

МІНЕРАЛЬНИЙ ОБМІН В ОРГАНІЗМІ ПІДДОСЛІДНИХ ТВАРИН ПРИ ВЖИВАННІ ПИТНОЇ ВОДИ З РІЗНИМИ КОНЦЕНТРАЦІЯМИ ФОСФОРУ

© О. В. Лотоцька

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського»

РЕЗЮМЕ: В результаті виконаних досліджень з'ясовано, що вживання впродовж 30 днів питної води з різними концентраціями фосфору впливає на мінеральний обмін в організмі піддослідних щурів, різко зменшуючи виділення кальцію і магнію з сечею.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: питна вода, мінеральний обмін, щури, сеча, фосфор, кальцій, магній.

Вступ. Стабільність хімічного складу організму є однією із найголовніших та обов'язкових умов збереження здоров'я. Не викликає сумнівів той факт, що більшість захворювань мають хімічне походження та розвиваються через дефіцит, надлишок або дисбаланс макро- та мікроелементів в організмі [1, 2].

Одним з найнеобхідніших макроелементів в організмі є фосфор. Він присутній у всіх тканинах, входить до складу білків, нуклеїнових кислот, нуклеотидів, фосфоліпідів. Сполуки фосфору АДФ і АТФ є універсальним джерелом енергії для всіх живих клітин. Важкорозчинні (кальцієві) солі фосфорної кислоти складають мінеральну основу кісткової і зубної тканини. Фосфор відіграє важливу роль у діяльності головного мозку, м'язової тканини, серця [3–5].

Добре відомо, що основним джерелом фосфору для організму є продукти харчування, але маловивченою є роль питної води з різними концентраціями фосфору, хоча відомо, що макро- та мікроелементи, які надходять в організм людини з водою, особливо з мінеральною, мають значно більшу фізіологічну цінність, ніж ті, які надходять з продуктами харчування [6–9]. Зараз доведена шкідлива дія фосфатів на довкілля. В країнах Західної Європи вже понад 15 років тому ввели жорсткий контроль за вмістом їх, або взагалі відмовилися від використання фосфатів при виготовленні детергентів [10]. Так, в західних країнах вміст фосфатів в стічних водах не повинен перевищувати 1,0 мг/дм³, а в питній воді – 0,03 мг/дм³. Для порівняння, згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" вміст поліфосфатів у питній воді в Україні допускається 3,5 мг/дм³ [11].

Метою даної роботи було вивчити вплив питної води з різними концентраціями фосфору на мінеральний обмін в організмі піддослідних тварин. В якості досліджуваної речовини використовувався монофосфат натрію. Він використовується в косметичній промисловості, при виробництві мила, зубних паст і шампунів, входить до складу пральних порошоків як реагент, що пом'якшує воду [9].

Матеріал і методи дослідження Вивчення впливу води з різними концентраціями фосфору проводилося на 36 білих безпородних щурах-самцях з масою тіла 200–220 г. Тварини знаходилися на загальному раціоні віварію з вільним доступом до води і були поділені на 6 груп. 1 була контрольною і вживала відстояну воду з міського водогону. П'ять наступних отримували для пиття воду з добавкою фосфору у вигляді монофосфату натрію в дозах 100,0; 10,0; 1,0; 0,1; 0,01 мг/дм³ в перерахунку на елементарний фосфор. У якості розчинника використовувалася вода гідрокарбонатно-кальцієвого класу з Тернопільського міського водогону, яка за всіма вимогами відповідає стандарту України (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [11]. Тривалість досліду становила 30 днів.

Групи відбирали методом рандомізації. Експерименти проводили відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях, та норм біомедицини етики і «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) [12].

Для оцінки стану мінерального обміну в організмі піддослідних щурів вивчали вміст фосфору, кальцію та магнію у сечі. Адже відомо, що сеча є досить інформативним показником обміну різних органічних і неорганічних речовин в організмі, оскільки з нею виводиться надлишок води, продукти азотистого обміну, ксенобіотики, гормони, вітаміни та їх похідні, а також мінеральні солі.

Кількість неорганічного фосфору в сечі визначали уніфікованим методом за відновленням фосфорно-молібденової кислоти. Кількість кальцію та магнію визначали методом комплексометричного титрування трилоном Б з використанням індикатора еріхром темносинього і мурексиду. Концентрацію магнію знаходили за різницею двох визначень: між сумарним вмістом кальцію та магнію і кальцію окремо [13].

Результати й обговорення Вміст фосфору в сечі контрольних тварин становив в середньому (4,89±0,23) ммоль/л. В дослідних групах він знаходився в межах від (5,98±0,24) до

($4,51 \pm 0,24$) ммоль/л. Статистично достовірні різниці ($p < 0,05$) між контрольними і дослідними щурами була лише у 2-й групі, які вживали воду з вмістом фосфору 100,0 мг/л. Це можна пояснити тим, що фосфор у великих концентраціях, в основному, виділяється з організму через нирки. Малі кількості фосфору, починаючи з 10,0 мг/дм³, не впливали на екскрецію його з сечею.

