

# Кръвообращение.

Устройство на съдовата система.

Хемодинамични закономерности.

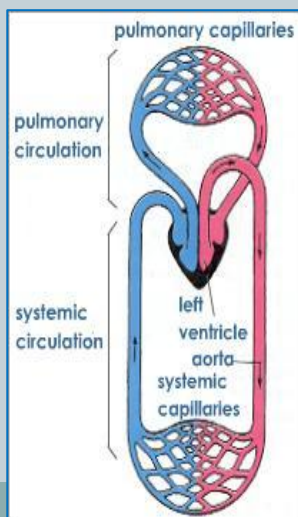
Налягане в съдовата система.

Регулация на съдовия тонус.

Микроциркулация.

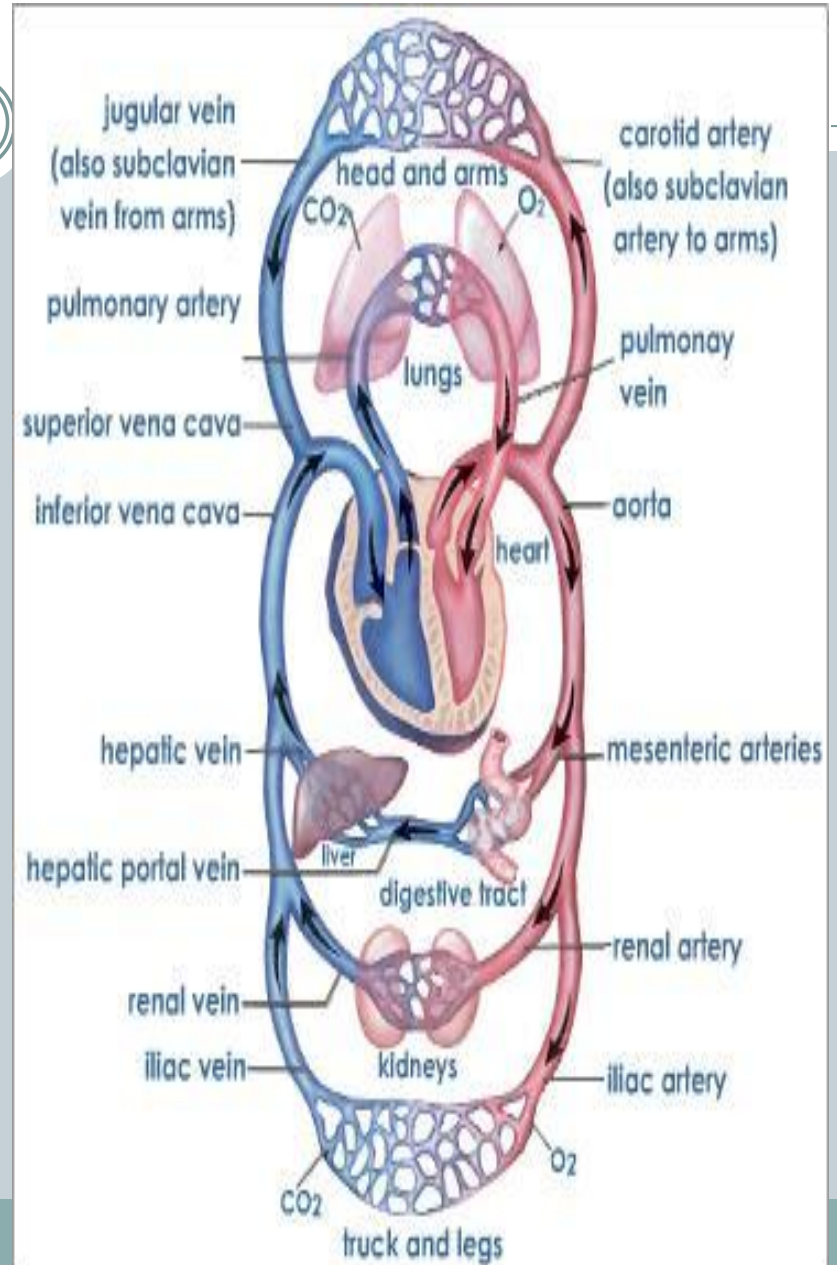
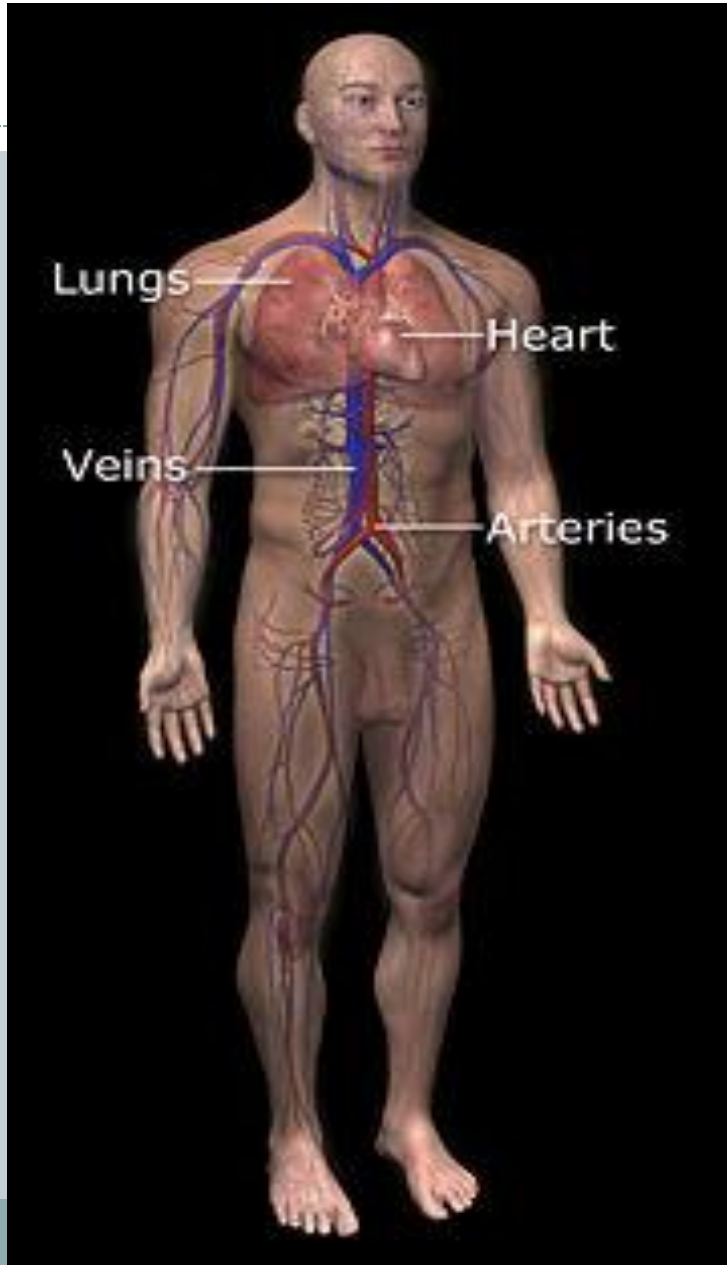
Налягане и движение на кръвта във

