

УДК 504.5:546.815(477.61/.62)

ИВАНИЦКАЯ Н.Ф., СТЕПАНОВА М.Г., УСИКОВА З.Л., ЗЫКОВ Д.С., ШАРАПОВА А.Н.
Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

Резюме. Одним из тяжелых металлов, широко распространенных в биосфере Донбасса, является свинец. Основными источниками поступления свинца в воздух, воду и почву городов и районов области являются предприятия черной и цветной металлургии, добычи и обогащения угля, химической и коксохимической промышленности, ГРЭС, выбросы автотранспорта. При этом происходит загрязнение свинцом не только территорий, на которых расположены вышеперечисленные предприятия, но и к ним прилегающих.

Целью проведенного исследования была комплексная гигиеническая оценка загрязнения свинцом экологической среды городов и районов Донецкой области в условиях разной интенсивности техногенной нагрузки.

Материалы и методы исследования. Проанализировано 156 347 проб воздуха, воды, почвы, продуктов питания, а также первичная заболеваемость населения за период с 2002 по 2011 год.

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что среднегодовые концентрации свинца в воздушном бассейне превышают предельно допустимые концентрации (ПДК) во всех исследованных городах региона в среднем в 2,1 раза, а удельный вес анализов с отклонением от установленного регламента колеблется от 23,6 до 59,8 %. В наибольшей степени загрязнен свинцом воздушный бассейн Константиновки (2,53 ПДК), Донецка (2,42 ПДК), Мариуполя (2,48 ПДК), Макеевки (2,39 ПДК) и Енакиево (2,26 ПДК). Содержание свинца в воздухе сельских районов ниже, чем в городах, в 1,9 раза, а удельный вес проб с отклонением от ПДК меньше в 1,7 раза. Анализ содержания свинца в воде показал, что жители сельских районов Донецкой области используют для питья воду с более высоким содержанием свинца (в среднем 1,69 ПДК), чем население городов (1,3 ПДК). Среднее содержание свинца в почвах городов почти в три раза выше, чем в сельских районах. Повышенное содержание свинца в объектах окружающей среды определяет его накопление в биоте. Большая кумуляция свинца отмечена в организмах животных (среднее содержание на уровне 1,22–1,36 ПДК) по сравнению с растениями (1,3–1,5 ПДК). Население городов Донецк, Мариуполь, Константиновка, Володарского и Первомайского сельских районов потребляет в пищу молокопродукты, мясо, овощи, не соответствующие гигиеническим требованиям (1,2–1,5 ПДК). Перемещаясь по эколого-трофическим цепям, свинец попадает в организм человека и депонируется в органах мишенях (мягкие ткани, кости, нервная система, кровь), что может приводить к развитию болезней нервной, костно-мышечной системы, органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения, а также увеличению частоты встречаемости злокачественных новообразований, самопроизвольных аборт, врожденных пороков развития.

Выводы. Среднеобластные концентрации свинца во всех объектах экологической среды превышают гигиенические регламенты в 1,4–2,7 раза. Более высокие концентрации зафиксированы в почве, меньшие — в питьевой воде. К городам, где содержание свинца во всех объектах экологической среды и продуктах питания во много раз превышает ПДК, относятся Константиновка и Мариуполь, сельскохозяйственным районам — Володарский и Первомайский. В этих же городах и районах достоверно выше первичная заболеваемость детей и взрослых болезнями нервной и костно-мышечной системы, системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения, чаще регистрируются злокачественные новообразования, самопроизвольные аборты и врожденные пороки развития новорожденных.

Ключевые слова: тяжелые металлы, свинец, окружающая среда, загрязнение, заболеваемость.

Среди многообразных химических загрязнителей окружающей среды особое внимание уделяется тяжелым металлам. Это объясняется их токсичностью и опасностью для здоровья человека, а также широкой распространенностью в объектах окружающей среды [1, 6].

