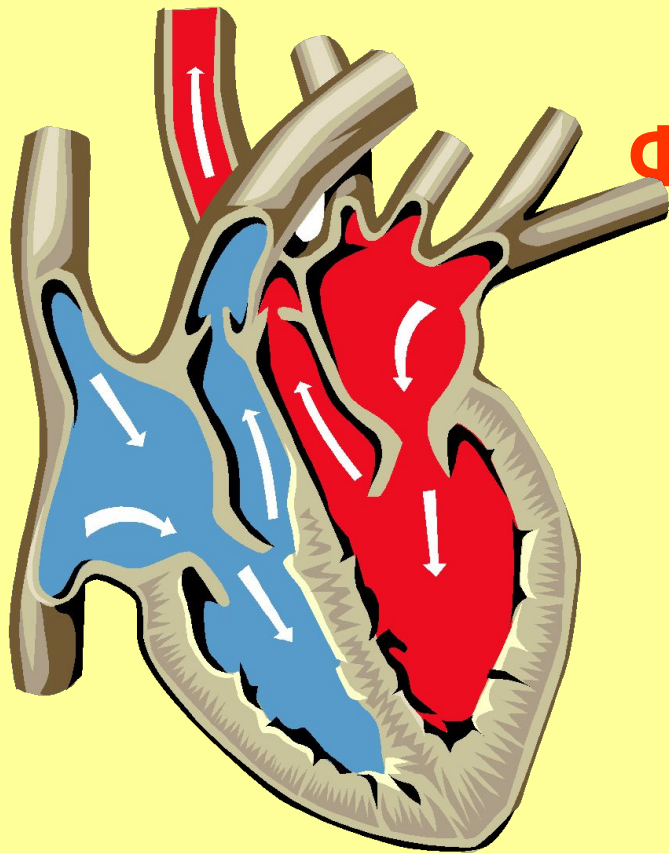


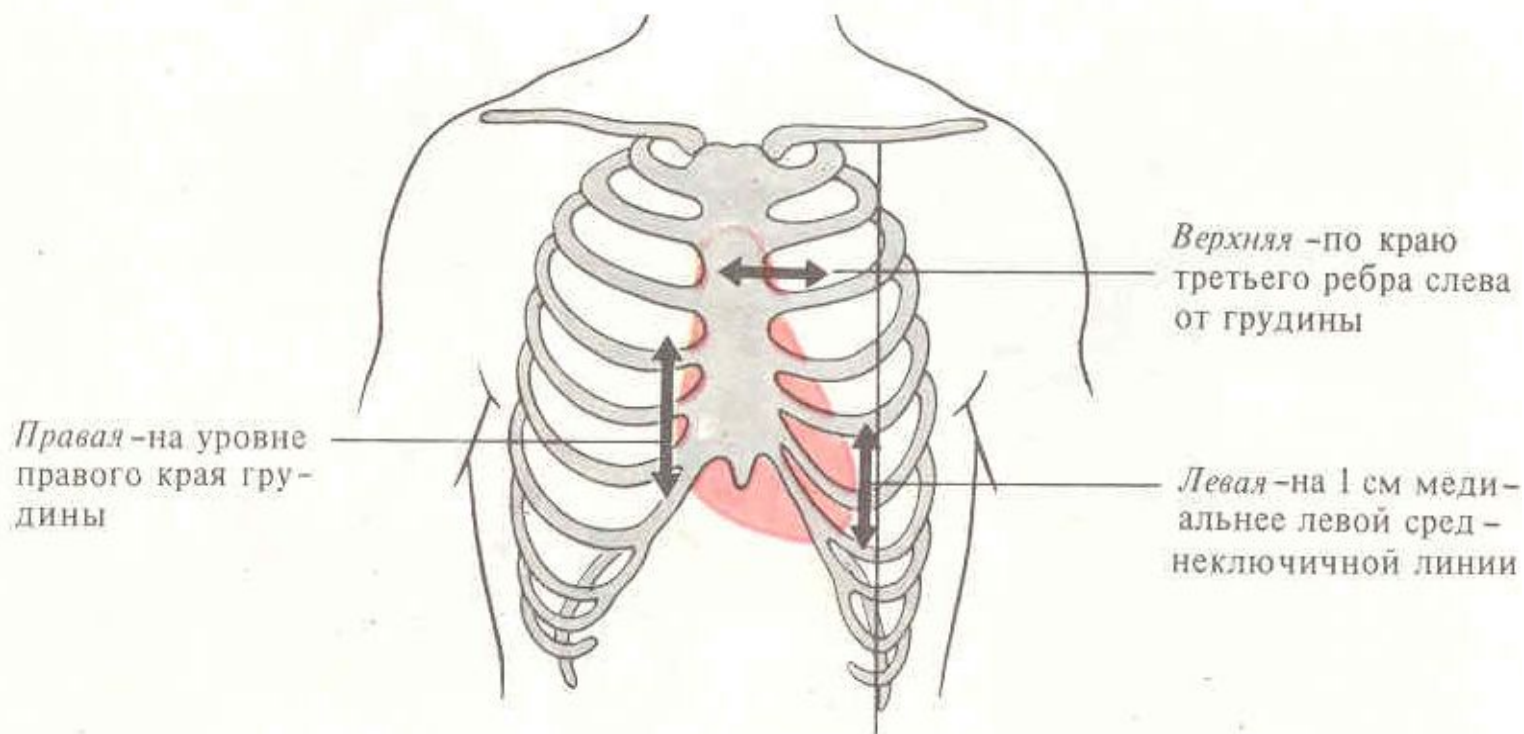
Кафедра нормальной физиологии КрасГМА.



