

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

АФК. ЛЕКЦИЯ № 5.1

Цель лекции:

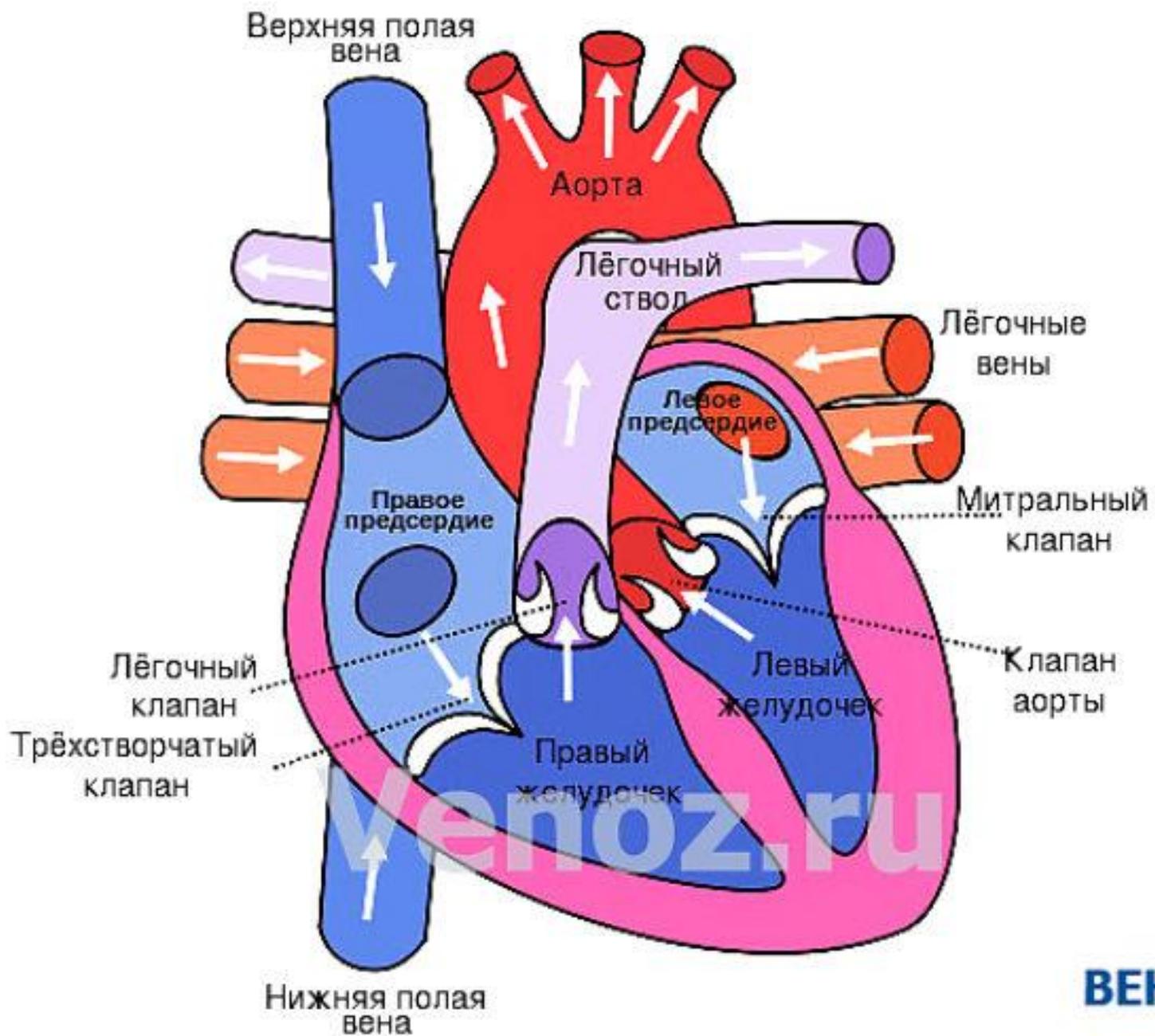
- познакомиться с основными функциональными характеристиками сердца

План лекции:

- **Сердечный цикл**
- **Физиологические свойства сердца:**
 - автоматия,
 - проводимость,
 - возбудимость,
 - сократимость,
 - рефрактерность
- **Регуляция сердца**
 - ауторегуляция
 - нервная
 - гуморальная
 - рефлекторная

Сердце -

- конусообразный полый мышечный орган, в который поступает кровь из впадающих в него венозных стволов и перекачивающий её в артерии, которые примыкают к сердцу.



venoz.ru

- Полость сердца разделена на два предсердия и два желудочка.
- Левое предсердие и левый желудочек в совокупности образуют «артериальное сердце», названное так по типу проходящей через него крови, правый желудочек и правое предсердие объединяются в «венозное сердце», названное по тому же принципу.
- Сокращение сердца называется систола, а расслабление - диастола

Форма сердца не одинакова у разных людей.
Она определяется:

- возрастом, полом, телосложением, здоровьем и другими факторами.

В упрощенных моделях описывается сферой, эллипсоидами, фигурами пересечения эллиптического параболоида и трёхосного эллипсоида.

Мера вытянутости (фактор) формы есть отношение наибольших продольного и поперечного линейных размеров сердца.

При гиперстеническом типе телосложения отношение близко к единице и астеническом - порядка 1,5.

- Длина сердца взрослого человека колеблется от 10 до 15 см (чаще 12-13 см), ширина в основании 8-11 см (чаще 9-10 см) и переднезадний размер 6-8,5 см (чаще 6,5-7 см).
- Масса сердца в среднем составляет у мужчин 332 г (от 274 до 385 г), у женщин - 253 г (от 203 до 302 г).
- Масса сердца новорожденных 20г.

Основная функция сердца - **насосная**

- осуществляется в результате последовательного сокращения и расслабления различных отделов сердца.

Сердце совершает примерно

- 100 000 ударов в сутки,
- 37 миллионов ударов в год,
- 3 миллиарда (в среднем) за всю жизнь.

Цель работы сердца

- перекачивать кровь из вен в артерии

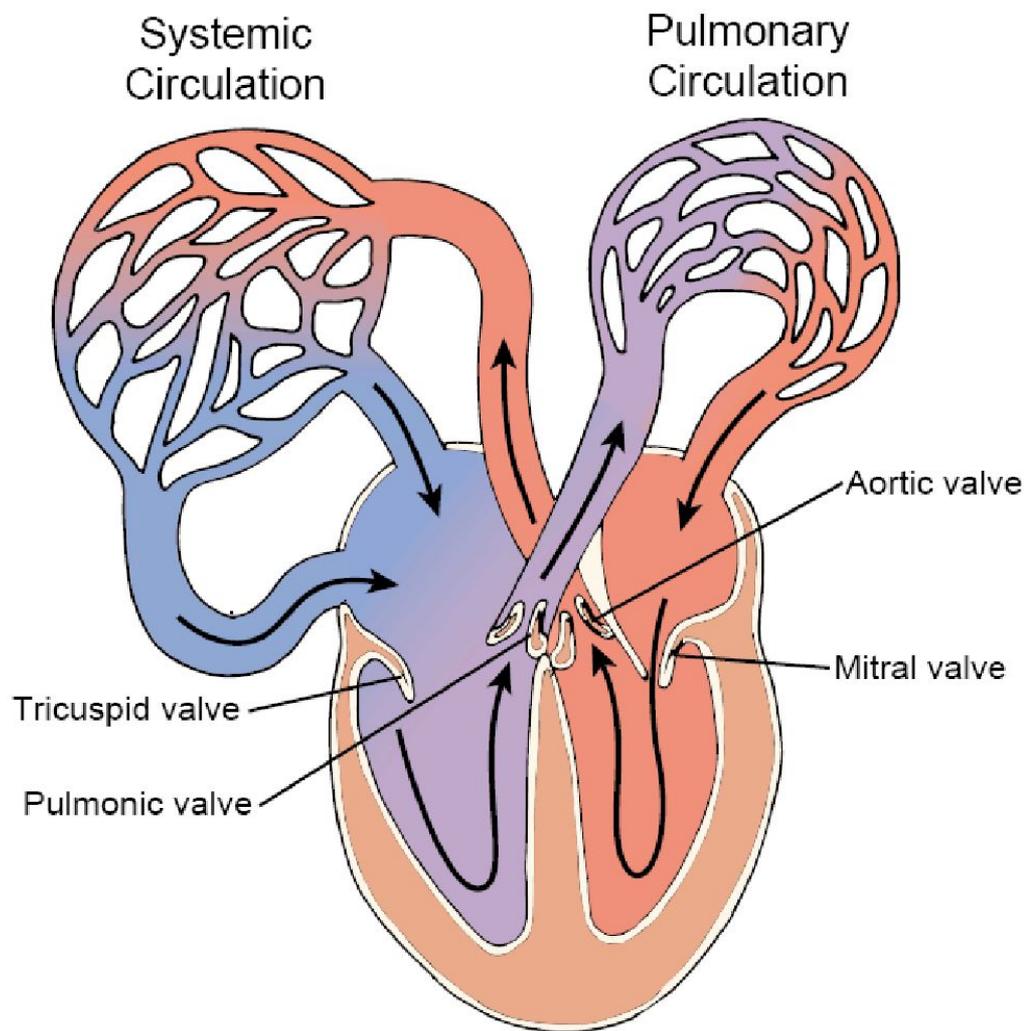
Работа сердца осуществляется за счет:

- Чередования систолы (сокращения) и диастолы (расслабления).

При систоле происходит выброс крови из камер, при диастоле заполнение.

Между предсердиями и желудочками расположены **атриовентрикулярные клапаны**: справа – трехстворчатый, слева – двухстворчатый (митральный).

