

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КРОВІ. КРОВ ЯК ЗАСІБ ТРАНСПОРТУ ТА ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ

Проф. Весніна Л.Е.

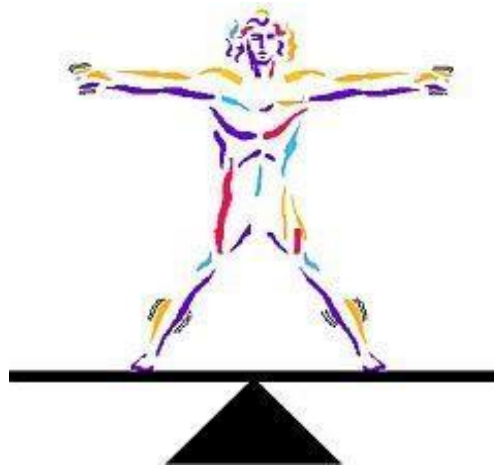


Гомеостаз

■ Клод Бернар

запропонував перше
положення про сталість
внутрішнього середовища
організму, більше 100
років тому -

*"Сталість
внутрішнього
середовища організму є
умова незалежного
існування"*



*Головна роль у підтримці
гомеостазу належить крові*

■ Уолтер Кеннон

(1929)

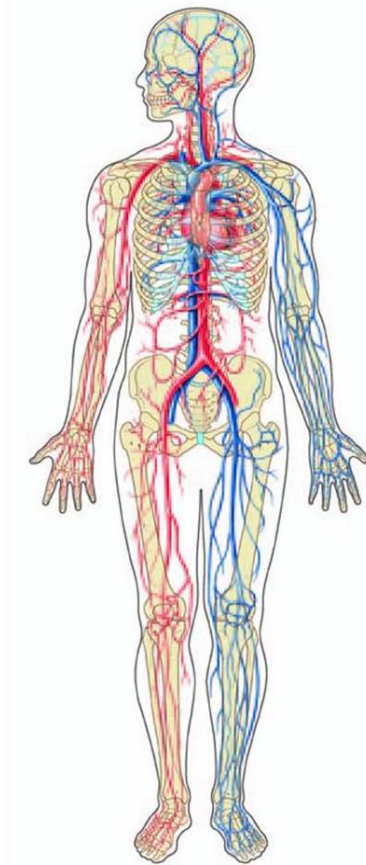
*"динамічна сталість
внутрішнього
середовища організму
і регулюючі
механізми, які
забезпечують цей
стан"*

КРОВ – рідке середовище організму, тканина, що знаходиться у кровоносній системі

Система крові

(Ланг Г.Ф., 1939)

- периферична кров, що циркулює по судинах;
- органи кровотворення - червоний кістковий мозок;
- органи кроворуйнування - селезінка, печінка, червоний кістковий мозок;
- регулюючий нейро-гуморальний апарат



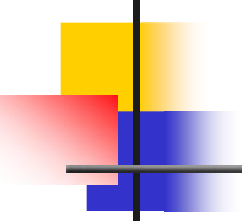
Розподіл крові:

- 50% - в органах черевної порожнини і таза;
- 25% в органах грудної порожнини;
- 25% на периферії
*2/3 в венозних судинах,
1/3 - в артеріальних*

депо крові:

печінка - до 20%,
селезінка - до 16%,
шкіра - до 10% від
загальної кількості

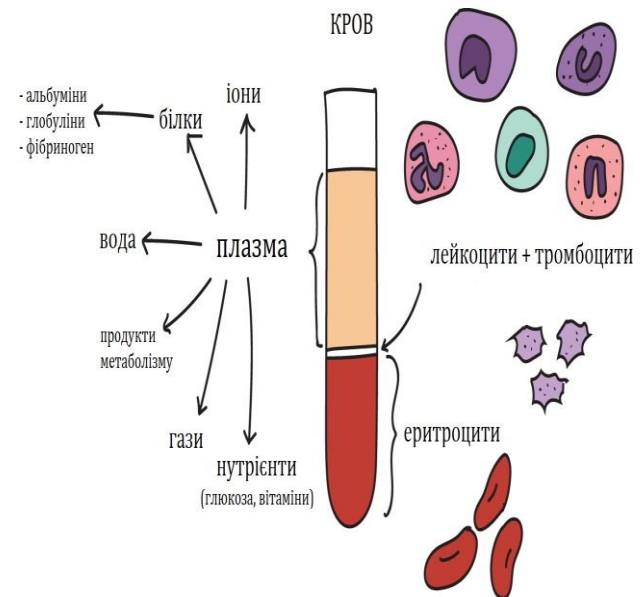
Функції крові:

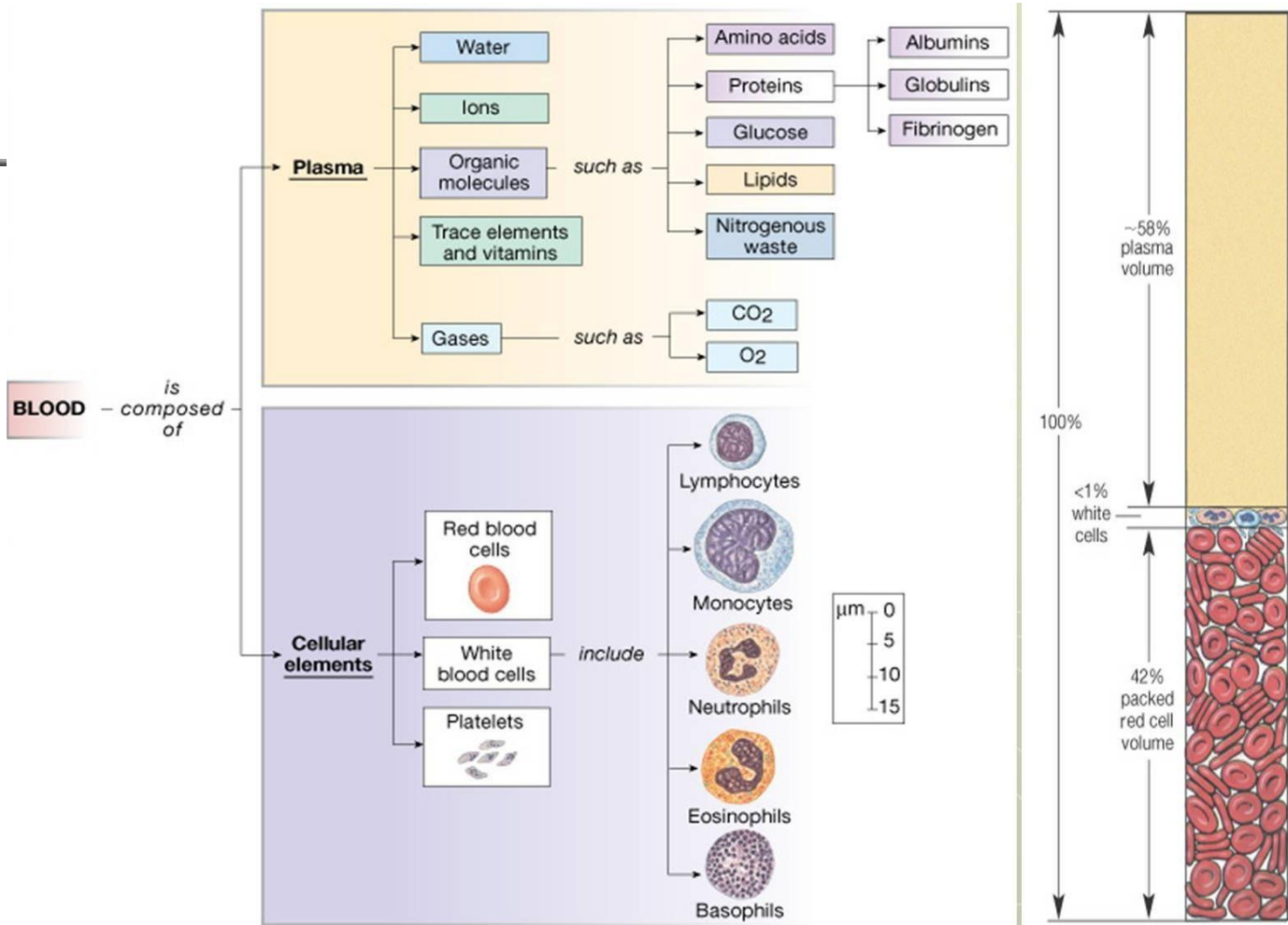
- 
- **транспортна:**
дихальна (перенос кисню від легенів до тканин організму і вуглекислого газу від тканин до легень);
 - **трофічна** (доставка до тканин поживних речовин від органів травлення);
 - **екскреторна** (доставка речовин, що видаляються з організму - сечовини, сечової кислоти, надлишку води, органічних і мінеральних речовин до органів їх виділення);
 - **терморегуляційна** (перенесення тепла з одних областей тіла в інші);
 - **забезпечення водно-сольового обміну** (транспорт води та іонів);
 - **гуморальна регуляція** (транспорт гуморальних регуляторів від місця їх синтезу до органів-мішеней);
 - **забезпечення гомеостазу організму** (підтримання сталості внутрішнього середовища);
 - **захисна функція** (здійснення неспецифічного і специфічного імунітету);
 - **зупинка кровотечі** (плазмовий і судинно-тромбоцитарний гемостаз)

