

# ЛЕКЦИЯ 27

(из 39)

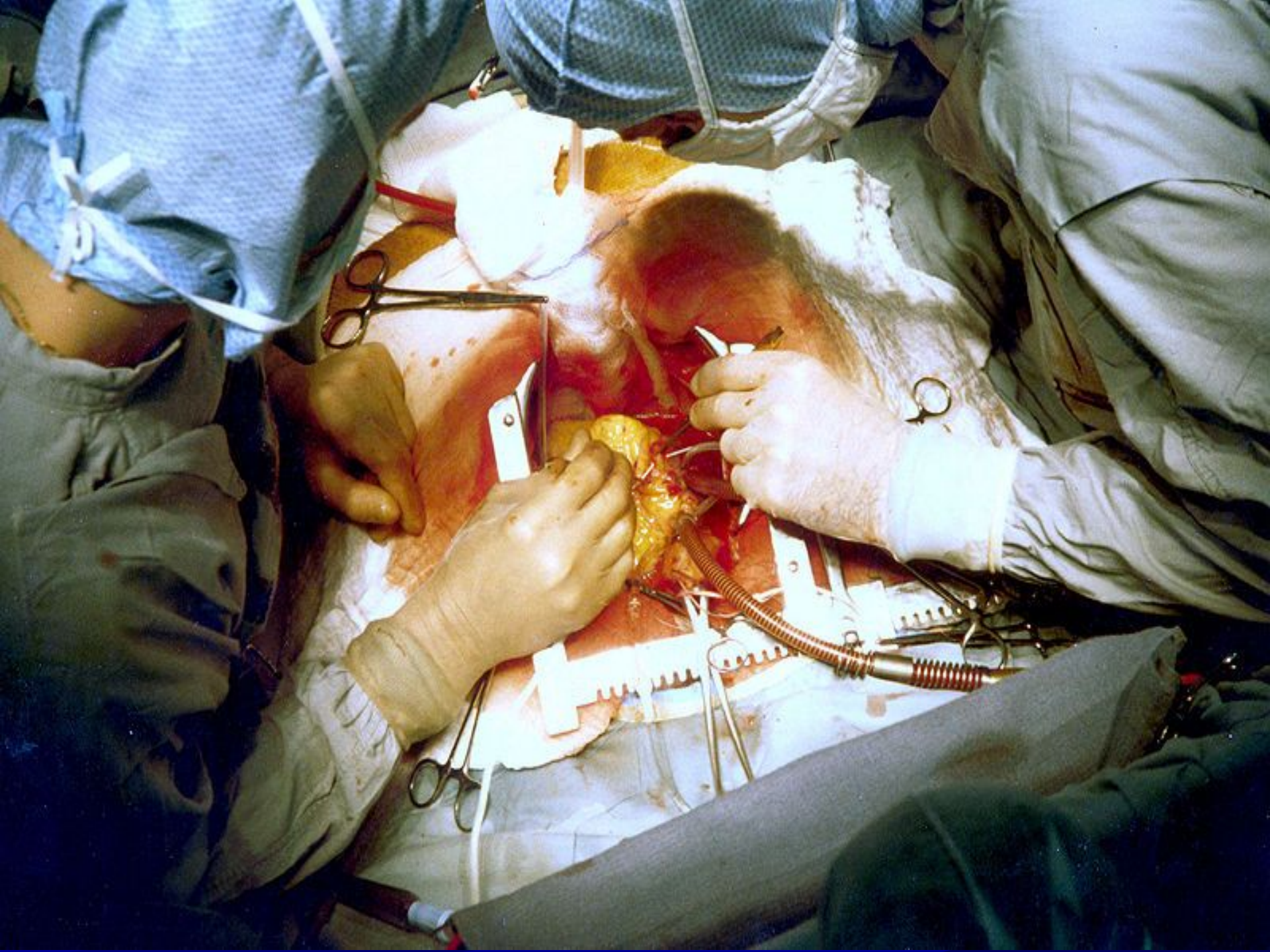


## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ И СОКРАТИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИИ СЕРДЦА

А.Т. Марьянович, проф.

**ПРЕДЫДУЩАЯ ЛЕКЦИЯ**

**ГЕМОСТАЗ**



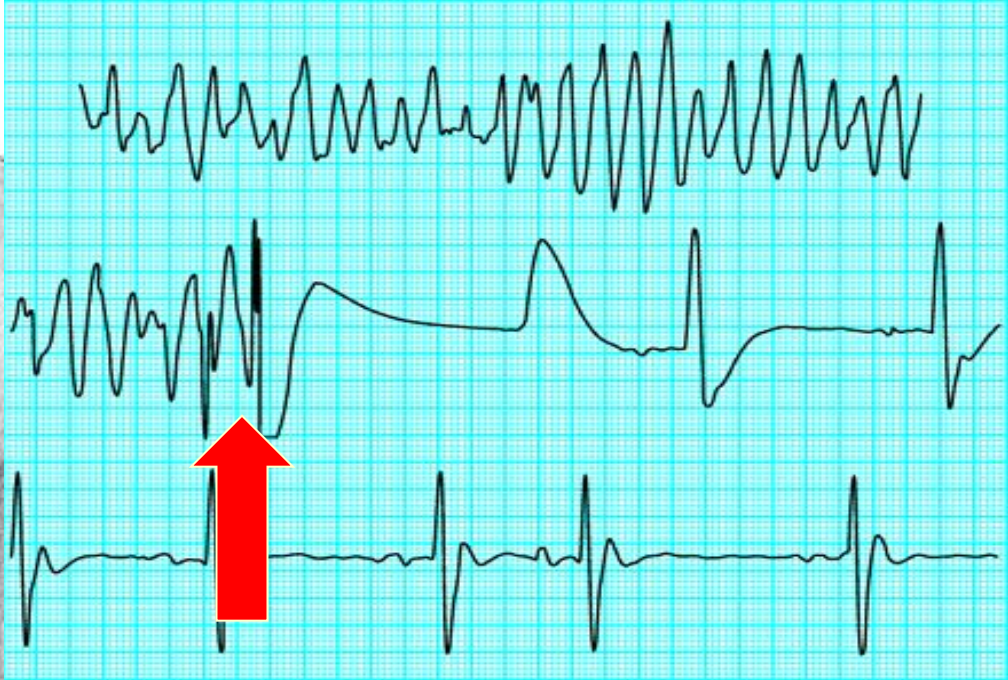
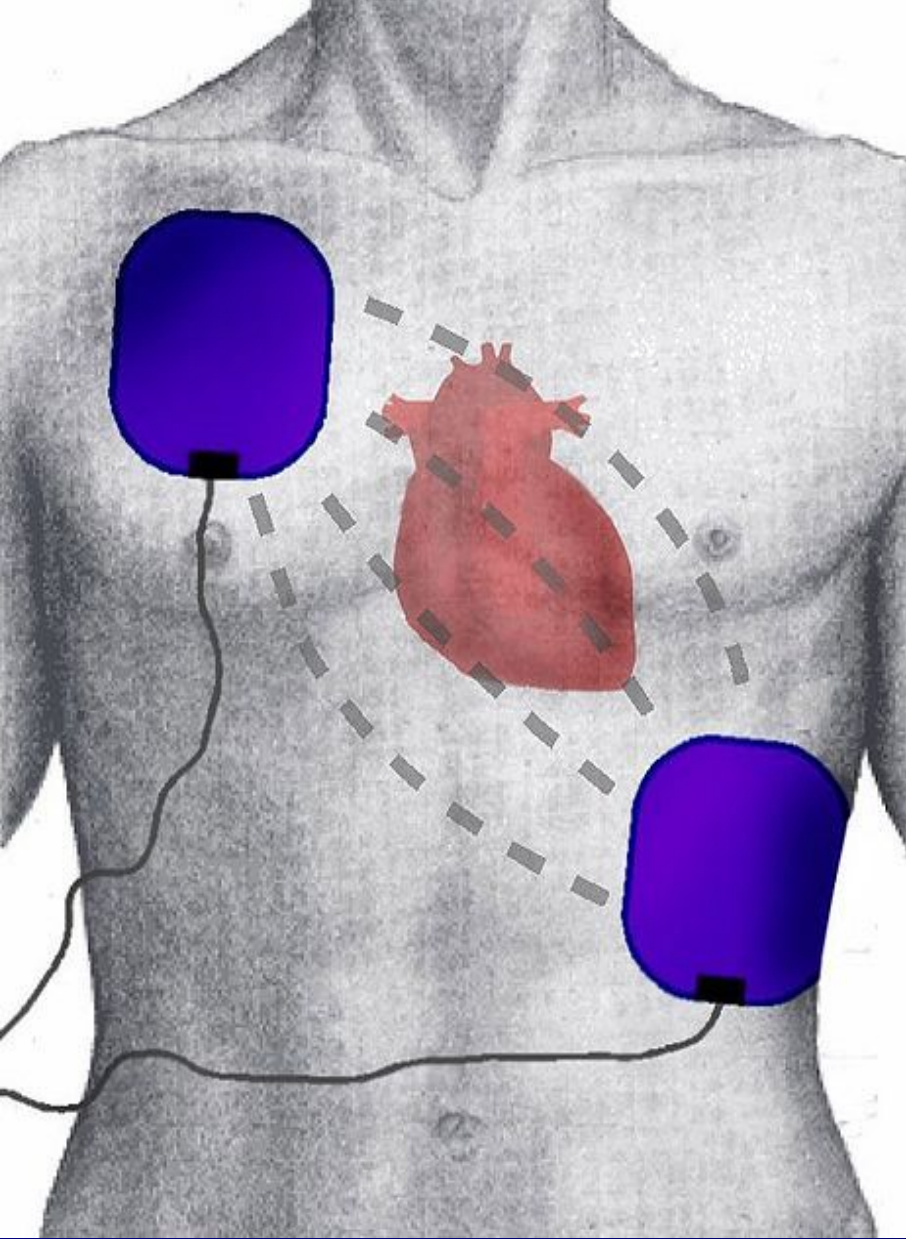


# КАРДИОПОМПА ДЛЯ ЗАКРЫТОГО МАССАЖА



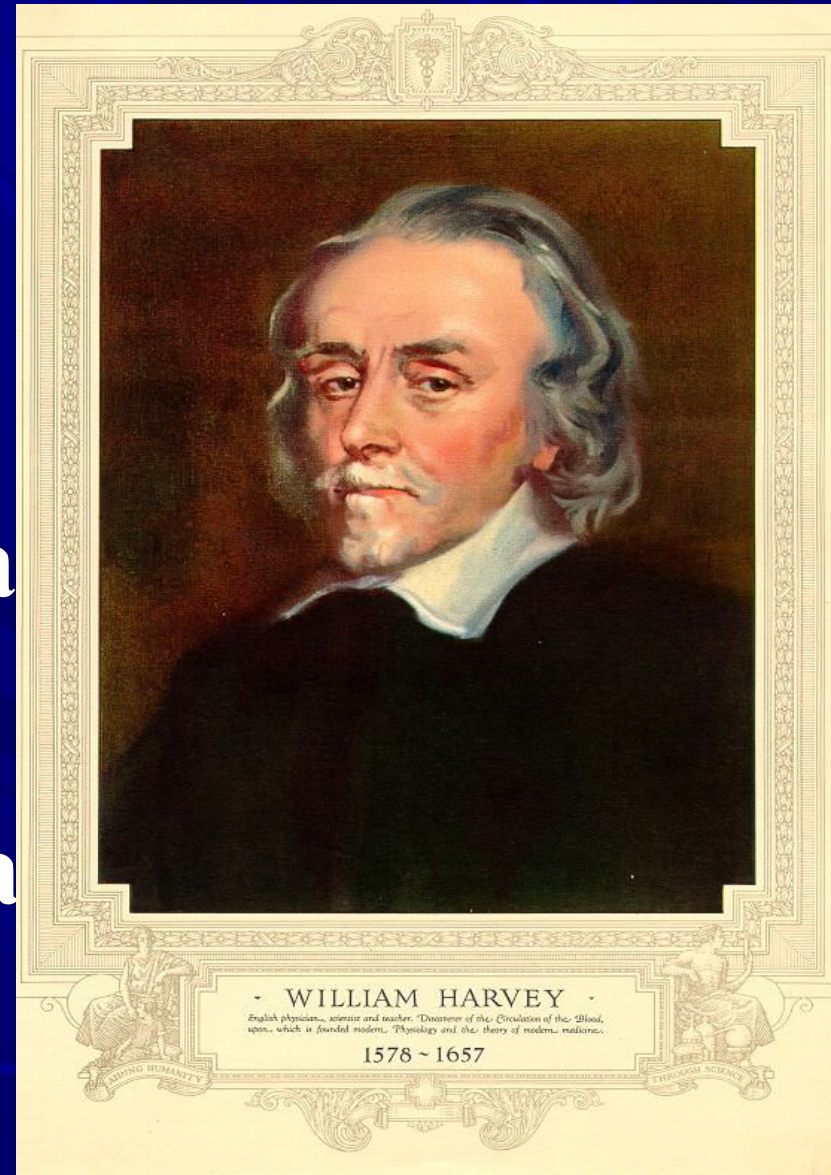
ПРИСОСКА -  
ПОДНЯТИЕ  
ПЕРЕДНЕЙ  
ГРУДНОЙ  
СТЕНКИ -  
РАСШИРЕНИЕ  
ГРУДНОЙ  
ПОЛОСТИ





# ДЕФИБРИЛЛЯЦИЯ

Сердце – источник  
жизни,  
начало всего,  
солнце микрокосмоса  
от которого зависят  
сила  
и свежесть организма





# ПЛАН ЛЕКЦИИ



1. **РОЛЬ** СЕРДЦА  
В КРОВООБРАЩЕНИИ
2. **ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ**  
СЕРДЦА
3. **ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА**  
И РАБОЧИЙ МИОКАРД
4. СЕРДЕЧНЫЙ **ЦИКЛ**
5. **ЭКГ**

# Pulmonary Circuit

Pulmonary arteries

Pulmonary veins



-  Oxygen-poor, CO<sub>2</sub>-rich blood
-  Oxygen-rich, CO<sub>2</sub>-poor blood

