

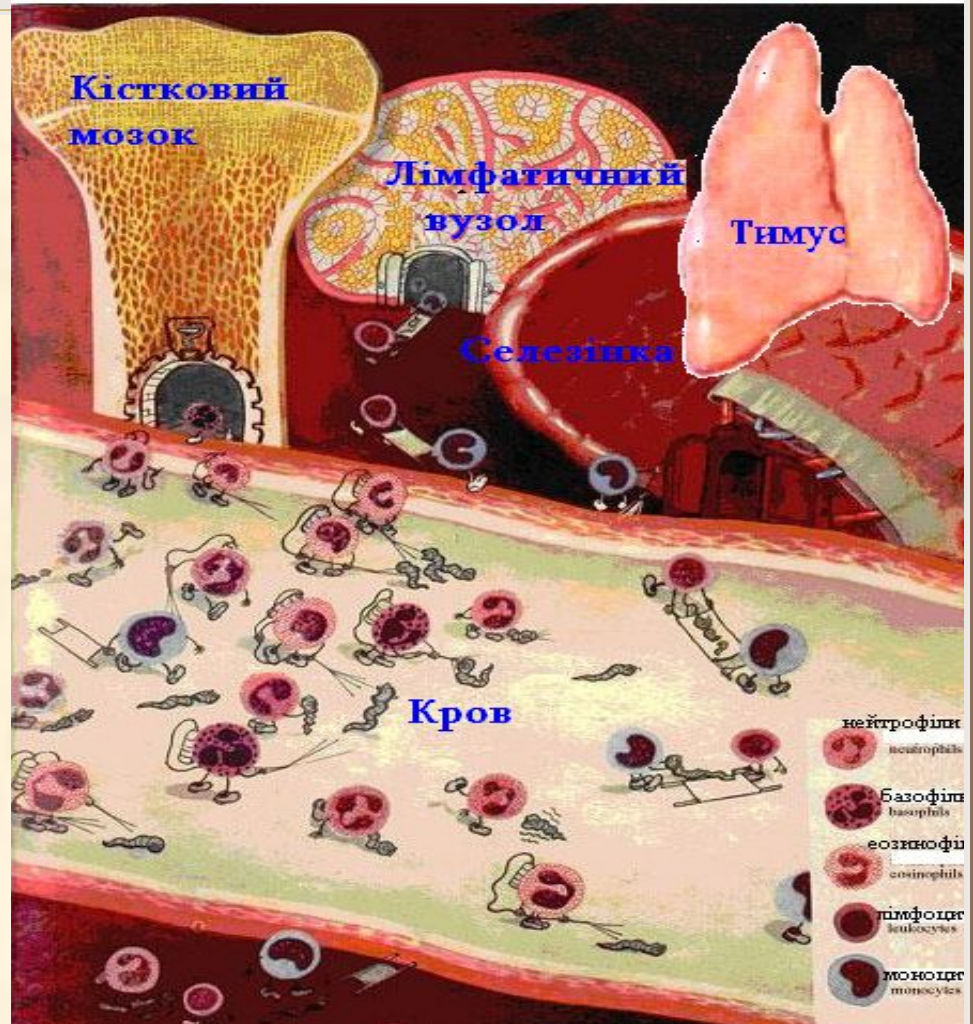
A microscopic view of red blood cells (erythrocytes) in a blood vessel. The cells are biconcave and appear as bright red, disc-like structures against a darker red background. The image is framed as if it were a page from a spiral-bound notebook, with the metal spiral binding visible on the left side.

**ФІЗІОЛОГІЯ ЧЕРВОНОЇ
КРОВІ. ЕРИТРОН.
ДИХАЛЬНІ ПІГМЕНТИ.**

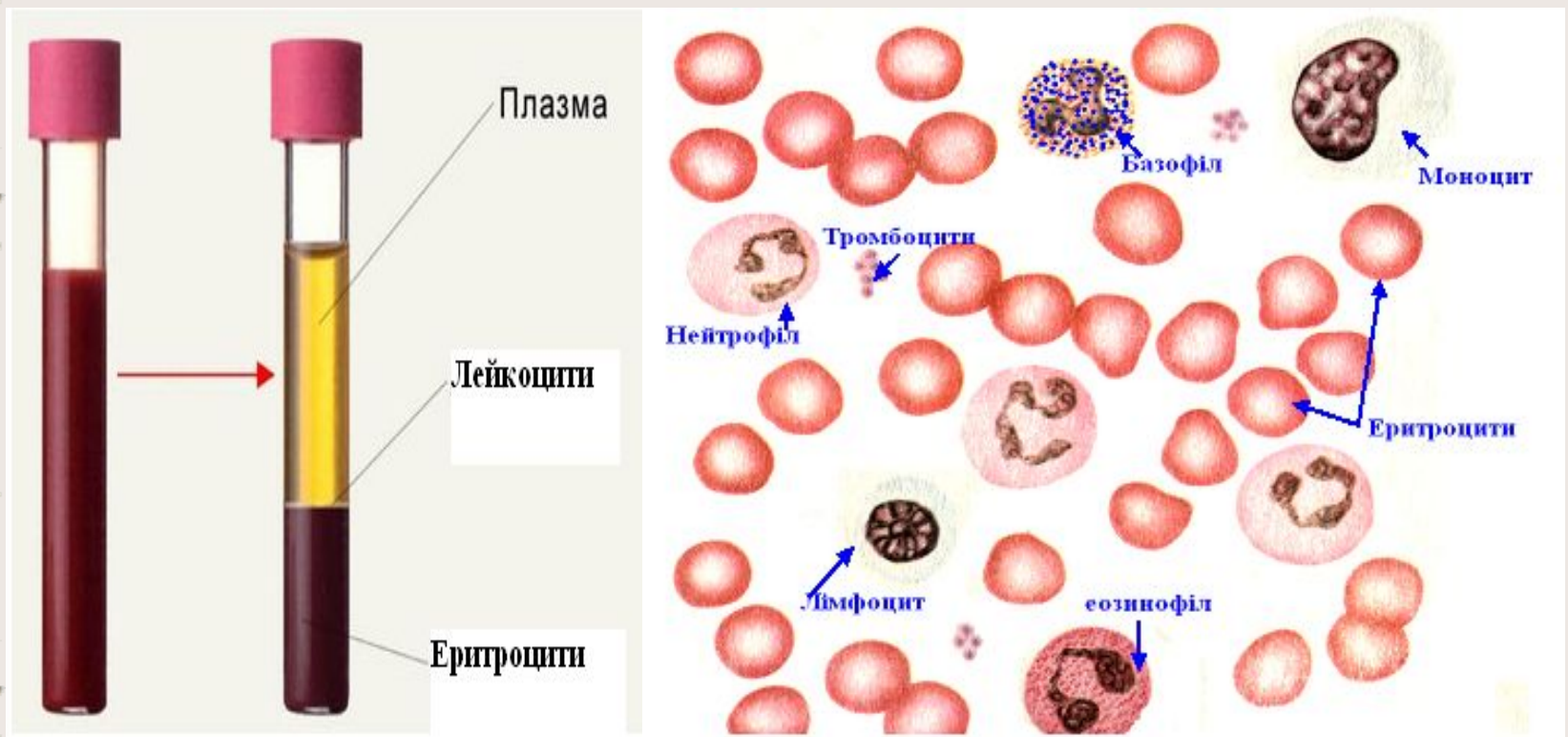
Поняття про систему крові

У систему крові
входять:

- 1) кров
- 2) органи
кровотворення,
- 3) органи
кроворуйнування
- 4) регуляторний
апарат.

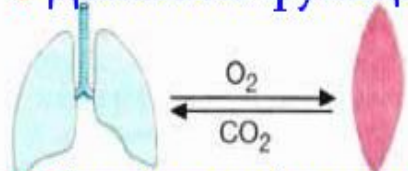


Кров – це рідка сполучна тканина, яка складається з плазми, формених елементів та клітин: еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів.



