

УДК 612.014.46:[546.48+546.81]:599.323.41- 053

В.В. Гордієнко,**Р.Б. Косуба**

Вищий державний навчальний заклад
України "Буковинський державний
медичний університет", м. Чернівці

ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНО ОБУМОВЛЕНОГО НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНАХ ІНТАКТНИХ ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ

Ключові слова: кадмій, свинець,
вміст в органах, вікові особли-
вості, інтактні щури.

Резюме. У роботі досліджено вплив природних екологічних чинників на накопичення катіонів свинцю і кадмію в органах статевонезрілих (5-6 тижнів) і статевозрілих (18-20 тижнів) інтактних лабораторних щурів. Установлено, що за однакових нормативних умов утримання інтактні тварини значною мірою експоновані сполуками важких металів, вміст яких в організмі з віком зростає. Виявлено вікові особливості поглинальної здатності тканин внутрішніх органів (серце, печінка, нирки, головний мозок) до кумуляції екотоксикантів. Основними органами-мішенями накопичення катіонів свинцю і кадмію за природних умов утримання є нирки і печінка.

Вступ

Серед багатьох факторів довкілля, що негативно впливають на здоров'я населення, чільне місце посідає хімічне забруднення важкими металами (ВМ), найпоширенішими з яких є свинець і кадмій. Для солей кадмію і свинцю, як і інших ВМ, характерна глобальна розповсюдженість, стійкість і постійна наявність у природному середовищі, висока кумулятивна здатність в організмі, що становить ризик для здоров'я людини і тварин навіть за умов надходження їх ксенобіотиків у дозах малої інтенсивності [3,7,12].

Свинець присутній у земній корі у вигляді галеніту і є кінцевим стабільним продуктом розпаду урану. З природних запасів свинець надходить у повітря у вигляді силікатного, вулканічного, метеоритного пилу, морських сольових аерозолів і завдяки своїм властивостям та дешевизні отримання є одним із перших ВМ, який почала використовувати людина у різних галузях промисловості, науки та побуту. Найбільш небезпечними джерелами забруднення свинцем є металургійна промисловість, виробництво акумуляторів, фарб, пластмас, спеціального скла, мастил, антидетонаційних присадок до автомобільних бензинів [11]. Основними техногенними джерелами забруднення свинцем є викиди промислових підприємств та вихлопні гази автомобілів. Хоча здавна відомо, що свинець небезпечний поллютант, однак, в останні роки перед дослідниками повстала нова проблема - вивчення впливу на організм наночастинок свинцю [6,11]. При виплавці свинцю, зварюванні та різанні конструкцій, рекуперації акумуляторів створюються особливі технологічні умови (висока температура, запиленість, на-

явність аерозолу конденсації), які спричиняють надходження в повітря робочої зони ультрадисперсних частинок свинцю. У вигляді стабілізованих нанокристалів свинець уже використовують у напівпровідниках, сонячних батареях. Малий розмір і велика площа поверхні роблять наночастинок не тільки більш ефективними, але й потенційно небезпечними, оскільки значно підвищують біологічну і токсичну активність металу [6,11].

Як глобальний забруднювач довкілля кадмій також є у земній корі та навколишньому середовищі у вигляді оксидів та неорганічних солей. Надходження його в довкілля є результатом діяльності людини. Через значне зниження гальванічних покриттів і збільшення кількості акумуляторних батарей та електронних приладів структура використання кадмію в останні роки дещо змінилася. Основними джерелами забруднення кадмієм повітря, ґрунтів і води є не тільки місця його виробництва (шахти), а й звалища відходів, що містять цей метал та підприємства по їх утилізації [7].

