



МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ  
ФАКУЛТЕТ ПО ФАРМАЦИЯ  
ЦЕНТЪР ЗА ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ

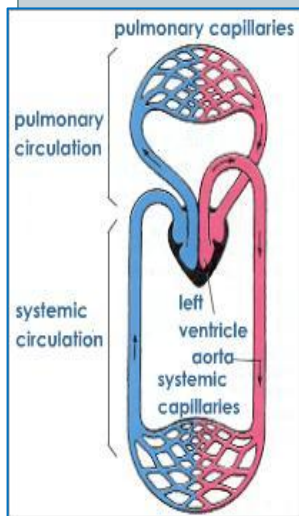
Лекция №5

Кръвообращение.

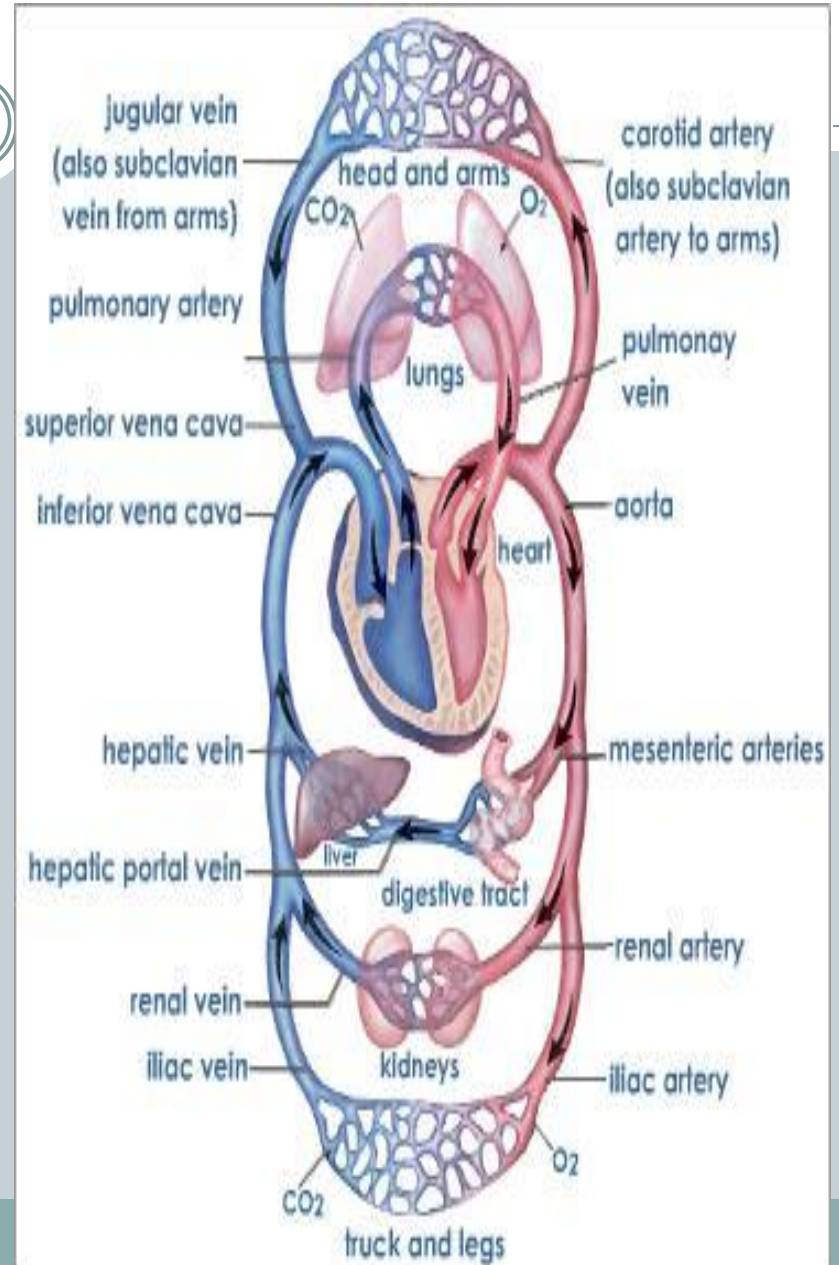
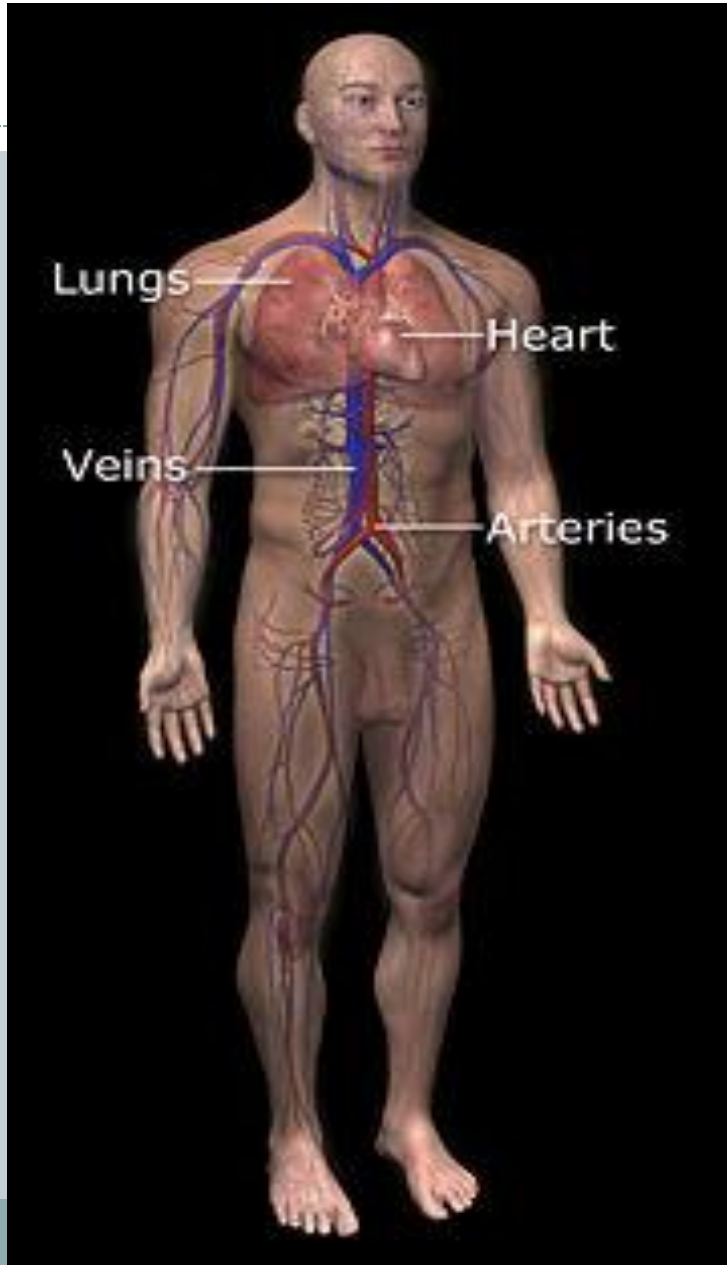
Устройство на съдовата система. Налягане в съдовата система. Регулация на съдовия тонус. Регулация на артериалното налягане.

