

## КОНЦЕНТРАЦІЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ БЛИХ ЩУРІВ ПІСЛЯ НАВАНТАЖЕННЯ ПЛЮМБУМ АЦЕТАТОМ В УМОВАХ 15-ДОБОВОГО ПЕРІОДУ АДАПТАЦІЇ

Г. Андрейко\*, О. Коновалова, М. Гончаренко

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
пл. Свободи, 4, Харків 61022, Україна  
e-mail: andhalina@rambler.ru*

Метою дослідження є виявлення характеру накопичення іонів Pb(II) і розподілу макро- та мікроелементів в органах і тканинах щурів при навантаженні малими дозами ацетату свинцю в умовах 15-добового періоду адаптації. Експеримент проводили на двох групах тварин (тримісячні білі щури лінії Wistar, по 10 у кожній групі). Першій групі внутрішньом'язово вводили розчин  $Pb(CH_3COO)_2 \times 3H_2O$  в еквівалентній дозі 62,5 мг/кг маси металу через день, друга група була інтактною (контрольною). Вплив тривав 10 днів, на 15 добу після останнього введення плюмбум ацетату була проведена евтаназія. Методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії визначали концентрації Mg, Zn, Ca, Co, Pb, Ni, Mn, Cu, Cd у печінці, селезінці, серці, стегновій кістці, нирках, скелетному м'язі й головному мозку. Виявлено, що максимальне накопичення введеного елемента спостерігається в кістковій тканині та нирках, мінімальне – в печінці, м'язах і правій половині мозку. На фоні повторного розподілу введеного металу спостерігається накопичення токсичних важких металів (Pb(II) і Cd(II)). Встановлено порушення балансу життєво важливих хімічних елементів (Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Co). Протягом 15 діб адаптаційного періоду у щурів експериментальної групи не відновлюється баланс макро- та мікроелементів. Таким чином, в організмі експериментальних тварин через два тижні після останнього навантаження під впливом залишкових доз введеного PbAc тривають процеси термінової біохімічної адаптації. На елементоорганічному рівні це виражається в перебудові та зміні структурних зв'язків для забезпечення функцій, що зберігають організм як єдине ціле.

*Ключові слова:* Плюмбум, адаптація, розподіл, макроелементи, мікроелементи.

Високий інтерес світового наукового товариства до впливу Плюмбуму та його сполук на живі системи, напевно, пов'язаний, з одного боку, з його токсичністю, а з іншого – з різноманіттям застосування його сполук у сучасному житті. Ризик негативного впливу надлишку іонів  $Pb^{2+}$  на здоров'я населення існує не лише для тих, хто безпосередньо контактує з ним на виробництві, але й для усіх інших, адже до організму ці іони надходять переважно через дихальні шляхи, а також трофічним ланцюгом. Високий вміст сполук Pb(II) у довкіллі викликає підвищення його концентрації в організмі людини і внаслідок цього різноманітні порушення здоров'я [7, 8, 16]. Адаптація до умов навколишнього середовища (в тому числі до надлишку сполук свинцю) як унікальне біологічне явище формується і виявляється на різноманітних рівнях біологічної організації – від молекулярного до біоценотичного. Біохімічні зміни адаптивні переважно на рівні основних метаболічних функцій, а тому не проявляються макроскопічно [12]. Значна кількість відомих нам досліджень присвячена вивченню токсичного впливу сполук свинцю на системному і органному рівнях [5, 13, 21]. Малодослідженими є адаптаційні зміни органів і тканин на елементоорганічному рівні під час дії на організм невисоких доз Плюмбуму, хоча саме вони, можливо, є одними

з ключових при визначенні потенціалу здоров'я – властивості організму взаємодіяти з навколишнім середовищем для підтримання або відновлення рівноваги.

При аналізі біохімічної адаптації на рівні мікросередовища замало уваги приділяється вивченню ролі металів, як токсичних, так і есенціальних, хоча вони є важливими складовими перебігу практично всіх метаболічних процесів живої системи. Нашими попередніми дослідженнями [1, 2, 18] було встановлено розподіл макро- і мікроелементів в органах і тканинах щурів через добу після останнього введення різних доз п्लомбум ацетату (PbAc).

Метою даного дослідження є виявити характер накопичення іонів Pb(II) та розподілу макро- й мікроелементів (Ca та Mg) в органах і тканинах щурів при навантаженні малими дозами PbAc в умовах 15-добового періоду адаптації.

