

СВИНЕЦЬ: ТОКСИКОЛОГІЧНІ, ГІГІЄНІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

В.В. Петринич, Л.І. Власик, О.А. Петринич

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

Ключові слова:

свинець, важкі метали, токсичність.

Клінічна та експериментальна патологія Т.16, №2 (60). С.97-102.

DOI:10.24061/1727-4338.XVI.2.60.2017.20

E-mail: petrynych.volodymyr@bsmu.edu.ua

Мета роботи - викласти літературні дані щодо токсикологічного, гігієнічного та біологічного значення свинцю.**Висновки.** Проблема токсичної дії свинцю є дуже актуальною на сьогодні. Розуміння механізмів реалізації токсичної дії свинцю на організм людини дозволить розробити і впровадити ефективні профілактичні та лікувальні заходи.**Ключевые слова:**

свинец, тяжелые металлы, токсичность.

Клиническая и экспериментальная патология Т.16, №2 (60). С.97-102.

СВИНЕЦ; ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ, ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В.В.Петринич, Л.И.Власик, О.А.Петринич

Цель работы - изложить литературные данные о токсикологическом, гигиеническом и биологическом значении свинца.**Выводы.** Проблема токсического действия свинца является очень актуальной на сегодня. Понимание механизмов реализации токсического действия свинца на организм человека может разработать и внедрить эффективные профилактические и лечебные мероприятия.**Key words:** lead, heavy metals, toxicity.

Clinical and experimental pathology. Vol.16, №2 (60). P.97-102.

LEAD: TOXICOLOGICAL, HYGIENIC AND BIOLOGICAL ASPECTS

V.V.Petrynych, L.I.Vlasyk, O.A.Petrynych

Objective - to present literary data of the toxicological, hygienic and biological significance of lead.**Conclusions.** The problem of toxic effect of lead is very relevant for today. Understanding the mechanisms for the realization of the toxic effect of lead on the human body can develop and implement effective preventive and curative measures.**Вступ**

Сполуки важких металів є пріоритетними забруднювачами атмосферного повітря, води та ґрунту і за масштабами впливу поступають лише пестицидам [23, 10, 12]. Щорічно до ґрунтів України з мінеральними добривами та пестицидами надходить 1800 т свинцю, 400 т кадмію, 2200 т цинку, 200 т міді тощо [11]. Серед техногенних хімічних забруднювачів особливе місце посідають свинець та його сполуки, що характеризуються високою токсичністю та високою здатністю до кумуляції як в екосистемах, так і в організмі людини та тварин. Свинець у 1980 р. ВООЗ був віднесений до пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища, що підкреслює його значний вплив на здоров'я населення [4, 8, 27, 36].

Мета роботи

Викласти літературні дані щодо токсикологічного, гігієнічного та біологічного значення свинцю.

Основна частина

На даний час отруєння свинцем рідко можна побачити в розвинених країнах, але воно, як і раніше, є серйозною екологічною проблемою в певних регіонах

[46]. Свинець широко використовується на підприємствах кольорової металургійної промисловості, у хімічному машинобудуванні, при виробництві електричних акумуляторів та кабельної продукції, припою, корпусів і вкладишів підшипників, розбірних труб, екранів для захисту від іонізуючого випромінювання, для виготовлення барвників, фарб та лаків. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря тривалий час був автотранспорт, із вихлопними газами якого в навколишнє середовище надходив тетраетилсвинець, який використовували у двигунах внутрішнього згорання як антидетонаційну присадку [16, 26, 31, 39, 43].

З усіх перерахованих джерел свинець надходить до атмосфери у вигляді тонкодисперсних аерозолів оксидів, частково сульфідів та інших неорганічних сполук. Осідання часток аерозолу призводить до забруднення свинцем ґрунту, звідки він надходить у рослини, а потім до організму тварин та людини. У результаті змиву з забрудненого ґрунту, а також з промисловими стоками металургійних, машинобудівних та хімічних виробництв через забруднені ними ріки щороку до Світового океану надходить 430-650 тис. т свинцю [26].

Основний шлях надходження свинцю до організму - з їжею та питтєвою водою, а для тих, хто проживає по-

руч з автомагістралями і у зонах поблизу промислових підприємств, також з повітрям, що вдихається. У промислових умовах свинець проникає в організм переважно через дихальні шляхи, значно менше через шкіру та шлунково-кишковий тракт [28, 29, 35, 36].

З позицій екоотоксикології сформувався точка зору, згідно з якою у дорослого населення факторами, що сприяють підвищеному вмісту свинцю в крові та кістках є: 1) проживання у великих індустріальних районах; 2) проживання в містах поблизу джерел забруднення (заводи, транспортні магістралі); 3) переважне споживання овочів, а не молочних продуктів; 4) вживання алкоголю та паління [27].