В останні десятиріччя світ зіткнувся з новою екологічною проблемою - накопичення відходів електричного та електронного обладнання (ВЕО) [3,15]. До них відносять велику та дрібну побутову техніку: телекомунікаційне, освітлювальне, аудіо- та відеообладнання, іграшки, медичні пристрої, контрольні прилади, телевізори, пилососи, сушарки, пральні машини, електричні вентилятори, кавоварки, настінні й ручні годинники, мобільні телефони тощо [3, 14]. За оцінками експертів США джерелом майже 70% всіх ВМ на сміттєзвалищах є ВЕО, тільки 15-20% їх використовується повторно, а більша частина застарілої

електроніки захоронюється разом з побутовими відходами на звалищах, або спалюється в печах [15]. В Україні в користуванні знаходиться близько 54 млн. мобільних засобів зв'язку, щороку імпортується 300 тис портативних комп'ютерів, 277 млн. елементів живлення (батареєнок). У перерахунку на вагу на рік це становить 4,5 тис. т батарейок та акумуляторів, які після відпрацювання є потенційно небезпечними відходами [3, 4]. На сміттєзвалищах під впливом різноманітних факторів відбуваються процеси руйнування ВЕО, внаслідок чого хімічні елементи, наявні в їхньому складі, випаровуються під дією природних чинників, вимиваються в докільля і через харчовий ланцюг (вода, рослини, тварини) та з повітрям потрапляють в організм людини і тварин.

Мета дослідження

Дослідити вміст катіонів свинцю і кадмію в органах інтактних лабораторних щурів різного віку.

Матеріал і методи

Робота виконана на нелінійних інтактних лабораторних щурах-самцях двох вікових груп: статевонезрілих (5-6 тижнів) і статевозрілих (18-20 тижнів), отриманих із віварію ВДНЗ "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці. Тварини утримувалися згідно нормативних санітарно-гігієнічних вимог [10]. За 30 дб до визначення вмісту ВМ тварин переводили на стандартний харчовий раціон з вільним доступом до відстоюної питної води та їжі (зерно пшениці). Після знеживлення одномоментною декапітацією під ефірною анестезією, у тварин вилучали органи (мозок, серце, печінка, нирки), в яких визначали вміст катіонів свинцю і кадмію за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С112М-1. Вміст свинцю і кадмію в їжі та питній воді, що отримували тварини, відповідав "Медико-біологічним вимогам і санітарним нормам якості продовольчої сировини і харчових продуктів". Щодо додаткового надходження ВМ з повітрям, то лабораторні тварини обох вікових груп знаходилися в однакових умовах утримання. При роботі з тваринами дотримувалися біоетичних вимог Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986). Статистичну обробку отриманих даних здійснювали з використанням t-критерію Стьюдента. Різницю між групами вважали вірогідною при рівні значимості $P < 0,05$.

Обговорення результатів дослідження

Наведені в таблиці дані вмісту катіонів свинцю і кадмію в органах інтактних лабораторних щурів виявили вікові та тканинні особливості природного накопичення досліджуваних ВМ у статевонезрілих (СНЗ) і статевозрілих (СЗ) тварин. Як виявилось, щури різного віку за однакових умов утримання в віварії, були значною мірою експоновані сполуками свинцю і кадмію, що надходили в організм, імовірно, з їжею, водою та повітрям. Оттанне свідчить про наявність стабільних джерел надходження ВМ в організм тварин із навколишнього середовища і різну кумулятивну здатність окремих органів до їх накопичення.

У СНЗ щурів найвищий вміст катіонів свинцю серед досліджуваних органів виявлено в нирках і головному мозку. У печінці накопичення свинцю в 10 разів менше, у серці - в 3,3 раза менше порівняно з головним мозком і нирками. Отже, у 5-6 тижневих тварин за природних умов тканинними мішенями депонування катіонів свинцю у порядку зменшення їх кількості є головний мозок = нирки > серце > печінка. У дорослих СЗ щурів вміст катіонів металу в усіх досліджуваних органах, крім мозку, вірогідно вищий, ніж у СНЗ тварин: у нирках - в 3,1 раза, серці - 1,7, печінці - 1,3 раза при міжорганному тканинному розподілі: нирки > мозок > печінка > серце. Порівняно з нирками вміст катіону в мозку СЗ тварин менший в два рази, у печінці - в 4,3 раза, у серці - в 7 разів (табл.).

