

ФИЗИОЛОГИЯ

КРОВООБРАЩЕНИЯ

Функции сердечно-сосудистой системы:

- Трофическая – перенос кислорода и питательных веществ, поступающих из окружающей среды
- Экскреторная – удаление продуктов клеточного метаболизма через органы выделения
- Регуляторная – перенос биологически активных веществ и участие в поддержании гомеостаза

Показатели кровообращения

- **Функциональное состояние сердца**
- **Биоэлектрические явления**
- **Звуковые явления**
- **Частота сердечных сокращений**
- **Объем циркулирующей крови**
- **Уровень кровяного давления**
- **Скорость кровотока**
- **Систолический и минутный объем крови**
- **Функциональное состояние механизмов регуляции кровообращения**

Методы исследования системы кровообращения

- **Аускультация** – выслушивание тонов сердца
- **Эхокардиография** – определение размеров полостей сердца
- **Доплерография** – определение скорости кровотока в различных отделах сердечно-сосудистой системы
- **Фонокардиография** - запись звуковых явлений сердца
- **Электрокардиография** – запись электрических явлений сердца
- **Кардиография** – определение положения и размеров сердца рентгенологически
- **Реовазография** – определение тонуса сосудов
- **Измерение уровня давления** крови в полостях сердца и сосудах

Строение сердечно-сосудистой системы системы (основные составляющие)

Сердце

- Правое и левое
- Желудочки
- Предсердия
- Клапаны

Сосуды

- Артерии
- Артериолы
- Вены
- Венулы
- Капилляры

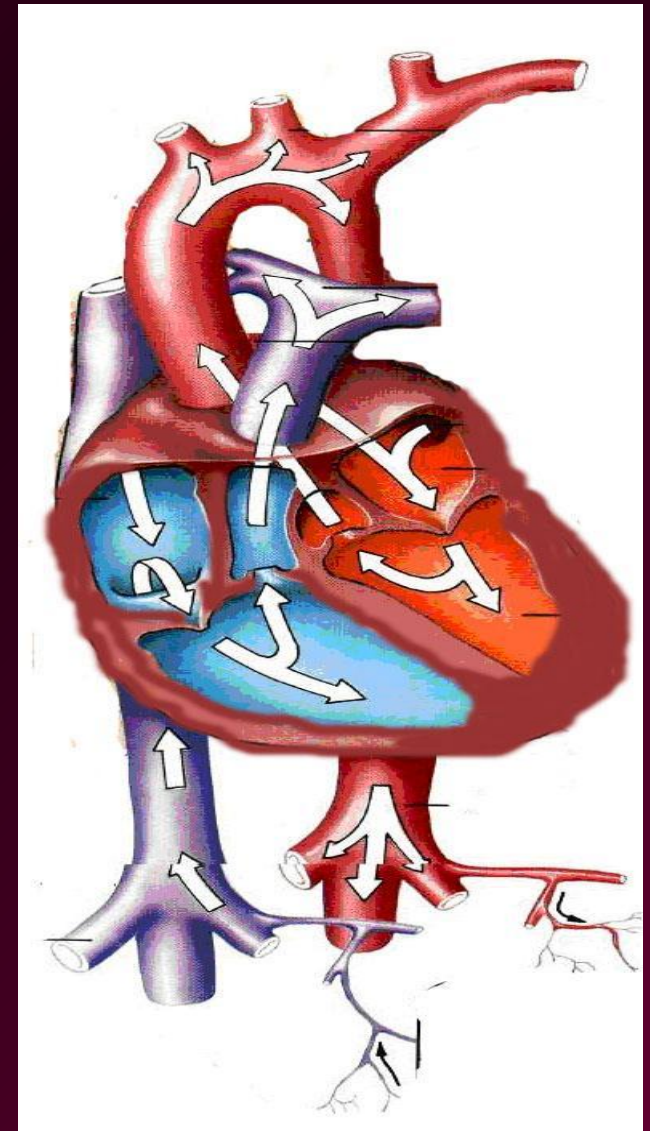
Большой круг кровообращения (БКК):