Обмін фосфору в організмі залежить від обміну кальцію, кислотно-лужного стану крові та якісного складу їжі. Якщо в організмі достатньо фосфору, то кальцій добре засвоюється, відповідно буде зменшуватися його екскреція з сечею. В результаті проведеного експерименту ми з'ясували що вміст кальцію в сечі через 1 міс від початку досліду прямо залежав від кількості фосфору в питній воді. Зі зменшенням концентрації елемента відбувалося достовірне ($p < 0,001$), порівняно з контрольною групою, зменшення кальцію в сечі. Як видно

з рисунка 1, в перших трьох дослідних групах виділення кальцію нирками було майже однаковим і становило від 47 до 53 %, порівняно з контрольною групою. У тварин, які вживали питну воду з концентрацією фосфору 0,1 і 0,01 мг/дм³ виділення кальцію з сечею зменшилося більше ніж на 60 % від контрольних величин ($p < 0,001$).

Відомо, що у системному фосфорному гомеостазі провідну роль відіграють нирки, а саме канальцевий фосфорний поріг. Головним гормоном, що регулює рівень фосфатемії, є паратгормон. Зростання концентрації фосфору в крові сприяє тимчасовому зниженню концентрації іонізованого кальцію і стимуляції секреції паратиреотропного гормону, який чинить фосфатуричну дію, екскретуючи надлишок фосфатів з сечею. В результаті цього знижується реабсорбція фосфору і зростає реабсорбція кальцію в ниркових канальцях, що відновлює нормальний рівень цих елементів в крові.

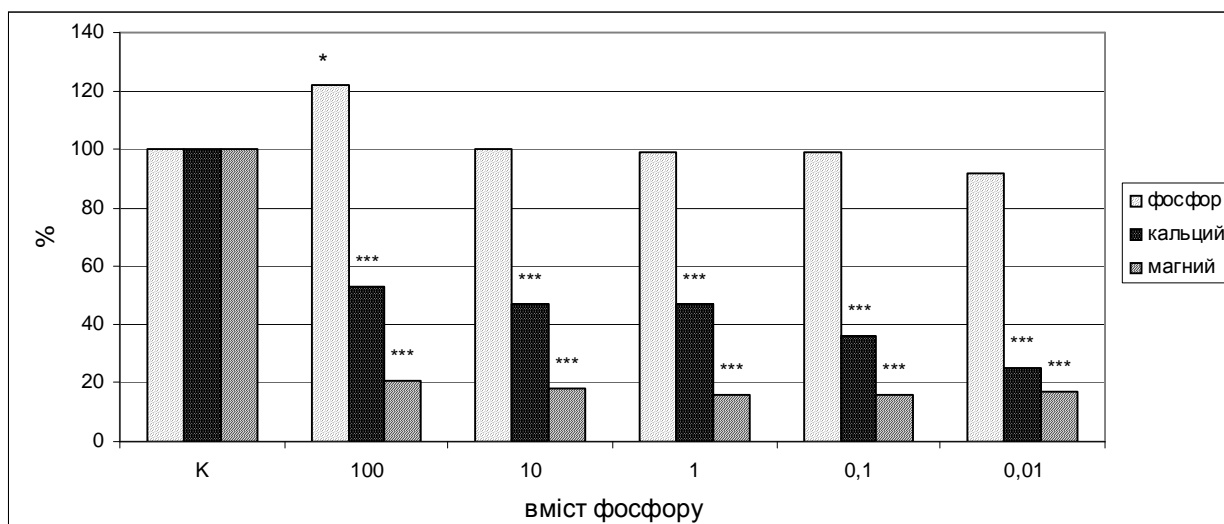


Рис. 1. Вміст фосфору, кальцію і магнію (ммоль/л) в сечі білих щурів при споживанні води з різним вмістом фосфору впродовж 30 днів ($M \pm m$).

Кількість кальцію у сечі піддослідних тварин у всіх експериментальних групах статистично достовірно була меншою, ніж у інтактних тварин. Зниження його вмісту було обернено пропорційне концентрації фосфору у питній воді і практично не перевищувало 50 % від контрольних величин. Максимальний вміст кальцію (53 %) спостерігався в групі тварин, які пили воду з концентрацією фосфатів 100,0 мг/дм³. У всіх наступних групах піддослідних щурів вміст кальцію в сечі був нижчим. В 3 і 4 групах його концентрація становила близько 47 %, а в 5 групі була нижчою 40 %, порівняно з контрольними величинами. Найменша кількість кальцію виділялася із сечею у щурів, які пили воду з концентрацією фосфору 0,001 мг/л. Вона була нижче контролю на 75 %. Враховуючи, що всі тварини знаходилися в однакових умовах,

на загальному харчовому раціоні, то отримані результати можна пояснити тим, що фосфор сприяє адсорбції кальцію в організмі. Основні причини зменшення виділення кальцію – надлишкове надходження в організм фосфору.

