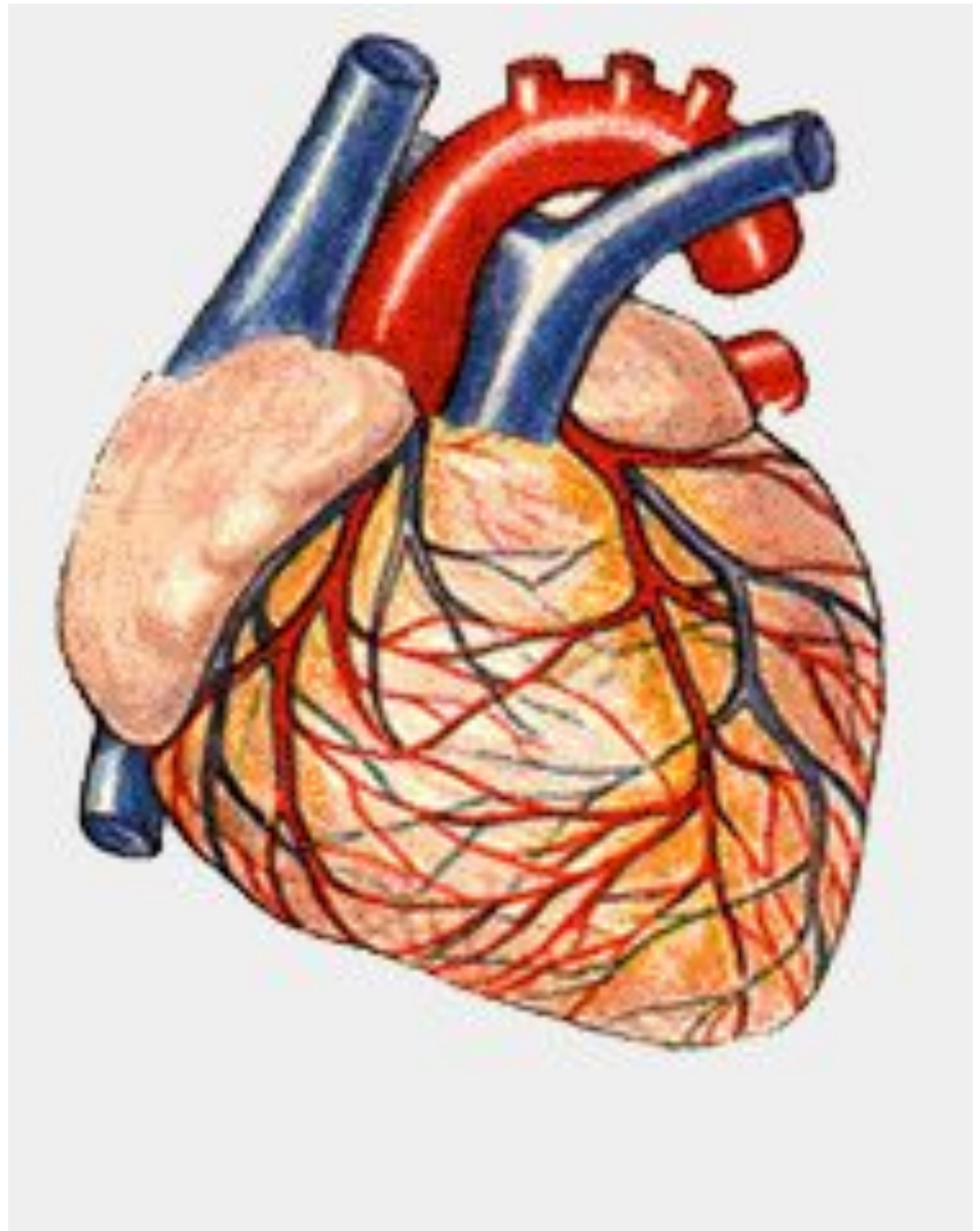


# Кровообращение



# Задача ССС

- **Доставка в микроциркуляторное русло кислорода и питательных веществ и удаление метаболитов.**
- Кровоток в микрорегионе должен соответствовать интенсивности работы.

# **Функциональная характеристика ССС**

# Роль сердца

- 1) Насос. Обеспечивает ритмическое нагнетание крови в сосуды.
- 2) Генератор давления. При сокращении сердца в сосуды выбрасывается кровь, что приводит к повышению АД.

- 3) Сердце обеспечивает возврат крови, т. е. обладает присасывающим действием.

# Функции сосудов

- а) Малого круга кровообращения –
- в них происходит газообмен между венозной кровью и альвеолярным воздухом.

- Диффузия газов  $O_2$  и  $CO_2$  идет в соответствии с направлением альвеолярно – капиллярного градиента парциального давления и напряжения для ЭТИХ газов.

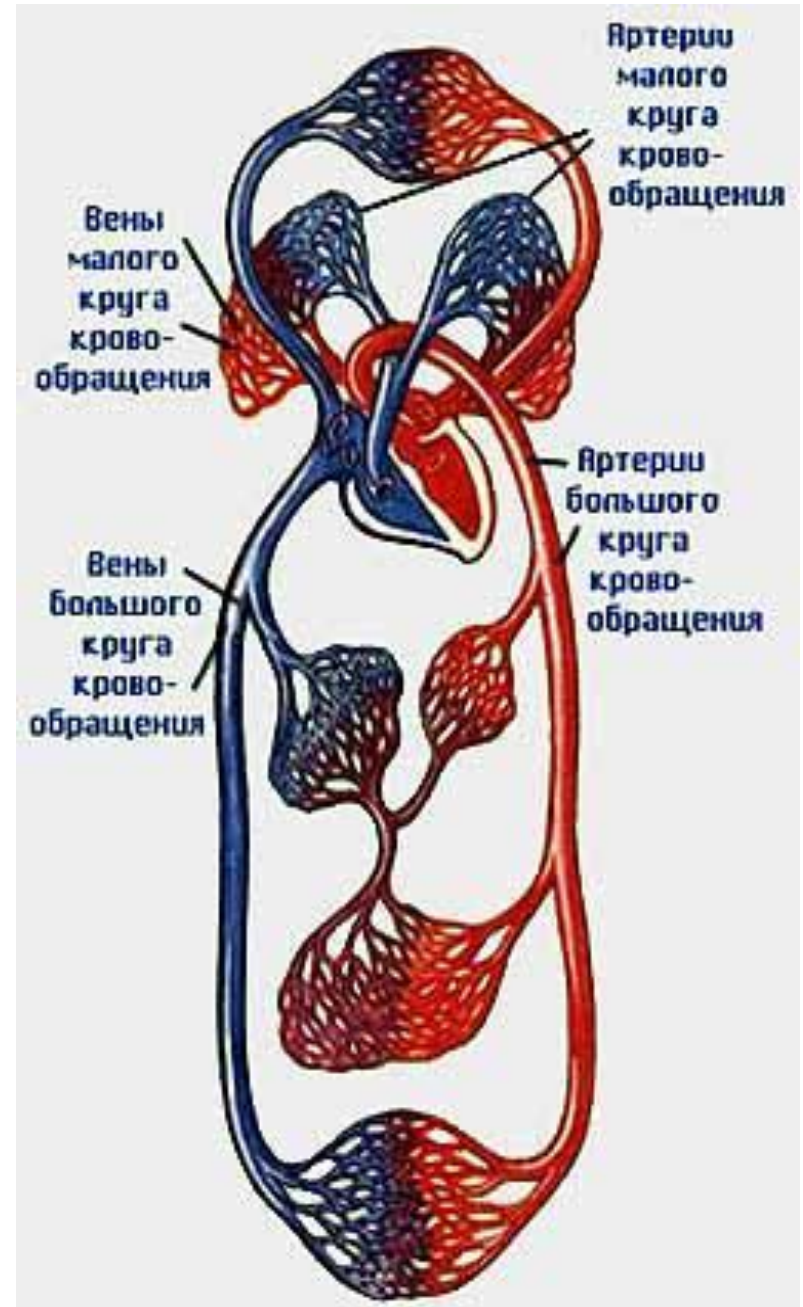
## б) Большого круга.

