

## Лекція

### Тема: **Біохімія крові**

#### План

1. Загальна характеристика крові.
2. Функції крові.
3. Ферменти, які знаходяться в плазмі або сироватці.
4. Фактори згортання крові.
5. Механізм згортання крові.

#### **1. Загальна характеристика крові**

**Кров** – рідина, яка циркулює в кровоносній системі і переносить гази та інші розчинені речовини, які необхідні для метаболізму, або речовини, які утворюються в результаті обмінних процесів.

Кров складається з плазми (прозора рідина блідо-жовтого кольору) і клітинних елементів.

Існує **3 основних типи клітинних елементів** крові:

- червоні кров'яні клітини – **еритроцити**;
- білі кров'яні клітини – **лейкоцити**;
- кров'яні пластини – **тромбоцити**.

Червоний колір крові визначається наявністю в еритроцитах червоного пігменту гемоглобіну.

В артеріях, по яким кров потрапляє **в серце з легень** і переноситься до **тканин** організму, гемоглобін насичений киснем і, отже, забарвлений в **яскраво-червоний колір**.

Відповідно, в венах, в яких кров протікає **від тканин до серця**, гемоглобін не містить кисню і кров **темніша за кольором**.

**Кров** – в'язка рідина, в'язкість визначається вмістом еритроцитів і розчинених білків (альбумінів, глобулінів).

Об'єм крові дорослого чоловіка складає 75 мл на 1 кг маси тіла.

**Наприклад**, у дорослої жінки цей показник дорівнює приблизно 66 мл на 1 кг маси тіла. Відповідно, загальний об'єм крові у дорослої людини в середньому дорівнює 5 л.

Більшу половину об'єму крові складає плазма, а інша частина припадає на еритроцити. Активність крові спостерігається при  $\text{pH} = 7,4$ .

#### **2. Функції крові**

**Основними функціями крові є:**

– **гуморальна** – переносить продукти секреції ендокринних залоз (гормони), реалізує зв'язок між різними органами, координацію їх діяльності;

- транспортна;
- регуляція температури тіла;
- захист організму від інфекцій та пошкоджень.

Особливу роль в цьому випадку відіграють лейкоцити двох типів: **поліморфоядерні нейтрофіли** та **моноцити**. Вони потрапляють до місця ушкодження і накопичуються біля нього (більша частина з них мігрує з кровотоку крізь стінки кровоносних судів). До місця ушкодження, вони притягуються хімічними речовинами, які виділяють пошкоджені тканини. Ці клітини здатні поглинати бактерії і знищувати їх своїми ферментами. Таким чином, вони попереджують розвиток інфекції в організмі.

**Лейкоцити** приймають участь в виділенні пошкоджених тканин, відбувається фагоцитоз.

Активний фагоцитуючий моноцит – **макрофаг**, а нейтрофіл – **мікрофаг**.

В боротьбі з інфекцією приймають участь білки плазми – **імуноглобуліни** (антитіла). Вони утворюються лейкоцитами (лімфоцитами та плазматичними клітинами).

### 3. Ферменти, які знаходяться в плазмі або сироватці

Ферменти, які спостерігаються в нормі в плазмі або сироватці крові, можна поділити на **групи**:

- **секреторні ферменти** – синтезуються в печінці, виділяються в плазму крові. Представниками даної групи є ферменти, які приймають участь в процесі згортання крові, холінестераза сироватки крові;

- **індикаторні ферменти** – потрапляють в кров з тканин, де вони виконують внутріклітинні функції.

Одні з них знаходяться: в **цитозолі клітин** (альдолаза), інші в **мітохондріях** (глутамат дегідрогеназа), в **лізосомах** ( $\beta$ -глюкоранідаза, кисла фосфатаза).

Більшість індикаторних ферментів в сироватці крові визначаються в нормі лише в невеликих кількостях.

При ураженні тканин, ферменти виливаються із клітин в кров. Їх активність в сироватці підвищується, таким чином, представляючи собою індикатор ступеню та глибини ураження тканин;

- **екскреторні ферменти** – синтезуються в печінці (лейцинамінопептидаза). В фізіологічних умовах ці ферменти виділяються жовчю. При більшості патологічних процесів виділення екскреторних ферментів з жовчю порушується, а активність в складі крові збільшується.