#### Матеріали та методи

У роботі використовували самців щурів лінії Wistar, масою 180–210 г, віком 3 місяці. Вони перебували на стандартному раціоні віварію Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. За даними ветеринарного обстеження, тварини були здорові. Дослідження проводили у зимово-весняний період (лютий – квітень) з 9 до 10 год ранку. Відібраних щурів було розділено на дві групи: першій (експериментальній) групі щурів через день п'ятикратно внутрішньом'язово вводили розчин солі свинцю ( $Pb(CH_3COO)_2 \times 3H_2O$ ); друга група – інтактна (контрольна). Введена доза (62,5 мг/кг маси) була еквівалентна кількості металу, яка відповідає ½ дози, що викликає анемію у щурів [6]. На двадцять п'ятий день (через 15 діб після останнього введення PbAc) під легким ефірним наркозом тварин декапітували. Процедури проводили з дотриманням біоетичних принципів поводження з лабораторними тваринами згідно з Гельсінською декларацією про гуманне ставлення до тварин. Виділені після декапітації серце, м'язи, селезінку, нирки, печінку, стегнову кістку, головний мозок (праву і ліву половини) зважували і заморожували при  $-20^\circ C$ . Для встановлення елементного складу відібраних зразків попередню пробопідготовку проводили методом сухого озолення з подальшим розчиненням залишку в суміші концентрованої азотної та 10% трихлороцтової кислот [14]. Отримані проби аналізували за стандартною методикою методом атомно-абсорбційної спектрометрії на приладі C-115M1 («Selmi», м. Суми) з використанням ламп ЛПК. Концентрації Ca (Кальцію та Магнію) і Mg: Цинку, Купруму, Мангану, Ніколу, Кобальту, Пломбуму та Кадмію визначали з розрахунку мікрограм (мкг) на грам вологої тканини. Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програми SPSS-15 та Microsoft Office Excel 2003.

#### Результати і їхнє обговорення

Дестабілізуючим чинником в обміні есенціальних елементів є надлишкове надходження до організму важких металів (ВМ), що посилюється дефіцитом біологічних речовин із властивостями нівелювання їхньої шкідливої дії. Остання проявляється ефектами токсичності, які порушують основні функції живих організмів. Ступінь впливу цих ефектів оцінюється на основі функціональних змін в органах-мішенях [9, 10, 20, 22].

Характер розподілу введеного елемента і ступінь його накопичення залежать від спорідненості тканин та органів до різних структур і біохімічних компонентів, а також відміцності утворених комплексів і швидкості елімінації [18]. На підставі отриманої концентрації Пломбуму в досліджуваних органах і тканинах щурів нами була проведена оцінка розподілу накопичення введеного металу в розрахунку на грам тканини у відсотках (табл. 1). На 15-ту добу адаптації максимальне накопичення введеного Pb(II) спостерігається в кістковій тканині та нирках, мінімальне – в печінці, м'язах і правій половині мозку.

Таблиця 1

Частка накопичення введеного Плюмбуму в органах і тканинах експериментальних щурів у розрахунку на грам тканини (%; n=10)

Орган/тканина	Частка накопичення	Орган/тканина	Частка накопичення
Печінка	0,0038	М'язи	0,0035
Нирки	0,22	Кістка	0,24
Серце	0,0058	Мозок ліва половина	0,0068
Селезінка	0,0082	Мозок пр. половина	0,0022

Зазначимо, що порівняно з правою в лівій половині мозку частка накопичення введеного металу є більшою втричі, тобто, можливо, на 15-ту добу адаптації з'являється вибірковість ураження Pb(II) однієї з частин мозку.

Порівняно з попереднім дослідженням, де максимальне накопичення іонів Pb (II) спостерігали в селезінці [18], в умовах 15-добового періоду адаптації в органах і тканинах щурів експериментальної групи відбувається повторний перерозподіл введеного пулу металу. Низький відсоток накопичення залишкового пулу Pb(II) в тканинах печінки, ймовірно, вказує, що при короткочасному навантаженні PbAc вона не здатна виконувати роль захисного бар'єру для даного токсиканта. Можна припустити, що при двотижневій адаптації у механізми біодеградації Pb(II) та процеси біохімічної адаптації не включаються монооксигеназні компоненти мембран гладкого ендоплазматичного ретикулуму гепатоцитів, які відповідають за процеси біотрансформації більшості токсичних метаболітів і ксенобіотиків [11].