- По ним идет кровь к тканям. Происходит газообмен между кровью и тканями – образуется венозная кровь.



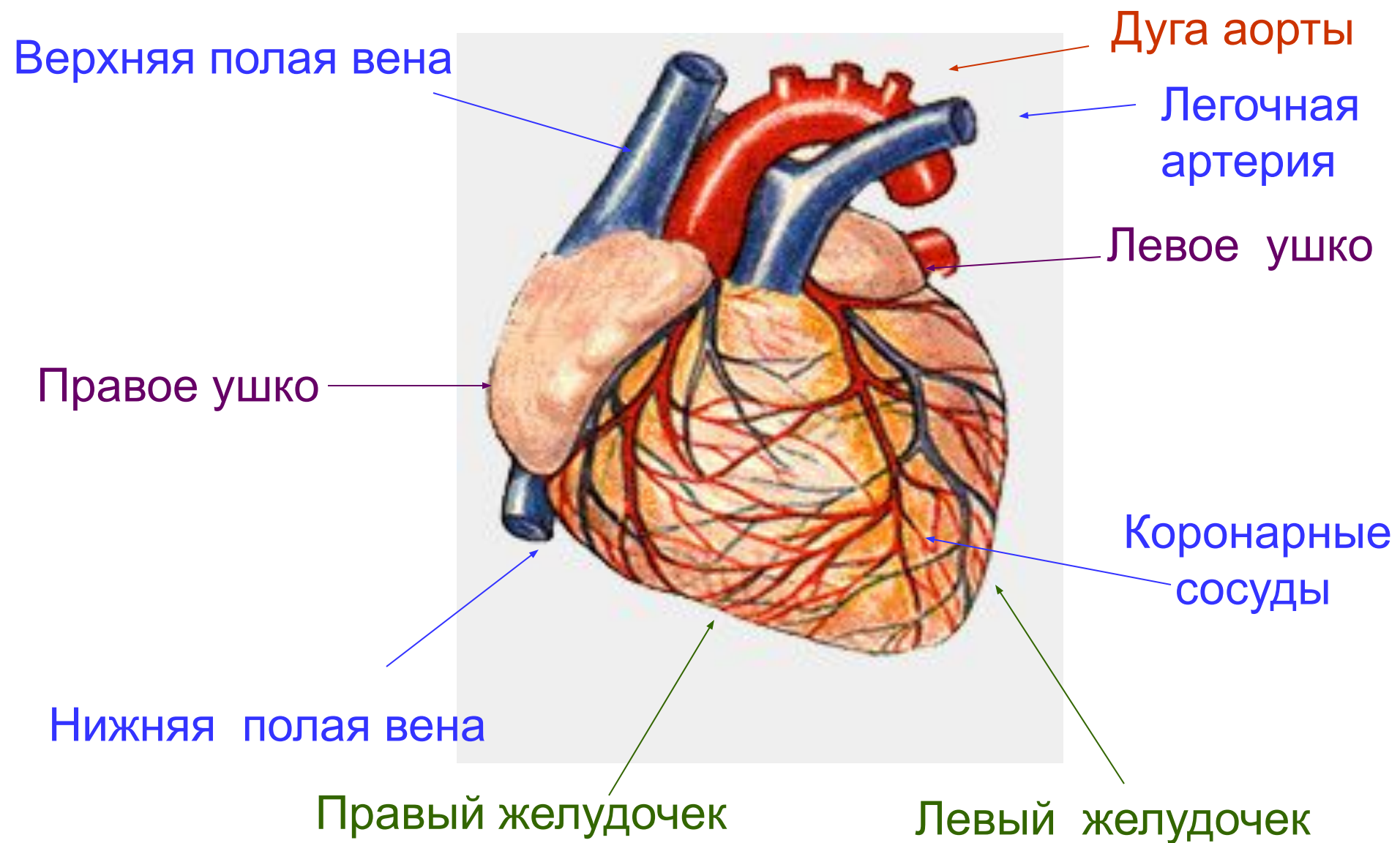
# Круги кровообращения

- **Большой круг.**
- **Начинается из левого желудочка аортой.**
- **Заканчивается в правом предсердии верхней и нижней полыми венами.**
- **Малый круг.**
- **Начинается из правого желудочка легочной артерией.**
- **Заканчивается в левом предсердии четырьмя легочными венами.**