**Наприклад, при гострому інфаркті міокарду** важливо дослідити активність креатинкінази, аспартат-амінотрансферази та оксібутератдегідрогенази; **при захворюванні печінки** збільшується активність аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази.

- **органоспецифічні ферменти** – гістидаза, сорбітолдегідрогеназа, орнітинкарбомойлтрансфераза.

Зміна активностей цих ферментів в сироватці крові свідчить про ураження тканин печінки та нирок.

**Наприклад**, для лабораторних тестів досліджується активність ізоферментів в сироватці крові (ізоферменти ЛДГ).

#### **4. Фактори згортання крові**

**Фактор I – фібриноген** – це білок, який утворюється в печінці, під впливом тромбіну переходить в **фібрин**. Приймає участь в агрегації тромбоцитів, необхідних для репарації тканин.

**Фактор II – протромбін** – глікопротеїд, утворюється в печінці в присутності вітаміну K. Під впливом **протромбінази** переходить в **тромбін**.

**Фактор III – тромбoplastин** – складається з білка апопротеїну та комплексу фосфоліпідів. Входить до складу мембран багатьох тканин. Є матрицею для розгортання реакцій, які направлені на утворення **протромбінази** по зовнішньому механізму.

**Фактор IV – іон  $Ca^{2+}$**  – приймає участь в утворенні комплексів, які входять до складу протромбінази, сприяє агрегації тромбоцитів. Цей фактор зв'язує гепарин, приймає участь в утворенні згустку і тромбоцитарної пробки, приймає участь в припиненні **фібринолізу**.

**Фактор V – глобулін** – утворюється в печінці, сприяє оптимальним умовам для взаємодії фактора  $Xa$  і фактору II.

**Фактор VII – проконвертин** – глікопротеїд, синтезується в печінці під впливом вітаміну K, активується факторами XIIa,  $Xa$ , IXa, також взаємодіє з тромбoplastином.

**Фактор VIII – антигемофільний глобулін** – глікопротеїд, синтезується в печінці та селезінці, лейкоцитах. Утворює комплекс молекули з **фактором Віллебранда (FW)** і специфічним антигеном, активується тромбіном.

**Фактор IX – Крістмас фактор** – антигемофільний фактор V, глікопротеїд, синтезується в печінці під впливом вітаміну K, активується факторами XIa, VIIa, IIa, переводить фактор X в  $Xa$ . При його відсутності виникає захворювання **гемофілія B**.

**Фактор X – Стюарт-Прауер фактор** – природа як і в попередніх факторів. Фактор  $Xa$  є протромбіназою, активується факторами XIIa та IXa. Переводить фактор II в фактор IIa.

**Фактор XI** – плазменний попередник тромбопластину – глікопротеїд, синтезується в печінці, активується фактором XIIa (калікреїн) разом з кіміногеном.

**Фактор XII – Хагемана фактор** – білок, який утворюється ендотеліальними клітинами, лейкоцитами, макрофагами, активується адреналіном, калікреїном (XIIa). Цей фактор запускає зовнішній та внутрішній механізми утворення протромбінази і фібрinolізу. Активує фактор XI і преколікреїн.

**Фактор XIII – фібриназа** – глобулін, активується фібробластами і мегакаріоцитами. Стабілізує фібрин, необхідний для нормального протікання репаративних процесів.

