

# КРОВ – ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ

# СКЛАД І ФУНКЦІЇ КРОВІ

- Кров як внутрішнє середовище організму;
- Функції крові;
- Кількість крові;
- Фізико-хімічні властивості крові;
- Еритроцити, їх фізіологічне значення;
- Гемоглобін, його будова, значення, сполуки;
- Швидкість осідання еритроцитів, її значення;
- Регуляція складу крові.

# НАЙВАЖЛИВІШІ ФУНКЦІЇ КРОВІ

- ТРАНСПОРТНА ФУНКЦІЯ:
  - дихальна;
  - трофічна (поживна);
  - видільна (екскреторна).
- ТЕРМОРЕГУЛЮЮЧА.
- ЗАХИСНА.
- КОРЕЛЯТИВНА
- ПІДТРИМАННЯ ГОМЕОСТАЗУ
- ПЕРЕДАЧА СИЛИ.

# Кількість крові у тварин і людини

| Вид тварини   | Кількість крові,<br>% до маси тіла |
|---------------|------------------------------------|
| Кінь          | 9,8                                |
| Корова        | 8                                  |
| Вівця         | 8,1                                |
| Свиня         | 4,6                                |
| Собака        | 6,4                                |
| кіт           | 5,7                                |
| крізь         | 5,4                                |
| курка         | 8,5                                |
| Костисті риби | 0,9-3,7                            |
| Людина        | 6-8 (4,5 <sub>4</sub> - 6 л).      |

# СКЛАД КРОВІ



плазма - 55 %

тромбоцити - 1 %

лейкоцити - 3 %

еритроцити - 41 %

# Фізичні властивості крові

- рН артеріальної крові – 7,4
- рН венозної крові – 7,35
- Питома маса:  
крові 1,050-1,060,  
плазми 1,024-1,034,  
еритроцитів 1,090.
- В'язкість крові 3 – 4.
- Осмотичний тиск 7-8 атм.
- Точка замерзання крові:  
–0,56...–0,58°C

# Буферні системи крові

- **Бікарбонатна.**  $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3$  Якщо в крові збільшується кількість кислот, вони нейтралізуються бікарбонатом натрію, а вугільна кислота, яка при цьому утворюється, під впливом ферменту карбоангідрази розщеплюється на воду та вуглекислий газ і виділяється через легені.
- **Фосфатна** — дегідрофосфат ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) та гідрофосфат ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ). Перша сполука поводить себе як слабка кислота, друга — як луг.
- **Система білків плазми крові.** Білки крові, маючи в своєму складі групу  $\text{NH}_2$ , здатні нейтралізувати кислоти, а завдяки наявності  $\text{COOH}$  — сполучатись з лугами.
- **Система гемоглобіну.** У тканинах гемоглобін, маючи слаболужну реакцію, зв'язує кислоти, а в легенях, після віддачі  $\text{CO}_2$  і насичення киснем, поводить себе як слабка кислота (рН 6,8) і тим самим запобігає залуженню крові.
- **Метаболічна система** в своїй основі має зміну фізико-хімічних властивостей та активності деяких ферментів під впливом зміни в середовищі концентрації  $\text{H}^+$ ,  $\text{CO}_2$  і  $\text{HCO}_3^-$ .

# Склад плазми великої рогатої худоби, %

(за Г.Й.Азимовим та ін., 1961)

| Назва речовини | Цифрові показники | Характер сполук     |
|----------------|-------------------|---------------------|
| Білки          | 8,0               | Колоїди             |
| Глюкоза        | 0,06              | Молекулярні сполуки |
| Холестерин     | 0,12              |                     |
| Лецитин        | 0,17              |                     |
| Натрій         | 0,35              | Іони                |
| Калій          | 0,02              |                     |
| Кальцій        | 0,015             |                     |
| Магній         | 0,003             |                     |
| Хлор           | 0,38              |                     |
| Бікарбонати    | 0,16              |                     |
| Сульфати       | 0,21              |                     |
| Фосфати        | 0,14              |                     |

# ЗНАЧЕННЯ БІЛКІВ ПЛАЗМИ

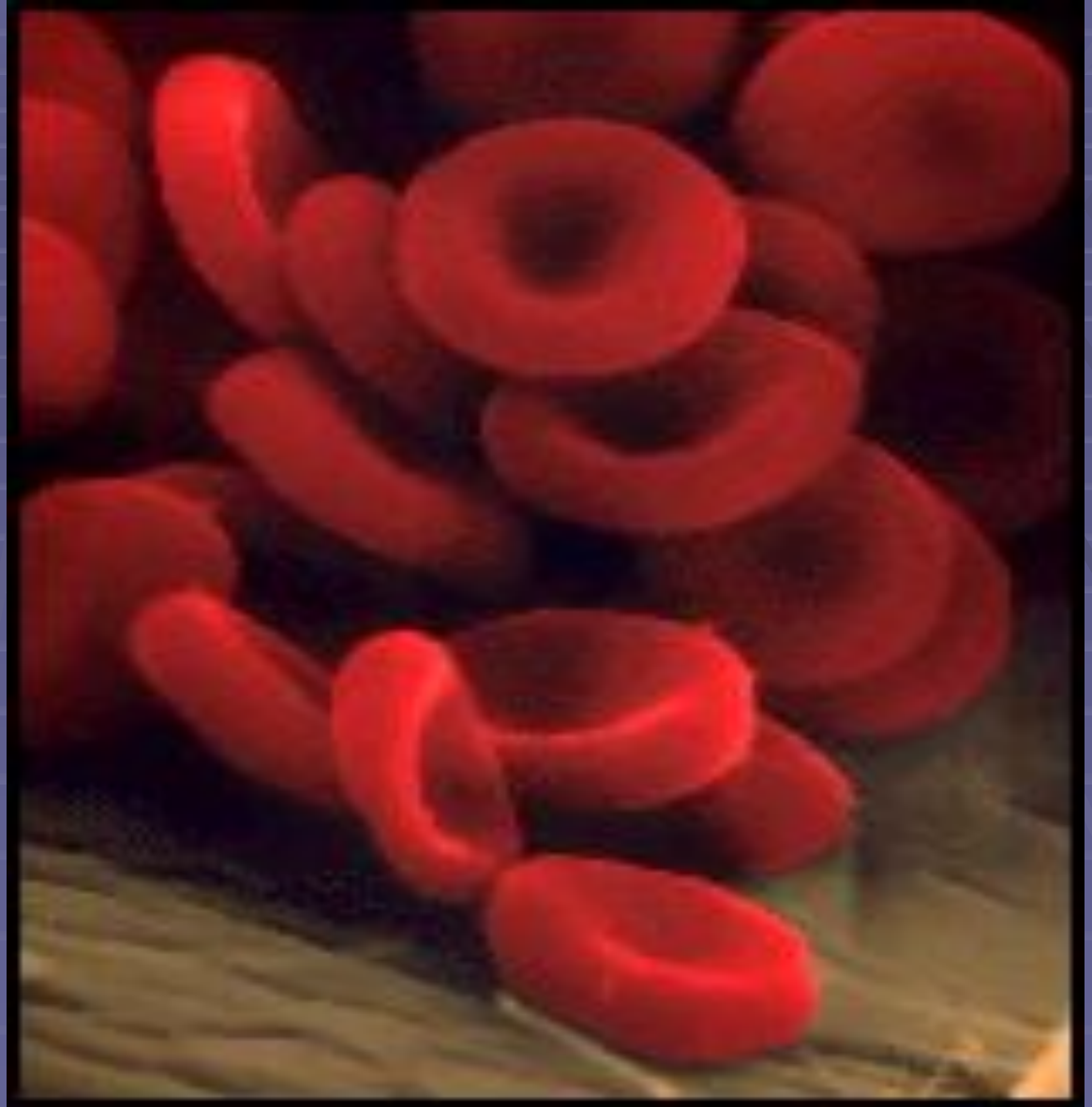
1. Підтримують рН крові;
  2. Пластичний матеріал для тканинних білків;
  3. Обумовлюють онкотичний тиск,
  4. Забезпечують в'язкість крові,
  5. Здійснюють транспортування гормонів, мінеральних речовин, ліпідів, холестерину тощо;
- Беруть участь у зсіданні крові і утворенні імунних тіл;
1. Перешкоджають осіданню еритроцитів.

