

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГІСТОЛОГІЇ, ЦИТОЛОГІЇ, ЕМБРІОЛОГІЇ ТА  
ПАТОЛОГІЧНОЇ МОРФОЛОГІЇ З КУРСОМ СУДОВОЇ МЕДИЦИНИ

Лекція на тему:  
**«Тканини внутрішнього середовища. Кров та лімфа »**

Одеса - 2023

❖ **Кров** – це рідка тканина організму, що циркулює в серцево-судинній системі. У людини кров становить 5-9% маси тіла. Як і будь-яка інша тканина організму, кров є системою, в якій усі елементи пов'язані гістогенетично і функціонально та підкорюються загальним законам нейрорегуляції. Разом із лімфою кров утворює внутрішнє середовище організму.

## Функції крові:

- *Дихальна* – транспорт  $O_2$  та  $CO_2$
- *Захисна* – клітинний та гуморальний імунітет
- *Трофічна* – транспорт поживних речовин
- *Екскреторна* – транспорт продуктів обміну
- *Регулятора* – транспорт гормонів, факторів росту
- *Гомеостатична* – підтримання кислотно-лужного, водно-сольового, осмотичного балансу.

➤ Кров складається з:

- **Плазми** – рідкої частини , яка становить 55-60% об'єму крові
- **Формених елементів** - загальний об'єм яких 40-45%.

Формених елементів крові до плазми має назву **гематокриту**.

**Плазма крові** складається з:

- **Вода** – 90-93%
- **Сухой залишок** -7-10%

До складу сухого залишку входять:

- *Білки альбуміни* – до 4% - виконують транспортну функцію
- *Білки глобуліни* – 1,1-1,3% -  $\alpha$ ,  $\beta$  – переносять іони металів і ліпіди,  $\gamma$  – це антитіла
- *Фібриноген* – 0,2-0,4% - забезпечує згортання крові.

Плазма крові, позбавлена фібриногену та факторів зростання - це **сироватка крові**.

# Формені елементи крові:

- **Еритроцити**
- **Лейкоцити**
- **Тромбоцити**

# Еритроцити

❖ Високо диференційовані пост клітинні структури, які у процесі розвитку втрачають ядро й усі цитоплазматичні органели; вони не здатні до активного руху і переміщуються у судинному руслі завдяки серцевим скороченням.

## Функції:

- Дихальна - транспорт  $O_2$  та  $CO_2$
- Транспортна – транспорт амінокислот, гормонів, токсинів, лікарських речовин, антитіл, адсорбуючи їх на поверхні плазма- леми.
- Кількість еритроцитів в організмі дорослої людини сягає  $25 \times 10^{12}$ , об'єм ставить приблизно 2л.

## В одному літрі крові кількість еритроцитів:

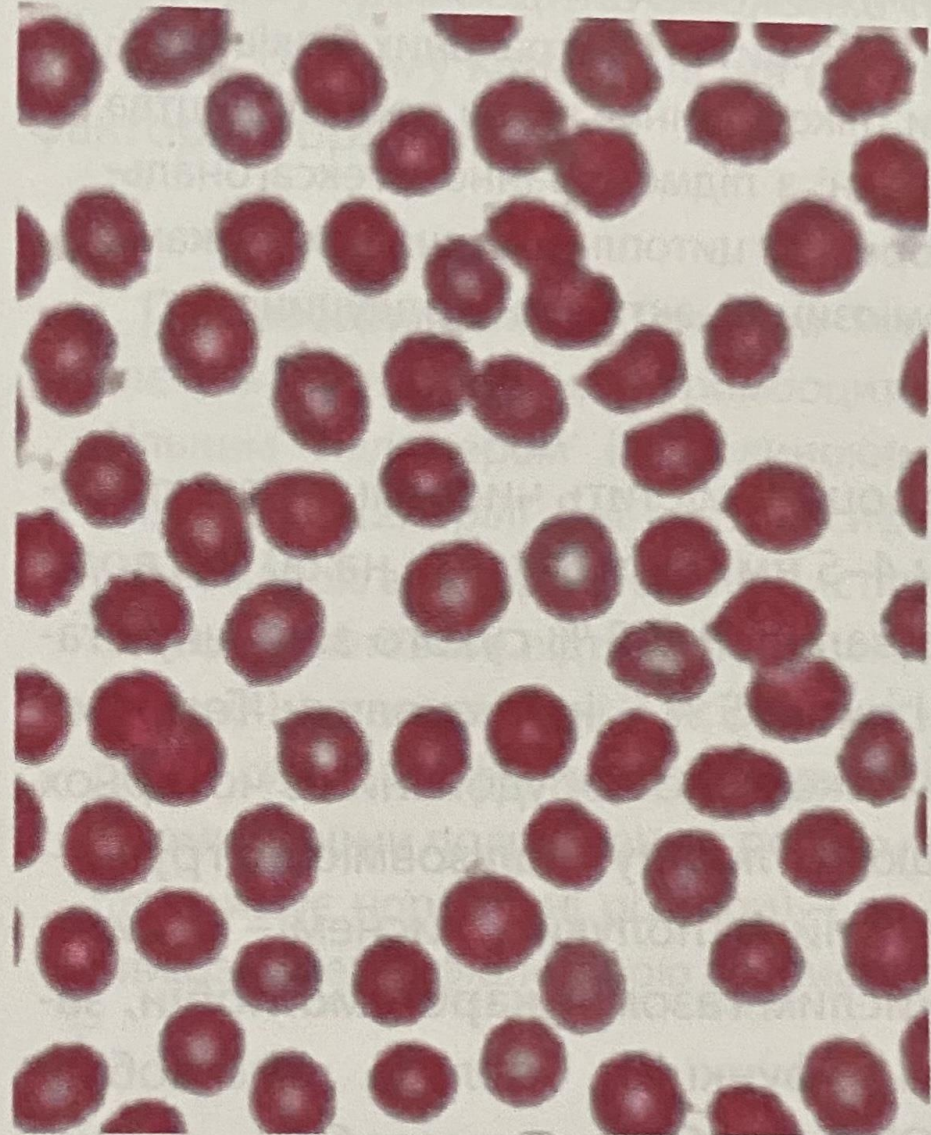
- У чоловіків –  $3,9 - 5,5 \times 10^{12}$ ,
- У жінок -  $3,7 - 4,9 \times 10^{12}$ ,
- У новонароджених –  $6,0 - 9,0 \times 10^{12}$ ,
- У літніх людей – до  $6,0 \times 10^{12}$ ,

Підвищення кількості еритроцитів у одиниці об'єму крові позначається терміном **еритроцитоз**, або **поліцитемія**, а зниження – **еритроцитопенія**.

Більшість еритроцитів має двоувігнутих дисків - **дискоцити**, в нормі становлять 80% від загальної кількості еритроцитів. Інші форми еритроцитів 20% :

- **паноцити** – з плоскою поверхнею
- **стоматоцити** – куполоподібні
- **сідлоподібні** – двоямкові
- **сфероцити** – кулясті
- **ехіноцити** – з остистими відростками.
- Таке різноманіття форм еритроцитів у фізіологічних умовах має назву – **фізіологічного пойкилоцитозу**. Перевищення 20% межі вважається патологією і визначається як **патологічний пойкилоцитоз**.
- Діаметр еритроцитів людини 7,1-7,9 мкм, товщина по периферії 2,0-2,5 мкм, у центрі -1 мкм. Заглибина в центрі еритроцита має назву **фізіологічною ексавацією**. У фізіологічних умовах вказані розміри мають 75% еритроцитів – це **нормоцити**. Окрім цього трапляються ще макроцити (діаметр перевищує 8 мкм – 12,5%) та мікроцити ( діаметр 6,0 мкм – 10,5%). Якщо загальна кількість мікро- і макроцитів не перевищує 25%, це має назву **фізіологічного анізоцитозу**, перевищення вмісту називається – **патологічним анізоцитозом**.

