

ДО ПИТАННЯ ПРО ПИТНИЙ ПРИЙОМ БОРНИХ ГІДРОКАРБОНАТНИХ НАТРІЄВИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

ГАЙСАК М.О.

*Науково-практичне об'єднання "Реабілітація"
МОЗ України, м. Ужгород*

Однією з особливостей хімічного складу багатьох мінеральних вод (МВ) Закарпаття є підвищений рівень бору у вигляді органічних і неорганічних сполук – від 60 до 530 мг/л, в т. ч. в розливних водах (Поляна Квасова, Поляна-Купіль, Свалява, Лужанська-7 та ін.).

Цей мікроелемент в останні роки викликає особливу увагу у зв'язку з широким розповсюдженням у природі, масовим застосуванням як консерванту, терапевтичного (антисептичного) засобу, хоч підвищений інтерес до бору та інших мікроелементів виникає практично кожні 10 років. Так, широкий спектр експериментальних досліджень проведено у 60-і – на початку 70-х років, далі – у 80-і роки. З ініціативи Центрального НДІ курортології і фізіотерапії на основі всебічного дослідження борних МВ їх було виділено в окрему бальнеологічну групу (за класифікацією В.Б. Аділова та співавт.) [2].

Родовища борних вод знаходяться в межах обширної провінції вуглекислих вод, що охоплює Карпати, Кавказ, Памір, Тянь-Шань, Прибайкалля, Забайкалля, Камчатку. Ця провінція приурочена до рухомого поясу альпійського орогенезу. За даними Н.Г. Петрової та співавт. [15], тільки на території Кавказу борні води використовуються 12 санаторіями і курортами, 15 бальнеолікарнями (для зовнішнього й внутрішнього використання), 15 заводами розливу. В Україні води цієї групи відомі тільки на заході, на південно-західному схилі Карпат, де вони утворюють самостійну гідрохімічну зону. Всі основні родовища знаходяться в басейні р. Пиня, правої притоки р. Латориця. Окремі виходи борних вод відомі в Закарпатському прогині (Руські Комарівці, Шаян).

Відомо, що бор, який міститься в їжі й воді у вигляді борату натрію і борної кислоти, швидко й майже повністю всмоктується (коефіцієнт всмоктування в шлунково-кишковому тракті = 1,0) й виводиться в основному з сечею [12]. Він належить до життєво необхідних для людини мікроелементів і знаходиться практично у всіх тканинах тварин і людини. Доведена роль бору в синтезі нуклеїнових кислот, обміні вуглеводів, меншою мірою – в жировому [4], в основному обміні при тиреотоксикозах [7].

У той же час відомі дані про можливість токсичної дії бору при підвищеному його надходженні в організм людини і тварин. За даними М.Т. Абашидзе [1], бор належить до речовин помірної токсичності (ЛД₅₀ = 250–560 мг/кг). У біогеохімічних областях з підвищеним рівнем бору спостерігається високий його вміст в організмі тварин, а також розвиваються специфічні захворювання – “борні ентерити”, пневмонії, нефрозо-нефрити, хвороби мозку, а також функціональні зміни – зниження протеолітичної активності ферментів тонкого кишечника, сповільнення виведення бору з сечею. При отруєнні борною кислотою у людей розвиваються симптоми гастроентериту, гепатиту, нефрозу, набряку мозку, підвищення екскреції фосфатів [12].

Механізм токсичної дії бору на організм вивчений недостатньо. Дані по цьому питанню неоднозначні. Дослідженнями С. Job [20], M.S. Meier [21] визначений поріг накопичення бору при внутрішньому використанні МВ Luzius (курорт Taraspe, Німеччина) з підвищеним вмістом бору (592 мг/л в перерахунку на метаборну кислоту) і відсутність у хворих будь-яких негативних явищ при порівняно коротких курсах лікування (2 тижні). Найбільший вміст бору в крові спостерігався на початку лікування, при цьому його рівень в біологічних рідинах не

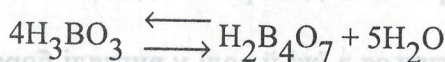
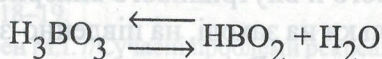
перевищував 3 мг/л, що становило 20–40% від допустимого в країні рівня. У хворих спостерігався підвищений діурез. І хоч у деяких хворих зафіксований так званий “гастритний” синдром, зв’язок його з високим вмістом у МВ бору не підтвердився. Авторами зроблено висновок, що відносно короткий курс питного лікування водами з високим вмістом бору не має токсичної дії на організм людини.

