

<https://doi.org/10.32782/2786-9067-2023-26-11>

УДК 614.777:628.166:546.121

ВПЛИВ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ АЛЮМІНІЮ В ПИТНІЙ ВОДІ НА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПІДДОСЛІДНИХ ТВАРИН

Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є., Дідик Н.В., Цицирук В.С.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ, Україна

Анотація. Метою роботи було дослідження стану окремих показників обміну речовин в крові тварин за умов впливу різних концентрацій алюмінію в питній воді. Отримані результати хронічного експерименту показали, що досліджуваний фактор може викликати порушення показників метаболічних процесів в організмі. Найвиразніші зміни метаболічних показників можна спостерігати в групах тварин, які зазнавали впливу алюмінію на наднормативному рівні. Тенденція змін показників може бути своєрідним індикатором метаболічних компенсаторних перебудов в організмі під впливом токсичних речовин.

Ключові слова: *питна вода, алюміній, біохімічні показники*

Вступ. В сучасних умовах переважна більшість країн світу піддають питну воду обов'язковому знезаражуванню для забезпечення її епідемічної безпеки. Для очищення води використовують великий спектр високоефективних реагентів, які можуть забезпечити високу ступінь очищення [1]. В якості реагентів застосовують коагулянти на основі алюмінію. Широко використовується у процесах водопідготовки для комунальних потреб найбільш поширений - сульфат алюмінію. Він видаляє з води 60-80% різних шкідливих домішок, в першу чергу, органічного походження. Перевагою цього реагенту є те, що він дешевий, доступний і має тривалу історію застосування в практиці водоочищення [2].

Однак, при високих рівнях забруднення вододжерела, алюмінієві коагулянти вимагають великих доз, що призводить до збільшення вже в очищеній

воді концентрації іонів алюмінію і тим самим підвищує забруднення. При використанні алюмоємних коагулянтів відбувається надходження в оброблювану воду іонів алюмінію, вміст яких регламентує ДСанПіН 2.2.4-171-10 на рівні 0,2 мг/дм³ [3].

У науковій літературі наведено дані, що надлишкові концентрації алюмінію в організмі негативно впливають на такі органи, як - центральна нервова система, кістки, нирки, кістковий мозок. Він може гальмувати засвоєння деяких мікроелементів, амінокислот, вітамінів групи В6 та С. Також встановлено, що алюміній є нейротоксичним елементом, може викликати важкі захворювання нервової системи [4].

Алюміній має здатність до накопичення в організмі людини, що створює ризик для розвитку важких хвороб, сприяє розвитку остеопорозу, викликає анемію і артрит, пригнічує секрецію шлункових і слинних ферментів, гальмує синтез гемоглобіну. Особливо схильні до

негативного впливу алюмінію є діти та люди похилого віку. навіть невелике підвищення кількості алюмінію в організмі може призводити до значного погіршення здоров'я [5-7]. Токсичність алюмінію багато в чому пов'язана з його антагонізмом по відношенню до кальцію, магнію, заліза, фосфору, цинку та міді, а також здатністю впливати на функції парацитоподібних залоз, легко може утворювати зв'язки з білками, накопичуватися в нирках, кістковій та нервовій тканинах. Алюміній зв'язується з білками плазми, найбільш важливими з яких є альбумін і трансферин, може викликати анемію, потрапляючи в шляхи розподілу та метаболізму заліза, негативно впливати на еритроцитарну систему крові.

Мета роботи. З урахуванням зазначеного, метою даної роботи стало визначення характеру та особливостей змін біохімічних показників в крові тварин за умов впливу різних концентрацій алюмінію, що надходить з питною водою.

Об'єкт і методи дослідження. Для досягнення поставленої мети було проведено 6-ти місячний хронічний санітарно-токсикологічний експеримент із використанням білих безпородних щурів масою (165 ± 5) г, які утримувались на стандартному раціоні віварію та вільному доступі до води та їжі.

В токсикологічному експерименті піддослідним тваринам упродовж 6 місяців щоденно давали питну воду, штучно забруднену алюмінієм. Використано сульфат алюмінію – $Al_2(SO_4)_3$ (класифікація «технічний очищений», виробництва Румунії) в перерахунку на чистий алюміній (Al_2).

