

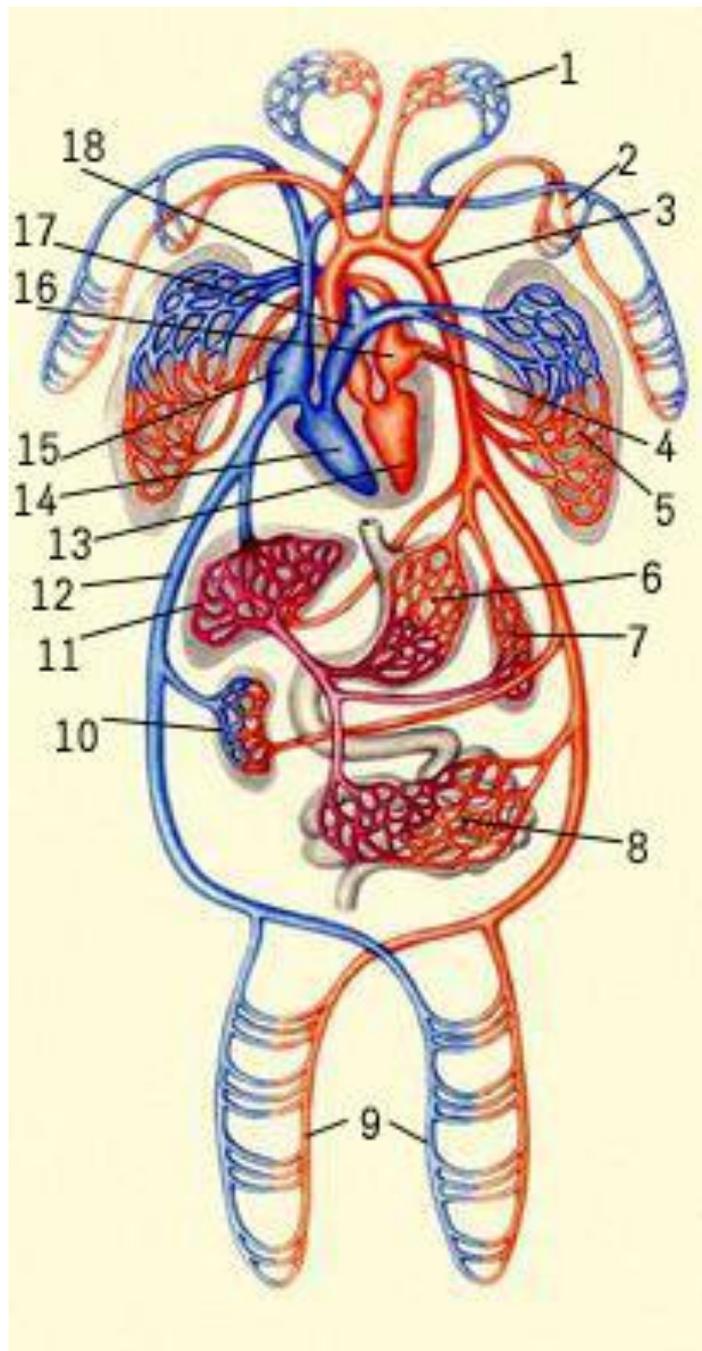
An anatomical illustration of the human circulatory system, showing the heart in the center, surrounded by a dense network of red and blue blood vessels. The text is overlaid in large, white, bold, sans-serif capital letters.

**ЗАКОНЫ  
ГЕМОДИНАМИКИ.  
КРОВЯНОЕ  
ДАВЛЕНИЕ.  
РЕГУЛЯЦИЯ  
ТОНУСА СОСУДО И  
АД.**

# ***ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОТДЕЛЫ СИСТЕМЫ КРОВОБРАЩЕНИЯ***

- **Сердце**
  - генератор давления и расхода
- **Артерии**
  - сосуды котла или высокого давления крови
  - сосуды стабилизаторы давления
- **Артериолы**
  - распределители капиллярного кровотока
- **Капилляры**
  - обменные сосуды
- **Вены**
  - аккумулирующие сосуды
  - сосуды венозного возврата крови
  - шунтирующие сосуды

## Схема кровообращения человека:



- 1 — сосуды головы и шеи,
- 2 — верхней конечности,
- 3 — аорта, 4 — лёгочная вена,
- 5 — сосуды лёгкого, 6 — желудка,
- 7 — селезёнки, 8 — кишечника,
- 9 — нижних конечностей,
- 10 — почки, 11 — печени,
- 12 — нижняя полая вена,
- 13 — левый желудочек сердца,
- 14 — правый желудочек сердца,
- 15 — правое предсердие,
- 16 — левое предсердие,
- 17 — лёгочная артерия,
- 18 — верхняя полая вена

A blurred medical scan of a brain, likely an MRI or CT scan, showing internal structures. A prominent rainbow-colored arc is overlaid on the top portion of the scan, possibly representing a specific anatomical feature or a data visualization. The background is dark blue.

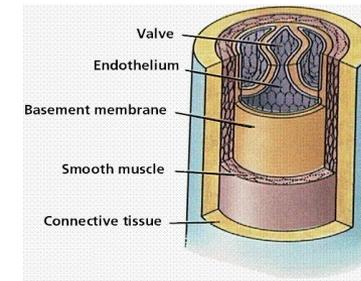
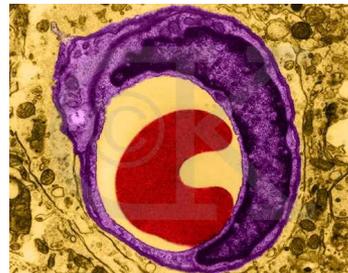
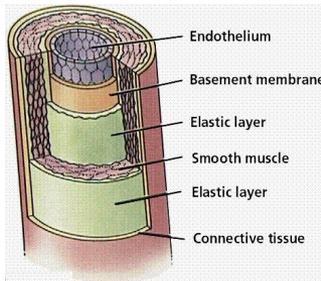
# ГЕМОДИНАМИКА

# **Гемодинамика** – наука о закономерностях движения крови по сосудам

- ⚙ **Системная гемодинамика** – изучает движение крови в сердце и магистральных сосудах
- ⚙ **Региональная или органная гемодинамика** - изучает кровоснабжение органов
- ⚙ **Микроциркуляция или тканевая гемодинамика** - изучает кровоснабжение тканей, движение крови в мельчайших сосудах

# ВИДЫ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ПО ИХ ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РОЛИ

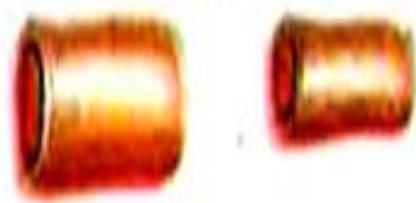
- амортизирующие (демпфирующие),
- сосуды распределения,
- резистивные,
- обменные,
- ёмкостные,
- шунтирующие



Резистивные сосуды

Капилляры

Емкостные сосуды



Артерии

Артериолы



Венулы

Вены



5

17

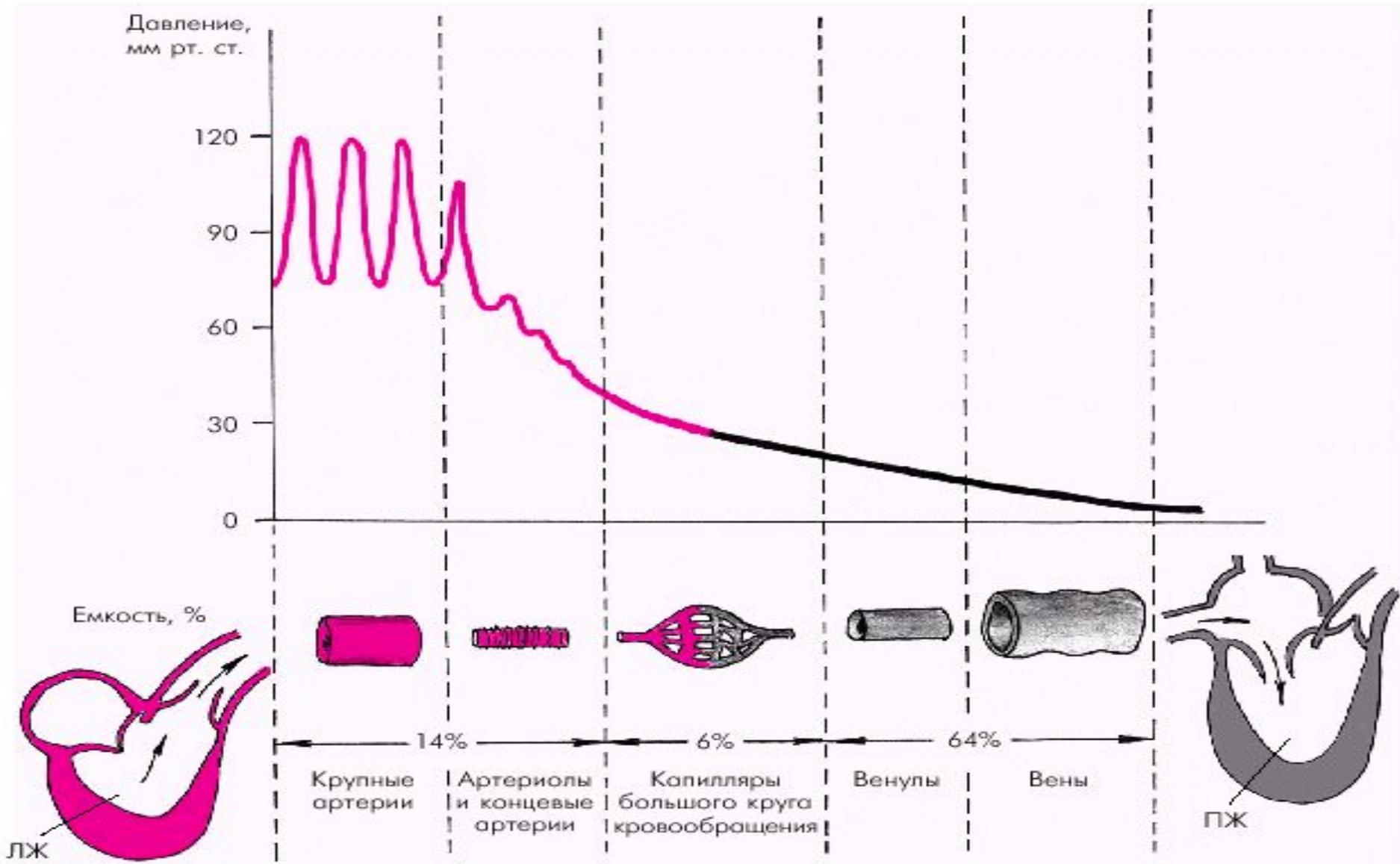
16

67

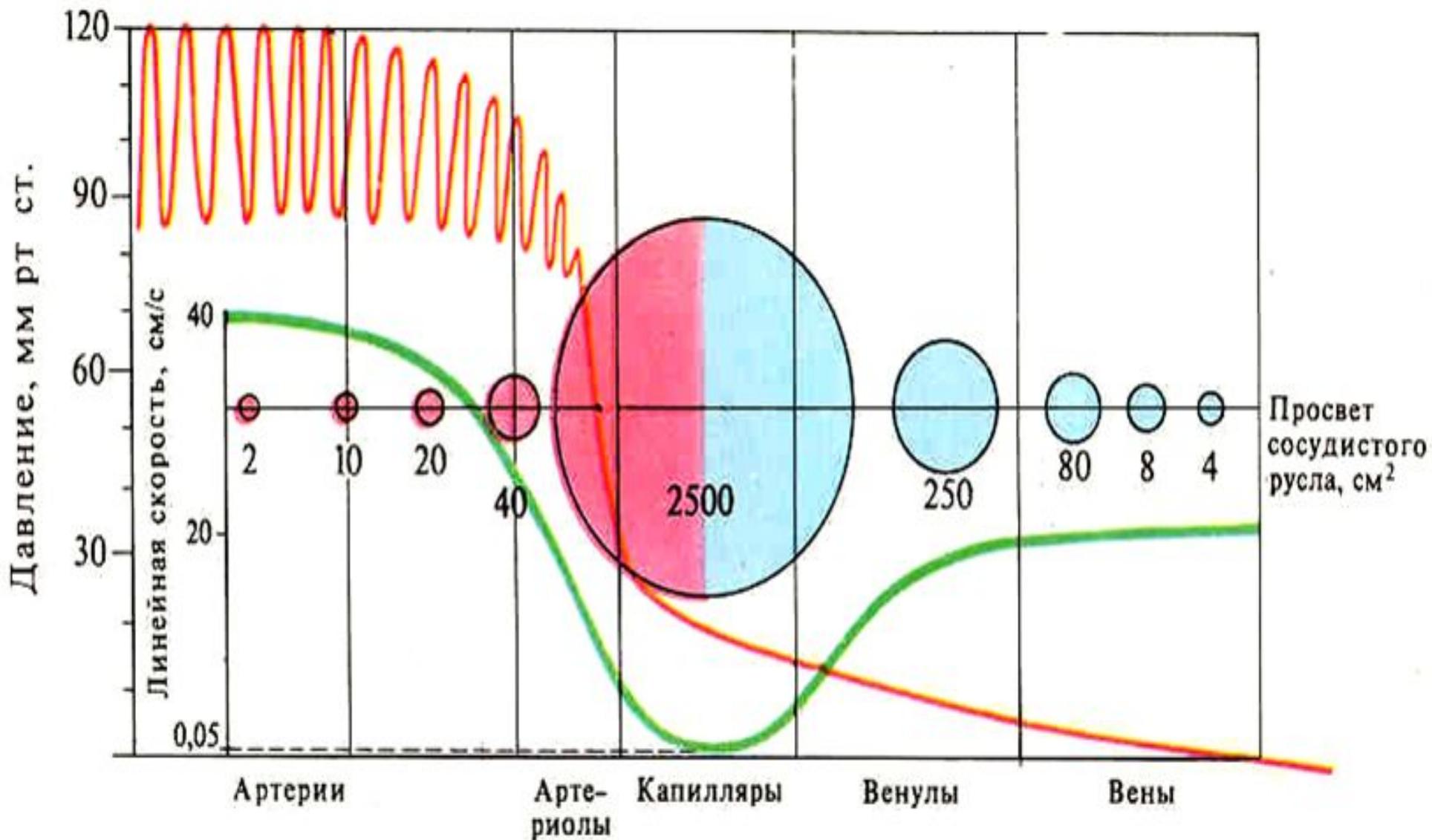
5

Содержание крови, % от общего количества

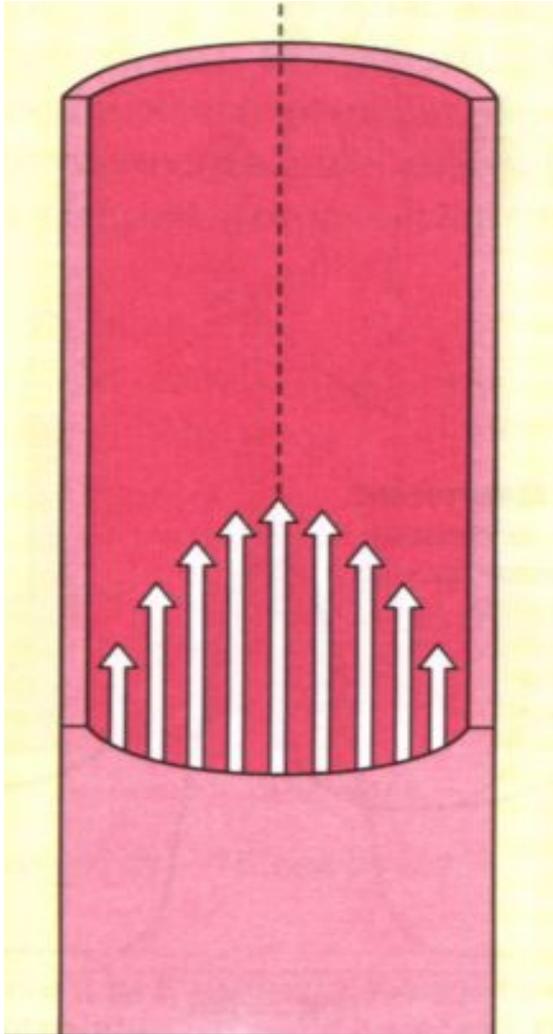
# ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ СОСУДИСТОГО РУСЛА



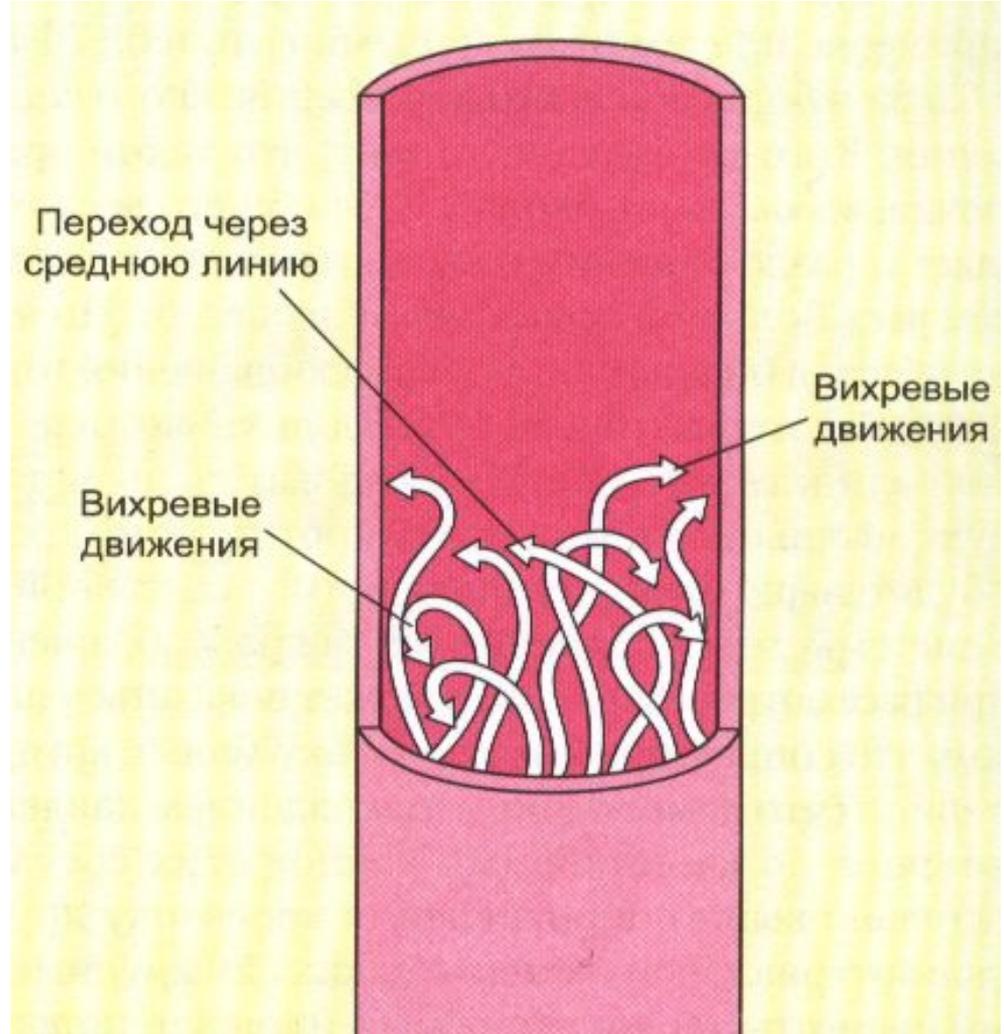
# ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ СОСУДИСТОГО РУСЛА



