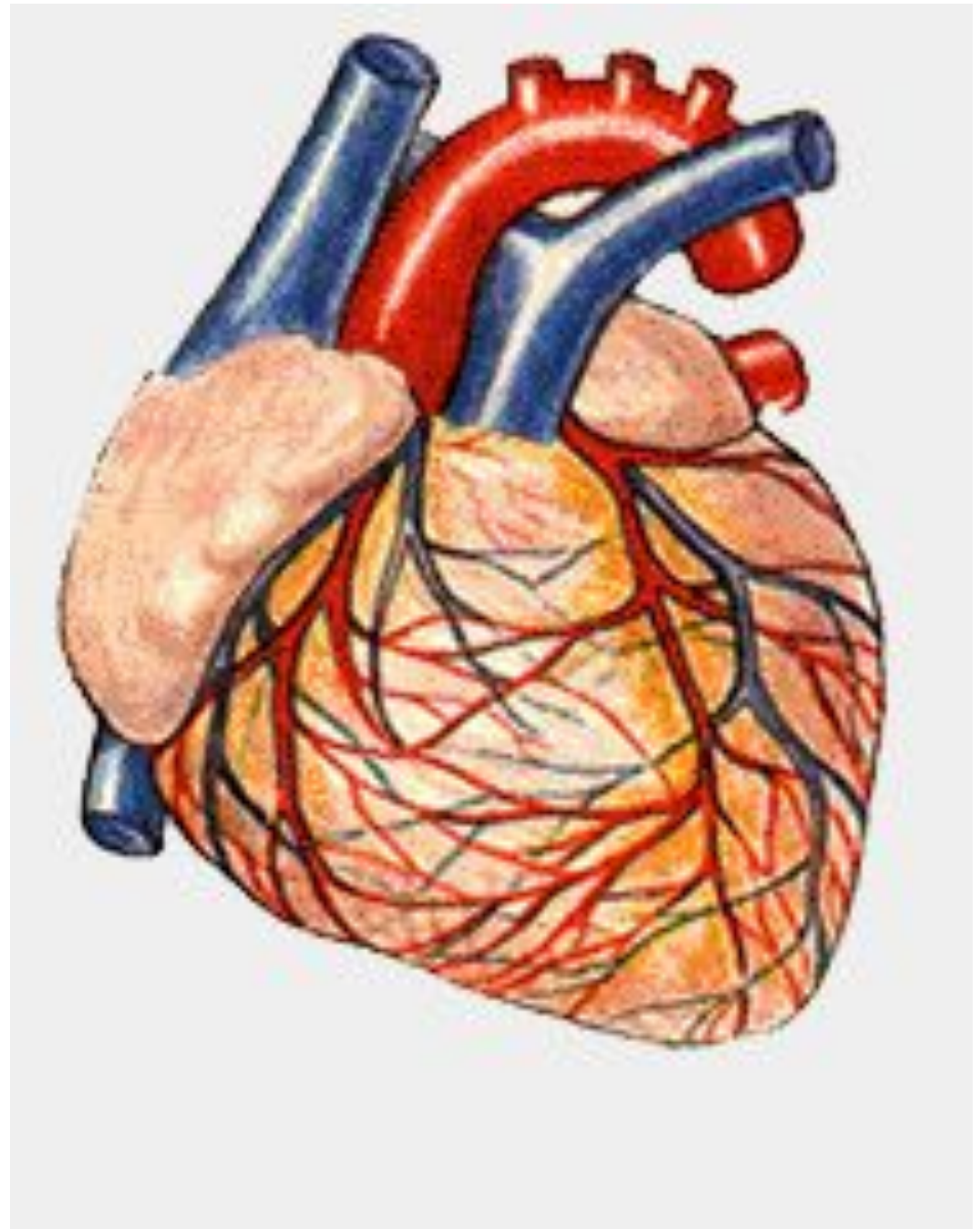


Кровообращение



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.