Тварини (по 8 голів у групі) були розподілені на 4 групи: 1 – контрольна (отримувала артезіанську воду), 2 – концентрація алюмінію $0,2 \text{ мг/дм}^3$, 3 - концентрація алюмінію $0,6 \text{ мг/дм}^3$, 4 – концентрація алюмінію $1,0 \text{ мг/дм}^3$, це 5-кратне перевищення регламенту у воді. Упродовж хронічного експерименту проводилось спостереження на 30, 60, 120, 150 та 180 добу з забором крові для досліджень. В досліджуваному матеріалі визначали динаміку біохімічних показників, холестерину, щодня проводився зовнішній огляд, визначався стан шерсті та видимих слизових оболонок, активність та рухливість тварин, тощо.

Біохімічні дослідження здійснювались з дотриманням принципів біоетики та вимог гуманного ставлення до тварин (Закон України № 3447 – IV «Про захист тварин від жорстокого поводження», 2006; Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей, Страсбург, 18 березня 1986р), рекомендацій ВООЗ а також рекомендації МОЗ України. Дослідження проводили на біохімічному аналізаторі «Stat Fax - 1904» (USA) стандартними загальноприйнятими методами та за допомогою діагностичних тест-наборів фірми «НТІ» (USA). Обрахунок і аналіз отриманих даних проводились з використанням загальноприйнятих методів статистичної обробки результатів медико-біологічних досліджень (визначення середньо-

арифметичних величин досліджуваних показників, стандартної похибки, квадратичного відхилення з обчисленням t-критерію Ст'юдента) [8].

Результати дослідження та їх обговорення. Стан обмінних процесів в організмі піддослідних тварин оцінювався за комплексом біохімічних маркерів у сироватці крові – субстратів обмінних процесів – вмістом білку, глюкози, креатиніну, холестерину та активністю ферментів (аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази, альфа-амілази).

Результати проведених досліджень показників обмінних процесів тварин свідчать, що вони коливаються в межах фізіологічних величин, підтримуючи рівновагу анаболізму та катаболізму в організмі щурів. Проте їх достовірне зростання чи зменшення відносно показників контрольної групи тварин дозволяє не лише показати тенденції до зрушень обміну речовин, але й проілюструвати дозо-часову залежність їх змін від часу впливу та дози токсиканта.

Під час проведення експерименту було відмічено поступове зростання показників по відношенню до контрольних значень – білку, холестерину, креатиніну, амілази, глюкози та ферментів аланінамінотрансферази (АЛАТ) при дії алюмінію. При аналізі отриманих даних виявлено, що активність аспартатамінотрансферази (АСАТ) в крові тварин, що піддавались дії алюмінію в концентрації $1,0 \text{ мг/дм}^3$ має тенденцію до зниження в порівнянні з контрольною групою.

Отже, в результаті хронічного експерименту було виявлено достовірні зміни холестерину та глюкози в сироватці крові у групах тварин, які отримували воду з концентрацією алюмінію $0,6$ та $1,0 \text{ мг/дм}^3$. Спостерігалось зростання активності альфа-амілази, а також достовірне зниження активності АСТ на фоні зростання АЛТ в сироватці крові тварин. Такі зміни показників ферментативної активності виявлялися у тих групах тварин, які споживали воду із понаднормативним вмістом алюмінію, зазвичай при концентрації $1,0 \text{ мг/дм}^3$.

Таким чином, зміни в організмі піддослідних тварин біохімічних показників упродовж шестимісячного хронічного токсикологічного експерименту при споживанні тваринами питної води з підвищеним вмістом алюмінію характеризувались більш вираженими проявами ефекту в залежності від часу дії та від концентрації.

Висновки. В умовах хронічного токсикологічного експерименту на білих щурах досліджено стан окремих біохімічних процесів в крові тварин при дії різних концентрацій алюмінію в питній воді. встановлено, що алюміній, який надходить з питною водою в наднормативних концентраціях $0,6$ та $1,0 \text{ мг/дм}^3$ викликає зростання рівні холестерину та глюкози в крові, зниження вмісту АСТ та значний ріст рівні амілази, що може свідчити про функціональні порушення в системах та органах.