## **5. Механізм згортання крові**

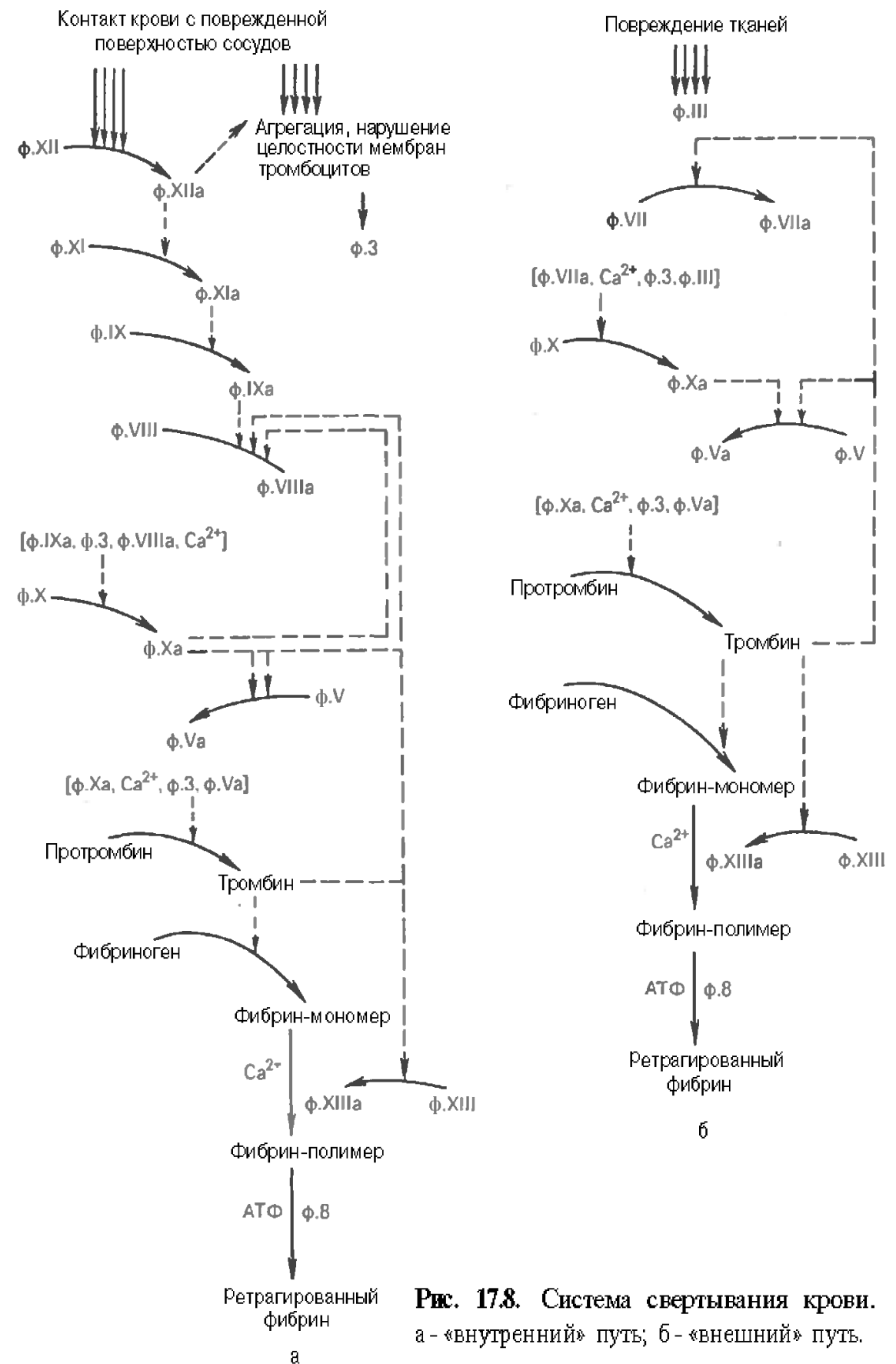
**Механізм згортання крові** – проферментно-ферментний каскад, в якому проферменти переходять в активний стан, набувають здатності активувати інші фактори згортання крові (рис. 1, 2).

### **Сучасні уяви про згортання крові.**

При пошкодженні

Процес згортання крові може бути розділений умовно на **3 фази**:

- 1) Фаза, що включає комплекс послідовних реакцій, які призводять до утворення протромбінази.
- 2) Фаза, яка характеризується переходом протромбінази (фактор II) в тромбін (фактор IIa).
- 3) Фаза утворення з фібриногену фібрина.



**Рис. 17.8.** Система свертывания крови. а - «внутренний» путь; б - «внешний» путь.

Рисунок 1 – Система згортання крові: а) «внутрішній шлях», б) «зовнішній шлях».