Аналізуючи отримані результати вмісту токсичних елементів у досліджуваних органах і тканинах щурів експериментальної групи (табл. 2), відзначимо, що максимальні концентрації іонів Pb(II) спостерігаються в нирках і кістках (відповідно в 162 та в 52,7 раз у більшій ніж в інтактній групі). Це узгоджується з описаним вище характером повторного розподілу залишкового пулу Pb(II). У решті зразків органів і тканин підвищення концентрації іонів залишкового Pb(II) також залишається статистично значущим ( $p \leq 0,05$ ) і становить від 3,78 разу в селезінці до 31% у правій половині мозку.

Концентрація іонів кадмію коливається в межах показників інтактної групи лише в селезінці та м'язах, тоді як у решті відібраних зразків встановлене підвищення його концентрації: на 36% у кістковій тканині, 62% в печінці, 83% в серці, а в нирках – на 124,5%. Наявність іонів Cd (II) у лівій і правій половині мозку, ймовірно, може бути одним із чинників збереження нейротоксичного ефекту при свинцевій інтоксикації [3, 10].

Таблиця 2

Концентрації токсичних елементів (Pb, Cd) в органах і тканинах щурів із навантаженням плюмбум ацетатом в умовах 15-добового періоду адаптації (мкг/г;  $M \pm m$ ; n=10)

Орган/тканина	Плюмбум		Кадмій	
	інтакт. група	експ. група	інтакт. група	експ. група
Печінка	1,73±0,13	6,44±0,67*	0,47±0,11	0,76±0,081*
Нирки	1,64±0,10	2,66±34,5**	0,41±0,09	1,01±0,11*
Серце	3,98±0,41	8,27±0,86*	1,16±0,11	2,13±0,21*
Селезінка	2,95±0,30	11,2±0,59*	0,93±0,10	1,13±0,12
М'язи	2,35±0,32	4,28±0,43*	0,66±0,078	0,78±0,095
Кістка	4,40±0,33	231±23,1**	2,02±0,22	2,75±0,28*
Мозок (ліва половина)	2,53±0,32	5,67±0,88**	Нижче рівня визначення	0,98±0,01
Мозок (права половина)	3,11±0,31	4,06±0,23*	Нижче рівня визначення	0,31±0,012

**Примітки.** \* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,05$ ; \*\* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,01$ .

Зазначимо, що в лівій половині мозку порівняно з правою спостерігається підвищення кумуляція токсичних металів (відповідно на 40% Pb(II) та 216% Cd(II)). Це може вказу-

вати на адаптаційні перебудови обміну Плюмбуму і Кадмію, викликані дією залишкового Рb(II) в органах і тканинах експериментальних тварин протягом 15-ти діб відновлення.

На фоні адаптаційних перебудов обміну токсичних металів встановлено порушення балансу життєво важливих елементів (Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Co). На 15-ту добу адаптаційного періоду в експериментальній групі щурів спостерігається достовірне зниження концентрації Кальцію в нирках (у 2,66 разу), м'язах (на 85%), кістках (на 42%), селезінці (на 36%) й головному мозкові: відповідно у 2,65 разу в лівій і 2,35 разу в правій половині (табл. 3).

Таблиця 3

Концентрації макроелементів (Ca, Mg) в органах і тканинах щурів з навантаженням плюмбум ацетатом в умовах 15-добового періоду адаптації (мкг/г;  $M \pm m$ ;  $n=10$ )

Орган/тканина	Кальцій		Магній	
	інтакт. група	експ. група	інтакт. група	експ. група
Печінка	2,83±0,22	2,52±0,25	71,3±3,59	47,6±3,63*
Нирки	3,93±0,29	1,48±0,10*	59,0±4,70	47,3±3,32*
Серце	5,30±0,69	5,84±0,63	288±23,3	95,6±5,95**
Селезінка	4,91±0,56	3,61±0,39*	131±7,86	75,8±8,30*
М'язи	3,28±0,39	1,77±0,25*	61,6±5,82	52,5±3,81
Кістка	1909±240	1344±161*	739±96	914±103
Мозок (ліва половина)	6,54±0,56	2,47±0,38*	52,1±1,92	40,2±3,88*
Мозок (права половина)	4,85±0,37	2,06±0,19*	65,1±4,10	49,9±2,75*

**Примітки.** \* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,05$ ; \*\* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,01$ .