# ***ВИДЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО СОСУДАМ***

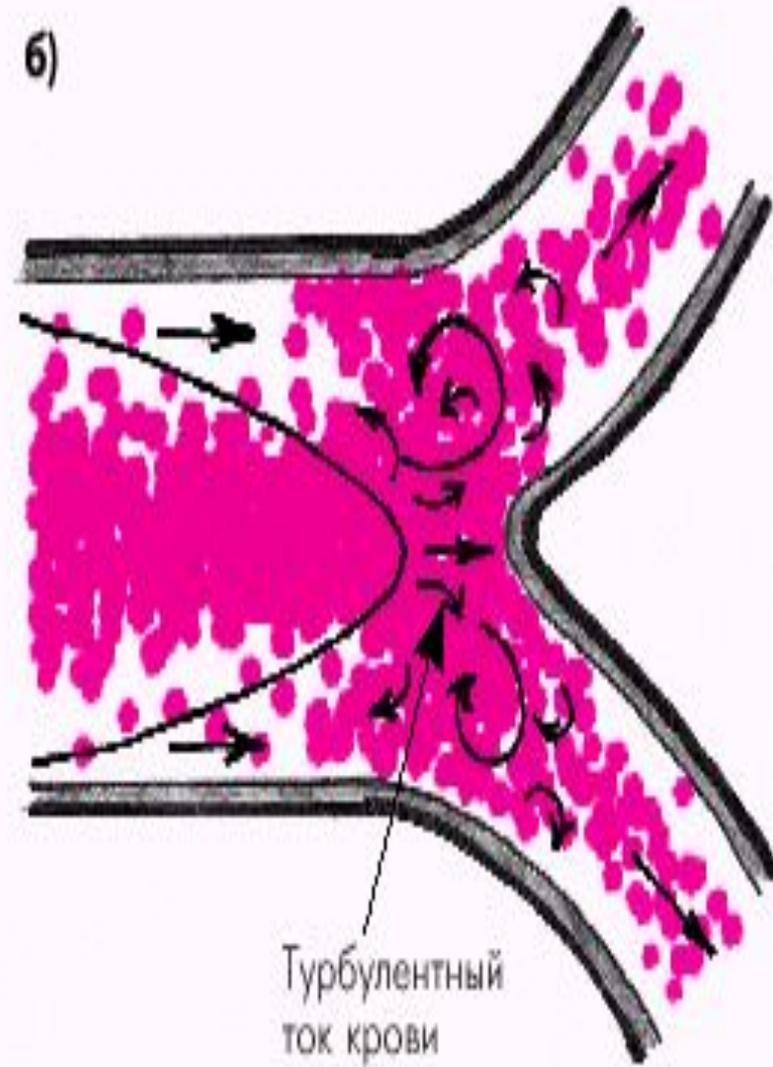
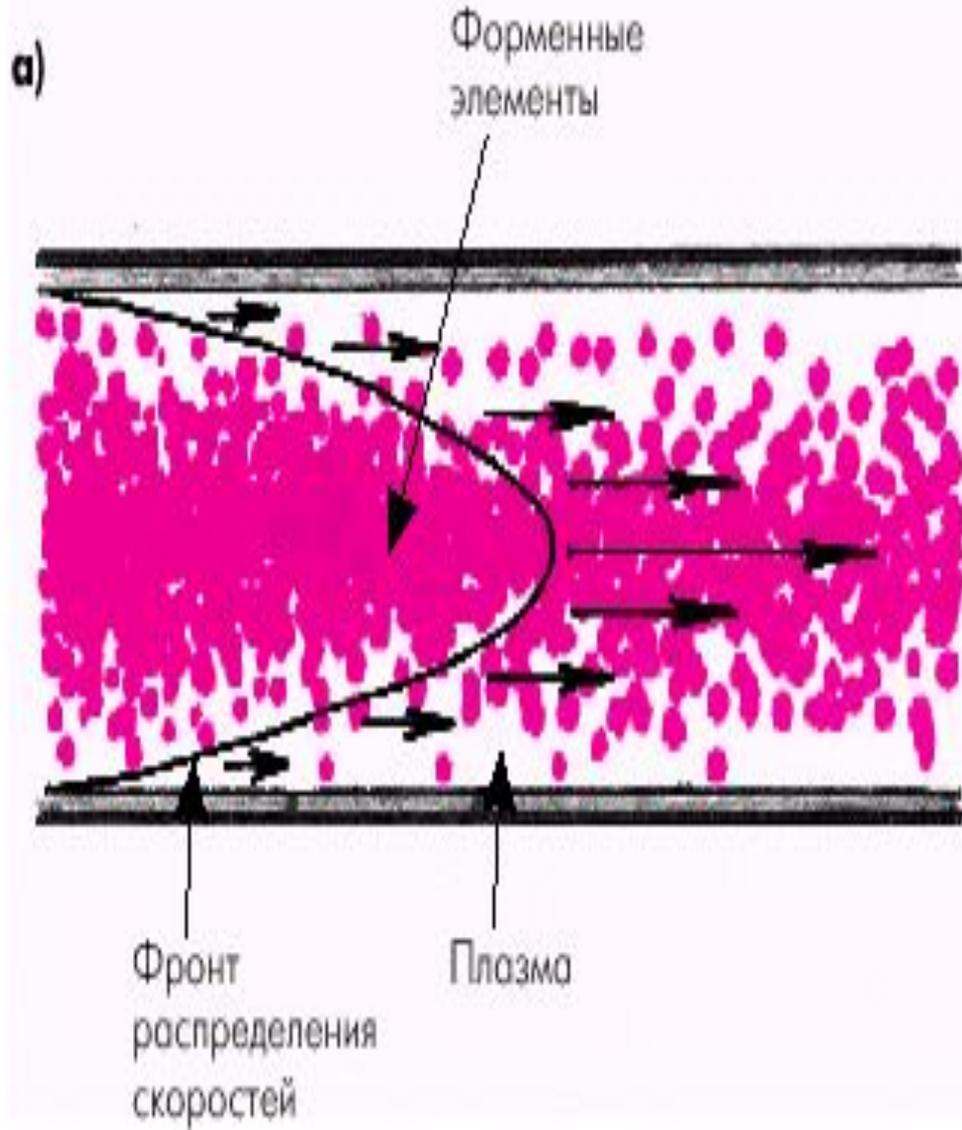


**ЛАМИНАРНОЕ**

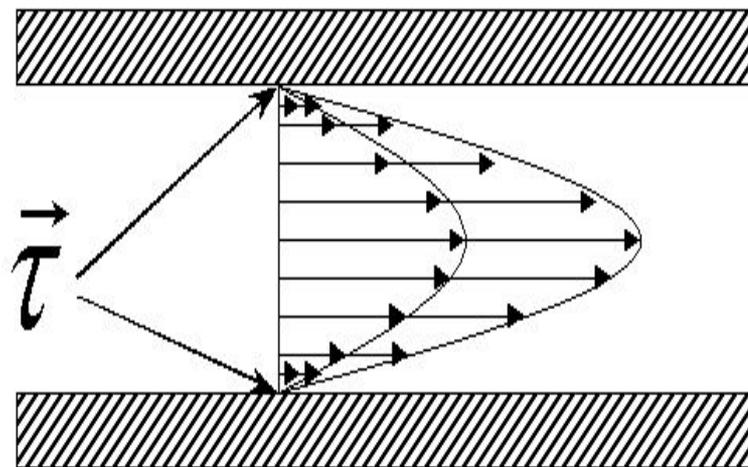


**ТУРБУЛЕНТНОЕ**

# ВИДЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО СОСУДАМ 2



## Структура кровотока



$$\tau = \frac{32\eta Q}{\pi d^3}$$

$\tau$	напряжение сдвига
$\eta$	вязкость жидкости
$Q$	объемная скорость
$d$	внутренний диаметр сосуда

## Изменение реологических свойств крови и скорости кровотока:

- ✓ вязкость плазмы крови
- ✓ просвет сосуда
- ✓ агрегация эритроцитов
- ✓ ориентация эритроцитов в потоке крови
- ✓ деформируемость мембран эритроцитов
- ✓ местный гематокрит

# **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ**

- Определение **МОК** по Фику

$$\text{МОК} = \frac{V_{O_2 \text{ потр}}}{V_{O_2 \text{ а}} - V_{O_2 \text{ в}}}$$

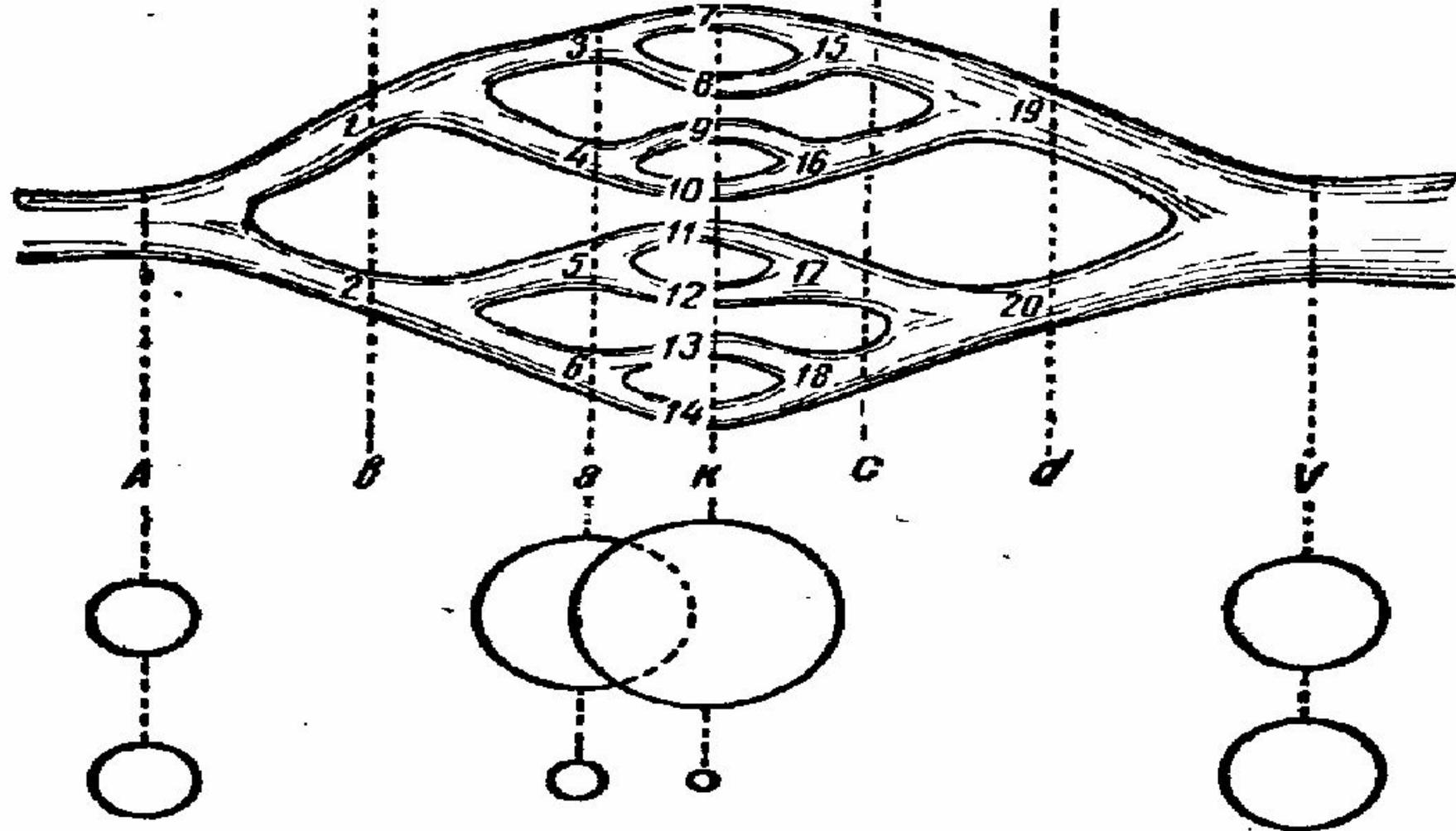
- **Сфигмография** и определение скорости распространения пульсовой волны
- **Плетизмография**
- **Реография**
- **Регистрация АД**

# **ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ КРОВОТОКА –**

путь, проходимый в единицу времени частицами крови

$$V = \frac{Q}{\pi r^2}$$

где Q - объёмная скорость кровотока, r - радиус сосудов



**Рис. 95. Схематическое изображение разветвления сосудистой системы.**

**A** — аорта; **b** — артерии; **a** — артериолы; **K** — капилляры; **C** — вены; **V** — 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.

# ***СРЕДНЯЯ ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ ТОКА КРОВИ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ***

см/с



**Процентное распределение объёма кровотока  
в различных органах в зависимости от их  
“привилегированности” и функциональной активности**

<b>ОРГАНЫ, ТКАНИ</b>	<b>МОЗГ</b> (2% массы тела)	<b>СЕРДЦЕ</b> (0,4% массы тела)	<b>МЫШЦЫ, КОЖА</b>	<b>ЖКТ</b>	<b>ПОЧКИ</b>
<b>В ПОКОЕ</b> (МОК = 4-5 л/мин)	<b>13 - 15</b>	<b>4 - 5</b>	<b>18 - 25</b>	<b>20 - 25</b>	<b>20</b>
<b>ПРИ ФН</b> (МОК=20-25 л/мин)	<b>3 - 4</b>	<b>4 - 5</b>	<b>80 - 85</b>	<b>3 - 6</b>	<b>2 - 4</b>

# **ОБЪЕМНАЯ СКОРОСТЬ КРОВОТОКА -**

количество крови, протекающей через поперечное сечение системы в единицу времени

$$Q = \frac{P_H - P_K}{R}$$

$P_H$  и  $P_K$  - давление в начальном и конечном отделах системы кровообращения,  
 $R$  - общее периферическое сопротивление

# **ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КРОВОТОКУ –**

соотношение между током жидкости в длинной узкой трубке, вязкостью жидкости, радиусом трубки и сопротивлением определяется по формуле Пуазейля:

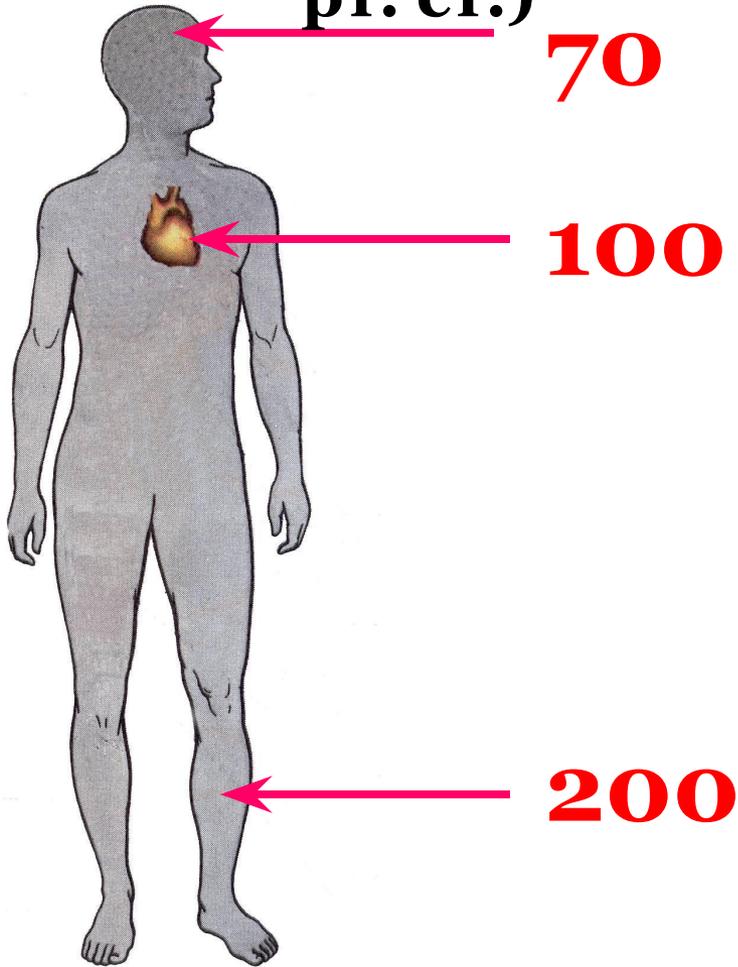

$$R = \frac{8 \eta L}{\pi r^4}$$

где **R** — сопротивление трубки,  **$\eta$**  — вязкость протекающей жидкости,  
**L** — длина трубки, **r** — радиус трубки

**Пуазейль Жан Луи Мари (Poiseuille J.), французский врач и физик (1799–1869). Впервые применил ртутный манометр для измерения артериального давления. В 1840 г. экспериментально установил закон истечения жидкости через тонкую цилиндрическую трубку.**

# ВЛИЯНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА АД

Среднее артериальное давление (мм рт. ст.)



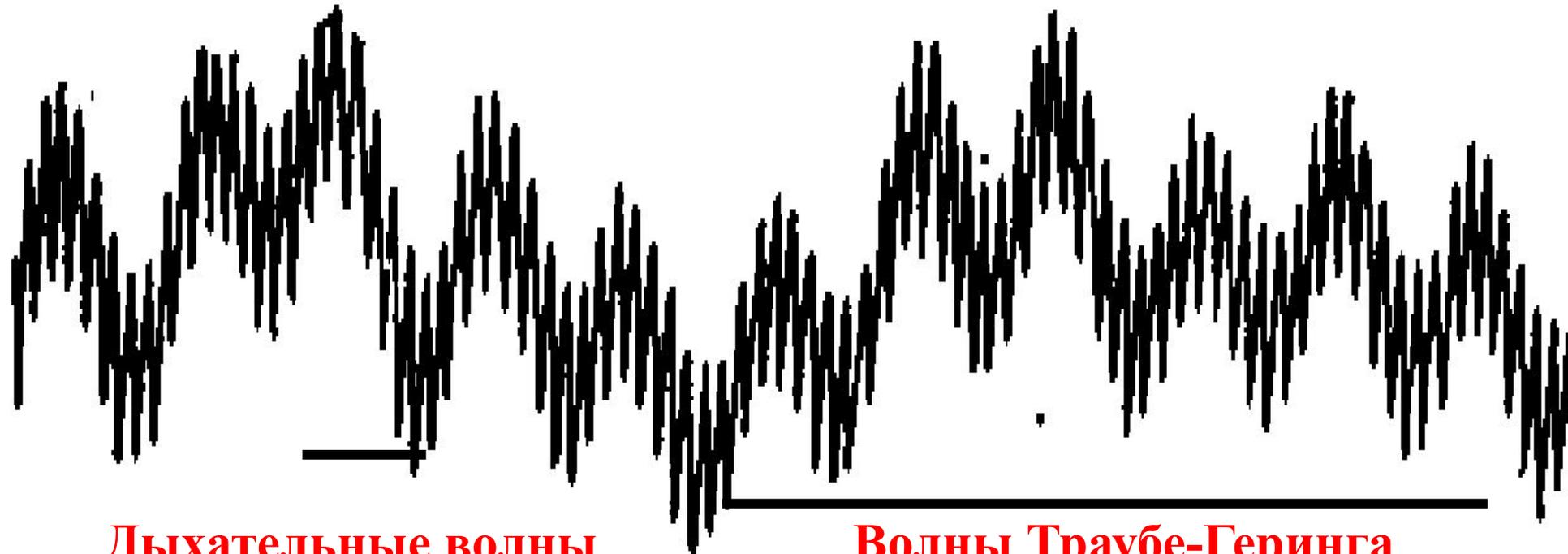
*«Сила тяжести показалась мне всемогущей, как любовь»*



А. Сент-Экзюпери

# ***КРИВАЯ АД***

**Пульсовые волны  
(1-го порядка)**



**Дыхательные волны  
(2-го порядка)**

**Волны Траубе-Геринга  
(3-го порядка)**



# ***СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ АД***



# ***ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АД***

<b>Возраст</b>	<b>Систолическое АД (мм рт. ст.)</b>	<b>Диастолическое АД (мм рт. ст.)</b>
<b>Новорожденный</b>	<b>48 – 50</b>	<b>20 – 25</b>
<b>Один год</b>	<b>70 – 95</b>	<b>40 – 80</b>
<b>16 – 20 лет</b>	<b>100 – 120</b>	<b>60 – 80</b>
<b>20 – 40 лет</b>	<b>100 – 130</b>	<b>60 – 85</b>
<b>&gt; 40 лет</b>	<b>до 139</b>	<b>до 89</b>

# ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЕЛИЧИНЫ АД

**Возраст.** У здоровых людей величина систолического АД увеличивается от 115 мм рт.ст. в возрасте 15 лет до 140 мм. рт.ст. в возрасте 65 лет, т.е. увеличение АД происходит со скоростью около 0,5 мм рт.ст. в год. Диастолическое АД возрастает от 70 мм рт.ст. в возрасте 15 лет до 90 мм рт. ст., т.е. со скоростью около 0,4 мм рт.ст. в год.

**Пол.** У женщин систолическое и диастолическое АД ниже между 40 и 50 годами, но выше в возрасте от 50 лет и более.

**Масса тела.** Систолическое и диастолическое АД непосредственно коррелируют с массой тела человека — чем больше масса тела, тем выше АД.

**Положение тела.** Когда человек встаёт, то сила тяжести изменяет венозный возврат, уменьшая сердечный выброс и АД. Компенсаторно увеличивается ЧСС, вызывая повышение систолического и диастолического АД и общего периферического сопротивления.

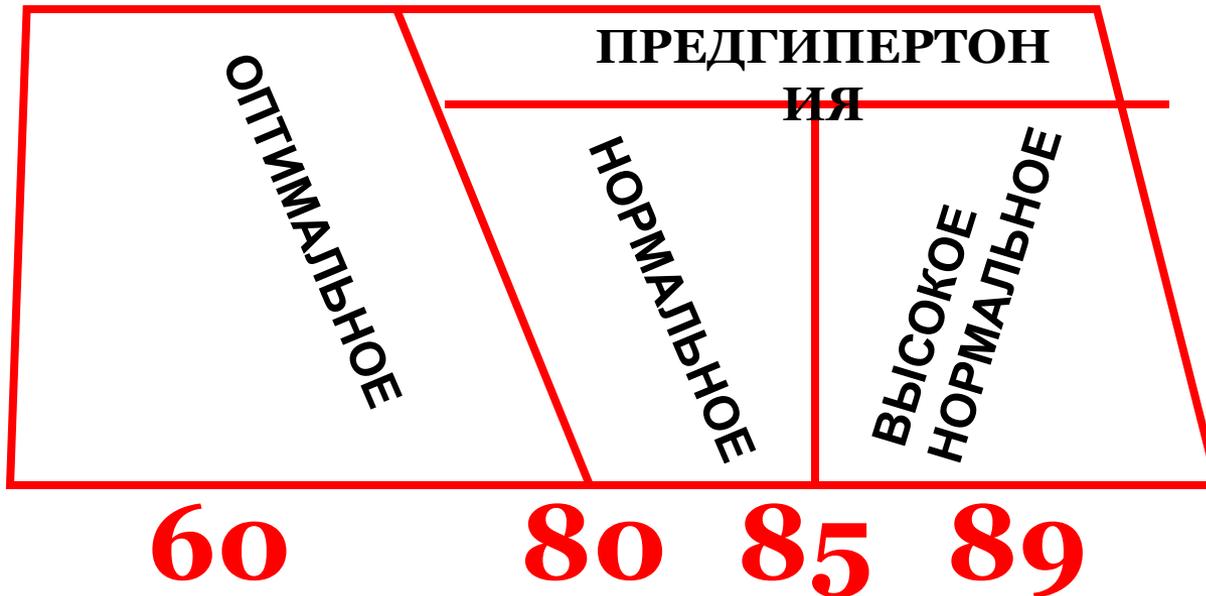
**Мышечная деятельность.** АД повышается во время работы. Систолическое АД увеличивается за счёт усиления сокращений сердца. Диастолическое АД вначале понижается за счёт расширения сосудов работающих мышц, а затем интенсивная работа сердца приводит к повышению диастолического АД.

# ГРАНИЦЫ НОРМАЛЬНОГО АД

Рекомендации по диагностике и лечению АД ЕОАГ/ЕОК 2007г.

