



**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА АНАТОМІЇ З КЛІНІЧНОЮ
АНАТОМІЄЮ
ТА ОПЕРАТИВНОЮ ХІРУРГІЄЮ**

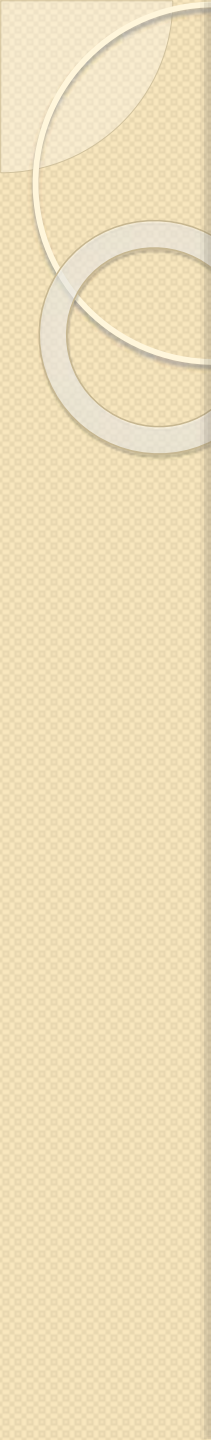
Лекція

Система крові

Полтава-2024

План лекції

- Основні функції крові.
- Склад і об'єм крові у людини. Гематокритний показник.
- Основні фізіологічні константи крові, механізми їх регуляції.
- Плазма, її склад, роль білків плазми.
- Осмотичний і онкотичний тиски.
- Регуляція сталості осмотичного тиску.
- Кисотно-основний стан крові, роль буферних систем у регуляції його сталості.
- Гемостаз
- Механізми підтримання рідкого стану крові



Внутрішнім середовищем організму називають сукупність біологічних рідин (кров, лімфа, тканинна рідина), що омивають усі клітини і тканини організму.

Внутрішнє середовище має відносну сталість складу та фізико-хімічних властивостей, що створює приблизно однакові умови існування клітин організму.

• РІДКІ СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗМУ

- У середньому в людині міститься близько **60%** від маси тіла води, наприклад, для **70 кг** маси це близько **42 л**;
- Весь водний простір організму прийнято ділити на
 - два основні сектори:
 - позаклітинний, на частку якого припадає **20%** від маси тіла, **14 л**;
 - внутрішньоклітинний — **40%** від маси тіла, або **28 л**;
 - Сектор позаклітинної води неоднорідний, тому додатково в ньому виділяється:
 - внутрішньосудинна вода — **5%** від маси тіла, або **3,5 л** води;
 - межклітинна вода — **15%** або **10,5 л**, до неї відносять рідину серозних порожнин, синовіальну рідину, рідину передньої камери ока, спинномозкову рідину і лімфу.

- **СИСТЕМА КРОВІ**

- Це поняття введено в 1939 році радянським
- дослідником-клініцистом Р. Ф. Лангом.
- У систему крові входять:
 - 1) периферична кров, що циркулює по судинах;
 - 2) органи кровотворення — червоний кістковий мозок, лімфатичні вузли, селезінка;
 - 3) органи кроворуйнування — селезінка, печінка, червоний кістковий мозок;
 - 4) регулюючий нейро-гуморальний апарат.
- Кров - це чутливий індикатор, який відображає стан
- організму (тому серед методів обстеження організму важливе місце займає клініко-
- фізіологічний аналіз крові).

