

## Біохімічні зміни в організмі дітей як предиктори мікросатурнізму

Е. М. Білецька<sup>ID</sup>\*A,F, Н. М. Онул<sup>ID</sup>E, О. В. Антонова<sup>ID</sup>C,D, В. І. Главацька<sup>C</sup>,  
Т. Д. Землякова<sup>ID</sup>B, Т. А. Головкова<sup>ID</sup>C, В. В. Калінічева<sup>ID</sup>B, О. В. Безуб<sup>B</sup>

Державний заклад «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті;  
F – остаточне затвердження статті

### Ключові слова:

довкілля, свинець, мідь, цинк, здоров'я дітей, біосубстрати.

Запорізький  
медичний журнал.  
2020. Т. 22, № 2(119).  
С. 200-205

\*E-mail:  
enbelitska@ukr.net

**Мета роботи** – оцінити низькодозовий вплив свинцю на мікроелементний стан і донозологічні показники здоров'я дітей дошкільного віку, які мешкають в умовах постійного його впливу.

**Матеріали та методи.** Здійснили гігієнічний моніторинг вмісту свинцю, міді та цинку в атмосферному повітрі, воді та харчах двох промислових районів м. Дніпра та «умовно чистого» району непромислового міста. Для оцінювання донозологічного стану здоров'я дитячого контингенту одночасно обстежили 46 і 57 дітей із дитячих дошкільних закладів районів спостереження віком від 5 до 6 років і 20 дітей контрольного району за аналогічною схемою.

**Результати.** Середній вміст свинцю у крові 70–100 % дітей промислових районів перевищує нормативний в 1,6–5,0 раза, контрольний – 9,5–30,0 раза. У сечі 33–66 % обстежених дітей із промислових районів і 12 % дітей із контрольного району концентрації свинцю перевищували норматив у 6,4–12,8 раза. Волосся дошкільнят містять свинець у концентраціях, які відповідають припустимому рівню, але у 2,0–3,5 раза більші, ніж у дітей контрольного району, що виявлено у 73–78 % обстежених. Концентрація свинцю в зубах дітей промислових районів за середніми значеннями у 4,6 раза перевищує нормативний рівень, що рекомендований ВООЗ, у нігтях – у 3,2 раза перевищує фонові значення. Вміст міді в усіх біосубстратах дітей визначений на рівні фізіологічного, цинку – нижчий на 49–80 %. Підвищена концентрація свинцю в біосубстратах супроводжується збільшенням активності δ-АЛК у сечі дітей промислових районів в 1,2 та 1,9 раза порівняно з рекомендованою нормою; це спостерігали у 51–89 % обстежених.

**Висновки.** Виявлені біохімічні порушення в організмі дітей свідчать про початок розвитку мікросатурнізму, що на тлі порушень мікроелементного статусу є обґрунтуванням пошуку ефективних засобів зниження «свинцевого пресингу» на здоров'я дитячого населення.

### Key words:

environment, lead, copper, zinc, children's health, biosubstrates.

Zaporozhye  
medical journal  
2020; 22 (2), 200-205

### Biochemical changes in the organism of children as predictors of microsaturnism

E. M. Biletska, N. M. Onul, O. V. Antonova, V. I. Hlavatska, T. D. Zemliakova, T. A. Holovkova, V. V. Kalinicheva, O. V. Bezub

**Purpose** – to evaluate the low-dose effect of lead on the microelement state and the pre-nosological indicators of the health in preschool children living in conditions of its permanent impact.

**Materials and methods.** Hygienic monitoring of lead, copper, and zinc in air, water, and foodstuffs was carried out in two industrial districts of Dnipro city and a “conditionally clean” district of a non-industrial city. To assess the prenosological state of health in the child contingent, 46 and 57 children from pre-school institutions in the observation areas city, aged 5 to 6 years and 20 children from the control area were examined in a similar way.

**Results.** The average blood lead content in 70–100 % of children in industrial areas is 1.6–5 times higher than the normative and 9.5–30 times the control. In 33–66 % of the children examined in the industrial areas and 12 % of the controls, the urine lead concentration is 6.4–12.8 times higher than the standard. Hair lead concentration in preschoolers corresponds to the permissible level, but is 2–3.5 times higher than in the children from the control region, which was found in 73–78 % of the examined. Tooth lead concentration in the children from industrial areas is 4.6 times higher than the standard level recommended by WHO, and in the nail is 3.2 times the background values. The copper content in all biosubstrates of children is determined at the physiological level, and zinc – lower by 49–80 %. The elevated lead content in biosubstrates is accompanied by 1.2 and 1.9 times increase in urinary δ-ALA activity in the children from industrial areas as compared with the recommended norm, which was observed in 51–89 % of the children examined.