Между желудочками и выходящими сосудами – **полулунные клапаны**: справа – легочной артерии, слева - аорты



Клапанный аппарат сердца- исключает обратное движение крови

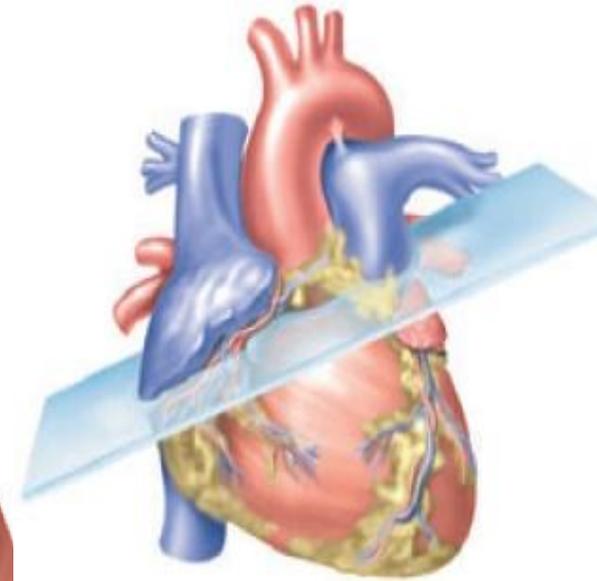
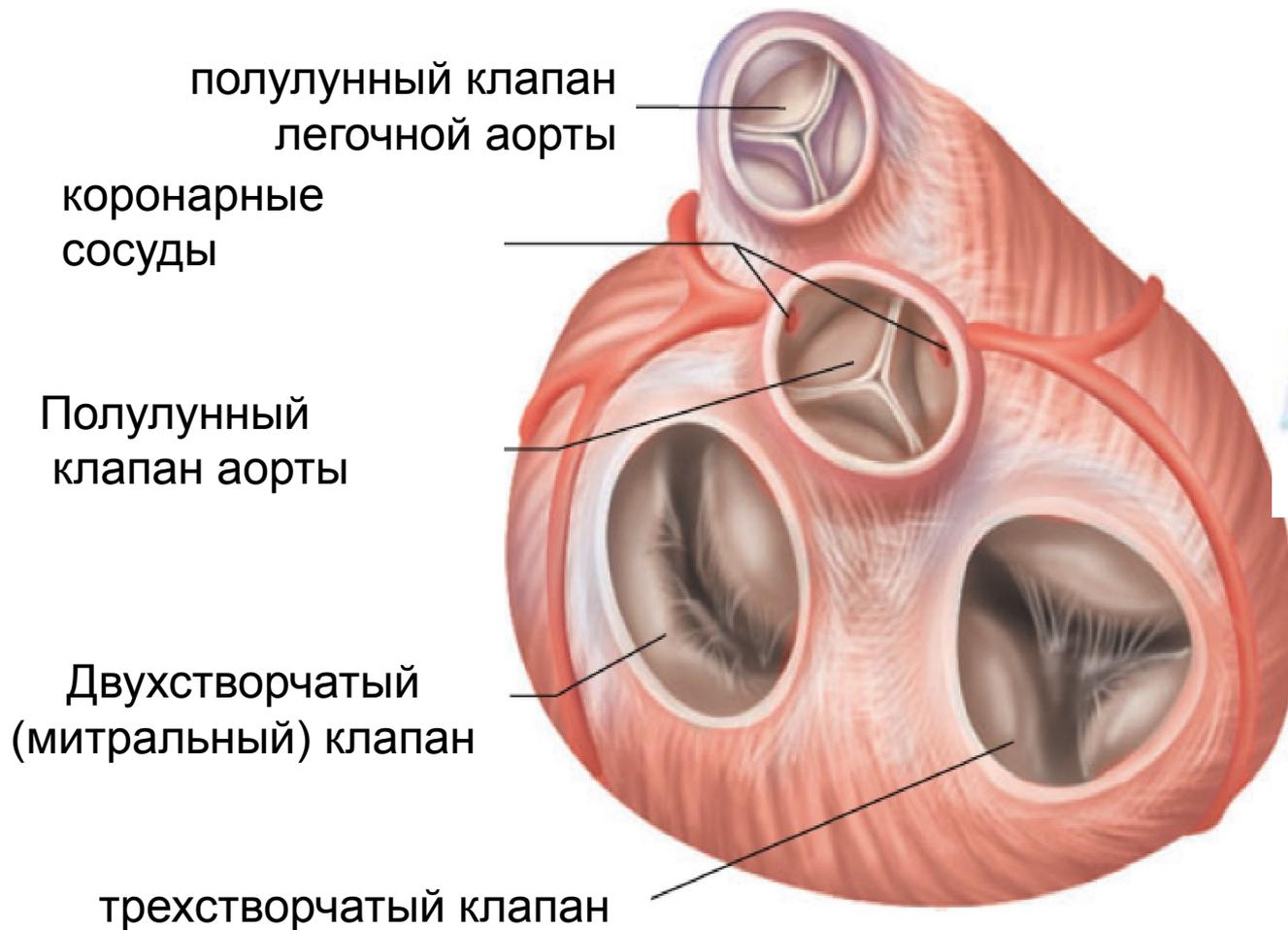


Рис. Вид сердца сверху, поперечный разрез

Сердечный цикл (0,8 сек)

Состоит из 3 фаз:

1. Систола предсердий

2. Систола желудочков:

1) период напряжения

2) период изгнания крови.

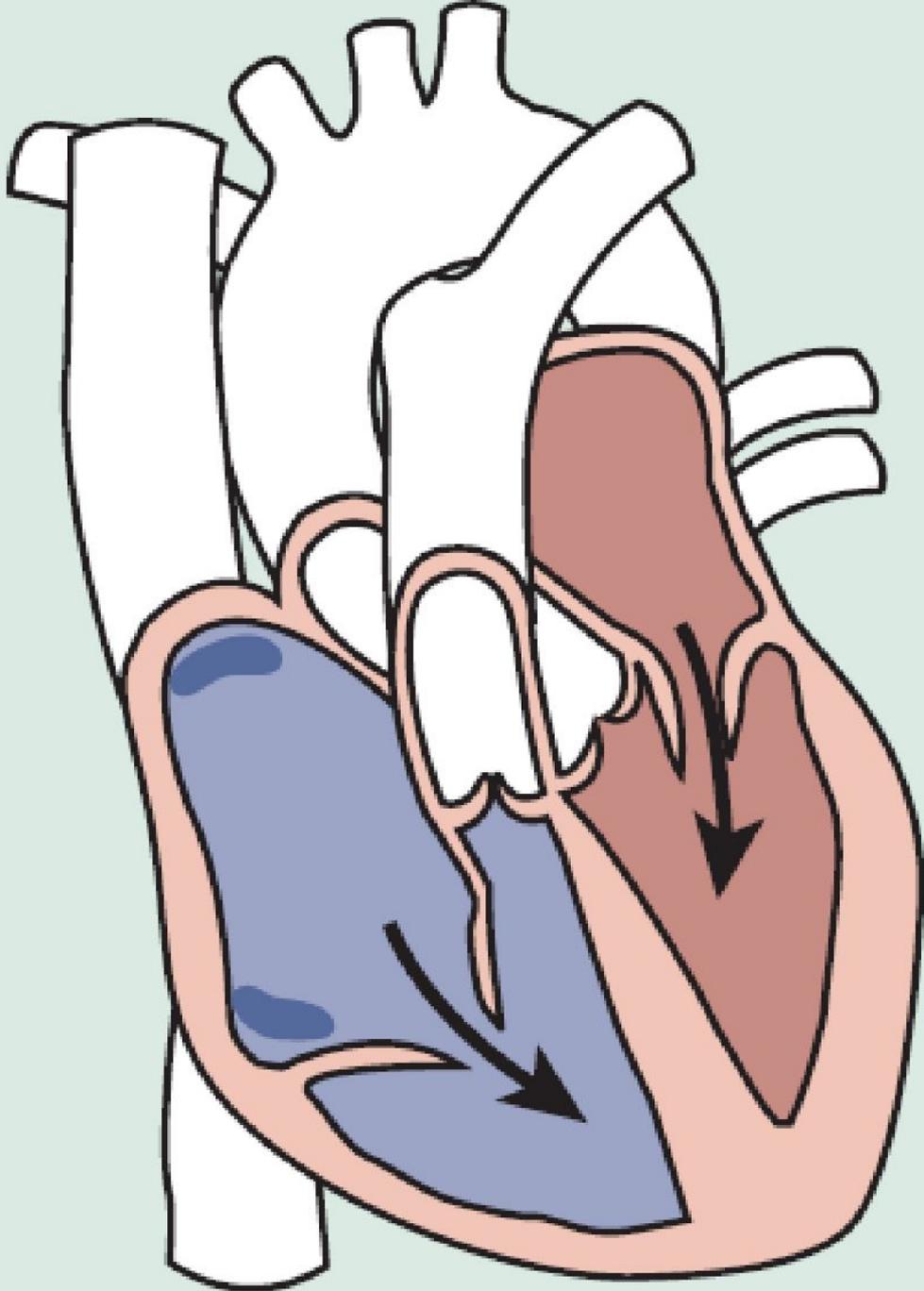
3. Диастола (общая)

1) период расслабления

2) период наполнения желудочков кровью

1. Систола предсердий (0,1 с; зубец Р на ЭКГ)

- Сокращение миокарда начинается с зоны СА-узла, что блокирует поступление крови из полых вен в предсердия.
- Сокращение стенок предсердий создает IV тон сердца.
- Давление увеличивается с 0 до 5 мм рт.ст. в правом предсердии, с 5 до 12 мм рт.ст. в левом.
- Состояние клапанов: створчатые открыты, полулунные закрыты.
- Гемодинамика: в желудочки переходит последняя порция (~30 мл.) крови, а основное количество (80-90 мл.) уже находятся в желудочках к моменту систолы предсердий.
- Остальное время цикла (0,7 с) предсердия находятся в диастоле и заполняются кровью.



