

HEAVY METALS CONTENT IN THE KIDNEYS OF PEOPLE, RESIDENTS OF DNIROPETROVSK REGION

Stus V.P.

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У НИРКАХ МЕШКАНЦІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ



СТУСЬ В.П.

Дніпропетровська державна
медична академія

УДК

616.61:669.018.674(477.63)

Інші екологічні ситуації в Україні, яка формувалася протягом тривалого часу і позначається нехтуванням об'єктивними законами розвитку та відтворення природно-ресурсного комплексу, можна охарактеризувати як несприятливу. Рівень забруднення навколишнього середовища в Україні у 6,5 разів вищий, ніж у США, у 3,2 разів — ніж у країнах, що входять до Європейського економічного союзу [12]. Дніпропетровський регіон — один з найбільш техногенно забруднених регіонів України.

До найнебезпечніших компонентів, що забруднюють навколишнє середовище, належать сполуки важких металів. Найбільше цих токсикантів викидається на територіях індустріально урбанізованих агломерацій. До цієї групи важких металів, пріоритетних для спостереження, контролю і регулювання належать ртуть, свинець, кадмій, хром, манган, нікель, кобальт, ванадій, мідь, залізо,

цинк, сурма, а також металоїди арсен і селен [1].

Метали з перемінною валентністю (Cu, Co, Ni, V, Cr, Mn, Fe) разом з Zn присутні у складі простетичних груп ферментів і деяких білків. У складі комплексів з біомолекулами вони беруть участь у переносі кисню, алкільних груп і у багатьох інших життєво важливих процесах і реакціях. Проте індивідуальна потреба організмів у важких металах дуже мала, а надходження із зовнішнього середовища надлишкових кількостей цих елементів призводить до різного роду токсичних ефектів. Особливо небезпечними є метали, що не входять до складу біомолекул, тобто ксенобіотики (ртуть, кадмій і свинець). Усі вони утворюють особливо міцні сполуки з кінцевими тіогрупами білків, і тому їх називають тіоловими отрутами [7].

Хімічні агенти, що надходять до організму людини з повітрям, водою, їжею, впливають на різні системи організму. Проте основним органом ураження

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧКАХ ЖИТЕЛЕЙ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Стусь В.П.

Проведено изучение содержания тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd, Zn, Mn, Co, Fe, Ni) в корковом веществе почек 10 лиц г. Желтые Воды, 4 лиц Царичанского района и 6 детей Днепропетровской области, умерших по разным причинам. Средний возраст лиц г. Желтые Воды составлял $54,7 \pm 19,77$ лет, в том числе мужчин — $47,43 \pm 19,18$ лет, женщин — $53,99 \pm 19,97$ лет. Средний возраст лиц, постоянных жителей Царичанского района составлял $49,25 \pm 3,30$ лет. В качестве контроля использовали почки, полученные при патолого-анатомических вскрытиях детей возрастом от 1 до 25 суток. Определение Co, Mn, Ni, Fe проводилось методом атомной абсорбции на спектрофотометре ААС М1. Определение Cu, Pb, Cd, Zn проводилось методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА) на анализаторе вольтамперометрическом АВА. Средний уровень содержания Cu, Co, Fe оказался большим у детей по сравнению со взрослыми, а среднее содержание Pb, Cd, Mn — большим у взрослых Царичанского района и г. Желтые Воды. Содержание Zn оказалось самым низким у жителей Царичанского района. Достоверное различие было выявлено по содержанию Cd в парах дети-Царичанка и дети-Желтые Воды. Несмотря на небольшой объем выборки четко прослеживается достоверное возрастание уровня Cd у взрослых жителей области обеих групп по сравнению с детьми. Также достоверное различие выявлено по содержанию Co между детьми и жителями г. Желтые Воды, по содержанию Mn и Ni — между детьми и жителями Царичанского района. С помощью методов непараметрической ANOVA и медианного теста выявлены достоверные расхождения между всеми тремя группами по Cu, Cd, Fe, Ni. В результате проведенного исследования выявлены особенности накопления тяжелых металлов в почках жителей интенсивного промышленного региона Днепропетровской области, указывающие на накопление ксенобиотиков (Cd, Pb).