Микроциркулация.  
Налягане и движение на кръвта във вените

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



# Кръвообращение

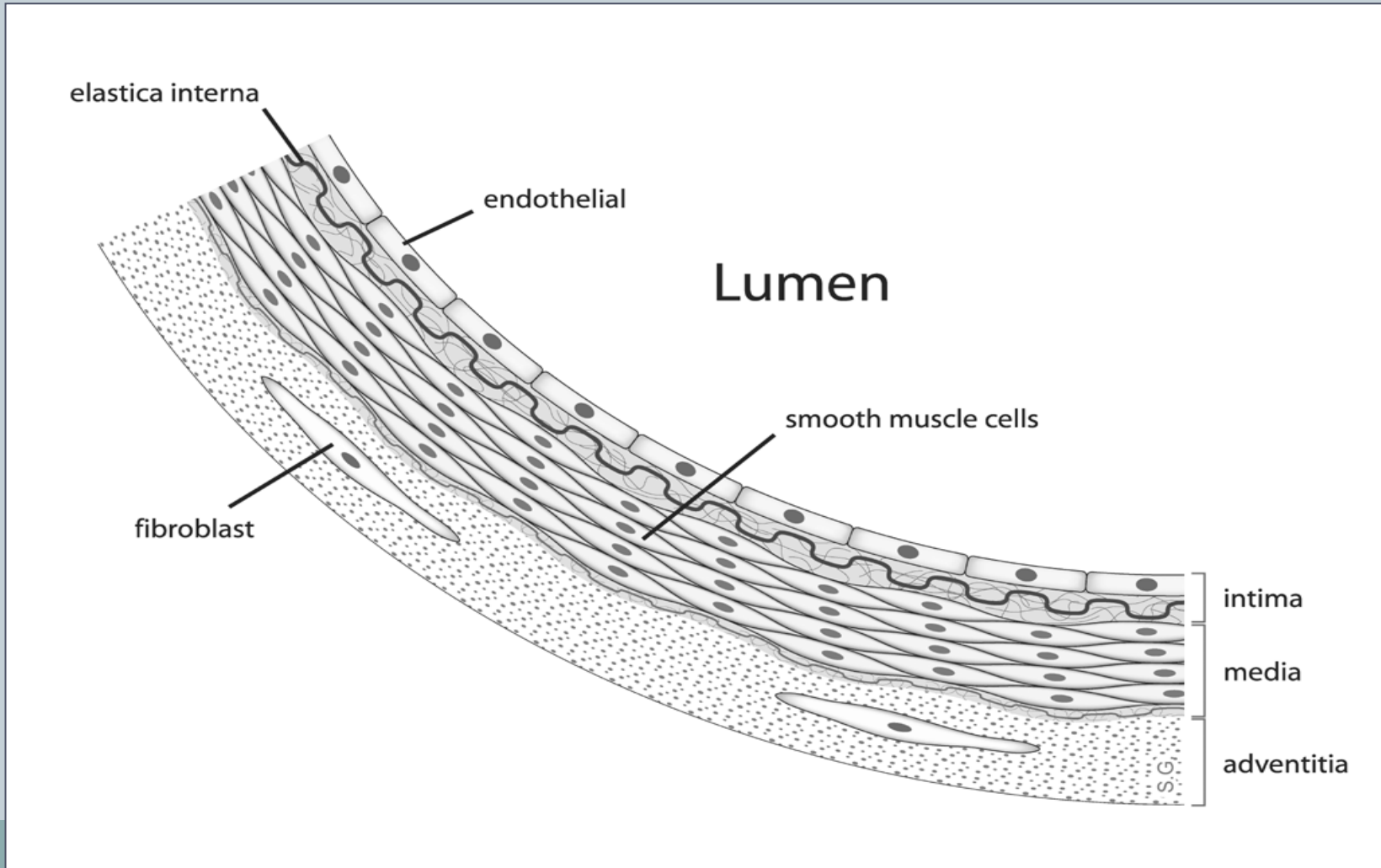


# Разпределение на кръвта в системното