Функції крові

1 Дихальна функція



2 Трофічна функція



3 Екскреторна функція

4 Гуморально-регуляторна функція



5 Підтримування сталості внутрішнього середовища



6 Захисна функція

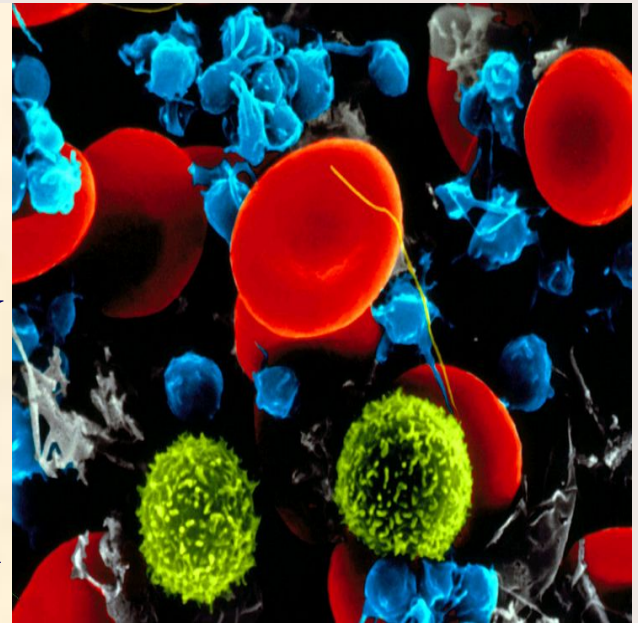


Кількість (об'єм) крові, поняття про її депонування

- В організмі дорослої людини в нормі кількість крові, відносно загальної маси тіла, складає 6-8 %. У новонароджених - 15 %.
- Частина крові знаходиться в депо:
 - у печінці – до 20 %,
 - у шкіро-підшкірних судинних сплетіннях – до 10 %,
 - у селезінці – до 1,5-2 % кількості крові.
- Депонована кров порівняно із кров'ю в судинах циркулює в 10-20 разів повільніше, містить більше формених елементів.

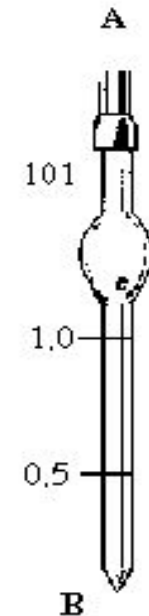
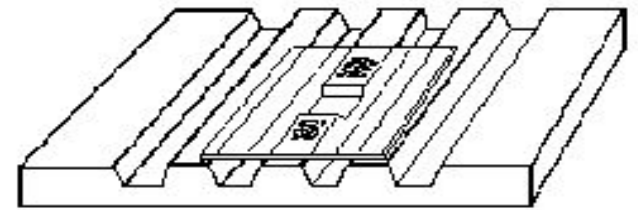
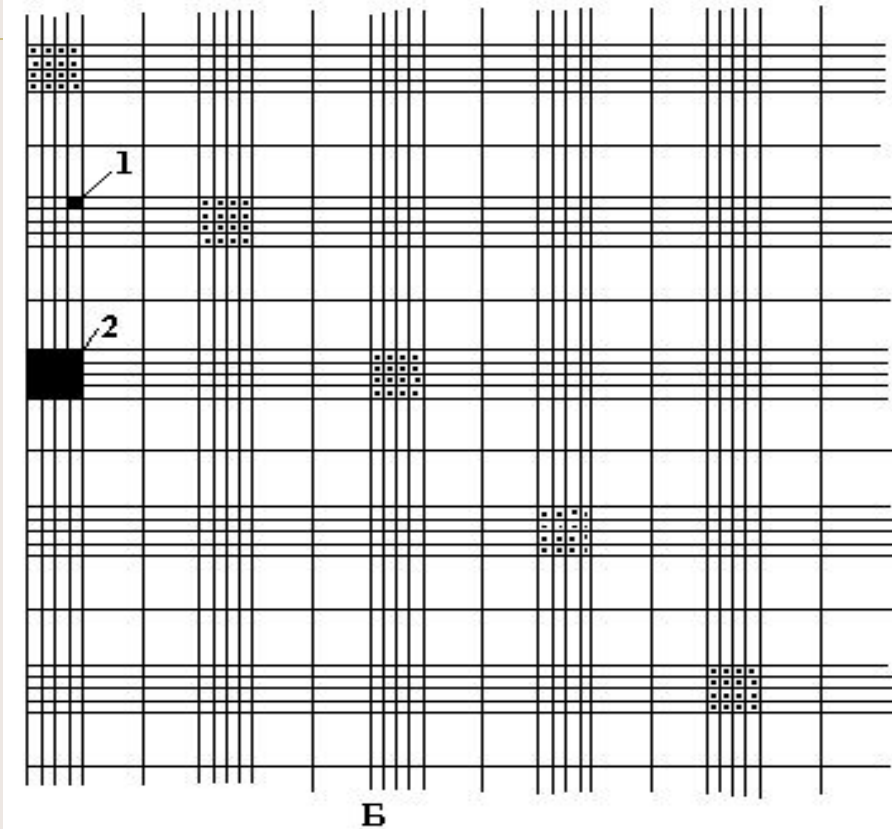
Форменні елементи та клітини крові

- У 1 літрі циркулюючої крові чоловіків знаходиться $4,0-5,1 \cdot 10^{12}/\text{л}$ або $4,0-5,1 \text{ Т/л}$, а в жінок – $3,7-4,7 \cdot 10^{12}/\text{л}$ або $3,7-4,7 \text{ Т/л}$ еритроцитів. У новонароджених – $5,9-6,7 \cdot 10^{12}/\text{л}$ або $5,9-6,7 \text{ Т/л}$.
- Кількість лейкоцитів у дорослих $4-9 \cdot 10^9/\text{л}$ або $4-9 \text{ Г/л}$, у новонароджених $16,7-30,0 \cdot 10^9/\text{л}$ або $16,7-30,0 \text{ Г/л}$.
- Кількість тромбоцитів у дорослих $180-320 \cdot 10^9/\text{л}$ або $180-320 \text{ Г/л}$. У дітей кількість тромбоцитів на рівні дорослих.



*Еритроцити – червоного кольору
Лейкоцити -зеленого,
тромбоцити – синього.*

Камера Горяєва



А – лічильна камера (вид зверху).

Б – сітка Горяєва (1 – малий квадрат; 2 – великий квадрат).

В – змішувач для еритроцитів.

Плазма

• 90 % плазми крові складає вода, до 8 % – білка, 1,1 % – інші органічні речовини. Близько 0,9% електролітів, це – катіони – Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ; аніони – Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} . Всього майже 30 мінеральних солей. Натрій плазми-135-150 ммоль/л, калій-3,8-5,2 ммоль/л, кальцій загальний – 2,35-2,75 ммоль/л, хлор – 98-105 ммоль/л.

Склад плазми



БІЛКИ ПЛАЗМИ

- Білки плазми у дорослих у нормі складають 65-85 г/л. Поділяються на: альбуміни, глобуліни і фібриноген. Альбуміни у дорослих становлять 35-50 г/л. Глобуліни складаються з фракцій:
 - α_1 глобулінів – 1-4 г/л
 - α_2 глобулінів – 4-8 г/л
 - β глобулінів – 6-12 г/л
 - γ глобулінів – 8-16 г/л
- Фібриноген у дітей та дорослих дорівнює 2-4 г/л. Плазма позбавлена цього білка називається сироваткою.