- Начинается из **левого желудочка**

*Аорта-артерии-
артериолы-капилляры-
венулы-вены
верхняя и нижняя полая
вены*

- Заканчивается в **правом предсердии**

По артериям течет артериальная кровь, по венам - венозная



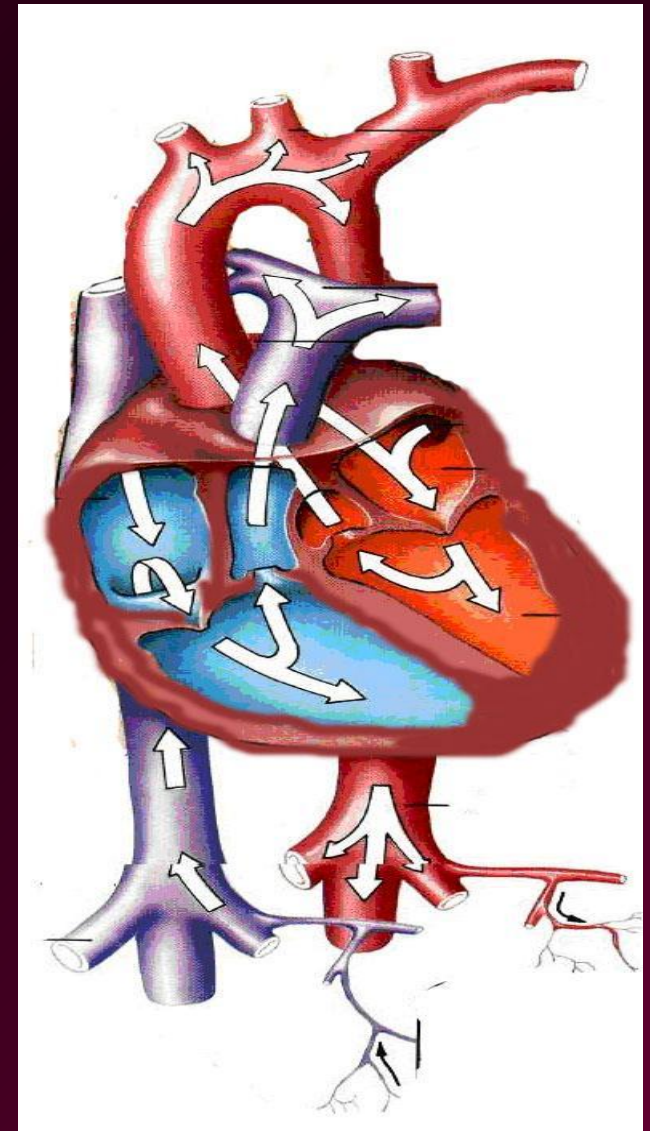
Малый круг кровообращения (МКК)

- Начинается из правого желудочка

*Легочные артерии-
артериолы-капилляры-
венулы-легочные вены*

- Заканчивается в левом предсердии

По легочным артериям течет венозная кровь, по легочным венам - артериальная



Сердце – полый мышечный орган
(выполняет гемодинамическую роль)

- Делится на правую и левую половины сплошной перегородкой
- Каждая половина состоит из 2-х отделов: желудочек (Ж) и предсердие (П)
- Между Ж и П – створчатые клапаны, открывающиеся в одном направлении

Сердце – полый мышечный орган (продолжение)

- **Эндокард** (внутренний слой) образован клетками эпителия
- **Миокард** (сердечная мышца, состоящая из миоцитов)
- **Эпикард** (наружная оболочка сердца – внутренний листок серозного перикарда)
- **Перикард** – сердечная сумка (наружный листок – фиброзный и внутренний листок – серозный)