кръвообращение



- 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



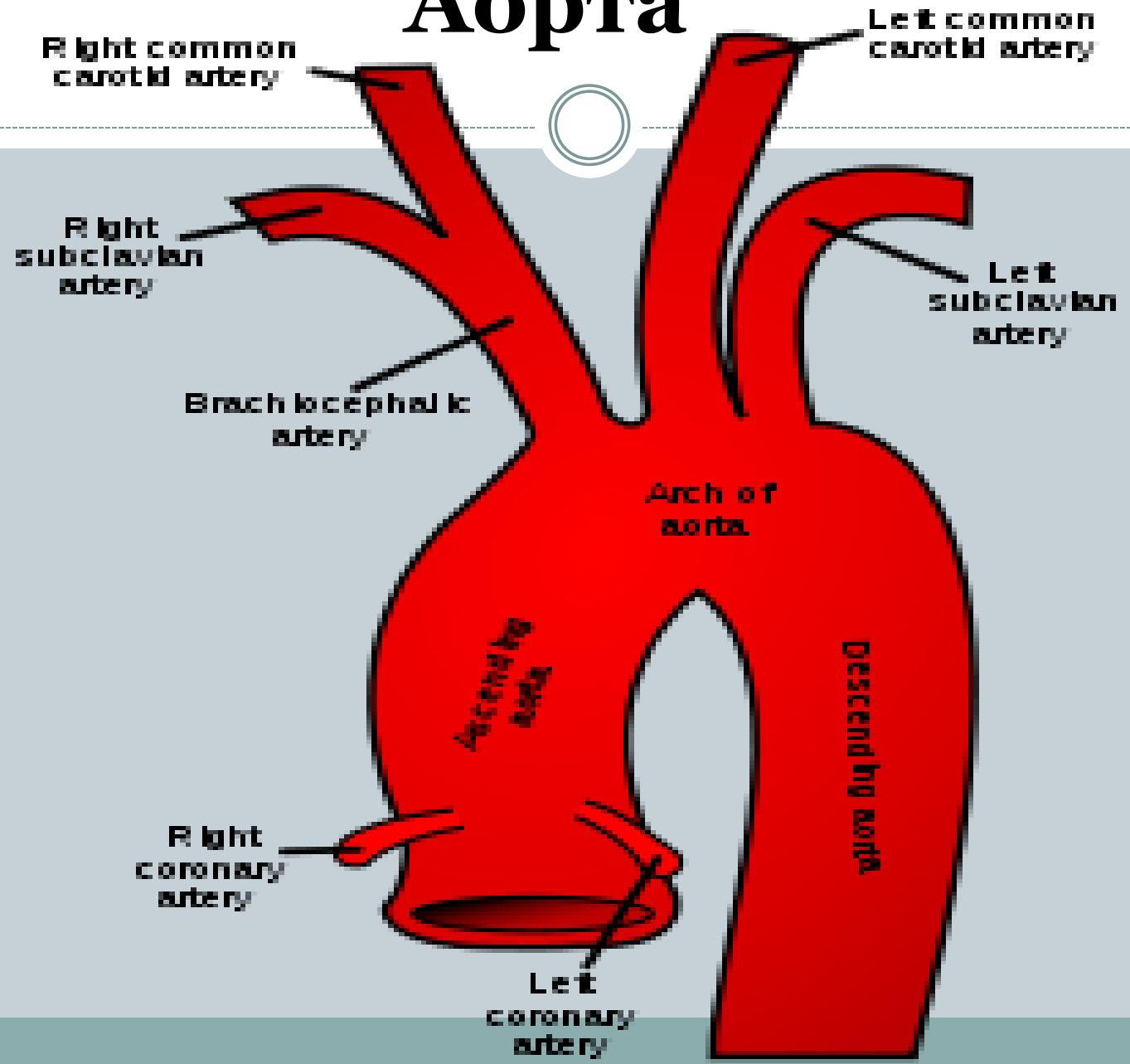
## Напречно сечение на съдовите области (cm<sup>2</sup>)

- 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.