Цигарка є постійно діючим депо ксенобіотиків, пресинг яких сьогодні не враховують, а вміст і вплив нікотину переоцінюють. Спеціальні дослідження хімічного складу нікотину, паперу та фільтрів показали, що вони містять багато чужерідних хімічних речовин та сполук. Цикл даних пошуків виявив, що у всіх вказаних складових цигарок є важкі метали та інші ксенобіотики [17, 19].

Найбільшу стурбованість викликає вплив свинцевого забруднення середовища на розвиток та здоров'я дітей, оскільки особливості поведінки останніх (заковтування неістівних предметів, які можуть бути забруднені, у т.ч. землі та снігу, звичка смоктати пальці, гризти нігті тощо) призводять до більш значного накопичення свинцю в організмі дітей порівняно з дорослими [8, 26].

В організмі свинець знаходиться в обмінній та стабільній фракціях (депо). Обмінна частина переважно знаходиться в крові: 95 % свинцю зв'язано з еритроцитами [7]. У печінці та кістках свинець здатен утворювати стійке депо (у скелеті дорослих людей міститься більше 95 % від загального рівня свинцю в організмі). Для свинцю характерно тривалий період напіввиведення з кісткової тканини (більше 10 років), а значна кількість цього мікроелементу може бути мобілізована в умовах підвищеної кісткової резорбції [28].

Виведення свинцю з організму відбувається головним чином з сечею (75-80 %) і близько 15 % - через шлунково-кишковий тракт [7]. Токсична дія на організм свинцю та його сполук виявляється, у першу чергу, ураженням нервової, серцево-судинної систем, нирок, порушенням порфіринового обміну, системи крові, особливо гемопоезу. Описано також різноманітні патологічні зміни печінки, кишечнику, щитовидної залози, імунної та репродуктивної системи тощо [6, 14, 15, 20, 30, 34, 42, 48].

Політропність дії свинцю на організм визначається різноманітним механізмом його впливу, основним з яких є інактивація ферментів унаслідок зв'язування сульфгідрильних груп активних центрів ензимів, що проявляється порушенням біосинтезу порфіринів і гему, а також зміною активності ряду еритроцитарних і печінкових ферментів. Наслідком пригнічення активності дегідратази дельта-амінолевулінової кислоти (Δ -АЛК), мітохондріального фермента феррохелатази та декарбоксілази копропорфірину є збільшення вмісту Δ -АЛК і копропорфірину в сечі, накопичення протопорфірину в еритроцитах. Гальмуюча дія свинцю на активність

синтетази, регулюючої зв'язування протопорфірину з залізом, супроводжується підвищенням вмісту протопорфірину та заліза в сироватці крові. Ці зміни призводять до враження кровотворної системи при свинцевій інтоксикації, зниження життєздатності та скорочення терміну життя еритроцитів [7].

Деструктивні зміни клітин при надлишку свинцю в організмі пов'язують з універсальним механізмом активації пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та одночасним пригніченням АОЗ й розвитком оксидативного стресу [2, 33, 40, 41]. У експериментальних дослідженнях [3, 5], було показано, що свинець у відносно незначних дозах викликає значне зростання генерації АФК та порушення обміну оксиду азоту (підвищувалася активність індукцибельної ізоформи синтази оксиду азоту та концентрація його стабільних метаболітів), стимулює процеси нітрозилювання високомолекулярних тіолів. За умов розвитку оксидантного стресу в організмі виникають передумови до значного утворення високотоксичного пероксинітриту внаслідок взаємодії АФК із оксидом азоту та виникнення в організмі відносного дефіциту останнього, наслідком чого є розвиток ендотеліальної дисфункції.

Свинець нерідко зумовлює активацію апоптозу - стимуляцію програми самоліквідації клітини, переважно за рахунок активації Ca^{2+} , Mg^{2+} -залежної ендонуклеази [7]. З одного боку, в нормальних умовах апоптоз урівноважує процеси новоутворення клітин, а з іншого, за умов змін навколишнього і внутрішнього середовища організму може сприяти розвитку атрофії в окремих тканинах і навіть органах. Встановлено, що ацетат свинцю в дозі 125 мг/кг при введенні щурам у черевну порожнину 2 рази на тиждень здатний ініціювати апоптоз епітелію крипт слизової оболонки тонкої кишки, що носить, імовірно, захисний характер, направлений на підтримку чистоти геному активно проліферуючих клітин крипт слизової оболонки тонкої кишки [22].

Свинець значно знижує зв'язування гонадотропіну, лютеїнізуючого та фолікулостимулюючого гормонів з рецепторами мембрани яєчників, у результаті чого змінюється інтенсивність синтезу стероїдних гормонів [44].

Експериментальні дослідження на тваринах (щурі, миші) продемонстрували, що неорганічні сполуки свинцю при різних шляхах введення зумовлюють розвиток пухлин нирок, гліом, легеневого аденому [38], у США (Environmental Protection Agency, International Agency for Research on Cancer) сполуки свинцю та інших важких металів вважають канцерогенами [47].

