

**ВПЛИВ ТРИВАЛОГО ВЖИВАННЯ МАЛИХ ДОЗ ХЛОРИСТОГО КАДМІЮ НА ЕКСКРЕТОРНУ ДІЯЛЬНІСТЬ НИРОК У БІЛИХ ЩУРІВ ЗА УМОВ ВОДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

*К.М. Чала, А.А. Ходоровська, Г.М. Чернікова, І.С. Попова*

Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна

**Ключові слова:** нирка, хлористий кадмій, мікроелементоз, полютант.

Буковинський медичний вісник. Т.22, № 1 (85). С. 149-154

**DOI:**  
10.24061/2413-0737.  
XXII.1.85.2018.21

**E-mail:**  
chala.kateryna@bsmu.  
edu.ua

У статті аналізується залежність ниркової діяльності від хронічного впливу малих доз хлористого кадмію, що пов'язано з техногенним забрудненням навколишнього середовища цим мікроелементом.

**Мета роботи** — визначити стан транспорту електролітів у нирках щурів за умов хронічної затравки хлоридом кадмію.

**Матеріал і методи.** У ході дослідження проведено аналіз функціонального стану нирок білих щурів за умов водного навантаження. Перша група складалася з 10 контрольних щурів, друга — з 9 тварин, яким проводилась хронічна затравка нетоксичними дозами хлористого кадмію.

**Результати.** Аналіз даних біохімічних досліджень сечі не виявив жодних порушень екскреторної діяльності нирок на 7-му та чотирнадцяту доби проведення експерименту. На 21-шу добу спостережень значно збільшувалася екскреція креатиніну та зростала концентрація натрію та калію у сечі. На 28-му добу хронічної затравки нетоксичними дозами хлористого кадмію зменшувалася концентрація натрію у плазмі крові, що супроводжувалося значними втратами цього електроліту з сечею, також порушувався транспорт калію. Достовірно зростала концентрація білка у сечі.

**Висновки.** Виявлено шкідливий вплив полютантів на екскреторну діяльність нирок. Хронічна затравка хлористим кадмієм порушує у щурів процеси реабсорбції у нефронах.

**Ключевые слова:** почка, хлористый кадмий, микроэлементоз, полютант.

Буковинский медицинский вестник. Т.22, № 1 (85). С. 149-154

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО УПОТРЕБЛЕНИЯ МАЛЫХ ДОЗ ХЛОРИСТОГО КАДМИЯ НА ЭКСКРЕТОРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОЧЕК У БЕЛЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ВОДНОЙ НАГРУЗКИ**

*Е.Н. Чала, А.А. Ходоровская, Г.М. Черникова, И.С. Попова*

В статье анализируется зависимость почечной деятельности от хронического влияния малых доз хлористого кадмия, что связано с техногенным загрязнением окружающей среды этим микроэлементом.

**Цель работы** — определить состояние транспорта электролитов в почках крыс в условиях хронической затравки хлоридом кадмия.

**Материал и методы.** В ходе исследования проведен анализ функционального состояния почек белых крыс в условиях водной нагрузки. Первая группа состояла из 10 контрольных крыс, вторая — из 9 животных, которым проводилась хроническая затравка нетоксичными дозами хлористого кадмия.

## Оригінальні дослідження

**Результаты.** Анализ данных биохимических исследований мочи не выявил никаких нарушений экскреторной деятельности почек на 7-ые и 14-ые сутки проведения эксперимента. На 21-ый день наблюдений значительно увеличивалась экскреция креатинина и возростала концентрация натрия и калия в моче. На 28-ые сутки хронической заправки нетоксичными дозами хлористого кадмия уменьшалась концентрация натрия в плазме крови, что сопровождалось значительными потерями этого электролита с мочой, также нарушался транспорт калия. Достоверно увеличивалась концентрация белка в моче.

**Выводы.** Выявлено вредное действие поллютантов на экскреторную деятельность почек. Хроническая заправка хлористым кадмием нарушает у крыс процессы реабсорбции в нефронах.