# Aorta





# Хемодинамични закономерности

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

P - налягане

Q – количество кръв (МОС)

l – дължина на съд. с-ма

$\eta$  - вискозитет на кръвта

R – радиус на съда

# Артериално кръвно налягане (АН)

- **Систолично АН у възрастен при покой:  
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:

- симпатиковия тонус

# Артериално кръвно налягане (АН)

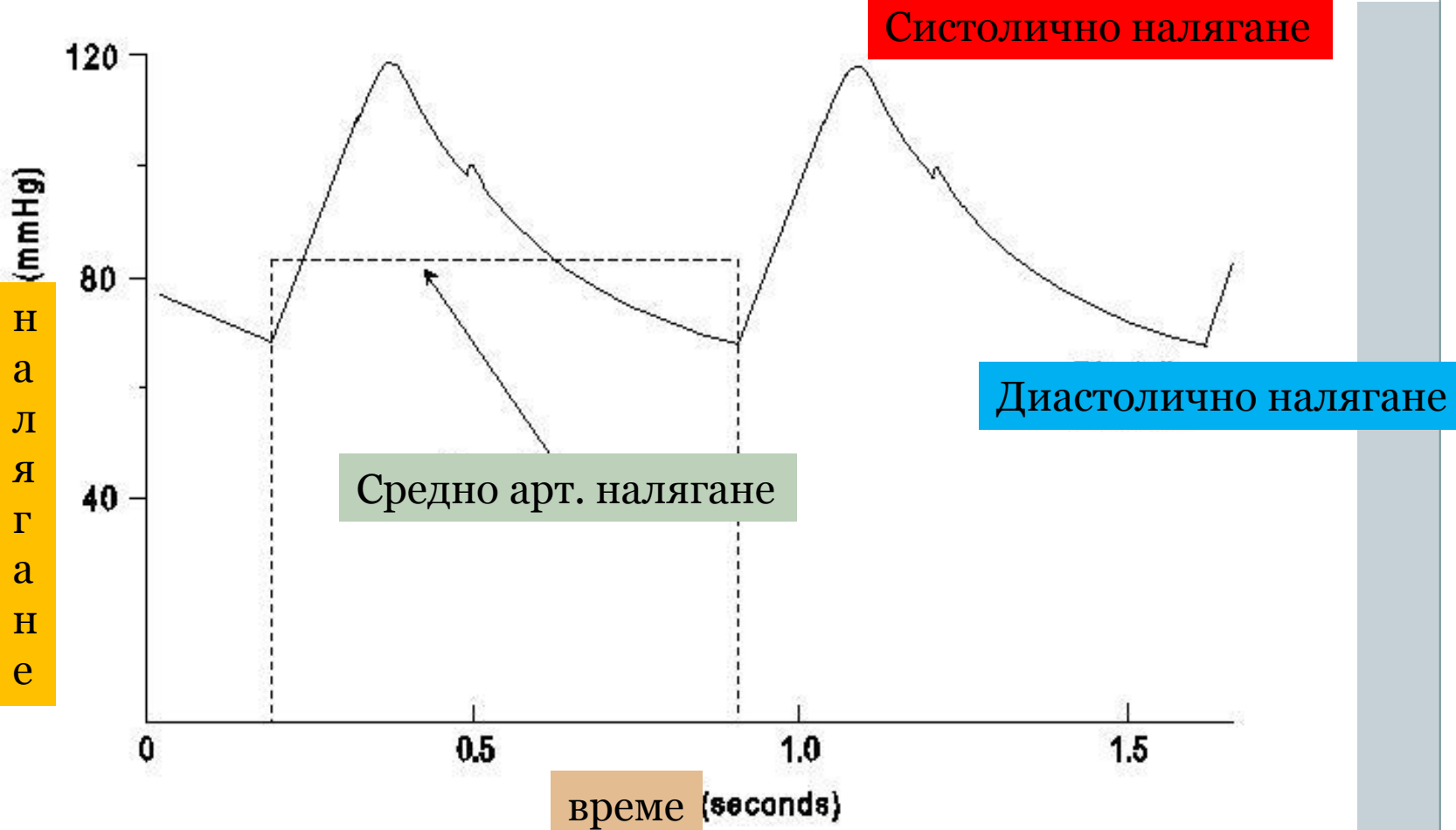


- **Диастолично АН** у възрастен при покой:  
60-90 mmHg

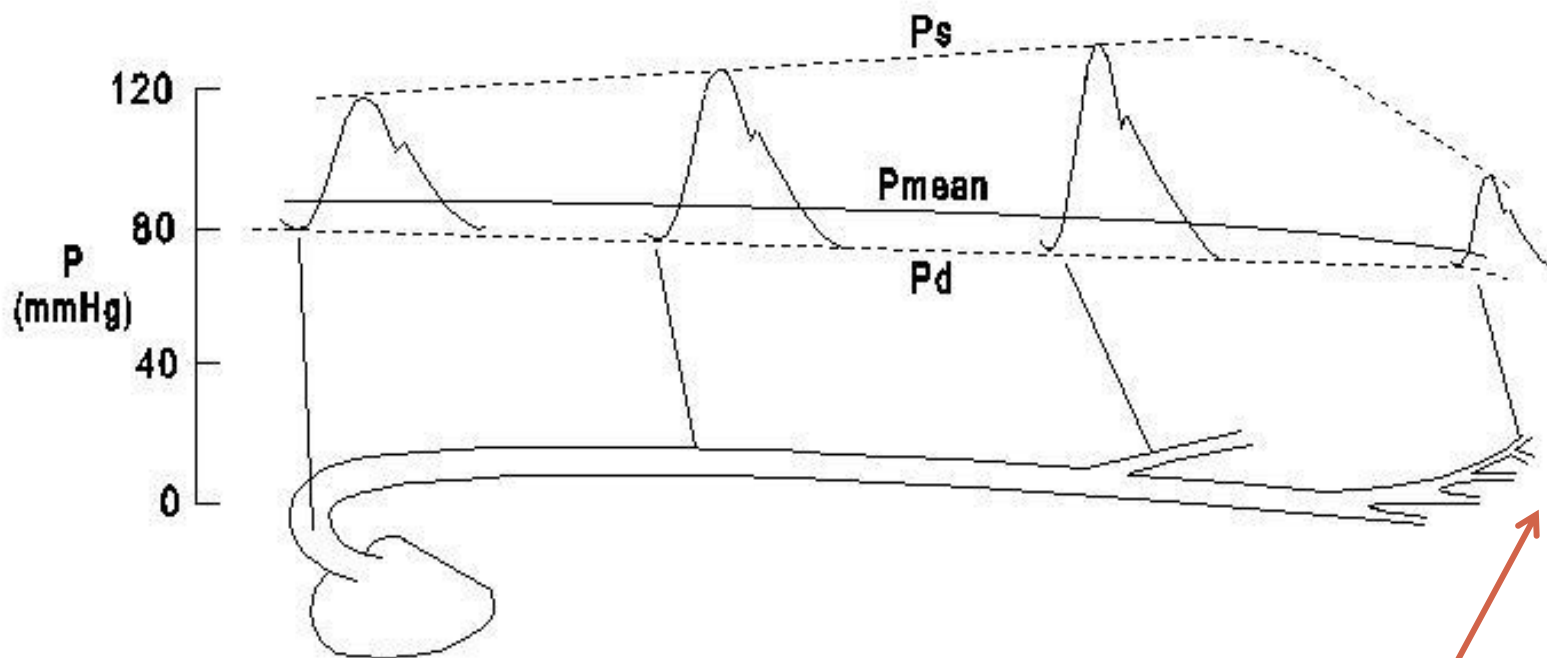
Зависи от: периферното съпротивление

- Пулсово налягане = СН – ДН
- Средно артериално налягане - интеграл от моментните стойности на налягането, измерени по време на сърдечния цикъл, разделен на продължителността на сърдечния цикъл. То е по-близко по стойност до ДН, защото диастолата е по-дълга от систолата.
