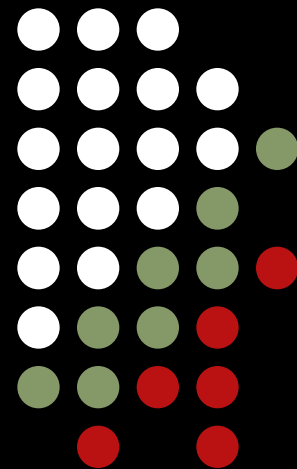

*Физиология
сосудов*



Классификация отделов сосудистого русла

- - Большой и малый круги кровообращения
- - Венозное, артериальное и капиллярное русло
- - Зоны макроциркуляции (сердце, артерии, вены) и зоны микроциркуляции (артериолы, капилляры, венулы, артериовенозные анастомозы).
- - Области высокого давления (левый желудочек - артериолы) и низкого - (капилляры - полые вены).
- - Кровеносная и лимфатическая системы

Функциональные группы сосудов:

1. **Амортизирующие сосуды** - артерии эластического типа (аорта, легочная артерия и большие артерии).
2. **Резистивные сосуды** - концевые артерии, артериолы и в меньшей степени капилляры и венулы (регулируют объемную скорость кровотока в различных сосудистых областях).
3. **Сосуды–сфинктеры** – последние отделы прекапиллярных артериол регулируют число функционирующих капилляров.
4. **Обменные сосуды** (капилляры).
5. **Емкостные сосуды** (вены).
6. **Шунтирующие сосуды** – это артериовенозные анастомозы, по которым кровь переходит из артериол в венулы, обходя капилляры.



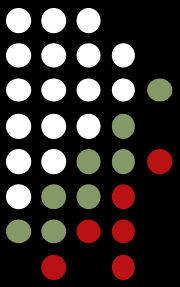
Крупным артериям, расположенным рядом с сердцем, приходится выдерживать большое давление, поэтому они имеют толстые стенки, их средний слой состоит, в основном, из эластических волокон. *Артерии* несут кровь к органам, затем кровь попадает в *капилляры* и *вены*.

Капилляры состоят из одного слоя эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране. Через стенки капилляров из крови в ткани проникают газы, растворимые вещества и лейкоциты, выводятся углекислый газ и продукты обмена.



Гемодинамика – наука о закономерностях движения крови по сосудам

Факторы, определяющие движение крови по сосудам



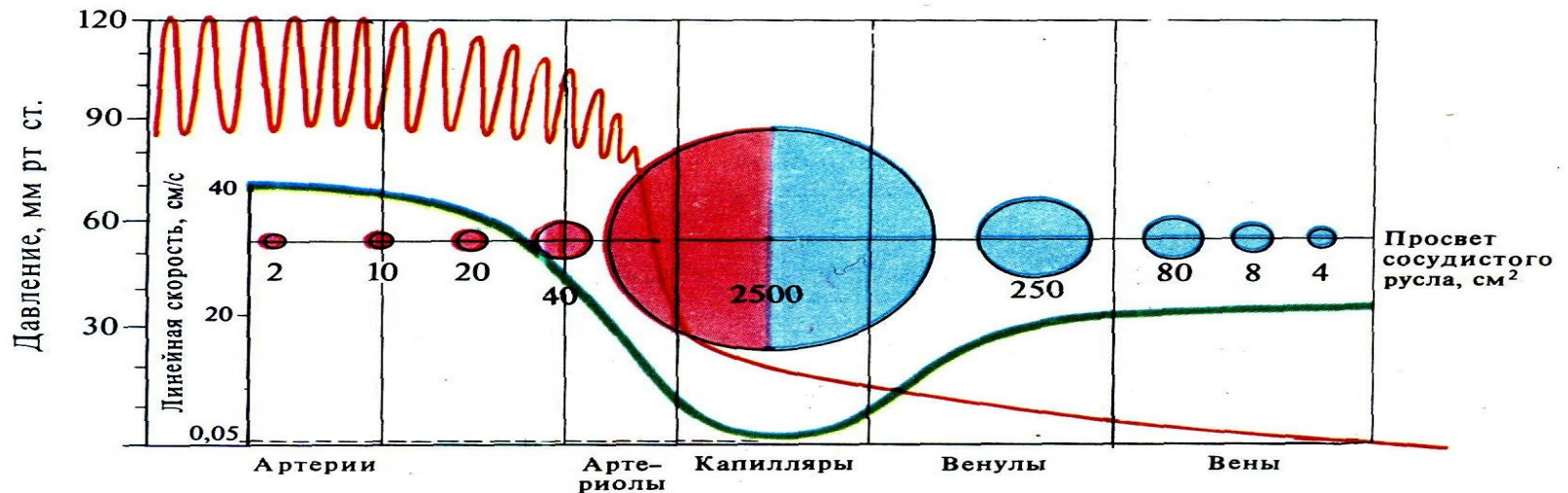
- **Разность давлений между различными отделами сосудистого русла.**
обеспечивается
 1. - **работой сердца,**
 2. - **эластичностью сосудов,**
 3. - **работой скелетных мышц** (мышечный насос способствует венозному возврату к сердцу)

- **Периферическое сопротивление**

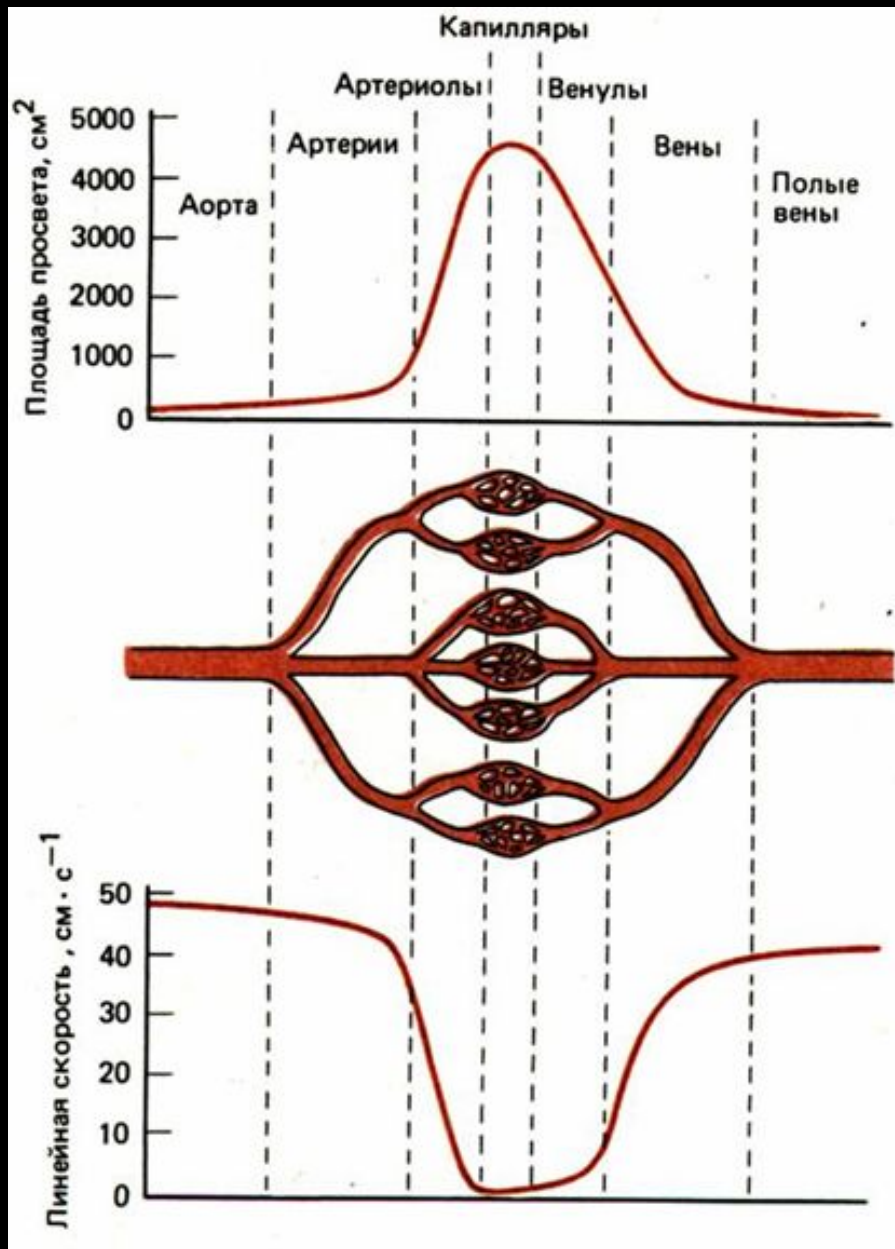
складывается из

1. **тонуса сосудов** (мелкие артерии и артериолы),
2. **вязкости крови** (зависит от концентрации форменных элементов, трения крови о стенки сосуда и др.). При высокой скорости кровотока вязкость резко увеличивается за счет перехода ламинарного типа течения жидкости в турбулентное (особенно в местах разветвлений и крутых изгибов сосудов).
3. **гидростатическое давление** крови при вертикальном положении тела является силой, препятствующей кровотоку. Существует ортостатическая проба.

Показатели гемодинамики в разных отделах сосудистого русла



Объемная скорость кровотока (Q)



За единицу времени через артерии, капилляры и вены протекает одно и то же количество крови в минуту — Q л/мин. Общий кровоток у взрослого человека в состоянии покоя — около 5 л/мин.

Линейная скорость кровотока в сосудах каждого отдела кровеносного русла обратно пропорциональна площади поперечного сечения этого отдела.

Она определяется как отношение объемной скорости кровотока Q к площади поперечного сечения сосуда πr^2 :

$$v = Q / \pi r^2$$

Линейная скорость кровотока

- в аорте составляет 50—70 см/с,
- в артериях — от 40 до 10 см/с
- артериолах — 10—0,1 см/с
- капиллярах — меньше 0,1 см/с
- венулах — меньше 0,3 см/с
- венах — 0,3—5,0 см/с
- поллой вене — 5—20 см/с.



Сосудистое сопротивление

определяется по формуле Пуазейля:

$$R = 8L\eta / \pi r^4$$

где R — сосудистое сопротивление,
 η — вязкость протекающей жидкости,
 L — длина трубки,
 r — радиус трубки.

Сосудистое сопротивление принято определять как частное от деления кровяного давления P на объемную скорость кровотока Q :

$$R = P/Q$$

Минутный объем крови (МОК) определяется как Ударный объем × ЧСС

Время полного кругооборота крови: 27 систол или 20-23 с,
из этого времени:

по малому кругу - 1/5 времени,

по большому - 4/5 времени

МОК можно определить по Фику:

$$\text{МОК} = \text{VO}_{2\text{потр}} / (\text{VO}_{2\text{а}} - \text{VO}_{2\text{в}}),$$

где $\text{VO}_{2\text{потр}}$ – объем потребленного кислорода

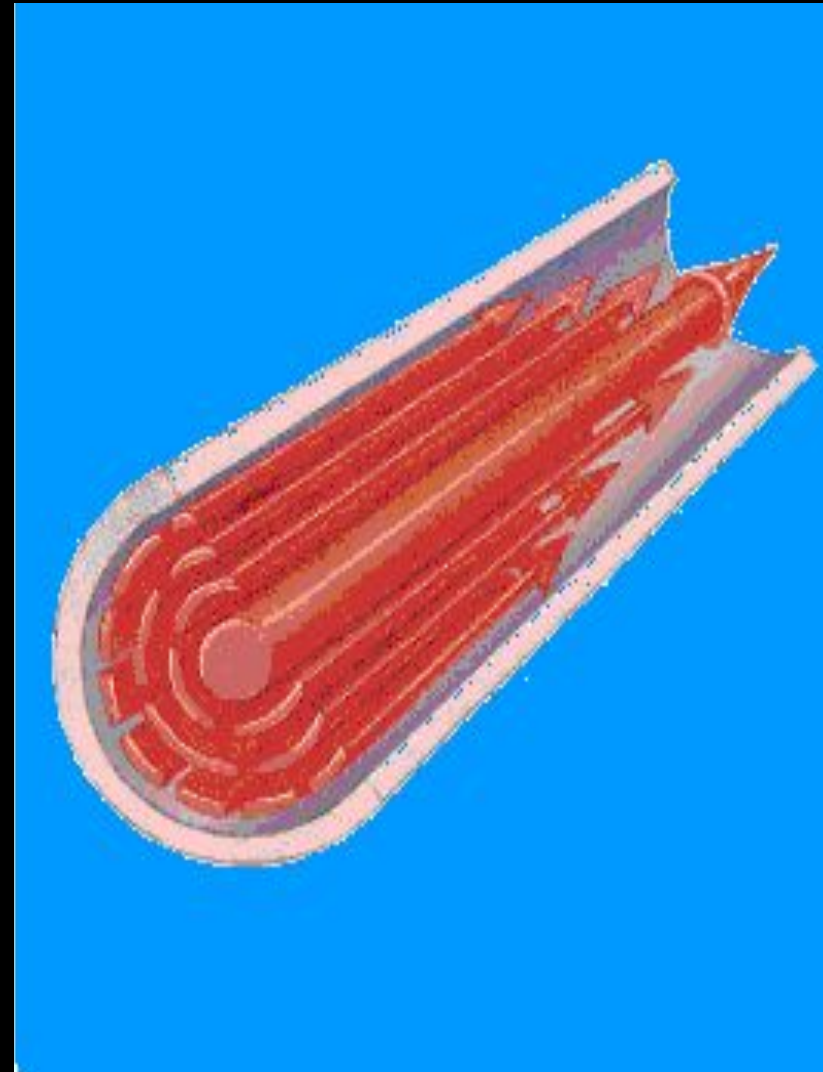
$\text{VO}_{2\text{а}}$ – объем кислорода в артериальной крови