Фізіологічна ексавація



Б



# Плазмолема

Досить товста (20 мкм), складається з біліпідного шару, білків та вуглеводів глікокаліксу. Білки плазмолеми:

- *трансмембранні* – глікофорин, білок смуги 3,
- *примембранні* – спектри, анкерин, білок смуги
- утворюють гнучку сіткоподібну структуру, яка підтримує форму еритроцитів – найчастіше форму двоввігнутого диску. Так форма забезпечує збільшення їхньої поверхні та зниження дифузної відстані, що покращує умови для газообміну, а також дає можливість для зворотної деформації при проходженні через вузькі капіляри.

У глікокаліксі виявлено аглютиногени, за допомогою яких визначають групи крові за системою АВ0 та Rh-фактор.

**Цитоплазма заповнена гемоглобіном, здатним приєднувати і транспортувати :**

- кисень – оксигемоглобін
- вуглекислий газ – карбгемоглобін
- чадний газ – карб оксигемоглобін
- зміна валентності  $Fe^{2+}$  на  $Fe^{3+}$  - метгемоглобін (не здатний з'єднувати та переносити кисень).

**Людина має два типа гемоглобіну:**

- *HbA* – характерний для дорослого 98%
- *HbF* – переважає у крові плода і новонароджених – 80% - спорідненість до кисню значно вища, що дозволяє забезпечити тканини плода киснем в умовах живлення змішаною кров'ю.

**Тривалість життя еритроцитів складає 120 днів.**

**У фізіологічних умовах поряд із зрілими еритроцитами у крові міститься 1-5% молодих незрілих форм еритроцитів – ретикулоцитів. Вони не мають ядер, але містять залишки органел.**

# Тромбоцити

- ❖ Без'ядерні фрагменти цитоплазми, які відокремилися від гігантських клітин кісткового мозку – мегакаріоцитів. Розміри 2-3 км.
- Кількість  $180-320 \times 10^9$  в 1 л крові.

## Функція:

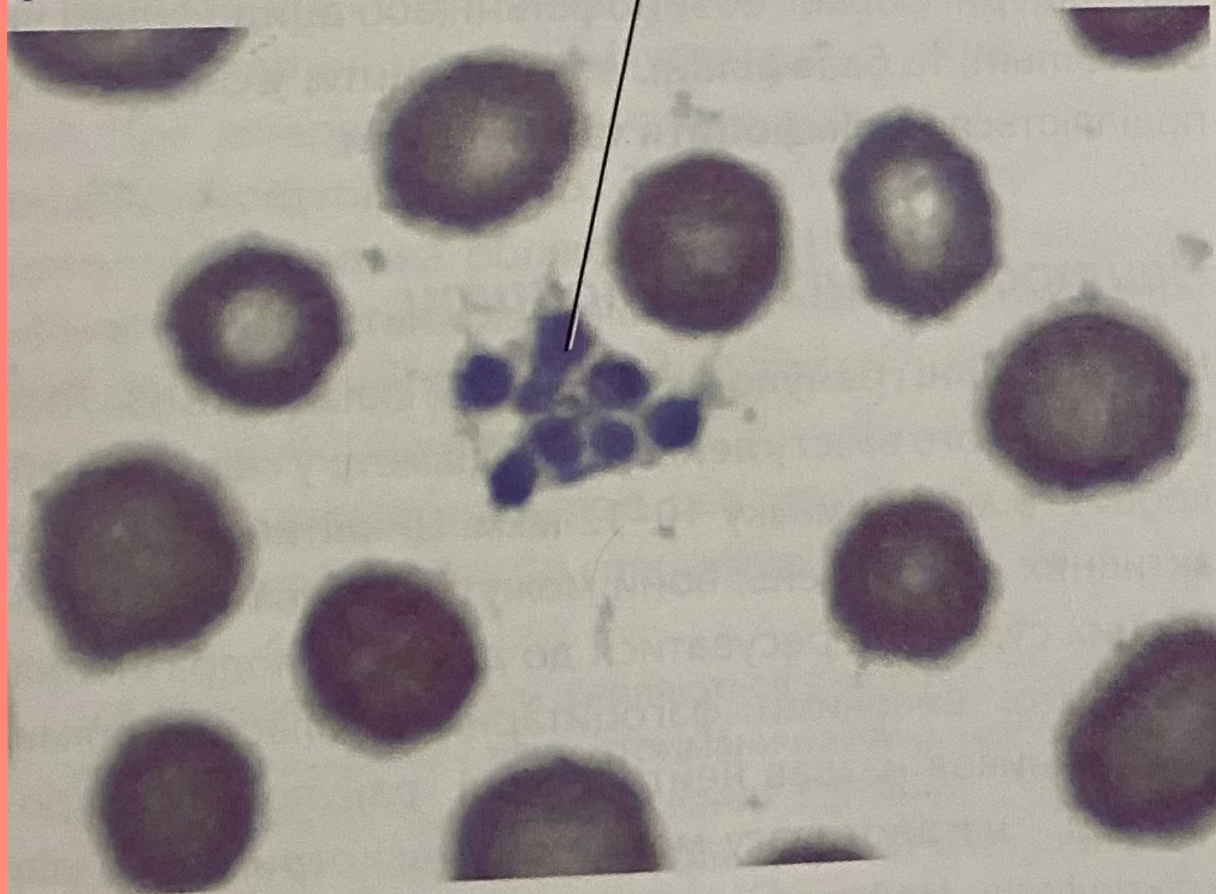
- участь у згортанні крові, при взаємодії з пошкодженим ендотелієм вони активуються і виділяють фермент тромбопластин, який сприяє перетворенню розчинного фібриногену в нерозчинений фібрин.

Агреговані тромбоцити формують каркас тромбу, на якому осідають нітки фібрину,

- продукований тромбоцитами фактор росту зумовлює проліферацію ендотеліальних клітин, гладких міоцитів, фібробластів, та гліоцитів, що спрямовано на відновлення пошкодженої судинної стінки.

