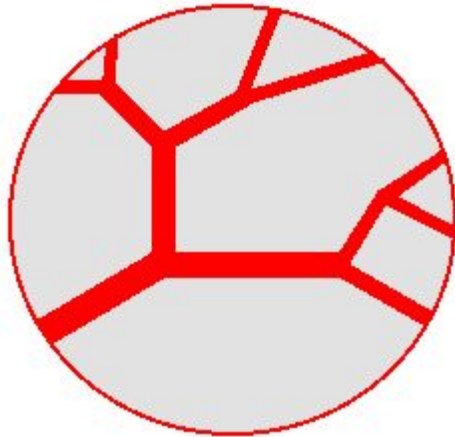
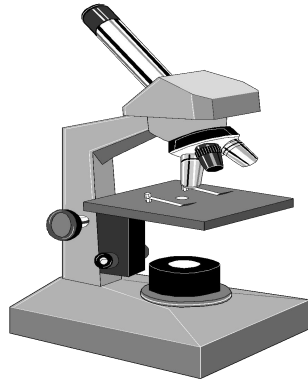


# Кафедра нормальной физиологии КрасГМА



- ***ФИЗИОЛОГИЯ  
МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ***
- ***ОСОБЕННОСТИ  
КРОВООБРАЩЕНИЯ В  
РАЗЛИЧНЫХ  
СОСУДИСТЫХ  
ОБЛАСТЯХ***

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- Микроциркуляция - движение крови в тканях по сосудам, диаметром менее 200 мкм
- Структурно-функциональная единица микроциркуляции - сосудистый модуль
- Составные части сосудистого модуля:  
артериола, метаартериола или прекапилляр, капилляры, посткапилляры, вены, артериоло-венулярные анастомозы

# СОСУДИСТЫЙ МОДУЛЬ

**Артериоло-венулярный анастомоз**

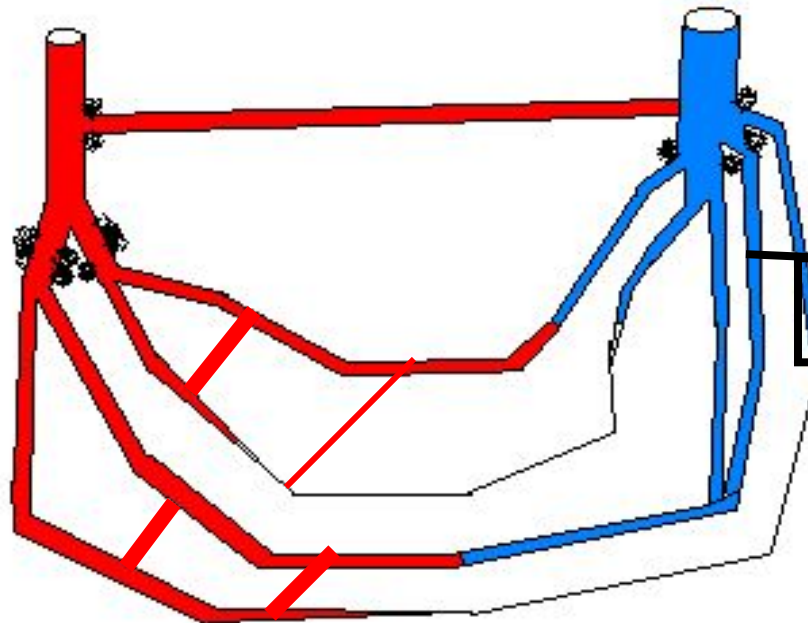
**Артериола**

**Прекапилляр  
со сфинктером**

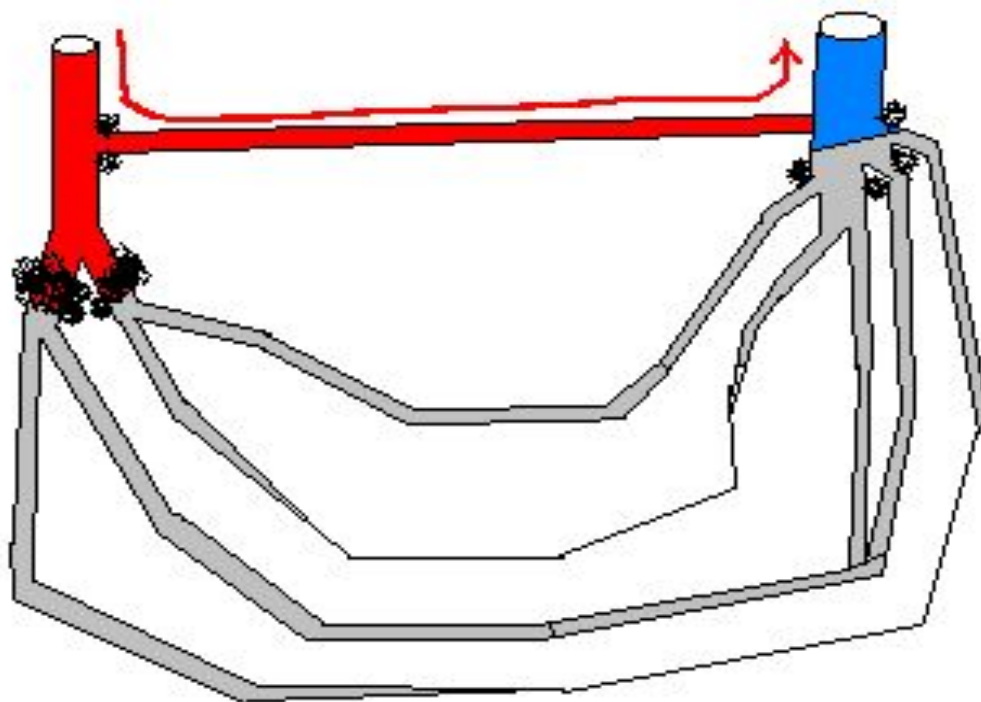
**Венула**

**Посткапилляр**

**Капилляры**



# СХЕМА АРТЕИО-ВЕНОЗНОГО АНАСТОМОЗА



# ТИПЫ КАПИЛЛЯРОВ

- **Магистральные капилляры**
- **Боковые капилляры и капиллярные сети**
- **Дежурные капилляры (25%)**
- **Плазматические капилляры (10%)**
- **Молчащие капилляры (65%)**
- *Соматические*
- *Висцеральные или фенестрированные*
- *Синусоидальные со щелями*