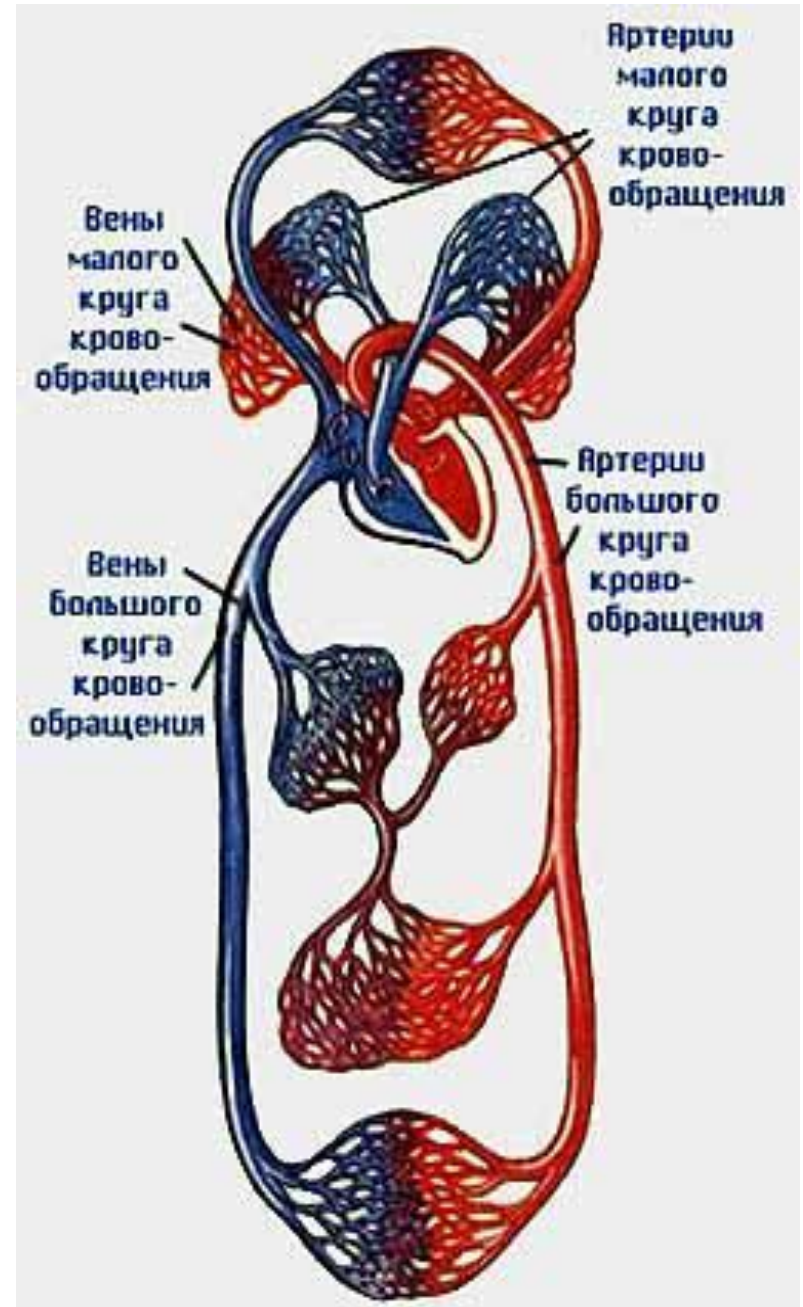
- Диффузия газов O_2 и CO_2 идет в соответствии с направлением альвеолярно – капиллярного градиента парциального давления и напряжения для ЭТИХ газов.

б) Большого круга.

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

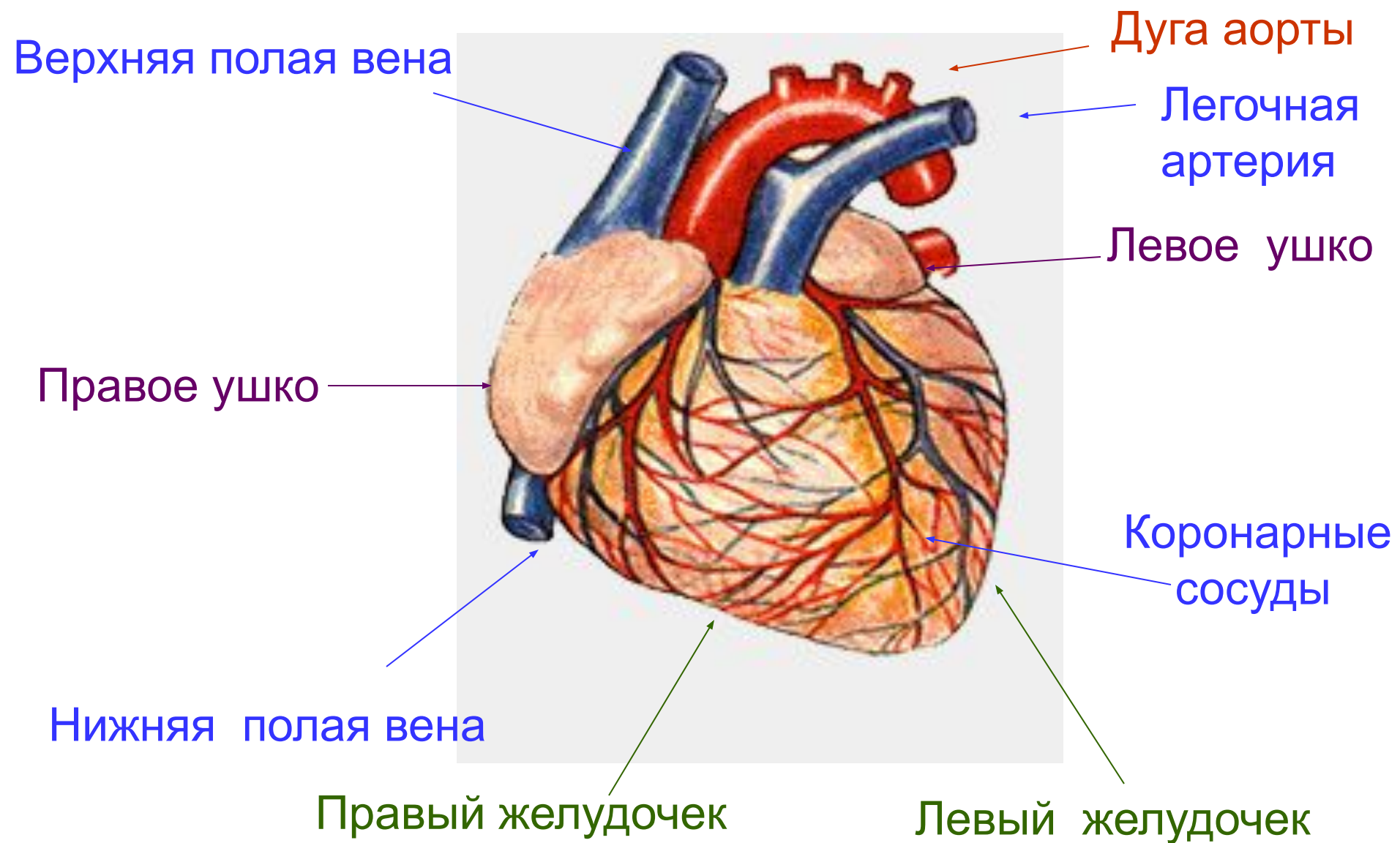
Круги кровообращения

- **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.

