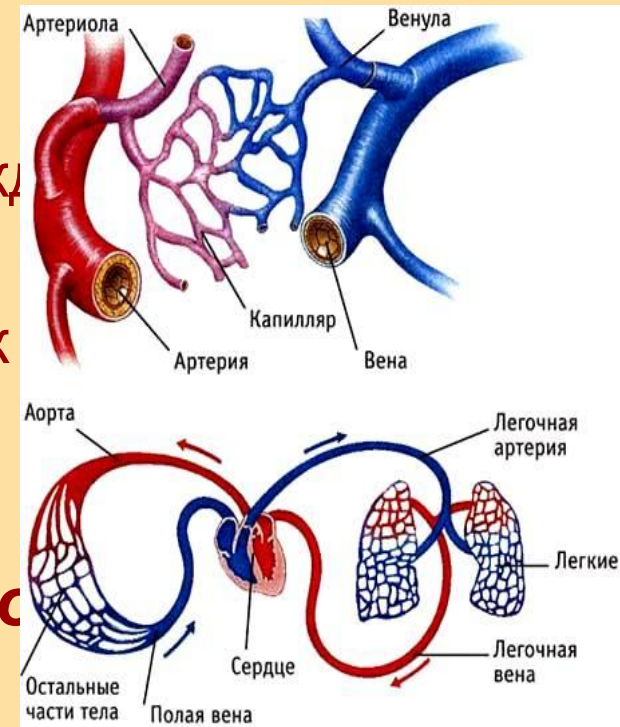

Клиническая физиология сердечно-сосудистой СИСТЕМЫ

профессор кафедры Левашов С.Ю.

Сердечно-сосудистая система и круги кровообращения

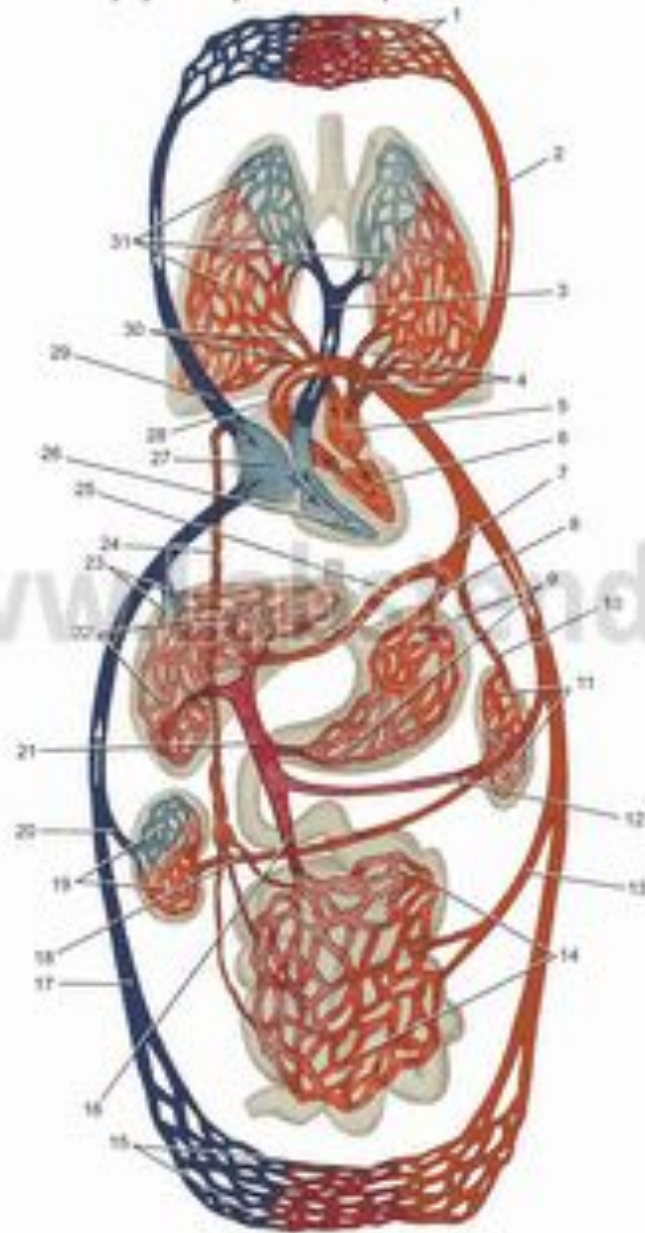
Входят:

- **сердце** как гемодинамический аппарат,
 - **артерии**, по которым кровь доставляется к капиллярам, обеспечивающим обмен веществ между кровью и тканями,
 - **вены**, доставляющие кровь обратно к сердцу
- **Круги кровообращения – большой и малый**



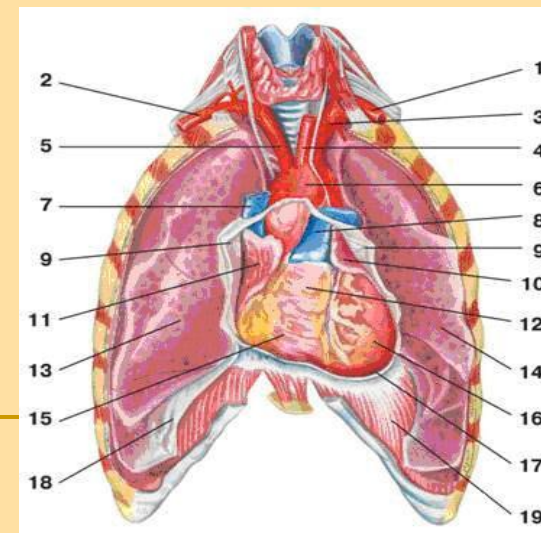
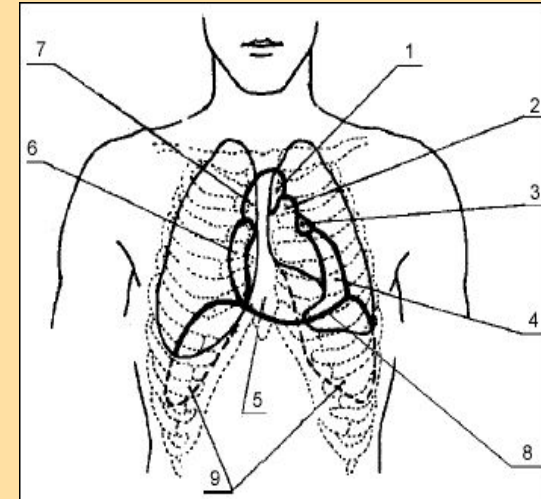
Сердечно-сосудистая система и круги кровообращения

Круги кровообращения



Сердечно-сосудистая система и ее проекция на переднюю грудную стенку

- Правая половина сердца обращена вперед, а левая назад.
- Передняя поверхность сердца образуется передней стенкой правого желудочка.
- Справа сверху в ее образовании участвует правое предсердие со своим ушком, а слева — часть левого желудочка и небольшая часть левого ушка.
- Задняя поверхность образована левым предсердием и незначительными частями левого желудочка и правого предсердия
- На рентгенограмме оценивается размер сердца – кардиоторакальный индекс.
- Между систолой и диастолой размер может различаться до 1.5 см



Сердечно-сосудистая система

- Каждый желудочек состоит из двух отделов — пути притока и пути оттока. **Путь притока** крови идет от атриовентрикулярного отверстия до верхушки желудочка (правого или левого); **путь оттока** крови располагается от верхушки желудочка до устья аорты или легочной артерии. Отношение длины пути притока к длине пути оттока равно **2:3**.
- Если полость правого желудочка способна принимать большое количество крови и увеличиваться в 1.5-2 раза, то миокард левого желудочка может резко повышать внутрижелудочковое давление.

Кровообращение

Факторы, способствующие движению крови:

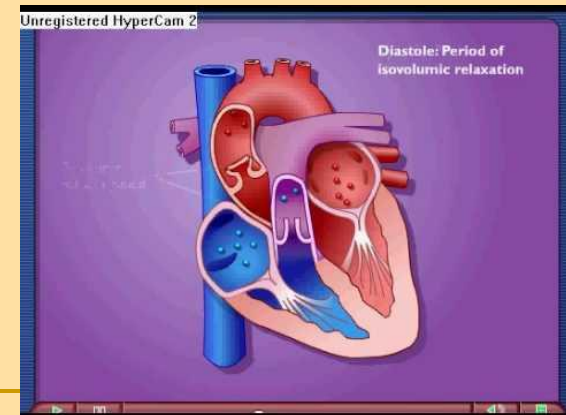
- замкнутость сердечно-сосудистой системы;
- разность давления в аорте и полых венах;
- **эластичность сосудистой стенки** (превращение пульсирующего выброса крови из сердца в непрерывный кровоток);
- **клапанный аппарат сердца и сосудов**, обеспечивающий однонаправленное движение крови;

Клапаны: Легочные вены? Верхняя полая вена? Нижняя полая вена?