Одним из тяжелых металлов, широко распространенных в биосфере Донецкой области, является сви-

нец. Несмотря на снижение в последние годы темпов промышленного производства, уровень эмиссии свинца в биосферу остается высоким, представляя потен-

© Иваницкая Н.Ф., Степанова М.Г., Усикова З.Л., Зыков Д.С., Шарапова А.Н., 2013

© «Медико-социальные проблемы семьи», 2013

© Заславский А.Ю., 2013

циальную опасность для здоровья населения региона. Органические соединения свинца биодоступны, токсичны, оказывают влияние на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат [3–5].

Уровень и интенсивность контаминации окружающей среды свинцом определяется техногенной нагрузкой в городах и районах области — спецификой промышленных и сельскохозяйственных предприятий, плотностью транспортных коммуникаций. Основными источниками поступления свинца в воздух, воду и почву городов и районов области являются предприятия черной (гг. Донецк, Макеевка, Енакиево, Мариуполь) и цветной (г. Константиновка) металлургии, добычи и обогащения угля (все города, кроме Константиновки и Мариуполя), химической и коксохимической промышленности, ГРЭС (Кураховская, Старобешевская, Зуевская), а также выбросы автотранспорта. При этом происходит загрязнение свинцом не только территорий, на которых расположены вышеперечисленные предприятия, но и к ним прилегающих [2].

Целью нашего исследования является проведение комплексной гигиенической оценки загрязнения свинцом экологической среды городов и районов Донецкой области в условиях разной интенсивности техногенного воздействия.

Материалы и методы

Проведен мониторинг содержания свинца в объектах экологической среды (93 550 проб), продуктах питания (62 797 проб) с 2002 по 2011 год в городах и районах Донецкой области, отличающихся уровнями антропопрессии. Оценка результатов исследования проводилась на соответствие гигиеническим регламентам (предельно допустимым концентрациям — ПДК) содержания свинца в воздухе, воде, почве, продуктах питания. Проанализирована первичная заболеваемость населения городов и районов Донецкой области по материалам ежегодных сборников «Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждений Донецкой области» за указанный период.

Результаты и их обсуждение

В организм человека свинец попадает как с пищей и водой, так и из воздуха. В связи с этим целесообразно оценить степень загрязнения данным металлом каждой из этих экологических сред.

Атмосферный воздух играет большую роль в круговороте химических веществ в биосфере. Как показали исследования, среднегодовые концентрации свинца в воздушном бассейне превышают гигиенический норматив во всех исследованных городах региона в среднем в 2,1 ПДК, а удельный вес анализов атмосферного воздуха с отклонением от установленного регламента колеблется от 23,6 до 59,8 %. При этом в наибольшей степени загрязнен свинцом воздушный бассейн Константиновки (2,53 ПДК), Донецка (2,42 ПДК), Мариуполя (2,48 ПДК), Макеевки (2,39 ПДК) и Енакиево (2,26 ПДК). Концентрация свинца в воздушном бассейне этих городов, а также удельный вес проб, не

соответствующих нормативу, в течение всего периода исследования превышали соответствующие среднегодовые показатели (1,81 ПДК). Все вышеперечисленные города относятся к наиболее крупным в области по численности населения, плотности размещения промышленных предприятий и интенсивности автомобильного движения.

Атмосферный воздух сельских районов Донецкой области загрязнен свинцом в гораздо меньшей мере, чем в городах (среднее содержание его ниже в 1,9 раза, а удельный вес проб с отклонением от норматива меньше в 1,7 раза). Это объясняется отсутствием собственных источников выброса данного металла в атмосферу, а также в большинстве случаев их удаленностью от крупных промышленных центров. Наибольшие концентрации свинца зафиксированы в воздушном бассейне районов, испытывающих на себе негативное воздействие выбросов городских агломераций (Первомайский, Володарский и Волновашский районы — города Мариуполя, Ясиноватский район — гг. Донецка, Ясиноватой и Авдеевки) и в тех из них, которые имеют на своей территории собственные предприятия (Марьинский район — Кураховская ГРЭС, Старобешевский район — Старобешевская ГРЭС, Шахтерский район — Зуевская ГРЭС). В атмосферном воздухе этих районов среднее содержание свинца (1,29–1,78 ПДК) превышает среднерайонный уровень.