2.Систола желудочков (0,33 с, зубцы Q, R, S, T на ЭКГ)

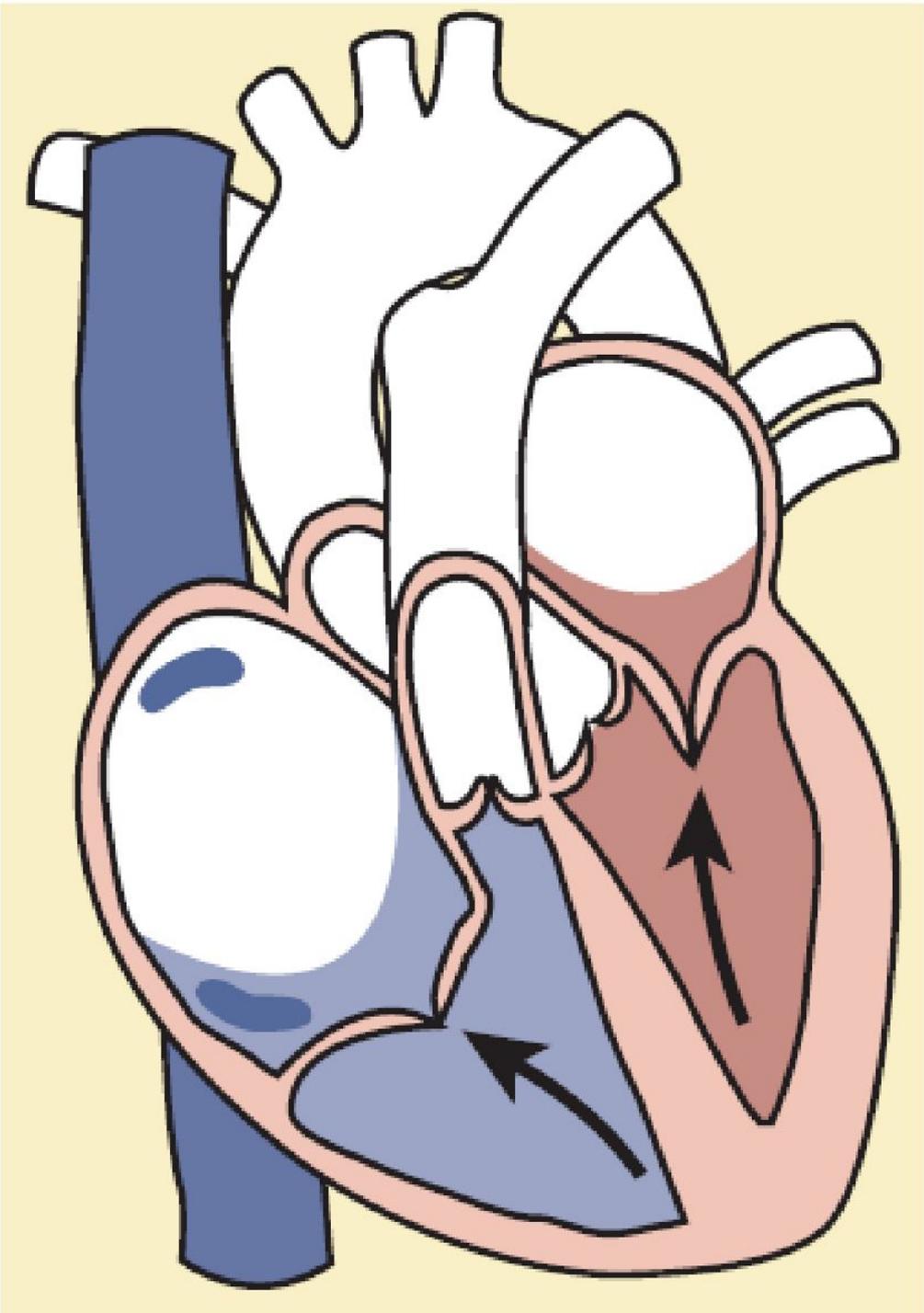
А. Период напряжения (0,08 с):

а) фаза асинхронного сокращения(0,05 с)

- давление в желудочках не меняется и равно диастолическому (~ 0 в правом, ~ 5 мм рт.ст. в левом);
- состояние клапанов: в начале фазы створчатые открыты, полулунные закрыты;
- внутрижелудочковая гемодинамика отсутствует;

б)фаза изометрического сокращения (0,03 с):

- давление в желудочках быстро растёт: в левом желудочке до 70-80 мм рт.ст., в правом до 10-15мм рт.ст.;
- состояние клапанов: створчатые закрываются, полулунные закрыты;
- вибрация створчатых клапанов и напряжение миокарда желудочков формируют I (систолический) тон;
- внутрижелудочковая гемодинамика отсутствует.

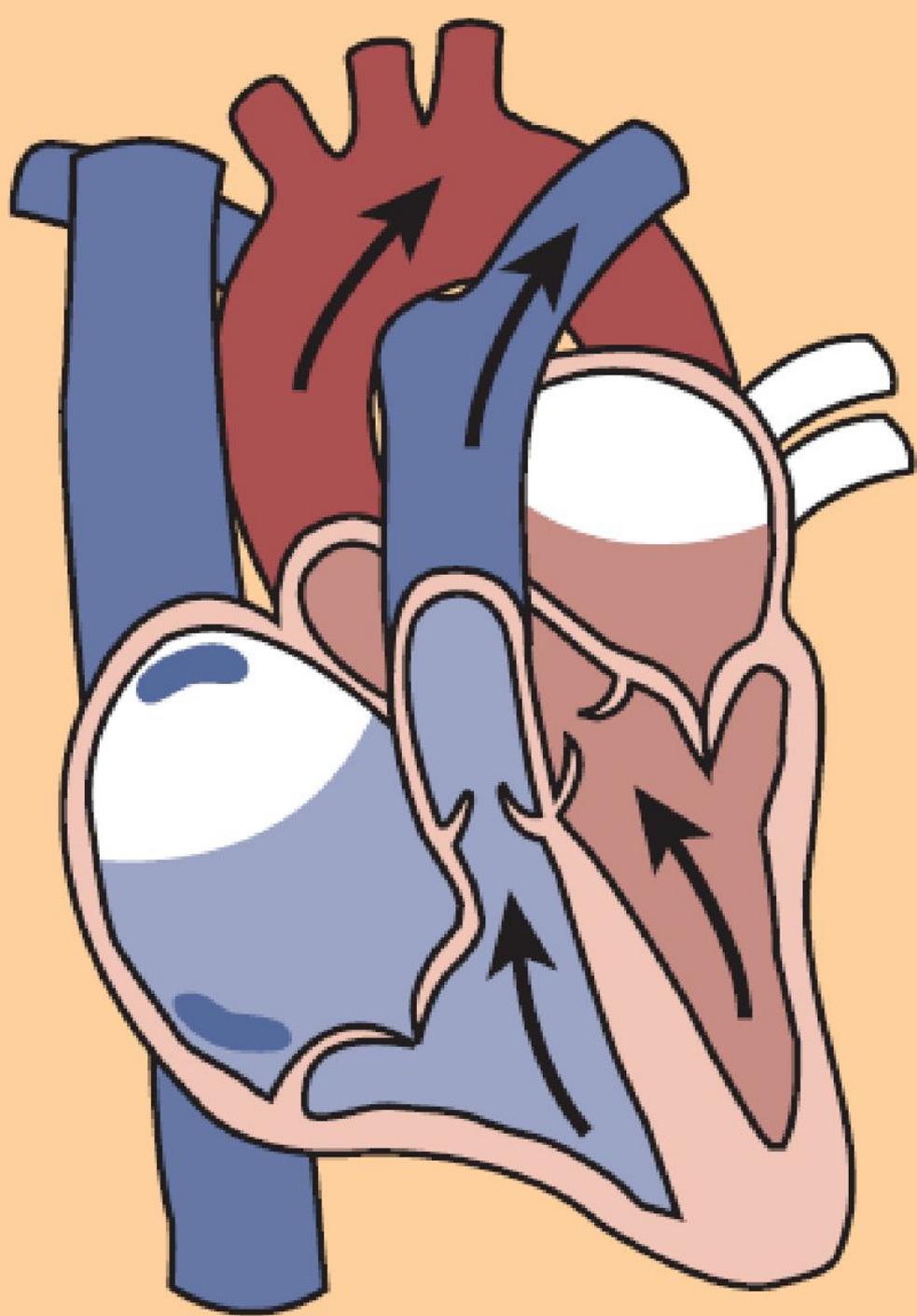


2.Систола желудочков (0,33 с, зубцы Q, R, S, T на ЭКГ)

В) Период изгнания крови:

а)фаза быстрого изгнания (0,12с):

- Давление в левом желудочке 120-130 мм рт.ст., в правом до 20-25 мм рт.ст. (пик АД достигается в конце фазы);
- состояние клапанов: створчатые клапаны закрыты, полулунные открыты;
- гемодинамика: происходит выброс крови (2/3 систолического объема) в аорту и легочный ствол (максимальный систолический поток на аортальном клапане около 1/5 м/сек); кровь поступает в предсердия;



2.Систола желудочков (0,33 с, зубцы Q, R, S, T на ЭКГ)

В) Период изгнания крови:

б)фаза медленного изгнания (0,13с):

- давление в левом желудочке 100-110 мм рт.ст., в правом - до 20-25 мм рт.ст.;
- состояние клапанов: створчатые закрыты, полулунные открыты;
- гемодинамика: происходит выброс крови (около 1/3 систолического объёма) в аорту и легочный ствол; кровь поступает в предсердия;
- конечносистолический объём желудочков равен примерно 60мл.

2.Систола желудочков (0,33 с, зубцы Q, R, S, T на ЭКГ)

- Систолическую функцию желудочков характеризуют фракция выброса, которая в норме составляет 55-70% конечнодиастолического объёма крови, и фракция укорочения - разница между конечнодиастолическим и конечносистолическим размерами желудочка, выраженная в % к конечнодиастолическому размеру (норма более 30%).
- Таким образом, полезным результатом систолы желудочков является выброс крови в большой (из левого желудочка) и малый(из правого желудочка) круги кровообращения.

3. Диастола желудочков(0,47с, сегмент Т – Р на ЭКГ).