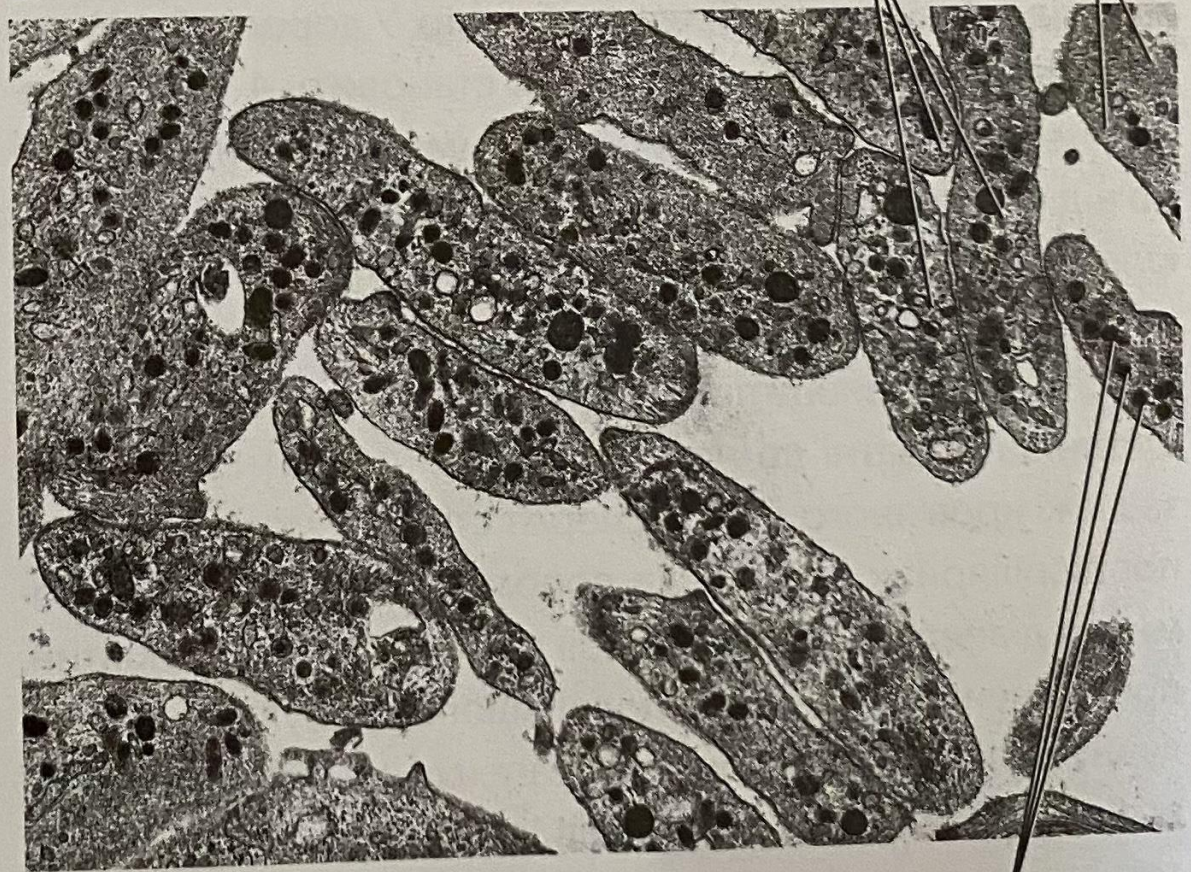
**A**

Тромбоцити



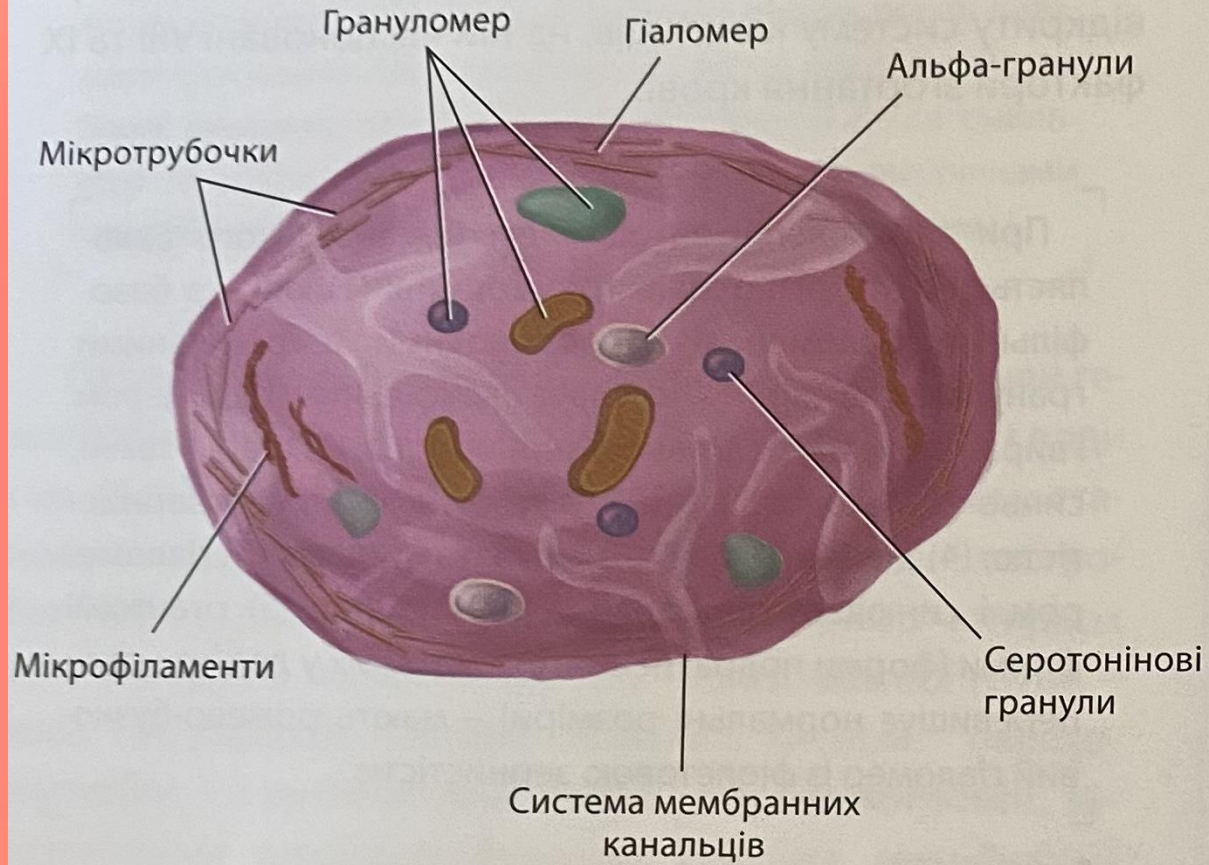
**Б**

Тромбоцити      Гіаломер



Грануломер

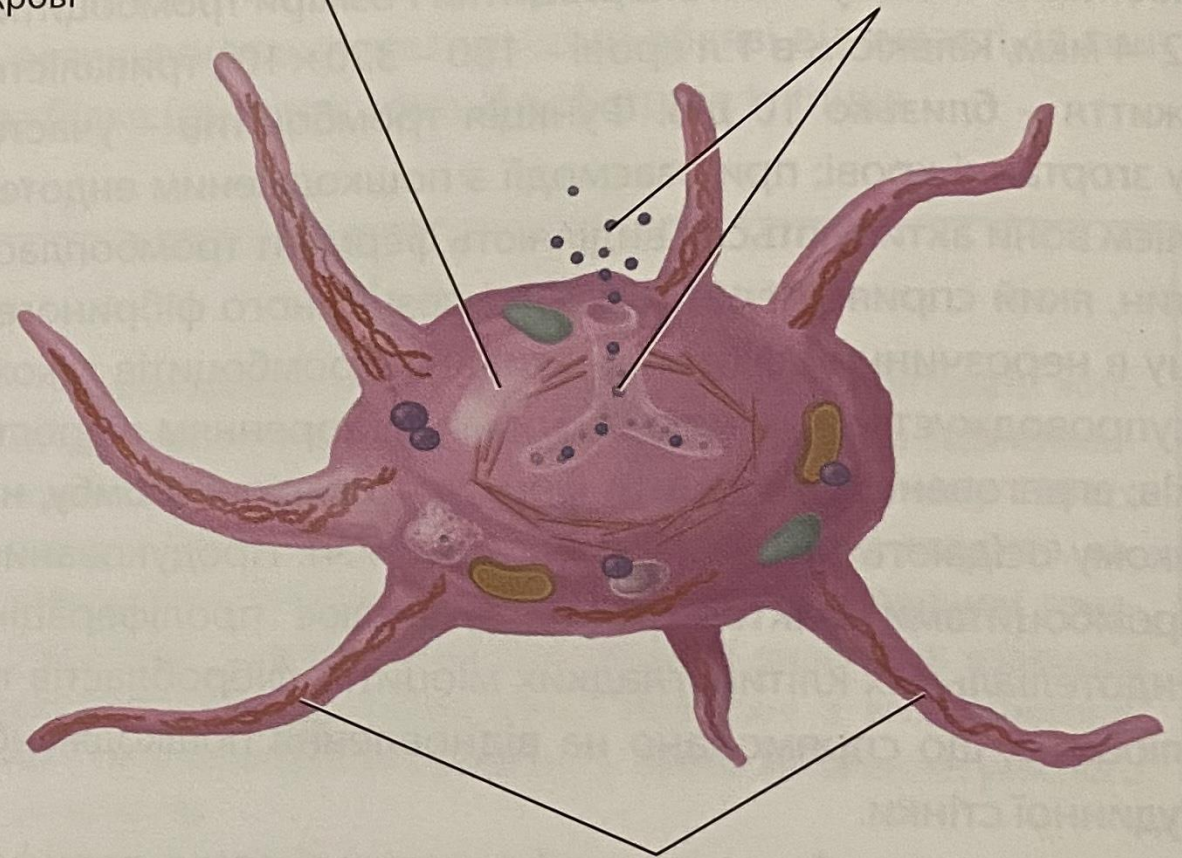
### А НЕАКТИВОВАНИЙ ТРОМБОЦИТ



### Б АКТИВОВАНИЙ ТРОМБОЦИТ

Злиття мембран гранул і каналців, вивільнення вмісту гранул у плазму крові

Зміщення мікротрубочок в бік грануломера сприяє зміні форми тромбоцита, а також виділенню вмісту гранул в систему каналців



Полімеризація мікрофіламентів сприяє утворенню відростків для взаємополучення тромбоцитів та їх зв'язування з поверхнею ушкодженого ендотелію

**Рис. 7.4.** Перебудова тромбоцитів при активації під час згортання крові (схематично). А – тромбоцит до активації; Б – активований тромбоцит

# Будова

**У складі тромбоцита розрізняють дві зони:**

- **Гіаломер** – розташований на периферії, містить мікротрубочки, актинові та міозинові мікрофіламенти, що допомагають підтримувати форму тромбоцита,
- **Грануломер** – розташований у центрі, включає три види гранул:
  - альфа* - гранули ( містять фібриноген, фактор росту, тромбопластин, фактори згортання крові)
  - дельта* - гранули (містять електронно-щільну серцевину, накопичують серотонін, гістамін, Са)
  - лямбда* - гранули ( лізосоми).
- Окрім того, у грануло мері присутні зерна глікогену, мітохондрії і пероксисоми.

**При забарвленні по Романовському –Гімза, розрізняють :**

- Юні тромбоцити
- Зрілі тромбоцити
- Старі
- Дегенеративні
- Гігантські

# Лейкоцити

❖ Клітини білої крові.

## Морфофункціональні особливості:

- мають кулясту форму
- мають ядро
- мають всі цитоплазматичні органели
- здатні виходити за межі судин
- активно пересуваються шляхом утворення псевдоподій
- забезпечують клітинний та гуморальний імунітет
- У дорослої людини кількість лейкоцитів у 1 л крові  $4-9 \times 10^9$ . Збільшення кількості лейкоцитів має назву **лейкоцитоз**, зменшення – **лейкопенія**.
