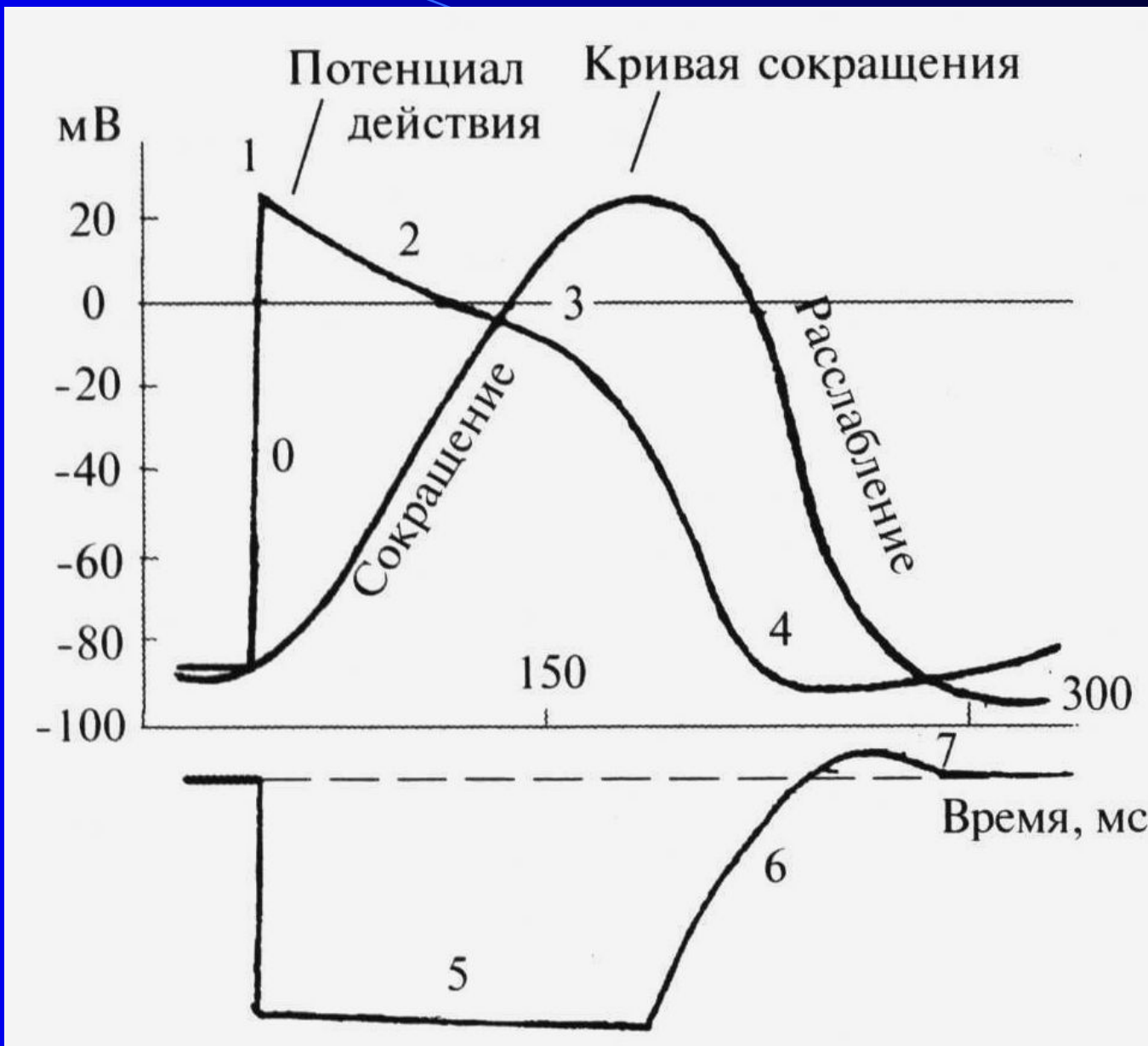


# Система кровообращения

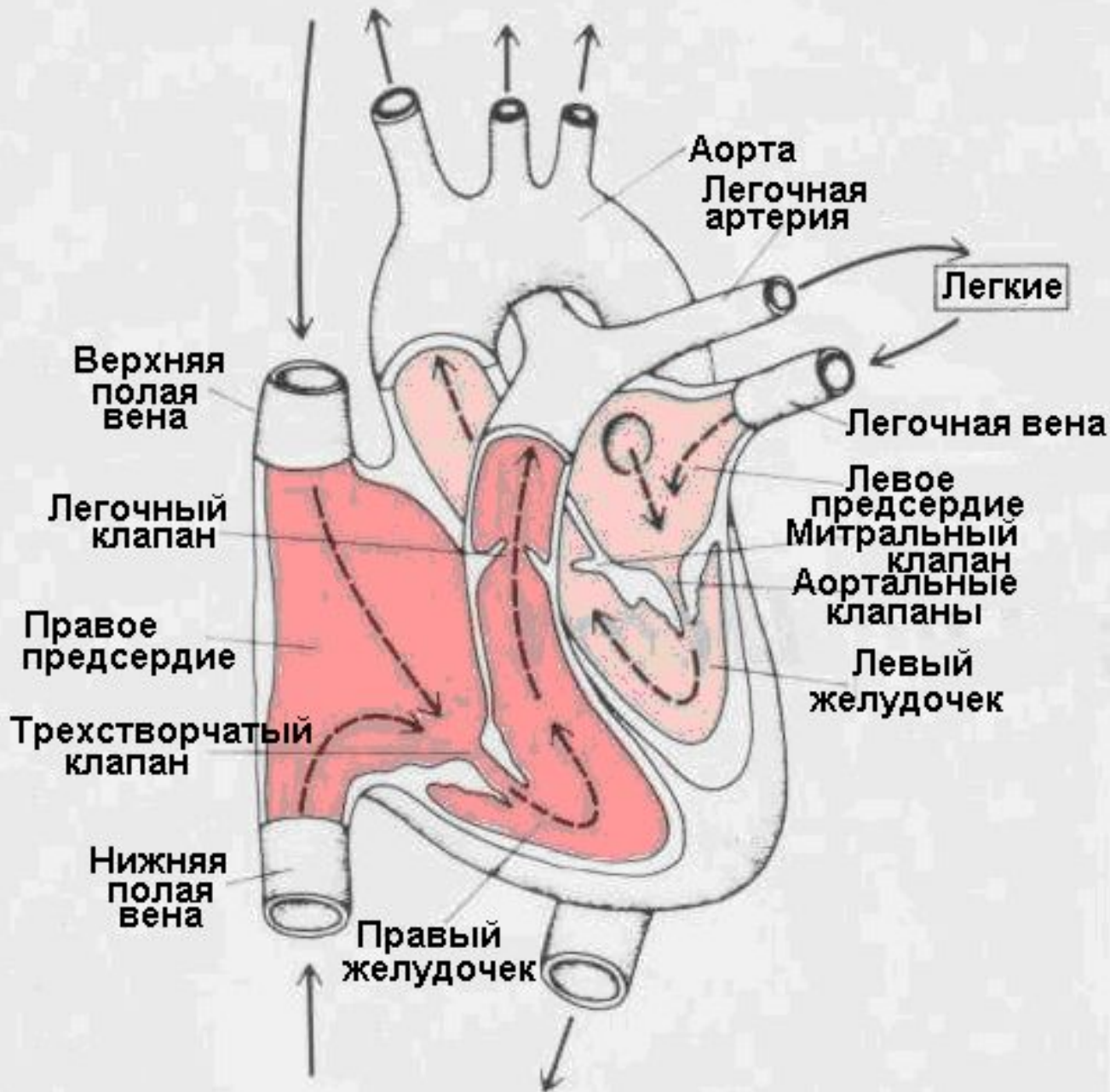
## № 2. Сердце (продолжение)