- **наличие внутригрудного давления** - "присасывающее" действие, обеспечивающее венозный возврат крови к сердцу: **чем чаще и глубже дыхание, тем больше выражено присасывающее действие грудной клетки**

Клапанный аппарат: створки клапанов, хорды, папиллярные мышцы

- Левое предсердие и левый желудочек разделяются между собой митральным клапаном, имеющим две створки: большую правую и меньшую левую. В правом предсердно-желудочковом отверстии имеются три створки.
- Большие сосуды, отходящие от полости желудочков, имеют полулунные клапаны, состоящие из трех створок (2-х в аорте?), которые открываются и закрываются в зависимости от величины кровяного давления в полостях желудочка и соответствующего сосуда.
- Благодаря клапанному аппарату кровь при сокращении мускулатуры сердца всегда течет в одном направлении, а в диастоле не возвращается в полости желудочков.



Факторы, определяющие преднагрузку

- Важнейший фактор – объем циркулирующей крови (при обезвоживании!!! (диуретики, рвота, диарея, лихорадка (Ht), кровотечения – снижается КДО, УО и СВ).
- Положение тела – стоя венозный возврат уменьшается
- Плевральное давление – в норме отрицательное, способствует притоку. Но при длительном кашле оно становится менее отрицательным и даже положительным – венозный возврат уменьшается (синкопе!).

Факторы, определяющие преднагрузку

- Внутриверикардальное давление – его рост уменьшает венозный возврат (тампонада сердца)
- Тонус вен – эмоциональный стресс, выраженная артериальная гипотония – венозный возврат уменьшается, реже увеличивается!?
- Мышечный насос – сокращение скелетных мышц усиливает венозный возврат (ФА?)
- Предсердная подкачка – страдает при МА, АВ-диссоциации, удлинении или укорочении интервала PQ

Факторы, определяющие посленагрузку

- Важнейшие факторы – уровень артериального давления, объем желудочка, толщина стенок желудочка

Механизм саморегуляции - при увеличении посленагрузки (повышение АД), компенсаторно в норме снижается степень укорочения волокон миокарда и УО уменьшается, что приводит к снижению АД.

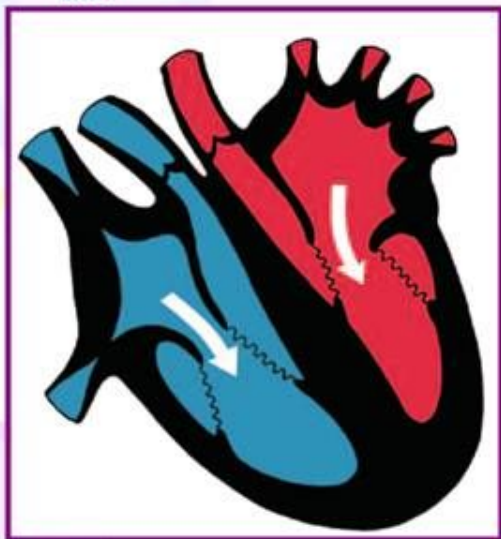
- При дилатации ЛЖ посленагрузка растет, а сердечный выброс может повышаться или снижаться, что связано с компенсаторным включением нейро-гуморальных механизмов (СНС, РААС и др.)

Сердечный цикл

1. Сокращение (систола) предсердий

Длится около 0.1 с.

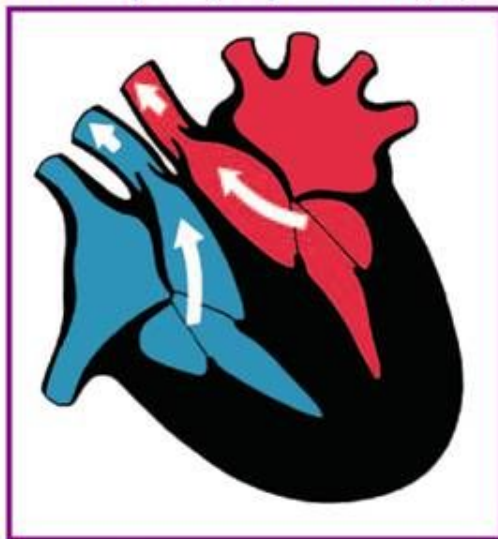
Желудочки расслаблены, створчатые клапаны открыты, полулунные – закрыты. Кровь из предсердий поступает в желудочки.



2. Сокращение (систола) желудочков

Длится около 0.3 с.

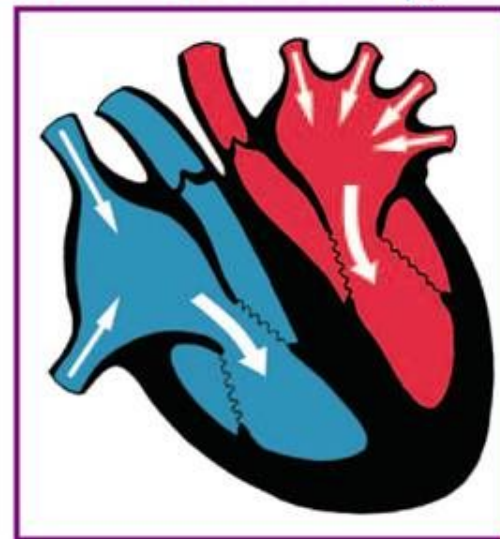
Предсердия расслаблены, створчатые клапаны закрыты, полулунные клапаны открыты. Кровь из желудочков поступает в легочную артерию и аорту.



3. Пауза. Расслабление предсердий и желудочков (диастола)

Длится около 0.4 с.

Створчатые клапаны открыты, полулунные закрыты. Кровь из вен попадает в предсердие и частично стекает в желудочки.



Оптимальный режим работы сердца:

предсердия работают 0.1 с и отдыхают 0.7 с, а желудочки работают 0.3 с и отдыхают 0.5 с.

Сердечный цикл

Систола предсердий

Атриовентрикулярные клапаны открыты
Полулунные клапаны закрыты

Систола желудочков

1. Фаза напряжения

- а) асинхронного
- б) изометрического

2. Фаза изгнания

- а) быстрого
- б) медленного

Атриовентрикулярные клапаны закрываются (закрыты)
Полулунные клапаны открываются (открыты)

Диастола желудочков

1. Фаза расслабления

- а) протодиастола
- б) изометрического

2. Фаза наполнения

- а) быстрого
- б) медленного

Полулунные клапаны закрываются (закрыты)
Атриовентрикулярные клапаны открываются (открыты)



Систола

- **Систола желудочков** начинается одновременно с диастолой предсердий.
- Систола желудочков:
 - период сокращения (комплекс QRS – 0.08)
 - период изгнания (сегмент ST и зубец T – 0.25)
- **Период сокращения осуществляется в 2 фазы:**
 - **1 фаза - асинхронное (изоволюметрическое) сокращение (до 0,04 с) - неравномерное сокращение желудочков - сокращение мышцы межжелудочковой перегородки и папиллярных мышц. Эта фаза заканчивается полным закрытием атриовентрикулярных клапанов.**

Систола желудочков

- **2 фаза - изометрическое сокращение** - начинается с момента закрытия атриовентрикулярных клапанов и протекает при закрытии всех клапанов (до **0.04 с**).

Так как кровь несжимаема, в эту фазу **длина мышечных волокон не изменяется, а увеличивается их напряжение**. В результате увеличивается давление в желудочках.

Период сокращения заканчивается открытием полулунных клапанов.