Магній бере участь в обмінних процесах, тісно взаємодіючи з калієм, натрієм і кальцієм. Кальцій є найближчим сусідом магнію в групі періодичної системи, з яким магній вступає в обмінні реакції. Ці два елементи легко витісняють один одного зі сполук. Дефіцит магнію в дієті, багатій кальцієм, обумовлює затримку кальцію у всіх тканинах. Концентрація магнію в плазмі і сироватці та цільній крові у більшості випадків адекватно відображає його рівень в організмі. Вплив фосфору на екскрецію магнію в організмі білих щурів при вживанні води з різними його концентраціями у воді був

більш вираженим. Як видно з наведеного рисунка, кількість магнію, як і кальцію, була значно нижчою, ніж фосфору. У щурів усіх піддослідних груп концентрація магнію була статистично достовірно ($p < 0,001$) нижчою контрольних величин і знаходилася в межах від $(0,18 \pm 0,01)$ до $(0,14 \pm 0,06)$ ммоль/л при контрольних величинах $(0,86 \pm 0,04)$ ммоль/л. У 2 групі тварин, які споживали воду з максимальною кількістю фосфору ($100,0$ мг/дм³), кількість магнію в сечі становила лише 1/5 частину від контрольних величин, тобто не перевищувала 20 % від норми.

Виводиться магній з організму головним чином із сечею. Основні причини дефіциту магнію – порушення всмоктування його в кишечнику, а також під дією надлишку фосфатів, кальцію і ліпідів, підвищена потреба в магнії [13]. Перешкоджати завоюванню магнію і, відповідно, викликати його змен-

шення у сечі може надлишкове споживання фосфатів.

Висновки:

1. Збільшення кількості фосфору у питній воді мало впливає на його екскрецію з сечею, але різко зменшує виділення кальцію і магнію, які є антагоністами фосфору в організмі і нейтралізують його надлишок в крові.

2. Зі зменшенням кількості фосфору у питній воді, кількість кальцію у сечі зменшується.

3. Кількість екскретованого магнію у сечі білих щурів була меншою, ніж кальцію і мало залежала від концентрації фосфору у питній воді.

Перспективи подальших досліджень Враховуючи отримані результати доцільно продовжити вивчення впливу питної води з вмістом фосфору на інші органи і системи організму піддослідних тварин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жаворонков А. А. Микроэлементозы – новый класс болезней человека, животных и растений / А. А. Жаворонков, Л. М. Михалева, А. П. Авцын // В кн. : Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – М. : Наука, 1999. – С.189–199.

2. Скальный А. В. Микроэлементозы человека: гигиеническая диагностика и коррекция / А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2000. – № 1. – С. 2–8.

3. Корекція мікроелементних порушень у новонароджених дітей та у дітей різних вікових груп [Електронний ресурс].

4. Дереча Л. М. Макро- і мікроелементи: сучасні уявлення про їх функціональне значення в теплокровному організмі / Л. М. Дереча, В. В. М'ясоєдов // Теоретична та експериментальна медицина. – 2007. – № 4. – С. 21–25.

5. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М. : Оникс XXI век; Мир, 2004. – 216 с.

6. Мудрый И. В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье человека (обзор) / И. В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 1999. – № 1. – С. 5–18.

7. Науково-методичні аспекти токсиколого-клінічних досліджень впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення України (огляд літератури) /

М. Г. Проданчук, І. В. Мудрий, В. І. Великий [та ін.] // Сучасні проблеми токсикології. – 2006. – № 3. – С. 4–7.

8. Verbalis J. G. Disorders of body water homeostasis / J. G. Verbalis. // Best Practice and Research Clinical Endocrinology and Metabolism. – 2003. – Vol. 17, № 4. – P. 471–503.

9. Дичка Л. В. Вплив мінеральної води різних типів при використанні як питної на стан здоров'я населення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук : спец. 14.02.01 "Гігієна та професійна патологія" / Л. В. Дичка. – К., 2008. – 23 с.

10. Вред фосфатов [Електронний ресурс] – Режим доступу до журн. <http://voda.blox.ua/2009/04/Vred-fosfatov.html>.

11. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) за 2010 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу до журн. <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws>

12. Етика біомедичного експерименту / [А. Я. Циганенко, М. В. Кривоносов, Ю. С. Парашук та ін.; за ред. Ю. І. Кундієва] // Антологія біоетики. – Львів: БаК, 2003. – С. 399–404.

13. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. С. Камышников. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 920 с.

MINERAL METABOLISM IN ORGANISM OF EXPERIMENTAL ANIMALS AT THE USE OF DRINKING WATER WITH DIFFERENT CONCENTRATION OF PHOSPHORUS

©O. V. Lototska

SHEI «Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky»

SUMMARY. As a result of the research there was found that the use during 30 days of drinking water with different concentrations of phosphorus affects on the mineral metabolism of experimental rats, dramatically reducing the discharge of calcium and magnesium in the urine.

KEY WORDS: drinking water, mineral metabolism, rats, urine, phosphorus, calcium, magnesium.