1. Сердечный цикл
2. Показатели работы сердца.

# Возбудимость, сократимость, рефрактерность

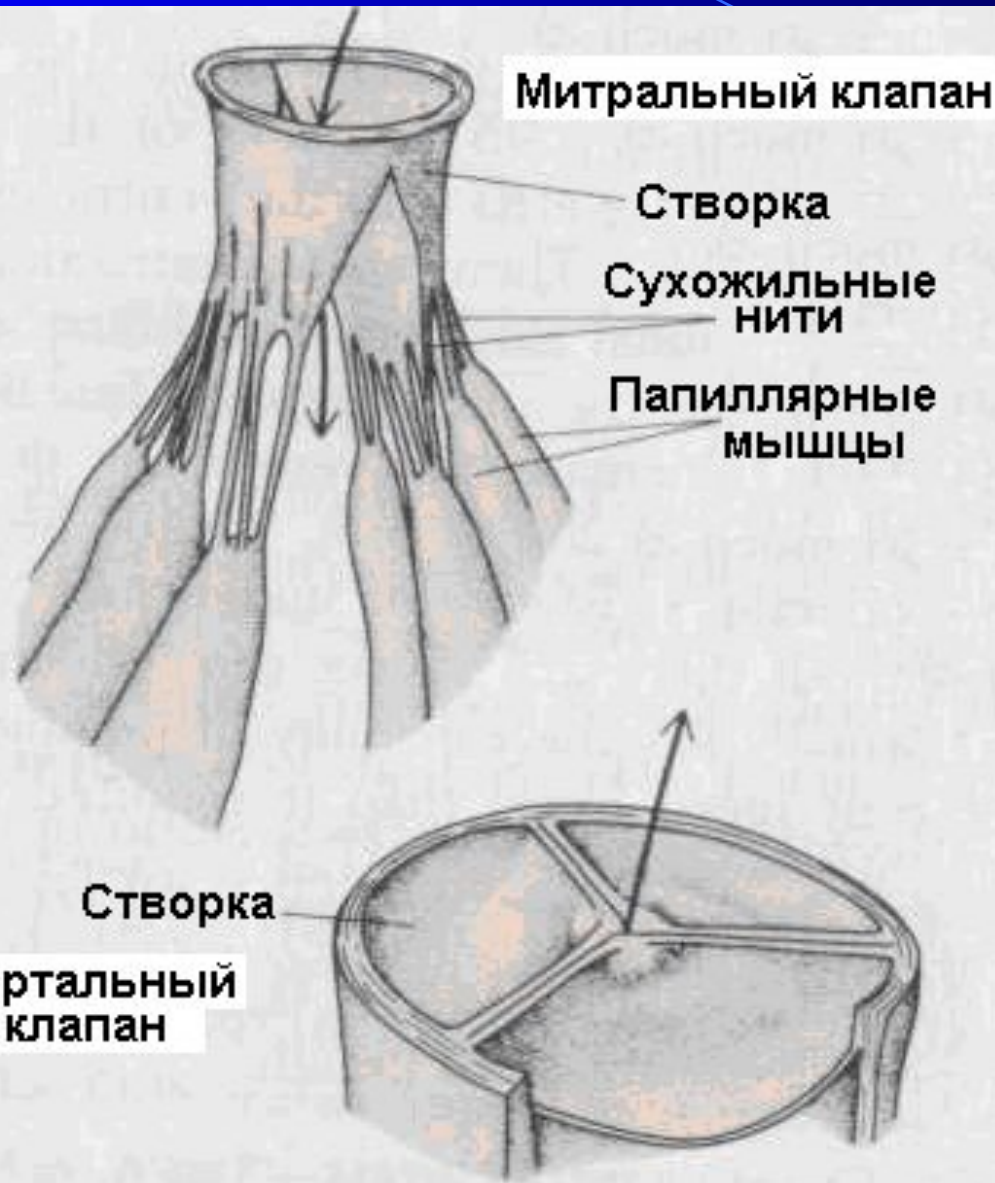


# Направление кровотока



# Механизмы закрытия и открытия клапанов

- Клапаны открываются и закрываются пассивно током крови, когда возникает разность давлений.



# Сердечный цикл

- Циклически повторяемая смена состояний сокращения (систола) и расслабления (диастола) сердца именуется сердечным циклом.