**Conclusions.** The biochemical abnormalities identified in the body of children indicate the beginning of microsaturnism development, which in case of microelemental status violations, is the rationale for finding effective means of reducing the «lead pressure» on the child population health.

### Ключевые слова:

окружающая среда, свинец, медь, цинк, здоровье детей, биосубстраты.

Запорожский  
медицинский журнал.  
2020. Т. 22, № 2(119).  
С. 200-205

### Биохимические изменения в организме детей как предикторы микросатурнизма

Э. Н. Белецкая, Н. М. Онул, Е. В. Антонова, В. И. Главацкая, Т. Д. Землякова, Т. А. Головкова, В. В. Калиничева, О. В. Безуб

**Цель работы** – оценить низкодозовое влияние свинца на микроэлементное состояние и донозологические показатели здоровья детей дошкольного возраста, проживающих в условиях постоянного его воздействия.

**Материалы и методы.** Проведен гигиенический мониторинг содержания свинца, меди и цинка в атмосферном воздухе, воде и продуктах питания двух промышленных районов г. Днепра и «условно чистого» района непромышленного города. Для оценки донозологического состояния здоровья детского контингента одновременно обследованы 46 и 57 детей из детских дошкольных учреждений районов наблюдения в возрасте от 5 до 6 лет и 20 детей контрольного района по аналогичной схеме.

**Результаты.** Среднее содержание свинца в крови 70–100 % детей промышленных районов превышает нормативный в 1,6–5,0 раза, контрольный – в 9,5–30,0 раза. В моче 33–66 % обследованных детей промышленных районов и 12 % детей контрольного района концентрации свинца выше норматива в 6,4–12,8 раза. Волосы дошкольников содержат свинец в концентрациях, которые соответствуют допустимому уровню, но в 2,0–3,5 раза выше, чем у детей контрольного района – у 73–78 % обследованных. Концентрация свинца в зубах детей промышленных районов по средним значениям в 4,6 раза выше нормативного уровня, рекомендованного ВОЗ, в ногтях – в 3,2 раза превышает фоновые значения. Содержание меди во всех биосубстратах детей установлено на уровне физиологического, цинка – ниже на 49–80 %. Повышенное содержание свинца в биосубстратах сопровождается увеличением активности  $\delta$ -АЛК в моче у детей промышленных районов в 1,2 и 1,9 раза по сравнению с рекомендуемой нормой; это наблюдали у 51–89 % обследованных.

**Выводы.** Установленные биохимические нарушения в организме детей свидетельствуют о начале развития микросатурнизма, что на фоне нарушений микроэлементного статуса является обоснованием поиска эффективных средств снижения «свинцового прессинга» на здоровье детского населения.

Постійне посилення техногенного впливу на здоров'я людей є, на жаль, невіддільною складовою промислово розвинутих територій [1,2]. Поряд з тим дефіцит життєво важливих елементів в об'єктах довкілля спричиняє погіршення здоров'я населення. До найпоширеніших хімічних токсикантів довкілля належать свинець, який ВООЗ класифікує у перелік пріоритетних забруднювачів – так звану «чорну дюжину» [3,4]. Враховуючи, що свинець здатний накопичуватися та знаходитися в організмі доволі тривалий час, він є особливо небезпечним для дитячого організму [5]. Актуальним питанням сьогодення також є виявлення регіональних особливостей мікроелементного статусу дітей, які проживають в умовах постійного забруднення довкілля важкими металами (ВМ), як-от свинцем, встановлення ступеня його впливу на організм для розроблення рекомендацій з профілактики екологізалежних станів у дітей. Важливо відзначити: пролонговане надходження цього токсиканта в організм здебільшого відбувається в концентраціях, що не перевищують гігієнічні нормативи. Але високі кумулятивні властивості, активне включення у процеси метаболізму та доволі тривалий період елімінації зумовлюють перманентне збільшення його вмісту в організмі. Тому одним із перспективних напрямів у цьому аспекті є вивчення біологічних середовищ організму людини, які завдяки збільшенню чутливості та селективності хімічного аналізу можуть бути надійними й інформативними біоіндикаторами, що точніше показують зміни стану здоров'я людини.

## Мета роботи

Оцінити низькодозовий вплив свинцю на мікроелементний стан і донозологічні показники здоров'я дітей дошкільного віку, які мешкають в умовах постійного його впливу.

## Матеріали і методи дослідження

Здійснили гігієнічний моніторинг і порівняльний аналіз вмісту свинцю, міді та цинку в різних життєзабезпечувальних об'єктах довкілля: атмосферному повітрі, воді та харчах двох промислових районів м. Дніпра та «умовно чистого» району непромислового міста, котрий обрали як контрольний, протягом 15 років.