**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА  
СЕРДЕЧНОЙ  
МЫШЦЫ.**

CARDIAC CYCLE

# ГРАНИЦЫ СЕРДЦА

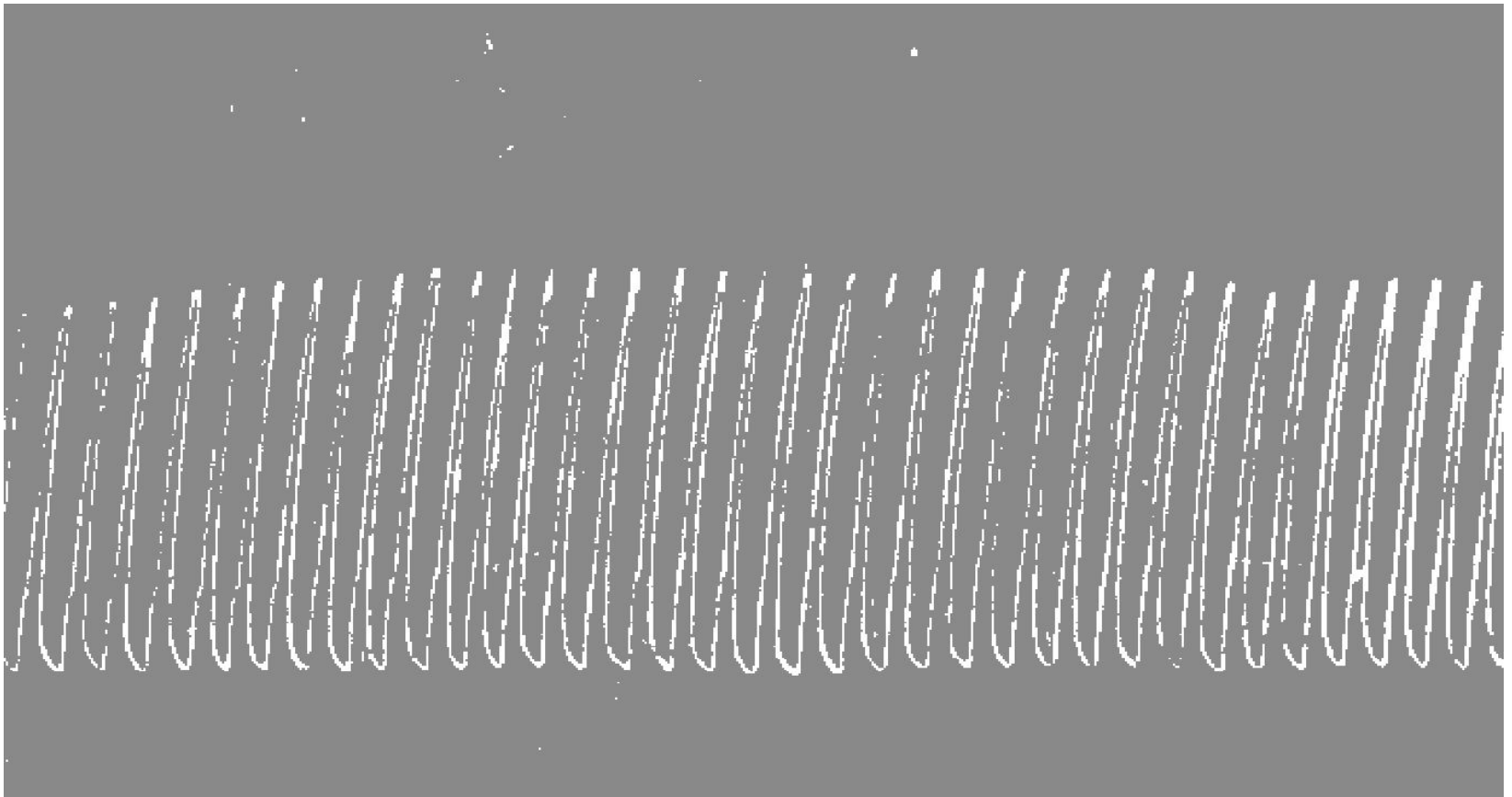


# **СВОЙСТВА МИОКАРДА**

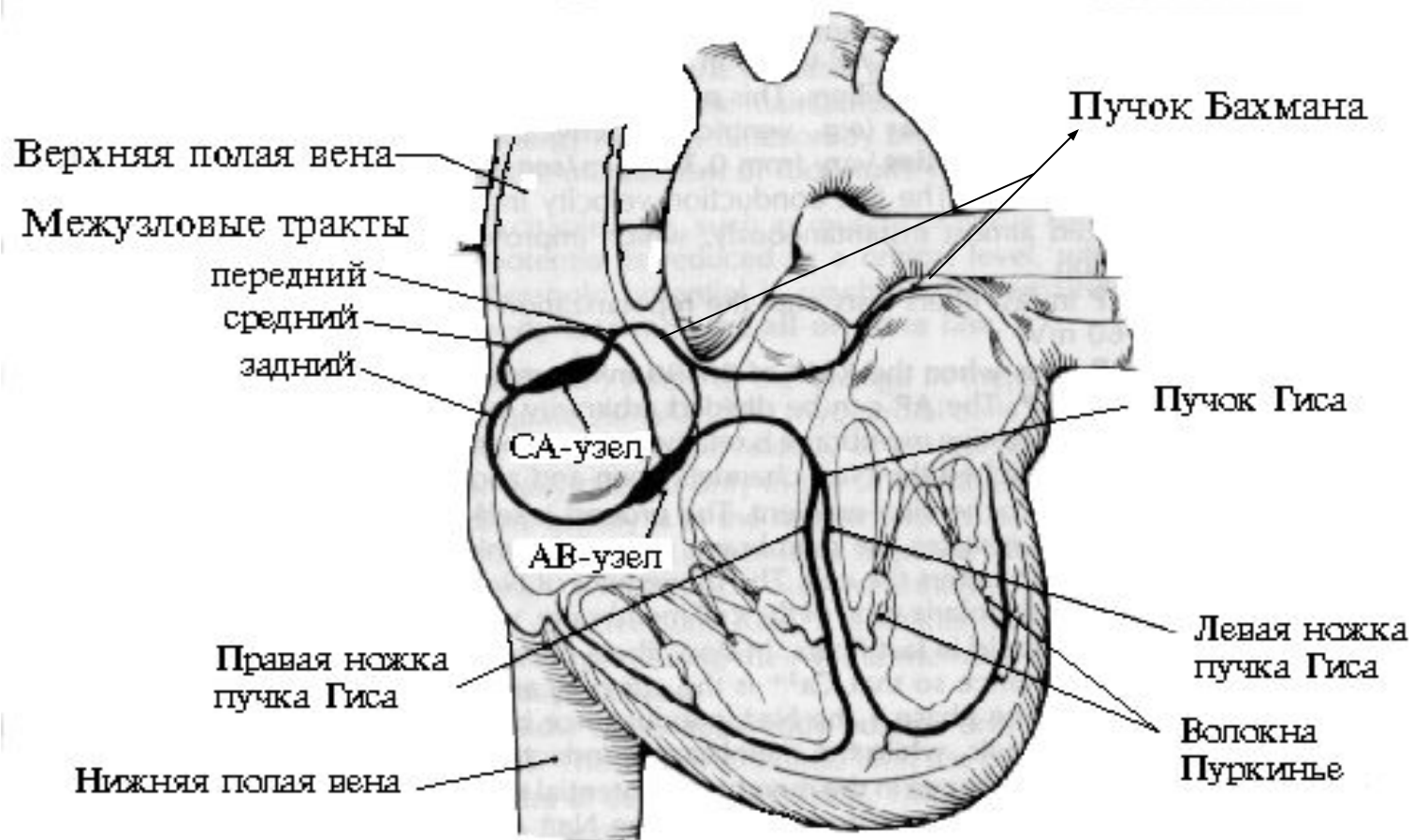
---

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

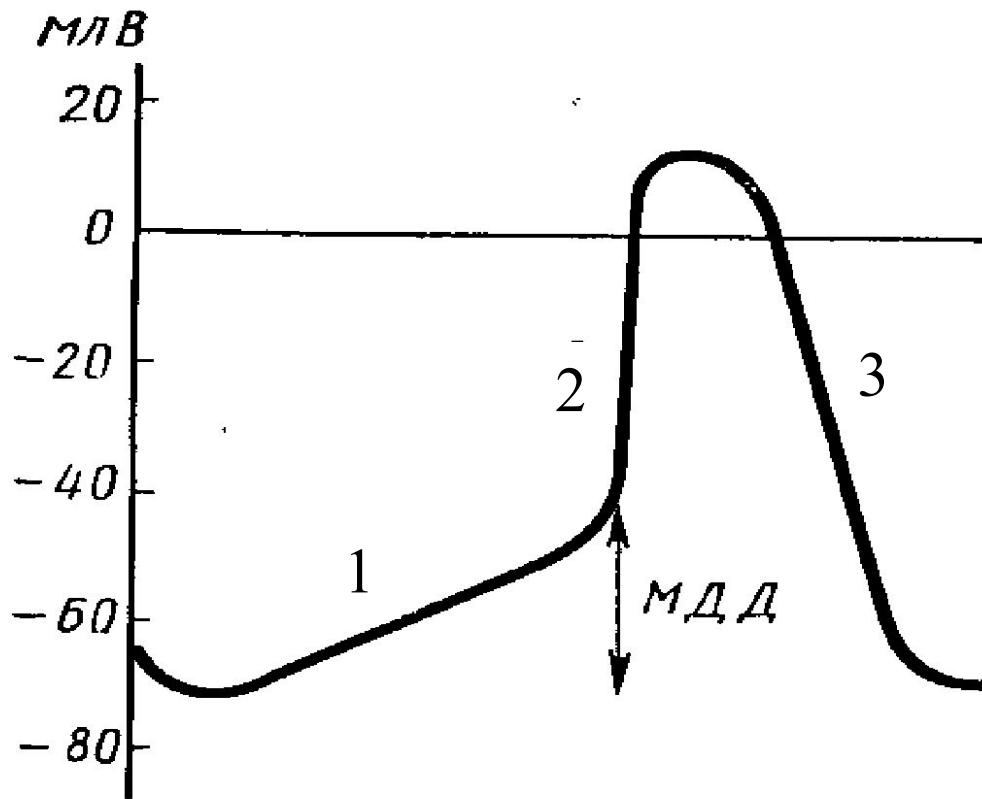
# Кардиограмма изолированного сердца лягушки



# ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА



# ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ КЛЕТОК ВОДИТЕЛЯ РИТМА СЕРДЦА

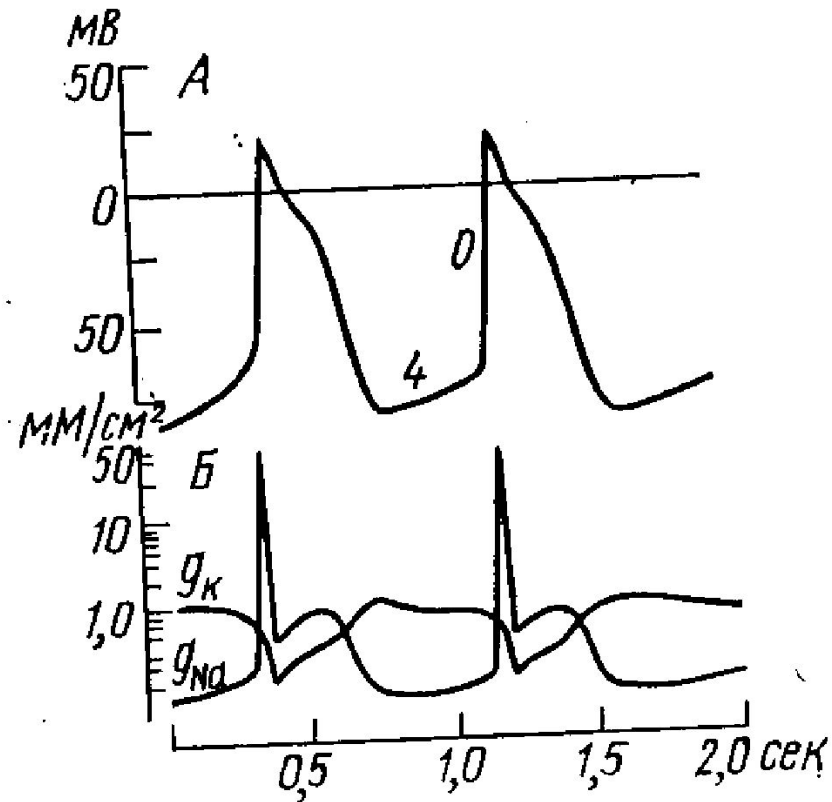


1 – МЕДЛЕННАЯ  
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ  
ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ  
(ММД)

2 – ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

3 – РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

# ИЗМЕНЕНИЕ ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ В ПЕЙСМЕКЕРНЫХ КЛЕТКАХ



А – ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ  
ПЕЙСМЕКЕРА

Б – ИОННАЯ  
ПРОВОДИМОСТЬ ДЛЯ  
НАТРИЯ ( $g_{\text{Na}}$ ) В РКВЗ ( $g_{\text{K}}$ )

# 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



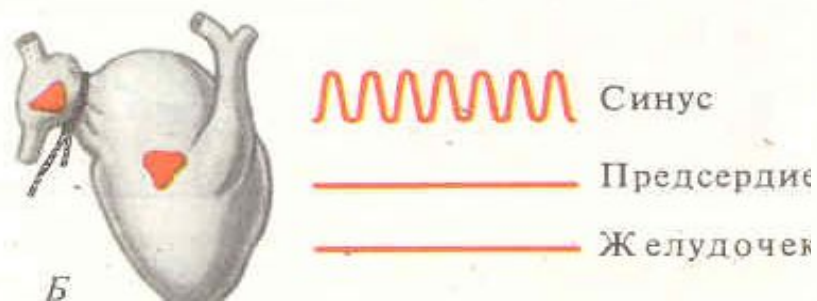
# **ОСОБЕННОСТИ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОГО УЗЛА**