- **ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ КРОВІ**
- ❖ **транспортна**;
- ❖ **дихальна** (варіант транспортної функції,
 - **перенесення кисню і вуглекислого газу**);
- ❖ **трофічна**, варіант транспортної функції - **доставка до тканин поживних речовин**;
- ❖ **екскреторна**, варіант транспортної функції— **доставка екскретуючих з організму речовин до органів виділення**;
- ❖ **терморегулююча** — **перенесення тепла з одних областей тіла в інші**;

- ❖ **забезпечення водно-сольового обміну** — транспорт води та іонів;
- ❖ **гуморальна регуляція** — транспорт гуморальних регуляторів від місця їх синтезу до органів- мішеней;
- ❖ **забезпечення гомеостазу організму** — підтримання сталості внутрішнього середовища організму;
- ❖ **захисна функція** — здійснення неспецифічного та специфічного імунітету.
- ❖ **здійснення креаторних зв'язків** тобто
 - межклітинна передача інформації, забезпечується регуляція синтезу білків, відновлення та підтримання структури тканин.

1. Об'єм крові — 4-6 л або 6—8% від маси тіла. (депо крові: печінка-20%, селезінка —до16%, у судинах шкіри 10%.

2. Гематокринне число —кількість формених

- елементів крові, у відсотках від загального об'єму крові — 40-45%. Один з провідних клінічних показників крові, що відображає співвідношення між форменими елементами крові і рідкої її частиною.

- При збільшенні гематокриту збільшується в'язкість крові (у нормі при адаптації до високогір'я, при патології: зневоднення організму, при збільш. кількості еритроцитів).

• **СКЛАД КРОВІ**

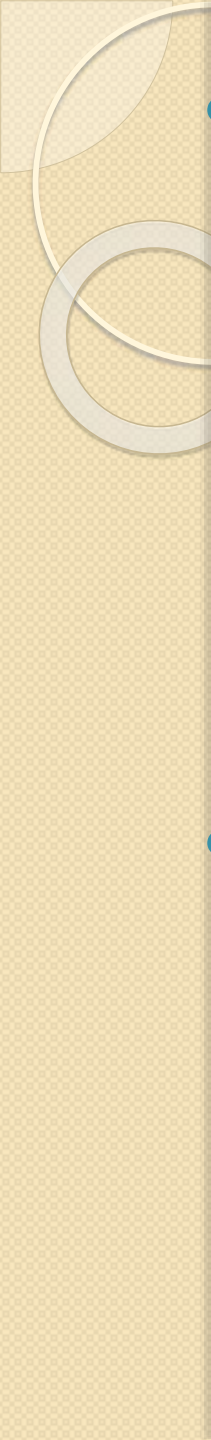
- **Кров** складається: з плазми і
- формених елементів (еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцити).
- **Плазма крові** складається: води **91%**; солі (електроліти), білки, жири, вуглеводи, продукти обміну, гормони, ферменти, вітаміни, розчинені гази, ін. органічні речовини - **1,1%**; не органіч. речовини - **0.9%**. Білки - **7-8%** або **65-85 г/л**, альбуміни – **4-5%**, глобуліни - **2,5- 3%**, фібриноген.

Осмотичним тиском називається тиск, який зумовлений електролітами і деякими неелектролітами з низькою молекулярною масою

- Осмотичний тиск крові підтримується на досить сталому рівні, що регулюється роботою нирок, виділенням поту, вмістом водяної пари у видихуваному повітрі.
- Осмотичний тиск крові людини становить 700–800 кПа.
- Розчини з однаковим осмотичним тиском називаються ізотонічними.
Ізотонічними стосовно крові є 0,9 % розчин NaCl та 5 % розчин глюкози.
Розчини з більшим осмотичним тиском — гіпертонічні, з меншим — гіпотонічні.
- Онкотичний тиск – це частина осмотичного тиску крові, обумовлена високомолекулярними сполуками й становить 3,5–3,9 кПа.

