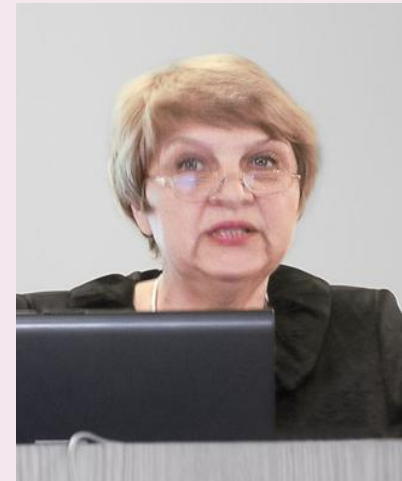




*Національний університет
“Чернігівський колегіум”
імені Т.Г. Шевченка*

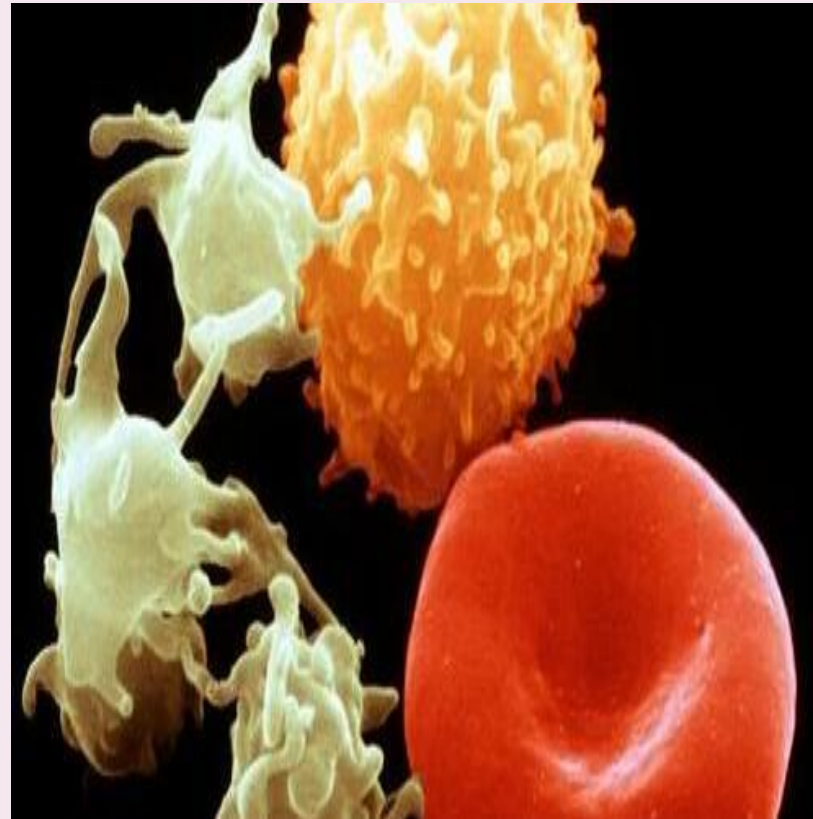


Курс Фізіологія людини
A4.11 Середня освіта (Фізична культура)

*Професорка кафедри БОФВЗС, доктор
біологічних наук, професорка кафедри
біології А.О. Жиденко*

Лекція 9. Фізіологія крові

1. Внутрішнє середовище організму. **Склад крові**, її функції.
2. Склад та функції плазми.
3. Будова та функції **еритроцитів**, лейкоцитів, (імунні властивості крові), тромбоцитів.
4. **Зсідання (згортання) крові**. Фібриноліз.
5. **Поняття про лімфу та її функції.**



1. Внутрішнє середовище організму

Компоненти та їх розташування

Кров

Серце та
кровоносні
судини

Тканинна рідина

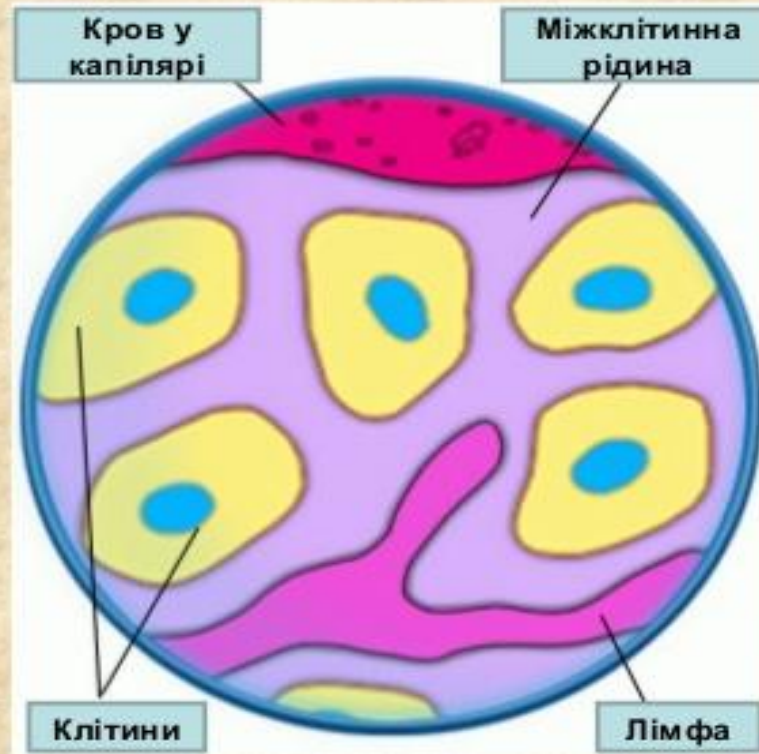
Між клітинами
тканин

Лімфа

Лімфатичні
судини

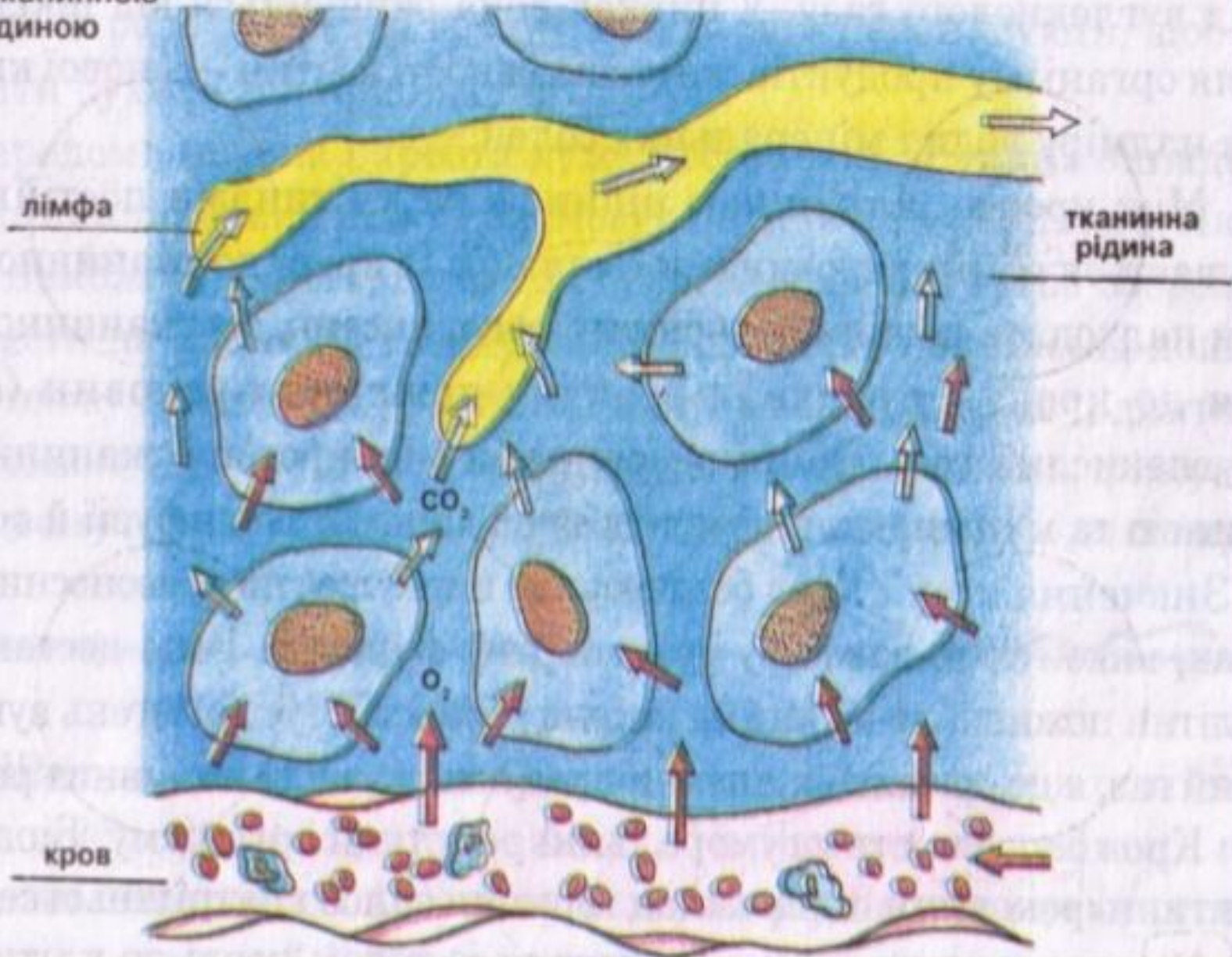
Внутрішнє середовище організму

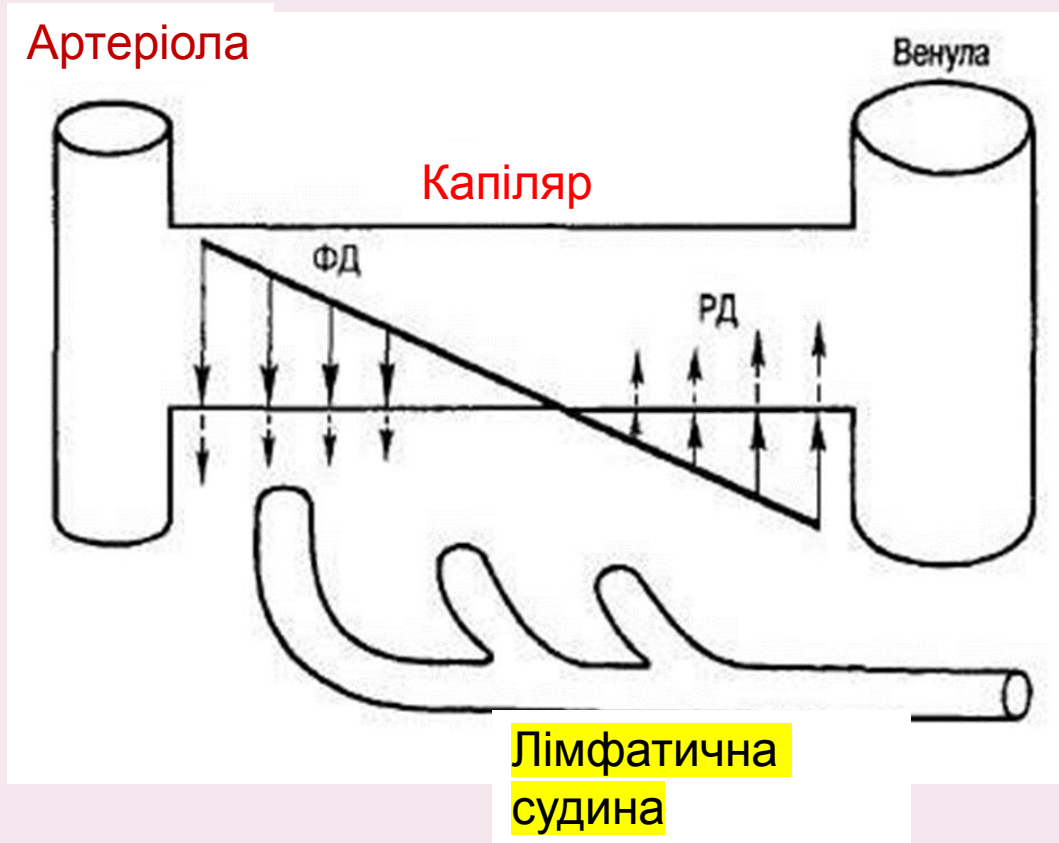
Компоненти та їх розташування



Кров через стінки капілярів просочується в міжклітинний простір і стає **тканинної рідиною**, яка відсмоктується за допомогою лімфатичних капілярів і у вигляді **лімфи** з лімфатичних судин потрапляє в вени, стає знову кров'ю