# **ОБЩИЕ СВОЙСТВА КАПИЛЛЯРОВ**

- **Общее количество - 40 миллиардов**
- **Диаметр - 5-8 мкм, длина 0,5 - 1,1 мм**
- **Суммарная длина всех капилляров - 100000км**
- **Наименьшая линейная скорость крови - <1мм/с**
- **Наибольшая площадь поверхности на единицу массы ткани - >50 см<sup>2</sup>/г**
- **Очень малое расстояние между кровью и клетками ткани - <50 мкм**

# **ПОКАЗАТЕЛИ ОБМЕНА ЖИДКОСТИ**

- **Фильтруется через стенку капилляров из крови: 20 л/сут жидкости**
- **Реабсорбируется в кровь через стенку капилляров из тканей: 18 л/сут**
- **По лимфатическим сосудам оттекает из тканей в кровь: 2 л/сут**

# Закон ультрафильтрации Старлинга

- $$V = K [ P_{гк} + P_{ои} - ( P_{ги} + P_{ок} ) ]$$

где  $V$  - объем жидкости, проходящей через стенку капилляра в минуту,

$K$  - коэффициент фильтрации,

$P_{гк}$  - гидростатическое давление крови,

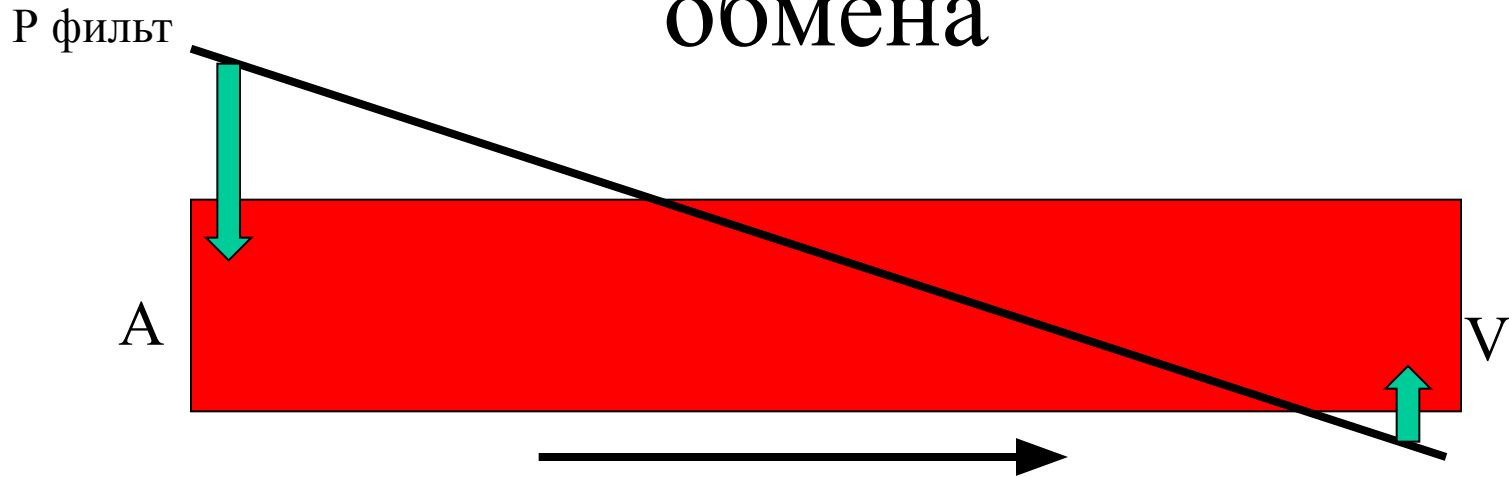
$P_{ои}$  - онкотическое давление интерстиция,

