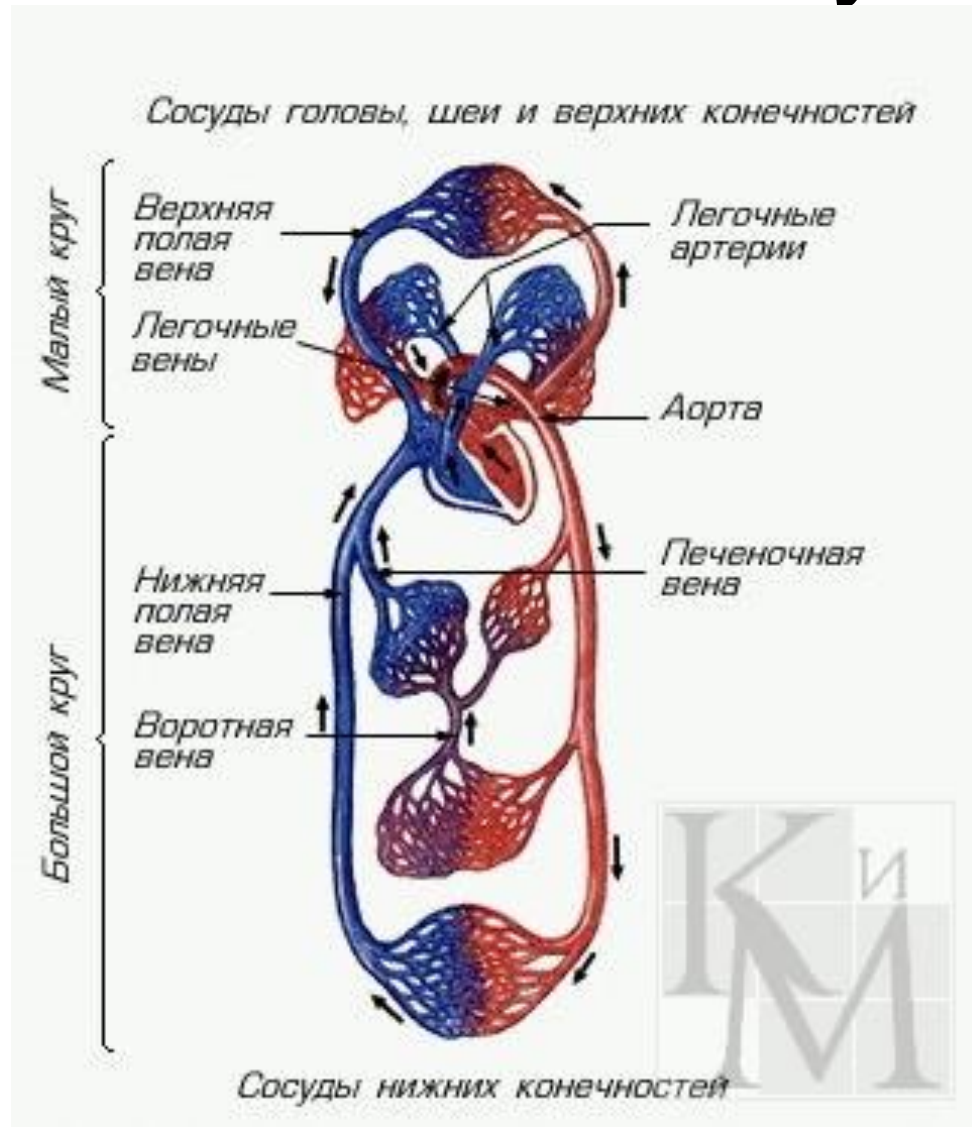


Физиология сосудов





План

- Функциональная организация сосудистого русла
- Основные показатели гемодинамики
- Артериальное давление
- Артериальный пульс
- Особенности движения крови по венам
- Регуляция тонуса сосудов

Схема системы кровообращения человека



БОЛЬШОЙ КРУГ

Начало: левый желудочек - аорта

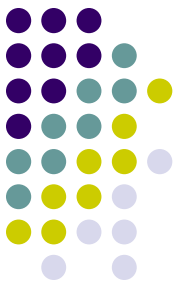
Состав: артерии, капилляры и вены мускулатуры тела и всех органов, кроме легких
Конец: полые вены - правое предсердие

МАЛЫЙ КРУГ

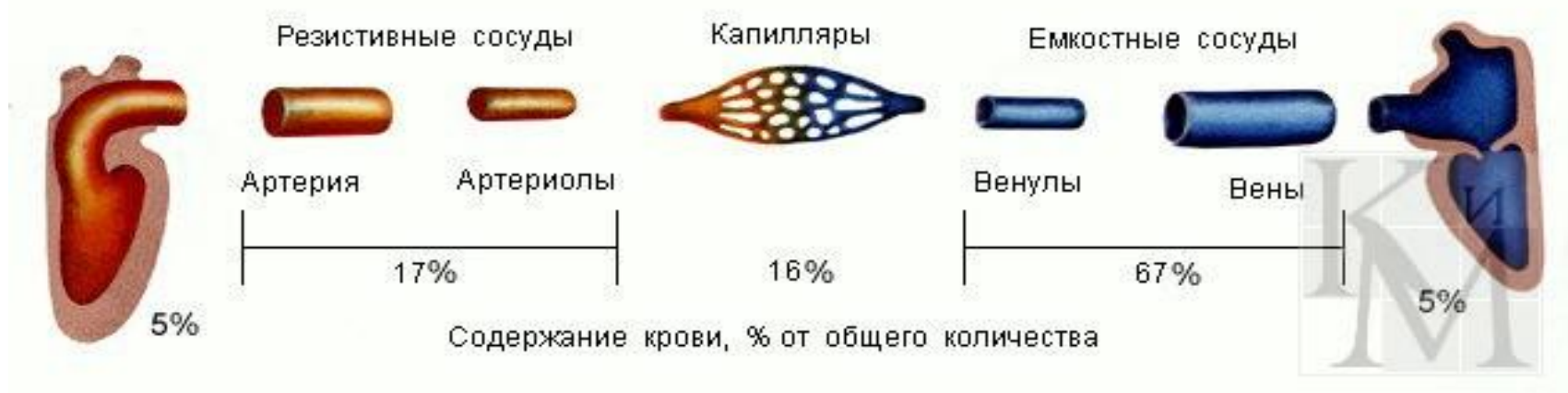
Начало: правый желудочек - легочной ствол

Состав: сосуды легких
Конец: легочные вены - левое предсердие

Классификация сосудов



- Амортизирующие (эластического типа)- аорта, легочный ствол
- Сосуды распределения (средние и мелкие артерии мышечного типа)
- Резистивные (сосуды сопротивления)- артериолы
- Обменные сосуды – капилляры
- Шунтирующие – артериовенозные анастомозы
- Емкостные – вены и венулы
- Сосуды возврата крови в сердце – крупные и полые вены





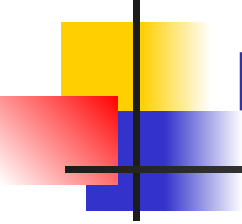
Функциональные области

- Область высокого давления (артериальная система) – содержит 15-20% общего объема крови
- Область транскапиллярного обмена (микроциркуляторное русло) – около 5%
- Область большого объема (венозная система) – более 50% (75-80 %) общего объема крови