© Стусь В.П. СТАТТЯ, 2009

виявляються нирки, тобто орган, що виводить екотоксини. При цьому виведенні речовини, що проходять шлях від клубочкового капіляра до дистального каналця, на кожному етапі можуть проявити пошкоджуючу дію. Додатковий вплив на тубулоінтерстиціальну тканину нирки може відбутися шляхом контакту з ксенобіотиком із судинної системи, що обплітає каналці [5, 16]. Останніми десятиліттями, коли посилюлися несприятливі впливи зовнішнього середовища на організм людини, привернуло увагу почастищення патології органів сечової системи у популяції [6]. Доведено, що патологія нирок, насамперед сечовидільної системи, може служити "індикатором" шкідливих впливів аномальних концентрацій важких металів на організм [13].

Наші попередні дослідження виявили значне накопичення важких металів і у ґрунті, і у біосубстратах не тільки робітників основних виробництв, а й у мешканців міста Жовті Води [8, 9, 15]. Тому метою нашого дослідження було виявлення вмісту важких металів у кірковій речовині нирок жителів Дніпропетровської області.

Матеріали і методи дослідження. Досліджено нирки постійних жителів м. Жовті Води, отримані при судово-медичних розтинах 10 осіб чоловічої (n=7) і жіночої (n=3) статі, що померли через різні причини: гострі серцево-судинні захворювання, асфіксію, отруєння і травматичні ушкодження. Середній вік їх становив $54,7 \pm 19,77$ років, у тому числі чоловіків — $47,43 \pm 19,18$ років, жінок — $53,99 \pm 19,97$ років. Також досліджено нирки, отримані при су-

дово-медичних розтинах 4 осіб, постійних мешканців Царичанського району, який вважається відносно благополучним в екологічному відношенні регіоні Дніпропетровської області. Це були чоловіки, середній вік яких становив $49,25 \pm 3,30$ років. У якості контролю використовували нирки, отримані при патолого-анатомічних розтинах дітей віком від 1 до 25 діб, які померли в обласній дитячій лікарні через асфіксію новонароджених або генералізовану внутрішньоутробну інфекцію.

Дослідження важких металів здійснювали на базі лабораторії санітарно-гігієнічних досліджень Дніпропетровської обласної СЕС (зав. — П.В. Переярченко). Визначення кобальту, мангану, нікелю та заліза проводилось методом атомної абсорбції на спектрофотометрі ААС-115 М1 (м. Суми) [14]. Для атомізації у полум'ї використовували суміш пропан-бутан-повітря. Визначення міді, свинцю, кадмію та цинку проводили методом інверсійної вольтамперометрії (ІВА) на аналізаторі вольтамперометричному АВА-2 (м. Санкт-Петербург) у водних розчинах мінералізованої сировини [4, 10, 11]. Визначення кількості Cu, Pb, Cd та Zn вико-

нували методом ІВА з лінійним розгорненням потенціалу на твердому електроді з вуглесталі, заснованому на електрохімічній концентрації металів за постійного потенціалу, тобто у потенціостатичному режимі на електроді, який обертається, і подальшому розчиненні одержаного концентрату з заданою швидкістю вимірювання потенціалу. Методика передбачає градування методом добавок стандартних розчинів, які готуються з державних стандартних зразків (ДСЗ). Ідентифікують піки компонентів, які визначаються виходячи зі значення потенціалів їх розчинення.