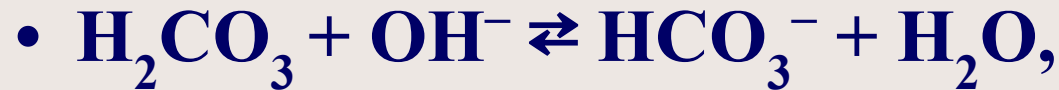
Функціональне значення білків плазми

- Альбуміни: на 80 % визначає онкотичний тиск, переносять білірубін, уробілін, жирні кислоти, антибіотики, сульфаніламід, утворюються в печінці, 17 г на добу.
- Глобуліни. У складі фракції α_1 -глобулінів знаходяться білки зв'язані з вуглеводами. До фракції α_2 -глобулінів відноситься білок церулоплазмін, тироксизв'язуючий білок, вітамін B_{12} -зв'язуючий глобулін, ангіотензин. До β -глобулінів відносяться переносники ліпідів, полісахаридів, заліза.
- Антитіла є в основному γ -глобулінами. Глобуліни синтезуються в печінці, кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах. За добу синтезується 5 г глобуліну.
- Фібриноген. (2-4 г/л) приймає участь в утворенні згустку крові. Утворюється виключно в печінці.

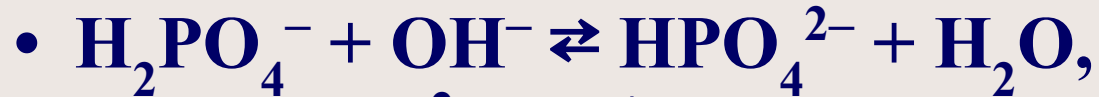
Буферні системи крові

- Підтримування постійної кислотно-лужної рівноваги крові забезпечується буферними системами:

- 1. Бікарбонатний буфер.



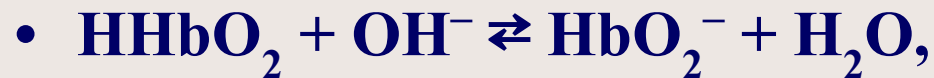
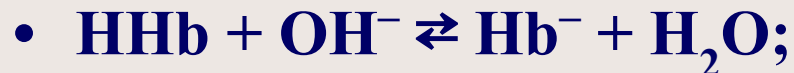
- 2. Фосфатний буфер.



- 3. Білковий буфер.



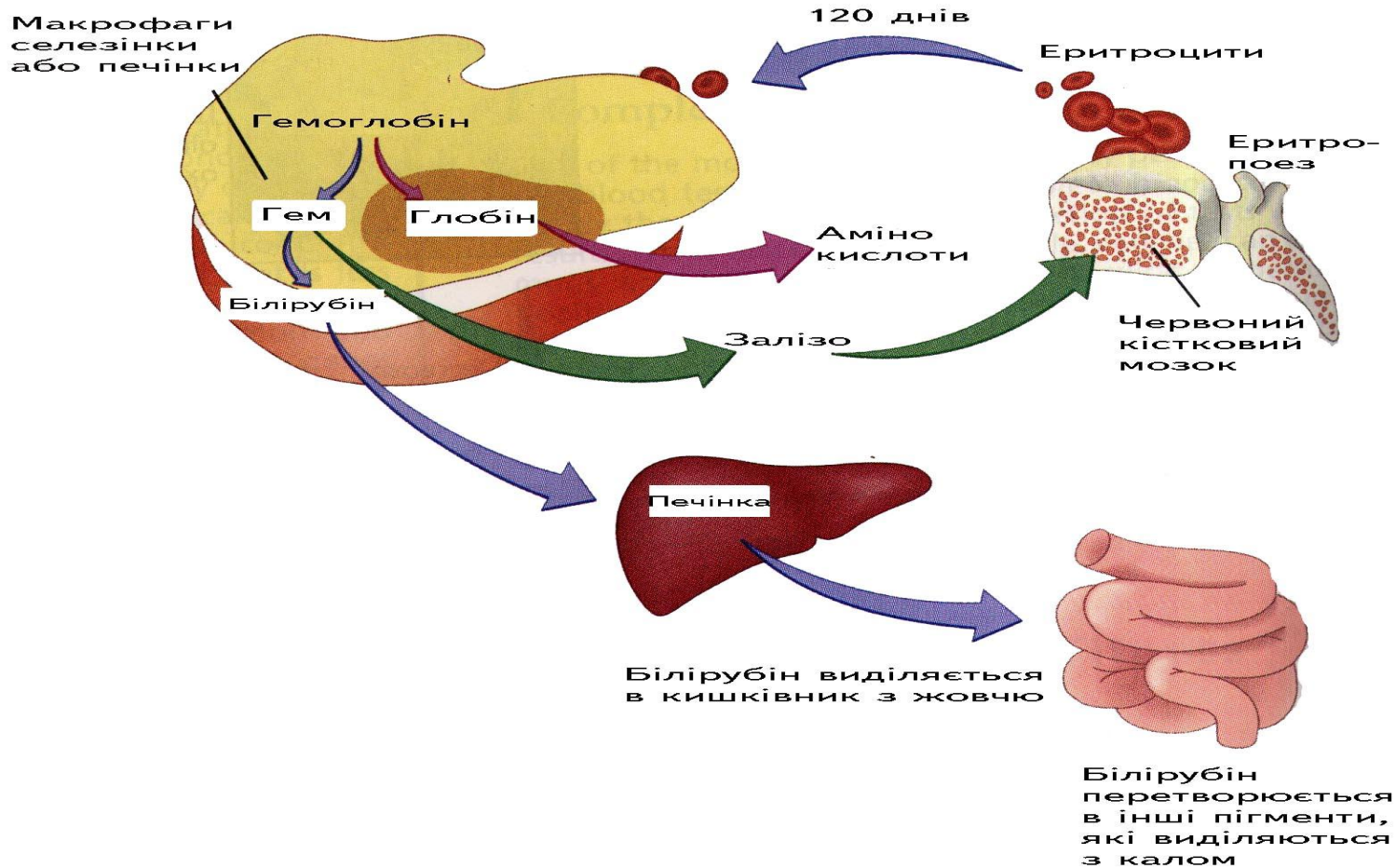
- 4. Гемоглобіновий буфер. По суті є два гемоглобінових буфери – один на основі відновленого гемоглобіну: Hb/Hb^- , а другий на основі оксигемоглобіну: $\text{HbO}_2/\text{HbO}_2^-$. Перший переважає у венозній крові, а другий – в артеріальній.



Оцінка кислотно-лужного балансу здійснюється за такими показниками:

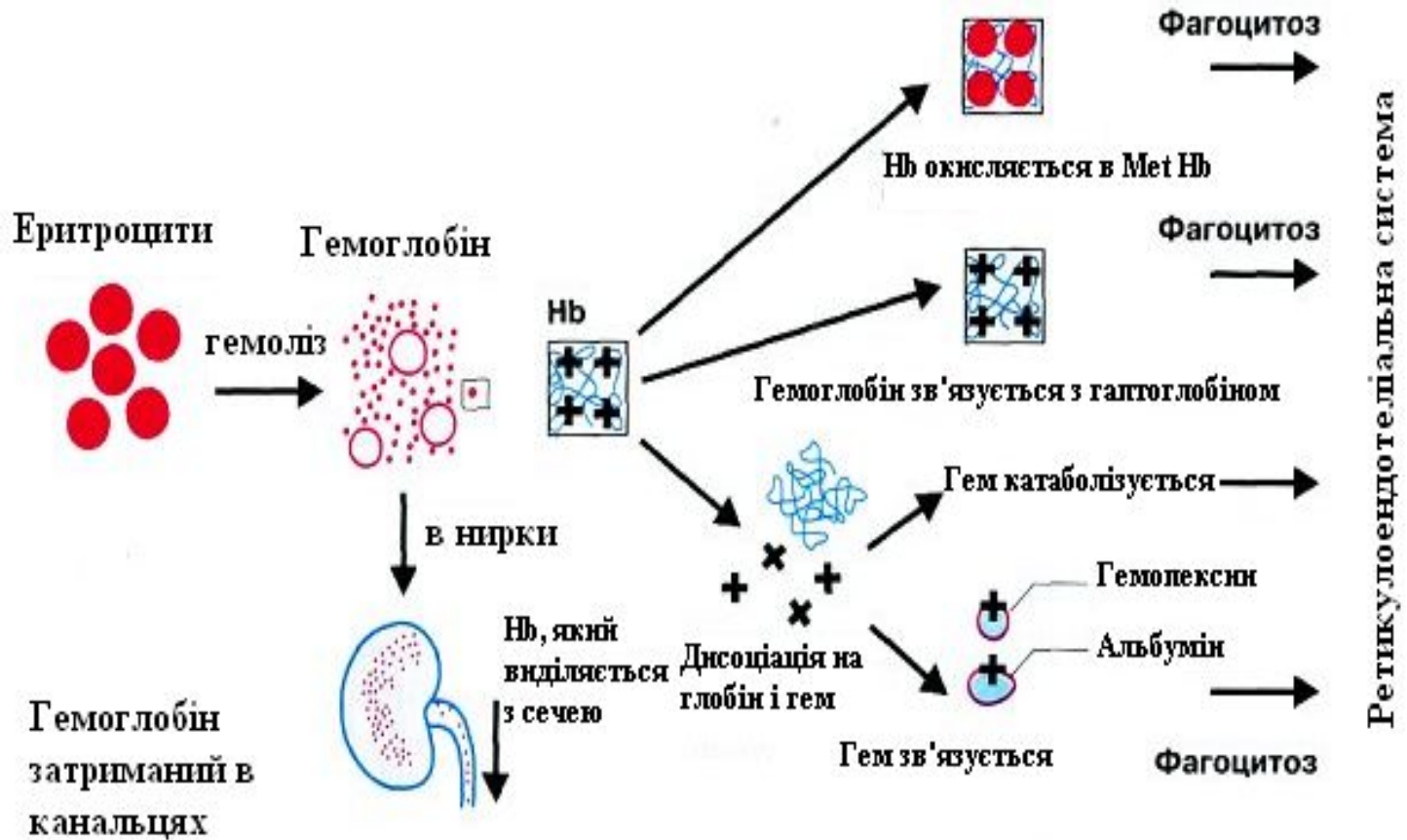
- 1. рН (від англ. power Hydrogen – сила водню), який дорівнює 7,35-7,45.
- 2. Напруження CO_2 – $p\text{CO}_2$, яке в нормі дорівнює 5,3-6,1 кПа (40-46 мм рт.ст.).
- 3. Стандартний бікарбонат, міжнародне позначення SB (standart bikarbonate) – розрахунковий показник. За стандартних умов складає 20-27 ммоль/л.
- 4. Істинний, дійсний бікарбонат, міжнародне позначення АВ (actual bikarbonate), дорівнює 190-25 ммоль/л.
- 5. Надлишок (дефіцит) основ, міжнародне позначення ВЕ (D) (base excess (deficit) рівняється $\pm 2,3$ ммоль/л.
- 6. Сума основ всіх буферних систем крові, міжнародне позначення ВВ (batter bases) дорівнює 40-60 ммоль/л.

Деструкція еритроцитів



Деструкція гемоглобіну

Шляхи утилізації гемоглобіну при внутрішньосудинному гемолізі



ОБМІН ЗАЛІЗА В ОРГАНІЗМІ

- Основна кількість заліза в організмі (57,6 %) входить до складу гемоглобіну і міститься в еритроцитах.
- Залізо поступає в організм у складі харчових продуктів (м'ясо, печінка, риба, рис, горох, ізюм, курага). Краще всього всмоктується залізо, яке входить в склад харчових продуктів у формі гема.



Функції еритроцитів

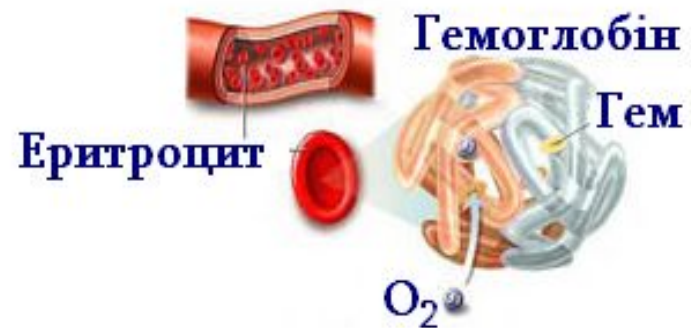
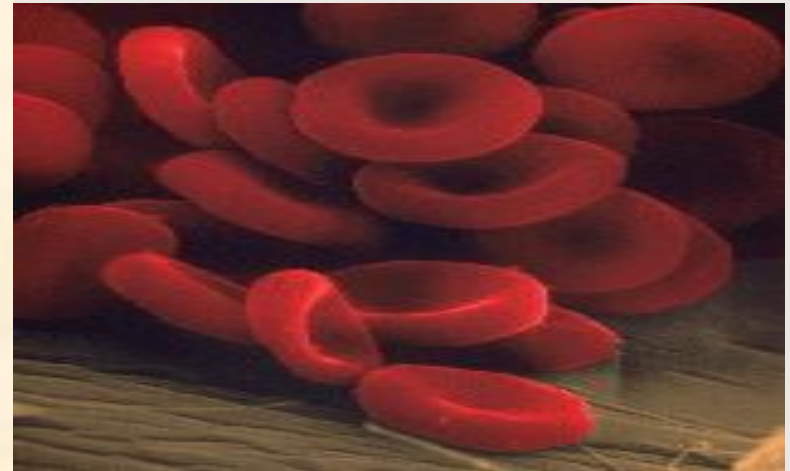
1. Транспортна.

Еритроцити переносять: O_2 , CO_2 , NO, адсорбовані білки, медикаменти, фізіологічно-активні речовини.

2. Забезпечення кислотно-лужної рівноваги.

3. Підтримання іонного складу плазми.

4. Гемостатична.



Будова еритроцитів

Еритроцити людини – безядерні клітини, які мають форму двояковігнутих дисків діаметром 4,5-10,5 мкм (середній діаметр еритроцита 7,55 мкм). Завдяки такій формі еритроцита, його поверхня більша, ніж це було б при сферичній формі.