Вміст катіонів кадмію в досліджуваних органах СНЗ тварин значно нижчий, ніж свинцю. Найменше кадмію виявлено в головному мозку і печінці, найбільше - у нирках. Якщо вміст металу в головному мозку прийняти за 1, то в печінці цей коефіцієнт - 1,8, у серці - 3,8, у нирках - 16,8, що в 9,3 раза більше, ніж у печінці. Показники вмісту катіонів кадмію, як і катіонів свинцю, в органах інтактних СЗ тварин вірогідно вищі, ніж у СНЗ тварин: у печінці - у 8 разів, у головному мозку - 4,3 раза, нирках - в 1,3 раза (табл.). У цілому, в інтактних СНЗ і СЗ щурів найвищий вміст кадмію виявлено в нирках, найнижчий - у головному мозку. У СЗ щурів, в яких вміст кадмію в головному мозку в 4,3 раза вищий, ніж у СНЗ тварин, коефіцієнт накопичення металу в нирках - 5,3 у печінці - 3,3. Отже, градієнт тканинного розподілу кадмію в інтактних СНЗ і СЗ тварин подібний, однак з віком його вміст в усіх органах зростає. У дорослих тварин особливо підвищується кадміякопичувальна здатність печінки, що вірогідно обумовлено активацією синтезу транспортного білка металотіонеїну [12].

Таблиця

Порівняльний аналіз вмісту катіонів свинцю і кадмію (мг/кг) в органах інтактних лабораторних щурів різного віку, x Sx

Умови досліджу	Статевонезрілі		Статевозрілі	
	Свинець n = 7	Кадмій n = 7	Свинець n = 7	Кадмій n = 7
Мозок	0,10 ± 0,036	0,004 ± 0,002 P < 0,05	0,15 ± 0,021	0,017 ± 0,004 P < 0,001 P ₁ < 0,05
Серце	0,03 ± 0,003	0,015 ± 0,005 P < 0,05	0,05 ± 0,004 P ₁ < 0,01	0,025 ± 0,005 P < 0,01
Печінка	0,011 ± 0,001	0,007 ± 0,002 P < 0,05	0,08 ± 0,001 P ₁ < 0,001	0,056 ± 0,018 P ₁ < 0,05
Нирки	0,11 ± 0,027	0,067 ± 0,0018 P < 0,001	0,35 ± 0,023 P ₁ < 0,001	0,09 ± 0,0012 P < 0,001 P ₁ < 0,001

Примітка: P – ступінь вірогідності порівняльної різниці вмісту катіонів свинцю і кадмію в органах тварин одного віку; P₁ – ступінь вірогідності різниці вмісту металу в органах тварин різного віку.

Роль вікового фактору в процесі накопичення ВМ в організмі тварин встановлено також іншими дослідниками [1, 12]. При цьому автори спостерігали, що інтенсивність поглинальної здатності тканин за умов природного надходження екотоксикантів має двофазний характер, що, ймовірно, є наслідком адаптації організму на тривалу дію малих доз пошкоджуючих агентів.

Порівнюючи тканинний вміст катіонів свинцю і кадмію в організмі щурів різного віку нами встановлено (табл.), що вміст свинцю в органах значно вищий ніж кадмію. Так, у мозку СНЗ тварин вміст свинцю в 25 разів вищий ніж кадмію, у серці - в два рази, в печінці і нирках - в 1,6 рази. У СЗ тварин вміст катіонів свинцю в головному мозку в 8,8 рази більший, у нирках - у 3,9 рази, у серці - в два рази. Вищий порівняно з кадмієм вміст катіонів свинцю в органах інтактних тварин може бути обумовлений як вищим природним фоном (повітря, продукти харчування), а також їх конкуренцією за зв'язок з біохімічними системами [1, 12].