- $САН = ДН + 1/3 ПН$

## Запис на артериалното налягане

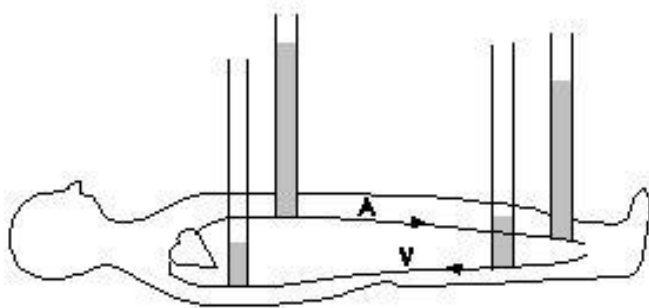


## Промени в САН в различните съдови области

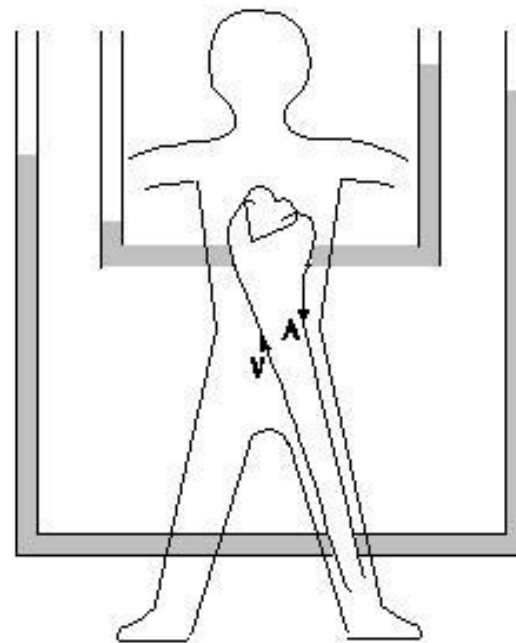


САН стръмно спада в областта на артериолите поради повишено съдово съпротивление.

## Ефект на гравитацията върху АН



Легнало положение



Изправено положение

# Съдов тонус



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

# 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).
- 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 (**синтез на NO, зависеща от кръвния поток**).
  2. свързване на ендотелни рецептори с различни лиганди като ацетилхолин, брадикинин, субстанция-Р, аденозин и други вазоактивни вещества (**рецептор-стимулирана синтеза на NO**).