Анализируя содержание свинца в воде, необходимо констатировать, что жители сельских районов Донецкой области используют для питья воду с более высоким содержанием свинца (в среднем 1,69 ПДК), чем население городов (1,3 ПДК). Обращает на себя внимание также значительно (в 2,6 раза) больший удельный вес проб питьевой воды, не соответствующих стандартам (42,7 %), в сравнении с городами (15,6 %). Содержание данного металла максимально в воде, используемой для хозяйственно-питьевых нужд жителями городов Константиновка, Енакиево, Дружковка, Горловка и Дзержинск (1,3–3,1 ПДК, 20,1–29,6 % анализов с превышением ПДК), а минимально — в городах Артемовск, Славянск, Снежное, Торез, Донецк, Мариуполь и Макеевка (0,4–0,6 ПДК). В этих городах, а также в Шахтерске, Харцызске, Красноармейске и Краматорске не выявлено ни одной пробы питьевой воды, не соответствующей гигиеническим требованиям по содержанию свинца.

Среди сельских районов превышение гигиенического регламента по свинцу зафиксировано в питьевой воде Шахтерского, Володарского, Первомайского, Старобешевского, Марьинского, Ясиноватского и Амвросиевского сельских районов (1,3–3,6 ПДК). Однако в первом и последнем из них высокое содержание в воде данного металла обусловлено природными геохимическими аномалиями, во всех остальных имеет место их сочетание со значительным антропогенным прессингом на биосферу.

Важнейшим компонентом окружающей среды, в которой происходит миграция и обмен всех химических элементов, в том числе тяжелых металлов, явля-

ется почва. Она играет большую роль как источник загрязнения атмосферного воздуха, воды и пищевых продуктов. В свою очередь, она является депонирующей средой, аккумулирующей вещества, поступающие из воздуха и воды.

Свинец, занимающий по своей токсичности второе место после ртути в группе тяжелых металлов, широко распространен в почвах Донецкой области. Это обусловлено повсеместным присутствием источников его поступления в почву. К ним прежде всего относятся автомобильный транспорт, металлургические и коксохимические заводы, котельные, работающие на угле, а в сельской местности — свинецсодержащие пестициды и гербициды. В результате антропогенной деятельности на территории Донецкой области сформировалось несколько крупных техногенных аномалий свинца, в пределах которых он активно мигрирует по экологическим цепям «почва — вода — человек» и «почва — растения — животные — (продукты питания) — человек», накапливается в организме человека и может негативно влиять на его здоровье. Среднее содержание свинца почти в три раза выше в почвах городов по сравнению с сельскими районами. Однако среди как городов, так и сельских районов выделяются группы территорий, контрастные по количеству данного металла в почве. Наиболее высокие концентрации свинца на протяжении всего периода исследований отмечались в городах Константиновка (14,2 ПДК), Дружковка (7,6 ПДК) и Мариуполь (4,5 ПДК), а минимальные — в Тореце (1,2 ПДК), Доброполье (1,3 ПДК) и Снежном (1,3 ПДК). Следует отметить, что во всех без исключения городах содержание свинца в почвах превышает гигиенический регламент, что объясняется ее депонирующими свойствами.

В сельской местности наиболее загрязненными свинцом оказались почвы Володарского (3,2 ПДК), Волноваского (1,9 ПДК) и Первомайского (1,8 ПДК) районов. Меньшее количество данного металла зафиксировано в почвах Александровского и Великоновоселковского (0,06 ПДК) сельских районов.

Перемещаясь по трофическим цепям, свинец попадает в пищевой рацион. Повышенное содержание свинца в продуктах питания представляет наибольшую опасность, так как в этом случае он присутствует в биодоступной форме. Нами были проанализированы продукты животного и растительного происхождения (овощи, говяжье мясо и молоко), составляющие существенную часть продуктовой корзины населения. Анализ полученных данных показал, что большая кумуляция свинца отмечена в организмах животных — 20,9–22,1 % всех проб с превышением ПДК (среднее содержание на уровне 1,22–1,36 ПДК) по сравнению с растениями.

