

ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДОВ

АФК. ЛЕКЦИЯ № 5.2

Цель лекции:

- познакомиться с основными функциональными характеристиками сосудистой системы

План лекции

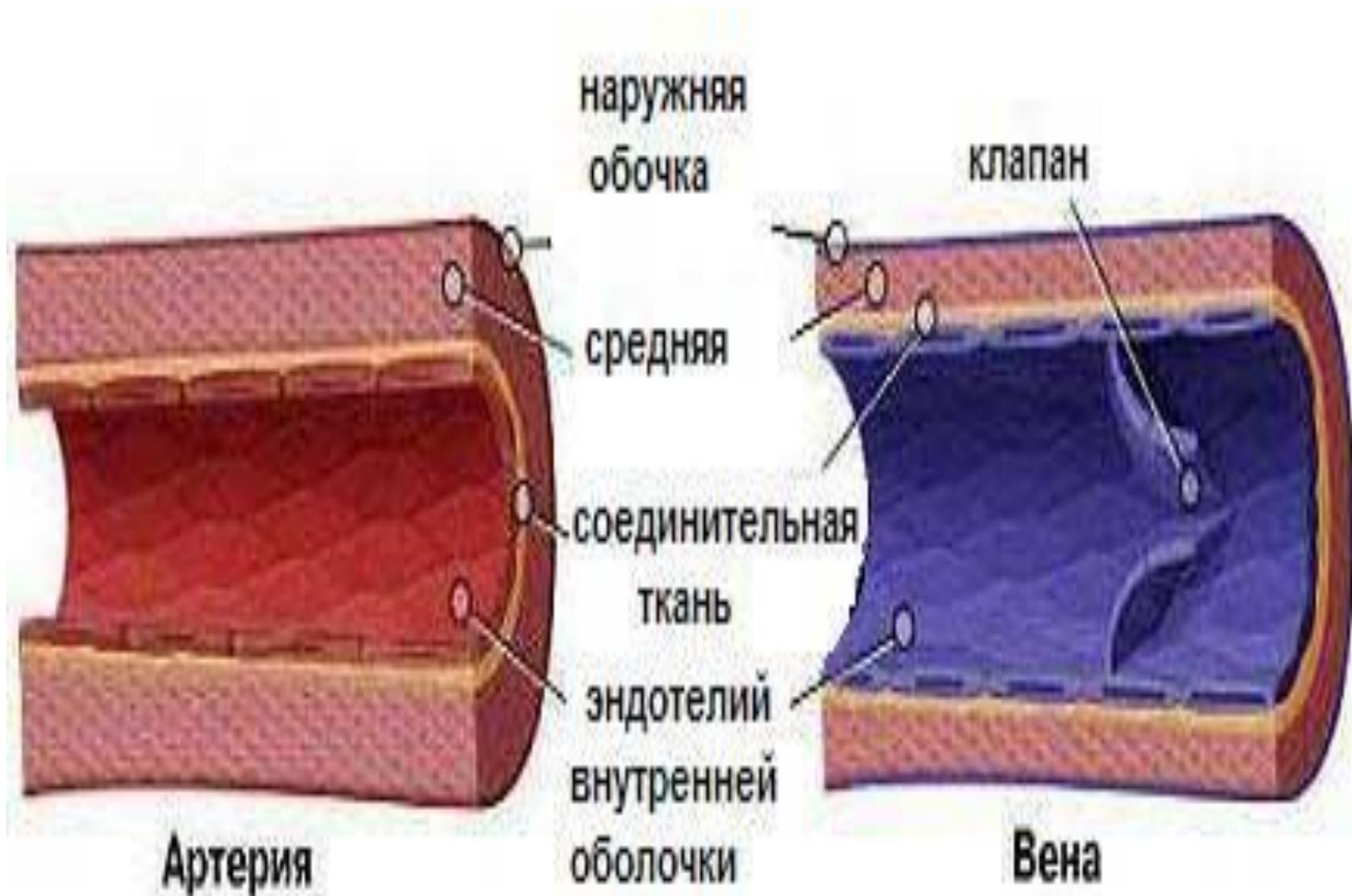
Общий план строения системы кровообращения.

Физиологические свойства сосудов:

- **факторы движения крови по сосудам,**
- **АД,**
- **артериальный и венный пульс,**
- **микроциркуляция**

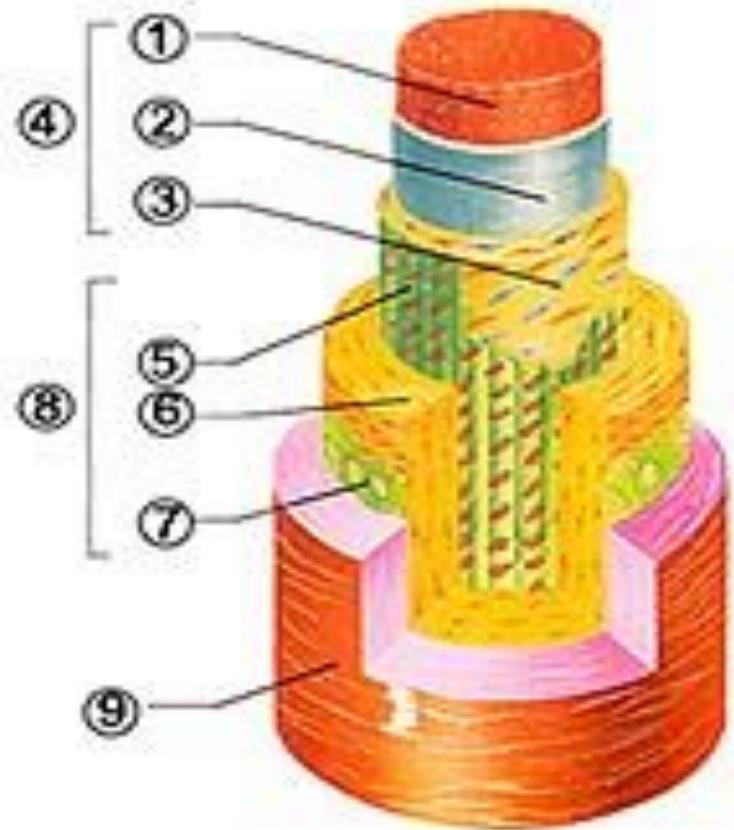
Регуляция тонуса сосудов.

Кровеносные сосуды, несущие кровь от сердца – **артерии**.
Кровеносные сосуды несущие кровь к сердцу – **вены**.



Строение артерии.

- 1 - эндотелий;
- 2 - базальная мембрана;
- 3 - собственная пластинка;
- 4 - внутренняя оболочка;
- 5 - внутренняя эластическая мембрана;
- 6 - мышцы;
- 7 - наружная эластическая мембрана;
- 8 - средняя оболочка;
- 9 - наружная оболочка.