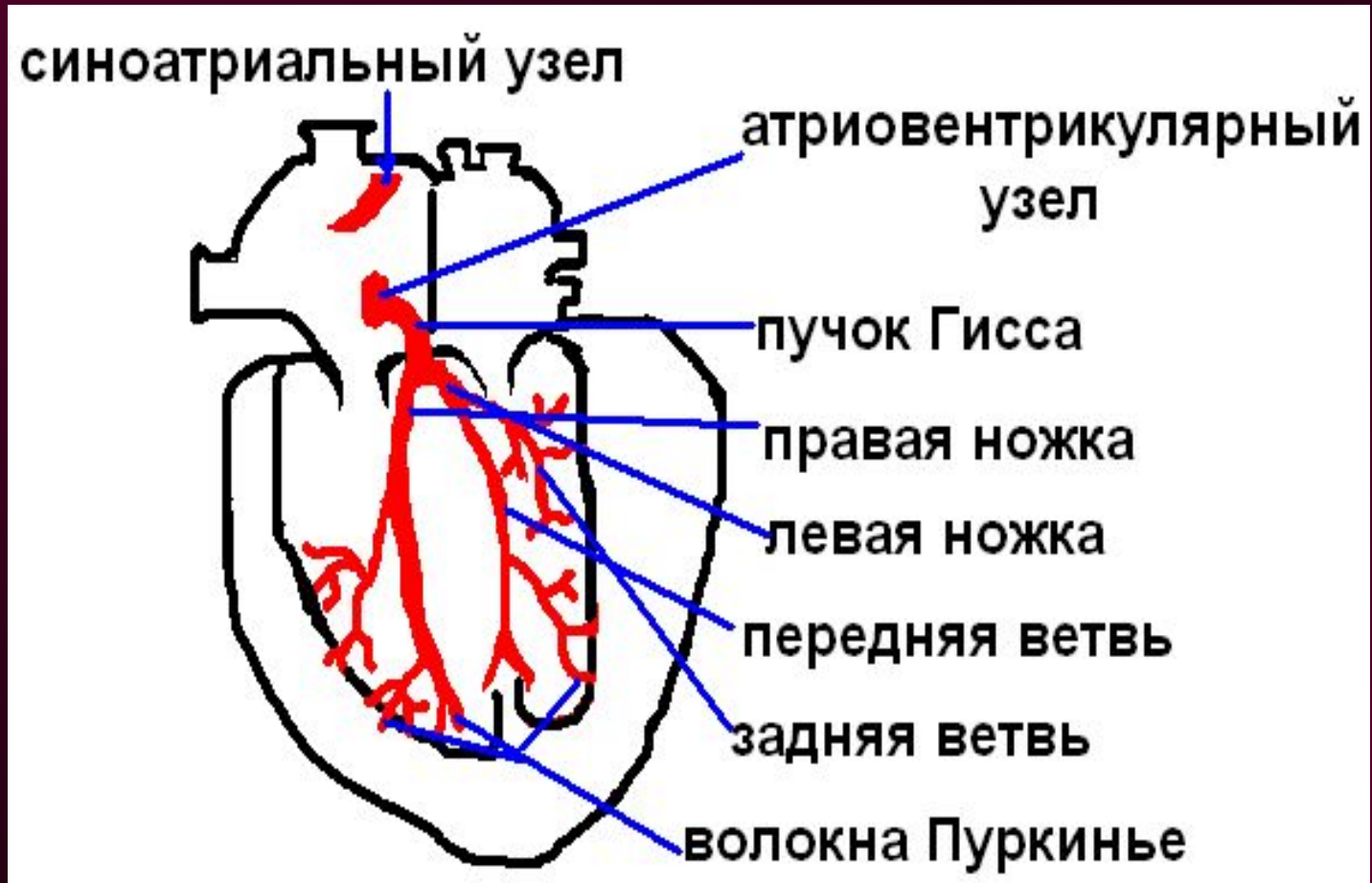
Функциональные свойства миокарда

- **Автоматия** – способность к ритмическим автоматическим сокращениям (за счет водителей ритма – скопления атипических мышечных клеток в миокарде)
- **Длительный период абсолютной рефрактерности** – охватывает весь период сокращения сердца. (Никакое новое раздражение не способно вызвать дополнительное сокращение)
- **Способность к одновременному возбуждению и сокращению** всех ее мышечных волокон (поскольку они не имеют оболочки и соединены через плазматические мостики)

Автоматия сердца обеспечивается водителями ритма

- Водитель сердечного ритма первого порядка – **узел Кейт-Фляка** – расположен в стенке правого предсердия в месте впадения полых вен
- Водитель сердечного ритма второго порядка – **узел Ашоф-Тавара** – расположен в перегородке между предсердиями и желудочками. От него отходит пучок Гиса и две его ножки – правая и левая.
- Водитель сердечного ритма третьего порядка – **волокна Пуркинье**, образованные разветвлением ножек пучка Гиса.

