

## Практичне заняття 9 ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ

### Література:

1. Фізіологія: підручник для студ. вищ. мед. навч. закл. / В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан та ін.; за ред. В. Г. Шевчука. – Вид. 4-те. – Вінниця: Нова книга, 2018.

2. Відеолекції з фізіології крові.

Частина 1. Загальні властивості та характеристики крові.

<https://www.youtube.com/watch?v=2wANU-OqPY0>

Частина 2. Захисні властивості крові, групи крові.

[https://www.youtube.com/watch?v=VKqV\\_ZelQcg](https://www.youtube.com/watch?v=VKqV_ZelQcg)

Частина 3. Захисні властивості крові, гемостаз.

<https://www.youtube.com/watch?v=HEy0MjIMXeM>

### Завдання для самостійної роботи на занятті

1. Розглянути загальні характеристики системи крові

**Система крові** – це сукупність виконавчих структур (плазма, формені елементи), органів кровотворення (гемопоезу) і кроворуйнування (старих і дефектних елементів крові) та апарату регуляції, діяльність якого спрямована на підтримання адекватних змін об'єму і складових компонентів крові для забезпечення пристосувальних реакцій організму.

#### **Функції крові:**

1. Транспортна – забезпечує тканини та клітини киснем, вуглеводами, білками і жирами, водою та мінеральними солями, вітамінами, гормонами, іншими регуляторними чинниками та видаляє, через певні органи виділення, CO<sub>2</sub>, сечовину, сечову кислоту, ксенобіотики тощо.

2. Захисна – як важлива система імунітету знешкоджує мікроорганізми та їх отрути, чужорідні білки; завдяки системи коагуляції утворює тромби при ушкодженні стінок судин, припиняє кровотечу.

3. Гомеостатична – підтримує сталість внутрішнього середовища. Мінеральні речовини крові забезпечують певну величину осмотичного тиску, водно-сольового балансу, сталість роботи буферних систем: білки - онкотичний тиск, ріст і розвиток організму.

#### **Склад та кількість крові**

Кров – це рідка сполучна тканина, до складу якої входять плазма та формені елементи. Об'єм крові становить у середньому 5-6 л, тобто 6-8 % маси тіла. Формені елементи займають у середньому 46 % об'єму крові у чоловіків і 41 % – у жінок, решта – плазма. Відношення об'єму клітин крові до плазми називають гематокритним показником, або **гематокритом**. Його визначають шляхом центрифугування крові й зазначають у відсотках або частках одиниці.

Білки становлять 7 % від об'єму плазми, в основному синтезуються в печінці. Загальна чисельність білків плазми – понад 200, виділено в чистому вигляді – більше 20. Загальна їх кількість коливається від 65 до 85 г/л. Основними білками є альбуміни (38-60 г/л), глобуліни (20-30 г/л) і фібриноген (2-4 г/л).

Завдання. Скласти таблицю «Білки крові» за формою:

Назва фракції білків	Концентрація, г/л	Функції



Рис. 1. Гематокрит



Рис. 2. Складові крові.

## 2. Розглянути фізико-хімічні властивості крові.

Колір визначається вмістом гемоглобіну в крові. Яскраво-червоне забарвлення артеріальної крові пов'язано з насиченням гемоглобіну киснем – оксигемоглобіном, темно-червоне (вишневе) забарвлення венозної – пов'язано як з окисленим гемоглобіном ( $\text{HbO}_2$ ), так і з відновленим (Hb).

В'язкість крові становить 4,5-5,5, плазми – 1,7-2,2, тоді як води – 1. В'язкість обумовлена переважно еритроцитами та білками. Відносна щільність (питома вага) крові становить 1,050-1,060, еритроцитів – 1,090, плазми – 1,025-1,034. Температура крові – 37-40°C

**Осмотичний тиск крові.** Осмотичним тиском ( $P_{\text{осм}}$ ) називають тиск, що сприяє переходу розчинника (води крові) через напівпроникну мембрану із малоконцентрованого розчину в більш концентрований. Осмотичний тиск – жорстка гомеостатична константа, що становить 7,6 атм., або 5700 мм рт. ст. Осмотичний тиск може виражатися в осмолях. Осмоль – осмотичний тиск одномолярного розчину. У цій одиниці  $P_{\text{осм}}$  плазми складає 0,28 осмоль, або 280 мосмоль. Він забезпечує перехід рідин крізь напівпроникну мембрану.

Якщо рідини внутрішнього середовища, або штучно приготовлені розчини (фізіологічний розчин – 0,9% NaCl) мають такий же  $P_{\text{осм}}$ , як і плазма крові, їх називають *ізотонічними*, з вищим  $P$  (хлористий кальцій – 10 %) – *гіпертонічними*, з низьким (0,3 % NaCl) – *гіпотонічними*.