R. atrium  
R. ventricle

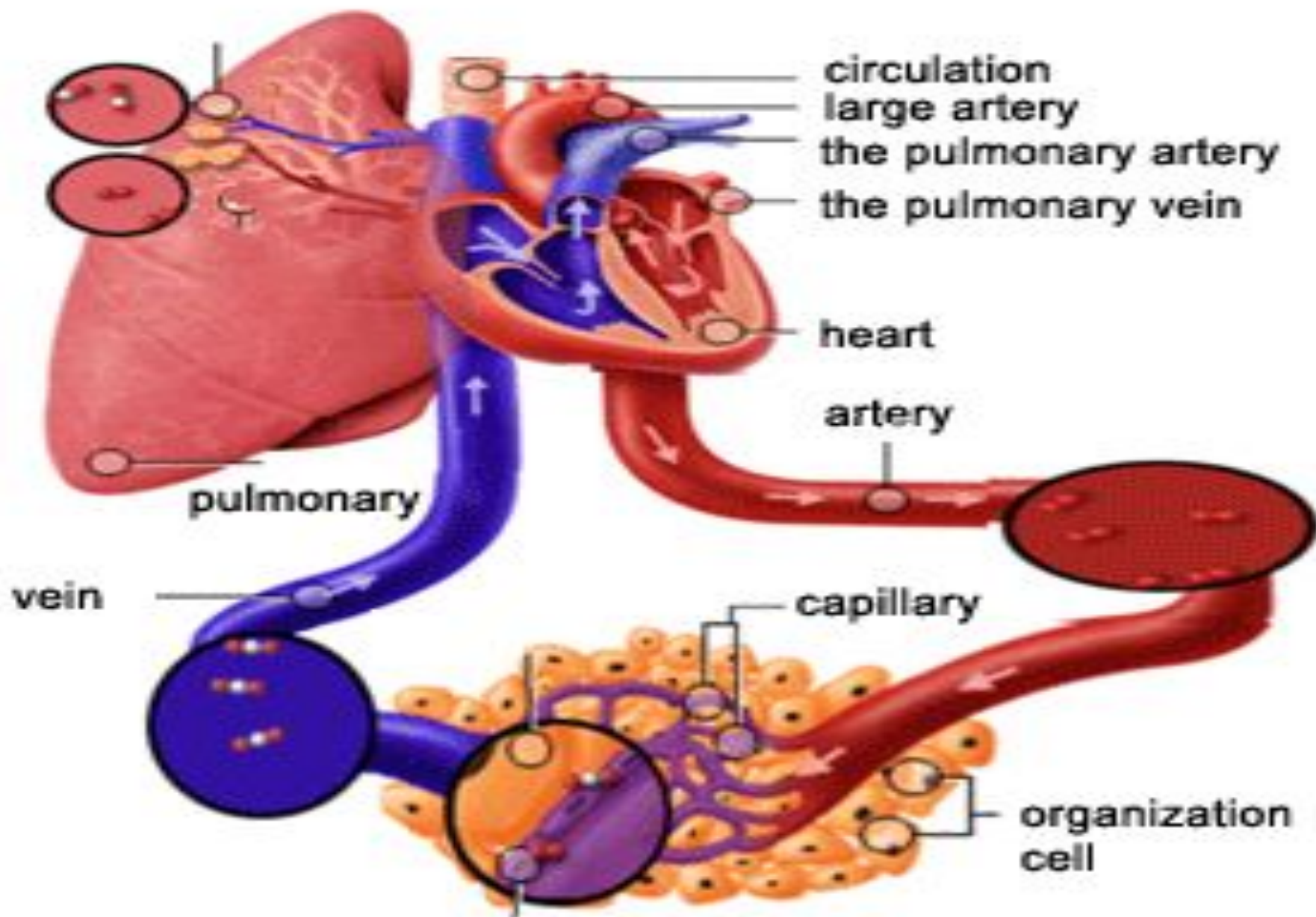
L. atrium  
L. ventricle

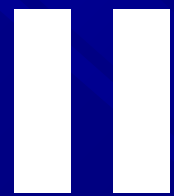
Systemic veins

Systemic arteries

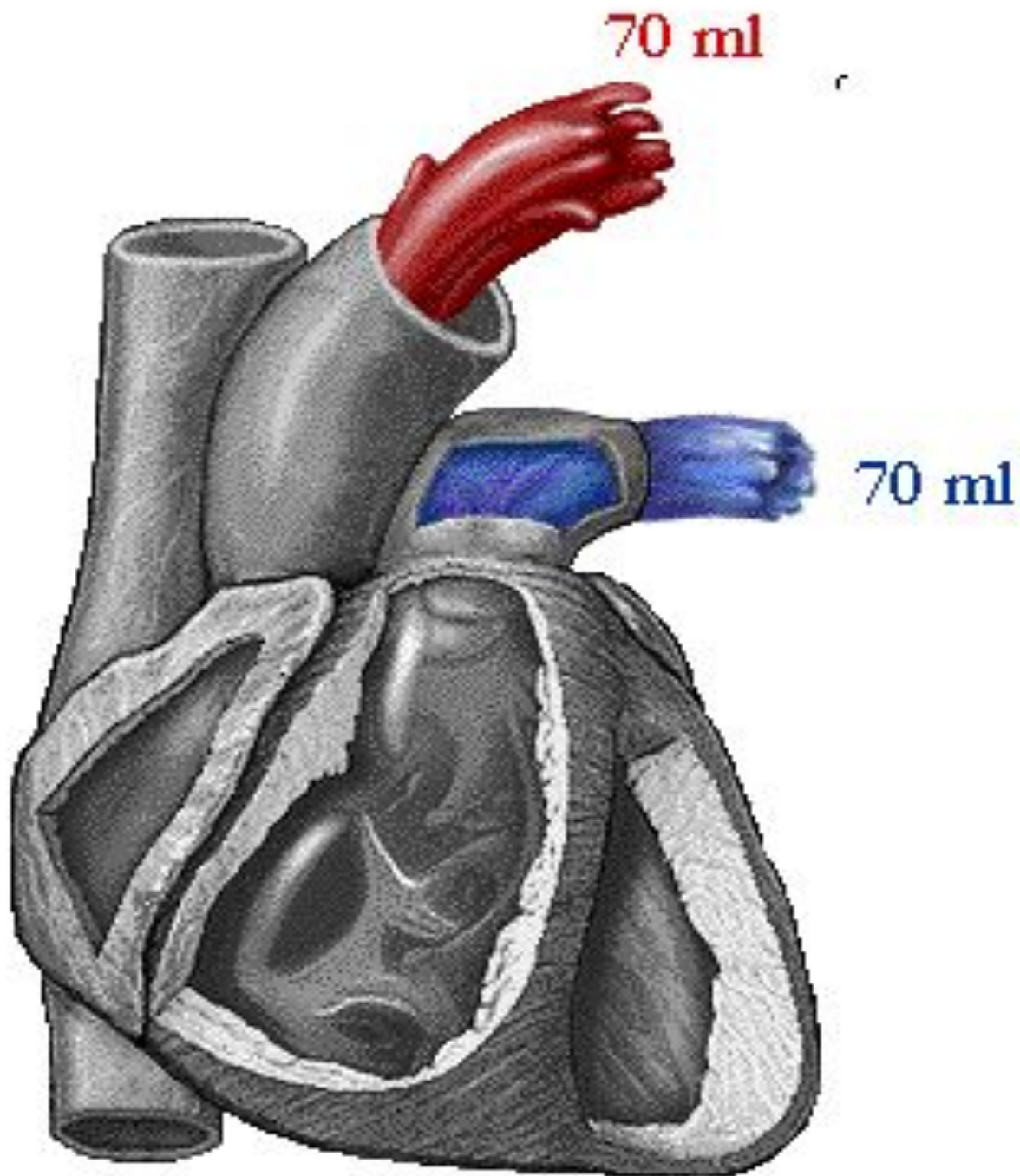


# Systemic Circuit





**ПРОИЗВОДИТЕ-  
ЛЬНОСТЬ  
СЕРДЦА**



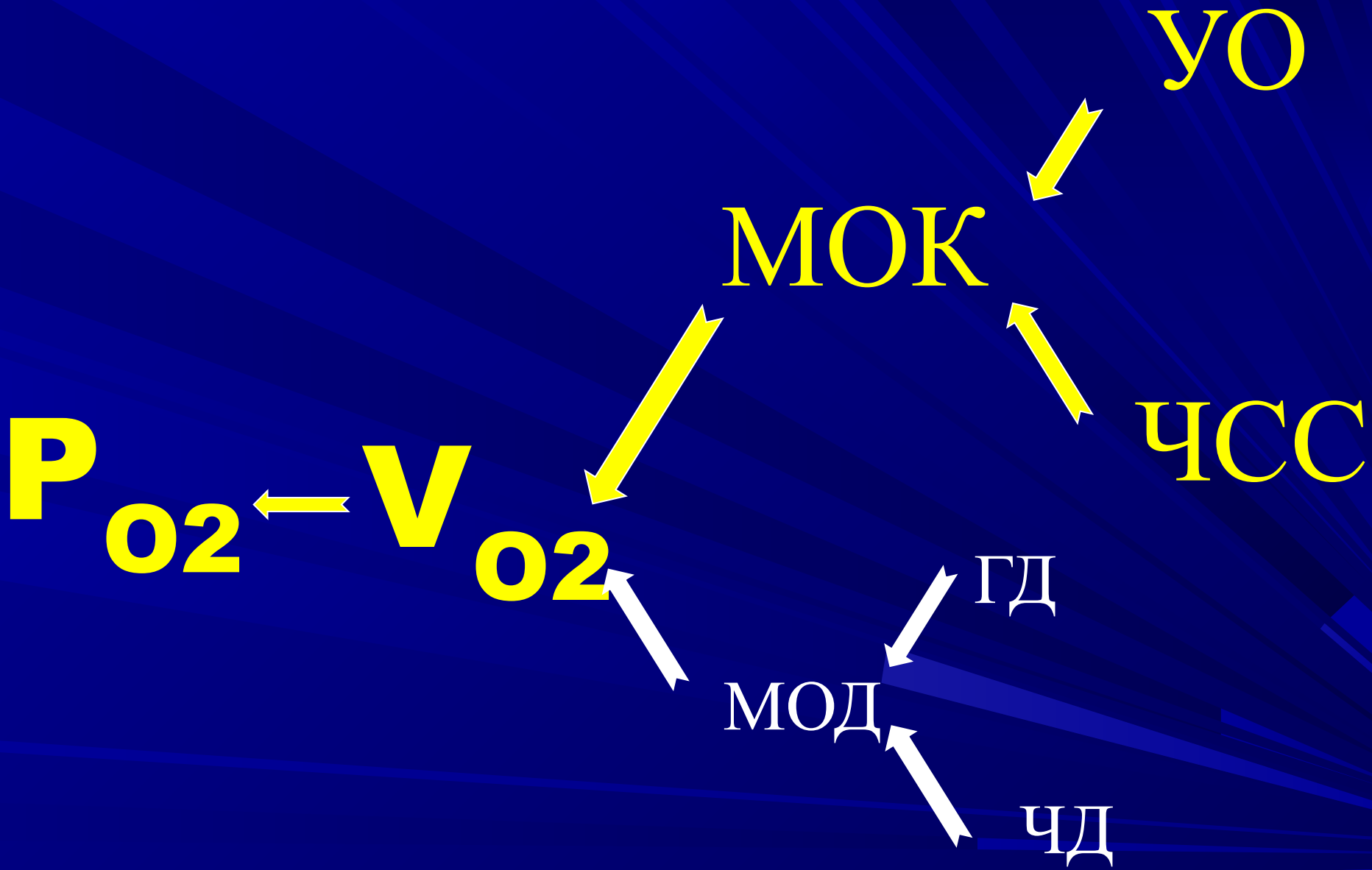
**CO**  
**(УО)**

**ОБЪЕМ КРОВИ,  
ВЫБРАСЫВАЕ-  
МЫЙ  
ЖЕЛУДОЧКОМ  
ЗА ОДНО  
СОКРАЩЕНИЕ**

# ЧСС

## 60-80

БРАДИ **НОРМА** ТАХИ



**70** уд/мин

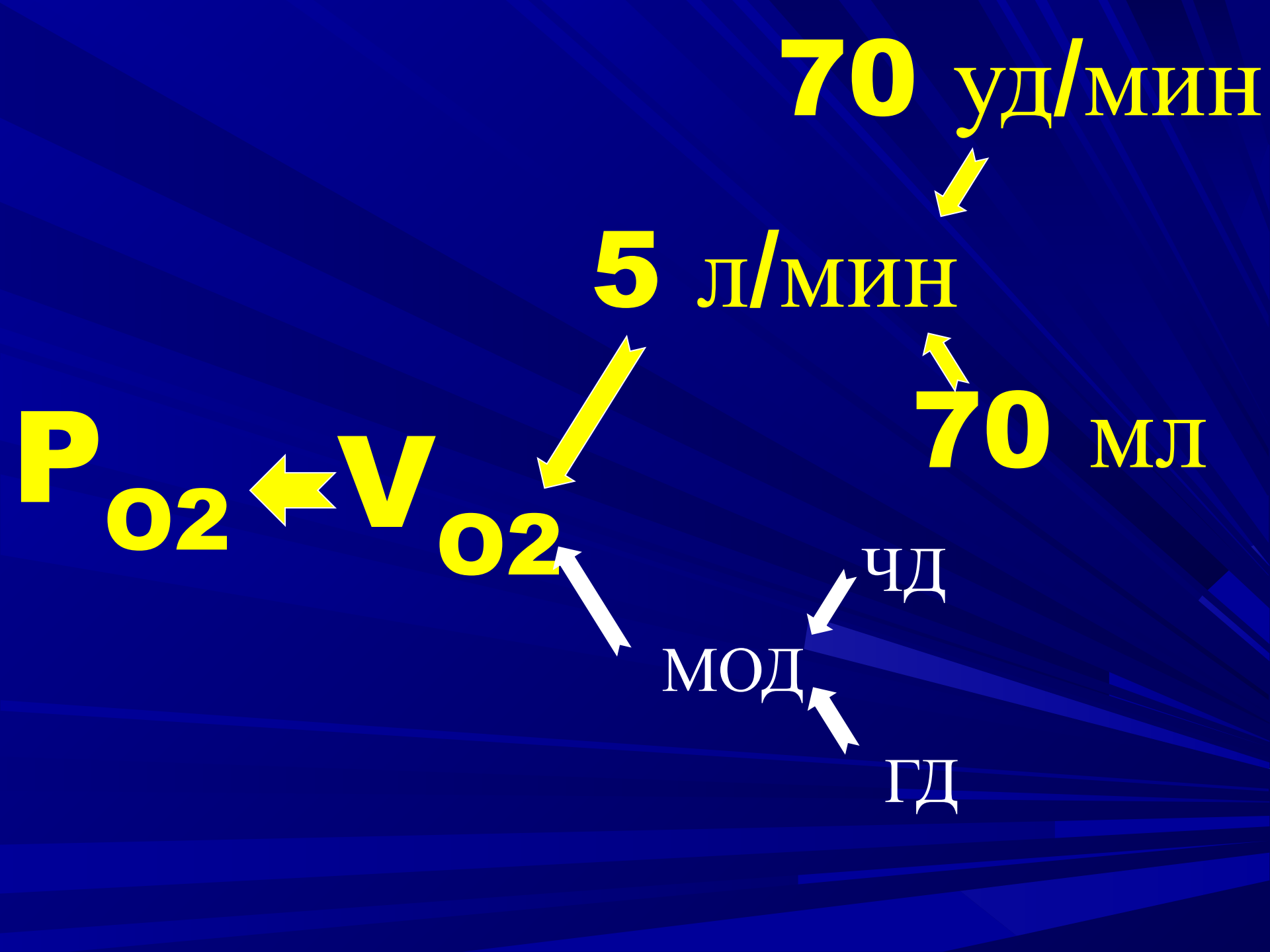
**5** л/мин

**70** мл

**$P_{O_2}$**  ←  **$V_{O_2}$**

МОД ← ЧД

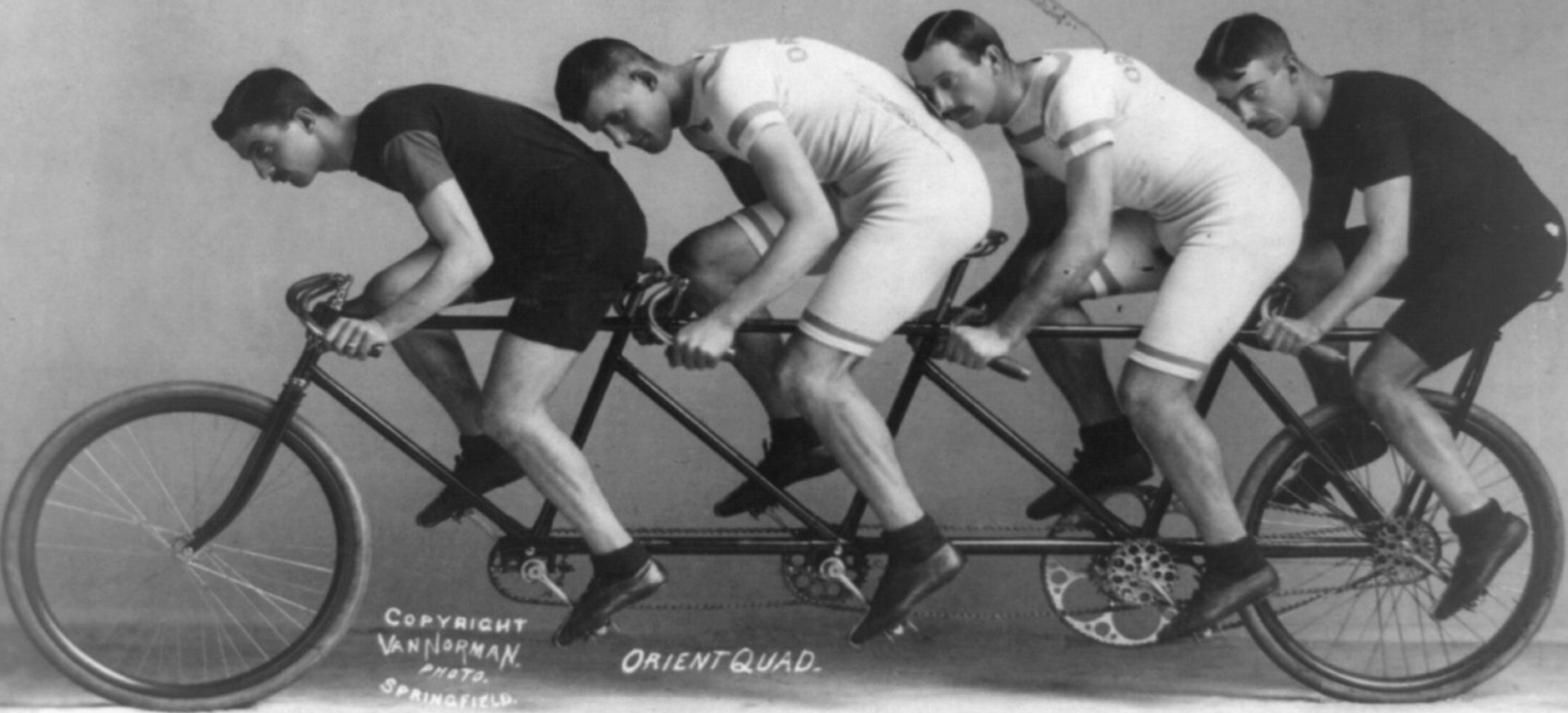
ГД





$CO_{ПЖ} = CO_{ЛЖ}$   
ОБЪЕМНАЯ СКОРОСТЬ  
ПОСТОЯННА ПО ВСЕЙ  
ПРОТЯЖЕННОСТИ  
СОСУДИСТОГО РУСЛА

# СУБМАКСИМАЛЬНАЯ



**110** мл X **180** уд/мин  $\approx$  **20** л/мин

# МАКСИМАЛЬНАЯ



30 л/мин

# КОНЕЧНО-ДИАСТОЛИЧЕСКИЙ

ОБЪЕМ - КДО

КОЛИЧЕСТВО КРОВИ,  
НАКАПЛИВАЮЩЕЕСЯ  
В ЖЕЛУДОЧКЕ (и П, и Л)  
В КОНЦЕ ДИАСТОЛЫ  
ПЕРЕД СИСТОЛОЙ

≈ **140** МЛ

# КОНЕЧНО-СИСТОЛИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ

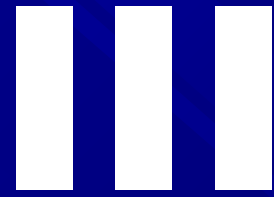
КОЛИЧЕСТВО КРОВИ, ОСТАЮЩЕЕСЯ В  
ЖЕЛУДОЧКЕ ПОСЛЕ СИСТОЛЫ

$$КСО = КДО - СО$$

$$140 - 70$$

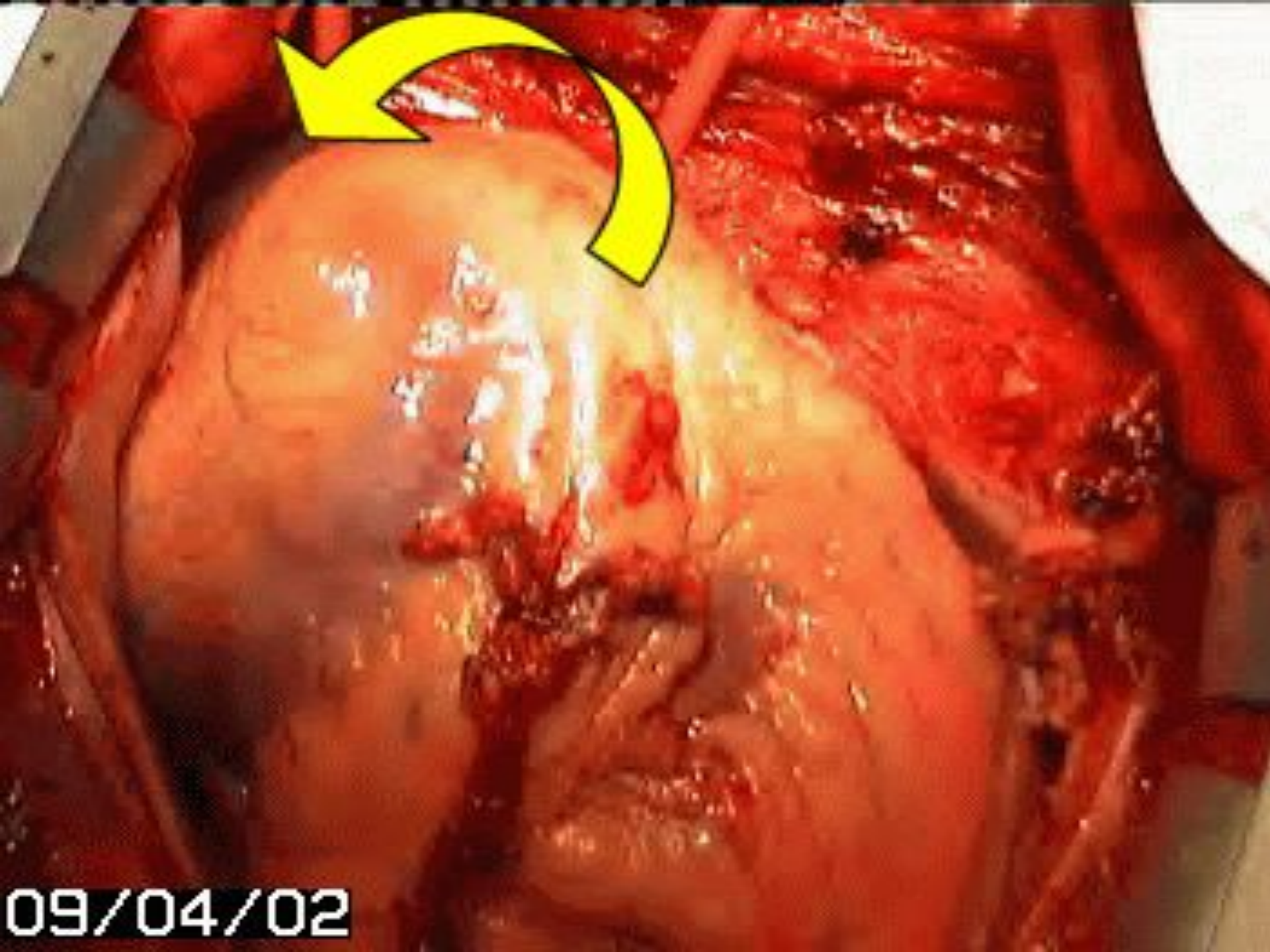
$$\approx 70 \text{ мл}$$

ХАРАКТЕРИЗУЕТ СПОСОБНОСТЬ СЕРДЦА  
УВЕЛИЧИВАТЬ СВОЮ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ



**ПРОВОДЯЩАЯ  
СИСТЕМА  
И РАБОЧИЙ  
МИОКАРД**

ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ  
НАСОСНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НУЖНА  
**СИНХРОННАЯ** РАБОТА  
МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН  
МИОКАРДА



09/04/02



# ДВА СИНЦИТИЯ

- ТИПИЧНЫЕ  
КАРДИОМИОЦИТЫ
- АТИПИЧНЫЕ  
КАРДИОМИОЦИТЫ

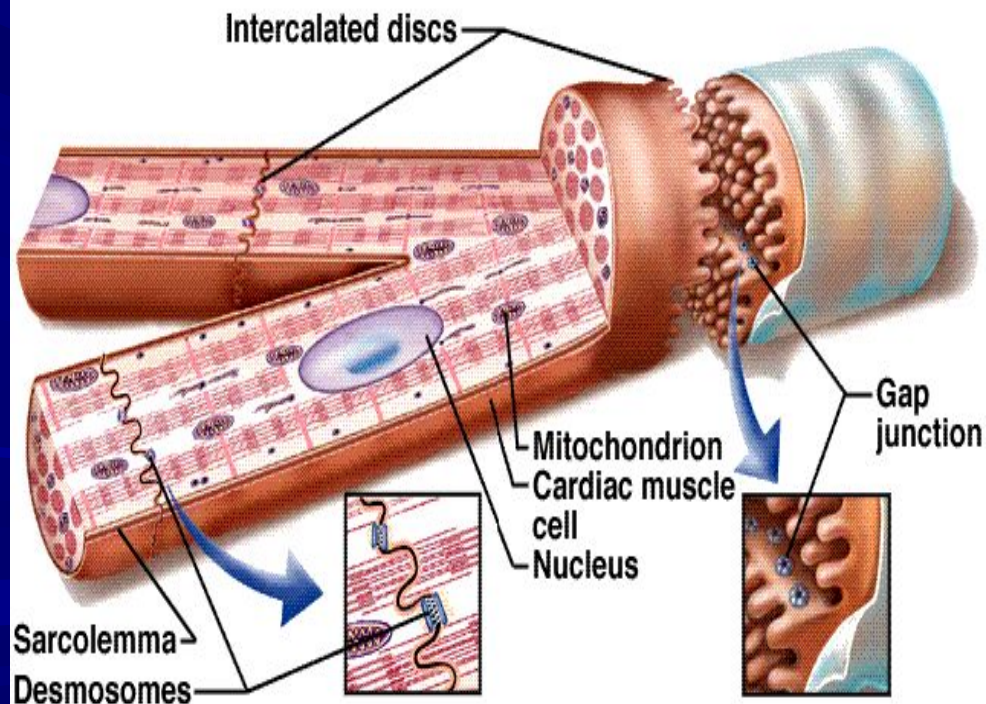
# ТИПИЧНЫЕ

клетки рабочего миокарда,  
сократительные

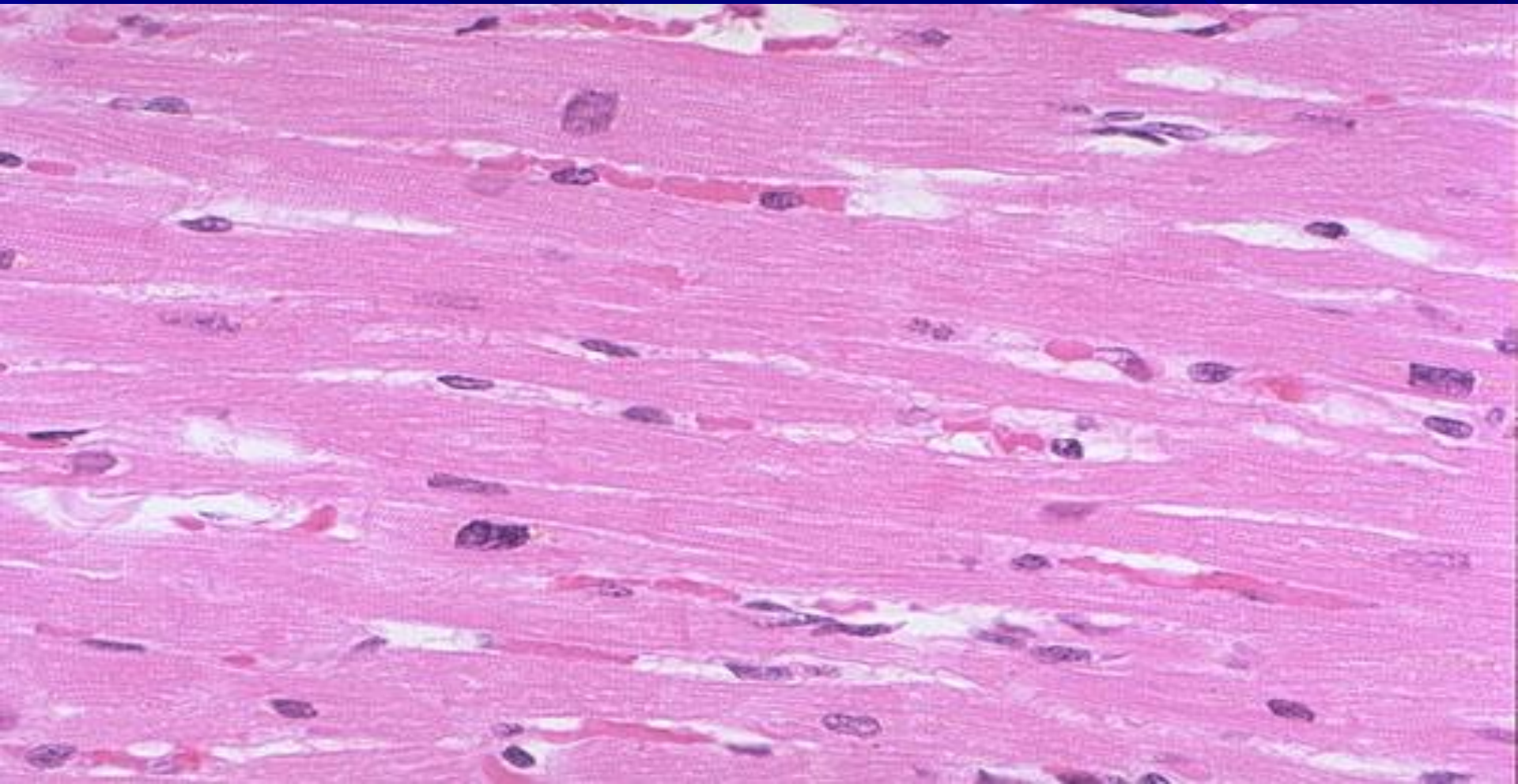
- **99% МАССЫ**  
**МИОКАРДА**
- **МНОГО**  
**МИОФИБРИЛЛ,**  
**МИТОХОНДРИЙ,**  
**РАЗВИТ СПР**
- **ОБЕСПЕЧИВАЮТ**  
**СОКРАЩЕНИЕ**

Kenneth S. Saladin, ANATOMY AND PHYSIOLOGY: THE UNITY OF FORM AND FUNCTION, Copyright © 1998, The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Cardiac Muscle Structure and Intercalated Discs



# ТИПИЧНЫЕ КАРДИОМИОЦИТЫ



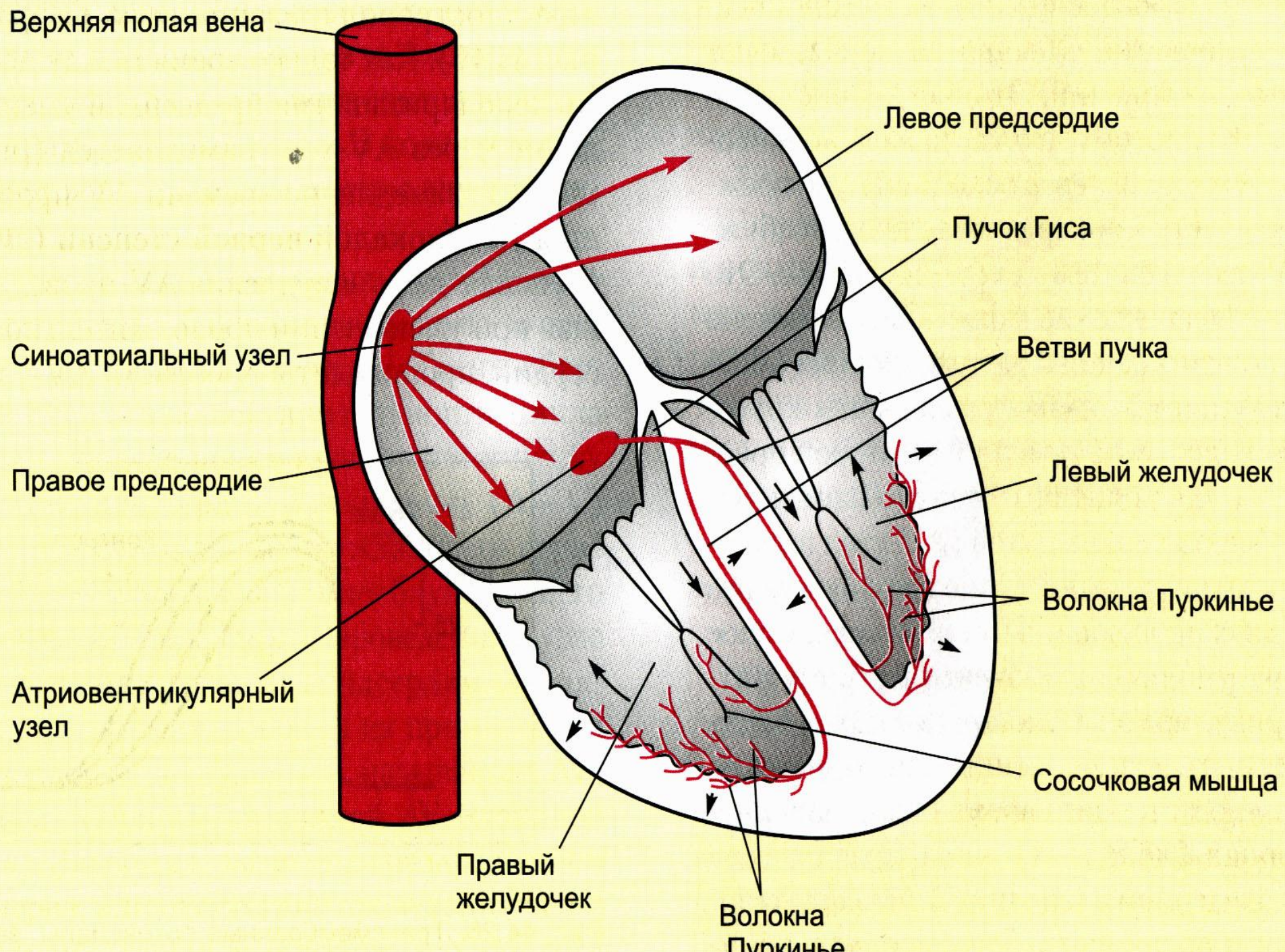
# АТИШИЧНЫЕ

клетки проводящей системы, пейсмекерные

- СЛАБО РАЗВИТ  
СОКРАТИТЕЛЬНЫЙ  
АППАРАТ
- ОБЛАДАЮТ  
АВТОМАТИЕЙ

# СИНОАТРИАЛЬНЫЙ УЗЕЛ





# IV

# СВОЙСТВА МИОКАРДА

# СВОЙСТВА МИОКАРДА

- АВТОМАТИЯ
- ВОЗБУДИМОСТЬ
- ПРОВОДИМОСТЬ
- СОКРАТИМОСТЬ

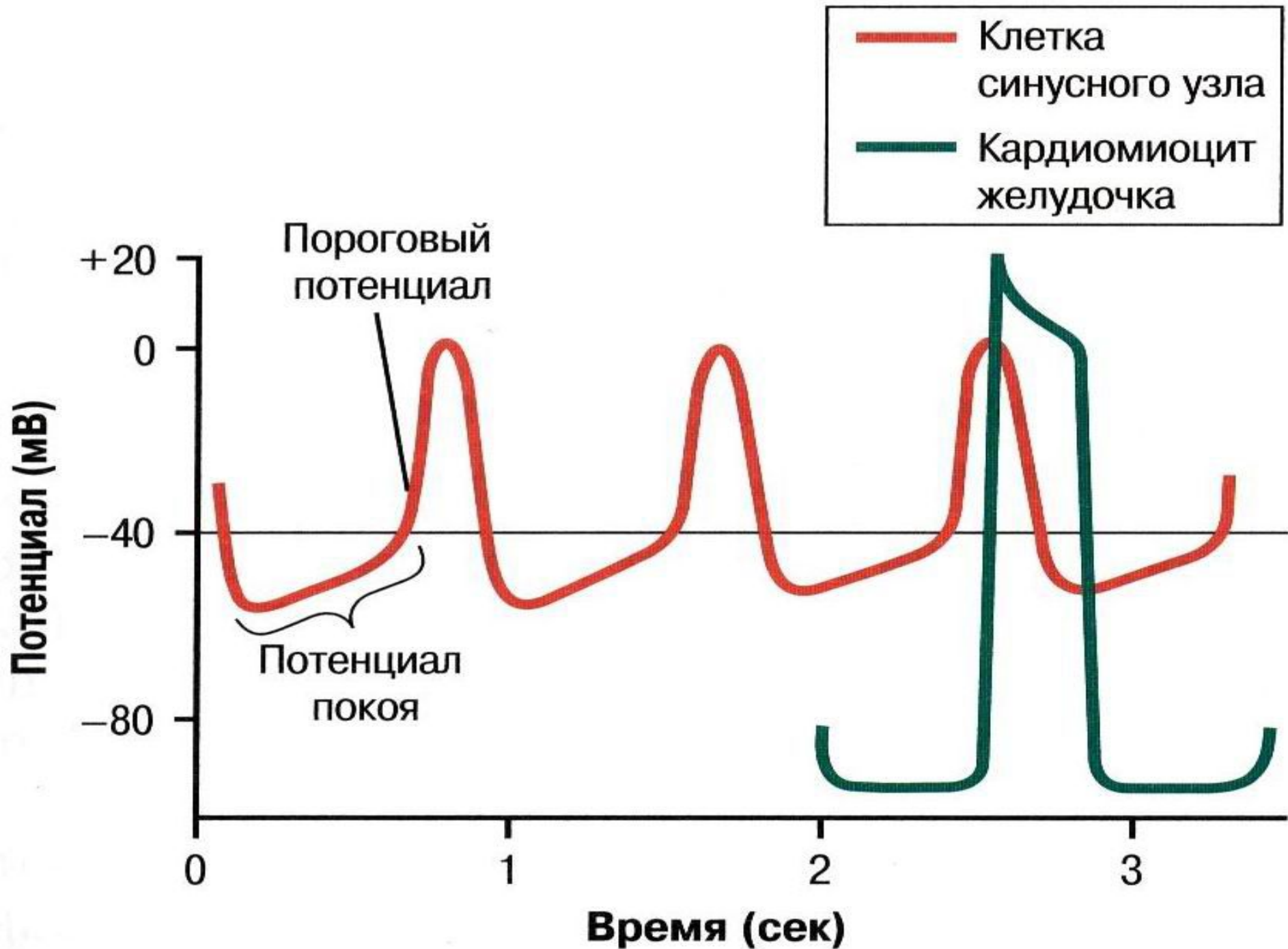


# АВТОМАТИЯ

СПОСОБНОСТЬ АТИПИЧНЫХ  
КАРДИОМИОЦИТОВ  
К САМОВОЗБУЖДЕНИЮ -  
СПОНТАННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ПД В  
ОТСУТСТВИЕ ВНЕШНИХ  
РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ

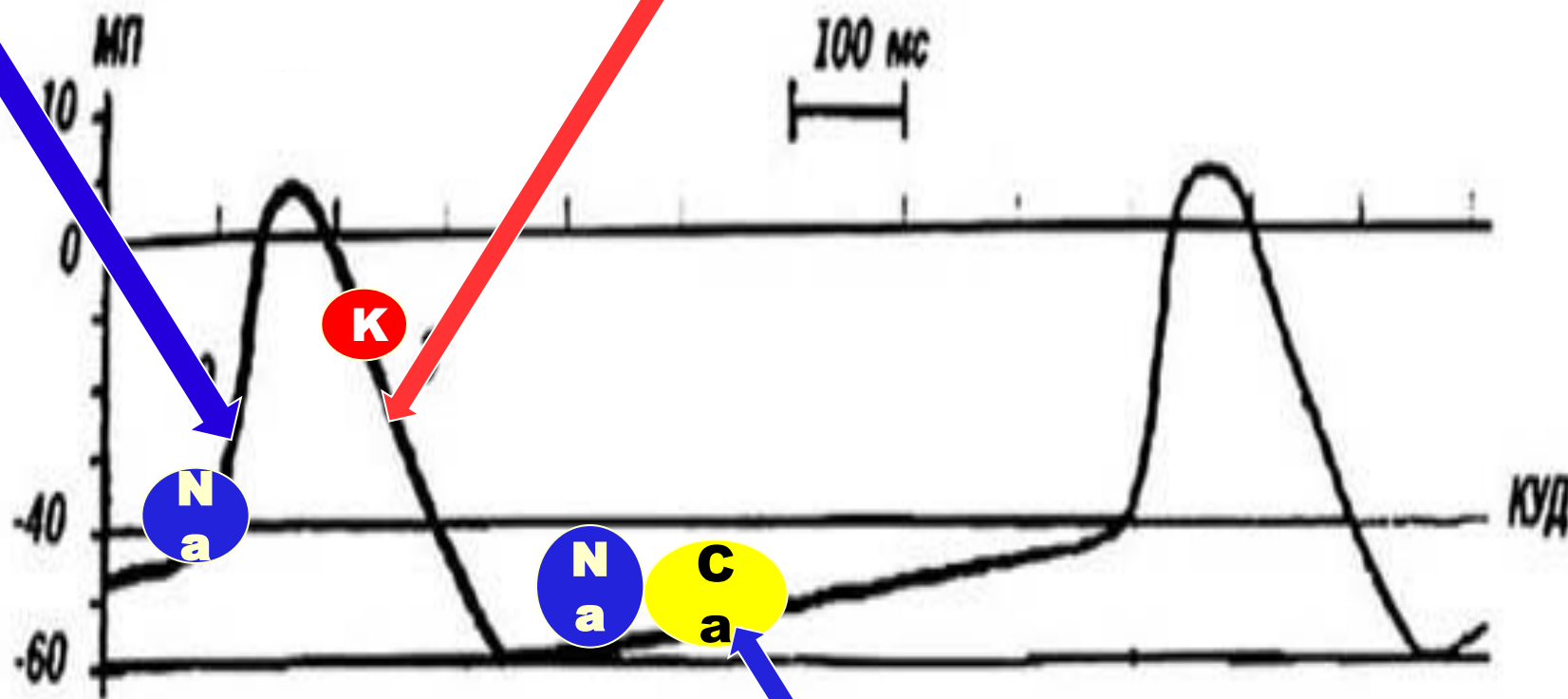
# САМОЗАРОЖДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ

- ЧАСТЬ **Na**-КАНАЛОВ ОТКРЫТА  
И В ПОКОЕ
- НЕМНОГО **Na<sup>+</sup>** ВХОДИТ  
В КАРДИОМИОЦИТ
- ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ МЕДЛЕННО  
СНИЖАЕТСЯ
- АКТИВИРУЮТСЯ **Na/Ca**-КАНАЛЫ
- ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСА



**БЫСТРАЯ  
ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ**

**РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ**



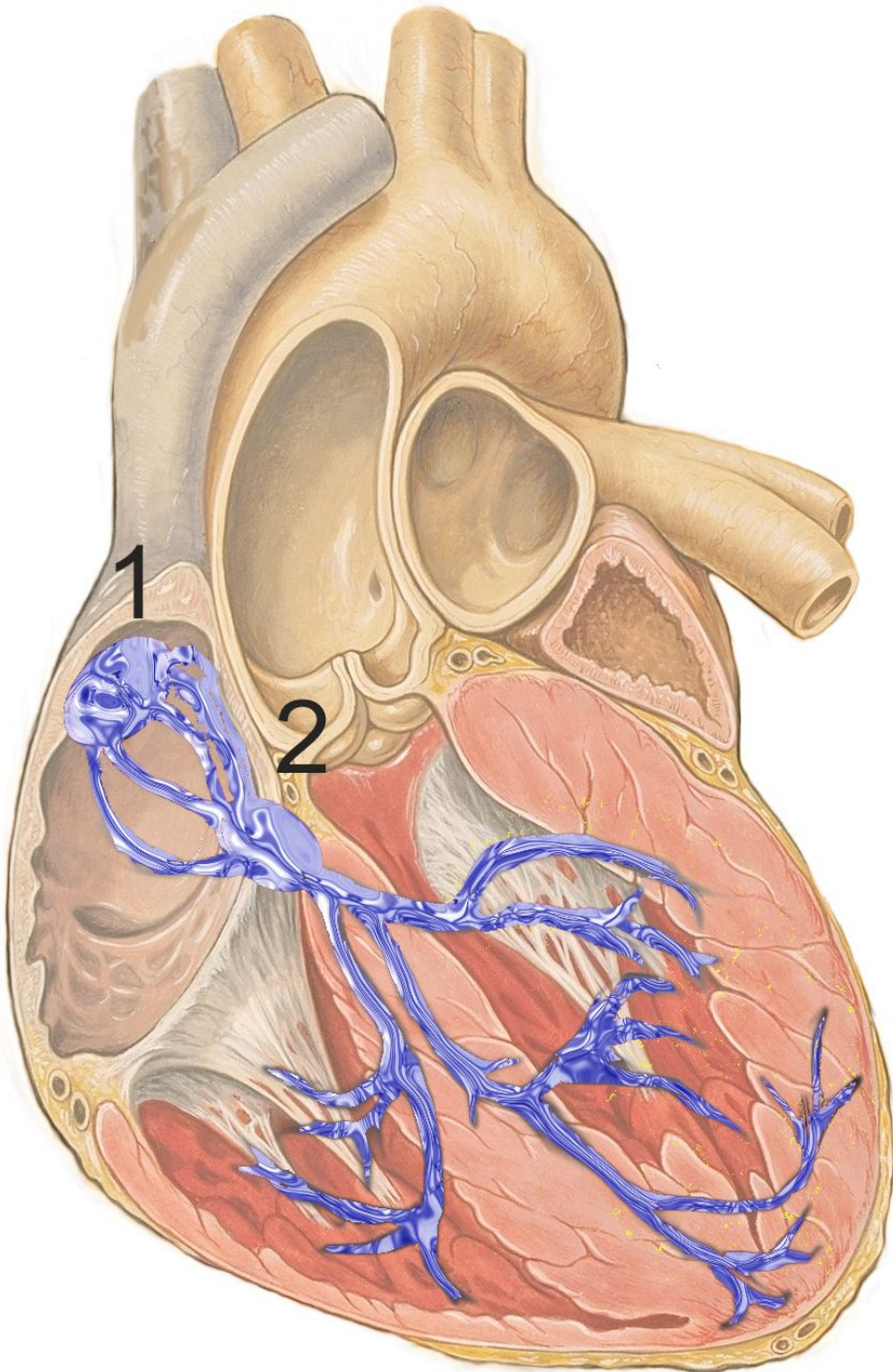
**МЕДЛЕННАЯ (СПОНТАННАЯ)  
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ**



# ТИПИЧНЫЙ КАРДОМИОЦИТ

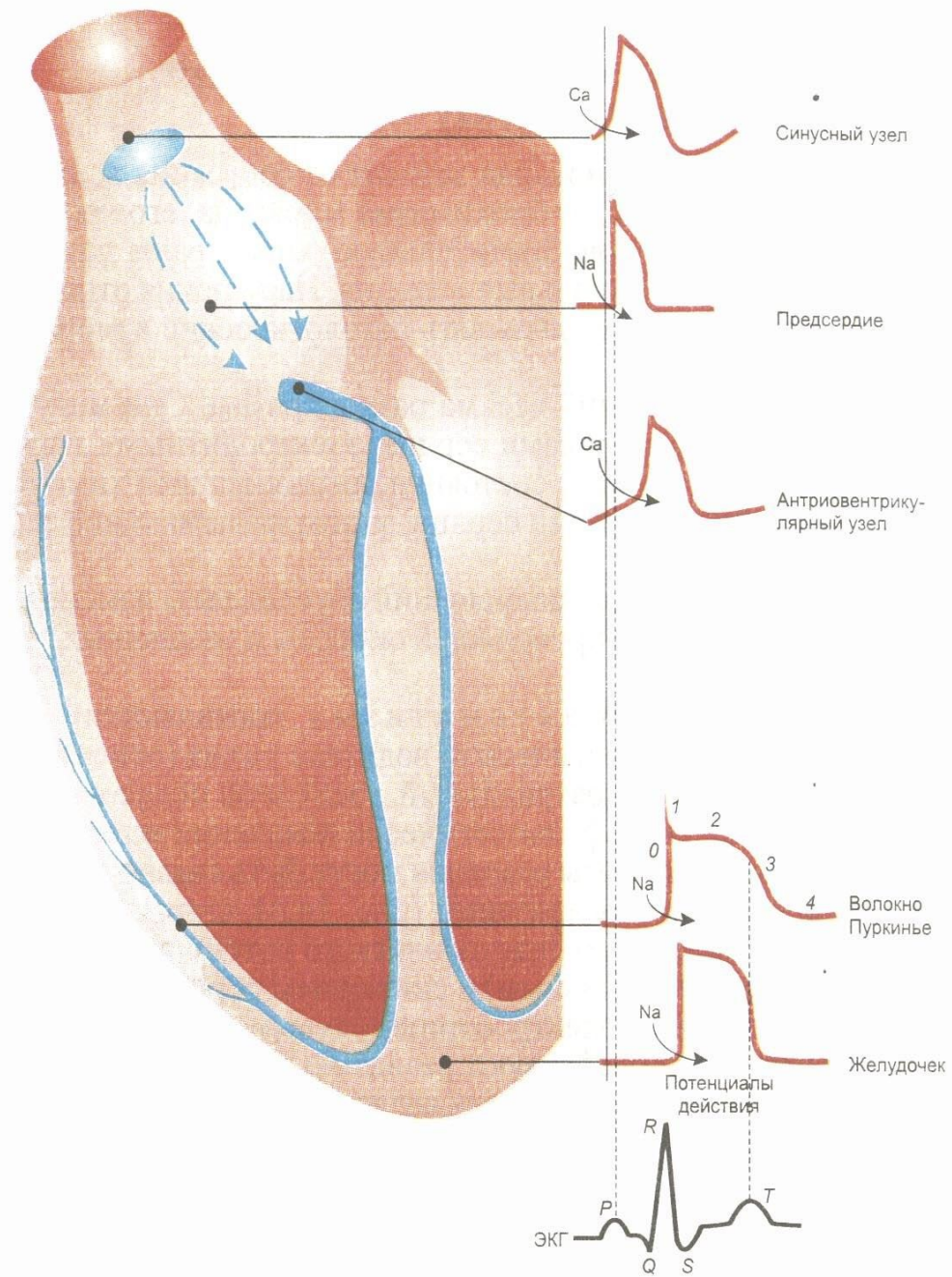
**ГРАДИЕНТ АВТОМАТИИ  
(ГАСКЕЛА) –  
НЕОДИНАКОВАЯ  
СПОСОБНОСТЬ  
К АВТОМАТИИ РАЗЛИЧНЫХ  
ОТДЕЛОВ ПРОВОДЯЩЕЙ  
СИСТЕМЫ**

# ВОДИТЕЛИ РИТМА *pacemakers*



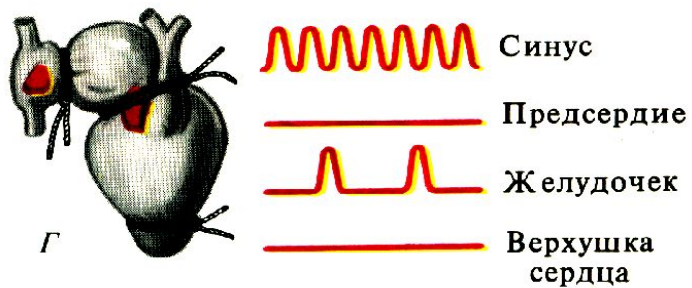
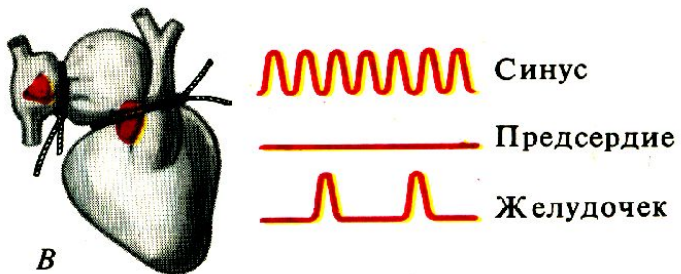
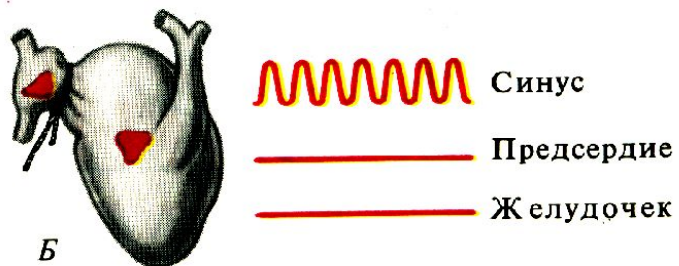
- **I** ПОРЯДКА –  
**СА-УЗЕЛ 60-90**
- **II** ПОРЯДКА –  
**АВ-УЗЕЛ 40-50**
- ПУЧОК ГИСА **30-40**
  - ВОЛОКНА  
ПУРКИНЬЕ **20**

# ПД ОТДЕЛОВ ПРОВО- ДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ



Проводящая система сердца.



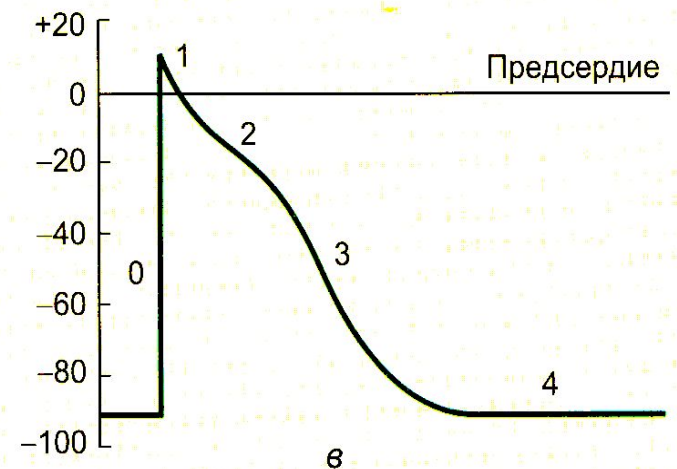
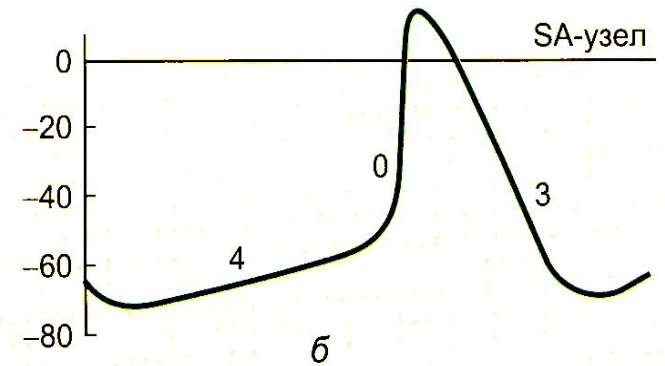
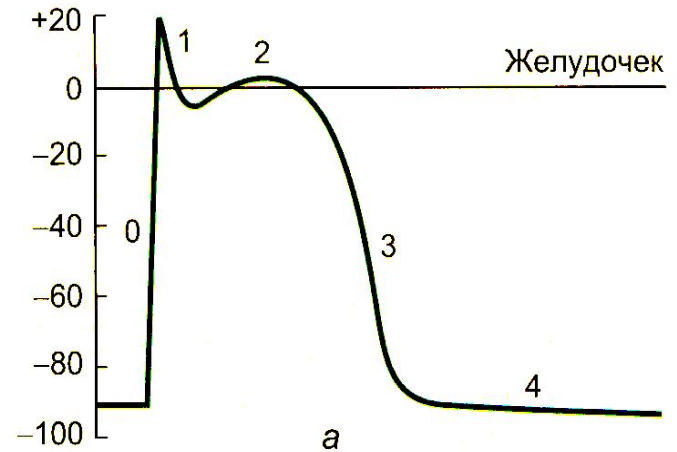


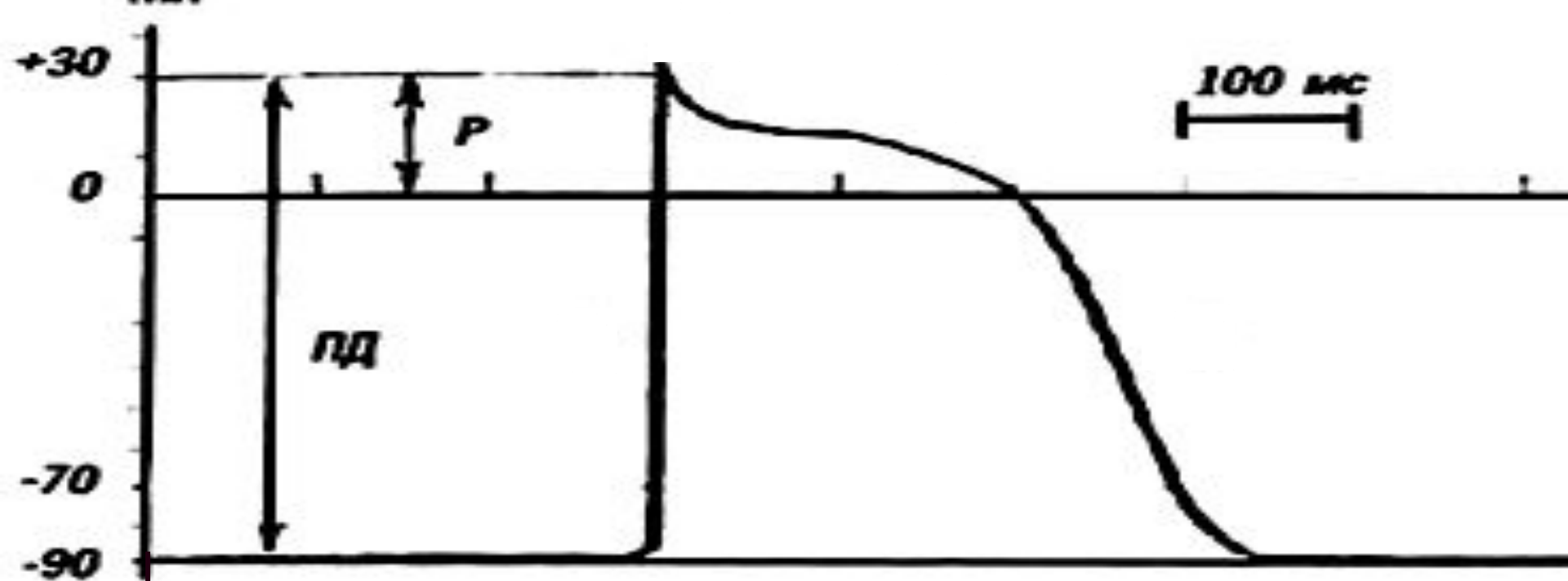
# ОПЫТ СТАННИУСА

# ВОЗБУДИМОСТЬ

СПОСОБНОСТЬ  
ОТВЕЧАТЬ  
НА ДЕЙСТВИЕ  
РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ  
ГЕНЕРАЦИЕЙ ПД

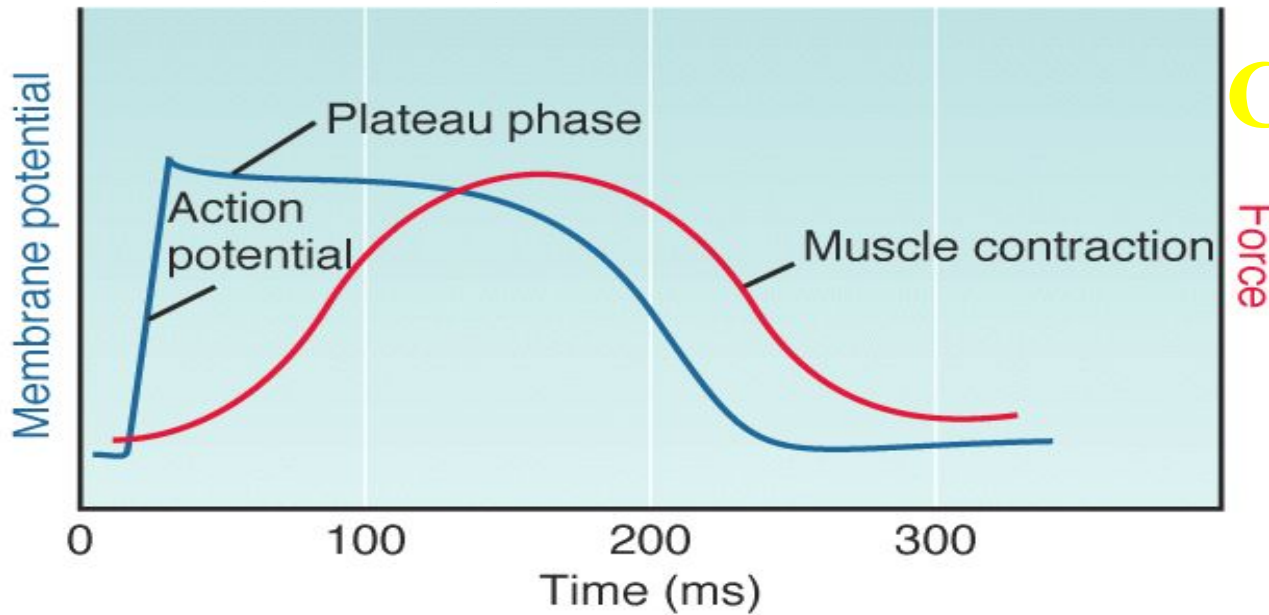
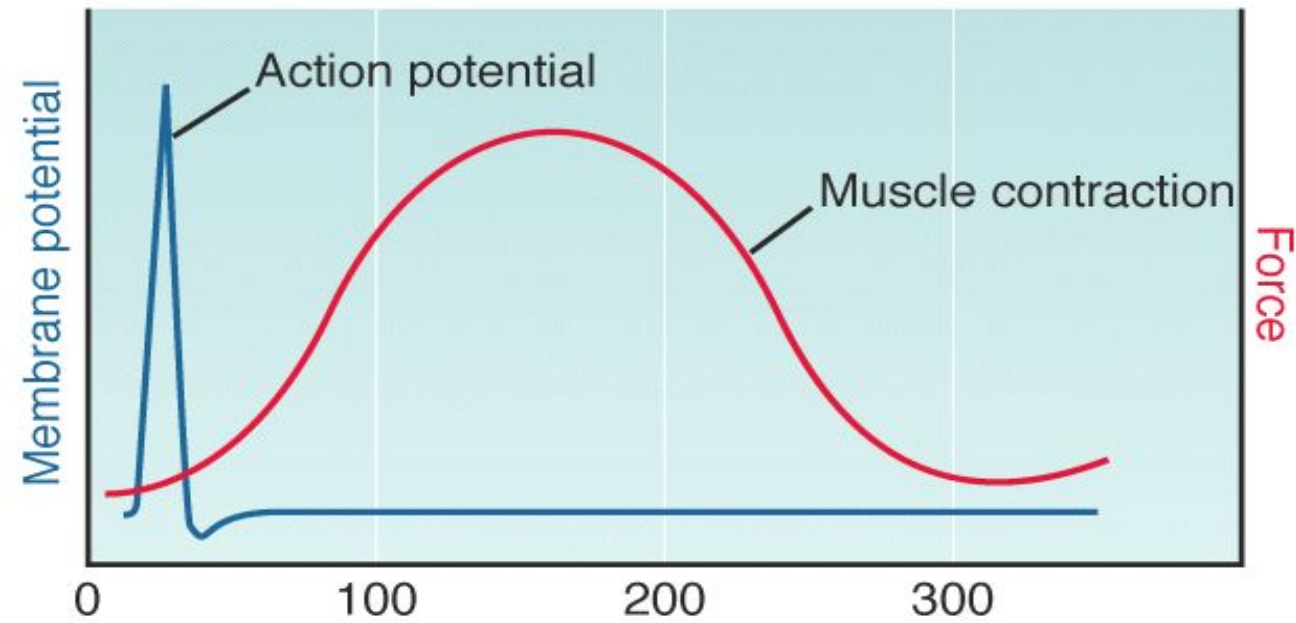
ТИПИЧНЫЕ и  
АТИПИЧНЫЕ  
КАРДИОМИОЦИТЫ



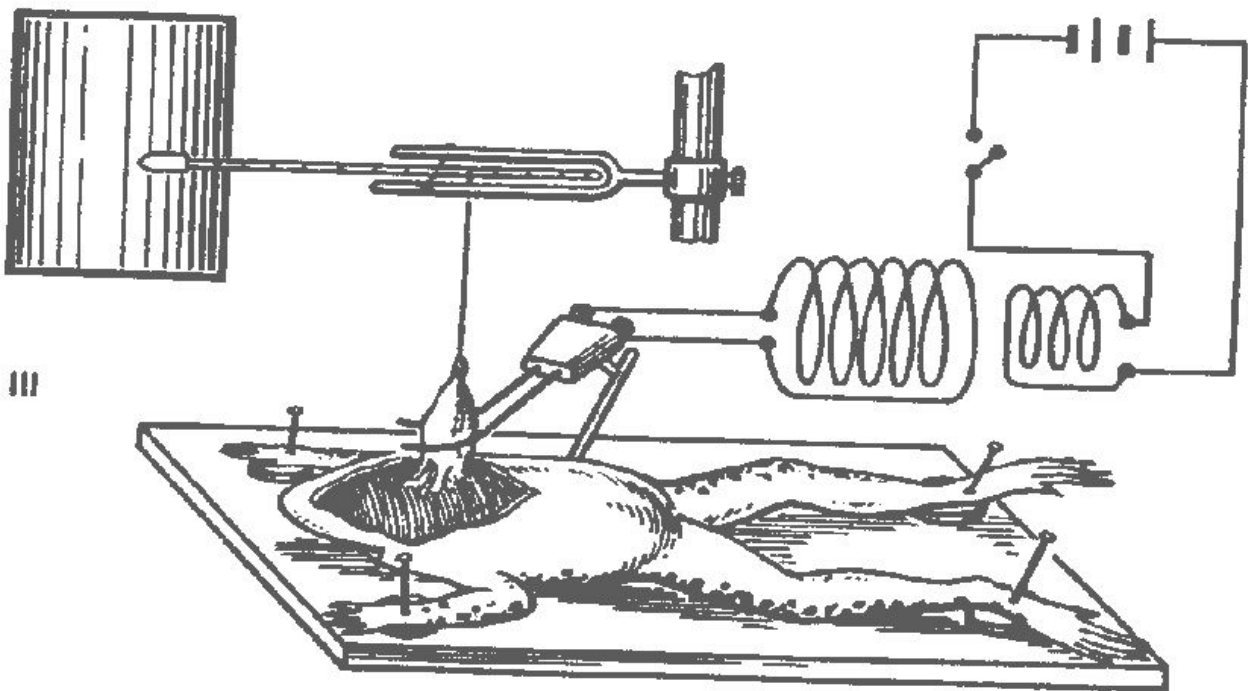
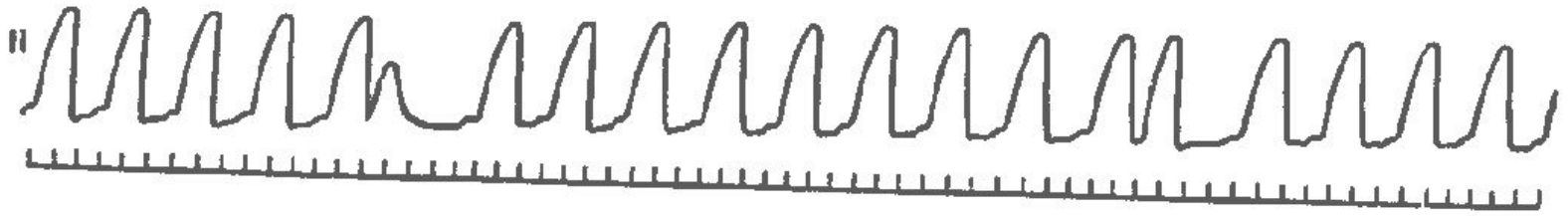
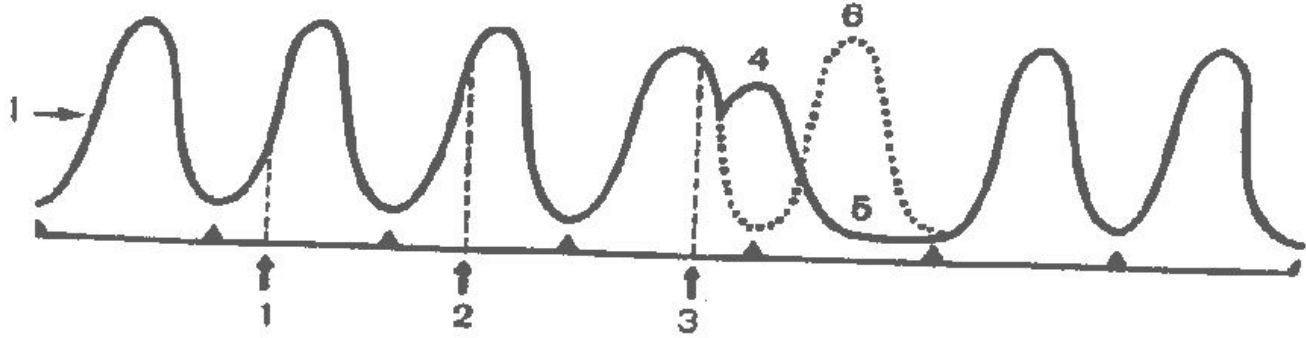


# РЕФРАКТЕРНОСТЬ

**В РЕЗУЛЬТАТЕ  
ТИПИЧНЫЕ  
КАРДИОМИОЦИТЫ  
НЕ СПОСОБНЫ  
К ТЕТАНУСУ  
ОТ ЧЕГО ЭТО  
ЗАЩИЩАЕТ СЕРДЦЕ?**



ГДЕ  
ЗДЕСЬ  
СЕРДЦЕ,  
А ГДЕ  
СКЕЛЕТНАЯ  
МЫШЦА?