Склад крові

Кров є суспензією, у якій рідка фаза — *плазма*,
а частки — *формені елементи*
(еритроцити, лейкоцити і тромбоцити)

- **Гематокрит** - показник, що оцінює частку формених елементів (еритроцитів, RBC) в загальному обсязі цільної крові
- Величина гематокриту в стандартних умовах:
 - **чоловіки** - 0,40 - 0,49
 - **жінки** - 0,36 - 0,42
- Підвищення гематокриту:
 - зневоднення організму
- Зниження гематокриту:
 - зменшення вмісту еритроцитів (анемія)





Плазма - рідка частина крові, однорідна каламутна жовтувата рідина, що складається з *води* (91%) і розчинених в ній низькомолекулярних *органічних і неорганічних речовин* (9%)
Гістологічно плазма - міжклітинна речовина рідкої тканини крові

- **Неорганічні речовини** плазми крові складають 0,9 - 1%:

- **макроелементи** плазми крові:

- катіони: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- аніони: Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^- ,
 HSO_4^{2-}

- **мікроелементи** плазми крові:

- катіони: Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} ,
 Se^{2+} , Zn^{2+}
- аніони: I^- , F^-



Функції плазми крові:

- транспорт розчинених в ній поживних речовин
- створення міжклітинної середовища для клітин крові
- транспорт гормонів і вітамінів
- перерозподіл тепла в організмі

Органічні компоненти плазми:

- азот-вміщуючі продукти білкового обміну*
- білки*
- продукти вуглеводного і ліпідного обмінів*
- гормони, вітаміни, проферменти і ферменти згортання крові*

■ ***Поліпептиди і амінокислоти*** (продукти розщеплення білка) ***4-10 мг%***

■ ***Сечовина*** ***10-24 мг%***

підвищення сечовини - багата на білки їжа, зневоднення,
ниркова недостатність, нефрит, шок

зниження - печінкова недостатність, нефротичний синдром

■ ***Сечова кислота*** ***2,7 мг%***

підвищення сечової кислоти - подагра, застосування сечогінних препаратів, зниження функції нирок (до 6-8 мг%)

зниження - гострий гепатит, лікування алопуринолом

■ ***Креатинін*** ***1-2 мг%, креатин 3-5 мг%***

Компоненти обміну вуглеводів: глюкоза, фруктоза, глікоген, глюкозамін

- Продукти перетравлення вуглеводів і білків, солі і вода всмоктуються в кров

і доставляються в печінку

У тканинах *глюкоза* розщеплюється із звільненням енергії, в печінці депонується у вигляді *глікогену*
глюкоза -