**Общий план
строения системы
кровообращения**

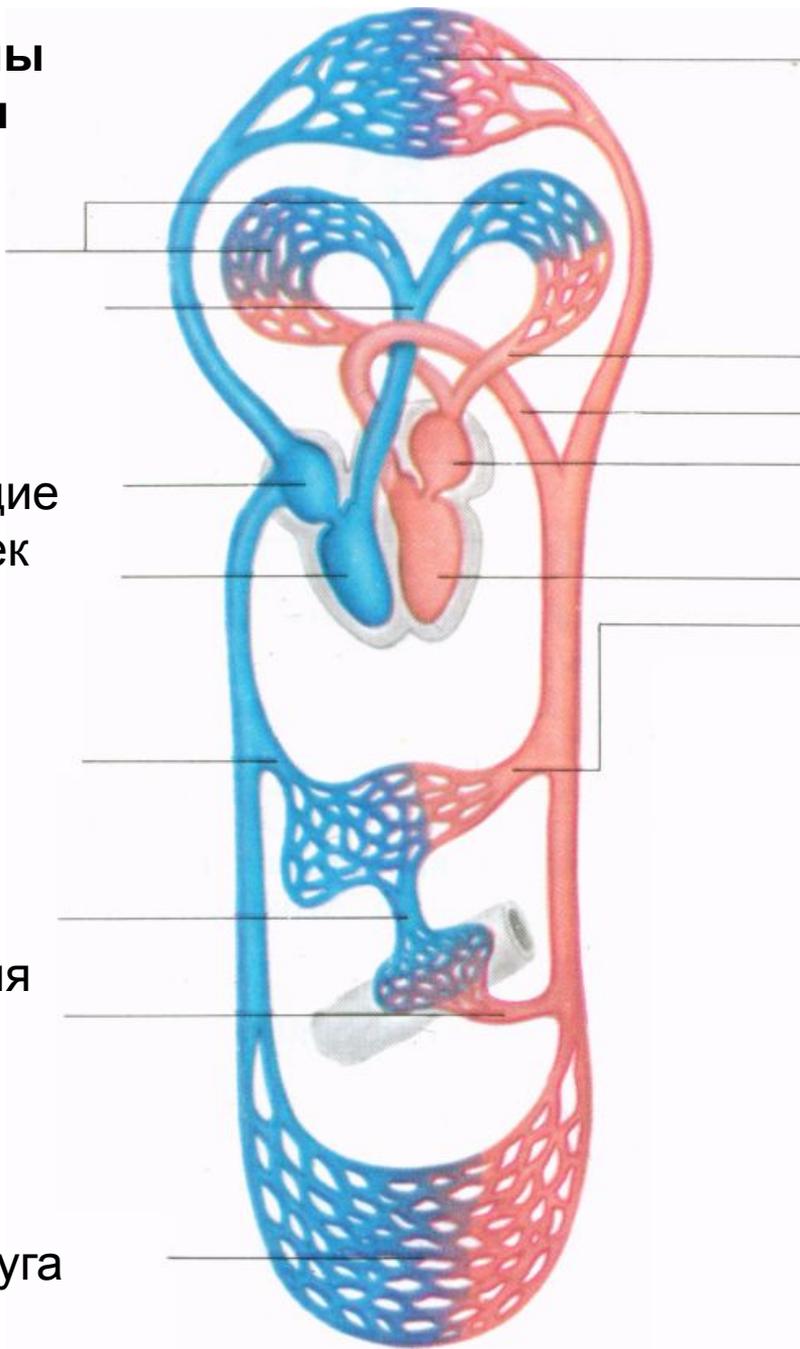
Капилляры
Легочная артерия

Правое предсердие
правый желудочек

Печеночная вена

Воротная вена
Кишечная артерия

Капилляры
большого круга



Капилляры головы

Легочная вена

Дуга аорты

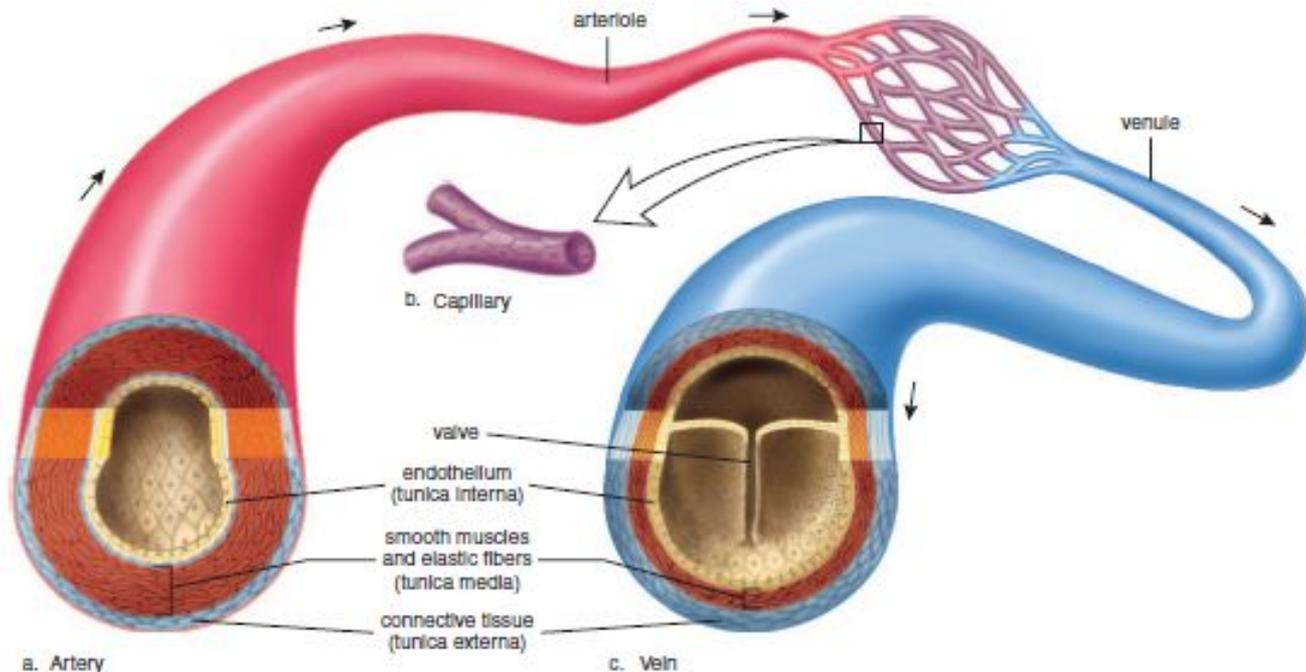
Левое предсердие

Левый желудочек

Брюшная аорта

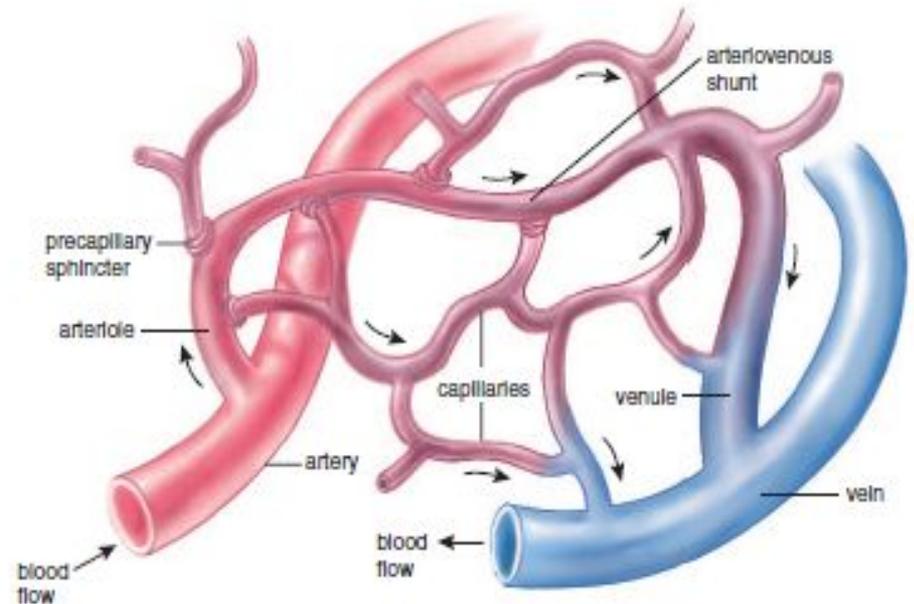
Функциональная классификация сосудов

- 1) **Амортизирующие** – аорта, крупные артерии. Хорошо выражены эластические свойства, которые выражаются в сглаживании (амортизации) перепада между резким подъемом и падением АД во время систолы, диастолы.



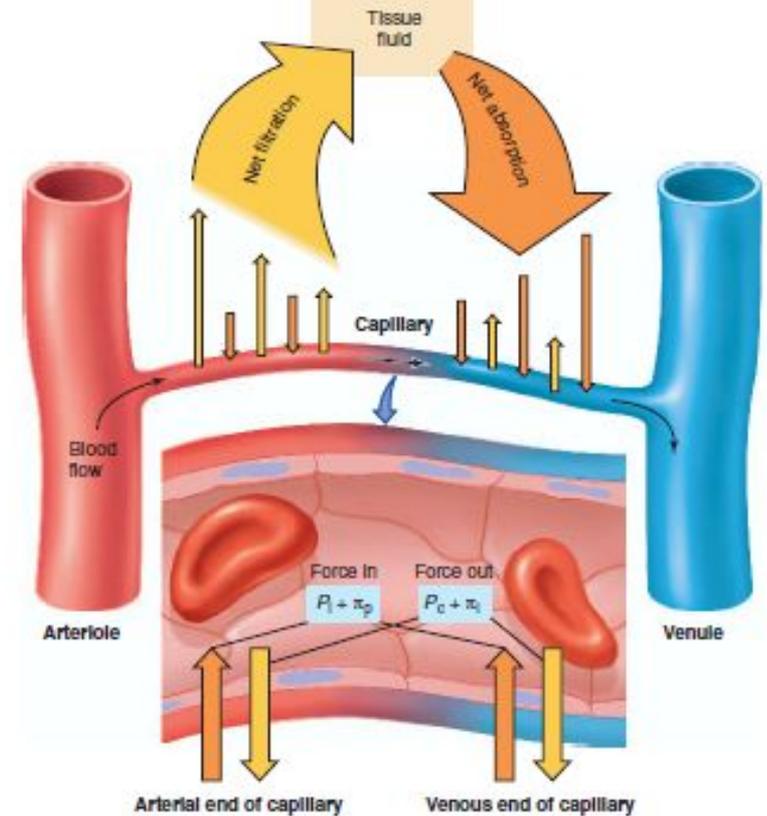
2) Резистивные сосуды - (сосуды сопротивления) - средние и мелкие артерии, артериолы, прекапилляры и прекапиллярные сфинктеры.

Имеют хорошо развитую мускулатуру, которые называются «кранами» артериальной системы. Кровоток может быть настолько перекрыт, что через капилляры не проходят форменные элементы, движется только плазма.



3) Обменные сосуды – капилляры

4) Емкостные сосуды – вены, обладают высокой растяжимостью, способны вмещать большие объемы крови (80%).



5) Артерио-венозные анастомозы (шунтирующие сосуды) - это сосуды, соединяющие артериальную и венозную части сосудистого русла, минуя капилляры.

6) Лимфатические сосуды.

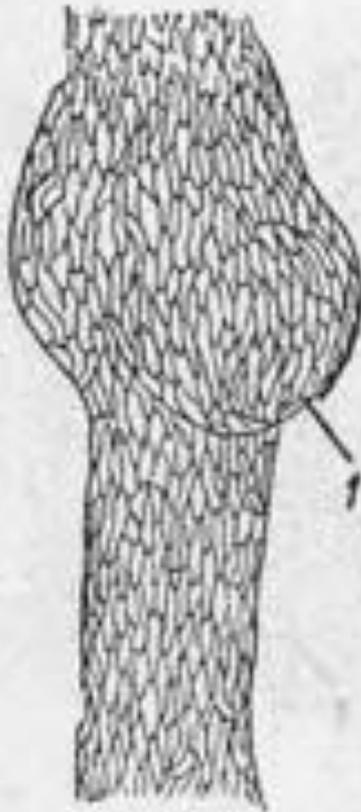


Рис. 363. Мелкий лимфатический сосуд, обработанный AgNO_3 . По Штеру.
1—клапан.

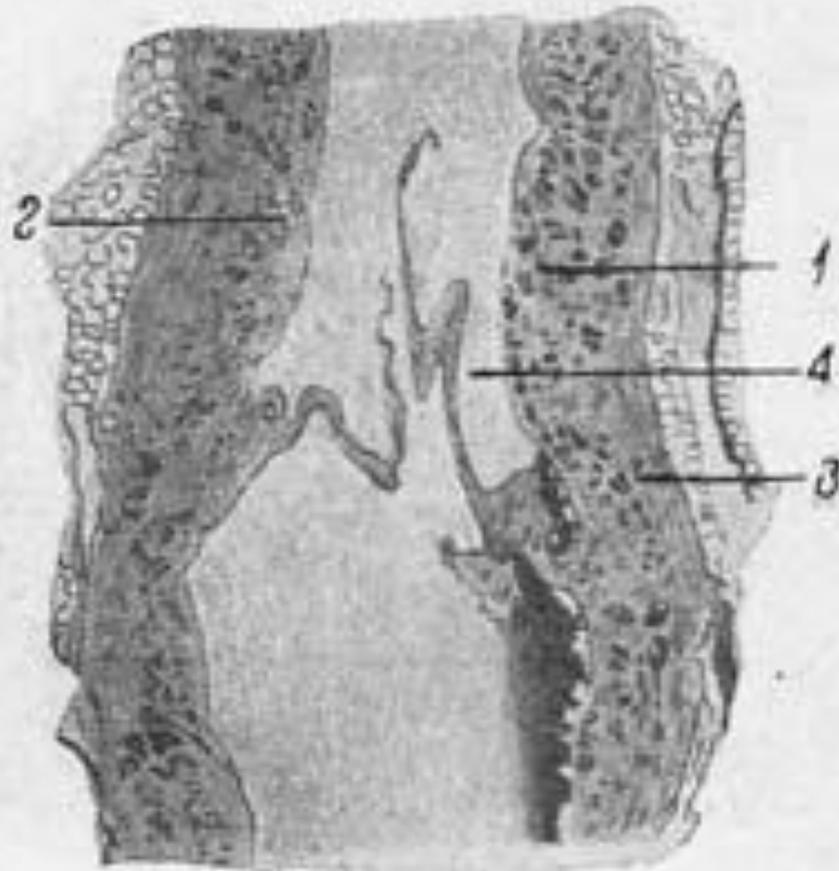


Рис. 364. Продольный разрез на месте клапана грудного протока человека. По Буэну. Увеличение в 80 раз.

1—media, пучки гладких мышц разрезаны поперек; 2—intima; 3—adventitia; 4—клапан.

Факторы движения крови по сосудам

- 1) Градиент давления между проксимальным и дистальным отделами сосудистой системы. Кровь течет из области высокого давления в область низкого. Давление в сосудах создается работой сердца.
- 2) Сопротивление, создаваемое, трением частиц крови друг о друга и трением частиц крови о стенки сосуда.
- 3) Вязкость крови (содержания белков и ФЭК)
- 4) Диаметр кровеносного сосуда

Факторы движения крови по венам:

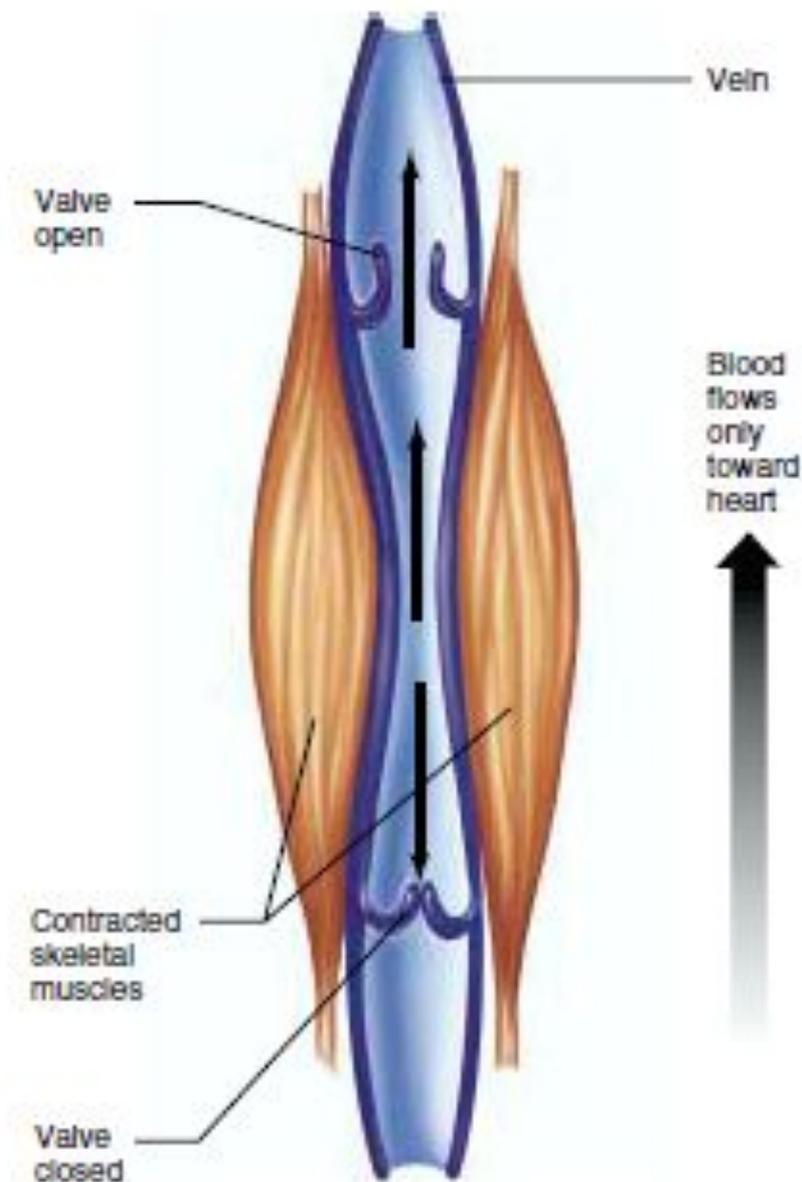
- 1. работа сердца, которая создает: разность давлений**
- 2. наличие клапанного аппарата в стенках вен, который препятствует обратному току крови**
- 3. присасывающее действие грудной клетки во время вдоха и выдоха.**

4. сокращение поперечно-полосатых мышц

при кровь продвигается по направлению к сердцу. Такое нагнетающее действие мышц получило название **мышечного насоса**.

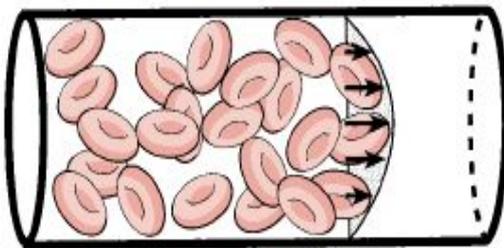
Движение крови по венам облегчается во время ходьбы,

В этом заключается необходимость производственной гимнастики для лиц, которые работают сидя.

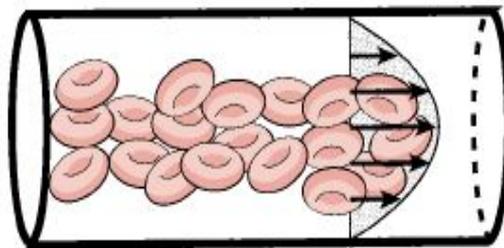


Сопротивление кровотоку зависит от характера кровотока - **турбулентного и ламинарного.**

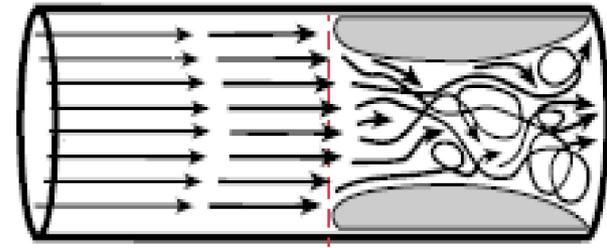
В условиях физиологического покоя почти во всех отделах кровеносной системы наблюдается ламинарное течение, т.е. слоистое. Вблизи стенки сосуда располагается слой плазмы, скорость движения которого ограничивается неподвижной поверхностью стенки сосуда. По центральной оси с большой скоростью движется слой эритроцитов.



Медленное течение

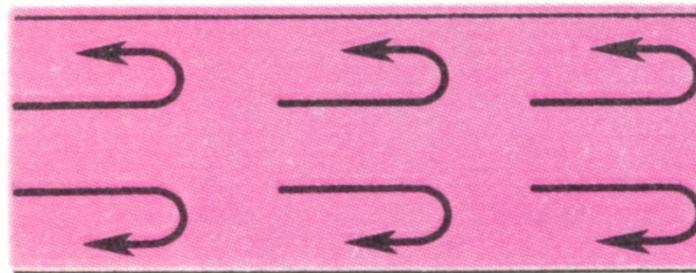
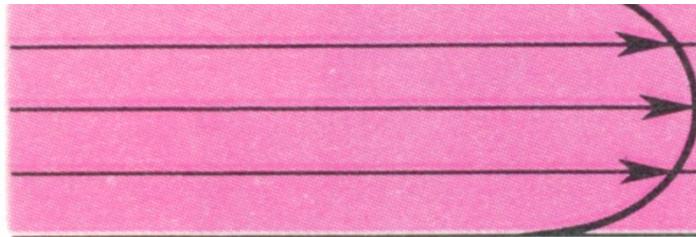


быстрое течение



Ламинарное и турбулентное течение

- Для турбулентного течения характерно наличие завихрений, при этом кровь перемещается не только параллельно, но и перпендикулярно оси сосуда.
- Оно наблюдается в проксимальных отделах аорты и легочного ствола в период изгнания крови из сердца.
- Турбулентное движение также наблюдается при возрастании объемной скорости кровотока, например, при мышечной нагрузке.

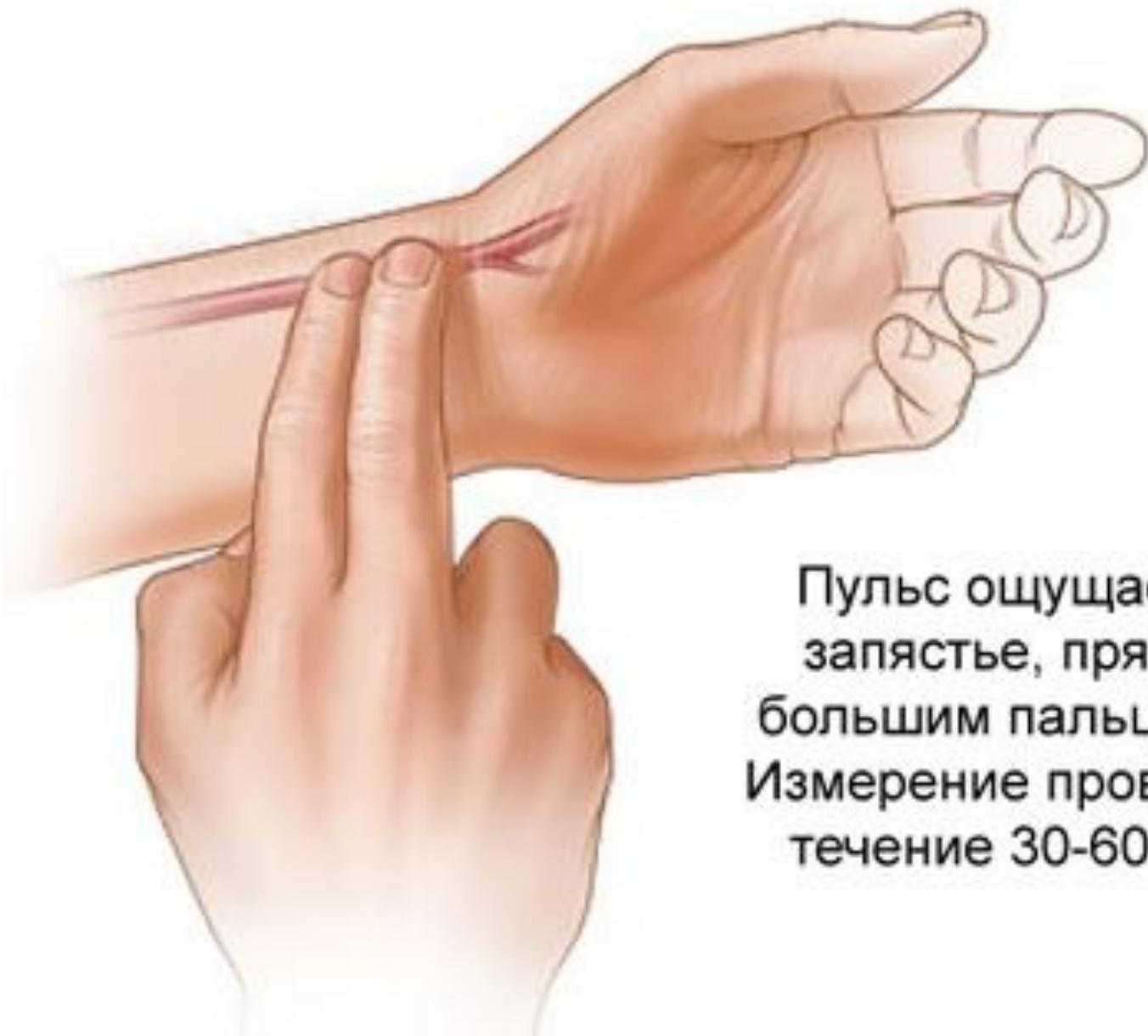


АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПУЛЬС

- это периодические расширения и удлинения стенок артерий, обусловленные поступлением крови в аорту при систоле левого желудочка.

Пульсацию сосудов легко можно ощутить (прощупать), но не прослушать, т.к. кровь по сосудам течет бесшумно.

Радиальный метод измерения пульса



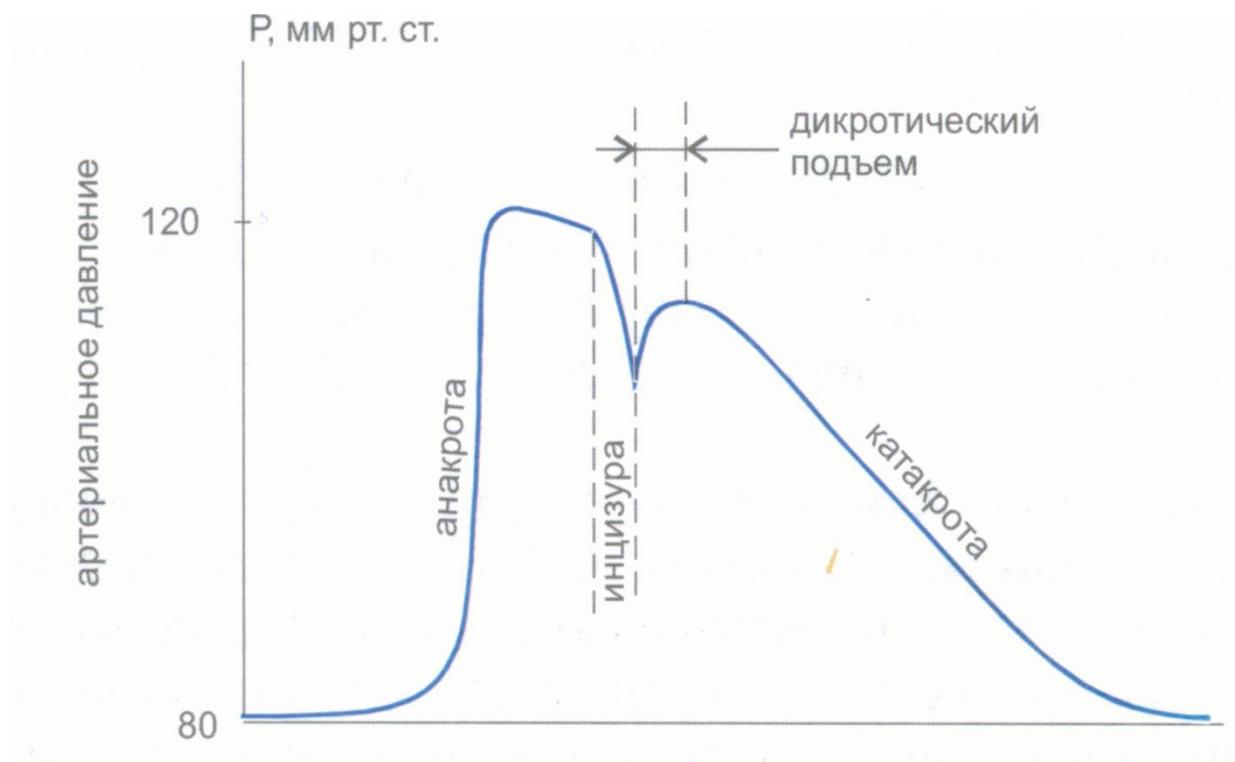
Пульс ощущается на запястье, прямо под большим пальцем руки. Измерение проводится в течение 30-60 секунд

Пальпаторно определяют следующие показатели:

- частоту- количество ударов в 1 мин (60-80),
- ритмичность правильное чередование пульсовых ударов,
- наполнение - степень изменения объема артерии,
- напряжение - сила, которую надо приложить, чтобы сдавить артерию до полного исчезновения пульса.

