

## КОНЦЕНТРАЦІЯ ТА ВМІСТ БІЛКІВ І ЕЛЕКТРОЛІТІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ПРИ ПОЗИТИВНОМУ БАЛАНСІ ВОДИ У КРОЛИКІВ

Б. Є. Єсипенко, Л. І. Старушенко

*Відділ фізіології водно-сольового обміну Інституту фізіології  
ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ*

Механізми, що забезпечують сталість внутрішнього середовища організму, вивчені недостатньо. З'ясування пов'язаних з цим питань має не лише теоретичне, але й науково-практичне значення. Так наприклад, боротьба із збезводненням організму, парентеральне харчування, корекція плазмено-електролітного співвідношення після обширних оперативних втручань тощо вимагають введення значних кількостей спеціально призначених для таких цілей сольових або так званих плазмозамісних та кровозамісних розчинів.

У житті тварин і людини нерідко виникають ситуації, які приводять до змін регуляції початкової (споживання організмом води) або кінцевої (виведення води з організму) ланок водно-сольового обміну, тобто до зміни балансу води в організмі.

Специфічні впливи на водно-сольовий обмін змінюють не лише вміст води та електролітів в окремих середовищах організму, але й інтенсивність фізіологічних функцій спеціалізованих клітин, що домінують у білковому синтезі органів, особливо печінки [5, 7, 8, 10].

Об'єм позаклітинної фази рідини пов'язують з концентрацією натрію, тоді як калію відводиться роль регулятора внутріклітинної фази рідини [9, 11]. Проте тепер є немало підстав вважати, що рух води та її кількість в окремих середовищах пов'язані не лише з концентрацією неорганічних електролітів, але й білків та інших органічних сполук, з високою молекулярною вагою [1, 12, 13], їх розподілом в окремих середовищах організму, а також функціональним станом органів і систем, завдяки яким здійснюються пристосувальні функції.

У зв'язку з цим ми вважали, що зіставлення показників концентрації і вмісту осмотично активних речовин (зокрема електролітів і білків) при різних станах водно-сольового обміну дозволить одержати деякі відомості про механізми, що зумовлюють зміни концентрації цих речовин і забезпечують перерозподіл води в організмі.

### Методика досліджень

Досліди проведені на 52 контрольних і гідратованих кроликах. Стан водно-сольового обміну змінювали пероральним навантаженням водою в об'ємі 10% ваги тіла тварини на протязі п'яти діб.

Вміст білків сироватки крові визначали колориметричним методом з реактивом Фоліна за Лоурі. Електрофоретичне дослідження фракцій проводилось у вероналацетатному буфері, рН 8.6. Вміст калію і натрію в сироватці крові досліджували методом полум'яної фотометрії, води — ваговим методом.

Об'єм судинного простору (об'єм плазми) визначали використанням фарби Т-1824 [6]. Кількість еритроцитів і співвідношення об'єму формених елементів крові та її рідкої частини — загальноприйнятими методами.

### Результати досліджень та їх обговорення

Визначення концентрації води і натрію в сироватці контрольних і гідратованих кроликів (табл. 1) показали, що незважаючи на значні впливи (навантаження водою в об'ємі 10% ваги тіла на протязі п'яти діб) на водний обмін ці основні показники, що характеризують водно-сольовий гомеостаз організму, не змінювались (концентрація натрію), або дещо, але недостовірно збільшувались (концентрація води).

Таблиця 1

Концентрація води, електролітів і білків у сироватці крові контрольних і гідратованих кроликів

| Досліджувані показники | Звичайний питний режим |         |          | Гідратація |         |          |          |
|------------------------|------------------------|---------|----------|------------|---------|----------|----------|
|                        | <i>M</i>               | $\pm m$ | <i>n</i> | <i>M</i>   | $\pm m$ | <i>n</i> | <i>p</i> |
| H <sub>2</sub> O       | 928,0                  | 1,19    | 16       | 931,0      | 6,23    | 16       | >0,5     |
| Na                     | 138,4                  | 2,23    | 16       | 138,3      | 2,23    | 16       | >0,5     |
| K                      | 3,73                   | 0,13    | 16       | 4,25       | 0,17    | 16       | <0,05    |
| Загальний білок        | 8,27                   | 0,29    | 16       | 7,27       | 0,30    | 16       | <0,05    |
| Альбуміни              | 5,43                   | 0,22    | 16       | 4,57       | 0,24    | 16       | <0,01    |
| Глобуліни              | 2,84                   | 0,05    | 16       | 2,70       | 0,06    | 16       | >0,5     |
| Фракції глобулінів     |                        |         |          |            |         |          |          |
| $\alpha$               | 1,05                   | 0,04    | 16       | 0,96       | 0,09    | 16       | >0,5     |
| $\beta$                | 0,83                   | 0,05    | 16       | 0,84       | 0,05    | 16       | >0,5     |
| $\gamma$               | 0,96                   | 0,07    | 16       | 0,90       | 0,05    | 16       | >0,5     |
| ОЦП                    | 27,63                  | 1,06    | 10       | 30,37      | 0,87    | 10       | <0,05    |