**Key words:** kidney, cadmium chloride, microelementosis, pollutant.blood system.

Bukovinian Medical Herald. V.22, № 1 (85). P. 149-154

**INFLUENCE OF LONG-TERM INTAKE OF LOW DOSES OF CADMIUM CHLORIDE ON THE EXCRETORY ACTIVITY OF KIDNEYS IN WHITE RATS UNDER A WATER LOADING**

**K.M. Chala, A.A. Khodorovska, G.M. Chernikova, I.S. Popova**

**Abstract.** The article analyzes the dependence of renal activity on chronic effects of small doses of cadmium chloride, which is due to the technogenic contamination of environment by this trace element. **Objective.** To determine state of transport of electrolytes in kidney of rats under conditions of chronic poisoning with cadmium chloride. **Material and methods.** In the course of the experiment, an analysis of functional state in white rats was carried out under conditions of a water load. The first group included 10 control rats, the second one — 9 rats, which had undergone chronic poisoning with nontoxic doses of chloride cadmium.

**Results.** The analysis of biochemical data in urine did not reveal any disorders in the excretory activity of kidneys on the 7th and 14th days of the experiment. On the 21st day of observation, excretion of creatinine increased significantly and concentration of sodium and potassium in urine increased as well. On the 28th day of chronic poisoning with non-toxic doses of cadmium chloride, the concentration of sodium in the blood plasma decreased, accompanied by significant losses of this electrolyte with urine, and the transport of potassium was also impaired. The concentration of protein in urine increased significantly.

**Conclusions.** It has been proved that technogenic pollution of environment leads to disturbance of excretory activity of kidneys. Chronic seeding with cadmium chloride disturbs the loop processes of sodium and potassium transport in rats.

**Вступ.** Зростання інтенсивності та масштабів розповсюдження поллютантів відбувається практично у всьому світі. Це призвело до небезпечної межі екологічних криз, про що свідчать численні наукові праці [1, 2, 3]. Одним із найнебезпечніших забруднювачів довкілля є важкі метали, через їх токсичність та розповсюдженість [4]. Важкі метали здатні циркулювати та мігрувати в гідро-, літо- та атмосфері, що призводить до їх

кругообігу в природі [3, 5]. Однак забруднення екосистеми цими ксенобіотиками нерівнозначне, що залежить від основного виду забруднювача та варіанта поширеності [6, 7]. Від циркуляції важких металів у навколишньому середовищі багато в чому залежать процеси життєдіяльності організму [4]. У більшості випадків мікроелементи-токсиканти викликають дисбаланс різноманітних фізіологічних процесів на макро-, мікро- та

**Таблиця**

**Вплив тривалого вживання малих доз CdCl<sub>2</sub> на нирковий транспорт натрію у щурів за умов водного навантаження ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Показники, що досліджувалися	28-ма доба	
	Контроль, n=10	Дослід, n=9
Концентрація натрію в сечі, ммоль/л	1,02±0,23	5,93±1,68 p<0,02
Екскреція натрію, мкмоль/2год	4,09±1,07	22,43±7,12 p<0,02
Концентрація натрію у плазмі крові, мкмоль/л	142,75±0,69	140,28±0,65 p<0,02
Фільтраційний заряд натрію, мкмоль/хв	66,35±4,28	71,02±6,71
Абсолютна реабсорбція, мкмоль/хв	66,31±4,27	70,83±6,68
Реабсорбція натрію, %	99,95±0,01	99,74±0,08 p<0,02
Концентрація натрію в сечі / концентрація натрію у плазмі крові, од.	0,007±0,001	0,40±0,010 p<0,01
Концентрація натрію в сечі / концентрація калію в сечі, од.	0,11±0,02	0,31±0,08 p<0,05
Кліренс натрію, мл/2год	0,030±0,007	0,160±0,050 p<0,02
Дистальний транспорт натрію, мкмоль/2год	531,76±31,06	468,02±19,68
Проксимальна реабсорбція натрію, мкмоль/хв	61,88±4,22	66,93±6,55
Кліренс безнатрієвої води, мл/2год	3,73±0,22	3,34±0,15
Екскреція натрію, мкмоль/100 мкл клубочкового фільтрату	0,82±0,18	4,39±1,32 p<0,02
Проксимальна реабсорбція натрію, мкмоль/100 мкл клубочкового фільтрату	13,29±0,09	13,19±0,09
Дистальний транспорт натрію, мкмоль/ 100 мкл клубочкового фільтрату	118,03±9,25	96,45±5,85

Примітка. p – ступінь достовірності різниць показників, що досліджувалися, порівняно з контролем

n – число спостережень

ультраструктурних рівнях. Так, їх несприятливу дію пов'язують із розвитком мікроелементозу, який супроводжується рядом патологічних процесів в організмі [8].

