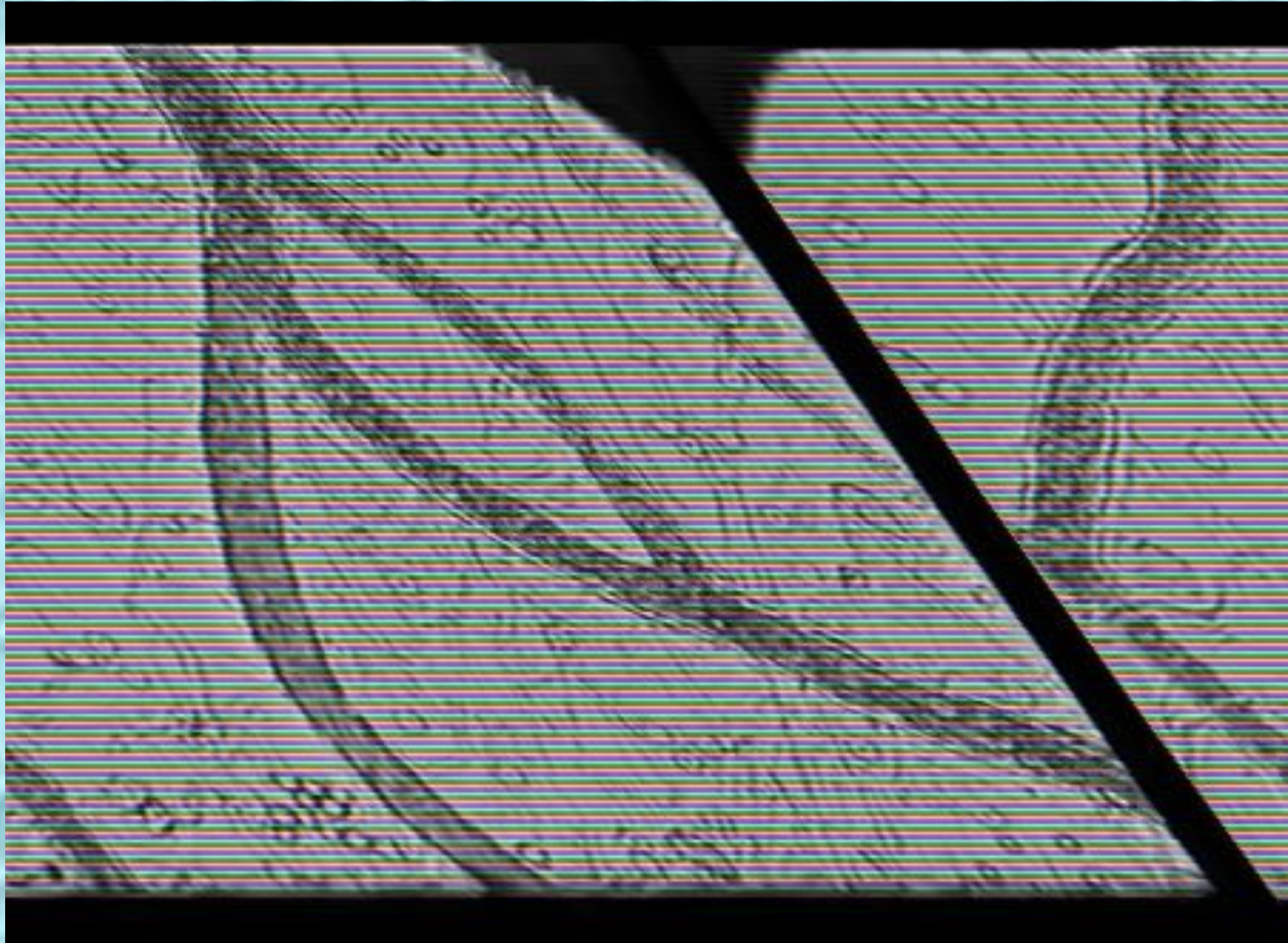