**Онкотичний тиск крові (Ронк).** Утворюється переважно білками плазми крові і становить 0,034-0,04 атм, чи 25-30 мм рт. ст.  $P_{\text{онк}}$ , створений білками в колоїдному розчині, ще називають колоїдно-осмотичним. Оскільки стінка капіляра майже непроникна для білків, то утворений ними  $P_{\text{онк}}$  забезпечує утримання води в крові. Цей ефект лежить в основі розвитку "голодних" набряків, коли втрата білків у крові призводить до інтенсивного виходу води у міжклітинний простір.

**Відносна густина крові.** Густина цільної крові становить 1,06-1,064, плазми крові – 1,025-1,03, а формених елементів – 1,085-1,09. Еритроцити в плазмі крові підтримуються як гідрофільною природою їх поверхні, так і негативним зарядом ( $\phi$ -потенціал), що відштовхує одну клітину від іншої. При зростанні у плазмі крові позитивно заряджених білків (глобулінів і фібриногену), вони зв'язуються з від'ємно зарядженими еритроцитами. Внаслідок цього знижується негативний заряд еритроцитів, що призводить до зменшення електричної відстані між ними, вони склеюються і утворюють "монетні стовпчики", що закупорюють капіляри. Цю властивість клітин крові Фарреус назвав "швидкість осідання еритроцитів" – (ШОЕ).

**pH крові.** Є одним із важливих показників стану внутрішнього середовища організму. pH артеріальної крові становить у стані спокою 7,4. Зниження pH до 6,95 або підвищення до 7,7 призводить до смерті.

Регуляція сталості кислотно-основної реакції (КОР) крові здійснюється завдяки: 1) фізико-хімічним механізмам – буферним системам крові; 2) фізіологічним механізмам – переважно за участю систем дихання та виділення (рис. 3).

Розрізняють два основні типи порушень КОР – ацидоз (зміщення в кислу сторону) і алкалоз (зміщення в основну сторону). Кожний із них поділяється на різновидності залежно від причин зміщення pH (рис. 4).

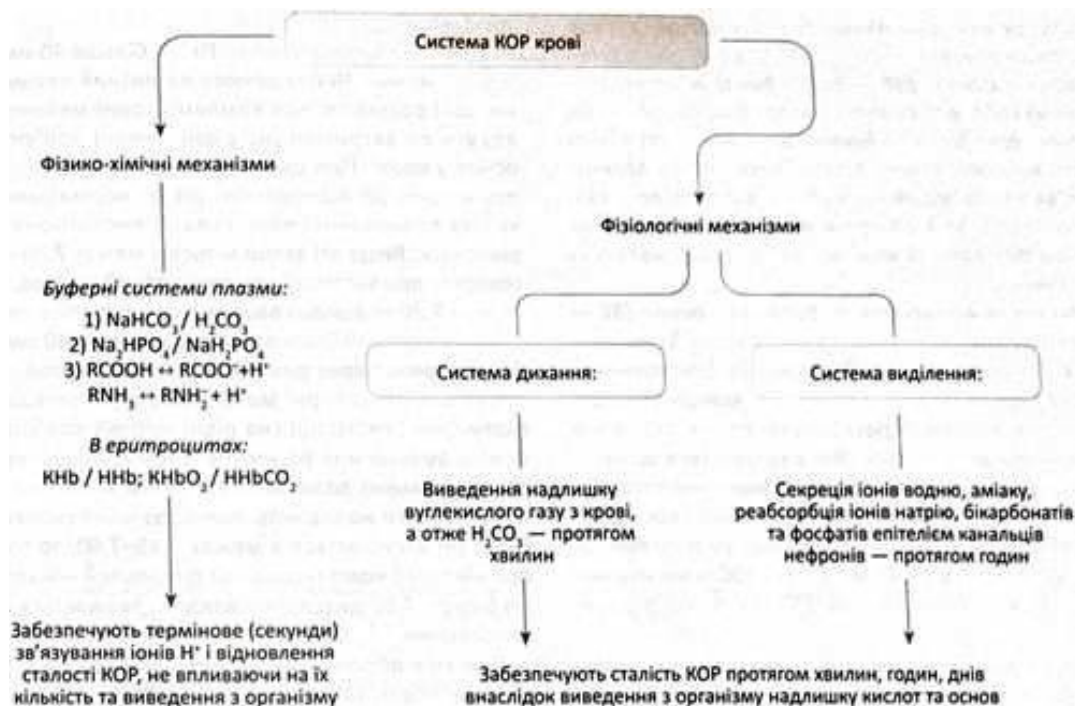


Рис.3. Механізми регуляції кислотно-основної реакції крові.