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

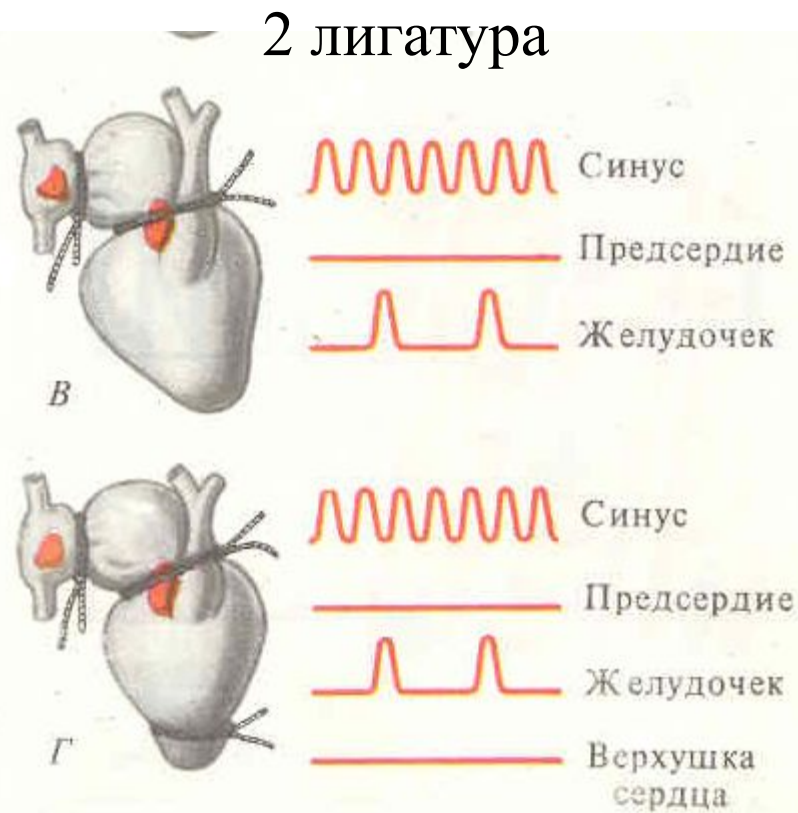
# **ЗАКОН ГРАДИЕНТА АВТОМАТИИ В. ГАСКЕЛЛА**

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

# ЛИГАТУРЫ СТАННИУСА

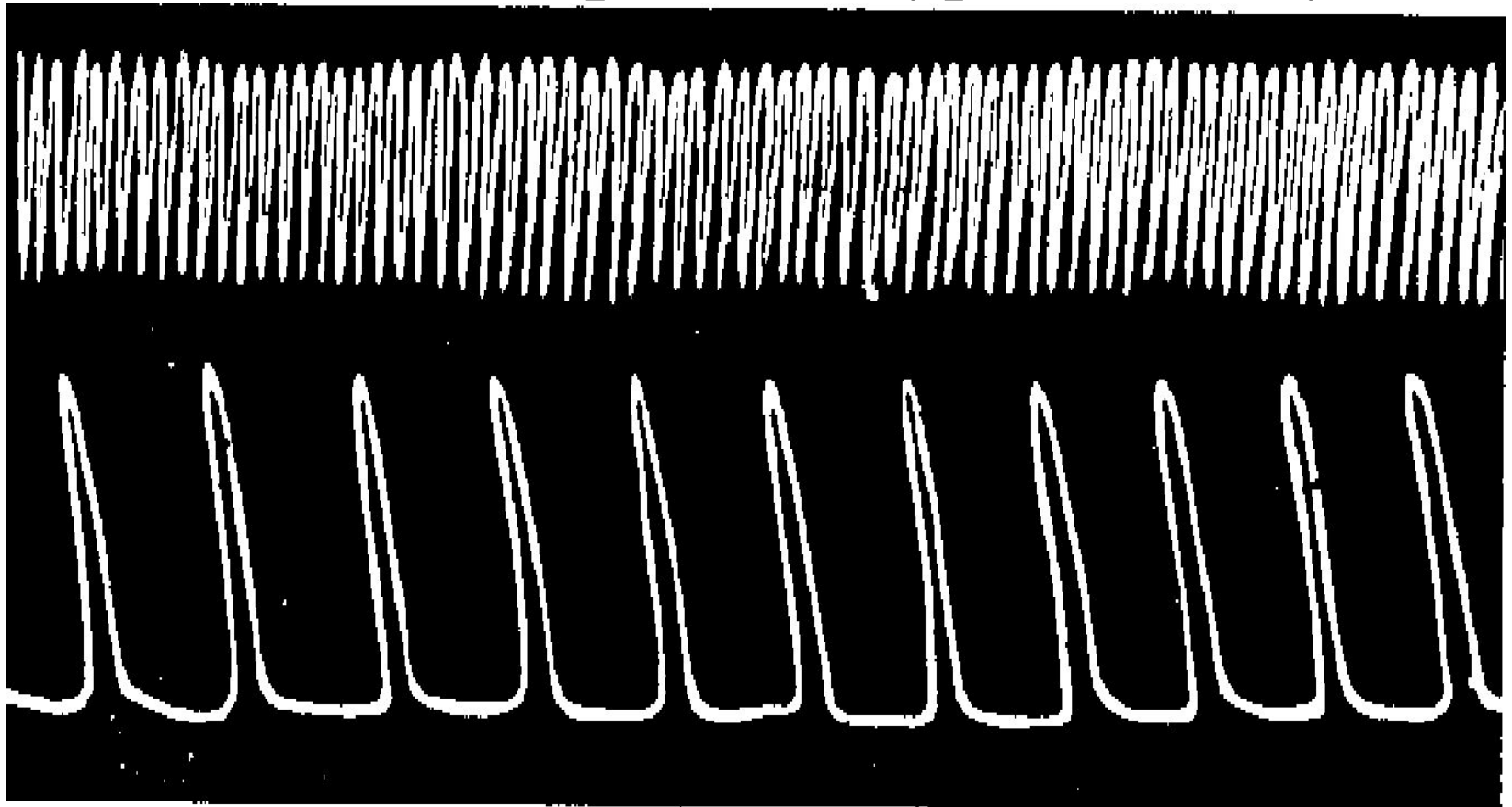


1 лигатура

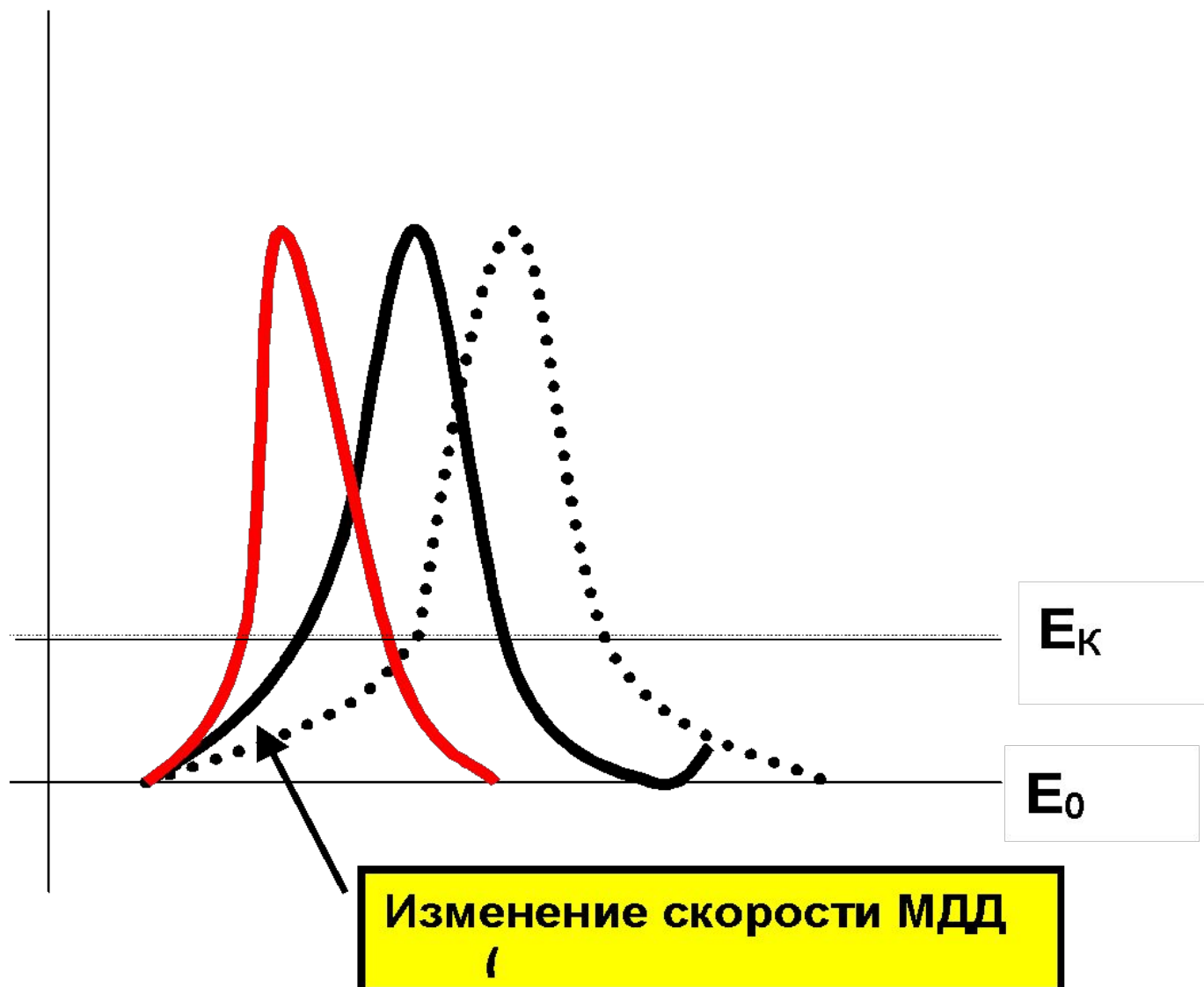


3 лигатура

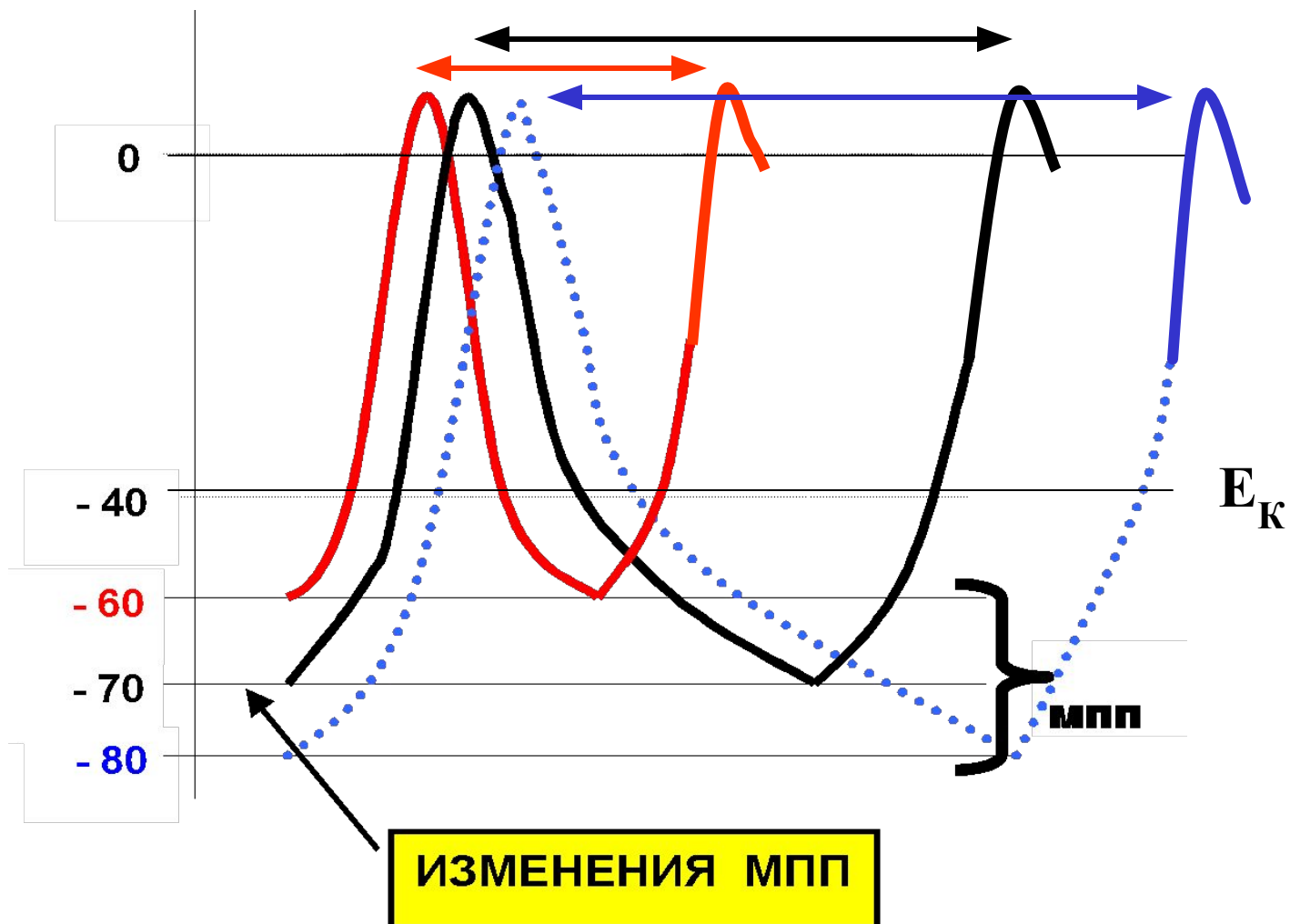
Кардиограмма предсердий (верхняя кривая) и желудочков лягушки после наложения второй лигатуры Станниуса