4,44-6,66 ммоль/л в артеріальній крові

3,33- 5,55 ммоль/л (80-100 мг%) у венозній

- залежить від кількості вуглеводів в їжі,
- стану ендокринної системи

- *молочна кислота*

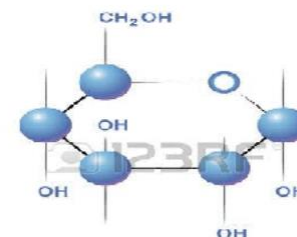
1-1,1 ммоль/л

зміст різко підвищується при критичних станах

- *піровіноградна кислота*

80-85 ммоль/л

утворюється при утилізації вуглеводів

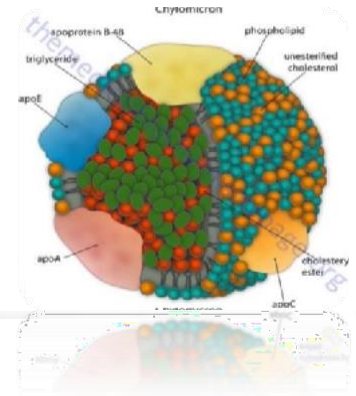


Glucose

Компоненти обміну *ліпідів*:

- нейтральні жири,
- вільні жирні кислоти,
- вільний і пов'язаний холестерин,
- стероїдні гормони

Частково всмоктуються в кров, але переважно - в лімфу



- **Холестерин** - у вільному вигляді і у вигляді сполук (ефірів)

3,9-6,5 ммоль/л

Холестерин бере участь

- ❖ в синтезі гормонів, жовчних кислот,
- побудові клітинної мембрани,
- виконує енергетичну функцію

У вільному вигляді - у формі

ліпопротеїдів, пов'язаних з α -і β -глобулінами;

- **Вільні жирні кислоти** транспортуються у вигляді комплексів з альбумінами;
- **Тригліцериди** утворюють з'єднання з фосфатидами і білками

Жирова емульсія транспортується в депо жирових тканин, використовується для енергетичних потреб організму

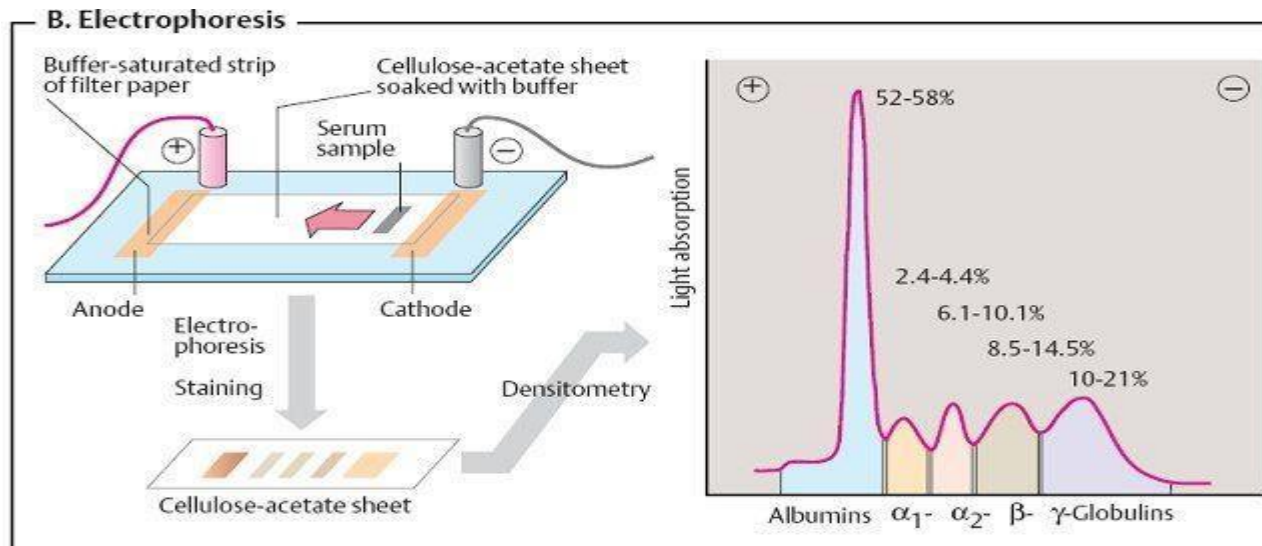
- Виділяють п'ять груп:
1) хиломікрони (транспорт триацилгліцеридів екзогенного походження, утворюються в ЕРС ентероцитів);
2) ліпопротеїди дуже низької щільності (переносять триацилгліцериди ендogenous походження);
3) ліпопротеїди низької щільності (доставляють холестерин до тканин);
4) ліпопротеїди високої щільності (комплекс з холестерином і фосфоліпідами)