Результати клінічних та епідеміологічних досліджень свідчать, що тривалий контакт зі сполуками свинцю призводить до зростання артеріального тиску та достовірно збільшує ризик виникнення артеріальної гіпертензії (АГ) і серцево-судинної патології [6, 13, 30, 37, 45, 49]. Відомо, що хронічний вплив свинцю веде до ураження еластичного каркасу судин та розвитку розшарувань аорти та її аневризми [18, 32], накопичення свинцю у стінках судин та еритроцитах веде до їх ламкості і зниження осмотичної резистентності [21].

Також доведено, що в робітників, праця яких пов'язана з використанням свинцю, спостерігаються клінічна та експериментальна патологія. 2017. Т.16, №2 (60)

зана з впливом свинцю, знижена толерантність до фізичного навантаження, звужені адаптаційно-резервні можливості серцево-судинної системи [9].

Встановлено, що свинець, впливаючи на центральні та периферичні синапси, підвищує тонус симпатичної нервової системи, збільшує чутливість синапсів до катехоламінів, підвищує вміст останніх у крові та деяких мозкових структурах [16].

Свинець чинить виражену нефротоксичну дію [24, 25], що може сприяти розвитку АГ, оскільки саме нирки відіграють важливу роль у регуляції судинного тону-су та артеріального тиску. Багато дослідників відзначають залучення ренін-ангіотензин-альдостеронової системи до патогенезу АГ внаслідок дії сполук свинцю [31]. При цьому активність реніну в плазмі крові зростає більш, ніж у 3 рази [16].

Результати клінічних досліджень свідчать про несприятливий вплив свинцю навіть у низьких дозах на систему гемокоагуляції - виявлено підвищення активності гемостазу, розвиток синдрому гіперкоагуляції та дисеміноване внутрішньосудинне згортання крові з латентним перебігом, пригнічення фібринолітичної активності, що свідчить про активацію процесів тромботворення і може бути причиною порушення як локального, так і системного кровообігу [1, 16].

Висновки

Проблема токсичної дії металів, у т.ч. свинцю, як техногенних хімічних забруднювачів на організм на цей час є дуже актуальною. Розуміння механізмів реалізації їх токсичної дії на організм дозволить розробити і впровадити ефективні профілактичні та лікувальні заходи.

Список літератури:

1. Апихтіна О.Л. Вплив свинцю на скоротливу функцію судинної стінки шурів. Пріоритетні проблеми гігієни праці, професійної та виробничо-зумовленої захворюваності в Україні. К., 2008. С. 83-89.
2. Апихтіна О.Л. Дослідження мембранотоксичної дії важких металів на моделі еритроцитів крові *in vitro*. Сучасні проблеми токсикології. 2011. № 1-2. С. 65-69.
3. Апихтіна О.Л. Порушення обміну оксиду азоту при вазотоксичній дії свинцю та пошук нових засобів біологічної профілактики інтоксикацій: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01. Ін-т медицини праці АМН України. К., 2008. 21 с.
4. Апихтіна О.Л., Дмитруха Н.М., Коцюруба А.В. [та ін.]. Механізми гематотоксичної дії сполук свинцю. Журнал НАМН України. 2012. Т. 18, № 1. С. 100-109.
5. Апихтіна О.Л., Коцюруба А.В., Коркач Ю.П. Модулюючий вплив екстракту *serratula coronata* на обмін оксиду азоту в тканинах аорти шурів при свинцевій інтоксикації. Український біохімічний журнал. 2007. Т. 79, № 5. С. 204-211.
6. Ахметзянова Э.Х., Бакиров А.Б. Роль свинца в формировании артериальной гипертензии (обзор литературы). Медицина труда и промышленная экология. 2006. № 5. С. 17-22.
7. Балан Г.М., Юрченко И.В., Игнатенко Л.В. [и др.] К клинике и лечению неврологических и абдоминальных нарушений при хронической свинцовой интоксикации. Сучасні проблеми токсикології. 2003. № 4. С. 58-62.
8. Белецкая Э.Н., Головкина Т.А., Онул Н.М. Биопрофилактика экзозависимых состояний у населения индустриально развитых регионов. Актуальные проблемы транспортной медицины. 2011. № 1. С. 48-56.
9. Гагагонова Т.М. Толерантность к физической нагрузке и адаптационно-резервные возможности миокарда у рабочих свинцового производства. Гигиена и санитария. 1995. № 4. С. 13-14.

Клінічна та експериментальна патологія. 2017. Т.16, №2 (60)

10. Гельфонд Н.Е., Старкова Е.В., Греф В.В., Шуваева О.В. Макро и микроэлементы как маркеры развития эндотоксикоза при хронической свинцовой интоксикации и сорбционной коррекции. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1. С. 1681-1684.

11. Гнатейко О.З., Лук'яненко Н.С. Екогенетичні аспекти патології людини, спричиненої впливом шкідливих факторів зовнішнього середовища. Безпека життєдіяльності. 2008. № 5-6. С. 32-38.