# Вміст білків у сироватці крові тварин, % до загальної кількості білків

(за А.П.Костіним та ін., 1983)

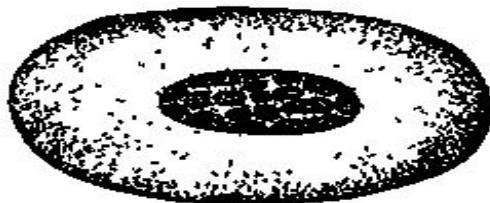
| Вид тварини | Альбуміни | Глобуліни |                    |          |
|-------------|-----------|-----------|--------------------|----------|
|             |           | $\alpha$  | $\beta$            | $\gamma$ |
| Кінь        | 32,4      | 17        | 23                 | 27,6     |
| ВРХ         | 40-48     | 12-20     | 16-21              | 20-30    |
| Вівця       | 39-43     | 18-22     | 25-30              | 10-15    |
| Свиня       | 39-49     | 15-24     | 10-18              | 15-30    |
| Кріль       | 63,2      | 12,4      | 10,7               | 13,7     |
| Індик       | 66,5      | 7,9       | 14,4 <sub>10</sub> | 11,2     |

- Загальний  
вигляд  
еритроцитів



# Еритроцити тварин

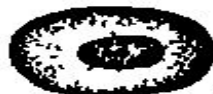
(за В.Н.Нікітіним, збільшено в 1000 разів)



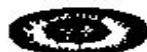
Протей 35,6м × 58,2м



Тритон 19,5м × 29,3м



Жаба 15,8м × 22,8м



Голуб 6,5м × 14,7м



Курка 7,5м × 12,0м



Слон 9,4м



Морська свинка 7,2м



Собака 7,2м



Щур 6,2м



Кролик 6,0м



Кішка 5,9м



Ліма 4,2м × 7,5м



Миша 5,7м



Верблюд 4,0м × 7,3м



Кінь 5,6м



Свиня 5,6м



Осел 5,5м



Корова 5,1м



Вівця 4,3м

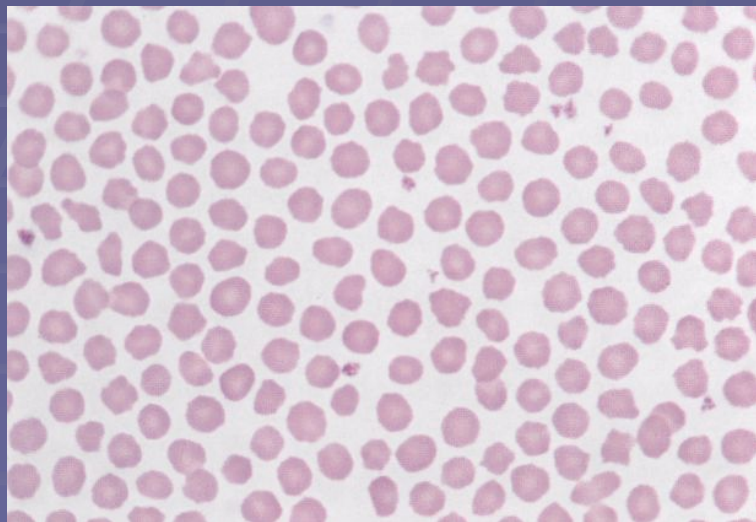
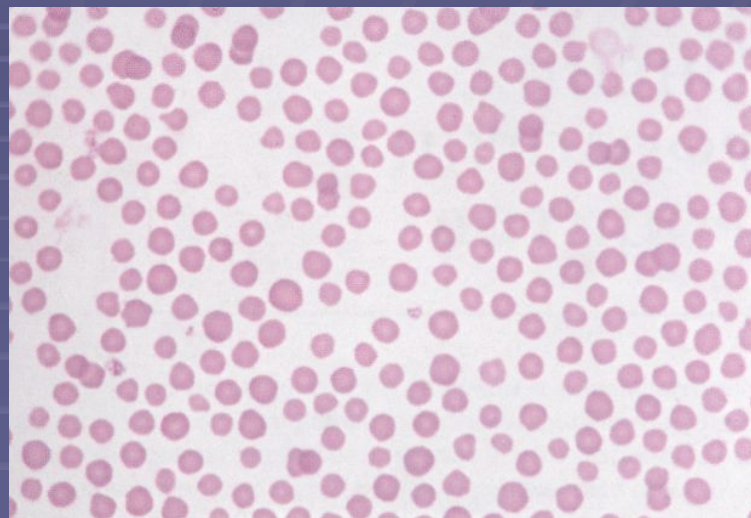
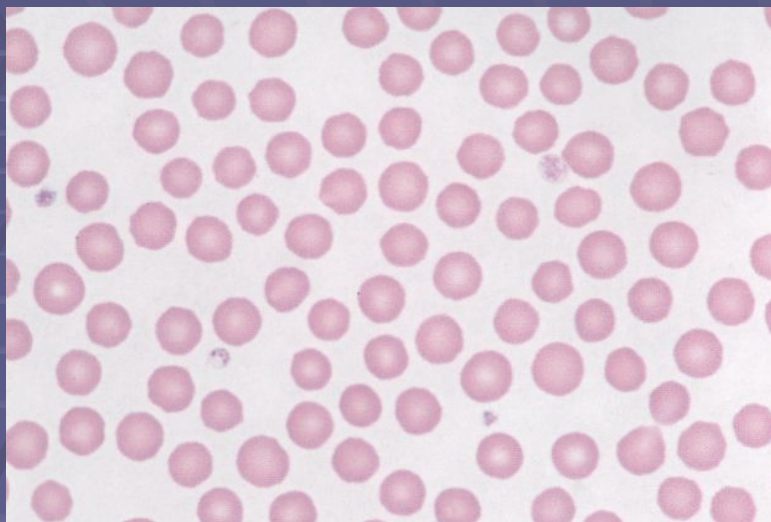


Коза 4,0м



Кабарга 2,5м

# Нормальні еритроцити корови, кози, вівці, лами



# Кількість і розміри еритроцитів

(за В.В.Науменком та ін., 1994)