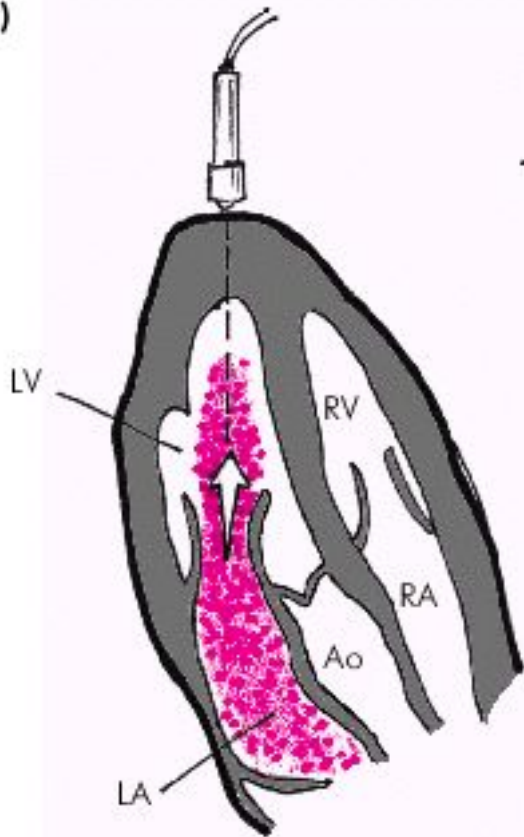
Систола желудочков

- **Период изгнания (0,25 с)** - состоит из 2-х фаз:
 - 1 фаза - быстрого изгнания (0,12 с);
 - 2 фаза - медленного изгнания (0,13 с);
- **Основной фактор** - разница давлений, которая способствует выбросу крови. Полулунные клапаны открываются, когда давление в левом желудочке становится выше диастолического давления в аорте. В этот период происходит изотоническое сокращение миокарда и выброс крови из желудочков:
УО составляет около $\frac{1}{2}$ КДО.
- **Отношение УО к КДО = фракция выброса**

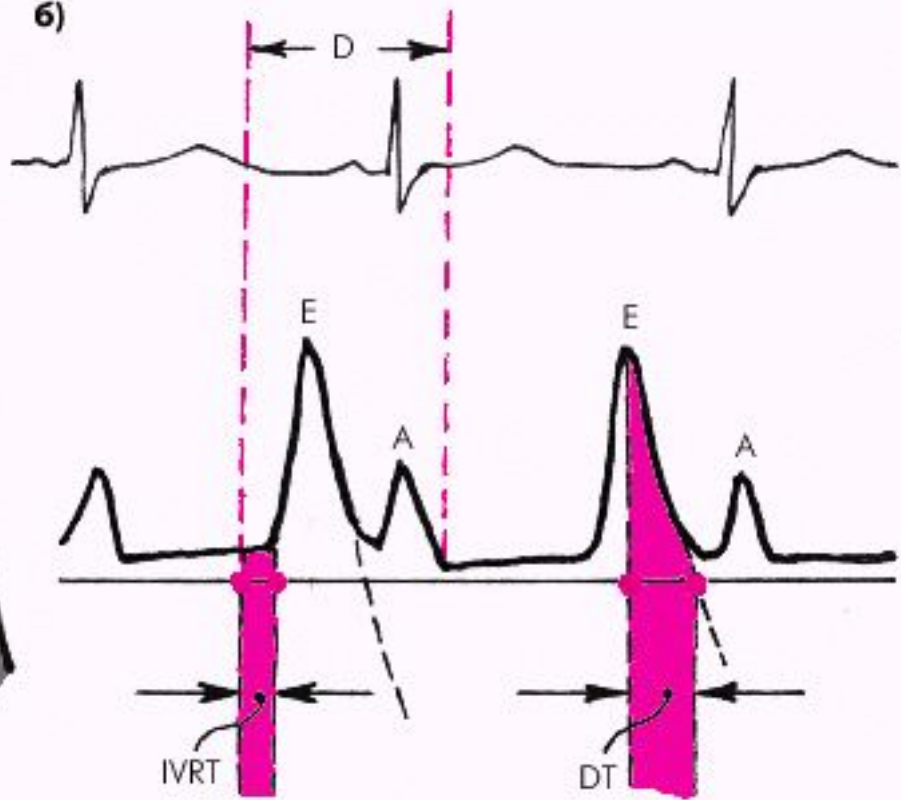
Диастола желудочков

- Состоит из следующих 4 фаз.
- **1 - протодиастолический период** - интервал времени от окончания систолы до закрытия полулунных клапанов (0,04 с). Кровь за счёт разности давления возвращается в желудочки, но наполняя кармашки полулунных клапанов закрывает их
- **2 - Фаза изоволюметрического расслабления (0,08 с)** - осуществляется при полностью закрытых клапанах. Длина мышечного волокна постоянна, изменяется их напряжение и давление в желудочках уменьшается. В результате открываются атриовентрикулярные клапаны (происходит наполнение коронарных артерий)..
- **3 - Фаза наполнения** - осуществляется в общую паузу сердца. Сначала быстрое наполнение (0.09), затем медленное (0.16) – желудочки наполняются в среднем на 2/3.

a)



b)



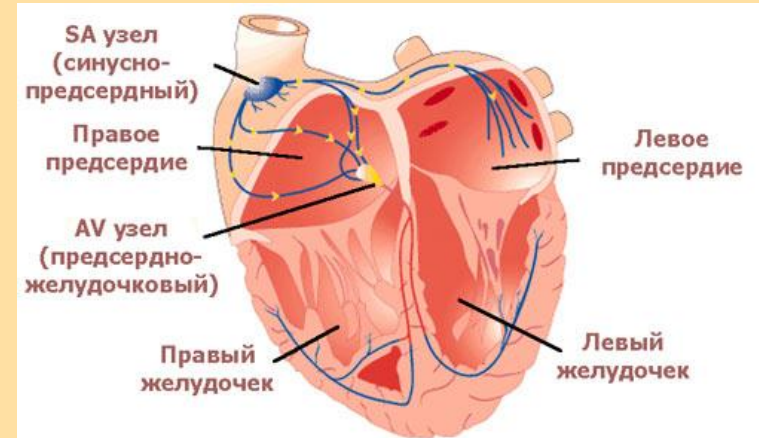
Диастола желудочков

- **4 - Пресистола** - наполнение желудочков кровью за счет систолы предсердий. **Роль предсердий в условиях нормосистолии и при отсутствии нарушений диастолического расслабления относительно невелика:** вклад систолы предсердий в сердечный выброс не превышает 25%, что позволяет считать ее лишь дополнительным насосом для наполнения желудочков, однако **при прогрессировании ХСН систола предсердий приобретает принципиально важную компенсаторную роль.**

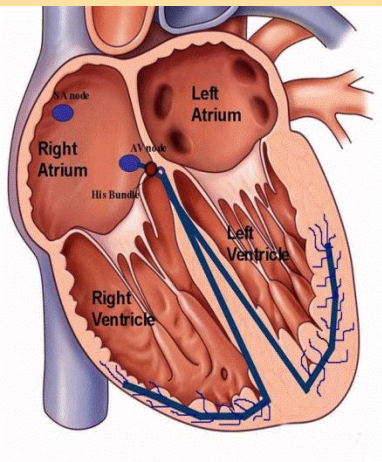
- При увеличении ЧСС диастола укорачивается (уменьшается время отдыха, время наполнения коронарных артерий) в большей степени, чем систола, и в этом случае вклад предсердий в наполнение желудочков становится более ощутимым.

Проводящая система сердца - нервно-мышечная структура, способная проводить возбуждение.

- **Синусовый узел**, или узел Кис–Фляка, расположенный у места впадения верхней полой вены под эпикардом;

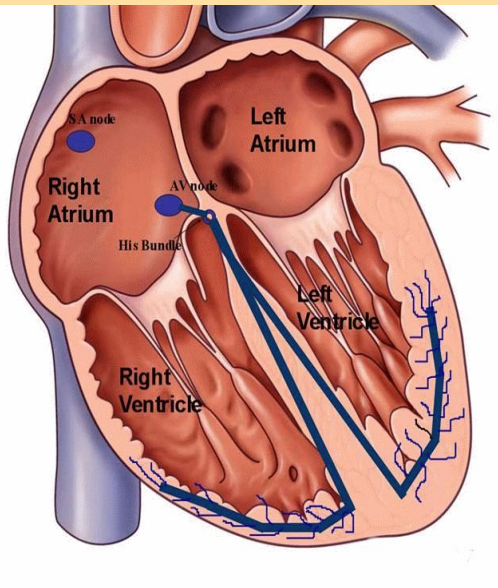


- **Атриовентрикулярный узел**, или узел Ашоф–Тавара, расположенный в нижней части стенки правого предсердия, около основания медиальной створки трехстворчатого клапана и частично в нижней части межпредсердной и верхней части межжелудочковой перегородки. От него вниз идет **ствол пучка Гиса**, находящийся в верхней части межжелудочковой перегородки.



Проводящая система сердца

- **Ствол пучка Гиса** на уровне мембранной ее части делится на две ветви: правую и левую, в дальнейшем распадающиеся на мелкие разветвления — **волокна Пуркинье**, которые вступают в соединение с мышцей желудочков. **Левая ножка пучка Гиса делится на переднюю и заднюю.**



- **Передняя ветвь** пронизывает передний отдел межжелудочковой перегородки, переднюю и передне-боковую стенки левого желудочка.
- **Задняя ветвь** проходит в задний отдел межжелудочковой перегородки, задне-боковую и заднюю стенки левого желудочка.