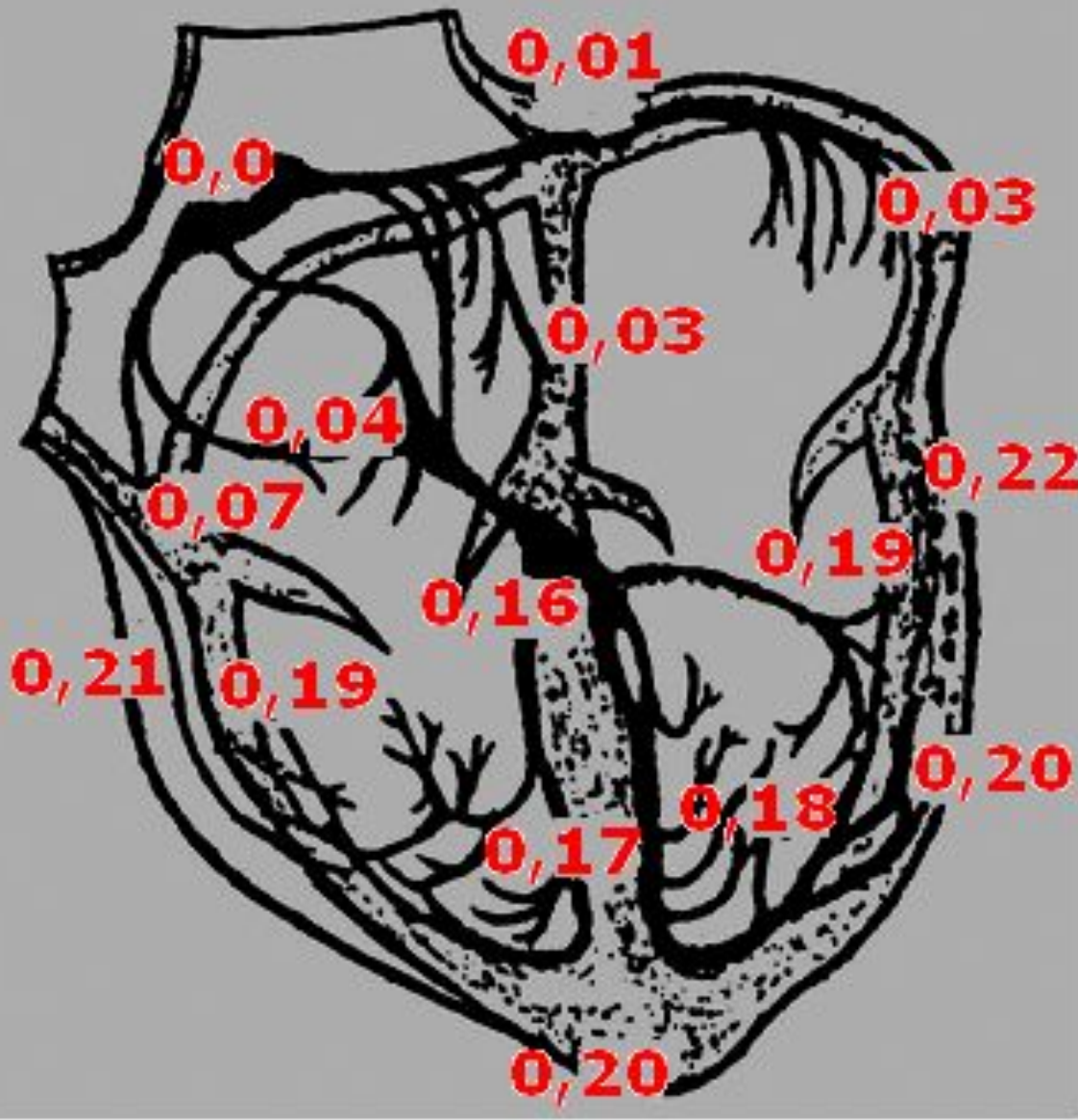
- При частоте сокращений сердца (ЧСС) 75 в мин, продолжительность всего цикла около 0,8 с.

- ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

*Общая диастола* предсердий и желудочков:

- все полости сердца заполнены кровью,
- давление крови в них и венах около 0 мм рт. ст.,
- двух- и трехстворчатые клапаны открыты,
- клапаны выхода из желудочков закрыты,
- давление крови:
  - в аорте – 80 мм рт. ст.,
  - легочной артерии – 12 мм рт. ст.





**Время  
воникновения  
возбуждения в  
различных  
структурах сердца  
по отношению к  
синусному узлу**

# Систола предсердий



- Начинается с сокращения кольцевых мышц, перекрывающих выход в вены, образуя замкнутую полость «предсердия-желудочки» .
- Кровь из предсердий поступает в уже заполненные желудочки, несколько растягивает их, доводя объем крови в них до **110-140 мл** (*конечно-диастолический объём желудочков, КДО*).

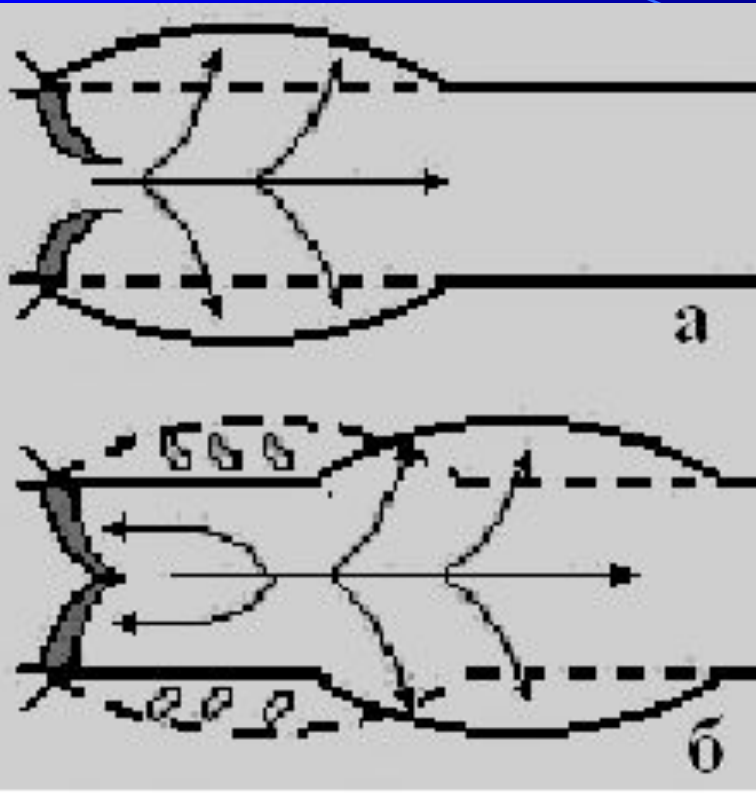
## Систола желудочков – продолжается 0,28-0,33 с



- **Первый период напряжения** - продолжается до тех пор пока не откроются полулунные клапаны.  
**Фазы асинхронного и изометрического сокращения** - током крови захлопываются атриовентрикулярные клапаны
- **Второй период изгнания.**
- **Фаза быстрого** (0,12 с) изгнания крови. В сосудах давление 80 (12), а в желудочках 120 (30) – высокий его градиент (разность).
- **Фаза медленного** (0,13 с) изгнания крови: в сосудах давление растет и градиент его снижается.



# Механизм закрытия аортальных клапанов



- Прекращение изгнания приводит к тому, что находящаяся в сосудах кровь обратным током захлопывает полулунные клапаны. Это состояние именуется *протодиастолическим интервалом* (0,04 с). Затем происходит спад напряжения - *изометрический период расслабления* (0,08 с).
- Лишь после этого желудочки под влиянием поступающей крови начинают расправляться.

# Сердечный цикл и механизм присасывающего действия при смещении атриовентрикулярной перегородки в период систолы желудочка.