- Усі види лейкоцитів – термінально диференційовані клітини, не здатні до поділу. Лейкоцити здатні виходити за межі кров'яного русла – через стінку гемо капілярів та пост капілярних вену – за допомогою механізмів, відомих як діapedез: шляхом адгезії до ендотеліальних клітин, проникнення між ними і подальшого просування у сполучну тканину. Цей процес забезпечує односпрямований потік гранулоцитів і моноцитів із крові у тканини. Виняток становлять лімфоцити, які здатні до рециркуляції – повернення у кровоплин. Тривалість життя переважної більшості лейкоцитів становить кілька діб: вони гинуть у сполучній тканині шляхом апоптозу, (виняток окремих видів лімфоцитів – клітин пам'яті).

Гранулоцити					Агранулоцити	
Базофільні	Еозинофільні	Нейтрофільні			Лімфоцити	Моноцити
		юні	паличкоядерні	сегментоядерні		
0–1 %	0,5–5 %	0–1 %	1–6 %	47–72 %	19–37 %	3–11 %



# Класифікація лейкоцитів

Усі лейкоцити , залежно від наявності або відсутності цитоплазматичної зернистості, поділяють на:

- **Гранулоцити** – які містять специфічну зернистість
- **Агранулоцити** – не містять зернистості.

З урахуванням тинкторіальних властивостей (кольору зернистості) та форми ядер гранулоцити поділяють на:

- **Нейтрофільні** - юні, паличкоядерні і сегментоядерні
- **Еозинофільні**
- **Базофільні.**

Агранулоцити поділяють на:

- **Лімфоцити**
- **Моноцити**

# Нейтрофільні гранулоцити

❖ Складають **65-70%** від загального вмісту лейкоцитів.

## Морфофункціональна характеристика:

- діаметр у свіжій краплі крові 7-9 мкм,
- у мазку 10-12 мкм
- Цитоплазма слабо оксифільна
- *Азурофільні гранули* – первинні лизосоми (містять кислу фосфотазу)
- *Специфічні гранули* ( містять лужну фосфатазу, основні катіонні білки, фагоцитини, лактоферин, лізоцим, амінопептидази)

## Форма ядра залежить від степені зрілості клітини:

а) *юні* – богоподібне ядро – 1% від усіх клітин

б) *паличкоядерні* – мають вигляд підкови або літери S – 1-6%

в) *сегментоядерні* – складаються з 2-3 і більш сегментів, зв'язаних тонкими перетяжками – 49-72%

- у кров'яному руслі знаходяться біля 8 годин, відтак виходять у сполучну тканину