Уровни гемодинамики

- **Системная гемодинамика** – обеспечивает циркуляцию крови в целостном организме
- **Органное (региональное) кровообращение** – обеспечивает кровоснабжение органов и тканей в зависимости от потребности
- **Микроциркуляция** – осуществляет обмен веществ между кровью и тканями



Основные гемодинамические показатели:

- **Объемная скорость кровотока** – объем крови, протекающий через поперечное сечение сосудов в единицу времени; не зависит от общего поперечного сечения сосудов. **Отражает кровоснабжение того или иного органа или региональное кровообращение.** Один из методов оценки - реография

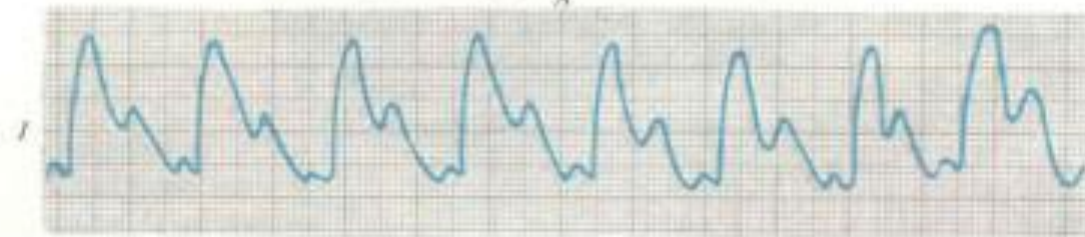
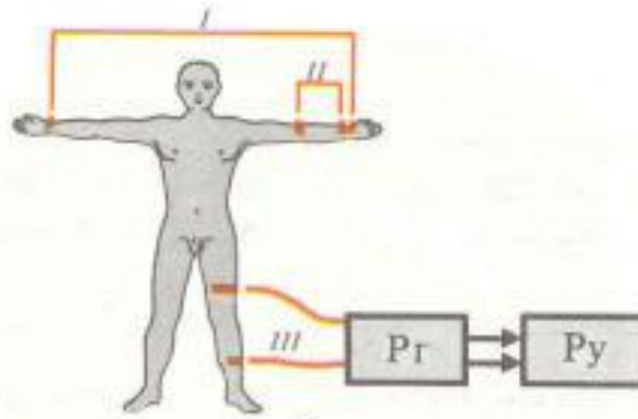
Метод реографии

Реография (рео — «поток, течение» и греч. grapho — «писать, изображать») — метод исследования пульсовых колебаний кровенаполнения сосудов различных органов и тканей, основанный на графической регистрации изменений полного электрического сопротивления тканей.

Применяется в диагностике различного рода сосудистых нарушений головного мозга, конечностей, лёгких, сердца, печени и др.



Реография



Б

Время, 0,15 сек

Схема разветвлений сосудистой системы

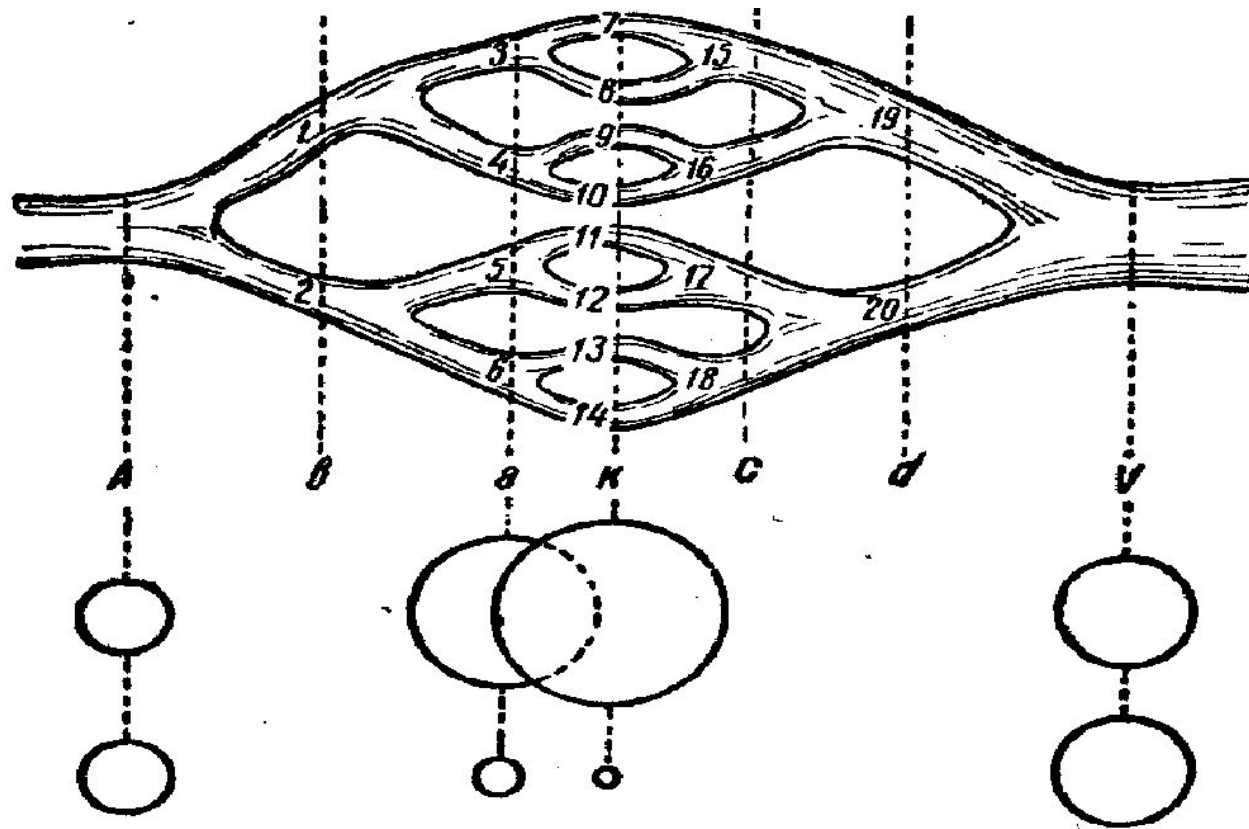
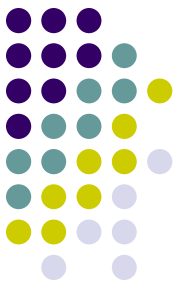


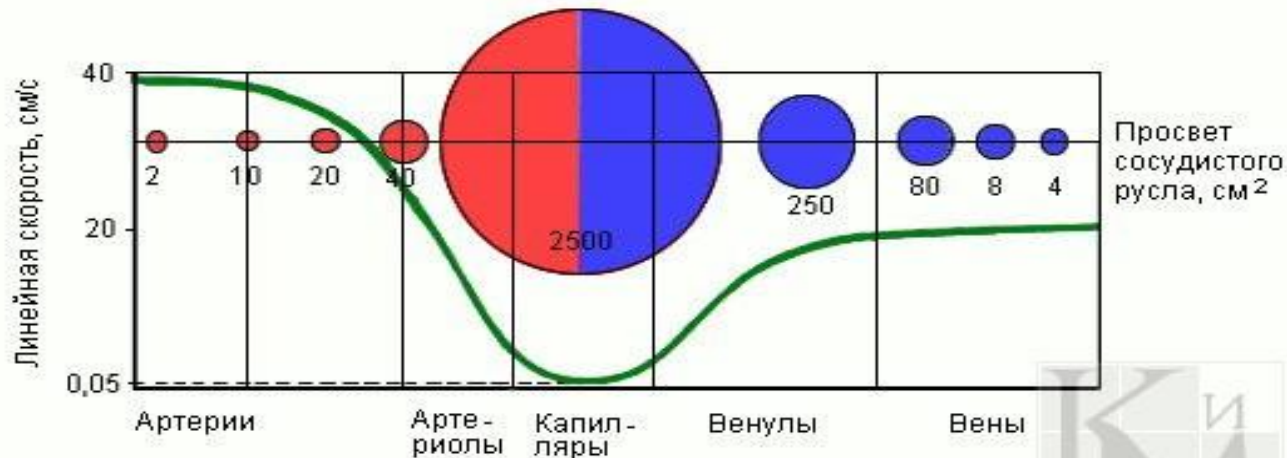
Рис. 95. Схематическое изображение разветвления сосудистой системы.