вените



ДОЦ. Д-Р Б. РУСЕВА, Д.М.  
СЕКТОР “ФИЗИОЛОГИЯ”  
МУ-ПЛЕВЕН

# Кръвообращение

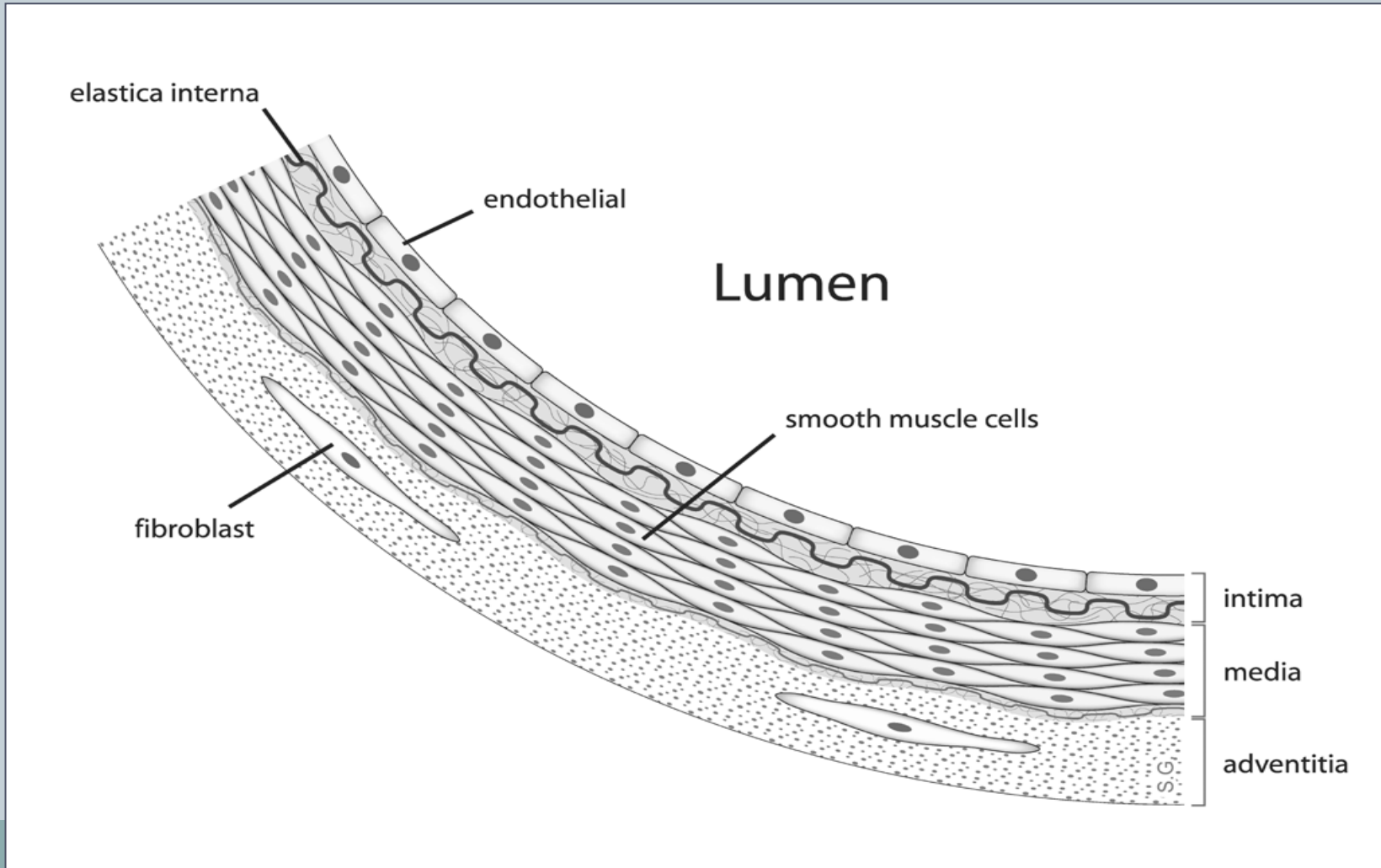


# Разпределение на кръвта в системното кръвообращение



- сърце - 5%;
- гл. мозък - 15% ;
- мускули - 20%;
- бъбреци - 20%
- спланхникус - 25%;
- кожа - 15%