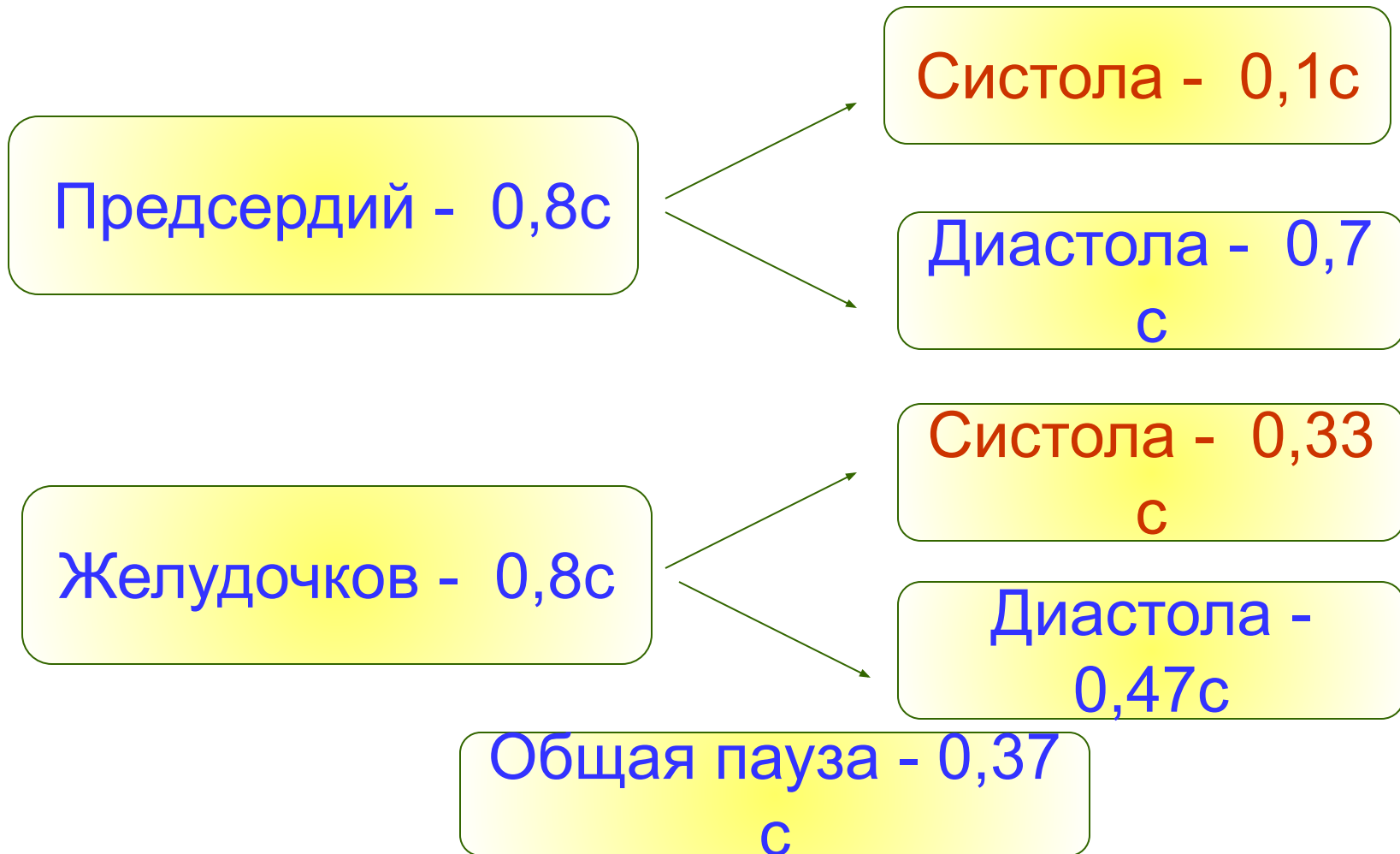
Сокращения происходят по типу одиночных сокращений.

Суммации сокращений никогда не происходит.