$\text{VO}_{2\text{в}}$ – объем кислорода в венозной крови

Ламинарное движение крови

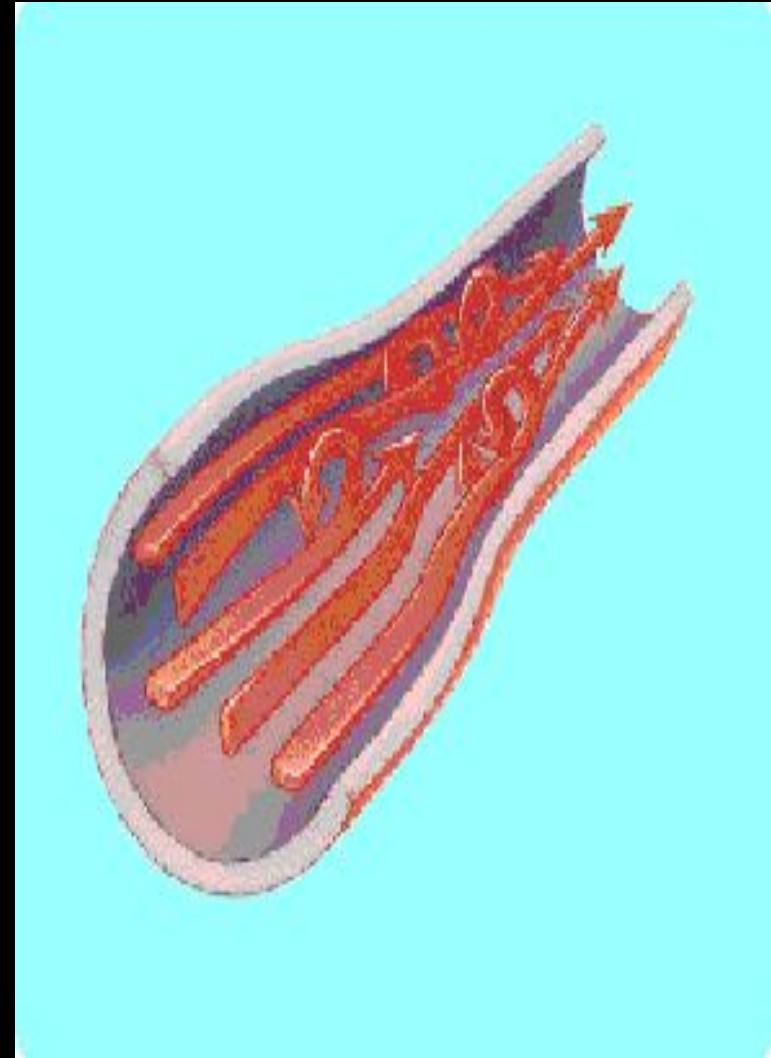
Почти во всех отделах сосудистой системы кровь движется цилиндрическими слоями. Такое движение крови имеет название *ламинарного*.

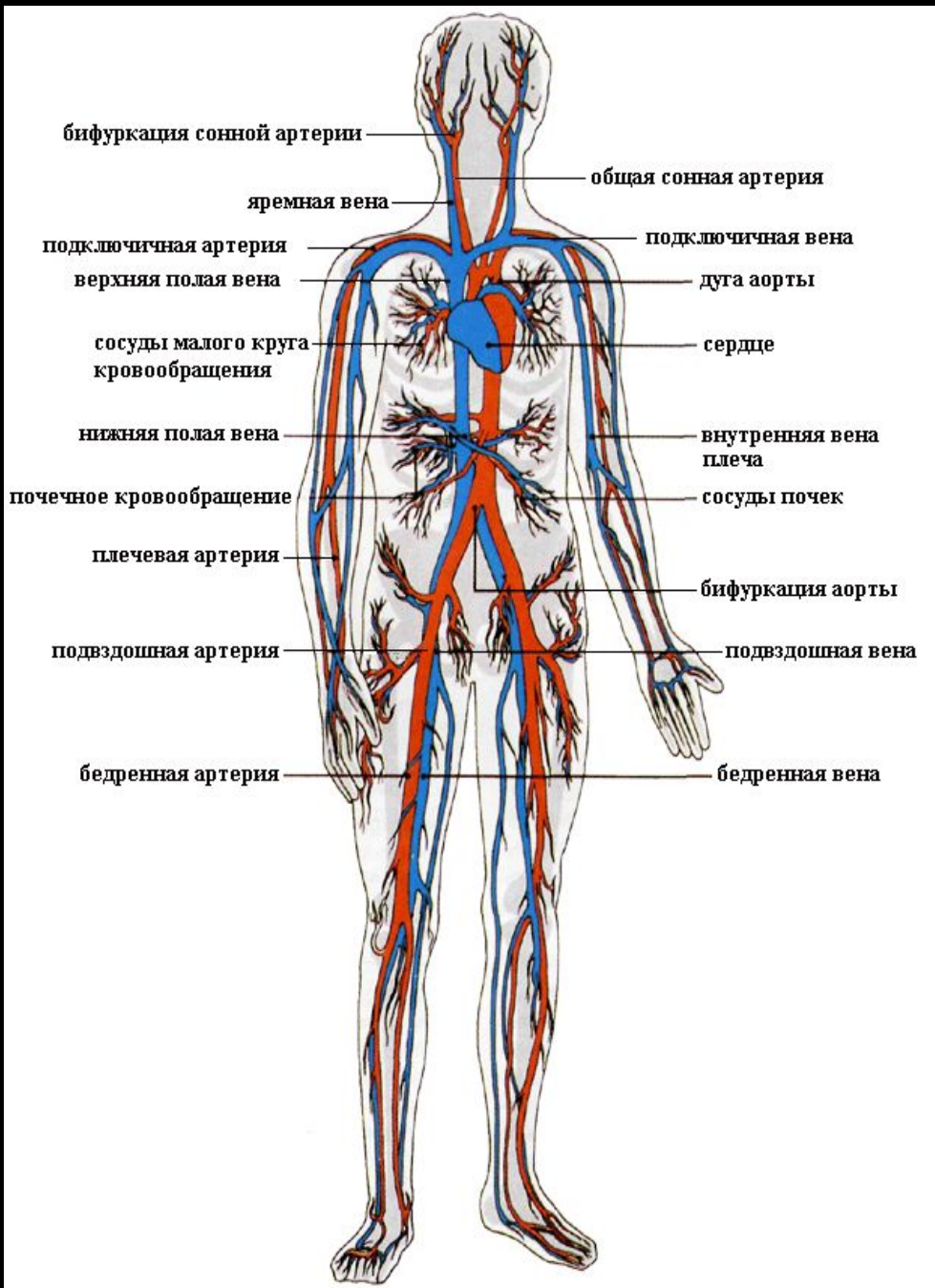
Форменные элементы крови составляют центральный, осевой поток, в котором эритроциты находятся в центре, а плазма движется возле сосудистой стенки.



Турбулентное движение крови

Кроме ламинарного движения крови существует еще и турбулентное движение с характерными завихрениями. Такое движение крови обычно возникает в местах разветвления или сужения артерий, в участках изгибов сосудов. Это создает дополнительное сопротивление для движения крови в сосудах.



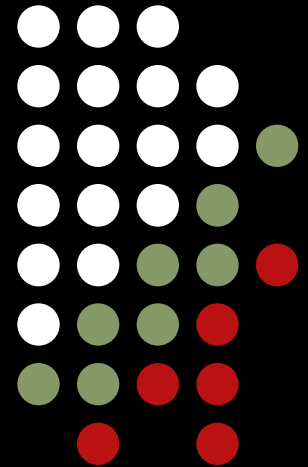


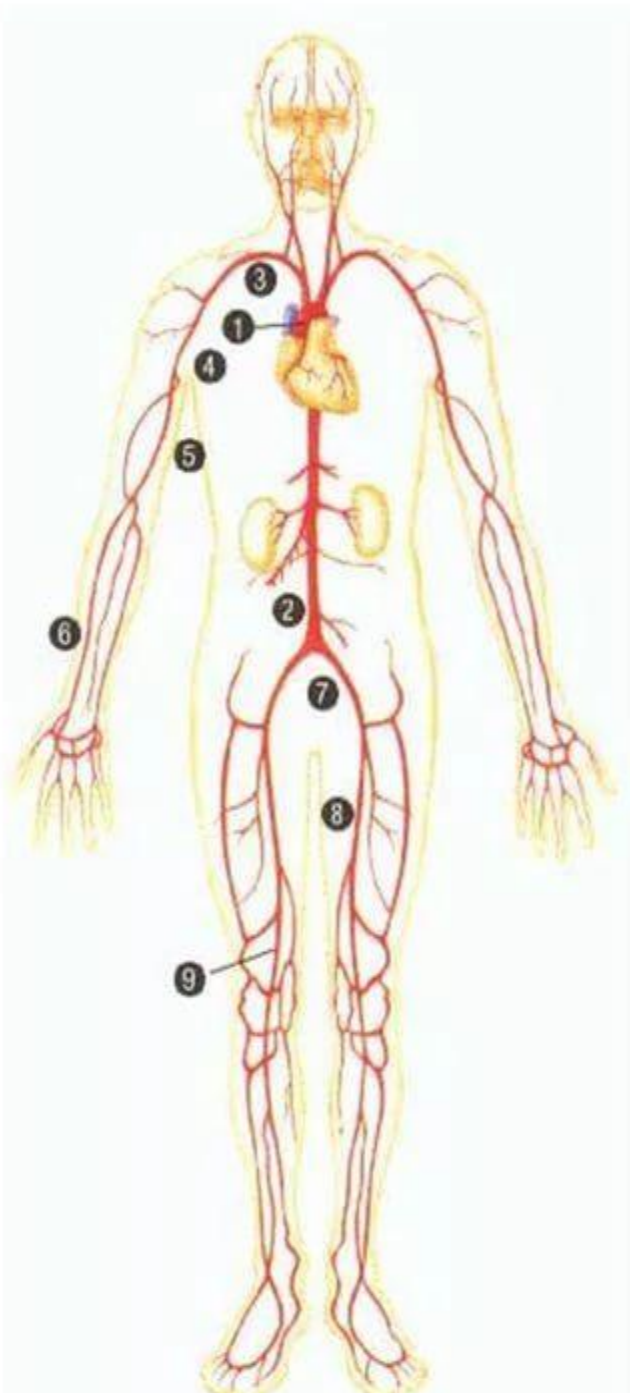
Распределение крови по кровеносной системе

- в сердце находится около 7% ,
- сосуды высокого давления содержат около 15% крови,
- артериолы - 3%,
- капилляры - 7%,
- венулы - 12%,
- сосуды большого объема (вены, полые вены) - 63% крови.

Большой круг кровообращения содержит 84% крови, малый - 16%.

Артериальная система

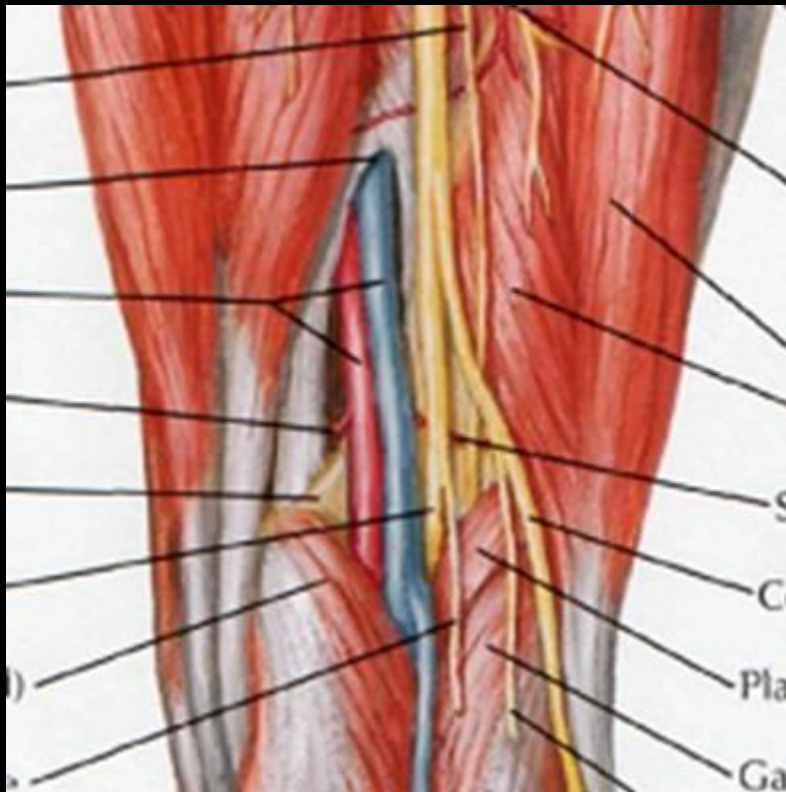




Артерии

1. Восходящая аорта
2. Брюшная аорта
3. Подключичная артерия
4. Подмышечная артерия
5. Плечевая артерия
6. Лучевая артерия
7. Общая подвздошная артерия
8. Бедренная артерия
9. Подколенная артерия

Артерии – наиболее прочные сосуды в организме, по которым кровь течет под большим давлением от сердца. Самая крупная из них называется аортой. Стенки артерий толстые и упругие, их диаметр может варьироваться и подстраиваться под количество проходящей через нее крови. При этом артерии вмещают лишь около 15% объема циркулирующей крови.

