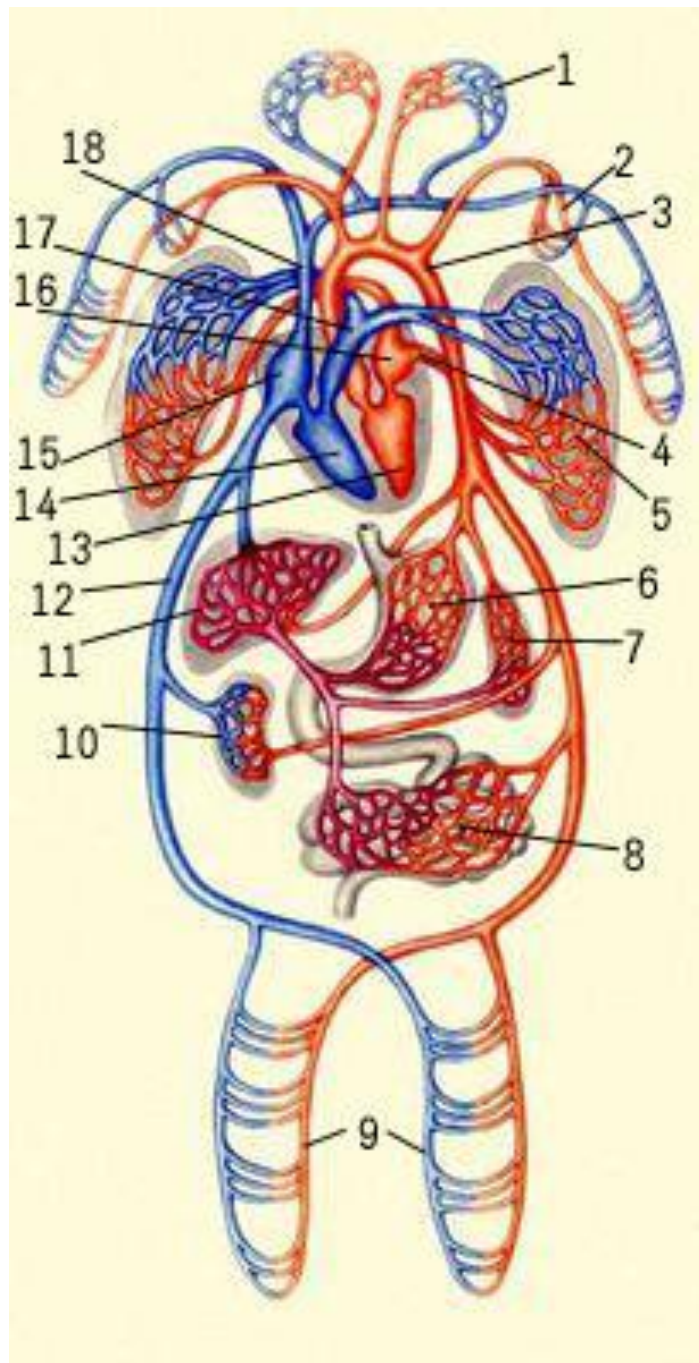
An anatomical illustration of the human circulatory system, showing the heart in the center, surrounded by a dense network of red and blue blood vessels. The text is overlaid in large, white, bold, sans-serif capital letters.

**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 axial MRI scan of a human brain. A prominent rainbow-colored arc is visible across the upper portion of the brain, likely representing a specific anatomical structure or a processing artifact. The rest of the brain's internal structure is indistinct due to the blur.

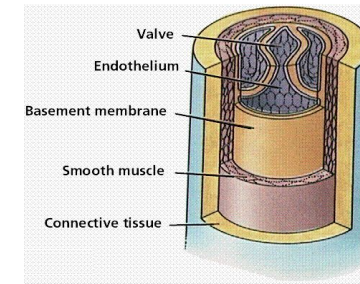
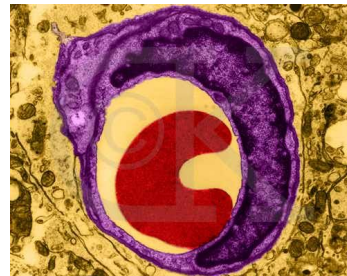
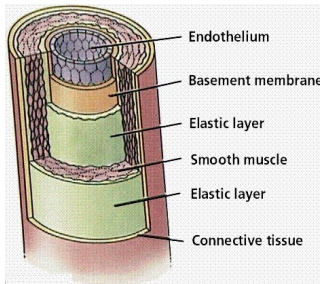
ГЕМОДИНАМИКА

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

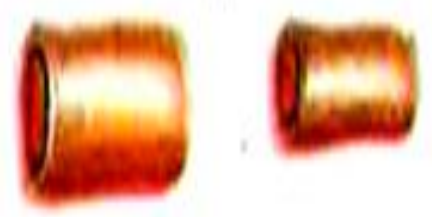
- амортизирующие (демпфирующие),
- сосуды распределения,
- резистивные,
- обменные,
- ёмкостные,
- шунтирующие





5

Резистивные сосуды



Артерии Артериолы



17

Капилляры



16

Емкостные сосуды



Венулы Вены



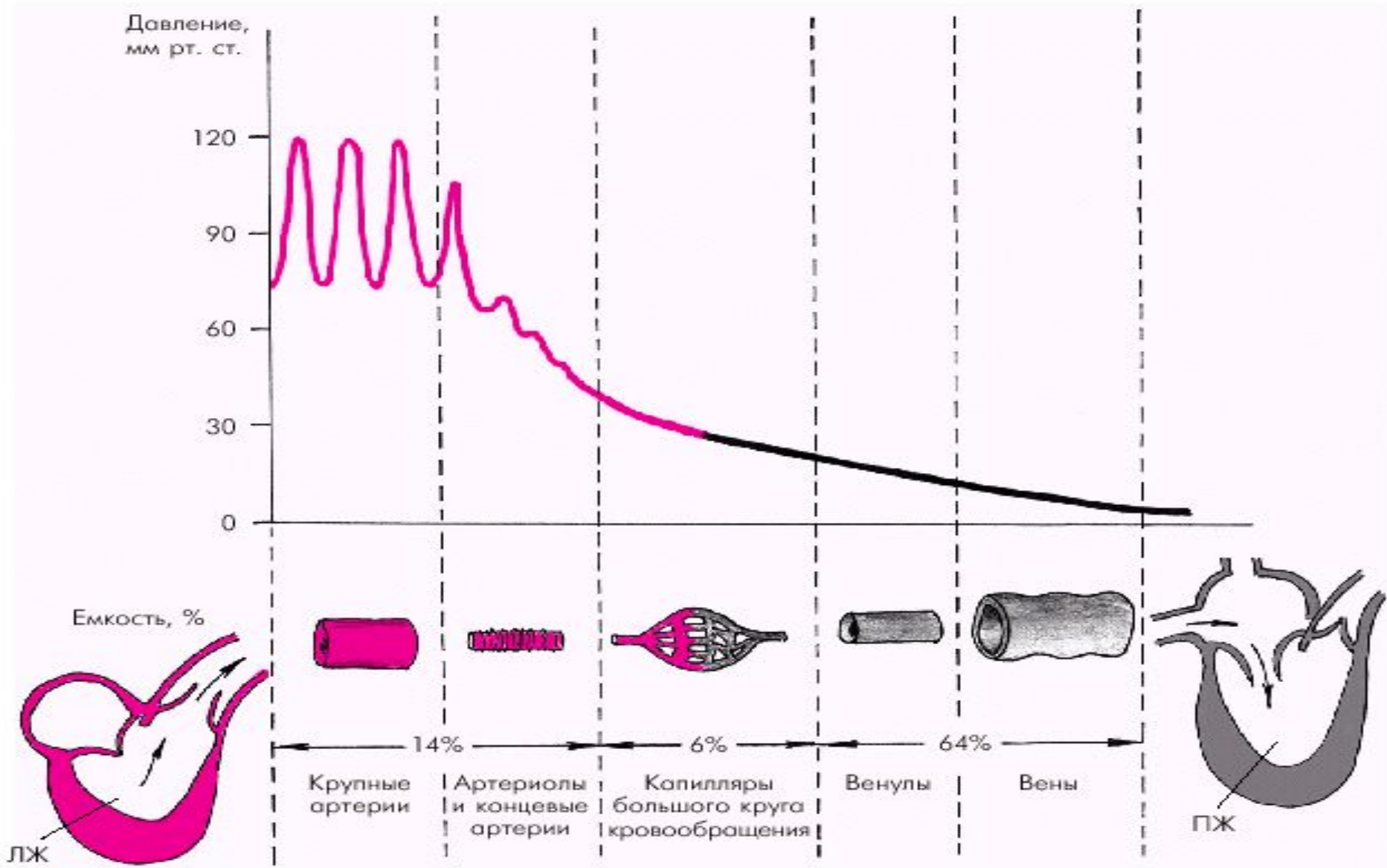
67



5

Содержание крови, % от общего количества

ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ СОСУДИСТОГО РУСЛА



Давление, мм рт. ст.

120

90

60

30

0

Емкость, %

14%

6%

64%

Крупные артерии

Артериолы и концевые артерии

Капилляры большого круга кровообращения

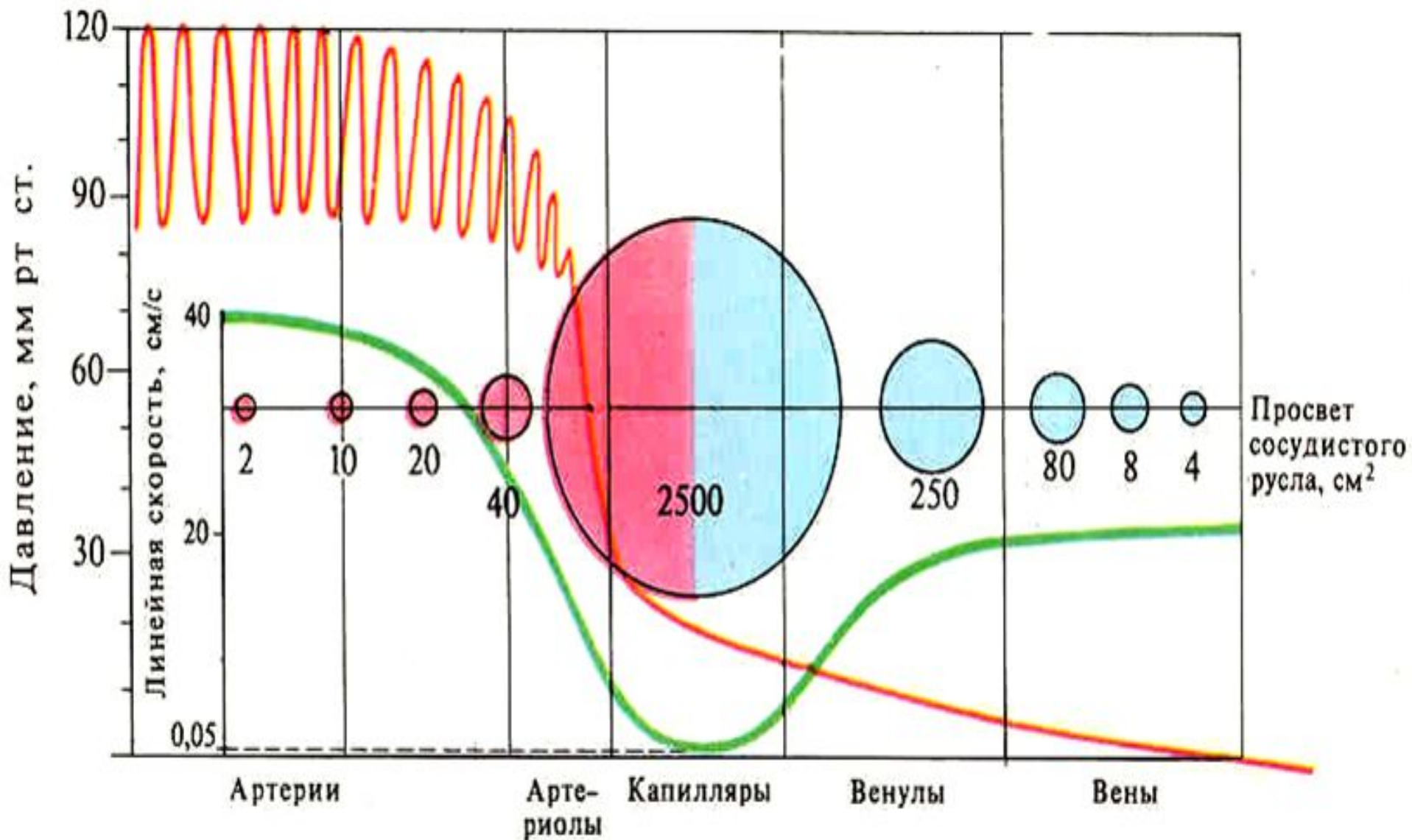
Венулы

Вены

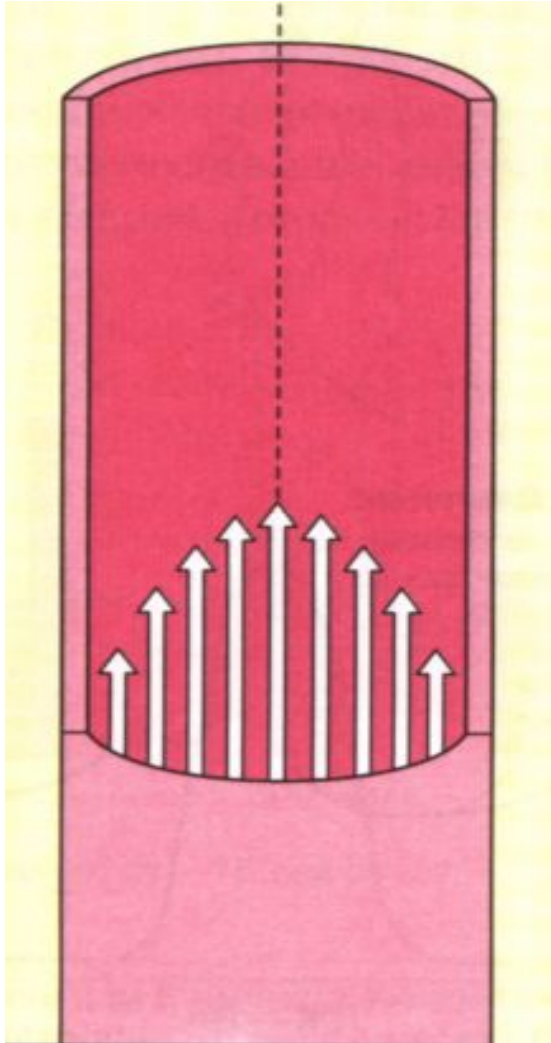
ЛЖ

ПЖ

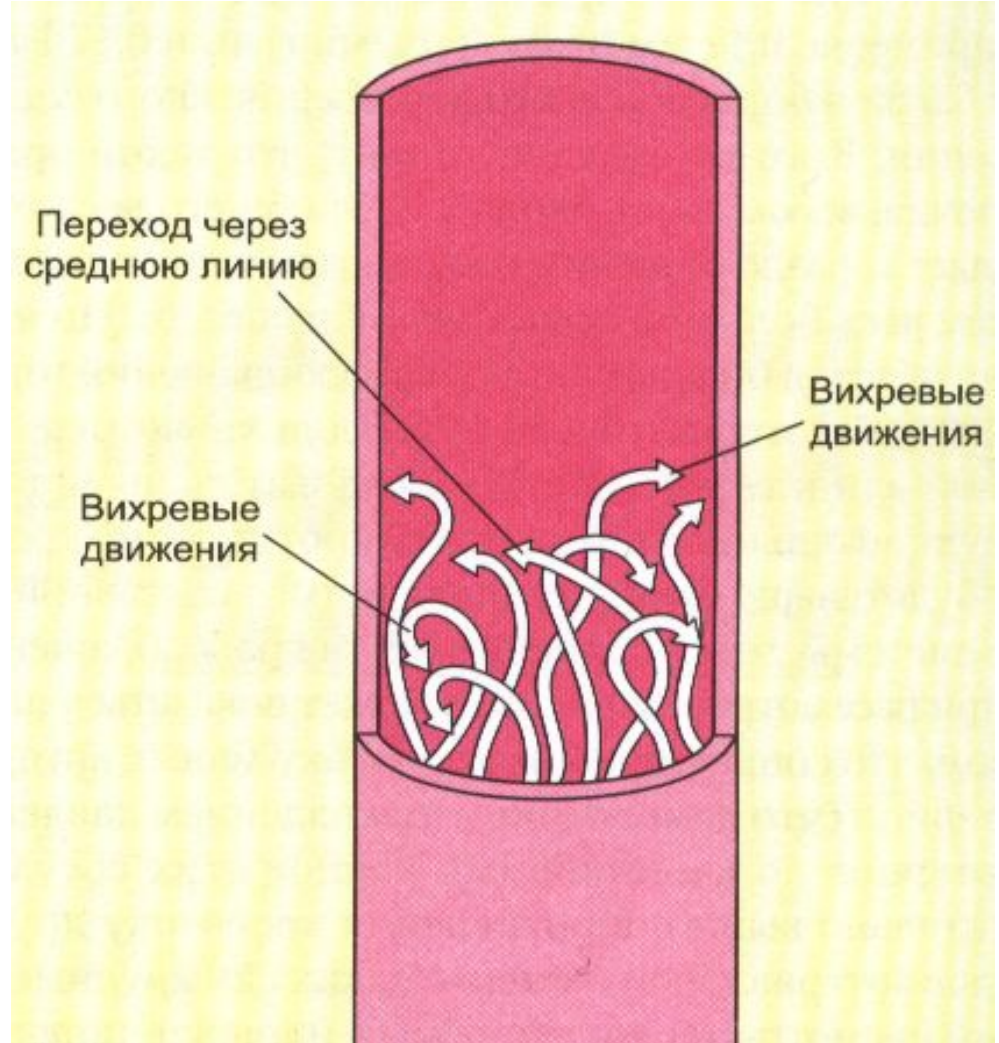
ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ СОСУДИСТОГО РУСЛА



ВИДЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО СОСУДАМ

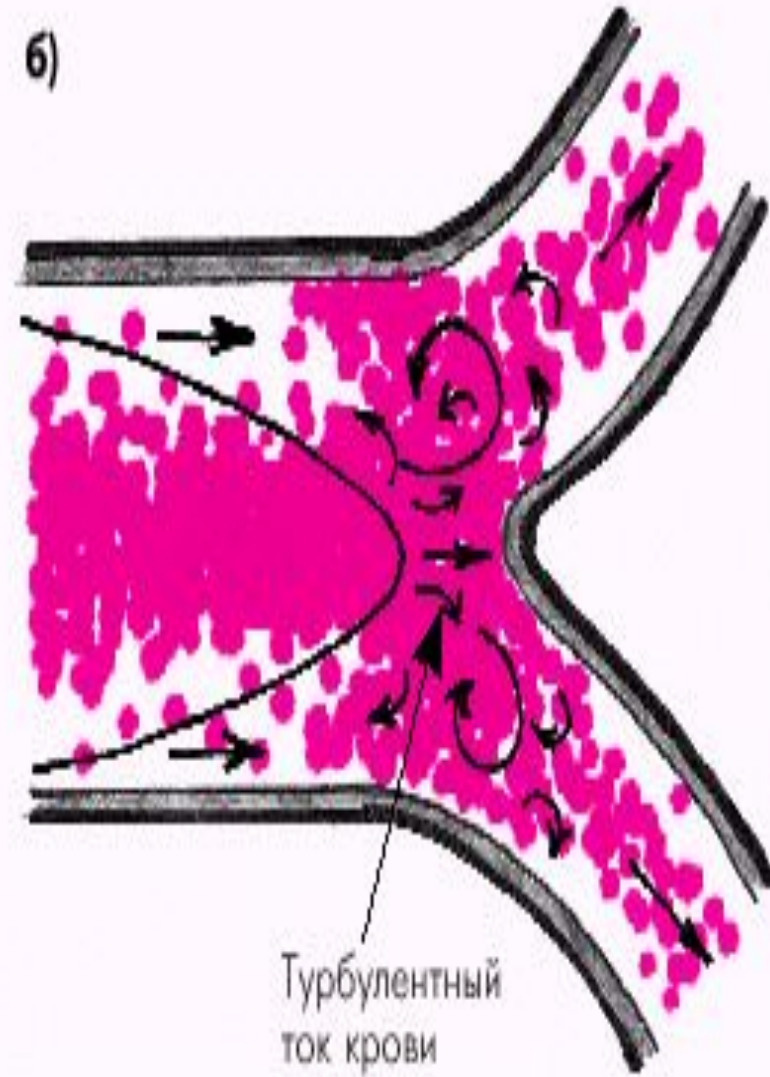
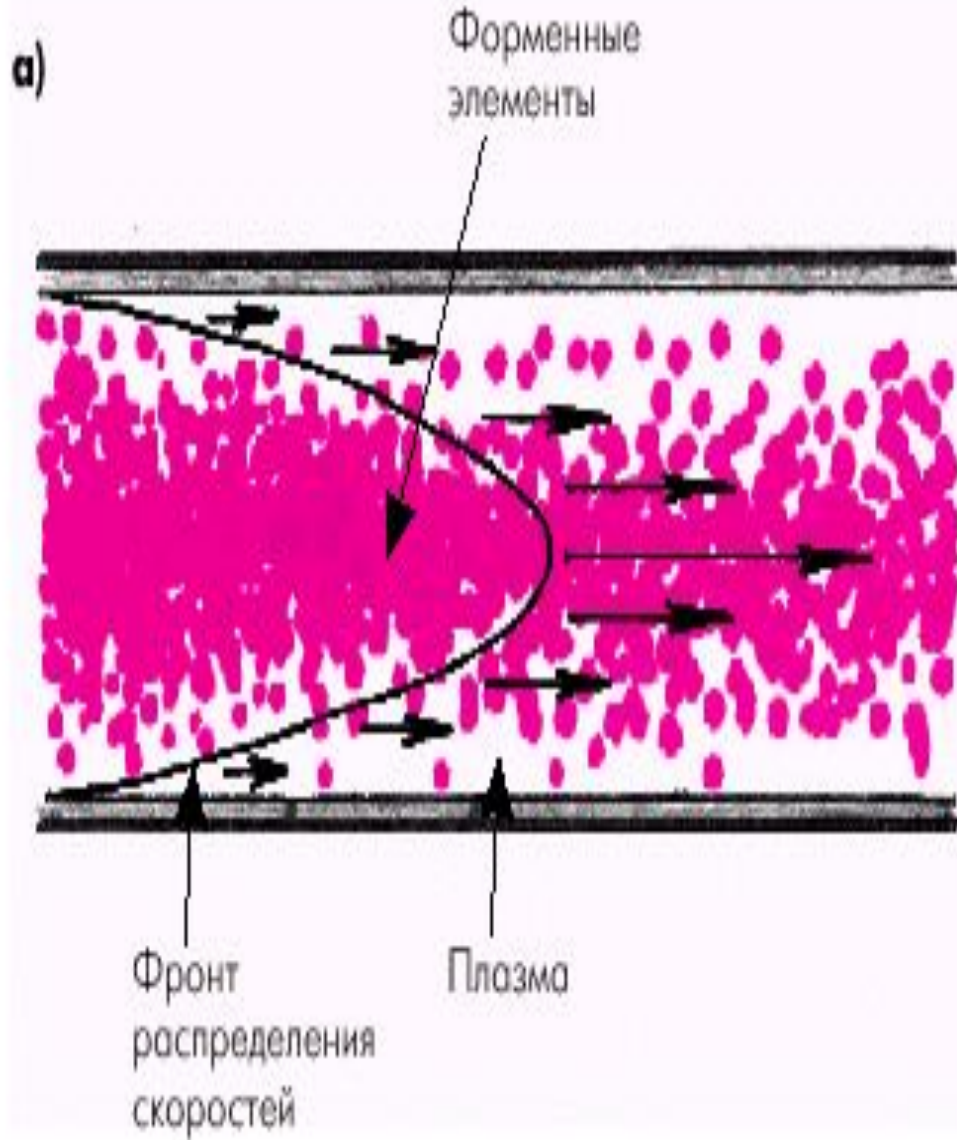


ЛАМИНАРНОЕ

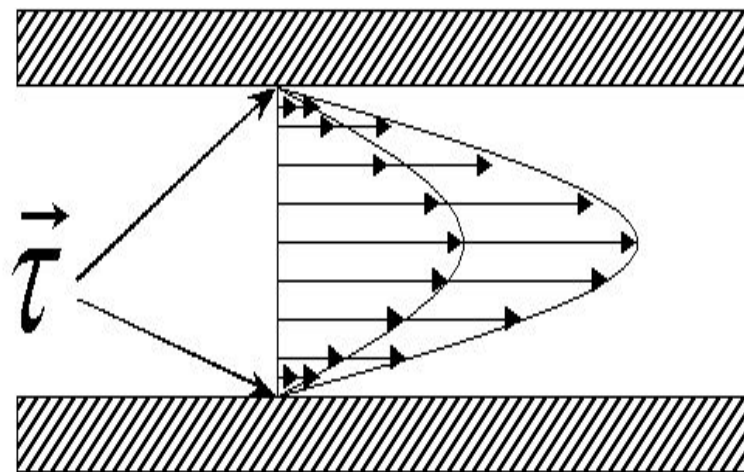


ТУРБУЛЕНТНОЕ

ВИДЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО СОСУДАМ 2



Структура кровотока



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

τ	напряжение сдвига
η	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

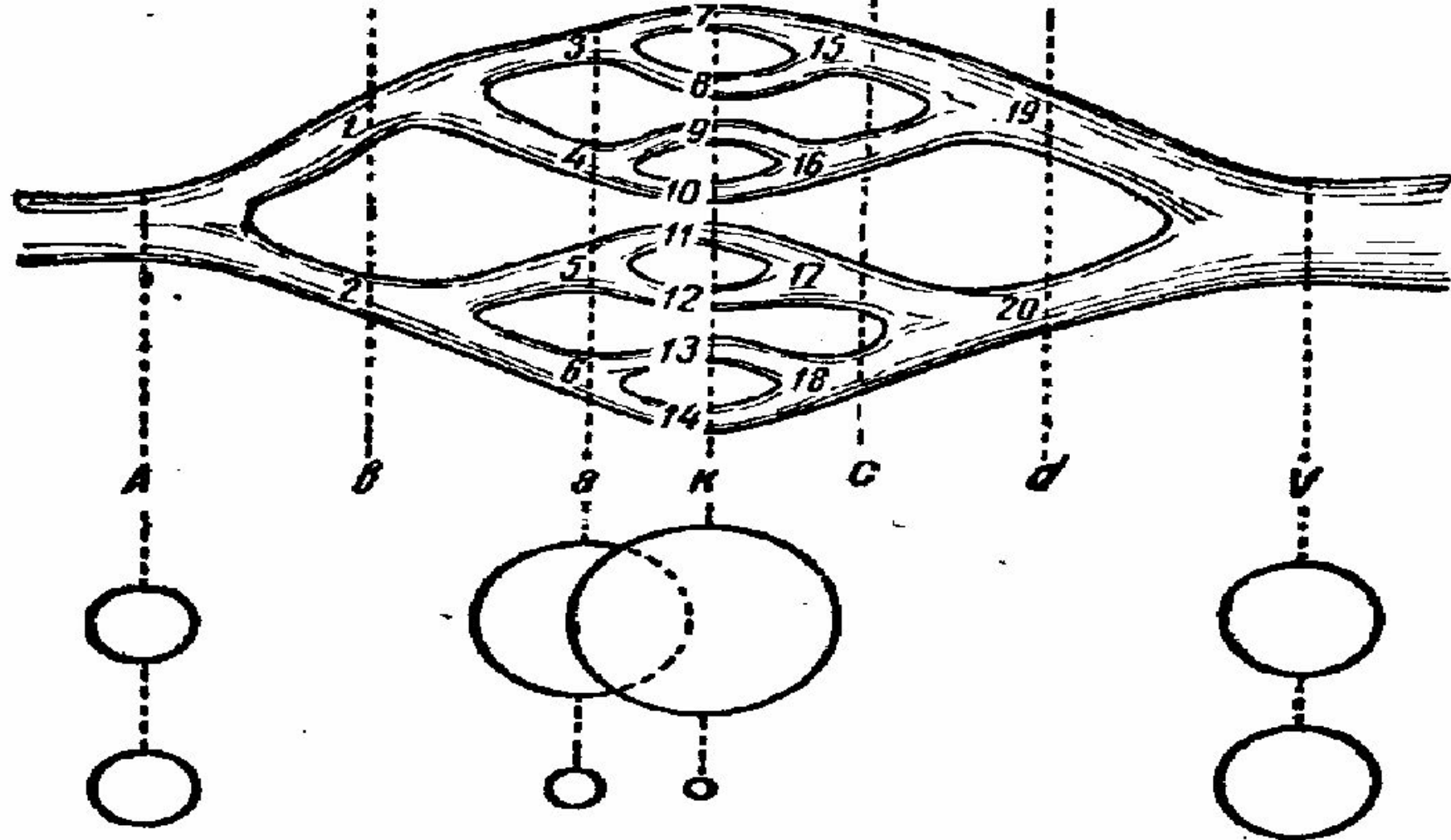


Рис. 95. Схематическое изображение разветвления сосудистой системы.

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**

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

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:

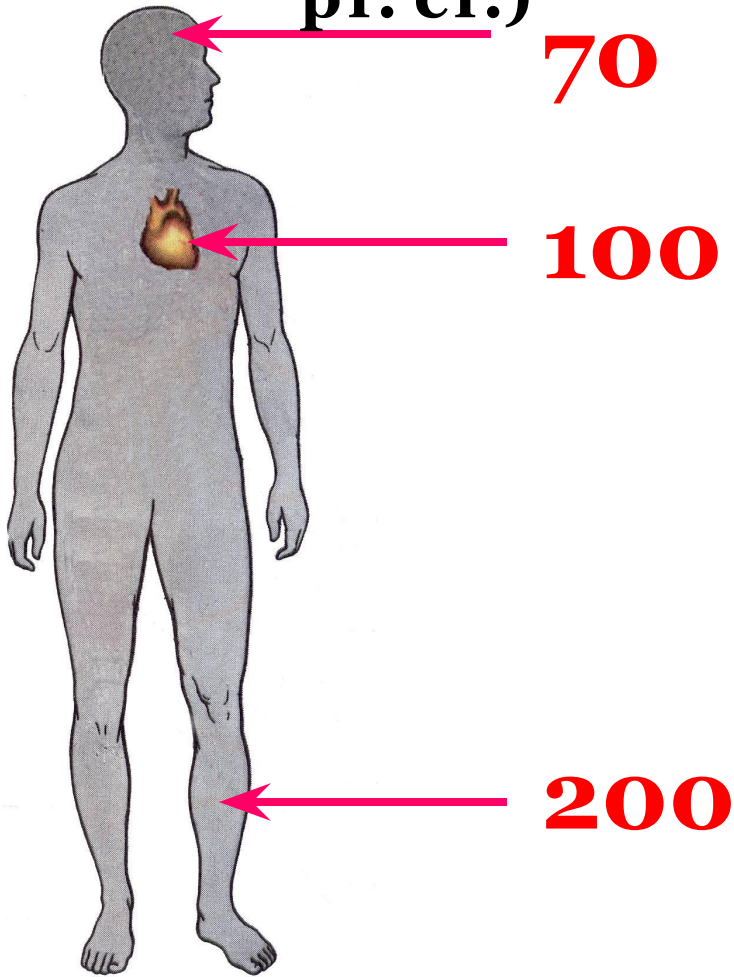

$$R = \frac{8 \eta L}{\pi r^4}$$

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

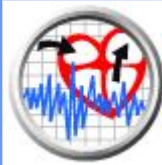
Пуазейль Жан Луи Мари (Poiseuille J.), французский врач и физик (1799–1869). Впервые применил ртутный манометр для измерения артериального давления. В 1840 г. экспериментально установил закон истечения жидкости через тонкую цилиндрическую трубку.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА АД

Среднее артериальное давление (мм рт. ст.)



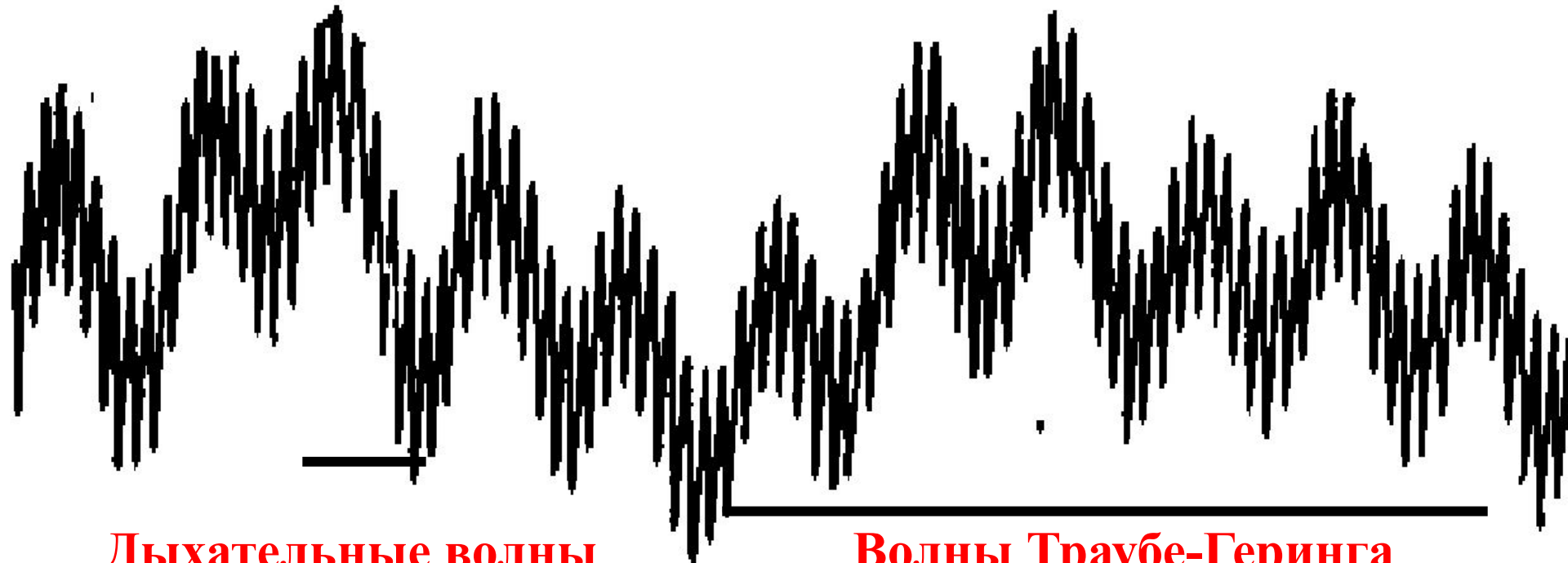
«Сила тяжести показалась мне всемогущей, как любовь»



А. Сент-Экзюпери

КРИВАЯ АД

**Пульсовые волны
(1-го порядка)**

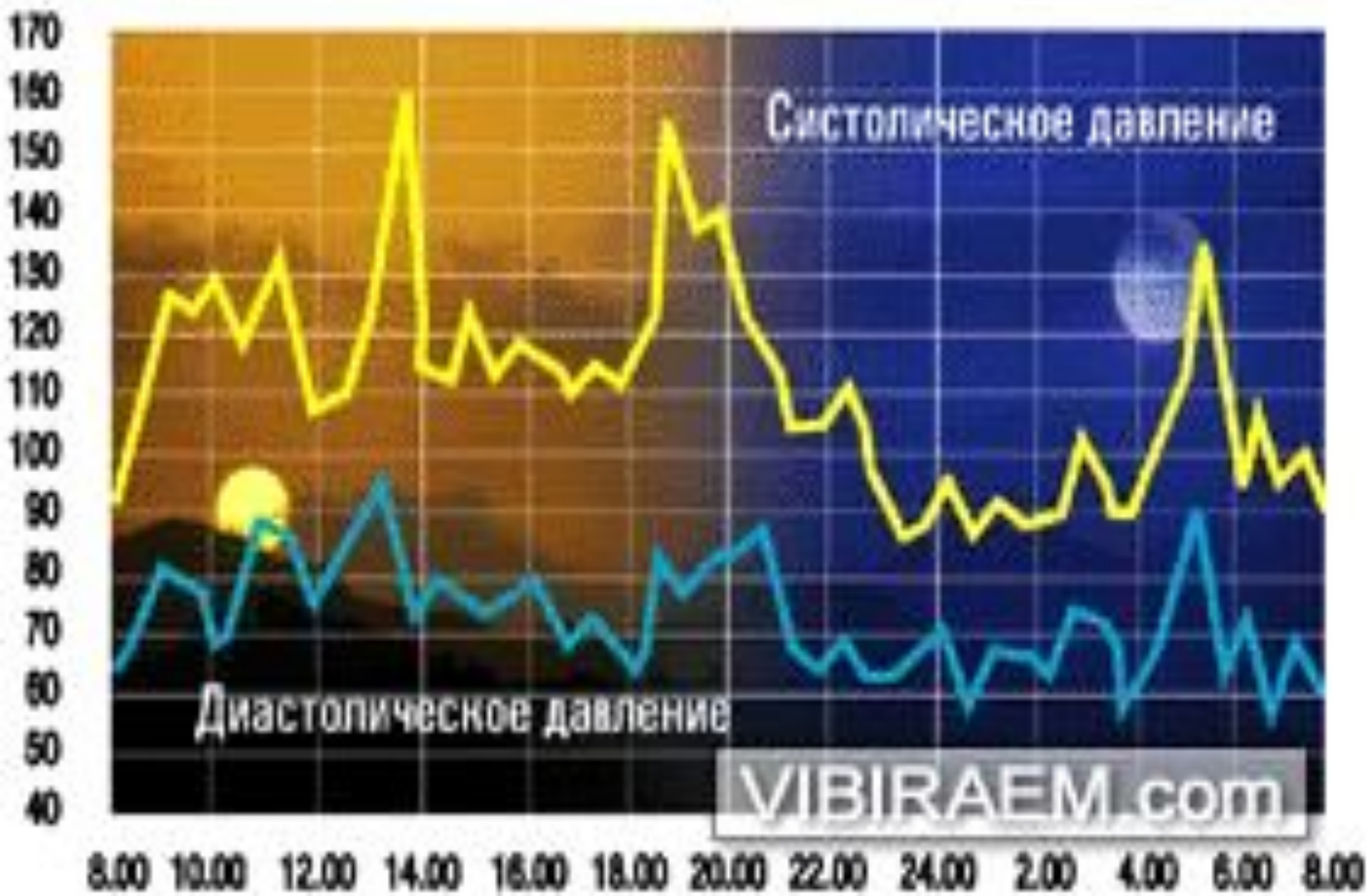


**Дыхательные волны
(2-го порядка)**

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



СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ АД



ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АД

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

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.