12. ончаренко О.В., Коновалова О.О. Вивчення дії токсичних доз свинцю на мінеральний обмін шурів та його корекція. URL: <http://na.kspu.edu/index.php/na/article/view/210/186> (08.05.2017)

13. Губар І.В., Козлов К.П., Левченко І.Л. Вплив низьких доз сполук свинцю, ртуті та марганцю на реографічні показники білих шурів в залежності від віку. Сучасні проблеми токсикології. 2007. № 4. С. 8-10.

14. Дмитруха Н.М. До проблеми імунотоксичності свинцю і кадмію (огляд літератури). Сучасні проблеми токсикології. 2009. № 1. С. 4-9.

15. Дмитруха Н.М. Експериментальне дослідження впливу важких металів - свинцю та кадмію на неспецифічну резистентність організму білих шурів. Сучасні проблеми токсикології. 2004. № 4. С. 27-31.

16. Зербіно Д.Д., Соломенчук Т.И., Поспишиль Ю.А. Свинец - этиологический фактор поражения сосудов: основные доказательства. Мистецтво лікування. 2009. № 8. С. 44-46.

17. Зербіно Д.Д. Системна екологічна теорія етіології і розвитку найпоширеніших захворювань судин. Серце і судини. 2011. № 2. С. 6-11.

18. Зербіно Д.Д., Кузик Ю.І., Лесник С.А., Фус С.В. Ксенобіотики як можлива причина розвитку медіанекрозу аорти. Сучасні проблеми токсикології. 2003. № 3. С. 66-70.

19. Иванова А.С., Петров А.Н., Иванов С.Д. [и др.] Влияние возраста, пола и курения на содержание свинца и марганца в крови человека. Токсикологический вестник. 2005. № 1. С. 21-27.

20. Корбакова А.И., Соркина Н.С., Молодкина Н.Н. [и др.] Свинец и его действия на организм (обзор литературы). Медицина труда и промышленная экология. 2001. № 5. С. 29-34.

21. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А. и др. Иммунофармакология микроэлементов. М.: Изд-во КМК., 2000. 537 с.

22. Луговський С.П. Апоптоз епітелію слизової оболонки тонкої кишки шурів при свинцевій інтоксикації. Сучасні проблеми токсикології. 2002. № 3. С. 50-55.

23. Петров В.В., Подосиновикова П.П., Кубарская Л.Г. [и др.] Вклад прооксидантного компонента в механизмы токсичности тяжелых металлов и марганца. Токсикологический вестник. 2004. № 1. С. 12-15.

24. Пішак В.П., Висоцька В.Г. Хроноритмічні паралелі токсичного впливу солей важких металів на функції нирок. Сучасні проблеми токсикології. 2012. № 2. С. 40-44.

25. Пішак В.П., Висоцька В.Г., Магальс В.М. Хроноритми функціонального стану нирок при інтоксикації хлоридами талію, свинцю та алюмінію. Буковинський медичний вісник. 2006. Т. 10. № 4. С. 136-138.

26. Привалова Л.И., Кацнельсон Б.А., Гурвич В.Б. [и др.] Свинец в среде обитания как фактор риска для здоровья населения. Российский химический журнал. 2004. Т. XLVIII, № 2. С. 87-93.

27. Розанов В.А. Нейротоксичность свинца в детском возрасте: эпидемиологические, клинические и нейрхимические аспекты. Український медичний часопис. 2000. № 5. С. 9-17.

28. Синяченко О.В. (под. ред.) Металлы при остеоартрозе. Донецк: Норд-Пресс, 2008. 404 с.

29. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды. Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 1. С. 182-192.

30. Трахтенберг І.М., Андрусишина І.М., Лампека О.Г. [та ін.]. Вікові особливості накопичення свинцю та марганцю в серцево-судинній системі. Сучасні проблеми токсикології. 2007. № 3. С. 8-11.

31. Трахтенберг І.М., Апихтіна О.Л., Лубянова І.П. Роль металів як техногенних хімічних забруднювачів у патогенезі

серцево-судинних захворювань. Укр. кардіологічний журнал. 2009. № 9. С. 12-19.

32.Трахтенберг И.М. (под. ред.) Очерки возрастной токсикологии. К.: "Авиценна", 2006. 316 с.

33.Цудевич Б.О., Калінін І.В., Петрук Н.А. Антиоксидантна система в тканинах шкурів за умов інтоксикації важкими металами. Сучасні проблеми токсикології. 2012. № 2. С. 36-39.

34.Antonio G.T., Corredor L. Biochemical changes in the kidneys after perinatal intoxication with lead and/or cadmium and their antagonistic effects when coadministered. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2004. Vol. 57, № 2. P. 184-189.

35.Brown M.J., Margolis S. Lead in drinking water and human blood lead levels in the United States. *MMWR Surveill Summ.* 2012. Vol. 61. P. 1-9.