А — аорта; **В** — артерии; **а** — артериолы; **л** — капилляры; **С** — вены; **У** — полые вены. Круги изображают относительную величину просвета, соответствующую показанному пунктиром сечению. Верхний круг изображает суммарный просвет сосудов на данном сечении. Нижний круг — сечение каждого отдельного сосуда.

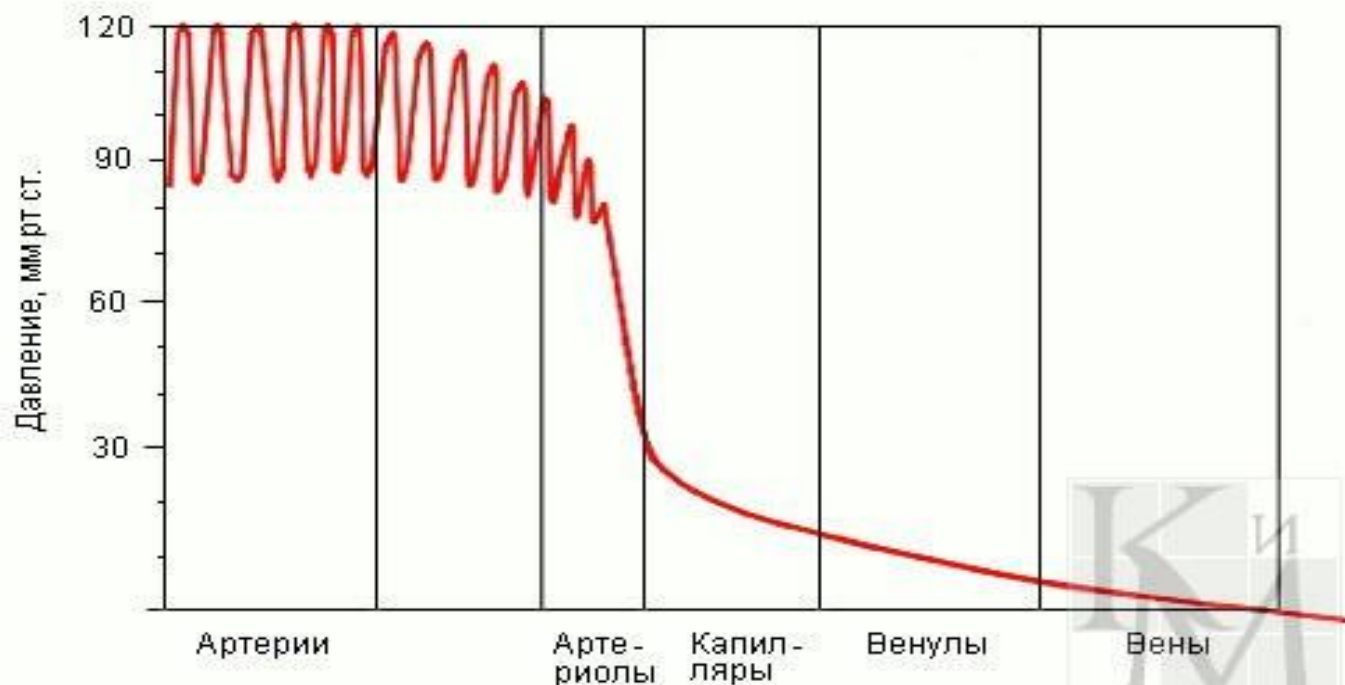
Основные гемодинамические показатели

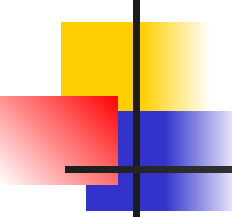


- Линейная скорость кровотока – расстояние, которое проходит частица крови за единицу времени. Зависит от суммарного поперечного сечения сосудов. (в аорте-25-50 см/с; в капиллярах-0,5 мм/с)



- Время полного кругооборота крови – 20-23 сек.
- Давление в различных отделах сосудистого русла. **Градиент давлений** – движущая сила кровотока





Артериальное давление – главный показатель гемодинамики

- **Главные компоненты АД – сердечный и сосудистый.** Системное артериальное давление- результирующая величина сердечного выброса и периферического сопротивления сосудов (ПСС)
- ПСС зависит от просвета сосудов (тонуса гладкомышечной стенки) и вязкости крови. Повышение тонуса сосудов и вязкости крови ведет к повышению АД.



ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ АД

$$P = Q \times R$$

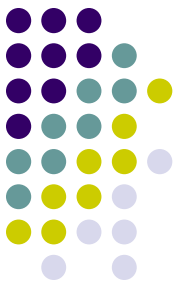
АД = МОК × ОПСС

• УОК × ЧСС

• Венозный возврат
Сократимость

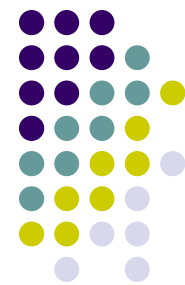
• ОЦК, ЦВК, Тонус вен

η 1/r⁴



Типы гемодинамики

- Эукинетический – равное участие сердечного и сосудистого компонентов (УО и ПСС в пределах средних величин)
- Гиперкинетический – преобладание сердечного компонента (УО повышен, а ПСС понижено)
- Гипокинетический – преобладание сосудистого компонента (УО понижен, а ПСС повышен)



Факторы, влияющие на АД

- Эндогенные: пол, возраст, эластические свойства сосудов, генетические факторы
- Экзогенные: физические нагрузки, психо-эмоциональное напряжение, метеоусловия, биоритмы, вредные привычки.

Базальное АД- в стандартных условиях

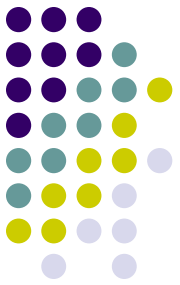
Случайное АД – под влиянием экзогенных факторов