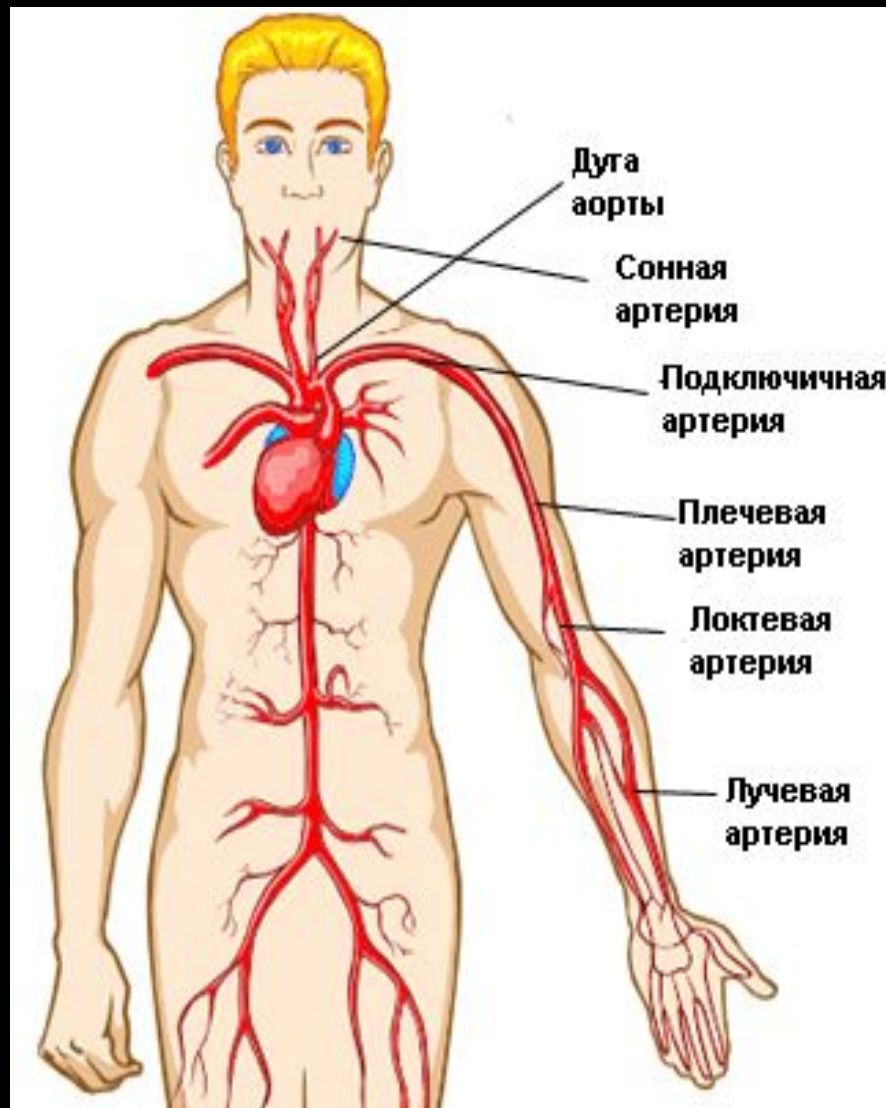


Располагаются артерии глубоко под мышцами, глубже, чем вены, т.к. их повреждение гораздо опаснее, чем повреждение вен.

Крупные артерии распадаются на более мелкие, а мелкие ветвятся и образуют сеть капилляров.

Основные функции артерий:

1. перенос крови от сердца к капиллярам,
2. служат напорным резервуаром для «проталкивания» крови в мелкие артериолы,
3. сглаживают колебания давления и кровотока, обеспечивая постоянный ток крови через капилляры,
4. перераспределяют кровь между капиллярными руслами благодаря резистивным сосудам.



Артериальное давление

- - По ходу кровеносной системы давление снижается, являясь максимальным в аорте и минимальным в полых венах.
- - Артериальное давление можно определить аускультативным методом Короткова и пальпаторным методом Рива-Роччи
- - При оценке артериального давления используют следующие показатели:
Р макс. или систолическое,
Р мин. или диастолическое

Факторы, определяющие величину артериального давления

- - работа сердца,
- - объем циркулирующей крови,
- - тонус сосудов,
- - эластичность сосудов,
- - вязкость крови.

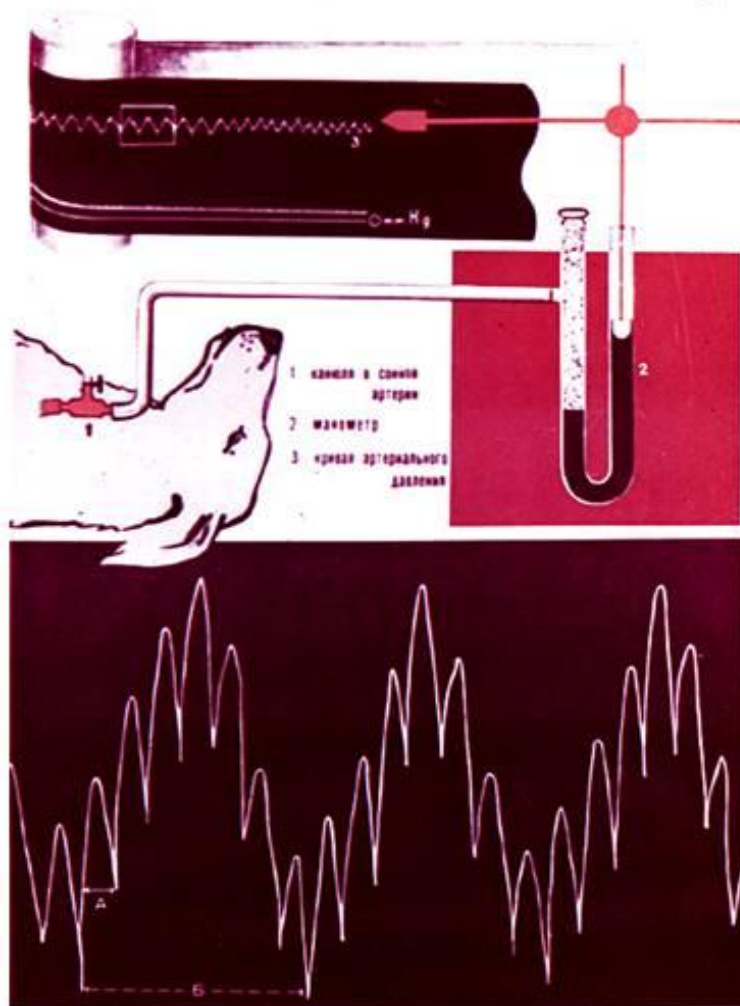
Методы исследования АД

1. **Метод Рива-Роччи**
1. **Метод Короткова**
1. Артериальная осциллография
1. Прямой (кровавый) метод измерения АД

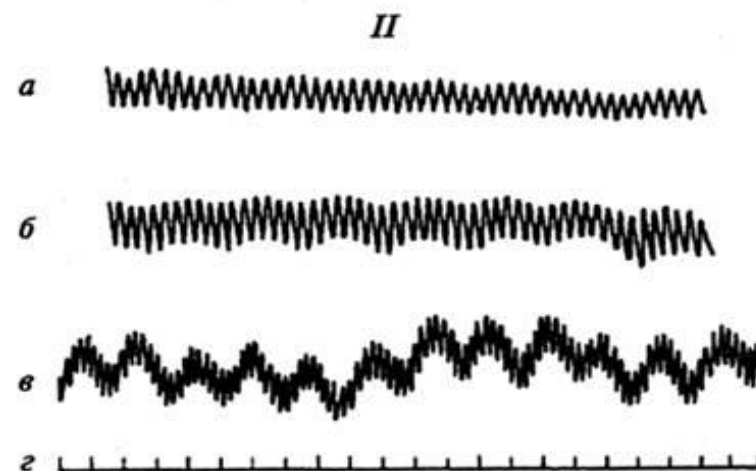
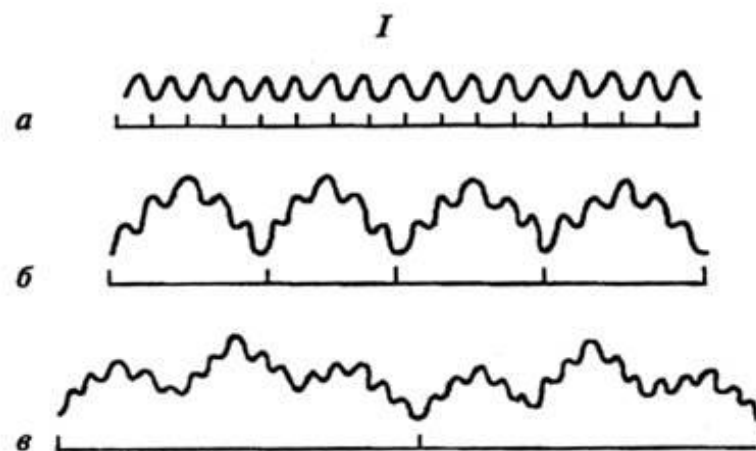


Регистрация давления крови прямым методом в остром эксперименте.

На кривых изменения давления различают волны 3-х порядков: а – волны 1 порядка (сердечные: систола, диастола); б - волны 2 порядка (дыхательные); в – 3 порядка (Траубе-Геринга, патологические)



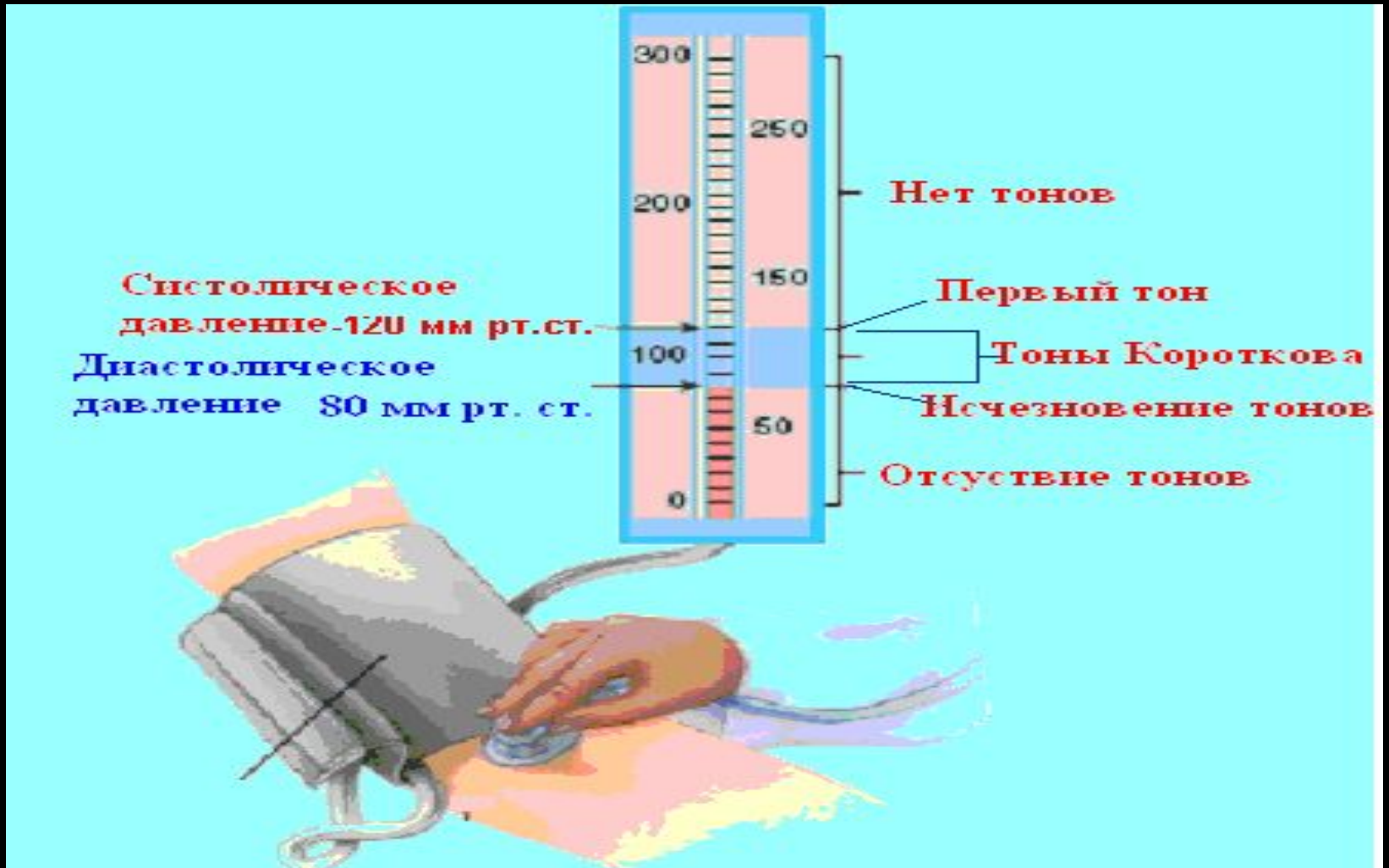
а – пульсовые волны б – дыхательные волны



На величину АД влияет:

- 1. Возраст.** С возрастом АД ↑
с 15 до 65 лет САД ↑ от 115 до 140,
а ДАД от 70 до 90)
- 2. Пол.** У женщин АД ниже, чем у мужчин между 40 и 50 годами, но выше от 50 лет и более.
- 3. Масса тела.** Чем больше масса тела, тем выше АД.
- 4. Положение тела.** Когда человек встаёт (ортостатическая проба) → ↓ венозный возврат, → ↓ сердечный выброс и АД.
Компенсаторно ↑ ЧСС, ↑ АД.
- 5. Мышечная деятельность** → ↑ АД.
Систолическое АД ↑ за счёт усиления сокращений сердца.
Диастолическое АД вначале ↓ за счёт расширения сосудов работающих мышц, а затем ↑ за счёт усиления сокращений сердца.

ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ КОРОТКОВА



АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ: ЭТО ПОЛЕЗНО ЗНАТЬ КАЖДОМУ

Артериальное давление - давление крови в артериях человека, создаваемое работой сердца. Есть два показателя артериального давления:

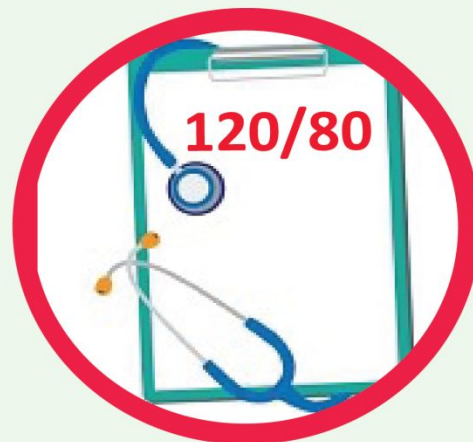
Измеряют давление при помощи тонометра. Записывают его на дробь: верхнее/нижнее. Типичное значение артериального давления здорового человека:



ВЕРХНЕЕ: уровень давления в момент максимального сокращения сердца



НИЖНЕЕ: уровень давления в момент максимального расслабления сердца



АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЗАВИСИТ ОТ РЯДА ФАКТОРОВ:

ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ И СПОРТ
повышают давление



ВРЕМЯ СУТОК
ночью давление обычно ниже



ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
при стрессе давление растет



ПРИЕМ МЕДИКАМЕНТОВ
лекарства могут повышать или понижать давление



ПРИЕМ СТИМУЛЯТОРОВ
кофе и чай повышают давление



СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПУЛЬСА



А



Б



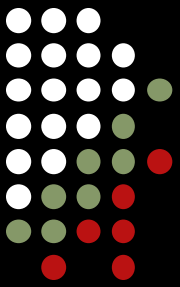
В

А - тремя пальцами за запястье;

Б - большим и указательным пальцем на сонной артерии

В - кончиками пальцев на виске;

Свойства пульса:



1. **Частота**

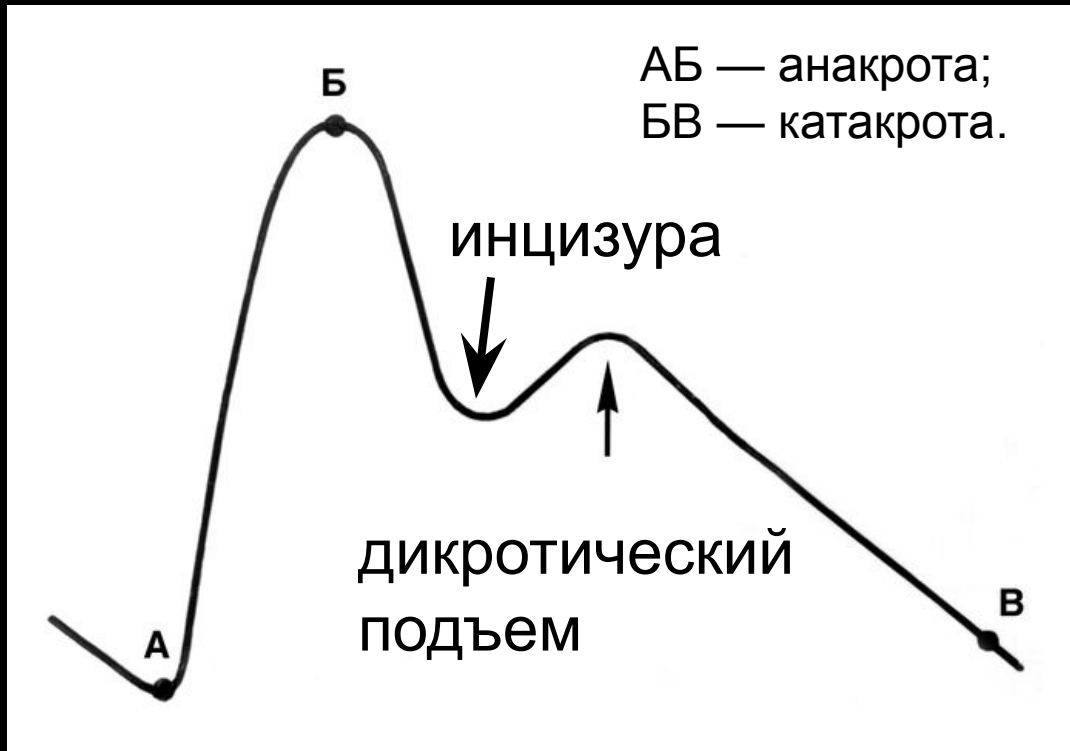
2. **Ритм**

3. **Высота** зависит от величины ударного объема и объемной скорости кровотока. Амплитуда пульса тем меньше, чем больше эластичность амортизирующих сосудов.

4. **Скорость** зависит от скорости изменения давления.

5. **Напряжение** зависит от среднего АД. По напряжению пульса можно приблизительно судить о систолическом давлении.

Сфигмограмма – артериальный пульс

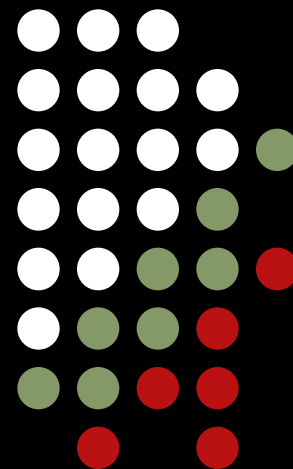


На сфигмограмме различают: крутой подъем, восходящее колено - анакроту (ана - движение вверх, crotos - удар), который переходит в нисходящее колено - катакроту (cata - вниз), которая имеет дополнительную волну - дикротическую.

Анакрота возникает как результат резкого повышения давления в артериях при систоле, а катакрота – как результат постепенного (вследствие эластичности стенок крупных артерий) снижения давления во время диастолы.

Нисходящее колено имеет выемку - инцизуру и дополнительную волну - вторичный, или дикротический подъем, который совпадает с закрытием полулунных клапанов аорты и отражением крови от них.

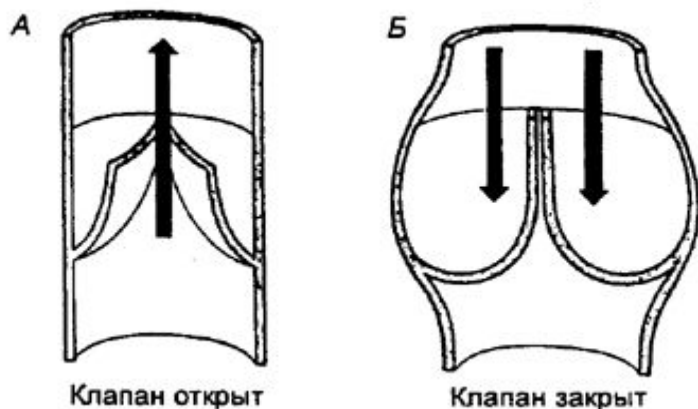
Венозная система



Венозный кровоток

Вены отличаются от артерий:

- - меньшей величиной внутрисосудистого давления и большим общим объемом,
- - меньшей массой гладкомышечной ткани сосудистой стенки
- - наличием клапанов, препятствующих обратному току крови.



Функции вен:

- - отводят кровь от органов и тканей,
- - депонируют до 70% крови для дальнейшего ее использования,
- - регулируют венозный возврат к сердцу и артериальное давление
- - в случае кровопотери АД и капиллярный кровоток поддерживаются на постоянном уровне за счет уменьшения объема крови в венах, а не в артериях.

Вены - сосуды, которые несут кровь из органов, тканей к сердцу в правое предсердие. Исключение составляют легочные вены, которые несут артериальную кровь от легких в левое предсердие.

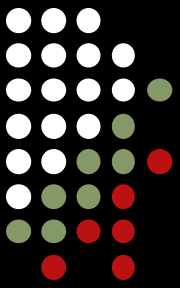
Совокупность всех вен составляет **венозную систему**.

Различают поверхностные и глубокие вены. Поверхностные вены называют еще кожными, поскольку размещенные в подкожно жировой клетчатке. Глубокие вены сопровождают артерии, почему и получили название вен-спутниц. Для вен характерна высокая способность к растяжению и относительно низкая эластичность. Внутренняя поверхность большинства вен, за исключением мелких венул, вен системы ворот и полых вен, имеет складки внутренней оболочки - **клапаны**. Кровь в венозной системе двигается против силы притяжения, которое содействует развитию застоя.

Методы измерения венозного давления

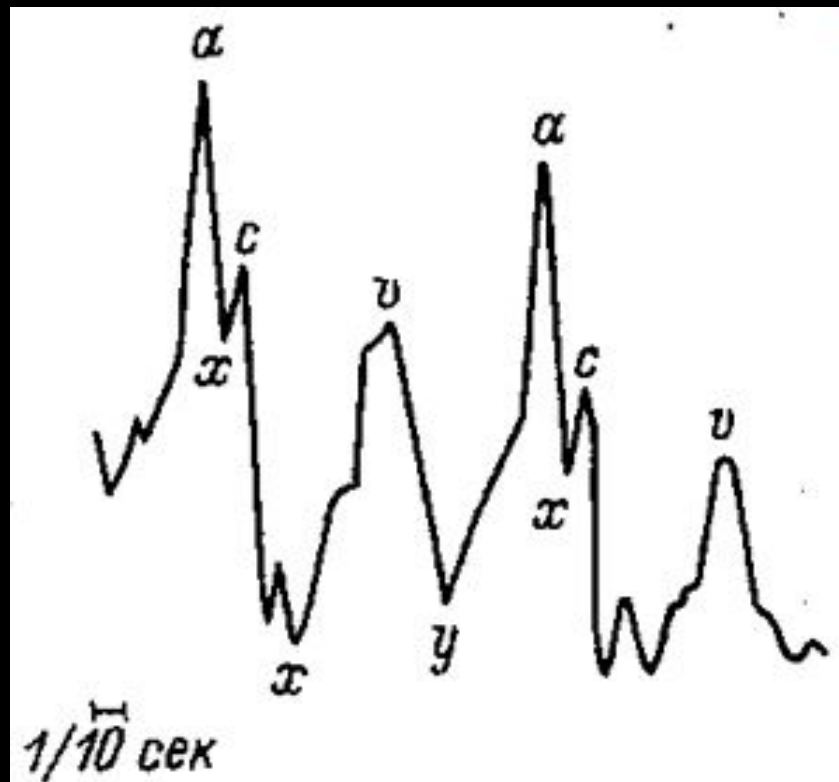
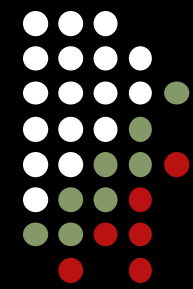
- Измерение венозного давления (флеботонометрия) дает информацию о деятельности правого желудочка и осуществляется прямым и косвенным способами. Прямое измерение проводят с помощью флеботонометра, который представляет собой водяной манометр.
- Венозное давление у здорового человека колеблется от 50 до 100 мм вод. ст. и одинаковое на обеих руках.

На кровоток в венах влияет:



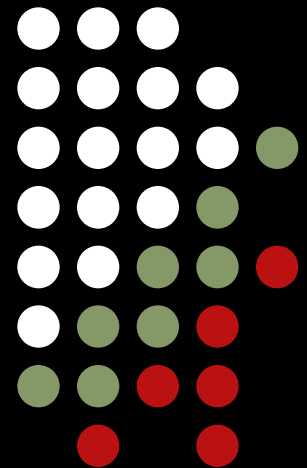
1. сокращение сердца,
2. сокращения мышц конечностей,
3. давление, оказываемого диафрагмой на органы брюшной полости,
4. клапанный аппарат,
5. дыхание (при расширении грудной клетки давление в этой полости уменьшается, кровь засасывается из вен головы и брюшной полости),
6. перистальтические сокращения гладких мышц

Флебограмма – венный пульс



А - отражение систолы предсердий,
С - отражение систолы желудочков,
V - конец диастолы предсердий;

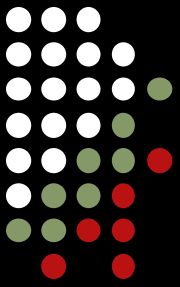
Микроциркуляторное русло



Микроциркуляция

- - Основой зоны микроциркуляции является капилляр. Количество капилляров - 40 миллиардов.
- - В условиях физиологического покоя открыта часть капилляров. В активно работающих мышцах плотность сети капилляров увеличивается. Их количество возрастает в 2-3 раза при рабочей гиперемии. Наоборот, при максимальном напряжении кислорода в тканях все обменные капилляры закрываются и кровь течет через артериоловеноулярные шунты.
- - скорость движения крови в капиллярах составляет 1 мм/с

Классификация капилляров по строению стенки:



- **Капилляры с непрерывной стенкой** (гладкие мышцы, скелетные мышцы, сердечная мышца, сосудистая ткань, легкие, ЦНС).
- **Капилляры с фенестрами** (почечные клубочки, слизистая кишечника).
- **Капилляры с прерывистой стенкой** (костный мозг, печень, селезенка).

Движение крови в микрососудах

Диаметр капилляра от 4 до 20 мкм, но обычно 7-8 мкм.

В обычных капиллярах скорость движения крови составляет 0,5 - 1,0 мм/с, в плазматических капиллярах (капилляры малого диаметра, в которые не поступают форменные элементы) она может возрасти до 2 мм/с.