Проводящая система сердца



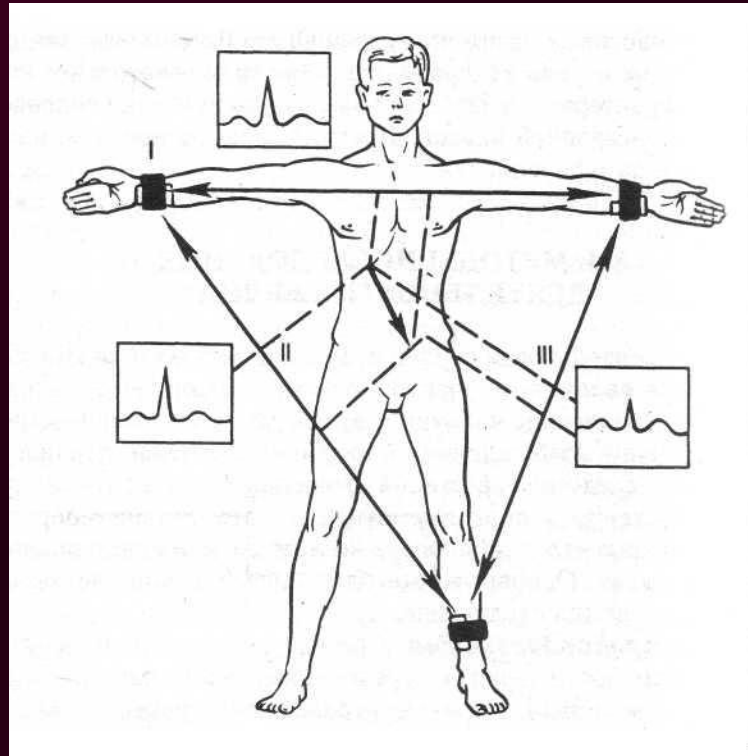
Фазы работы сердца

- Систола предсердий – за счет возбуждения в узле Кейт-Фляка (0,15 сек). Кровь переходит из предсердий в желудочки. Затем - диастола предсердий
- Систола желудочков (0,35 сек):
 - 1-й этап асинхронного сокращения – закрываются все клапаны сердца
 - 2-й этап изометрического напряжения – давление крови в желудочках повышается, открываются полулунные клапаны и кровь изгоняется в сосуды
- Пауза – диастола предсердий и желудочков (0,3 сек)

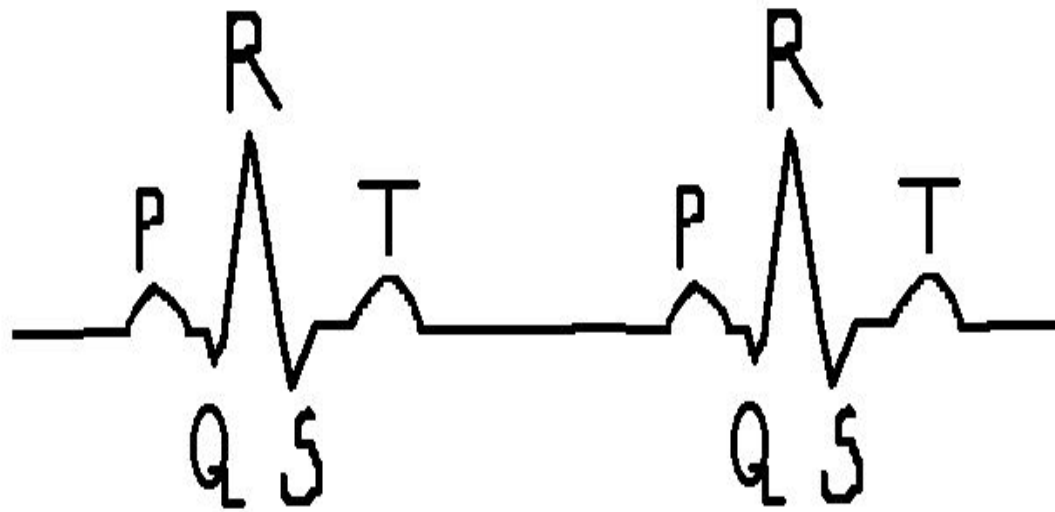
Проявления сокращений сердечной мышцы:

- Механические явления – изменения плотности сердечной мышцы, формы сердца и его положения в грудной клетке (кардиография и баллистография)
- Звуковые явления – тоны сердца вызываються захлопыванием клапанов (фонокардиография)
- Электрические явления – электрические потенциалы при возбуждении миокарда (электрокардиография)

Расположение электродов при снятии электрокардиограммы (стандартные отведения)



Электрокардиограмма



Электрокардиограмма – запись электрических явлений в сердце

Зубец	Отражает	Время (сек)	Понижен	Повышен
P	Возбуждение предсердий	0,08-0,1	У подростков, спортсменов	Гипертрофия желудочков. При мышечной работе
PQ	Изоэлектрический сегмент	0,2		
QRS	Распространение возбуждения по желудочкам	0,12		Гипертрофия мышц желудочков и у спортсменов
ST	Изоэлектрический сегмент	0,12		
T	Окончание возбуждения в желудочке, повышенный обмен в миокарде и кровоснабжение	0,4	В начале мышечной работы	При мышечной работе, у спортсменов

Пульс – ритмические колебания стенок артерий, возникающие в момент сокращения левого желудочка и перехода крови из сердца в сосуды

прощупывается на артериях, близко подходящих к коже и характеризуется следующими показателями:

- **Частота** – количество ударов в 1 минуту
- **Величина** – амплитуда колебаний стенки артерий
- **Скорость пульса** – быстрота движения стенки артерий
- **Твердость** – величина усилия, необходимого для сдавления артерии до прекращения колебаний

Систолический объем или сердечный выброс - это количество крови, выталкиваемое сердцем за одну систолу