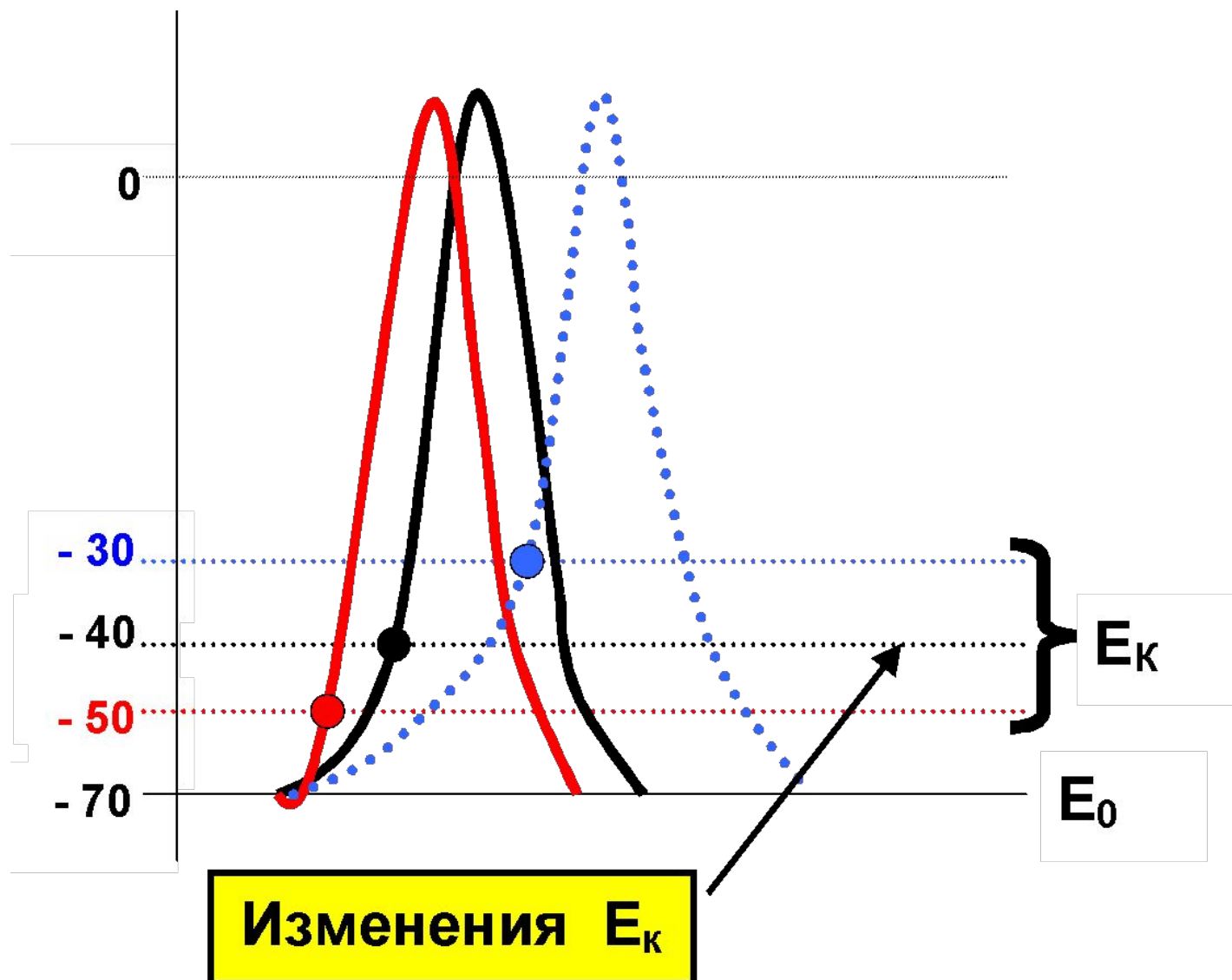
# 1-й МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМАТИИ



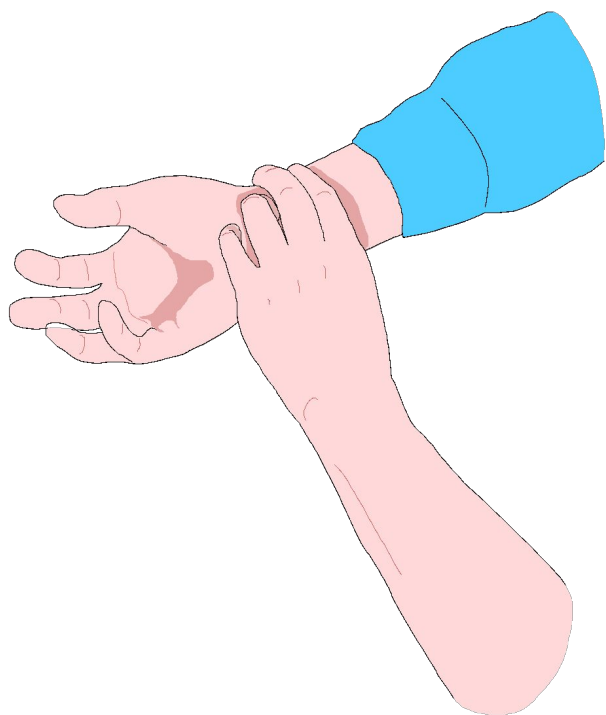
# 2-й МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМАТИИ



# 3-й МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМАТИИ



# ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ АВТОМАТИИ ПО ЧАСТОТЕ ПУЛЬСА



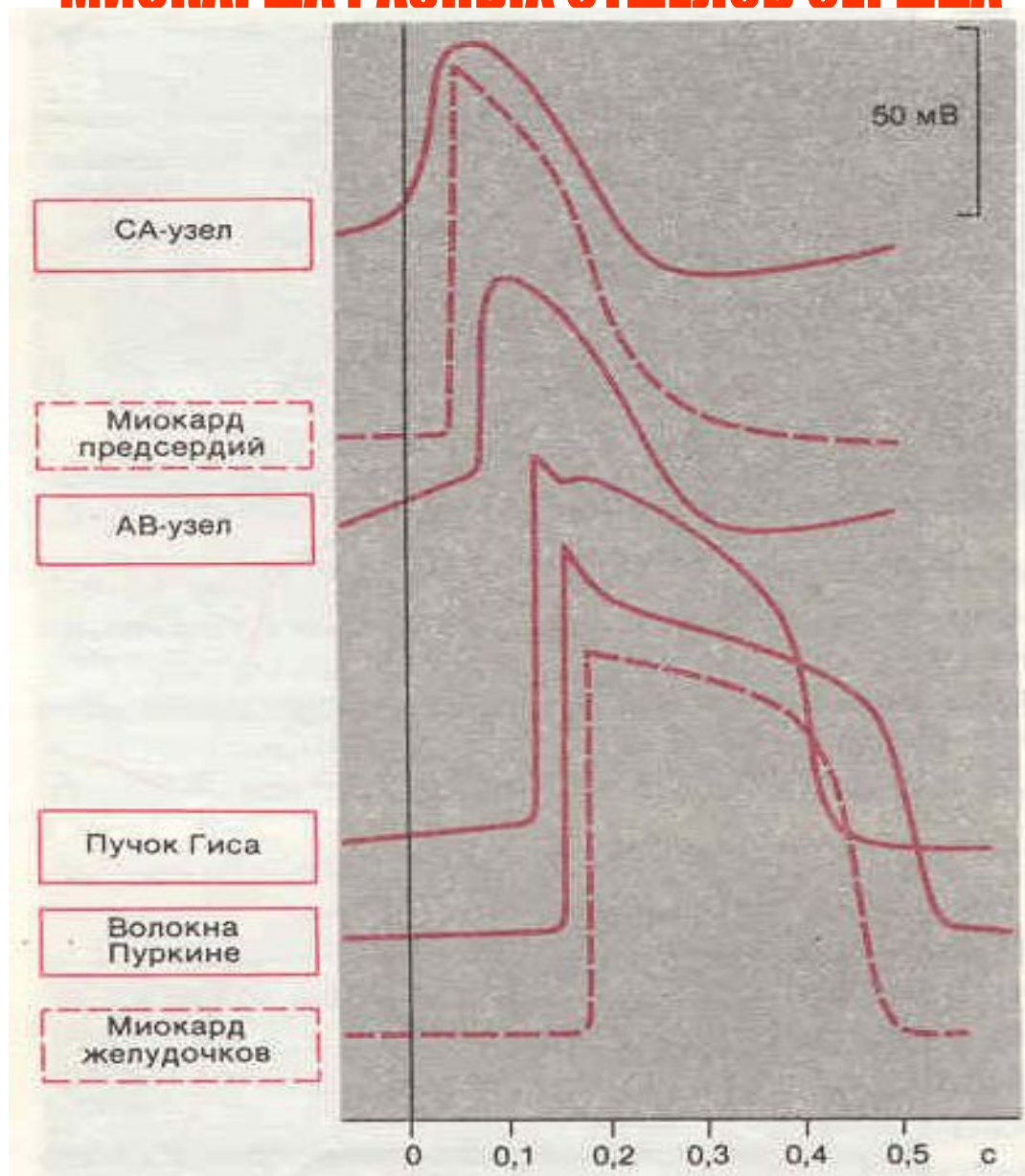
- **ВЫШЕ АВТОМАТИЯ - ЧАЩЕ ПУЛЬС -**  
**ТАХИКАРДИЯ**
- **НИЖЕ АВТОМАТИЯ - РЕЖЕ ПУЛЬС -**  
**БРАДИКАРДИЯ**
- **МЕНЯЮЩАЯСЯ АВТОМАТИЯ - ПУЛЬС**  
**РАЗНОЙ ЧАСТОТЫ - СИНУСОВАЯ**  
**АРИТМИЯ**