Виявлена тенденція змін показників може бути своєрідним індикатором метаболічних компенсаторних перебудов в організмі в залежності від дози та терміну дії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. Київ : Медицина, 2016. 400 с.
2. Ярошенко К.К., Шабанов М.В. Ефективність коагуляційного очищення водних стоків керамічного виробництва. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. К. : ІГНС, 2011. Вип. 19. С. 95-101.
3. Багрянцева О.В., Шатров Г.Н., Хотимченко С.А., Бессонов В.В., Арнаутов О.В. Алюміній: оцінка ризику для здоров'я потребителів при поступленні с пищевими продуктами. *Анализ риска здоровью*. 2012. № (1). С. 59–68.
4. Martinez C.S., Alterman C.D., Peçanha F.M., Vassallo D.V., Mello-Carpes P.B., Miguel M., et al. Aluminum exposure at human dietary levels for 60 days reaches a threshold sufficient to promote memory impairment in rats. *Neurotox. Res.* 2017. Vol. 31(1). P. 20-30. <https://doi.org/10.1007/s12640-016-9656-y>.
5. Гресь Н.А., Гузик Е.О. Гигиенические аспекты формирования элементоза избытка алюминия у человека. *Микроэлементы в медицине*. 2015. Vol. 16(2). P. 28–36.
6. Cannata A. Aluminium toxicity: its relationship with bone and iron metabolism. *Nephrol. Dial. Transplantation*. 1996. Vol. 11. Suppl. 3. P. 6973.
7. Томашевська Л.А., Прокопов В.О., Кравчун Т.Є., Липовецька О.Б. Дослідження впливу ізольованої та комбінованої дії хлороформу та сульфату алюмінію з питною водою на структурно-функціональний стан крові тварин. *Довкілля та здоров'я*. 2022. № 4 (105). С. 44-51.
8. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. К., 2018. 579 с.

REFERENCES

1. Prokopov VO. Drinking water of Ukraine: medical-ecological and sanitary-hygienic aspects. Kyiv; 2016. 400 p.
2. Yaroshenko KK, Shabanov MV. Effectiveness of coagulation treatment of water effluents of ceramic production. Collection of scientific papers of the Institute of Environmental Geochemistry. 2011; 19:95-101.
3. Bagryantseva OV, Shatrov GN, Khotimchenko SA, Bessonov VV, Arnautov OV. Aluminium: risk assessment for the health of consumers when entering with food products. Health risk analysis. 2012;1:59–68.

4. Martinez CS, Alterman CD, Peçanha FM, Vassallo DV, Mello-Carpes PB, Miguel M et al. Aluminum exposure at human dietary levels for 60 days reaches a threshold sufficient to promote memory impairment in rats. *Neurotox. Res.* 2017;31(Pt 1):20-30. <https://doi.org/10.1007/s12640-016-9656-y>.
5. Gres NA, Guzik EO. Hygienic aspects of the formation of elementosis of excess aluminum in humans. *Microelements in medicine.* 2015;16(Pt 2):28-36.
6. Cannata A. Aluminum toxicity: its relationship with bone and iron metabolism. *Nephrol. Dial. Transplantation.* 1996;11 Suppl 3:69-73.
7. Tomashevskaya LA, Prokopov VO, Kravchun TE, Lypovetskaya OB. Study of the influence of the isolated and combined action of chloroform and aluminum sulfate with drinking water on the structural and functional state of the blood of animals. *Environment and health.* 2022;4:44-51.
8. Antomonov MYu. Mathematical processing and analysis of medical and biological data. Kyiv; 2018. 579 p.

**THE INFLUENCE OF DIFFERENT ALUMINUM CONCENTRATIONS IN
DRINKING WATER ON THE BIOCHEMICAL INDICATORS OF RESEARCH
ANIMALS**

Tomashevskaya L.A., Kravchun T.E., Diduk N.V., Tsytsyruk V.S.

Abstract. The purpose of the work was to study the state of certain indicators of metabolism in the blood of animals under conditions of exposure to different concentrations of aluminum in drinking water.

The obtained results of the chronic experiment showed that the studied factor can cause a violation of indicators of metabolic processes in the body. The most pronounced changes in metabolic parameters can be observed in groups of animals that were exposed to aluminum at an above-standard level. The trend of changes in indicators can be a kind of indicator of compensatory metabolic changes in the body under the influence of toxic substances.

Key words: *drinking water, aluminum, biochemical indicators*

Томашевська Л.А. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0674-7848>

Кравчун Т.Є. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-9796>

Дідик Н.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6221-2602>

Цицирук Валерія Сергіївна ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0315-7750>, +38 063 391 88 74,
tomashewskaya@ukr.net

Надійшла до редакції / Received: 24.03.2023