Після п'ятидобового навантаження водою концентрація калію в крові збільшилась на 0,52 мекв/л. Водночас, як видно з табл. 1, показники концентрації загального білка та його фракцій нижчі, ніж у контрольних дослідах. Концентрація загального білка сироватки крові після п'ятидобового водного навантаження знижувалась з  $8,27 \pm 0,29$  до  $7,27 \pm 0,30$  г% ( $p < 0,05$ ), а фракції альбумінів з  $5,43 \pm 0,22$  до  $4,17$  г% ( $p < 0,01$ ).

Сумарна концентрація глобулінів зменшилась на 0,14 г%, в основному за рахунок їх альфа- і гамма-фракцій.

Статистично достовірним є зниження на 1 г% концентрації загального білка і на 0,86 г% альбумінів.

Зменшення концентрації білків у крові гідратованих тварин можна було розглядати як просте розведення їх внаслідок збільшення об'єму циркулюючої плазми крові (ОЦП) після тривалого перенасичення організму кроликів водою. Тим більше, що і кількість еритроцитів у гідратованих тварин становила  $5512 \pm 204$  тис. при  $5782 \pm 214$  тис. ( $p < 0,05$ ) у контрольних кроликів (рис. 1).

Можна було вважати також, що зменшення концентрації білків пов'язане з реакціями пристосування в умовах зміненого водно-сольового обміну організму. Підтвердження цього одержано нами на підставі проведених розрахунків, що стали можливими після прямих визначень об'єму судинного простору (табл. 2). Досліди показали, що у

гідратованих кроликів кількість плазми крові збільшувалась на 2,74 мл/кг або на 9,9% ( $p < 0,05$ ).

Аналіз даних, наведених у табл. 2, показує, що кількість води і електролітів у гідратованих тварин збільшувалась: води на 10,3% (з 25,63 до 28,27 мл/кг); натрію на 9,7% (з 3,82 до 4,19 мекв/л сироватки), калію на 26,2% (з 0,103 до 0,130 мекв/л сироватки). Водночас вміст загального білка зменшився на 3,5% (з 2,29 до 2,21 г%), а його альбумінової фракції на 8,0% (з 1,51 до 1,39 г%). Зменшення концентрації і вмісту загального білка супроводжується збільшенням концентрації і вмісту калію.

Таблиця 2  
Вміст води, електролітів і білків  
у циркулюючій плазмі крові контрольних  
і гідратованих кроликів

| Досліджувані показники | Звичайний питний режим | Гідратація |       |
|------------------------|------------------------|------------|-------|
|                        | М                      | М          | %     |
| H <sub>2</sub> O       | 25,63                  | 28,27      | 110,3 |
| Na                     | 3,82                   | 4,19       | 109,7 |
| K                      | 0,103                  | 0,130      | 126,2 |
| Загальний білок        | 2,29                   | 2,21       | 96,5  |
| Альбуміни              | 1,51                   | 1,39       | 92,0  |
| Глобуліни              | 0,78                   | 0,82       | 105,1 |
| Фракції глобулінів     |                        |            |       |
| α                      | 0,29                   | 0,29       | 100   |
| β                      | 0,23                   | 0,26       | 113,0 |
| γ                      | 0,26                   | 0,27       | 103,8 |