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ

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

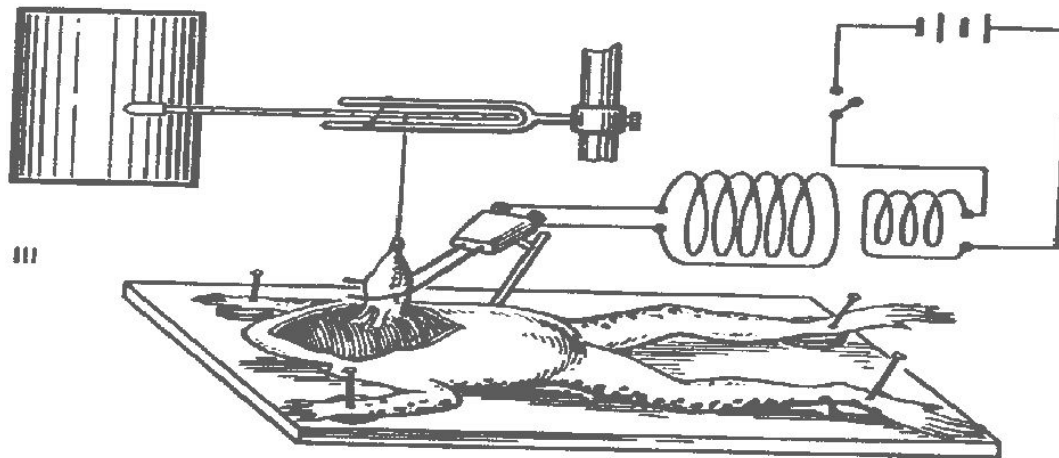
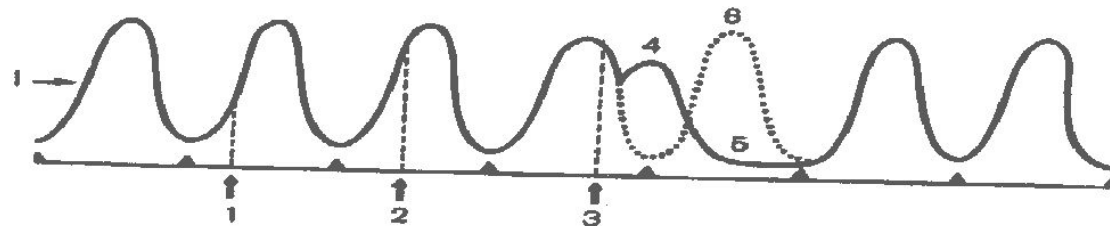
# ТИПИЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ МИОКАРДА РАЗНЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА



# СВОЙСТВА МИОКАРДА



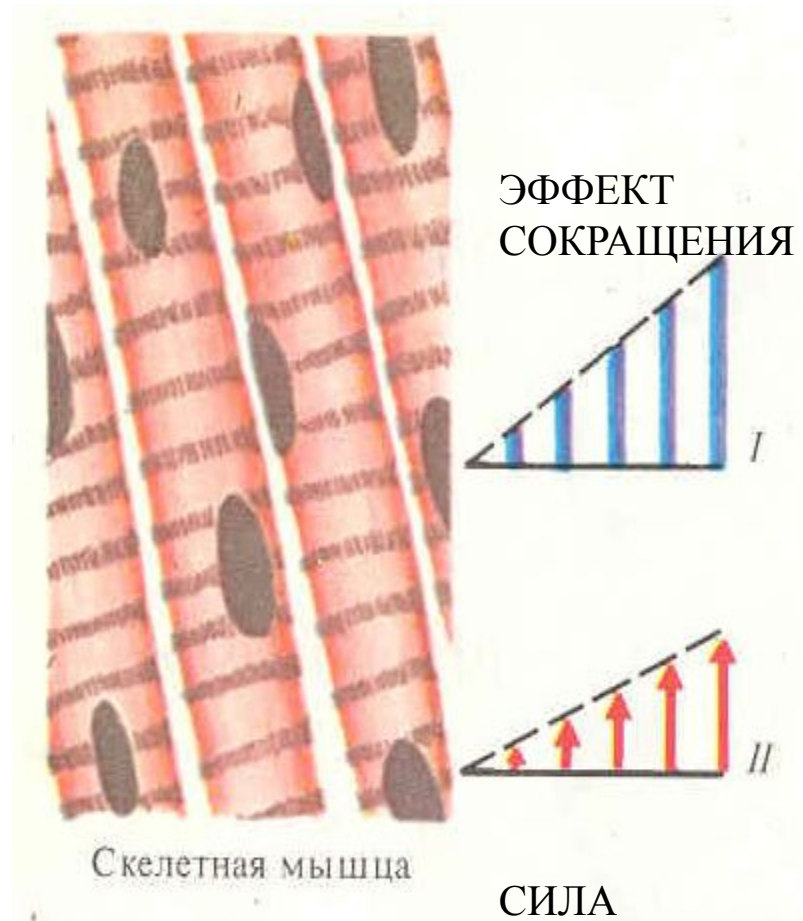
# ЭКСТРАСИСТОЛА И КОМПЕНСАТОРНАЯ ПАУЗА



# ЗАКОН «ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО»



СИЛА  
РАЗДРАЖЕНИЯ



СИЛА  
РАЗДРАЖЕНИЯ

# Механизм участия $\text{Ca}^{++}$ в сокращении миокарда

- $\text{Ca}^{++}$   
▼  
активация аденилатциклазы  
▼  
образование цАМФ  
▼  
активация протеинкиназ  
▼  
фосфорилирование
- Фосфорилирование тропонина - снятие репрессии - акто-миозиновое взаимодействие
- переход фосфоорилазы Б в фосфоорилазу 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**