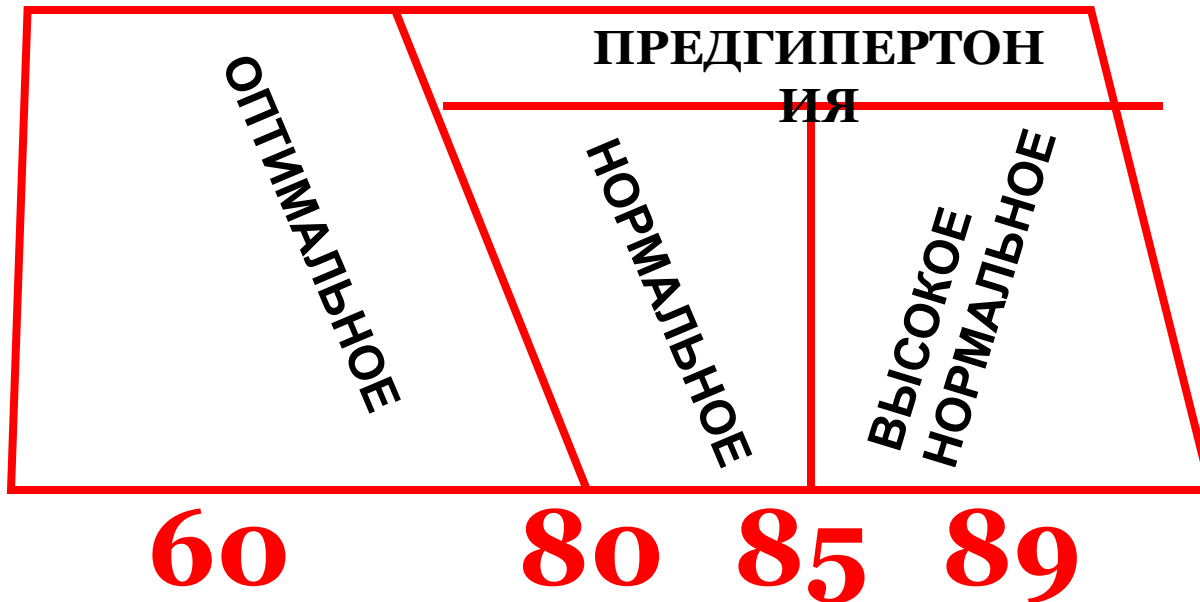
Мышечная деятельность. АД повышается во время работы. Систолическое АД увеличивается за счёт усиления сокращений сердца. Диастолическое АД вначале понижается за счёт расширения сосудов работающих мышц, а затем интенсивная работа сердца приводит к повышению диастолического АД.

ГРАНИЦЫ НОРМАЛЬНОГО АД

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

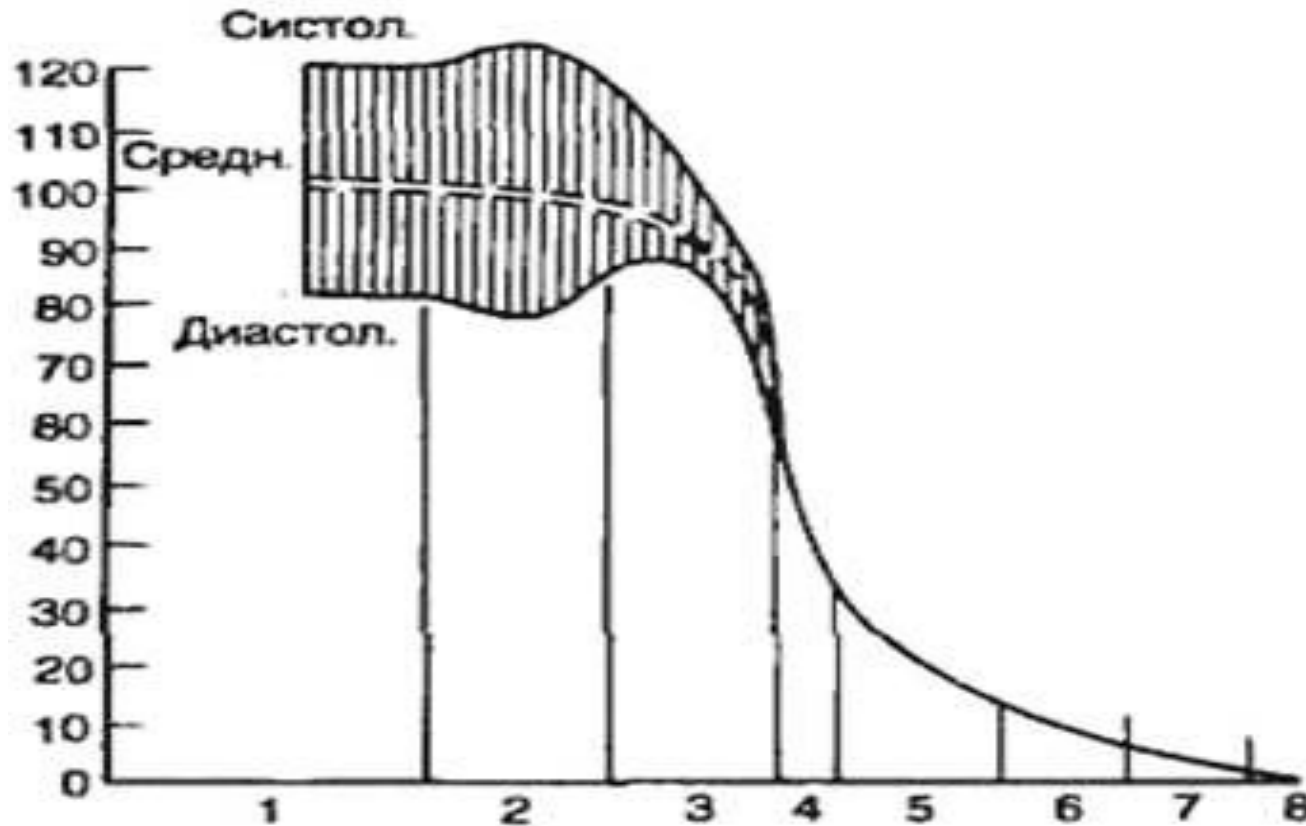
Систолическое АД (мм рт.ст.)

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 диастолу, 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

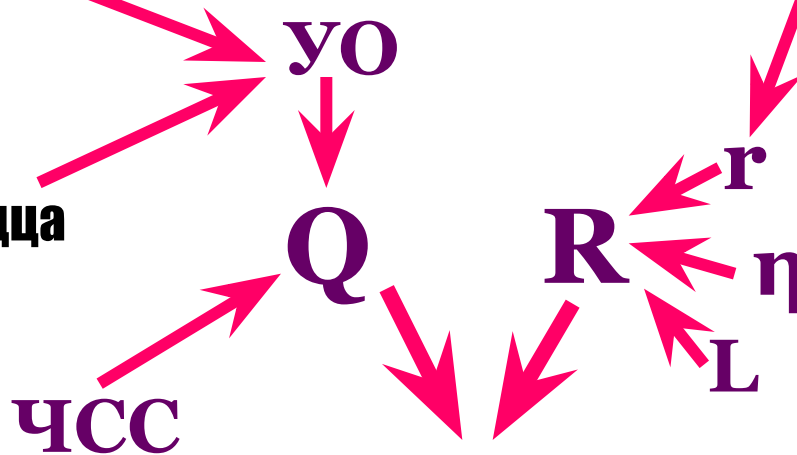
Положение тела в пространстве

↓
Депонирование крови

↓
ОЦК

↓
Венозный возврат

↓
Сократительная
активность сердца



Тонус гладких
мышц сосудов

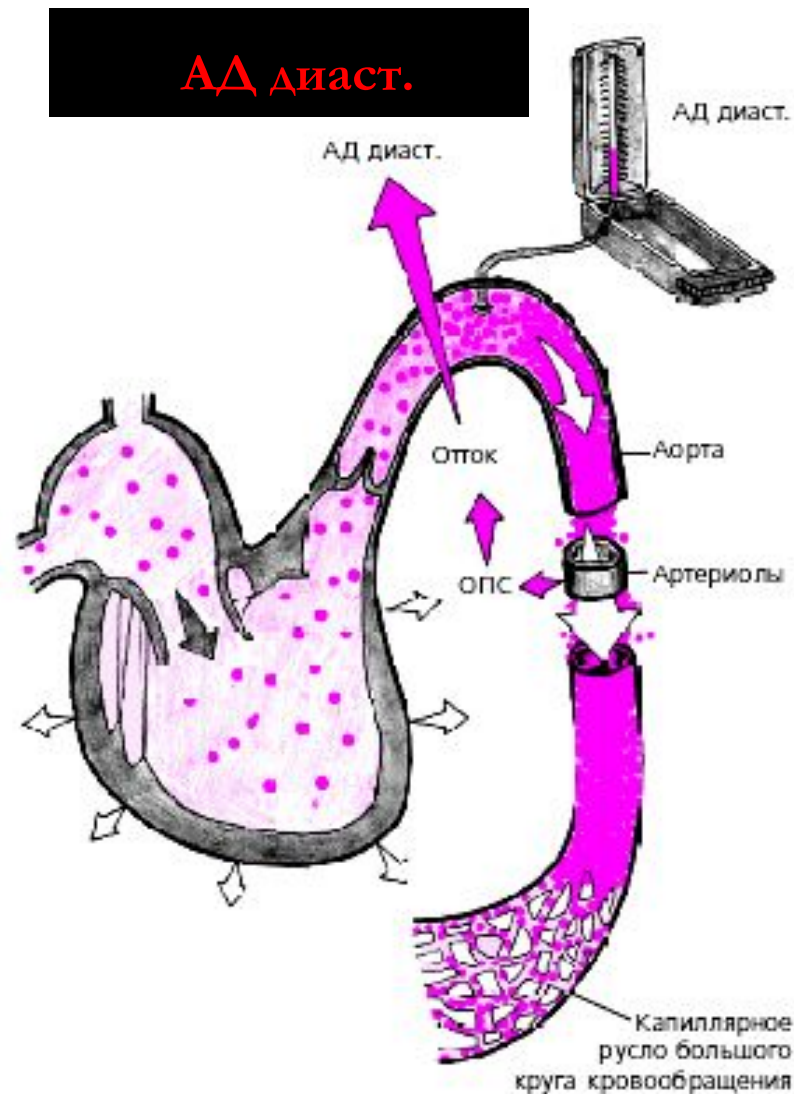
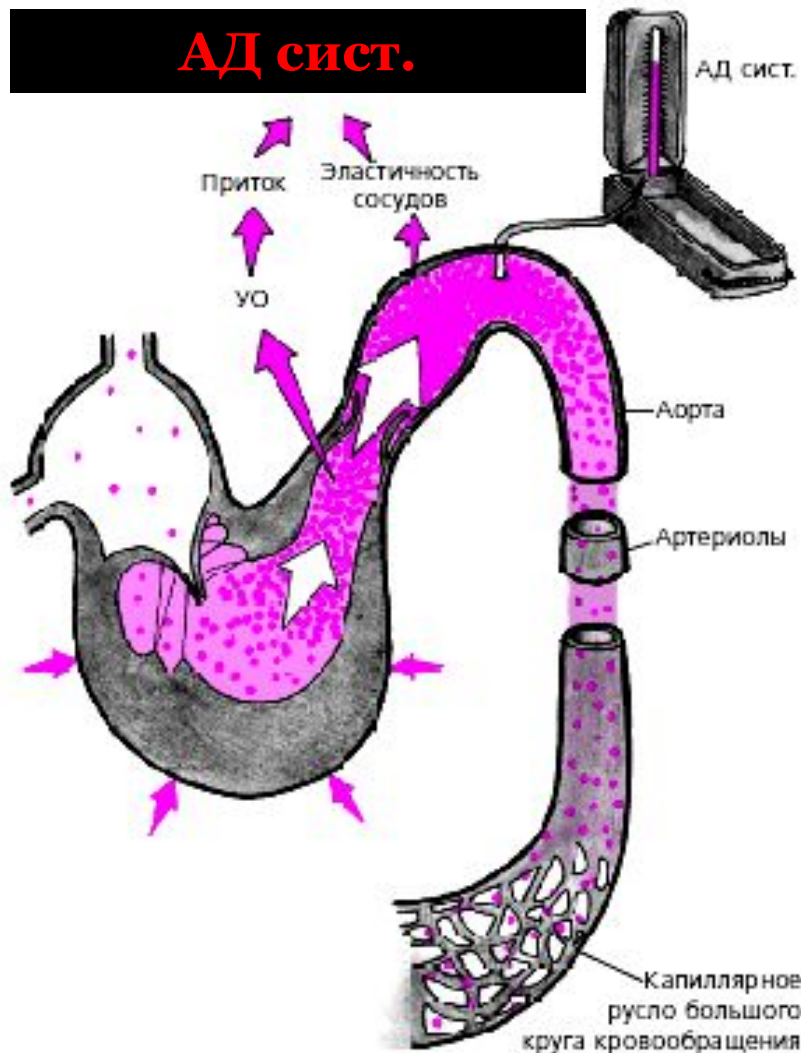
АРТЕРИАЛЬНЫ
X

Число открытых капилляров
Толщина стенки сосудов
Растяжимость сосудов

ВИДЫ АД

- **Систолическое АД (САД)**
- **Диастолическое АД (ДАД)**
- **Пульсовое АД (ПАД) = САД-ДАД**
- **Среднее АД (АД_{ср}) = 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



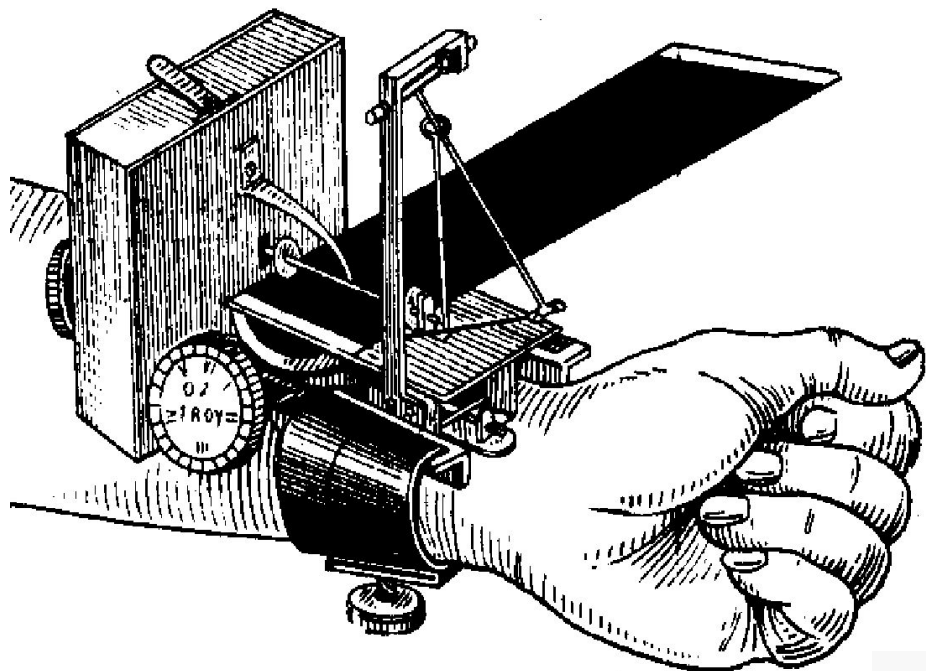
Подготовка пациента к исследованию

ПУЛЬС

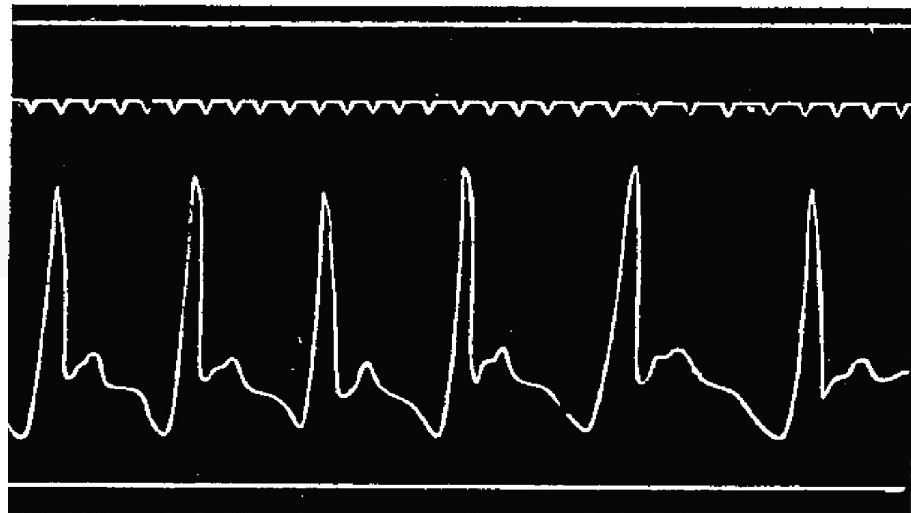
Пульс – колебание стенки сосуда,
синхронное с ритмом сердца.