А)Период расслабления (0,12с):

а)протодиастолическая фаза (0,04с):

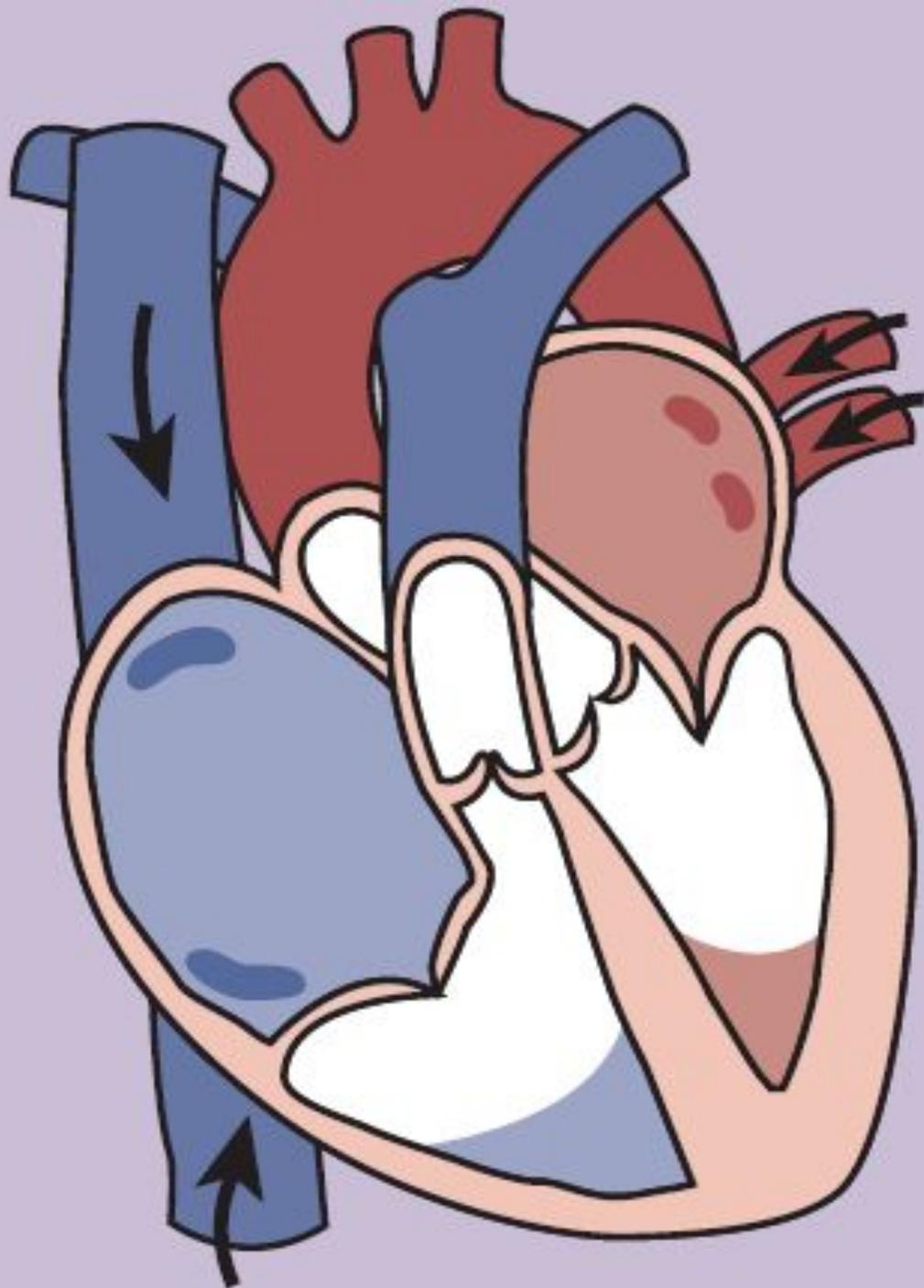
- интервал времени между прекращением изгнания крови и захлопыванием полулунных клапанов;
- давление в желудочках несколько меньше давления в аорте и легочном стволе;
- состояние клапанов: створчатые закрыты, полулунные закрываются;
- вибрация полулунных клапанов формирует II (диастолический) тон;

3. Диастола желудочков(0,47с, сегмент Т – Р на ЭКГ).

А)Период расслабления (0,12с):

б)фаза изометрического расслабления (0,08 с):

- давление в обоих желудочках быстро падает почти до 0 мм рт.ст.;
- состояние клапанов: створчатые закрыты, полулунные закрыты.



3. Диастола желудочков(0,47с, сегмент Т – Р на ЭКГ).

В) Период наполнения желудочков (0,35 с);

а)фаза быстрого наполнения (0,08 с) связана с повышением объема и давления крови в предсердиях во время предшествующей систолы желудочков:

- давление в правом желудочке около 0 мм рт.ст., в левом примерно 5 мм рт.ст.;
- состояние клапанов: створчатые открыты, полулунные закрыты;
- гемодинамика: желудочки быстро наполняются кровью (до 70% объёма) (максимальный диастолический поток на митральном клапане составляет 100 см/сек);
- вибрация стенок желудочков формирует III тон;

3. Диастола желудочков (0,47 с, сегмент Т – Р на ЭКГ).

В) Период наполнения желудочков (0,35 с);

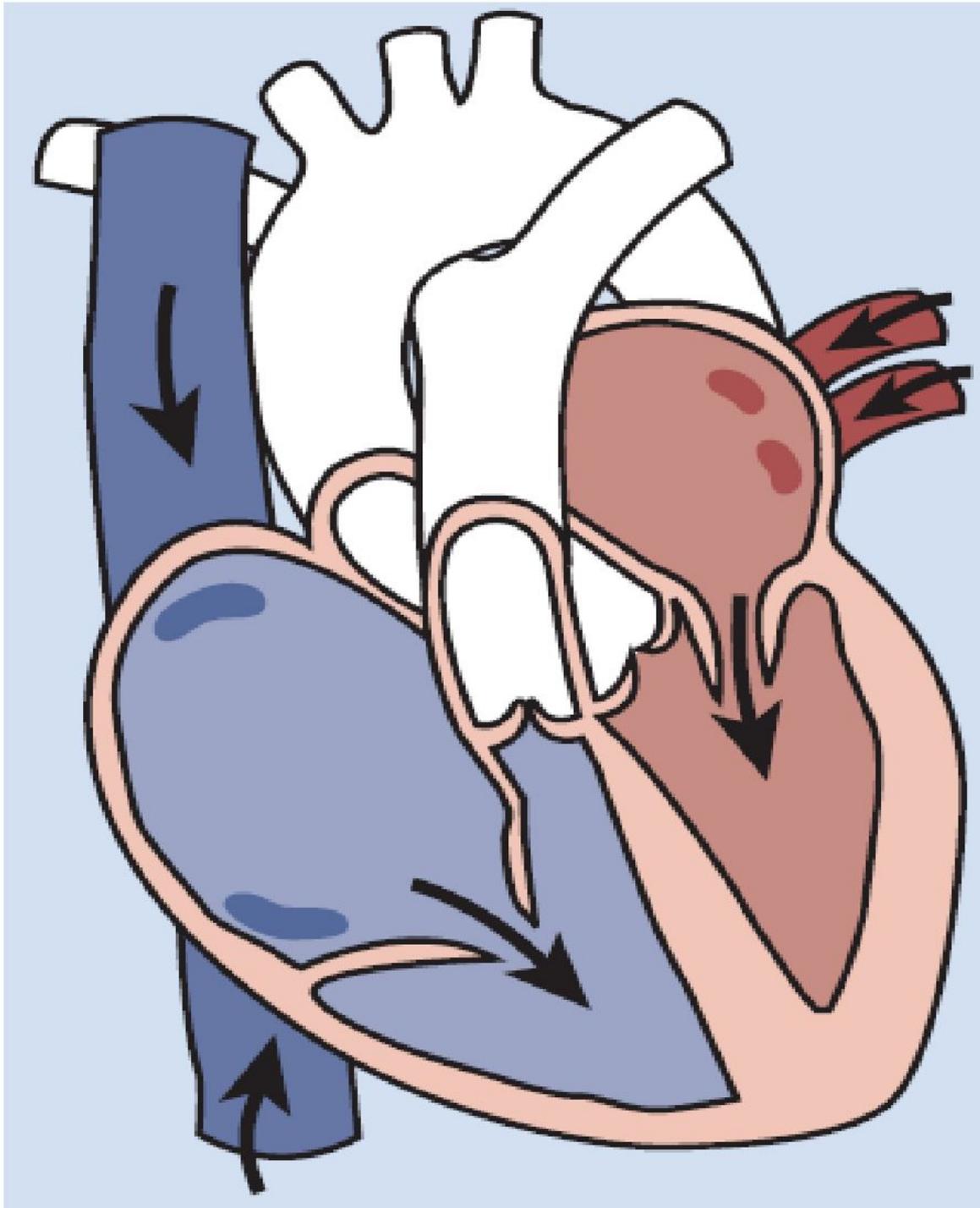
б) фаза медленного наполнения (0,17 с):

- давление в правом желудочке составляет около 0 мм рт.ст., в левом примерно 5 мм рт.ст.;
- состояние клапанов: створчатые открыты, полулунные закрыты;
- гемодинамика: уменьшается скорость наполнения желудочков кровью;

3. Диастола желудочков(0,47с, сегмент Т – Р на ЭКГ).

В) Период наполнения желудочков (0,35 с);

- **в)фаза наполнения желудочков**, обусловленная систолой предсердий(пресистолический период диастолы желудочков). Таким образом, 0,37 сек диастолы желудочков совпадает с диастолой предсердий, что называется общей паузой, а 0,1 сек (пресистолический период диастолы желудочков) совпадает с систолой предсердий. Полезный результат диастолы желудочков-наполнение желудочков кровью, которое осуществляется пассивно в общую паузу (0,25 сек) и активно- в систолу предсердий (0,1 сек): в результате систолы предсердий поступает примерно 30 мл крови; конечнодиастолический объём желудочков составляет 120-130 мл.



Показатели работы сердца:

СИСТОЛИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ (СО) или ударный объем - это количество крови, которое сердце выбрасывает в соответствующие сосуды при каждом сокращении. У взрослого человека при относительном покое СО каждого желудочка = 70-80 мл.

МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ СЕРДЦА количество крови, которое сердце выбрасывает в легочной ствол и аорту за 1 минуту, т.е. это произведение систолического объема на ЧСС в 1 мин, в среднем составляет 3-5 л, при физической нагрузке – 25л.

Тоны сердца

- это звуковые явления, возникающие в работающем сердце.

Существуют 4 тона:

- 2 тона основные - прослушиваются с помощью фонендоскопа
- 2 тона прослеживаются на ЭХОКГ

Тоны сердца

Во время работы сердца возникают звуки, называемые тонами сердца.