Нервная регуляция сердца

- **Блуждающий и симпатические нервы, действующие прямо противоположно.**
- **Вагусное влияние** снижает тонус сердечной мышцы и автоматизм синусового узла, в меньшей степени атриовентрикулярного соединения (**слабое влияние атропина при АВ-блокадах!**), в результате частота сердечных сокращений урежается.
- **Симпатическое влияние** учащает ритм и усиливает сердечные сокращения.
- **Нейрогормоны** также оказывают влияние на сердечную деятельность (адреналин, норадреналин, кинины и др.), так как являются продуктами деятельности **вегетативной нервной системы** (нейромедиаторами).

Нервная регуляция

Имеет ряд особенностей:

- она не обеспечивает пускового влияния, так как сердце обладает автоматией;
- она осуществляет в основном корригирующее и интегрирующее влияние;
- она осуществляется за счёт интра- и экстракардиальной систем.

Гуморальная регуляция

Вещества системного действия.

- **Электролиты:** К, Са (особенно их соотношение), Na.
Если $K > Ca$ - торможение сердца (под влиянием К - гиперполяризация).
Если $Ca > K$ - увеличение силы сердечных сокращений, возможно уменьшение расслабления миокарда.
При избытке Са - остановка сердца в систолу.
- **Гормоны:**
адреналин - резко увеличивает частоту и силу сердечных сокращений. Это гормон экстремальных ситуаций!!
тироксин!? - стимулирует сердечную деятельность, но действует постоянно, действует за счёт стимуляции **окислительного фосфорилирования**. Повышает чувствительность сердца к другим гормонам (адреналину).

Гуморальная регуляция

Вещества системного действия.

- **минералокортикоиды (альдостерон!!!)** - увеличивают выведение К из организма, начинает преобладать Са - сила сокращений сердца увеличивается.
- **половые гормоны** - стимулируют сердечную деятельность.
- **предсердные гормоны** - кардиомиоциты предсердия вырабатывают вещества с гормональной активностью, регуляторные пептиды:
натрийуретические гормоны (например **предсердный натрий уретический гормон – стимулирует диурез!!**).

Гуморальная регуляция

Биологически активные вещества:

- **гистамин** - образуется базофилами - посредник аллергических реакций - расширяет сосуды и значительно увеличивает их проницаемость;
- **серотонин** - сосудосуживающий эффект;

Кинины (тканевые гормоны):

- брадикинин, калликреин - снижают тонус сосудов (**ИАПФ**)!;

Простагландины:

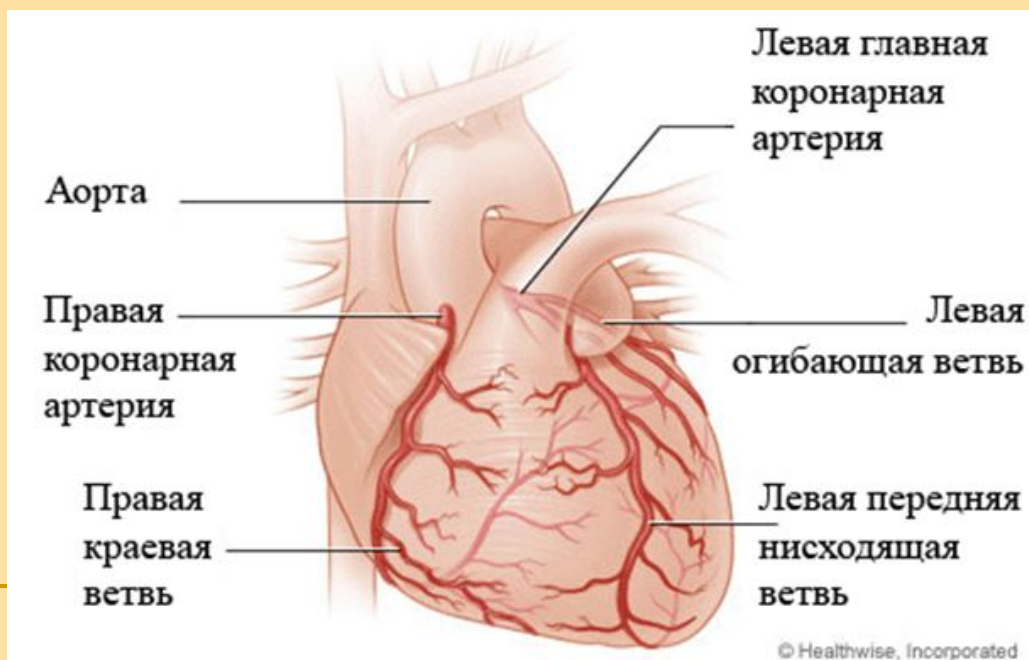
- **E2, F2-альфа** - сосудосуживающий эффект;
- **E1** - снижает тонус сосудов

- **Все БАВ выделяются в кровь при:**

- **увеличении венозного возврата крови;**
- **при увеличении давления в сосудах;**
- **при уменьшении P_a в крови;**
- **при переполнении кровью полостей сердца.**

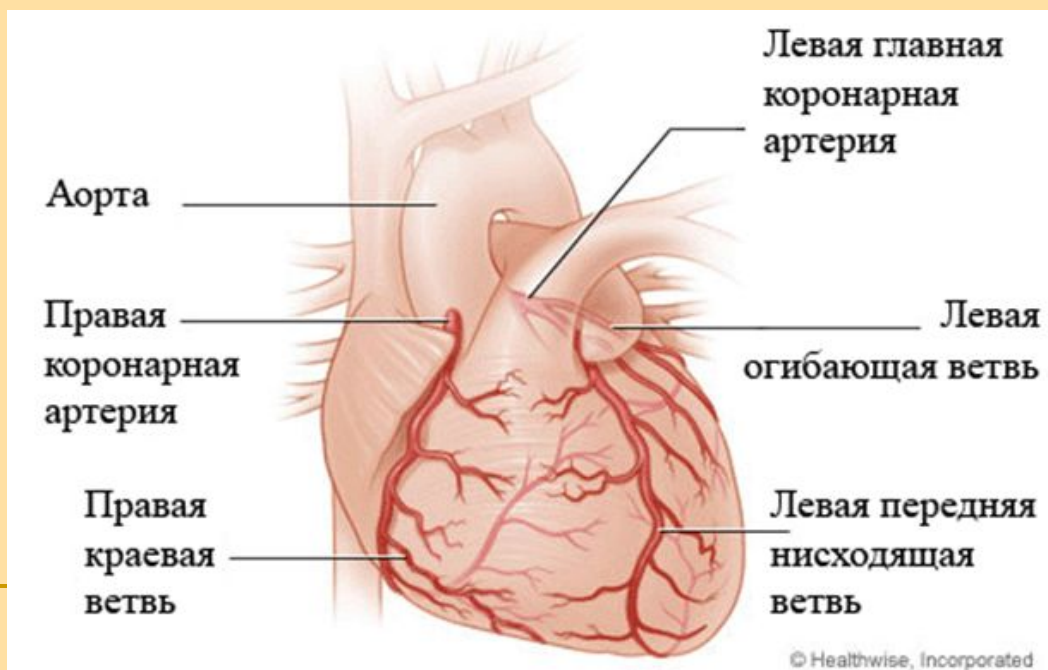
Кровоснабжение сердца

- Коронарные сосуды отходят от самого начала аорты (область полулунных клапанов), **располагаясь под эпикардом**. В коронарные артерии поступает **до 25% ударного объема**.
- **Левая коронарная артерия** делится на две ветви:
 - передняя нисходящая артерия - снабжает кровью переднюю стенку левого желудочка и две трети межжелудочковой перегородки;
 - огибающая артерия - снабжает кровью часть задне-боковой поверхности сердца



Кровоснабжение сердца

- **Правая коронарная артерия** снабжает кровью правый желудочек, заднюю поверхность левого желудочка, межпредсердную и межжелудочковую перегородки.
- **Синусно-предсердный узел** в 55 % случаев снабжается кровью через правую коронарную артерию и в 45 % — через огибающую коронарную артерию (ЛКА)!!!
- **Венечные артерии анастомозируют между собой во всех отделах!!!**

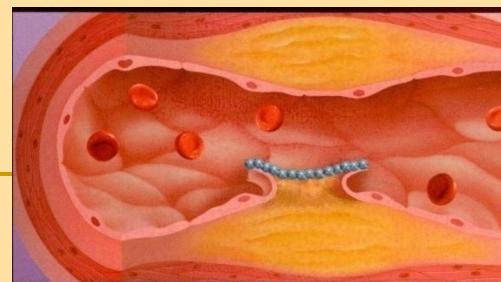


Особенности коронарного кровотока:

- **высокая интенсивность** (в покое - на 100 г мышцы - 60 мл крови). При физической нагрузке у нетренированных людей - до 100 мл, у тренированных - более 200 мл;
- **высокое потребление O₂**, т. е. если в полых венах в 100 мл крови до 12-15 мл O₂, то в сердечных венах - не более 5-7 мл;
- хорошо развиты **артериовенозные анастомозы**, особенно при недостатке кислорода и тренировках;
- **большое давление крови**, т. е. кровь поступает непосредственно из аорты;
- **высокий базальный тонус**, т. е. гладкомышечные элементы коронарных сосудов способны к автоматии и, как следствие, постоянный тонус сосудов.