За винятком м'язів і кістки, у відібраних зразках тканин спостерігається статистично значуще ( $p \leq 0,05$ ) зниження концентрації Магнію: в печінці на 49,9%, нирках – 24,9%, серці – 301%, селезінці – 72,4%, лівій половині мозку – 29,6%, правій – 30,5%. Зниження концентрації макроелементів, з одного боку, можливо, пов'язане з віддаленою токсичною дією введеної дози РbAc, в тому числі з погіршенням здатності більшості тканин до їхнього утримання, а з іншого – паралельне зменшення концентрацій іонів Ca і Mg є віддзеркаленням адаптивного прагнення організму до збереження оптимального співвідношення цих металів.

Хімічним елементам, наявним в організмі у великій кількості, властива мала резервна гомеостатична і клітинна ємність, що визначається співвідношенням летальної дози до їхнього середнього вмісту в середовищах організму. Водночас для кожного окремого металу є кілька субстрат-специфічних транспортних систем. Одна – з високою спорідненістю до металу, функціонує при його обмеженому доступі, інша, з низькою – при наявності його надлишку [15]. Встановлення концентрації мікроелементів із низькою резервною гомеостатичною ємністю (Cu, Zn) на 15-ту добу адаптації після введення РbAc вказує на функціонування певної транспортної системи та спрямованість обмінних процесів в організмі (табл. 4).

За винятком селезінки і кісткової тканини, спостерігається значуще зменшення концентрації Cu у більшості досліджуваних органів і тканин (у зразку печінки – в 1,97 разу, серця – у 3,25 разу, нирок – у 4,06 разу, лівої половини мозку – у 2,18 разу, правої половини мозку – у 5,55 разу і м'язів – у 7,45 разу).

Підвищення концентрації Zn порівняно з показниками інтактної групи встановлено в печінці, нирках і м'язах (на 30,5, 86,2 і 116% відповідно), в інших органах і тканинах спостерігалось коливання концентрації в межах аналогічних показників у щурів інтактної групи. Zn бере участь у стабілізації клітинних мембран і енергетичному забезпеченні клітин, разом з Cu входить до складу супероксиддисмутази, індукує синтез металотіонеїнів – захисних низькомолекулярних білків, тобто є антиоксидантом репаративної дії [17]. Zn-вмістні ферменти посилюють дію інших антиоксидантів, регулюють гіпоксичну адаптацію організму, збільшуючи ємність і киснево-транспортні властивості гемоглобіну.

Таблиця 4

Концентрація мікроелементів із низькою гомеостатичною ємністю (Cu, Zn)  
в органах і тканинах щурів із навантаженням плюмбум ацетатом в умовах  
15-добового періоду адаптації (мкг/г; M±m; n=10)

Орган/тканина	Купрум		Цинк	
	інтакт. група	експ. група	інтакт. група	експ. група
Печінка	0,89±0,051	0,45±0,053*	17,3±0,77	22,6±1,12*
Нирки	2,11±0,34	0,52±0,053*	14,4±1,30	26,8±2,14*
Серце	4,55±0,46	1,40±0,17*	14,3±1,08	15,0±0,71
Селезінка	1,21±0,13	1,32±0,12	15,5±0,70	14,8±0,73
М'язи	2,98±0,59	0,40±0,027*	9,51±0,69	20,5±1,42*
Кістка	1,24±0,098	0,99±0,10	81,8±4,31	79,5±10,1
Мозок (ліва половина)	1,31±0,096	0,60±0,080*	12,1±0,14	12,4±1,26
Мозок (права половина)	2,33±0,21	0,42±0,43*	11,8±0,93	13,2±2,08

**Примітки:** \* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,05$ ; \*\* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,01$ .

Таким чином, значуще зниження концентрації Cu в досліджуваних органах і тканинах в умовах 15-добового періоду адаптації, вірогідно, пов'язане з посиленням антагоністичних взаємодій Cu з Zn, Pb і Cd. Дефіцит Купруму викликає адаптивне функціонування транспортної системи, що має високу спорідненість до нього. Зміни концентрації Купруму в органах і тканинах експериментальних щурів, з одного боку, є відповіддю на дисфункцію органів і систем організму [4], а з іншого, можливо, свідчать про адаптивні перебудови в організмі на тлі залишкової свинцевої інтоксикації. Водночас надлишок концентрації Zn вказує на функціонування в організмі експериментальних тварин транспортної субстрат-системи із низькою спорідненістю до даного елемента. Наявність підвищеного рівня Zn у метаболічно активних тканинах також вказує на інтенсивність процесів детоксикації та біохімічних механізмів адаптації організму.