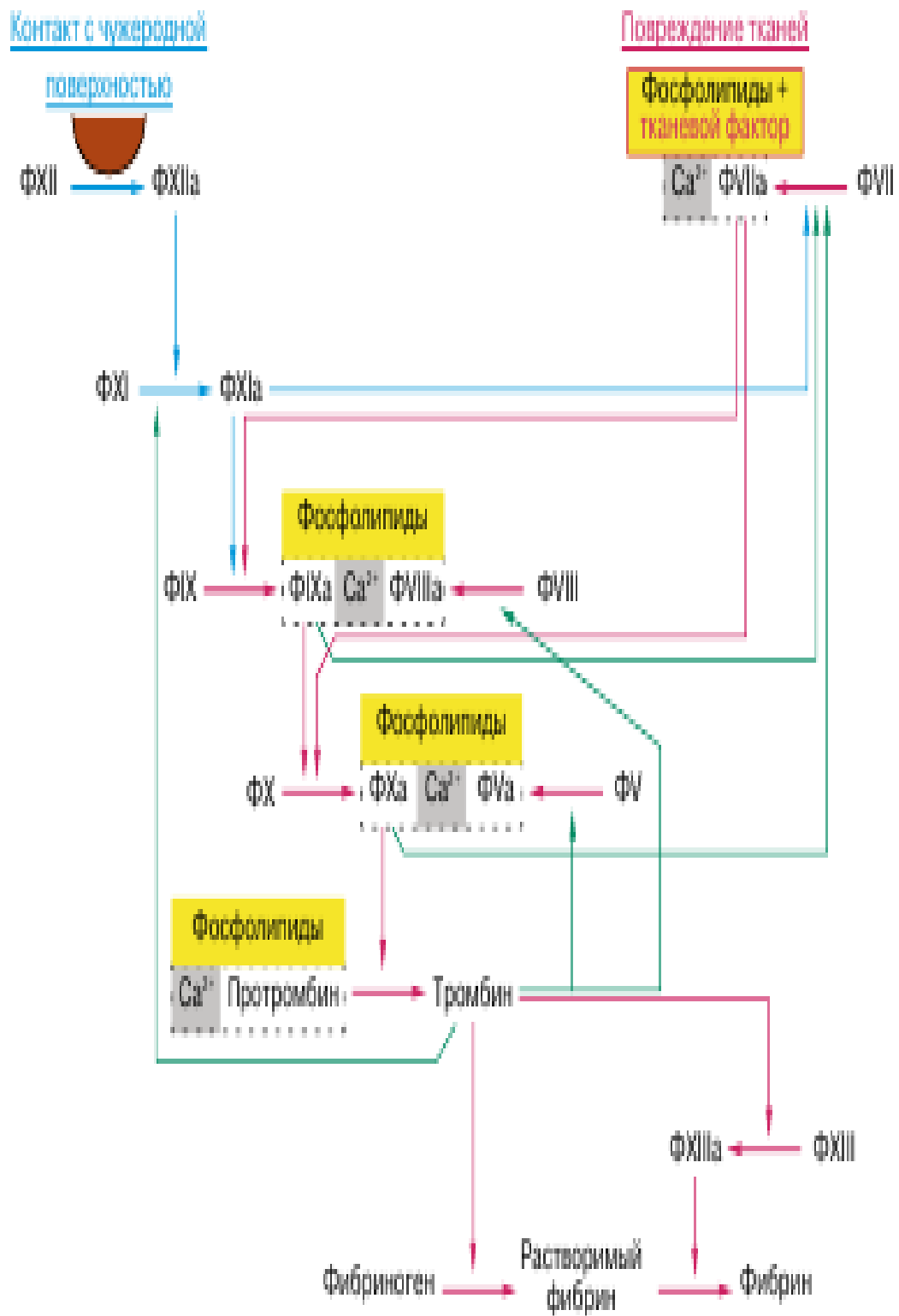


Рисунок 2 – Схема згортання крові. Головний каскад позначений червоним кольором, контактна фаза внутрішнього шляху згортання крові – синім кольором, зворотні шляхи – зеленим кольором.