Различают 2 тона:

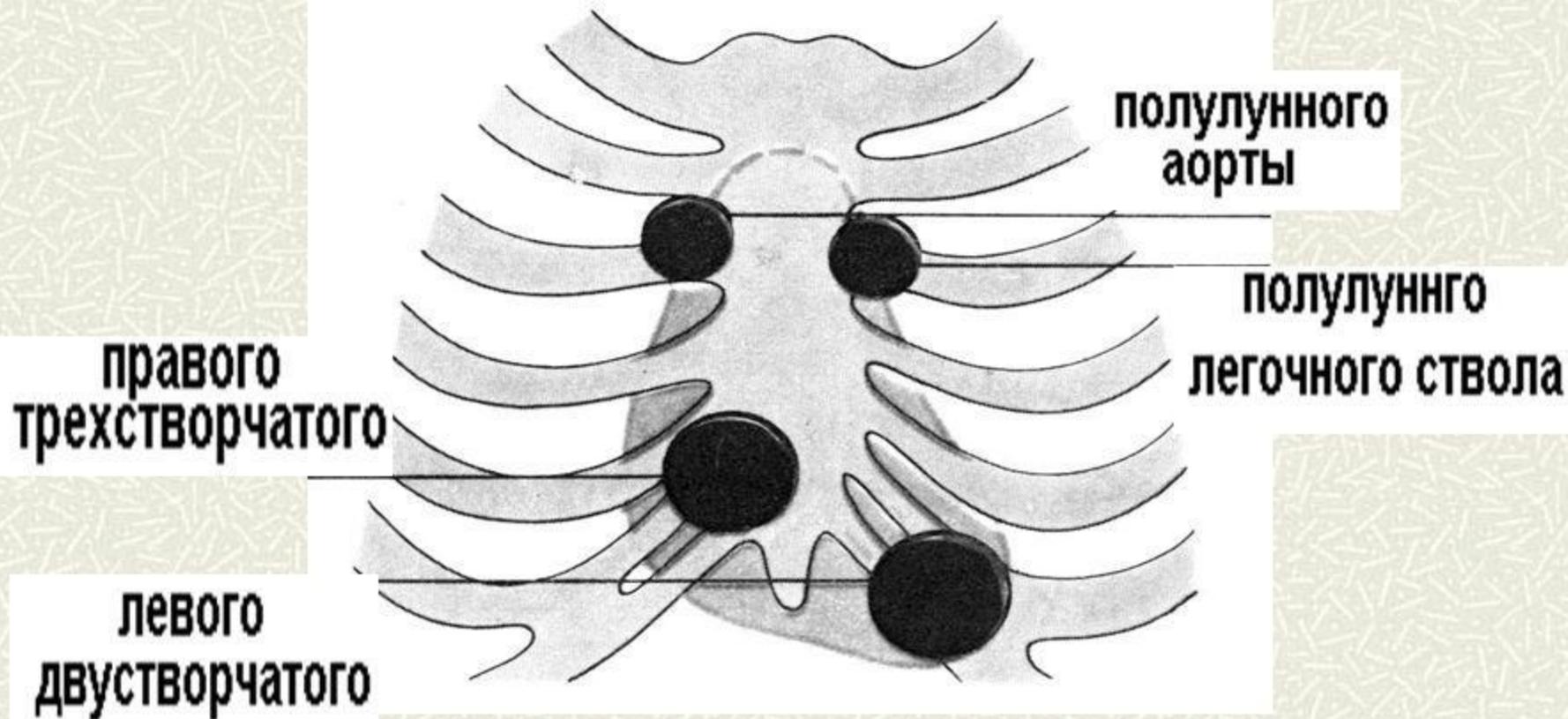
первый (систолический) - низкий и продолжительный - возникает в начале систолы желудочков при замыкании створчатых клапанов;

второй (диастолический) - короткий и высокий - возникает от замыкания полулунных клапанов.

Во время систолы желудочков сердце уменьшается в объеме, его верхушка напрягается и ударяется о грудную клетку в пятом межреберном промежутке слева. Такое явление называется сердечным толчком.

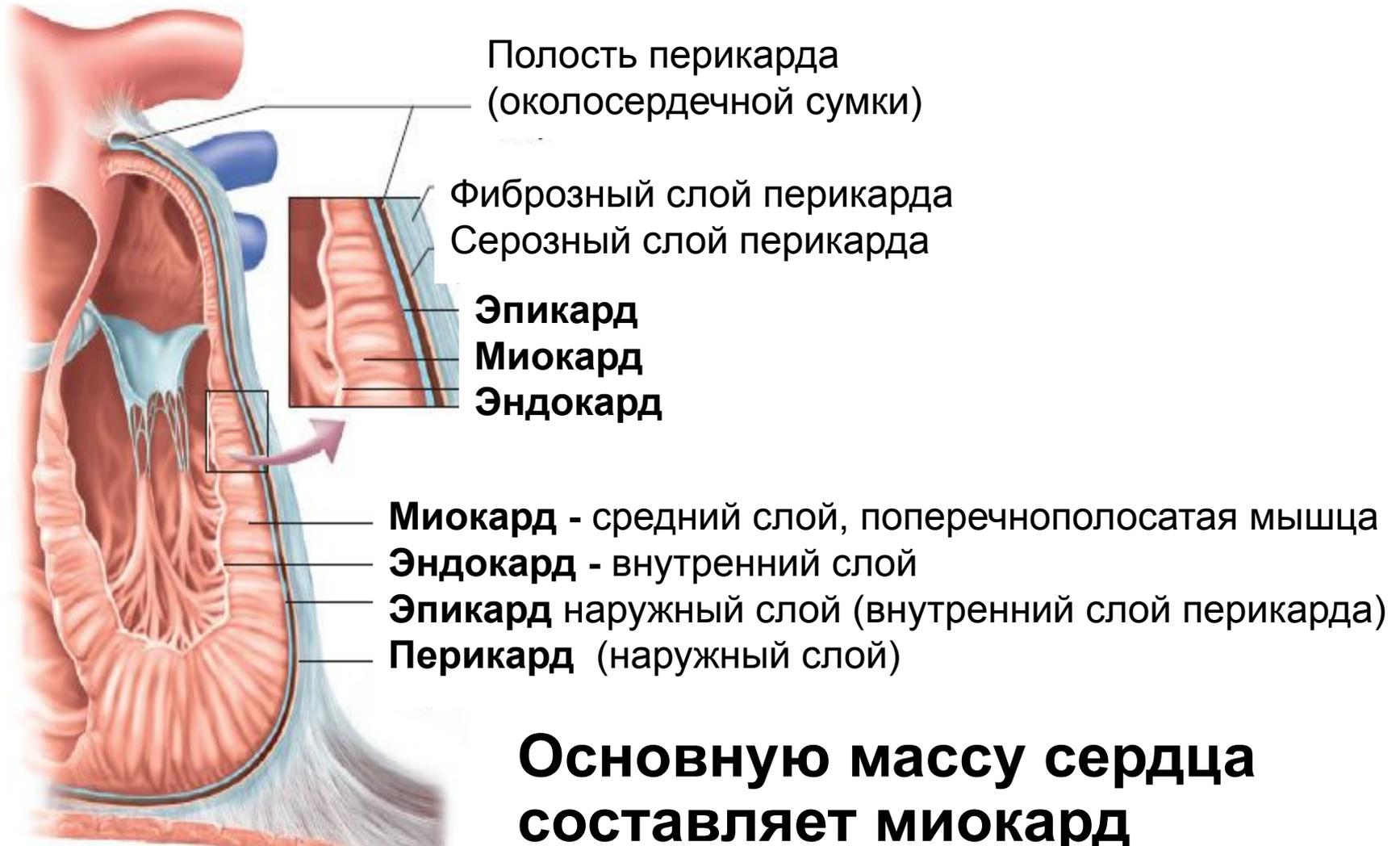
Места выслушивания тонов сердца

звуковые проекции клапанов



- **1 тон - систолический**, возникает во время систолы желудочков, при закрытии АВ клапанов, прослушивается в левом 5 межреберье по среднеключичной линии.
- **2 тон - диастолический** - возникает в начале диастолы желудочков и обусловлен закрытием полулунных клапанов, прослушивается во 2 межреберье справа (клапаны аорты) и слева от грудины (клапаны легочной артерии).
- **3 и 4** тоны не прослушиваются, регистрируются на эхокардиограмме. 3 тон – общая диастола – вибрация стенок желудочков, 4 тон – систола предсердий

Физиологические свойства миокарда



В составе миокарда выделяют морфофункциональные кардиомиоциты:

1.Сократительные (типичные, рабочие 98%)

обеспечивают сократительную функцию сердца.

2.Проводящие (атипичные,

малодифференцированные) - периодически генерируют электрические импульсы и обеспечивают автоматизм сердца.

3.Секреторные (предсердия) секретируют гормон - натрийуретический пептид.

- Все типы клеток миокарда высоко дифференцированы и не способны к делению.
- Поэтому в постэмбриональном периоде миокард не способен к регенерации и участки повреждения его при инфаркте замещаются соединительной тканью.
- Увеличение мышечной массы миокарда наблюдается при повышенной нагрузке на сердце (у спортсменов) и происходит за счет увеличения объема отдельных кардиомиоцитов (гипертрофии), а не их общего количества.

Физиологические свойства миокарда:

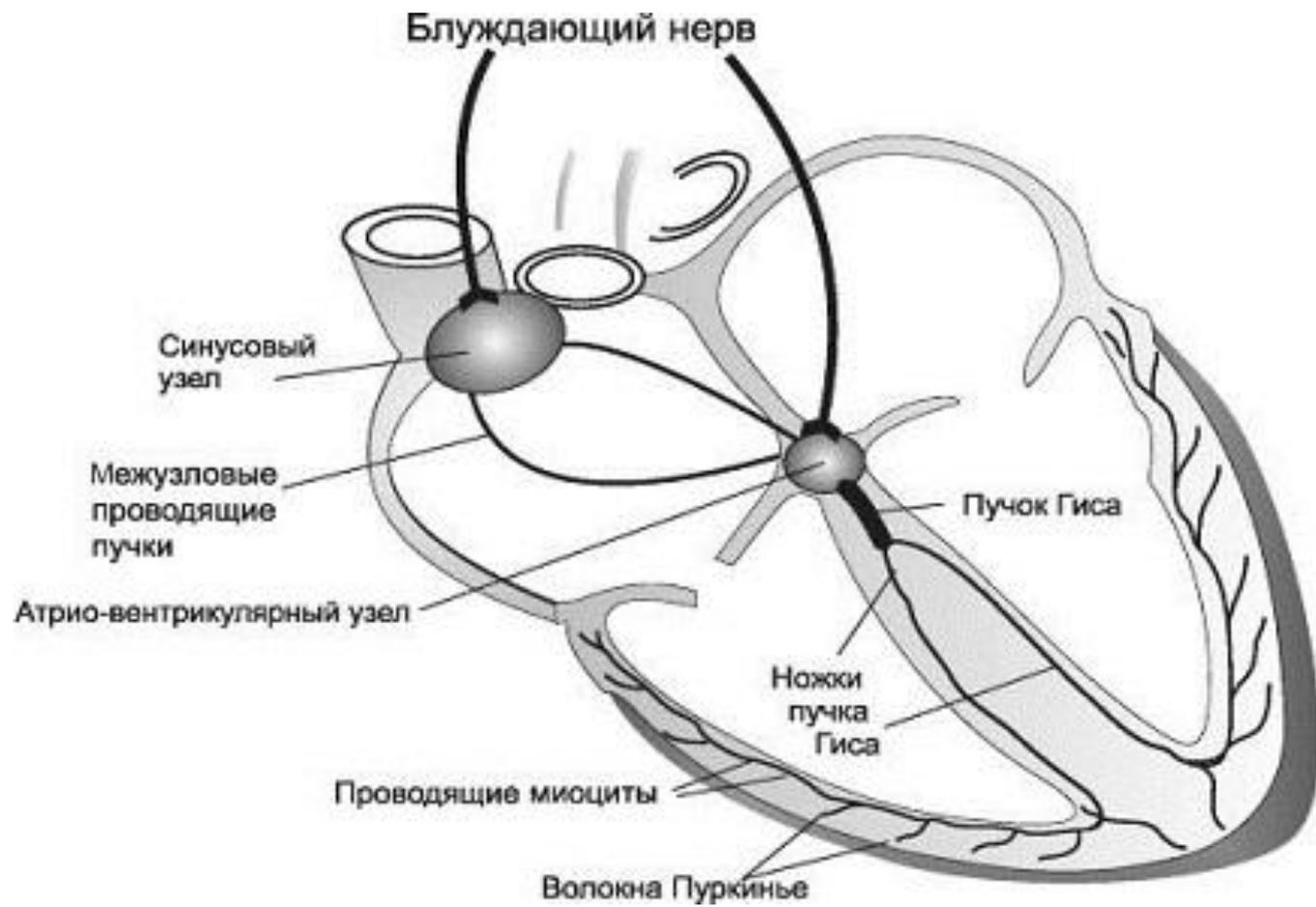
- **1. автоматия,**
- **2. проводимость,**
- **3. возбудимость,**
- **4. рефрактерность,**
- **5. сократимость.**