- **Функції білків:**

- ❖ **Поживна** (в 3 л плазми розчинено близько 200 г/л).
- ❖ **Захисна роль** (гуморальний імунітет, синтез білків, згортання крові, фібриноліз).
- ❖ **Участь у підтриманні**: онкотичного тиску; буферних властивостей крові; в'язкості крові; щільності крові; обміну речовин, у процесах репарації; росту і розвитку клітин організму; в утворенні тканинної рідини; лімфи; всмоктування води; утворення сечі.
- ❖ **Транспортна роль** (перенесення різних речовин: білірубіну, солей важких металів, жирних кислот, фармакологічних

- 
- Кисотно-основний баланс — частина гомеостазу організму, що полягає у підтриманні сталості водневого показника (pH) у рідинах тіла. В людини він становить: близько 7,4 в артеріальній крові, 7,35 у венозній крові і тканинній рідині, приблизно 7,0 у цитозолі клітин.
 - Буферні системи є першою ланкою захисту організму від порушення кислотно-основного гомеостазу, у рідких тканинах організму працюють три основні буферні системи: бікарбонатна, фосфатна та білкова

Тромбоцити або кров'яні пластинки.

- Форма - кругла або дещо овальна. Не мають ядра. Мають двошарову мембрану.
- К-ть тромбоцитів = $180-380 \times 10^9 / \text{л}$
- Діаметр - 2-3 мкм. Здатні збільшуватися в 5-10 разів.

- Утворюються в кістковому мозку, гинуть в селезінці і печінці.
- Видалення селезінки призводить до збільшення к-сті тромбоцитів (немає депо).
- Збільшення селезінки (спленомегаля) призводить до збільшення селезінкового депо тромбоцитів і призводить до важкої тромбоцитопенії.

Тромбоцити містять до 200 гранул. Усі гранули поділяються на три типи:

1. НЕБІЛКОВІ - містять АДФ, адреналін, норадреналін, серотонін.

2. а-ГРАНУЛИ - вмісні білки:

Компонент:	Функція:
- Тромбоцитарний ф-р.	Репарація за рахунок посилення.
- Трансформуючий ф-р росту.	Репарація тканин.

- Тромбоцитарний ф-р 4.

**Нейтралізація гепарину,
запал. процес.**

- Тромбомодулін.

**Запалення, репарація
тканин.**

- Фібриноген.

**Згортання крові, адгезія
тромбоцитів.**

- Фактор V.

Згортання крові.

- Протеїн S.

Антикоагулянт.

- Альбумін.

Зв'язування гормонів,
токсинів, лікарських.
препаратів.

- Імуноглобулін.

Імунітет.

3. ЛІЗОСОМИ - містять ферменти гликолізу, АТФ, АТФ-ази, ферменти пентозофосфатного циклу.



МЕМБРАНА ТРОМБОЦИТУ –ДВОШАРОВА.

На мембрані тромбоцита знаходяться рецептори:

- Відповідальні за адгезію тромбоцитів до колагену субендотелію.
- Са-залежний комплекс, який зв'язує на тромбоцитах фібриноген, що забезпечує агрегацію та ретракцію.

- Мембрана багата на арахідонову кислоту, яка використовується для синтезу простагландинів, з метаболітів в яких формується тромбоксан A_2 (викликає агрегацію тромбоцитів).
- Містить тромбоцитарний фактор 3.

Отже, мембрана тромбоцитів є зоною рецепції та передачі стимулів, володіє набором субстанцій, необхідних для агрегації, адгезії і ретракції.

Збільшення тромбоцитів – **тромбоцитоз:**

- Фізіологічний – після фізичного навантаження, стресу, при больовому подразненні.
- Патологічний – при видаленні селезінки (спленектомія), сепсисі, після крововтрати, при онкологічних захворюваннях.

- Зменшення к-сті тромбоцитів – **тромбоцитопенія.**

Виникає при захворюванні червоного кісткового мозку, при активації згортання крові, при лікуванні кортикостероїдами.

- **Тромбоцитопатія** – якісна неповноцінність і дисфункція тромбоцитів при нормальному або зниженому їх вмісті. Причина: продукція патологічних тромбоцитів в червоному кістковому мозку або деструкція тромбоцитів у всіх відділах системи крові.

ФУНКЦІЇ ТРОМБОЦИТІВ

1. Ангіотрофічна (15% тромбоцитів витрачається на цю функцію).