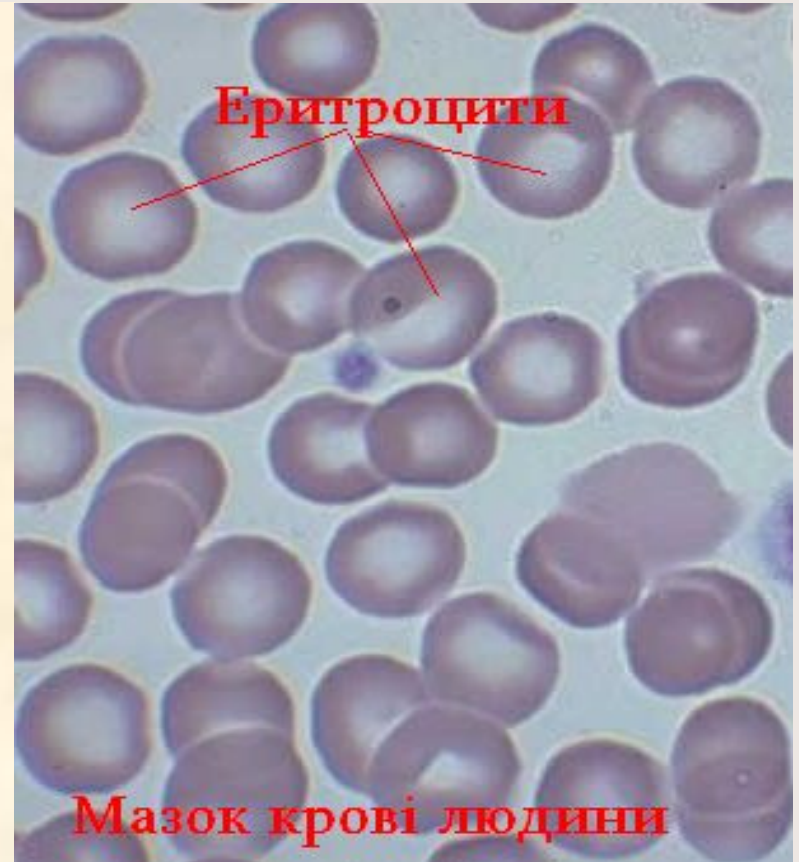
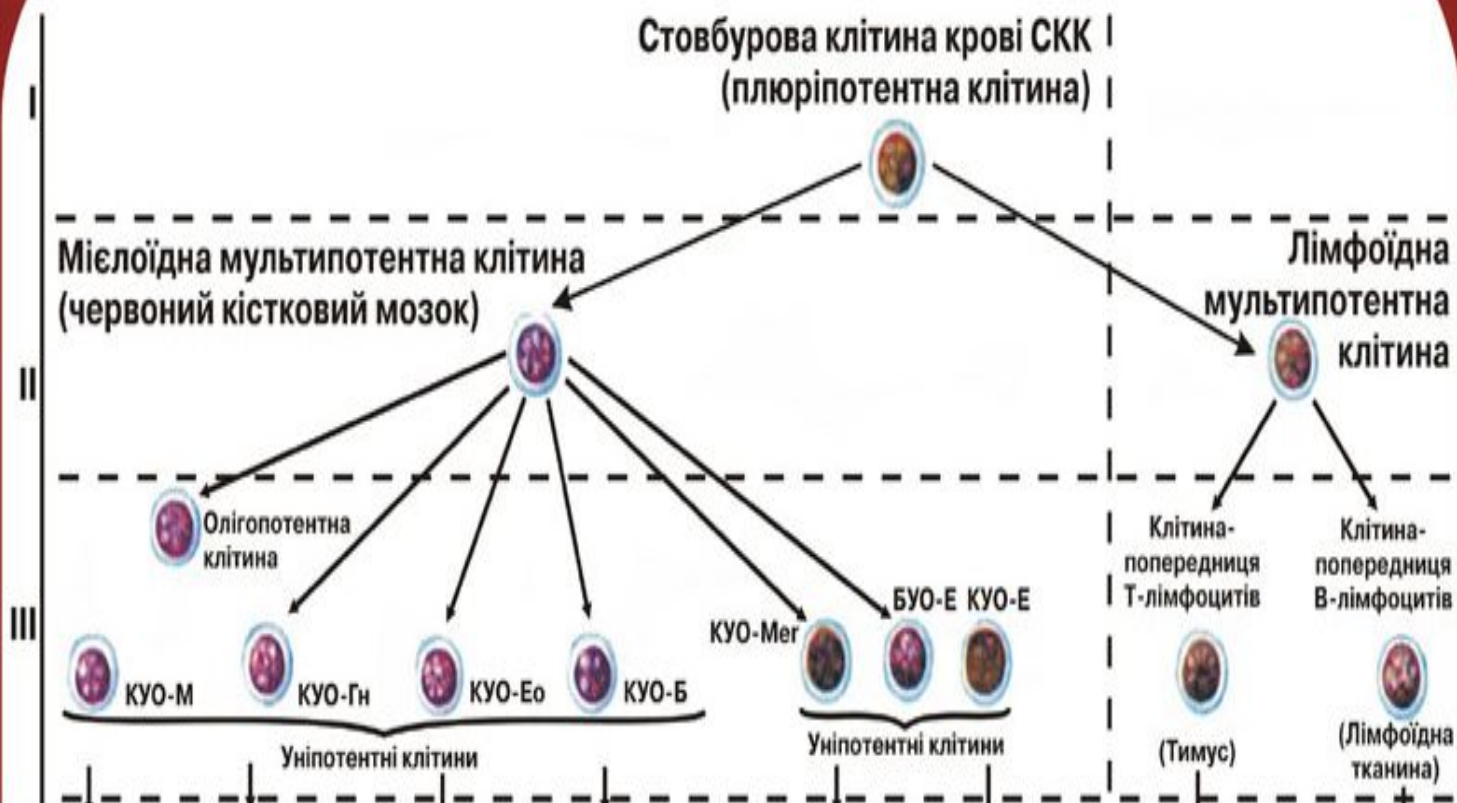
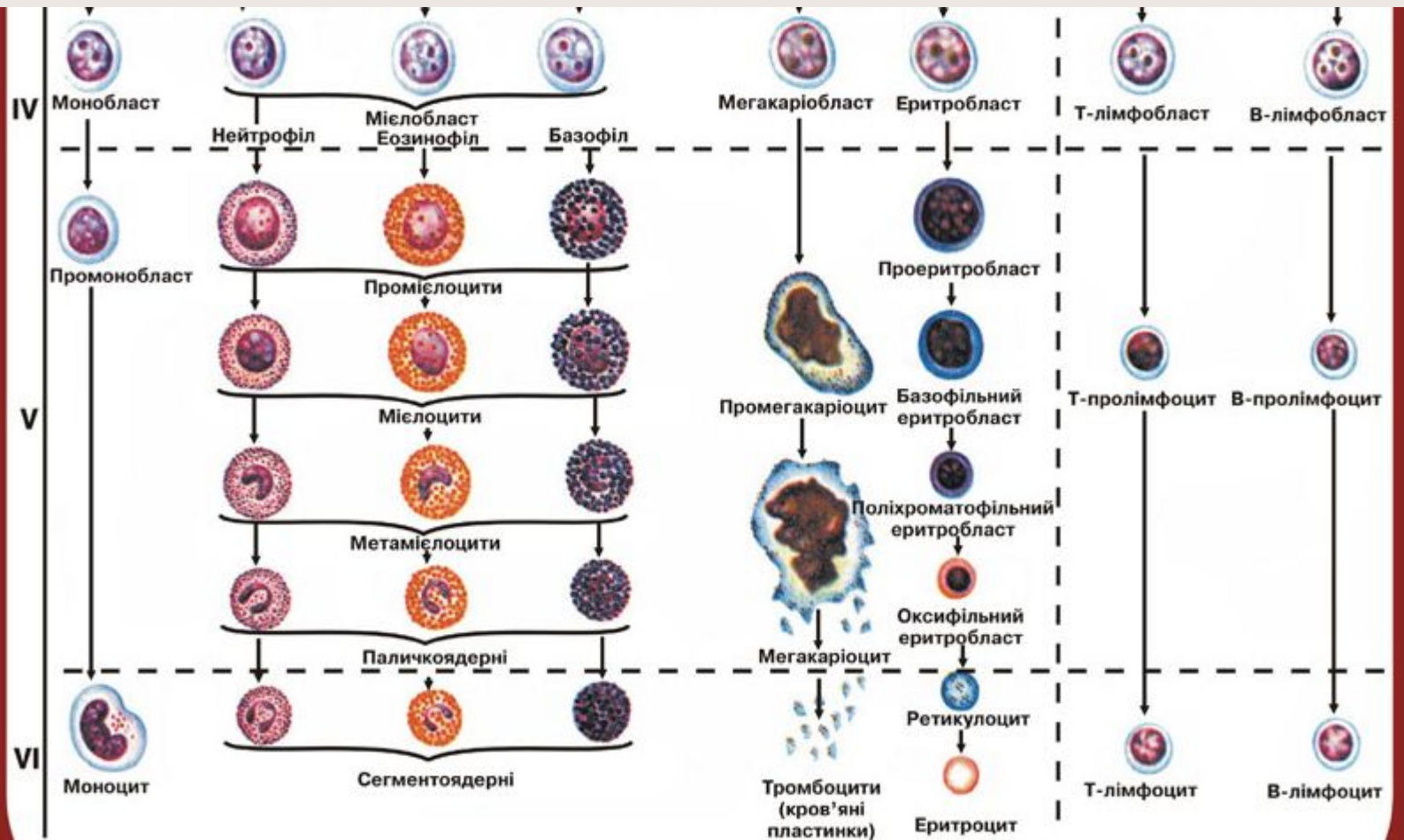