**ЭКСТРАСИ  
СТОЛА  
и КОМПЕН  
САТОРНАЯ  
ПАУЗА**

# ПРОВОДИМОСТЬ

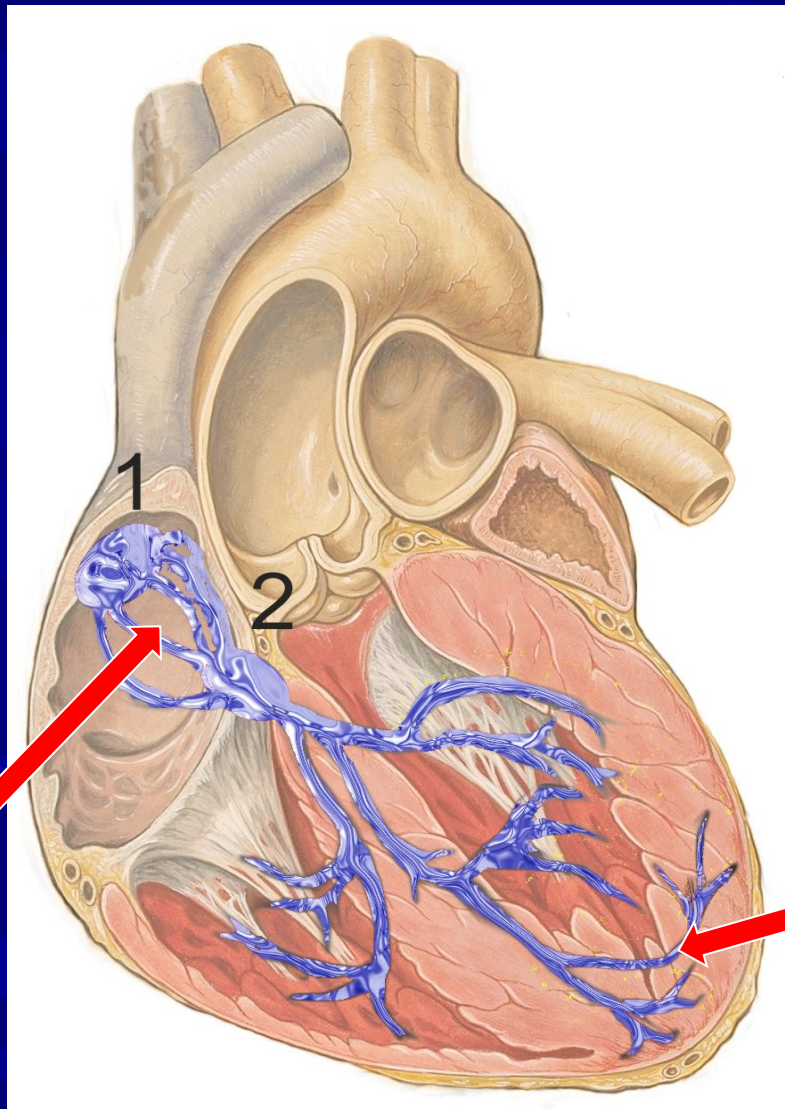
**ТИПИЧНЫЕ** КАРДИОМИОЦИТЫ –  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ  
**СИНЦИТИЙ** –  
КЛЕТКИ РАБОТАЮТ  
КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

**АТИПИЧНЫЕ** КАРДИОМИОЦИТЫ  
– ВЫСОКАЯ **СКОРОСТЬ**

# СКОРОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ

м/с

АВ-  
ЗАДЕРЖКА



0.4

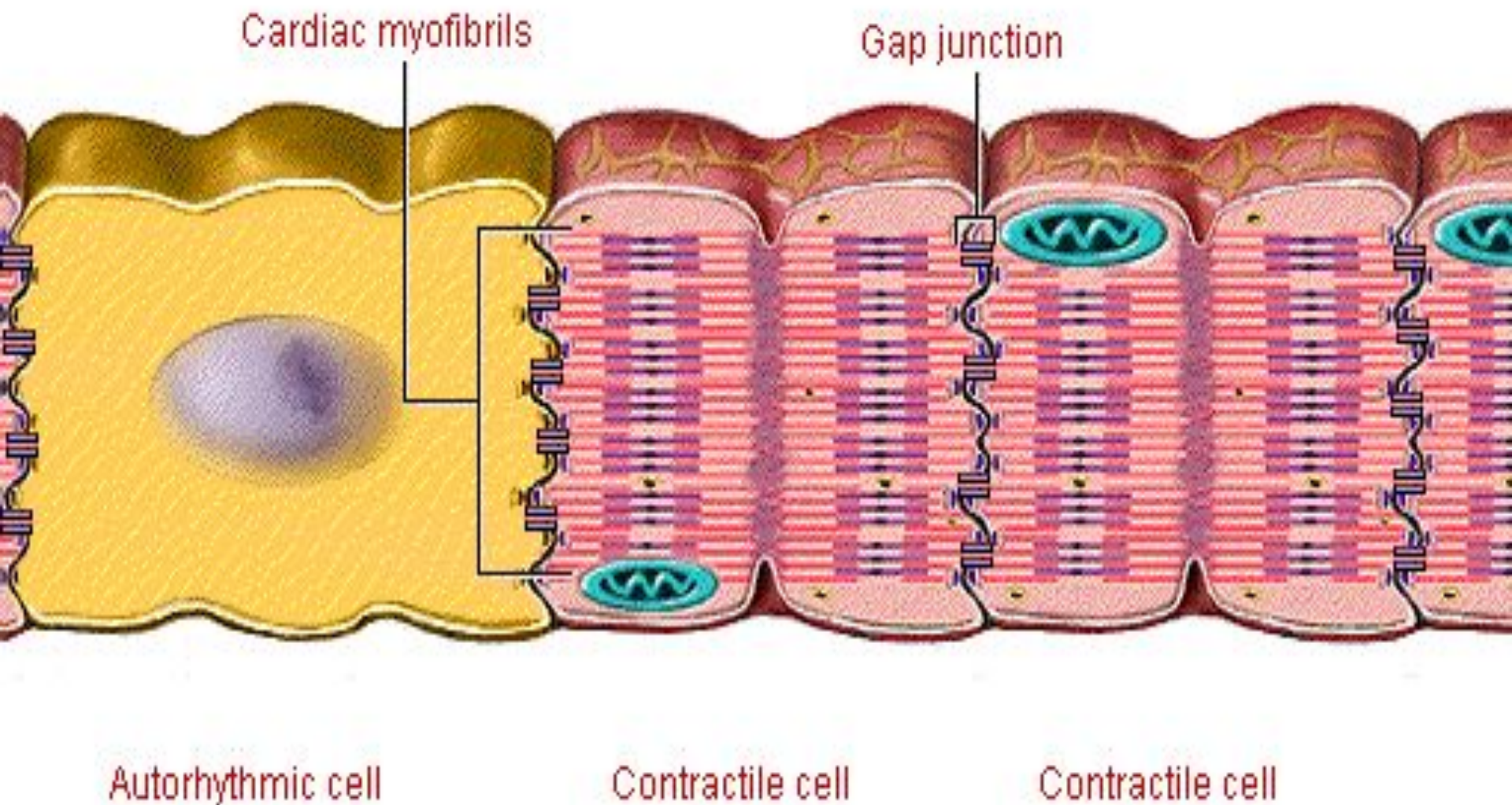
4.0



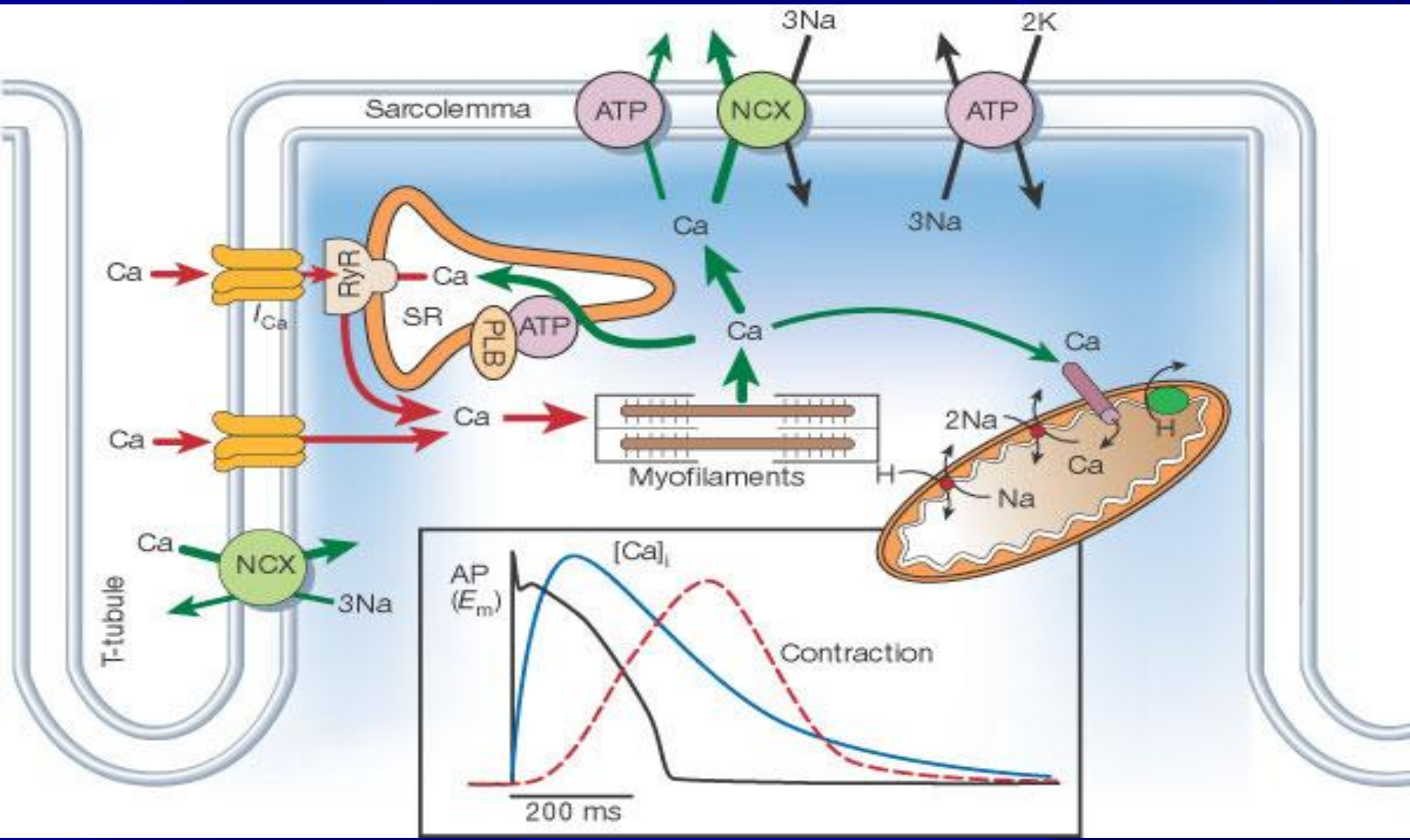
# АВ-ЗАДЕРЖКА

- В АВ-УЗЛЕ МЕНЬШЕ ЩЕЛЕВЫХ КОНТАКТОВ
- ЗАДЕРЖКА НА **0,09** с
- ПУЧОК ПРОВОДИТ В ОДНУ СТОРОНУ

# НЕКСУСЫ – КОНТАКТЫ С НИЗКИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ



# СОКРАТИМОСТЬ



# СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА

- ЗАКОН «**ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО**»
- **ЗАКОН СЕРДЦА (ФРАНКА-СТАРЛИНГА)**
- ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ ~ ДЛИТЕЛЬНОСТИ **ПД (мс)**:  
    **П ~ 100, Ж ~ 300-400**
- НЕ СПОСОБНА К ТЕТАНУСУ
- **НУЖЕН ВНЕКЛЕТОЧНЫЙ  $\text{Ca}^{2+}$**

**«ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО»**

**УВЕЛИЧЕНИЕ СИЛЫ  
РАЗДРАЖЕНИЯ ВЫШЕ  
ПОРОГОВОЙ  
НЕ ВЕДЕТ  
К УВЕЛИЧЕНИЮ СИЛЫ  
СОКРАЩЕНИЯ**



СИЛА  
СОКРАЩЕНИЯ



СИЛА  
РАЗДРАЖЕНИЯ



Мышца сердца



Скелетная мышца

# ЗАКОН СЕРДЦА, или ФРАНКА-СТАРЛИНГА

- СИЛА СОКРАЩЕНИЯ МИОКАРДА ~ СТЕПЕНИ ЕГО КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ В ДИАСТОЛУ
- ЧЕМ БОЛЬШЕ РАСТЯЖЕНИЕ МИОКАРДА В ДИАСТОЛУ, ТЕМ СИЛЬНЕЕ ЕГО СОКРАЩЕНИЕ В СИСТОЛУ
- ЭТО – **ГЕТЕРО**МЕТРИЧЕСКАЯ САМОРЕГУЛЯЦИЯ

# РАСТЯЖИМОСТЬ И ЭЛАСТИЧНОСТЬ

- СМЯГЧАЮТ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР
- ЭЛАСТИЧЕСКИЕ СИЛЫ,  
ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ  
СТЕНОК (В ДИАСТОЛУ), УВЕЛИЧИВАЮТ  
СИЛУ СОКРАЩЕНИЙ В НАЧАЛЕ  
СИСТОЛЫ,  
И СПОСОБСТВУЮТ РАССЛАБЛЕНИЮ ПО  
ЕЕ ОКОНЧАНИИ



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИОКАРДА

ГЛАВНЫЙ ИСТОЧНИК - **АЭРОБНОЕ**  
ОКИСЛЕНИЕ (ЗАВИСИТ ОТ **O<sub>2</sub>**)

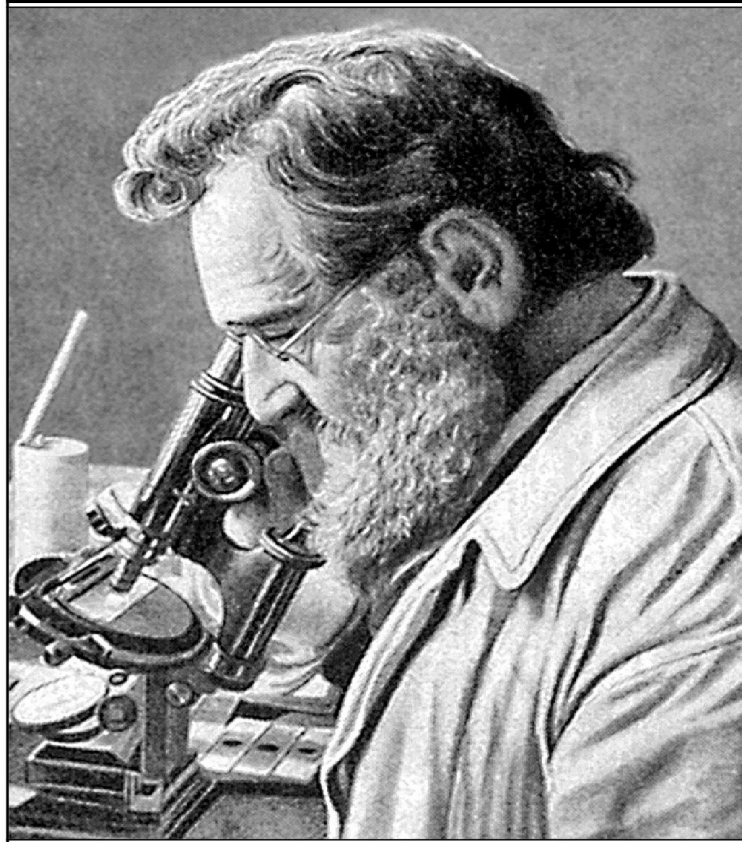
НОСИТЕЛИ (%):

- СВОБ. ЖК и МОЛОЧНАЯ К-ТА – **60**
- ГЛЮКОЗА – **30**
- ПВК и КЕТОНОВЫЕ ТЕЛА – **10**

# ПЕРЕРЫВ 5 МИН



# ИЛЪЯ ИЛЪИЧ МЕЧНИКОВ



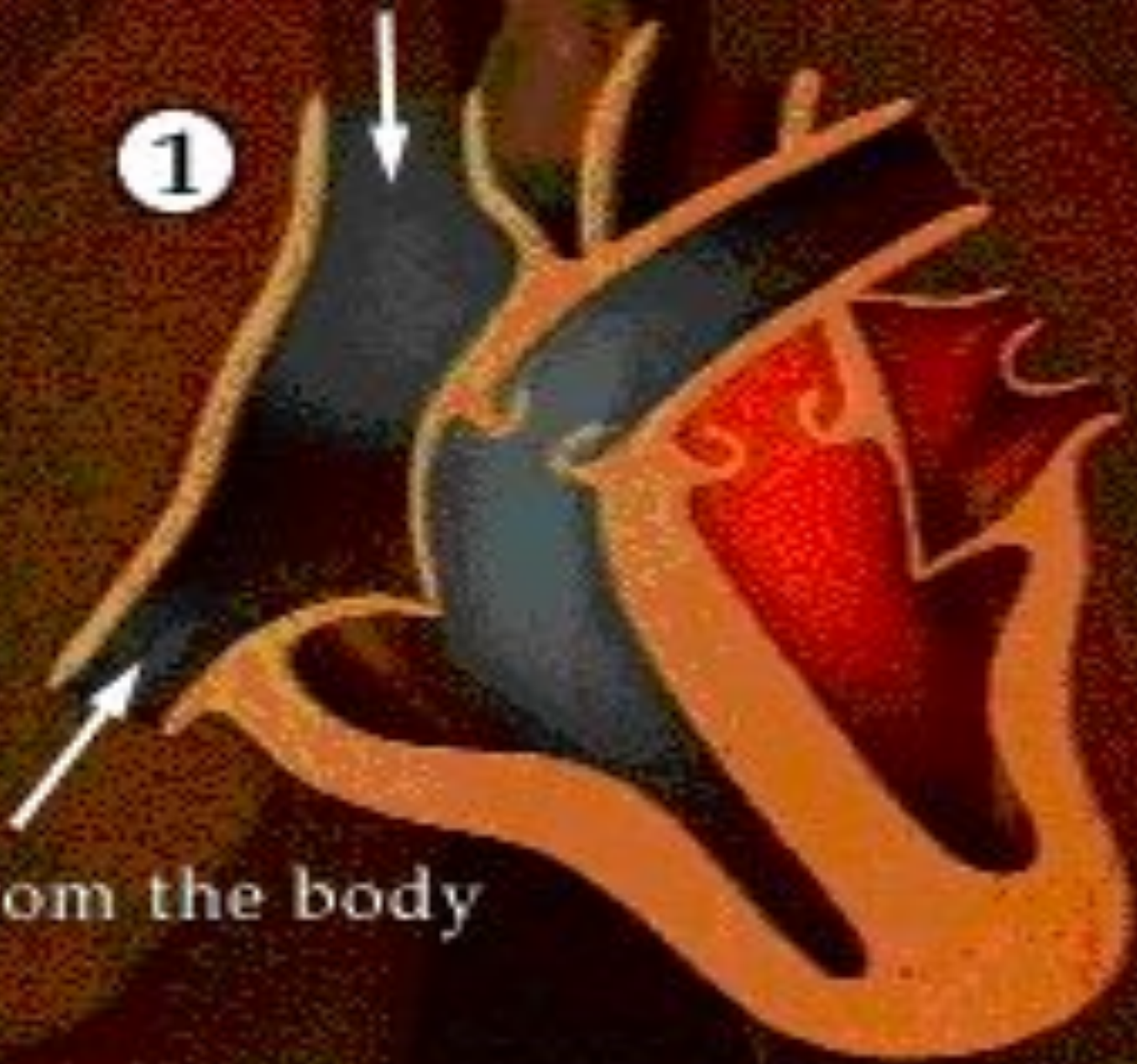
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ  
ЖИЗНИ И ТВОРЧЕСТВА

# СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ

При ЧСС = 75 уд/мин  
ЦИКЛ = 0.8 с

from the body

1



from the body

# ЦИКЛ ЖЕЛУДОЧКОВ

ЦИКЛ

0 80

S 0.33

D 0.47

**ЦИКЛ**

**S**

**D**

**ПЕРИОД  
НАПРЯЖЕНИЯ**

**ПЕРИОД  
ИЗГНАНИЯ**

**ЦИКЛ**

**S**

**D**

**ПЕРИОД  
НАПРЯЖЕНИЯ**

**ПЕРИОД ИЗГНАНИЯ**

**ФАЗА  
АСИНХРОННОГО  
СОКРАЩЕНИЯ**

**ФАЗА  
ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО  
СОКРАЩЕНИЯ**

**ФАЗА  
БЫСТРОГО  
ИЗГНАНИЯ**

**ФАЗА  
МЕДЛЕННОГО  
ИЗГНАНИЯ**



**ЦИКЛ**

**S**

**D**

**ПЕРИОД НАПРЯЖЕНИЯ**

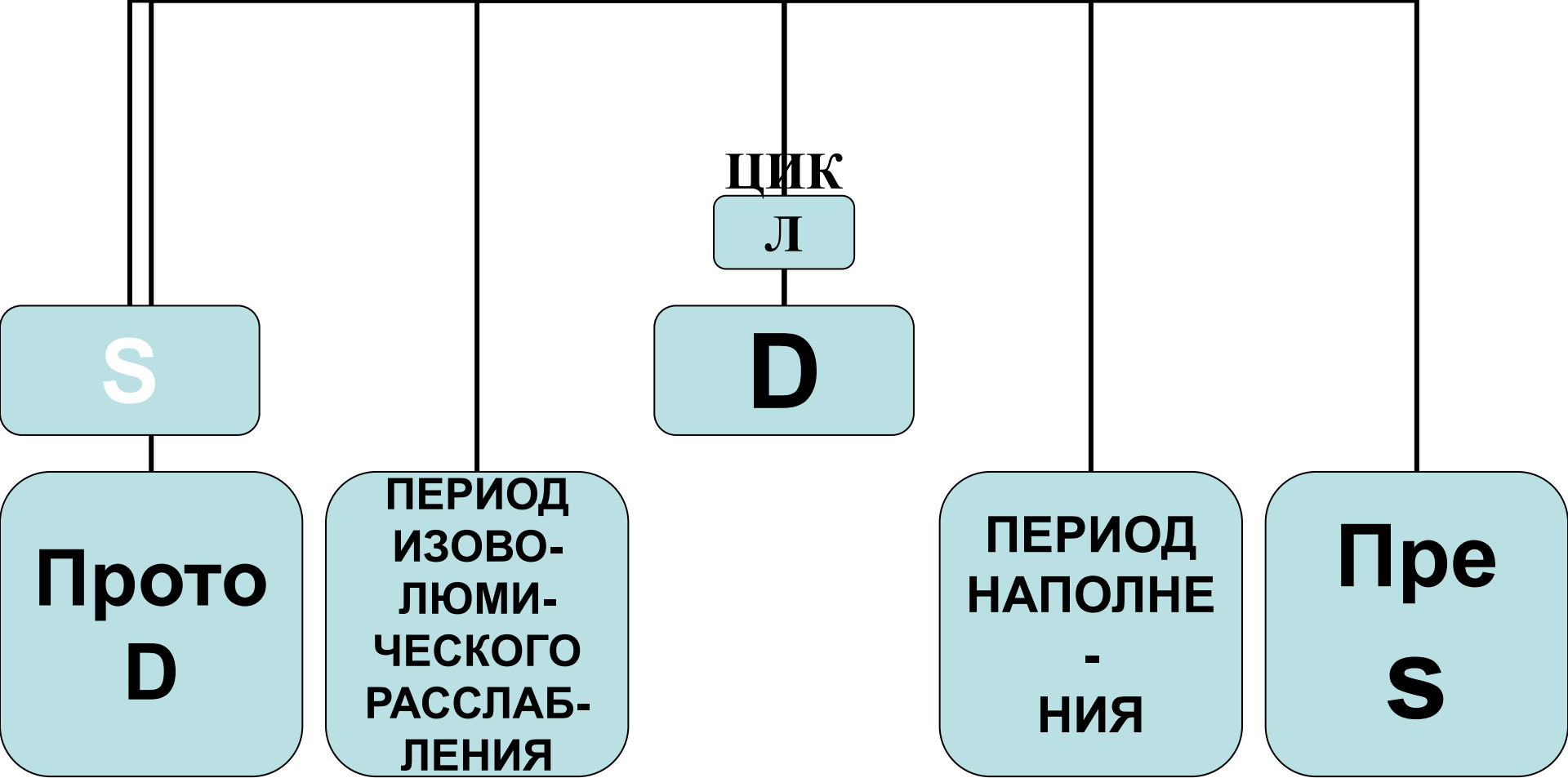
**ПЕРИОД ИЗГНАНИЯ**

**ФАЗА  
АСИНХРОННОГО  
СОКРАЩЕНИЯ**

**ФАЗА  
ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО  
СОКРАЩЕНИЯ**

**ФАЗА  
БЫСТРОГО  
ИЗГНАНИЯ**

**ФАЗА  
МЕДЛЕННОГО  
ИЗГНАНИЯ**



**ЦИКЛ**

**S**

**D**

**Прото  
D**

ПЕРИОД  
ИЗОВО-  
ЛЮМИ-  
ЧЕСКОГО  
РАССЛАБ-  
ЛЕНИЯ

**ПЕРИОД  
НАПОЛНЕ  
-  
НИЯ**

**Пре  
S**

**ФАЗА БЫСТРОГО  
НАПОЛНЕНИЯ**

**ФАЗА МЕДЛЕННОГО НАПОЛНЕНИЯ**

1. **НАПРЯЖЕНИЯ**  
асинхронного сокращения  
изоволюмического сокращения

2. **ИЗГНАНИЯ**  
быстрого  
медленного

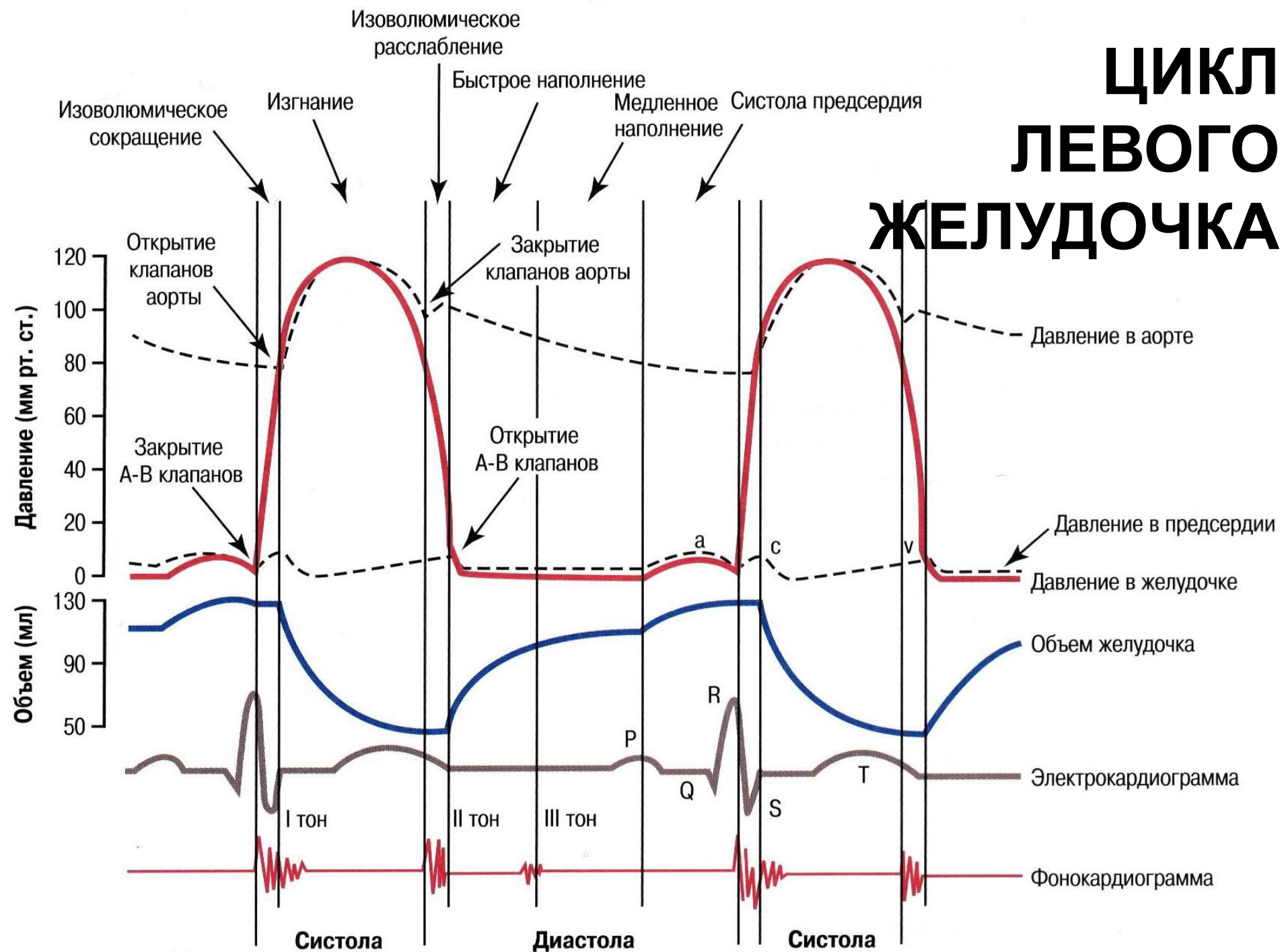
3. **ПРОДОДИАСТОЛИЧЕСКИЙ**

4. **ИЗОВОЛЮМИЧЕСКОГО РАССЛАБЛЕНИЯ**

5. **НАПОЛНЕНИЯ**  
быстрого  
медленного

6. **ПРЕСИСТОЛИЧЕСКИЙ**

# ЦИКЛ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА



**ЦИКЛ**

**S**

**D**

**Прото  
D**

ПЕРИОД  
ИЗОВО-  
ЛЮМИ-  
ЧЕСКОГО  
РАССЛАБ-  
ЛЕНИЯ

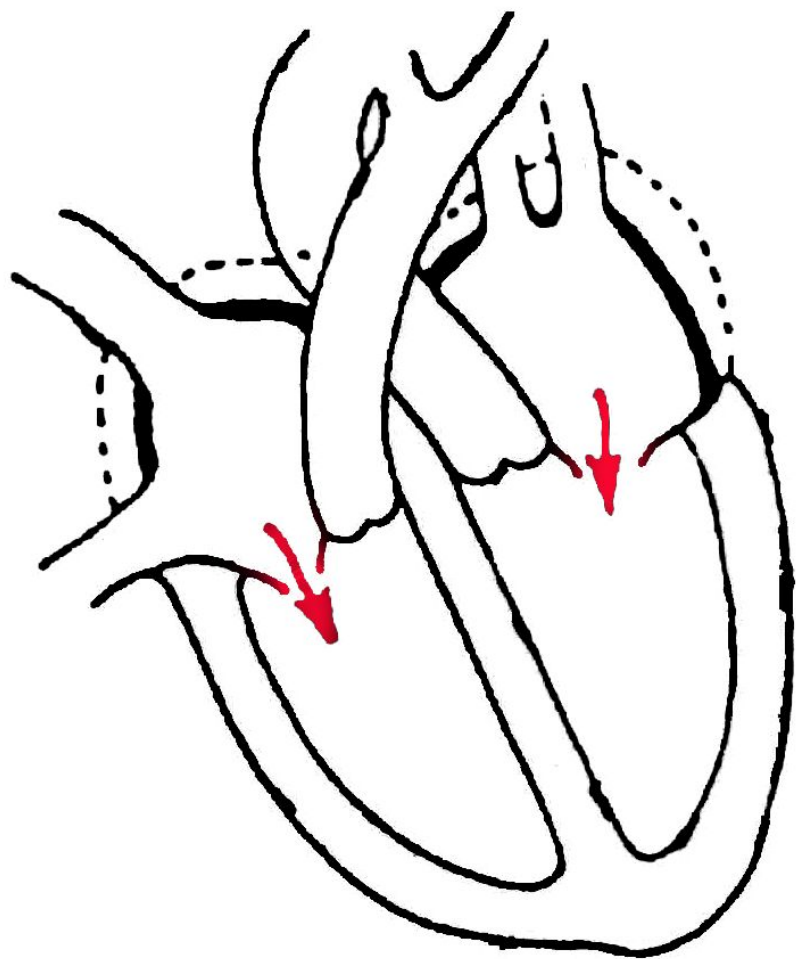
ПЕРИОД  
НАПОЛНЕ-  
НИЯ

**Пре  
S**

**ФАЗА БЫСТРОГО  
НАПОЛНЕНИЯ**

**ФАЗА МЕДЛЕННОГО НАПОЛНЕНИЯ**

# ПРЕСИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ, или СИСТОЛА ПРЕДСЕРДИЙ



**АВ ОТКРЫТЫ**  
**ПЛ ЗАКРЫТЫ**

**ДАВЛЕНИЕ**  
**В ЕДИНОЙ**  
**ПОЛОСТИ**

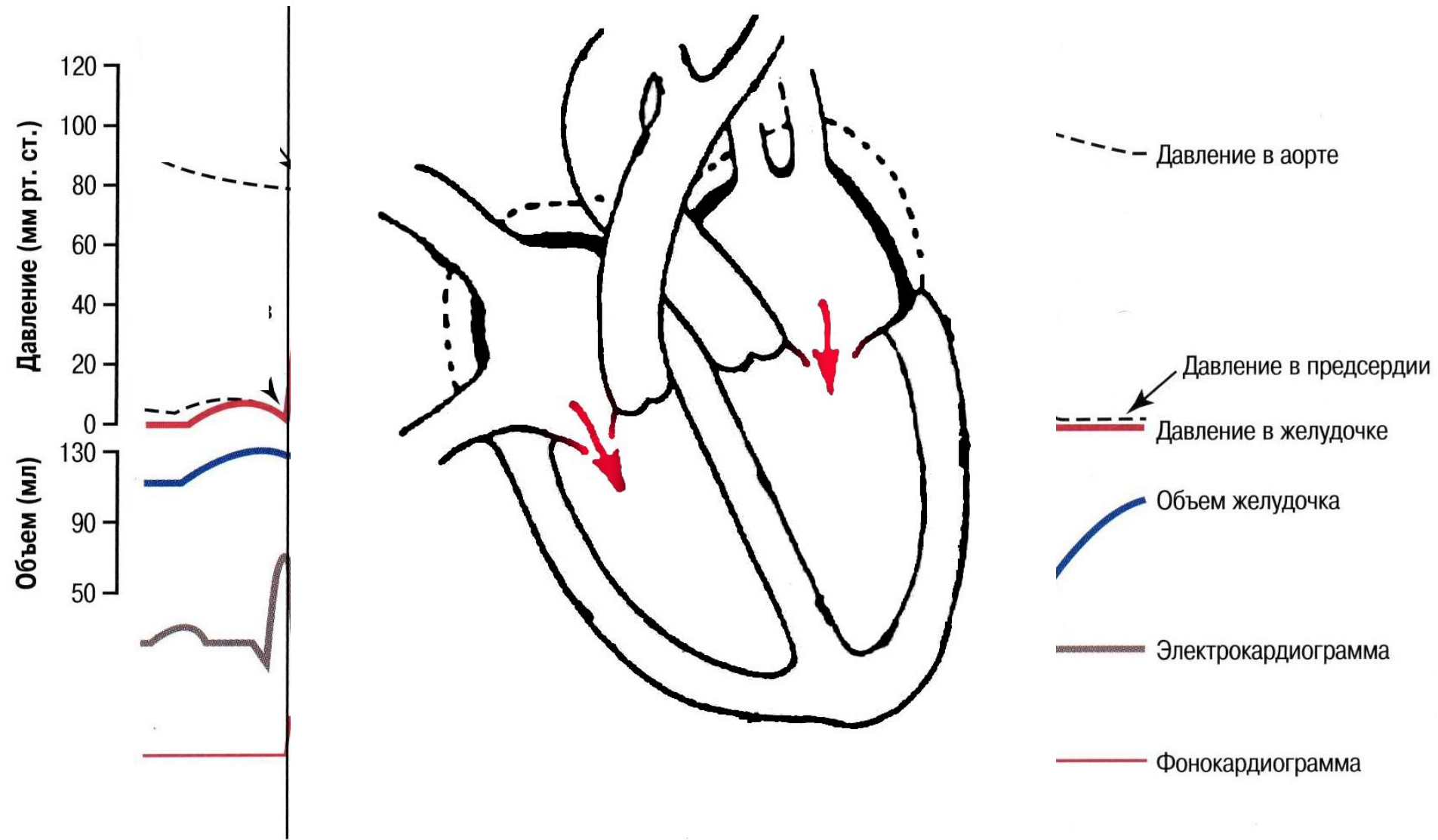
**~ 0 → 5-8 мм рт.ст.**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНО**  
**В ЖЕЛУДОЧКИ**