# Устройство на съдовата стена



# Класификация на кръвоносните съдове

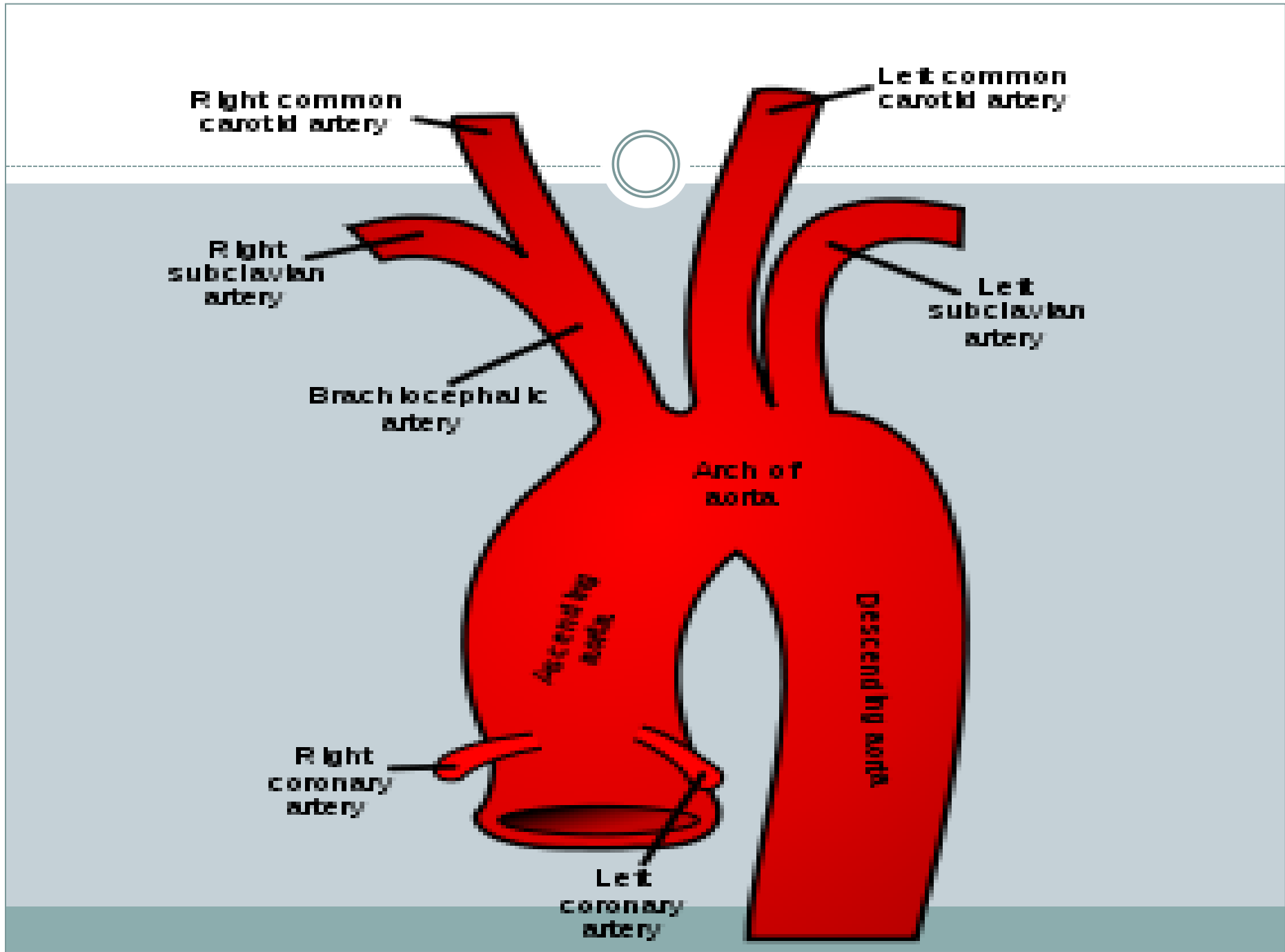


## 1. В зависимост от функциите:

- Модериращи (аорта и големи артерии)
- Съпротивителни (артериоли)
- Обменни (капиляри, венули)
- Капацитивни (вени)

## 2. В зависимост от налягането:

- Система на ниско АН
- Система на високо АН





# Движение на кръвта в артериалната система



- Фактори, които придвижват кръвта в артериалната система:
  1. Сърдечната систола
  2. Еластичните сили в аортата и артериите по време на сърдечната диастола
- Линейна скорост на кръвния поток
- Аорта = 120 cm/s по време на систола и 40 cm/s по време на диастола
- Артерии от 60 до 15 cm/s по време на систола и по-ниска по време на диастола
- Капиляри = 0,5 mm/s
- *Линейната скорост е обратно пропорционална на общото сечение на съдовата област.*



# Кръвоносна система



## Напречно сечение на съдовите области (cm<sup>2</sup>)

- аорта = 2.5
- малки артерии = 20
- артериоли = 40
- капиляри = 2500
- венули = 250
- малки вени = 80
- Venaе савае = 8

**Обемна скорост на кръвния ток** – обемът кръв, който преминава за единица време през дадена съдова област.

- Еднаква за различните съдови области!!!
- Тя е функция от тоталното напречно съдово сечение и линейната скорост на кръвта.