СХЕМА КРОВОТВОРЕННЯ





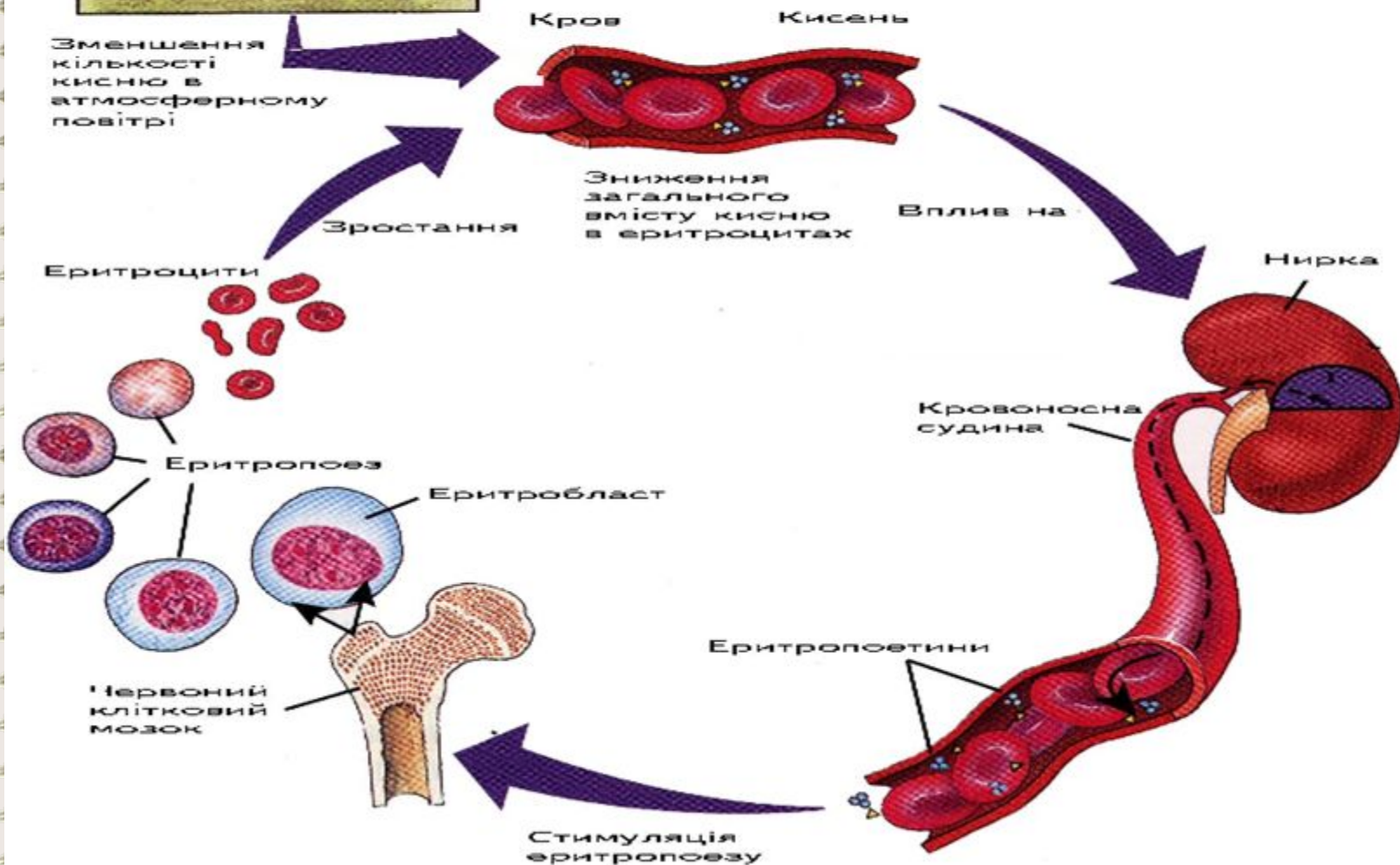
ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ ГЕМОПЕЗ, ЗАБАРВЛЕННЯ АЗУР II-ЕОЗИНОМ: I-IV - КЛІТИНИ, ЯКІ МОРФОЛОГІЧНО НЕ ДИФЕРЕНЦІЮЮТЬСЯ; V - КЛІТИНИ, ЯКІ МОРФОЛОГІЧНО ДИФЕРЕНЦІЮЮТЬСЯ

Механізми регуляції еритропоезу

- Регуляція еритропоезу здійснюється нервовими та гуморальними механізмами; симпатична інервація стимулює кровотворення, а парасимпатична – гальмує.
- Велике значення відіграє в регуляції еритропоезу еритропоетином. Кровотворення підсилюється гормонами передньої частини гіпофіза, надниркових залоз, щитоподібної залози. Чоловічі статеві гормони стимулюють, підвищуючи чутливість кісткового мозку до еритропоєтину, а жіночі – гальмують еритропоез.
- В організмі утворюються речовини які гальмують еритропоез – інгібітори еритропоезу. Їх вміст зростає при збільшенні кількості еритроцитів, яка не відповідає потребам тканин у кисні. Інгібітори еритропоезу подовжують цикл поділу еритроїдних клітин, гальмують в них синтез гемоглобіну.