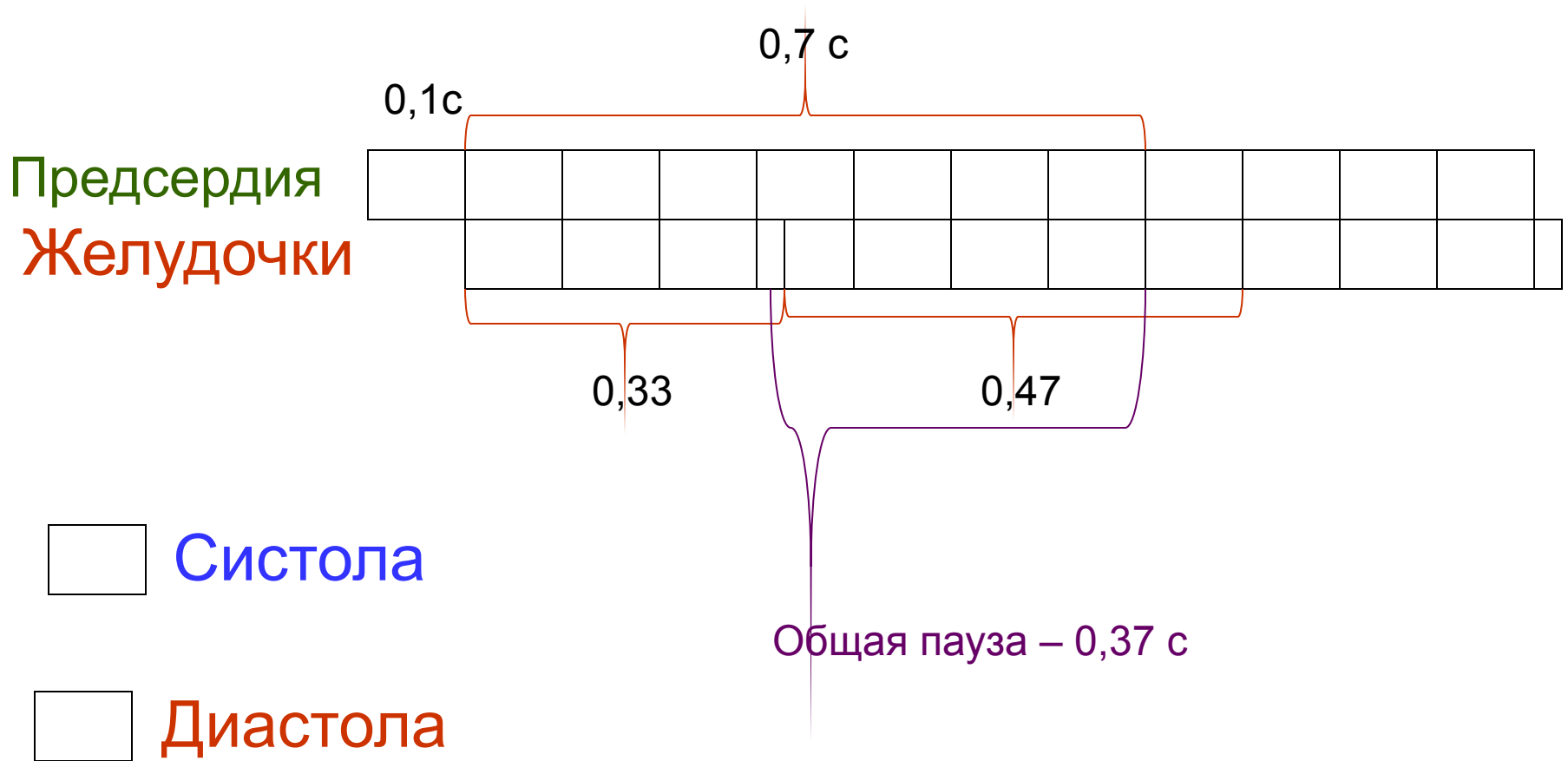
Цикл работы сердца состоит из систолы и диастолы