# Нагнетательная функция сердца

# Вид сердца спереди



# Физиологические свойства сердечной мышцы



Возбудимость

Проводимость

Сократимость

Автоматия

# Характеристика сократительной деятельности сердца.

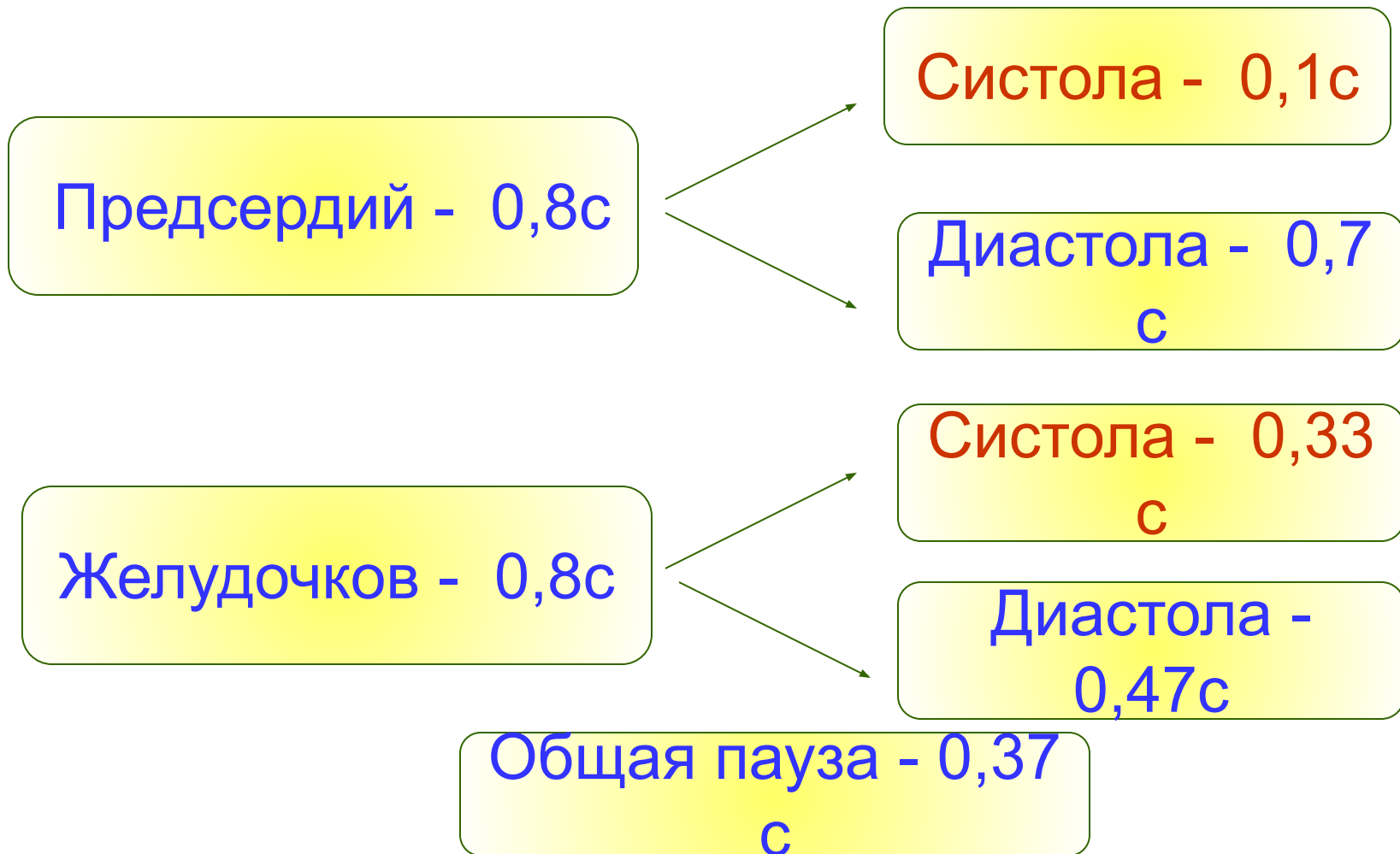
Сокращения происходят по типу одиночных сокращений.

Суммации сокращений никогда не происходит.

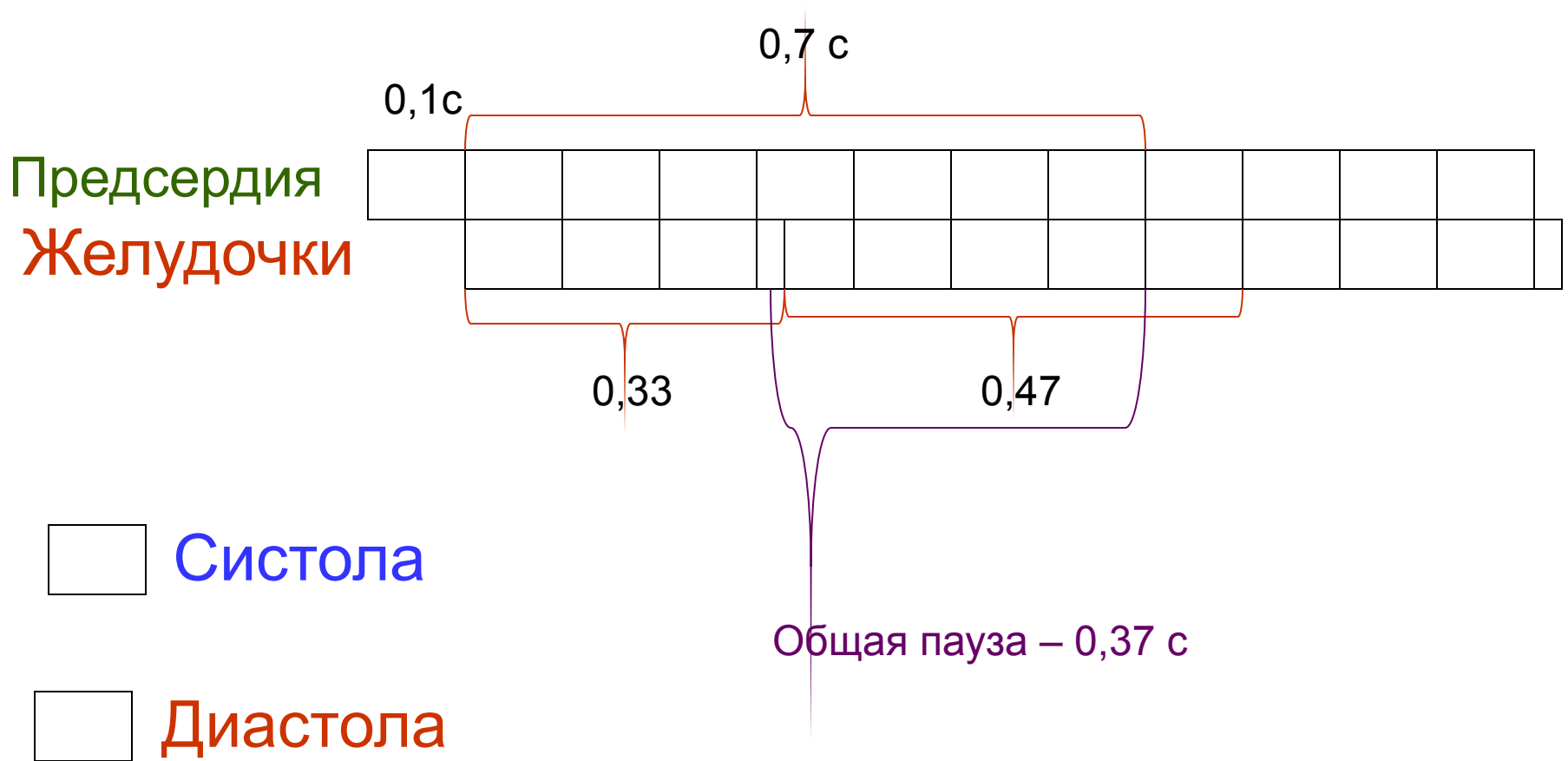
Цикл работы сердца состоит из систолы и диастолы