# Хемодинамични закономерности

- $Q = \Delta P / R$
- $\Delta P = Q \cdot R$
- $R = 8l\eta / \pi r^4$
- $Q = \Delta P \cdot \pi r^4 / 8l\eta$
- $\Delta P = Q \cdot 8l\eta / \pi r^4$

# Артериално кръвно налягане (АН)

- **Систолично АН: 100 - 140 mmHg**

Зависи от МОС (5,25 l/min)

$МОС = УО \times СЧ$

- УО зависи от:

диастоличното пълнене

еластичността на артериалните съдове

миокардния контрактилитет

- СЧ зависи от:

симпатиковския тонус

# Артериално кръвно налягане (АН)

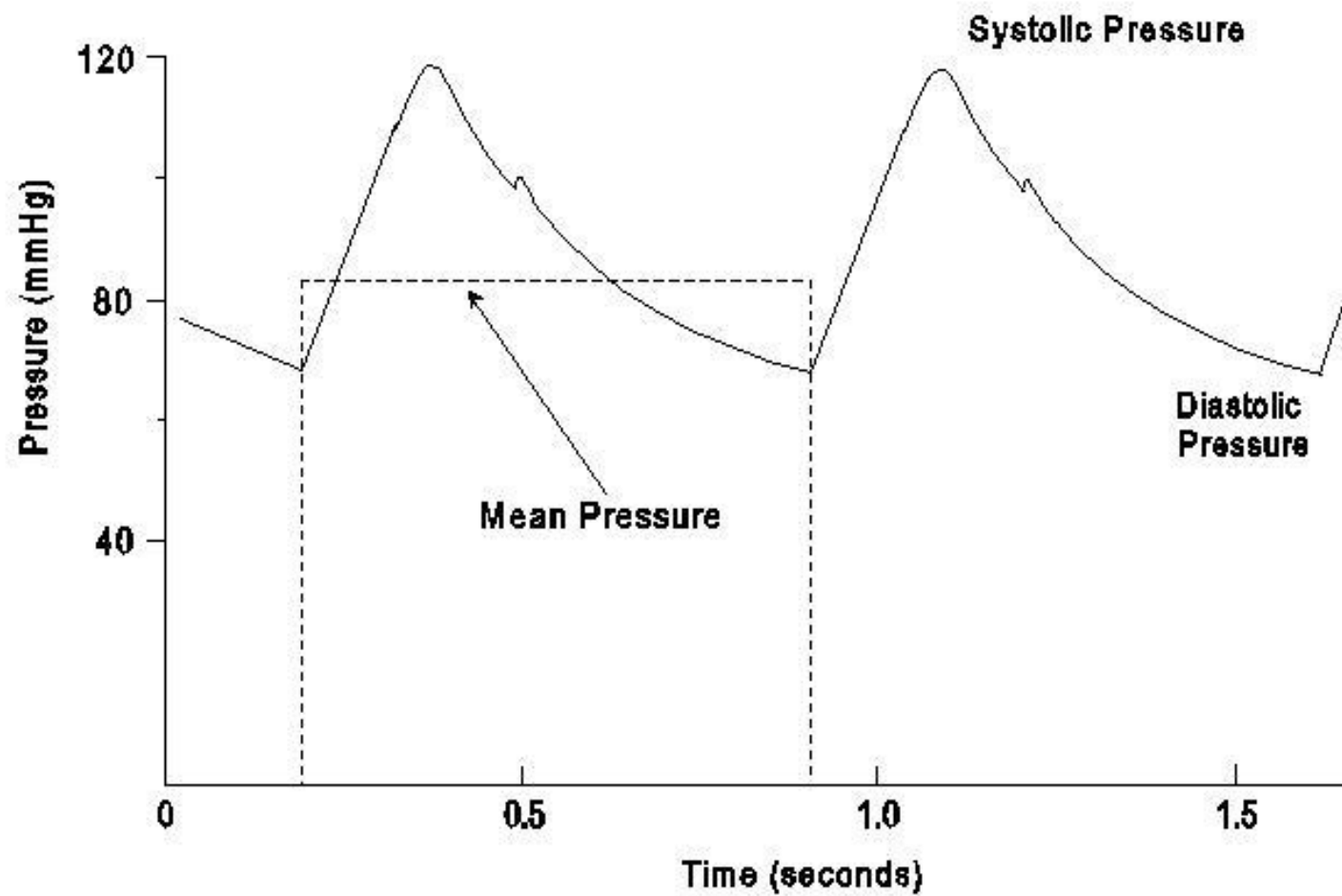


- Диастолично АН: 60-90 mmHg

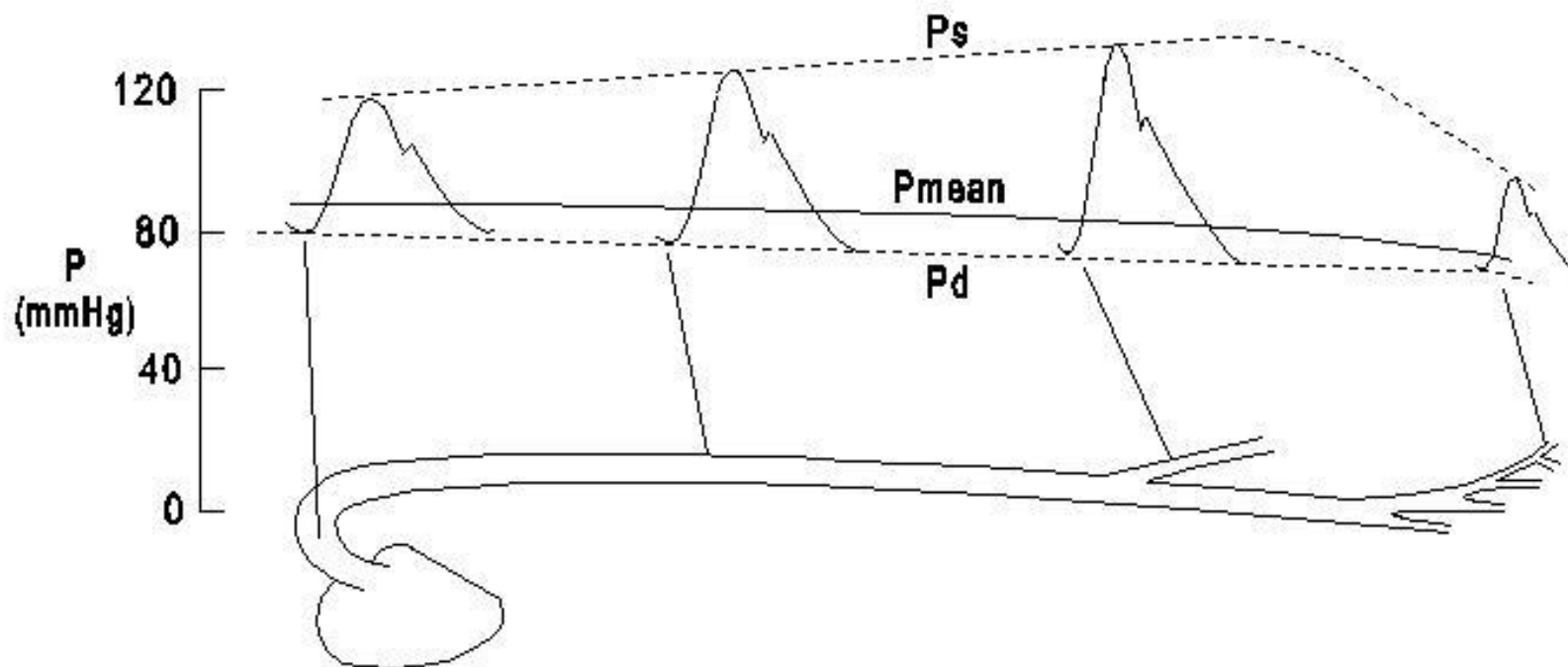