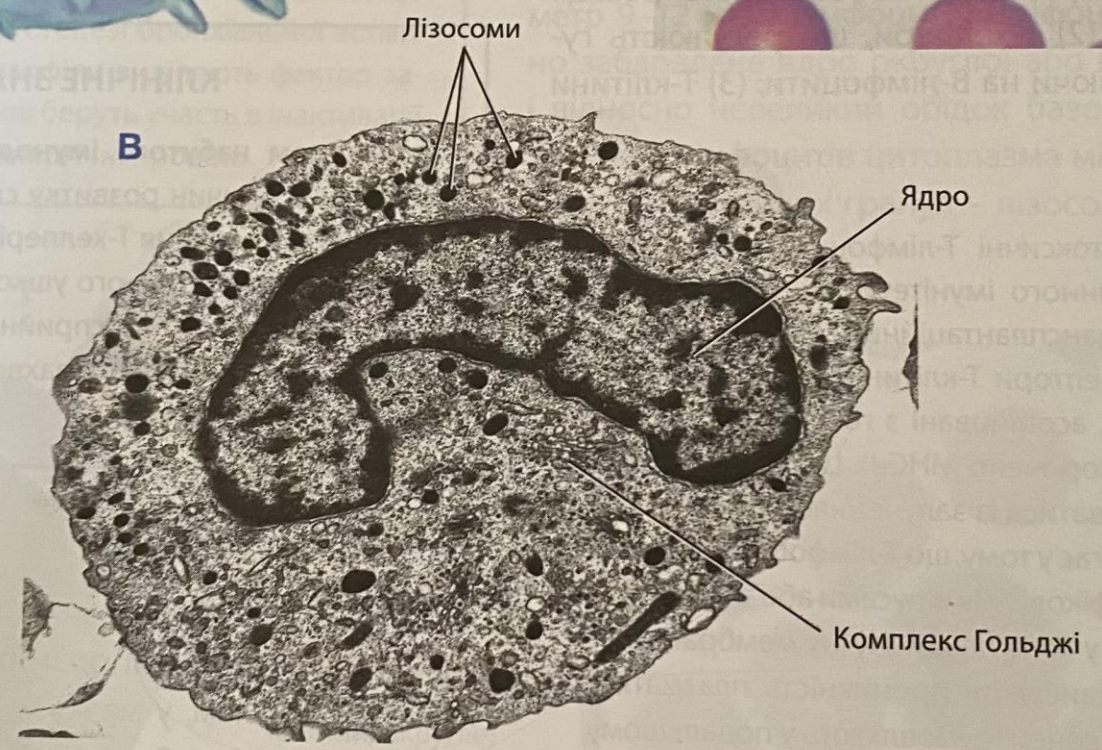
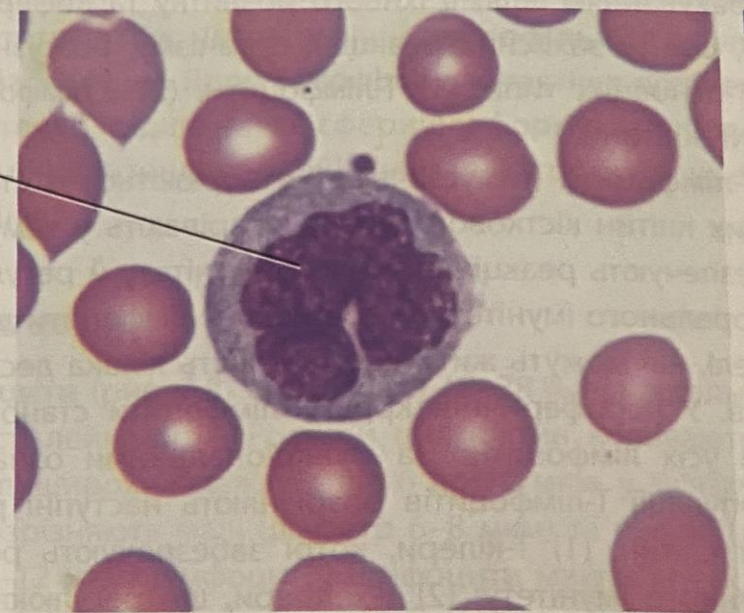
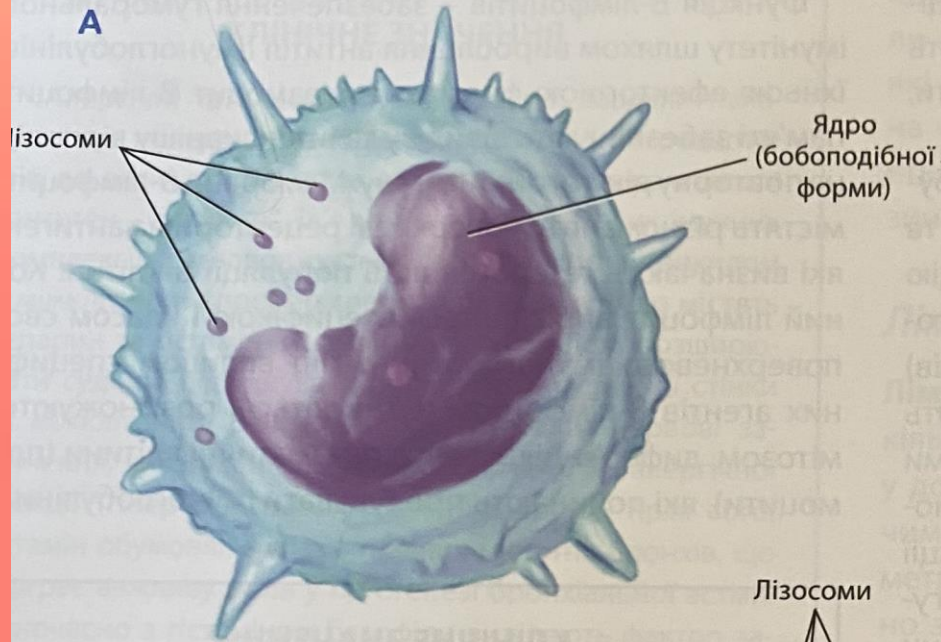
- мігрують з кровоносних судин і пересуваються до джерела подразнення

- у ядрах сегментоядерних нейтрофілів осіб жіночої статі можна виявити вирости у формі барабанної палички – так званий статевих хроматин (тільця Барра), використовується при визначенні полові належності крові.

## Функції:

- володіють високими фагоцитарними властивостями

- продукують нейлони, що пригнічують синтез ДНК у клітинах гранулоцитарного ряду і цим впливають на процеси проліферації і диференціації лейкоцитів.



# Еозинофільні гранулоцити

❖ Складають **0,5 - 5%** від загального вмісту лейкоцитів.

## **Морфофункціональна характеристика:**

- діаметр у свіжій краплі крові 9-10 мкм,
- у мазку 12-14 мкм
- Цитоплазма слабо базофільна
- *Азурофільні гранули* – первинні лизосоми (містять кислу фосфотазу)
- *Специфічні гранули* ( містять основні білки збагачені аргініном)

## **Форма ядра залежить від степені зрілості клітини:**

а) юні - богоподібне ядро –

б) паличкоядерні – мають вигляд підкови або літери S

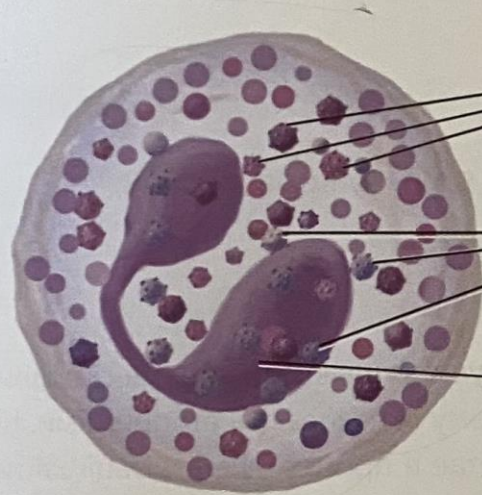
в) сегментоядерні – складаються з 2-3 сегментів, зв'язаних тонкими перетяжками

- мігрують з кровоносних судин у сполучну тканин

- менш рухомі

## **Функції:**

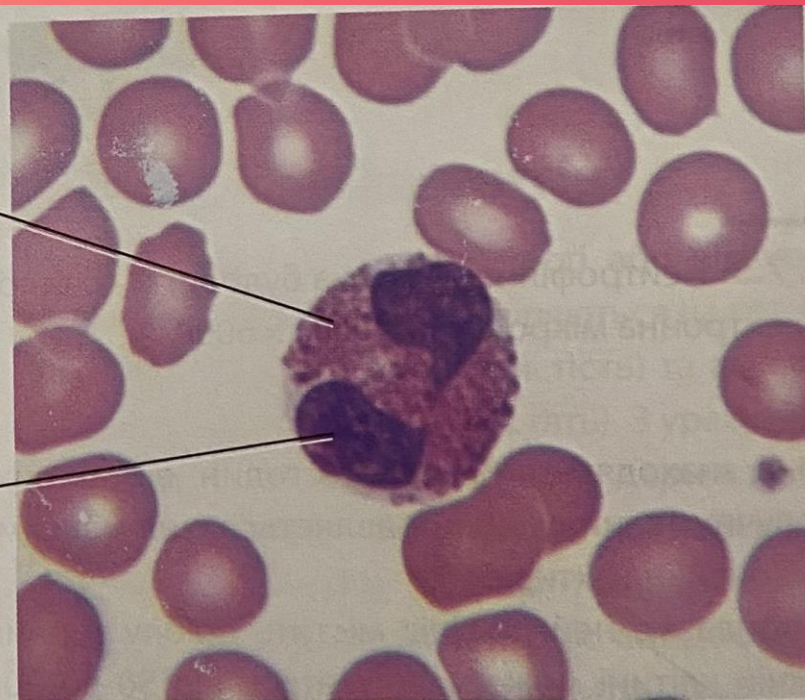
- Беруть участь у захисних реакціях на сторонніх білок
- Беруть участь в алергійних та анафілактичних реакціях
- Здатні фагоцитувати
- Здатні інактивувати гістамін за допомогою ферменту гістамінази