Регуляция коронарного кровотока

- **Метаболическая регуляция** - при недостатке O₂ просвет коронарных сосудов увеличивается, и наоборот. За счёт увеличения диаметра сосудов увеличивается объём крови. В результате общее количество O₂ компенсируется.
- **Миогенная ауторегуляция:** стенка коронарных сосудов при увеличении **скорости кровотока** сокращается и наоборот. Это эффект Остроуголова - Бейлиса. За счёт этого осуществляется регуляция скорости кровотока через артерии сердца.
- **Нервная регуляция** – ПНС и СНС, как правило, вызывают расширение коронарных сосудов, взаимодействуя с **M-холинорецепторами и бета 2-рецепторами**;
Симпатические нервы увеличивают силу и частоту сердечных сокращений, увеличивается давление в аорте, что приводит к усилению коронарного кровотока, спазму КА.



Функции миокарда

- **АВТОМАТИЗМ**
 - **ПРОВОДИМОСТЬ**
 - **ВОЗБУДИМОСТЬ**
 - **СОКРАТИМОСТЬ**
-

Функции миокарда

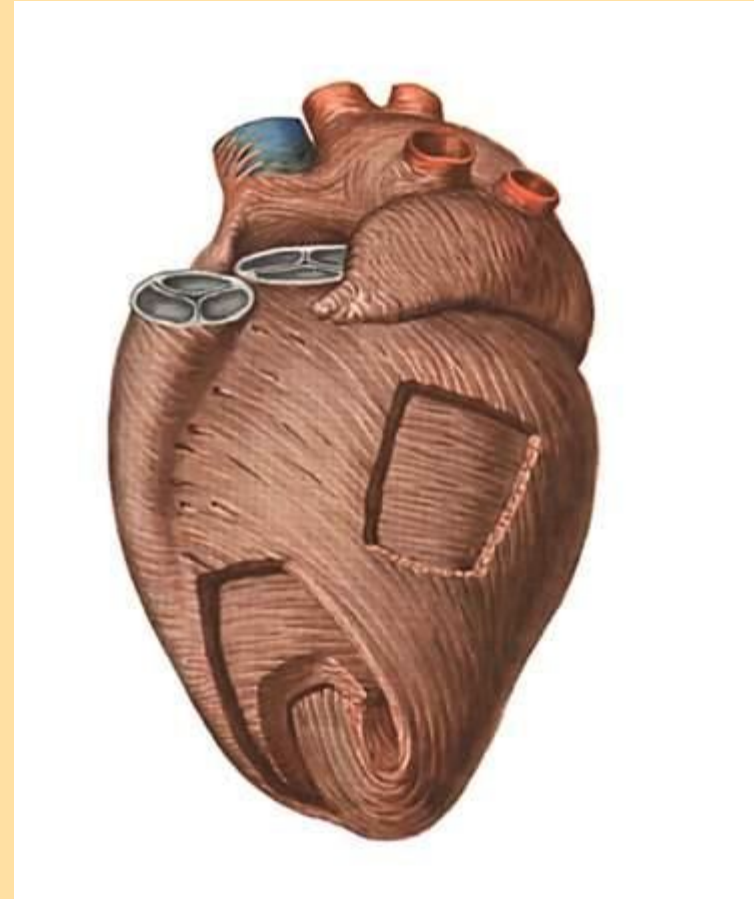
- **Автоматизм** — способность самой мышцы сердца вырабатывать ритмичные импульсы к ее сокращению. В норме импульс возбуждения зарождается в синусовом узле.
- **Возбудимость** — способность сердечной мышцы ответить сокращением на проходящий в ней импульс. Сменяется периодами невозбудимости (рефрактерная фаза), что обеспечивает последовательность сокращения предсердий и желудочков.
- **Проводимость** — способность сердечной мышцы проводить импульс от синусного узла (в норме) до рабочей мускулатуры сердца. В связи с тем, что происходят замедленные проведения импульса (в атриовентрикулярном узле), сокращение желудочков происходит после того, как закончилось сокращение предсердий.

Функции миокарда

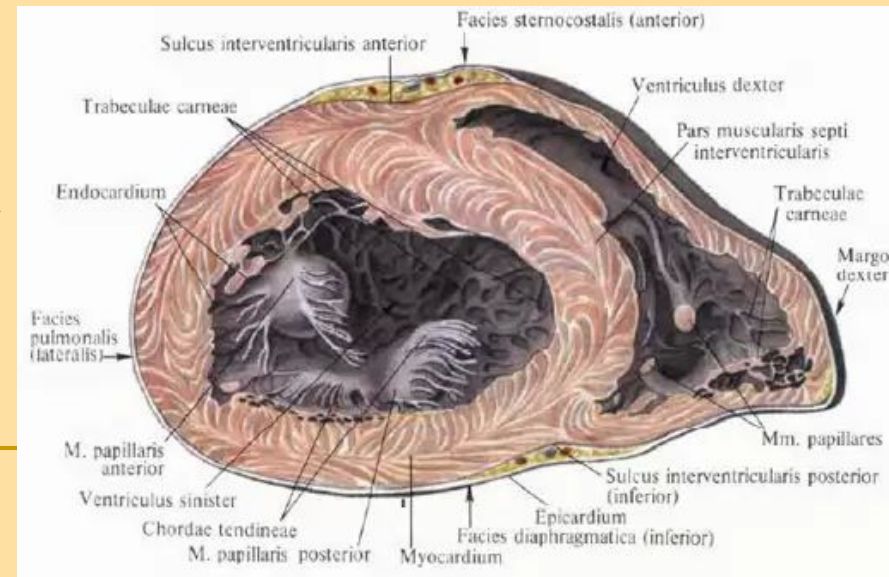
- **Сократимость: сокращение** сердечной мышцы происходит последовательно: **сначала сокращаются ушки предсердий, затем предсердия (систола предсердий), потом желудочки (систола желудочков), после сокращения каждого отдела наступает его расслабление (диастола).**
- **Оптимальный уровень сердечного сокращения достигается при увеличении длины мышечных волокон не более чем на 30-40 % от исходной величины, что обеспечивает и оптимальный уровень работы клеток синоатриального узла.**
- При перерастяжении сердца нарушается процесс генерации нервных импульсов в САУ и опора для крупных сосудов (препятствует спадению полых вен) = перегрузка объемом.