Обмін між кров'ю,
лімфою
і тканинною
рідиною

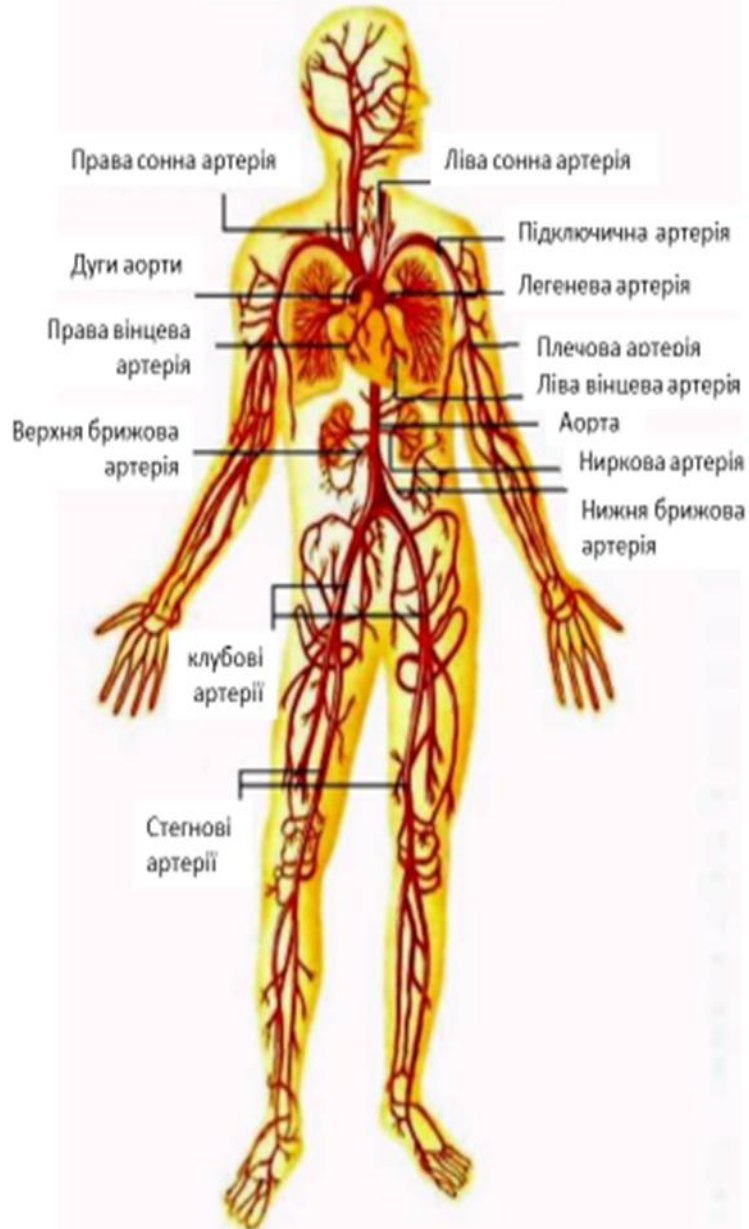




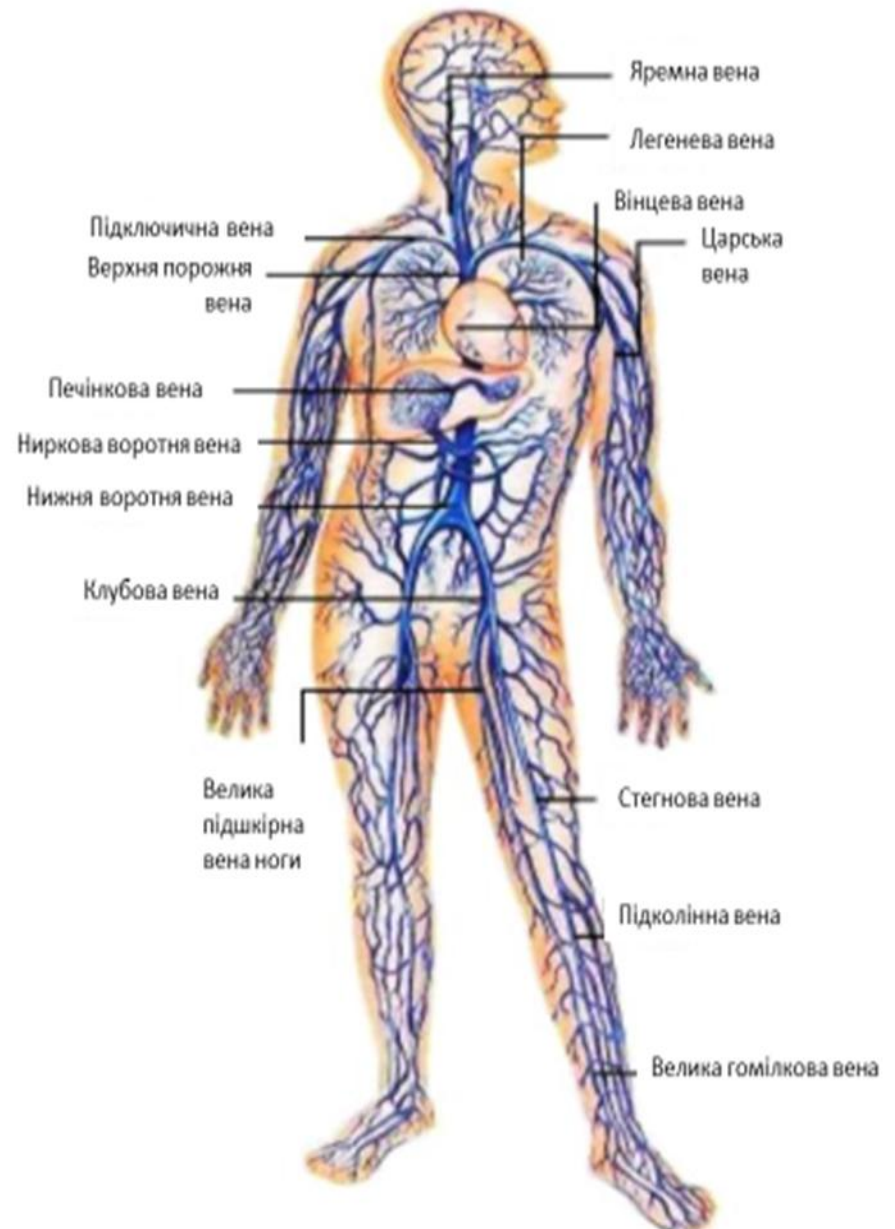
Обмін рідини через стінку капіляра.
 Стрілками позначено напрямки руху рідини і зміну величини рушійної сили в напрямку ходу капіляра. ФТ — фільтраційний тиск, РТ — реабсорбційний тиск

Об'єм циркулювальної крові (ОЦК) - одна з констант організму. Однак ОЦК - не суто постійна величина, залежить від віку, статі, функціональних особливостей конкретної людини. Так, у дорослого молодого чоловіка **ОЦК становить близько 7 % маси тіла (4-6 л).** У жінок у судинному руслі крові трохи менше, ніж у чоловіків - **близько 6 % маси тіла.** У немовлят - **близько 10 % маси тіла.** Лише до періоду статевого дозрівання він поступово наближається до рівня дорослих.

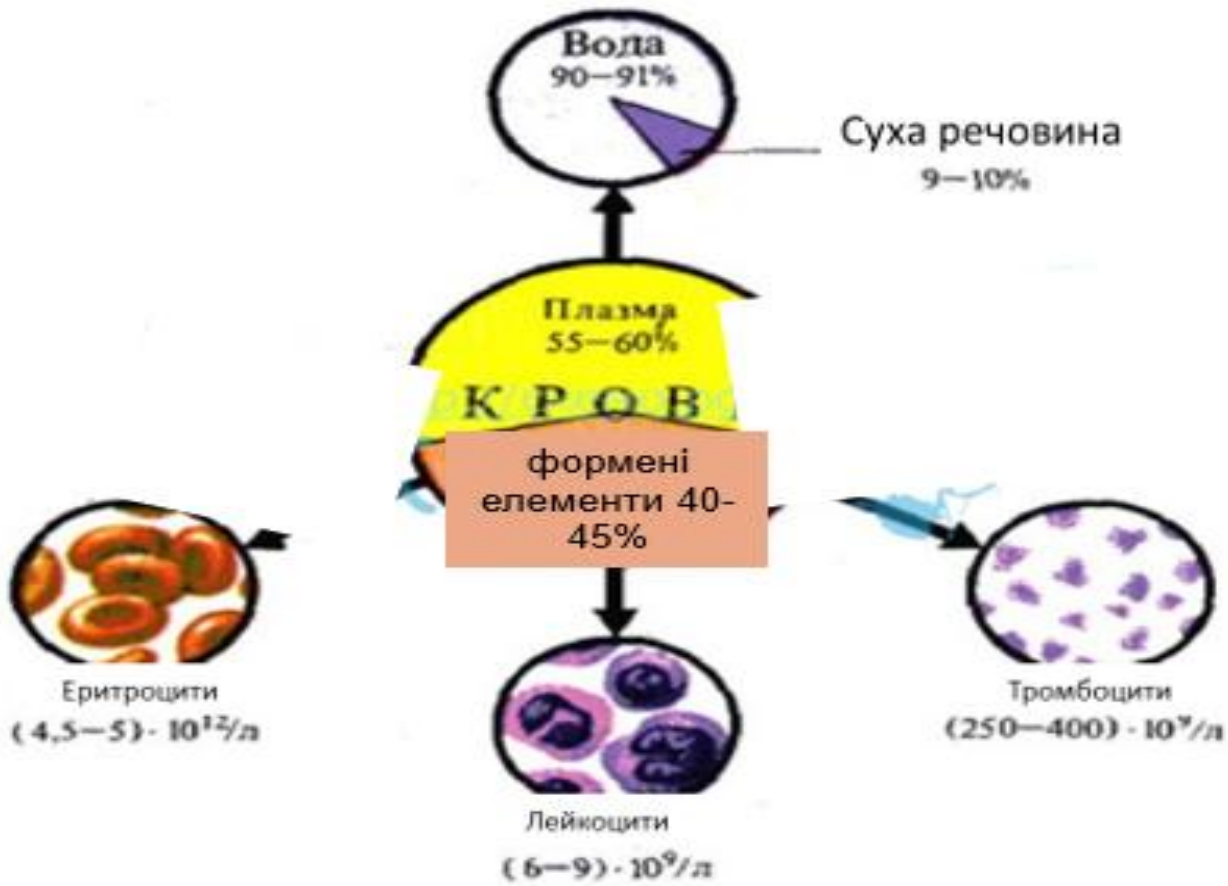
Артеріальна система



Венозна система



2. Склад крові



ФУНКЦІЇ КРОВІ



Дихальна

Поживна (трофічна)

Видільна (екскреторна)

Регуляторна

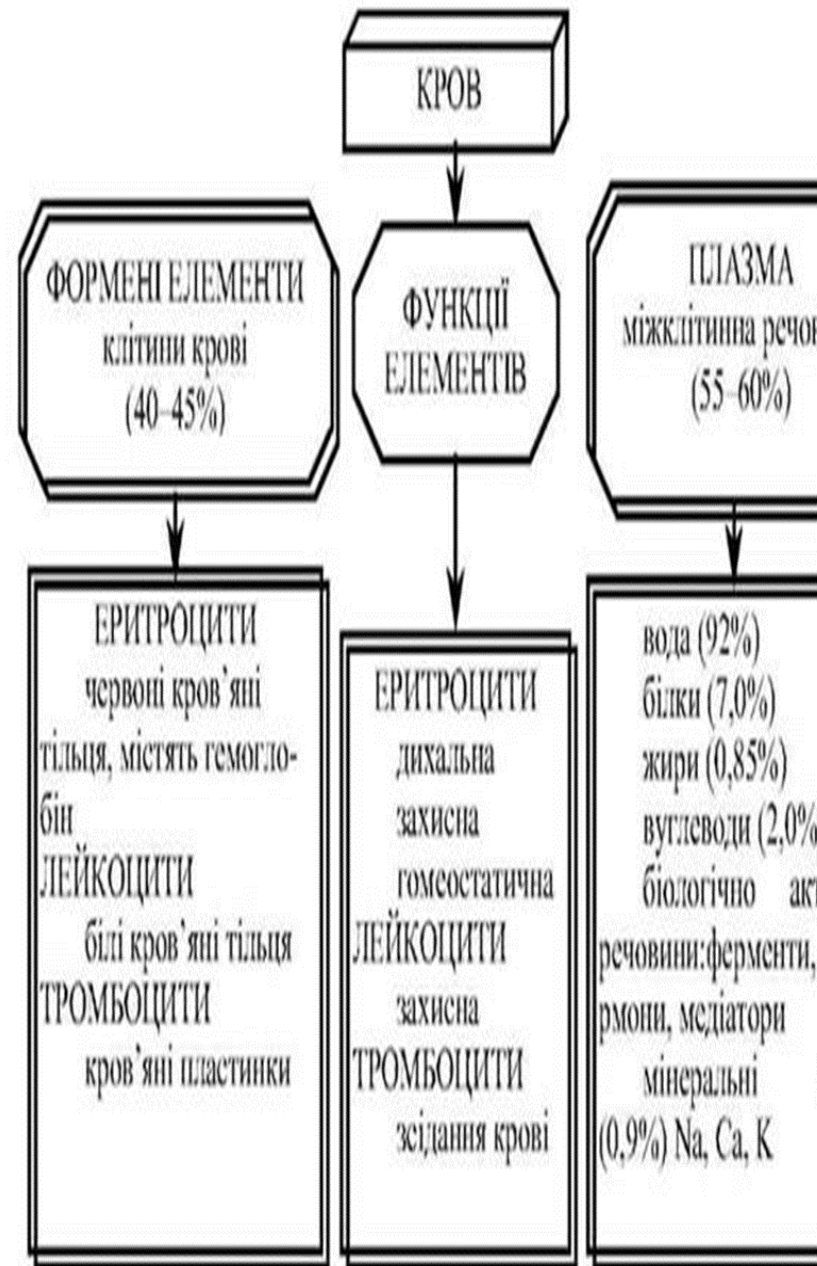
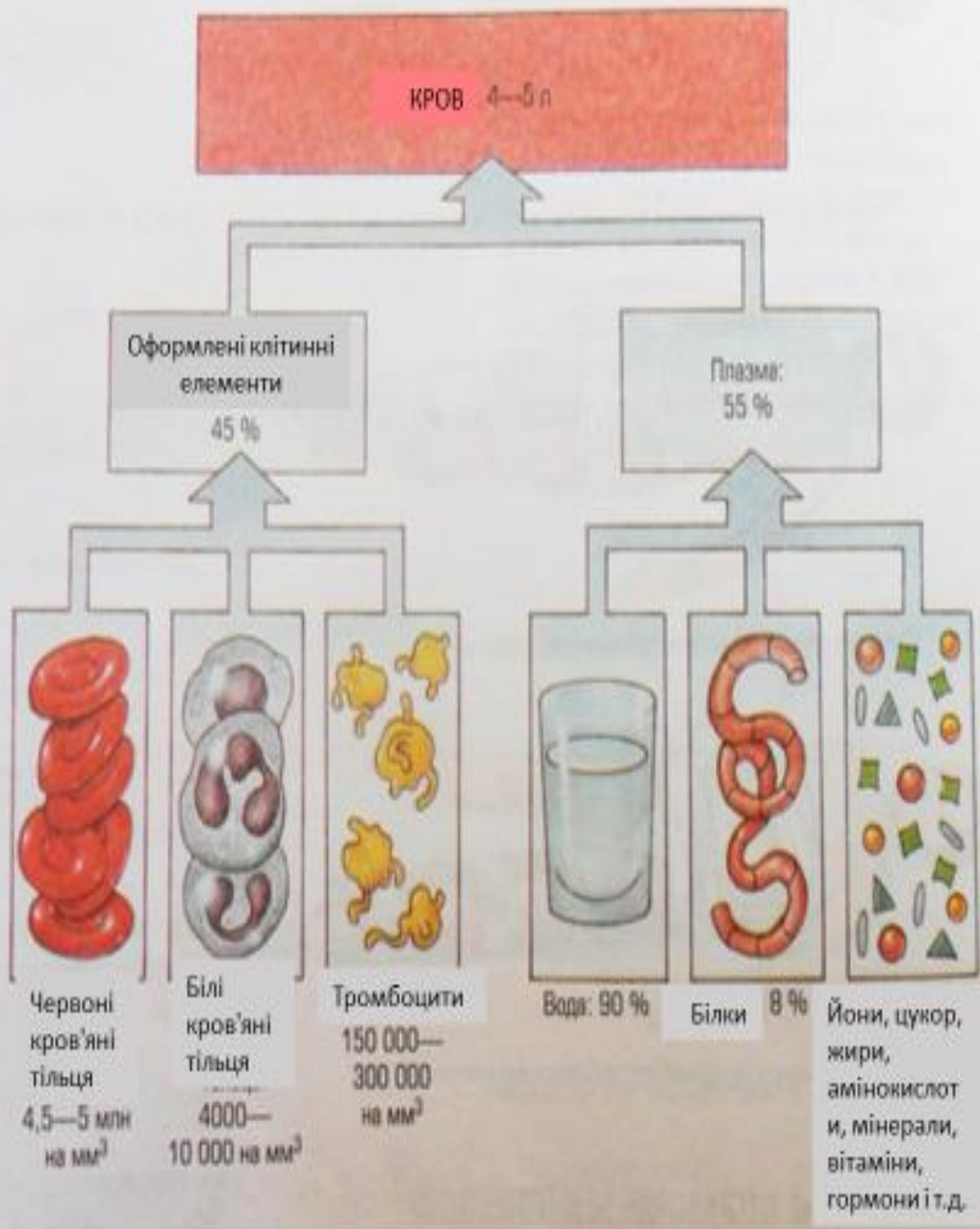
Терморегуляторна