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

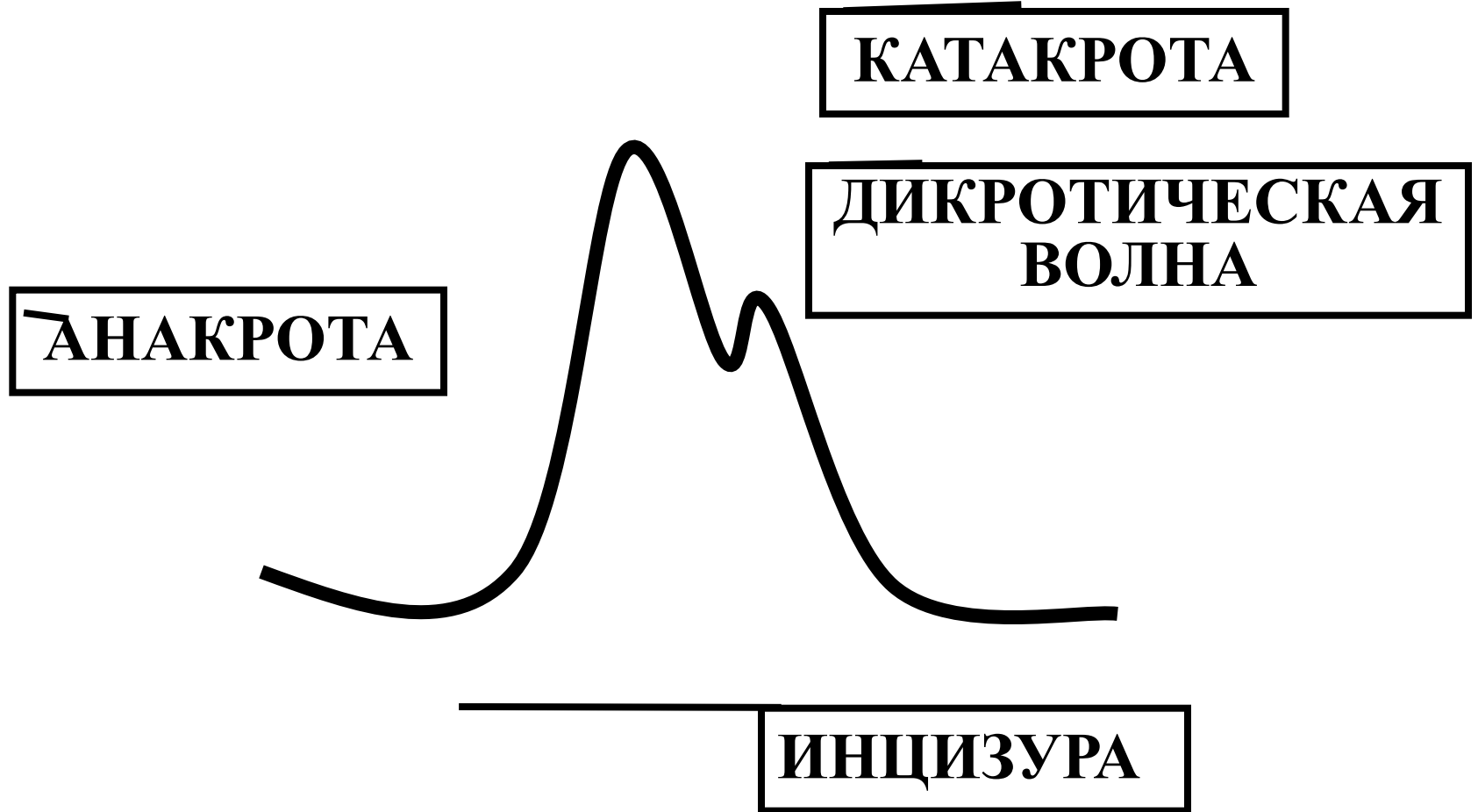
СФИГМОГРАФ ФРАНКА



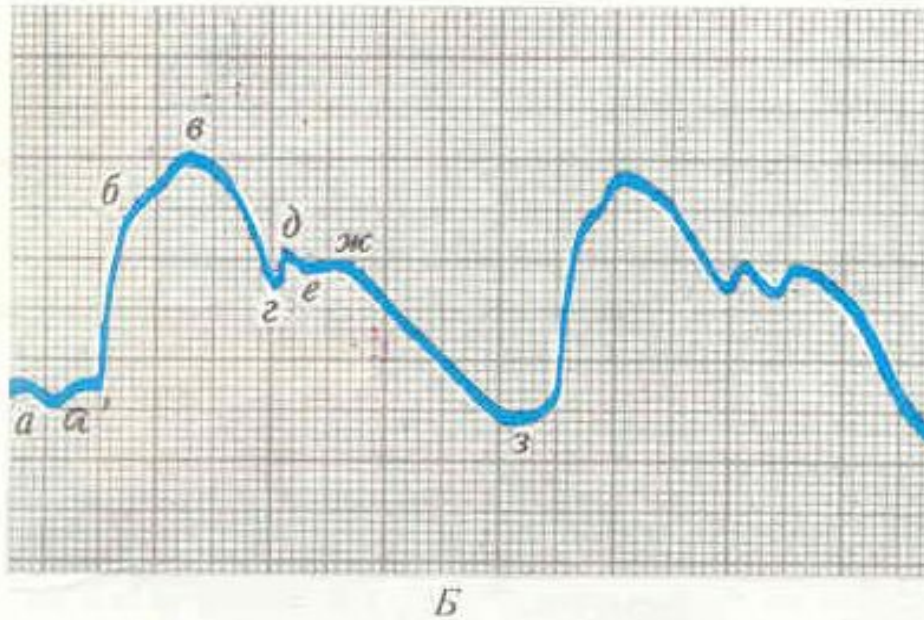
Артериальный пульс



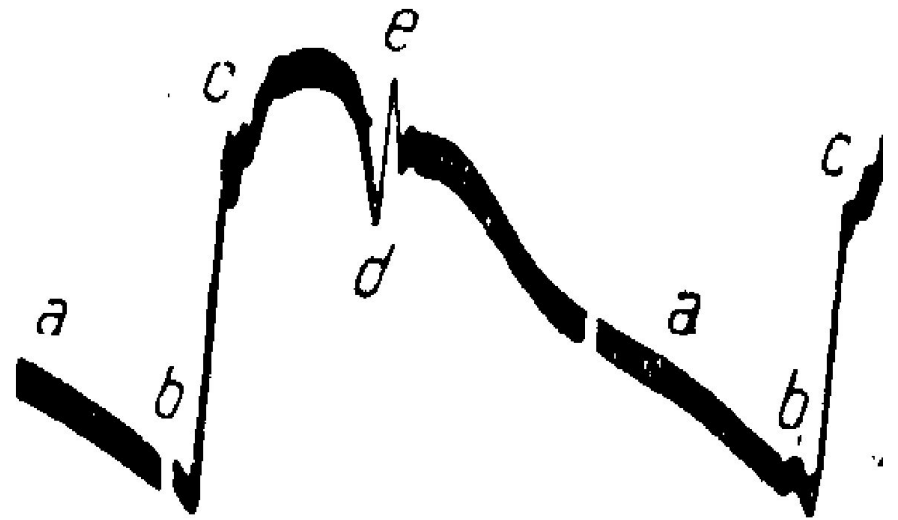
СФИГМОГРАММА АРТЕРИИ



СФИГМОГРАММА АОРТЫ И СОННОЙ АРТЕРИИ



СОВРЕМЕННАЯ ЗАПИСЬ



ПО ФРАНКУ

СВОЙСТВА ПУЛЬСА

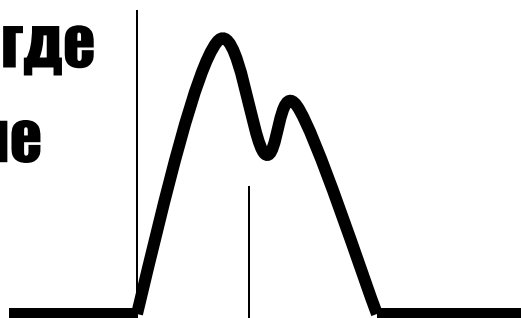
- ① **ЧАСТОТА** – число ударов в минуту.
- ② **РИТМ** – равномерность промежутков между ударами.
- ③ **БЫСТРОТА** – скорость подъема стенки сосуда.
- ④ **НАПОЛНЕНИЕ** – амплитуда пульсовой волны.
- ⑤ **НАПРЯЖЕНИЕ** – сила, с которой надо сдавить артерию для прекращения пульсации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ (V) РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

$V = L / t$, где

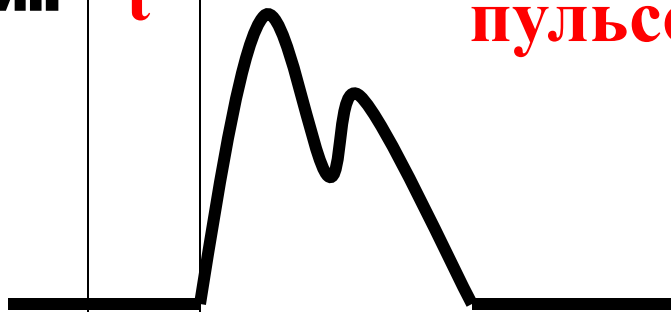
L - расстояние
между
датчиками

t - время
распространения
пульсовой
волны



*Каротидная
сфигмограмма*

t - время распространения
пульсовой волны



*Сфигмограмма
бедренной артерии*

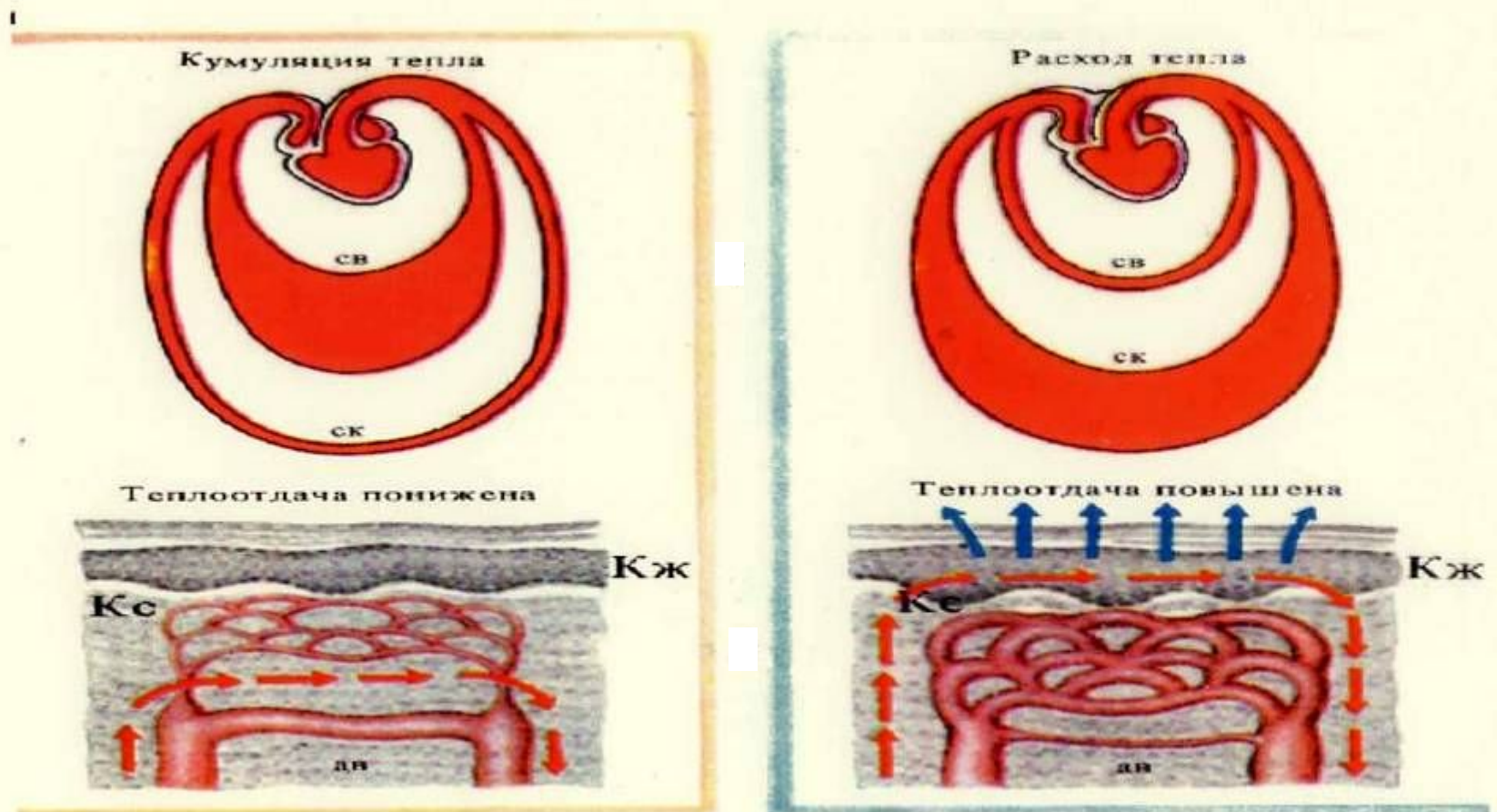
РЕГУЛЯЦИЯ ТОНУСА СОСУДОВ И АД

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСВЕТА СОСУДОВ

I. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОМЕОСТАЗА

- оптимального АД;**
- нормальной t° тела за счет физической терморегуляции;**
- оптимального ОЦК:**
 - сужение сосудов в участке травмы;
 - изменения процессов депонирования (вено-артериальный рефлекс)

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ И КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ



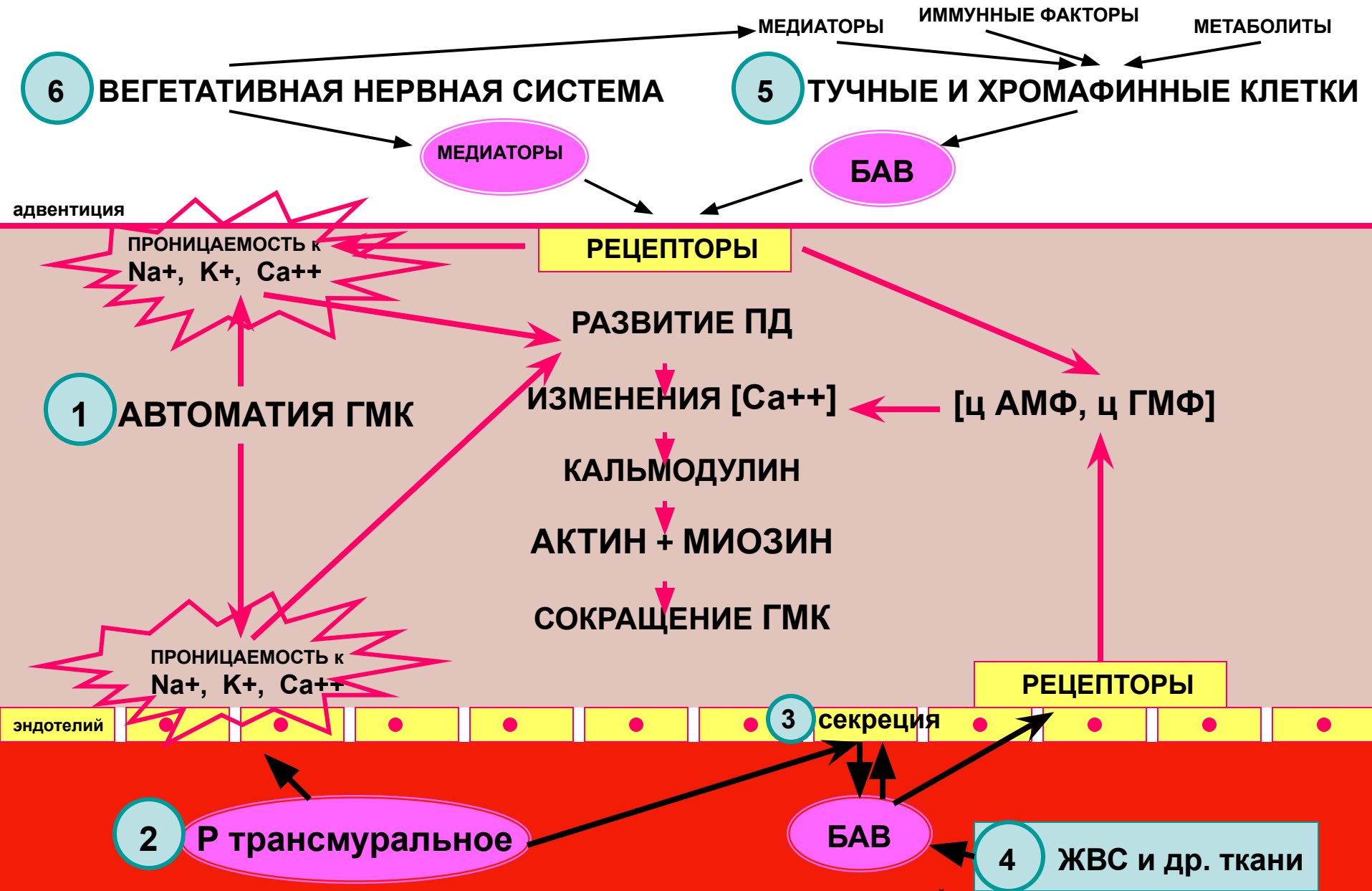
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСВЕТА СОСУДОВ

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



ЦИФРАМИ УКАЗАНЫ ИСТОЧНИКИ РЕГУЛИРУЮЩИХ ВЛИЯНИЙ

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**

КОНСТРИКТОРЫ	ДИЛАТАТОРЫ
Эндотелин	Оксид азота
Ангиотензин-II	Эндотелин
Тромбоксан	Простаглицлин
Простагландин H₂	Эндотелиновый фактор деполяризации

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.

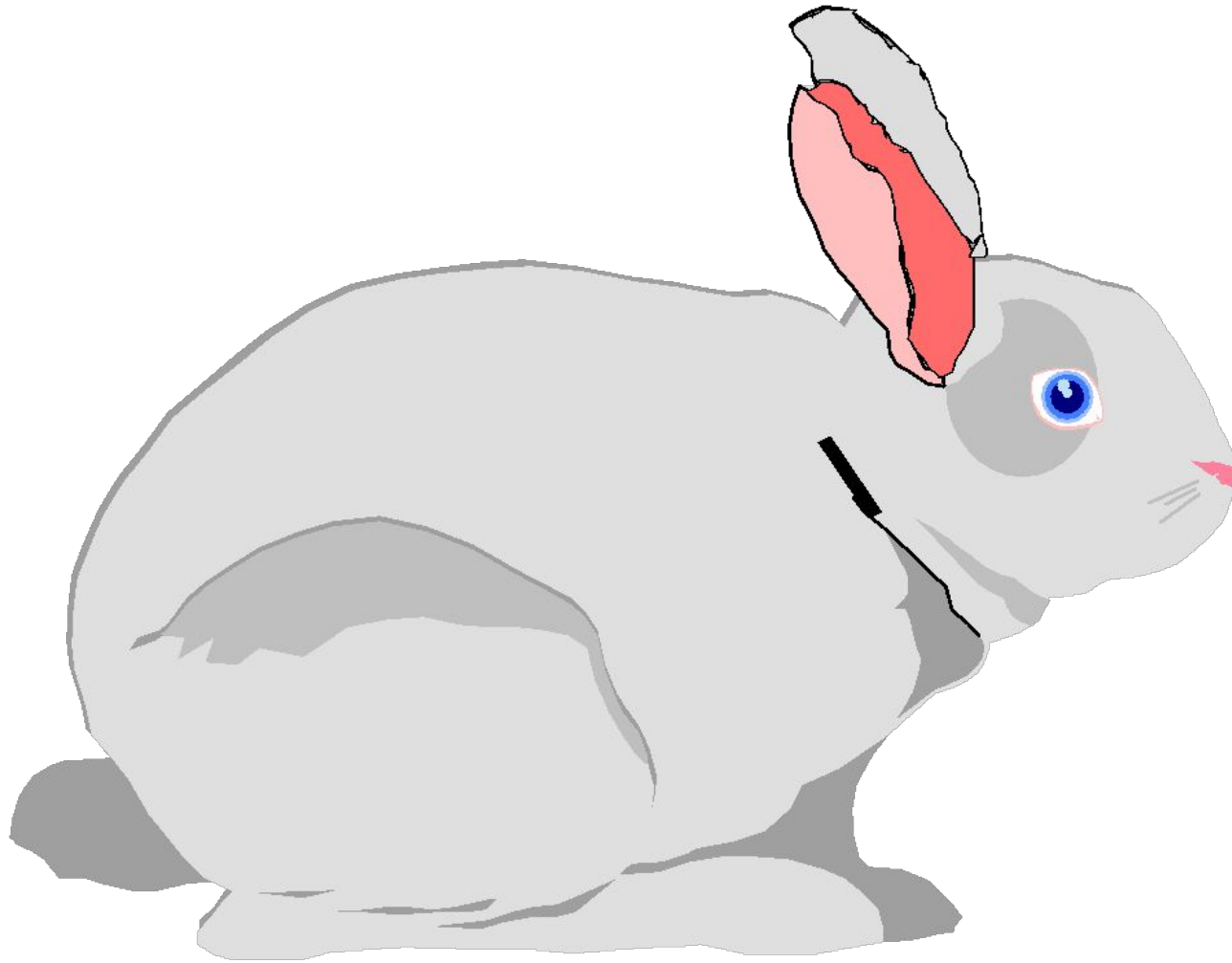
Substances inducing the relaxation or contraction of smooth muscle cells