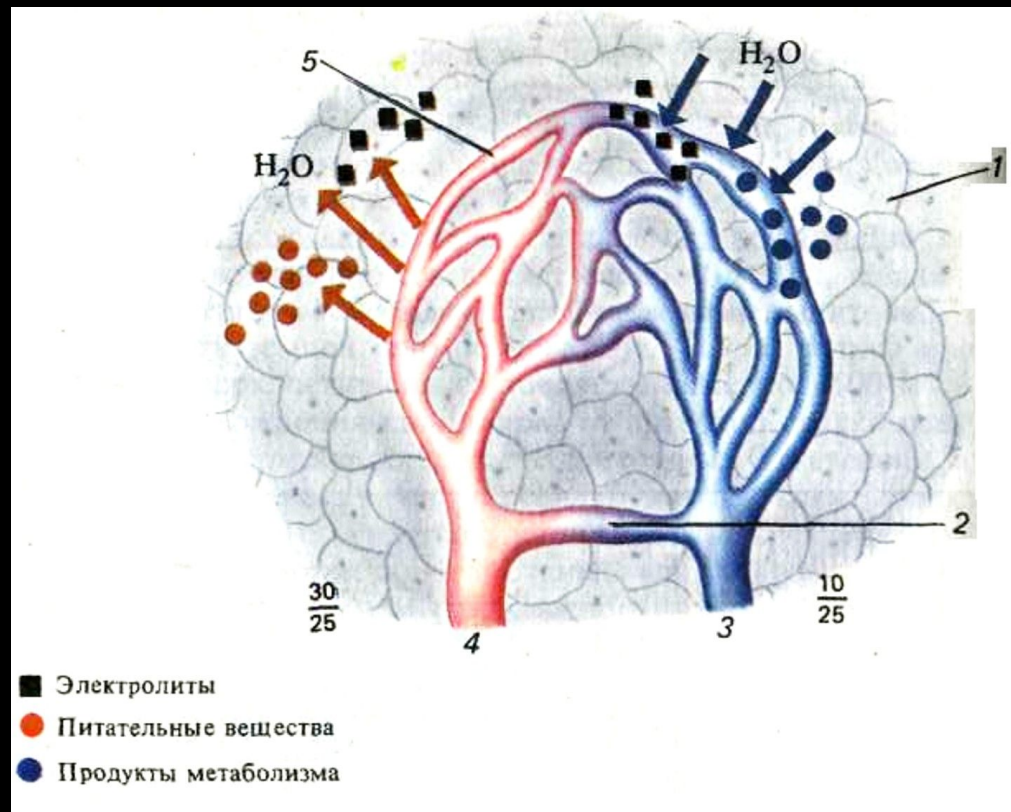
Транскапиллярный обмен обеспечивается:

1. диффузией,
2. фильтрацией,
3. реабсорбцией,
4. ПИНОЦИТОЗОМ

Фильтрация и реабсорбция зависят:

- от гидростатического давления в капиллярах,
- от гидростатического давления тканевой жидкости,
- от онкотического давления плазмы,
- от онкотического давления тканевой жидкости.

Обмен веществ в пределах микроциркуляторного русла



цифрами показано изменение соотношений гидростатического (числитель) и онкотического (знаменатель) давлений (мм рт.ст.).

Скорость транспорта в проксимальном отделе положительна - идёт процесс фильтрации под действием фильтрационного давления величиной в 8,5 мм рт.ст.

Скорость транспорта в дистальном отделе имеет отрицательное значение - идёт процесс реабсорбции под действием реабсорбционного давления величиной в 6 мм рт.ст.

Регуляция капиллярного кровотока:

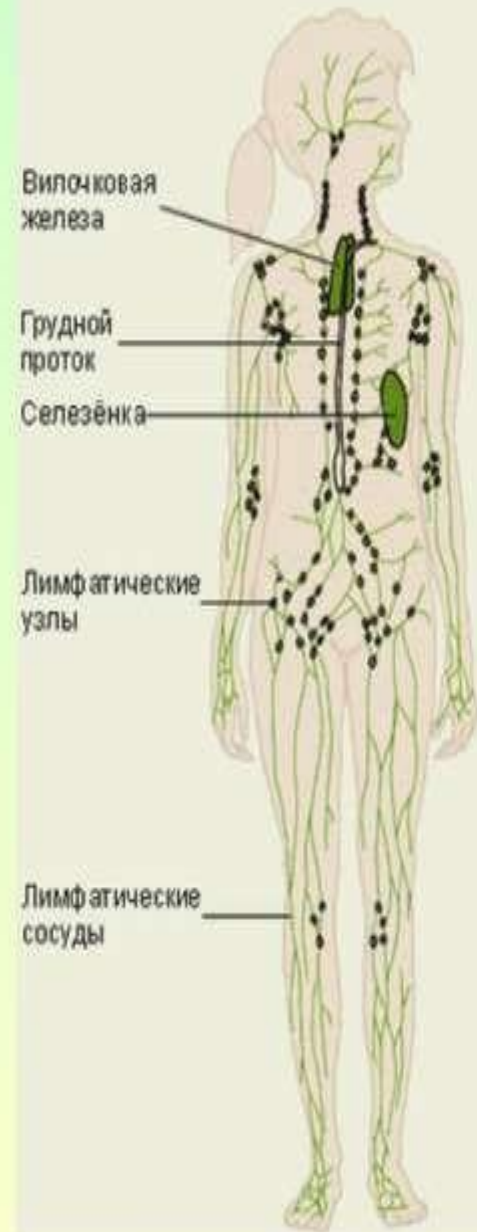
1. Общесистемная
2. Местная (гистамин и кинины – вазодилататоры, серотонин и ангиотензин – вазоконстрикторы)
3. Саморегуляция

Основная функция лимфатической системы

состоит в транспорте из тканей в кровеносное русло жидкости. Из лимфатических капилляров лимфа собирается в лимфатические сосуды, в них имеются клапаны, препятствующие обратному току жидкости, они могут сокращаться. В лимфатической системе имеются обезвреживающие барьеры - лимфатические узлы. В них лимфа обогащается лимфоцитами.

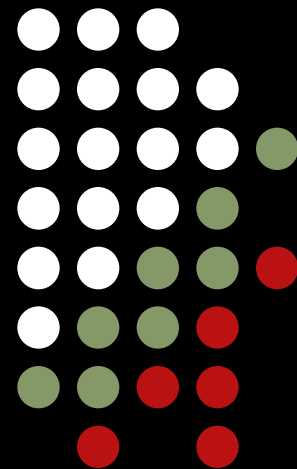
В движении лимфы значительную роль играют ритмичные сокращения стенок лимфатических сосудов. Некоторые из них могут спонтанно сокращаться с частотой 8-10 за 1 мин. Волна сокращений продольной и циркулярной мускулатуры распространяется в центральном направлении и проталкивает лимфу через клапаны, которые поочередно открываются и закрываются.

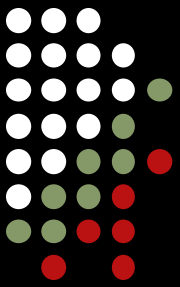
На движение лимфы сосудами существенное влияние имеет сокращение скелетных мышц, которые окружают лимфатические пути. Лимфооток способствует изменению внутрибрюшного давления, движение органов пищеварения, а также дыхательные движения, которые вызывают расширение грудного пролива при вдохе и сжатия ее при выдохе.



Лимфатическая система

Регуляция системного кровообращения

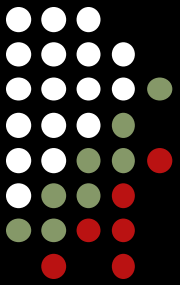




Центральная регуляция направлена на поддержание градиента давления необходимого для нормального кровотока.

Это обеспечивается за счет сочетанного изменения сердечного выброса и периферического сопротивления сосудов.

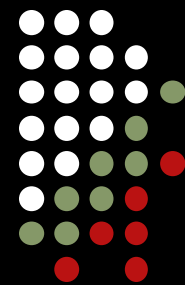
Регуляция кровообращения



- - Миогенная саморегуляция: повышение внутрисосудистого давления увеличивает тонус сосуда. При снижении давления происходит обратное снижение тонуса.
- - Снижение уровня кислорода или рН, повышение уровня углекислого газа кислорода приводит к расширению сосудов и увеличению кровотока в органе.

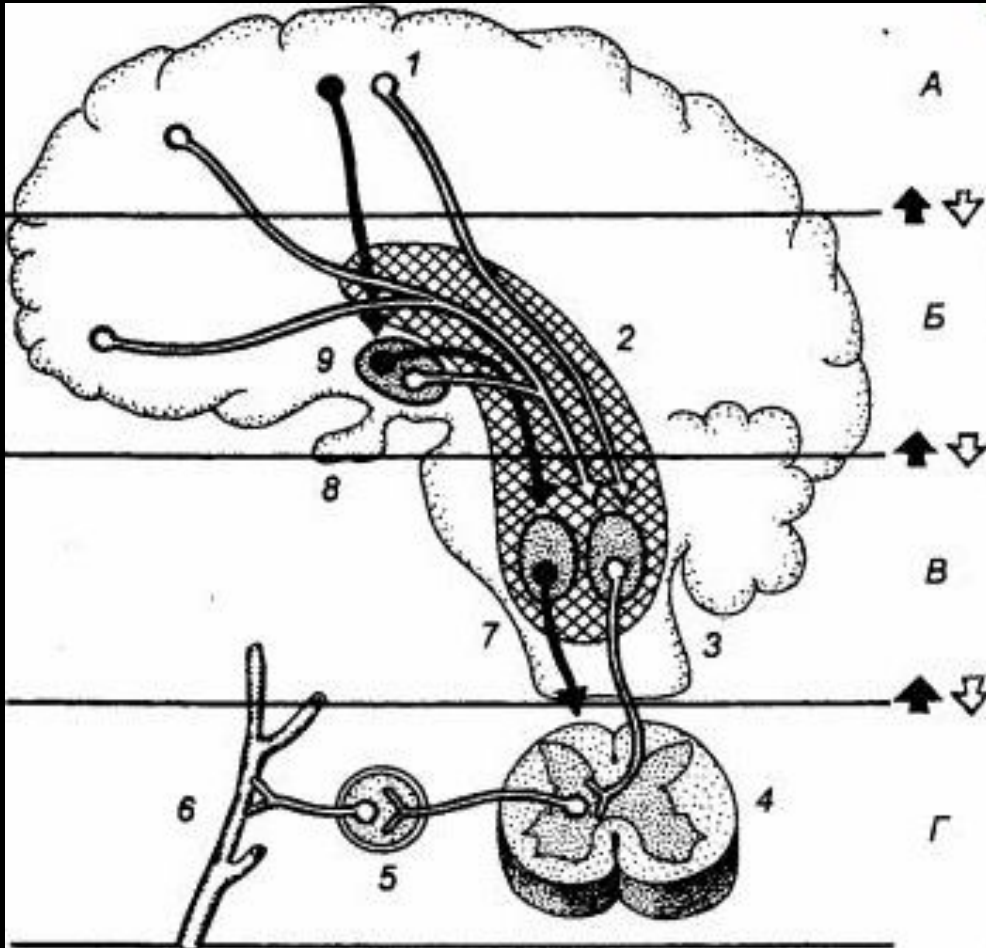
- - Нервная регуляция местного кровотока (симпатическая и парасимпатическая).
- - Влияние гормонов и БАВ (адреналин, вазопрессин - сосудосуживающий эффект и т.п.)

Уровни регуляции:



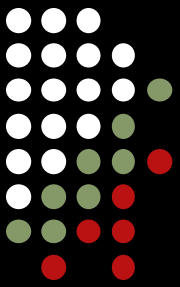
1. Центральная регуляция системной гемодинамики:
 1. прессорные и депрессорные рефлексy (активация или торможение симпатoadреналовой системы)
 2. гуморальная регуляция
2. Местная регуляция регионарной микроциркуляции:
 1. миогенная регуляция,
 2. гуморальная регуляция

Компоненты сосудодвигательного (вазомоторного) центра



А — корковое представительство сосудодвигательного центра;
Б — центры гипоталамуса;
В — бульбарный центр;
Г — центры спинного мозга (боковые рога).

1 — кора больших полушарий,
2 — ретикулярная формация,
3 — сосудодвигательный центр,
4 — спинной мозг,
5 — симпатический ганглий,
6 — кровеносные сосуды,
7 — продолговатый мозг,
8 — гипофиз,
9 — гипоталамус.



КОРА

обеспечивает условнорефлекторные адаптивные реакции ССС

ГИПОТАЛАМУС

обеспечивает безусловнорефлекторные адаптивные реакции ССС (передний гипоталамус - депрессорные зоны), задний гипоталамус - прессорные зоны)

Продолговатый мозг

Обеспечивает саморегуляцию ССС и предохраняет АД от резких колебаний.

На дне 4 желудочка - сосудодвигательный центр, открытый Овсянниковым.

Перерезка выше четверохолмия – АД не изменяется.

Перерезка между продолговатым и спинным мозгом – АД падает до 60 -70 мм рт.ст.

Спинной мозг

Обеспечивает эфферентную иннервацию сосудов и подчинен вышерасположенным центрам

Сосудодвигательный центр

находится в состоянии тонической активности
Состоит из прессорного и депрессорного отделов,
которые находятся в реципрокных отношениях.



Вегетативная нервная система

Вегетативные нервы иннервируют все кровеносные сосуды кроме капилляров.