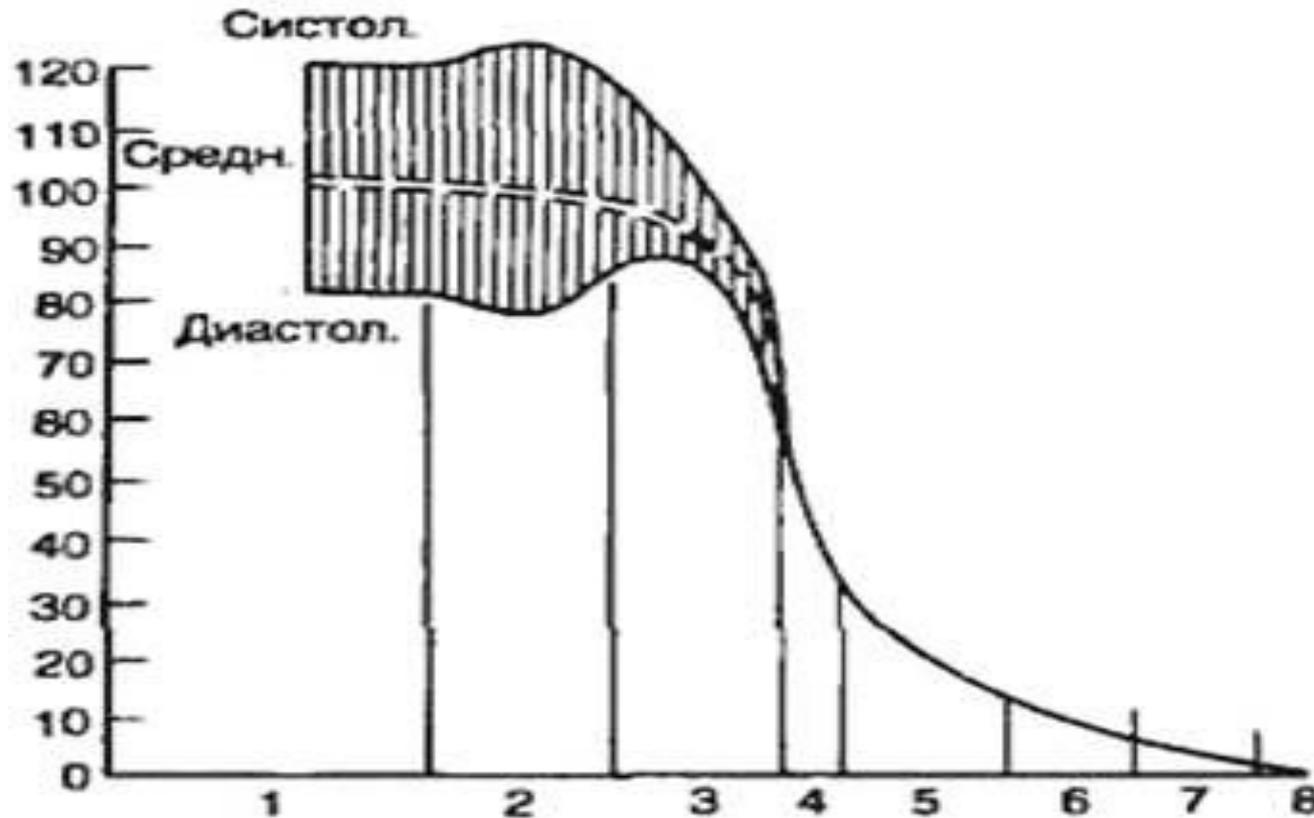
Систолическое АД (мм рт.ст.)

100 110-115 130 139



Диастолическое АД (мм рт.ст.)

# ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ



**1** - в аорте; **2** - в крупных артериях; **3** - в мелких артериях; **4** - в артериолах; **5** - в капиллярах; **6** - в венулах; **7** - в венах; **8** - в полой вене.

Штриховкой обозначено колебание давления в систолу и диастола, пунктиром - среднее давление

# ***ТИПЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ***

**① эукинетический тип кровообращения**

$$P = Q \cdot R$$

**② гиперкинетический тип кровообращения**

$$P = Q \cdot R$$

**③ гипокинетический тип кровообращения**

$$P = q \cdot R$$

# ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СИСТЕМНОЕ АД

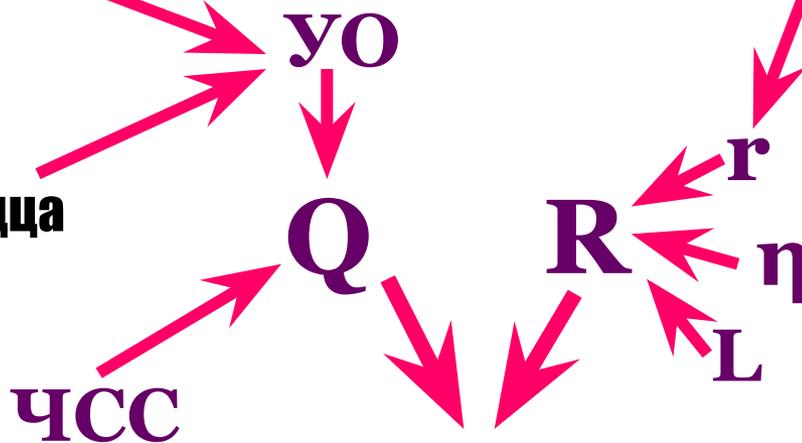
Положение тела в пространстве

↓  
Депонирование крови

↓  
ОЦК

↓  
Венозный возврат

↓  
Сократительная  
активность сердца



ВЕНОЗНЫХ

Тонус гладких  
мышц сосудов

АРТЕРИАЛЬНЫ  
X

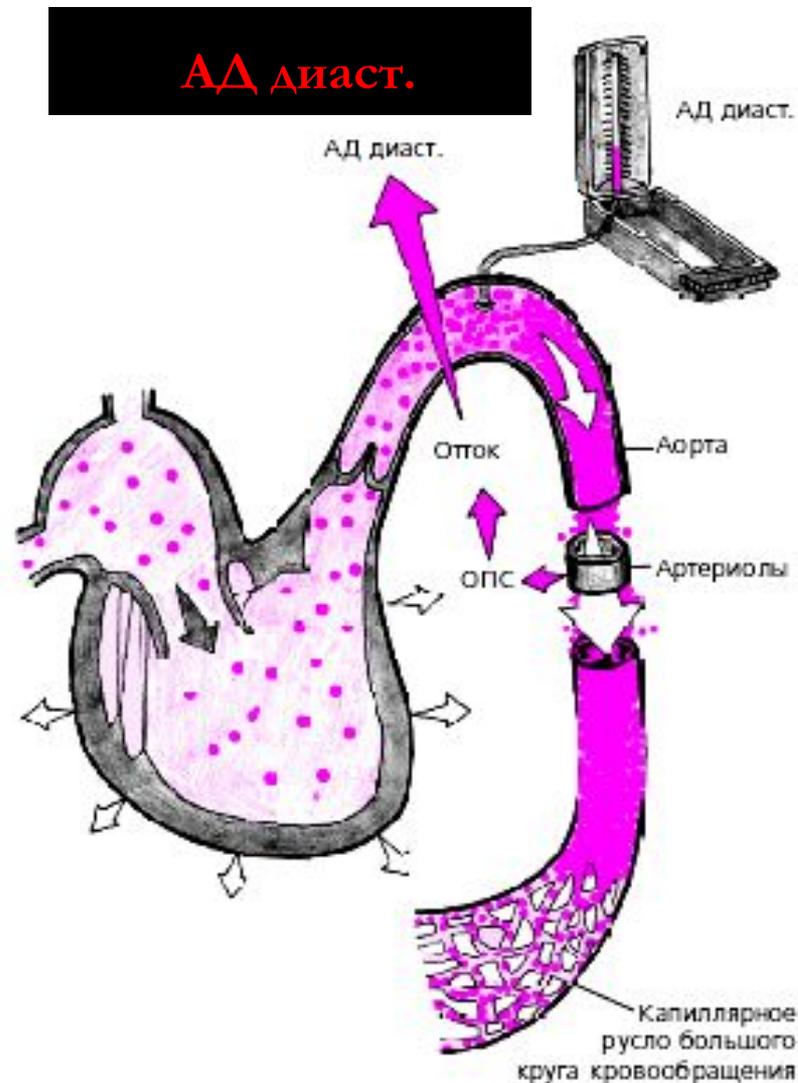
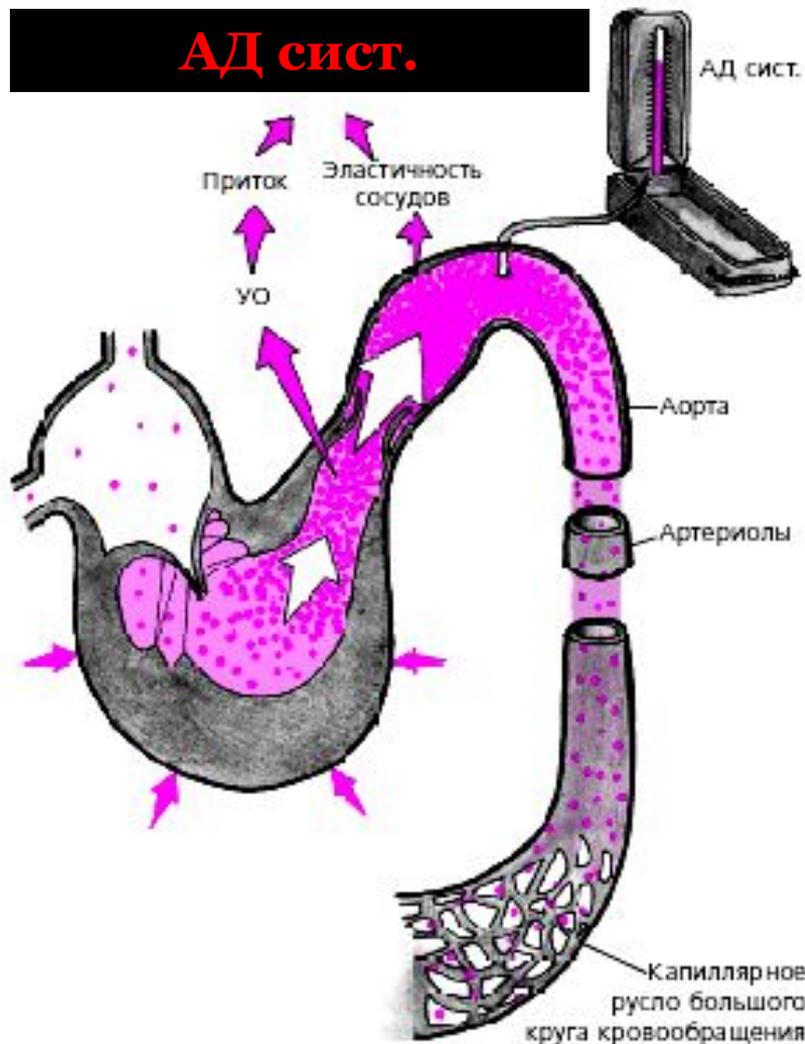
Число открытых капилляров  
Толщина стенки сосудов  
Растяжимость сосудов

P

# ***ВИДЫ АД***

- **Систолическое АД (САД)**
- **Диастолическое АД (ДАД)**
- **Пульсовое АД (ПАД) = САД-ДАД**
- **Среднее АД ( АД<sub>ср</sub>) = ДАД + 1/3 ПАД**

# Основные гемодинамические факторы, определяющие уровень систолического и диастолического артериального давления



**УО** - ударный объем, **ОПС** - общее периферическое сопротивление

# ***МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АД У ЧЕЛОВЕКА***

⚙ **Метод Рива-Роччи**

⚙ **Метод Короткова**

⚙ **Артериальная**

**осциллография**

**Коротков Николай Сергеевич**, отечественный терапевт (1874–1920);

в 1905 г. предложил непрямой метод измерения артериального давления, известна также операция Короткова: перевязка всех впадающих в аневризму и выходящих из неё сосудов.



*Россия о великом сыне  
100 лет спустя узнала вновь,  
Чтоб свято помнили отныне  
Простое имя – Коротков.*

*Звездой яркою сияет  
И освещает путь вперед  
Для тех, кто ищет и дерзает.  
Для тех, кто новое найдет.*

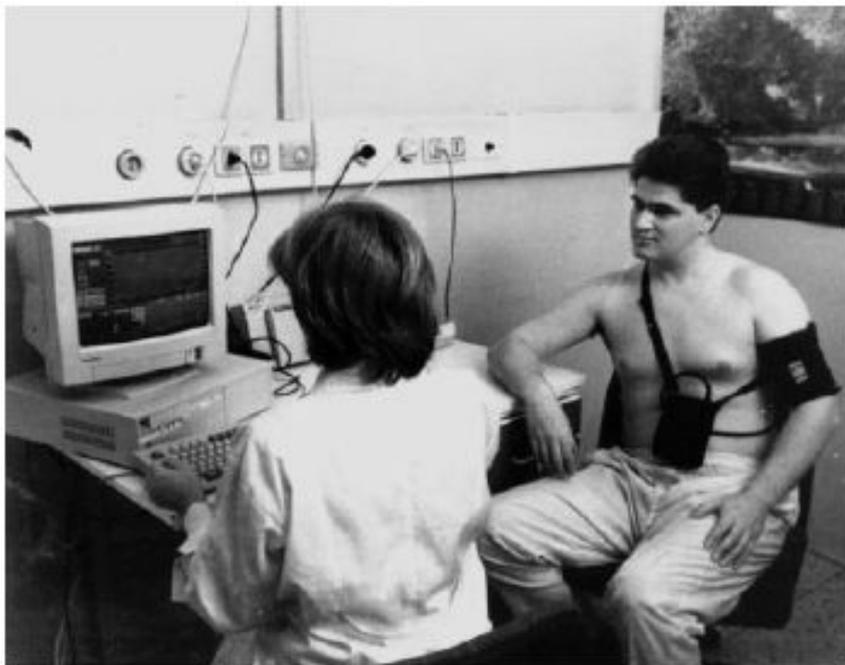
*И пусть напоминает снова  
"Светя другим, сгораю сам"  
Бессмертный гений Короткова  
Как завещание врачам*

врач Виктор Никофоров  
(ж. "Артериальная гипертензия" №2, с. 71-74)

**Рива–Роччи С.** (Riva-Rocci S), итальянский врач (1863-1937).

В 1896 г. предложил способ измерения артериального давления в режиме декомпрессии. Он же сконструировал аппарат для измерения АД (аппарат Рива-Роччи).

# Современная автоматическая мониторинговая система для длительного измерения АД



Амбулаторный монитор  
для измерения артериального давления  
**Oxford Excel 2**



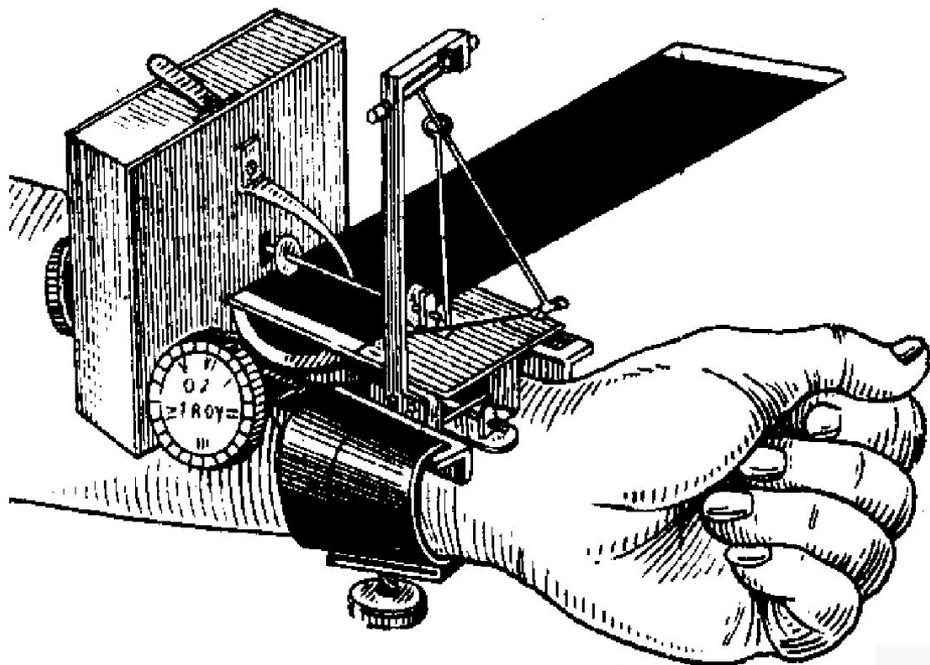
Подготовка пациента к исследованию

# ***ПУЛЬС***

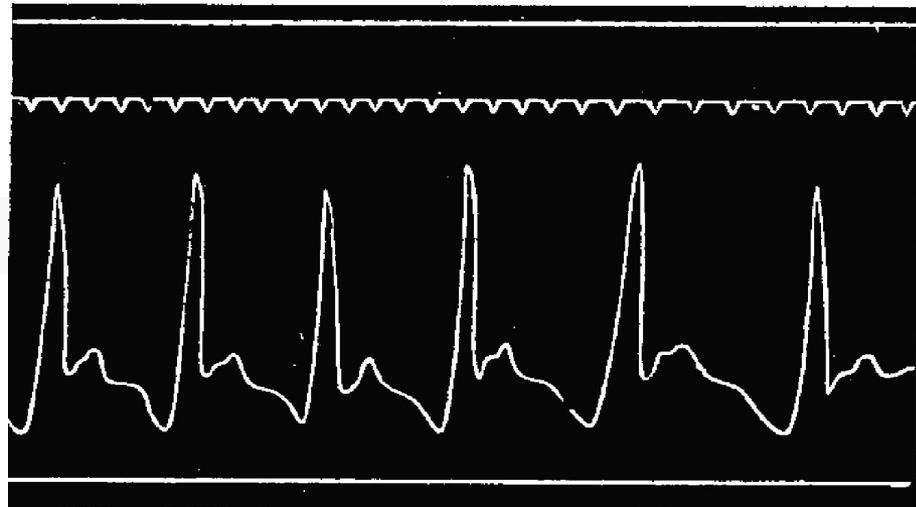
**Пульс** – колебание стенки сосуда,  
синхронное с ритмом сердца.

**Пульсовая волна** возникает в аорте в  
результате удара крови в ее стенку при  
систоле и движется по стенке сосуда до  
капилляров.