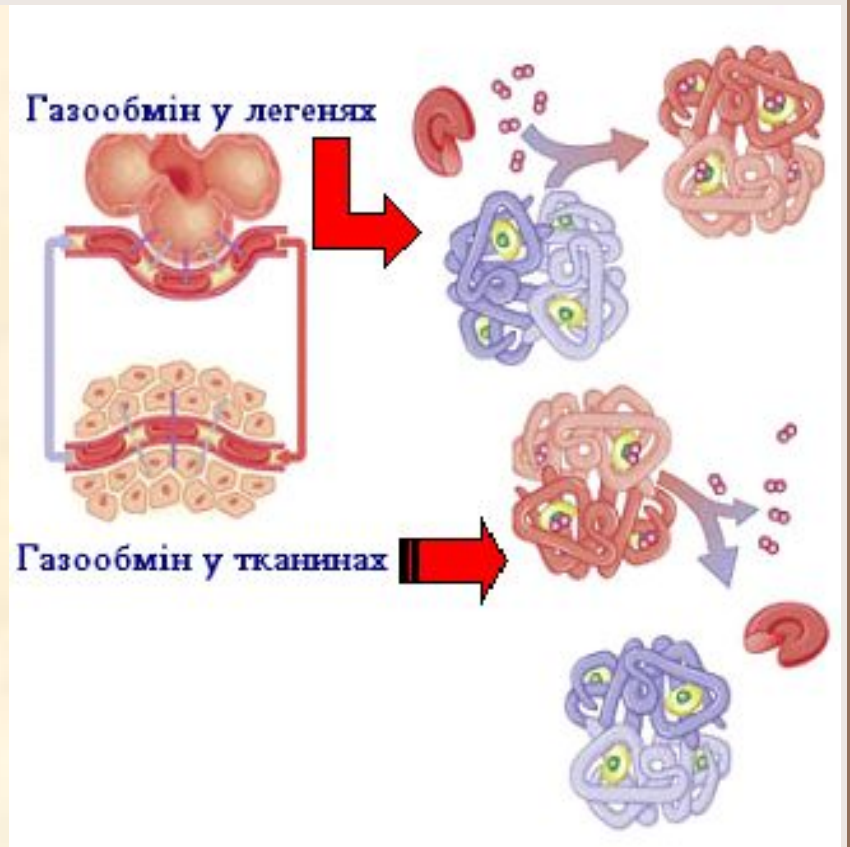


Регуляція еритропоезу



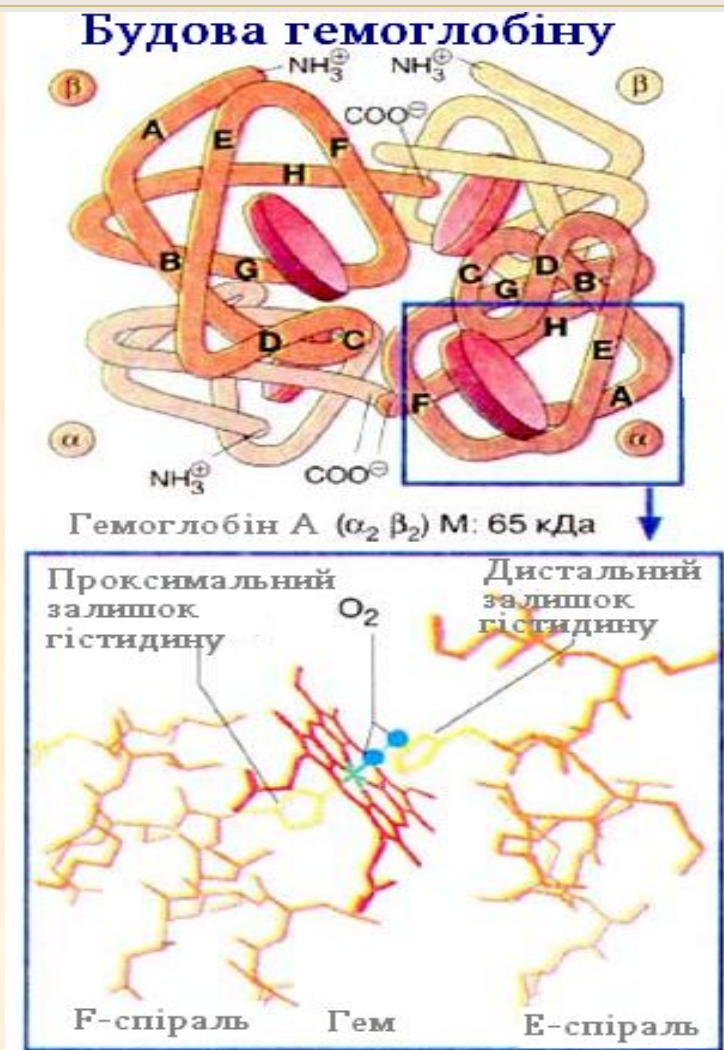
Дихальні пігменти

- Основна фізіологічна функція – обмін O_2 і CO_2 , тобто дихальна. Виходячи з цієї основної функції пігменти так і називають – дихальні пігменти.
- До дихальних пігментів відноситься гемоглобін та міоглобін.
- Вміст гемоглобіну в крові чоловіків складає в середньому 130-160 г/л, а в жінок – 120-140 г/л. У крові новонародженого вміст гемоглобіну складає 192-232 г/л.



Структура гемоглобіну

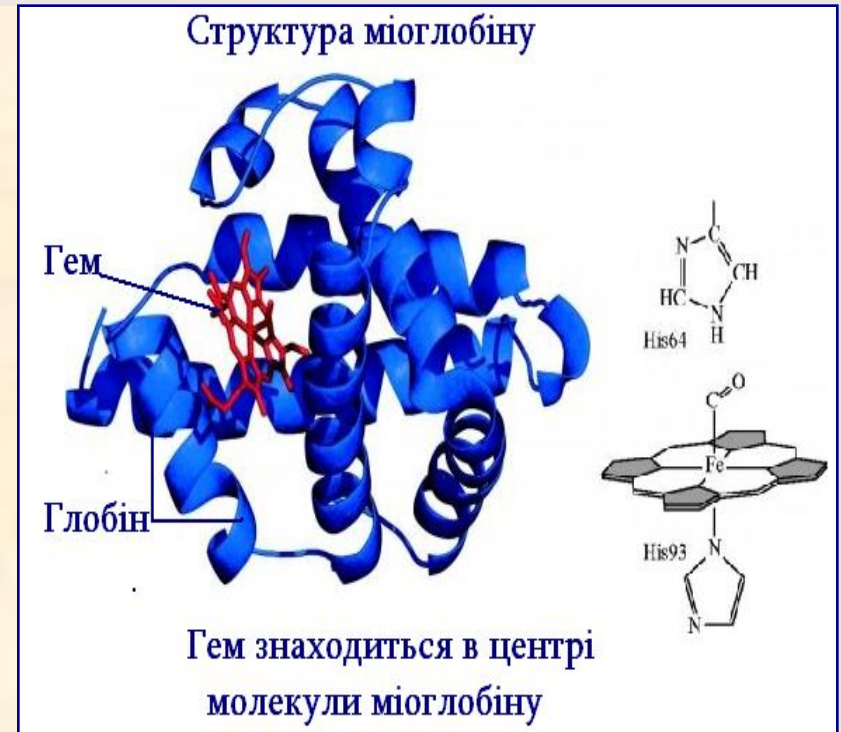
- Гемоглобін складається з білка глобіну, який має 4 ланцюжки, і чотирьох молекул гема. 96 % від маси молекули гемоглобіну займає глобін, 4 % – гем.
- Гем є активною групою гемоглобіну. Основну роль у діяльності гемоглобіну відіграє залізо. У молекулі гемоглобіну знаходиться 4 атоми заліза



Міоглобін

- У скелетному та серцевому м'язах знаходиться м'язовий гемоглобін, що називається **міоглобіном**. Міоглобін у 6 разів має більшу спорідненість до кисню, ніж гемоглобін. Тривалість його життя – 80 днів.
- У серці знаходиться 1,5 % всього міоглобіну організму. Його вміст може збільшитися під впливом регулярних фізичних навантажень.

У нормі в сироватці дорослих осіб є незначна кількість міоглобіну (у жінок – 20-50 мкг/л; у чоловіків – 30-70 мкг/л). Але поява міоглобіну в крові в значній кількості свідчить про порушення структури м'язових тканин – серця, скелетних м'язів.



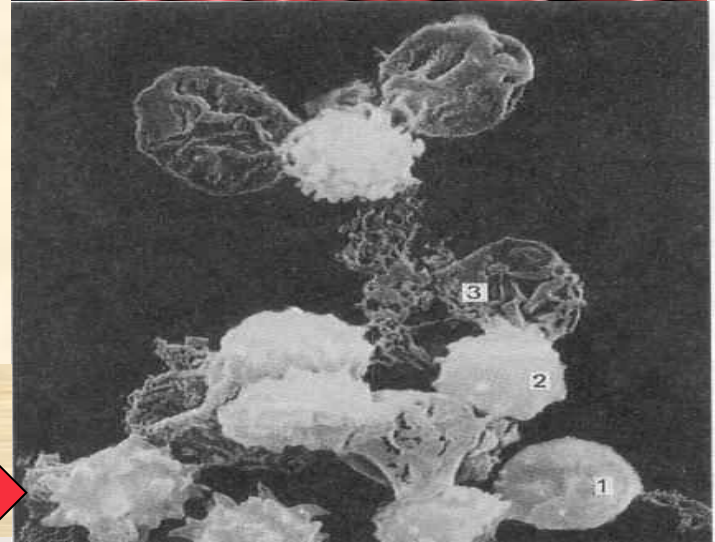
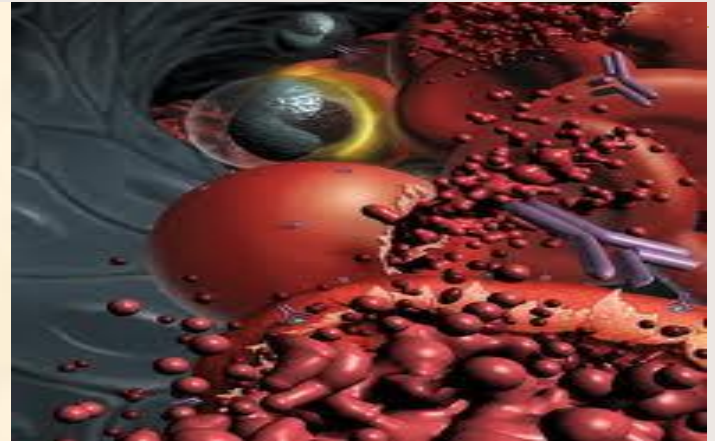
Методи визначення гемоглобіну

- Для визначення вмісту гемоглобіну в крові запропоновано багато різних методів:
- газометричний – вимірювання кількості зв'язаного кисню (1 г Нв може приєднати 1,36 мл кисню);
- залізометричний – вимірювання рівня заліза в крові (вміст заліза в Нв складає 0,34 %);
- колориметричний – порівняння кольору розчину крові з кольором стандартного розчину.