## *Наполнение предсердий*

происходит главным образом пассивно притекающей по венам кровью. Но можно выделить и «активный» компонент, проявляющийся в связи с совпадением его диастолы с систолой желудочков. При сокращении последних плоскость атриовентрикулярной перегородки смещается по направлению к вершине сердца, что создает присасывающий эффект



# Общая диастола

- После окончания систолы желудочка, когда обратным током крови захлопываются аортальные клапаны, (а в это время предсердия переполнены кровью) начинается его диастола (общая диастола).
- Желудочки расправляются притекающей кровью.
- Желудочки вначале заполняются быстро, а затем медленно, так как кровь в них поступает из вен и предсердий.
- К концу общей диастолы и предсердия, и желудочки заполнены кровью и давление в них около 0 мм рт. ст.

# Общая диастола

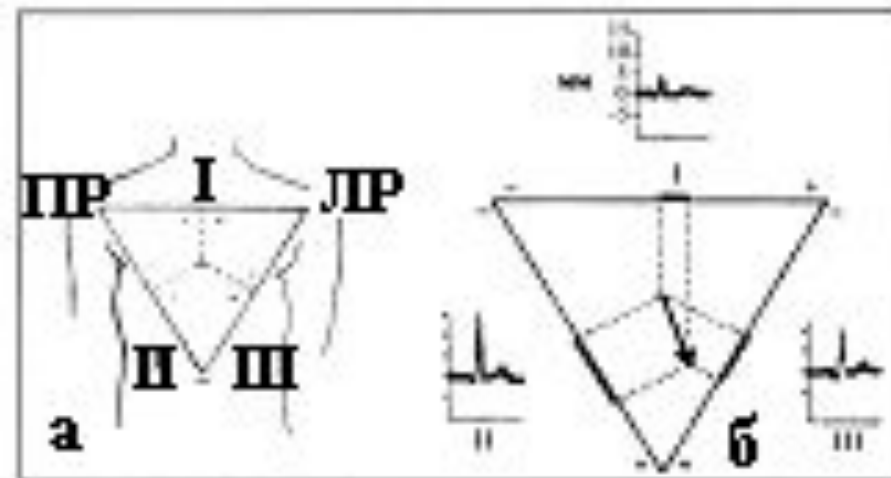
- После закрытия аортального и легочного клапанов начинается общая диастола.
- К этому времени предсердия переполнены кровью (см. рисунок).
- Вначале желудочки наполняются быстро, так как кровь поступает из заполненных предсердий, а затем медленно, так как кровь поступает из вен, заполняя предсердия и желудочки.
- В результате сердце приходит к состоянию, описанному ранее (перед началом сердечного цикла).



# Электрокардиография

- *Электрокардиография* - запись изменения электрических потенциалов сердца позволяет получить представление о *возбудимости* и *проводимости миокарда*. При одновременном возбуждении огромного количества кардиомиоцитов возникает электрическое поле, которое передается даже на поверхность тела, откуда его, предварительно усилив, можно зарегистрировать.
- Расположенные на бесконечно малом расстоянии положи-тельные и отрицательные заряды составляют элементарную электродвижущую силу. ЭДС диполя - векторная величина.
-

# Электрокардиография



а - три стандартных отведения:

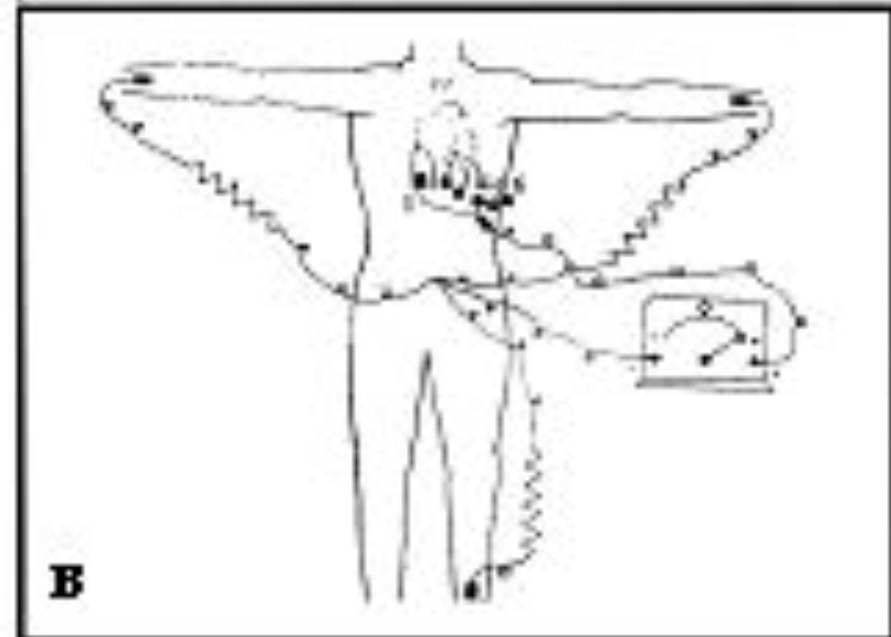
I - верхние конечности

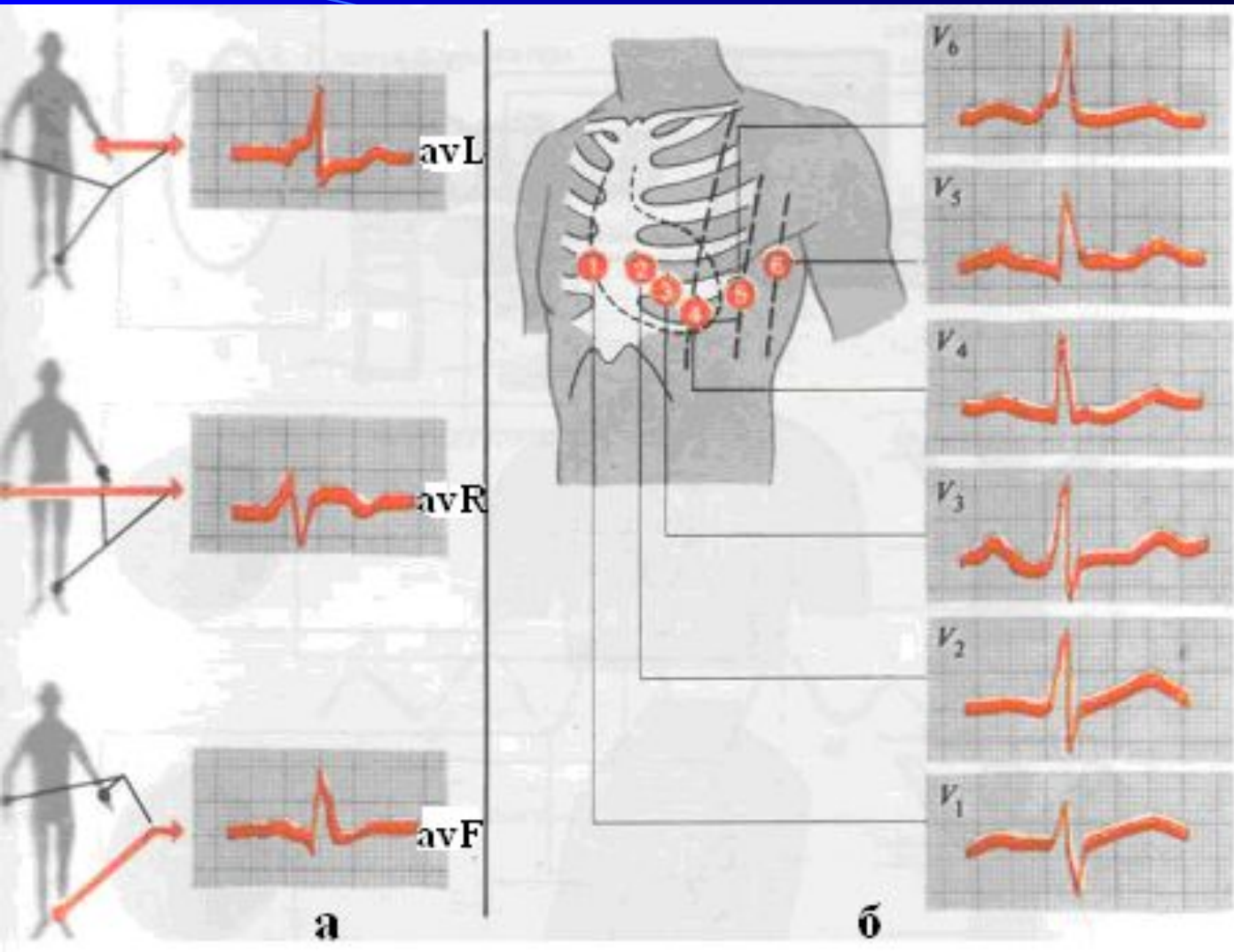
II - правая рука - левая нога

III - левая рука и нога

б - треугольник Эйнтховена

в - грудные отведения





ЭКГ-  
регистрация  
и ЭКГграммы  
усиленных (а)  
и грудных (б)  
отведений

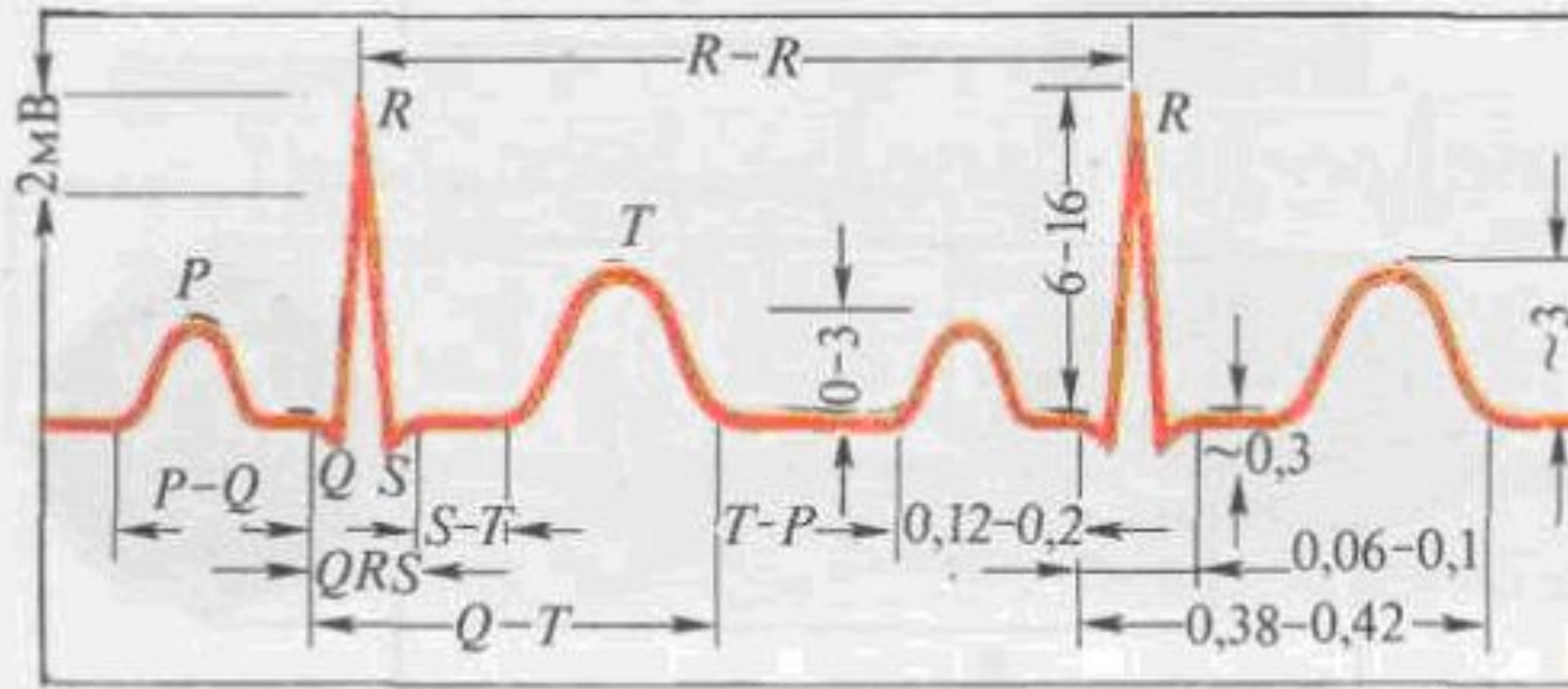
# ЭКГ





# Амплитудные и временные характеристики ЭКГ II-стандартного отведения

Амплитуда зубцов ЭКГ, мВ



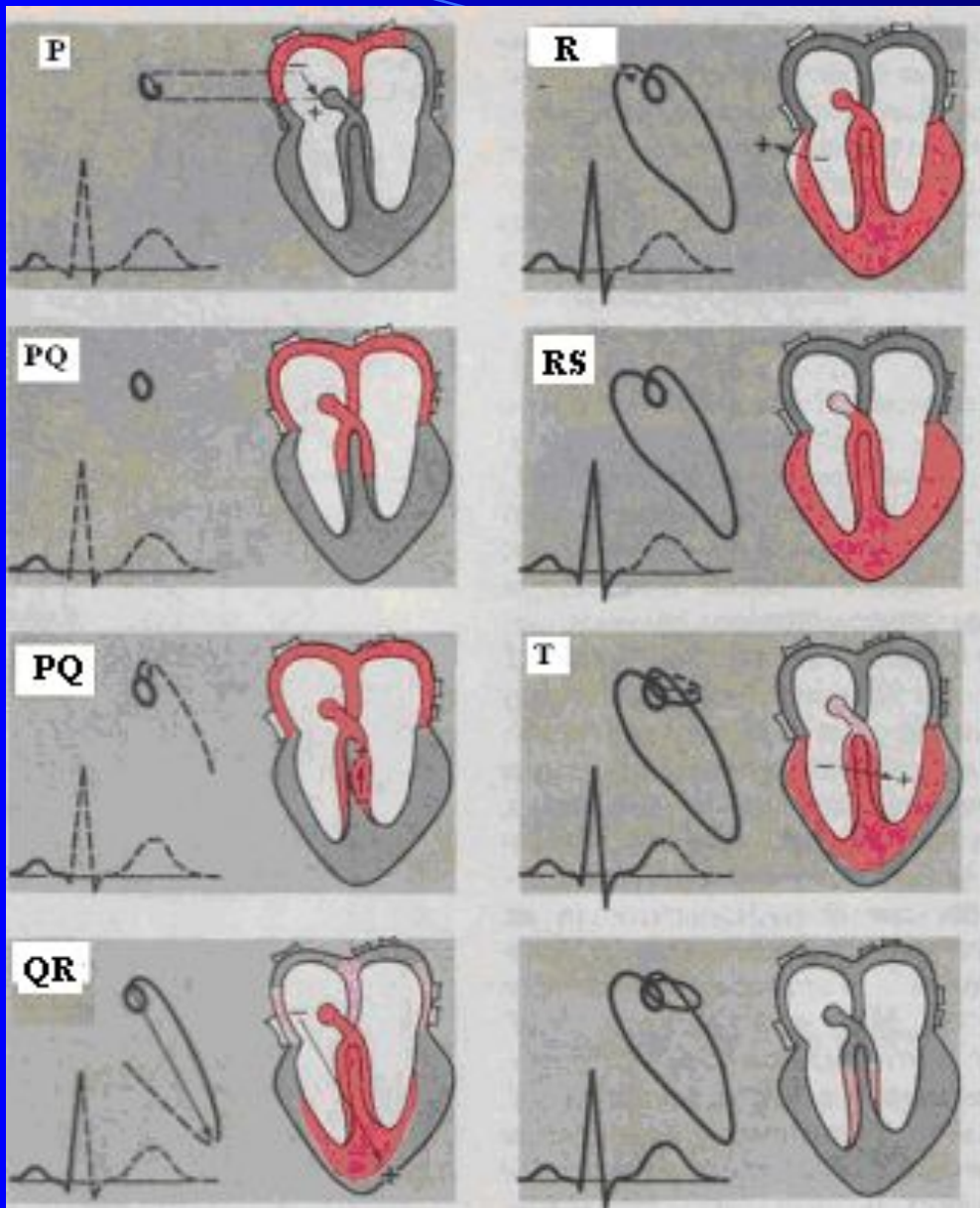