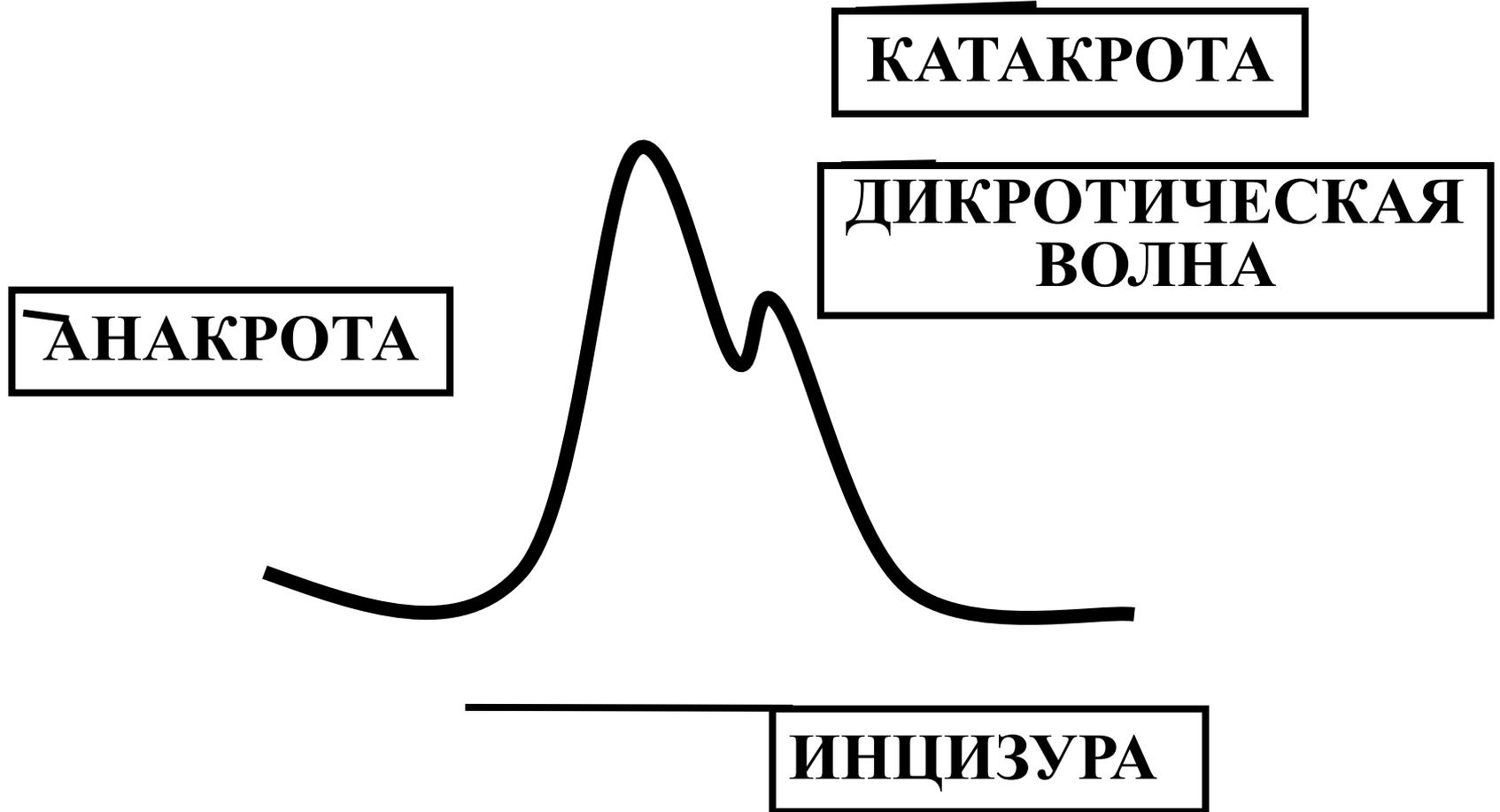
# СФИГМОГРАФ ФРАНКА



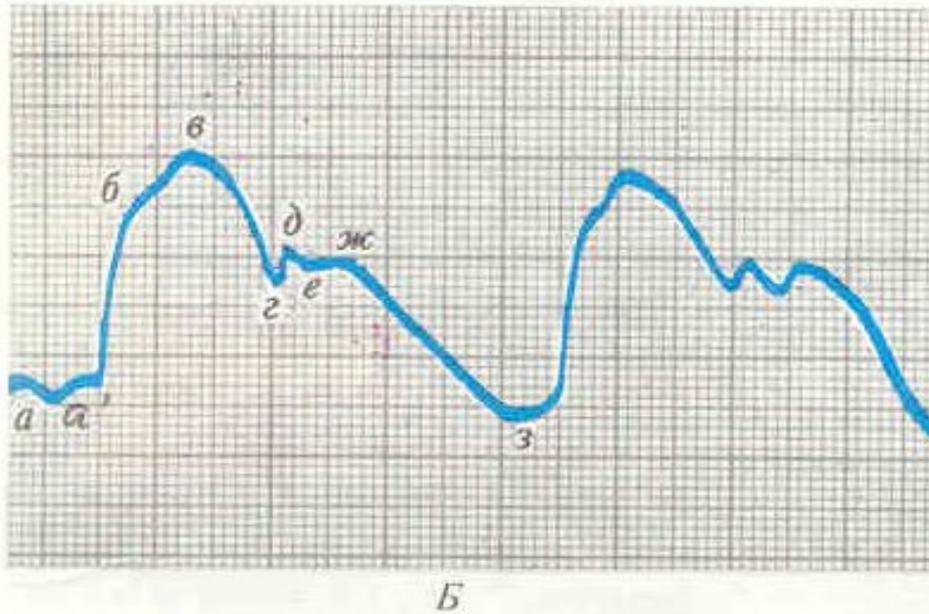
Артериальный пульс



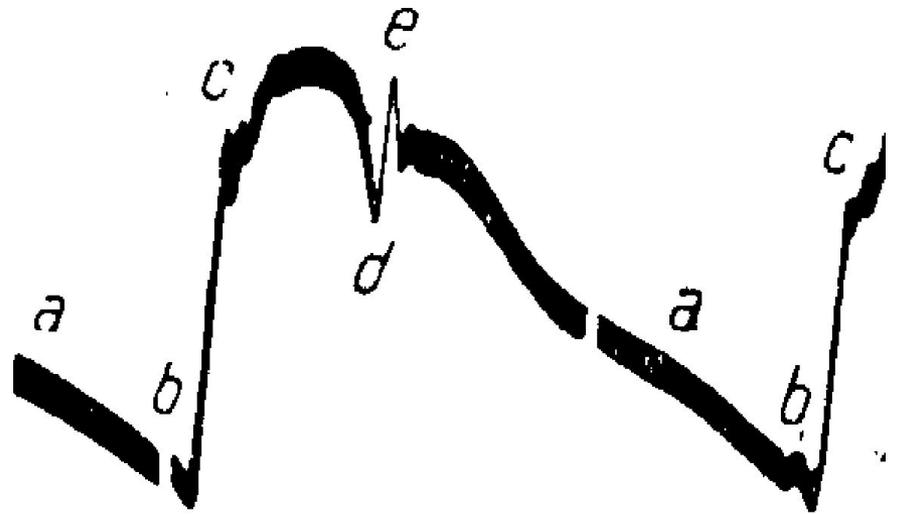
# ***СФИГМОГРАММА АРТЕРИИ***



# СФИГМОГРАММА АОРТЫ И СОННОЙ АРТЕРИИ



**СОВРЕМЕННАЯ ЗАПИСЬ**



**ПО ФРАНКУ**

# ***СВОЙСТВА ПУЛЬСА***

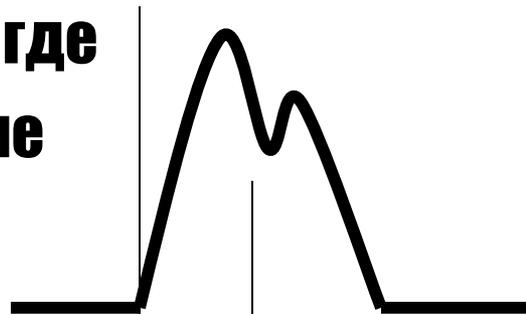
- ① **ЧАСТОТА** – число ударов в минуту.
- ② **РИТМ** – равномерность промежутков между ударами.
- ③ **БЫСТРОТА** – скорость подъема стенки сосуда.
- ④ **НАПОЛНЕНИЕ** – амплитуда пульсовой волны.
- ⑤ **НАПРЯЖЕНИЕ** – сила, с которой надо сдавить артерию для прекращения пульсации.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ (V) РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

$V = L / t$ , где

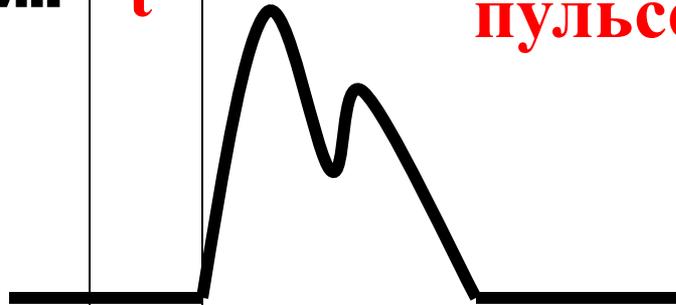
**L** - расстояние  
между  
датчиками

**t** - время  
распространения  
пульсовой  
волны



*Каротидная  
сфигмограмма*

**t** - время распространения  
пульсовой волны



*Сфигмограмма  
бедренной артерии*

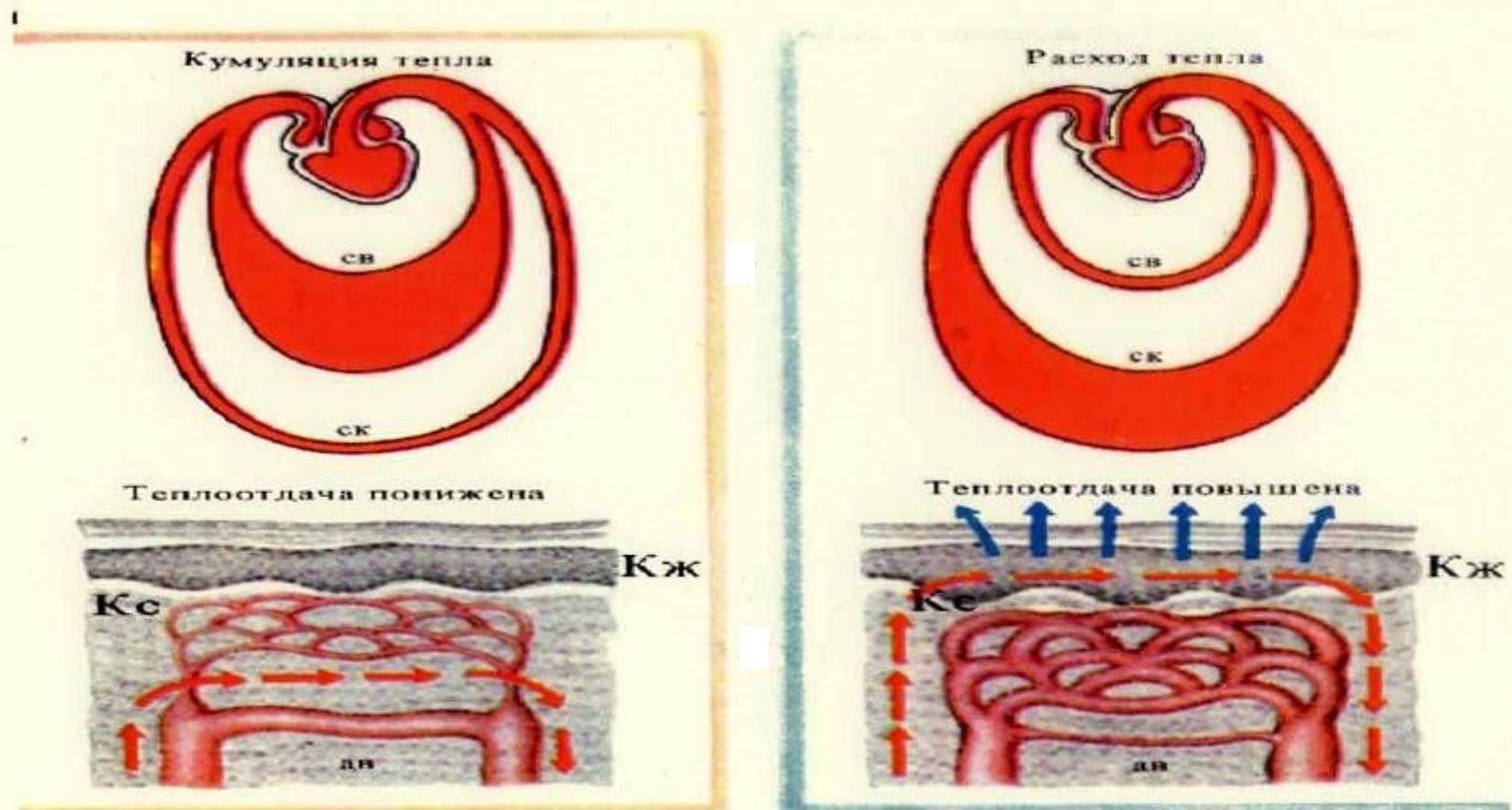
# РЕГУЛЯЦИЯ ТОНУСА СОСУДОВ И АД

# ***ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСВЕТА СОСУДОВ***

## **I. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОМЕОСТАЗА**

- оптимального АД;**
- нормальной  $t^{\circ}$  тела за счет физической терморегуляции;**
- оптимального ОЦК:**
  - сужение сосудов в участке травмы;
  - изменения процессов депонирования (вено-артериальный рефлекс)

# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ И КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ



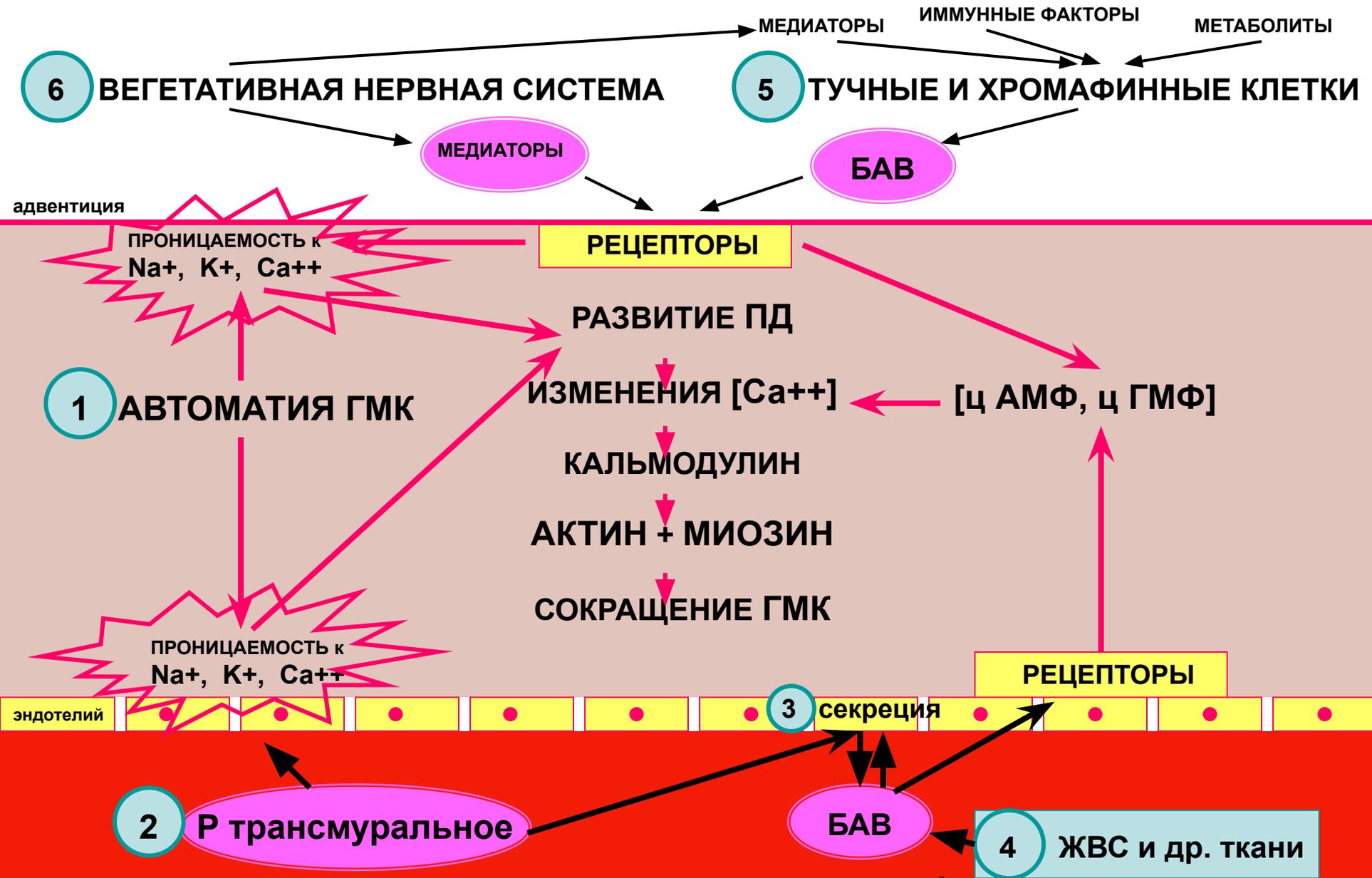
# **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСВЕТА СОСУДОВ**

## **II. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ**

- 1. функциональная и реактивная гиперемия;**
- 2. стабилизация кровотока в мозгу, в миокарде,  
в почках и других органах:**
  - перераспределение кровотока при  
функциональной гиперемии (мозг);**
  - саморегуляция тонуса сосудов и  
артериального давления**

# КЛЕТОЧНЫЙ И ТКАНЕВОЙ УРОВНИ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА СОСУДОВ



# ***Механизмы сужения сосудов и повышения АД при гипернатриемии***

- ✓ **Накопление натрия в крови ведет к увеличению ее объема, увеличению объёмной скорости кровотока в органах и саморегуляторному сужению сосудов.**
- ✓ **Накопление натрия в эндотелии ведет к его набуханию и сужению просвета артериол.**
- ✓ **Избыток натрия в гладкомышечных клетках сосудов повышает их возбудимость.**

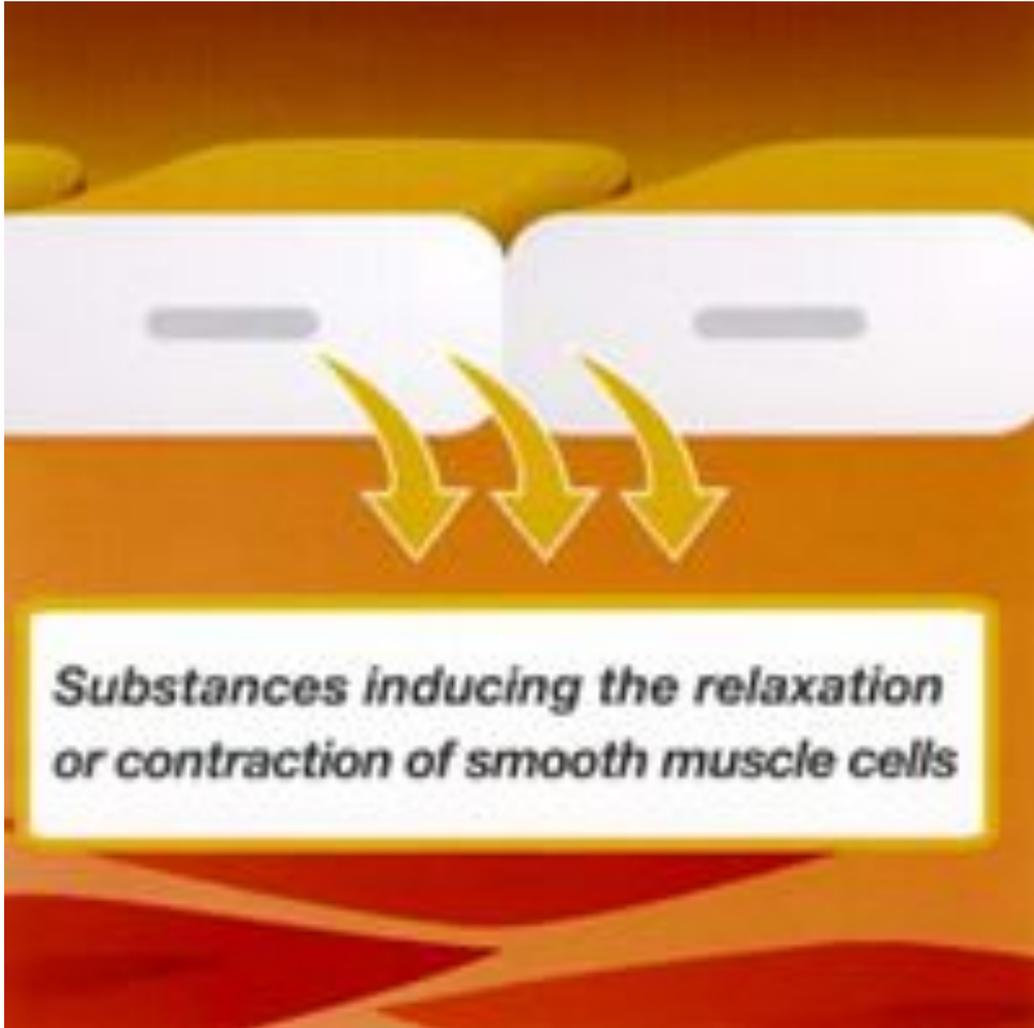
# **ФАКТОРЫ, СИНТЕЗИРУЕМЫЕ В ЭНДОТЕЛИИ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЕГО ФУНКЦИЮ**

**Факторы сокращения и расслабления  
сосудистой стенки**

<b>КОНСТРИКТОРЫ</b>	<b>ДИЛАТАТОРЫ</b>
<p><b>Эндотелин</b></p> <p><b>Ангиотензин-II</b></p> <p><b>Тромбоксан</b></p> <p><b>Простагландин H<sub>2</sub></b></p>	<p><b>Оксид азота</b></p> <p><b>Эндотелин</b></p> <p><b>Простациклин</b></p> <p><b>Эндотелиновый фактор деполяризации</b></p>

## Эндотелий играет ведущую роль:

- 👉 в вазоконстрикции,
- 👉 вазодилатации;
- 👉 в регуляции сосудистой проницаемости;
- 👉 в регуляции взаимодействия лейкоцитов, тромбоцитов с сосудистой стенкой;
- 👉 в ремодуляции сосудов.



The diagram shows two white endothelial cells at the top with a gap between them. Three yellow arrows point downwards from this gap towards a layer of smooth muscle cells below. A white box with a yellow border is positioned between the endothelial cells and the smooth muscle cells, containing text.

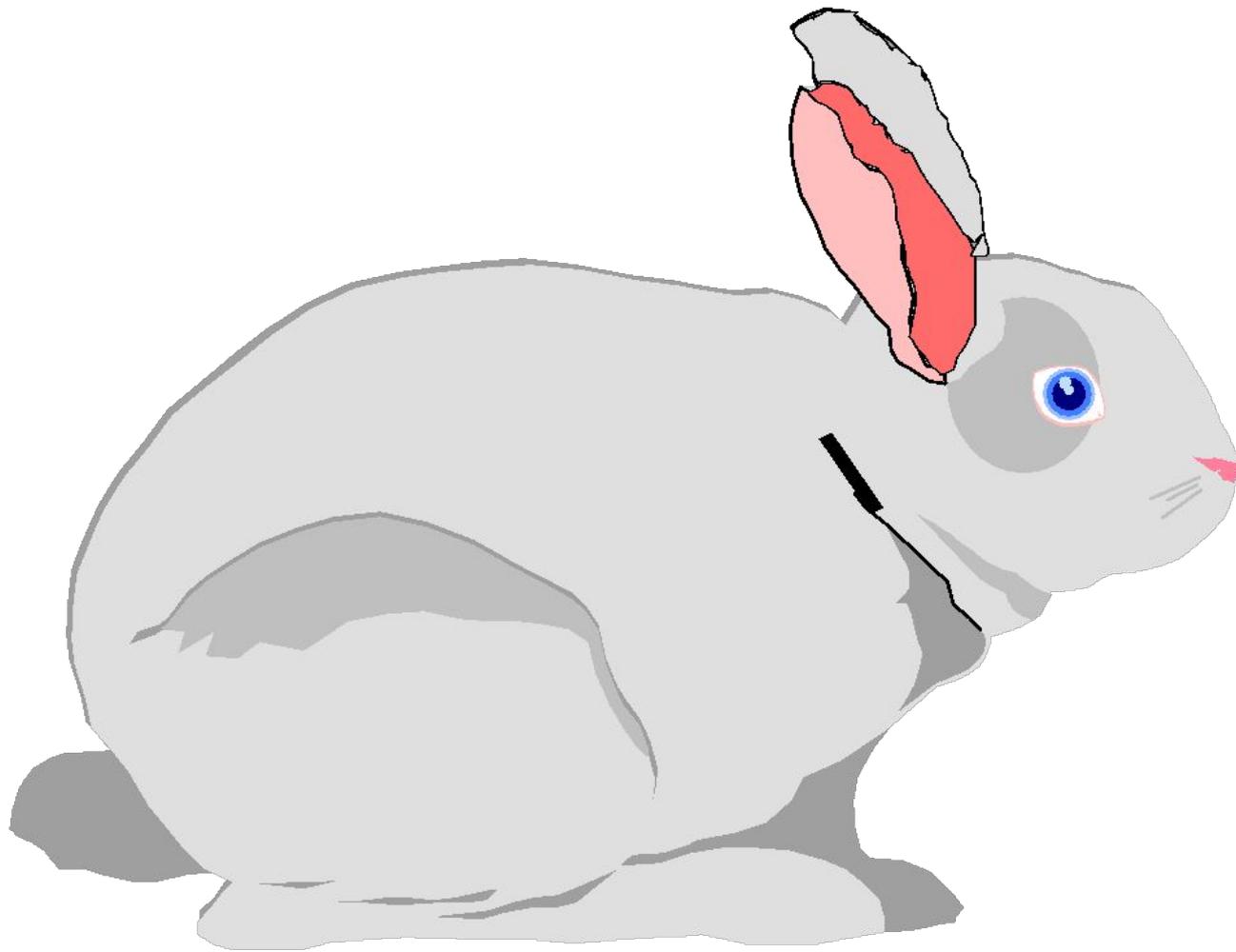
*Substances inducing the relaxation or contraction of smooth muscle cells*

За открытие участия эндотелия в дилатации артерий, характеристику оксида азота и циклического ГМФ как молекул, ответственных за этот феномен, идентификацию ферментов, способных продуцировать оксид азота, группе ученых (Р. Фуршгот, Ф. Мюрад и Л. Игнарро) была присуждена Нобелевская премия по медицине за 1998 год.