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

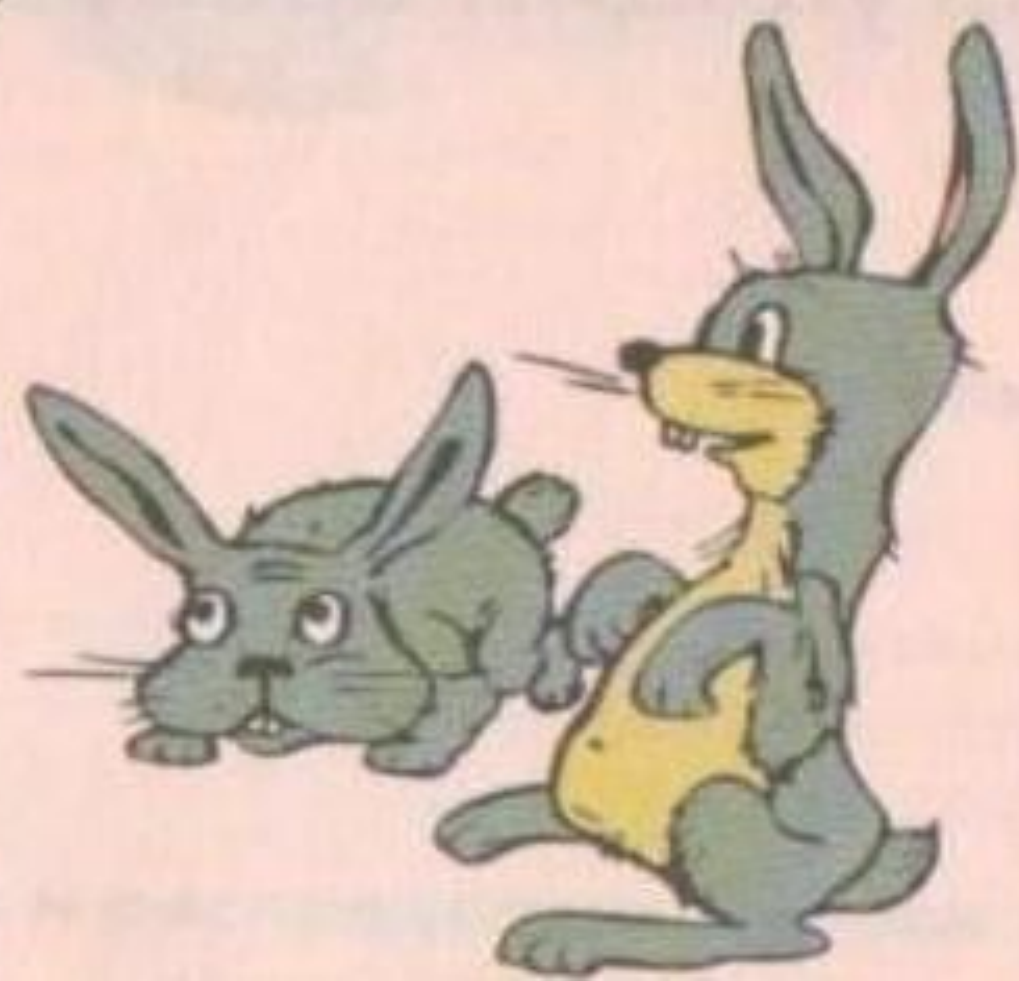
ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ

- **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



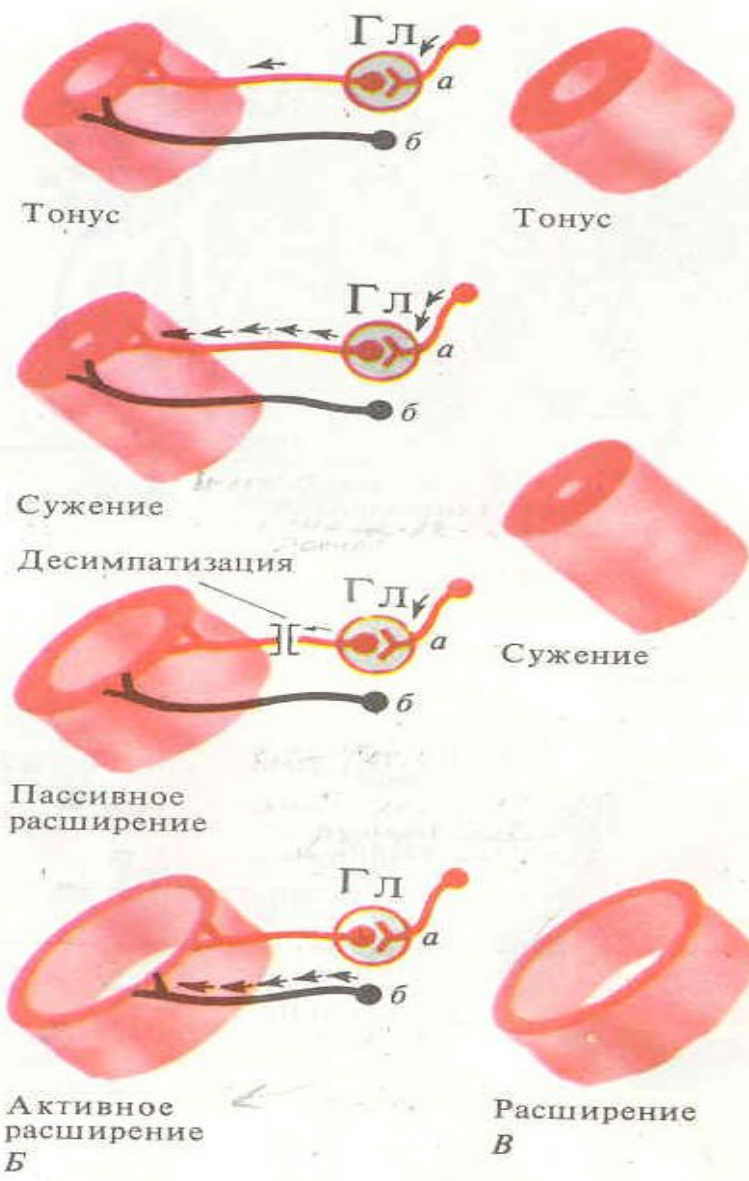
КЛОД БЕРНАР ПЕРЕРЕЗАЛ
МНЕ НЕРВ НА ШЕЕ,
И ВОТ УХО ДО СИХ ПОР КРАСНОЕ!!!



СОСУДОДВИГАТЕЛЬНЫЕ НЕРВЫ

- **Симпатические нервы, через:**
 - α - адренорецепторы** - констрикция и тонус
 - β - 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.

СО₂
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

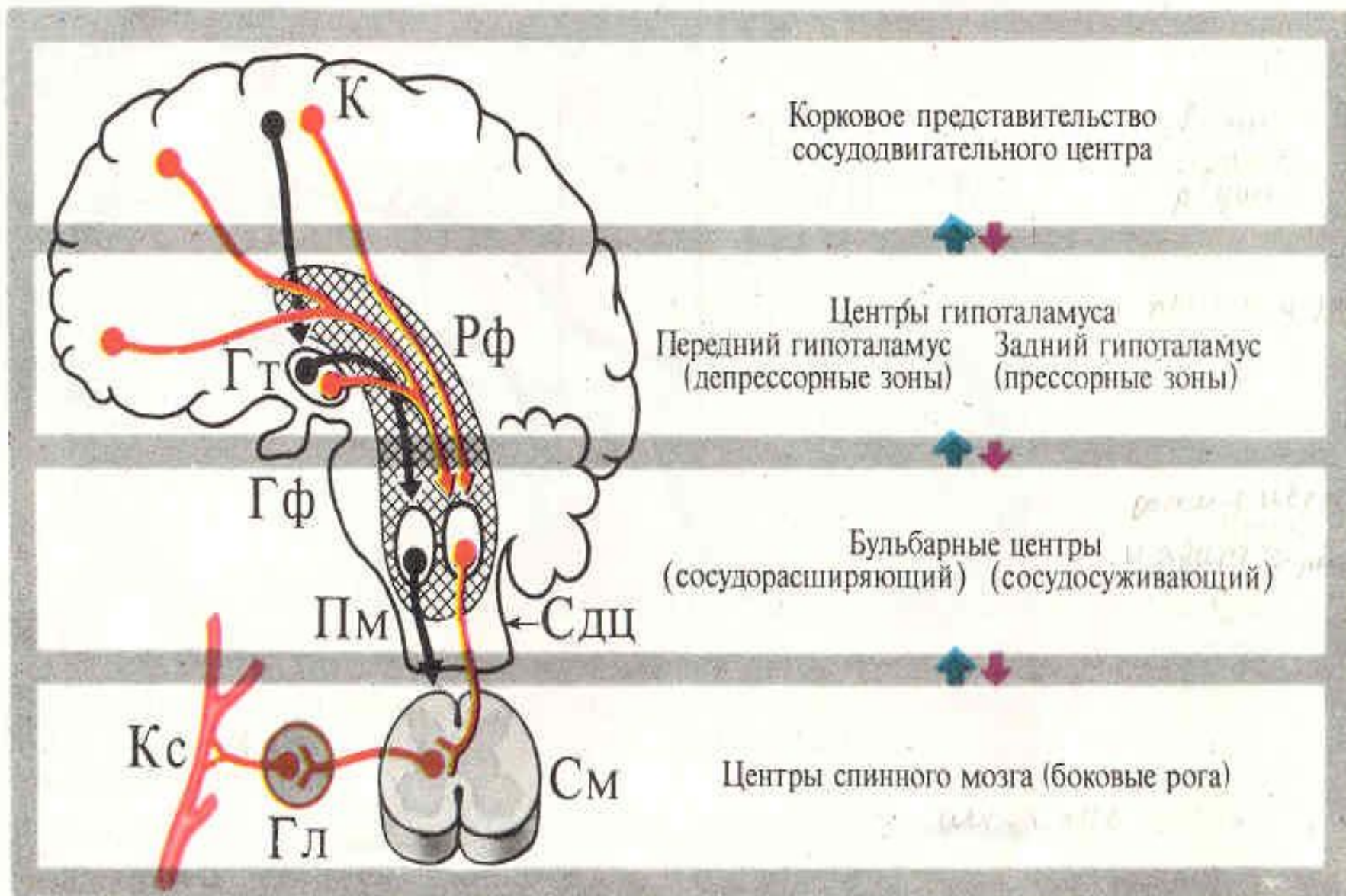
Вазоконстрикторные влияния:

- ★ симпатические нервы, выделяющие НА, взаимодействующий с α -адренорецепторами

Вазодилататорные влияния:

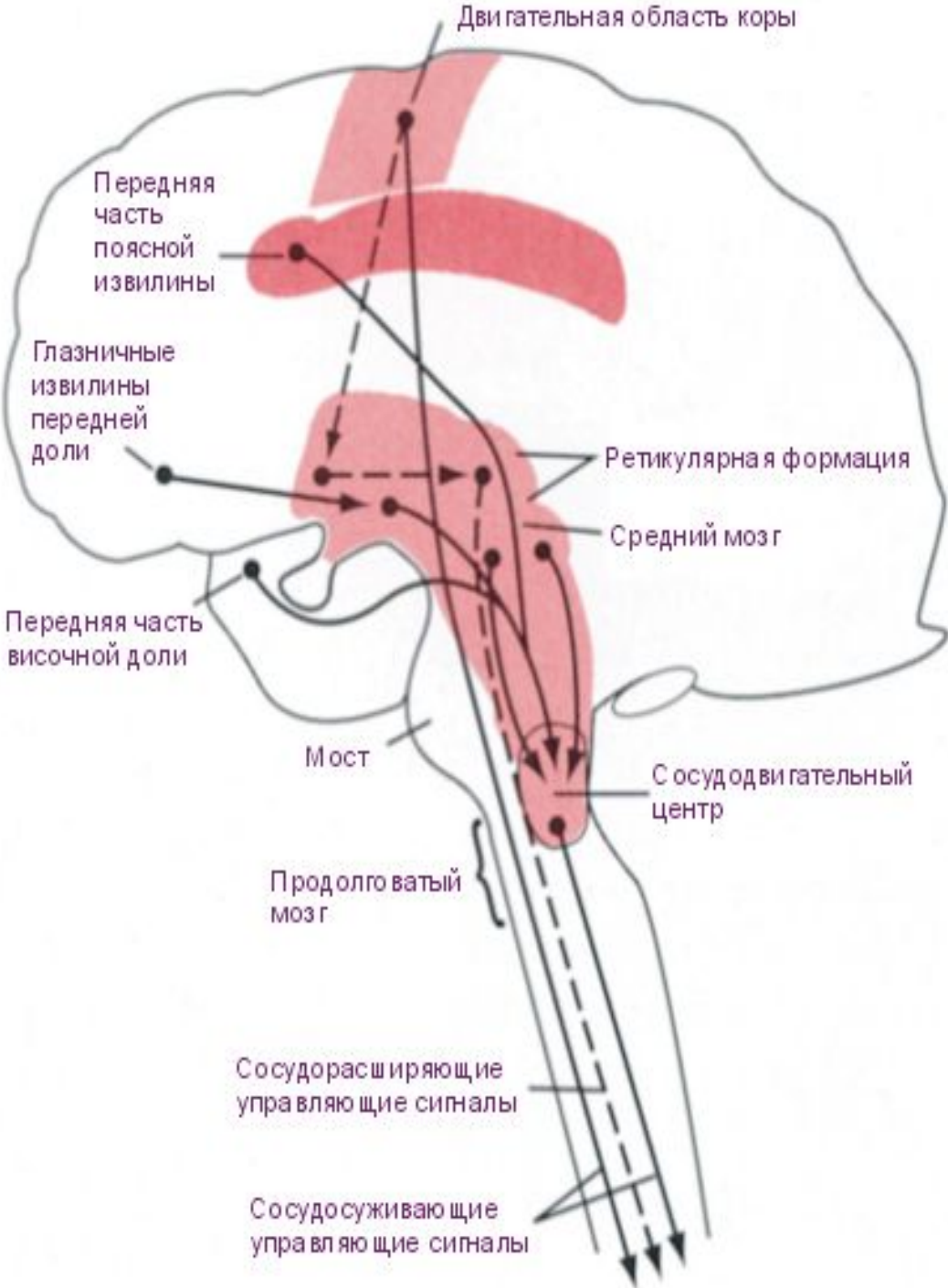
- ★ симпатические нервы, выделяющие А, взаимодействующие с β -адренорецепторами;
- ★ симпатические нервы, выделяющие АХ;
- ★ уменьшение активности симпатических нервов, НА которых соединяется с α -адренорецепторами;
- ★ парасимпатические нервы (в некоторых органах);
- ★

КОМПОНЕНТЫ СОСУДОДВИГАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

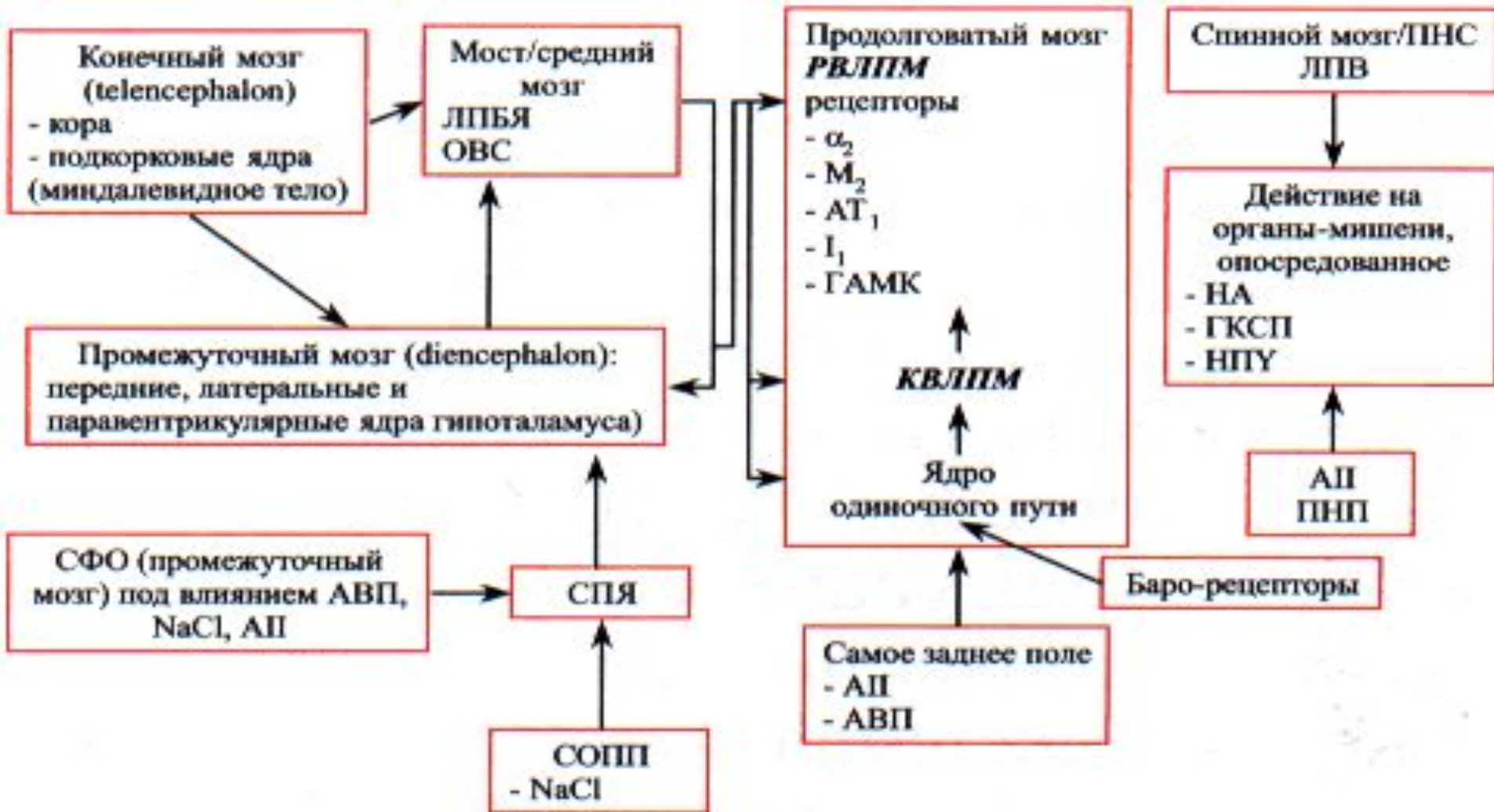




Связи сосудодвигательного центра ствола мозга с вышележащими отделами головного мозга



ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА И ДРУГИХ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ В РЕГУЛЯЦИИ АД



