

Лекція 14

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 $pH = 7,4$.

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** (β -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 аланінамінотранснази, аспартатамінотранснази.

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

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 К. 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 К, 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 (FV)** і специфічним антигеном, активується тромбіном.

Фактор IX – Крістмас фактор – антигемофільний фактор V, глікопротеїд, синтезується в печінці під впливом вітаміну К, активується факторами XIa , $VIIa$, $IIIa$, 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 III.

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.

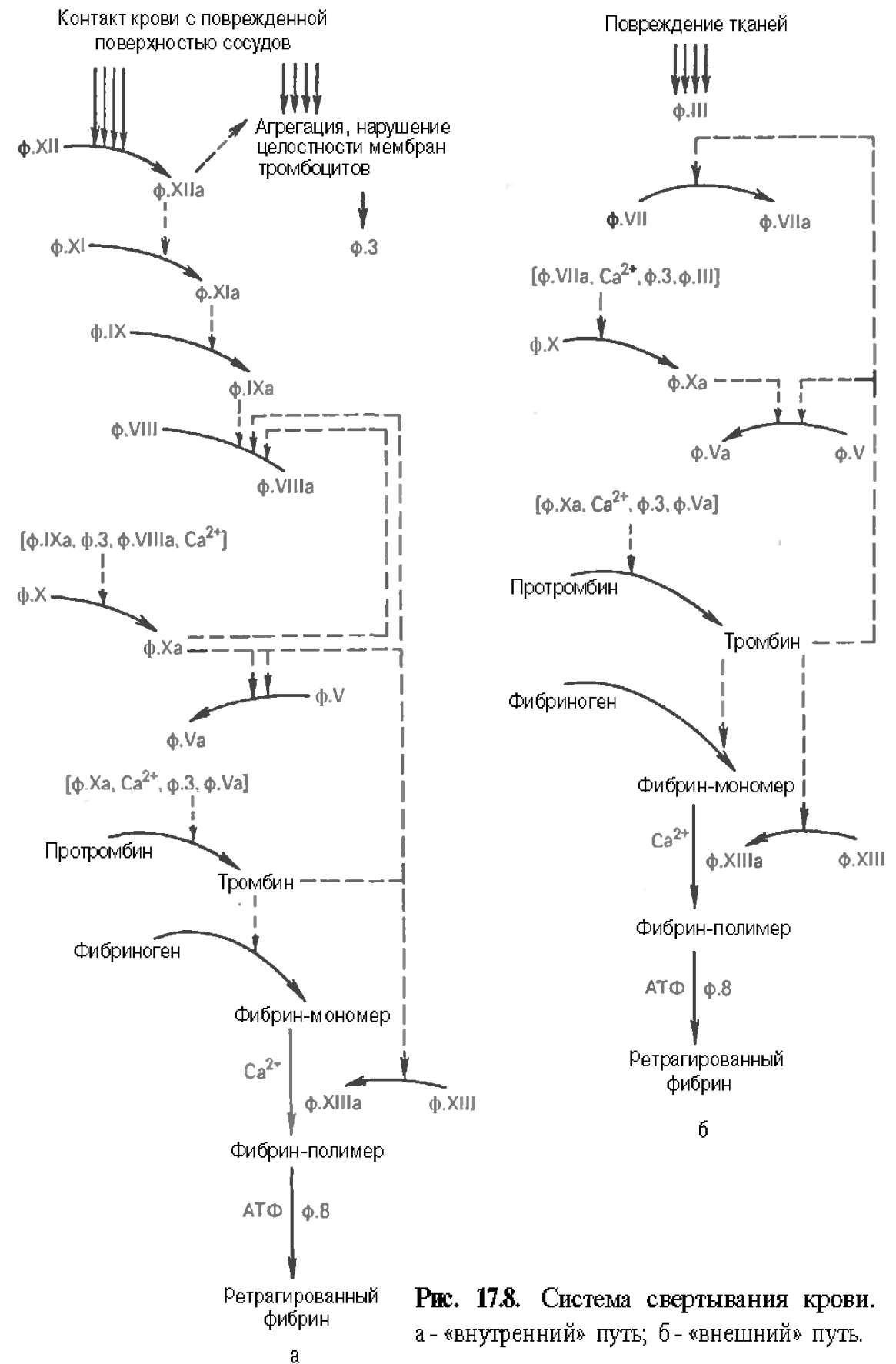


Рис. 178. Система свертывания крови. а - «внутренний» путь; б - «внешний» путь.