*Нобеловата награда за Физиология и медицина за 1998 год. е присъдена на Robert F. Furchgott, Louis J. Ignarro and Ferid Murad за тяхната научна работа, разкриваща ролята на азотния оксид като сигнална молекула в сърдечно-съдовата система.*

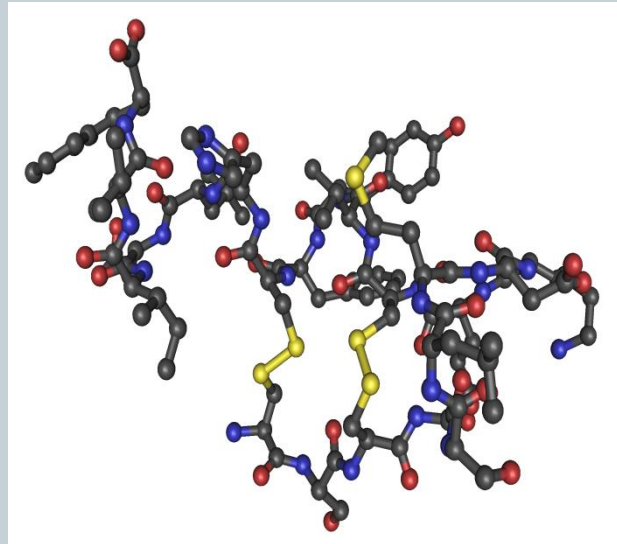
● Ефекти на NO:

- директна вазодилатация
- индиректна вазодилатация чрез инхибиране вазоконстрикторния ефект на ангиотензин 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:** брадикинин, хистамин, простагландини, АТФ, атриален натриуретичен пептид;
- ◆ **вазоконстриктори:** адреналин, норадреналин, ангиотензин II, вазопресин, серотонин.

# 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.

# Регулация на артериалното налягане



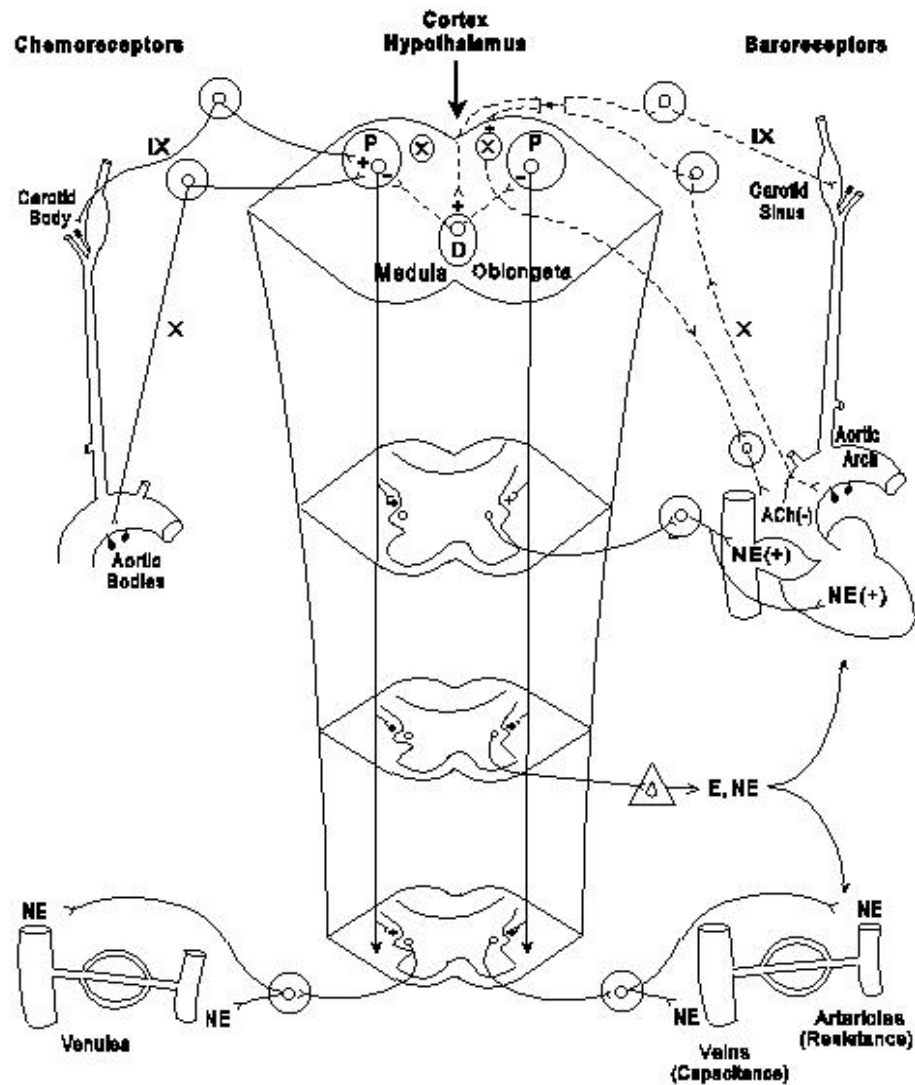
- Системата за регулация на АН работи на принципа на отрицателната обратна връзка.
- Регулируема величина е САН, поради това АН е вариабилна величина.
- Променя се МОС (работата на сърцето) и периферното съпротивление (съдовия тонус) за връщане към нормата при нарушения извън нормалните граници за възрастта.