**ПОСТУПАЕТ**

**20% КДО**

# ПРЕСИСТОЛИЧЕСКИЙ ПЕРИОД



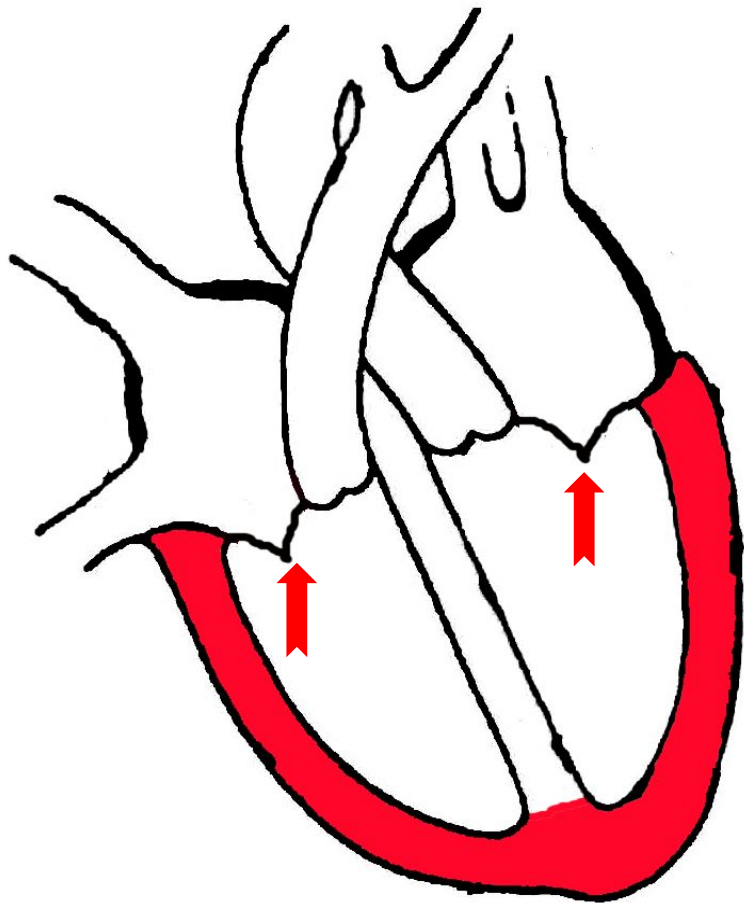


# СИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ

**ПЕРИОД  
НАПРЯЖЕНИЯ:**

**ФАЗА  
АСИНХРОННОГО  
СОКРАЩЕНИЯ  
QR**

# ПЕРИОД НАПРЯЖЕНИЯ. ФАЗА ИЗОВОЛЮМИЧЕСКОГО СОКРАЩЕНИЯ



**ПЛ закрыты**

**В начале фазы**

**АВ закрываются**

**→ начало I тона**

**$P \uparrow$  до 80 мм рт.ст.**

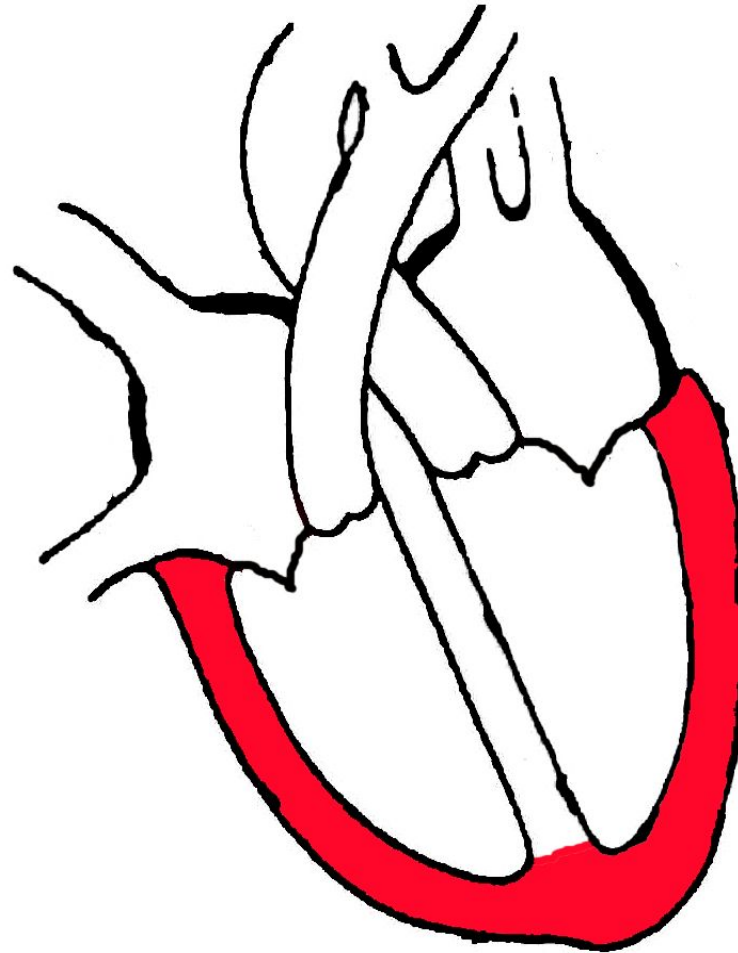
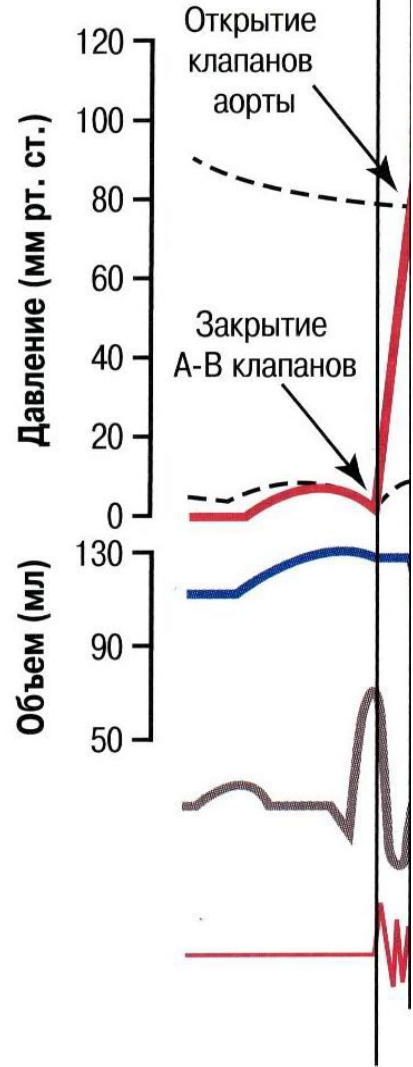
**RS**

# ПЕРИОД

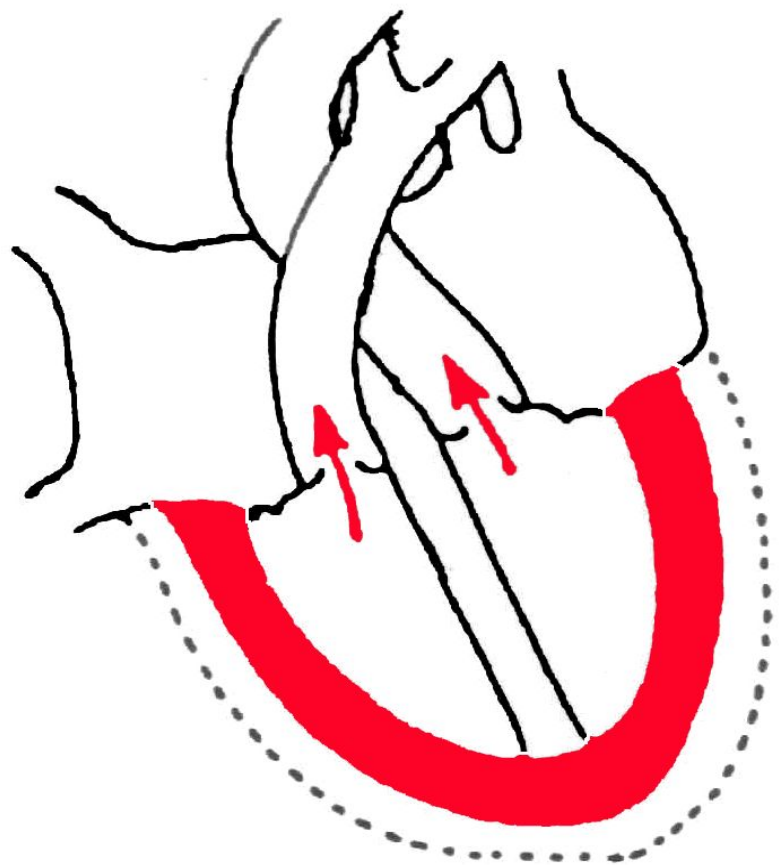
# НАПРЯЖЕНИЯ

асинхронного сокращения  
изоволюмического сокращения

Изоволюмическое  
сокращение



# ПЕРИОД ИЗГНАНИЯ



**АВ закрыты**

**ПЛ открыты**

**ФАЗА БЫСТРОГО**

**Р ↑ ЛЖ до 120**

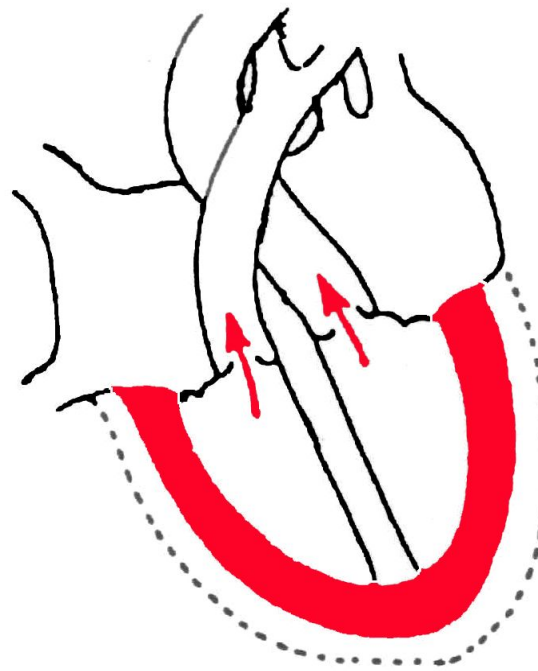
**ПЖ до 30**

**ФАЗА МЕДЛЕННОГО**

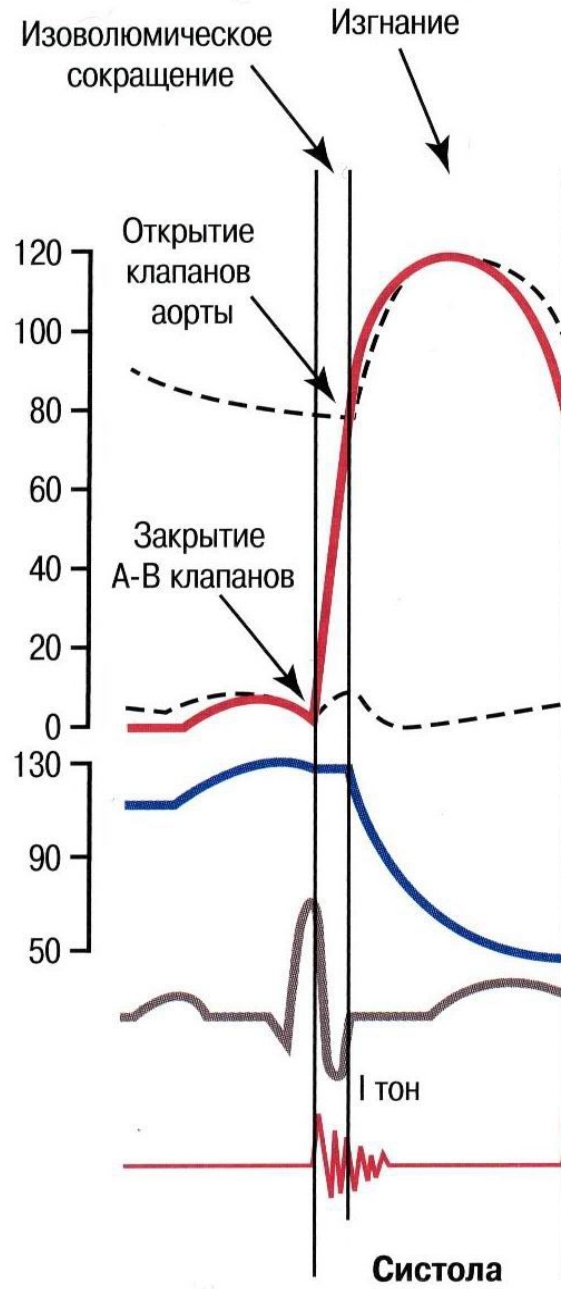
**Р ↓ до 80**

# ПЕРИОД ИЗГНАНИЯ

## быстрого медленного

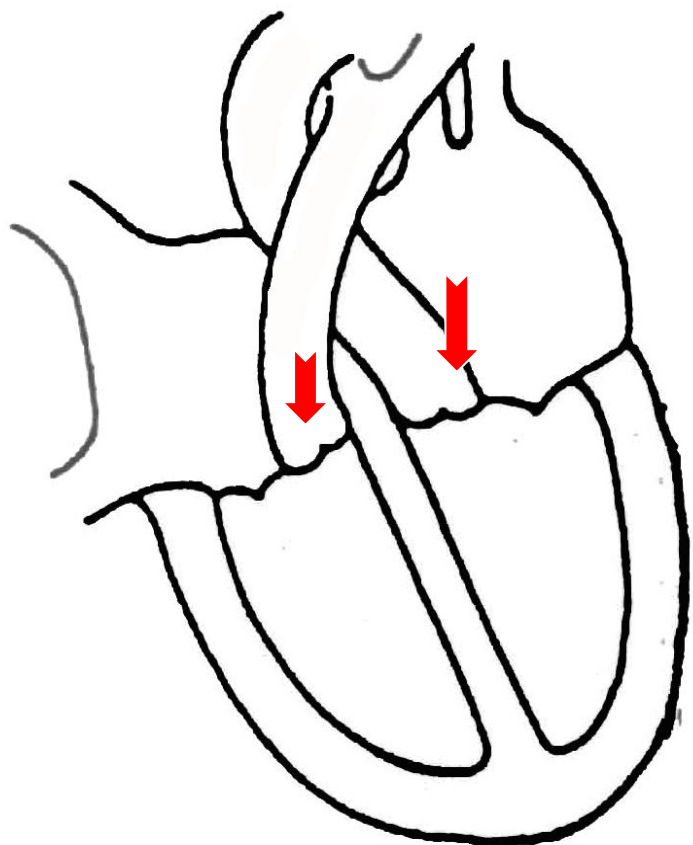


- - - Давление в аорте
- Давление в предсердии
- Давление в желудочке
- Объем желудочка
- Электрокардиограмма
- Фонокардиограмма



# ДИАСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ

# ПРОТОДИАСТОЛИЧЕСКИЙ ПЕРИОД



$P_{\text{Ж}} < P_{\text{СОСУД}}$

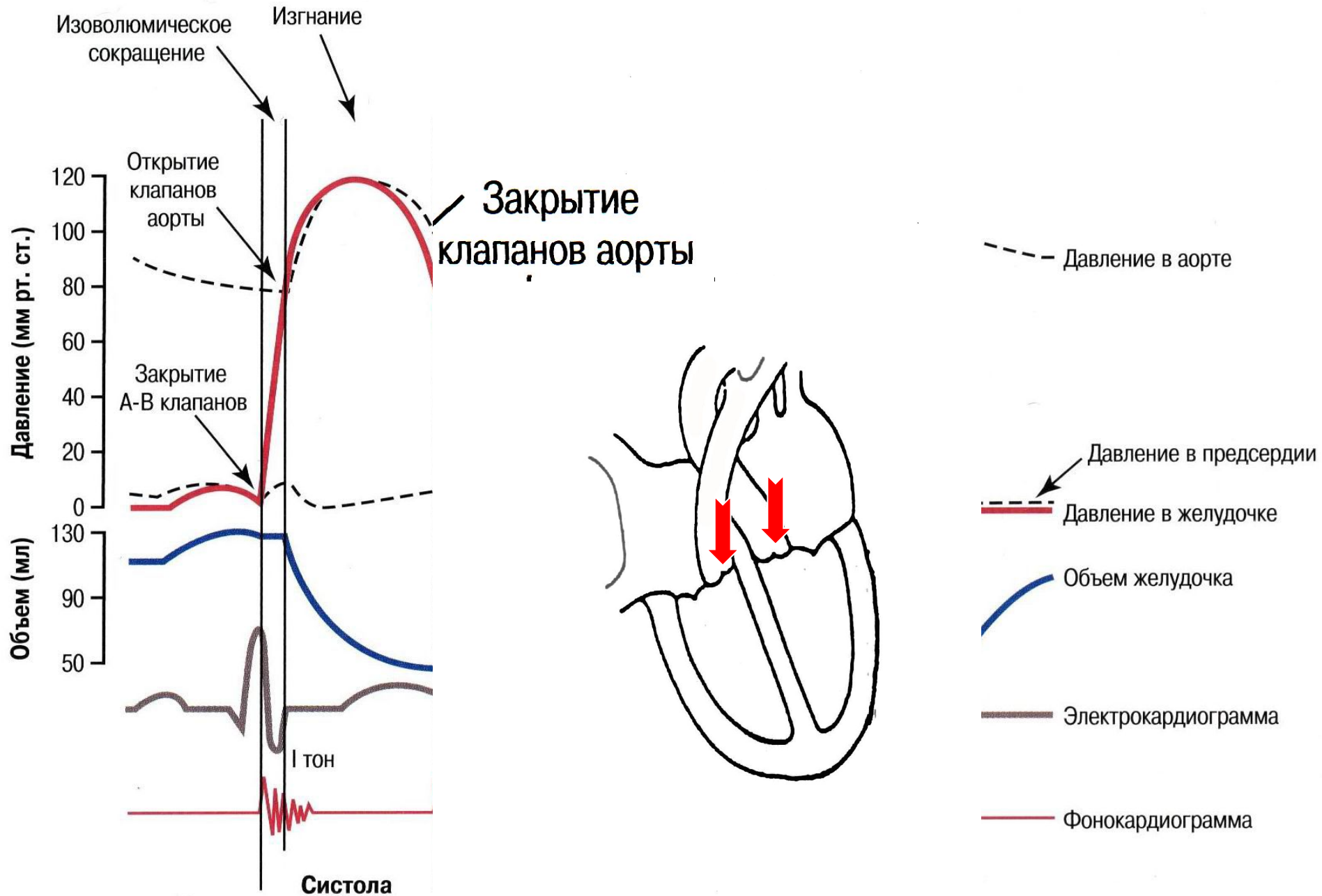
**ЗАХЛОПЫВАНИЕ**

**ПЛ →**

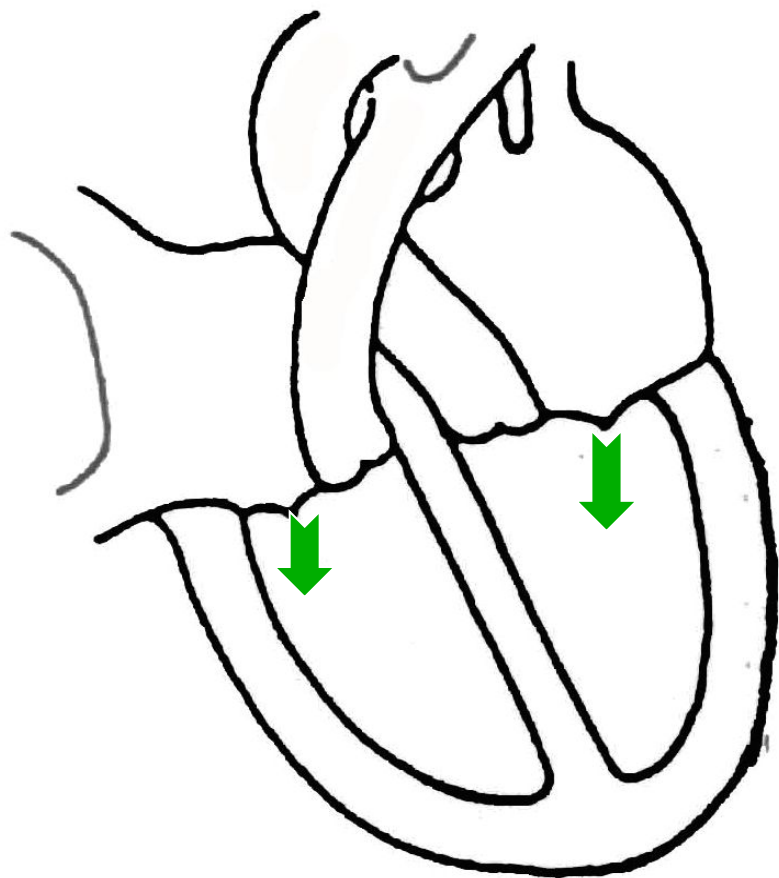
**НАЧАЛО ■ тона**



# ПРОТОДИАСТОЛИЧЕСКИЙ ПЕРИОД



# ПЕРИОД ИЗОВОЛЮМИЧЕСКОГО РАССЛАБЛЕНИЯ



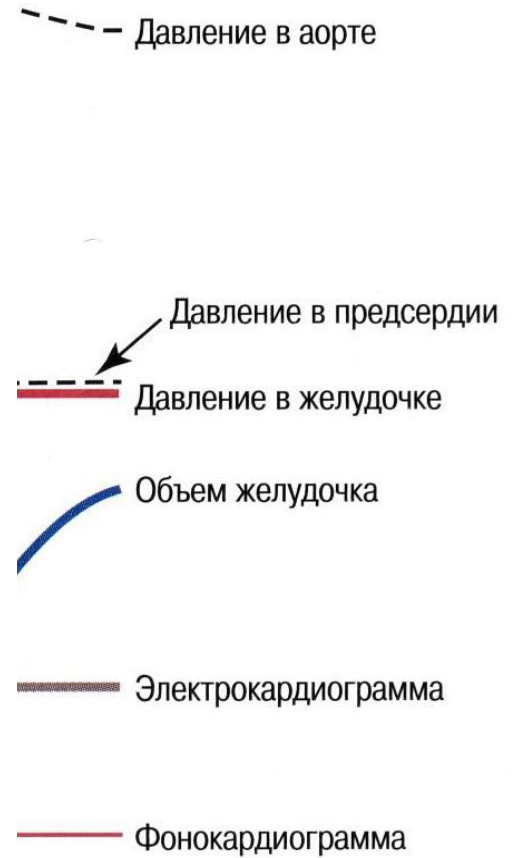
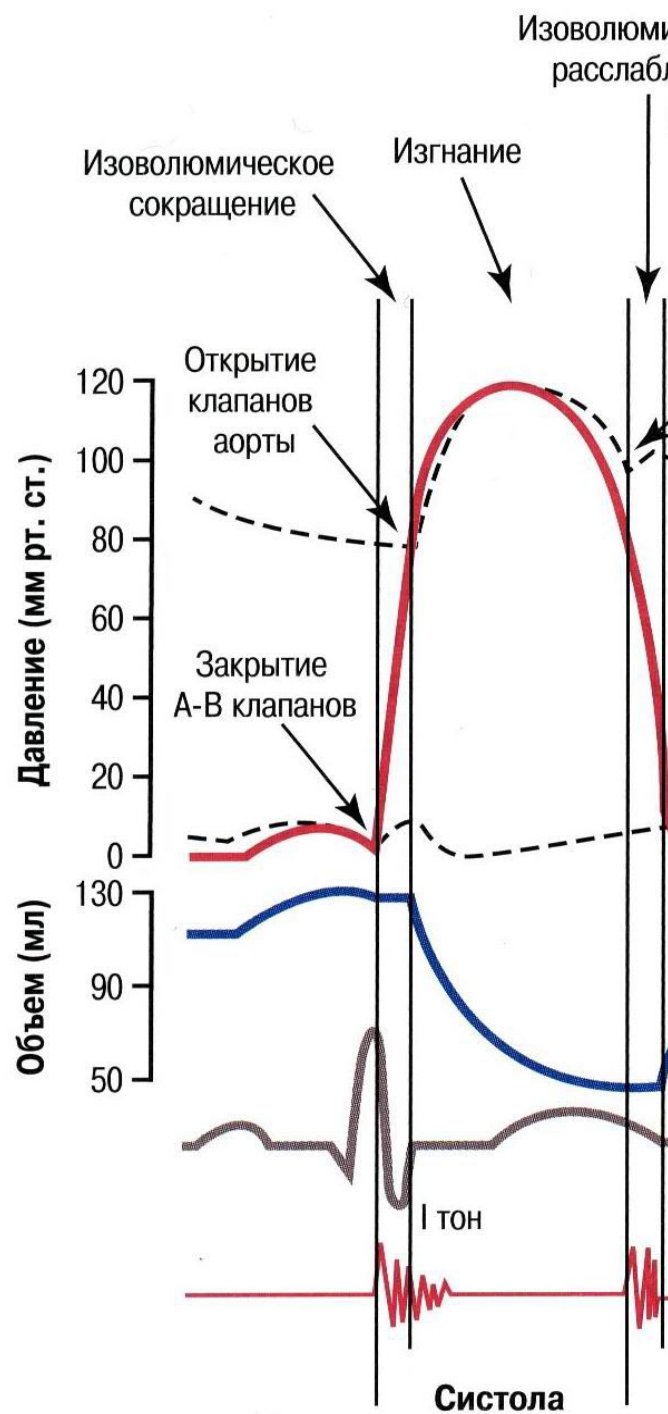
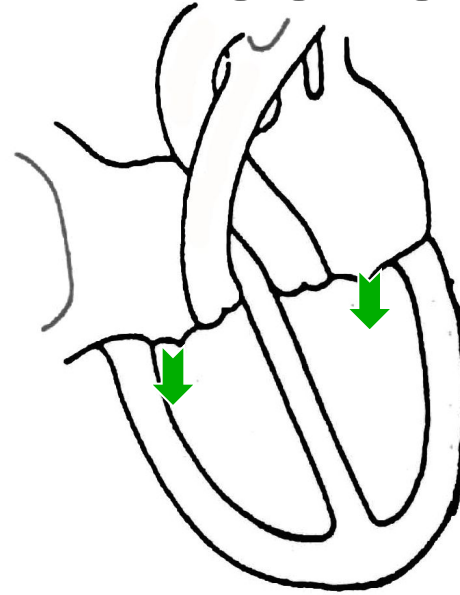
**ВСЕ КЛАПАНЫ  
ЗАКРЫТЫ**