Для оцінювання донозологічного стану здоров'я дитячого контингенту одночасно обстежили 46 дітей одного з дитячих дошкільних закладів (ДДЗ) м. Дніпра першого промислового району та 57 дітей ДДЗ другого;

вік дітей – від 5 до 6 років. Для порівняння показників стану здоров'я дітей промислово забруднених районів обстежили 20 дітей контрольного району за аналогічною схемою.

Вибір дитячого контингенту зумовлений значною напруженістю метаболічних процесів внаслідок інтенсивного росту та розвитку у поєднанні з незрілістю систем регуляції, що є причиною чутливості до дії хімічних факторів довкілля. У поєднанні з вірогідним дефіцитом надходження есенціальних елементів в організм дитини в цей важливий віковий період це спричиняє зниження його опірності та здатності до адаптації до довкілля.

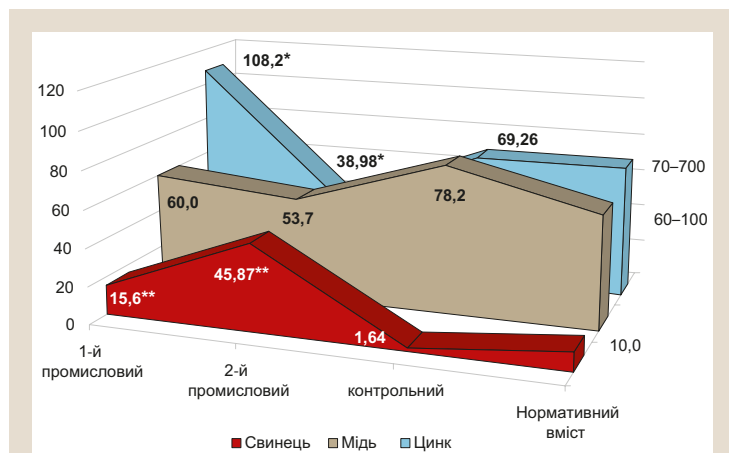
Враховуючи, що найбільш інформативними маркерами впливу хімічних елементів в еколого-гігієнічних дослідженнях і ранній клінічній діагностиці мікроелементозів є ті тканини та органи, що здатні депонувати та накопичувати ці елементи, у дітей визначили вміст свинцю, міді та цинку в індикаторних біосередовищах: венозній крові, сечі, волоссі, молочних зубах, нігтях. Вибір цих біосередовищ пов'язаний із тим, що мікроелементний склад крові та сечі першими реагують на збільшення вмісту хімічних елементів [6], а нігті, молочні зуби та волосся є інформативним матеріалом тривалого надходження ВМ через особливий механізм дії мікроелементів: вони чітко фіксують склад і співвідношення речовин, що потрапили в них у процесі росту [7].

Дослідження виконали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на атомно-абсорбційному спектрофотометрі (AAS-1N) у пропан-бутан-повітряній суміші та мас-спектрометрії з індуктивно пов'язаною плазмою за чинними методиками [8,9]. Для вивчення впливу свинцю на організм дітей дослідили біохімічний маркер його постійної експозиції – вміст дельта-амінолевулінової кислоти у сечі ( $\delta$ -АЛК). Концентрація  $\delta$ -АЛК у сечі підвищується пропорційно збільшенню свинцю у крові, що пояснюється його здатністю блокувати SH-групи ферментів порфіринового обміну, а тому цей фермент визначено як ранній і специфічний показник мікросатурнізму. Активність  $\delta$ -АЛК у сечі визначали біохімічним методом [10]. Аналіз результатів виконали, порівнюючи з чинними фізіологічними нормами [8].

Статистична обробка результатів дослідження передбачала розрахунок первинних статистичних показників; виявлення відмінностей між групами за статистичними ознаками; встановлення взаємозв'язку між змінними за допомогою пакетів ліцензійних програм статистичного аналізу Statistica v.6.1 (StatsoftInc., США, ліцензійний номер AJAR909E415822FA), Microsoft Excel.

**Таблиця 1.** Вміст важких металів в атмосферному повітрі районів спостереження за 15 років

У середньому за 15 років, мін/макс	Концентрація важких металів, мкг/м <sup>3</sup>		
	свинець	мідь	цинк
Перший промисловий район	0,025 ± 0,006 0,00/0,24	0,410 ± 0,048 0,02/18,38	0,33 ± 0,08 0,0/2,3
Другий промисловий район	0,035 ± 0,029 0,000/0,049	3,56 ± 0,80 1,06/7,83	0,33 ± 0,08 0,10/0,58
Контрольний район	0,0040 ± 0,0008 0,000/0,002	0,0020 ± 0,0006 0,000/0,003	0,005 ± 0,003 0,000/0,005
Гранично припустима концентрація	0,3	2,0	50,0



**Рис. 1.** Концентрації важких металів у крові дітей промислових і контрольного районів.

\*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,001$  – ступінь вірогідно щодо контрольного району.