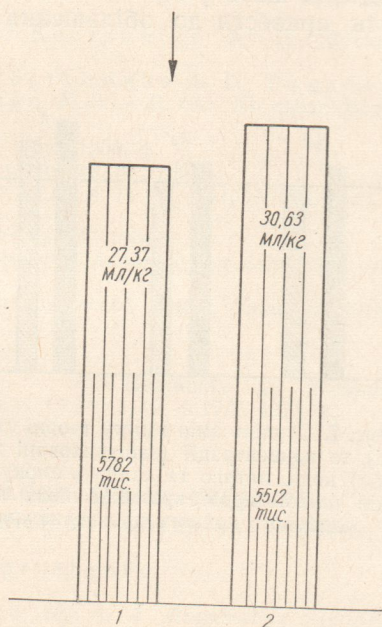


Рис. 1. Об'єм циркулюючої плазми та кількість еритроцитів у периферичній крові контрольних (1) та гідратованих кроликів (2).

Проведене дослідження свідчить про те, що виявлені у гідратованих тварин зміни складу сироватки крові причинно зумовлені, спрямовані на координацію співвідношення білків та електролітів в окремих середовищах організму, а також інтенсивність проміжного обміну води.

Застосовувані нами впливи (п'ятидобове навантаження кроликів водою в об'ємі 10% ваги тіла) привели до позитивного балансу води. При цьому основні показники водно-сольового гомеостазу, зокрема концентрація води і натрію, практично не змінювались, тоді як вміст їх збільшувався, а білків зменшувався. Це свідчить, що постійність концентрації найбільш осмотично активних речовин у судинному просторі гідратованих кроликів забезпечується динамічністю білково-електролітного складу позаклітинної фази рідини.

На рис. 2 і 3 видно, що збільшення вмісту води в судинному просторі (на 11,3%) приводить до одночасного збільшення в цьому середовищі натрію (на 9,7%) та зменшення вмісту загального білка (на 3,5%) і особливо його альбумінової фракції (на 8,0%).

Наведені дані свідчать про тісний зв'язок водно-сольового і білкового обмінів. Очевидно білкам крові належить істотна роль у процесах перерозподілу води в організмі. Так, ті чи інші впливи на організм (у наших дослідах тривала гідратація) є причиною змін вмісту білків

у судинному просторі організму. При цьому концентрація їх зменшується. Зниження концентрації білків в судинному просторі гідратованих тварин зумовлене зменшенням їх вмісту, особливо вмісту альбумінів, фізіологічна роль яких добре відома. Зменшення кількості альбуміну в крові веде до зниження онкотичного тиску і переходу води в тканину органів, зокрема шлунково-кишкового тракту, значення яких у проміжному обміні води та солей показане і в наших раніше опублікованих працях [3, 4].

Зміни концентрації і вмісту білків у гідратованих тварин біологічно доцільні. Вони свідчать, що в умовах, які можуть привести до збільшення

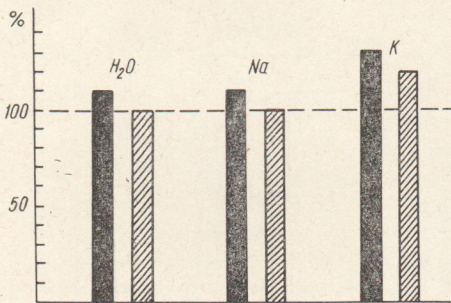


Рис. 2. Ступінь змін вмісту (чорні стовпці) та концентрації (заштриховані навскіс) води, натрію та калію в циркулюючій плазмі крові кроликів після п'ятидобового водного навантаження.

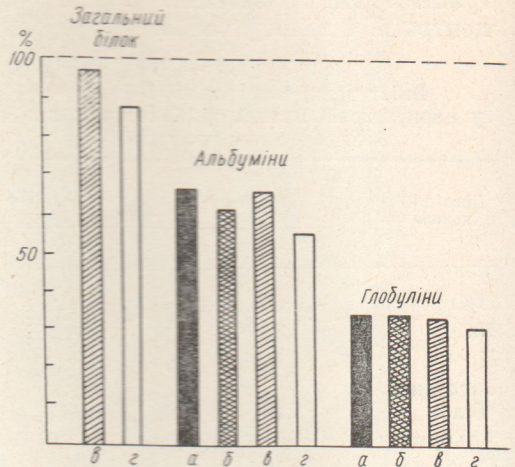


Рис. 3. Вміст і концентрація білків у циркулюючій крові кроликів при звичайному питному режимі і після п'ятидобового навантаження водою в об'ємі 10% ваги тіла.