# Бърза регулация на АН



- ❑ **Включва се веднага след отклонение на АН**
- ❑ **Медуларният сърдечно-съдов център (ССЦ) има една срединно разположена депресорна зона и две периферни пресорни зони.**
- ❖ **Барорецепторен рефлекс** - при повишение на АН се възбуждат барорецептори в стената на аортата и общата сънна артерия (в аортното и каротидното телце); сигналите се предават по сетивни нерви до депресорната зона на медуларния ССЦ; активира се ПС дял на ВНС в резултат на което се намалява МОС и периферното съпротивление.
- ❖ **Хеморецепторен рефлекс** – при понижение на АН поради преминаване на по-малък поток кръв, респективно кислород през аортата и каротидната артерия се възбуждат хеморецептори; сигналите се предават по сетивни нерви до пресорните зони на медуларния ССЦ; активира се С дял на ВНС в резултат на което се повишава МОС и периферното съпротивление.
- ❖ **Исхемичен отговор на ЦНС** – проявява се тогава когато САА спадне под 50 mmHg.

# Бърза регулация на на АН – барорецепторен и хеморецепторен рефлекс





# Нервен контрол на АН



До медуларния ССЦ достигат влияния от кората, хипоталамуса и лимбичната с-ма, които повлияват активността му.

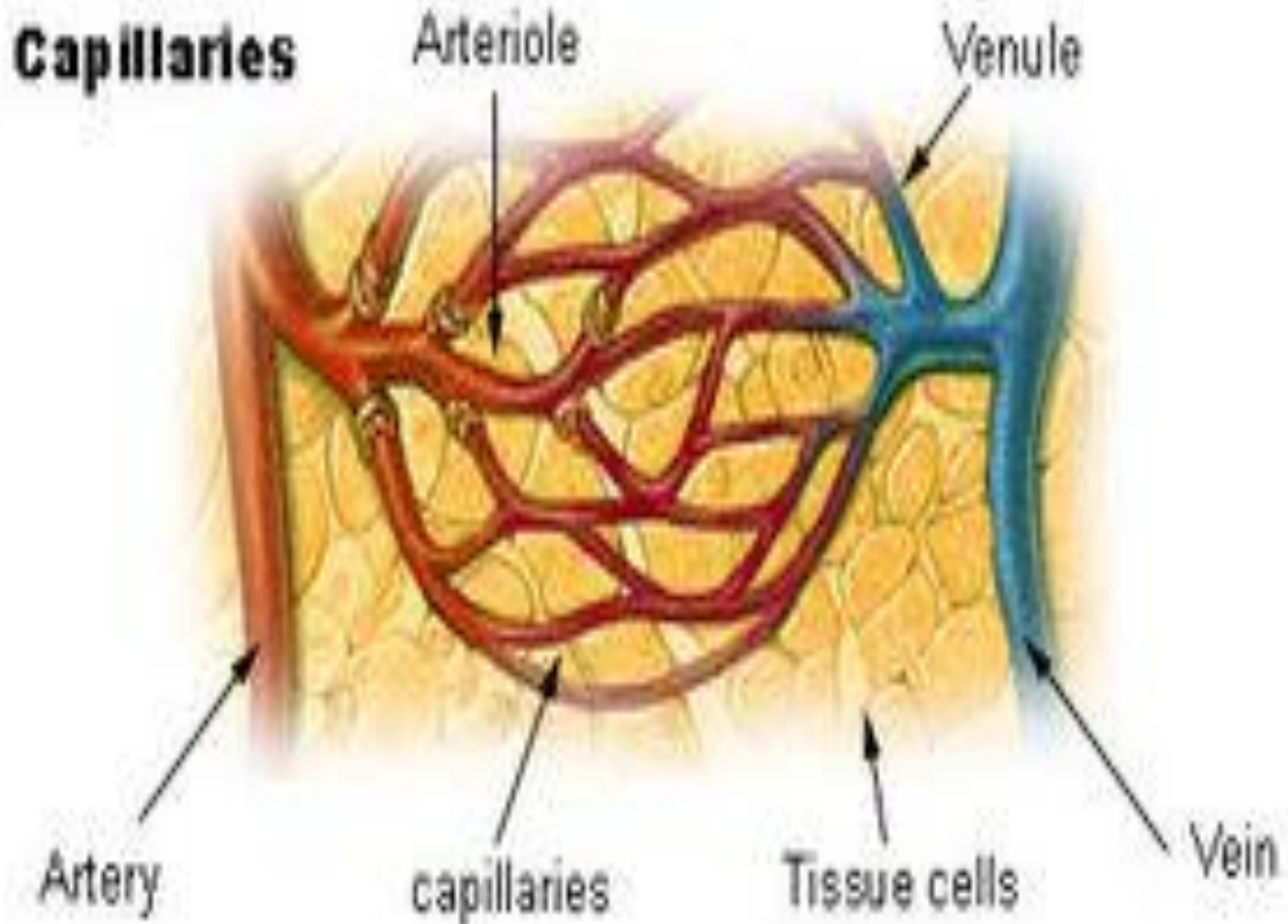
# Дълготрайна регулация на АН



□ **Осъществява се чрез действието на хормони:**

- Вазопресин (АДХ)
- Системата ренин → ангиотензин → алдостерон
- Атриален натриуретичен пептид