Рассматривая территориальную закономерность загрязнения продуктов животного происхождения свинцом, следует отметить, что население городов Донецк, Мариуполь, Константиновка, Володарского и Первомайского сельских районов потребляет в пищу молокопродукты, не соответствующие гигиеническим

требованиям (1,2–1,3 ПДК, 21,3–26,7 % проб с превышением ПДК) за весь период исследования. В этих же городах и районах отмечено превышение допустимых значений по содержанию свинца в мясе (1,1–1,4 ПДК, 17,9–42,7 % проб, не удовлетворяющих гигиеническим требованиям). В остальных исследованных населенных пунктах не отмечено ни одного случая обнаружения этого металла в мясных продуктах в концентрациях, превышающих ПДК.

Анализ содержания свинца в растительной продукции выявил, что показатели, превышающие предельно допустимые концентрации, чаще фиксировались в плодах фруктовых деревьев (яблоки — 29,6 % проб с превышением ПДК, средняя концентрация на уровне 1,41 ПДК), корнеплодах (картофель, свекла), репчатом луке — 1,3–1,5 ПДК. Согласно полученным данным, жители двух городов (Константиновки и Мариуполя) и двух сельских районов (Володарского и Первомайского) потребляют в пищу овощи с повышенным содержанием свинца.

В организм человека свинец поступает через дыхательные пути, с пищей и водой через желудочно-кишечный тракт. Основным путем выведения свинца являются почки. Повышенное поступление свинца в организм человека может провоцировать развитие различных функциональных нарушений, а в дальнейшем и заболеваний. Структурами, в которых накопление свинца претерпевает наибольшие изменения, являются мягкие ткани, кости, нервная система, кровь. Проведенный сравнительный анализ содержания свинца в окружающей среде и продуктах питания показал, что все объекты экологической среды в большинстве городов и районов Донецкой области на протяжении длительного времени подвергаются загрязнению свинцом, что приводит к детерминации формирования определенного рода патологии среди населения. Прежде всего это болезни нервной и костно-мышечной системы, органов дыхания и пищеварения, заболевания системы кровообращения, самопроизвольные аборты, злокачественные новообразования, врожденные пороки развития новорожденных и детей первого года жизни.

Проанализировав среднесрочные уровни первичной заболеваемости детей и взрослых всеми вышеперечисленными нозологическими формами патологии, следует отметить, что она статистически достоверно выше в популяциях крупных городов (Донецк, Мариуполь, Константиновка), промышленные предприятия которых являются источниками антропогенного поступления свинца в окружающую среду, а также сельских районов (Володарский, Первомайский, Марьинский), которые находятся в зоне их техногенного влияния.

Выводы

Проведенные нами исследования показали, что свинцом в большей или меньшей степени загрязнены все объекты окружающей среды городов и районов Донецкой области. В большинстве своем это загрязнение имеет антропогенное происхождение. Среднеобласт-

ные концентрации его превышают соответствующие гигиенические регламенты в 1,4–2,7 раза. Наиболее высокие среднеобластные концентрации зафиксированы в почве (2,1 ПДК), а наименьшие — в питьевой воде (1,1 ПДК). К городам, где содержание свинца во всех объектах экологической среды и продуктах питания во много раз превышает предельно допустимые концентрации, относятся Константиновка и Мариуполь. Среди сельскохозяйственных районов следует выделить Володарский и Первомайский районы. В этих же городах и районах статистически достоверно выше первичная заболеваемость детей и взрослых болезнями нервной и костно-мышечной системы, системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения. Чаще регистрируются злокачественные новообразования, самопроизвольные аборт и врожденные пороки развития новорожденных.

Список литературы

1. Балюк А. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины / А. Балюк, Н.И. Мирошниченко, А.И. Фатеев // *Почвоведение*. — 2008. — № 12. — С. 1501-1509.

2. Мониторинг тяжелых металлов в биосфере и организме человека в системе государственного управления качеством окружающей среды / Грищенко И.И., Степанова М.Г., Нагорный И.И. и др. — Д.: Вебер, 2007. — 138 с.