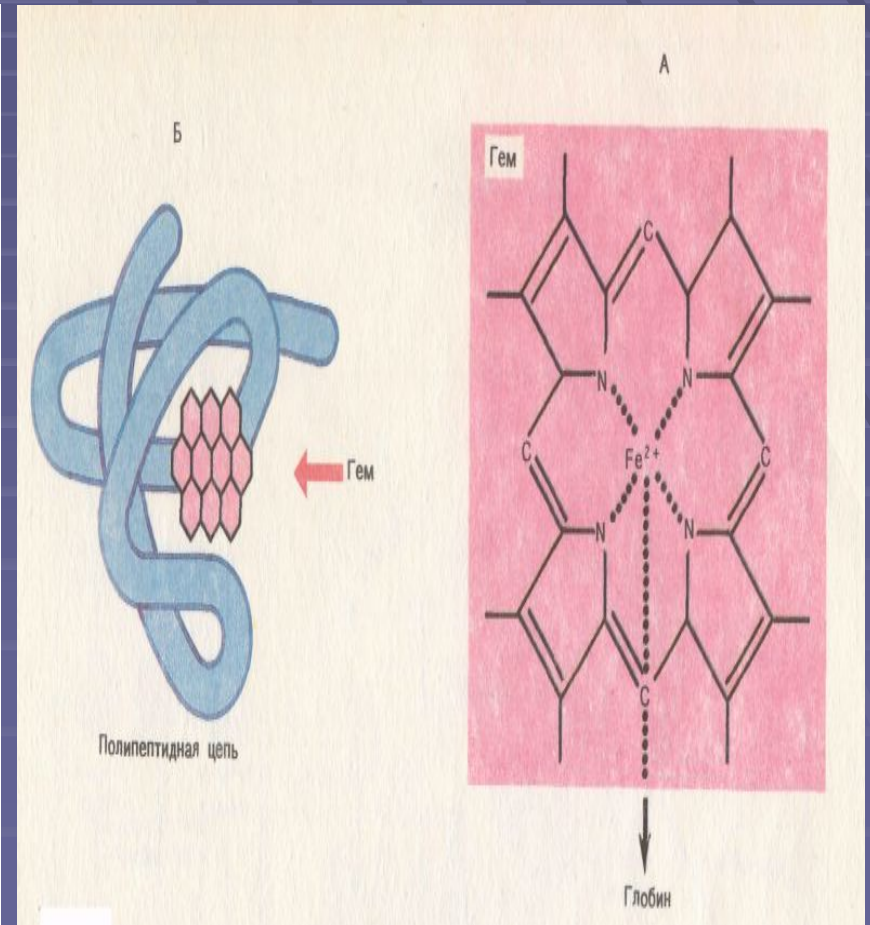
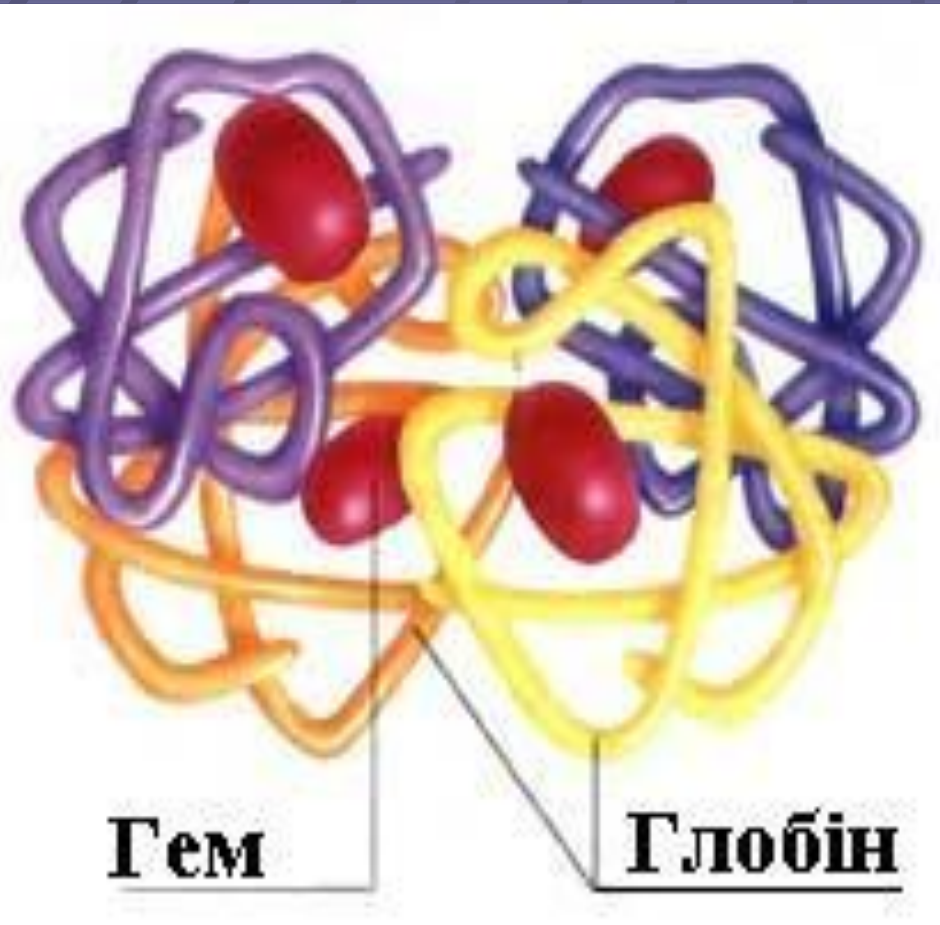
| Вид тварини | Кількість еритроцитів, $1 \times 10^{12}$ /л | Діаметр еритроцитів, мкм |
|-------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| Кінь        | 7,9 (6-10)                                   | 5,6                      |
| ВРХ         | 6,3 (5-7)                                    | 5,1                      |
| Свиня       | 6,5 (5-8)                                    | 5,6                      |
| Вівця       | 8,1 (7-9)                                    | 5,1                      |
| Кріль       | 5,8                                          | 6,0                      |
| Курка       | 3,5 (2,5-4,0)                                | 9,8                      |
| Жаба        | 0,38                                         | 22,8 × 15,8              |

# Функції еритроцитів

- Транспорт кисню, вуглекислого газу та поживних речовин.
- Регуляція рН крові
- Адсорбція деяких отрут та їх транспорт.

# Структура гема та його положення в субодиниці гемоглобіну:

А — гем; Б — гем, вбудований в поліпептидний ланцюг.