Для анализа пульса производят его запись с помощью сфигмографа, кривая, полученная при записи называется **сфигмограммой**.

- Выделяют:
- **анакроту** - восходящее колено
- **катакроту** - исходящее колено
- **инцизура** - дикротический подъем



Кривая центрального артериального пульса начинается с небольшой пресистолической волны, обусловленной фазой изометрического сокращения. За ней следует быстрый крутой подъем - анакрота. Этот подъем отражает поступление крови из левого желудочка в центральные артерии. В норме длительность анакроты составляет 0,08-0,1 с. Затем наступает нисходящее колено - катакрота. Конец катакроты (до инцизуры) означает окончание систолы левого желудочка. При этом на нисходящем колене (на катакроте) имеется инцизура (вырезка). Самая низкая точка инцизуры отражает момент полного закрытия полулунных клапанов. В норме инцизура располагается на высоте $\frac{2}{3}$ общей амплитуды пульсовой волны. После инцизуры наблюдается вторичный подъем, или дикрота. Это отражение начального периода фазы изометрического расслабления. Сама же волна обусловлена отражением порции крови в момент закрытия полулунных клапанов.

АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

- это давление крови на стенки кровеносных сосудов.
- АД необходимо для циркуляции крови и снабжении тканей кровью.

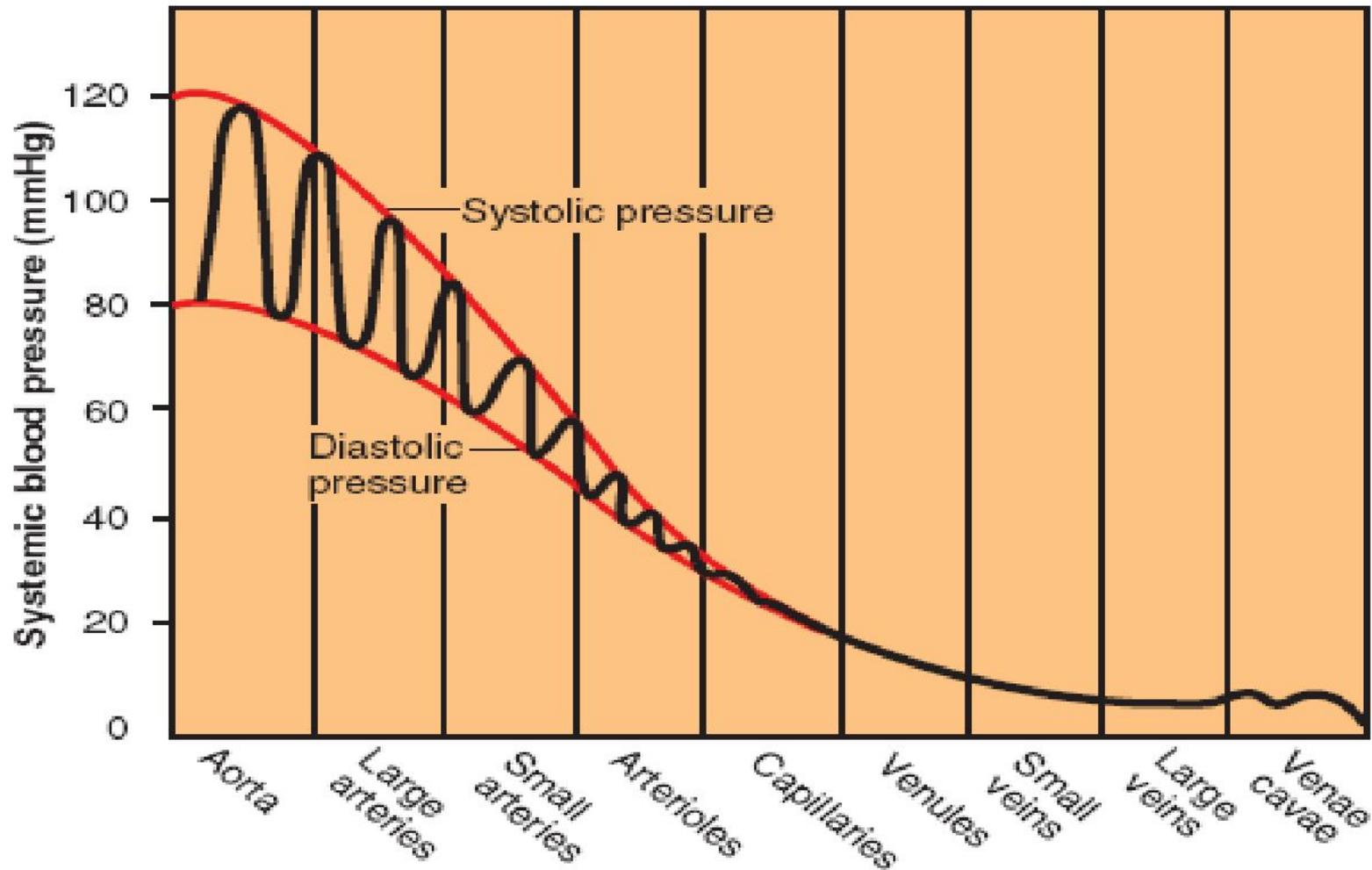
Факторы, определяющие величину АД:

- **1. Работа сердца.** Показателем работы сердца является ЧСС. Чем больше ЧСС, тем больше крови выбрасывает левый желудочек в единицу времени, тем выше АД.
- **2. Периферическое сосудистое сопротивление.** Чем $<$ просвет сосуда, тем выше АД.

Факторы, определяющие величину АД:

3. **ОЦК.** При увеличении воды в плазме крови АД возрастает, и наоборот.
4. **Вязкость крови.** Вязкость определяется количеством эритроцитов и белков в крови. Чем больше эр, тем больше вязкость, тем выше АД.
5. **Прием пищи, эмоции повышают АД.**

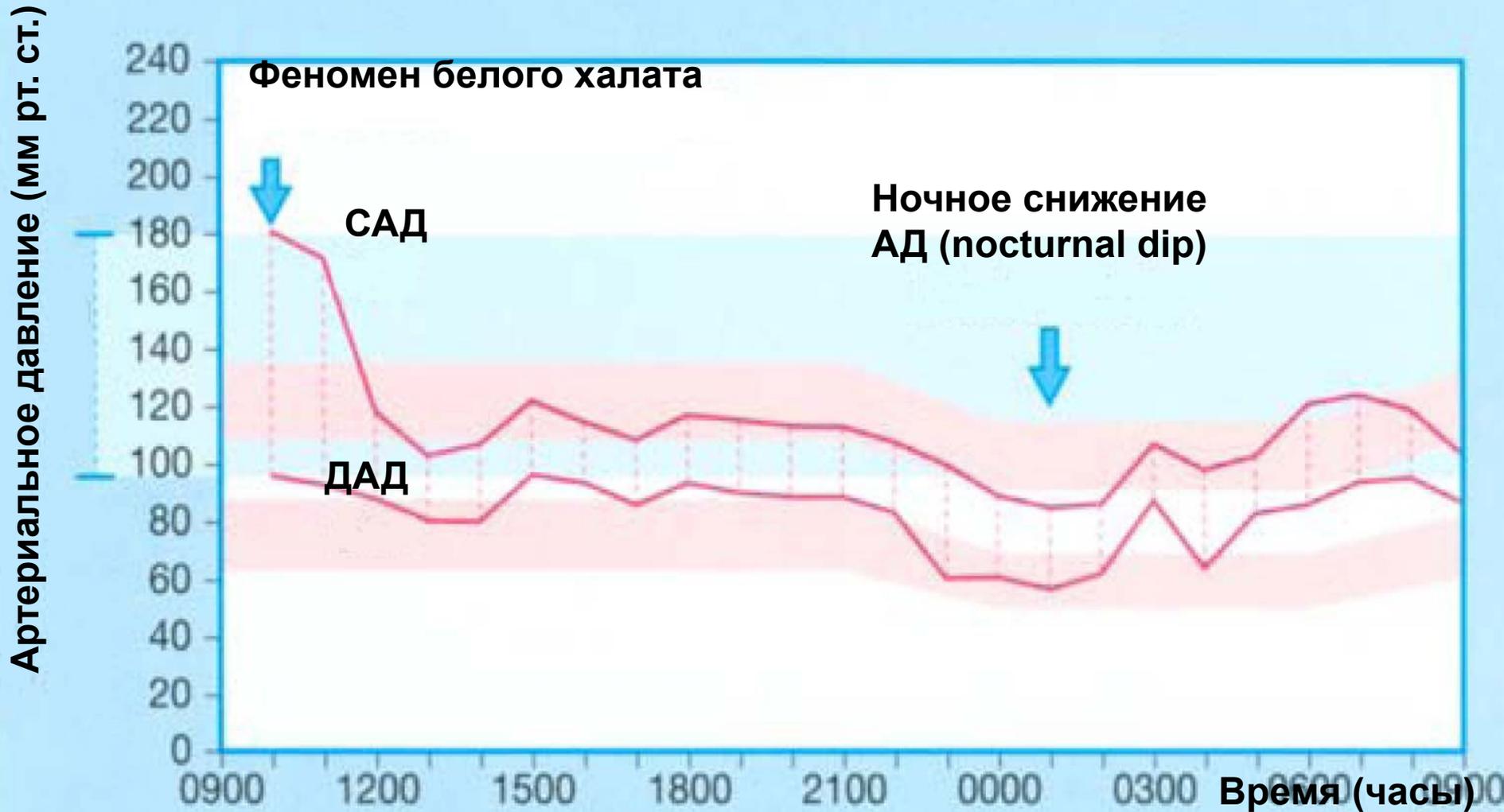
Давление в различных отделах сосудистой системы



Виды артериального давления

- 1. Систолическое давление (СД)** это наибольшее давление, при измерении АД. Возникает в систолу желудочков. В возрасте 20-40 лет равно **110-120** мм.рт.ст.
- 2. Диастолическое давление (ДД)** - это наименьшее давление, при измерении АД. Возникает в диастолу желудочков. Равно 70-80 мм.рт.ст. в 20-40 лет.
- 3. Пульсовое давление (ПД)** - это разница между СД и ДД:
 $ПД = СД - ДД$. (норма=30-50 мм.рт.ст.)
- 4. Среднее динамическое давление** – это сумма ДД и одной трети ПД .
 $P_{ср} = ДД + (ПД/3)$ Норма 90-100 мм.рт.ст.