Розглядаючи отримані показники концентрацій деяких есенціальних перехідних d-елементів (табл. 5), відзначимо наявність одночасного статистично значущого зниження ( $p \leq 0,05$ ) концентрацій іонів мангану, кобальту й ніколу в нирках, м'язах і обох половинах мозку в щурів другої групи. При цьому в м'язах і лівій половині мозку спостерігається найбільше падіння концентрації іонів Mn (у 4,8 і 4,1 разу відповідно), а в нирках і правій половині мозку встановлено зниження рівня іонів Ni – у 2,2 та 4,0 рази відповідно.

Таблиця 5

Концентрації деяких есенціальних d-елементів в органах і тканинах щурів  
з навантаженням плюмбум ацетатом в умовах 15-добового періоду адаптації  
(мкг/г; M±m; n=10)

Орган/тканина	Манган		Кобальт		Нікол	
	інтакт. група	експ. група	інтакт. група	експ. група	інтакт. група	експ. група
Печінка	1,24±0,13	1,01±0,11	1,71±0,16	0,77±0,060*	1,34±0,11	0,70±0,55
Нирки	0,66±0,019	0,50±0,041*	1,37±0,098	0,89±0,079*	1,66±0,21	0,76±0,12*
Серце	0,92±0,052	0,91±0,090	1,84±0,16	1,35±0,11	1,62±0,18	1,52±0,16
Селезінка	0,93±0,091	1,12±0,12	1,72±0,20	1,30±0,13	2,93±0,32	1,15±0,13*
М'язи	0,42±0,043	0,15±0,020**	1,61±0,19	0,90±0,048*	1,07±0,088	0,71±0,063*
Кістка	0,94±0,054	1,13±0,11	3,42±0,14	3,46±0,37	2,98±0,18	3,31±0,18
Мозок (ліва половина)	0,82±0,085	0,25±0,027*	2,26±0,27	1,13±0,11*	1,48±0,28	1,07±0,13
Мозок (права половина)	1,08±0,13	0,42±0,042*	2,49±0,29	0,93±0,051*	2,05±0,13	0,51±0,047*

**Примітки.** \* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,05$ ; \*\* – статистично значуща розбіжність t-критерію Стьюдента на рівні  $p \leq 0,01$ .

У селезінці та печінці коливання концентрації Mn незначні, в межах показників інтактної групи, проте в цих органах встановлено зниження концентрації Co і Ni відповідно у 2,2 та 1,9 разу в печінці, а в селезінці Ni на 32% та Co в 2,2 разу. Для кісткової тканини і серцевого м'яза (за винятком зниження концентрації кобальту на 36% у серці) концентрації досліджуваних металів перебувають у межах показників інтактної групи.

Зазначені елементи разом з Cu і Fe беруть участь у процесах кровотворення та формування імунітету, а тому зниження їхніх концентрацій в організмі на тлі підвищення концентрацій Pb і Cd можливе, пояснює збереження ознак анемії шурів на 15-ту добу адаптаційного періоду [19].