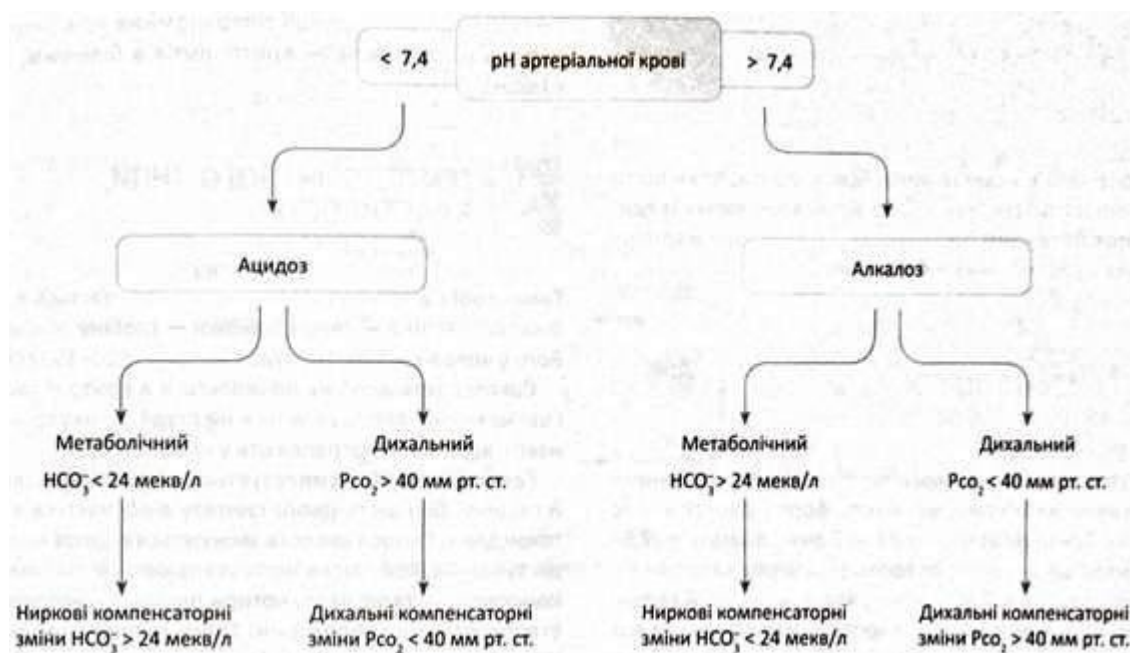


Рис. 4. Компенсаторні механізми простих порушень кислотно-основної рівноваги організму.

### 3. Розглянути формені елементи крові.

Вивчити матеріал за підручником. Скласти таблицю за формою:

Назва формених елементів крові	Кількість на одиницю об'єму крові	Будова	Функції

## ГЕМОГРАМА

- Еритроцити (RBC) –  $4,5 \pm 1,5 \times 10^{12}/\text{л}$
- Гемоглобін (HGB) – ж. 130-140 г/л, ч. 140-150 г/л
- КП – 0,86-1,05
- Гематокрит (HCT, Ht) – ж.  $42 \pm 5\%$ , ч.  $47 \pm 7\%$
- ШОЕ (ESR) – ж. 3-15, ч. 1-10 мм/час
- Тромбоцити (PLT) –  $150-450 \times 10^9/\text{л}$
- Лейкоцити (WBC) –  $7,5 \pm 3,5 \times 10^9/\text{л}$
- Гранулоцити:
  - 1) Базофільні – 0-1% (до  $0,06 \times 10^9/\text{л}$ )
  - 2) Нейтрофільні:
    - юні – 0-1%
    - паличкоядерні – 1-5%
    - сегментоядерні – 40-70% ( $2,2-4,2 \times 10^9/\text{л}$ )
  - 3) Ацидофільні – 0-5% ( $0,1-0,3 \times 10^9/\text{л}$ )
- Лімфоцити – 20-35% ( $1,5-2,8 \times 10^9/\text{л}$ )
- Моноцити – 8-10% ( $0,2-0,55 \times 10^9/\text{л}$ )

4. Розглянути процеси кровотворення (гемопоезу).

У ембріона і плода послідовно (з частковим перекриванням у часі) проходять 3 стадії:

- мегалобластична (кровотворення відбувається у жовтковому мішку),
- гепатоспленотимічна (кровотворення відбувається у печінці, селезінці та тимусі),
- медулярна (кістковомозкове кровотворення).