$P_{ги}$  - гидростатическое давление интерстиция,

$P_{ок}$  - онкотическое давление крови



# Роль гидростатического давления крови для транскапиллярного обмена



$$P_{ГК} = 30 \text{ мм Нг}$$

$$P_{ОНК} = 25 \text{ мм Нг}$$

$$P_{ТК} = 8 \text{ мм Нг}$$

$$P_{фильт} = +13 \text{ мм Нг}$$

$$P_{ГК} = 15 \text{ мм Нг}$$

$$P_{ОНК} = 25 \text{ мм Нг}$$

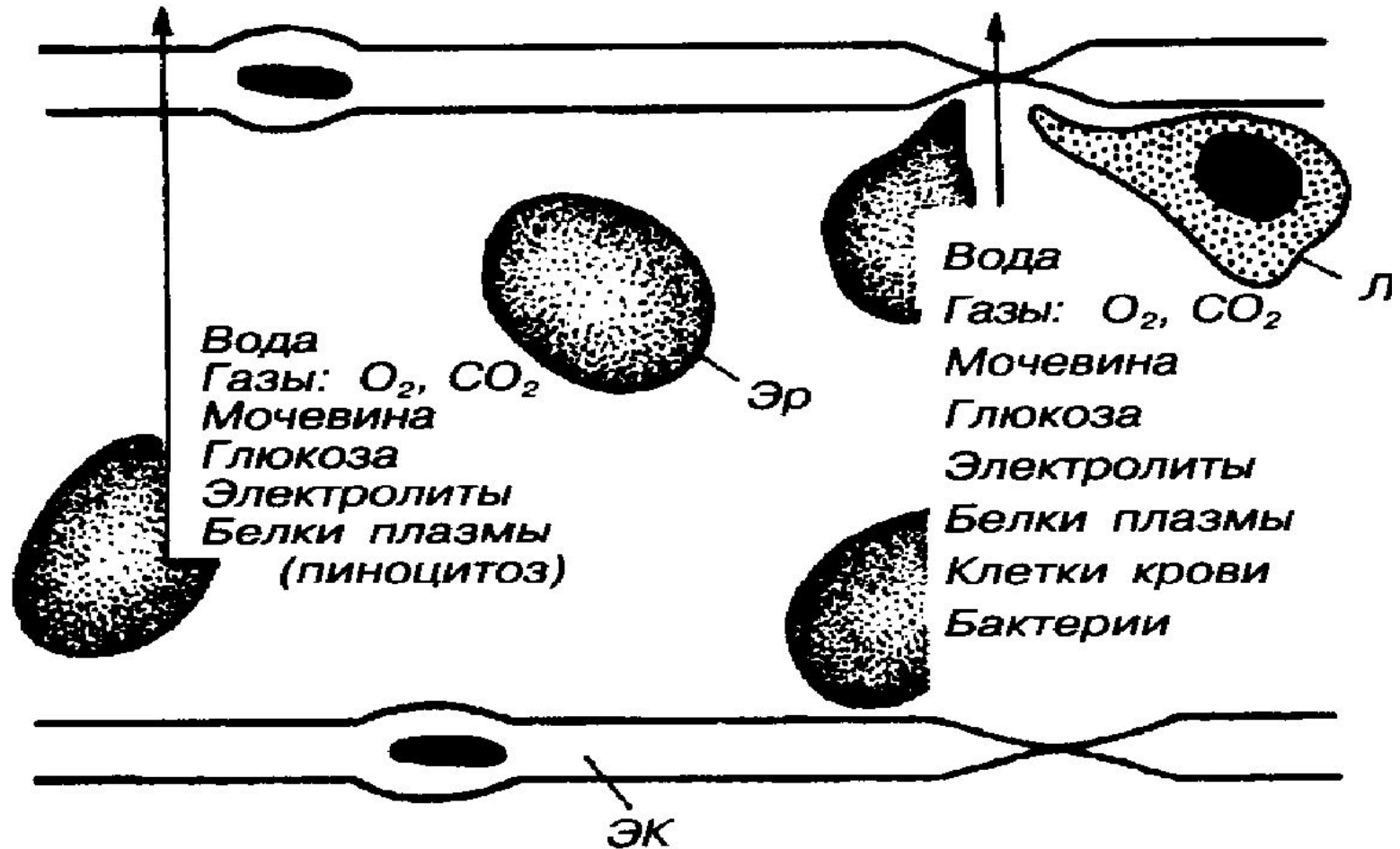
$$P_{ТК} = 8 \text{ мм Нг}$$

$$P_{фильт} = -2 \text{ мм Нг}$$

# Транспорт веществ через стенку капилляра

Трансцеллюлярный обмен

Парацеллюлярный обмен



# **Факторы развития отека**

- **Нарушения оттока лимфы**
- **Повышенная проницаемость капилляров для белков**
- **Сниженная концентрация белков плазмы**
- **Повышенное капиллярное гидростатическое давление(венозная обструкция, дисбаланс тонуса сосудов или высокий объем крови)**

# **Диффузионный закон ФИКА**

## **( для веществ с ограниченной диффузией)**

- $$M = D \frac{A}{T} (C_{in} - C_{out}),$$
- где  $M$ -объем диффузии,  $D$  - диффузионный коэффициент вещества,  $A$  - площадь поверхности капилляра,  $T$  - толщина мембраны капилляра.  $C_{in} - C_{out}$  -разность концентраций вещества внутри и снаружи капилляра
- или для тонких мембран капилляров:
- $M = PS(C_{in} - C_{out})$ , где  $P$  - проницаемость,  $S$  - площадь поверхности

# **Диффузионный закон Фика**

**( для веществ без ограничения диффузии)**

- $$M = Q (C_a - C_b),$$

где  $Q$  - объемная скорость кровотока,  
 $C_a - C_b$  - артерио-венозная разность  
концентраций вещества

- **Вещества, диффузия которых зависит от объема кровотока: метаболиты и нутриенты типа мочевины и глюкозы**

# **Функции эндотелия микроциркуляторного русла**

- Самообеспечение структуры (саморегуляция клеточного роста и восстановления).
- Образование вазоактивных веществ, в том числе активация и инактивация циркулирующих в крови
- Местная регуляция гладкомышечного тонуса: синтез и секреция простагландинов, эндотелинов и NO
- Передача вазомоторных сигналов от капилляров и артериол более крупным сосудам
- Поддержание антикоагулянтных свойств поверхности
- Реализация защитных (фагоцитоз) и иммунных реакций (связывание иммунных комплексов)

# **МЕХАНИЗМЫ АУТОРЕГУЛЯЦИИ**

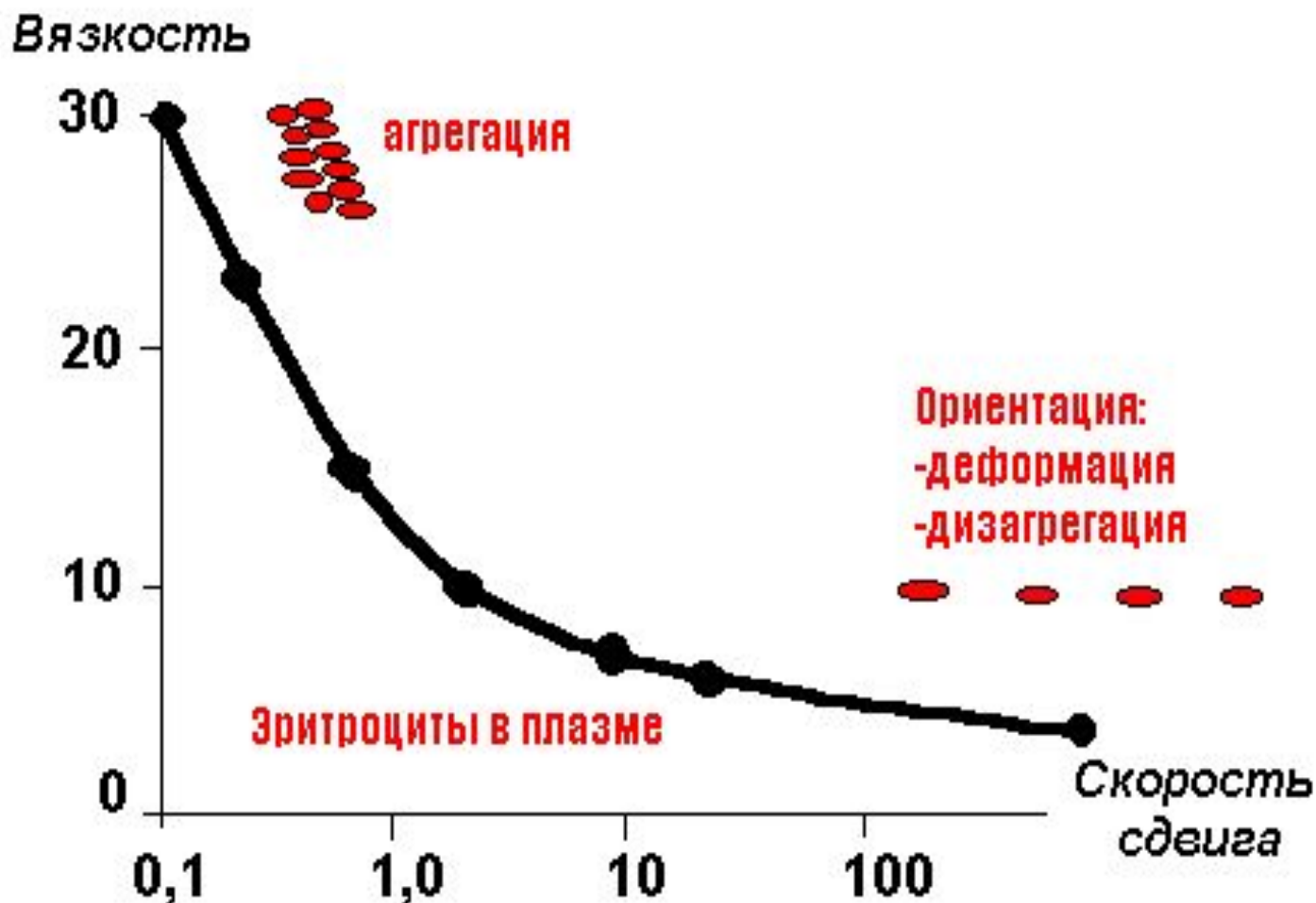
- **МИОГЕННАЯ САМОРЕГУЛЯЦИЯ  
(ФЕНОМЕН БЕЙЛИСА-ОСТРОУМОВА)**
- **МЕТАБОЛИТЫ**
- **ТКАНЕВОЕ ДАВЛЕНИЕ**
- **СДАВЛЕНИЕ ИЗ-ЗА ОБЪЕМА  
УЛЬТРАФИЛЬТРАТА**
- **ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ**