**В КОНЦЕ  $P_{\text{Ж}} < P_{\text{П}}$**

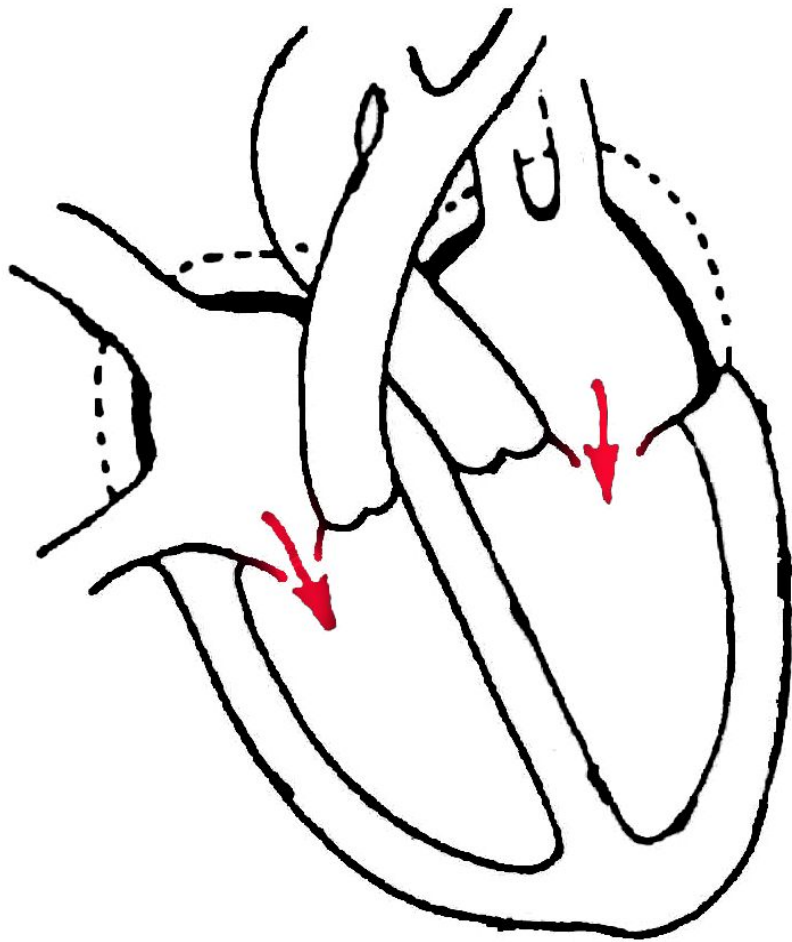
**АВ  
ОТКРЫВАЮТСЯ**

# ПЕРИОД

# ИЗОВОЛЮМИЧЕСКОГО РАССЛАБЛЕНИЯ



# ПЕРИОД НАПОЛНЕНИЯ



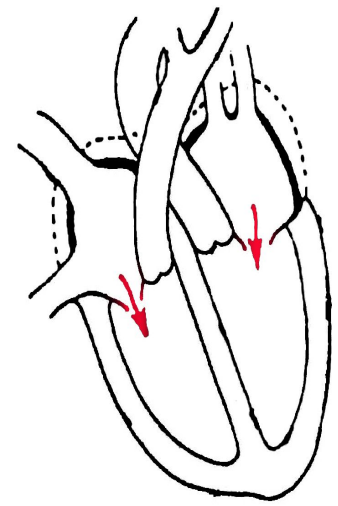
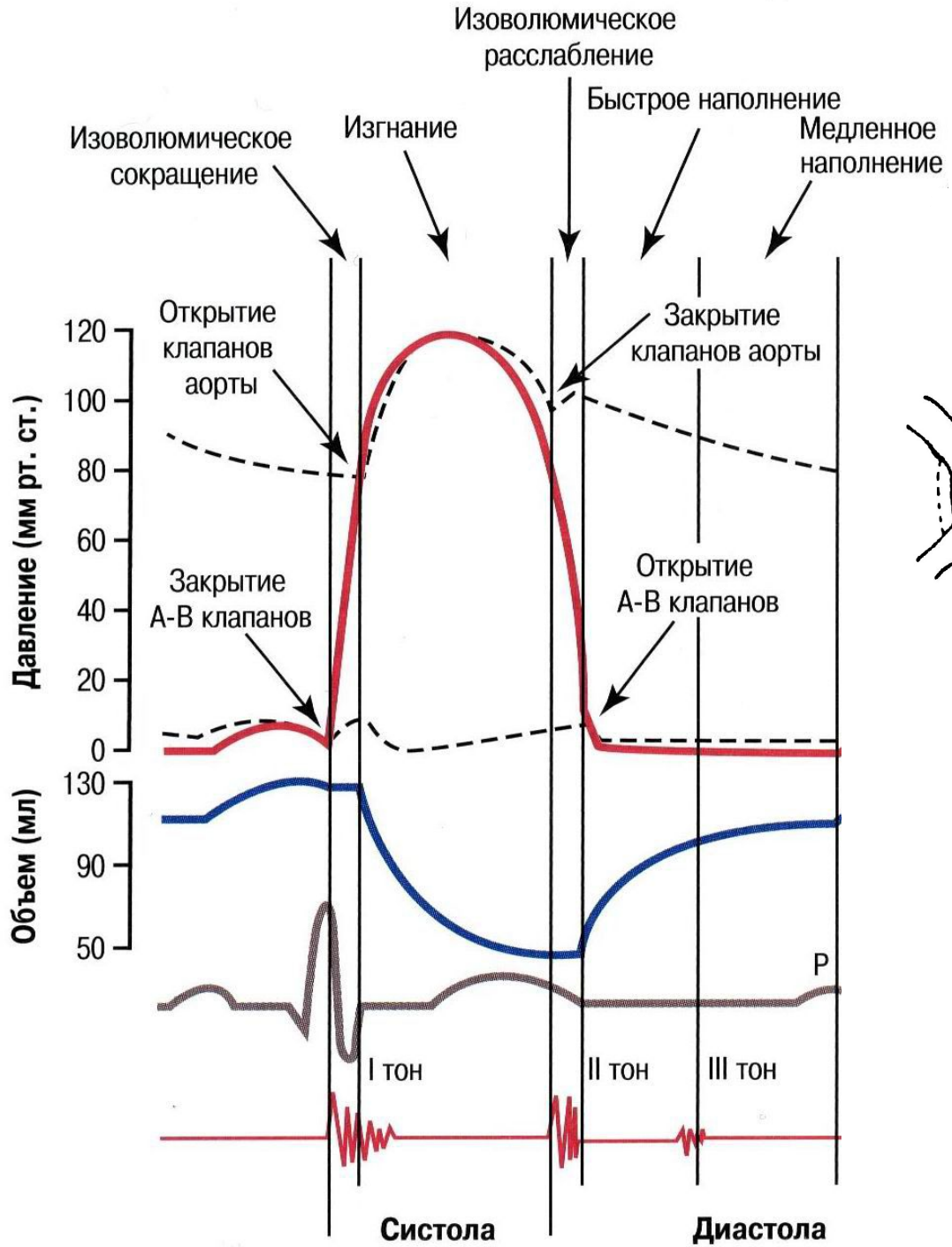
**АВ-клапаны –  
ОТКРЫТЫ**

**ПЛ-клапаны –  
ЗАКРЫТЫ**

**БЫСТРОЕ  
НАПОЛНЕНИЕ**

→ **III ТОН**

# ПЕРИОД НАПОЛНЕНИЯ быстрого медленного



- Давление в аорте
- Давление в предсердии
- Давление в желудочке
- Объем желудочка
- Электрокардиограмма
- Фонокардиограмма

# ПРЕСИСТОЛИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

СИСТОЛА  
ПРЕДСЕРДИЙ →  
**IV** ТОН

# ПРЕСИСТОЛИЧЕСКИЙ ПЕРИОД



# ДИАСТОЛА НЕОБХОДИМА ДЛЯ

- обеспечения исходной поляризации кардиомиоцитов (работа Na/K-насоса)
- удаления  $\text{Ca}^{2+}$  из саркоплазмы
- ресинтеза гликогена и АТФ
- наполнения сердца кровью



V

ЭКТ

# ВИДЫ КАРДОГРАФИИ

- ЭКГ
- ВЕКТОРКАРДИОГРАФИЯ
- БАЛЛИСТОКАРДИОГРАФИЯ
- ЭХОКАРДИОГРАФИЯ (УЗИ)
- ФОНОКАРДИОГРАФИЯ (ФКГ)
- РЕНТГЕНОКИМОГРАФИЯ
- МЕХАНОКАРДИОГРАФИЯ
- ПОЛИКАРДИОГРАФИЯ

**1856** – **Rudolf v. Kölliker** (Швейцария) и **Heinrich Müller** (Германия): работа сердца сопровождается электрическими явлениями

**1872** – **Alexander Muirhead (UK)**, приложив электрод к запястью пациента, заметил колебания электрического потенциала

**1878** – **Sir John Burdon-Sanderson (UK)** капиллярным электрометром зарегистрировал ЭКГ лягушки

**1887** – **Augustus Waller (UK)** с помощью капиллярного электрометра и фотопластики – ЭКГ человека

**1903** – **Willem Einthoven** (Нидерланды) ЭКГ на основе струнного гальванометра; отведения I - III

**1856 Albert v.**

**Kölliker**

Швейцария и

**Heinrich Müller**

Германия:

**работа сердца**

**сопровождается**

**электрическими**

**явлениями**



**1878**

**Sir John**

**Burdon-Sanders  
on (UK)**

**капиллярным**

**электрометром**

**зарегистрировал**

**ЭКГ лягушки**





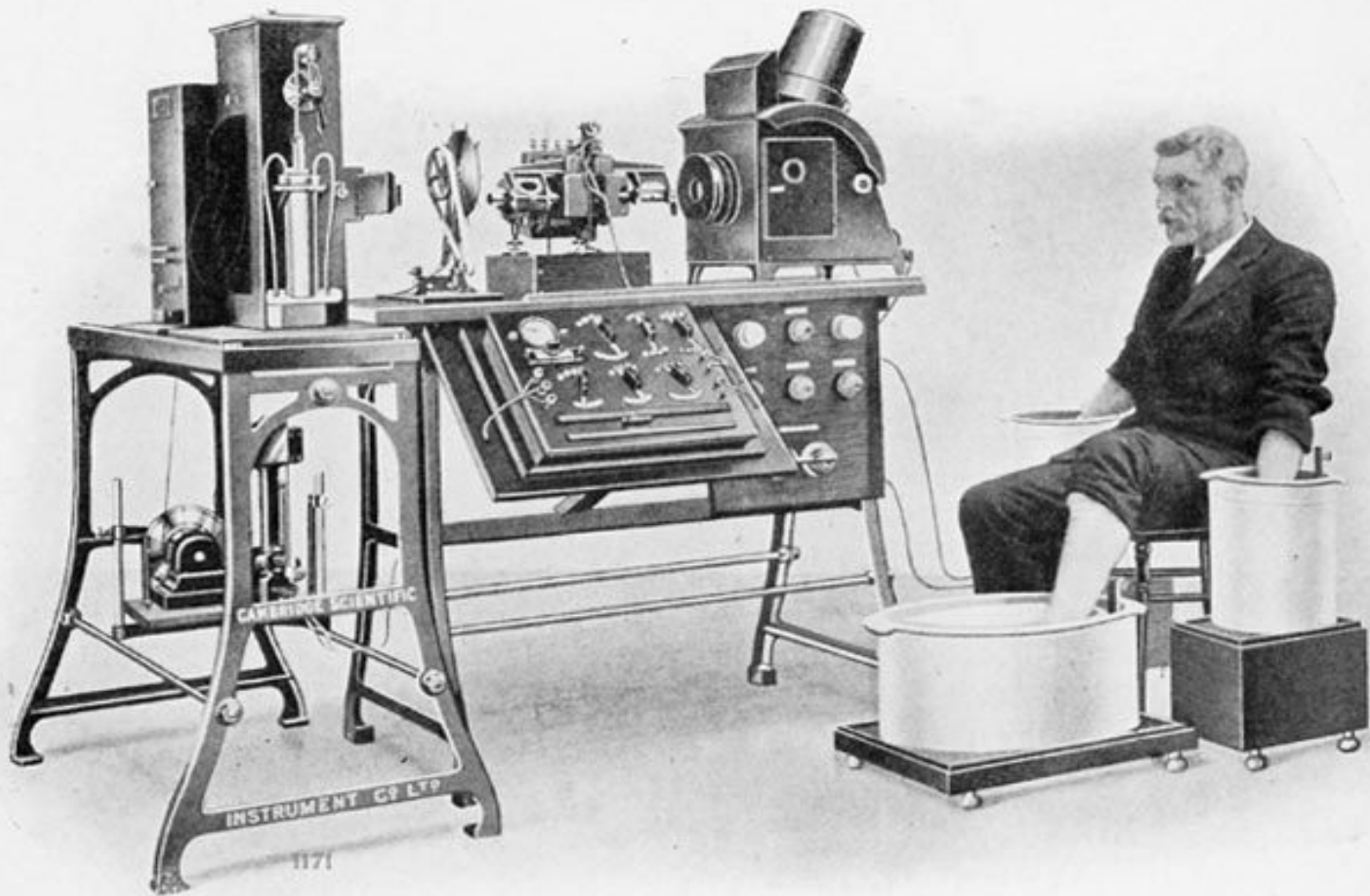
# 1924



## 1903

ЭКГ на основе  
струнного  
гальванометра  
отведения I - III

**Willem  
Einthoven**  
**The Netherlands**  
**1860–1927**

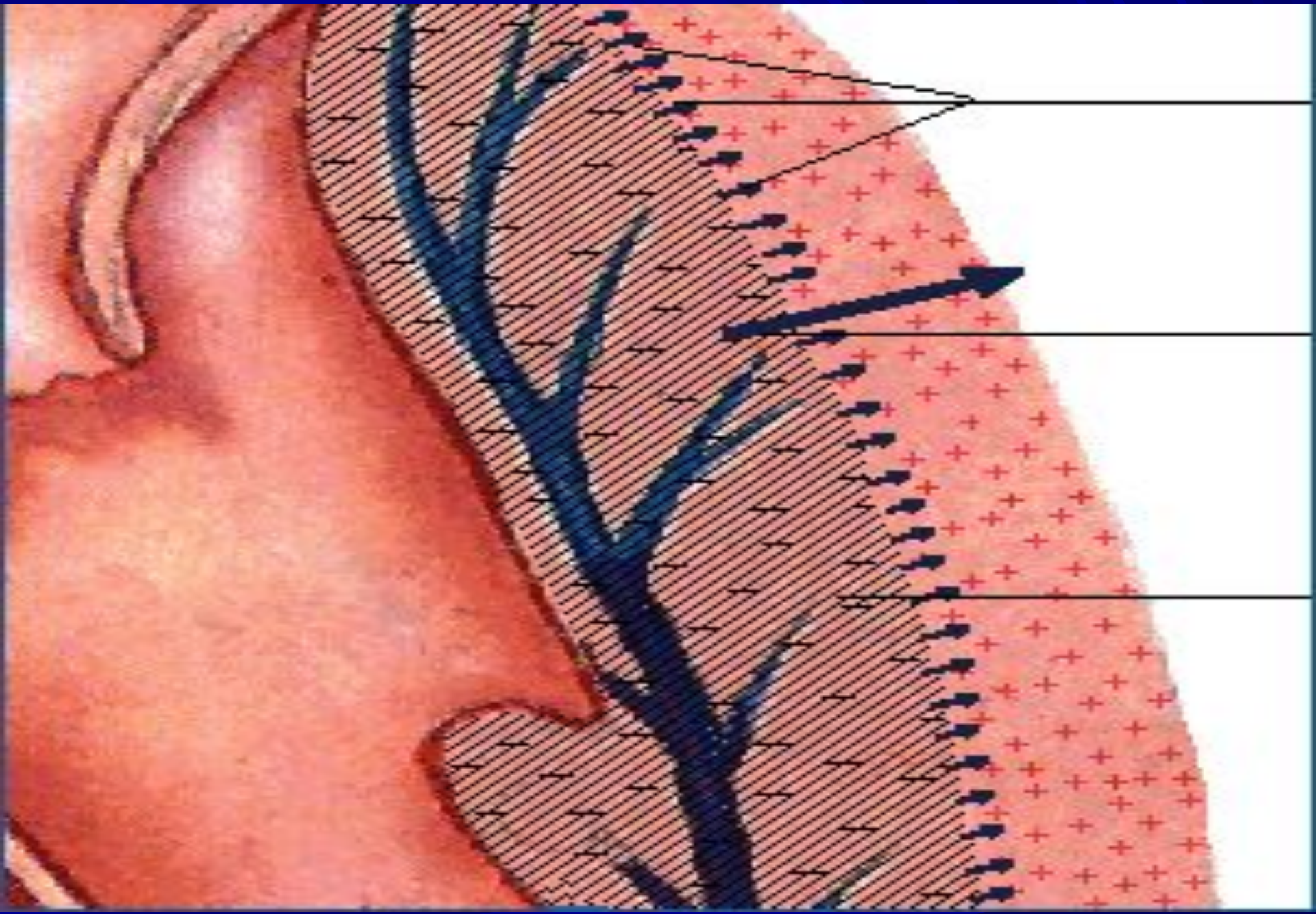


PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSSED IN JARS OF SALT SOLUTION

# ВЕКТОРНАЯ ТЕОРИЯ ЭКГ

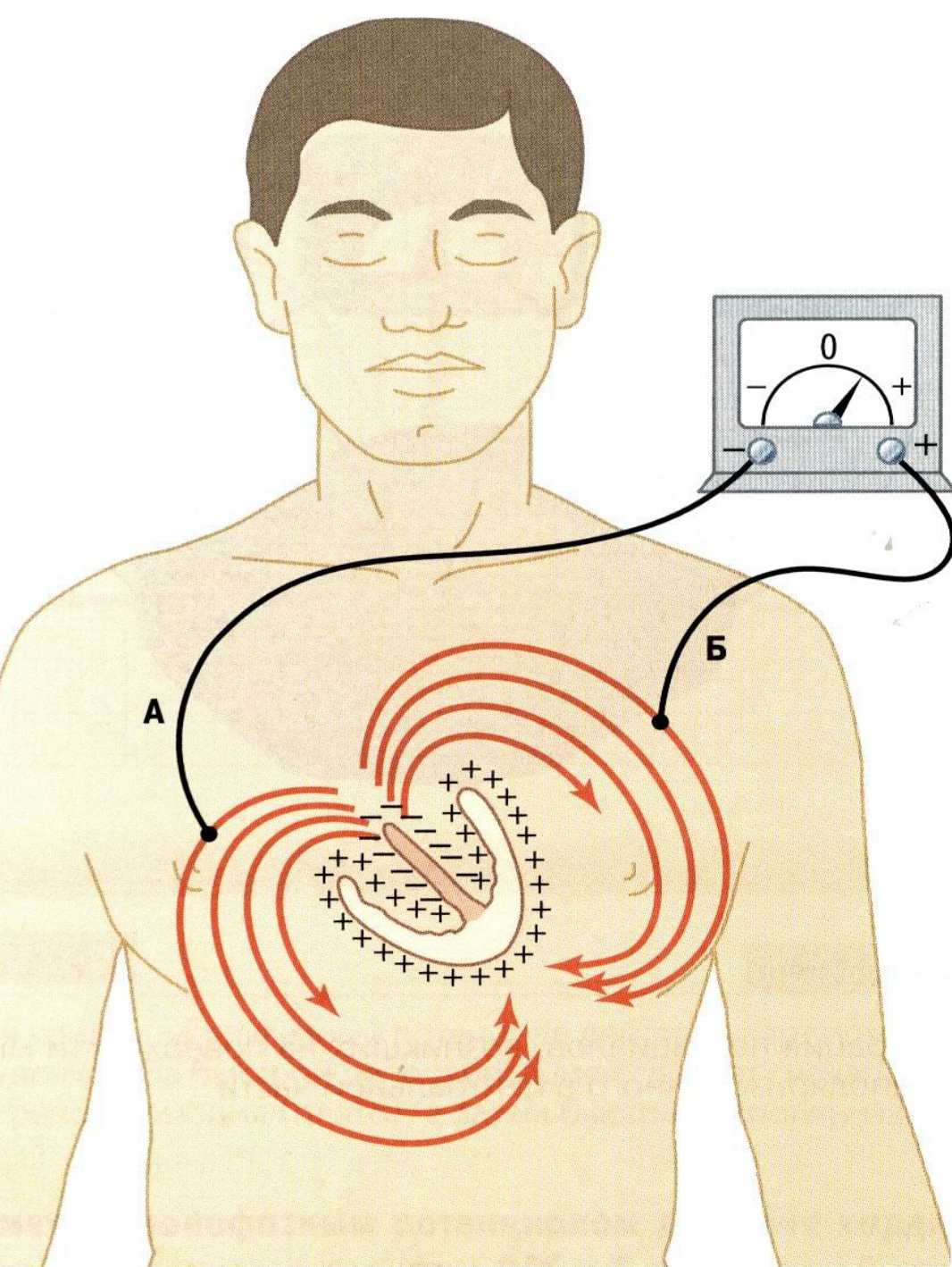
1. ВОЛНА ВОЗБУЖДЕНИЯ (ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ) РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ПО СЕРДЦУ
2. ЭТУ ВОЛНУ МОЖНО ПРЕДСТАВИТЬ В ВИДЕ СЕРИИ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДИПОЛЕЙ
3. РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ДИПОЛЬ – СУММА ВСЕХ ДИПОЛЕЙ – ОРИЕНТИРОВАН ВДОЛЬ ОСНОВНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОЛНЫ В ДАННЫЙ МОМЕНТ



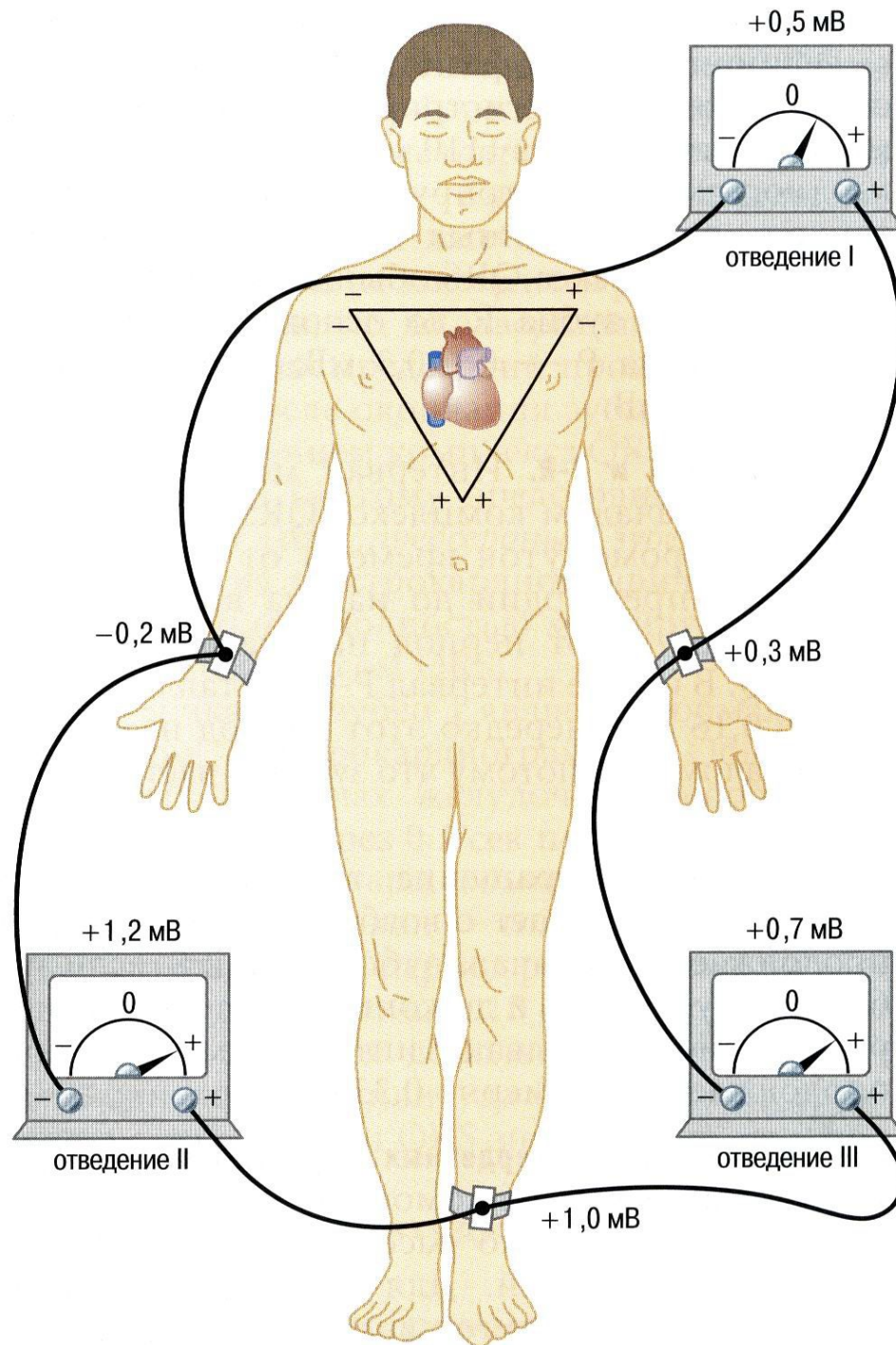


# ЭЛ.ТОКИ В ГРУДНОЙ КЛЕТКЕ

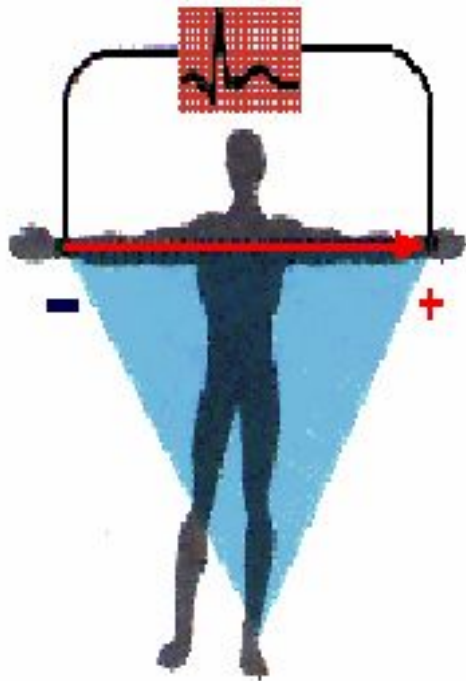
- ВОЗБУЖДЕНИЕ (-)  
РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ  
по ПЕРЕГОРОДКЕ
- СТЕНКИ ЖЕЛУДОЧКОВ ЕЩЕ  
в ПОКОЕ (+)
- ТОК ИДЕТ от ОСНОВАНИЯ (-)  
к ВЕРХУШКЕ (+)