Проби біологічних тканин, що досліджувалися, зберігали у морозильній камері холодильника. Після відтавання проби зважували на аналітичних вагах та здійснювали мінералізацію згідно з ГОСТом 26929-94 "Сировина та продукти харчові. Підготовка проб. Мінералізація для визначення токсичних елементів" [3]. Мінералізацію проб проводили в автоматичному комплексі "Темос-експрес" (Росія) з мікропроцесорним керуванням. Використання цього комплексу дозволяє одноментно готувати 9 проб у кварцових стаканчиках за стабільної



ГІГІЕНА ДОВКІЛЛЯ І ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Таблиця 1
Параметричні характеристики вмісту важких металів у нирках досліджених груп

Метал	Діти	Царичанка	Жовті Води	Діти-Царичанка	Діти-Ж. Води	Царичанка-Жовті Води
	M±m	M±m	M±m	p	p	p
Cu	2,417±1,167	1,055±0,618	1,475±1,214	0,067296	0,150080	0,529048
Pb	0,246±0,185	0,417±0,213	0,332±0,253	0,212668	0,480498	0,566408
Cd	0,056±0,075	5,668±3,430	17,157±15,717	0,003268	0,019868	0,182312
Zn	11,270±7,583	7,325±8,988	21,695±12,291	0,474175	0,083843	0,057311
Mn	<0,01	0,122±0,038	0,512±0,571	0,000066	0,051803	0,207485
Co	0,366±0,378	0,084±0,008	0,094±0,059	0,187103	0,048627	0,741186
Fe	50,927±12,005	9,248±1,084	14,871±3,245	0,00014	< 0,001	0,006099
Ni	1,163±0,530	0,200±0,027	1,461±1,160	0,007392	0,566700	0,055296

Таблиця 2

Непараметричні характеристики вмісту важких металів у нирках досліджених груп з оцінкою достовірності розходжень між ними

Метал	Діти		Царичанка		Жовті Води		Достовірність	
	Медіана	Мінімум-Максимум	Медіана	Мінімум-Максимум	Медіана	Мінімум-Максимум	Медіанний тест	ANOVA
Cu	1,940	4,37-1,34	0,766	1,98-0,71	0,995	4,03-0,56	p=0,0136	p=0,0581
Pb	0,207	0,52-0,04	0,371	0,69-0,24	0,275	0,84-0,07	p=1,0000	p=0,4686
Cd	0,034	0,21-0,01	4,045	10,80-3,78	10,550	56,60-1,79	p=0,0012	p=0,0014
Zn	11,475	21,40-1,08	3,480	20,70-1,64	19,950	38,80-3,41	p=0,1953	p=0,0709
Mn			0,111	0,18-0,09	0,248	1,58-0,10	p=0,4966	p=1,0000
Co	0,336	0,77-0,03	0,085	0,09-0,07	0,104	0,20-0,02	p=0,5898	p=0,8987
Fe	49,918	64,66-32,58	9,384	10,31-7,91	15,000	20,56-10,04	p=0,0055	p=0,0004
Ni	1,323	1,75-0,28	0,197	0,23-0,17	1,233	3,03-0,16	p=0,0357	p=0,0300

температури у часовому і робочому просторі термокамери. Температура підвищувалась автоматично щогодини на 50°C до постійної t=470°C. Озолення проб здійснювалося до повного згорання органіки і отримання світло-сірого попелу. Подальшу обробку проб для атомно-абсорбційної спектrophотометрії та ІВА здійснювали таким чином: пробу змочували мінімальною кількістю азотної кислоти (1:1), випарювали за t=140°C, а потім знову доводили до 300°C — 30 хвилин. Цей процес повторювали декілька разів до отримання попелу без обвуглених частинок. Паралельно проводили мінералізацію реактивів, якими обробляли пробу, для контролю їх чистоти (холоста проба). Потім попіл для атомно-абсорбційного аналізу розчиняли в 1% розчині азотної кислоти, фільтрували через обеззолений фільтр у циліндри до об'єму 10 см³ і визначали Mn, Fe, Co, Ni за певної довжини хвилі резонансної лінії елементів. Концентрації елементів у мкг/см³ визначали за графіком лінійної залежності показань приладу (екстенція) і відомих концентрацій металів у

стандартних розчинах. Вміст елемента у пробі розраховується за формулою:

$$C = C_m \cdot O_m / P, \text{ мг/кг або мг/л, (1)}$$

де C_m — концентрація елемента у мінералізаті, мкг/см³;

O_m — кінцевий об'єм мінералізату, см³;

P — наважка проби, взята для аналізу, г.