# Цикл работы сердца

При ЧСС равной 75 в минуту составляет:



# Графическое изображение сердечного цикла



# Фазовый анализ работы сердца

Систола желудочков 0,33с

```
graph TD; A[Систола желудочков 0,33с] --> B[Период напряжения 0,08с]; A --> C[Период изгнания крови 0,25с]; B --> D[Фаза асинхронного сокращения 0,05с]; B --> E[Фаза изометрического Сокращения 0,03с]; C --> F[Фаза медленного Изгнания 0,13с]; C --> G[Фаза быстрого Изгнания 0,12с];
```

Период напряжения 0,08с

Фаза асинхронного сокращения 0,05с

Фаза изометрического Сокращения 0,03с

Период изгнания крови 0,25с

Фаза медленного Изгнания 0,13с

Фаза быстрого Изгнания 0,12с



Диастола  
желудочков -0,47с

Период  
расслабления -0,12  
с

Фаза  
асинхронного  
расслабления  
– 0,04с

Фаза  
изометрического  
расслабления – 0,08с

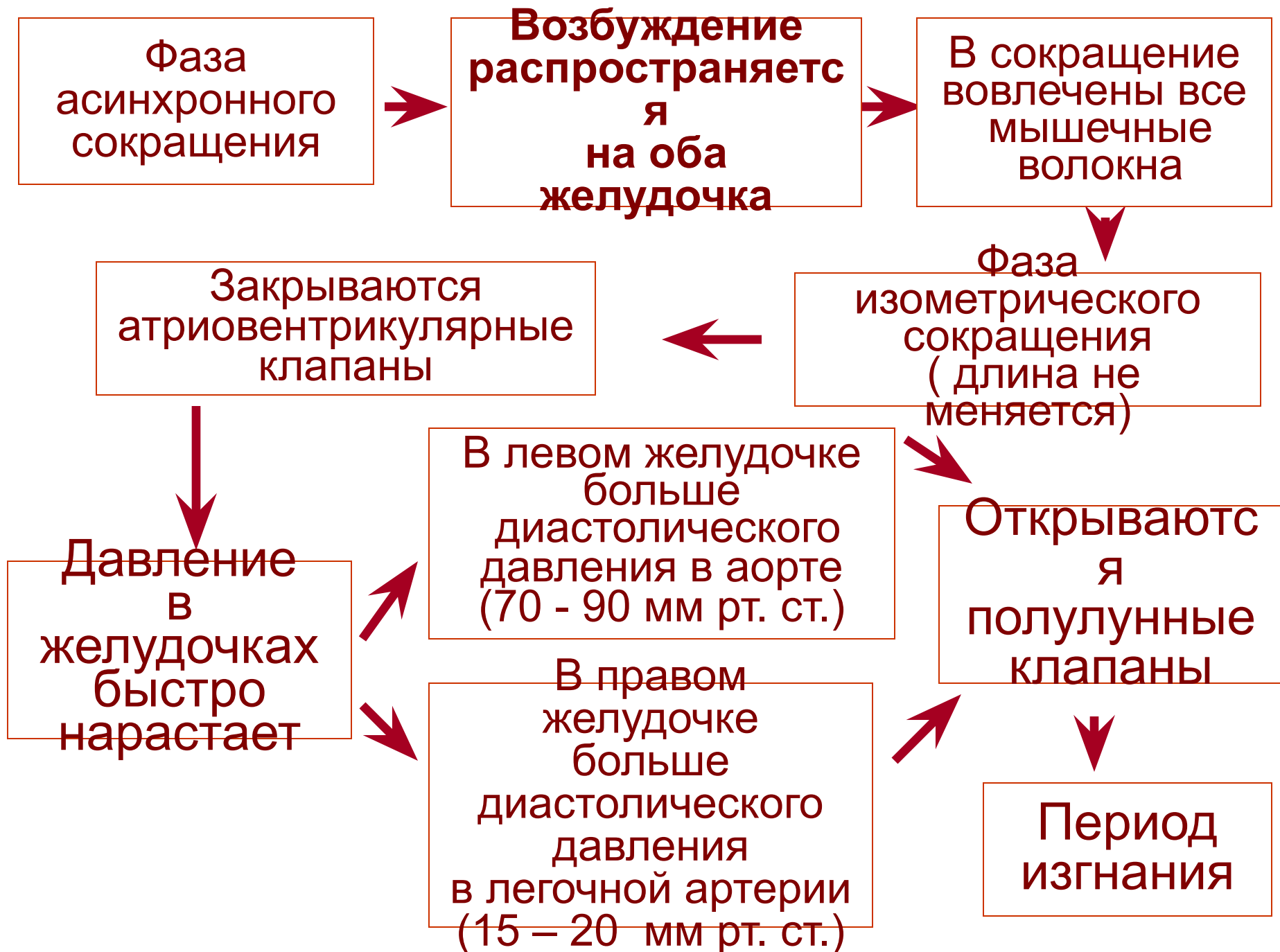
Период  
наполнения -0,25  
с

Фаза  
быстрого  
наполнения –  
0,08с

Фаза  
медленного  
наполнения – 0,17с

Пресистола – систола предсердий -0,1  
с

# Характеристика систолы желудочков



# Характеристика диастолы желудочков

Период от начала расслабления до закрытия полулунных клапанов  
**протодиастола**