У дорослої людини кровотворення обмежується кістковим мозком і лімфоїдною тканиною. Коли кістковий мозок не в змозі задовольнити підвищений і тривалий запит на утворення клітин крові (наприклад, при великій кровотраті), гемопоетична активність печінки, селезінки і лімфатичних вузлів може відновитися (екстрамедулярний гемопоез).

Тотипотентність – це здатність клітини диференціюватись у будь-який тип клітин. У напрямку зменшення кількості типів клітин, у які може диференціюватись клітина виділяють:

- тотипотентні
- плюрипотентні (може перейти в будь-який тип клітин, окрім клітин позазародкових органів)
- мультипотентні (поліпотентні).
- олігопотентні
- уніпотентні (монопотентні).

Диференціювання клітин гемопоезу:

I відділ – тотипотентна (плюрипотентна) ембріональна стовбутова клітина (ЕСК).

II відділ – мультипотентні стовбурові кровотворні клітини (СКК).

III відділ – полі- та олігопотентні комітовані клітини-попередники, які мають обмежену потентність, так як комітовані (commit – прийняття на себе обов'язків) до диференціювання в напрямку 2-5 гемопоетичних клітинних ліній.

IV відділ – уніпотентні (монопотентні) комітовані попередники є родоначальними для одного ростка гемопоезу (рис. 5).

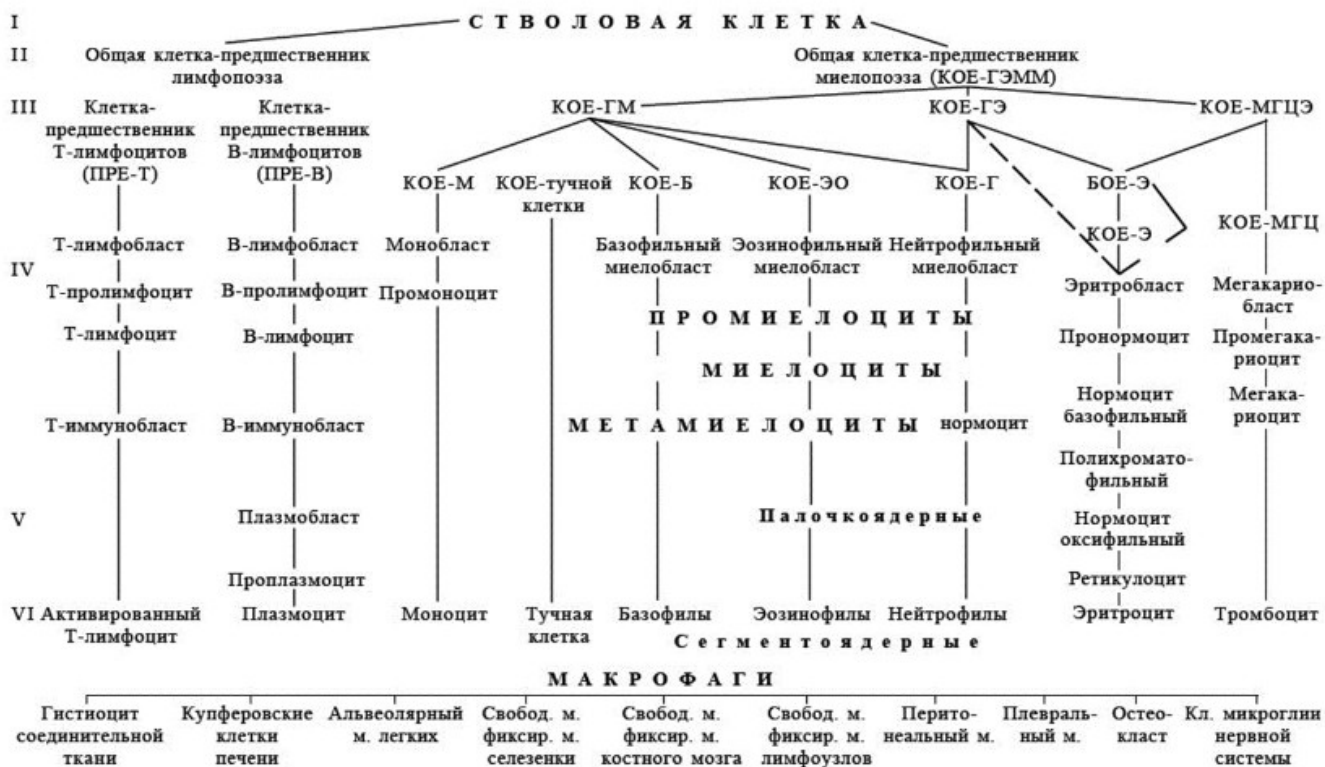


Рис. 5. Загальна схема гемопоезу.