Таким чином, зі збільшенням тривалості життя тварин та подовженням природної експозиції надходження ВМ із навколишнього середовища, виразність матеріальної кумуляції катіонів свинцю і кадмію у внутрішніх органах тварин значно зростає. Найбільш інтенсивно цей процес посилюється в печінці та нирках, як органах з високою активністю біохімічних та фізіологічних процесів, яким належить суттєва роль в елімінації токсикантів [7, 12]. З накопиченням ВМ у цих органах пов'язана виражена гепато- і нефротоксична дія солей свинцю і кадмію [2, 5]. Завдяки більшій здатності катіонів свинцю проникати через гематоенцефалічний бар'єр і накопичуватися в багатих

ліпідами тканинах головного мозку проявляється його глибокий вплив на нервову систему, особливо в молодому віці [13].

Накопичення катіонів свинцю і кадмію, як хімічних аналогів багатьох біометалів, може викликати в організмі дисбаланс життєво важливих елементів (кальцій, цинк, манган, мідь та ін.) та інактивацію клітинних ферментів, що негативно позначається на функціональному стані органів і систем [8, 9, 12]. А тому, зважаючи на те, що інтактні лабораторні тварини при проведенні експериментальних досліджень, зазвичай, використовують як контрольну групу для порівняння, варто поряд з іншими чинниками враховувати умови екологічного навантаження (забруднення) довкілля.

Перспективи подальших досліджень.

Доцільно порівняти у віковому аспекті інтенсивність поглинальної активності тканин внутрішніх органів тварин щодо накопичення ВМ за природних умов та при експериментальному металотоксикозі.

Висновки

1.Інтактні лабораторні щури за стандартних нормативних умов утримання віварію експоновані екотоксикантами - сполуками свинцю та кадмію і в залежності від віку та поглинальної здатності тканин органів у різній мірі накопичуються в організмі тварин.

2.У статевонезрілих (5-6 тижнів) щурів найвищий вміст катіонів свинцю серед досліджуваних органів виявлено в головному мозку і нирках, катіонів кадмію - в нирках.

3.З віком, у статевозрілих (18-20 тижнів) щурів

вміст екотоксикантів в органах зростає. Основними органами-депо накопичення катіонів свинцю і кадмію є нирки і печінка.

4. У інтактних статевонезрілих і статевозрілих щурів вміст катіонів свинцю в нирках, печінці, серці та головному мозку вищий ніж, катіонів кадмію.