Методы измерения АД

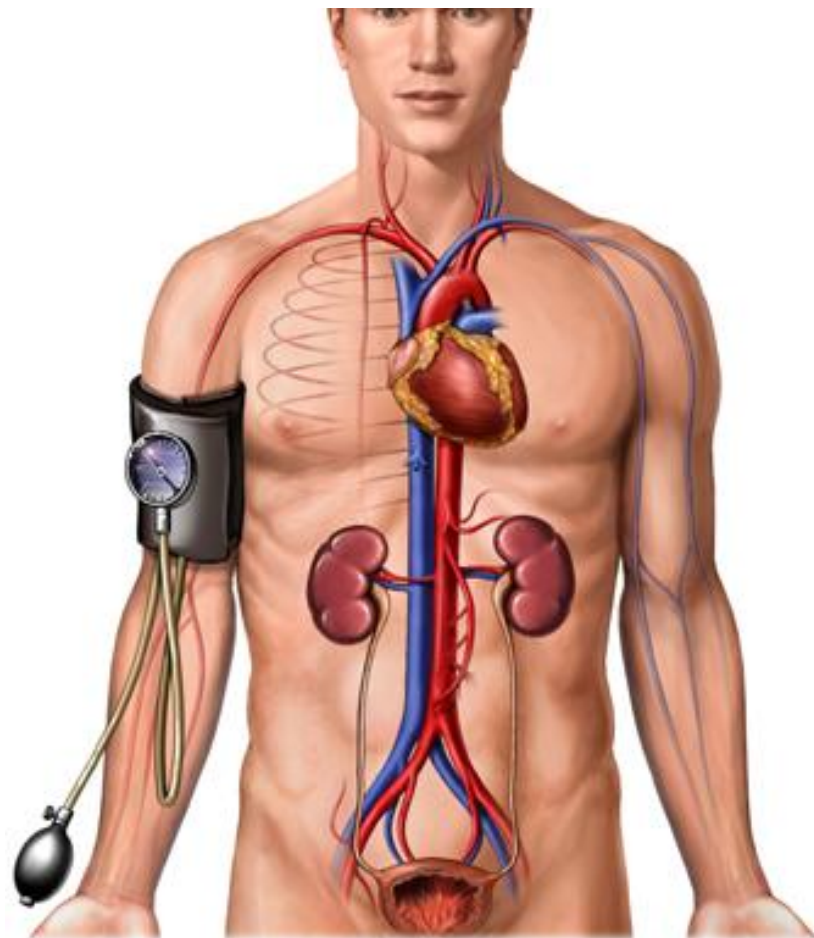
Непрямые методы:

- Пальпаторный (Рива-Роччи)
- Аускультативный (Короткова)

Прибор для измерения давления непрямым методом – тонометр

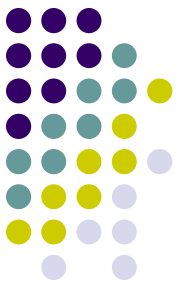


Непрямые методы измерения АД



Показатели АД

- **Максимальное (систолическое)**, в норме- 100-130 мм.рт.ст.
- **Минимальное (диастолическое)**, в норме – 60-90 мм.рт.ст.
- Пульсовое – разница между систолическим и диастолическим давлением, в норме – 35-45 мм.рт.ст.
- Среднее – обеспечивает кровоток, вычисляют по формуле: $P_{ср.} = P_{д.} + 1/3 P_{п.}$, в норме 80-110 мм.рт.ст.
- При изменении среднего давления ниже 60 мм.рт.ст. или выше 180 мм.рт.ст. наблюдаются значительные изменения в жизненно-важных органах



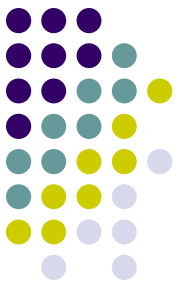
Артериальный пульс

- Это ритмические колебания артериальной стенки, обусловленные повышением давления в период систолы желудочков: стенка аорты при этом растягивается, затем благодаря эластическим свойствам возвращается в исходное состояние.
- Колебания артериальной стенки распространяется с определенной скоростью (5-14 м/с) от аорты до артериол.

Основные характеристики пульса:

- **Частота**
(норма-60-80)
- **Ритм**
- **Наполнение**
(высота)
- **Напряжение**
- **Быстрота**
(скорость)





Сфигмография

Графическая регистрация пульсовой волны
выявляет:

- Анакрота – подъем кривой в результате повышения давления во время систолы желудочка
- Катакрота- нисходящая часть кривой при снижении давления в желудочке в конце систолы
- Инцизура (выемка)- резкое падение давления в артерии, обусловленное стремлением крови назад в желудочки
- Дикротический подъем- вторичная волна повышенного давления в результате удара крови о закрытые полулунные клапаны

СФИГМОГРАММА



Особенности движения крови в венах



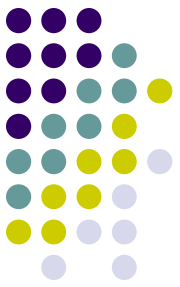
Основная функция – возврат крови к сердцу

- Пластичность (растяжимость) стенки
- Низкое давление
- Изменение давления при переходе из горизонтального положения в вертикальное
- Наличие клапанов в периферических венах препятствует обратному току крови

Дополнительные факторы, способствующие венозному возврату:



- Мышечный насос
- Дыхательный насос
- Присасывающее действие сердца
- Пульсация рядом расположенных артерий

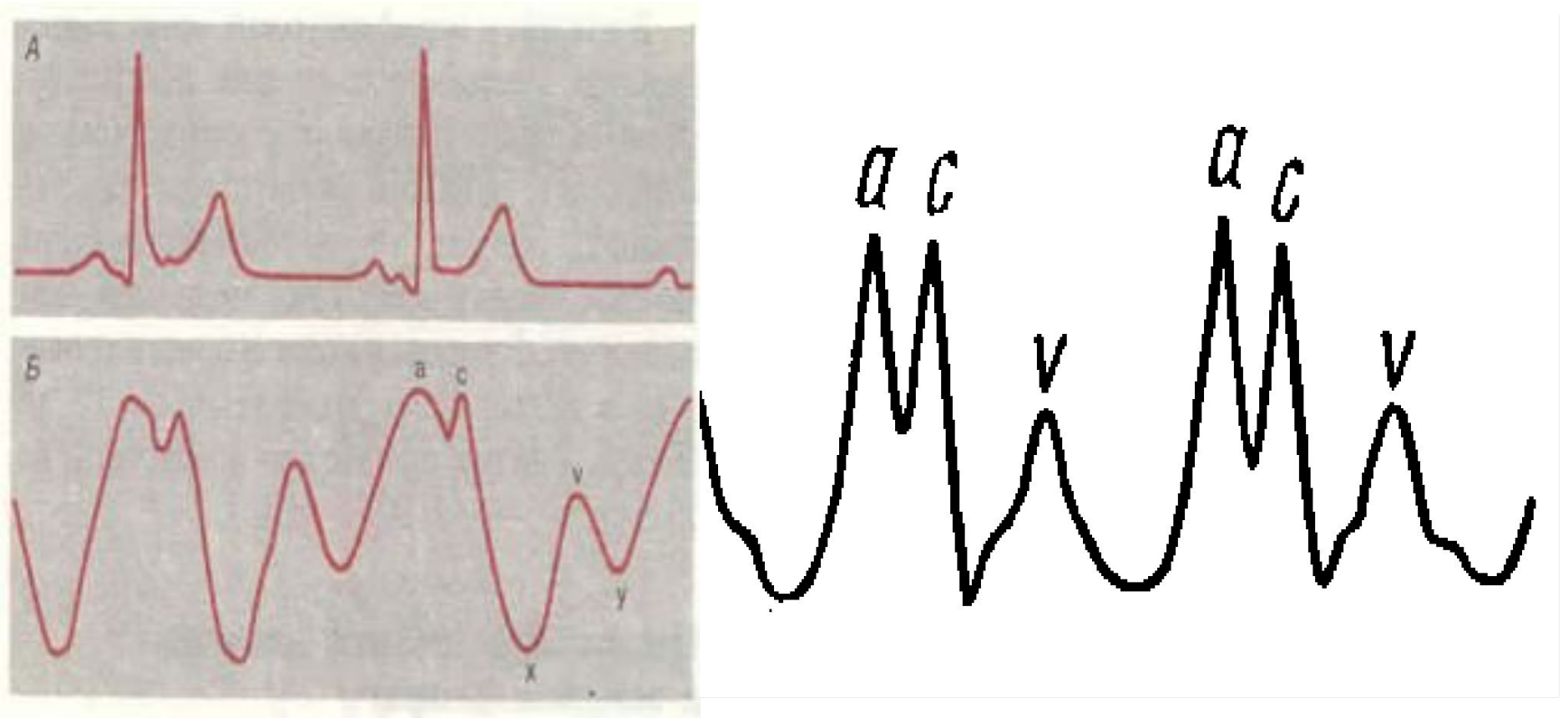


Венный пульс

- Регистрируется в крупных венах
- Обусловлен затруднением притока крови из вен в сердце
- Графическая регистрация венного пульса - флебография