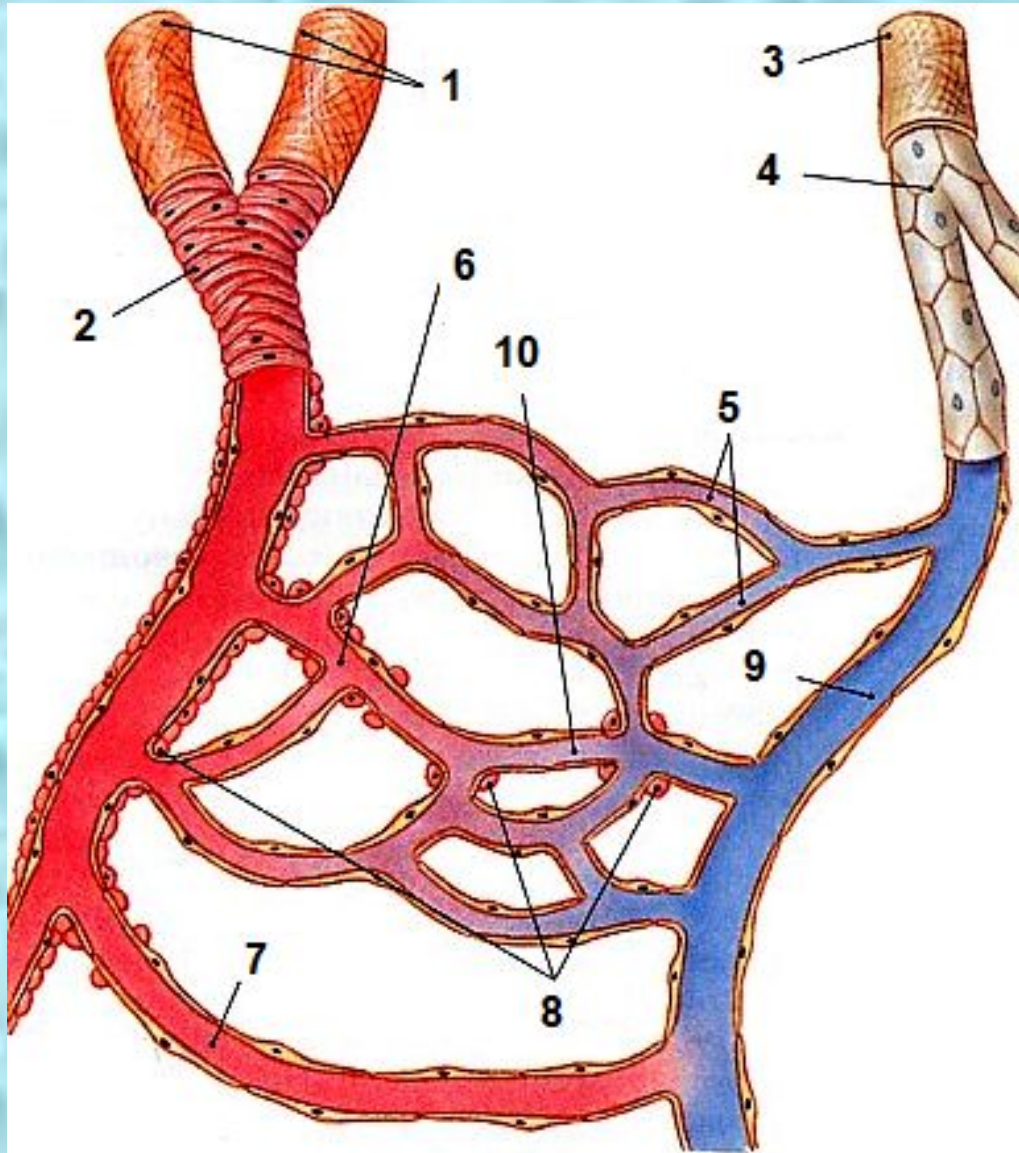