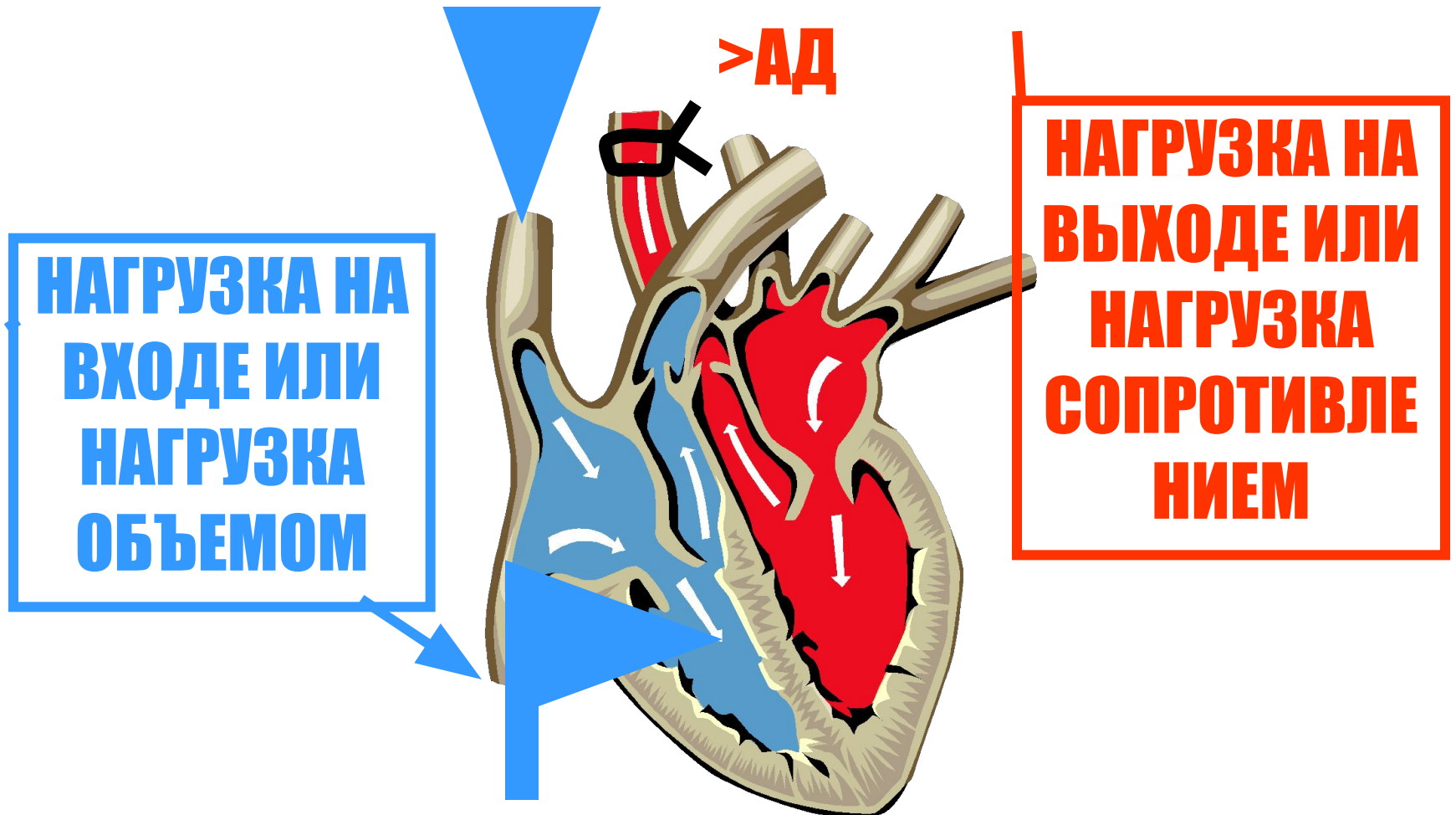
- **Гетерометрическая саморегуляция -  
повышение силы сокращений сердца в ответ  
на увеличение исходной (диастолической)  
длины мышечного волокна.**
- **Гомеометрическая саморегуляция -  
повышение силы и скорости сокращений  
сердца при неменяющейся исходной длине  
мышечного волокна.**



# **ФЕНОМЕНЫ ГОМЕОМЕТРИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ**

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

# ФАКТОРЫ, ВЕДУЩИЕ К САМОРЕГУЛЯЦИИ СЕРДЦА



# **ЗАКОН СЕРДЦА ФРАНКА - СТАРЛИНГА**

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

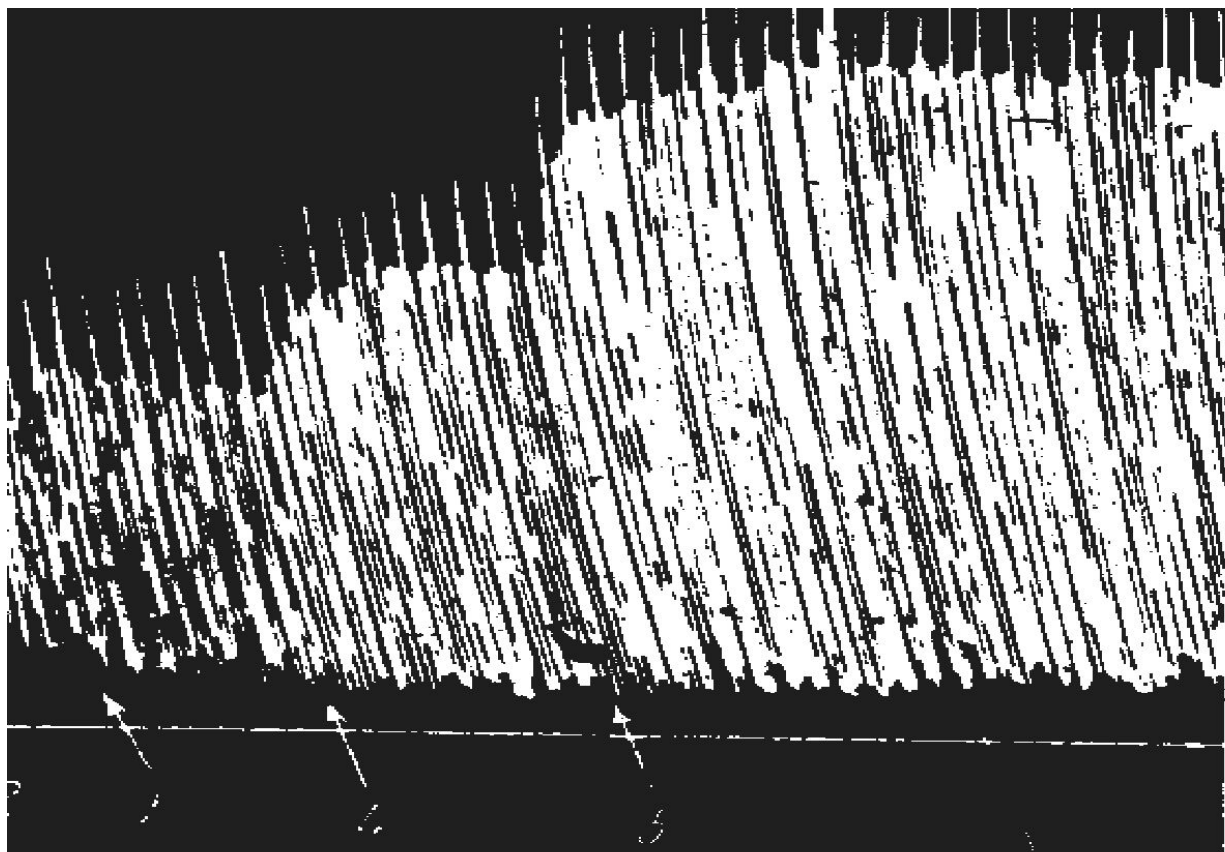
**ИЛИ**

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

**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



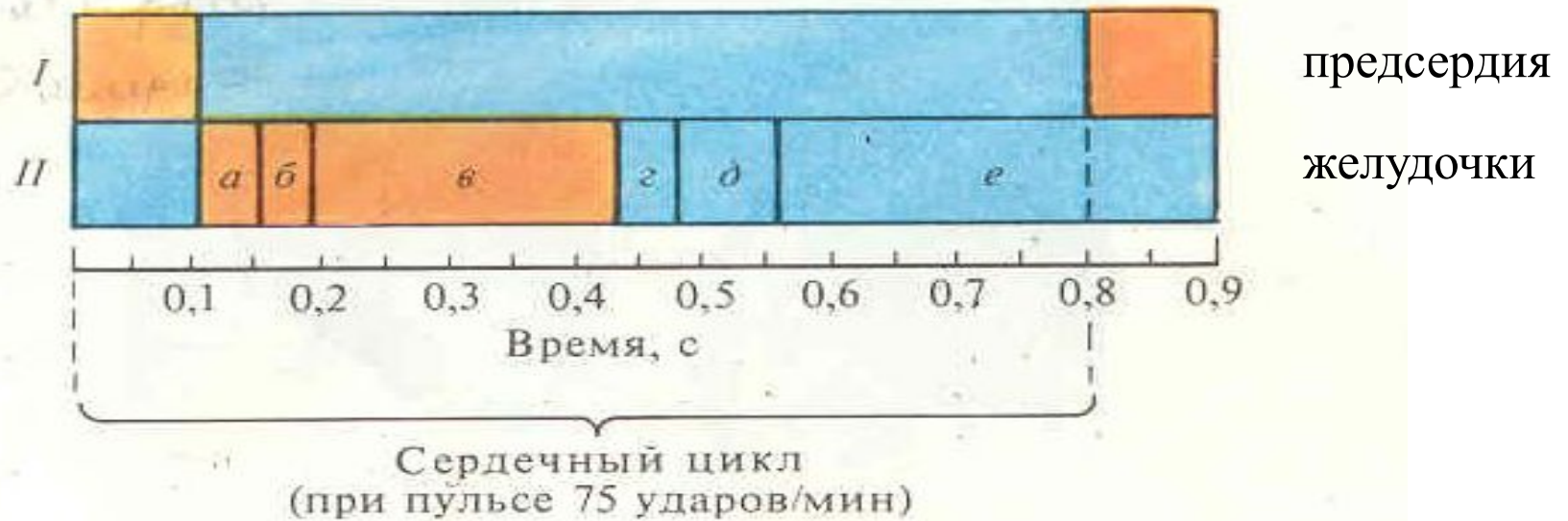
180 имп/мин



Укорочение диастолы,  
>остается  $N_a$  ,  
<удаляется  $S_a$  ,  
>залп  $S_a$  в систолу,  
> сила сокращения



