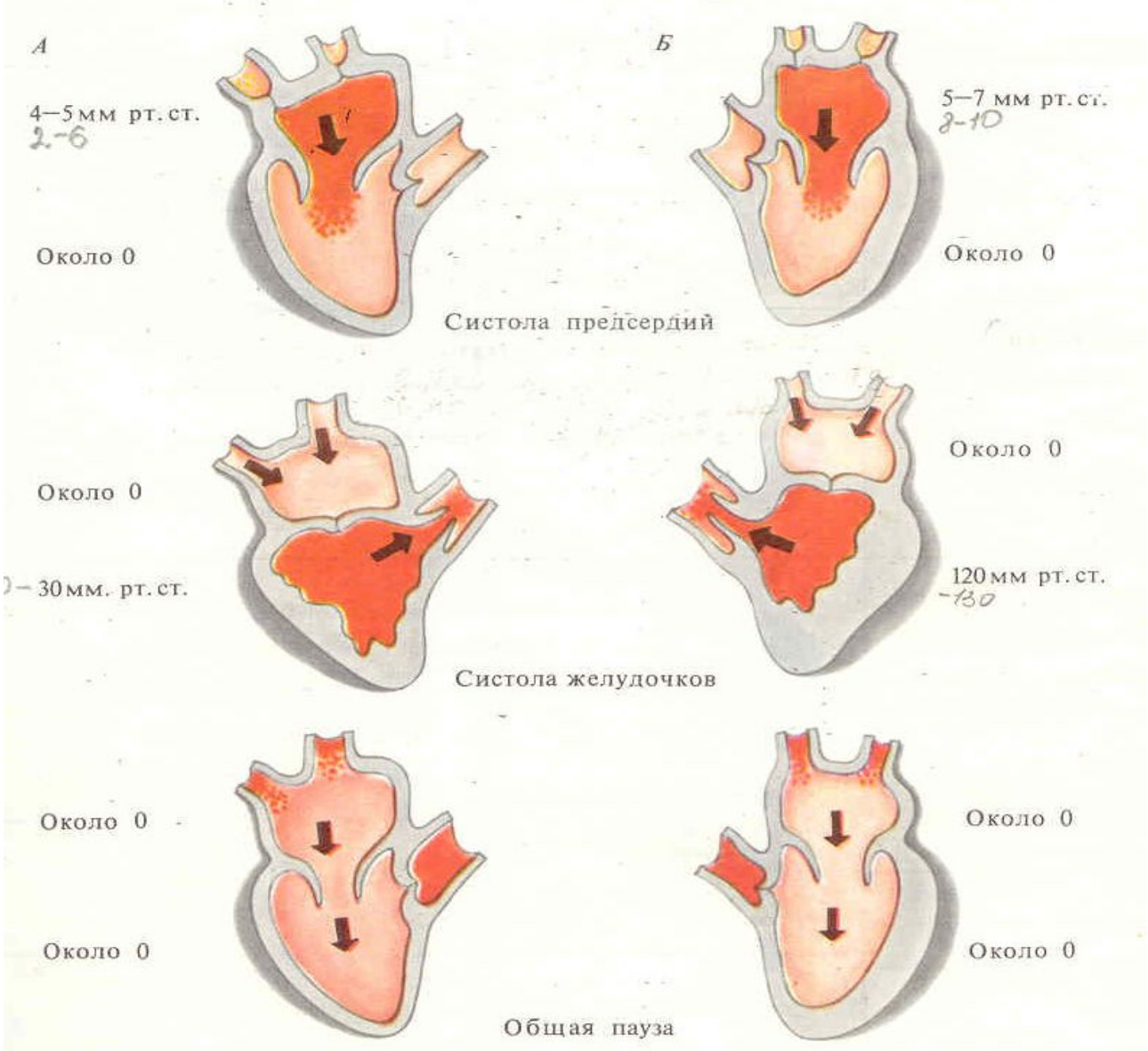
диастола

А –асинхронное сокращение; Б – изометрическое сокращение; В – изгнание крови; Г – протодиастолический период; Д – изометрическое расслабление; Е – фаза наполнения