Функции миокарда

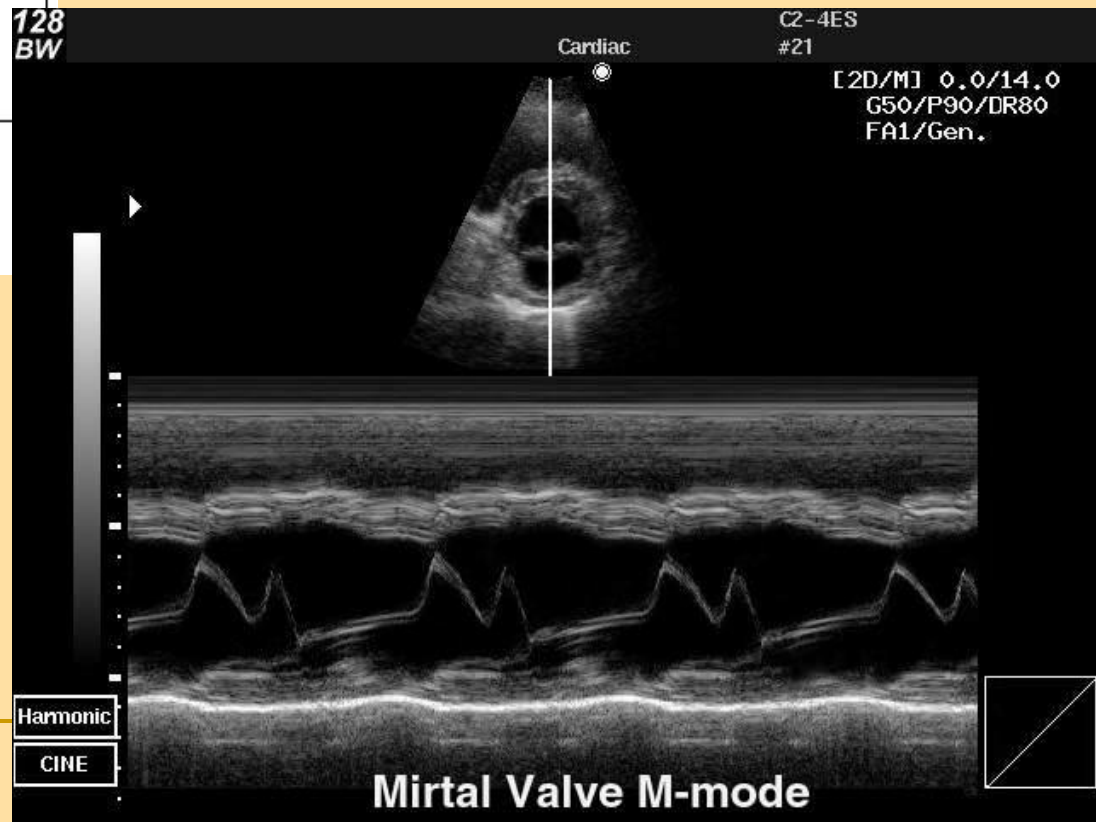
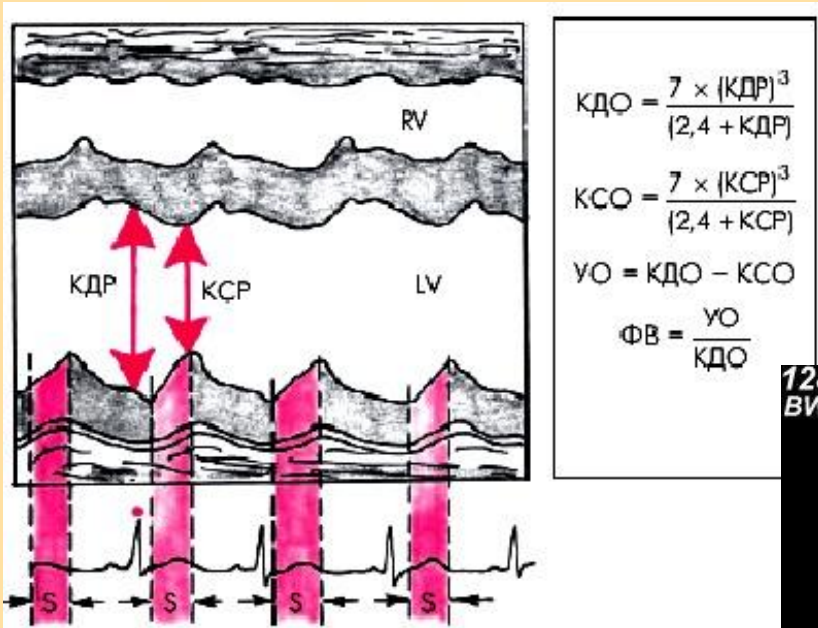
- Правый и левый желудочек различаются по массе и строению.
- Стенка **левого желудочка** состоит в основном из **мощной циркулярной мускулатуры**, волокна которой образуют цилиндр, снаружи и внутри которого от основания к вершшке сердца идут спиральные мышцы.



- **Правый желудочек**
- **Правый желудочек в основном состоит из спиральной мускулатуры и слабо развитой циркулярной.**
- **Этим обстоятельством во многом определяется различный вклад участков миокарда в процесс сократимости.**
- ПЖ имеет форму неправильной трехсторонней пирамиды, основание которой направлено вверх в сторону правого предсердия, а вершина — вниз и влево.
- Передняя стенка полости ПЖ выпуклая, задняя – уплощена



Различный вклад желудочков в процесс сократимости



Факторы, определяющие сократимость сердца

- **Размер полости сердца в конце диастолы**
- **Толщина стенки камеры**
- **Функциональное состояние кардиомиоцитов**
- **Количество кардиомиоцитов (сократительного миокарда)**
- **Форма (геометрия) камеры**
- **Инотропные экстракардиальные влияния**
- **Сопротивление на пути оттока (например АГ)**
- **Венозный возврат к сердцу (нагрузка объемом)**

Факторы, определяющие диастолическое расслабление миокарда

- Толщина стенки миокарда
- **Функциональное состояние кардиомиоцитов**
- **Количество фиброзной ткани**
- Растяжимость эндокарда и перикарда
- Венозный возврат к сердцу (нагрузка объемом)

Энергетическое обеспечение миокарда

- Складывается из 3-х этапов.
- I этап - образование макроэргических соединений - в митохондриях, в присутствии O₂.
- Наиболее энергетически выгодный процесс - окисление жирных кислот, **перекисное окисление кислот**, 1 молекула жирных кислот даёт 130-140 молекул АТФ.
- Частично используется окисление глюкозы: 1 молекула глюкозы - 30-35 молекул АТФ.
- При гипоксии образование энергии нарушается. Происходят анаэробные процессы - 1 молекула глюкозы даёт 2 молекулы АТФ.

Энергетическое обеспечение миокарда

- **II этап** - участвуют ферменты АТФ-, АДФ-транслоказа, которые обеспечивает обменную функцию через мембрану митохондрий. Другой фермент - **креатинофосфатаза** находится на наружной поверхности митохондрии и в миофибриллах. На наружной поверхности митохондрии АТФ взаимодействует с креатинфосфатазой и в присутствии **Mg²⁺** образуется АДФ и креатинфосфат, последний поступает к миофибриллам. **Креатинофосфат** - основной носитель энергии.
- **III этап.** 70 % энергии идёт на сокращение и расслабление миокарда;
 - 15 % для работы Са-насоса;
 - 5 % на работу Na-K-насоса;
 - 10 % - на синтез различных веществ.



Законы сердечной деятельности:

- Закон сердечного ритма (закон Бейнбриджа);
- Закон сердечного волокна (Франка - Старлинга);
- Закон "всё или ничего" (Боудича).

Законы сердечной деятельности:

- **Закон сердечного ритма** - устанавливает зависимость частоты сердечного ритма от изменения давления в полости сердца (прежде всего в правом). **Всякое переполнение правого предсердия кровью вызывает увеличение частоты сердечных сокращений!!!!.**
- **Механизм:** при повышении давления возбуждаются механорецепторы, импульс по n.vagus поступает в центральную нервную систему. Частота импульсов такова, что активность ядер n.vagus тормозится и в результате, преобладает влияние n.sympathicus на сердце - частота сердечных сокращений увеличивается. При переполнении сердца кровью, увеличивая частоту сердечных сокращений, сердце быстрее избавляется от переполнения кровью. **Переполнение кровью сердца возникает при увеличении венозного возврата к сердцу (преднагрузка).** Этот закон осуществляется всегда, если есть волокна n.vagus.

Законы сердечной деятельности:

- **Закон сердечного волокна** - устанавливает зависимость между длиной волокон миокарда и силой их сокращения. Сила сокращения миокарда зависит от степени растяжения его волокон в диастолу: **чем сильнее растяжение, тем сильнее сокращение в систолу.**
- **Механизм:** при увеличении растяжения волокон увеличивается количество актомиозиновых мостиков. Увеличиваются энергетические ресурсы, т. к. каждый из мостиков обладает определённым запасом энергии.
- **Ограничения.**
- Закон открыт на изолированном сердце. В целостном организме на сердце влияют нервные и гуморальные факторы.
- Сердце окружено перикардом, который ограничивает степень растяжения волокон. Если сердечные волокна растягиваются более чем на 30-40 % от исходной длины, то явления автоматии нарушаются.

Законы сердечной деятельности:

- **Закон сердечного волокна – закон Франка - Старлинга** обеспечивает **гетерометрический** механизм регуляции.
- Помимо этого механизма есть еще **гомеометрический**, согласно которому возможно изменение силы сокращения без изменения длины волокна миокарда. Один из вариантов действия этого закона - эффект Анрепа: сила сердечного сокращения пропорциональна сопротивлению (давлению) в артериальной системе - чем больше давление, тем больше сила сердечных сокращений. Гетеро- и гомеомеханизмы - это миогенная ауторегуляция насосной функции сердца.

Законы сердечной деятельности:

- **Закон "всё или ничего"**. Поперечно-полосатая скелетная мышца увеличивает амплитуду сокращений с увеличением силы раздражителя. Для сердечной мышцы такой зависимости нет. Она сокращается по принципу "всё или ничего". При действии подпорогового раздражителя - нет видимой реакции. При действии порогового раздражителя сердечная мышца реагирует максимально, и при дальнейшем увеличении силы ответная реакция не меняется.
- **Механизм:** сердечная мышца - функциональный синцитий, за счёт высокой скорости проведения все миоциты реагируют одновременно. При действии подпорогового раздражителя возникает локальное возбуждение. При действии порогового раздражителя - максимальная ответная реакция. Амплитуда сокращений зависит от интенсивности обменных процессов, влияния нервных и гуморальных факторов. Реакция сердца является максимальной для данного сердца в данный момент.