2. Адгезивно-агрегаційна. *У нормі тромбоцити відштовхуються від ендотелію, тому що тромбоцити і судинна стінка мають однаковий заряд.*

3. Участь тромбоцитів **в імунологічних реакціях** (тромбоцити фагоцитують чужорідні тіла, віруси, імунні комплекси).

4. Судинно-тромбоцитарний гемостаз.

5.Участь в згортанні крові (тромбоцитарний

тромбопластин, антигепариновий ф-р, антифібринолітичний ф-р, антитромбопластичний ф-р, тромбостенін, серотонін, активатор тромбопластина, АДФ-фактор агрегації).

Під час утворення тромбоцитарної пробки відбувається дезагрегація тромбоцитів через виділення антиагрегантів, зокрема простацикліну, аденозіндифосфотази (АДФази) і ферментів, синтезованих інтактними сусідніми ендотеліальними клітинами.

Судинно-тромбоцитарний гемостаз. Стадії:

1. Тимчасовий спазм кровоносних судин (10-15 сек) за рахунок викиду адреналіну.

2. Утворення тромбоцитарної пробки:

- зміна заряду судинної стінки (за рахунок пошкодження);
- колаген-компонент сприяє адгезії тромбоцитів;
- фібронектин, фактор Віллібранда, АДФ, адреналін, норадреналін (виділяються з судинної стінки).

Настає активація тромбоцитів (втрачають форму, збільшуються, утворюють відростки). Паралельно з адгезією настає агрегація тромбоцитів.

Настає активація тромбоцитів (втрачають форму, збільшуються, утворюють відростки). Паралельно з адгезією настає агрегація тромбоцитів.

Тромбоцити виділяють:

АДФ, адреналін, серотонін, тромбоцитарні фактори 3,4 та інші речовини.

3. Ретракція тромбоцитарної пробки (з тромбоцитів виділяється тромбостенин).

Тривалість судинно-тромбоцитарного гемостазу 2-4 хвилини.

Оцінка стану судинно-тромбоцитарного гемостазу:

- 1)Визначають к-сть тромбоцитів.**
- 2)Час кровотечі.**
- 3)Функціональний стан тромбоцитів з допомогою агрегаторів.**

Тромбоцитопоез - регуляція утворення тромбоцитів:

- 1. Специфічний шлях - за рахунок тромбоцитопоетинів (утворюються в кістковому мозку, селезінці, печінці).**
- 2. Неспецифічний шлях (гормони, вегетативна н. с-ма, продукти харчування)**

ГЕМОСТАЗ – це комплекс реакцій,
спрямованих на зупинку кровотечі.

Розрізняють: судинно-тромбоцитарний і
коагуляційний гемостаз.

Система гемостаза виконує три функції:

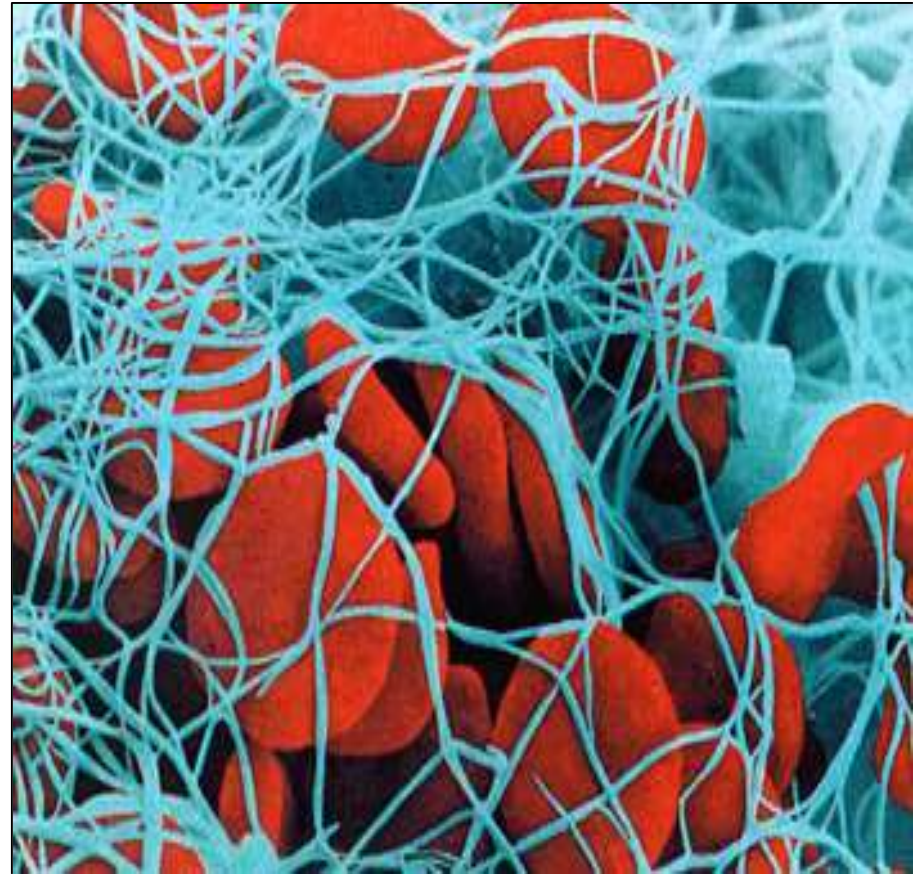
- зберігає кров у рідкому стані;
- попереджає кровотечі, підтримуючи структурну цілісність стінок кровоносних судин;
- зупиняють кровотечі при пошкодженні судин.

Плазмові фактори згортання крові:

I. Фібриноген - утворюється в печінці.

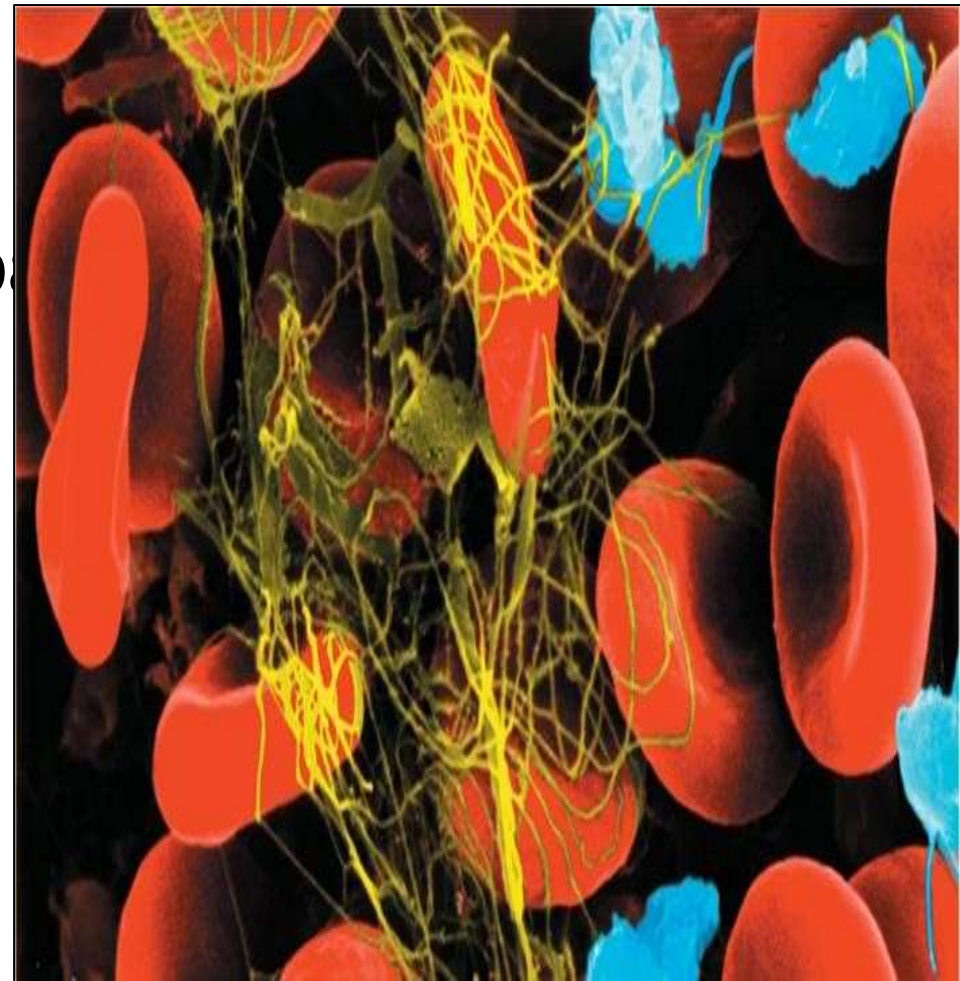
Бере участь в агрегації тромбоцитів,
необхідний для репарації тканин.