Давление в желудочках становится ниже, чем в сосудах

Фаза медленного наполнения

Сопротивление кровотоку растет

Полулунные клапаны закрываются обратным током крови в желудочки  
**Фаза**

Систола предсердий (пресистола)

Происходит быстрое наполнение желудочков кровью

изометрического расслабления – клапаны закрыты

Период напряжения желудочков

массой крови открываются атриовентрикулярные клапаны

Давление в желудочках падает до 0

# Давление в полостях сердца в мм. рт. ст.

Предсердия			Желудочки	
Фаза	Правое	Левое	Правый	Левый
Систола	4 – 5	5 – 7	ПН – 12 – 15 ПИ – 25 – 30	ПН – 70 – 80 ПИ – 120 – 130
Диастола	0 – (-3)	0 – (-3)	0 – 5	0 – 5

# Причина одностороннего тока крови в сердце.

- 1) Сокращение предсердий начинается с мышечных пучков, охватывающих устья вен, поэтому кровь течет в желудочки.
- 2) Наличие атриовентрикулярных клапанов препятствует обратному току крови в предсердия.
- 3) Полулунные клапаны препятствуют току крови из сосудов в желудочки.

# Механизмы, обеспечивающие приток крови к сердцу.

- 1) Систола левого желудочка, создающая движущую силу (30% венозного возврата).
- 2) Разность давлений в венах и полостях сердца.
- В венах вне грудной полости  $P = 5 - 9$  мм. рт. ст.,
- в предсердиях во время диастолы – 0 – 3 мм. рт. ст.
- Движущая сила равна  $P$  вен. –  $P$  сердца.
- В среднем 5 – 9 мм. рт. ст.



### 3) Присасывающая способность сердца.

- Она связана с потенциальной энергией эластических элементов, накопившейся в систолу. Растянутые в систолу эластические элементы в диастолу работают как пружины.

# «Пружина сверху».

- В систолу крупные сосуды и соединительная ткань, укрывающая сердце растягиваются.
- В диастолу эти ткани сокращаются
- и как на пружине подтягивают сердце навстречу потоку крови.

# « Пружина внутри».

- Создается деформацией в систолу соединительного каркаса и мышечных волокон сердца.
- Благодаря этим силам в диастолу сердце стремится расширяться .
- Это создает внутри его отрицательное давление, увеличивается приток крови к сердцу.

# Присасывающее действие отрицательного давления

- В начале систолы желудочков предсердно-желудочковая перегородка оттягивается вниз.
- Увеличивается объем предсердий и в них создается отрицательное давление.
- Отрицательное давление способствует увеличению венозного возврата.

# Модулирующее влияние на приток крови к сердцу.

- 1) Отрицательное давление в грудной полости.
- На вдохе – 9мм. рт. ст., на выдохе – 3мм. рт. ст.
- При пневмотораксе исчезает отрицательное давление.

## 2) Изменение емкости венозных сосудов.

- В норме 75% от ОЦК находится в венозных сосудах.

- При резком падении АД,
- после мышечной нагрузки,
- при ортостатике

это количество крови может возрасти до 80 – 90%,

при этом снижается венозный возврат.

- Но его можно менять, изменяя положение тела или конечностей относительно сердца.



# Факторы, влияющие на объем крови в венах.

- 1) Состояние венозных клапанов.
- 2) Сокращение мышц брюшного пресса уменьшает содержание крови во внутренних органах.
- 3) Сокращение скелетных мышц (выполняют роль насоса).

## 4) Положение тела.

- При ортостатике рефлекторно суживаются прекапиллярные сфинктеры
- ( чтобы не упало АД)
- и объем венозной крови снижается.

# Оценка гемодинамической функции сердца.

- 1) По количеству перекачиваемой крови в минуту.
- $МОК = СВ \cdot ЧСС =$
- $(60 - 85\text{мл}) \cdot (60 - 80) =$
- $4,5 - 5\text{л}.$

- 2) По звуковым явлениям, возникающим при работе сердца.

# Методы определения систолического выброса и МОК.

- Прямой метод – расходометрия.
- Регистрируется расходомером объем крови, протекающей через аорту.

**Инвазивные методы.**

# 1) Метод Фика.

- Рассчитывают артерио-венозную разницу содержания кислорода и определяют потребление кислорода метаболографом.

# МОК рассчитывается по формуле:

- потребление кислорода (мл. мин.)
- артерио-венозную разницу по кислороду(на 100мл. крови)
- = мл/мин.



## 2) Использование метода разведения красителей

- В локтевую вену вводят определенную дозу непроникающего через стенку сосуда вещества.
- Фиксируют время введения.

- Из другой вены периодически берут пробы крови и определяют в них концентрацию вещества.

- Строят кривую разведения индикатора,
- по которой рассчитывают МОК
- (учитывается только объем плазмы).

**Неинвазивные методы.**

# 1) Интегральная реография.

- Регистрируют изменение сопротивления тканей электрическому току.
- Оно уменьшается в момент систолического выброса и пропорционально его величине.
- Предварительно строят калибровочную кривую.

- Это график зависимости электрического сопротивления от известного объема крови.
- Так находят систолический объем (CO).
- $МОК = CO + ЧСС.$

## 2) Ультразвуковой метод

- Датчик на грудной клетке устанавливается так, чтобы ультразвуковые волны отражались от митрального клапана, и регистрируется СВ и МОК.
- 3) Расходометрия – датчик устанавливается на аорте.