Результати нашого дослідження показали, що після короточасного введення PbAc в умовах 15-добового адаптаційного періоду у шурів експериментальної групи не відновлюється баланс макро- та мікроелементів. На фоні повторного розподілу введеного металу спостерігається накопичення токсичних важких металів (Pb і Cd). Дефіцит більшості досліджуваних есенціальних біоелементів може бути пов'язаний зі зміною інтенсивності всмоктування, уповільненістю і неповноцінністю механізмів транспорту й обміну, порушенням активності специфічних лігандів і спорідненості більшості тканин до їхнього утримання як в окремих органах і тканинах, так і в організмі в цілому. Таким чином, в організмі експериментальних тварин через два тижні після останнього навантаження під впливом залишкових доз введеного PbAc тривають процеси термінової біохімічної адаптації, які на елементоорганічному рівні виражаються в перебудові та зміні структурних зв'язків для забезпечення функцій, що зберігають організм як єдине ціле.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончаренко М. С., Коновалова Е. О., Андрейко Г. П., Гладкая Е. А. Распределение микроэлементов в органах белых крыс после нагрузки тяжелыми металлами // Матеріали X Укр. біохім. з'їзду. (Одеса, 2010). Укр. біохім. журнал. 2010. № 4 (дод. 2). С. 239.
2. Гончаренко М. С., Коновалова О. О., Андрейко Г. П., Гладка О. О. Мінеральний обмін шурів за умов дії токсичних доз свинцю і вживання сиропу з лікарських рослин // Уч. записки Тавр. нац. ун-ту ім. В.І. Вернадського. Сімферополь. Т. 25 (64). № 1. 2012. С. 53–61.
3. Громова О. А. Нейрохимия макро- и микроэлементов. Новые подходы к фармакотерапии. М.: Алев В, 2001. 272 с.
4. Дереча Л. М., М'ясосєдов В. В. Макро- і мікроелементи: сучасні уявлення про їх функціональне значення в теплокровному організмі // Експеримент. і клініч. медицина. 2007. № 4. С. 21–27.
5. Ермошкаева Э. П. Токсическое действие уксуснокислого свинца на организм лабораторных крыс // Актуальные проблемы биол. и вет. мед. мелких дом. животных: материалы Всерос. науч. конф. аспирантов и студ. (Троицк, 2003). С. 35–37.
6. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А. Лабораторные животные. К.: Вища школа, 1988. 388 с.
7. Коновалова О. О., Андрейко Г. П. Забруднення харчових продуктів сполуками металів // Навколишнє середовище і здоров'я людини: матеріали V Всеукр. наук.-практ. семінару. (Полтава, 2012). Полтава: Скайтек, 2012. С. 85–88.
8. Кошкина В. С., Котляр Н. Н., Котельникова Л. В., Долгушина Н. А. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений // Медицинские новости. 2013. № 1. С. 20–25.
9. Лебедев С. В., Барышева Е. С., Сизова Е. А. и др. Структурно-функциональная реорганизация органов-мишеней животных при различной микронутриентной обеспеченности рационов // Вестн. ОГУ. Прилож. 2006. № 5. С. 215–219.

10. Кудрин А. В., Громова О. А. Микроэлементы в неврологии. М.: Гэотар Медицина, 2006. 303 с.
11. Курбатова Н. С., Козлова Е. А. Конспект лекций по общей биологии / электр. ресурс // режим доступа: <http://побиологии.рф> The requested URL /books/book/Biochemistry.
12. Немова Н. Н., Высоцкая Р. У. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 215 с.
13. Николаев Л. А. Металлы в живых организмах. М.: Просвещение, 1986. 127 с.
14. Спосіб визначення вмісту важких металів в біологічному матеріалі, переважно в органах тварин. Пат. України на корисну модель № 73527, заявл. 22.03.2012. Заявка U 201203421 G01N 33/48 (2006.01), G01N 33/483 Опубл. Бюл. № 18, 25.09.2012 р. Автори: Гончаренко М.С., Коновалова О.О., Андрейко Г.П., Гладка О.О.
15. Соков Л. А., Егоров В. А. Классификация и резервы гомеостатической емкости химических элементов в биологических объектах: статья / электрон. ресурс // режим доступа: [http://ecoradmod.narod.ru/rus/persons/sokov\\_1\\_a.html](http://ecoradmod.narod.ru/rus/persons/sokov_1_a.html)
16. Смоляр В. И. Гипо- и гипермикроэлементозы. К.: Здоров'я, 1989. 152 с.
17. Тулеуханов С. Т., Атанбаева Г. К., Бактыбаев Л. К., Ургалиев Ж. Ш. Влияние свинца на показатели иммунных клеток крыс // Хабарлары известия. Сер. биол. и мед. 2011. № 4(286). С. 75–79.
18. Andreiko Halina P., Konovalova Olena O., Gladka Olena O. Study of body adaptation reactions in rats' organs and tissues in terms of chronic lead intoxication // European Researcher. 2013. Vol. 45. N 4 (1). P. 739–745.
19. Andreiko H., Konovalova O. Biochemical mechanisms of adaptation simulation of lead intoxication // Perspektive trends in scientific research–2015: mater. of inter. scins. and pract. conf. Bratislava. 2015. P. 93–94
20. Ballatori N. Molecular mechanisms of hepatic metal transport // Molecular Biology and Toxicology of Metals. New York: Taylor & Francis. 2000. P. 346–381.
21. Landrigan P. J. Toxicity of lead at low dose // Brit. J. Ind. Med. 1989. Vol. 46. N 9. P. 593–596.
22. Frausto da Silva, Williams J.J.R. The Biological chemistry of the elements (The inorganic chemistry of life). London: University of Oxford, 2001. 574 p.