Венный пульс (флебограмма)

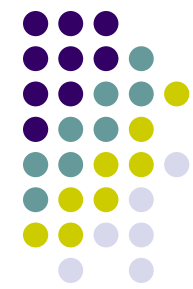


Анализ флебограммы



- Волна «а»- совпадает с систолой правого предсердия: в результате сжатия устья полых вен затруднен приток крови к сердцу
- Волна «с»- обусловлена пульсацией рядом лежащей сонной артерии в систолу желудочков
- Западение «х»- усиление оттока крови из вен в предсердие за счет смещения атриовентрикулярной перегородки в сторону желудочка во время его систолы
- Зубец «v»- обусловлен затруднением дальнейшего наполнения предсердий в конце систолы желудочков, т.к. атриовентрикулярные клапаны закрыты
- Западение «у»- обусловлено облегчением притока крови к сердцу при открытии атриовентрикулярных клапанов в начале общей паузы

ПРИНЦИПЫ РЕГУЛЯЦИИ АД



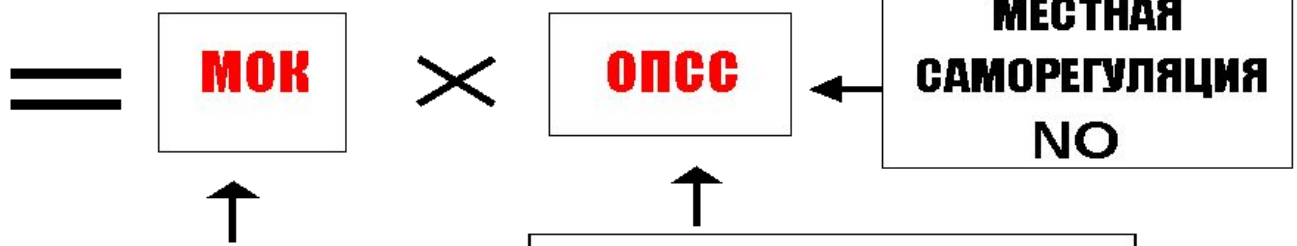
**СЕРДЕЧНЫЕ
ФАКТОРЫ
РЕГУЛЯЦИЯ**

Сократимость

гуморальная
регуляция

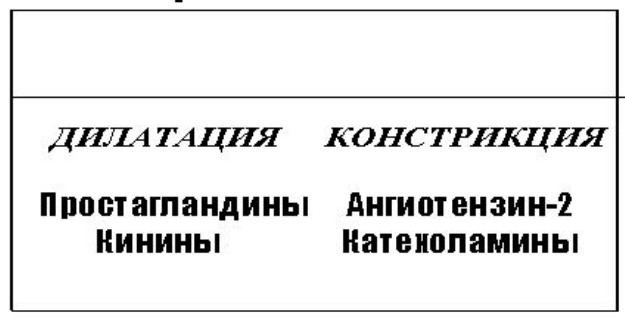
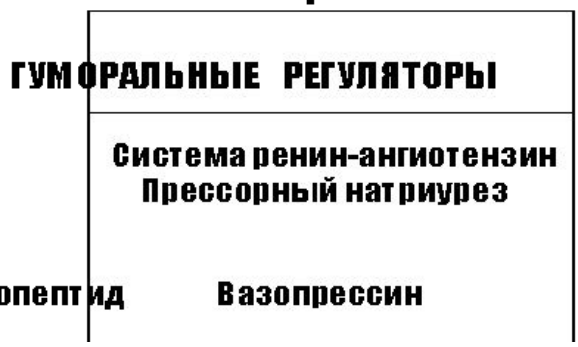


**АРТЕРИАЛЬНОЕ
ДАВЛЕНИЕ**



**ПОЧЕЧНЫЙ КОНТРОЛЬ
ОБЪЕМА КРОВИ**

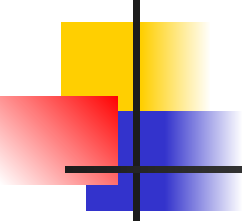
Альдостерон
Вазопрессин
Атриопептид



Регуляция сосудистого тонуса



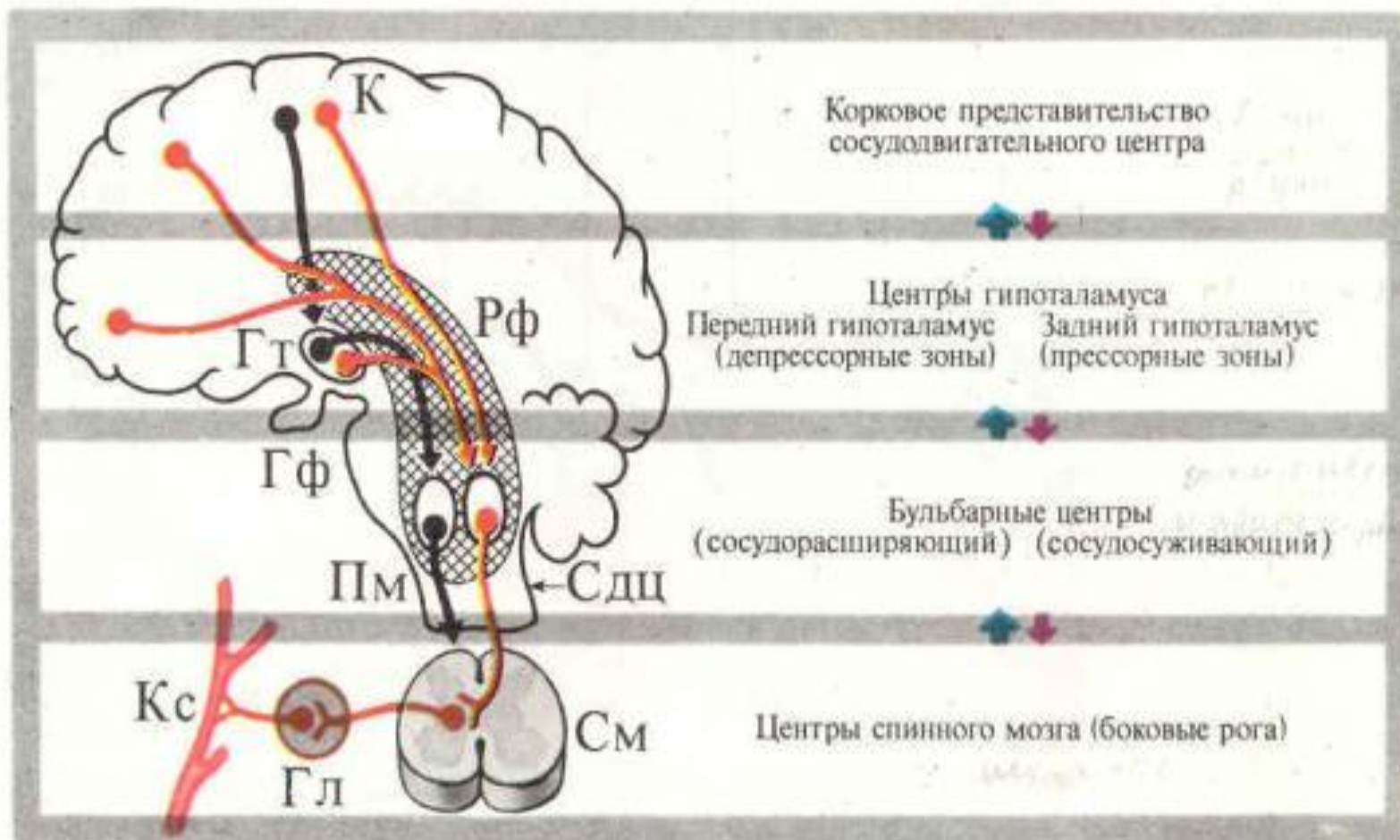
- **Сосудистый тонус** – некоторое постоянное напряжение сосудистой стенки
- **Компоненты сосудистого тонуса:**
 - 1-базальный (миогенный и эластический);
 - 2-регуляторный (нервный и гуморальный)