Суточные колебания АД



Пример типичного синдрома белого халата (зафиксировано суточным мониторингом артериального давления)

ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

- Артериальное давление является **важным клиническим показателем** состояния сердечно-сосудистой системы.
- Определение величины кровяного давления проводят двумя способами:
 - 1. прямой (кровоавый)
 - 2. косвенный (бескровный)

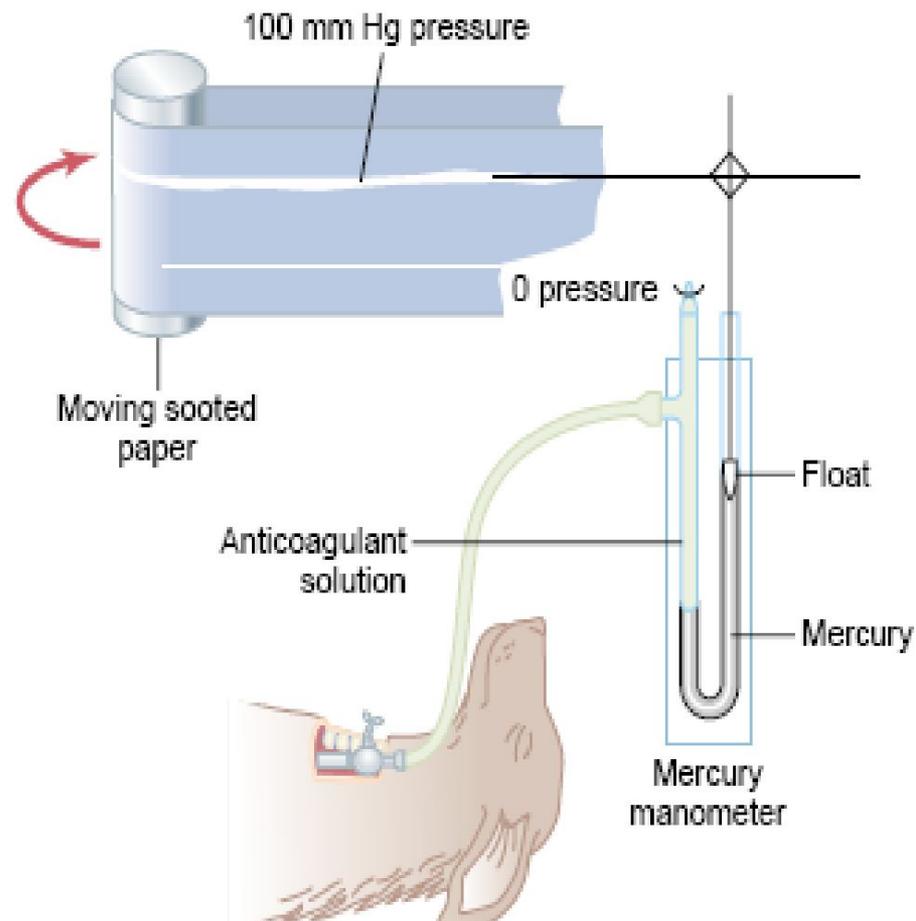
1.Прямой (кровоавый)

делается на животных в условиях эксперимента.

Обнажают одну из крупных артерий (сонная), делают надрез в стенке артерии, через который вводят стеклянную канюлю.

Канюлю при помощи лигатур укрепляют в сосуде и соединяют с одним концом ртутного манометра.

На другом конце манометра опускают поплавок с пишущим пером.

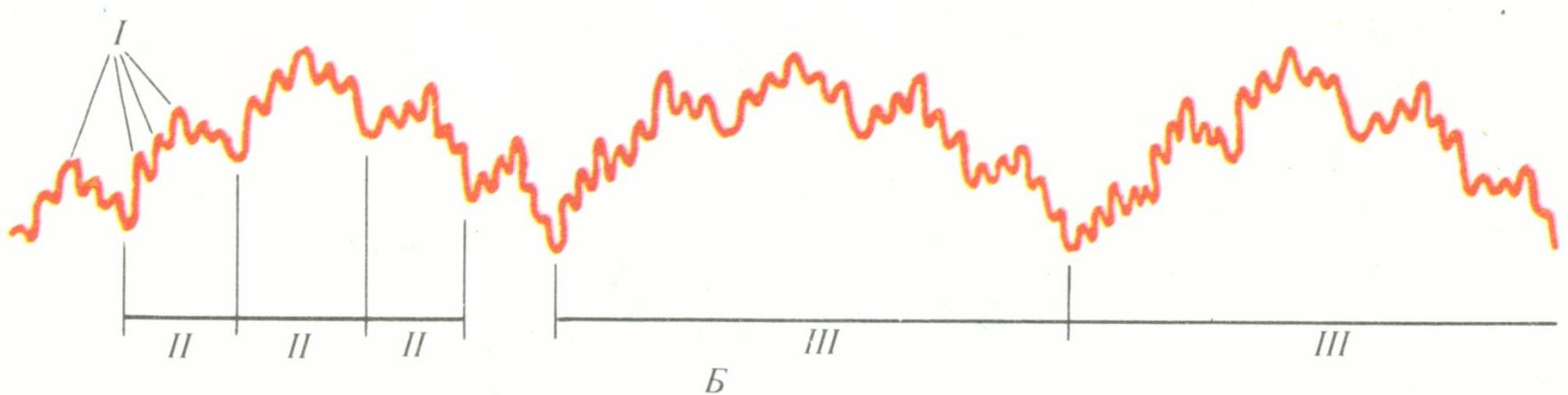


При анализе записи АД выделяют волны трех типов

Волны первого порядка (пульсовые) обусловлены - в систолу кровяное давление увеличивается, в диастолу уменьшается.

Волны второго порядка (дыхательные)- при вдохе АД снижается, при выдохе повышается.

Волны третьего порядка обусловлены изменениями тонуса сосудодвигательного центра.



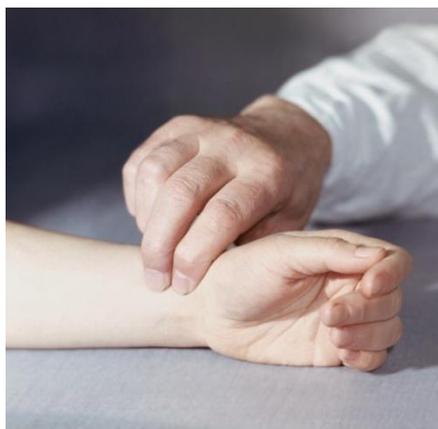
2. Непрямой (бескровный), он используется в двух разновидностях:



Сципионе
Рива-Роччи
(1863-1937)



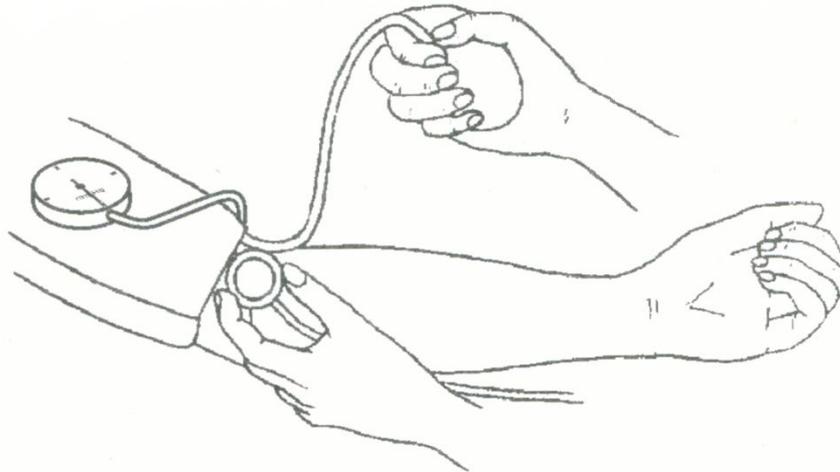
Scipione Riva Rocci
e lo sfigmomanometro di sua invenzione



1) способ Рива-Роччи (1896г)- пальпаторный - основан на пальпации пульса. Недостаток этого метода - можно определить только систолическое давление

2) способ Короткова Н.С. (1905г)-

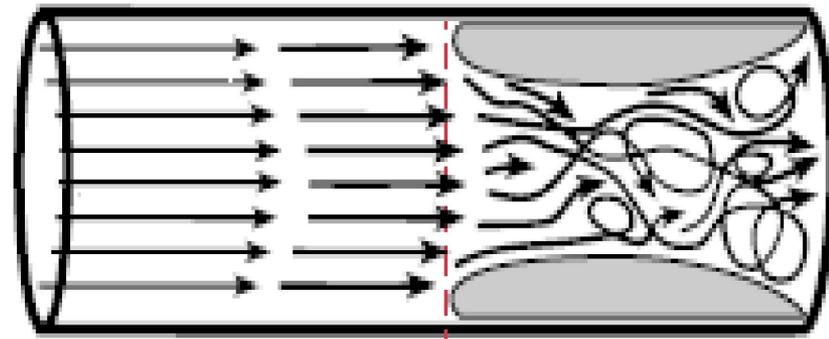
- основан на **аускультации** (выслушивании) с помощью фонендоскопа. С его помощью определяют СД и ДД.



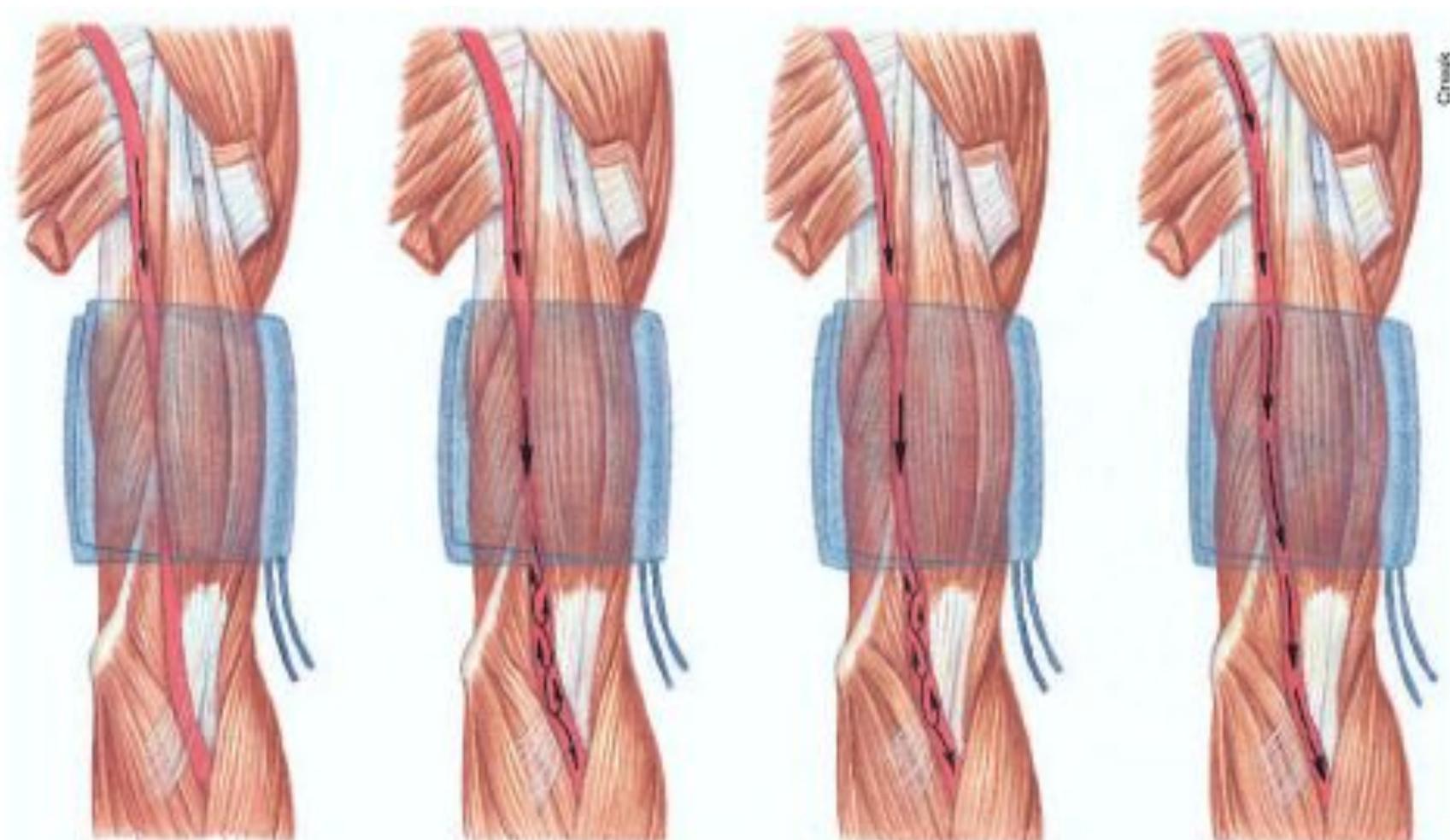
МЕХАНИЗМ ПОЯВЛЕНИЯ И ИСЧЕЗНОВЕНИЯ КОРОТКОВСКИХ ТОНОВ.