Усі розрахунки проводяться в автоматичному режимі завдяки наявності програмного забезпечення, результати одержували у мг/кг проби. Для визначення Cu, Pb, Cd, Zn методом ІВА попіл оброблявся 1 см³ соляної кислоти концентрацією 6 моль/дм³, упарювався за температури 120°C до вологих солей та розчинявся у фоновому розчині соляної кислоти концентрації 0,05 моль/дм³. Реєстрували вольтамперограми у діапазоні потенціалів від мінус 1,2 до плюс 0,05 В. При цьому на вольтамперограмі реєструють аналітичні сигнали елементів, що визначаються, максимуми анодних піків яких знаходяться при потенціалах (-0,9±0,05) В для Zn, (-0,60±0,05) В для Cd, (-0,4±0,05) В для Pb і (-0,1±0,05) В для Cu.

Методом добавок визначали концентрацію металів у розчинах і за формулою розраховували вміст у пробі у мг/кг:

$$x = \left[\frac{J_1 \times C_d \times V_d}{(J_2 - J_1) \times V_{ал}} - x_{хол} \right] \times \frac{V_{жв}}{m}, \quad (2)$$

де x — концентрація елемента у пробі, мг/кг;

J_1 — значення максимального анодного струму елемента на вольтамперограмі;

C_d — концентрація атестованої суміші елемента, з якого вноситься добавка до проби, що аналізується, мг/дм³;

V_d — об'єм добавки атестованої суміші елемента, см³;

J_2 — значення максимального анодного струму елемента на вольтамперограмі для проби з добавкою атестованої суміші елемента;

$V_{ал}$ — об'єм аликвоти мінералізата, взятого для ІВ-вимірювання, см³;

$x_{хол}$ — масова концентрація елемента у розчині холостої проби, мг/дм³;

$V_{мін}$ — загальний об'єм мінералізату, який приготували з озоленої проби, см³;

Таблиця 3

Попарна оцінка достовірності розходжень між групами непараметричними критеріями

Метал	Діти — Царичанка			Діти — Жовті Води			Царичанка — Жовті Води		
	W-W	M-W	K-S	W-W	M-W	K-S	W-W	M-W	K-S
Cu	0,2061	0,0550	p = n.s.	0,1655	0,0393	p = n.s.	0,8427	0,4795	p = n.s.
Pb	0,8883	0,2864	p = n.s.	0,0522	0,5876	p = n.s.	0,8427	0,3222	p = n.s.
Cd	0,0076	0,0105	p < 05	0,0003	0,0011	p < 01	0,2337	0,1198	p = n.s.
Zn	0,5742	0,3938	p = n.s.	0,4054	0,1038	p = n.s.	0,6198	0,0477	p = n.s.
Mn	0,0076	0,0040	p < 05	0,0003	0,0008	p < 001	0,8817	0,0897	p = n.s.
Co	0,1266	1,0000	p = n.s.	0,0795	0,5371	p = n.s.	0,0145	0,7576	p = n.s.
Fe	0,0076	0,0105	p < 05	0,0003	0,0011	p < 01	0,0594	0,0072	p < 05
Ni	0,0076	0,0105	p < 05	0,0522	0,7449	p = n.s.	0,0099	0,0237	p < 05

HEAVY METALS CONTENT IN THE KIDNEYS OF PEOPLE, RESIDENTS OF DNIPROPETROVSK REGION Stus V.P.