Зависит от:

- возраста**
- пола**
- уровня физического развития**
- степени тренированности**
- положения тела**

Минутный объем – количество крови, проходящее через сердце за 1 минуту

- - это произведение систолического объема на частоту сердечных сокращений
- - при мышечной работе необходимая величина МО достигается, главным образом, за счет учащения сердечных сокращений

Артериальное давление обеспечивают:

- Разность давлений в конце и начале каждого круга кровообращения
- Эластичность стенок артерий
- Потенциальная энергия стенок сосудов, накопленная при растяжении стенок сосудов во время систолы, превращается в кинетическую энергию движения крови во время диастолы

Артериальное давление крови

- Систолическое АД (максимальное) – это уровень давления крови в артериях во время систолы сердца (100-130 мм рт. ст.)
- Диастолическое АД (минимальное) – это уровень давления в артериях во время диастолы сердца (70-80 мм рт. ст.)
- Пульсовое давление – это разница между максимальным и минимальным давлением

На величину артериального давления влияют:

- Работа сердца и число сердечных сокращений
- Величина просвета сосудов и тонус их стенок
- Количество циркулирующей в сосудах крови
- Вязкость крови

Регуляция уровня АД

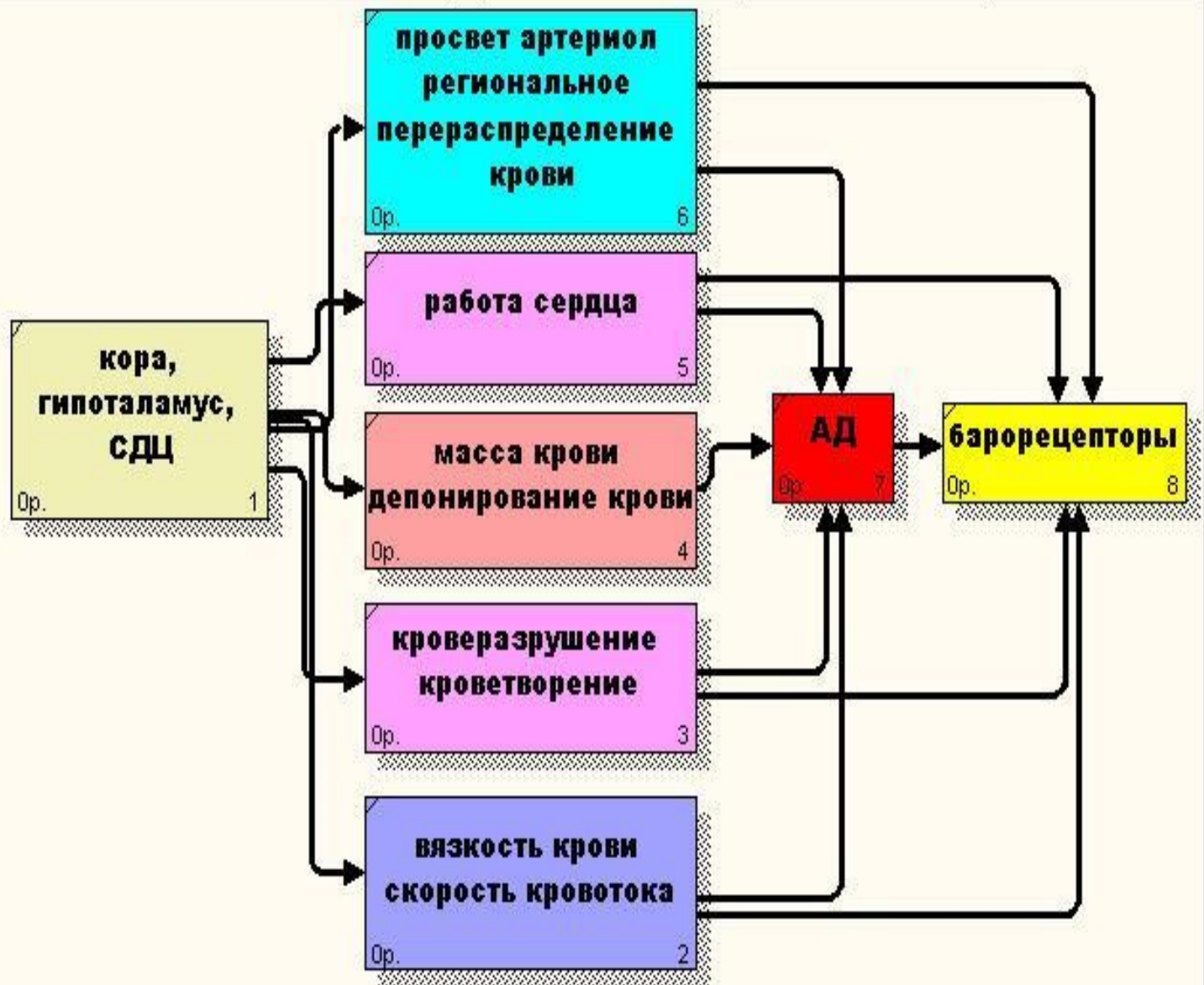
поведенческая
регуляция

физические
нагрузки

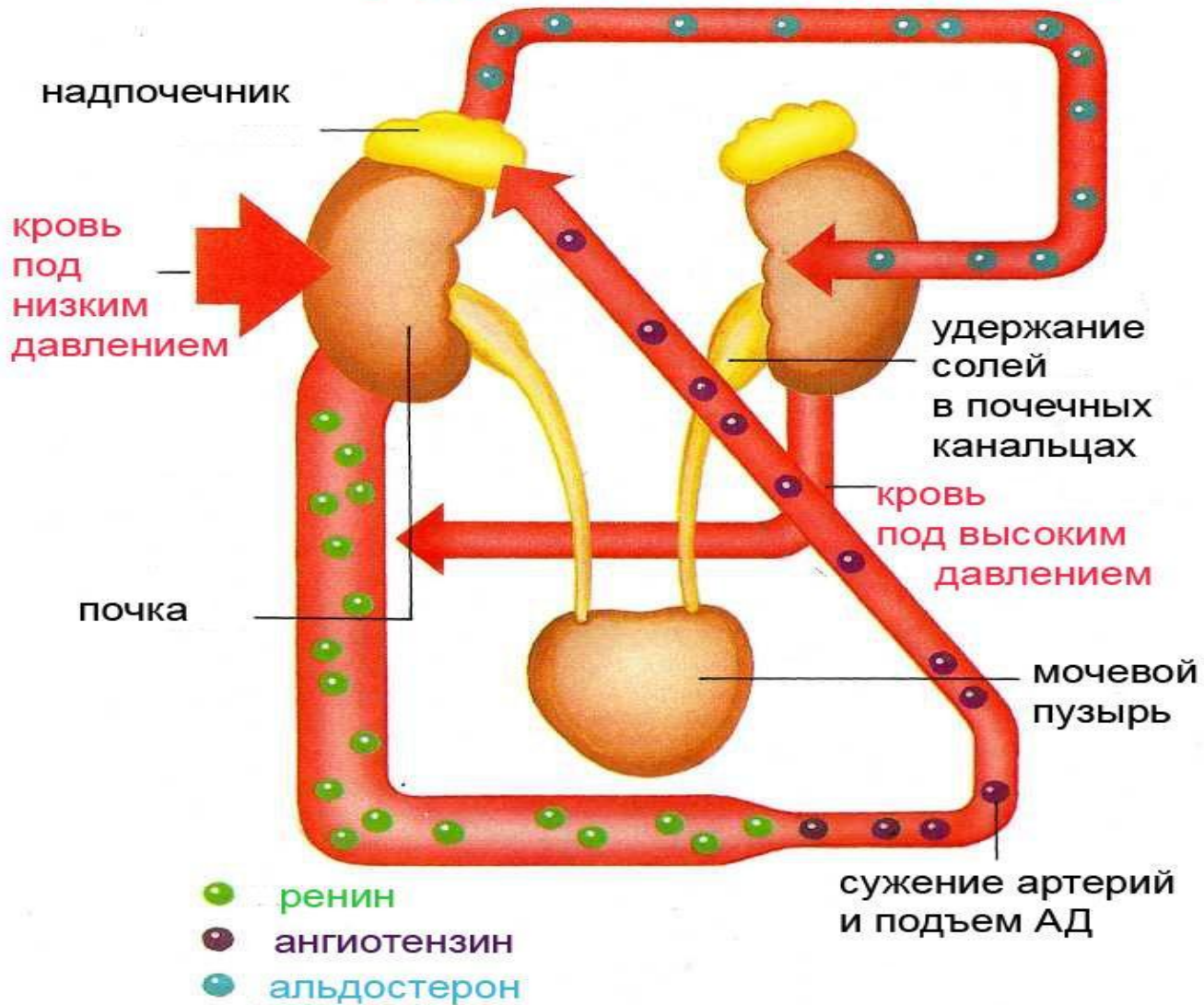
эмоциональные
влияния

экстремальные
воздействия

гормональная
регуляция



Участие почек в регуляции АД



Типы реакций АД на физическую нагрузку

Тип реакции	Характер реакций
Нормотонический	Выраженное увеличение систолического АД, умеренное снижение диастолического АД, увеличение пульсового давления Восстановительный период затянут
Гипертонический	Резкое увеличение систолического АД до 200, умеренное снижение диастолического АД, восстановительный период затянут
Гипотонический	Незначительное увеличение систолического и диастолического АД, пульсовое давление возрастает, восстановительный период долгий
Дистонический	Систолическое АД повышено, иногда значительно. Диастолическое АД не определяется. Пульсовое давление возрастает. Восстановительный период долгий.
Ступенчатый	Увеличение систолического АД не сразу, а спустя несколько минут после работы. Диастолическое АД нередко снижено Восстановительный период затянут