Нервная регуляция тонуса сосудов

Осуществляется сосудодвигательным центром (СДЦ) – это совокупность структур разных уровней ЦНС, обеспечивающих регуляцию кровообращения

Компоненты сосудодвигательного центра





Сосудодвигательный центр

Бульбарный отдел – главное представительство СДЦ, включает прессорный и депрессорный отделы. Обеспечивает автоматическую саморегуляцию тонуса по рефлекторному принципу



Сосудодвигательный центр

- *Спинальный уровень* – центры симпатической иннервации сосудов. Находится под контролем вышележащих отделов
- *Гипоталамус (ГПТ)* контролирует деятельность прессорного (задний ГПТ) и депрессорного (передний ГПТ) отделов СДЦ при взаимодействии с окружающей средой и межсистемной регуляции
- *Кора больших полушарий (КБП)* обеспечивает условнорефлекторное изменение тонуса сосудов (предстартовое и предрбочее повышение АД)



Эфферентные влияния СДЦ

- **Вазоконстрикторы** – сосудосуживающие нервы. Это симпатические нервы, иннервирующие все отделы сосудистой системы, кроме капилляров. Медиатор **норадреналин** при взаимодействии с **альфа-адренорецепторами** миоцитов сосудов вызывает сужение сосудов
- **Вазодилататоры**- сосудорасширяющие нервы. Механизмы вазодилатации различны



Механизмы вазодилатации:

- Уменьшение тонуса симпатических сосудосуживающих нервов
- Взаимодействие медиатора норадреналина с бета-адренорецепторами сосудистых миоцитов
- Симпатические холинергические нервные волокна (в сосудах некоторых органов - скелетных мышцах и др.)
- Парасимпатические нервные волокна (ограниченное влияние – всего 4 нерва)
- Расширение микрососудов – при закрытии артериовенозных анастомозов
- При раздражении периферических отрезков задних корешков спинного мозга (аксон-рефлекс)



Гуморальная регуляция тонуса сосудов

- *Истинные гормоны* – преимущественно сосудосуживающий эффект (катехоламины, вазопрессин, ренин-ангиотензинная система, альдостерон)
- *Местные (тканевые) гормоны* – вызывают преимущественно местное расширение сосудов (гистамин, кинины, простагландины, оксид азота)
- *Продукты обмена* (метаболиты - углекислый газ, молочная кислота, аденозин и др.) – расширение сосудов в работающем органе
- *Вещества с двойным действием*: адреналин, серотонин, эндотелин



Механизмы саморегуляции артериального давления:

- **Срочные механизмы** кратковременного действия (рефлекторный и ишемический)
- **Механизмы промежуточного** действия: изменение объема депонированной крови; изменение транскапиллярного обмена жидкости; изменение миогенного тонуса (релаксация сосудов), ренин-ангиотензинная система
- **Механизмы длительного действия** : почечная контролирующая система (изменение диуреза); вазопрессиновый и натрийуретический механизмы; альдостероновый механизм