3. Принципы и меры профилактики вредного воздействия тяжелых металлов на здоровье населения экологически неблагоприятного региона / Н.Ф. Иваницкая, М.Г. Степанова, Д.С. Зыков и др. // *Збірник наукових праць ДонДУУ. «Державні механізми управління екологічним і соціально-економічним розвитком регіону»*. — 2007. — Т. 8, вип. 83. — С. 41-46.

4. Иваницкая Н.Ф. Эколого-гигиеническая оценка влияния загрязнения воды на показатели репродуктивного здоровья женщин Донецкой области / Н.Ф. Иваницкая, М.Г. Степанова, В.П. Квашенко и др. // *Збірник наукових праць ДонДУУ. «Державні механізми управління природокористуванням»*. — 2008. — Т. 9, вип. 111. — С. 47-52.

5. Мудрый И.В. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм / И.В. Мудрый, Т.К. Короленко // *Врачебное дело*. — 2002. — № 5–6. — С. 6-10.

6. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы как химические загрязнители производственной и окружающей среды / И.М. Трахтенберг // *Довкілля та здоров'я*. — 1997. — № 32. — С. 48-51.

Получено 11.01.13 □

Иваницкая Н.Ф., Степанова М.Г., Усикова З.Л., Зыков Д.С., Шаропова А.Н.
Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького

Ivanitskaya N.F., Stepanova M.G., Usikova Z.L., Zykov D.S., Sharapova A.N.
Donetsk National Medical University named after M. Gorky,
Donetsk, Ukraine

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВМІСТУ СВИНЦЮ В ОБ'ЄКТАХ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДОНЕЦЬКОГО РЕГІОНУ

Резюме. Одним із важких металів, широко поширених у біосфері Донбасу, є свинець. Основними джерелами надходження свинцю в повітря, воду і ґрунт міст і районів області є підприємства чорної і кольорової металургії, видобутку і збагачення вугілля, хімічної і коксохімічної промисловості, ГРЕС, викиди автотранспорту. При цьому відбувається забруднення свинцем не тільки територій, на яких розташовані вищезгадані підприємства, але і до них прилеглих.

Метою проведеного дослідження була комплексна гігієнічна оцінка забруднення свинцем екологічного середовища міст і районів Донецької області в умовах різної інтенсивності техногенного навантаження.

Матеріали і методи дослідження. Проаналізовано 156 347 проб повітря, води, ґрунту, продуктів харчування, а також первинна захворюваність населення за період з 2002 по 2011 рік.

Результати досліджень. Проведені дослідження показали, що середньорічні концентрації свинцю в повітряному басейні перевищують гранично допустиму концентрацію (ГДК) у всіх досліджених містах регіону в середньому в 2,1 раза, а питома вага аналізів із відхиленням від встановленого регламенту коливається від 23,6 до 59,8 %. Найбільшою мірою забруднений свинцем повітряний басейн Костянтинівки (2,53 ГДК), Донецька (2,42 ГДК), Маріуполя (2,48 ГДК), Макіївки (2,39 ГДК) та Єнакієвого (2,26 ГДК). Уміст свинцю в повітрі сільських районів нижчий, ніж у містах, в 1,9 раза, а питома вага проб

INTEGRATED ASSESSMENT OF LEAD CONCENTRATION IN ENVIRONMENTAL OBJECTS OF DONETSK REGION

Summary. One of the common heavy metals in the biosphere of Donbass is lead. The major sources of lead in the air, water and land of cities and districts are ferrous and nonferrous metallurgy, mining and coal preparation, chemical industry and by-product-coking industry, hydroelectric power station, vehicle emissions. Thus there is lead contamination is not only the areas which are the above companies, but also adjacent to them.

The objective of the study was a comprehensive hygienic assessment of lead contamination of the ecological environment of cities and areas in the Donetsk region in varying intensity development pressure.

Materials and Methods. 156 347 samples of air, water, soil, food, and primary morbidity were analyzed for the period 2002 to 2011.