Гомеостатична

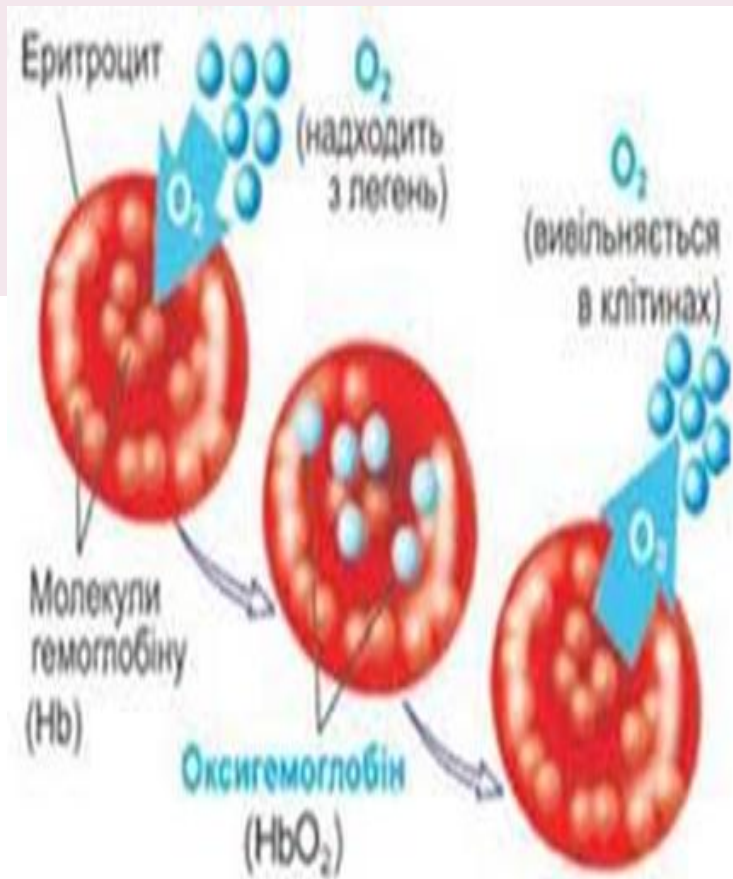
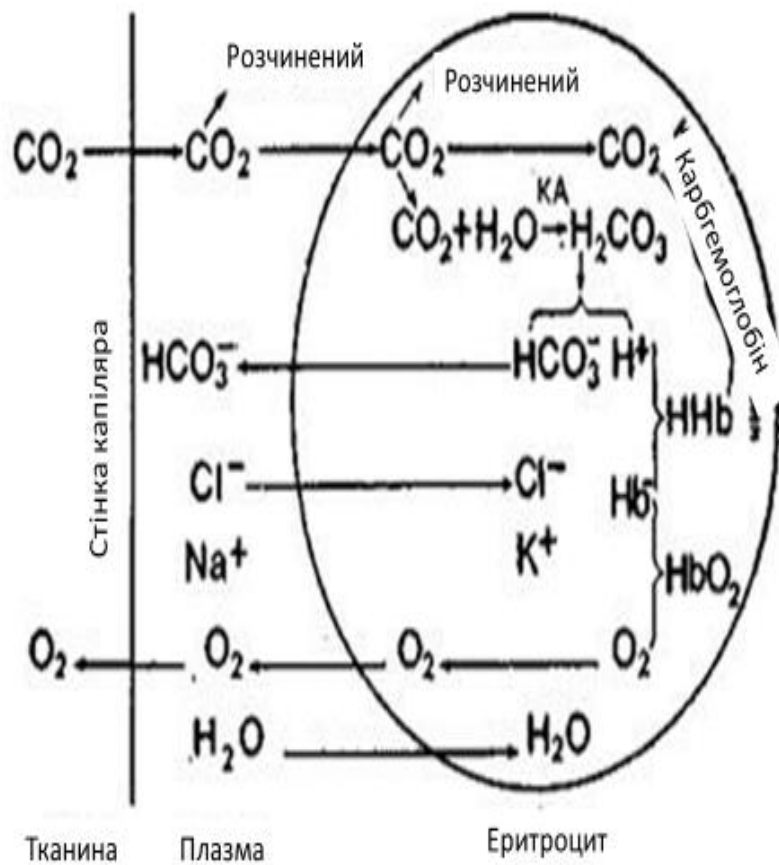
Захисна

Разом з нервовою системою кров встановлює зв'язок між окремими органами, завдяки чому організм функціонує як єдине ціле.

ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ КРОВІ

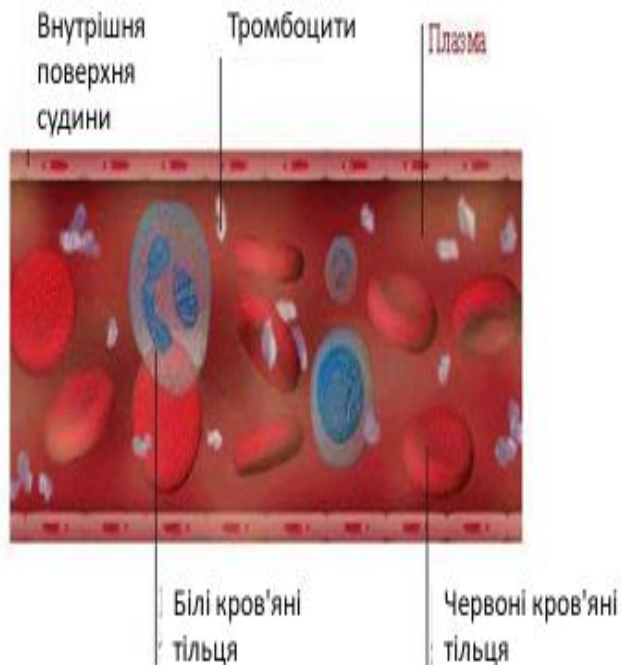


Показник активної реакції крові
pH 7,4 - 7,36



Кров людини

Кров – це суміш різних твердих часточок, які плавають у рідині. Тверді часточки – це кров'яні тільця, які являють собою близько 45% об'єму крові. Більшість цих тілець є саме червоні кров'яні тільця, які й надають колір крові. Решта – це білі кров'яні тільця та тромбоцити. Рідка частина крові складається з плазми. Вона прозора, складається переважно з води і транспортує поживні речовини.



Лабораторне заняття № 12

Фізіологія крові

Мета роботи: порівняти мазок крові людини і жаби, навчитися визначати групи крові та резус-фактор.

Основні положення

При малому збільшенні на препараті крові людини видно велику кількість еритроцитів – маленьких округлих клітин, зафарбованих внаслідок насичення киснем гемоглобіну у блідо-рожевий колір. Серед них зустрічаються одиничні лейкоцити – клітини темно-фіолетового кольору.

Еритроцити (1) внаслідок значної кількості (1мм³ крові 4,5–5 млн) займають майже все поле зору. Нерівномірність кольору (центральні відділи світлі), пов'язана з морфофункційними особливостями цих клітин – високодиференційованих структур, пристосованих до виконання функції переносу кисню і CO₂. У більшості ссавців і людини в процесі еритропоезу (розвиток в червоному кістковому мозку) еритроцити накопичують в цитоплазмі гемоглобін, гублять ядро, набувають форму двоввігнутих дисків. Найбільш тонкий центральний відділ еритроцита містить менше гемоглобіну, ніж його периферична частина, і на препараті просвічується. Зрілі еритроцити не здатні до синтезу нуклеїнових кислот і гемоглобіну. Відносно низький рівень обміну речовин забезпечує достатньо великий період життя еритроцитів – 120 діб.

Матеріали та обладнання: комп'ютер і програмне забезпечення.

ХІД РОБОТИ

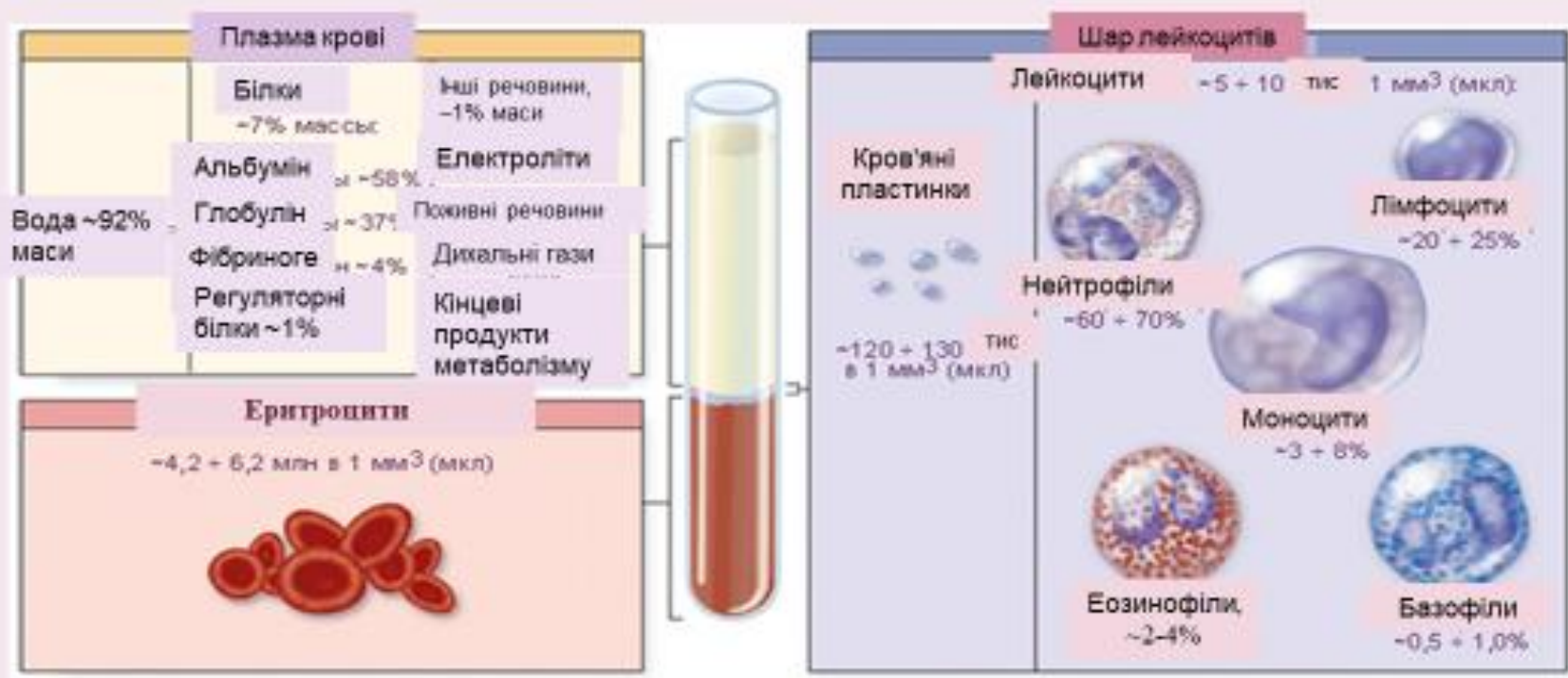
Дослід № 1. Розгляд мікропрепаратів: мазок крові людини і жаби

Виконати завдання з комп'ютера

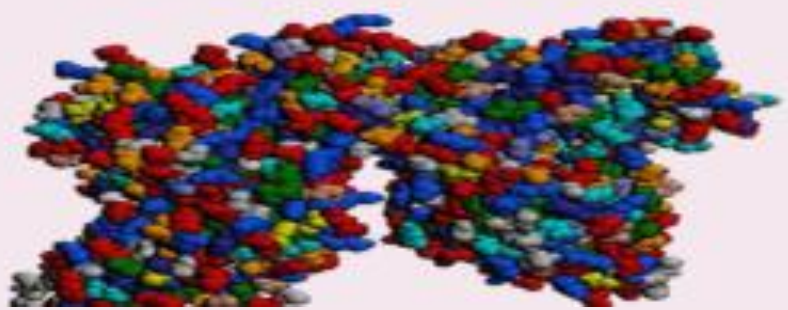
Тема: Вивчення мікроскопічної будови крові (мікропрепарати крові людини і жаби)

Мета: Вивчити мікроскопічну будову крові. Навчитися визначати клітини крові різних типів, вивчити їх функції. Визначити різницю у будові еритроцитів людини і жаби.

Хід роботи:



Human Serum Albumin

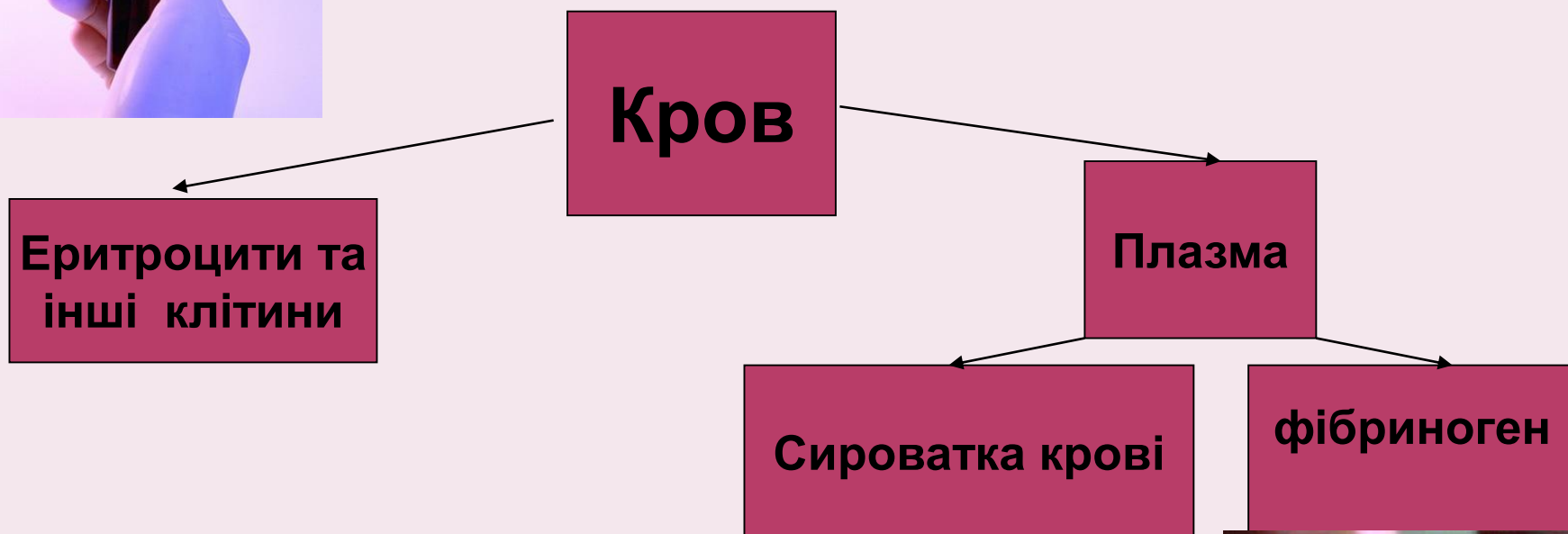




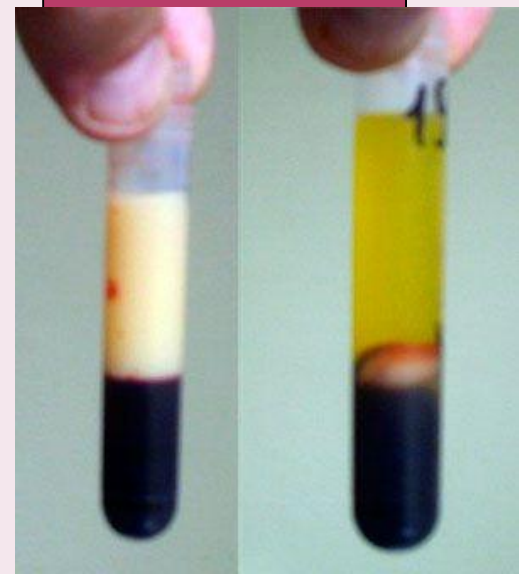
Кількість	Нейтрофіли			Еозинофіли	Базофіли	Лімфоцити	Моноцити
	метаміелоцити	палочкоядерні	сегментоядерні				
%	0—1	1—5	45—70	1—5	0—1	20—40	2—10
Абс. кількість в 1 мкл	До 90	50—400	3000—5600	50—250	До 90	1800—3000	150—600



Сироватка крові



- 1 літр плазми містить 900—910 г води, 65г—85 г білку і 20 г низькомолекулярних сполук. (плазма без білка фібриногену). В сироватці розчинені білки (7—8 % від маси сироватки): альбумін — 4—5 % (транспорт), глобуліни — 3 %, низькомолекулярні компоненти (глюкоза, ліпіди, гормони, вітаміни), проміжні і кінцеві продукти обміну речовин, неорганічні йони.