# Фазы сердечного цикла



■ систола  
■ диастола

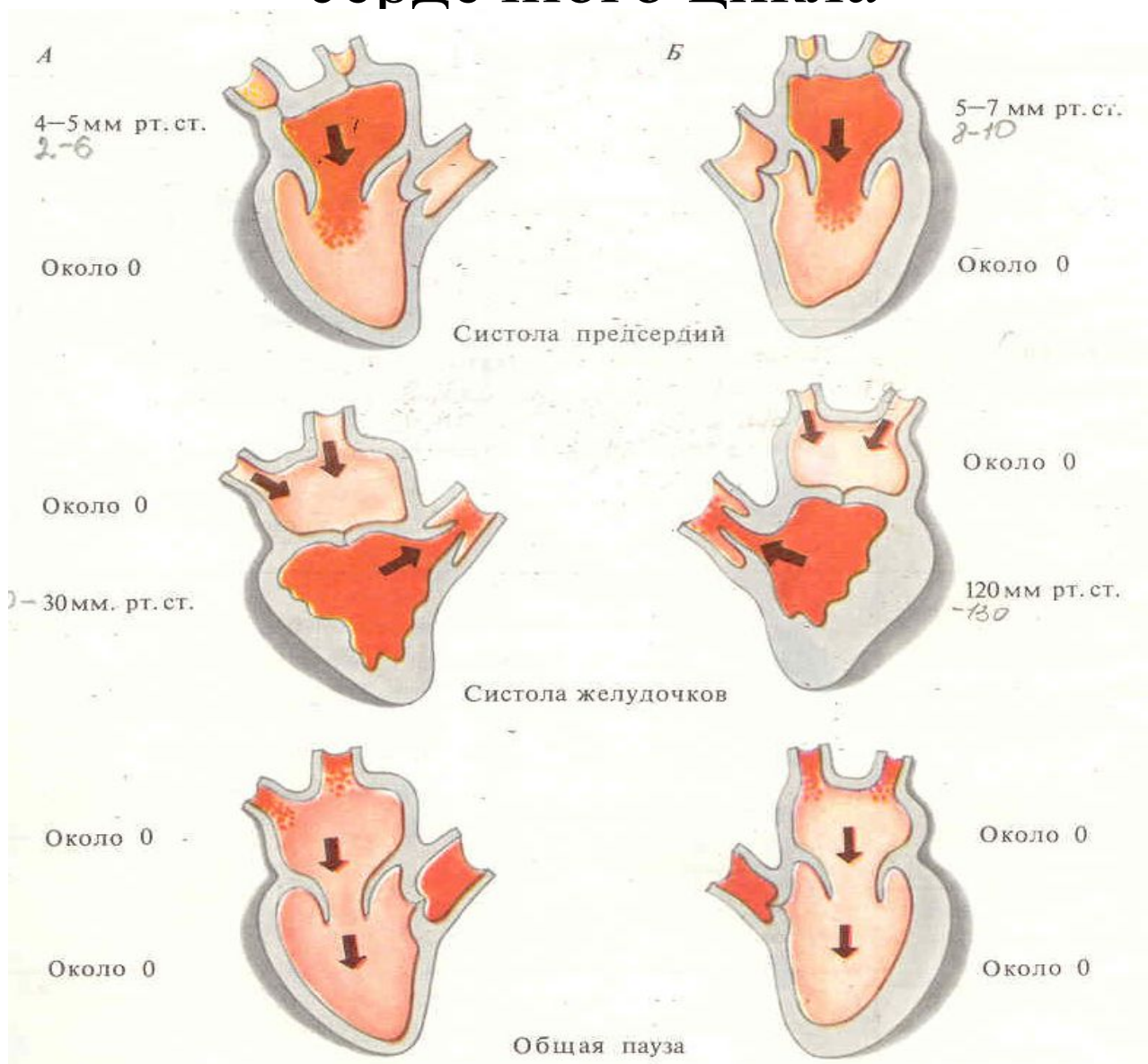
А – асинхронное сокращение; Б – изометрическое сокращение; В – изгнание крови; Г – протодиастолический период; Д – изометрическое расслабление; Е – фаза наполнения

# Фазы сердечного цикла

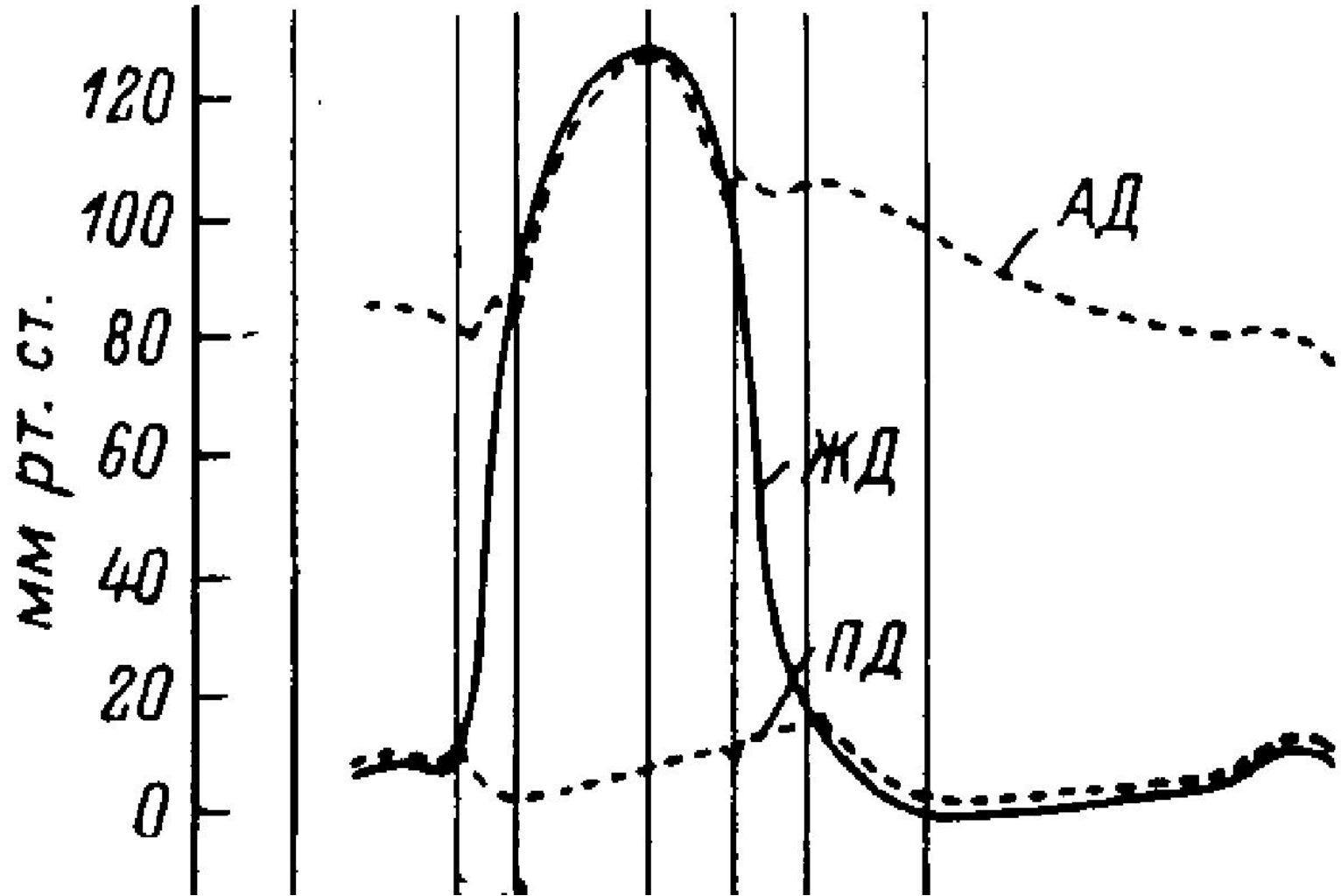
- **Систола желудочков** **0,33 сек**
- фаза напряжения **0,08 сек;**
- фаза асинхронного сокращения **0,05 сек;**
- фаза изометрического сокращения **0,03 сек;**
- фаза изгнания крови **0,25 сек;**
- фаза быстрого изгнания **0,12 сек;**
- фаза медленного изгнания **0,13 сек.**
- **2. Диастола желудочков** **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**