There was carried out study of heavy metals content (cuprum, plumbum, cadmium, zinc, manganese, cobalt, iron and nickel) in a cortex substance of 10 residents of Zholtve Vody, 4 residents of Tsarychansk district and 6 children of Dnipropetrovsk region, died of different causes. Median age of Zholtve Vody residents was 54,7 $\pm$ 19,77 years, 47,43 $\pm$ 19,18 years — for males and 53,99 $\pm$ 19,97 — for females. Median age of residents constantly living in Tsarychansk district was 49,25 $\pm$ 3,30 years. As a control, there were used kidneys obtained in pathologo-anatomic dissection of children aged from 1 to 25 days. Detection of cobalt, manganese, nickel and iron was performed by method of absorption on spectrophotometer AAS-115 M 1. Detection of cuprum, plumbum, cadmium and zinc was performed by method of inversion voltamperometry (IVA) on voltamperometric analyzer (AVA)-2. Average level of cuprum, cobalt and iron was

higher in children as compared to adults and average content of plumbum, cadmium and manganese was higher in adults of Tsarychansk district and Zholtve Vody town. Zinc content was the lowest in Tsarychansk district residents. A reliable difference in cadmium content was revealed in pairs Children-Tsarychanka and Children-Zholtve Vody. Despite a little number of samples, a reliable increase of cadmium level in adult residents of the region of both groups as compared to children is clearly traced. Also, it was revealed a reliable difference in cobalt content between children and residents of Zholtve Vody and in manganese and nickel — between children and residents of Tsarychansk district. Using methods of non-parametric ANOVA and median test, the reliable discrepancies between all three groups in cuprum, iron and nickel content are revealed. As a result of performed investigation there were revealed peculiarities of heavy metals accumulation in the kidneys of residents of intensive industrial region of Dnipropetrovsk region, which point to accumulation of xenobiotics (Cd, Pb).

m — маса наважки (г) проби, взятої для дослідження.

Весь обрахунок вмісту токсичного елемента на АВА-2 також здійснюється автоматично, завдяки програмному забезпеченню, результат одержується у мг/кг проби.

Для оцінки достовірності розходжень між досліджуваними вибірками, зважаючи на їх відносно невеликий розмір, а також на те, що досліджували біологічні об'єкти, були обрані такі непараметричні методи: У-критерій Мана-Уїтні (M-W), критерій Колмогорова-Смирнова (K-S) і критерій Вальда-Вольфовиця (W-W). Оцінка достовірності розходжень між контроль-

ною та експериментальною групами здійснювалася паралельно цими трьома методами. Тест середніх (Median test) і Kruskal-Wallis ANOVA дозволяють оцінювати розходження між кількома вибірками одночасно (більше 2). За допомогою цих критеріїв порівнювалися відмінності у вмісті металів між трьома групами пацієнтів [2].

Результати та їх обговорення. Ми розрахували параметричні характеристики вмісту металів у корковій речовині нирок ($M \pm m$), а також достовірність розходжень між групами за допомогою критерію Ст'юдента (табл. 1). Оцінювали достовірність попарно між групами: діти

— Царичанка, діти — Жовті Води, Царичанка — Жовті Води.

Середній рівень вмісту міді, кобальту та заліза виявився вищим у дітей порівняно з дорослими, а середній вміст свинцю, кадмію та мангану був вищим у дорослих Царичанського району та м. Жовті Води. Вміст цинку виявився найнижчим у жителів Царичанського району. Достовірну різницю було виявлено за вмістом кадмію у парах діти — Царичанка та діти — Жовті Води. Незважаючи на невеликий обсяг вибірки чітко простежується достовірне зростання рівня кадмію у дорослих жителів області обох груп порівняно з дітьми. Також достовірну різницю виявлено за вмістом кобальту між дітьми та жителями м. Жовті Води, за вмістом мангану та нікелю — між дітьми та мешканцями Царичанського району.