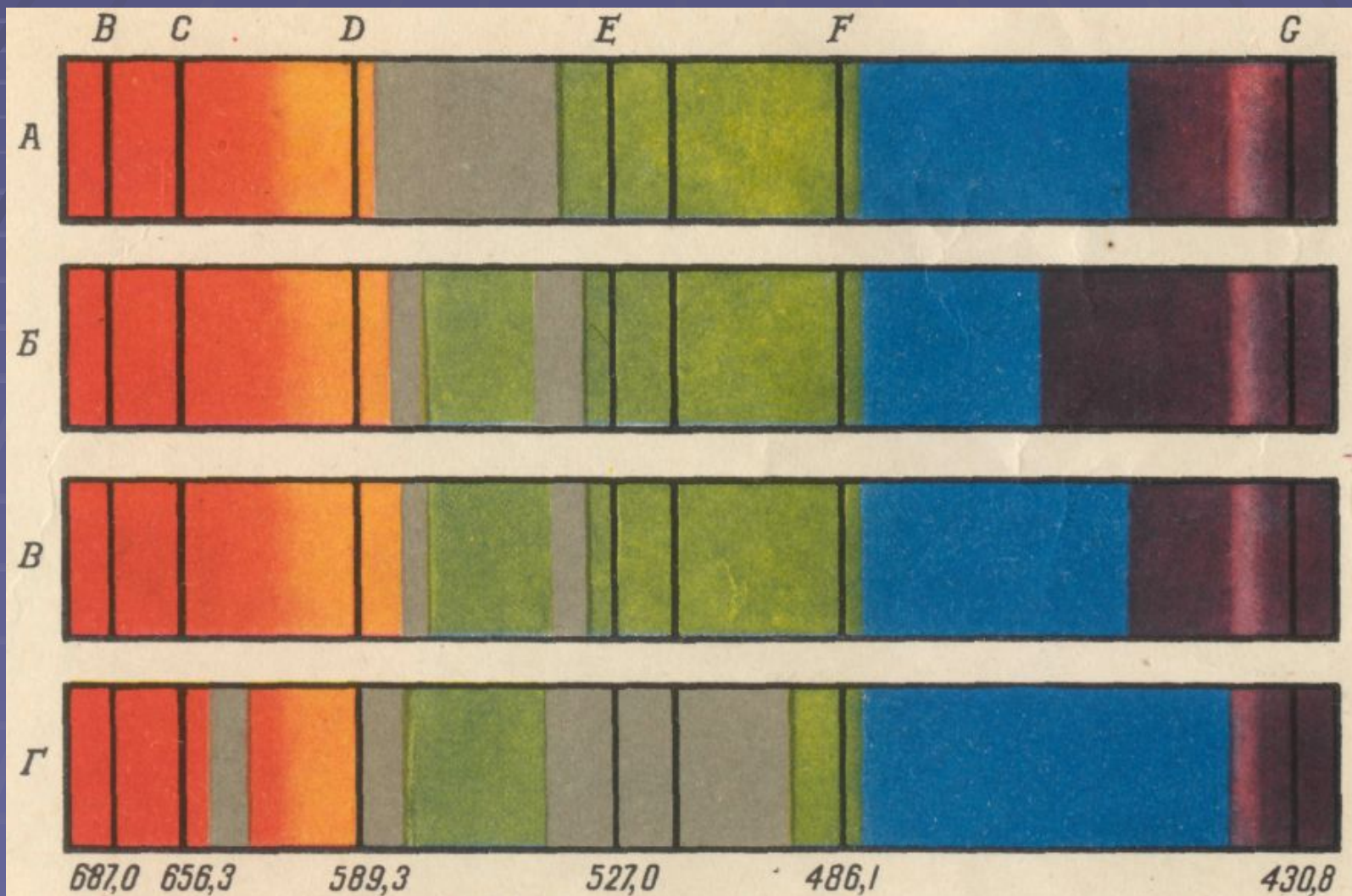
# Вміст гемоглобіну в крові тварин

| Вид тварин | Вміст Нб, % за Салі | Коливання | Вміст, Г/л |
|------------|---------------------|-----------|------------|
| Кінь       | 80                  | 50-100    | 136        |
| ВРХ        | 65                  | 56-74     | 110        |
| Вівця      | 68                  | 54-80     | 116        |
| Свиня      | 60                  | 51-69     | 106        |
| Собака     | 80                  | 65-95     | 137        |
| Курка      | 75                  | 51-99     | 127        |

# Сполуки гемоглобіну

- **Оксигемоглобін** - нестійка сполука гемоглобіну з киснем ( $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HbO}_2$ ).
- Сполука гемоглобіну з вуглекислим газом називається **карбогемоглобіном** ( $\text{HbCO}_2$ )
- **Карбоксигемоглобін** ( $\text{HbCO}$ ) - стійка сполука гемоглобіну з окисом вуглецю, або чадним газом.
- Під впливом сильних окислювачів (бертолетова сіль, анілін, перманганат калію) гемоглобін перетворюється в **метгемоглобін** ( $\text{MetHb}$ ), де залізо з двовалентного перетворюється в тривалентне.
- У скелетних м'язах та міокарді міститься м'язовий гемоглобін — **міоглобін**, білкова частина якого має меншу молекулярну масу порівняно з гемоглобіном крові.
- У крові плода з'являється **фетальний гемоглобін**. Він активніше з'єднується з киснем, ніж гемоглобін дорослої тварини.

Спектри поглинання відновленого гемоглобіну (А),  
оксигемоглобіну (Б), карбоксигемоглобіну (В),  
метгемоглобіну (Г).



# Види лейкоцитів

Лейкоцити за своєю будовою поділяються на 2 групи:

- зернисті (гранулоцити),
- - незернисті (агранулоцити).

**До зернистих належать:**

- - еозинофіли (1-4%)
- - базофіли (0,5%)
- - нейтрофіли (60-70%)

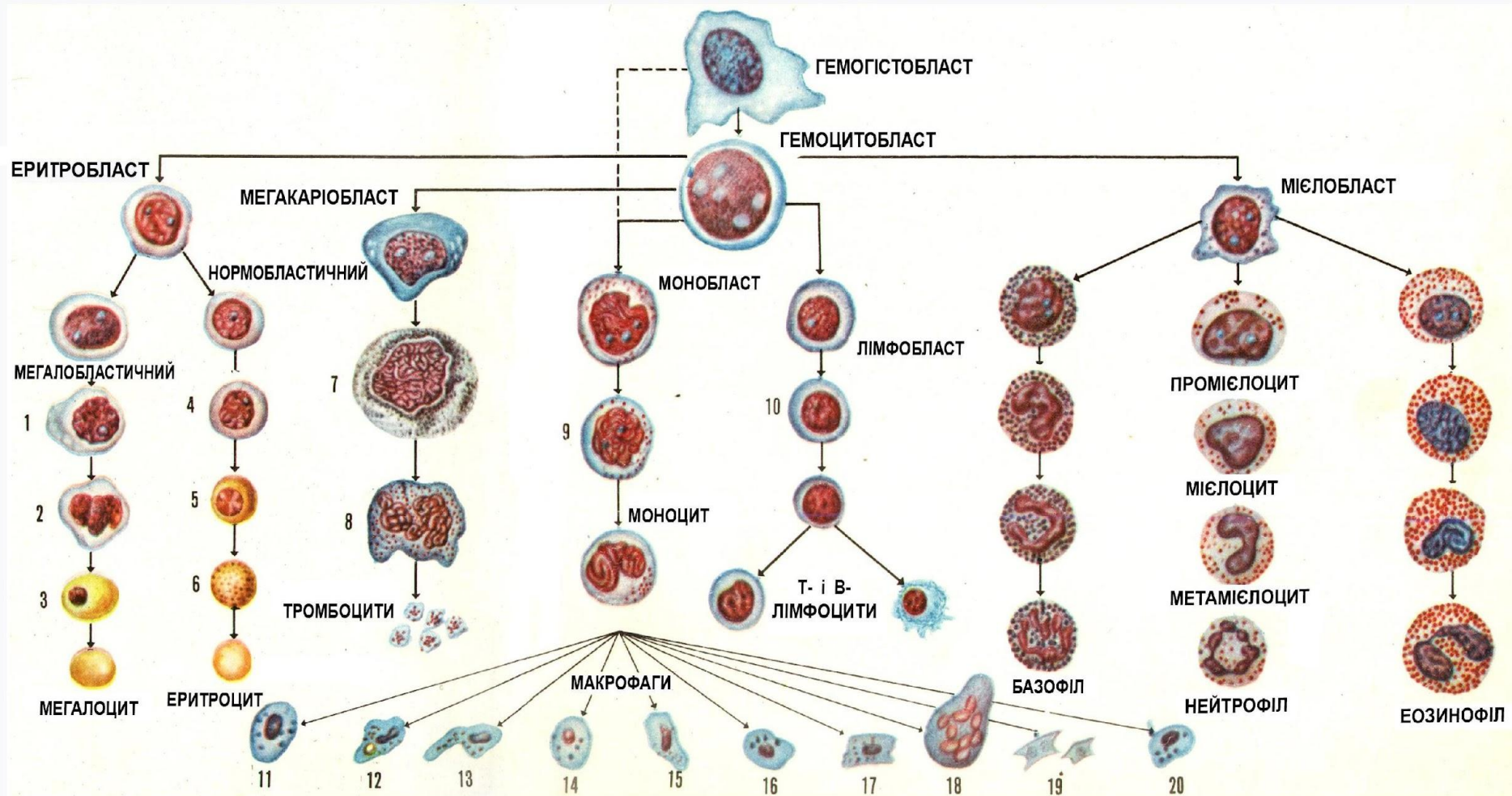
**До незернистих:**

- - лімфоцити (25-30%)
- - моноцити (6-8%)

Відсоткове співвідношення між видами лейкоцитів - **лейкоцитарна формула**, досить стала величина, порушується під час різних хвороб, має важливе діагностичне значення.