Експериментальні спостереження А.В. Соколової та співавт. [17] з використанням природної й штучно виготовленої МВ “Поляна Квасова” без бору показали, що борний комплекс води специфічно впливає на функцію печінки й обмін речовин. Грунтуючись на експериментальних дослідженнях з використанням Семигорської МВ (1,4 г/л борної кислоти), виявлені незначні морфофункціональні зміни у внутрішніх органах, на основі чого визначена у першому наблизенні границя токсичної дії борних вод при курсовому (24-денному) питному їх прийомі – 140 мг/л (з коефіцієнтом запасу 10) [16, 14, 8, 13].

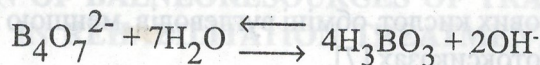
У 1983–1984 рр. Одеським НДІ курортології проведена комплексна гідрогеолого-експериментальна пошукова робота, що стосується борних МВ Закарпаття. Вивчені МВ десяти родовищ вуглекислих борних гідрокарбонатних натрієвих вод, відмінних за мінералізацією і вмістом бору (табл. 1). В експерименті встановлена позитивна дія борних МВ на деякі сторони вуглеводного і водно-сольового обмінів [3, 6] і на функціональний стан паренхіматозних органів, стимулюючий вплив мінеральної води Пасіка з високим вмістом бору на жовчоутворення і жовчовиділення. Зроблено висновок про відсутність токсичної дії бору у МВ при його концентрації 530 мг/л [3].

До унікальних особливостей хімічного складу борних МВ Закарпаття відноситься наявність в їх аніонному складі переважно гідрокарбонатів, що в сполученні з вугільною кислотою створює їх основну буферну систему ($\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$). Однак наявність у складі цих вод бору у вигляді мономірної ортоборної кислоти створює умови для формування додаткової буферної суміші. Борна кислота входить у склад загальновідомих буферних сумішей (універсальна буферна суміш – $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaOH}$, боратний буфер).

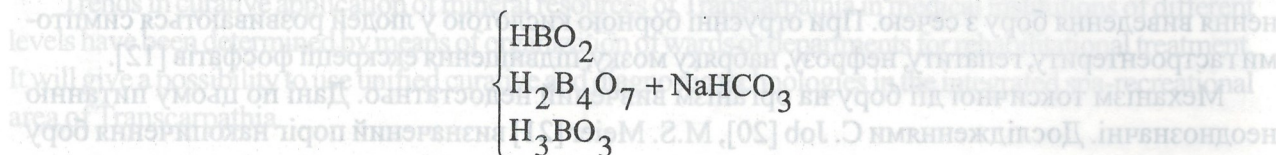
Борна кислота у водному середовищі дисоціює рівноважно за схемою:



У присутності гідрокарбонату натрію рівновага цих реакцій зсувається в сторону утворення тетраборатних іонів:



Саме при появі в розчині цих іонів і через залишок ортоборної кислоти виникають умови для створення додаткової буферної суміші:



Відомо, що борна кислота у воді дисоціює слабо (константа дисоціації $pK = 9,15$). Але в результаті збільшення її дисоціації в наведених вище умовах в розчині з’являються іони тетраборату ($\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$) і метаборату (BO_2^-), концентрація яких значно вища, ніж BO_3^{3-} .

Таблиця 1

**Хімічний склад основних родовищ мінеральних вод Закарпаття
з підвищеним вмістом бору**

Родовище	М, г/л	Формула	H ₃ BO ₃ , г/л
Неліпінське	3,0	$\frac{\text{HCO}_3 97 \text{ Cl } 2}{\text{Na}84 \text{ Ca}12}$	110
Свалявське	5,9	$\frac{\text{HCO}_3 96 \text{ Cl } 4}{\text{Na}96 \text{ Mg}4}$	168
Плосківське	4,4	$\frac{\text{HCO}_3 90 \text{ Cl } 10}{\text{Na}97 \text{ Ca}2}$	154
Голубинське	8,0	$\frac{\text{HCO}_3 95 \text{ Cl } 4}{\text{Na}99 \text{ Mg}1}$	140
Полянське	9,9	$\frac{\text{HCO}_3 88 \text{ Cl } 11}{\text{Na } 97 \text{ Mg } 2}$	188
Новополянське	10,9	$\frac{\text{HCO}_3 89 \text{ Cl } 11}{\text{Na}96 \text{ Ca}3}$	182
Русько-Комарівське	27,8	$\frac{\text{HCO}_3 96 \text{ Cl } 10}{\text{Na}100}$	196
Пасіцьке	23,5	$\frac{\text{HCO}_3 83 \text{ Cl } 16}{\text{Na}95 \text{ Mg}3}$	530