Временные интервалы между зубцами ЭКГ, с

# Расшифровка ЭКГ

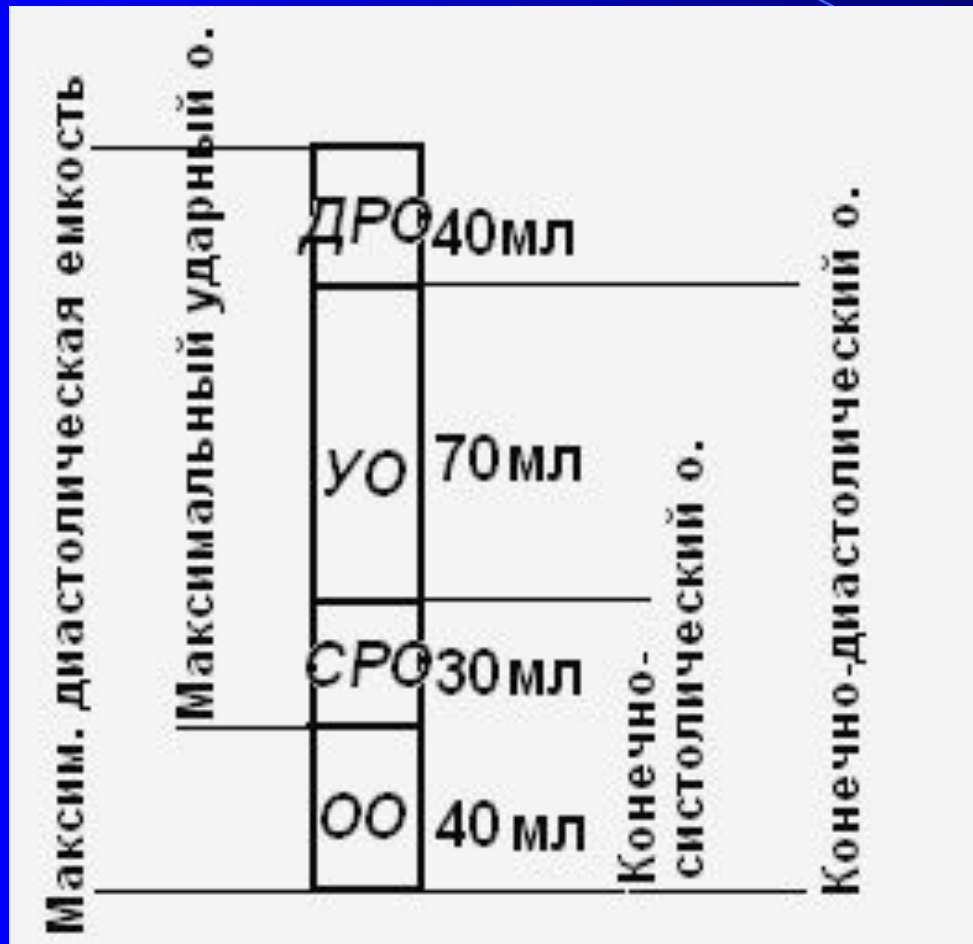
- Зубцы P, Q, R, S, T и интервалы: PQ, ST и соотношение их с распространением возбуждения по миокарду (окрашено в красный цвет).

Зубец P - возбуждение предсердий,  
Интервал PQ – а/в задержка,  
Зубец Q – возбуждение а/в узла, Гиса,  
межжелудочковой перегородки.

Зубец R – возбуждение желудочков,  
Зубец S – завершение возбуждения желудочков,  
Интервал ST – желудочки возбуждены,  
Зубец T – реполяризация желудочков.