Зависи от: периферното съпротивление

- Пулсово налягане = СН – ДН
- Средно артериално налягане
- САН = ДН +  $\frac{1}{3}$  ПН

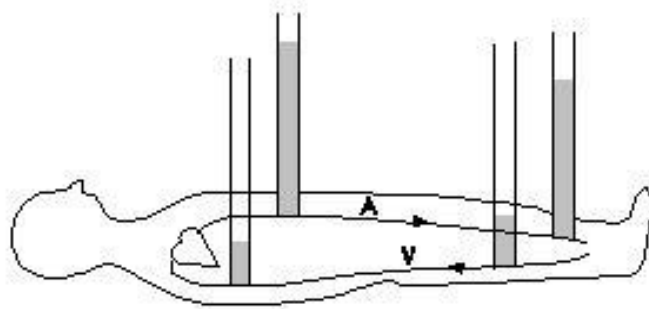
# Mean Arterial Pressure



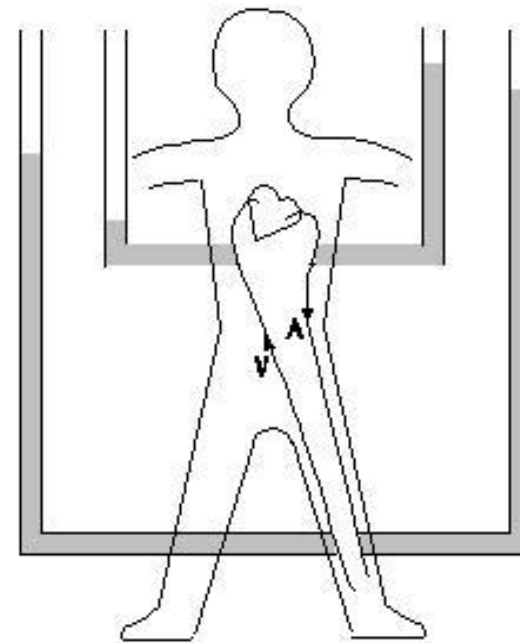
## Промени в САН в различните съдови области



## Ефект на гравитацията върху АН



**Supine Position**



**Standing Position**

# Съдов тонус



- **Локален контрол**
  1. Миогенна регулация
  2. Локални хуморални фактори:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{O}_2$ , adenosin, lactate
  3. Ендотелен контрол:  $\text{NO}$ ; endothelins