36.D'souza H.S., Dsouza S.A., Menezes G., Venkatesh T. Diagnosis, evaluation, and treatment of lead poisoning in general population. *Indian J. Clin. Biochem.* 2011. Vol. 26, № 2. P. 197-201.

37.Iqbal M.P. Lead pollution - a risk factor for cardiovascular disease in Asian developing countries. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2012. Vol. 25, № 1. P. 289-294.

38.Jemal A., Graubard B.I., Devesa S.S. [et al.] The association of blood lead level and cancer mortality among whites in the United States. *Environ. Health Perspect.* 2002. Vol. 110, № 4. P. 325-329.

39.Kabata-Pendias A. Soil-plant transfer of trace elements - an environmental issue. *Geoderma.* 2004. Vol. 122. P. 143-149.

40.Kasperczyk S., Birkner E., Kasperczyk A. [et al.] Activity of superoxide dismutase and catalase in people protractedly exposed to lead compounds. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2004. Vol. 11(2). P. 291-296.

41.Kasperczyk S., Kasperczyk A., Ostalowska A. [et al.] Activity of glutathione peroxidase, glutathione reductase, and lipid peroxidation in erythrocytes in workers exposed to lead. *Biol Trace Elem Res.* 2004. Vol. 102 (1-3). P. 61-72.

42.Komarnicki G.J.K. Lead and cadmium in indoor air and the urban environment. *Environmental Pollution.* 2001. Vol. 136. P. 47-61.

43.Massadeh A.M., Al-Safi S. Analysis of cadmium and lead: their immunosuppressive effects and distribution in various organs of mice *Biol. Trace Elem. Res.* 2005. Vol. 108, № 1-3. P. 279-286.

44.Nam D.H., Lee D.P. Monitoring for Pb and Cd pollution using feral pigeons in rural, urban, and industrial environments of Korea. *Sci. Total Environ.* 2006. Vol. 357 (1-3). P. 288-295.

45.Nawrot T.S., Thijs L., Den Hond E.M. [et al.] An epidemiological re-appraisal of the association between blood pressure and blood lead: a meta-analysis. *J. Hum. Hypertension.* 2002. Vol. 16, № 2. P. 123-131.

46.Riva M.A., Lafranconi A., D'Orso M.I., Cesana G. Lead poisoning: historical aspects of a paradigmatic "occupational and environmental disease. *Saf Health Work.* 2012. Vol. 3, № 1. P. 11-16.

47.Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. Heavy metal toxicity and the environment. *EXS.* 2012. Vol. 101. P. 133-164.

48.Viard B., Pihan F., Promeprat S., Pihan J.C. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Gramineae and land snails. *Chemosphere.* 2004. Vol. 55. P. 1349-1359.

49.Zeqiri N., Zeqiri S., Skenderaj S. Blood pressure evaluation at the workers exposed to lead. *Med Arh.* 2012. Vol. 66, № 2. P. 92-93.

References:

1.Apykhtina O.L. Vplyv svyntsiu na skorotlyvu funktsiiu sudynnoi stinky shchuriv [The impact of lead on the contractile function of rat vascular wall]. *Prorytetni problemy hihiieny pratsi, profesiinoi ta vyrobnycho-zumovlenoi zakhvoriuvanosti v Ukraini.* 2008. S. 83-89. (in Ukrainian).

2.Apykhtina O.L. Doslidzhennia membranotoksychnoi dii vazhkykh metaliv na modeli erytrotsytiv krovi in vitro [Researching of membranotoxic action of heavy metals on the model of red blood cells in vitro]. *Suchasni problemy toksykologhii.* 2011. No 1-2. S. 65-69. (in Ukrainian).

3.Apykhtina O.L. Porushennia obminu oksydu azotu pry

vazotoksychnii dii svyntsiu ta poshuk novykh zasobiv biolohichnoi profilaktyky intoksykatsii" [avtoreferat]. Kyiv. 2008/ 21 s. (in Ukrainian).

4.Apykhtina O.L., Dmytrukha N.M., Kotsiuruba A.V., Korkach Iu.P. Mekhanizmy hematotoksychnoi dii spoluk svyntsiu [Mechanisms hematotoxic action of lead compounds]. *Zhurnal NAMN Ukrainy.* 2012. Vol. 18, No 1. S. 100-109. (in Ukrainian).

5.Apykhtina O.L., Kotsiuruba A.V., Korkach Iu.P. Moduliuuyuchy vplyv ekstraktu serratula coronata na obmin oksydu azotu v tkanynakh aorty shchuriv pry svyntsevi intoksykatsii [Modulating effect of the extract serratula coronata to the exchange of nitric oxide in aortic tissues of rats with lead intoxication]. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal.* 2007. Vol. 79, No 5. S. 204-211. (in Ukrainian).