- Резиновую манжетку накладывают на плечо. В нее нагнетают воздух до исчезновения пульса, это значит, что на участке сосуда (плечевая артерия), сдавленным манжеткой давление $=0$, и нет тока крови. Затем постепенно выпускают воздух из манжетки и одновременно прослушиваются Коротковские тоны. Начало появления тонов совпадает с СД. Это значит, что кровь прорывается из области большего давления (выше манжетки) в область меньшего (под манжеткой).

- При прохождении через суженный просвет сосуда скорость кровотока возрастает, и это приводит к возникновению турбулентных завихрений. Создается прерывистый ток крови, который и обуславливает возникновение Коротковских тонов. Момент исчезновения совпадает с ДД. Создается не прерывистый ток крови.



МЕХАНИЗМ ПОЯВЛЕНИЯ И ИСЧЕЗНОВЕНИЯ КОРОТКОВСКИХ ТОНОВ



Регуляция тонуса сосудов

Выделяют:

- I **местные**, регулирующие кровоток независимо от ЦНС
- II **центральные** за счет ЦНС: нервные и гуморальные

I. Местные регуляторные механизмы

- 1. В эндотелии сосудов вырабатываются БАВ:
- оксид азота (NO) - вазодилататор,
- эндотелин - вазоконстриктор.**
- 2. При физической нагрузке в тканях возрастает образование CO₂, H⁺, аденозин, молочной кислоты - вазодилататоры.**
- 3. Гистамин (из базофилов), брадикинин (из поджелудочной железы, легких) - вазодилататоры.**

4. Простагландины—оказывают на сосуды двойное действие.

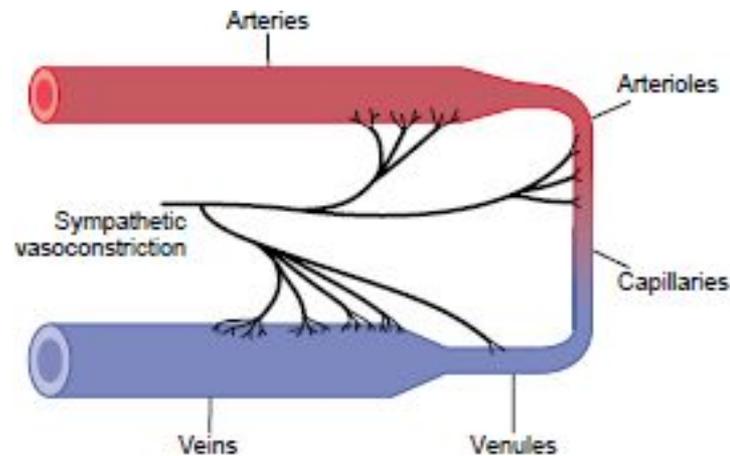
**-тромбоксан (из тромбоцитов) -
вазоконстриктор**

-простациклин (из эндотелия) - вазодилататор.

5. Базальный тонус - это тонус создается благодаря автоматии ГМК сосудов. Если полностью денервировать сосуд, он будет сохранять напряжение своей стенки за счет базального тонуса.

6. Аксон-рефлекс.

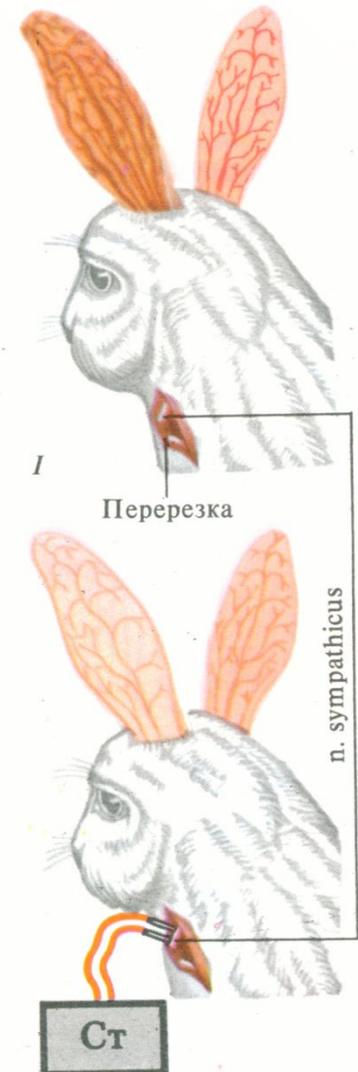
Раздражая кожу, например, горчицей, можно получить местное расширение сосудов, реализуемого в пределах двух разветвлений одного аксона и без участия ЦНС.



II. Центральные механизмы регуляции – нервные (ВНС) и гуморальные.

Симпатическая система -
вазоконстрикторный эффект

Был впервые показан **Клодом Бернардом**, перерезавшим на шее у кролика с одной стороны симпатический нерв. В результате сосуды уха расширились, а ухо стало красным и горячим. Раздражение перерезанного симпатического нерва привело к резкому сужению сосудов, а ухо стало бледным и холодным.



Симпатическую иннервацию (через НА, α -АР) имеют все сосуды, кроме капилляров.

- **Парасимпатическая** иннервация (через АХ и М-хр) оказывает вазодилататорный эффект. Имеет ограничения иннервации. Обнаружена в области: ч-л-о (барабанная струна, языкоглоточный и верхнегортанный нерв), ж-к-тр, органы малого таза.
- **Итак, сосуды преимущественно иннервируются симпатическим отделом АНС.**

Гуморальная регуляция тонуса сосудов

- 2 группы веществ:
 -
- 1.сосудосуживающие
(вазоконстрикторы)
- 2. сосудорасширяющие
(вазодилататоры)

Сосудосуживающие вещества:

- 1) **НА** – медиатор симпатической системы,
- 2) **Адреналин** -в фармакологических дозах
- 3) **Вазопрессин**
- 4) **Альдостерон**
- 5) **Серотонин** — образуется в слизистой кишечника и в некоторых отделах головного мозга, содержится в тромбоцитах.
- 6) **Ренин** — образуется в ЮГА почки, стимулирует выработку **ангиотензина II** — мощный вазоконстриктор.
- 7) Ионы **Ca²⁺**.
- 8) Местные гормоны: эндотелин, тромбоксан

Сосудорасширяющие вещества:

- **Адреналин** (гормон надпочечников) в физиологических условиях.
- Медиатор **АХ**,
- **Гистамин, брадикинин, простаглицлины, NO** (оксид азота),
- Продукты метаболизма: **молочная кислота; CO₂ ; аденозин.**
- Ионы **K⁺ и Na⁺.**

Адренорецепторы (АР) сосудов

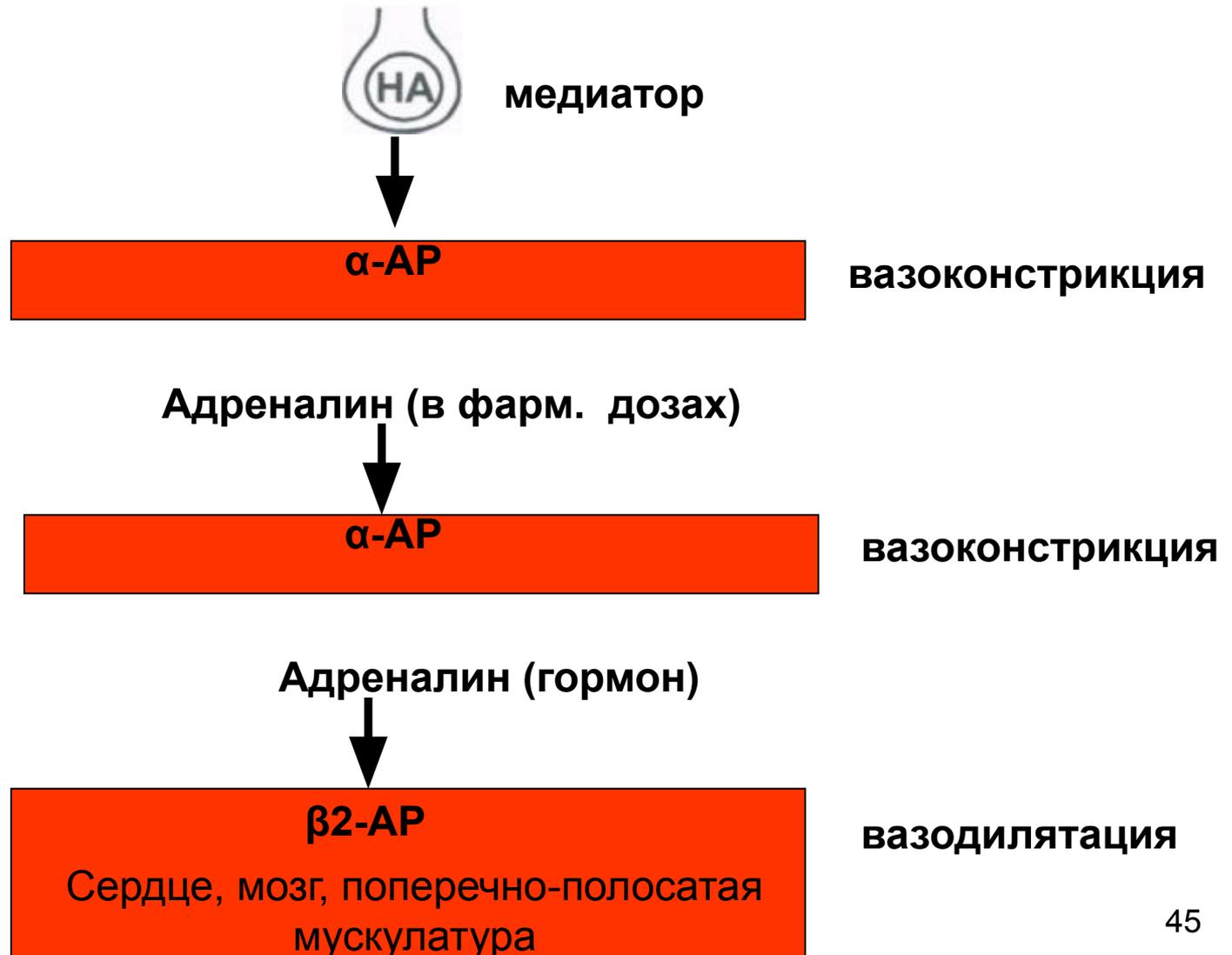
В сосудах имеется два типа рецепторов:



α -АР - рецепторы СНС, с ними взаимодействуют медиатор НА и гормон А (в фарм. дозах);

β_2 -АР не являются рецепторами СНС . С этими рецепторами взаимодействует циркулирующий в крови гормон А.