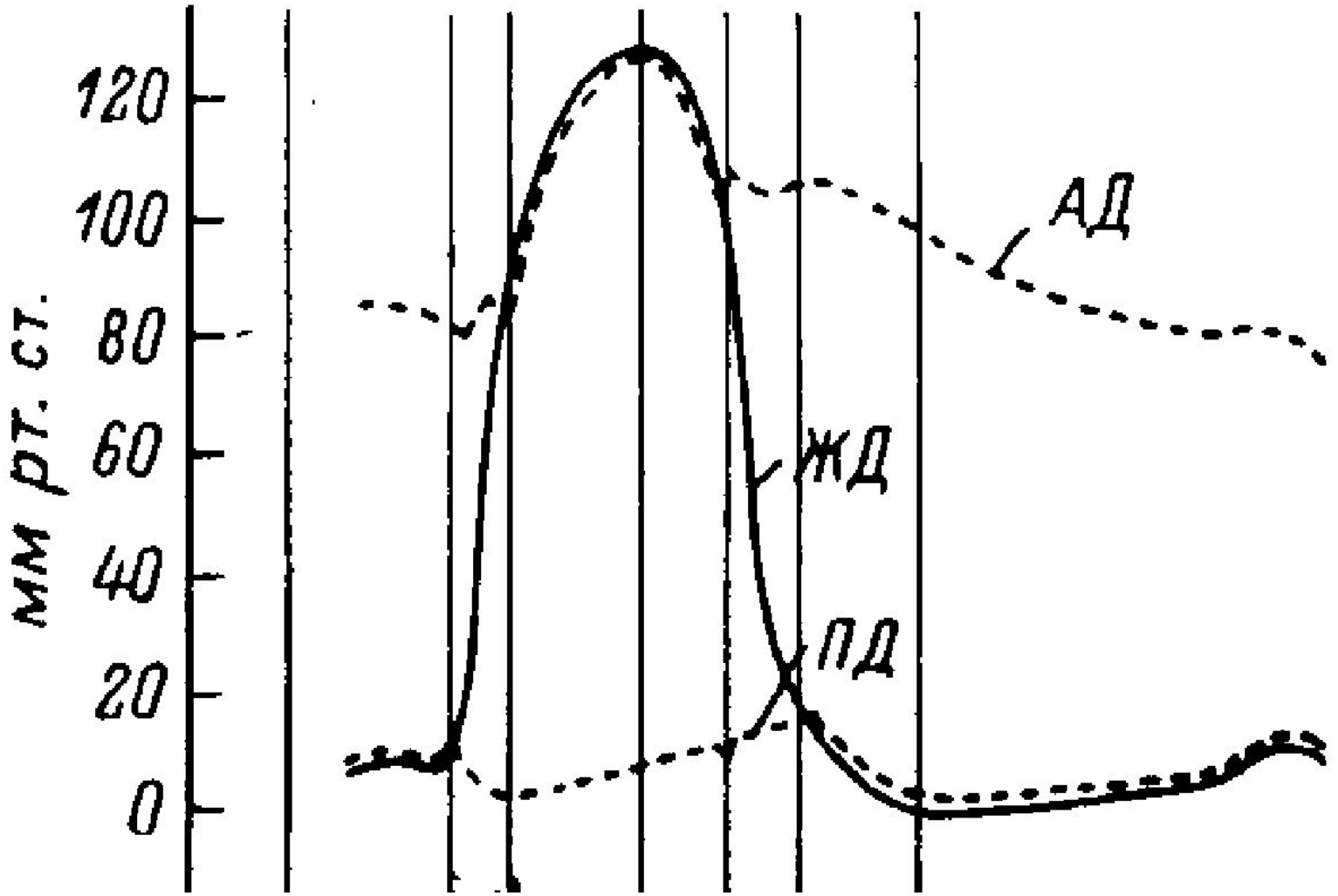
Фазы сердечного цикла

- **<u>Систола желудочков</u>** **0,33 сек**
- **фаза напряжения 0,08 сек;**
- **фаза асинхронного сокращения 0,05 сек;**
- **фаза изометрического сокращения 0,03 сек;**
- **фаза изгнания крови 0,25 сек;**
- **фаза быстрого изгнания 0,12 сек;**
- **фаза медленного изгнания 0,13 сек.**
- **2.<u>Диастола желудочков</u> 0,47 сек;**
- **протодиастолический период 0,04 сек;**
- **фаза изометрического расслабления 0,08 сек;**
- **фаза наполнения желудочков 0,25 сек;**
- **фаза быстрого наполнения 0,08 сек;**
- **фаза медленного наполнения 0,17 сек;**
- **пресистолический период 0,10 сек.**

Давление в полостях сердца в разные фазы сердечного цикла



Давление в аорте, желудочках и предсердиях в разные фазы сердечного цикла



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