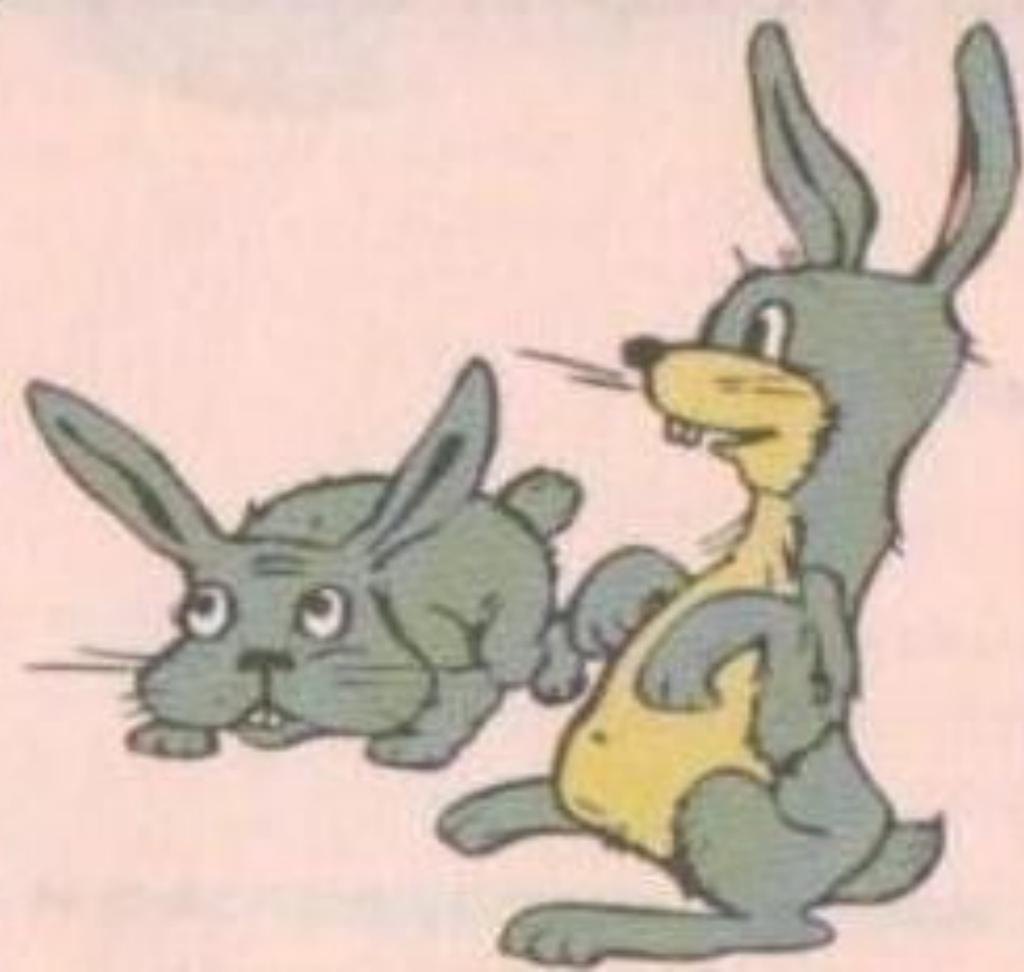
# ***ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ***

- **Вальтер (1842)** - сужение сосудов на плавательной перепонке лягушки
- **Клод Бернар (1852)** - симпатические вазоконстрикторы на ухе кролика
- **Ф.В.Овсянников (1871)** – открыл сосудодвигательный центр продолговатого мозга
- **Бейлис (1923)** – описал прессорный и депрессорный отделы центра

# ***Опыт Клода Бернара***



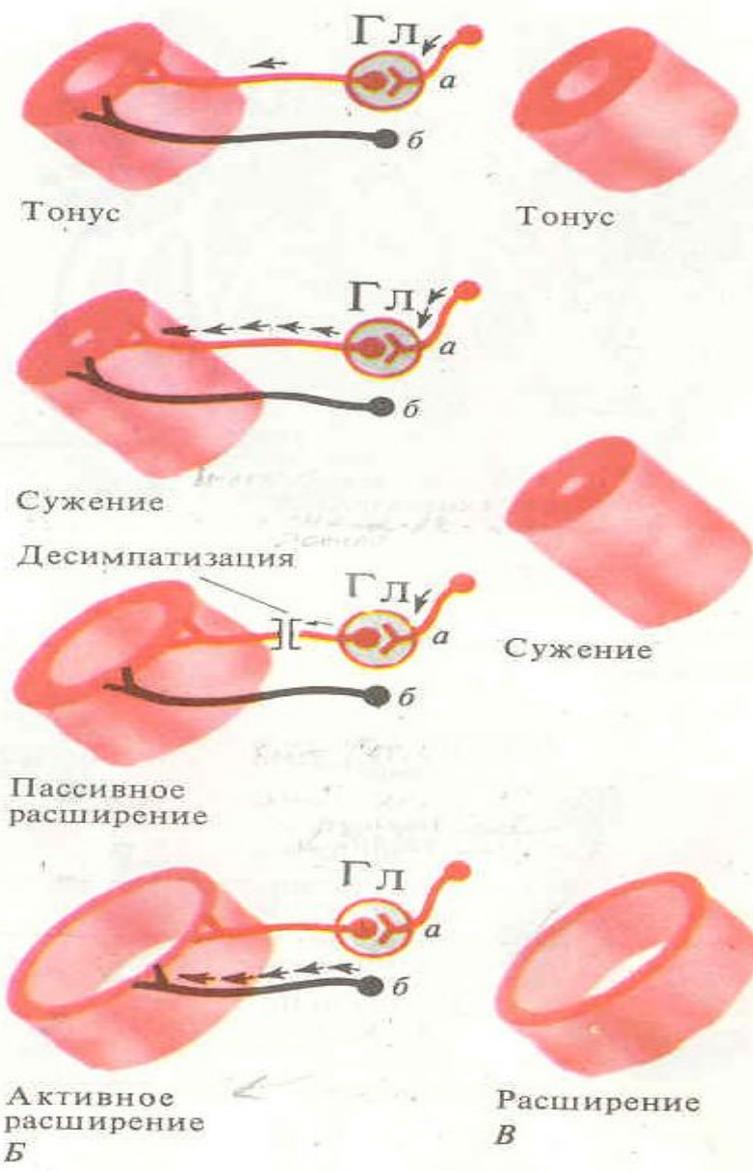
КЛОД БЕРНАР ПЕРЕРЕЗАЛ  
МНЕ НЕРВ НА ШЕЕ,  
И ВОТ УХО ДО СИХ ПОР КРАСНОЕ!!!



# ***СОСУДОДВИГАТЕЛЬНЫЕ НЕРВЫ***

- **Симпатические нервы, через:**
  - $\alpha$  - адренорецепторы** - констрикция и тонус
  - $\beta$  - адренорецепторы** - дилатация
  - M - холинорецепторы** - дилатация
- **Парасимпатические нервы, через:**
  - ацетилхолин** - **m-холинорецепторы** - **NO** - дилатация сосудов мозга, подчелюстной железы (хорда тимпани) и органов малого таза (n.pelvic),
  - брадикинин и гистамин** - дилатация сосудов кожи, желудочно-кишечного тракта.

# МЕХАНИЗМ СОСУДОДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ



Норадреналин  
Ангиотензин  
Вазопрессин  
и др.

СО<sub>2</sub>  
Молочная  
кислота  
Гистамин  
Брадикинин  
и др.

# **Быстрая регуляция тонуса кровеносных сосудов – важнейшая из «повседневных» функций симпатической системы**



**ОНА ОБЕСПЕЧИВАЕТ:**

- быстрые изменения параметров гемодинамики при изменении положения тела (ортостазе и антиортостазе);**
- минимизацию флуктуаций артериального давления (= снижение variability артериального давления);**
- быстрое перераспределение кровотока между органами.**

# Эфферентные нервные механизмы изменений сосудистого тонуса

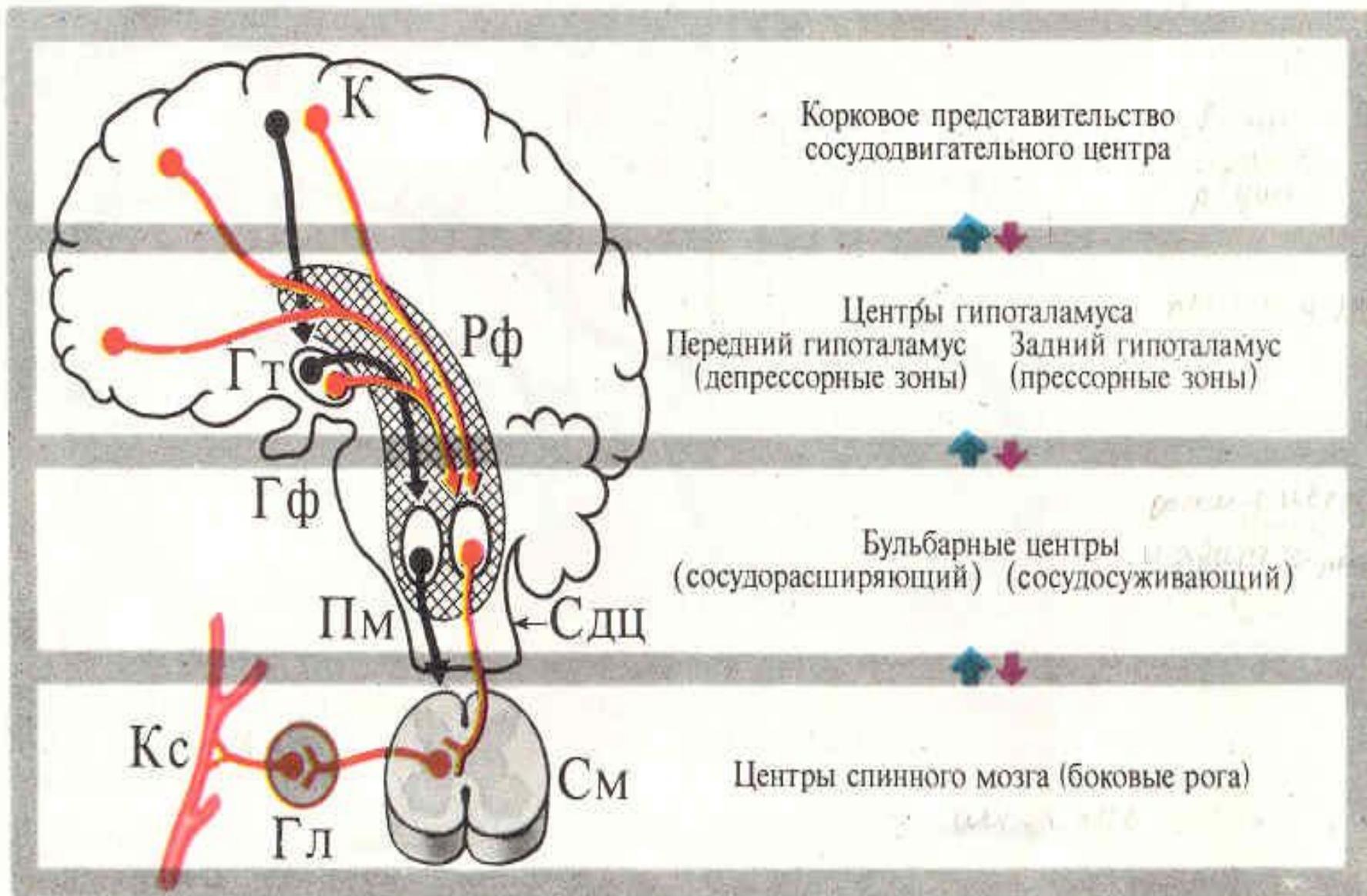
## Вазоконстрикторные влияния:

- ★ симпатические нервы, выделяющие НА, взаимодействующий с  $\alpha$ -адренорецепторами

## Вазодилататорные влияния:

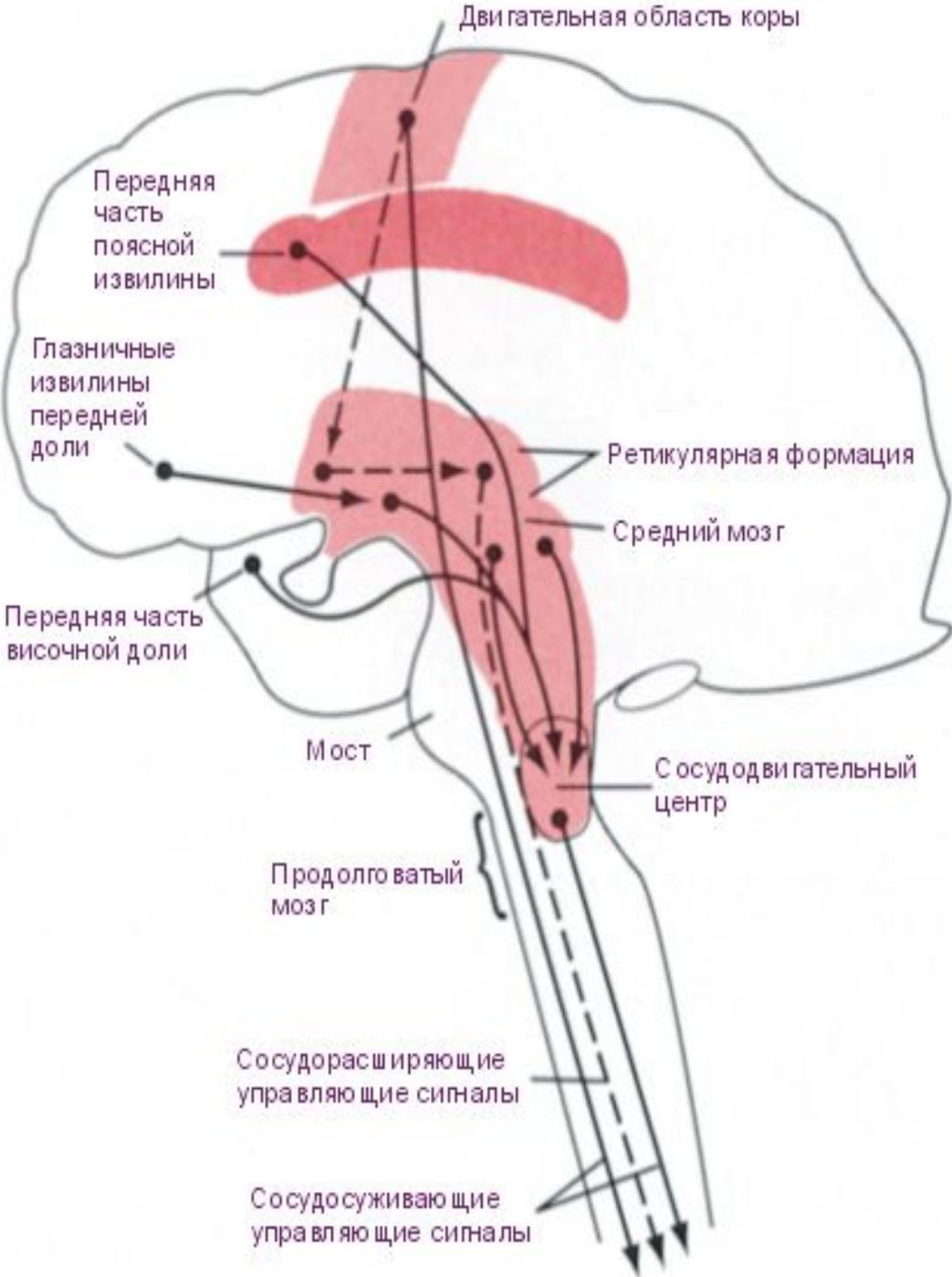
- ★ симпатические нервы, выделяющие А, взаимодействующие с  $\beta$ -адренорецепторами;
- ★ симпатические нервы, выделяющие АХ;
- ★ уменьшение активности симпатических нервов, НА которых соединяется с  $\alpha$ -адренорецепторами;
- ★ парасимпатические нервы (в некоторых органах);
- ★

# КОМПОНЕНТЫ СОСУДОДВИГАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

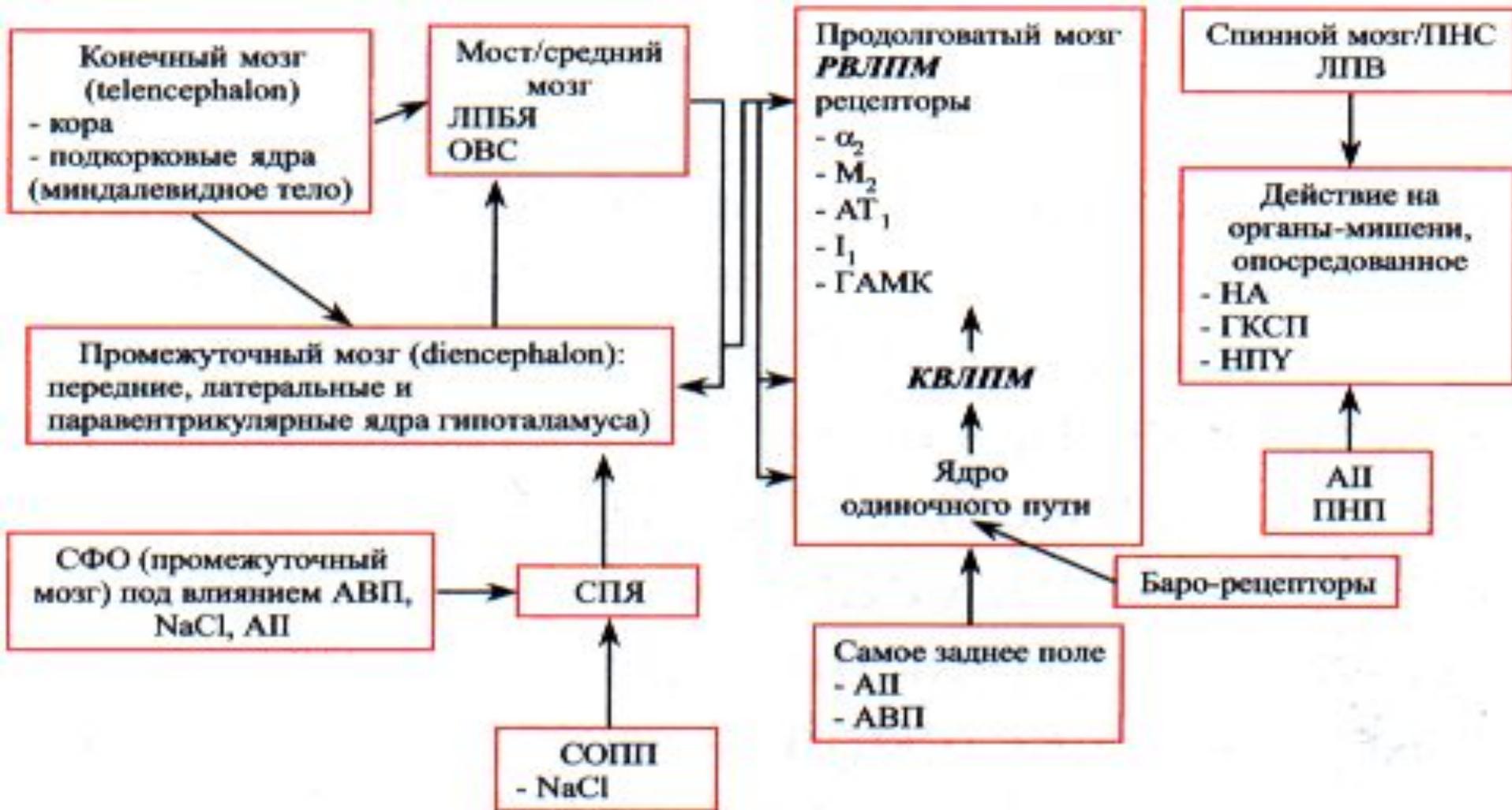




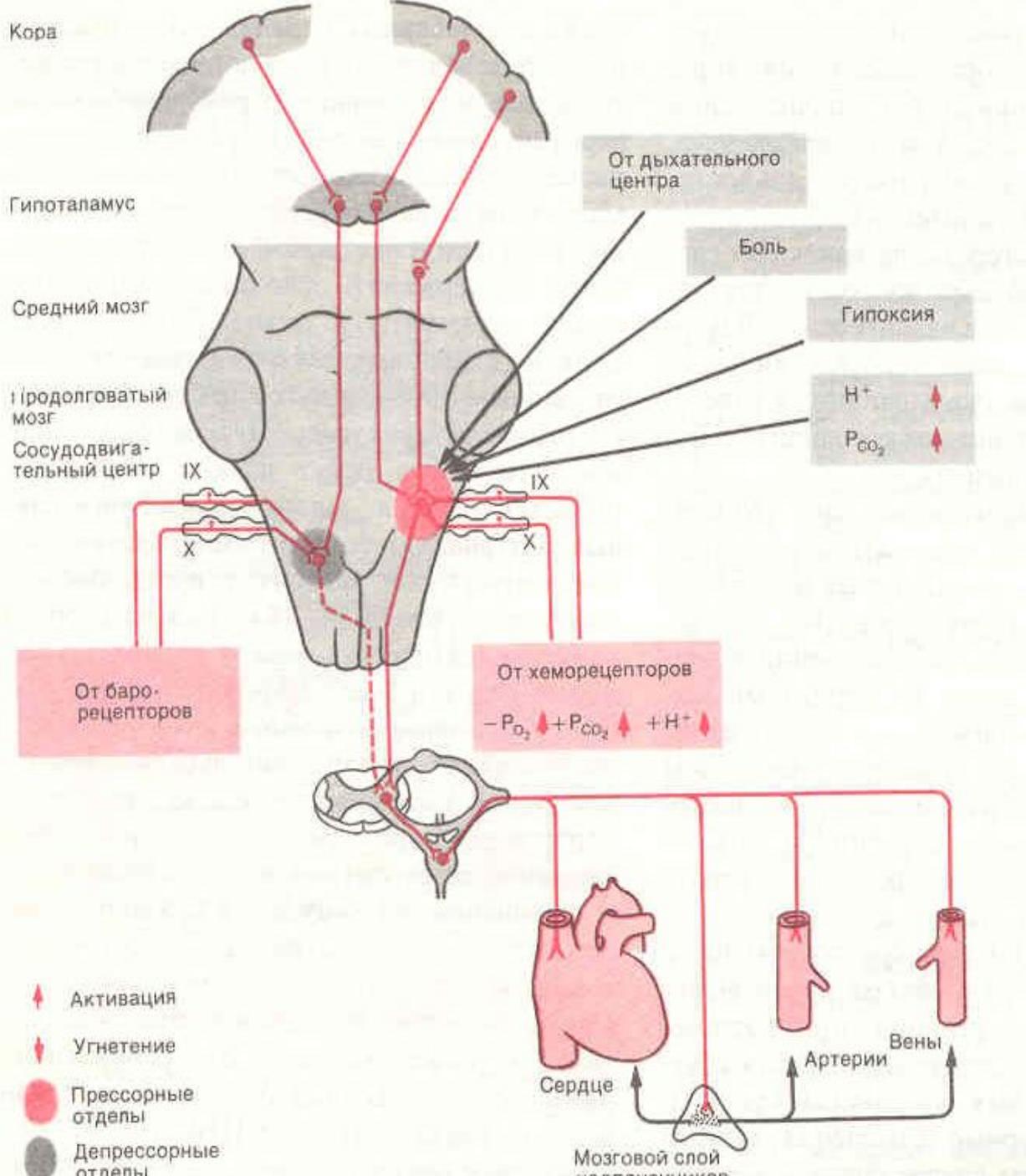
# Связи сосудодвигательного центра ствола мозга с вышележащими отделами головного мозга



# ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА И ДРУГИХ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ В РЕГУЛЯЦИИ АД

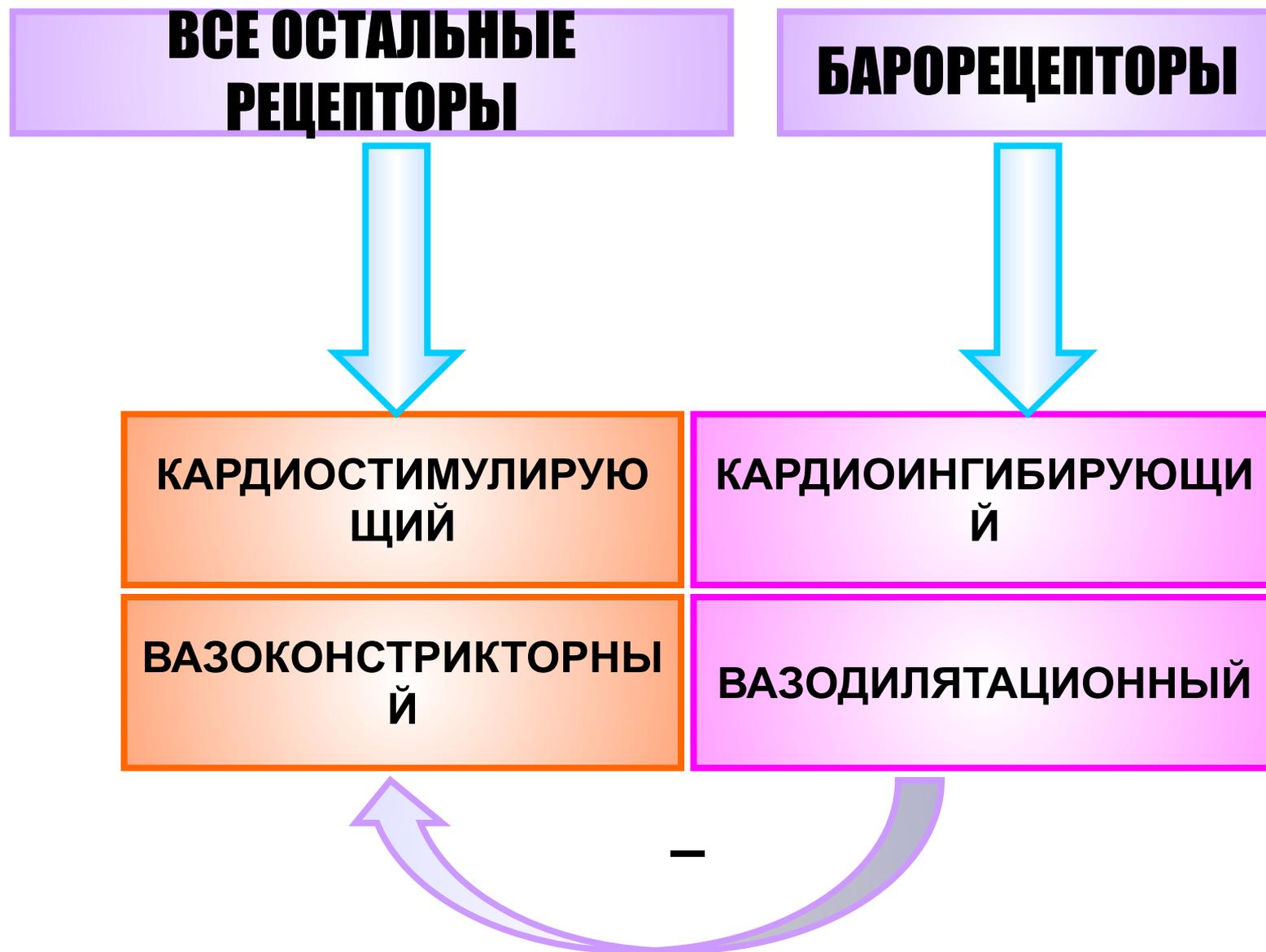


ГКСР - ген-кальцитонина-связанный пептид; НТУ - нейропептид Y;  
ПНП - предсердный натрийуретический пептид; СОПП - сосудистый орган пограничной пластинки;  
СПЯ - срединное преоптическое ядро; СФО - субфорникальный орган.



**Схема входов и выходов сосудодвигательных центров продолговатого мозга**

# **СТРУКТУРА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО ЦЕНТРА**



# ***МИОГЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА СОСУДОВ***

- ❶ Базальный тонус гладких мышц**
- ❷ Потокзависимая дилатация**
- ❸ Метаболическая дилатация**
- ❹ Реологические свойства крови**

# ***ТОНУС СОСУДОВ***

**СОСУДИСТЫЙ ТОНУС** - степень  
напряжения сосудистой стенки.

- **Миогенный или базальный тонус**
- **Регуляторный тонус:**
  - а) нейрогенный**
  - б) химиогенный (гуморальный)**

# ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ СОПРЯЖЕНИЕ В ГЛАДКОЙ МЫШЦЕ СОСУДА

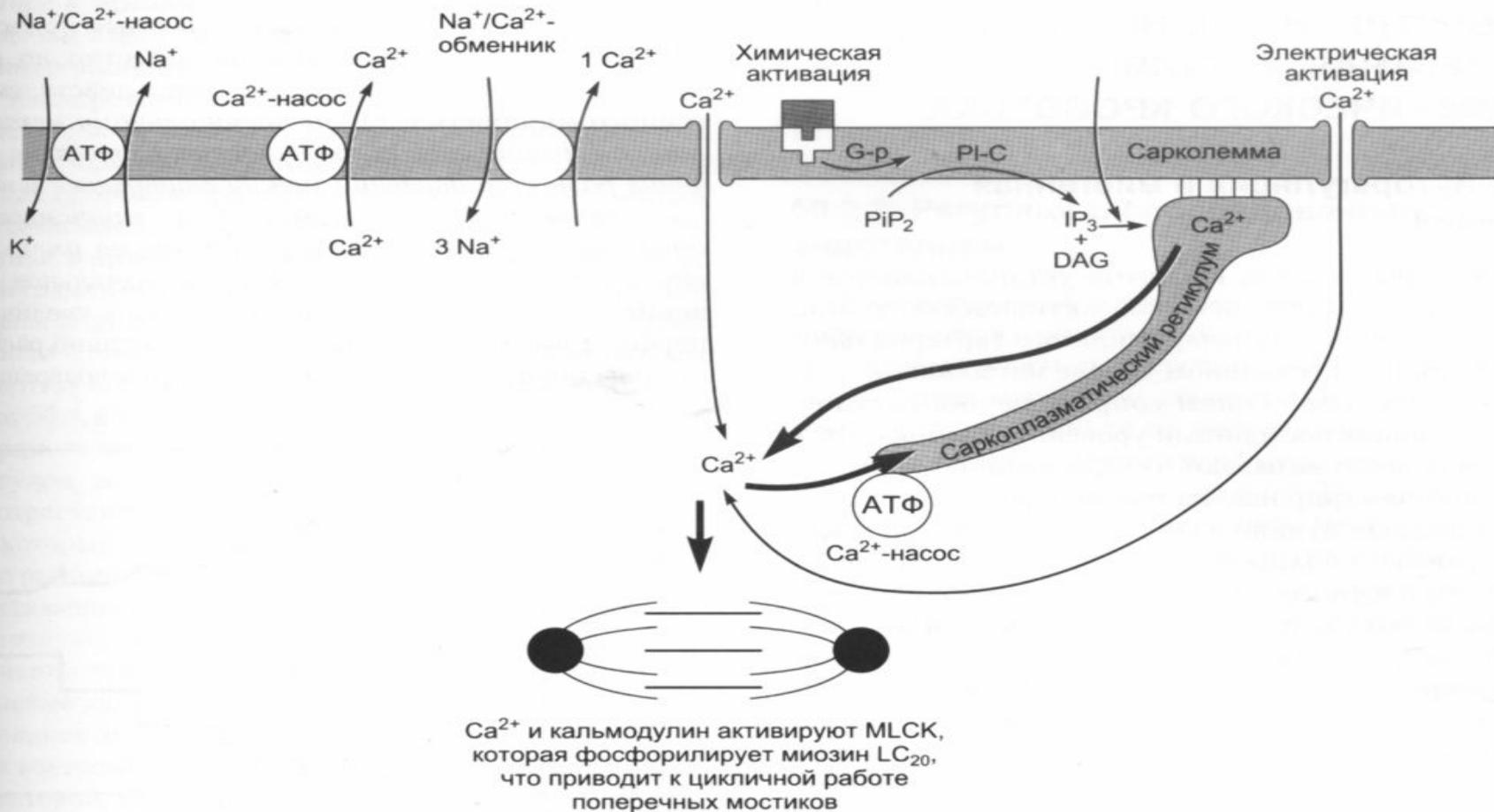


Рис. 50.2. Электромеханическое сопряжение в гладкой мышце сосуда. Кальций может входить в клетку через потенциалуправляемые (электромеханическое сопряжение) или рецепторуправляемые каналы (химическая активация, названная фармакомеханическим сопряжением) в сарколемме. Кальций также высвобождается из саркоплазматического ретикулума в ответ на воздействие инозитолтрисфосфата (IP<sub>3</sub>) и закачивается обратно кальциевым насосом. Кальций выбрасывается из клетки кальциевым насосом и Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>-обменником (G-p — белок, связывающий гуаниновые нуклеотиды; PI-C — фосфолипаза C; PiP<sub>2</sub> — фосфатидилинозитол дифосфат; DAG — диацилглицерин; MLCK — киназа легкой цепи миозина; LC — легкая цепь киназы, молекулярная масса 20 000)

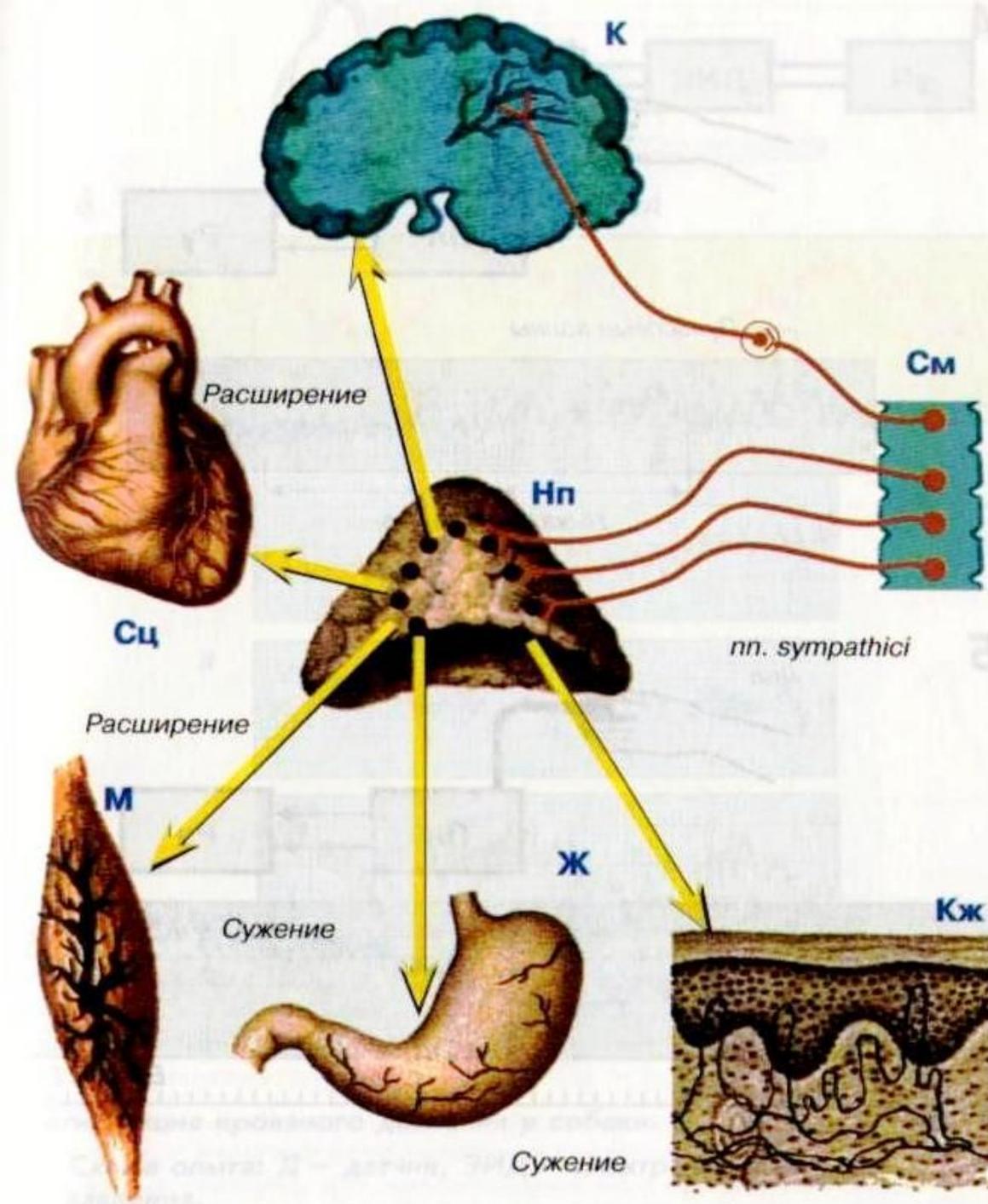
# ***ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОТОКОЗАВИСИМОЙ ДИЛАТАЦИИ***

- Противодействие вазоконстрикции.**
- Предотвращает локальный вазоспазм.**
- Участвует в развитии коллатерального кровоснабжения.**
- Участвует в реактивной и рабочей гиперемии.**
- Проявляется при адаптации к долговременным изменениям вязкости крови.**

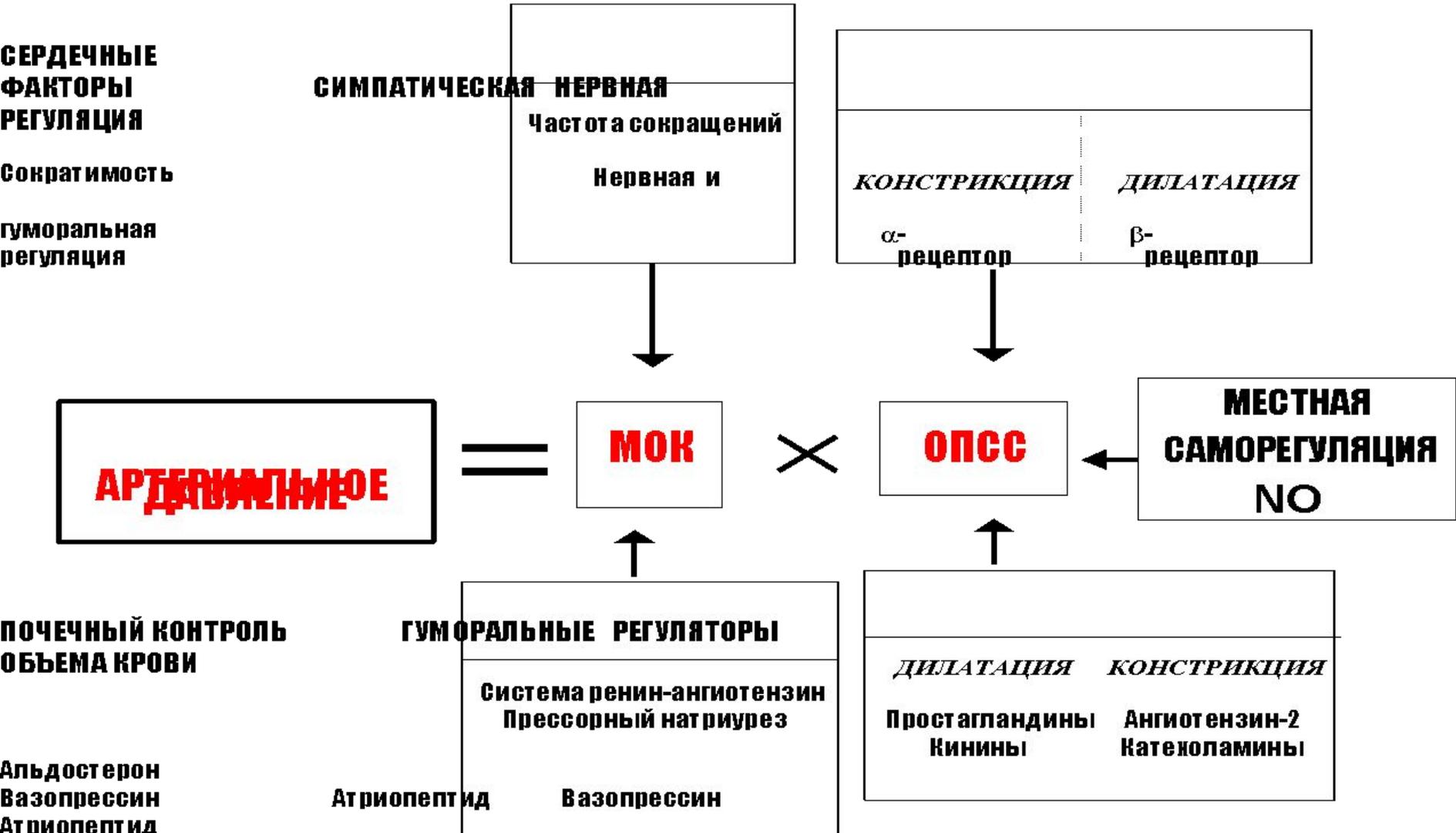
# ***ТИПЫ АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ***

<b>Типы рецепторов</b>	<b><i>Альфа-адренорецепторы</i></b>	<b><i>Бета-адренорецепторы</i></b>
<b>Преимущественная локализация сосудов с соответствующим типом рецепторов</b>	<b>Кожа, органы брюшной полости</b>	<b>Миокард, скелетные мышцы, мозг</b>
<b>Направленность изменения концентрации цАМФ</b>	<b>Снижение</b>	<b>Увеличение</b>
<b>Катехоламины, которые связываются с рецепторами</b>	<b>НА, А (в больших концентрациях)</b>	<b>А</b>
<b>Типы влияний активированных рецепторов на тонус сосудов</b>	<b>Увеличение</b>	<b>Снижение</b>

**Избирательное  
влияние адреналина  
на просвет сосудов  
разных  
органов**



# ПРИНЦИПЫ РЕГУЛЯЦИИ АД





# ***СИСТЕМА РЕГУЛЯЦИИ АД***



## **Обозначения:**

**X** - входные сигналы (афферентные),

**U** - сигналы управления (эфферентные),

**Y** - выходные сигналы (результаты управления),

**Z** - сигналы обратной связи (о результатах управления)

# ***СИСТЕМА РЕГУЛЯЦИИ АД***



## ***К прессорной подсистеме относятся:***

- лимбико-ретикулярные структуры головного мозга;
- кардиостимуляторный и вазоконстрикторный отделы гемодинамического центра;
- симпатические нейроны;
- эндокринные органы, секретирующие КХА, АКТГ, ГЛК и МЛК, ренин, вазопрессин



## ***К депрессорной подсистеме относят:***

- некоторые структуры гипоталамуса;
- кардиоингибиторный и вазодилататорный отделы гемодинамического центра;
- структуры, секретирующие ПГ, кинины, гистамин и другие БАВ, способствующие вазодилатации

# БАРО- И ХЕМОРЕЦЕПТОРЫ АОРТЫ И КАРОТИДНОГО СИНУСА

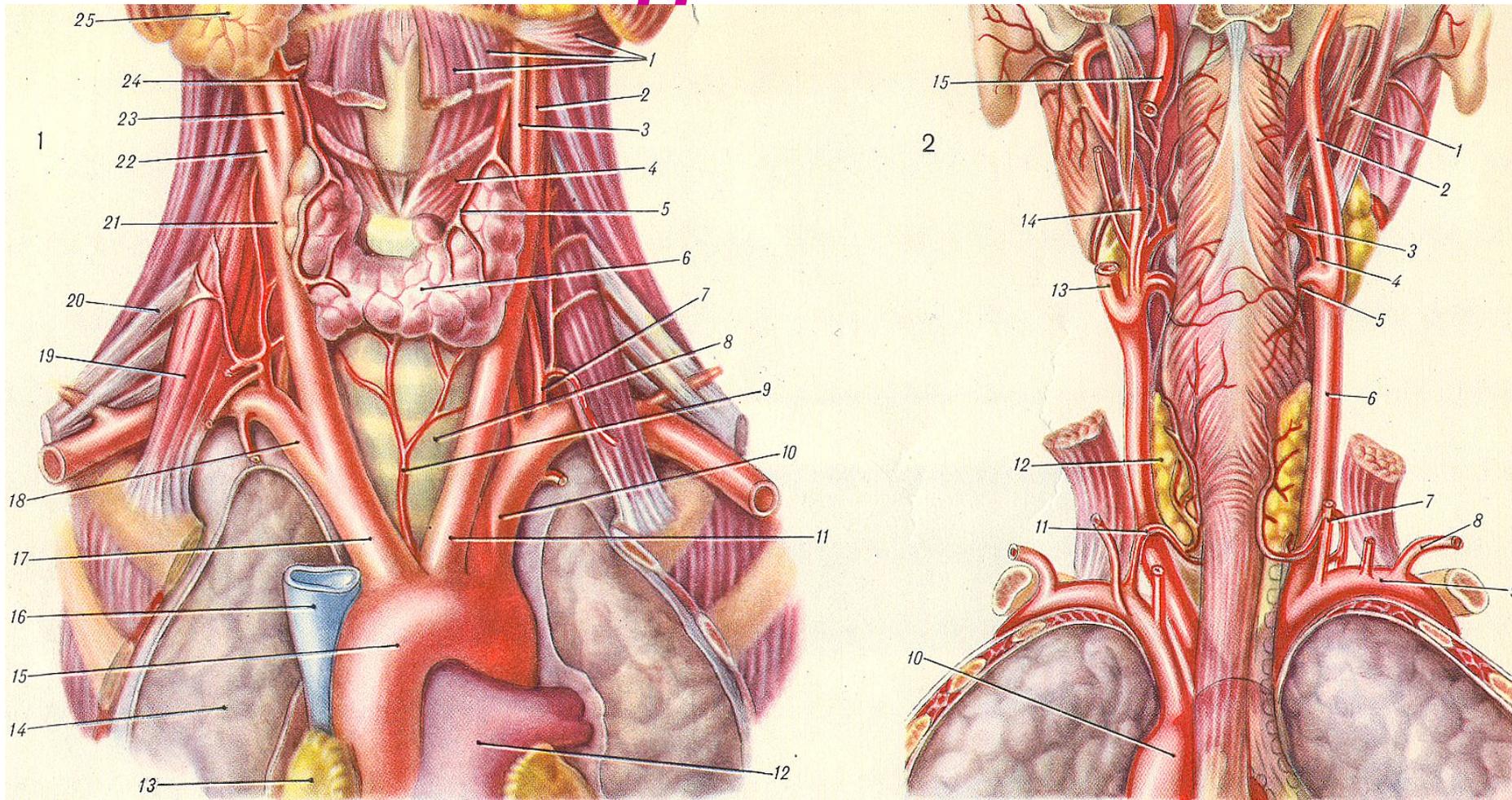


Рис. 1. Arteria carotis communis. Вид спереди: 1—mm. stylo-hyoideus, sterno-hyoideus et omo-hyoideus; 2 и 22—a. carotis int.; 3 и 23—a. carotis ext.; 4—m. crico-thyroideus; 5 и 24—aa. thyroideae superiores sin. et dext.; 6—glandula thyroidea; 7—truncus thyreo-cervicalis; 8—trachea; 9—a. thyroidea ima; 10 и 18—a. subclavia sin. et dext.; 11 и 21—a. carotis communis sin. et dext.; 12—a. pulmonalis; 13—auricula dext.; 14—pulmo dext.; 15—arcus aortae; 16—v. cava sup.; 17—truncus brachio-cephalicus; 19—m. scalenus ant.; 20—plexus brachio-cephalicus; 25—glandula submandibularis.