Движение крови по венам:

- **Разность давлений** в начале и конце венозной системы (*вены – емкостные сосуды*)
- **Дыхательный насос** – присасывающее действие грудной клетки (*движение крови направлено против действия силы тяжести*)
- **Мышечный насос** – сокращение мышечной мускулатуры (*динамическая циклическая работа усиливает венозный кровоток и облегчает деятельность сердца*)

Регуляция кровообращения

- это приспособление деятельности сердца к изменяющимся потребностям организма, обеспечение относительного постоянства параметров внутренней среды

Регуляция кровообращения

- Внутриклеточные механизмы
- Внутрисердечная регуляция
- Внесердечная регуляция
- Влияние центральной нервной системы
- Гуморальная регуляция

Внутриклеточный механизм регуляции кровообращения

- Если сердечная мышца постоянно испытывает необходимость в повышенной активности, происходит гипертрофия миокарда

Эфферентная иннервация сердца (вегетативная нервная система)

- **Рефлексогенные зоны** в эндокарде и стенках сердца
- **Сердечно-сосудистый центр** в продолговатом мозге
- **Двигательные нейроны** (интрамуральные) расположены вблизи водителей ритма и образуют внутрисердечное нервное сплетение

Вегетативные нервные центры регулируют:

- Возбудимость клеток водителей ритма и ЧСС (*хромотропный эффект*)
- Длительность фаз сердечного цикла (*дромотропный эффект*)
- Силу сердечных сокращений (*инотропный эффект*)
- Величину порога возбуждения кардиомиоцитов (*батмотропный эффект*)

Кардиальные рефлексy:

- Собственные рефлексy - берут начало в самом сердце или сосудах и заканчиваются на сердце или сосудах
- Сопряженные рефлексy - начинаются в других органах и заканчиваются на сердце и сосудах

Собственные рефлексy сердца возникают:

- При раздражении *барорецепторов* камер сердца, дуги аорты, каротидного синуса, легочных артерий, устьев полых вен
- При раздражении *хеморецепторов* артерий (гипоксия \longrightarrow тахикардия, гипероксия \longrightarrow брадикардия)