# Микроциркулаторна единица



**артериола:**

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

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

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

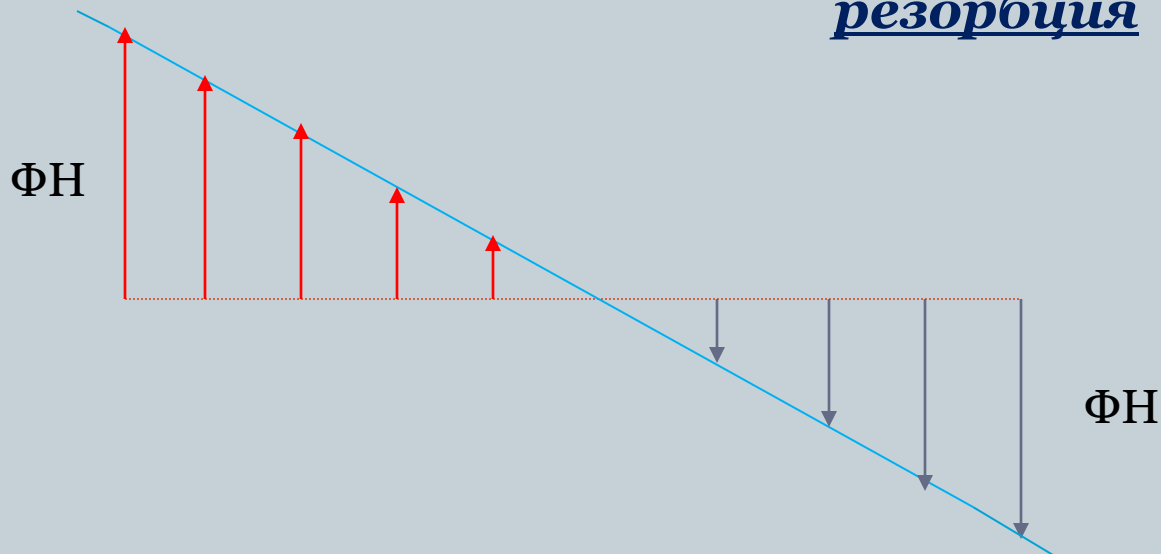


**венула:**

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

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

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



# Функции на вените

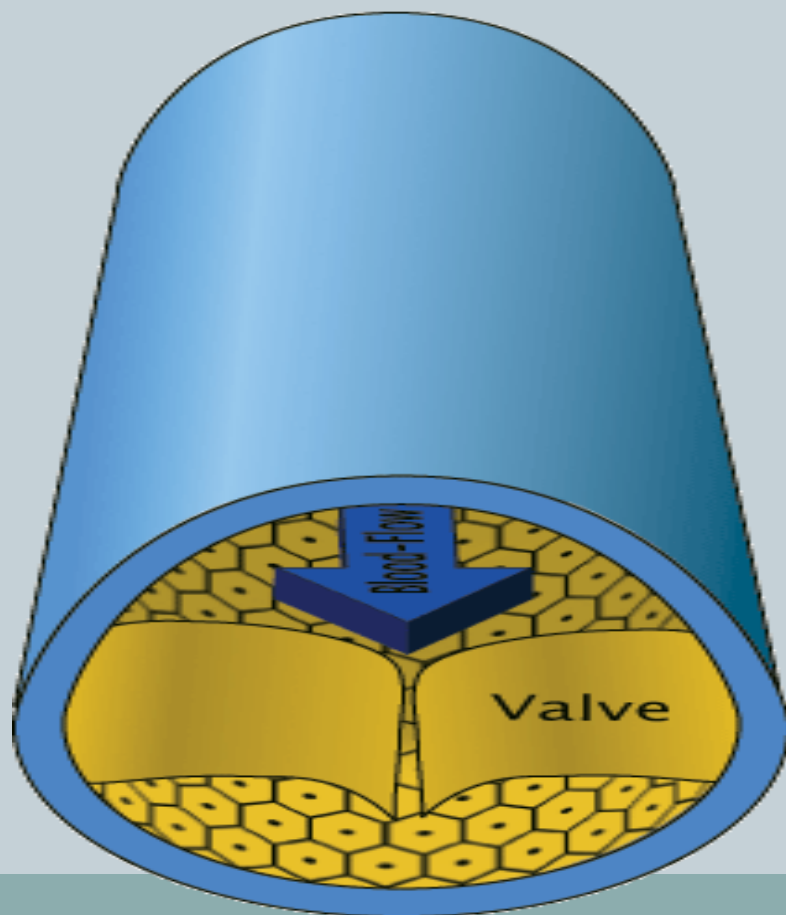


- 1. кръвен резервоар
- 2. връщат кръвта към сърцето

# 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 капиллярите

**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)