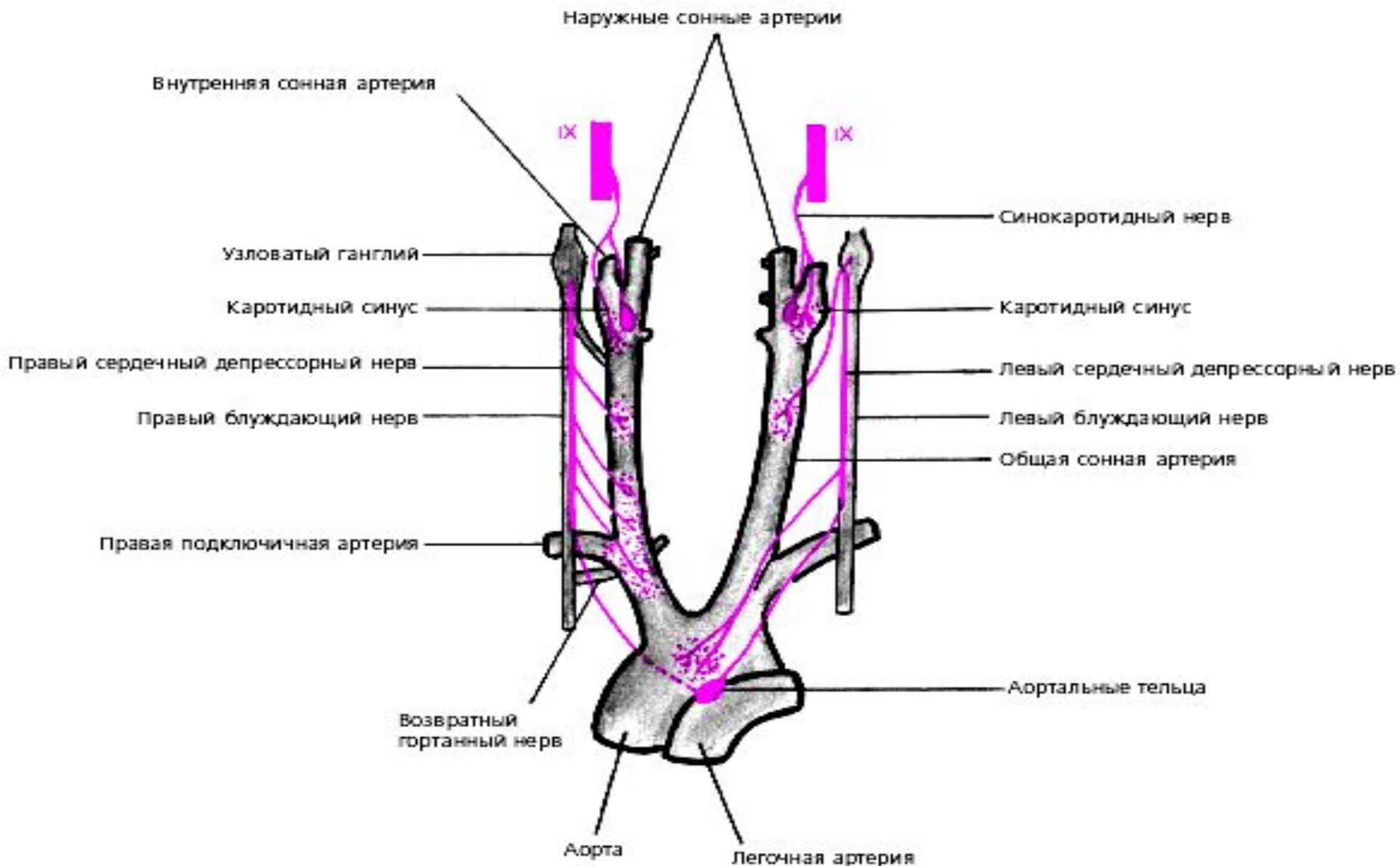
Рис. 2. Arteria carotis communis. Вид сзади: 1—a. auricularis; 2, 13 и 15—a. carotis interna dext. et sin.; 3—a. lingualis; 4 и 14—a. carotis externa dext. et sin.; 5—a. thyroidea sup.; 6—a. carotis communis dext.; 7—a. vertebralis; 8—a. transversa colli; 9—a. subclavia; 10—aorta; 11—a. thyroidea inf.; 12—glandula thyroidea.

# ***ОБЩИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ АД***

- **КРАТКОСРОЧНЫЕ** (быстрые, механо- и хеморефлекторные)
- **СРЕДНЕСРОЧНЫЕ** (гуморальные: ренин-ангиотензин-альдостероновая система ⇒ РААС)
- **ДОЛГОСРОЧНЫЕ** («перестройка» краткосрочных механизмов, механизм «давление - натриурез - диурез»)



# СРОЧНАЯ ОСТРАЯ РЕГУЛЯЦИЯ АД



Баро- и хеморецепторы аорты и каротидного синуса. IX - девятая пара черепномозговых нервов.



# ***ПОДОСТРАЯ (ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ) РЕГУЛЯЦИЯ АД***



**Изменения почечной фильтрации**



**Изменения фильтрации в других**

**капиллярах**



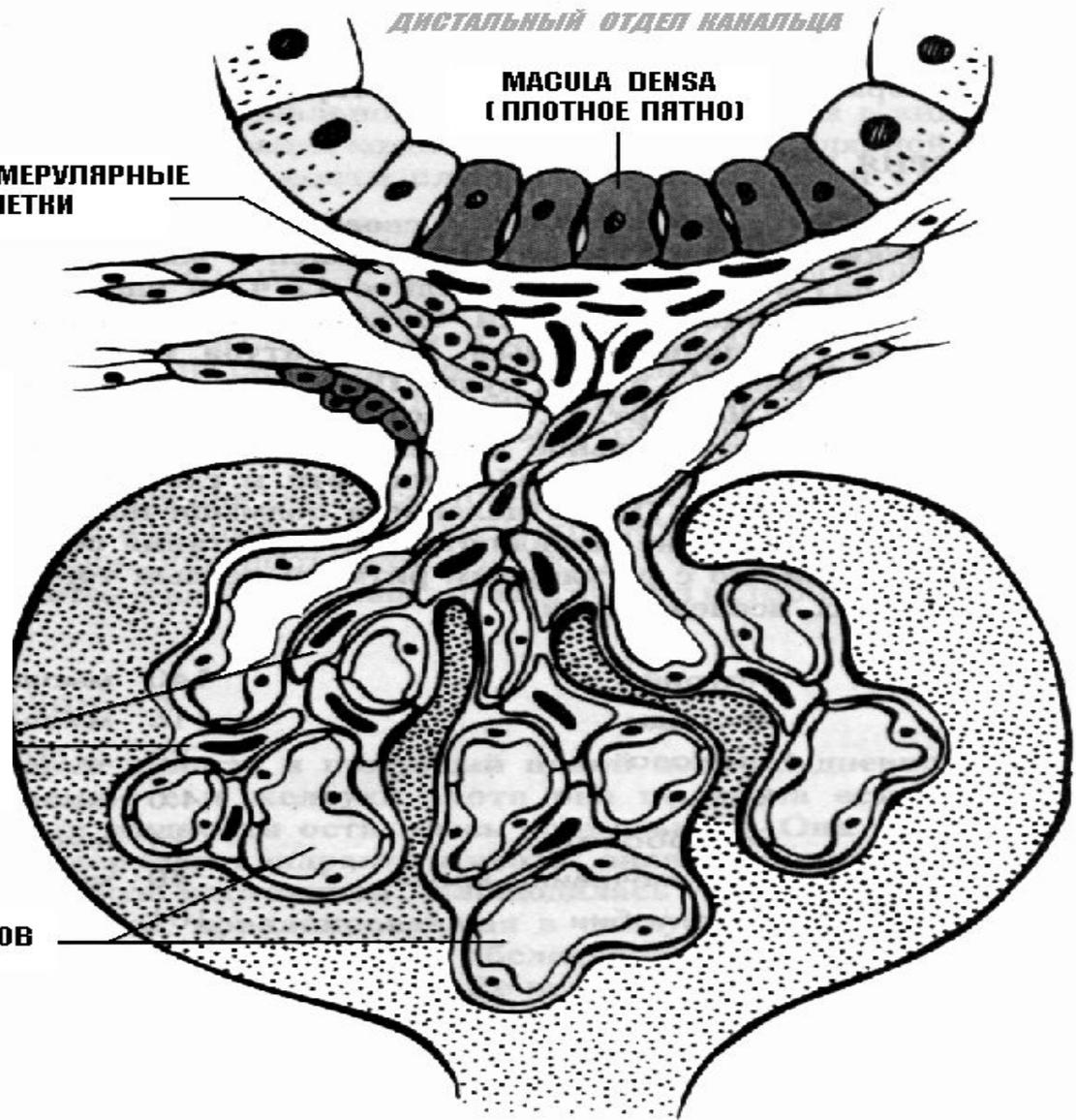
**Изменения депонирования крови**

# СХЕМА ЮГА

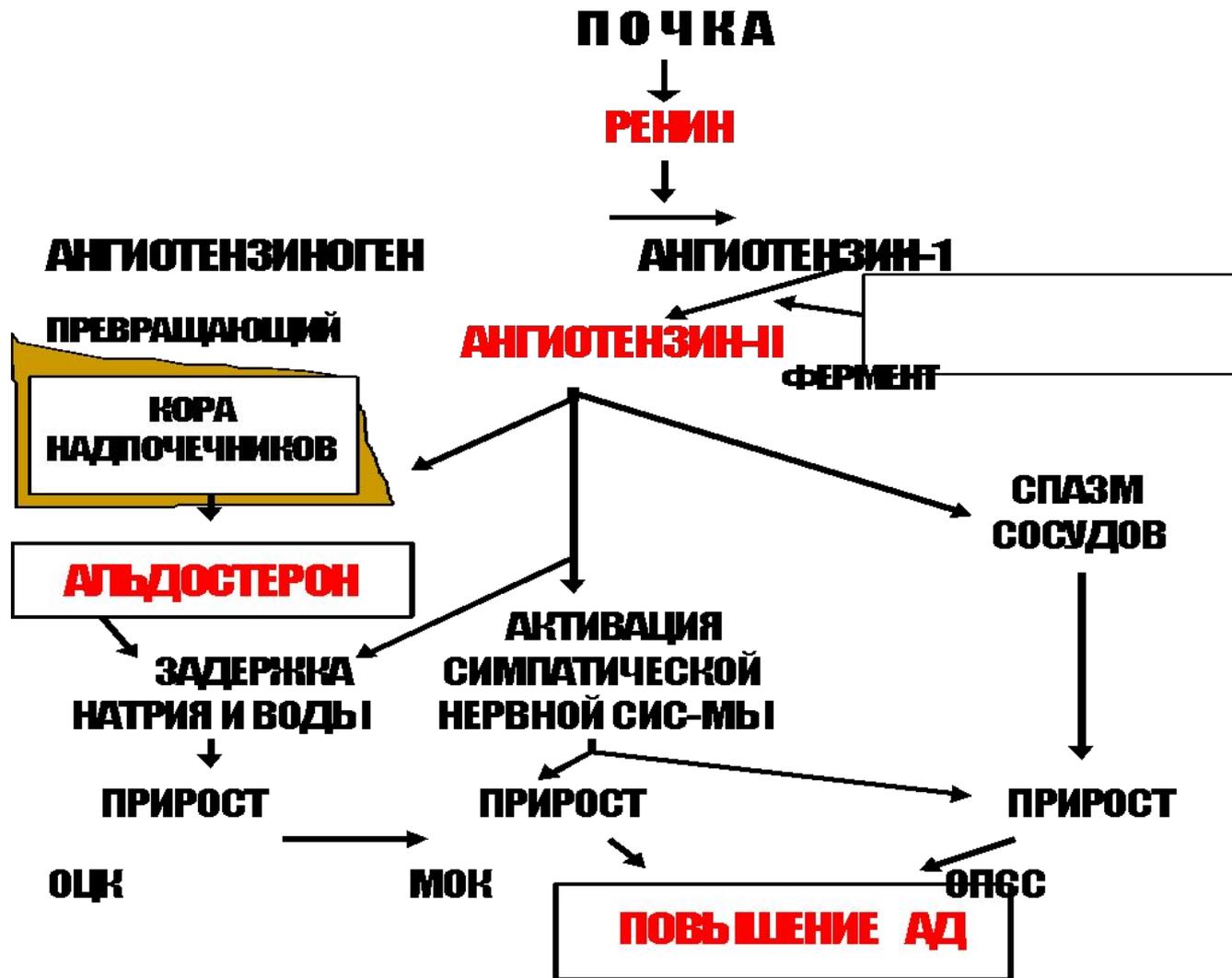
## СТИМУЛЫ ДЛЯ СЕКРЕЦИИ РЕНИНА

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

ПРОСВЕТ КАПИЛЛЯРОВ



# СИСТЕМА РЕНИН-АНГИОТЕНЗИН-АЛЬДОСТЕРОН



Снижение АД



РЕНИН

Ангиотензиноген

Ангиотензин I



АПФ

ангиотензинпревращающий фермент

Ангиотензин II

активация  
выделения А и НА

активация секреции альдостерона

Сужение сосудов

повышение реабсорбции натрия в почках

Нормализация АД

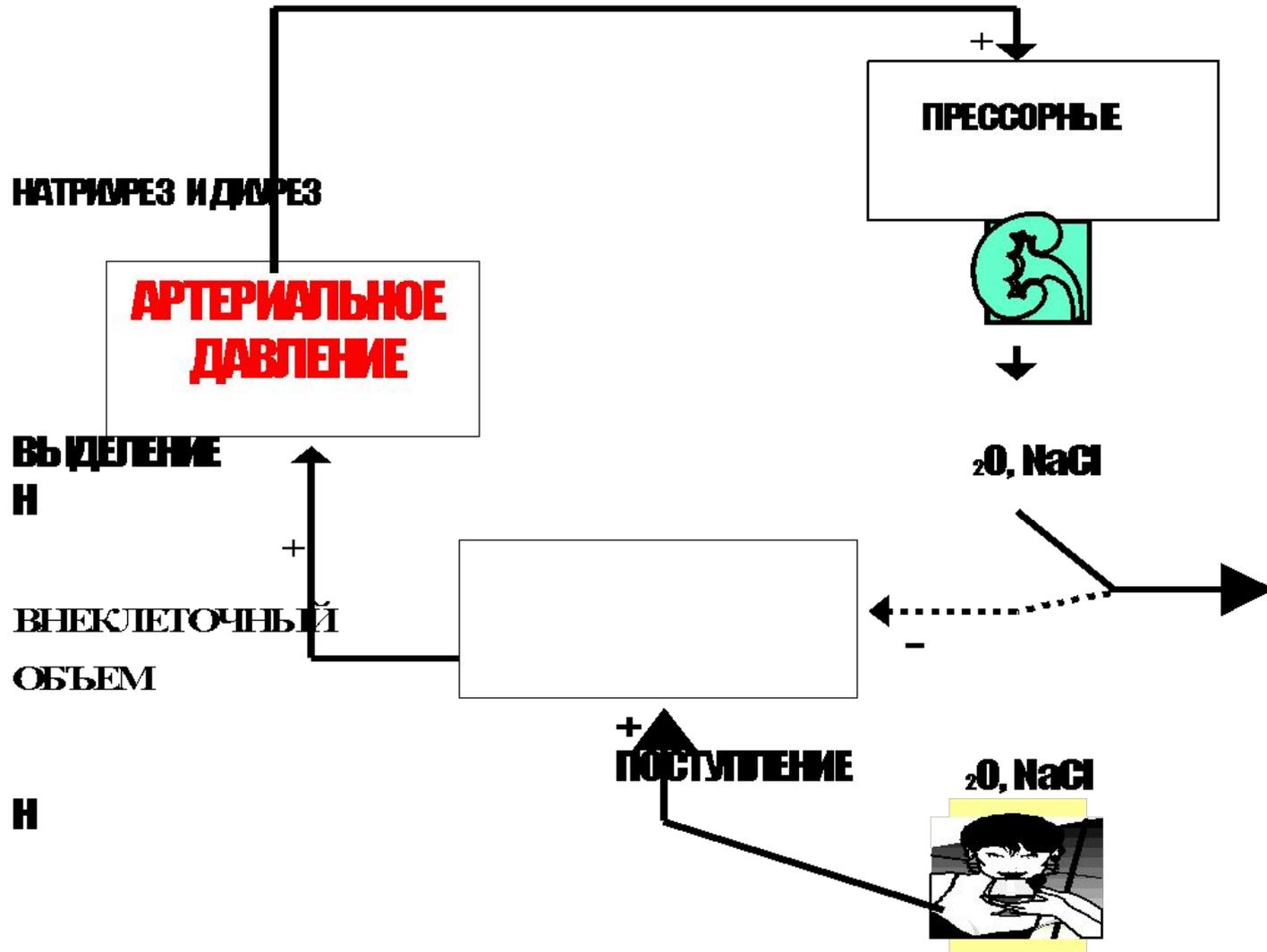
# Активация ренин-ангиотензиновой системы при снижении артериального давления