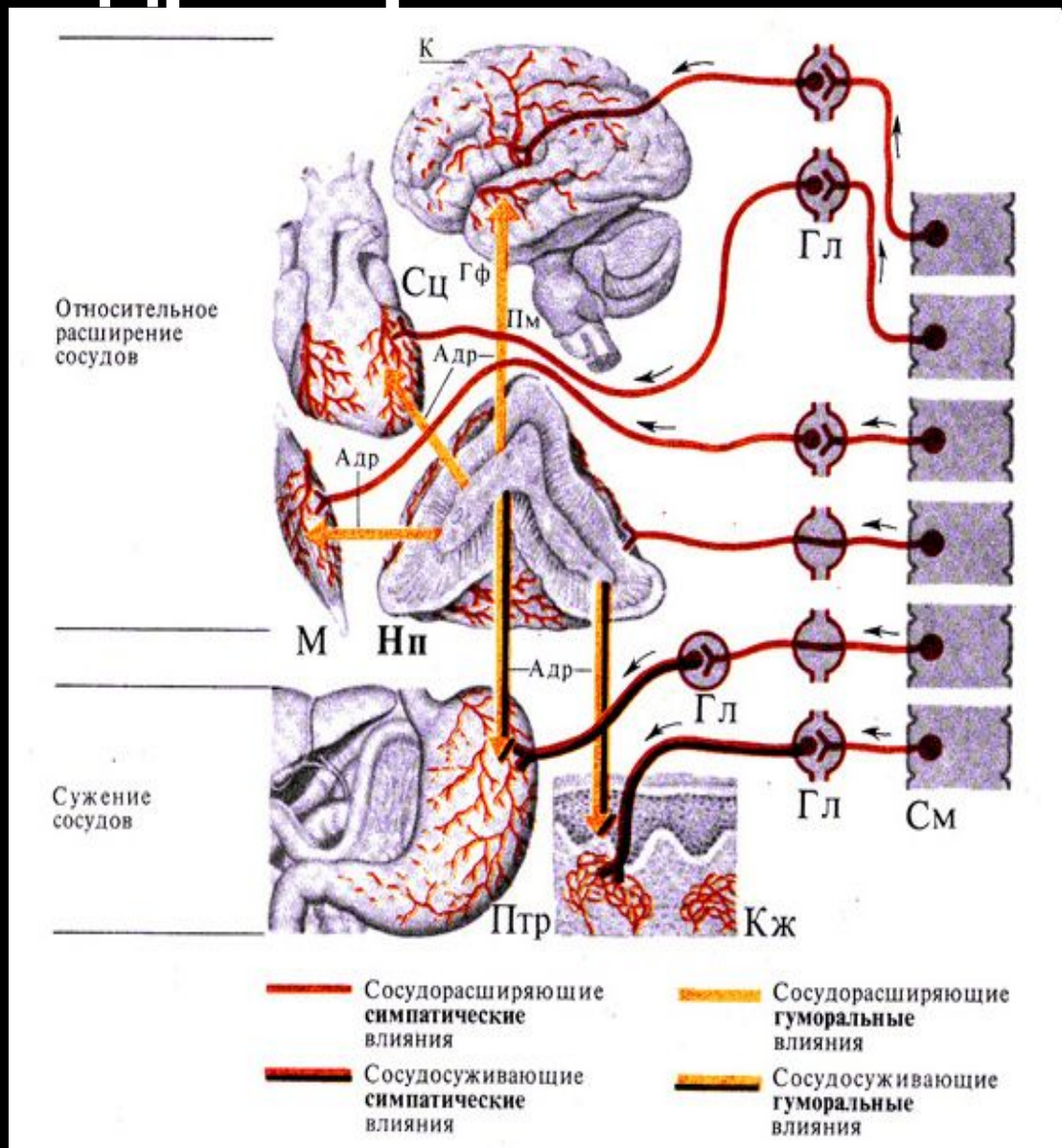
Сосудодвигательные волокна обильно иннервируют мелкие артерии и артериолы кожи, скелетных мышц, почек и брюшной области.

Иннервация вен соответствует иннервации артерий, хотя в целом плотность её в венах ниже.

Симпатические адренэргические волокна

являются вазоконстрикторами по отношению к сосудам кожи и ЖКТ.

Сосуды головного мозга, скелетных мышц, сердца на симпатическую стимуляцию или не реагируют, или расширяются.



Парасимпатические холинэргические волокна



менее распространены. Они обеспечивают вазодилатацию наружных половых органов при половом возбуждении, расширение сосудов мягкой мозговой оболочки.

Миогенный базальный тонус

В отсутствии сосудосуживающих влияний тонус сосудов определяется миогенным базальным тонусом. Этот тонус обусловлен свойством ГМК сосудов спонтанно сокращаться. На базальный тонус накладывается влияние СНС, что проявляется в тонусе покоя.

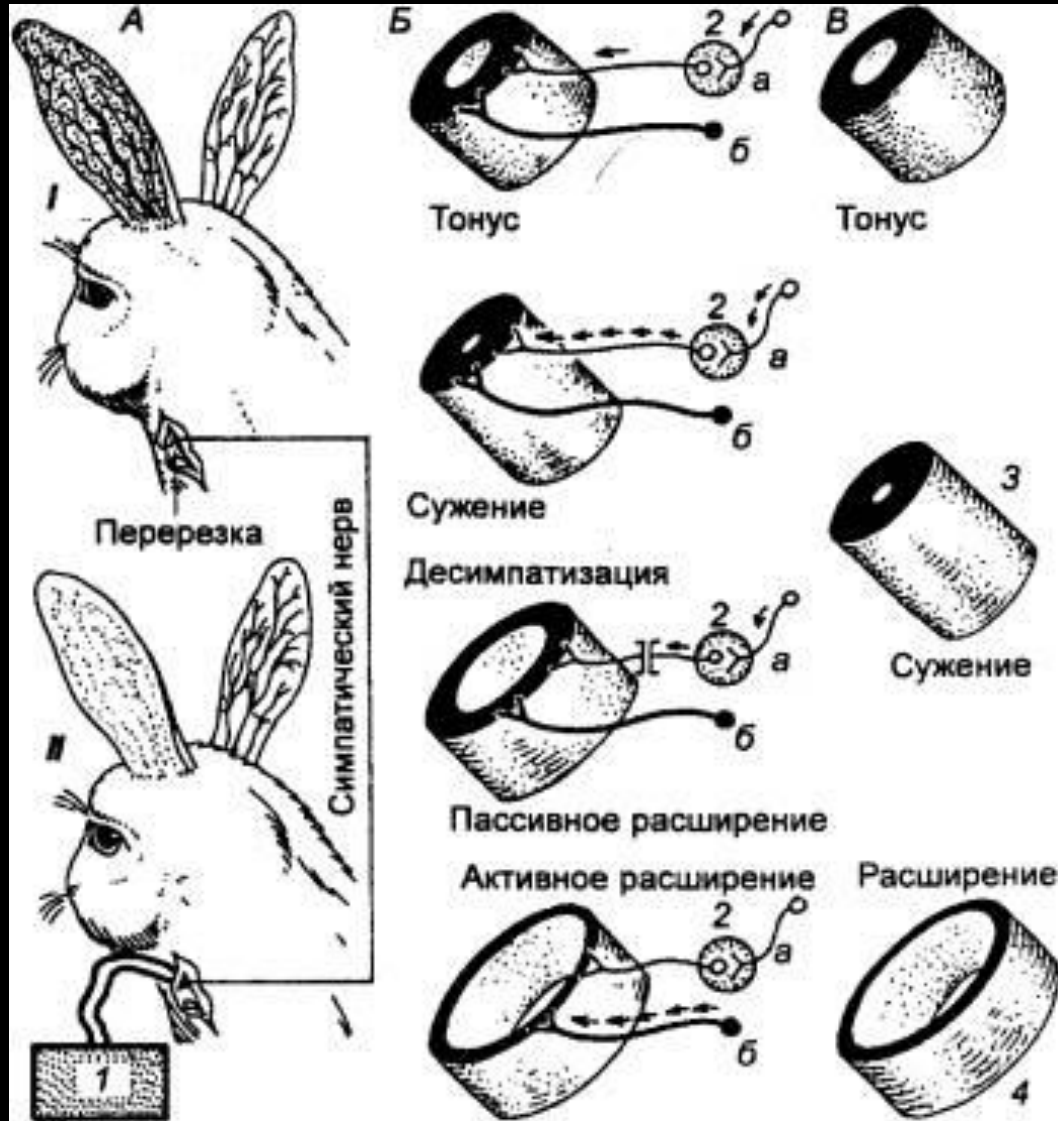
Сосудистый тонус покоя

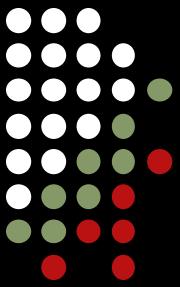
Поддерживается постоянной импульсацией от симпатических вазоконстрикторов (1-3 имп./сек)

При частоте импульсации 10 имп./сек наблюдается максимальное сужение сосудов. Уменьшение импульсации приводит к вазодилатации. Благодаря этому сосудистый тонус может регулироваться без вазодилататоров.

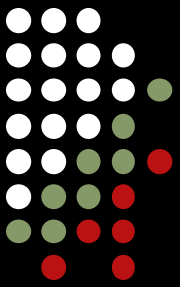
В случае денервации (при спинномозговой анестезии, воздействии ганглиоблокаторами, симпатэктомии) наблюдается падение тонуса сосудов – падение АД.

Через несколько дней тонус начинает увеличиваться вследствие увеличения количества адренорецепторов и чувствительности к А и НА





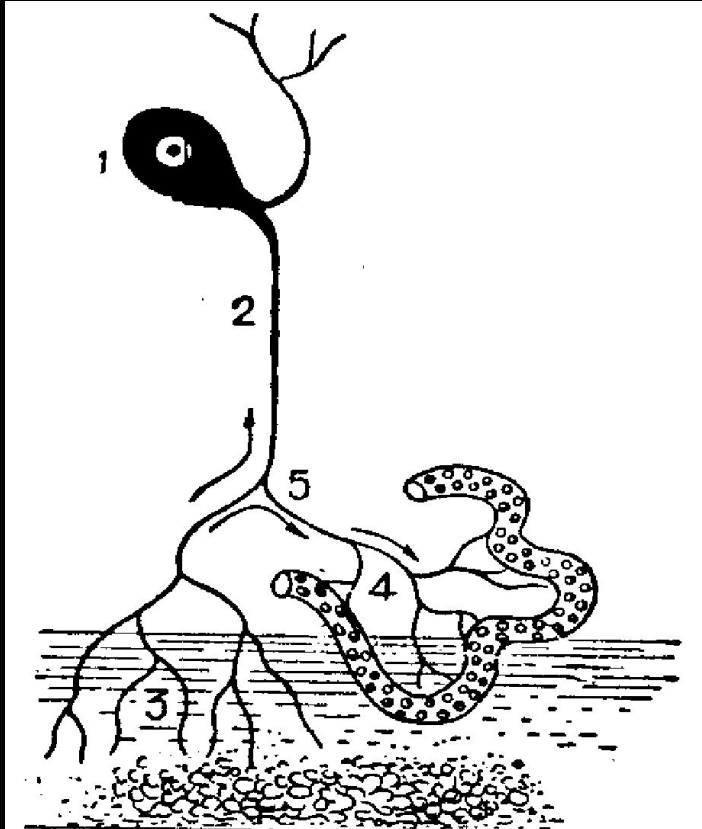
У некоторых животных (кошки и собаки) имеются симпатические холинергические вазодилататоры. Их раздражение приводит к расширению сосудов скелетных мышц. Возникает это при страхе, ярости, боли. Предполагают, что такие волокна есть и у человека.



У некоторых животных (кошки и собаки) имеются симпатические холинергические вазодилататоры. Их раздражение приводит к расширению сосудов скелетных мышц. Возникает это при страхе, ярости, боли. Предполагают, что такие волокна есть и у человека.

Аксон-рефлекс

Это местная ответная реакция ткани на раздражитель без участия ЦНС: возбуждение интероцептора является стимулом к локальному выделению нейропептидов из его терминалей.



При наличии коллатерали по ходу сенсорного волокна возбуждение может перейти на коллатераль аксона, и вызвать выделение нейропептидов.



РЕГУЛЯЦИЯ СИСТЕМНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ

В зависимости от скорости развития адаптивных процессов механизмы регуляции системной гемодинамики различают на:

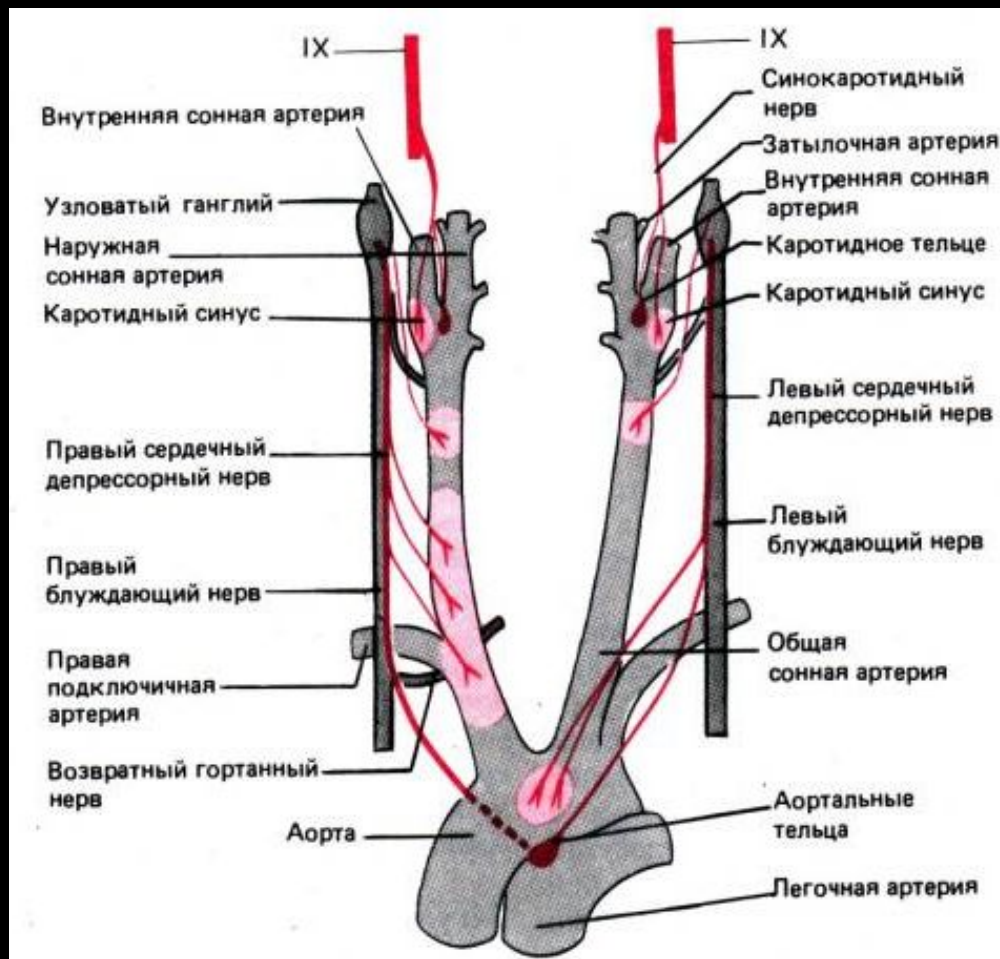
1. кратковременного действия,
2. промежуточного действия,
3. длительного действия

Кратковременные по времени действия механизмы развиваются в течение нескольких секунд и обеспечивают срочные адаптивные реакции.