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

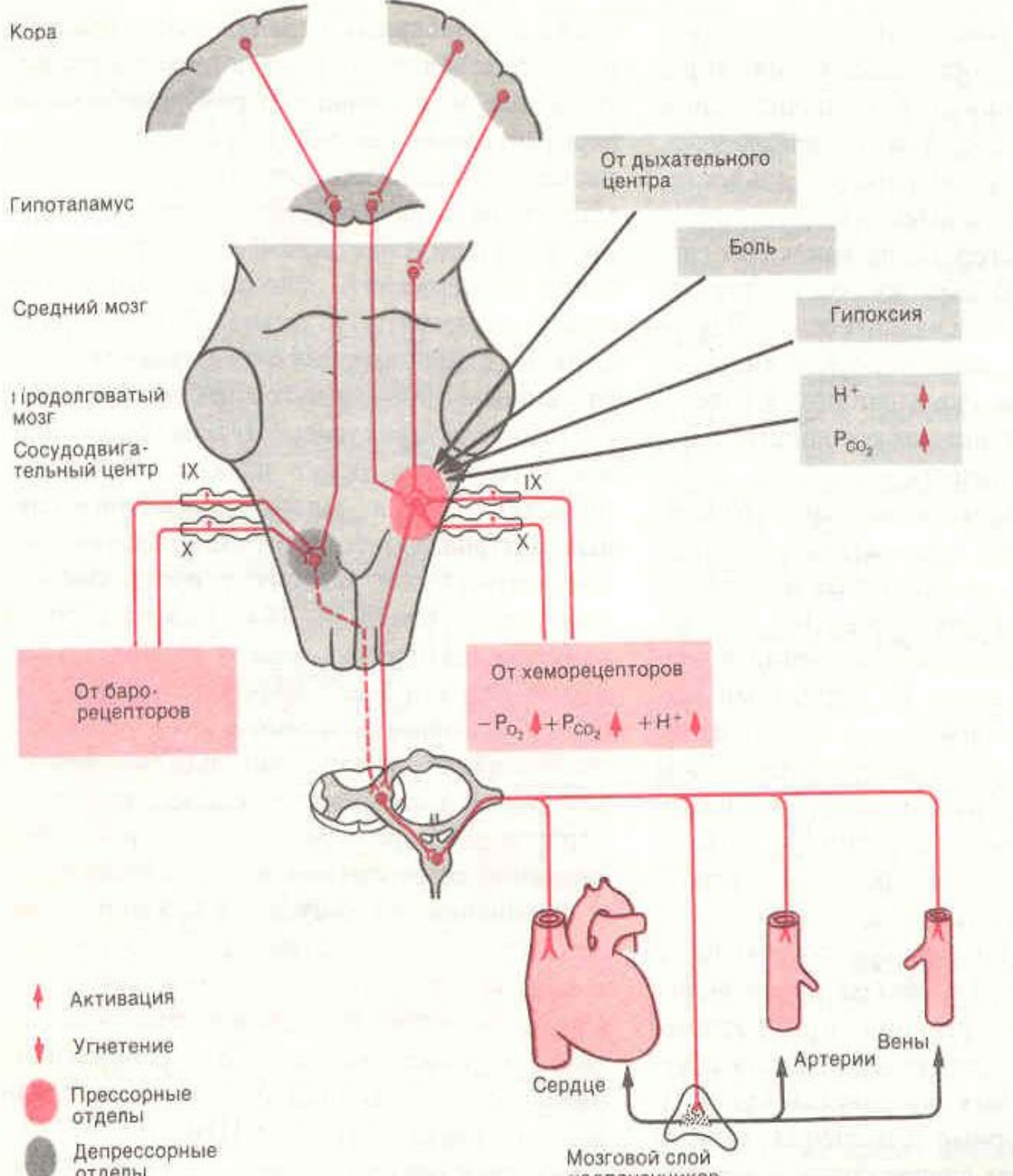
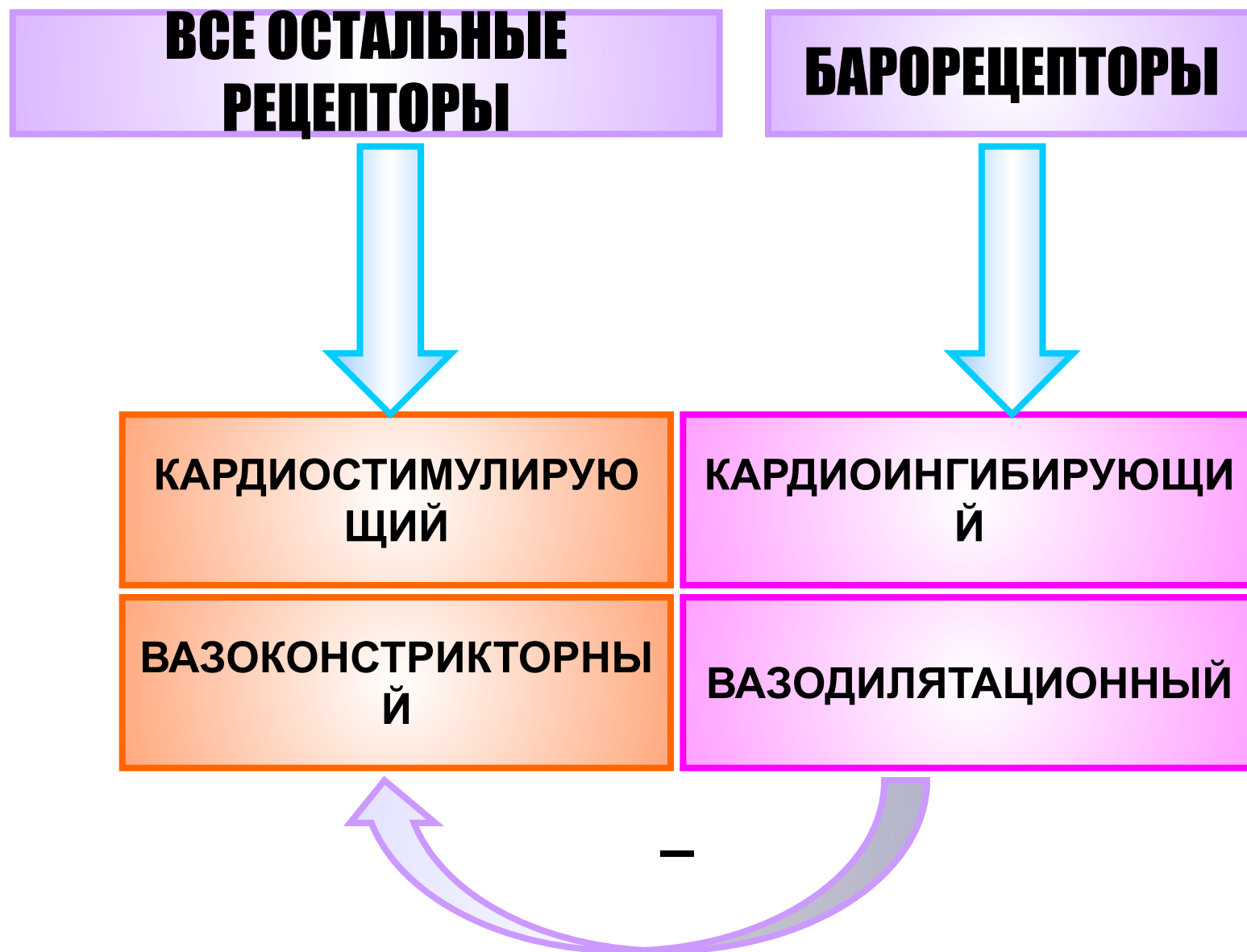


Схема входов и выходов сосудодвигательных центров продолговатого мозга

СТРУКТУРА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО ЦЕНТРА



МИОГЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА СОСУДОВ

- ① Базальный тонус гладких мышц**
- ② Потокзависимая дилатация**
- ③ Метаболическая дилатация**
- ④ 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

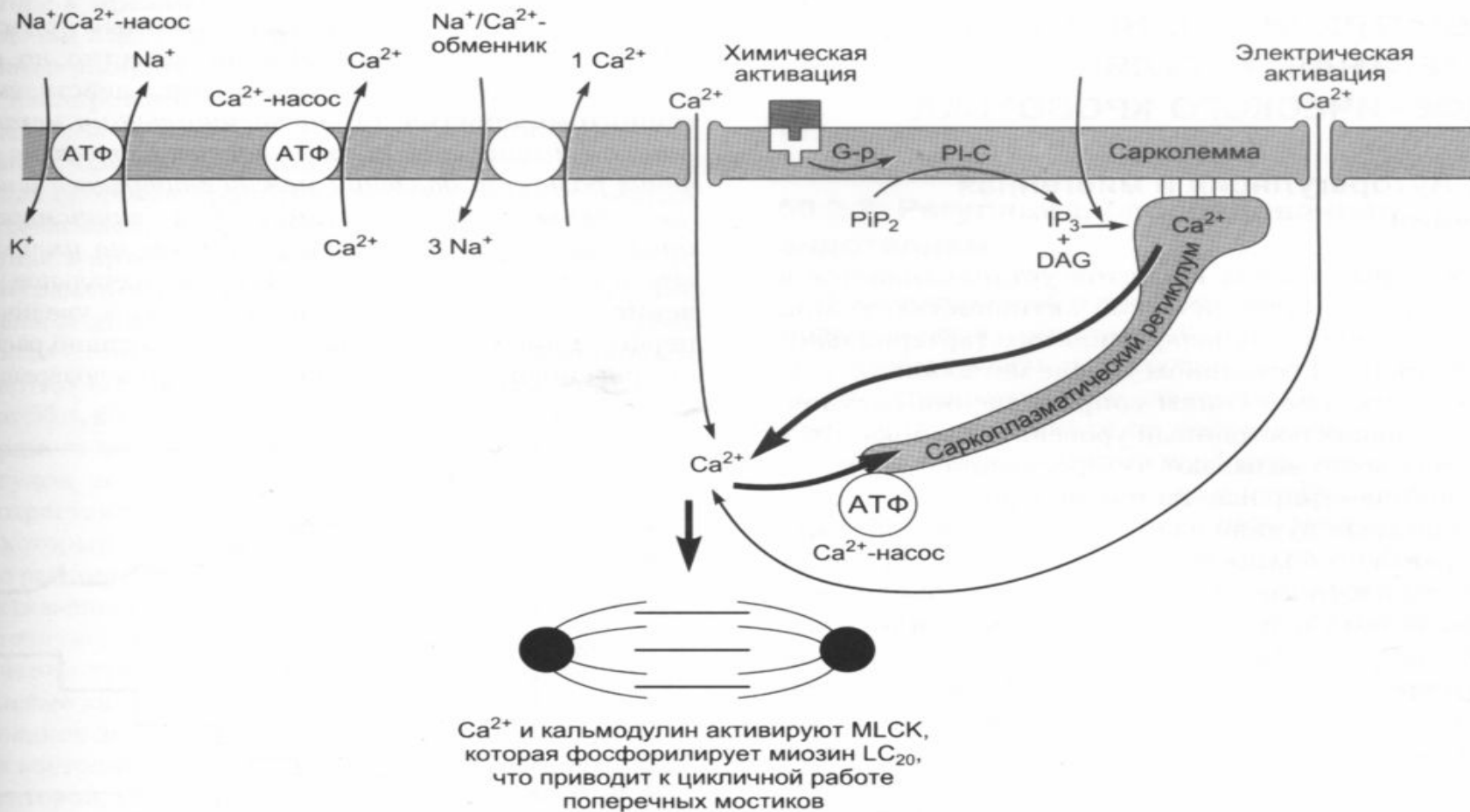


Рис. 50.2. Электромеханическое сопряжение в гладкой мышце сосуда. Кальций может входить в клетку через потенциалуправляемые (электромеханическое сопряжение) или рецепторуправляемые каналы (химическая активация, названная фармакомеханическим сопряжением) в сарколемме. Кальций также высвобождается из саркоплазматического ретикулума в ответ на воздействие инозитолтрисфосфата (IP_3) и закачивается обратно кальциевым насосом. Кальций выбрасывается из клетки кальциевым насосом и $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -обменником (G-p — белок, связывающий гуаниновые нуклеотиды; PI-C — фосфолипаза C; PiP₂ — фосфатидилинозитол дифосфат; DAG — диацилглицерин; MLCK — киназа легкой цепи миозина; LC — легкая цепь киназы, молекулярная масса 20 000)

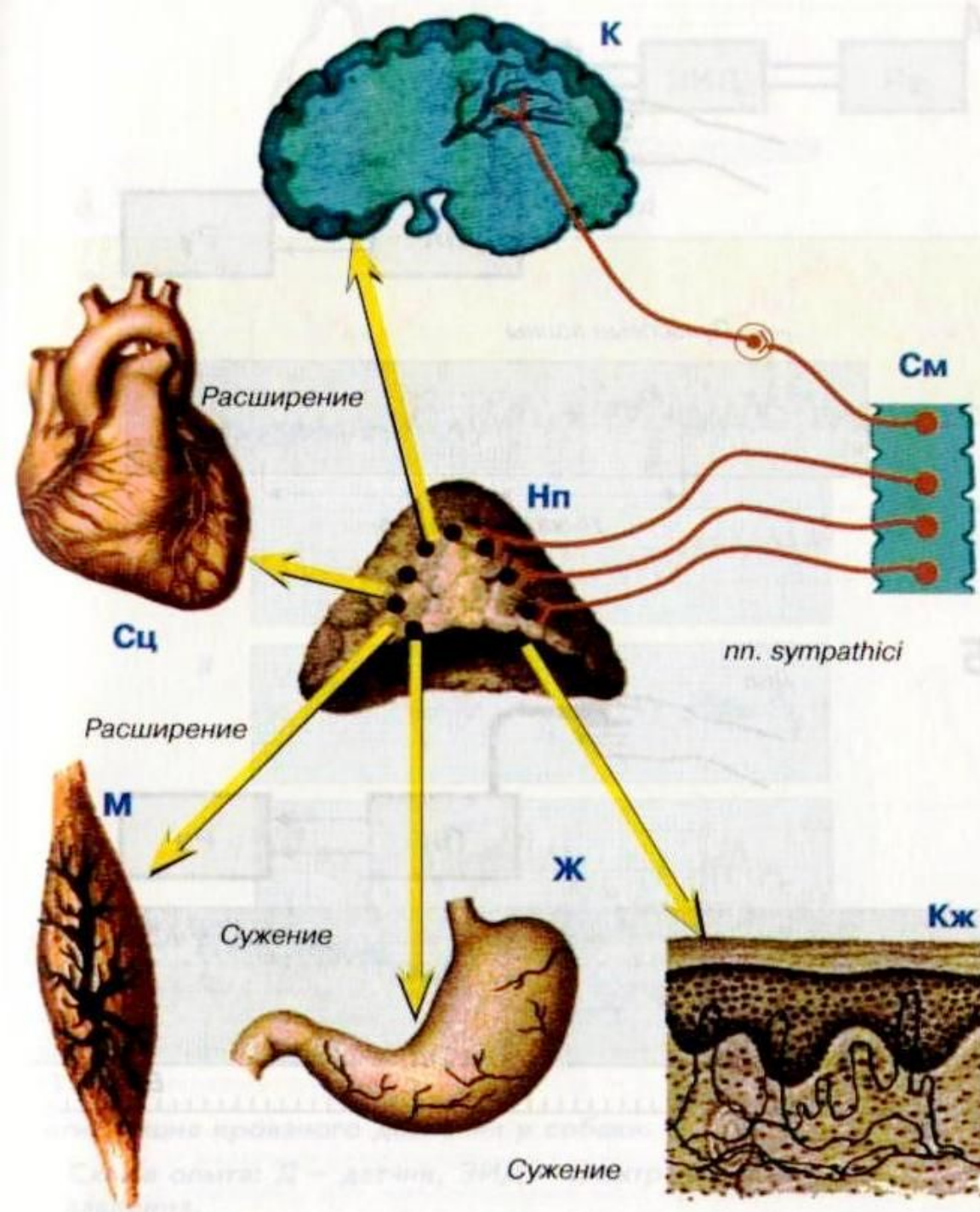
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОТОКОЗАВИСИМОЙ ДИЛАТАЦИИ

- 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

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

**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

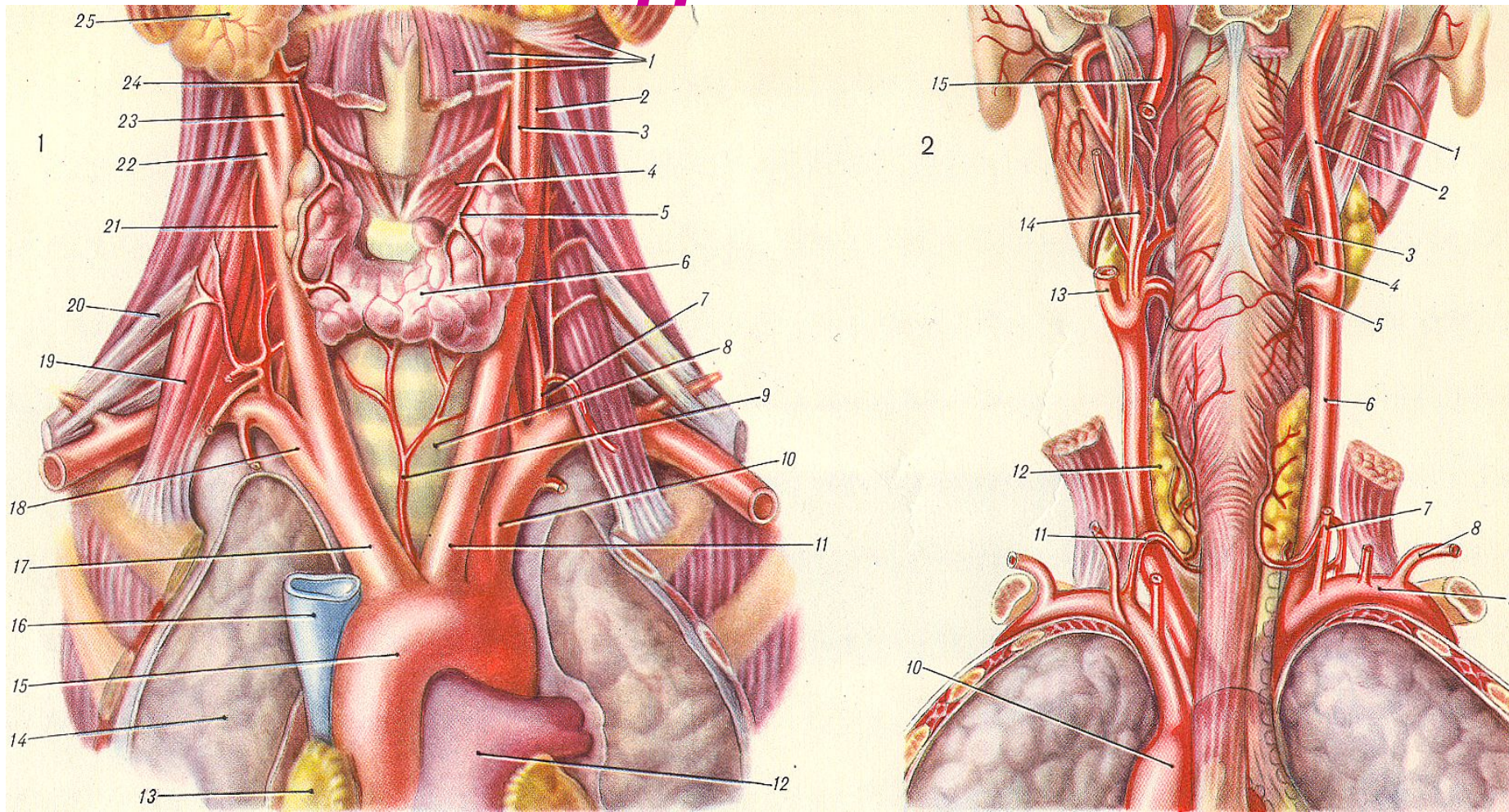


Рис. 1. Arteria carotis communis. Вид спереди: 1—mm. stylo-hyoideus, sterno-hyoideus et omo-hyoideus; 2 и 22—а. carotis int.; 3 и 23—а. carotis ext.; 4—m. crico-thyroideus; 5 и 24—aa. thyroideae superiores sin. et dext.; 6—glandula thyroidea; 7—truncus thyreo-cervicalis; 8—trachea; 9—а. thyroidea ima; 10 и 18—а. subclavia sin. et dext.; 11 и 21—а. carotis communis sin. et dext.; 12—а. 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.