# Лейкоцитарна формула.

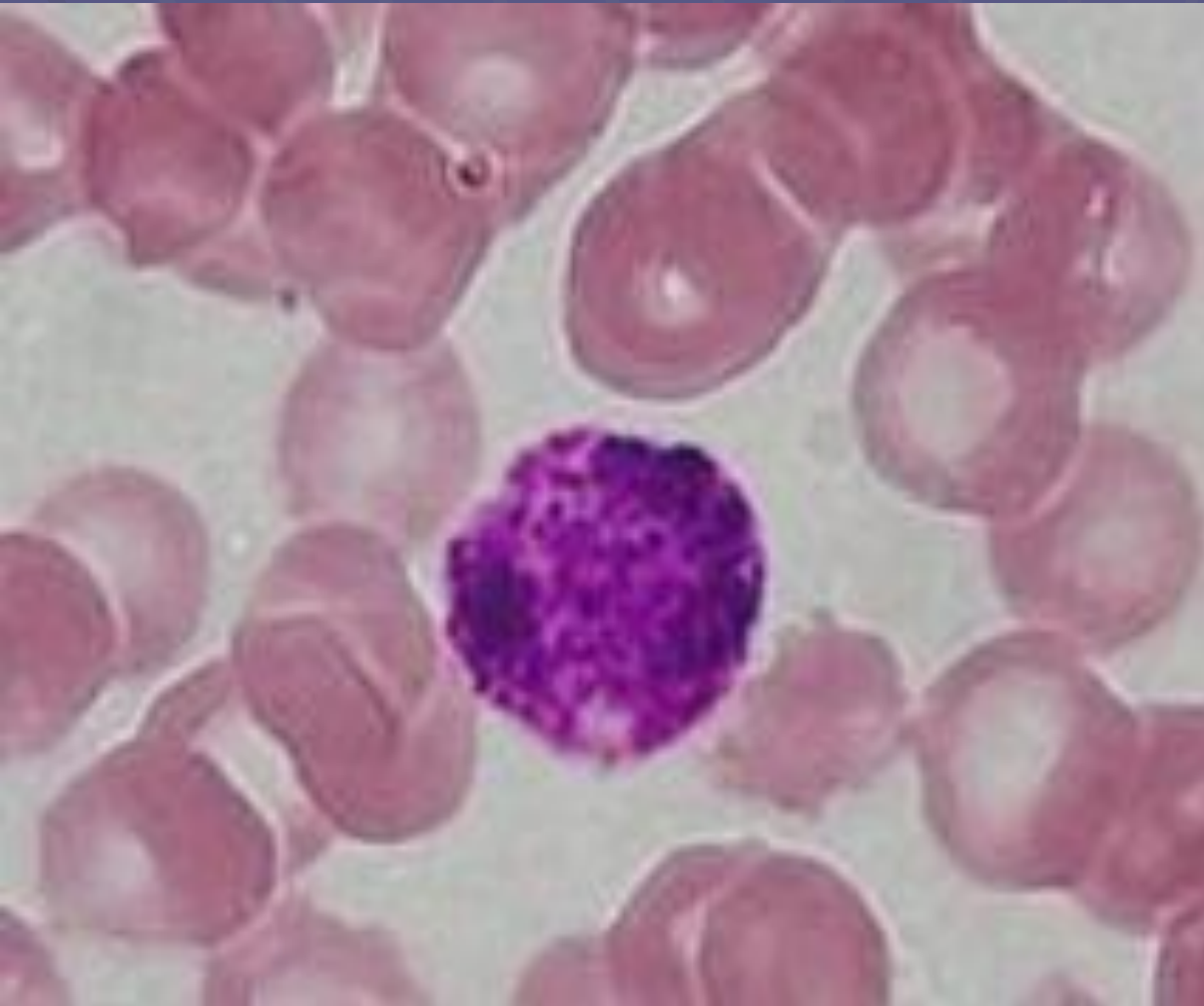
| Види          | Загальна кількість | Відсоткове співвідношення видів лейкоцитів |           |          |            |          |
|---------------|--------------------|--------------------------------------------|-----------|----------|------------|----------|
|               |                    | Нейтрофіли                                 | Лімфоцити | Моноцити | Еозинофіли | Базофіли |
| <b>Кінь</b>   | 8000-11,000        | 50-60                                      | 30-40     | 5-6      | 2-5        | < 1      |
| <b>ВРХ</b>    | 7000-10,000        | 25-30                                      | 60-65     | 5        | 2-5        | < 1      |
| <b>Вівця</b>  | 7000-10,000        | 25-30                                      | 60-65     | 5        | 2-5        | < 1      |
| <b>Коза</b>   | 8000-12,000        | 35-40                                      | 50-55     | 5        | 2-5        | < 1      |
| <b>Собака</b> | 9000-13,000        | 65-70                                      | 20-25     | 5        | 2-5        | < 1      |
| <b>Кіт</b>    | 10,000-15,000      | 55-60                                      | 30-35     | 5        | 2-5        | < 1      |
| <b>Курка</b>  | 20,000-30,000      | 25-30                                      | 55-60     | 10       | 3-8        | 1-4      |