Таблиця 2

**Результати дослідження рівня боратів в крові і сечі у хворих на виразкову
хворобу 12ПК під впливом курсу питного прийому МВ Пасіка**

Показники	До лікування	В кінці лікування	P
Рівень боратів, мг/л: - в крові - в сечі	2,64±0,32 0,30±0,07	2,77±0,21 0,38±0,07	>0,3 <0,3
Добовий діурез, мл	986,7±49,8	1490,4±58,3	<0,05
Добове виділення боратів з сечею, мг/добу	0,30±0,08	0,57±0,09	<0,5

Можна припустити, що утворення у МВ буферної суміші за рахунок HBO_2 , $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$, H_3BO_3 + NaHCO_3 доповнює багатокомпонентну буферну систему МВ, основу яких становить т. з. бікарбонатна буферна система, що здатна нейтралізувати можливу подразнюючу дію бору та його сполук на органи травлення. Крім того, у вуглекислих водах, за даними Українського НДІ медреабілітації, найбільш вірогідно, присутні і борорганічні сполуки – борні ефіри, боразини, речовини, що мають групу $\text{B}-\text{CH}_3$, та інші сполуки.

В експериментальних, клінічних роботах співробітників Ужгородського філіалу Одеського НДІ курортології (НПО “Реабілітація”) та Ужгородського державного університету, починаючи з 1972 р., показана можливість і доведена ефективність внутрішнього використання вуглекислих гідрокарбонатних натрієвих МВ Закарпаття з високим вмістом бору, в т. ч. МВ Пасіка (з вмістом ортоборної кислоти 530 мг/л) при захворюваннях органів травлення [11, 5, 18, 9 та

ін.]. На основі цих розробок захищено понад 40 дисертаційних робіт, розроблені методики успішно використовуються в санаторно-курортних, амбулаторних умовах.

Все ж ми згодні з думкою окремих авторів [19], що питання біологічної ролі бору і можливості його токсичної дії потребує подальших цілеспрямованих клініко-експериментальних досліджень. У зв'язку з цим були проведені дослідження з вивчення динаміки рівня бору в крові, його виділення з сечею у хворих з виразковою хворобою дванадцятипалої кишки під впливом курсового прийому високомінералізованої вуглекислої гідрокарбонатної натрієвої МВ Пасіка. При цьому за курс лікування згідно з методикою хворий випиває від 5 до 8 л МВ.

Рівень боратів визначався колориметричним методом з карміновою кислотою [10] в біологічних середовищах (кров, сеча) у 24 хворих на виразкову хворобу 12-палої кишки (дослідження проведені с. н. с., к. б. н. Г.А. Вощепинець). Отримані результати (табл. 2) показали, що курсовий прийом МВ Пасіка не викликав достовірного підвищення концентрації боратів в крові та в сечі. Однак виявлено, що в кінці курсу лікування (16–18 днів) спостерігається суттєве зростання діурезу. У зв'язку з діуретичним ефектом проведений перерахунок загальної кількості боратів, що виділяються з сечею. В результаті виявлено достовірне підвищення виділення боратів протягом доби в кінці курсу лікування. Але навіть ця величина відповідає медико-біологічним даним по умовній людині (0,56–2,3 мг/добу).