а — вміст білка при звичайному питному режимі, б — вміст білка після п'ятидобового водного навантаження, в — концентрація білка при звичайному питному режимі, г — концентрація білка після п'ятидобового водного навантаження.

кількості води в судинному просторі, відбувається зменшення вмісту білків у плазмі крові, і внаслідок зниження концентрації створюється більше можливостей для збільшення судинного простору від надлишкової кількості води. Коли виникає загроза втрати води, збільшення вмісту білків веде до підвищення їх концентрації і утримання води в судинному просторі.

Ці зміни вмісту білків у плазмі крові відбуваються, очевидно, внаслідок змін функціонального стану гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи, яка контролює, як відомо, поряд з основними параметрами водно-сольового обміну, і вміст білків [2].

Одержані результати можуть бути до деякої міри підставою для проведення направлених впливів на білковоутворювальну функцію при захворюваннях, що супроводжуються порушенням водно-сольового обміну.

### Висновки

1. Зміни основних показників обміну води і електролітів свідчать про тісний зв'язок білкового та водно-сольового обміну організму. В механізмі перерозподілу води між окремими середовищами білкам і електролітам належить досить важлива роль. Регульовані величини їх залежать від стану водно-сольового обміну організму.

2. В умовах гідратації організму відбувається певна перебудова фізіологічних механізмів гомеостазу. Вона спрямована на регуляцію якісного складу позаклітинної фази рідини. Поряд зі змінами вмісту натрію, зниження концентрації білків у сироватці крові, зокрема альбуміну, є одним із факторів стабілізації основних параметрів водно-сольового обміну організму.

### Література

1. Аббош В.—Белки и аминокислоты в питании человека и животных, М., 1952.
2. Валуева Т. К.—Роль коры надпочечн. в регуляции белкового состава сыворотки крови. Дисс. докт., К., 1970.
3. Есипенко Б. Е.—Роль секреторных функций пищеварит. желез в регул. водного обмена. Дисс. докт., К., 1965.
4. Есипенко Б. Е., Старушенко Л. І., Костромина А. П.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1970, XVI, 3.
5. Есипенко Б. Е., Захарченко Л. И., Костромина А. П., Романенко В. Д., Старушенко Л. И., Яременко М. С.—В сб.: XI съезд Всес. физиол. об-ва им. И. П. Павлова, Л., 1970.
6. Козинер В. Б., Родионов В. М.—Лаб. дело, 1958, 3.
7. Меерсон Ф. З.—Пластич. обеспеч. функций организма, М., 1967.
8. Нагорный А. В., Никитин В. Н., Буланкин И. Н.—Проблема старения и долголетия, М., 1963.
9. Соломон А.—В сб.: Структура и функции клетки, М., 1964.
10. Токарская В. Н.—Физиол. и патол. углеводного, липидного и белкового обмена, М., 1970.
11. Юнусов А. Ю.—Высокая температура и водно-солевой обмен, Ташкент, 1969.
12. Darin S.—Amer. J. Surg., 1966, 111, 6.
13. Curran P.—Federation Proc., 1965, 24, 5, 1.

Надійшла до редакції  
17.V 1971 р.

### CONCENTRATION AND CONTENT OF BLOOD SERUM PROTEINS AND ELECTROLYTES WITH POSITIVE BALANCE OF WATER IN RABBITS

B. E. Esipenko, L. I. Starushenko

*Department of Physiology of Water-Salt Metabolism, the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev*

#### Summary

Concentration and content of proteins and electrolytes in rabbit blood serum were studied at different conditions of water-salt metabolism of an organism. When water balance in organism was positive (daily water supply—10% of body weight during five days) an increase of plasma volume by 2.74 ml/kg was observed. At the same time main indices of water-salt homeostasis, namely, percentage content of water and sodium concentration were not practically changed whereas their content increased; concentration and content of proteins decreased.

Changes in main indices of water and electrolyte metabolism testify to the tight connection of protein and water-salt metabolism. Under conditions of hydration a definite rearrangement of homeostasis physiological mechanisms takes place. It is directed to the regulation of the composition of liquid extracellular phase. Parallel with changes in sodium content a decrease in protein concentration in blood serum, in particular, albumin, is one of the factors of stabilization of main parameters of an organism water-salt metabolism.