Білки плазми крові

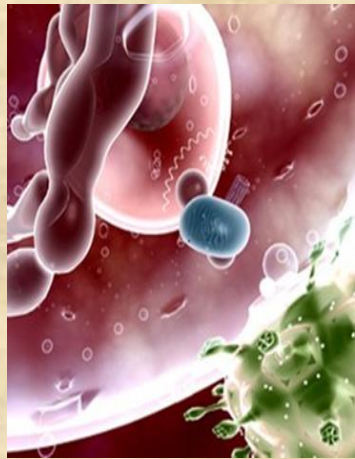


Група	Білки	Мол. маса, кДа	Функція
Альбуміни:	Транстиретил Альбумін 45 г/л	50-66 67	Транспорт тироксину й трийодтироніну. Підтримка осмотичного тиску, транспорт жирних кислот, білірубіну, жовчних кислот, стероїдних гормонів, ліків та неорганічних йонів.
α1-Глобуліни:	Антитрипсин Антихімотрипсин Ліпопротеїн Протромбін Транскортин Кислий глікопротеїн Тироксин – зв'язуючий глобулін	51 58-68 200-400 72 51 44 54	Інгібування трипсину та ін. протеїназ Інгібування хімотрипсину Транспорт ліпідів Фактор згортання крові II, попередник тромбіну (3.4.21.5) Транспорт кортизолу, кортикостерону та прогестерону Транспорт прогестерону Транспорт тироксину та трийодтироніну
α2-Глобуліни:	Церулоплазмін Антитромбін III Холінестераза (3.1.1.8) Плазміноген Макроглобулін Ретинол-зв'язуючий білок Вітамін D-зв'язуючий білок	135 58 100 около 350 90 725 21 52	Транспорт йонів міді Інгібування згортання крові Зв'язування гемоглобіну Розщеплення ефірів холіну Попередник плазміну (3.4.21.7) Зв'язування протеїназ, транспорт йонів цинку Транспорт вітаміну А Транспорт кальціферолів
β-Глобуліни	Ліпопротеїн Трансферин Фібриноген Глобулін, зв'язуючий статеві гормони Транскобаламін С-реактивний білок	2000-4500 80 340 65 38 110	Транспорт ліпідів Транспорт йонів заліза Фактор згортання крові I Транспорт тестостерону та естрадіолу Транспорт вітаміну B12 Активация комплементу
γ-Глобуліни:	IgG IgA IgM IgD IgE	150 360 935 172 196	Пізнi антитіла Антитіла, які захищають слизові оболонки Ранні антитіла Рацептори B-лімфоцитів

БІЛКИ ПЛАЗМИ

альбуміни (4,5
%)

підтримують
водно - сольову
рівновагу в
організмі



глобуліни
(1,7 - 3,5 %)

беруть участь в
утворенні
захисних імунних
тіл, зв'язують і
знешкоджують
отруйні речовини,
що проникають в
організм - це в
основному гамма
- глобуліни

фібриноген
(0,4 %)

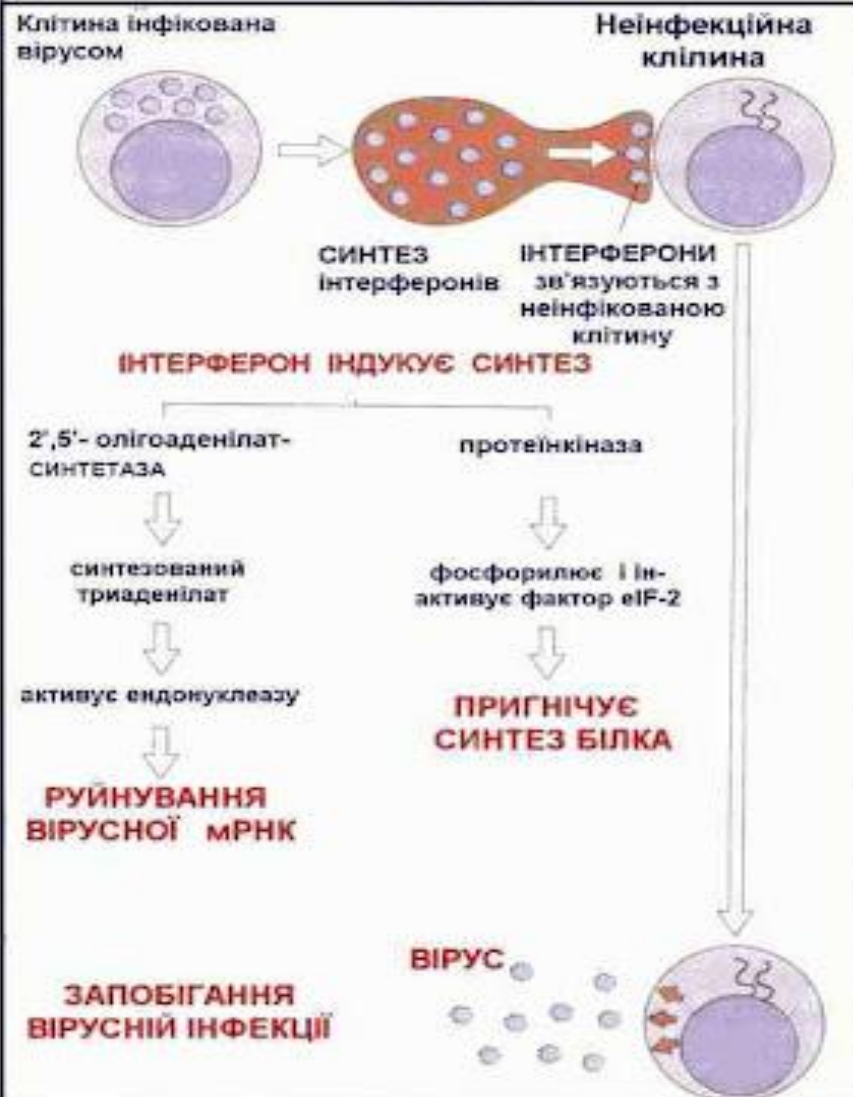
має важливе
значення при
зсіданні крові;
перетворюється
на нерозчинний
фібрин, який
випадає у вигляді
клубка сплутаних
безбарвних
ниток, у петлях
яких
затримуються
формені
елементи крові

інтерферони

знешкоджують
мікроорганізми та
отруйні речовини,
забезпечують
імунітет

До того ж білки плазми переносять гормони, мінеральні речовини, ліпіди, несуть генетичну інформацію від одних клітин до інших, використовуються як пластичний матеріал.

МОЛЕКУЛЯРНИЙ МЕХАНІЗМ ДІЇ ІНТЕРФЕРОНІВ



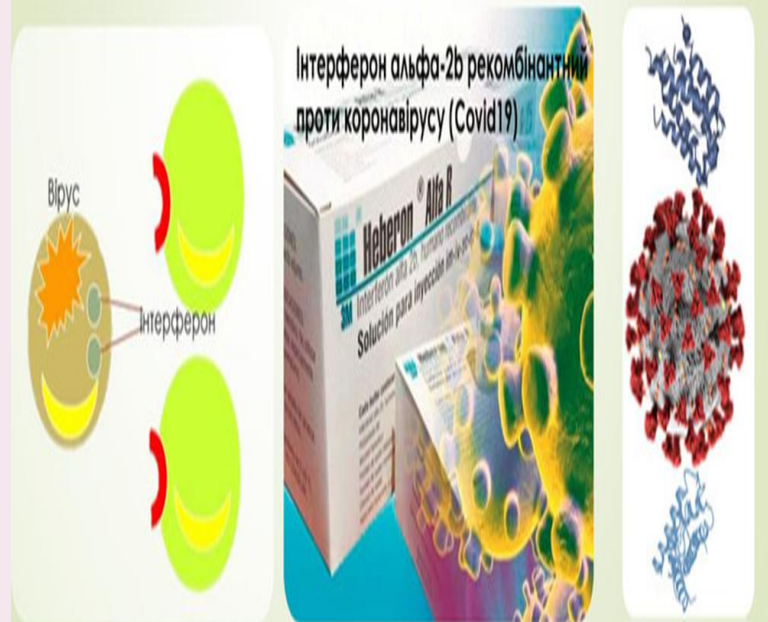
В РЕЗУЛЬТАТІ ДІЇ ІНТЕРФЕРОНІВ (ПРОТЯГОМ ДЕКІЛЬКОХ ГОДИН) КЛІТИНА НАБУВАЄ СТІЙКОСТІ ДО ВІРУСУ ТРИВАЛІСТЮ ДО ДВОХ ДІБ.

Що таке інтерферон?

Інтерферони це ендогенні сполуки, що утворюються самим організмом у присутності патогенів - таких як віруси, бактерії або паразити та пухлинні клітини. Вони мають білкову природу, і багато з них є глікопротеїнами. Структурно вони є частиною сімейства спіральних цитокінів, які характеризуються амінокислотним ланцюгом довжиною 145-166 амінокислот.

Виділяються макрофагами, лімфоцитами та клітинами тканин, інфікованими вірусом. Відносяться до групи лімфокінів, які беруть участь у міжклітинній передачі сигналів і мобілізують імунні сили організму на боротьбу з патологічними процесами. Вони спонукають клітини активувати захисні сили імунної системи, які знищують патогени або пухлини.

Інтерферони не утворюються в нормальних клітинах, але зараження вірусом викликає у клітині вироблення інтерферону та його вивільнення з клітини.



ОСМОТИЧНИЙ ТИСК

- В плазмі крові й у середині формених елементів знаходяться в розчиненому вигляді різні речовини, їх концентрація в розчинах всередині клітин і в плазмі різна, що обумовлює *перехід розчинника* через напівпроникні перетинки з *менш концентрованих* у *більш концентрованих* розчини.
- Завдяки тому, що розчинені речовини затримуються напівпроникними перетинками, досягається вирівнювання концентрації розчинів. Сила, яка призводить до руху розчинник, забезпечуючи його проникнення через напівпроникні перетинки, називають осмотичним тиском.

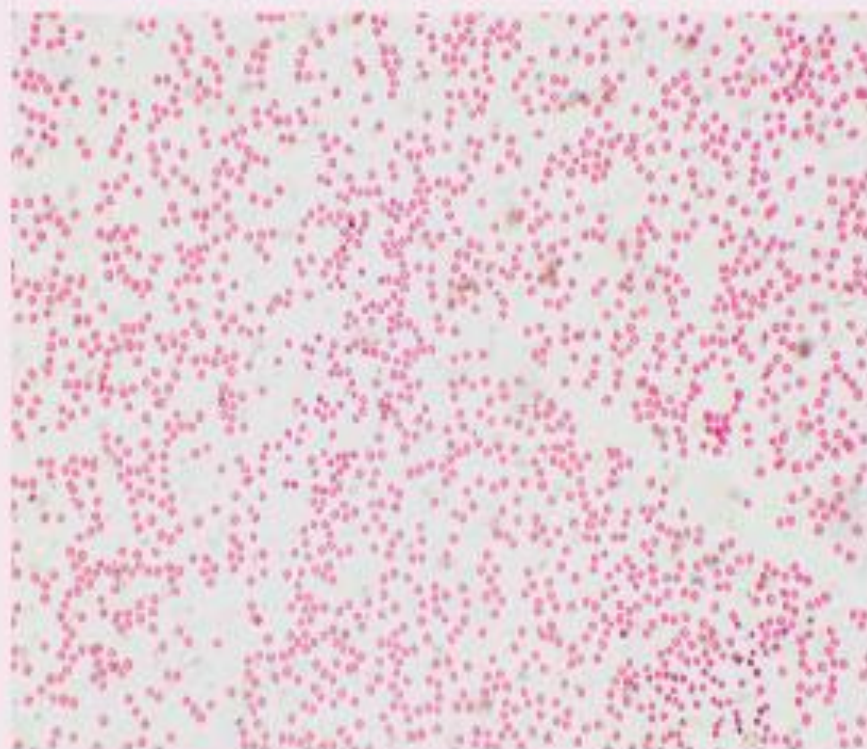
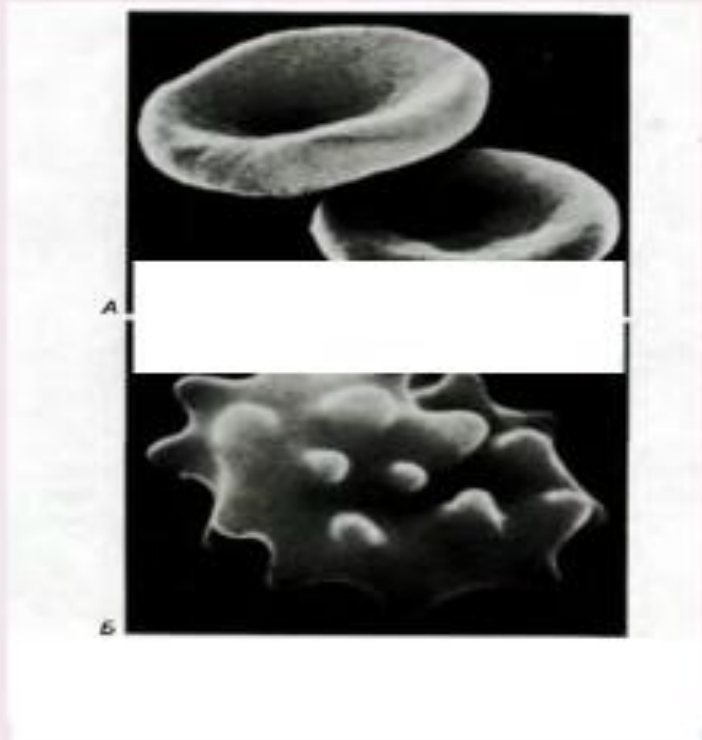
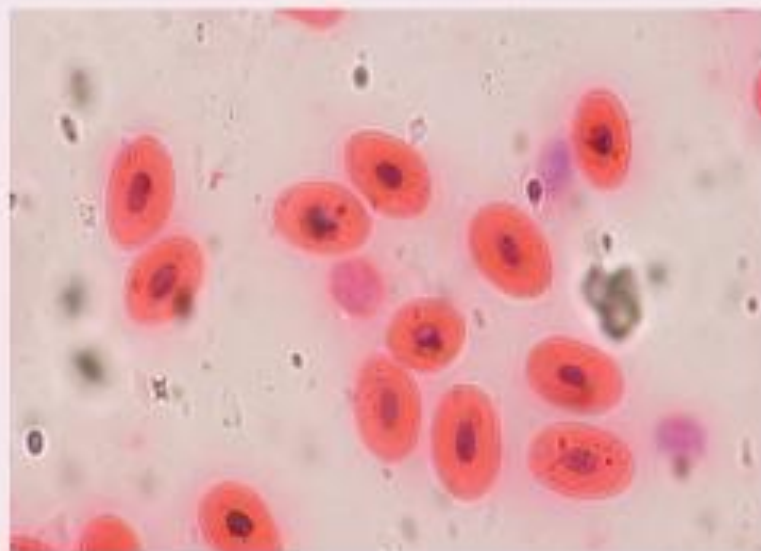
ОНКОТИЧНИЙ ТИСК

- Під впливом різних умов життя, осмотичний тиск коливається до 8 атм. Осмотичний тиск залежить і від вмісту білків в плазмі, такий тиск називається *онкотичним*. Він значно нижчий (в 200 р), але має важливе значення для утримання води в середині кровоносного русла. Це пояснюється тим, що через великі розміри білкові молекули, як правило, не проникають через стінку кровоносних капілярів, а утримують в них воду, чим підтримується сталість водного режиму крові.