В нормі його вміст у
крові від 2 до 4 г / л.
(зменшення конц.
фібриногену в крові –
гіпофібриногенемія,
збільшення –
гіперфібриногенемія).



II. Протромбін - глікопротеїн, що утворюється в печінці при наявності вітаміну К. Під впливом протромбінази переходить в тромбін (II а). В нормі його вміст 0,1-0,15 г / л.

III. Тромбопластин –
фосфоліпід,
входить до складу мембр.
більшості клітин, що
є матрицею
для освіти
протромбінази
по зовнішньому шляху.



IV. Ca²⁺ - бере участь в утворенні комплексів, що входять до складу протромбінази, необхідний для агрегації тромбоцитів, ретракції. У крові його вміст становить 0,03-0,04 г/л.

V. Акцелератор-глобулін - білок, який утворюється в гепатоцитах, вітамін-К-незалежний, активується тромбіном. Вміст в нормі до 0,01 г / л. Відсутність цього чинника в крові захворювання парагемофілія

VII. Проконвертин -вітамін К-залежний чинник, глікопротеїн, що утворюється в печінці. Вміст в нормі в крові близько 0,005 г / л. Вроджена відсутність цього чинника - хвороба Александера, або Парагемофілія.

VIII. Антигемофільний глобулін А (АГГ) – глікопротеїн. В нормі його вміст 0,01-0,02 г / л. При його відсутності або різкого зниження виникає захворювання – гемофілія А.

ІХ. Фактор Крістмаса, антигемофільний фактор В - глікопротеїн, що утворюється в печінці при участі вітаміну К. В нормі його близько 0,003 г/л. При його відсутності захворювання - гемофілія В.

Х. Фактор Стюарт-Прауэра - глікопротеїн, що утворюється в печінці при участі вітаміну К. Його вміст в нормі близько 0,015 г/л.

XI. Плазмовий попередник

тромбопластину - глікопротеїн,
активується факторами XIIIa. Його
вміст в нормі 0,005 г/л.

XII. Фактор Хагемана, або контакту-
білок, активується негативно
зарядженими поверхнями,
адреналіном, калікреїном. Зміст його
в нормі близько 0,03 г/л

XIV. Фібринстабілізуючий фактор (ФСФ).

Фібриназа – глобулін, синтезується фібробластами і мегакариоцитами, стабілізує фібрин, необхідний для нормального перебігу регенеративних процесів. В нормі його вміст близько 0,01-0,02 г / л.

XIV. Фактор Флетчера, прекалікреїн - білок, що бере участь в активації фактора XII, плазміногену та ВМК. В нормі його вміст близько 0,05 г/л.

XV. Фактор Фітцджеральда, ВМК - активується калікреїном, бере участь в активації факторів XI, XII і фібринолізу. В нормі його вміст близько 0,05 г/л.

Внутрішній механізм

Зовнішній механізм

Пошкодження

Фрагмент мембран
клітин (фактор III)

VII-VIIa

X-Xa

V-Va

**I фаза –
утворення
протромбіназів.**

(Xa+Va+Ca+III)
протромбіназа

Ушкоджена поверхня,
гіперадреналінемія

XII - XIIa

XIV, XV

XII - XIIa

IX - IXa

VIII - VIIIa

X - Xa

V - Va

Xa+Va+Ca+ф-д тром.