# ПОРОГИ САМОРЕГУЛЯЦИИ

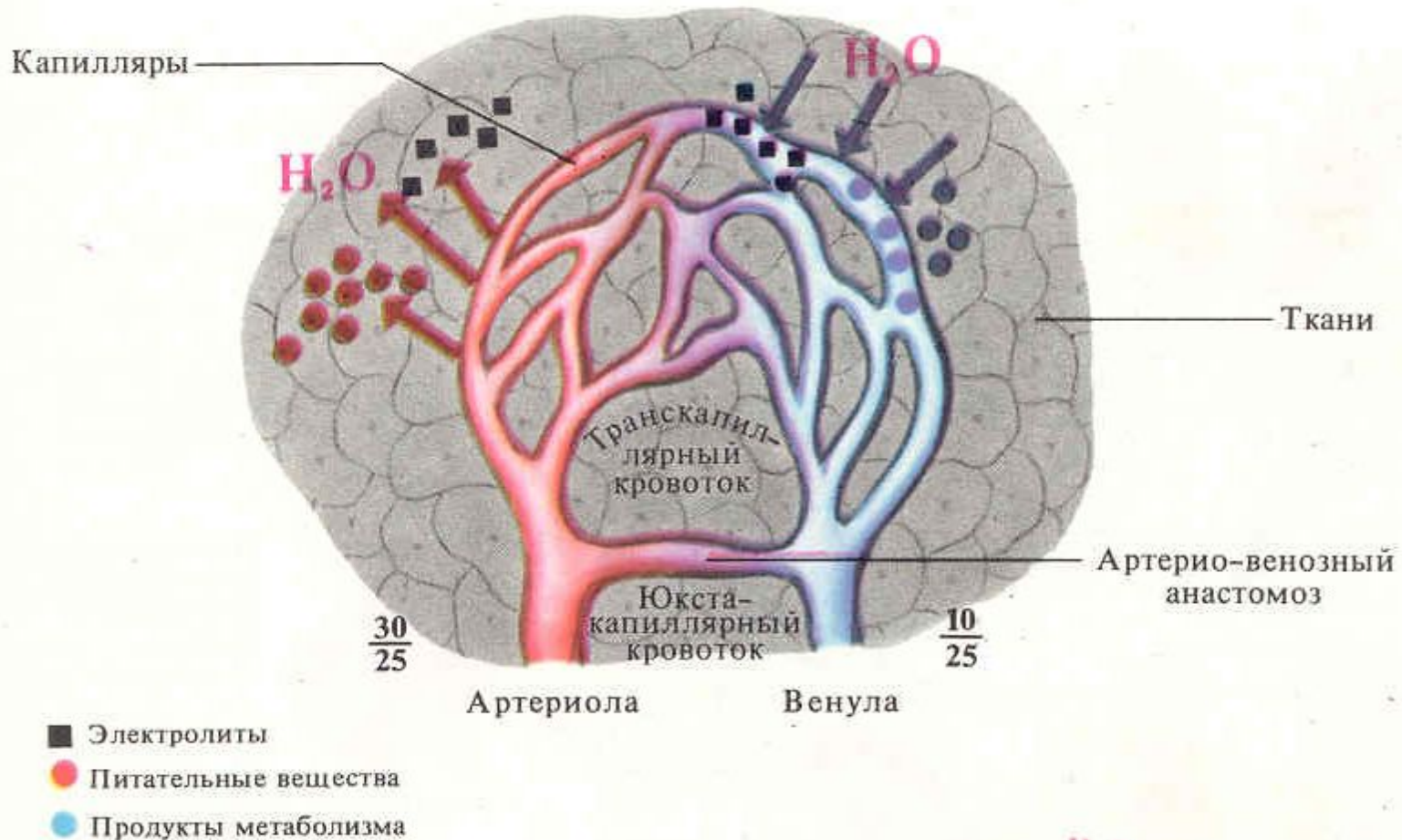
- Для мозгового кровообращения:
- верхний - 160-170 мм Нг
- нижний - 50-60 мм Нг
- Для почечного кровообращения:
- верхний - 180-190 мм Нг
- нижний - 80-90 мм Нг



