

РОЛЬ БУФЕРНИХ СИСТЕМ КРОВІ У ПІДТРИМЦІ ГОМЕОСТАЗУ

Вадюк Ангеліна Василівна

здобувач вищої освіти медичного факультету
Івано-Франківський національний медичний університет, Україна

Науковий керівник: Романюк Андрій Леонтійович

канд. хім.наук, доцент
Івано-Франківський національний медичний університет, Україна

Буферні системи крові – це не просто механізми підтримки сталості рН. Це складні комплекси, що відіграють ключову роль у гомеостазі, забезпечуючи оптимальне середовище для безперебійної роботи всіх систем організму.

1. Бікарбонатна буферна система:

Склад : Ця система складається з двох компонентів: карбонатної кислоти (H_2CO_3) та бікарбонатних іонів (HCO_3^-).

Механізм дії:

- Нейтралізація кислот: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ (зв'язує надлишок H^+ , запобігаючи закисленню).

- Регулювання лужності: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (вивільняє H^+ , коли кров стає занадто лужною).

- Взаємодія з дихальною системою: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (впливає на концентрацію H_2CO_3 через дихання).

Це найпотужніша буферна система крові, яка забезпечує першу лінію захисту від змін рН та відіграє ключову роль у транспорті CO_2 .

2. Білкова буферна система:

Склад: Білки плазми крові, такі як альбумін, гемоглобін та інші, володіють буферними властивостями.

Механізм дії:

- Зв'язування H^+ : $\text{білки} + \text{H}^+ \rightarrow \text{ВН}^+$ (зв'язують H^+ при закисненні).

- Вивільнення H^+ : $\text{ВН}^+ \rightarrow \text{білки} + \text{H}^+$ (вивільняють H^+ при лужному зсуві).

Ця система підтримує рН при тривалих метаболічних процесах, що генерують кислоти, доповнює бікарбонатну систему, забезпечуючи стабільність рН та транспортує кисень й інші молекули, окрім буферної функції.

3. Фосфатна буферна система:

Склад : Фосфорна кислота (H_3PO_4) та її кон'юговані основи (H_2PO_4^- та HPO_4^{2-}).

Механізм дії:

- $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ (зв'язує H^+ при закисненні).

- $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ (вивільняє H^+ при лужному зсуві).

Фосфатна буферна система відіграє другорядну роль у крові, проте має значний вплив на внутрішньоклітинний рН та є важливою для буферизації в еритроцитах та інших тканинах.

Згадуючи питання взаємодії буферних систем, варто відзначити, що буферні системи не працюють ізольовано, а координують свої дії для підтримки гомеостазу. При зміні рН одна система активується, а інші – доповнюють її дію. Ця злагоджена робота гарантує стійкість рН, навіть при значних навантаженнях.

4. Гемоглобінова буферна система:

Гемоглобін (Hb) в еритроцитах також володіє буферними властивостями. Він може зв'язуватися з H^+ як у оксигенованому (HbO_2), так і в дезоксигенованому (Hb) станах:

- $HbO_2 + H^+ \rightarrow HbH^+ + O_2$ (зв'язує H^+ при оксигенації)
- $HbH^+ \rightarrow Hb + H^+$ (вивільняє H^+ при дезоксигенації)

Ця система відіграє важливу роль у буферизації CO_2 , що утворюється в результаті тканинного дихання:

- $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$
- $Hb + H^+ \rightarrow HbH^+$
- $HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Гемоглобін транспортує CO_2 з тканин до легень, де він виводиться з організму. Коли кров стає занадто лужною:

- Гемоглобін вивільняє зв'язаний H^+ , нейтралізуючи підвищення рН.
- Вивільнений H^+ з'єднується з HCO_3^- з утворенням H_2CO_3 , який може легко вийти з еритроцита і в кінцевому підсумку видихнути у вигляді CO_2 .

У організмі є також додаткові механізми регулювання рН:

1) Дихальна система:

- Виведення CO_2 – регулює концентрацію H_2CO_3 .
- Зміна частоти та глибини дихання – швидке коригування рН.

2) Нирки:

- Виведення надлишку H^+ або HCO_3^- – довгострокова регуляція рН.
- Реабсорбція бікарбонатів – збереження лужного резерву.

Висновки. У підсумку, можемо зауважити, що буферні системи крові є фундаментальними для підтримки гомеостазу шляхом мінімізації коливань рН крові. Ці системи, поряд з дихальною і нирковою системами, працюють разом, щоб забезпечити стабільне внутрішнє середовище, вирішальне значення для оптимальної фізіологічної функції і загального стану

Список використаних джерел:

1. Acid-Base Balance. Вилучено з: [<https://open.oregonstate.edu/aandp/chapter/26-4-acid-base-balance/>]
2. The Role of Buffers in Establishing a Balance of Homeostasis and Maintaining Health. Вилучено з: [https://www.sciencerepository.org/the-role-of-buffers-in-establishing_AJMC-2023-1-101]
3. Фізіологія людини: підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів / за ред. В. Г. Москаленка. – 4-е вид., перероб. і допов. – К.: Медицина, 2018. – 688 с.
4. Нормальна фізіологія: підручник / за ред. Я. І. Гончарука. – 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: Вища школа, 2006. – 608 с.