**Мета дослідження.** Визначити стан транспорту електролітів у нирках щурів за умов хронічної заправки хлоридом кадмію.

**Матеріал і методи.** У дослідях на 19 статевозрілих нелінійних самках білих щурів масою 0,13-0,20 кг вивчено вплив хронічної дії хлористого кадмію на функціональний стан нирок за

умов водного навантаження. Під час експерименту щури харчувалися зерном пшениці, а замість води експериментальна група вживала 0,0001% розчин CdCl<sub>2</sub>. Саме ця доза встановлена нами як нетоксична по відношенню до нирок у гострому експерименті. Контрольні щури знаходилися на аналогічному харчовому раціоні з вільним доступом до водогінної води. Через кожні сім днів щурам проводили водне навантаження. На 28-й день тварин забивали під легким ефірним наркозом. Експериментальні дослідження вико-

## Оригінальні дослідження

нані при дотриманні правил проведення робіт із використанням лабораторних тварин (1977 р.), Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (1986 р.), Директиви ЄЕС № 609 (1986 р.) та Наказу МОЗ України № 281 від 01-11.2000 р. «Про заходи по подальшому вдосконаленню організаційних норм роботи з використанням експериментальних тварин». Статистичний аналіз проводився варіаційно-статистичним методом. При аналізі матеріалу розраховували середні величини ( $M$ ), їх стандартні похибки ( $m$ ) і довірчий інтервал. Вірогідність відмінностей оцінювали за  $t$ -критерієм Стьюдента.

### Результати дослідження та їх обговорення.

На сьому добу вживання щурами 0,0001% розчину хлористого кадмію встановлено, що діурез залишився на рівні контролю ( $4,09 \pm 0,18$  мл/2год у контролі;  $4,17 \pm 0,18$  мл/2год при введенні хлориду кадмію). Практично не змінювалися показники концентрації креатиніну в сечі ( $0,96 \pm 0,03$  ммоль/л у контролі;  $1,07 \pm 0,06$  ммоль/л при введенні хлориду кадмію) та його екскреції ( $3,93 \pm 0,21$  мкмоль/2год у контролі;  $4,50 \pm 0,37$  мкмоль/2год при введенні хлориду кадмію). Повністю відповідали контрольним даним показники концентрації білка ( $0,080 \pm 0,002$  г/л у контролі;  $0,080 \pm 0,001$  г/л при введенні хлориду кадмію) та його екскреції ( $0,34 \pm 0,01$  мг/2год у контролі;  $0,35 \pm 0,01$  мг/2год при введенні хлориду кадмію). Не встановлено змін у транспорті натрію і калію. Таким чином, на 7-му добу спостережень не виявлено жодних порушень екскреторної діяльності нирок.

На 14-ту добу проведення експерименту об'єм сечі за 2 години відносно контролю не змінювався ( $3,73 \pm 0,27$  мл/2год у контролі;  $3,89 \pm 0,12$  мл/2год при введенні хлориду кадмію). Не зазнавали змін і показники, що характеризують ниркові каналцево-клубочкові процеси: концентрація білка в сечі ( $0,080 \pm 0,004$  г/л у контролі;  $0,080 \pm 0,002$  г/л при введенні хлориду кадмію), екскреція креатиніну ( $2,35 \pm 0,13$  мкмоль/2год у контролі;  $2,56 \pm 0,13$  мкмоль/2год при введенні хлориду кадмію), та транспорт іонів відповідали контрольним даним.

На 21-шу добу спостережень діурез достовірно не відрізнявся від контролю ( $3,87 \pm 0,12$  мл/2год у контролі;  $3,74 \pm 0,16$  мл/2год при введенні хлориду кадмію). Екскреція креатиніну значно збільшувалася ( $2,97 \pm 0,17$  мкмоль/2год у контролі;  $3,68 \pm 0,18$  при введенні хлориду кадмію, відповідно —  $p < 0,02$ ), що зумовило зростання його концентрації у сечі ( $0,76 \pm 0,04$  ммоль/л у контролі;  $0,98 \pm 0,03$  ммоль/л при введенні хлориду кадмію, відповідно —  $p < 0,001$ ). Разом з тим мав тенден-