6.Ahmetzjanova Je.H., Bakirov A.B. Rol' svinca v formirovanii arterial'noj gipertenzii (obzor literatury) [The role of lead in the formation of arterial hypertension (literature review)]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija.* 2006. No 5. S. 17-22. (in Russian).

7.Balan G.M., Jurchenko I.V., Ignatenko L.V., Prodanchuk G.N., Gil' L.N., Stahovich V.I., Golovanova N.N. K klinike i lecheniu nevrologicheskikh i abdominal'nykh narushenij pri hronicheskoy svincovoy intoksykatsii" [To the clinic and treatment of neurological and abdominal disorders in chronic lead intoxication]. *Suchasni problemy toksykologhii.* 2003. No 4. S. 58-62. (in Russian).

8.Beleckaja Je.N., Golovkova T.A., Onul N.M. Bioprofilaktika jekozavisimyh sostojanij u naselenija industrial'no razvityh regionov [Bioprophylaxis of eco-dependent states in the population of industrially developed regions]. *Aktual'nye problemy transportnoj medicyny.* 2011. №1. S. 48-56. (in Russian).

9.Gatagonova T.M. Tolerantnost' k fizicheskoj nagruzke i adaptacionno-rezervnye vozmozhnosti miokarda u rabochih svincovogo proizvodstva [Tolerance to physical activity and adaptive-reserve capabilities of the myocardium in workers of lead production]. *Gigiena i sanitarija.* 1995. No 4. S. 13-14. (in Russian).

10. Gelfond N.E., Starkova E.V., Gref V.V., Shuvaeva O.V. Makro i mikrojelementy kak markery razvitiya jendotoksikoza pri hronicheskoy svincovoy intoksykatsii i sorbeionnoj korrektsii [Macro and microelements as markers for the development of endotoxiosis in chronic lead intoxication and sorption correction]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk.* 2011. Vol. 13, No 1. S. 1681-1684. (in Russian).

11.Hnateiko O.Z., Luk'ianenko N.S. Ekohenetychni aspekty patolohii liudyny, sprychynenoi vplyvom shkidlyvykh faktoriv zovnishnogo seredovyschha [Ekohentic aspects of human pathology caused by exposure to harmful environmental factors]. *Bezpeka zhyttiediialnosti.* 2008. No 5-6. S. 32-38. (in Ukrainian).

12.Honcharenko O.V., Konovalova O.O. Vyvchennia dii toksychnykh doz svyntsiu na mineralnyi obmin shchuriv ta yoho korektsiia [The study of exposure to toxic doses of lead mineral metabolism in rats and its correction] [Internet] [cited 2017 May 08] Available from: <http://na.kspu.edu/index.php/na/article/view/210/186> (Accessed 08 May 2017)

13.Hubar I.V., Kozlov K.P., Levchenko I.L. Vplyv nyzkykh doz spoluk svyntsiu, rtuti ta marhantsiu na reografichni pokaznyky bilykh shchuriv v zalezhnosti vid viku [Effect of low doses of lead compounds, mercury and manganese in albino rats rheographic rates depending on age]. *Suchasni problemy toksykologhii.* 2007. No 4. S. 8-10. (in Ukrainian).

14.Dmytrukha N.M. Do problemy imunotoksychnosti svyntsiu i kadmiiu (ohliad literatury) [The problem of immunotoxicity of lead and cadmium (literature review)]. *Suchasni problemy toksykologhii.* 2009. No 1. pp. 4-9. (in Ukrainian).

15.Dmytrukha N.M. Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu vazhkykh metaliv - svyntsiu ta kadmiiu na nespetsyfichnu rezystentnist orhanizmu bilykh shchuriv [Experimental study of the effect of heavy metals - lead and cadmium on nonspecific resistance of white rats]. *Suchasni problemy toksykologhii.* 2004. No 4. S. 27-31. (in Ukrainian).

16.Zerbino D.D., Solomenchuk T.Y., Pospysyl Iu.A. Svinec - jetiologicheskij faktor porazhenija sosudov: osnovnye dokazatel'stva [Lead - etiologic factor of vascular lesion: basic evidence]. *Mystetstvo likuvannia.* 2009. No 8. S. 44-46. (in

Клінічна та експериментальна патологія. 2017. Т.16, №2 (60)

Russian).

17.Zerbino D.D. Systemna ekolohichna teoriia etiologii i rozvytku naiposhyrenishykh zakhvoriuvan sudyn [System ecological theory of etiology and development of the most common vascular disease]. Sertse i sudyny. 2011. No 2. S. 6-11. (in Ukrainian).

18.Zerbino D.D., Kuzyk Iu.I., Lesnyk S.A., Fus S.V. Ksenobiotyky yak mozhlyva prychna rozvytku medianekrozu aorty [Xenobiotics as a possible cause of aortic medionecrosis]. Sovremennye problemy toksikologii. 2003. No 3. S. 66-70. (in Ukrainian).