**Микроциркуляция.
Регуляция тонуса
сосудов**



Строение микроциркуляторного русла



- 1 – коллатерали артерии
- 2 – артериола
- 3 – вена
- 4 – венула
- 5 – капилляры
- 6 – метартериола
- 7 – артериовенозный анастомоз
- 8 – прекапиллярные сфинктеры
- 9 – мелкая венула
- 10 – магистральный капилляр

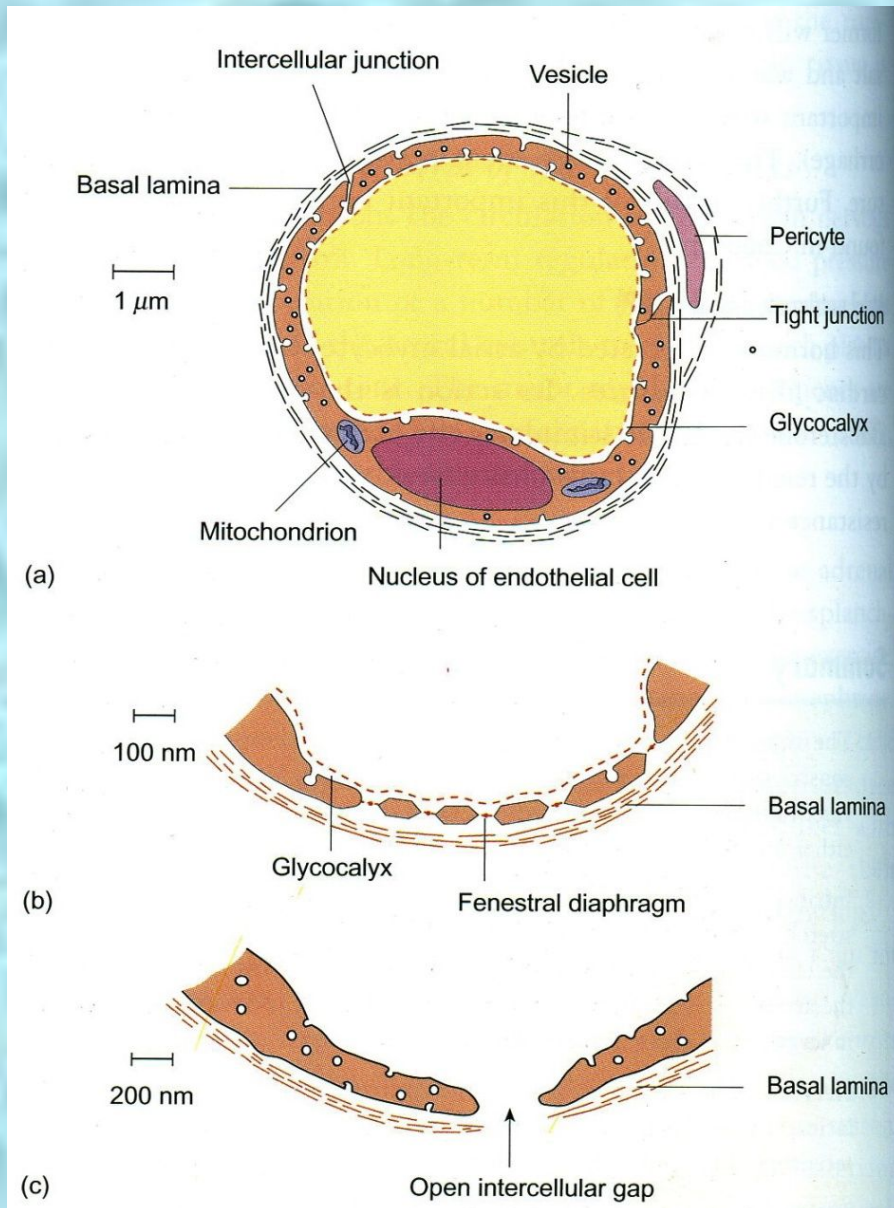
- Сосуды (от артериол до венул включительно) образуют структурно-функциональную единицу сердечно-сосудистой системы — **терминальное**, или **микроциркуляторное русло**.
- **Капилляры** участвуют в обмене веществ между кровью и тканями.
- В **регуляции** капиллярного кровотока принимают непосредственное участие **артериолы и венулы**.