Собственные сердечно-сосудистые рефлексy

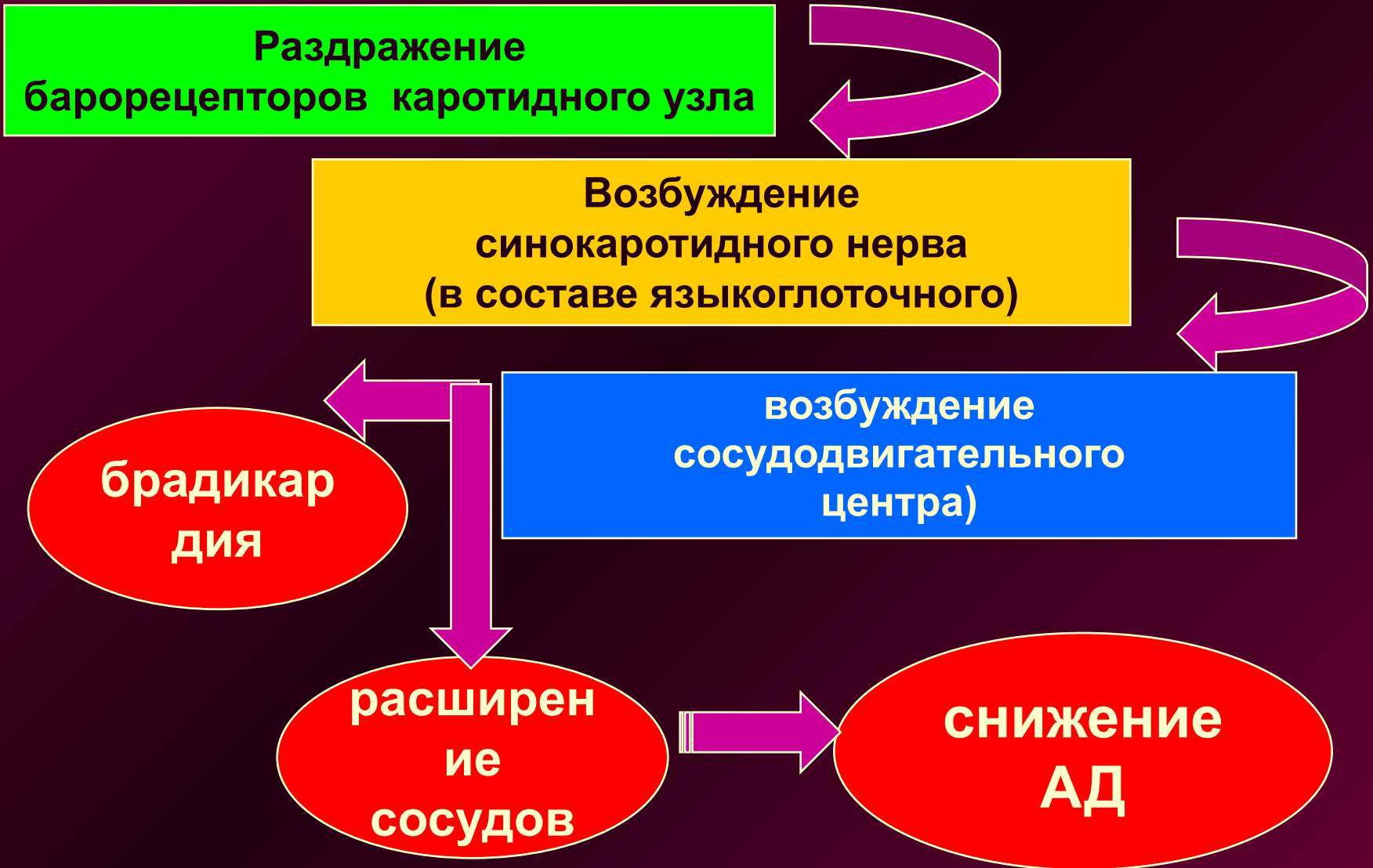
начинаются и заканчиваются в сердце или сосудах

- Рефлексy с рецепторов дyги аорты и каротидного синуса – повышение системного артериального давления возбуждает барорецепторы каротидного синуса, что приводит к возбуждению центров блуждающего нерва и отмечается торможение деятельности сердца
- Аортальный рефлекс – снижение давления в аортальной зоне приводит к снижению частоты импульсов, идущих по депрессорному нерву в продолговатый мозг, что приводит к торможению центров блуждающего нерва и увеличению тонуса симпатических нервов и рефлекторному повышению АД

Сопряженные кардиальные рефлексы возникают

- при раздражении рефлексогенных зон других органов, т.е. начинаются в других органах и заканчиваются на сердце и сосудах (рефлекс Геринга, рефлекс Гольца, рефлекс Данини-Ашнера)

Рефлекс Геринга – урежение сокращений сердца при задержке дыхания



Рефлекс Гольца –

- при ударе в эпигастральную область в результате стимуляции механорецепторов брюшины и органов брюшной полости возникает рефлекторная брадикардия вплоть до полной остановки сердца

Рефлекс Данини-Ашнера

- Брадикардия при надавливании на глазные яблоки

Внесердечная регуляция

Показатели сердечной деятельности (эффекты)	Вагусная	Симпатическая
Сила сокращений (инотропный)	отриц	полож
Возбудимость миокарда (батмотропный)	отриц	полож
Проведение возбуждения (дромотропный)	отриц	полож
Тонус миокарда (тонотропный)	отриц	полож
Скорость нарастания давления в фазу изометрического сокращения (клинотропный)	отриц	полож

Влияние центральной нервной системы на регуляцию кровообращения

Гипоталамус обеспечивает перестройку функций ССС по сигналам, поступающим из выше расположенных отделов ЦНС – лимбической системы и неокортекса

Кора больших полушарий влияет на работу сердца через вегетативную нервную систему и эндокринные железы. Отрицательные эмоции могут сопровождаться спазмом коронарных сосудов и болевыми ощущениями. Положительные эмоции влияют благоприятно.

Гуморальная регуляция - биологически активными веществами

- Гормоны – катехоламины, кортикостероиды, вазопрессин, глюкагон – повышают силу СС. Тироксин увеличивает чувствительность к симпатическим влияниям
- Медиаторы – адреналин, норадреналин стимулируют сердечную деятельность
- Метаболиты – стимулирующее (кальций, внутриклеточный калий) и тормозное (внеклеточный калий) влияние на деятельность сердца

Регуляция частоты сердечных сокращений