Для перевірки достовірності, отриманої за допомогою критерію Ст'юдента, у зв'язку з невеликим розміром досліджених груп ми застосували непараметричні методи, описані вище. Непараметричним аналогом середньої арифметичної є медіана вибірки, а для оцінки статистичного розкиду застосовуються мінімальні та максимальні значення вибірки, а також квартилі.

Показник медіани у групах у середньому повторює тенденції, виявлені параметричними методами. За допомогою методів непараметричної ANOVA, а також медіанного тесту виявлено достовірні розбіжності

Таблиця 4

Аналіз кореляцій усередині досліджених груп

Метали	Рангова Спірмена		Пірсона	
	R	p-рівень	r	p-рівень
Діти				
Cd & Pb	0,943	0,004805	0,8130	0,049
Царичанка				
Cd & Cu			0,9998	< 0,001
Cd & Mn			0,9742	0,026
Cu & Mn			0,9779	0,022
Co & Fe			0,9939	0,006
Жовті Води				
Mn & Fe	0,781818	0,007547		
Mn & Ni	0,878788	0,000814	0,7282	0,026
Fe & Ni	0,69697	0,025097		
Ni & Cd	0,587879	0,073878		
Cd & Cu			0,9408	< 0,001
Cd & Zn			0,6975	0,037

між усіма трьома групами за міддю, кадмієм, залізом та нікелем (табл. 2).

Таким чином, достовірно виявлено найбільший вміст міді у групі дітей, а найменший — у жителів Царичанського району. Достовірно найбільший вміст кадмію виявлено у корковій речовині мешканців м. Жовті Води, менший — у Царичанському районі, найменший — у дітей. Вміст заліза найбільший у групі дітей, значно менший — у жителів м. Жовті Води, найменший — у мешканців Царичанського району. Найбільший вміст нікелю виявлено у дітей, менший — у жителів м. Жовті Води, найменший — у мешканців Царичанського району.

Дані попарного порівняння груп, отримані за допомогою непараметричних критеріїв, повністю співпадають з даними, отриманими за допомогою критерія Ст'юдента, що підтверджує достовірність виявлених тенденцій (табл. 3).

Аналіз кореляцій усередині груп показав, що у групі діти достовірно корелює вміст у нирках кадмію і свинцю з коефіцієнтом $r=0,8130$, $R=0,943$. У групі Царичанка достовірно корелює вміст у нирках міді і кадмію з коефіцієнтом $r=0,9998$, кадмію і марганцю — з коефіцієнтом $r=0,9742$, марганцю і міді — з коефіцієнтом $r=0,9779$, кобальту і заліза — з коефіцієнтом $r=0,9939$. У групі Жовті Води достовірно корелює вміст у нирках мангану і заліза, мангану і нікелю, заліза і нікелю, нікелю і кадмію, міді і кадмію, кадмію і цинку (табл. 4).

Таким чином, у результаті порівняння концентрацій металів у нирках достовірними виявилися розходження тільки за трьома металами: кадмієм, залізом і нікелем. При цьому тільки концентрація кадмію підтверджує первинну гіпотезу про те, що у промислово розвинутому регіоні концентрація деяких металів у нирках буде найбільшою у мешканців міста Жовті Води порівняно з відносно чистим в екологічному плані регіоном області та порівняно з дітьми. Концентрація заліза, навпаки, виявилася найбільшою у дітей, меншою — у мешканців Царичанського району, найменшою — у жителів м. Жовті Води, що пов'язано з високою активністю еритропоезу у нирках дітей.

Неясним залишається тільки більш високий рівень нікелю у нирках дітей порівняно з мешканцями Царичанського району за схожого рівня порівняно з жителями м. Жовті Води. Зважаючи на те, що діти, в яких вивчалися концентрації металів у нирках, були з таких промислово розвинутих міст, як Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, можна зробити висновок: можливо, накопичення нікелю відбувається у дітей у процесі внутрішньоутробного розвитку при надходженні з кров'ю матері і відповідає рівню накопичення цього металу в організмі матері.