Функциональное деление сосудов микроциркуляторного русла

1. *Резистивные (прекапиллярные и посткапиллярные сосуды).*
2. *Обменные (капилляры и венулы).*
3. *Шунтирующие (артериовенозные анастомозы и магистральные капилляры),*
4. *Ёмкостные (небольшие вены).*

Структура капилляров

- Стенка капилляра образована эндотелием, его базальной мембраной и перицитами.



Три типа капилляров:

- непрерывный (a),
- фенестрированный (b)
- синусоидный (c).

Типы капилляров

- **Капилляры с непрерывным эндотелием**
 - ($d < 10$ мкм, транспорт метаболитов между кровью и тканями, в мышцах и лёгких).
- **Капилляры с фенестрированным эндотелием**
 - (в капиллярных клубочках почки, эндокринных железах, ворсинках кишки, в экзокринной части поджелудочной железы).
- **Капилляры с прерывистым эндотелием**
 - (в кроветворных органах)

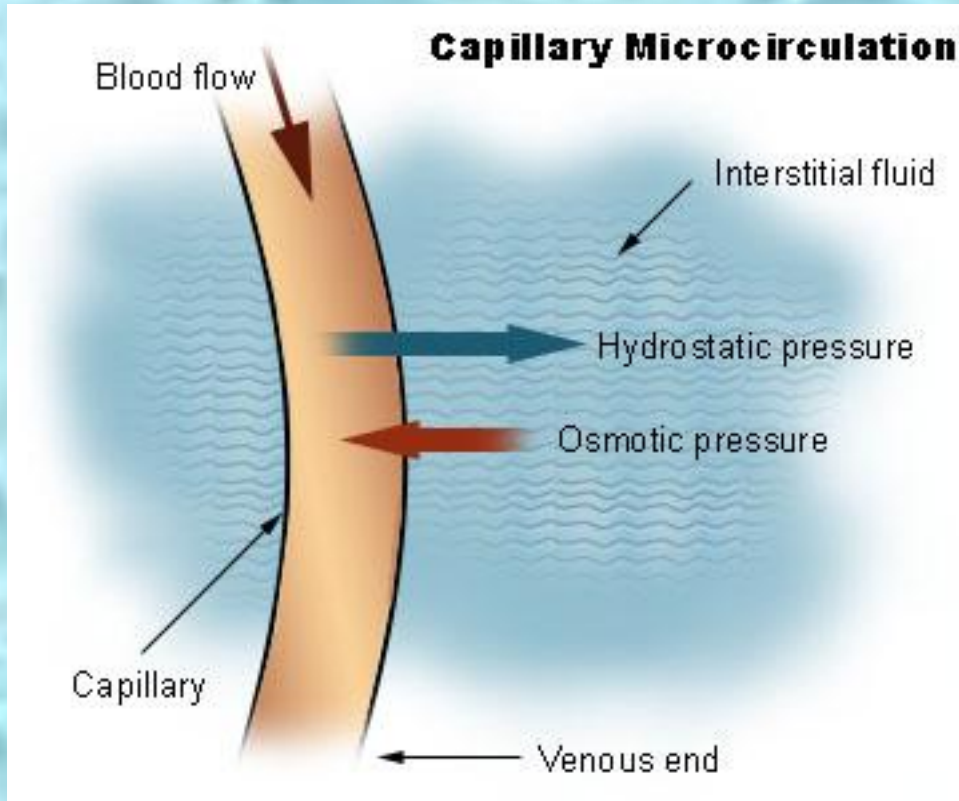
Закон Фика

- *Количество вещества, прошедшего через мембрану зависит от*
 - *площади мембраны,*
 - *концентрационного градиента и*
 - *коэффициента диффузии.*