# ***ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РААС И СНС***



# **МЕХАНИЗМ «ДАВЛЕНИЕ - НАТРИУРЕЗ - ДИУРЕЗ» (ХРОНИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ)**

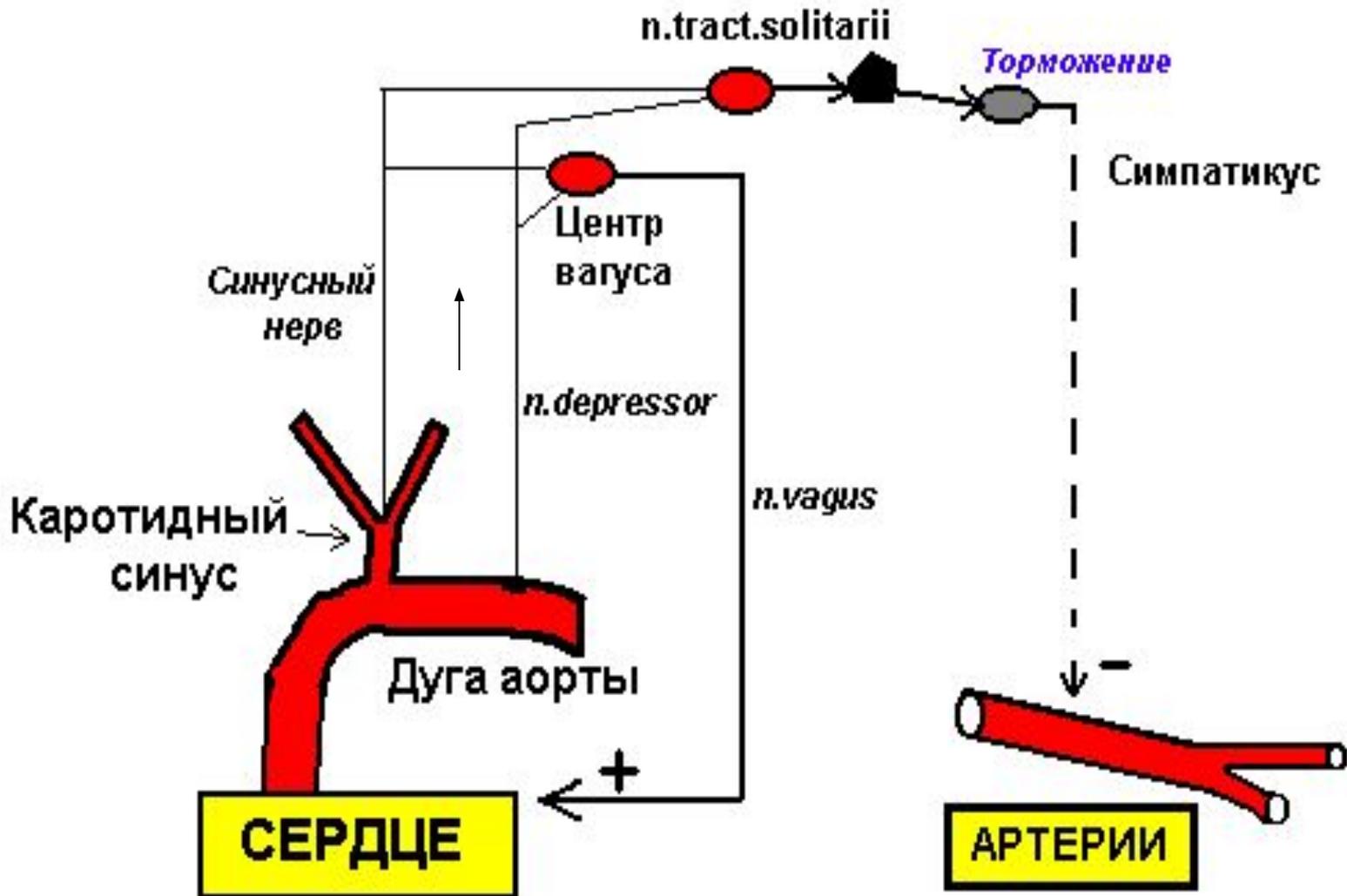


# ***СОСУДИСТЫЕ РЕФЛЕКСЫ*** ***по В.Н.Черниговскому***

- **Собственные сосудистые рефлексЫ** или рефлексЫ с сосудистых рефлексогенных зон
- **Сопряженные сосудистые рефлексЫ**  
(боль, холод, растяжение желудка и др.)
- **Условные рефлексЫ**

# НЕЙРОГЕННЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛЯЦИИ С РЕФЛЕКСОГЕННЫХ ЗОН

## ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ



# ***ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СОСУДИСТОГО РУСЛА***

**Вазоконстрикторы:**

**Вазодилататоры:**

## **Общая гуморальная регуляция**

**Ангиотензин-2**

**Атриопептид**

**Норадреналин**

**Адреналин**

**Простагландины**

**Вазопрессин**

**Плазмакинины**

## **Гуморальная регуляция эндотелием**

**Эндотелин**

**Окись азота (NO)**

## **Гуморальная регуляция метаболитами**

**Лактат и др (<pH)**

**Тканевые кинины**

**Гистамин, АДФ**

## ***ВАЗОКОНСТРИКТОРЫ***

- ✿ **норадреналин и адреналин (НТ, Г)**
  - ✿ **ангиотензин II (Г, ПА)**
  - ✿ **АДГ (Г) (только при высокой концентрации)**
  - ✿ **аденозин (ПА)**
  - ✿ **тромбоксан  $A_2$  (ПА) (при патологии)**
  - ✿ **лейкотриены (ПА) (при патологии)**
  - ✿ **эндотелин (ПА) (при патологии)**
- НТ - нейротрансмиттер; Г - гормон; ПА - паракринный агент

## ***ВАЗОДИЛАТАТОРЫ***

- ❁ **PGE<sub>2</sub> и PGI<sub>1</sub> (простациклин) (ПА)**
- ❁ **Предсердный натрийуретический фактор (Г) (дилатация афферентной артериолы, но сужение эфферентной)**
- ❁ **NO (ПА)**
- ❁ **Допамин (НТ) (в экскреции натрия)**
- ❁ **Брадикин (ПА)**

НТ - нейротрансмиттер; Г - гормон; ПА - паракринный агент

## Сужение артериол

## Расширение артериол

Увеличение частоты норадренергических импульсов

Локальное выделение серотонина

Локальное понижение температуры

Уменьшение частоты норадренергических импульсов

Активация холинергических волокон в скелетной мышце

Уменьшение напряжения  $O_2$

Повышение напряжения  $CO_2$

Уменьшение pH

## Вещества

Катехоламины, за исключением адреналина в скелетной мышце и печени

**Ангиотензин II**

**Вазопрессин**

**Эндотелин**

**Нейропептид Y**

Ингибиторы  $Na^+, K^+$ -АТФазы

**Адреналин** в скелетной мышце и печени

Натрийуретический пептид

**Гистамин**

Кинины

**Вещество P** (аксон-рефлекс)

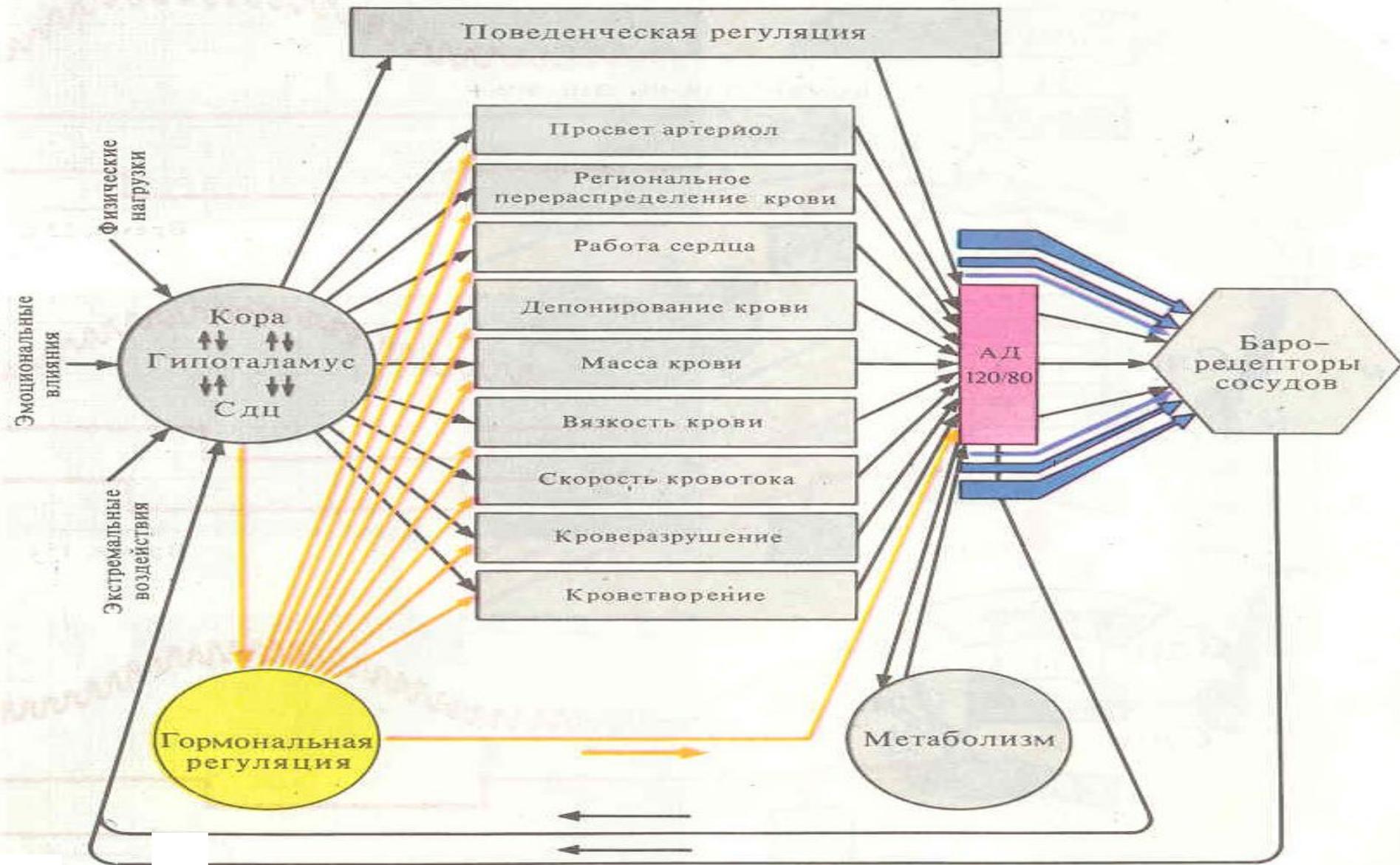
Связанный с геном кальцитонина пептид а, **VIP**, NO, лактат, ионы  $K^+$ , аденозин

# ***НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ 1998 ГОДА ПО ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ***

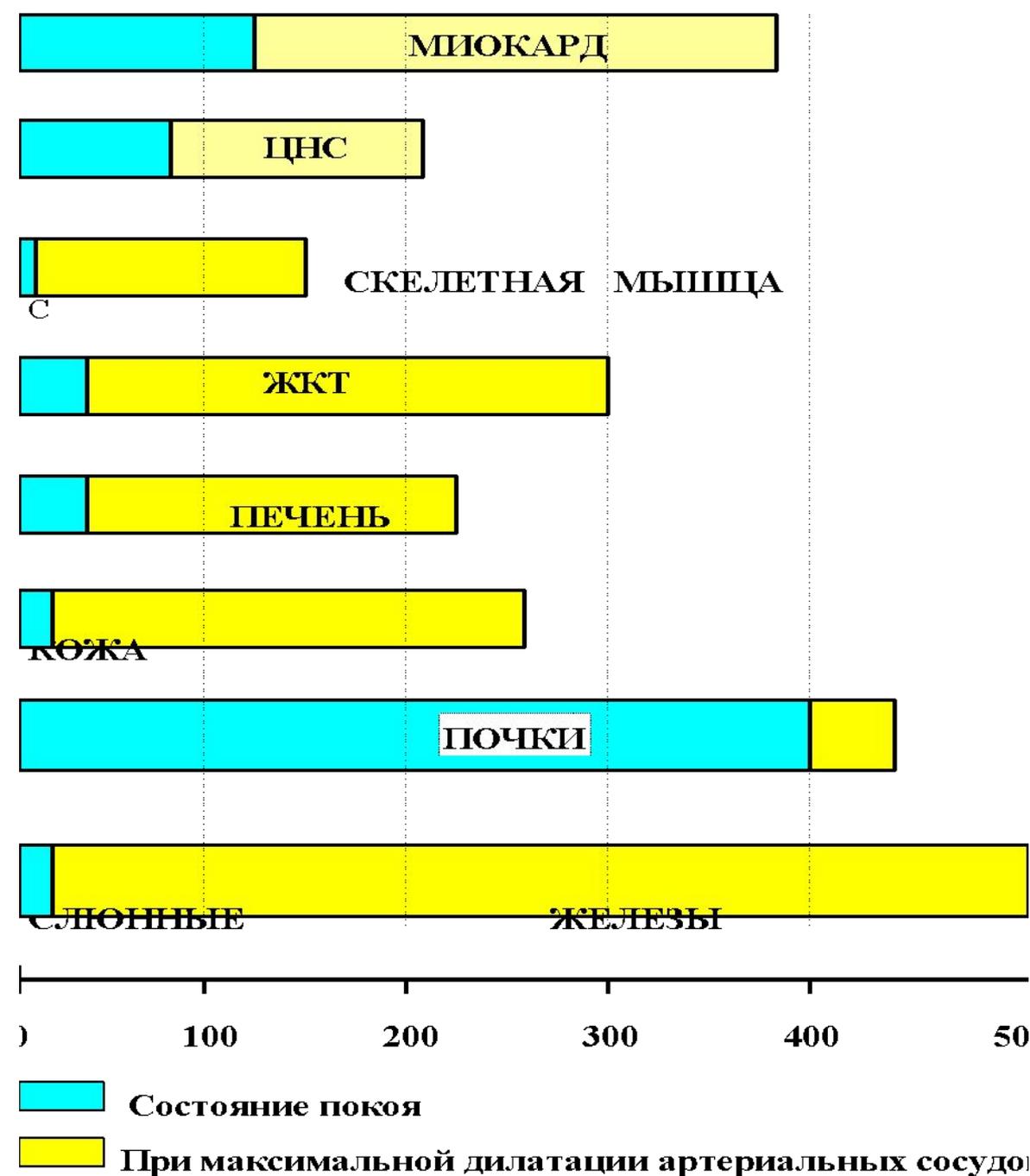
- Роберт Фурчготт (*Университет штата Нью-Йорк*)
- Луис Игнарро (*Калифорнийской университет*)
- Ферид Мурад (*Медицинская школа Техасского университета*)
- Сальвадор Монкада – (*Университетский колледж в Лондоне*)

**NO (оксид азота) образуется и выделяется клетками эндотелия, расслабляет гладкие мышцы артериальных сосудов, определяет уровень артериального давления. Ацетилхолин, нитроглицерин и др. вазодилататоры вызывают эффект через синтез оксида азота.**

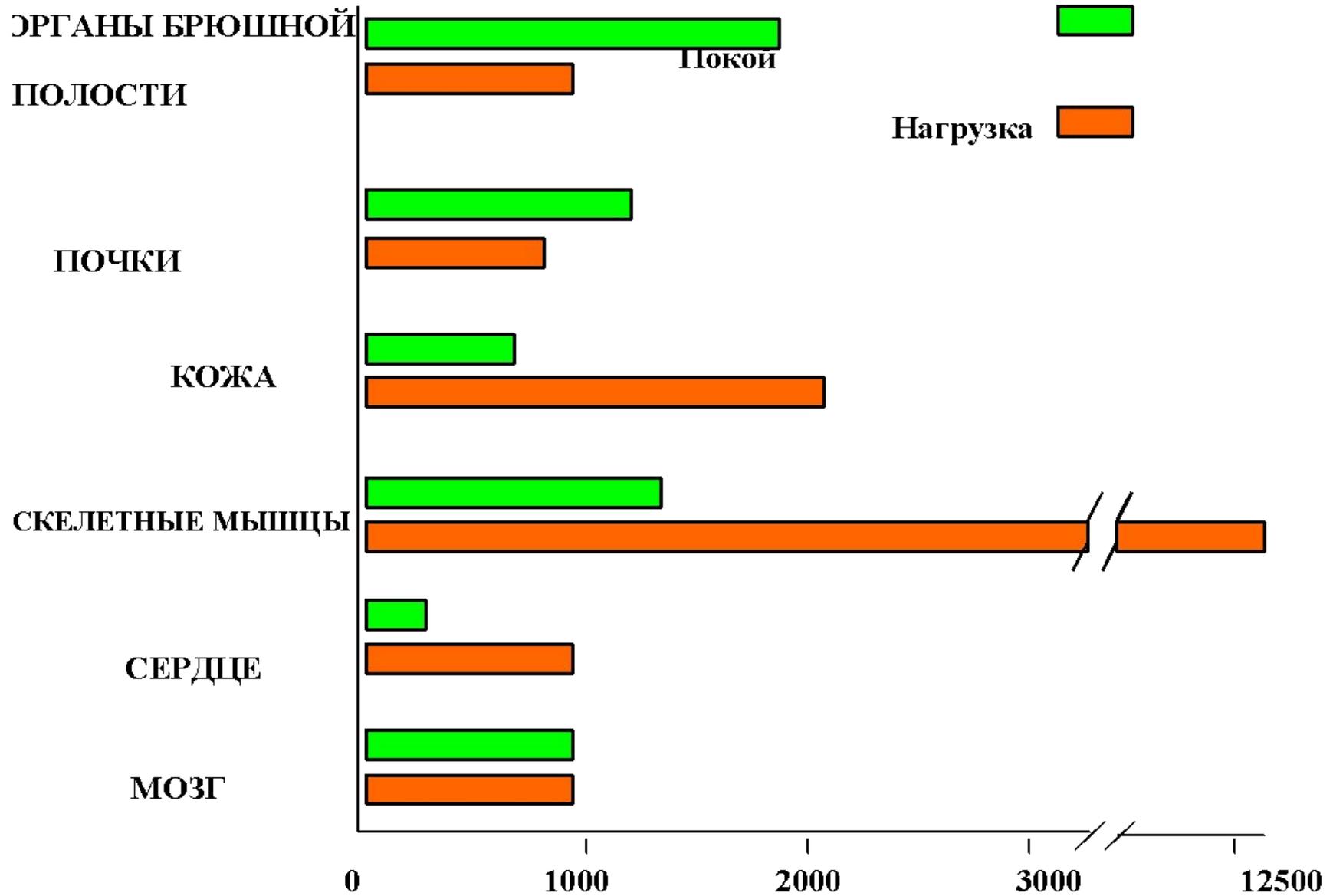
# ФС ПОДДЕРЖАНИЯ АД



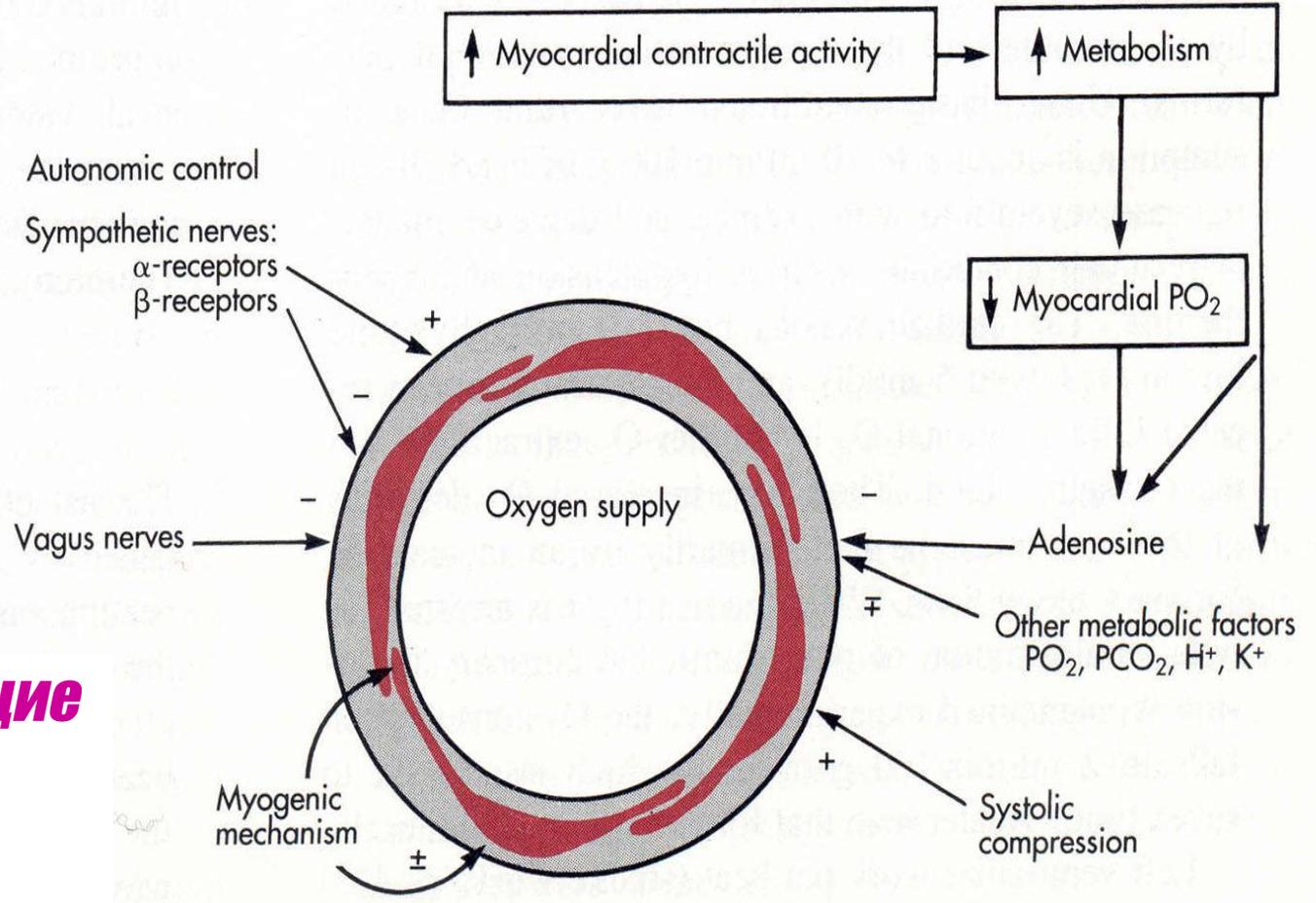
**Возможности  
изменения  
кровотока при  
максимальном  
расширении  
артериальных  
сосудов в  
разных органах**



# ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАННОГО КРОВотоКА ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ



**Факторы, влияющие на тонус сосудов**



# ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

1904

1920

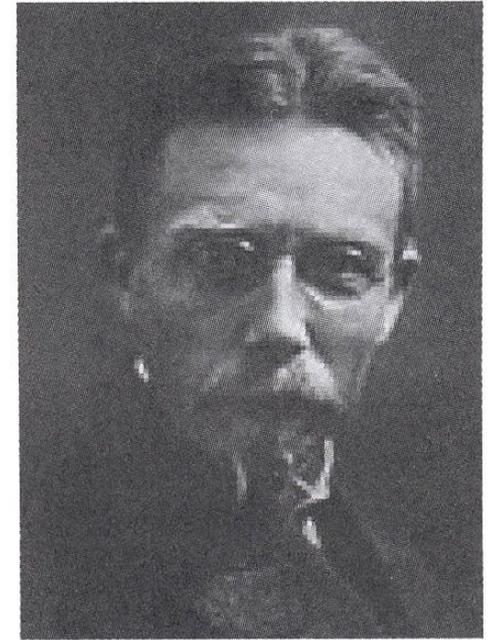
1922

1924

1956

1998

ШЕК АВГУСТ СТИНБЕРГ **КРОГ**, Дания  
(SCHACK AUGUST STEENBERG KROGH)  
1874-1949



**ФОРМУЛИРОВКА НОБЕЛЕВСКОГО КОМИТЕТА:** «за открытие механизма регуляции просвета капилляров».

**СУТЬ ОТКРЫТИЯ:** за открытие того, что в работающем органе капилляры, прежде не участвовавшие в кровотоке, раскрываются и переносят кровь.