

## Розділ 12.4. ОСНОВНИЙ ЗАКОН ТА ПАРАМЕТРИ ГЕМОДИНАМІКИ

Рух крові в системі кровообігу визначається двома силами:

- 1) тиском, під яким вона знаходиться в судинах;
- 2) опором, який виникає при її русі в судинах.

Рушійною силою руху крові служить різниця тисків, яка виникає на початку і в кінці судини.

Кров рухається по судинах згідно закону гідродинаміки, який свідчить, що кількість рідини  $Q$ , що протікає через будь-яку трубу, прямо пропорційно різниці тисків на початку ( $P_1$ ) і в кінці ( $P_2$ ) труби і назад пропорційно опору ( $R$ ) току рідини:

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R}$$

Виходячи з того, що тиск в кінці судинної системи, тобто в місці впадання порожнистих вен в серці, близький до нуля, то рівняння приймає наступний вигляд:

$$Q = \frac{P}{R}$$

де:  $Q$  – об'ємна швидкість кровотоку

$P$  – величина середнього тиску в аорті

$R$  – величина судинного опору

Опір току рідини ( $R$ ) залежить від її в'язкості

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

де:  $l$  – довжина судини

$\eta$  – в'язкість крові

$r$  – радіус судини

$8$  – коефіцієнт пропорційності

**Основний закон гемодинаміки** – кількість крові, що протікає за одиницю часу через кровоносну систему тим більша, чим вища різниця тисків в її артеріальному та венозному кінцях та чим менший опір току крові з боку судин

### ОСНОВНІ ПОКАЗНИКАМИ ГЕМОДИНАМІКИ:

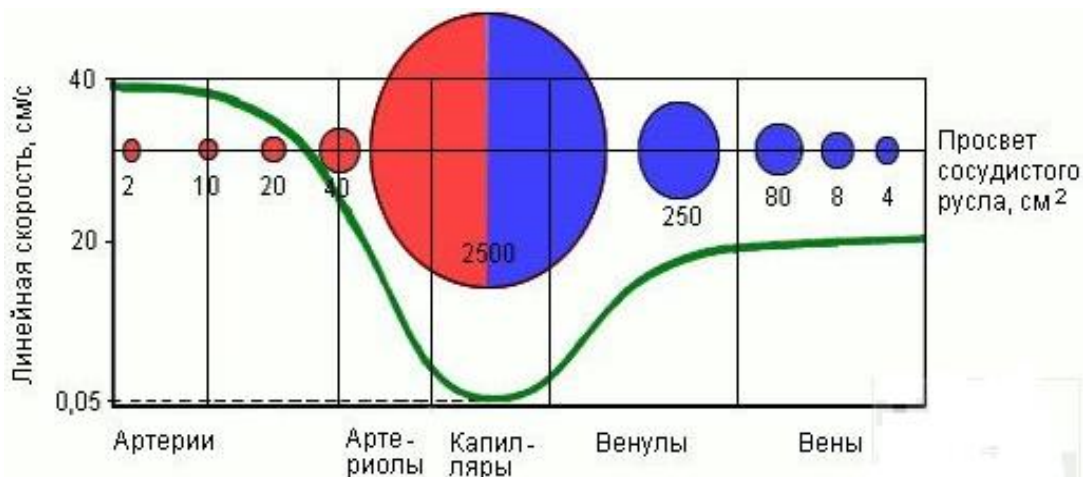
- об'ємна швидкість
- лінійна швидкість руху крові та
- час кругообігу крові (кровообігу).

**Об'ємна швидкість руху крові** – це кількість крові, яка протікає через поперечний переріз судин за одиницю часу. Об'ємна швидкість руху крові прямо пропорційна перепаду тиску на початку і в кінці судини і обернено пропорційна опорі току крові. У нормі відтік крові від серця відповідає її притоку до нього. Це означає, що об'єм крові, який протікає за одиницю часу через всю артеріальну і венозну систему великого і малого кола кровообігу – однаковий.

**Лінійна швидкість руху крові** – це швидкість переміщення її частинок вздовж судини за умови ламінарного потоку. Визначається вона відношенням об'ємної швидкості кровотоку до площі поперечного перерізу судини:

$$V = \frac{Q}{S}$$

Отримана таким чином величина є суцільно середнім показником, так як згідно законів ламінарного руху, швидкість переміщення крові в центрі судини є максимальною і зменшується в шарах, які прилягають до судинної стінки.



**Рис. 1. Залежність лінійної швидкості кровотоку від поперечного перерізу судини**

Лінійна швидкість кровотоку різна в окремих ділянках судинного русла. У середньому швидкість кровотоку в артеріях складає близько 20 см/с, у капілярах – 0,5 мм/с, у венах – 10-15 см/с.

Течія крові в артеріальній системі не є стаціонарною оскільки під час кожної систоли в артерії виникає прискорення кровотоку і сповільнення під час діастоли, тобто кровотік в аорті і артеріях пульсує. У капілярній сітці в силу особливостей будови передуючих їй артерій пульсові поштовхи зникають і лінійна швидкість кровотоку набуває постійної величини.

**Час кровообігу крові** відображає час, за який кров проходить велике і мале коло кровообігу. Для визначення швидкості кровообігу звичайно використовують введення «мітки» з наступним контролем за її появою у відповідній ділянці. У людини повний час кровообігу складає 20-23 секунди. При цьому на проходження малого кола кровообігу припадає біля 1/5 часу, а на проходження великого – близько 4/5.

## **Рух крові по артеріях**

Безпосередньою силою, що визначає рух крові по судинах, є різниця тисків ( $\Delta P$ ) на початку судинного русла ( $P_1$  – аорта і легенева артерія) і в його кінці ( $P_2$  – вени передсердь):

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Рух крові по артеріях залежить від еластичності їх стінок. Кров рухається безперервно за рахунок еластичної тяги аорти та артерій

### ***Роль еластичності артерій***

- зменшує навантаження на серце і витрата енергії на рух крові
- забезпечує безперервний потік крові
- збільшує ємність судин
- підтримує кров'яний тиск у судинах під час діастолі шлуночків
- запобігає гідравлічний удар під час систоли