Основные факторы, влияющие на транскапиллярный обмен

- 1. Гидростатическое давление плазмы крови*
- 2. Гидростатическое давление тканевой жидкости*
- 3. Онкотическое давление плазмы*
- 4. Онкотическое давление тканевой жидкости*

Закон Старлинга



- Эффективное фильтрационное давление - это алгебраическая сумма всех видов давления в сосуде и тканевой жидкости

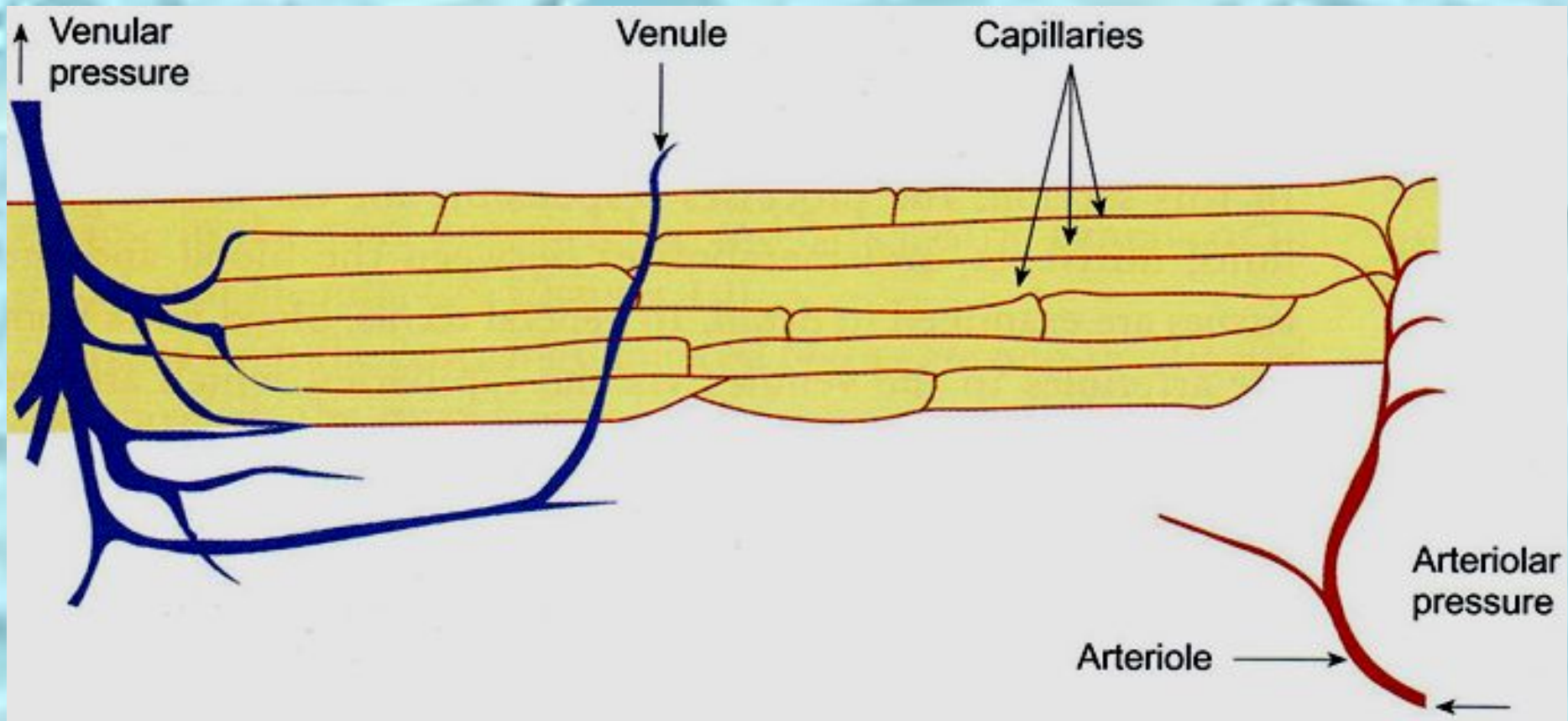
- **Фильтрация** – переход жидкости из капилляра в интерстициум
- **Реабсорбция** - переход жидкости из интерстициума в капилляр