Білки плазми крові

Понад 100 різних видів

За рухливістю при електрофорезі виділено **п'ять фракцій:**
альбумін, α_1 -, α_2 -, β - і γ -глобуліни і фібриноген

Поділ по розчинності: альбуміни - розчиняються в чистій воді,
глобуліни - розчиняються тільки в присутності солей



Білки плазми крові становлять 8% від маси плазми (65-85 г/л):

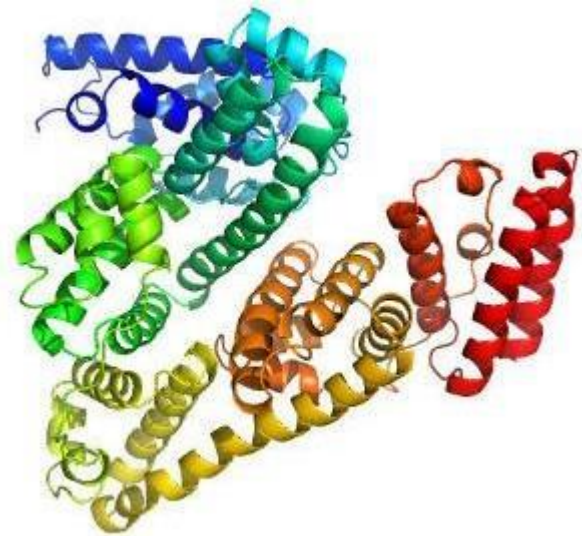
- альбуміни (60%) - 38-50 г/л;
- глобуліни (30-40%) - 20-30 г/л;
- фібриноген (0,3-0,4%) - 2-4 г/л

Збільшення вмісту загального білку - *гіперпротеїнемія*,
зменшення - *гіпопротеїнемія*,
порушення співвідношення білків - *диспротеїнемія*,
поява незвичайних білків - *парапротеїнемія*

У нормі в плазмі присутні альбуміни і глобуліни,
їх співвідношення визначається *білковим коефіцієнтом 1,5-2,0*

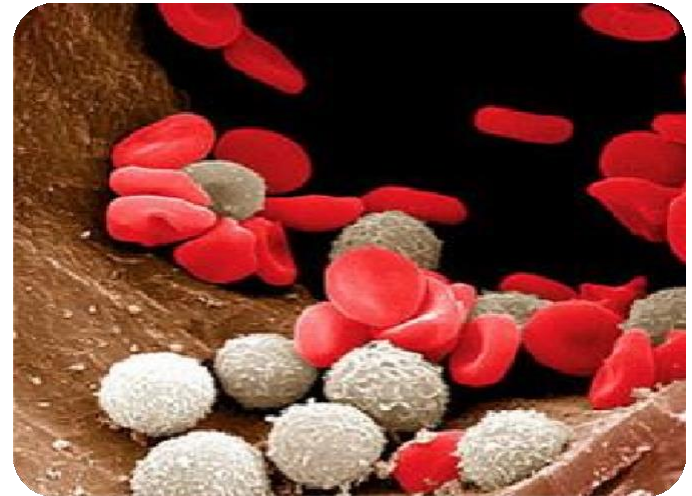
Функції білків плазми:

- колоїдно-осмотичний і водний гомеостаз;
- забезпечення агрегатного стану крові;
- кислотно-основний гомеостаз;
- імунний гомеостаз;
- транспортна функція;
- трофічна функція;
- участь у згортанні крові



Фізико-хімічні властивості крові:

- колір крові;
- об'єм циркулюючої крові (ОЦК)
4-6 л (6-8% від маси тіла);
- осмотичний тиск - 7,5 атм;
- онкотичний тиск 20-30 мм рт. ст.;
- рН артеріальної крові 7,4,
венозної - 7,35;
- в'язкість крові - 4,5-5 ум. Од.
(у 5 разів вище води);
- питома щільність крові -
1050-1060 г/л
(плазми 1025-1034 г/л;
еритроцитів 1090 г/л);
- температура крові - 37-40 °С



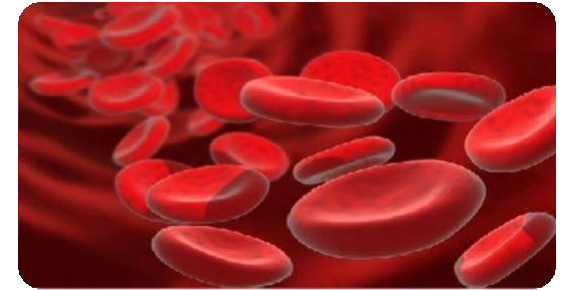
Колір крові

Визначається наявністю в еритроцитах хромопротеїдів гемоглобіну

Артеріальна кров - яскраво-червоне забарвлення, залежить від наявності гемоглобіну, насиченого киснем (*оксигемоглобін*)

Венозна кров - темно-червона з синюватим відтінком, пояснюється наявністю *карбгемоглобіна* (CO₂)

Об'єм крові



- - об'єм циркулюючої крові (ОЦК) в організмі дорослої людини становить у середньому 6 - 8% від маси тіла
 - чоловіки - 5 - 6 л
 - жінки - 4 - 5 л
- Кров проходить через серце більше 1000 разів на добу
Система кровообігу заповнена кров'ю не повністю,
на **1/40 000** її потенційного обсягу
- Підвищення загального обсягу крові називають гіперволемією,
зменшення - гіповолемією

Осмотичний тиск крові

Осмотичним тиском називається сила, яка рухає розчинник (вода) через напівпроникну мембрану із зони меншої в зону більшої концентрації

- **Осмотичний тиск** крові складається з власне **осмотичного тиску**, який формують розчинені в плазмі неорганічні речовини (96%) і **онкотичного тиску**, який формують білки
- **Осмотичний тиск** визначає транспорт води з позаклітинного середовища в клітини і навпаки
- постійно в крові, лімфі, тканинній рідині, тканинах
6,6-7,6 атм



Розчин, подібний плазмі крові, називається **фізіологічним**. Ізотонічні розчини мають сумарну концентрацію іонів не більше

285-310 ммоль/л

Це може бути:

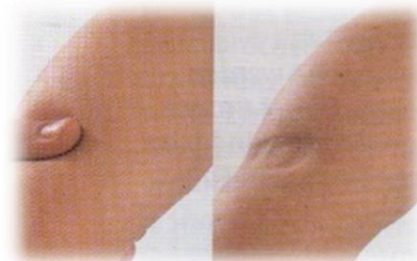
- 0,85% розчин хлористого натрію (NaCl)
- 1,1% розчин хлористого калію (KCl)
- 1,3% розчин бікарбонату натрію ($\text{Na}_2(\text{CO}_3)$)
- 5,5% розчин глюкози

Онкотичний тиск крові

Обумовлений всіма білками крові,
але на 80% - альбумінами

Величина онкотичного тиску - *25-30 мм рт. ст.*

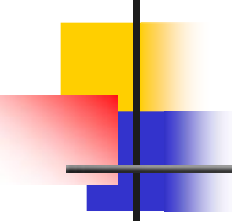
- Білки є осмотично активними частинками, не здатні виходити за межі судинного русла і забезпечують збереження води всередині судин
- При зниженні концентрації білка в плазмі розвиваються набряки, вода йде в тканини
- Онкотичний тиск грає важливу роль в регуляції водного обміну
- Чим більше його величина, тим більше води утримується в судинному руслі і тим менше її переходить в тканини і навпаки
- Онкотичний тиск впливає на утворення *тканинної рідини, лімфи, сечі і всмоктування води в кишечнику*
- Кровозамінюючі розчини повинні містити колоїдні речовини, здатні утримувати воду