цію до збільшення показник екскреції натрію, що зумовлене збільшенням концентрації цього електроліту в сечі ( $0,23 \pm 0,02$  ммоль/л у контролі;  $0,35 \pm 0,05$  ммоль/л при введенні хлориду кадмію відповідно —  $p < 0,05$ ). Вдвічі зростала концентрація калію в сечі ( $10,64 \pm 1,59$  ммоль/л у контролі;  $20,58 \pm 1,62$  ммоль/л при введенні хлориду кадмію відповідно —  $p < 0,001$ ), значно підвищилася його екскреція ( $42,07 \pm 6,99$  мкмоль/2 год у контролі;  $77,18 \pm 7,17$  мкмоль/2 год при введенні хлориду кадмію відповідно —  $p < 0,01$ ). На цьому фоні коефіцієнт співвідношення концентрацій натрію і калію залишався на рівні контрольних даних ( $0,030 \pm 0,006$  од. у контролі;  $0,020 \pm 0,004$  од. при введенні хлориду кадмію). Концентрація білка та його екскреція дорівнювали контролю.

На 28-му добу заправки тварин хлористим кадмієм діурез суттєво не змінювався, як і показники швидкості клубочкової фільтрації та реабсорбції води. Концентрація креатиніну в плазмі крові достовірно не відрізнялася від контролю, проте, концентрація креатиніну в сечі достовірно зростала ( $0,85 \pm 0,04$  ммоль/л у контролі;  $1,03 \pm 0,03$  ммоль/л при введенні хлориду кадмію, відповідно —  $p < 0,002$ ). У показниках концентраційного індексу ендogenous креатиніну і екскреції білка достовірних змін не виявлено. Проте достовірно зростала концентрація білка в сечі ( $0,090 \pm 0,001$  г/л у контролі;  $0,110 \pm 0,006$  г/л при введенні хлориду кадмію, відповідно —  $p < 0,01$ ). Концентрація калію в сечі ( $9,22 \pm 1,21$  ммоль/л у контролі;  $18,44 \pm 2,15$  ммоль/л при введенні хлориду кадмію, відповідно —  $p < 0,002$ ) та його екскреція ( $35,29 \pm 5,62$  мкмоль/2 год у контролі;  $66,93 \pm 11,47$  мкмоль/2 год при введенні хлориду кадмію, відповідно —  $p < 0,05$ ) підвищувалися у два рази. Транспорт натрію порушувався (табл.), про що свідчило майже шестиразове підвищення цього катіона в сечі на фоні більш ніж п'ятиразового збільшення його екскреції. Значні втрати цього електроліту з сечею призводили до зниження концентрації натрію у плазмі крові. Разом з тим не спостерігалось достовірних змін проксимального та дистального транспорту цього катіона, а значне підвищення його кліренсу можна пояснити порушенням транспорту натрію на рівні петлі Генле.

**Висновок.** Хронічна заправка хлористим кадмієм порушує у щурів петльові процеси транспорту натрію і калію.

**Перспективи подальших досліджень.** Дослідження доцільно продовжити у напрямку вивчення впливу інших полютантів та їх комбінованої дії на організм тварини і людини.