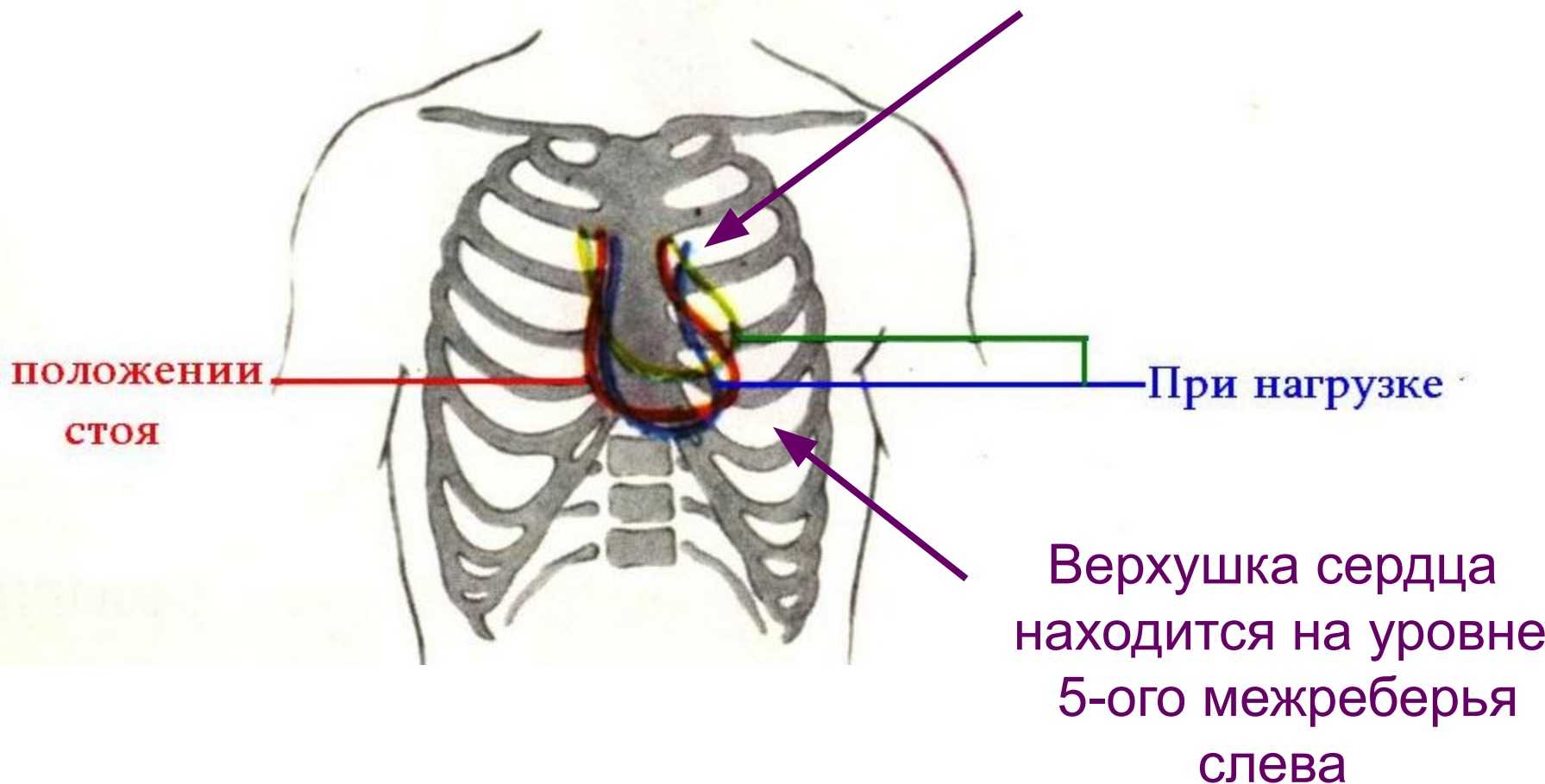
# Тоны сердца и их диагностическое значение



- При аускультации сердца выслушивают 2 тона.
- I – глухой, протяжный, низкий, за ним следует короткая пауза.
- II – высокий, короткий, затем длинная пауза.
- Клиническое значение.
- По тонам оценивают состояние клапанов сердца.

# Проекция сердца на переднюю поверхность тела

Основание сердца – на уровне 2-ого межреберья



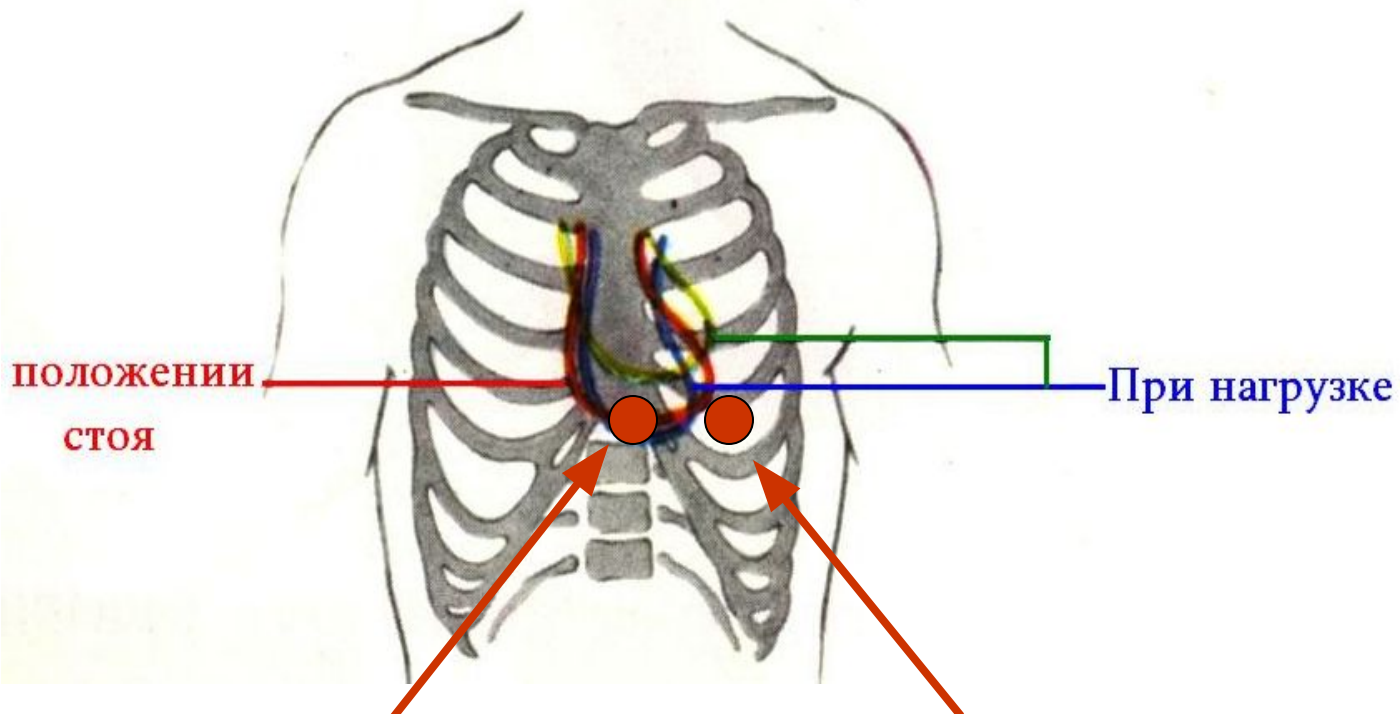
# Происхождение тонов сердца, их аускультация.