**Спасибо за
внимание**

Виды рефлекторных влияний

- **С каротидных синусов** - ампулообразные расширения сонных артерий в месте бифуркации на внутреннюю и наружную.
- **Здесь 2 вида механорецепторов:**
- **1-го порядка** - реагирует на повышение давления;
- **2-го порядка** - реагируют на понижение давления.

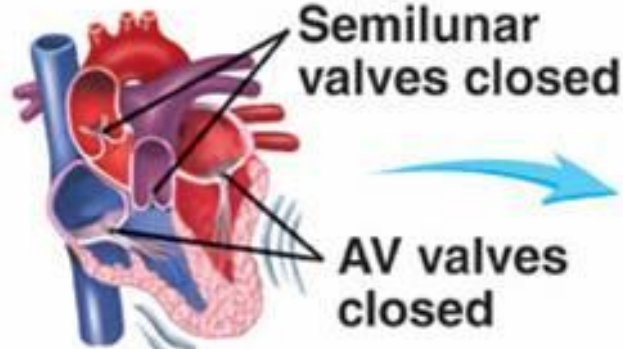
- **При повышении давления** возбуждаются механорецепторы 1-го порядка, от каротидного синуса по волокнам IX пары черепно-мозговых нервов импульсы идут в продолговатый мозг и возбуждают ядра нерва. Частота этих импульсов такова, что происходит иррадиация на ядра X пары - n.vagus возбуждается, деятельность сердца тормозится. В итоге уменьшается сила и частота сердечных сокращений, меньше крови в единицу времени поступает в сосудистую систему, кровяное давление снижается.
- **При снижении кровяного давления** - возбуждаются механорецепторы 2-го порядка, по волокнам IX пары черепно-мозговых нервов возбуждение предаётся в продолговатый мозг. Частота импульсов такова, что происходит торможение активности X пары черепно-мозговых нервов, начинает преобладать влияние симпатического отдела нервной системы - частота и сила сердечных сокращений увеличивается - кровяное давление возрастает.

Виды рефлекторных влияний

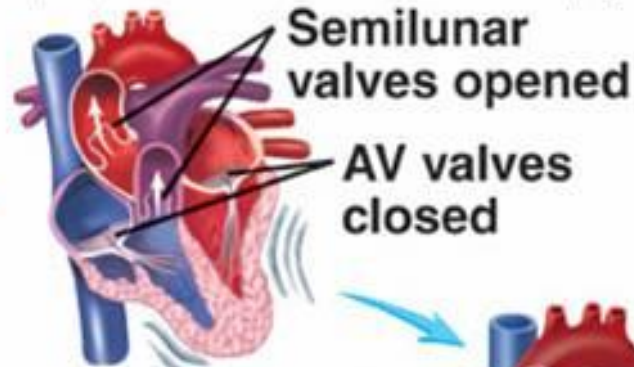
- **Рефлекторное влияние с дуги аорты - иннервируется волокнами n.vagus.** Одни и те же рецепторы реагируют и на повышение кровяного давления и на понижение кровяного давления. Но возникают импульсы различные по частоте и амплитуде.
- **Рефлекторные влияния перикарда.**
- **Рефлекс Черниговского** - при растяжении перикарда или возбуждении его хеморецепторов наблюдается торможение сердечной деятельности.
- **Рефлекторное влияние с сосудов малого круга кровообращения.**
- **Рефлекс Парина** - при увеличении кровяного давления в сосудах малого кровяного круга наблюдается торможение сердечной деятельности.

Виды рефлекторных влияний

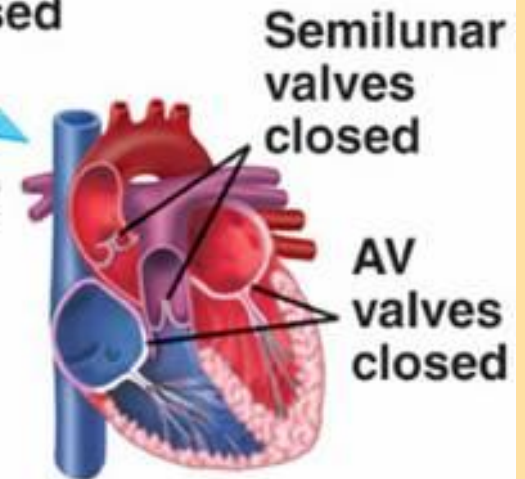
- **Рефлекс Бецольда - Яриша** - при повышении давления в полости желудочков (субэндокардиальное воздействие) наблюдается торможение сердечной деятельности.
- **Рефлексы с интерорецепторов внутренних органов** - в основном желудочно-кишечного тракта. Рефлекс Гольца - при раздражении желудочно-кишечного тракта - тормозится сердечная деятельность (висцеро-висцеративный рефлекс).
- **Рефлексы с экстероцепторов (в основном с кожи).**
При раздражении болевых рецепторов, холодовых рецепторов, слизистых оболочек резкими запахами - активируется симпатическая нервная система, наблюдается тахикардия.



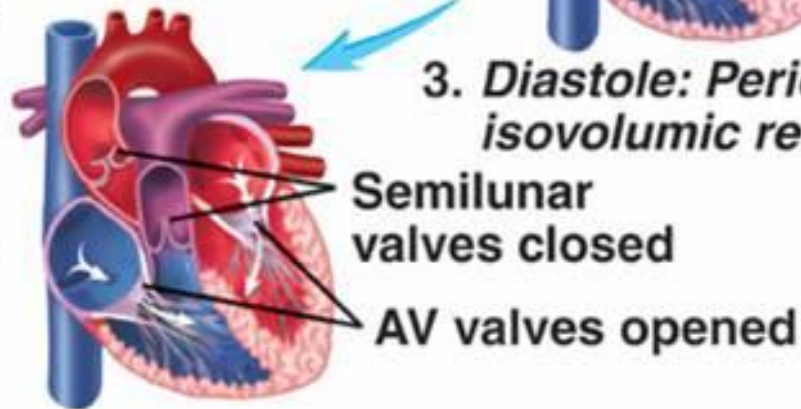
1. *Systole: Period of isovolumic contraction.*



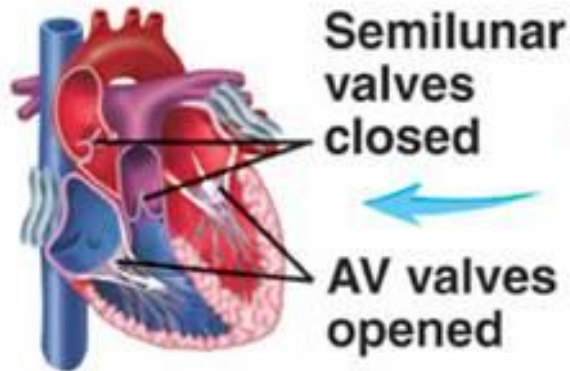
2. *Systole: Period of ejection.*



3. *Diastole: Period of isovolumic relaxation.*



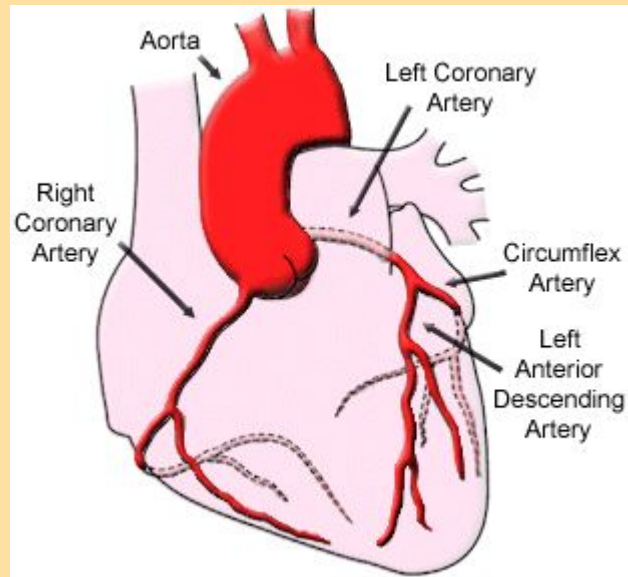
4. *Diastole: Passive ventricular filling.*