19.Ivanova A.S., Petrov A.N., Ivanov S.D., Jamshanov V.A., Ivanova T.M., Semenov E.V., Glushkov R.K. Vliyanie vozrasta, pola i kurenija na sodержanie svinca i marganca v krovi cheloveka [The influence of age, sex and smoking on the content of lead and manganese in human blood]. Toksikologicheskij vestnik. 2005. No 1. S. 21-27. (in Russian).

20.Korbakova A.I., Sorkina N.S., Molodkina N.N., Vese-lovskaja K.A., Sorkina I.S. Svinec i ego dejstvija na organizm (obzor literatury) [Lead and its effects on the body (literature review)]. Medicina truda i promyshlennaja jekologija. 2001. No 5. S. 29-34. (in Russian).

21.Kudrin A.V., Skal'nyj A.V., Zhavoronkov A.A., Skal'naja M.G., Gromova O.A. Immunofarmakologija mikrojelementov [Immunopharmacology of microelements]. Moskva: Izd-vo KMK. 2000. 537 s. (in Russian).

22.Luhovskiy S.P. Apoptoz epiteliu slyzovoi obolonky tonkoi kyshky shchuriv pry svyntsevii intoksykatsii [Apoptosis epithelium of the small intestine of rats with lead intoxication]. Suchasni problemy toksykologii. 2002. No 3. S. 50-55. (in Ukrainian).

23.Petrov V.V., Podosinikov P.P., Kubarskaja L.G. Vklad prooksidantnogo komponenta v mehanizmy toksichnosti tjazhelyh metallov i marganca [The contribution of the prooxidant component to the mechanisms of toxicity of heavy metals and manganese]. Toksikologicheskij vestnik. 2004. No 1. S. 12-15. (in Russian).

24.Pishak V.P., Vysotska V.H. Khronorytmichni paraleli toksychnoho vplyvu solei vazhkykh metaliv na funktsii nyrok [Chronorhythmic parallels the toxic effects of heavy metals on renal function]. Suchasni problemy toksykologii. 2012. No 2.S. 40-44. (in Ukrainian).

25.Pishak V.P., Vysotska V.H., Mahalias V.M. Khronorytmy funktsionalnoho stanu nyrok pry intoksykatsii khloridyami taliu, svyntsiu ta aliuminii [Chronorhythm of the functional state in the course of inoxidation with chlorides of talium, lead, aluminium]. Bukovynskiy medychnyi visnyk. 2006. Vol. 10, No 4. S. 136-138. (in Ukrainian).

26.Privalova L.I., Kacnel'son B.A., Gurvich V.B., Malyh O.L., Voronin S.A., Marshalkin A.P., Kosheleva A.A., Porovicina A.V. Svinec v srede obitanija kak faktor riska dlja zdorov'ja naselenija [Lead in the habitat as a risk factor for public health]. Rossijskij himicheskij zhurnal. 2004. Vol. XLVIII, No 2. pp. 87-93. (in Russian).

27.Rozanov V.A. Nejrotoksichnost' svinca v detskom vozraste: jepidemiologicheskie, klinicheskie i nejrohimicheskie aspekty [Neurotoxicity of lead in childhood: epidemiological, clinical and neurochemical aspects]. Ukrainskiy medychnyi chasopys. 2000. No 5. S. 9-17. (in Russian).

28.Sinjachenko O.V. (ed.) Metally pri osteoartrtoze [Metals for osteoarthritis] Doneck: Nord-Press. 2008. 404 S. (in Russian).

29.Teplaja G.A. Tjazhelye metally kak faktor zagryaznenija okruzhajushhej srede [Heavy metals as a factor of environmental pollution]. Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovaniya. 2013. No 1. S. 182-192. (in Russian).

30.Trakhtenberh I.M., Andrusyshyna I.M., Lampeka O.H., Dmytrukha N.M., Yanitskij I.I. Vikovi osoblyvosti nakopychennia svyntsiu ta marhantsiu v sertsevo-sudynnykh sistemakh [Age features accumulation of lead and manganese in the cardiovascular system]. Suchasni problemy toksykologii. 2007. No 3. S. 8-11. (in Ukrainian).

31.Trakhtenberh I.M., Apykhtina O.L., Lubianova I.P. Rol metaliv yak tekhnohennykh khimichnykh zabrudniuvachiv u patogenezi sertsevo-sudynnykh zakhvoriuvan [The role of metals as man-made chemical contaminants in the pathogenesis of cardiovascular disease]. Ukrainskiy kardiologichnyi zhurnal. 2009. No

9. S. 12-19. (in Ukrainian).

32.Trahtenberg I.M. (ed.) Ocherki vozrastnoj toksikologii [Sketches of age-related toxicologists]. Kiev: "Avicenna". 2006. 316 s. (in Russian).

33.Tsudzevykh B.O., Kalinin I.V., Petruk N.A. Antyoksydantna sistema v tkanyakh shchuriv za umov intoksykatsii vazhkykh metalamy [Antioxidant system in rat tissues under conditions of heavy metal intoxication]. Suchasni problemy toksykologii. 2012. No 2. S. 36-39. (in Ukrainian).