Они обеспечиваются сосудодвигательными реакциями и изменениями работы сердца.

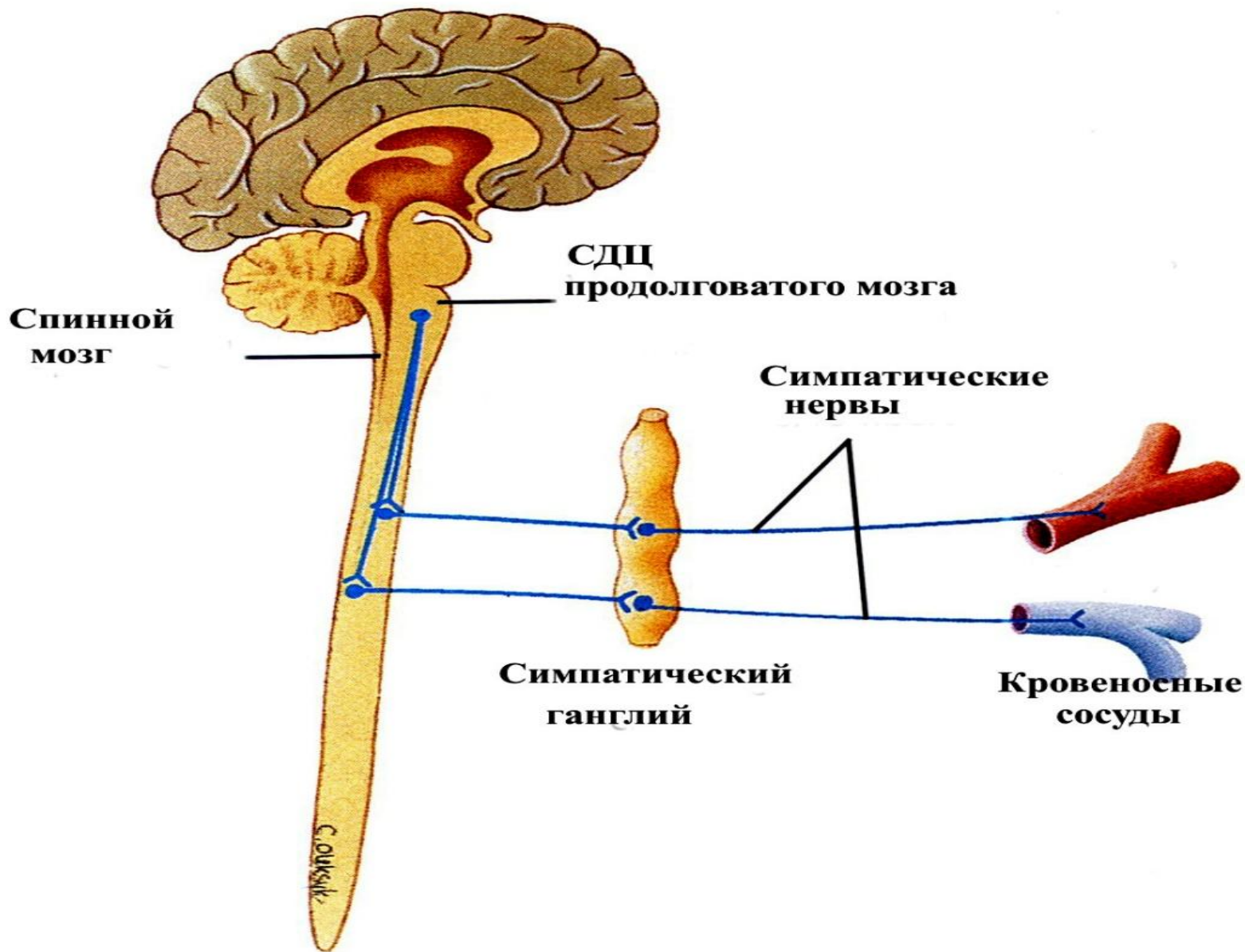
К ним относятся:

- барорецептивные рефлексy,
- рефлексy при раздражении рецепторов предсердий,
- реакции на ишемию ЦНС,
- эффекты адреналина и норадреналина.

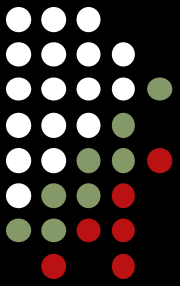


Расположение барорецепторов в аорте и сонной артерии. Области расположения барорецепторов показаны розовым цветом, а чувствительные волокна от этих рецепторов—красными линиями.

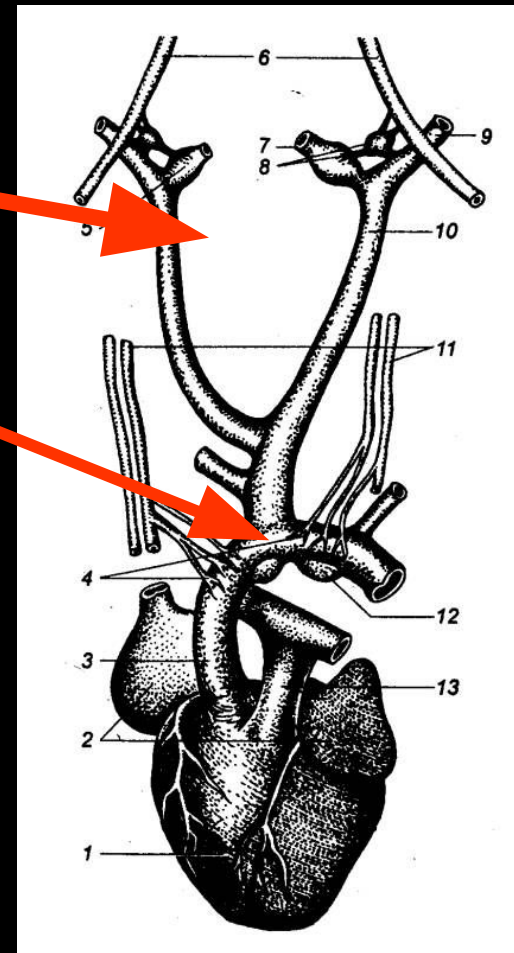
Регуляция тонуса сосудов



Сосудодвигательные реакции



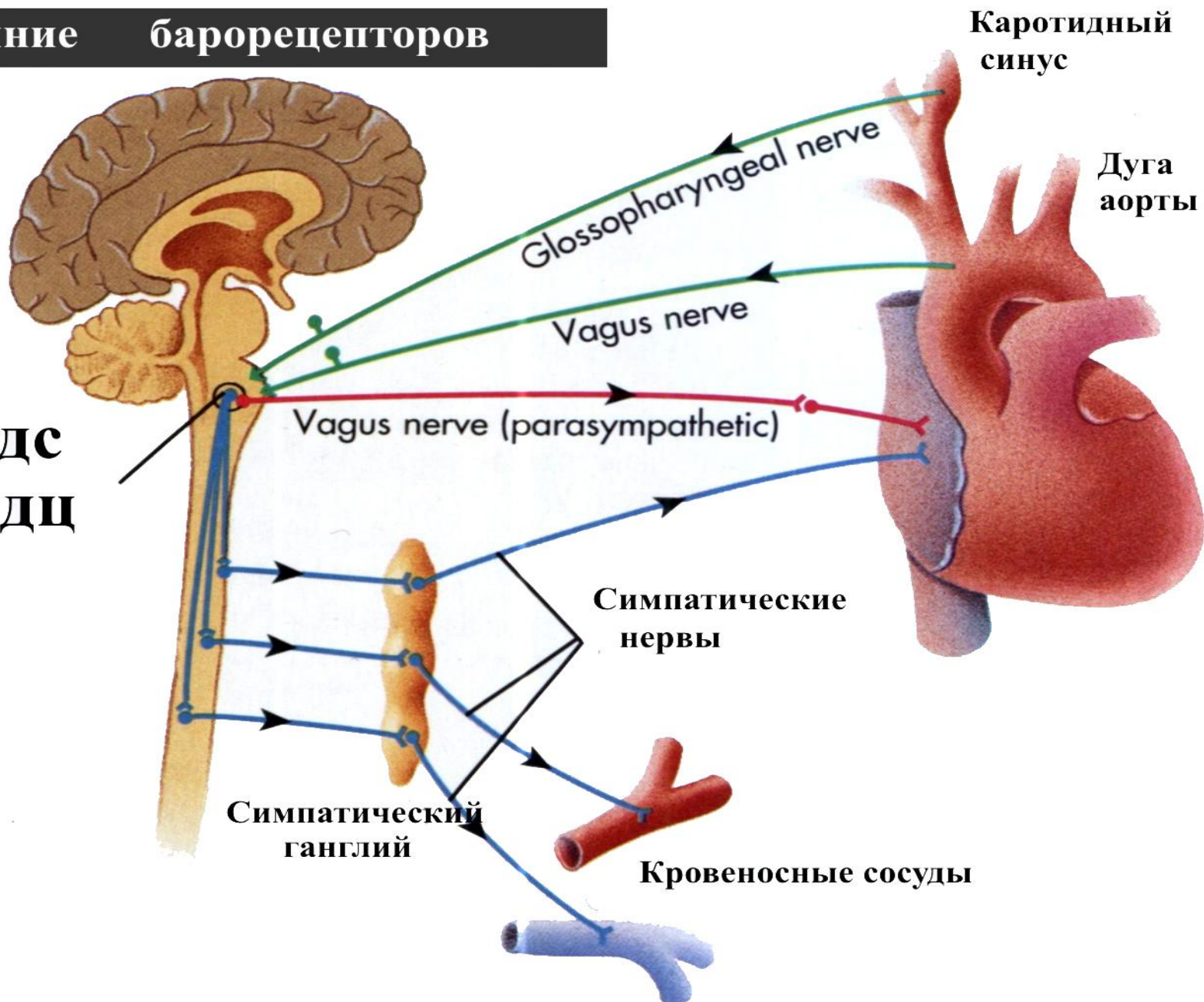
- Основные барорецепторы и хеморецепторы расположены в каротидном синусе и дуге аорты
- В ответ на увеличение давления тонус симпатических вазоконстрикторов уменьшается, увеличивается тонус ядер вагуса. Работа сердца уменьшается, падает тонус сосудов. Снижение артериального давления приводит к обратному эффекту.
- Раздражителями хеморецепторов являются снижение рН, O₂, увеличение CO₂. При их возбуждении наблюдается снижение частоты сокращений сердца и увеличение сосудистого тонуса, величина артериального давления возрастает.



- Импульсация от барорецепторов тормозит сосудосуживающий центр и возбуждает центр блуждающего нерва → расширение просвета артериол, уменьшение частоты и силы сердечных сокращений (снижение АД).
- Низкое АД оказывает противоположное действие.
- Барорецепторы более чувствительны к изменениям давления, чем к его стабильному уровню.

Влияние барорецепторов

Цдс
Сдц



Рефлексы при раздражении рецепторов предсердий

Раздражение рецепторов типа **A** (возбуждаются при сокращении мускулатуры предсердий) приводит к увеличению симпатического тонуса и усилению работы сердца (рефлекс Бейнбриджа).

Раздражение рецепторов типа **B** (возбуждаются при пассивном растяжении предсердий - увеличении внутрипредсердного давления) вызывает снижение симпатического тонуса и увеличение парасимпатического.

Рефлексы при раздражении хеморецепторов сосудов

Основные расположены в дуге аорты и каротидном синусе. Раздражителями являются снижение pH , pO_2 , увеличение pCO_2 . При их возбуждении наблюдается снижение ЧСС и увеличение сосудистого тонуса. Сосудистые эффекты преобладают над сердечными и величина артериального давления возрастает.