Висновки

1. Вміст кадмію у кірковій речовині нирок дорослих жителів Дніпропетровської області значно перевищує такий у дітей, що вказує на накопичення цього поллютанту з віком.

2. Проживання в інтенсивно промисловому регіоні порівняно з умовно екологічно чистим регіоном сприяє накопиченню кадмію у тканині нирки.

3. Відсутність достовірної різниці за вмістом свинцю у кірковій речовині нирок жителів м. Жовті Води та Царичанського району вказує на непрямої зв'язок з значним поширенням цього поллютанту у навколишньому середовищі Дніпропетровської області.

4. Відсутність достовірної різниці між вмістом свинцю у кірковій речовині нирок у дітей та дорослих вказує на те, що цей ксенобіотик накопичується у тканині нирок дітей Дніпропетровської області ще у внутрішньоутробному періоді.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агафонов Н.А., Близнюк С.М. Контроль тяжелых металлов в объектах окружающей среды. — К., 2001. — 26 с.
2. Боровиков В. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. — СПб: Питер, 2001.
3. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.
4. ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (Cd, Pb, Cu и Zn).
5. Игнатова М.С. Экопатологические состояния у детей и проблемы их диагностики // Диагностика соматических заболева-

ний у детей (педиатрический семинар). — Под ред. Игнатова С.И., Игнатовой М.С. — М., 1994. — С. 45-55.

6. Игнатова М.С., Дегтярева Э.М. Современное представление об экопатологии почек (обзор литературы) // ВОДМ. — 1992. — № 12. — С. 39-42.

7. Исидоров В.А. Экологическая химия. — СПб: Химиздат, 2001. — 304 с.

8. Люлько О.В., Паранько М.М., Білецька Е.М., Стусь В.П. Особливості ренальної екскреції важких металів в умовах промислового міста // Урологія. — 1999. — Т. 3, № 4. — С. 86-91.

9. Люлько О.В., Стусь В.П., Берестенко С.В. Вміст важких металів у біологічних субстратах мешканців інтенсивної промислової зони // Вестник неотложной и восстановительной медицины. — 2002. — Т. 3, № 2. — С. 289-292.

10. Методика выполнения измерений содержания цинка в водных растворах методом инверсионной вольтамперометрии. — МВВ № 081-12/04-98. — 22 с.

11. Методика выполнения измерения содержания кадмия, свинца, меди в водных растворах инверсионными электрохимическими методами. — МВВ № 081-12/05-98. — 26 с.

12. Сердюк А.М. Екологічна безпека України // Довкілля та здоров'я. — 1996. — № 1. — С. 4-7.

13. Сорокина Е.П., Богачкова Б.И. Анализ состояния здоровья населения промышленного города в связи с техногенным загрязнением городской территории // Экол. геохим. анализ. техноген. загрязнения / РАН. Ин-т минерал. геохимии и кристаллохимии редких элементов. — М., 1992. — С. 152-161.

14. Спектрохимические методы определения тяжелых металлов в объектах окружающей среды и биологическом материале НИИ краевой патологии. — Республиканский центр по атомно-абсорбционной спектроскопии. — 7-2.23-3129 от 02.04.86. — Алма-Ата.

15. Стусь В.П. Вплив кадмію на урологічну захворюваність робітників та мешканців м. Жовті Води Дніпропетровської області. — Урологія. — 2003. — Т. 7, № 2. — С. 68-78.

16. Effect of cadmium (CdCl_2) on cell proliferation and production of EDRF (endothelium-derived relaxing factor) by cultured human umbilical arterial endothelial cells / T. Kishimoto, T. Oguri, M. Ohno et al. // Arch. Toxicol. — 1994. — V. 68, № 9. — P. 555-559.