# Показатели работы сердца



- УО – ударный объем,
- ДРО – диастолический резервный объем,
- СРО – систолический резервный объем,
- ОО – остаточный объем,
- МОК – минутный объем,
- ЧСС – «пульс»
- $МОК = УО \times ЧСС$
- МОК в покое = 5 л
- $ЧСС_{\text{макс.}} = 220 - В$  (лет)
- $МОК_{\text{макс.}}$  До 25 л

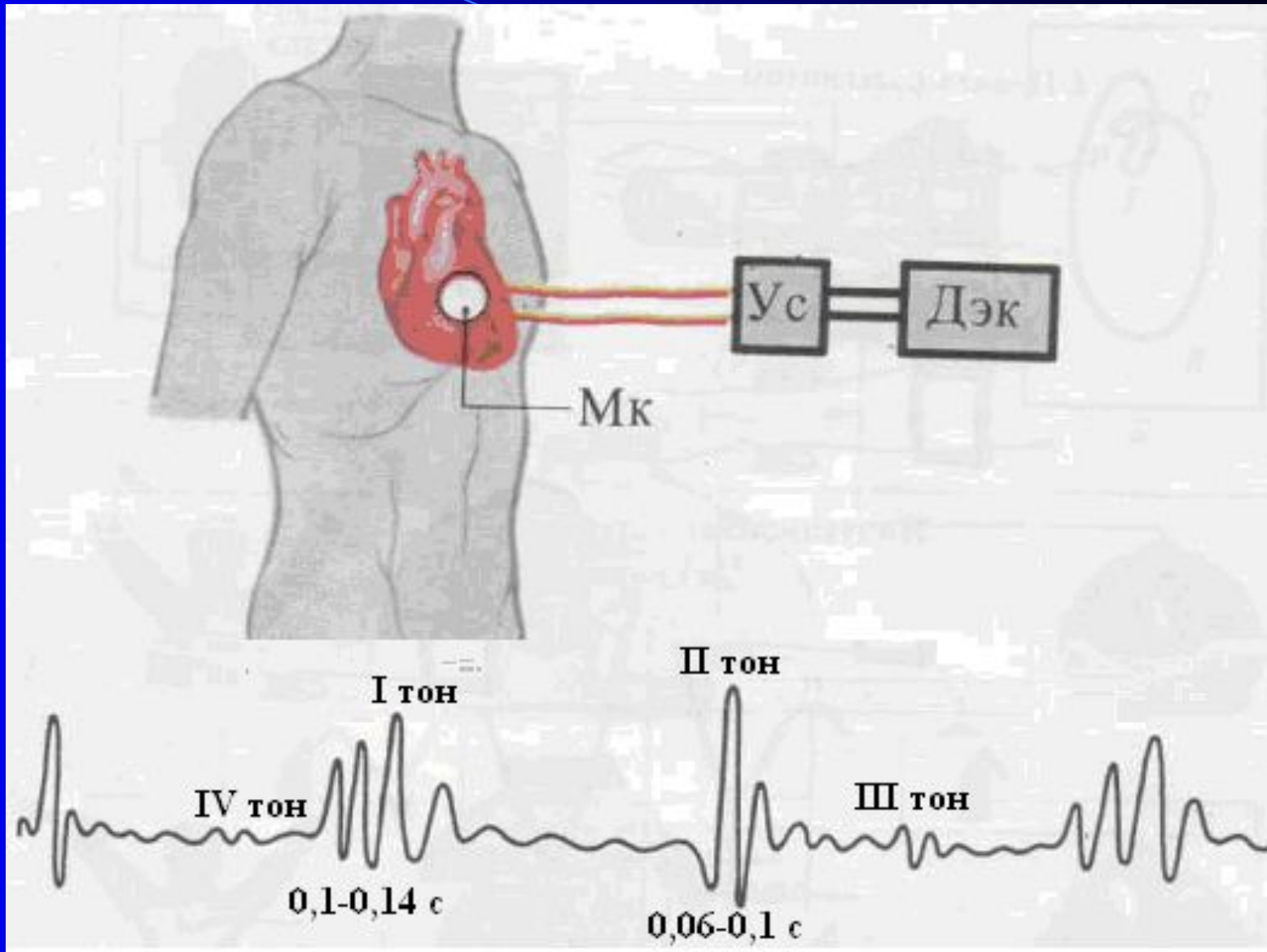
# Изменение временных характеристик систолы и диастолы при увеличении ЧСС

ЧСС уд/мин	Систола, с	Диастола, с
70	0,28	0,58
150	0,25	0,15
200	0,21	0,11

- ЧСС растет за счет резкого снижения общей диастолы, когда происходит заполнение сердца кровью. Поэтому при очень большой ЧСС снижается УО.
- Наилучшая ЧСС у молодых людей – 170 уд/мин, при которой УО может повышаться до 120-140 мл. В результате МОК может возрасти с 5 л/мин до 22-25 л/мин.



# Фонокардиография



# Тоны сердца

- Основным компонентом тонов является *клапанный*
- *Первый тон (систолический)*: Он слагается из:
  - 1) захлопывания предсердно-желудочковых клапанов;
  - 2) вибрации их и сухожильных нитей, удерживающих эти клапаны;
  - 3) турбулентного движения крови, ударяющейся о захлопывающиеся клапаны;
  - 4) вибрации стенки желудочков при изометрическом сокращении;
  - 5) колебаний начальных отделов аорты и легочного ствола при растяжении их кровью в период изгнания.