При визначенні зв'язку між ознаками, які вивчали, використовували коефіцієнти кореляції Пірсона та Спірмена. Кореляції вважали статистично значущими при  $p < 0,05$  [11].

## Результати

Під час гігієнічного моніторингу свинцю, міді та цинку встановили: в атмосферному повітрі сельбищних зон районів спостереження промислового міста метали визначені у концентраціях, які не перевищують гранично припустимі за середньорічними значеннями, окрім міді, для якої виявили перевищення концентрації у 4,3 раза (табл. 1). Результати дослідження вмісту свинцю у повітрі дослідних районів порівняно з контрольним свідчать про статистично вірогідне перевищення як максимальних, так і середньомісячних його концентрацій ( $p < 0,001$ ).

Порівнюючи наші результати із середньостатистичними даними інших промислових міст, визначили: вміст міді та цинку в атмосфері районів спостереження у 1,5–2,0 раза перевищує відповідні показники на незабруднених територіях [12].

У водопровідній воді районів спостереження свинець, мідь і цинк зареєстровані в концентраціях, які за середньорічними значеннями не вищі ніж відповідні гранично припустимі концентрації (ГПК). В окремі періоди у воді промислових районів вміст свинцю визначений на рівні ГДК. Разом з тим, концентрації цих металів перевищують дані фахової літератури щодо питної води

поверхневих водозаборів техногенно незабруднених територій у 16,0, 1,5 і 3,0 раза відповідно [13].

Результати аналізу вмісту ВМ у регіональних харчових продуктах свідчать, що свинець визначають постійно, але в концентраціях, що не перевищують ГПК, за винятком групи харчових жирів (у 2,5 раза). Виявили вірогідне ( $p < 0,05$ ) перевищення середньорічних концентрацій свинцю в місцевих харчах у промислових районах порівняно з контрольним. Результати визначення вмісту свинцю в харчових продуктах збігаються з аналогічними даними інших авторів для промислових районів [14]. Мікроелементний склад харчів не відповідає біологічному значенню. Так, якщо концентрації міді – на нижніх рівнях біологічних значень, то вміст цинку до 5 разів нижчий, ніж біологічна норма [15]. На відміну від результатів дослідження свинцю у продуктах у контрольному районі, встановлена зворотна закономірність вмісту міді: підвищений вміст у жирах – у 1,7 раза, цинку – м'яси, 1,2–2,0 раза – молоці відповідно порівняно з продуктами промислових районів.

Відомо, що з позицій токсикокінетичних закономірностей біомоніторинг абиотичних металів у різних біосубстратах має різну інформативність залежно від часу надходження цих речовин в організм. Так, якщо кров є показником недавнього надходження, то сеча – тривалого. Це зумовлено здебільшого ренальним шляхом виведення ВМ з організму, наприклад 75 % свинцю виводиться саме так [1]. Аналізуючи результати, відзначили підвищений вміст свинцю в біосубстратах обстежених дітей промислових районів. Ці дані підтверджують систематичність надходження свинцю з різних об'єктів довкілля, що різними шляхами формує його комплексний вплив на організм дитини та може спричинити появу симптомів сатурнізму. Так, референсний вміст свинцю у крові обстежених дітей, мешканців першого промислового району, у 1,6 раза, другого – майже вп'ятеро вищий, ніж нормативний ( $p < 0,001$ ) (рис. 1). У крові дітей контрольного району свинець визначили в середній концентрації, що відповідає межах фізіологічних коливань і фоновим значенням у дітей незабруднених територій. Середній вміст міді у крові – на рівні фізіологічного в дітей усіх районів спостереження. Але концентрація цинку нижче, ніж нормальний рівень на 7–49 % ( $p < 0,001$ ). Це особливо небезпечно на тлі підвищеного вмісту свинцю в організмі, оскільки може призвести до формування цинк-дефіцитних станів у дітей [16].

У попередніх дослідженнях [5,12] встановили, що ВМ мають різну інтенсивність ренальної елімінації з організму залежно від ступеня есенціальності. Ці дані свідчать про наявність в організмі диференційованої елімінації різних за біологічним значенням ВМ та є одним із проявів загальнобіологічних законів адаптації в умовах техногенного впливу. Зважаючи на це, проаналізували результати вмісту свинцю в сечі обстежених дітей як промислових, так і контрольного районів. Виявили: цей метал наявний у концентраціях, що перевищують нормативні [13,17] у 6,4, 11,2, 2,8 раза ( $p < 0,001$ ) відповідно. Отже, можна говорити про металоносійство або початкову стадію інтоксикації організму (табл. 2).