Види гемолізу еритроцитів

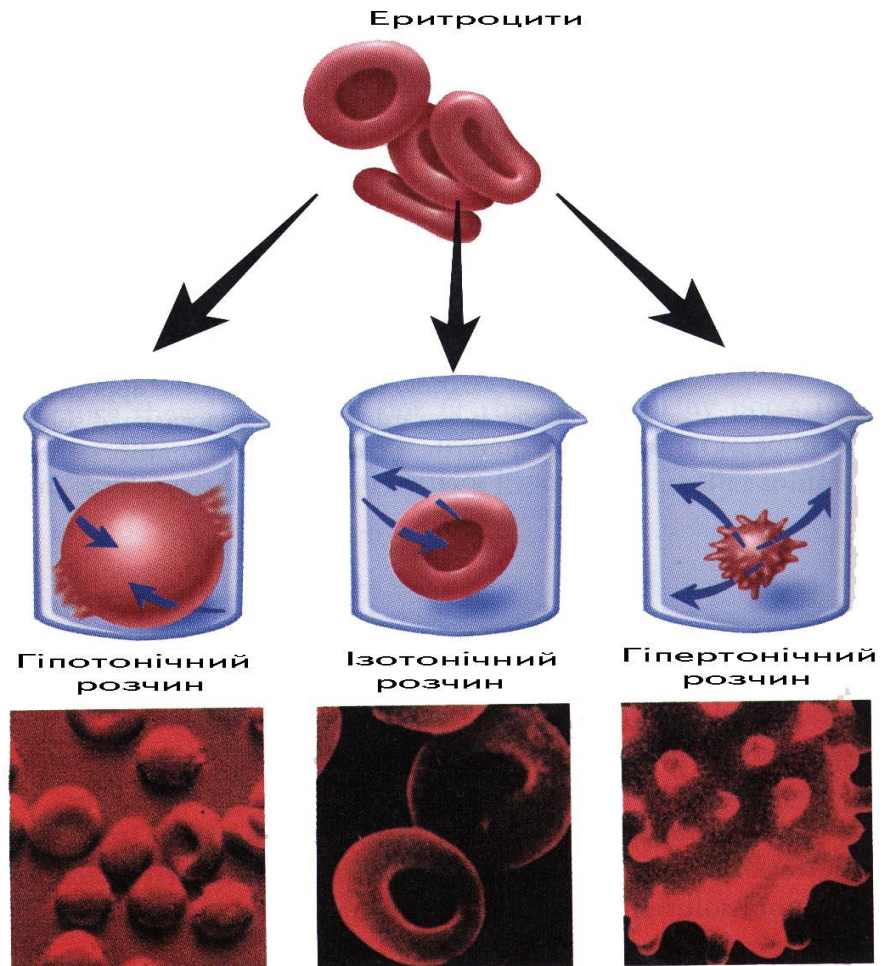
- Осмотичний
- Механічний
- Термічний
- Біологічний
- Хімічний

Електронна мікрофотографія гемолізу еритроцитів



Осмотична резистентність еритроцитів

Мінімальна осмотична резистентність еритроцитів свіжої крові спостерігається в 0,50-0,45 % NaCl, максимальна – в 0,34-0,32 % NaCl.



В'язкість крові

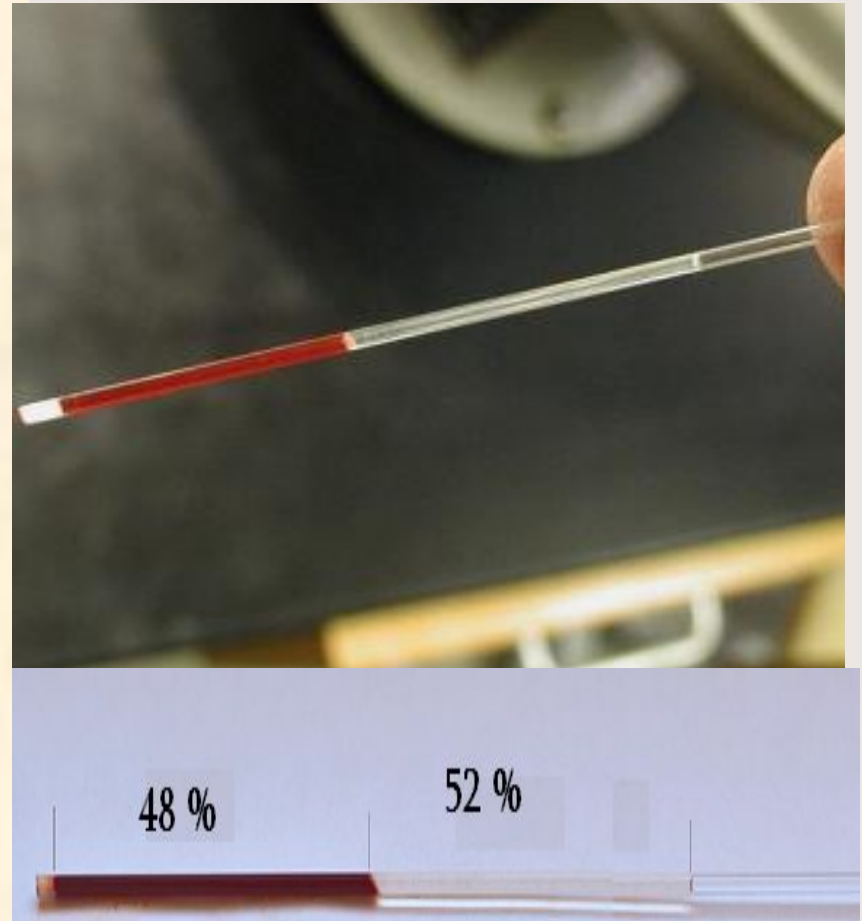
- Це сила тертя, яка виникає між шарами рідини, які рухаються з різною швидкістю. Оскільки у судинному руслі з різною швидкістю рухаються форменні елементи крові та плазма, то в'язкість якраз і залежить від них. Визначається даний показник за допомогою віскозиметра. У нормі в'язкість крові дорівнює приблизно 5 (так як в'язкість води становить 1).



Віскозиметр крові

Гематокрит

Співвідношення об'ємів формених елементів крові і плазми називається гематокритом. У нормі він дорівнює в чоловіків 0,40-0,48 л/л (40-48 %), у жінок – 0,36-0,42 л/л (0,36-42 %).



Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)

- Щільність або відносна густина еритроцитів (1,098) вища, ніж плазми (1,027) і тому в пробірці з кров'ю, позбавленої здатності зсідатися, вони повільно осідають на дно. Швидкість осідання еритроцитів у здорового чоловіка складає 2-10 мм за годину, а у жінки – 2-15 мм за годину. У новонароджених вона складає всього 1-2 мм за годину. Інтенсивна фізична робота веде до сповільнення ШОЕ. У вагітних ШОЕ може досягати 45 мм за годину.

Методи визначення ШОЕ

Система для визначення ШОЕ за методикою Вестергрена



Апарат Панченкова



Автоматичний аналізатор ШОЕ

У різні періоди онтогенезу можна виділити існування декількох типів гемоглобіну.

Так, у крові плода міститься ембріональний гемоглобін та фетальний гемоглобін (НвF). До 12 тижнів внутрішньоутробного розвитку ембріональний гемоглобін зникає. У цей час у плода знаходиться тільки фетальний гемоглобін. На 20 тиждень внутрішньоутробного розвитку він зменшується до 90 % і починає наростати гемоглобін дорослих (НвА). На момент народження НвF складає 70 %, а НвА – 30 %.