Таким чином, бор, що надходить в організм людини протягом порівняно короткого курсу питного прийому МВ у вигляді ортоборної кислоти, не затримується в організмі і не перевищує порогу токсичної дії його згідно з гігієнічними нормативами, що узгоджується з результатами питного використання близької за складом МВ у хворих гастроентерологічного профілю [20, 21], а також з результатами експериментальних досліджень. У той же час, у зв'язку з політропністю дії на організм людини бору, великою різноманітністю його сполук отримані результати є тільки попередніми і не знімають з порядку денного подальших експериментально-морфологічних, епідеміологічних досліджень, а також можливостей селективного зменшення концентрації H_3BO_3 у МВ до рівня прийнятих бальнеологічних норм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абашидзе М.Т. Материали експериментальних і натуральних досліджень по гигиенической оценке бора в питьевых минеральных водах Грузии. – Автореф. дис. на соискан. учен. степ. канд. мед. наук. – Тбилиси, 1975.
2. Адилев В.Б., Плотникова Г.Н., Петрова Г.Н. //Курортология и физиотерапия /Под ред. В.М. Боголюбова. – М.: “Медицина”, 1985. – Т.1. – С.116–128.
3. Алексеенко Н.А., Булитко Г.Г., Койнов И.М. и др. //Тезисы докладов четвертого съезда физиотерапевтов и курортологов Украинской ССР. – Одесса, 1985. – Ч.1. – С.8–9.
4. Войнар А.О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. – М.: “Высшая школа”, 1960. – С.65–73.
5. Ганинец М.М. //Гастроэнтерология. – К., “Здоров’я”, 1972. – Вып. 4. – С.14–17.
6. Гвозденко Т.А., Иванов Е.М., Ни А.Н. //Вопр. курортол. – 1996. – № 3. – С.32–35.
7. Королев Ю.Н., Панова Л.Н., Бобкова А.С., Коровкина Е.Г. //Вопр. курортол. – 1989. – № 3. – С.28–31.
8. Королев Ю.Н., Панова Л.Н., Петрова Н.Г. и др. //Тезисы докладов четвертого съезда физиотерапевтов и курортологов Украинской ССР. – Одесса, 1985. – Ч.1. – С.185–186.
9. Лендель М.Ф., Гайсак М.А., Вощепинец Г.А. и др. //Курортология и физиотерапия. – К.: “Здоров’я”, 1985. – Вып. 18. – С. 82–85.
10. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. – М.: Химия, 1971. – С.230–232.
11. Максименко Л.М., Желтвай В.В., Ляшенко Н.П. //Фізичні і курортні фактори та їх лікувальне застосування. – К.: “Здоров’я”, 1972. – Вып. 6. – С.68–71.
12. Москалев Ю.И. Минеральный обмен. – М.: “Медицина”, 1985. – С.101, 121–123, 264–279.
13. Панова Л.Н. Морфо-функциональный анализ действия борсодержащих вод в норме и при экспериментальной язве желудка: Автореф. дис. на соискан. учен. степ. канд. биол. наук. – М., 1989. – 17 с.
14. Панова Л.Н., Солдатов В.В. //Физические факторы в лечении и медицинской реабилитации больных различными заболеваниями: Сб. научн. тр. ЦНИИКиФ. – М., 1984. – С. 20–24.
15. Петрова Н.Г., Сафронова К.П. //Вопросы экспериментальной и клинической курортологии: Сб. научн. тр. ЦНИИКиФ. – М., 1980. – С.22–29.
16. Свищев А.А. //Вопр. курортол. – 1984. – № 5. – С.66.
17. Соколова А.В., Ковалева М.Т., Шухтина И.А. и др. //Вопросы развития курортов с минеральными водами. – Ужгород, 1962. – С.183–190.
18. Торохтин М.Д. //Вопросы развития курортной терапии заболеваний органов пищеварения: Тез. докл. научн.-практ. конф. – Курорт Моршин, 1978. – С.193–194.
19. Чесалов С.М., Рыбаков В.С. //Вопр. курортол. – 1985. – № 6. – С.68–70.
20. Job C. //Bader- und Klimaheilkunde. – 1973. – Bd. 20, № 3. – S.137–142.
21. Meier M.S. – Там же. – S.130–137.

Summary

TO THE QUESTION OF BORIC HYDROCARBONATE SODIUM MINERAL WATERS INTAKE

Haysak M.O.

Scientific-Research Clinic "Rehabilitation" (Uzhgorod)

A short literary review is given about curative and possible negative effects of bor and boric mineral waters. Level of borates in blood and urine has been determined in a group of patients with duodenal ulcer after a course of boric hydrocarbonate sodium mineral water intake (530 mg/l of H_3BO_3). It was not revealed difference in the concentration of borates in biological liquids before and after the course of treatment, but due to diuretic effect of mineral water the total amount of borates excreted with urine is significantly higher at the end of treatment. Thus preliminary data showed that bor in mineral waters of given type does not cumulate in the organism and has no obvious negative effects.