### СХЕМА КРОВОТВОРЕННЯ

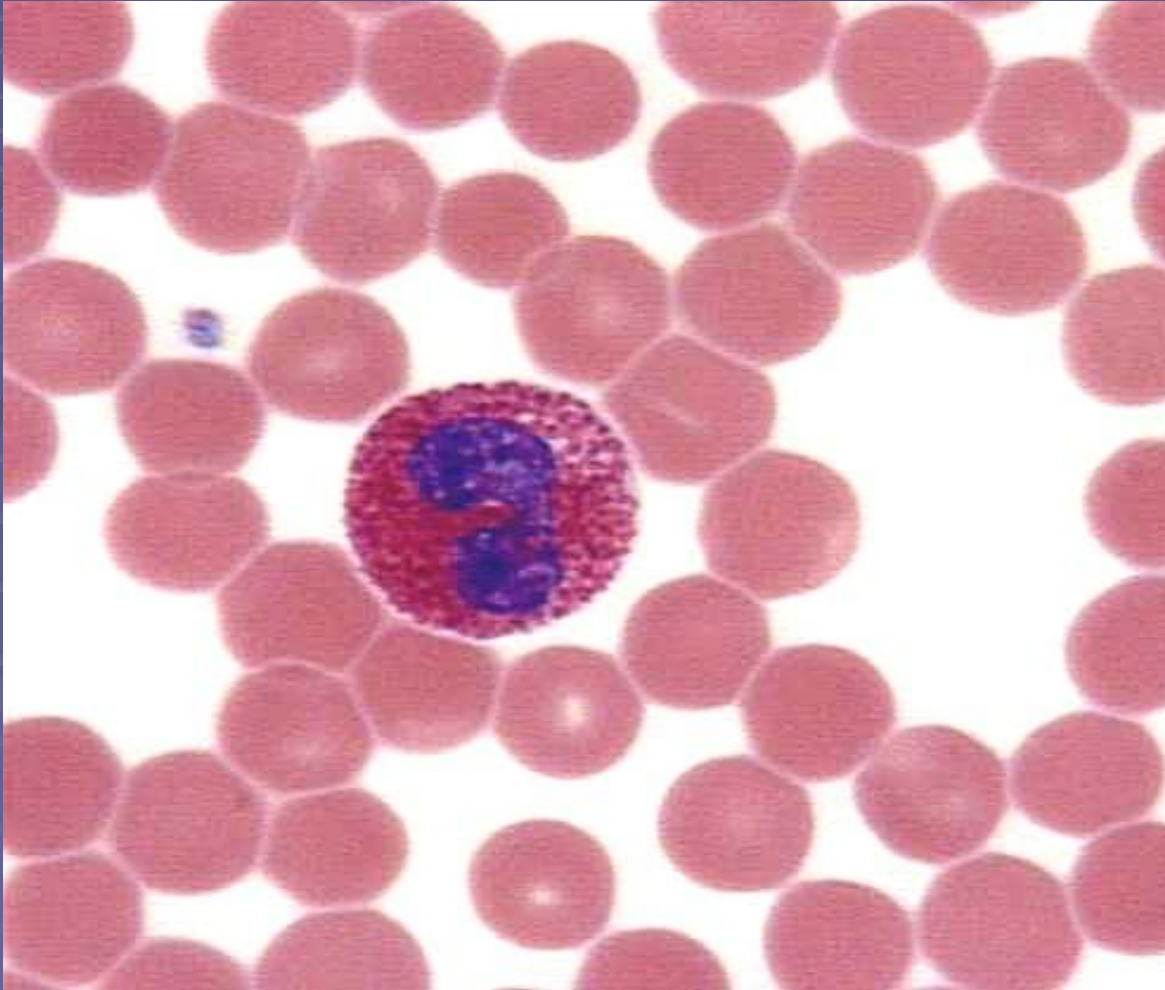
1- мегалобласт базофільний; 2 – мегалобласт поліхромний; 3 – мегалобласт ортохромний; 4 – нормабласт базофільний; 5 – нормабласт поліхромний; 6 – еритроцит (ретикулоцит); 7 – промегакаріоцит; 8 – мегакаріоцит; 9 – промоноцит; 10 – пролімфоцит; 11- макрофаг кісткового мозку; 12 – макрофаг селезінки; 13 – купферовська клітина печінки; 14 – клітина лімфовузла; 15 – альвеолярний макрофаг легенів; 16 – плевральний макрофаг; 17 – перитонеальний макрофаг; 18 – остеокласт; 19 – клітини макроглії нервової системи; 20 – гістіоцит сполучної тканини.

# Зернисті лейкоцити:



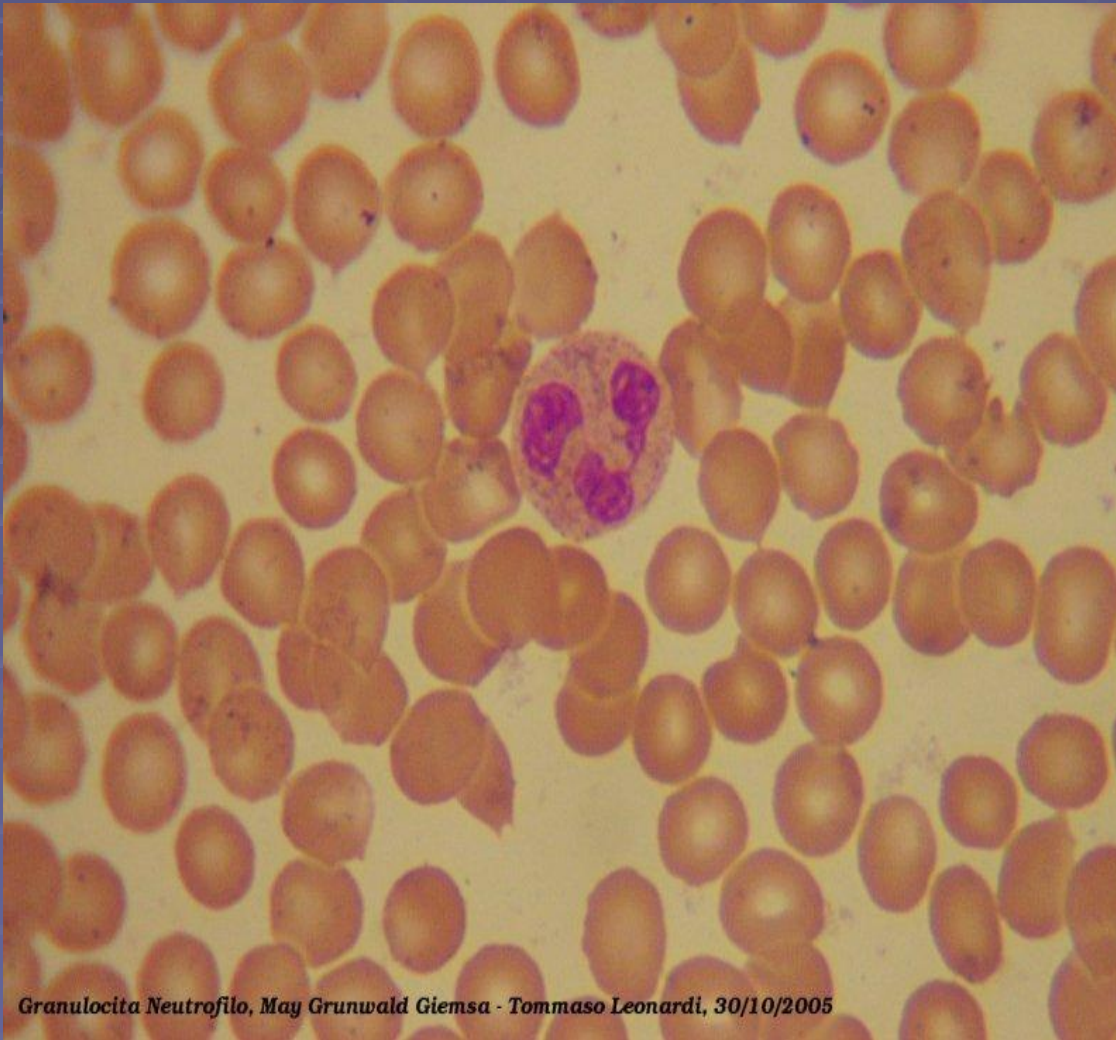
- Базофіли – цитоплазма зафарбовується в темно – синій колір. Включення великі. Ядро залежить від віку клітини:
- у молодій – паличкоядерне;
- у старих – сегментоядерне; Базофіли з'являються там, де потрібна допомога. В клітині їх невелика кількість – до 1%. В цитоплазмі у гранулах міститься гістамін, гепарин та інші медіатори пошкодження.

# Зернисті лейкоцити:



- Еозинофіли - по формі такі ж як і базофіли, але цитоплазма яскраво – червоного кольору.
- В гранулах є велика група ферментів, які здатні руйнувати гістамін та інші токсини білкового походження. Їх кількість збільшується при алергічних реакціях, інвазійних захворюваннях.