Эффекты взаимодействия АР с медиатором НА и гормоном адреналином



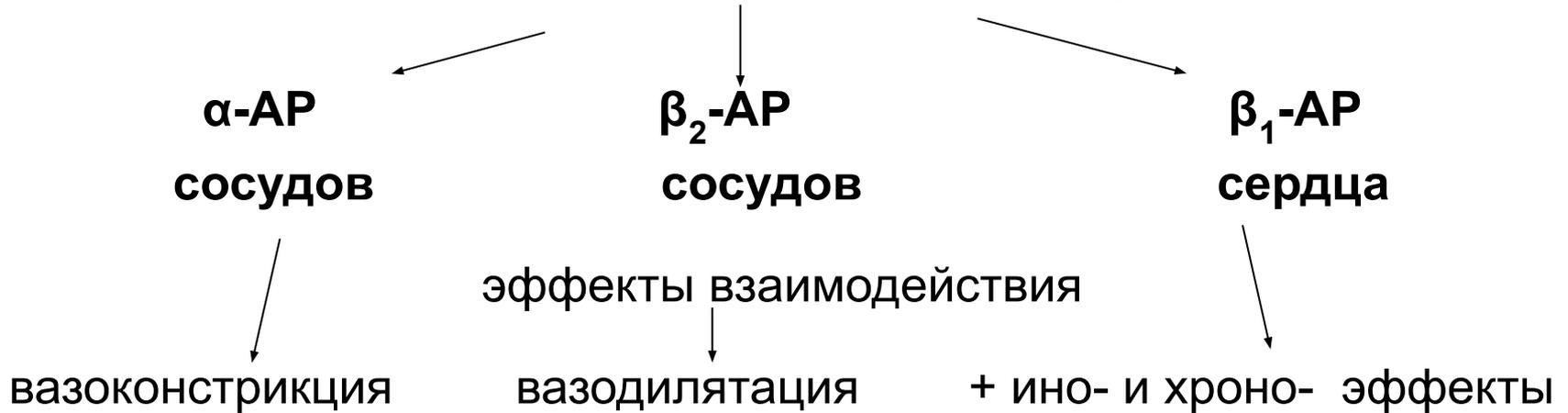
Порог возбуждения β_2 -АР ниже, чем α -АР.

Поэтому в низких концентрациях адреналина, т.е. в **физиологических** условиях, он в первую очередь контактирует с β_2 -АР, вызывая расширение сосудов. В высоких концентрациях, т.е. в **фармакологических** условиях адреналин, взаимодействуя с α -АР — сужение.

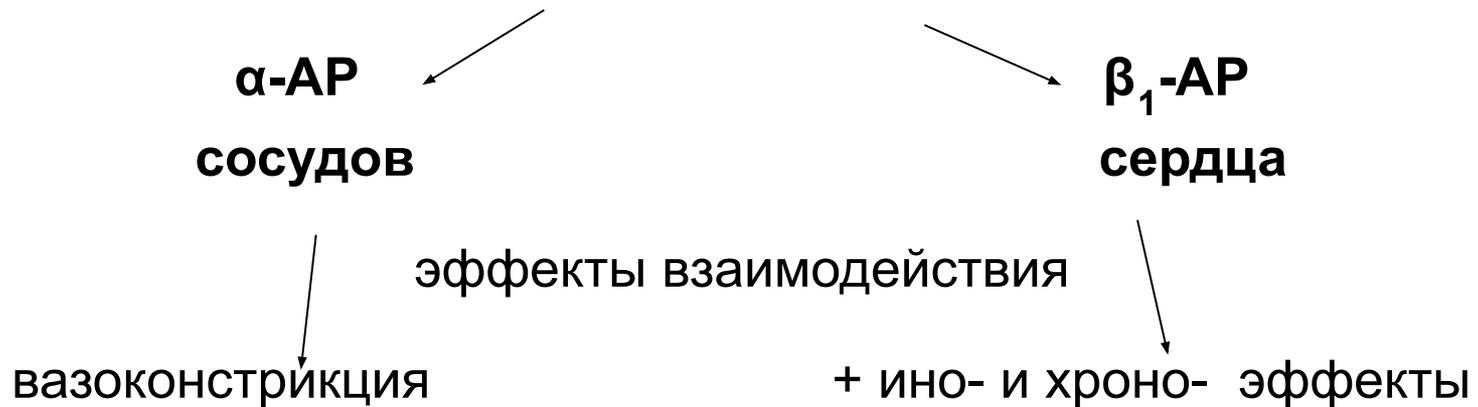
Таким образом, в отличие от **НА**, **А** обладает двойным действием:

- если в сосудах преобладают α -АР, то **А** их суживает,
- если преобладают β_2 -АР, то **А** их расширяет.

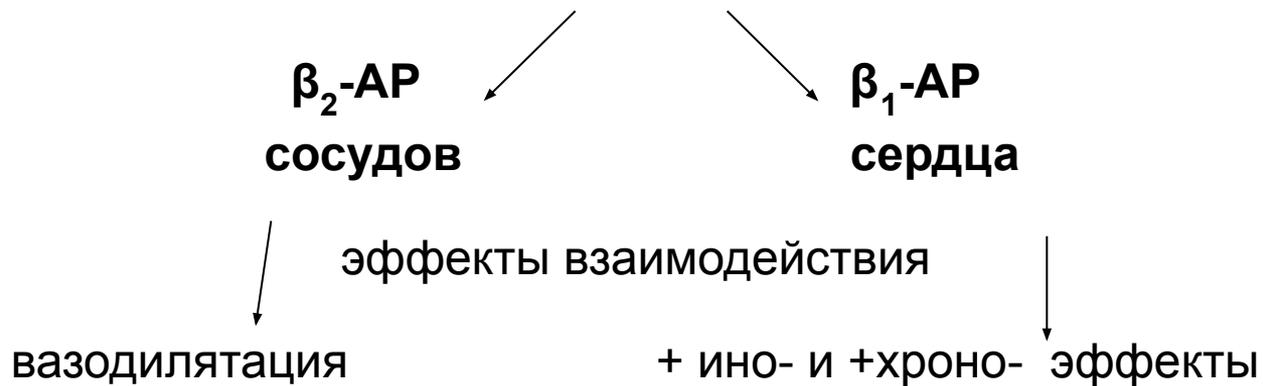
Адреналин взаимодействует



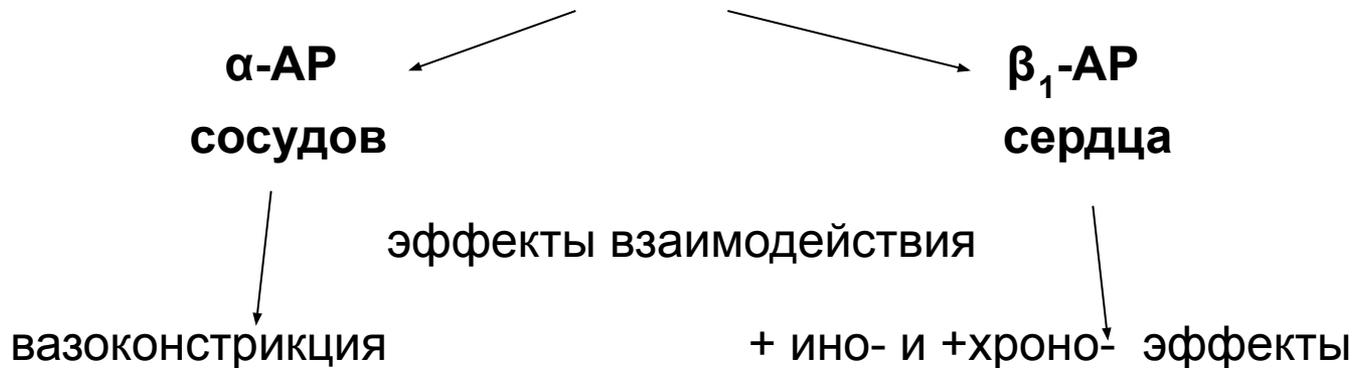
Норадреналин взаимодействует



Адреналин (в физиологических концентрации, при психозэмоциональном стрессе)



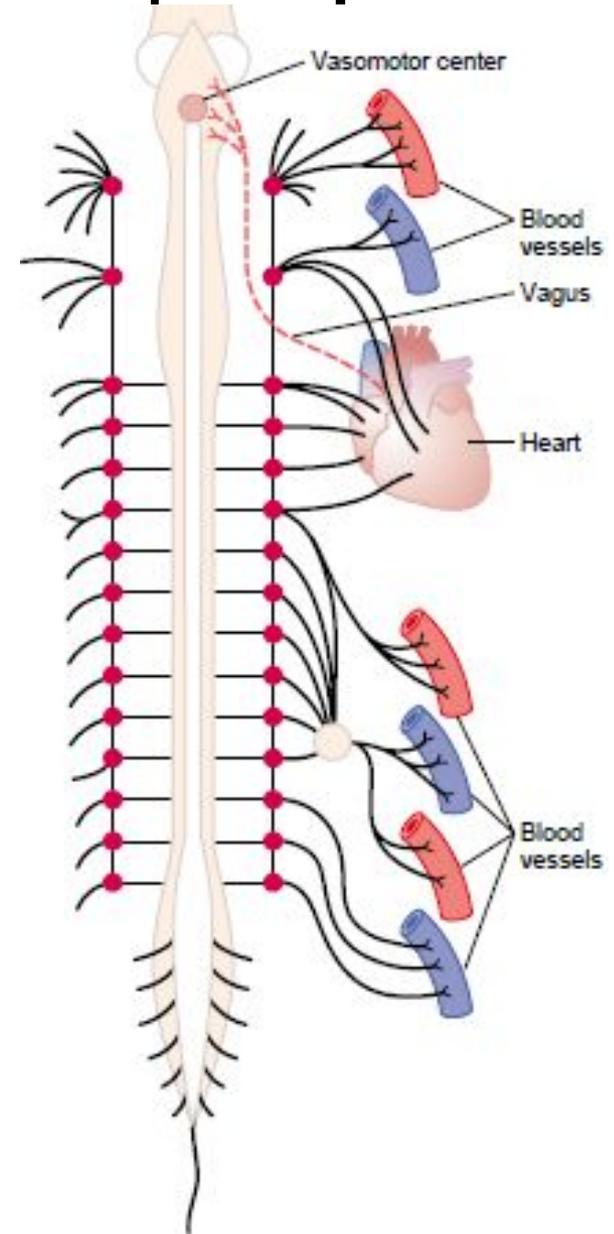
Адреналин
(в высоких концентрациях, в фармакологических условиях)



Сосудодвигательный центр

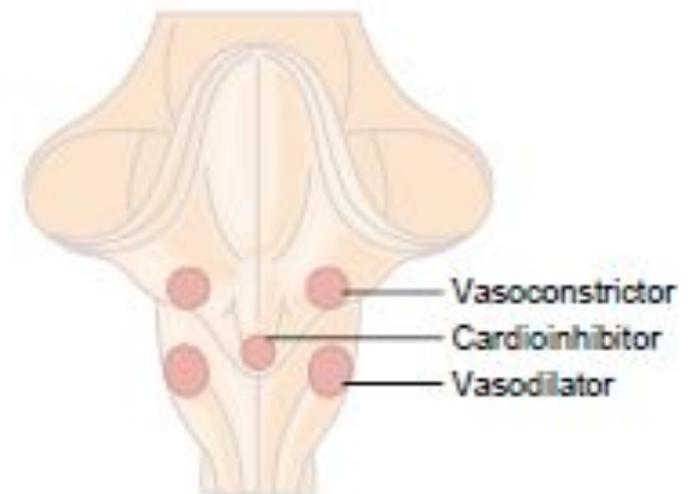
Центры кровообращения
расположены на разных
уровнях ЦНС

- **Спинальный уровень:**
 - Центр сердечной деятельности (СД) -Th1-Th5.
 - Центр сосудистого тонуса C8-L2
- это симпатические нейроны



Бульбарный уровень.