# Функции на ендотела

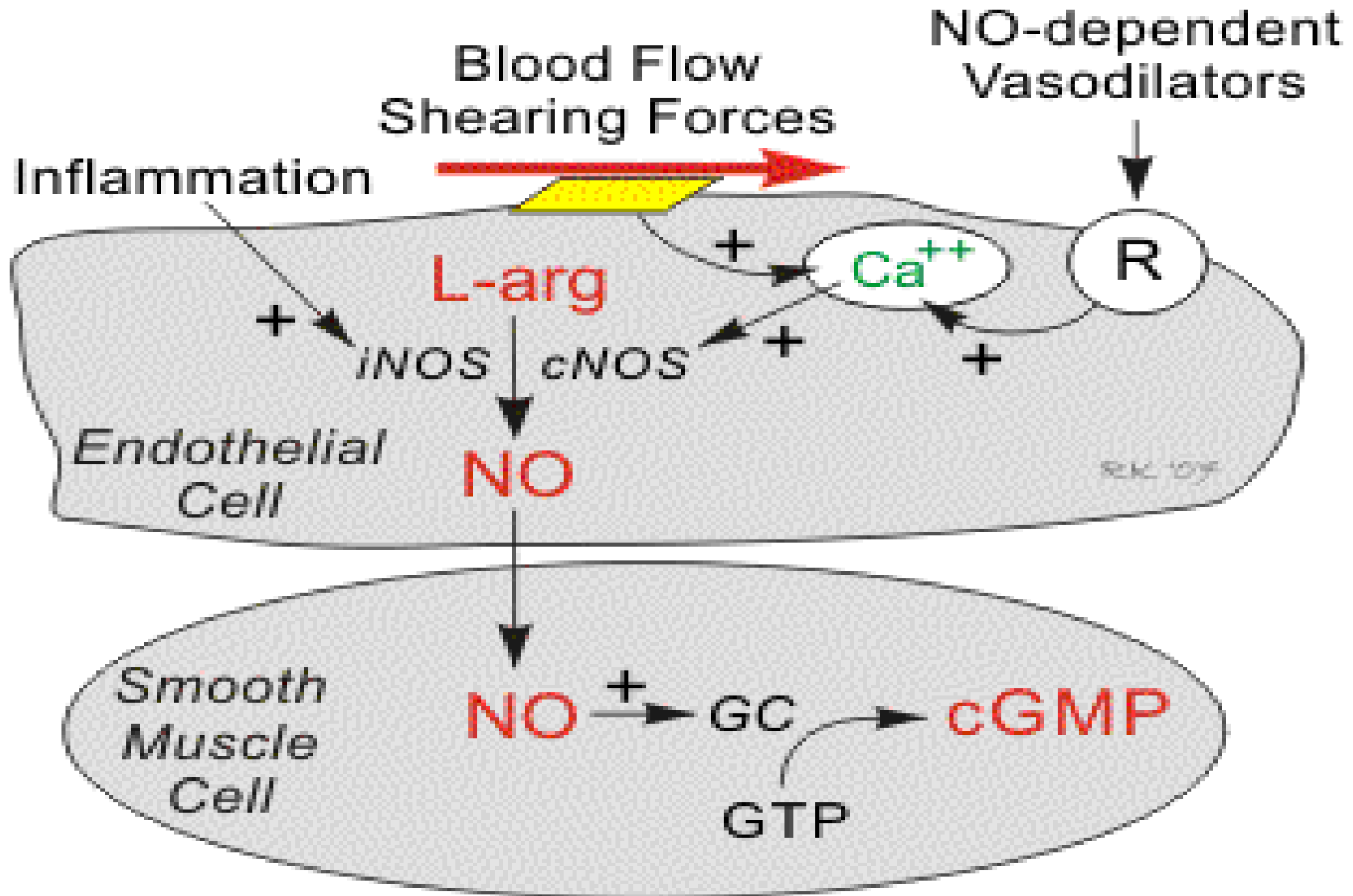


- Обвива съдовете отвътре
- Секретира вещества, регулиращи съдовия тонус
- Секретира вещества, регулиращи съдовия растеж
- Участва в регулацията на кръвосъсирването
- Регулира транспортните процеси през съдовата стена

# Ендотелен контрол на съдовия ТОНУС

- NO се произвежда от АК **L-arginine** под действието на ендотелната азотно-оксидна синтаза (eNOS).
- Кофактори на ензима eNOS са: NADPH, tetrahydrobiopterin и flavin adenine nucleotid.
- Активността на eNOS е калций - калмодулин зависима.
- Има 2 основни механизма за стимулация на eNOS, които участват в отделянето на калциеви йони от ендоплазмения ретикулум:
  - 1. повишен кръвен поток (**flow-dependent NO formation**).
  - 2. свързване на ендотелни рецептори с различни лиганди като acetylcholine, bradykinin, substance-P, adenosine и други вазоактивни вещества (**receptor-stimulated NO formation**).

# Съдов тонус – ендотелен контрол



*The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1998 was awarded jointly to Robert F. Furchgott, Louis J. Ignarro and Ferid Murad "for their discoveries concerning nitric oxide as a signalling molecule in the cardiovascular system".*

● **Ефекти на NO:**

директна вазодилатация

индиректна вазодилатация чрез инхибиране

вазоконстрикторния ефект на angiotensin II и симпатикуса

анти - тромботичен ефект- инхибира адхезията на

тромбоцитите към ендотела

противо-възпалителен ефект- инхибира адхезията на

левкоцити към ендотела

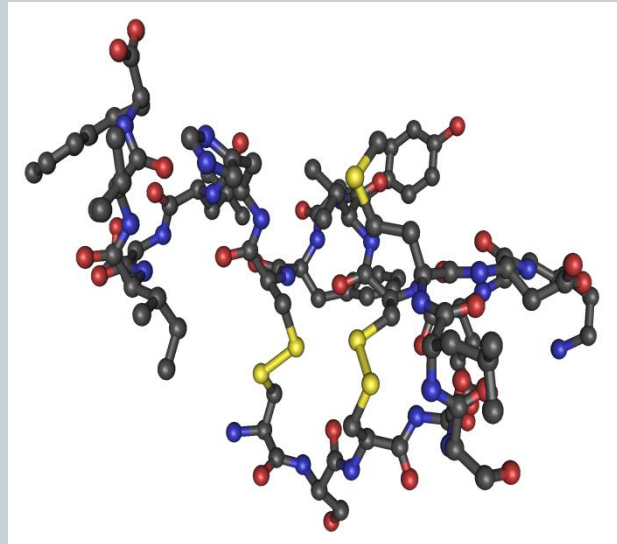
анти-пролиферативен ефект – инхибира хиперплазията на