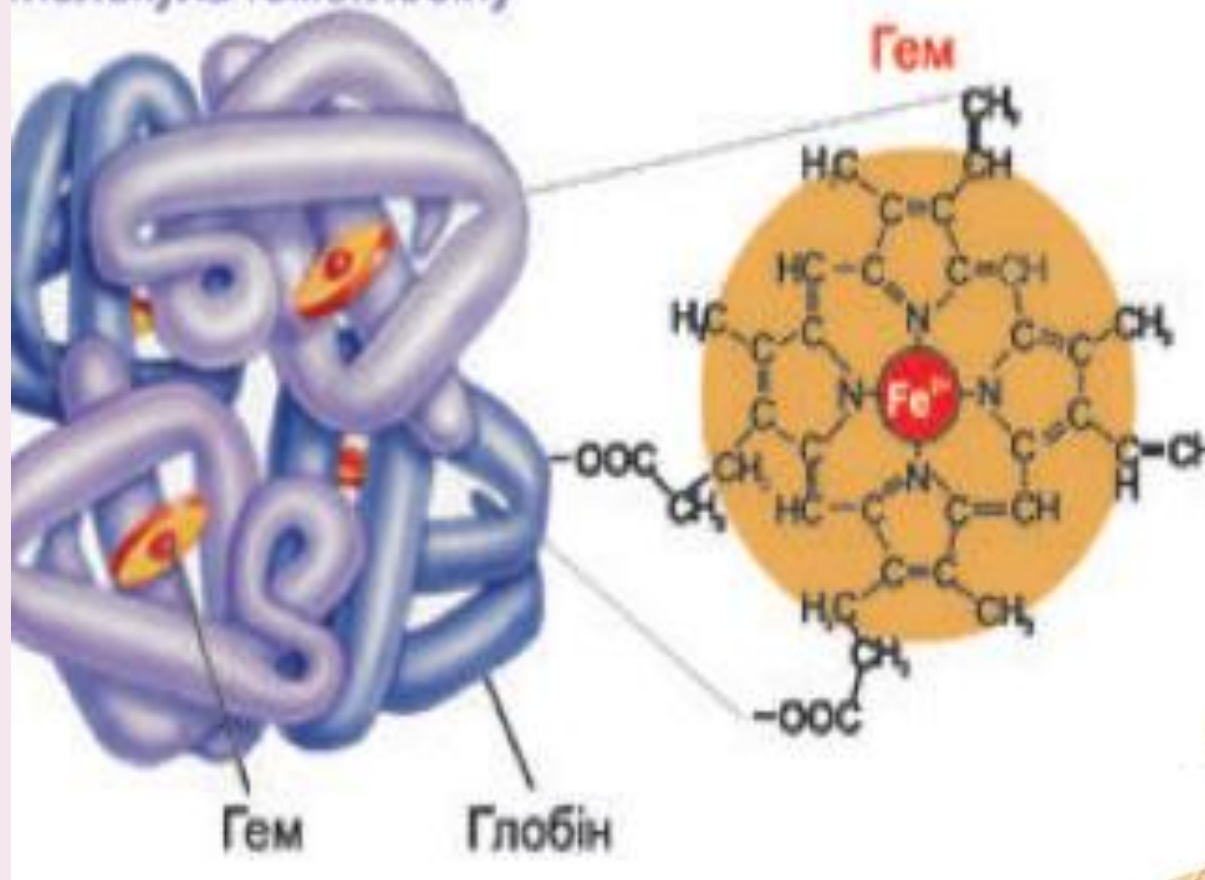
Осмотичний
тиск крові
7,6 атм

Онкотичний
тиск плазми
крові
25-30 мм рт.ст.

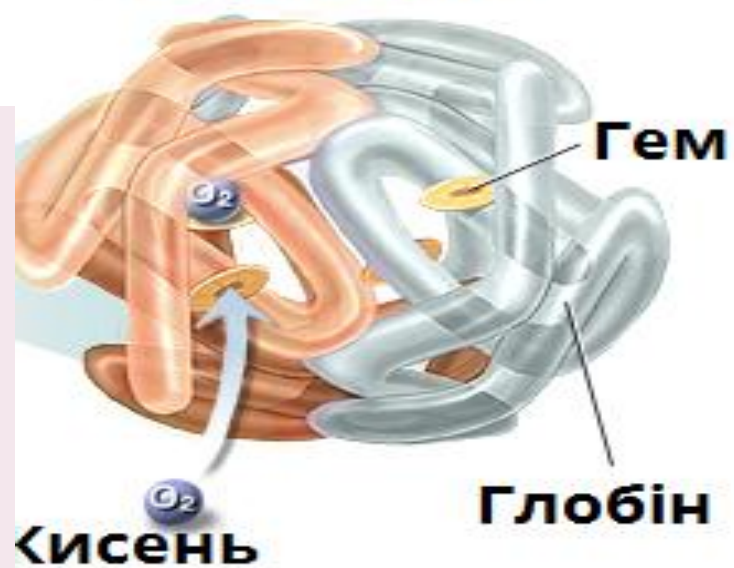
з. Мазок крові людини і мазок крові жаби



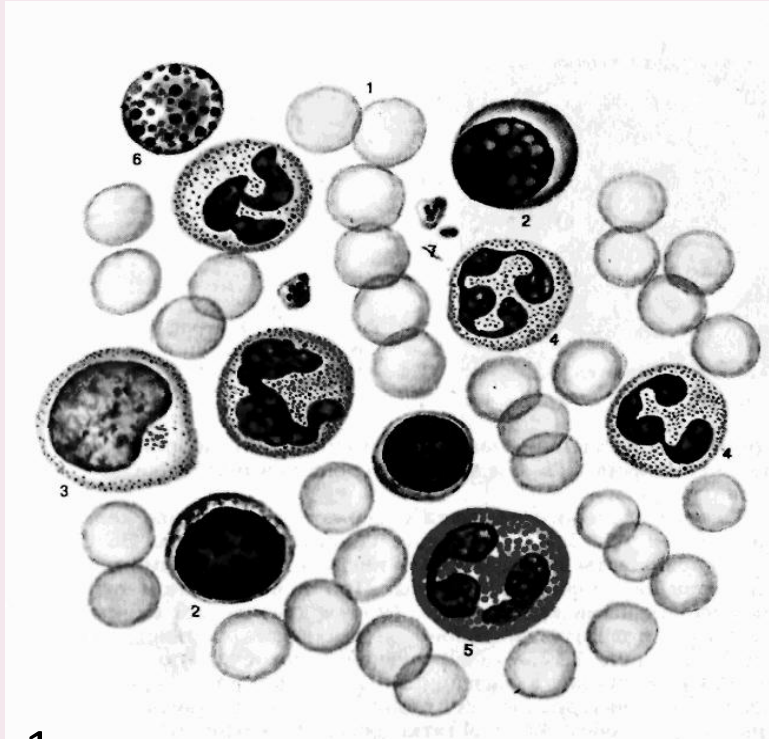
молекула гемоглобіну



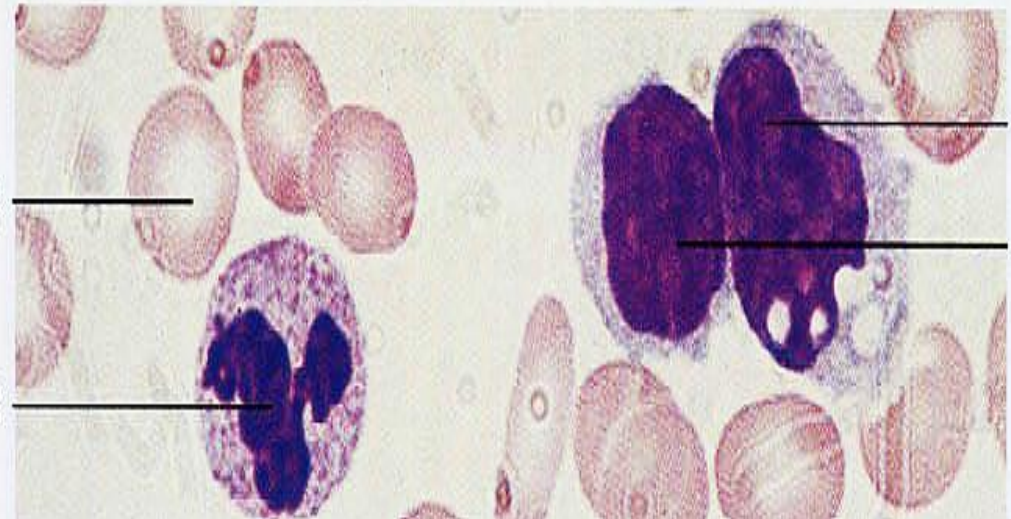
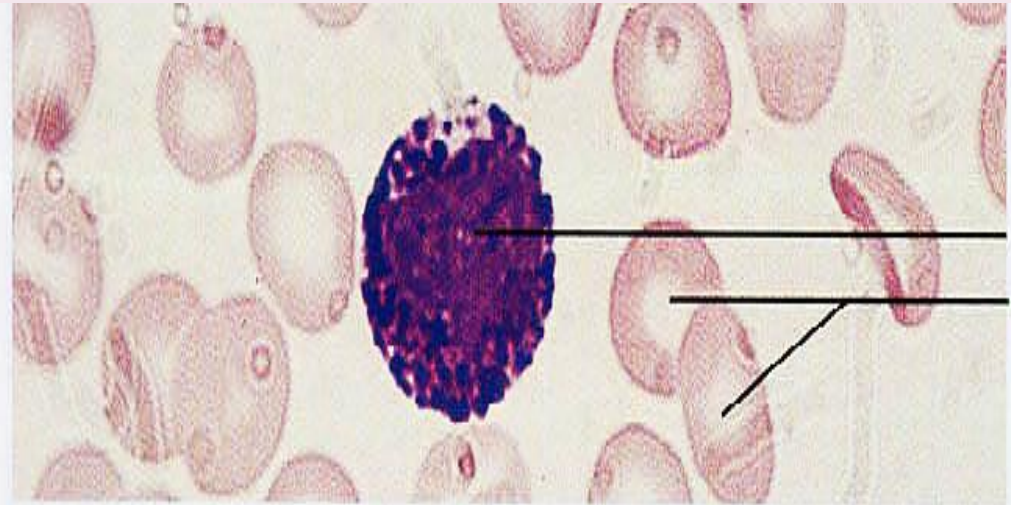
Гемоглобін



Мазок периферичної крові дорослої людини



- 1 – еритроцити;
- 2 – малі, середні і великі лімфоцити;
- 3 – моноцит;
- 4 – сегментоядерні нейтрофіли
- 5 – еозинофільні гранулоцити;
- 6 – базофільні гранулоцити;
- 7 – тромбоцити

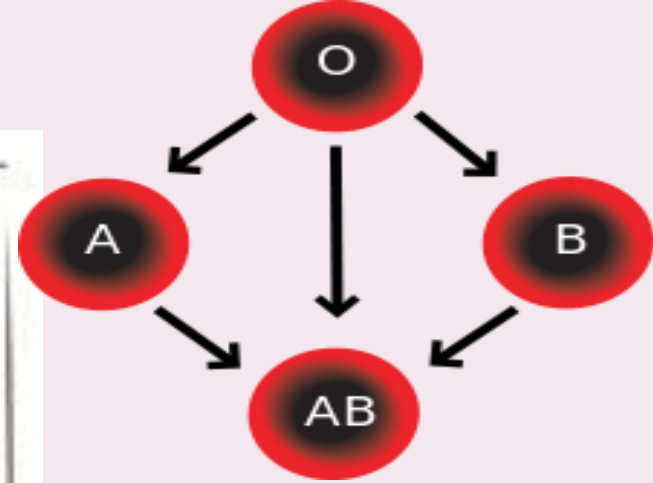
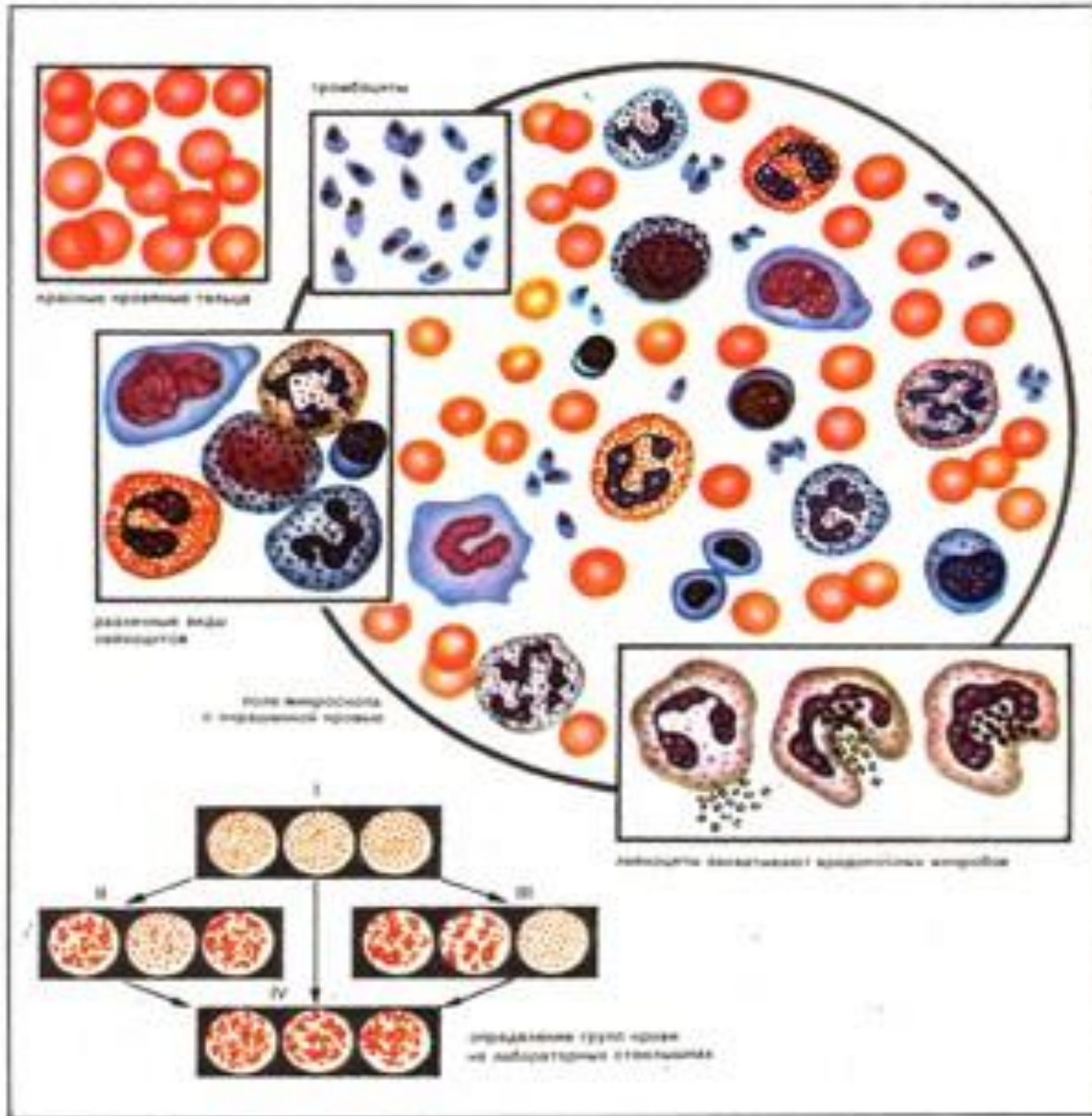