**ЭЛЕКТРОД  
БЛИЖЕ  
к ОСНОВАНИЮ  
ПОКАЖЕТ (-),  
БЛИЖЕ к  
ВЕРХУШКЕ (+)**

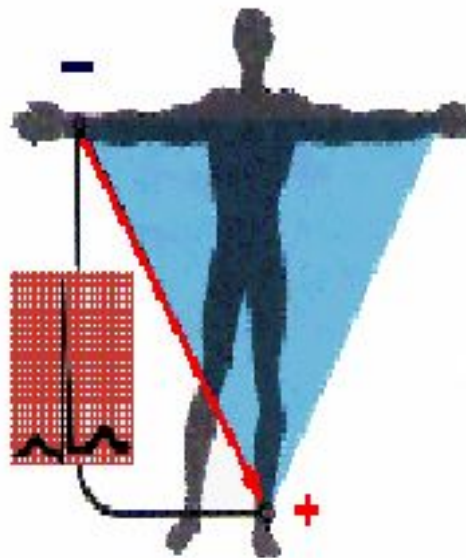


# СТАНДАРТНЫЕ ОТВЕДЕНИЯ по Эйнтховену

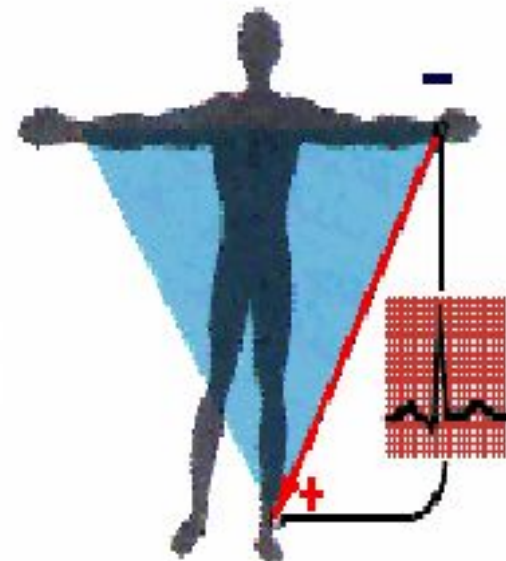


Lead I

## Биполярные



Lead II



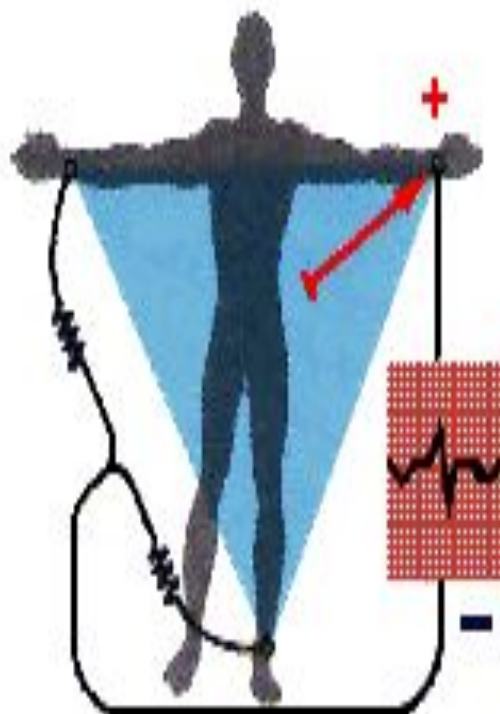
Lead III

# УСИЛЕННЫЕ ОТВЕДЕНИЯ ОТ КОНЕЧНОСТЕЙ по Гольдбергеру

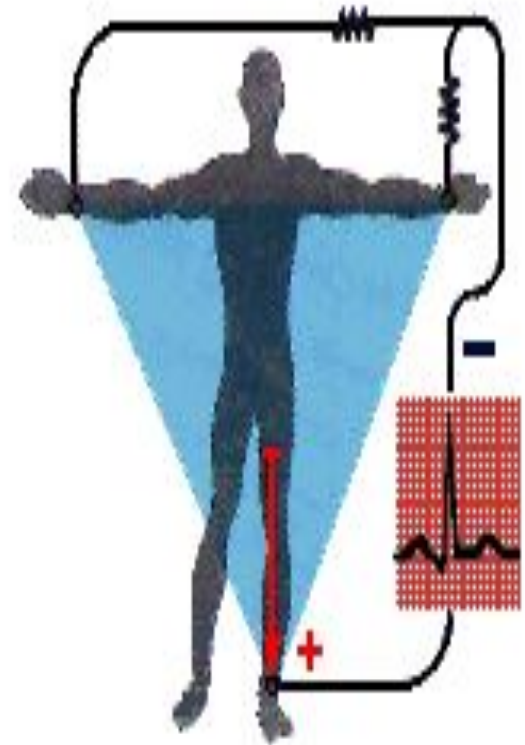
## УНИПОЛЯРНЫЕ



Lead aVR

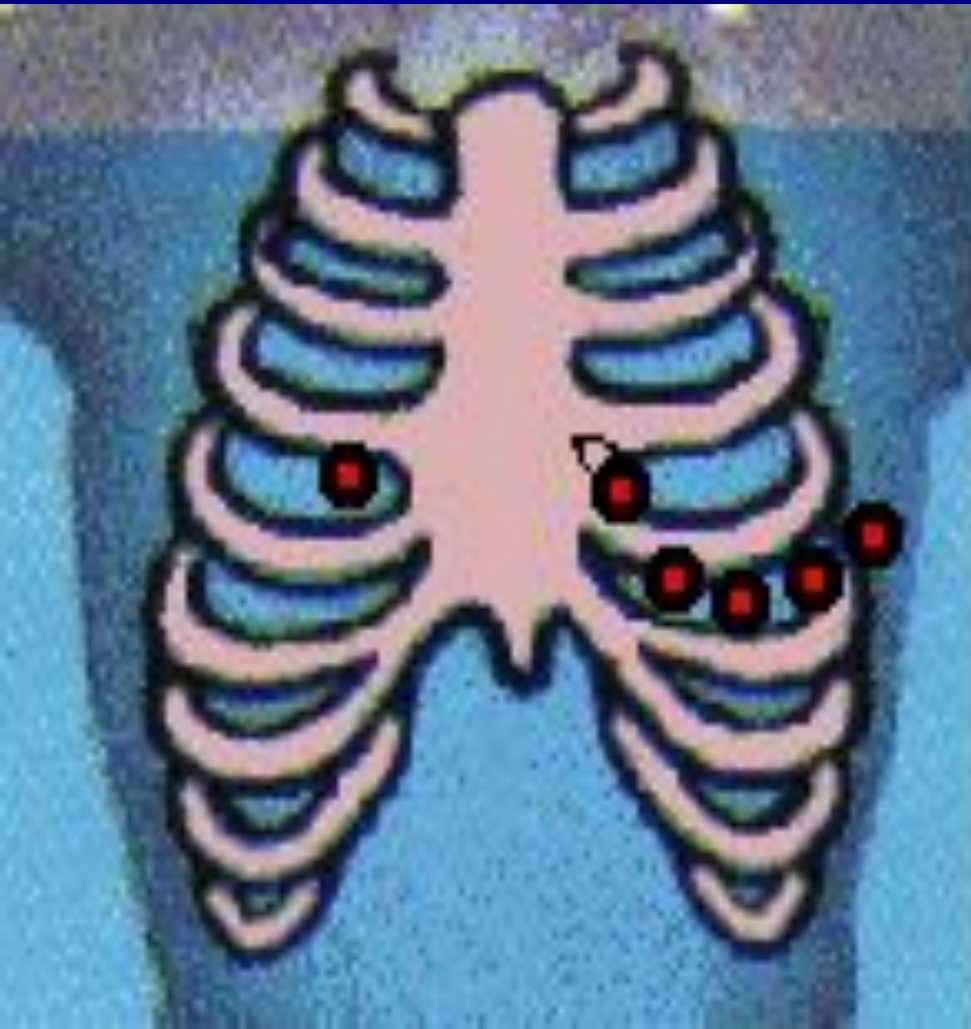


Lead aVL

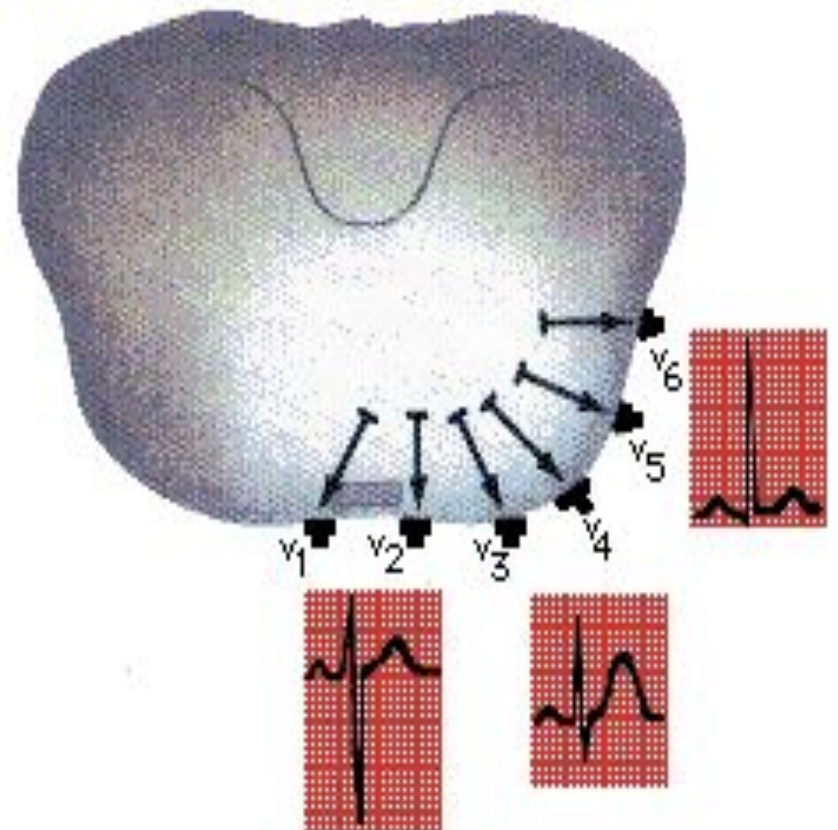


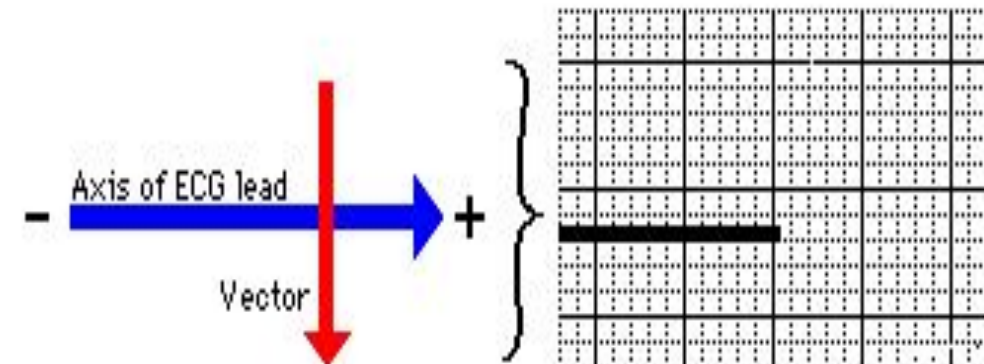
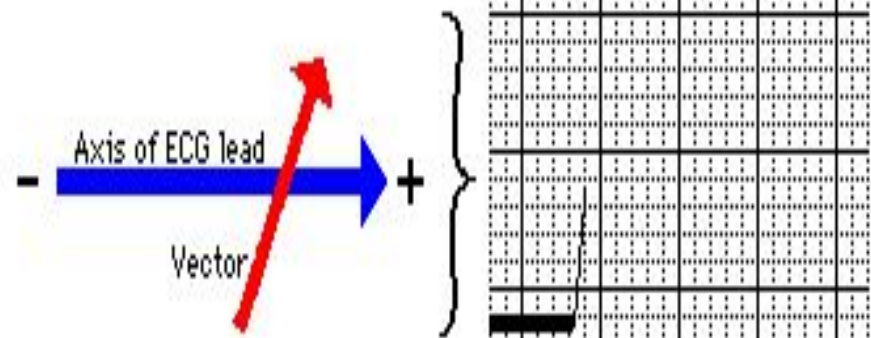
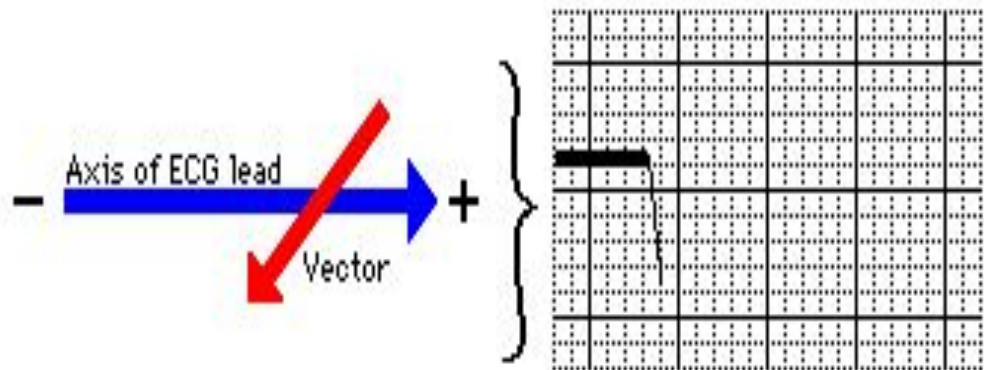
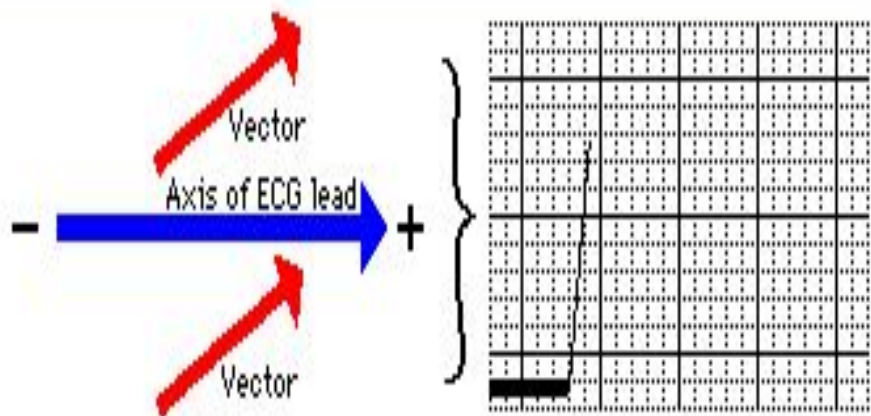
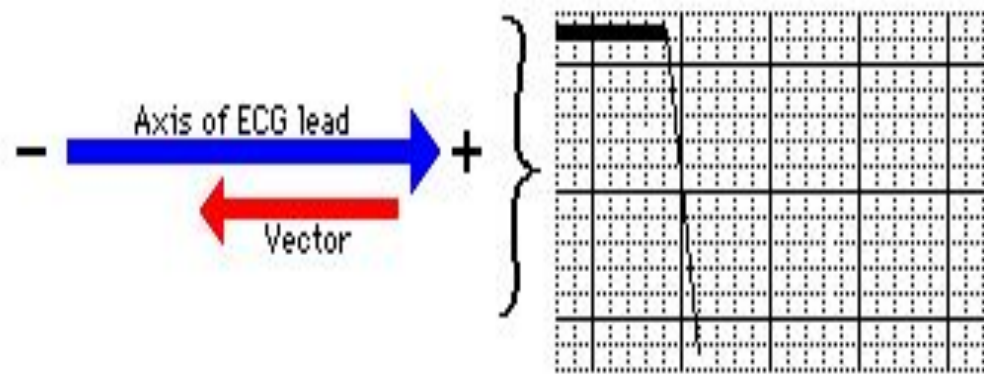
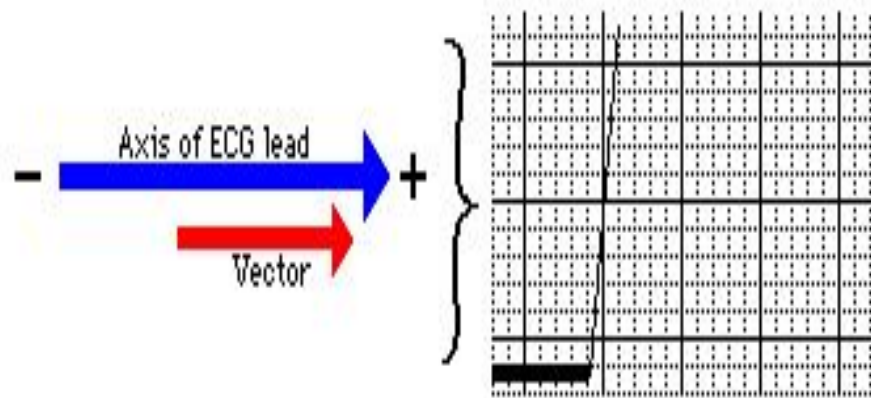
Lead aVF

# ГРУДНЫЕ ОТВЕДЕНИЯ по Вильсону УНИПОЛЯРНЫЕ

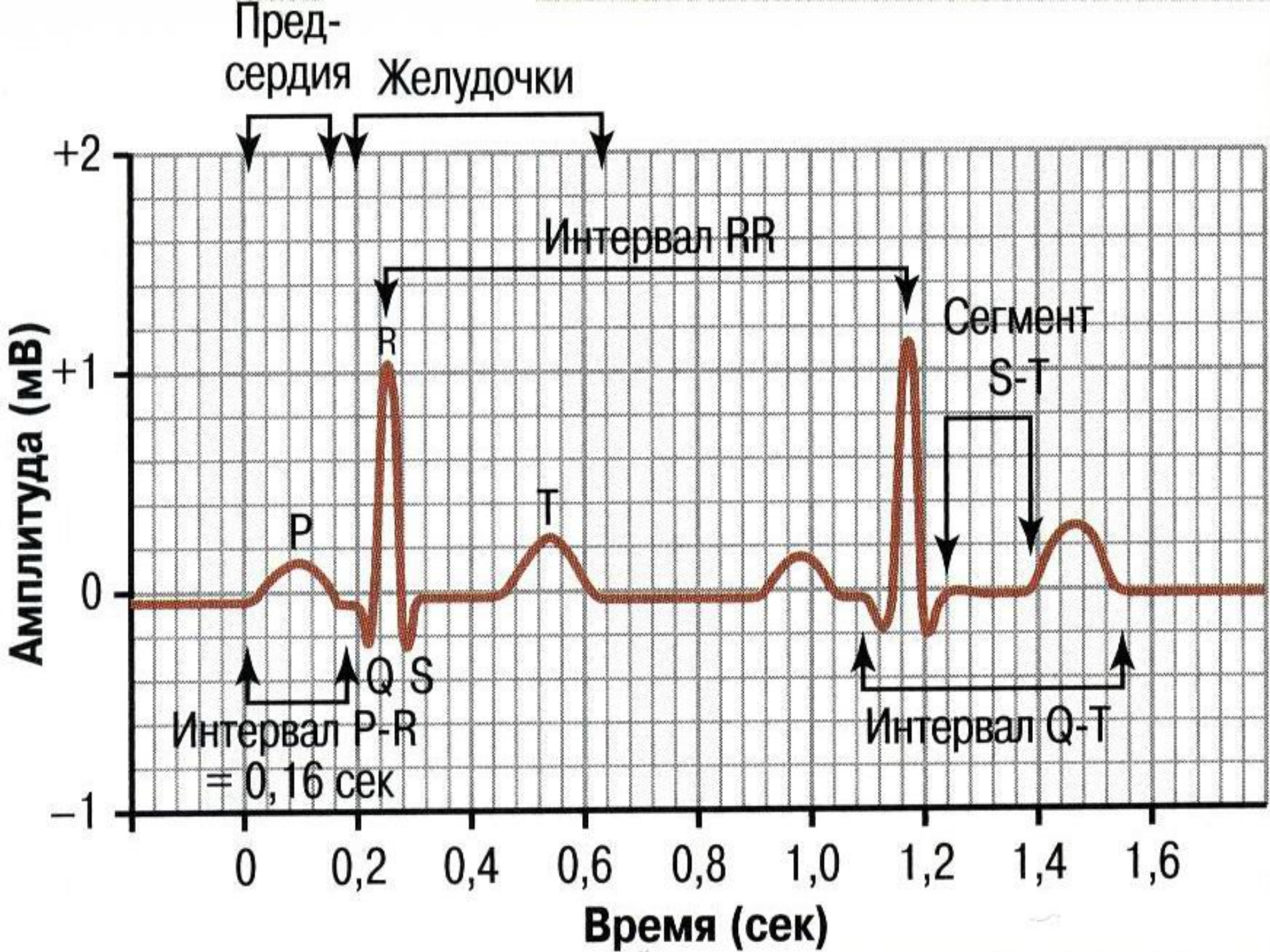


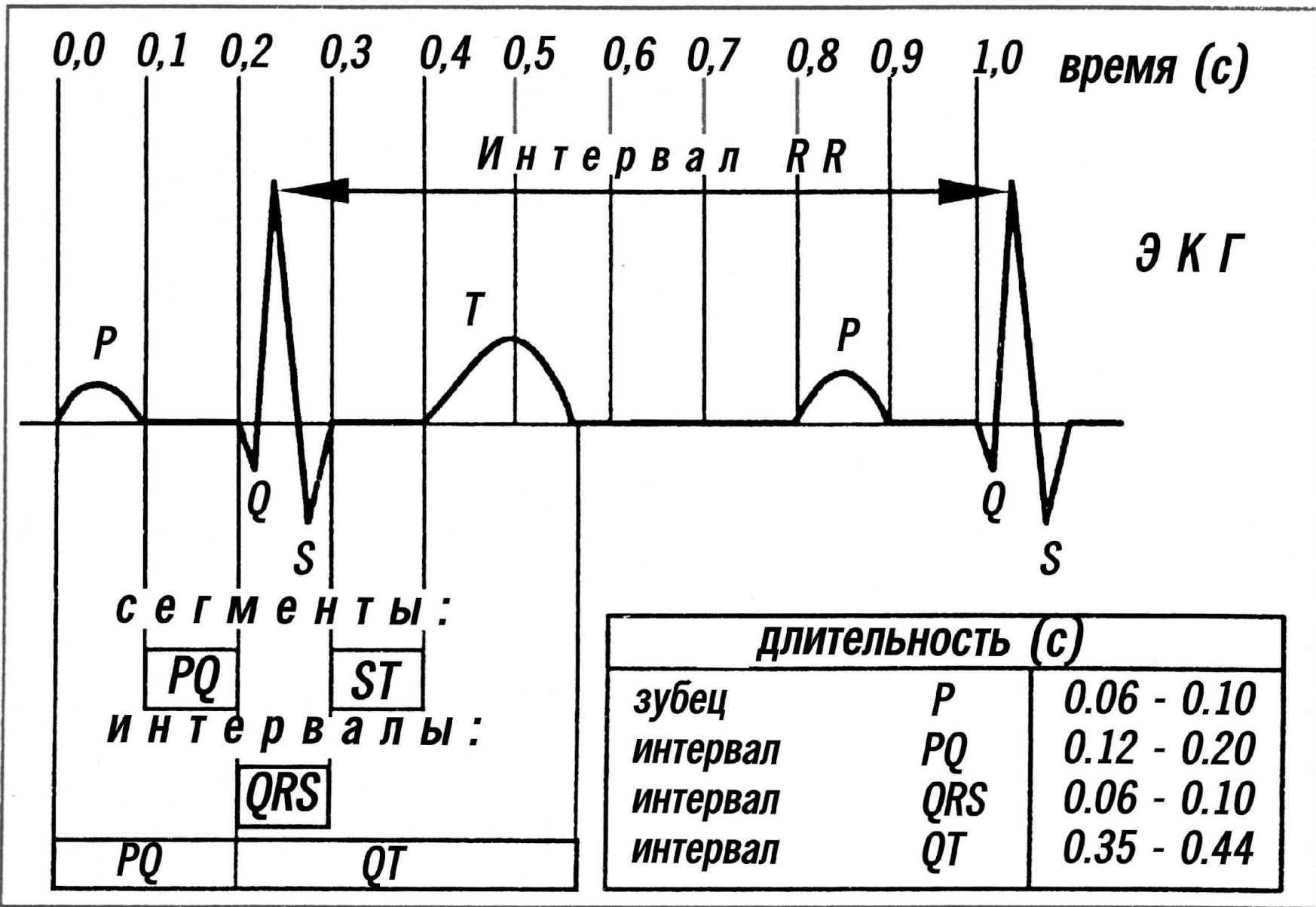
Cross section of horizontal plane



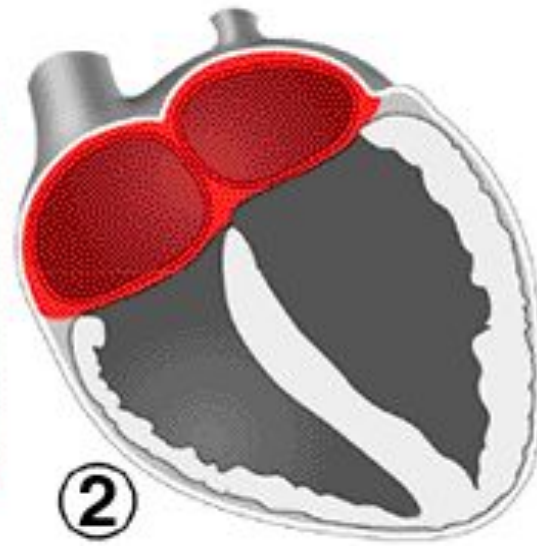
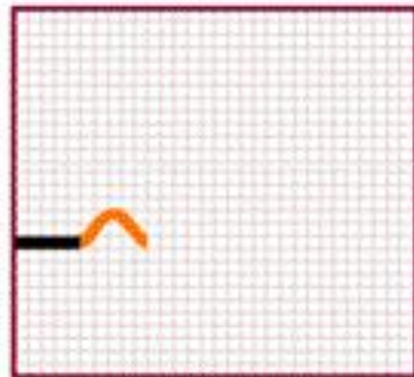
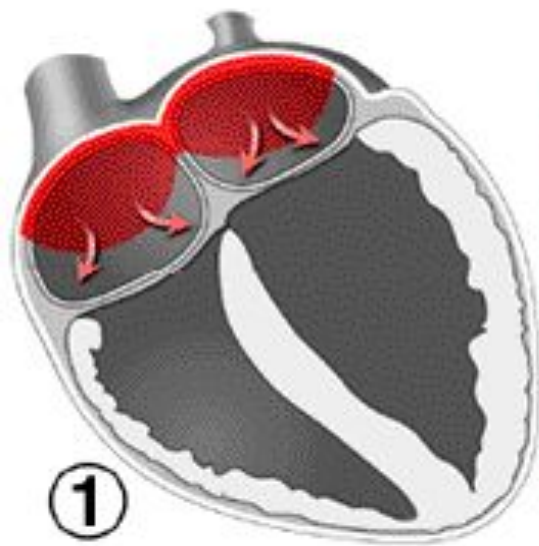








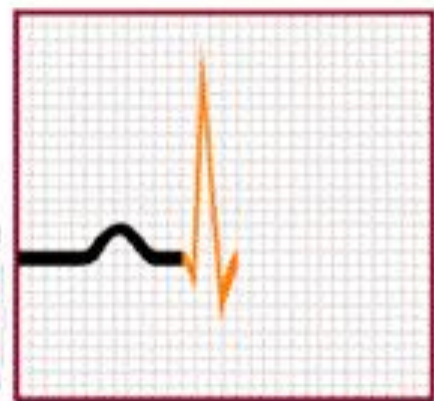
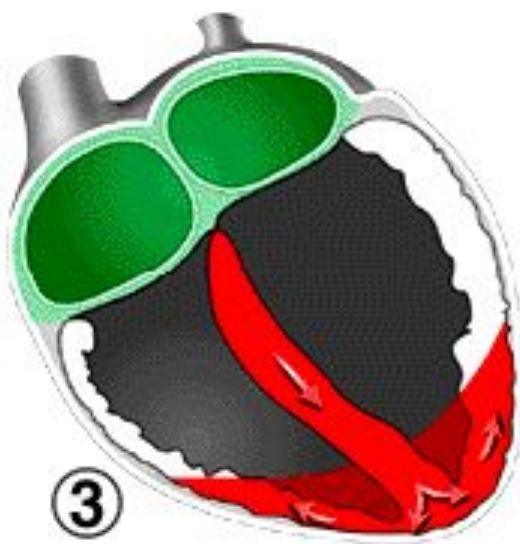
# ECG and Heart Contraction (1)



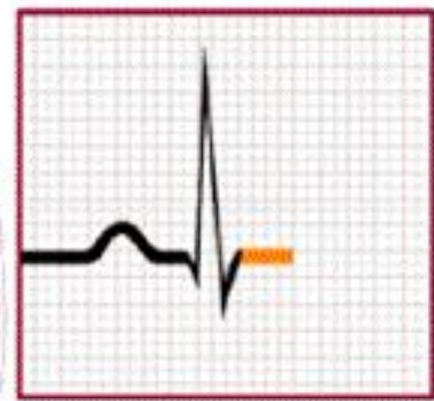
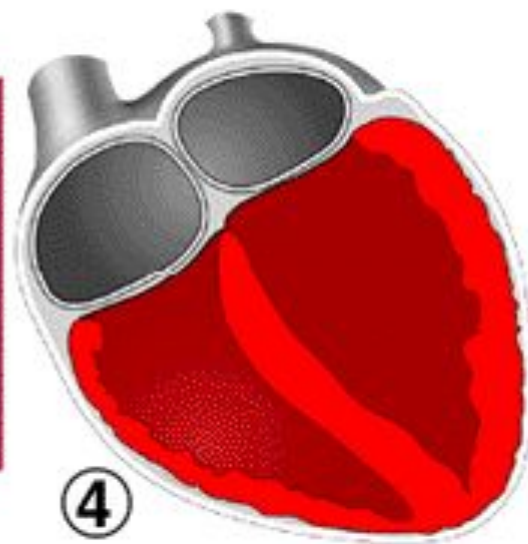
1. Atria begin depolarizing.