Влияние хеморецепторов

Цдс
Сдц

Увеличение
симпатической
импульсации

Симпатический
ганглий

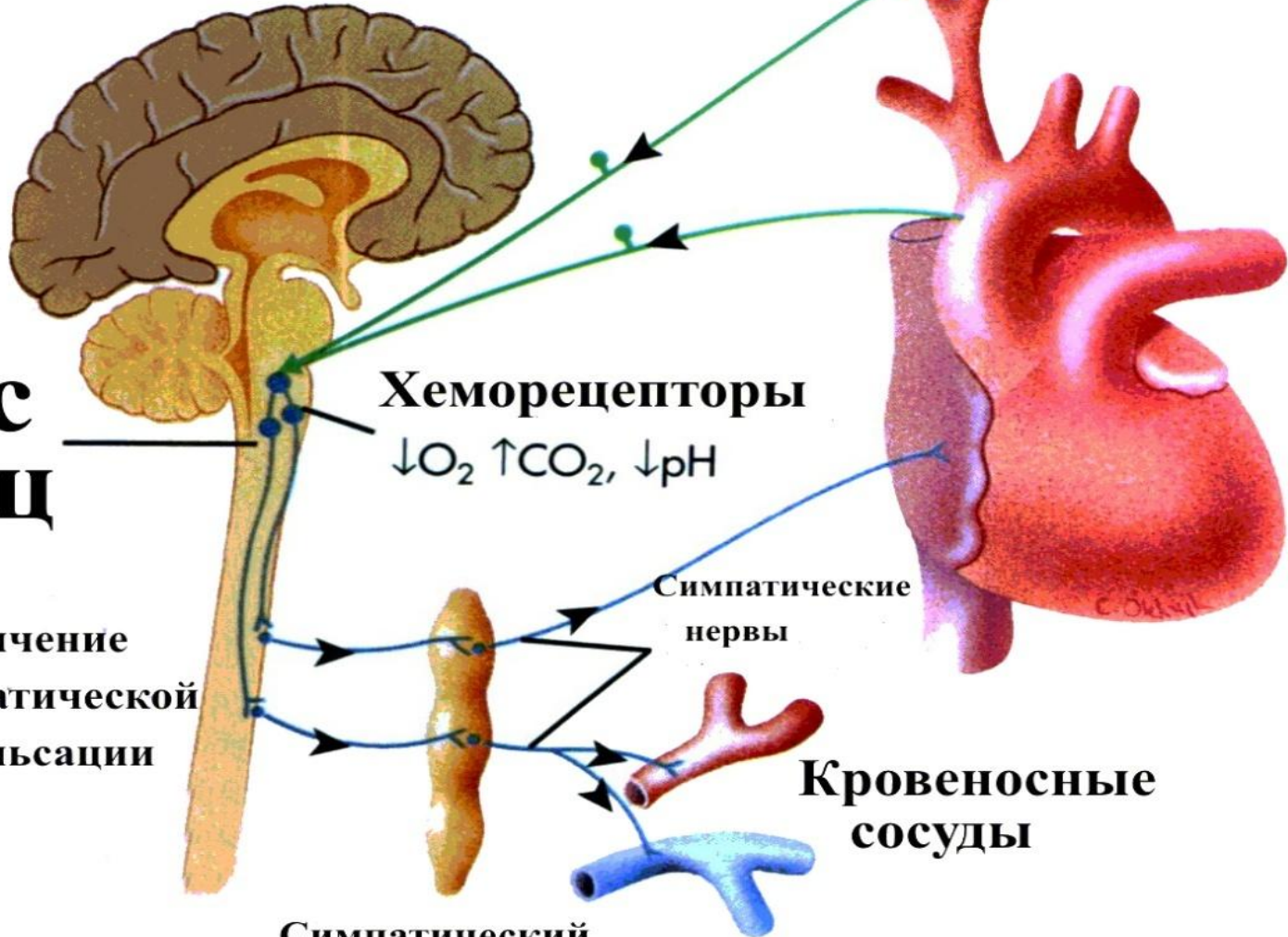
Хеморецепторы
 $\downarrow O_2$ $\uparrow CO_2$, $\downarrow pH$

Симпатические
нервы

Кровеносные
сосуды

Каротидный
синус

Дуга
аорты

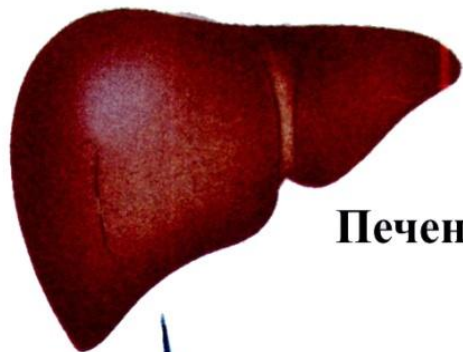


Уменьшение АД



Почка

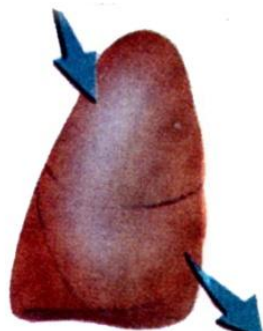
Ренин



Печень

Ангиотензиноген

Ангиотензин-1



Лёгкое

Ангиотензин-2

Увеличение АД



Кора

надпочечника

Стабилизация АД

АД



Почка

Альдостерон

**Рениновая
система
регуляции АД**

Регуляторные механизмы длительного действия развиваются в течение нескольких десятков минут, достигают максимума через несколько часов, обеспечивают компенсацию изменения давления в течение неограниченного времени.

Они на системном уровне изменяют объем внеклеточной жидкости путем изменения её потребления и выделения почками.

К ним относят:

1. - почечную регуляцию объёма жидкости в организме,
2. - эффекты вазопрессина и альдостерона,
3. - эффекты предсердных гормонов.

Важный механизм местной
долговременной регуляции - васкуляризация.

Почечная регуляция объема жидкости в организме

Почечные механизмы саморегуляции поддерживают постоянство кровотока при колебаниях артериального давления от 90 до 180 мм рт.ст.

Увеличение давления выше 180 мм рт. ст. на 8-10 мм рт.ст. увеличивает экскрецию воды в 8 раз. Падение артериального давления ниже 90 мм рт. ст. резко уменьшает диурез, вплоть до его полного торможения.

Эффекты вазопрессина и альдостерона

Вазопрессин (АДГ) выделяется при активации осморецепторов гипоталамуса, а уменьшается при раздражении прессорецепторов предсердий. АДГ увеличивает реабсорбцию воды в почках, а в больших концентрациях вызывает вазоконстрикцию.

Альдостерон выделяется при увеличении в крови ангиотензина II и снижении концентрации натрия в организме. Способствует реабсорбции натрия и воды в почках, увеличивает чувствительность сосудов к адреналину, норадреналину и ангиотензину II.

Натрий-уретический фактор

- увеличивает экскрецию натрия с мочой, а, соответственно, и воды,
- расширяет артерии и артериолы,
- угнетает секрецию ренина и альдостерона,
- снижает чувствительность α -адренорецепторов,
 - уменьшает выделение адреналина и норадреналина,
 - коронарная вазоконстрикция.

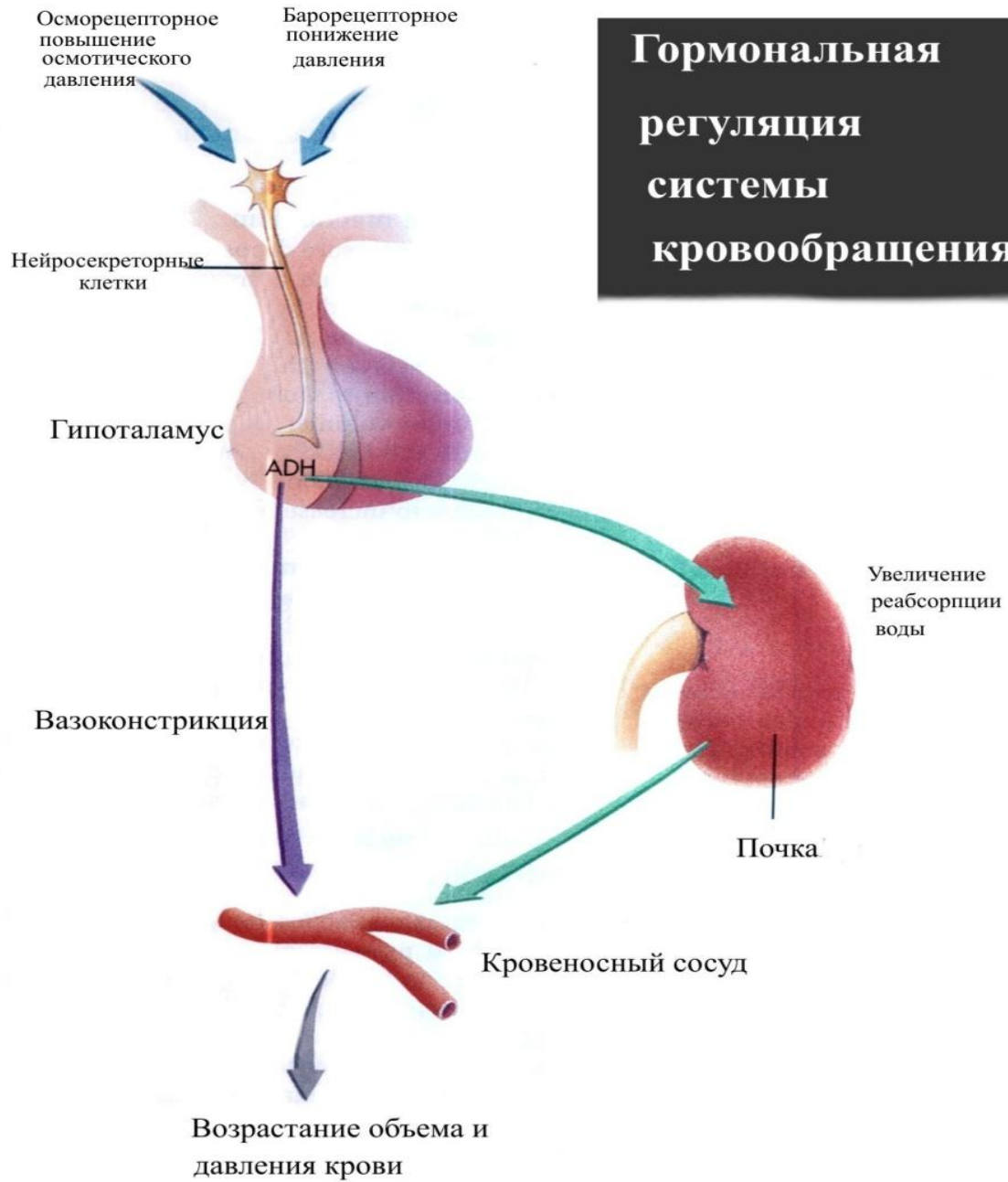
Васкуляризация- формирование НОВЫХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ.

Длительная активизация метаболических процессов в ткани вызывает усиленную васкуляризацию ткани; если же уровень метаболизма снижается, количество кровеносных сосудов в ткани уменьшается.

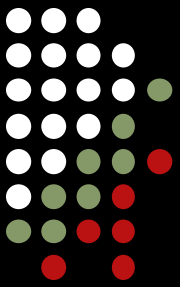
ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ



Гормональная регуляция системы кровообращения



Гормоны регулирующие ТОНУС СОСУДОВ



Вазопрессин - суживает артериолы и прекапилляры.

Ангиотензин II - вызывает мощную сосудосуживающую реакцию.

Адреналин и норадреналин

Альдостерон - усиливает реабсорбцию натрия и повышает реактивность сосудов к адреналину и норадреналину.

Тироксин - увеличивает реактивность сосудов к катехоламинам.

Глюкагон - вызывает расширение сосудов.

Эффекты тканевых гормонов

Кинины, гистамин, панкреозимин, секретин - расширяют сосуды.

Серотонин в малых дозах расширяет, а в больших - суживает сосуды.

Простагландины - расширяют или суживают.

Продукты метаболизма

CO_2 местно умеренно расширяет сосуды, а в мозге сосудорасширяющее действие особенно отчётливо.

CO_2 активирует сосудодвигательный центр и общее сужение сосудов во всех областях тела.

АДФ и АМФ и $\downarrow \text{pO}_2$ вызывают вазодилатацию. Тканевой кровоток усиливается, поступление O_2 возрастает.

Эндотелиальные регуляторы

Простациклин – вазодилатация (образуется эндотелиальными клетками).

Тромбоксан A_2 – вазоконстрикция (выделяется из тромбоцитов).

Оксид азота (NO) вазодилатация (активирует гуанилатциклазу, синтезируется эндотелиальными клетками).

Эндотелин 1 – вазоконстрикция (синтезируется эндотелиальными клетками (в особенности эндотелием вен, коронарных артерий и артерий мозга)).

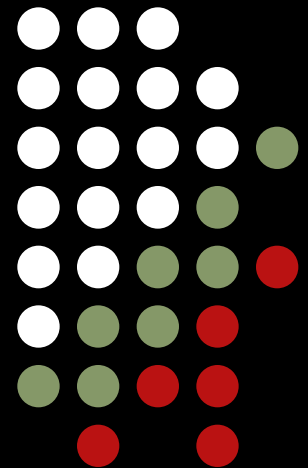
Действие ионов



на сосуды — результат их действия на сократительный аппарат ГМК.

Особенно важна роль ионов Ca^{2+} , вызывающих вазоконстрикцию в результате стимуляции сокращения ГМК.

Рефлекторная регуляция кровотока



Рефлекс Китаева или вено-пульмональный

повышение давления в легочных венах

→ активация депрессорного центра,

→ расслабление сосудов большого круга кровообращения.

Рефлекс Парина

повышение АД в легочных артериях до 60 мм рт.ст.

- возбуждение депрессорного центра мозга,
- ↓ ЧСС
- снижение АД в большом круге кровообращения
- переброс крови из малого круга в большой круг кровообращения.

Рефлекс Гауэра-Генри

растяжение левого предсердия

- снижается продукция АДГ,
- увеличение клубочковой фильтрации и уменьшение реабсорбции,
- повышение диуреза,
- уменьшение ОЦК,
- снижение АД.

Рефлекс Кушинга (реакция Кушинга)

Если внутричерепное давление повышается и становится равным АД, то в полости черепа сдавливаются артерии и возникает ишемия.

→ Ишемия вызывает повышение АД, и кровь снова поступает в мозг, преодолевая сдавливающее действие повышенного внутричерепного давления.

Одновременно с повышением давления ↓ частота сердцебиения и дыхания из-за возбуждения центра блуждающего нерва.