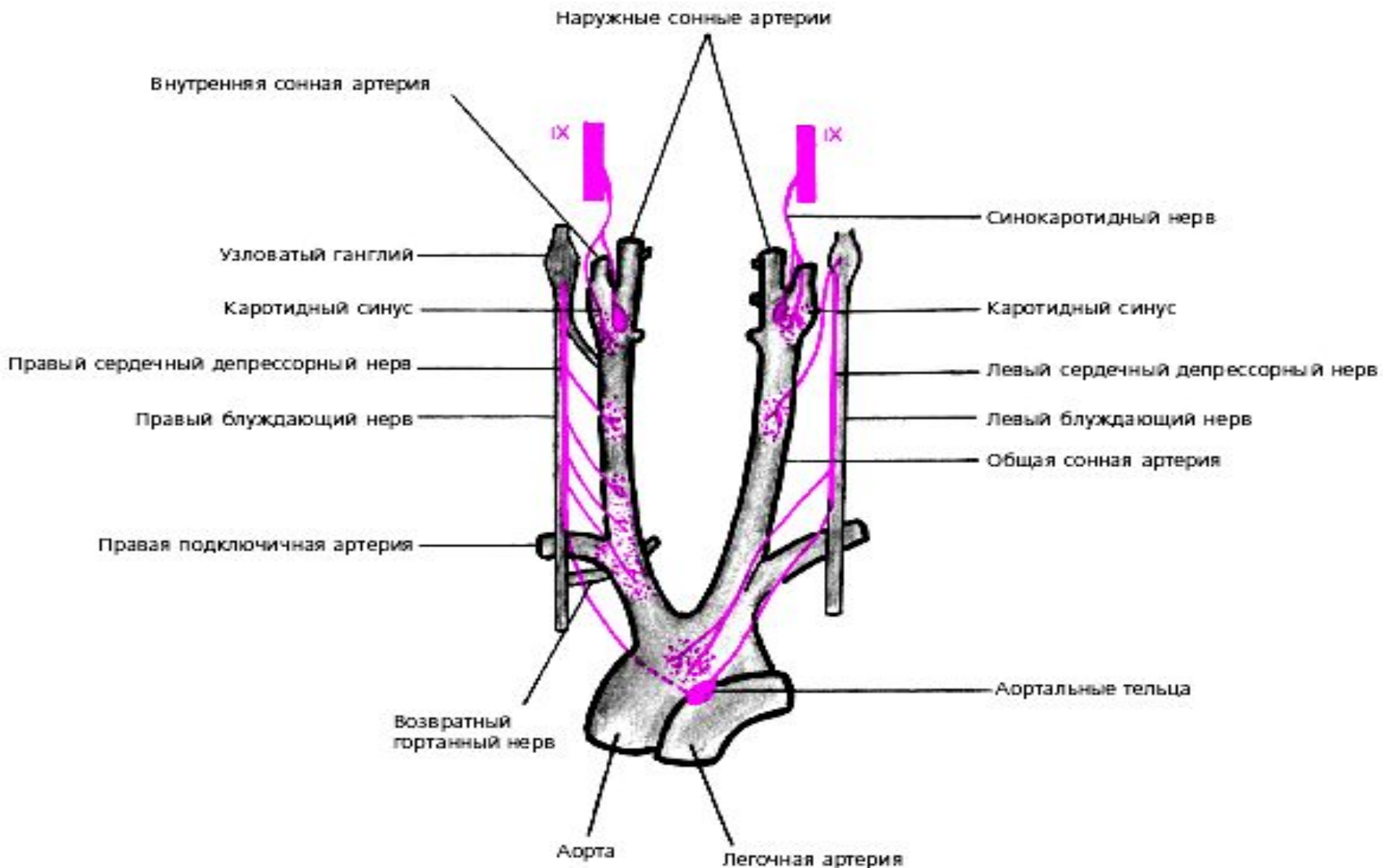
Рис. 2. Arteria carotis communis. Вид сзади: 1—а. auricularis; 2, 13 и 15—а. carotis interna dext. et sin.; 3—а. lingualis; 4 и 14—а. carotis externa dext. et sin.; 5—а. thyroidea sup.; 6—а. carotis communis dext.; 7—а. vertebralis; 8—а. transversa colli; 9—а. subclavia; 10—aorta; 11—а. thyroidea inf.;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

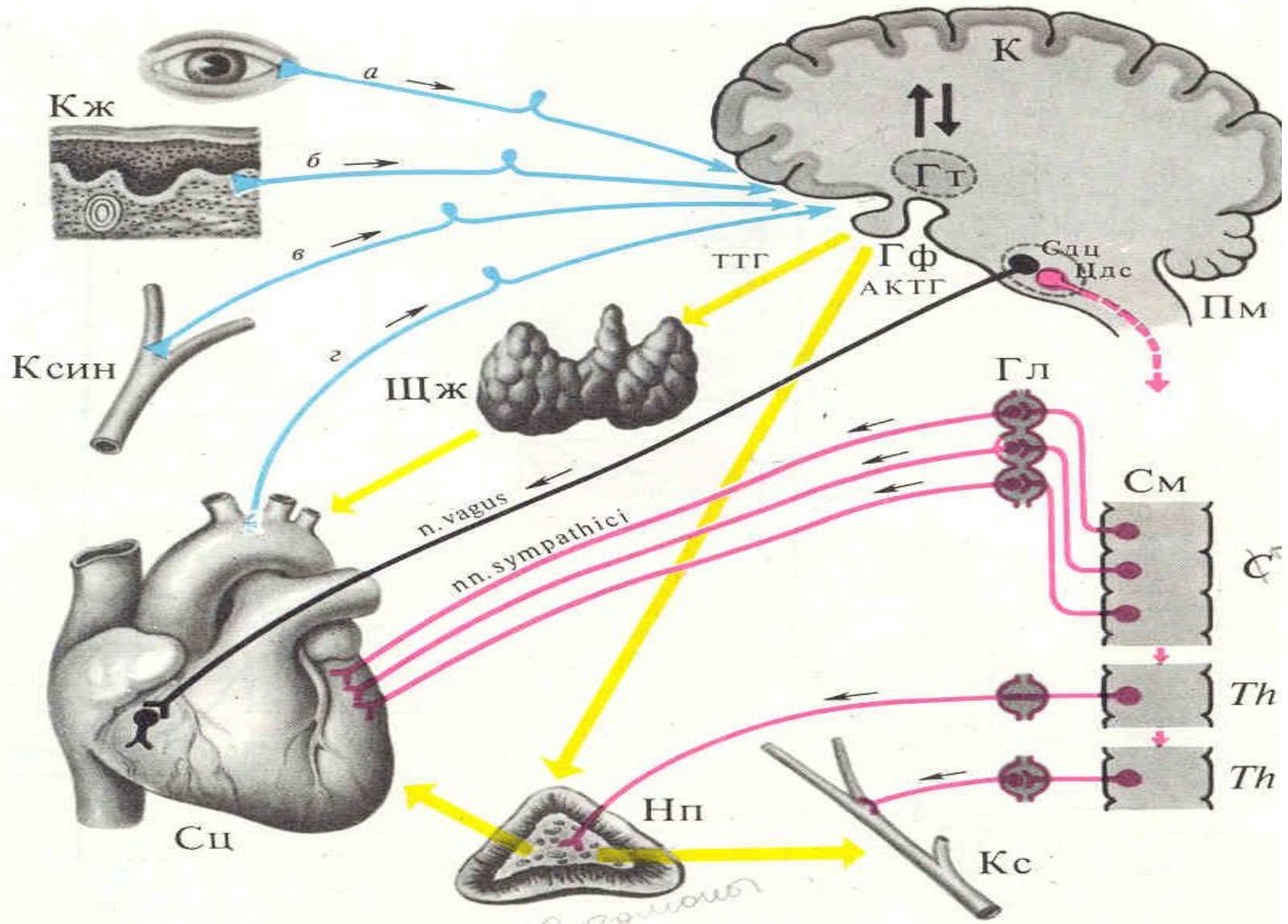


СРОЧНАЯ ОСТРАЯ РЕГУЛЯЦИЯ АД



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

СРОЧНАЯ ОСТРАЯ РЕГУЛЯЦИЯ АД



ПОДОСТРАЯ (ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ) РЕГУЛЯЦИЯ АД



Изменения почечной фильтрации



Изменения фильтрации в других

капиллярах



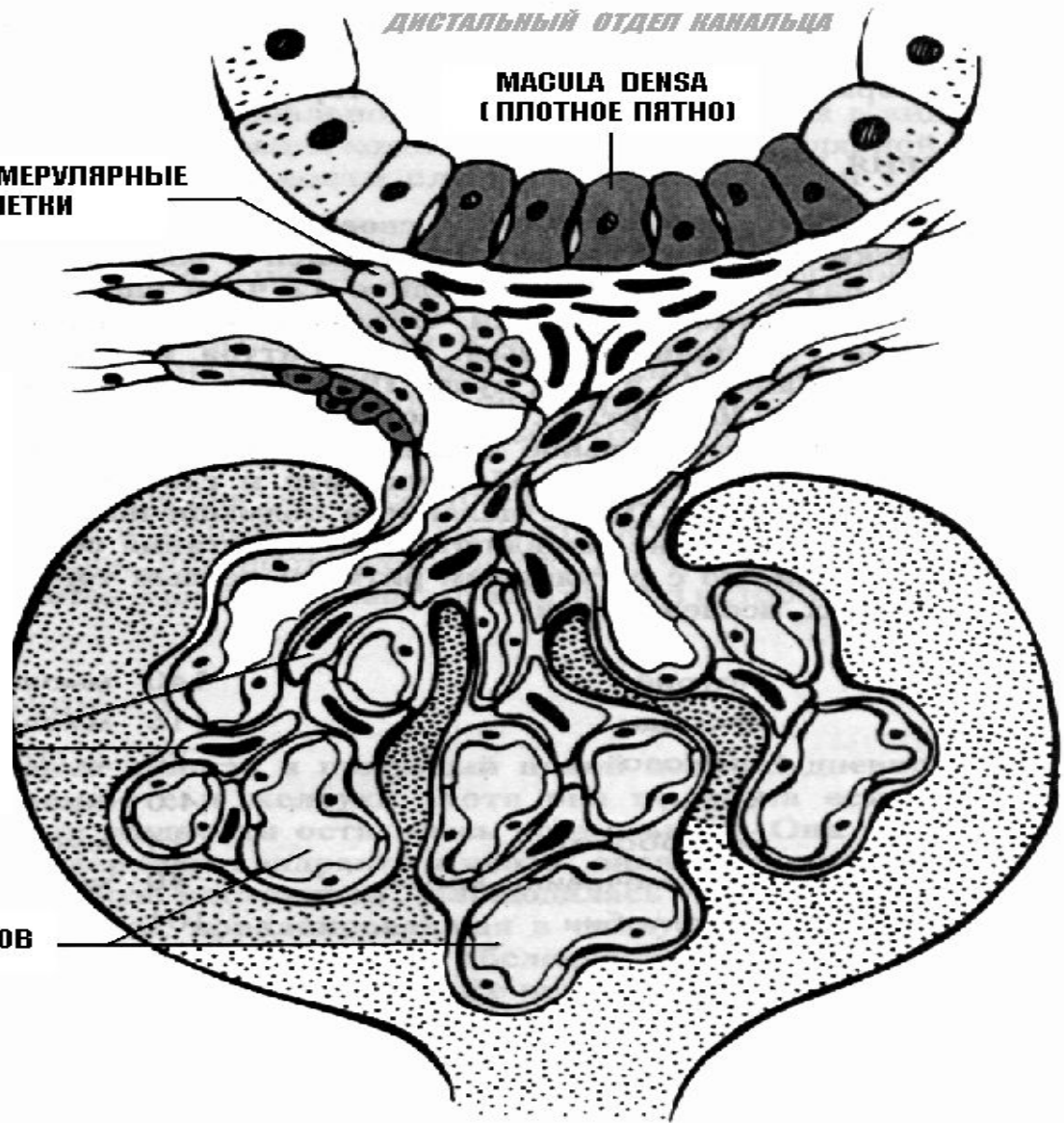
Изменения депонирования крови

СХЕМА ЮГА

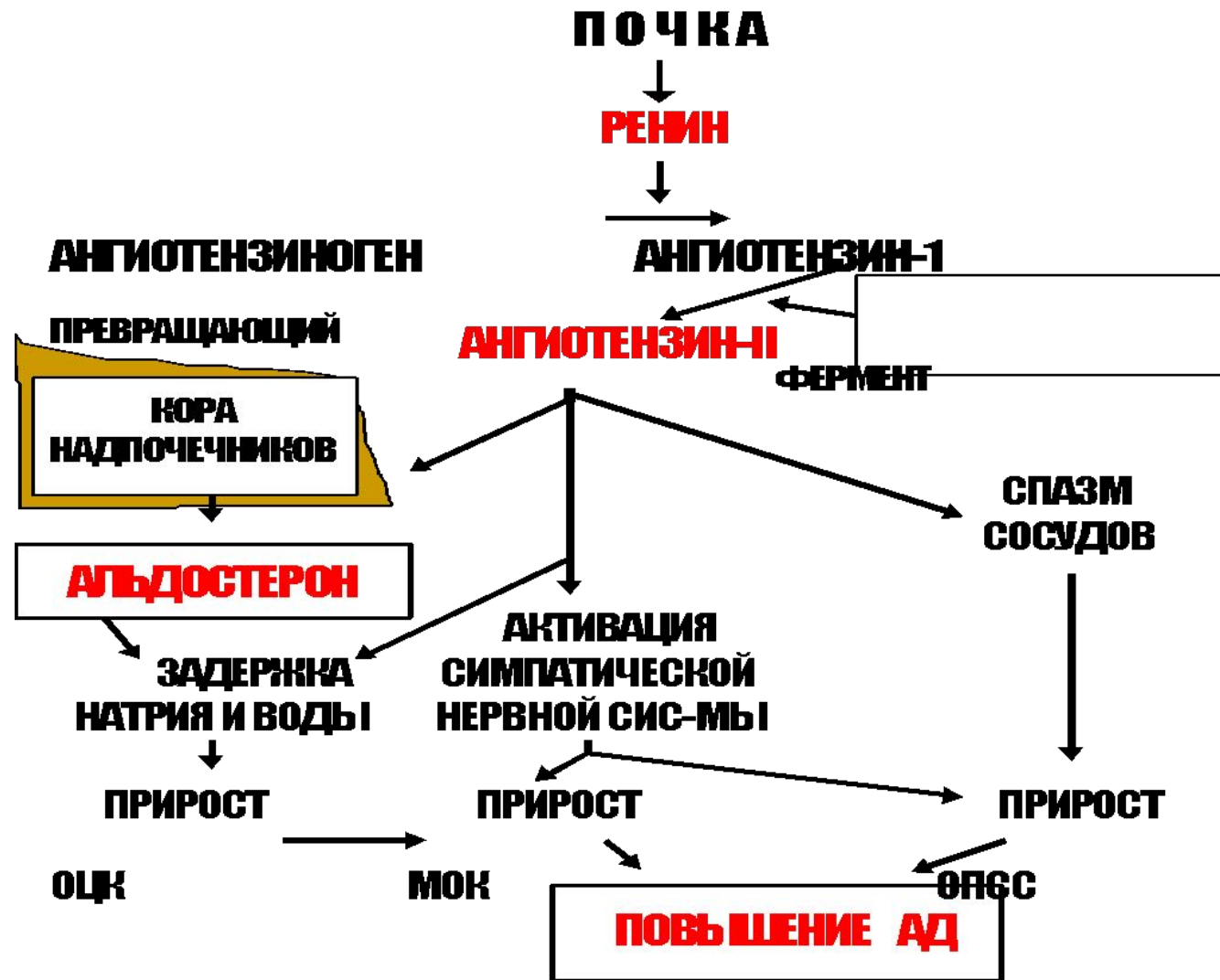
СТИМУЛЫ ДЛЯ СЕКРЕЦИИ РЕНИНА

- ⚙ 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

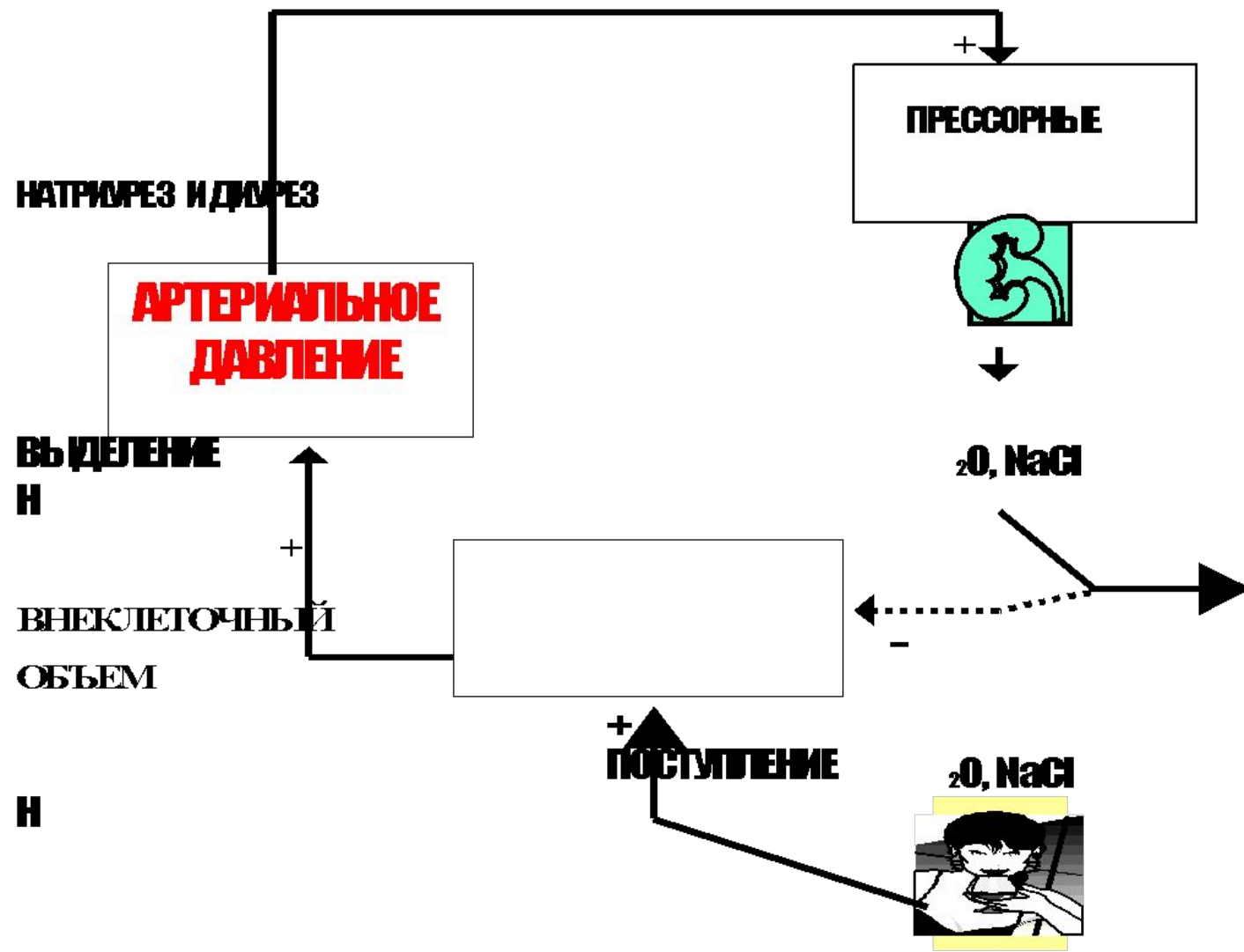
Активация ренин-ангиотензиновой системы при снижении артериального давления