Ці дані характерні для 33–66 % дошкільнят промислових районів і 12 % контрольного району. Те, що

**Таблиця 2.** Концентрації важких металів у сечі дітей промислових і контрольного районів

Концентрація важких металів, мкг/мл	Райони спостереження			Нормативний вміст
	Перший промисловий	Другий промисловий	Контрольний	
Свинець	0,280 ± 0,003*	0,320 ± 0,031**	0,160 ± 0,025	0,310 ± 0,042 0,001–0,025
Мідь	0,003 ± 0,003	0,040 ± 0,006	0,030 ± 0,005	0,026 ± 0,028
Цинк	0,500 ± 0,035	0,490 ± 0,067	0,530 ± 0,745	0,450 ± 0,066

\*:  $p < 0,05$ , \*\*:  $p < 0,001$  – ступінь вірогідності щодо контрольного району.

**Таблиця 3.** Концентрації важких металів у волоссі дітей промислових і контрольного районів

Концентрація важких металів, мкг/г	Райони спостереження			Нормативний вміст
	Перший промисловий	Другий промисловий	Контрольний	
Свинець	8,60 ± 0,94	7,80 ± 0,53	5,80 ± 0,91	4,33 ± 0,80
Мідь	10,00 ± 1,46	3,30 ± 0,48	4,20 ± 1,15	6,96 ± 0,66
Цинк	53,40 ± 4,15*	109,40 ± 7,13	119,60 ± 14,19	130,38 ± 9,50

\*:  $p < 0,001$  – ступінь вірогідності щодо контрольного району.

вміст свинцю в сечі дітей умовно чистого району також перевищує норму, може свідчити про тривале надходження малих концентрацій цього ксенобіотику з об'єктів довкілля. Щодо міді та цинку, то їхні середні концентрації в дітей різних районів – на рівні, який перевищує межі фізіологічних коливань. Це підтверджує припущення про антагоністичну взаємодію цих мікроелементів зі свинцем.

Волосся обстежених дошкільнят промислових районів містить свинець у концентраціях, які у 2,0–3,5 раза більші, ніж у дітей контрольного району, але перебувають на рівні ліміту – 8–9 мкг/г, який рекомендують І. М. Трахтенберг та ін. (табл. 3) [18,19].

Слід відзначити, що в 73–78 % обстежених дітей промислових районів вміст свинцю у волоссі вищий за наведений норматив. Середній вміст цинку у волоссі дітей другого промислового району становить 80 % від фізіологічної величини, у волоссі дітей першого району концентрація цинку ще нижча і становить тільки 40 %. Вміст міді в першому районі відповідає нормі, у другому – 48 % від норми. Дефіцит мікроелементів в організмі дітей вірогідно пов'язаний з їхнім дефіцитом у харчуванні дітей, що є незбалансованим, а також з метаболічними порушеннями в організмі, що зумовлено біологічним антагонізмом цих життєво важливих елементів зі свинцем [16,18].

Дослідження показали, що вміст свинцю в нігтях дітей промислового району у 3,2 раза перевищує нормативні значення. Вміст міді відповідає, а концентрація цинку суттєво нижча, ніж фізіологічні величини і відомості фахової літератури (Cu – 11–53 мкг/г, Zn – 100 мкг/г) [17].

Вміст свинцю в молочних зубах, як маркер тривалого надходження цього токсиканта в організм дітей, у промислових районах перевищує рекомендовану ВООЗ фізіологічну норму у 4,6 раза, в дітей контрольного – на її рівні [4]. Високий вміст свинцю визначили в молочних зубах усіх обстежених дітей промислових районів.

Збільшення концентрацій свинцю в біосубстратах обстежених дітей закономірно супроводжується підвищенням активності δ-амінолевулінової кислоти в сечі як біохімічного маркера для цього токсиканту. Її рівень вищий за рекомендовану норму (1,6 мкг/г креатиніну) для дітей промислових районів у 1,2 та 1,9 раза. Від-

значимо, що підвищення концентрації δ-АЛК виявили в 51 % обстежених дітей першого промислового району та 89 % другого та свідчить про напруження порфіринового обміну в їх організмі у зв'язку з впливом свинцю. Для дітей контрольного району ця величина вірогідно нижча. Рівень δ-АЛК у сечі не перевищує норму в усіх обстежених.

## Обговорення

Отже, в умовах промислових районів міста визначають систематичне та комплексне надходження в організм дитини такого пріоритетного регіонального забруднювача, як свинець. Викликає занепокоєння факт зменшення надходження з харчовими продуктами особливо важливих для росту й розвитку дітей мікроелементів – міді та цинку. Разом із властивим цим речовинам біологічним антагонізмом зі свинцем, це загалом потенціює його несприятливий вплив на стан здоров'я дітей, що може призвести до свинець-асоційованих змін.

Незважаючи на відносно низькі зовнішні концентрації ВМ в об'єктах довкілля, в організмі дітей промислових районів такий абіотичний метал, як свинець, визначили в підвищених концентраціях. Це можна пояснити тривалим, постійним і комплексним його надходженням в організм дитини з повітрям, водою, їжею, що й формує чимале внутрішнє забруднення.