Research Results. The research showed that the mean annual concentration of lead in the air basin exceeds maximum permissible concentration (MPC) in all investigated cities on average 2.1 times, and the proportion of samples with a deviation from the established procedure ranged from 23.6 to 59.8 %. The most polluted with lead is air basin of Konstantinovka (2.53 MPC), Donetsk (2.42 MPC), Mariupol (2.48 MPC), Makeyevka (2.39 MPC) and Yenakiyevo (2.26 MPC). The lead content in the air in rural areas is lower than in urban areas was 1.9 times, and the proportion of samples with less deviation from the MPC of 1.7. Analysis of lead in water showed that the rural areas of Donetsk region is used for drinking water with a high lead content (average 1.69 MPC) than the urban population

з відхиленням від ГДК менше в 1,7 раза. Аналіз умісту свинцю у воді показав, що жителі сільських районів Донецької області використовують для пиття воду з більш високим умістом свинцю (в середньому 1,69 ГДК), ніж населення міст (1,3 ГДК). Середній уміст свинцю в ґрунтах міст майже в три рази вище, ніж у сільських районах. Підвищений уміст свинцю в об'єктах навколишнього середовища визначає його накопичення в біоті. Висока кумуляція свинцю відмічена в організмах тварин (середній уміст на рівні 1,22–1,36 ГДК) у порівнянні з рослинами (1,3–1,5 ГДК). Населення міст Донецьк, Маріуполь, Костянтинівка, Володарського та Першотравневого сільських районів споживають молокопродукти, м'ясо, овочі, що не відповідають гігієнічним вимогам (1,2–1,5 ГДК). Переміщуючись еколого-трофічними ланцюгами, свинець потрапляє в організм людини і депонується в органах-мішенях (м'які тканини, кістки, нервова система, кров), що може призводити до розвитку хвороб нервової, кістково-м'язової системи, органів дихання, травлення, системи кровообігу, а також збільшенню частоти злоякісних новоутворень, самовільних абортів, уроджених вад розвитку.

Висновки. Середньообласні концентрації свинцю в усіх об'єктах екологічного середовища перевищують гігієнічні регламенти в 1,4–2,7 раза. Більш високі концентрації зафіксовані в ґрунті, менші — у питній воді. До міст, де вміст свинцю в усіх об'єктах екологічного середовища та продуктах харчування в багато разів перевищує ГДК, відносяться Костянтинівка та Маріуполь, сільськогосподарських районів — Володарський і Першотравневий. У цих же містах і районах вірогідно вище первинна захворюваність дітей і дорослих хворобами нервової і кістково-м'язової системи, системи кровообігу, органів дихання і травлення, частіше реєструються злоякісні новоутворення, спонтанні аборти та вроджені вади розвитку.

Ключові слова: важкі метали, свинець, навколишнє середовище, забруднення, захворюваність.

(1.3 MPC). The average lead content in soils of the city is almost three times higher than in rural areas. Elevated levels of lead in the environment determine its accumulation in biota. A large accumulation of lead was register in animals (mean at 1.22–1.36 MPC) compared to plants (1.3–1.5 MPC). The population of the city of Donetsk, Mariupol, Konstantinovka, Volodarsky and Pervomaisky rural consume dairy foods, meat, vegetables do not meet hygienic requirements (1.2–1.5 MPC). Moving on ecological trophic chains, lead enters the body and deposited in the target organs (soft tissue, bone, nervous system, blood), which can lead to diseases of the nervous and musculoskeletal systems, respiratory, digestive, circulatory, as well as increased incidence of cancer, miscarriages, congenital defects.

Conclusions. The average regional concentration of lead in all objects of the ecological environment exceed health regulations in the 1.4–2.7 times. Higher concentrations were recorded in the soil, the least — in drinking water. To the cities, where the lead content in all objects of the ecological environment and the food is much higher than the MPC are Konstantinovka and Mariupol belong, agricultural areas — Volodarsky and Pervomaysky districts. In these cities and regions of significantly higher incidence of children and adult morbidity of the nervous and musculoskeletal system, circulatory system, respiratory system and digestive system, often recorded cancer, miscarriages and congenital defects.

Key words: heavy metals, lead, environment, pollution, morbidity.