Кисотно-лужна рівновага

один з найважливіших параметрів гомеостазу, визначається концентрацією водневих (H^+) і гідроксильних (OH^-) іонів
Сталість рН грає найважливішу роль для обмінних процесів

- В умовах спокою рН
 - артеріальної крові - **7,4**,
 - венозної - **7,34**
- У клітинах і тканинах рН досягає
7,2 - 7,0
залежить від утворення в процесі обміну речовин кислих продуктів метаболізму
- при різних фізіологічних станах рН крові може змінюватися від **7,3 до 7,5**



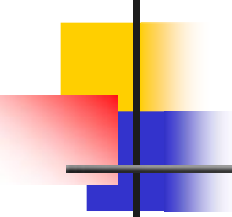
Крайні межі рН крові, сумісні з життям

7,0 - 7,8

Більш значні відхилення рН супроводжуються важкими наслідками:

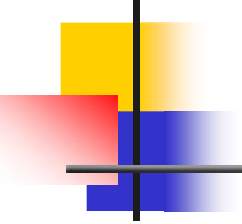
при рН **6,95** настає втрата
свідомості,
при рН **7,7** настають важкі судоми
(тетанія)

Якщо ці зрушення тривалі - можливе настання летального результату в обох випадках



У підтримці рН беруть участь буферні системи крові: бікарбонатна, фосфатна, гемоглобінова, система білків крові

- *Гемоглобінова буферна система* - найпотужніша, формує 75% буферної ємності крові, що пов'язано зі значною концентрацією гемоглобіну і високим вмістом в ньому гістидину
- Кислотність гемоглобіну залежить від ступеня його *оксигенації*: оксигемоглобін сильніша кислота, ніж дезоксигемоглобін
- Така різниця обумовлена впливом кисню, пов'язаного з залізом на спорідненість гістидину до H^+
- Завдяки цьому гемоглобін, звільняючись в тканинах від кисню, набуває велику здатність до зв'язування іонів H^+ , а у венозній крові в результаті виділення CO_2 тканинами відбувається накопичення в крові цих іонів
- При поглинанні кисню в легенях відбуваються зворотні процеси (обмін кисню потенціює буферний ефект гемоглобіну)

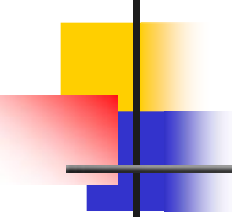


Гемоглобінова буферна система включає відновлений гемоглобін (HНb) і калієву сіль відновленого гемоглобіну (КНb)

- Буферні властивості системи обумовлені тим, що КНb як сіль слабкої кислоти віддає іон K^+ і приєднує при цьому іон H^+ , утворюючи слабодисоційовану кислоту:



- Величина рН крові, що притікає до тканин, завдяки відновленому гемоглобіну, здатному пов'язувати CO_2 і H^+ они, залишається постійною
- У цих умовах HНb виконує функції основи
- У легенях гемоглобін поводить ся як кислота (оксигемоглобін $HНbO_2$ є сильнішою кислотою, ніж CO_2), що запобігає підвищенню лужної реакції крові



Бикарбонатна буферна система утворена вугільною кислотою, бікарбонатами натрію і калію

- При надходженні в плазму сильнішою кислоти, ніж вугільна, аніони сильної кислоти взаємодіють з катіонами натрію і калію і утворюють нейтральну сіль
- В цей же час іони водню з'єднуються з аніонами вугільної кислоти (HCO_3^-), утворюючи мало дисоційовану вугільну кислоту