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

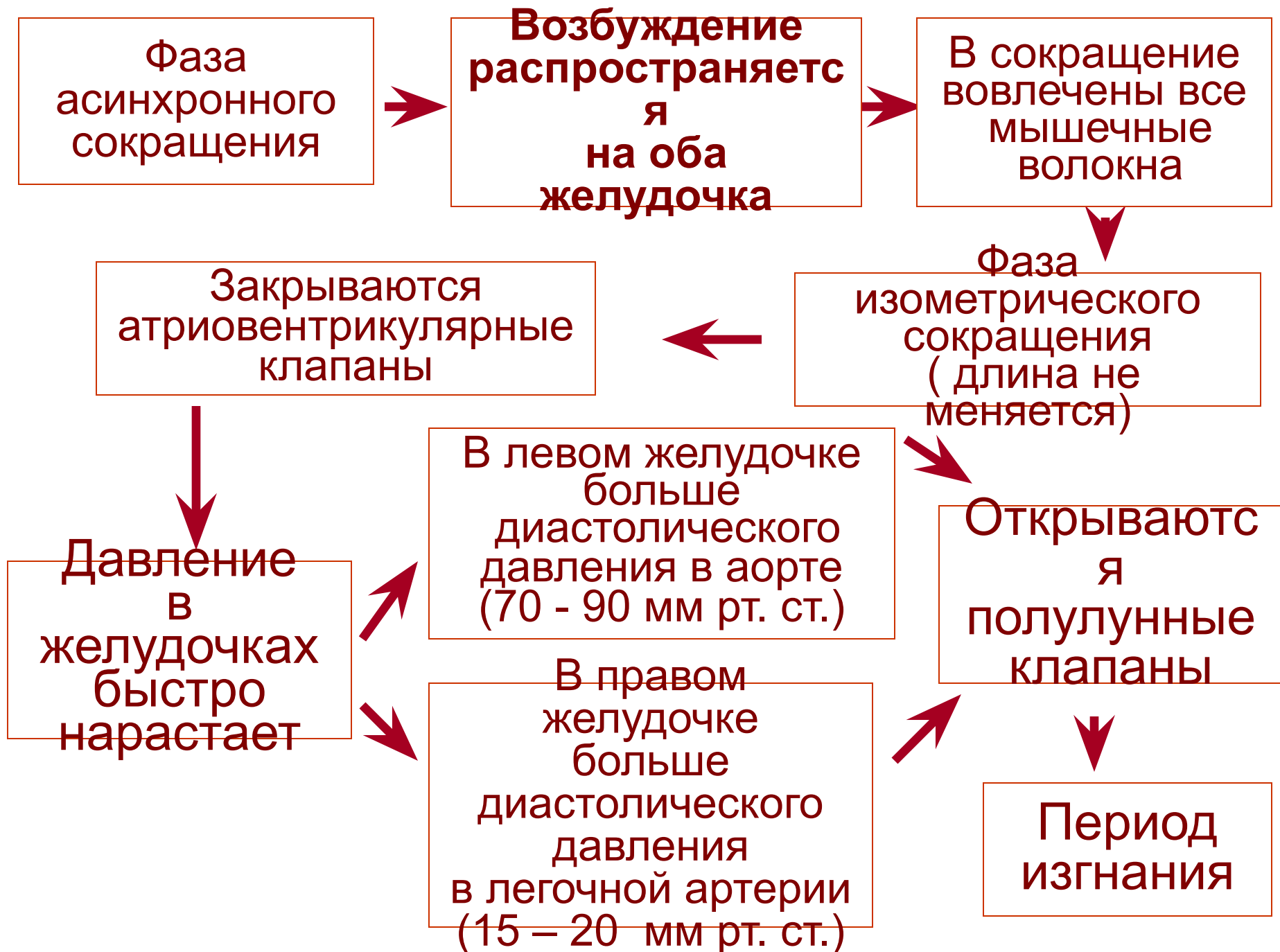
Период
наполнения -0,25
с

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

Систола
предсердий
(пресистола)

Происходит
быстрое
наполнение
желудочков
кровью

Фаза
изометрического
расслабления –
клапаны
закрываются

Период
напряжени
я
желудочков

массой крови
открываются
атриовентрикулярн
ые
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 $P_{\text{вен.}} - P_{\text{сердца}}$.
- 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 рефлексорно 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

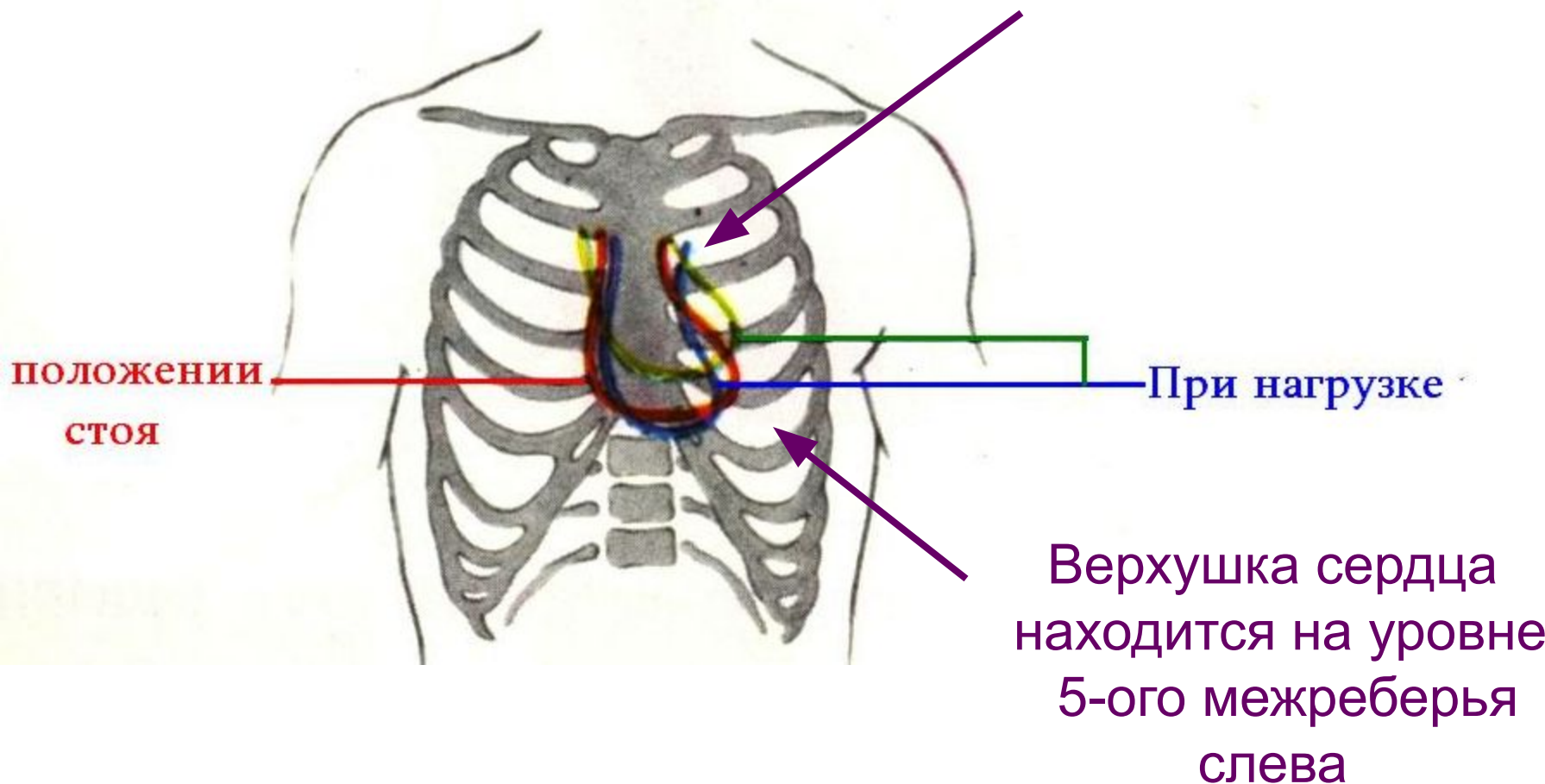
- Датчик на грудной клетке устанавливается так, чтобы ультразвуковые волны отражались от митрального клапана, и регистрируется СВ и МОК.
- 3) Расходометрия – датчик устанавливается на аорте.