Стаття: надійшла до редакції 04.02.16

доопрацьована 05.04.16

прийнята до друку 19.05.16

## THE CONCENTRATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN ORGANS AND TISSUES OF WHITE RATS IN CONDITIONS OF FIFTEEN DAYS ADAPTATION AFTER LOAD OF PLUMBUM ACETATE

**H. Andreiko, O. Konovalova, M. Goncharenko**

*V.N. Karazin Kharkiv National University  
4, Svobody Sq., Kharkiv 61022, Ukraine  
e-mail: andhalina@rambler.ru*

The aim of the study is to identify the nature of the accumulation of ions Pb(II) and distribution of macro- and microelements in organs and tissues of rats with a load of small doses of acetate of lead in the environment the 15- daily period of adaptation. The experiment was conducted on two groups of animals (three-month white rats of Wistar line,

with 10 in each group). The first group (experimental) was injected intramuscularly with a solution of  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times 3\text{H}_2\text{O}$  in equivalent dose of 62.5 mg/kg of metal in a day, the second group was intact (control). Exposure lasted 10 days. 15 days after the last injection of plumbum acetate was carried out euthanasia. The method of atomic absorption spectrophotometry determined the concentration of Mg, Zn, Ca, Co, Pb, Ni, Mn, Cu, Cd in liver, spleen, heart, femurs bone, kidney, skeletal muscle and brain. The maximum accumulation of the entered element is observed in bone and kidney and lowest in liver, muscle, and the right half of the brain. On the background of redistribution of the introduced metal is observed the accumulation of toxic heavy metals (Pb(II) and Cd(II)). The disturbance of the vital balance of chemical elements (Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Co) was installed. Within 15 days of the adaptation period, the rats of the experimental group is not restored the balance of macro- and micronutrients. Thus, in the organism of experimental animals two weeks after the last loading under the effect of residual doses entered PbAc, there is a continuing urgent biochemical adaptation. It is expressed on element-organical level in the restructuring and the change in structural relations to provide functions that preserve the organism as a whole.

*Keywords:* lead, adaptation, distribution, macroelements, microelements.

## КОНЦЕНТРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ БЕЛЫХ КРЫС ПОСЛЕ НАГРУЗКИ АЦЕТАТОМ СВИНЦА В УСЛОВИЯХ 15-СУТОЧНОГО ПЕРИОДА АДАПТАЦИИ

Г. Андрейко, Е. Коновалова, М. Гончаренко

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, Харьков 61022, Украина  
e-mail: andhalina@rambler.ru*

Цель исследования – выявление характера накопления ионов Pb(II) и распределения макро- и микроэлементов в органах и тканях крыс при нагрузке малыми дозами ацетата свинца в условиях 15-суточного периода адаптации. Эксперимент проводили на двух группах животных (трехмесячные белые крысы линии Wistar, по 10 в каждой группе). Первой группе (экспериментальной) внутримышечно вводили раствор  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times 3\text{H}_2\text{O}$  в эквивалентной дозе 62,5 мг/кг массы металла через день, вторая группа была интактной (контрольной). Воздействие длилось 10 дней, на 15-е сутки после последнего введения ацетата свинца была проведена эвтаназия. Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии определяли концентрации Mg, Zn, Ca, Co, Pb, Ni, Mn, Cu, Cd в печени, селезенке, сердце, бедренной кости, почках, скелетной мышце и головном мозге. Выявлено, что максимальное накопление введенного элемента наблюдается в костной ткани и почках, минимальное – в печени, мышцах и правой половине мозга. На фоне повторного распределения введенного металла наблюдается накопление токсичных тяжелых металлов (Pb(II) и Cd(II)). Установлено нарушение баланса жизненно важных химических элементов (Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Co). В течение 15-ти суток адаптационного периода у крыс экспериментальной группы не восстанавливается баланс макро- и микроэлементов. Таким образом, в организме экспериментальных животных через две недели после последней нагрузки под воздействием остаточных доз введенного PbAc продолжают процессы срочной биохимической адаптации. На элементоорганическом уровне это выражается в перестройке и изменении структурных связей для обеспечения функций, сохраняющих организм как единое целое.

*Ключевые слова:* свинец, адаптация, распределение, макроэлементы, микроэлементы.