- Первый тон систолический.
- Возникает в фазу изометрического сокращения.
- Сложный по своей природе.  
Создается:
- 1) колебаниями створок атриовентрикулярных клапанов во время изометрического сокращения;

- 2) дрожанием сухожильных нитей, крепящих клапаны к сосочковым мышцам.
- Они препятствуют выворачиванию клапанов в предсердия во время систолы.

- 3) Звуковыми явлениями при сокращении миокарда.
- Таким образом, существуют клапанный, сухожильный, и мышечный компоненты I тона.

# Точки выслушивания первого тона на верхушке сердца



Трехстворчатый клапан -  
у мечевидного отростка

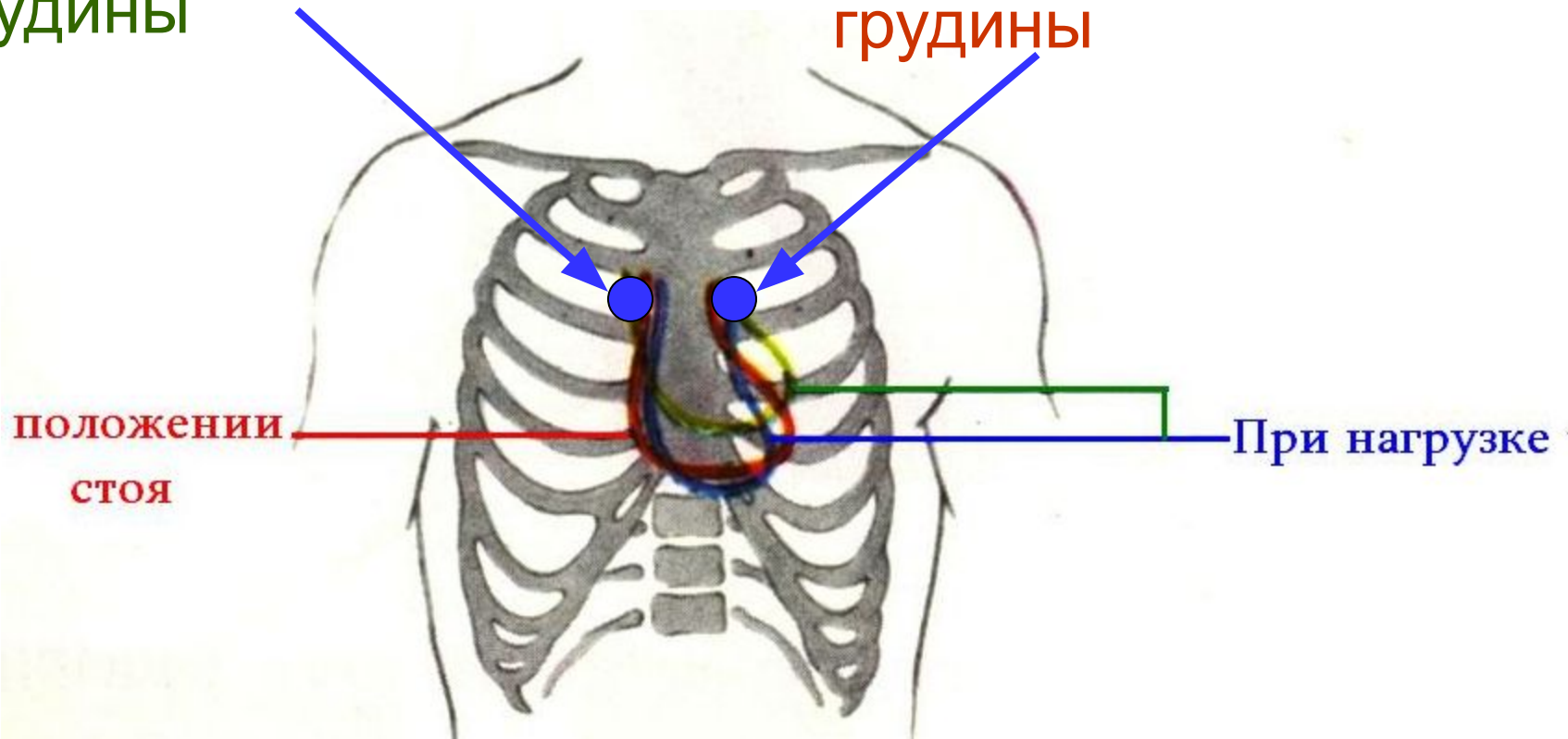
Митральный клапан -  
слева, в 5-ом межреберье,  
на 1 см внутрь  
от среднеключичной  
линии

- II тон– диастолический.
- Создается в начале диастолы захлопыванием аортального и легочного полулунных клапанов обратным током крови в желудочки.