Формула расчета эффективного фильтрационного давления

$$P_f = (P_c + \pi_i) - (P_i + \pi_p)$$

- P_f – фильтрационное давление
- P_c – гидростатическое давление плазмы (артериальный конец **30** мм рт.ст., венозный конец **10** мм рт.ст.)
- P_i - гидростатическое давление тканевой жидкости (**3** мм рт.ст.)
- π_p – онкотическое давление плазмы (**28** мм рт.ст.)
- π_i – онкотическое давление тканевой жидкости (**8** мм рт.ст.)

(приведены значения давлений по Ноздрачеву)



$$P_{fv} = -7 \text{ mm Hg}$$

$$P_{fa} = 13 \text{ mm Hg}$$

P_{fv} - фильтрационное давление на венозном конце капилляра,
 P_{fa} - на артериальном конце капилляра

Механизмы регуляции сосудистого тонуса

1. Локальные эффекты:

- Мышечные**
- Метаболические**
- Действие тканевых факторов**

2. Центральные эффекты

- Нервные механизмы**
- Гуморальные механизмы**

Локальные эффекты

- **Миогенная саморегуляция**
(обусловлена сократительным ответом ГМК на растяжение, базальный тонус).
- **Метаболическая саморегуляция**
(уменьшение кровотока приводит к накоплению сосудорасширяющих веществ - «функциональная гиперемия»)

Вазоконстрикторы

Рецептор (↑ = opens. ↓ = closes)

Stretch	↑Stretch-activated ion channels (Ca ²⁺ , Na ⁺)
ATP (intracellular)	↓ATP-sensitive K ⁺ channel
muscarinic agonists e.g. acetylcholine	↑muscarinic receptor M ₂
adrenergic agonists e.g. norepinephrine	↑α ₁ adrenergic receptor
thromboxane	↑thromboxane receptor
endothelin	↑endothelin receptor ET _A
angiotensin II	↑Angiotensin receptor 1
Antidiuretic hormone (ADH or Vasopressin)	Arginine vasopressin receptor 1 (V1) on vascular smooth muscle and on endothelium

Вазоконстрикторы

Рецептор (↑ = opens. ↓ = closes)

ATP (extracellular)

↑P2X receptor (Ca²⁺)

Products of platelet activation

Endotoxin

Thrombin

Epinephrine

insulin

Hypoxia

Various receptors on endothelium

Moderately high levels of stress

Endothelin production

Вазодилататоры

Рецептор (↑ = opens. ↓ = closes)

hyperpolarization

↑ Voltage-gated K^+ channel

interstitial K^+

directly

nitric oxide

↑ NO receptor on smooth muscle

β 2 adrenergic agonists

β -2 adrenergic receptor

Histamine

Histamine H1 receptor

Prostacyclin

IP receptor

Prostaglandin D_2

DP receptor

Prostaglandin E_2

EP receptor

Вазодилататоры

Рецептор (↑ = opens. ↓ = closes)

VIP	VIP receptor
(extracellular) adenosine	A ₁ , A _{2a} and A _{2b} adenosine receptors
(extracellular) ATP (extracellular) ADP	↑P2Y receptor
Bradykinin	Bradykinin receptor
Substance P	
nicotinic acid	
CO ₂	-
interstitial lactic acid	pH↓

Вазодилататоры

Рецептор

(↑ = opens. ↓ = closes)