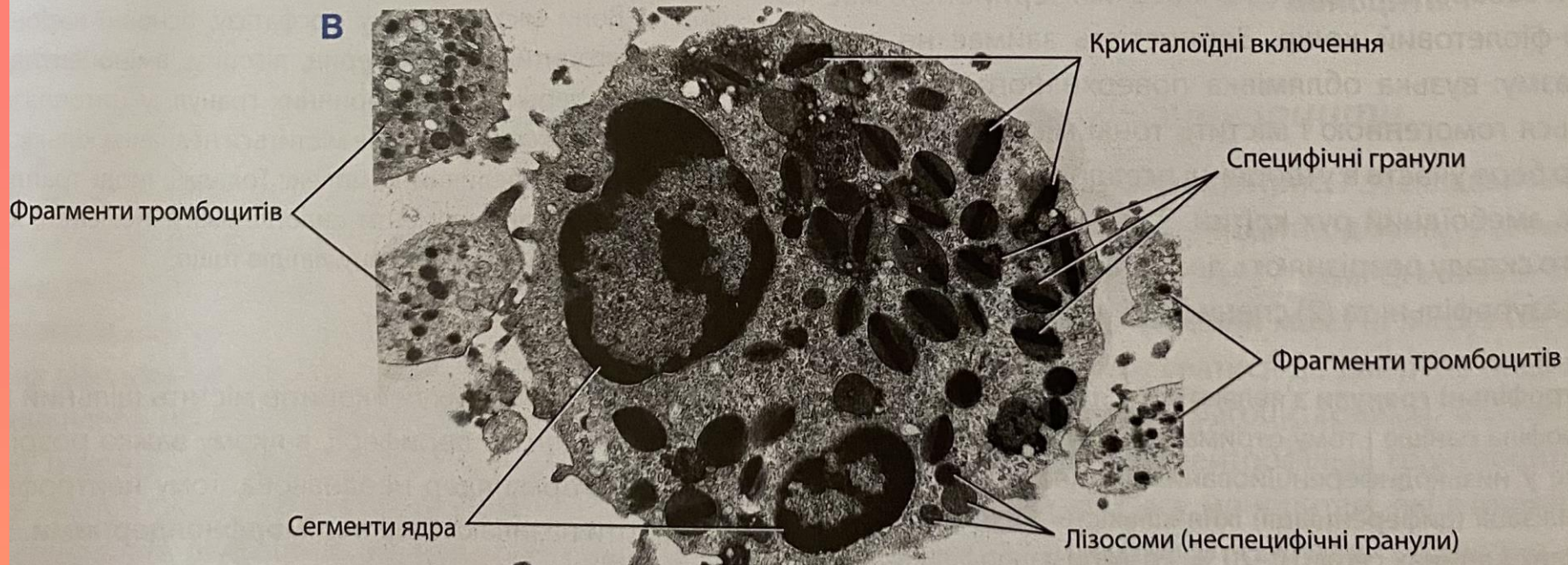
Специфічні  
гранули  
(еозинофільні)

Неспецифічні  
гранули  
(азурофільні)

Ядро (як правило,  
складається  
з двох сегментів)



Б



Б

Фрагменти тромбоцитів

Сегменти ядра

Кристалічні включення

Специфічні гранули

Фрагменти тромбоцитів

Лізосоми (неспецифічні гранули)

# Базофільні гранулоцити

❖ Складають **0 - 1%** від загального вмісту лейкоцитів.

## Морфологічна характеристика:

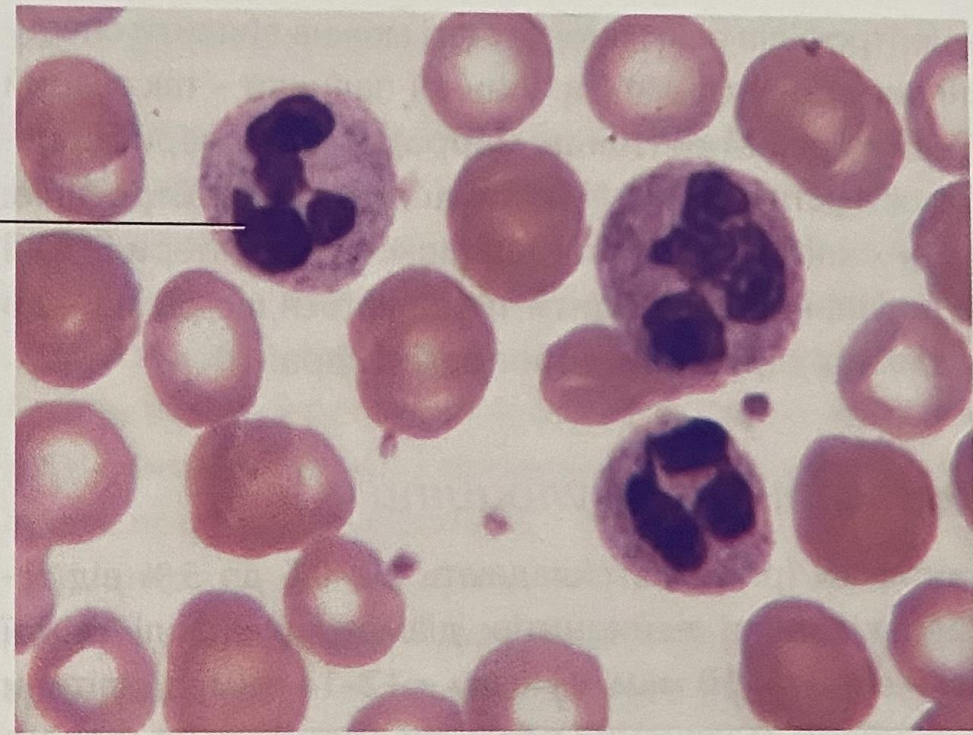
- діаметр у свіжій краплі крові 9 мкм,
- у мазку 11-12 мкм
- Цитоплазма слабо оксифільна
- *Азурофільні гранули* – первинні лизосоми (містять кислу фосфотазу)
- *Специфічні базофільні гранули* ( містять гепарин, гістамін), які характеризуються **метахромазією**, за рахунок присутності гепарину.
- **Гепарин** – зменшує зсідання крові (антикоагулянт), знижує проникність міжклітинної речовини, має протизапальну дію.
- **Гістамін** – різко розширює кровоносні капіляри, підвищує проникність їхньої стінки, приводячи до локальних набряків, виділяється при алергійних реакціях, викликає хемотаксис еозинофілів.