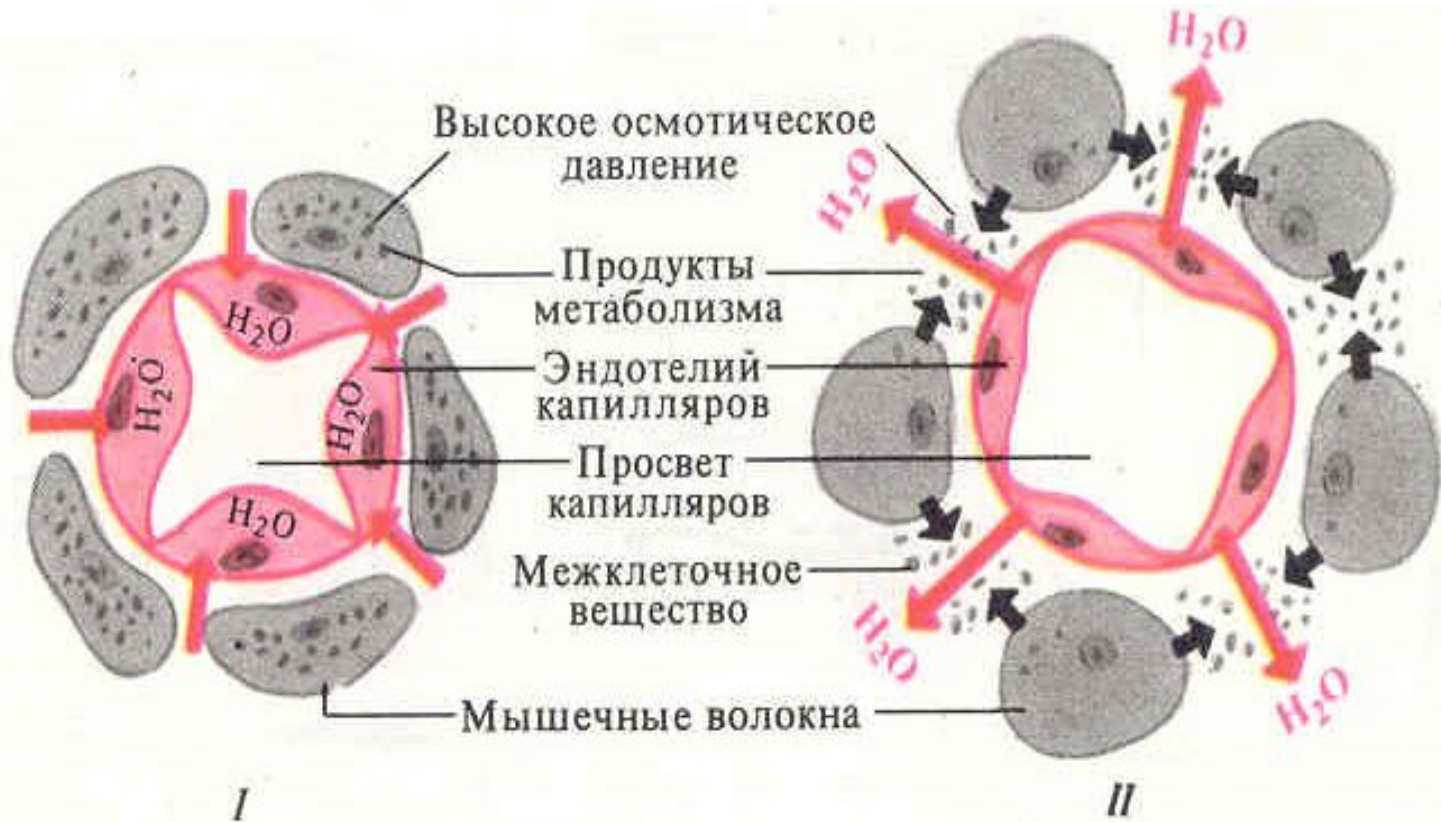
# ЭФФЕКТ ФАРЕУСА - ЛИНДКВИСТА



# Обмен веществ в пределах микроциркуляторного русла



# Тургорный механизм расширения капилляров



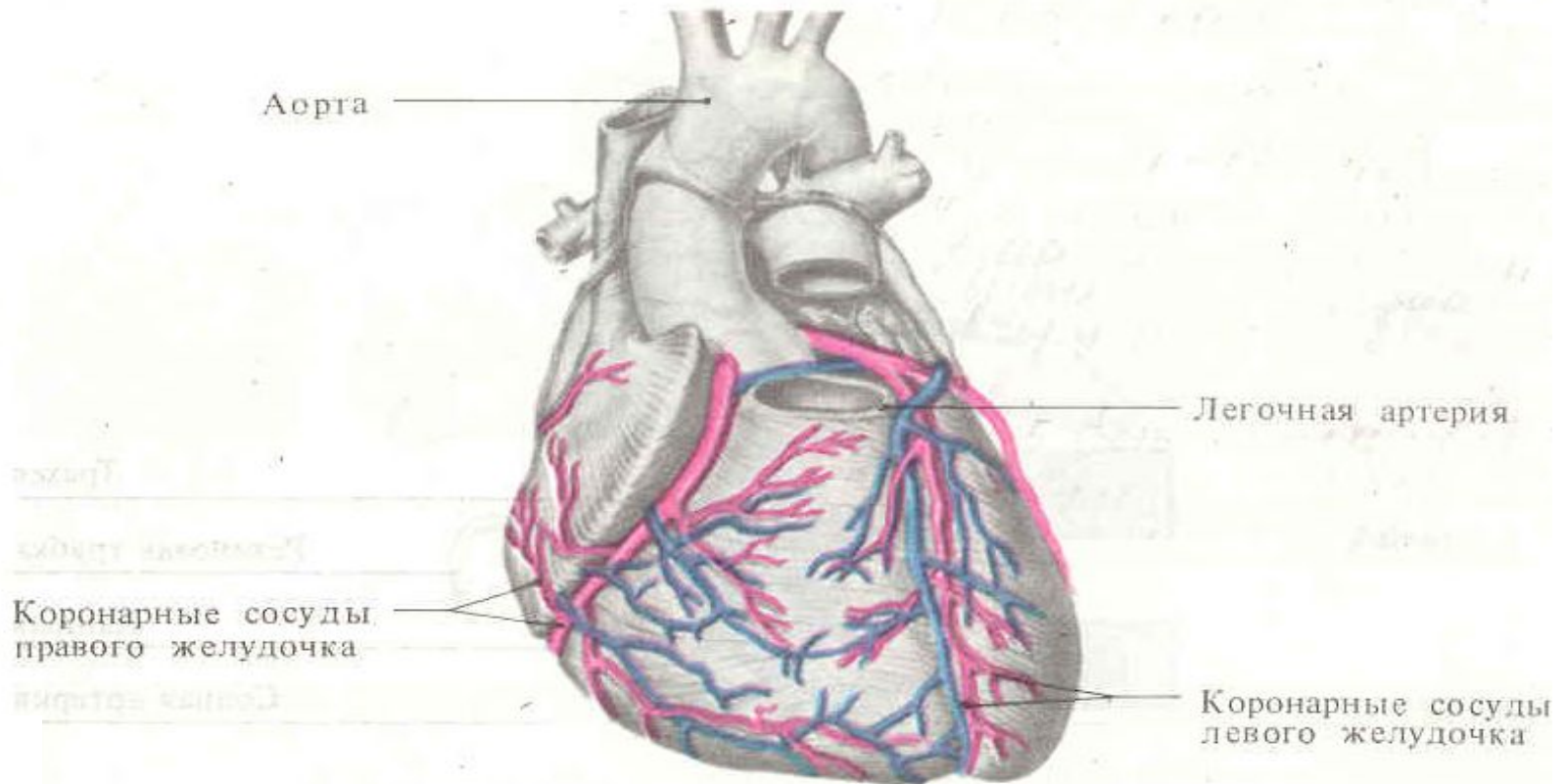
Капилляр в расслабленной мышце

Капилляр в сокращенной мышце