II фаза – ПРОТРОМБІН

↓
XIII → XIIIa + Ca

↓
ТРОМБІН

Схема згортання крові
(продовження).

III фаза – ФІБРИНОГЕН

↓
ФІБРИН

Im → Io → Id → Is → Ii

МЕХАНІЗМ ПІДТРИМАННЯ РІДКОГО СТАНУ КРОВІ

1. Висока швидкість течії крові по судинам (де менше швидкість течії крові, там більше загроза внутрішньосудинного згортання крові).
2. Однаковий заряд ендотелію судин і формених елементів крові.
3. Фактори згортання крові знаходяться в неактивному стані.

4.Наявність у плазмі крові інгібіторів деяких факторів згортання (VIIIa. IXa. Xa. XIIa. XIa).

5.Особливі речовини ендотелію судин:

- вироблення інгібітору агрегації простацикліну;**
- вироблення тканинного активатора фібринолізу;**
- на ендотелії судин фіксований комплекс: антитромбін III гепарин;**
- ендотелій здатний видаляти з кровотоку активовані фактори згортання крові.**

6.Наявність в крові антикоагулянтів:

**Первинні - антітромбопластини
(виробляються ендотелієм, вітамін
К залежні протеїни, інгібують ф-р
V, VIII, білок ендотелію -
тромбомодулін, плацентарний
антикоагулянтний протеїни та ін),
антитромбіни (інгібують дію
тромбіну).**

Антитромбін III - інгібує до 70% тромбіну, фактори IXa, Xa, XIa, XIIa. Білок утворюється в печінці, нирках, селезінці, легенях, кровоносних судинах. Концентрація антитромбіну III зменшується: з віком, менше у жінок ніж у чоловіків, у вагітних. У осіб II групи крові, при захворюванні тих органів де утворюється.

Гепарин є антитромбіном,
полісахарид. У крові знаходиться
у базофілах, судинах, впливає на
агрегацію тромбоцитів.

Має протівірусну, протизапальну
дію. Руйнується у печінці
ферментом гепариназою.

Вторинні антикоагулянти -

утворюються в процесі згортання крові та фібринолізу:ПДФ (продукти деградації фібриногену), продукти деградації протромбіну, фібрин.

Фібриноліз - процес спрямований на розчинення фібринового згустку, зменшення згортання крові

Схема ФІБРИНОЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ

I фаза – Утворення і збільшення активаторів

Внутрішній механізм

фактор XI (залежний),

фактор XII (незалежний)