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

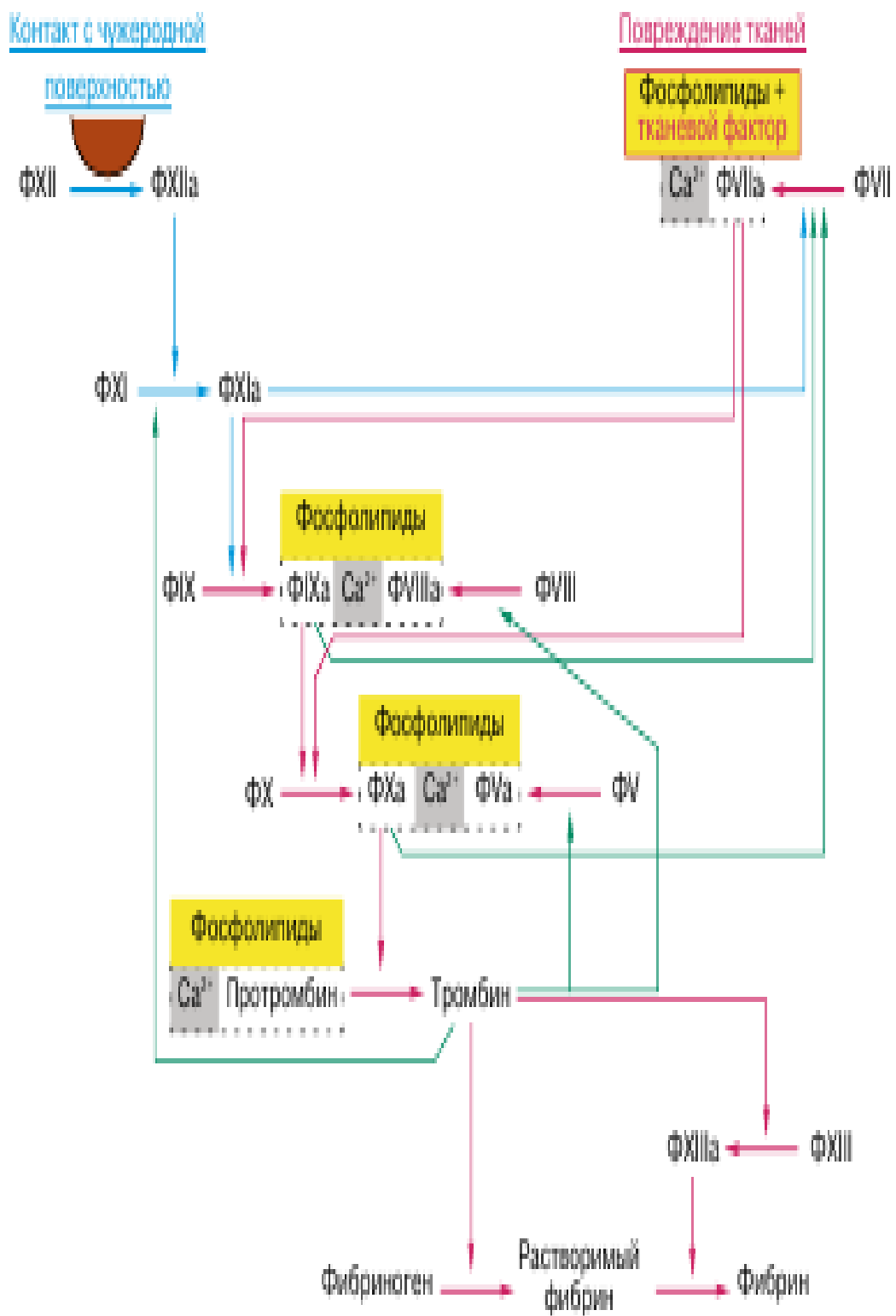


Рисунок 2 – Схема згортання крові. Головний каскад позначений червоним кольором, контактна фаза внутрішнього шляху згортання крові – синім кольором, зворотні шляхи – зеленим кольором.