# Тоны сердца

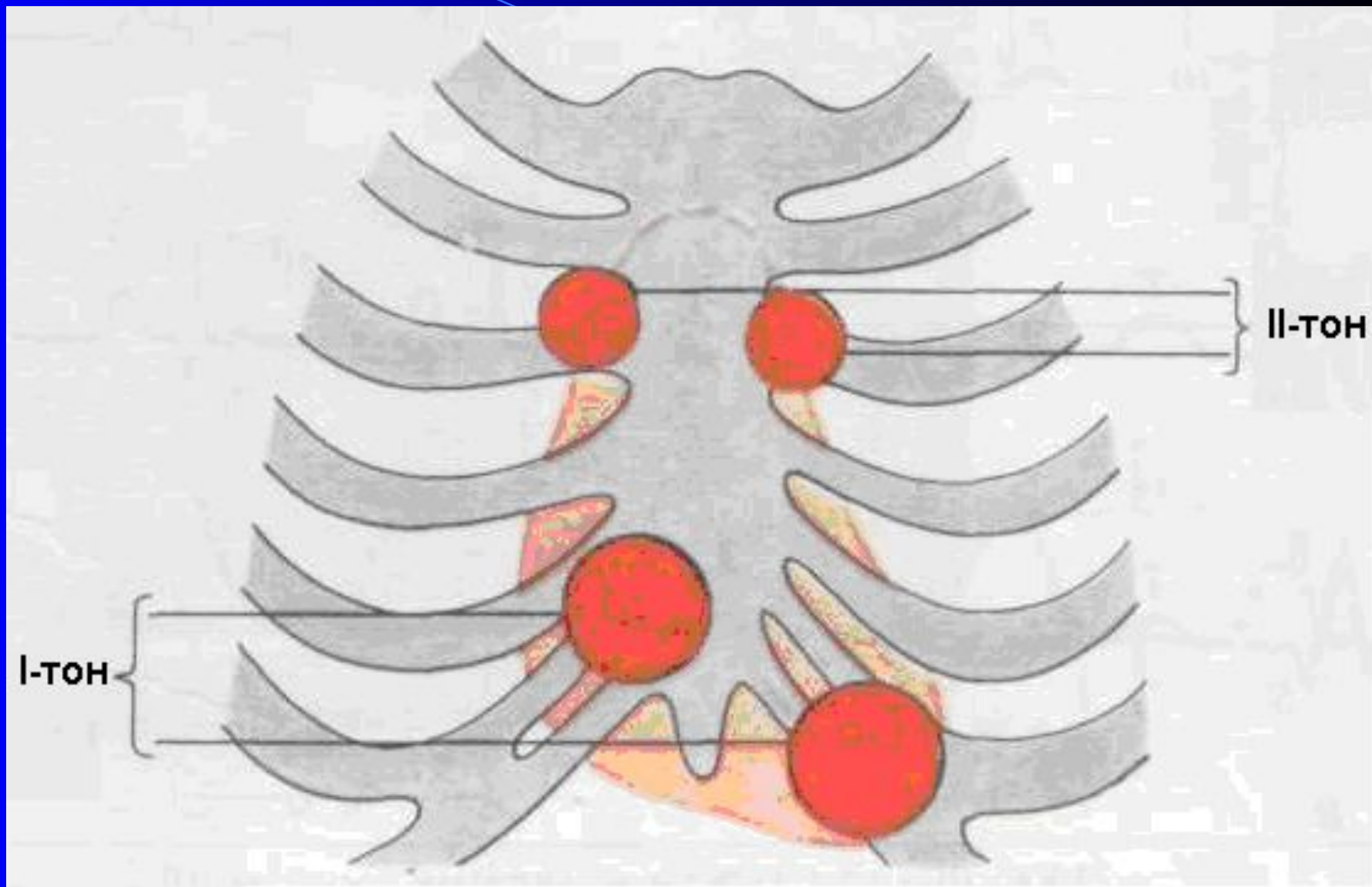
- *Второй тон (диастолический) совпадает с началом диастолы желудочков. Он складывается из:*
- **1) удара створок полулунных клапанов друг о друга при их закрытии;**
- **2) их вибрации;**
- **3) турбулентного движения крови, ударяющейся о захлопывающиеся клапаны;**
- **4) вибрации крупных артерий (аорты и легочной).**

## Тоны сердца (продолжение)

- ***Третий тон*** возникает вследствие вибрации стенок желудочков в фазу быстрого заполнения их кровью.
- ***Четвертый тон*** возникает при систоле предсердий и возврате части крови в предсердия, когда в начале систолы желудочков атриовентрикулярные клапаны еще открыты.



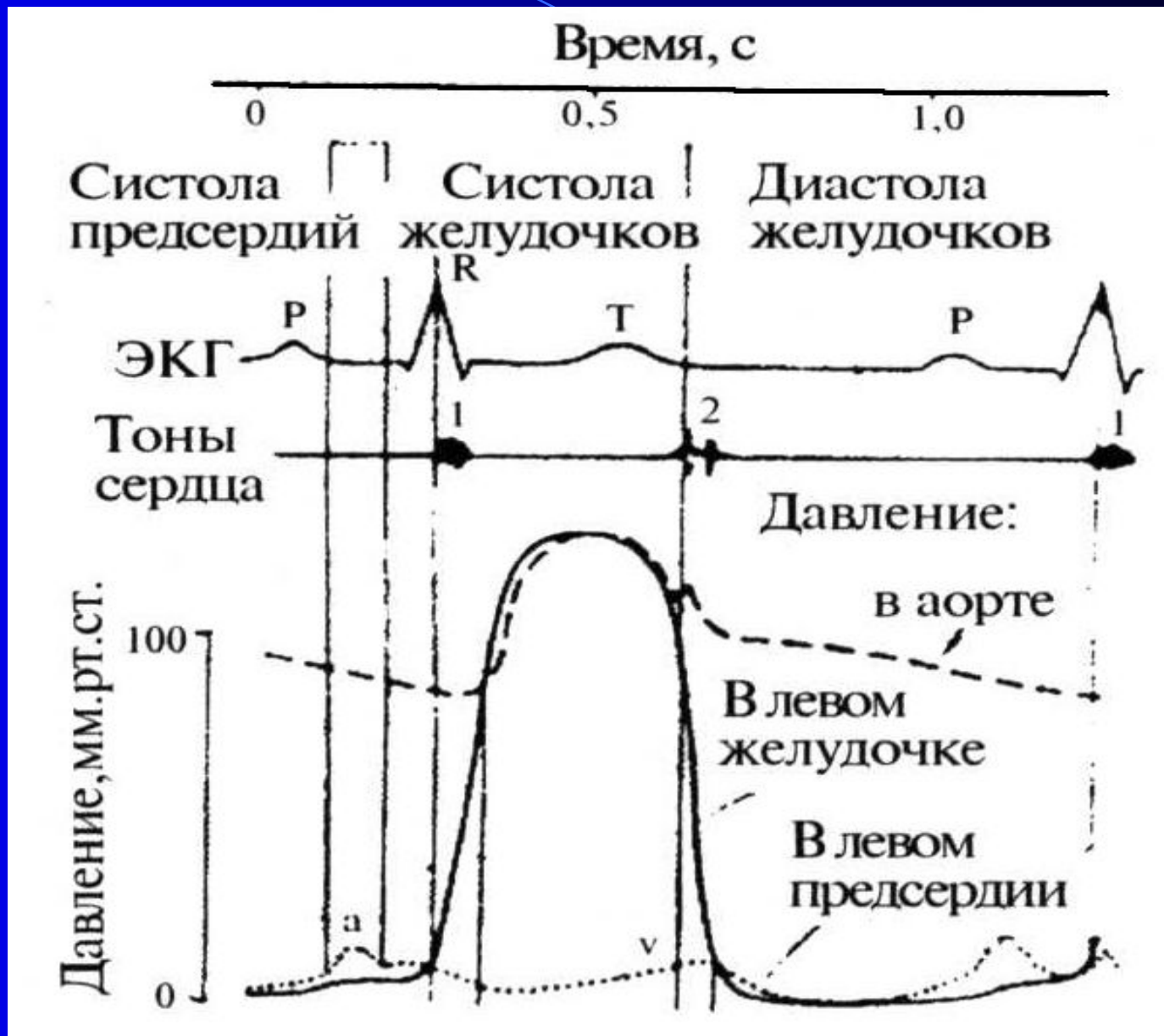
# Точки наиболее четкого выслушивания тонов



# Сопоставление ЭКГ и ФКГ



# Соотношение различных показателей сердца с фазами сердечного цикла



# СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