5. *Diastole: Active ventricular filling.*

Unregistered HyperCam 2

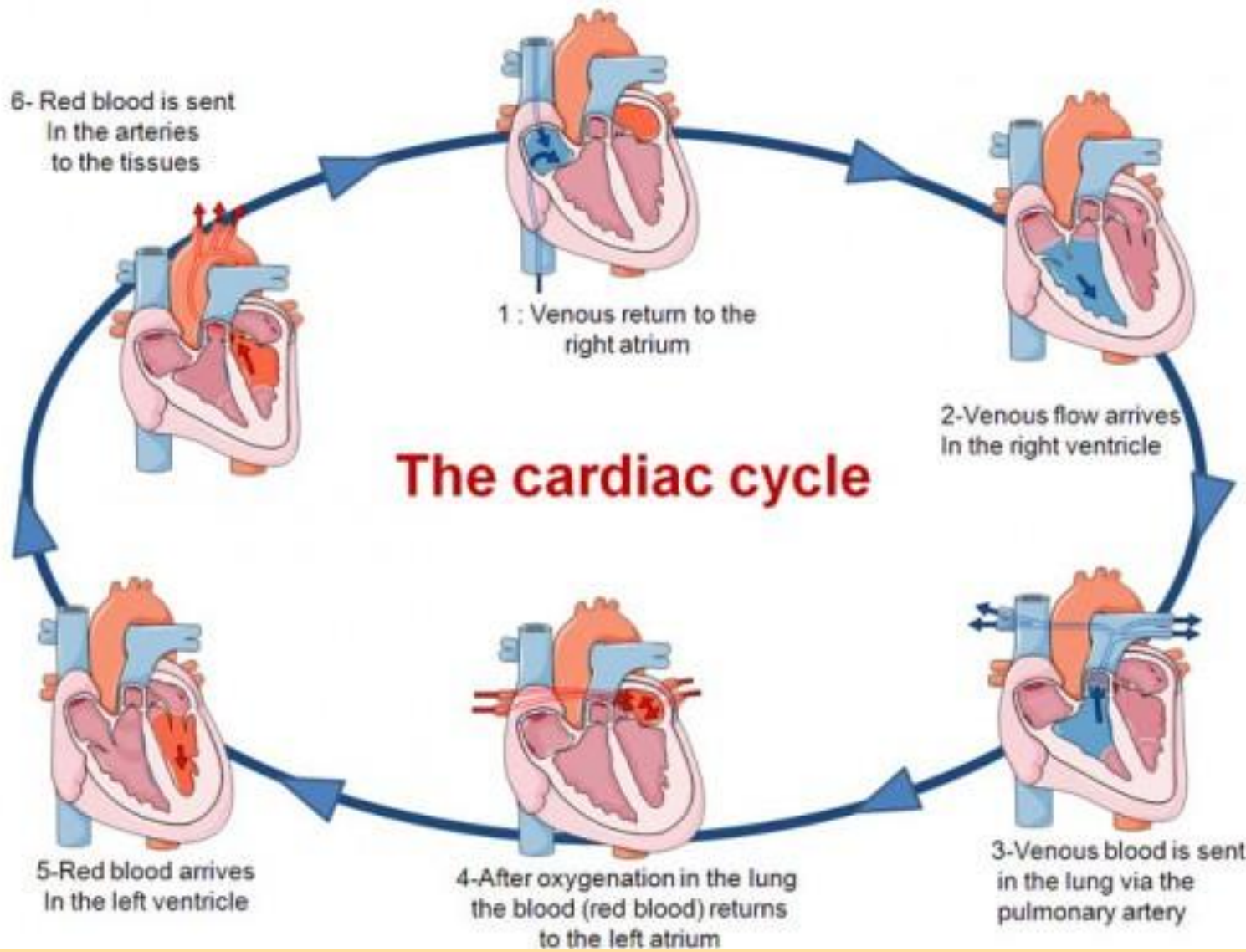


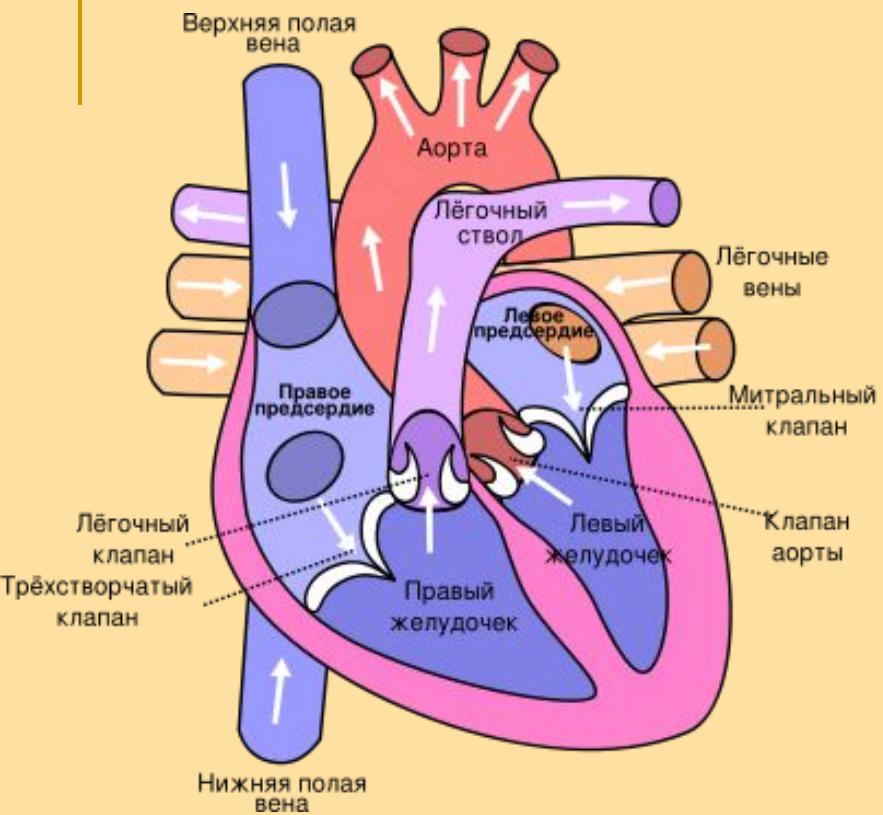


Фазы сердечного цикла

Период	Фаза	$t, \text{с}$	AV-клапаны	SL-клапаны	$P_{\text{пж}'}$ мм рт.ст.	$P_{\text{лж}'}$ мм рт.ст.	$P_{\text{предсердия}'}$ мм рт.ст.	
Период напряжения	1	Систола предсердий	0,1	0	3	Начало ≈ 0 Конец 6-8	Начало ≈ 0 Конец 6-8	Начало ≈ 0 Конец 6-8
	2	Асинхронное сокращение	0,05	0→3	3	6-8→9-10	6-8→9-10	6-8
	3	Изоволюметрическое сокращение	0,03	3	3→0	10→16	10→81	6-8→0
Период изгнания	4	Быстрое изгнание	0,12	3	0	16→30	81→120	0→-1
	5	Медленное изгнание	0,13	3	0	30→16	120→81	≈ 0
Диастола желудочков	6	Протодиастола	0,04	3	0→3	16→14	81→79	0→+1
	7	Изоволюметрическое расслабление	0,08	3→0	3	14→0	79→0	$\approx +1$
Период наполнения	8	Быстрое наполнение	0,09	0	3	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	9	Медленное наполнение	0,16	0	3	≈ 0	≈ 0	≈ 0

Данная таблица рассчитана для нормальных показателей давления в большом (120/80 мм рт.ст) и малом (30/15 мм рт.ст.) кругах кровообращения, длительности цикла 0,8 с. Принятые сокращения: t — продолжительность фазы, AV-клапаны — положение атриовентрикулярных (предсердно-желудочковых: митрального и трехстворчатого) клапанов, SL-клапаны — положение полулунных клапанов (расположенных на трактах изгнания: аортального и легочного). P_{\dots} — давление в правом

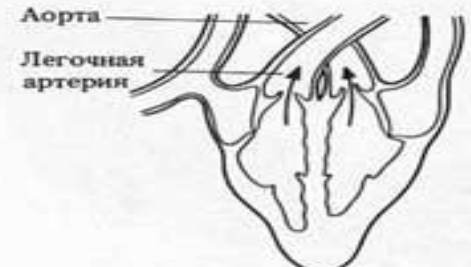




А. Предсердия в фазе диастолы, заполняются кровью



Б. Систола предсердий. Кровь выталкивается в желудочки. Двухстворчатый и трёхстворчатый клапан открыты. Сфинктеры полых и легочной вен закрыты



В. Предсердия расслабляются, желудочки сокращаются. Кровь выталкивается в аорту и легочную артерию.



Г. Клапаны аорты и легочной артерии закрыты. Предсердия начинают вновь наполняться кровью. Желудочки в фазе диастолы

Фазы сердечного цикла - начинается с систолы предсердия

- **Подразделяются на:**
- **систола предсердий - 0,1 с - кровь поступает в желудочки;**
- **диастола предсердий - 0,7 с;**
- **систола желудочков - 0,3 с - кровь поступает в аорту и лёгочный ствол;**
- **диастола желудочков - 0,5 с; .**