**Список літератури**

- Li Li, Xiangli Tian, Xiao Yu, Shuanglin Dong. Effects of Acute and Chronic Heavy Metal (Cu, Cd, and Zn) Exposure on Sea Cucumbers. *Biomed Res Int.* 2016;2016(ID4532697):1-13.
- Wan D, Han Z, Yang J. Heavy Metal Pollution in Settled Dust Associated with Different Urban Functional Areas in a Heavily Air Polluted City in North China. *Int. J. Environ Res Public Health.* 2016;13(11):1119.
- Wei X, Gao B, Wang P. Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2015;112:186-92.
- Романюк АМ, Сікора ВВ, Линдіна ЮМ, Линдін МС. Поширеність важких металів у навколишньому середовищі та їх роль у життєдіяльності. *Буковинський медичний вісник.* 2017; 2(82):145-9.
- Vukosa P, Mlakar M, Cukrov N. Heavy metal contents in water, sediment and fish in a karst aquatic ecosystem of the Plitvice Lakes National Park (Croatia) *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014;21:3826-39.
- Романюк АМ, Сікора ВВ, Линдіна МС. Екологічні чинники виникнення патології сечового міхура. *Актуал. пробл. сучас. мед.* 2016;1 (53):146-150.
- Боголюбов ВМ, Клименко МО, Мокін ВБ. Моніторинг довкілля. *Вінниця: ВНТУ; 2010. 232 с.*
- Горбач ТВ, Мартынова СН, Ткаченко АС. Особенности энергетического обмена у крыс при гипермикроеlementозе. *Укр. ж. мед., біол. та спорту.* 2016;2:52-5.
- Li Li, Xiangli Tian, Xiao Yu, Shuanglin Dong. Effects of Acute and Chronic Heavy Metal (Cu, Cd, and Zn) Exposure on Sea Cucumbers. *Biomed Res Int.* 2016;2016(ID4532697):1-13.
- Wan D, Han Z, Yang J. Heavy Metal Pollution in Settled Dust Associated with Different Urban Functional Areas in a Heavily Air Polluted City in North China. *Int. J. Environ Res Public Health.* 2016;13(11):1119.
- Wei X, Gao B, Wang P. Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2015;112:186-92.
- Romaniuk AM, Sikora VV, Lyndina IuM, Lyndin MS. Poshyrenist vzhkykh metaliv u navkolyshnomu sere-dovyshchi ta yikh rol u zhyttiedialnosti. [The prevalence of heavy metals in the environment and their role in life.] *Bukovynskyi medychnyi visnyk.* 2017;2(82):145-9. (in Ukrainian).
- Vukosa P, Mlakar M, Cukrov N. Heavy metal contents in water, sediment and fish in a karst aquatic ecosystem of the Plitvice Lakes National Park (Croatia) *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014;21:3826-39.
- Romaniuk AM, Sikora VV, Lyndin MS. Ekolohichni chynnyky vynyknennia patolohii sechovoho mikhura. [Ecological factors of the occurrence of the bladder pathology.] *Aktual. probl. suchas. med.* 2016;1 (53):146-50. (in Ukrainian).
- Boholiubov VM, Klymenko MO, Mokin VB. Monitorynh dovkillia. [Environmental monitoring.] *Vynnytsia: BNTU; 2010. 232 s.* (in Ukrainian).
- Horbach TV, Martynova SN, Tkachenko AS. Osobennosty enerhetycheskoho obmena u kryс pry hypermikroelementoze. [Features of energy metabolism in rats with hypermicroelementosis.] *Ukr. zh. med., biol. ta sportu.* 2016;2:52-5. (in Ukrainian).

**References**

- Li Li, Xiangli Tian, Xiao Yu, Shuanglin Dong. Effects of Acute and Chronic Heavy Metal (Cu, Cd, and Zn) Exposure on Sea Cucumbers. *Biomed Res Int.* 2016;2016(ID4532697):1-13.

**Відомості про авторів:**

Чала К.М. — к.біол.н., доцент кафедри гістології, цитології та ембріології Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.  
 Ходоровська А.А. — к.мед.н., доцент кафедри гістології, цитології та ембріології Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.  
 Чернікова Г.М. — к.мед.н., доцент кафедри гістології, цитології та ембріології Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.  
 Попова І.С. — асистент кафедри гістології, цитології та ембріології Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.

**Сведения об авторах:**

Чалая Е.Н. — к.биол.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Высшего государственного учебного заведения Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г. Черновцы, Украина.  
 Ходоровская А.А. — к.мед.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Высшего государственного учебного заведения Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г. Черновцы, Украина.  
 Черникова Г.Н. — к.мед.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Высшего государственного учебного заведения Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г. Черновцы, Украина.  
 Попова И.С. — ассистент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Высшего государственного учебного заведения Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г. Черновцы, Украина.

**Information about the authors:**

Chala K.M. — Ph.D., Associate Professor of the Department of Histology, Cytology and Embryology of the Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine.  
 Khodorovska A.A. - Ph.D., Associate Professor of the Department of Histology, Cytology and Embryology

## Оригінальні дослідження

---

of the Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine.

Chernikova G.M. — Ph.D., Associate Professor of the Department of Histology, Cytology and Embryology of the Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine.

Popova I.S. — Assistant Professor of the Department of Histology, Cytology and Embryology of the Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine.

*Надійшла до редакції 05.01.2018*

*Рецензент – проф.: Розовий Ю.Є.*

*© К.М. Чала, А.А. Ходоровська, Г.М. Чернікова, І.С Попова, 2018*

---