# Зернисті лейкоцити:



Granulocita Neutrofilo, May Grunwald Giemsa - Tommaso Leonardi, 30/10/2005

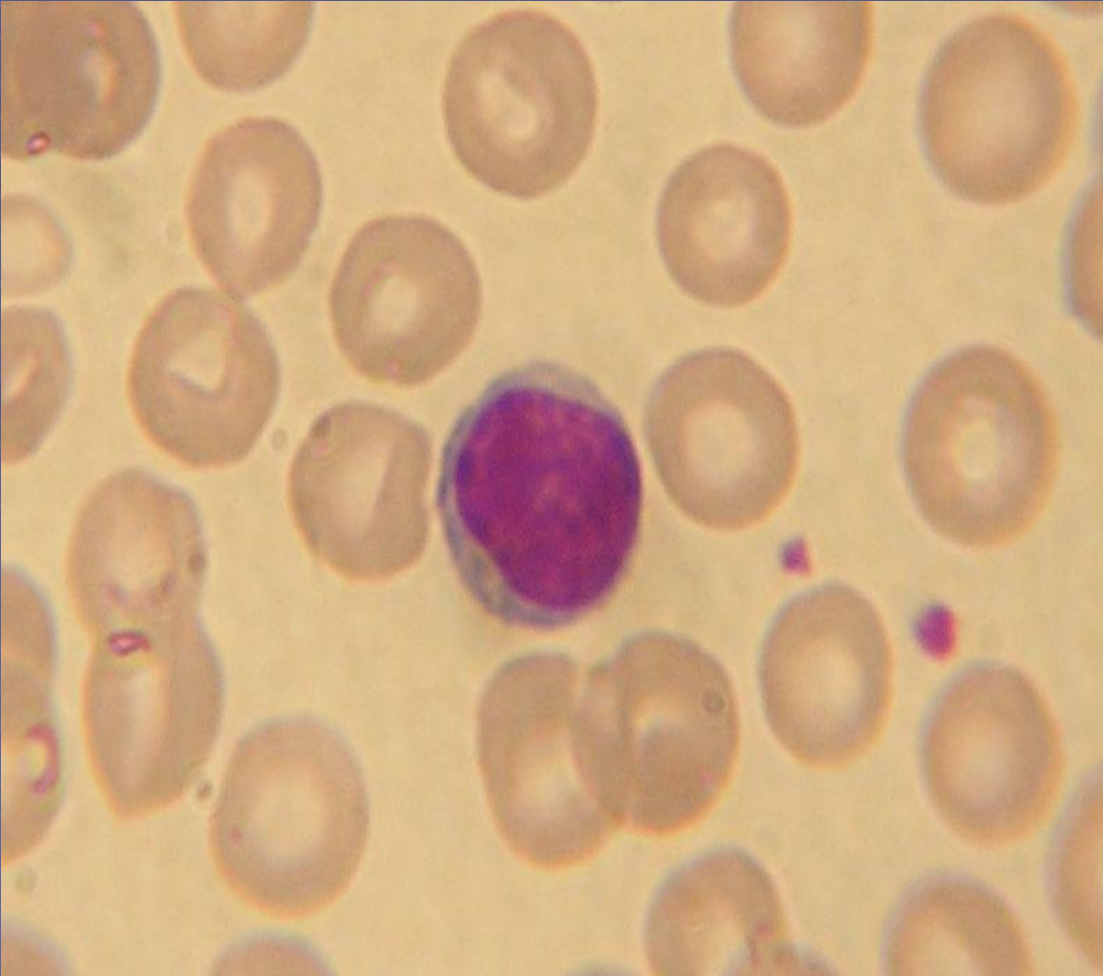
- Нейтрофіли – цитоплазма фарбується в світло – фіолетовий колір, мала зернистість.
- Залежно від ступеня дозрівання ядра, їх поділяють на:
  - - мієлоцити (самі молоді);
  - - юні;
  - - палечкоядерні;
  - - сегментоядерні;
- Нейтрофіли очищають організм від токсинів, іноридних частинок, здійснюють фагоцитоз.
- 1 нейтрофіл може поглинати 20-30 іноридних частинок.

# Незернисті лейкоцити:



- Моноцити – великі, їх 4-6% в крові. Цитоплазма димчастого кольору. Включень немає. Ядро у вигляді листка конюшини, велике.
- Їх ще називають клітини-двірники, вони з'являються в тих місцях, де є пошкодження (фагоцитоз).
- Моноцити синтезують лізоцин, інтерферон, еластазу, колагеназу.

# Незернисті лімфоцити:



- Лімфоцити – до 40% в крові. Ядро велике, кругле, темно – вишневе. Цитоплазма голуба, є перинуклеарна зона. Це клітини, на яких базується весь імунітет. Є Т- і В-лімфоцити.
- В- лімфоцити знаходяться в лімфатичних вузлах.
- Вони відповідають за утворення антитіл Т-лімфоцитів – вони складаються з груп:
  - -кілери;
  - -хелпери;
  - -супресори;
- Вони відповідають за <sup>27</sup>тканинний імунітет