13

12
14

15
16

Групи крові



Еритропоез

ERYTHROPOIESIS

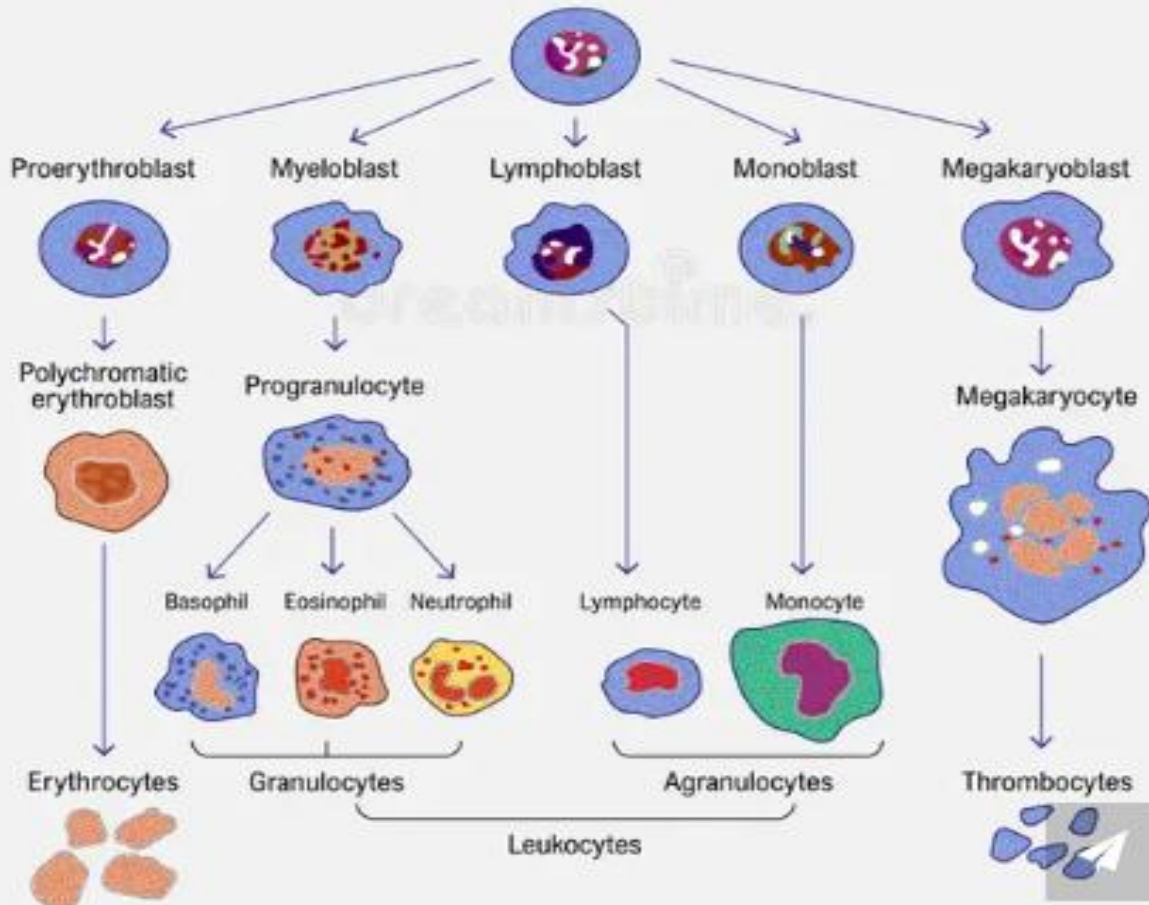
RF ВЕКТОРНЫХ

Blood stem cells

Red blood cell



Hemocytoblast

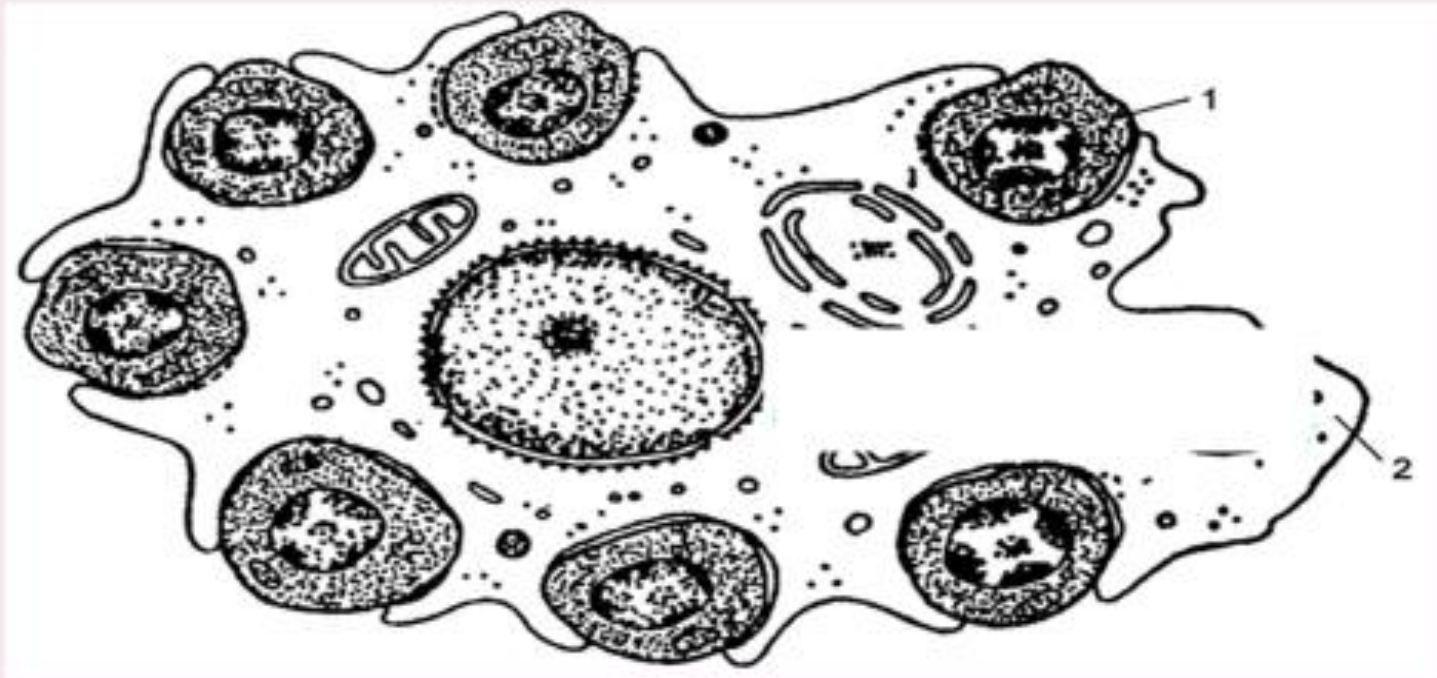


Лейкоцитарна формула

Загальне число лейкоцитів в 1 л крові	Показ ники	Гранулоцити				Агранулоцити	
		Базофіли	Еозинофі ли	Нейтрофільні		Лімфоцити	Моноци ти
				Паличко -ядерні	Сегменто -ядерні		
$4-10 \cdot 10^9$	в 1 мкл (%)	1-75 0,25-0,75	100-250 1-4	180-400 1-5	3065-5600 55-68	1200-2800 25-39	200-700 1-9

F

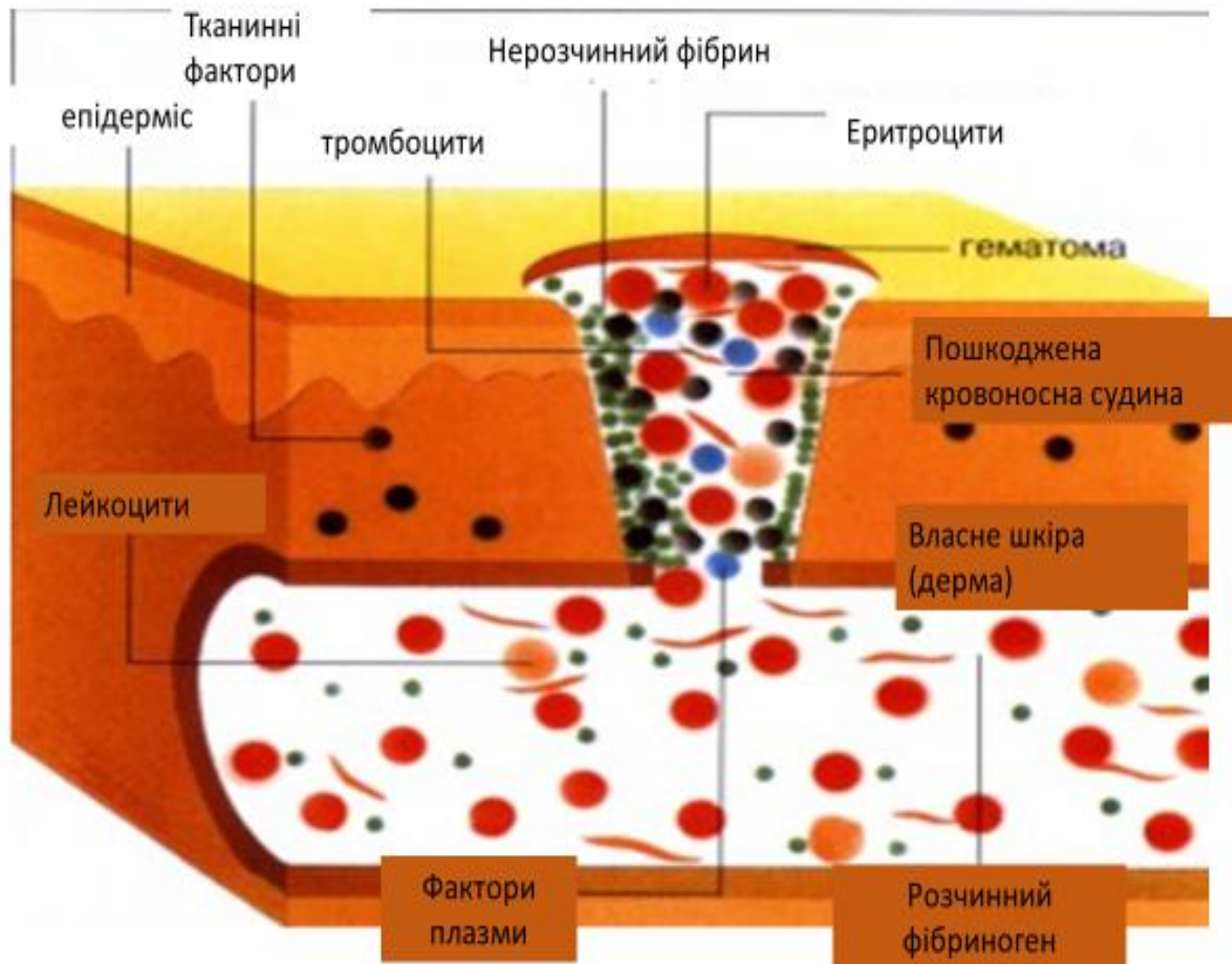
Еритробластичний острівець кісткового мозку людини



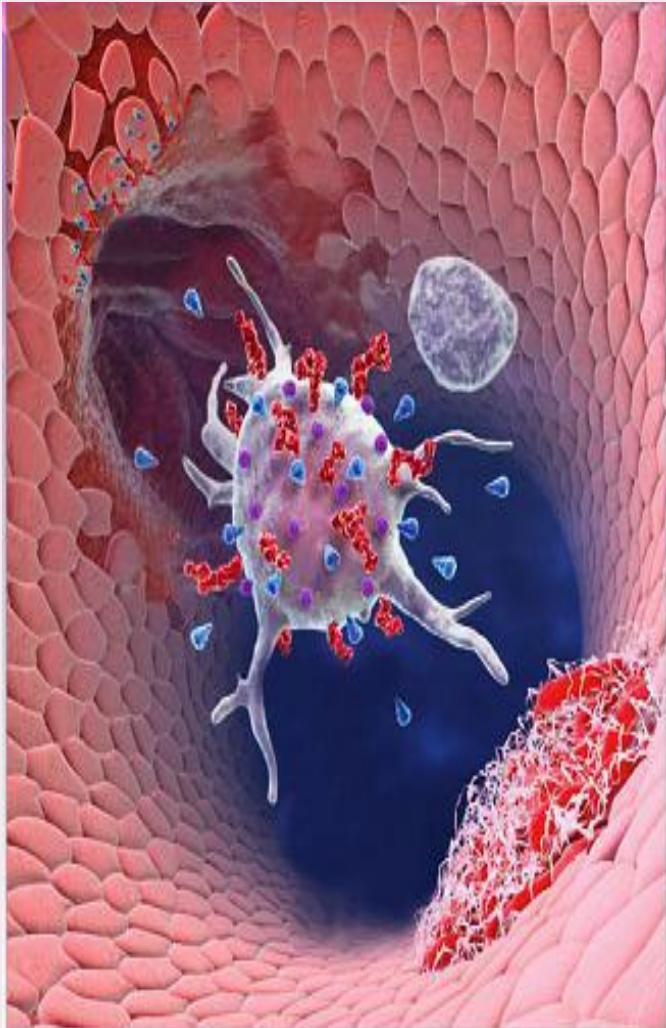
1 — еритробласт, 2 — цитоплазма
макрофага

4. Імунна система забезпечує **захист організму** від інфекційних агентів і біологічних речовин з антигенними властивостями. Розрізняють два типи імунної відповіді: клітинна та гуморальна. **Клітинний імунітет** виконують **Т-лімфоцити (Т-кілери, Т-супресори, Т-хелпери)**. Вони утворюються **в тимусі**. Т-кілери здійснюють пряме пошкодження клітин шляхом їх лізису. Крім того, Т-клітини синтезують лімфокіни (цитокіни): інтерлейкіни, інтерферон та інш., які регулюють функцію макрофагів та інших лімфоцитів. Важлива роль в цьому процесі відводиться **Т-хелперам** та **Т-супресорам**. **Гуморальний імунітет** здійснюється В-лімфоцитами, які трансформуються в плазмоцити і **синтезують імуноглобуліни (антитіла)**. Імуноглобуліни мають антигенну специфічність і відрізняються між собою за амінокислотним складом. **Розрізняють декілька класів антитіл: IgA, IgG, IgM, IgD, IgE..** Первинна відповідь виникає у випадку першого контакту імунної системи з антигеном. Вона реалізується через декілька днів, поки В-лімфоцити трансформуються у плазматичні клітини і почнуть синтезувати IgM. Вторинна відповідь виникає після повторного контакту імунної системи з антигеном, розвивається швидко (2-3 дні) за допомогою IgG.