гладкомускулните клетки

# Съдов тонус – ендотелен контрол



- **Ендотелини** → **моцнен вазоконстрикторен ефект**
- Те са пептиди, съдържащи 21-амино киселини, продуцирани от ендотелните клетки.



# Съдов тонус



- **Хуморален контрол**

**вазодилататори:** bradykinine, hystamine, prostaglandins, ATP, Atrial natriuretic peptide

**вазоконстриктори:** epinephrine, norepinephrine, angiotensine II, vasopressin, serotonin

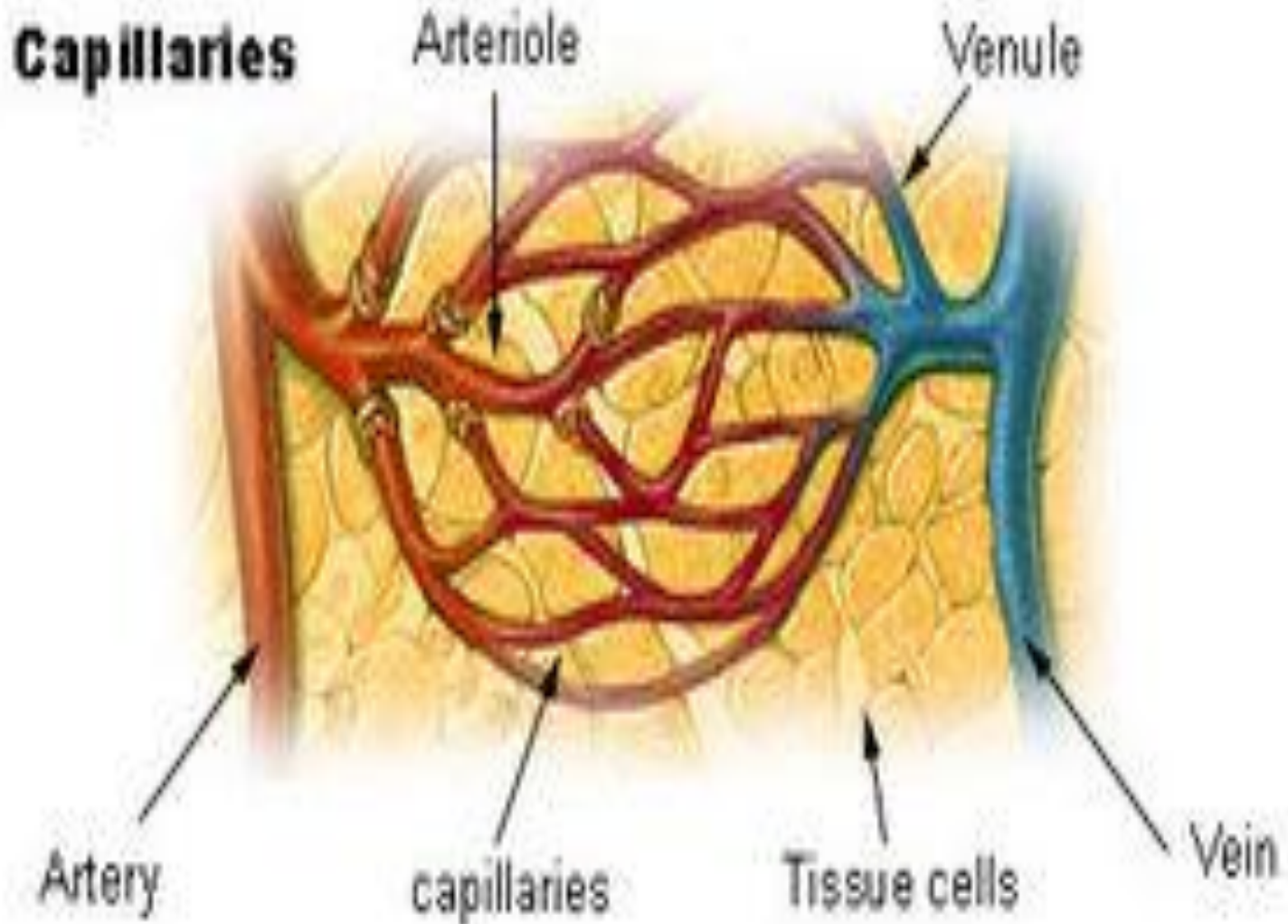
# Съдов тонус



- **Нервен контрол:**

1. Симпатикусът изпраща тонични импулси с честота 1-3/s в покой.
2. Парасимпатикусът осъществява вазодилатация само в 3 съдови области: *ria mater*, слюнни жлези и външни гениталии.