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



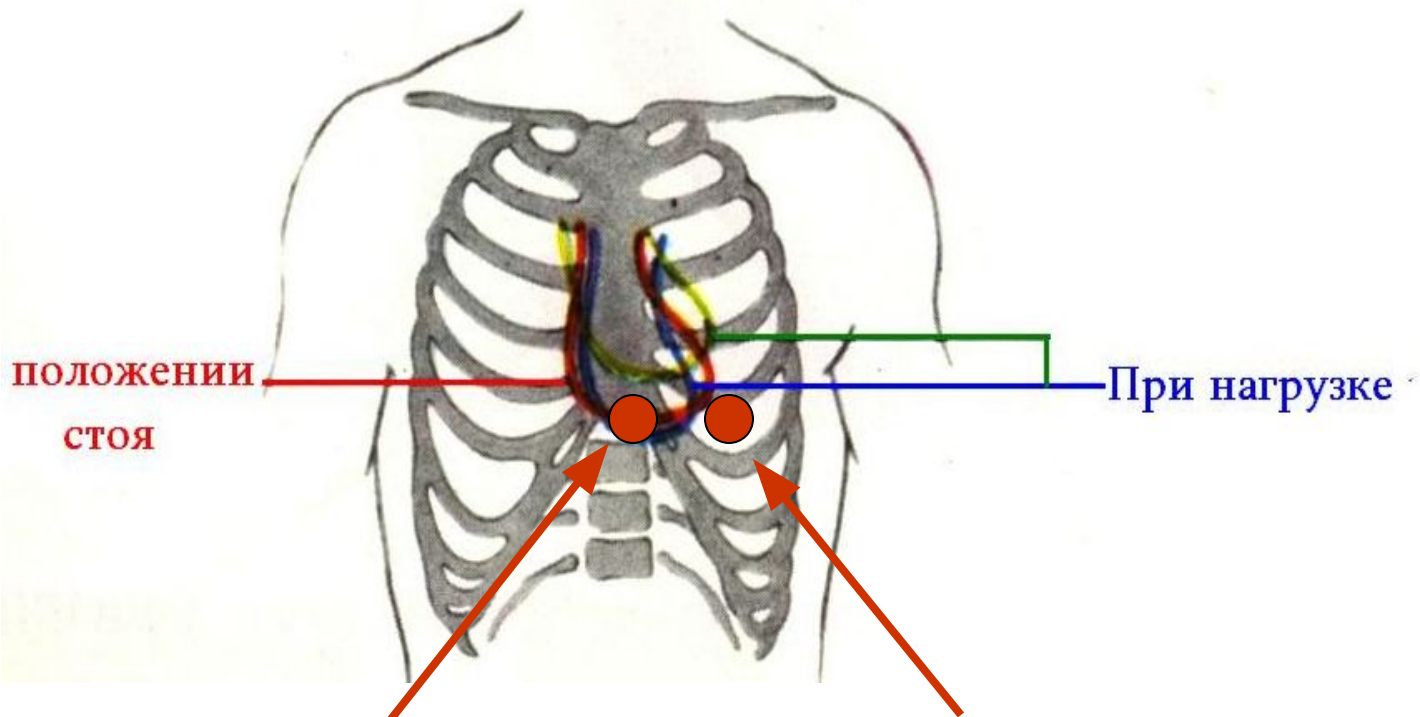
Происхождение тонов сердца, их аускультация.