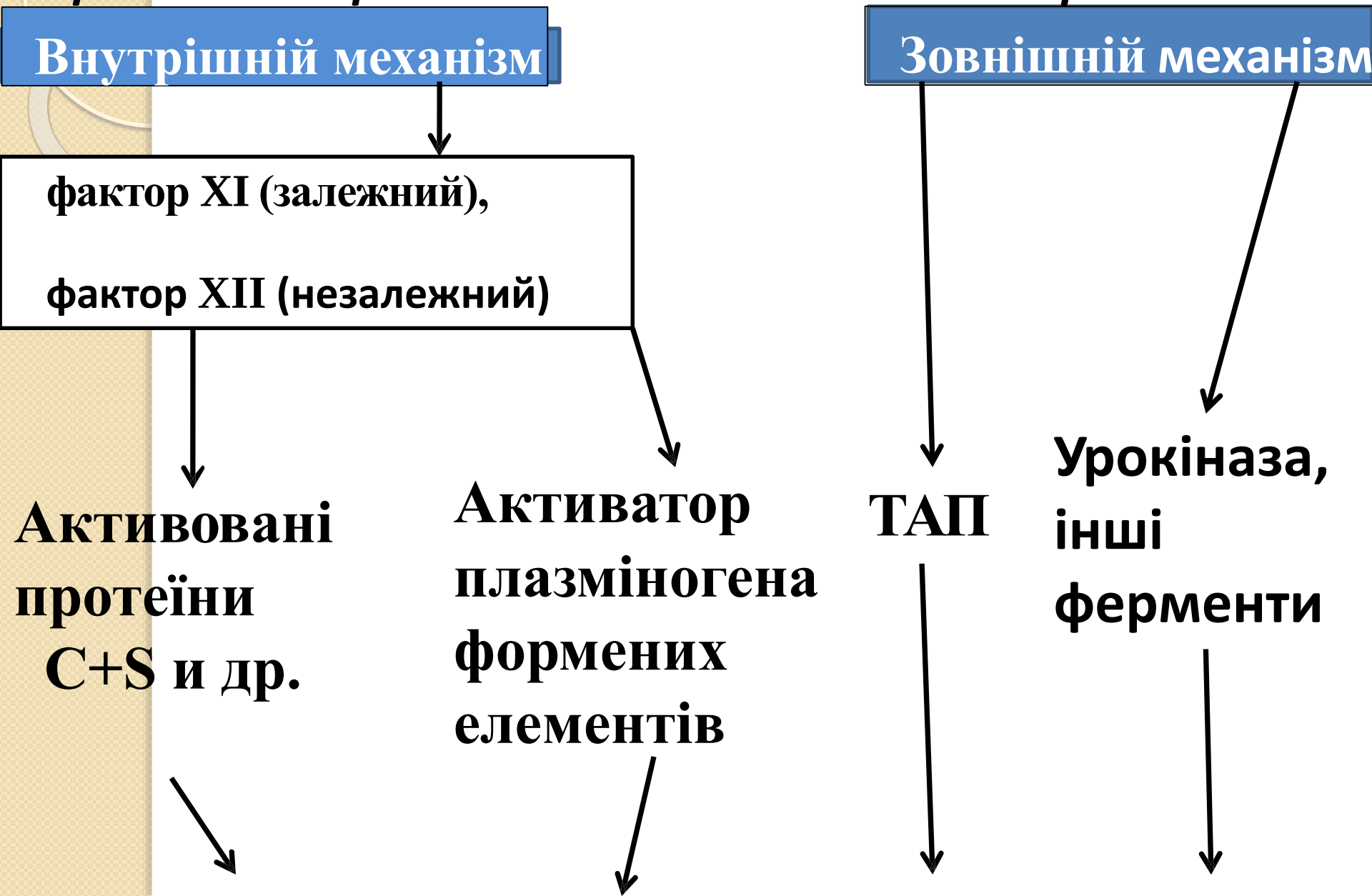
**Активовані
протеїни
C+S и др.**

**Активатор
плазміногена
формених
елементів**

Зовнішній механізм

ТАП

**Урокиназа,
інші
ферменти**



XIIa+
калікрин+
ВМК

II-фаза - ПЕРЕХІД ПЛАЗМІНОГЕНУ В ПЛАЗМІН

Плазміноген

Плазмін

**III-фаза – РОЗПАД
ФІБРИНА/ФІБРИНОГЕНА**

Фібрин - - - - **ПДФ**

- **Тривалість процесу фібринолізу від декількох годин до декількох днів.**
- **Фібриноліз знижує ступінь запальної реакції, перешкоджає розвитку атеросклерозу, сприяє загоєнню ран в порожнині рота.**

Література

- Філімонов В. І. Фізіологія людини. – К.: Медицина, 2021. – 488 с.
- Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин. К. Вища школа.- 1991.- С.3- 33.
- Сидоренко П. І., Бондаренко Г. О., Куц С. О. Анатомія та фізіологія людини. – К.: Медицина, 2015. – 248 с.
- Федонюк Я.І. Анатомія та фізіологія з патологією. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 676 с.
- Михалевич Р.Ф. Анатомія та фізіологія з основами патології. – К.: Здоров'я, 2001. – 175 с.