Natriuretic peptides ↓

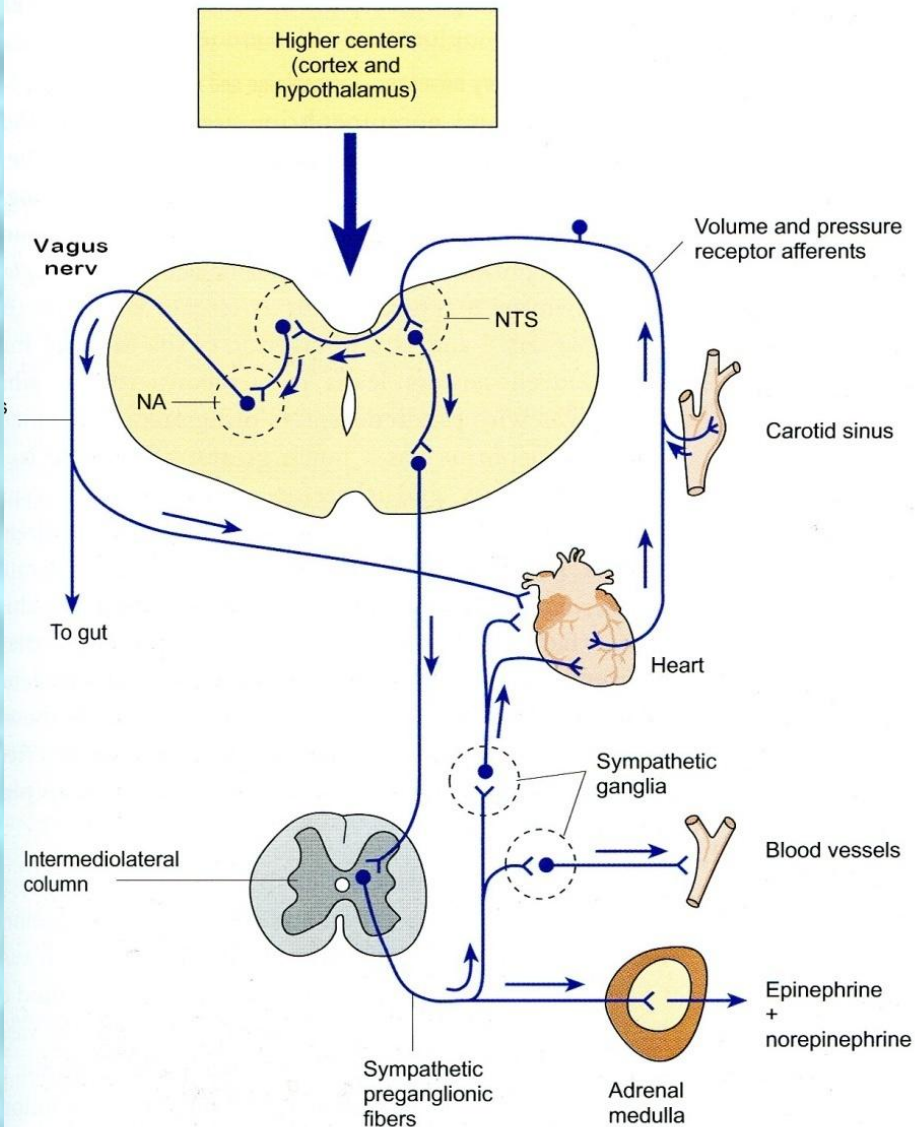
Prostaglandin I₂

Prostaglandin E₂

Heparin

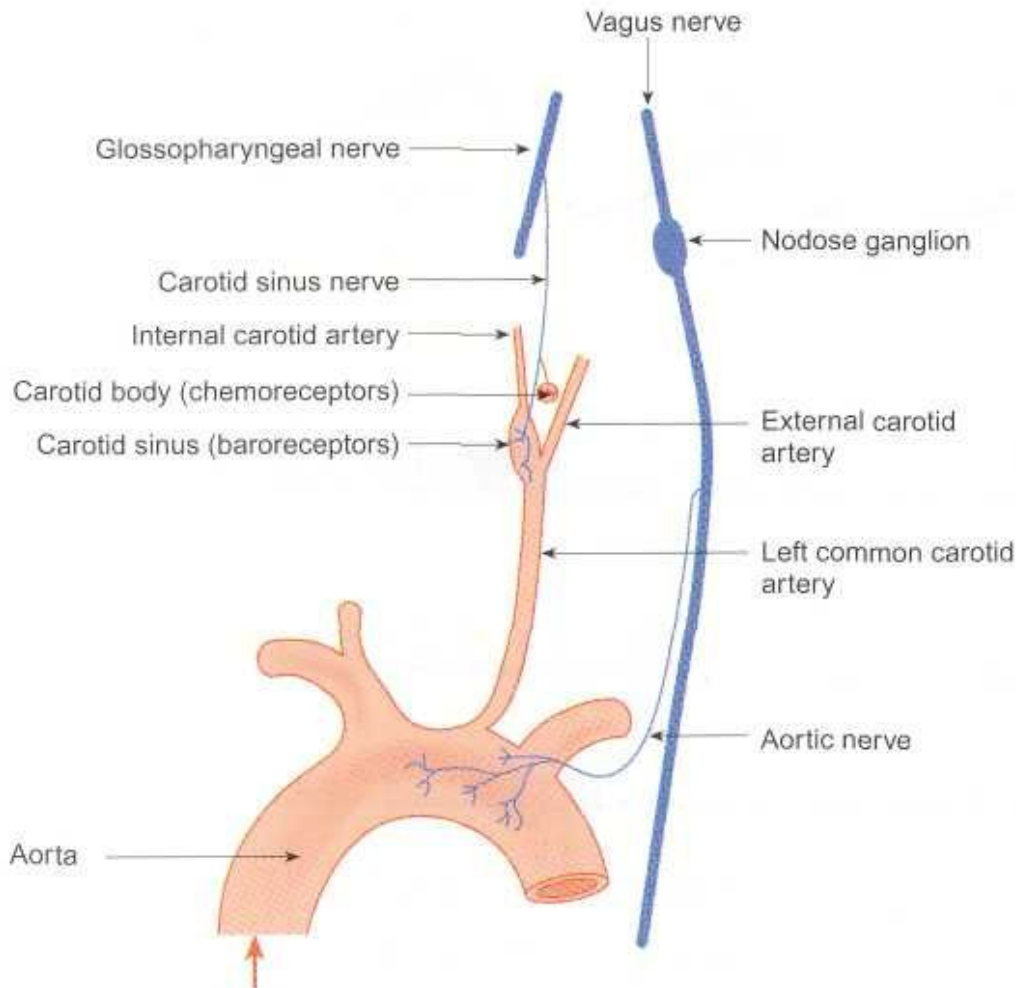
Various receptors on endothelium

Нервные механизмы регуляции



- **Симпатический отдел ВНС** – вазокострикция или вазодилатация
- **Парасимпатический отдел ВНС** – вазодилатация
- *NTS – nucleus of the tractus solitarius*
- *Spinal segments T1-L3*

Главные рефлексогенные зоны



- **Аортальная** – дуга аорты
- **Каротидная** – область бифуркации сонной артерии
- **Крупные сосуды**

- **Механорецепторы** (баро- и вольюморцепторы)
- **Хеморецепторы** (CO_2 , O_2 , pH)

Мишень	Симпатическая	Парасимпатическая
Гладкие мышцы сосудов в целом	α 1: сужение; β 2: расширение	M3: расширение [4]
Почечная артерия	α 1: сужение	---
Большая коронарная артерия	α 1 and α 2: сужение [4]	---
Малые коронарные артерии	β 2: расширение	---
Артерии внутренних органов	α : сужение	---
Артерии кожи	α : сужение	---
Артерии мозга	α 1: сужение [4]	---
Артерии половых органов	α 1: сужение	M3: расширение
Артерии слюнных желез	α : сужение	M3: расширение
Печеночная артерия	β 2: расширение	---
Артерии скелетных мышц	β 2: расширение	---
Вены	α 1 and α 2 : сужение β 2: расширение	---

Вазоконстрикция и вазодилатация

B. Vasoconstriction and vasodilatation