34.Antonio G.T., Corredor L. Biochemical changes in the kidneys after perinatal intoxication with lead and/or cadmium and their antagonistic effects when coadministered. Ecotoxicol Environ Saf. 2004. Vol. 57, № 2. P. 184-189.

35.Brown M.J., Margolis S. Lead in drinking water and human blood lead levels in the United States. MMWR Surveill Summ. 2012. Vol. 61. P. 1-9.

36.D'souza H.S., Dsouza S.A., Menezes G., Venkatesh T. Diagnosis, evaluation, and treatment of lead poisoning in general population. Indian J. Clin. Biochem. 2011. Vol. 26, № 2. P. 197-201.

37.Iqbal M.P. Lead pollution - a risk factor for cardiovascular disease in Asian developing countries. Pak. J. Pharm. Sci. 2012. Vol. 25, № 1. P. 289-294.

38.Jemal A., Graubard B.I., Devesa S.S. [et al.] The association of blood lead level and cancer mortality among whites in the United States. Environ. Health Perspect. 2002. Vol. 110, № 4. P. 325-329.

39.Kabata-Pendias A. Soil-plant transfer of trace elements - an environmental issue. Geoderma. 2004. Vol. 122. P. 143-149.

40.Kasperczyk S., Birkner E., Kasperczyk A. [et al.] Activity of superoxide dismutase and catalase in people protractedly exposed to lead compounds. Ann. Agric. Environ. Med. 2004. Vol. 11 (2). P. 291-296.

41.Kasperczyk S., Kasperczyk A., Ostalowska A. [et al.] Activity of glutathione peroxidase, glutathione reductase, and lipid peroxidation in erythrocytes in workers exposed to lead. Biol Trace Elem Res. 2004. Vol. 102 (1-3). P. 61-72.

42.Komarnicki G.J.K. Lead and cadmium in indoor air and the urban environment. Environmental Pollution. 2001. Vol. 136. P. 47-61.

43.Massadeh A.M., Al-Safi S. Analysis of cadmium and lead: their immunosuppressive effects and distribution in various organs of mice Biol. Trace Elem. Res. 2005. Vol. 108, № 1-3. P. 279-286.

44.Nam D.H., Lee D.P. Monitoring for Pb and Cd pollution using feral pigeons in rural, urban, and industrial environments of Korea. Total Environ. 2006. Vol. 357 (1-3). P. 288-295.

45.Nawrot T.S., Thijs L., Den Hond E.M. [et al.] An epidemiological re-appraisal of the association between blood pressure and blood lead: a meta-analysis. J. Hum. Hypertension. 2002. Vol. 16, № 2. P. 123-131.

46.Riva M.A., Lafranchi A., D'Orso M.I., Cesana G. Lead poisoning: historical aspects of a paradigmatic "occupational and environmental disease. Saf Health Work. 2012. Vol. 3, № 1. P. 11-16.

47.Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. Heavy metal toxicity and the environment. EXS. 2012. Vol. 101. P. 133-164.

48.Viard B., Pihan F., Promeprat S., Pihan J.C. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Gramineae and land snails. Chemosphere. 2004. Vol. 55. P. 1349-1359.

49.Zeqiri N., Zeqiri S., Skenderaj S. Blood pressure evaluation at the workers exposed to lead. Med Arh.2012.Vol.66,№ 2. P. 92-93.

Відомості про авторів:

Петринич В.В. - кандидат медичних наук, доцент кафедри анестезіології та реаніматології Вищого державного навчального закладу України "Буковинський державний медичний університет".

Власик Л.І. - доктор медичних наук, завідувач кафедри гігієни та екології Вищого державного навчального закладу України "Буковинський державний медичний

університет".

Петринич О.А. - кандидат медичних наук, доцент кафедри сімейної медицини Вищого державного навчального закладу України "Буковинський державний медичний університет".

Сведения об авторах:

Петринич В.В. - кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии Высшего государственного учебного заведения Украины "Буковинский государственный медицинский университет".

Власик Л.І. - доктор медицинских наук, заведующий кафедрой гигиены и экологии Высшего государственного учебного заведения Украины "Буковинский государственный медицинский университет".

Петринич О.А. - кандидат медицинских наук, доцент кафедры семейной медицины Высшего государственного учебного заведения Украины "Буковинский государственный медицинский университет".

Information about authors:

Petrynych V.V. - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department Anesthesiology and Intensive care of Higher state educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Vlasyk L.I. - Doctor of Medical Sciences, Chief of the department of Hygiene and ecology of Higher state educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Petrynych O.A. - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Family Medicine Department of Higher state educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Надійшла до редакції 14.05.2017

Рецензент – проф. В.Ф.Мислицький

© В.В.Петринич, Л.І.Власик, О.А.Петринич, 2017