4. Механізм зсідання крові



Первинний гемостаз (оборотней процес згортання) та незворотний (біохімічний процес згортання) крові



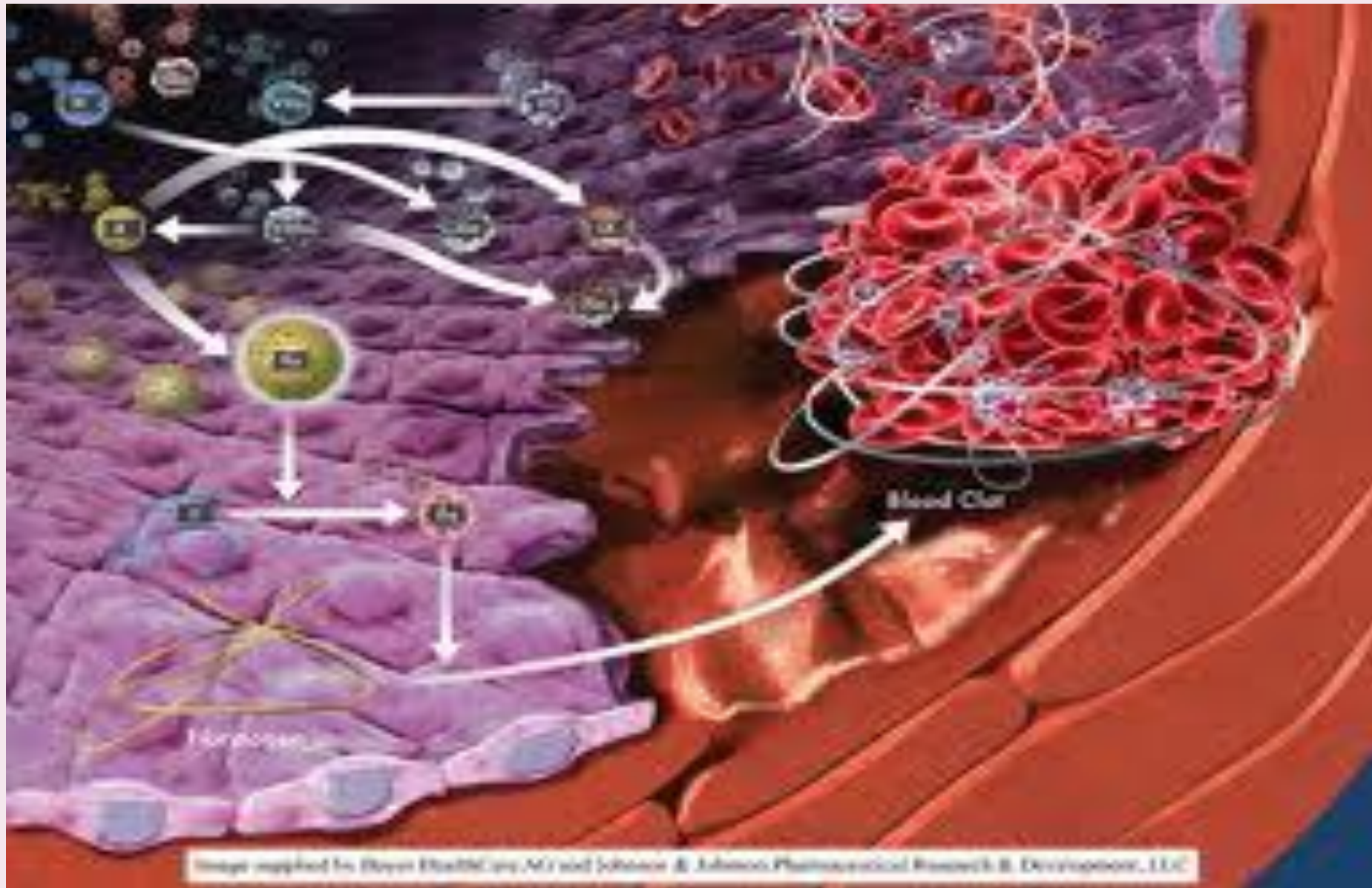
Первинний гемостаз обумовлений звуженням судів та їх механічної закупоркою агрегатами тромбоцитів

Згортання крові, перетворення рідкої крові в еластичний згусток; захисна реакція організму людини і тварин, що попереджає крововтрату. Згортання крові відбувається як послідовність біохімічних реакцій, що здійснюються за участі **факторів згортання крові (ФЗК)** - ряду білків плазми і йонів Ca^{2+} . ФЗК позначають римськими цифрами:

I - фібриноген, II - протромбін, III - тромбопластин, IV - кальцій, V и VI - відповідно плазмовий і сироватковий акселератори-глобуліни, VII - конвертин, VIII - антигемофільний глобулін А, IX - антигемофільний глобулін В (т. з. Крістмас-фактор), X - Стюарт - Проувер-фактор (аутопротромбін С, тромботропін), XI - плазмовий попередник тромбопластину, XII - фактор Хагемана, XIII - фібрин-стабілізуєчий фактор (фібринолігаза). Ряд компонентів системи згортання крові міститься у формених елементах крові. Так, у тромбоцитах знаходиться фактор з кров'яних пластинок (**попередник тромбопластину**), аналоги факторів V и XIII, фібриногену та ін.



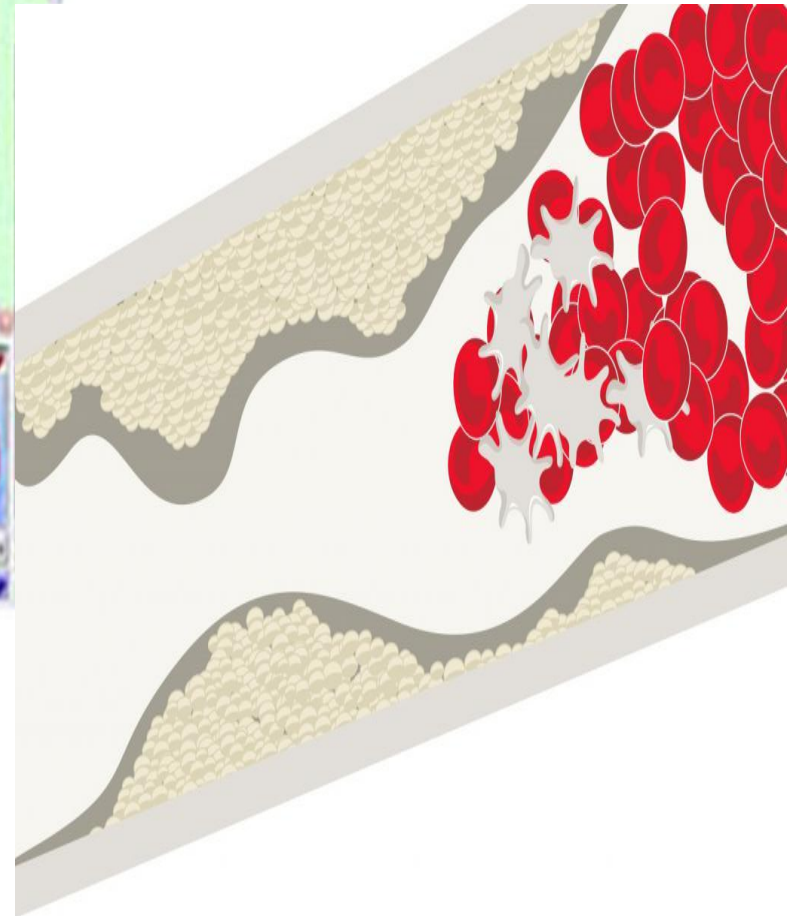
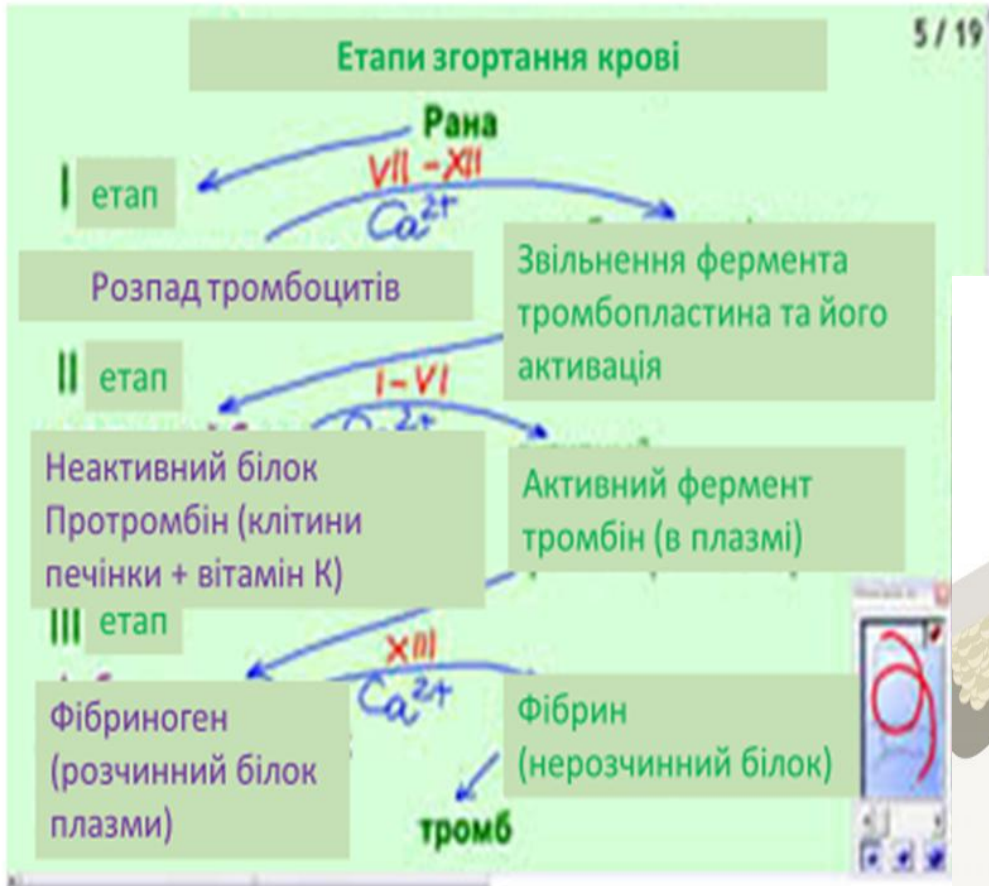
Механізм згортання крові



Основи ферментативної теорії згортання крові були запропоновані професором Юріївського (зараз Тартуського) університету А. Шмідтом (роботи 1872-95). 1915р. Моравіц. На основі експериментальних і клінічних даних був запропонований ряд сучасних схем згортання крові, в тому числі каскадна схема англійського вченого Р. Макферлана (1965-66). Згідно цієї схеми внутрішній процес згортання крові починається з активації фактора XII і перетворення його в фактор XIIa. Активація здійснюється при зіткненні цього білку з поверхнею змочення, при взаємодії з хіломікронами (ліпопротеїдними часточками крові) або при появі в кровотоці надлишку адреналіну, а також при деяких інших умовах. Фактор XIIa викликає ряд послідовних реакцій, в які залучаються присутні в плазмі крові фактори від XI до V включно. В результаті утворюється кров'яний **тромбопластин**.