Порівняльний аналіз результатів біомоніторингу підтвердив припущення про більше техногенне навантаження дитячого організму в умовах промислових районів міста.

## Висновки

1. На підставі багаторічних спостережень виконали гігієнічне оцінювання особливостей міграції свинцю та окремих металів у системі «джерело забруднення – навколишнє середовище – організм дитини».

2. Встановили статистично вірогідне ( $p < 0,001$ ) перевищення вмісту свинцю в біосубстратах дітей промислових районів порівняно з дітьми контрольного району: від 15,6 мкг/дл до 45,9 мкг/дл у крові, від 0,16 мкг/мл до 0,32 мкг/мл у сечі, від 5 мкг/г до 23,23



мкг/г у молочних зубах. Це у 5–7 разів перевищує чинні нормативи та виявлено у 50–100 % обстежених дітей, що доводить техногенність походження свинцю.

3. Дефіцит есенціальних мікроелементів, як-от мідь і цинк, посилює негативний вплив свинцю на організм однієї з найчутливіших верств населення – дітей.

4. Результати визначення взаємозв'язку особливостей накопичення макро- та мікроелементів у біосубстратах дітей та екологічним станом довкілля в місці проживання цих дітей істотно розширюють можливості управління здоров'ям населення шляхом корегування мікроелементного дисбалансу.

**Перспективи подальших досліджень.** Результати досліджень дали змогу науково обґрунтувати необхідність наступних досліджень із розроблення та впровадження ефективних заходів профілактики негативного впливу свинцю на дітей промислово забруднених територій для збільшення адаптаційно-компенсаторних резервів організму, прискорення реабілітації та зміцнення здоров'я дитячого населення.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 21.05.2019

Після доопрацювання / Revised: 15.07.2019

Прийнято до друку / Accepted: 01.08.2019

## Відомості про авторів:

Білецька Е. М., д-р мед. наук, професор, зав. каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: 0000-0002-0256-2002

Онул Н. М., д-р мед. наук, професор каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: 0000-0002-4968-3469

Антонова О. В., канд. мед. наук, доцент каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: 0000-0002-5681-288X

Главацька В. І., канд. мед. наук, викладач каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

Землякова Т. Д., канд. мед. наук, доцент каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: 0000-0002-0202-5477

Головкова Т. А., канд. мед. наук, доцент каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: 0000-0002-0379-3398

Калінічева В. В., канд. мед. наук, викладач каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: 0000-0001-6545-1775

Безуб О. В., викладач каф. загальної гігієни, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

## Information about authors:

Biletska E. M., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Onul N. M., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Antonova O. V., MD, PhD, Associate Professor of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy

of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Hlavatska V. I., MD, PhD, Teacher of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Zemliakova T. D., MD, PhD, Associate Professor of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Holovkova T. A., MD, PhD, Associate Professor of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Kalinicheva V. V., MD, PhD, Teacher of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

Bezub O. V., Teacher of the Department of General Hygiene, SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», Dnipro.

## Сведения об авторах:

Белецкая Э. Н., д-р мед. наук, профессор, зав. каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Онул Н. М., д-р мед. наук, профессор каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Антонова Е. В., канд. мед. наук, доцент каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Главацкая В. И., канд. мед. наук, преподаватель каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Землякова Т. Д., канд. мед. наук, доцент каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Головкова Т. А., канд. мед. наук, доцент каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Калиничева В. В., канд. мед. наук, преподаватель каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Безуб О. В., преподаватель каф. общей гигиены, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