- При надходженні в плазму лугів, вони вступають у реакцію з вугільною кислотою, утворюючи бікарбонати і воду, тим самим підтримуючи сталість реакції

Карбонатна буферна система
($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$) за своєю потужністю займає друге
місце. Її функції здійснюються таким чином:
 NaHCO_3 дисоціює на іони Na^+ і HCO_3^-

- Якщо в кров надходить кислота сильніша, ніж вугільна, відбувається обмін іонами Na^+ з утворенням слабкодисоційованої і легко розчинної вугільної кислоти, що запобігає збільшенню концентрації H^+
- Збільшення концентрації вугільної кислоти призводить до її розпаду під впливом ферменту *карбоангідрази* еритроцитів на H_2O і CO_2
- CO_2 виводиться через легені
- Якщо в кров надходить основа, то вона реагує з вугільною кислотою, утворюючи натрію гідрокарбонат NaHCO_3 і воду, перешкоджаючи зрушенню у лужний бік

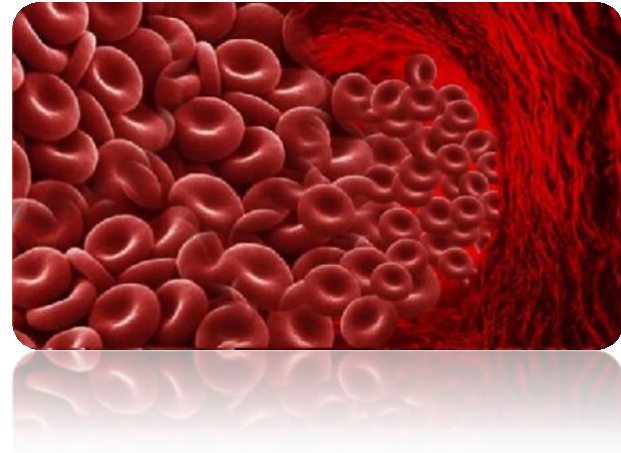
Буферна система білків плазми крові формується за рахунок амфотерних властивостей білків – з кислотами вони вступають в реакції як основи, а з основами - як кислоти

- Буферні системи крові більш стійкі до дії кислот, ніж основ
- Основні солі слабких кислот крові утворюють лужний резерв крові
- Його величина визначається кількістю CO_2 , яке може бути пов'язане 100 мл крові при парціальному тиску CO_2 40 мм рт. ст.
- Зрушення рН крові нижче **7,37** - *ацидоз*,
вище **7,43** - *алкалоз*

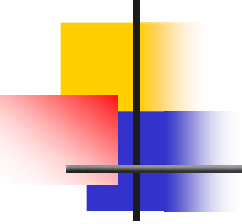
В'язкість крові –

здатність чинити опір течією рідини при переміщенні одних частинок щодо інших за рахунок внутрішнього тертя

- Визначається по відношенню до в'язкості води і становить **4,5-5,0**
- В'язкість крові залежить головним чином від вмісту еритроцитів і менше від високомолекулярних білків плазми
- В'язкість венозної крові дещо більше, ніж артеріальної, що обумовлено надходженням в еритроцити CO₂ і незначного збільшення їх розміру



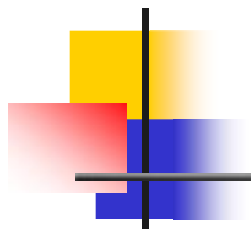
В'язкість плазми не перевищує **1,8-2,2**
При багатому білками харчуванні в'язкість плазми і крові може підвищуватися



Питома щільність крові становить **1050-1060 г/л** і залежить від кількості еритроцитів і вмісту в них гемоглобіну

Відносна щільність плазми крові в основному визначається концентрацією білків і становить **1,029-1,032 г/л**

- Температура крові багато в чому залежить від інтенсивності обміну речовин органу, від якого вона відтікає і коливається в межах **37-40 °C**
- При русі крові не тільки відбувається деяке вирівнювання температури в різних судинах, а й створюються умови для віддачі або збереження тепла в організмі



ДЯКУЮ
ЗА
УВАГУ!