- В продолговатом мозге находятся:
 - 1) **главный центр СД**, состоящий из группы ядер блуждающего нерва, оказывающих на сердце тормозное влияние.
 - 2) **главный сосудодвигательный центр**:
 - прессорные нейроны (латеральные),
 - депрессорные (медиальные).



Гипоталамический уровень.

- Передние ядра (парасимпатические) тормозят работу сердца и эффект - вазодилататорный, Задние (симпатические) ядра — стимулируют работу сердца и вазоконстрикторный эффект.

Корковый уровень

- обеспечивает регуляцию в ответ на условные раздражения.

Механизмы регуляции АД

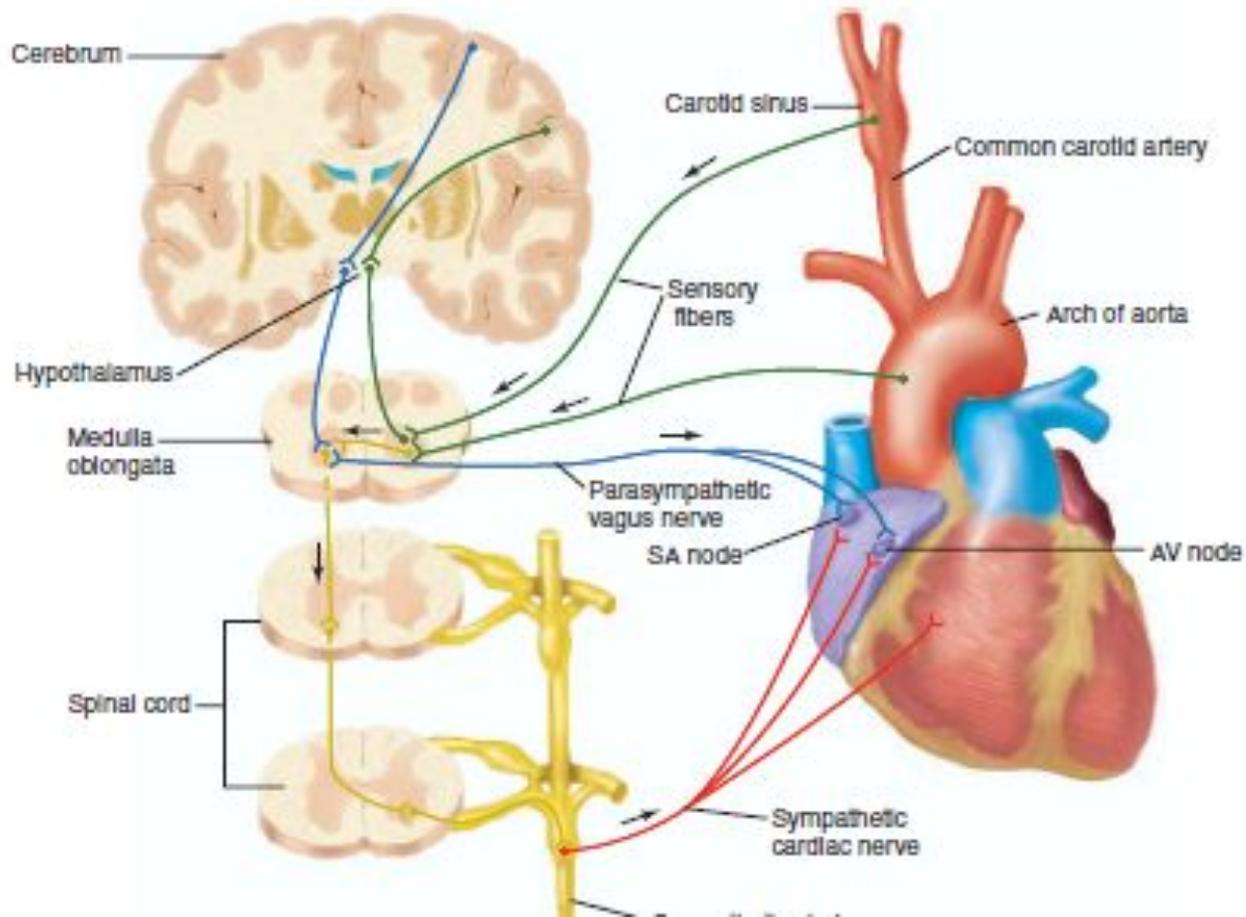
- В зависимости от скорости включения и длительности действия делятся на 3 группы:
 - **1. быстрого реагирования**
 - **2. небыстрого реагирования**
 - **3. медленного реагирования**

1. Механизмы быстрого реагирования-

- срабатывают в течение нескольких секунд
- Реализуются рефлекторно с помощью рецепторов:
- **а) барорецепторов**
- **б) хеморецепторов**
- **в) сердечных рецепторов**

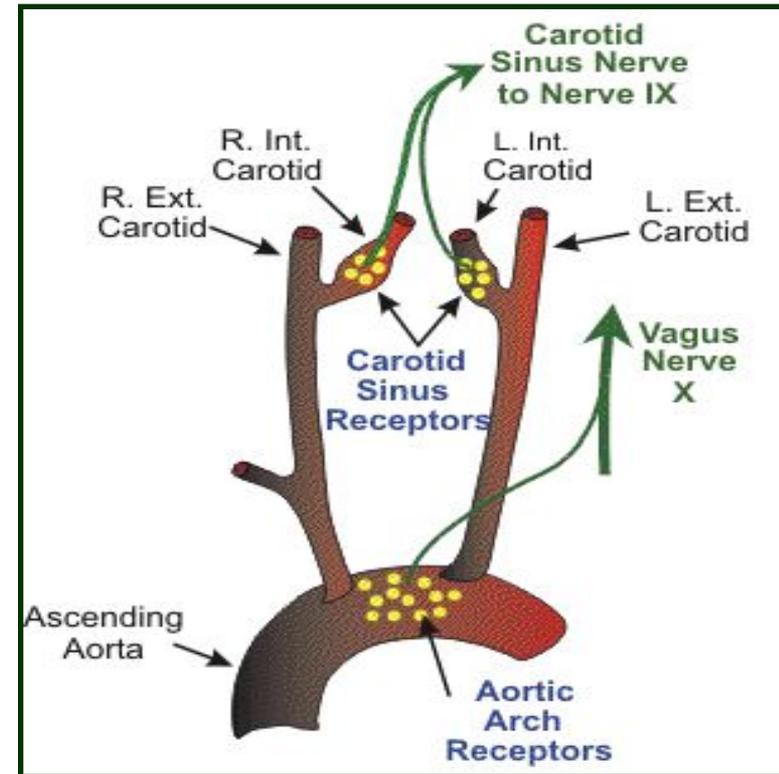
а. Барорецепторы

- расположены в дуге аорты и каротидного синуса. Они воспринимают изменения АД.



б) Хеморецепторы (дуга аорты, каротидный синус)–

- активируются при гипоксии, гиперкапнии, ацидозе.
- Импульсы □ продолговатый мозг (прессорный отдел симпатического центра) □ вазоконстрикция, ▲АД □ кровь поступает к легким быстрее, CO_2 обменивается на O_2

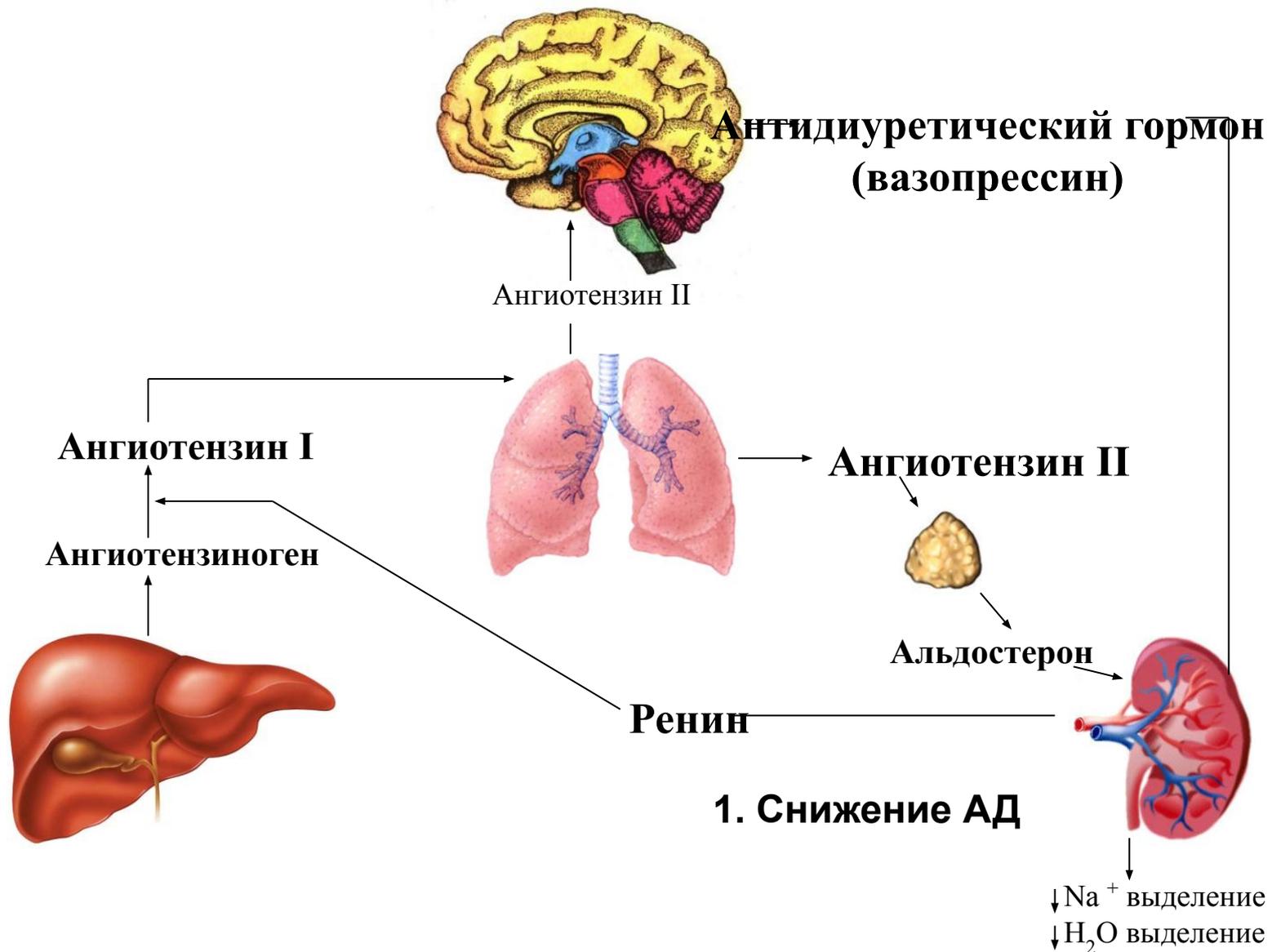


В). Сердечные рефлексогенные зоны.

- Рецепторы располагаются в предсердиях □ импульсы в продолговатый мозг (активация или торможение)

2. Механизмы небыстрого реагирования-

- Регулируются посредством изменения тонуса сосудов (местные, центральные, см выше).
- При вазоконстрикции – АД повышается
- При вазодилатации – АД понижается



РЕНИН-АНГИОТЕНЗИН- АЛЬДОСТЕРОНОВАЯ СИСТЕМА

Спасибо за внимание!