Ядро поділене на часточки, рідше – має сферичну форму

- мігрують з кровоносних судин у сполучну тканину
- менш рухомі

## Функції:

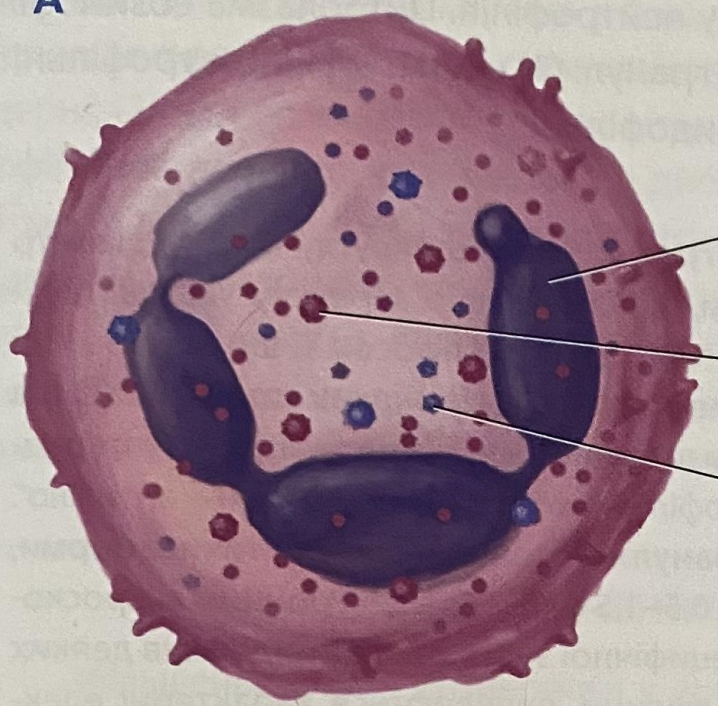
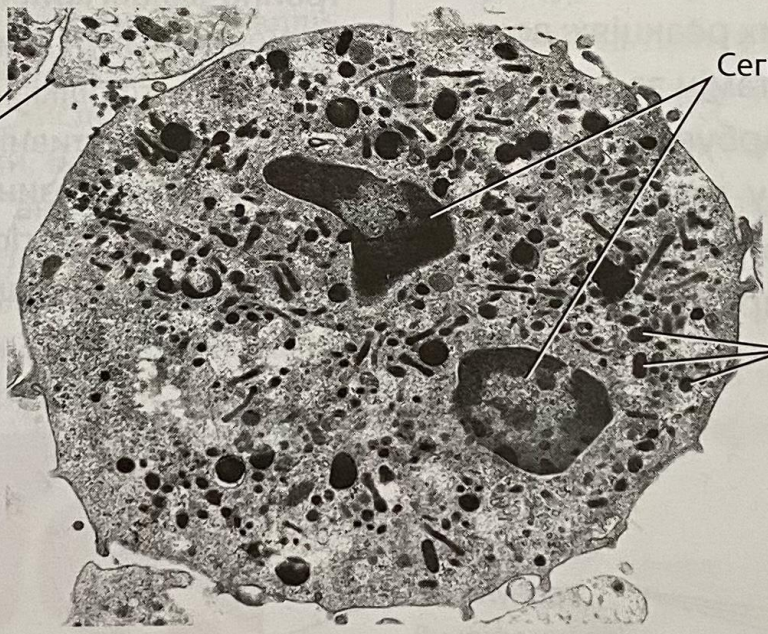
- Здатність до метаболізму гепарину і гістаміну
- Забезпечують гомеостаз крові
- Беруть участь в алергійних та анафілактичних реакціях

**Б**

Ядро  
(три і більше  
сегментів)

Специфічні  
нейтрофільні  
гранули

Неспецифічні  
(азурофільні)  
гранули

**А****В**

Фрагменти  
тромбоцитів

Сегменти ядра

Специфічні гранули

# Лімфоцити

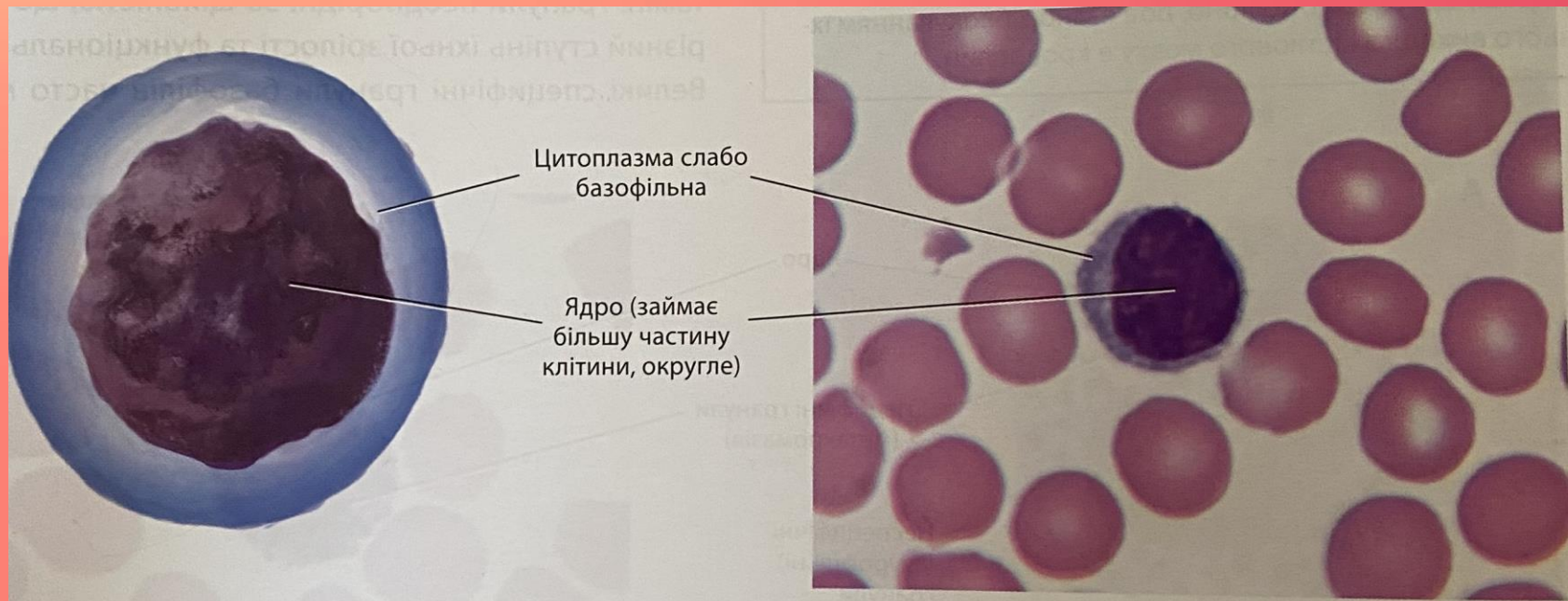
❖ Складають **19 – 39 %** від загального вмісту лейкоцитів.