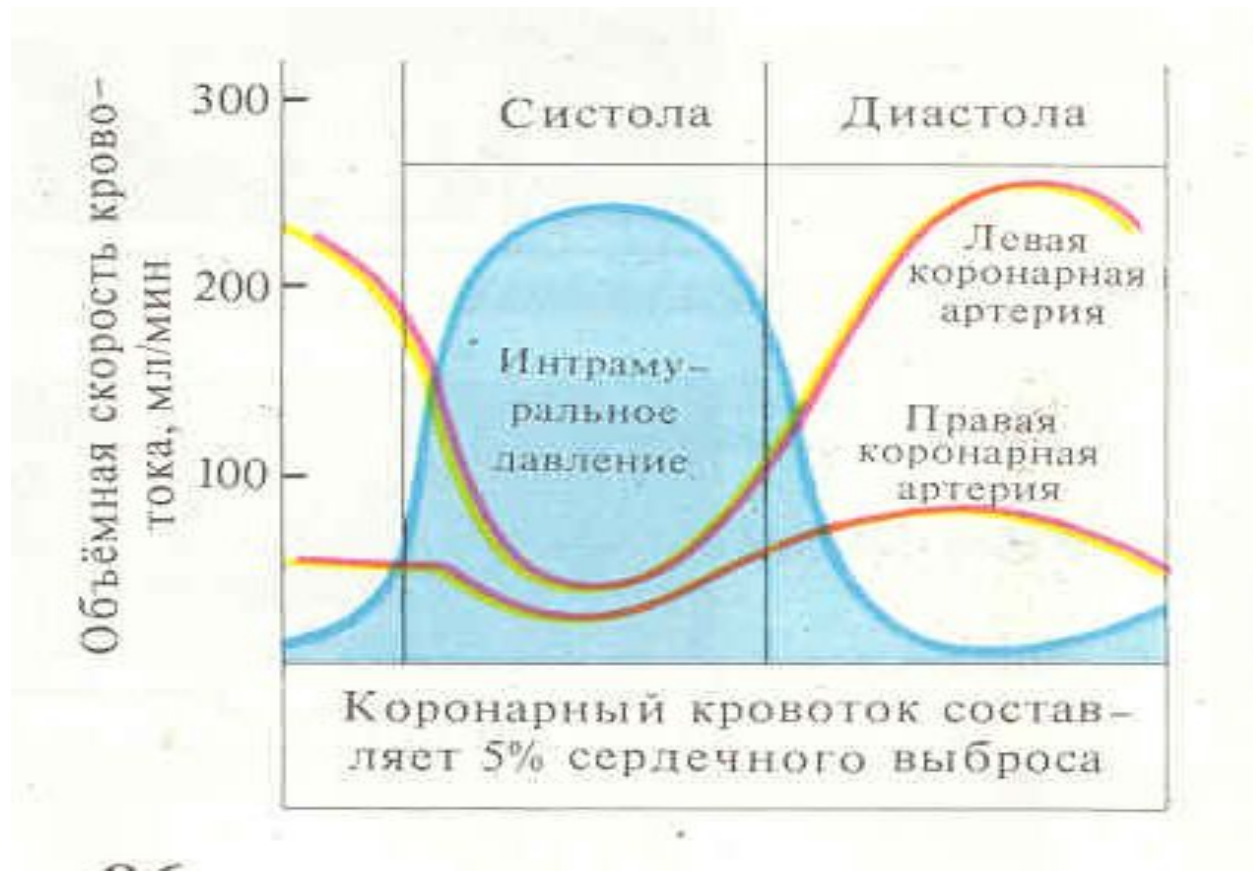
# Особенности кровообращения в разных сосудистых областях

- 1. Коронарный кровоток*
- 2. Кровообращение в мозге*
- 3. Кровообращение в печени*
- 4. Кровообращение в почках*

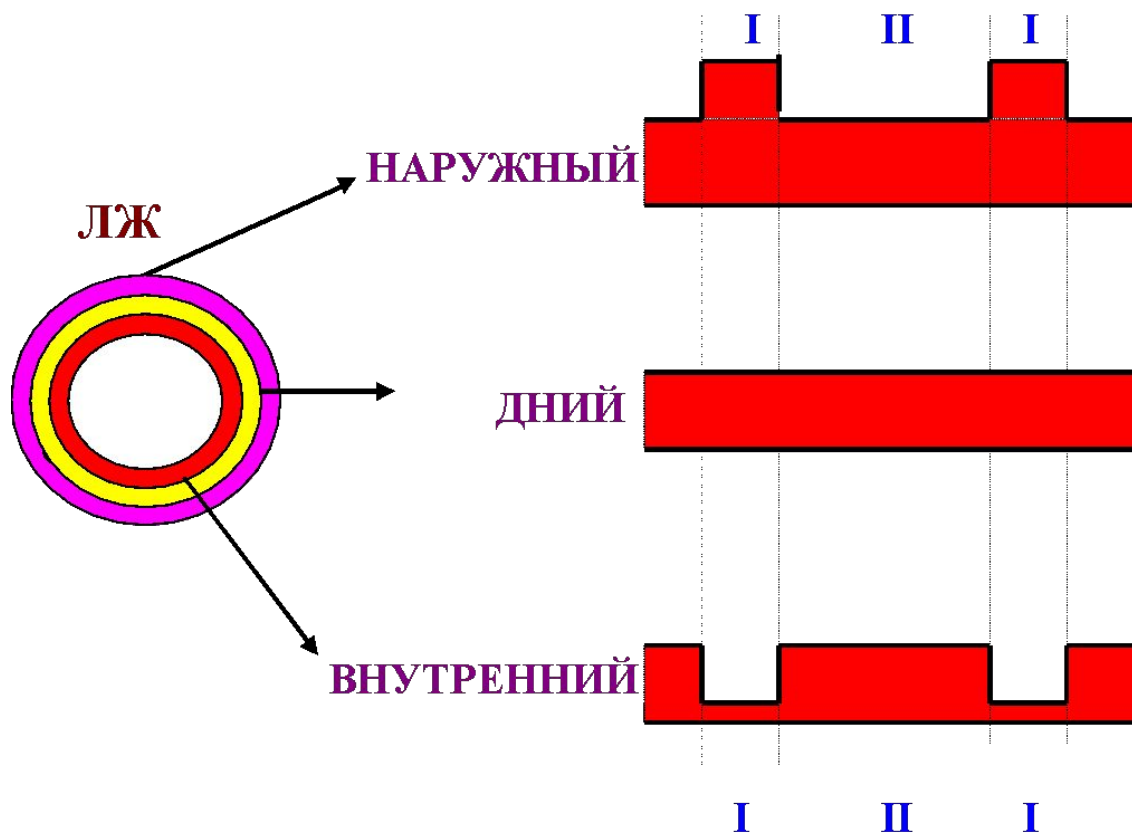
# Особенности коронарного кровообращения