1. Автоматия

- – свойство самостоятельно генерировать ПД (потенциал действия)

Компоненты проводящей системы:

- 1. Синоатриальный узел (С-А)** расположен в правом предсердии вблизи устья верхней полой вены;
- 2. Атриовентрикулярный узел (А-В)** расположен в правом предсердии около предсердно-желудочковой перегородки;
- 3. пучок Гиса**, он отходит от А-В узла общим стволом и проникает через межжелудочковую перегородку, далее разделяется на две ножки правую и левую, идущие к соответствующим желудочкам;
- 4. волокна Пуркинье;**



Пейсмекер (водитель ритма) сердца.

- Пейсмекер – группа клеток в проводящей системе (у здорового человека в синусном узле), синхронно генерирующая ПД и «навязывающая» свой ритм другим отделам проводящей системы.
- Синхронизация активности пейсмекерных клеток осуществляется благодаря высокопроводимым контактам, через которые быстрые клетки ускоряют возбуждение медленных, а медленные «притормаживают» быстрые.

Градиент автоматии - убывания ЧСС в направлении от предсердий к верхушке сердца (Г.Станиус, 1880)

- С-А узел – 60-80 им/мин
- А-В узел – 40-60 им/мин
- Пучок Гиса – 30-40им/мин
- Волокна Пуркинье – 20-5 им/мин

Нормальный ритм сердца определяется активностью СА узла. Нижележащие водители ритма в норме подавляются СА узлом.

- Причина автоматии сердца объясняется тем, что в процессе жизнедеятельности в клетках СА узла накапливаются продукты конечного обмена (CO_2 , молочная кислота и т.д.), которые и вызывают возбуждение в атипичной ткани.

2. Проводимость

- – свойство проводить ПД, могут как типичные, так и атипичные кардиомициты.

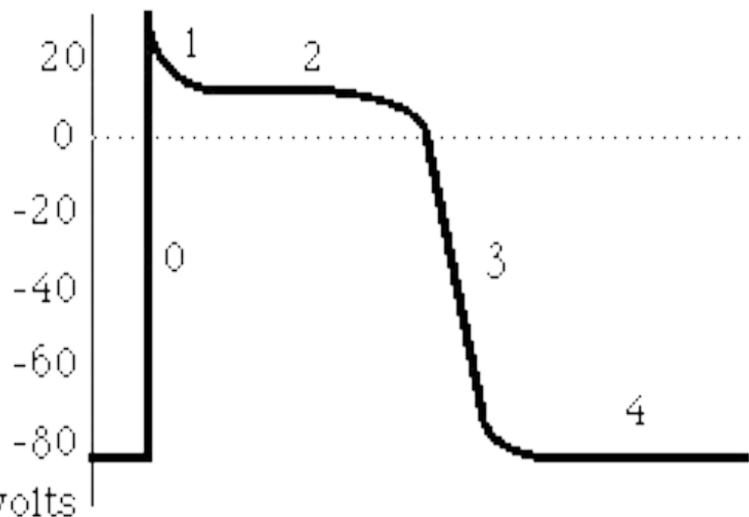
- *Скорость проведения возбуждения по проводящей системе сердца составляет: 2-4 м/с.*
- *Скорость проведения возбуждения по сердечной мышце составляет: 0,8 - 1 м/с*

3. *Возбудимость*

- - способность отвечать на действие раздражителей процессом возбуждения (ПД).

- Для того чтобы понять возбудимость, мы разберем для начала ПП и ПД кардиомиоцита.
- Мембранный потенциал покоя (МПП) миокардиальных клеток имеет величину 90 мВ и формируется в основном ионами калия.

ПД рабочих кардиомиоцитов имеет следующие фазы:



0. – фаза быстрая деполяризация – сначала открытие быстрых Na^+ - и затем (от -40 мВ) - медленных Na^+ / Ca^{2+} каналов.
1. Фаза начальная быстрая реполяризация - ВЫХОД ИЗ клетки K^+ .
2. Фаза медленной реполяризации (плато) – Ca^{2+} ВХОДИТ В клетку.
3. Фаза - конечная быстрая реполяризация - ВЫХОД ИЗ клетки K^+
4. Фаза покоя - МПП возвращается к исходной величине 90 мВ.

Возбудимость

- кардиомиоцита в различные фазы ПД меняется.

- 1. Фаза абсолютной рефрактерности**
- 2. Фаза относительной рефрактерности**
- 3. Фаза супернормальной возбудимости**

1. Фаза абсолютной рефрактерности

кардиомиоцитов длится 270 мс.

Она соответствует фазам ПД:

- 0 - быстрой деполяризации,
- 1- начальной быстрой реполяризации;
- 2- плато;

В этот период раздражение сердечной мышцы даже при действии сверхпороговых раздражителей не вызывает нового сокращения, что связано с инактивацией быстрых натриевых каналов.

Этот период соответствует фазе сокращения - **систоле**.

2. Фаза относительной рефрактерности

(30 мс) соответствует фазе конечной быстрой реполяризации.

ПД возможен при действии сверхпороговых раздражителей.

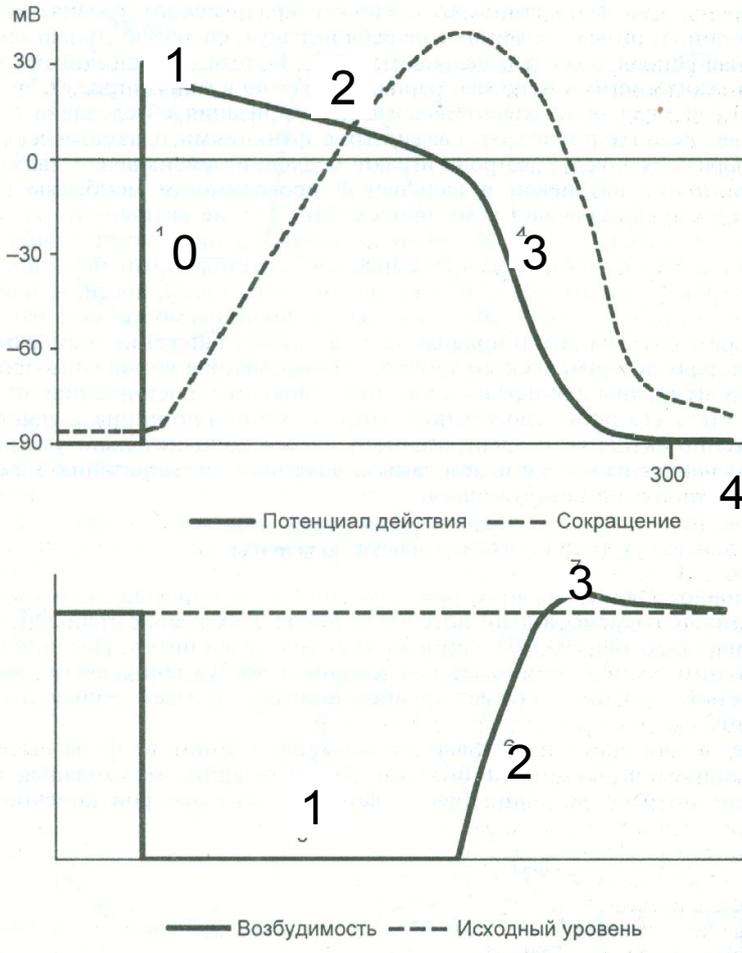
Этот период соответствует фазе сокращения - **диастолы** (расслабления сердечной мышцы)(0,03с).

3. Фаза супернормальной возбудимости

(10 м/с) соответствует фазе восстановления МПП.
ПД возможен при действии подпороговых
раздражителей.

Соотношение фаз ПД, возбудимости и сокращения типичных кардиомиоцитов

- Фазы сокращения
(на рис пунктиром):
- Систола
 - Диастола



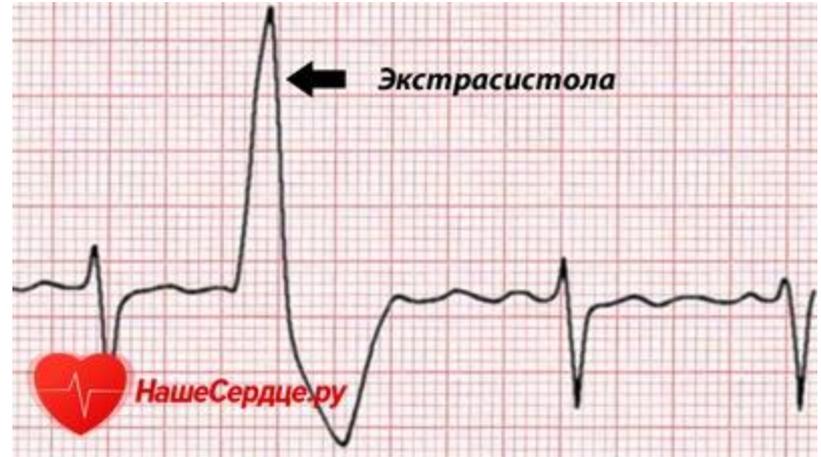
4. РЕФРАКТЕРНОСТЬ

- - это состояние пониженной возбудимости.