**Морфофункціональна характеристика:**

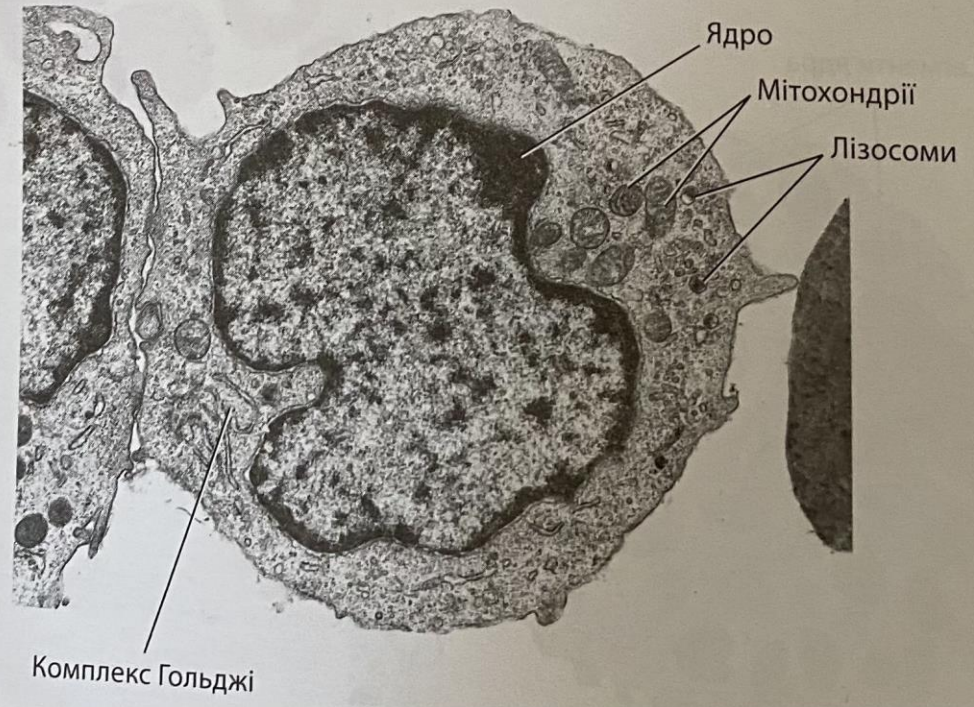
- **За розмірами** виділяють:
  - а) малі – 5-7 мкм
  - б) середні – 8-10 мкм
  - в) великі – понад 10 мкм
- **При електронній мікроскопії** виділяють:
  - а) малі світлі – 70-75%
  - б) малі темні – 12-13%
  - в) середні – 10-12%
  - г) плазмоцити -1-2%



- цитоплазма фарбується базофільно
- невеликий об'єм цитоплазми
- ядро округлої або богоподібної форми, займає більшу частину клітини
- містять невелику кількість лізосом
- навколо ядра – світла перинуклеарна зона.
- за **імунними функціями** виділяють різновиди:
  - а) Т-лімфоцити
  - б) В-лімфоцити
  - в) НК-лімфоцити



**В**



# Т-лімфоцити

- ❖ розвиваються в тимусі, забезпечують реакції клітинного імунітету та регуляцію гуморального імунітету. В популяції Т-лімфоцитів розрізняють:
  - **Т-кілери** – ефекторні клітини клітинного імунітету, забезпечують протипухлинний і трансплантаційний імунітет; цитотоксична дія може реалізуватися двома механізмами:
    - а) Т-лімфоцити прикріплюються до «чужих» клітин і «вмонтовують» у їхню плазматичну мембрану білки перфोरини, що підвищують проникність плазматичних мембран клітин-мішеней і зумовлюють у подальшому їх руйнування;
    - б) механізм пов'язаний з прикріпленням Т-кілерів до клітини та її знищенням шляхом запусків механізмів, що індукують апоптоз.
  - **Т-хелпери** – стимулюють утворення антитіл В-лімфоцитами, продукують цитокіни, підвищують фагоцитарну активність макрофагів.
  - **Т-супресори** – пригнічують утворення антитіл В-лімфоцитами
  - **Т-клітини пам'яті** – зберігають інформацію про антиген, яким раніше контактував організм.  
Т-лімфоцити впливають на В-лімфоцити за допомогою лімфокінів, що продукуються ними у відповідь на дію антигенів.

# В- лімфоцити

- ❖ Утворюються у птахів із стовбурових клітин кісткового мозку у фабрицієвій сумці – звідки й походить їхня назва. У людини в ембріональному періоді В-лімфоцити утворюються в печінці, у дорослого – в кістковому мозку.
- Функція – забезпечення гуморального імунітету шляхом вироблення антитіл (імуноглобулінів); їхньою ефекторною формою є плазмоцити. В-лімфоцити пам'яті забезпечують швидку та інтенсивнішу відповідь на повторну дію того ж антигену. Мембрани В-лімфоцитів містять різноманітні поверхневі рецептори на антигени, які визначають гетерогенність популяції В-лімфоцитів. Під впливом специфічних антигенів В-лімфоцити активуються, розмножуються, диференціюються в плазматичні клітини (плазмоцити), які починають продукувати імуноглобуліни.
- **НК-лімфоцити** – природні клітини-кілери не мають на своїй поверхні рецепторів Т-клітин, вони знищують інфіковані вірусами і пухлинні клітини без попередньої активації.

# Моноцити

❖ Складають 3 - 11% від загального вмісту лейкоцитів.

## **Морфофункціональна характеристика:**

- діаметр у свіжій краплі крові 9-12 мкм,
- у мазку 18-20 мкм
- Цитоплазма слабо базofilьна, формує псевдоподії, містить фагоцитарні вакуолі, піноцитозні везикули, грЕПС

Форма ядра різноманітна: богоподібна, підковоподібна, з виступами та заглибинами  
- у кров'яному руслі знаходяться від 36 до 104 годин, відтак виходять у сполучну тканину  
- після міграції з кровоносних судин у сполучну тканину диференціюються в макрофаги

## **Функції:**

- Забезпечення реакцій неспецифічного захисту організму проти мікробів, заражених вірусами клітин, пухлинних клітин завдяки високій фагоцитарній активності.
- Участь у специфічних імунних реакціях у вигляді антигенпрезентуючих чи ефекторних клітин,
- Фагоцитоз та утилізація старіючих чи загиблих клітин організму.
- Синтез біологічно активних речовин – монокінів.

➤ У медичній праці аналіз крові має важливе значення.

Використовуються :

- **Гемограма** – сукупність результатів кількісного та якісного дослідження крові
- **Лейкоцитарна формула** – процентний вміст лейкоцитів у мазку крові.

Вид лейкоцитів	Вік дитини				
	1 день	5 днів	1 рік	5 років	14 років
Нейтрофільні гранулоцити	64 %	45 %	25 %	45 %	60 %
Лімфоцити	24 %	45 %	65 %	45 %	28 %

Показник	Кількість
Гематокрит (співвідношення “формені елементи/плазма“)	45/55 – 40/60 %
Кількість еритроцитів	чоловіки – $3,9\text{--}5,5 \times 10^{12}/\text{л}$ , жінки – $3,6\text{--}5,2 \times 10^{12}/\text{л}$
Кількість ретикулоцитів	до 20 на 1 тис. еритроцитів
Кількість лейкоцитів	$4\text{--}9 \times 10^9/\text{л}$
Кількість тромбоцитів	$150\text{--}400 \times 10^9/\text{л}$
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	6–12 мм/год
Гемоглобін	чоловіки – 130–160 г/л, жінки – 120–150 г/л



# Лімфа

❖ Прозора жовтувата рідина з білковим вмістом, яка циркулює по лімфатичним судинах.

Складається з:

- **лімфоплазми** – за складом близька до плазми крові, але містить менше білків; білкові компоненти включають ферменти діастазу, ліпазу та ферменти гліколізу, а також містить нейтральні жири, прості цукрі, мікроелементи (калій, магній, залізо).

- **формених елементів** – лімфоцитів (до 98%), а також моноцитів.

Розрізняють:

- *Периферичну лімфу* – від тканин до лімфатичних вузлів
  - *Проміжну* – після проходження лімфатичних вузлів
  - *Центральну* – лімфа грудної і правої лімфатичної проток.
- Механізм утворення лімфи пов'язаний з фільтрацією плазми крові з кровоносних капілярів в міжклітинний простір, в результаті чого формується тканинна (інтерстиційна) рідина.

## Функції:

- *гомеостатична* – регуляція об'єму та складу тканинної рідини
- *метаболична* – транспорт метаболітів, ферментів, води, біологічно активних речовин
- *трофічна* – транспорт поживних речовин (ліпідів з травного тракту)
- *захисна* – транспорт антигенів, антитіл, лімфоцитів, макрофагів, антигенпрезентуючих клітин

**Кінець**

Дякую за увагу!