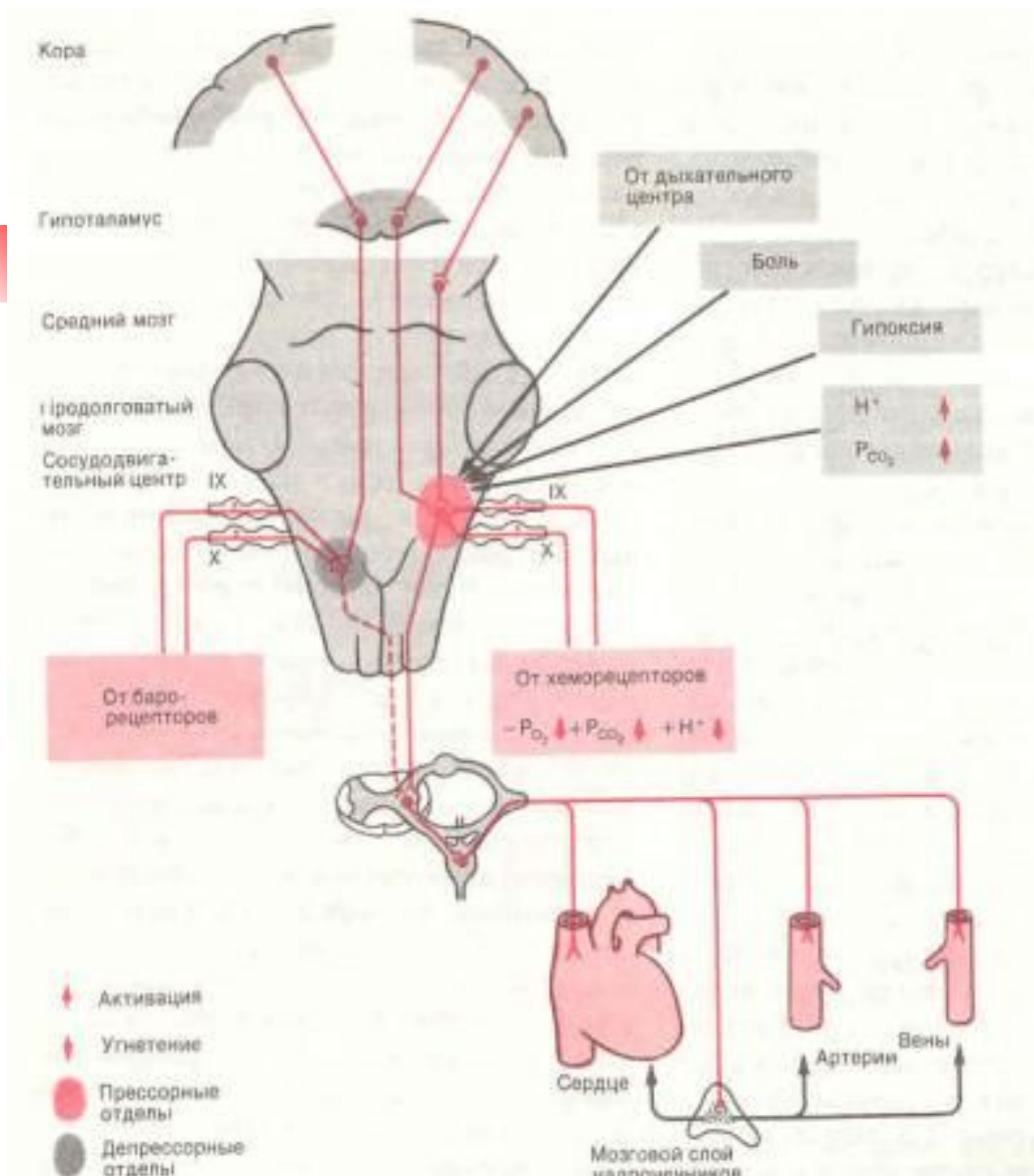


Схема
ВХОДОВ И
ВЫХОДОВ
СОСУДОДВИГА-
ТЕЛЬНЫХ
ЦЕНТРОВ
ПРОДОЛГОВА-
ТОГО МОЗГА

Собственные рефлексы ССС

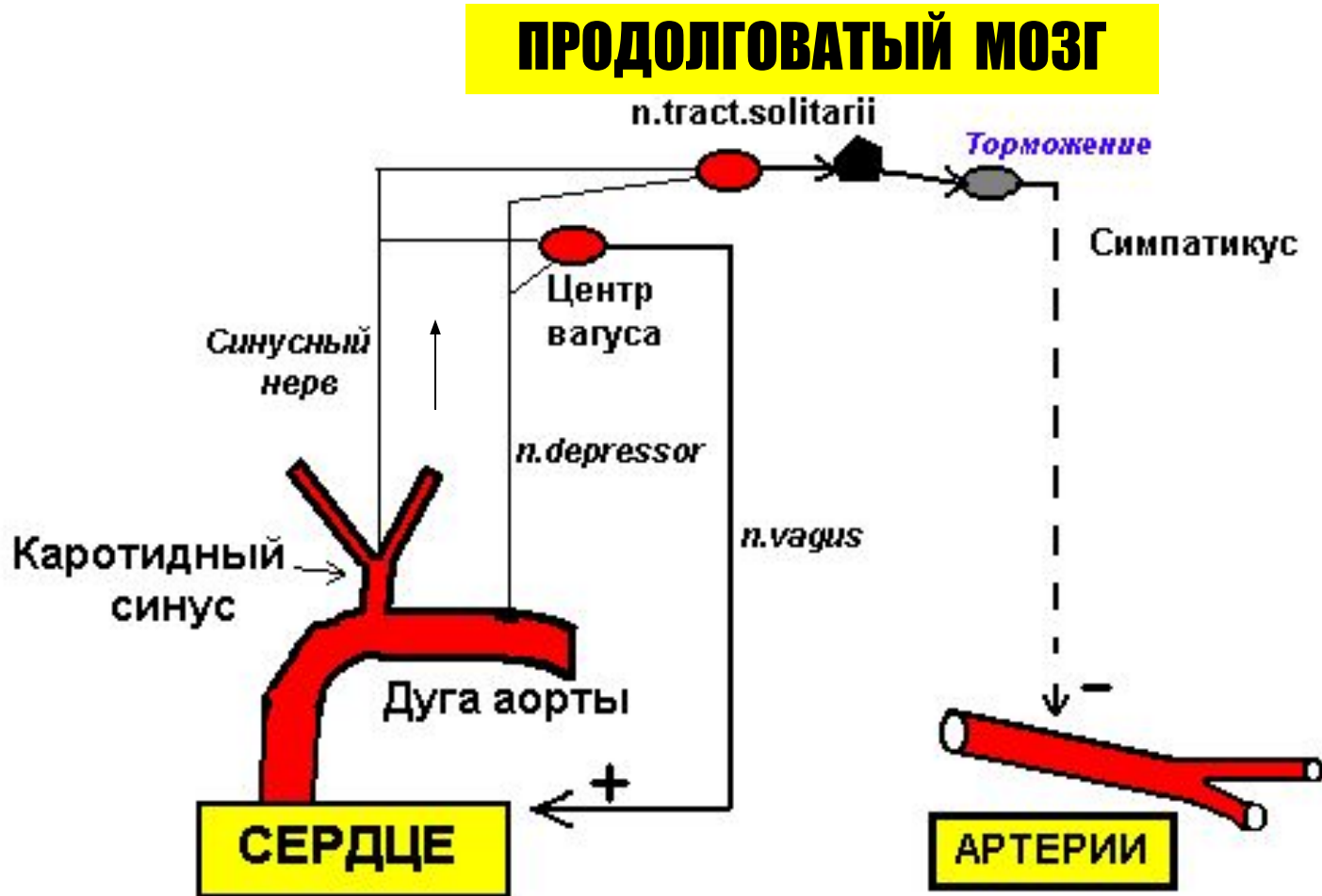
Тормозные рефлексы

- ***Барорецепторный рефлекс*** – с барорецепторов дуги *аорты* (р-с Циона-Людвига) и *каротидного синуса* (р-с Геринга - Иванова) возникает при повышении давления в большом круге кровообращения, приводит к снижению АД (торможение сердечной деятельности и расширение сосудов). При повышении давления в малом круге – с механорецепторов *легочного ствола* (р-с Парина) – депрессорный эффект (препятствует переполнению малого круга); с *механорецепторов левого предсердия* (р-с Китаева) – прессорный эффект на легочной ствол (способствует сбросу крови в большой круг)

Возбуждающие рефлексy

- ***Хеморецепторный рефлекс*** – с хеморецепторов дуги *аорты* и *каротидного синуса*- возникает при снижении кислорода или повышении углекислого газа в крови, ведет к усилению кровотока, повышению АД (прессорный эффект и усиление работы сердца)

НЕЙРОГЕННЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛЯЦИИ С РЕФЛЕКСОГЕННЫХ ЗОН





Ишемический механизм

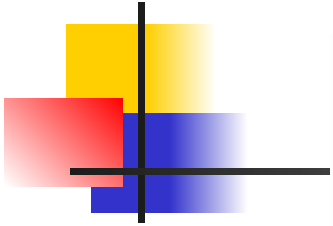
Функционирует при снижении среднего давления < 60 мм.рт.ст. , при этом страдает местный кровоток – ишемия головного мозга – возбуждение прессорного отдела СДЦ – кратковременное повышение АД до 220 мм.рт.ст