- 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

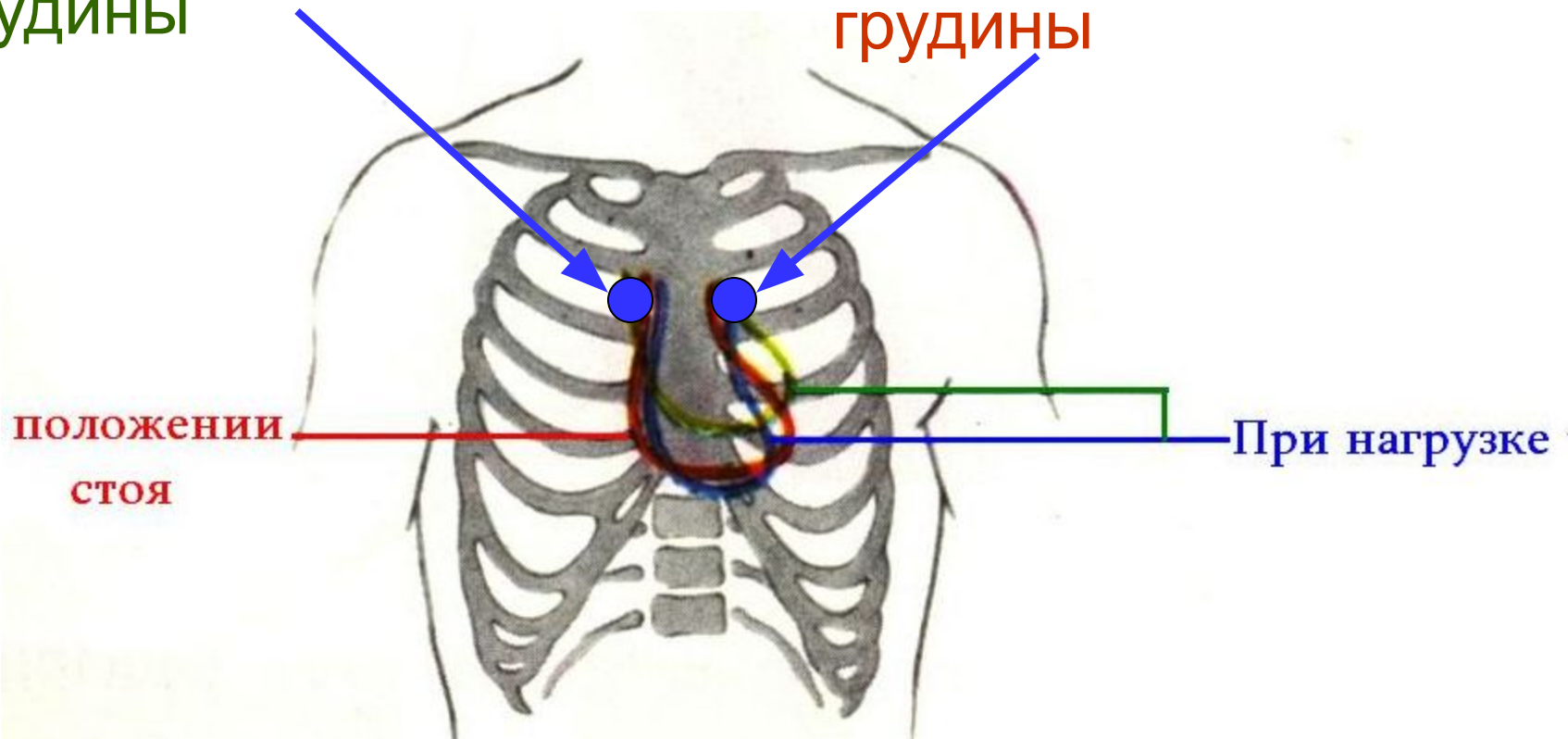
Митральный клапан -
слева, в 5-ом межреберье,
на 1 см внутрь
от среднеключичной
линии

- 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

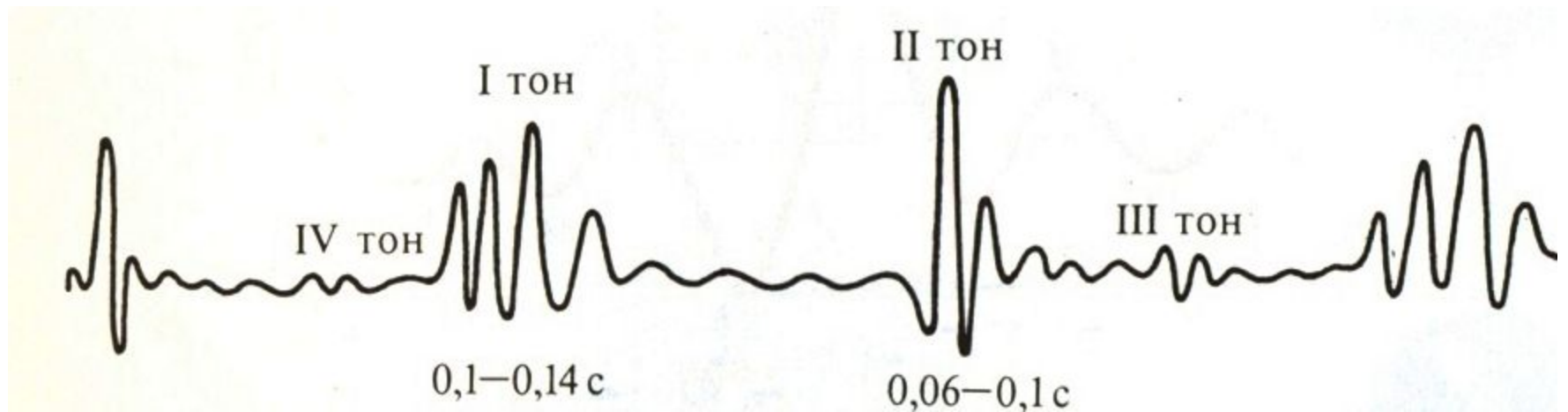
Пулмональный
клапан – во 2-ом
межреберьи слева от
грудины