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РААС И СНС



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

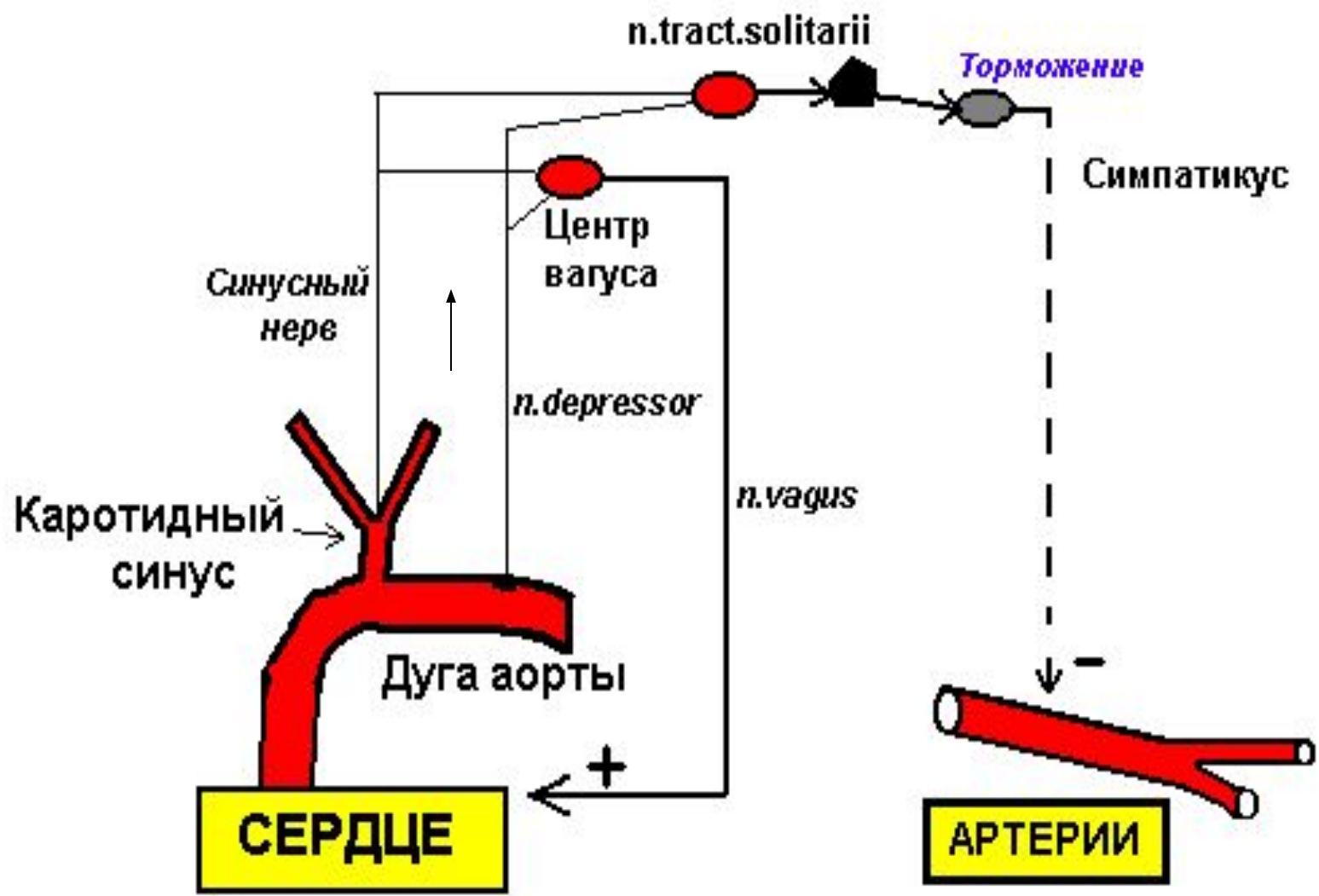


СОСУДИСТЫЕ РЕФЛЕКСЫ ***по В.Н.Черниговскому***

- **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

- ❁ **PGE₂ и PGI₁ (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)

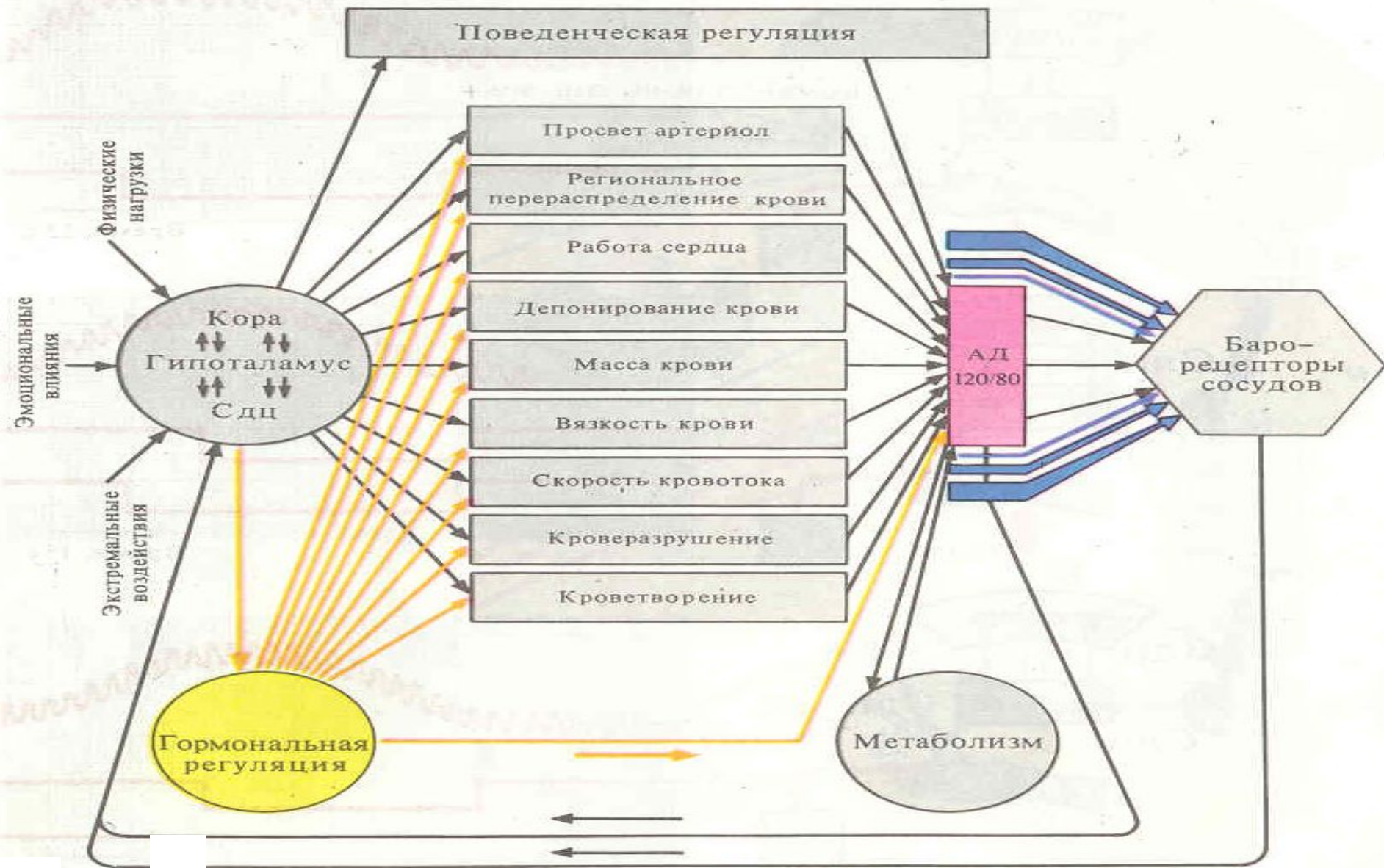
Связанный с геном кальцитонина пептид а, **VIP**, NO, лактат, ионы K^+ , аденозин

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ 1998 ГОДА ПО ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

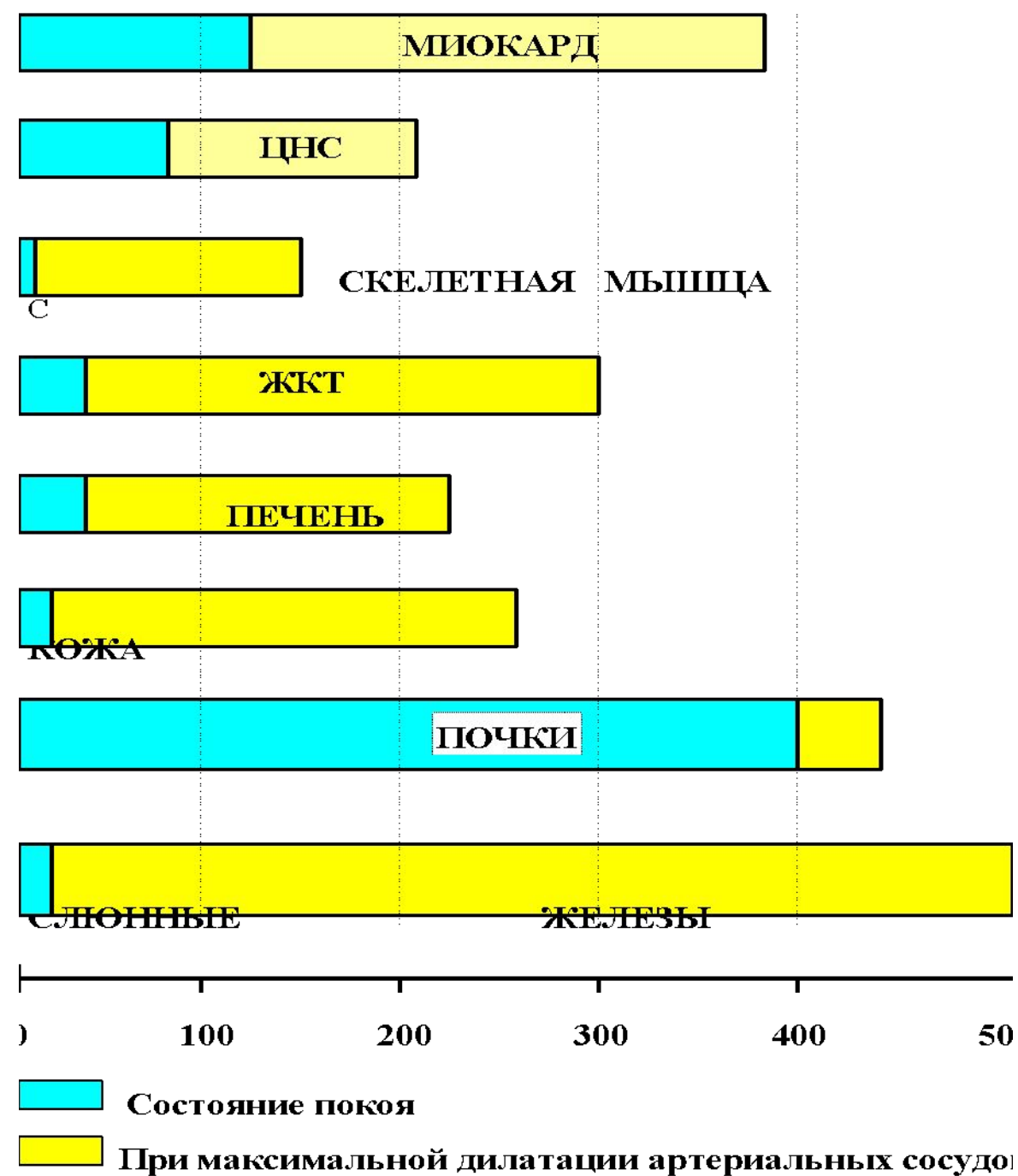
- Роберт Фурчготт (*Университет штата Нью-Йорк*)
- Луис Игнарро (*Калифорнийской университет*)
- Ферид Мурад (*Медицинская школа Техасского университета*)
- Сальвадор Монкада – (*Университетский колледж в Лондоне*)

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.

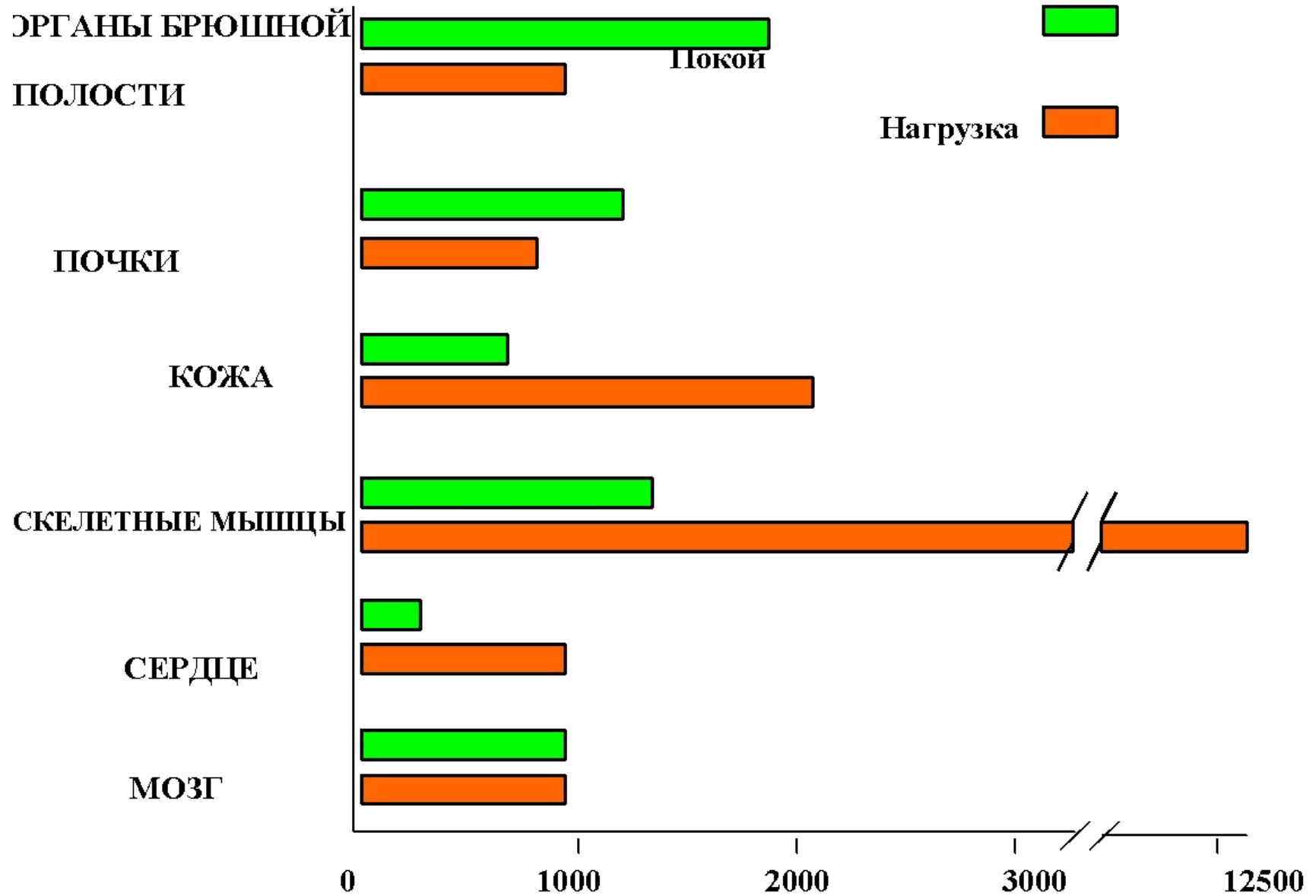
ФС ПОДДЕРЖАНИЯ АД



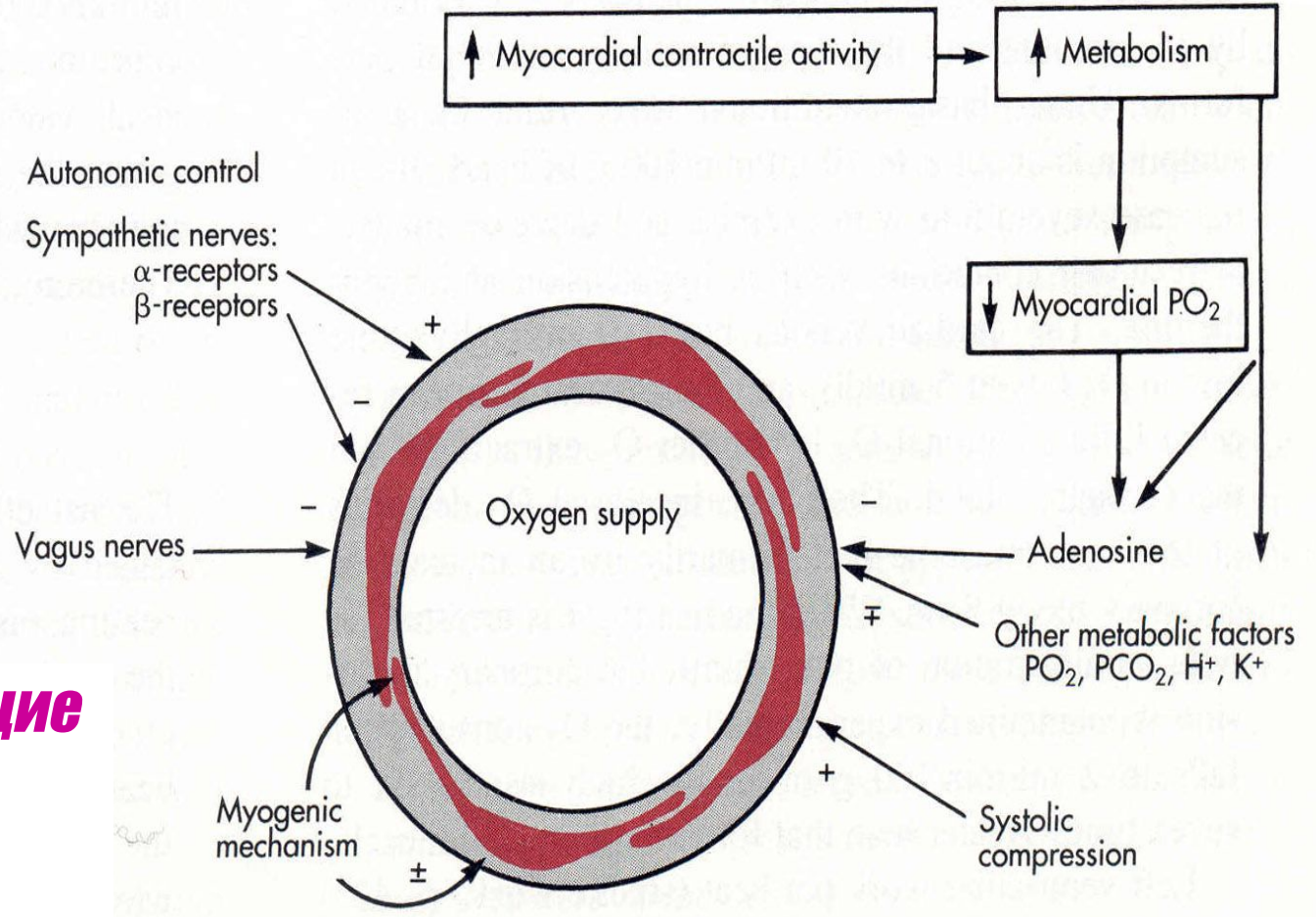
**Возможности
изменения
кровотока при
максимальном
расширении
артериальных
сосудов в
разных органах**



ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАННОГО КРОВотоКА ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ



Факторы, влияющие на тонус сосудов



ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

1904

1920

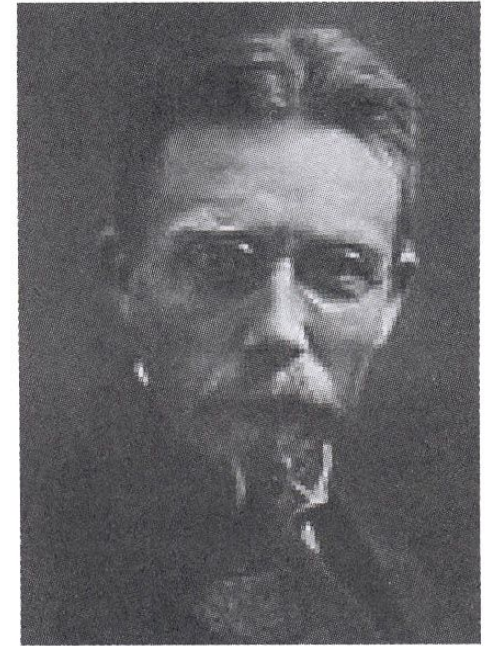
1922

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.