# Коронарный кровоток в разные фазы сердечной деятельности



# КОРОНАРНЫЙ КРОВОТОК ВО ВРЕМЯ СИСТОЛЫ И ДИАСТОЛЫ В РАЗНЫХ СЛОЯХ МИОКАРДА



I - Систола

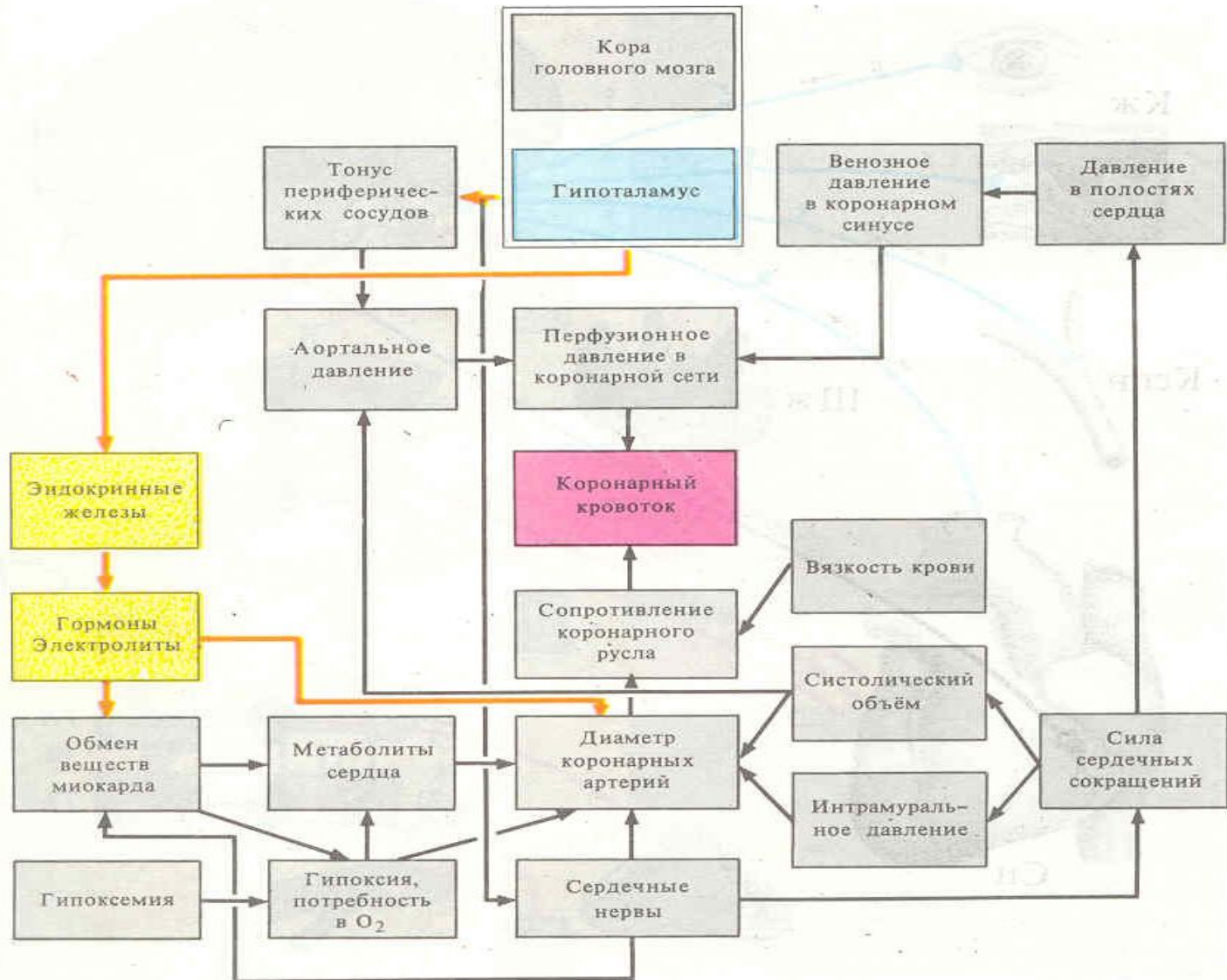
II -  
Диастола

# **ФАКТОРЫ КОНТРОЛЯ КОРОНАРНОГО КРОВотоКА**

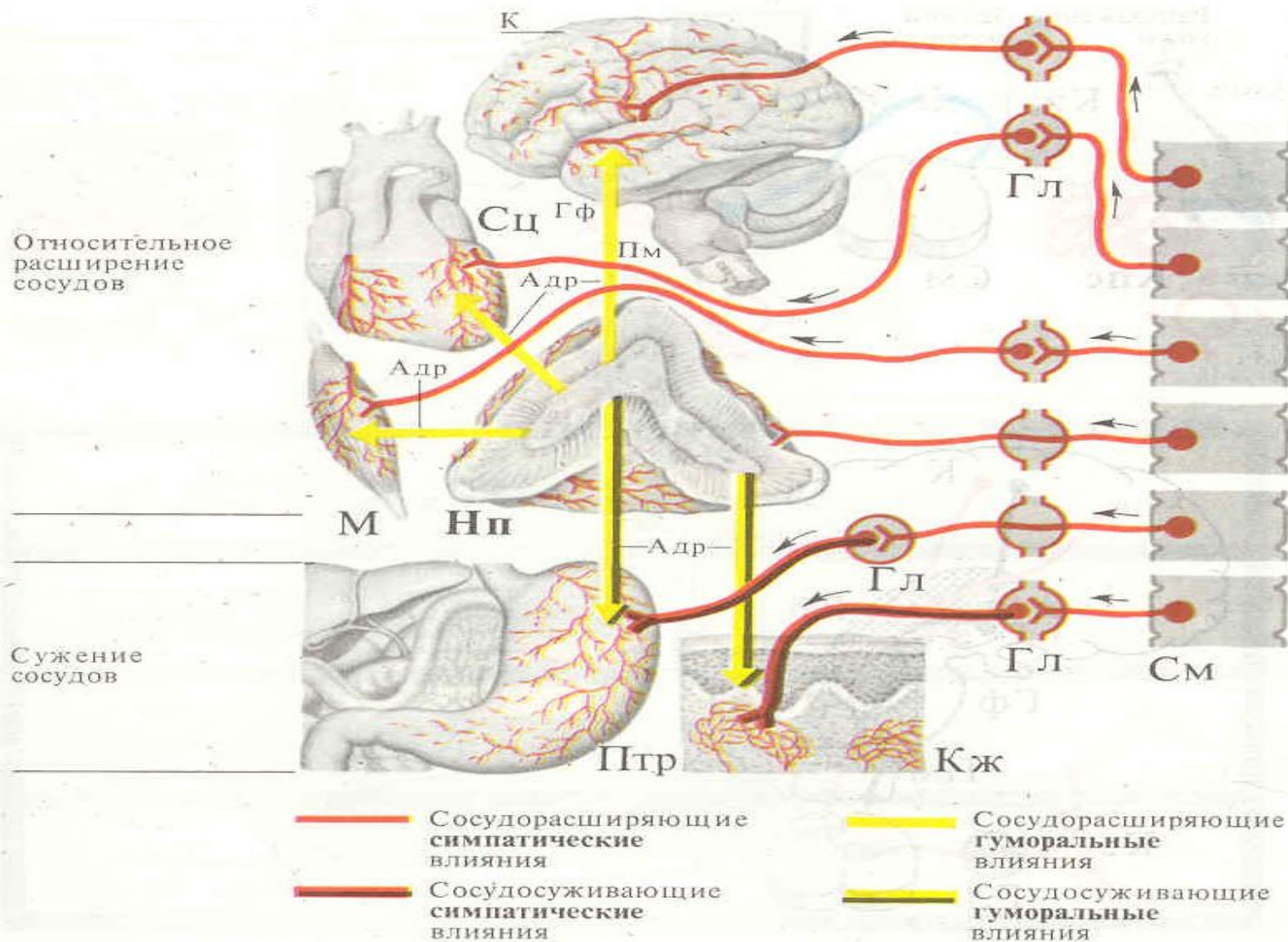
- **Метаболический контроль (аденозин)**
- **Коронарное перфузионное давление**
- **Систолическая компрессия**
- **Вегетативная нервная система**
- **Циркулирующие вазоактивные в-ва  
(катехоламины, ангиотензин,  
вазопрессин и др)**



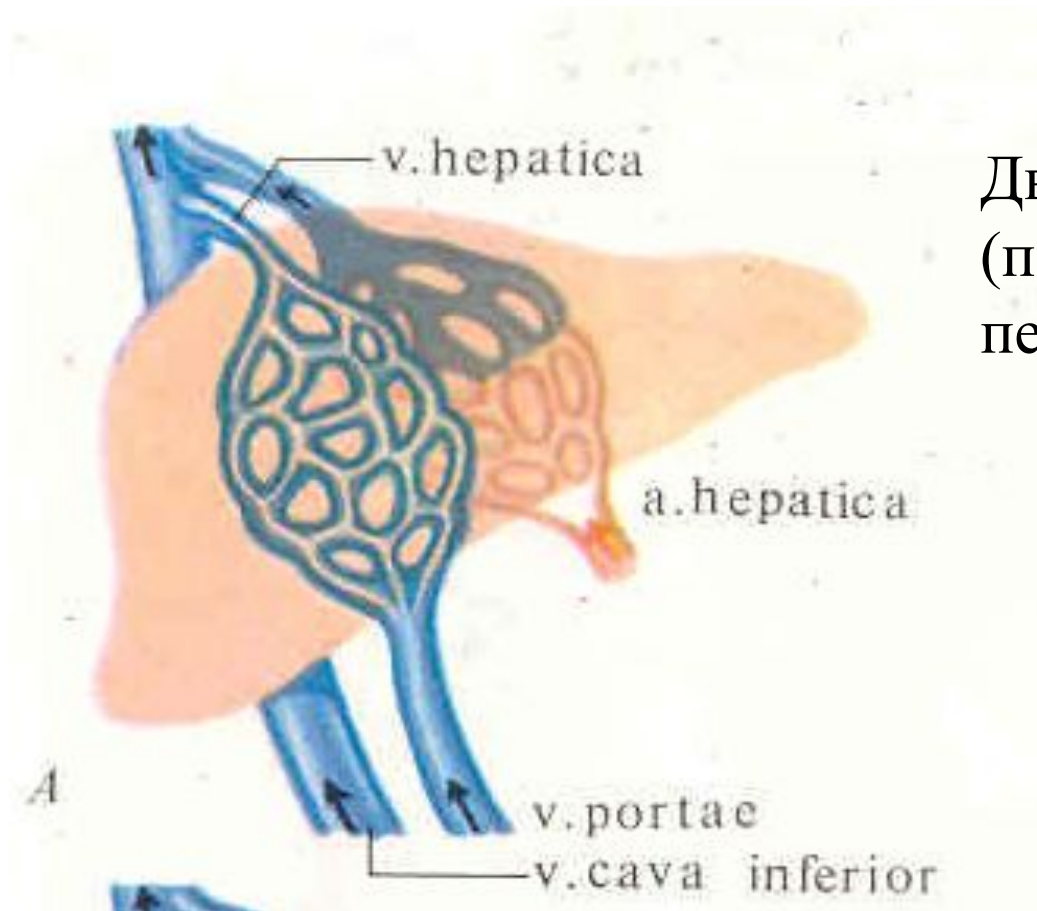
# Регуляция коронарного кровотока



# Избирательное влияние симпатoadреналовой системы на сосуды разных органов



# Особенности кровообращения в печени



Две сосудистых сети  
(портальная система  
печени)

# ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ПОЧЕК

- ВЫСОКИЙ ОБЪЕМНЫЙ КРОВОТОК - 1/4 МОК - 1800 л/сут
- ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ В КАПИЛЛЯРАХ КЛУБОЧКА - 70 мм Hg
- ДВОЙНАЯ (ЧУДЕСНАЯ) СЕТЬ КАПИЛЛЯРОВ
- РАЗЛИЧИЯ КАПИЛЛЯРНЫХ СОСУДОВ МОЗГОВОГО ВЕЩЕСТВА У КОРКОВЫХ И ЮКСТАМЕДУЛЛЯРНЫХ КЛУБОЧКОВ ( ПРЯМЫЕ ДЛИННЫЕ ПЕТЛИ)
- НАЛИЧИЕ МЕХАНИЗМОВ САМОРЕГУЛЯЦИИ КОРКОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

# Особенности кровоснабжения нефрона