## Список литературы

- [1] Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals / M. Jaishankar et al. *Interdisciplinary Toxicology*. 2014. Vol. 7. Issue 2. P. 60-72. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- [2] Детерминированные экологические факторы риска для здоровья населения моногородов / В. М. Боев, М. В. Боев, Л. М. Тулина, А. А. Неплохов. *Анализ риска здоровью*. 2013. № 2 С. 39-44.
- [3] Кундиев Ю. И., Трахтенберг И. М. Химическая безопасность в Украине. Киев: ВД «Авіцена», 2007. 71 с.
- [4] Агаджанян Н. А., Скальный А. В., Детков В. Ю. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации. *Экология человека*. 2013. № 11. С. 3-12.
- [5] Antonova O. V., Zemlyakova T. D. Biomonitoring of lead in children organism as marker of its technogenic intake. *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2016. № 2. С. 63-66.
- [6] Кушнарева М. В., Юрьева Э. А., Кешишян Е. С. Содержание химических элементов в моче у здоровых новорожденных и детей с перинатальной патологией. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2015. Т. 60. № 2. С. 37-41.
- [7] Kupraszewicz E., Brzóška M. M. Excessive ethanol consumption under exposure to lead intensifies disorders in bone metabolism: A study in a rat model. *Chemico-Biological Interactions*. 2013. Vol. 203. Issue 2. P. 486-501. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2013.01.002>
- [8] Спектральные методы оценки содержания макро- и микроэлементов в биологических средах человека в норме / И. Н. Андрусишина и др. *Микроэлементы в медицине* : сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. Оренбург. 2011. Т. 12. № 3-4. С. 35-42. URL : [http://journal.micrelements.ru/trace\\_elements\\_in\\_medicine/2011\\_3-4/2011\\_35-42.pdf](http://journal.micrelements.ru/trace_elements_in_medicine/2011_3-4/2011_35-42.pdf)
- [9] Атомно-абсорбційні методи визначення макро- та мікроелементів у біологічних середовищах при порушенні їх обміну в організмі людини : метод. рек. / уклад. : В. Ф. Демченко та ін. Київ : Авіцена, 2010. 59 с.
- [10] Москвяк Н. В. Мониторинг stanu здоров'я школярів молодших класів

- м. Львова. *Довкілля та здоров'я*. 2015. № 3. С. 64-67.
- [11] Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. 2-е изд. Киев : Мединформ, 2017. 578 с.
- [12] Biletska E. M., Onul N. M., Antonova O. V. Contamination of industrial city atmospheric air as an actual ecological and hygienic problem. *Nauka i studia*. 2014. № 8. P. 35-42. <http://repo.dma.dp.ua/1550/1/Biletska%20E.M%20et%20al.pdf>
- [13] Стусь В. П., Білецька Е. М., Головкова Т. А. Характеристика ренальної елімінації важких металів у мешканців індустріально розвиненого регіону. *Медицинські перспективи*. 2010. Т. 15 № 4. С. 97-106. [http://medpers.dsma.dp.ua/issues/2010/N4/MedPers\\_2010\\_4.pdf](http://medpers.dsma.dp.ua/issues/2010/N4/MedPers_2010_4.pdf)
- [14] Сульдина Т. И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм. *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*. 2016. № 1. С. 136-140.
- [15] Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов : утв. МЗ СССР № 5061-89 от 01.08.89. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v5061400-89?lang=ru>
- [16] Differential association of lead on length by zinc status in two-year old Mexican children / A. Cantoral et al. *Environmental Health*. 2015. Vol. 14. P. 95. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0086-8>
- [17] Результати біомоніторингу мікроелементів у дітей горнорудного регіону Башкортостану / Ю. С. Рафікова і др. *Гігієна і санітарія*. 2018. Т. 97. № 3. С. 245-250. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-3-245-250>
- [18] Купчик О. Ю. Визначення деяких важких металів у волоссі людини методом інверсійної вольтамперометрії. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія : Хімія*. 2014. Вип. 18. С. 51-54.
- [19] Трахтенберг І. М., Левицький Є. Л. Генотоксична дія потенційно небезпечних хімічних сполук. *Вісник НАН України*. 2016. № 7. С. 27-42. <https://doi.org/10.15407/vsn2016.07.027>
- [12] Biletska, E. M., Onul, N. M., & Antonova, O. V. (2014). Contamination of industrial city atmospheric air as an actual ecological and hygienic problem. *Nauka i studia*, (8), 35-42. <http://repo.dma.dp.ua/1550/1/Biletska%20E.M%20et%20al.pdf>
- [13] Stus, V. P., Biletska, E. M., & Holovkova, T. A. (2010). Kharakterystyka renalnoi eliminatsii vazhkykh metaliv u meshkansiv industrialno rozvynenoho rehionu [Characteristics of renal elimination of heavy metals in the inhabitants of the industrialized region]. *Medychni perspektyvy*, 15(4), 97-106. [http://medpers.dsma.dp.ua/issues/2010/N4/MedPers\\_2010\\_4.pdf](http://medpers.dsma.dp.ua/issues/2010/N4/MedPers_2010_4.pdf) [in Ukrainian].
- [14] Suldina, T. I. (2016). Soderzhanie tyazhelykh metallov v produktakh pitaniya i ikh vliyanie na organizm [The content of heavy metals in food and their effects on the body]. *Ratsional'noe pitanie, pishchevye dobavki i biostimulyatory*, (1), 136-140. [in Russian].
- [15] (1989). *Mediko-biologicheskie trebovaniya i sanitarnye normy kachestva prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov: utv. MZ SSSR of 01.08.89 № 5061-89 [Biomedical requirements and sanitary standards of quality of food raw materials and foodstuffs. Approved by Order of the Ministry of Health of USSR from August 01, 1989 № 5061-89]*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v5061400-89?lang=ru> [in Russian].
- [16] Cantoral, A., Téllez-Rojo, M. M., Levy, T. S., Hernández-Ávila, M., Schnaas, L., Hu, H., Peterson, K. E., & Ettinger, A. S. (2015). Differential association of lead on length by zinc status in two-year old Mexican children. *Environmental Health*, 14, 95. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0086-8>
- [17] Rafikova, Yu. S., Semenova, I. N., Suyundukov, Ya. T., Biktimero-va, G. Ya., & Rafikov, S. Sh. (2018). Rezul'taty biomonitoringa mikroelementov u detei gomorudnogo regiona Bashkortostana [Results of biomonitoring for trace elements in children of the mining region of Bashkortostan]. *Gigiena i sanitariya*, 97(3), 245-250. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-3-245-250> [in Russian].
- [18] Kupchik, O. Yu. (2014). Vyznachennia deiakykh vazhkykh metaliv u volossi liudyny metodom inversiinoi voltamperometrii [Determination of Some Heavy Metals in Human Hair by Stripping Voltamperometry]. *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Seriya: Khimiia*, 18, 51-54. [in Ukrainian].
- [19] Trahtenberg, I. M., & Levytsky, E. L. (2016). Henotoksychna diia potentsiino nebezpechnykh khimichnykh spolk [Genotoxic effects of potentially hazardous chemical compounds]. *Visnyk NAN Ukrainy*, (7), 27-42. <https://doi.org/10.15407/vsn2016.07.027> [in Ukrainian].