# Микроциркулаторна единица





**артериола:**

**$XH=+32\text{mmHg}$**

**$KOH=-25\text{mmHg}$**

**филтрация  $\Phi H= +7\text{ mmHg}$**

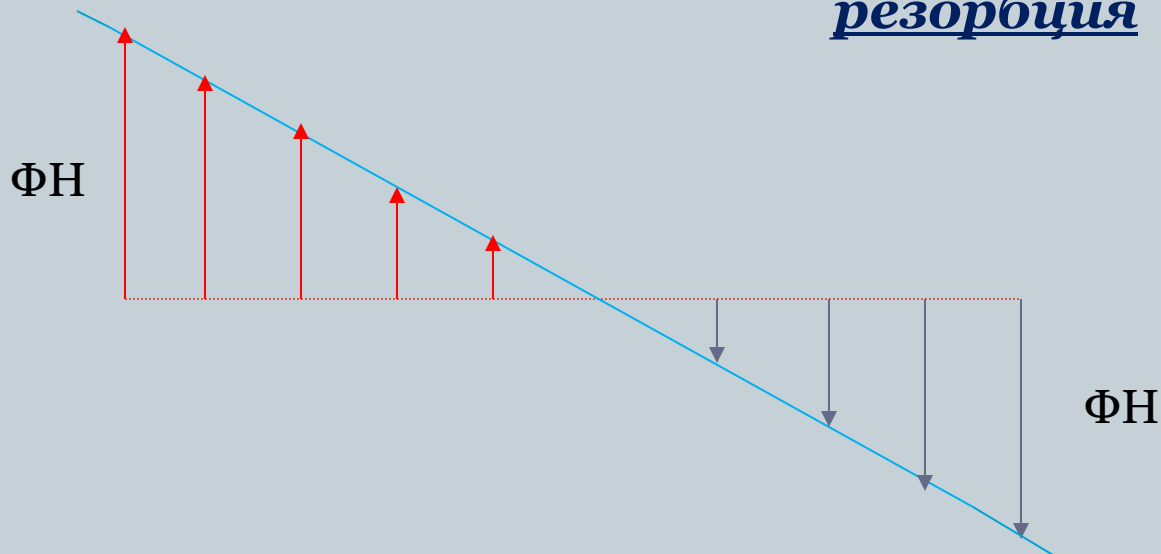


**венула:**

**$XH=+15\text{mmHg}$**

**$KOH= - 25\text{mmHg}$**

**резорбция  $\Phi H= -10\text{ mmHg}$**



# Функции на вените

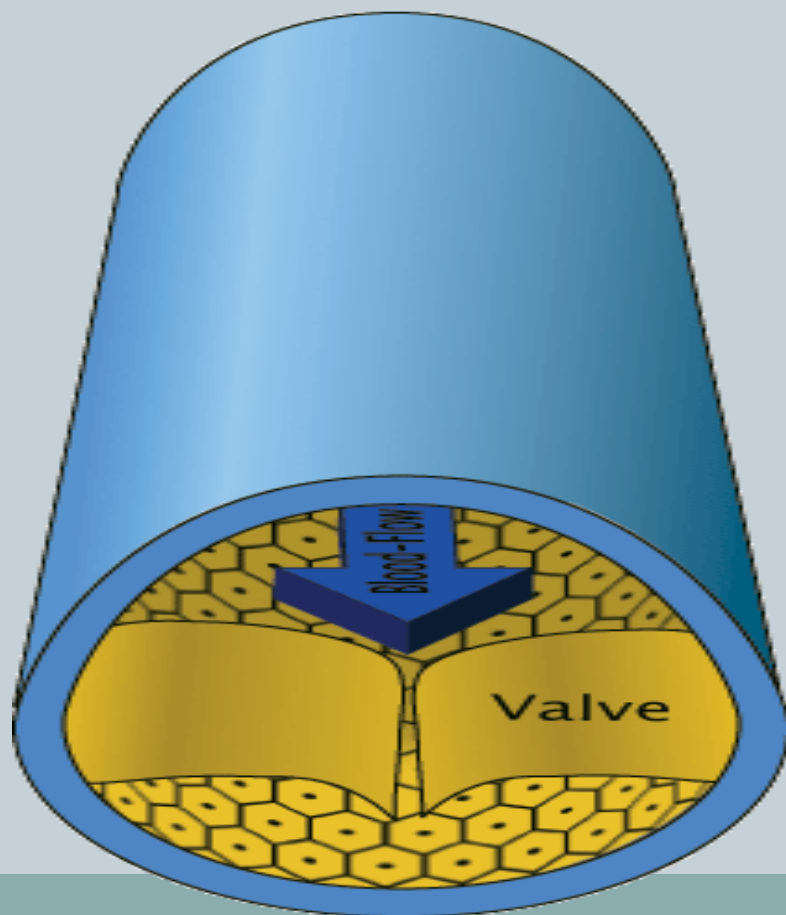


- 1. кръвен резервоар
- 2. връщат кръвта към сърцето

# Механизми, които подпомагат движението на кръвта във вените:



## 1. Наличие на венозни клапи



# Механизми, които подпомагат движението на кръвта във вените:



2. съкращенията на мускулите на долните крайници
3. съкращението на *lig. Inguinalae* при движения
4. съкращенията на диафрагмата при вдишване

# Венозно налягане (ВН)



**1. В легнало положение ВН е 5 mm Hg по-ниско от налягането в капилярите**

**2. В изправено положение:**

- ВН на ръцете = +6 , + 8 mm Hg
- ВН на краката = +40, + 90 mm Hg
- ЦВН = от +2 до +6 mm Hg  
(обикновено е +4 mm Hg)

*Благодаря за вниманието!*