Література. 1. Андрусишина І.М. Особливості вікової зміни важких металів і мікроелементів в органах експериментальних тварин /І.М. Андрусишина, О.Г. Лампека/Нариси вікової токсикології. - К.: Авіцена, 2005. - С.63-70. 2. Бойчук Т.М. Хроноритми нирок:віковий аспект за умов металотоксикоозу/Т.М. Бойчук, В.В.Гордієнко, Ю.Є.Роговий/. - Чернівці: БДМУ, 2016.- 179 с. 3. Важкі метали як фактор ризику для здоров'я людини та довкілля при поводженні з відходами електричного та електронного обладнання /Л.І. Повякель, С.В.Сноз, Л.М. Смердова [та ін.]// Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. - 2015.- №1-2.- С.41-49. 4. Вирішення проблеми електронних відходів: Європейські підходи до української проблеми/О.М. Шумило, Г.П.Виговська, О.М. Цигульова [та ін.] К.: ФОР "Клименко", 2013.- 87с. 5. Гордієнко В.В. Вікові особливості гепатотоксичної дії кадмію хлориду у щурів за субхронічної експозиції доз малої інтенсивності/ В.В. Гордієнко, Т.М. Бойчук//Буковин. мед.вісник.- 2015.- №1(73).-С.45-48. 6. Дмитруха Н.М. Характеристика імунобіологічної дії сполук свинцю з мікро-та наночастинками/ Н.М. Дмитруха, С.П. Луговський, О.С.Лагутіна// Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки.-2014.- №1.2.- С.59-66. 7. Екотоксикологічні аспекти впливу кадмію на організм людини і тварин/Г.Л. Антяк, Н.Є. Панас, Ю.В. Жиліщич, П.П. Білецька// Мед. хімія. - 2007.-Т.9, №3.- С.112-119. 8. Ерстенюк Г.М. Вивчення впливу препаратів "Кальцемін" та "Кальцинова" на біохімічні показники експериментальних тварин за умов інтоксикації кадмієм/Г.М. Ерстенюк, О.М. Рожко, Р.М. Назарук//Галицький лікарський вісник . - 2009. - Т.16, №1. - С.33-35. 9. Мінеральний обмін щурів за умов дії токсичних доз свинцю і вживання сиропу лікарських рослин/М.С. Гончаренко, О.О. Коновалова, Г.П.Андрейко, О.О. Гладка// Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия "Биология, Химия", 2012.- Т.25(64), №1.- С.53-60. 10. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними/Ю.М. Кожем'якін, О.С. Хромов, М.А. Філоненко, Г.А. Сайфетдінова - К.: Авіцена, 2002.- 156с. 11. Свинцев-небезпечний поллютант. Проблема стара і нова./І.М. Трахтенберг, Н.М. Дмитруха, С.П. Луговський [та ін.]// Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. - 2015.- №3.- С.14-24. 12. Шафран Л.М. Металлотгонеины/ Л.М. Шафран, Е.Г. Пыхтеева, Д.В. Большой/ под ред. Л.М. Шафрана.- Одесса: Изд-во "Чорномор'я", 2011.- 428с. 13. Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: a review/ T.Sanders, Y. Liu, V. Buchner [et al.]/Rev. Environmental Health.- 2009.- Vol.24, №1.- P. 15-45. 14. RoHS regulated substances in mixed plastics from waste electrical and electronic equipment/ P.A. Weger, M.Schluerp, E.

Moller, R.Uloor//Environ Sci. Technol.-2012, Jan17.- №46(2). - P. 628-635. 15. Wagner T.P. Shared responsibility for managing electronic waste: a case study of Maine/T. P. Wagner/ / USA, Waste Manag. 2009. Dec.29(12):3014-3021.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОГО НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ ИНТАКТНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС

В.В. Гордиенко, Р.Б. Косуба

Резюме. В работе исследовано влияние естественных экологических факторов на накопление катионов свинца и кадмия в органах неполовозрелых (5-6 недель) и половозрелых (18-20 недель) интактных лабораторных крыс. Выявлено, что при одинаковых нормативных условиях содержания интактные животные в значительной степени экспонированы соединениями тяжелых металлов, содержание которых в организме с возрастом увеличивается. Установлены возрастные особенности кумулятивных способностей тканей внутренних органов (сердце, печень, почки, головной мозг) к накоплению экотоксикантов. Основными органами-мишенями накопления катионов свинца и кадмия в естественных условиях содержания животных являются почки и печень.

Ключевые слова: кадмий, свинец, содержание в органах, возрастные особенности, интактные крысы.

AGE PECULIARITIES OF ECOLOGY ASSOCIATED ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE ORGANS OF INTACT LAB RATS

V. V. Gordienko, R. B. Kosuba

Abstract. In this study the influence of natural ecological factors on accumulation of lead and cadmium cations in the organs of sexually immature (5-6 weeks), and sexually mature (18-20 weeks) intact lab rats was researched. It was determined that in the same standard housing conditions the intact animals are, to a great extent, exposed to compounds of heavy metals, and their content in the organism rises with age. Age peculiarities of internal organs' (heart, liver, kidneys, brain) tissues capacity to accumulate ecotoxicants were revealed. Kidneys and liver are the main target organs of lead and cadmium cations' accumulation in the natural housing conditions.

Keywords: cadmium, lead, organ content, age peculiarities, intact rats.

Higher State Educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi

Clin. and experim. pathol.- 2016.- Vol.15, №3 (57).-P.26-29.

Надійшла до редакції 5.09.2016

Рецензент – проф. Ю.Г. Масікевич

© В.В. Гордієнко, Р.Б. Косуба, 2016