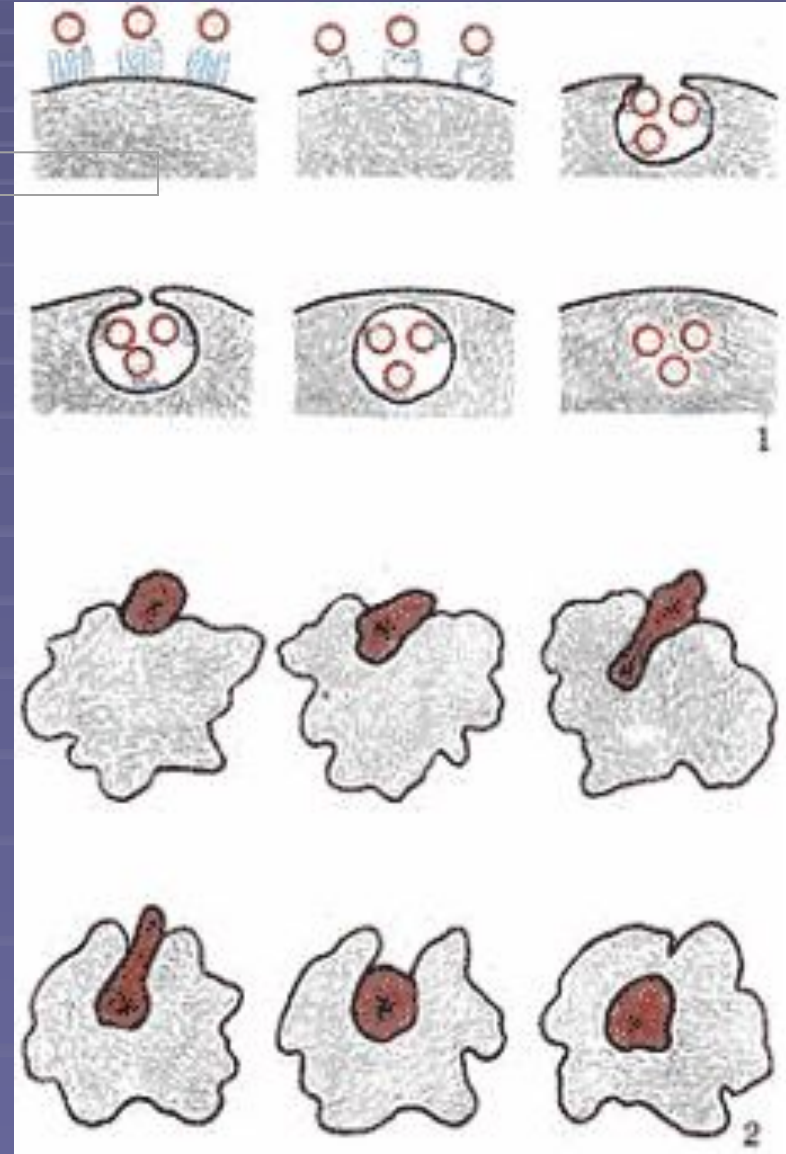
# ВИГЛЯД ЛЕЙКОЦИТІВ ПІД ЕЛЕКТРОННИМ МІКРОСКОПОМ



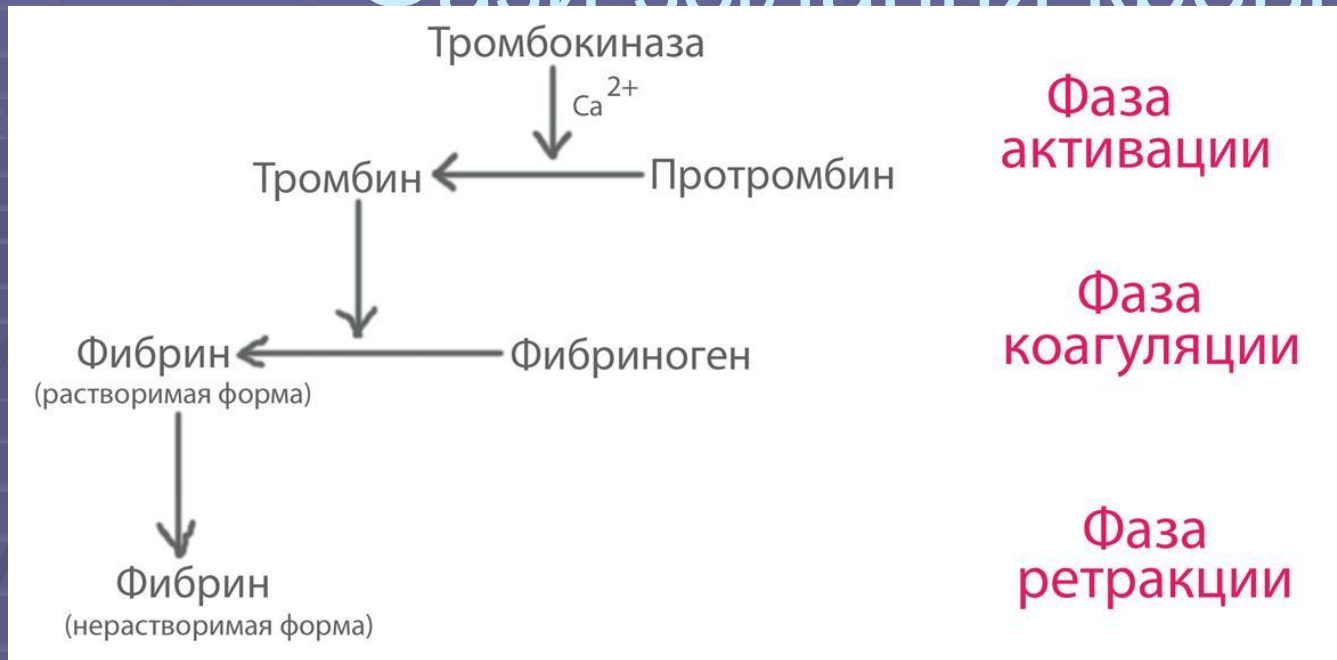
# ФАГОЦИТОЗ



И.И. Мечников



# Фази зсідання крові



- Перша фаза — утворення кров'яного і тканинного тромбопластину (триває 3-5 хвилин, у той час як дві наступні — 2-5 секунд).
- Друга фаза — перехід протромбіну Друга фаза — перехід протромбіну в тромбін.
- Третя фаза — утворення фібрину.



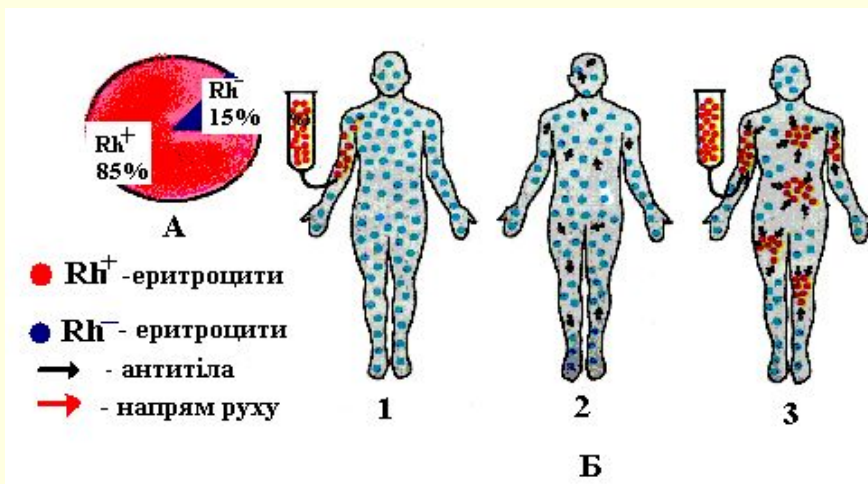
## Фактори зсідання крові.

- I – фібриноген.
- II – протромбін.
- III – тромбопластин.
- IV – іони кальцію.
- V – проакцелерин.
- VI – активатор фактора V.
- VII – проконвертин.
- VIII – антигемофілійний глобулін A.
- IX – фактор Крістмаса.
- X – фактор Стюарта-Прауера
- XI – попередник плазмового тромбопластину.
- XII – контактний фактор (фактор Хагемана).
- XIII – фібринстабілізуючий фактор.

## Класифікація груп крові у людини

| Група крові за Янським | Між-народна класифікація груп | Наявність аглютиногенів в еритроцитах | Наявність аглютининів у плазмі | Людам з якою групою крові можна переливати кров |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| I                      | O                             | Немає                                 | $\alpha \beta$                 | З усіма                                         |
| II                     | A                             | A                                     | $\beta$                        | IV і II                                         |
| III                    | B                             | B                                     | $\alpha$                       | IV і III                                        |
| IV                     | AB                            | A і B                                 | Немає                          |                                                 |

*Примітка.* Насправді еритроцити людини мають значно більше аглютиногенів, ніж це показано в таблиці, але для першого переливання крові досить знати основні два аглютиногени — A і B.



**Резус – фактор (Rh):** **А** – процентне співвідношення людей з  $Rh^+$  і  $Rh^-$  кров'ю; **Б** – уявлення про виникнення “Rh – конфлікту”: 1 – введення  $Rh^+$  - крові  $Rh^-$  реципієнту; 2 – вироблення Rh – антитіл в організмі реципієнта; 3 – повторне введення  $Rh^+$  - крові  $Rh^-$  - реципієнту, що викликає аглютинацію

# Успадкування групи крові

| Група крові матері | Група крові батька              |                                                                  |                                                                  |                                                     |
|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                    | I (00)                          | II (A0)                                                          | III (B0)                                                         | IV (AB)                                             |
| I (00)             | I (00) — 100 %                  | I (00) — 50%<br>II (A0) — 50%                                    | I (00) — 50%<br>III (B0) — 50%                                   | II (A0) — 50%<br>III (B0) — 50%                     |
| II (A0)            | I (00) — 50%<br>II (A0) — 50%   | I (00) — 25%<br>II (AA,A0) — 75%                                 | I (00) — 25%<br>II (A0) — 25%<br>III (B0) — 25%<br>IV (AB) — 25% | II (AA,A0) — 50%<br>III (B0) — 25%<br>IV (AB) — 25% |
| III (B0)           | I (00) — 50%<br>III (B0) — 50%  | I (00) — 25%<br>II (A0) — 25%<br>III (B0) — 25%<br>IV (AB) — 25% | I (00) — 25%<br>III (BB,B0) — 75%                                | II (A0) — 25%<br>III (BB,B0) — 50%<br>IV (AB) — 25% |
| IV (AB)            | II (A0) — 50%<br>III (B0) — 50% | II (AA,A0) — 50%<br>III (B0) — 25%<br>IV (AB) — 25%              | II (A0) — 25%<br>III (BB,B0) — 50%<br>IV (AB) — 25%              | II (AA) — 25%<br>III (BB) — 25%<br>IV (AB) — 50%    |

**ДЯКУЮ  
ЗА УВАГУ**