## References

- [1] Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. V., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60-72. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- [2] Boev, V. M., Boev, M. V., Tulina, L. M., & Neplokhov, A. A. (2013). Determinirovannye ekologicheskie faktory riska dlya zdorov'ya naseleniya monogorodov [Determined ecological human health risk factors in single factory towns]. *Analiz riska zdorov'yu*, (2), 39-44. [in Russian].
- [3] Kundiev, Yu. I., & Trakhtenberg, I. M. (2007). *Khimicheskaya bezopasnost' v Ukraine [Chemical safety in Ukraine]*. Avitsena. [in Russian].
- [4] Agadzhanian, N. A., Skalny, A. V., & Detkov, V. Yu. (2013). Elementnyi portret cheloveka: zaboлеваemost', demografiya i problema upravleniya zdorov'em natsii [Human elemental portrait: morbidity, demography and problem of nation health management]. *Ekologiya cheloveka*, (11), 3-12. [in Russian].
- [5] Antonova, O. V., & Zemlyakova, T. D. (2016). Biomonitoring of lead in children organism as marker of its technogenic intake. *Aktualni problemy transportnoi medytyny*, (2), 63-66.
- [6] Kushnareva, M. V., Yuryeva, E. A., & Keshishyan, E. S. (2015). Soderzhanie khimicheskikh elementov v moche u zdorovykh novorozhdenykh i detei s perinatal'noi patologiei [The content of chemical elements in the urine of neonatal infants in health and perinatal diseases]. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii*, 60(2), 37-41. [in Russian].
- [7] Kupraszewicz, E., & Brzóska, M. M. (2013). Excessive ethanol consumption under exposure to lead intensifies disorders in bone metabolism: A study in a rat model. *Chemico-Biological Interactions*, 203(2), 486-501. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2013.01.002>
- [8] Andrusishina, I. N., Lampeka, E. G., Golub I. A., Straub, O. V., & Ermakova, O. V. (2011, November 15-17). *Spektral'nye metody otsenki soderzhaniya makro- i mikroelementov v biologicheskikh sredakh cheloveka v norme* [Spectral methods for the detection of macro- and trace elements in human biological samples in normal] [Conference session]. *Mikroelementy v meditsine*, 12(3-4), 5-42. Orenburg. [http://journal.microelements.ru/trace\\_elements\\_in\\_medicine/2011\\_3-4/2011\\_35-42.pdf](http://journal.microelements.ru/trace_elements_in_medicine/2011_3-4/2011_35-42.pdf) [in Russian].
- [9] Demchenko, V. F., Andrusyshyna, I. M., Lampeka, O. H., & Holub, I. O. (2010). *Atomno-absorbtsiini metody vyznachennia makro- ta mikroelementiv u biolohichnykh seredovyschakh pry porushenni yikh obminu v orhanizmi liudyny [Atomic-absorption methods for determining macro- and microelements in biological media in violation of their metabolism in the human body]*. Avitsena. [in Ukrainian].
- [10] Moskviak, N. V. (2015). Monitoryng stanu zdorovia shkolariv molodshykh klasiv m. Lvova [Monitoring of junior schoolchildren health state in the city of Lviv]. *Environment & health*, (3), 64-67. [in Ukrainian].
- [11] Antomono, M. Yu. (2017). *Matematicheskaya obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh [Mathematical processing and analysis*