Головні реакції згортання крові, що відбуваються за участі ферментів: **1) утворення активного тромбопластину, 2) перетворення протромбіну в тромбін; 3) перетворення фібриногену у фібрин; 4) стабілізація фібрину**. Надалі було встановлено, що перша стадія згортання крові здійснюється як «внутрішньою» системою згортання крові (тромбопластин утворюється зі згортуючих факторів плазми крові та факторів із тромбоцитів, які руйнуються), так і «зовнішньою» (тромбопластин утворюється за участі тканинного середовища, що виділяється в результаті пошкодження тканин) системами згортання крові

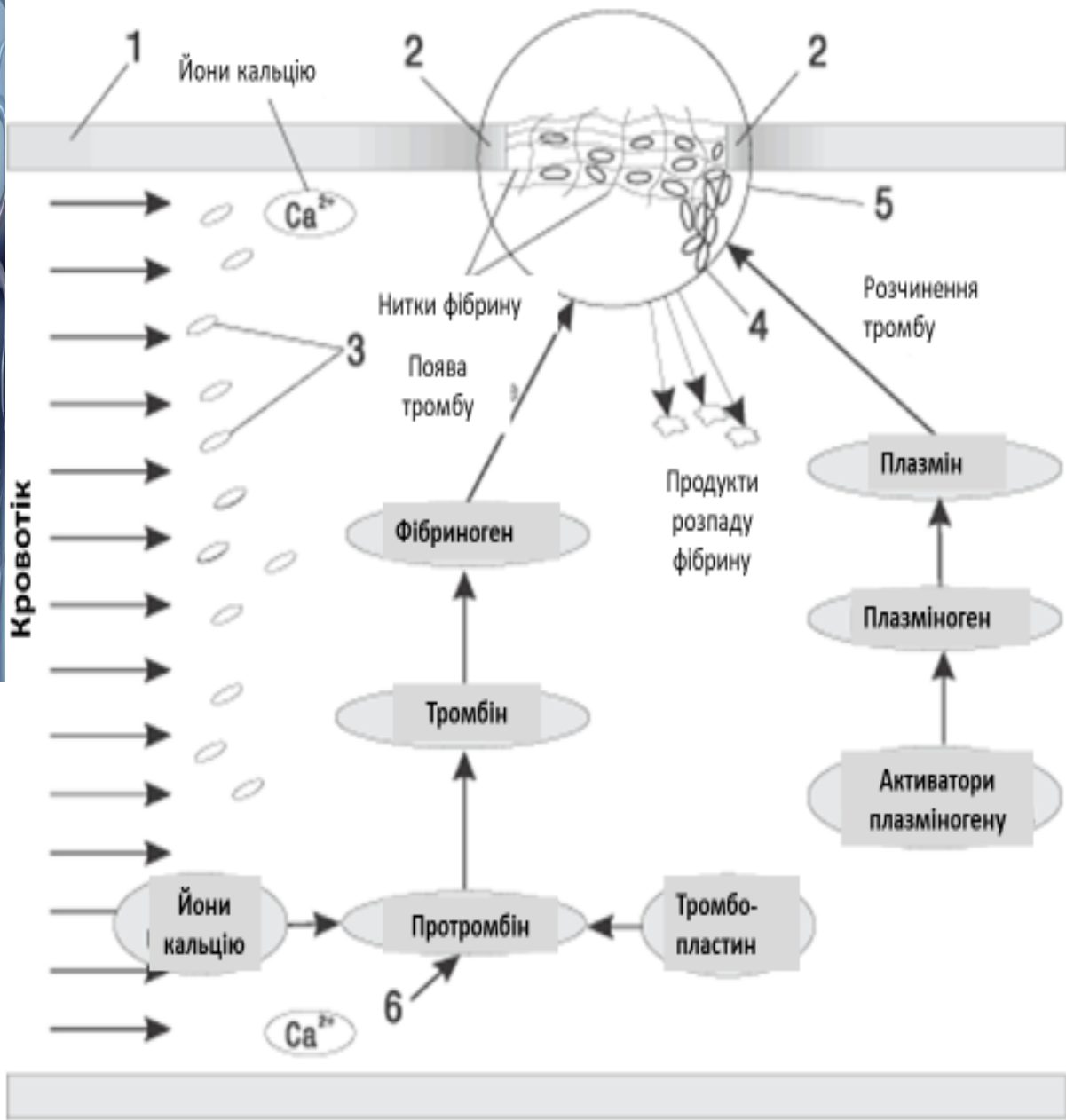
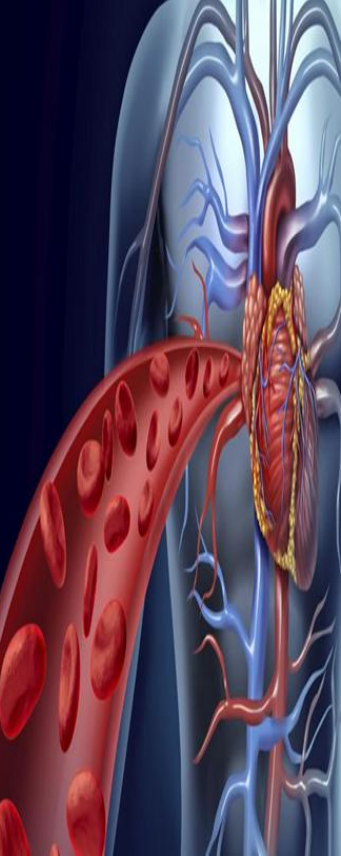
1915р. Моравіц.



При проникненні в кров тканинного попередника (**зовнішній шлях згортання крові**) активний **тромбопластин** утворюється за участі плазмових факторів V, VII і X та іонів Ca^{2+} . Кров'яна або тканинна протромбіназа **тромбокіназа** здійснює перетворення протромбіну (фактор II) у фермент тромбін (фактор IIa). Останній, відриваючи від **фібриногену** пептидні фрагменти, перетворює його в **фібрин-мономер**. Нестабілізований (розчинний у сечовині і деяких кислотах) **фібрин** піддається **ферментативній стабілізації** фактором XIIIa в присутності іонів Ca^{2+} . В результаті виникає нерозчинний фібрин-полімер, що являє собою основу кров'яного згустку, або тромбу. Схема Макферлана обґрунтована експериментально, однак в ній не враховано значення присутніх у крові природних антикоагулянтів, а також фізіологічної регуляції рідкого стану крові і її згортання.

При багатьох захворюваннях процес згортання крові уповільнюється, що часто буває обумовлено нестачею (набутою або спадковою) в організмі одного або декількох ФЗК. Так, при незасвоєнні вітаміну К виникаючі кровотечі обумовлені порушенням біосинтезу II, VII, IX і X ФЗК. Той же ефект може виникнути при введенні в організм надлишкових доз антикоагулянтів непрямої дії - антагоністів вітаміну К, наприклад **дикумарину** і його похідних. Приклад вродженої хвороби - нестача фактору **VIII (гемофілія А)**, успадкування якої пов'язано з передачею жіночої статевої хромосоми. Подібна хвороба може бути обумовлена накопиченням утворених в організмі антагоністів фактору VIII або порушенням структури цього білку.

Фібриноліз - процес руйнування згустку крові, пов'язаний з ферментативним розщепленням фібрину на окремі поліпептидні ланцюги, або фрагменти, за рахунок «плазмінової» системи: **профібринолізину (плазміногену), фібрінолізину (плазміну),**



Система згортання крові

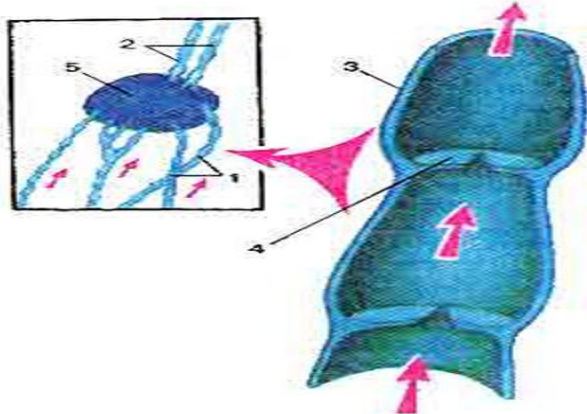
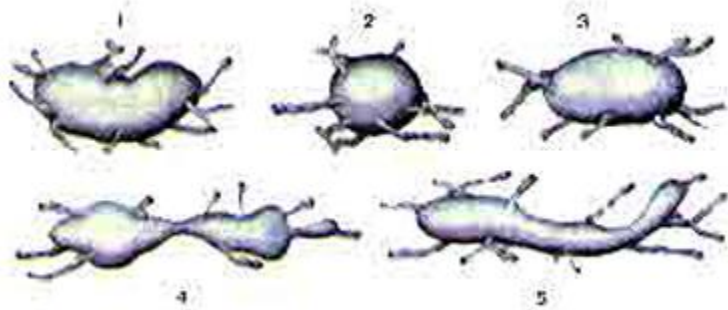


Система фібринолізу

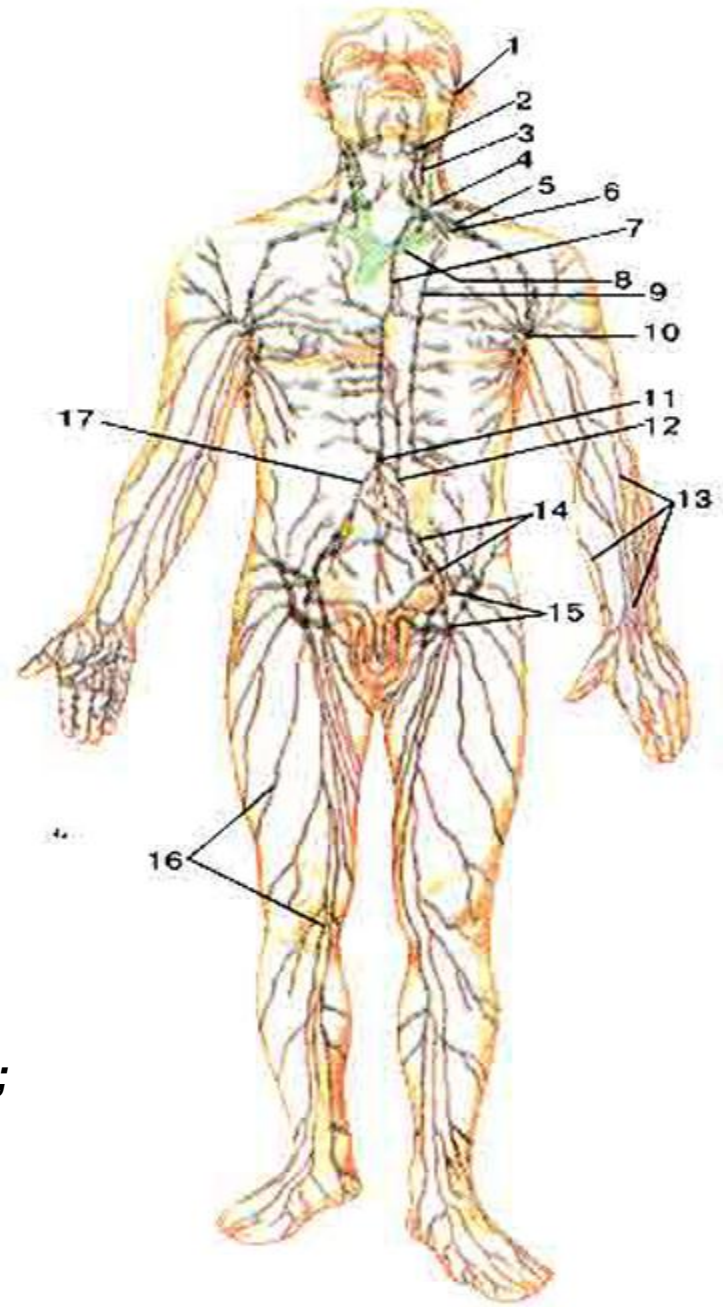
5. Схема будови лімфатичної системи

ЛЮДИНИ

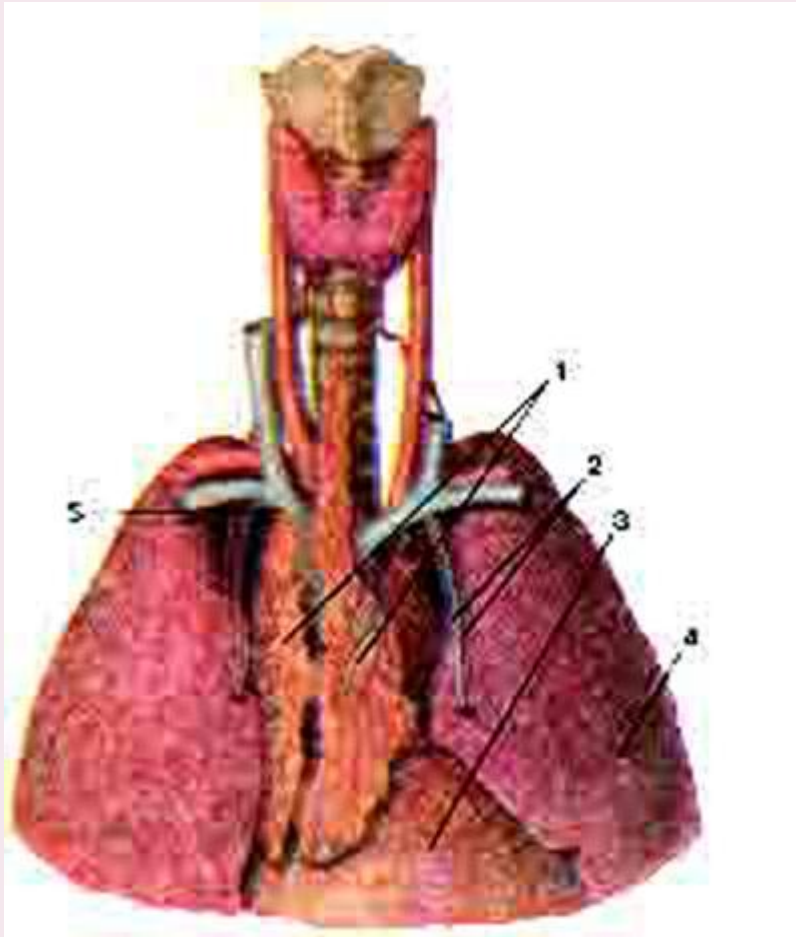
Вона включає в себе периферичні органи: лімфатичні вузли, мигдалини глотки, лімфатичні фолікули в стінці кишки, лімфоцити в периферичній крові, селезінка та центральні органи – тимус, кістковий мозок. Імунний захист здійснюють лімфоцити (імуноцити), які утворюються з лімфоїдного зародку у кістковому мозку.



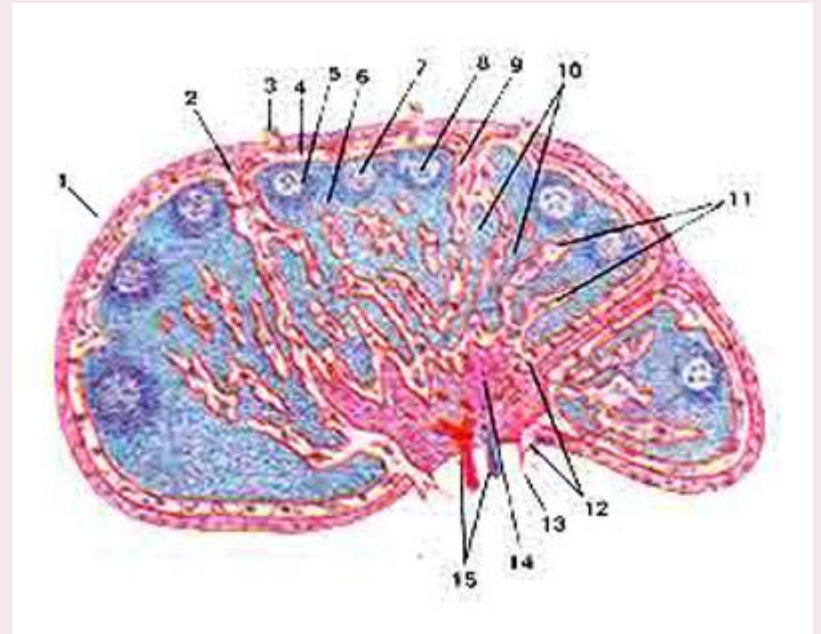
Лімфатичні вузли різної форми
1- бобоподібна;
2-округла; 3-овоїдна; 4- сегментарна;
5- стрічкоподібна



Тимус (Animus) Положення тимусу в грудній порожнині



1 - тимус (права/ліва долі); 2- внутрішні грудні артерія і вена; 3- перикард; 4 - ліва легеня; 5- ліва плечоголова вена.



Лімфатичний вузол

Поздовжній розріз.

- 1-капсула;
- 2-трабекула;
- 3-приносяча лімфатична судина;
- 4-підкапсулярний лімфатичний синус;
- 5-коркова речовина;
- 6-паракортикальна (тимусзалежна) зона;
- 7-лімфоїдний вузлик;
- 8-центр розмноження лімфоїдного вузлика;
- 9-корковий лімфатичний синус;
- 10-м'якотні тяжі;
- 11-мозкові синуси;
- 12-ворітний синус;
- 13-выносяча лімфатична судина;
- 14-ворітне потовщення;
- 15-кровоносні судини.