# Точки выслушивания второго тона на основании сердца:

Аортальный клапан –  
во 2-ом  
межреберьи справа от  
грудины

Пулмональный  
клапан – во 2-ом  
межреберьи слева от  
грудины

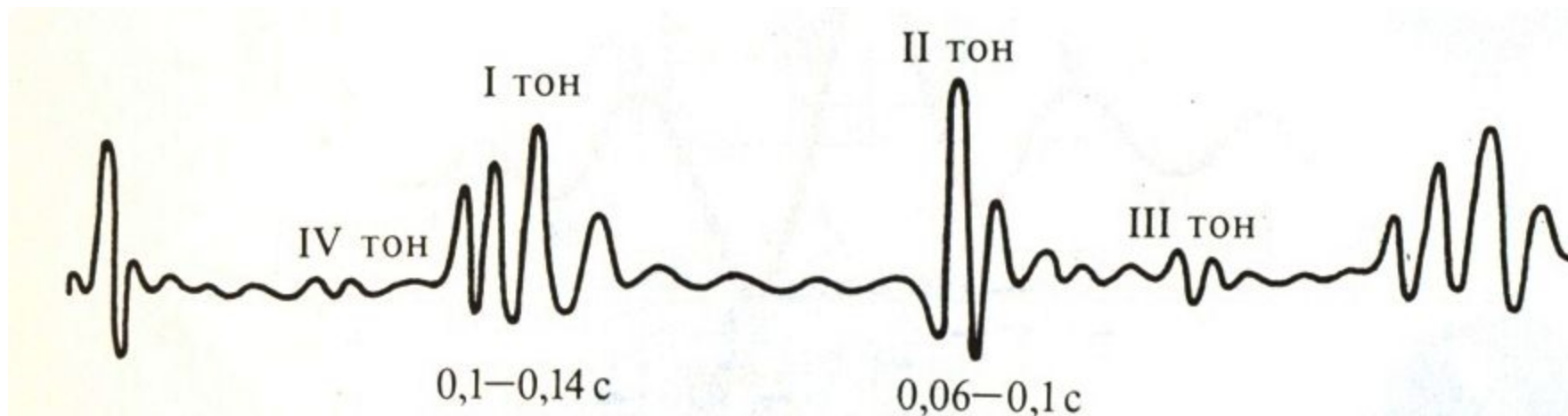




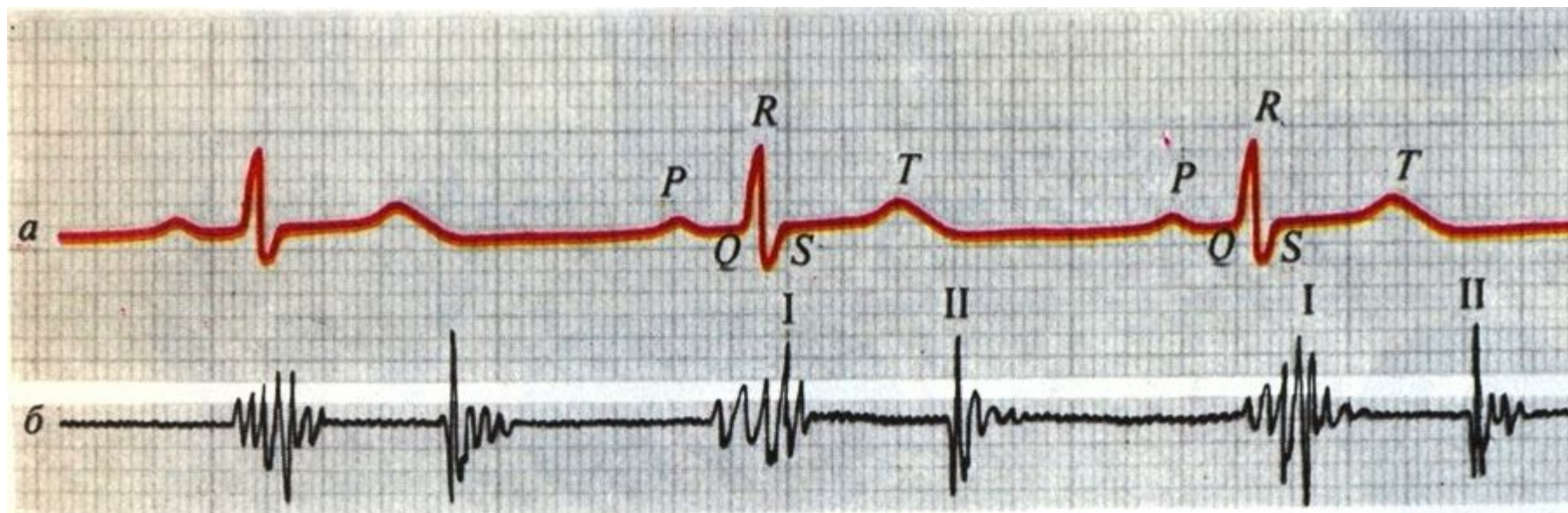
# Запись тонов сердца называется фонокардиографией.

- При этом можно зарегистрировать кроме I и II тона дополнительно:
- III тон – возникает в фазу быстрого наполнения желудочков;
- IV тон – в фазу медленного наполнения.

# Фонокардиограмма



# Одновременная регистрации ФКГ и ЭКГ



# **Сокращение и расслабление сердца.**

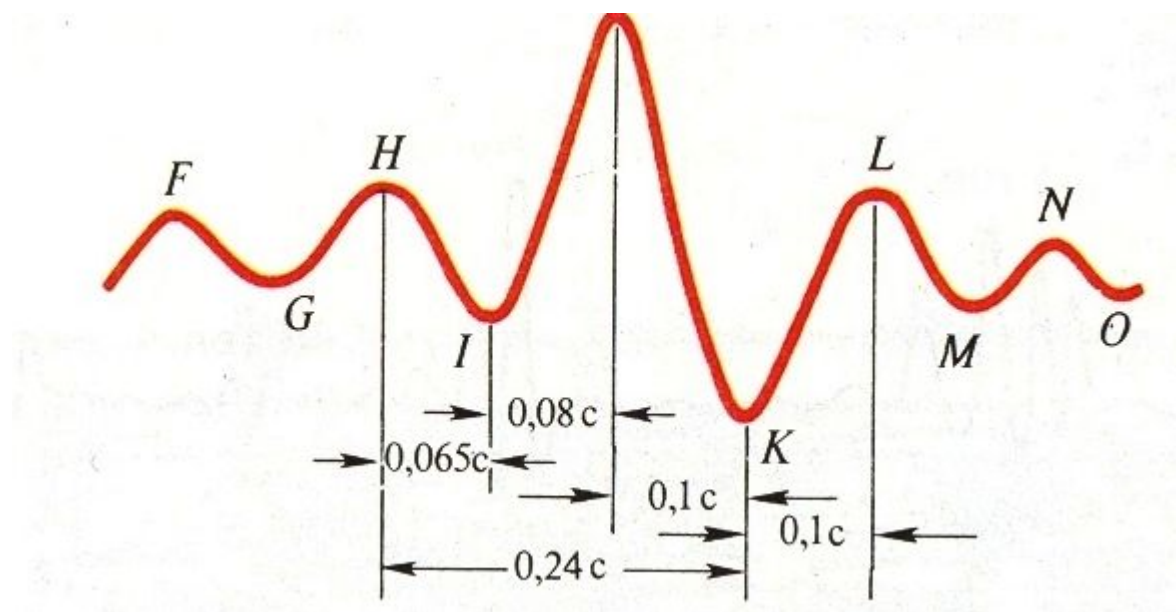
- Схема сокращения такая же, как и в любой скелетной мышце (см. «Физиология мышц».
- Сопряжение возбуждения и сокращения осуществляют ионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,
- которые входят извне, а так же из цистерн саркоплазматического ретикулума, из митохондрий.

- Расслабление - удаление  $\text{Ca}^{2+}$  из межфибрилярного пространства.

# Оценка сократимости.

- 1) Баллистокардиография.
- 2) Динамокардиография.
- **Коррекция нарушения сократимости.**
  - 1) АТФ – фаза.
  - 2) Препараты  $\text{Ca}^{2+}$ .
  - 3) Через стимуляцию АНС.

# Баллистокардиограмма





# Одновременная регистрация БКГ и ЭКГ