Механизмы промежуточного действия



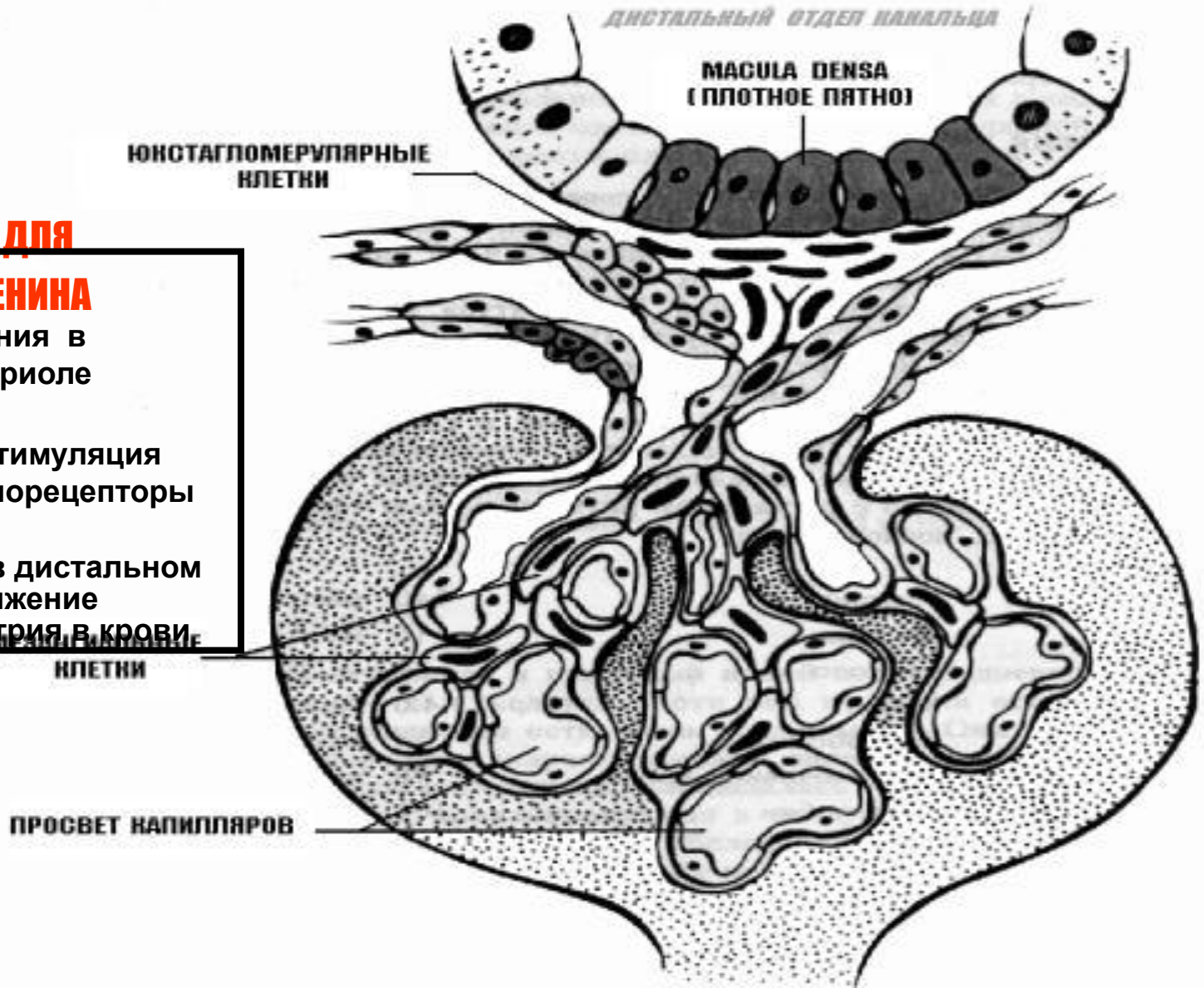
- Изменение транскапиллярного обмена (фильтрация жидкости, отеки)
- Релаксация периферических сосудов – гиперемия – перераспределение крови – изменение ОЦК
- Ренин-ангиотензиновый механизм

СХЕМА ЮГА

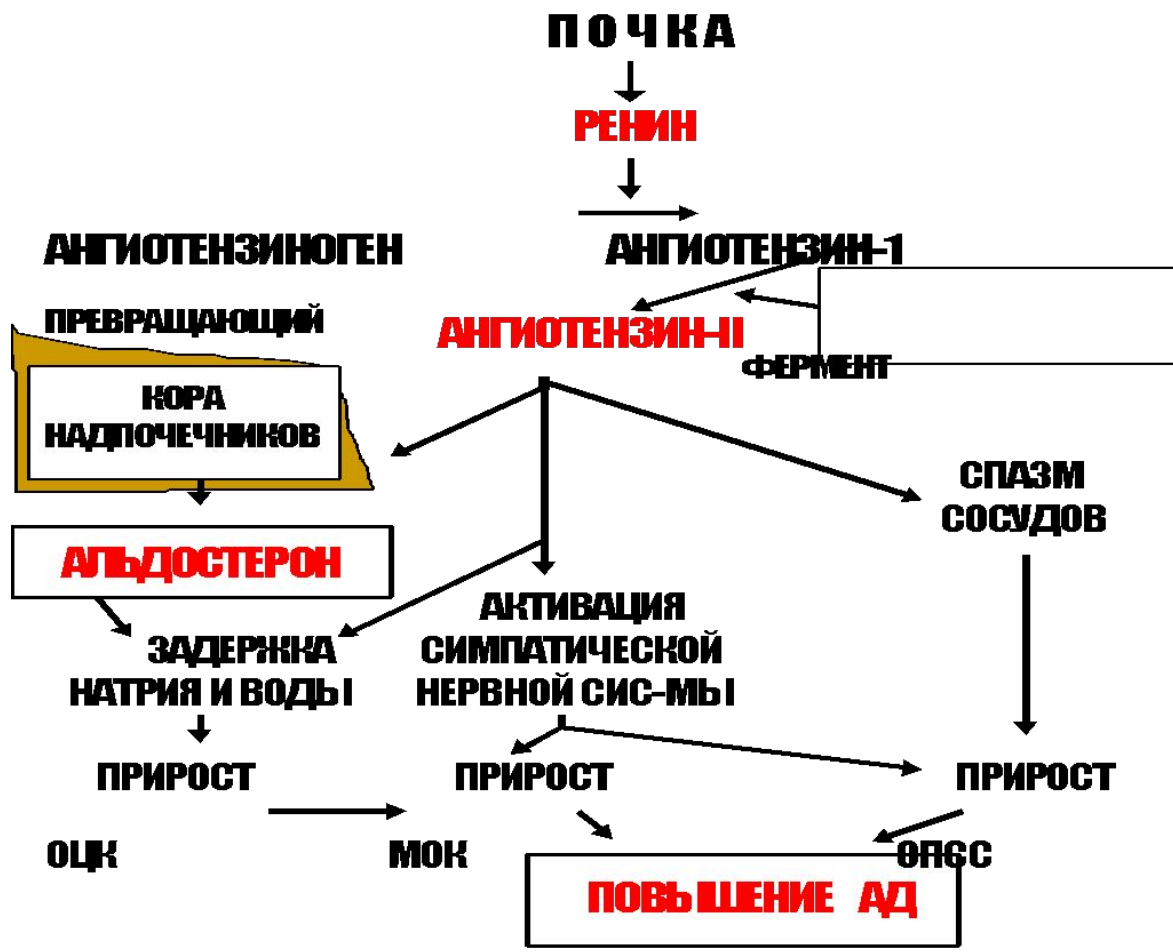


СТИМУЛЫ ДЛЯ СЕКРЕЦИИ РЕНИНА

- Снижение давления в приносящей артериоле клубочка
- Симпатическая стимуляция через бета-адренорецепторы ЮГК
- Избыток натрия в дистальном канальце или снижение концентрации натрия в крови



СИСТЕМА РЕНИН-АНГИОТЕНЗИН-АЛЬДОСТЕРОН



Механизмы длительного действия

- Почечная контролирующая система : изменение диуреза за счет изменения фильтрации – изменение ОЦК и МОК
- Вазопрессиновый (АДГ) механизм : изменение ОЦК за счет реабсорбции воды
- Альдостероновый механизм: изменение ОЦК за счет реабсорбции натрия и воды, влияние на базальный тонус
- Натрийуретический (атриопептид) механизм

Функциональная система поддержания артериального давления (ФСАД)