2. Atrial depolarization complete.

## ECG and Heart Contraction (2)

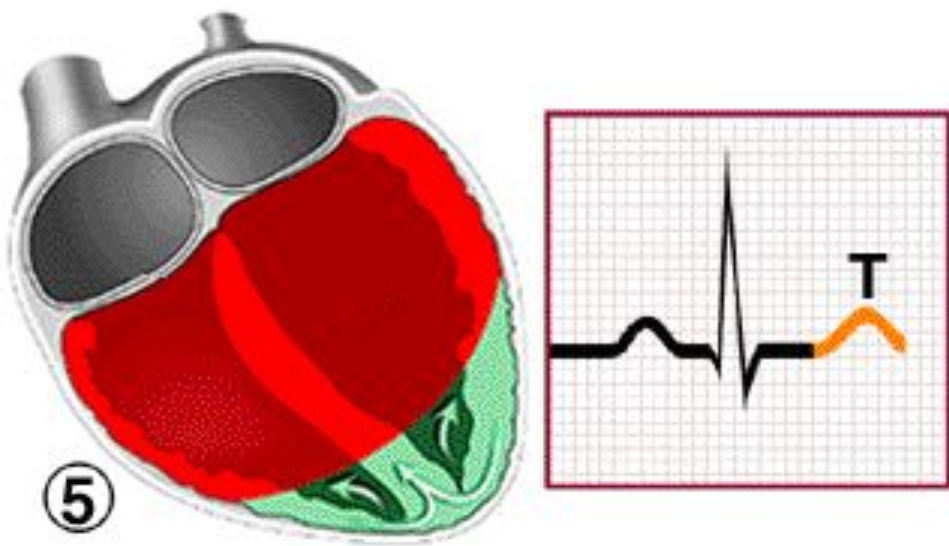


**3. Ventricular depolarization begins at apex and progresses superiorly as atria repolarize.**

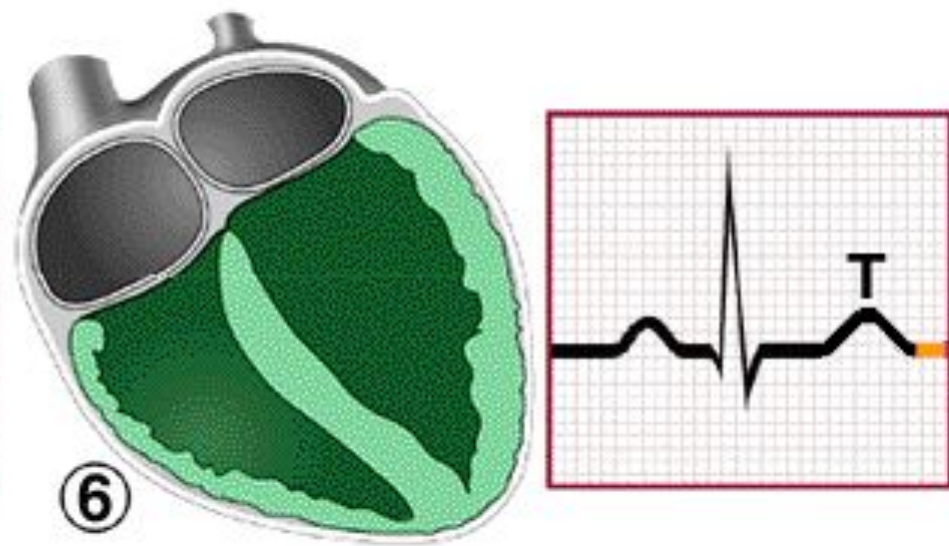


**4. Ventricular depolarization complete**

# ECG and Heart Contraction (3)



5. Ventricular repolarization begins at apex and progresses superiorly.

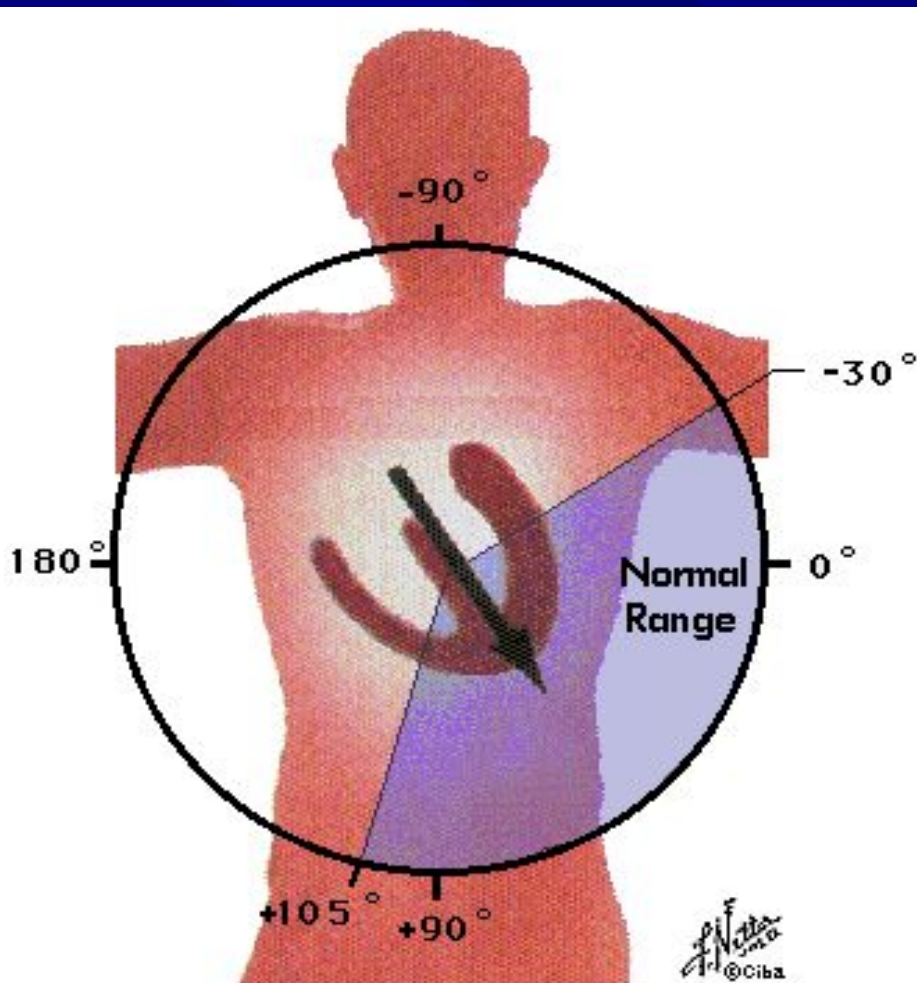


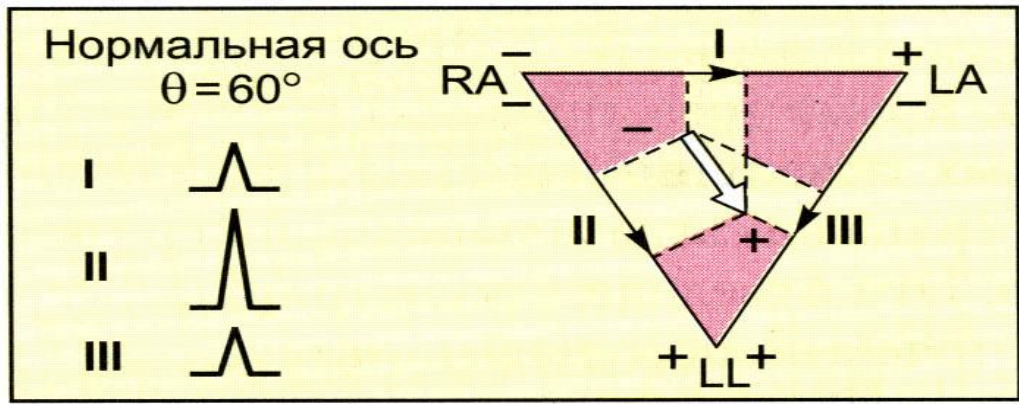
6. Ventricular repolarization complete; heart is ready for the next cycle

# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОСЬ СЕРДЦА

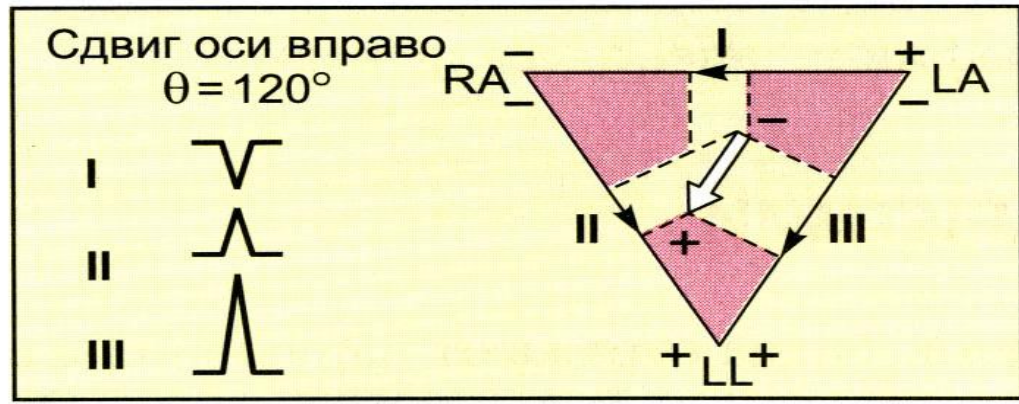
ОРИЕНТАЦИЯ  
СЕРДЕЧНОГО ДИПОЛЯ  
ВО ВРЕМЯ ФАЗЫ  
НАИБОЛЕЕ  
ИНТЕНСИВНОЙ  
ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ  
ЖЕЛУДОЧКОВ (КОГДА  
ДОСТИГАЕТ  
МАКСИМУМА)

ВЕКТОР МЕЖДУ ТОЧКАМИ  
СЕРДЦА, ОБЛАДАЮЩИМИ  
НАИБОЛЬШЕЙ РАЗНОСТЬЮ  
ПОТЕНЦИАЛОВ

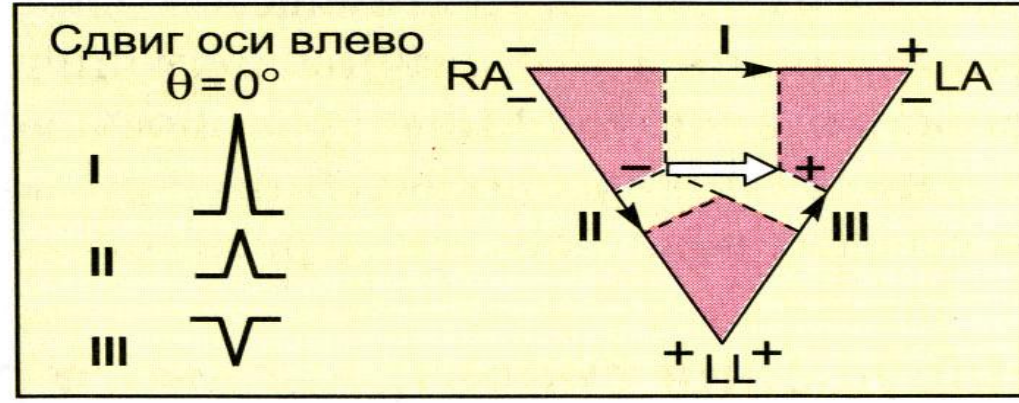




a



б

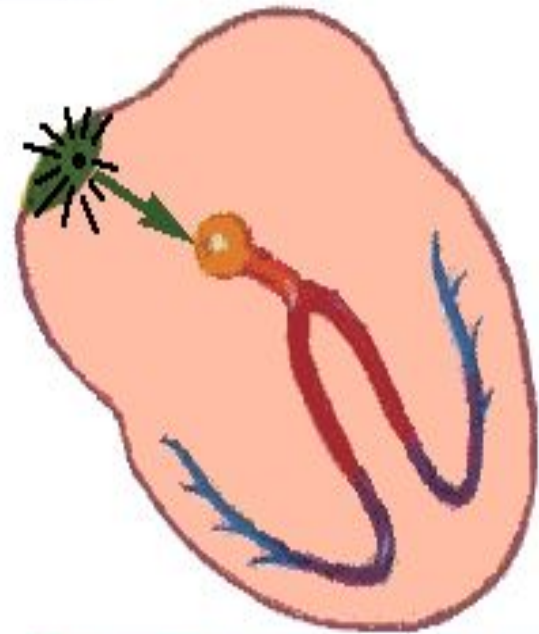


в

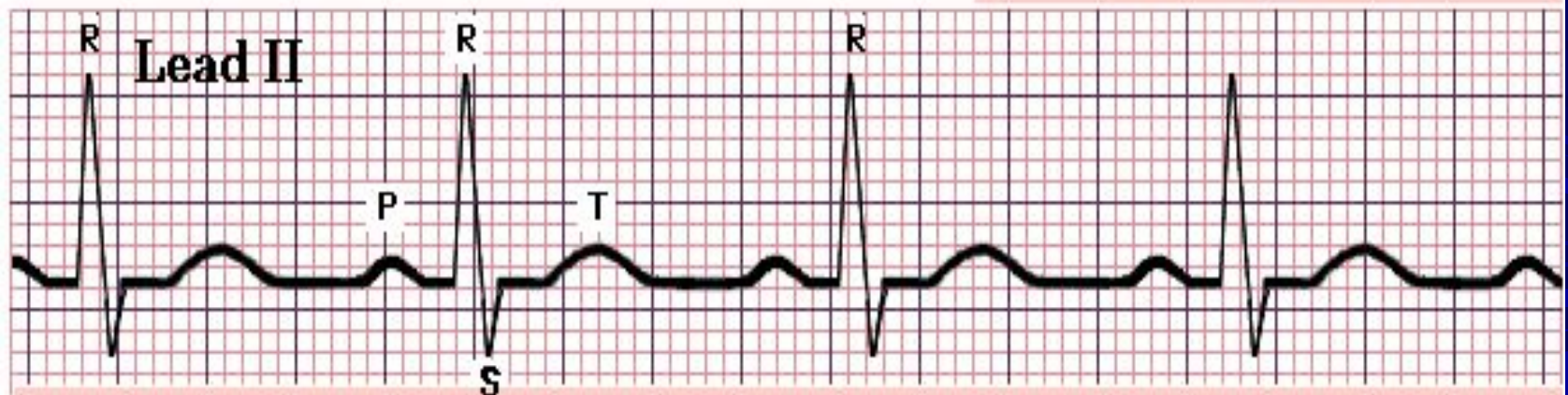
## Normal Sinus Rhythm

A sinus origin is assumed if P waves are regular and upright in leads II, III, and aVF.

If the heart rate is 60 to 100/minute, Normal Sinus Rhythm is present.



Impulses originate at SA node  
AT NORMAL RATE



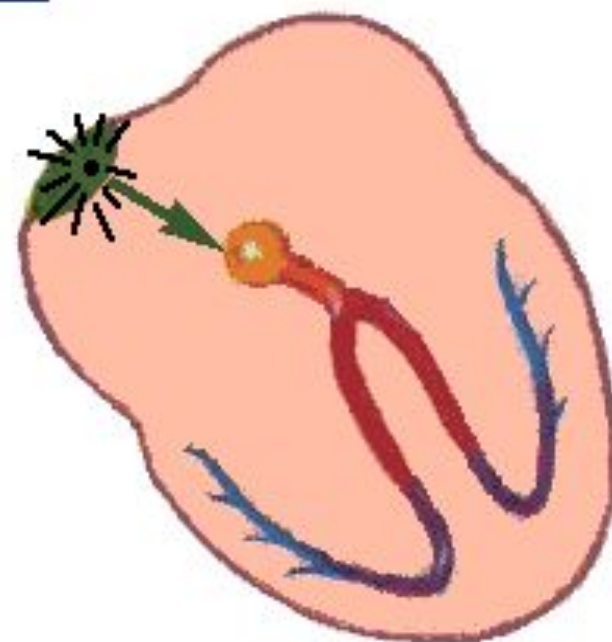


## Sinus Arrhythmia

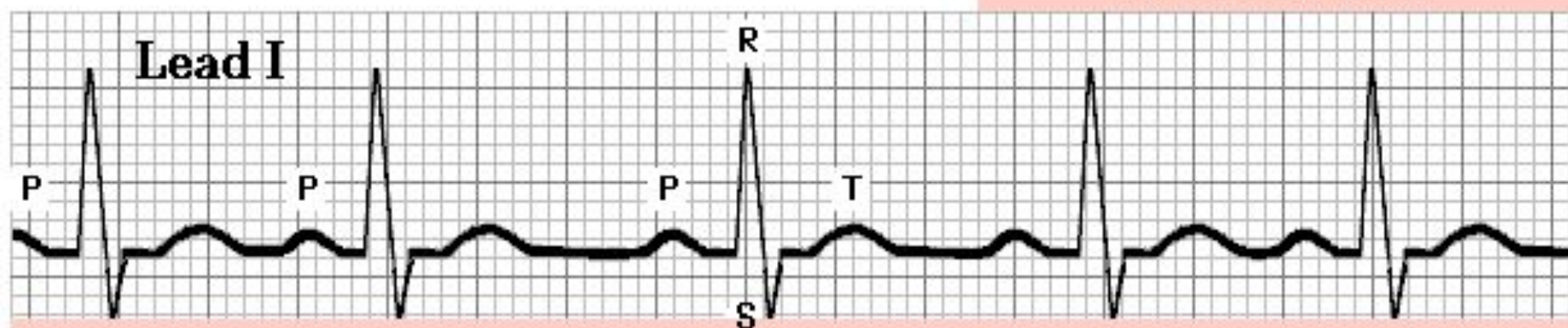
If all P waves are identical and upright in leads II, III, and aVF, but rhythmically irregular, further measurement is necessary.

If the longest PP or RR interval exceeds the shortest such interval by 0.16 second (i.e., four small boxes) or more, Sinus Arrhythmia is diagnosed.

In the tracing shown, the interval between the first and second P (or R) waves is 16 small boxes, or 0.64 second. The interval between the second and third P (or R) waves is 21 small boxes, or 0.84 second. The difference exceeds 0.16 second, and thus Sinus Arrhythmia is diagnosed.



Impulses originate at SA node  
AT VARYING RATE

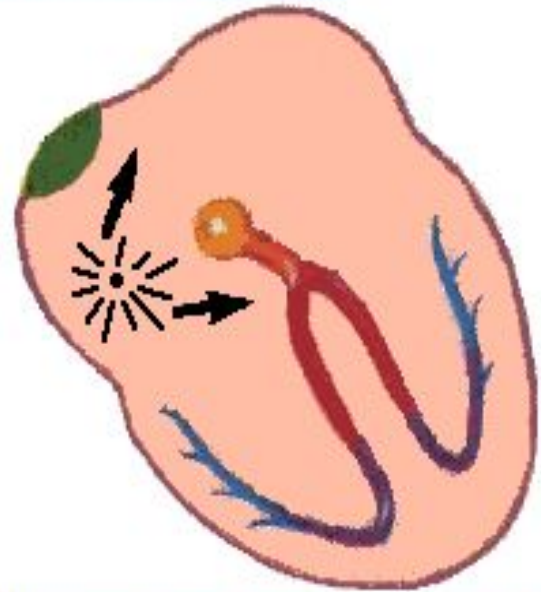


All complexes are normal but rhythmically irregular. Longest PP or RR interval exceeds shortest by 0.16 second or more.

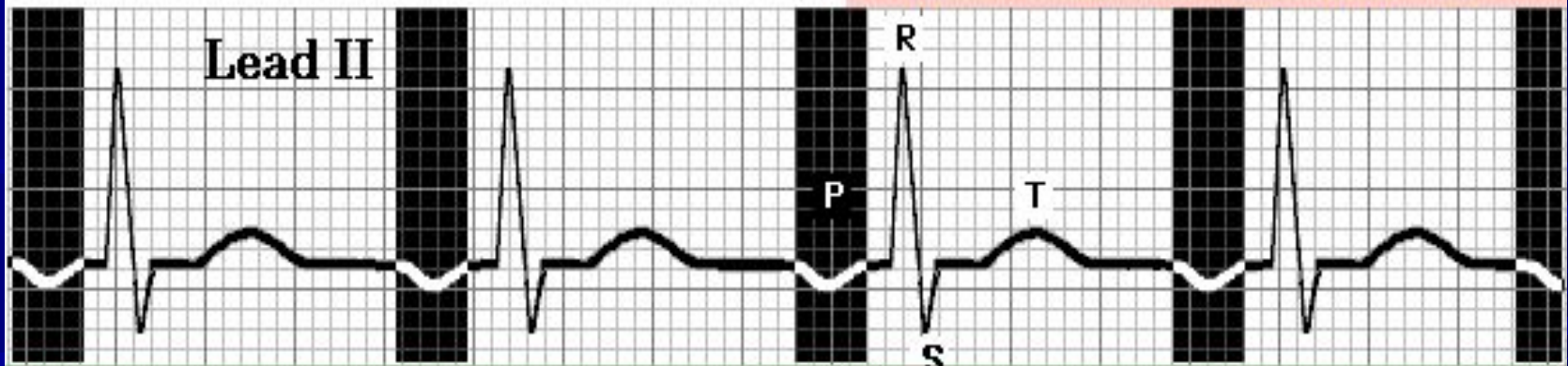
## Nonsinus Atrial (Coronary Sinus) Rhythm

If all P waves are identical and regular but inverted in leads II, III, and aVF, the P wave axis is highly abnormal, implying an origin other than the SA node, located in the upper right corner of the atrium.

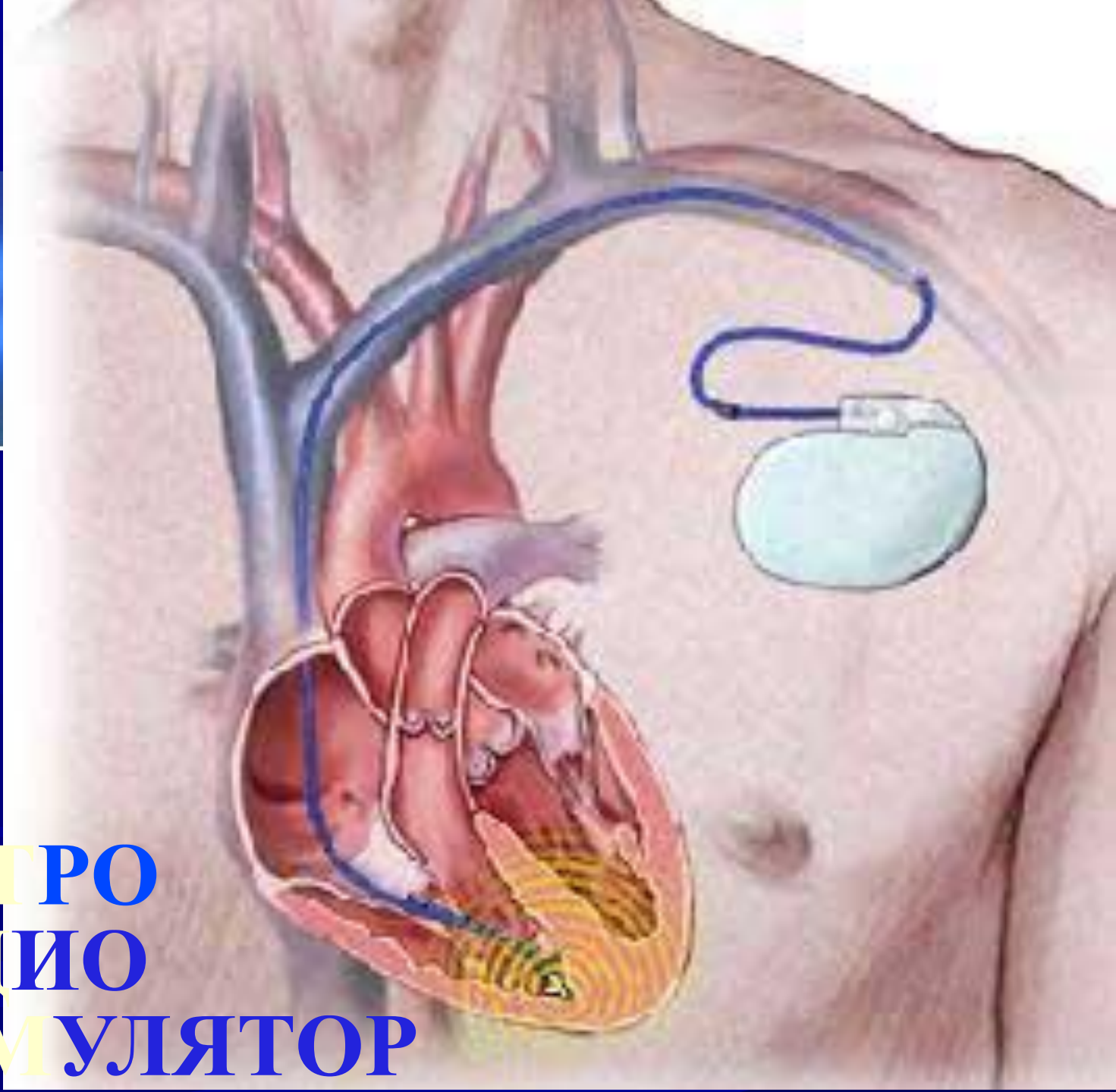
This is a Nonsinus Atrial Rhythm.



Impulses originate low in atrium; travel RETROGRADE as well as DISTALLY



P waves inverted in leads II, III, and aVF

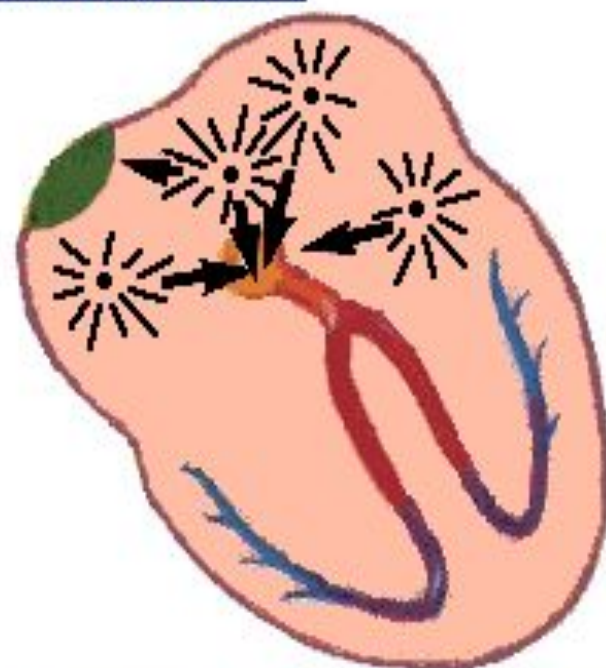


# ЭЛЕКТРО КАРДИО СТИМУЛЯТОР

# ИНТРА КОРПОРАЛЬНЫЕ

- ЭЛЕКТРОД в ПШ или в ПЖ
- ДВА ЭЛЕКТРОДА:  
в ПРЕДСЕРДИИ  
и ЖЕЛУДОЧКЕ
- ЧАСТОТНАЯ АДАПТАЦИЯ
- ТЕЛЕМЕТРИЯ  
и “АНТИ-ТАХИ”

# Multifocal Atrial Tachycardia (MAT)



Usually associated with severe pulmonary disease

Impulses originate **IRREGULARLY** and **RAPIDLY** AT DIFFERENT POINTS IN ATRIA

**Lead II**



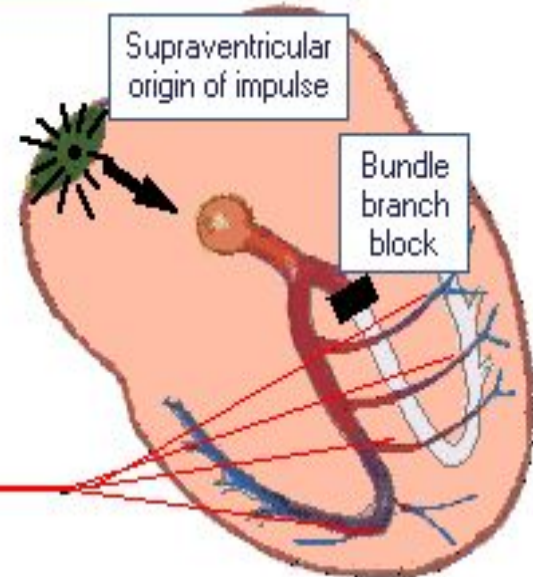
P wave contours, PR intervals, PP, and thus RR intervals all may vary \*

## Intraventricular Conduction Defect (IVCD)

Intraventricular conduction defect (IVCD), including right or left bundle branch block, is a supraventricular rhythm.

IVCD has a wide QRS complex which is characteristic of ventricular rhythms, but the impulse is of supraventricular origin.

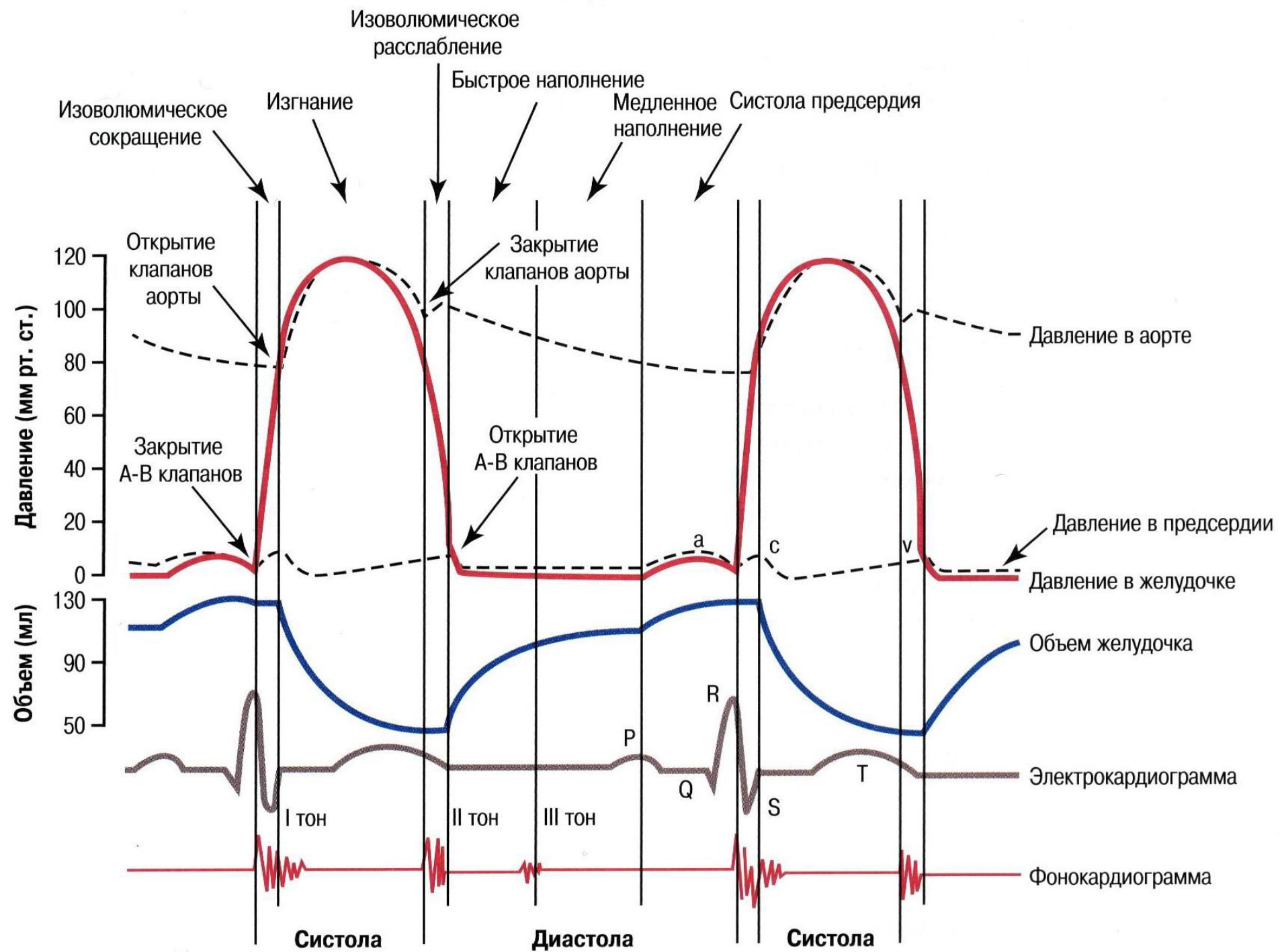
Conduction below block occurs by slow spread from uninvolved side



**Lead I**



Wide QRS (>2.5 small boxes)\*, often notched, preceded by P wave with normal PR interval





**LECTIO  
FINITA EST**



СЛЕДУЮЩАЯ ЛЕКЦИЯ

РЕГУЛЯЦИЯ

РАБОТЫ СЕРДЦА