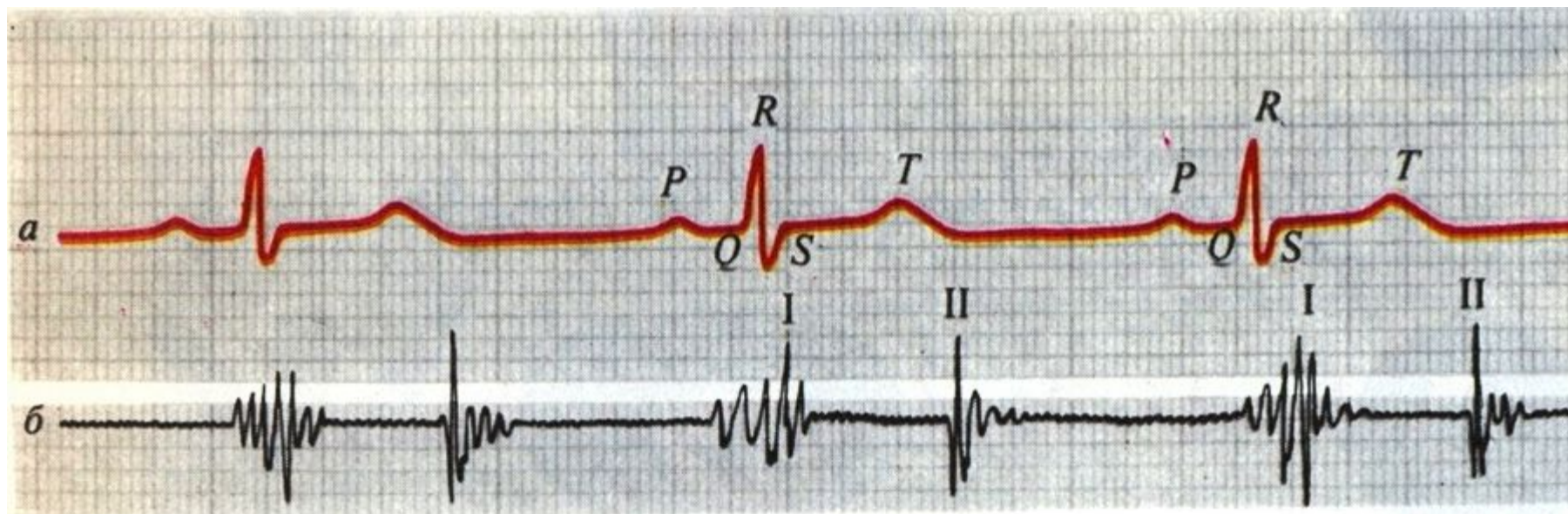
Запись тонов сердца называется фонокардиографией.

- 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.

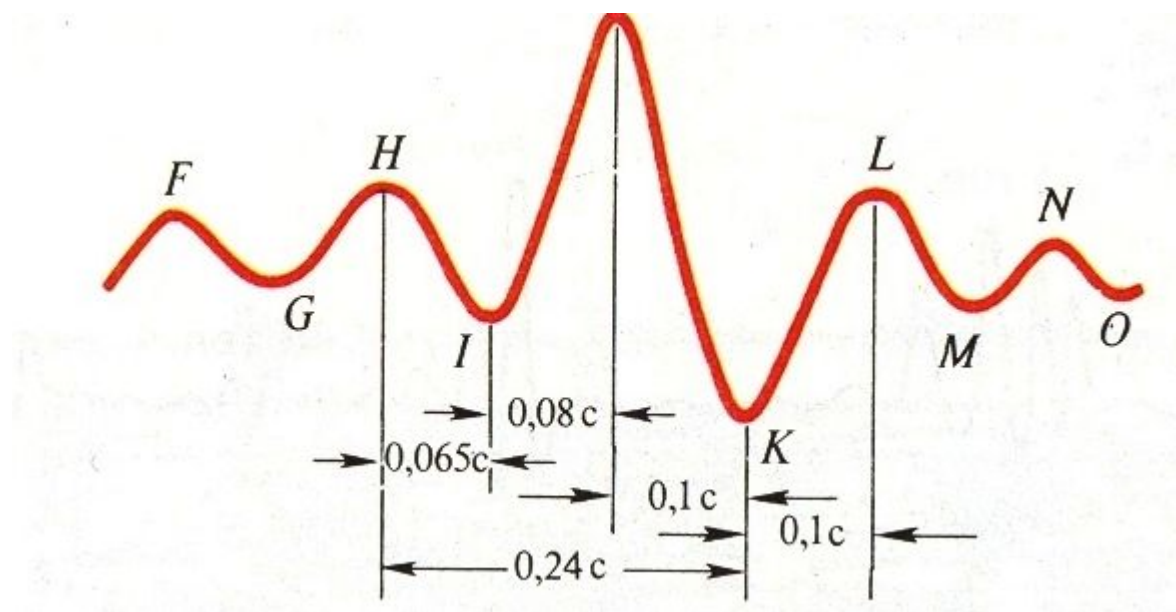
- Схема сокращения такая же, как и в любой скелетной мышце (см. «Физиология мышц».
- Сопряжение возбуждения и сокращения осуществляют ионы Ca^{2+} ,
- которые входят извне, а так же из цистерн саркоплазматического ретикулума, из митохондрий.

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

Оценка сократимости.

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

Баллистокардиограмма



Одновременная регистрация БКГ и ЭКГ