РЕФРАКТЕРНОСТЬ

- защищает миокард во время сокращения от действия раздражителей, которые бы могли вызвать преждевременное повторное возбуждение и сокращение.
- Таким образом, сохраняется минимальный резерв времени, необходимый чтобы камеры сердца успевали расслабиться и наполниться кровью.

**Экстрасистола -
это внеочередное
сокращение
сердца.**



- Если нанести пороговое или сверхпороговое дополнительное раздражение на сердечную мышцу в период диастолы, т.е. в относительный рефрактерный период, то возникает внеочередное сокращение - экстрасистола.

РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА

- Сердце обладает автоматией, т.е. оно сокращается под влиянием импульсов, возникающих в его специальной ткани.
- Однако в целостном организме работа сердца регулируется за счет нейрогуморальных воздействий, изменяющих интенсивность сокращения сердца и приспособляющих его деятельность к потребностям организма и условиям существования.

I. Внутрисердечная (ауторегуляция)

1) Внутриклеточные механизмы регуляции имеют место, например, у спортсменов.

Регулярная мышечная нагрузка приводит к усилению синтеза сократительных белков миокарда и появлению так называемой **физиологической гипертрофии** – утолщению стенок сердца и увеличению его размеров.

Масса о сердца у спортсменов 500 г.

2) Миогенные механизмы

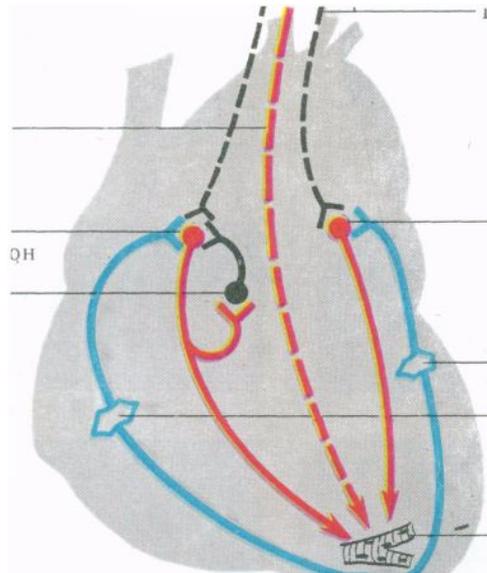
- А) Гетерометрическая регуляция осуществляется в соответствии с законом **Франка-Старлинга**, который гласит: «Чем больше конечный диастолический объем желудочков, тем больше сердечный выброс». Следовательно сила сердечных сокращений зависит от исходной длины волокон перед началом сокращений. Т. е. чем больше растянут кардиомиоцит во время диастолы, тем больше сила последующего сокращения (сistolы).
- Б) Гомеометрическая регуляция сердца реализуется в виде: эффекта **Анрепа** - при повышении давления в аорте, происходит увеличении силы сердечных сокращений.

3) Внутрисердечные периферические рефлексы

→ механорецепторы и хеморецепторы миокарда расположены в предсердиях и левом желудочке, → афферентные нейроны → вставочные → эфферентные (адренергические и холинергические) → эффектор кардиомиоцит.

Так, увеличение притока крови к правому предсердию и растяжение его стенок приводит к усилению сокращения левого желудочка.

n. sympaticus
Адренергический
эфферентный нейрон



Преганглионарные
волокна n. vagus

Холинергический
эфферентный нейрон

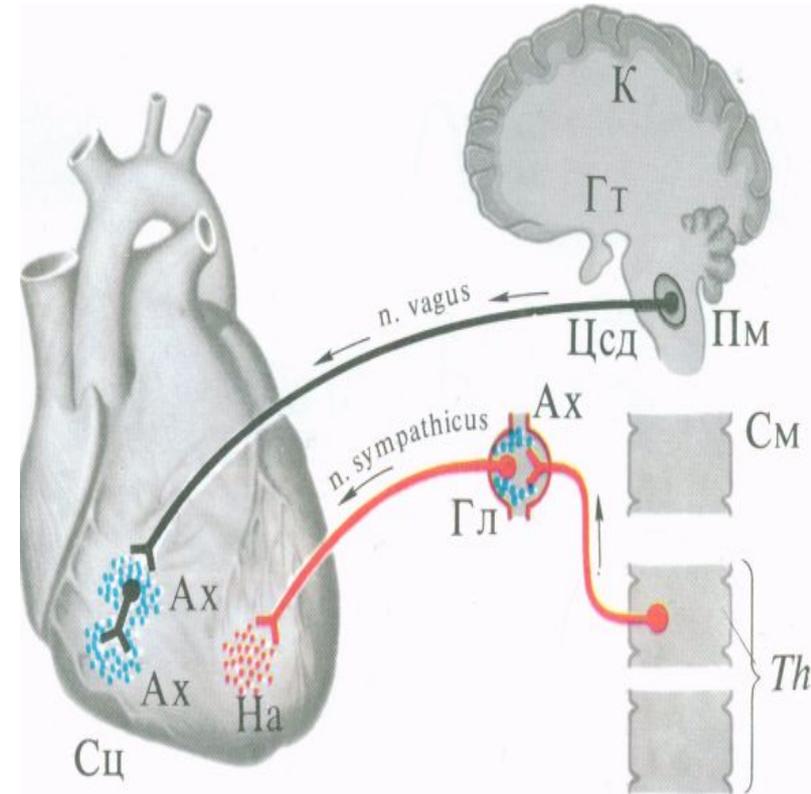
Афферентные нейроны

Рецепторы растяжения
миокарда

Внесердечная регуляция

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ парасимпатическая и симпатическая система.

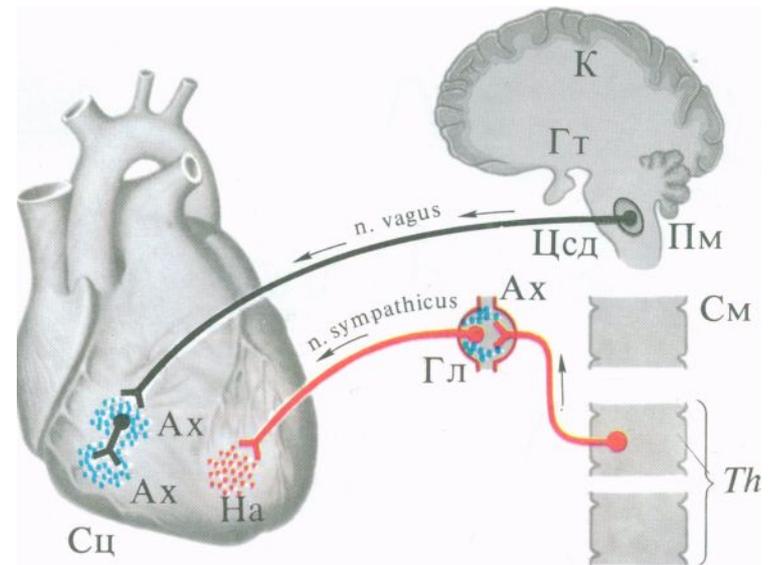
Центр парасимпатической системы расположен в продолговатом мозге. Преганглионарные волокна выделяют АХ, который через Н-хр передает возбуждение на постганглионарные волокна, которые иннервируют сердце. Их волокна выделяют АХ, который взаимодействует с М-хр.



АХ - ацетилхолин
М-ХР - мускариновые холинорецепторы
Н-ХР - никотиновые холинорецепторы

Симпатические нервы

, их центры расположены в боковых рогах грудных сегментов спинного мозга. Преганглионарные волокна заканчиваются в шейных и верхних грудных симпатических узлах. (медиатор АХ, рецептор Н-хр). Их отростки постганглионарные волокна идут к сердцу и выделяют НА, контактируя β_1 -адренорецепторами.



НА - норадреналин

Четыре типа влияний блуждающего и симпатического нервов на работу сердца:

- 1. хронотропное** - на частоту сердечных сокращений;
- 2. инотропное** - на силу сокращений;
- 3. дромотропное** - на проводимость;
- 4. батмотропное** - на возбудимость;

Влияния, вызывающие увеличение этих показателей называются - положительными, а уменьшение - отрицательными.

Влияния симпатических и парасимпатических нервов на сердце

Эффекты	Симпатическая система	Парасимпатическая система
Инотропный	+	-
Хронотропный	+	-
Дромотропный	+	-
Батмотропный	+	-

Антагонизм влияния парасимпатических и симпатических нервов на деятельность сердца

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

- Сердечная мышца обладает высокой чувствительностью к составу крови, протекающей через ее сосуды и полости сердца.

Гуморальные факторы, которые оказывают влияние на функциональное состояние сердца:

Гормоны:

- Адреналин через бета-1-АР оказывает на сердце положительный хроно и инотропный эффект.
- Глюкагон и дофамин оказывают +эффекты.
- Тироксин и трийодтиронин гормоны щитовидной железы - + хронотропный эффект и повышают чувствительность сердца к симпатическим воздействиям.
- Кортикостероиды, ангиотензин, серотонин оказывают +инотропный эффект
- Аденозин, расширяя коронарные сосуды, увеличивает коронарный кровоток в 6 раз, оказывает + хроно инотропные эффекты.
- Ацетилхолин – медиатор парасимпатической системы - эффекты

Гуморальные факторы, которые оказывают влияние на функциональное состояние сердца:

Ионы :

- калия – вызывают гиперполяризацию и остановку сердца в диастоле. Недостаток калия наблюдается при приеме диуретиков, которые выводят вместе с водой и калий, поэтому и возникает экстрасистолия.
- кальция + инотропный эффект. При избытке ионов кальция происходит остановка сердца в фазе систолы, т.к. кальциевый насос не успевает выкачивать избыток ионов кальция из ретикулума и разобщение нитей актина и миозина не происходит.
- натрия – увеличивают деполяризацию кардиомиоцитов.

РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ.

- Возникают при раздражении различных рецепторов, расположенных как в самом сердце и сосудистой системе, так и в различных органах.
- Условно все сердечно-сосудистые рефлексy делются на:

**собственные и
сопряженные.**

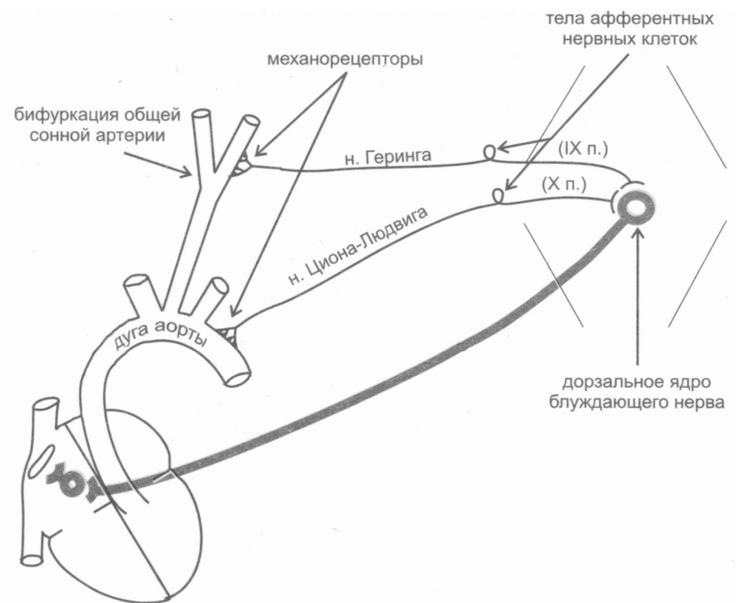
1. Собственные рефлексy берут свое начало в самом сердце или кровеносных сосудах и заканчиваются на сердце или сосудах.

Выделяют:

а) **рефлекс Бейнбриджа:** чем больше крови притекает к правому предсердию, тем чаще становится ритм сердца (например при мышечной работе). Это связано с возбуждением рефлексогенных зон (механорецепторов), расположенных в правом предсердии. Импульсы от механорецепторов направляются по блуждающим нервам в продолговатый мозг в кардиоваскулярный центр. Далее в симпатический центр, увеличивая ЧСС.

б) рефлексы с дуги аорты и каротидного синуса (бифуркации общей сонной артерии).

- В этих рефлексогенных зонах находится множество механо-, баро-, хемо-, рецепторов, которые реагируют на различные изменения гемодинамики и состав крови.



б) рефлексы с дуги аорты и каротидного синуса (бифуркации общей сонной артерии).

Повышение АД приводит к возбуждению барорецепторов дуги аорты и каротидного синуса. Далее по афферентным волокнам - аортальному нерву (Циона-Людвига), входящему в состав блуждающего нерва и каротидному нерву (Геринга), в составе языкоглоточного IX возбуждение достигают продолговатого мозга. Здесь располагаются центры сердечной деятельности (центр блуждающего нерва) и сосудодвигательный центр. Импульсы по центробежным эфферентным волокнам блуждающего нерва поступают к сердцу и тормозят его.

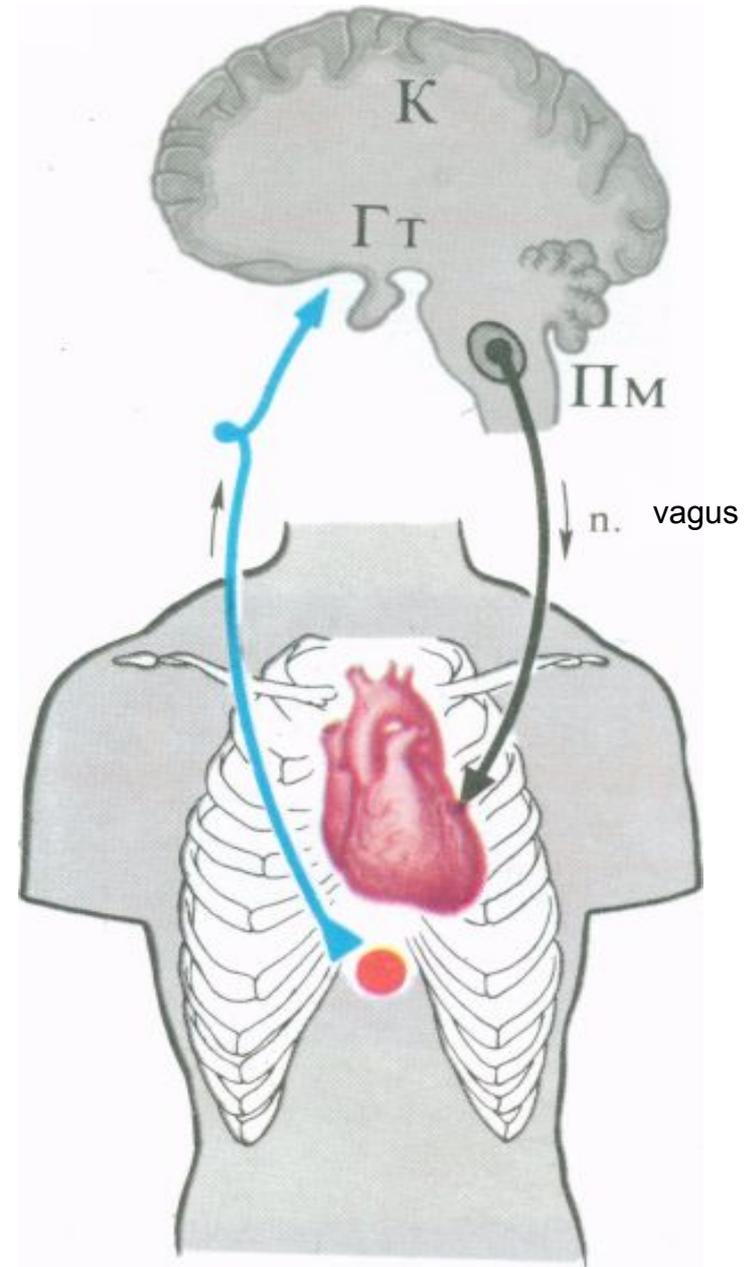
б) рефлексы с дуги аорты и каротидного синуса (бифуркации общей сонной артерии).

Одновременно происходит расширение сосудов, получивших импульсацию по вазодилататорам из сосудодвигательного центра продолговатого мозга. Брадикардия и расширение сосудов приводит к падению АД. При снижении АД частота импульсов от барорецепторов, идущих в продолговатый мозг, снижается. Это тормозит центр блуждающего нерва, увеличивает тонус симпатического и рефлекторно повышает АД.

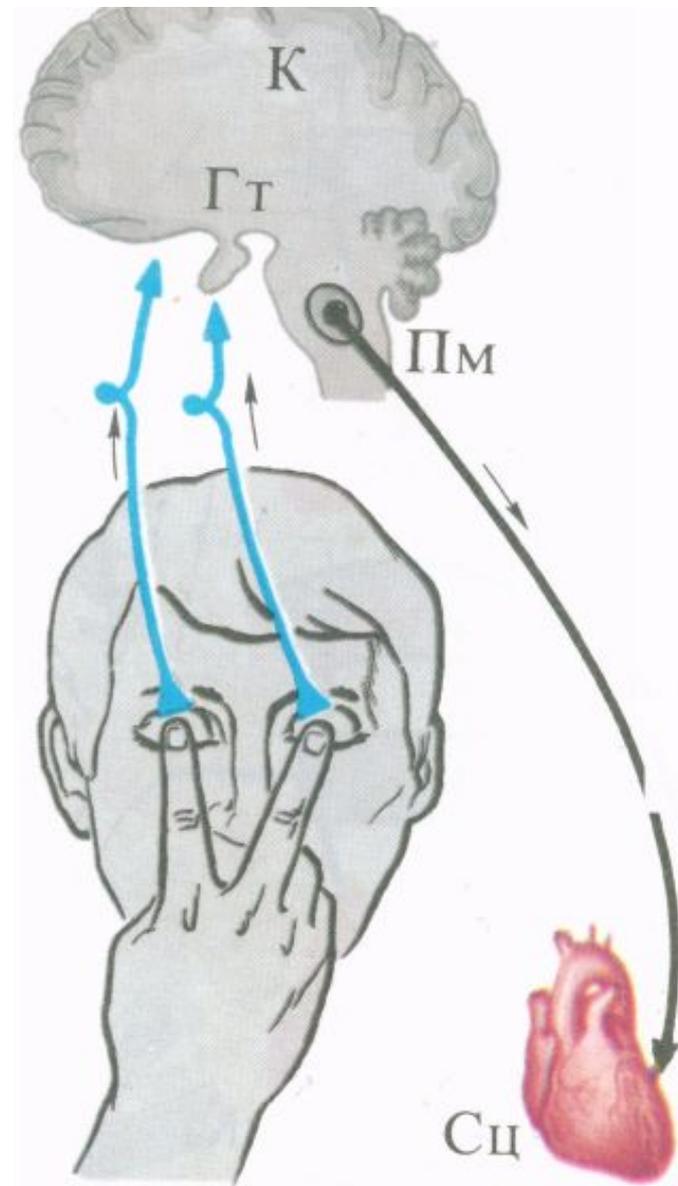
2. Сопряженные рефлексy – это рефлексy с органов на сердце. К ним относят вагусные рефлексy:

- **рефлекс Гольца:** раздражение рецепторов брюшины (поколачивание пинцетом по животу лягушки) может привести к урежению сердечной деятельности и даже к его остановке. У человека кратковременная остановка сердечной деятельности наступает при ударе в живот (запрещенный прием в боксе).

При этом афферентные импульсы по чревным нервам достигают спинного мозга, а затем ядер блуждающего нерва, от которых по эфферентным волокнам вагуса импульсы направляются к сердцу, вызывая его остановку.



- **рефлекс Данини-Ашнера** или **глазо-сердечный**: урежение ЧСС при легком надавливании на глазные яблоки. Механически раздражаются в роговице сенсорные рецепторы, являющиеся периферическими окончаниями афферентных волокон тройничного нерва. Возбуждение поступает в продолговатый мозг. Повышается тонус блуждающего нерва. Замедляется сердечный ритм.



КОРКОВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА.

- У человека различные условные (эмоциональные) состояния сопровождаются изменениями в деятельности сердца.
- Пример: у спортсменов перед бегом, т.е. в предстартовом состоянии увеличивается ЧСС.

Спасибо за внимание.